보건분야-연구자료
연구원 2007-110-1035

화학물질 노출시나리오 정보 제공을 위한 표준모델 작성

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

요 약 문

1. 과 제 명 : 화학물질 노출시나리오 정보 제공을 위한 표준모델 작성

2. 연구기간 : 2007. 5. 2 ~ 2007. 11. 30.

3. 연 구 자 : 연구책임자 김 수 근

4. 연구목적

이 연구는 화학물질 400종에 대해 제조, 용도 또는 공정별로 노출상황을 파악하여 노출량 산출 및 노출에 따른 위해도 관리방법을 제시한 2000개의 노출시나리오를 개발하여 화학물질의 제조 및 사용에 따른 근로자의 안전보건의 향상에 기여하는데 목적이 있다.

5. 연구내용

- 노출시나리오 개념과 형식 결정
- 화학물질별로 제조와 사용 및 공정별로 노출상황에 관한 자료수집・정리
- 노출량 결정인자의 설정 및 노출량 산출 방법 수립
  control banding, EASE, ECETOC-TRA 등의 모델 검토・결정
- 산출한 노출량과 노출기준의 비교에 의한 위해도 판정
- 해당 노출 시나리오에 대한 위해도 관리방법 선정
  ILO의 국제 화학물질 관리 툴킷(international chemical control toolkit)과 영국의 COSHH Essentials 등의 control banding의 방법을 통한 위

해도 관리방법(risk management measures, RMM)의 제시
- 유해위험성 화학물질 400종에 대해 2000개의 노출시나리오를 개발

6. 활용계획

향후 근로자들이 화학물질을 제조하거나 사용할 때에 화학물질의 위해도 평가 및 위해도관리를 위한 자료로 활용할 수 있다.

7. 연구결과

본 연구는 노출시나리오의 개념, 형식 등을 결정 제시한다. 또한 400개 물질에 각각에 대하여 제조, 용도 및 공정별로 노출시나리오를 제시하고 각 노출 상황별 노출 추정량을 ECETOC-TRA를 이용하여 산출한다. 산출된 노출 추정량을 노출기준과 비교하여 위해도 정량화한 값을 제시하고, 그에 적절한 위해도 관리수단을 ILO의 국제 화학물질 관리 툴킷에 근거하여 제시하는 연구를 수행하였다.

8. 중 심 어

Chemical safety assessment, Exposure scenario, Exposure estimation, Risk management measure

차 례

Ⅰ. 서 론 ····· 16
1. 연구의 필요성 ····· 16
2. 연구목적 ····· 17

Ⅱ. 연구방법 ····· 18
1. 연구내용 ····· 18
2. 연구방법 ····· 19

Ⅲ. 연구결과 ····· 20
1. 노출 시나리오의 형식 ····· 20
2. 노출 시나리오의 작성 방법 ····· 21

Ⅳ. 결론 ····· 35

Ⅴ. 물질별 노출 시나리오 ····· 36
제1권 ····· 37~838
001 구리(분진 및 미스트) ····· 37
002 글루타르알데히드 ····· 51
003 니켈(가용성화합물) ····· 60
004 니트로메탄 ····· 68
005 니트로톨루엔(오르토-이성체) ····· 76
006 디메틸아민 ····· 82

007 디아지논 ····· 87
008 디에탄올아민 ····· 93
009 2-디에틸아미노에탄올 ····· 106
010 디에틸아민 ····· 113
011 디옥산 ····· 121
012 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸 ····· 133
013 o-디클로로벤젠 ····· 142
014 p-디클로로벤젠 ····· 154
015 1,1-디클로로에탄 ····· 162
016 말라티온 ····· 168
017 망간(흄) ····· 175
018 4,4′-메틸렌비스(2-클로로아닐린) ····· 189
019 메틸메타크릴레이트 ····· 197
020 메틸 아민 ····· 208
021 메틸 아크릴레이트 ····· 215
022 몰리브덴 ····· 227
023 무수 말레인 ····· 238
024 벤젠 ····· 250
025 1,3-부타디엔 ····· 266
026 2-부톡시에탄올 ····· 275
027 n-부틸 글리시딜 에테르 ····· 282
028 n-부틸아크릴레이트 ····· 289
029 p-부틸톨루엔(제3) ····· 298
030 불화수소 ····· 303
031 브롬 ····· 311
032 브롬화 메틸 ····· 316
033 브롬화 수소 ····· 320
034 브롬화 에틸 ····· 328
035 비닐 아세테이트 ····· 333
036 산화아연 ····· 345
037 시안화 나트륨 ····· 357
038 시안화 수소 ····· 368
039 시클로나이트 ····· 379
040 시클로헥사논 ····· 384
041 시클로헥산 ····· 393
042 아세토니트릴 ····· 401
043 아세톤 ····· 408
044 아세트알데히드 ····· 420

045 아스팔트 흄 ····· 430
046 아크로레인 ····· 436
047 아크릴 산 ····· 444
048 알릴글리시딜에테르 ····· 456
049 알릴 알코올 ····· 462
050 에틸렌 글리콜(증기 및 미스트) ····· 468
051 에틸 아민 ····· 478
052 1,2-에폭시프로판 ····· 484
053 염소 ····· 493
054 염화수소 ····· 504
055 이소프로필 아세테이트 ····· 512
056 이소프로필 알코올 ····· 519
057 일산화탄소 ····· 536
058 카드뮴 분진 및 염 ····· 547
059 카올린 ····· 554
060 코발트(금속 분진 및 흄) ····· 564
061 크로톤알데히드 ····· 576
062 크롬산 연 ····· 585
063 클로로벤젠 ····· 589
064 클로르피리포스 ····· 596
065 터펜틴 ····· 602
066 테트라하이드로퓨란 ····· 609
067 톨루엔 ····· 618
068 2,4,6-트리니트로톨루엔 ····· 634
069 트리메틸아민 ····· 641
070 트리에틸아민 ····· 648
071 티람 ····· 661
072 파라치온 ····· 668
073 퍼클로로에틸렌 ····· 674
074 페닐 멀캡탄 ····· 681
075 포름알데히드 ····· 685
076 피리딘 ····· 692
077 하이드라진 ····· 702
078 황산 ····· 712
079 디메틸아미노벤젠 ····· 722
080 1,1-디메틸히드라진 ····· 726
081 2-N-디부틸아미노에탄올 ····· 729
082 디클로르보스 ····· 731

083 메틸 하이드라진 ····· 735
084 모노크로토포스 ····· 739
085 목재분진(단단한 나무) ····· 742
086 브롬화 비닐 ····· 750
087 비닐 시클로헥센 디옥사이드 ····· 753
088 산화규소(비결정체 실리카겔) ····· 757
089 산화 알루미늄 ····· 759
090 삼수소화 비소 ····· 771
091 석면(모든형태) ····· 777
092 수은(아릴 및 무기화합물) ····· 779
093 수은 ····· 781
094 스티렌 ····· 791
095 알릴프로필 디설파이드 ····· 804
096 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트 ····· 808
097 2,3-에폭시-1-프로판올 ····· 812
098 에피클로로히드린 ····· 815
099 오존 ····· 827
100 유리섬유 분진 ····· 832

제2권 ····· 840~1421

101 이소아밀아세테이트 ····· 840
102 이피엔 ····· 848
103 페닐 글리시딜에테르 ····· 854
104 포레이트 ····· 859
105 가성소다 ····· 863
106 가솔린 ····· 873
107 개미산 ····· 878
108 고형 파라핀 흄 ····· 884
109 과산화벤조일 ····· 891
110 과산화수소 ····· 898
111 규산칼슘 ····· 908
112 글리세린미스트 ····· 914
113 나프탈렌 ····· 921
114 노난 ····· 928
115 니트로 글리세린 ····· 931
116 니트로벤젠 ····· 937
117 p-니트로아닐린 ····· 944
118 니트로에탄 ····· 947

119 p-니트로클로로벤젠 ····· 952
120 니트로톨루엔(메타-이성체) ····· 957
121 니트로톨루엔(파라-이성체) ····· 963
122 니트로트리클로로메탄 ····· 966
123 1-니트로프로판 ····· 971
124 2-니트로프로판 ····· 975
125 2,4-디 ····· 977
126 디니트로벤젠(모든 이성체) ····· 981
127 디니트로톨루엔 ····· 984
128 디메톡시메탄 ····· 989
129 디메틸벤젠 ····· 992
130 디메틸벤젠(오르토-이성체) ····· 1004
131 디메틸벤젠(메타-이성체) ····· 1009
132 디메틸벤젠(파라-이성체) ····· 1016
133 디메틸 설페이트 ····· 1021
134 디메틸아닐린 ····· 1027
135 디메틸아세트아미드 ····· 1033
136 디메틸포름아미드 ····· 1037
137 디부틸포스페이트 ····· 1045
138 디부틸프탈레이트 ····· 1047
139 1,2-디브로모에탄 ····· 1052
140 디비닐 벤젠 ····· 1055
141 디설피람 ····· 1061
142 디시클로펜타디엔 ····· 1065
143 1,2-디아미노에탄 ····· 1070
144 디아세톤 알코올 ····· 1076
145 디에틸에테르 ····· 1081
146 디에틸케톤 ····· 1088
147 디에틸렌 트리아민 ····· 1091
148 디에틸프탈레이트 ····· 1097
149 디(2-에틸헥실)프탈레이트 ····· 1101
150 디우론 ····· 1106
151 디이소부틸케톤 ····· 1111
152 디이소프로필아민 ····· 1116
153 디쿼트(231-36-7) ····· 1123
154 디클로로디페닐트리클로로에탄 ····· 1126
155 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인 ····· 1131
156 디클로로디플루오로메탄 ····· 1135

157 디클로로메탄 ····· 1140
158 3,3-디클로로벤지딘 ····· 1156
159 1,2-디클로로에탄 ····· 1159
160 1,1-디클로로에틸렌 ····· 1167
161 디클로로에틸에테르 ····· 1174
162 1,2-디클로로프로판 ····· 1178
163 디클로로프로펜 ····· 1185
164 디페닐아민 ····· 1190
165 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르 ····· 1199
166 디하이드록시벤젠 ····· 1204
167 러버 솔벤트 ····· 1208
168 레조시놀 ····· 1214
169 린데인 ····· 1220
170 망간(분진 및 화합물) ····· 1227
171 메타크릴 산 ····· 1237
172 메탄올 ····· 1247
173 메탄 에티올 ····· 1268
174 2-메톡시에탄올 ····· 1273
175 4-메톡시페놀 ····· 1282
176 4,4′-메틸렌디아닐린 ····· 1288
177 알파-메틸스티렌 ····· 1296
178 2-메틸시클로펜타디에닐 망간트리카르보닐 ····· 1301
179 메틸 아밀알콜 ····· 1305
180 메틸 아세테이트 ····· 1309
181 메틸 아크릴로니트릴 ····· 1313
182 메틸 에틸 케톤 퍼옥사이드 ····· 1316
183 메틸 이소시아네이트 ····· 1319
184 메틸 이소아밀케톤 ····· 1324
185 메틸 이소프로필 케톤 ····· 1327
186 메틸 클로라이드 ····· 1330
187 메틸클로로포름 ····· 1338
188 메틸 파라티온 ····· 1345
189 메틸 프로필케톤 ····· 1351
190 메틸 포메이트 ····· 1354
191 모르폴린 ····· 1358
192 무수초산 ····· 1363
193 무수프탈산 ····· 1371
194 n-발레알데히드 ····· 1379

195 2-부타논 ····· 1382
196 부탄 ····· 1389
197 부탄 에티올 ····· 1400
198 부틸아민 ····· 1406
199 n-부틸알콜 ····· 1409
200 부틸알콜(제2) ····· 1417

제3권 ····· 1422~2125

201 부틸알콜(제3) ····· 1422
202 o-부틸페놀(제2) ····· 1426
203 붕소산 사나트륨염 ····· 1430
204 브로모클로로메탄 ····· 1435
205 브이엠 및 나프타 ····· 1440
206 비닐 톨루엔 ····· 1449
207 비페닐 ····· 1454
208 사염화탄소 ····· 1460
209 산화규소(결정체 석영) ····· 1472
210 산화규소(결정체 크리스토바라이트) ····· 1485
211 산화규소(비결정체 규소, 용융된) ····· 1489
212 산화규소(비결정체 규조토) ····· 1492
213 산화규소(비결정체 침전된 규소) ····· 1495
214 산화마그네슘(흄) ····· 1501
215 산화 메시틸 ····· 1507
216 산화 붕소 ····· 1511
217 산화 에틸렌 ····· 1518
218 산화주석 및 무기화합물 ····· 1529
219 산화카드뮴(제품) ····· 1536
220 산화칼슘 ····· 1540
221 삼불화붕소 ····· 1551
222 삼산화 비소(제품) ····· 1560
223 삼산화 안티몬(취급 및 사용물) ····· 1574
224 석고 ····· 1579
225 설퍼모노클로라이드 ····· 1585
226 셀루로우즈 ····· 1593
227 소디움 메타디설파이트 ····· 1602
228 소디움 비설파이트 ····· 1607
229 소디움 아자이드 ····· 1616

230 소우프스톤(총분진) ····· 1622
231 수산화 칼륨 ····· 1632
232 수산화 칼슘 ····· 1648
233 스토다드 용제 ····· 1659
234 시안아미드 ····· 1663
235 시안화 칼륨 ····· 1668
236 시클로펜타디엔 ····· 1674
237 시클로펜탄 ····· 1679
238 시클로헥사놀 ····· 1685
239 시클로헥센 ····· 1692
240 시클로헥실아민 ····· 1696
241 실리콘 ····· 1701
242 실리콘 카바이드 ····· 1709
243 아니시딘(오르토-이성체) ····· 1717
244 아니시딘(파라-이성체) ····· 1723
245 아닐린과 아닐린 동족체 ····· 1727
246 2-아미노에탄올 ····· 1740
247 3-아미노-1,2,4-트리아졸(또는 아미트롤) ····· 1752
248 아세틸살리실산 ····· 1755
249 아연 스테아린산 ····· 1759
250 아크릴로니트릴 ····· 1764
251 아크릴아미드 ····· 1777
252 아트라진 ····· 1784
253 안티몬과 그 화합물 ····· 1788
254 알파-알루미나 ····· 1803
255 알루미늄(가용성 염) ····· 1813
256 암모니아 ····· 1826
257 액화 석유가스 ····· 1840
258 에탄 에티올 ····· 1848
259 에탄올 ····· 1851
260 2-에톡시에탄올 ····· 1864
261 2-에톡시에틸아세테이트 ····· 1872
262 에틸렌 글리콜 디니트레이트 ····· 1876
263 에틸렌이민 ····· 1881
264 에틸리덴 노보르닌 ····· 1885
265 n-에틸모르폴린 ····· 1888
266 에틸 벤젠 ····· 1892
267 에틸 실리케이트 ····· 1898

268 에틸아세테이트 ····· 1904
269 에틸 아크릴레이트 ····· 1912
270 엔도설판 ····· 1917
271 연(무기분진 및 흄) ····· 1923
272 염화 벤질 ····· 1940
273 염화 아연 흄 ····· 1945
274 염화 알릴 ····· 1962
275 염화 암모늄 흄 ····· 1967
276 염화 에틸 ····· 1984
277 염화티오닐 ····· 1988
278 오산화바나듐 ····· 1993
279 오카르보닐 철 ····· 2000
280 옥살산 ····· 2004
281 옥탄 ····· 2013
282 우라늄 ····· 2017
283 육불화 황 ····· 2022
284 은(가용성화합물) ····· 2027
285 이산화염소 ····· 2040
286 이산화탄소 ····· 2045
287 이산화티타늄 ····· 2052
288 이산화황 ····· 2058
289 이소부틸아세테이트 ····· 2069
290 이소부틸 알코올 ····· 2072
291 이소아밀 알코올 ····· 2077
292 이소포론 ····· 2081
293 이소포론 디이소시아네이트 ····· 2084
294 이소프로폭시에탄올 ····· 2088
295 이소프로필아민 ····· 2092
296 이소프로필 에테르 ····· 2095
297 이황화탄소 ····· 2099
298 인(황색) ····· 2109
299 인덴 ····· 2114
300 인산 ····· 2118

제4권 ····· 2126~2770

301 일산화질소 ····· 2126
302 자당 ····· 2135

303 자철광 ····· 2144
304 주석(금속) ····· 2154
305 질산 ····· 2161
306 철염(가용성) ····· 2174
307 초산 ····· 2183
308 n-초산부틸 ····· 2197
309 n-초산아밀 ····· 2205
310 초산 제3부틸 ····· 2211
311 카르보닐 클로라이드 ····· 2215
312 카바릴 ····· 2225
313 카보푸란 ····· 2230
314 카본블랙 ····· 2235
315 카프로락탐(분진) ····· 2242
316 카테콜 ····· 2246
317 칼슘 시안아미드 ····· 2251
318 케텐 ····· 2257
319 큐멘 ····· 2261
320 크레졸(모든 이성체) ····· 2268
321 크롬(2가)화합물 ····· 2275
322 m-크실렌-a,a′-디아민 ····· 2282
323 클로로디플루오르메탄 ····· 2286
324 클로로메틸 메틸에테르 ····· 2293
325 2-클로로-1,3-부타디엔 ····· 2297
326 클로로아세틸클로라이드 ····· 2301
327 2-클로로에탄올 ····· 2306
328 클로로에틸렌 ····· 2311
329 1-클로로-2,3-에폭시 프로판 ····· 2317
330 o-클로로톨루엔 ····· 2324
331 2-클로로-6-(트리클로로메틸)피리딘 ····· 2329
332 클로로펜타플루오로에탄 ····· 2334
333 클로로포름 ····· 2339
334 탄산칼슘 ····· 2345
335 터페닐 ····· 2351
336 텅스텐(가용성화합물) ····· 2354
337 테트라메틸 연 ····· 2360
338 테트라소디움 피로포스페이트 ····· 2364
339 테트라에틸 연 ····· 2368
340 1,1,2,2-테트라클로로에탄 ····· 2372

341 톨루엔-2,4-디이소시아네이트 ····· 2376
342 o-톨루이딘 ····· 2386
343 m-톨루이딘 ····· 2393
344 p-톨루이딘 ····· 2398
345 트리메틸 벤젠 ····· 2402
346 트리메틸 포스파이트 ····· 2408
347 트리멜리틱 안하이드리드 ····· 2414
348 트리부틸 포스페이트 ····· 2420
349 1,2,4-트리클로로벤젠 ····· 2425
350 트리클로로아세트산 ····· 2429
351 1,1,2-트리클로로에탄 ····· 2434
352 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄 ····· 2442
353 1,2,3-트리클로로프로판 ····· 2446
354 트리페닐 포스페이트 ····· 2450
355 트리플루오로 브로모메탄 ····· 2454
356 티오글리콜산 ····· 2458
357 4,4′-티오비스(6-제3-부틸-m-크레졸) ····· 2465
358 파리쿼트(호흡성) ····· 2469
359 퍼클로로메틸 멀캡탄 ····· 2475
360 페나미포스 ····· 2478
361 페노티아진 ····· 2484
362 페놀 ····· 2489
363 p-페닐렌디아민 ····· 2507
364 페닐 에테르(증기) ····· 2513
365 페닐 에틸렌 ····· 2517
366 페닐 하이드라진 ····· 2529
367 펜타에리트리톨 ····· 2534
368 펜탄 ····· 2541
369 펜티온 ····· 2545
370 포름산 에틸 ····· 2550
371 포름 아미드 ····· 2553
372 포스포러스 옥시클로라이드 ····· 2558
373 포스포러스 트리클로라이드 ····· 2564
374 포스포러스 펜타설파이드 ····· 2569
375 포스포러스 펜타클로라이드 ····· 2573
376 포틀랜드 시멘트 ····· 2579
377 푸르푸랄 ····· 2585
378 푸르푸릴알콜 ····· 2591

379 프로파르길 알코올 ····· 2597
380 프로폭서 ····· 2602
381 프로피온산 ····· 2608
382 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르 ····· 2615
383 n-프로필 아세테이트 ····· 2622
384 n-프로필 알코올 ····· 2627
385 m-프탈로디니트릴 ····· 2637
386 플루오로트리클로로메탄 ····· 2642
387 플루오라이드 ····· 2650
388 피크린산 ····· 2659
389 피클로람 ····· 2666
390 하이드로게네이티드 터페닐 ····· 2672
391 헥사클로로시클로펜타디엔 ····· 2675
392 n-헥산 ····· 2680
393 헥손 ····· 2697
394 헥실렌글리콜 ····· 2706
395 2-헵타논 ····· 2716
396 헵탄 ····· 2721
397 황화니켈(흄 및 분진) ····· 2729
398 황화수소 ····· 2738
399 휘발성 콜타르피치(벤젠에 가용물) ····· 2750
400 n-프로필 니트레이트 ····· 2763

참고문헌 ····· 2767

Abstract ····· 2769

부록 - 위해도 관리방법 -

제5권 ····· 2771~2927

표 차 례

<표 1> 노출 시나리오의 형식 ····· 20
<표 2> 물질 특성 ····· 22
<표 3> 작업 특성 ····· 22
<표 4> 노출결정인자 작성 예 ····· 28
<표 5> ECETOC TRA의 위험성 잠재도에 따른 일반 노출값 ····· 29
<표 6> R-phrase에 따른 위험성 분류 ····· 29
<표 7> 사용량에 따른 분류 ····· 30
<표 8> 관리접근의 선택 ····· 31
<표 9> 위해도 관리방법 선택 코드 ····· 32
<표 10> 임시 노출 시나리오의 노출 결정 인자 예 ····· 34

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성

화학물질관리는 위험성(hazard) 관리에서 위해도(risk) 관리로 전환되면서 노출시나리오를 이용한 화학물질의 위해도 평가(risk assesment)가 필요하게 되었다.

특히 유럽에서 REACH를 도입하면서 이러한 필요성은 급격하게 확대되고 있다. REACH는 화학물질에 의한 인간과 환경에 있어서의 안전성의 입증 책임을 정부로부터 산업으로 이전하게 되어 기업은 많은 비용과 시간을 들여 방대한 수의 물질에 대한 안전성을 증명해야 한다. 또한 지금까지는 하나의 화학물질에 대해서는 고유의 데이터를 등록하는 것만으로 끝났지만, REACH에서는 유해성이 높고, 생산량이 많은 물질에 대해서 다양한 용도를 모두 등록하는 것이 필요하게 되었다. 게다가 그 용도 마다 노출시나리오를 개발하여 위해도 평가 보고서를 작성해야 한다.

위해도 평가 작업은 고도의 기술이 요구된다. 이에 이 연구에서는 화학물질에 대한 제조, 사용 또는 공정별로 노출시나리오를 작성하는 데 필요한 기술요소를 습득하여야 하고, 이를 기반으로 국내의 사업장과 근로자들에게 화학물질에 대한 위해도 평가를 지원할 수 있도록 하여야 할 것이며, 해당된 위해도 관리기법을 제시하여야 할 것이다.

결국, 국가는 위해도 평가에 의한 화학물질 관리를 위한 타당한 위해도 평가 체제를 구축하고, 화학물질의 생애 단계의 어느 단계에서도 노출 상황에 따른 위해도 평가와 위해도 관리방법을 제시하는 것이 필요하다. 이에 노동부에서는 화학물질별로 다양한 작업장의 노출 시나리오에 대한 자료 뱅크를 구축하여 해

당 사업장의 근로자 건강보호를 위한 화학물질 정보로 활용할 수 있도록 하여야 하겠다. 이러한 정책 추진은 구체적으로 노출 시나리오를 개발하여 물질안전보건자료(MSDS)에 첨부시키도록 의무화하고, 이는 따르는 적절한 위해도 관리방법(RMM)의 적용을 촉진시킬 수 있게 될 것이다.

2. 연구목적

화학물질 400종에 대한 제조, 용도 또는 공정별 노출량 산출결과 및 노출에 따른 위해도 관리방법이 반영된 2000개의 노출시나리오를 개발한다.

이를 달성하기 위한 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 화학물질에 대한 노출시나리오의 개념을 정립하고, 노출시나리오 작성양식을 제시한다.
- 노출 상황에 따른 노출량 산출방법을 수립하고, 위해도 정량화방법을 제시한다.
- 해당 노출시나리오에 적합한 위해도 관리방법을 제시한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구내용

이 연구는 화학물질별로 제조, 사용하는 상황별로 작업장 노출시나리오를 개발하여 위해도 평가와 위해도 관리방법을 제시하는 것으로 다음과 같은 연구내용을 거쳐서 이루어진다.

1) 근로자 노출시나리오의 개념

국내에서는 사업장에서 근로자가 화학물질에 노출되는 상황에 따른 위해도 평가가 작업환경측정 이외에는 구체적으로 실시되지 않고 있으며, 작업환경측정은 매우 제한된 일부 화학물질에 대해서만 이루어지고 있어서 사업장에서 화학물질로부터 근로자를 보호하는 데에 한계가 많다.

그러므로 모든 화학물질에 대한 위해도 평가를 위한 방법을 개발하여 적용할 필요가 있으며, 이를 위해서 가장 기본이 되는 것은 노출상황별 노출시나리오를 작성하여, 그 상황에 적합한 노출량을 산출하고, 노출기준과 비교하여 위해도 평가가 실시되고 적절한 위해도 관리방법을 제시하여야 한다. 결국, 근로자 노출시나리오란 화학물질에 노출되는 근로자에 대한 위해도 평가와 위해도 관리방법을 제시하는 것이라고 할 수 있다.

2) 노출시나리오 개발

노출시나리오는 화학물질에 대한 위해도 평가를 실시하고 관련된 정보를 제조자, 공급자, 사용자 등이 활용할 수 있도록 하는 것으로서, 노출시나리오 개발에 필요한 요소는 다음과 같다.

- 해당 화학물질의 제조, 사용 및 발생하여 근로자가 노출되는 상황에 대한 설명이 필요하다.
- 노출상황에 따른 근로자의 노출량을 산출하는 방법이 필요하다.
- 해당 화학물질의 위해도를 평가할 수 있는 노출 기준이 있어야 한다.
- 해당 노출시나리오의 위해도 저감을 위한 위해도 관리방법이 제시되어야 한다.

2. 연구방법

우선 작업장(또는 근로자)노출시나리오에 대한 문헌고찰과 관련 제도를 검토하여 노출시나리오의 개념과 작성방향을 설정한다.

다음으로 노출시나리오를 이용하여 위해도 평가를 하는 데에 필요한 요소로 첫째, 노출상황에 대한 정보를 수집하여 정리할 자료원 및 기술방식에 대한 것은 연구진 회의를 통하여 수립한다.

둘째, 노출량 산출방식은 기존에 연구결과와 산출방식이 제시된 control banding, EUSES 및 ECETOC TRA를 검토하여 적절한 노출량 산출 방식 선정과 노출량 산출에 필요한 노출결정인자 항목을 선정한다.

셋째, 노출기준은 기존 노출기준이 있는 물질은 그것을 채택하고, 노출기준이 없는 물질에 대해서는 노출기준값 산출방식을 탐색하여 활용하도록 한다.

넷째, 노출시나리오별로 위해도 관리 방법에 대해서는 ILO와 영국 등에서 개발하여 보급하고 있는 control banding 기법에 의한 위해도 평가결과에 따른 위해도 관리방법을 도입한다.

III. 연구결과

1. 노출 시나리오의 형식

노출 시나리오는 아래 표 1과 같은 형식으로 구성하였다..

<표 1> 노출 시나리오의 형식

형식	예시
물질 한글명 물질 영문명 CAS 번호 1. 개요 1) 제조 2) 용도 3) 노출 및 결정인자 (1) 물질특성 2. 노출 시나리오 ES01: 제조 ·용도(노출 공정) ① 시나리오 ② 노출결정인자(작업특성) ③ 노출량 산출 ④ 위해도 정량화 ⑤ 위해도 관리방법	무수말레인산 Maleic anhydride 108-31-6 1. 개요 1) 제조 2) 용도 3) 노출 및 결정인자 (1) 물질특성 2. 노출 시나리오 ES01: 무수말레인산 제조(시료 채취) ① 시나리오 ② 노출결정인자(작업특성) ③ 노출량 산출 ④ 위해도 정량화 ⑤ 위해도 관리방법

개요는 해당 물질의 제조, 용도를 기술하고 노출 및 결정인자의 항목을 전체적으로 제시하였다. 노출 및 결정인자는 노출량 산출에 영향을 줄 수 있는 물질 특성을 제시하였다.

다음으로 개별적인 노출 시나리오를 기술하게 된다. 개별 노출시나리오는 노출상황을 기술한 시나리오, 노출결정인자(작업특성), 노출량 산출, 위해도 정량

화, 위해도 관리방법으로 구성하였다.

물질별 노출 시나리오의 형식은 각 노출 시나리오의 개발에 물질의 전반적 제조, 용도, 일반적 노출 상황의 기술을 위해서 개요를 설정하였다. 그리고 파악된 각 제조와 용도별 구체적 개개의 노출 상황에 적절한 노출 시나리오를 기술하는 형식으로 구성된다.

2. 노출 시나리오의 작성

1) 개요

제조, 용도, 노출 결정인자의 세 가지로 나누어 물질의 일반적인 정보를 기술한다. 작성 시 주요 정보원은 국내 자료와 해외 자료로 나누어 볼 수 있다.

국내 자료는 다음과 같다.

- 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람 I, II(김수근, 산업보건연구원 연구보고서, 1999, 2000)
- 근로자 건강진단 실무지침 제3권 유해인자별 건강장해(산업안전보건연구원, 2006)
- 유해물질에 대한 건강진단 필요성 검토 및 검사항목설정과 건강관리수첩 교부대상 항목검토에 대한 연구(대한산업의학회, 산업안전보건연구원 연구보고서, 2002)
- 노동부에서 2005,6년에 걸쳐서 실시한 '화학물질에 의한 근로자 건강장해 예방연구 용역'보고서 126종
- 작업환경 측정 보고서와 작업장 방문 및 전화조사 결과

해외자료는 다음과 같다.

- Hazardous Substances Data Bank (HSDB)[1)]
- European chemical Substances Information System (ESIS)[2)]의 IUCLID

& OECD Chemical Data Sheets

노출 및 결정인자의 물질특성은 표 2.와 같은 형식으로 작성한다.

<표 2> 물질 특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.06	물리적 상태	고체	증기압	0.1kPa(mmHg)(20℃)
끓는점	202.0℃	R-phrase	22,34,42/43	Log Kow	1.62
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.4 mg/m^3		STEL -		

노출기준(TLV)은 '화학물질 및 물리적인자의 노출기준'(노동부고시 제2007-25호)을 기준으로 하여 기술하였다.

노출 및 결정인자의 작업특성은 표 3. 같은 형식으로 작성한다.

<표 3> 작업 특성

1) http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB

2) http://ecb.jrc.it/esis/

작업장 온도	20℃	연간 사용량	톤	국소배기장치	□유 □무
사용범주	□중간체로 사용 □분리중간체로 사용/저장 □매체에 함유된 상태로 사용 □비분산성 사용 □폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님 □비분진성 고체 □미약한 분진발생 □중등도 분진발생 □심한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상 □1-4시간미만 □15분-1시간미만 □15분미만				
현장사용	□밀폐 연속공정 □연속공정 □누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정 □노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				
비분산성	□밀폐 연속공정 □연속 공정 □누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정 □액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정 □물질이나 조제품의 분무, 코팅 □배관에 물질을 제거하거나 충전 □물질이나 조제품을 용기에 채움 □접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질 □폼(foams) 제작에서 발포제 등의 사용 □담그기에 의한 코팅 □압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산 □실험실 시약으로 사용 □연료로 사용 □윤활유로 사용				
폭넓은 분산성	□혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 액체나 고체 제품의 조제 □물질이나 조제품의 코팅, 페인팅 □배관에 물질을 제거하거나 충전 □물질이나 조제품을 용기에 채움 □접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질 □담그기에 의한 코팅 □압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산 □실험실 시약으로 사용 □연료로 사용 □윤활유로 사용				

표 2, 3에서 제시하고 있는 항목은 노출량 추정을 위해 사용한 ECETOC TRA 모델과 위해도 정량화, 그리고 위해도 관리방법을 선정하기 위한 ILO의 툴킷, COSHH Essentials의 control banding에서 요구하는 항목들을 통합하여 물질 특성과 작업 특성으로 구분하여 표로 정리한 것이다.

표 3의 작업 특성에서 제시하고 있는 용어의 정의는 다음과 같다.

(1) 사용범주

- 중간체로 사용(Intermediate used on site(non isolated and isolated))
  물질이 반응관과 그것의 한정된 장비에 제한되어 사용
  현장 저장 중간체
- 분리 중간체로 사용/저장(Isolated intermediate used/stored off site)
  관리된 운반을 동반한 분리 중간체

▪ 매체에 함유된 상태로 사용(Included into or onto a matrix)

물질이 제품이나 조제품에 혼합되어 사용되는 모든 공정을 의미하고, 주위 환경으로의 방출이 일어나지 않거나, 작업장에서는 거의 일이나지 않는 경우를 말한다. 물질의 물리적 형태(예. 왁스 같거나 기름을 함유한(greasy) 물질)에 의해 작업장의 공기 중으로 들어가는 것이 억제되는 경우이다. 예로서 플라스틱에 함유된 가소제, 플라스틱이나 섬유에 포함된 염료 같은 부가제, 코팅 물질에 포함된 촉매, 물에서 고체의 분산, 펠렛 형태의 조물질의 사용을 포함한다.

사용범주의 선택에서 제한되게 사용된다.

▪ 비분산성 사용(Non-dispersive use)

공정을 알고 있는 단지 일정한 작업자 그룹만이 물질과의 접촉이 발생하는 공정을 말한다.

▪ 폭넓은 분산성 사용(Wide dispersive use)

관리되지 않은 노출을 동반하는 활동을 말한다. 이러한 작업의 예로서 페인트칠, 농약 살포 등을 포함한다.

(2) 분진 발생정도

▪ 비분진성 고체

상대 분진 잠재성 : 1

플라스틱 미립(granules), 펠릿(pellet)화된 비료

▪ 미약한 분진발생

상대 분진 잠재성 : 10~100배 분진성

마른 정원 토탄, 설탕, 소금

▪ 중등도 분진 발생

상대 분진 잠재성 : 100~1000배 분진성

활석(talc), 흑연(graphite)

▪ 심한 분진 발생

상대 분진 잠재성 : 1000배를 초과하는 분진성

시멘트 분진, 제분 분말(milled powder), 플라스터(plaster), 밀가루, 동결건조 분말(lyophilised powder), 공정 흄(process fumes)

(3) 일반 노출 시나리오

표 3에서 기술되어 있는 현장사용, 비분산성, 폭넓은 분산성의 각각의 일반 노출 시나리오의 정의와 예는 다음과 같다.

▪ 밀폐 연속 공정

노출에 대한 잠재성이 거의 없는 높은 통합성의 밀폐 시스템

▪ 연속 공정

방출을 최소한으로 한 목적으로 설계되지 않은 연속공정. 높지 않은 통합성과 경우에 따른 노출이 발생할 수 있는 경우(예. 유지, 샘플링)

▪ 트인 구멍이 없는 밀폐 배치 공정에서의 사용

화학물질이나 조제물의 주요 취급은 밀폐 방법에 의한 방법으로 제조되는 배치 공정. 그러나 화학물질과 접촉의 약간의 기회는 있음.

▪ 노출이 일어날 수 있는 회분식 혹은 다른 공정

노출이 발생할 수 있는 많은 기회가 있는 화학물의 배체 공정(예. 물질의 충전, 샘플링, 또는 제거). 그리고 설계상 적당한 노출의 발생이 예견되는 경우

▪ 혼합, 블렌딩, 또는 캘린더링(calendering)에 의한 제품의 사용

고체나 액체 물질의 혼합이나 블렌딩과 관련 있는 기술을 사용하여 제품을 제조하고, 중요한 접촉의 기회가 많은 공정이 있는 경우

▪ 물질의 spraying 또는 코팅과 같은 공업적 적용

물질을 포함하는 조제품 물질이나 준비물의 spray의 적용(예. 페인트,

접착제, 랙커). 또한 물질에 열 또는 운동 에너지가 적용되는 경우(예. 용접, 그라인딩)

▪ 배관에 물질을 제거하거나 충전

물질을 관(vessel)에서 다른 관으로 옮기거나, 큰 용기에 채움. 그러나 설비는 그러한 목적의 전용은 아님.

▪ 물질이나 그것의 조제품(preparations)을 용기에 채움

증기나 에어로졸의 방출을 포착하고 엎지름을 최소화할 목적으로 특이적 설계된 라인의 채움과 관련됨.

▪ 접착제나 다른 표면 코팅물질의 롤러 적용 또는 솔질

낮은 에너지원을 이용하여 접착제나 코팅물질의 적용. 또한 인쇄활동에도 적용

▪ 발포체(foams)의 제작에서 발포제 등의 사용

▪ 담그기(dipping)나 pouring에 의해 제품에 코팅이나 처리

담기기나 pouring과 같은 낮은 에너지 기법을 이용하여 제품을 코팅이나 처리. 금속 마무리 활동, 디그리징(Degreasing) 활동, 그리고 수지형의 매트릭스로부터 제품의 냉각 형성을 포함.

▪ 압축, tabletting, pelletisation 으로 제품의 생산

▪ 실험실 시약으로 사용

실험실 규모에서 물질의 사용을 포함, 일 리터나 킬로그램 단위를 넘지 않음. 대량의 실험실과 실험 평가는 공업적 공정으로 취급되어야 한다.

▪ 연료로 사용

연소되지 않은 형태로 제한된 노출이 예상되는 연료원으로서 사용을 포함. 시나리오는 엎지름이나 연소물의 노출을 포함하지 않는다.

▪ 윤활유로 사용

물질과 움직이는 부분사이에 높은 에너지나 온도가 적용되는 윤활유로서의 사용. 금속 작업유와 그리스를 포함.

2) 노출 시나리오

시나리오, 노출결정인자(작업특성), 노출량 산출, 위해도 정량화, 위해도 관리 방법으로 다섯 가지로 나눠 기술한다.

(1) 시나리오

각각 작업 현장에 맞게 전반적인 제조공정을 기술하고, 그 물질의 노출이 발생할 수 있는 구체적인 공정을 기술한다. 또한 작업장 온도, 해당 물질의 사용량, 존재하는 위해도 관리 수단, 공정의 밀폐여부, 생산 방법, 노출이 발생할 수 있는 시간, 고체인 경우 분진성(dustiness)등에 관한 구체적인 기술을 한다.

시나리오의 예로서 다음과 같은 것을 들어볼 수 있다.

ES03: 불포화폴리에스테르 수지 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 불포화폴리에스테르 수지 생산 시 무수말레인산의 노출이 발생할 수 있다. 무수말레인산, 프탈릭언하이드라이드, 에틸렌글리콜 등 원료를 1차 저장조에서 반응조로 자동 투입한다. 투입, 반응, 포장공정에서 노출이 발생하는 공정이다.

원료투입 시 무수말레인산, 프탈릭언하이드라이드, 에틸렌글리콜 등의 원료를 1차 저장조에서 반응조로 자동 투입하는데 이 때 노출이 발생한다. 또한 포장 시에도 노출이 발생할 수 있다.

반응조 내부에 유해 증기 배출 배기구 설비 되어 있으며 포장 공정 또한 국소배기 설비가 되어 있다.

원재료 투입 → 반응 → 희석 → 중간제품 검사 → 탈포 → 여과 → 포장/출하

(2) 노출결정인자

노출이 발생할 수 있는 구체적 공정을 기준으로 표 3.에서 각각의 항목을 선택하여 표 4.를 작성하게 된다.

<표 4> 노출결정인자 작성 예

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

(3) 노출량 산출

위에서 작성된 노출결정인자를 기준으로 ECETOC TRA[3] 모델을 이용하여 노출량을 산출하게 된다.

ECETOC TRA는 ECETOC에서 개발한 위해도 평가 방법이다. EU technical guidance document(TGD)와 같은 기본 원칙, 개념, 방법론을 공유한다.

(4) 위해도 정량화

지금까지의 과정을 통하여 얻은 노출 추정(exposure estimation)과 노출기준의 비, 즉 위해도 정량화 비율(risk characterization ratio, RCR)값을 계산할 수 있다.

$$RCR = \frac{Exposure\,estimation}{OEL or\ GEV}$$ [4]

노동부 노출기준이 존재하는 경우는 OEL값으로 사용하게 되고, 노동부 기준이 존재하지 않는 물질에 대하여서는 R-phrase에 따른 ECETOC TRA의 위험

3) 화학물질의 환경독성과 독성에 관한 유럽 센터, European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals(ECETOC), 의 목표된 위해도 평가, Targeted Risk Assessment(TRA).
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

4) OEL : Occupational Exposure Limit
GEV : General Exposure Limit

성 잠재도(hazard potential)에서 제시된 기체와 액체, 고체에 따른 일반 노출값(GEV, generic exposure value)을 사용한다.

<표 5> ECETOC TRA의 위험성 잠재도에 따른 일반 노출값

Hazard Category Tier 0 Assessment	Generic Exposure Value for Volatiles (ppm)	Generic Exposure Value for Solids (mg/m^3)
낮음	10	1
중간	1	0.1
높음	0.05	0.005

산출된 RCR 값이 1 이하인 경우에는 추가적인 위해도 관리가 필요하지 않고, 1을 초과하는 경우는 추가적인 조치가 필요하다.

(5) 위해도 관리방법(risk management measure, RMM)

위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 국제 화학물질 관리 툴킷(International chemical control toolkit)[5]을 사용하여 선정하여 코드 번호로 제시하고 각각의 코드에 적합한 시트를 제시하였다.

다음과 같이 5단계에 거쳐 RMM 코드를 선택할 수 있다.

1 단계 : 위험성 분류

물질을 표 6.에서 제시된 R-phrase를 기반으로 A, B, C, D, E의 다섯 그룹으로 분류하게 된다. 해당 물질의 R-phrase가 여러 그룹에 속할 때는 E쪽에 가까운 그룹을 선택하게 된다.

<표 6> R-phrase에 따른 위험성 분류

5) http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

위험성 그룹	EU R-Phrase	GHS 위험성 분류
A	R36, R38, R65, R66 All dusts and vapours not allocated to another band	Acute toxicity (lethality), any route, class 5 Skin irritancy class 2 or 3 Eye irritancy class 2 All dusts and vapours not allocated to another band
B	R20/21/22, R40/20/21/22, R33, R67	Acute toxicity (lethality), any route, class 4 Acute toxicity (systemic), any route, class 2
C	R23/24/25, R34, R35, R37, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22	Acute toxicity (lethality), any route, class 3 Acute toxicity (systemic), any route, class 1 Corrosivity, subclass 1A, 1B or 1C Eye irritancy class 1 Respiratory system irritancy (GHS criteria to be agreed) Skin sensitisation Repeated exposure toxicity, any route, class 2
D	R48/23/24/25, R26/27/28, R39/26/27/28, R40 Carc. Cat. 3, R60, R61, R62, R63, R64	Acute toxicity (lethality), any route, class 1 or 2 Carcinogenicity class 2 Repeated exposure toxicity, any route, class 1 Reproductive toxicity class 1 or 2
E	R42, R45, R46, R49, R68	Mutagenicity class 1 or 2 Carcinogenicity class 1 Respiratory sensitisation

2 단계 : 사용량

사용량은 연속공정의 경우 하루 사용량, 회분식(batch) 공정의 경우는 한번 사용량을 기준으로 소량, 중간, 대량으로 분류할 수 있다. 분류기준은 다음 표 7.과 같다.

<표 7> 사용량에 따른 분류

양	고 체		액 체	
	무게	전형적으로 받아진 양	부피	전형적으로 받아진 양
소량	그램	묶음 또는 병	밀리리터	병
중간	킬로그램	드럼 또는 작은 나무통	리터	드럼
대량	톤	대량	세제곱미터	대량

3 단계 : 휘발성/분진성의 정도

고체의 분진성은 다음과 같이 소량, 중간, 대량으로 나누어 볼 수 있다.

- 소량 : 분산되지 않는 펠릿(pellet)같은 고체, 사용 중 거의 분진이 보이지 않음.
- 중간 : 결정상, 과립형의 고체. 사용될 때 분진이 보이지만, 빨리 가라앉음. 사용 후 분진이 표면에 남음.
- 대량 : 미세하고, 가벼운 가루. 사용될 때, 사용할 때 먼지구름이 형성되는 것을 볼 수 있고, 공기 중에 수 분간 남아있음.

액체의 휘발성은 끓는점과 작업 온도에 따라 그림 1과 같이 소량, 중간, 대량으로 나누어 볼 수 있다. 예를 들어 작업 환경이 실내온도인 20℃에서 끓는점이 50℃이하일 경우 대량, 50~150℃일 경우 중간, 150℃이상인 경우 소량의 휘발성으로 나누어 볼 수 있다.

4 단계 : 관리접근의 선택

지금까지 얻은 1~3단계의 정보를 이용하여 표 8.의 관리 접근의 선택이 이루어지게 된다. 위험성 분류의 A~E그룹, 휘발성/분진성, 그리고 사용량에 따라서 선택된 색깔로 표시된 박스안의 숫자가 필요한 관리접근의 방법이다. 위험성 그룹 E인 경우는 항상 관리접근 4를 선택하게 된다.

<표 8> 관리접근의 선택

Amount used	Low dustiness or volatility	Medium volatility	Medium dustiness	High dustiness or volatility
Hazard group A				
Small	1	1	1	1
Medium	1	1	1	2
Large	1	1	2	2
Hazard group B				
Small	1	1	1	1
Medium	1	2	2	2
Large	1	2	3	3
Hazard group C				
Small	1	2	1	2
Medium	2	3	3	3
Large	2	4	4	4
Hazard group D				
Small	2	3	2	3
Medium	3	4	4	4
Large	3	4	4	4
Hazard group E				
For all hazard group E, substances, choose control approach 4				

5 단계 : 작업 특이적 관리 가이드 시트의 선택

지금까지의 단계를 통하여 얻게 된 관리접근 방법에 따른 적절하게 작업 특이적 관리 가이드 시트를 선택하는 단계이다. 관리 가이드 시트는 다음 표 9.에서 노출상황에 맞는 적절한 시트를 선택한다. 농약인 경우는 P100~4중 적절한 시트를 선택하면 된다.

<표 9> 위해도 관리방법 선택 코드

작업 기술	코드	작업 기술	코드
관리 접근 1		트레이 건조오븐	219
일반 원칙	100	필렛화	220
쌕, 병, 드럽 저장	101	압착화 테이블 작업	221

대량 저장	102	관리 접근 3	
공기 정화 장치로부터 폐기물 제거	103	일반 원칙	300
관리 접근 2		글로브 박스(Glove box)	301
일반 원칙	200	추출 장치로부터 폐기물 제거	302
환기 작업대 또는 증기 흡입장	201	고체의 옮김	303
환기 부스(booth)	202	처리량이 많은 쌕 비움	304
공기 정화 장치로부터 폐기물 제거	203	드럼 채움	305
컨베이어 운반	204	드럼 비움	306
쌕 채움	205	중형 산적 용기의 채움과 비움(고체)	307
쌕 비움	206	중형 산적 용기의 채움과 비움(액체)	308
쌕, 통으로부터 반응기/혼합기 충전	207	탱커의 채움과 비움(고체)	309
중형 산적 용기(IBC) 채움, 비움	208	탱커의 채움과 비움(액체)	310
드럼 채움	209	작은 나무통(Keg) 채움	311
드럼 펌프로 드럼 비움	210	펌프에 의한 액체 옮김	312
고체 무게측정	211	작은 용기의 채움(패킷과 병)	313
액체 또는 고체와 액체의 혼합	212	고체 무게 달기	314
고체 혼합	213	액체 무게 달기	315
여과작업	214	고체의 혼합	316
선별작업	215	액체 또는 고체와 액체의 혼합	317
분무 도장작업	216	증기 기름제거 욕조	318
금속세척/도금조 작업	217	관리 접근 4	
증기제거 욕조	218	일반 원칙	400
농약			
농도 희석	P100	독성 미끼의 사용	P103
농약의 적용(스프레이 등)	P101	사용 용기의 폐기	P104
훈증	P102		

3) 임시 노출 시나리오와 최종 노출시나리오

위에서 예시된 노출 시나리오는 임시 노출 시나리오의 작성을 거친 후, 최종 시나리오로서 작성된 것이다.

예로서, 만약 임시 노출 시나리오가 위에 예시된 최종 노출 시나리오와 달리 국소 배기장치가 존재하지 않고, 원료 투입 과정이 자동으로 이루어지지 않는 경우를 생각해보면, 그러한 노출 상황에 적절한 노출 결정인자는 다음 표 10.과 같다.

<표 10> 임시 노출 시나리오의 노출 결정인자 예

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

위의 노출 결정인자를 통하여 노출량을 산출해보면, 1mg/m^3이고 위해도 정량화 값이 2.5이다. 임시 노출 시나리오의 상황은 추가적인 조치가 필요한 경우이다.

이러한 경우에 국소배기장치가 존재하고, 자동으로 투입되는 공정으로 바꾼 경우를 상정하고 노출량을 산출해보면, 0.1mg/m^3이고 위해도 정량화 값은 0.25이다. 이러한 경우에는 추가적인 조치가 필요 없고, 최종 노출 시나리오가 완성되게 된다.

Ⅳ. 결 론

화학물질의 제조, 용도 및 사용과정을 확인하여 위해도 평가를 실시하였고, 그 결과에 따라 위해도 저감 대책을 같이 제시하였다.

1. 화학물질에 노출되는 근로자의 위해도 평가를 위한 정보와 위해도 저감을 위한 대책을 제시하고자 각 화학물질별 노출시나리오를 작성하였으며, 노출시나리오 Library를 구축할 수 있는 기반을 확보하였다.

2. 법적 노출기준이 없는 화학물질에 대한 노출기준을 산출하는 방법을 정립하였다.

3. 개발된 각 화학물질의 노출시나리오는 물질안전보건자료의 부속서로 활용할 수 있다.

4. 앞으로 노출시나리오를 이용하여 노출량을 ㅅㄴ출할 수 있는 모델을 국산화하는 것이 필요하겠다.

V. 물질별 노출 시나리오

(001) 구리(분진 및 미스트) Cupper(Dust & Mist) 7440-50-8

1. 개요

1) 제조

천연으로 드물게 홑원소물질(자연구리)로서 산출되기도 하지만, 주로 황화물·산화물 또는 탄산염으로 산출[1]되며, 이것을 제련하여 구리를 얻는다. 구리를 제조하는 방법으로 용광로법, 자용제련법(autogenous smelting process), 반사로제련법 등을 사용한다.

건식제련으로 조동을 만들고, 이것을 전해정련하여 순구리로 하는 방법과, 습식제련에 의한 방법이 시행되고 있는데, 현재는 보통 건식제련법이 쓰이고 있다.

건식제련은 부유선광 등으로 품위를 높인 황화광을 하소한 다음 용광로 내에서 가열하면, 규사는 슬래그가 되어 위로 뜨고, 구리는 주로 황화구리(Ⅰ), 일부는 산화구리(Ⅰ)의 형태로 피(matte)가 되어 융해하여 가라앉는다. 이것을 전로에 주입하고 밑에서 공기를 불어넣으면, 산소와 반응하여 구리와 이산화황이 생성되고, 구리를 분리할 수 있게 된다.

이것을 틀에 넣어 고체화시킨 것을 조동이라 하는데, 조동을 양극으로 하고, 황산구리의 황산용액을 전해액으로 하여 전해정련을 하면 전해구리[2]를 얻는다.

습식제련은 광석 내의 구리와 아연을 함께 회수할 때 사용하는 방법이다. 광석을 배소하여 구리·아연의 황산염을 만들고, 물로 침출시켜 전해조에 넣는다. 처음에 구리를 전기분해하여 구리를 얻은 다음, 아연을 전기분해하여 아연을 얻는다. 습식법은 원래 건식법으로는 채산이 맞지 않는 빈광을 처리하는 방법이었으나, 최근에는 품위가 충분히 높은 구리·아연의 제련에도 이용된다.

2) 용도

구리는 전기 및 열의 전도율이 높고, 대기 중에서 내식성이 좋으며, 색깔이 아름답고 가공하기 쉬운 특성이 있으므로, 선재, 봉재, 판재, 관재 등으로 가공되어 전선, 전기용품, 열전도재 등의 재료로 사용된다. 구리의 주요 용도는 구리선·구리판·각종 전기전자제품, 인쇄회로기판재료 등의 전기전자제품재료, 청동과 특수합금으로서의 기계부품재료, 또는 군수품재료·건축재·동상재료로 쓰인다.

구리 그 자체뿐만 아니라 황동·청동·알루미늄청동·베릴륨구리 등 합금으로서의 용도도 매우 넓으며, 특히 전선을 비롯하여 신동품으로써 많이 쓰이고 있다. 전선은 전해구리를 용해하여 틀에 넣어 굳힌 봉동을 써서 각종 전선으로 가공한다.

1) 구리광물은 현재 165종 정도가 알려져 있는데, 그 중에서도 황동석 $CuFeS_2$, 휘동석 Cu_2S, 적동석 Cu_2O, 반동석 Cu_5FeS_4, 공작석 $CuCO_3$· $Cu(OH)_2$, 남동석 $2CuCO3$· $Cu(OH)_2$ 등이 중요한 광물이다.

2) 현재 구리지금은 대부분 전해구리인데, 이보다 품위가 낮은 지금도 규격으로 정해져 있다. 전해구리의 품위는 99.94 % 이상이며, 특수한 기체상태 하에서 밀폐주형에 주입하면 99.98 %의 것을 얻을 수 있다.

또, 신동품은 전해구리와 기타 합금용 금속·부스러기구리·구리합금 등을 알맞게 배합 용해한 다음 소정의 성분으로 조정하여 주입한 동괴를 원료로 하여 판·봉·관·선 등으로 가공한다. 또한 동판은 열전도성과 내식성을 활용하여 특수한 냄비를 비롯하여 일반 집기를 만드는 데도 사용되며, 동화로는 주석 2~10%를 섞은 청동이 사용된다.

전기 및 열 전도체로 이용된다. 구리는 다양한 목적으로 합금된다. 황동·청동·알루미늄천종·베릴륨구리 등 합금으로서의 용도도 매우 넓으며, 특히 전선을 비롯하여 신동품으로서 많이 쓰이고 있다. 진균 살균제(fungicide), 세라믹(ceramic), 조명탄(신호탄, 폭죽 등), 안료, 분석시약, 전기도금, 시멘트 등에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[3)]

구리는 주로 흄(fume)의 형태로 노출되어 건강문제를 일으킬 수 있다. 구리와 놋쇠의 주물공정 및 제련공정, 구리가 포함된 금속의 용접작용에서 흄에 노출 될 수 있다.

광산을 비롯해 제련소, 전선공장, 도금, 동식기, 농약, 수도배관, 동암모니아 레이온 제조공장에서 구리가 배출되고 있다. 전기기구, 전선, 합금, 가정 일용기구에 쓰이며, 구리광산, 제련소, 도금공장 등에서도 배출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	63.55	물리적 상태	미세한 입자	증기압	1mmHg(1,628℃)
끓는점	2,595℃	R-phrase	36,37	Log Kow	-0.57
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL 2 mg/m^3		

3) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 구리제련[1](용해)

① 시나리오 : 황동석을 코크스·석회석과 함께 용광로에 넣은 뒤에 송풍·가열하면 용해[2]되는데, 철·규산 등은 석회석과 결합하여 슬래그가 되어 윗부분에 떠오르고, 이를 걸러낸 후 황과 결합하여 밑에 가라앉아 피가 되고, 전환로에 옮겨 다시 용해시켜 불순물을 산화시키면 조동을 얻을 수 있다. 전기분해하여 불순물을 완전히 제거함으로써 정동을 얻어낼 수 있다.

용해 과정에서 근로자는 구리 흄과 분진에 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 용광로 → 송풍/용해 → 전환로 → 전기분해 → 구리 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 비철금속인 주석·구리·납 등의 산화광으로부터 금속을 추출하기 위해서는 그 금속보다도 산소에 대한 친화력이 강한 환원제를 가하여 고온으로 가열할 필요가 있는데, 이를 위해서는 환원제와 연료를 겸한 코크스가 널리 사용된다. 이러한 제련에는 용광로·반사로·전기로 등이 이용된다.

2) 비철금속의 제련반응온도는 낮아 200~500℃이고 지나치게 고온으로 하면 광석 속에 불순물로 함유되어 있는 철 등이 환원되어 조금속 내에 들어가 품위가 떨어지게 된다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 구리-카드뮴 합금[1](용해)

① 시나리오 : 구리를 주체로 하고, 이것에 카드뮴을 첨가해 특성을 개선한 것이다. 내식성, 특히 내해수성이 다른 합금보다 좋으므로, 화학공업용·선박용 등 용도가 다양하다. 용해에는 도가니로·반사로·전기로 등을 사용한다.

용해 과정에서 근로자는 구리 흄에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 용해 → 제품 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 동합금으로는 구리-카드뮴 합금, 구리-은 합금, 구리-크롬합금, 구리-니켈-규소합금, 구리-지르코늄합금, 구리-아연합금, 구리-규소합금, 인청동, 구리-베릴륨 합금 등이 사용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 전선제조[1](신선)

① 시나리오 : 황동광을 제련하여 조동을 만들고, 이것을 전기분해에 의해 정련하여 순도를 높게 만든 전기동(electrolytic copper)을 사용한다. 용해, 주조한 후 열간 압연하여 직경 25~6mm로 거칠게 인선한 후 다시 상온에서 가공한다. 이때 상온 가공 정도에 따라 반경동 또는 경동(hard copper)이 된다. 이것을 450~600℃에서 풀림(annealing)하면 연동(soft copper)이 되어 저항률은 감소한다.

신선 공정에서 근로자는 구리에 노출될 수 있다.

원재료 → 입고 → 신선 → 연선 → 피복 및 인쇄 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 전선 및 케이블은 송전, 배전, 전기통신 및 기기배선에 사용되는 등, 전기재료로서 중요한 것이다. 일반적으로 절연피복을 하지 않는 나전선과 도체의 외부를 절연물로 피복한 절연전선으로 분류하며 케이블은 심선이 1본 또는 2본 이상의 절연시킨 중심도체를 연합해서 외부를 보호 피복한 것이다. 이에는 전력수송용의 전력케이블과 전기신호 전송용의 통신케이블이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 구리합금 : 황동[1]제조(원료 투입)

① 시나리오 : 황동(brass)은 구리에 아연을 첨가한 구리 합금이며, 아연 함유량을 변화시켜서 그 성질을 개선한 것으로, 주조성, 내식성, 가공성이 좋다. 원료 선별 및 투입공정은 선별공정을 거쳐 스크랩에 포함되어 있는 고철 등 이물질과 불순물을 제거한 후 신지금, 합금원소를 배합·투입하는 공정이다. 원료 투입과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 선별 및 투입 → 용해/주조/절단 및 연삭 → 압출/압연/인발/신선 → 후처리 공정 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 주물, 각재, 파이프 등의 소재를 비롯하여 각종 기계 기구, 일용품 및 공예품 등을 들 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 구리도금[1](도금)

① 시나리오 : 다른 금속 표면에 얇은 구리막을 입히는 일로 보통 황산구리 용액 속에서 구리막을 입힐 물건을 음극으로 하고, 구리를 양극으로 하여 전기를 통해서 전기 도금하는 산성용법, 알칼리용법이 있다.

실제 도금 공정은 전원에 연결된 금속염 용액에서 일어난다. 금속이 도금조에 담기면, 금속 표면에서 산소와 수소의 방울이 많이 생겨나고 유해한 미스트가 발생하고, 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 초음파 세척 → 전해탈지(황산) → 물세척 → 산세척(염산) → 물세척 → 도금 → 물세척 → 정리 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속의 표면처리는 여러 가지 목적이 있다. 부식을 방지하고, 마모에 잘 견디게 하고, 열에 강하게 하거나 색채 및 광택을 좋게 할 목적 등 다양하다. 이러한 표면처리 중에서 대표적이 것이 도금이다. 그렇기 때문에 도금작업은 장식산업이나 반도체산업으로부터 자동차 부품의 생산에 이르기 까지 다양한 산업에서 볼 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 구리동전 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 구리를 주요 소재로 하는 주조화폐 제조과정에서 노출이 발생할 수 있다.

특히 용해와 현장점검 과정에서 근로자는 구리에 높은 수준의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 방부목재(방부제 정착)

① 시나리오 : 목재의 부패방지를 위해서 크롬, 구리, 비소화합물(CCA)계 방부제로 수용성이다. 이들 수용성 방부제는 방부 외에 방의·방충성도 지닌다. 즉 구리는 방부성을, 비소화합물은 방충·방의성을 지니며, 크롬화합물은 주로 방부제를 목재에 정착시키는 작용을 한다.

방부제 정착 과정에서 근로자는 구리에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 인쇄회로기판(PCB) 제작(구리 부식)

① 시나리오 : 인쇄회로기판은 적층판에 구리 배선 패턴을 스크린 인쇄법 또는 사진 제판법으로 형성한 것이다. 적층판에는 종이 또는 유리 섬유에 페놀 수지나 에폭시 수지를 입힌 것이 일반적으로 널리 사용되고 있다. 이 적층판의 평면 또는 양면에 구리박을 붙인 적층판에 스크린 인쇄에 의해 레지스트 잉크로 회로를 인쇄하여 불필요한 부분의 구리박을 부식하여 제거하고, 레지스트 잉크를 알칼리 수용액으로 벗겨낸 다음에 납땜이 필요 없는 부분에 솔더(solder=납땜)레지스트를 스크린 인쇄한다. 구리 부식 공정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

적층판 → 구리판 부착 → 천공 → 표면 활성화처리 → 구리 → 도금 → 포토레지스트 도포 → 현상 → 구리 부식 → 포토레지스트제거

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 용접작업[1](용접)

① 시나리오 : 용접흄은 금속, 금속 산화물과 모재, 전극, 플럭스 등에서 발생한 기타 다른 화합물로 이루어져 있다. 특히 흄을 발생시키는 단일 요인으로 가장 주요한 것은 사용하는 용가재(filler metal)의 종류이다. 흄은 모든 종류의 용접과정에서 발생하며, 그 발생량은 매우 다양하다. 용접흄속에 존재하는 금속의 종류로는 크롬, 니켈, 카드뮴, 아연, 구리 등이다.

용접 공정에서 근로자는 용접흄을 통하여 구리에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2.0 (1을 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 흄은 고체가 녹은 후 증발(volitilization)과 응축(condensation)을 통해 형성되는 작은 입자상 물질을 말한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 도료 제조(원재료 투입)

① 시나리오 : 도료는 기본적으로 수지, 안료, 용제, 접착제와 같은 네 가지 종류로 분류할 수 있다. 이들 원료는 양과 다양성에 있어서 공장의 크기와 생산제품의 형태에 따라 변화의 폭이 크다. 도료 제조는 회분식 공정이며, 단순한 혼합 및 분산 기술로 구성되어 있다.

원재료 계량, 투입 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 계량 → 혼합 → 분산 → 희석 → 조색 → 검사 → 조정 → 여과 → 충진

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 주물 공정(용해)

① 시나리오 : 용해 공정 시 표면으로부터 금속흄이 발생한다. 각 금속의 흄 발생량은 용탕온도가 상승함에 따라 증가하는 경향이 있고, 노출이 발생할 수 있다.

그러나 각 금속흄의 발생은 차이가 있으며 아연흄이 가장 많이 발생되고 연, 동 및 구리(주석)흄의 순으로 발생된다.

원재료투입 → 용해 → 중자 → 조형 → 탈사 → 후처리 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: CO_2 용접와이어 제작(도금)

① 시나리오 : 피복아크용접봉과 CO_2 용접와이어 제작 시 구리에 노출될 수 있다.

상대적으로 더 높은 누출 가능성을 보이는 공정은 CO_2 용접와이어의 신선 공정과 도금 공정 시 구리를 사용하고 근로자에게 노출될 수 있다.

원재료투입 → 신선 → 탈지 → 황산 → 도금 → 습식신선 → 권취 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(002) 글루타르알데히드 Glutaraldehyde 111-30-8

1. 개요

1) 제조

아크롤레인과 비닐 알킬 에테르의 1:1 Diels-Alder 부가물(adduct)은 가수분해되어서 글루타르알데히드와 알카놀(alkanol)을 생성한다.

또는 2-에톡시-3,4-디하이드로-2H-피란(2-ethoxy-3,4-dihydro-2H-pyran)에 염산을 첨가한 후 가열에 의해서 얻게 된다.

2) 용도

보건산업의 냉 살균(0.13~2%)제, 엑스레이 필름인화 시 경화제, 펄프 및 제지 산업의 살균제, 세척제, 석유 산업의 살균제, 동물 보건산업, 무두질, 현미경/조직학, 농업, 화장품, 인쇄 산업의 방부제, 비행기 및 이동 화장실의 위생 용액의 살균제, 접착제, 밀봉제, 폴리하이드록시(polyhydroxy) 물질, 제약, 제초제, 작물보호제 등의 중간생성 물질, 소독제(2% 용액), 방부제, 지혈제(5% 용액), 조직 응고제, 화학약품 보호제, 단백질 가교제(cross-linking reagent)등으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

병원 및 보건 산업의 냉 살균제, X-Ray 인화 과정, 수 처리 시 냉각기나 공기청정기, 기타 물 순환 시스템에서 부식을 방지하고 미생물 증식을 막기 위하여, 펄프 및 제지 산업의 살균제, 세척제, 석유 산업의 살균제, 동물 보건 산업, 무두질, 조직학 및 전자, 광학 현미경에서 조직을 고정시킬 때, 농업 및 화장품 제조 시 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.11	물리적 상태	무색 액체	증기압	0.6mmHg(30℃)
끓는점	187~189℃	R-phrase	23/25,34,42/43/50	Log Kow	-22~-25℃
노출기준(노동부)	C 0.05 ppm			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 글루타르알데히드 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 아크롤레인과 비닐 알킬 에테르의 1:1 Diels-Alder 부가물(adduct)은 가수분해 되어서 글루타르알데히드와 알카놀(alkanol)을 생성한다.

생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 글루타르알데히드에 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 글루타르알데히드 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 아크롤레인과 비닐 알킬 에테르의 1:1 Diels-Alder 부가물(adduct)은 가수분해 되어서 글루타르알데히드와 알카놀(alkanol)을 생성한다.

제조물질을 용기에 포장/출하 과정에서 근로자는 글루타르알데히드에 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 병원 및 보건 산업의 냉 살균제(세척/살균)

① 시나리오 : 의료기관에서 수술용 기구, 카테터류, 감자, 내시경 등 기구 냉살균 용으로 사용한다. 글루타르알데히드는 50%, 25%, 10%, 2% 용액이 모두 소독제로 쓰이지만, 대부분의 병원은 pH 7.5에서 8.5로 중화한 2% 용액을 사용하는데 의료기관에서는 주로 피부흡수와 흡입을 통해 노출된다.

내시경 닦기, 탱크 채우기, 표면 세척 등에서 근로자는 글루타르알데히드에 노출 가능성이 높다.

원료투입 → 세척/살균 → 건조 → 사용

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: X-ray 인화(희석)

① 시나리오 : 글루타르알데히드는 흑백 x-ray 사진의 필름 인화과정의 건조 과정은 단축하기 위한 경화제로 사용되며 인화 용액에 투입된다. 글루타르알데히드를 함유하는 인화 용액은 주로 의학 분야에서 고온의 자동 필름 인화기에서 사용되며 적게는 용접 시험 시 기술 응용제로도 사용된다.

자동 인화 과정으로 x-ray 필름 인화 시 글루타르알데히드에 대한 노출은 감소하였다. 그러나 수작업을 하거나 용액 혼합/희석 작업을 작업자는 글루타르알데히드에 노출될 수 있다.

원료 → 희석 → 필름 인화

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 유피의 무두질(무두질)

① 시나리오 : 가죽을 무두질하면 단백질 분자 사이에 결합이 형성되어 분자구조가 안정된다. 이러한 무두질 효과를 가진 물질, 즉 유제는 많이 알려져 있으나, 실제로 쓰이는 것은 크롬염·지르코늄염·알루미늄염(백반 등)·철염·식물 타닌·합성타닌·알데히드류(포르말린·글루타르알데히드 등)·불포화유지 등이다. 유피는 원피나 유제의 종류 또는 마무리 작업의 방법 여하에 따라 여러 가지 성질이 다른 것들이 제조된다.

무두질 과정에서 근로자는 글루타르알데히드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 고정액(fixative)(고정)

① 시나리오 : 고정[1]의 목적은 생체 또는 그 일부분의 파손·자기융해를 억제하고 외형·내부구조·물질조성 등을 가능한 한 살아 있는 상태에 가깝도록 보존하거나 연구목적에 맞도록 일부의 물질을 용출시켜 선택적으로 내부구조·물질을 보존함으로써 살아 있던 상태를 미루어 살피는데 있다. 이와 동시에 광학현미경·전자현미경으로 관찰하는 데 필요한 포매·절단·염색 등의 조작을 쉽게 한다. 분자구조의 고정에는 글루타르알데히드 등의 다리결합[가교] 시약이 이용된다.

고정 과정에서 근로자는 글루타르알데히드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 세포의 주성분이 단백질과 물이기 때문에 고정은 주로 단백질의 응고변성 또는 물의 동결로 이루어진다. 전자는 고정액·가열에 의해서, 후자는 급격한 냉각에 의해 이루어지는 고정이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: TV 브라운관용 형광체 생산(현장 점검)

① 시나리오 : 글루타르알데히드는 형광체를 생산하는 공장에서 TV 브라운관용 형광체 생산에 사용되고, 형광체 표면을 매끄럽게 하기위해 사용하는 경화제로 사용된다.

작업시에 반응탱크에 2L의 글루타르알데히드를 주입하였는데, 이 때 주입하는 2L의 양은 다른 물질 1톤 주입 시에 글루타르알데히드를 넣는 과정으로 희석하여 사용하고 있다. 근로자가 글루타르알데히드에 직접적으로 노출될 수 있는 경로로는 글루타르알데히드를 통에 담아 무게를 재고 무게를 잰 것을 탱크에 주입, 현장점검 과정이다.

원재료 계량 → 탱크에 주입 → 혼합/반응 → 정제 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 방역제(가축용 소독약) 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 동물용 의약품 제조 중 방역제(가축용 소독약)로서 글루타르알데히드가 사용되고 있다. 글루타르알데히드의 사용빈도는 방역업체에서 주문이 있을 시에만 작업을 하기 때문에 매일같이 사용되어지진 않았다. 주로 방역을 많이 하는 여름철에 작업량이 많고, 가을이나 겨울철에는 수요가 적어 한두 달 정도에 한 번씩 작업을 한다.

원료 투입 공정에서 근로자는 글루타르알데히드에 노출될 수 있다.

원재료투입 → 혼합/반응 → 정제 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(003) 니켈(가용성화합물) Nickel(Soluble compounds) 7440-02-0

1. 개요

1) 제조

니켈 광석은 황화니켈(대부분 pentlandite)과 라테라이트(laterites)가 합쳐진 형태이다. 니켈은 채광된 광석에서 열화 또는 수처리 야금 정련과정을 거쳐 추출된다.

황화 니켈 광석인 경우에는 배소하여 황분을 어느 정도 낮추어 용광로나 반사로 등에서 제련한 다음, 전로에서 불어 주어 소위 베세머매트를 만든 다음, 이것으로부터 금속니켈을 얻는다.

니켈 또는 니켈 광석과 일산화탄소의 반응으로 니켈카르보닐 가스를 형성하고, 열분해에 의해서 순수 니켈을 얻을 수 있다(몬드 공정, Mond process).

2) 용도

니켈의 주된 용도는 스테인리스강, 구리-니켈 합금 및 기타 부식저항 합금의 제조이다. 순수한 니켈은 도금, 화학적 촉매제 및 알칼라인 전지제조, 동전, 용접용품, 자석, 전기접촉 및 전기봉, 스파크 플라그, 기계부품, 수술용 및 치과용 보철물 등의 제조에 사용된다. 니켈도금은 아름다운 광택과 내식성을 지니고 있어, 각종 도금 중에서도 가장 중요한 위치를 차지하고 있다.

전기통신기 재료로서도 널리 쓰이는데, 판 및 선의 형태로 진공관 재료로 쓰이고 합금으로서 자성재료 및 전열재료로 사용된다. 비철합금으로는 백동・양은・모넬메탈・하스텔로이드・인코넬 등이 있는데, 내식・내열・강도 등에서 각기 특징을 지니고 있어, 기계장치의 구조재료로 사용된다. 이 밖에 수소첨가 반응에서 촉매로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

채광, 분쇄, 정련 및 제련 공정에서 일어날 수 있다. 니켈합금 생산은 물론 조립, 용접 시에도 니켈흄이나 분진에 노출될 수 있다. 도금을 할 때에는 수용성 니켈이 호흡기나 피부를 통하여 흡수될 수 있다. 니켈은 합금제조과정이나 도금과정, 안료. 촉매제, 니켈전기 생산과정에서도 흔히 노출된다. 일반인들은 동전이나 철화합물, 보석 등과 같은 니켈도금 된 물질, 비누, 기름 등을 통해서도 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	58.69	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(1,810℃)
끓는점	2,837℃(계산치)	R-phrase	40,43	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 니켈의 제조(제련)

① 시나리오 : 황화광석인 경우에는 배소하여 황분을 어느 정도 낮추어 용광로나 반사로 등에서 제련[1]한 다음, 전로에서 불어 주어 소위 베세머매트를 만든 다음, 이것으로부터 금속니켈을 얻는다.

몬드법을 이용한 제련에서는 베세머매트를 산화 배소한 다음 수성가스를 써서 환원시키고, 이것을 일산화탄소와 60℃에서 반응시켜 니켈카르보닐로써 휘발시킨 다음, 180℃로 가열·분해시켜 금속니켈을 얻는다. 이때의 순도는 99.8~99.9%이다.

니켈 제조 시 용해 과정에서 근로자에게 니켈 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 배소 → 용광로 → 전로 → 정제 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 제련법으로는 건식법인 올퍼드법과 일산화탄소를 이용하는 몬드법, 그리고 전해정제법 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 니켈합금(nickel alloy)(용해)

① 시나리오 : 니켈-구리 합금계는 모넬 메탈(Monel metal)[1]이라고 한다. 니켈-크롬 합금계로는 크롬을 20% 가한 크로멜A는 열전기쌍에, 또 여기에 철을 소량 가한 니크롬은 전열저항선에 사용되고 있다. 또 이 20% 크롬합금에 티탄·알루미늄을 가해서 석출 경화형으로 한다. 니켈-베릴륨 합금계는 니켈·베릴륨의 화합물을 석출하여 현저하게 경화되므로 그대로, 또는 니켈의 일부를 구리로 희석하여, 강력한 스프링 재료 등에 사용된다.

합금 재조 시 용해 과정에서 근로자에게 니켈 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 표준화학조성은 니켈 67%, 구리 30%, 철 1.4%, 망간 1%로서, 기계적 성질이 좋고, 내식성도 뛰어나, 콘덴서 튜브, 열교환기관, 펌프부품 등에 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 니켈도금(nickel plating)(니켈도금)

① 시나리오 : 금속의 표면에 니켈층을 입히는 일로서 방법으로는 전기도금과 화학도금[1]이 있다. 전기도금에서는 황산니켈·염화암모늄·붕산용액, 또는 염화니켈을 첨가한 용액을 사용하여 니켈을 양극으로 하고 금속을 음극으로 해서 전류를 흐르게 한다.

원자재입고 → 초음파탈지 → 전해탈지 → 니켈도금 → 수세 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 화학도금은 하이포인산염의 존재 하에서 니켈이온을 화학적으로 환원해서 도금하는 것으로 도금층에 약간의 인이 들어가 전기도금보다 다소 딱딱한 니켈층이 생긴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 연료가스 제조(촉매투입)

① 시나리오 : 탄화수소의 고온수증기 개질에 의하여 연료가스 또는 합성가스를 제조할 때에는 니켈을 촉매로 사용한다. 그 때 염기성 첨가제는 탄소질의 석출을 경감시킨다. 황화물의 수소화에는 황화니켈을 사용하는 경우도 있다. 산화니켈은 산화활성을 가지지만 고활성이 아니다. 탈수상태의 산화니켈은 H_2-D_2 교환, $C_2H_4-C_2D_4$교환에서는 활성이며 이것에 실리카(이산화규소)·알루미나(산화알루미늄) 등의 산성성분을 첨가시키면 에틸렌의 이합체화촉매가 된다. 할로겐화니켈의 포스핀착염에 $Al(C_2H_5)_3$, $Al(C_2H_5)_3Cl$ 등을 공존시키면 마찬가지로 올레핀의 이합체화 촉매가 되는데, 극히 고활성이다. 이런 종류의 올레핀 이합체화 촉매계를 부타디엔에 적용하면 선택성이 좋아져서 1-4 중합을 일으킨다. 니켈카르보닐의 포스핀착염은 아세틸렌의 고리화 중합에 유효하며, 시안화니켈은 아세틸렌에서 시클로옥타테트라엔을 생성한다. 촉매 투입 시 근로자에게 니켈 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 니켈크롬강[1](nickel chrome steel)(원료 투입)

① 시나리오 : 기계구조용으로 탄소 0.25~0.40%, 니켈 1.0~3.5%, 크롬 0.5~1.0%를 함유한 것이 많이 사용되며, 담금질과 뜨임처리에 의해서 뛰어난 강인성을 갖게 된다. 16~17% 이상의 크롬, 7~8% 이상의 니켈을 첨가한 것은 스테인리스강·내열합금으로 알려졌다. 스테인리스강은 크롬 18%, 니켈 8%, 내열합금은 크롬 25%, 니켈 20%를 함유한 것이 주로 사용된다.

니켈크롬강 제조 시 원료투입과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니켈크롬강은 기계구강 특수강의 원조라고 할 만한 강으로서, 처음에는 포신용으로 발달하였고, 그 후 크랭크축·기어·추진축·커넥팅로드 등 큰 힘을 받으면서 강인성을 요하는 기계부품에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 무전해 니켈도금(도금 후 수세)

① 시나리오 : 무전해 니켈도금 용액 조성은 니켈원, 환원제, 착화제, 안정제로 구성된다.

습식도금법은 3가지 방법, 즉 전기도금, 치환도금, 무전해 도금이 있고, 그중 무전해 니켈도금 방법을 이용한다.

원료준비 → 수세 → 건조 → 탈지 → 도금 전 질량측정 → 전처리과정 → 수세 → 도금 → 수세 → 도금 후 질량측정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(004) 니트로메탄 Nitromethane 75-52-5

1. 개요

1) 제조

프로판의 고온의 증기상 니트로화에 의해 생산된다. 이과정은 자유유리기 작용에 근거한 니트로화 작용제로서 질산이 사용된다. 각각의 니트로알칸은 분별 증류에 의해서 순수한 제품으로 얻어진다.

질산과 메탄의 증기상의 니트로화에 의해서도 생성된다.

질산나트륨과 클로로아세테이트 나트륨의 반응에 의해서 제조될 수도 있다.

2) 용도

연료로 사용(레이싱 보트, 항공기 연료, RC 모형 자동차 연료 등)되며, 순간접착제 제거용 클린업 용제 제조, 안정제로 많은 할로겐화 용매 및 연무질 발사 화약에 적은 양으로 첨부되는 휘발성 액체이다. 또 일부 중합체 및 수지의 극성용제, 특별한 연료, 폭발물로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

메탄올, 합성유, 니트로메탄을 주원료로 사용하여 반응, 숙성 과정을 거쳐 니트로메탄이 15~30%함유되어 있는 연료를 생산하는 RC 모형자동차 및 항공기 연료 제조, 니트로메탄이 주원료로 70%정도 함유될 수 있도록 기타 첨가제를 혼합하여 제조하는 순간접착제 제거용 클린업 용제 제조 등의 사용과 제조를 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	61.04	물리적 상태	액체	증기압	4.9kPa(37mmHg; 4.8% v/v)(25℃)
끓는점	101.2℃	R-phrase	5,10,22	Log Kow	-0.35
노출기준(노동부)	TWA 20 ppm / 50 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로메탄의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 프로판의 400℃ 부근의 온도에서 고온의 증기상 니트로화에 의해 생산된다. 이과정은 유리기 작용에 근거한 니트로화로, 작용제로서 질산이 사용된다.

생성된 니트로메탄, 니트로에탄, 1-니트로프로판, 2-니트로프로판 등의 니트로알칸은 분별 증류에 의해서 순수한 제품으로 얻어진다.

시료채취 과정에서 근로자는 니트로메탄의 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응조 → 분별 증류 → 시료채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 니트로메탄의 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 프로판의 400℃ 부근의 온도에서 고온의 증기상 니트로화에 의해 생산된다. 이과정은 유리기 작용에 근거한 니트로화로, 작용제로서 질산이 사용된다.

생성된 니트로메탄, 니트로에탄, 1-니트로프로판, 2-니트로프로판 등의 니트로알칸은 분별 증류에 의해서 순수한 제품으로 얻어진다.

포장/출고 과정에서 근로자에게 니트로메탄 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응조 → 분별 증류 → 시료채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 액체폭약(liquid explosive)(원료 투입)

① 시나리오 : 상온에서 성분 가운데 적어도 하나가 액체상태인 혼합폭약을 말하고, 니트로메탄, 니트로글리세린과 같은 액체화합폭약을 기재로 한 것과 그 외의 혼합폭약이 있다. 액체폭약[1]은 장시간 보존이 불가능하며, 저장과 취급에 단열병을 필요로 하는 등 결점이 있으나, 만들기 쉽고 위력도 크므로 노천채굴 등에 사용된다. 원료 투입 시 근로자에게 니트로메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□ 유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 대표적인 액체폭약으로는 액체산소폭약·팬클라스타이트(panclastite) 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 모형 연료(교반)

① 시나리오 : 니트로메탄은 메탄올과 함께 모형연료의 주성분을 이룬다. 드레그 레이싱의 레이싱 연료로 사용한다. 니트로메탄은 자동차 엔진의 연소작업을 도와주는 촉매역할을 한다. RC 니트로에는 메탄올, 니트로메탄, 윤활유를 섞은 특수 혼합물이 쓰인다. 니트로 연료는 니트로메탄이 함유된 퍼센티지에 따라 분류된다. 니트로의 퍼센트가 높은 연료일수록 더 높은 파워를 낼 수 있다.

원료투입을 위해 니트로메탄을 계량 및 교반하는 작업과 포장 작업을 작업자가 직접 수행한다. 작업 중 고농도의 니트로메탄에 노출될 우려가 있으나, 작업이 단시간 이루어져 실제 노출을 미비할 것이라 사료된다.

원재료 투입 → 교반 → 반응 → 숙성 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 2-아미노에탄올(Aminoethanol) 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 가스 세정기(gas scrubber), 화학 물질 중간체, 드라이 크리닝, 섬유 등에서 사용되는 2-아미노에탄올의 제조 원료로서 니트로메탄과 포름알데히드(formaldehyde)가 사용된다.

현장 점검을 위한 근로자는 반응 장치로부터 발생한 누출에 의해 니트로메탄에 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 순간접착제 제거용 클린업 용제 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 니트로메탄이 주원료로 70%정도 함유될 수 있도록 기타 첨가제를 혼합하여 제조한다. 국내 수요가 적어 간헐적으로 제조가 되며 1회 작업이 10분 내외로 단시간 작업이 이루어진다.

실제 작업은 시린지로 제거부위에 주입하는 형태로 사용되므로 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 브로노폴[1] 제조(탈수/건조)

① 시나리오 : 니트로메탄과 포름알데히드 용액을 혼합하여 한 시간 교반시킨 후 여기에 소디움 메톡사이드를 서서히 가한 후 2시간 반응시키고 여기에 브롬을 첨가시킨 후 교반시키면 황색의 브로노폴 결정이 석출된다. 석출된 브로노폴 결정을 탈수 건조시켜 제품을 생산한다.

탈수/건조 과정에서 근로자는 니트로메탄에 노출될 수 있다.

용해 → 1차반응 → 교반 → 2차반응 → 결정석출 → 원심분리 → 추출 → 농축 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 브로노폴은 의약품용도로 소량 사용되며 수처리제용 수요가 가장 크다. 그 외에 제지용이나 화장품 제조시 방부제용으로 사용되고 있으며 공업용수에도 미량 사용되는 등 용도는 매우 다양하다. 백색 결정성 분말로 냄새는 없고 융점은 130℃이며, 25℃이하에서 보관해야 한다. 물, 알코올, 에틸아세테이트에 잘 용해되나 클로로포름, 아세톤, 에테르에는 잘 용해되지 않는다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(005) 니트로톨루엔(오르토-이성체) Nitrotoluene(o-isomers) 88-72-2

1. 개요

1) 제조

톨루엔의 니트로화에 의해 생성되고, 분별증류에 의해 분리된다. 모노니트로톨루엔은 회분식 공정이나 연속과정에 의해 생성될 수 있다.

톨루엔은 질산 처리기(nitrator)에 투입되고 약 25℃로 냉각된다. 질산 처리 산(52~56wt % 황산, 28~32wt % 질산, 그리고 12~20wt % 물)은 톨루엔에 천천히 첨가되고 반응 혼합물의 온도는 25℃로 유지된다. 모든 산이 첨가된 후, 온도를 35~40℃로 서서히 높인다. 반응이 완료된 후, 반응 혼합물은 분리기에 투입된다. 분류되지 않은 생성물(crude product)은 여러 단계에 걸쳐서 부식제로 세척된 다음에 물로 세척된다. 과잉 톨루엔을 제거하기 위해 그 생성물은 증류되고 그 다음에 남아있는 물기를 증류함으로써 건조된다. 결과 생성물은 55~60wt % o-니트로톨루엔, 3~4wt % m-니트로톨루엔, 그리고 35~40wt % p-니트로톨루엔을 함유한다. 모노니트로톨루엔의 수득률은 약 96%이다. 이성질체들의 분류는 분별증류와 결정화의 조합에 의해 이루어진다. o-니트로톨루엔은 2,4-디니트로 톨루엔을 황화암모늄과 함께 처리 후 디아조화(diazotization)와 에탄올과 함께 끓임으로서 얻을 수 있다.

2) 용도

톨루이딘, 톨리딘, 푹신(fuchsine) 그리고 다양한 인공 염료, 폭약제조 등에 사용된다. 오르토-니트로톨루엔은 아조 염료, 황화 염료, 고무 화합물, 농업 화합물 등을 제조하는데 중간물질로 사용된다. 석유화학물질, 농약, 약품제조 등을 포함하는 다양한 물질의 유기합성에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-니트로톨루엔의 제조 및 염료, 폭발물, 그리고 살충제 등의 제조와 사용 과정에서 호흡기를 통한 흡입이나 피부 접촉을 통하여 근로자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	137.14	물리적 상태	액체	증기압	20Pa(0.15mmHg, 20℃)
끓는점	221.7℃	R-phrase	23/24/25,33,51/53	Log Kow	2.30
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 11 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로톨루엔 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 톨루엔은 질산 처리기에 투입되고 약 25℃로 냉각된다. 질산 처리산(황산, 질산)은 톨루엔의 표면 밑에 천천히 첨가한다. 모든 산이 첨가된 후, 온도를 35~40℃로 서서히 높인다. 반응 혼합물은 분리기에 투입된다. 분류되지 않은 생성물은 여러 단계에 걸쳐서 부식제로 세척된 다음에 물로 세척된다. 과잉 톨루엔을 제거하기 위해 그 생성물은 증류되고 그 다음에 남아있는 물기를 증류함으로써 건조된다. 결과 생성물은 o-, m-, 그리고 p-니트로톨루엔의 이성질체를 얻게 되고, 분별증류와 결정화를 통해 분리된다.

반응 후 시료 채취과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 질산 처리기 → 반응 → 분리기 → 세척 → 증류 → 분별증류/결정화 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 니트로톨루엔 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 톨루엔은 질산 처리기에 투입되고 약 25℃로 냉각된다. 질산 처리산(황산, 질산)은 톨루엔의 표면 밑에 천천히 첨가한다. 모든 산이 첨가된 후, 온도를 35~40℃로 서서히 높인다. 반응 혼합물은 분리기에 투입된다. 분류되지 않은 생성물은 여러 단계에 걸쳐서 부식제로 세척된 다음에 물로 세척된다. 과잉 톨루엔을 제거하기 위해 그 생성물은 증류되고 그 다음에 남아있는 물기를 증류함으로써 건조된다. 결과 생성물은 o-, m-, 그리고 p-니트로톨루엔의 이성질체를 얻게 되고 분류는 분별증류와 결정화의 조합에 의해 이루어진다.

포장/출고과정에서 근로자는 니트로톨루엔에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 질산 처리기 → 반응 → 분리기 → 세척 → 증류 → 분별증류/결정화 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.9 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 톨루이딘[1] 제조 원료(원료 투입)

① 시나리오 : 니트로톨루엔은 메틸기와 아미노기의 위치에 따라 3가지 이성질체가 있으며, 톨루이딘 각각의 이성질체는 모두 대응하는 니트로톨루엔 이성질체의 환원으로 얻어진다.

원료를 반응기에 투입 시 근로자는 니트로톨루엔에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) o-톨루이딘은 무색 액체로 공기 중에서 빛에 닿으면 적갈색으로 변한다. 염료·색소의 합성원료로서 중요하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 디니트로톨루엔 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 톨루엔을 혼산으로 니트로화하면 o-NT이 62~63%, p-NT이 33~34%, m-NT이 3~4%인 혼합물을 얻을 수 있다. 여기에서 폐산을 제거한 조니트로톨루엔에 혼산을 첨가하여 교반하고 질화하면 조(crude) 디니트로톨루엔을 얻을 수 있다. 정제는 우선 메탄올 또는 에탄올에 녹인 후 냉각시키고 26℃에서 2,4-DNT를 결정시켜 모액과 분리, 증류하여 제조한다. 더 순수한 2,4-DNT는 p-NT을 질화하여 만든다.

제조과정을 현장 점검하는 과정에서 누출에 의한 니트로톨루엔의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.9 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(006) 디메틸아민 Dimethylamine 124-40-3

1. 개요

1) 제조

암모니아와 메탄올을 300~500℃의 탈수 촉매하의 니트로소디메틸아민의 촉매존재 하에서 수소화 반응에 의한 연속 공정 시스템을 통해 생성된다. 분리는 공비혼합물(azeotropic)의 또는 추출 증류의 방법을 사용한다.

2) 용도

- 의약품제조
- 산 가스의 흡수제
- 용매 항산화제
- 디메틸포름아마이드와 디메틸아세트아마이드 염료의 제조
- 부양제(flotation agent), 가소제
- 가솔린 안정제, 연료의 폭연방지제
- 도금
- 미사일 연료, 농약 추진제
- 직물 화학물질
- 제모제, 계면활성제
- 고무 촉진제, 마그네슘 반응제, 사진용 화학물질
- 이온 교환 작용제

3) 노출 및 결정인자[1)]

디메틸포름아마이드와 디메틸포름아세트아마이드, 산 가스 흡수제, 그리고 가솔린 안정제 생산의 중간재, 농약, 살충제, 진균제의 원료, 미사일이나 로켓의 원료, 철, 강철, 금속 산업에서 부식 억제제, 마그네슘의 시약으로서 디메틸아민의 생산과 사용에 의해 피부와 호흡을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	45.08	물리적 상태	액체, 기체	증기압	1.72mmHg(20℃), 2mmHg(10℃)
끓는점	7.4℃	R-phrase	12,20,37/38,41	Log Kow	-0.38
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 9 mg/m^3			STEL 15 ppm / 27 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸아민의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 암모니아와 메탄올을 300~500℃, 이산화규소, 산화알루미늄 등의 탈수 촉매하의 반응에 의한 연속 공정 시스템을 통해 생성된다. 분리는 공비혼합물(azeotropic)의 또는 추출 증류의 방법을 사용한다.

메틸아민은 촉매 존재 하 일정 온도, 압력 하에서 메탄올과 암모니아가 반응하여 모노메틸아민(MMA), 디메틸아민(DMA), 트리메틸아민(TMA)이 생성되며 증류공정에서 정제, 분리되어 제품처리공정으로 보내진다. 반응 후 시료채취 과정에서 근로자는 디메틸아민에 노출이 발생할 수 있다.

원료(메탄올, 회수된 암모니아) → 증류(I) → 증류(II) → 증류(III) → 모노메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메틸아민의 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 암모니아와 메탄올을 300~500℃, 이산화규소, 산화알루미늄 등의 탈수 촉매하의 반응에 의한 연속 공정 시스템을 통해 생성된다. 분리는 공비혼합물(azeotropic)의 또는 추출 증류의 방법을 사용한다.

메틸아민은 촉매 존재 하 일정 온도, 압력 하에서 메탄올과 암모니아가 반응하여 모노메틸아민(MMA), 디메틸아민(DMA), 트리메틸아민(TMA)이 생성되며 증류공정에서 정제, 분리되어 제품처리공정으로 보내진다.

반응이 완결된 후 포장/출하과정에서 근로자는 디메틸아민에 노출될 수 있다.

원료(메탄올, 회수된 암모니아) → 증류(I) → 증류(II) → 증류(III) → 모노메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.36 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 3-디메틸아미노-1-부틴 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 디메틸아민에 에틴일기 HC≡C-를 도입하는 에틴일화(ethynylation) 반응에 의하여 생성된다. 고압 아세틸렌을 이용하는 레페반응(reppereaction)에 종종 이용된다. 즉 구리나 은 등의 금속아세틸리드를 촉매로 하여 아세틸렌을 고압하에서 디메틸아민에 10℃ 부근에서 작용시키면, 이들이 에틴일화된다.

원료로서 반응기에 투입하는 과정에서 근로자는 디메틸아민에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 디메틸포름아미드 제조 원료(현장점검)

① 시나리오 : 디메틸포름아미드의 제조에 원료로 디메틸아민, 일산화탄소, 개미산메틸이 사용된다.

제법은 디메틸아민과 일산화탄소의 반응, 나트륨메틸레이트 촉매로 10~200atm, 상온~130℃에서 반응시킨다. 수율은 디메틸아민에 대해 90~100%이다. 용매로는 메탄올을 사용한다.

제조과정을 점검하는 과정에서 근로자는 디메틸아민에 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(007) 디아지논 Diazinon 333-41-5

1. 개요

1) 제조

2-이소프로필-4-하드록시-6메틸피리미딘(2-isoropyl-4-hydroxy-6-methyl-pyrimidine)과 o,o-디에틸 포스포로클로리도티오에이트(o,o-diethyl phosphorochloridothioate)의 반응에 의해 생성된다.

다이아톤·바수진·다이아자제트 등 여러 가지 상품명으로 알려져 있으나 한국에서는 '다수진'이란 품목명으로 고시되어 사용된다. 질소를 함유한 유기인계 살충제로 비교적 독성이 낮고 적용 범위도 넓다.

2) 용도

- 살충제
- 가정의 진드기 살충제
- 약품 제조(수의학)

3) 노출 및 결정인자[1)]

디아지논을 생산하거나 사용하는 작업장에서 호흡이나 피부 접촉을 통해 직업적 노출이 발생한다. 공기 중에서 증기와 입자로 동시에 존재할 수 있다.

디아지논은 농작물(쌀, 과수, 옥수수, 담배, 감자)에 비침투 살충제로 널리 사용하는 물질이며 벼룩과 진드기를 제거하는 살충제로도 사용한다. 입자, 유화성 농축제, 침투제, 작은 알갱이, 미세한 캡슐, 압축 스프레이, 용해성 농축제 그리고 가용성 가루 등의 다양한 형태로 이용되고 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	304.36	물리적 상태	액체	증기압	1.4×10^{-4}mmHg(20℃)
끓는점	83~84℃(화학용) (120℃이상에서 분해)	R-phrase	22,50/53	Log Kow	3.81
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디아지논 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 2-이소프로필-4-하드록시-6메틸피리미딘(2-isoropyl-4-hydroxy-6-methyl-pyrimidine)과 o,o-디에틸 포스포로클로리도티오에이트(o,o-diethyl phosphorochloridothioate)의 반응에 의해 생성된다.

제품의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 디아지논은 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디아지논 제조(포장)

① 시나리오 : 2-이소프로필-4-하드록시-6메틸피리미딘(2-isoropyl-4-hydroxy-6-methyl-pyrimidine)과 o,o-디에틸 포스포로클로리도티오에이트(o,o-diethyl phosphorochloridothioate)의 반응에 의해 생성된다.

포장공정인 경우에는 포장용기에 농약을 담는 충전작업을 자동화한 공정이냐 반자동화한 공정이냐에 따라 노출 정도는 매우 다르게 나타날 수 있다.

자동화 공정인 경우에는 모든 포장공정에서 작업자가 디아지논에 노출될 가능성은 높지 않다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서 관리접근 2가 선택되었으나, 위 시나리오 상황에서는 관리접근 1을 선택하는 것이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 디아지논 원재료에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 근로자는 농약에 노출될 가능성이 많다.

원재료 투입 → 혼합탱크 → 저장탱크 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포(농약 살포)

① 시나리오 : 농약 살포 전 농약을 희석배율에 따라 희석하는 작업은 희석통이 밀폐된 통이 아니어서 대기 중 휘발되어 노출이 발생할 수 있다.

농약 살포자는 농약의 살포작업 중 농약을 직접 뿌리는 사람으로 디아지논 농약에 가장 노출이 많이 된다. 농약 살포시 아래를 향하여 살포해야 농약의 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하여 농약이 바람에 비산하여 노출이 커지게 되었다.

농약 살포 보조자는 농약을 뿌리는 사람을 보조해 주는 작업으로 농약 호스를 들고 따라다니게 되는데, 농약을 뿌리는 사람 다음으로 농약의 노출이 큰 작업이다.

원재료 투입 → 농약 희석 → 농약 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 600 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방역 업체(희석)

① 시나리오 : 방역작업은 좁은 공간에서의 방역은 유제살충제만 사용하여 살포하고 넓은 지역에서의 방역은 유제살충제와 함께 입제살충제를 사용한다. 방역과정은 살포지역으로 이동 후 유제 살충제를 물과 혼합하여 살포하고 해충이 이동할 수 있는 경로에 입제 살충제를 2mm~5mm 두께로 살포한다. 대체로 공간이 밀폐되어 있는 경우가 많아 환기가 제대로 이루어 지지 않는다.

농약을 물과 혼합하여 희석하는 과정에서 디아지논에 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 희석 → 분무기 이용한 유제 살충제 살포/분제 살충제 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 100 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(008) 디에탄올아민 Diethanolamine 111-42-2

1. 개요

1) 제조

에틸렌 옥사이드와 과량의 암모니아와 반응 후, 3가지의 에탄올아민(모노, 디, 그리고 트리)을 분별한다.

에탄올아민은 에폭시에탄과 암모니아가 반응하여 얻은 중요한 정세화공제품으로 모노에탄올아민, 디에탄올아민(DEA) 및 트리에탄올아민이 포함되고 아미노알코올 중 가장 실용가치가 있는 제품이며 그 생산량은 아미노알코올 총 생산량의 90%~95%를 차지한다.

2) 용도

- 직물 산업의 윤활제의 생산
- 고무 화학물질의 중간제
- 의약품 생산
- 샴푸, 화장품제조
- 유화제 및 확산제 제조, 알칼리화 물질, 산성가스 흡착제, 수지류 및 가소제 제조
- 페인트 청소제 및 세척제
- 절삭유
- 완충제, 안정(화)제, 용해보조제

에탄올아민은 주로 표면활성제를 생산하는데 사용된다. 뿐만 아니라 의약, 농약, 고무, 합성수지, 기체정화, 방직, 금속가공, 유기합성 등 각 업종에 모두 널리 응용된다.

특히 모노, 디에탄올아민의 지방산 아미드나 지방산 비누는 일반 청정제로, 트리에탄올아민의 지방산 비누는 섬유처리제로 사용되고 있다. 또한 에탄올아민은 흡수성이 있고 물, 알콜류 등에 잘 녹으며, 산과 반응하여 에스테르 아미드 및 염을 생성하는 특성 때문에 각종세제, 섬유처리제, 윤활유, 시멘트 첨가제 등의 용도에 사용되고 있다.

에탄올아민 관련 신계면활성제가 개발되고 지속적인 경제 발전과 신수요 창출에 따라 국내수요도 계속적으로 증가추세에 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

작업자는 디에탄올아민에 노출이 기계 건조나 야금(절단, 분쇄, 압출 성형, 압력 주조 등)의 다양한 과정에서 윤활유 사용 과정에서 호흡기를 통한 흡입이나 피부 접촉을 통해 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	105.14	물리적 상태	고체, 액체	증기압	0.001kPa이하(0.01mmHg)(20℃)
끓는점	268.8℃	R-phrase	22,38,41,48/22	Log Kow	-1.43
노출기준(노동부)	TWA 0.46 ppm / 2 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디에탄올아민 제조(탱크로리 적재)

① 시나리오 : 암모니아의 수소원자를 히드록시에틸 라디칼로 치환하여 3가지 에탄올아민·디에탄올아민·트리에탄올아민이 생성된다.

반응은 중앙조정실에서 자동으로 공정이 운영된다. 그 후 반응에서 남은 암모니아와 물을 회수한다. 회수된 암모니아와 물은 암모니아탱크로 다시 저장된다. 혼합된 생성물을 비점에 따라 차례대로 컬럼을 통과하면서 분리되어 저장탱크로 이송된다. 저장탱크(600톤)에 저장 후 200㎏용 드럼에 포장하여 화학물질 보관창고에 일정기간 보관 후 납품하거나, 곧바로 탱크로리(18톤)에 적재하여 납품된다. 탱크로리에 의한 적재납품이 대부분이다. 탱크로리적재 작업은 실외에서 이루어지고 하부적재 방법을 활용하고 또한 DEOA의 증발이 거의 일어나지 않으므로 DEOA에 대한 근로자노출은 높지 않다.

원료 투입 → 반응 → 에탄올아민 형성 → 저장탱크 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.13 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 샴푸 제조(혼합)

① 시나리오 : 디에탄올아민은 샴푸와 로션·크림류 등의 표면활성제 또는 습윤제 등의 용도로 사용되고 있다. 비누나 헤어스프레이, 햇볕타기 방지제 등에 함유되어 침윤제(wetting agent)와 농축제(thickening agent)로 사용되는 경우가 많다. 특히 샴푸의 경우 디에탄올아민이 제품에 함유되는 전체 화학물질의 25%에 달하는 경우도 있다.

디에탄올아민이 함유되어있는 원재료를 혼합하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 혼합 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.43 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: LPG 가스 생산(투입)

① 시나리오 : 천연가스에서 LPG를 분리하는 전통적인 공정은 가스를 경유와 비슷한 흡수유와 접촉시켜 LPG를 흡수하는 것이다.

먼저 유정(Oil well)에서 나온 원유와 가스의 혼합물은 분리기에서 원유와 습성 가스의 둘로 분리된다. 가스가 많은 황화수소를 천연휘발유(나프타) 및 LPG와 함께 함유하는 경우 다음 단계는 보통 모노에탄올아민이나 디에탄올아민으로 이들 불순물을 용해시켜 제거하는 것이다.

이산화탄소용 흡수제로는 모노에탄올아민이나 디에탄올아민과 같은 아민 계열의 흡수제가 많이 사용된다.

흡수제로서 디에탄올아민을 투입하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

원유/가스 혼합물 → 분리기 → 흡수탑 → 중류탑 A → 증류탑 B → LPG

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	45 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.22 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도료 제조(습윤제 첨가)

① 시나리오 : 습윤제[1]는 고-액 두 상이 접하는 경우, 표면장력을 변화시켜 두 상의 젖음(습윤)의 특성을 크게 개선하기 위해 쓰이는 물질이다.

한 예를 들면, 도료·잉크공업에서의 안료분산용으로는 수계인 경우 알킬나프탈렌술폰산나트륨·알킬벤젠술폰산나트륨·알킬알릴에테르·디에탄올아민 등이, 또 유계로는 알킬나프탈렌술폰산나트륨·알킬황산염·금속비누·지방족아민·알킬알릴에테르 등이 사용된다. 또한 액체를 섬유나 종이 등에 침투시키기 위하여 사용하는 보제를 침투제라고도 하는데 실용적으로는 습윤제와 같은 것이다.

원재료 투입 → 혼합/반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.65 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 습윤제의 응용분야로서는 섬유공업에서의 표백, 염색공정, 머서화공정에서의 균일성 향상, 종이·펄프공업에는 종이의 사이징과 흡수성 향상 등에 사용되고, 농약(분제·유제)의 전착제, 도료·잉크공업에서의 안료분산제로도 쓰인다. 그 밖에 건재의 혼화, 부유선광 등 그 용도에 따라서 여러 가지 습윤제가 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 섬유 염색(퇴색 방지제 처리)

① 시나리오 : 일부 분산염료 중에서는 연소기체 속에 함유되어 있을 수 있는 산화질소기체에 의해 퇴색되기 쉬운 것들이 존재하기 때문에, 염색된 섬유를 디에탄올아민 등으로 처리하여 퇴색을 방지할 수 있다. 디에탄올아민 처리 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 디에탄올아민 처리 → 건조 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.13 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 세정제 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 일반 가정에서 사용되는 무색, 무취의 다용도 세정제 조성물로 사용된다. 일반적으로 액체 세제류의 기본 성분의 중량비율을 보면, 세정성분 5~20%, 상안정제 0.1~2%, 가용화제 0.5~%, 기타 보조제와 물을 함유하고, 강력한 세정효과를 지닌 연마제 함유 세제는 세정성분 2~15% 연마성분 20~60%, 기타 보조제 및 물을 함유하고 있다.

찌든 오염의 개체화와 유화, 이탈과정을 돕기 위해서는 액성을 알칼리성으로 하며, 이때 사용된 pH 조절제는 모노에탄올아민, 디에탄올아민, 트리에탄올아민이 바람직하며, 그 사용량은 0.1~5%일 때 적절한 알칼리성을 유지할 수 있다.

시료채취과정에서 pH 조절제로서 사용된 디에탄올아민은 근로자에게 노출될 수 있다.

원재료 → 배합/반응 → 정제 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.22 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 툴킷에서 관리 접근 2에 해당하지만 해당 노출 시나리오는 관리 접근 3이 적절하리라 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 이온교환수지 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 공업적으로 생산되고 있는 각종 이온교환수지에 있어서 관능기 도입 반응은 3차원 망상구조를 하고 있는 고분자 모체에 각종의 화학반응을 적용해서 희망하는 관능기를 도입하는 것으로 다음과 같은 몇 가지의 대표적인 반응이 있다.

아민화 반응은 클로로메틸화 된 공중합체를 아민으로 처리한 반응으로 아민의 종류에 따라 각종의 관능기를 가진 음이온교환수지가 제조된다. 예를 들면 제 4급 아민 처리는 강염기성 음이온교환수지의 제조법으로서 알려져 있다. 또한 제 1급 및 제 2급 아민의 경우 반응과정 중에 클로로메틸기가 반응하여 생성한 아민기가 계속해서 인접 위치의 클로로메틸기와 반응하여 제2차 가교를 형성하는 것도 가능하다.

아민화 반응에서 현장 점검 시 디에탄올아민의 누출로 인한 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.22 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 석유 정제(흡착제 투입)

① 시나리오 : DEOA는 원유를 정제할 때 원유에 포함된 황화수소를 제거하기 위한 흡착제로 사용한다. 석유정제업종에서 DEOA의 사용은 모두 자동주입 및 이동 등으로 밀폐된 파이프라인과 탱크를 통해서 이루어진다. 또한 공정운영도 중앙조정실에서 담당하므로 일상적인 노출은 거의 없다.

황하수소의 제거는 다음과 같은 과정을 통해 이루어진다. 우선 부산물 가스 중에 포함된 황화수소는 흡수탑에서 DEOA와 접촉하여 흡착된다. 황화수소를 흡착한 DEOA는 재생탑에서 고농도의 황화수소와 깨끗한 DEOA(lean amine이라고 함)으로 분리된다. 그 후 고농도의 황화수소는 황 회수 공정에서 유황으로 회수된다.

탱크로리를 DEOA 저장탱크에 수동으로 체결한 후 자동으로 적재되므로 근로자 노출의 가능성은 높지 않다.

DEOA저장탱크 → 흡수탑 → 재생탑

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.22 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 수용성 금속 가공유 제조(드럼 포장)

① 시나리오 : 기유(base oil), 물, 각종 첨가제(산화방지제, 방청제, 극압첨가제 등)를 혼합하여 수용성 금속가공유를 제조한다. DEOA는 수용성 금속가공유에서 pH를 조절하고 부식을 방지하기 위해서 첨가하는 제재이다.

혼합탱크에서 각종 물과 첨가제들이 물리적으로 교반기에 의해 혼합된다. DEOA는 주문정도에 따라 혼합공정이 운영된다. 주문량이 일정하지 않기 때문에 근로자가 직접 취급하여 일정량을 첨가할 수밖에 없다.

여러 제재로 혼합된 수용성 금속가공유가 200kg 드럼에 인위적으로 적재된다.

드럼 포장 과정에서 디에탄올아민에 근로자의 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 혼합 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: PPG수지 제조(가교제 첨가)

① 시나리오 : PPG 수지를 제조할 때 DEOA는 신축성 및 복원력을 부여하기 위한 가교제로 첨가한다. 글리세린에 프로필렌 옥사이드와 에틸렌 옥사이드를 부가하여 PPG를 형성한다. 여기에 중합반응을 촉진하기 위해 각종 첨가제 등을 첨가한다. 수요자의 요구에 따라 PPG에 각종 첨가제를 추가로 첨가하여 혼합한 다음 최종 납품한다. 신축성과 복원력을 필요로 하는 제품(의자 시트, 접착제, 스펀지 등)을 요구할 경우, 최종 생산된 PPG에 DEOA를 일정량 첨가해서 납품한다.

PPG에 일정량(드럼:200kg당 약 200L)을 근로자가 직접 첨가한다. 첨가할 때는 PPG저장 탱크와 DEOA드럼을 진공펌프로 연결하여 혼합(blending)한다. 첨가작업은 야외에서 직접 수행하며 필요한 경우 간헐적으로 이루어지며 보통 10여분 작업으로 종료된다. 작업조건이 상온이므로 DEOA의 공기 중 증발 가능성은 낮다.

PPG 제조 → 정제 및 탈수 → PPG에 DEOA 첨가 →포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.22 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 주사제 제조(계량)

① 시나리오 : 주사제 의약품(MVH: 제품이름)의 보조원료로 첨가된다. 즉, DEOA가 다른 화학물질과 혼합되어 의약품이 제조된다. 대부분이 무균실에서 진행된다.

의약품이므로 인체에 무해한 양으로 부원료도 들어간다.

DEOA를 취급하지만 건강에 장해를 줄 정도의 취급은 없다. 모두 의약품제조에 들어가는 정도의 양을 취급하므로 노출되더라도 건강상의 장해를 초래하지 않는다.

원료 및 부원료(DEOA) 무게 잼 → 용기 세척 및 멸균 → DEOA조제 및 충전 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.43 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(009) 2-디에틸아미노에탄올 2-Diethylamino ethanol 100-37-8

1. 개요

1) 제조

에틸렌 클로로하이드린과 디에틸아민의 반응 또는 에틸렌옥사이드와 디에틸아민의 반응에 의해 생성된다.

2) 용도

- 유화제, 섬유연화제, 세제, 용해제
- 화장품
- 약품
- 직물마무리 약제의 중간제품, 종이와 가죽 산업의 준비 화학물질
- 수지류의 경화제
- 휘발유와 가스 공정 화학의 중간 화학물질
- 곡물 보호제
- 응교제(Flocculants)

3) 노출 및 결정인자[1)]

DEAE는 수지의 경화제로 사용되고, 비누, 화장품, 절삭유의 유화제로, 직물의 연화제로 사용된다. 또한 천연가스에서 황화수소와 이산화탄소를 추출하기 위해 사용되는 공정에서 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	117.19	물리적 상태	액체	증기압	21mmHg, 27.9hPa(20℃)
끓는점	163℃	R-phrase	10,20/21/22,34	Log Kow	low Pow=21~23
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 9.6 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-디에틸아미노에탄올 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 에틸렌 클로로하이드린과 디에틸아민의 반응 또는 에틸렌옥사이드와 디에틸아민의 반응에 의해 생성된다.

품질관리를 위한 시료 채취 시 디에틸아미노에탄올에 근로자에게 노출될 수 있다.

원재료 → 반응 → 포장 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-디에틸아미노에탄올 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸렌 클로로하이드린과 디에틸아민의 반응 또는 에틸렌옥사이드와 디에틸아민의 반응에 의해 생성된다.

제조가 완료된 후 반응기에서 작은 용기로 포장하는 과정에서 디에틸아미노에탄올에 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 반응 → 포장 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 3이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 천연가스 생산(첨가)

① 시나리오 : 아민을 이용하여 산 가스(황화수소, 이산화황, 이산화탄소)를 처리하는 가스 스위트닝(gas sweetening) 공정은 전형적으로 두 개의 컬럼 조작으로 수행된다.

첫 번째 컬럼은 아민에 산 가스를 흡수하는데 사용한다. 아민은 이 컬럼의 상부로, 산 가스를 포함한 천연가스는 컬럼 하부로 도입시켜 산 가스가 처리된 천연가스를 얻는다. 두 번째 컬럼에서는 산 가스가 흡수된 아민을 재생한다.

재생 공정에서 아민이 일부 변질되거나 사라질 수 있다. 적절한 산 가스를 제거하기 위해서는 최적의 아민 농도를 유지하여야 한다. 대부분 산 가스 회수 시스템에서는 모노에탄올아민, 디에탄올아민, 또는 메틸디에탄올아민 등이 사용되고 있다.

2-디에틸아미노에탄올의 첨가 공정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원유/가스 혼합물 → 분리기 → 흡수탑 → 중류탑 A → 증류탑 B → LPG

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 화장품 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 화장품 제조에 디에틸아미노에탄올은 유화제로 사용되고, 기본적으로 분산 공정, 유화 공정, 가용화 공정, 혼합 공정, 분쇄 공정으로 반제품이 제조되고 성형 및 포장 공정을 통해 완제품이 생산된다.

대부분 6가지 공정을 통해 화장품이 제조되지만 제조하는 제품의 특성이나 적용하는 제조 설비에 따라 공정이 생략되기도 한다.

디에틸아미노에탄올은 유화제로서 사용되고, 현장 관리를 위한 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 분산 공정 → 유화 공정 → 가용화 공정 → 혼합 공정 → 분쇄 공정 → 성형 및 포장 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 회로 제작(외층 에칭 공정)

① 시나리오 : 2-디에틸아미노에탄올을 박리제의 첨가제로서 사용하고, 전체 공정 중에 노출이 발생할 수 있는 공정은 외층 에칭공정이다.

외층 에칭공정은 P/T도금이 완료된 판넨을 세정 후 질산을 사용하여 원하는 외층 회로만을 남기고 불필요한 동박을 부식시키는 공정이다. 가성소다에 첨가물로 DEAE를 투입한다.

외층 에칭 공정에서 디에틸아미노에탄올은 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

외층현상 → P/T도금 → 외층에칭 → 인쇄전처리 → 인쇄 → 표면처리 → 분자인쇄 → 외형가공 → 최종검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 계면활성제 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 화합물 제조 공정 중 노출이 발생할 수 있는 공정은 교반기에 원료를 투입하는 작업, 중간 검사, 완성된 제품을 포장하는 작업이다.

저울을 사용하여 원료나 첨가물을 정량한다. 분체나 액체의 원료나 첨가물은 정량과정 중에 노출될 가능성이 많다. 반응기에 투입시에 사용량이 많으므로 노출량도 많을 가능성이 있다.

반응조의 투입구는 반응이 진행되고 있지 않을 때에는 개봉되어 있다. 반응조에 잔류물이 남아있을 경우 노출 가능성이 있다.

검사 작업은 간헐적이지만 직접적으로 반응물과 접촉하므로 노출이 가능하다.

원료입고 → 투입 → 혼합 → 혼합 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(010) 디에틸아민 Diethylamine 109-89-7

1. 개요

1) 제조

암모니아와 에틸알코올을 고온, 고압에서 촉매 반응 하에서 생성된다. 또한 에틸요오드와 암모니아로부터 모노-, 디-와 트리-에틸아민은 생성되고, 분리를 통하여 디에틸아민을 얻게 된다. 에탄올과 암모니아로부터 제조된 모노-, 디-와 트리-에틸아민은 보통 용액으로 제공된다.

암모니아, 알콜, 수소 또는 암모니아, 알데히드(또는 케톤), 수소는 촉매를 연속적으로 통과하면서 가스-고체 혼합 반응을 통해 생성되기도 한다.

2) 용도

- 금속 산업의 부식억제제
- 고무 및 석유화학공업
- 수지류, 색소, 의약품 제조
- 중합억제제

디에틸아민은 석유산업, 염료, 제약, 화학제품에 주로 쓰인다.

또한 철과 강철과 금속산업의 부식 반응 억제제로서 사용되고, 기름이나 지방 등 왁스물질로부터 지저분한 물질 제거를 위해 선택적인 용매로 사용되고, 디에틸디티오카바메이트와 고무촉진제의 제조를 위해서도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

디에틸아민의 제조 또는 수송과정에서 발생하며, 직물공정의 마무리 공정에서 사용되는 계면활성제, 송진, 유화제, 고무 과정 화학제품, 농약, 석유화학제품, 약품 등을 합성하는 화학적 매개체로 사용될 때, 철, 강철, 금속 산업에서 부식 억제제로 사용되거나, 유기용제로 사용될 때, 동물 피부 탈모제나 전기 용해판 속에서 사용될 때, 중합체 산업에서 중합반응 억제제나 촉매제로 사용될 때, 그리고 염색 산업에서 매개체로 사용될 때 주로 발생하는 것으로 되어 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	73.14	물리적 상태	액체	증기압	195mmHg(20℃)
끓는점	55.5℃	R-phrase	11,20/21/22,35	Log Kow	0.58
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 15 mg/m^3			STEL 15 ppm / 45 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 디에틸아민의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 암모니아와 에틸알코올을 고온, 고압에서 촉매 반응 하에서 모노-, 디-와 트리-에틸아민은 생성되고, 이것들의 분리에 의해 디에틸아민이 제조된다. 제조 후 분별 증류에 의하여 디에틸아민을 얻게 된다.

품질 관리를 위하여 디에틸아민의 시료 채취과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원재료 → 반응 → 증류 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디에틸아민의 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 암모니아와 에틸알코올을 고온, 고압에서 촉매 반응 하에서 모노-, 디-와 트리-에틸아민은 생성되고, 이것들의 분리에 의해 디에틸아민이 제조된다. 제조 후 분별 증류에 의하여 디에틸아민을 얻게 된다.

반응 후 디에틸아민을 포장/출고 과정에서 디에틸아민에 근로자는 노출될 수 있다.

원재료 → 반응 → 증류 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 변성 폴리 아크릴 아마이드 제조(첨가)

① 시나리오 : 변성 폴리 아크릴 아마이드제조에 디에틸아민이 사용된다.
디에틸아민은 중간 첨가제로서 첨가 되면서 근로자에게 노출될 수 있다.
원료투입 → 중합 → 이송 → Mannich 반응 → 아민투입 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: UV 경화용수지 제조(시료 채취)

① 시나리오 : UV 경화용 수지에 디에틸아민이 사용된다.

디에틸아민은 중간 첨가제로 사용되고, 포장/출하 전 시료 채취 과정에서 노출될 수 있다.

원료투입 → 스크러버 → 아민투입 → 반응기 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 에폭시 제조(경화제 투입)

① 시나리오 : 에폭시 수지 제조에 경화제로 디에틸아민이 사용된다.
반응기에 디에틸아민을 투입 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
사입 → 아민투입 → 반응 → 감압 → 희석 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 윤활유(계량)

① 시나리오 : 윤활유 제조에 디에틸아민이 사용된다.

디에틸아민을 계량하고 반응기에 투입할 때 근로자에게 공정이 적절하게 밀폐되지 않으면 노출이 발생 할 수 있다.

계량 → 아민투입 → 배합 → 숙성 → 검사 → 포장 → 저장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	24 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(011) 디옥산 Dioxane(Diethyl dioxide) 123-91-1

1. 개요

1) 제조

디에틸글리콜의 탈수화와 고리 폐쇄(ring closure)에 의해 상업적으로 제조된다. 또한 2-클로로-2'-하이드록시디에틸 에테르의 탈수소할로겐화, 에틸렌글리콜과 1,2-브로모에탄의 반응, 그리고 높은 온도에서 산성 양이온 교환수지 하에서 에틸렌옥사이드의 이합체화에 의해도 생성될 수 있다.

2) 용도

- 유기물질 및 일부 무기물질의 용제
- 염소화 용제의 안정제
- 직물 공정, 염료 용액, 인쇄 조성
- 청결제 또는 세정제
- 접착제, 화장품, 방취제, 훈증약, 감광유제, 광택제

국내 디옥산취급용도는 기록용 매체와 관련 제품, 화학약품 제조, 도료 및 관련제품, 광학용품 제조, 의약품 제조, 실험용 시약 등으로 사용되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

셀룰로즈 에스터 또는 에테르를 녹이는 과정과 염화 유기용제의 안정제, 유기 용제 뿐만 아니라 일부 무기물질의 용제로서 제조 사용공정에서 노출된다.

국내에서는 화학약품, 합성수지, 계면활성제, 렌즈, 도료의 생산 공정에서 발생 할 수 있다. 오스트레일리아에서 1,4-디옥산의 산업적인 노출은 실험실에서의 사용과 렌즈 제조업, 필름현상, 첨가제 화학물질 생산되는 과정에 발생 될 수 있다고 하고 EU에서는 산업적 노출이 실험실에서의 사용, 마그네틱 타입의 생산, 기계의 생산, 다른 물질의 생산의 용매로의 사용, 페인트, 래커, 니스의 세척작업 시 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	88.10	물리적 상태	액체	증기압	3.9kPa(29mmHg; 3.8% v/v)(20℃)
끓는점	101.1℃	R-phrase	11,19,36/37,40	Log Kow	-0.27
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 72 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 디옥산 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 빛깔이 없고 방향이 있는 휘발성 액체의 고리모양 에테르이다. 물·유기용매에 모두 잘 녹는 우수한 용제로 공업용과 도료용으로 많이 사용된다.

에틸렌글리콜을 소량의 진한 황산과 가열하거나, 산화에틸렌(에틸렌옥사이드)을 산성촉매 위로 통과시키면 얻을 수 있다.

품질 관리를 위한 분석을 위해 반응 후 시료를 채취하는 과정에서 근로자에게 디옥산에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디옥산 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 빛깔이 없고 방향이 있는 휘발성 액체의 고리모양 에테르이다. 물·유기용매에 모두 잘 녹는 우수한 용제로 공업용과 도료용으로 많이 사용된다.

에틸렌글리콜을 소량의 진한 황산과 가열하거나, 산화에틸렌(에틸렌옥사이드)을 산성촉매 위로 통과시키면 얻을 수 있다.

반응이 완료된 디옥산을 포장/출하하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 셀룰로오스 제조(용제로 투입)

① 시나리오 : 물·유기용매에 모두 잘 녹는 우수한 용제이며, 공업적으로 아세틸셀룰로오스나 에틸셀룰로오스의 용제, 또 도료용용제 등으로 널리 사용된다. 화학적으로는 에테르에 가까운 성질을 지니며, 가수분해하면 디에틸렌글리콜이 된다.

디옥산을 반응기에 투입할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 감광제 제조[1](원심분리 후 슬러지 제거)

① 시나리오 : 감광제를 만드는 공정에서 1,4-디옥산을 원료투입 시에 사용하며, 노출 위험이 있는 공정은 크게 3가지 공정으로 원료투입, 원심분리, 포장공정이다.

원료투입 시에는 컨트롤 룸에서 배관을 통해 자동으로 투입하기 때문에 노출의 위험성은 크지 않다. 원심분리공정에서는 1,4-디옥산을 재사용하기 위해서 분리하는 공정으로 반응이 끝난 물질에서 분리해내는 것이다. 이 때 슬러지가 발생하게 되는데, 1,4-디옥산이 100% 재사용이 되는 것이 아니기 때문에 원심분리공정에서 슬러지 제거 시에 작업자에게 노출될 가능성이 있다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 원심분리 → 건조 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1,4-디옥산은 물질을 용해시키는 용해제 역할을 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 반도체 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 반도체 제조 공정 중 감광액(photo resist, PR) 도포는 빛에 민감한 물질인 PR을 웨이퍼 표면에 고르게 도포시킨다. 이 단계에서 사용되는 감광제가 디옥산을 사용하여 PAC공정을 통해 만들어진 것이고, 감광액 도포의 공정에 사용되고, 노출이 발생할 수 있다.

현장 관리 중 근로자에게 누출로 인한 디옥산에 노출이 발생 할 수 있다.

단결정성장 → 규소봉 절단 → 웨이퍼 표면연마 → 회로설계 → MASK제작 → 산화공정 → 감광액도포 → 노광 → 현상 → 식각 → 화학기상종착 → 금속배선 → 웨이퍼 → 자동선별 → 칩접착 → 금속연결 → 성형→ 최종검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1)] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 원료 소분 판매업(포장)

① 시나리오 : 자체로 합성해서 생산하는 화학약품은 없으며, 톤 단위로 원료를 외국에서 수입하여 단순히 작은 병 또는 작은 말통 등에 나누어 담아서 판매하거나, 순도가 낮은 원료를 수입해서 증류탑에서 증류해서 고순도로 높이고 다시 병 또는 작은 말통 등에 나누어 담아서 판매한다. 소분 공정은 자동 혹은 반자동으로 이루어지고, 근로자에게 디옥산의 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 포장(반자동, 수동) → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 도료[1] 생산(시료 분석)

① 시나리오 : 원료운반 단계 시에 입고 전 이물질 제거, 정리 정돈, 품명 수량 확인 및 지게차, 엘리베이터, 자동창고에 의한 방법 등으로 원료를 운반하게 된다. 배합단계 시에는 저장탱크에서 반응기로 원료를 이송하게 되며 이 때 원료는 자동투입하게 된다. 드럼 및 지대 원료 반응기에 투입 시에는 수동 계량 투입하게 되는데, 이 때 유해물질에 노출될 가능성이 있으며 검사단계의 공정검사를 하게 되며, 이 때 공정 진행상태 측정 및 진행을 작업 표준에 따라서 실시한다. 냉각, 희석 단계에서는 자동화 시스템에 의한 온도조절이 희석제 배합은 저장 탱크로부터 희석탱크로 이송된다. 가장 1,4-디옥산에 노출될 위험 있는 공정은 원료운반 단계부터 배합, 승온, 반응이다. 또한 시료의 실험실 분석에서도 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 배합 → 출고 → 승온/반응 → 검사 → 냉각/희석 → 이송 → 여과/포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 각종 용도의 도료 및 유사 피막형성용 조제품, 칠기에 사용하는 옻칠 및 카슈, 도료 또는 도장관련 제품을 제조하거나 페인트 및 에나멜 제조용 비수매질 분산안료, 스탬핑포일 등을 제조한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 광학기기[1] 제조(코팅/하드코팅)

① 시나리오 : 1,4-디옥산의 노출될 수 있는 공정은 코팅/하드코팅(특히 하드코팅) 공정이다. 하드코팅을 하게 되는 수지 안에 1,4-디옥산이 30%정도 들어있다. 기계가 하드코팅 작업을 하는 과정에서 1,4-디옥산이 증발하게 되며, 이 때 하드코팅 룸 안에 작업하는 작업자에게 노출되게 된다. 하드코팅 룸은 외부에서 공기가 들어오지 않게 하는 시스템을 갖추고 있는데, 이유는 렌즈에 이 물질이 들어가지 않게 하기 위해서 이런 시스템을 갖추게 된 것이며, 하드코팅 룸 안에 공기 질 관리는 하드코팅 룸 자체에서 공기를 정화하는 시스템으로 하게 된다. 하지만, 여기서 분진은 정화된다고 하더라도 1,4-디옥산을 흡착하지는 못하는 시스템이므로 노출이 발생할 수 있다.

하드코팅 룸 안에서 작업하는 시간은 한번 작업 시 1시간정도이며, 작업자가 교대로 하드코팅 룸 안에서 작업을 하게 된다.

준비 → 연마/세척 → 코팅/하드코팅 → 산세척 → 재코팅 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 12.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 안경, 사진기 및 기타 광학기기 제조업. 하드코팅 작업을 하는 이유는 플라스틱 렌즈의 경화도가 떨어지기 때문에 경도를 유리처럼 강하게 하기 위해서 이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 항생제 원료(TATT[1]) 생산(용해)

① 시나리오 : 의약품 항생제 원료인 TATT를 생산하기 위하여 1,4-디옥산을 사용하며, TATT를 제조하기 전 단계인 CTAT를 먼저 합성하여야 한다. 합성단계에서는 ATTBA[2], 트리페닐메틸클로라이드, 디메틸포름아미드, 프리딘 등을 물질을 투입한다.

CTAT 제조공정을 통해 얻은 CTAT을 TATT를 제조하기 위해 용해시켜야 되는데 그 때 1,4-디옥산을 용해제로 사용하여 CTAT를 용해를 시킨다. 이 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

합성 → 결정화 → 여과 → 세척 → 추출 → CTAT합성제 → 용해 → 결정화 → 여과/세척 → TATT → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) (Z)-2-(2-t-Butoxycarbonylprop-2-oxyimino)-2-(2-triphenylmethylaminothiazol-4-yl)acetic acid
2) (Z)-(2-Aminothiazol-4-yl)-2-(tert-butoxycarbonyl)-isopropoxyiminoacetic acid
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 불순물 함유 시험(시약)

① 시나리오 : 1,4-디옥산을 사용은 실험실에서 사용하며, 부형제 원료 중 미 결정셀룰로오스 미국약전(USP) 규격으로 입고 될 경우 원료 중 불순물 함유 시험용으로 1,4-디옥산을 사용한다. 한번 사용할 때마다 약 5~20mL/회(3~4회)를 사용한다. 실험 시 후드 안에서 사용되고, 사용량, 사용횟수 등이 많지 않아 노출 발생 가능성은 높지 않다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(012) 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸 2,6-Di-tert-butyl-p-cresol 128-37-0

1. 개요

1) 제조

p-크레졸과 고순도의 이소부틸렌의 알킬화를 통해 제조된다[1].
미국은 1947년에 이러한 과정을 허가하였다.

2) 용도

- 자동차 및 항공기용 휘발유, 윤활유, 터빈용 기름, 절연유
- 왁스, 합성
- 천연고무, 페인트, 플라스틱 등의 안정제
- 식품첨가제

페놀 계열의 항산화제인 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸은 부탈화 하이드록시톨루엔(BHT)로 더 잘 알려져 있고, 1954년에 미국의 FDA로부터 식품 첨가제 및 방부제로의 사용을 허가 받았다. 이는 지방 함유 식품의 항산화제로 가장 흔히 사용되는 물질이기도 하다. 단독으로 사용되기도 하고 부틸레이티드 하이드록시아니솔이나 프로필 갤레이트와 혼합해서 쓰이기도 한다.

쌀, 마가린, 건조한 감자 식품, 아침식사용 곡물류, 껌, 식품 포장제와 동물 사료 등 식품에 사용되나, 그 외에도 농약, 가솔린, 윤활제, 고무, 유성 립스틱의 안정제로 사용되고 있다. BHT는 자동차와 항공기 연료에도 광범위하게 사용된다. 윤활유, 터빈, 절연유, 왁스, 천연고무 및 합성 고무, 페인트, 플라스틱, 탄성 중합체. 이러한 물질들을 장기간 보관하는 경우 산화되는 것을 방지하는 목적으로 BHT를 사용한다. 고도로 정제해서 동물지방, 식물유, 지용성 비타민의 산화를 방지하게 위해서 사용된다. BHT는 또한 왁스종이(waxed papers), 종이보드(paper board), 폴리에틸렌과 같은 식품 포장 재료로도 사용된다. 동물성 식품의 기름, 지방의 악취 발생을 지연시키고 필수 영양분을 보존하고 색소를 유지하는데도 중요하다.

3) 노출 및 결정인자[2]

BHT는 차량과 비행기의 연료에 널리 사용된다. 윤활유, 터빈, 절연유, 왁스 합성 또는 천연 고무 산업, 페인트, 플라스틱, 탄성체(elastomer)를 제조하거나 취급하

1) Budavari, S. (ed.). The Merck Index-Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals. Rahway, NJ: Merck and Co., Inc., 1989., p. 238

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

는 산업장에서 BHT에 노출될 가능성이 있다. 대부분의 BHT를 생산하거나 취급하는 사업장에서는 장기간의 저장에 있어서 BHT가 산화되는 것을 예방하는 성질을 이용하기 위한 것이다. 고도로 정제된 BHT의 경우, 식품에서 동물성 지방, 식물성 기름, 지방용해성 비타민의 산화를 방지, 식품을 포장하는 기름종이, 종이보드, 폴리에틸렌을 만드는데도 사용된다.

이러한 다양한 산업에서 사용되는 BHT는 그 생산 및 취급과정에서 주로 분진 또는 에어로졸의 형태로 눈, 피부와 호흡기를 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	220.34	물리적 상태	고체	증기압	0.013hPa(20℃)
끓는점	265℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 콜타르나 석유로부터 얻어지는 메틸페놀은 약산성 액체이고, 구조가 다른 o-크레졸, m-크레졸, p-크레졸의 3가지가 있다. 이것들은 다양한 화학생성물을 만드는 원료로 사용된다[1].

p-크레졸과 고순도의 이소부틸렌의 알킬화를 통해 제조된다. 품질 관리를 위한 시료 채취 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) o-크레졸은 제초제인 4,6-디니트로-o-크레졸(DNOC)과 2-메틸-4-클로로페녹시아세트산(MCPA)의 출발물질로 사용된다. m-크레졸과 p-크레졸은 페놀-포름알데히드 수지를 만드는 데 사용되고, 가소제와 가솔린 첨가제인 인산트리크레실과 디-t-부틸크레졸(BHT라고 하는 산화방지제)로 전환된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 콜타르나 석유로부터 얻어지는 메틸페놀은 약산성 액체이고, 구조가 다른 o-크레졸, m-크레졸, p-크레졸의 3가지가 있다. 이것들은 다양한 화학생성물을 만드는 원료로 사용된다[1].

p-크레졸과 고순도의 이소부틸렌의 알킬화를 통해 제조된다. 포장/출하 과정에서 근로자는 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸에 노출될 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	800 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) o-크레졸은 제초제인 4,6-디니트로-o-크레졸(DNOC)과 2-메틸-4-클로로페녹시아세트산(MCPA)의 출발물질로 사용된다. m-크레졸과 p-크레졸은 페놀-포름알데히드 수지를 만드는 데 사용되고, 가소제와 가솔린 첨가제인 인산트리크레실과 디 - t - 부틸크레졸(BHT라고 하는 산화방지제)로 전환된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: MDI(Methylene diphenyl diisocyanate) 생산(투입)

① 시나리오 : MDI는 TDI와 PPG를 혼합하여 폴리우레탄을 만든다[1].

BHT가 사용되는 취급공정은 원료물질의 투입에서 니트로화, 수화(hydration) 등의 반응과정을 거친 후 최종공정에서 산화방지제로서 제품의 특성에 맞게 일정량을 투입하며, 투입 작업을 할 때 근로자에게 입자상으로 호흡기를 통한 BHT 노출이 일어날 수 있다.

원재료투입 → 반응 → BHT 투입 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	18 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 우리 일상생활에 광범위하게 사용되는 폴리우레탄은 자동차, 조선, 전자뿐 아니라 토목, 건축자재, 생활용품, 레저 그리고 스포츠용품 등 다양한 분야의 주요 소재로 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 합성고무[1] 생산(현장관리)

① 시나리오 : 합성고무 생산 시 산화방지제로 사용되는 BHT는 주원료들과 함께 반응기에 투입될 때, 노출이 발생할 수 있다.

투입구 위치에 국소배기장치가 설치되어 있어 각종 약품 투입 시 작업자의 직접 노출을 제어하고 있다.

현장 관리를 위한 근로자에게 누출에 의한 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸에 노출될 수 있다.

원재료투입 → 중합 → 회수 → 혼합/응고 → 건조/포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	366 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 다양한 특성의 합성고무가 생산되며 이러한 제품은 우리생활 주변에서 쉽게 볼 수 있는 자동차 부품, 스포츠용품, 의료용품, 타이어, 신발류, 접착제 및 산업용 고무제품 등의 원료로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 합성수지[1] 생산(계량)

① 시나리오 : 산화방지제로 사용되는 BHT는 합성수지 생산 공정 중 약품준비실에서 사용된다. 약품준비실에서는 약품계량, 약품배합기 투입, 약품용기 저장의 공정 중에 노출될 수 있다.

계량 과정에서 근로자에게 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸에 노출이 발생 할 수 있다.

약품계량 → 약품배합 → 약품용기 저장 → 생산 공정 투입

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 314

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리프로필렌 또는 고밀도폴리에틸렌 등의 합성수지는 가정용기, 의료용품, 테이프문구, 자동차부품, 전자부품 등 우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 제품들을 생산하는데 원료로 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착테이프 생산(코팅)

① 시나리오 : 접착테이프를 생산하는 과정 중 원료물질과 함께 산화방지제로 일정량의 BHT를 첨가하고 있다. 사용되는 BHT는 첨가제로 넣기 때문에 사용량이 많지 않다.

BHT가 사용되는 취급공정은 배합공정이며, 배합이후 코팅과 건조 공정을 거쳐 테이프 형태의 제품이 생산된다. 일정 시간 간격으로 생고무, 석유수지제품, 기타 원료와 BHT 그리고 용매를 넣고 24시간 이상 배합을 한다. 배합기의 투입구 주변에 국소배기장치가 없으며, 각종 원료물질 등을 투입할 때 유해물질에 직접적으로 노출되고 있다.

접착테이프에 코팅하는 과정에서 근로자에게 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸에 노출이 발생 할 수 있다.

원재료 → 배합 → 코팅/건조 → 권취/절단 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1.2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 폴리올 생산(혼합)

① 시나리오 : 폴리우레탄의 산업소재인 폴리올(Polyol)을 생산한다. 폴리올(활성 화수소화합물)은 폴리이소시아네이트 화합물과 중합반응으로 우레탄[1]을 생산한다.

BHT가 사용되는 공정은 폴리올 생산 공정 혼합 공정의 반응기에 투입하는 공정에서 사용되며, 산화방지제를 계량하는 작업 중에도 노출의 가능성은 있다. BHT는 산화방지제용도로 소량 첨가된다.

반응기에서 혼합 공정을 통해 근로자에게 2,6-디-제3-부틸-p-크레졸에 노출될 수 있다.

원재료 계량 → 투입(반응기) → 혼합 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일상생활에 광범위하게 사용되는 자동차 부품 전자 부품뿐 아니라 토목, 건축자재, 생활용품, 레저 그리고 스포츠용품 등 다양한 분야의 주요 소재로 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(013) o-디클로로벤젠 o-Dichlorobenzene 95-50-1

1. 개요

1) 제조

o-디클로로벤젠(o-DCB)은 촉매 존재 하에서 벤젠 혹은 모노클로르벤젠의 염소화반응에 의해서 제조한다. 적절한 클로로아민으로부터 샌드메이어 공정에 의해서 그리고 o- 나 p-디클로로벤젠과 함께 클로로벤젠의 염소화반응에 의해 제조된다[1]. 이성질체의 분리는 분별냉각을 이용한다.

2) 용도

- 용제, 탈지제
- 훈증살충제(복숭아 과수)
- 3,4-디클로르아닐린 등 제조체 등 화학약품 합성의 중간산물
- 열 교환매체
- 쓰레기, 하수 등의 탈취제
- 내연기관 세척제

o-DCB는 유동성 액체로서 용매, 살충제, 다른 화학약품 특히 염료 중간체의 합성원료로 다양하게 사용되고 있으며 국내에 o-DCB의 제조 사업장은 없고, 전량 수입하여 사용하고 있다.

금속, 가죽, 모직, 종이, 벽돌, 실내 장식품의 청소 그리고 탈지, 드라이클리닝에 사용된다. 금속의 광택과 소화기, 훈증제와 살충제, 가금 집, 가축 방목장 및 토양에 사용된다. 표면 코팅의 적용 또는 유기 물질제거를 위한 용매, 왁스, 껌, 수지, 타르, 고무, 기름, 아스팔트와 비철금속의 산화물로, 납과 탄소 퇴적물을 제거하거나, 엔진 청소를 위한 세척제로, 녹 방지와 나무를 보존시켜주는 화합물에도 사용되어진다. 자석 코일 냉각액으로서 열전달 매체로 정비 장비 내에, 3,4-디클로로아닐린과 같은 유기물이나 제초제 합성의 중간산물, 직물 염색에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

금속, 가죽, 털, 종이, 드라이크리닝, 벽돌, 가구의 세척과 탈지, 표면 코팅, 훈증제를 사용하는 양계장 및 가축사육장, 열 전달체를 포함한 장비의 유지, 살충제, 제

1) Budavari, S. (ed.). The Merck Index-An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., 1996., p. 517

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

초제, 염료와 제약 및 탈취과정 등을 통해 노출된다.

직업적 노출은 생산과 사용 중 호흡이나 피부를 통해 노출될 수 있다. 일반 인구에서는 대기 중 호흡, 물과 음식의 섭취에 의해서 노출이 일어난다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	147.01	물리적 상태	액체	증기압	1.2mmHg, 1.6hPa(20℃)
끓는점	180.5℃(180~183℃)	R-phrase	22,36/37/38,50/53	Log Kow	3.43
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 150 mg/m^3		STEL 50 ppm / 300 mg/m^3		

2. 노출 시나리오

ES01: 디클로로벤젠 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 벤젠의 치환체의 하나로 두 개의 수소가 염소로 치환된 것이다. 두 개의 염소기의 위치에 따라 o-디클로로벤젠, m-디클로로벤젠, p-디클로로벤젠의 세 가지 이성질체가 있다. 이들 중 o-와 p-디클로로벤젠(녹는점 53℃, 끓는점 174℃)은 철을 촉매로 하여 벤젠을 염소화하면 혼합물로서 얻어지며, m-디클로로벤젠(녹는점 -24.4℃, 끓는점 172℃)은 고온에서 염소를 작용시키면 생긴다.

o-와 p-이성질체는 분별냉각 방법을 이용하여 분리할 수 있다. m-디클로로벤젠은 나머지 2개의 이성질체를 염화알루미늄 존재하에서 압력을 걸어주고 가열하면 얻을 수 있다.

품질관리를 위한 시료 채취 과정에서 o-디클로로벤젠에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 분별냉각 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디클로로벤젠 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 벤젠의 치환체의 하나로 두 개의 수소가 염소로 치환된 것이다. 두 개의 염소기의 위치에 따라 o-디클로로벤젠, m-디클로로벤젠, p-디클로로벤젠의 세 가지 이성질체가 있다. 이들 중 o-와 p-디클로로벤젠(녹는점 53℃, 끓는점 174℃)은 철을 촉매로 하여 벤젠을 염소화하면 혼합물로서 얻어지며, m-디클로로벤젠(녹는점 -24.4℃, 끓는점 172℃)은 고온에서 염소를 작용시키면 생긴다.

o-와 p-이성질체는 분별냉각 방법을 이용하여 분리할 수 있다. m-디클로로벤젠은 나머지 2개의 이성질체를 염화알루미늄 존재하에서 압력을 걸어주고 가열하면 얻을 수 있다.

반응이 완료된 후 포장/출하 과정에서 o-디클로로벤젠에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 분별냉각 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	650 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.072 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 소분 포장 판매(포장)

① 시나리오 : 원재료인 o-DCB의 200Kg의 용기를 수입하여, 반자동포장으로 1ℓ또는 0.5ℓ용의 병 용기에 소분하거나, 수동포장으로 18ℓ용의 말통이나 캔 용기에 소분 후 판매한다.

주문생산방식으로 제품의 수주에 따라 부분적 또는 불규칙적인 작업을 수행하는 특성이 있으며, 작은 용량으로 소분된 제품은 창고에 보관되고 모두 판매되면 다시 작업을 하는 특성이 있으며 o-DCB를 소분하는 1일 작업시간은 약 30분 정도이고 나머지 시간은 제품포장, 운송, 보관 등의 작업을 수행한다.

근로자가 호스를 이용하여 용기나 병에 주입하는 포장작업을 수행하고 있어 30분이내의 단시간이지만 높은 농도의 o-DCB증기가 호흡기를 통해 직접적인 노출이 될 수 있다.

원재료 → 포장(반자동 또는 수동) → 저장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.08 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 폐 유기용제 처리(세척)

① 시나리오 : 폴리에틸렌 소재 염료제조 공정의 반응 시 용해를 위해 사용한 용제 및 진주안료공정의 분산 용매로 사용한 폐 유기용제를 수거하여, 폐 유기용제가 들어있는 드럼통의 정제를 위해 보관탱크에 주입/저장한다. 열을 가열하여 순수 용제로 증류를 통해 정제 후 증류된 용제를 용기 통에 주입하여 포장한다.

근로자가 드럼포장 및 세척작업을 수동으로 행하고, o-DCB를 취급하는 작업이 있는 경우 작업시간은 1일 약 1시간정도이며 나머지 작업시간은 제품포장, 운송, 보관 등의 작업을 수행한다.

드럼포장 및 세척 작업 시 1시간이내의 단기간이지만 호흡기를 통해 다량의 증기에 노출될 수 있다.

폐 유기용제 수거 → 정제기 → 냉각기(응축) → 제품탱크 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.16 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 염료[1] 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 반응 시 반응조에 원료 투입 시 액체원료는 저장조의 배관을 통해 투입하거나 용기에 계량하여 작업자가 직접투입하고, 고체원료는 용기에 계량하여 작업자가 직접 투입한다. 반응시간을 제품에 따라 차이가 있으나 대체로 2~24시간 정도 소요되며 반응공정에서는 원료간의 용해를 위해 o-DCB을 주입한다.

반응기 내부는 밀폐되어있고, o-DCB 등의 용액은 외부 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고 있으며 근로자는 수시로 반응기의 계기판이나 밸브상태 등 반응조건을 확인하는 작업을 수행 중 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 용해 → 결합 → 건조 → 여과 → 건조 → 분쇄 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) o-DCB를 원료의 용해 목적으로 사용하는 제품은 폴리에틸렌 소재이고, 소수성 섬유 특히 폴리에스텔, 폴리에틸렌 등의 염색에서 염착속도를 높이기 위해 이용하는 염색소재의 일종으로 캐리어(Carrier)라고도 한다. 비점이 비교적 높고, 섬유에 잔류하여도 변색, 승화 등을 잘 유발하지 않는 o-DCB이나 알킬나프탈렌 등이 주로 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 진주 안료[1] 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 분말상태의 중간제품에 o-DCB이 들어있는 용기를 반응기에 수동으로 주입하고 근로자는 수시로 반응기의 계기판이나 밸브상태 등 반응조건을 확인하는 작업을 수행한다.

반응기에 주입을 위해 o-DCB이 들어있는 200ℓ의 용기에서 작은 용기로 이송할 때와 반응기에 주입하는 과정에서 비교적 단시간이지만 직접적으로 고농도에 노출될 수 있다.

원료투입 → 세척 → 침전 → 건조 → 재조정 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 진주안료 제조 시에 o-DCB를 주입하면 진주의 색상이 고르게 분산되어 제품의 질을 확보 할 수 있으며, 단추 표면의 진주 색상조성에 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 합성 직물 제조[1](IV-용매 제조)

① 시나리오 : 용제혼합 시 IV-용매 제조를 위해 페놀과 o-DCB를 3:2로 배합한다. 점도 확인은 혼합용제에 폴리에스터 원사를 넣고 섬유의 강도 및 신도를 체크한다. 폐기처리는 페놀과 o-DCB가 혼합된 폐 유기용제를 폐기통에 주입한다.

실험실 근로자가 IV-용매를 제조하고 일정시간 방치하고 점도를 체크한 후 사용한 IV-용매를 폐 유기용제 통에 주입하는 일련의 과정이 한 작업주기로 이루어지고 있고 노출이 발생할 수 있다.

IV-용매 제조를 위해 페놀과 o-DCB를 혼합할 때, 시험을 위해 IV-용매를 피펫을 사용하여 50ml 삼각플라스크에 주입 시, 일정시간 방치한 후 시험튜브에 IV-용매를 일정량 주입 시, 점도체크 후 시험튜브에 들어있는 IV-용매 폐기를 위해 작업장 내에 있는 폐기 통에 주 입시 노출된다. 이상의 노출과정을 종합해볼 때 실제적으로 o-DCB에 근로자의 직접적인 노출시간은 약 10분 미만이며 소량의 사용에 따라 노출가능성은 높지 않다.

용제 혼합 → 용매 주입 → 점도 체크 → 폐기처리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) o-DCB는 폴리에스테르를 용해시키는 용도로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 브라운관 제조(이상 검사)

① 시나리오 : 브라운관 제조 시 밀봉공정에서 Bulb의 Neck부에 Mount를 삽입하여 Mount의 Stem glass와 Bulb의 Neck glass를 융착하고 Exhaust공정을 통해 Bulb내부 공기분자의 배기와 동시에 고온의 열을 가하여 내벽 및 금속류에 흡착된 가스를 배기시켜 진공을 형성하는 과정에서 이상이나 불량품이 발생한 경우 원인을 규명하기 위해 o-DCB 용액이 담겨있는 금속 용기에 밀봉공정을 통해 만들어진 Bulb의 Neck glass와 Mount의 Stem glass가 융착되어 있는 제품을 넣고, 전자빔을 조사하면 형광물질에 의해 색깔이 형성됨에 따라 적색, 청색 등 색깔에 따라 유리의 강도를 측정하여 이상 원인을 규명하는 작업을 한다.

제품의 이상 발생시만 원인 규명을 위해 작업함으로써 노출되는 시간은 비교적 짧으나, 작업 시 o-DCB가 담겨져 있는 금속용기에 호흡기가 매우 가까이 위치하고 있어 고농도의 직접적인 노출이 가능하다.

Frit → USSR → Sealing → Exhaust → Getter → Aging → Banding → Out dag → Raster aging → ITC → 포장 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 농약원료 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 농약원료 제조 시 작업공정의 높은 온도에서 반응할 수 있는 용제가 필요하며 o-DCB의 비점이 높기 때문에 사용된다.

반응로 내부는 완전 밀폐되어 있으며 반응공정에 주입되는 원료는 외부의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고, 근로자는 대부분 관리실에서 이상유무의 확인 및 반응로 계기판, 밸브상태의 반응조건 등을 확인하는 작업을 수행하고 있다.

그러나 o-DCB 재사용을 위해 순도 체크를 위한 실험실 작업 시에는 실험실근로자가 노출될 수 있다.

o-DCB의 함유량 및 미 반응물질의 확인을 위해 반응기 개구부를 열고 소량의 샘플을 채취하는 과정 (1일 4회 30분소요)및 폐 유기용제를 수동으로 배출하는 과정에서 근로자 호흡기를 통해 다량의 유기용제 증기에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응/추출 → 산화반응 및 결정화 → 여과 → 정제/여과 → 건조 → 용매회수 → 저장 → 포장 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 메틸렌 디이소시아네이트(MDI) 제조(첨가)

① 시나리오 : 재료인 벤젠, 질산, 황산 등으로 니트로벤젠을 제조한 후 다시 수소와 반응시켜 아닐린으로 전환한다. 여기서 생성된 대부분의 아닐린은 포르말린과 반응시켜 MDA(Methylene Diphenyl Diamine)[1]를 제조한 후 일산화탄소와 염소기체로 생성된 COC(일명 포스겐)와 반응시켜 최종제품인 MDI를 생성한다. 또한 별도의 공정으로 아닐린과 부생하는 염산을 정제하여 생산 판매한다.

MDI 공정에서 o-DCB는 컬럼을 통해 증류시키며 MDI 조절밸브나 펌프를 통해 내부의 반응물질인 포스겐, MDA등이 밖으로 누출되는 것을 방지하기 위해 o-DCB를 주입함으로써 반응기 내부를 가압상태로 유지한다.

반응로 내부는 완전 밀폐되어 있으며 반응공정에 주입되는 원료는 외부의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고, 컬럼에 주입 시 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → HCL 정제 → 분리 → 냉각 → 여과 → 저장 → 포장 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) MDA(Methy Diphenlamine)이 점도가 매우 높기 때문에 희석을 위해서는 o-DCB용제의 사용이 필요하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(014) p-디클로로벤젠 p-Dichlorobenzene 106-46-7

1. 개요

1) 제조

적절한 클로로아민으로부터 샌드메이어 공정에 의해서 그리고 o- 나 p-디클로로벤젠과 함께 클로로벤젠의 염소화반응에 의해 제조된다. p-디클로로벤젠은 상업적으로 프리델-크레프트(Friedel-crafts) 촉매의 존재하에서 액체상의 벤젠의 직접 염소화반응에 의해 제조되고, 염소화된 벤젠의 혼합물은 분별법에 의해 분리된다.

2) 용도

- 살충제 및 훈증제
- 화학물질의 중간제
- 공간 방향제
- 염료, 약품의 제조
- 2,5-디클로로아닐린의 제조

장뇌 향을 지닌 흰색 결정물질로서 나방이나 곰팡이 및 사상균의 방지를 위한 방충제와 훈증제로 사용되며, 화장실 변기청정제로 사용되고, 내열성 수지로 열가소성 결정형 플라스틱(PPS)제조 시 용매로 사용되고 있다.

국내에 p-DCB의 제조 사업장은 없고 전량 수입하여 사용하고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

살충제, 공간 방향제, 그리고 화학 중간물질로서 p-디클로로벤젠(p-DCB)의 생산과 사용을 통해 노출된다.

직업 노출은 p-디클로로벤젠의 생산 또는 사용되는 작업장에서 흡입이나 피부접촉을 통해 이루어진다. 일반인구에서의 노출은 대기 공기의 흡입, 물과 음식의 섭취를 통해 이루어진다.

소변중화제 및 방충제의 타정 및 포장공정에서 p-DCB 파우더를 알갱이 형태로 가공하는 과정과 일정량을 포장하는 작업 시 호흡기 및 피부에 노출, 실험실에서 실험과정 시 단시간 고농도로 발생되어 실험자의 호흡기에 노출, 그리고 문화재 관리의 방충제로 사용됨에 따라 관리자 및 관람객에게 간접적으로 호흡기에 노출이

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	147.01	물리적 상태	고체	증기압	1.74mmHg(25℃)
끓는점	174.12℃	R-phrase	22,36/38	Log Kow	3.44
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 60 mg/m^3			STEL 20 ppm / 110 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: p-디클로로벤젠 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 벤젠의 치환체의 하나로 두 개의 수소가 염소로 치환된 것이다. 두 개의 염소기의 위치에 따라 o-, m-, p-디클로로벤젠의 세 가지 이성질체가 있다. 이들 중 o-디클로로벤젠 및 p-디클로로벤젠(녹는점 53℃, 끓는점 174℃)은 철을 촉매로 하여 벤젠을 염소화하면 혼합물로서 얻어지며, m-디클로로벤젠(녹는점 -24.4℃, 끓는점 172℃)은 고온에서 염소를 작용시키면 생긴다.

품질관리를 위한 시료 채취 과정에서 p-디클로로벤젠에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 분리 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0083 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: p-디클로로벤젠 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 벤젠의 치환체의 하나로 두 개의 수소가 염소로 치환된 것이다. 두 개의 염소기의 위치에 따라 o-, m-, p-디클로로벤젠의 세 가지 이성질체가 있다. 이들 중 o-디클로로벤젠 및 p-디클로로벤젠(녹는점 53℃, 끓는점 174℃)은 철을 촉매로 하여 벤젠을 염소화하면 혼합물로서 얻어지며, m-디클로로벤젠(녹는점 -24.4℃, 끓는점 172℃)은 고온에서 염소를 작용시키면 생긴다.

반응 후 포장/출하 과정에서 p-디클로로벤젠에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 분리 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 102

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 소변중화제[1] 제조(타정기 가공)

① 시나리오 : 25kg의 포대에 분말 형태의 원료를 타정기 가공을 통해 알갱이 형태로 가공한다. 포장은 p-DCB알갱이를 포장지(OPP재질)에 주입한다.

분말형태의 p-DCB를 타정기에 주입할 때와 일정형태로 가공 시, 포장지에 일정형태의 p-DCB알갱이를 포장할 때 근로자에게 직접적으로 노출되고 있으며 특별한 환기장치가 없이 작업을 수행함에 따라 작업장 내부로 확산되어 전체근로자에게 직 · 간접적인 폭로가 되고 있다.

원재료투입 → 타정기 가공 → 용기 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 악취중화제로 많이 사용되고 있는 나프탈렌은 냄새의 중화가 낮아 가정용 등에 많이 사용되고, p-DCB는 냄새제거율이 나프탈렌보다 3~4배의 효과가 있어 다중이용시설내의 화장실 냄새제거에 많이 사용된다.p-DCB의 수요가 낮은 것은 나프탈렌 보다 가격이 1.5~2.0배 높고 사용기간이 짧아 생산량이 감소되고 있는 추세이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 방충제[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 25kg의 포대에 분말 형태의 원료를 타정기 가공을 통해 원료인 p-DCB 분말을 알갱이 형태로 가공한다. 포장은 p-DCB알갱이를 포장지(OPP재질)에 주입한다.

분말 형태의 p-DCB를 타정기에 주입할 때와 일정형태로 가공 시, 포장지에 일정형태의 p-DCB알갱이를 포장할 때 근로자에게 직접적으로 노출되고 있으며 특별한 환기장치가 없이 작업을 수행함에 따라 작업장 내부로 확산되어 전체근로자에게 직·간접적인 노출이 발생하고 있다.

원재료투입 → 타정기 가공 → 용기 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.083 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방충제로 장뇌와 나프탈린이 오랜 기간 동안 사용되어져 왔으나 흰옷이 암갈색을 띠는 등 변색이 나타나기 때문에 p-디클로로벤젠은 약해가 적고, 살충 효력은 강하므로 주 약제로 최근에 많이 이용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 문화재 훈증처리[1](현장 관리)

① 시나리오 : 파우더인 p-DCB 약 20g을 압축하여 알갱이 형태로 만들고 이 알갱이를 한지로 포장한 후 유물을 올려놓는 전시 단 내부에 놓거나 유물 전시용 유리 case하단의 조습제 및 방습제를 넣는 공간에 p-DCB 알갱이를 같은 장소에 위치하도록 한다. 교체 주기는 1개월 정도 기간이 지나면 p-DCB가 모두 증발되어 소모됨에 따라 교체가 필요하다.

p-DCB은 휘발성이 매우 빨라 유물내부로 증발될 뿐만 아니라 전시실 전체로 확산되어 오염을 시키는 특성이 있어 박물관 관리자 및 관람객들에게 비록 짧은 기간 동안 이지만 직·간접적으로 노출될 수 있다.

원재료투입 → 타정기 가공 → 한지 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 20 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.33 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 문화재의 생물피해 방제를 위하여 실시하는 훈증처리 방법은 살충, 살균효과가 신속하면서도 문화재에 직접 접촉하는 일반소독약에 비해 약해가 적어 선진국에서는 오래전부터 사용되어 왔다. 우리나라에서는 1982년 처음으로 문화재의 훈증처리를 실행한 이후 많은 귀중한 문화재의 손상을 줄일 수 있었다. 방충제로 오래전부터 문화재의 충해예방을 위해서 장뇌, 나프탈렌 등의 방충제를 이용하여 왔으나 최근에는 p-DCB을 사용하고 있다. 약제 중에는 p-DCB이 가장 약해가 적고 살충 효력은 강하므로 주약제로 이용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 실험실 사용[1](녹는점 측정)

① 시나리오 : p-DCB는 실험과정 중에서 노출이 발생할 수 있다. p-DCB은 낮은 온도에서의 증발과 비교적 빠른 증발속도를 갖고 있는 특성에 따라 가열을 통해 녹는 점 측정 시 p-DCB가 증발되어 실험실 내부로 확산되고 있으며 실험시간이 비교적 단시간이지만 매우 높은 농도에 직접적으로 노출되고 있을 뿐만 아니라 실험조별 동일한 실험을 수행함에 따라 실험실 전체에 오염을 가중시키고 있음으로 인해 실험실 내부에 있는 모든 실험자에게 간접적으로 노출될 수 있다. 또한 액체의 어는점 측정실험 및 결과분석을 통한 레포트 작성이 p-DCB에 오염된 실험실 내부에서 계속적으로 이루어지고 있어 실험과제수행을 위한 비교적 짧은 기간이지만 고농도에 노출되고 있으며 대부분의 실험대상자들이 초, 중, 고교학생들로서 화학물질의 흡수에 의한 감수성이 높아 실험실 관리가 요구된다.

p-DCB → 고체의 녹는점 측정 → 액체의 어는점 측정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고체 상태에서 쉽게 증발되고, 증발속도가 비교적 빨라 초, 중, 고, 대학에서 일반적인 녹는점과 어는점 측정에 자주 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(015) 1,1-디클로로에탄 1,1-Dichloroethane 75-34-3

1. 개요

1) 제조

에탄의 직접 염소화에 의해, 클로랄 제조의 부산물, 또는 에틸렌과 염소의 염화칼슘으로 처리하여 제조된다. 상업적으로는 염화수소와 비닐클로라이드를 20~55℃에서 알루미늄, 제II철, 또는 아연의 촉매하에서 생산된다. 또한 염화인과 아세트알데히드의 반응에 의해서도 생산될 수 있다.

1,1-디클로로에탄은 아세틸렌에 염산을 가해서, 모노클로로에탄의 열 또는 광화학 염소화, 그리고 비닐 클로라이드에 염산을 가하는 세 가지 방법에 의해 생산될 수 있다.

2) 용도

- 화학물질의 중간재, 플라스틱, 오일과 지방의 용매
- 청결제, 기름제거제
- 살충제, 훈증제
- 소화(fire extinguishing), 섬유(fabric spreading)
- 의약품(과거에 마취제로 사용)
- 열에 민감한 물질의 추출제

3) 노출 및 결정인자[1)]

화학물질의 중간재, 페인트 제거제, 가솔린 노킹방지제의 연결제로서 1,1-디클로로에탄의 생산과 사용에 의해 노출될 수 있다.

직업적 노출은 1,1-디클로로에탄의 생산 또는 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부의 접촉을 통해 이루어진다. 일반인구에서는 노출원 인근의 장소에 사는 사람들의 호흡을 통하거나, 오염된 식수의 섭취, 1,1-디클로로에탄을 포함한 페인트제거제와 같은 소비자 제품을 통해서 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.67	물리적 상태	액체	증기압	24.3kPa(182mmHg)(20℃), 31.2kPa(234mmHg)(25℃)
끓는점	57.3℃	R-phrase	11,22,36/37,52/53	Log Kow	1.79
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 405 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 1,1-디클로로에탄 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 염화수소와 비닐클로라이드를 20~55℃에서 알루미늄, 제II철, 또는 아연의 촉매하에서 생산된다.

품질 관리를 위해 반응이 완료된 1,1-디클로로에탄을 반응기에서 시료를 채취하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생 할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,1-디클로로에탄 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 염화수소와 비닐클로라이드를 20~55℃에서 알루미늄, 제II철, 또는 아연의 촉매하에서 생산된다.

반응이 완료된 후 1,1-디클로로에탄을 반자동으로 용기에 소분하여 출고하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생 할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 1,2-디클로로에탄 소분 포장(원재료 투입)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄 원재료를 단순히 포장 용량에 따라 소분하여 포장하는 공정으로만 이루어져있고, 1,1-디클로로에탄이 불순물로 함유되어 노출이 발생할 수 있다.

1,1-디클로로에탄에 노출 가능한 공정은 1,2-디클로로에탄 원재료를 소분 라인에 연결하는 공정과 소분하여 포장하는 공정에서 노출될 가능성이 크다.

원재료투입 → 포장(자동, 수동) → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화비닐모노모(VCM) 생산(현장 점검)

① 시나리오 : 염화비닐모노모 생산 공정은 옥시하이드로클로린화(OHCL, oxyhydrochlorination) 공정과 회수 및 정제공정, 분해공정, VCM회수 및 정제공정에서 1,1-디클로로에탄을 함유하고 있어 노출 가능성이 있다. 특히 노출 가능성이 큰 공정은 1,2-디클로로에탄 샘플을 채취할 때이다.

또한 현장 점검을 하는 근로자도 반응 중 누출에 의한 1,1-디클로로에탄에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → OHCL → 1,2-디클로로에탄 회수/정제 → 1,2-디클로로에탄 분해 → VCM 회수/정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(016) 말라티온 Malathion 121-75-5

1. 개요

1) 제조

말라티온 제조를 위해 사용되는 물질은 o,o-디메틸포스포로디티오산과 디에틸 말레에이트 또는 푸마레이트이다. 하이드로퀴논 같은 항폴리머제는 반응 조건하에서 말레에이트 또는 푸마레이트의 폴리머화를 억제하기위해 첨가된다. 이 반응은 20~150℃의 범위의 온도와 대기압 하에서 수행된다.

2) 용도

- 농약, 체외기생충 살충제(수의학)
- 의약품

전신증상이 없는 살충제로서, 모기, 파리, 거미, 체외 기생충에 사용된다. 말라티온은 유기인계 농약 중에서 가장 먼저 사용되었고, 독성이 적은 살충제 중 하나이다.

제형으로는 여러 가지가 개발되어 있으나 한국에서는 70%의 에멀젼이 시판되고 있으며, 애멸구·배추진딧물·솔나방 등의 방제약제로 등록되어 있다.

1950년 미국의 ACC사(American Cyanamid Co.)에서 사이티온이라는 상품명으로 개발된 저독성 유기인계 살충제이다. 한국에서는 말라톤이라는 품목명으로 고시되어 사용되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

농약으로서 말라티온의 사용은 점점 그 사용이 줄어들고 있다. 더욱이 말라티온의 경우 한 가지 살충제가 유일하게 생산되며, 그 양도 미미한 형편이다.

직업적 노출의 경우는 농약의 원제 제조단계, 제품화 단계, 방제작업, 희석과 따르기, 살포 등을 통해 발생할 수 있다. 비직업적 노출은 사고와 누출, 자살, 그리고 가정에서의 사용 등을 통하여 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	330.36	물리적 상태	액체	증기압	1.78×10^{-4}mmHg(25℃)
끓는점	156~157℃(약간분해)	R-phrase	22	Log Kow	2.36
노출기준 (노동부)	TWA 0.074 ppm/1 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 말라티온 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 농약원제는 합성화학 제품이다. 화학제품의 합성은 물리화학적 반응을 요하고 최소한 2가지 이상의 원료를 필요로 한다. 원료투입과 이송 및 중간생성물의 이송 등은 밀폐된 배관을 통해 이루어지며 반응탱크도 밀폐 상태를 유지하고 있다. 그리고 공정 대부분이 자동화 공정으로 이루어져 있어서, 부적합한 관리에 따른 유출을 제외하고는 그 가능성은 매우 희박하다. 대부분의 원제는 증기압이 높아 상온에서 쉽게 공기 중으로 증발할 가능성이 낮다.

반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료 채취과정에서 근로자에게 말라티온의 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.014 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)]

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 말라티온 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 농약원제는 합성화학 제품이다. 화학제품의 합성은 물리화학적 반응을 요하고 최소한 2가지 이상의 원료를 필요로 한다. 원료투입과 이송 및 중간생성물의 이송 등은 밀폐된 배관을 통해 이루어지며 반응탱크도 밀폐 상태를 유지하고 있다. 따라서 근로자가 노출될 가능성은 매우 적다. 그리고 공정 대부분이 자동화 공정으로 이루어져 있어서, 부적합한 관리에 따른 유출을 제외하고는 그 가능성은 매우 희박하다.

최종적으로 생산된 농약원제의 포장 공정일 경우 노출의 가능성이 높다. 액상의 농약원제인 경우 포장 공정은 저장 탱크 내에 모인 제품을 드럼 등에 분취하는 형태로 이루어지며 이 또한 수작업에 의존하는 경우가 대부분이다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.081 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 말라티온 유제는 왕스타[2] 상표명으로 출하된다.

농약제품의 제조는 물리적 혼합과 필요에 따른 분쇄, 그리고 포장이 주요 단위작업이다. 일반적으로 혼합과 분쇄작업은 밀폐 상태에서 이루어지는 것이 보통이다. 분쇄기를 이용하게 되는 경우 분쇄기는 밀폐상태에서 운전되지만 투입과 배출은 근로자에 대한 누출을 배제할 수 있는 구조로 이루어지는 것이 공정의 특성상 쉽지 않다. 물리적으로 혼합 또는 분쇄된 농약 제제의 완성품은 저장조에 일시적으로 저장된 후 출하를 위해 포장에 들어가게 된다.

원료의 투입과 제품의 배출 및 포장이 주요 노출가능 작업이나 분쇄/혼합이나 각종 이송작업 시에도 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 혼합 → 분석 → 여과 → 이송 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.27 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) 유효성분은 에스펜발레래이트(esfenvalerate) 1.25%, 말라티온 15% 기타용제 83.75%인 어독성 1급인 살충제이다. 주로 고추, 배추, 오이 등의 진딧물에 사용되고 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포[1](농약 살포)

① 시나리오 : 농약 살포 전 농약을 희석배율에 따라 희석하는 작업은 희석통이 밀폐된 통이 아니어서 대기 중 휘발되어 노출이 발생할 수 있다.

농약 살포자는 농약의 살포작업 중 농약을 직접 뿌리는 사람으로 디아지논 농약에 가장 노출이 많이 된다. 농약 살포시 아래를 향하여 살포해야 농약의 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하여 농약이 바람에 비산하여 노출이 커지게 되었다.

농약 살포 보조자는 농약을 뿌리는 사람을 보조해 주는 작업으로 농약 호스를 들고 따라다니게 되는데, 농약을 뿌리는 사람 다음으로 농약의 노출이 큰 작업이다.

원재료 투입 → 농약 희석 → 농약 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 810.8 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일반적으로 농약 살포시 이용되는 약제는 살충제 2 종류, 살균제 2 종류, 영양제 1 종류 등 대략 5 종류의 농약을 같이 희석하여 살포한다. 그중에서 살충제는 중독성이 높다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방역 업체(희석)

① 시나리오 : 방역작업은 좁은 공간에서의 방역은 유제살충제만 사용하여 살포하고 넓은 지역에서의 방역은 유제살충제와 함께 입제살충제를 사용한다. 방역과정은 살포지역으로 이동 후 유제 살충제를 물과 혼합하여 살포하고 해충이 이동할 수 있는 경로에 입제 살충제를 2mm~5mm 두께로 살포한다. 대체로 공간이 밀폐되어 있는 경우가 많아 환기가 제대로 이루어 지지 않는다.

농약을 물과 혼합하여 희석하는 과정에서 말라티온에 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 희석 → 분무기 이용한 유제 살충제 살포/분제 살충제 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6.76 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(017) 망간(흄) Manganese(fume) 7439-96-5

1. 개요

1) 제조

97~98%의 순도를 가진 망간은 높은 등급의 망간 광석(매우 낮은 철 함유량을 갖고 있는)의 알루미늄 환원에 의해 만들어진다. 보다 높은 순도의 망간은 황산망간(2+) 용액의 전기분해에 의해 만들어진다. 그렇게 제조된 망간은 0.1% 미만의 금속 불순도를 갖고 있다.

망간 광석 정련은 철광석 정련과 비슷하다. 주요 야금 형태는 80% 이상의 망간을 함유하는 페로망간이다. 페로망간 작업 시 가스 손실이 있다. 망간 입자 손실을 최소화하기 위해서 단단하고 조악한 광석들이 정제된 광석들과 혼합된다. 또한 5~10%의 입자 및 가스 손실이 전기로에서 발생한다.

산화물의 환원(알루미늄 또는 탄소를 이용한), 순수한 망간은 염화물 수용액의 전기분해로부터 얻어진다.

순수한 것은 은백색을 띠며 탄소를 함유하면 회색이 된다. 진한 황산이나 진한 질산에 녹아 아황산가스나 산화질소를 발생하고, 묽은 산에서는 수소를 발생시키며 망간염을 만든다.

2) 용도

- 강철 제조, 암반 분쇄기, 전철기 및 건널목, 자동차 완충기 등의 제조, 여러 합금들의 성분
- 세라믹, 성냥, 유리, 염료, 용접봉 제조
- 합금철(강철 제조), 비철합금(부식 저항성 및 강도를 개선), 다양한 화학적 용도를 위한 고순도 염, 금속 제조에서는 정제 및 정련제, Toth 공정에 의한 알루미늄 제조
- 강철, 주철 그리고 비철금속에 있어서는 합금, 탈황, 그리고 환원제
- 조리 도구, 음료수 깡통, 병뚜껑으로 활용되는 알루미늄 합금
- 알루미늄/구리/니켈/은/티타늄 합금 성분(화학적/전기 저항 응용), 망간 청동 성분
- 고탄소(high-carbon) 페로망간 또는 표준 페로망간(7.5%까지 탄소를 함유) 다른 형태의 망간보다 더 많은 양으로 사용되는 형태(주로 철강 산업)

금속 망간(페로망간)은 주로 단단함, 경도, 강도를 향상시키기 위해 철 생산에서 사용된다. 즉 철의 주조 및 초합금, 탄소강, 스테인리스 스틸, 고온 강철, 공구용 강철에 사용된다. 현재, 총 망간 요구량의 85~90%는 철을 만드는데 사용된다.

이산화망간은 건전지, 성냥, 화약, 도자기와 유리 접착제, 자수정 컵, 그리고 다른

망간 화합물 생산의 초기 물질로 사용된다. 염화망간은 다른 망간 화합물의 전구체로 사용이 되며, 유기 화합물의 염소 처리 촉매로, 필수 미량 원소를 동물에 공급하는 용도로, 건전지 공장에서 사용된다. 황산망간은 비료로 주로 사용되며(전체 소비의 60%), 가축의 보충제로(전체 소비의 30%), 일부 유약, 니스칠, 도자기, 살균제에서 사용된다. 과망간산칼륨의 산화력은 소독제, antialgal 제재, 금속 세척, 무두질(tanning), 표백에 사용되며, 신선한 꽃과 과일의 보존제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

망간금속 취급사업장의 산업분류 내용별로는 강주물 주조업 56개소(18.5%), 선철주물 주조업 51개소(16.8%), 자동차 차체의 부품제조업 24개소(7.9%) 및 비철금속 주조업 10개소(3.3%) 순이었다.

망간화합물 취급사업장의 산업분류 내용별로는 선철주물주조업 12개소(7.6%), 강주물 주조업 8개소(5.1%), 조립금속 제품제조업 7개소(4.4%) 순이었다.

작업장에서는 망간 흄 또는 망간 함유 분진을 흡입하여 망간에 노출된다. 망간노출은 주로 페로망간, 철과 강철, 건전지, 용접 산업에서 일어나고 있다. 또한 노출은 망간 광업과 광석 처리공정 동안에 주로 일어난다.

망간은 주로 폐와 소화기계를 통해서 흡수된다. 직업성 노출의 경우는 대부분 호흡을 통해 분진이나 흄의 형태로 체내에 들어온다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	54.9380	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(20℃)
끓는점	1,962℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 망간제조(전기로)

① 시나리오 : 다른 원소와 결합한 형태로 지각에 널리 분포되어 있다. 망간을 포함하는 주요광석은 연망간석·경망간석·망간토이며, 이들 광석은 주로 이산화망간으로 이루어져 있다.

망간의 95% 이상이 금속산업, 주로 철강산업에서 합금철 형태로 사용된다. 철광석과 망간광석을 함께 용광로나 전기로에서 탄소나 페로규소로 환원시키면, 제강할 때 넣는 첨가제인 페로망간이 만들어진다. 철보다 황에 대한 친화력이 더 큰 망간을 넣으면, 강철 내에 포함된 녹는점이 낮은 황화철(Ⅱ)을 녹는점이 더 높은 황화망간(Ⅱ)으로 변화시킨다. 전기분해하여 얻은 순도가 99.9%인 망간은 제강뿐 아니라, 구리·알루미늄·마그네슘 및 니켈 등의 비철합금과 순도가 높은 화학약품을 만드는 데 쓰인다.

원재료투입 → 계근/배합 → 운반 → 전기로 →탭핑/정반 → 파쇄 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 축전지[1] 제조(조립)

① 시나리오 : 음극에 아연, 양극에 탄소봉, 전해액으로는 염화암모늄과 염화아연의 혼합물을 사용하며, 방전전압은 1.5V이다. 바깥쪽은 음극아연제의 원통으로 용기를 겸하고 있다. 중앙에 탄소양극이 있으며, 그 주위에는 이산화망간과 흑연을 섞어 반죽한 것을 고압에서 압착시켰다. 그 바깥쪽은 전해액(염화암모늄)을 충분히 흡수시킨 펄프·면지이다. 또, 풀로 격벽으로 삼고, 이것으로 전해질의 저장고를 겸하는 것도 있다. 위쪽에 공기실이 있으며, 그 위를 피치 등으로 채웠다.

축전지, 건전지를 제조 공정 중 배합실, 조립 1공정, 성형 합제에서 망간을 직접 취급 및 사용하였고, 노출이 발생할 수 있다.

배합실 → 조립 1공정 → 성형 합제 → 조립 2공정 → 검사 → Labeling → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가장 널리 사용되는 대표적인 1차전지로 1877년에 프랑스의 G.르클랑셰가 고안하여 르클랑셰전지라고도 불린다. 한편, 내부저항이 커서 연속사용에는 적합하지 않다. 망간전지라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 용접와이어 및 용접봉 제조(신선)

① 시나리오 : 용접와이어 및 용접봉 제조 중 건식혼합, 습식혼합, 신선, 피복 공정에서 망간을 직접 취급 및 사용하고, 노출이 발생할 수 있다.
원재료 → 건식혼합 → 습식혼합 → 성형 → 피복 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 기계부품 제조(절삭)

① 시나리오 : 기계부품을 제조하는 공정 중 니켈 공정에서는 망간 사용은 거의 없고, 망간 공정의 경우 습식배합이어서 망간의 발생가능성 및 노출 가능성은 높지 않다.

성형 → 소결 → 절삭(연마) → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 자동차 엔진 부품 제조(용해)

① 시나리오 : 자동차 엔진 부품을 제조하는 공정은 용해, 중자, 조형, 탈사, 후처리의 나누어지며 용해 작업이 근로자에게 망간 노출 가능 공정이다.
원재료 → 용해 → 중자 → 조형 → 탈사 → 후처리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 자동차 부품 제조(용접)

① 시나리오 : 자동차 부품을 제조하는 주문에 따라 생산하고, 제조 공정 중 용접에 따른 망간의 발생 및 노출이 있다.

원재료 입고 → 샤링/프레스 → CO_2 용접 → Spot 용접 → 조립 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 제관물, 철 구조물 제조(사상)

① 시나리오 : 제관물, 철 구조물을 제조하는 공정 중 용접과 사상 공정에서 망간 노출이 되는 것으로 나타났다.

원자재 입고 → 준비 → 조립 → 용접 → 사상 → 도장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 크라샤 제조(절단)

① 시나리오 : 크라샤를 제조하는 공정 중 절단과 용접 공정에서 근로자에게 망간 노출 가능성이 있는 공정이다.
입고 → 절단 → 기계가공 → 제관용접 → 사상 → 도장 → 조립 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 가구 제조(용접)

① 시나리오 : 철재, 목재가구를 제조 공정 중 용접에 따른 근로자에게 망간의 발생 및 노출이 발생할 수 있다.
원자재 입고 → 가공 → 용접 → 숏트 → 분체도장 → 조립 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 농기계 제작(용해)

① 시나리오 : 농기계 부품을 제조 공정 중 용해작업이 근로자에게 망간 노출 가능한 공정이다.

원재료 입고 → 배합 → 조형 → 용해 → 탈사 → 후처리 → 가공 → 도장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 선박 건조업(용접)

① 시나리오 : 선박을 건조하는 사업장으로서 선박의 제조공정은 다양한 공정과 작업요소로 구성되어 있으나 크게 용접과 절단공정, 표면처리 및 보존처리 공정으로 구분할 수 있다. 따라서 조선소에서는 용접 공정에서 망간의 발생 및 노출이 있다.

부재 입고 → 절단 → 소조립 → 중조립 → 대조립 → 선행도장 → 선행의장 → 탑재 → 엔진제작 → 의장제작 → 외부도장 → 진수 → 의장 → 마무리도장 → 시운전 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 망간강[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 망간 10~12%인 것은 1,000℃ 근처에서 기름담금질, 12~14%인 것은 물담금질을 하면 완전히 오스테나이트가 된다.

특징은 내마모성·절삭성이 우수하므로, 철도레일의 포인트, 장갑판, 무한궤도(캐터필러), 토목기계·광산기계의 흙이나 광석에 닿는 부분에 사용된다. 고망간강은 해드필드강이라고도 한다.

철에 탄소 외에 망간을 첨가한 합금강 제조시에 사용되고, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 망간 1~2%를 첨가하여 탄소 0.2~1.0%를 함유하는 것, 망간 10~14%를 첨가하여 탄소량도 0.9~1.3%나 되는 고망간강이 있다. 전자는 펄라이트강, 후자는 담금질을 하면 오스테나이트강이 된다. 특징은 내마모성·절삭성이 우수하므로, 철도레일의 포인트, 장갑판, 무한궤도(캐터필러), 토목기계·광산기계의 흙이나 광석에 닿는 부분에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(018) 4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린) 4,4'-Methylenebis(2-chloroaniline) 101-14-4

1. 개요

1) 제조

오르토-클로로아닐린(ortho-chloroaniline)과 포름알데히드가 반응하여 생성된다.

2) 용도

4,4′-메틸렌비스(2-클로로아닐린)는 방향족 고리에 두개의 아민 작용기를 가진 방향족 화합물로서 폴리우레탄과 에폭시 수지의 경화제로 사용하고 있다.

에폭시 수지 및 에폭시우레탄 수지용 경화제, 염료중간체로서 사용되며 gun mount, 제트엔진 터빈 날개(jet engine turbine blades), 레이더 시스템 제작 시 사용된다.

주요 생산품은 반도체 제조용 기계 제조, 석유 화학계 기초 화합물 제조, 합성수지 제조 및 바닥방수 수지제조로서 바닥 방수 도료, 신발 바닥재, 합성수지, 폴리우레탄에 대부분 사용 하고 있었다. 대부분의 사업장에서 취급 사용하는 용도는 제품 생산을 위한 경화제 및 촉매제로 첨가 하여 완제품을 생산하거나 완제품을 위한 중간 원료를 생산하는데 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

이 물질을 사용하는 국내 사업장의 중 폴리우레탄 제조 전체 작업 공정을 살펴보면 전폴리머제조, 경화제 제조-계량-Caking-Curing 중 Caking-Curing 단위공정에서 수작업으로 하는 사업장에서 노출될 수 있다. 이러한 단위 공정의 형태가 자동과 반자동 및 수동으로 작업을 하고 있었으며, 자동으로 모든 과정이 이루어지는 경우와 수동으로 해당물질을 근로자가 직접 수행하고 있을 경우도 있었다. 해당 유해물질의 사용량은 간헐적이므로 취급하는 짧은 시간에 작업 근로자가 노출되고 있다.

국내에서는 제조 되지 않는 것으로 조사 되었고 미국이나 일본 등에서 수입하여 사용하고 있으며, 2004년 제조업체 작업환경 실태 조사에 따르면 6개 사업장의 총 사용량은 연간 약 80톤이 사용된다고 알려져 있다.

이들 사업장의 유해물질 사용실태는 대부분 간헐적이며 일년에 2~5회 정도만 사

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

용하는 사업장이 대부분 이었다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	267.15	물리적 상태	고체	증기압	5×10^{-5}mmHg(120℃), 1.3×10^{3}mmHg(60℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	45,22,50/53	Log Kow	3.91
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 ppm / 0.11 mg/m^3 STEL -				

2. 노출시나리오

ES01: 4,4′-메틸렌비스(2-클로로아닐린) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 오르토-클로로아닐린(ortho-chloroaniline)과 포름알데히드가 반응하여 생성된다.

근로자에게 4,4′-메틸렌비스(2-클로로아닐린)의 노출은 현장 관리하는 중에 발생된다.

원재료 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.055 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 폴리우레탄 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 폴리우레탄을 주생산품으로 하는 사업장의 공정에서 해당 물질을 보관하는 용제, 계량대에서 직접 계량 및 계량된 말통의 원료를 직접 투입하는 일련의 과정에서 노출이 발생 할 수 있다.

매일 작업이 반복되는 것이 아니라 한 달에 3~4번 정도 간헐적으로 취급한다.

원재료 → Prepolymer 제조 → 경화제 제조 → 계량 → Caking → Curing → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.91 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 방수도료, 수지 제조(포장)

① 시나리오 : 원료 투입과 제품포장 단위공정에서 4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린)가 사용되며, 이에 종사하는 근로자들은 노출된다.
한 달에 1~2번 간헐적으로 사용한다.
원료투입 → 반응 → 반제품 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.91 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: Shoe Sole생산(현장관리)

① 시나리오 : 원료 투입과 제품포장 단위공정 및 현장관리 과정에서 4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린)가 사용되며, 이에 종사하는 근로자들은 노출된다.
원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.091 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 바닥 방수재 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 원료 투입과 제품포장 단위공정에서 4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린)가 사용되며, 이에 종사하는 근로자들은 노출된다.
원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.019 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 에스테르 수지 생산(계량)

① 시나리오 : 원료 계량과 투입, 그리고 제품포장 단위공정에서 4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린)가 사용되며, 이에 종사하는 근로자들은 노출된다.
원료투입 → 반응 → 반제품 → 포장 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.91 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(019) 메틸메타크릴레이트 Methyl methacrylate 80-62-6

1. 개요

1) 제조

메틸메타크릴레이트는 두 가지 방법으로 제조될 수 있다.

첫 번째는 아세톤시안히드린법이다. 아세톤과 청산에서 아세톤시안히드린을 합성해서 진한 황산 중 아세톤시안히드린을 가하고 다음에 물 및 메탄올로서 가수분해, 에스테르화를 행하면 조제의 단량체가 된다. 이것을 정제시키면 중합물의 제조에 사용할 수 있는 단량체가 얻어진다.

두 번째는 이소부틸렌법으로, 이소부틸렌 또는 tert-부탄올을 산화시켜 메타클릴산으로 한 후 메탄올로서 에스테르화시키는 이단산화법과 이소부틸렌 또는 tert-부탄올을 산화에 의해 메타클로레인을 경유, 수화황산에서 가수분해 후 에스테르화시키는 메타클리로니트릴법이 있다.

2) 용도

MMA는 아크릴판, 아크릴 주조, 순수플라스틱, 압출성형 플라스틱, 아크릴 표면과 판 코팅, 라텍스 페인트, 인쇄잉크, 바닥광택제, 의치, 접착성 시멘트, 그리고 수술시 사용되는 이식조각(implant)의 제조에 쓰인다.

메타크릴산메틸(MMA)은 폴리MMA 중합체 혹은 공동중합체로서 구축파우더, 아크릴표면과 종이코팅, 라텍스 페인트, 인쇄 잉크, 마루광택제, 치아회복제, 접착시멘트, 외과용 이식의 제조에 사용된다. 또한 콘크리트의 방수제로도 사용된다.

단량체나 중합체(고분자)는 골시멘트(bone cement)와 같은 의료 분야에서 널리 사용된다. 이 화합물은 의료용 스프레이 접착제나 무자극 붕대용매, 세라믹이나 시멘트 같은 치과분야에서 다양하게 사용된다.

일반적으로 상품명은 루사이트(Lucite) 또는 플렉시글라스(Plexiglas)로 불리고 투명한 세라믹 같은 수지와 플라스틱을 만든다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

메틸메타크릴레이트는 폴리메타크릴레이트 수지, 의학 접착제, 치의학, 골 시멘트, 콘크리트 표면의 발수제로서의 생산과 사용을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.13	물리적 상태	액체	증기압	30mmHg, 밀폐된 곳에서 39,400ppm, 3.9% v/v 또는 161.6g/m^3에 해당됨(20℃)
끓는점	100℃	R-phrase	11.36/37/38.43	Log Kow	1.38
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 205 mg/m^3			STEL 100 ppm / 410 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 메틸메타크릴레이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 아세톤과 청산에서 아세톤시안히드린을 합성해서 진한 황산 중 아세톤시안히드린을 가하고 다음에 물 및 메탄올로서 가수분해, 에스테르화를 행하면 조제의 단량체가 된다. 이것을 정제시키면 중합물의 제조에 사용할 수 있는 단량체가 얻어진다. 메틸메타클릴레이트의 노출은 품질관리를 위한 시료 채취와 반응이 끝난 후 포장 과정에서 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 인조대리석 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 인조대리석을 제조하는 공정에서 MMA가 증기 형태로 발생되고 있다. 또한 원료 배합 또는 투입 시 피부나 눈과 접촉을 통해서도 노출될 수 있다.

작업 방법은 습식 자동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었다. 배관에 의한 자동라인으로 국소배기장치는 자체에 설치되어 있었고, 전체 환기는 창문을 통해 유입되는 자연환기에 의존하고 있었다.

원재료 → unroading → 믹싱 → 주형 → 경화 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 계면활성제 제조(포장)

① 시나리오 : 계면활성제를 제조하는 작업장으로 투입-반응-포장 작업 시 근로자들이 MMA에 증기형태로 폭로될 수 있고, 작업방법은 습식으로 반자동방식이었고 작업장은 개방되어 있었다. 포장시에는 반응 후 남아 있는 미반응 물질을 통해 노출이 발생할 수 있다.

국소배기장치는 반응조에 원형관 후드가 설치되어 있었고, 전체 환기는 창문을 통해 유입되는 외부공기에 의존하고 있었다.

투입 → 반응 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도료, 수도료용 합성수지(원료 투입)

① 시나리오 : 도료, 수도료용 합성수지를 제조하는 작업장으로 기어나 펌프로 드럼에 연결하여 반응조 투입, 포장 작업시 MMA 증기가 발생하여 근로자가 노출이 발생한다.

작업방법은 습식으로 수동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며, 작업공정은 반응-포장으로 이루어져 있었다.

반응조에는 국소배기장치가 없었고, 작업장의 전체 환기는 창문이나 출입문을 통한 외부 유입 청정공기에 의존한 자연환기 형태이었다.

원재료 투입 → 반응 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	9 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 수성접착제 제조(계량)

① 시나리오 : 수성접착제를 제조하는 작업장으로 원료의 계량, 반응기에 투입과 포장 작업 시 근로자들은 MMA 증기에 노출될 수 있다.

작업방법은 습식으로 수동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며, 작업공정은 반응-포장으로 구성되어 있었다.

국소배기장치는 주관에 분리관으로 된 원형후드를 사용하고 있었으며, 작업장의 전체 환기는 벽면의 개구면과 창문으로 유입되는 외부 청정공기에 의존하는 형태이다.

원재료 투입 → 반응 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: AS-16SH, AS-16STO 화학물질 제조(배합)

① 시나리오 : AS-165H, AS-16STO 화학물질을 제조하는 작업장으로 투입-배합-반응-포장 작업 시 근로자들은 MMA 증기에 노출될 수 있다.

작업방법은 습식으로 자동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었다.

국소배기장치는 투입-반응-포장 공정에는 없었고, 단지 배합 공정에 원형관 후드가 덮개에 연결되어 있었고 작업장의 전체 환기는 창문을 통한 외부 청정공기에 의존한 자연환기 형태이었다.

원재료 투입 → 배합 → 반응 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	14 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아크릴 시트 제조(현장관리)

① 시나리오 : 아크릴 시트를 제조하는 작업장으로 투입-반응-포장 작업 시 근로자들은 MMA 증기에 노출되고 있었다.

작업방법은 습식으로 자동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며, 작업공정은 투입-반응-포장으로 구성되어 있었다.

국소배기장치는 설치되어 있었고, 작업장의 전체 환기는 천정의 송풍기와 창문을 통한 외부 공기 유입의 자연환기 형태였다.

원재료 투입 → 반응 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 합성수지 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 합성수지를 제조하는 작업장으로 반응 작업 원료 투입 시 근로자들은 MMA 증기에 노출될 수 있다.

작업방법은 건식으로 반자동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며 작업공정은 원료투입-반응-포장으로 구성되어 있었다.

국소배기장치는 없었으며, 작업장의 전체 환기는 창문을 통하여 외부 공기를 유입하는 자연환기 형태이었다.

원재료 투입 → 반응 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 치과 보철 제조(메몰 주입)

① 시나리오 : 치과 보철을 가공하는 작업장으로 메몰 주입, 믹싱 작업 시 MMA가 증기로 발생하여 근로자에게 노출될 수 있다.

작업방법은 건식으로 수동방식이었고, 작업장은 밀폐되어 있었으며, 작업공정은 메몰 주입-믹싱-가공으로 구성되어 있었다.

메몰 작업 시 기계자체에 국소배기시설이 되어 있었으며, 작업장은 하절기에 창문을 닫고 에어컨을 가동하고 있었다.

메몰 주입 → 믹싱 → 가공

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(020) 메틸 아민 Methylamine 74-89-5

1. 개요

1) 제조

메틸아민은 메탄올과 암모니아의 반응으로 제조되며 약 300℃에 메틸알코올, 염화암모늄, 그리고 염화아연을 가열함으로써 만들어지거나 염화암모늄과 포름알데히드를 가열함으로 제조 된다.

시장에 나와 있는 것은 액화된 것으로 33% 용액이다.

암모니아의 수소원자 하나를 메틸기 로 치환한 것이다.

메탄올과 염화암모늄을 염화아연의 존재하에서 가열하면 얻을 수 있다. 모노-, 디-, 그리고 트리메틸아민의 생산은 반응조건에 따라 조절될 수 있다. 이것은 공비(azeotropic) 또는 추출 증류에 의해 분리될 수 있다.

2) 용도

약, 살충제, 폭발물질, 계면활성제와 촉매제 등의 염기로 사용된다. 탄닝공장과 염색공장에서 사용되며 추가연료로 사용된다.

엑설러레이터, 염료, 제약, 살충제, 연료 부가물, 중합 반응 억제제, 페인트 이전자의 성분, 용매, 사진현상액 및 로켓추진제의 기초원료로 주로 사용된다.

제약(예를 들면 theophylline)의 합성과 살충제(carbaryl, sodium metham, carbofuran)와 사진현상액과 폭발물, N-메틸-2-피롤리돈 같은 용매의 매개체로 사용된다.

사진약품 또는 염료나 플럭스 원료 및 천연고무라텍스 및 안정제로 사용되며 주로 염료 중간체 제조를 위한 기초 원료로 사용되고 있으며 에폭시 수지의 경화제로서 가장 많이 사용된다.

염산염(무색의 결정, 녹는점 225℃)과 함께 가죽의 무두질, 유기합성에도 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

메틸아민은 수지화학 및 유기 합성, 고무유액의 안정제, 색소, 의약품의 중간제품, 기름 정제 등에 사용되는 물질이다. 생산 과정에서 발생하는 노출은 드문 편이며 만약 노출이 발생하더라도 그에 대한 관리가 가능하지만, 이와는 달리 메틸아민을 사용하는 입장에 있는 이들은 어떤 작업을 하느냐에 따라서 매우 높은 수준의, 그

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

리고 상대적으로 관리가 불가능한 노출에 직면할 수 있다.

공기 중에 포함된 농도가 높아지는 개방된 작업현장에서 증기나 액체 상태의 에틸아민 노출이 발생한다. 메틸아민은 공장에서 증기 형태나 폐수형태로 유출될 수 있다. 작업 현장에서 발생하는 메틸아민 노출은 증기의 흡입에 의한 경우가 대부분이지만, 액체에 의한 피부 오염도 발생한다.

수용액이나 메탄올에서 메틸아민의 화학적인 산화반응은 아족시메탄을 형성시키며 이것은 강한 발암물질[2)]로 작용한다.

메틸아민이 주로 사용되는 곳이 가죽제조업에서 준비과정 등에서의 염색공정이나 농약제조 시 주 제조 원료로 쓰이며 제약 산업 및 사진 제조의 원료로도 사용되고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	31.06	물리적 상태	기체	증기압	2,900 hPa(20℃)
끓는점	-6.3℃	R-phrase	12,20,37/38,41	Log Kow	-0.57
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 6 mg/m^3			STEL 15 ppm / 19 mg/m^3	

2) 장기투여시 실험동물에서 대장암을 유발하는 물질, 10 ㎎/㎏

2. 노출시나리오

ES01: 메틸아민 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸아민 공정은 크게 3가지로 분류하여 합성, 증류, 제품처리 공정으로 요약할 수 있다. 메틸아민은 촉매 존재 하 일정 온도, 압력 하에서 메탄올과 암모니아가 반응하여 모노메틸아민(MMA), 디메틸아민(DMA), 트리메틸아민(TMA), 물이 생성되며 이 혼합물은 증류공정에서 정제, 분리되어 제품처리공정으로 보내진다.

제품처리공정은 생산된 모노메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민을 분석한 후 저장탱크로 보내져 용도별로 사용되고 출하된다.

품질관리를 위한 시료채취과정에서 메틸아민에 근로자에게 노출될 수 있다.

원료(메탄올, 회수된 암모니아) → 증류(I) → 증류(II) → 증류(III) → 모노메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 정화제 제조(발포)

① 시나리오 : 정화제로 제조 시 메틸아민이 사용되고, 작업공정 중 발포 공정에서 투입된다. 이 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
원료 → 교반 → 혼합 → 발포(아민 투입)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□폼(foams) 제작에서 발포제 등의 사용				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인조대리석 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 상판제, 건축마감제로 사용되는 인조대리석의 제조에 메틸아민이 사용된다. 메틸아민은 원료 투입 시 이용되며, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
원료 → 아민 투입 → 혼합 → crumbler → 분배 → 진공성형 → 양생 → 냉각 → 제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	22 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에페드린[1] 제조(현장관리)

① 시나리오 : 아드레날린 작용성 화합물로, 마황의 알칼로이드로 백색 결정성 분말이며, 물・알코올・클로로포름에 녹고 쓴맛이 있다. 약전명은 염산에페드린이다. 교감신경흥분제・진해제・진정제・발한제이며, 기관지 천식 때의 기관지 확장, 척수마취 또는 침윤마취 때 혈압이 떨어지는 것을 막을 목적으로도 사용하며, 폐기종・백일해・알레르기증에 내복, 또는 점비제・흡입제・스프레이제로서 외용한다.

밀폐된 회분식 공정으로 작업이 이루어지고, 근로자가 현장 관리 중 누출에 의한 메틸아민에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1887년 동공확대성 물질로 마황에서 발견된 유효성분이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 농약산업(포장)

① 시나리오 : 농약공장의 제조공정은 대부분이 회분식 공정이다.

한 개의 설비로써 다품종의 생산품을 계절적인 수요에 맞게 제조하는 공정이다. 따라서 생산계획과 제품의 변경에 따라 취급물질과 생산설비 및 작업 내용의 변경이 수반된다.

제품을 생산하기 위해 화학반응, 증류, 추출 등의 단위조작을 반복해서 실시하므로 써 반응기 등의 기동·정지, 설비기기 내의 세척 및 원료의 투입 등 인력에 의한 작업빈도가 높다.

포장 공정에서 반응이 완결되지 않은 메틸아민이 불순물로서 근로자에게 노출될 수 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(021) 메틸 아크릴레이트 Methyl acrylate 96-33-3

1. 개요

1) 제조

아세틸렌과 일산화탄소로부터 직접 합성된다. 에틸렌클로로히드린으로부터 편리하게 제조된다.

또는 베타-프로피오락톤으로부터 제조된다. 증기 존재와 고온에서 프로필렌 증기의 촉매 산화에 의해 아크롤레인이 형성되고, 아크릴산으로 산화된다. 아크릴산은 알코올과 에스테르화한다.

2) 용도

메틸 아크릴레이트는 가성아크릴섬유의 생산에서 섬유의 방적을 용이하게 해주기 때문에 아크릴로니트릴과 함께 주로 공단량체(co-monomer)로 사용된다. 아크릴섬유는 의류와 가정 가구용으로 사용되며 가성아크릴섬유는 방화재, 직물의 제조에 이용된다. 또한 가성아크릴섬유는 도장 롤러, 배터리 분리기와 보호복에도 사용된다. 중합체와 공단량체는 음식물과 접할 수 있는 종이보드, 접착제, 수지와 중합체의 코팅, 종이 분야에서도 사용된다. 또한 가소성의 플라스틱 원료, 첨가제, 방수제, 샴푸의 양성계면활성제로도 사용된다.

의료, 치과 및 의약 분야의 장비 및 재료, 콘택트렌즈, 라텍스 코팅과 바닥과 건축물의 마감재, 특수전문 플라스틱 생산에 사용된다. 치아 몰딩에서 사용되는 치과 수지중에 0.05% 메틸 아크릴레이트가 함유되어 있다.

산업폐수를 정화하는데 수지로서 제공될 수도 있고, 농약의 배출과 분해에서 산으로 사용된다.

시간 완화나 제초제의 분해제나 산업용 자재의 정제와 탈색용 수지로서 사용된다.

쉽게 옮길 수 있는 방사선 폐기물의 중합반응 저장용기 성분으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

가죽 마감 수지, 직물과 종이 코팅, 플라스틱 필름에서 메틸 아크릴레이트의 제조와 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

메틸 아크릴레이트를 제조, 사용하는 작업장에서 흡입과 피부접촉을 통하여 직업적 노출이 발생하게 된다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.09	물리적 상태	액체	증기압	68.2mmHg(20℃)
끓는점	80.5℃	R-phrase	11,20/21/22,36/37/38,43	Log Kow	0.80
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 7 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 메틸아크릴레이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 증기 존재와 고온에서 프로필렌 증기의 촉매 산화에 의해 아크롤레인이 형성되고, 아크릴산으로 산화된다. 아크릴산은 알코올과 에스테르화되고, 메틸 아크릴레이트가 생성된다.

반응이 완료된 후, 품질관리를 위한 시료 채취과정에서 메틸 아크릴레이트에 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 계면활성제 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 계면활성제를 제조하는 산업체로 투입-반응-포장 시 메틸아크릴레이트가 증기 형태로 작업장에서 발생하고 있다.

작업 방법은 습식이고 공정은 자동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었다. 반응조에 원형관 후드가 설치되어 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: AS-16SH, AS-16STO 제조(배합)

① 시나리오 : AS-16SH, AS-16STO 화학물질을 제조하는 작업장으로 투입-배합-반응-포장시 메틸아크릴레이트가 증기형태로 작업장에서 발생하였다.

작업공정은 자동 습식방법으로 작업장은 개방된 상태이었고, 투입-반응-포장 공정은 국소배기시설이 없었고, 배합공정에 원형관 후드가 덮개에 연결되어 발생하는 메틸아크릴레이트를 배기하는 형태이었으며 전체 환기는 창문을 통해서 밖에서 유입되는 청정공기로 작업장 내 발생하는 메틸아크릴레이트를 희석시키는 방법이었다.

원재료 투입 → 배합 → 반응 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도료, 수지 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 도료, 수지를 제조하는 작업장으로 반응-포장-옥외저장창고에 메틸아크릴레이트를 주입 또는 현장 점검 시에 근로자가 노출될 수 있다.

작업공정은 자동 습식방법으로 작업장은 개방된 상태이었고, 배관에 의한 자동라인으로 자체 국소배기시설이 있었으며 전체 환기는 창문을 통해서 밖에서 유입되는 청정공기로 작업장 내 발생하는 메틸아크릴레이트를 희석시키는 상태였다.

원재료 → 반응 → 포장 → 옥외저장창고/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 아크릴레이트를 제조(저장 탱크 점검)

① 시나리오 : 아크릴레이트를 제조하는 사업장으로 반응 또는 반응조 탱크 점검 작업 시 근로자들이 메틸아크릴레이트 증기에 노출되고 있었다.

작업 방법 및 공정은 자동 건식방법으로 작업장은 개방된 상태이다. 반응조는 밀폐형으로 국소배기시설이 없었고, 반응조가 반옥외 작업장으로 밖에서 유입되는 청정공기와 내부의 메틸아크릴레이트가 섞여 희석되는 자연환기 형태이다.

옥외 저장탱크는 재래식 방법으로 설계되어 있어 누출에 의한 노출이 발생할 수 있다.

촉매 → 반응조 → 저장 → 증발 → 탈수기 → 건조기 → 운반 → 고형제 → 질산용해 → 방출

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착제 제조(배합)

① 시나리오 : 접착제를 제조하는 사업장으로 배합-투입-포장 작업 시 메틸아크릴레이트가 증기 형태로 발생하여 근로자들이 노출되고 있다.

작업 방법 및 공정은 자동 습식방법으로 작업장은 개방된 상태이었고, 배합-투입-포장의 공정으로 작업자가 방독마스크를 착용하고 작업하고 있었다. 국소배기설비는 작업주관에 원형후드가 설치되어 있었고, 전체 환기는 창문과 천정팬을 이용한 자연환기형태이었으며 각 공정에 설치된 국소배기장치에서 일부 메틸아크릴레이트가 누출되고 있었다.

원재료 → 배합 → 투입 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아크릴 시트 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 아크릴 시트(sheet)를 제조하는 사업장으로 투입-반응-포장 작업 시 근로자들이 메틸아크릴레이트 증기에 노출되고 있다.

작업 방법 및 공정은 자동 습식방법으로 작업장은 개방상태이었고, 투입-반응-포장의 작업 시 작업자들은 방독마스크를 착용하고 작업하고 있었다. 국소배기장치는 없었고, 전체 환기는 작업장 천정의 송풍기와 창문을 통해 외부 공기 유입으로 희석시키는 형태이었다.

원재료 투입 → 반응 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 합성수지 생산(첨가)

① 시나리오 : 합성수지를 제조하는 작업장으로 반응 작업 원료 투입 및 첨가 시 메틸아크릴레이트 증기에 근로자들이 노출되고 있다.

작업 방법은 자동 건식방식으로 작업장은 개방되어 있었고, 투입-반응-포장 형태로 공정이 이루어져 있었다. 작업장에 국소배기장치나 전체 환기시설은 없었다.

원재료 투입 → 반응 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 섬유생산(회수)

① 시나리오 : 화학섬유를 제조하는 작업장으로 배관을 통한 자동라인 공정으로 중합-원액-회수 작업 시 메틸아크릴레이트의 누출로 근로자들이 노출될 수 있다.

작업 방법은 자동 습식방식이었고 작업장은 개방되어 있었으며, 작업공정은 중합-원액-회수 형태의 배관을 통한 자동라인이었다. 배관을 통한 자동라인으로 국소배기설비는 없었고 작업장 전체 환기는 벽면이 개방되어 있어 통풍에 의한 자연환기에 의존하고 있었다.

원재료 투입 → 중합 → 원액 → 회수 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 보철 생산(레진자켓)

① 시나리오 : 치과보철을 가공하는 작업장으로 레진자켓 작업 시 메틸아크릴레이트 증기에 노출되어 있다.

작업 방법은 수동 건식방식이었고 작업장은 밀폐되어 있었으며, 작업공정은 보철을 가공하는 것으로 포리싱룸 레진자켓 작업, 메몰싱 주입작업, 믹싱 작업으로 이루어져 있었다.

작업장은 작업대 하방향에 국소배기시설이 설치되어 있었다.

포리싱룸 레진자켓 작업 → 메몰싱 주입작업 → 믹싱 작업 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(022) 몰리브덴 Molybdenum 7439-98-7

1. 개요

1) 제조

주로 몰리브덴광으로부터 얻는다. 몰리브덴연광 및 Powellite 또는 보다 작은 상업적 원광들이다. 몰리브덴은 구리 및 텅스텐 채광의 부산물로써도 채광된다.

몰리브덴은 정제된 몰리브덴화 삼산화물 또는 몰리브덴화 암모늄의 수소 환원에 의해 만들어진 분말로부터 채비된다.

보통 산화몰리브덴 MoO_3을 900～1,000℃에서 수소에 의해 환원시키는 방법이 사용된다.

융해염의 전기분해 또는 테르밋법에 의해서 환원시키는 방법도 쓰인다.

순도가 높은 것을 얻으려면 산화몰리브덴을 일단 암모니아수에 녹여 파라몰리브덴산암모늄으로 정제하고 이것을 배소하여 순수한 MoO_3으로 만들거나, 강하게 가열하여 승화 정제한 MoO_3을 사용한다.

2) 용도

- 전기로에서 저항 요소, 전기전자 구성 요소, 기계 및 엔진 부문에서 저항 피복제로, 유리 산업에서 전극, 기계 도구 부속물
- 보일러 판, 소총 총열, 프로펠러 굴대를 위한 특수 강철 제조
- 전기 접촉, 불꽃 플러그, X-선 관, 필라멘트, 라디오 관을 위한 화면 및 격자에 쓰임
- 텅스텐 제조, 유리와 금속의 봉인, 비철 합금, 윤활제로서 콜로이드 형태
- 원자력 응용, 미사일 및 항공기 부문, 석유 정제에서 촉매제
- 페인트, 래커, 잉크, 고무, 그리고 가죽의 색소
- 질소의 미생물 고정에 있어서는 비료에 쓰임
- 암모니아 제조에서 촉매제로 쓰임
- 전자 전달제

몰리브덴의 주요 용도는 강철 합금으로서의 용도이다. 그것은 무기 산업, 항공 공학, 그리고 자동차 산업에서 활용된다. 스테인리스강에 총생산량의 약 90%를 사용하며, 이 밖에 전자관의 양극・그리드 및 지지물, 전기회로의 접점, 내열재료 고온부분품, 특수합금, 전열선, 코팅, 몰리브덴 블루 등의 안료, 수소첨가의 촉매 등으로 사용된다.

또한 전기재료(전구용 필라멘트), 고온도용 발열체, 실리콘정류소자기판, 화학공업용 원료에 사용, 주철 및 철강, 초합금강에 경도, 강도, 인장력, 내마모성을 증가시키기 위한 합금제로 주로 사용하는 내화성 금속, 필요한 정도의 제련성을 얻기

위해 주로 몰리브덴 산화물(MoX)이나 페로몰리브덴(FeMo) 형태로 크롬과 콜럼븀(니오븀), 망간, 니켈, 텅스텐, 기타 합금과 혼합하여 사용한다.

여러 가지 혼합성을 증가시키는 데 있어서 몰리브덴의 다양한 성질 때문에 현대 산업 기술에서 중요한 역할을 한다. 몰리브덴 정광은 산화물로 전환되어 몰리브덴강, 몰리브덴산암모늄이나 몰리브덴산 나트륨, 몰리브덴분의 형태로 포신재료, 자동차, 제일재료, 농・공・광업기계, 열교환기, 정유소, 페인트, 안료, 시약, 촉매제, 윤활제, 반도체, 전극 등에 이용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

몰리브덴 산물의 제조 및 조립과 관련 있는 산업적 피폭들은 몰리브덴의 먼지 및 연무, 몰리브덴의 산화물 및 황화물(주로 전기 화덕이나 고온 처리에서 나오는)에 대한 노출이 근로자에게 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	95.94	물리적 상태	고체, 분말	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	4,825℃	R-phrase	-	Log Kow	low Pow= 1
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 몰리브덴 제조(정제)

① 시나리오 : 주로 몰리브덴광으로부터 얻는다. 몰리브덴연광 및 Powellite 또는 보다 작은 상업적 원광들이다. 몰리브덴은 구리 및 텅스텐 채광의 부산물로써도 채광된다.

산화몰리브덴을 일단 암모니아수에 녹여 파라몰리브덴산암모늄으로 정제하고 이것을 배소하여 순수한 MoO_3으로 만들거나, 강하게 가열하여 승화 정제한 MoO_3을 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 귀금속 성형(성형)

① 시나리오 : 구리 및 구리화합물을 사용하여 귀금속(다이아몬드 등)을 성형하는 공정이다. 공정 과정에서 성형뿐만 아니라 배합, 연마, 용접 단위공정에서도 노출 가능성이 있고, 파우더실은 여러 종류의 유기화합물이 존재하여 흡입가능성 또한 크다.

성형 시 금속파우더를 압축 후 톱날로 성형하는데, 소음, 금속류분진이 발생하고, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 배합 → 성형 → 소결 → 연마 → 용접 → 세척

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 자동차 부품 제조(용해)

① 시나리오 : 구리, 망간, 크롬, 황, 주석, 니켈과 소량 몰리브덴과 코발트를 사용한다. 고철을 대차에 장입하여 용광로에 투입하여 작업한다. 고철이 적정온도에 도달 했을 시 찌꺼기를 제거하고 목표 성분 조정한 다음 구상화 반응 레틀에 마그네슘과 실리콘을 접종하여 용탕을 담아 다음 공정조형으로 이동시켜 용융로 작업을 한다. 각 공정에서 분진 발생이 많고, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 용해, 크레인 → 중자 → 조형, 중자물 가입형 → 주입 → 사처리 → 탕구절단 → 후처리 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	13 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 특수 합금강 제조(출탕)

① 시나리오 : 특수 합금강 제조 시 몰리브덴을 이용한다.

용해, 출탕 공정에서 몰리브덴 용융 흄이 발생하므로 근로자의 노출가능성이 있다.

원료주입 → 청량 → 용해 → 출탕 → 사상 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 전자부품 제조공정(함침)

① 시나리오 : 전자부품 제조 시 몰리브덴 용해조에 40분 함침시키고 세척(염산 18L, 수산화나트륨 18L, 물18L정도) 4회 세척, 암모니아 중화(20분), 다시 4회 세척, 80~100도 에 4번 세척하고 150도 건조대에서 건조 시킨다. 그 후 다음 검사 공정으로 이동한다.

몰리브덴 사용량은 4~5kg/월이고, 원재료의 누출 가능성이 있다.

원재료 입고 → Bobbin winding → 싱글 코일감기 → Baking → 더블헬리컬 감기 → 자동전착 → 소결 → 용해 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 세라믹 제조(인쇄/건조)

① 시나리오 : 세라믹 제조 시 사용되고, 몰리브덴 사용량은 20kg/월이며, 성형 및 paste 상태의 몰리브덴을 제품에 인쇄/건조 작업 시 노출이 발생할 수 있다.

페이스트 제조는 메탈라이징용 몰리브덴 또는 텅스텐 금속을 이용하여 페이스트 상태로 제조한다. 인쇄 및 건조는 메탈라이징 하고자 하는 세라믹의 부위에 인쇄를 하여 페이스트를 도포하고 건조시킨다.

금속가공 공정은 어닐링된 세라믹의 치수에 맞도록 접합할 금속을 가공하고 용가재(Filler metal, 용융금속: Ag, Cu, Mo 합금)를 사용하고자 하는 목적에 맞도록 가공한다.

원료 조합 → 분쇄/분산 → 분무건조 → 성형 → 성형 후 가공 → 소결 → 소결 후 가공 → 페이스트제조 → 인쇄/건조 → 황원소결 → Ni 전극처리 → 금속가공 → 브레이징 → 완제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 복합비료 제조(배합)

① 시나리오 : 복합비료의 제조 시 몰리브덴이 사용되고, 몰리브덴 사용량은 210~50kg/월, 배합 공정 중 탄소 성분의 미세분진이 작업장 안에 부유하고, 그것을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

원재료 계량 → 1차 혼합 → 분쇄 → 2차 혼합 → 1차 계량 → 2차 계량 → 진공포장 → 소포장 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 도료의 안료(현장 점검)

① 시나리오 : 도료의 안료로서 몰리브덴이 사용되고, 주로 오렌지색 안료에 혼합된다. 몰리브덴은 적절히 설비가 가동되는지 여부를 확인하기 위한 현장점검 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 용접재료 제조(접합)

① 시나리오 : 용접재료의 화학적 성분으로 고장력강용 용접재료(몰리브덴 0.18~0.44%), 저합금강용 용접재료(몰리브덴 0.46~1.03%), 표면경화 육성용 용접재료(몰리브덴 0.55~1.90%), 연강 및 고장력강용 용접재료(몰리브덴 0.45~2.0%) 등에 몰리브덴 성분이 낮은 농도로 포함되어 있으므로, 접합 시 용접흄과 유해가스에 의해서 노출이 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(023) 무수 말레인 Maleic anhydride 108-31-6

1. 개요

1) 제조

압력을 감소시킨 상황에서 말레산과 포스포로스 펜톡사이드의 승화에 의해 제조된다. 상업적 생산은 촉매 하 벤젠 또는 적절한 탄화수소의 증기상 산화에 의해 생산된다.

무수말레인산은 바나디움 포스포로스 옥사이드 이종 촉매의 사용 하에서 부탄과 산소의 반응에 의해 생산된다.

2) 용도

무수말레인산은 주로 중간산물로 사용되며, 용도는 다음과 같다.

- Diel-Alder 합성
- 공중합(Copolymeritation) 반응
- 알키드타입의 수지 제조
- 염색의 중간산물
- 제약, 농약(말라치온) 제조
- 고흡수성 수지(위생용품) 제조
- 차선도색(접착제)
- 플라스틱 첨가제
- 폴리에스터수지
- 지방과 오일 보존제

3) 노출 및 결정인자[1)]

무수말레인산은 의약품, 농업용 화학물질(말레산히드라지드, 말라티온 등)의 제조와 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

무수말레인산을 제조, 사용하는 작업장에서 흡입과 피부접촉을 통하여 직업적 노출이 발생하게 된다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.06	물리적 상태	고체	증기압	0.1kPa(20℃)
끓는점	202.0℃	R-phrase	22,34,42/43	Log Kow	1.62
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.4 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 무수말레인산 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 무수말레인산 제조는 촉매 하 벤젠 또는 적절한 탄화수소의 증기상 산화에 의해 생산된다.

작업공정 중 offgas와 가스세정기의 소각대기 방출의 경우, 무수말레인산 저장 시 노출 가능성이 크다. 분말상의 무수말레인산을 포장하거나 반응 등 순회점검 시 노출되며 시료채취와 검사 시 또한 노출가능하다.

장치산업의 특성상 옥외 작업장에는 환기설비가 없으며 실험실의 경우 드래프트 챔버에 국소환기장치 설비되어 있고 포장공정 또한 신축형 배기 후드 설비 되어 있다.

원료 → 기화/가열 → 압축공기와 혼합 → 산화 → offgas → 가스세정기(소각대기방출) → MA → 저장 → 정제/고체화 →판매

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: PPG(Poly Propylene Glycol)제조(첨가)

① 시나리오 : PPG 제조 시 산화프로필렌, 산화에틸렌 및 무수말레인산을 중화 촉매제로 투입, 반응 시킨다.

투입, 반응, 검사 및 포장 공정에서 분말상의 무수말레인산(MA)을 반응조 맨홀 상으로 수작업 투입 시 다량의 분진이 발생하며 물성 및 수분 함량 검사를 위해 시료 채취 시 노출이 발생한다.

원재료 투입 → 반응 → 분석 → 중화/흡착 → 여과 → 탈수 → 혼합 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 불포화폴리에스테르 수지 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 불포화폴리에스테르 수지 생산 시 무수말레인산의 노출이 발생할 수 있다. 무수말레인산, 프탈릭언하이드라이드, 에틸렌글리콜 등 원료를 1차 저장조에서 반응조로 자동 투입한다. 투입, 반응, 포장공정에서 노출이 발생하는 공정이다.

원료투입 시 무수말레인산, 프탈릭언하이드라이드, 에틸렌글리콜 등의 원료를 1차 저장조에서 반응조로 자동 투입하는데 이 때 노출이 발생한다. 또한 포장 시에도 노출이 발생할 수 있다.

반응조 내부에 유해 증기 배출 배기구 설비 되어 있으며 포장 공정 또한 국소배기 설비가 되어 있다.

원재료 투입 → 반응 → 희석 → 중간제품 검사 → 탈포 → 여과 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 합성수지 제조 공정(혼합)

① 시나리오 : 합성수지 제조 과정 중에서 배합 시 PP, PE, MA를 일정 비율로 혼합하는데 이 때 노출이 발생할 수 있다.

계근대에는 제진용 국소배기 없으며 혼합기 투입부 상방에 원형 후드 설치되어 있다.

원재료 투입 → 배합 → 압출 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 합성수지(불포화에스테르) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 불포화 에스테르의 합성수지 제조 공정에서 무수말레인산이 사용되고, 제조공정 중 투입, 반응 공정에서 노출이 발생할 수 있다. 투입 시 무수말레인산을 호이스트를 이용하여 반응조로 투입하는 데, 이 때 수작업 투입한다. 1회 투입 시 약10분 소요되며 대부분의 분진이 이때 발생하고, 노출될 수 있다.

또한 회분식으로 제조되는 공정을 관리하기 위한 근로자에게 무수말레인산의 누출에 의한 노출의 가능성이 있다.

무수말레인산 투입 및 반응조 상부에 외부식 장방형 국소배기 후드 설비 되어 있다.

자재입고 → 투입 → 반응 → 검사 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 석유 수지 제조(촉매 투입)

① 시나리오 : 석유 수지 제조 공정에서 무수말레인산이 중합 시 라인을 통해 촉매제로 투입된다. 설비는 자동공정으로 밀폐되어있으나 촉매투입과정에서 누출에 의한 근로자에 무수말레인산의 노출이 발생할 수 있다.

건조설비의 내부에 환기설비 되어 있으나 포장공정에는 없다.

이량화 → 증류 → 중합 → 탈회 → 유수분리 → 농축 → 용제회수(고상화) → 성형(건조) → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: PVC 안정제 제조(포장)

① 시나리오 : PVC 안정제 제조 시 무수말레인산이 사용되고, 제조 공정 중 투입, 계량, 포장 공정에서 노출이 발생한다. 1일 1회 정도 입고된 원재료를 지대를 이용 수작업 투입 시 다량의 분진이 발생(원심분리 공정에서 악취 발생).

또한 포장 공정에서 용기를 이용하여 소분하여 포장하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

계량, 투입 및 원심분리기 등 국소배기장치가 설비 되어 있으나 가동이 되지 않고 있었다.

저장 → 계량투입 → 반응 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.075 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 불포화폴리에스테르수지 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 불포화폴리에스테르수지(unsaturated polyester resin)는 불포화 이염기산과 2가의 알코올을 중축합 시켜 불포화폴리에스테르를 만들고 이것에 다시 불포화결합을 가지는 비닐모노머를 라디칼혼성중합 시켜 만드는 열경화성수지를 말한다.

무수말레인산과 에틸렌글리콜이나 프로필렌글리콜을 가열, 중축합 시켜 이것에 스티렌을 혼성 중합시킨 것이 대표적이다. 불포화폴리에스테르를 스티렌모노머에 용해하고 과산화벤조일을 촉매로서 첨가하고 다시 충전재(탄산칼슘 등), 유리섬유와 같은 강화재・활제・착색제 등을 가해 가열・중합시켜 만든다.

원재료 투입 → 반응 → 검사 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 고무의 가교억제제(Retarders)[1](첨가)

① 시나리오 : 고무의 경화는 고무가 경화 조건에 도입되기 전의 단계에서는 경화되지 않아야 한다. 경화억제제는 고무의 조성이 모든 공정을 지나 경화조건에 도입되기 전에 고무가 미리 경화되는 것을 막기 위해 이용되는 화합물이다. 억제제는 특별한 가황 촉제제와 특별한 가교 조건에만 유용한 화합물이 이용되기도 한다.

가교억제제로 무수말레인산을 반응기에 첨가시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	13 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일반적으로 싸고 높은 효과를 주는 억제제는 벤조익산, 말레인산, 무수말레인산, 프탈산, 무수프탈산, 살리실산과 N-니트로소 다이페닐아민이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 알키드 수지 제조(계량)

① 시나리오 : 글리세롤과 프탈산무수물이나 무수말레인산과의 축합 의한 알키드 수지 제조에 사용된다. 식품・화장품의 건조방지제・정미제, 도료・인쇄잉크・투명 비누의 제조원료, 분석시약 등에 널리 이용된다.

원료 투입 전 무수말레인산의 계량과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	18 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(024) 벤젠 Benzene 71-43-2

1. 개요

1) 제조

시클로파라핀의 탈수소화, 알킬시클로펜탄의 탈수이성질체화(dehydro-isomerization), 파라핀의 환형화(cyclization)와 탈수소화 등의 기전을 통하여 방향족 탄화수소를 제조하는 촉매 재형성공법(reforming)으로 상업용 벤젠의 30% 정도를 제조한다.

용매추출법에 의한 개질유(reformate)에서 회수하는 방법이 벤젠 제조에 가장 많이 사용된다. 석유공업에서 접촉분해나 접촉개질에 의하여 벤젠을 함유하는 탄화수소유를 얻고, 이것을 추출하고 분류하여 벤젠, 톨루엔, 크실렌(BTX)을 함께 제조한다. 과거에는 황산세정을 이용하여 주로 정제하였으나, 최근에는 몰리브덴산 코발트 등을 촉매로 쓰고 350℃에서 가압수소 정제하여 순도 높은 벤젠을 얻고 있다.

2) 용도

석유화학공업에서는 기본적인 원료이며 벤젠, 톨루엔, 크실렌 세 개 물질의 머리글자를 취하고 BTX라고 칭해진다. 용제로 사용되고 자동차의 연료 외에 유기 화학공업에서 폭넓게 이용된다.

벤젠은 각종 유기 화합물의 합성원료로 사용된다. 에틸벤젠, 큐멘, 시클로헥산, 니트로벤젠, 무수 말레인산, 염화벤젠, 세척제 알킬산염, 안쓰라퀴논, 벤젠헥사클로라이드, 벤젠술폰산, 비페닐, 하이드로퀴논, 레조르시놀 등의 다양한 화학물질의 중간재료로 사용된다. 폴리스티렌과 합성고무, 페놀수지, 나일론, 아닐린, 세척제, 농약, 의약품, 염료, 플라스틱, 합성수지 등의 제조에 사용하며, 왁스, 레진, 기름, 천연고무 등의 용제로도 사용한다.

그 외 폭발물, 탄닝(tanning), 식품 가공, 사진 재료 등으로 사용되기도 한다.

벤젠은 톨루엔, 자일렌 등과 더불어 휘발유의 구성성분이며, 휘발유의 옥탄가를 높이기 위한 첨가제로 사용되나, 현재는 사용량을 줄이도록 권고하고 있다. 최근 사용량이 많이 줄기는 하였으나 아직도 휘발유 생산에 다량으로 사용되고 있다. 우리나라에서는 휘발유의 벤젠함유량을 5% 이하로 규제하고 있다. 저벤젠화가 진행되고 있다.

벤젠은 타이어 공장과 신발 공장에서 광범위하게 사용된다. 과거에는 신발과 의류공장에서 천연고무의 용제로 사용되었다.

인쇄와 석판인쇄(lithography), 페인트, 고무, 세탁, 접착제와 코팅제, 세척제 등에 사용된다. 인쇄업 중에서는 특히 옵셋 인쇄 작업 전후에 인쇄기 드럼을 세척하는데 벤젠을 사용한다. 주로 플라스틱 표면에 생산일자를 찍기 위한 분무식 인쇄기 잉크의 용제나 노즐 세척제로 벤젠이나 벤젠을 함유한 용제를 사용하기도 한다. 추

출과 정류(rectification)작업, 그래픽예술 산업분야에 사용하는 잉크의 제조에 이용하며, 탈지제로도 사용된다.

과거에는 벤젠이 소독제로 사용되기도 하였으며, 적혈구증가증이나 악성 림프종 등의 혈액질환에 치료제로 사용된 적도 있다.

벤젠을 원료로 사용하는 업종은 주로 인쇄업(포장용 판지상자 제조업 포함), 의류제조업, 신발제조업, 합성수지 및 석유화학제품제조업, 의약품제조업, 자동차수리업, 기타 등으로 분류가 가능하다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

벤젠에 노출될 위험이 큰 업종 또는 작업은 주로 화학, 페인트, 고무, 인쇄, 석유산업 등에서 발생하며, 무연가솔린의 5~10%(무게)를 구성하고 있어 가솔린을 펌프질하고 가동시킬 때 발생된다.

벤젠은 상온에서 무색의 액체로 휘발성이나 인화성이 높고 또 발암성이 있으므로 취급에는 주의가 필요한 물질이다. 벤젠에 노출된 위험이 가장 작업자는 벤젠을 사용하는 석유화학근로자, 벤젠을 사용하는 화학공업 실험실 종사자, 합성세제 접착제 제조업자, 염료 생산자, 인쇄 작업자(특히 윤전 그라비아 인쇄 작업자), 신발 가죽 또는 고무 제품 및 가구공장에서 합성 접착제를 사용하는 근로자, 페인트 도장공, 가솔린 저장소나 주유소에서 근무하는 사람 등이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	78.12	물리적 상태	액체	증기압	75mmHg(20℃), 12.7kPa(95.2mmHg; 12.5% v/v)(25℃)
끓는점	80.1℃	R-phrase	45,11,48/23/24/25	Log Kow	2.13
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 3 mg/m^3			STEL 5 ppm / 16 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 벤젠 제조(원유를 분별 증류)(시료채취)

① 시나리오 : 원유에서 벤젠을 생산하는 사업장은 접촉분해나 접촉개질에 의하여 벤젠을 함유하는 탄화수소유를 얻고, 이것을 추출하고 분류하여 벤젠, 톨루엔, 크실렌(BTX)을 함께 제조한다.

납사전처리공정, 방향족생산공정, 촉매순환 및 재생공정, LPG 회수분리공정, 방향족 분리공정, 수소제조공정에서 벤젠에 노출될 수 있다. 또한 설비 점검, 공정 운전 등의 이상 유무 확인·점검, 파이프라인 중간밸브에서 완제품 생산라인까지 매일 2회 시료를 채취하여 분석실에 의뢰하는 과정에서 노출이 발생한다.

정제현장 조작자와 정제현장 근조작자는 일반적으로 벤젠 노출위험이 있는 경우는 드물고, 기간도 짧다. 정제 유지보수작업자도 배수 작업, 뚜껑 열기, 세척 작업, 밀폐장치 작업 등 다양한 작업을 담당하므로 간헐적으로 벤젠에 노출될 수 있다. 실험실 요원들도 품질관리나 검사를 수행하는 과정에서 벤젠에 노출될 수 있다.

원료투입 → 석유 촉매 전환 재생성 반응(파라핀 환 생성 및 탈수소화)→ 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 선박과 궤도차 선적(선적)

① 시나리오 : 선박이나 바지선에 벤젠을 싣는 작업 중에 부두 노동자, 갑판원, 선박의 가교 노동자가 벤젠에 노출될 수 있다. 개방형 선적의 경우에는 벤젠 증기가 갑판까지 올라갈 수 있어서, 부두 노동자와 갑판원이 고농도로 노출될 수 있다. 현재는 폐쇄형 선적을 하고 있다. 폐쇄형 선적 중에는 벤젠 증기를 원격지로 배출하게 된다. 그 결과 부두 노동자와 갑판원의 노출농도가 현저히 감소하였다.

궤도차 선적작업도 궤도차에서 벤젠증기가 새어나와 고농도 벤젠에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 탱크로리 운송(적재)

① 시나리오 : 탱크로리 운송터미널은 여러 직종의 근로자에게 벤젠 노출을 유발할 수 있다. 탱크로리 감독자가, 문제가 발생하였을 경우에 이를 처리하는 작업을 하거나 벤젠을 적재하는 작업장소 근처에 있는 근로자의 경우 벤젠에 노출될 수 있다[1].

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 4 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 정시 교대근무 상황에서 노출수준은 낮은 편으로 평균농도가 0.36mg/m^3(범위: 0.001-3.1mg/m^3)였다(Concawe, 2000).
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 주유소 직원(주유)

① 시나리오 : 주유원은, 차량에 휘발유를 주입하는 동안, 그리고 주변 대기에 포함된 벤젠을 호흡하여 저농도 벤젠에 노출될 수 있다[1]. 기온이 이들의 벤젠노출 수준에 영향을 미치는데, 기온이 상승하면 벤젠 노출정도도 증가하였다. 주유원과 마찬가지로 주유소의 다른 직업도 비슷한 수준으로 벤젠에 노출될 수 있다[2].

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[3] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 150 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가솔린 탱크 근처의 사무실이나 빌딩에서 근무하는 근로자들은 0.53ppm TWA까지 노출될 수 있다(Kullman과 Hill, 1990). 광범위한 조사를 한 결과 노출농도는 그다지 높지 않았고, 정시 교대 근무시 평균노출농도는 0.102mg/m^3(범위: 0.012-0.478mg/m^3)였다(Merlo 등, 2001).
2) 유해물질을 취급하거나 지하 저장소에서 일하는 근로자들은 단기간에 0.4내지 9.1 ppm에 노출될 수 있고, 30 ppm까지 노출되는 경우도 있다(Nelson, 1991).
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 코크스로 산업(현장 관리)

① 시나리오 : 석탄을 탄소화하여 코크스를 만드는 과정에서, 조코크스 분획(crude coke fraction)이나, 이것에서 벤젠 등의 화학물질을 만드는 동안 현장 관리를 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	350 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 차량 수리(교체 작업)

① 시나리오 : 차량 수리공도 휘발유 엔진을 다루고, 배기가스에 함유된 벤젠으로 오염된 공기를 들여 마시기 때문에 벤젠에 노출될 수 있다[1]. 특히 연료분사장치, 배수장치, 연료탱크 세척, 실린더 덩어리와 헤드를 해체 재생하는 작업, 기화기 조정과 재생작업, 연료파이프, 필터, 펌프, 발브 등의 교체작업에 종사하는 경우 단시간 노출수준이 특히 높았다. 겨울과 좁은 차고 등에서 수리작업 시 환기가 덜 되어 벤젠 노출량이 더 많았다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 정시교대근무작업자의 평균노출농도의 범위는 0.03-2.6mg/m^3이었으며, 단기간 노출농도의 범위는 0.33-15.28mg/m^3이었다(Concawe, 1986; HELA, 2000; Norlinder, 1987; Popp 등, 1994; Javelaud 등, 1998).

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 항공산업(탱크수리)

① 시나리오 : 민간공항조작자가 항공기용 휘발유를 사용하는 경비행기에 연료를 주입하는 경우에 벤젠에 노출될 수 있다. 그러나 유럽에서는 개인노출은 거의 없을 것으로 보인다.[1)]

군요원 중에서는 JP-8 제트연료를 취급하는 사람들에 대한 연구가 주로 이루어져있다[2)]. 과거 20년동안 JP-8가 휘발유를 주성분으로 한 JP-4 연료를 대체하게 되면서 벤젠노출수준도 현저히 줄어들었다. 탱크 수리를 하는 경우에 노출농도가 가장 높고[3)], 벤젠 노출이 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[4)] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[5)] : 5 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 항공기용 휘발유 대신에 백등유를 주성분으로 한 Jet A1이 주연료이다.
2) 연료관리 작업 중에 벤젠에 가장 많이 노출되는데, 정시 교대근무 시 노출농도의 중앙값이 0.252mg/m^{3}이었다(Egeghy, 2003). 항공기정비사의 TWA 노출농도 평균값은 0.022mg/m^{3}였다(Puhala 등, 1997).
3) 단시간 노출농도의 최고치가 9.71mg/m^{3}에 이른다.
4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 소방관(진화)

① 시나리오 : 소방관은 불길이 잡혀가기 시작할 때[1]와 남아 있는 불씨를 확인할 때[2] 벤젠에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[3] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 10 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 검출한계이하~68.25mg/m^3이었는데, 특히 소방관이 호흡장치를 제거하고 난 다음에 노출량이 증가할 것으로 판단된다(Jankovic 등, 1991).
2) 단시간노출농도의 평균이 1.25mg/m^3(범위: 0.23-6.46mg/m^3)였다(Bolstad-Johnson 등, 2000).
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 카프로락탐 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 주 생산품으로 카프로락탐 생산과정 중 벤젠이 사용되고, 노출이 발생할 수 있다. 취급량은 연간 7,388톤이다.

카프로락탐 제조에 시클로헥산이 사용되며 시클로헥산을 제조하기 위해 대부분의 벤젠이 재료로 사용된다. 중간 생산물인 락탐을 추출하기 위해서도 벤젠이 사용되며 제품개발과 정도관리를 담당하는 시험실에서도 부정기적으로 벤젠에 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 옥심화 반응 → 분리 → 재배열 → 중화 → 분리 → 락탐추출 → 추출 → 스트리핑(stripping) → 이온교환수지처리 → 수소화 → 증기화 → 추출 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 약품제조(현장관리)

① 시나리오 : 의약품 제조 공정에서 벤젠을 사용하고, 사용량은 9톤이다. 액체류 제조, 에탄올 제조 등의 공정과 포장, 정유 과정에서 벤젠의 사용을 통한 노출이 발생할 수 있다.

현장관리 과정에서 벤젠에 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 전처리 → 정제시설 → 응축기 → 냉각기 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	9 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 인쇄공정(인쇄기 세척)

① 시나리오 : 인쇄 공정에서 벤젠이 사용되고, 벤젠 사용량은 연간 1.5톤이다. 주 사용공정은 오프셋 인쇄 과정에서 벤젠의 사용에 의한 근로자의 노출이 발생 할 수 있다. 또한 하루 3~4회 벤젠을 사용하여 인쇄기 세척을 할 때 근로자에게 벤젠이 노출될 수 있다.

주문 → 소부 → 인쇄 → 제본 → 납품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1.5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 제유공장(시료분석)

① 시나리오 : 참기름과 후추를 주로 생산하며, 벤젠은 품질관리과에서 생산된 제품의 품질관리를 위한 분석 공정에서 사용된다. 벤젠 사용량은 88kg으로 소량 취급하였다.

원료투입 → 충진 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	88 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 식품제조(포장공정)

① 시나리오 : 케찹과 마요네즈가 주 생상품이며, 벤젠 사용량은 25kg으로 양은 매우 적었다. 케찹과 마요네즈 생산 중 사용용도는 일부인이고 벤젠이 소량 사용된다.

포장공정에서 근로자에게 벤젠 노출이 발생할 수 있다.

배합 → 충진 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 차량 부품제조(정전 도장)

① 시나리오 : 도장 공정 중 벤젠이 사용되고, 연간 사용량은 3.2톤이다. 도장 과정 중 주 노출이 발생할 수 있는 세부 공정은 행깅, 정전도장, 수동도장 3곳이다.

가공부품 → 행깅 → 탈지 → 수세 → 인산염피막 → 탕세 → 건조 → 정전도장 → 보정도장 → 상도건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(025) 1,3-부타디엔 1,3-Butadiene 106-99-0

1. 개요

1) 제조

1,3-부타디엔의 제조는 나프타분해공정에서 생산된 C4 혼합 유분을 원료로 하여 용매의 용해도차에 의한 추출증류 및 비점차에 의한 정제공정을 통해 선택적으로 1,3-부타디엔만을 추출하는 것으로 행해지며, 용매의 종류에 따라 DMF (Dimethyl Formamide), NMP(n-Methylpyrrolidone) 또는 ACN(Acetonitril) 사용공정으로 나뉜다. 각 공정의 과정은 거의 동일하나 사용용제에 따라 약간씩 차이가 있으며, 특허권도 각기 달리 하고 있다.

2) 용도

- 합성고무, 플라스틱, 수지와 같은 폴리머
- 아디포니트릴, 폴리클로로프렌, 1,5,9-시클로도데카트리엔, 1,4-헥사디엔, 캡탄 등의 화학 중간체
- 로켓트 연료, 플라스틱, 수지의 형성에 사용이 증가되고 있다.
- 합성엘라스토머(스티렌-부타디엔, 폴리부타디엔, 네오프렌, 니트릴), ABS수지
- 많은 상업적으로 중요한 라텍스 페인트는 스티렌-부타디엔 공중합체에 기본을 둠.

전체 1,3-부타디엔 중 44%가 타이어의 원료가 되는 합성고무생산에 사용되었으며, 44% 중 24%가 SBR(Styrene-Butadiene Rubber) 생산에, 20%는 BR (Butadiene Rubber) 생산에 사용되었다. 이중 타이어 생산업체가 다른 생산 업체로부터 합성고무를 공급받아 타이어를 생산하는 경우도 있으나, 타이어 생산업체가 생산 공정에 합성고무 생산 공정을 추가, 자체적으로 타이어 생산에 요구되는 합성고무를 생산하는 경우도 있었다. 나머지 56% 중 28%는 ABS(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) 수지의 제조에 사용되고 이외의 28%는 라텍스 고무나 합성섬유와 같은 기타 석유화학제품의 생산에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,3-부타디엔의 일차적 노출경로는 호흡기, 소화기, 그리고 피부접촉이며, 1,3-부타디엔이 상온에서 가스로 존재하기 때문에 호흡기 노출이 가장 일반적이다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

1,3-부타디엔은 공기보다 비중이 크므로, 공기 중에서 가라앉는 성질이 있어, 이 때문에 환기가 불량하거나, 밀폐된 공간 혹은 낮은 공간에서 가스가 모일 가능성이 크며, 이로 인한 질식의 위험이 있다. 2,000~8,000ppm 의 농도에 단시간 노출되었을 경우 코, 입, 목의 점막에 자극을 일으킬 수 있으며, 눈이 상기되거나 피부에 자극을 일으킬 수도 있다. 압축된 공기나 액체에 접촉하였을 경우, 동상의 위험이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	54.1	물리적 상태	기체	증기압	245kPa(1,840mmHg)(21℃)
끓는점	-4.4℃	R-phrase	45,12	Log Kow	1.99
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 4.4 mg/m^3			STEL 10 ppm / 22 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 1,3-부타디엔 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 납사 분해공정에서 생산된 혼합 C4 유분을 원료로 하여 용매의 용해도차에 의한 추출 증류 및 비점차에 의한 정제공정을 거쳐 1,3-부타디엔만을 선택적으로 생산하는 공정이다[1]. 근로자들이 수시로 현장을 다니면서 점검하는 중에 누출이 발생되었을 경우 노출될 수 있다.

매 작업시작과 함께 샘플링 작업을 한 후, 각 실험실로 넘겨주어 제조된 1,3-부타디엔의 품질관리를 지원하기도 한다. 그러나 제조회사에 따라 샘플링 작업의 경우 실험실에서 수행하기도 하고, 노출이 발생할 수 있다.

납사 분해공정에서의 원료투입 → 분별증류 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이때 용매는 DMF(dimethyl formamide), NMP (n-methylpyrrolidone) 또는 ACN (acetonitril)가 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 부타디엔 고무[1] 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 부타디엔 고무(BR)[2]는 부타디엔 모노머에서 고무가 만들어지기 위하여 유기용제 내에서 연속적으로 중합된다. 고분자화 된 혼합물은 시멘트로 불리는데, 오일(extending oil)과 카본블랙이 첨가될 수 있다. 이 시멘트 용액에서 휘발성 탄화수소가 증기에 의해 제거되고 고무(rubber crumb)만 남게 된다. 이렇게 남게 된 고무조각들은 탈수과정과 건조, 압출과정을 거치게 된다.

공정들은 전형적으로 자동화되어 있어 있고, 밀폐된 연속시스템 하에서 운전되고 있다. 샘플채취와 청소작업, 현장점검을 통해 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 탱크 저장 → 블렌딩/건조 → 폴리머화 → 시멘트 혼합 → 응고/스트리핑 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1,3-부타디엔과 관련된 (Butadiene Rubber, BR), 스티렌-부타디엔 고무(Styrene-Butadiene Rubber, SBR), 니트릴고무(Acrylonitrile- Butadiene Rubber, NBR)가 있다.
2) Cis-Polybutadiene Rubber 즉, CB rubber로도 명명된다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: SBR(Styrene-Butadiene Rubber)[1] 제조(원재료 투입)

① 시나리오 : 합성고무 중 가장 대표적인 SBR은 부타디엔과 스티렌을 고온유화중합 또는 저온유화중합하여 만든 공중합체이다.

부타디엔과 스티렌모노머는 물과 지방산염과 함께 반응기내에서 중합반응을 하게 되며, 이때 촉진제(modifier)가 함께 첨가된다. 적절한 시간에 중합이 끝나면, 반응이 이루어지지 못한 모노머는 진공과 증기에 의해 제거되고, 액체는 농축되어 SBR 라텍스로 판매된다. 고형화 된 고무는 오일(extending oil)과 카본블랙이 첨가되며, 액상 라텍스는 산염(salt acid)을 첨가함으로써 응고된다. 고무조각(rubber crumb)은 탈수, 건조, 프레스 과정을 거친다.

공정들은 전형적으로 자동화되어 있어 있고, 밀폐된 연속시스템 하에서 운전되고 있다. 원재료 투입, 샘플채취와 청소작업을 통해 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 탱크저장 → 폴리머화 → 스트리핑 → 응고 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	170 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가장 일반적으로 사용되는 범용고무이며 천연고무에 비하여 내마모성, 내열성이 우수하고 가황이 평탄하고 안정된 스코치(Scorch)성과 용이한 가공성 등 폭넓게 사용이 가능한 물성을 지니고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 니트릴고무(Acrylonitrile- Butadiene Rubber, NBR)[1] 제조(포장)

① 시나리오 : NBR은 유화중합에 의하여 제조된 아크릴로니트릴과 부타디엔의 공중합체로 가장 널리 사용되고 있는 내유성 고무이다.

제조공정은 SBR과 거의 유사하여 고온유화중합 또는 저온유화중합과정을 통해 만든다.

공정들은 전형적으로 자동화되어 있어 있고, 밀폐된 연속시스템 하에서 운전되고 있다. 샘플채취와 청소작업을 통해 노출이 발생할 수 있다. 또한 포장과정에서 소량 남아있는 1,3부타디엔이 근로자에게 노출될 수 있다.

원재료투입 → 탱크저장 → 폴리머화 → 스트리핑 → 응고 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	90 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니트릴함량이 42~46%의 극고 니트릴, 36~41%의 고니트릴, 31~35%의 중고 니트릴, 25~30%의 저 니트릴 등으로 분류된다. 니트릴함량의 증대에 따라서 내유성, 내마모성, 기계적 성질이 향상되지만 내한성, 신장성, 탄성은 저하된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: ABS 제조(교반)

① 시나리오 : 합성수지 중 부타디엔이 포함되는 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(Acrylo Nitrile- Butadiene-Styrene, ABS) 수지 공정은 크게 3부분으로 나누어진다.

폴리부타디엔 추출 라텍스, 폴리부타디엔 라텍스에 스티렌과 아크릴로 니트릴 융합, SAN(Styrene-Acrylonitrile) 코폴리머형 분리로 나누어 볼 수 있다.

폴리부타디엔 반응기에 부타디엔, 유화제(emulsifier), 개시제(initiator)와 물을 충진 시킨다. 생산된 폴리부타디엔은 스티렌, 아크릴로니트릴, 유화제와 개시제가 첨가된 ABS 라텍스 반응기에서 교반(agitation)된다. 반응 사이클이 끝나면, ABS 라텍스는 항산화제, 응고제와 증기를 이용하여 교반된 응고상태가 된다. 건조된 ABS 수지는 저장고로 이동되며, ABS 펠렛(pellet)으로 사출성형, 냉각, 그래뉼화(granulated)된다.

공정들은 전형적으로 자동화되어 있어 있고, 밀폐된 연속시스템 하에서 운전되고 있다. 반응기에 투입 후 교반과정에서 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응기 → 스트리퍼 → 저장 → 반응기 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	420 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 타이어[1] 제조(가류)

① 시나리오 : 타이어 제조공정은 매우 노동집약적인 공정이며, 이 공정은 다음으로 구성되어 있다.

가류(Curing) 공정은 일명 가황처리 공정으로 불리며, 열과 압력을 가해 조립된 타이어를 가류하는 공정이다.

타이어 제조공정 중 1,3-부타디엔에 대한 잠재적 노출위험이 있는 공정은 가류(curing) 공정이다.

원재료 투입 → 밴버리 믹서 → 압출 → 타이어성형 → 큐어링 → 프레스 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	350 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 타이어는 크게 트레드(tread), 사이드월(sidewall), 코드(cord) 또는 프라이(ply), 비드(bead), 라이너(liner)의 5 부분으로 구성되어 있으며, 그 외 베이스(base), 벨트(belt), 필러(filler), 세퍼(chafer) 등으로 구성되어 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 정유 공장(시료 분석)

① 시나리오 : 에틸렌[1]을 제조하는 과정에서 부산물로 생산되는 C4 혼합유분에 1,3-부타디엔을 포함되며, 여기서 생산된 C4 혼합유분을 이용하여 1,3-부타디엔 모노머를 생산하게 되고, 잠재적인 노출 가능성이 있다. 중질유분해공정(fluid catalystic cracking, FCC)에서 생산된 분자량이 가벼운 올레핀의 제조과정과 MTBE를 제조하는 공정에서도 C4 혼합유분을 사용하므로 1,3-부타디엔에 근로자가 노출될 수 있다. 또한 품질관리팀에서 1,3-부타디엔의 순도 등을 평가하기 위한 샘플링이나 분석과정에서 노출될 가능성이 있다. 또 상대적으로 가벼운 탄화수소를 포함하는 연료의 육상 출하팀에서도 일부 1,3-부타디엔이 포함될 수 있다.

원재료 투입 → 열분해로 → 급냉 공정 → 압축공정 → 정제공정 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 원유를 정제하여 생산된 나프타를 주원료로 고온(cracking heater)에서 열분해 반응 후 급냉 공정, 압축공정, 정제공정을 거쳐 주요 제품인 에틸렌, 프로필렌과 여러 종류의 부산물(C4 혼합유분, 중질연료유, 수소, 메탄 등)을 생산하는 공정을 에틸렌 제조공정이라 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(026) 2-부톡시에탄올 2-Butoxyethanol 111-76-2

1. 개요

1) 제조

2-부톡시에탄올은 에틸렌 옥사이드와 적절한 알코올과 다양한 촉매하 반응으로 제조된다.

또는 에틸렌 클로로히드린 또는 에틸렌글리콜과 수산화나트륨 디알킬 설피드와 반응으로 제조된다.

2) 용도

2-부톡시에탄올은 수경유체로 사용되고 프탈레이트나 스테아린 가소제 대신에 아세테이트 에스테르의 성분으로서 많은 수성 코팅의 융합체(금속제거제, 직물용 유화제, 절삭오일이나 액상 가정용품에서 섞이지 않는 요소를 안정화시키는 짝지움제), 니트로셀루로오즈수지, 스프레이 락카, 속건성 락카, 바니쉬, 에나멜, 드라이클리닝 화합물과 바니쉬 제거제에 대한 용매, 에멀젼화 성질을 향상시키고 수용액에서 비누에 녹는 미네랄오일을 녹이는 좋은 용매, 비닐이나 아크릴페인트에 대한 용매, 수용액에서 유기계면활성제를 안정화시키는 세정액(클리너), 화장품 등에 사용된다.

미용용품, 머리 염색약, 단단한 표면을 깨끗하게 하는 세제(창문유리 세정제 등), 수용성 용매나 유기용제의 코팅제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

이 물질은 수용성도료 및 계면세척제(예: 유리세척제 등), 가정용품, 머리염색 염료 및 염색약에 함유되어 있다. 또한 각종 수지의 용제 및 드라이클리닝에서도 널리 사용되며 피부접촉에 의한 흡수가 잘 되는 물질이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.17	물리적 상태	액체	증기압	0.10kPa(0.76mmHg)(20℃)
끓는점	171.2℃	R-phrase	20/21/22,37	Log Kow	0.83
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 97 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 2-부톡시에탄올 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 2-부톡시에탄올은 에틸렌 옥사이드와 적절한 알코올과 다양한 촉매하 반응으로 제조된다. 반응 후 적절한 품질관리를 위함 시료채취, 시료분석, 저장, 포장/출하 등의 공정을 통해 근로자가 2-부톡시에탄올에 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 알루미늄 코팅제 제조(배합)

① 시나리오 : 알루미늄 코팅제를 제조하는 공정에서 근로자가 배합 및 포장 작업 시 또는 수동 작업으로 용제 배합 시 2-부톡시에탄올의 증기에 노출된다.

작업 방법은 건식의 수동방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며 국소배기시설이 배합기마다 설치되어 있고 주닥트에 분지관을 연결하여 사용하고 있으며 전체환기는 창문이나 천정에 팬을 설치하여 작업장에 2-부톡시에탄올을 창문으로 유입되는 청정공기로 희석하여 작업장 내 농도를 감소시키는 방식이다.

환기설비는 원형후드로 배합기 덮개에 홈이 있어 후드를 홈에 연결하여 흡입하는 형식이다.

용제배합 → 투입 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	36 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 공업용 도료 제조(포장)

① 시나리오 : 공업용 도료를 제조하는 작업장으로 투입-혼합(분쇄)-포장 작업시 근로자들이 2-부톡시에탄올 증기에 노출되고 또한 혼합 작업시 혼합조 덮개 사이로 누출되는 증기에 노출된다.

작업 방법은 습식의 자동방식으로, 작업장은 개방되어 있었으며 작업공정은 옥외 지하탱크에 배관을 통해 혼합조에 유입되는 자동라인으로 투입-혼합(분쇄)-포장으로 되어 있으며, 국소배기시설은 배관에 의한 자동라인으로 혼합조 자체에 설치되어 있었고, 전체 환기는 창문으로 유입되는 청정공기에 의존하고 있었다.

투입 → 혼합 → 검사 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 페인트 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 각종 페인트를 제조하는 작업장으로 근로자들이 배합 시 2-부톡시에탄올 증기에 노출된다.

작업 방법은 건식의 수동방식으로 작업장은 개방되어 있었고, 작업공정은 배합 및 프리믹스 배합이었다.

국소배기시설이 배합기마다 원형후드 형태로 설치되어 있고, 전체 환기는 작업장 내 2-부톡시에탄올을 외부유입공기로 희석시키는 방식이었다.

배합, 반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료 채취/분석 과정을 통하여 2-부톡시에탄올에 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 배합 → 프리믹스 배합 → 반응 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인쇄 업종(인쇄)

① 시나리오 : 인쇄업종으로 인쇄 및 잉크 조색 시 근로자들이 2-부톡시에탄올에 직간접적으로 노출된다.

작업 방법은 건식의 수동방식이었고, 작업장은 밀폐되어 있다.

국소배기장치는 대부분의 인쇄기에 설치되어 있고, 전체 환기는 벽면 밑면에 하방형의 후드가 설치되어 있었다.

아트 작업(art work) → 제판실 → 인쇄 → 건조 → 중간검사 → 보호 테이프 → 프레스 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 선박 도장(블록내 도장)

① 시나리오 : 선박 제조 도장 작업이 이루어지는 작업장으로 페인트 스프레이, 붓질 작업 시 근로자들이 2-부톡시에탄올에 노출된다.

작업 방법은 습식의 수동방식으로 작업장은 밀폐되어 있었으며 작업공정은 블록내 도장 공정으로 스프레이, 붓칠 작업 등이었다.

작업장 환기설비는 Flexible duct를 이용한 국소배기시설이 있었으며, 전체 환기는 개구면에 의하여 밖에서 유입된 청정공기로 내부에 발생하는 2-부톡시에탄올을 희석시키는 자연환기 방법이었다.

원재 투입 → 블록 내 도장 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(027) n-부틸 글리시딜 에테르 n-Butyl Glycidyl Ether(BGE) 2426-08-6

1. 개요

1) 제조

에피클로로히드린과 n-부틸알코올의 축합반응에 의해 합성되고, 에폭시링을 형성하기 위하여 부식제와 함께 연이은 탈수소염소화가 일어난다. 산 수용체로서 할로겐화 화합물이 안정제로서 매우 효과적이다.

2) 용도

부틸 글리시딜 에테르(butyl glycidyl ether, BGE)는 점성을 줄이기 위하여 자주 에폭시 수지에 잘 반응하는 희석제로 쓰인다. 에폭시(epoxy) 수지의 주요 쓰임은 절연체, 표면 칠과 안감, 페인팅, 풀칠, 섬유 유리 마감재로 쓰인다. 건설업에서는 에폭시(epoxy) 레진가 칠(coating)과 콘크리트의 주입, 바닥 깔기, 그리고 갈라진 금을 고치는데 쓴다. 또 아크릴 고무 제조 시 사용되며 아크릴 고무는 에스테르 화합물의 단량체의 중합 반응으로 제조 된다

3) 노출 및 결정인자[1)]

부틸 글리시딜 에테르[2)]를 사용하는 사업장은 에폭시 제조사업장, 페인트 제조사업장에서 부분적으로 사용하고 있었으며, 그리고 바닥코팅업체 등에서도 사용하고 있었다.

BGE를 사용하는 사업장은 에폭시 제조사업장, 혹은 페인트 제조 사업장에서 BGE에 노출될 수 있는 경우는 반응기에 첨가할 때, 그리고 반응시킬 때 누출, 그리고 드럼 혹은 캔에 포장할 때 반자동으로 사람이 포장하기 때문에 주로 호흡기를 통해 노출될 수 있다. 또한 영세한 바닥코팅업체의 경우 바닥코팅 장소가 주로 밀폐되고 제대로 환기가 되어있지 않아 노출의 가능성이 많았고 보호 장비 없이 작업을 하고 있기 때문에 주로 호흡기나 피부를 통해 노출될 수 있는 것으로 나타났다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2) 2002년 유통량 조사 결과, 국내 부틸 글리시딜 에테르 제조하는 사업장은 약 2-3군데이고 연간 사용량은 500~1000톤 정도이고 사용용도는 에폭시수지의 희석재가 대부분 이였다. 부틸 글리시딜 에테르를 사용하는 사업장은 약 10여 군데 이상이며, 영세한 바닥코팅업체까지 포함하면 더 늘어날 것으로 추정된다. 부틸 글리시딜 에테르 취급 근로자가 약 200여명 정도 될 것이다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	130.21	물리적 상태	액체	증기압	3mmHg(20℃)
끓는점	164℃	R-phrase	20,43	Log Kow	0.63
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 135 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: n-부틸 글리시딜 에테르 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에피클로로히드린과 n-부틸알코올의 축합반응에 의해 합성되고, 에폭시링을 형성하기 위하여 부식제와 함께 연이은 탈수소염소화가 일어난다.

반응 후 품질관리를 위한 부틸글리시딜 에테르의 시료채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에폭시 바닥 코팅(프라이머 공정)

① 시나리오 : 에폭시 바닥 코팅 시 희석제로 부틸 글리시딜 에테르가 사용되고, 월 사용량은 50~100kg 정도이다. 부틸 글리시딜 에테르가 사용되는 공정은 프라이머 공정이고, 작업자에게 노출이 발생한다. 일 작업 시간은 1시간이고, 국소배기시설은 존재하지 않는다.

바닥 청소 → 프라이머 → 에폭시 1차 코팅 → 2차 코팅 →3차 코팅

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에폭시 수지 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 에폭시 수지 생산의 원료로서 부틸 글리시딜 에테르가 사용되고, 월 사용량은 8~10톤 정도이다. 부틸 글리시딜 에테르가 사용되는 공정은 원료투입 공정이고, 작업자에게 노출이 발생할 수 있다. 국소배기시설은 존재한다.

원료투입(BGE) → 반응 → 희석 → 정제 → 용제회수 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아크릴 고무 제조(계량)

① 시나리오 : 아크릴 고무는 에스테르 화합물의 단량체의 중합 반응으로 제조된다. 아크릴 고무 제조 시 에스테르 화합물과 반응시키기 위해 사용되는 단량체의 종류 중 하나로 부틸 글리시딜 에테르가 사용된다.

원재료 사용을 위하여 계량하는 과정에서 부틸 글리시딜 에테르에 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 중합 → 검사 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.08 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 페인트 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 페인트 제조 시 부틸 글리시딜 에테르가 사용되고, 노출이 발생할 수 있다.

품질관리를 위한 시료 채취 후 분석 과정에서 근로자에게 부틸 글리시딜 에테르에 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 반응 → 희석 → 정제 → 용제회수 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(028) n-부틸아크릴레이트 n-Butyl acrylate 141-32-2

1. 개요

1) 제조

n-부틸아크릴레이트는 아세틸렌, n-부틸알코올, 일산화탄소, 카보닐화 니켈, 염산과의 반응을 통해 만들어 질 수 있다.

n-부탄올과 메틸 아크릴레이트의 반응으로 생성될 수 있다.

아크릴산 또는 아크릴산염과 부탄올의 반응으로 생성될 수 있다.

프로필렌 산화 공정에서 아크롤레인은 증기 존재하에서 프로필렌의 촉매 산화에 의해 처음 생성된다. 아크롤레인은 아크릴산으로 산화된다. 그 후 아크릴산은 분리된 공정에서 알코올과 에스테르 반응을 통하여 아크릴 에스테르가 된다.

n-부틸아크릴레이트의 생산은 미국에서는 프로필렌 산화법이 가장 흔하게 사용되는 반면에 미국이외의 곳에서는 n-부탄올과 아크릴산의 직접적 에스테르화 반응이 가장 흔하게 사용되어진다.

2) 용도

- 접착제
- 직물 및 가죽 세공
- 페인트 제품
- 수지의 제조

n-부틸아크릴레이트는 페인트와 도료, 아교에 대한 중합물 생산과 직물과 플라스틱 생산, 가죽 세공, 접착제, 레진, 탄성 중합체 생산에 사용되는 아크릴레이트 단량체이다. 또한 포장 및 종이 코팅, 직물, 가죽, 접착제에 사용되는 에멀젼 중합체를 형성하기 위해 물과 함께 중합반응을 한다.

또한 아크릴산과 그 유도체, 메틸 아크릴레이트, 비닐 클로라이드, 부타디엔, 스티렌, 불포화 중합체, 건조성 오일의 조제에도 사용되어진다. 또 n-부틸아크릴레이트는 다양한 화학 합성물질의 출발물질로써 사용되어진다.

실내 인테리어 페인트 같은 건축물 코팅제로서 에멀젼 중합체의 사용으로 인해 n-부틸아크릴레이트의 이용과 생산이 전 세계적으로 증가하고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

n-부틸아크릴레이트는 무색의 액체이며 강하고 향긋한 냄새가 나는 인화성 액체로서 시판되는 n-부틸아크릴레이트에는 중합작용을 방지하기 위해서 1,000ppm의 히드로퀴논, 15 또는 200ppm의 히드로퀴논메틸에테르가 함유되어 있다. 이 물질은 방직물, 도료 및 피혁 마무리용 중합체 및 수지류 생산, 도료의 원료로 사용되고 또한 플라스틱 안경테에 사용되기도 한다. 이 물질은 눈 화상, 호흡기도 자극, 피부자극, 눈물, 알레르기 반응의 독성이 있는 물질로 알려져 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	128.17	물리적 상태	액체	증기압	4mmHg(20℃)
끓는점	145℃	R-phrase	10,36/37/38,43	Log Kow	2.36
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 55 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: n-부틸아크릴레이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 아크릴산 또는 아크릴산염과 부탄올의 반응으로 생성될 수 있다.

프로필렌 산화 공정에서 아크롤레인은 증기 존재하에서 프로필렌의 촉매 산화에 의해 처음 생성된다. 아크롤레인은 아크릴산으로 산화된다. 그 후 아크릴산은 분리된 공정에서 부탄올과 에스테르 반응을 통하여 n-부틸아크릴레이트가 된다.

근로자에게 n-부틸아크릴레이트의 노출은 품질관리를 위한 시료채취과정에서 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 합성수지 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 합성수지를 제조하는 작업장으로 원료 및 배합, 반응조 내 작업 시 근로자들이 n-부틸아크릴레이트 증기에 노출된다.

작업 방법은 습식의 반자동 방식이었고, 작업장은 개방되어 있다. 작업장의 환기 설비는 국소배기장치가 배합기마다 설치되어 있고 주닥트에 분지관을 연결하여 사용하고 있었으며 전체 환기는 창문이나 천정에 팬을 설치하여 작업장에서 발생되는 n-부틸아크릴레이트를 창문으로 유입되는 청정공기로 희석하여 n-부틸아크릴레이트의 농도를 감소시키는 방식이었다.

원료 배합, 반응조 내 작업 시 포름알데히드, n-부틸아크릴레이트 등에 노출이 발생한다.

원재료입고 → 수입검사 → 배합 → 반응 → 희석 → 제품(포장) → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 페인트 제조(배합)

① 시나리오 : 공업용 페인트를 제조하는 작업장으로 원료 및 배합, 반응조 내 작업 시 근로자들이 n-부틸아크릴레이트 증기에 노출된다.

작업 방법은 습식의 반자동 방식이었고, 작업장은 개방되어 있다. 작업장의 환기설비는 국소배기장치가 배합기마다 설치되어 있고 전체 환기는 창문이나 천정에 팬을 설치하여 작업장에서 발생되는 n-부틸아크릴레이트를 창문으로 유입되는 청정공기로 희석하여 n-부틸아크릴레이트의 농도를 감소시키는 방식이었다.

배합작업 시 투입작업은 통에 보관한 용제를 배합조에 펌프 작업으로 공급하므로 배합 시 근로자에게 노출이 발생한다.

원재료입고 → 수입검사 → 창고입고 → 생산부출고 → 분산 및 조정 → 검사 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 접착제 공정(포장)

① 시나리오 : 접착제 제조 사업장으로 작업 공정은 배합, 반응 및 포장으로 이루어지고 있고, 한 단위 작업장에서 모든 공정이 이루어진다.

작업 방법은 습식의 반자동 방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며 국소배기 설비는 반응조 상단에 국소배기장치 분지관이 설치되어 있고, 이것이 주관에 연결되어 있으며 전체 환기는 창문을 통한 자연환기 형태이었다.

배합, 반응, 포장작업 시 n-부틸아크릴레이트에 노출이 발생한다. 배합작업 시 파이프 배관을 통하여 공급하는 작업으로 믹싱조 인근 근로자가 노출될 수 있다. 포장작업은 반응 후 파이프를 통해 제품통에 담는 수작업으로 노출 수준이 높을 수 있다.

원재료 입고 → 반응 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	110 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 7.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.78 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 페인트 비이클 및 종이접착제 제조(현장관리)

① 시나리오 : 페인트 비이클 및 종이접착제를 제조하는 작업장으로 원료로서 n-부틸아클릴레이트를 사용한다.

작업 방법은 습식의 반자동 방식이었고 작업장은 개방되어 있었으며 작업장의 환기설비는 국소배기장치가 반응기 7대에 설치되어 주닥트에 분지관을 연결하여 사용하고 있었으며, 전체 환기는 창문을 통한 자연환기 형태이었다.

배합, 반응, 포장 작업 시 n-부틸아크릴레이트 증기가 발생하여 노출이 발생한다.

원재료 투입 → 배합 → 반응 → 냉각 → 포장 → 설비세척 → 여과 → 탈수/압착 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 수성 페인트 에멀젼 생산(배합)

① 시나리오 : 합성수지 제조업체로서 수성 페인트의 원료인 에멀젼을 생산하는 작업장으로 원료로서 n-부틸아클릴레이트를 사용한다.

작업 방법은 습식의 반자동 방식이었고 작업장은 개방되어 있었으며 작업장의 환기설비는 국소배기장치가 반응 및 배합조의 홈에 분지관을 연결하여 주닥트에서 배기하는 형태이었고, 전체 환기는 창문을 통한 자연환기 형태이었다.

자동 펌프 배합 믹싱작업 시 n-부틸 아크릴레이트가 증기로 발생하여 근로자에게 노출이 발생한다.

원료입고 → 탱크 → 저장 → 중합 → 반응 → filting → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 피혁용 바인더 생산(시료 분석)

피혁용 바인더를 생산하는 작업장으로 원료로서 n-부틸아클릴레이트를 사용하고 있고, 월 사용량은 약 3.6톤이었다.

작업 방법은 습식의 반자동 방식이었고, 작업장은 개방되어 있었으며 작업장의 환기설비는 국소배기장치가 반응기 8대에 설치되어 주닥트에 분지관을 연결하여 사용하고 있었으며, 전체환기는 창문을 통한 자연환기 형태이었다.

배합, 반응, 포장작업 시 n-부틸 아크릴레이트가 증기로 발생하여 근로자에게 노출이 발생한다.

배합 → 반응기의 반응 작업 → 반응기 내 숙성작업 →배합 → 반응기의 반응 작업 → 반응기 내 숙성작업 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	42 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 7.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.78 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(029) p-부틸톨루엔(제3) 4-t-Butyltoluene 98-51-1

1. 개요

1) 제조

이소부틸렌(iso-butylene)과 함께 톨루엔의 알킬화에 의해 제조한다.

p-부틸톨루엔(p-TBT)은 일반적으로 이소부틸톨루엔과 톨루엔의 알킬화에 의해 생산되지만 황산 내에 있는 부틸알코올과 톨루엔의 반응에 의해 서로 합성될 수 있다.

2) 용도

- 수지의 용매
- 화학 산업에서 주요 중간체
- p-부틸벤조산-수지 조물질(raw material), 의약품에 대한 화학 중간체

p-TBT는 방향성 가솔린과 비슷한 냄새를 가진 가연성 액체로서 불포화 폴리에스테르 및 알키드 수지 제조에 경화제 또는 촉매제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

합성수지생산에서 불포화 폴리에스테르 및 알키드 수지 제조에 경화제 또는 촉매제의 값비싼 용제로 사용된다. 군용을 포함한 모든 종류의 상업적 항공기와 항공우주산업은 비약적인 발전에 의해 많은 소비가 있으며 스포츠용으로 골프, 테니스, 낚시, 양궁 장비에 높은 효율로 사용된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	148.18	물리적 상태	액체	증기압	0.09kPa(0.65mmHg)(25℃)
끓는점	192.8℃	R-phrase	20/22,36,37,38	Log Kow	4.35
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 60 mg/m^3			STEL 20 ppm / 120 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: p-부틸톨루엔의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 이소부틸렌(iso-butylene)과 함께 톨루엔의 알킬화에 의해 제조한다.

반응이 완결된 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 p-부틸톨루엔은 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 합성수지 제조[1](희석)

① 시나리오 : 공업용 도료 및 합성수지를 생산에서 p-부틸톨로엔(p-TBT)은 군용 및 민간용 항공기 등 특수한 용도의 주문이 있는 경우에 첨가제로 사용한다.
배합이 완료된 도료를 반응탱크 내부로 주입 시 주입 플라스틱 통에 남아 있는 도료의 점도를 낮게 하기 위해 수동으로 소량의 p-TBT로 희석한다.
수동으로 희석하는 과정에서 p-TBT는 근로자에게 노출될 수 있다.
원재료입고 → 검사 → 배합 → 반응 → 희석 → 제품 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 합성수지 제조 시 단량체(모노머)에 반응을 시켜 폴리머를 생산할 때 모노머 반응이 100% 일어나지 않으므로 첨가제를 사용하며, 첨가제의 사용목적은 도료의 거품방지, 페인트 칠시 용액이 흘러내리지 않도록 하거나 용이한 분산과 표면의 미세한 요철을 방지하기 위해 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 정전분무 도장 도료 생산(실험)

① 시나리오 : p-부틸톨루엔(p-TBT)은 정전분무 도장용 하이솔리드 전도 코팅 조성물을 만들기 위한 용제로서 소량 사용하고 있으며 연구개발부에서 신제품 개발을 위한 실험 용도로 p-TBT를 용제로 소량 사용하고 있다.

연구 개발과정에서 용제로 소량 사용되는 과정에서 실험하는 근로자가 소량 p-TBT에 노출이 발생할 수 있다.

배합 → 연화 → 검사 → 희석 → 조정 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 소분 판매(소분 포장)

① 시나리오 : 실험실 시약용도로 200kg의 p-부틸톨로엔(p-TBT)을 Bulk로 수입하여 0.5~1L의 병 용기에 소분하여 저장한 후에 주문이 있을 때 판매한다.

주문생산방식으로 제품수주에 따라 부분적 또는 불규칙적인 작업을 수행하고, 작은 용량으로 소분된 제품은 창고에 보관되고, 모두 판매되면 다시 작업을 한다.

p-TBT를 소분하는 1일 작업시간은 약 1시간 정도이고 나머지는 제품포장, 운송, 보관 등의 작업을 수행한다.

포장은 근로자가 호스를 통해 병에 주입하고 1시간이내의 단시간이지만 높은 농도의 p-TBT 증기가 호흡기를 통해 직접적인 노출이 될 수 있다.

원재료 → 수동 소분 포장 → 저장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(030) 불화수소 Hydrogen Fluoride 7664-39-3

1. 개요

1) 제조

형석을 황산으로 처리해 얻어진다.
플루오르화칼슘과 황산의 반응으로 얻어진다.

2) 용도

- 옥탄가가 높은 휘발유, 탄화수소 제조의 촉매제
- 유리를 서리 내린 듯 흐리게 하거나 식각 및 연마하는 용액
- 금속 주조물에서 모래를 제거하는 용액
- 반도체를 제조할 때 실리콘 판의 식각
- 전구 광택 제거
- 냉매 (프레온 가스)의 제조

유리조각, 살균제, 금속의 세척, 주조물의 세척, 도금, 여지의 처리, 전자제품의 규소세척제, 불소수지 중간원료, 흑연의 회분제거, 발효의 억제, 알킬화제 등으로 사용된다. 또한 전구광택 제거, 냉매(프레온가스)의 제조, 유리조각, 살균제, 금속의 세척, 주조물의 세척, 도금, 여지의 처리, 전자제품의 규소세척제, 불소수지 중간원료, 흑연의 회분제거, 발효의 억제, 알킬화제 등으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

불화수소 발생공정은 주조물에서 모래를 제거하는 공정, 유리 식각 공정 등에서 불화수소가 외기로 유출되어 인체의 피부와 점막 등에 접촉하여 심한 조직파괴와 유통성 화상을 일으킨다. 불소이온은 피부 및 심부조직을 쉽게 통과하여 연부조직의 괴사 및 뼈에 탈칼슘 작용을 한다. 비교적 서서히 침투하기 때문에 가볍게 폭로된 경우에도 심한 화상을 입는다.

또한 불화수소는 심한 호흡기 자극제이다. 불화수소 발생공정, 주조물에서 모래를 제거하는 공정, 유리 식각 공정 등에서 외기로 유출되어 호흡 시에 기관지 및 폐포에 자극과 손상을 입혀서 폐부종과 기관지 폐렴을 일으킨다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	20.01	물리적 상태	기체	증기압	760mmHg(101kPa)(20℃)
끓는점	19.51℃	R-phrase	26/27/28,35	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 3 ppm / C 2.5 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 불화수소 제조(시료채취)

① 시나리오 : 불화수소의 제조는 플루오르화칼슘과 황산의 반응으로 얻어진다. 반응은 밀폐되어있지만, 반응이 완결된 후 품질관리를 위한 불화수소의 시료채취과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 여과 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 냉간압연 생산(현장 점검)

① 시나리오 : 냉간압연을 생산하는 업체로 불화수소가 발생되는 공정은 복합산조로 열처리 후 발생되는 스케일(이물질)을 제거하기 위하여 질산과 불화수소가 사용되고 있다. 불화수소 탱크는 옥외에서 설치되어 있고 자동파이프라인을 통하여 자동이송 되어 복합산조로 투입이 이루어지고 있다.

불화수소에 발생될 수 있는 공정은 작업자가 자동라인작업으로 이루어지는 스케일제거(복합산조)의 정상가동을 확인하기 위하여 순회 점검하는 경우와 제품의 스케일제거에 대한 확인을 위하여 실험하는 공정에서 불화수소에 폭로되고 있다.

원자재입고 → 열처리 → 산세 → 복합산조 → 제트쿨러 → 리와인더

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	350 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 유리 제품 생산(에칭)

① 시나리오 : 크리스털 유리 제품을 생산하는 업체로 오염물제거 및 에칭으로 표면적확장 및 친수성확보를 목적으로 불화수소를 사용하고 있다. 국소배기장치가 설치되어있었고, 일 사용량은 100kg이었다.

반 옥외로 별도의 불화수소 탱크에서 자동 파이프를 통해 불화수소 저장조에 저장되었다가 산처리조(황산, 불화수소) 로 이송되어 에칭 작업 시 불화수소가 작업자에게 폭로되고 있다. 대상물질 발생공정은 에칭공정이었다.

원자재입고 → 산처리 → 세척 → 검사 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 실크인쇄제품 생산(소분)

① 시나리오 : 화장품케이스 실크인쇄제품을 생산하는 업체로 오염물제거 및 에칭으로 표면적확장 및 친수성확보를 목적으로 불화수소를 사용하고 있다. 불화수소 탱크에서 불화수소를 소분하여 제품부식에 따라 불화수소의 농도를 조정하여 별도의 공간에 7일간 저장한 후 산처리조(부식조)에서 황산과 같이 사용하고 있다. 국소배기장치가 설치되어 있었고, 일 사용량은 100kg이었다.

작업은 자동라인으로 이루어지고 있으며 대상물질 발생공정은 소분작업과 산처리조 공정이다.

원자재입고 → 산처리 → 세척 → 검사 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 통신기기 생산(표면처리)

① 시나리오 : 통신기기제품을 생산 하는 업체로 주 작업은 표면처리와 도금작업이 이루어지고 있다. 도금 또는 표면처리공정에서 사용되는 불화수소는 전처리공정으로 제품의 이물질제거를 위하여 황산, 염산등과 같이 사용되고 있다. 국소배기장치가 설치되어있었고, 일 사용량은 1kg미만 이었다.

대상공정 유해인자는 표면처리작업 시 발생하고 있다. 표면처리작업은 자동으로 작업이 이루어지고 있으며 불화수소는 불화수소 저장조에서 자동으로 투입되고 있다 작업자는 표면처리작업이 정상가동하는지 순회점검을 주 작업으로 하고 있다.

원자재입고 → 도금 → 검사 → 포장 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	350 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 알루미늄 바 도장(도장 전처리)

① 시나리오 : 피막 처리업을 하는 작업장으로 알루미늄 바를 도장하기 전에 전처리하는 공정에서 불화수소가 발생 하고 있다. 작업은 작업자가 직접 호이스트를 이용하여 디핑하고 있으며 전처리 조에 황산, 질산 등이 같이 사용되고 있다. 불화수소는 작업자가 직접 말 통(18L)을 이용하여 보충하고 있고 월 2~3회 정도 작업이 이루어지고 있으나 작업시간은 5분 이내로 나타났다. 국소배기장치가 설치되어 있었고, 일 사용량은 2kg이었다.

원자재입고 → 전처리 → 건조 → 도장 → 가열 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	700 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(031) 브롬 Bromine 7726-95-6

1. 개요

1) 제조

염소 전위, 전기분해, 또는 용매 추출에 의해 상업적으로 생산된다 (Koubirschsky process & DAW process).

염수(brine)에 함유된 브롬 이온을 브롬으로 산화한 후 용액으로부터 브롬 증기를 제거 후, 증기를 응축한 후 정화하여 제조한다.

스트리핑(stripping) 증기나 공기를 사용하는데, 1,000ppm 이상의 브롬이 함유된 염수에는 증기를 이용하고, 해수의 경우에는 많은 양의 스트리핑(stripping) 가스가 필요하기에 공기를 사용한다.

2) 용도

브롬 원소는 산업이나 농업 등 많은 곳에서 사용되는 브롬 화합물들을 생산하는데 사용된다. 가장 흔한 브롬의 사용처중 하나는 유연 가솔린의 노킹 방지제로 사용된 1,2-디브로모에탄(1,2-dibromoethane)을 만드는 것이었으나 환경문제로 인해 이 물질은 더 이상 만들지 않는다.

요오드보다 싼 값으로 인해 유기 화합물의 중간생성물을 만드는데 사용된다. 또한 감귤맛이 나는 음료에 유화제로 사용되는 브롬화 식물성 기름을 만드는데 사용된다.

훈증제, 내화재, 정수제, 염색제, 의약품, 소독제, 금의 추출, 전쟁가스, 표백제, 연소 지연제(플라스틱, 색소, 의약품, 사진용 시약), 분석시약, 모직의 방축제 같은 용도로도 사용된다. 수영장 물의 소독에도 사용된다[1].

특정 브롬 화합물들이 오존층 파괴를 일으키거나 생물농축 된다는 사실이 밝혀짐에 의해 많은 산업용 브롬 화합물들이 더 이상 만들어지지 않거나 제한되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[2]

브롬이 사고로 엎질러졌거나 이동 및 제조 시 누출될 수 있다. 그 외의 경로를 통한 노출양은 흡입을 통한 브롬증기의 양과 비교할 때 일반적으로 적다. 브롬의 물리적 특성은 노출에 대한 국부적 영향뿐 아니라 폐 침투와 조직 흡수의 위치와

---

1) 적절한 사용을 위해서는 2.0ppm 이상의 농도가 필요하다. bromochlorodimethyl-hydantoin을 사용하여 수영장 물을 브롬화한다. 자유 혹은 결합된 브롬이 4.0ppm 이상에서 대장균과 장구균의 비활성화를 이루고 9.0ppm까지의 농도에서 아무런 해를 끼치지 않는다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

정도를 결정하는 데 아주 중요하다. 브롬의 외관이나 냄새는 일반적으로 사람들에게 브롬의 존재를 알리고 피할 수 있는 시간의 여유를 준다.

호흡기계에서 브롬 증기의 독성효과는 일차적으로 수용성에 달려 있다. 브롬 자체는 염소보다 물에 약간 녹고 상기도에 급속한 상해를 일으킬 것이다[3]. 그러나 사람이 좁은 공간 또는 압도적인 증기 구름에서 머무르게 될 때 하기도[4]에도 손상이 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	159.8	물리적 상태	액체	증기압	175mmHg(20℃), 100mmHg(9.3℃)
끓는점	58.8℃	R-phrase	26,35,50	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.7 mg/m^3			STEL 0.3 ppm / 2 mg/m^3	

3) Broderick A & Schwartz DA 1992
4) Low respiratory tract

2. 노출시나리오

ES01: 브롬 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 염소 전위, 전기분해, 또는 용매 추출에 의해 상업적으로 생산된다 (Koubirschsky process & DAW process).

반응이 완료된 후 품질관리를 위한 브롬의 시료채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] :0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: UDCA 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 의약품 원료인 UDCA(ursodeoxycholic acid) 제조 시 반응기 투입에 브롬이 사용되고, 노출이 발생할 수 있다.

1일 2회 투입하고, 작업시간은 1시간이다. 하루 사용량은 0.2톤이고, 외부식, 밀폐식 국소배기장치가 설치되어있었다.

원재료입고 → 반응기 투입 → 반응 → 산성도 조정 → 용매제거 → 중화 →탈수 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	65 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 의료 기기분석(시약 사용)

① 시나리오 : 의료업에서 기기분석 시 시약으로 브롬이 사용되고, 노출이 발생할 수 있다.

하루 사용량은 2그램이고, 외부식, 상방형 국소배기장치가 설치되어 있었다. 그러나 전체 환기는 이루어지지 않고 있다.

시료입고 → 전처리 → 분석 → 검토 → 결과처리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] :0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(032) 브롬화메틸 Methyl bromide 74-83-9

1. 개요

1) 제조

메탄올과 브롬화수소와 인의 존재하에 에스테르화 반응에 통해 브롬화메틸은 제조된다.

브롬화나트륨, 메탄올에 황산을 첨가하여 반응 후 증류를 통해 브롬화메틸을 얻게 된다.

제안된 공정은 브롬화수소와 과량의 염화메틸을 400~500℃에서 반응하거나, 메탄과 브롬 염화물의 고온 혹은 광화학반응에 의한 제조를 포함한다.

2) 용도

- 유기합성반응에서 메틸화시약
- 농약 및 토양 및 저장 식품의 훈증제
- 방역업에서 훈증제

브롬화메틸은 원목, 쌀, 목재, 과실류, 종자류 및 곡류 등 수입 농산물에 대한 검역과정에서 해충, 곰팡이 및 선충류 등을 구제하기 위해 사용되는 대표적인 농약으로 다른 용도로는 토양 및 저장식품의 훈증제, 소화제, 냉동제, 이온화장치 그리고 양모의 탈지 등에 이용되기도 한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

주로 훈증작업 등과 같이 브롬화메틸을 취급하는 과정에서 호흡기를 통한 노출이 주요 노출경로이다. 간헐적으로 피부를 통한 노출도 발생한다.

최근에는 오존층 파괴(고갈) 물질로 알려져 검역, 선적 전처리 등의 필수용도를 제외하고는 전세계적으로 브롬화메틸의 사용량을 감축하고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	94.95	물리적 상태	액체. 기체	증기압	1,420mmHg(20℃)
끓는점	3.56℃	R-phrase	23/25,36/37/38,40,48/20,50,59	Log Kow	1.19
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 3.9 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 브롬화메틸의 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 메탄올과 브롬화수소와 인의 존재하에 에스테르화 반응에 통해 브롬화메틸은 제조된다.

반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료 채취와 분석 과정에서 근로자는 브롬화메틸에 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 훈증 작업(훈증)

① 시나리오 : 병충해를 방제하는 훈증의 목적으로 사용하는 기체상태의 살충제. 훈증제이며, 증산제라고도 한다. 상온에서 기체(브롬화메틸 등), 휘발성 화합물(클로르피크린 등) 및 분해되어 상온에서 기체가 되는 화합물 등이 있다.

훈증제로 사용할 때 전 공정에서 노출이 발생할 수 있다. 옥외 작업으로 국소배기 장치는 없으며, 자연환기에 의존 한다.

준비 → 투약 → 훈증 → 해체 → 정리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 20 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인쇄 공정(혼합)

① 시나리오 : 인쇄 공정 중 현상액과 정착액을 물과 혼합하는 과정에서 근로자에게 혼합유기화합물에 포함되어있는 브롬화메틸의 노출이 발생하게 된다. 국소배기 장치는 없으며, 자연환기에 의존 한다.

인쇄기 → 현상액과 물 혼합 → 정착액 물 혼합 → 인쇄

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(033) 브롬화수소 Hydrobromic acid 10035-10-6

1. 개요

1) 제조

브롬화수소를 물에 용해시키거나, 브롬화나트륨과 50% 황산의 혼합물을 증류해서 얻을 수 있다.

백금화 실리카겔 또는 백금화 석면 같은 촉매 하에서 브롬과 수소를 375℃에서 직접 반응시켜서 얻을 수 있다.

2) 용도

- 유기 및 무기 취화물의 생산, 환원제,
- 산화작용의 촉매제,
- 방향족 화합물의 알킬화

3) 노출 및 결정인자[1)]

해당 사업장의 각 공정작업의 형태에 따라 약간 다를 수 있으며, 근로자들의 호흡기를 통한 흡입과 피부와의 접촉을 통한 노출이 발생할 수 있다. 공기 중의 유해물질(HBr)을 흡입, 섭취 및 피부접촉이 발생할 시에는 인체의 호흡기를 통하여 움직이게 된다. 이로 인하여 호흡기 계통과 폐에 빠르게 퍼질 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	80.92	물리적 상태	가스	증기압	101kPa이상(760mmHg)(20℃)
끓는점	-66.8℃, (수용액)126℃	R-phrase	35,37	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 2 ppm / C 6.62 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 브롬화수소 제조(시료채취)

① 시나리오 : 백금화 실리카겔 또는 백금화 석면 같은 촉매 하에서 브롬과 수소를 375℃에서 직접 반응시켜서 얻을 수 있다.

반응 후 제조된 브롬화수소의 품질관리를 위하여 시료채취 및 분석 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디아조 염료 합성(원료 투입)

① 시나리오 : 디아조 염료합성에 디아조화반응, 쿠플링반응, 물을 반응용매로 사용한다. 브롬화수소(액상)를 드럼통에서 Air P/P를 이용하여 반응기 내로 투입하는 공정에서 노출이 발생할 수 있다. 월 1.4톤을 사용하여 염료를 제조 하고 있었다.

원재료 → 계량 및 투입(자동 및 수동) → 반응 → 여과/수세, 용해, 분쇄, 건조 및 혼합→ 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	17 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 브롬화 아연제조(현장관리)

① 시나리오 : 브롬화 아연은 산화아연과 브롬화수소를 직접 반응시켜서 제조할 수 있다. 주문생산방식으로 제품수주에 따라 부분적 또는 불규칙적인 작업을 하고, 작은 용량으로 소분된 제품을 창고에 보관하여 두었다가 판매한 후 다시 작업을 한다.

산화아연과 브롬화수소를 월 3~4톤 정도 취급하고, 제조 공정에서 브롬화수소를 자동으로 투입하므로 노출이 발생하지만, 가능성은 높지 않다. 또한 현장관리 중 노출이 발생할 수 있다.

원재료 → 투입(자동) → 교반 → 포장(수동) → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 리듐브로마이드 제조(계량)

① 시나리오 : 리듐브로마이드의 제조 시, 원료인 브롬화수소는 자동송출하고 리듐카보네이트는 포장지를 개봉하여 투입 하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.
원료 투입 전 원재료의 계량과정에서도 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
원재료 → 투입(자동 및 수동) → 반응 → 포장(수동) → 출하태로 수입

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 브롬화에틸(ethyl bromide)[1](시료 채취)

① 시나리오 : 브롬화수소·에탄올 및 황산의 혼합물을 증류하면 생성된다.
염기와 가열하면 에틸렌을 생성한다.
반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
원료 투입 → 반응 → 증류 → 검사 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기합성용 에틸화시약·냉동제 원료·의약품(마취제)·농약 원료로서 이용된다. 경구·흡입 모두 유독하며 극물로 지정되어 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 브롬화나트륨(sodium bromide)[1](원료투입)

① 시나리오 : 나트륨과 브롬의 화합물. 브롬 또는 브롬화수소를 탄산나트륨이나 수산화나트륨의 수용액과 반응시키면 얻을 수 있다. 수용액으로부터 얻어진 이수화물을 탈수시키면 무수물이 된다.

브롬화수소를 원료로서 투입하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 검사 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사진·진통제 등에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 브롬화에틸렌(ethylene bromide)[1](현장관리)

① 시나리오 : 에탄의 브롬 2치환체의 하나로, 1,2-디브로모에탄, 디브롬화에틸렌이라고도 한다. 브롬화에틸렌은 에틸렌에 브롬을 첨가하거나 아세틸렌에 브롬화수소를 첨가하면 얻어지며, EDB로 약칭하기도 한다. 가수분해하면 에틸렌글리콜이 되고, 수산화칼륨의 에탄올 용액에 의해서 브롬화비닐과 아세틸렌을, 암모니아와 작용시키면 에틸렌디아민과 디에틸렌디아민을 각각 생성한다.

공정이 적절히 이루어지는지를 확인하는 현장관리 근로자에게 누출에 의한 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 증류 → 검사 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 훈증제, 선충의 방제제로 이용되며 가솔린의 납 제거제로 첨가되기도 한다. 발암성 물질의 하나이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(034) 브롬화에틸 Ethyl Bromide 74-96-4

1. 개요

1) 제조

브롬화수소와 에탄올, 황산을 섞어 증류하여 얻어진다.

300~325℃에서 에탄, 삼산화황, 브롬화칼륨을 반응시키면 91%의 수득률로 브롬화에틸이 생성된다.

에탄올, 브롬화수소산 또는 브롬화알칼리, 황산을 환류하면 생성된다.

2) 용도

- 유기 합성 시 에틸화제로 사용
- 화학용매
- 제약한 산업에서 사용, 마취제
- 냉매제
- 곡물이나 과일을 소독, 살충할 때 훈증제

화학품의 에틸화 작용제와 화학물질의 용매제 및 조제산업에서 사용되고 있으며, 냉동제로도 사용되고 있다. 간헐적으로 실험실에서 소량 사용하고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

근로자의 직업적 노출은 마취제로서의 사용, 기초 유기화합물을 제조하거나 사용할 때 발생된다. 그러나 마취제로서 브롬화에틸의 사용은 감소되어 현재는 거의 사용되지 않고 있다. 브롬화에틸을 취급하는 국내 사업장으로는 기초 유기화합물 제조하는 1개 업체가 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	108.98	물리적 상태	액체	증기압	50.7kPa(380mmHg; 50% v/v)(20℃), 53.3kPa(400mmHg)(21℃)
끓는점	38.4℃	R-phrase	11,20/22,40	Log Kow	1.61
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 22 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 브롬화에틸의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 브롬화에틸의 제조는 알킬브로마이드의 일반적인 제조 방법과 같다. 일반적으로 브롬화수소에 에틸렌을 첨가시켜 제조한다.

브롬화에틸은 그 가격이 현재 비싸기 때문에 실험실에서 간헐적으로 제조되어 진다. 가장 손쉬운 방법은 삼브롬화인산과 에탄올과의 반응으로 제조되어 질 수 있으며 에탄올과 브롬화수소가 반응하면 브롬화에틸이 제조되어 진다. 물론 디에틸에테르를 사용해도 결과는 같다.

반응 후 시료채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료저장 탱크 → 반응 준비 → 저장탱크 → 반응기 → 필터 → 시료 채취 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 브롬화에틸의 제조(포장)

① 시나리오 : 브롬화에틸의 제조는 알킬브로마이드의 일반적인 제조 방법과 같다. 일반적으로 브롬화수소에 에틸렌을 첨가시켜 제조한다.

브롬화에틸은 그 가격이 현재 비싸기 때문에 실험실에서 간헐적으로 제조되어 진다. 가장 손쉬운 방법은 삼브롬화인산과 에탄올과의 반응으로 제조되어 질 수 있으며 에탄올과 브롬화수소가 반응하면 브롬화에틸이 제조되어 진다. 물론 디에틸에테르를 사용해도 결과는 같다.

반응 후 생성된 브롬화에틸을 용기에 소분 포장은 반자동으로 이루어지고, 이때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료저장 탱크 → 반응 준비 → 저장탱크 → 반응기 → 필터 → 시료 채취 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	75 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에쏘토인(ethotoin)[1]의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 5-페닐히단토인(5-phenylhydantoin)과 브롬화에틸을 알코올 하에서 100℃에서 칼륨염과 반응시켜서 얻을 수 있다.
브로화에틸의 노출은 원료로서 투입 과정에서 근로자에게 발생할 수 있다.
원료 투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 주로 마취제로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 슈퍼하이드라이드(super hydride)(현장관리)

① 시나리오 : 생산라인(반응)에 발생 유해인자로는 테트라하이드로퓨란 및 질산이며 실험실에서는 유기화합물이 발생유해인자이다. 용기 투입 및 샘플링 작업 시 유기화합물에 노출되고 브롬화에틸에는 소량(간헐적)으로 노출될 수 있다.
원료저장탱크 → 반응기 → 필터저장탱크 → 필터 → 출하용기

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(035) 비닐 아세테이트 Vinyl acetate 108-05-4

1. 개요

1) 제조

에틸렌과 아세트산나트륨의 반응에 의해 제조된다.

비닐 아세테이트는 아세트산과 아세틸렌을 수은염의 존재 하에서 반응시켜 제조될 수 있다.

2) 용도

- 아세트산비닐 중합체, 수지, 그리고 폴리비닐 알코올의 생산의 중간 화학물질
- 다른 폴리머, 수지, 유제(emulsion)의 합성의 중간물질
- 플라스틱, 필름, 랙커의 중합체
- 유제 페인트 물질의 생산

3) 노출 및 결정인자[1)]

비닐 아세테이트는 폴리비닐 아세테이트, 비닐 아세테이트 혼성 중합체를 만드는 단량체, 페인트, 밀폐제, 코팅, 그리고 결합제의 생산과 사용에 의해서 노출될 수 있다.

직업적 노출은 증기의 흡인과 액체 혹은 증기의 피부나 눈에 접촉함으로서 이루어진다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.09	물리적 상태	액체	증기압	115mmHg(20℃)
끓는점	72.7℃	R-phrase	11	Log Kow	0.73
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 30 mg/m^3			STEL 20 ppm / 60 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 비닐아세테이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 비닐 아세테이트는 빙초산과 아세틸렌을 수은염의 존재 하에서 반응시켜 제조될 수 있다. 합성 방법에는 액상법, 고정촉매에 의한 기상법, 유동촉매에 의한 기상법 등이 있다. 액상법은 촉매에 사용되는 수은이 비싼데다가 복잡한 반응을 나타내고, 부생성물이 많으므로 거의 사용되지 않는다. 입상활성탄을 운반체로 하는 아세트산아연을 촉매로 사용하는 부생성물이 적은 특색을 가진 기상법이 쓰인다.

반응 후 품질관리를 위한 시료 채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비닐아세테이트 제조(포장)

① 시나리오 : 비닐 아세테이트는 빙초산과 아세틸렌을 수은염의 존재 하에서 반응시켜 제조될 수 있다. 합성 방법에는 액상법, 고정촉매에 의한 기상법, 유동촉매에 의한 기상법 등이 있다. 액상법은 촉매에 사용되는 수은이 비싼데다가 복잡한 반응을 나타내고, 부생성물이 많으므로 거의 사용되지 않는다. 입상활성탄을 운반체로 하는 아세트산아연을 촉매로 사용하는 부생성물이 적은 특색을 가진 기상법이 쓰인다.

비닐아세테이트의 반응이 종결된 후, 국소배기장치하에서 소분 포장 과정이 반자동으로 이루어지고, 이 공정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리아세트산비닐(polyvinyl acetate)[1] 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 유기 중합체 계열에 속하는 무색의 불용성 수지이고, 단위체인 아세트산비닐을 과산화물 촉매로 처리해 만든다.

중합을 위한 단위체인 아세트산비닐을 반응기에 투입할 때 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 중합 → 폴리아세트산비닐 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	260 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세트산을 과산화물·빛 등에 의해 중합하여 폴리아세트산비닐이 된다. 가장 중요한 용도는 수성(라텍스) 페인트의 피막 형성 성분으로 쓰이는 것이다. 또한 접착제·래커·접합제에 쓰이며 폴리비닐알코올을 만들기 위한 출발물질로도 사용된다. 폴리아세트산비닐 수지는 가열하면 부드러워지는 열가소성과 가연성이 있으며 메탄올·벤젠·아세트산부틸·메틸에틸케톤 등의 특정 유기 화합물에 녹는다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 라텍스 제조(계량)

① 시나리오 : 페인트와 도장산업에서 수성분산중합체, 즉 라텍스라고 하는 유화중합체는 1940년대 말부터 널리 사용되기 시작했다. 이러한 합성 라텍스는 물에서 분산되는 결합성질이 있으며, 물이 증발함에 따라 플라스틱 입자가 용융되어 막을 형성한다. 부타디엔, 스티렌, 아세트산비닐, 아크릴 단위체로 만든 중합체는 상업적으로 사용되어왔다[1]. 반응기에 원료를 투입 전 계량과정에서 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 중합 → 라텍스 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 경도·유연성·질감·접착성·색상유지도·내화학성 같은 막의 성질은 플라스틱의 조성에 따라 다르다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 에틸렌비닐아세테이트(EVA)[1] 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 저밀도 폴리에틸렌을 생산하는 고압반응기에서 에틸렌 단량체와 비닐아세테이트 단량체(VAM)를 중합하여 EVA 수지를 생산한다.

EVA 수지는 제조방법에 따라 고압중합[2], 용액중압 및 에멀젼 중합[3]으로 나누어지며 제조방법에 따라 그들의 형상도 달라진다.

현장 관리를 위한 근로자에게 에틸렌비닐아세테이트에 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 중합 → 에틸렌비닐아세테이트 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[4] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[5] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) EVA는 에틸렌과 비닐아세테이트의 공중합체 수지로서 투명성과 유연성이 우수 하여 신발용 소재, 농업용필름, 압출코팅의 원료로 사용되고 있으며 PVC의 대체 원료로 주목 받고 있다. EVA 수지의 VA 함량이 15%이라면 이는 85%의 에틸렌과 15%의 VAM을 중합한 제품임을 의미한다.

2) 고압중압을 통하여 생산되는 EVA 수지는 고체 상태의 Pellet 형상이며 생산될 수 있는 최대 VA 함량은 반응기의 조건에 따라 다르지만 대략 40% 미만이다.

3) 용액중압은 및 에멀젼중압을 통하여 VA 함량이 50~100%의 에틸렌-비닐아세테이트 수지를 생산할 수 있으며 이는 주로 접착제의 주원료로 사용되고 있다.

4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 비니롤 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 비니롤은 아세트산비닐을 용액 중합한 접착제로 스티로폼, 석고보드 등 건축자재 접착용으로 강도 및 내수성이 뛰어나며, 속건성, 초기 접착력이 우수하다.

반응 후, 품질관리를 위한 시료채취와 시료분석 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 중합 → 비닐롤 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 수성 비닐 아세테이트 에멀젼 접착제(포장)

① 시나리오 : 각종 종이류 접착과 목공용으로 이용되는 접착제이며 주성분은 비닐 아세테이트수지 에멀젼으로, 크게 비닐 아세테이트수지 단독과 아크릴과의 공중합으로 이루어진 접착제이다. 점도 및 불휘발분이 다양한 범위로 구성되어 있어 포괄적인 용도 내에서도 접착조건에 보다 적합한 접착제를 선택할 수가 있다.[1)]

포장과정에서 반응이 다 이루어지지 않은 비닐 아세테이트에 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 혼합/반응 → 접착제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	55 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 감열형접착제의 종류에는 폴리아세트산비닐·폴리염화비닐·염화고무·폴리에틸렌·천연수지 등이 있다. 화학반응형접착제는 액체상태의 접착제를 바르고, 화학반응에 의하여 중합 또는 3차원화시키기 위하여 촉매 등을 첨가하기도 한다. 금속처럼 강한 접착력·내열성·내수성·내유성 등을 요구하는 구조용 접착제가 여기에 속한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 사이징 제(sizing agent)[1](첨가)

① 시나리오 : 사이즈제는 표면에 칠하는 것과 원료에 섞는 것이 있으며, 이 가공을 사이징(sizing)이라고 한다. 송진・젤라틴・녹말・합성수지(비닐 아세테이트 등) 등이 사용된다.

단위체를 그대로 이용하는 일은 없고 에멀션화 중합 등에 의하여 아세트산비닐 수지로서 도료・접착제나 제지용 사이즈제, 추잉검의 베이스 등에 사용된다.

중합을 위한 단위체인 아세트산비닐을 반응기에 첨가할 때 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 혼합/반응 → 사이징 제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 종이를 가공할 때 쓰는 콜로이드 물질로 사이즈라고도 한다. 종이의 섬유는 친수성에다 다공질로 초지되므로, 펜으로 쓰거나 인쇄할 때 잉크가 번지고 종이가 뜯기게 마련이다. 이것을 방지하기 위하여 사이징제를 사용한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 비닐페인트(vinyl paint)[1](현장 관리)

① 시나리오 : 용제형과 에멀젼형이 있는데, 용제형 중 염화비닐과 아세트산비닐의 7:3비율 혼성중합체를 염화비닐수지도료[2]라 한다. 그 밖에 아세트산비닐과 베타크릴산에스테르의 혼성중합체계 등이 있으나, 양적으로 아세트산비닐계의 에멀션계 도료가 월등히 많다.

중합을 위한 단위체인 아세트산비닐을 반응기에 투입할 때뿐만 아니라, 현장 관리를 위한 근로자도 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 혼합/반응 → 비닐페인트 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	36 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 페인트를 구성하는 피막의 수체에 비닐계 단량체의 혼성중합체를 사용한 도료의 총칭. 수성도료에 속한다.
2) 분산되어 있는 비닐수지의 입자지름이 0.1~수㎛ 정도의 미세한 것이어서 도막이 치밀하고 평활하다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 츄잉검 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 여러 종류의 수지나 고무질·무기질 등을 배합하여 적절하게 씹는 맛을 조절하고 조미료·향료·색소를 첨가하여 반죽·성형한다. 검베이스를 알맞게 배합하는 것과 고르게 혼합하는 것이 중요한 제조법이다.

검베이스의 주성분은 수지인데, 치클·젤루통 등의 천연수지와 아세트산 비닐수지·에스테르검 등 합성수지가 있다.

원료인 비닐 아세테이트수지를 사용 시 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 배합 → 부재료 첨가 → 반죽 → 성형 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 올레핀수지[1] 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 폴리올레핀의 혼성중합체로서는 에틸렌·프로필렌의 혼성중합체, 에틸렌·아세트산비닐 혼성중합체, 아이오노머(ionomer)[2], 에틸렌·염화비닐 혼성중합체 등이 알려져 있다.

중합을 위한 단위체인 아세트산비닐을 반응기에 투입할 때뿐만 아니라, 현장 관리를 위한 근로자도 노출이 발생할 수 있다.

비닐 아세테이트 단위체 → 혼합/반응 → 올레핀 수지 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	62 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 알켄족 탄화수소(올레핀, 일반식은 CH)중합체(폴리머)의 일반명. 올레핀수지라고도 한다. 폴리에틸렌·폴리프로필렌 등과 같이 일반적으로 1위치에 2중결합을 갖는 α-올레핀의 중합으로 얻어지는 고분자로서 대표적인 범용고분자이다. 내열성이 우수하고(열변형온도 90℃), 가벼우며(비중 0.83), 결정성고분자이면서 투명하고, 내약품성·안전성도 우수하므로 플라스틱·합성고무로서 의료용도·가전분야·식기 등에 이용된다.

2) 에틸렌·아크릴산 혼성중합체에 나트륨과 아연 등의 금속이온을 작용시켜 이온다리걸침구조를 갖는 것을 말한다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(036) 산화아연 Zinc oxide 1314-13-2

1. 개요

1) 제조

금속 아연의 증기화와 미리 가열된 공기의 산화에 의해서 제조된다(French process). 또한 프랭클리나이트(franklinite)부터(American process), 또는 황화아연으로부터 제조될 수 있다.

2) 용도

- 고무 산업의 가황활성제
- 고무의 강화 약품
- 거름 첨가제
- 유기합성의 촉매제

3) 노출 및 결정인자[1)]

산화아연의 직업적 노출은 산화아연의 제조과정에서 혹은 아연이나 아연함유 합금의 온도를 높이는 과정, 즉 용접봉의 사용과정에서 흄의 형태로 노출될 수 있다. 그 외 전기분해, 전기도금, 건전지, 합금 등의 공정에서 발생할 수 있다. 산화아연을 제조하는 공정에서 완성된 제품을 포장하는 과정에서 분진 노출이 이루어진다. 또한 산화아연 제품 제조에서 배합하는 과정에서 노출이 이루어진다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	81.38	물리적 상태	고체, 분말	증기압	0mmHg(21℃)
끓는점	고체 승화함	R-phrase	37	Log Kow	없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화아연의 제조[1](산화 공정)

① 시나리오 : 옥살산아연 ZnC_2O_4를 400℃에서 열분해하거나 염기성탄산아연 $ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$를 열분해하여 만든다. 공업적으로는 금속아연을 연소시켜서 만든다.

산화 공정시 노의 온도가 약 1,200℃ 이상으로 단위 공정이 격리되어 있지만 단시간 산화아연 흄에 노출 가능성이 있다.

원재료 입고(수입검사) → 제련 → 산화 → 채집 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 백색 안료로서 페인트·그림물감 등으로 사용된다. 그 밖에 시멘트·에나멜·유탁(乳濁)유리 등의 용도가 있으며 고무충전제 등에도 사용된다. 입자가 고운 상질(上質)의 것은 의약품·화장품·치과충전제로서 이용되고 있으며, 메탄올(메틸알코올) 합성용 촉매이기도 하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 산화아연의 제조[1](포장)

① 시나리오 : 옥살산아연 ZnC_2O_4를 400℃에서 열분해하거나 염기성탄산아연 $ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$를 열분해하여 만든다. 공업적으로는 금속아연을 연소시켜서 만든다.

포장공정은 채집라인을 통해 생산된 산화아연 분말을 수작업으로 소포장하는 작업이다. 작업장내에 외부 기류가 들어와 확산되고 있으며, 작업장 내 바닥에 산화아연 가루가 퇴적되어 자연풍에 의해 비산이 가중될 수 있다. 연속적으로 노출이 발생한다.

원재료 입고(수입검사) → 제련 → 산화 → 채집 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 백색 안료로서 페인트·그림물감 등으로 사용된다. 그 밖에 시멘트·에나멜·유탁(乳濁)유리 등의 용도가 있으며 고무충전제 등에도 사용된다. 입자가 고운 상질(上質)의 것은 의약품·화장품·치과충전제로서 이용되고 있으며, 메탄올(메틸알코올) 합성용 촉매이기도 하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 고무벨트 제조(혼련 공정)

① 시나리오 : 작업 중 산화아연에 노출될 수 있는 작업은 배합과 혼련(반바리) 작업이다. 산화아연 먼지는 원료투입(배합)작업에서 단시간(단시간/규칙적 작업)에 노출되며, 산화아연 증기는 혼련(반바리)작업에서 작업시간 동안 연속적으로 노출된다. 작업 시 발생되는 입자상 물질의 특성은 원료투입(배합) 공정에서 발생되는 산화아연은 먼지 상태이며, 혼련(반바리) 작업에서는 혼합기의 온도가 약 150℃ 범위로 증기 상태로 발생되고 있다. 혼련에 필요한 원료를 섞는다. 이때 산화아연, 고무분진이 발생한다.

원재료 입고 → 배합 → 혼련(반바리) → 카렌다 → 백카본 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 유기화합물 제조(첨가)

① 시나리오 : 기초 유기화합물을 제조·생산하는 중 산화아연을 원료 첨가제로 사용한다. 제품/포장공정에서는 자동화 포장으로 노출이 낮은 수준이다.

용해, 반응공정에서 사용 중이며, 혼합 탱크에 투입 후 자동적으로 혼합기에서 반응이 이루어지고 있다.

작업 시 노출되는 산화아연의 입자상 물질의 특성은 종이포장을 개봉하여 혼합탱크에 첨가할 때 일부 비산이 발생하고, 노출이 발생한다.

용해(투입) → 반응 → 여과 → 건조 → 저장 → 제품(포장)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 비철금속 제련 및 합금 제조(아연화 포장)

① 시나리오 : 아연화(산화아연, zinc oxide)와 아연말(zinc dust)을 생산하는 공정 중에서 선별, 포장공정과 계량, 포장공정에서 분말 형태로 발생되며, 용해로공정에서는 흄 상태로 발생된다.

특히 아연화 포장 공정에서 분말형태로 산화아연이 노출이 발생한다.

원재료 → 투입 → 용해 → 산화 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 307

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 무기안료의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 무기안료 및 기타 금속산화물 제조업체로 생산 현장은 크게 G/R제조 파트와 C/Z제조 파트, P/B제조 파트로 나뉘어 진다.

G/R제조 파트는 용해와 B/M[1], S/D[2]로 세부공정이 구분되고, 작업 시 산화아연에 노출되는 것으로 확인되었다. 원료 투입 시 노출이 우려되며, 투입 작업시간은 단시간(30분 내)에 완료되어 간헐적(단속적)으로 노출되고 있다.

원료 → 용해 → B/M → S/D

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 카렛트를 분쇄
2) 원료를 혼합해서 재결정화 시켜 Powder 형태로 제조하는 작업
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 훼라이트 자성재료의 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 원료를 투입할 때 삼산화철(FeO_3), 산화아연(ZnO), 과망간산(MnO_4)을 일정 비율로 혼합하는 과정에서 산화아연에 노출되고 있다. 투입공정 이후 혼합공정에서부터 출하에 이르기까지 라인을 통하여 자동 이송되기 때문에 작업자들에게 노출 가능성은 높지 않다.

원료투입 → 1차 혼합 → 1차 분쇄 → 소성 → 냉각 → 2차 분쇄 → 2차 혼합 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 가황촉진제로 사용(가교제 첨가)

① 시나리오 : 가교 중 황의 양에 따라 고무 내의 가교 밀도와 가교 형태가 달라져서 고무의 물성과 직결되게 된다. 고무의 효율적인 가교를 위해 가교제로 황을 사용하는 데, 산화아연은 이를 촉진하는 역할을 하여 고무의 경화속도를 증가시키는 역할을 한다.

즉, 가황 촉진제는 가교반응을 빠른 시간에 효과적으로 행하기 위해 산화아연을 첨가하고, 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	66 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 위생도기 생산(배합)

① 시나리오 : 위생도기를 생산할 때 산화아연의 월 취급량은 제토공정에서 유약용으로 산화아연을 배합(투입)할 때 노출이 발생할 수 있다.

산화아연의 근로자에 노출은 배합할 때 발생하고, 입자상 물질의 특성은 분말 형태로 발생된다.

제토 → 성형 → 시유 → 소성 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 회전 트랜스(rotary transformer)(파우더 제조)

① 시나리오 : 전자코일, 변성기 및 기타 전자유도자 회전 트랜스를 제조할 때, 파우더 제조공정에서 혼합원료로 사용하고 있는 산화아연의 월 취급량은 약 20톤 정도이다.

원료투입과 파우더 제조과정에서 노출가능성이 높다. 파우더 제조과정은 공정을 확인하면서 수시로 산화아연을 투입하는 과정에서 간헐적으로 노출이 발생한다.

파우더 제조는 원료투입공정에는 외부식 장방형(후드)의 국소배기장치와 분쇄공정에 포위식 밀폐형 국소배기장치가 설치되어 가동되고 있다. 그리고 작업장 바닥을 물청소 할 수 있는 살수설비가 갖추어져 바닥에 퇴적되어 2차 비산이 없도록 관리하고 있다.

원료입고 → 파우더제조 → 성형 → 소결 → 가공 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	240 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 합성수지 제조(현장관리)

① 시나리오 : 합성수지 발포과정을 통한 합성수지 제품 생산업체로 배합공정에서 발포탄력제 용도로 산화아연을 월 평균 약 20kg 정도 사용하고 있다.

배합공정에서 산화아연이 일부 비산되는 것으로 확인되었으며, 산화아연에 대한 노출 주기는 작업시간 동안에만 간헐적으로 노출되고 있다.

원료입고 → 배합롤러 → 발포성형 → 검사/포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	240 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(037) 시안화 나트륨 sodium cyanide 143-33-9

1. 개요

1) 제조

시안화나트륨은 가열된 나트륨아미드와 탄소, 녹인 염화나트륨과 칼슘시안아미드를 전기로에서 함께 반응시켜 생성될 수 있다.

녹은 나트륨, 암모니아, 그리고 검탄(charcoal)을 반응시켜 98% 정도의 높은 수준의 시안화나트륨을 얻을 수 있다.

2) 용도

- 강의 열처리, 금·은의 정련
- 금·은·납 등의 도금
- 시안화수소, 많은 다른 시안화물 제조
- 농약, 의약품 제조
- 유기합성의 중간물질제조, 금속 청결제, 나일론의 중간체
- 염료, 착화제
- 각종 시안화합물 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

금과 은의 정련, 도금, 강철경화, 금속 청결제(degreasing), 염료, 인쇄, 사진, 유기/무기 화합물의 합성, 착화제의 생산과 사용을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

시안화나트륨은 소화기계 또는 피부를 통하여 비교적 잘 흡수가 되고, 또한 호흡기계를 통하여 빠르게 흡수된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	49.02	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃),1mmHg(817℃), 10mmHg(983℃)
끓는점	1,500℃	R-phrase	26/27/28,32,50/53	Log Kow	없음
노출기준 (노동부)	TWA 3 mg/m^3		STEL 5 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 시안화나트륨 제조(시료채취)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 가열된 나트륨아미드와 탄소, 녹인 염화나트륨과 칼슘시안아미드를 전기로에서 함께 반응시켜 생성될 수 있다.
반응 후 생성된 시안화나트륨은 품질관리를 위한 시료채취과정을 통하여 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 전기도금공정(탈지작업)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

도금작업을 마친 후 물로 세척하여 도금조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면에 이물질이나 잔여물질을 제거하기 위한 세척공정 및 표면의 수분을 제거하는 건조공정으로써 도금조에 있던 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 크롬박리(무수크롬산) → 청화소다 탈지 → 수세 → 크롬, 니켈, 동 도금 → 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 전자통신부품, 수도전 도금(세척)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

도금작업을 마친 후 물로 세척하여 도금조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면에 이물질이나 잔여물질을 제거하기 위한 세척공정 및 표면의 수분을 제거하는 건조공정으로써 도금조에 있던 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 전해탈지 등의 탈지 → 청화동 ST → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금 → 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 나사, 볼트 등 도금(현장관리)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

또한 전반적인 공정을 관리하기위한 현장관리 작업자는 시안화 나트륨에 노출될 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금→ 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1.2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.17 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 의료용 필름판독기, 전자부품단자 도금(도금작업)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금→ 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 무선통신기기 부품 도금 제조(건조)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

수세 후 건조 과정에서도 낮은 농도이기는 하지만 시안화나트륨에 근로자가 노출될 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금→ 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1.2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 포장지 제조(탈지용액 첨가)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

시안화나트륨이 포함된 탈지용액을 틸지조에 첨가하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금 → 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	36 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 철판재 도금 제조(탈지작업)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다.

따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금 → 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 욕실용 악세사리 도금(현장관리)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

또한 전반적인 공정을 관리하기위한 현장관리 작업자는 시안화 나트륨에 노출될 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금 → 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.17 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 도어로크 도금(세척작업)

① 시나리오 : 시안화나트륨은 도금작업 중 탈지조에 수용액 상태로 제조하여 탈지작업[1]을 하는데 사용된다. 따라서 도금작업 중 탈지공정에서 시안화나트륨에 노출이 발생할 수 있다.

도금작업을 마친 후 물로 세척하여 도금조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면에 이물질이나 잔여물질을 제거하기 위한 세척공정 및 표면의 수분을 제거하는 건조공정으로써 도금조에 있던 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

원자재 입고 → 침전탈지, 전해탈지 등의 탈지 및 산처리 → 중화 → 수세 → 니켈, 금, 은, 동 도금→ 수세 및 건조 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도금작업을 하기 전에 하는 전처리로써 작업물의 표면에 묻어있는 이물질이나 유기물들을 제거하기 위한 공정으로써 증발 등을 통해서 가성소다, 시안화수소 및 시안염 등의 유해물질이 발생할 수 있으며 탈지작업을 마친 후 물로 세척하여 탈지조에 있던 물질들을 깨끗이 세척하여 표면을 도금하기에 용이하도록 활성화시키는 공정에서 유해물질이 낮은 농도로 발생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(038) 시안화 수소 Hydrogen cyanide 74-90-8

1. 개요

1) 제조

암모니아-메탄의 혼합물을 1,000℃에서 백금-로듐 촉매를 이용하여 산화시켜 대량으로 제조할 수 있다(Andreussow process).

코크스로 가스의 재생에 의해서도 제조될 수 있다. 역청탄과 암모니아를 1,250℃ 반응시켜 생성될 수 있다.

프로필렌의 암모산화(ammoxidation)를 통해 아크릴로니트릴의 부산물로서 생산될 수 있다.

2) 용도

- 표면처리 약품
- 도금약품
- 살충제

시안화수소를 사용하는 사업장의 취급 생산품 및 취급 분야는 금속열처리 기계가구, 표면처리, 인쇄회로기판, 금 은 니켈 도금, CMA CMB 촉매, 핸드백장식, 바클타이핀, 욕실악세사리 표면처리, 휴대폰 내·외장재 금속 열처리 도금, 자동차 부품 도금, 아연 도금, 수전금구, 가구악세사리 및 의류용 지퍼·장식 도금 등이었으며, 주로 도금을 하여 완제품을 생산하는 과정이나 도금 후 세척과정에서 시안화수소를 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

우리나라의 경우 도금공정 및 세척공정에서 시안화수소가 사용되고 있으므로, 부유물질에 의한 피부 및 호흡기 노출과 세척과정에서의 피부에 대한 직접노출 될 수 있으며, 간헐적 사용이 많아 근로자들이 독성에 대한 인식이 부족하여 보호장구를 갖추는 경우가 드물어 쉽게 노출될 수 있다. 또한 근로자들의 인식부족으로 인한 호흡기 혹은 피부 노출이 많이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	27.03	물리적 상태	기체	증기압	620mmHg(82.7kPa)(20℃)
끓는점	25.6	R-phrase	12,26,50/53	Log Kow	-0.25
노출기준 (노동부)	C 4.7 ppm / C 5 mg/m^3 STEL				

2. 노출 시나리오

ES01: 시안화수소 제조(시료채취)

① 시나리오 : 암모니아와 메탄의 혼합물을 1,000℃에서 백금-로듐 촉매를 이용하여 산화시켜 대량으로 제조할 수 있다(Andreussow process).

반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 근로자는 시안화수소에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 핸드백 장식과 바클, 넥타이핀 도금(산세척 공정)

① 시나리오 : 핸드백 장식, 바클, 넥타이핀 제조공정에서 시안화수소가 사용된다.

도금공정 후 산세척공정, 세척공정 후 건조과정, 제품 옮기기, 제품포장 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

자재입고 → 산세척 → 탈지 → 청화동 → 유산동 → 니켈도금 → 후처리 → 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 욕실 액세서리 금속 표면처리(포장)

① 시나리오 : 욕실 액세서리의 제조공정에 시안화수소가 사용된다.
도금공정 후 산세척공정, 제품포장 과정에서도 제품 내 잔류 시안화수소 가스에 근로자가 노출될 수 있다.
자재입고 → 세척 → 산처리 → 니켈도금 → 검사 → 후처리 → 동도금 → 은도, 금 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 연성 인쇄회로와 기판 제조(전해 탈지)

① 시나리오 : 연성 인쇄회로 기판 제조 시 시안화수소가 사용된다.

도금공정 후 산세척공정, 전해 탈지 공정, 제품포장 과정에서도 잔류 시안화수소 가스에 노출이 발생할 수 있다.

자제입고 → 볼체인 → 컷팅 → 가공 → 검사 → 후처리 → 탈지 → 도금 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 핸드폰 부속을 도금(건조 공정)

① 시나리오 : 핸드폰 부속을 도금하는 공정에 시안화수소가 사용된다.

핸드폰 부속 니켈 도금 공정 중, 기기를 조작, 전해 탈지 공정 중, 세척공정 후 건조과정에서 제품 옮기기, 제품포장 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

자재입고 → 탈지 → 산처리 → 전해탈지 → 검사 → 건조 → 크로메이 → 아연도금 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 자동차 B/T 부품 도금(현장관리)

① 시나리오 : 자동차 B/T 부품 도금 공정에서 시안화수소가 사용된다.

도금공정 후 산세척공정, 세척공정 후 건조과정에서 제품 옮기기 공정, 현장관리 중 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

자재입고 → 침적조 → 수세 → 전해달지 → 유산동 → 청화동 → 산세 → 수세 → 니켈도금 → 금도금 → 수세 → 건조 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 가구액세서리 도금(세척공정)

① 시나리오 : 가구악세사리 도금 과정에서 시안화수소가 사용된다.

도금공정 후 산세척공정, 전해 탈지 공정, 세척공정 후 건조과정에서 제품 옮기기, 제품포장 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

자재입고 → 초음파세척 → 전해탈지 → 청화동 → 건조 → 크롬도금 → 니켈도금 → 유산동 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 액세서리 도금(첨가)

① 시나리오 : 액세서리 도금과정에서 시안화수소가 사용된다.

도금공정 후 산세척공정, 세척공정 후 건조과정, 제품포장 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

자재입고 → 청산저장 → NaCN → 증발 → 성형 → 건조 → 탈수 → 농축 → 포장 → 제품출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 토양 훈증제[1]로 사용

① 시나리오 : 브롬화메틸·산화에틸렌·시안화수소·인화수소 같은 증기압이 큰 훈증제는 재빨리 통과하기 때문에 밀폐된 보관 장소나 기체가 통과하지 못하도록 된 판으로 봉한 물질을 처리하는 데 쓰인다.

훈증제는 작업자뿐만 아니라 주위 다른 작업자와 일반 인구에서도 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[2] : 200 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 4,000 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 저장식품이나 씨앗, 인간의 주거지나 의복, 묘목 등에 해를 입히는 곤충이나 선형동물을 비롯한 동식물을 죽이는 데 쓰이는 휘발성의 독성 물질을 훈증제라고 한다. 토양 훈증제는 경작지역에 뿌리며 흙 속에 스며들어가 병을 일으키는 균류·선형동물·잡초 등을 없앤다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(039) 시클로나이트 Cyclonite 121-82-4

1. 개요

1) 제조

메탄아민과 질산 증기를 질신암모늄과 아세트산 무수물(acetic anhydride)과 반응시키면 시클로나이트와 메탄아민이 생성된다.

우로트로핀(urotropine, $(CH_2)_6N_4$) 15부를 -5~0℃로 냉각된 질산 160부에 조금씩 넣으면서 강하게 교반해 준다. 이 때 반응 온도를 0℃를 넘겨서는 안 되며, 동 반응을 거쳐 니트로화가 일어나면 숙성, 여과, 건조 등의 과정을 거쳐 시클로나이트를 합성하게 된다.

베크만(Bechmann) 법은 헥사민(hexamine)에 질산, 질산암모늄, 초산, 그리고 무수초산을 반응시켜 만들어진 결정체를 여과시킨 후 재결정화 과정을 거쳐 시클로나이트를 합성하는 공정이다.

이 밖에도 HMX(cyclotetramethylenetetranitro amine)에 직접 니트로화 반응을 일으켜 시클로나이트를 합성할 수 있다.

2) 용도

- 살서제(rodenticide)의 원료
- 화약의 원료 물질

국내에서 시클로나이트는 워낙 민감한 고폭약인 관계로 자체로 사용하기 보다는 약간 덜 만감한 물질인 컴포지션 계열의 폭약으로 만들어서 실제 국내에서 사용되고 있다. 시클로나이트는 RDX, 또는 Hexogen으로 불리는 흰색의 결정형 고체로서 다른 폭발물질, 오일 또는 왁스와의 혼합물로 주로 사용되며 단독으로 사용되는 경우는 거의 없다. 다른 폭발물 첨가제, 가소제(plasticizer), 감감제(desensitizer)와 혼합물 형태로 조제되는데 시클로나이트의 함량, 첨가제의 종류 등 구성성분의 비율에 따라 컴포지션 A, 컴포지션 B, 컴포지션 C, 그리고 HBX 같은 폭약류로 제조할 수 있게 된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

시클로나이트에 대한 직업적 노출은 동 물질을 함유한 제제를 취급하는 작업자들이다. 이러한 작업자들의 주요 노출경로는 시클로나이트가 주로 입자상 물질이기 때문에 작업공

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

정에 따라 먼지 형태로 작업장 공기 중으로 발생될 수 있으며, 따라서 호흡기를 통한 흡수가 주요 노출경로가 될 수 있다. 또 다른 노출경로로 피부 흡수를 들 수 있다. 시클로나이트를 취급하는 작업자 경우 대부분 수작업으로 이루어지는 공정이 많고 따라서 적당한 보호구를 착용하지 않고 작업 시 피부를 통한 흡수도 충분히 가능하다.

시클로나이트를 취급하는 사업장과 근로자 수는 물질이 고폭약류나 폭탄류를 생산하는 방산 업체에서만 사용되는 관계로 사업장이 매우 제한적이고, 취급 근로자 수 역시 매우 적은 실정이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	222.26	물리적 상태	고체	증기압	4.10×10^{-9}mmHg(20℃)
끓는점	276~280℃	R-phrase	2,11,25	Log Kow	0.87
노출기준 (노동부)	TWA 1.5 mg/m^3		STEL 3 mg/m^3		

2. 노출시나리오

ES01: 컴포지션(composition) 폭약제조(원료 투입)

① 시나리오 : 시클로나이트를 이용하여 컴포지션 계열의 폭약을 제조하는 공정은 원재료(시클로나이트, 왁스, 오일 등)를 혼합기(또는 코팅기, 상압 하에서 100℃ 전후에서 운전)에 투입하여 밀폐된 상태에서 내용물을 교반하여 시클로나이트에 왁스 등을 코팅하게 된다. 코팅된 컴포지션 폭약은 건조실로 운반하여 1일 이상 건조 시킨 후(65~66℃) 건조된 폭약을 일정 무게씩 달아 포장하는 공정으로 이루어지고 있었다. 따라서 컴포지션 계열의 폭약제조 공정에 있어 노출이 가장 높을 것으로 예상되는 공정은 원료투입시와 포장공정이다.

원재료 → 혼합기 → 코팅(제조켓틀) → 여과 및 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	260 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 기계기구제조업(용융)

① 시나리오 : 주요 노출공정은 용융, 충진, 그리고, 조립공정이며, 시클로나이트의 공기 중 성상은 용융 및 충진 공정에서 가스 상으로 그리고 조립공정에서는 입자상형태로 노출될 가능성이 높다.

원재료의 준비공정에서는 컴포지션 A계열의 경우 용융과정을 거치지 않고 분말상태를 프레스로 압착시켜 탄체에 충진 하고, B 계열의 경우 용융시켜 충진 작업을 하고 있으며 시클로나이트에 노출될 가능성이 있으며, 또한 용융과정에서는 원재료의 일정량을 계량한 후 용융기에 넣고 약 85~95℃에서 교반시키면서 원료물질을 용융시키는 공정(30분소요)이며 충진 과정에서는 컴포지션 B계열은 용융된 컴포지션을 탄체에 주입하는 공정으로 용융된 컴포지션은 용융기에 연결된 튜브를 통해 각각의 탄체에 일정량씩 수작업으로 컴포지션 용액을 주입하는 작업이 이루어진다.

원재료 → 용융 → 충진 → 조립 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 살상장치, 고폭탄류, 대형탄공의 제조(조립공정)

① 시나리오 : 주요 노출공정은 용융, 충진, 그리고 조립공정이며, 시클로나이트 공기 중 성상은 용융 및 충진 공정은 가스 상으로 그리고 조립공정에서는 입자상형태로 노출될 가능성이 높았다.

원재료 → 용융 → 충진 → 조립 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.33 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(040) 시클로헥사논 Cyclohexanone 108-94-1

1. 개요

1) 제조

페놀을 팔라듐 촉매하에서 수소 결합을 통하여 시클로헥사놀(cyclohexanol)이 되고, 탈수소과정을 거쳐 시클로헥사논이 된다.

2) 용도

- 아디프산 합성(6,6-나일론의 원료)
- 인 카프롤 락탐의 합성(6-나일론의 원료)
- 살충제, 페인트, 페인트와 니스 제거제
- 천연 및 비닐 고무, 직물 및 tanning 산업에서 용제로 사용
- 의료 용도의 폴리비닐 염화물(polyvinyl chloride) 플라스틱의 용제 접착
- 비디오테이프 생산에서 산화제이철(ferric oxide) 파우더의 운반체로 사용되는 용제
- 밀봉제(sealer)로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

의료용 제품, 인쇄 작업장, 수동 조립 작업 시, 조립 표면에 시클로헥사논을 묻혀서 작업을 할 때, 카메라 렌즈 세척 작업장. 접착제 제조 공정, 미연신사 생성 공정 등에서 시클로헥사논의 사용으로 인한 근로자 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.14	물리적 상태	액체	증기압	0.3kPa(2mmHg)(20℃), 4.5mmHg(25℃)
끓는점	155.6℃	R-phrase	10,20	Log Kow	0.81
노출기준(노동부)	TWA 25 ppm / 100 mg/m^3			STEL 50 ppm / 200 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 의료용품 제조(인쇄)

① 시나리오 : 제조에서 주사기 표면에 인쇄하는 공정에서 시클로헥사논, 톨루엔 등을 사용하고 있으며, 이때에 노출이 많이 일어날 수 있다. 그리고 인쇄 작업에서도 일어날 수 있는데 작업장을 아크릴 판으로 격리하고 있지만, 틈이나 문을 열 때 노출이 가능하다. 인쇄 및 조립 작업이 자동으로 이루어지는 경우, 시클로헥사논을 주기적으로 투입하는 것이 요구되며, 이때에는 대부분 수동으로 이루어지므로 공기 중으로 노출가능성이 있다. 수동 조립 작업 시에도, 조립 표면에 시클로헥사논을 묻혀서 작업을 하는데, 주로 시클로헥사논을 적신 솜을 용기에 놓거나 백에 담아서 사용하고 있다. 이때에는 대부분의 경우 많은 작업자가 한 작업장에 모여서 작업을 하므로, 많은 노출이 일어날 수 있다.

원료 → 사출 → 인쇄 → 조립 → 포장 → 멸균 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.016 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 카메라 렌즈의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 첫 번째는 세척제의 보충을 위해 세척기에 시클로헥사논을 투입하는 작업(한달에 두세 번)에서 많이 노출될 수 있고, 밀폐형 세척기(라인식)에 제품을 투입하기 위해 슬라이드 문을 여는 곳과 세척된 제품을 배출하기 위해 슬라이드 문을 열 때 노출이 될 수 있다. 또한 오래된 세척액을 배출하는 작업 시에도 노출될 수 있다.

투입 → 연사 → 심취 → 세척 → 코팅 → 접합 → 흑칠 → 조립 → 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 휴대폰 케이스의 제조(본딩)

① 시나리오 : 휴대폰 케이스의 제조 시 조립과정에서 사용하고, 본딩, 세척과정에서 페인트, 신나, 시클로헥사논이 노출되어질 수 있다.
투입→ 납땜 → 조립 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 스크린 인쇄(희석 및 세척)

① 시나리오 : 플라스틱이나 아크릴 표면에 스크린 인쇄를 하는 사업장에서 시클로헥사논은 잉크 희석 및 세척 공정에서 용제 및 세척제에 들어가며, 많은 노출이 일어날 수 있다. 잉크 희석과 인쇄, 그리고 건조 과정에서 시클로헥사논의 노출이 가능하다.

자재입고 → 인쇄 → 자연건조 → 보호지 입힘 → CNC 가동 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 카프로락탐의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 시클로헥사논을 중간 재료로 사용하여 카프로락탐과 같은 화학제품을 대량으로 생산하는 대규모 화학공장의 경우 대부분 파이프라인으로 설치되어 노출이 최소화되어 전반적으로 노출가능성은 적다고 할 수 있다. 그러나 시료 채취 과정과 분석실 및 현장 근접한 작업자의 경우 노출 가능성이 있다.

시료 채취 작업일 경우, 밸브를 열어 통에 담는 방식으로 채취하는 경우 공기 중으로 많은 노출이 일어나거나, 물질이 바닥으로 누출이 일어날 수 있다. 또한, 시료를 채취한 후, 분석실에서 분석 작업을 하는 경우 많은 노출이 일어날 수 있다. 많은 경우, 측방향이나 상방향 후드가 장착된 보관 장소에 시료와 기타 화학제품을 보관하고 있으나, 후드 흡입 속도가 낮은 경우 공기 중 노출이 가능하다. 또한, 분석을 위해서 문을 열고 보관함 바깥쪽에서 작업을 수행하는 경우가 많은 데 이 경우에도 보관함 바깥쪽으로 노출이 가능하고, 직접적으로 분석자에게 노출이 일어날 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	11 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.08 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착제의 제조(배합 공정)

① 시나리오 : 클로헥사논을 연료로 사용하는 접착제 등의 화학제품을 중소규모로 생산하는 공정에서 노출이 많이 일어나며, 접착제 제조 공정에서의 노출 공정은 화합물에 따라 재료를 일정량으로 섞어주는 배합 공정, 배합된 재료를 용해로에 투입하는 투입공정, 재료를 용해시키고 반응시키는 용해 및 반응 공정, 생산된 제품을 일정량 용기에 담는 포장 공정 등이 있다.

원료입고 → 배합 → 투입 → 용해, 반응 → 포장 → 적재 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 전자제품 사출성형 제조(도장)

① 시나리오 : 도장 작업 시 시클로헥사논에 노출될 수 있으나 국소배기 장치로 인해 노출이 심하지는 않다. 하지만 국소배기 장치의 정기적인 점검이 요구된다.
원료입고 → 사출 → 도장 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.48 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 원사 제조(세척)

① 시나리오 : 미연신사 생성공정에서 조액실 및 세척 작업 시 시클로헥사논을 사용하고 있다. 조액실에는 PUSH-PULL형태의 외부식 측방 슬롯형 국소배기가 노출원을 제어한다. 세척 작업 시에는 시클로헥사논에 노출되고 있다.

건조 → 미연신사생산 → 열연신 및 권취 → 검사, 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	18 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(041) 시클로헥산 Cyclohexane 110-82-7

1. 개요

1) 제조

일반적으로 석유에 약 0.5-1.0% 함유되어 있다. 석유를 증류하여 얻을 수 있다. 또한 벤젠을 수소화 반응시켜서 얻을 수도 있다.

2) 용도

- 페인트와 니스의 제거제(락카와 수지의 용제)
- adipic 산과 카프로락탐(caprolactam) 합성
- 라커, 레진, 페인트, 바니쉬 제거제
- 살균제 제조의 미량성분으로 사용
- 스테로이드제품의 재결정화 공정
- 캠프 스토브를 위한 고체 연료 생산
- 재결정용 중위 유리 대용제(recrystallizing medium glass substitutes)

3) 노출 및 결정인자[1)]

솔벤트로서 제조나 사용, 가솔린에 포함되어있는 형태로 제조와 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

직업적 노출은 호흡기를 통한 흡입과 피부 접촉을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	84.16	물리적 상태	액체	증기압	13.0kPa(97.6mmHg)(25℃), 1.20kPa(9mmHg)(20℃)
끓는점	80.7℃	R-phrase	11,38,65,67,50/53	Log Kow	3.44
노출기준(노동부)	TWA 200 ppm / 700 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시클로헥산 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 석유에 약 0.5~1.0% 함유되어 있다. 석유를 증류하여 얻을 수 있다. 증류 후, 정제를 통하여 순도 높은 시클로헥산을 얻을 수 있다.

제조된 시클로헥산의 품질 관리를 위한 시료 채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

수첨탈황공정 → 접촉개질공정 → 방향족 추출공정 → 시클로헥산 제조공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 나일론 6[1]의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 나일론 6은 카프로락탐 한 성분으로부터 합성되며, 이 카프로락탐의 주 원료는 시클로헥산이다. 카프로락탐을 가열하면 중합반응(polymerization)이 일어나 나일론 6을 생성한다. 이 고체를 녹여 섬유를 뽑아낸다.
원료 투입 시 시클로헥산에 근로자가 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	24 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.013 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 나일론 6은 카펫이나 다른 용도로 사용되며, 반복되는 6개의 탄소 성분[-(CO)-(CH_2)$_5$-NH-]을 포함한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 정유 및 석유화학공업(생산 공정)(시료 분석)

① 시나리오 : 방향족 추출공정(sulfolane unit)은 접촉개질시설에서 생산된 방향족 성분이 많은 reformate 중에서 방향족 성분만을 sulfolane이라는 용제로 액상추출하는 공정이며, 이후 증류에 의해서 Benzene, Toluene, Xylene(BTX)으로 분리한다.

그런 후, 시클로헥산 제조공정으로 벤젠에 수소를 첨가시켜 시클로헥산을 제조하는 공정이 있다. 하지만, 시클로헥산을 생산하는 공정은 파이프라인으로 되어있어 노출이 최소화 되어 있다.

그러나 시료 채취 과정이나, 분석실 및 현장 근접한 작업자의 경우 노출 가능성이 있다.

수첨탈황공정 → 접촉개질공정 → 방향족 추출공정 → 시클로헥산 제조공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 스크린 인쇄 작업(잉크 희석)

① 시나리오 : 플라스틱이나 아크릴 표면에 스크린 인쇄를 하는 사업장에서 시클로헥산은 잉크 희석 및 세척 공정에서 용제 및 세척제에 들어간다.

잉크 희석과 인쇄, 그리고 건조 과정에서 근로자에게 시클로헥산의 노출이 가능하다.

잉크희석 → 인쇄준비 → 인쇄 → 세척 → 건조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 전선 제조 공정(권선 작업)

① 시나리오 : 전선 제조 공정에서, 시클로헥산은 이들 공정 중에서 권선 작업에서 사용되며, 주로 시클로헥산을 보관하는 드럼통에서 파이프라인을 타고 올라와서 구리를 코팅 시키게 된다.

주요 노출원으로는 두 가지를 들 수 있다. 우선, 코팅 작업 시 훈증식으로 시클로헥산을 뿌려서 코팅을 하는 경우 공기 중 노출이 일어날 수 있다. 두 번째 노출원은 코팅을 하는 시클로헥산을 보관하는 보관통이다. 시클로헥산을 보관하고 있는 보관통에서 코팅 장소까지는 파이프라인으로 연결되고 보관통은 작업 시에는 뚜껑을 닫아두지만, 시클로헥산을 보충하기 위해서 약 1분~2분 정도 열고 보충을 하게 되는데, 이때에 공기 중으로 노출이 가능하다

원자재 입고 → SCR(원자재를 고온에서 용해시켜 굵은 선을 뽑는 공정) → 신선 → 권선(전선 코팅 과정) → 절연 → 집합 → 연랍 → 건조 → 피복 → 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착제 제조공정(포장)

① 시나리오 : 접착제 등 시클로헥산을 원료로 하여 화학제품을 생산하는 공정에서는 시클로헥산을 직접적으로 사용하기 때문에 많은 노출이 일어 날 수 있다.

접착제 제조 공정에서의 노출 공정으로는 화합물에 따라 재료를 일정량으로 섞어주는 배합 공정, 배합된 재료를 용해로에 투입하는 투입공정, 재료를 용해시키고 반응시키는 용해 및 반응 공정, 생산된 제품을 일정량 용기에 담는 포장 공정이다.

접착제 제조 공정에서 노출이 일어날 수 있는 공정은 화합물에 따라 재료를 일정량으로 섞어주는 배합 공정, 배합된 재료를 용해로에 투입하는 투입공정에서 재료 투입구에서, 재료를 용해시키고 반응시키는 용해 및 반응 공정의 국소 배기 장치에서, 생산된 제품을 일정량 용기에 담는 포장 공정에서 제품이 나오는 출구에서 노출이 일어날 수 있다.

원료 입고 → 배합 → 투입 → 용해 및 반응 → 포장 → 적재 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	36 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 7.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.039 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 카프로락탐(시료 분석)

① 시나리오 : 시클로헥산을 중간 재료로 사용하여 카프로락탐과 같은 화학제품을 대량으로 생산하는 대규모 화학공장의 경우 대부분 파이프라인으로 되어있어 노출이 최소화 되어 있어 전반적으로 노출가능성은 적다고 할 수 있다. 그러나 시료 채취 과정과 분석실 및 현장에 근접한 작업자의 경우 노출 가능성이 있다.

시료를 채취한 후, 분석실에서 분석 작업을 하는 경우 많은 노출이 일어날 수 있다. 많은 경우, 측방향이나 상방향 후드가 장착된 보관 장소에 시료와 기타 화학제품을 보관하고 있으나, 후드 흡입 속도가 낮은 경우 공기 중 노출이 가능하다. 또한, 분석을 위해서 문을 열고 보관함 바깥쪽에서 작업을 수행하는 경우가 많은 데 이 경우에도 보관함 바깥쪽으로 노출이 가능하고, 직접적으로 분석자에게 노출이 일어날 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(042) 아세토니트릴 Acetonitile 75-05-8

1. 개요

1) 제조

프로필렌·암모니아·산소를 원료로 하여 아크릴로니트릴을 제조할 때, 아세토니트릴 및 시안화수소산이 부산물로서 약간 생산된다.

아세트아미드의 탈수에 의해서 공업적으로 제조된다. 탈수촉매 존재하에서, 400~500℃에서 암모니아와 아세트산을 반응시켜 얻을 수 있다.

2) 용도

- 탄화수소를 추출하는 과정의 용제로 사용
- 동·식물오일, 지방산 용액을 추출하는데 사용
- 약물생산(조영제), 분석계측기, 부타디엔, 이소프로펜 추출과정, 농약 생산과 구조물의 용제로 사용
- 종이나 헝겊의 코팅, 구리정제
- 직물염료
- 스테로이드의 재결정화
- 유기화합물 합성에서 중간산물로 생성
- 아세토니트릴에 용해되지 않는 석유로부터 타르, 페놀, 색소물질을 제거
- 생명공학에서 DNA합성의 용제 사용
- 아민, 아마이드, 케톤, 알데히드, 아세토페놀, 알파-니트릴아세틸산, 치아민, 아세토미딘, 이소시아네이트, imidazolines, 피리딘, 합성을 위한 개시물질로 사용
- 페인트 및 광택제로 사용
- 플라스틱 주형
- 염소화 용매를 위한 안정제
- 향료(향수) 공장
- 방적, 케스팅폴리머의 용제, 울(Wool) 레진의 정화
- 분광측정, 전자화학. 고압 액상 크로마토그래피에서 사용
- 살충제 제조 시 화학적 중간체

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

주로 노출되는 공정은 아세토니트릴은 부타디엔(butadiene)과 탄화수소의 적출 과정에서 용매로 사용되는 과정 및 식물성 기름에서 지방산 분리 시 노출된다.

작업장에서 발생되는 아세토니트릴의 증기가 공기 중으로 확산되면 흡입 시 호흡기를 통하여 인체 내로 들어오며, 아세토니트릴이 직접 피부나 눈을 통하여 들어올 수 있다. 또한 작업장에서 흡연, 음식물 섭취 등으로 소화기로 들어올 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	41.05	물리적 상태	액체	증기압	12kPa(73mmHg; 12% v/v)(20℃), 11.9kPa(89mmHg)(25℃), 54.9mmHg(15.5℃), 87mmHg(24℃), 115.0mmHg(30℃)
끓는점	81.6℃	R-phrase	11,23/24/25	Log Kow	-0.34
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 33 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 아세토니트릴 제조(포장)

① 시나리오 : 아세토니트릴은 아세트아미드의 탈수에 의해서 공업적으로 제조된다.

반응이 완료된 후 제품을 소분하여 용기에 담아 포장하는 과정에서 근로자는 아세토니트릴에 노출이 발생한다.

원료입고 → 합성 → 여과 및 건조 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 조영제 중간체 제조(여과/세척)

① 시나리오 : 조영제 원료 및 세척제인 아세토니트릴을 드럼(18L) 형태로 입고하여 보관창고에 저장한다. 에탄올, DMAC, 아세트산, MC등 수종의 원료를 교반, 합성한다. 고형의 중간체를 아세토니트릴을 이용하여 불순물을 제거하는 여과 작업을 수작업 형태로 수행한 후, 25~50kg 단위로 폴리에틸렌 용기에 계근하여 포장한다.

여과(세척) 및 포장공정이 수작업으로 이루어지므로, 작업자가 아세토니트릴에 노출 될 수 있다.

원료입고 → 합성 → 여과 및 건조 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 의약품 분석(시료 분석)

① 시나리오 : HPLC를 이용하여 의뢰 의약품의 순도 및 함유 불순물을 검사할 때 아세토니트릴을 이동상 용매제로 사용하며, 이때 노출이 발생 할 수 있다. 분석 후, 아세토니트릴을 수거 할 때, 노출 될 수 있다.

소재입고 → 분석 → 성적발급

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 절삭 공구 제조(첨가)

① 시나리오 : 코팅 공정에서 2.4L의 갈색 시약병에 보관중인 아세토니트릴을 설비 내 탱크에 1차 보관 후 진공상태에서 소량씩 투입한다. 약 2주에 3회씩 1차 저장조에 아세토니트릴을 투입 시 증기를 통해 노출될 수 있다.

원료입고 → 혼합 → spray drying → pressing → sintering → grinding → hoaning → coating → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 사플루오르화황 제조(현장관리)

① 시나리오 : 화학식 SF_4, 아세토니트릴 속에서 이염화황과 불화나트륨을 반응시키면 얻어진다. 무색 기체로 녹는점 −121℃, 끓는점 −40℃이다. 매우 반응성이 뛰어나 −C=O기, −P=O기, −COOH기 및 −PO(O)H기를 각각 $-CF_2$, $-PF_2$, $-CF_3$, $-PF_3$로 변환시킨다. 또 물과는 순간적으로 반응하여 분해해서 SO_2와 HF를 만든다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	22 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(043) 아세톤 Acetone 67-64-1

1. 개요

1) 제조

아세톤의 상업적 대량 생산에는 주로 두 가지 방법이 사용된다. 하나는 큐멘 히드로퍼옥사이드(cumene hydroperoxide)를 산으로 분해하여 만드는 과정인데 이때 아세톤과 페놀의 두 가지 산물이 만들어진다. 다른 한 가지 방법은 이소프로필알코올을 촉매로 사용하여 가수분해하는 것이다.

첫 번째 큐멘법은 프로필렌을 염화알루미늄 또는 인산을 촉매로 하여 벤젠과 반응시켜 큐멘(cumene, 이소프로필벤젠)을 생성한다. 이 큐멘을 산화하면 큐멘 히드록시퍼옥사이드 (cumene hydroxy peroxide, CHP)로 되고 이것을 분해하여 아세톤과 페놀을 얻는다. IPA법은 증류에 의해 91% 이소프로필알코올을 기화하여 반응기로 보내 탈수소반응을 일으킨다. 반응생성물은 수소 스크랩에서 수소분리 후, 톱핑 탑에서 물을 분리하여 증류탑에서 정제한다.

Wacker법은 반응탑에서 염화팔라듐(palladium), 염화구리계 촉매용액, 공기(산소) 및 프로필렌을 혼합·반응시킨다. 프로필렌은 직접 산화되어 아세톤을 생성한다. 생성된 아세톤을 분리탑에서 환원시킨 촉매액과 분리한다. 조제 아세톤은 정류탑에서 정제 탈수되어 제품 아세톤으로 된다. 순환된 촉매는 산화탑에서 공기(산소)와 혼합하여 재 산소화 되고 재순환된다.

몇 가지 다른 방법도 있다.

LPG 산화설비에서 많은 다른 산화물질과 더불어 아세톤을 회수한다. 아크로레인과 이소프로판올의 반응에 의하여 얻어진다. 산화아연을 촉매로 하여 아세틸렌을 증기 가수분해함으로써 제조된다.

이소프로판올로부터 아세톤을 생산하는 공정에서 이소프로판올-물의 공비 혼합물은 증발되고 탈수소로에 주입되며 그 유출물은 물로 냉각되고 씻겨진다. 두 탑은 원료에 포함된 수분과 미반응의 이소프로판올을 제거하고 이를 재사용한다.

목재의 분해증류, 아세트산 칼슘의 증류,선택된 박테리아로 곡물 생산품의 발효 , 이소프로필알코올, 쿠멘, 천연가스의 촉매산화 작용에 의해 제조된다.

2) 용도

- 무수초산의 제조
- 저비점용제, 초산섬유소·질산섬유소, MMA·MIBK 등의 아세톤계 용제
- 비스페놀A의 원료의 용제
- 유지, 왁스, 래커, 니스, 고무, 레이온, 도료, 필름, 화약류의 제조
- 메타아크릴레이트수지의 제조
- 향료, 의약원료인 비타민C의 원료

- 매니큐어 제거제
- 무연화약 제조
- 아세톤은 습식 방적이나 건조 방적용의 아크릴 섬유의 생산에 사용
- 아세톤은 아세틱 무수물을 제조하는데 원료로 사용
- 비타민 중간자의 조제
- 아세톤은 간접적인 냉동에서 저온 열전달에 적합한 식염수로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적으로는 청동 취급자, 페인트칠하는 사람, 화학공장 근로자, 접착제, 광택제, 염료 제조자, 래커(lacquer)와 정유 공정 작업자, 필름 제조자, 그리고 기계의 유지·보수에 관련되는 사람들이 노출될 수 있다.

아세톤을 사용하는 사업장은 LCD, 반도체, 인조비단, 폭약, 사진필름, 염료, 니스, 락카, 접착제, 셀룰로이드, 고무, 화학물질 합성, 용제, 플라스틱, 윤활유, 수압액, 금속 세제, 종이 및 직물, 의약품, 화장품, 페인트, 세제 등의 제품을 생산하는 사업장 등이다.

아세톤은 호흡기, 피부 및 소화기를 통해 흡수된다. 작업장에서의 주요 노출경로는 폐를 통한 흡수이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	58.09	물리적 상태	액체	증기압	35.5kPa(180mmHg)(20℃), 3.02kPa(226.3mmHg)(25℃)
끓는점	56.2℃	R-phrase	11	Log Kow	-0.24
노출기준 (노동부)	TWA 500 ppm / 1,188 mg/m^3		STEL 750 ppm / 1,782 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 아세톤[1]의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 대부분의 아세톤은 큐멘(cumene)을 주원료로 하여 제조하고 있으며 아세톤 제조 공정은 공장설비가 옥외에 설치되어 있고, 작업자가 상주해서 작업하는 것이 아니고 수시로 점검하면서 순도관리를 위한 시료를 채취하며, 실험실에서 실험업무를 담당하고 있다. 공정 중 농축, 분해 반응(중화공정), 증류공정, 유출물 회수공정, AMS 정제 공정 등으로 나누어 볼 수 있고, 공정 전체 근로자가 아세톤에 노출될 가능성이 있으며 공정 중에서 채취한 시료를 분석하는 실험실에서 아세톤에 노출될 가능성이 있다. 래커, 시너, 우레탄을 주로 생산하는 사업장에서는 시너를 제조하는 과정에서 아세톤을 제조하는 공정이 있는 것으로 파악되었으며 시너, 경화제 공정의 모든 공정에서 유기용제(아세톤 포함)에 노출되고 있었다.

원료투입 → 농축, 분해 증류 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세톤을 제조하는 공정을 포함하는 사업장은 기초 화합물을 제조하는 곳과 페인트 관련 화학제품을 제조하는 곳 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아세톤의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 대부분의 아세톤은 큐멘(cumene)을 주원료로 하여 제조하고 있으며 아세톤 제조 공정은 공장설비가 옥외에 설치되어 있고, 작업자가 상주해서 작업하는 것이 아니고 수시로 점검하면서 순도관리를 위한 시료를 채취하며, 실험실에서 실험업무를 담당하고 있다. 공정 중 농축, 분해 반응(중화공정), 증류공정, 유출물 회수공정, AMS 정제 공정 등으로 나누어 볼 수 있고, 공정 전체 근로자가 아세톤에 노출될 가능성이 있다.

원료투입 → 농축, 분해 증류 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 도료관련 제품의 제조(배합)

① 시나리오 : 도료관련제품을 생산하는 제조사는 도료를 만들기 위해 아세톤과 함께 다른 유기용제들을 원료로 사용한다. 특히 도장, 배합, 포장공정의 근로자가 아세톤에 노출될 가능성이 있었다.

원자재 입고 → 배합 → 분산 → 혼합 → 여과 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: TFT LCD 제조(셀(cell) 세척)

① 시나리오 : TFT공정과 L/C공정에서 주로 전자기기와 LCD 세척에 아세톤을 사용한다. 주로 셀 세척공정을 포함하여 전 공정에서 세척을 목적으로 아세톤을 사용하였다.

Patterning → 표면처리 → Assembly → 액정주입 → Cell 세척 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 은박지 제조(코팅 공정)

① 시나리오 : 인쇄 공정과 코팅공정에서 아세톤을 포함한 유기화합물이 발생하였다

원자재 입고 → 인쇄 → 코팅 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착제 제조(배합 공정)

① 시나리오 : 접착제 제조 공정에서의 노출 공정으로는 화합물에 따라 재료를 일정량으로 섞어주는 배합 공정, 배합된 재료를 용해로에 투입하는 투입공정, 재료를 용해시키고 반응시키는 용해 및 반응 공정, 생산된 제품을 일정량 용기에 담는 포장 공정이 있다..

원료 입고 → 배합 → 투입 → 용해 및 반응 → 포장 → 적재 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: CCD(Carbonyl Chloride Derivates) 제조(세정)

① 시나리오 : CCD 공정에서 생산되는 제품은 과산화물, 의약품, 농약 및 제지의 중간체 및 원료로 사용된다.

이 과정에서 공정을 완전히 세정하기 위해 아세톤을 사용하고, 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 염색 준비공정(제판공정, 도포)

① 시나리오 : 제판은 제도된 필름을 이용하여 기계작업이 가능하도록 일정한 형틀에 스크린 샤를 부착시킨 후 감광막으로 제도된 필름의 무늬를 복재시켜 스크린형을 만드는 공정으로 샤 부착공정과 현상공정으로 나누어진다. '아세톤'은 형틀에 샤를 부착하는 본드의 희석에 사용하며 본드용기가 개방된 상태에서 건조되어 본드의 점도가 높아질 때 아세톤을 첨가하여 묽게 만들며 이때 '아세톤' 증기에 폭로되고 본드를 형틀에 도포할 때와 건조될 때 근로자에게 폭로된다.
도안-제도-제판-조색-견본

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 500 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 염색 준비공정(제판공정, 아세톤 투입)

① 시나리오 : 제판은 제도된 필름을 이용하여 기계작업이 가능하도록 일정한 형틀에 스크린 샤를 부착시킨 후 감광막으로 제도된 필름의 무늬를 복재시켜 스크린 형을 만드는 공정으로 샤 부착공정과 현상공정으로 나누어진다. '아세톤'은 형틀에 샤를 부착하는 본드의 희석에 사용하며 본드용기가 개방된 상태에서 건조되어 본드의 점도가 높아질 때 아세톤을 첨가하여 묽게 만들며 이때 '아세톤' 증기에 폭로되고 본드를 형틀에 도포할 때와 건조될 때 근로자에게 폭로된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1.08 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□ 비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 초지는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 제품 최종 검사 작업 공정(이물질 제거)

① 시나리오 : 컴퓨터 입력장치를 제조하는 업체로서 최종 검사 작업 시 이물질을 제거하기 위하여 램프에 담겨진 용제(LIGROING)를 솜에 찍어 문지르는 수동 작업으로 연속적으로 유해물질에 폭로되고 있다.

투입 → 가공 → 세척 → 인쇄 → 컷팅 → 1차세정 → 필름장착 → 외관검사 → 본딩 → 특성검사 → 라벨마킹 → 최종검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	19.2℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 500 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(044) 아세트알데히드 Acetaldehyde 75-07-0

1. 개요

1) 제조

수용성의 염화 팔라듐에 의해 에틸렌의 산화를 통해 생성되는 Hoechst-Wacker 두 단계 과정을 통해 생산되며, 아세트알데히드는 수은촉매를 이용한 아세틸렌 수화반응, 구리촉매를 이용한 에탄올 산화 혹은 탈수소화 반응, 파라핀 산화, 촉매로서 팔라듐과 염화구리를 이용한 에틸렌 산화 등과 같은 공정에 의해서 만들어진다.

에틸렌을 산소로 산화하여 아세트알데히드로 제조하는 것인데, 촉매로는 소량의 염화 팔라듐을 포함한 염화동 수용액이 사용된다.

2) 용도

- 초산, 무수초산, 알돌(aldol), 화합물 합성
- 합성수지의 생산
- 농약, 의약품, 향수 합성의 중간 제품
- 고무처리 약품의 합성
- 거울의 코팅작업
- 사진 경화제
- 젤라틴, 아교, 카세인 제품 제조
- 식품 및 가죽의 방부제
- 식품 향료

3) 노출 및 결정인자[1)]

근로자들은 아세트알데히드를 제조하고 사용하는 동안 직업적으로 노출될 수 있다. 이러한 외부적 노출과 함께 아세트알데히드는 에탄올이 분해되는 과정에서 인체 내에서 형성된다.

아세트알데히드에 잠재적인 노출은 제조업에 종사하는 근로자들뿐만 아니라 유기산업화합물, 염료, 합성고무, 플라스틱, 요소-포름알데히드 폼 단열재, 연료류, 약, 폭발물, 헤어스프레이, 니스, 사진 인화용 화합물, 살충제, 음식첨가물, 가죽제품, 거울등과 같은 유기산업화합물의 제조 시에도 노출된다.

또한 아세트알데히드는 자동차와 디젤 연료를 사용하는 기계, 주유소 종업원, 커피 제조 공장을 비롯한 농업이나 음식산업장의 근로자들에게도 노출이 되 잠재적인

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

문제로 나타날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	44.05	물리적 상태	액체, 기체	증기압	100kPa(740mmHg; 99% v/v)(20℃)
끓는점	21℃	R-phrase	12,26/27,40	Log Kow	0.5
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 90 mg/m^3			STEL 150 ppm / 270 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 아세트알데히드 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 수용성의 염화 팔라듐에 의해 에틸렌의 산화를 통해 생성되는 Hoechst-Wacker 두 단계 과정을 통해 생산된다.

에틸렌을 산소로 산화하여 아세트알데히드로 제조하는 것인데, 촉매로는 소량의 염화 팔라듐을 포함한 염화동 수용액이 사용된다.

반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료 채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아세트산의 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 황산수은을 촉매로 하여 아세틸렌에 물을 첨가시켜 아세트알데히드로 바꾸고, 다시 아세트산망간 등 아세트산염을 촉매로 하여 산화시켜 제조한다.

아세트알데히드의 근로자에게 노출은 시료채취 과정과 반응이 끝난 후 생성된 아세트산을 포장/출고 과정에서 발생할 가능성이 높다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 비닐아세트모노머 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 에틸렌 빙초산을 원료로 하여 반응기에서 반응시킨 후 반응이 끝난 물질은 제품(비닐아세트모노머)으로 포장되어 저장되고 출하된다. 아세트알데히드는 에틸렌 빙초산을 비닐아세트모노머로 만드는 과정에서 생성되는 부산물로 소량이 생성된다.

장비들은 외부에 설치되어 있었고 작업자가 특별히 작업장에서 수행하는 작업 없이 거의 모든 공정이 중앙 통제실에서 자동화된 시스템에 의해 컨트롤되는 형식이었다. 근로자가 아세트알데히드에 노출되는 것은 점검을 위해 공정을 정기적으로 순회할 때 탱크나 파이프에서 유출되는 농도 정도이다.

에틸렌 → 반응탑(촉매; 염화팔라듐) → 거친 아세트알데히드 → 증류탑 → 아세트알데히드(탈가스탑)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 알돌의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 알돌은 아세트알데히드에 염화수소나 염화아연을 첨가, 가열하여 생성된다.

아세트알데히드를 반응기에 원료로서 투입할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 아크릴알데히드 제조(시료분석)

① 시나리오 : 공업적으로는 아세트알데히드와 포름알데히드를 탈수 축합하여 제조한다. 아세트알데히드를 원료로서 투입할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
또한 품질관리를 위해 채취한 시료를 분석할 때 아크릴알데히드에 근로자가 노출될 수 있다.
원료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 브롬화에틸리덴의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 에탄의 브롬 2치환체의 하나이다. 아세트알데히드에 디브롬화삼염화인을 반응시키거나 브롬화비닐에 브롬화수소를 첨가하여 얻을 수 있다. 철 존재하에 브롬을 반응시키면 1,1,2-트리브로모에탄을 생성하고, 산화철(Ⅱ) 및 물과 가열하면 아세트알데히드를, 암모니아와 가열하면 알데히드콜리딘을 생성한다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 파라알데히드의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 파라알데히드는 아세트알데히드의 원료로 화학적인 합성에 주로 사용되며 합성반응의 예로 피리미딘과 클로랄의 염소처리소독에 주로 사용된다. 1939년과 1945년 사이에는 파라알데히드가 자동차 연료로서 사용된 적이 있다. 파라알데히드는 2,4,6-트리메틸-1,3,5-트리옥산 이라고 불리며아세트알데히드 3분자가 모여 6원자 고리가 된 화합물이다. 파라알데히드는 황산이나 인산, 염산등과 같은 산 촉매하에서 아세트알데히드로부터 형성될 수 있으며 묽은산을 반응시킬 경우 다시 아세트알데히드로 환원될 수 있다.

또한 반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 메타알데히드의 제조(현장관리)

① 시나리오 : 메타알데히드는 현재 고형연료로 많이 사용되고 있다. 메타알데히드는 아세트알데히드를 중합 하는 동안 많은 양의 파라알데히드와 같이 생성될 수 있다. 이때 HBr이나 CaBr와 같은 화합물들을 0℃ 이하의 온도상태에서 촉매로 사용하여 제조할 수 있다.

현장관리를 하는 근로자에게 아세트알데히드에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(045) 아스팔트 흄 Asphalt (petroleum) fumes 8052-42-4

1. 개요

1) 제조

아스팔트[1]는 석유의 상압증류과정에서 잔유물로 남은 중유(벙커C유 등)를 감압상태에서 340~400℃에서 증류공정을 거쳐 생산된다.

독일의 경우 비투멘(bitumen)이라고 흔히 하는데, 일반적으로 비투멘은 목재나 석탄의 건류과정으로부터 얻어지는 역청물질을 주로 타르(tar)라고 부르며 타르를 증류하여 얻어진 흑색의 탄소질 고형 잔유물을 피치(pitch)라고 부른다.

2) 용도

- 도로포장용 기름
- 저수지의 내장공사, 댐의 표면 단장, 항구와 해안 공사
- 아스팔트는 지붕, 도장, 바닥타일, 방음처리, 방수시설, 건축 금속 골재의 코팅
- 건재용
- 전지의 제조

3) 노출 및 결정인자[2]

아스팔트흄은 아스팔트 제조 및 사용 시 발생하고, 이 흄의 조성은 발생원의 조성에 좌우된다. 아스팔트의 성분조성은 원유의 성분조성과 생산 공정에서 첨가되는 성분과 밀접한 관계를 가지게 된다. 원유는 채취지역에 따라 성분이 다르기 때문에 아스팔트 역시 일정한 성분비를 갖고 있지 않다.

아스팔트흄 발생원은 크게 나누어보면 3가지 경우로 대별해 볼 수 있는데, 첫째 아스팔트 제조공정, 둘째 아스팔트를 원료로 사용하여 아스콘을 제조하는 공정, 그리고 나머지 세 번째는 아스콘 또는 아스팔트를 이용하여 도로포장 또는 방수작업 시 발생되는 아스팔트 흄을 들 수 있다.

작업자의 아스팔트흄에 대한 노출경로는 공기 중으로 발생된 흄(fume)과 증기(vapor) 형태로 호흡기 및 눈에 노출된다. 모든 아스팔트 제품은 가열시 증기 상 물질이 방출되게 되는데 방출된 증기 상 물질이 식어 농축이 이루어진 물질이 흄의 형태로 존재하게 되는 것이다. 공기 중으로 발생된 증기 상 물질은 모두 한꺼번에 냉각 응축되는 것이 아니기 때문에 아스팔트 취급 작업자의 경우 아스팔트흄 뿐만

1) 아스팔트를 구성하는 화학물질은 지방족 탄화수소, 방향족 탄화수소, 질소, 산소, 황 그리고 철, 니켈 바나듐 등을 함유한 시클로알칸화합물이 주로 함유되어 있는 것으로 알려져 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

아니라 증기 상 물질도 동시에 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	500~15,000	물리적 상태	고체, 반고체	증기압	거의 없음
끓는점	700℃이상	R-phrase	-	Log Kow	low Pow= >6
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 아스팔트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 원유로부터 아스팔트를 생산하는 공정은 주로 밀폐된 장치산업인 관계로 정상적인 작업시간 동안 생산되는 제품의 시험성적을 확인하기 위해 제조공정 중에서 아스팔트를 소량 채취하여 시험 분석하는 샘플링 작업을 수행하게 되는데 이 때 작업자에게 단시간 이긴 하지만 아스팔트흄에 노출될 수 있는 작업공정이다. 샘플링 작업은 1 교대 작업시간 동안 보통 2회 정도 이루어지고 있었으며, 시료를 채취하는 시간은 약 2분 이내로 매우 단 시간에 이루어지고 있었다.

원재료 → 가열로 → 감압 증류탑 → 샘플링 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아스팔트 제조(출하)

① 시나리오 : 원유로부터 아스팔트를 생산하는 공정은 주로 밀폐된 장치산업인 관계로 정상적인 작업시간 동안 생산되는 제품의 시험성적을 확인하기 위해 제조공정 중에서 아스팔트를 소량 채취하여 시험 분석하는 샘플링 작업을 수행하게 되는데 이 때 작업자에게 단시간 이긴 하지만 아스팔트흄에 노출될 수 있는 작업공정이다. 샘플링 작업은 1 교대 작업시간 동안 보통 2회 정도 이루어지고 있었으며, 시료를 채취하는 시간은 약 2분 이내로 매우 단 시간에 이루어지고 있었다.

그리고, 생산된 아스팔트를 탱크로리 등을 통해 출하하는 공정에서 잠재적인 노출 위험이 있다. 1대의 탱크로리에 아스팔트를 상차하는데 걸리는 시간은 약 30분 내외였으며, 주로 탱크로리 운전자가 동 업무를 주로 수행하면서 흄에 노출될 수 있다.

원재료 → 가열로 → 감압 증류탑 → 샘플링 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아스콘[1] 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 일반적으로 아스콘은 아스팔트와 굵은 골재(자갈)와 잔골재(모래) 또는 포장용 채움재(필러, 석분)를 혼합한다.

아스콘 제조 시 노출경로는 혼합이 완료된 후 일부 시료를 채취하는 샘플링 및 시험 공정과 덤프트럭에 혼합된 아스콘을 적재하는 공인 출하공정에서 아스팔트 흄과 유기용제에 노출될 수 있다.

골재공급 → 골재건조 가열 → 채분류 → 한빈 → 계량 → 혼합 → 샘플링 및 시험 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아스콘은 아스팔트 콘크리트(asphalt concrete)를 줄인 명칭이며, 아스팔트, 아스팔트 혼합물, 포장용 가열아스팔트 혼합물, HMA(hot mix asphalt)등 여러 가지 명칭으로 불러지고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도로포장[1](기층 포설 다짐)

① 시나리오 : 아스팔트 기층포설과 다짐은 프라임코팅 위에 아스팔트를 2회에 걸쳐 포설을 한다. 택코팅[2]은 밑층과 그 위의 포설하는 아스팔트혼합물과의 부착을 좋게 하기위하여 시행하는 공정이다. 다짐은 포설작업이 끝나면 즉시 다져야한다. 다짐작업은 이음다짐, 1차다짐, 2차다짐, 마무리다짐 순으로 행한다.

도로포장 작업시 아스팔트흄에 가장 높게 노출될 수 있는 공정은 트럭으로 운반되어온 아스콘을 받아 처음 도로에 포설하는 장비를 운전하는 공정이다. 이때 우선순위가 빠른 운전자는 후순위 롤러 운전자에 비해 아스팔트흄에 노출되는 정도가 높아진다.

보조기층 마무리 → 프라임 코팅 → acon(기층) 포설 다짐 → 택 코팅 → acon(기층) 포설 다짐 → 마무리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[3] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아스팔트 포장의 구조는 일반적으로 잘 다져진 노상 면 위에 놓이는 보조기층, 기층, 중간층 및 표층의 순서로 구성되는 차도부의 포장층과, 이에 접속되는 길어깨로 구성되어 있다.
2) 택코팅의 역청재료로서는 유화아스팔트(RS-(C)-4 또는 RS(A)-4), 컷트백아스팔트(RC-O,RC-1)등이 사용된다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(046) 아크로레인 Acrolein 107-02-8

1. 개요

1) 제조

아크롤레인과 다른 알데히드는 공기 중에서 아마인유의 산화로 만들어진다. 트리글리세리드의 열분해로 형성된다.

촉매 하 프로필렌을 선택 산화는 반응관 속에 채워진 1단계 촉매로 프로필렌을 촉매의 표면상에 흡착시키고 촉매 속의 산소와 반응을 거쳐 아크로레인으로 전환시키는 역할을 한다. 산소를 빼앗겨 환원된 촉매 표면은 공기 중의 산소를 공급받아 원래의 산화상태로 돌아오는 산화-환원 반응의 순환을 한다. 1단계 촉매는 몰리브덴(Mo), 비스무트(Bi), 철(Fe), 코발트(Co) 등을 함유한 다성분계 금속산화물 촉매를 이용한다. 해마다 수백만 톤의 아크로레인이 생산된다. 그러나 산화 과정에 있는 아크롤레인에 보고한 가장 높은 수확량은 단지 8%이다.

글리세롤이 280℃로 가열되면 아크로레인으로 분해한다.

황산수소나트륨과 글리세린이 1:3으로 반응하여 생산한다.

2) 용도

자극적인 냄새가 나는 무색 액체로 상당한 독성을 지니고 있다. 공기 중에서는 쉽게 산화되며, 장시간 보존하면 중합하여 수지상 물질로 변한다. 환원하면 프로피온알데히드를 거쳐 프로필알코올을 생성하고, 브롬을 작용시키면 첨가반응을 일으켜 2,3-디브롬프로피온알데히드가 되어 옥심 등의 유도체를 생성하는 등, 에틸렌결합과 알데히드기의 양쪽 반응을 보인다. 불안정하기 때문에 용도는 한정되어 있으나, 유기합성의 원료로 사용된다. 보존할 때는 소량의 폴리페놀을 산화방지제로 가해 둔다.

글리세린, 폴리우레탄, 폴리에스터 수지, L-메티오닌(L-methionin), 의약품, 제초제, 최루가스의 합성 제조의 매개물로 사용된다. 아크로레인의 가장 큰 사용 용도는 아크릴산의 제조에 있어서 1차 중간물로서의 역할이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

아크로레인에 노출은 글리세린, 메티오닌, 글루타르알데히드, 그리고 다른 유기 화학물질의 중간재로서 제조과정이나 사용을 통해 발생한다.

직업적 노출은 아크로레인이 생산되거나 또는 사용하는 작업장에서 흡입이나 피

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

부 접촉을 통해 일어날 수 있다. 일반 인구의 노출은 공기 접촉을 통해서 주요하게 일어난다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	56.1	물리적 상태	액체	증기압	28.5kPa(214mmHg; 28% v/v)(20℃)
끓는점	52.5℃	R-phrase	11,25,26,34	Log Kow	-0.01
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.25 mg/m^3			STEL 0.3 ppm / 0.8 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 아크로레인 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 촉매 하 프로필렌을 선택 산화는 반응관 속에 채워진 1단계 촉매로 프로필렌을 촉매의 표면상에 흡착시키고 촉매 속의 산소와 반응을 거쳐 아크로레인으로 전환시키는 역할을 한다. 산소를 빼앗겨 환원된 촉매 표면은 공기 중의 산소를 공급받아 원래의 산화상태로 돌아오는 산화-환원 반응의 순환을 한다. 1단계 촉매는 몰리브덴(Mo), 비스무트(Bi), 철(Fe), 코발트(Co) 등을 함유한 다성분계 금속산화물 촉매를 이용한다. 그러나 산화 과정에 있는 아크롤레인에 보고한 가장 높은 수확량은 단지 8%이다.

반응후 품질관리를 위한 시료 채취와 포장/출고 과정에서 근로자에게 아크로레인에 노출 가능성이 높다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아크로레인 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 촉매하 프로필렌을 선택 산화는 반응관 속에 채워진 1단계 촉매로 프로필렌을 촉매의 표면상에 흡착시키고 촉매 속의 산소와 반응을 거쳐 아크로레인으로 전환시키는 역할을 한다. 산소를 빼앗겨 환원된 촉매 표면은 공기 중의 산소를 공급받아 원래의 산화상태로 돌아오는 산화-환원 반응의 순환을 한다. 1단계 촉매는 몰리브덴(Mo), 비스무트(Bi), 철(Fe), 코발트(Co) 등을 함유한 다성분계 금속산화물 촉매를 이용한다. 그러나 산화 과정에 있는 아크롤레인에 보고한 가장 높은 수확량은 단지 8%이다.

시료 채취와 포장/출고 과정에서 근로자에게 아크로레인에 노출 가능성이 높다.

원료 투입 → 반응 → 정제 → 시료 채취 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 용접(용접)

① 시나리오 : 용접으로 인해 발생되는 가스는 오존, 질소산화물, 이산화탄소, 일산화탄소, 불화수소, 포스겐, 포스핀, 도료나 피막성분의 열분해 생성물 등이 있다.

오존은 스테인리스, 알루미늄, 아르곤 가스를 사용하는 경우에 발생하며, 불소는 용접봉에 포함되어 있어 용접시에 폭로되며, 포스겐, 포스핀, 아크로레인 등은 용접작업물의 페인트 및 피막성분이 열분해 되어 발생되고, 근로자에게 아크로레인에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 200 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 육류의 고온 가열

① 시나리오 : 고기를 조리할 때 과열을 받게 되면 흰 연기 모양의 자극성 유해 가스가 발생하게 된다. 이 자극성 가스는 아크로레인이라는 물질로 눈이나 호흡기의 점막을 손상하는 유독성 가스이다. 따라서 이 유독 가스 발생을 막기 위해서는 타지 않게 조리하는 것이 상책이다. 그리고 일단 발생된 연기는 빨리 배출시키는 것이 바람직하다. 그렇기 때문에 불고기 식당의 배기 시설은 위생상 필수적이라고 하겠다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 40 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 폴리에스테르(polyester) 제조(첨가)

① 시나리오 : 폴리에스테르는 의류용으로 단연 첫 번째로 고려되어 바지, 스커트, 양복, 재킷, 블라우스 및 기타 아웃도어 의류로 각광받고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: PTT[1] 합성(현장관리)

① 시나리오 : PTT를 합성하는 데는 두 가지 방법이 존재하며, DMT(Dimethyl terephthalate)와 PDO(1,3-propanediol)의 에스테르치환법이 있고, TPA(terephthalic acid)와 PDO의 에스테르법이 있다.

우선 중합의 첫 단계에서는 TPA나 DMT를 PDO와 혼합한 후 촉매(titanuim tetra butyrate 등)하에 1~6개 분자의 올리고머를 생산하고, 이후 올리고머를 축중합 하여 60~100개 분자로 된 폴리머를 만든다. 이때 축중합속도를 높이기 위해 촉매가 사용된다. 일부는 아크로레인이나 알릴알콜 등 부산물이 생산되기도 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장 사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) polytrimethylene terephthalate
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(047) 아크릴 산 Acrylic acid 79-10-7

1. 개요

1) 제조

아크릴로니트릴의 가수분해나 아크롤레인의 산화에 의해 제조된다[1].

에틸렌 옥사이드(ethylene oxide)와 하이드로시안산(hydrocyanic acid)와 축합반응 후 황산의 반응으로 제조된다.

또한 아세틸렌, 일산화탄소, 그리고 물을 니켈 촉매하에서 반응하여서도 생성된다.

프로필렌은 증기상 산화로 아크롤레인이 되고, 몰리브덴-바나듐 촉매하에서 아크릴산으로 산화된다.

2) 용도

- 증점제(增粘劑)
- 수용성 페인트에서부터 초흡수체 고분자
- 세제용 첨가제
- 고흡수성 수지 SAP(Super Absorbent Polymer)의 주원료
- 아크릴 섬유
- 도료, 점·접착제, 코팅제
- 아크릴 화합물 및 폴리아크릴 화합물의 제조
- 정수, 종이나 헝겊의 코팅, 의료용품, 페인트 및 광택제
- 아크릴 레진, 특히 아크릴레이트(acrylates)의 제조 시 단량체
- 가죽 코팅제로써 중합체 유액, 페인트, 광택제, 접착제
- 다듬질 용구, 바인더

3) 노출 및 결정인자[2]

아크릴산은 다음과 같은 용도로 제조 사용되면서 근로자에게 흡입과 피부 접촉을 통한 노출이 발생할 수 있다. 아크릴레진, 특히 아크릴레이트의 생산에서 단량체로 사용되며 대부분 에틸, 메틸, 부틸, 에스테르의 형태로 사용된다. 아크릴산은 아크릴에스테르, 아크릴로니트릴, 부타디엔, 초산비닐 등으로 사용되고, 그 외에 모노머와 함께 중합시킨 것은 섬유부직포 바인더, 플로키 바인더, 섬유개질제 등으로 사용되

1) 미국 특허 1,911,219 (1942년 Rohm & Haas); 2,288,566 (1942년 Acrolein Corp); 2,341,339 (1944년 Distillers)

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

며 폴리아크릴산 염류는 증점제, 응집제(폐수처리장)의 용도로 사용된다.

아크릴산은 플라스틱 공장, 라텍스 응용물질, 폴리에멀젼, 마루바닥 광택제, 코팅을 이용한 폴리머용제, 페인트 배합제, 가죽 마감재, 종이 코팅제 등 화학물질의 중간산물로서 널리 사용된다. 또한 건축자재(벽지), 접착제, 도로표시제, 수용성 도료, 장식용 표장 등의 몰딩, 파우더 공장에 사용되며 의약품과 치과의 인공치아, 치열시멘트, 임시의치상에 사용된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	72.06	물리적 상태	액체	증기압	3.1mmHg(20℃)
끓는점	141.0℃	R-phrase	10,21/22,35,50	Log Kow	0.35
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 6 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 아크릴계 접착제 제조(포장)

① 시나리오 : 노출가능 공정은 반응조에서 원, 부원료 투입 시 증기에 노출과 층하부에서 반응된 제품의 포장 시 국소배기장치의 미설치로 발생 증기에 노출이 될 수 있으며 아크릴산을 1차 저장조에 투입 시 증기 발생 노출이 일어날 수 있다.
원료 계량 → 혼합 → 반응 숙성 → 방냉탈취 → 냉각 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아크릴계수지 도료 제조(원료 제조)

① 시나리오 : 반응기내에서 건축 및 자동차용 도료의 원료 제조 시 증기 발생이 되며 반응기 하부에서 반응이 완료된 제품의 드럼 포장 시 증기 발생에 노출 될 수 있다.

원료투입 → 적정 → 반응 → 포장 → 자체사용

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 라텍스 수지 제조(포장)

① 시나리오 : 라텍스 수지 제조 과정에서 아크릴산의 노출은 주로 포장 공정에서 일어날 수 있다.

대부분의 공정이 C/R 내에서 원격조정에 의해 이루어지고 있으나 포장 공정의 경우 수작업에 의존하고 있으며 국소배기 설비 또한 설치되어 있지 않다.

원료투입 → 반응 → 중간저장조 → 필터링 → 저장탱크 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 수용성도료(벽지) 제조(촉매제 투입)

① 시나리오 : 수용성도료(벽지) 제조 시 반응(패트롤 근무자) 공정에서 촉매제 투입 시 단시간노출이 가능하다. 그리고 포장 공정에서도 노출이 발생할 수 있다.
원료입고 → Roading → 반응, 중탕 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 지류광택제(S/BLatex) 제조(반응)

① 시나리오 : 지류광택제 제조 시 근로자에 노출은 주로 반응공정과 포장공정에서 발생한다.

원료입고 → Pumping → 반응 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 이온응집제 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 원료를 반응기내로 투입할 때, pumping을 이용할 때 아크릴산 증기에 노출될 수 있고 또한 포장공정에서 노출이 일어날 수 있다
원료입고 → Pumping → 반응 → 중합 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 수성접착제 제조; 포장

① 시나리오 : 원료인 아크릴산을 저울에 계근하여 수작업의 형태로 반응조로 투입 시 다량의 증기에 노출될 수 있으며 이송된 원료를 반응기 인근에서 일정량 계근 시 증기가 발생하고 포장공정에서 노출이 일어날 수 있다.

원료입고 → 반응 → 냉각 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 고분자 응집제 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 원·부원료를 반응조로 공급 시 수작업 밸브 조작으로 노출이 가능하다. 그리고 중화, 교반 등의 과정을 거쳐 완성된 제품을 포장할 때 반자동 포장 공정이며 국소배기 시설의 미설치로 노출이 일어날 수 있다.

원, 부원료 투입 → 중화, 냉각 → 교반 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 아크릴산(Acrylic Acid) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 반응, 정제 등 옥외 장치산업의 점검 시 밸브의 틈새 등으로 누출되어 노출 가능하며, 차량/드럼 포장 시 노출 가능하다. 그리고 실험실에서는 반제품 및 완제품의 물성, 순도 등 검사 시 노출이 가능하다.

원료투입 → 반응 → 흡수 →추출 → 정제 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 아크릴산(Acrylic Acid) 제조(포장)

① 시나리오 : 반응, 정제 등 옥외 장치산업의 점검 시 밸브의 틈새 등으로 누출되어 노출 가능하며, 차량/드럼 포장 시 노출 가능하다. 그리고 실험실에서는 반제품 및 완제품의 물성, 순도 등 검사 시 노출이 가능하다.

원료투입 → 반응 → 흡수 →추출 → 정제 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(048) 알릴글리시딜에테르 Allyl glycidyl ether 106-92-3

1. 개요

1) 제조

알릴글리시딜에테르는 알릴알코올과 에피클로로히드린에 가성소다를 첨가하여 반응시켜 제조한다. 가성소다는 탈수소염화반응을 일으키기 위한 첨가제로 알릴알코올과 에피클로로히드린의 반응에 관여하여 최종적으로 에폭시 링 형태의 알릴글리시딜에테르가 생성된다.

2) 용도

AGE의 초기 사용은 반응 희석제와 수지류의 매개체로 사용되며, 염소화학물질의 안정제, 비닐수지, 고무제조에 사용된다.

알릴글리시딜에테르는 주로 희석제로서 사용되거나 레진 제조 시 중간생성물로서 사용되고 있다.

글리시딜에테르는 1940년대 이후 상업적으로 이용되고 있는 에폭시 레진(epoxy resins)의 기본 구성 성분이다. 비스페놀 A 글리시딜 에테르(bisphenol a diglycidyl ether)와 그 올리고머(oligomers, 소중합체)는 에폭시 레진의 주된 구성분이며, 페닐 글리시딜 에테르(phenyl glycidyl ether) 등 다른 글리시딜 에테르류는 반응의 조절제(reactive modifiers)로 에폭시 레진계에 사용된다.

비스페놀 A 글리시딜 에테르를 주성분으로 한 에폭시 레진은 페인트 등 보호 피막, 강화된 플라스틱 판, 주형(tooling), 주조(casting), 주형(moulding) 레진, 본드와 접착제, 바닥재, 혼합제 등에 광범위하게 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

알릴 글리시딜 에테르를 사용하는 사업장은 석유화학 계열인 정밀화학의 계면활성제를 제조·공급하고 기능성 글리콜에테르, 기능적 단량체(functional monomer), 반응 계면활성제(reactive surfactant) 등을 생산 중 반응성 계면활성제의 중간체인 Koremul NP-AGE(Nonyl Phenol-Allyl Glycidyl Ether)를 생산하는 공정에서 노출 가능성이 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	114.14	물리적 상태	액체	증기압	4.7mmHg(20℃)
끓는점	153.9℃	R-phrase	20,43	Log Kow	0.45
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 4.7 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 알릴글리시딜에테르[1]의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 알릴글리시딜에테르는 알릴알코올과 에피클로로히드린에 가성소다를 첨가하여 반응시켜 제조한다. 가성소다는 탈수소염화반응을 일으키기 위한 첨가제로 알릴알코올과 에피클로로히드린의 반응에 관여하여 최종적으로 에폭시 링 형태의 알릴글리시딜에테르가 생성된다. 반응이 완료된 후 품질관리를 위한 시료 채취 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

에피클로로히드린 → 알릴 알코올 투입 → 알릴 글리시딜 에테르 생산 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 알릴글리시딜에테르는 에폭시 레진 제조 시 점성조절을 위한 희석제로 사용되고 있다. 하지만 BGE, LGE, DGE 등의 글리시딜에테르류 역시 점도 조절을 위해 사용되고 있으며 가격 또한 알릴글리시딜 에테르에 비해 싸다. 또한, 알릴글리시딜에테르를 사용함으로써 생산되는 완제품의 수익이 적어 현재 사용되지 않거나 과거에 사용한 것으로 확인되었다. 희석제의 종류도 다양해 IPE와 같은 희석제를 사용하고 있는 것으로 확인되었다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 알릴글리시딜에테르[1]의 제조(포장)

① 시나리오 : 알릴글리시딜에테르는 알릴알코올과 에피클로로히드린에 가성소다를 첨가하여 반응시켜 제조한다. 가성소다는 탈수소염화반응을 일으키기 위한 첨가제로 알릴알코올과 에피클로로히드린의 반응에 관여하여 최종적으로 에폭시 링 형태의 알릴글리시딜에테르가 생성된다.

글리시딜 에테르의 제조는 밀폐된 시스템에서 실시되지만 작업자는 공정의 마지막 단계에서 드럼으로 취급하는 과정에서 노출될 수 있다.

에피클로로히드린 → 알릴 알코올 투입 → 알릴 글리시딜 에테르 생산 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 알릴글리시딜에테르는 에폭시 레진 제조 시 점성조절을 위한 희석제로 사용되고 있다. 하지만 BGE, LGE, DGE 등의 글리시딜에테르류 역시 점도 조절을 위해 사용되고 있으며 가격 또한 알릴글리시딜 에테르에 비해 싸다. 또한, 알릴글리시딜에테르를 사용함으로써 생산되는 완제품의 수익이 적어 현재 사용되지 않거나 과거에 사용한 것으로 확인되었다. 희석제의 종류도 다양해 IPE와 같은 희석제를 사용하고 있는 것으로 확인되었다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: NP-AGE 생산(현장 점검)

① 시나리오 : 알릴 글리시딜 에테르는 석유화학 계열인 정밀화학의 계면활성제를 제조·공급하고 기능성 글리콜에테르, 기능적 단량체(functional monomer), 반응 계면활성제(reactive surfactant) 등을 생산 중 반응성 계면활성제의 중간체인 Koremul NP-AGE(Nonyl Phenol-Allyl Glycidyl Ether)를 생산하는 공정에서 노출 가능성이 있다.

이 공정에서 알릴 글리시딜 에테르의 발생원은 반응기라고 할 수 있다. 하지만, 반응기는 진공 상태에서 운전되므로 알릴 글리시딜 에테르 발생 가능성은 매우 낮다고 볼 수 있다. 숙성과정에서 반응기로부터 알릴 글리시딜 에테르를 회수할 때 역시 진공 상태에서 운전되므로 알릴 글리시딜 에테르 발생 가능성은 매우 낮다고 볼 수 있다. 또한, 반응기에 알릴 글리시딜 에테르를 주입하는 라인은 밀폐된 상태이므로 일상적인 상황에서는 알릴 글리시딜 에테르의 노출 가능성은 매우 낮다.

원료 사입(NP, AGE, NaOH) → 질소치환 → 승온 → 숙성(미반응 AGE 회수) → 진공 → 냉각 → 검량 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에폭시 레진 제조(코팅)

① 시나리오 : 에폭시 레진 제조에서 반응 희석제로 사용될 때, 에폭시 레진 제조 공정에 모든 원료가 혼합된 후에 에폭시드 그룹은 가교 결합(cross-linkage) 형태로 반응한다. 완전히 경화된 에폭시 레진에서 글리시딜 에테르는 더 이상 존재하지 않는다. 그러나 에폭시 레진은 다양한 용도로 사용되기 때문에 작업자는 글리시딜 에테르를 취급해야 하고 접착제를 사용하고 제조하는 공정, 지붕과 마루 건축 공정, 코팅 공정에서 알릴 글리시딜 에테르가 함유된 경화되지 않은 레진을 취급해야 한다. 코팅 시 사용되는 경화되지 않은 레진은 스프레이 작업을 통해 실시되므로 작업자는 글리시딜 에테르를 함유한 많은 양의 증기와 미스트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(049) 알릴 알코올 Allyl alcohol 107-18-6

1. 개요

1) 제조

알릴알코올은 알릴클로라이드를 염기성 가수분해 희석방법(일반적으로 pH 10~12, 150℃에서 스팀 주입방법)으로 제조된다. 또한 프로필렌을 고온에서 염소화하여 제조하는 염화알릴(1-클로로-2-프로펜)을 가수분해하거나 프로필렌옥시드(1,2-에폭시프로판)를 거쳐 합성하여 얻는다.

프로필렌글리콜의 탈수, 포름산과 글리세롤을 가열, 알릴알코올의 알칼리성분 가수분해[1]등의 방법으로도 제조 가능하다.

증기상태의 아크롤레인에 수소 촉매제를 사용함으로써 얻을 수 있다. 카드뮴-아연 촉매제를 사용하면, 최대 70%정도 산출된다. 알루미나나 실리카와 같은 화학반응을 하지 않는 담체에 대한 가수분해 또한 은-카드뮴 합금에 의해서도 가능하고, 70% 정도 산출된다.

프로필렌 산화물의 이성질화. 이 과정의, 촉매제로 사용되는 리튬인산염의 미분은 분산되고, 프로필렌 산화물은 300℃에서 반응기로 이송된다. 그리고 알릴알코올과 반응하지 않은 프로필렌 산화물은 증류에 의해 제거된다.

프로필렌 산화물의 이성체인 아세톤과 프로피온 알데히드와 같은 부산물이 형성되지만 프로필렌 산화물의 변환은 40%이고 알릴알코올의 선택성은 90%이상이다. 하지만, 이러한 과정을 통해 얻어진 알릴알코올은 대략 0.6%의 프로판올을 포함하고 있다. 리튬 인산염 촉매제에 의한 프로필렌 산화물의 이성질화는 230~270℃에서 일어난다.

2) 용도

산화하면 아크롤레인·글리세롤 등이 생기고, 산화알루미늄 등을 촉매로 하여 고온에서 이성질체화시키면 프로피온알데히드가 된다. 이중결합과 알코올의 히드록시기를 가지므로, 양쪽 기에 특유한 반응을 보인다. 합성수지·향료·화학약품 등을 합성하는 중간체로서 중요하며 이 밖에 용제나 건조혈액 제조에도 사용된다.

수지(디에틸렌 글리콜(diethylene glycol)과 알릴알코올과의 클로로포름화의 반응을 통해 생산)는 현재 긁힘을 방지 렌즈에 사용되는 보통 투명한 불포화 중탄산염(bicarbonate) 플라스틱에서 중합(후에 페록시드(proxide) initiation)된다. 알릴알코올은 제약업에서 중간생산물이며, 글리세롤(glycerol), 디알릴탈레인(diallyl phthalate), 디알릴 이소탈레인(diallyl isophthalate)(monomer와 prepolymer)의 생산에 사용되며, 아크롤레인의 제조에 사용된다. 에탄올의 변성제; 관상식물의 제초제; 셀러리 베드; 경작이 불가능한 지역의 토양 처리; 담배와 잔디씨의 살균제;

1) 이 과정은 염화알릴의 양, 20 wt % NaOH수용액, 물, 그리고 증기 등이 반응기에 가해졌을 때, 150℃, 1.4MPa (203 psi), pH 10~12 상태에서 가수분해가 이루어진다.

군대에서 전쟁용 가스로 사용된다. 알릴알코올은 0.5%의 농도에서 상업적으로 유용한 메틸알코올(methyl alcohol)로 사용된다.

알릴알코올은 산업현장에서 2-프로펜올-1, 1-프로펜올-3, 3-히드록시프로펜, 2-프로펜올, 2-프로페닐 알코올, 비닐카르빈올, 프로펜올-3, 1-히드록시-2-프로펜, 3-히드록시-1-프로펜의 명칭으로 알릴화합물·수지류·가소제 제조, 살균제 및 제초제, 의약품 및 유기화학물질의 중간제품, 글리세롤·아크롤레인·전쟁독가스(최루제, 점막자극제, 피부자극제)에 사용되고 있다.

알릴알코올은 제약의 약품 조제 시, 알릴수지 및 플라스틱 수지 합성 원료, 글리세린 합성 원료 그리고 제초제 등으로 사용하고 있다.

국내에서는 제조하고 있지 않으며 전량 수입하여 사용하고 있으며 광학렌즈 제조 시 사용하는 원료 물질인 에탄올아민과 에테르 화합물 제조 시 원료로 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[2)]

알릴알코올의 근로자 노출은 주로 의약품 제조 시, 알릴수지 및 플라스틱 수지 합성 원료, 글리세린 합성 원료 그리고 제초제 등으로 제조와 사용을 통해 발생할 수 있다.

국내에서는 제조하고 있지 않으며 전량 수입하여 사용하고 있으며 광학렌즈 제조 시 사용하는 원료 물질인 에탄올아민과 에테르 화합물 제조 시 원료로 사용하고 있다. 시판되고 있는 메탄올에도 약 0.5%정도 함유되어 있는 것으로 알려져 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	58.08	물리적 상태	액체	증기압	2.5kPa(19mmHg)(20℃)
끓는점	96.9℃	R-phrase	10,23/24/25,36/37/38,50	Log Kow	0.17
노출기준(노동부)	TWA 0.5 ppm / 1.2 mg/m^3		STEL 4 ppm / 10 mg/m^3		

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 알릴 알코올(시료채취)

① 시나리오 : 알릴알코올은 알릴클로라이드를 염기성 가수분해 희석방법(일반적으로 pH 10~12, 150℃에서 스팀 주입방법)으로 제조된다.

반응이 완료된 알릴알코올을 품질관리를 위하여 시료 채취하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원료입고 → 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 포장/출하공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 광학렌즈 원료 수지 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 광학렌즈를 만드는 원료가 되는 모노머를 만드는 공정에서 원료로 사용하고 있다.

작업공정에서 알릴알코올에 노출될 가능성이 있는 공정은 원료 투입 외에 회수공정과 슬러리 제거공정이다.

원료입고 → 투입 → 포장 → 상차 → 출하공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 계면활성제(에톡실레이트) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 에톡실레이트 공정에서 원료로 첨가가 되며 원료는 자동공정으로 투입되고 일부 수동 투입되는 경우 알릴알코올에 노출될 가능성이 있다.

반응기 자체에 음압을 걸어서 알릴알코올을 빨아올리기 때문에 작업자들에게 노출될 가능성은 상대적으로 적다.

또한 현장 관리하는 작업자에게 알릴알코올에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 숙성 → 중화 → 포장공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: EMI 파트 생산(수정작업)

① 시나리오 : EMI 파트는 전자파를 차단하기 위한 공정이다. 알릴알코올을 직접 사용하는 회사는 아니며, 메탄올에 0.5% 불순물로 알릴알코올이 들어있다. 메탄올을 사용하는 작업은 수정작업으로 수정작업 시(侍)에 작업자가 면봉에 메탄올을 묻혀서 회로기반을 들고 닦는다.

자재입고 → EMI도포 → 검사 → 수정 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(050) 에틸렌 글리콜(증기 및 미스트) Eethylene glycol(vapor and mist) 107-21-1

1. 개요

1) 제조

에틸렌글리콜은 에틸렌산화물과 수화반응으로 대량으로 생산되고 있다. 일반적으로 에틸렌의 산화작용으로도 생산되며, 아세트산 에틸렌디아세테이트의 형태로 존재하여, 글리콜과 아세트산의 공정으로 순환되어 가수분해 된다. 에틸렌글리콜의 제조법은 산화에틸렌법, 옥시란법, 그리고 UCC 법이 있다.

첫째 산화에틸렌법은 산화에틸렌 1에 6의 물을 155~170℃, 15~21기압으로 한다. 불활성 가스질소로 치환한다. 이 수화반응은 발열 반응이므로 원료의 입출을 조절하고 200~210℃ 이상으로 상승하지 않도록 주의한다. 반응 생성물은 소량의 아세트알데히드 및 크로톤알데히드를 포함하고 있어 질소를 흡입해서 이것을 추출한다. 조글리콜은 증발관에서 가열해 5~15%의 물을 포함시킨 다음, 10mmHg의 감압하에서 완전히 탈수한다. 반응생성물은 에틸렌글리콜 88.5%, 이량체 9.3%, 3량체 2.2%(에테르형 탈수축합물)이다. 0.5~5%의 황산수용액을 사용해 50~90℃에서 산화에틸렌을 용이하게 수화할 수 있다. 물/산화에틸렌의 비율을 10몰비로 하면 모노(mono 82.3%), 디(di 12.7%)의 생성물을 얻을 수 있다.

둘째 옥시란법은 에틸렌을 초산 중, 산화텔루륨(TeO2)을 촉매, 브롬화합물을 촉진제로서 160℃, 28기압에서 산화하면 에틸렌글리콜모노머(35.5%) 및 디아세테이트(60%)를 생성한다. 다음에 이것을 가수분해하면 에틸렌글리콜과 초산으로 되며 에틸렌글리콜은 제품, 초산은 재순환시킨다.

셋째 UCC법은 로듐클러터 촉매를 사용한다. 산화탄소와 수소로부터 고온, 고압으로 직접 합성하는 방법이 있다.

2) 용도

- 자동차, 비행기, 보트 등의 부동액 및 냉각제
- 유압브레이크 유동체, 인주에 들어가는 잉크, 볼펜과 인쇄소에 들어가는 원료
- 페인트와 플라스틱산업의 용제, 폴리에스테르 섬유제조 및 혼합, 에스테르, 에테르, 수지제품, 가소제, 습윤제
- 소량의 에틸렌글리콜은 스킨로션의 성분, 파우더, 글리세린의 대체에 사용
- 항공 산업에서 항공기 활주로와 유도로 등의 방빙(제빙)제의 구성성분으로 사용

주로 사용되는 곳은 자동차, 비행기, 보트 등의 부동액 및 냉각제, 유압브레이크 유동체, 인주에 들어가는 잉크, 볼펜과 인쇄소에 들어가는 원료, 페인트와 플라스틱

산업의 용제, 폴리에스테르 섬유제조 및 혼합, 에스테르, 에테르, 수지제품, 가소제, 습윤제, 소량의 에틸렌글리콜은 스킨로션의 성분, 파우더, 글리세린의 대체에 사용되었고, 항공 산업에서 항공기 활주로와 유도 등의 방빙(제빙)제의 구성성분으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

에틸렌글리콜에 대한 직업적 노출은 합성수지 및 기타 플라스틱물질제조업, 자동차 종합 수리업, 그 외 합성섬유제조업, 접착제 및 젤라틴 제조업, 치약·비누 및 기타세제 제조업 등 다방면의 산업에서 생산과 사용 중 이 화합물과의 흡입과 피부 접촉을 통해 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	62.07	물리적 상태	액체	증기압	8Pa(0.06mmHg)(20℃)
끓는점	197.6℃	R-phrase	22	Log Kow	-1.36
노출기준(노동부)	C 50 ppm / C 125 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 에틸렌글리콜(시료채취)

① 시나리오 : 에틸렌글리콜은 에틸렌산화물과 수화반응으로 대량으로 생산되고 있다. 일반적으로 에틸렌의 산화작용으로도 생산되며, 아세트산 에틸렌디아세테이트의 형태로 존재하여, 글리콜과 아세트산의 공정으로 순환되어 가수분해 된다.

반응 후 에틸렌글리콜의 품질관리를 위한 시료 채취과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 컴퓨터용 잉크(투입/혼합)

① 시나리오 : 컴퓨터 프린터용 잉크를 제조할 때에는 제품의 종류 및 양에 따라서 투입되는 에틸렌글리콜의 양에 차이가 있으며, 1일 작업시간 또한 다르게 진행되고 있다. 제품의 종류에 따라 투입되는 원재료가 각각 다르며, 1일 작업지시에 따라 원재료를 작업장 내에 설치된 계량저울에서 1일 물량에 맞게 한꺼번에 미리 계량한 후 혼합기에 2인이 수작업으로 투입하며 이때에 약 30분이 소요되고 있다. 작업자는 계량, 투입, 포장 작업 시 에틸렌글리콜에 노출된다.

투입/혼합 공정은 투입작업은 2인이 수작업으로 동시에 수행하며, 각각의 혼합기에 투입작업은 약 30분 정도 소요된다. 제품에 따라 혼합기에서 혼합하는 시간에 많은 차이가 있고, 평균 5~6시간 정도 소요되고 있다.

각각의 혼합기에 플렉시블 덕트를 이용한 상방향 후드가 설치 가동되고 있어 발생하는 유해인자를 적절하게 제어하고 있으며, 사용하지 않는 혼합기 상방의 후드는 댐퍼를 닫아두고 있어 사용하는 혼합기의 배기효율을 최대화하고 있다.

원재료 입고(염료, 도료) → 계량(소분) → 투입/혼합 → 포장(드럼) → 품질검사 → 포장 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 발염제 생산(포장)

① 시나리오 : 화학제품(발염제)을 생산하는 제조공정으로 원료로 사용되는 에틸렌글리콜을 투입, 혼합하여 포장, 출하하는 방식으로 진행된다. 원료 투입은 작업자에 의해 수작업으로 이루어지며 작업은 단시간 진행된다. 일정 시간의 혼합, 반응을 마친 제품은 배출구를 통해 용기에 포장되며 용기의 주입을 위해 작업자가 상주하여 노출이 우려되는데 작업시간은 제품 생산량에 따라 20분에서 50분 정도가 소요된다.

포장공정은 1인의 작업자가 원료 투입 및 포장까지 수행하며, 용기 포장으로 작업 시간은 20~50분 정도 소요된다. 이 공정을 통하여 근로자는 에틸렌글리콜에 노출될 수 있다.

원재료 → 원료 투입 → 혼합/반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 폴리우레탄 생산(현장관리)

① 시나리오 : 폴리우레탄을 생산하는 작업 공정으로 일정량의 에틸렌글리콜이 사용되고 있다. 주원료를 밀폐식 혼합기에 자동으로 투입한 후 소량의 원료를 수작업으로 계량/투입하고 있으며, 일정시간의 교반(배합 및 반응)을 밀폐식 혼합기에서 거쳐 샘플을 분석하고, 제품에 따라 포장용기 자동화 방식으로 포장작업을 수행한다. 작업자는 컨트롤 룸에 주로 상주하여 설비의 전반적인 업무를 수행한다.

투입공정은 전 과정이 자동 제어 시스템으로 가동되며, 작업자는 설비관리 및 오퍼레이팅 작업을 수행한다. 컨트롤 룸에서 제어 시스템을 통해 일정량의 원료를 자동 투입하고, 일부 제품에서 작업자의 수작업이 진행된다.

포장공정은 반응을 마친 제품은 자동 포장기로 이송되어 용기로 주입되고, 투입 및 포장의 전 공정에서 작업자의 현장 상주는 없다.

원재료 → 이송/투입 → 배합/반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 산업용 접착제 제조(혼합)

① 시나리오 : 산업용 접착제를 제조할 때에 일부 제품에 대해 후처리제로서 에틸렌글리콜이 사용된다. 현장 내 에틸렌글리콜을 사용하는 혼합조는 1개이며 혼합작업은 3시간 정도 진행된다. 에틸렌글리콜의 투입 작업은 작업자에 의해 수동방식으로 진행되며 투입 작업 진행 시간은 5분 미만이다.

후처리(투입) 공정은 산업용 접착제의 제조 시 일부 제품에 후처리제로 투입되며, 1인의 작업자가 계량기가 설치된 리프트를 사용하여 투입한다.

혼합공정은 자동으로 혼합작업이 진행되고, 약 3시간 정도의 혼합 후 연결노즐을 통하여 저장탱크로 자동으로 이송된다.

원재료 → 투입 → 혼합 → 첨가물투입 → 혼합 → 냉각 → 후처리→ 혼합 → 저장 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 도료 및 수지 제조(계량 투입)

① 시나리오 : 도료 및 수지를 제조하는 작업공정으로 수성용 도료의 제조 시 수지용으로 에틸렌글리콜이 사용된다. 4개의 반응기가 설치되어 제품의 종류에 따라 다른 반응기를 사용하고 있으며, 작업 방식은 배합실에서 원료의 계량 투입, 혼합 과정을 거친 포장실에서 자동 포장되는 방식으로 진행된다. 작업자가 계량 및 투입을 수행하고 있으며, 계량 작업은 약 5분 정도 진행되고, 투입은 1~2분 내에 완료되므로 해당 공정의 작업자는 발생하는 고농도의 유해인자에 단시간으로 노출된다. 수성용 제품의 혼합은 특별한 반응이 요구되지 않아서 약 2~3시간 정도 진행되고, 포장 공정의 작업은 보통 4시간 정도 소요되며, 1인의 작업자가 고정 배치되어 있다. 작업자는 에틸렌글리콜의 계량/투입, 배합 및 포장 공정에서 노출된다.

원재료 입고 → 계량/투입 → 배합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 폴리에스테르 분체도료용 수지(원료 투입)

① 시나리오 : 지금까지 일반적으로 사용되어 온 분체도료용 폴리에스테르수지는 산성분의 대부분이 테레프탈산(terephthalic Acid, TPA)으로 글리콜 성분으로 네오펜틸 글리콜(neopenthyl glycol, NPG)과 트리메틸로프로판(trimethylo-prophane, TMP), 에틸렌글리콜(ethylene glycol, EG) 등의 공중합체이다. 그 외에 산성분, 글리콜 성분도 재료로 생각할 수 있으나 분체도료에 관해서는 상온에서 고체인 점, 제조시의 용융 혼합이 가능한 연화점이 있는 점 등의 제약으로 사용에는 제한이 따른다. 원료 투입과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	90 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 불포화폴리에스테르수지[1]의 충진제(포장)

① 시나리오 : 말레산무수물과 에틸렌글리콜이나 프로필렌글리콜을 가열, 중축합시켜 이것에 스티렌을 혼성 중합시킨 것이 대표적이다. 불포화폴리에스테르를 스티렌모노머에 용해하고 과산화벤조일을 촉매로서 첨가하고 다시 충전재(탄산칼슘 등), 유리섬유와 같은 강화재・활제・착색제 등을 가해 가열・중합시켜 만든다.

투입공정은 일정량의 용기에 담겨 입고된 벤조일클로라이드를 다른 원료와 함께 반응기에 투입한다. 국소배기장치가 가동되고 있다.

포장공정은 약 3~4시간 정도의 배합 작업 후 배출구를 통해 용기에 담겨 출하된다. 수작업으로 포장이 진행되며 포장 시간은 약 1~2시간 정도 진행된다.

포장공정의 드럼 포장은 작업자가 포장 투입구에 드럼 설정 후 충진 된 제품을 밀봉시키는 작업을 수행한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) unsaturated polyester resin; 불포화이염기산과 2가의 알코올을 중축합시켜 불포화폴리에스테르를 만들고 이것에 다시 불포화결합을 가지는 비닐모노머를 라디칼혼성중합시켜 만드는 열경화성수지.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(051) 에틸 아민 Ethyl amine 75-04-7

1. 개요

1) 제조

브롬화에틸과 헥사메틸렌테트라민과의 반응생성물을 가수분해하면 얻을 수 있다. 공업적으로는 염화에틸과 암모니아의 반응으로 만들었으나, 현재는 에탄올·에틸에테르 또는 아세트알데히드 등과 암모니아를 수소 존재 하에 환원촉매를 써서 반응시켜 제조한다.

하급 지방족 아민은 주로 암모니아와 함께 알코올, 알데히드, 케톤, 알킬할라이드(alkylhalide), 알칸(올레핀)과 시안화수소 혼합물 등의 다양한 재료로 만들어 진다. 가장 많이 사용되는 방법은 다음과 같다.

첫째, 암모니아와 알코올을 300~500℃ 온도와 790~3,550kPa 압력에서 촉매와 함께 연속적으로 진행시키면 극소량의 부산물과 함께 1차, 2차, 3차 아민의 혼합물을 높은 수율로 생산한다.

둘째, 암모니아, 수소, 알코올을 다른 촉매제와 함께 130~250℃, 고압 하에서 분리가 가능한 아민류로 대부분이 전환될 때까지 진행시킨다.

셋째, 암모니아와 알데히드 또는 케톤과 수소를 두 번째 방법과 유사한 조건에서 수소화 촉매로 진행시킨다.

넷째, 시안화수소를 30~60℃ 조건에서 알켄과 반응시킨 후 중간체 아미드(amide)가 가수분해가 되도록 가열하여 에틸아민(EA)을 생산한다.

2) 용도

- 수지 산업에서, 고무 라텍스의 안정제
- 염료와 의약품의 중간체, 석유 정제, 유기 합성에 사용
- 트리아진 제조제, 부식 방지제, 우레탄 폼 촉매
- 용매 추출, 계면활성제
- 아미드 제조의 화학 개시제, 가소제

알킬아민의 용도는 다양하다. 물질 자체로 또는 다른 화합물과 함께 용매로 사용된다. 이는 화학물질 합성을 위한 전구물질로 광범위하게 사용되고 있다. EA은 합성 화학 분야에서 고무유액의 안정제인 가황촉진제의 원료, 선택성 용제, 염료와 약물의 중간체(intermediate)로 사용되며, 석유정제 분야에서도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

에틸아민은 합성 화학 분야에서 고무유액의 안정제인 가황촉진제의 원료, 선택성 용제, 염료와 약물의 중간체, 석유정제 분야 등에서 제조와 사용을 통하여 근로자에게 노출될 수 있다.

에틸아민을 직접 취급하는 작업에서는 에틸아민이 공기 중으로 쉽게 증발되는 특성(증기압 874mmHg)과 취급의 영세성 등 때문에 에틸아민에 대한 위험은 클 수 있다. 직업상의 노출에서는 주로 국소적인 건강 영향이 우세하게 나타난다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	45.08	물리적 상태	액체, 기체	증기압	400mmHg(20℃)
끓는점	16.6℃	R-phrase	12,36/37	Log Kow	-0.13
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 9 mg/m^3			STEL 15 ppm / 28 mg/m^3	

ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

EES01: 에틸아민 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 반응과 저장공정에서 화학공장이기 때문에 중앙 조정실에서 반응과 저장 공정이 자동으로 운전되고 실외에 탱크가 설치되어 있어 근로자가 EA를 직접 취급할 필요가 없다. 즉 EA와 근로자가 안전하게 격리(isolation)된 상태이다. 따라서 반응과 저장탱크에서 EA의 노출 위험은 낮다.

반응과 저장에서 EA에 노출될 수 있는 작업은 시료채취, 저장탱크를 정비하거나 수리할 때이다.

반응(에틸아민생성) → 에틸아민 검사 → 에틸아민 포장 → 에틸아민 보관

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에틸아민 제조(포장)

① 시나리오 : 반응과 저장공정에서 화학공장이기 때문에 중앙 조정실에서 반응과 저장 공정이 자동으로 운전되고 실외에 탱크가 설치되어 있어 근로자가 EA를 직접 취급할 필요가 없다. 즉 EA와 근로자가 안전하게 격리(isolation)된 상태이다. 따라서 반응과 저장탱크에서 EA의 노출 위험은 낮다.

포장공정에서는 저장탱크에 저장된 EA를 다시 드럼(200kg)에 반자동으로 포장하는 작업이다. EA를 근로자가 직접 수동으로 포장하므로 노출가능성은 있다. 특별히 EA는 증발가능성이 매우 높기 때문에(증기압: 54mmHg) 포장공정에서 EA위험은 어느 정도 존재한다. 드럼(200kg) 포장은 로드쉘(자동저울)에 올려서 무게를 잰 다음 200kg이 포장된다. EA는 상온에서 증발이 잘 일어나므로 포장에 주의하여야 한다. EA가 액체로 포장되므로 EA가 증기가 공기 중으로 증발된다.

반응(에틸아민생성) → 에틸아민 검사 → 에틸아민 포장 → 에틸아민 보관

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	700 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 기판활성제 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 에틸아민은 기판세척제 중의 원료의 하나인 활성제를 제조하는 원료이다. 이 활성제는 기판을 세척하는 세척제로 사용된다. 계량된 에틸아민은 치화수소산을 몇 방울씩 천천히 주입하여 약 6시간동안 반응시켜 pH를 조절한다. 에틸아민계량과 반응까지는 약 5분이 소요된다. 반응 이후에는 근로자가 상주하지 않는다. pH 조절이 끝난 용액을 가열용기에 부어 156℃로 가열해 수분을 제거한다. 이때 용액을 몇 번에 나눠서 수분제거를 한다. 용액을 가열하면 염상태의 활성제(약 10kg)가 만들어진다. 활성제를 다른 원료인 IPA, 송진, 메탄올과 함께 배합탱크에 넣어 배합한다. 배합이 모두 끝나면 최종 생산품인 기판 세척제가 만들어 진다. 활성제에 남아있는 수분을 없애기 위해 진공건조기로 건조(5~10분)한다. 에틸아민을 근로자가 직접 취급하여 무게를 잰 후 제조한다. 활성제를 1회 제조하는데 필요한 에틸아민양(5 kg)을 15kg용 에틸아민 용기에서 분취하여 무게를 잰다.

에틸아민 계량 및 pH 조절 → 활성제 제조(가열, 건조) → 원료배합 → 제품포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 합성수지 및 기타플라스틱의 경화제 제조(포장)

① 시나리오 : 경화제를 생산하는 공정에 원료로 투입된다. 경화제 종류에 따라 단량체산, 이량체산과 아민류(di-, tri-, tetraethylene pentamine)를 원료로 하여 반응탱크에 주입한다. 반응탱크에서 가열과 감압 반응이 이루어지고 소비자의 요구에 따라 MIBK나 아세톤으로 점도를 조절하여 포장, 출하한다. 아민류는 단량체를 다량체로 중합하는 역할을 한다. 원료가 일정 비율로 투입된 후 반응탱크에서 반응을 시키며, 가열과 감압 반응을 통해서 경화제를 제조한다. 가열 반응 시 온도는 150℃이다. 반응탱크에서 반응이 끝난 경화제는 탱크와 직접 연결된 라인을 통해서 직접 근로자가 드럼이나 캔 포장용기에 포장을 하게 된다. 이때 반응할 때의 열기가 남아 공기 중으로 가스가 나오는데 원료로 사용하였던 아민류가 고온반응으로 EA이 반응부산물로 나올 가능성 있다. 포장 시간은 대략 1시간 반에서 2시간이다.

산, 아민류 원료투입 → 경화제(제조반응) → 경화제 희석 → 경화제 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사요	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(052) 1,2-에폭시프로판 1,2-Epoxypropane 75-56-9

1. 개요

1) 제조

프로필렌 클로로히드린과 수산화칼륨의 반응으로, 1,2-에폭시프로판(1,2-epoxypropane, 1,2-propylene oxide, PO)은 1860년 처음 제조되었다. 이 과정은 클로로히드린 프로필렌을 생산하기 위해, 차아염소산(염소와 물)으로 프로필렌을 처리하는 것이다. 이것이 칼슘수산화물이나 나트륨수산화물을 이용하여 1,2-에폭시프로판으로 전환되는 것이다. 과산화 과정을 이용하는 공장은 1969년 미국에서 시작되었다. 과산화과정은 프로필렌을 1,2-에폭시프로판으로 전환하기 위해, 유기 과산화물(tert-부틸 히드로과산화물 이나 에틸벤젠 히드로과산화물)이나 과아세트산과 같은 산화제를 사용한다.

프로필렌과 이소부탄으로 1,2-에폭시프로판을 생산한다. 첫 번째 단계는 이소부탄 과산화수소를 t-부틸 과산화수소로 변화 시키는 것이다. 두 번째 단계는 프로필렌을 t-부틸 과산화수소와 함께 에폭시화를 통해 산화프로필렌과 tert-부틸알콜을 형성 하는 것이다.

중요한 반응은 다음의 2공정으로 분류된다.

①클로로히드린의 생성반응(염소화) : 이 반응에는 부반응으로 프로필렌과 염소와의 직접반응이 일어난다. 이것은 차아염소산 용액과 프로필렌의 과잉 사용을 억제한다. 수율은 87~90%이다.

②클로로히드린으로부터 PO의 생성 : 이 방법도 발효에 의한 Cetus법이 응용된다. 직접산화법은 과산화법과 할콘법이 있는데 과산화법은 다이셀화학이 Wacker법, 과초산으로 프로필렌을 직접 산화한다. 할콘법은 할콘(halcon)의 기술과 Atlantic Richrield의 기술을 합한 것으로 에틸벤젠 또는 i-부탄의 일정량을 과산화물로 하고 이것에 프로필렌을 반응시켜 스티렌 또는 i-부티렌(필요하면 t-butanol)과 1,2-에폭시프로판을 얻는 방법이며 이외에 아세트옥실화법이 있지만 현재는 아직 실용화되고 있지 않다.

에틸렌과 벤젠을 사용하여 중간제품인 에틸벤젠을 제조한 후 프로필렌 등을 첨가 반응시켜 최종 제품인 1,2-에폭시프로판을 생산한다. 이렇게 만들어진 1,2-에폭시프로판은 Octanc solvent를 이용한 추출 증류로 lights(AA, TA, MeOH) 및 heavies를 제거하여 고순도의 1,2-에폭시프로판을 생산한다.

2) 용도

- 식료품의 살균제
- 기체 살균 및 프로판디올, 계면활성제, 합성수지, 용제 등의 원료로 사용
- 폴리우레탄 스폰지, 프로필렌글리콜 및 기타 화학물질을 만들기 위한 폴리에

테르폴리올류의 제조, 훈증제, 방부제, 의료기계의 멸균제, 제초제

- 폴리올, 프로필렌, 프로필렌글리콜, 프로필렌글리콜 에테르, 이소프로판올아민 합성의 화학적 중간체
- 화장품, 제약, 담배, 포장용기, 염료 그리고 유체 경하제, 윤활유, 계면활성제, 유화제

3) 노출 및 결정인자[1)]

PO를 제조하거나 폴리올(Polypropylene Glycol, PPG), 계면활성제 등을 제조 사용하는 사업장의 노출되는 작업자는 공정운전과 관련된 사전조치 및 감독업무를 수행하는 교대반장, 관리실 안에서 각종 계기조작 및 작업지시를 수행하는 보드 운전원, 담당 공정의 각종 장치 및 기기상태의 점검과 공정의 운전압력, 온도 등 점검, 또한 시료채취 및 주요장치를 점검하는 현장운전원 등이다. 공통적으로 원료의 투입 및 이송은 파이프라인을 통해 자동으로 수행되며, 반응기 등 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있으나 각종 점검을 위한 현장 출입 시 PO에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	58.08	물리적 상태	액체	증기압	59kPa(442mmHg;58%v/v)(20℃)
끓는점	34.23℃	R-phrase	45,12,20/21/22,36/37/38	Log Kow	0.03
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: PO[1] 제조 공정(시료 채취)

① 시나리오 : 에틸렌과 벤젠을 사용하여 중간제품인 에틸벤젠을 제조한 후 프로필렌 등을 첨가 반응시켜 최종 제품인 PO를 생산한다. 이렇게 만들어진 PO는 Octanc solvent를 이용한 추출 증류로 고순도의 PO를 생산한다.

PO를 제조는 자동화되어 있다. PO는 반응 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 있다.

장치산업의 특성상 각 라인의 연결부 패킹제, 배관의 손상유무, 물질이송을 위한 동력축의 틈새 등을 통해 미세한 농도이지만 지속적으로 노출될 수 있으며, 반응기 내부물질의 순도 및 불순물여부의 확인을 위해 반응기 하부에 위치한 시료 채취 밸브를 열고 시료채취를 수행하는 작업 시 고농도에 노출될 우려가 있다.

원료투입 → 혼합/반응 → 증류 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1,2-propylene oxide(PO), 1,2-epoxypropane의 다른 이름, 즉 동일 물질의 다른 이름이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: PO[1] 제조 공정(출하)

① 시나리오 : 에틸렌과 벤젠을 사용하여 중간제품인 에틸벤젠을 제조한 후 프로필렌 등을 첨가 반응시켜 최종 제품인 PO를 생산한다. 이렇게 만들어진 PO는 Octanc solvent를 이용한 추출 증류로 고순도의 PO를 생산한다.

PO를 제조는 자동화되어 있다. PO는 반응 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 있다.

출하작업은 파이프라인을 통해서 인접 사용자의 저장탱크로 직접 이송하는 방법과 탱크로리를 이용하는 방법, 그리고 드럼포장 등 3가지 유형이 있음을 확인하였다. 이중 탱크로리 작업 및 드럼포장 작업 시 눈과 피부에 접촉하거나 흡입 및 피부흡수에 의한 노출이 발생될 수 있다.

원료투입 → 혼합/반응 → 증류 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] :0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1,2-propylene oxide(PO), 1,2-epoxypropane의 다른 이름, 즉 동일 물질의 다른 이름이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리올[1](Polypropylene Glycol, PPG) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : PO는 폴리올을 제조 시 주원료로 되며, 생산된 폴리올은 MDI와 함께 폴리우레탄 생산의 주원료로 사용된다.

반응기 내부는 완전 밀폐되어 있으며 반응공정에 주입되는 원료는 외부의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고, 근로자는 대부분 관리실에서 이상유무의 확인 및 반응로 계기판, 밸브상태의 반응조건 등을 확인하고 주기적으로 펌프의 교체나 정비작업을 수행한다. 출하작업은 파이프라인을 통해서 인접 사용자의 저장탱크로 직접 이송하는 방법과 탱크로리를 이용하는 방법, 그리고 드럼포장 등이 있다.

장치산업의 특성상 공기 중 오염농도를 가중시킬 수 있는 요인은 각 라인의 연결부 패킹제, 배관의 손상유무, 물질이송을 위한 동력축의 틈새 등을 통해 미세한 농도이지만 지속적으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 연질용 폴리올은 자동차 시트, 쿠션, 가구용 시트 드의 제조에 사용되며, CASE용 Polyol은 접착제, 바닥제 코팅제, 실란트 및 엘라스토머로 사용된다. 경질용 Polyol은 건축 단열재, 냉장고용 단열재, 파이프 단열/보온재로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 계면활성제 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 반응기 내부는 밀폐되어있고, PO 등의 용액은 외부 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고 있으며 근로자는 수시로 반응기의 계기판이나 밸브상태 등 반응조건을 확인하는 작업을 수행한다.

근로자가 저장 탱크에 있는 원료 검사 시 배관중간에서 샘플을 채취하거나 반응기 뚜껑을 열고 소량의 샘플을 채취하는 과정에서 비교적 짧은 시간이지만 높은 농도의 PO증기가 호흡기를 통해 노출될 수 있다. 또한 채취한 시료를 분석하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 → 반응 → 숙성 → 중화 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 메셀로스[1] 제조공정(원료 투입)

① 시나리오 : 메셀로스는 천연의 고분자인 셀룰로스에 치환체(Methyl/Hydroxyethyl/Hydroxypropyl Group)를 도입한 수용성 고분자이다.

메셀로스 제조공정은 크게 원료주입, 합성, 미반응 가스 회수, 세정, 분체 처리, 폐수처리 공정으로 구분된다.

적절한 공정이 이루어지고 있는지를 관리하는 현장관리 과정에서 근로자에게 PO에 노출이 발생할 수 있다.

펄프 분쇄/이송 → 반응공정 → 세척공정 → 입상/과립 → 1차(습식)분쇄 → 건조공정(1,2차) → 2차(건식) 분쇄 → 분급 → 저장/혼합 → 메셀로스

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 건축, 페인트, 화학 산업, 의약품 등 다양한 산업분야에 핵심적인 첨가제로 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 의약품 중간제 제조(촉매제로 사용)

① 시나리오 : 의약품 중간제 제조 시 원료의 투입 후 촉매제로 사용된다.

주원료는 외부의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고, 근로자는 대부분 관리실에서 작업하고 있으며, 작업현장에서는 반응로의 계기판, 밸브상태, 온도 및 압력, 발열, 반응이나 이상 반응상태 등 반응, 설비, 운전조건을 확인하는 작업을 수시로 하고 있으며, 반응 시 발생되는 가스, 증기는 반응로 내부에 있는 배출 관을 통해 증류장치로 이송하여 재사용하고 나머지는 외부의 세정 집진 장치를 통해 정화된다.

드럼에 들어있는 PO를 자동으로 반응기에 투입하는 작업을 통해 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 알킬전분공장(투입)

① 시나리오 : 알킬전분 제조 공정에서 산화프로필렌에 노출이 발생할 수 있다. 1,2-에폭시프로판의 노출은 반응기에 PO를 투입 시 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(053) 염소 Chlorine 7782-50-5

1. 개요

1) 제조

염소는 격막이나 수은 음극 셀에 있는 소금물을 전기분해해서 얻어진다. 염소는 양극에서 발생된다. 혹은 염산을 전기분해해서도 얻을 수 있다. 산화질소를 촉매로 하여 염산을 산화시키고 황산 스팀에 흡수시켜 염소를 얻을 수도 있다.

염소는 상업적으로 소금물을 전기분해하거나 염화나트륨을 전기분해하거나, 화학적인 방법으로 염소를 산화하여 생산한다. 지금까지 가장 중요한 생산 방식은 격막이나 수은 셀을 이용하여 소금물을 전기분해하는 방식이다.

주요하게 두 가지 공정이 적용되어 왔는데 수은을 이용한 공정은 주로 유럽에서 많이 사용되고 있으며 격막(diaphragm)을 이용한 공정은 주로 미국에서 많이 사용되고 있다. 이 두 가지 공정은 꾸준히 개선되어 왔으며 최근의 멤브레인 공정(membrane process)과 함께 염소의 생산에 이용되고 있다.

수은 양극 공정(mercury cathode process)에서는, 나트륨이 수은과 함께 아말감을 이루어서 분해조에 투입된다. 분해조에 물이 첨가되면 수소와 순수한 소다액이 형성된다. 이 때 수은은 전기분해 셀로 순환되면서 재생된다. 공정 흐름에서 소실되는 수은의 양은 공정의 개선을 통해서 상당량이 줄어들었다. 즉, 초창기에 비해 소실되는 수은의 양은 대략 90% 정도로 낮춰졌다.

격막과 멤브레인 공정(Diaphragm and Membrane Process)에서는, 격막 혹은 멤브레인으로 구분되는 분리기는 양극과 음극을 나누어주는데 양극은 포화된 염화나트륨의 수용액이 담겨 있고 음극에서는 소다액이 생산된다. 염소와 수소는 양극과 음극에서 각각 생성된다. 격막은 소금물이 스며 나오게 만들어주는 역할을 한다. 이 때 생성된 가성소다에는 상당량의 염화나트륨이 포함되어 있다. 이 용액을 농축시키면 염이 결정화되어 빠져나오게 된다. 격막은 일반적으로 석면으로 이루어져 있으며 불소 중합체로 된 섬유로 강화된다. 최근에는 석면에 대한 위험성으로 인해 석면이 없는 격막으로 대체되는 경향이다.

염소를 생산하기 위해 적용되는 모든 공정에서 염소는 양극에서 생성된다. 이 양극은 초기에는 흑연을 소재로 만들어졌으나 최근에는 특별한 코팅이 처리된 티타늄 등이 사용되기도 한다. 이 양극의 모양은 가스의 발생을 개선시키고 에너지 효율을 증대시키기 위해 전극 사이의 공간을 줄이는 등의 노력을 통해 꾸준히 개선되고 있다.

2) 용도

- 내염성 물질 제조 시 사용, 리튬 또는 아연을 포함한 전지에 사용
- 육류, 어류, 야채류, 과일류 처리에 사용

- 4염화탄소, 에틸렌, 산화프로필렌, 글리콜, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌, 클로로폼, 비닐리덴, 폴리클로로프렌, 염화수소, 염화아세트산, 클로랄 등의 제조
- 냉각기에서 생물부착제 (biofouling agent)로 사용
- 의료용 살균제로 사용
- 수질 처리 시 유화방지제 및 악취 처리제로 사용

염소의 주요 사용처는 펄프와 종이를 만드는 산업이 포함된다. 또한 최종적으로 실내 장식 직물, 바닥재, 식품 포장재, 필름, 병, 가정용품, 호스나 튜브, 그리고 전기 절연제 등을 제조하기 위한 플라스틱이나 레진의 생산에 사용된다.

의약품의 85% 이상과 화학산업으로 구분되는 산업에서 생산되는 생산품의 반 이상이 염소 화학에서 얻어진 유도체에서 얻어진 것들이다. 염소에서 얻어진 생산품은 약 1,500여 종에 이르고 있으며 건강, 농산물, 건축, 직물, 운송, 레져, 그리고 화장품과 같은 대부분의 산업과 경제 활동에 사용된다.

금속 용제, 상수 및 수영장의 살균제, 표백제, 화학적 합성시약, 냉각제, 철에서의 탈주석 및 탈아연 등에 사용된다.

염화 용제는 드라이클리닝, 페인트 신너, 금속의 기름 제거제(degreasing agent), 기계 세척제 등으로 사용된다. 또한 에틸렌글리콜 성분의 부동액과 노킹방지제로 쓰이는 에틸렌 클로라이드에 생산하는데 중간제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

주로 노출되는 공정은 펄프 및 제지공업의 표백제, 녹킹 방지제(ethylene chloride)제조, 고무제조, 금속공업, 상수의 살균제, 주석재생 공정, 염화비닐의 합성원료, 다수의 유기염소제품 제조, 발연제의 제조, 브롬 및 요오드의 제조, 알칼리염 제조, 스프레이용 압축 불활성 가스 제조, 벤젠 헥사클로라이드 제조, 카펫 제조, 염화칼슘 제조, 염화 솔벤트 제조, 염화 탄화수소 제조, 살충제 제조, 염소 제조, 염료 제조, 소독제 제조, 시에 노출된다.

가능한 노출 경로는, 염소를 직접 다루거나 염소제품을 다룰 때 피부접촉 또는 흡인, 염소처리 된 식품 및 물의 섭취가 있다. 가장 일반적인 노출은 가압 액화처리된 염소의 보관이나 운반과정의 사고로 발생한다. 그 밖에 다른 경우는 산업사고, 학교 화학 실험 중, 수영장 관리소에서 염소의 유출, 또는 세척제를 혼합하는 경우(산성 세척제를 차아염소산염 표백제와 혼합하면 염소가스를 생성한다)에 발생한다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	70.906	물리적 상태	가스	증기압	1mmHg이상(20℃)
끓는점	-34.1℃	R-phrase	23,36/37/38,50	Log Kow	
노출기준(노동부)	TWA 0.5 ppm / 1.5 mg/m^3			STEL 1 ppm / 3 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 염소 제조(현장 점검)

① 시나리오 : EDC[1]를 생산하기 위한 주원료로 사용되는 염소가스를 염화나트륨의 전기분해로 제조한다. 생산된 염소는 EDC 생산 공정으로 바로 이어져 있어 외부로 노출될 가능성은 낮다.

2차 염수정제까지 거친 염수는 전해조로 보내져 전기분해 반응을 하게 된다[2]. 염소정제 공정은 세정탑, 냉갑탑, 건조탑으로 구성되어 있다. 이렇게 불순물과 습기가 제거된 염소가스는 EDC를 생산하는 주원료로 사용한다.

원염 → 염수제조→ 염수1차 제조 → 염수2차 제조 → 전해 → 세척냉각 → 건조 → 압축 → EDC제조공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) ethylene dichloride
2) 양극에서는 염소와 미반응된 여수가 나오고 음극에서는 수소와 가성소다가 나오는데 양극과 음극에는 모두 기액분리기가 설치되어 있어서 각각의 정제시설과 농축시설로 보낸다. 그 후 염소는 EDC 공정에서 EDC 합성의 주원료로 사용되고 가성소다는 가성소다 농축공정으로 이송된다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: EDC[1]의 제조 원료(시료채취)

① 시나리오 : 염소를 제조하여 EDC를 생산하는 공정과 EDC를 이용하여 VCM[2] 합성하는 공장, 그리고 이렇게 생산된 VCM를 이용하여 PVC를 생산하는 공장으로 구성되어 있었다. 각각의 공장 및 공정은 염소 생산으로부터 출발하여 PVC 생산에 이르기까지 일련의 고리를 이루고 있었다. EDC는 C/A 공장에서 제조된 염소에 에틸렌을 합성시켜서 만들어지며 VCM을 생산하기 위한 원료로 사용된다.

염소 생산 공장에서 생산된 염소가 라인을 통해 직접 EDC 반응기에 투입된다. 라인을 통해 투입된 염소는 또 다른 원료인 에틸렌과 결합되어 EDC가 제조된다. 장치 산업의 특성으로 인해 EDC 생산 공장에서의 염소 노출 가능성은 낮다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다. 시료채취 시 컨트롤 밴딩 접근방법 2에 해당하면, 코드 100을 선택하였다.

---

1) ethylene dichloride
2) vinyl chloride monomer
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: VCM[1] 생산 공장(VCM 회수 공정)

① 시나리오 : VCM은 생산된 염소 중 수요용도가 가장 많은 PVC를 제조하기 위한 원료물질이다. 따라서 염소에 직접적으로 노출될 가능성은 낮다.

VCM 제조 공정에는 대표적으로 OHCL공정[2]과 DC공정[3] 두 가지가 있다.

OHCL 제조방식의 주요 공정은 OHCL 반응공정, EDC 회수 및 정제공정, EDC 분해공정, VCM 회수 및 정제공정, 그리고 VCM 제품저장으로 나눌 수 있다.

OHCL 반응공정은 염산, 에틸렌, 산소를 반응시켜 EDC를 생산하는 공정이다.

VCM 회수 공정에서 낮은 농도의 염소에 노출될 수 있는 가능성이 있다.

Ethylene 원료 → Oxy 반응기(공기 투입) → EDC 회수 → EDC 정제 → EDC 저장 → EDC 열분해 → VCM 열분해 → VCM 저장 → PVC 공장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[4] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[5] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) vinyl chloride monomer
2) Oxyhydrochlorination, EDC를 열분해하여 VCM과 염산을 제조하는 공정이다.
3) Direct Chlorination
4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: PVC 제조 공장(원료투입)

① 시나리오 : PVC는 염소의 수요 빈도가 가장 높은 제품이다. 그러나 염소에 직접적으로 노출될 가능성은 낮다.

PVC 제조는 Straight PVC를 생산하는 공정과 Paste PVC를 생산하는 공장으로 구분할 수 있다.

Straight PVC를 생산하는 공장의 주요 공정은 원료 저장, 반응, 회수, 증류, 건조, 그리고 저장 및 포장 공정으로 나눌 수 있다.

Paste PVC를 생산하는 공장은 유화중합 방식과 현탁중합 방식을 사용하는 공정으로 구분할 수 있으나 공정 내용은 거의 비슷하다. 주요 공정은 원료저장, 반응, 회수, 건조, 그리고 저장 및 포장 공정이다.

합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업은 석유화학 장치산업의 특성을 갖고 있어 일상적인 작업과정에서 유해물질에 노출될 가능성은 낮다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 화장품 제조(도구 소독)

① 시나리오 : 화장품을 생산하는 과정에서 직접적으로 염소를 취급하거나 사용하는 공정은 없다. 다만, 생산 과정에 사용되었던 도구를 소독하기 위해 희석된 염소를 사용한다.

염소를 이용한 장비 및 부품의 세척은 세척실에서 이루어지고 있었으며 200 ppm 정도로 희석된 염소가 담긴 세척조에 소독하고자 하는 장비 및 부품을 약 30분 동안 담가 두었다가 꺼내어 세척수로 세정하는 작업이 주 내용이었다.

염소가 희석된 염소용액에서 꺼내는 과정과 세척수로 세정하는 과정에서 가스상과 미스트 형태의 염소 노출이 일부 가능하다.

일반적으로는 희석된 염소가 담긴 세척조를 밀폐시켜 두기 때문에 상시적인 노출이 가능한 것은 아니다. 다만, 소독된 장비 및 부품을 꺼낼 때와 세척액을 에어건으로 분사시키면서 세정할 때 가스상 및 미스트로 날리는 염소에 일부 노출이 가능하다.

원료 계량 → 혼합(믹싱) → 검사 → 용기투입/충진 → 검사, 포장 → 폐수처리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 반도체제조[1](식각 작업)

① 시나리오 : 반도체 제조는 실리콘이나 게르마늄 등을 이용하여 결정품을 만들고 이를 필요한 크기로 잘라 웨이퍼를 제조하고 이 웨이퍼를 산화, 에칭, 확산, 이온주입, 금속화 과정 등을 거치는 반도체 가공과정을 거쳐 각종 칩을 만든다.

이 중에서 염소에 노출될 수 있는 공정은 식각 공정[2]이다. 그러나 공정은 밀폐공정이므로 호흡기, 피부 노출의 가능성은 낮다. 염소는 가스상으로 존재하거나 액상으로 노출되더라도 기화되기 쉬우므로 피부 등에 남아있을 가능성은 낮다.

반도체 재료 → 화학적 정제 → 물리적 정제 → 주괴의 절단 → 웨이퍼 제조 → 표면 처리 → 산화에피탁스 → 리소그래피 → 식각, 미세식각 → PN 접합 제작 → 배선형성(금속화) → 집적화 → 격자분리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 수십 종의 화학물질이 사용되고 아직까지 이들의 유해성에 관하여 알려지지 않은 부분이 많다. 불화수소산과 염소 및 황산, 감광액, 유기용제류, 그리고 유해 가스 등이 주요한 유해인자이다.
2) 회로패턴을 형성시켜 주고 필요 없는 부분을 선택적으로 제거시키는 공정이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 얼음제조(염소 투입)

① 시나리오 : 얼음제조는 식용 또는 냉장용 얼음 및 인조눈을 생산하는 것으로 냉각시킬 물을 살균하기 위해 분말 상태의 염소를 일부 사용한다. 이 때 사용되는 염소(칼슘 하이포클로라이트)는 분말상태이며 물에 희석해서 자동으로 투입시키는 방법을 적용시키고 있다. 이렇게 사용되는 분말 상태의 염소의 양이 1년에 약 12 kg정도로써 상당히 적은 양이다. 따라서 작업 중 염소에 노출될 가능성은 거의 없다고 할 수 있다.

상수여과 → 살균 → 아이스캔 물 주입 → 탱크 주입 → 냉각(48시간) → 탕빙대 → 분쇄 및 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 기초 무기화합물 제조(충진/저장)

① 시나리오 : 기초 무기화합물 제조업 중 염소를 생산하는 공장에서 염소에 노출 가능한 상황은 생산된 염소를 지하 탱크나 충진소에 충진/저장하는 작업 중, 혹은 출하하는 과정이다.

생산된 염소를 액체화하여 충진하고 필요할 경우 지하의 저장탱크에 저장한다. 충진탱크나 저장탱크에서 누출이 발생할 경우 호흡기 노출이 가능하다.

탱크로리를 이용해 생산된 제품을 수요자에게 출하한다. 출하하는 과정에서 탱크로리에 로딩암을 연결하는 과정 혹은 해체하는 과정에서 염소에 노출 가능하다. 출하하는 과정에서 호흡기노출과 마찬가지로 기체상 혹은 액체상의 염소에 노출 가능하다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(054) 염화수소 Hydrogen chloride 7647-01-0

1. 개요

1) 제조

염화수소는 네 가지 주요 경로를 통해서 얻어진다.

첫째, 염소기가 있는 탄화수소의 제조와 같은 유기 화합물의 제조 과정 중 부산물로 생성되거나, 둘째, 소금과 염산의 반응에 의해 직접적으로 생성되거나, 셋째, 소금, 이산화황, 산소, 그리고 물을 반응시켜서 생성되거나, 혹은 넷째, 수소 가스를 염소와 함께 태워서 생성시킨다.

부산물로 얻어지는 경우가 전체 염산 생성의 약 87~92 %를 차지하고, 소금에서 얻어지는 비율은 3~4 %, 그리고 염소를 태워서 얻어지는 양은 약 5~10 %를 차지한다고 알려져 있다.

공장 규모로 생산되는 대부분의 염화수소는 염산을 생산하는 데 사용된다. 또한 염화나트륨과 황산으로부터 염화수소를 얻어내는 전통적인 방식이 공장 규모의 생산 양식에 그대로 도입되고 있다.

염소-알칼리 산업(chlor-alkali industry)에서 염화수소를 생산하는 일반적인 방식은 HCl 오븐을 이용하는 것이다. 즉, 수소와 염소 가스가 발열반응으로 결합되어 염화수소 가스를 발생시키는 것이다.

이 반응은 식품 산업에서처럼 상당히 순수한 제품을 필요로 할 경우 적용될 수 있다.

또한 염화수소는 염소와 탄화수소처럼 수소를 갖고 있는 화합물에서 얻어질 수 있다. 이 때 염소화 결합된 탄화수소 화합물은 불화수소와 반응하여 추가적으로 염화수소를 생성시킬 수 있다.

염화수소를 생성시킬 수 있는 다른 한 가지 방법은 phosphorus chlorides, thionyl chloride ($SOCl_2$), 혹은 acyl chlorides처럼 쉽게 반응을 일으키는 염소화합물에 물이나 염산을 서서히 첨가시키는 것이다. 이 때 물을 좀 더 많이 첨가하게 되면 앞서 발생되었던 염화수소가 물을 흡수하면서 염산이 형성되는 것이다. 예를 들어 phosphorus pentachloride (PCl_5) 위에 차가운 물을 계속 떨어뜨리면 염화수소가 생성된다.

뜨거운 물을 사용할 경우 발생되는 염화수소의 양은 더욱 많아진다. 이 때 생성된 phosphorus trichloride (PCl_3) 역시 물과 반응하여 염화수소를 발생시킬 수 있다.

2) 용도

염산은 주석(tin)과 탄탈(tantalum)의 생산과정과 같은 광석의 정제과정, 다양한 음식 가공물을 생산하는 과정 중 당(starch)과 단백질을 가수분해하는 과정(예:

corn syrup, sodium glutamate 등의 제조), 식용유 및 유지의 정제처리, 금속 제품의 세정(pickling and cleaning), 유기 합성의 촉매 및 솔벤트, 가스 및 유정의 채굴이 잘 되도록 처리하는 공정, 염화암모늄의 생산 과정 혹은 인산 제조 과정, 아세틸렌에서 염화비닐을 제조할 때 혹은 올레핀에서 알킬 클로라이드(alkyl chloride)를 제조하는 과정, 비료, 염료 그리고 색소를 제조하는 과정, 레이온과 페인트의 색소를 만드는 과정, 전기도금, 가죽의 제혁(tanning) 공정, 사진인화 산업, 비누의 정제, 섬유산업(인조실크 제조), 도자기제조, 그리고 고무 산업 등에 사용된다.

또한 열교환장치 및 보일러의 스케일(scale) 제거, 의약품 보조제(pharmaceutic aid; acidifier), 실험실용 약품, 양조업에서 알콜 변성제, 수처리과정과 화학물질 정제 중 이온교환수지 재생 과정, 수처리 과정 중 pH 조절 용도로 사용된다.

무수 염산은 알킬 클로라이드(alkyl chloride)를 제조하는 과정에서 옥시염소화(hydrochlorination), 중합(polymerization), 알킬화(alkylation), 그리고 니트로화(nitration) 공정 등에 사용된다. 또한 유정의 활성화(activation), 광석 정제, 금속 정제, 그리고 식품 가공 등 강산이 필요한 곳에 사용된다.

건설업에서도 사용되며 가정에서 변기세척에도 사용된다.

염산은 글루타민산 나트륨과 아미노산, 간장 등 조미료의 제조, 향료, 염료, 의약, 농약제조, 각종 무기 염화물과 기타 공업약품의 제조, 염색, 날염 및 표백용, 전해조용, 식염수의 중화용으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

주로 노출되는 공정은 염화수소 또는 동 물질을 함유 중량 1%이상 함유한 물질을 취급하는 업무로서 직접 원료로서 염산을 사용하는 화학공업 공정, 그리고 도금의 산처리(pickling) 공정 및 금속 표면 세척(metal cleaning)과 같이 다른 강산과 혼합하여 사용하는 공정 등을 들 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	36.47	물리적 상태	기체	증기압	760mmHg(101kPa이상)(20℃)
끓는점	-85.05℃	R-phrase	23,35	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 1.5 mg/m^3			STEL 2 ppm / 3 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 염화수소 제조(현장관리)

① 시나리오 : 염화수소의 제조는 수소와 염소를 합성하여 이루어진다. 이 때 염소는 소금을 전기분해해서 얻어진다. 염소제조는 최초에는 수은법을 적용하였으나 이후 격막법을 거쳐 최근에는 멤브레인법을 활용하고 있었다. 멤브레인법의 경우 다른 제조 방법에 비해 수율이 높아진 장점이 있다.

염산을 생산하는 공장에서 염산에 노출 가능한 상황은 제품의 규격이 원하는 목적대로 맞춰졌는지를 평가하는 실험실과 염산이 합성되는 합성탑에서의 작업이 해당된다. 합성탑에서 진행되는 작업은 운전 점검 작업과 염산 샘플링 작업이 있을 수 있다.

원료 → 용해 → 전해 → 합성 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 동박판 제조(용해)

① 시나리오 : 동박판을 생산하는 공정의 흐름을 살펴보면 크게 약품, 용해, 제박, 후처리, 선별, 그리고 포장 및 출하 등의 공정으로 구분된다.

염화수소에 대한 노출이 가능한 공정은 금속을 용융시키거나 용융된 금속을 도금하는 공정 즉, 용해공정, 제박공정, 후처리공정 등이 포함된다. 또한 공정 중 발생한 폐수를 처리하는 폐수처리 공정과 에칭테스트를 수행하는 성능검사 공정 등에서도 염산 등을 취급한다. 염산이 포함된 용해로에 금속을 투입하는 작업을 하는 용해 공정에서 특히 노출 가능성이 높다.

약품 → 용해 → 제박 → 후처리 → 도공 → 선별 → 포장 → 폐수처리 → 성능검사 → 연마

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 비스페놀A(Bisphenol A) 생산(부원료 첨가)

① 시나리오 : 비스페놀A(Bisphenol A)를 생산시, 원료가 되는 아세톤과 페놀을 소디움메칠메르캅탄과 무수염산 촉매 하에 투입하여 반응과정을 거친 후 결정화를 시키고 최종 제품으로 저장 혹은 출하된다. 비스페놀A를 생산하는 공장에서 염산이 사용되는 공정은 반응에 필요한 촉매로써 투입되는 반응 공정과 비스페놀 A로써 완제품이 만들어진 이후 공정에서 사용된 페놀을 회수하는 페놀 회수공정이다. 반응공정에 사용되는 염산의 경우 라인을 통해서 직접 반응공정에 투입되므로 장치의 부식 등이 없다면 노출 가능성은 낮다. 페놀 회수 공정에서 사용되는 염산의 경우 역시 사용량과 사용 빈도 및 실제 작업량이 적어 노출 가능성은 낮은 편이다.

주원료(아세톤, 페놀) → 페놀아세톤 저장공정 → 반응공정(부원료(촉매), 무수염산/메르캅탄) → 탈수공정 → Purification Flashing → 결정화 공정 → 여과공정 → Adduct Flashing → Stripping → Prilling → BPA 회수공정 → 페놀 회수 → 제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 인쇄회로기판 제조(에칭공정)

① 시나리오 : 도금업[1] 중 인쇄회로기판[2] 제조 과정에서 염화수소에 노출 가능한 공정은 에칭 공정, 무전해 동도금 공정, 전해 동도금 공정, 폐수처리장 등이다.

에칭 공정은 노광을 통해 광반응이 일어나지 않은 부분을 소거하는 작업이고, 염산이 포함된 액이 담긴 조가 반밀폐 구조이므로 염산 증기 및 미스트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속이나 비금속의 표면을 얇은 금속막으로 밀착 피복시켜 마무리 하는 일이다. 이러한 도금은 제품에 내식성과 장식성, 기계적 강도 등을 주기 위한 목적에서 행해진다.
2) 적층판에 구리 배선 패턴을 스크린 인쇄법 또는 사진 제판법으로 형성한 것이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: MSG[1] 제조(중화)

① 시나리오 : MSG 제조를 위한 원료와 배양된 미생물을 암모니아를 이용해 발효시킨다. 발효시킨 원료는 정제 과정을 거치게 됨으로써 MSG를 얻게 된다. 정제는 헥산 정제와 MSG 정제로 구분되는데 헥산 정제 공정에서 사용된 이온교환수지를 재생하기 위해 염산이 사용되며, 암모니아로 인해 염기성을 띤 원료를 중화시키기 위해 염산을 사용한다. 정제 과정을 거쳐 생산된 MSG는 포장되고 출고된다.

염산은 헥산 정제 공정에서 파이프라인을 통해 주입되고 반응기는 완전히 밀폐되어 있어 작업자의 염산 노출 가능성은 낮다. 단, 라인이나 장비의 결함이나 대정비 등 특별한 경우 염산의 노출 가능성은 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 맛소금이나 조미료 등에 첨가되는 물질로 원료의 배양, 발료, 정제 등을 통해 생산된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 펄프 제조(표백)

① 시나리오 : 종이는 펄프를 얇게 떠서 만드는 데 이것은 식물섬유가 불규칙하게 엉켜서 그 일부가 교착된 상태로 펄프에서 종이를 만드는 공정은 다음과 같다.

표백은 적당한 흰색 종이를 얻기 위하여 화학펄프를 표백분이나 하이포염소나트륨으로 표백한다. 펄프를 세척하고 광택을 내게 하는 과정으로 여러 가지 화학물질을 사용한다.

펄프 → 표백 → 고해 → 충전 → 사이징 → 초지 → 종이

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(055) 이소프로필 아세테이트 Isopropyl acetate 108-21-4

1. 개요

1) 제조

이소프로필 아세테이트는 아세트산과 이소프로판올의 화합물이다.

촉매가 존재하는 프로필렌(유기 합성용) 그리고 무수 아세트산에서 조제하거나, 촉매가 존재하는 아세트산에 이소프로필알코올을 반응시켜 얻는다.

2) 용도

- 이소프로필 아세테이트는 많은 다른 유기용제들과 혼합되기 쉬우며 동시에 물에도 적당량 용해되는 성질 때문에 용제로서 사용
- 셀룰로오스 파생물들, 플라스틱, 기름, 납, 지방, 코팅, 인쇄용 잉크, 수지, 껌, 페인트, Shellac 그리고 래커에 대한 용매로서 사용
- 프린트 잉크와 향수의 성분
- 합성 맛을 내는 성분
- 살충제의 용매
- 유기 화학물질의 합성에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소프로필 아세테이트는 방향제의 성분, 플라스틱, 인조가죽, 첨가제, 필름, 시멘트로서 제조하거나 사용을 통해 노출이 발생할 수 있다.

아세트산 이소프로필의 국내 제조 및 사용량은 2005년 6월부터 2005년 11월까지 아세트산 이소프로필 취급사업장을 방문한 자료를 근거로 국내 제조 및 사용량은 연간 사용량은 약 23,820kg으로 추정할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	102.13	물리적 상태	액체	증기압	43mmHg(20℃)
끓는점	89.4℃	R-phrase	11,36,66,67	Log Kow	1.02
노출기준(노동부)	TWA 100 ppm / 420 mg/m^3			STEL 200 ppm / 840 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소프로필 아세테이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 이소프로필 아세테이트는 촉매의 존재하에 아세트산과 이소프로필 알코올을 반응시켜 얻는다.

근로자에게 노출은 품질관리를 위해 반응이 완료된 후 시료를 채취하는 과정에서 발생할 수 있다.

원재료 투입 → 반응 → 정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 식품 첨가제(혼합)

① 시나리오 : 식품 첨가물(음료)을 제조하는 작업공정으로, 원재료를 제품의 종류에 따라 일정량 계량하고, 혼합용기에 투입하여 제품이 안정되면 포장용기에 수작업으로 포장하는 공정을 가졌다. 모든 공정이 수작업으로 이루어져, 근로자의 아세트산 이소프로필 노출은 계량, 혼합, 포장공정에서 이루어진다.

원재료 → 계량 → 혼합 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 향료(포장)

① 시나리오 : 향료의 원료와 아세트산 이소프로필을 적정량 계량하여, 제품 지시서의 내용에 따라 원료를 혼합기에 투입하는 작업을 수행하고 있으며, 계량시간은 5분 정도 소요되고 있었다. 혼합은 별도의 공간 없이 중앙작업실에 비치해 놓은 혼합기에서 원료들을 혼합 및 안정화 시키고 있었으며, 4~5시간 정도 안정화 시킨 제품은 빈 포장용기에 주입하여 포장하는 공정으로 진행되고 있었다. 아세트산 이소프로필의 노출은 계량, 혼합, 포장 공정에서 이루어진다.

원재료입고 → 계량 → 혼합 → 분석 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 중장비 부품 생산(도장)

① 시나리오 : 금속 재질의 중장비 부품을 가공, 생산하는 사업장에서 가공 작업을 마친 제품이 컨베이어를 통해 도장 부스내로 자동으로 이송되면 부스 내에 위치한 근로자가 스프레이 작업을 실시하는 작업 형태이다. 도장 작업은 유체도장과 분체도장으로 구분된다.

아세트산 이소프로필의 근로자 노출은 1차 도장 및 2차 도장에서 이루어졌다.

원자재 → 입고 → 퍼팅 → 연마 → 1차 도장 → 2차 도장 → 조립 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인쇄 공정(인쇄)

① 시나리오 : 피인쇄물(종이류)을 적절한 크기로 재단한 후 인쇄기에 투입하고 필요한 색상과 조건에 따라 인쇄 잉크 및 각종 첨가제를 잉크 주입구에 투입하여 인쇄기를 가동한다. 인쇄기에 투입되는 첨가제는 신너, 접착제 등의 유기화합물이며 이는 외부에서 들여와 인쇄기의 근접위치에 보관하고 있어서, 작업 현장 내 증기의 확산이 우려되었다. 인쇄 방식은 Offset 인쇄 방식이며 인쇄 작업이 진행되는 동안 근로자는 인쇄기의 위치에 상주하여 인쇄 가동 상태 확인 및 제품의 색상 조절 등의 업무를 수행하였다. 근로자의 아세트산 이소프로필 노출은 인쇄 공정에서 이루어졌다.

원자재 입고 → 재단 → 인쇄 → 톰슨 → 접착 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 살충제(충전)

① 시나리오 : 제품의 생산에 필요한 각종 원재료가 입고되면 배합실에서 에탄올 등을 비롯한 각종 원료 화학물질을 제품에 맞게 투입, 배합하여 2시간 정도 혼합 반응시키는 작업공정이다. 배합탱크의 상부에는 강제로 공기를 이송하여 배출하는 이동식 국소배기장치가 가동되고 있었으며, 근로자는 투입 작업 시 방진마스크를 착용하였다. 혼합기에서 자동 배합된 원료들은 자동으로 충전되어 반자동으로 포장되는 작업공정으로 근로자는 충전공정에서 순간적(1분미만)으로 아세트산 이소프로필에 노출되고 있었다. 근로자는 방진 마스크 및 면장갑을 착용하고 충전 및 포장 작업을 수행하고 있었으며, 별도의 국소 배기 설비는 가동되고 있지 않았다. 해당 공정 작업자의 아세트산 이소프로필의 노출은 원료 투입 및 배합 시 주로 이루어지고, 충전 작업 후 수작업으로 마개를 덮는 작업 시 순간적으로 노출이 이루어졌다.

원재료 입고 → 검사 → 혼합(배합) → 충전 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(056) 이소프로필 알코올 Isopropyl alcohol 67-63-0

1. 개요

1) 제조

프로필렌의 수화반응으로 제조되고 있으나, 촉매의 존재하에 수증기를 사용하여 직접 수화로 하는 직접 수화법, 황산화한 후 가수분해하는 간접 수화법이 있다. 일본의 경우는 공업적으로 직접 수화법을 많이 사용하고 있으나, 세계적으로는 황산법이 주류가 된다.

직접 수화법의 촉매로서는 산화텅스텐, 산화티탄, 산화철 등의 금속산화물을 단독 또는 혼합물로서 사용하고 프로필렌과 수증기를 250기압, 270℃ 정도에서 반응시킨다. 이외에 촉매로서는 실리카겔, 산화아연을 조촉매로 하거나, 양이온교환수지를 프로필렌 수화에 사용하는 특허가 나오고 있다.

간접 수화법에도 고농도 황산법과 저농도 황산법의 2종이 있으나 일반적으로 저농도 황산법이 널리 사용되고 있다. 저농도 황산법에서는 70~75%의 황산이 사용되고 21~28기압에서 황산화한다. 부반응으로 에틸알코올의 경우와 같이 이소프로필에테르가 생성되나 이것을 반응계에 순환시켜 계내의 농도를 높게 보존함으로써 에테르의 생성을 억제한다. 가수분해에는 물을 가해서 30~40%로 하고 가열해서 분해를 촉진시키면서 알코올을 계외로 꺼낸다. 프로필렌은 디이소프로필 황산과 산성의소프로필 황산으로 용해된다. 가수분해물은 IPA와 에테르 및 중합물의 산성용액으로 얻어진다. 이것을 분류해서 알칼리액으로 중성으로 만든 후 제품화한다.

고농도 황산법에 의한 이소프로필 알콜의 제조는 프로필렌에 농도 87%의 황산을 흡수시킨 다음, 물을 가해서 증류하면 물을 함유하는 이소프로판올이 생기므로, 이것을 탈수하여 순도가 높은 제품으로 만든다. 이 방법을 강산법(strong acid method)라 한다.

2) 용도

- 인공감미료, 알코올 비첨가 음료(25ppm), 사탕(10~75ppm), 구운 제품들(75ppm)
- 아세톤, 이소프로필 아세테이트, 제초제용 에스테르, 크산틴산염, 글리세롤, 메틸 이소부틸 케톤, 메틸 이소부틸 카비놀, 이소프로필아민, 이소프로필 아세테이트의 제조 시 사용
- 알코올의 자가 산화과정을 통한 과산화수소의 생산
- 병리학에서 표본 저장 및 조직의 탈수에 사용.
- 아이스 팩의 제조에 사용
- 셀락, 크레오소트, 셀룰로오스 유도체, 코팅제의 용제
- 급속건조오일, 급속건조잉크 제조 시 사용

- 에틸알코올을 변성시킬 때 사용
- 액화연료의 제빙제
- 방부제

IPA(isopropyl alcohol)의 물리적 성질은 에틸알코올과 비슷하고 용제와 유사한 목적으로 사용되거나, 이소프로필화제로서 합성화학에서 사용되고, 오일, 검, 레진, 액화 연료의 부동액으로 사용된다. 70%의 IPA는 소독용 알코올로 광범위하게 사용된다. 또한 피부에 바르는 로션, 모발용 화장품, 남성 면도 제품, 몇몇 가정 에어로졸 제품에서 찾을 수 있다. 의료용으로는 국소마취제, 외과 소독용 요오드팅크에 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

IPA에 대한 직업적인 노출은 IPA이 생산되거나 사용되는 작업장에서 흡입하거나 또는 피부를 통한 이 화합물과의 접촉으로 인해 일어날 수 있다. IPA에 대한 직업적인 노출은 여러 가지 산업적인 용도에서 IPA을 용매로 사용하는 화학물질을 제조하는 동안 또는 약용으로 쓰일 때 발생될 수 있다.

작업장에서 노출되는 유해화학물질은 물리적 성상에 따라 분진, 흄 미스트, 가스, 증기 등으로 분류할 수 있다. 이 중 가스는 화학설비(탑, 통, 반응용기, 배관)와 고압가스 용기에서 패킹의 노화, 배관 용접 불완전, 조작불량으로 누설되기도 하고 예기치 못한 화학반응에 의해 발생하기도 한다. 증기는 밀폐되지 않은 용기나 설비에서 증발하거나 도장, 접착, 인쇄, 세정 등의 과정에서 유해화학물질이 대기 중으로 증발하여 작업자에게 노출될 수 있다. 노출되는 유해화학물질의 증기압이 높은 것일수록(비점이 낮은 것일수록) 증발속도가 빠르다. 추출용, 세정탈지용, 반응용 목적으로는 단일성분 용제를 사용하지만 도료, 인쇄잉크, 접착제 등은 혼합 용제를 사용한다. 혼합용제는 각 성분이 온도에 따라 증발속도가 다르기 때문에 공기 중 농도가 액체상 용제의 성분비율과 다를 수 있다. 미스트는 스프레이, 발포, 교반 작업시 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.09	물리적 상태	액체	증기압	4.4kPa(33mmHg)(20℃)
끓는점	82.5℃	R-phrase	11,36,67	Log Kow	0.05
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 480 mg/m^3			STEL 400 ppm / 980 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 이소프로판올 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 프로필렌에 물을 첨가하여 제조한다. 크래킹으로 얻어지는 프로필렌을 진한 황산에 흡수시키고 이것에 물을 작용시켜 제조한다.

이소프로판올은 프로필렌을 농도 87%의 황산에 흡수시킨 다음, 물을 가해서 증류하면 물을 함유하는 이소프로판올이 생기므로, 이것을 탈수하여 순도가 높은 제품으로 만든다.

물도 산촉매 존재 아래 알켄에 첨가되어 알코올을 생성한다. 프로필렌에서는 2-프로판올(이소프로필알코올)이 얻어진다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이소프로판올 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 프로필렌에 물을 첨가하여 제조한다. 크래킹으로 얻어지는 프로필렌을 진한 황산에 흡수시키고 이것에 물을 작용시켜 제조한다.

이소프로판올은 프로필렌을 농도 87%의 황산에 흡수시킨 다음, 물을 가해서 증류하면 물을 함유하는 이소프로판올이 생기므로, 이것을 탈수하여 순도가 높은 제품으로 만든다.

물도 산촉매 존재 아래 알켄에 첨가되어 알코올을 생성한다. 프로필렌에서는 2-프로판올(이소프로필알코올)이 얻어진다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아세톤 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 이소프로필알코올의 증기를 가열한 산화구리 또는 산화아연 촉매 위로 통과시키면 탈수소되어 아세톤이 생성된다.

또 이소프로필알코올의 증기는 촉매상에서 산소에 의해 부분적으로 산화되어 아세톤이 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 니트로 셀룰로오스[1]의 제조(포장)

① 시나리오 : 목재펄프를 잘게 분쇄하여 여기에 질산, 황산 등의 산처리 과정을 거쳐 질소화된 셀룰로오스를 생산한다. 총 시간은 64시간 정도의 반응시간이 소요된다. 공정의 흐름은 원재료를 분쇄기를 이용하여 잘게 부수는 분쇄, 펄프에 황산과 질산을 투여하여 질화, 약 30분 정도의 체류시간을 통해 산을 다시 분리시키는 탈산, 안정화, 점도 조절, 세척, 탈수 및 치환, 증류의 단위이며 치환 및 포장 과정에서 탈수된 원료에 IPA를 투여하여 약 5시간 정도 체류과정을 거쳐 치환하여 제품을 완성한다. 제품의 질소함유율에 따라 용도가 달라진다. 질소함유율이 큰 것은 폭발성이 크고, 또 질소함유율이 비교적 작은 것은 셀룰로이드·래커 등에 쓰이고 그 밖에 콜로디온으로서 의료용에도 사용된다. 건조한 상태에서는 폭발하기 쉬우나, 수분을 함유하면 폭발성이 없어져 저장이나 운반이 용이하므로, 보통의 경우 20% 이상의 수분을 첨가하여 보존한다. 니트로셀룰로오스 화약은 니트로셀룰로오스만을 기제로 하는 무연화약이다.

분쇄 → 질화 → 탈산 → 점도조절 → 세척 → 탈수 → 치환 → 증류 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 질산섬유소라고도 하며, 화약에 쓰이는 경우에는 면약 또는 면화약이라 하고, 도료·셀룰로이드·콜로디온 등에 쓰이는 경우에는 질화면이라고도 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 광 및 촉매분해법의 의한 PCB(폴리염화페닐)의 처리(IPA 투입)

① 시나리오 : 광 및 촉매분해법에 의한 PCB의 처리법은 낮은 운전온도, 상압, 완전 폐쇄계, 무산소계로 처리할 수 있기 때문에 안전하고 처리시간이 짧고, 분해성능이 우수하므로 효율적이며 사용하는 IPA 및 촉매는 재사용 할 수 있어 폐기물의 저감이 가능하고 연소공정 등을 포함하지 않기 때문에 다이옥신류의 발생이 없다는 장점이 있다.

PCB와 IPA 및 수산화나트륨을 60℃ 이하의 상압에서 혼합, 자외선을 조사하는 것에 의해 PCB를 탈염소화하여 대부분의 PCB를 분해시킨 후, 남은 PCB를 분해하기 위하여 75℃로 가온하여 촉매를 가하는 화학반응을 행하여 PCB를 염 및 비페닐, 아세톤, 물로 변화시킨다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 화장품 제조(혼합)

① 시나리오 : IPA는 자체의 기화성이 강하고 물과 기름을 섞는 성질(계면활성제로 이용하기도 함), 살균작용, 시원한 느낌을 준다는 이유로 화장품의 성분으로도 많이 사용되고 있다.

분산 → 유화 → 가용화 → 혼합 → 분쇄 → 성형 및 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 접착제(용제로 사용)

① 시나리오 : 접착제는 일반적으로 주결합제, 용제, 가소제, 충진제, 경화제, 노화방지제, 방부제, 점도부여제, 소포제, 안료 등 일부나 전부가 혼합되어 있다. IPA는 접착제 제조에 주로 사용되는 유기용제 중의 하나이다.

원료의 계량 → 배합 → 교반 → 반응 → 합성 → 냉각 → 희석 →포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 도료(용제로 사용[1])

① 시나리오 : IPA는 도료의 제조에 주로 사용되는 유기용제 중의 하나이다. 도료 제조공정은 회분식 공정(batch process)이며, 단순한 혼합 및 분산 기술로 구성되어 있다. 도료의 제조공정에서 유기용제는 전체 공정 중에서 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 도료에서의 용제는 중합체를 용해하여 도장할 때의 건조속도를 조절하거나 작업성을 좋게 하거나 또는 도막에 평활성(유동성)을 부여하는 성분이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 동결 방지제(혼합)

① 시나리오 : 가솔린의 동결을 방지하기 위하여 이소프로필알코올 등의 고급알코올을 2% 가량 첨가한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 소독약[1] 제조(원료 투입)

① 시나리오 : IPA는 대표적인 소독약제의 원료이다. 제약공정과 유기화학공정에서의 몇몇 과정은 유사하다. 작업자들은 연구와 개발 및 제조과정 그리고 품질조절 공정 동안 화학물질과 약물로부터 노출될 수 있다. 대체적으로 연구와 개발을 하는 실험실과 품질검증과 조절 분석, 운영과 유지 등을 할 때, 아니면 최종산물이나 폐기물을 버릴 때 노출이 많다. 의약품의 제조 공정 중에서 투입/반응 공정에서 노출 가능성이 있다.

원재료 → 투입/반응 → 배합/탈수 → 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 병원미생물을 사멸시키는 약제로서 에탄올(에틸알코올)과 이소프로판올(이소프로필알코올)이 있으며, 에탄올은 70%용액이 사용된다. 결핵균을 비롯하여 거의 모든 세균·바이러스·리케차에 효과가 있으나, 아포에는 효과가 없다. 현재 널리 사용되는 소독제에는 손가락과 주사기 등의 소독에 사용되는 것에는 소독용 에탄올(소독용 알코올)이나 이소프로판올(50%) 등의 알코올류, 실내소독이나 의복·거즈류의 소독에 사용되는 포르말린(포름알데히드액), 수술용과 구급용기구의 소독이나 간염바이러스의 소독에 사용되는 글루타르알데히드라는 알데히드류가 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 단백질 농축물[1](용매 첨가)

① 시나리오 : 생선을 가공하여 만든 생선단백질농축물에 보통 곡물이나 밀로 만든 음식물을 첨가하여 모자라는 리신을 보충한다. 생선단백질농축물 가루는 생선을 갈은 후 액체와 고체를 분리하는 이소프로판올 용매를 첨가하여 만든다. 이때 고체 성분은 원심분리로 추출하며, 이런 과정을 몇 번 반복한 뒤 마지막 원심분리가 끝나면 고형물을 말려서 가루로 만든다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사람이나 동물에 단백질이 부족할 때 이를 보충하기 위해 쓰는 단백질 성분이 매우 높은 물질이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 잉크[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 인쇄과정에서 가장 중요한 공정은 인쇄잉크를 사용하는 작업이다. 인쇄 잉크에는 많은 종류의 유기용제들이 포함되어 있고 또한 착색제로 사용 되는 각종 안료나 염료 등에는 여러 가지 중금속 성분들이 함유되어 있다. IPA도 이런 잉크용액의 주요 성분 중의 하나이다. 전체 공정 중에 노출이 의심되는 공정은 배합, 포장, 출하 공정이다.

원재료 → 혼합반응 → 냉각 → 희석 → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사용되는 잉크의 종류는 그 성분에 따라 크게 유성잉크, 수성잉크, 알코올성잉크, 글리콜성 잉크, 수지형 잉크, 왁스형 잉크, 폴리아미드형 잉크, 고무베이스형 잉크 등으로 나누고 그 종류에 따라 유해성분에 많은 차이가 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 세척(함침식 공정)

① 시나리오 : 세척작업은 금속이나 플라스틱의 표면에 있는 그리스나 오일, 왁스와 같은 오염물질을 제거하는 작업 거의 모든 공장에서 볼 수 있는 작업이다. 이소프로필알코올은 다양한 업종에서 세척액으로 사용되고, 노출이 발생할 수 있다.

함침식(디핑세척)시에는, 초음파 세척조 등에 세척액을 주입하여 피세척물을 담근 다음 탈지 또는 세척하는 방식, 세정고리 등 지지대를 이용하여 세척조내에서 고정시키거나 회전, 진동시켜 탈지, 피세척물이 소형인 경우 세척망을 이용(일반적으로 금속가공사업장에서 많이 사용, 부품이 들어가고 빠져나오는 부위로 다량의 세척액 미스트와 증기가 발생 가능, 세척기가 고장 났을 때, 수리할 때, 부품을 교체할 때 고농도의 유기용제에 노출될 수 있으므로 충분히 환기가 이루어진 상태에서 출입). 세척제는 가열될 때, 세척되는 물품의 단면적이 클 때 독성이 더 많이 나오게 된다. 수동식 세척시에는, 붓, 헝겊, 탈지면, 브러쉬 등을 이용하여 생산부품 표면에 부착된 불순물을 제거, 세척액이 담긴 분무기로 뿌린 후 헝겊 등을 이용하여 이물질을 제거한다.

원재료 → 가공 → 세척 → 조립 → 세척 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 120 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 나염[1] 가공(용제로 사용)

① 시나리오 : 나염은 적당한 흰 풀을 매체로 하여 염료, 안료 등의 착색제와 발염제, 방염제 등의 약제와 조제를 섞은 나염풀을 만들고 날인하여 피염물을 부분적으로 착색 또는 탈색시켜 무늬의 형성과 함께 염색이 이루어진다. IPA가 함유된 용제를 사용하고 있어 작업자에게 노출이 되고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 나염이란, 넓은 의미에서 염색의 일종으로 직물, 편직물, 카펫, 실, 슬라이버 등과 같은 섬유 재료에 염료나 안료를 점조한 호액에 넣어 피염물을 부분적으로 인날하여 모양(무늬)을 표현하는 가공을 말한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 섬유산업에서 호제로의 사용

① 시나리오 : 제직, 직조공정은 권사, 정경, 가호, 비밍, 동경, 제직 등의 단계로 나뉜다. 이 중 가호작업은 경사와 위사가 서로 조합되어 짜여지는 직물의 경사에 호제, 즉 풀을 먹이는 공정이다. 이는 실을 구성하고 있는 섬유를 부착시키고, 실의 잔털을 자신의 본체에 부착시키며, 실의 내마모성을 향상시켜 정전기 발생을 감소하며, 여러 공정에서 실의 취급도 쉽게 하기 위한 공정이다. 호제로 사용되는 물질 중 IPA는 대표적인 물질이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 120 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(057) 일산화탄소 Carbon monoxide 630-08-0

1. 개요

1) 제조

연소 시 산소가 부족하거나 연소온도가 낮으면 완전연소가 일어나지 못하여 불완전 연소생성물인 일산화탄소가 생성된다.

실험실에서는 포름산을 진한 황산 또는 진한 질산 속에 떨어뜨려 탈수하는 방법이 사용되는데, 순수한 것은 니켈카르보닐을 200℃에서 분해하면 생긴다. 탄산칼슘과 아연분진을 가열하여 제조 할 수도 있다.

공업적으로는 석탄·코크스 등을 적열하여 공기를 불어넣어 발생로 가스를 만들거나, 수증기를 반응시켜 수생가스를 만들어, 불순물을 제거하여 정제한다. 공업적으로는 대개의 경우 질소나 수소가 혼입해 있는 정제 이전의 것을 그대로 사용하나, 정제할 때는 물 또는 알칼리수용액으로 세정하고, 필요할 때는 액화시킨 다음 분별 증류한다. 또 구리(Ⅰ)암모니아착염수용액에 흡수시킨 다음 재발생시키는 방법도 있다. 또한 용광로 과정이나 탄화칼슘 합성과 같은 공장의 공정과정에서 배출된 기체에서도 분리될 수 있다.

2) 용도

- 전자공업재료(반도체), 합성출발물질 및 중간체
- 발생로가스·수성가스 등의 주성분
- 공업용 기체연료 (합성가스 생산)
- 금속 야금의 환원제로서 널리 사용[1)]
- 포스겐을 만들어, 이로부터 각종 화합물을 합성
- 나프타를 분리하여 일산화탄소를 추출하여 정제한 후 TDI, MDI 등의 이소시아네이트 제조에 사용되거나, 초산 제조에 사용
- 석유 형태 상품을 위한 Fischer-Tropsch 공정
- 카르보닐기 금속의 제조 시 화학적 중간체[2)]
- 흰 아연 색소의 제조
- 메탄올, 아세트산, 아크릴산, 포름산, 포름산 메틸, N,N-디메틸포름아미드, 프로피온산의 합성
- 디메틸포름아미드, 알데히드를 매개로 한 옥소알콜(예: 부틸알콜), 포름산메틸, 알킬기의 탄산염 & 규소 카바이드 섬유
- 에틸렌-일산화탄소 코폴리머의 코모노머
- 금속의 정화 (니켈카보닐의 니켈의 정제제)

---

1) 예를 들면, $Fe_2O_3+3CO \rightarrow 2Fe+3CO_2$ 와 같이 산화철이 환원되는데, 이와 같이 대부분의 금속 산화물광석에 작용시켜 금속을 얻을 수 있다.

2) 예: 카르보닐기 텅스턴; 에틸렌 글리콜

■ 알칼리성 수용액과 반응하여 포름산염 생성

3) 노출 및 결정인자[3)]

일산화탄소의 발생 또는 노출 가능성이 있는 작업장으로는 코크스 제조, 제철, 탄광(발파), 기관실, 석유화학, 야금 등 화염을 취급하는 작업, 유기합성, 주물공정, 초산제조, 암모니아제조, 맥주발효, 수산 제조, 터널작업, 수성가스 취급 작업, 내연기관(예: 프로판 또는 화석연료를 연료로 사용하는 포크리프트)을 실내에서 운전하는 작업 등이다.

소방관, 교통경찰, 석탄 채광, 코크스 오븐과 제련소 근로자, 탄약관련 근로자, 톨게이트 직원, 그리고 교통기계와 관련된 직업을 가진 사람들(고속도로와 터널의 통행료 징수원, 차량검사원, 교통경찰관, 지하주차장 종사원)은 오염된 일산화탄소에 노출되기 쉽다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	28.01	물리적 상태	가스	증기압	1mmHg(고도)(20℃)
끓는점	-191.5℃	R-phrase	61,12,23,48/23	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 30 ppm / 34 mg/m^3			STEL 200 ppm / 229 mg/m^3	

3) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 일산화탄소 생산(나프타 공정)(현장 관리)

① 시나리오 : 산소가 불충분한 상태에서 탄소 또는 탄소화합물이 연소할 때나 이산화탄소를 높은 온도에서 코크스에 의해 환원할 때 생기는 기체이다.

원료인 액체 나프타를 증기화 시켜서 원료 중에 포함되어 있는 불순물인 황을 제거하고 고온의 개질로에서 과잉의 수증기와 반응하여 개질가스를 얻고 난 뒤 과잉 수증기가 제거된 개질 가스는 수소와 일산화탄소로 분리 및 정제공정을 거쳐 제품화 된다.

나프타 → 탈황공정(수증기 투입) → 수증기개질 → 공정가스 냉각 및 수분분리 → 건조→ CO 흡착 → CO 탈착→ CO 생산

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	800 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 일산화탄소 제조(코크스 공정)(출하)

① 시나리오 : 공업적으로는 코크스 또는 석탄을 원료로 해서 만든다. 가열한 코크스에 공기를 접촉시키면 일산화탄소와 질소의 혼합물(발생로가스)이 얻어지고, 또 수증기를 접촉시키면 일산화탄소와 수소의 혼합기체(수성가스)가 얻어진다.

일산화탄소는 코크스 공정을 통하여 생산된 후, 자동 저장/출하 공정을 통하여 근로자에게 노출이 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	800 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: TDI 합성(원료 투입)

① 시나리오 : TDI 제조 원료인 NAP, 일산화탄소, 수소를 반응기에 파이프라인을 통하여 투입한다. 반응을 통하여 부산물인 염산이 생성된다.

원료투입 시 일산화탄소에 근로자가 노출될 수 있지만, 장치 설비의 특성상 노출가능성은 높지 않다.

원료 투입 → 반응 → 여과/정제 → 저장 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 옥소알코올 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 가스화 공정에서 고온의 스팀과 함께 혼합하여 가스화 시킨 후, 가스 정제화 공정을 거친다. 생성된 일산화탄소, 수소 등의 가스와 프로필렌을 혼합하여 옥소반응을 한 후 알데히드를 제거시킨다. 여기에 수산화나트륨과 수소를 첨가하여 옥소알코올을 합성한 후 정제한다.

옥소반응을 위해 일산화탄소를 반응기에 투입할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

프로필렌 → 옥소 반응($CO+H_2$ 투입)→ 알데하이드 정제 → 알돌반응(NaOH) → 수첨반응 → 알콜정제 → 옥탄올(옥소알콜)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: MDI 생산(시료 채취)

① 시나리오 : 포스겐은 활성탄으로 채워진 4개의 반응기에 일산화탄소와 염소가스가 연속적으로 공급되면서 생산되며 MDA와 반응하여 MDI 생산을 위한 원료로 사용된다. 염소와는 촉매 존재하에 반응하여 포스겐이 된다.

라피네이트(raffinate)를 예열, 탈황, 재형성 후 흡착, 탈착, 가압단계를 거쳐서 수소와 CO가 생성되며, 생성된 일산화탄소는 포스겐공정에 원료로서 공급된다.

시료채취 공정에서 반응되지 않은 일산화탄소에 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 폴리카보네이트 수지 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 일산화탄소와 염소 가스가 연속적으로 공급되면서 포스겐이 생산되며 비스페놀 A(bisphenol A, BPA), 수산화나트륨, 물 등과 중합반응 하여 폴리카보네이트가 제조된다.

일산화탄소가 원료로서 공급되는 공정에서 노출이 발생할 수 있다. 또한 현장관리과정에서 노출발생가능성은 높지 않지만, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

반응 → 세정 → 증발 → 건조 → 저장(중간제품) → 성형 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아세트산 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 아세트산 제조는 반응기에 메탄올과 일산화탄소를 반응시켜 합성된다.

원료로서 사용을 위하여 일산화탄소를 반응기 투입 시 노출이 발생할 수 있다. 또한 제품의 포장과정에서 미반응 물질의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 메탄올 제조의 원료(현장 관리)

① 시나리오 : 일산화탄소와 수소를 촉매로 써서 합성한다. 원료로서 석탄을 이용했던 시대에는, 일산화탄소와 수소혼합물(수성가스)의 접촉반응으로 제조하였다. 천연가스의 주성분이 메탄이기 때문에 오늘날에는 이것을 원료로 사용한다. 메탄을 촉매상 수증기 또는 산소와 반응시켜서 수소를 주성분으로 하여 일산화탄소를 포함한 가스를 만든다. 이것을 합성가스라고 하며, 합성가스를 200~300℃ 정도의 온도와 수백기압의 고압하에서 금속산화물을 촉매로 이용하여 반응시키면 메탄올이 제조된다. 현장관리 시 공정이 밀폐되어있어 노출 가능성은 높지 않다.

원료(일산화탄소, 수소) → 압축 → 여과 → 합성 → 냉각 → 분리 → 감압 → 정제 → 메탄올

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 니켈카르보닐[1] 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 일산화탄소를 40~100℃로 니켈 가루에 작용시켜 얻어지는 무색 휘발성의 액체이다. 고체는 바늘모양의 결정을 이루고 있으며, 구조는 4개의 CO가 Ni에 배위한 사면체형이다.

약 200℃에서 금속니켈과 일산화탄소로 분해한다. 이 증기는 강한 빛을 내면서 불타 그을음 모양의 니켈 가루를 만든다. 이 반응은 몬드법으로서 니켈정련에 이용된다.

일산화탄소의 노출은 원료로서 투입과정에서 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 벤젠·에테르·클로로포름에 녹고 묽은 산·염기 수용액 등에는 녹지 않으며 매우 독하다. 산화력이 강한 진한 질산이나 염소와 작용하여 니켈염과 각각 이산화탄소·포스겐을 만든다. 진한 황산과 접촉하면 폭발한다. 레페반응·요오드화반응의 촉매, 휘발유의 노킹억제제로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(058) 카드뮴 분진 및 염 Cadmium dusts & salts 7440-43-9

1. 개요

1) 제조

카드뮴을 생성하는 두 가지 주요한 공정이 있다. 고온-습식제련(pyro-hydrometallurgical)과 전기분해(electrolytic) 방법이 있다.

카드뮴은 아연(Zn) 전해의 정액공정으로 아연정제의 부산물로서 회수된다. 제법은 습식법과 건식법이 있으나 주로 습식법이 사용된다. 카드뮴은 아연광과 황화카드뮴 중에서 발견되며, 아연광의 제련 시 증기 중이나 황산아연을 정제할 때 슬러지로 얻어진다. 상업적으로 중요한 카드뮴 화합물로는 산화카드뮴, 질산카드뮴, 염화카드뮴, 황산카드뮴, 황화카드뮴 등이 알려져 있다.

카드뮴은 습기가 있는 공기 중에서는 서서히 산화되지만, 열을 가하면 산화카드뮴 흄이 생성된다. 카드뮴과 그 화합물은 가연성이 없지만, 불속에서는 분해되어 부식성과 독성이 있는 흄을 발생시킨다. 카드뮴 금속에 열을 가하면 할로겐, 인, 셀레늄, 황, 텔루르 등과 반응하고, 카드뮴 증기는 산소, 이산화탄소, 수증기, 이산화황, 삼산화황 및 염화수소 등과 반응한다.

2) 용도

- 자동차, 비행기, 전자부품의 전기도금
- 산업장비, 소방장비, 코팅, 전기도금 강철, 주철
- 카드뮴 설파이드, 카드뮴 셀레나이드 제조 (염료로 사용)
- 기계 광택제, 제빵용 광택제
- 석판술, 사진술, 전자공학, 광학
- 살충제 제조, 촉매제, 구리 경화제
- 니켈-카드뮴 전지를 포함하는 전지 제조, 반응 조절봉(reactor control rod)
- 염료 및 플라스틱 안정제 제조의 화학적 중간체
- Lichtenberg's, Abel's, Lipowitz', Newton's, and Wood's metal 와 같은 낮은 녹는점과 가용성을 갖는 합금의 구성요소
- 땜납 (납과 주석의 합금), 알루미늄 땜납

3) 노출 및 결정인자[1)]

산업장에서의 주 카드뮴 발생원은 카드뮴 합금작업, 카드뮴 코팅 금속의 산소 아

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

세틸렌 절단과정 및 카드뮴이 함유된 금속의 제련, 용해 및 정련과정 등이다. 카드뮴이 함유된 제품 생산 및 가공과 비철금속의 제련 시 공기 중의 카드뮴 농도는 증가하게 된다. 카드뮴은 다른 금속에 비해 비등점은 낮고 증기압은 크기 때문에 가열 처리시 산소와 결합하여 산화카드뮴 흄이 다량으로 발생한다. 그러므로 위와 같은 공정에 고온작업이 동반되면 카드뮴 흄이 발생하고, 호흡기를 통해 노출된다.

카드뮴에 대한 직업적 노출의 주 경로는 분진, 흄의 흡입으로 발생되며 높은 증기압과 관련이 있다. 다양한 산업의 종류와 각 공장의 특별한 작업 상태에 의해 공기 중 카드뮴의 농도는 달라진다. 고온 작업 과정에서 생성되는 산화카드뮴은 폐를 통해 효율적으로 흡수된다. 분진의 침착 및 흡수는 입자 크기와 관련이 있으며 입자의 크기가 큰 분진은 폐로 이동하지 않고 점액섬모를 통해 위장관으로 이동 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	112.4	물리적 상태	고체	증기압	0.095mmHg(320.9℃)
끓는점	765℃	R-phrase	26,37,49	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.03 mg/m^3 STEL -				

2. 노출 시나리오

ES01: 카드뮴 제조(용해)

① 시나리오 : 카드뮴은 아연(Zn) 전해의 정액공정으로 아연정제의 부산물로서 회수된다. 제법은 습식법과 건식법이 있으나 주로 습식법이 사용된다. 카드뮴은 아연광과 황화카드뮴 중에서 발견되며, 아연광의 제련 시 증기 중이나 황산아연을 정제할 때 슬러지로 얻어진다.

용해 과정에서 근로자에게 카드뮴에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 세라믹칼라 생산(믹싱)

① 시나리오 : 세라믹칼라 생산 과정에서 카드뮴이 사용되고, 노출이 발생할 수 있다.

특히 믹싱과 용해 공정에서 카드뮴 분진과 흄이 발생할 수 있고, 근로자에게 노출이 일어날 수 있다.

계근 → 믹싱 → 용해 → 칼라믹싱 → 분쇄 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 용접봉, 귀금속 재생재료 생산(주조)

① 시나리오 : 용접봉의 생산은 원재료입고, 카드뮴, 구리, 아연 등의 금속재료를 용해로에 투입하여 용해된 금속에 탈산, 탈가스, 처리를 한 후에 용융한 후, 주조, 절단, 산처리의 과정을 거친다. 그리고 검사한 후 출하하게 된다.

카드뮴 주요 발생 공정은 용해, 주조 과정에서 발생하게 되고, 근로자에게 노출이 발생하게 된다.

원재료입고 → 입고 → 용해 → 주조 → 절단 → 산처리 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 샷시 제작(래핑 공정)

① 시나리오 : 샷시 제작 시 카드뮴을 사용한다.

노출 발생 가능 공정은 카드뮴을 비롯한 분말원료를 배합하는 공정과 제품시트 접착작업인 래핑 공정이고, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원자재투입 → 배합 → 압출 성형 → 냉각 → 마킹 → 래핑 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: PVC 구성요소(components) 생산(압출 성형)

① 시나리오 : PVC 분말을 원자재로서 투입하여, 구성요소를 생산하는 과정에서, 저장, 배합, 열처리, 압출 성형공정에서 카드뮴의 노출이 근로자에게 발생할 수 있다.

원자재 → 투입 → 저장(Siro) → 배합실(배합작업) → 열처리(130℃) → 압출 성형공정 → 커팅 → 포장 후 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.33 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(059) 카올린 Kaoline 1332-58-7

1. 개요

1) 제조

카올린[1]은 자연적으로는 흰색 또는 밝은 노란색을 나타내며 광물의 카올리나이트(kiolinite)는 점토질물질이다. 실리카, 알루미나, 물로 구성된 하이드라 알루미나 실리카테스(hydrou alumina silicates)의 점토광물의 일종이다.

카올린 광석의 결정질 실리카의 함유량은 지리학적 위치에 따라 다양하다. 카올리나이트는 얇은 하나의 얇은 층으로 0.007um의 공간에 끼어 있는 운모와 같은 규산염이다. 상업적으로 사용되는 상품의 입자들은 넓이가 0.1~8um인 육각형의 작은 판으로 되어있다.

자연적으로 발생하는 카올린은 건식 또는 습식공정에 의해 정제된다. 건식공정은 분쇄, 건조, pulverizing, 분류과정을 포함하고, 습식공정은 카올린 현탁액 제조와 여러 가지 분류과정 (selective flocculation, magnetic separation, delamination, flotation), 탈수, 건조 과정을 포함한다.

2) 용도

- 종이, 페인트, 플라스틱과 세라믹의 코팅이나 충진 작업에 사용
- 병, 유리잔, 도자기, 벽돌, 포트랜드 시멘트, 화학비료, 비누, 방직생산에 사용
- 고순도의 카올린은 의약품(지사제)이나 화장품에 사용
- 내화성 유리섬유의 구성성분
- 광택용 파우더의 구성성분
- 합성비석(zeolites)의 개시물질
- 3성분 자기(triaxial porcelains)의 제조원료
- 크롬 III의 폐기처리시 크롬의 이동도를 늦추기 위한 침천물 충전재로 사용
- 고무산업에서 강화제 혹은 경화제로 사용
- 염화알루미늄을 생산하는 Toth 공정에서 카올린 흙은 알루미나의 공급원으로 사용
- 황산알루미늄 제조에 사용
- 인쇄잉크에 사용
- 열분해 촉매 및 분자체(molecular sieves) 제조에 사용
- 의치 제조공정에 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

1) 고령토・고릉토・백도토(白陶土:china clay)라고도 한다. 카올리나이트와 할로이사이트가 주성분으로, 장석류가 탄산, 물에 의한 화학적 풍화작용을 거쳐 생성된다. 순백색 또는 약간 회색이며 도자기의 원료로, 백자, 분청사기, 청자상감자기에 사용된다.

카올린을 사용하는 바이오, 벽돌, 건축, 유통, 분체, 내화물, 기와, 타일, 애자, 시멘트 등의 제조 또는 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다. 국내에서는 약 52개 사업장의 322명 근로자가 연간 2,700톤의 카올린을 취급하고 있는 것으로 조사되었다.

국내에서 용도별로 판매되는 종류는 타일과 내화물로 가장 많이 사용하고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	자료 없음	물리적 상태	분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	해당사항 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 카올린 제조(분쇄)

① 시나리오 : 자연적으로 발생하는 카올린은 건식 또는 습식공정에 의해 정제된다.

건식공정은 분쇄, 건조, pulverizing, 분류과정을 포함한다. 밀폐된 공정에서 제조되지만, 분쇄 공정에서 근로자는 카올린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 도자기 제조업(분쇄 공정)

① 시나리오 : 일반적으로 도자기는 원료가 되는 점토를 분쇄, 혼합하여 물로 이긴 다음, 그릇 모양으로 성형한다. 성형은 손가공, 물레성형, 주입성형, 프레스 성형 등의 방법으로 목적하는 제품에 가까운 모양으로 성형된다. 성형된 소지를 건조하고 대부분의 수분을 제거하여 가마에 넣고 700~1,000℃ 정도의 가마 속에서 초벌구이를 한 다음, 여기에 유약을 바르고 그림이나 모양을 넣어 1,300℃ 정도에서 본구이를 하여 완성한다. 이때 급작스러운 고온처리로 인한 수축을 고려하여 초벌구이, 재벌구이 및 장식구이의 3단계로 나누어 소성하는 경우가 많다. 단지 소결만으로는 물이 스며들기 쉬운 등의 이유로 유약(glaze)을 표면에 피복시킨다.

도자기 제조공장에서 보건상 가장 문제가 되는 것은 규산(silica, SiO_2)이 포함된 분진에 노출되는 것이다. 분진에 대한 주요 노출은 원료를 분쇄하고, 체질하고, 성형하여 건조 및 소성한 중간제품을 다듬는 작업에서 일어난다.

원료 → 분쇄 → 슬립 → 탈수 → 혼련 → 숙성 → 성형 → 건조 → 초벌구이 → 밑그림(안료첨가) 시유(유약 → 분쇄 → 혼합분쇄 → 슬립 → 시유) → 참구이 → 윗그림(안료첨가) → 제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 내화물 제조업(원료 파쇄)

① 시나리오 : 내화물의 종류에 따라 제조방법도 다소 다르지만, 원료를 분쇄, 혼합혼련, 성형, 건조, 소성의 순으로 구분된다.

원료의 반입과 저장과정에서 분진에 노출될 수 있다.

파쇄, 분쇄 그리고 선별 작업은 많은 양의 분진에 과다 폭로되게 된다. 작업은 주로 실내에서 이루어지고 때때로 덮개를 덮지 않은 채, 환기도 제대로 되지 않은 상태에서 환기시설이 불량한 장비로 이루어진다.

혼합 또는 반죽작업은 다양한 종류의 분진에 폭로될 수 있다. 만일 시스템이 개봉된 것이라면 분진에 대한 폭로는 원료를 혼합기에 집어넣을 때 발생한다.

압착 중 발생하는 적은 분진은 흑연, 탄화규소, 카본 블랙이 있다.

건조된 비정형 내화물(castables, mortars, gunning mixes)을 포장하는 동안 발생하는 분진폭로는 매우 자주 일어나는 일이다. 자루에 채워 넣는 작업에서 완벽하게 하지 못해 내용물이 터져 새어나오기도 한다.

원료의 입고 → 파쇄 → 분쇄 → 혼합/융합 → 성형 → 건조 → 굽기 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 위생도기, 내화슬러브 생산

① 시나리오 : 혼합 및 성형 공정별 작업 형태는 불규칙적으로 작업물량에 따라 이루어지고 있다. 단위 작업자별 발생 분진에 대한 폭로 수준을 연속 측정한 결과 노출기준 미만으로 검출되었다. 성형공정에서의 카올린 농도가 다른 공정에 비해 다소 높은 농도를 나타내었다.

원자재 → 믹싱 및 세라믹 성형 → 건조 → 유약 → 소속로 → 무늬작업 및 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 약품 생산(교반 공정)

① 시나리오 : 교반 및 조제 시, 원재료를 칭량 후 조제하여 교반기로 믹싱하고 반응기에 투입하여 합성하는데, 이 과정에서 유기용제와 분진이 발생한다.
건조 시, 약품과 유기용제를 가미해 건조시키는데 유기용제가 발생한다.
원료투입 → 교반 및 조제 → 전고 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 화장품 제조(타정공정)

① 시나리오 : 화장품 제조 시 계량 및 혼합공정과 타정공정에서 분진 및 가스상의 오염물질이 발생한다.

원재료 → 계량 및 혼합 → 타정 → 포장 및 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 타일유약의 원재료 생산(포장)

① 시나리오 : 카올린 포장공정에서 노출이 발생할 수 있고, 국소배기장치가 정상적으로 작동하지 않을 경우 사업장에 카올린 오염이 심화될 것으로 판단된다.
원재료 → 투입 → 포장작업

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 세라믹, 생활용품 제조(믹싱 공정)

① 시나리오 : 입고된 원자재를 오리인산 오일과 물을 넣고 믹싱 한 후 성형기로 성형하는 작업으로 파우더 형태의 원자재가 공기 중으로 비산되어지고 있으나 국소배기시설은 설치 가동 중이다.

원자재 → 믹싱 및 세라믹 성형 → 건조 → 유약 → 소속로 → 무늬작업 및 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(060) 코발트(금속 분진 및 흄) Cobalt(metal dust & fume) 7440-48-4

1. 개요

1) 제조

원광을 연소시킨 다음 적당한 산에 녹여 불순물을 제거한 후 수산화코발트를 침전시키고, 이것을 가열하여 산화물로 만든 다음 목탄을 가하여 1,000℃에서 환원시켜 금속분말로 한다. 또 오토클레이브 속에서 산이나 암모니아로 배소광석을 침출시켜 수소 환원을 시행하는 방법도 있으며, 황산으로 추출한 다음 납합금 양극으로 전기분해하는 방법도 있다.

정제하는 데는 전기분해 정제법이 많이 사용되는데, 조금속 코발트를 양극, 황산코발트용액을 전해액으로 하고, 격막을 두어 전기분해하면 음극에 순도 99.2~99.5%의 순금속코발트를 얻을 수 있다. 코발트카르보닐의 열분해, 순수한 화합물을 얻기 쉬운 착염 $CoCl(NH_3)_5$을 분해하는 방법 등도 있다.

화학적으로 우선 제1차 금속(니켈, 동)을 추출하고, 이에 수반되는 코발트를 획득하는 수많은 방법이 있다. 일반적으로 황화광석의 제련은 라테라이트 광석의 제련보다 덜 복잡하며, 또한 황화광석은 기계적인 방법에 의해 용이하게 고농축물로 업그레이드될 수 있다. 황화광석은 역시 공정에 적은 에너지를 필요로 하는 반면, 라테라이트 광석은 처리 중에 황화염 제거 공정이 필요치 않다.

2) 용도

- 아세트산코발트 (코발트 함량 24%의 5수화물): PTA, PET제조용
- 산화코발트
  (코발트 함량72~73%): 안료 및 고 순도와 일정한 물리적인 형태의 제품이 요청되는 분야
  (코발트 함량71~72%): 약 알칼리의 탄산나트륨을 지녀 유리 속으로 잘 결합되므로 세라믹 안료와 에나멜 유리에 사용
- 고순도 산화코발트: 나트륨이 배제되어야 하는 분야, 배리스터나 서미스터와 같은 반도체 장비, 리튬이온 2차 전지 양극 소재인 리튬 코발트 옥사이드
- 황산코발트: 기록매체의 자성 옥사이드, 메탈 피니싱, 동물 사료 (동물약품)
- 탄산코발트: 수공정 촉매, 세라믹 안료, 저니켈 함유의 사료 제품
- 수산코발트: 화학적 고 순도의 제품으로 코발트 61.5% 함유하며, 다공성 구조로 정유 및 석유화학산업에 촉매로 사용
- 혼합 아세트산코발트/망간-브롬화나트륨: 테레프탈산과 디메틸 테레프탈레이트(terephthalic acid and dimethyl terephthalate) 제조 시 촉매로 사용
- 질산코발트: 촉매와 메탈 피니싱
- 내식·내열강: 스테인레스강, 코발트기 합금(Co 40% 이상, Cr 20~30%,

W(Mo) 5~8%, Ni 2~10%, C 0.2~0.5%의 주조합금이 주이며 코발트 함유율이 높은 것(Co 60%)은 '스트라이트'라고 칭함).

- 초경합금: 고속도강보다 높은 고속절삭에 견디며, WC, TiC 등의 분말에 Co를 결합재로 하여 소결시킨 것으로 코발트를 5~10% 사용함
- 영구자석(permanent magnets, 약 30%): 코발트 금속과 금속 분말은 전화기, 자석 테입, 마이크로폰, 확성기, 컴퓨터 및 모터에 이용
- 다이아몬드공구 : 다이아몬드분의 소결재
- 황산코발트 형으로 VTR용 테이프에 첨가제로 사용
- 고강도 합금은 로켓, 제트엔진, 터빈 등에, 또 텅스텐 사용 시 바인더(binder)로 사용
- 유리 및 세라믹 산업에서 저량의 코발트 산화물이 유리, 도자기, 에나멜에서 철 때문에 생기는 노란색을 중성화시키는데 사용. 다량은 이런 생산물의 청색을 입히는데 사용
- 비철합금은 코발트를 대략 6~65% 함유하고 기타 Cr, W를 함유한, 철을 기본으로 하는 또는 코발트를 기본으로 하는 합금은 마멸 및 부식에 매우 강하기 때문에 절삭 도구, 결합재 등으로 사용
- 동위원소인 코발트 60 제조에 사용되고 생산된 방사선동위원소 ^{60}Co는 내부구조 또는 외부 물질을 밝히는데 X-ray와 라디움(radium) 대체용으로 사용
- 치과용과 수술용 합금 비탈륨(Vitallium) 구성성분(65%의 코발트, 30%의 크롬, 5%의 몰리브덴 또는 텅스텐)

3) 노출 및 결정인자[1)]

작업 중 노출경로는 소결공정 시 코발트의 흄(fume) 형태로 호흡기로 흡입되며, 피부와 눈에 노출된다. 코발트는 텅스텐탄화물(WC), 티탄카바이드(titanium carbide; TiC) 및 TaC의 분진과 조합된 형태로 노출되기도 한다. Co를 함유한 시멘트 WC을 제조 및 분쇄 연마에 근무하는 근로자는 분진 형태로 노출될 수 있다.

코발트에 잠재적인 노출을 가능성이 있는 직업으로는 초산 제조자, 합금 제조자, 알니코 자석 제조자, 암모니아 마스크 제조자, 기압계 제조자, 도금공, 촉매 작업자, 시멘트 제조자, 접합된 탄화물 제조자, 세라믹 작업자, 코발트 비누 제조자, 화장품 제조자, 염색약 제조자, 약물 제조자, 전기도금공, 에나멜 작업자, 에틸 아크릴레이트 제조자, 비료 작업자, 유리원료 작업자, 가스 마스크 제조자, 가스 혼합자, 유리 도색자, 글레이즈 작업자, 고속 금속 도구 작업자, 습도계 제조자, 잉크 제조자, 코발트 철 도금공, 램프 필라멘트 제조자, 자석철 작업자, 금속 제련업자, 니켈 부속물

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

작업자, 페인트 건조제 제조자, 페인터, 자기 작업자, 보호막 제조자, 내화벽돌 제조자, 고무 제조자, 규산염 페인트 제조자, 암석 보관함 제작자, 방수 시멘트 제조자, 용접공 등이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	58.9332	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	3,200℃	R-phrase	42,43	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.02 mg/m^3 STEL -				

2. 노출 시나리오

ES01: 코발트 제조(용해)

① 시나리오 : 원광을 연소시킨 다음 적당한 산에 녹여 불순물을 제거한 후 수산화코발트를 침전시키고, 이것을 가열하여 산화물로 만든 다음 목탄을 가하여 1,000℃에서 환원시켜 금속분말로 한다.

정제하는 데는 전기분해 정제법이 많이 사용되는데, 조금속 코발트를 양극, 황산코발트용액을 전해액으로 하고, 격막을 두어 전기분해하면 음극에 순도 99.2～99.5%의 순금속코발트를 얻을 수 있다.

용해 공정에서 근로자에게 코발트 흄 등에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 초자기구 제조(현장관리)

① 시나리오 : 원재료를 배율에 맞춰 투입한다. 모래와 티타늄 등을 혼합하여 용해로에 투입하고 1,500~1,600℃로 유지한다. 유리물을 제품의 규격에 맞게 찍어낸다.

원료투입공정에서 코발트에 노출될 수 있다. 1포(20kg)을 건조실에서 64℃로 건조한 후 수작업으로 하루 약 6kg을 투입한다. 투입 시 작업빈도는 회당 15~30분이고 계량시에는 회당 2~3분으로 하루당 10회 작업한다. 근로자가 코발트를 직접 사용하는 시간은 하루 30분 이하이다. 단시간 작업이며 작업 후엔 작업장과 격리되어 있는 계기실에서 머문다. 현장관리를 위한 근로자에게 코발트에 노출이 발생할 수 있다.

건조, 투입, 계량 → 용해 → 성형 → 핀 삽입 → 서냉 → 치수검사 → 연마 → 세척 → 검사 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 브라운관 제조공정(원료 투입)

① 시나리오 : 일정비율의 산화인듐과 산화주석의 원료를 분쇄시켜 투입한다. 고무 주형 분말 파우더를 압력에 의해 원하는 형태의 성형체로 만든다. 전기로를 이용하여 승온한 후 냉각하여 소결체를 만들고, 소결체의 표면을 연마기를 이용하여 연마한다. 가공 완료한 제품과 동판을 접합시키는 본딩작업을 거친 후, 검사, 출하한다.

코발트 취급량은 25kg/1회(1주/2회)로 니켈과 코발트를 섞어 물에 용해한 후 팔레트와 배합한 것이 원재료인데, 이것을 원료탱크에 투입 시 원료의 분진이 많이 발생하므로 공정이 밀폐되어있지만 근로자에게 노출될 수 있다.

원료투입 → 성형 → 소결 → 가공 → 본딩 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 기계부품제조업(니켈 공정)(배합 공정)

① 시나리오 : 니켈, 아연, 코발트, 구리, 비소를 혼합하여 산화상태로 만들고 이들은 넣어 프레스 기계로 모양을 만든다. 모양을 자르고 절삭유를 이용해 매끄럽게 한다(건식연마). 건조로를 통해 소결공정을 거치면 제품이 견고해진다. 제품을 검사하고, 포장, 출하한다.

배합공정은 밀폐되어있지만 비산분진에 의해서 근로자에게 코발트 노출이 발생할 수 있다.

원료배합 → 성형 → 절삭 → 소결 → 검사 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 특수합금강 공정(출탕 공정)

① 시나리오 : 취급량은 1.5톤/월로 주물 공정 중 용해작업 시 용융 흄이 미세하게 비산함으로써 노출 가능하다.
또한 용해액을 조형틀에 붓는 출탕작업 시 코발트 흄이 발생하여 근로자에게 노출 가능하다.
원료 → 칭량 → 용해(주물) → 출탕(주물) → 사상 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 초경합금 제조(성형/컷팅)

① 시나리오 : 원료인 코발트, 텅스텐, 파라핀, 메탄올이 입고하면 적정비율로 배합한다. 제품의 내경을 압축하는 1차 성형을 거쳐 내경과 외경 컷팅 및 블라인딩 작업을 하는 2차 성형을 거친다.

취급량은 250kg/월로, 볼밀 및 배합실에서 분말형태의 원재료 사용으로 부유분진이 많다. 1차 성형 시 자체적 및 배합실로부터 분진이 유입된다. 2차 성형 시에도 컷팅 및 블라인딩 작업 시 분진이 발생한다. 공정이 밀폐되어있지만, 작업장 전체적으로 분진의 직·간접적 노출이 발생할 수 있다.

원료입고 → 배합, 볼밀 → 1차 성형 → 1차 소결 → 2차 성형 → 2차 소결 → 제품출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 톱날 제조(배합)

① 시나리오 : 파우더를 알갱이화하기 위해 파라핀과 혼합, 파라핀을 녹이는데, IPA와 아세톤을 배합 시 사용한다. 금속파우더를 프레스로 압축하여 톱날을 성형하고, 이형제에 메탄올을 혼합하여 소결한다. 소결된 톱날을 그라인더를 사용하여 건식연마하고, 원형판과 톱날을 건식연마한 후, 레이저용접을 하여 공기를 분사, 냉각한다. 소형원형톱을 습식연마한 후 111-TCE로 세척한다. 망치 등으로 평평하게 교정하고, 스프레이를 사용하여 전면, 후면, 상표를 도장한다.

코발트 취급량은 5톤/월로, 파우더실에는 여러 종류의 유기화합물이 존재하여 흡입가능성이 크다. 코발트 함유 분말을 이용하여 배합하는 공정 시 공정이 밀폐되어있지만 먼지가 비산할 수 있다.

원자재입고 → 배합 → 성형 → 소결 → 연마 → 용접 → 세척 → 교정 → 도장, 마킹 → 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 치과기공소(연마)

① 시나리오 : 임플란트 가공 시 코발트가 약간 들어간다.
연마작업 시 공정이 밀폐되어있지만 코발트가 함유된 분진이 발생하고, 근로자에게 소량의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 유리제조 및 유리공예(교반/용해)

① 시나리오 : 유리를 불어서 만드는 제법으로 글라스 블로잉은 원료로부터 유리를 만든다. 가장 기본적인 원료는 순수한 실리카이다. 납, 은, 동, 코발트, 주석, 세레늄, 바륨, 비소, 비소, 망간, 수은과 다른 금속들이 유리에 특별한 색(착색제)을 내게 하거나 단단하게 하기 위해서 쓰인다.

코발트 용해조($CoCl_2$반응조)에 물, 코발트 분말 및 염화수소를 투입하고 교반시키면서 용해작업을 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(061) 크로톤알데히드 Crotonaldehyde 4170-30-3

1. 개요

1) 제조

희석한 산 용액에 알돌을 첨가 후 얻게 되고, 증류에 의해 크로톤알데히드를 얻게 된다. 탄화수소의 직접 산화법은 크로톤알데히드의 합성을 가능하게 한다. 대부분의 경우 단지 미량만 생성되지만, 1,3-부타디엔의 산화는 비교적 높은 농도로 생성된다(Consortium process).

2) 용도

- 노르말-부틸알코올 제조에 사용
- 유류 정제시의 용제, 윤활유의 정제
- 살충제, 농약, 항암제, 체류가스
- 유기합성에 사용
- 부탄올과 부틸알데히드와 석유가스의 가온에 사용
- 가죽제혁에 사용

쉽게 산화되어 크로톤산[1]이 된다. 이중결합을 환원시키면 n-부틸알데히드가 생성되고, 카르보닐기가 환원되면 n-부틸알코올이 생성된다. 크로톤알데히드는 식품보존제로 중요한 솔빈산[2]의 합성원료로 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[3]

화학물질의 중간재로서 제조나 사용 시 노출될 수 있을 뿐만 아니라, 가솔린이나 경유, 터빈 엔진의 배출물, 폴리머, 담배, 그리고 목재의 연소, 화산분출에 의해서도 노출될 수 있다. 직업적 노출은 상업적 제품의 생산과 사용하는 장소에서 흡입이나 피부접촉을 통해 일어날 수 있다. 일반 인구에서의 노출은 담배연기나, 가솔린, 디젤 엔진 배출물, 목재 연소의 흡입에 의해서 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

1) CHCH=CHCOOH
2) CHCH=CH-CH=CH-COOH
3) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	70.99	물리적 상태	액체	증기압	30mmHg(20℃)
끓는점	104.0℃	R-phrase	11,23,36/37/38,50/53	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 6 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 크로톤알데히드 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 아세트알데히드에 염화수소나 염화아연을 첨가, 가열하여 생기는 알돌을 탈수시키면 얻을 수 있다.

이 방법으로 합성된 이중결합의 입체배치는 트랜스형이다. 공업적으로는 알칼리 촉매를 사용한 알돌축합과 아세트산촉매를 이용한 알돌탈수를 조합하여 만든다. 중합되기가 쉬우므로 히드로퀴논 등의 중합방지제를 첨가하여 보존한다.

반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 크로톤알데히드는 근로자에게 노출이 발생 할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩 관리접근 2에 해당하나, RCR 값이 커서 관리접근 3을 위해도 관리방법으로 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 식품보존제(솔빈산) 합성원료(원료 투입)

① 시나리오 : 최초의 솔빈산 합성은 크로톤알데히드와 말론산을 피리딘안에서 반응시켜 얻었다. 말론산 염을 이용하여, 수율이 개선되었다. 최초 상업적인 합성법 중의 하나로, 삼플루오르화붕소 존재 하에 케텐(ketene)을 크로톤알데히드와 0℃의 에테르 안에서 반응시켜서 솔빈산을 얻는 방법이 있다. 락톤이 생성되고, 락톤은 산과 반응하여 70% 수율로 솔빈산을 생성한다.

원료 투입과정에서 크로톤알데히드에 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 크로틸 알코올[1](현장관리)

① 시나리오 : 물에 대체적으로 녹고, 대부분의 유기용제에 용해되는 투명한 액체이다.

크로틸 알코올은 크로톤알데히드의 환원 반응을 이용하여 제조된다. 근로자는 현장관리를 통하여 크로톤알데히드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 크로토닐 알코올이라고도 하고 불포화알코올이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 퀸알딘(quinaldine)[1]의 합성원료(원료 투입)

① 시나리오 : 퀸알딘 또는 2-메틸퀴놀린은 이종고리식 퀴놀린의 간단한 유도체이다.

퀸알딘은 아닐린과 크로톤알데히드로부터 Skraup 반응의 Doebner-von Miller 변형을 통해 제조 할 수 있다.

근로자에게 노출은 크로톤알데히드의 원료 투입과정에서 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 항말라리아제로 사용될 뿐 아니라, 염료, 식용색소, pH적정시약 및 다른 약을 제조할 때 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 부틸알데히드 합성(시료 채취)

① 시나리오 : 부타날이라고도 하고, 부타논의 이성질체임과 동시에 부탄의 알데히드 아날로그이다. 부틸알데히드는 1-부탄올의 촉매 탈수소화에 의해서 제조하거나, 크로톤알데히드의 촉매 탈수소화에 의해서, 또는 프로필렌의 하이드로포밀화(hydroformylation)에 의해 제조한다. 공기 중에 노출되면 산화되어 부티르산(butyric acid)을 생성한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩 관리접근 2에 해당하나, RCR 값이 커서 관리접근 3을 위해도 관리방법으로 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 서방형 비료[1] 크로토닐리덴 다이유레아[2] 합성(미반응 노출)

① 시나리오 : 요소와 크로톤알데히드의 반응에서 얻어지며, 크로톤알데히드 대신에 알돌을 사용해도 같은 물질이 생성되는데 이 반응에서는 촉매제로 산이 필수적이다. 그러나, 최근에는 요소와 아세트알데히드의 반응을 통하여 CDU를 얻을 수 있다.

반응 후 포장과정에서 원료로 투입한 크로톤알데히드는 미반응 물질을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) slow-releasing fertilizer crotonylidene
2) crotonylidene diureas (CDU), 서독에서 처음 개발한 후 일본에서 새로운 방법으로 개발한 완효성 질소비료이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: vinyl chloride 중합반응(용제 사용)

① 시나리오 : PVC(polyvinyl chloride)의 용제로 사용되어 염화 비닐 중합반응에서 연쇄정지제(shortstopper)로 작용한다.
용제로서 투입과정에서 근로자에게 크로톤알데히드에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(062) 크롬산 연 Lead chromate 7758-97-6

1. 개요

1) 제조

크롬산연은 크롬산나트륨과 질산납의 반응 또는 납일산화물과 크롬산 용액의 반응에 의해 제조될 수 있다.

2) 용도

- 자기류 장식, 공업용 페인트, 고무, 플라스틱의 염료
- 유기 물질의 화학적 분석

3) 노출 및 결정인자[1)]

크롬산연은 오일 페인트의 염료, 섬유 인쇄, 자기 장식등의 용도로 제조, 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

크롬산연은 호흡과 피부 접촉을 통하여 체내로 흡수되고, 호흡, 소변, 소화기를 통하여 대변 등으로 배설되게 된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	323.22	물리적 상태	고체, 분말	증기압	해당 안됨
끓는점	분해함	R-phrase	33,40,50/53,61,62	Log Kow	없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.05 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 크롬산연의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 크롬산연의 제조는 납일산화물과 크롬산 용액의 반응에 의해 제조될 수 있다.
근로자에게 크롬산연의 노출은 반응 후 품질관리를 위한 시료채취 과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장 사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 관리접근 2가 적절하나, 위험도를 고려해볼 때 관리접근 4가 적절하리라 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 방청안료의 제조(현장관리)

① 시나리오 : 일산화연(PbO)을 핵으로 하여 그 주위를 염기성크롬산연으로 둘러싼 구조를 갖는 연한 귤색의 방청안료이다. 알카리성을 나타내며 건성유와 반응하여 금속비누를 만들어 녹을 방지한다. 도료는 저장성이 좋아 장기저장이 가능하다.

방청안료의 제조는 밀폐 공정이어서 노출 가능성은 높지 않지만, 현장관리 근로자에게 크롬산연의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 황색안료의 원료(포장)

① 시나리오 : 크롬산 연($PbCrO_4$)이 주성분으로 녹색에 가까운 황색(황연 10G)에서 적미가 있는 황색(황연 5R)까지 있다. 비교적 가격이 싸고 성능이 우수하기 때문에 황색안료 중 가장 많이 사용되고 있다. 색상에 따라 성질이 조금씩 다르나 착색력, 은폐력이 좋은 안료이다. 내약품성은 약하며, 특히 황화합물에 의해 흑변하기 쉽다.

황색안료의 포장과정에서 근로자에게 크롬산연의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(063) 클로로벤젠[1] Chlorobenzene 108-90-7

1. 개요

1) 제조

촉매 존재 하에서 벤젠의 염소화에 의해 제조된다.

또한 벤젠과 염산 무수물과 반응하여 생성된다.

다른 벤젠 염화물과 같이 클로로벤젠도 높은 온도에서 벤젠을 염소화시켜서 상업적으로 생산된다. 이것은 염화철 같은 염소화 촉매를 이용하여 이루어진다. 또한 클로로벤젠은 고압과 염소가 존재하는 환경에서 페놀을 수용성 수산화나트륨(aqueous sodium hydroxide)과 함께 처리하여 생산하기도 한다.

2) 용도

- 살충제의 제조, 염료 제조의 중간체
- 섬유 팽윤제(fiber swelling agents), 섬유 산업에서 염료 매개체
- 타르와 그리스 제거제, 표면코팅과 표면코팅제거제의 용매
- 빌딩 보호를 위한 역청과 아스팔트 코팅제 생산의 용매
- 클로로벤젠의 질산염화는 니트로페놀, 니트로아니솔, 니트로페네톨, 클로로아닐린, 그리고 페닐에네디아민과 같은 중간체로 변화된 후, 염료, 작물 보호제, 약품제조, 고무 화학 등에 사용

페놀, 아닐린(aniline), DDT, 디페닐 옥사이드(diphenyl oxide), 디이소시아네이트(diisocyanates), 니트로클로로벤젠(nitrochlorobenzene)의 생산 시에 화학 중간체; 페인트, 칼라프린트 잉크, 드라이 크리닝의 용제, 열전달매체(heat trtansfer medium)생산에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

주로 노출되는 공정은 페놀(phenol), 아닐린, DDT 제조, 색소의 용매, 드라이클리닝이다.

클로로벤젠은 가장 널리 사용되어 온 벤젠 염화물 중에 하나이며 최소한 지난 50년 동안 가장 주요한 상업적 동질체(isomer)이었으며, 그 합성물은 수많은 과정에 이용되어왔다. 이전의 주된 사용용도는 DDT나 다른 유기염소 살충제의 합성 시

---

1) 사업장의 사용용기에 명칭표기는 모노클로로벤젠(Monochlorobenzene, MCB)으로 되어 있으며 MCB 약자로도 불리고 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

중간산물로 사용하기도 하고, 페놀과 아닐린의 생산에 주로사용 되었다. 주요한 사용원으로 니트로벤젠이나 디페닐옥사이드와 같은 화학물질의 생성에 중간 매개물로 사용되고 있다. 1989년, 클로로벤젠 총량의 76%가 독일에서 nitrochlorobenzene의 생산과정에 사용되었으며, 이렇게 생산된 합성물은 결과적으로 농작물 보호 약, 염색 약, 고무 화학제품을 생산하는데 사용된다. 클로로벤젠은 기계 등의 기름을 제거하는데 용매로 사용된다.(e.g. 금속 세척 과정) 페인트, 접착제, 왁스, 광택제 등의 용매로써의 역할도 하며 열전달 매질로 사용되기도 하고, 왁스나 광택제를 생산할 때 열을 전달하는 매개체로 서도 사용되며 합성수지, 향수나 살충제의 제조에 이용된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	112.56	물리적 상태	액체	증기압	8.8mmHg(20℃)
끓는점	131.6℃	R-phrase	10,20,51/53	Log Kow	2.89
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 46 mg/m^3			STEL 20 ppm / 94 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 화학 약품 제조업(소분 포장)

① 시나리오 : 주문생산방식으로 제품수주에 따라 부분적 또는 불규칙적인 작업을 수행하고, 작은 용량으로 소분된 제품은 창고에 보관되고, 모두 판매되면 다시 작업을 한다. MCB를 소분하는 1일 작업시간은 약 1시간 정도이고 나머지는 제품 포장, 운송, 보관 등의 작업을 수행한다.

작업 시에는 근로자가 반자동/수동 작업으로 호스를 통해 용기나 병 등에 주입하는 포장작업을 수행하고 있어 1시간 이내의 단시간이지만 높은 농도의 MCB 증기가 호흡기를 통해 직접적인 노출이 될 수 있다.

원재료 → 포장(반자동, 수동) → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 폐 유기용제 처리(원료 탱크 저장)

① 시나리오 : 근로자가 드럼포장 및 드럼 세척작업을 수동으로 행하고 있는 상태로 MCB를 취급하는 작업이 있는 경우 작업시간은 1일 약 1시간정도이며 나머지 작업시간은 제품포장, 운송, 보관 등의 작업을 수행한다.

드럼 포장 및 세척 작업 시 1시간 이내의 단기간이지만 호흡기를 통해 다량의 증기에 노출될 수 있으며 휴게실과 작업장소와의 미격리로 인해 흡연, 음식물 섭취 등이 이루어지고 있어 작업자의 호흡기 및 소화기로 노출될 수 있으며 반소매 작업복 착용에 의한 피부 흡수의 가능성 등에 대한 노출 경로를 갖고 있다.

폐 유기용제 수거는 농약원료 제조공정의 원료합성 시 중간산물로 사용한 용제 및 접착제 공정에서 용매의 용도로 사용한 폐 유기용제를 수거한다.

원료탱크저장은 폐 유기용제가 들어있는 드럼통의 정제를 위해 보관 탱크에 주입한다.

폐 유기용제 수거 → 원료탱크저장 → 정제기 → 냉각기(응축) → 제품탱크 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 7.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.78 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 208

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 원료 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 농약의 일종인 비도열병 방지제(상품명 BEAM) 제조에 필요한 원료인 AMBT(2-Amino-4-Methyl Benzothiazols)제조를 위해 고체 상태인 암모늄 티오시아네이트와 액체 상태인 o-톨루딘을 반응로에서 반응시키는 과정에서 용매로 클로로벤젠을 주입한다.

클로로벤젠의 사용현황을 보면 정제 및 증류된 클로로벤젠은 저장 탱크에 보관되며 일부는 대기로 배출 되거나 제품에 묻어서 소비된다.

근로자가 저장 탱크에 있는 원료 검사 시 배관 중간에서 샘플을 채취하거나, 반응로 뚜껑을 열고 소량의 샘플을 채취하는 과정에서 호흡기로 노출가능하나 노출시간(10초)과 작업주기(1일 2회)가 비교적 짧아 실제적인 노출은 미약하다.

원자재 투입 → 반응 → 여과 → 케익 → 건조 → 포장 → 출하 → 투입 및 반응

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 전자 제품 제조업(접착제 주입)

① 시나리오 : 감시카메라용 및 휴대폰 PCB부품 조립공정으로서 작업대 위에 PCB기판을 놓고 클로로벤젠이 혼합되어있는 접착제를 작은 용기에 담아 수동으로 주입하고 그 위에 부품을 부착하는 작업이다.

근로자가 환기 장치가 없는 작업대에서 작업함으로써 직접적인 노출뿐만 아니라 작업장 내부로 확산되어 주변에 있는 작업자에게도 간접적인 노출이 발생할 수 있다.

PCB 기판 → 접착제 주입 → 부품 부착 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 204

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 변성 폴리 올리핀(Modified poly olefin)[1] 제조(시료분석)

① 시나리오 : 반응로 내부는 완전 밀폐되어 있으며, 중합 및 응축반응 공정에 주입되는 원료는 외부의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고 제어실에서 이상 유무 확인 및 반응로 계기판, 밸브상태의 반응조건 등을 확인한다.

중합 공정은 고체형태의 폴리프로필렌(PP) 와 폴리머에 반응하는 원료물질인 MAH(Maleic anhydride)polymer를 용해시키기 위해 클로로벤젠을 주입한 후 혼합한다. 응축반응은 PP-MAH와 용매로 사용된 클로로벤젠과 묻어있는 클로로벤젠이나 타 용매를 제거하기 위해 아세톤을 주입한 후 반응시킨다.

각 라인의 연결부 패킹제, 배관의 손상유무, 물질이송을 위한 동력축의 틈새 등을 통해 미세한 농도이지만 지속적으로 노출될 수 있으며, 반응로의 개구부를 열고 소량의 샘플을 채취하는 과정(1일2회 30분 작업)/분석 및 폐 유기용제를 수동으로 투입하는 과정에서 호흡기를 통해 노출될 수 있다.

원재료 투입 → 촉매, 분해 → 중합 → 응축반응 → 건조 → 재분해 → 분리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 변성 폴리 올리핀은 접착성 수지(첨가제), 이종 수지 간 및 금속 또는 나무 수지간의 접착력을 증가시키는 특징이 있어 김치용기, 라면봉지 필름의 접착제로 사용 및 지하철 밴드 등에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(064) 클로르피리포스 Chlorpyrifos 2921-88-2

1. 개요

1) 제조

탄산나트륨의 존재 하에 디에틸포스포로클로리도티오에이트(diethylphosphoro-chloridothioate)와 3,5,6-티리클로로-2-피리디놀(3,5,6-trichloro-2-pyridinol)의 반응에 의해 생성된다.

2) 용도

유기인제 계열의 살충제(1965년)로 사용되기 시작하였다.

클로르피리포스는 광범위한 유기인계 살충제이다. 원래는 모기를 구충하는데 사용하였으나 더 이상 이 같은 목적으로 사용하지는 않는다. 클로르피리포스는 뿌리를 잘라 먹는 벌레(cutworm), 옥수수 뿌리벌레, 바퀴벌레, 굼벵이(grubs), 벼룩(flea beetles), 파리, 흰개미, 불개미 및 이를 구제하는데 효과적이다. 이것은 곡물, 면화, 목초지, 과일, 견과류, 채소류 및 잔디와 관상류에 널리 사용되어지는 살충제이다. 또 클로르피리포스는 양과 칠면조에 직접 사용되어지고 마구간, 개집, 가축사, 농가, 저장소 및 상품보관소에 사용되어진다.

진드기 구충제로서 접촉 독성으로 작용한다. 처음에는 모기의 유충 구제에 사용되었으나 이 용도로는 더 이상 사용되지는 않는다. 이것은 곡물, 잔디, 관상식물, 가축 및 다양한 건축물에 광범위한 용도로 사용된다[1].

3) 노출 및 결정인자[2]

클로르피리포스는 일차적으로 위에 독성 작용을 가진 접촉성 독성으로 해충을 죽이게 된다. 이것은 유제, 분제, 수화제, 입상제로 제형 되어 사용된다.

광범위한 농약이며 진드기 구충제로서 접촉 독성으로 작용한다. 곡물, 잔디, 관상식물, 가축 및 다양한 건축물에 광범위한 용도로 사용된다. 이러한 제조와 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생한다.

(1) 물질특성

---

1) The Extension Toxicology Network (EXTOXNET), 1998

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	350.57	물리적 상태	결정형 과립	증기압	1.87×10^{-5}mmHg(20℃), 2.5mPa(25℃)
끓는점	320°F	R-phrase	25,50/53	Log Kow	5.27, (4.96)
노출기준 (노동부)	TWA 0.2 mg/m^3		STEL 0.6 mg/m^3		

2. 노출시나리오

ES01: 농약원제 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 동안은 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 농약에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 중량제/보조제 배합공정 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약제조(포장)

① 시나리오 : 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정으로 되어 있어 반응하는 과정 동안은 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 농약에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 중량제/보조제 배합공정 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 클로르피리포스 수화제 제조(현장점검)

① 시나리오 : 일반적으로 원제를 생산하지 않는 농약공정은 원제에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형[1]을 만드는 공정이다.

클로르피리포스 같은 수화제는 미세 분말로 되어 있어 수동 작업인 경우 농약분말에 노출될 가능성이 매우 높다.

포장공정 전까지의 혼합, 분쇄 및 저장 공정 대부분은 설비공정에서 이루어지기 때문에 작업자의 수는 1~2명에 불과하며 노출시간도 짧다. 그러나 처음에 원제를 사입하는 과정이나 혼합이 잘되었는지 시료채취를 하는 경우에는 과량의 농약분말에 노출될 수 있다.

원료와 부원료 계량 → 1차 혼합 → 분쇄 → 2차 혼합 → 충전공정 → 중량체크 → 봉지의 열접착 → 라벨링 공정 → 포장/적재 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 제형을 만드는 공정은 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포(살포)

① 시나리오 : 클로르피리포스로 제조된 농약을 반자동 분무기에 채우고 분무하여 살포한다. 살포과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 60 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(065) 터펜틴[1] Turpentine 8006-64-2

1. 개요

1) 제조

터펜틴의 형태별 생산은 다음과 같다.

(1) 터펜틴유(turpentine oil)

나무의 송진이나 소나무 종류의 침엽수에서 나오는 천연발삼을 촘촘한 망으로 거른 물질이다. 오염물을 제거하기 위해 뜨거운 물로 세척하고 증류한다.

(2) 증기-증류 목재 터펜틴

잘게 썬 나무 그루터기를 이용하여 필요시 압력 하에서 증기증류나 용제를 이용한 추출(naphtha나 chlorohydrocarbon)을 한다. 이 추출물은 그 후 분류-또는 증기-증류 한다.

(3) 황산 터펜틴(sulfate turpentine)

껍질을 벗기고 잘게 썬 나무를 7~13bar의 기압하, 150~180℃의 수용성 분해용액[2]에서 1~5시간 가열한다. 천연 황산 터펜틴은 나무용액의 증기로부터 응축된다. 황 화합물은 60℃의 치아염소산나트륨용액에서 산화되고 이들은 여러 가지 방법으로 제거된다.

(4) 아황산 터펜틴(sulfite turpentine)

아황산 공정에 의한 펄프생산의 부산물이다. 나뭇조각을 pulping liquor와 함께 acid bisulfite pulping에 담근다. 7~13bar의 기압과 125~160℃의 온도에서 6~10시간 가열하면 용해된다. 기체를 분출한 후 천연오일(pulping liquor위에 떠다님)은 수산화나트륨이나 라임(lime)에 의해 제거되고 중화된 후 176~180℃의 끓는점에서 무색의 황산 터펜틴으로 증류된다.

(5) 건조증류 목재 터펜틴

레진이 풍부한 소나무의 건조증류를 통해 얻어진 후 정제한다.

2) 용도

- 자연접합제, 인공접합제, 아키드 수지, 기름, 페인트, 광택제 등의 희석제나 용제로 사용
- 코팅 재료
- 광택제, 보호코팅제로 사용
- 옵셋 인쇄 산업

---

1) 터펜틴은 침엽수에서 얻을 수 있는 여러 종류의 반유동성 올레오레진에 대한 명칭이다. 침엽수에서 얻어지는 물질의 성분은 약 75~90%가 레진이고 10~25%는 오일로 구성된다. 이를 증류하면 터펜틴이 얻어진다. 터펜틴은 터펜(terpene)과 정유(essential oil)의 혼합물로서 이들의 혼합비율은 원료가 되는 침엽수의 지리적인 위치, 증류의 종류, 증류공정에 따라 달라질 수 있다.

2) 소량의 Na_2SO_4, Na_2SO_3, $Na_2S_2O_3$를 첨가한 NaOH, Na_2S, Na_2CO_3

- 자연접합제, 인공접합제
- 금속세척제로 터펜틴의 유도체인 터펜(terpenes) 사용
- 임업제품산업에서 고비등점의 터펜틴 분류(higher-boiling turpentine fractions)
- 연료
- 터펜틴 유도체는 타이어, 플라스틱, 접착제, 향료, 조미료, 화장품, 페인트, 약제 등의 원재료나 부재료로 사용
- 살충제
- 특수가스 제조 시 냉각 보조제
- 합성 파인 오일, 폴리터펜틴 수지, pinene-based 향료 제조시 화학적 중간체
- 장뇌(camphor)와 메톨(methol) 합성 시 용제로 사용
- 제약산업에서 거담제 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[3)]

대부분 공정에서 터펜틴은 호흡기를 통해 노출되고 있었다. 터펜틴을 직접 다루는 공정에서는 피부에 접촉하여 흡수될 수 있다. 터펜틴이 경구로 섭취될 가능성은 적으나 작업자가 오염된 손으로 담배를 피우거나 음식물을 섭취할 때 소량 흡수될 가능성이 있다.

주로 노출되는 공정은 합성소나무유, 살충제, 향료, 합성장뇌, 페인트, 의약품, 락카, 기름첨가제, 수지, 염료, 왁스 등을 제조하는 공정이다. 예술유리, 석면조각, 고무, 용매, 광택제 등의 작업 중에도 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	136(대략)	물리적 상태	액체	증기압	0.67kPa(5mmHg; 6,580ppm)(20℃), 4mmHg(25℃)
끓는점	150~180℃	R-phrase	10,20/21/22,36/38, 43,51/53,65	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 112 mg/m^3			STEL -	

3) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 페인트 및 희석제 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 목재용 착색 희석제의 종류는 다양하나 터펜틴이 함유된 희석제는 국내에서 사용빈도가 적어 생산량이 소량이다.

주원료인 터펜틴과 신나류를 반응기에 넣고, 일정시간 혼합하여 최종 희석제를 만든다. 최종 생산된 제품을 희석제용기에 담아 출하한다. 터펜틴이 사용되는 취급공정은 원료투입, 혼합(배합기) 그리고 포장의 공정으로 구분되며, 혼합기에는 국소배기장치가 설치되어 있어 작업자의 노출을 제어하고 있으나 원료물질인 터펜틴을 드럼통에서 반응기로 투입할 때에는 작업자가 유해물질(터펜틴)에 노출 가능성이 있다. 투입작업은 10~20분 정도 소요된다. 포장공정은 40~60분 정도 소요되며, 국소배기 장치가 설치되어 있으나 포장공정의 위치가 구석진 곳에 있으므로 작업장 내 공기순환이 잘 되지 않아 노출의 가능성이 있다.

원료투입 → 혼합(배합기) → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 세라믹소재 부품 생산(세척)

① 시나리오 : 생산계획에 맞게 세라믹을 1차 가공을 한다. 가공 작업 시 연마 또는 절단 작업을 하게 되며 이때 분진과 소음이 발생한다. 가열판에 파라핀계왁스를 녹인 후 1차 가공 세라믹을 고정시킨 후 다시 후가공을 할 수 있도록 작업한다. 가공 작업을 용이하게 할 수 있도록 파라핀왁스로 고정된 세라믹을 2차 가공 한다. 가공이 완료된 세라믹은 가열판에서 가열하여 파라핀계왁스를 제거한 후 다시 터펜틴이 함유된 세척제로 깨끗이 닦아낸다. 이러한 일련의 작업흐름은 최종 세라믹제품이 생산될 때까지 반복 진행되며, 세척 작업 시 터펜틴이 함유된 세척액에 노출된다. 세척작업 시 세라믹 부품의 크기에 따라 세척제의 사용량과 세척작업 시간이 다르며, 간헐적이지만 계속적으로 노출되고 있다.

소형 세척작업대는 부스형 국소배기장치 내에 있어서 유해물질(터펜틴)을 제어하고 있으나 대형 세척작업대는 작업공간의 사유로 국소배기장치가 없으므로 작업장 내로 유해물질이 확산되고 있다.

세라믹 가공 → 고정 → 가공 → 세라믹 세척 → 검사/포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 고순도 특수가스 제조(현장 관리)

① 시나리오 : 고순도 특수가스의 생산과정 중에 불순물을 제거하기위한 공정에서 냉각보조제로 터펜틴을 사용한다.

터펜틴이 사용되는 취급공정은 생산부 단일공정으로 원료저장탱크에서 냉각통을 거쳐 출하용 저장용기에 담는 작업으로 이루어진다. 특수가스의 주원료 통에 포장까지 연결되는 금속관을 연결한 후, 원료통에 연결관 금속관을 냉각처리가 된 통에 통과시킴으로서 불순물을 제거한다. 냉각처리 통에는 드라이아이스와 오렌지오일(터펜틴함유)이 들어있다. 드라이아이스에 의해 냉각처리통의 상부로 터펜틴오일이 발산하고 있으며, 실내에 설치된 냉각처리통에서 발산하는 터펜틴오일은 국소배기장치가 아닌 전체 환기로 제어가 되기 때문에 작업장내로 확산될 가능성이 높다. 냉각처리통 주변에 상주하여 작업하지 않는다.

원료탱크 → 냉각처리관 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	177 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 향료 생산(조합)

① 시나리오 : 향료의 원료로 터펜틴오일을 사용한다.

조합이 된 원료는 양이 많을 경우 대형 믹싱탱크를 사용하고 적은 경우 간이 믹서를 이용하여 혼합한다. 향료의 특성에 따라 가열, 냉각 작업을 진행한다.

터펜틴이 사용되는 취급공정은 원료물질 조합공정, 믹싱공정, 후처리공정 그리고 포장공정으로 구분된다. 공장 내의 한 공간에서 향료조합, 혼합, 후처리, 포장 공정들이 이루어지기 때문에 터펜틴오일의 발산원이 일정치 않으며, 이러한 이유로 작업장내 환기는 전체 환기 방식으로 공기순환을 하고 있다. 공장 내에 정리된 향료물질 위치에서 각 물질을 조합하므로 국소배기장치 설치의 어려움이 있다. 따라서 믹싱용기에 여러 가지 향료원료를 조합하는 중에 노출 가능성이 가장 높으며, 믹싱과 후처리 공정에서도 유해물질에 노출될 수 있다.

원료조합 → 혼합 → 후처리 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방향제 제조(포장)

① 시나리오 : 방향제의 성분으로 터펜틴오일을 원료로 사용한다.

혼합기에 방향제에 첨가될 원재료를 투입한다. 혼합이 완료된 제품을 출하용기에 담는 작업은 일부 자동화가 되어있으며, 작업자가 수작업을 병행해야 한다. 출하용기에 제품이 담겨지면 젤 형태로 만들기 위해 냉각실에 일정시간 보관한 후 출고한다.

터펜틴이 사용되는 취급공정은 원료물질 투입 및 혼합공정, 제품투입, 냉각, 밀봉 그리고 포장공정으로 구분된다. 혼합기에 넣을 원료물질을 저울로 평량 작업을 할 경우 노출될 수 있다. 주요 노출공정은 원료물질(터펜틴오일)을 혼합기에 투입작업 중에 가장 많이 노출되며, 혼합이 완료된 향료물질을 출하용기에 투입작업 시에 노출될 수 있다. 작업시간은 일정하지 않다.

원료투입/혼합 → 제품투입 → 냉각 → 밀봉/포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 7.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.39 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(066) 테트라하이드로퓨란 Tetrahydrofuran 109-99-9

1. 개요

1) 제조

테트라하이드로퓨란[1]은 1,4-부탄디올(1,4-butanediol)로부터 물을 제거함으로써 얻어진다.

테트라하이드로퓨란의 제조 공정에는 Furfural 프로세스, 말레산 무수물 공정 및 1,4-BDO(butanediol) 공정을 통해 상업 생산되는데 세계 THF 생산의 80%는 BDO 프로세스를 사용하고 있다.

BDO 공정에도 몇 가지 공정이 있지만 현재 국내에 사용되고 있는 공정은 부타디엔과 Kvaerner 공정이 있다. 부타디엔공정은 부타디엔을 원료베이스로 1,4-BDO와 테트라하이드로퓨란이 병산되고, Kvaerner 공정은 부탄을 원료로 하여 1,4-BDO를 생산하고 탈수과정을 통해 테트라하이드로퓨란을 생산하는 직렬 프로세스이다.

테트라하이드로퓨란은 말레 무수물의 촉매 수소화에 의해 생성된다. 그 과정은 니켈 촉매제로 푸란의 촉매 수소화, 1,4-부탄에디올의 산-촉매 탈수화로 이루어진다.

테트라하이드로폴레이트의 수화과정에 아연-크로뮴-몰리브덴(zinc-chromium-molybdenum) 촉매제를 통한 푸푸랄(furfural)의 탈탄산화로 생성된다.
된다.

2) 용도

- PVC 등 인공합성수지를 녹여서 가공하는 공정에서 촉매제로 사용
- 용매로 사용되는 PVC안정제 제조사업장 및 특수유기금속 제조에 사용
- 테트라하이드로퓨란이 함유된 접착제를 사용 또는 제조하는 공정에서 사용
- 락카, 잉크, 페인트 제조 및 사용 공정에 사용
- 감광액의 원료로서 사용되는 인쇄용 PS판 제조 사업장에 사용
- 테트라에틸 납 제조 공정에 사용
- 직물 가공 공정에 사용
- PTMEG(polytetramethylene ether glycol)제조에 쓰임
- 마그네틱테이프, PVC 시멘트, 비닐필름과 셀로판 등의 생산에 쓰임
- 제약 및 화학반응공정 등에 사용
- 기타 공업용수지, 탄성중합체 폴리우레탄 코팅 등에 사용
- 특수유기금속 제조사업장에서 사용
- Grignard & 수소 금속반응을 위한 반응 촉매제로 사용

1) THF, 에테르 비슷한 냄새를 나는 무색의 액체로 4개의 탄소 원자와 하나의 산소원자가 모여 오각형의 고리 구조를 갖는 에테르(R-O-R')이다.

- 부티롤랙톤(butyrolactone), 숙신산(succinic acid), 1,4-부탄에디올 디아세테이트의 합성에 사용
- 생물조직학에 관련된 용제로 쓰임
- 아디프산 제조에 사용
- 비타민, 호르몬, 제약, 향수, 그리고 살충제 합성에서 Grignard 시약으로써 사용
- 리튬 알루미늄 수산화물 환원&중합반응의 용제로 쓰임
- 유기화학반응의 중간체
- 겔투과크로마토그래피에서 용매 또는 이동상으로 사용
- 초자기구들의 세척

3) 노출 및 결정인자[2)]

테트라하이드로퓨란의 주 사용용도는 스판덱스의 원료인 PTMEG 생산용이며, 특수 무역 계약자, 화학 관련 상품 취급자, 전기 가스&위생 서비스업에 종사하는 근로자, 전기기사, 농업&생물학 기술자, 전기 배선업자 등이 노출 될 가능성이 있다.

테트라하이드로퓨란의 주요 발생원에는 첫 번째로 테트라하이드로퓨란의 생산 공정에서 일상적인 생산라인의 점검과 보수작업, 생산과정 또는 완제품의 품질상태를 확인하기 위한 샘플링작업에서 노출될 수 있다. 두 번째로 생산된 테트라하이드로퓨란을 사용하는 공정으로서, 90% 이상 대부분의 테트라하이드로퓨란은 스판덱스 생산을 위한 PTMEG 생산에 사용이 되고 주요한 테트라하이드로퓨란 발생원으로 볼 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	72.10	물리적 상태	액체	증기압	19.3kPa(145mmHg, 19% v/v)(20℃)
끓는점	66℃	R-phrase	11,19,36/37	Log Kow	0.46
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 140 mg/m^3			STEL 100 ppm / 280 mg/m^3	

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 테트라하이드로퓨란[1] 제조(시료 채취)

① 시나리오 : Kvaerner 공정은 혼합부탄가스를 기초 원료로 하여 산화, 흡수 및 정제공정을 통하여 고순도 무수말레인산을 제조하고 이를 다시 에스테르화, 수소첨가 및 정제공정을 거쳐 고순도의 1,4-부탄디올을 생산하고 여기서 탈수처리를 통해 테트라하이드로퓨란을 얻는 과정을 거친다.

관로를 통해 원료가 이송되고 반응조 또는 저장조 또한 밀폐구조로 되어 있어 정상적인 조건에서 노출은 극히 미미하나, 펌프seal이나 관로 연결부위에서 미미한 수준의 누출이 가능하다. 또한 샘플링과정에서 바닥에 흐른 테트라하이드로퓨란을 통해 일상점검을 수행하는 근로자들에게 흡입에 의한 노출이 가능하다.

원재료 투입 → 반응/회수/정제 → 탈수처리 → 분리처리 → THF정제 → 제품저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 테트라하이드로퓨란의 제조 프로세스에는 Furfural 프로세스, Maleic Anhydride프로세스 및 1,4-BDO(butanediol) 프로세스를 통해 상업 생산되는데 세계 THF 생산의 80%는 BDO 프로세스를 사용하고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서 관리접근 2에해당하지만, 노출 시나리오를 고려해볼때 관리접근 1이 적당하다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: PTMEG[1] 제조(현장 관리)

① 시나리오 : PTMEG는 테트라하이드로퓨란의 중합, 탈색, 환원, 정제공정을 거쳐 생산된다.

PTMEG 제조는 테트라하이드로퓨란의 생산과 연계되어 이뤄진다. PTMEG 제조도 관로를 통해 원료 및 반응물이 이송되므로 일상적인 조건하에서의 노출 가능성은 희박하다.

일반적으로 테트라하이드로퓨란에 대한 노출은 일상적인 라인점검과, 점검/수리작업, 그리고 샘플링작업에서 노출될 수 있다.

원료혼합 → 중합반응 → MEA증발공정 → 탈색공정 → 증발공정 → 여과공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) Polytetramethylene ether glycol. 낮은 온도에서의 탄력성유지와 분해물질에 대한 강한 저항능력으로 인해 스판덱스, 고무제품류, 인조가죽이나 페인트, 코팅류와 같은 용도로 널리 사용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: PS인쇄판 제조(원료 투입)

① 시나리오 : PS인쇄판[1]의 제조공정은 감광코팅액 제조공정과 PS인쇄판 제조공정으로 나눌 수 있다.

테트라하이드로퓨란은 감광코팅제 제조에 있어 주요한 용제로 사용된다. 드럼 상태로 입고되어 지하 저장고에 보관을 하였다가 관로를 통해 반응기로 들어간다. 테트라하이드로퓨란 및 염료 등을 예비혼합한 후 지게차를 이용하여 반응기에 투입되며 일정시간 혼합 후 인쇄판 생산라인에 공급되게 된다.

노출은 혼합용기에 테트라하이드로퓨란을 호스로 넣을 때 노출될 수 있다. 그 후 반응을 위해 이송되며 반응기 맨홀을 열고 투입하게 된다.

이들 공정들은 밀폐구조로 되어있으며 각 과정에서 발생한 폐액이나 가스들은 별도의 배액구나 환기시스템을 통해 외부로 배출되게 된다. 건물은 창문이 없는 밀폐구조로 되어있으며 생산라인에 설치된 배기장치에 거의 의존한다.

원료투입 → 혼합 → 여과 → 테스트 → PS판 제조라인으로 이송

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) Pre-Sensitized Printing Plate, 알루미늄판을 전기·화학적으로 연마해 산화막을 형성한 다음 감광액을 입혀 만든 감광성 인쇄용 판재로서,

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: PVC 안정제 제조(수세)

① 시나리오 : 마그네슘과 염화부탄, 테트라하이드로퓨란을 용제로 투입하여 반응시킨다. 첫 번째 반응에서 나온 반응물(BuMgCl)을 이송하여 염화주석을 투입하여 반응시킨다. 그 후, 물을 투입하여 반응물을 수세한다. 수세한 반응물을 산세하여 부산물을 세척 후 분리한다. 두 번의 증류가 끝나고 나서 용제는 회수하고 제품인 Tetrabutyl tin은 저장한다.

PVC 안정제 제조과정에서 작업자가 반응기에 테트라하이드로퓨란을 펌핑하는 과정에서 고농도의 테트라하이드로퓨란에 노출될 수 있다. 반응물을 수세, 산세 또는 분리과정에서 폐액은 하부로 드레인 되게 되는데 이때 테트라하이드로퓨란에 노출될 수 있다. 필터의 청소는 일정주기 또는 불규칙적 주기로 이뤄질 수 있으며 이때 작업자는 호흡기 또는 피부를 통해 노출이 될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 수세 → 산세 → 증류 → 탈수 → 증류 → 제품저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 수지제조(측정실험)

① 시나리오 : 수지를 제조하는 경우 반응물의 분자량을 측정하기 위한 실험으로 겔투과크로마토그래피(GPC)[1]를 사용하며 이때 이동상으로 테트라하이드로퓨란이 사용된다.

일반적으로 전처리 작업들은 후드 내에서 이뤄지나 이 과정에서 적절한 피부보호구를 착용하지 않을 경우에 피부를 통한 노출을 배제할 수 없으며 겔투과크로마토그래피 자체에서 분석 후 배액되는 과정에서 적절한 밀폐 또는 국소배기시스템이 이뤄지지 않을 경우 실험실내로 확산되어 호흡기로의 노출이 가능하다.

GPC에서 배출되는 실험폐액 또한 주요한 노출원이 될 수 있다. 폐액통의 밀폐관리가 안 될 경우 실험실 내로 휘발될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고분자를 그 크기에 따라 직접 분리하는 방법으로 GPC column은 다공성, 비활성의 Gel 충진제들로 채워져 있다. 크기가 큰 분자는 자신보다 크기가 작은 pore에는 침투하지 못하고 흘러 내려가나 pore 크기보다 작은 분자들은 침투하여 얼마간 머물 수 있다. 그러므로 pore를 통과하는 작은 분자들은 pore를 통과하지 못하는 큰 분자들보다 많은 시간이 소요되어지며 여기서 pore 크기를 달리하는 column들을 연결하면 그 크기에 따라 다른 통과시간을 갖게 되어 분별이 가능하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 리튬 보로하이드리드[1] 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 리튬 보로하이드리드는 의약 중간체 등의 제조시에 환원제로 사용이 되는데, 리튬 하이드리드(lithium hydride)와 트리에틸보란(triethylborane)을 테트라하이드로퓨란 용매 속에서 반응시켜 만든다.

작업자는 저장탱크로의 이송준비를 위하여 테트라하이드로퓨란이 들어있는 원료통을 개방하고 이송라인과 체결하게 된다. 그리고 질소가스 주입과 동시에 테트라하이드로퓨란을 펌핑기를 이용하여 저장탱크에 이송하게 된다. 이송라인의 체결과 분리과정에서 테트라하이드로퓨란 증기에 노출될 수 있다. 저장탱크로부터 반응기로 이송하여 1차 및 2차 반응을 시키고, 마이크로필터를 이용하여 반응물을 필터링한다. 포장과 동시에 품질검사차원에서의 샘플링 작업을 수행할 때 테트라하이드로퓨란에 노출될 수 있다. 샘플링 후 적정을 통한 제품 적합검사를 수행한다.

원료저장 → 원료이송 → 저장탱크 이송준비 → 저장탱크로 이송 → 1차 및 2차 반응 → 필터링 → 포장용기로의 이송 → 샘플링 → 품질검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) Lithium triethylborohydride

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서 관리접근 2에해당하지만, 노출 시나리오를 고려해볼때 관리접근 1이 적당하다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 신발용 접착제 제조(포장)

① 시나리오 : 원료를 투입하는 과정에서 작업자는 호스를 이용하여 테트라하이드로퓨란을 반응기로 이송한다. 작업자가 테트라하이드로퓨란 통에 직접 호스를 들고 주입을 하므로 고농도의 테트라하이드로퓨란에 노출될 수 있다. 반응기에 원료를 투입하거나 반응상태를 확인하기 위해 반응기의 맨홀을 개폐하는데, 이러한 작업에서 적절한 호흡보호구 착용이 이뤄지지 않을 경우 테트라하이드로퓨란을 포함한 유기용제에 고농도로 노출될 수 있다. 포장작업은 포장용기를 저울에 올려놓은 상태에서 일정량을 투입하는데, 반응이 종료된 접착제 벌크를 포장용기에 담는 작업 시 테트라하이드로퓨란에 노출될 수 있다.

원료투입 → 원료계량 → 배합(반응) → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(067) 톨루엔 Toluene 108-88-3

1. 개요

1) 제조

석유의 촉매개질에 의하여. 또는 콜타르 경유의 분류 증류법에 의하여 생성된다.

20세기 초기에는, 톨루엔은 코크스를 만드는 동안 석탄으로부터 콜타르를 거쳐 생성되었지만 1980년 이후에는 이러한 방법으로는 1% 미만만이 생산된다. 톨루엔은 가솔린 범위 C6에서 C9까지의 나프타와 설포란(sulfolane) 추출로부터 석유 촉매 전환 재생성 반응(petroleum catalytic conversion reforming reactions) 과정(주로 500℃에서 파라핀 환 생성 및 탈수소화)을 거쳐 분리된다. 생성된 톨루엔의 17%까지 분리되고, 그 중 50%는 연료와 가솔린의 옥탄가를 향상시키는데 사용된다. 톨루엔 자체 옥탄가는 103~106이다. “질소화”, "산업용", 및 “시약용"으로 시판된다.

석유 증기(petroleum steams)의 촉매개질은 전체 톨루엔 생산의 87%를 차지한다. 9%는 에틸과 프로필렌의 제조 과정 중에 증기파쇄기(steam crackers) 안에서 생산되는 열분해 가솔린으로부터 분리된다. 코크스 오븐에서의 콜타르 분리는 전체 톨루엔의 1%를 생산해낸다. 생산된 톨루엔의 2%까지는 스티렌 제조에서 얻어지는 부산물이다. 고순도의 톨루엔에는 0.01% 미만의 벤젠이 함유되어 있다. 그러나 가공하지 않은 원유에는 25%정도 함유되어 있기도 하다.

석유화학공업에서는 석유 유분의 접촉리포밍으로 제조한다. 이 방법을 쓰면 메틸시클로헥산, 1,2-디메틸시클로펜탄, n-헵탄이 톨루엔으로 변화한다.

2) 용도

- 나일론, 플라스틱 소다 병, 폴리우레탄을 만드는데 필요한 중합체 생산에 사용
- 그라비아인쇄 잉크의 희석액으로 사용
- 섬유, 종이 코팅에 사용, 인공 가죽의 제조
- 접착제, 용제, 얼룩 제거제, 화장품, 부동액, 잉크에 사용. 아스팔트, 나프타의 성분. 세제 제조에 사용
- 벤젠, 벤젠 유도체, 카프로락탐, 사카린, 약품, 염색약, 향수, TNT의 제조
- 용제 회수 산업(solvent recovery plants)
- 페인트, 코팅제, 수지, 고무, 비닐 오가노졸(vinyl organosol)의 용제
- 니트로셀루로스 래커의 희석제와 시너
- 플라스틱 장난감과 모형비행기의 접착제 용제
- 가솔린의 옥탄부스터
- 변성제
- TDI, 페놀, 벤조일 유도체, 톨루엔 설포네이트, 니트로톨루엔, 비닐 톨루엔, 및

사카린 제조 시 개시물질 또는 중간물질

- 식물로부터 여러 원소추출 및 섬광 계수기(scintillation counters)에 사용
- 톨루엔은 유기 합성 실험실에서 벤젠 대체용으로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

유기화합물의 열분해과정에서 발생되며, 담배연기에도 소량 포함되어 있다. 오일, 합성수지, 페인트 등의 용제로 이용되는 공정 및 페놀, 톨루엔 이아이소시아네이트, 트리니트로 톨루엔, 염료, 약품, 사카린 같은 화합물 제조 공정시 노출된다. 즉, 용제 취급 공정(페인트, 락카, 코팅, 염료, 페인트 제거제, 살충제 등), 화학물질 제조, 인조고무제조, 직물/종이 코팅, 자동차 및 항공기 연료 취급 등의 공정에서 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	92.13	물리적 상태	액체	증기압	6.8mmHg(0℃), 21.9mmHg(2℃), 3.8kPa(28.4mmHg)(25℃), 59.3mmHg(40℃)
끓는점	110.6℃	R-phrase	11,20	Log Kow	2.73
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 188 mg/m^3			STEL 150 ppm / 560 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 톨루엔 제조(대체연료유와 폐유를 이용)(시료 채취)

① 시나리오 : 대체연료유와 원료(폐유)를 통해 톨루엔 등의 화공품을 제조하는 공정은 생산설비 운전팀과 실험실 운전팀에서 담당을 하는데 공장설비가 옥외에 설치되어 있고, 작업자가 상주해서 작업하는 것이 아니고 수시로 점검하면서 순도확인을 위한 시료채집과 실험실에서 실험업무를 담당한다. 공정 중 증류, 혼합 및 교반, 밀링 공정에서 유기용제(톨루엔 포함)에 노출된 가능성이 있는 것으로 파악되었으며 공정 중에서 채집한 시료를 분석할 때 실험실에서 톨루엔에 노출될 가능성이 있다.

원료저장 → 증류 → 냉각 → 혼합/교반 → 미분쇄 → 여과 → Milling → 여과 → 제품저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 톨루엔 제조(원유 직접 이용)(제품 저장)

① 시나리오 : 제조공법에 따라 2가지 방식의 공정이 있다. 주로 벤젠을 생산하는 과정에서 부산물로 얻어진 톨루엔을 제품으로 생산한다. 톨루엔 노출이 가능한 공정에서 근무하는 근로자의 작업내용은 설비 점검, 공정 운전에 관련된 기계장치·계기 등의 이상 유무 확인·점검, 파이프라인 매일 2회 BTX.시료를 채취하여 분석실에 의뢰하는 것이다. 또한 500㎖ 비커에 1/2정도 시료를 채취하여 육안 검사를 하기도 한다.

공정 운전은 조정실에서 업무지시에 따라 점검원들이 현장순회를 하며 현장 운전상태를 점검하는 것으로 펌프, 컴프레서, 냉각기 점검, 파이프라인, 스팀, 플렌지, 열교환기, 히터, 정유관(vessel) 등 점검, 게이지 작업(압력기, 유량 게이지 점검) 등을 한다. 전 공정에서 톨루엔에 직접적으로 노출이 예상되는 작업은 시료를 채취할 때와 정비할 때이다. 즉, 작업공정I에서는 주로 제품저장 공정에서 노출될 가능성이 있으며, 작업공정II에서는 설포레인공정(추출/BTX분류)과 제품저장에서 톨루엔 노출될 가능성이 있다.

작업공정I : 원료저장 → 원유처리공정 → LPG공정 → 납사처리공정 → 휘발유공정 → BTX 분류 → 제품저장(톨루엔)

작업공정II : 원료납사 → 수첨탈황장치 → 접촉개질장치 → 프렛포메이트 분류탑 → 설포레인공정(추출/BTX분류) → 제품저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 합성고무 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 합성고무 제조에 톨루엔을 원료로 사용한다. 이때 톨루엔을 저장탱크에 보관하여 배관을 통해 직접 반응기로 톨루엔을 유입시킨다. 따라서 작업자는 주로 순회하며 연결과 펌프들을 점검하는 작업을 하는데, 정제공정부터 세척공정에서 주로 노출될 가능성이 있다.

원료 → 정제 → 중합 → 혼합 → 분리 → 세척 → 탈수 → 건조 → 성형 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도료 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 도료를 생산하는데 톨루엔을 포함한 원료를 사용하는데 배합공정에서 톨루엔이 외부로 발산되어 노출될 수 있다.
원재료투입 → 배합 → 희석 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 합성고무, 유기화학물 제조(회수 공정)

① 시나리오 : 합성고무, 유기화학물 제조사업장에서는 톨루엔을 첨가제로 사용하고 있다. 공정 중 톨루엔 사용은 1차 농축 시 톨루엔을 투입하고, 중화 시 톨루엔을 투입한 후 2차 농축 시 톨루엔을 회수하였다. 이때 톨루엔 투입시설과 회수시설 주변에서 톨루엔에 노출 될 수 있고 해당 시설에서 근로자들의 업무는 시설의 관리·점검·보수를 하는 것이었다.

원료저장 → 1차반응 → 1차농축 → 2차반응 → 중회 → 2차농축 → 액송

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 신발제조(본드작업)

① 시나리오 : 작업대에 앉아 신발의 제조공정에서 톨루엔이 함유된 본드를 사용하여 접착 작업을 하는 근로자에게 톨루엔이 노출된다.

신발재료 → 본드작업 → 이송(다음공정)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 그라비아 인쇄

① 시나리오 : 종이 이외의 피인쇄체에 인쇄하는 특수인쇄의 하나로써 그라비어 제판으로 판을 만든 다음, 오프셋인쇄처럼 고무블랭킷에 잉크를 일단 전이하여 간접적으로 피인쇄체에 인쇄하는 방식이다. 베니어판에 나뭇결 무늬를 인쇄하거나 의약품 정제 표면에 인쇄하는데 사용된다.

터잡기는 페이지별로 출력된 필름을 종이와 인쇄기에 맞춰 페이지의 간격, 다듬, 재단, 여분, 페이지 순서 등에 입각하여 아세테이트지 위에 색도별로 앉히는 공정이다. 그 후, 잉크를 인쇄판에 묻혀 피인쇄물에 옮겨, 문자나 디자인 등을 인쇄한다.

터잡기 → 인쇄판/잉크 공정 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 자동차 도장(도장 스프레이 공정)

① 시나리오 : 메탈릭 도장을 하기 위해 도장 부스 내 자동차를 입고시키고 자동 스프레이장치를 통해 유성페인트를 분사하여 도장하는 공정이다. 작업자는 이러한 유성페인트 성분인 톨루엔에 노출된다.

도장 부스 내 자동차 입고 → 도장 스프레이 공정 → 다음 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 분무(스프레이) 도장 공정

① 시나리오 : 분무도장을 하기 위해 습식도장 부스 내 가공품을 입고시키고 스프레이 건(Gun)으로 유성페인트를 분사하여 도장하는 공정이다. 작업자는 이러한 유성페인트 및 희석제로 사용되는 신너 성분인 '톨루엔'에 노출된다.

도장 부스 내 가공품 입고 → 분무도장 공정 → 다음 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 염색 준비공정(제판공정)

① 시나리오 : 제판은 제도된 필름을 이용하여 기계작업이 가능하도록 일정한 형틀에 스크린 샤를 부착시킨 후 감광막으로 제도된 필름의 무늬를 복재시켜 스크린 형을 만드는 공정으로 샤 부착공정과 현상공정으로 나누어진다. 신너에 포함된 '톨루엔'은 형틀에 샤를 부착하는 본드의 희석에 사용하며 본드용기가 개방된 상태에서 건조되어 본드의 점도가 높아질 때 아세톤을 첨가하여 묽게 만들며 이때 '툴루엔' 증기에 폭로되고 본드를 형틀에 도포할 때와 건조될 때 근로자에게 폭로된다.

도안 → 제도 → 제판 → 조색 → 견본

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□매체에 함유된 상태로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
폭넓은 분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 분무(스프레이) 도장 공정

① 시나리오 : 분무도장을 하기 위해 습식도장 부스 내 가공품을 입고시키고 스프레이 건(Gun)으로 유성페인트를 분사하여 도장하는 공정이다. 작업자는 이러한 유성페인트 및 희석제로 사용되는 신너 성분인 '톨루엔'에 노출된다.

도장 부스 내 가공품 입고 → 분무도장 공정 → 다음 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	25℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 방수제 제조공정의 원료투입과정

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 TDI, MEK 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응 후 포장하는 작업이 진행된다. 저장조에 저장되어 있던 원료의 투입작업은 공급 파이프 라인의 밸브 조작에 의하여 투입되며, 투입되는 이 과정에서 공기 중에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	45.6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 방수제 제조공정의 반응과정

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 TDI, MEK 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응과 교반 후 포장작업이 진행된다. 투입된 원료는 밀폐된 반응기내에서 다른 원료들과 혼합되어 반응 및 교반작업이 이루어지며, 제품 사양에 따라 요구되는 반응시간이 다르며 신발바닥제의 경우 보통 1일 4시간 이상 반응작업이 진행된다. 반응 과정에서 사용되는 원료들이 반응기 내부 청소 등에 의해 개폐시 작업공간에 증기 상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	45.6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14 : 방수제 제조공정의 포장과정

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 TDI, MEK 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응과 교반 후 포장작업이 진행된다. 반응 작업 완료 후, 반응기 하단부위와 연결된 파이프 라인의 밸브조절을 조작하여 작업자가 수동으로 일정량(18ℓ) 단위로 포장용기에 담는 포장작업이 진행되고 이 과정에서 작업공간에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	45.6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(068) 2,4,6-트리니트로톨루엔 2,4,6-Trinitrotoluene 118-96-7

1. 개요

1) 제조

톨루엔의 수소 3개를 니트로기로 치환한 화합물로 많은 이성질체가 알려져 있다. 혼합된 산(질산+황산)과 톨루엔의 니트로화에 의해 제조된다.

Bofors Norell 공정에서 묽은 질산으로부터 톨루엔 또는 모노-에서 트리니트로톨루엔으로의 연속 니트로화와 연속 결정화가 이뤄진다. 니트로화는 공업적으로 세 단계로 나누는데, 제1단계에서는 제2단계의 폐액을 사용하여 톨루엔에서 o- 및 p-니트로톨루엔을 합성한다. 제2단계에서 이것을 디니트로벤젠으로 변하게 하고, 이어서 제3단계에서 트리니트로톨루엔을 얻는다. 이와 같이 합성한 제품은 소량의 2,3,4- 및 2,4,5-의 이성질체를 함유하므로, 아황산나트륨의 5% 수용액과 함께 처리하여 순수한 것을 얻는다.

트리니트로톨루엔에는 2,3,4-, 2,4,5-, 2,4,6- 등의 이성질체가 있는데, 작약으로 쓰는 TNT는 2,6,6-트리니트로톨루엔이며 다른 이성질체를 분리, 정제하여 쓴다. 마찰 및 타격에는 비교적 둔감하고, 안정성이 좋다. 피크르산과 달리 중금속과 반응하여 마찰·타격에 매우 민감한 금속염을 생성하는 일도 없다. 녹는점이 낮으므로 포탄 등에 용전하기가 쉬워 작약으로 가장 많이 쓰여 왔다. 2성분을 가지는 TNT폭약으로는 시클로톨(RDX와의 혼합물)·아마톨(질산암모늄과의 혼합물)·트리토날(알루미늄과의 혼합물)등이 있다.

2) 용도

- 폭탄과 수류탄에 사용되는 군사용 폭발물
- 염료와 사진 화학물질 중간체

산업용으로는 슬러리 폭약의 첨가제, 도폭선의 원료로 사용되거나 연안과 혼합하여 폭약을 제조하는 등 그 용도가 광범위하다.

TNT는 고성능 폭발성 물질로 분류되며 이 화합물은 폭탄과 최루탄에 군사적 폭발성 물질로 사용된다. 또한, TNT는 순수한 폭발물이나 이원 혼합물로 cyclotols(mixtures with RDX), octols(mixture with HMX), amatols(mixture with ammonium nitrate), 그리고 tritonals(mixture with aluminum) 등이며 군사적 사용에 추가하여 TNT는 산업적 폭발 응용에 사용된다. 또한 TNT의 다른 산업적 사용은 물감 제조에서 화학적 중간 생성물과 사진의 화학약품으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.

2,4,6-트리니트로톨루엔은 제조, 군용폭약, 산업용 폭약, 그리고 뇌관의 생산과 사용을 통하여 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

군용 고성능 폭약의 원료인 콤포지션 B[2] 제조 시 가스 및 분진 상태로 발생한다. 콤포지션 B를 용해시켜 고폭탄 탄두인 자탄에 충진 할 때 가스 상태로 발생하고, 호흡기뿐만 아니라 피부를 통해 노출될 수 있다.

군용폭약 제조 시 교반 및 용융 작업공정의 교반기에 주입하는 작업 시 교반기의 높은 공정 온도에 의해 원료에 혼합되어 있는 2,4,6-TNT가 가스 상태로 발생되며 1일 1시간 정도의 작업시간 동안 고농도로 호흡기를 통해 노출된다.

자탄에 주입 후 고체 상태로 응고된 원료의 분리, 연마, 수정, 실리콘 처리 작업 과정에서 2,4,6-TNT가 혼합된 분진이 발생되어 호흡기로 노출될 가능성이 매우 높다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	227.13	물리적 상태	고체	증기압	0.053mmHg(85℃)
끓는점	240℃	R-phrase	2,23/24/25,33,51/53	Log Kow	1.60
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3		STEL -		

https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2) RDX : 시크로나이트와 2,4,6-TNT의 6:4비율로 혼합하여 만든다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2,4,6-TNT 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 2,4,6-TNT의 제조는 제조 원료인 톨루엔으로부터 3단계의 니트로화를 거쳐 생성된다.

원료인 o-MNT, 황산 및 질산은 옥외의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동으로 반응로에 주입되며, 연속 작업공정으로 반응로에서 온도, 교반속도(RPM), 원료조성 등의 작업이 수행되고, 근로자는 수시로 반응로의 계기판, 밸브 상태 등의 반응조건을 확인하는 작업을 하고 있다.

연속 반응로에서 원료의 조성검사를 위해 반응조 개구부를 열고 소량의 샘플을 채취하는 과정에서 호흡기로 노출이 가능하나 노출시간(10초)과 작업주기(1일 2회)가 비교적 짧아 실제적인 노출은 많지 않다.

원료주입(o-MNT) → 1차 초화 → 2차 초화 → 산세척 → SELLITE 정제 → 온수세척 → 분리 → 건조 → 플래이킹(Flaking) → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 콤포지션(composition) 제조(원료 투입)

① 시나리오 :

원료주입 : 1회 반응 시 RDX(시크로나이트) 1,650Kg과 2,4,6-TNT 1,100Kg을 주입하여 반응시킨다.

혼합은 교반기의 내부온도 100~150℃에서 주입된 원료와 수분을 혼합시킨다[1]. 분리는 액상으로 배출된 콤포지션과 수분을 분리시킨다. 일반 상온에서 냉각시켜 고체 상태를 만든다. 일정한 크기로 절단 후, 1박스에 100Kg 정도의 양으로 포장한다.

원료주입 → 혼합 → 분리 → 냉각 → 절단 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) RDX는 폭발의 위험성이 매우 높은 물질로 수분을 12% 이상 함유시켜야만 안정성을 가진다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 군용폭약 제조업(교반)

① 시나리오 : 화약 및 불꽃제품 제조업으로 산업용 및 군용 폭약을 제조하고 군용폭약을 제조 시에 2,4,6-TNT를 사용하며, 주생산품은 살상 장치, 고폭약, 대형 탄공 등을 생산하고 있다. 다품종 소량생산에 따라 생산 물량이 있을 경우로 연간 3개월 정도만 작업이 수행되고 있다. 2,4,6-TNT 사용공정은 충전 공정이다.

교반 및 용융작업 시 근로자가 고체상태의 원료인 콤포지션B를 교반기에 주입할 때 교반기의 높은 공정온도 (100℃)에 의해 원료에 혼합되어 있는 2,4,6-TNT가 가스 상태로 발생되어 1일 1시간정도의 작업시간동안 호흡기를 통해 높은 농도로 노출될 수 있다. 교반기 내부에 자바라를 연결한 포위식 후드가 설치되어있다.

원료주입 → 혼합 → 분리 → 냉각 → 절단 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 산업용폭약 제조업(뇌관공실 작업)

① 시나리오 : 산업용 폭약 및 뇌관(전기 및 비 전기)을 생산하는 업체로 뇌관은 캐나다에서 수입하고 있다. 총포화약류 법에 의해 작업장 규격, 거리, 저장소등 시설물과 화약약품, 수입된 뇌관 등이 별도의 저장소에서 엄격히 관리 되고 있으며 폭약의 생산량은 정부산업시책과 민감하게 연결되어 있어 변동이 큰 상태이다. 산업용폭약은 종류에 따라 사용용도가 다르며 폭약으로는 질산암모늄과 가연제로 사용하는 오일이 주원료인 에멀젼 폭약을 제조하고 있다.

2,4,6-TNT에 노출될 수 있는 근로자는 뇌관공실의 작업자로 특히 수입된 뇌관과 전선을 압착하는 작업자는 1일 약1시간 작업으로 단시간 작업이 수행되지만 직접적인 노출은 많지 않다.

전선 준비 → 전선가공 → 조립 → 압착 → 원료준비 → 반응 → 에멀젼 생산 → 냉각 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 산업용폭약[1](작약 투입)

① 시나리오 : 레미콘 및 토목, 건축용 골재를 채취하는 업체로 노천에서 석산발파용으로 2,4,6-TNT로 만든 폭약을 사용한다.

천공, 작약투입, 발파 작업이 석산(노천)에서 반복적으로 수행되고 1일 발파에 사용되는 양은 폭약이 약 200kg, 뇌관 80개 정도이며 허가된 양과 사용조건의 일치여부를 확인한 다음에 작업 현장에서 사용한다. 또한 사용하고 남은 폭약은 화약제조 회사에 반납함에 따라 회사에는 폭약의 저장 및 보관을 하고 있지 않다.

2,4,6-TNT에 노출 될 수 있는 근로자는 화약물 관리자를 포함한 2명으로 발파작업을 위해 천공에 작약을 약 1시간 정도 투입하는 과정과 발파 후 원석 채취를 위한 작업 시에 30분이내의 단시간이지만 발파 시 2,4,6-TNT가 분해되어 N_2, O_2 등의 가스로 발생됨에 따라 직접적인 노출될 수 있다.

천공 → 발파 → 원석채취 → 파쇄 →골재 및 모래 생산

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 대부분 산업용 폭약으로 2,4,6-TNT 성분의 폭약을 사용하였으나 최근에는 가격의 고가 및 마찰, 충격 등 취급 시 폭발의 위험성 때문에 에멀젼 폭약(Emulsion Explosive)으로 대체하고 있으며 산업용 폭약의 용도는 터널 발파용, 석회석 광산 발파용, 석산(노천)발파용으로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(069) 트리메틸아민 Trimmethylamine 75-50-3

1. 개요

1) 제조

파라포름알데히드와 염화암모늄으로부터 제조된다[1]. 암모니아, 포름알데히드와 포름산의 반응에 의해서 제조된다[2]. 고온에서 촉매 존재하에서 메탄올과 암모니아의 반응에 의해서도 생성된다. 모노-,디-,트리메틸아민의 생산과 산출은 제조 조건의 영향을 받는다. 분리방법은 공비(azeotropic) 또는 추출 증류를 이용한다.

저 지방족 아민류(lower aliphatic amines)는 주로 알콜 함유 암모니아, 알데히드, 케톤, 혹은 알킬 할로겐화물(alkyl halides), 혹은 알켄 함유 시안화수소(hydrogen cyanide with alkene)-올레핀(olefin)- 같은 개시물질로부터 생성된다. 흔히 이용되는 방법들은 다음과 같다. 첫째, 암모니아와 알코올을 300~500℃의 온도와 790~3,550kPa 압력 하에서 지속적으로 촉매로, 1차, 2차, 3차 아민의 혼합물의 형성하면서 사용된다. 둘째, 암모니아, 수소, 그리고 알코올은 130~250℃ 온도와 높은 압력 하에서 지속적으로 서로 다른 촉매에 의해 나중에 분리가 필요한 혼합 아민 생성물로의 전환이 이루어진다. 셋째, 암모니아와 알데히드 혹은 케톤과 수소가 둘째 방법과 유사하게 수소 첨가 촉매에 사용되어진다. 넷째, 시안화수소가 30~60℃ 온도에서 알켄과 반응하여 R3CNH2을 형성하고, 중간체 아미드를 가수분해하기 위해 열을 가함으로써 사용되어진다.

트리메틸아민은 질소 공장에서 발생하는 자연적인 분해 산물이다.

2) 용도

- 유기화합물(특히 콜린염) 그리고 천연가스, 소독제의 제조, 부유제(flotation agent), 곤충유인제,
- 4가 암모늄 화합물, 플라스틱의 경고제(warning agent)
- 인쇄 유기화합물
- 나일론 그리고 벤질 에스테르 생산을 위한 산 포착제(Acid scavenger)
- 양이온 전분제(cationic starches), 진한 감미료, 그리 고 이온 교환 수지의 제조에 사용
- 부식 억제제, 살균제
- 트리메틸아민은 카르보푸란 분리 GC 분석에서 촉매제로 사용
- 합성 향료; 생선, 해산물 맛을 내는데 유용
- 유기화합물 합성의 중간물질로 사용

트리메틸아민은 주로 4기 암모니아 화합물 제조, 소독제의 제조, 부식 방지제,

1) Adams, Brown, Org Syn 1, 75 (1921); Coll Vol 1, 2nd ed, page 528
2) Sommelet, Ferrand, Bull Soc Chim 35, 446 (1924)

choline chloride의 조제, 다양한 유기물의 합성에서도 사용되고 있으며, 천연 가스의 경고 물질로도 널리 사용되고 있다. 또한 트리메틸아민은 다른 아민들과 함께 곤충 유인제(insect attractant), 부유제, 화학합성의 중간매개체로서 사용된다[3].

3) 노출 및 결정인자[4]

직업적인 폭로로는 흡입, 눈 접촉으로 인체에 폭로된다. 생산 과정에서 발생하는 노출은 드물고 노출이 발생할 때 관리가 비교적 가능하지만, 트리메틸아민을 취급하고 있는 근로자들의 입장에서는 어떤 작업을 하느냐에 따라서 고농도, 그리고 상대적으로 관리가 불가능한 노출에 영향을 받을 수 있다. 공기 중에 포함된 농도가 높아지는 개방된 작업현장에서 증기나 액체 상태의 트리메틸아민 노출이 발생한다. 작업 현장에서 발생하는 트리메틸아민 노출은 증기의 흡입에 의한 경우가 주이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	59.11	물리적 상태	기체	증기압	1,610mmHg(25℃)
끓는점	2.87℃	R-phrase	12,20,37/38,41	Log Kow	0.16
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 13.2 mg/m^3			STEL 15 ppm / 36 mg/m^3	

3) ACGIH 1991

4) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸아민 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 메틸아민 공정은 크게 3가지로 분류하여 합성, 증류, 제품처리 공정으로 요약할 수 있다. 메탄올과 암모니아가 반응하여 모노메틸아민(MMA), 디메틸아민(DMA), 트리메틸아민(TMA), 물이 생성되며 이 혼합물은 증류공정에서 정제, 분리되어 제품처리공정으로 보내진다.

생성물들의 비율은 메탄올에 대한 암모니아의 비를 다양하게 함으로써 어느 정도 조절될 수 있다. 메탄올을 과량으로 반응시키면 메틸아민이 주 생성물이 되고 암모니아를 과량으로 반응시키면 디메틸아민, 트리메틸아민의 생성량이 증가한다.

트리메틸아민 제조의 전 공정에서 트리메틸아민에 노출될 가능성이 있다.

원료(메탄올, 회수된 암모니아) → 합성공정 → 열교환기/응축 → 증류(I) → 증류(II) → 증류(III) → 재순환 → 모노메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민 → 저장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에 의해서는 관리접근 2가 적절하나 노출 시나리오 상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸아민 제조(저장/출하)

① 시나리오 : 메틸아민 공정은 크게 3가지로 분류하여 합성, 증류, 제품처리 공정으로 요약할 수 있다. 메탄올과 암모니아가 반응하여 모노메틸아민(MMA), 디메틸아민(DMA), 트리메틸아민(TMA), 물이 생성되며 이 혼합물은 증류공정에서 정제, 분리되어 제품처리공정으로 보내진다.

생성물들의 비율은 메탄올에 대한 암모니아의 비를 다양하게 함으로써 어느 정도 조절될 수 있다. 메탄올을 과량으로 반응시키면 메틸아민이 주 생성물이 되고 암모니아를 과량으로 반응시키면 디메틸아민, 트리메틸아민의 생성량이 증가한다.

트리메틸아민 제조의 전 공정에서 트리메틸아민에 노출될 가능성이 있다.

원료(메탄올, 회수된 암모니아) → 합성공정 → 열교환기/응축 → 증류(I/II/III) → 재순환 → 모노메틸아민, 디메틸아민, 트리메틸아민 → 저장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 계면활성제 생산 공정(원료 투입)

① 시나리오 : 화장품 원료로 쓰이는 계면 활성제를 생산하기 위해 트리메틸아민 원재료(원액 30%)를 저장 탱크의 반응기에 주입하는 과정에서 노출이 일어날 수 있으며, 반응기의 기기조작과 밀폐 배관의 상태여부에 따라 누출로 인한 노출이 가능할 수 있다. 계면활성제를 생산하는 주요 공정은 원료가 투입되는 과정에서 배관에 투입이 완료되고 무인 조정에 의해 공정이 이루어진다. 원료로 투입하는 공정을 제외하면 무인 조정에 의해 작업이 진행됨으로서 근로자들이 누출 사고를 제외하면 트리메틸아민에 노출될 가능성이 낮다.

원재료 → 투입 → 기화 → 반응 → 유동층 진공건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 이온 수지 생산(현장관리)

① 시나리오 : 아민화 반응은 클로로메틸화 된 공중합체를 아민으로 처리하는 반응으로 아민의 종류에 따라 각종의 관능기를 가진 음이온교환수지가 제조된다. 제1급 및 제 2급 아민의 경우 반응과정 중에 클로로메틸기가 반응하여 생성한 아민기가 계속해서 인접 위치의 클로로메틸기와 반응하여 제2차 가교를 형성하는 것도 가능하며, 알킬기의 길이가 다른 제3급 아민을 사용하여 아민화 반응을 했을 때 트리메틸아민>트리에틸아민>트리부틸아민의 순으로 알킬기의 길이가 크게 됨에 따라 반응속도는 늦어지는 원리를 이용하여 반응기 안에서 반응된 물과 소금과 트리메틸아민이 반응되어 CMP화 된 스티렌계 강염기성 음이온교환수지를 생산한다.

노출 가능한 공정은 이송차량에서 드럼으로 주입 후 밀폐배관을 통하여 반응조에 투입되는 작업공정으로서, 투입작업동안(약 1시간) 및 저장탱크 관리 과정, 저장탱크에서 아민반응기 사이의 밀폐된 배관 공정에서의 누출 등이다.

원재료 → 투입 → 기화 → 반응 → 유동층 진공건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 디메틸아세트아미드 제조(시료분석)

① 시나리오 : 트리메틸아민, 일산화탄소로 구성되는 반응 혼합물을 촉매량의 디코발트 옥타카르보닐과 물[1]의 존재하, 약 175~275℃의 온도와 400~4000psig이 압력하에 균질하게 접촉시킴으로써, 4중량% 이하의 디메틸포름아미드를 함유하는 디메틸아세트아미드를 제조한다.

품질관리를 위해 시료 채취 후 분석하는 과정에서 트리메틸아민에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물 : 디코발트 옥타카르보닐의 몰비율은 0.5-2.0 : 1
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(070) 트리에틸아민 Triethylamine 121-44-8

1. 개요

1) 제조

N,N-디에틸아세트아미드와 리튬 알루미늄 하이드라이드와의 반응에 의해 제조된다.

증기상의 에탄올에서 암모니아의 증기상 알킬화에 의해 제조된다. 또한 열과 압력을 가한 염화에틸과 암모니아로부터 제조될 수도 있다.

2) 용도

- 화학 중간체, 우레아와 멜라닌 기본의 에나멜의 항겔화제, 겔화된 페인트의 회복, 폴리우레탄 폼의 촉매, 구리땜의 플럭스(flux)
- 화학 합성의 촉매 용매, 고무의 촉진제 활성제, 부식 저항제, 추진제, 4가 암모늄 형의 습성(wetting), 투과, 그리고 방수제, 폴리머의 경화
- 에폭시 수지의 촉매
- 염료 제조
- 코팅체에서 아미노 수지의 안정제
- 항생제의 순수화에서 선택 추출제
- 섬유 처리제인 옥타데실록시메틸티리에틸 암모늄 클로라이드(octadecyloxy-methyltriethyl ammonium chloride)의 생산
- 농약과 제초제에 사용, 농약의 에멀젼화의 조제에 사용
- 비영양성 감미료에 사용
- 인쇄 잉크의 건조
- 카펫 청결제

알킬아민의 용도는 다양하다. 물질 자체로 또는 다른 화합물과 함께 용매로 사용된다. 이는 화학물질 합성을 위한 전구물질로 광범위하게 사용되고 있다. 메틸아민(methylamine)과 디메틸아민(dimethylamine)은 진정제, 진통제, 마취제, 항히스타민 약품, 살충제, 토양 소독제, 계면 활성제, 사진현상, 몇몇의 용매, 폭발물질, 살균제, 고무 경화촉진제, 로켓 추진제, 이온교환 수지, 플라스틱 단량체, 촉매제 등 20여 가지 이상의 제품 원료가 된다. 다른 종류의 아민은 중합반응의 촉매제, 가금류의 먹이, 살균제, 부식억제제, 제초제로 사용된다. 에틸아민은 합성 화학 분야에서 고무유액의 안정제인 가황촉진제의 원료, 선택성 용제, 염료와 약물의 중간생성물(intermediate)로 사용되며, 석유정제 분야에서도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

용매와 화학 중간체로서의 트리에틸아민(TEA)의 생산과 사용은 노출을 발생할 수 있게 한다.

TEA는 대부분의 업종에서 TEA가 가지고 있는 특성을 부여(부가)하기 위한 첨가제나 보조제로 사용되는 경우가 대부분이다.

국내에서는 트리에틸아민의 사용 및 노출 가능 용도는 TEA의 제조, NPG를 제조할 때 반응촉진제, PPG(폴리올 수지)에 가교제, 염료중간체를 제조할 때 반응촉진제, 의약품 중간체를 제조할 때 원하지 않은 반응 억제제, 의약품을 제조할 때 용매제, 화학섬유 제조 시 원료 보호제, 농약제조업에서 반응촉진제, 광학기기제조에서 반응 억제제(치환도금방지제)등의 업종에서 사용을 통해 노출이 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	101.19	물리적 상태	액체	증기압	54mmHg(20℃)
끓는점	89.4℃	R-phrase	11,20/21/22,35	Log Kow	1.45
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 8.3 mg/m^3			STEL 4 ppm / 16.6 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: TEA 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 암모니아와 에탄올이 반응하여 모노에틸아민(MEA)가 1차적으로 생성된다. 생성된 MEA와 에탄올이 다시 반응하면 DEA가, 다시 에탄올을 반응시키면 TEA가 최종적으로 생성된다.

반응 후 TEA 제품의 순도 분석을 실시하는데, 반응탱크에서 근로자가 직접 TEA시료를 채취한다. 시료의 양은 약 200~300㎖정도이고 채취시간은 10초 이내 순간동안에 이루어진다. 상온에서 운반한 후 분석실에서 제품의 순도를 분석한다. 즉 TEA의 순도가 99%이상이 되는지 불순물, 수분함유율 그리고 TEA함량을 분석한다. 채취시간이 매우 짧고 실외이므로 근로자의 TEA노출은 큰 문제가 되지 않는다.

원재료 투입 → 반응 → TEA 샘플 채취 → 포장 → 보관/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12.5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: TEA 제조(적재/포장 공정)

① 시나리오 : 암모니아와 에탄올이 반응하여 모노에틸아민(MEA)가 1차적으로 생성된다. 생성된 MEA와 에탄올이 다시 반응하면 DEA가, 다시 에탄올을 반응시키면 TEA가 최종적으로 생성된다. TEA 적재/포장은 저장탱크(600톤)에 저장된 TEA는 200kg드럼에 포장하여 화학물질 보관창고에 일정기간 보관 후 납품하거나 곧바로 탱크로리(18톤)에 적재하여 납품된다. 탱크로리에 의한 적재납품이 대부분이다.

드럼포장은 로드쉘 (자동저울)에 올려서 자동으로 200kg이 포장된다.

탱크로리에 의한 적재는 TEA저장탱크와 연결된 파이프라인이 탱크로리의 하부에 체결하여 적재(loading)한다. 적재된 양만큼 탱크로리 상부에서 빠져나가는 가스는 후드를 통해서 정화장치(흡착탑)로 연결되어 정화된 다음 공기 중으로 배출된다. 탱크로리적재 작업시간은 약 2시간 정도이다. 탱크로리 5톤은 월 3회 그리고 16톤은 6회 정도 이루어진다. 탱크로리적재 작업도 실외에서 이루어지고 하부적재 및 정화장치와 연결된 적재방법을 활용하므로 노출은 크지 않을 것으로 판단된다. 그러나 만약 탱크로리 적재 시에 배기된 가스를 제거하는 국소배기정화장치가 설치되어 있지 않을 경우 근로자노출은 물론 대기오염의 위험은 클 수 있다.

원재료투입 → 반응 → TEA 샘플 채취 → 포장 → 보관/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: NPG 제조(원재료 투입)

① 시나리오 : 이소부틸알데하이드와 포름알데하이드를 주원료로 반응시켜 HPA (hydroxypivaldehyde)가 생성된다. 이들이 추출된 후 수소화되어 최종 NPG(Neo Pentyl Glycol)[1]가 생성된다.

HPA 생성반응에 TEA는 반응촉매제로 반응탱크에 중앙 조정실에서 자동으로 투입된다. 근로자가 직접 TEA를 취급하지 않고, 노출 가능성도 높지 않다.

원재료투입 → HPA 생성반응(TEA 첨가) → 수소화 공정 → NPG 제품 → 보관/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) NPG는 도료광택제, 수지에 첨가되는 가소제, PE 필름의 유화제, 가전제품 광택제 등으로 활용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: PPG(polypropylene glycol) 제조(첨가제 투입)

① 시나리오 : 글리세린에 Propylene oxide과 Ethylene oxide를 부가하여 중합 폴리올을 형성한다. 중합반응을 촉진하기 위해 각종 첨가제가 투입된다. 수요자(우레탄 수지 제조업종에서 중합반응을 조절 하는 목적)의 요구에 따라 폴리올에 각종 첨가제를 첨가한 다음 최종 납품한다. TEA를 첨가하는 폴리올 품목은 1-2개 정도이다.

폴리올 수지는 폴리우레탄 수지를 만드는 중합반응에 이용한다. 중합반응을 조절하기 위해서 TEA를 첨가한다. 폴리올 수지를 제조하는데서 미리 TEA를 첨가하여 납품한다. TEA는 폴리올이 형성된 반응조의 상부에 있는 호퍼를 통해서 첨가된다. 투입작업은 1분 이내로 이루어진다. 투입시에는 상부에 국소배기장치를 가동하고 작업한다. 투입량은 폴리올 10,000L에 TEA는 10L을 투입한다. 1.5개월에 1회 정도의 빈도로 1회 사용 시 1분 이내로 사용한다. 취급량이 많지 않고 취급빈도도 많지 않으므로 노출가능성은 크지 않다.

원재료투입 → PPG 제조 → PPG에 TEA첨가 → PPG 포장 → 보관/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12.5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 염료 중간체 제조(촉매제로 사용)

① 시나리오 : $POCl_3$(Phosphorous Oxi-Chloride)와 CMHP를 교반을 통해 반응시켜 염료중간체(DCP)를 생성한다.

이 때 반응촉매제로 TEA가 사용된다. POCl3가 주된 반응물이며 나머지 대략 30 %정도의 CMHP(고체)와 TEA가 첨가된다. TEA를 첨가할 때는 발열반응이므로 서서히 첨가한다. 첨가방법은 근로자가 드럼통을 탱크 옆으로 운반한 다음 진공펌프를 이용하여 일정량씩 첨가한다. 첨가에 걸리는 시간은 보통 1~2시간 정도이다.

TEA를 탱크에 첨가할 때 TEA는 증기압이 54mmHg이므로 증발가능성이 매우 높으므로 쉽게 증발하여 일정 농도를 형성할 수 있다. 드럼 뚜껑이 열려있는 경우 노출 위험은 더욱 증가된다.

원재료투입 → 반응(TEA 첨가) → 검사 → 여과 → 세척 → 보관/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 의약품 중간체 제조(보조제 투입)

① 시나리오 : 의약품 중간체인 EPP-CL, BRBP, ACE-NCA, AM19, QN09, BCF, PM07 등(상품명)을 제조하는 공정이다[1]. 항생제의 원료로 사용되는 EPP-CL을 제조할 때 TEA가 부원료로 사용된다.

원료(MDCL, EDPH, xylene)를 반응시켜서 의약품중간체인 EPP-CL을 제조한다. TEA는 원료들 간의 일어나서는 안 되는 반응의 위치에 TEA가 먼저 결합하여 원하는 반응이 일어나도록 하는 것이다. 따라서 TEA는 보조제로 투입된다.

TEA 무게 칭량은 반응탱크에 투입할 TEA의 적정무게를 재는 공정이다. EPP-CL은 1개의 탱크에서 제조되며 하루에 1회 반응공정이 이루어진다. TEA드럼 당 무게를 재서 반응탱크에 연결된 진공펌프를 수동으로 연결한 후 자동으로 투입된다.

TEA를 반응 탱크에 첨가할 때 TEA는 증기압이 높으므로 공기 중으로 쉽게 증발할 수 있고, 근로자가 직접 취급하고 반자동이므로 노출의 위험은 있다.

원재료무게칭량 → 반응(TEA 첨가) → 세정 → 증류 → 여과 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이들은 정신분열증 치료제, 항생제, 우울증 치료제 등의 원료로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 의약품 제조(건조 및 포장)

① 시나리오 : 미생물의 발효(fermentation)품인 고체분말을 가공하여 의약품의 중간체를 만드는 공정에서 TEA가 사용된다. 의약품 제조 시 사용되는 첨가제로서 유기용제의 하나인 TEA는 첨가제로 사용하여 용해반응을 촉진한다. TEA를 첨가하는 목적은 일부 녹지 않은 발효산물을 완전하게 녹이고 적정한 반응을 유지하도록 하기 위한 것이다. 즉, TEA는 촉매유기용제로 사용한다.

건조 및 포장공정에서 촉매제로 첨가된 TEA는 반응공정에서 첨가되는 양이 많지 않으므로 증발되는 양은 거의 없을 것으로 판단된다. 일정 시간 건조된 후에 근로자가 직접 포장한다. 건조 및 포장 근로자는 원료의 반응에 투여되었던 다른 주 유기용제 증기에 과다하게 노출될 수 있다.

TEA를 투입할 때 노출될 수 있다. 노출되는 양은 제품에 따라 투입시간, 양, 방법 등에 따라 다를 것이고, 짧은 시간동안 취급되지만 높은 증기압으로 노출이 일어날 수 있다.

원료에서 얻어진 중간체 → 반응(TEA 첨가) → 여과 → 원심분리 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 15 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 폴리에스테르 제조(원료 주입)

① 시나리오 : 원료인 EG(ethylene glycol), DEG(diethylene glycol) 생성억제제(CAT1), 반응 촉매제(CAT2)와 소염제를 반응탱크에서 교반한다. 다시 또 다른 원료인 PTA(purified terephtalic acid)를 계량하여 반응탱크에 주입하고, 고압·고열을 가하는 중합반응으로 폴리에스테르(polyester)를 생산한다. 원료 주입 시 TEA도 주입된다. 첨가방법은 TEA드럼으로부터 반응탱크에 진공펌프를 수동으로 연결한 후 자동으로 탱크에 주입되게 한다. 소요시간은 5~10분이고, TEA 드럼의 뚜껑을 열 때와 반응탱크로 TEA를 주입할 때 노출될 수 있다.

고압과 고열을 반응에 가하면 원료 중 하나인 EG 가 DEG로 변할 수 있다. DEG가 생성되는 것을 억제할 목적으로 TEA를 첨가한다.

중합반응 → TEA 원료주입 → 폴리에스테르 제품생산 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	26 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 농약 제조(촉매 투입)

① 시나리오 : 살충, 살균, 제초제 등의 농약을 제조하는 공정이다. TEA는 반응을 촉진시키는 촉매작용을 목적으로 첨가된다. 반응이 끝난 후 제품에 따라 층분리, 증류 또는 결정화과정과 여과·건조를 거쳐 제품으로 생산된다.

원료 투입 시 TEA도 일정 비율만큼 반응탱크에 주입한다. 드럼(210kg)으로 포장된 TEA를 근로자가 반응탱크에 연결된 진공펌프를 이용하여 반응탱크에 투입한다. 투입량은 제품에 따라 50~250kg이고, 투입시간은 5~10분이다. TEA를 반응탱크에 수동으로 주입하는 과정에서 근로자는 TEA증기에 직접 노출될 가능성 있다.

원료 투입(TEA 투입) → 반응 → 증류/결정화 → 여과/건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	16 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 광학기기 정밀 전기전자 제조(치환도금 방지제로 첨가)

① 시나리오 : 광학기기 정밀 전기전자 제조업에서 TEA는 치환도금 방지제로 첨가 된다.

LEAD 프레임을 제조하는 공정이다. 구리나 니켈을 원료로 전처리하여, 코팅 ,노광, 현상, 에칭, 박리, sub 검사, 도금(elf 도금), TAPING, DOWN/UP SET 등의 여러 과정을 거쳐 생산된 제품을 작업자가 검사한 후 포장, 출하된다.

TEA는 elf 도금에서 치환도금방지제로 첨가된다. 치환도금방지제는 리드프레임에 원하는 성분외의 다른 성분이 도금되는 것을 방지하기 위해 첨가하는 것이다.

5% 치환도금방지용액의 제조에 사용된다. 시약장에 보관된 TEA를 흄 후드에서 pipette으로 계량한 후 부피플라스크에 다른 용매에 희석하여 치환도금방지용액을 제조한다. 시약병에 담긴 TEA를 흄 후드에서 작업하고 노출 시간은 1분 미만이다. 따라서 정상적인 작업에서 TEA노출가능성은 매우 낮다.

그 후 TEA 도금조에 치환도금방지용액을 투입한다. 투여하는데 걸리는 시간은 약 5초 정도로 매우 짧다. 따라서 정상적인 작업에서는 TEA 노출 가능성은 매우 낮다.

소재 입고(Cu, Ni) → 전처리 → 도금 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12.5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 성분분석 작업 공정

① 시나리오 : 완제품 품질확인을 위한 성분분석 작업이 진행되는 공정에서 실험실 특성상 소량 다품종의 분석용 시약을 사용함으로써, 유해물질에 폭로되고 있다.

시료 → 앞, 뒤층 분리(2ml vial) → 60 min Mix → 분석

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	19.5℃	연간 사용량	80 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(071) 티람 Thiram 137-26-8

1. 개요

1) 제조

티람은 N,N-디메틸 디티오카바메이트 염과 과산화수소, 염소, 혹은 공기와 산화 반응에 의해 생산된다.

우선 디메틸디티오카밤산의 디메틸아민의 염과 요오드를 에탄올 용액에서 산화에 의해 준비된 후, 염소 가스를 통과시키거나, 또는 산화철, 과산화수소, 수산화나트륨, 디메틸아민, 그리고 이황화탄소로부터 제조된다.

2) 용도

- 농약
- 곰팡이 살균제, 버섯 살균제
- 목제 보존제
- 이소부틸렌-이소프렌, 부타디엔, 스티렌-부타디엔, 합성 이소프렌과 니티릴-부타디엔 고무의 일차와 이차 촉진제(accelerators)
- 고무의 가황기(vulcanizer), 종자 살균제, 비누의 정균제, 동물 퇴치제(repellent)
- 약품제조
- 산화제

3) 노출 및 결정인자[1)]

고무 촉진제와 가황제로서의 티람의 생산과 사용을 통해 노출이 발생할 수 있다. 살균제로서의 사용을 통해 환경으로 직접적인 노출이 발생할 수 있다.

티람의 직업적 노출은 티람이 생산되거나 사용되는 작업장에서 흡입이나 피부 접촉을 통해 발생할 수 있다.

작업자는 고무산업이나 식물이나 나무에 동물 퇴치제를 살포 중 노출이 발생할 수 있다. 사람들에게 가장 큰 노출은 제형 중 가루 티람의 취급과 혼합과정 중 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	240.44	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	분해함	R-phrase	20/22,36/37,40,43	Log Kow	1.73
노출기준 (노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 자동차용 고무벨트 생산(첨가제 투입)

① 시나리오 : 자동차용 각종 고무벨트류를 생산하는 사업장으로 제품의 특성에 따라 다양한 첨가제(티람 등)가 사용된다.

고무제품에 첨가되는 각종 원료(티람 포함)는 제품생산계획에 따라 평량한다.

티람을 첨가제로 사용하는 생산 공정은 약품평량, 배합, 카렌다, 가황 및 가류 그리고 절단 그리고 출하(중간고무제품)의 공정으로 구성된다.

평량 작업 중에 첨가제(티람)의 비산으로 작업자가 노출될 수 있으나, 사용량이 소량이며, 평량대에 국소배기장치가 설치되어 있어 노출 가능성은 낮은 것으로 판단된다. 원재료와 첨가제(티람 포함)를 배합기에 투입 작업 시 유해물질이 비산할 수 있으며, 배합기에는 국소배기장치가 있다.

약품 평량 → 배합 → 카렌다 → 성형/가류 → 절단 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 자동차용 고무 롤(압연 공정)

① 시나리오 : 자동차용 각종 고무제품을 생산하는 사업장으로서 제품의 특성에 따라 다양한 첨가제(티람)가 사용된다.

티람이 첨가되는 고무제품의 생산계획에 맞추어 평량 작업이 이루어진다.

티람을 첨가제로 사용하는 생산 공정은 약품평량, 반바리(banbury), 압연(Rolling), 절단 그리고 출하(중간고무제품)의 공정으로 구성된다.

티람이 사용되거나 노출가능 한 공정으로는 약품 평량, 반바리 그리고 압연 공정으로 구분된다. 평량 작업 중에 첨가제(티람)의 비산으로 작업자가 노출될 수 있으며, 생산계획에 따라 평량 작업을 하므로 티람에 노출되는 횟수는 불규칙 한 것으로 조사되었다. 그러나 평량실과 반바리에 투입 작업 시 국소배기장치가 설치되어 있어 작업자가 티람에 직접 노출되는 것을 제어하고 있다.

약품 평량 → 반바리 → 압연 → 절단 → 검사 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중증도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 고무제조(배합(반바리) 공정)

① 시나리오 : 내림은 생고무를 롤러로 개어 생고무가 가진 탄성을 없애고 가소성을 증가시키는 공정이며, 고무입자의 균일화 분자의 절단이 일어난다. 이로 인해서 생고무는 성형하기가 쉬워진다. 혼합은 가황제로서, 황, 가황촉진제, 아연화, 스테아르산, 노화방지제, 연화제, 충진제, 착색용 안료 등을 공정으로 롤러를 사용해서 실시한다.

제품의 특성에 따라 첨가제의 종류가 다양하며, 티람이 첨가되는 제품군은 고무찰흙과 조각용 고무판 등의 문구류 고무제품이다.

티람을 첨가제로 사용하는 생산공정은 약품 평량, 반바리(배합), 롤라(압연), 굽기, 절단 그리고 포장의 단계로 작업이 이루어진다. 약품 평량을 제외한 공정들은 연쇄적인 작업공정으로 구성된다.

약품 평량 → 반바리 → 압연 → 성형 → 굽기/절단 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약원료제조(포장 공정)

① 시나리오 : 농약의 제품군 중 수화제로 사용되는 제품에 티람이 사용되고 있다.

농약류의 티람 노출 단위작업공정은 계량 및 투입 단위공정 그리고 최종제품의 포장단계에서 노출가능성이 있다.

원료의 계량공정에는 계량 작업 중에 원재료의 비산으로 작업자가 노출될 수 있으며, 투입공정의 원료 투입 작업 중에 원재료의 비산으로 티람의 노출이 가능하다.

그 외 공정으로 포장 단위작업공정에서 자동으로 포장이 이루어지나 포장작업 중 이상이 발생하면, 작업자가 직접 계량한 후 포장을 하는 경우도 있으며, 이 때 비산하는 농약제품으로 인해 노출될 수 있다.

계량 → 투입 → 교반 → 분쇄 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 티람 제조(시료채취)

① 시나리오 : 티람은 농약의 원재료로 사용되며, 기타 고무 관련제품의 가황촉진제로 사용되고, 국내에서의 생산물량은 점차 감소추세인 것으로 조사되었다.

티람의 제조 공정 중 작업자가 노출될 수 있는 가능 공정은 시료 채취, 건조 및 성형과 포장공정에서 노출이 가능한 것으로 사료되며, 티람 제조업체는 장치산업이기 때문에 각 노출단위작업장소에 상시근무를 하지 않지만 수시점검 및 수작업, 그리고 시료채취 과정 중에는 노출의 가능성이 있다.

원료 투입 → 반응조(1차/2차 반응) → 건조 → 분쇄 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되었으나, 노출시나리오상 관리접근 1이 적당하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(072) 파라치온 Parathion 56-38-2

1. 개요

1) 제조

파라치온은 p-니트로페네이트 나트륨(Sodium p-nitrophenate)과 디에틸포스포로클로리도티오에이트(Diethylphosphorochloridothioate)의 반응으로 생성된다.

첫 번째 단계인 에틸 디티오피오스폰 산(ethyl dithiophiosphone acid)은 에틸알코올 무수물과 포스포러스 펜타설피드와의 반응에 의해 제조된다. 다음의 염소화 단계는 원소 염소, 염화황(sulfur monochloride), 또는 이염화황(sulfur dichloride)를 사용한다.

파라치온 원제의 성분은 95% 파라치온 + PNP(Na) 1%이하 + 수분 및 기타 불순물 4%로 조성되어 있다.

2) 용도

파라치온은 온실과 옥외에서 다양한 종류의 작물의 잎과 수확 전 토양처리제로 사용된다. 국내에서는 잎말이나방, 벼잎벌레, 이화명충나방, 고자리파리, 굼벵이(큰검정풍뎅이 유충) 등에 사용된다.

파라치온은 그 맹독성 때문에 원제의 함량을 낮추고 있는데 한국에서는 유제를 17%로 낮추고 입제도 5%로 낮은 농도의 것을 사용하도록 하고 있다. 이에 비해 미국에서는 80~47%의 유제, 수화제 및 15% 농도의 입제를 사용하고 있다. 일본에서는 "Cabinet Order"에 의해 특독물질로 분류하여 사용금지물질이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

파라치온에 대한 직업적 노출은 제조, 생성, 살포, 저장과정에서 발생할 수 있다. 노출은 주로 호흡과 피부를 통하여 일어난다. 더 높은 직업적 노출은 우연한 사고나 올바르지 않은 취급과정에서 발생한다.

노출시간은 생산할 때만 사업장 주위에 있는 인근 주민들이 근로자로 일한다. 이들은 파라치온을 생산할 때만 일하기 때문에 일 년 내내 파라치온에 노출되지는 않는다. 필요할 때만 대략 2~3개월씩 생산에 참여한다. 따라서 연중 총 노출 시간은 길게는 7~8개월 짧게는 3~4개월에 불과하다.

파라치온의 생산량은 매년 줄고 있기 때문에 근로자의 노출시간도 줄어들고 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	291.27	물리적 상태	액체	증기압	0.005Pa(3.78×10^{-5}mmHg, 6mg/m^3)(20℃)
끓는점	375℃	R-phrase	27/28,50/53	Log Kow	3.83
노출기준(노동부)	TWA 0.05 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 파라치온 원제 생산(시료 채취)

① 시나리오 : 파라치온 원제생산은 플랜트 라인으로 되어 있다. 원료를 투입하면 자동적으로 혼합 및 합성이 이루어지며 반응시간은 10~12시간이다. 여기서 생산된 파리티온의 원제는 파이프라인을 통하여 두 개의 포장라인인 입제라인과 유제라인으로 자동적으로 이송된다.

파라치온의 원제는 년 20~40회 제조하며 제조 공정은 자동화 시스템에 의한 플랜트 공정에 의해 이루어진다.

플랜트 공정이 가동되는 동안에는 원료만 투입하고 작업자의 투입이 거의 없기 때문에 실질적인 노출 가능성은 낮지만, 시료 채취 시 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 반응 및 중화조 → 세척 → 정제 → 여과 → 농약원제 저장 → 입제/유제 원료 → 믹스/주입 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오상 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 입제 생산(포장)

① 시나리오 : 플랜트 공정에서 만들어진 파라치온 원제는 저장탱크에 저장되었다가 이송라인을 통해 입제라인과 유제라인으로 분리되어 운송된다. 입제라인에 들어온 파라치온 원제에는 모래와 벤토나이트를 첨가하고 혼합하여 입제(granule)의 형태로 호퍼가 달린 저장탱크에 저장된다. 그 다음 호퍼에서 입제를 봉지에 담아 포장하게 된다.

입제포장라인에서는 모든 과정에서 다량의 파라치온 입제 분진에 노출된다. 특히, 호퍼에서 봉지에 채우기 하는 작업은 작업자가 봉지를 호퍼에 투입하고 일정량의 입제가 채워지기 때문에 다량의 입제 분진에 노출된다. 그 외에도 컨베이어 벨트 옆에서 검수하고 부족분을 수작업을 통하여 채우고 계량하는 작업 역시 다량의 입제 분진에 노출된다.

입제투입 → 이송라인 → 수작업계량/정량 확인 → 봉투 압착 포장 → 박스 포장 /출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 유제 생산(현장관리)

① 시나리오 : 플랜트 공정에서 만들어진 파라치온 원제는 저장탱크에 저장되었다가 이송라인을 통해 입제라인과 유제라인으로 분리되어 운송된다. 유제라인에 들어온 파라치온 원제는 유화제를 주입하여 최종 파라치온 유제로 만들고 저장탱크에 저장된다. 그 다음 포장용기에 저장되어 출하하게 된다. 겉 포장지와 뚜껑부분이 밀착기기에 의해 밀착이 이루어지고 겉에 묻어있던 일부의 파라치온 유제가 건조과정을 거쳐 박스에 포장되어 출하하게 된다.

그러나 유제를 주입하는 주입라인, 뚜껑을 투입하면서 유제 주입량이 적은 제품을 골라내는 라인, 부족량을 수작업을 통해 다시 채우고 계량하는 작업에서는 다른 어느 곳보다 다량의 파라치온 유제가 증발될 수 있다. 또한 현장점검을 하는 근로자에게도 노출이 발생할 수 있다.

공병투입 → 유제투입 → 뚜껑 압착 → 건조로 → 박스 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포

① 시나리오 : 파라치온은 일반적으로 유화제나 입제를 물로 희석하여 살포하게 되고, 바람의 영향을 많이 받아 호흡기 및 피부를 통해 고농도로 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1,200 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(073) 퍼클로로에틸렌 Perchlorethylene 127-18-4

1. 개요

1) 제조

1,1,2,2-사염화에탄의 촉매 존재 하에서 산화반응에 의해 제조된다. 또는 아세틸렌의 촉매 존재 하에서 염소화에 의해 제조된다.

에틸렌의 직접 염소화하는 Huels 방법에 의해 70%의 퍼클로로에틸렌을 생산하는 공정과 메탄, 에탄, 또는 프로판 같은 탄화수소는 염소화와 열분해에 의해 95%의 퍼클로로에틸렌을 생산하는 공정에 의해 제조된다.

2) 용도

- 드라이 클리닝제
- 금속의 세척제
- 양모의 제직유 제거
- 의류의 미싱유 제거
- 무스탕의 기름때 제거
- 카펫트 오염물 제거
- 초음파, 증기세정
- 정밀부품 세저용
- CFC(chlorofluorocarbon) 제조에 사용

퍼클로로에틸렌은 상업적으로 중요한 염화계 탄화수소 용제이고 화학적 중간 생성물이다. 이 물질은 세척을 위한 용제로 사용되고 금속 세척에서 증기 탈지를 위해 주로 사용된다. 또한, 직물 산업에서 추출 용제, 가축 구충제, 곡물 훈증제로서도 사용되며, 염화 탄소 생산에도 사용된다.

사염화에틸렌·퍼클로로에틸렌이라고도 한다. 불연성이므로 드라이클리닝 용제로 사용되며, 금속 세척제, 도료의 용제, 유지·수지·고무 등의 추출용제로 사용된다. 또, 마취작용이 있다.

드라이클리닝 용제, 금속 세척제, 도료의 용제 등으로 사용된다.

금속 세척제, 도료의 용제, 유지·수지·고무 등의 추출용제로 사용된다. 또, 마취작용이 있으며, 주로 십이지장충의 구제에 사용된다.

직물 처리에서는 퍼클로로에틸렌은 연마 용제(scouring solvent)로서 사용되며, 제직 혹은 편직 작업 후 직물로부터 기름을 제거하거나 풀 먹이기(sizing), 발호(desizing) 작업에서의 이송 용제로서, 또한 직물 마감제와 방수제로서 사용된다. 퍼클로로에틸렌은 자연적 혹은 인공 직물의 손상 없이 지방, 그리스, 왁스, 오일 등을 분해한다. 그러나 손세탁 직물의 비중이 증가하고, 드라이 크리닝 장비의 효율이

높아지고, 화학적 재생이 증가함에 따라 드라이 크리닝 용제로서의 용도는 차츰 줄어들고 있다.

퍼클로로에틸렌은 또한 증기와 액체 탈지 작용제로 사용되고 있다. 퍼클로로에틸렌은 많은 유기 화합물을 분해하고, 무기 화합물을 골라내고, 피치와 왁스를 잘 녹이기 때문에 오염된 금속 부품과 다른 생산 물질들을 세척하는 용도로 사용된다. 또한 산업용 보일러의 숯을 제거하는 용도로도 사용된다. 십이지장충과 선충 처리를 위한 구충제로도 사용되었으나 독성이 낮고 관리하기 쉬운 약제로 대체되었다

3) 노출 및 결정인자[1)]

퍼클로로에틸렌은 다른 물질을 녹일 수 있기 때문에 작업장에서 세척용 유기용제로 많이 사용된다. 세척용 유기용제는 다른 물질을 녹이는 능력과 빨리 마르는 능력이 요구되고, 빨리 마르기 위해서는 그만큼 공기 중으로 증발이 쉬워야 한다. 세척조에 담겨 있는 세척액을 덮개 없이 놓을 경우 자연스럽게 공기 중으로 증발되며, 세척조로부터 증기화 된 유기용제에 작업자들이 노출되는 경우가 많다.

또한, 세척작업에 따라서는 일부러 세척액의 증기를 발생시키는 경우도 있다. 이 경우에는 환기장치가 대부분 되어 있지만, 항상 점검을 해야 한다. 성능이 좋은 세척액일수록 그만큼 주의해서 다루어야 하는 것이다.

사람이 주로 노출되는 것은 퍼클로로에틸렌의 증기 형태이며, 세탁소나 공장에서는 높은 농도에 노출된다. 세탁소나 공장 주위에 사는 사람들도 역시 다른 지역보다 높은 농도에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	165.84	물리적 상태	액체	증기압	19mmHg(25℃)
끓는점	121.2℃	R-phrase	40,51/53	Log Kow	3.40
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 170 mg/m^3			STEL 100 ppm / 680 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 퍼클로로에틸렌 제조(시료 채취)

① 시나리오 : C_2, C_3탄화수소의 열염소화에 의해 테트라클로로에틸렌과 함께 제조한다.

품질관리를 위한 시료 채취과정에서 근로자에게 퍼클로로에틸렌의 노출이 발생할 수 있다.

원료투입 → 반응기 → 분리/정제 → 시료채취 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 드라이클리닝 (dry cleaning)[1](원료 투입)

① 시나리오 : 대량의 의류를 능률적으로 드라이클리닝 할 때 드라이클리닝용제에는 독성이 있으므로, 작업자가 용제 증기를 흡입하지 않도록 밀폐장치가 되어 있다. 특히 합성용제의 경우는 완전밀폐장치가 되어 있고, 세정-탈액-건조 과정을 같은 기계에서 연속적·자동적으로 한다. 한편, 용제는 물에 비해 월등히 비싸므로, 증류와 여과로 더러워진 용제를 정화하고 다시 사용하는 재활용 시스템이 채용되고 있다.

원료투입 → 세정 → 탈액 → 건조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유성 휘발성 유기용제를 사용하여 마른(물에 젖지 않은) 상태로 세탁하는 법. 건식세탁이라고도 한다. 용제에는 ① 석유계 용제 ② 테트라클로로에틸렌 ③ 플루오르계 용제(F-113) ④ 트리클로로에탄 등 4종류가 있는데 모두 물과 섞이지 않는 유성이며 휘발성이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 비구면 렌즈 제조(세척 공정)

① 시나리오 : 카메라렌즈, 디지털 카메라 부품 등의 정밀 부품 세척공정에 퍼클로로에틸렌이 사용되고 있다.

퍼클로로에틸렌의 사용은 세척 공정에서 사용된다.

세척 공정은 렌즈 표면에 부착된 이물질을 제거하는 공정이다. 세척기 안에서는 19가지 세척제를 사용하여 세척을 하며, 라인을 흐르며 자동으로 함침되며 세척한다. 이 19가지 세척 공정 중에서 PCE는 첫 번째와 두 번째 세척에서 두 번 사용된다. 위의 작업장에서 노출원은 세 곳이다. 첫 번째는 PCE 보충을 위해 세척기에 투입하는 작업 시(한달에 두세 번)에 노출이 많이 될 수 있고, 밀폐형 세척기(라인식)에 제품을 투입하기 위해 슬라이드 문을 여는 곳과 세척된 제품을 배출하기 위해 슬라이드 문을 여는 곳에서 노출이 될 수 있다. 또한 오래된 세척액을 배출하는 작업 시에도 노출이 될 수 있다.

소재입고 → 연삭 → 심취 → 세척 → 코팅 → 접합 → 흑칠 → 조립 → 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.48 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 휴대폰 부품 세척(수동 세척)

① 시나리오 : 휴대폰 부품과 같은 정밀 부품의 세척공정에서 퍼클로로에틸렌을 사용한다.

세척 작업에는 원형 통에 부품들을 수 백 개씩 담아서 퍼클로로에틸렌 함침함에 담그고, 그 원형 통이 3~4분 돌면서 세척작업이 일어난다. 작업자 2, 3은 이런 방법으로 세척을 하며, 통이 돌아갈 때에는 용제가 담겨있는 통의 뚜껑을 닫아 놓는다. 그러나 세척 끝과 시작 사이의 준비 시간에는 뚜껑을 열어두고, 부품에 퍼클로로에틸렌이 묻은 상태에서 다음 작업을 위해 적재되는 시간이 있으므로, 고농도 노출이 일어날 수 있다.

세척 후 선반 위에서 자연 건조시키거나, 에어 건으로 세척 후 말리는 작업이 있는데 이 경우에도 고농도 노출 가능성이 있다.

체에 부품을 담아 손으로 반복적으로 함침을 하는 방법으로 수동 세척을 하는 공정에서도 고농도 노출이 가능하다.

원자재 입고 → 자동선반 → 세척(바렐세척, PCE) → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 40 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.6 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 특수페인트, 세척제, 기타 화학제품을 생산(원료 투입)

① 시나리오 : 퍼클로로에틸렌을 원재료로 하여 특수페인트, 세척제, 기타 화학제품을 생산할 때에 많은 노출이 가능하다.

퍼클로로에틸렌을 다른 물질과 일정량 배합하기 위해 배합 통에 일정양을 옮기는 작업을 수행해야 한다. 이렇게 배합 통으로 일정량을 옮기는 작업을 하기 위해 퍼클로로에틸렌 드럼통을 열어두면 노출이 될 수 있다. 이송 방법으로는 공기 압력으로 관을 통하여 배합통으로 이송하는 경우와 수동으로 컵이나 다른 도구로 옮기는 경우가 있는데, 후자의 경우에 많은 양이 공기 중으로 노출 될 수 있다.

배합을 한 후에 고르게 섞기 위해 교반기로 옮기게 되는데, 교반 시작 전이나, 도중에 소량의 퍼클로로에틸렌을 투입하는 작업이 있다. 이 경우에는 소량이기 때문에 대부분 수동으로 이송용기에 따라서 직접 교반기에 투여한다. 이 작업 도중에 공기 중으로 노출될 가능성이 높다.

액상 개근 → 고체 개근 → 투입 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(074) 페닐 멀캡탄 Phenyl mercaptan 108-98-5

1. 개요

1) 제조

황산이 있는 상태에서 아연분말로 벤젠 설포닐 클로라이드(benzene sulfonyl chloride)를 환원시켜서 제조한다.

클로로벤젠(chlorobenzene)과 황화수소(hydrogen sulfide)를 반응시켜서 제조한다.

2) 용도

- 카르보페노티온 살충제, 살비제, 살균제, 포노포스의 화학 중간체로 사용
- 약품제조, 폴리머의 중간체(포름알데히드, 다른 페놀류)
- 모기 유충제
- 농약, 의약품, 황색 염료 제조의 화학 중간체

3) 노출 및 결정인자[1)]

모기약, 살충제 또는 제약과정, 특별한 상태에서 식품첨가제로서 중간물질로 페닐 멀캡탄을 생산하거나 사용하는 일에 관련된 근로자들은 이 물질에 피부 접촉 또는 흡입에 의해 노출될 잠재성을 지니고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	110.18	물리적 상태	액체	증기압	1.4mmHg(20℃), 1.93mmHg(25℃)
끓는점	168.3℃	R-phrase	11,23/24/25,37,38,41	Log Kow	2.52
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 2 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 페닐멀캡탄 제조(시료채취)

① 시나리오 : 페닐 멀캡탄은 클로로벤젠(chlorobenzene)과 황화수소(hydrogen sulfide)를 반응시켜서 제조한다.

근로자의 노출은 품질관리를 위한 페닐멀캡탄의 시료 채취과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페닐멀캡탄 제조(포장)

① 시나리오 : 페닐 멀캡탄은 클로로벤젠(chlorobenzene)과 황화수소(hydrogen sulfide)를 반응시켜서 제조한다.

근로자의 노출은 반응이 완료된 페닐멀캡탄의 포장 및 출하 과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 화공약품 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 페닐멀캡탄을 사용하는 업종은 기초화합물제조업체이며, 반응공정에서 첨가제로 사용되는 것으로 파악되었다.

제품에 따라 첨가량은 달라지지만, 페닐멀캡탄은 생산공장 반응공정에서 원료 투입 시에 정량하여 한번에 93kg 정도를 사용하며, 한번 반응기에 투입된 페닐 멀캡탄은 수산화나트륨 및 물과 혼합하여, 8~10시간 정도 밀폐된 반응기에서 혼합한 후 상품으로 생산되어 포장 공정을 거쳐 출하된다. 이와 같이 근로자가 직접적으로 페닐 멀캡탄에 노출될 수 있는 경우는 원료를 반응기에 정량(투입)하는 작업으로 약 2~3분간 노출될 가능성이 있다. 기초 화합물 제조 시 간헐적으로 사용하며, 포위식 국소배기장치가 설치되어 있다.

원자재 입고 → 정량작업 → 반응기 투입 → 반응기(8시간 밀폐가동) → 포장/적재 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(075) 포름알데히드 Formaldehyde 50-00-0

1. 개요

1) 제조

상업적으로 공기를 산화제로 사용하여 가열된 은, 구리, 알루미늄, 또는 코크스를 촉매로서 이용하여, 메탄올의 증기상 산화를 이용하여 제조된다. 또는 디포스포러스 펜토옥사이드(diphosphorus pentoxide)와 가열된 저 분자 폴리옥시메틸렌(polyoxymethylenes)의 반응에 의해 안정된 포름알데히드가 생성된다.

현재, 세계의 상업적 포름알데히드의 모든 생산은 고전적 금속 촉매의 사용에 의한 공정이나, 새로운 금속 옥사이드 촉매의 사용에 의한 메탄올과 공기의 반응에 의해 이루어진다. 초기 모든 포름알데히드 제조 설비는 구리 촉매를 이용하였지만, 최근에는 거의 대부분 은으로 대체되었다.

합성 메탄올 또는 낮은 끓는점의 프로판과 부탄 같은 석유 가스의 산화에 의해 제조된다. 은, 구리, 또는 철-몰리브덴 옥사이드는 가장 많이 쓰이는 촉매이다.

2) 용도

주요한 사용 용도는 우레아-포름알데히드, 페놀-포름알데히드 레진, 멜라닌 등으로 사용된다. 또한 에틸렌글리콜 생산에 첨가되기도 하고 헥사메틸렌테트라민, 비료, 염료, 살균제, 샴푸, 컨디셔너, 수성 페인트, 보존재, 경화제, 부식 방지제 등으로도 사용된다. 포름알데히드는 파라포름알데히드와 트라이머 등으로 중합되기도 한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

주요발생원은 포르말린제조, 합판제조, 합성수지 및 화학제품제조, 소각로, 석유정제, 유류 및 천연가스 연소시설 등으로 매우 광범위하다. 포름알데히드는 또한 실내공기오염의 주요 원인물질로 일반주택 및 공공건물에 많이 사용되는 단열재인 우레아폼과 이 외에 실내가구의 칠, 가스난로 등에서의 연소과정, 접착제, 흡연 등에 의해 발생된다.

작업장에서의 포름알데히드에 대한 노출은 포름알데히드를 취급하거나, 제품생산과정에서 포함된 포름알데히드에 의해서 노출이 이루어진다.

작업장에서 근로자들에 대한 주요한 노출경로로는 흡입, 피부접촉, 눈 접촉, 섭취 등이 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	30.03	물리적 상태	기체	증기압	3,890mmHg(25℃)
끓는점	−19.5℃	R-phrase	23/24/25,34,40,43	Log Kow	0.35
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 0.75 mg/m^3			STEL 1 ppm / 1.5 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 의료용구 소독(소독)

① 시나리오 : 포름알데히드는 의료기구의 냉살균과 방부제로 많이 이용되고, 외과용 스테인레스 기기의 저온 살균을 위해 사용되며, 중앙공급실과 투석실에서 소독제로 사용된다.

근로자는 소독과정에서 포름알데히드에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 조직 표본 제작(조직 보관)

① 시나리오 : 조직 표본을 만드는 일련의 과정 중 수술실이나 조직검사실에서 포르말린에 담겨져 오거나 하루 동안 포르말린에 담가 보관하는 과정이 이루어지고, 남은 조직을 약 2개월간 보관하는 보관장이 있어 이곳에서 작업하는 의사들과 병리사들이 하루 중 일정 시간씩 포름알데히드에 노출되고 있었다.

위에서 급기, 아래에서 배기로 이루어지는 전체 환기가 이루어지고 있었고, 모든 작업은 클린벤치와 후드 안에서 이루어지고 있었다. 포름알데히드가 담겨진 통은 후드 안에 설치되어 있었으며, 간헐적으로 후드 안에서 포름알데히드를 꺼내서 쓰는 방식으로 작업이 이루어졌다.

조직이 들어있는 지퍼백이 테이블 옆으로 군데군데 쌓여 있어 지퍼백에서 포름알데히드 냄새가 새어나올 위험이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 20 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 동도금 공정(첨가제 투입)

① 시나리오 : 포름알데히드는 동도금 공정에서 화학도금을 하는 환원제 역할을 하며 주로 첨가제 형태로 사용하고 있었다. 도금 과정에서 포름알데히드가 주요 물질이 아니라 첨가제로 아주 소량을 사용하고 있었다.

원자재 입고 → 재단 → 내층회로 → 적층 → CNC 드릴 → 동도금 → 외층회로 → 인쇄 → 표면처리 → 라우터→ BBT → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1)] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 포르말린 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 메탄올을 반응기로 투입, 스팀과 공기를 공급하여 은촉매상에서 반응시킨 후 포름알데히드를 생성하여, 흡수탑에서 물을 흡수시켜 포르말린을 제조하는 장치산업이다. 이러한 제조업에서는 실외의 탱크에서 배관을 따라 흐르게 하는 밀폐공정으로 되어 있어 근로자는 부스에서 컴퓨터 프로그램을 통한 점검을 하고 하루 두세 번 샘플링, 농도측정, 순회 및 점검을 실시하는 작업형태로 이루어진다.

농도 측정은 메스실린더에 담긴 포르말린을 측정하는 작업인데, 메스실린더가 뚜껑이 없이 공기 중에 개방된 채로 오랜 시간 방치되어 있었으며, 이때에도 보호구를 착용하지 않았다. 샘플링과 농도 측정은 하루에 20번 정도로 이루어진다.

원재료 → 반응 → 포르알데히드 → 물흡수 → 포르말린생성

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 변성알코올(denatured alcohol)(현장점검)

① 시나리오 : 소량의 변성제를 가한 에탄올(에틸알코올)은 공업용 알코올로 사용한다. 변성제는 악취, 불쾌한 맛, 독성을 가지며 쉽게 알코올에서 분리할 수 없지만, 공업에서의 용도에는 지장이 없는 물질이 선택된다. 보통의 변성알코올은 에탄올 180ℓ당 메탄올 7kg, 포르말린 30g, 콜리딘 400g 및 로다민(적색염료) 0.5g을 첨가해서 만든다. 이 밖의 변성제로서 아세트알데히드·이소부틸메틸케톤·프로피온산에틸·벤젠·석유 등이 알려져 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(076) 피리딘 Pyridine 110-86-1

1. 개요

1) 제조

피리딘과 알킬피리딘은 상업적으로 콜타르와 같은 자연생성물에서 분리하거나 합성에 의해 만들어진다. 콜타르를 묽은 황산으로 처리하면 수용액이 되어 분리된다.

알데히드류 혹은 케톤류와 암모니아의 반응은 피리딘 염 제조의 가장 일반적인 합성반응이며 여러 가지 피리딘 염을 생산하게 한다.

피리딘은 사업장에서 두 증기 상 공정을 통하여 만들어진다. 포름알데히드와 알데히드를 암모니아와 동시에 집어넣으며 생산물로는 피리딘과 3-피콜린이 만들어진다. 두 번째 공정은 알킬화 피리딘을 생산물로 만들어 낸다.

2) 용도

- 페인트와 고무공장의 용제로 사용, 섬유의 방지 처리제
- 약품(항히스타민, 스테로이드), 염료, 살서제 제조시의 용제와 중간생산물
- 피페리딘(piperidine)의 합성
- 고무나 도료의 용제(溶劑)로 사용되며, 의약품, 합성원료・분석시약으로 사용
- 다른 물질을 녹이는데 사용
- 의약품, 비타민, 음식물 향신료, 페인트, 염료, 고무제품, 접착제, 살충제 및 제초제
- 환경 중에 있는 많은 자연 물질들을 분해시킴으로서 생성할 수 있음.
- 담배 연기와 뜨거운 커피
- 비타민과 의약품 합성, 방수용제 합성, 고무화합물 합성, 염색 보조제, 항곰팡이제의 용제
- 니코틴아미드와 니코틴산을 포함하여 의약품제조에 널리 사용
- 섬유제품의 접착제, 화학물질, 용제 및 촉매제로 사용
- 의약품, 제초제, 살충제, 항진균제, 생물성장 조절제로 사용
- 직접 알코올변성제로 사용되며 페인트와 고무 조제의 용제, 식물성 호르몬을 추출해 내는데 사용

피리딘은 뛰어난 용제이며 특히, 디하이드로클로리레이션(dehydrochlorination)과 항생제 추출에 탁월한 효과를 가지고 있다. 피리딘의 기본적인 이상적인 산세척제이다. 전형적으로 피리딘은 아실화(acylations)를 시키는데 선택적인 용제이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.

알코올과 항냉동 혼합물의 변성제, 페인트・고무・폴리카보네이트 수지의 용제, 살충제・제초제・항곰팡이제의 제조 시 중간제, 피리딘은 고무 제조 시 중간제인 피페리딘(piperidine) 생산, 비타민・의약품・염료・음식의 향신료・방수가공제의 중간물이나 용제를 생산하는 과정에서 노출될 수 있다.

피리딘에 대한 직업적인 노출은 주로 증기를 흡입함으로써 발생한다. 피리딘은 피부를 통해서도 인체에 들어갈 수 있다. 피리딘에 가장 큰 노출 직업군은 피리딘을 생산, 사용하거나 피리딘이 방출되는 작업장의 근로자들이다.

국내 작업장에서 피리딘에 노출될 가능성이 있는 작업장은 주로 제약회사들이다. 피리딘을 반응조에 수동으로 투입하는 과정에서 가장 많이 노출될 것으로 판단된다. 그러나 투입시간이 짧고(길어야 대략 5분이내의 시간) 투입 후에는 밀폐된 공간에서 반응이 일어나기 때문에 작업장에 노출될 가능성은 매우 낮은 편이다. 더구나 최근에는 자동화된 투입장비를 이용하기 때문에 노출될 가능성은 더욱 희박하다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	79.10	물리적 상태	액체	증기압	2.4kPa(18mmHg;2.4%v/v)(20℃), 18torr(20℃)
끓는점	115.2~115.3℃	R-phrase	11,20/21/22	Log Kow	0.65
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 6 mg/m^3			STEL -	

https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 피리딘 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 제조과정은 알데히드와 포름알데히드는 암모니아와 반응하여 주로 피리딘을 만든다. 이들은 우선 아크로레인을 만들고 그 후 아크로레인과 포름알데히드는 암모니아와 반응하여 피리딘을 산출한다. 2-, 3-, 4-메틸피리딘이 만들어진다. 이것이 피리딘을 제조하는데 가장 많이 사용되는 방법 중 하나이다.

원료투입 → 반응기 → 수집기 → 추출기 → 용제증류 → 증류 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 피리딘 제조(포장)

① 시나리오 : 제조과정은 알데히드와 포름알데히드는 암모니아와 반응하여 주로 피리딘을 만든다. 이들은 우선 아크로레인을 만들고 그 후 아크로레인과 포름알데히드는 암모니아와 반응하여 피리딘을 산출한다. 2-, 3-, 4-메틸피리딘이 만들어진다. 이것이 피리딘을 제조하는데 가장 많이 사용되는 방법 중 하나이다.

원료투입 → 반응기 → 수집기 → 추출기 → 용제증류 → 증류 → 저장 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 7.8 ppm

④ 위해도 정량화[2]: 3.9 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에이즈치료제(반응기내 투입)

① 시나리오 : 공정은 에이즈치료제 신약제품 제조 시 트리틀 반응과 메탄술폰화 반응 작업 시 반응촉진제로 사용되고 있다.

반응기내 투입은 자동으로 이루어지고 반응기내의 압력이 음압상태이므로 외부로 노출되지는 않는다. 피리딘 투입 후 일정시간이 지나고 나면 피리딘의 성질이 소멸된다. 그러나 피리딘이 소멸되기 전까지는 미량으로 공기 중에 발생되고 있다.

입고 → 트리틀 반응 → 메탄술폰화 반응 → 하이드록시 전환반응 → 메탄술폰화 반응 → 아지드화 반응 → 트리틀 반응 → 탈색공정 → 정제/여과/건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 의약품 제조(정제 시 사용)

① 시나리오 : 공정은 의약품 제조 작업 시 황산, 염산, 암모니아, 클로로포름 등의 유기화합물이 사용되고 있으며 이와 같은 화학물질을 사용하여 정제 작업 시 불순물제거용으로 피리딘이 사용되고 있다.

정제공정의 용기내부에 투입되는 피리딘은 자동으로 투입되고 있으며, 전체용기 내부는 음압상태이므로 피리딘증가가 외부로 누출되지 않고 있다.

피리딘은 불순물제거용으로 일부제품(포타슘올라브라네이트-항생증진작용)에 대하여 한정 사용되고 있다.

발효 → 정제(불순물제거용 피리딘 사용) → 건조 → 용매회수 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 비타민 생산(현장 점검)

① 시나리오 : 공정은 비타민 생산공정에서 원제와 부제를 투입하여 반응촉진을 위한 촉매제로 드럼통에서 펌프흡입관을 이용하여 피리딘이 투입된다.

반응 후 1, 2차 배출시 일부 피리딘이 발생되어 반응조 점검 및 배출작업 시 수시로 점검하는 작업형태임으로 피리딘에 작업자가 노출되는 위험성이 있다.

원료 투입 → 반응조 → 결정조 → 여과 → 반응부 → 여과 → 결정조 → 여과 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 의약품 중간체의 합성(원료)

① 시나리오 : 공정은 반응에 사용되는 피리딘을 의약품 중간체의 합성원료로 사용되며, 반응진행시에 촉매제로 사용된다.

피리딘이 담긴 용기에 이동이 용이한 밀착형 국소배기를 근접시킨 상태에서 호스를 이용하여 5~10분 내에 반응조에 투입되며, 반응조 내에는 음압상태이므로 외부로는 거의 배출되지 않는다.

원료투입 → 반응 → 원료투입(촉매제로 피리딘 사용) → 반응 → 분리 → 증류 → 원료 투입 → 결정화 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.25 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 플러스 및 솔더크림(보조제)

① 시나리오 : 공정은 피리딘이 플러스 및 솔더크림 제품에 들어가는 보조제로 사용되고 있다. 사용량이 소량인 관계로 공기 중 발생농도는 거의 없는 것으로 나타났으나 피리딘을 계량한 후 반응조에 투입하는 과정에서 공기 중에 발생될 수 있다.

피리딘을 계량하여 투입하고 반응하는 과정에서 수작업형태이므로 피리딘에 작업자가 노출되는 위험성이 있다.

입고 → 계량/투입(피리딘 사용) → 반응/교반 → 진공 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 7.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 피리딘 정제 작업

① 시나리오 : 작업장 내에 별도의 보관 및 폐기처분시설이 없으며, 소량의 작업으로 작업 시 자동으로 밀폐용기에 포장되고 있어 피리딘 증기가 외부로 누출되어 작업자에게 노출되는 위험은 거의 없다.

입고된 피리딘의 순도를 높이기 위해 정제기(증류기)를 이용하여 정제하는 공정으로 정제 후에는 자동으로 포장용기에 담겨진다.

입고 → 정제/증류(피리딘 사용) → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(077) 하이드라진 Hydrazine 302-01-2

1. 개요

1) 제조

하이드라진을 제조하는 공정은 6가지가 있는데 이중 과산화물(Peroxide) 공정은 가장 최근의 하이드라진 공정은 과산화수소가 산화제로 사용된다. 반응은 대기압과 온도 50℃에서 메틸에틸케톤(MEK)이 있는 조건 하에서 이루어진다. H_2O_2:MEK:NH_3의 비는 1:2:4를 사용한다. 과산화수소는 아세트아미드와 인산수소나트륨(disodium hydrogen phosphate)(ATOFINA)과 비소화합물(Mitsubishi Gas)에 의해 활성화된다. 전반적인 반응의 결과는 다량의 메틸에틸케타진(methyl ethyl ketazine)을 생성하게 된다.

이 기전은 바이어(Bayer) 공정에 암모니아와 차아염소산염과는 달리 두 반응물질로서 암모니아와 과산화수소의 활성이 필요하며 둘이 반응하지는 않는다. 반응경로는 옥사지리딘(oxaziridine) 중간물의 생성이 포함되는데 이는 암모니아를 하이드라진 유도체로 산화시킬 수 있다.

메틸에틸케타진(methyl ethyl ketazine)은 반응 혼합물에 녹지 않기 때문에 디칸테이션(decantation: 윗물을 분리해 내는 작업) 작업으로 쉽게 분리해 낼 수 있다. 그 후 증류로 정제시킬 수 있다. 정제된 케타진은 압력 0.8~10MPa에서 가수분해가 이루어지고 하이드라진 수용액과 순환되는 메틸에틸케톤을 얻게 된다. 활성물질을 함유하는 수층은 물을 제거함으로서 농축되며 물에 녹는 불순물을 깨끗하게 한 후 반응기로 재순환이 이루어진다. 과산화물 공정은 다른 공정에 비해 많은 장점을 가지고 있다: 즉, 부산물인 염이 없고 높은 생산량과 낮은 에너지 소모와 낮은 질량 소요 및 유출되는 수화물의 처리가 필요 없다.

2) 용도

- 하이드라진 수화물 생산
- 염색시 세척제
- 기포발생방지제
- 탈산소제
- 발포제

대부분의 하이드라진은 로켓추진연료로 사용되며 보일러의 청관제, 수처리, 염료, 무전극 니켈도금 환원제, 우레탄 중합반응, 화학반응제(중합반응 촉매), 농약, 의약품, 암 연구에 사용된다. 하이드라진은 반응성이 빠르고 쉽게 불이 붙는다. 담배연기에도 들어있다.

하이드라진과 그 유도체의 가장 중요한 용도는 중합반응 기폭제, 폼플라스틱의

발포제 그리고 농약제조에 사용된다. 기타 사용처는 합성건물의 막음제(block), 의약품, 추진제, 차의 에어백 등이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

하이드라진은 이들 물질을 제조, 생산, 운반 및 사용하는 작업자들에게 직업적으로 노출될 수 있다.

대부분의 하이드라진 생산공정은 밀폐되어 있기 때문에 노출의 가능성은 매우 낮다. 공정 중 가장 큰 노출은 아마도 공정 스트림 샘플링에서 일어난다.

보일러 시설에서 하이드라진을 탈산소제로 사용하기 때문에 하이드라진에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	32.06	물리적 상태	액체	증기압	1.39kPa(10.4mmHg)(20℃), 1.92kPa(14.4mmHg)(25℃)
끓는점	113.5℃	R-phrase	45,10,23/24/25,34,43,50/53	Log Kow	-2.07
노출기준 (노동부)	TWA 0.05 ppm / 0.06 mg/m^3 STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 하이드라진 수화물 제품 (충진/포장)

① 시나리오 : 하이드라진 완제품이 채워진 압력 관의 밸브를 열면 하이드라진이 자동적으로 흘러나와 용기에 주입된다. 주입기에는 용량을 자동적으로 감지할 수 있는 센서가 부착되어 있어 하이드라진이 일정량을 넘어 흘러넘치는 일은 발생하지 않는다. 그러나 용기에 다 주입이 이루어지면 노즐에 남아있던 하이드라진이 방울이 되어 노즐에서 바닥으로 떨어지기 때문에 이때 하이드라진에 대한 노출이 가장 심할 것으로 판단된다.

화합조 → azine 증류 → 암모니아 회수탑 → 가수분해탑 → RHH 분리탑 → RHH 농축탑 → RHH 추출정제탑 → RHH 증류정제탑 → HH 농축탑 → HH 조정조 → HH 제품저장조 → 제품충진/포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 보일러 용수 내 탈산소제

① 시나리오 : 물탱크에 하이드라진을 넣어 보일러 용수 내에 탈산소제로 사용하며, 수동주입으로 1일 투입시간은 5분정도 소요된다.

하이드라진은 보일러에 투입된 후에는 작업장 내에 비산되지 않으며, 작업 중 하이드라진의 노출경로는 보일러 투입 시 미량 공기 중에 발생한다.

보일러실은 옥상에 위치해 있으며, 약품투입 후 근로자는 비상주 형태로 근무한다. 따라서 하이드라진이 작업자에게 노출될 가능성은 매우 희박하다고 할 수 있다.

입고 → 보관 → 용해탱크로 운반 → 물과 하이드라진 주입 → 보일러 주입

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 50 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 수산화 알루미늄 제조시 탈산소제

① 시나리오 : 하이드라진은 보크사이트(Bauxite)가 분쇄공정(Grinding)으로 공정이 넘어갈 때 스팀 보일러에 산소를 제거하기 위해 사용되고 있다.

작업 중 하이드라진의 노출경로는 보일러 용수내 약품을 투입시에 미량 공기 중에 발생한다. 따라서 하이드라진이 작업자에게 노출될 가능성은 매우 희박하다고 할 수 있다.

보크사이트 → 분쇄공정(스팀보일러 하이드라진 투입) → 탈규소화 공정 → 용출공정 → 석출공정 → 제품여과 공정 → 건조 → 수산화알루미늄

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 50 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염색 후 세척제

① 시나리오 : 원단을 입고해서 염색하여 제품을 생산하는 업체에서, 특정제품에 한해 하이드라진에 물을 투입하여 희석 후 세척액으로 사용하는 공정이 있다.

또한 사용량이 매우 적고 폭로시간 짧으며 세척조에 투입 후 자동 투입되므로 평상시 폭로는 거의 없다. 따라서 하이드라진이 작업자에게 노출될 가능성은 매우 희박하다고 할 수 있다.

입고 → 염색 → 세척조 → 건조 → 텐타 → 검단 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 50 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 래피드 염색(기포발생 방지제)

① 시나리오 : 염색 작업시 기포발생으로 인한 염색불량을 방지하기 위하여 하이드라진을 사용하였으나 지금은 대체물질로 사용하고 있는 추세이다.

배합된 원료를 구입하여 사용하기 때문에 정확한 함유농도는 알 수 없으나 제품내에 미량으로 하이드라딘이 포함되어 있는 것으로 추정된다. 회사 내에서 자체적으로 배합하여 사용하지 않고 있는 실정이다.

희석비율이 높아서 작업장 내에서 하이드라진이 검출되지 않았다. 따라서 하이드라진이 작업자에게 노출될 가능성은 매우 희박하다고 할 수 있다.

입고 → 래피드 염색(하이드라진 함유 염료 사용) → 수세 → 텐타 → 건조 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□매체에 함유된 상태로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 60 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착제 발포 시 기포발생 방지제

① 시나리오 : 샌드위치 판넬 제작시 EPS수지와 금속판 사이에 접착제를 사용할 때 발포에 의하여 작업이 이루어진다.

이때 이소시아네이트가 사용되고 여기에 첨가물질로 하이드라진이 사용되고 있다. 하이드라진의 용도는 발포 작업시 기포발생을 방지하고 발포제의 촉매제 역할을 한다.

촉매제로 사용되는 하이드라진은 소량으로 사용되고 있으므로, 하이드라진이 작업자에게 노출될 가능성은 매우 희박하다고 할 수 있다.

입고 → 원료투입 → 성형(기포발생 방지를 위한 발포제의 촉매제로 하이드라진 사용) → 절단 → 적재 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□폼(foams) 제작에서 발포제 등의 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 40 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 탈산소제(회수공정)

① 시나리오 : 귀금속을 환원시키는 공정의 회수공정에서 탈산소제로 하아드라진이 사용되고 있으며, 반응기내에는 자동으로 투입되고 있다.

하이드라진은 옥상의 옥외탱크에 수동으로 투입되고 반응기까지 배관을 통하여 자동으로 유입된다. 자동주입으로 반응기까지 배관을 통하여 이동되며, 반응기에서 반응 시 노출될 우려는 없다.

따라서 수동으로 옥외 탱크에 투입하는 2~3분의 짧은 시간 외에는 하이드라진이 작업자에게 노출될 가능성은 매우 희박하다고 할 수 있다.

입고 → EAH-PT 제조 반응 → 회수(하이드라진 사용) → 여과 → 저장 → 반응

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 50 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 우레탄수지 제조(발포제)

① 시나리오 : 수용성 우레탄수지 제조 시 반응조에 폴리올, 기타 부재, 물과 함께 하이드라진을 수동으로 투입하는 작업이다. 하이드라진 발포제 원료로 간헐적으로 사용되고 있다.

하이드라진을 수작업으로 취급하고 반응조가 개방되어 있어 반응공정 주변의 공기 중 하이드라진 농도가 높은 것으로 추정된다.

취급 및 보관 시 원료용기가 밀폐되어 있지 않아 이때 작업자가 하이드라진에 대한 노출이 가장 심할 것으로 판단된다.

원료 투입(폴리올, 기타부제) → 반응조(수성우레탄 반응조, 하이드라진 투입) → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 100 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(078) 황산 Sulfuric acid 7664-93-9

1. 개요

1) 제조

국내에서도 현재 황산 제조는 접촉식 공정법에 의해 이루어지며, 고체 유황을 태워 삼산화황을 얻어내는 유황 가스법과 제련 공정의 부산물로 삼산화황을 얻어내는 제련 가스법을 이용할 수 있다. 국내에서 사용되는 유황 가스법과 제련 가스법의 제조과정은 다음과 같다.

유황 가스법은 유황을 원료로 연소시켜 이산화황으로 변화시킨 후 바나듐 촉매층을 통과시켜 삼산화황으로 전환 후 흡수탑을 이용하여 고순도 황산을 제조한다.

제련 가스법은 유황 가스법과 기본적인 공정 흐름은 유사하며, 단지 원료로 유황을 사용하지 않고 제련공정의 부산물인 제련가스(이산화황)를 이용한다는 점이 다르다고 할 수 있다. 제련 가스법의 세부 공정은 크게 세정, 건조, 전화, 흡수공정으로 나눌 수 있으며, 제련공정으로부터 이산화황(SO_2)가스를 공급받아 촉매층에서 삼산화황(SO_3)으로 전화된 후 물에 흡수시켜 황산을 제조한다.

2) 용도

비료제조, 금속 세척, 화학물질, 플라스틱류 및 폭약류 제조; 정유 등에 사용되거나 발생된다.

각종 화학제품의 생산, 약품, 그리고 치료제 등에 황산이 이용된다.

제품의 생산에 사용될 경우는 비료, 화학물질, 염료 혹은 색소, 황산지(parchment paper), 접착제, 그리고 다른 산의 생산에 사용되며 석유의 정제, 모직물의 탄화(carbonization), 레이온 및 필름 생산 산업, 피혁 산업 등에 사용된다.

사업장에서의 공정에 필요한 약품의 성격으로 사용될 경우 미네랄과 식물성 오일의 정제, 우라늄이나 구리 광석의 추출물로써 혹은 아연이나 구리의 생산에 사용된다. 기타 에테르와 에스테르의 제조에서 탈수제(dehydrating agent)로 사용되며 알킬화 촉매 및 실험실 약품 등으로도 사용된다. 수처리 과정에서는 pH 조절을 위해 사용된다. 또한 알루미늄을 윤이 나게 하는데 사용되며 배터리 충전액으로도 사용된다. 그리고 전기도금, 에칭액, 금속의 세정, 비철 야금, 철강 등에도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

주로 노출되는 공정은 비료제조 공정, 정유 공장, 도금의 산세척 공정, 축전지 제

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

조 공정 등 이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.08	물리적 상태	액체	증기압	0.13Pa이하(0.001mmHg이하)(20℃), 5.93×10^{-5}mmHg(25 ℃)
끓는점	290℃이하	R-phrase	35	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.2 mg/m^3		STEL 0.6 mg/m^3		

2. 노출시나리오

ES01: 황산제조(시료채취)

① 시나리오 : 황 또는 황화석, 보통 황화철을 배소하여 이산화황을 만들고, 이것을 산화시키고 물에 흡수시켜서 제조한다.

이산화황을 산화하는 방식에 따라 질산식과 접촉식의 두 가지가 사용된다. 접촉식에서는 촉매(대부분 산화바나듐 V_2O_5계 촉매)를 사용하여 제조한다.

접촉식으로 만든 접촉황산은 순도와 농도가 높고 발연황산까지 만들 수 있는 특성을 지닌다. 촉매를 제거하기 위해서 원료인 이산화황을 각종 공정을 거쳐 정제하기 때문에 비교적 순도가 높은 것을 얻을 수 있다.

근로자는 반응이 완료된 후 시료를 채취하는 공정에서 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입(이산화황) → 산화 →물로 흡수 → 황산 제품 → 용기 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비료제조의 원료(황산 투입)

① 시나리오 : 황산공장, 인산공장, 그리고 복합비료공장으로 구분되며 각 공장이 서로 연계되어 최종적으로 복합비료를 생산하게 된다.

황산 제조는 복합비료의 인산질 성분이 되는 인산을 만들기 위한 중간제품으로 사용된다. 인산은 복합비료의 인산질 성분을 공급하기 위한 복합비료공장의 중간제품으로서 인광석 및 황산을 원료로 사용하며 다음과 같은 공정 과정을 거치면서 인산이 생산된다.

복합비료는 비료의 삼요소인 질소, 인산, 가리 등을 포함한 비료로 암모니아, 염산, 요소, 가리 및 충전물(석고) 등을 원료로 사용 입자비료를 만드는데 있으며 다음과 같은 공정 과정을 거치면서 복합비료가 생산된다.

황산은 인산 제조를 위해 투입과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

중화 및 제립(암모니아와 인산) → 건조 → 선별 → 냉각 및 제품피복 → 회수

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 기타 기초 유기화합물 제조(분해공정)

① 시나리오 : 큐멘(Cumene), 페놀(Phenol), 그리고 아세톤(Acetone)을 생산하는 공정에서 pH 조절용으로 황산이 사용된다.

원료가 되는 벤젠과 프로필렌을 인산촉매 하에 투입하여 반응과정을 거친 후 농축을 시키고 분해하는 과정을 거치게 된다. 이후 증류와 정제 과정을 거치면서 최종 제품으로 저장 혹은 출하된다.

황산이 사용되는 공정은 분해 공정과 Effluent System이다. 분해 공정에서는 불순물을 제거해주기 위해 Dytek이라는 물질이 Residue 형태로 투입되는데 이 물질이 염기성을 갖기 때문에 황산을 투입해주게 된다. 또한 재생 및 폐수 공정인 Effluent System에서는 페놀을 잡아주기 위해 가성소다(NaOH)가 첨가된 중합제를 투입하게 되는데 이 경우 pH를 맞추기 위해 황산을 투입하고, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원재료 투입(벤젠, 프로필렌) → 반응 → 농축 → 분해 → 증류/정제 → 저장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 비철 금속 압연, 압출 및 연신제품 제조(용융)

① 시나리오 : 비철금속 형재 또는 비철금속합금 형재를 압연·압출·인발 및 기타방법으로 가공, 처리하여 1차 형태의 박판, 시트, 선, 봉, 바, 대 및 관 등을 생산할 때 황산이 사용된다.

황산이 노출 가능한 공정은 황산에 금속을 용융시키거나 황산에 용융된 금속을 전기를 이용하여 도금하는 공정 즉, 용해공정, 제박공정, 후처리공정 등이 포함된다. 또한 공정 중 발생한 폐수를 처리하는 폐수처리 공정과 에칭테스트를 수행하는 성능검사 공정 등에서도 황산 등을 취급한다.

용융 공정에서 근로자에게 황산의 노출이 발생할 수 있다.

약품 혼합 및 투입 → 용해 → 제박 → 후처리 → 도공 → 선별 → 포장 → 폐수처리 → 성능 검사→ 연마

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인쇄회로기판 제조(도금)

① 시나리오 : 도금작업에서는 염산, 황산, 초산 등의 산성물질과 수산화나트륨, 수산화칼륨 등의 알카리성 물질 및 시안화칼륨, 시안화나트륨 등의 시안화 크롬화합물 이외에도 실제로 다수의 화학물질을 취급하고 있다.

인쇄회로기판(Printed Circuit Board)은 적층판에 구리 배선 패턴을 스크린 인쇄법 또는 사진 제판법으로 형성한 것이다. 적층판에는 종이 또는 유리 섬유에 페놀수지나 에폭시 수지를 입힌 것이 일반적으로 널리 사용되고 있다. 이 적층판의 평면 또는 양면에 구리박을 붙인 적층판에 스크린 인쇄에 의해 레지스트 잉크로 회로를 인쇄하여 불필요한 부분의 구리박을 부식하여 제거하고, 레지스트 잉크를 알칼리 수용액으로 벗겨낸 다음에 납땜이 필요 없는 부분에 솔더(solder=납땜)레지스트를 스크린 인쇄한다.

내층 I → 내층 II → 드릴 → Photo → 도금 → PSR 인쇄 → Marking 인쇄 → 표면처리 → 외형가공 → 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 217

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 축전지[1] 제조(축전지 조립)

① 시나리오 : 연축전지의 구성은 음극판이 해면상의 납으로 되어 있고 양극판이 이산화납(PbO_2)이고 전해액은 황산으로 이루어진다.

축전지 제조업 중 연축전지(혹은 납축전지; lead storage battery)를 제조하는 산업에서의 일반적인 제조 공정 흐름은 극판 제조, 격리판 제조, 축전지 상자(case) 제조, 밧데리 조립 등으로 대별된다.

근로자의 황산 노출은 축전지 조립과정에서 노출이 발생할 수 있다.

극판제조 → 격리판제조 → 축전지 상자 제조 → 축전지 조립 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 축전지는 화학전지의 일종으로서 프란데전지(연축전지), 알카리전지(알카리 축전지 니켈/카드뮴축전지), 은축전지 등이 있다. 가장 많이 사용되고 있는 것은 연축전지이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 방사선 필름 현상(현상액 주입)

① 시나리오 : 종합병원에서 영상의학과 등과 같이 X-ray와 MRI 촬영이 실시되는 곳에서 필름 현상할 때 황산이 사용된다. 규모가 큰 종합 병원의 경우 필름 현상을 외주로 처리하지만 규모가 작은 종합병원의 경우 방사선과 등에서 근무하는 작업자가 직접 현상하거나 별도로 설치된 현상실에서 현상이 이루어진다. 필름 현상 시 사용되는 현상액에는 황산, 초산 등의 산류가 함유되어 있다.

필름 현상액의 주입과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 폐수처리(실험실 분석)

① 시나리오 : 연구동(폐수처리장)에서 나오는 폐수를 화학적 특성으로 검사하고 실험할 때 황산을 실험용으로 사용하며, 유해물질에 노출되고 있다.
염색폐수유입 → 참사조 → 중화조 → 집수조 → 폭기조 → 반응, 응집조 → 침전, 방류, 저장, 농축 → 반응, 저장, 탈수 → 실험작업

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	24.2℃	연간 사용량	120 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(079) 디메틸아미노벤젠 Dimethylaminobenzene 1300-73-8

1. 개요

1) 제조

산업용 디메틸아미노벤젠은 크실렌에 니트로기를 첨가하고 환원시키는 반응을 통해 생산된다.

각 디메틸아미노벤젠 이성질체(isomer)는 해당 구조와 유사한 구조를 갖는 디메틸니트로벤젠(dimethylnitrobezene)에 철과 초산을 가하여 환원반응을 통해 생산된다.

2) 용도

- 가솔린 첨가제
- 가교제(curing agents), 항산화제, 오존화방지제(antiozonants)
- 폴리머 생산
- 목제 보존재의 조제, 섬유의 습윤제, 선광(ore dressing, 選鑛), 특수 락커
- 염료 제작
- 염료 중간제, 유기 합성, 농약, 약품제조
- 사진 현상

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적 노출은 2,3-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입하거나 피부와 접촉을 통해 이루어진다. 일반 인구집단은 2,3-디메틸아미노벤젠 증기, 담배연기, 기타 2,3-디메틸아미노벤젠을 함유한 제품에 피부접촉하거나 흡입하여 노출될 수 있다.

기타 디메틸아미노벤젠 이성질체들은 상업적으로 통용되는 디메틸아미노벤젠에 포함되어 다른 이성질체들과 동시에 피부와 흡입을 통해 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	121.18	물리적 상태	액체	증기압	7.5×10^{-2}mmHg(25℃),0.133mmHg(25℃)
끓는점	221.5℃	R-phrase	23/24/25,33,51/53	Log Kow	1.68
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 2.5 mg/m^3			STEL 2 ppm / 10 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 차량부품(의자 등받이) 생산(발포 성형)

① 시나리오 : 차량부품으로 의자 등받이(헤드 레스트) 생산 공정 중 디메틸아미노벤젠을 발포성형에 사용하고 노출이 발생할 수 있다.
원재료투입 → 발포성형 →수정 → 조립 → 포장 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□폼(foams) 제작에서 발포제 등의 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 콘덴서 생산(발포)

① 시나리오 : 콘덴서 생산 공정 중 디메틸아미노벤젠을 발포 공정에 사용하고 노출이 발생할 수 있다.
원재료투입 → 외코트 → 내결 → 언더코트 → 건조 → 검사 공정 → 포장 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□폼(foams) 제작에서 발포제 등의 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03:악기 생산(도장)

① 시나리오 : 통기타등 악기생산 중 접착(바인딩, 스테인, 제통), 도장(중도, 상도)등의 공정에서 상용되고 노출이 발생할 수 있다.

원재료투입 → 가공 → 접착(바인딩, 스테인, 제통) → 도장(중도) → 연마 → 도장(상도) → 조립 → 포장 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] :10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 20 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(080) 1,1-디메틸히드라진 1,1-Dimethylhydrazine 57-14-7

1. 개요

1) 제조

1,1-디메틸하이드라진은 암모니아, 디메틸아민, 과산화수소 또는 차아염소산나트륨 등과 같은 화학물질을 이용하여 제조한다. 라시히 방법(Raschig process)은 암모니아(NH3)와 하이포아염소산(NaOCl)을 반응시켜 생성한 클로라민(ClNH2)에 암모니아를 연속적으로 반응시켜 하이드라진류를 생산한다.

1,1-디메틸히드라진은 라시히 방법을 변형시켜서 제조하는 방법이 많이 사용되고 있다. 암모니아와 하이포아염소산이 반응하여 생성된 클로라민과 디메틸아민을 반응시켜서 1,1-디메틸하이드라진을 생산한다.

또 다른 방법으로는 디메틸니트로스아민의 환원반응에 의해 또는 카르복실산 하이드라지드와 포름알데히드의 알킬 촉매 환원반응 후 가수분해과정을 거쳐 1,1-디메틸하이드라진을 제조하기도 한다.

2) 용도

1,1-디메틸하이드라진의 가장 주요한 용도는 로켓트 연료 및 제트기의 추진제이다. 그 외에 군대의 고에너지 연료, 우주선 엔진연료, 작은 규모의 발전소에서 연료로 사용되기도 한다.

그 외에도 1,1-디메틸하이드라진은 화학물질 합성, 유기 과산화물 연료 첨가제의 안정제, 산 가스의 흡수제 및 사진 인화용액으로 사용된다. 그리고 채소, 꽃 또는 사과, 포도, 땅콩, 벚찌, 봉숭아 및 토마토 같은 과일을 재배할 때에 사용되는 식물성장 조절제의 안정제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

2005년 현재 1,1-디메틸하이드라진은 한 개 사업장에서 사용하고 있는 것으로 확인되었다. 스판 섬유를 제조하는 곳으로 1,1-디메틸하이드라진을 산화방지제로 사용하고 있었다.

(1) 물질 특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.12	물리적 상태	액체	증기압	130mmHg(20℃), 156.8mmHg(25℃)
끓는점	63.9℃	R-phrase	11,23/25,34,45,51/53	Log Kow	-1.19
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 ppm / 0.025 mg/m^3 STEL -				

2. 노출시나리오

ES01: 스판덱스의 중합(산화 방지제)

① 시나리오 : 스판덱스 중합공정에서 1,1-디메틸하이드라진은 부식방지 목적의 첨가제로 스판덱스 중합 반응기에 주입된다. 반응 후 분배기를 통해 스판덱스와 1,1-디메틸하이드라진을 분리하고 1,1-디메틸하이드라진은 재순환된다. 공정은 완전 밀폐된 설비에서 실시되고 있고 작업자는 주로 제어실에 위치하기 때문에 일상작업에서 작업자의 노출 가능성은 매우 낮다고 할 수 있다.

일상적인 작업 외에 주기적으로 실시되는 대정비 작업 시 장비를 해체하고 장비 내부로 들어갈 때 흡입 또는 피부 노출 가능성은 증가할 수 있다.

투입 → 혼합 → 반응 → 용해 → 저장 → 정제 → 용융 → 방사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	11 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(081) 2-N-디부틸아미노에탄올 2-N-Dibutylaminoethanol 102-81-8

1. 개요

1) 제조

IUCLID, HSDB, ACGIH, EPA등의 데이터베이스와 문헌, 인터넷 검색 등을 통하여 2-N-디부틸아미노에탄올의 제조 방법을 얻을 수 없었다.

2) 용도

- 유화제
- 부양제
- 폴리우레탄 폼이나 실리콘 수지의 경화제(curing agent)
- 분산제, 흡수제
- 셀룰로스 아세트산염 필라멘트에 대한 컨디셔너(conditioner)
- 윤활유와 유압유(hydraulic fluid)의 부식방지제
- 다른 유기화합물 합성에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	173.3	물리적 상태	액체	증기압	3.4kPa(20℃)
끓는점	222~232℃	R-phrase	-	Log Kow	2.01
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 14 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 폴리우레탄 폼 제조(첨가)

① 시나리오 : 폴리우레탄 제조 시, 디메틸포름아미드, 톨루엔, MEK, PU, 2-N-디부틸아미노에탄올 등을 저장탱크에서 배관을 통해 자동으로 반응기에 투입하여 마지막 반응과정을 거쳐 폴리우레탄 제품으로 생산, 포장한다. 반응기 맨홀에 부재료 투입 공정과 포장 공정에 국소배기장치가 설치되어 있다.

근로자는 경화제로서 2-N-디부틸아미노에탄올을 투입과정에서 노출 가능하다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(082) 디클로르보스 Dichlorvos 62-73-7

1. 개요

1) 제조

티리메틸 포스파이트(Trimethyl phosphite)와 클로랄(chloral)의 탈수소염소화/재배열의 반응(Perkow reaction)에 의해 트리클로르폰(trichlorfon)이 생성된다. pH 6이 초과하는 상황에서 트리클로르폰(trichlorfon)의 재배열에 의해 디클로르보스가 생성된다.

2) 용도

디클로로보스는 해충으로부터, 주민과 공중보건 및 생산품을 보호하기 위하여 사용되어 왔다. 디클로로보스는 과일과 야채의 곤충 제거 및 모기, 파리, 가정용 곤충, 동물성 기생충, 머릿니 등의 구제 작업에 사용되며 수산양식에서도 기생충을 제거하기 위하여 사용하기도 한다. 또한 디클로로보스는 동물과 사람에서 심한 기생충 감염을 치료하기 위하여 사용되기도 한다. 디클로로보스는 수용액 상태나 에어로졸, 또는 다른 살충제와의 혼합제품으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

고의로, 혹은 실수로 액체 디클로로보스를 마시거나, 말라티온과 디클로로보스가 함유된 케이크와 유사한 미끼를 먹고 사망한 사례가 보고 되었다. 코스타리카에 있는 두 명의 근로자가 팔에 말라티온과 디클로로보스가 같이 들어있는 살충제에 접촉된 후, 제대로 씻어내지 못하여 사망한 사례도 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	220.98	물리적 상태	액체	증기압	0.012mmHg, 1.6Pa(20℃)
끓는점	140℃(20mmHg), 74℃(1mmHg) 35℃(0.05mmHg),	R-phrase	24/25,26, 43,50	Log Kow	1.43
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 ppm / 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 농약원제 생산(시료 채취)

① 시나리오 : 농약원제는 합성화학 제품이다. 화학제품의 합성은 물리화학적 반응을 요하고 최소한 2 가지 이상의 원료를 필요로 한다. 원료투입과 이송 및 중간생성물의 이송 등은 밀폐된 배관을 통해 이루어지며 반응탱크도 밀폐 상태를 유지하고 있다. 따라서 근로자가 노출될 가능성은 매우 적다. 그리고 공정 대부분이 자동화 공정으로 이루어져 있어서, 부적합한 관리에 따른 유출을 제외하고는 그 가능성은 매우 희박하다. 작업자는 시료 채취를 할 경우 노출 가능성이 있다.

원재료투입 → 반응 → 정제 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 없는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하하므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 제조[1](계량)

① 시나리오 : 원제 생산 공정에서 가져온 액상 원료를 배관을 이용하여 투입한다. 이때 수작업으로 계량하여 투입하는 경우에 노출될 수 있다.
투입 → 혼합 → 분석 → 여과 → 이송 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.6

④ 위해도 정량화[3] : 60 (1 이상하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약 제조공정은 수작업으로의 원료의 투입과 제품의 배출 및 포장이 주요 노출가능 작업이나 분쇄나 각종 이송작업 시에도 해당 농약이 작업장 내로 비산 될 가능성이 있다. 원료의 공급은 액상원료인 경우 배관을 이용하게 되나 고상원료의 경우에는 수작업을 통한 투입이 일반적이다. 다품종 소량 생산의 경우 특히 수작업을 이용한 투입과 배출 작업이 빈번하다. 물리적으로 혼합 또는 분쇄된 농약 제제의 완성품은 저장조에 일시적으로 저장된 후 출하를 위해 포장에 들어가게 된다. 제품 포장의 경우 액상일 때는 생산된 제품을 저장하는 용기로부터 배관을 통해 수작업 또는 기계적으로 분취를 실시하게 되고, 분체상태의 제품도 수작업 또는 자동공정을 통해 적량의 봉투 등에 투입되어 계량되고 봉입하는 과정을 거치게 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03 농약 살포(살포)

① 시나리오 : 일반적으로 농약살포 과정은 살포탱크 내 청소, 농약의 희석과 따르기, 농작물에 살포, 농약의 빈병처리 등의 과정을 거친다.

살포탱크 내 청소 시 거의 모든 농작업자는 고무장갑을 비롯한 호흡기 보호용 마스크를 착용하지 않고 있다.

작업자 대부분은 고독성 농약을 살포하는데도 불구하고 보호구는 거의 착용을 하지 않았다. 상의는 긴팔 면셔츠 정도를 착용하고, 하의는 방수용 비옷을 착용하며, 마스크는 농업 제조회사에서 제공하는 일반 면 마스크를 착용하고 작업을 한다. 특히 노지에서의 작업은 풍향이 일정하지가 않아 안면부 및 눈에 미스트가 닿을 가능성이 많았다. 노출가능성은 호흡기 뿐만 아니라 피부에서도 고농도 위험에 노출된다.

살포탱크 내 청소 → 농약의 희석과 따르기 → 농작물에 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6000 (1 이상므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(083) 메틸 하이드라진 Methyl hydrazine 60-34-4

1. 개요

1) 제조

메틸하이드라진은 일차아민을 질산으로 처리하여 요소를 치환하여 제조하거나, 어느 수준 농도의 염산을 가지고 가수분해하여 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다.

가장 일반적인 메틸하이드라진을 제조하는 방법은 라시히 방법(Raschig process)이다. 암모니아(NH_3)와 하이포 아염소산(NaOCl)을 반응시켜 생성한 클로라민($ClNH_2$)에 암모니아를 연속적으로 반응시켜 하이드라진류를 생산한 다음 메틸하이드라진은 클로라민 생성 후 메틸아민을 혼합하여 제조한다.

2) 용도

메틸하이드라진은 낮은 발화점, 강력한 환원제로서 작용하며 공기와 접촉 시 강렬한 발열반응과 함께 폭발성의 특징이 있어 등의 특성 때문에 1,1-디메틸하이드라진 등과 함께 우주산업의 로켓의 액체연료(storable liquid fuel)로 사용되었다.

일반적인 유기용매와 항생제인 Cenftriaxone의 합성, 항암치료제인 Procarbazine의 합성 및 농약 제초제 생산 등에 중간원료 및 보조제로 사용된다.

메틸하이드라진은 알킬하이드라진의 그룹으로써 알칼리성 액체이고, 강력한 환원제이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

하이드라진류는 증기압이 높아서 흡입을 통해 인체에 흡수되어 건강상의 악영향을 미칠 수 있다.

메틸하이드라진의 끓는점은 87.5℃로 알려져 있으며, 상온에서는 액체 상태로 존재한다. ILO의 가이드에 따르면 끓는점이 낮아 휘발 가능성이 매우 높고, 근로자가 흡입 노출될 위험성이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	46.09	물리적 상태	액체	증기압	36.0mmHg(20℃), 49.6mmHg(25℃)
끓는점	87.5℃	R-phrase	11,23/24/25,34	Log Kow	-1.05
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 ppm / 0.025 mg/m^3 STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸 하이드라진(시료 채취)

① 시나리오 : 암모니아(NH_3)와 하이포 아염소산(NaOCl)을 반응시켜 생성한 클로라민($ClNH_2$)에 암모니아를 연속적으로 반응시켜 하이드라진류를 생산한 다음 메틸 하이드라진은 클로라민 생성 후 메틸아민을 혼합하여 제조한다. 제조 된 메틸 하이드라진를 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 하이드라진의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 암모니아(NH_3)와 하이포 아염소산(NaOCl)을 반응시켜 생성한 클로라민($ClNH_2$)에 암모니아를 연속적으로 반응시켜 하이드라진류를 생산한 다음 메틸 하이드라진은 클로라민 생성 후 메틸아민을 혼합하여 제조한다. 반응기에서 반응의 진행과정과 현장 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 메틸 하이드라진의 제조(포장)

① 시나리오 : 암모니아(NH_3)와 하이포 아염소산(NaOCl)을 반응시켜 생성한 클로라민($ClNH_2$)에 암모니아를 연속적으로 반응시켜 하이드라진류를 생산한 다음 메틸 하이드라진은 클로라민 생성 후 메틸아민을 혼합하여 제조한다. 제조 된 메틸 하이드라진를 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(084) 모노크로토포스 Monocrotophos 6923-22-4

1. 개요

1) 제조

트리메틸 포스파이트(trimethyl phosphite)와 N-메틸 α-클로로아세토아세트아미드(N-methyl α-chloroacetoacetamide)와의 반응에의해 생성된다. 또한 모노크로토포스는 트리메틸 포스파이트와 2-클로로-N-메틸-3-옥소부틸아미드(2-chloro-N-methyl-3-oxobutyramide)와의 반응에 의해서도 제조된다.

2) 용도

농약 중 유기인계에 속하며 대부분 살충제로 쓰인다.

우리나라에서는 모노크로토포스를 수용액이나 매우 적은 용량의 살포제로 구할 수 있다.

모노크로토포스은 지속시간이 짧고, 빠르게 작용하는 계통적, 접촉성 살충제이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

농약의 노출은 원제 제조단계에서, 밀폐 또는 반밀폐 된 공간에서 원제 물질 누출에 의해서 또는 공정수리과정과 포장단계 등을 통해 발생할 수 있다. 또한 제품화 단계에서 유기용제와 기타 보조제를 원제와 섞어서 제형화하고 시판 상품으로 제조하는 공정을 통해, 방제작업, 농작업에서, 물에 농약을 희석하고 이를 탱크에 따르는 작업, 살포(액상살포는 피부노출 가능)등을 통하여 직업적 노출이 발생할 수 있다.

제조공장에서의 사고와 누출, 음독을 통한 자살시도, 가정에서 위생해충의 방제, 정원의 방제 등을 통하여 발생할 수 있다.

최근 모노크로토포스의 경우에는 점점 그 사용이 줄어들다가 다소 늘어나고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	223.17	물리적 상태	고체	증기압	2.9×10^{-4}Pa(20℃), 0.00007mmHg
끓는점	125℃	R-phrase	24,26/28,50/53,68	Log Kow	-0.20
노출기준 (노동부)	TWA 0.05 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 농약제조(혼합)

① 시나리오 : 농약 제조공정은 원제의 생산 공정과 달리 근로자가 농약에 노출될 가능성을 많이 가지고 있다. 수작업으로의 원료의 투입과 제품의 배출 및 포장이 주요 노출가능 작업이나 분쇄나 각종 이송작업 시에도 해당 농약이 작업장 내로 비산 될 가능성이 있다.

투입 → 혼합 → 분석 → 여과 → 이송 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 살포

① 시나리오 : 작업자 대부분은 고독성 농약을 살포하는데도 불구하고 보호구는 거의 착용을 하지 않았다.[1] 특히 노지에서의 작업은 풍향이 일정하지가 않아 안면부 및 눈에 미스트가 닿을 가능성이 많았다. 풍향이 일정한 작업에서는 일반적으로 살포자는 바람을 등지고 작업하므로 호흡기나 피부에 접촉하는 경우가 적은 반면, 풍향이 일정치 않은 환경에서는 살포자 보다 보조자들이 고농도에 접촉할 우려가 많았다. 따라서 살포시 노지에서의 작업자의 노출가능성은 호흡기뿐만 아니라 피부에서도 고농도 위험에 노출된다.

원재료 투입 → 농약 희석 → 농약 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 12 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 상의는 긴팔 면셔츠 정도를 착용하고, 하의는 방수용 비옷을 착용하며, 마스크는 농업 제조회사에서 제공하는 일반 면 마스크를 착용하고 작업을 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(085) 목재분진(단단한 나무) Wood dust(Certain hard woods as beech & Oak)

1. 개요

1) 발생

목분진의 발생은 나무 세포를 부수거나, 나무를 통째로 썰거나 모아서 써는 목공과정(표면을 정리, 목재 디자인, 센댕, 연마 등)에서 발생한다. 나무를 부수는 과정이 자르는 과정보다 훨씬 작은 입자의 분진이 발생한다. 목분진은 목재의 재질 및 상태, 작업방법, 작업속도, 작업환경 등에 따라서 발생정도의 차이난다.

2) 용도

목재의 사용은 크게 2가지의 산업으로 분류할 수 있다. 하나는 새로운 나무가 사용되는 벌목, 재목 제분소, 펄프제분소 등으로 분류할 수 있다. 다른 하나는 건조목재가 사용되는 것으로 목재 및 나무제품 제조업, 제재 및 목재 가공업, 일반제조업으로 구분되어 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

목분진의 노출은 목재를 사용하는 사업장에서 주로 발생하고, 목재를 사용하는 산업은 목재(각재) 제재와[2)] 목제품 제조업[3)]으로 구분되어 노출된다.

목분진의 노출결정인자는 고체(입자)이므로 주위 작업환경(물리, 화학적 환경)에 영향을 받지 않고, 사용된 목재의 종류, 발생분진의 형태, 작업강도, 작업장의 배기장치 등이 중요하다. 목재 제조업의 특성상 작업은 지속적으로 진행되고, 따라서 1일 작업시간 중에 지속적으로 목분진에 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	자료 없음	물리적 상태	고체	증기압	해당 안됨
끓는점	해당 안됨	R-phrase	11,36,37,38,42,43,49	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

2) 각재제재는 원목을 절단한 후 제재 및 포장의 공정으로 작업이 이루어지고, 원목절단 및 제재 작업시 목분진에 노출된다.

3) 작업공정은 원자재 투입 → 1차 가공(둥근톱으로 적당한 크기로 자름) → 접합 및 마름질 → 2차 가공(자동대패기 및 수압대패로 가공) → 무늬목 접착 → 도장 → 출하의 공정으로 이루어져 있고, 이들 작업 공정 중에서 1차 및 2차 가공시 목분진이 발생한다. 또한, 각종 목재류(각, 판재, 합판)를 절단 가공에 거쳐 가구종류를 제조하는 공정으로 절단가공시 소음이 상당량 발생되며 최종 제품시 라카도장을 하여 광택을 내는 작업으로 혼합유기용제에 노출되기도 한다.

2. 노출시나리오

ES01: 목재제재업 목재파렛트 생산(제재 및 절단)

① 시나리오 : 원목을 이용하여 목재파렛트를 생산하는 산업에서 제재 및 절단 공정에서 목분진에 노출된다.

원재(원목) → 대차(원목을 대차를 이용하여 켜는 작업) → 제재 및 둥근톱절단(띠톱, 둥근톱을 이용해 목재를 절단하는 작업) → 조립(정타기를 이용하여 파렛트 조립) → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 목재제재업(배차기)

① 시나리오 : 원자재(원목)을 수입하여 목재를 제조하는 산업으로 주 생산품은 목재 제재이다. 목재 절단을 위한 배차기(절단도구) 가동시 목분진이 발생한다. 또한 포장 및 출하 작업시도 일부 목분진이 발생할 수 있다.

원자재 → 대차(원목을 테이블위에 올려놓기 전에 대차위에 고정하는 작업) → 테이블(절단 전 테이블위에 원목을 놓는 작업) → 절단 → 포장 및 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 목재가구 제조업(재단 작업)

① 시나리오 : 목재제재를 사용하여 목재가구를 생산하는 산업으로 재단 작업(기계에 의한 목재의 절단)시 목분진 및 소음이 발생하고 가공 및 세공 작업에서 1 차 도장 후 사포 작업시 목분진 발생이 많다.

원자재 → 재단 → 가공 및 세공 → 연마 → 도장 → 건조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 목재 가구 및 소파 제조업 : 단단한 나무 사용

① 시나리오 : 목재(건조된 판재)를 사용하여 가구 및 소파를 제조하는 산업으로 원자재를 재단작업 및 가공작업에서 목분진이 발생한다.

원자재 → 재단 → 가공 → 조립

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 목재 주택 제조업(테이블 제단)

① 시나리오 : 목재 주택을 제조하기 위한 제품을 생산하는 산업으로 테이블재단 작업 및 연마 작업에서 목분진에 노출된다.
원자재 → 테이블재단 → 연마 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 악기부품 및 목제품 제조(연마작업)

① 시나리오 : 목재를 이용한 악기부품을 생산하는 산업으로 재단작업, 가공작업, 연마작업에서 목분진에 노출된다.

원자재 → 재단 → 가공 → 연마(면치기) → 도장(외주) → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 목재가구 제조업(세공작업)

① 시나리오 : 목재를 이용하여 목재가구를 생산하는 산업으로 절단, 가공 및 세공 작업시 목분진에 노출된다. 절단은 1개 또는 2개 이상의 이송 로울러 및 구동장치에 의해 테이블 위에서 공작물을 정단하는 공정으로 목분진이 연속적으로 발생한다.

원자재 → 대차 → 절단 → 가공 및 세공 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(086) 브롬화 비닐 Vinyl bromide 593-60-2

1. 개요

1) 제조

브롬화비닐(C_2H_3Br : 브롬에틸렌, 모노브롬에틸렌)은 아세틸렌에 브롬화 수소를 수은이나 구리할로겐화합물을 촉매로 하여 제조한다. 브롬화비닐 단량체는 1,2-디브로모에틸렌의 탈브롬화 수소 반응에 의해 제조된다.

브롬화비닐은 에틸렌 디브로마이드를 알코올성 수산화칼륨으로 디하이드로브로마인션 하여 제조하기도 하고, 에틸렌 디브로마이드의 염기 촉진 디하이드로브로마인션으로 제조한다.

2) 용도

일부 연구실이나 실험실에서 사용하고 있으며, 난연제와 카펫 안감물질을 위한 모노아크릴 섬유의 생산에 사용된다. 브롬화비닐은 직물을 생산하는데 아크릴로니트릴과의 공중합체로 소량 사용되고 있고, 혼방직물은 주로 어린이들의 잠옷이나 가정의 비품으로 사용된다.

염화비닐과 브롬화비닐의 공중합체는 스며들게 하거나 적층 섬유를 위한 필름을 제조하는데 사용되고, 고무 대용으로 이용된다. 브롬화비닐은 가죽제품과 금속제품을 제조하는데 사용된다,

브롬화비닐은 유기합성의 중간생성물로 사용되었고, 중합반응 및 공중합 반응에 의해 플라스틱을 제조하는데 사용되었다.

그 외에도 브롬화비닐은 제약 원료의 합성 및 훈증제의 생산에도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

브롬화비닐은 아크릴 섬유의 생산, 브롬화비닐 수지류의 제조, 메틸브로모포름 제조, 혼합 추진제의 성분, 유기물질의 합성 등의 공정에서 발생한다.

비닐브로마이드의 직업적인 노출은 산업장, 실험실 등에서 노출되고, 환경적 노출은 비닐브로마이드가 아크릴 섬유의 난연제(flame retardant)로 사용되고 다양한 하수 시스템의 의해 환경중으로 배출된다. 또한 비닐브로마이드는 1,2-dibromoethane의 분해산물로 대기 중에 배출된다.

(1) 물질특성

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	106.96	물리적 상태	기체	증기압	141kPa(1,054mmHg)(20℃)
끓는점	15.80℃	R-phrase	12,45	Log Kow	1.57
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 연구기관 실험실에서 합성실험(분석)

① 시나리오 : 일부 연구기관(교육기관) 실험실에서 브롬화비닐을 제조하는 과정에서 노출될 수 있다.
원자재입고 → 교반 → 가열 → 반응 → 재증류 → 브롬화비닐 생성

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(087) 비닐 시클로헥센 디옥사이드 Vinylcyclohexene dioxide 106-87-6

1. 개요

1) 제조

비닐 시클로헥센 디옥사이드는 비활성 용제 속에서 4-비닐시클로헥센을 퍼옥시아세트 산으로 에폭시화하여 만들거나, 4-비닐시클로헥센을 퍼아세틱 에폭시화하여 만들 수 있다.

2) 용도

비닐 시클로헥센 디옥사이드는 플라스틱 산업에서 에폭시 수지의 반응성 희석제, 중합체 형성, 및 기타의 유기물 합성에 사용되어 왔다. 반응성 희석제는 점도가 높은 수지의 점성을 감소시키거나 용제로 작용하여 작업성을 높이고 제품생산의 유연성을 부여하기 위한 용도로, 그리고 화학반응을 위한 반응성물질로 사용된다.

비닐 시클로헥센 디옥사이드는 전자현미경 시료용 에폭시수지 조직 포매제 제조에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

비닐 시클로헥센 디옥사이드는 호흡(흡입)이나 피부 또는 눈에 접촉되거나 섭취를 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	140.18	물리적 상태	액체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	227℃	R-phrase	23/24/25,68	Log Kow	0.44
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 60 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 비닐 시클로헥센 디옥사이드 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 비활성 용제 속에서 4-비닐시클로헥센을 퍼옥시아세트 산으로 에폭시화하여 만들거나, 4-비닐시클로헥센을 퍼아세틱 에폭시화하여 만들어지며 제조된 비닐 시클로헥센 디옥사이드를 분석하기 위해 시료 채취 할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0001 (1이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비닐 시클로헥센 디옥사이드 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 비활성 용제 속에서 4-비닐시클로헥센을 퍼옥시아세트 산으로 에폭시화하여 만들거나, 4-비닐시클로헥센을 퍼아세틱 에폭시화하여 만들어지며 반응기에서 반응의 진행과정과 현장 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 비닐 시클로헥센 디옥사이드 제조(포장)

① 시나리오 : 비활성 용제 속에서 4-비닐시클로헥센을 퍼옥시아세트 산으로 에폭시화하여 만들거나, 4-비닐시클로헥센을 퍼아세틱 에폭시화하여 만들어지며 제조 된 비닐 시클로헥센 디옥사이드를 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(088) 산화규소(비결정체 실리카겔) Silica(amorphous silicagel) 112926-00-8

1. 개요

1) 제조

습식공정은 비결정체 실리콘 디옥사이드 입자를 수성 알칼리 금속 규산염 용액에 산 중화를 통하여 침전을 통하여 주요하게 생성된다. 이산화탄소나 염산이 사용될 수 있지만 일반적으로 황산이 사용된다. 용액의 마지막 pH에 의해서 침전된 실리카(중성이나 알칼리 조건) 또는 실리카겔(산성 조건)의 두가지 다른 합성 비결정체 실리카를 얻을 수 있다. 주요 제조 과정은 침전, 여과, 세척 건조, 분쇄를 포함한다.

2) 용도

- 농약
- 식품, 약품 등의 항-케이킹제(anti-caking agent), 첨가제
- 고무산업의 필터
- 치약 첨가제
- 페인트, 실리콘 고무, 절연 물질, 접착제, 프린트잉크, 화장품

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.1	물리적 상태	고체(비결정체 분말)	증기압	0kPa(20℃)
끓는점	4,046°F	R-phrase	-	Log Kow	-
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 산화규소(비결정체 실리카겔) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 습식공정은 비결정체 실리콘 디옥사이드 입자를 수성 알칼리 금속 규산염 용액에 산 중화를 통하여 침전을 통하여 주요하게 생성된다. 이산화탄소나 염산이 사용될 수 있지만 일반적으로 황산이 사용된다. 용액의 마지막 pH에 의해서 침전된 실리카(중성이나 알칼리 조건) 또는 실리카겔(산성 조건)의 두가지 다른 합성 비결정체 실리카를 얻을 수 있다. 주요 제조 과정은 침전, 여과, 세척 건조, 분쇄를 포함한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(089) 산화 알루미늄 Aluminum oxide 1344-28-1

1. 개요

1) 제조

제조법은 산법과 알칼리법으로 대별되는데, 산법에서는 원료를 산에 녹여 분별결정법에 의하여 알루미늄염으로 만들어 암모니아로 수산화알루미늄으로 바꾼 다음, 소성하여 산화알루미늄으로 만드는데, 이것은 소규모의 것이 많다.

현재 가장 널리 대규모로 사용되는 것은 알칼리법 중 바이어법이다. 이것은 먼저 보크사이트를 배소·분쇄하여 가압솥 속에서 진한 수산화나트륨 용액과 가열하면 알루민산나트륨($NaAlO_2$)으로 용액 속에 추출된다. 광석 속의 불순물(주로 산화철·규산염·산화티탄 등)은 침전물로서 제거된다. 다음에 이 여과액을 물로 희석하고, 깁사이트를 가하여 휘저으면 결정이 석출한다. 이것을 여과하여 물로 씻은 다음, 건조시킨 것이 수산화알루미늄의 공업제품이다. 이것을 다시 1,200℃ 이상에서 소성하여 α-산화알루미늄의 형태로 만든 것이 산화알루미늄의 공업제품이다.

2) 용도

- 물에서 염분을 제거할 때
- 산업적인 필터기
- 혈액투석
- 알루미늄을 강화하기 위해 산화알루미늄 섬유 첨가
- 공동 섬유막(hollow-fiber membrane) 단위에서는 담수화 및 혈액 투석에 사용
- 알루미늄 제조, 연마제, 내화물, 세라믹, 절연물, 촉매제 및 촉매 보조재, 종이 그리고 점화전의 제조, 도가니 및 실험실 작업, 가스 및 수증기의 흡착제, 크로마토그래피 분석, 용제, 전구, 인공 보석, 내열 섬유, 음식 첨가제(분산제)
- 석유 산업에서 활성 산화알루미늄은 가스 및 증기의 효과적인 건조제이다. 또한, 크로마토그래피 분석에서 촉매제 또는 촉매제 운반 물질로써 사용되고, 수질 정화에도 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	101.96	물리적 상태	분말	증기압	1mmHg(2,158℃)
끓는점	2,980℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 산화알루미늄의 제법(시료 채취)

① 시나리오 : 현재 가장 널리 대규모로 사용되는 것은 알칼리법 중 바이어법이다. 이것은 먼저 보크사이트를 배소·분쇄하여 가압솥 속에서 진한 수산화나트륨 용액과 가열하면 알루민산나트륨으로 용액 속에 추출된다. 광석 속의 불순물은 침전물로서 제거된다. 다음에 이 여과액을 물로 희석하고, 깁사이트를 가하여 휘저으면 결정이 석출한다. 이것을 여과하여 물로 씻은 다음, 건조시킨 것이 수산화알루미늄의 공업제품이다. 이것을 다시 1,200℃ 이상에서 소성하여 α-산화알루미늄의 형태로 만든 것이 산화알루미늄의 공업제품이다. 제조된 산화알루미늄의 분석하기 위하여 시료 채취할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.0001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 알루미나 수화물 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 제조법에 따라 결정질인 것과 겔 모양인 것(알루미나 겔)이 생긴다. 알루미늄이온을 함유하는 수용액에서 암모니아에 의해 침전시킨 수산화알루미늄은 겔 모양의 알루미나수화물이다. 계량 및 미반응 된 산화알루미늄에 의하여 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 칼럼 크로마토그래피(충전제)

① 시나리오 : 유리관과 같은 원기둥 모양의 관에 산화알루미늄이나 이온교환수지 등을 충전한 것이다. 산화알루미늄의 충전시에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 박층 크로마토그래피(흡착제)

① 시나리오 : 종이 크로마토그래피와 같은 목적으로 사용하며, 흡착제로는 사용 목적에 따라 실리카겔, 산화알루미늄, 섬유소말, 이온교환셀룰로스 등이 쓰인다. 흡착제를 얇은 막처럼 바를 때 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 알루미나 유리(혼합)

① 시나리오 : 붕규산 유리의 일종으로, 알칼리 대신에 산화알루미늄을 함유하고 있는 유리이며, 무알칼리유리라고도 한다. 내열도·화학내구성이 높고, 고압수은등·연소관, 보일러의 게이지 유리 등 높은 내열충격성이 요구되는 기구에 사용된다. 규산분이 50% 이하, 알루미나 20~30% 함유된 것도 있으며, 이 밖에 붕산·석회·바륨 등의 성분이 함유되어 있는 것이 보통이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 산화알루미늄 습도센서(코딩)

① 시나리오 : 알루미늄을 수산이나 황산 중에서 전해시킬 때, 양극 산화에 따라 산화알루미늄 막을 형성하고 그 위에 금을 증착시켜서 제작한다. 산화일루미늄 막을 형성할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 고정 연마제(현장 점검)

① 시나리오 : 미세한 산화알루미늄 연마제는 침전된 물질로 이루어져 있지만, 고정연마제는 매트릭스안에 포함된 연마물질로 이루어져있다. 가장 흔히 이용되는 연마제는 산화알루미늄이다. 고정 연마제의 설비 및 점검 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 세라믹 공구(제조)

① 시나리오 : 산화알루미늄을 주성분으로 하는 세라믹을 이용한 공구. 알루미나기의 백세라믹과 티탄카바이드 등이 함유된 흑세라믹 2종류가 있다. 금속공구에 비해 고경도이며, 고온에서도 그 경도가 유지된다. 세라믹 공구의 제조 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 파인세라믹스(원료투입)

① 시나리오 : 뉴세라믹스(new ceramics)라고도 한다. 도자기·유리·시멘트·내화물 등 종래의 요업제품을 세라믹이라 하는 데 대하여 이것보다 더 '정교한(fine)' 세라믹이라는 뜻이다. 파인세라믹의 원료를 투입할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 알루마이트(코팅)

① 시나리오 : 알루미늄 합금의 부식을 막기 위하여 양극산화처리법에 의하여 표면에 두께 10㎛ 이상의 산화알루미늄 피막을 피복한 것으로 피막을 형성하는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(090) 삼수소화 비소 Arsine 7784-42-1

1. 개요

1) 제조

삼수소화비소(AsH3)의 상업적 생산은 유기합성과 고체 상태의 전자 소자 공정에 사용하기 위해 생산한다. 삼수소화비소는 비소에 수소 또는 물이 반응하여 생성된다.

삼수소화비소는 필요에 의해서 제조되기 보다는 비철금속의 제련 및 정련 공정에서 발생되어진다[1].

비소가 납축전지의 금속 그리드에 있기 때문에, 그 그리드를 전기 충전시킬 때 삼수소화비소가 전지 형성 과정에서 발생할 수 있다.

비소를 함유한 찌꺼기, 불순물과 수증기가 반응하여 발생하고, 가수분해에 의한 수소와 반응하여 삼수소화비소가 발생한다.

2) 용도

국내에서 삼수소화비소의 사업자은 반도체(전력용)제조, 반도체칩 제조, 기타 비금속 제련업에서만 사용되고 있는 실정이다.

삼수소화비소는 유기 합성과 전기 전도성을 증가시키기 위해 초고순도의 크리스탈에 사용하는 도핑제로 반도체 제조를 위한 전자 산업에서 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[2]

삼수소화비소의 노출은 대부분 비철금속의 제련 및 정련과정에서 발생하고 직업적 노출 외에도 드물게 부산물로 비소를 함유하는 광석, 광재(찌거기), 비소계 농약에 산이 우발적으로 작용하여 발생하거나, 산으로 로의 침전물을 제거하는 작업 등에서 발생할 수 있다. 그 외에도 아연도금, 납땜, 에칭과 납 도금 공정에서 삼수소화비소 기체에 노출되거나, 청동예술작업(비소가 들어 있는 산성용액으로 금속이나 접시나 가구를 다루는)이나 비소를 함유 도로로 된 그림의 복원 작업시에도 노출될 수 있다.

---

1) 비철금속의 제련 및 정련 과정에서 비소함유광석이나 비소를 불순물로 지니고 있는 광석들(주로 아연이며, 구리, 주석, 납, 코발트도 해당됨)을 산으로 세척하는 과정이나, 철광석의 제련과정(용해물의 정제) 주석의 제련과정(알루미늄 비화물을 함유한 광재에 물을 뿌리기), 아연제련(용석실 청소)과정이나 전기분해 과정 등에서 비소가 있는 곳에 새로 수소가 생성되거나 물이 금속 비화물과 반응하여 삼수소화비소가 발생한다. 따라서 대부분의 삼수화비소의 중독사례는 비소를 불순물로 함유한 천연금속과 산을 사용하는 것과 관련 되어있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	77.95	물리적 상태	기체	증기압	760mmHg이상(20℃),10,000hPa
끓는점	-55℃(300℃분해)	R-phrase	12,26,48/20,50/53	Log Kow	0.68
노출기준(노동부)	TWA 0.05 ppm / 0.2 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 반도체소자공(반도체 웨이퍼 가공)

① 시나리오 : 동력용 반도체 생산시 웨이퍼(집적회로를 만드는 토대가 되는 얇은 규소판) 가공 공정에서 이온주입 과정에서 삼수소화 비소에 노출될 수 있다.

산화/확산 → 감광액 도포 → 노광 → 현상 → 식각 → 이온 주입 → 화학기상증착 → 금속 배선

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 240 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비철금속 제련 사업장 (현장점검)

① 시나리오 : 비소함유광석이나 아연이며, 구리, 주석, 납, 코발트 등 비소를 불순물로 지니고 있는 광석들의 제련 과정에서 삼수소화 비소가 발생한다. 즉, 아연, 구리, 주석, 납을 산으로 세척하는 과정이나, 철광석의 제련과정(용해물의 정제), 주석의 제련과정(알루미늄 비화물을 함유한 광재에 물을 뿌리기), 아연제련(용석실 청소)과정이나 전기분해 과정에서 주로 발생한다. 따라서 설비를 점검할 때 노출될 가능성이 있다.

원료(동정광)하역 및 이송 → 건조로 → 자용로 → 전로 → 유도로 → 정제로

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 400 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 비철금속 제련 사업장 (정제)

① 시나리오 : 삼수소화비소는 S로(특히 lance 작업) CL로, 정제로 과정 중에서 노출된다.

원료(동정광)하역 및 이송 → 건조로 → S로 → CL로 → C로 → 정제로

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 400 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 반도체 제조(MP 공정)

① 시나리오 : IMP 가공공정은 밀폐형 부스에서 작업이 자동으로 이루어지며, 작업자는 기계셋팅 및 장비점검 등의 작업을 하고 있다. 작업자는 방진복, 마스크, 방진화등을 착용하고 작업장에는 밀폐형 국소배기장치가 설치되어 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(091) 석면(모든형태) Asbestos(all forms) 1332-21-4

1. 개요

1) 제조

석면은 광석으로 채굴된다.

현재 가장 폭넓게 사용되는 건식 평삭(milling)법은 광석을 아주 작은 크기로 분쇄한 후에 건조시킨다. 파이버 추출은 연속된 분쇄 공정을 통하여 시작된다. 연속된 분쇄공정은 진동 스크린에서 광석을 운반하면서 진공흡입을 한다.

습식 평삭법은 분진 관리와 파이버 제품으로부터 광석 오염물의 분리에 명백한 장점을 가지고 있다.

2) 용도

- 방화제, 단열제
- 마찰제, 장력보호제, 내마모제
- 항부식제
- 여과제, 응집제, 충진제

3) 노출 및 결정인자[1)]

석면제품제조 및 사용 작업은 단열재, 전기절연체, 진화용 덮개, 플라스틱 충전제, 방화복, 자동차, 버스, 철도의 브레이크, 가스켓 제조공정, 건축자재 제조공정 등을 통해 근로자에게 노출될 수 있다.

또한 석면제품 설치작업으로 슬레트, 석면직물, 석면시멘트, 마찰재료, 석면지, 페인트와 타일설치, 조선업종에서 선실의장 작업 또는 선박수리해체 작업 등을 통해 근로자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	자료 없음	물리적 상태	섬유	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.1개/㎤		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 건축자제 제조(현장관리)

① 시나리오 : 건축자제 제조에 석면이 사용된다. 건축자제 중에서 각종 시멘트 제품, 슬레이트, 비닐 타일 등에서 강도를 높이고 마모를 방지할 목적으로 석면이 사용되고 있다.

작업공정은 밀폐되어있지만, 석면분진은 개면, 혼면, 소면, 정방, 연사, 정경, 직포, 배합, 성형, 건조 및 석면제품의 포장, 저장, 절단, 가공, 수리 등의 공정에서 항상 발생할 수 있으므로 주의를 기울여야 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1~1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 20~200 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : BK0, BK1

※ 위해도 관리방법은 영국 HSE에서 제시하고 있는 COSHH Essentials를 이용하였다.

---

1) 컨트롤 밴딩에 의한 구간추정치를 이용하여 노출량을 산출하였다. 그러나 석면은 fiber로 측정하기 때문에, 일반 화학물질과 같이 위 모델을 이용한 mg/m^3 단위를 갖는 노출량 산출 평가는 적합하지 않다.

2) 본 연구에서 시행한 위해도 정량화 비율(RCRs)값도 컨트롤 밴딩 모델을 이용한 노출량 산출값과 노출기준의 비교이기 때문에 석면의 경우에는 적합하지 않다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(092) 수은(아릴 및 무기화합물) Mercury(aryl&inorganic compounds) 7439-97-6

1. 개요

1) 제조

수은 광석 배소 또는 이차적인 수은의 가열에 의해 생성된 수은 증기의 응축에 의해서 생산된다.

2) 용도

- 살균제, 소독제
- 의약품 제조
- 페인트, 염료 제조
- 목제 보존제

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	200.59	물리적 상태	액체	증기압	2×10^{-3}mmHg(25℃)
끓는점	356.73℃	R-phrase	-	Log Kow	-
노출기준(노동부)	TWA 0.1 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 목재 처리(보존제 처리)

① 시나리오 : 목재를 가공 생산하는 공정에서 목재 보존 처리를 위하여 무기 수은을 사용한다. 근로자는 무기 수은에 목재를 보존제로 처리하는 과정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(093) 수은 Mercury 7439-97-6

1. 개요

1) 제조

수은은 채광해서 생산하기도 하지만 금이나 보크사이트 채광에서 부산물로 얻어지기도 한다. 저 품질 금 및 은 원광의 시안화물 여과 공정에서도 그 원광에 들어있는 수은을 추출하기도 한다. 이렇게 얻어진 금을 더 가공하기 전에 가열하면 금에서 수은을 제거할 수 있다. 수은은 또한 금을 추출하는 아말감법에서도 사용되어 왔다. 이 아말감법에서 금-수은은 아말감을 가열하여 수은을 재사용할 수 있도록 재생시킨다.

2) 용도

수은은 전체 액상 온도 범위에서 온도에 따른 부피 팽창률이 일정하기 때문에 온도계, 압력계, 기압계, 게이지, 밸브 등의 제작에도 수은이 사용되고 있으며, 건식 배터리, 램프, 배선/스위칭 장치, 전자장비 뿐 아니라 염소와 가성소다 생산에도 널리 사용되어 왔다. 수은화합물은 또 열전달기, 안료, 제련공정, 윤활제, 촉매에 많이 사용되어 왔고, 곰팡이 억제를 위해 수성 라텍스 페인트에 사용되거나 페인트 저장성 향상을 위한 방부제로 사용되기도 했다. 이 밖에 치과용 아말감이나 기타 의료용 용도로 널리 사용되어 왔다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

가장 흔한 노출원은 클로-알칼리 공정이다. 수은 채광이나 정제공정 중에 노출될 수 있다. 부주의한 취급, 또는 사고로 보관용기가 파손되거나 물질이 흘러나왔을 때 노출을 인식하지 못 할 수도 있다.

밀폐된 실험실에서 증기를 흡인하여 노출 될 수 있다. 모피, 펠트 산업 공정 중 금속수은증기에 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	265.13	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg이상(20℃)
끓는점	40℃이상	R-phrase	23,33,50/53	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 mg/m^3		STEL 0.03 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 형광램프 제조(씰링 및 배기)

① 시나리오 : 램프관의 가공(컷팅, 벤딩, 코팅 등)작업을 거친 후 후레아와 램프관의 체결공정인 배기 공정에서 수은이 주입되면서, 작업자의 노출이 이루어진다. 이후 베이싱, 납땜, 검사공정인 에이징 등을 통해 제품 출하되는 작업공정을 가지며, 수은이 램프관에 자동으로 주입되는 배기공정에서 노출되며, 인근 공정인 씰링 공정에서도 작업자의 노출이 예상 된다

배합 → 컷팅 → 밴딩 → 코팅 → 단부 베이킹 → 계선 → 씰링(수은) → 배기(수은) → 베이싱 → 납땜 → 에이징 → 마크인쇄 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 내관 제조(배기관 절단)

① 시나리오 : 메탈램프를 제조하는 공정으로 내관 (ARC tube)의 제조공정에서 발광용으로 수은의 주입이 이루어진다. 내관 (ARC tube)과 전극+포일 조립체의 체결공정인 펀치 씰링이 이루어진 후 배기관 절단 공정에서 수은의 자동+수동 주입이 이루어지며, 에이징 테스트를 통해 제품을 검사하고 엔드 코팅으로 제품이 출하되는 작업공정을 거친다. 작업자는 내관 (ARC tube)에 수은의 주입이 이루어지는 배기관 절단공정에서 수은에 노출될 수 있다.

유리절단 → 밸브 성형 → 튜브레이션 → 코팅 → 전극세척 → 열처리 → 양극화산화 → 전극+포일 조립체 용접 → 펀치 씰링 → 배기관 절단(수은) → 에이징 테스트 → 재점등 전압검사 → 엔드 코팅 → 외관 작업

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 전자부품 PTC 제조(표면처리 연마)

① 시나리오 : 전자부품인 PTC를 제조하는 작업공정으로, 소성체의 저항 검사를 위해 샘플 채취 후 인듐-수은 처리를 한다. 원재료에서 프레스 성형을 거쳐 전자부품으로 가공한 후 소성처리를 한 제품을 "은"으로 표면처리를 하고, 인쇄, 건조 등의 과정을 거쳐 검사하여 출하되는 작업공정을 가진다. 작업자의 수은 노출은 소체 샘플 (12EA)에 인듐-수은으로 표면처리를 실시할 때 이루어진다.

원재료입고 → 성형프레스 → 소성 → 표면처리 연마 → 인쇄 → 건조→ 조립 → 검사 → 포장 → 캡 인쇄 및 출하 → 소체 샘플 채취 → 냉각 → 인듐-수은 표면처리 → 저항검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 형광등 제조(씰링)

① 시나리오 : 물 세척을 거쳐 형광등의 양 단면을 열을 이용하여 컷팅되고 베이킹을 거쳐 형광등의 양면 중 한 면을 씰링 한 후 배기대로 이송되고 배기대에서는 전자식 자동 주입장치를 통해 수은이 형광등 내부로 주입되고 열을 이용하여 주입된 부분을 컷팅 (발생경로)하고 기타 제품의 조립 및 검사 작업을 거쳐 포장 출하된다. 수은주입 후 주입된 부분을 컷팅 (열을 가하여 잘라내는 방식)후 일정시간(몇 초) 동안 개방되어 있어 수은이 발생되어 작업자가 노출된다.

원자재 → 워싱 → 컷팅 → 베이킹 → 씰링 → 배기 → 에이징 → 전극도포 → 마킹 → 소켓 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: UV램프 제조(1차 배기대)

① 시나리오 : 유리를 가공하여 램프의 모양을 만드는 성형 공정 및 발광체의 역할을 하는 수은을 주입하기 위한 공정으로 이루어지며, 수은은 1인이 주사기를 이용하여 유리관(석영)에 일정량을 주입한 후 2차 배기대에서 진공관(램프)을 진공상태로 만들면서 유리관을 통하여 주입한 후 검사 및 포장 작업을 거쳐 출하하는 작업 형태이다. 수은의 직접적인 취급으로 인한 작업자 노출이 가장 큰 작업이다.

원자재 → 전극스포트 → 석영가공 → 1차 배기대 → 씨링 → 2차 배기대 → 베이싱(코팅/세척) → 측정(검사) → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 냉음극관 및 전기 변화장치 제조(에이징)

① 시나리오 : 수은 와이어를 일정한 크기로 절단 하여 가스봉입을 한 후 배기대에서 에이징을 거쳐 단자 처리되어 자동으로 램프에 투입되며 검사 및 포장 작업을 거쳐 출하는 작업 형태이다. 수은 와이어를 절단 작업 시 작업자에게 노출될 가능성이 있다.

형광체 도포 → 소성 → 1차 씰 → 가스봉입 → 배기대 → 2차 씰 → 에이징 → 단자처리 → 자동컷트/극성 → 날인 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 수은 와이어 제조(제품 검사)

① 시나리오 : 알루미늄 와이어가 입고되면 포밍기를 거치면서 혼합 파우더가 투입되며 일정한 크기로 절단 작업을 실시 후 디제싱 공정에서 이물질 제거를 실시하고 불량을 확인하기 위해 검사작업을 수행, 완성품은 포장 공정을 거쳐 출하하는 작업형태이다. 와이어에 수은분말(혼합 파우더)을 주입하면서 포밍작업 시 일부 바닥으로 떨어져 기중 발생되어 작업자가 노출될 수 있다.

원자재 → 분말 투입 → 포밍 → 절단 → 디제싱 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 폐 형광등 재활용(시설점검)

① 시나리오 : 원자재(폐 형광등)를 작업자가 콘베어기에 적재시키고 콘베어기를 통해 분쇄공정까지 이송 분쇄공정부터 제품공정까지는 자동화 설비로 작업자는 설비관리 및 제품 확인 등의 순회작업을 진행한다. 작업자는 설비관리 및 확인 등의 순회작업을 진행하고 있으며, 작업자의 개인폭로 원인은 설비관리 및 확인 작업을 위해 밀폐 부스내부에 진입 시 수은에 노출되고 있다.

원자재(폐 형광등) → 투입 → 분쇄 → 저장 → 선별 → 제품 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/㎥

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 마노메타 제조(수은 주입)

① 시나리오 : 가공된 U자형 유리관에 일정량의 수은을 주입하여 관 내부를 진공펌프를 이용하여 진공상태를 만들면서 셋팅을 하고 있고, 수은은 눈금자로 사용하고 있으며 작업이 완료되면 조립 후 출하하는 작업 형태이다.

수은 주입 및 셋팅 시 마노메타가 깨져서 수은이 바닥 및 설비에 묻어 있는 경우에 노출될 수 있고, 수은이 외부로 유출시 바로 제거하지 않아 노출이 계속적으로 이루어진다.

작업공정: 원자재 → 가공 → 도금 → 수은주입 및 셋팅 → 조립 → 눈금자 셋팅 → 조립 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m³

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 313

※위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(094) 스티렌 Styrene 100-42-5

1. 개요

1) 제조

스티렌은 에틸벤젠의 탈수소 시킨 다음 에틸벤젠을 산화해서 과산화에틸벤젠으로 만든 다음 이것을 프로필렌과 반응해서 알파-페닐에탄올 및 산화프로필렌을 산출하는데 이들의 알코올이 탈수되어서 스티렌으로 된다,

공업적으로는 에틸벤젠을 수증기와 함께 아연이나 크롬 ·칼슘 ·마그네슘 등의 산화물촉매 위로 통과시켜 탈수소하여 만들거나, 에틸벤젠을 산화시켜 아세토페논으로 만들고 이것을 수소첨가 탈수를 거쳐 제조한다.

2) 용도

- 플라스틱, 합성 고무, 절연물의 제조, 방호 코팅(스티렌-부타디엔 라텍스; 알키드)의 제조
- 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 그리고 스티렌-아크릴로니트릴 중합체 수지의 제조에 사용
- 스티렌화 된 폴리에스테르, 고무가 제한된 폴리스티렌, 혼성 중합체 수지의 제조, 합성 향료 물질 및 보조제로써 사용
- 가공 처리되지 않은 수지 시스템의 점성을 감소시키기 위한 희석제로써 사용
- 건축 자재 및 배에 사용되는 불포화 폴리에스테르 수지(유리 섬유가 강화된), 스티렌-디비닐벤젠 혼성 중합체의 합성에 사용
- 폴리에스테르 수지에서 교차 연결 물질로써 사용
- 플라스틱 및 수지에 사용되고 치아 충전재 성분, 화학적 중간 생성물, 농업 생산물에서의 성분, 그리고 안정제로써 사용
- 폴리스티렌의 단량체, 스티렌-부타디엔 탄성 중합체 및 다른 혼성 중합체의 코모노머(comonomer), 스티렌화 된 페놀 및 산화스티렌, 스티렌화 된 기름의 화학적 중간 생성물; 불포화 폴리에스테르 수지 제조에서 교차 연결 물질로써 사용
- FDA가 승인한 향료 물질(아이스크림 및 사탕에서)
- 스티렌 중합체는 사진 복사기 토너 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

스티렌은 세계의 주요 유기 화학물질들 중 하나이다. 스티렌을 제조하고 그것을 플라스틱 및 수지 제조에 사용하는 행위는 스티렌이 다양한 폐기물 흐름을 통해 환경으로 유출되는 결과를 초래할 수 있다. 연소 엔진들 및 쓰레기 소각으로부터 나온 배출 가스 그리고 담배 연기에서 스티렌이 발견되었다.

스티렌이 제조되거나 사용되는 작업장에서는 흡입 및 피부 접촉을 통해 스티렌에 대한 직업적 피폭이 발생할 수 있다. 스티렌 가지고 수행하는 작업들의 종류에 따라 스티렌에 대한 직업적 피폭이 분류될 수 있다. 폴리스티렌 제조에서, 직업적 화학 피폭은 주로 스티렌이다. 강화 플라스틱이 사용되는 곳(혼성 중합 시 스티렌이 용매 반응 물질로 작용하는)에서는, 스티렌이 주요 대기 오염 물질이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	104.14	물리적 상태	액체	증기압	4.3mmHg(15℃), 1.5mmHg(20℃), 5mmHg(25℃), 10mmHg(30.8℃)
끓는점	145.2℃	R-phrase	10,20,36/38	Log Kow	2.95
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 85 mg/m^3			STEL 40 ppm / 170 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 스티렌 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 공업적으로는 에틸벤젠을 수증기와 함께 아연이나 크롬·칼슘·마그네슘 등의 산화물촉매 위로 통과시켜 탈수소하여 만들거나, 에틸벤젠을 산화시켜 아세토페논으로 만들고 이것을 수소첨가 탈수를 거쳐 제조한다. 제조된 비닐 스티렌을 분석하기 위해 시료 채취 할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 스티렌 부타디엔 고무[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 알킬리튬 촉매를 사용하여 스티렌과 부타디엔을 유기용매 중에서 반응시키는 용액 중합법으로 제조되며 배합하는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 부타디엔과 스타이렌을 저온유화중합하여 만든 공중합체로 합성고무중 가장 일반적으로 사용되는 범용고무이며 천연고무에 비하여 내마모성, 내열성이 우수한 장점과 가황이 평탄하고 안정된 스코치(Scorch)성과 용이한 가공성 등 폭넓게 사용이 가능한 물성을 지니고 있습니다.
타이어, 신발, 고무호스, 벨트 등 대부분의 고무제품에 사용
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 스티렌 수지(중합)

① 시나리오 : 수지는 일반적으로 스티렌의 라디칼중합으로 얻을 수 있으며, 중합하는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 발포폴리스티렌(미반응 분출)

① 시나리오 : 제조공정은 스티렌에 펜탄, 부탄가스 등의 발포제를 주입해 물로 중합한 뒤, 소정의 분자량이 될 때까지 가열한다. 이어 얻어진 발포폴리스티렌의 구성입자인 비드를 세척 건조시키고 폐수를 처리한다. 발포제를 주입하는 과정에서 미반응된 스티렌에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: ABS 수지(블렌드)

① 시나리오 : 제조법은 아크릴로니트릴과 부타디엔의 혼성중합체 및 스티렌과 부타디엔의 혼성중합체를 혼합(블렌드) 하는 것이 일반적이며, 각각의 혼성중합체의 성질을 동시에 가지는 혼합수지를 얻어 지며 블렌드 하는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 난연 ABS 수지(블렌드)

① 시나리오 : 제조법은 아크릴로니트릴과 부타디엔의 혼성중합체 및 스티렌과 부타디엔의 혼성중합체를 혼합(블렌드) 하는 것이 일반적이며, 각각의 혼성중합체의 성질을 동시에 가지는 혼합수지를 얻어 지며 여기에 자기소화성을 부여해 난연성을 높인 수지이다. 블렌드 하는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: AXS 수지(블렌드)

① 시나리오 : AXS 수지는 ABS 수지의 약한 내후성을 보완하기 위해 개발된 수지이다. 성분은 ABS 수지에서 부타디엔 성분을 빼고, 대신 불포화결합을 하지 않는 고무 성분을 첨가한 것만 다르다. 블렌드 하는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: AAS 수지(현장 점검)

① 시나리오 : 아크릴 고무에 아클리로니트릴과 스티렌을 그래프트혼성중합한 스티렌수지로 충격 강도가 높으며 성형할 때 유동성이 우수한 수지를 만들 수 있으며 노출될 가능성은 설비를 점검할 때에 노출될 수 있다

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: ACS 수지(시료 채취)

① 시나리오 : ABS 수지와 특성이 비슷하지만, 염소를 포함하고 있어 내후성과 난연성이 뛰어나고, 대전(물체가 전하를 띠는 현상)과 먼지오염에 강하다. 노출될 수 있는 경로로는 ACS 수지의 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 스티렌 페이퍼(투입)

① 시나리오 : 정확히는 폴리스티렌 페이퍼이다. 에틸렌과 벤젠으로부터 만든 스티렌을 촉매를 써서 폴리스티렌으로 하고, 휘발성탄화수소를 가하여 발포성을 가지게 한 후 융용상태에서 시트상으로 성형시킨 것이다. 스티렌을 반응기에 투입할 때 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 스티렌부타디엔 고무(중화 반응)

① 시나리오 : 스티렌과 부타디엔을 혼성중합시켜서 얻는 고무로 라디칼 중합개시제를 사용한 유화중합에 의해 제조되며, 중화 반응에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.09 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(095) 알릴프로필 디설파이드 Allylpropyl disulfide 2179-59-1

1. 개요

1) 제조

암모니아 용액에 나트륨아미드와 1-에틸티오-2-프로페닐티오에텐을 첨가시 나트륨-1-프로펜티오레이트를 형성하고, 이는 s-프로필 프로판티오설포네이트와 반응하여 프로페틸 프로필 디설파이드를 만든다.

2) 용도

- 합성 향료
- 식품 첨가물

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적 노출은 양파 및 양파 생산품 제조과정과 식품 제조과정에서 향료로 사용시에 노출될 수 있다.

일반인들은 알릴프로필 디설파이드가 함유된 식품을 섭취 시 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	148.3	물리적 상태	기름	증기압	0.39mmHg(25℃)
끓는점	66-68℃	R-phrase	36,37,38	Log Kow	3.70
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 12 mg/m^3			STEL 3 ppm / 18 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 알릴프로필 디설파이드의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 암모니아 용액에 나트륨아미드와 1-에틸티오-2-프로페닐티오에텐을 첨가시 나트륨-1-프로펜티오레이트를 형성하고, 이는 s-프로필 프로판티오설포네이트와 반응하여 프로페틸 프로필 디설파이드를 만든다. 이 과정에서 노출될 가능성이 있는 경우는 시료 채취, 저장탱크의 정비나 수리할 때 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 인쇄업(설비 점검)

① 시나리오 : 종이, 잉크 및 기타 도료가 입고하면 입고된 종이를 필요한 크기로 절단한다. 제품에 따라 잉크를 조율하고, 한 가지 색깔을 요하는 상품에 대한 단색 작업이 이루어진 후, 인쇄 완료된 제품을 포장, 적재, 출하한다. 작업자가 노출될 경우는 설비의 점검이나 수리할 때이다.

원자재 입고 → 절단 → 인쇄 공정 → 포장 및 적재 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 모조 장신용품 제조(도포)

① 시나리오 : 원자재 및 도료가 입고하면, 여러 가지 도료를 혼합하여 도포할 색상을 만든다. 필요한 색상을 원자재에 스프레이하거나 붓 등으로 색깔을 입힌다. 완성된 제품을 포장, 적재, 출하 한다.

원자재(열쇠고리, 자개 등)가 입고될 경우에는 2명의 작업자가 공정에 참여하여 일한다. 혼합공정에도 2명의 작업자가 일하는데, 혼합작업대 및 도포 작업대에서 도료를 도색하는 작업 시 휘발성 유기화합물이 발생하여 노출 될 가능성이 있다.

원자재 입고 → 도료 혼합 및 도포 → 포장 및 적재 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 15 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(096) 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트 Ethylene glycol methyl ether acetate 110-49-6

1. 개요

1) 제조

에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트는 에틸렌 글리콜 모노메틸에테르와 아세트산의 에스테르화에 의해 제조된다.

2) 용도

- 니트로셀룰로스, 초산 섬유소, 다양한 수지(gums, resins), 왁스, 오일의 용매
- 섬유 인쇄, 사진 필름, 랙커, 실크 스크리닝의 잉크
- 산업 용매

3) 노출 및 결정인자[1)]

니트로셀룰로스, 초산 섬유소, 다양한 수지(gums, resins), 왁스, 오일의 용매, 섬유 인쇄, 사진 필름, 락커 등의 생산과 사용을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.13	물리적 상태	액체	증기압	2mmHg(20℃)
끓는점	145℃	R-phrase	20/21/22,60,61	Log Kow	0.12
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 24 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트는 에틸렌 글리콜 모노메틸에테르와 아세트산의 에스테르화에 의해 제조된다. 제조된 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트를 분석하기 위해 시료 채취 할 때에 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES01: 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트는 에틸렌 글리콜 모노메틸에테르와 아세트산의 에스테르화에 의해 제조되어 지며 반응기에서 반응의 진행과정과 현장 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 스크린 인쇄에서 용매로 사용(배합)

① 시나리오 : 스크린 인쇄 잉크의 유기용제 성분으로 사용된다. 유기용제의 배합 과정에서 노출될 가능서이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(097) 2,3-에폭시-1-1프로판올 2,3-Epoxy-1-propanol 556-52-5

1. 개요

1) 제조

모노클로로하이드린에 염기를 처리하면 생성되며, 아릴 알코올과 퍼벤조산의 반응에 의해서도 생성된다.

2) 용도

- 글리세롤, 글리시딜 에테르류, 에스테르류 및 아민류 제조
- 의약품, 위생용 화학약품, 비닐 중합체의 안정제, 에폭시 수지류의 희석제
- 마그네시아 유제(완하제,제산제)의 멸균을 위해 사용
- 염료측정제, 표면코팅제, 우유의 소독제, 고체 추진제의 동결제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

주로 노출되는 공정은 글리세롤, 글리시딜 에테르류, 에스테르류 및 아민류 제조, 의약품, 위생용 화학약품, 비닐 중합체의 안정제, 에폭시 수지류의 희석제의 제조 과정에서 주로 노출된다. 또한, 에폭시 수지를 사용하는 작업 중 노출이 될 것으로 생각되는 공정은 전자전기부품 제조 공정 중 함침 작업이며, 에폭시 수지 혼합제를 사용하여 분체 도장하는 작업에서도 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.08	물리적 상태	액체	증기압	6.2kPa(20℃)
끓는점	166.11℃(분해)	R-phrase	21/22,23,36/37/38,42/43	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 6.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 전기전자부품 제조(함침[1])

① 시나리오 : 2,3-에폭시-1-1프로판올을 함침액으로 사용하고, 보통 함침액의 정량, 교반, 주입, 건조의 단계로 이루어진다.

함침액으로 사용하는 용제는 건조가 자연상태에서 쉽게 되지 않아 건조기를 사용한다. 건조기에는 항상 고열이 발생하고 있어 용제의 증발량을 증가시킬 수 있으며, 건조기에 함침액을 주입한 소재를 투입하고 건조 후에 꺼낼 때 노출이 가능하다.

권선 → 테이프 → 납땜 → 날인 → 함침(정량/교반/주입/건조) → 검사 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 함침은 절연, 내열, 진동 방지 등의 목적으로 전기전자부품의 빈공간을 액체 성분에 담구거나 칠해서 공간을 채우는 작업이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 기계 제조(도장)

① 시나리오 : 2,3-에폭시-1프로판올의 노출이 의심되는 분체도장 공정 시, 투입구에서 소재가 투입되면 2명의 작업자가 한 면씩 분체를 분사해 도장한다. 분체도장을 하는 분체 도장 부스 내의 작업이 투입구와 나오는 곳이 모두 개방되었으므로 노출 가능성이 있고, 도장 후 건조로를 점검하는 과정에서 잔류해 있는 에폭시의 노출 가능성이 있다.

설계 → 기계가공 → 응결.사상 → 분체도장 → 조립 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(098) 에피클로로히드린 Epichlorohydrin 106-89-8

1. 개요

1) 제조

에피클로로히드린은 프로필렌을 염화화합물의 결합체로 고온에서 염소화한 후, 글리세롤 디클로로하이드라진 이성체를 생성하기위해 치아염소산으로 클로로하이드라션하여 제조한다. 그 다음, 혼합물은 에피클로로히드린을 생성하기위해 알칼리로 염산에 유도하여 분해시키면 된다.

프로필렌 염소화과정의 부산물로는, 시스와 트란스-1,3-디클로로프로펜, 그리고 1,2-디틀로로프로판이 있다. 글리세롤 디클로로하이드라진은 염화화합물의 결합체로부터 부산물인 1,2,3-트리클로로프로판과 함께 생성된다. 글리세롤-디클로로하이드라진을 혼합물을 염기로 처리하며 에피클로로히드린을 얻는다.

2) 용도

- 곤충 훈증제
- 천연수지, 합성수지, 고무, 셀룰로스 에스테르 및 에테르, 페인트, 광택제, 매니큐어, 락커, 셀룰로이드 시멘트의 용매
- 글리세롤과 글리시돌 유도체 제조 원료
- 염소-코팅 물질의 안정제
- 가공되지 않은 에폭시 수지의 공중합체
- 폴리아미드-에피클로로하이드린 수지의 공중합체
- 알킬 글로세릴 에테르 설퍼네이트 계면활성제의 화학적 중간체
- 녹말의 가교제
- 마이크로캡슐화의 가교제
- 플라스틱의 열 안정제
- 가소제
- 폴리티올의 화학적 중간체
- 사이클로덱스트린의 가교제
- 베타-블로코, 아릴록시프로파놀아민 제조시 중간체
- 혼합금속화합물의 전반적인 기능을 향상시키기 위해 다른 안정제들과 함께 쓰임
- 수도공급시스템의 중합체 피막제 (수도관 피막제)
- 에폭시수지 및 페녹시수지의 주원료
- 프로필렌-베이스트 고무 가황제의 주원료
- 셀룰로스 에스테르와 에테르의 용매
- 제조산업에서 습윤강도가 높은 수지의 원료

- 이온교환수지, 천연/합성 고무, 용매, 가소제 제조 시 이용
- 약물 제조 원료
- 주로 글리세롤 제조, 가공 되지 않은 에폭시수지 제조, 엘라스토머(천연/합성 고무)제조 시 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

에피클로로히드린의 용제나 화학적 중간체로써의 생산과 사용은 다양한 폐기물 유출을 통해 환경으로 배출 될 것이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	92.53	물리적 상태	액체	증기압	1.67kPa(13mmHg; 16,400ppm)(20℃)
끓는점	117.9℃	R-phrase	45,10,23/24/25,34,43	Log Kow	0.45
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 1.9 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에피클로로히드린의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 글리세롤의 디클로로히드린을 알칼리로 처리하면 얻어진다. 제조된 에피글로로하이드린을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에폭시수지의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 비스페놀 A[2,2-비스(4'-옥시페놀)프로판]와 에피클로로히드린을 수산화나트륨의 존재 하에서 작용시킨다. 따라서 추출기에 에피클로로히드린을 투입하고 추출과정과 설비를 점검할 때에 노출될 수 있다

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폐녹시수지의 원료(투입)

① 시나리오 : 에피클로로히드린을 비스페놀 A와 수산화나트륨과 디메틸 술폭시드 존재 하에 반응시켜 얻은 선형의 열가소성 수지이다. 이때 에피클로로히드린을 투입할 때 노출 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 글리세롤 합성의 원료(투입)

① 시나리오 : 수산화나트륨 혹은 탄산나트륨 수용액 속에 에피클로로히드린을 투입하는 공정에서 작업자들에게 에피클로로히드린이 노출될 가능성이 있다.[1)]

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2)] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 6 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 에피클로로히드린은 10-15% 수산화나트륨 혹은 탄산나트륨 수용액에서 섭씨 800-200도, 대기압 혹은 그 이상의 압력에서 가수분해 된다. 10-25%로 희석된 글리세롤의 수율은 98%이상이다. 용액은 5-10%의 염화나트륨과 2%미만의 다른 불순물들을 포함한다. 염화나트륨을 포함한 글리세롤 수용액은 진공상태에서 글리세롤 함유량 75%이상으로 다단계 공정을 거쳐 증발한다. 침전된 염화나트륨은 동시에 분리된다. 그 다음, 글리세롤 용액은 높은 진공상태에서 증류된다 (ca. 0.5-1.0 kPa). 함께 증류된 물은 fractional condensation에 의해 분류된다. 증발 이후 잔류하는 무기염과 저중합체는 더 처리되거나 폐기되어야한다. 실제로 물이 모두 제거된 글리세롤은 유색의 불순물과 냄새나는 물질을 제거하기 위해 더 공정과정을 거친다. 예를들어 이 과정은 활성탄소와 이루어 질 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 에피클로로히드린 엘라스토머 제조(투입)

① 시나리오 : 엘라스토머은 에피클로로히드린의 중합체이다.[1] 에피클로로히드린을 중합시키는 과정에서 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 두 가지 주요 형태의 에피클로로히드린 엘라스토머는 호모폴리머와 에피클로로히드린과 산화에틸렌의 공중합체이다. 공중합체는 호모폴리머보다 더 낮은 브리틀 포인트, 더 좋은 탄성력과 더 낮은 비중을 가지나, 고온에서의 성질은 그다지 좋지 않다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 블럭커 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 4-서브스티튜트 페놀과 에피클롤히드린을 반응시키고, 생성된 에폭사이드를 N-이소프로필아민이나 N-3,4-디메톡시페네틸아민으로 개방하여 합성한다. 생성된 N-이소프로필아민이나 N-3,4-디메톡시페네틸아민을 포장할 때에 미반을 에피클롤히드린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 폴리아미도아민-에피클로로히드린(투입)

① 시나리오 : 이 고중합 전해질은 아디프산과 디에틸렌 트리아민사이의 반응과 그 다음 생성된 공중합체를 에피클로로히드린으로 유도하여 생성된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 유화제, 세제 합성(계량)

① 시나리오 : 에피클로로히드린은 세제의 계면활성제 합성에 이용된다. 이 과정에서 에피클로로히드린을 계량할 때 노출 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 수처리제(투입)

① 시나리오 : 에피클로로히드린은 수도나 폐수처리과정에서 폴리아민과 폴리 4 암모늄염제조 시 솜털과 같이 부드럽게 만드는 응집제로 이용되고, 수도처리 및 유화과정에서 이온교환수지로 이용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 염소화고무의 안정제(첨가)

① 시나리오 : 폴리염화비닐은 가열과 빛에 의해서 염산이 이탈하고 갈색으로 물들기 때문에, 이것을 방지·억제하기 위해 안정제가 쓰인다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 없는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(099) 오존 Ozone 10028-15-6

1. 개요

1) 제조

오존은 다양한 방법에 의해서 발생하는데 가장 공통적인 것은 전기적으로 또는 광학적(자외선 조사)으로 산소 분자를 분리할 때 발생한다. 질소산화물(NOx), 탄화수소(HC), 메탄(CH_4), 일산화탄소(CO) 등과 같은 대기오염물질들이 태양 빛에 의해 광화학 반응을 일으켜 오존이 생성된다[1].

실험실에서는, 건조한 공기를 전기분해 하므로써 얻는다. 순수한 오존은 오존화된 공기를 푸른빛의 액체로 분리되었을 때 −180℃로 냉각하여 얻는다. 이플루오르화은(silver difluoride)을 희석된 산에 넣고 가열해서 얻기도 한다.

2) 용도

오존은 음료수 정화와 소독을 위해서 사용되며, 산업에서는 악취제거, 소독과 지방의 폐수와 오수를 제어하고 처리하기 위해서 사용하고 있다. 그리고 표백제로 사용하고, 음식 방부제, 호텔과 병원 같은 공공 기관에서는 먼지와 공기를 조절하기 위한 시스템으로 사용하고 있다. 그리고 유기합성의 중간체, 아젤라인산 제조 시 산화제로 쓰이고, 고순도 은 생산 시에도 오존을 사용하고 있다.

특정 향수, 바닐린, 및 캠퍼(camphor) 공정에서, 급속건조 광택제 및 인쇄잉크 제조 시, 스테로이드 호르몬 제조시에 사용하고, 질산에서 염소를 제거할 때, 페놀과 시안화물을 산화할 때 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[2]

오존은 아크 용접, 전기 도금, 수은 증기 램프, X선 발생기, 고압전기 장비와 실내의 자외선에서 발생한다.

오존발생공정, 오존수 제조공정, 오존수 세척공정 등에서 오존이 외기로 유출되어 인체의 피부와 점막이 노출 될 수 있고, 호흡시에 기관지 및 폐포가 자극과 손상을 입을 수 있다. 오존수가 튀거나 하는 등의 돌발적인 사고로 경구로 흡수될 수 있다.

---

1) 대기오염물질 중 질소산화물은 오존 생성의 전구물질이며, 주로 자동차 배기가스에서 많이 배출된다. 대기 중으로 배출된 자동차 배기가스는 연소되어 대부분 일산화질소(NO)로 전환되고, 이 일산화질소는 공기 중의 산소와 결합하여 이산화질소(NO_2)로 된다. 이산화질소는 태양광선(특히 자외선)에 의해 광 분해되어 산소원자(O)와 일산화질소(NO)로 분리(해리)시킨다. 만들어진 산소원자(O)는 대기 중에 자연 상태로 존재하는 산소분자(O_2)와 결합하여 오존(O_3)을 생성시킨다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	48.00	물리적 상태	액체, 기체	증기압	해당되지 않음
끓는점	-111.9℃	R-phrase	8,26,36,37	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.8 ppm / 0.16 mg/m^3			STEL 0.2 ppm / 0.4 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 오존의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 순수한 오존은 오존화 된 공기를 푸른빛의 액체로 분리되었을 때 −180℃로 냉각하여 얻는다. 품질관리를 위해 오존의 시료를 채취하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 오존의 제조(포장)

① 시나리오 : 순수한 오존은 오존화 된 공기를 푸른빛의 액체로 분리되었을 때 −180◦C로 냉각하여 얻으며 생성된 오존을 봄베에 주입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006

④ 위해도 정량화[2] : 0.0075 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 먹는 샘물의 살균처리

① 시나리오 : 대략 먹는 샘물 생산량의 약 30%에 오존수를 사용하게 되고, 연간 90만톤의 오존수를 사용한다. 이때에 사용하는 오존수의 오존 농도는 평균적으로 0.3ppm 가량 된다.

오존에 노출될 수 있는 공정은 충진 공정으로, 8시간정도 소모한다.

제품수 저장 탱크 → 마이크로필터 → 자외선 살균기 → 충진 → capping 검병 → 포장 → 출고
↑
(공병투입 → 병 정렬기 → 자외선 공병살균 → 세병기)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01

④ 위해도 정량화[2] : 0.0125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(100) 유리섬유 분진 Fibrous glass dust

1. 개요

1) 제조

유리섬유는 유리를 섬유형태로 만든 것으로 용융된 유리를 금속통의 끝에 방사구를 통해 압출시켜 제조한다.

유리섬유는 일반적으로 섬유 형상에 따라 다시 장섬유와 단섬유로 나뉠 수 있는데, 유리장섬유는 직경이 대략 6~15㎛이다. 장섬유는 직조된 천(textile)형태나 실을 꼬아 만든 형태로 각종 수지에 보강재로 사용되어 섬유강화플라스틱이라 불린다. 또한 단 섬유는 그라스 울, 특수목적의 유리섬유, 미네랄 울, 슬래그 울, 세라믹 섬유 등으로 구분할 수 있다. 유리장섬유의 원료는 규사, 납석, 석회석, 붕산, 붕사, 망초 등이 주를 이루며, 그 배합에 따라 성질이 달라진다. 유리장섬유는 사용목적에 따른 포장 및 직조방법에 따라 분류된다.

유리장섬유 매트는 단섬유 매트, 연속섬유 매트, 표면 매트의 세 가지로 분류한다. 단섬유 매트는 유리장섬유 스트랜드를 25~50mm의 길이로 짧게 잘라 평면 위에 배열시켜 놓고 적절한 화학처리를 가하여 서로 붙게 만든 것이다.

또 연속섬유 매트는 연속 스트랜드를 나선형으로 서로 꼬아서 매트로 제작한 것이다.

2) 용도

- E-glass: 섬유 강화 플라스틱(Fiber Reinforced Plastic, FRP)에 사용
- C-glass: 납축전지에 사용
- S-glass: 항공기, 로켓의 모터 케이스의 보강 재료로 사용
- 시멘트와 콘크리트의 보강재로 사용
- 천정 흡음판, 뿜칠제로 건축용, 산업용, 조선업에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

유리섬유의 일차적인 노출경로는 호흡기를 통한 노출과 피부접촉이다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	원료에 따라 다양함.	물리적 상태	고체	증기압	자료 없음
끓는점	특정 끓는점 측정 불가능	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 유리장섬유[1] 제조(검사)

① 시나리오 : 와인딩 공정 시 노에서 융용 된 유리를 와인더에서 실로 뽑아낼 때 작업의 대부분에서는 실이 제대로 뽑아지고 있는지 관리하는 일을 근로자들이 하게 되지만, 실이 엉키거나 제품에 불량이 발생되었을 경우, 유리장섬유를 직접 근로자가 만지거나 호흡기로 노출이 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유리장섬유는 규사, 석회석, 붕사 등을 원료로 하여 배합에 따라 성질이 다른 섬유를 생산한다. 유리장섬유는 사용목적에 따른 포장 및 직조방법에 따라 유리장섬유 로빙, 촙 스트랜드, 얀 등으로 분류된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 미네랄 울[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 섬유화 된 미네랄 울 벌크는 집면실에서 포집되어 용도에 따라 해면, 입상화하여 입상면을 만들며, 바인더를 첨가하여 일정 밀도, 두께를 갖는 보드상, 펠트상, 매트 등의 성형품으로 가공한다.

미네랄 울 공정은 대부분 자동화되어 있으므로 근로자들이 노출될 가능성이 없으나 섬유화공정과 포장공정 등에서 근로자들이 노출될 수 있다.

원료투입 → 용융 (1500℃) → 섬유화(고속원심분리공법) → Binder 발수제 첨가 → 집면 → 폭재단 → 길이재단 → 입상면 매트/보드

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 미네랄 울은 현무암 등의 천연 광물을 주원료로 하여 용해로에서 1,500~1,600℃의 고온으로 용융, 원심력을 이용하여 섬유화한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 샌드위치 판넬 제조(연마)

① 시나리오 : 입고된 유리섬유를 절단하여 정렬한 다음, 연마공정을 거쳐 판넬의 홈에 끼우는 작업을 한다. 작업자는 연마작업 시 유리섬유분진에 노출될 수 있다.
입고 → 절단, 투입 → 정렬 → 접착 → 압착 → 절단 → 적재/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 유리섬유강화플라스틱[1] 제조(재단/적층)

① 시나리오 : 유리강화플라스틱 제조 시 재단 및 적층 공정에서 직접 섬유를 만지는 일을 하게 되어 직접적으로 노출되는 경우가 있다. 장갑을 착용하는 경우가 많지만, 공기 중 부유된 유리섬유에 호흡기로 또는 피부에 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유리장섬유를 플라스틱 속에 넣음으로써 세기 · 내열성 등을 강화한 것을 섬유강화플라스틱이라고 한다. 불포화디카르복시산(예를 들면 말레산무수물)과 디올(예를 들면 에틸렌글리콜)을 축합 중합시켜 불포화알키드수지를 만들고 이것을 스티렌에 용해시킨 것에 유리장섬유 · 충전제 · 중합개시제를 첨가하여 가열 · 성형한다. 스티렌은 불포화결합과 반응하여 다리걸침 역할을 한다. 불포화폴리에스테르는 유리장섬유로 보강하면 그 함유량이 증가할수록 장력강도는 커진다. 엔지니어링 플라스틱으로서 구조재료에 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인쇄회로기판 제조(절단)

① 시나리오 : 시판 중인 유리섬유에 에폭시 수지를 피복하여 건조 시킨 후 일정한 크기로 절단하여 회로판 조립 공정으로 이동시킨다. 수지 피복과 건조 공정의 경우 전체가 밀폐되어 있고, 절단 공정만이 개방되어 있어 근로자들은 절단공정에서만 유리장섬유에 노출될 가능성이 있다.

원료 투입 → 코팅 → 건조 → 절단 → 운송

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 유리섬유매트 제조(투입)

① 시나리오 : 유리장섬유 또는 단섬유를 구입하여 건조시킨다. 건조를 마친 장섬유를 작업자가 절단기에 투입하여 일정 크기로 절단을 하고 이를 호퍼에 투입하는데, 이 과정에서 노출이 일어날 수 있다. 호퍼에 투입된 장섬유는 소면과정을 통해 서로 엮여져 얇은 매트형태를 갖추게 되고 이것과 부직포를 접합(니들펀칭)하게 된다. 지금까지의 과정을 통해 나온 반제품 알루미늄 호일 등을 부착하고 일정규격으로 절단, 성형을 하여 자동차의 엔진룸이나 보일러 등의 단열재 등으로 사용한다.

원사 → 계량 → 개면 → 훈면 → 계량공급 → 소면 → 성형 → 니들펀칭 → 권취 → 합포 → 재단 → 트리밍 → 검수 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(101) 이소아밀아세테이트 Isoamyl acetate 123-92-2

1. 개요

1) 제조

이소아밀아세테이트는 아밀아세테이트의 정류에 의해서 생성된다. 또한 소량의 황산이 촉매로 첨가된 상태에서 아세트산과 아밀아세테이트(종종 퓨젤유로써)의 에스테르화에 의해 제조된다.

2) 용도

- 향수나 향료의 용매, 바나나 향을 내는 식품의 첨가물로써 사용
- 에틸알코올과 결합하여 셀룰로오스 에스테르, 에테르 등의 용매로 사용
- 탄닌 니트로셀룰로오스, 페인트 합성, 레진 왁스 등의 용매, 구두약, 인공 실크 생산, 사진용 필름, 셀룰로이드 시멘트, 방수제 등에 사용
- 우유에 포함된 유지방을 정량하는데 사용
- 알콜과 섞여 알키드 수지의 용제로 사용
- 인공 유리 제조, 경화제 등의 산업에 이용
- 포름알데히드의 용매 사진 인화에 사용
- 페니실린 추출, 가죽 광택, 매니큐어, 직물 인쇄·완성 등에 이용
- 드리이클리닝 약품으로 사용
- 석유 원료의 산화에 의한 아세트산의 제조에서 아세트산 이소아밀은 공급액을 추출하는 용제로써 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소아밀아세테이트는 용매와 향 첨가제로서 생산과 사용 과정 중 눈, 피부, 흡입을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	130.18	물리적 상태	액체	증기압	0.5kPa(4mmHg)(20℃)
끓는점	142℃	R-phrase	10/66	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 260 mg/m^3			STEL 100 ppm / 520 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 이소아밀아세테이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 이소아밀알코올과 에틸아세테이트의 아세트화 반응에 의해 제조된다. 제조된 이소아밀아세테이트를 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 식품첨가물(향료) 제조(투입)

① 시나리오 : 식품첨가물(향료)을 제조하는 공정으로, 바나나향의 제조 시 아세트산 이소아밀이 주로 사용되고 있다. 여러 종류의 원재료인 향료를 혼합하기 위하여 일정량을 계량하는 과정에서 작업자에 노출이 되고, 혼합용기에서 수작업으로 혼합 작업을 수행하고 있으며, 포장용기(15kg)에 혼합작업을 거친 후 안정화 시킨 제품을 담아서 출하하는 작업공정을 가졌다. 작업자는 계량 및 혼합, 포장 작업 시 이소아밀아세테이트에 노출된다.

용기의 덮개 및 별도의 배기장치가 없으며 타 공정과도 분리가 되어 있지 않기 때문에 제품의 안정 및 샘플의 결과가 나올 때까지 증기의 확산이 이루어져 노출이 이루어진다.

원재료 → 계량 → 혼합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 락카 제조(투입)

① 시나리오 : 브라운관 도포제인 락카류를 제조하는 공정으로, 톨루엔 등의 주원료를 자동으로 밀폐형 혼합기에 투입한 후 아세트산 이소아밀을 첨가제로 사용한다. 주원료를 밀폐식 혼합기에 자동으로 투입한 후 소량의 원료를 수작업으로 계량/투입하고 있으며, 12~13시간의 교반(배합 및 반응)을 밀폐식 혼합기에서 한 후 샘플을 분석하고, 제품에 따라 포장용기(15kg/180kg)에 별도로 포장작업을 수행한다. 포장 작업은 1회 2~3hr정도로 이루어지고 있으며, 포장 작업 시 플렉시블(flexible) 덕트를 이용하여 확산되는 유해 물질을 배기한다. 작업자는 계량/투입, 포장 공정에서 아세트산 이소아밀에 노출된다.

원재료 → 계량/투입 → 교반 → 분석 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 전착도료 제조(투입)

① 시나리오 : 전착도료를 제조하는 공정으로 원재료를 저장탱크에서 이송관(파이프관)을 통해 배합기로 자동 이송, 투입된다. 배합기내에서 일정 시간동안 배합, 합성, 조합이 진행되고 제품으로 사용성을 확인하기 위해 검사를 거쳐 포장(노출경로) 및 출하된다. 배합, 합성, 조합(자동화공정) 후 검사를 통해 제품으로 사용 가능 판정이 되면, 이송관을 통해 포장 용기로 이송되어 출하가 된다. 공정 중 아세트산 이소아밀의 발생경로는 포장작업 시 철재포장 용기의 덮개를 열고 주입되는 과정에서 발생된다.

원재료 → 배합 → 합성 → 조합 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방향제 제조(소분)

① 시나리오 : 제품의 생산에 필요한 향료 및 각종 첨가제를 배합 탱크에 투입 후, 일정한 시간 경과 후 배합 된 제품을 소분실에서 소분하여 포장, 출하 한다. 투입, 배합 작업의 경우 고정된 작업자에 의해 작업이 진행되며 소분작업의 경우 정해진 시간별로 작업자가 순환하게 되어 1일 작업시간동안 연속적으로 같은 작업자가 소분작업만을 실시하지는 않고, 2~3시간 마다 포장 라인으로 순환 근무한다.

원재 입고 → 투입 → 배합 → 소분 → 응고 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 껌 베이스 제조(투입)

① 시나리오 : 츄잉껌 베이스에 필요한 각종 향료 및 식품첨가물을 입고하여 정해진 시간 과 조건에 따라 배합 작업을 거친 후 용기에 담아내어 완제품(츄잉껌) 생산에 필요한 껌 베이스를 출하하는 공정으로 이루어진다. 투입 및 배합작업이 실시되는 작업장은 고정 작업자는 없으며 필요에 따라 작업자가 원료를 투입하고 가동 상태를 확인하게 된다. 다른 작업실에서는 제품을 적정한 용기에 담아 이동, 적재하는 작업이 실시되며 이 과정에서 일부 물질이 첨가되기도 한다. 원료 이외에 첨가되는 물질은 안정제(점증제) 및 향료 등이며 이는 주로 식품첨가물로서 작업자가 직접 용기에 적정량 덜어내는 분말 및 액상 형태의 물질이다. 투입, 배합, 포장 공정을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

원재 입고 → 투입 → 배합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 에폭시, 우레탄 도료 제조(투입)

① 시나리오 : 에폭시, 우레탄 도료 관련제품을 제조 시 수지 및 각종 첨가제를 입고하여 혼합 용기에 투입한 후 적정한 조건에 따라 배합·저장된 제품을 일정량 용기에 담아 포장한다. 각 공정의 작업 구분은 특별히 고정되어 있지는 않고 현장 내의 근무자들에 의해 유동적으로 실시된다. 혼합조에 투입하는 작업빈도는 주당 2~3회 정도이며 생산 계획에 따라 작업량 및 작업 방법 등에 다소 변동이 있다. 작업 현장에는 국소배기장치가 갖추어져 있지 않으며 작업장 벽면의 개방을 통한 전체 환기가 이루어진다. 혼합이 진행되는 동안 혼합기는 완전 밀폐되어 있다. 혼합, 소분, 포장 공정을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

원료 입고 → 혼합 → 검사 → 여과 → 저장 → 소분, 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(102) 이피엔 EPN 2104-64-5

1. 개요

1) 제조

본제의 주성분은 에틸 p-니트로페닐 티오노벤젠 포스포네이트로써 다음의 화학반응을 거쳐서 제조한다.

염화포스페닐, 에탄올, p-니트로페놀, 그리고, 황의 탈수소염소화와 티오화(thionation)에 의해 제조한다. 또한 상온에서 에탄올과 페닐포스포노티오익 디클로라이드(phenylphosphonothioic dichloride)와 벤젠이 피리딘 존재 하에서 반응 후, 끓는 클로로벤젠안에서 4-니트로페녹사드 나트륨과 반응하여 제조하기도 한다.

2) 용도

이피엔은 살충제로 주로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적 노출은 흡인이나 피부접촉에 의해 발생한다. 살충제를 살포하거나 감독하는 작업자들이 노출될 수 있다. 오염된 물질을 섭취하거나, 작업 후 손을 씻지 않는 습관에 의해서도 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	323.31	물리적 상태	고체	증기압	0.04Pa(100℃), 0.0003mmHg(20℃)
끓는점	215℃	R-phrase	27/28,50/53	Log Kow	4.78
노출기준(노동부)	TWA 0.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: EPN 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염화포스페닐, 에탄올, p-니트로페놀, 그리고, 황의 탈수소염소화와 티오화(thionation)에 의해 제조한다. 합성된 EPN의 품질관리를 위해서 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 탈수소 염소화, 티오화 → EPN 합성 → 시료채취, 분석→ 포장 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: EPN 제조(포장)

① 시나리오 : 염화포스페닐, 에탄올, p-니트로페놀, 그리고, 황의 탈수소염소화와 티오화(thionation)에 의해 제조한다. 합성된 EPN 액체를 병으로 반자동으로 포장할 때에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 탈수소 염소화, 티오화 → EPN 합성 → 포장 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: EPN유제 제조(시료분석)

① 시나리오 : EPN원제(ethyl p-nitrophenyl thionobenzene phosphonate)와 첨가제인 크실렌 등을 배합하여 유제를 제조한다. EPN 유제에는 EPN 원제가 45% 함유된다. 이 공정은 포장공정과는 별로도 다른 건물에서 이루어지거나 같은 건물이라도 포장공정과는 격리되어 있어 포장공정에서 일하는 근로자가 배합공정에서 배출된 원제에 노출될 가능성은 없다. 공정은 반자동으로 이루어지되 원제를 배합하는 과정에서는 자동 흡인장치를 사용한다. 배합이 끝난 완제품은 자동적으로 이송관을 통하여 포장공정의 저장탱크로 이동하여 저장된다.

배합공정에서 제품의 품질관리를 위하여 시료를 채취하여 분석할 때에 노출될 수 있다.

EPN 원제 사입 → 축합반응 → 이송 → 1차 세척 분액 → 2차 세척 분액 → 3차 세척 분액 → 4차 세척 분액 → 5차 세척 분액 → 이송 → 용매유거 → 팩킹

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: EPN유제 제조(포장)

① 시나리오 : 공병(빈병)을 정렬한 후, 자동주입기로 빈병에 EPN 유제를 충전한다. 이 과정에서 환기가 제대로 이루어지지 않은 경우 다량의 EPN이 공기 중으로 증발되어 노출 될 수 있다. 유제가 충전된 병을 마개로 막는 작업도 자동 기기에 의해 이루어지고, 밀폐하지 않으면 다량의 EPN이 공기 중으로 증발되어 노출될 수 있다. 그 후, 작업자가 캡핑이 불량한 제품을 선별한다.

롯뎅 및 라벨링 공정, 완제품의 박스포장 및 밴딩 공정은 EPN의 노출 가능성이 적다.

공병정열작업 → 충전(주입)공정 → 캡핑(capping) → 롯뎅 및 라벨링 공정 → 완제품의 박스포장 및 밴딩 공정 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: EPN 살포

① 시나리오 : EPN 유제를 반자동 분무기에 채우고 분무하여 살포한다. 작업자는 분무기에 채워진 EPN을 살포할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(103) 페닐 글리시딜에테르 Phenyl Glycidyl Ether(PGE) 122-60-1

1. 개요

1) 제조

에피클로로히드린과 페놀의 축합반응에 의해 합성되고 에폭시링을 형성하기 위하여 부식제와 함께 연이은 탈 수소염소화가 일어난다.

2) 용도

- 에폭시 수지(epoxy resin)의 반응성 희석제(reactive diluents)
- 수지 제조 시 중간생성물
- 염화 화합물, 비닐 수지, 고무의 안정제
- 유연제, 대전방지제, 유사 세라마이드, 유화제, 표면처리제, 고분자물질 등에 이용할 수 있는 중간물질

3) 노출 및 결정인자[1)]

페닐 글리시딜 에테르에 대한 직업적 폭로는 반응기에 첨가할 때, 그리고 반응시킬 때, 그리고 드럼 혹은 캔에 포장할 때 반자동으로 사람이 포장하기 때문에 주로 호흡기를 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	150.17	물리적 상태	액체	증기압	0.01mmHg(25℃)
끓는점	245℃	R-phrase	20,37/38,43,45,52/53,68	Log Kow	1.61
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 6 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에폭시 코팅

① 시나리오 : 에폭시의 희석제 용도로써 프라이머로 사용되는 페닐 글리시딜 에테르는 에폭시 코팅 공정과정에서 휘발하여 노출이 발생할 수 있다.
바닥 청소 → 프라이머 → 에폭시 1차 코팅 → 에폭시 2차 코팅 → 에폭시3차 코팅

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	25℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에폭시 바닥재 제조(혼합)

① 시나리오 : 에폭시 바닥재 생산과정에서 페닐 글리시딜 에테르를 원료로 투입되는 과정에서 페닐 글리시딜 에테르가 휘발되어 노출이 발생할 수 있다.

원료투입(PGE) → 반응 → 희석 → 정제 → 용제회수 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아크릴 고무 제조(투입)

① 시나리오 : 아크릴 고무는 에스테르 화합물의 단량체의 중합 반응으로 제조한다. 아크릴 고무 제조 시 에스테르 화합물과 반응시키기 위해 사용되는 단량체의 종류 중 하나로 페닐 글리시딜 에테르가 사용된다. 작업자는 단량체인 페닐 글리시딜 에테르를 드럼통에서 반응기로 펌프를 사용하여 투입할 때 노출 될 수 있다.

에스테르 화합물 + 단량체 → 중합 → 아크릴 고무

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 페인트 제조(혼합)

① 시나리오 : 작업자는 안료와 페닐 글리시딜 에테르를 반응기에 함께 넣고 교반 하여 페인트를 제조할 수 있다. 반응기에 함께 섞인 원료물질이 교반되어 질 때 작업자에게 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 희석 → 정제 → 용제회수 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(104) 포레이트 Phorate 298-02-2

1. 개요

1) 제조

포레이트는 o,o-디에틸디티오포스포릭산, 에탄에티올과 포름알데히드의 반응으로 생성된다.

2) 용도

포레이트는 커피, 면화, 사탕수수의 줄기와 뿌리를 해충으로부터 보호하기 위해 살포하는 전신 중독 및 접촉성 살충제이다. 이 물질은 2%~95%의 유제와 6.5%~95%의 활동성 입제형태로 시판된다. 선형동물 구충제로도 사용된다. 포레이트는 토양에 오래 잔존하기 때문에 흙 속에 사는 선충류의 증식을 막는 데 가장 효과적이다. 매우 유독하고 오래 남기 때문에 가정용으로 적합하지 않다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	260.38	물리적 상태	액체	증기압	0.00084mmHg(20℃)
끓는점	125~127℃(2.0mmHg)	R-phrase	27/28,50/53	Log Kow	3.56
노출기준(노동부)	TWA 0.05 mg/m^3		STEL 0.2 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 포레이트의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 포레이트는 o,o-디에틸디티오포스포릭산, 에탄에티올과 포름알데히드의 반응으로 생성된다. 합성된 포레이트의 품질관리를 위해서 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 포레이트 합성 → 포장 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 301

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 포레이트의 제조(포장)

① 시나리오 : 포레이트는 O,O-디에틸디티오포스포릭산, 에탄에티올과 포름알데히드의 반응으로 생성된다. 합성된 포레이트를 용기에 자동으로 포장할 때에 노출될 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 포레이트 합성 → 포장 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 생산(투입)

① 시나리오 : 농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 장치화되어 있어 반응과정 동안은 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 투입과 분석을 위한 샘플채취 공정과 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 농약에 노출될 수 있으며, 원제의 투입·혼합공정은 포장공정과 벽을 사이에 두고 격리 분리되어 있어 투입·혼합 공정에서 나온 농약 입제가 포장 공정으로 들어올 수 없도록 되어 있다.

원료 투입(입상 지오라이트) → 저장 → 계량(자동 계량) → 혼합(포레이트, 지올라이트, 폴리에틸렌글리콜) → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(105) 가성소다 Sodium hydroxide 1310-73-2

1. 개요

1) 제조

수산화나트륨이라고도 하며, 칼슘 하이드록사이드와 소디움 카보네이트와의 반응, 염화 나트륨의 전기분해, 또는 금속 나트륨과 수증기를 낮은 온도에서 반응시켜서 제조한다. 주로 염화 나트륨의 전기분해에 의해서 가성소다 용액, 염소, 수소가 질량비 1 : 0.88 : 0.025의 비율로 생성된다.

2) 용도

- 레이온, 광을 낸 무명
- 비누, 종이, 알루미늄, 석유제품의 제조, 화학약품, 염료, 금속세척
- 아연의 전기분해 추출, 주석도금, 산화물코팅
- 세탁, 표백
- 식물성 기름 정제, 이온 교환 수지의 재생

3) 노출 및 결정인자[1)]

분진이나 미스트의 흡입, 섭취, 그리고 피부나 눈을 통해 노출이 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	40.01	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	1,390℃	R-phrase	35	Log Kow	-
노출기준 (노동부)	C 2 mg/m^3				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 가성소다 제조[1](현장점검)

① 시나리오 : 수입한 원염을 콘베이어로 이송하며 포화된 염수는 반응기로 들어가 탄산나트륨, 탄산바륨, 응집제 등과 반응하여 현탁용액을 다시 정제하고 전해조로 보내져 전기분해 반응을 하게 된다. 양극에서는 염소와 미반응된 여수가 나오고 음극에서는 수소와 가성소다가 나오는데 양극과 음극에는 모두 기액분리기가 설치되어 있어서 각각의 정제시설과 농축시설로 보낸다. 가성소다 농축공정[2]으로 이송된다. 이와 같은 설비를 점검하는 작업자는 가성소다에 노출될 수 있다.

원염 → 염수제조→ 염수1차 제조 → 염수2차 제조 → 전해 → 가성소다 회수 → 농축 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염화나트륨의 전기분해에 의해서 가성소다 용액, 염소, 수소가 생성된다.
2) 전해조의 음극에서 전기분해 되어 나온 가성소다는 농도가 32%밖에 안 되므로 상품화하기 위해서 농축공정을 거쳐야 한다. 농축공정은 3개의 증발기와 열교환기로 이루어져 있는데 가성소다는 1개의 증발기를 지날 때마다 점점 농축되어서 3번째 증발기를 거쳐 나오게 될 때는 50% 농도의 가성소다가 된다. 이 50% 가성소다를 출하탱크에 모았다가 탱크로리 또는 선박으로 출하한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 머서화(mercerization) 공정

① 시나리오 : 머서 가공, 실켓 가공이라고도 한다. 머서화 처리를 하면 면사와 양모는 모두 광택・강도・염색성이 증가한다.

면직물에 시행되는 머서가공은 이 현상을 응용한 것이다. 양모사에서는 38%(비중 1.410) 이상의 진한 수산화나트륨 수용액에 15~20℃에서 5분간 침지시켰다가 1% 염산용액으로 중화한다. 이와 같이 처리한 양모를 머서화 양모라 한다.[1)]

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2)] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 3 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이 현상은 양모의 단섬유에도 나타나지만, 그 정도가 경미하다. 따라서 양모사의 머서화현상은 단섬유 자체에서 생각할 수 있는 내부구조의 변화보다도, 구성 단섬유 상호간의 외부인편의 교착에 유래한다고 생각된다. 광택의 증가는 교착에 의해 인편이 평활해진 결과 나타나며, 염색성 증대는 인편에 존재하는 약품 저항성의 감소에 의한 것이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 소다펄프(soda pulp) 가공(증해)

① 시나리오 : 가성소다(수산화나트륨) 또는 탄산소다(탄산나트륨)로 목재·짚·목화·마류 등을 증해하여 만든 화학펄프이다. 이 펄프는 표백하여 부피가 있는 종이를 뜨는 데 적합하다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 소화기 제조(충진)

① 시나리오 : 수산화나트륨은 열분해하여 이산화탄소와 물을 만들므로 산소를 차단시킨다. 이것을 가루로 사용하므로 분말소화제라고도 한다. 소화기에 가성소다를 채울 때, 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 있는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치는 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 블리키(Bliki) 제조(도금)

① 시나리오 : 원판으로는 극연강박판이 사용되며, 냉간압연판을 염기성용액으로 산세하고, 600~700℃에서 광휘 담금질한다. 몇 %의 조질압연을 하고 나서 다시 세척과 산세를 하고 도금욕으로 들어간다. 도금액에는 주석산소다·가성소다액을 사용한다. 도금을 완료한 판은 크롬산 등 산화성 용액으로 처리하여 얇고 치밀한 주석산화막을 형성한다. 그 뒤 도유하고 말아낸다. 비록 배기장치가 설치되어 있지만, 도금하는 과정에서 작업자에게 가성소다가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: PCB 제조(중화)

① 시나리오 : PCB제조회사의 박리공정에서 PCB 표면에 부식단계에서 사용된 잔류염산에 대한 중화용도로 가성소다 수용액을 사용할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 나염가공 중 후처리(수세)

① 시나리오 : 나염가공의 후처리공정은 전 공정(날염)-증열-수세 및 소핑-텐터가공-후 공정(출하)으로 이중 수세공정[1]에서 가성소다를 사용한다. 가성소다는 과립형이나 물에 용해시켜 사용하므로 증기상태로 발생하여 작업자에게 폭로된다.

준비 → 전처리 → 날염 → 후처리

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	28℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 수세 및 소핑의 목적은 증열이 끝난 원단에서 미교착된 염료와 호제, 조제, 오물 등이 남아 있으므로 이를 제거하여 색상을 선명하게 하며 견뢰도 향상 및 촉감을 좋게 하기 위하여 수세를 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 폐수처리장(첨가)

① 시나리오 : 각종 폐수처리공정에서 화학적 처리를 마친 폐수를 방류하기 전 산도를 측정하여 알카리성이면 황산을, 산성이면 가성소다를 첨가하여 중화한 후 방류한다. 가성소다는 미리 물에 용해하여 탱크에 저장하며 자동투입 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 산업용가스 제조공정에서 설비 세척

① 시나리오 : 반도체산업용 가스를 제조하여 충진하는 공정에서 가스충진 설비의 내부 세척용으로 사용된다. 가스 충진설비의 내부에 잔존하는 불순물을 세척하는 작업에서 세척제로 사용되며, 액상에 가성소다를 용해시킨 용액 상태로 가스충진설비에 주입 후 통과시켜 내부의 불순물을 제거하는 과정에서 노출된다.

원자재→용기세척→용기도장→진공→가스충진→분석→출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(106) 가솔린 Gasoline 8006-61-9

1. 개요

1) 제조

가솔린은 150종이 넘는 끓는점이 32~210℃의 범위를 갖는 C4-C12 탄화수소로 구성되어있다. 각각의 구성성분은 파라핀, 올레핀, 방향족, 산화된 첨가물을 포함한다.

석유정제는 증류, 열분해(cracking), 접촉개질(reforming)등의 방법을 조합하여 진행되며 최근에는 가솔린 수율을 크게 향상시킬 수 있는 수소화분해(hydrocracking)가 주류를 이루고 있다. 수소화분해, 즉 수소를 첨가하여 분해 증류를 통하여 얻는다. 초기에는 열분해를 이용하여 석유정제를 시행하였지만, 촉매의 사용으로 높은 온도가 필요하지 않다.

2) 용도

- 내연기관용 연료
- 필수 오일에 대한 추출제, 희석제, 고무 접착제에 대한 용매, 정밀 기계에 대한 계면활성제, 인조 가죽의 마감제
- 주유소, 차량 수리장, 가솔린 엔진 작업장, 모타 이동 운전, 파이프라인 작업, 정유소 작업, 탱크차 세척

3) 노출 및 결정인자[1)]

가솔린의 생산, 연료원으로의 사용, 방출, 엎지름, 저장탱크의 누출, 용제 취급공정(기계를 닦고 기름칠 하는 경우) 등에 의해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	자료 없음	물리적 상태	액체	증기압	304~684mmHg(37.8℃)
끓는점	32~210℃	R-phrase	45,65	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 300 ppm / 900 mg/m^3		STEL 500 ppm / 1500 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 가솔린 제조(시료채취)

① 시나리오 : 석유의 수소화 분해, 즉, 수소를 첨가하여 분해, 증류를 통하여 얻는다.
합성 이후 품질 관리를 위해 시료채취 과정에서 근로자에게 가솔린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1~1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3.3×10^{-4}~3.3×10^{-3} (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 가솔린 제조(현장점검)

① 시나리오 : 석유의 수소화 분해, 즉, 수소를 첨가하여 분해, 증류를 통하여 얻는다.
합성 이후 공정에서부터 발생되며 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5~5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0017~0.017 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 가소홀(gasohol) 제조(혼합)

① 시나리오 : 가솔린에 메탄올·에탄올 등의 알코올류를 10~20% 혼합한 연료이다[1]. 혼합하는 과정에서 작업자가 가솔린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5~5.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0017~0.017 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이른바 오일쇼크 이후, 브라질이나 미국에서 가솔린 부족을 보충할 목적으로 사용하게 되었다. 메탄올이나 에탄올은 옥탄가는 높지만, 용적당 발열량이 가솔린에 비해 매우 낮기 때문에 가소홀의 용적당 발열량은 조금 낮다. 또한 알코올의 혼입에 의해 가솔린의 증기압·증류성상·연소배기조성 등이 변화하고 엔진 운전성능에 영향을 끼치며, 가소홀의 저장 중 수분이 혼입되면 상분리현상을 일으킬 가능성이 있다. 또한 엔진이 연료계통의 퍼킹, 그 밖의 재료를 손상할 염려도 있어 이런 문제들에 대한 기술적 대책 및 알코올의 경제적 공급체제를 준비하는 일이 필요하다.

2) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 연료로 사용(연소)

① 시나리오 : 가솔린은 내연기관의 연료로서 사용된다.
이러한 내연기관의 운전 근로자에게 가솔린의 노출이 발생할 수 있는 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 50~500 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.17~1.7 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(107) 개미산 Formic acid 64-18-6

1. 개요

1) 제조

가장 간단한 카르복시산으로 개미산이라고도 한다.

개미산 나트륨과 개미산 나트륨 산을 황산 존재 하, 저온 및 진공에서 증류화, 메틸 포메이트의 산 가수분해, 또는 아세트알데히드와 포름알데히드 제조의 부산물로써 제조된다. 메탄올의 카르보닐기화에 의해서도 얻을 수 있다.

2) 용도

- 탈석회제
- 모직염색의 환원제, 가죽의 탈모, 제혁
- 전기도금
- 고무유액의 응고, 노화고무의 재생
- 화학물질 분석
- 식품보존제, 동물사료첨가제, 향부가물
- 합성화학에서 환원제로 이용, 유기화합물의 합성원료로서 이용.
- 염색조제, 부식제, 살균제로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직물 염색, 가죽 무두질, 고무생산, 화학 중간물질, 향수와 랙커의 용매, 전기도금, 은유리, 광석 부양법(ore flotation), 동물사료의 처리, 식품보존제, 향부가물로의 제조나 사용 시 노출될 수 있다.

직업적 노출은 개미산을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부접촉을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	46.02	물리적 상태	액체	증기압	23~33mmHg(20℃)
끓는점	100.5℃	R-phrase	35	Log Kow	-0.54
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 9 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 포름산(formic acid)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 고압 하에서 수산화나트륨과 일산화탄소를 가열하여 생성되는 포름산나트륨을 황산으로 분해하거나, 일산화탄소와 수증기를 직접 고압(2,000atm)에서 반응시켜 제조한다. 제조된 포름산의 분석을 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 쐐기풀이나 소나무 등 많은 식물 속에도 함유되어 있다. 쐐기풀에 닿으면 따끔따끔한 것은 이 포름산 때문인 것으로 추측된다. 무색의 자극성 냄새가 있는 액체이며, 강한 신맛이 나며, 피부에 닿으면 물집이 생긴다. 아세트산보다 훨씬 강한 산이다. 알데히드기를 가지므로 환원성을 나타내며, 은거울반응을 나타낸다. 황산과 함께 가열하면 쉽게 분해하여 일산화탄소를 만든다. 이 반응은 실험실에서 일산화탄소를 발생시킬 때 적당하다. 또한 밀폐용기 속에서 끓는점 이상으로 가열하면 분해하여 이산화탄소와 물을 생성한다. 여러 알코올과 에스테르를 만들며, 여러 금속과 수용성 염을 만든다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오에는 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 생고무 제조(혼합)

① 시나리오 : 라텍스에 산을 가해서 고무성분을 응고·분리시킨 후, 건조시키면 생고무 즉 천연고무를 얻을 수 있다.[1] 라텍스를 여과하여 포름산을 넣고 잘 섞어서 고무성분을 응고·분리시킨 후, 고무분을 모아서 롤러 사이를 거쳐 수분을 짜내고 평평하게 압연한다. 이어서 훈연실에 넣어 나무를 태워 그 연기로 그을려서 건조시킨 후 제품을 만드는데, 훈연으로 인하여 적다갈색으로 착색된다.[2] 원료를 혼합하는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 제조방법에 따라 각종 등급으로 분류되는데 원리는 모두 일정하며, 대표적인 것으로서는 훈제고무판(smoked sheet)·페일 크레이프(pale crepe) 등이 있다.
2) 생고무의 조성은 원료 라텍스 또는 제조법 등에 따라 차이가 있어 고무탄화수소는 순수한 시스-1, 4결합구조 폴리이소프렌으로 구성되어 있다. 아세톤 가용성분은 수지상의 물질로서, 고급지방산·스테롤(스테로이드의 알코올)·스테롤에스테르 등이다. 아세톤 추출로 가용성분을 제거한 천연고무는 극히 노화되기 쉽지만, 스테롤류가 천연의 노화방지제 역할을 한다. 정제된 생고무의 비중은 약 0.91로 휘발유·이황화탄소·톨루엔 등에는 용해되지만 알코올·아세톤 등에는 용해되지 않고, 냉각시키면 -70℃에서 탄력성을 상실한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 일차 아민 제조(투입)

① 시나리오 : 케톤·알데히드에 암모니아와 포름산을 반응시켜 환원과 아미노화를 동시에 일으켜 일차아민을 얻는다. 포름산을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 4.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 트리아졸(triazole) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 고리 안에 3개의 질소 원자를 가진 아졸로 1,2,3-트리아졸과 1,2,4-트리아졸 등 2종류의 이성질체가 있다.[1] 1,2,4-트리아졸은 티오세미카바지드와 포름산에 의해 제조된다.[2] 포름산을 계량하여 투입한 후에 반응기에서 혼합할 때, 현장관리 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.01

④ 위해도 정량화[4] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 각각의 트리아졸은 다시 수소원자가 어떤 질소원자 위에 결합되어 있는가에 따라 다른 이성질체로 생각될 수 있는데, 수소원자는 신속하게 질소원자 위를 이동하므로 이러한 이성질체는 단리할 수 없다.
2) 프리즘결정으로, 녹는점 120~121℃, 끓는점 260℃이다. 에탄올과 물에 녹기 쉽고 벤젠과 에테르에 녹기 어렵다. 이미드수소는 각종 금속과 치환할 수 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 계면활성제 제조(시료분석)

① 시나리오 : 계면활성제 생산시 반응제 및 첨가제로 사용되며, 원재료의 반응기 투입시나 작업자가 설비를 조작하는 작업에서 노출될 수 있다.
또한 시료채취 및 분석 과정에서 낮은 농도로 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(108) 고형 파라핀 흄 Paraffin wax fume 8002-74-2

1. 개요

1) 제조

파라핀계 탄화수소 또는 고급 포화탄화수소로 이루어진 파라핀납이나 유동파라핀의 총칭으로 주된 특징은 반응성이 약하고 화학약품에 대하여 내성이 있는 점이다.

주성분은 곧은 사슬의 파라핀계 탄화수소로 되어 있다. 탄소원자수가 16~40에 분포하며 특히 20~30의 것이 많다. 파라핀계 원유의 함랍유 유분을 냉각·응고시킨 파라핀을 모아서 정제한다. 지랍으로써 천연으로 산출되며, 갈탄·역청탄에도 함유되어 있다. 탄소수 10~20정도의 파라핀은 중질나프타 중의 경질경유에서 분리된다. 석유에서 얻은 윤활유를 고도로 정제한 것을 유동파라핀이라 한다. 탄소사슬의 가지가 없는 파라핀은 노르말 파라핀이라고 한다.

2) 용도

- 기체상태: 연료
- 액체상태: 연료, 약용, 조리용

고체상태(파라핀 왁스)는 양초생산 원료, 크레용 제조 시 고화제, 종이나 옷감에 코팅을 입힐 때, 식용 파라핀 왁스는 사탕제조 시 광택을 내기 위해 또는 고체치즈를 코팅하기 위해, 그리고 병이나 캔 등을 밀봉하기 위해 사용, 식용 불가한 파라핀 왁스는 오일 및 기타 불순물들을 포함하여 유해할 수 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	자료 없음	물리적 상태	고체	증기압	해당 안됨
끓는점	>370℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 석납(Petroleum wax) 정제(포장)

① 시나리오 : 석유제조 과정에서 생기는 부산물인 백색의 반투명한 고체로 고급 파라핀계 탄화수소의 혼합물이며 탄소원자수 약 20이상의 n-파라핀을 주성분으로 한다. 석유정제 공정에서 함납유의 탈랍 조작에 의하여 분리 정제된다.[1] 정제된 석납을 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.001~0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0005~0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)
※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 용도는 양초·파라핀 종이·방수제·크레용 원료·전기절연재료 등에 많이 쓰인다.
2) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 파라핀지(paraffin paper) 제조(도피)

① 시나리오 : 납지라고도 한다. 글라신페이퍼·모조지·크라프트지 등을 원지로 하고, 가열 용융한 파라핀을 한 면 또는 양면에 도피 또는 침투시킨 다음 냉각하여 마무리한다. 냉각은 찬바람을 쏘이거나 냉각 실린더 면에 대는 건식과, 냉수에 담가서 급히 냉각시키는 습식의 두 가지가 있다. 후자는 전자에 비해 종이 표면에 묻는 파라핀의 양이 많고 광택도 크다.

특성은 물이나 습기의 투과에 대하여 저항이 크지만, 파라핀이나 밀랍만을 사용했을 경우 꺾인 부분의 방습이 저하한다. 이런 결점을 제거하기 위하여 폴리에틸렌 수지 등을 혼용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 0.1~1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05~0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화파라핀(Chlorinated paraffin)제조(현장관리)

① 시나리오 : 알칸(메탄계 탄화수소. 파라핀은 이전의 관용명)의 수소원자가 염소원자로 치환된 것으로 염소화파라핀이라고도 한다. 고체파라핀의 사염화탄소용액 또는 액상파라핀에 염소를 지나게 하여 조명하에서 염소화하고 합성한다.[1] 현장을 점검, 관리하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.001~0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0005~0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염소화도(염소함유량)에 따라서 40% 염소품·50% 염소품·70% 염소품이 있다. 염가이고 난연성·내화성이 있으며 가소제·첨가제로도 사용된다.
2) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 법의학 파라핀 검사[1](용해)

① 시나리오 : 모공을 열고 모공속의 오염물질을 수집하기 위해 따뜻한 파라핀을 피부에 바르고 파라핀이 굳으면, 디페닐아민(diphenylamine) 또는 디페닐벤지딘(diphenylbenzidine)이 굳은 파라핀에 주입되고, 질산염이 존재하면 푸른색으로 변한다. 이러한 원리로 법의학 분야에서 사용되고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1~1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05~0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 총기사건의 용의자를 확인하는 방법의 일종이다.
2) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 스키왁스로 이용(왁스 제거)

① 시나리오 : 스키왁스는 스키나 스노우보드의 바닥에 더 부드럽게 미끄러지도록 바르는 물질이다. 왁싱의 종류에 따라 차이가 있으나, 일반적인 순서는 예상되는 온도범위에 적당한 왁스를 데워서 스키나 스노우보드 바닥에 뿌린 후, 적정 온도의 다리미로 다린다. 바닥이 식은 다음, 여분의 왁스는 긁어내고, 더 많은 여분의 왁스는 바닥이 잘 드러나도록 브러시로 털어낸다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.01~0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005~0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 정밀주조공정(사출)

① 시나리오 : 정밀주조공정에서 제품모형의 사출원료로 파라핀 왁스가 사용된다. 사출기에 파라핀왁스를 주입 후 일정시간 열을 가하여 장차 제작할 제품형태의 사출을 성형하는 작업이며, 원료투입과 사출기 가동과정에서 공기 중에 흄 상태의 파라핀 왁스가 노출된다.

원재료 → 모형사출 → 몰드조립 → 샌드코팅 → 디왁싱 → 소성 → 주조 → 탈사 → 절단 → 연마 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	48 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : >10 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : >5 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 혼합물의 경우는 ECETOC TRA 모델이 적합하지 않으므로, 컨트롤 밴딩을 이용한 구간 추정치로 노출량을 추정하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(109) 과산화벤조일 Benzoyl peroxide 94-36-0

1. 개요

1) 제조

염화벤조일과 냉각시킨 과산화수소 용액의 탈수소 염소화 반응(dehydro-chlorination)에 의해 제조된다.

2) 용도

- 밀가루, 치즈, 지방류 및 식용유의 표백제
- 플라스틱 경화시의 촉매제
- 화상 및 외상용 치료제 그리고 방부제와 국소 마취제
- 플라스틱 인쇄용 특수잉크 제조, 광학현미경의 고정제

3) 노출 및 결정인자[1)]

불포화 폴리에스테르 수지/실리콘 고무 경화제, 밀가루 표백, 대용량 염화 폴리비닐/폴리메틸 메타크릴레이트 중합 개시제 그리고 여드름 치료를 위한 국소 약제 등의 제조나 사용에 의해서 노출될 수 있다.

직업적 노출은 과산화벤조일을 생산하거나 사용되는 작업장에서 분진 입자나 피부접촉을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	242.22	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg이하(20℃)
끓는점	105℃이상(분해)	R-phrase	2,36,43	Log Kow	3.46
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 과산화벤조일(benzoyl peroxide) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 염화 벤조일과 냉각시킨 과산화 수소 용액의 탈수소 염소화 반응(dehydrochlorination)에 의해 제조된다.[1)]
현장관리 중 근로자에게 과산화벤조일에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분지 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2)] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 에테르·사슬식케톤·방향족탄화수소·식물기름·알코올류에 약간 녹으며, 가열하면 폭발한다. 반감기 13시간(70℃), 2.2시간(85℃). 유리기원으로서 단독 또는 촉진제(제3아민)와 병용해서 폴리스티렌·폴리메타크릴산메틸·폴리아크릴로니트릴 등을 제조할 때 중합개시제로서 사용하고 과산화벤조산 생성의 원료로서, 또 실리콘고무·불포화폴리에스테르수지·건조유의 다리걸침경화제, 표백제로서 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 불포화폴리에스테르수지도료(반응개시제 첨가)

① 시나리오 : 불포화폴리에스테르를 스티렌모노머에 용해하고 과산화벤조일을 촉매로서 첨가하고 다시 충전재(탄산칼슘 등), 유리섬유와 같은 강화재・활제・착색제 등을 가해 가열・중합시켜 만든 도료이다. 도료의 건조시 반응개시제로 과산화벤조일과 과산화메틸에틸케톤을, 경화촉진제로 옥토인산코발트와 디메틸아닐린을 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 실리콘고무 제조(가황제 첨가)

① 시나리오 : 폴리디메틸실록산은 고무상태의 고체로, 과산화벤조일 등에 의해 가황하여 실리콘 고무를 생산할 수 있다.[1)]
가황제 첨가 시 근로자는 과산화벤조일에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2)] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 내열성·저온특성이 우수하며(−60~−250℃에서 사용된다) 내오존성·내코로나성·내유성·내화학약품성도 있기 때문에 내열고무롤·튜브·패킹·전선·광섬유 피복 등에 사용된다. 생물학적으로 안정, 무독하므로 의료재료·생체대체품에도 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 밀가루제조(포장)

① 시나리오 : 식품표백제에는 색소를 산화시켜서 표백하는 산화형표백과 환원시켜서 표백하는 환원형표백이 있다. 산화형표백에는 아염소산나트륨・과산화벤조일 등이 사용되고, 환원형표백에는 아황산수소나트륨・하이포아황산나트륨 등이 사용된다. 과산화벤조일은 표백과 동시에 제빵성의 개선을 위하여 밀가루에 첨가한다. 과산화벤조일과 같은 표백제는 위생상 밀가루 1kg당 0.3g을 넘지 않아야 한다.

밀가루의 포장 과정 중 근로자에게 과산화벤조일에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 kg	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 스티렌 수지 제조(교반)

① 시나리오 : 물에 스티렌·과산화벤조일과 소량의 현탁안정제를 가하여 90~100℃에서 6시간 정도 교반하면 구슬모양의 폴리스티렌을 얻을 수 있다.
교반 과정에서 소량의 과산화벤조일의 노출이 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 플루오르수지(fluorocarbon resin) 제조(촉매로 사용)

① 시나리오 : 폴리에틸렌 수지의 일부 또는 전부를 플루오르로 바꾼 수지의 총칭이다.[1)2)] 테트라플루오로에틸렌 모노머는 클로로포름과 플루오르화 무수물의 반응물인 디프루오르클로로메탄을 650~800℃로 가열하여 제조하고, 클로로트리플루오로에틸렌 모노머는 트리클로로트리플루오로에탄에 아연을 가하여 제조한다. 플루오르수지는 이들 모노머를 오토클레이브 속에서 산소 또는 과산화벤조일을 촉매로 하여 고온, 고압 하에 중합시켜 얻는다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3)] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4)] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5)] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 테플론이라는 상품명으로 미국 뒤퐁사에서 시판되는 것이 많다. 플루오르 원자는 비활성이므로 플루오르 수지는 내약품성·발수성(물을 받지 않는 성질)·내후성·내열성이 특히 뛰어나고, 또 마찰계수가 작아 미끄러지기 쉬우며, 점착되지 않는 특성이 있다. 가정용품에서는 프라이팬·전기다리미에 도포되어 눌어붙는 것을 방지하고 화학 플랜트의 배관·솥의 라이닝·패킹 등에 이용된다. 전기적 특성도 뛰어나 전기절연테이프·전선 코팅 등에 이용된다.

2) 사플루오르수지는 260℃ 부근까지 안정하지만, 성형이 어렵고 분말 수지의 가압성형법으로 성형하거나 연결성형법으로 코팅된다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(110) 과산화수소 Hydrogen peroxide 7722-84-1

1. 개요

1) 제조

- 알킬 안트라퀴논의 순환적 환원과 산화 반응에 의해 제조
- 무수과산화수소(anhydrous hydrogen peroxide)는 연속적 분별결정에 의해 생산
- 중황산칼륨 용액의 전기분해후 가열과 가수분해를 통해 제조
- 이소프로필알코올의 산화반응에 의해서 아세톤과 함께 과산화수소가 생성

2) 용도

- 90% 수용액은 로켓 추진제 및 잠수함 엔진의 작동용으로 사용
- 직물 및 종이 표백, 소독제, 치약, 위생 로션
- 화합물의 합성, 염소제거제
- 유지 정제, 파라페닐렌디아민(paraphenylenediamine)과 함께 모피 염색
- 수산화나트륨과 함께 금속 표면 청결제
- 분석 시약의 산화제
- 플라스틱 공업에서 비닐 중합의 촉매제
- 폭약

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	34.02	물리적 상태	액체	증기압	5mmHg(30℃)
끓는점	152℃	R-phrase	8,34	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 1.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 과산화수소 제조(포장)

① 시나리오 : 이소프로필알코올의 산화반응에 의해서 아세톤과 함께 과산화수소가 생성된다.

과산화수소의 반응이 완결된 후 제품을 소분/포장하는 공정에서 근로자의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 로켓 추진제[1](연료 주입)

① 시나리오 : 과산화수소나 니트로메탄 등이 있는데 작은 추력의 로켓, 보조동력원 등에 사용한다.
근로자는 로켓에 연료 주입 시 과산화수소에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.0 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학연소반응에 의해서 가스를 분출하여 추력을 발생한다. 액체추진제는 로켓엔진을 복잡하게 하고, 취급하기에 위험하며, 군용에서 요구되는 즉시발사성이 부족하나, 비추력 등의 성능이 높고 연소하는 시간도 길며 연소의 제어가 가능하므로 우주 로켓의 주추진제가 되고 있다. 1액형과 2액형으로 분류되는데, 1액형은 연료의 성분과 산화제의 성분을 동일분자 내에 가지고 있는 것으로, 탱크계통은 하나로도 좋으나 일반적으로 비추력이 다소 낮고 취급상 위험이 많다. 촉매점화를 하는 경우도 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 살균제 제조(투입)

① 시나리오 : 일반적으로 감염의 예방을 목적으로 사용되는 페놀수·크레졸수·승홍수·클로르칼크·포르말린 외에 가정용으로 알려진 알코올·크레졸 비누액·과산화수소수 등의 소독제가 있다.

과산화수소 살균제 제조 시 과산화투소를 투입하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 식품 표백제[1](표면처리)

① 시나리오 : 색소를 산화시켜 탈색시키고자 할 때는 과산화수소와 같은 산화제의 사용이 허가되어 있는데, 이것은 물과 산소로 분해되며 발생기 산소를 내어 표백작용을 하는 것으로 완전히 분해되면 무해하지만 그렇지 않을 경우 유해하다. 이것은 표백과 살균작용을 함께 하므로 생선묵이나 국수의 부패를 방지하기 위하여 과산화수소로 표면처리 하는 경우가 있다.[2] 근로자가 표면처리를 위해 과산화수소를 사용하는 동안 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[3] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 20 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 식품 중에는 가공 또는 저장 중에 갈색으로 변화하는 등 변색이 일어나는 경우가 있다. 이를 방지하기 위해 표백제를 쓰며, 이것에는 산화제와 환원제가 있다.
2) 이렇게 처리한 식품은 조리할 때 뜨거운 물로 잘 씻고 충분히 가열하여 과산화수소가 완전히 분해되도록 해야 한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 과산화벤조산 제조(현장점검)

① 시나리오 : 벤조산(안식향산)의 과산화물로 무색 판상의 결정이다. 무수벤조산과 과산화수소의 반응, 또는 과산화벤조일에 에톡시화나트륨(나트륨알콕실)을 작용시켜서 얻어지는 나트륨염을 저온의 묽은 황산으로 분해하는 반응을 이용하여 얻는다.[1] 반응기에서 반응되는 과정과 설비를 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value 사용 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 강한 산화작용을 나타내기 때문에 산화제로 이용되는데, 특히 에틸렌에 산소를 첨가하는 에폭시화에 유효하게 이용되고 있다. 한편, 폭발할 위험성이 없다는 이유 때문에 과산화벤조산의 유도체인 m-클로로과산화벤조산이 실험실 내에서의 에폭시화 반응에 이용된다. 또 실온하의 클로로포름 속에서 에틸렌에 과잉량의 과산화벤조산을 반응시킨 뒤에 이 반응에 쓰이지 않은 과산화벤조산을 적정함으로써 거꾸로 에틸렌의 에폭시화량을 정량할 수 있는 등, 과산화벤조산의 용도는 매우 다양하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 과산화황산(peroxosulfuric acid)의 제조(투입)

① 시나리오 : 30℃ 이하에서 진한 황산에 전류를 흐르게 함으로써 전기분해하여 얻는 과산화이중황산을 가수분해하거나, 차고 진한 황산에 과산화수소를 작용시키면 용액으로서 얻어진다. 또 클로로황산에 과산화수소를 과량 작용시켜, 생성한 염화수소를 제거하면 무색투명한 결정으로서 얻어진다.[1)]

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 과산화황산과 과망간산칼륨과의 혼합물은 센 산화제로서 아닐린을 니트로벤젠으로 산화시킨다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 옥시돌(oxydol) 또는 옥시풀 제조(투입)

① 시나리오 : 과산화수소의 2.5~3.5W/V%(무게: 부피 백분율) 수용액에 적당한 안정제를 첨가한 것으로 과산화수소수라고도 하며 상품명은 옥시풀이다.[1]과산화수소를 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 약산성으로 오존냄새가 약간 나는 무색투명한 액체이며, 염기성으로 하면 심하게 거품이 일며 분해된다. 세균이나 혈액·고름과 접촉하면, 그것들에 함유된 카탈라아제에 의해 분해되어 발생기의 산소가 발생한다. 이 산소는 강한 산화력을 가지며, 살균작용과 창상에 대한 청정작용이 있다. 이들 작용 중 살균효과는 그다지 강하지 않지만 영양형세균 등에 대해서는 생활력을 잃게 한다. 한편, 포자나 결핵균에는 효과가 없다. 원액 또는 희석액은 치과나 외과 등에서 사용한다. 또 일부 식품의 표백, 종자의 발아촉진이나 저장, 모발의 탈색, 그 밖에 유기물의 분해 등 용도가 많다. 쥐에 대량으로 투여하면 장에 종양이 발생하는 경우가 있다는 보고가 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 섬유 표백제[1] 제조(표백)

① 시나리오 : 산화표백제로 양모・견・셀룰로오스 섬유용에는 과산화수소・과산화나트륨 등 과산화물류가 사용된다. 염소계 표백제도 사용되나, 표백 후에 충분한 탈염소를 하지 않으면 섬유가 상하고 누렇게 물드는 수가 있으므로 과산화수소를 많이 사용한다. 표백제를 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	24 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.5 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 산화력을 이용하여 표백작용을 하는 산화표백제와 환원력을 이용하는 환원표백제로 대별된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: P.V.D 코팅(세척)

① 시나리오 : 금형공구, 절삭공구의 제품표면을 티타늄 등의 금속으로 PVD코팅을 하는 공정으로 과산화수소는 불량제품의 수정 시 간헐적으로 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20.6℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(111) 규산칼슘 Calcium silicate 1344-95-2

1. 개요

1) 제조

이산화규소와 산화칼슘이 여러 가지 비율로 결합한 화합물로 포틀랜트 시멘트의 주요 성분이다.

산화칼슘 또는 탄산칼슘과 이산화규소의 혼합물을 고온에서 소성하거나 융해하여 만든다. 오르토규산칼슘에는 4종의 변태가 있으며, 물에는 녹지 않지만 물과 여러 가지 비율로 수화물을 만든다. 규산삼석회도 물과 반응하여 수화경화가 빨리 진행된다. 이러한 성질이 포틀랜드 시멘트에 응용된다.

유리 성분의 하나로 와라스트나이트・프롬비라이트 등의 광석으로 존재한다.

2) 용도

포틀랜드 시멘트의 성분으로서 중요하다. 보통 규산칼슘이라 하는 것은 메타규산칼슘이지만, 이밖에 오르토규산칼슘(규산이석회)와 규산삼석회가 알려져 있다.

소금, 식품, 의약품, 농약 등에 덩어리지지 않도록 첨가한다. 석면 대신 열 차단제로 이용한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	116.2	물리적 상태	고체	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 규산칼슘의 제조(현장관리)

① 시나리오 : 높은 온도에서 생석회를 산화규소(무수규산)와 함께 가열하여 얻는다.
현장관리 근무자에서 규산칼슘에 낮은 농도의 노출 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 내화피복제 제조(압착)

① 시나리오 : 열수처리로 만든 석회규산계의 내화재료로 주로 고층건물의 철골에 무기접착제로 붙여서 건축물에 내화성을 준다. 비결정성 규산과 석회 및 물의 혼합물을 가열 또는 규사와 석회의 혼합물을 겔화시킨 후, 겔화한 슬러리를 압착하여 적당한 밀도로 수분을 짜내어 성형한다.

근로자에게 규산칼슘의 노출은 겔화한 슬러리를 압착하는 과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 포틀랜드 시멘트(혼합)

① 시나리오 : 시멘트가 물을 만나면 먼저 칼슘이온이 액상 중으로 지속적으로 용해되어 농도가 증가하게 된다. 점점 시간이 경과함에 따라 수화반응이 진행되면서 수산화칼슘, 에트린자이트, 규산칼슘수화물 등이 생성되어[1] 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이러한 수화반응은 용해된 칼슘이온을 소모하는 반응이다. 이 때문에 액상 중 칼슘이온(Ca^{+2})은 시간에 따라 증가하여 피크에 이른 후 다시 감소하게 된다. 이 피크에 도달하는 시점은 규산칼슘 수화물의 생성이 개시되는 시기로서, 응결이 시작되는 시기이기도 하다. 따라서, 액상의 Ca+2가 피크에 도달하는 시간을 단축시키는 물질은 촉진제이며, 연장시키는 물질은 지연제가 된다. 시멘트 수화에 있어 액상의 칼슘이온 농도를 높이거나, Ca^{+2}의 활동을 활발하게 하는 물질은 응결을 촉진시킨다. 반대로 액상의 Ca^{+2}를 봉쇄(Ca를 착염화)하는 것이나, 시멘트 입자 주위에 수화방지막을 만드는 것은 지연제가 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 규산비료 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 규산칼슘을 주성분으로 하는 비료. 벼에 뿌리면 세포벽에 규산이 축적하여 병충해 저항성 증대나 도복 방지 등에 효과가 있다. 한국의 대부분의 농토(논)의 유효규산함유량은 목표값 130ppm 이하여서 근간 약 30만t의 규산질비료가 사용되어왔다. 제철・합금제조 시 부산물로 산출되는 광재를 분쇄하여 제조하며, 1/2노르말염산에 녹는 규산을 20% 이상 함유하며 메타규산석회가 주성분이다. 산성토양을 개량하는 데 유효하며 근래에 들어 퇴비가 감소되면서 수요가 증가하고 있다.

원료 투입 시 근로자에게 규산칼슘의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 화이트 카본 제조(배합)

① 시나리오 : 합성된 미세한 분말의 규산무수물이다. 고무에 배합하면 카본블랙 다음 가는 우수한 보강효과를 나타내므로 화이트카본이라 하며, 제품 중의 이산화규소(SiO) 함유량도 98% 이상인 것부터 50~70%인 것까지 여러 종류가 있다. 고무용 흰색 보강재 및 충전재, 농약의 분산재, 운반체, 도료, 플라스틱, 접착제, 인쇄잉크, 화장품, 종이 등에 널리 쓰인다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(112) 글리세린미스트 Glycerin mist 56-81-5

1. 개요

1) 제조

- 에피클로로히드린(epichlorohydrin)의 수화(hydration) 후, 과산화나트륨과의 반응에 의해 제조
- 알릴알코올과 과산화수소와의 반응에 의해 제조
- 알릴알코올과 과아세트산(peracetic acid)의 반응 후 가수분해하여 제조
- 비누 또는 지방산 제조의 부산물로 생성

2) 용도

- 플라스틱, 화장품, 과자, 폭약, 기타의 화학물질 제조
- 의약품 제조시의 확산제
- 용매, 습윤제, 가소제, 연화제(emollient)
- 감미료, 액체 비누, 잉크, 윤활제, 접착제. 안과 진단보조기구

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적 노출은 생산이나 제조, 사용 중 피부 접촉을 통하여 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	92.09	물리적 상태	액체	증기압	1.58×10^{-4}mmHg(25℃)
끓는점	290.0℃	R-phrase	-	Log Kow	-1.76
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 글리세린 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에피클로로히드린을 원료로, 미량의 무기산(아세트산) 및 알카리성 염료를 촉매로 사용하여 에폭시 개환반응을 실시하고, 생성되는 각종 유기염화물과 지방산 소다, 글리세린 화합물로부터 메탄올 하에서 용해도 차를 이용하여 소금 및 소금 수용액을 분리 제거시킨다.

근로자의 글리세린 노출은 시료 채취과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.38 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 화장품 제조(첨가)

① 시나리오 : 글리세린은 수분을 천천히 증발시켜 피부를 부드럽게 하는 화장품의 한 성분으로, 바셀린・산화아연・파라핀・광유・밀랍・올리브유・코코넛유・라놀린・코코아버터・스테아르산부틸・라우르산디글리콜와 같이 합성물질로 쓰인다. 원료로 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.075 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 니트로글리세린 제조(현장관리)

① 시나리오 : 니트로글리세린은 글리세린의 질산에스테르이다. 수분이 거의 없는 글리세린을 15~18℃에서 진한 질산과 진한 황산의 혼산(4:6)에 서서히 투입하여 만드는데, 생성된 니트로글리세린은 혼산 상부에 분리되어 나온다. 분리된 것을 안정화하기 위하여 물 세척과 알칼리 세척으로 정제하면 담황색의 유상 액체를 얻는다.[1] 원료로 사용되는 공정에서 현장관리하는 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.69 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니트로글리세린은 충격이나 급속한 가열에 매우 민감하다. 50~60℃에서 분해되기 시작하여 218℃에서 폭발한다. 순수한 니트로글리세린은 달고 타는 듯한 맛을 지닌 유독한 무색의 유성 액체이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 약 캡슐 제조(첨가)

① 시나리오 : 경질캡슐은 젤라틴과 백당의 주원료에 글리세린, 아라비아고무, 한천, 착색제, 보존제 등을 소량 첨가하여 만든다.
연질캡슐제는 젤라틴에, 글리세린, 솔비톨을 첨가하여 만든다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.077 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 관장약 제조(포장)

① 시나리오 : 관장의 물약으로는 글리세린・약용비눗물・생리식염수 등이 있다. 일반적으로 이용하는 관장약 글리세린은 온수로 2배 희석해서 체온 정도로 하여 50~60㎖(소아는 절반)를 주입한다.

근로자에게 글리세린의 노출은 소분 포장하는 과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.23 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 셀로판(cellophane) 제조(첨가)

① 시나리오 : 재생셀룰로오스(재생섬유)의 하나로, 셀룰로오스(섬유소)를 알칼리와 이황화탄소로 처리하여 얻은 비스코스 용액을 황산수중탕 속에서 응고시켜 재생셀룰로오스를 만들 때 노즐의 가는 구멍을 사용하면 비스코스레이온을, 또 슬릿(간극)을 사용하면 필름을 얻을 수 있다. 필름에 유연성을 주기 위해 글리세린을 첨가한다.[1] 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.23 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 투명성이 양호하여 가시광선은 95% 투과하고, 자외선·적외선도 잘 투과한다. 인장강도는 크지만 인열강도는 작다. 파라핀이나 왁스 등 방습제에 염화고무 등을 섞어 넣은 용액을 셀로판에 도포하는 방습가공을 하여 식품이나 담배 포장에 사용한다. 셀로판은 열봉인성(heat sealing)이 없으므로 폴리에틸렌을 적층화(lamination)하거나 염화비닐혼성중합체나 폴리염화비닐리덴을 코팅하여 사용한다. 셀로판은 인쇄잉크가 잘 먹기 때문에 아름다운 필름인쇄가 가능하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(113) 나프탈렌 Naphthalene 91-20-3

1. 개요

1) 제조

나프탈렌 생산의 주요 공급 원료는 콜타르이다. 나프탈렌의 분별 끓는점은 210~220℃이고 최초의 타르 증류에서 90%가 넘는 농도로 얻을 수 있다. 추가 정제를 통해 비슷한 끓는점을 갖는 페놀, 질소염기, 벤조피오펜, 다른 방향족 탄화수소를 분리한다.

2) 용도

- 좀벌레, 나방 구산제, 제약
- 화학물질 및 염료 제조, 합성수지

3) 노출 및 결정인자[1)]

나프탈렌은 프탈레이트 가소제 생산의 중간제로 사용되는 프탈산 무수물의 제조, 수지, 염료, 제약, 방충제등의 생산이나 사용 중 노출된다.

직업적 노출은 나프탈렌을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부접촉을 통하여 일어날 수 있다. 나프탈렌에 노출될 잠재적 위험을 가지고 있는 작업자는 베타 나프톨, 셀룰로이드, 콜타르, 염료, 방충제, 나방 구산제, 프탈산 무수물, 직물 화학, 알루미늄 환원 공장 작업자나 생산자를 포함한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	128.16	물리적 상태	고체	증기압	0.01kPa(0.087mmHg)(25℃)
끓는점	217.96℃	R-phrase	22,40,50/53	Log Kow	3.30
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 50 mg/m^3			STEL 15 ppm / 75 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01:나프탈렌의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 콜타르를 주원료로 분별증류 하여 얻는다. 나프탈렌의 분별 끓는점은 210~220℃이고 최초의 타르 증류에서 90%가 넘는 농도로 얻을 수 있다. 추가 정제로 비슷한 끓는점을 갖는 페놀, 질소염기, 벤조피오펜, 다른 방향족 탄화수소를 분리한다.

근로자는 나프탈렌에 시료채취 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되나, 노출 시나리오에는 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염료 제조(투입)

① 시나리오 : 벤젠 및 나프탈렌을 출발원료로 하여, 각각 니트로화・아미노화・술폰화・히드록시화・디아조화 등의 단위 조작을 거쳐 디아조벤젠술폰산 및 β-나프톨이 만들어지고 최종적으로 이 2가지를 커플링하여 염료가 생성된다.
근로자는 나프탈렌에 원료투입과정에서 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 방충제로 사용

① 시나리오 : 나프탈렌은 실온에서 휘발성이 강하고 특유한 냄새가 나며 방충제로 사용된다. 그 자체로는 살충성이 없어도 결과적으로 해충으로 하여금 음성주화성을 나타내게 하여 기피시키는 효과를 발휘하는 약제. 동·식물성 소재를 함유한 제품(예를 들면 섬유·모피·목공품·표본)을 충해로부터 보호하기 위해 사용한다. 가정에서 옷장에 넣는 나프탈렌 등은 잘 알려진 방충제이다. 자교성 해충으로부터 사람·가축을 보호하기 위해 나프탈산디메틸 등을 직접 피부에 바르거나 의복에 스며들게 하여 방충 효과를 나타내게 하는 방충제도 있다. 실용되는 살충제 중에는 방충 효과를 나타내는 것도 있어서 구별이 어려우나, 보통 섬유나 목재에 넣어두고 그것을 먹은 벌레가 죽게 하는 약제도 방충제에 포함된다.[1)]

나프탈렌의 노출은 일상적 사용에서 근로자뿐만 아니라, 일반 인구에서도 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2)] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 약효가 벌레의 종류에 따라 상당히 다르므로 사용 목적에 맞는 약재를 선택할 필요가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 특수 네온사인(neon sign) 제조(주입)

① 시나리오 : 광고의 수단으로 이용되는 네온사인은 네온방전관인 가늘고 긴 유리관의 양 끝에 원통형 전극을 설치하여 네온가스를 충전시킨 것으로서, 수천 내지 수만 볼트(volt)의 고압교류를 가하여 방전시키면 내부가스가 차례로 이온화하여 발광한다.

네온사인은 방전관 속에 봉입하는 가스에 따라 색이 달라지는데, 수은가스는 청록색, 아르곤은 자주색, 헬륨은 장미색, 질소는 황색, 산소는 오렌지색 등을 내며 또는 2종 이상의 가스를 혼합하거나 유리관을 착색하여 여러 가지 색채를 얻을 수 있다. 최근의 파라핀과 나프탈렌의 혼합물을 넣어 빛을 현란 시키는 것, 또는 가는 관을 많이 넣어 방전로를 다양하게 변화시키는 것 등 특수 네온사인이 많이 개발되고 있다.

근로자의 나프탈렌에 노출은 방전관에 주입과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 교질 다이너마이트 제조(첨가)

① 시나리오 : 현재 사용하는 교질 다이너마이트는 니트로글리세린에 소량의 약면약을 가하여 묽은 제리처럼 만든 뒤, 초석·질산암모늄·목재가루를 혼합하여 가격을 저하시키고 그 힘을 완화한 것이다. 교질 다이너마이트는 니트로글리세린의 함량과 배합 성분의 혼합 비율에 따라서 10여 종이 있는데 니트로글리세린의 함량이 적을수록 내수성·폭속·순폭도·비중 등이 감소하며 20%까지는 가소성 및 교질상태를 유지한다. 현재 가장 널리 사용되는 교질 다이너마이트는 니트로글리세린 30%, 약면약 1~2%, 질산암모늄 60%, 목재가루 혹은 나프탈렌 2~7%의 것이다.
근로자에게 나프탈렌의 노출은 첨과 공정을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 무수프탈산 제조(현장관리)

① 시나리오 : 프탈산 분자내에 들어 있는 2개의 카르복시기 -COOH에서 1분자의 물이 빠져나간 구조를 가지고 있는 물질로 무수프탈산이라고도 한다. 황산 속에서 황산수은(Ⅱ)-황산구리로 나프탈렌을 산화하거나, 적당한 촉매 존재 아래 400~500℃로 나프탈렌을 공기산화하면 얻어진다. 알키드수지·가소재 합성재료 및 페놀프탈레인 등의 색소 원료로 쓰인다.

근로자에게 나프탈렌의 노출은 현장 관리 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(114) 노난 Nonane 111-84-2

1. 개요

1) 제조

노난은 분별증류 또는 원유의 정제로부터 얻어진다. 6개를 초과하는 탄소를 갖는 n-알칸은 개별적으로 분리되지 않고, 유사한 여러 화합물로 분리된다. 분자여과 분리법(molecular sieve separation) 또는 요소추출 결정법(urea extractive crystallization)등의 선택 분리법을 이용하여 95%이상의 높은 순도의 이성체를 갖는 노난을 분리할 수 있다.

2) 용도

- 연구용 화학물질
- 표준화된 탄화수소, 제트연료 연구, 파라핀 제품 제조
- 유기 합성, 생분해 계면활성제
- 가솔린의 구성성분
- 석유유분(petroleum fractions)의 주요 구성성분

3) 노출 및 결정인자[1)]

용매나 생분해 계면활성제, 그리고 유기 합성 반응의 시약의 생산이나 사용으로 인해 노출될 수 있다. 노난은 가솔린과 원유를 기반으로 한 제품에도 들어있기 때문에 이들의 사용 시 노출이 일어날 수 있다.

직업적 노출은 노난이 생산되거나 또는 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부 접촉을 통해 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	128.26	물리적 상태	액체	증기압	4.45mmHg(25℃)
끓는점	150.7℃	R-phrase	-	Log Kow	5.65
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 1,050 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 노난 제조(현장점검)

① 시나리오 : 노난은 분별증류 또는 원유의 정제로부터 얻어진다. 6개를 초과하는 탄소를 갖는 n-알칸은 개별적으로 분리되지 않고, 유사한 여러 화합물로 분리된다. 분자여과 분리법(molecular sieve separation) 또는 요소추출 결정법(urea extractive crystallization) 등의 선택 분리법을 이용하여 95%이상의 높은 순도를 갖는 이성체를 분리할 수 있다.[1)]

각종 점검을 수행하는 현장운전원은 노난에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 0.00005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 파라핀계 탄화수소의 일종으로 9개의 탄소로 이루어진 화합물. 특히 탄소원자 9개가 연속하여 사슬을 이루고 있는 n-노난을 가리킬 때가 많다. n-노난은 달콤한 냄새가 나는 무색 액체로, 물에는 녹지 않으나, 알코올무수물 ·에테르 ·벤젠 등 유기용매와는 임의의 비율로 서로 혼합된다. 현재까지 알려져 있는 물리상수의 구조이성질체는 35개이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 노난 제조(소분포장)

① 시나리오 : 노난은 분별증류 또는 원유의 정제로부터 얻어진다. 6개를 초과하는 탄소를 갖는 n-알칸은 개별적으로 분리되지 않고, 유사한 여러 화합물로 분리된다. 분자여과 분리법(molecular sieve separation) 또는 요소추출 결정법(urea extractive crystallization) 등의 선택 분리법을 이용하여 95%이상의 높은 순도를 갖는 이성체를 분리할 수 있다.[1)]

노난의 분리된 후 출고를 위해 소분 포장하는 공정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2)] : 13 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 0.065 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 파라핀계 탄화수소의 일종으로 9개의 탄소로 이루어진 화합물. 특히 탄소원자 9개가 연속하여 사슬을 이루고 있는 n-노난을 가리킬 때가 많다. n-노난은 달콤한 냄새가 나는 무색 액체로, 물에는 녹지 않으나, 알코올무수물 ·에테르 ·벤젠 등 유기용매와는 임의의 비율로 서로 혼합된다. 현재까지 알려져 있는 물리상수의 구조이성질체는 35개이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(115) 니트로 글리세린 Nitroglycerin(NG) 55-63-0

1. 개요

1) 제조

글리세롤과 산을 혼합, 교반하여 반응한 후 물로 씻어서 얻을 수 있다.

또는 섞이지 않는 무수혼합산과 글리세롤을 연속적으로 질소화시킴으로서 얻을 수 있다. 이때 혼합되는 산과 무수글리세롤의 부피 비는 50:50으로 생성된 물질을 나트륨탄산염수용액이나 나트륨중탄산염수용액으로 세척해준다.

2) 용도

- 다이너마이트나 다른 폭발물의 폭발원료
- 로켓 추진제
- 의약품

3) 노출 및 결정인자[1)]

니트로글리세린의 생산 및 폭발물의 추진제, 심장질환 치료를 위한 약용으로의 사용 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	227.09	물리적 상태	액체	증기압	0.00026Pa(0.00012~0.011mmHg)(20℃)
끓는점	256℃	R-phrase	3,26/27/28,33,51/53	Log Kow	1.62
노출기준 (노동부)	TWA 0.05 ppm / 0.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로글리세린 제조(시료채취)

① 시나리오 : 무수 글리세롤과 글리세롤의 4~5배 혼산(발연질산과 진한 황산의 혼합용액)을 12~18℃의 온도에서 반응시킨다. $C_3H_5(OH)_3 + 3HNO_3 \rightarrow C_3H_5(NO3)_3 + 3H_2O$. 이때 생성된 니트로 글리세롤은 표면에 뜨게 되므로, 이것을 분리한 다음 물과 탄산나트륨을 써서 폭발을 유발하는 산을 씻어 없앤 다음 여과하여 물을 분리시킨다.[1)]

반응이 완결된 후 품질관리를 위한 시료채취 공정에서 근로자는 니트로글리세린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니트로글리세린은 약간의 충격에 의해서도 폭발하므로, 액체 상태로 운반하는 것은 금지되어 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오에는 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 협심증 치료제 제조(포장)

① 시나리오 : 증기를 흡입하면 혈관이 확장되는 작용을 이용하여 혈관확장제, 협심증의 치료 등 의료용으로도 쓰인다.
근로자는 포장공정을 통하여 니트로글리세린에 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 로켓추진제 제조(압출)

① 시나리오 : 로켓 추진제에는 니트로글리세린, 니트로셀룰로오스 외에 추진제의 강도와 물리적 특성에 따라 약간의 첨가물을 가한다. 압출과 주조로 제작하고, 취급 시 위험성이 크기 때문에 대형 로켓이나 우주 추진용으로는 거의 사용하지 않는다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 화약 제조(교화 성형)

① 시나리오 : 현재 주로 사용되고 있는 면화약은 니트로셀룰로오스(NC)를 기제로 한 싱글베이스와 여기에 니트로글리세린(NG)을 혼합한 교화안정제인 센트랄릿 등으로 교화 성형한 더블베이스 화약, 또는 이에 니트로구아니딘(NGD)을 첨가하여 만든 트리플베이스 화약이 된다. 이 제조과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 다이너마이트 제조(투입)

① 시나리오 : 기제로서 니트로글리세린 또는 니트로글리콜을 약 6% 이상 함유하는 폭약이다.

현재는 기제인 니트로글리세린·니트로셀룰로오스에 산소공급제와 가연물을 첨가한 것이 제조되고 있으며, 첨가되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다. 니트로글리세린겔을 약 20% 이상 함유하는 다이너마이트는 가소성을 가지며 교질 다이너마이트라 하고, 약 7~20%를 함유하는 것은 가소성이 없으므로 비교질 다이너마이트라 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(116) 니트로벤젠 Nitrobenzene 98-95-3

1. 개요

1) 제조

50~55℃의 온도에서 과량의 벤젠에 혼합된 산이 더해진 후 반응이 80~90℃에서 완료되는 전형적인 니트로화 공정에 의해 생산되었지만 유사한 조건하에서 연속공정으로 대체되고 있다.

2) 용도

- 아닐린 제조, 셀룰로오스 에테르의 용제, 비누, 금속광택제, 구두광택제 제조
- 벤지딘(Benzidine), 퀴놀린(Quinoline), 아조벤젠(Azobengene) 등의 제조
- 이소시아네이트, 제초제, 고무 제조, 약 제조(아세트아미노펜)
- 윤활유의 정제
- 스프레이 페인트의 보존제

3) 노출 및 결정인자[1)]

아닐린, 벤지딘, 퀴놀린 같은 화합물의 제조, 용매, 비누와 구두광택제의 제조에 니트로벤젠이 생성되고 증기나 액체의 피부를 통한 흡수 및 증기의 흡입을 통해 직업적으로 노출 된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	123.11	물리적 상태	액체	증기압	37Pa(0.28mmHg)(25℃)
끓는점	210.85℃	R-phrase	23/24/25,40,48/23/24,51/53,62	Log Kow	1.85
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로벤젠 제조(시료채취)

① 시나리오 : 65% 질산을 찬물에 넣고 잘 흔들면서 96% 진한 황산을 천천히 가한다. 상온으로 냉각하고 벤젠을 소량가하면서 잘 저어준다. 이 반응은 발열 반응이므로 찬물로 식혀 50~60℃로 유지되도록 한다. 벤젠을 다 가하였으면, 약 50분 동안 가열한다. 온도가 60℃ 이상 되면 미 반응의 벤젠이 휘발하므로 주의한다. 반응 후 위층에 생성된 니트로벤젠을 분리한다. 분리 후 같은 양의 물을 가하여 세척한다.

니트로벤젠의 근로자에게 노출은 시료 채취과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오에는 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아조벤젠(Azobenzene) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 니트로벤젠에 메탄올과 수산화 나트륨 수용액과 아연 가루를 넣어준 후 교반하면서 10시간동안 환류시킨 후 여과하면 정제하지 않은 아조벤젠을 얻을 수 있다. 여기에 아연염을 제거하기 위해서 2%의 염산수용으로 씻어주면 순수한 아조벤젠 을 얻을 수 있다. 의약품·염료 제조에 쓰인다.
현장관리 근로자에게 니트로벤젠의 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 메틸렌 디페닐 디이소시아네이트[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 벤젠과 질산을 반응시켜 니트로벤젠을 제조한 후, 니트로벤젠을 수소화 반응시켜서 아닐린을 제조한다. 아닐린과 포름알데히드를 축합시켜 메틸렌디아닐린(MDA)을 얻는다. 그 후, MDA와 DADPM을 phosgene과 반응시켜 MDI 혼합물을 얻는다. 이를 MDI 중합체가 생성되도록 증류 한 후, 분별증류 하면 순수한 4,4-MDI와 높은 수율의 2,4-MDI가 얻어진다.

포장 공정에서 반응이 완료되지 않고 포함된 낮은 농도의 니트로벤젠에 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 → 니트로화 → 수소화 → 축합 → phosgenation → 분리 → 정제

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리우레탄 제조 시 원료로 사용하는 methylene diphenyl diisocyante는 절연체 및 건축자재로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 벤지딘(benzidine) 제조(투입)

① 시나리오 : 니트로벤젠의 환원으로 얻은 히드라조벤젠을 무기산과 가열하면 자리옮김반응(벤지딘자리 옮김)을 일으키며 생성된다. 여러 가지 금속이온의 검출시약, 인산이온·황산이온의 침전시약으로도 사용된다. 발암성이 강하여 분말이나 증기형태로도 피부에 흡수되기 때문에 취급에 많은 주의가 요구된다.

니트로벤젠의 노출은 원료투입 공정에서 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 커셀(Kerr cell)[1]에 사용(주입)

① 시나리오 : 전압에 의해 빛을 차단하거나 통과시킬 수 있는 장치이며, 직교하는 편광자와 검광자 사이에 정제한 니트로벤젠을 놓고 전극판으로서 빛의 진행방향과 수직으로 전기장을 가할 수 있게 한 것이다. 사진전송, 녹음 등에 쓰일 뿐 아니라, 니트로벤젠에 의한 커효과의 완화시간이 아주 짧고, 전기장이 없어지면 복굴절성도 즉각 소실되므로, 전기적으로 조작할 수 있는 고속의 광셔터로 이용된다.
근로자는 니트로벤젠의 주입과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 편광면의 방향을 바꾸는 장치로 편광프리즘의 1종류인 니콜을 서로 수직으로 커셀 양쪽에 놓은 후 커셀에 전압을 걸고 빛을 보내면 커효과가 나타나 빛의 편광면 방향을 바꿀 수 있다. 전압에 의해 빛을 차단하거나 통과시킬 수 있는 장치이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아세트아미노펜 원료 제조[1](시료채취)

① 시나리오 : 아세트아미노펜의 원료인 p-아미노페놀의 제조방법은 니트로벤젠을 강산 매체 내에서 촉매 존재하에 수소화시키는 방법이다. 이러한 기본방법에서 니트로벤젠의 수소화 반응은 도데실트리메틸암모늄 클로라이드 같은 소량의 계면활성제를 함유하는 10~13%황산 용액 존재하에서 백금/탄소 촉매를 사용하여 수행한다. 촉매는 니트로벤젠층에 현탁되기 쉽고, p-아미노페놀, 아닐린 및 염 형태의 소량의 아민부산물이 함유되어 있는 수성반응 혼합물은 경사시킴으로써 쉽게 분리된다.

니트로벤젠+황산+금 촉매 → 수소화 → 추출 → 아미노페놀 수득

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용법주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 파라-아미노페놀(PAP)은 진통제인 아세트아미노펜의 제조에 사용되는 잘 알려져 있는 주요 중간체이며, 또한 염료 및 사진용 화학약품의 제조시 중간체로서 사용된다. 파라-아미노페놀은 특히 아세트아미노펜 제조에 사용할 경우에는 순도가 높은 즉 특히 4,4-디아미노디페닐 에테르르를 함유 하지 않는 것이 바람직하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 컨트롤 밴딩에서는 관리접근 2가 선택되지만, 노출 시나리오에는 관리접근 1이 적절하다고 판단된다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(117) p-니트로아닐린 p-Nitroaniline 100-01-6

1. 개요

1) 제조

p-니트로아닐린은 p-니트로클로로벤젠(p-nitrochlorobenzene)의 가암모니아분해(ammonolysis) 또는 아세트아닐리드(acetanilide)의 니트로화와 가수분해에 의해 제조된다.

또는, 감마-글루타밀-p-니트로아닐리드(r-glutamyl-p-nitroanilide)와 감마-글루타밀 트랜스펩디다제(r-glutamyl transpeptidase)의 반응에 의해 제조된다.

2) 용도

- 염료, 안료 합성
- 항산화제, 부식 방지제
- p-페닐렌디아민(p-phenylenediamine) 제조의 중간체로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

p-니트로아닐린은 화학 중간체로서의 생산과 사용과정 중, 폐기물의 처리과정에서 피부접촉이나 흡입을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	138.12	물리적 상태	고체	증기압	0.00015mmHg(20℃)
끓는점	332℃	R-phrase	23/24/25,33,52/53	Log Kow	1.39
노출기준(노동부)	TWA 3 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: p-니트로아닐린 제조(현장관리)

① 시나리오 : 반응기에 질산을 넣고 얼음물 욕조로 냉각시킨다. 반응기에 아세트아닐라이드를 조금씩 넣는다. 15~20℃로 유치하면서 고체가 완전히 녹을 때 까지 교반한 후, 반응기에 진한질산을 조금씩 첨가하여 실온에서 30분간 반응시킨다. 얼음물을 슬러리에 조금씩 넣고 침전물을 여과한다. 이를 에탄올로 재결정하면 p-니트로아닐린을 얻을 수 있다.

근로자에게 노출은 현장 관리를 하는 과정에서 반응기에서 누출된 p-니트로아닐린에 의해 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.17 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: p-페닐렌디아민[1] 제조(투입)

① 시나리오 : p-니트로아닐린을 철 분말로 환원시켜 제조하거나,[2] 산화철 또는 수산화철 촉매를 사용하여 히드라진에 의해 p-니트로아닐린을 환원하여 얻을 수 있다.[3] 원료로 투입되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[4] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[5] : 0.033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) p-페닐렌디아민은 염료, 안료, 고분자 및 농약 원료로서 중요한 화합물(중간체)이다.
2) 이 방법은 부생된 철 화합물로부터 p-페닐렌디아민을 분리하는 어려움 및 다량으로 부생된 철 화합물을 처분하는 어려움이 있다.
3) 이 방법은 사용된 촉매의 분리와 같은 불편한 조작을 필요로 한다.
4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(118) 니트로에탄 Nitroethane 79-24-3

1. 개요

1) 제조

에탄을 질산으로 니트로화(증기 상태로)시켜 얻을 수 있다.

프로판을 질산으로 니트로화(증기 상태로)한 다음 분별 증류하여 제조한다.

실험실에서는 125~130℃에서 1.5몰의 질산나트륨을 1몰의 황산나트륨에틸로 처리하여(0.0625mole의 탄산칼륨이 있는 상태에서) 제조한다.

2) 용도

- 셀룰로오스 에스테르, 니트로셀룰로오스, 비닐, 알키드, 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 아세토프로피오네이트(cellulose acetopropionate), 셀룰로오스 아세토부티레이트(cellulose acetobutyrate), 기타 수지, 왁스의 용매
- 인공 손톱 아교 제거제
- 실험에서는 액체 추진제로 사용, 군사용으로는 주로 추진제로 사용
- 니트로 알코올을 제조 시 니트로가소체의 화학적 중간 생성물
- Friedel-Crafts 합성에 사용
- 연료 첨가제
- 조제약 제조 및 살충제 제조에서 중간 생성물로써 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

니트로에탄을 제조하고 그것을 용매, 인공 손톱 아교 제거제, 그리고 화학적 중간 생성물로써 사용하는 작업과정에서 노출될 수 있다.

니트로에탄을 제조하거나 사용하는 작업장에서는 흡입과 피부 접촉을 통하여 니트로에탄에 대한 직업적 피폭이 발생할 수 있다. 일반인은 니트로에탄을 함유하는 소비재와의 피부 접촉 그리고 흡입을 통해 니트로에탄에 피폭될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	75.07	물리적 상태	액체	증기압	2.1kPa(15.6mmHg; 2.7% v/v)(25℃)
끓는점	114~115℃	R-phrase	10,20/22	Log Kow	0.18
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 310 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로에탄 제조(포장)

① 시나리오 : 차가운 질산은 100g과 150ml의 잘 건조된 에테르를 500ml 3구 플라스크에 넣은 후, 0.5몰의 ethyl halide를 2시간 이상 0℃의 암실에서 천천히 가한다. 0℃에서 24시간 동안 반응시킨 후, 실온으로 온도를 올려서 24시간 더 반응시킨다. 브로모 에틸을 사용한다면 48시간을 실온에서 반응시켜야 한다. 은염을 필터해서 제거한 후 여러 번 에테르로 씻어준다. 에테르를 실온에서 농축한 다음 2×45cm의 칼럼을 이용하여 무수상태에서 정제한다.[1]그 후, 진공증류를 5mmHg에서 실행하면 약 85%의 수율로 니트로에탄을 얻을 수 있다. 근로자는 반응이 완료된 니트로에탄을 포장하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 보다 정교한 칼럼은 반응 부생성물로 생성되는 불안정한 ethyl nitrite를 제거하기 위하여 사용한다. 이 반응은 수분이 없는 상태에서 진행해야 하는데 그 이유는 ethyl nitrite 가 가수분해 되어서 에탄올을 생성하고 이것은 반응 생성물에서 분리하기 어렵기 때문이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 순간접착제 제거

① 시나리오 : 순간접착제 제거용 제품의 성분으로 경화된 시아노아크릴레이트 접착제 제거, 고무계 또는 수지계 접착제 제거에 이용가능하다. 접착제를 용해하기 위하여 제거제를 접착제 부위에 적용한 후 면봉 또는 헝겊으로 닦아 낸다.
순간접착제 제거용으로의 사용을 통하여 근로자는 니트로에탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 액체폭탄[1]의 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 대표적인 액체폭약으로는 액체산소폭약·팬클라스타이트(panclastite)로 니트로에탄, 니트로글리세린과 같은 액체화합폭약을 기재로 한 것과 그 외의 혼합폭약이 있다.[2]

니트로에탄의 노출은 원료 투입과정에서 근로자에게 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 상온에서 성분 가운데 적어도 하나가 액체상태인 혼합폭약을 액체폭탄이라 한다.
2) 액체폭약은 장시간 보존이 불가능하며, 저장과 취급에 단열병을 필요로 하는 등 결점이 있으나, 만들기 쉽고 위력도 크므로 노천채굴 등에 사용된다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 항생제 세팔로스포린[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 세팔로스포린 화합물을 제조할 때 니트로에탄이 사용될 수 있다. 티오우레아류, 티오벤조산, 알킬티올류, 벤젠티올류, 헤테로 아릴티올류등의 황함유 친핵성 화합물을 아세토니트릴, 1,2-디클로로에탄, 메틸렌클로라이드, 프로피오니트릴, 니트로메탄, 니트로에탄, 아세트산, 이소프로필 아세테이트, 부틸 아세테이트 및 메틸 이소부틸 케톤 등의 용매 중에서 물의 함량이 0.5% 이하인 무수조건하에 세팔로스포린과 반응시켜 세팔로스포린 화합물을 제조할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 항균작용을 나타내며, 항균작용을 나타내는 다른 세팔로스포린 생성물의 중간물질로서 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(119) p-니트로클로로벤젠 p- Nitrochlorobenzene 100-00-5

1. 개요

1) 제조

클로로벤젠의 니트로화에 의해 약 34%의 o-니트로클로로벤젠과 65%의 p-니트로클로로벤젠, 그리고 1%의 m-니트로클로로벤젠이 생성된다. 이성질체들은 재결정화에 의한 정제를 통해 분리된다.

2) 용도

- 아조염료, 황화염료의 중간물로서 사용
- 니트로페놀, 아미노페놀, 펜아세틴, 아세트아미노펜, 파라티온과 다른 농업용 화학물질 등의 유기약품의 합성
- 고무 화합물, 항산화제, 기름 첨가제
- 답손(dapsone, 항말라리아제)의 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

p-니트로클로로벤젠의 노출은 염료제조공정, 파라 니트로클로로벤젠 제조공정, 화학실험실에서 제조나 사용 중, 그리고 부산물 제조 공장에서 발생한다. 운반이나 저장 중에도 일부 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	157.56	물리적 상태	고체	증기압	0.15mmHg(30℃)
끓는점	242℃	R-phrase	23/24/25,33,51/53	Log Kow	2.39
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.6 mg/m^3 STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: p-니트로클로로벤젠 제조(포장)

① 시나리오 : 클로로벤젠을 니트로화 시키면 약 34%의 o-니트로클로로벤젠과 65%의 p-니트로클로로벤젠, 그리고 1%의 m-니트로클로로벤젠이 생성된다. 이러한 이성질체들은 재결정화에 의한 정제를 통해 분리된다.

근로자에 노출은 반응이 완료된 p-니트로클로로벤젠을 포장하는 과정세서 발생한다.

chlorobenzene+황산+질산 → 가온(40~50℃) → 냉각(0℃) → 분별진공증류→ p-nitrochlorobenzene 제조(70%)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: p-니트로페놀 제조(원료 투입)

① 시나리오 : p-니트로클로로벤젠을 수산화나트륨 수용액과 고온에서 가수분해하여 반응물을 산처리 하면 p-니트로페놀을 얻을 수 있다.
근로자의 p-니트로클로로벤젠의 노출은 원료 투입과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아세트아미노펜의 제조[1](현장 점검)

① 시나리오 : p-니트로클로로벤젠으로부터 합성된 p-니트로페놀을 환원시켜 p-아미노페놀을 합성한 후 다시 아세트산이나 무수 아세트산을 이용하여 아세탈화 반응을 거쳐 아세트아미노펜을 합성할 수 있다.

근로자에게 p-니트로클로로벤젠의 노출은 현장점검 과정에서 누출에 의해서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세트 아미노펜은 "파라세타몰", "이나 ", "타이레놀" 등 여러 가지의 이름으로 불리는 진통제로서 전 세계적으로 연간 3천만 명 이상의 사람이 복용하는 중요한 의약품 중의 하나이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 파라티온[1]의 제조(첨가)

① 시나리오 : 입제농약에 사용되는 중요한 물질 중 하나가 파라티온이다.

에틸 알콜 안에서 티오포스포릴 클로라이드(thiophosphoryl chloride)에 약 20%정도의 sodium ethylate를 첨가한다. 이 혼합물에 p-니트로페놀을 첨가한다. 염화나트륨을 용해시키고, o,o-diethyl o-p-nitrophenyl thiophosphate를 잔존하는 알코올로부터 분리하기 위해서 반응물에 물을 첨가한다.

p-니트로페놀을 첨가하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.17 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 입제(입상) 농약은 살충제, 제초제, 토양 살충제 및 이들의 혼합제 등에 이용된다. 입제 농약은 유제 농약을 사용하는 경우에 일어나기 쉬운 단시간의 분해, 확산 속도로 인한 효과 상실경향이 방지되므로, 조절된 양의 유효 성분이 서서히 방출될 수 있어서 경제적이고, 또한 유제에서와 같이 일시에 다량의 농약 살포에 따른 중발로 인한 사람의 호흡기나 천적에 치명상을 주는 일이 없기 때문에 공해 방지면에서도 바람직하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(120) 니트로톨루엔(메타-이성체) Nitrotoluene(m-isomers) 99-08-1

1. 개요

1) 제조

니트로톨루엔(메타-이성체)은 3-니트로-4-아미노-톨루엔과 아질산나트륨으로부터 제조된다. p-톨루이딘으로부터, 아세틸화, 니트로화, 탈아세트화, 디아조화, 그리고 에탄올과 함께 끓여서 제조된다.

생성물은 55~60%의 o-니트로톨루엔, 3~4%의 m-니트로톨루엔, 그리고 35~40%의 p-니트로톨루엔을 포함한다. 이성질체의 분리는 분별증류와 결정화를 병합하여 수행한다.

2) 용도

- 염료, 톨루이딘, 니트로벤조산 제조
- 폭약제조, 화학물질의 중간체
- 유기 화합물 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

니트로톨루엔(메타-이성체)의 노출은 흡입이나 피부를 통하여 염료, 폭발물, 농약 산업의 제조과정에서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	137.14	물리적 상태	액체	증기압	20Pa(0.15mmHg)(20℃)
끓는점	232.6℃	R-phrase	-	Log Kow	2.45
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 11 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: m-니트로톨루엔 제조(포장)

① 시나리오 : p-톨루이딘으로부터, 아세틸화, 니트로화, 탈아세트화, 디아조화를 거쳐 에탄올과 함께 끓여서 제조한다. 생성물은 55~60%의 o-니트로톨루엔, 3~4%의 m-니트로톨루엔, 그리고 35~40%의 p-니트로톨루엔을 포함한다. 이성질체의 분리는 분별증류와 결정화를 통해 이루어진다.

근로자에게 m-니트로톨루엔의 노출은 포장과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아조-및 아족시스틸벤 염료[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 다음의 과정을 거쳐 제조 된다. 중간체로서 사용을 통해 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

물 12kg+수산화나트륨 4kg → 용해 → 4-니트로톨루엔-2-설폰산 46kg → 투입 → 교반(1시간동안 65℃~70℃) → 가온(74℃)/승온(78~80℃) → 5시간 교반 → 축합반응 완료 → 생성된 물질+물 10kg → 상온 냉각 → 진한 황산 첨가 → 30분~1시간 산염석 과정 → 디에틸렌글리콜 첨가 → 가온(70℃~75℃ 30분~1시간 유지) → 트리부틸아민 첨가 →1차 양이온 교환반응 → 냉수 첨가 → 상온으로 냉각 → 농 황산 30분~1시간에 걸쳐서 서서히 첨가 → 산염석과정 → 디에틸렌글리콜 첨가 → 70℃~75℃로 승온하여 30분~1시간 동안 유지 → 트리부틸아민 첨가 → 30분~1시간 유지하면서 1차 양이온 교환 반응 → 축합물 여과 → 냉수로 수세

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 제조된 아조 및 아족시스틸벤 염료의 고 농축 저장-안정성 수용액은 황색 염료로서의 용도를 갖는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 벤즈아제핀유도체[1] 제조(현장관리)

① 시나리오 : 혈관 확장제로 사용되는 베즈아제핀유도체의 제조는 출발물질로서 2-니트로톨루엔을 벤질리딘 말로네이트와 수소화나트륨과 같은 강염기 존재하에 극성 비양성자성 용매(디메틸포름아미드)중에서 반응시키며, 이로부터 제조된 화합물을 디메틸포름아미드 또는 디메틸술폭시드와 같은 불활성 용매 중에서 알칼리 금속 수소화물(수소화나트륨)로 처리 하면 벤즈아제핀유도체가 생성 된다.

2-니트로톨루엔을 벤질리딘 말로네이트+수소화나트륨+디메틸포름아미드 → 반응 → 디메틸포름아미드+수소화 나트륨 첨가 → 벤즈아제핀 유도체 생성

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.9 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 혈관 확장제로서 작용하며, 특히 항고혈압제로서 유용하고, 항-부정맥제, 항-앙기나제, 항-세동제, 항-천식제 및 심근 수축을 억제하며, 이뇨제 또는 안지오텐신 전환 효소 억제제와 조합해서 제제할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 니트로벤즈알데하이드의 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 약학적으로 유용한 4-니트로페닐-1,4-디하이드로피리딘 유도체의 제조 시 중간물질로서 2-니트로벤즈알데히드의 합성에 니트로톨루엔이 사용된다.

근로자에 m-니트로톨루엔의 노출은 시료 채취 및 분석과정에서 발생한다.

나트륨에틸레이트, 에탄올, 옥산산의 디에틸에스테르, 2-니트로톨루엔 혼합물→ 반응(35℃) → 스팀증류 → 물과 탄산나트륨 첨가 → 하이포염소산나트륨 수용액, 수산화나트륨 및 톨루엔의 혼합물 적가하면서 10℃에서 교반 → 진공 농축 → 2-니트로벤질리덴클로라이드

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 우레탄의 제조에 사용(원료 투입)

① 시나리오 : 질소 함유 유기 화합물과 메탄올로 이루어진 용액을 루테늄 촉매 존재 하에서 일산화탄소와 반응시켜 농약, 이소시아네이트 및 폴리우레탄의 제조에 유용한 우레탄을 제조할 수 있다.

니트로톨루엔, 메탄올, 아닐린, 2-아미노-4-니트로톨루엔 혼합 → 루테늄 아세틸아세토네이트+일산화탄소 → 반응(80℃~230℃, 10~1000kg/Cm^2 압력으로 5분~6시간) → N-페닐카르바메이트, 에틸 N-페닐우레탄 제조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(121) 니트로톨루엔(파라-이성체) Nitrotoluene(p-isomers) 99-99-0

1. 개요

1) 제조

톨루엔의 니트로화로부터 제조되고, 분별증류에 의해 분리된다. 모노니트로톨루엔은 회분식 또는 연속공정으로 생산될 수 있다. 결과 생성물은 55~60%의 o-니트로톨루엔, 3~4%의 m-니트로톨루엔, 그리고 35~40%의 p-니트로톨루엔을 포함한다. 이성질체의 분리는 분별증류와 결정화를 병합하여 수행한다.

2) 용도

- 질소함유, 혹은 황 염료 중간체, 농업 화학물질 제조
- 폭약제조, 화학물질의 중간체
- 유기 화합물 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

니트로톨루엔(메타-이성체)의 노출은 흡입이나 피부를 통하여 p-톨루엔, p-니트로벤즈알데히드, 그리고 4-니트로-2-클로로톨루엔과 같은 질소함유 혹은 황 염료 중간체로서 염료산업에서 화학물질 제조, 디니트로톨루엔, 트리니트로톨루엔과 같은 폭발물 산업, 농약 산업의 제조과정에서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	137.14	물리적 상태	고체	증기압	17Pa(0.12mmHg)(20℃)
끓는점	238.3℃	R-phrase	23/24/25,33,51/53	Log Kow	2.37
노출기준(노동부)	TWA 2 ppm / 11 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로톨루엔 파라-이성체 제조(포장)

① 시나리오 : 톨루엔의 니트로화로부터 제조되고, 분별증류에 의해 분리된다. 모노니트로톨루엔은 회분식 또는 연속공정으로 생산될 수 있다. 결과 생성물은 55~60%의 o-니트로톨루엔, 3~4%의 m-니트로톨루엔, 그리고 35~40%의 p-니트로톨루엔을 포함한다. 이성질체의 분리는 분별증류와 결정화를 병합하여 수행한다.

p-니트로톨루엔의 노출은 반응이 완료된 후 제품의 포장과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.027 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: p-톨루이딘(toluidine) 제조(원료투입)

① 시나리오 : 톨루이딘은 방향족 아민. 아미노톨루엔·메틸아닐린이라고도 하며 p-,m-,o- 세가지 이성질체가 있다. p-톨루이딘은 p-니트로톨루엔의 환원으로 얻는다.[1)]

p-니트로톨루엔의 근로자에게 노출은 원료투입공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2)] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 0.009 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) p-톨루이딘은 광택있는 무색의 나뭇잎모양 결정으로, 녹는점 43.5℃, 끓는점 200.3℃, pK(25℃)=8.93이다. 모두 물에 조금 녹고 대부분의 유기용매에 녹는다. 염료·색소의 합성원료로서 중요하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(122) 니트로트리클로로메탄 Nitrotrichloromethane 76-06-2

1. 개요

1) 제조

피크린산에 표백분, 또는 알칼리 수용액 속에서 염소를 반응시키면 얻는다.

클로랄 등 유기할로겐화합물에 질산을 작용시키거나 피크르산·니트로메탄 등 니트로화합물에 염소나 표백분을 작용시켜 생성한다.

티오아염소산염과 칼슘피크린산염에 의해 제조한다.

염소화된 탄화수소를 질소화 시켜서 제조할 수 있다.

2) 용도

독성과 휘발성을 이용하여 곡물·열매·종자·토양 등의 훈증, 살충, 살균제로 사용한다. 사람에 대해서는 대기 중 농도 19㎎/㎥에 최루성을 나타내고 2g/㎥이면 치명적이다. 최루질식성의 독가스로 사용되기도 한다. 그 밖에 메틸 바이올렛 합성재료로 사용하기도 한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

니트로트리클로로메탄의 주요 직업적 노출은 흡인, 또는 피부접촉을 통해 발생한다. 니트로트리클로로메탄을 함유한 살충제를 살포하는 과정에서 가장 많이 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	164.4	물리적 상태	액체	증기압	20mmHg(20℃)
끓는점	112.4℃	R-phrase	22,26,36/37/38	Log Kow	2.09
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.7 mg/m^3		STEL 0.3 ppm / 2 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니트로트리클로로메탄 제조(포장)

① 시나리오 : 피크린산과 물을 용해시킨 후, Na_2CO_3를 넣고 교반시키고, 80℃로 냉각한다. 그 후, 이 용액을 30~40℃로 유지시키면서 염소가스를 3~4시간 동안 촉매관을 통해 흘려보내면 반응물이 황색에서 무색으로 변하면서 트리클로로니트로 메탄이 생성된다.

반응이 완료된 후 포장 공정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

피크린산+물 → 가온(80℃) → (냉각) → 염소가스 투입 → 트리클로로니트로메탄

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 토양훈증제로 사용(훈증)

① 시나리오 : 포르말린과 메틸브로마이드(methyl bromide) 및 니트로트리클로로메탄이 주로 사용된다. 니트로트리클로로메탄을 사용할 때에는 99% 클로로피크린을 건조시킨 토양 1㎥당 80~140㎖를 주입한다. 흙더미에 두께 30㎝, 깊이 15㎝ 간격으로 구멍을 뚫고 구멍마다 3~5㎖의 니트로트리클로로메탄을 주입기로 주입한다. 이와 같은 방법을 반복하여 토양을 3~4층으로 쌓으면서 약제를 주입시킨 후 비닐로 2일 이상 완전히 밀봉 피복하였다가 가스를 방출, 제거시킨 후에 사용한다. 약제 사용할 때 토양 온도는 15℃ 이상이어야 하며, 15℃ 이하일 때에는 약제의 침투 확산이 느려져서 약제 효과가 떨어지고, 잔존 가스의 방출이 억제되어 약해를 받기 쉽다. 훈증제로 사용 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 1,000 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10,000 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 크리스탈바이올렛(crystal violet)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 디메틸아닐린과 포스겐을 염화아연을 촉매로 하여 축합하여 얻는다. 포스겐은 끓는점 112℃에서 부분적으로 포스겐과 nitrosyl chloride로 분해된다.

니트로트리클로로메탄을 원료로 투입하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리페닐메탄계의 염기성 염료로서 이것은 보라색의 색소 중에서 순수한 결정으로 최초로 얻어졌다. 빛깔이 선명하고 값이 싸 옷감의 염색 외에도 색연필 등의 착색에 쓰인다. pH1.5 부근에서 산형의 녹색으로부터 염기형의 청색으로 변하므로 산염기의 지시약으로도 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 최루가스(tear gas) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 최루가스는 니트로트리클로로메탄, 클로로아세토페논 등으로 구성되어 있다.[1] 최루가스를 시위진압 등의 목적으로 사용할 경우, 제조현장에서 현장점검을 하는 근로자에게 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니트로트리클로로메탄은 반지구성을 가지며, 고농도에서는 질식작용이 있다. 클로로아세토페논은 일시성으로 뒤에 장애를 남기지 않기 때문에 폭도·시위진압용 등 경찰용으로 사용된다. 제2차 세계대전 후 연구된 CS는 저농도로도 격렬한 최루·기침·호흡곤란, 피부에 대한 자극작용이 있다. 최루가스를 사용할 경우에는 가스탄·투척·투사기 등이 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(123) 1-니트로프로판 1-Nitropropane 108-03-2

1. 개요

1) 제조

천연가스로부터 얻을 수 있으며, 350~450℃에서 질산에 의한 프로판의 증기상 니트로화 후, 신속한 냉각, 화학물질 세척 과정, 그리고 분별증류에 의하여 순수한 제품을 얻는다.

2) 용도

- 초산 섬유소(cellulose acetate), 비닐 수지, 랙커, 합성고무, 지방, 기름, 염료, 왁스, 다른 유기 물질 등의 용매
- 화학물질 합성, 가솔린 첨가제, 로켓 추진제
- 에탐부톨(항결핵제) 제조 시 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적 노출은 초산 섬유소, 비닐 수지, 랙커, 합성고무, 지방, 기름, 염료의 용매, 및 가솔린 첨가제, 로켓 추진제의 제조와 사용 과정에서 흡입이나 피부접촉을 통해 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	89.09	물리적 상태	액체	증기압	7.5kPa(20℃)
끓는점	132.0℃	R-phrase	10,20/21/22	Log Kow	0.87
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 90 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1-니트로프로판 제조(포장)

① 시나리오 : 350~450℃에서 질산에 의한 프로판의 증기상 니트로화 후, 신속한 냉각, 화학물질 세척 과정, 그리고 분별증류에 의해서 얻는다.
반응이 완결된 후 소분/포장하는 공정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 12.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.48 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아세틸셀룰로오스[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 셀룰로오스의 히드록시기를 아세틸화한 것으로 아세트산셀룰로오스 또는 아세트산섬유소라고도 한다. 공업적으로는 아세트산무수물을 사용하는 아세틸화가 시행되고 있다. 성질은 아세틸화의 정도에 따라 변한다.

아세틸셀룰로소스 제조시 용제로 니트로프로판이 사용되고, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인조견사(아세테이트섬유 또는 아세테이트라고 한다)를 만들 뿐만 아니라, 플라스틱 ·래커 ·불연성 필름베이스 ·전기절연재료로 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에탐부톨 제조(시료 분석)

① 시나리오 : 1-니트로프로판을 원료로 사용하여 포름알데히드를 사용하여 옥시메틸화(oxymethylation), 아미노 그룹으로 환원, 수산화나트륨 존재하에 1,2-디클로로에탄과의 반응에 의해 항결핵제로 사용되는 에탐부톨을 제조할 수 있다.
근로자의 노출은 1-니트로프로판을 시료채취/분석 과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(124) 2-니트로프로판 2-Nitropropane 79-46-9

1. 개요

1) 제조

2-니트로프로판은 프로판을 고온 증기 상에서 니트로화 하여 제조한다. 질산을 니트로화제로 사용하는 이 과정은 자유기 반응에 기반을 둔다. 각각의 니트로알칸은 분별 증류에 의해 얻는다.

2) 용도

- 화학 중간체로써 잉크, 페인트, 접착제, 광택제, 약품제조, 살충제, 중합체, 합성물질의 용매
- 화학물질 합성, 로켓 추진제, 가솔린 첨가제
- 폭발물 제조 시 사용
- 비닐 에폭시, 니트로셀룰로오스(nitrocellulose), 염소화 고무의 코팅 시 용매

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-니트로프로판은 잉크, 페인트, 접착제, 광택제, 중합체에서의 용매, 비닐과 에폭시 코팅의 용매, 로켓 추진제의 구성성분, 가솔린 첨가제로써의 제조와 사용 중 흡입이나 피부를 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	89.09	물리적 상태	액체	증기압	1.7kPa(12.9mmHg)(20℃)
끓는점	118~120.25℃	R-phrase	45,10,20/22	Log Kow	0.93
노출기준(노동부)	C 10 ppm / C 35 mg/m^3				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-니트로프로판 제조(현장관리)

① 시나리오 : 350~450℃에서 질산에 의한 프로판의 증기 상 니트로화 후, 빠른 냉각, 화학물질 세척 과정, 그리고 분별증류에 의해서 얻는다.

근로자의 2-니트로프로판 노출은 현장관리 과정에서 반응기 등의 설비에서 누출에 의해서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(125) 2,4-디[1] 2,4-D 94-75-7

1. 개요

1) 제조

용해된 페녹시아세트산의 염소화에 의하여 제조한다.

2,4-디클로로페놀, 나트륨, 에틸클로로아세테이트의 반응 후, 에스테르의 가수분해에 의하여 제조된다.

페놀의 염소화로 2,4-디클로로페놀을 제조하고, 2,4-디클로로페놀을 모노클로로아세트산과 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 제초제로 사용
- 토마토를 기계적으로 수확할 때 모든 과일을 동시에 익히기 위해 사용
- 산림관리(잡목 제거)
- 고무나무의 라텍스 생산을 증가시키기 위해 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

2,4-디의 직업적 노출은 2,4-디가 생산되거나 사용되는 작업장에서 흡인이나 피부접촉을 통해 발생한다. 경작관리 작업자들은 2,4-디를 함유하는 제초제 살포 시 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	221.04	물리적 상태	결정형 분말	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	160℃(분해)	R-phrase	22,37,41,43,52/53	Log Kow	2.81
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 제초제 농약으로 주성분은 2,4-디클로로페녹시아세트산이다. 한국에서는 2,4-D에스테르를 2,4-P로, 2,4-D아민염을 2,4-D로 고시되어 사용하고, 2,4-D는 페녹시계의 호르몬형 침투이행성 제초제로서 그 사용량에 따라 살초작용과 생장조절제적인 역할을 하는 것으로 한국에서는 논의 광엽잡초 방제약제로 사용되고 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2,4-디 제조(시료채취)

① 시나리오 : 페놀의 염소화로 2,4-디클로로페놀을 제조하고, 2,4-디클로로페놀을 모노클로로아세트산과 반응시켜 제조한다.

합성된 2,4-디의 품질관리를 위해서 시료를 채취하는 공정과 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2,4-디 제조(포장)

① 시나리오 : 페놀의 염소화로 2,4-디클로로페놀을 제조하고, 2,4-디클로로페놀을 모노클로로아세트산과 반응시켜 제조한다.
합성된 2,4-디 분말을 반자동으로 포장할 때 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 고엽제 Agent Orange 제조(원료 투입)

① 시나리오 : Agent Orange는 두 가지 페녹시 제초제인 2,4-디클로로페녹시아세트산(2,4-D)과 2,4,5-트리클로로페녹시아세트산(2,4,5-T)을 대략 1:1로 섞은 혼합물이다. 작업자는 혼합기에 원료를 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(126) 디니트로벤젠(모든 이성체) Dinitrobenzene(all isomers) 99-65-0

1. 개요

1) 제조

디니트로벤젠은 니트로기의 치환위치에 따라 o-(오르토), m-(메타), p-(파라)의 세 이성질체가 존재하는데, 3가지의 이성체 중 m-디니트로벤젠이 가장 많이 제조된다.

o-디니트로벤젠은 니트로화에 의해서 직접 얻을 수는 없고, o-니트로아닐린을 산화하여 만든다. m-디니트로벤젠은 벤젠 또는 니트로벤젠을 발연질산과 황산의 혼합물로 니트로화하여 만든다. p-디니트로벤젠도 니트로화에 의해 직접 얻을 수는 없고, p-니트로아닐린을 산화하여 만든다.

2) 용도

- 염료, 폭발물, 셀룰로이드 생산
- 질산셀룰로오스에 대한 장뇌(camphor) 대치
- 방향족 아민 생산의 중간체, 유기 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

디니트로벤젠의 직업적 노출은 염료, 유기 반응 반응제, 질산셀룰로오스의 장뇌 대치품의 생산과 사용 시 흡입이나 피부접촉을 통해 이루어진다. 또한 1,3-디니트로벤젠은 2,4,6-트리니트로톨루엔(TNT) 생산 시 부산물로 생성된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	168.11	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg 이하(20℃)
끓는점	300~303℃	R-phrase	26/27/28,33,50/53	Log Kow	1.49
노출기준(노동부)	TWA 0.15 ppm / 1 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디니트로벤젠 제조(포장)

① 시나리오 : o-디니트로벤젠은 o-니트로아닐린을 산화하여 만들고, m-디니트로벤젠은 벤젠 또는 니트로벤젠을 발연질산과 황산의 혼합물로 니트로화하여 만든다. p-디니트로벤젠은 p-니트로아닐린을 산화하여 만든다.

디니트로벤젠의 노출은 반응이 완료된 후 소분/포장하는 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: p-니트로페놀[1] 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 디니트로벤젠을 원료로 투입하여 p-니트로페놀을 얻게 된다. p-니트로페놀은α형과 β형의 2종이 알려져 있고, α형은 무색 결정이고 β형은 황색 결정이다. 보통은 이 두 물질의 혼합물로서 얻게 된다. 녹는점 114℃이다. 승화성이 있다.

근로자의 디니트로벤젠 노출은 원료 투입과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 여러 가지 중요한 유기화합물의 원료로 쓰이는 외에, 지시약으로도 쓰이고, pH 5.6~7.5에서 무색에서 흰색으로 변한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(127) 디니트로톨루엔 Dinitrotoluene 25321-14-6

1. 개요

1) 제조

디니트로톨루엔(dinitrotoluene, DNT)은 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4-, 및 3,5-DNT 등 6가지의 이성체가 있으며 상업용으로 쓰이는 DNT는 혼합물로써 2,4-DNT가 76%, 2,6-DNT가 19%이고, 나머지는 기타 이성체로 구성되어 있다.

DNT는 연속 공정에서 황산 존재 하에 질산으로 2-단계로 톨루엔을 니트로화시킴으로써 생성된다. 먼저 모노니트로톨루엔(MNT)이 생성되고 바로 DNT가 생성된다. 반응물은 유기 상과 수용액 상의 2층으로 나뉘고 불순물 제거를 위해 유기 상을 씻는다. 남은 황산은 재활용하고, 잔류 질산과 유기물은 제거한다. 이렇게 생성된 Tg-DNT에는 2,4-DNT가 약 75%, 2,6-DNT가 약 20%, 및 기타 DNT 이성체가 5% 정도 함유되어 있다. 2,4-DNT의 90%는 제한된 조건하에서 4-니트로톨루엔을 혼합 산(질산과 황산이 같은 그램분자량으로 혼합된 것)으로 계속 니트로화 시킴으로써 생성된다.

또 다른 생성과정은 이성체 혼합물이 생성되는 과정이다. 톨루엔을 2.1당량의 질산으로 비슷한 조건하에서 직접 니트로화 시키면 2,4-DNT와 2,6-DNT가 80:20의 비율로 생산되고, 때로 과다하게 존재하는 2-니트로톨루엔의 니트로화는 2,4-DNT와 2,6-DNT 혼합물 비율이 약 67:33으로 생성된다. 5-DNT는 혼합산으로 니트로톨루엔을 니트로화 하면 얻을 수 있다.

2) 용도

2,4-, 2,6- 및 3,5-이성체를 포함한 디니트로톨루엔은 톨루이딘, 폴리우레탄 수지 및 중합체 생산시의 중간산물인 톨루엔 디이소시아네이트(toluene diisocyanate, TDI)와 톨루엔디아민(toluene diamine, TDA) 제조, 염료 생산(아조 염료가 주인 *o*-아니시딘), 의약품(리도카인 lidocaine)제조, 살충제(빈클로조린 vinclozolin)제조, 그리고, 폭발물 제조, 셀룰로오즈 질산염 가소제, 추진제의 연소율 조정제, 그리고 무연화약 방수제로도 사용된다. 2,4-DNT는 자동차의 에어백 제조에도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적으로는 DNT 제조, 운송, TNT 제조, 아조 염료(azo dyes) 제조, 및 유기

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

합성 시 노출될 수 있으며 짧은 시간 동안 고농도에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	182.15	물리적 상태	액체	증기압	1mmHg(20℃)
끓는점	250℃(분해)	R-phrase	45,23/24/25,48/22,62,68,51/53	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.2 mg/m^3 STEL -				

2. 노출시나리오

ES01: 디니트로톨루엔 제조(저장)

① 시나리오 : 디니트로톨루엔 제조공정은 크게 원료투입·저장과 니트로화, 2-단계로 나뉜다. 원료인 톨루엔, 질산, 황산을 투입한다. 우선 톨루엔이 모노니트로화된 후, 한 번 더 니트로화 되면 디니트로톨루엔이 생성된다. 이때는 모노니트로톨루엔과 디니트로톨루엔이 공존한다. 이 반응은 대기압 하에서 수행되고, 생성된 디니트로톨루엔이 용융상태를 유지하기 위해 온도는 높아야 한다.

노출이 가능한 공정은 질화공정, 분리공정, 정제공정, 제품저장, 포장, 운반이다.

원료 투입(톨루엔, 98%질산, 황산) → 질화 반응 → 분리 → 정제 → 저장 → 포장→ 운송/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디니트로톨루엔 제조(포장)

① 시나리오 : 제조 후 탱크에 저장되어 있던 디니트로톨루엔은 운반차량(탱크로리, 보통 45,000ℓ)에 옮겨져 운송되는데, 이 때 운송차량에 디니트로톨루엔을 주입하기 위하여 주입관을 차량의 저장탱크에 탈·부착하는 과정에서 작업자가 다량의 디니트로톨루엔에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 디니트로톨루엔 제조(공정 청소)

① 시나리오 : 사업장마다 일정 기간 사용 후 전 공정을 돌아가며 청소하게 되는데(PTA, plant turn around), 이 과정에서 저장 탱크 및 연결관에 남아 있던 다량의 디니트로톨루엔이 그대로 흘러 나와 근로자가 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(128) 디메톡시메탄 Dimethoxymethane 109-87-5

1. 개요

1) 제조

디메톡시메탄은 소량의 염산 존재 하에서 메탄올의 증기상 산화에 의해 메탄올과 포름알데히드로부터, 또는 파라포름알데히드와 메탄올을 염화칼슘과 염산의 존재 하에서 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 향수, 인공 수지 제조
- 연고, 마취제, 수면제
- 특별한 목적의 연료, 접착제와 코팅 용제, 유기 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

디메톡시메탄은 휘발성이 매우 강하다. 직업적 노출은 용매로서, 유기합성, 향수, 반응제, 코팅제로 제조와 사용 시 주로 흡입과 피부접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	76.09	물리적 상태	액체	증기압	44kPa(330mmHg; 43% v/v)(20℃)
끓는점	41.6℃	R-phrase	11,19,36,37,38	Log Kow	0.0
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 3,100 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디메톡시메탄의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 디메톡시메탄은 소량의 염산 존재 하에서 메탄올의 증기상 산화에 의하여 제조한다. 제조된 디메톡시메탄을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메톡시메탄의 제조(포장)

① 시나리오 : 디메톡시메탄은 소량의 염산 존재 하에서 메탄올의 증기상 산화에 의하여 제조한다. 제조된 디메톡시메탄을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(129) 디메틸벤젠[1] Dimethylbenzene 1330-20-7

1. 개요

1) 제조

석유 나프타의 접촉 리포밍에 의해 대규모로 생산한다. 공업적 수요가 많은 이성질체는 p- 및 o-디메틸벤젠으로 석유유분에서 이 2가지를 분리한다. 첫번째 방법은 1,2,3-트리메틸벤젠을 수소와 고온으로 가열해 메틸기를 하나만 탈거하는 방법이다. 둘째는 불균화법인데, 톨루엔을 실리카-알루미나 등 산성촉매 하에서 가압, 수소와 함께 가열하면 디메틸벤젠과 벤젠의 혼합물로 변화시키는 것이다. 셋째, 트리메틸벤젠과 톨루엔으로부터 2분자의 디메틸벤젠을 얻는다. 넷째, 혼합물 중의 m-디메틸벤젠을 o- 및 p-디메틸벤젠으로 이성질체화하는 방법이다. p-디메틸벤젠의 녹는점이 높기 때문에 혼합체를 냉각하여 p-디메틸벤젠을 단리할 수 있다.

그 밖에 코크스 제조 시 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- 테레프탈산을, 이소프탈산 제조 원료
- 수지, 페인트, 니스, 접착제, 코팅제, 고무, 페녹시 알칸 제초제, 폴리에폭사이드 수지의 용매
- 염료와 유기물의 제조
- 살균제
- 현미경의 유침, 현미경의 세척제
- 항공 가솔린
- 석영수정진동기의 제조
- 향수, 살충제, 의약품, 가죽산업에서 사용
- 간접 식품 첨가제로 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

직업적으로는 디메틸벤젠의 생산과 석유생산품의 사용, 화학적 용매 그리고 유기합성 시약으로써의 사용이 이루어지는 작업장에서 일하는 근로자들이 흡입이나 피부접촉을 통해 노출될 수 있다. 디메틸벤젠은 연료로 사용되는 가솔린 관련 물질의 배출을 통해 대기로 방출되며, 주유소나 정제소와 가까운 곳에서 대량의 디메틸벤

1) 방향족 탄화수소의 하나로 크실렌 이라고도 한다. o-(오르토), m-(메타), p-(파라) 등 3종의 이성질체가 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

젠에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	106.16	물리적 상태	액체	증기압	8.9hPa(6.7mmHg)(20℃)
끓는점	144℃	R-phrase	10,20/21,38	Log Kow	3.12-3.20
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 435 mg/m^3			STEL 150 ppm / 655 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸벤젠 제조(시료채취)

① 시나리오 : 원유에서 벤젠을 생산하는 사업장은 접촉분해나 접촉개질에 의하여 벤젠을 함유하는 탄화수소유를 얻고, 이것을 추출하고 분류하여 벤젠, 톨루엔, 디메틸벤젠을 함께 제조한다. 파이프라인 중간밸브에서 완제품 생산라인까지 매일 2회 디메틸벤젠 시료를 채취하는 과정에서 근로자가 디메틸벤젠에 노출될 수 있다.

원료투입(가솔린 범위 C_6~C_9의 나프타와 설포란(sulfolane) 추출) → 석유 촉매 전환 재생성 반응(500℃에서 파라핀 환 생성 및 탈수소화) → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메틸벤젠 제조(현장점검)

① 시나리오 : 원유에서 벤젠을 생산하는 사업장은 접촉분해나 접촉개질에 의하여 벤젠을 함유하는 탄화수소유를 얻고, 이것을 추출하고 분류하여 벤젠, 톨루엔, 디메틸벤젠을 함께 제조한다.

공정 운전은 조정실에서 업무지시에 따라 점검원들이 현장순회를 하며, 현장 운전상태를 점검하는 것으로 펌프, 컴프레서(compressor), 냉각기, 파이프라인, 스팀, 플렌지, 열교환기, 히터, 정유기(vessel), 게이지(압력기, 유량 게이지) 등을 점검한다. 현장 점검 시 근로자가 디메틸벤젠에 노출될 수 있다.

원료투입(가솔린 범위 C_6~C_9의 나프타와 설포란(sulfolane) 추출) → 석유 촉매전환 재생성 반응(500℃에서 파라핀 환 생성 및 탈수소화) → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에는 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 스크린 인쇄[1](잉크 희석)

① 시나리오 : 나무, 알루미늄, 철 등에 스크린 망사를 팽팽히 편 상태로 유지한다. 감광액을 스퀴지 및 바켓드 등을 사용하여 스크린 사면에 도포하고, 아크등, 수은등을 이용하여 건조한다. 자동 또는 반자동으로 인쇄하고, 선풍기를 이용하여 건조한다. 인쇄물을 규격 및 용도에 따라 톰슨기로 재단한다.

잉크 희석제로 디메틸벤젠을 사용하므로 노출될 수 있고, 건조작업 시 용제의 증발로 노출 될 수 있다. 그 밖에 작업 전 후, 판 세척시, 잉크 주입시, 작업 중 잉크통 주변에서 수리 및 보수 시 환기가 불충분한 작업장에서 장기적으로 작업 시 유기 용제 증기에 노출 될 수 있다.

준비 → 망사매기 → 제판(감광유제 도포) → 노광 → 인쇄 → 건조 → 재단

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 스크린 인쇄는 망목사 조직위에 틀을 만들고 스퀴지 또는 고무롤러로 이 망목을 통해 잉크를 밀어내어 인쇄하는 방법이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 영구 프레파라트[1](Preparat) 제조(용매로 사용)

① 시나리오 : 시료가 생체인 경우는 삼투압과 용질이 적당한 수용액을 봉입제로 쓴다. 고정된 생체의 경우는 되도록 얇은 조각으로 만들어 슬라이드글라스에 부착하고, 필요에 따라 염색처리한 뒤 침투성이 좋고 유리에 가까운 굴절율을 갖는 봉입제(글리세롤 등)로 봉입한다. 장기간 보존·운반하려면 침투성이 좋고 휘발성인 용매(크실렌 등)로 녹인 유리에 가까운 굴절률을 가진 안정된 고분자물질(발삼 등)을 침투시킨 다음 용매를 휘발시켜 고체화시킨다. 이것을 영구 프레파라트라 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 현미경 관찰을 위하여 시료를 슬라이드글라스와 커버글라스 사이에 봉입한 표본으로 영어로는 preparation이라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 분무(스프레이) 도장 공정

① 시나리오 : 분무도장을 하기 위해 습식도장 부스내 가공품을 입고시키고 스프레이 건(Gun)으로 유성페인트를 분사하여 도장하는 공정이다. 작업자는 이러한 유성페인트 및 희석제로 사용되는 신너 성분인 '디메틸벤젠(또는 크실렌)'에 노출된다.

도장 부스 내 가공품 입고 → 분무도장 공정 → 다음 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 방수제 제조(투입)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, TDI와 MEK의 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입한다. 저장조에 저장되어 있던 원료의 투입작업은 공급 파이프 라인의 밸브 조작에 의하여 투입되며, 투입되는 이 과정에서 공기 중에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	45 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.026 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 방수제 제조(반응)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, TDI와 MEK의 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응이 진행된다. 투입된 원료는 밀폐된 반응기내에서 다른 원료들과 혼합되어 반응 및 교반작업이 이루어지며, 제품 사양에 따라 요구되는 반응시간이 다르며 신발바닥제의 경우 보통 1일 4시간 이상 반응작업이 진행된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	46톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 방수제 제조(포장)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, TDI와 MEK의 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응작업 완료 후, 반응기 하단부위와 연결된 파이프 라인의 밸브조절을 조작하여 작업자가 수동으로 일정량(18ℓ) 단위로 포장용기에 담는 포장작업이 진행되고 이 과정에서 작업공간에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	46 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 계면활성제 제조(투입)

① 시나리오 : 계면활성제 생산시 반응제 및 첨가제로 사용되며, 원재료의 반응기 투입시나 작업자가 설비를 조작하는 작업에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 가스충진 제품용기 도장 작업

① 시나리오 : 가스충진용 제품용기의 외관을 분무 도장하는 작업에서 도료와 신너를 희석하여 사용하는 공정이다. 도료(페인트)와 희석하여 사용하는 희석제(신너)에 크실렌이 함유되어 있어 분무 도장작업 과정에서 작업공간에 증기상태로 노출된다.

도장 부스 내 가스충진용 제품용기 입고 → 분무도장 공정 → 다음 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 희분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(130) 디메틸벤젠(오르토-이성체) Dimethylbenzene(o-isomers) 95-47-6

1. 개요

1) 제조

방향족 탄화수소의 하나로 크실렌 이라고도 한다. o-(오르토), m-(메타), p-(파라) 등 3종의 이성질체가 있다. 이전에는 석탄의 가스경유로 만들었으나 최근에는 석유 나프타의 접촉 리포밍에 의해 대규모로 생산한다. 공업적 수요가 많은 이성질체는 p- 및 o-디메틸벤젠으로 석유유분에서 이 2가지를 분리한다. 첫번째 방법은 1,2,3-트리메틸벤젠을 수소와 고온으로 가열해 메틸기를 하나만 탈거하는 방법이다. 둘째는 불균화법인데, 톨루엔을 실리카-알루미나 등 산성촉매 하에서 가압, 수소와 함께 가열하면 디메틸벤젠과 벤젠의 혼합물로 변화시키는 것이다. 셋째, 트리메틸벤젠과 톨루엔으로부터 2분자의 디메틸벤젠을 얻는다. 넷째, 혼합물 중의 m-디메틸벤젠을 o- 및 p-디메틸벤젠으로 이성질체화하는 방법이다. p-디메틸벤젠의 녹는점이 높기 때문에 혼합체를 냉각하여 p-디메틸벤젠을 단리할 수 있다.

그 밖에 코크스 제조 시 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- 가소제 생산 원료,
- 알킬 수지, 유리-강화 폴리에스테르 수지, 프탈산 무수물의 제조
- 비타민, 제약 합성물, 염료, 살충제, 자동차 연료의 제조
- 고성능의 폴리이미드 중합체 제조의 중간물질
- 벤조페노테트라카르복시레이트 무수물, 4-클로로-오-크실렌, 헥사 플루로프로판-2.2-bis(페닐-3,4-디타르복실산 무수물), pendimethalin, 프탈로디니트릴, o-톨루산, 2-(트리플루로메틸)benzoyl fluoride, 3,4-xylidine의 합성에 화학 중간체로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적으로는 디메틸벤젠(오르토 이성질체)의 생산과 석유생산품의 사용, 화학적 용매 그리고 유기 합성 시약으로써의 사용이 이루어지는 작업장에서 일하는 근로자들이 흡입이나 피부접촉을 통해 노출될 수 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	106.16	물리적 상태	액체	증기압	8.9hPa(6.7mmHg)(20℃)
끓는점	144℃	R-phrase	10,20/21,38	Log Kow	3.12
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 435 mg/m^3			STEL 150 ppm / 655 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸벤젠(오르토 이성질체) 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 디메틸벤젠 오르토 이성질체는 혼합 디메틸벤젠 중에 약 20% 함유되어 있는데, 혼합 크실렌을 정밀 증류하면 탑상으로부터 에틸벤젠을, 탑저로부터 디메틸벤젠 오르토 이성질체를 분리할 수 있다. 품질관리를 위한 시료 채취 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메틸벤젠(오르토 이성질체) 제조(포장)

① 시나리오 : 디메틸벤젠 오르토 이성질체는 혼합 디메틸벤젠 중에 약 20% 함유되어 있는데, 혼합 크실렌을 정밀 증류하면 탑상으로부터 에틸벤젠을, 탑저로부터 디메틸벤젠 오르토 이성질체를 분리할 수 있다. 제조가 완료된 후 증류탑으로부터 드럼관 또는 탱크로리에 주입, 포장 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 무수프탈산[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 촉매 존재 하, 디메틸벤젠 오르토 이성질체의 산화에 의하여 얻는다. 디메틸벤젠 오르토 이성질체를 계량하여 반응기에 투입 시 근로자가 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무수프탈산은 염료, 가소제, 살충제 제조 산업 및 제약, 분석화학에서 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(131) 디메틸벤젠(메타-이성체) Dimethylbenzene(m-isomers) 108-38-3

1. 개요

1) 제조

방향족 탄화수소의 하나로 크실렌 이라고도 한다. o-(오르토), m-(메타), p-(파라) 등 3종의 이성질체가 있다. 이전에는 석탄의 가스경유로 만들었으나 최근에는 석유 나프타의 접촉 리포밍에 의해 대규모로 생산한다. 공업적 수요가 많은 이성질체는 p- 및 o-디메틸벤젠으로 석유유분에서 이 2가지를 분리한다. 첫번째 방법은 1,2,3-트리메틸벤젠을 수소와 고온으로 가열해 메틸기를 하나만 탈거하는 방법이다. 둘째는 불균화법인데, 톨루엔을 실리카-알루미나 등 산성촉매 하에서 가압, 수소와 함께 가열하면 디메틸벤젠과 벤젠의 혼합물로 변화시키는 것이다. 셋째, 트리메틸벤젠과 톨루엔으로부터 2분자의 디메틸벤젠을 얻는다. 넷째, 혼합물 중의 m-디메틸벤젠을 o- 및 p-디메틸벤젠으로 이성질체화하는 방법이다. p-디메틸벤젠의 녹는점이 높기 때문에 혼합체를 냉각하여 p-디메틸벤젠을 단리할 수 있다.

그 밖에 코크스 제조 시 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- 용매, 염료, 유기 합성물 (이소프탈산, 이소프탈오니트릴, 5-t-butyl-m-크실렌)의 중간체
- 살충제, 항공연료
- 폴리에스테르와 알킬수지를 제조하는데 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적으로는 디메틸벤젠(메타 이성질체)의 생산과 석유생산품의 사용, 화학적 용매 그리고 유기 합성 시약으로써의 사용이 이루어지는 작업장에서 일하는 근로자들이 흡입이나 피부접촉을 통해 노출될 수 있다. 디메틸벤젠(메타 이성질체)는 연료의 방출이나 가솔린 관련 물질의 배출을 통해 대기로 방출되는데, 일반인들은 오염된 대기의 흡입을 통해, 특히 교통이 혼잡한 곳, 주유소나 정제소와 가까운 곳에서 대량으로 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	106.16	물리적 상태	액체	증기압	11.2hPa(8.4mmHg)(20℃)
끓는점	139.3℃	R-phrase	10,20/21,38	Log Kow	3.20
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 435 mg/m^3			STEL 150 ppm / 655 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸벤젠(메타-이성체) 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 혼합디메틸벤젠에 진한 황산을 가하면 디메틸벤젠 메타 이성질체와 선택적으로 반응해 부가물을 만들어 분리한다. 이 부가물을 수소로 분해하면 디메틸벤젠 메타 이성질체를 얻을 수 있다. 품질관리를 위한 시료 채취 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메틸벤젠(메타-이성체) 제조(포장)

① 시나리오 : 혼합 디메틸벤젠에 진한 황산을 가하면 디메틸벤젠 메타 이성질체와 선택적으로 반응해 부가물을 만들어 분리한다. 이 부가물을 수소로 분해하면 디메틸벤젠 메타 이성질체를 얻을 수 있다. 제조가 완료된 후 드럼관 또는 캔에 주입, 포장 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 크실렌수지[1](xylene resin) 제조(투입)

① 시나리오 : 디메틸벤젠 메타 이성체와 포름알데히드를 강한 산 촉매를 써서 반응시키면 분자량 500정도의 노란색 끈끈한 수지가 얻어진다. 디메틸벤젠 메타 이성체를 계량하여 투입 시 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 열경화성 수지로 페놀수지와 혼합하여 페놀수지의 내수성의 개량 등에 사용한다. 또 알키드수지·멜라민수지 등으로 변성한 것은 도료로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 크실렌 페놀 수지[1](Xylene-phenol resin) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 황산을 촉매로 하여 메타크실렌과 포름알데히드를 반응시켜 송진 모양의 크실렌 수지를 만들고, 이것을 페놀로 변성시켜서 만든다. 제조된 크실렌 페놀 수지를 분석하기 위하여 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 15ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 자일렌수지를 페놀로 변성시켜 만든 열경화성 합성수지로 전기절연성, 내수성 및 내 알칼리성이 뛰어나다. 고무의 첨가제나 도료 등에 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 이소프탈산[1](isophthalic acid) 제조(투입)

① 시나리오 : 디메틸벤젠 메타 이성질체를 촉매 존재 하, 산화시키면 생성된다. 디메틸벤젠 메타 이성질체를 계량하여 반응기에 투입 시 근로자가 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리에스테르의 개질재, 내열성 고분자 원료로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(132) 디메틸벤젠(파라-이성체) Dimethylbenzene(p-isomers) 106-42-3

1. 개요

1) 제조

방향족 탄화수소의 하나로 크실렌 이라고도 한다. o-(오르토), m-(메타), p-(파라) 등 3종의 이성질체가 있다. 이전에는 석탄의 가스경유로 만들었으나 최근에는 석유 나프타의 접촉 리포밍에 의해 대규모로 생산한다. 공업적 수요가 많은 이성질체는 p- 및 o-디메틸벤젠으로 석유유분에서 이 2가지를 분리한다. 첫번째 방법은 1,2,3-트리메틸벤젠을 수소와 고온으로 가열해 메틸기를 하나만 탈거하는 방법이다. 둘째는 불균화법인데, 톨루엔을 실리카-알루미나 등 산성촉매 하에서 가압, 수소와 함께 가열하면 디메틸벤젠과 벤젠의 혼합물로 변화시키는 것이다. 셋째, 트리메틸벤젠과 톨루엔으로부터 2분자의 디메틸벤젠을 얻는다. 넷째, 혼합물 중의 m-디메틸벤젠을 o- 및 p-디메틸벤젠으로 이성질체화하는 방법이다. p-디메틸벤젠의 녹는점이 높기 때문에 혼합체를 냉각하여 p-디메틸벤젠을 단리할 수 있다.

그 밖에 코크스 제조 시 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- 폴리에스테르 수지, 약품, 살충제 합성 시 사용
- 디메틸 테레파탈레이트, 테레프탈산의 화학적 중간물
- 제초제 용매(디메틸 테트라글로로테레파탈레이트)의 화학적 중간체
- 페인트나 인쇄교역에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적으로는 디메틸벤젠 파라 이성질체의 생산과 석유생산품의 사용, 화학적 용매 그리고 유기 합성 시약으로써의 사용이 이루어지는 작업장에서 일하는 근로자들이 흡입이나 피부접촉을 통해 노출될 수 있다. 디메틸벤젠 파라 이성질체는 연료의 방출이나 가솔린 관련 물질의 배출을 통해 대기로 방출되는데, 일반인들은 오염된 대기의 흡입을 통해, 특히 교통이 혼잡한 곳, 주유소나 정제소와 가까운 곳에서 대량으로 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	106.16	물리적 상태	액체	증기압	11.2hPa(8.4mmHg)(20℃)
끓는점	138.35℃	R-phrase	10,20/21,38	Log Kow	3.20
노출기준(노동부)	TWA 100 ppm / 435 mg/m^3			STEL 150 ppm / 655 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸벤젠(파라-이성체) 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 불화수소와 삼불화붕소의 혼합물이 디메틸벤젠 메타 이성질체와 선택적으로 콤플렉스를 만드는 성질을 이용해 디메틸벤젠 메타 이성질체를 분리하면, 나머지의 디메틸벤젠 오르토 이성질체와 에틸벤젠은 증류로, 디메틸벤젠 파라 이성질체는 심냉분리법을 통해 결정을 얻거나, 혹은 제오라이트계 고형 흡착제를 이용하여 선택적으로 디메틸벤젠 파라 이성질체를 분리 할 수 있다. 품질관리를 위한 시료 채취 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메틸벤젠(파라-이성체) 제조(포장)

① 시나리오 : 불화수소와 삼불화붕소의 혼합물이 디메틸벤젠 메타 이성질체와 선택적으로 콤플렉스를 만드는 성질을 이용해 디메틸벤젠 메타 이성질체를 분리하면, 나머지의 디메틸벤젠 오르토 이성질체와 에틸벤젠은 증류로, 디메틸벤젠 파라 이성질체는 심냉분리법을 통해 결정을 얻거나, 혹은 제오라이트계 고형 흡착제를 이용하여 선택적으로 디메틸벤젠 파라 이성질체를 분리 할 수 있다. 제조가 완료된 후 드럼관 또는 탱크로리에 주입, 포장 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 테레프탈산(terephthalic acid) 제조(투입)

① 시나리오 : 코발트 등의 중금속 촉매를 쓰는 p-크실렌의 공기산화나 프탈산 칼륨을 고온에서 이성질체화시키는 헨켈법으로 제조하고 있다.[1] 디메틸벤젠 파라 이성체를 계량하여 투입 시 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 테레프탈산과 글리콜의 폴리에스테르(폴리에틸렌테레프탈레이트섬유)는 테토론이라는 합성섬유의 상품명으로 알려져 대량 생산된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(133) 디메틸 설페이트 Dimethyl sulfate 77-78-1

1. 개요

1) 제조

기름(oleum)과 메탄올의 혼합물을 증류하여 제조한다.

메탄올과 클로로술폰산의 상호작용에 의한 감압 증류에 의해 제조된다.

메탄올에 퓨밍(fuming) 황산의 첨가 후 얻은 황산수소메틸을 진공 증류하여 얻는다.

2) 용도

- 염료제조, 향수, 광유(mineral oil)의 분리를 위한 용매
- 아민, 페놀의 메틸화 작용제
- 농업, 직물 연화제, 염료, 합성 약품과 다양한 중간체의 메틸화, 황산화 작용제
- 폴리우레탄 기본의 접착제
- 과거 전쟁용 독가스로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

디메틸 설페이트의 직업적 노출은 주로 흡입과 피부접촉을 통해 일어나고, 아민과 페놀의 메틸화 작용제로서 사용 시, 또는 다양한 중간체와 생산품의 생산과 사용 시 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	126.13	물리적 상태	액체	증기압	0.067kPa(0.5mmHg; 700ppm)(20℃)
끓는점	188℃(분해)	R-phrase	45,25,26,34	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸 설페이트[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 발연황산과 건조한 메탄올의 반응으로 생성되는 황산수소메틸을 증류하여 얻는다.
근로자의 디메틸 설페이트의 노출은 포장 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 히드록시기나 아미노기에 메틸기를 도입하는 시약으로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 황산구리[1] 제조 (원료투입)

① 시나리오 : 산화구리(Ⅰ)와 디메틸 설페이트의 반응으로 합성된다. 수용액에서는 물과 작용하면 곧 가수분해되어 구리황산구리(Ⅱ)·산화구리(Ⅱ)가 생성된다.
근로자의 디메틸 설페이트에 노출은 원료 투입 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 구리의 황산염으로 구리의 산화수 Ⅰ과 Ⅱ의 화합물이 있다. 황산구리(Ⅱ)는 물을 흡수하여 청색을 띠므로 유기액체 속의 수분 검출과 탈수에 쓰인다. 황산구리(Ⅱ) 5수화물은 살균제, 유리 세척제, 목재 부패 방지용으로 쓰인다. 또한 석회유와의 혼합액은 보르도액이라고 하며, 포도의 노균병 예방에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 메틸셀룰로오스(methyl cellulose) 제조(현장관리)

① 시나리오 : 셀룰로오스를 수산화나트륨 수용액과 디메틸 설페이트로 메틸화하거나 알칼리 셀룰로오스와 염화메틸을 가압솥 안에서 반응시켜 얻는다. 1)

근로자의 디메틸 설페이트에 노출은 반응기 등을 관리하는 현장관리 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출2) : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화3) : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법4) : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 메톡시기를 27~37% 함유하는 것은 수용성이며, 38~43%인 것은 유기용매에 용해된다. 호제·점화제·에멀션 안정제, 천의 사이즈제 등으로 사용되며, 독이 없어 식품·화장품에도 흔히 배합된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아니솔(anisole) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 페놀과 수산화나트륨의 수용액에 황산디메틸을 떨어뜨려 메틸화하거나, 페놀과 요오드화메틸을 디메틸포름아미드에서 탄산칼륨무수물과 가열・환류하면 얻을 수 있다. 시판품의 불순물은 주로 물・페놀・알코올 등이다. 정제방법은 묽은 수산화나트륨수용액으로 씻은 후 다시 물로 씻고 염화칼슘무수물로 건조시켜 질소기류 내의 금속 나트륨 존재 아래서 증류한다.[1)]

근로자의 디메틸 설페이트에 노출은 품질관리를 위한 시료채취/분석 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2)] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기용제・향료・살충제로 이용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 요오드화메틸(methyl iodide) 제조(첨가)

① 시나리오 : 요오드화칼륨의 수용액에 황산디메틸을 첨가하면 얻어진다. 메틸화제로 사용되며 의약품 발포제로 쓰인다.[1)]
근로자의 디메틸 설페이트에 노출은 첨가 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 메틸화제로 사용되며 의약품 발포제로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(134) 디메틸아닐린 Dimethylaniline 121-69-7

1. 개요

1) 제조

디메틸아닐린은 온도와 압력의 존재 하에서 아닐린과 메틸알콜에 황산을 첨가하여 제조한다. 또는 오토클레이브(autoclave)와 증류기에서 아닐린, 아닐린 염산염, 그리고 메틸알콜의 혼합물을 가열하여 제조한다.

2) 용도

- 바닐린, 분석용 시약
- 색소 합성 시 중간체(메틸레드, 말라카이트 그린, 메틸바이올렛, 크리스탈바이올렛, 메틸렌블루)
- 유리 섬유수지의 경화제
- 페니실린 및 세팔로스포린 제조
- 추출 용제, 아실기 반응제, 안정제 (acid acceptor)

3) 노출 및 결정인자[1)]

디메틸아닐린의 직업적 노출은 주로 흡입과 피부접촉을 통해 일어나고 염료 중간체, 용매, 안정제(산 억셉터)로의 사용 및 반응제로서의 생산과 사용을 통해 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	121.18	물리적 상태	액체	증기압	0.1kPa이하(1mmHg이하)(20℃)
끓는점	192.8℃, 213~226℃	R-phrase	23/24/25,40,51/53	Log Kow	2.31
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 25 mg/m^3			STEL 10 ppm / 50 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸아닐린 제조(포장)

① 시나리오 : 디메틸아닐린은 온도와 압력의 존재 하 에서 아닐린과 메틸알콜에 황산을 첨가하여 제조한다. 작업자는 제조된 디메틸아닐린을 드럼이나 용기에 주입하여 포장하며 이 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.36 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 미힐러케톤(Michler's ketone)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염화아연의 존재 하에서 p-디메틸아미노벤조일클로라이드와 디메틸아닐린을 반응시켜 얻는다. 미힐러케톤은 장치화 된 설비에 의해 생산되며 원료 및 중간생성물의 분석을 통해 품질관리를 하고 있다. 시료분석을 위해 작업자는 소량의 디메틸아닐린을 채취하게 되어 노출이 발생된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염료를 합성의 중간체로 4,4'-비스(디메틸아미노)벤조페논의 별명이다. 크리스털바이올렛 ·아우라민 등의 트리페닐메탄계 염료의 합성중간물질로서 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 말라카이트그린[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 벤즈알데히드를 염산 또는 황산 존재 하에 디메틸아닐린과 축합하여 p, p`-디아미노트리페닐메탄을 만들고 이것을 이산화납과 산으로 산화하면 생성된다. 원료로 디메틸아닐린이 투입되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리페닐메탄계 염기성 염료로서 아닐린그린 또는 빅토리아그린 B(또는 WB)라고도 한다. 각종 섬유 ·잡화 등의 염색에 사용되며, 화학분석용 시약 ·지시약으로도 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 메틸바이올렛[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 디메틸아닐린・페놀・황산구리・염화나트륨・소량의 물의 혼합물을 가열하고, 공기를 통하게 하여 산화・축합시켜 제조한다. 제조공정이 장치화되어 있지만, 원료 및 중간생성물에 의한 작업장 오염이 있을 수 있다. 설비를 점검하는 작업자는 디메틸아닐린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.36(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염기성 보라색 염료로서 트리페닐메탄계 염료에 속하는 파라로자닐린의 n-메틸체의 혼합물을 말한다. 물 및 에탄올에 녹아 보라색 용액을 만들고, 진한 황산에 녹이면 오렌지색 용액이 된다. 섬유 외에 종이・목재의 염색, 잉크・안료・크레용・타이프라이터 리본 등의 제조에도 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 테트릴(tetryl)[1] 제조(시료분석)

① 시나리오 : n,n-디메틸아닐린을 질산·황산의 혼합산으로 니트로화하거나, 2,4-디니트로클로로벤젠과 메틸아민으로 2,4-디니트로메틸아닐린을 만든 뒤 니트로화하여 합성한다. 품질관리를 위해 소량 채취한 시료를 실험실에서 분석하게 되며, 실험실 작업자는 디메틸아닐린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 1ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 폭발력이 매우 크고 예민한 감도를 가지므로 현재 전폭약으로서 광업용 및 군용으로 널리 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(135) 디메틸아세트아미드 Dimethyl acetamide 127-19-5

1. 개요

1) 제조

디메틸아세트아미드는 트리스(디메틸아미도)포스페이트(tris(dimethylamido) phosphate)와 아세트산무수물, 또는 아세트산무수물과 디메틸포름아미드를 반응시켜 얻는다.

아세트산과 디메틸아민, 메틸 아세테이트와 디메틸아민, 또는 디메틸아민과 메틸 아세테이트 및 메탄올의 불변끓음 혼합물(azotrope)을 반응시켜 얻는다.

디메틸아민과 아세트산무수물의 반응에 의해서도 제조할 수 있다.

2) 용도

- 플라스틱, 수지, 전해질의 용제, 결정화와 정제의 고순도 용제, 그 밖에 다른 산업용 용제
- 촉매, 페인트 제거제

3) 노출 및 결정인자[1)]

디메틸아세트아미드의 직업적 노출은 용제, 화학반응 매질(medium), 그리고 촉매의 생산과 사용 시 주로 흡입과 피부접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	87.12	물리적 상태	액체	증기압	0.192kPa(1.5mmHg; 1,700ppm)(20℃)
끓는점	163~165℃	R-phrase	20/21,36	Log Kow	-0.77
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 35 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸아세트아미드 제조(포장)

① 시나리오 : 디메틸아세트아미드는 아세트산과 디메틸아민을 합성하여 제조한다. 제조된 디메틸아세트아미드는 드럼이나 용기에 포장되어 출고되고, 포장작업에서 디메틸아세트아미드의 노출이 있을 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디메틸아세트아미드 제조(시료분석)

① 시나리오 : 디메틸아세트아미드는 아세트산과 디메틸아민을 합성하여 제조한다. 제품의 품질관리를 위해 원료나 생성물의 성분분석을 하며, 이러한 시료분석 작업에서 디메틸아세트아미드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아크릴섬유[1] 제조(건조)

① 시나리오 : 아크릴섬유는 아크릴로니트릴 첨가중합으로 만드는 폴리아크릴로니트릴을 디메틸아세트아미드에 녹여 습식으로 실을 뽑아 아크릴 필라멘트를 만든다. 용제로 사용되는 디메틸아세트아미드가 잔존하는 아크릴 필라멘트를 건조하는 공정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 아크릴섬유는 자외선 등에 안정하므로 텐트·자동차 지붕·노천용 가구·차양용으로 쓰이고, 실내에서는 커튼용으로 적합하다. 의류용으로는 100% 아크릴이나 양모와 혼방하여 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(136) 디메틸포름아미드 Dimethylformamide 68-12-2

1. 개요

1) 제조

메틸 포메이트와 디메틸아민, 디메틸아민과 포름산, 디메틸아민과 시안화수소, 또는 시안화수소와 메탄올을 반응시켜 얻는다.

110~120℃, 350kPa에서 메톡사이트나트륨 촉매 하, 액화 일산화탄소와 디메틸아민을 반응시켜 얻을 수도 있다.

2) 용도

- 수지 또는 폴리비닐클로라이드나 폴리아크릴로니트릴과 같은 극성 중합체(polar polymer)의 용제
- 분석 화학용, 유기용제합성용, 보호용 코팅, 가스 흡착제
- 잉크, 또는 색소의 용제
- 인조피혁, 우레탄계 합성피혁, 접착제
- 필름, 페인트 제거제, 화학약품, 염색제

3) 노출 및 결정인자[1)]

인조피혁제조, 합성섬유 제조, 섬유코팅가공, 아세틸렌 정제, 부타디엔 제조, 약품, 염색약, 페인트 및 페인트 제거제 제조, 윤활유 추출, 수지 제조 시 디메틸포름아미드에 노출 될 수 있다. 직업적인 노출은 흡입과 피부를 통해서 일어난다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	73.09	물리적 상태	액체	증기압	2.6mmHg(20℃)
끓는점	153℃	R-phrase	61,20/21,36	Log Kow	-1.01
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 30 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디메틸포름아미드 제조(포장)

① 시나리오 : 디메틸아민과 일산화탄소의 반응에 의해 제조한다. 나트륨메틸레이트를 촉매로 10~200atm, 상온~130℃에서 반응시킨다. 수율은 디메틸아민에 대하여 90~100%이다. 용매로는 메탄올을 사용한다.

근로자의 디메틸포름아미드에 노출은 소분/포장 공정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 자동차 내장재 생산(표면처리코팅)

① 시나리오 : 바닥재, 자동차 내장재, 시트류 생산업체에서는 PVC 합판(접착)력을 부여하기 위해 디메틸포름아미드를 표면처리코팅제로 사용한다. 전처리 도장공정은 표면처리제 코팅공정으로 자동화 되어 있고 코팅제의 디메틸포름아미드 함량은 약 20%이다. 밀폐식 국소배기장치가 설치되어 있으며 도장실 내부는 회전식 노즐이 있어 건조오븐에 들어가기 전에 전원단에 분사하여 표면을 코팅처리한다. 간헐적인 작업으로 지속적으로 노출되지는 않는다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 승화형 필름, 라텍스 생산(조색)

① 시나리오 : 승화형 필름, 라텍스 생산 공정에서 무색의 필름 원단을 롤러를 따라 자동으로 인쇄하는 과정에서 디메틸포름아미드에 노출된다. 디메틸포름아미드는 조색실에서 잉크용제로 사용, 혼합탱크에서 자동 혼합되어 공급된다. 조색실과 실험실은 격리되어 있으나 필름 인쇄공정은 격리되어 있지 않다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 문구케이스 제작(합포)

① 시나리오 : 문구케이스를 제작 시, 원료인 종이, PVC(Poly vinyl chloride)를 입고하여 인쇄지에 PVC를 붙이고(전사) 다시 종이를 제거하여 PVC에 백색 합지한다(합포). 생산된 케이스를 고주파로 성형, 가공하여 문구케이스 완제품을 생산한다.

디메틸포름아미드는 전사 및 합포 공정의 코팅제로 사용되어 이 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 4.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 계면활성제 제조(투입)

① 시나리오 : 계면활성제의 원료로 디메틸포름아미드가 사용된다. 디메틸포름아미드, urea, NP5, sulpamic acid 등의 원료를 혼합하기 위해 진공으로 반응기에 투입하는 과정에서 작업자가 디메틸포름아미드에 노출된다. 작업은 1일 1회 작업으로 10분정도 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 폴리우레탄 수지 제조(투입)

① 시나리오 : 폴리우레탄 수지 제조 시, 디메틸포름아미드, 톨루엔, MEK, PU 등을 저장탱크에서 배관을 통해 자동으로 반응기에 투입하여 마지막 반응과정을 거쳐 폴리우레탄 제품으로 생산, 포장한다. 노출 가능 공정은 반응공정에서 맨홀로 타 원료를 투입 시, 마지막 포장단계(1일 2시간)에서 배관을 통해 탱크 및 드럼에 주입할 때이다. 생산제품인 폴리우레탄 수지에는 디메틸포름아미드가 5~30% 함유되어 있다.

반응기 맨홀에 부재료 투입 공정과 포장 공정에 국소배기장치가 설치되어 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 지도부딘(AIDS 억제제) 제조(첨가)

① 시나리오 : 고형으로 투입된 원재료의 반응을 용이하기 위한 용제로 디메틸포름아미드가 사용되며, 반응기에 진공펌프로 투입한다. 노출시간은 하루 1~2시간으로 일주일에 2~3일 정도 간헐작업으로 이루어진다.

디메틸포름아미드를 반응기에 투입하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.18 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(137) 디부틸포스페이트 Dibutyl phosphate 107-66-4

1. 개요

1) 제조

IUCLID, HSDB, ACGIH, EPA등의 데이터베이스와 문헌, 인터넷 검색 등을 통하여 디부틸포스페이트의 제조 방법을 얻을 수 없었다.

2) 용도

- 유기 촉매제
- 화학적 합성을 위한 공급 원료(feedstock)
- 페놀 수지 및 요소 수지의 제조에서 촉매제로 사용
- 금속 분리 및 추출에서 촉매제로 사용
- 페인트 제조(cross-linking을 위한 촉매제)에 사용
- 가소제, 수압 유체, 소포제
- 열 교환 절연체 매개물에서도 사용
- 직물 산업에서는 정전기 방지제

3) 노출 및 결정인자[1)]

디부틸포스페이트를 제조하고 사용하고 금속 분리 및 추출에 사용하는 작업과정에서 호흡 기관과 피부 접촉을 통해서 디부틸포스페이트에 대한 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	210.21	물리적 상태	액체	증기압	1mmHg(20℃)
끓는점	100℃이상에서 분해	R-phrase	36,37,38	Log Kow	2.29
노출기준(노동부)	TWA 1 ppm / 5 mg/m^3			STEL 2 ppm / 10 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 피혁가지제 제조(현장점검)

① 시나리오 : 지방알코올과 인산화물을 반응시켜 천연유와 혼합한 뒤 다시 황산화물과 반응시켜 제조한다. 인산화물로 디부틸포스페이트가 사용되며, 원료로 투입되어 반응하는 밀폐장치를 점검하는 작업자에게 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(138) 디부틸프탈레이트 Dibutyl phthalate 84-74-2

1. 개요

1) 제조

3족 지방성 아민의 존재 하에 프탈산과 부틸 할라이드로부터 제조 할 수 있다.

촉매 존재 하, 또는 존재하지 않는 고온 상태에서 부틸, 옥틸 알코올을 프탈산 무수물과 에스테르화시킨다. 에스테르화는 일상적인 압력이나 진공에서 수행되고, 반응 중 생성된 물은 제거된다. 반응은 연속 또는 비연속 방법으로 수행될 수 있다.

2) 용도

- 니트로셀룰로스 랙커에서 가소제, 엘라스토머(elastomers), 플라스틱류, 손톱 광택제
- 폭약, 로켓추진제
- 압력계액
- 곤충 구산제
- 염화고무, 염료, 화장품, 헤어 스프레이, 데오도란트, 향료, 유류, 방직물, 윤활유, 보호안경, 기타 화학물질의 용제
- 종이 코팅, 접착체

3) 노출 및 결정인자[1)]

디부틸프탈레이트의 직업적 노출은 주로 흡입과 피부접촉을 통해 일어나고, 가소제, 수지에 대한 용매, 연료 추진제, 곤충 구산제로서의 생산과 사용을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	278.34	물리적 상태	액체	증기압	0.001hPa(1mmHg이하)(20℃)
끓는점	340℃	R-phrase	50,61,62	Log Kow	4.9
노출기준(노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디부틸프탈레이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 무수프탈산과 n-부탄올과의 에스테르 반응에서 합성한다. 품질관리를 위한 시료 채취 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.46 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디부틸프탈레이트 제조(포장)

① 시나리오 : 무수프탈산과 n-부탄올과의 에스테르 반응에서 합성한다. 제조된 디부틸프탈레이트를 분석하기 위하여 채취, 분석할 때 노출될 수 있다. 제조가 완료된 후 반응기에서 드럼관 또는 석유캔으로 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 7 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305, 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리염화비닐 제조(첨가)

① 시나리오 : 폴리염화비닐을 만들 때 사용하는 화학 첨가제로, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP), 디부틸프탈레이트(DBP), 부틸벤질프탈레이트(BBP), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 등이 있다. 반응용기에 가소제를 계량하여 소량 첨가하는 과정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 래커(lacquer)[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 래커 제조 시 가소제는 디부틸프탈레이트나 인산트리크레실 등이 주로 사용된다. 반응용기에 가소제를 계량하여 첨가하는 과정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 11.19 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2.24 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 셀룰로오스 도료라고도 한다. 넓은 뜻으로는 니트로셀룰로오스·아세틸셀룰로오스·에틸셀룰로오스·벤질셀룰로오스 등 셀룰로오스 유도체를 기재로 하고, 여기에 수·가소·안·용제 등을 첨가한 도료를 말하나, 좁은 뜻으로는 니트로셀룰로오스를 주요 성분으로 하는 도료를 가리킨다. 니트로셀룰로오스는 질소성분이 10.8~12.2%인 것이 사용되는데, 도막은 단단하나 부서지기 쉽고 인성 ·부착성이 부족하기 때문에 수지나 가소제를 첨가해서 질을 개선하였다. 도막형성은 주로 용제의 증발에 따른 건조에 의한다. 수지로서는 초기에 다마르, 오늘날에는 피마자유·야자유 등의 불건성유를 변성시킨 단유성의 알키드수지 등이 많이 쓰인다. 용제는 아세트산에스테르·아세트산부틸 등에 조용제인 메탄올·부틸알코올, 희석제인 벤졸·톨루엔 등을 배합한 것을 사용한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(139) 1,2-디브로모에탄 1,2-Dibromoethane 106-93-4

1. 개요

1) 제조

1,2-디브로모에탄은 가스상 에틸렌과 브롬의 반응을 통한 열을 소산(dissipation)하는 방법으로 제조된다. 자유산은 활용되고, 제품은 정제를 위해 분별증류 된다. 또는 아세틸렌과 브롬화수소산으로부터 제조되기도 한다.

상업적 제조 공정은 유리 분리관 반응기(glass column reactor)에서 에틸렌과 브롬의 연속된 공급에 의해 수행된다. 제조된 1,2-디브로모에탄은 반응기에서 연속적으로 얻어지고, 저장탱크에 저장된 후 소량의 전환되지 않은 개시 물질을 제거하기 위해 자외선을 조사한다.

2) 용도

- 지방류, 왁스류, 셀룰로이드 고무 수지류 및 유류의 용제
- 납의 청소제로서 휘발유에 첨가
- 훈증제, 다른 취소화합물 합성의 중간제품, 색소 및 의약품 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,2-디브로모에탄의 직업적 노출은 주로 흡입, 피부접촉을 통해 일어나고, 염료, 의약품, 폴리머, 그리고 다른 화학물질의 생산과 사용을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	187.88	물리적 상태	액체	증기압	14.63hPa(11mmHg; 1.4% v/v) (25℃)
끓는점	132℃	R-phrase	45,23/24/25,36/37/38,51/53	Log Kow	1.96
노출기준 (노동부)	TWA - STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1,2-디브로모에탄의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 유리 분리관 반응기(glass column reactor)에서 에틸렌과 브롬의 연속된 공급에 의해 수행된다. 제조된 1,2-디브로모에탄은 반응기에서 연속적으로 얻어지고, 저장탱크에 저장된 후 소량의 전환되지 않은 개시 물질을 제거하기 위해 자외선을 조사한다. 품질관리를 위한 시료 채취 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,2-디브로모에탄의 제조(포장)

① 시나리오 : 유리 분리관 반응기(glass column reactor)에서 에틸렌과 브롬의 연속된 공급에 의해 수행된다. 제조된 1,2-디브로모에탄은 반응기에서 연속적으로 얻어지고, 저장탱크에 저장된 후 소량의 전환되지 않은 개시 물질을 제거하기 위해 자외선을 조사한다. 제조가 완료된 후 저장탱크에서 용기로 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(140) 디비닐 벤젠 Divinyl benzene 1321-74-0

1. 개요

1) 제조

디비닐벤젠의 제조는 에틸벤젠 생산의 부수물로서 얻어진 디에틸벤젠의 이성체(isomer) 혼합물의 탈수소화(dehydrogenation)로 얻는다. 이 이성체의 혼합물은 제조과정에서 적합한 폴리머화 억제제와 함께 진공 증류를 통하여 분리가 이루어진다.

2) 용도

- 이온교환 수지 및 젤 여과 크로마토그래피용 폴리스틸렌 수지
- 고무, 건조유, 주조수지의 중합원료
- 불포화 폴리에스테르의 원료
- 치아 충전제 성분
- 지단백 이화작용을 증가시키기 위한 약물로서 사용되는 콜레스티라민의 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

디비닐벤젠의 직업적 노출은 주로 흡입, 피부접촉을 통해 일어나고, 특별한 합성고무, 건조유, 이온교환수지, 주조 수지(casting resin), 그리고 폴리에스테르의 중합 단량체(polymerization monomer)의 생산과 사용을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	130.19	물리적 상태	액체	증기압	0.579mmHg(25℃) 0.7718hPa
끓는점	195~200℃	R-phrase	36,37,38	Log Kow	3.8
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 50 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디비닐벤젠의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 디비닐벤젠의 제조는 에틸벤젠 생산의 부수물로서 얻어진 디에틸벤젠의 이성체 혼합물의 탈수소화(dehydrogenation)로 얻어지고, 이 이성체의 혼합물은 제조과정에서 적합한 폴리머화 억제제와 함께 진공 증류를 통하여 분리가 이루어진다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디비닐벤젠의 제조(포장)

① 시나리오 : 디비닐벤젠의 제조는 에틸벤젠 생산의 부수물로서 얻어진 디에틸벤젠의 이성체 혼합물의 탈수소화(dehydrogenation)로 얻어지고, 이 이성체의 혼합물은 제조과정에서 적합한 폴리머화 억제제와 함께 진공 증류를 통하여 분리가 이루어진다. 제조물질을 드럼관, 캔, 또는 탱크로리에 주입하여 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100, 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 이온교환막[1](ion-exchange membrane)의 보강제(첨가)

① 시나리오 : 균질이온교환막[2] 제조 시, 기계적 세기를 보강하기 위해 화학물질을 첨가하는데, 특히 스티렌과 디비닐벤젠을 함유하는 페이스트를 보강제로 이용하고, 이것을 염화비닐로 피복하여 가열한 후 이온교환기를 도입한다. 디비닐벤젠을 함유한 보강제를 계량하여 소량 첨가 시 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이온교환 기능을 가진 막. 선택투과막이라고도 한다. 이온교환수지 등의 이온교환체(이온교환물질)를 막 모양으로 성형한 것으로 이온교환막은 아주 작은 구멍이 많이 있으며, 이를 통해 물 또는 유기용매가 투과할 수 있는 그물눈 구조의 막이다. 생체막의 연구와 전기화학적 연구가 합쳐져 개발된 것으로, 이온의 선택투과성이 매우 높은 것이 장점이다.

2) 균질이온교환막은 막 전체가 고도의 다리걸침에 의해 화학적으로 결합되어 있고, 다수의 이온교환기가 균일하게 분포되어 있는 균질 구조의 막이다. 불균질이온교환막은 겉보기에는 균질막으로 되어 있으나, 실질적으로는 막 구성 고분자물질과 이온교환성 물질이 서로 얽혀져 기계적 세기에 큰 장점이 있다. 균질이온교환막은 불균질이온교환막 에 비해 기계적 세기는 떨어지지만 전기전도성이 우수하다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 이온교환수지[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 스티렌과 디비닐벤젠을 과산화벤조일을 촉매로 해서, 폴리비닐알코올(polyvinylalcohol), 벤토나이트(bentonite)와 같은 현탁제 수용액 중에서 가열하여 입상 중합체를 만들고, 이것을 진한 황산으로 설폰화하여 R-SO3H형의 강산성 양이온 교환수지를 만든다. 이것에 여러 가지 작용기를 도입하고 다리걸침도는 디비닐벤젠의 양으로 조절한다. 디비닐벤젠을 계량하여 투입할 때 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이온 교환 수지는 가벼운 다공성 고체로 흔히 작은 알갱이, 구슬, 판의 형태로 만든다. 수지가 용액에 잠기면 용액을 흡수하여 팽윤된다. 특수한 이온을 교환하기 위해 적당한 화학적 조성과 물리적 성질을 가지고 있는 수지를 임의로 합성할 수 있다. 산업용과 가정용 이온 교환 수지는 물에서 칼슘·마그네슘·철·망간의 염을 없앨 때나(수질연화과정), 설탕의 정제과정, 그리고 광석에서 금·은·우라늄 같은 귀중한 원소들을 농축하는 데 쓰인다. 또한, 화학분석에서 이온성 물질을 분리하거나 농축하기 위해서 쓰이며, 어떤 이온 교환 수지들은 합성에서, 특히 에스테르화 반응과 가수분해반응에서 촉매로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: HPLC[1] 컬럼 제조

① 시나리오 : 고성능액체크로마토그래피 시스템은 이동상과 고정상으로 이루어져 있는데, 100% 디비닐벤젠 폴리머를 고정상 충진제로 사용한다. 컬럼에 디비닐벤젠을 충전 할 때 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고성능액체크로마토그래피(High Performance Liquid Chromatography)라고도 한다. 보통의 액체크로마토그래피에서 입자를 더욱 작게 하고, 가는 분리관을 사용해서 알맞은 압력을 가하여(입자를 작게 하면 액체의 통과가 느려지므로) 용매를 흘리면, 기체크로마토그래피와 같은 속도로, 또한 뛰어난 분리기능을 얻을 수 있다. 최근 충전제 ·고압펌프 ·검출기 등의 기술적 문제가 해결되어 천연물 유기화학 ·임상화학 등의 분야에서 이용하게 되었다. 150℃의 온도와 8000psi의 압력에서도 안정하며 다양한 용매에 사용이 가능하고 pH 0-14 범위의 이동상에도 안정적이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(141) 디설피람 Disulfirame 97-77-8

1. 개요

1) 제조

디설피람은 디에틸아민과 이황화탄소를 알코올의 냉각된 용액에서 요오드의 용액에서 처리를 통해서 제조된다. 얼음물을 첨가해서 디설피람의 분리를 촉진시킬 수 있다.

2) 용도

- 고무촉진제(rubber accelerator), 가황기(vulcanizer), 고무의 열처리제
- 종자소독제(seed disinfectant), 진균 살균제
- 알코올 중독 치료제

3) 노출 및 결정인자[1)]

디설피람의 직업적 노출은 주로 흡입, 피부접촉을 통해 일어나고, 고무촉진제, 가황기, 종자소독제, 진균 살균제등의 생산과 사용을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	296.54	물리적 상태	고체	증기압	11.6×10^{-4}hPa(25℃)
끓는점	117℃	R-phrase	22,43,48/22,50/53	Log Kow	3.88
노출기준(노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디설피람 제조(시료채취)

① 시나리오 : 디설피람은 디에틸아민과 이황화탄소를 알코올의 냉각된 용액에서 요오드의 용액에서 처리를 통해서 제조된다. 얼음물을 첨가해서 디설피람의 분리를 촉진시킬 수 있다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디설피람 제조(포장)

① 시나리오 : 디설피람은 디에틸아민과 이황화탄소를 알코올의 냉각된 용액에서 요오드의 용액에서 처리를 통해서 제조된다. 얼음물을 첨가해서 디설피람의 분리를 촉진시킬 수 있다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 항주제[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 항주제의 원료로 사용한다. 디설피람을 투입하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 술에 대한 혐오감을 느끼게 하는 성질이 있는 알콜중독 치료제이다. 보통 생체 내의 알코올에서 발생한 아세트알데히드는 알데히드산화효소에 의해 산화되고, 아세트산이 되어 해독되지만, 이 약의 복용에 의하여 그 산화가 억제되고 체내에 알데히드가 축적되어 중독 증세를 일으킨다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(142) 디시클로펜타디엔 Dicyclopentadiene 77-73-6

1. 개요

1) 제조

디시클로펜타디엔은 분해 석유 분별(cracked petroleum fraction)에서 생성된 탄화수소 증기를 복원(recovery)하여 제조한다. 그리고 코크스로(coke oven)산업의 부산물로 생성된다. 완전 분해 된 제품의 증류액이 100℃가량 가열되면 단량체 시클로펜타디엔은 디시클로펜타디엔으로 전환된다.

2) 용도

- 아마씨와 대두유의 경화제
- 엘라스토머의 경화제
- 농약의 중간체로서 시클로펜타디엔의 제조에 사용
- 페로센(ferrocene) 화합물의 생산
- 페인트와 니스, 수지 제조
- 플라스틱의 가연성 지연제
- 의약·향료 등의 원료

3) 노출 및 결정인자[1)]

석유화학산업의 분해에 의해서 얻게 되지만, 자연 상태에서 생산되는 것은 알려져 있지 않다. 직업적 노출은 흡입, 피부접촉을 통해 일어나고, 화학 중간체로서 생산과 사용을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	132.21	물리적 상태	고체	증기압	1.8662hPa / 1.4mmHg(20℃)
끓는점	170℃	R-phrase	11,20/22,36/37/38,51/53	Log Kow	3.16
노출기준(노동부)	TWA 5 ppm / 30 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디시클로펜타디엔 제조(시료채취)

① 시나리오 : 디시클로펜타디엔은 상업적으로 분해 석유 분별 (cracked petroleum fraction)에서 생성된 탄화수소 증기를 복원(recovery)하여 제조한다. 완전 분해 된 제품의 증류액이 100℃가량 가열되면 단량체 시클로펜타디엔은 디시클로펜타디엔으로 바뀌게 된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디시클로펜타디엔 제조(포장)

① 시나리오 : 디시클로펜타디엔은 상업적으로 분해 석유 분별 (cracked petroleum fraction)에서 생성된 탄화수소 증기를 복원(recovery)하여 제조한다. 완전 분해 된 제품의 증류액이 100℃가량 가열되면 단량체 시클로펜타디엔은 디시클로펜타디엔으로 바뀌게 된다. 제조물질을 용기에 포장 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 시클로펜타디엔(cylopentadiene)[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 디시클로펜타디엔을 열분해시켜 시클로펜타디엔을 얻는다. 디시클로펜타디엔을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 농약의 중간체
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에틸렌프로필렌 3성분 혼성중합체 EPT[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 헵탄 용액 속에서 부틸알루미늄과 사염화바나듐을 촉매로 사용하여 −50℃에서 에틸렌과 프로필렌을 작용시키면 고무상의 중합체 에틸렌프로필렌고무[2]가 생기는데, 이것은 이중결합이 적어 가황을 할 수 없어 성형하기가 곤란하므로 1,4−헥사디엔, 디시클로펜타디엔, 에틸리덴노르보르넨 등의 디엔을 5% 이하 첨가 가하여 에틸렌프로필렌 3성분혼성중합체 EPT를 만든다. 디시클로펜타디엔을 계량하여 소량을 첨가할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) ethylenepropylene terpolymer(EPT)는 EPDM(ethylene−propylene diene methylene linkage)라고도 불리며, 내후성, 내오존성, 내열시효성, 내약품성, 전기특성, 내한성 및 저온특성이 뛰어나 전선의 피복, 방수시트, 타이어의 사이드월, 자동차부품(라디에이터 호스 등), 공업용품, 건축재료 등으로 쓰인다.

2) 에틸렌과 프로필렌(6:4~7:3)을 치글러−나타촉매로 혼성중합한 비결정성 고분자로 EPR라고 약칭하며, EPM이라고도 한다.

3) https://www.ecetoc−tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(143) 1,2-디아미노에탄 1,2-Diaminoethane 107-15-3

1. 개요

1) 제조

1,2-디아미노에탄은 에틸렌글리콜 또는 염화에틸렌과 암모니아가 니켈 또는 구리 촉매 하에서 반응하여 제조된다. 주로 염화에틸렌과 액체 암모니아가 100℃에서 반응하여 생성된다.

에탄올아민과 암모니아의 반응에 의해서도 제조된다. 연속공정으로, 에탄올아민, 암모니아, 수소가 코발트 촉매 하에 20MPa, 150~230℃의 조건에서 생성된다.

2) 용도

- 카세인, 알부민, 셀락(shellac), 그리고 황의 용제
- 고무 안정제, 부동액의 억제제, 직조 윤활제, 제약(아미노필린 주입 안정제)
- 염료, 합성 왁스, 수지, 농약, 아스팔트 습윤제 등의 제조
- 제초제, 계면활성제, 유화제, 확산제, 부식 억제제
- 진균제, EDTA같은 킬레이트제의 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,2-디아미노에탄의 직업적 노출은 화학 중간체로서의 생산 및 방출 시, 증기나 에어로졸의 흡입, 피부접촉을 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.10	물리적 상태	액체	증기압	1.33kPa(10mmHg)(20℃)
끓는점	116.1℃	R-phrase	10,21/22,34,42/43	Log Kow	-22~-25℃
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 25 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1,2-디아미노에탄 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 1,2-디아미노에탄은 염화에틸렌과 암모니아가 니켈 또는 구리 촉매 하에서 100℃에서 반응하여 생성된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,2-디아미노에탄 제조(포장)

① 시나리오 : 1,2-디아미노에탄은 염화에틸렌과 암모니아가 니켈 또는 구리 촉매하에서 100℃에서 반응하여 생성된다. 제조물질을 용기에 포장/출하 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에틸렌디아민테트라아세트산[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 1,2-디아미노에탄과 클로로아세트산나트륨을 수산화나트륨 용액 속에서 가열 반응시키고, 염산을 가하면 침전물로서 얻을 수 있다. 1,2-디아미노에탄을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid)라고 한다. 고무·식물유·의약·식품 등에 함유된 유해금속의 제거·비활성화, 섬물의 연화제, 보일러의 청정, 의학 응용으로서 X선조영제, 신장결석의 제거, 혈액의 응고 방지, 분석화학의 응용으로서 각종 금속이온의 킬레이트적정시약, 비색분석용 시약, 마스킹제, 희토류원소이온의 분리 등에 널리 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 산화에틸렌 제조(시설점검)

① 시나리오 : 아질산과 1,2-디아미노에탄을 반응시켜 얻는다. 제조과정에서 제조시설의 현장점검 시에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 폴리아미드아민의 제조(포장)

① 시나리오 : 건성지방산에서 유도한 다이머산에 1,2-디아미노에탄을 반응시켜서 얻는다. 제조된 폴리아미드 아민을 포장할 때에 미반응 1,2-디아미노에탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(144) 디아세톤 알코올 Diaceton alcohol 123-42-2

1. 개요

1) 제조

디아세톤 알코올은 수산화바륨 또는 수산화칼슘과 아세톤의 반응에 의해 제조된다. 수산화칼륨과 아세톤의 공업적 공정을 사용하여 생산되기도 한다.

2) 용도

- 메시틸 산화물(mesityl oxide), 헥살렌 글리콜(hexalene glycol)및 기타 유기 화학물 합성의 중간체
- 셀룰로스 아세테이트, 니트로셀룰로스, 셀룰로이드 지방, 기름, 왁스, 염료, 수지의 용제
- 부동액, 유압액, 약품에서 보존제
- 급속 건조 잉크의 제조, 사진 필름, 금속 청결제
- 인공 비단, 가죽의 제조, 코팅과 머서화법(mercerization)

3) 노출 및 결정인자[1)]

디아세톤 알코올의 직업적 노출은 다양한 물질의 용제, 첨가제, 또는 합성 중간체로서 생산과 사용 시 흡입, 피부접촉을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	116.16	물리적 상태	액체	증기압	1.0hPa(0.8mmHg)(20℃)
끓는점	169.2℃	R-phrase	36	Log Kow	-0.098
노출기준(노동부)	TWA 50 ppm / 240 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디아세톤 알코올 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 디아세톤 알코올은 수산화바륨 또는 수산화칼슘과 아세톤의 반응에 의해 제조된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디아세톤 알코올 제조(포장)

① 시나리오 : 디아세톤 알코올은 수산화바륨 또는 수산화칼슘과 아세톤의 반응에 의해 제조된다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100, 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 골드그라스[1] 가공(첨가)

① 시나리오 : 골드그라스 가공 시, 접착제로 염화 메틸렌, 이염화 에틸렌을 사용하는데, 넓은 면적을 접착할 경우 이염화메틸렌(에틸렌)에 빙초산 또는 디아세톤 알코올을 첨가하면 기포 발생 감소 및 백화 현상을 방지 할 수 있다. 디아세톤 알코올을 계량하여 첨가 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 골드그라스는 열가소성 플라스틱의 일종인 아크릴 수지(PMMA Resin)를 주원료로 하여 엘프(Elf Atochem)사에서 제조되는 아크릴 압출판의 상품명이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 인쇄 제거

① 시나리오 : 완구류, 전기·전자제품, 학용품 케이스, 용기류 등에 사용되는 PS, ABS, AS 수지는 유기 용제에 약하다. 따라서 불량 인쇄물 발생 시, 디아세톤 알코올을 탈지면에 묻혀 닦아내면 재질에 손상 없이 제거할 수 있다. 디아세톤 알코올을 탈지면에 묻혀 불량 인쇄물을 수작업으로 제거하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(145) 디에틸에테르 Diethyl ether 60-29-7

1. 개요

1) 제조

디에틸에테르는 황산의 존재 하 에탄올의 탈수화 또는 에텔렌(ethylene)의 수화에 의해 생산된다.

2) 용도

- 왁스, 지방, 오일, 향수, 식물염기(alkaloid), 알코올과 혼합된 니트로셀룰로오스의 용제
- 화약의 제조
- 가솔린 엔진의 프리머(primer)
- 유기합성의 반응제, 플라스틱, 페인트와 코팅
- 의약품, 과거 마취제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

디에틸에테르의 직업적 노출은 용제, 화약의 제조, 가솔린엔진의 프리머로서의 제조, 사용 시 흡입이나 피부접촉을 통하여 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.12	물리적 상태	액체	증기압	585hPa(438.9mmHg)(20℃)
끓는점	34.5℃	R-phrase	12,19,22,66,67	Log Kow	0.89
노출기준 (노동부)	TWA 400 ppm / 1,200 mg/m^3			STEL 500 ppm / 1,500 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디에틸에테르 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 에틸알코올과 황산을 140℃ 정도에서 반응시키면 생성된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디에틸에테르 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸알코올과 황산을 140℃ 정도에서 반응시키면 생성된다. 제조 물질을 드럼관, 캔, 또는 파운드 병에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.13 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305, 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 스칸듐의 분리(투입)

① 시나리오 : 스칸듐은 불용성 황산칼륨스칸듐으로 침전시키거나 디에틸에테르로 티오시안산스칸듐을 추출함으로써 다른 희토류 금속으로부터 분리한다. 디에틸에테르를 추출용매로써 반응기에 투입할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 강성용매[1](rigid solvent)의 제조(혼합)

① 시나리오 : 강성용매 EPA는 디에틸에테르, 2-메틸부탄(이소펜탄), 에틸알코올을 5:5:2의 비율로 혼합하여 제조한다. 디에틸에테르를 계량하여 반응기에 투입, 혼합 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 용액의 물성측정을 할 때, 용매를 강성상태로 하여 용질분자의 운동을 멈추게 하여 이용하는 수가 있는데, 이와 같은 특성을 가진 용매를 강성용매, 또는 강체용매라고 한다. 불안정하고 수명이 짧은 분자를 가두어 넣으면 분자는 안정되고 수명도 길어져, 그 광물성·광화학반응·방사선화학반응 등의 측정이 용이해진다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 티오황산(thiosulfuric acid) 제조(투입)

① 시나리오 : －78℃의 디에틸에테르 속에서 액체황화수소와 삼산화황을 반응시키고, －30℃에서 감압증류하여 용매를 제거함으로써 얻는다. 디에틸에테르를 용매로써 반응기에 투입 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 마취제 제조(투입)

① 시나리오 : 디에틸에테르를 물로 세척한 것을 염화칼슘으로 건조시켜 재증류한 것을 마취제로 사용한다. 디에틸에테르를 물로 세척하기 위해 투입 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(146) 디에틸케톤 Diethyl ketone 96-22-0

1. 개요

1) 제조

과량의 석회로 설탕을 증류하여 얻는다.

액체 매개물에서 에틸렌의 하이드로포밀화 반응(hydroformylation)이 발생할 때, 디에틸케톤이 주요 산물로서 나온다.

2) 용도

약품제조, 유기 합성 시 사용한다. 페인트의 용매로도 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

디에틸케톤의 제조 시, 그것을 페인트의 용매 그리고 유기 합성을 위한 개시물질로써 사용하는 작업과정에서 흡입과 피부 접촉을 통해 노출될 수 있다. 일반인은 이 화합물을 함유하는 식품 및 식수의 섭취를 통해 디에틸케톤에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.13	물리적 상태	액체	증기압	50.1hPa/37.7mmHg(25℃)
끓는점	101.5℃	R-phrase	11,37,66,67	Log Kow	0.99
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 705 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디에틸케톤 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 액체 매개물에서 에틸렌의 하이드로포밀화 반응이 발생할 때, 디에틸케톤이 주요 산물로서 생성된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 시료를 채취할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 24 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디에틸케톤 제조(포장)

① 시나리오 : 액체 매개물에서 에틸렌의 하이드로포밀화 반응이 발생할 때, 디에틸케톤이 주요 산물로서 생성된다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(147) 디에틸렌 트리아민 Diethylene triamine 111-40-0

1. 개요

1) 제조

에틸렌 디클로리드(ethylene dichloride)와 암모니아(ammonia)의 반응에 의해 제조된다.

2) 용도

- 섬유, 종이의 습윤강화제
- 에폭시수지의 경화제
- 반응성의(reactive) 폴리아미드 수지(polyamide resins), 지방 아미노아미드(fatty aminoamides), 지방 이미다졸린(fatty imidazolines)의 화학 중간체
- 유황, 각종 수지, 염료, 산성물질의 비누화 등의 용제
- 섬유 정전기방지제의 합성
- 킬레이트제(chelating agent)
- 의약품 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

디에틸렌 트리아민의 직업적 노출은 화학 중간체로서의 생산과 사용 시 흡입이나 피부접촉을 통하여 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	103.17	물리적 상태	액체	증기압	0.5hPa(0.37mmHg)(20℃)
끓는점	206.7℃	R-phrase	21/22,34,43	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 ppm / 4 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디에틸렌 트리아민 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 에틸렌 디클로리드(ethylene dichloride)와 암모니아(ammonia)의 반응에 의해 제조된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디에틸렌 트리아민 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸렌 디클로리드(ethylene dichloride)와 암모니아(ammonia)의 반응에 의해 제조된다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에폭시 수지 경화제(첨가)

① 시나리오 : 디에틸렌 트리아민[1]은 글리시딜에테르 수지의 상온경화 및 속경화를 필요로 할 때 사용한다. 디에틸렌 트리아민을 계량하여 반응기에 첨가 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 경화는 빠르지만 가사시간이 너무 짧고 급격히 발열하기 때문에 큰 주형물에는 사용할 수 없다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 정백당 제조(투입)

① 시나리오 : 정제 설탕은 원당을 이온교환수지 방법으로 정제하는 데, 이 때 사용되는 원료로는 스티롤, 디비닐벤졸, 과산화벤졸, 폴리비닐알코올, 벤조나이트, 농황산, 메타크릴산, 가성소다, 디에틸렌트리아민 등이다. 원당 정제 시 디에틸렌 트리아민을 투입하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 우레탄-아크릴 에멀션 수지의 쇄연장제(첨가)

① 시나리오 : 수지에 물을 첨가하여 수분산 시킨 후, 쇄연장제를 첨가하여 물과 반응하고 남은 이소시아네이트를 쇄연장 시킨다. 이소시아네이트의 당량비에 따라 50~90%의 쇄연장제를 첨가한다. 그러나 미반응 이소시아네이트가 모두 물과 반응한 시스템에서는 쇄연장제를 첨가하지 않는다. 디에틸렌 트리아민은 통상적으로 사용되는 쇄연장제 중 하나이다. 디에틸렌 트리아민을 계량하여 반응기에 첨가 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(148) 디에틸프탈레이트 Diethyl phthalate 84-66-2

1. 개요

1) 제조

프탈산 무수물과 알코올의 에스테르화에 의해 제조한다.

2) 용도

- 향수의 고정제
- 변성(denaturing) 알코올 제조
- 습윤제, 농약 스프레이, 장뇌(camphor) 대체용, 모기약, 고체 로켓 추진제의 가소제
- 셀룰로스 에스테르 플라스틱을 포함한 기타 플라스틱의의 가소제
- 염료 매개체(dye carrier)
- 식품 포장용도

3) 노출 및 결정인자[1)]

디에틸프탈레이트의 직업적 노출은 가소제, 수지의 용제, 습윤제, 방출제로서의 생산과 사용 시, 흡입이나 피부접촉을 통하여 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	222.23	물리적 상태	액체	증기압	18.62hPa/14mmHg(163℃), 30mmHg(182℃)
끓는점	298℃	R-phrase	-	Log Kow	2.47
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3(0.5ppm)			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디에틸프탈레이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 프탈산 무수물과 알코올의 에스테르화에 의해 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디에틸프탈레이트 제조(포장)

① 시나리오 : 프탈산 무수물과 알코올의 에스테르화에 의해 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 변성 알코올[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 변성 알코올 제조 시, 목재 알코올 및 벤젠을 변성제로 주로 첨가하나, 피리딘, 디에틸프탈레이트 또는 니코틴을 첨가하기도 한다. 디에틸프탈레이트를 계량하여 에틸알콜에 첨가 시, 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 변성 알코올은 식용으로 적합하지 않도록 다른 물질을 첨가한 에틸알콜이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(149) 디(2-에틸헥실)프탈레이트 Di(2-ethylhexyl)phthalate 117-81-7

1. 개요

1) 제조

디(2-에틸헥실)프탈레이트는 2-에틸핵사놀(2-ethylhexanol)과 프탈산무수물(phthalic anhydride)의 에스테르화에 의해 제조된다.

제조는 4개의 공정을 나눌 수 있는데, 1차 용해공정(mono esterification)에서는 프탈산무수물과 옥탄올을 투입하여 monoester를 형성한 뒤, 2차 반응공정(diesterification)에서 알코올에 추가 결합시켜 diester(DEHP)를 형성하게 된다. 3차 탈알콜공정(stripping)에서는 과잉 투입되어 잔존하는 알코올을 스팀을 투입해서 회수하게 되고 4차 정제/여과 공정(filtration)에서는 산과 미반응물을 알칼리로 중화시켜 필터를 통해 불순물을 분리하게 된다.

2) 용도

- 다양한 중합체의 가소제 (예: PVC 수지류와 염화비닐 보조중합체(코폴리머) 수지류)
- 콘덴서의 유전성 유체(dieleltric fluids)의 성분
- 지울수 있는 잉크의 용제
- 과수원에서 사용되는 살비제(acaricide), 농약제조에 사용되는 불활성 성분
- 진공 펌프 오일
- 공기 여과 시스템의 시험제(testing agent)
- 화장품, 액체 비누, 계면활성제, 장식 잉크, 랙커, 군수품, 공업 윤활유, 종이 제조 시 발포억제제(deforming agent)
- 사진 필름, 전선과 케이블, 접착제
- 전기 변압기의 절연액

사용에 있어서는 크게 폴리머와 비-폴리머로 나눌 수 있다. 폴리머의 경우 PVC 가소제로 바닥재, 필름, 타일, 생활카렌다의 생산용도로 사용되고, 비-폴리머의 경우는 PVC 착색제 용도로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

사용 회사에 따라서 DEHP 저장탱크에서 배관을 통해 이송 후 계량되어 혼합시

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

설로 이동할 경우 작업자에 대한 직접적인 노출 가능성이 없다고 보고한 경우도 있지만, 원료를 혼합하는 공정에서 DEHP에 대한 피부와 호흡기 노출 가능성이 있고 DEHP가 혼합된 원료를 코팅하는 과정에서 피부에 노출될 가능성이 있다.

디(2-에틸헥실)프탈레이트는 직업적으로 에어로졸의 흡입이나, 피부접촉을 통하여 노출이 주로 발생하고, 가소제, 변압기의 절연액등의 제조와 사용을 통하여 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	390.54	물리적 상태	액체	증기압	0.001kPa이하(0.01mmHg, 20℃)
끓는점	386℃	R-phrase	60,61	Log Kow	7.60
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3(0.3ppm)			STEL 10 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 디(2-에틸헥실)프탈레이트 제조(포장)

① 시나리오 : 디(2-에틸헥실)프탈레이트는 2-에틸핵사놀(2-ethylhexanol)과 프탈산무수물(phthalic anhydride)의 에스테르화에 의해 제조된다.

제조는 4개의 공정을 나눌 수 있는데, 1차 용해공정(mono esterification)에서는 프탈산무수물과 옥탄올을 투입하여 monoester를 형성한 뒤, 2차 반응공정(diesterification)에서 알코올에 추가 결합시켜 diester(DEHP)를 형성하게 된다. 3차 탈알콜공정(stripping)에서는 과잉 투입되어 잔존하는 알코올을 스팀을 투입해서 회수하게 되고 4차 정제/여과 공정(filtration)에서는 산과 미반응물을 알칼리로 중화시켜 필터를 통해 불순물을 분리하게 된다.

근로자의 디(2-에틸헥실)프탈레이트에 노출은 포장과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.32 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 바닥재 생산(첨가)

① 시나리오 : 바닥재 생산에 디(2-에틸헥실)프탈레이트는 가소재로 사용된다. 근로자는 가소재로서 첨가하는 공정에서 노출이 발생할 수 있다.
혼합→ 프리코팅→ 인쇄→ 코팅 및 발포→ 후가공→ 검사 및 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.65 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: PVC용 토너 제조(현장관리)

① 시나리오 : PVC 착생용도로 디(2-에틸헥실)프탈레이트가 사용되고, PVC 배합시 첨가하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.
국소배기시설을 설치하여 배기덕트를 통해 전기집진시설로 이송 처리되고, 여과된 나머지는 대기로 배출되는 과정을 거치게 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.32 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(150) 디우론 Diuron 330-54-1

1. 개요

1) 제조

3,4-디클로로페닐 이소시아네이트(3,4-Dichlorophenyl Isocyanate)와 디메틸아민(Dimethylamine)의 반응을 통해 얻는다.

순수에탄올을 3번 재결정화 하여 정화하는 방법으로 제조한다.

2) 용도

디우론은 광합성을 억제시키므로 주로 비작물성 지역에 일반적인 잡초 제거에 이용된다. 또한, 사탕수수, 감귤류, 파인애플, 목화, 아스파라거스, 온대기후의 나무 및 관목열매의 잡초 및 잎이 넓은 풀의 제거에 선택적으로 이용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

디우론을 제초제로 사용 시, 흡입이나 피부 접촉을 통해서 노출이 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	233.10	물리적 상태	고체	증기압	$2.66X10^{-7}$hPa/2×10^{-7}mmHg(30℃), 3.1×10^{-6}mmHg(50℃), 148×10^{-5}mmHg(100℃)
끓는점	189~190℃(분해)	R-phrase	22,40,48/22,50/55	Log Kow	2.68
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디우론 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 3,4-디클로로페닐 이소시아네이트와 디메틸아민의 반응을 통해 얻는다. 합성된 디우론의 품질관리를 위해서 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 디우론 합성 → 시료채취, 분석→ 포장 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디우론 제조(포장)

① 시나리오 : 3,4-디클로로페닐 이소시아네이트와 디메틸아민의 반응을 통해 얻는다. 포장공정은 포장용기에 디우론을 담는 충전작업이 자동화 공정인지 반자동화한 공정인지에 따라 노출 정도가 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우에는 모든 포장공정에서 작업자가 농약에 노출될 가능성은 높지 않다.

원료 투입 → 반응 → 디우론 합성 → 시료채취, 분석→ 포장 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 제초제 제형 생산(배합)

① 시나리오 : 디우론 원재료에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 디우론에 노출될 가능성이 많다.

원재료 투입 → 혼합탱크 → 저장탱크 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 제초제 살포(살포)

① 시나리오 : 제초제의 살포작업 중 제초제를 직접 살포하는 사람이 디우론에 가장 많이 노출된다. 제초제 살포 시, 아래를 향하여 살포하면 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하면 제초제가 바람에 비산하여 노출이 커질 수 있다.

제초제 살포 보조자는 제초제를 직접 살포하는 사람을 보조하는 작업을 하는데, 제초제 호스를 들고 따라다닌다. 직접 살포하는 작업자 다음으로 디우론에 많이 노출된다.

원재료 투입 → 농약 희석 → 농약 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(151) 디이소부틸케톤 Diisobutyl ketone 108-83-8

1. 개요

1) 제조

포론(phorone)의 환원, 혹은 아세톤과 이소프로필알코올로부터 제조한다.
또한, 중금속 염 존재 하 Isovaleric산의 분해를 통해서도 제조한다.
메틸 이소부틸케톤 제조 시 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- Nitrocellulose, 크레이프 고무, Vinylite, 합성코팅의 용매
- 합성수지의 분산제,
- 억제제, 조제약, 염색약, 해충제 합성 시 화학적 중간체

3) 노출 및 결정인자[1)]

디이소부틸케톤의 직업적 노출은 이를 사용하거나 생산하는 작업장에서 흡입이나 피부접촉을 통해서 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	142.23	물리적 상태	액체	증기압	2.3hPa(1.7mmHg)(20℃)
끓는점	163℃	R-phrase	10,37	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 150 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디이소부틸케톤 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 디이소부틸케톤은 산촉매 하 아세톤의 알돌 축합반응으로 제조한 포론(phorone)을 환원하여 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디이소부틸케톤 제조(포장)

① 시나리오 : 디이소부틸케톤은 산촉매 하 아세톤의 알돌 축합반응으로 제조한 포론(phorone)을 환원하여 제조한다. 제조물질을 드럼관 또는 탱크차에 주입, 포장 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화비닐필름 피복강판용 접착제 제조(첨가)

① 시나리오 : 염화비닐필름 피복강판용 접착제는 수지성분으로 폴리메틸메타크릴레이트 수지 100중량부에 대하여 아크릴로니트릴부타디엔 러버 10～30중량부, 폴리비닐클로라이드/폴리비닐아세테이트 공중합 수지 20～60중량부, 포화 지방족 폴리에스테르 20～50중량부, 에폭시 수지 20～50중량부를 함유한다. 상기한 수지성분에 경화제로 메틸이소부틸케톤, 메틸에틸케톤, 디이소부틸케톤, 톨루엔, 크실렌, 디아세톤알코올 및 부틸셀로솔부를 첨가하고 혼합유기용제시스템에 용해하여 제조한다. 디이소부틸케톤을 계량하여 반응기에 첨가 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 페인트 제거제 제조(투입)

① 시나리오 : 디이소부틸케톤은 페인트칠을 벗기는 용제에 약 10% 농축되어 있다. 페인트 제거제 제조 시, 디이소부틸케톤을 계량하여 반응기에 투입하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(152) 디이소프로필아민 Diisopropylamine 108-18-9

1. 개요

1) 제조

암모니아(또는 아민)를 산염화물・산무수물・에스테르 등으로 아실화 하여 제조한다. 이 밖에 니트릴에 물을 가하거나, 카르복시산의 암모늄염을 열분해하는 방법이 있다.

2) 용도

- 촉매제
- 의약품 제조
- 살충제 합성 시 화학적 중간생성물
- 메시틸 옥사이드(mesityl oxide)의 안정제

3) 노출 및 결정인자[1)]

디이소프로필아민의 직업적 노출은 이 물질을 화학적 중간생성물 및 촉매제로서 생산, 사용 시 흡입과 피부접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	101.19	물리적 상태	액체	증기압	79hPa/60mmHg(20℃)
끓는점	84.1℃	R-phrase	11,20/22,34	Log Kow	1.4
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디이소프로필아민 제조(시료채취)

① 시나리오 : 암모니아(또는 아민)를 산염화물・산무수물・에스테르 등으로 아실화하여 제조한다. 제조된 디이소프로필아민을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디이소프로필아민 제조(포장)

① 시나리오 : 암모니아(또는 아민)를 산염화물・산무수물・에스테르 등으로 아실화하여 제조한다. 제조된 디이소프로필아민을 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 리튬디이소프로필아미드[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 리튬디이소프로필아미드는 디이소프로필아민과 부틸리튬과의 반응으로 얻는다. 디이소프로필아민을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이 화합물은 각종 축합반응에서 양성자를 빼내는 시약(양성자추출제)으로 널리 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 세정제 제조(첨가)

① 시나리오 : 염소계 용제를 주재로 한 세정제가 금속제품의 산화를 유발하는 것을 방지하기 위하여 산화방지제[1]를 첨가하는데, 혼합세정제의 구성 용제와 화학적 반응이 억제되며, 밀도를 상승시키지 않고, 점도를 상승시키지 않는 산화방지제 중 하나로 디이소프로필아민을 첨가한다. 염소계 세정제 제조 과정에서 디이소프로필아민을 계량하여 반응기에 소량 첨가 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.0 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속제품의 제작 시 오염된 물질을 염소계 용제를 주재로 한 세정제로 세척할 때, 각종 원인에 의해 발생되는 금속제품의 부식 및 산화를 방지, 최소화하기 위하여 염소계 세정제용 산화방지제를 첨가한다. 염소계 유기용제의 혼합세정제에 산화방지제를 첨가하면 세정제의 pH 범위를 8~11로 유지할 수 있어 금속의 산화를 화학적으로 완충할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 알킬 페닐 프로피오네이트 유도체-14C[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 알킬 페닐프로피오네이트 유도체-14C는 알킬페닐아세테이트 유도체와 매틸할라이드-14C를 디이소프로필아민과 n-부틸리튬의 염기 존재 하에 테트라하이드로퓨란 용매에서 반응시켜 얻는다. 디이소프로필아민을 염기로 반응기에 첨가 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.0 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방사성 동위원소의 표지화합물로서, 그리고 의약품 중간체로 유용하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 톨테로딘 라세미체 제조(투입)

① 시나리오 : N,N-디이소프로필-3-(2-하이드록시-5-메틸페닐)-3-페닐프로판아민(톨테로딘 라세미체라고도 함)은 6-메틸-4-페닐-3,4-디히드로쿠마린을 환원시켜 개환하여 얻어진 화합물을 메탄술포닐화하고, 요오드화염과 N,N-디이소프로필아민을 연속으로 반응시킨 후, 얻어진 화합물을 가수분해하여 얻는다. 디이소프로필아민을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(153) 디쿼트 Diquat 2764-72-9(231-36-7)

1. 개요

1) 제조

디쿼트는 니켈 촉매하에서 피리딘을 산화시켜 에틸렌디브로마이드와의 반응에 의해 제조된다.

2) 용도

■ 제초제

3) 노출 및 결정인자[1)]

작업시 피부접촉이나 흡입을 통해 디쿼트에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	344.07	물리적 상태	고체	증기압	해당 안됨
끓는점	해당 안됨	R-phrase	22,26,36/37/38,43,48/25,50/53	Log Kow	없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3 STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디쿼트 제조(포장)

① 시나리오 : 디쿼트는 니켈 촉매하에서 피리딘을 산화시켜 에틸렌디브로마이드와의 반응에 의해 제조된다. 제조된 디쿼트는 용기에 포장되며, 이 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 제초제 제조(시료분석)

① 시나리오 : 디퀴트가 주원료가 되어 제초제가 제조된다. 작업자는 제조된 메틸이소프로필케톤의 품질관리를 위해 주기적으로 시료를 채취하여 분석하게 되는 데, 이 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(154) 디클로로디페닐트리클로로에탄 Dichlorodiphenyltrichloroethane(DDT) 50-29-3

1. 개요

1) 제조

DDT는 클로로벤젠과 트리클로로에탄올을 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 살충제, 농약

3) 노출 및 결정인자[1)]

DDT의 직업적 노출은 모든 종류의 살충제를 제조하거나 사용하는 작업자에게 발생한다. 특히 DDT를 손으로 다루는 것을 포함하는 작업은 심각한 노출로 이어질 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	354.48	물리적 상태	고체	증기압	2.1×10^{-7}hPa, 1.6×10^{-7}mmHg(20℃)hPa
끓는점	260℃	R-phrase	25,40,48/25,50/53	Log Kow	6.91
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: DDT 제조(시료 채취)

① 시나리오 : DDT는 클로로벤젠과 트리클로로에탄올을 반응시켜 제조한다. 합성된 DDT의 품질관리를 위해서 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

원료 투입 → 반응 → DDT 합성 → 시료채취, 분석 → 포장 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: DDT 제조(포장)

① 시나리오 : DDT는 클로로벤젠과 트리클로로에탄올을 반응시켜 제조한다. 포장공정은 포장용기에 DDT를 담는 충전작업이 자동화 공정인지 반자동화한 공정인지에 따라 노출 정도가 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우에는 모든 포장공정에서 작업자가 농약에 노출될 가능성은 높지 않다.

원료 투입 → 반응 → DDT 합성 → 시료채취, 분석→ 포장 → 검사, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: DDT 제형 생산(배합)

① 시나리오 : DDT 원재료에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 DDT에 노출될 가능성이 많다.

원재료 투입 → 혼합탱크 → 저장탱크 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포

① 시나리오 : 농약의 살포작업 중 농약을 직접 살포하는 사람이 DDT에 가장 많이 노출된다. 농약 살포 시, 아래를 향하여 살포하면 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하면 농약이 바람에 비산하여 노출이 커질 수 있다.

농약 살포 보조자는 농약을 직접 살포하는 사람을 보조하는 작업을 하는데, 농약 호스를 들고 따라다닌다. 직접 살포하는 작업자 다음으로 DDT에 많이 노출된다.

원재료 투입 → 농약 희석 → 농약 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(155) 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인
1,3-Dichloro-5,5-dimethylhydantoin 118-52-5

1. 개요

1) 제조

염소를 5,5-디메틸 하이단토인 수용액에 통과시키고, 진한 황산용액에 용해시켜 정제 한 후, 얼음물로 희석하여 제조한다.

2) 용도

- 염소화 물질, 소독제, 산업장 탈취제, 물 정화제, 가루형 세제의 주성분
- 아미노산, 의약품, 살충제 제조 시 중간생성물
- 염화비닐 중합체의 안정제
- 중합반응(polymerization)의 촉매제

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인 제제, 염소화 물질, 소독제, 산업장 탈취제, 세탁표백제 성분으로서의 사용, 약품, 아미노산, 살충제 합성의 중간생성물, 폴리머를 위한 촉매제 및 안정제로서의 사용은 다양한 폐기물 경로를 통해 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인의 환경으로 누출을 초래한다. 특히 물소독을 위한 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인의 사용은 직접적인 환경으로 누출의 원인이 된다. 직업적 노출은 이를 사용하는 작업장에서 피부 접촉을 통해 발생한다. 일반대중은 이 물질을 함유한 표백제에 피부접촉을 통하여 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	197.03	물리적 상태	고체	증기압	3.2×10^{-5}hPa,(25℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	8,22,36,37,38	Log Kow	-0.94
노출기준 (노동부)	TWA 0.2 mg/m^3		STEL 0.4 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 염소를 5,5-디메틸 하이단토인 수용액에 통과시키고, 진한 황산용액에 용해시켜 정제 한 후, 얼음물로 희석하여 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 시료를 채취할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인 제조(포장)

① 시나리오 : 염소를 5,5-디메틸 하이단토인 수용액에 통과시키고, 진한 황산용액에 용해시켜 정제 한 후, 얼음물로 희석하여 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 물 소독(투입)

① 시나리오 : 물을 살균하기 위해 분말 상태의 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인을 사용한다. 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인을 물에 희석해서 자동으로 투입한다. 따라서 작업 중 1,3-디클로로-5,5-디메틸 하이단토인에 노출될 가능성은 거의 없다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(156) 디클로로디플루오로메탄 Dichlorodifluoromethane 75-71-8

1. 개요

1) 제조

클로로포름・사염화탄소・육염화에탄 등을 원료로 하고 촉매를 사용해서 플루오르화수소와의 반응으로 만들어진 프레온[1]의 일종이다.

할로겐화 안티몬 촉매 하, 삼염화탄소와 플루오르화수소 무수물을 반응시켜 제조한다.

또는, 고온에서 Vinylidene fluoride을 염소화 하여 얻는다.

2) 용도

- 누수탐지 물질
- 음식냉동제
- 에어컨 냉각제, 플라스틱, 용매제로 사용
- 병리학에서 frozen tissue section의 준비과정에서 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

디클로로디플루오로메탄의 직업적 노출은 에어컨 수리점 같은 작업장에서 흡입과 피부접촉을 통해 발생할 수 있다. 과거 에어로졸 추진체로서의 사용, 거품생성물질, 냉각제로서의 사용 시 환경으로 유출되어 노출이 발생할 수 있었다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	120.92	물리적 상태	기체	증기압	6465hPa/4850mmHg(20℃)
끓는점	-29.8℃	R-phrase	-	Log Kow	2.16
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 4,950 mg/m^3			STEL -	

1) 종류에는 프레온-11(트리클로로플루오르메탄:CCl3F), 프레온-12(디클로로디플루오르메탄:CCl2F2), 프레온-22(클로로디플루오르메탄:CHClF2) 등이 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 디클로로디플루오로메탄 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 할로겐화 안티몬 촉매 하, 삼염화탄소와 플루오르화수소 무수물을 반응시켜 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디클로로디플루오로메탄 제조(포장)

① 시나리오 : 할로겐화 안티몬 촉매 하, 삼염화탄소와 플루오르화수소 무수물을 반응시켜 제조한다. 액화된 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 냉매로 사용(충전)

① 시나리오 : 증기압축식냉동기의 냉매는 열을 줄 때 응축하기 때문에 증발압력이 낮지 않고 응축압력이 높지 않은 물질로 R(Refrigerant:냉매)-12, R-22 등의 프레온계 냉매를 사용한다. 냉동기 생산 시 디클로로디플루오로메탄(R-12)으로 이루어진 냉매를 충전하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 기체절연제[1]로 사용(투입)

① 시나리오 : 기체절연재료로 절연 내력이 큰 기체로는 프레온, 육플루오르황 등이 사용된다. 절연제가 함유된 부품을 조립하는 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 전기 기계나 전기 기구를 절연하는 데 쓰는 기체로 고전압 기구에서는 높은 압력의 기체를 많이 쓴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(157) 디클로로메탄 Dichloromethane 75-09-2

1. 개요

1) 제조

2가지 방식으로 제조된다. 과거에 많이 사용되는 방식은 염소와 메탄을 고온에서 직접 반응시키는 방법이다. 최근에는 메틸클로라이드와 염소를 반응시키고 있으며, 이 반응은 대개 가스단계에서 열에 의해 수행된다. 하지만, 액체상태에서는 저온고압상태에서 실행된다.

염화메틸을 염소화하거나 클로로포름을 아연과 아세트산으로 환원하면 얻어지는 화합물이다.

클로로포름과 사염화탄소는 메틸클로라이드의 염소화에 의한 메틸렌 클로라이드 생산에서 공동으로 생산된다. 비록, 메틸렌 클로라이드가 매우 안정적인 화합물로 알려져 있지만, 작은 양의 안정제가 제조시기에 더해진다.

2) 용도

- 브로모클로로메탄 및 기타 화학제의 성분
- 페인트 제거제
- 커피, 향신료, 맥주의 호프에서 카페인을 빼는 추출물 용매로 사용
- 금속세정제, 금속에서의 증기 탈지제
- 섬유업체의 운반용매
- 냉각제, 저온 열전도 물질
- 폴리카보네이트 플라스틱 제조
- 곡물의 훈증, 오일의 밀랍제거에 이용
- 셀룰로오스 아세테이트의 용매제
- 의약품 용매제, 살충제의 에어로졸 추진체
- 유기화합물의 추출 및 반응용제, 냉매 등에 이용

치과에서 치아본을 만들 때, 디클로로메탄과 메틸메타크릴레이트를 50:50으로 혼합하여 사용하면, 아크릴 치아의 결합능력을 향상시킬 수 있다.

활성성분은 더 이상 허가된 살충제에는 사용하지 못하도록 되어있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목 들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

용매제, 화학적 중간생성물, 곡류의 훈증약, 페인트 제거제, 금속의 탈지제, 냉각제로의 사용할 때에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	84.94	물리적 상태	액체	증기압	47kPa(350mmHg; 46% v/v)(20℃)
끓는점	39.75℃	R-phrase	40	Log Kow	1.25
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 175 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 디클로로메탄 제조(시료채취)

① 시나리오 : 클로로포름을 아연과 아세트산으로 환원하면 얻어지는 화합물이다. 제조된 디클로로메탄의 품질관리를 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디클로로메탄 제조(포장)

① 시나리오 : 클로로포름을 아연과 아세트산으로 환원하면 얻어지는 화합물이다. 제조된 디클로로메탄을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 유기화합물의 추출용매(solvent extraction)[1](현장점검)

① 시나리오 : 고체 또는 액체에 디클로로메탄을 투입하여 여기에 가용성 성분을 녹여내여 유용한 성분을 분리해 낸다. 따라서 추출기에 디클로로메탄을 투입하고 추출과정과 설비를 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고체 또는 액체에 적당한 용매를 가하여, 그 용매에 가용성 성분을 녹여내는 분리법이다. 물·산·염기·알코올·아세톤·에테르·석유에테르·벤젠·아세트산에틸·클로로포름·사염화탄소·메틸이소부틸케톤(MIBK)·인산삼부틸(TBP) 등의 용매를 목적에 따라 사용한다. 단순히 용해시키는 것이 아니라 목적물질을 녹기 쉬운 형태로 화학변화시키면서 추출하는 경우도 있다. 벤젠에 의한 옷의 얼룩빼기도 용매추출의 일종이다. 고체에서 추출을 하려면 속슬렛추출기를 사용하며, 용매를 증류하면서 연속적으로 추출을 진행시키는 경우가 많다. 액체에서 추출하려면 그 액체와는 섞이지 않는 액체를 추출제로 삼아, 분액깔대기를 사용하며 두 액상 사이의 분배평형에 의해 분리한다. 이런 조작을 연속적·자동적으로 진행시키는 향류분배는 조성이 복잡한 천연물 시료에서 미량성분을 분리·정제하는 데 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 합성항균제[1] 제조(추출용매)

① 시나리오 : 시료에 디클로로메탄을 가하여 균질화시켜 추출하고, 추출액을 감압건조 후 0.1N염산으로 산성화시킨 다음 헥산으로 지질을 제거하고, 디클로로메탄으로 다시 추출한 후 감압 건조시켜 이동상에 녹여 액체크로마토그라프/형광검출기로 측정한다. 추출용매로 디클로로메탄을 추출기에 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 퀴놀론계 합성항균제[옥소린산(Oxolinic acid), 플루메퀸(Flumequin)]
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 실험실 분석

① 시나리오 : 곡류에 농약 잔류여부를 분석하는 경우에 곡류를 분쇄하고, 디클로메탄을 첨가하여 디클로로메탄 층을 취하고 정제한 후 디클로로메탄은 날려보내서 시험용액을 제조한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 접착제거제 제조(첨가)

① 시나리오 : 접착제를 제조할 때에 디클로로메탄이 사용된다. 근로자의 디클로로메탄의 노출은 첨가할 때 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아세트산셀룰로오스 제조(투입)

① 시나리오 : 아세트산셀룰로오스 섬유를 제조할 때에 용제로 사용된다. 디클로로메탄을 용기에 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 헥사메틸렌테트라민 제조(투입)

① 시나리오 : 암모니아와 함께 180℃로 가열하면 헥사메틸렌테트라민이 제조된다. 이를 위하여 디클로로메탄을 계량하여 투입할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 염화클로로아세틸 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 200℃, 950atm, 염화알루미늄 존재하에서 일산화탄소와 반응하여 염화클로로아세틸이 생성한다. 생성된 염화클로로아세틸을 포장할 때에 미반을 디클로로메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 1,1,2,3-테트라클로로프로판 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 1,2-염화에틸렌과 염화알루미늄을 함께 40~60℃로 가열하면 1,1,2,3-테트라클로로프로판이 생성한다. 디클로로메탄을 투입하여 1,1,2,3-테트라클로로프로판 제조하는 과정과 설비를 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 클로로포름 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 염화메틸과의 혼합물을 400~650℃로 가열하면 클로로포름을 생성한다. 제조된 클로로포름을 포장할 때에 미반응 디클로로메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 디플루오로메탄 제조(투입)

① 시나리오 : 실온, 산화수은(HgO)의 존재하에서 플루오르화수소에 의해 디플루오로메탄이 생성한다. 반응기에 디클로로메탄을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 자동차 부품 제조(세척제[1] 사용)

① 시나리오: 자동차시트 재료인 쿠션(우레탄폼)제조 시 원료인 우레탄화합물을 금형에 발포(주입)한 후 주입기(노즐)의 입구에 묻어있는 우레탄이 입구를 막지 않도록 세척하는데 사용. 1회 세척 후 노즐이 막히지 않게 소량을 계속 흘려주는 방법으로 사용된다(자동차 부품업종에서는 국내 시판되는 제품의 이름이 "리무버"라는 이름으로 주로 판매됨).

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과하므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 디클로로메탄은 세척력과 휘발성이 우수하기 때문에 제품표면에 묻어 있는 유분이나 점착성 물질 제거, 공업용 세척제로 사용한다. 기름을 잘 녹이고 휘발성이 커서 물로 세척하기 어려운 제품에 묻어 있는 기름기를 닦아내고, 이때 제품에 묻어 있는 디클로로메탄은 곧바로 증발해 버리기 때문에 공업용으로 좋은 세척제가 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 당의정 코팅액 제조(혼합)

① 시나리오 : 당의정 코팅액 제조 시 폭로가능하다. 코팅액 배합실에서 이소프로필알콜과 디클로로메탄 등을 수동혼합기(믹서)로 혼합한다. 이때 발생되는 증기에 폭로될 수 있다. 배합실은 크린룸 내부에 있어 전체환기는 가능하나 국소배기는 안되어 있으므로 발생되는 증기에 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(158) 3,3-디클로로벤지딘 3,3-Dichlorobenzidine 91-94-1

1. 개요

1) 제조

o-클로로니트로벤젠을 가성소다 중에서 환원해 히드라조 화합물(2,2-디클로로히드라조벤젠)로 만든 다음, 황산으로 벤지딘 전위시킨다. 전위가 끝나면 황산염을 여과해, 이 황산염을 염산에 의해 전환 정제해 제품을 얻는다.

2) 용도

- 아조염료 제조
- 이소시아네이트를함유한 중합체의 치료물질(curing agent)
- 고무, 플라스틱 혼합성분
- 4,4'-Methylenebis(2-Chloroaniline)과 혼합해서 액체 castable polyurethane elastomers에 대한 치료제로 사용
- 금의 유무를 확인하기 위한 색깔 테스트에 사용
- 3,3-Dichlorobenzidine에서 추출한 노란색 염료는 납, 크롬산염의 대용물로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

3,3'-디클로로벤지딘의 직업적 노출은 작업장에서의 흡입과 피부접촉을 통해 일어나는데, 3,3'-디클로로벤지딘의 염료를 사용하는 그래픽 미술, 프린팅 분야의 작업자들에게 노출이 발생할 수 있다. 3,3-디클로로벤지딘이 함유된 염색약을 제조하거나 재포장하는 등의 건조된 염색약을 다루는 공정에서 작업자들의 노출위험이 가장 높으며, 특히 건조 염색 분말의 무게를 계량하는 작업자들에게 노출이 많이 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	253.43	물리적 상태	고체	증기압	5.9×10^{-9}hPa/4.5×10^{-9}mmHg(20℃)
끓는점	약 368℃	R-phrase	45,21,43,50/53	Log Kow	3.51
노출기준(노동부)	TWA - STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

2. 노출 시나리오

ES01: 3,3-디클로로벤지딘의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : o-클로로니트로벤젠을 가성소다 중에서 환원해 히드라조 화합물(2,2-디클로로히드라조벤젠)로 만든 다음, 황산으로 벤지딘 전위시킨다. 전위가 끝나면 황산염을 여과해, 이 황산염을 염산에 의해 전환 정제해 제품을 얻는다. 생산 제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 3,3-디클로로벤지딘의 제조(포장)

① 시나리오 : o-클로로니트로벤젠을 가성소다 중에서 환원해 히드라조 화합물(2,2-디클로로히드라조벤젠)로 만든 다음, 황산으로 벤지딘 전위시킨다. 전위가 끝나면 황산염을 여과해, 이 황산염을 염산에 의해 전환 정제해 제품을 얻는다. 제조물질을 드럼에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(159) 1,2-디클로로에탄 1,2-Dichloroethane 107-06-2

1. 개요

1) 제조

에틸렌과 염소를 원료로 하고 염화철(Ⅲ) 등을 촉매로 하여 다이렉트클로리네이션법에 의해 얻거나, 에틸렌, 염화수소, 공기를 원료로 하여 옥시클로리네이션법에 의해 얻는다.

이 밖에 클로로히드린법에 의한 산화에틸렌 제조 시, 부산물로 얻을 수 있다.

2) 용도

- 지방, 오일, 왁스, 고무, 레진, 라텍스, 의약품 공정의 용매
- 아세틸 셀룰로오스, 담배 추출물 등의 제조
- 훈증 소독제
- 가솔린 항노킹제인 납 청소도구(lead scavenger in antiknock gasoline),
- 가죽세척, 고무용품 제작, 드럼 충전제, 금속 세척제, 드라이 클리닝제
- 탈지복합체, 고무접착제, 아크릴 접착제
- 플라스틱의 제조, 염화비닐 단량체 생산
- 식품첨가물, 화장품 성분
- 삼염화에탄, 염화비닐리덴, 삼염화에틸렌, 과염화에틸렌 등의 염화용매제 개시물질

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,2-디클로로에탄에 주로 노출되는 직업군은 과거 병원, 용광로, 금속 분쇄기, 공기 후송 산업체의 작업자들로, 직업적 노출은 1,2-디클로로에탄 제제와 비누, 납 세정제, 용매제, 과거의 훈증소독제에서의 화확적 중간생성물로 사용할 때 흡입과 피부접촉통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.96	물리적 상태	액체	증기압	94hPa(68mmHg)(20℃)
끓는점	83.4℃	R-phrase	45,11,22,36/37/38	Log Kow	1.48
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 40 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1,2-디클로로에탄 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 액상 또는 기상으로 에틸렌 1.05~1.10에 대해 염소를 1몰의 비율로 철제 수형반응탑에 불어 넣는다. 혼합 가스는 탑저부에 송입되고 반응부는 냉각된다. 염소의 90~95%가 1,2-디클로로에탄으로 바뀐다. 기, 액의 혼합반응 생성물은 상부로부터 흘려, 기체 부분은 심랭해 1,2-디클로로에탄으로 회수하고, 또한 세정탑에서 염산을 묽은 가성소다액으로 흡수, 제거해, 질소, 메탄, 에틸렌, 에탄을 폐기한다. 액상 부분은 각반 기포함의 탱크에서 6~8%의 가성소다로 세정되어 세퍼레이터로 하층에 쌓여 1,2-디클로로에탄이 된다. 이것을 상압에서 정류해 순도 99%이상의 제품을 만들어 철제 탱크에 축적한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,2-디클로로에탄 제조(포장)

① 시나리오 : 액상 또는 기상으로 에틸렌 1.05~1.10에 대해 염소를 1몰의 비율로 철제 수형반응탑에 불어 넣는다. 혼합 가스는 탑저부에 송입되고 반응부는 냉각된다. 염소의 90~95%가 1,2-디클로로에탄으로 바뀐다. 기, 액의 혼합반응 생성물은 상부로부터 흘려, 기체 부분은 심랭해 1,2-디클로로에탄으로 회수하고, 또한 세정탑에서 염산을 묽은 가성소다액으로 흡수, 제거해, 질소, 메탄, 에틸렌, 에탄을 폐기한다. 액상 부분은 각반 기포함의 탱크에서 6~8%의 가성소다로 세정되어 세퍼레이터로 하층에 쌓여 1,2-디클로로에탄이 된다. 이것을 상압에서 정류해 순도 99%이상의 제품을 만들어 철제 탱크에 축적한다. 제조물질을 드럼관 또는 캔에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 가솔린 노킹 방지제 제조(혼합)

① 시나리오 : 가솔린의 노킹 방지제로 쓰이는 사에틸납에 1,2-디클로로에탄을 혼합하면 납이 염화납[1]으로 전환되어 기관에 납화합물이 쌓이는 것을 막는다. 반응기에서 사에틸납과 1,2-디클로로에탄을 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염화납은 휘발성이 크기 때문에 증기상태가 되어 배기 가스로 배출된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04 염화비닐 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 염화철(Ⅲ)의 촉매작용에 의해 에틸렌에 염소를 첨가시켜 1,2-디클로로에탄(EDC)을 합성하고, 이것을 약 500℃의 고열로 열분해(즉, 탈염화수소)시켜 염화비닐을 제조한다. 염화비닐을 제조하는 과정과 설비를 점검할 때에 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 트리클로로에틸렌[1](trichloroethylene) 제조(투입)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄의 염소화로 얻은 테트라클로로에탄을 고온에서 탈염화수소하거나, 1,2-디클로로에탄을 옥시염소화하여 부산물로 얻어지는 테트라클로로에틸렌(사염화에틸렌)과 분리하여 얻는다. 1,2-디클로로에탄을 계량하여 반응기에 투입할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속을 침식하지 않으며, 증기세척·침지세척에 적합하여 금속탈지제로 많이 쓰인다. 공업적으로 테트라클로로에틸렌 제조에 중요하며 고무·유지·플라스틱 등의 용제로도 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 에틸렌디아민[1](ethylenediamine) 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄과 암모니아를 반응시켜 제조한다. 생성된 에틸렌디아민을 포장할 때 미반응 1,2-디클로로에탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 대표적인 킬레이트시약이며, 분석시약으로서 각종 금속이온의 정량분석에 쓰이는 외에 의약품의 합성원료로도 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 염화비닐리덴[1](vinylidene chloride) 제조(투입)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄의 염소치환으로 얻어지는 1,1,2-트리클로로에탄을 수산화나트륨, 수산화칼슘에 의해 탈염화수소해서 제조한다. 1,2-디클로로에탄을 계량하여 반응기에 투입할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1,1-디클로로에틸렌이라고 한다.염화비닐·아세트산비닐·아크릴로니트릴 등과의 혼성중합체가 흔히 사용되고 합성섬유와 랩용 식품보존필름 등의 원료가 된다. 증기는 마취작용이 있기 때문에 유해하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(160) 1,1-디클로로에틸렌 1,1-Dichloroethylene 75-35-4

1. 개요

1) 제조

1,1-디클로로에탄이라고도 한다. 염화비닐에 염소를 첨가하여 생기는 디클로로에텐을 석회유로 염화수소를 이탈시켜서 제조한다.

클로로히드린법에 의하여 산화에틸렌을 제조할 때 부산물로서 얻어지기도 한다.

2) 용도

- 폴리비닐화합물 생산
- 유기화합물 합성에서 매개체로 사용
- 세척제, 접착제

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,1-디클로로에틸렌의 직업적 노출은 1,1-디클로로에틸렌이 생산되거나 사용되는 작업장에서 흡인이나 피부접촉을 통해 발생할 수 있다. 일반인들은 1,1-디클로로에틸렌을 함유하는 공기의 흡인이나 식품, 식수의 섭취를 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	96.94	물리적 상태	액체	증기압	666hPa/500mmHg(20℃)
끓는점	31.7℃	R-phrase	12,20,40	Log Kow	2.13
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL 20 ppm / 80 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1,1-디클로로에틸렌 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염화비닐에 염소를 첨가하여 생기는 디클로로에텐을 석회유로 염화수소를 이탈시켜서 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,1-디클로로에틸렌 제조(포장)

① 시나리오 : 염화비닐에 염소를 첨가하여 생기는 디클로로에텐을 석회유로 염화수소를 이탈시켜서 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 실리콘 제품 열산화 시 사용(충전)

① 시나리오 : 담체가스(질소)를 통해 석영로 내로 유입되는 클로로탄화수소와 과량의 산소 하에 섭씨 800도로 유지된 석영로에서 150mm 직경의 p-(100)의 단일 크리스탈 실리콘 와퍼를 산화시키고, 클로로탄화수소와 산소의 가스상 혼합물을 반응기내로 유입시킨 후, 산화반응이 완료될 때까지 실리콘 제품을 가스상 혼합물에 계속적으로 노출시켜 실리콘 제품을 열산화시킨다. 이때, 클로로탄화수소는 1,1-디클로로에틸렌을 사용한다. 클로로탄화수소를 반응기에 충전할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 이온흡착제 제조(투입)

① 시나리오 : 불포화 폴리에스테르와 우레탄 수지대신으로 분자 내에 염화 비닐리덴 단량체에서 유도된 1,1-디클로로에틸렌 구조를 포함하는 중합체를 사용하여, 높은 강도와 개량된 성능을 갖고, 많은 재생 후에도 이온 교환 용량의 열화를 거의 일으키지 않는 우수한 흡착제를 얻을 수 있다. 1,1-디클로로에틸렌을 계량하여 반응기에 투입할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 4.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 합성수지의 자외선 보호제의 용제로 사용[1](투입)

① 시나리오 : 열가소성 수지를 시트로 압출하고, 신장하여 배향하는 데 적합한 온도로 조절한다. 조절된 시트에 수지에서 팽창작용을 나타내는 하나 이상의 용제(예; 염화메틸렌, 디클로로에틸렌 등)와 용제에 용해될 수 있는 5-40중량%의 자외선 방지제(예; 벤조페논 유도체, 벤조트리아졸 유도체 등)로 된 용액을 시트 표면의 평방미터당 침투되는 용액의 양이 20-200g되도록 하여 시트의 한면에 사용하고 일직방향으로 신장한다. 신장된 시트를 수지의 이차 전이온도 이하의 온도로 인장하여 냉각시킨다. 1,1-디클로로에틸렌을 용제로 용기에 투입 할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 압출된 플라스틱 시이트를 자외선 방지처리용액과 자외선 방지처리용액을 용해할 수 있는 용액으로 처리하고 배향하여 코팅후 시이트를 신장하여도 표면에 균열의 발생을 방지한다. 이때 자외선 방지처리용액을 용해하는 용제로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 사란[1](Saran) 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 염화비닐과 1,1-디클로로에틸렌을 중합시켜 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) 염화비닐리덴의 혼성중합물로 섬유 중에서 가장 무거우며, 불에 타지 않는다. 커튼, 테이블보, 쇠그물의 대용, 가구, 자동차의 시트커버, 신발 등에 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(161) 디클로로에틸에테르 Dichloroethylether 111-44-4

1. 개요

1) 제조

에틸렌 클로로히드린(ethylene chlorohydrin)을 황산으로 처리하여 제조한다. 또는 염소와 에틸렌 클로로히드린을 80℃에 통과시켜서 제조한다. 에틸에테르를 직접 염소화(chlorination) 시켜서 제조하기도 한다.

2) 용도

- 유기합성 시 원료 및 용제
- 가솔린에서 납이 침착되는 것을 제거하는 용제
- 토양 훈증제
- 마취제 및 기타 제약

3) 노출 및 결정인자[1)]

과거 직물산업에서 디클로로에틸에테르의 생산과 사용 시, 그리고 천연 또는 합성수지 제조 산업에서 용제로 사용 시 환경으로 방출되어 증기의 흡인이나 피부 접촉을 통해 노출이 발생할 수 있다. 일반 대중은 오염된 식수를 마심으로써 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	143.02	물리적 상태	액체	증기압	0.53hPa(0.4mmHg)(20℃)
끓는점	178.5℃	R-phrase	10,26/27/28	Log Kow	1.29
노출기준(노동부)	TWA 5 ppm / 30 mg/m^3			STEL 10 ppm / 60 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 디클로로에틸에테르 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에틸렌 클로로히드린(ethylene chlorohydrin)을 황산으로 처리하여 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디클로로에틸에테르 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸렌 클로로히드린(ethylene chlorohydrin)을 황산으로 처리하여 제조한다. 제조된 디클로로에틸에테르를 드럼관에 주입, 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 세정제로 사용(투입)

① 시나리오 : 세정제에 주로 사용하는 에테르계 용제로 에틸에테르, 디클로로에틸에테르 및 디옥산 등이 있다. 디클로로에틸에테르를 용기에 투입할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(162) 1,2-디클로로프로판 1,2-Dichloropropane 78-87-5

1. 개요

1) 제조

프로필렌의 염소화 반응으로 제조될 수 있다.

프로필 클로라이드와 오염화안티모니(antimony pentachloride)로부터 제조될 수 있다.

2) 용도

- 플라스틱 수지, 금속 녹 제거제, 고무 제조
- 오일과 유지용매, 드라이클리닝 세제, 기름때 제거제, 훈증소독체
- 퍼클로로에틸렌(perchloroethylene)과 사염화탄소의 반응 중간체
- 제폭제의 납 제거약품 (lead scavenger for antiknock fluids)
- 셀룰로오스 에스테르나 에테르 혼합물의 분리에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,2-디클로로프로판의 노출은 토양훈증제, 기름제거제, 잉크 또는 니스의 제거제로써 1,2-디클로로프로판을 생산하고 사용할 때, 혹은 얼룩제거, 고무제품의 생산, 유황 제조 시, 그리고 유지나 기름 라틱산, 석유왁스의 추출에 사용 시, 클로로에틸렌과 산화 프로필렌(propylene oxide)의 제조 시, 연료 제폭시 납제거제로서 첨가 시 발생할 수 있다. 1,2-디클로로프로판 제조에 사용된 용매는 폐기물 배출을 통하여 환경에 방출된다. 과거 1,2-디클로로프로판은 살충제 D-D를 제조할 때 환경에 직접적으로 방출되기도 하였다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	112.99	물리적 상태	액체	증기압	53hPa(40mmHg)(20℃)
끓는점	95~96℃	R-phrase	11,20/22	Log Kow	1.98
노출기준 (노동부)	TWA 75 ppm / 350 mg/m^3			STEL 110 ppm / 510 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 1,2-디클로로프로판 제조(시료채취)

① 시나리오 : 프로필렌의 염소화 반응으로 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.07 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,2-디클로로프로판 제조(포장)

① 시나리오 : 프로필렌의 염소화 반응으로 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 토양 훈증제[1](살포)

① 시나리오 : 선형동물에 흔히 사용되는 토양 훈증제로는 브롬화메틸, 디클로로프로판, 산화프로필렌, 디브로모클로로프로판, 유기인산염 살충제, 클로로피크린 등이 있다. 훈증제를 살포할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓는 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[2] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 4 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 저장식품이나 씨앗, 인간의 주거지나 의복, 묘목 등에 해를 입히는 곤충이나 선형동물을 비롯한 동식물을 죽이는 데 쓰이는 휘발성의 독성 물질을 훈증제라고 한다. 토양 훈증제는 경작지역에 뿌리며 흙 속에 스며들어가 병을 일으키는 균류·선형동물·잡초 등을 없앤다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 시티딘 제조(투입)

① 시나리오 : 제약합성용 시티딘 제조 시, 화합물(II)와 화합물(III)를 루이스산의 존재 하, 용매 중에서 실온 내지 100℃에서 1 내지 30시간 반응시키는데, 이때 용매로 디클로로메탄, 1,2-디클로로에탄, 클로로포름, 1,2-디클로로프로판 및 1,1,2,2-테트라클로로에탄과 같은 할로겐화된 탄화수소를 사용한다. 용제로 1,2-디클로로프로판을 용기에 투입하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.27 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 열전사지용 브록킹방지 시트의 제조 시 이형층 제조 공정(도포)

① 시나리오 : 열전사지용 브록킹방지 시트의 제조는 물체에 열전사를 수행할 수 있도록 탈착 가능한 기지를 제작하게 되는 PET 시트 제조단계, 이 PET 시트의 배면에 실록산폴리머, 가교제, 촉매 등을 용제와 혼합하여 도포함으로써 두루마리 형태로 권취된 열전사지가 권취롤러에서 원활하게 풀어질 수 있도록 한 슬립층 제조단계, 상기 PET 시트의 내면에 아크릴계수지, 폴리에틸렌 왁스, 계면활성제, 디클로로프로판 등을 혼합하여 도포한 후 고온건조함으로써 PET 시트의 분리를 원할하게 할 수 있도록 한 이형층 제조단계, 이 이형층에 다양한 무늬의 인쇄층이 부착될 수 있도록 아크릴, 폴리칠렌 왁스, 우레탄폴리에스틸, 염화비닐졸 등에 경화제 및 촉매 등을 첨가한 투명의 상부 프라이머층 제조단계로 구성되어 있다. 이형층 제조공정에서 1,2-디클로로프로판이 함유된 혼합물을 PET시트에 도포할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.27 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 페인트, 잉크, 코팅제, 접착제 수지 혼합액의 용제(투입)

① 시나리오 : 페인트, 잉크, 코팅제 또는 접착제를 생산하는 수지혼합액 제조시, 용제로서 디클로로프로판을 사용함으로써 휘발성 유기물질이 발생되지 않고, 인화 및 폭발의 위험이 없는 페인트, 잉크, 코팅제 또는 접착제를 생산하는 수지혼합액을 제조 할 수 있다. 디클로로프로판을 용제로 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출을 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.053 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(163) 디클로로프로펜 Dichloropropene 542-75-6

1. 개요

1) 제조

시스-1,3-디클로로프로펜, 트랜스-1,3-디클로로프로펜 및 C6 화합물을 함유하는 조성물을 증류 공정과 염소 또는 브롬을 작용시키는 공정을 거침으로써 시스-1,3-디클로로프로펜을 저비등 성분으로 제거한다. 그 후, 잔류분을 증류시킴으로써 염소화된 C6 화합물을 고비등 성분으로 제거하여, 트랜스-1,3-디클로로프로펜을 저비등 성분으로 얻는다.

산업적으로는 1,3-디클로로-2-프로판올과 인산염화물이나 벤젠의 인펜타옥사이드의 탈수로 얻는다.

고온에서의 프로필렌의 염소화로 알릴 염화물을 제조할 때 부산물로 생성된다. cis-와 trans-1,3-dichloropropene 화합물은 염화 알릴의 두 번째 반응에 의해 나타난다. 그이상의 수소원자는 염소에 의해 치환된다.

2) 용도

- 유기합성, 살충제의 제조
- 토양 훈증제

3) 노출 및 결정인자[1)]

토양 훈증제와 살충제로써 디클로로프로펜의 생산과 사용 시 환경으로 직접 방출되어 흡인이나 피부접촉을 통해 노출이 발생할 수 있다. 농장 부근에 거주하는 사람들은 대기 중 함유된 디클로로프로펜의 흡인을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	110.98	물리적 상태	액체	증기압	37hPa/28mmHg(25℃)
끓는점	104.3℃(시스형), 112.0℃(트랜스형)	R-phrase	10,20/21,25,36/37/38,43,50/53	Log Kow	1.82
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 디클로로프로펜 제조(시료채취)

① 시나리오 : 시스-1,3-디클로로프로펜, 트랜스-1,3-디클로로프로펜 및 C6 화합물을 함유하는 조성물을 증류 공정과 염소 또는 브롬을 작용시키는 공정을 거침으로써 시스-1,3-디클로로프로펜을 저비등 성분으로 제거한다. 그 후, 잔류분을 증류시킴으로써 염소화된 C6 화합물을 고비등 성분으로 제거하여, 트랜스-1,3-디클로로프로펜을 저비등 성분으로 얻는다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디클로로프로펜 제조(포장)

① 시나리오 : 시스-1,3-디클로로프로펜, 트랜스-1,3-디클로로프로펜 및 C6 화합물을 함유하는 조성물을 증류 공정과 염소 또는 브롬을 작용시키는 공정을 거침으로써 시스-1,3-디클로로프로펜을 저비등 성분으로 제거한다. 그 후, 잔류분을 증류시킴으로써 염소화된 C6 화합물을 고비등 성분으로 제거하여, 트랜스-1,3-디클로로프로펜을 저비등 성분으로 얻는다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 토양 훈증제 제조(투입)

① 시나리오 : 디클로로프로펜, 트리클로로니트로메탄(클로로피크린), 메틸 이소티오시아네이트 중 한 성분과 디메틸디술피드를 이용하여 식물에 유해한 유기체를 박멸하는 약제를 제조한다. 디클로로프로펜을 계량하여 반응기에 투입 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 토양 훈증제(살포)

① 시나리오 : 선형동물의 방제을 위해서 브롬화메틸, 이브롬화에틸렌, 디클로로프로펜 등으로 토양을 소독한다. 훈증제를 살포 할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
폭넓는 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 100 (1보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(164) 디페닐아민 Diphenylamine 122-39-4

1. 개요

1) 제조

디페닐아민은 고압솥에서 동량의 아닐린과 아닐린 하이드로클로라이드를 가열함으로써 제조한다. 이 과정에서 나온 부산물은 비변성 아닐린을 제거하기 위해 희석시킨 염산과 함께 끓이고 남은 물질은 증류한다. 또는, 아닐린 자체를 끓여 제조하기도 하고, 페놀이나 고온에서 산촉매와 함께 끓여서 제조하기도 한다.

기체상에서 이민 N-시클로헥실리덴 아닐린(또는 그의 치환된 유도체)을 탈수소화 촉매상으로 통과시키는 연속법(배취법)에 의해 고수율로 디페닐아민 및 그의 치환된 유도체를 제조할 수 있다.

2) 용도

- 염료의 가공, 고무 항산화제 또는 가황제
- 니트로셀룰로스 폭발물과 셀룰로이드의 안정제
- 분석 화학에서 nitrates, chlorates 그리고 다른 산화제의 검출에 이용
- 질산 또는 질산 중독에 대한 검사로서 사용
- 고형 로켓 프로펠러, 살충제, 약제, 사과의 저장제, 항곰팡이제, 항원충제, 제초제
- 포름알데히드 공중합체, 에폭시 수지, 폴리비닐클로라이드, 폴리옥시에틸렌의 안정제

3) 노출 및 결정인자[1)]

디페닐아민의 직업적 노출은 이 물질이 제조되거나 사용되는 작업장에서 피부 접촉을 통해 발생한다. 일반인의 노출은 이 물질이 함유된 음식의 섭취나 소비재의 피부 접촉으로 인해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	169.24	물리적 상태	고체	증기압	8.96×10^{-4}hPa/70×10^{-4}mmHg(25℃)
끓는점	302℃	R-phrase	23/24/25,33,50/53	Log Kow	3.50
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 디페닐아민 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 디페닐아민은 고압솥에서 동량의 아닐린과 아닐린 하이드로클로라이드를 가열함으로써 제조한다. 이 과정에서 나온 부산물은 비변성 아닐린을 제거하기 위해 희석시킨 염산과 함께 끓이고 남은 물질은 증류한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디페닐아민 제조(포장)

① 시나리오 : 디페닐아민은 고압솥에서 동량의 아닐린과 아닐린 하이드로클로라이드를 가열함으로써 제조한다. 이 과정에서 나온 부산물은 비변성 아닐린을 제거하기 위해 희석시킨 염산과 함께 끓이고 남은 물질은 증류한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 프로필렌 연쇄고분자 중합물 제조(첨가)

① 시나리오 : 프로필렌 중합물이 분해를 일으키지 않게 가열함으로써 고도의 내부점도를 갖으며, 기계적 특성 및 가공성질을 개량한 프로필렌의 결정성 중합체를 제조한다. 이 때, 안정제로서 디부틸철-디부틸메르캅토와 디페닐아민을 첨가한다. 디페닐아민을 계량하여 반응기에 첨가 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 스폰지고무 제조(투입)

① 시나리오 : 라텍스(LATEX)에 유황 또는 콜로이드 유황과 탄화납 마그네시아 또는 디페닐아민, 헥사 메틸렌테트라민 등을 투입하고, 이것에 올레인산, 올레인산 암모니아, 수산화 칼륨, 수산화나트륨, 스테아린산, 우유카제인, 유동파라핀 등을 투입, 혼합한다. 여기에 보강제로 아연수와 기포제로 암모니아, 규불화소다, 비누, 사포닝 등을 첨가하여 혼합한 것을 기포기에서 교반하여 기포를 발생케 하고, 소요형에 주입한 후 증기 가열관에서 가열, 가황, 성형한다. 반응기에 디페닐아민을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 니트로셀룰로오스[1] 화약 제조(혼합)

① 시나리오 : 질소량 12%의 니트로셀룰로오스에 13.2%의 니트로글리세린을 섞어 평균질소량을 12.6~12.8%로 하고, 안정제로 디페닐아민, 혼합용제로 에테르와 에탄올을 혼합하여 밀도를 높인 다음 성형하여 제조한다. 용기에 디페닐아민을 투입하여 용제와 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 셀룰로오스의 히드록시기를 질산에스테르로 변화시킨 화합물로서 질산섬유소라고도 하며, 화약에 쓰이는 경우에는 면약 또는 면화약이라 하고, 도료 ·셀룰로이드 ·콜로디온 등에 쓰이는 경우에는 질화면이라고도 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아조염료[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 디페닐아민에 아질산을 작용시켜 디아조늄염을 만들고, 이것과 방향족 아민 또는 페놀류를 결합시켜 제조한다. 반응기에 디페닐아민을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 양모나 견 등 동물섬유, 무명이나 비스코스 등 식물섬유 등에 널리 사용되며, 합성섬유용 염료로서의 수요도 많다. 분자 내의 아조기의 수에 의해서 아조기 1개인 것을 모노아조 염료, 2개인 것을 디아조 염료, 3개인 것을 트리아조 염료, 4개인 것을 테트라키스아조 염료라 하고, 트리아조 이상을 폴리아조 염료라 한다. 색깔은 이 차례에 따라 짙어진다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 디페닐아민반응[1] 실험(시료분석)

① 시나리오 : 디페닐아민의 황산용액에 질산이온 또는 아질산이온을 첨가하면 청색으로 되는데, 이 반응을 디페닐아민반응이라고 하며 질산이온 및 아질산이온의 검출에 이용된다. 실험실에서 질산이온 및 아질산이온의 검출을 위하여 디페닐아민을 다루는 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 당류의 발색반응의 하나로 DNA의 정량 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 산화환원지시약[1]으로 사용(시료분석)

① 시나리오 : 철(Ⅱ)의 이크롬산염에 의한 적정에서 디페닐아민을 산화환원지시약으로 이용한다. 디페닐아민은 먼저 n,n-디페닐벤지딘(무색)으로 비가역적으로 산화되고, 이어서 n,n-디페닐벤지딘바이올렛으로 산화된다. 실험실에서 산화환원 적정 시약으로 디페닐아민을 다루는 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 지시약 자신이 전자를 주고받아 그 산화체와 환원체의 색이 다르다. 즉 적정할 때 산화환원전위의 변화에 따라 신속히 산화 또는 환원하여 변색되는 물질이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(165) 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르 Dipropylene glycol methyl ether 34590-94-8

1. 개요

1) 제조

산화프로필렌을 알코올과 반응시켜 제조한다.

촉매 존재 하 디프로필렌 글리콜을 황산 디알킬로 알킬화함으로써 제조한다.

2) 용도

- 화장품 제조
- 가정용 세척제
- 니트로셀룰로오스 및 다른 합성수지의 용매
- 유압 브레이크 유액
- 수성 표면코팅제의 용매
- 니트로셀룰로오스와 다른 합성수지의 용매

3) 노출 및 결정인자[1)]

디프로필렌 글리콜 메틸 에테르의 직업적 노출은 그것을 함유하는 용매 및 페인트로부터의 휘발을 통해 발생할 수 있다. 일반인은 이 물질을 포함한 화장품이나 가정세제 등을 사용함으로써 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	148.20	물리적 상태	액체	증기압	0.4hPa/0.3mmHg(20℃)
끓는점	189℃	R-phrase	37	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 600 mg/m^3			STEL 150 ppm / 900 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 촉매 존재 하 디프로필렌 글리콜을 황산 디알킬로 알킬화함으로써 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르 제조(포장)

① 시나리오 : 촉매 존재 하 디프로필렌 글리콜을 황산 디알킬로 알킬화함으로써 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 고형분형 스티렌/아크릴계 수용성 수지의 제조(투입)

① 시나리오 : 스티렌/아크릴계 수용성 수지의 제조 시, 디에틸렌글리콜모노에틸에테르 또는 디프로필렌글리콜메틸에테르와 물의 혼합용매 존재 하에서, 스티렌계 모노머와 아크릴계 모노머를 100~200℃의 반응온도에서 벌크연속 중합시켜 스티렌/아크릴계 수용성 수지를 제조한다. 디프로필렌글리콜메틸에테르를 계량하여 반응기에 투입 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 양성 또는 음성 감광제 물질 세정용액 제조(혼합)

① 시나리오 : 분자량이 50 내지 2000 이내의 알킬렌 옥사이드 중합체 0.1 내지 20 중량%와, 디프로필렌글리콜메틸에테르 1 내지 20 중량%, N-메틸피롤리돈 10 내지 50 중량% 및 메틸이소부틸케톤 50 내지 90 중량%를 혼합하여 제조한다. 용기에 디프로필렌글리콜메틸에테르를 투입하여 다른 원료와 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(166) 디하이드록시벤젠 Dihydroxybenzene 123-31-9

1. 개요

1) 제조

아닐린을 이산화망간으로 산화시켜 제조한다.

70% 과산화수소(액체 상태)로 가용성 산 촉매 하, 페놀을 수산화시킴으로써 제조한다. 또한 퀴논을 환원시켜서 제조한다.

2) 용도

- 사진현상제, 고무의 산화방지제
- 염료합성원료
- 소량의 인산염을 측정하는데 시약으로써 사용
- 비닐 아세테이트 및 아크릴 단량체의 중합 반응 억제제
- 페인트, 니스, 자동차 연료, 기름의 안정제
- 피부과용 약물 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

히드로퀴논을 제조하고 그것을 화학적 중간 생성물, 사진용 화학물질, 그리고 안정제로써 사용하는 작업과정에서 흡입이나 피부 접촉을 통해서 근로자가 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	110.11	물리적 상태	고체	증기압	0.000024hPa(1.8×10^{-5}mmHg, 0.11mg/m^3)(25℃), 0.00133hPa이하(0.001mmHg 이하)(20℃)
끓는점	285℃	R-phrase	22,40,41,43,50	Log Kow	0.59
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 히드로퀴논 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 아닐린을 산화시켜 퀴논을 제조 한 후, 아질산으로 환원하여 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 히드로퀴논 제조(포장)

① 시나리오 : 아닐린을 산화시켜 퀴논을 제조 한 후, 아질산으로 환원하여 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 사진 현상액 제조(혼합)

① 시나리오 : 흑백현상주약으로 메톨(metol:아고파 게바의 상품명)과 페니돈(지바 가이기의 상품명), 그리고 히드로퀴논이 있는데, 어느 것이나 단독으로는 잘 사용하지 않는다. 초가성성이 있기 때문에 대개 메톨과 히드로퀴논(MQ현상약), 그리고 페니돈과 히드로퀴논(PQ현상약)의 두 종류를 혼합해서 사용하는데, 이들은 할로겐화은 입자의 잠상을 화상은으로 환원시킨다. 용기에 히드로퀴논을 투입하여 다른 종류의 현상약과 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(167) 러버 솔벤트 Rubber solvent(naphtha[1]) 8030-30-6

1. 개요

1) 제조

석유를 분별증류해서 얻을 수 있다.

2) 용도

- 브레이크 라이닝제, 시멘트, 잉크, 레커, 기름제거제, 페인트, 니스에 사용되는 용매
- 의료용 표면자극제
- 음식물보관, 이동, 포장을 위한 용기의 제조 시, 거품제거제로의 사용
- 접착제 제조
- 가솔린의 원료

3) 노출 및 결정인자[2)]

나프타는 페인트와 니스 생산공장, 접착제의 생산 공장에서 용매로 사용 할 때 피부 접촉이나 흡인을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100(대략)	물리적 상태	액체	증기압	53hPa(40mmHg)(20℃)(대략)
끓는점	30~127℃	R-phrase	45,65	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 400 ppm / 1,600 mg/m^3		STEL -		

1) 원유를 증류할 때, 35~220℃의 끓는점 범위에서 유출되는 탄화수소의 혼합체이다. 중질 가솔린이라고도 한다. 끓는점의 범위 및 성분 탄화수소의 구성으로 보아 가솔린 유분과 실질적으로 동일하며, 이 유분을 내연기관의 연료 이외의 용도로, 특히 석유화학 원료 등으로 사용할 경우에 나프타라고 한다. 넓은 뜻으로는 원유를 증류할 때와 혈암유·석탄 등을 건류할 때 생기는 고아물성 휘발유를 일괄해서 나프타라고 한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 러버 솔벤트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 원유를 제유소에서 분별 증류하여 끓는점의 차이에 따라 LPG, 가솔린, 나프타, 제트연료, 등유, 윤활유, 중유 A·B·C, 아스팔트 등으로 분류하여 얻는다. 제조된 러버 솔벤트를 분석하기 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.013 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 러버 솔벤트 제조(포장)

① 시나리오 : 원유를 제유소에서 분별 증류하여 끓는점의 차이에 따라 LPG, 가솔린, 나프타, 제트연료, 등유, 윤활유, 중유 A·B·C, 아스팔트 등으로 분류하여 얻는다. 제조된 러버 솔벤트를 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 휘발유 배기가스 청정용 첨가제 제조(혼합)

① 시나리오 : 휘발유 차량에서 배출되는 인체에 해로운 각종 배기가스를 정화시킬 목적으로 알콜과 자일렌, 톨루엔, 옥탄가가 높은 나프타, 이소펜탄을 혼합하여, 가솔린 내연기관용 첨가제를 제조한다. 용기에 나프타를 투입하여 다른 원료와 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 가솔린 내연기관 자동차의 대체연료[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올, 에틸알코올, 이소부틸알코올, 또는 이소프로필 알코올, 자이렌, 물로 처리한 경질 나프타, 석유 에테르를 혼합하여 가솔린 내연기관용 대체연료를 제조한다. 나프타를 계량하여 반응기에 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가솔린과 혼합하여 사용이 가능하고, 배기가스중에 포함되어 있는 CO, HC, NOX등 공해의 원인이 되는 유해가스 성분의 함유량이 가솔린의 경우보다 적어 저공해화를 달성할 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방수제 제조(혼합)

① 시나리오 : 아크릴수지, 크실렌, 러버 솔벤트, 산화티타늄과 같이 도포 시 방수기능을 갖는 성분을 제1용제그룹으로 하고, 이소부틸, 부틸셀로솔브, 아세트산부틸, 크실렌, 톨루엔과 같이 도포 시 백화제거기능을 갖는 성분을 제2용제그룹으로 하여, 각 용제그룹을 약 6:4 내지 8:2의 비율로 교반하여 제조한다. 용기에 러버 솔벤트를 투입하여 다른 원료와 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(168) 레조시놀 Resorcinol 108-46-3

1. 개요

1) 제조

1,3-벤젠디술폰산을 수산화나트륨과 함께 가열·융해하여 제조한다.

brazilin을 증류시키거나, galbanum, ammoniac, sagapenum, asafetida, 또는 acroides을 caustic potash로 융합시켜서 제조한다.

2) 용도

- 제혁법, 레진이나 레진 접착제
- 폭발물, 염료 가공
- 타이어나 강화고무제품(컨베이어벨트, 운전벨트)을 만드는 고무 산업에 이용
- 약제의 전처리
- 화장품, neoprene 의 가교제
- 간접 식품 첨가제
- 사진술에서 이용
- 우라늄, 코발트의 비색정량
- 아질산이온, 질산이온의 검출시약

3) 노출 및 결정인자[1)]

레조시놀의 직업적인 노출은 이 물질이 고무산업, 제혁법, 레진 가공, 레진 접착제, 화학적 중간물질, 폭발물, 염료로 제조되고 사용되는 장소에서 피부 접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	110.11	물리적 상태	고체	증기압	1.3hPa/1mmHg(20℃)
끓는점	280℃	R-phrase	22,36/38,50	Log Kow	0.80
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 45 mg/m^3			STEL 20 ppm / 90 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 레조시놀 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 1,3-벤젠디술폰산을 수산화나트륨과 함께 가열·융해하여 제조한다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 레조시놀 제조(포장)

① 시나리오 : 1,3-벤젠디술폰산을 수산화나트륨과 함께 가열·융해하여 제조한다. 제조물질을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.07 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 집성재[1](lamination wood) 생산(도포)

① 시나리오 : 집성재 생산 시 사용하는 접착제로 요소계 수지접착제, 멜라민계 수지접착제, 레조시놀계 수지접착제, 페놀계 수지접착제, 비닐에멀션계 수지접착제, 카세인 접착제 등이 있다. 레조시놀계 수지접착제를 판재나 소각재에 도포 시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 판재 및 소각재등을 섬유방향으로 서로 평행하게 접착시켜 만든 접착 가공목재를 집성재라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: Resorcinarene 제조(투입)

① 시나리오 : Resorcinarene은 레조시놀과 알데히드를 강산에서 축합하여 제조한다. 반응기에 레조시놀을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: Seliwanoff 테스트(검출 시약)

① 시나리오 : 유기화학에서 알데히드기를 포함하는 당(aldose)과 키톤을 포함하는 당(ketose)을 구분하기 위하여 시행하는 테스트이다. 보통, 키톤을 포함하는 당의 탈수가 알데히드기를 포함하는 당의 탈수 보다 빨리 진행되는데, 탈수된 ketose가 레조시놀과 반응하면 진한 체리빛의 붉은색을 나타낸다. aldose는 좀 더 천천히 반응하여 연한 분홍색을 나타낸다. 테스트를 위해 레조시놀을 다루는 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(169) 린데인 Lindane 58-89-9

1. 개요

1) 제조

감마-HCH(lindane; γ-hexachlorocyclohexane(HCH))는 정제하지 않은 HCH의 선택적 결정화로부터 분리되어 진다. 린데인은 가장 일반적인 용매인 메탄올을 사용하여 HCH를 추출하였을 때 얻어진다. 감마-이성질체는 질산으로 처리하였을 때 냄새를 제거할 수 있다.

가공되지 않은 6염화벤젠과 메탄올 아세트산과 alpha, beta 이성질체를 함께 섞으면 거의 녹지 않지만. 이물질을 크로마토그래피로 흡착시키거나 분별 결정화하면 순수한 린데인을 얻을 수 있다.

벤젠+염소(광염소화반응/이성질체 분리)로 제조된다.

2) 용도

옴을 죽이는 제제로서 사람에게 린데인은 로션으로 사용되어 질 수 있다. 그리고 사람에겐 옴이나 이를 죽이는 샴푸로 사용되어 질 수 있다.

미국에서 린데인은 여섯 개의 곡물인 보리, 옥수수, 호밀, 수수 그리고 밀가루의 씨앗 소독에 사용된다. pest가 많이 존재할 때 약 65~105ton의 린데인이 씨앗 소독제로 사용되었다. 씨앗 소독제의 농도는 적어도(수수에 대하여서는 7, 1, 6, 그리고 1%)이다.

씨앗 살균제로 사용된 린데인이 사람에게 노출되면 사람의 몸에 축척이 되어 진다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

린데인은 폐기물을 통하거나 농업에 사용되는 살충제로 환경에 직접 배출된다. 린데인에 노출되는 것은 린데인이 함유되어 있는 공기를 흡입하거나 린데인이 섞인 음식물이나 물을 섭취할 때 그리고 의약품을 통하여 피부에 노출된다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	290.85	물리적 상태	고체	증기압	0.0013Pa(20℃)
끓는점	323.4℃	R-phrase	23/24/25,36/38,50/53	Log Kow	3.72
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3		STEL -		

2. 노출시나리오

ES01: 린데인 제조(시료채취)

① 시나리오 : 벤젠에 빛을 조사하면서 염소를 통과시키면 헥사클로로시클로헥산을 얻는다. 제품의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 디아지논은 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 린데인 제조(포장)

① 시나리오 : 벤젠에 빛을 조사하면서 염소를 통과시키면 헥사클로로시클로헥산을 얻는다. 제품의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 디아지논은 근로자에게 노출될 수 있다. 포장공정인 경우에는 포장용기에 농약을 담는 충전작업을 자동화한 공정이냐 반자동화한 공정이냐에 따라 노출 정도는 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우에는 모든 포장공정에서 작업자가 농약에 노출될 가능성은 높지 않다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 린데인 원재료에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

원재료 투입 → 혼합탱크 → 저장탱크 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포(농약 살포)

① 시나리오 : 농약 살포 전 농약을 희석배율에 따라 희석하는 작업은 희석통이 밀폐된 통이 아니어서 대기 중 휘발되어 노출이 발생할 수 있다.

농약 살포자는 농약의 살포작업 중 농약을 직접 뿌리는 사람으로 디아지논 농약에 가장 노출이 많이 된다. 농약 살포시 아래를 향하여 살포해야 농약의 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하여 농약이 바람에 비산하여 노출이 커지게 되었다.

농약 살포 보조자는 농약을 뿌리는 사람을 보조해 주는 작업으로 농약 호스를 들고 따라다니게 되는데, 농약을 뿌리는 사람 다음으로 농약의 노출이 큰 작업이다.

원재료 투입 → 농약 희석 → 농약 살포

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2(1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ESO5: 분사식 훈기살충제 제조(혼합)

① 시나리오 : 약제를 혼용하므로 인한 상승작용으로 강력한 살충력을 일시에 발휘케하여 훈증시에는 저온로 사용할 수 있고, 살충성분이 균등하고, 속효하게 완전히 분산 침투한 잔류효과가 크고, 지속성이 있을 뿐만 아니라 안전한 살충제를 제공한다. 린덴(Lindane), 아레스린(Aliethrin)등의 살충제와 세사민(Sesamine), 파페린(Paperine,) 피페로닐, 부톡사이드(Piperonylbutoxid)등 실충 보강제를 혼합한 것에 염소산가리, 이산화망간, 산화아연, 소화연 등의 저온발열제를 함께 섞어 만든다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(170) 망간(분진 및 화합물) Manganese(dust&compounds) 7439-96-5

1. 개요

1) 제조

황산망간용액을 전기분해 하여 고순도의 망간을 얻을 수 있다.
산화물을 알루미늄 또는 탄소와 함께 환원시켜 얻을 수 있다.

2) 용도

철 및 철제품(철길, 바위 분쇄기 등)의 생산에 사용되고, 주로 망간철이나 경철형태의 합금으로 사용된다. 그 밖에 망간강(망간 함유율: 10~14%), 호이슬러 합금[1](구리 55%, 망간 30%, 알루미늄 15%), 망가닌(표준저항용), 두랄루민, 망간청동 등으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	54.9380	물리적 상태	고체	증기압	1.3hPa/1mmHg(20℃)
끓는점	1,962℃	R-phrase	unclassified	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL -		

1) 강자성이 아닌 원소로 강자성을 나타내는 합금
2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 망간 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 황산망간용액을 전기분해하여 제조한다. 제조된 망간을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 망간 제조(포장)

① 시나리오 : 황산망간용액을 전기분해 하여 제조한다. 제조된 망간을 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 망간철[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 망간철은 광석·설철·코크스·석회석을 전기로에서 환원하여 생산한다. 생산공정과 설비를 점검할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 망간 75~85%, 철 12~16%를 함유하고, 탄소함유량에 따라 고탄소(C 7.5% 이하)·중탄소(C 2.0% 이하)·저탄소(C 1.0% 이하)로 분류된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 망간건전지 제조(충전)

① 시나리오 : 망간건전지 제조 시 양극활물질로 이산화망간을, 음극활물질로 아연을, 전해액으로 염화아연 또는 염화암모늄 수용액을 사용한다. 이산화망간에 흑연가루를 혼합하여 전도성을 좋게 하기도 한다. 이산화망간을 양극에 충전 시 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 오존분해용 촉매 제조(혼합)

① 시나리오 : 이산화규소, 산화알루미늄, 산화칼슘, 산화망간, 모나자이트, 이산화티탄의 혼합물로 성형물을 만들고, 이를 고온 처리하여 세라믹 담체를 만든다. 여기에 망간이온을 흡착, 열처리하므로서 이산화망간으로 산화시켜, 세라믹 담체에 이산화망간을 도핑한 후 유기 환원제로 반응시킨다. 원료를 혼합하는 과정에서 산화망간에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 과망간산염[1] 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 망간Ⅱ화합물을 농황산과 산화납 또는 질산, 과요오드산 등으로 산화시켜 얻는다. 또는, 산화망간Ⅳ나 산화망간Ⅱ화합물의 알칼리성 용액을 산화제로 처리하거나 공기 중에서 산화시켜서 얻을 수 있으나, 알칼리과잉에서는 망간산염이 생성된다. 망간산염은 산이나 염소, 또는 전해로써 산화시키면 과망간산염이 된다. 생성된 과망간산염을 포장할 때 미반응 망간화합물 및 산화망간화합물에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산성용액은 강산화제로 쓰이며, 이것을 이용하여 과망간산염 적정을 행한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 과망간산칼륨[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 망간산칼륨 수용액을 염소 또는 전해에 의해 산화시키거나, 이산화탄소를 통해서 불균일화시켜 제조한다. 망간산칼륨 수용액을 반응용기에 투입 할 때 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산화제・분석(과망간산 적정 등)・유기합성・소독살균・표백 등에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 점착성그리스 제조(투입)

① 시나리오 : 점착성그리스 제조 시, 제1 성분으로서 에틸렌과 알파-올레핀의 랜덤 공중합체 100중량부와, 제2 성분으로서 증조제 5 내지 100중량부를 사용한다. 제 1 성분인 베이스 오일로서의 코올리고머는 루칸트 HC-600 또는 루칸트 HC-2000이 적합하며, 제2 성분인 증조제로서는 알루미늄, 납, 망간, 리튬 등의 금속 비누류, 실리카, 알루미나 등의 무기질 물질을 사용한다. 증조제로 망간을 반응기에 투입 시 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 전압비선형저항기[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 주성분으로 아연 산화물, 각각 0.1~2몰%의 코발트 산화물, 망간 산화물, 안티몬 산화물, 크롬 산화물, 니켈 산화물, 각각 0.001~0.05몰%의 알루미늄 산화물, 은 산화물, 0.005~0.1몰%의 붕소 산화물, 그리고 7~11몰%의 실리콘 산화물을 포함하는 디스크형 전압 지선형 저항 소자의 주변 측면상에 45~60몰%의 실리콘 산화물, 30~50몰%의 아연 산화물, 1~5몰%의 비스무트 산화물 및 안티몬 산화물을 포함하는 혼합물을 가해, 소결, 절연 피복층을 구비하여 만든다. 망간산화물을 계량하여 반응기에 투입 할 때 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인가 전압에 대한 유효 수명이 우수하고 높은 바리스터 전압을 가지며 소형화된 전압 비선형 저항을 얻을 수 있고 피뢰기, 서지 흡수기에 적합하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(171) 메타크릴 산 Methacrylic acid 79-41-4

1. 개요

1) 제조

메타크릴산은 alpha-hydroxyisobutyric acid의 탈수화에 의해 제조한다.

methyl alpha-alkylvinyl ketone의 hypochlorite 산화에 의해 만들거나 아세톤 시아노히드린으로 처리한 다음 탈수시켜 만들기도 하며 메타아크로레인을 산화시켜 만든다.

acetone cyanohydrin과 dilute sulfuric acid을 반응시켜 isobutylene을 산화시켜 만들 수 있다.

Acrylic과 methacrylic acids(or esters)는 섭씨 300-425도에서 아세트산과 propionic acids(or esters)로부터 생성된다. 각각 alkali and alkaline earth catalysts을 사용한다.

3급 부틸을 함유한 화합물을 메타크릴유도체로 전환시켜서 메타크릴산을 제조할 수 있다.

2) 용도

메타크릴산은 methacrylate resins과 plastics 제조에 이용된다. 또한 고급 메타크릴레이트 에스테르와 카복시레이티드 폴리머를 만들기 위한 화학적 중간물질로 이용된다. 접착제, 페인트, 종이 가공, 직물 산업 등에서 필요한 코모노머로 사용할 수 있다.

메타크릴산을 포함하는 Copolymers는 음이온 물질 처리나 polyampholyte의 등전위점 아래에서 효과적이라고 보고되고 있다.

메타크릴산은 냉장고나 냉각기의 topcoats을 가공하는데 사용된다.

또한 이것은 하이드로젤 콘택트 렌즈를 만드는데도 이용되고 있다.

다른 용도로는 Thermosetting acrylic resin comonomer, carboxylated commoner(styrene-butadiene/nitrile latex)나 공학 접착제 등이 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

methacrylate resins과 plastics을 만들 때나 하이드로젤 콘택트 렌즈, 공학 접착제를 만들 때 이용되는 메타크릴산은 여러 가지 폐기 유출로를 통해 외부로 방출된다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

직업적인 노출은 이 물질이 사용되거나 생산되는 작업장에서의 흡입이나 피부접촉으로 이루어진다. 전체 인구에의 노출은 이 물질을 소량이라도 포함하는 레진이나 플라스틱, 콘택트렌즈, 공학 접착제에 접촉함으로써 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.09	물리적 상태	액체	증기압	0.1mmHg이하(20℃)
끓는점	163℃	R-phrase	34	Log Kow	0.93
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 70 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 메타크릴산 제조(시료채취)

① 시나리오 : 3급 부틸을 함유한 화합물을 메타크릴유도체로 전환시켜서 메타크릴 산을 제조할 수 있다. 3급 부틸 함유 화합물을 분자상의 산소 존재 하에서 임의로는 수증기 존재 하에 약 200℃ 내지 600℃에서 촉매존재 하에 산화시켜 메타클로레인, N메타크릴산이나 메타르릴로 니트릴을 제조하는 방법이다. 제조된 메타크릴산을 분석하기 위하여 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메타크릴산[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 아세톤시안히드린을 묽은 황산으로 가수분해하여 만든다. 제조된 메타클릴산을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색의 주상결정으로, 특유의 자극적인 냄새가 난다. 알코올 ·에테르 등에 임의의 비율로 녹고, 물에는 상온에서 18% 정도 녹는다. 아세트산보다 산성이 강하고 부식성이 있다. 수소를 첨가하면 이소부틸산이 되고, 또 브롬화수소를 첨가하면 α-브롬이소부틸산이 생긴다. 아크릴산보다 더 중합하기 쉽고, 증류뿐만 아니라 장기간 방치하기만 해도 중합을 일으킨다. 또 실험실에서는 메타크릴산메틸을 수산화나트륨으로 가수분해해도 생긴다. 수용성 고분자의 합성원료, 다른 비닐화합물과의 혼성중합체 제조, 이온교환수지 등에 사용하는데, 특히 메틸 및 에틸에스테르는 중요하여 유기유리의 원료로 오래 전부터 공업적으로 제조되고 있다. 이것을 보존할 때는 0.1 % 히드로퀴논을 중합방지제로 첨가하는데, 결정화하면 중합을 일으키기 쉬우므로 소량의 벤젠을 가하여 결정화를 방지한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아크릴 수지[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 도료 분야에 있어서 바인더로의 아크릴수지는 아크릴산, 메타크릴산산 유도체를 주성분으로 하는 모노머를 공중합[2]시켜 얻어지는 수지를 말한다. 이 수지를 제조하기 위하여 메타크릴산을 계량하여 중합반응기에 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 1.8ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.09 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 통상 플라스틱 분야에서 아크릴 수지로 불리는 메타크릴산 메틸을 주성분으로 하는 모노머류를 중합시켜 얻어지는 메타크릴산 수지를 아크릴수지라고 지칭하는 경우가 많다.
2) 중합법에는 괴상중합, 용액중합, 에멀션화 중합, 입상중합이 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 웨이퍼의 미세연마용 조성물 제조(투입)

① 시나리오 : 웨이퍼의 미세 연마용 조성물을 제조에 사용된다. 이 조성물은 물, 입상 무정형 실리카 및 아크릴아미드 단독으로 또는 아크릴산, 메타크릴산 및 스티렌술폰산으로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 비닐 단량체와 함께 그라프트 중합된 다당류 고분자 화합물을 함유한다. 이 조성물 제조를 위하여 메타크릴산을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 오일 시일 패킹용 고무 제조[1](미반응 분출)

① 시나리오 : 특정의 에틸렌계 공중합 고무와 아크릴 고무를 적절히 배합하여 내한성, 내유성, 내열 노화성, 및 강성이 모두 균형있게 우수한 고무를 제조할 수 있다. 이러한 고무를 제조할 때에 메타크릴산을 투입하여 제조하며, 제조된 고무를 분출할 때에 미반응 매타크릴산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 알킬아크릴 아크릴레이트, 알킬 메타크릴레이트, 및 알콕시 알킬 아크릴레이트중 선택된 적어도 1종 이상의 단량체를 60몰% 이상 함유한 아크릴 고무 5~95부로 이루어진 고무 조성물을 만들 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 색필터(감광성 수지)의 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 단량체로서 아크릴산, 메타크릴산 같은 불포화유기산과 메틸아크릴테이트, 에틸아크릴레이트, 벤질메타크릴테이이트 같은 불포화 유기산 에스테르를 함유하는 코폴리머로 만들 수 있으며, 제조된 감광성 수지를 분출할 때에 미반응 메타크릴산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 소프트콘택트렌즈의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 2-히드록시에틸메타크릴레이트 89.7부, TFEM 10부, 메타크릴산 0.3부의 혼합물에 아조비스이소부티로니트릴 0.1부를 중합개시제로서 첨가한 다음에 생성된 혼합물을 충분히 교반하여 혼합한 후, 플라스틱제 주형에 부어 넣고 밀봉한다. 이 혼합물을 온도가 35도에서 100도까지 점진적으로 상승하는 전기로에서 중합시킨 다음, 생성된 투명한 폴리머를 절단 및 연마 등의 가공과정을 거쳐 렌즈의 모양을 만든다. 콘택트렌즈를 생산하기 위하여 설비 및 제조과정을 현장에서 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 메타크릴산 메틸 제조(현장점검)

① 시나리오 :공업적으로는 아세톤에 시안화수소를 작용시켜 아세톤시안히드린을 만들고, 이것을 진한 황산으로 탈수하여 메타크릴산을 제조한 다음, 메탄올을 처리를 하여 제조한다. 를 생산하기 위하여 설비 및 제조과정을 현장에서 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(172) 메탄올 Methanol 67-56-1

1. 개요

1) 제조

메탄올은 일산화탄소와 수소를 50~600기압에서 반응시킬 때 생성된다[1]. 높은 기압이 사용되는 공정이며 구리 아크롬산염 촉매가 사용된다. 가장 일반적인 방법은 503~523K, 50~100기압에서 만들어 지는 공정이 사용된다. 메탄올을 합성할 때 구리-아면 산화 촉매가 사용되는데 촉진제로는 알루미나가 사용된다. 하지만 이런 촉매는 오래된 다른 구리 아크롬산염보다 독성이 강하기에 황이 없는 가스가 합성에 사용되어 진다

액상의 메탄올은 구리-아면 산화물을 탄화수소 기름과 섞음으로 제조되어 질수 있다. 액상으로 만드는 공정은 열 전달을 쉽게 할 수 있으며 보다 높은 전환율로 제조되어 질 수 있다. 다시 말해서 액상 메탄올의 제조는 석탄 유도체를 사용하여서 얻을 수 있다.

2) 용도

- 라디에이터와 브레이크의 부동액
- 가솔린과 디젤의 부동액의 혼합성분으로 사용, 가솔린의 옥탄가를 높여주는 물질로 사용
- 소풍 스토브와 군대에서 사용하는 토치 원료
- pyroxylin 플라스틱의 유연제
- 동물, 식물 오일의 추출용매로 사용, 공업적으로 에탄올을 만드는데 사용, 콜레스테롤, 스트렙토마이신, 비타민, 호르몬과 다른 의약품을 만드는데 사용
- 파이프 라인의 탈수제로 사용, 얼음을 얼리는 약품 그리고 methylamine과 chloride dioxide를 제조하는데 사용
- 연고를 생산할 때 에탄올 대신 사용하는 용매나 발적제로 사용
- 양파를 썩게 하는 박테리아를 박멸하기 위한 토양 훈증제로 사용
- 느릎나무를 병들게 하는 느릎나무 균을 제거하기 위해 주사제로 사용
- 진흙 박테리아를 없애기 위해 사용되는 주사제제에 사용
- 제목과 나무 울타리 등에 사용
- 나무를 썩게 하거나 변질되게 하는 곰팡이를 제거하기 위한 약품으로 사용
- 메탄올은 복사기에도 사용
- 2.4-dinitrotoluene을 제거하기 위한 용매로 효과적으로 사용
- 토양에 있는 오염물이 이산화탄소 등의 오염 물질을 제거하는데 사용

---

1) 일산화탄소와 수소의 반응은 발열반응이다. 따라서 생산시설은 열을 효과적으로 제거할수 있도록 설계되어 져야 한다. 발열반응을 조절하기 위해 일산화 탄소가 523 k에서 약 45% 정도만 반응에 사용되도록 조절해야 한다. 그리고 사용된 일산화탄소와 수소는 재사용이 될 수 있다.

■ 약 70%의 메탄올은 포름알데히드, 메틸 터셔리 부틸 에테르, 아세틱 산 메틸 메타아크릴산 그리고 디메틸 테레프탈레이트와 같은 화학물질을 만드는데 널리 사용

용도는 포르말린, 메틸화합물의 원료, 유기용제·유기합성원료 등이다. 솔벤트로써 포름알데히드와 메틸에스테르를 만드는데 사용되는 원료 물질로 사용될 수 있다.

3) 노출 및 결정인자[2)]

메탄올은 용매로써 사용되며 연료 첨가제 포름 알데히드, 아세틱 산, 메틸 터셔리 부틸 에티르 등을 만들 때 사용되지만 다양한 오염물질을 환경에 배출시킨다. 메탄올을 다양한 식물 그리고 생물학적 폐기물과 오수가 생산될 때 분해 생성물로 만들어 진다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	32.04	물리적 상태	액체	증기압	127mmHg(25℃)
끓는점	64.7℃	R-phrase	11,23/24/25,39/23/24/25	Log Kow	-0.77
노출기준(노동부)	TWA 200 ppm / 260 mg/m^3			STEL 250 ppm / 310 mg/m^3	

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 메탄올 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메탄올은 탄산가스 1, 수소 2의 비율로 반응시켜 합성한다. 제조된 메탄올을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.
원료(일산화탄소, 수소) → 압축 → 여과 → 합성 → 냉각 → 분리 → 감압 → 정제 → 메탄올

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메타크릴산메틸(methyl methacrylate) 제조(투입)

① 시나리오 : 아세톤시아노히드린에 메탄올과 황산을 작용시켜 합성한다. 유기유리와 비닐계 혼성중합체의 제조 등 중합반응과, 메틸 이외의 알코올의 메타크릴산에스테르 합성에 이용된다. 메탄올을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 메틸아민(methylamine)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 메탄올·염화암모늄·염화아연을 약 300℃로 가열하여 제조한다. 메탄올을 계량하여 투입하고 가열할 때 제조과정과 현장시설을 점검할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 암모니아의 수소원자 1개가 메틸기로 치환된 화합물이다. 고기를 먹은 개의 오줌, 식물 눈·땅속 줄기 등에서 발견된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 메틸에테르(methyl ether) 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 메탄올을 촉매를 사용하여 탈수하고 합성된다. 일반적으로는 디메틸에테르를 가리킨다. 제조된 메틸에테르를 포장할 때 미반응 메탄올에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.25 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 302

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 브롬화메틸(methyl bromide)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올을 붉은 인의 존재에서 브롬으로 브롬화하거나, 황산의 존재에서 브롬화수소산 또는 브롬화나트륨으로 브롬화하면 생성된다. 메탄올을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기합성반응에서 메틸화시약으로서 사용된다. 인화성이 낮고 온도 및 습도에 안정적인 고독성농약의 한 종류로 곡물이나 청과물, 묘목, 종자 등의 저장 및 토양의 해충방제제로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 살리실산 메틸(methyl salicylate)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 살리실산과 메탄올(메틸알코올)을 산 존재 하에서 반응시켜 합성한다. 제조과정에서 시설과 진행과정을 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 특유의 냄새가 나는 무색 액체로, 여러 종류의 유기용매와 임의의 비율로 잘 혼합된다. 과자·추잉껌·치약 등의 향료로 사용되며, 이 밖에도 소염제, 신경통의 치료를 위한 연고나 도포제로 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아세트산 제조(첨가)

① 시나리오 : 메탄올(메틸알코올)을 일산화탄소에 첨가시키는 방법으로 제조한다.

원료(일산화탄소, 메탄올) → 반응 → 경질분리 → 탈수 → 증류 → 정류 → 아세트산

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 아세트산메틸(methyl acetate) 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올과 아세트산의 탈수축합에 의해 생성되는 에스테르이다. 메탄올을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.25 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 아크릴산에스테르(acrylate ester)[1] 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 아크릴산과 메탄올(알코올)로부터 생성되는 에스테르의 총칭이다. 공업적으로는 메틸에스테르가 가장 중요하며, 아세틸렌·메탄올·니켈카르보닐을 사용한 레페법에 의해 제조되었으나, 현재는 프로필렌의 접촉산화에 의해 제조된 아크릴산을 메탄올로 에스테르화하는 제조법으로 바뀌어가고 있다. 이 방법에서는 프로필렌 675kg과 메탄올 400kg으로부터 1t의 아크릴산메틸이 얻어진다. 제조된 아크릴산 에스테르를 포장할 때에 미반응 메탄올에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 302

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 실험실에서는 진한 황산을 촉매로 하여 아크릴산과 알코올을 반응시키면 얻을 수 있다. 고급알코올의 에스테르는 아크릴산메틸로부터 에스테르교환반응을 이용하여 합성한다. 메틸에스테르로부터 헥사데실에스테르까지의 동족체는 어느 것이나 상온에서 액체이다. 저급알코올의 에스테르는 불쾌한 냄새가 나고 독성이 강하므로 흡입이나 피부 접촉을 피해야 한다. 과산화물·빛·열 등에 의해 중합을 일으키기 쉽고, 중합사슬 사이에 다리걸침을 일으키므로 아크릴수지의 원료가 된다. 공업적으로는 메틸에스테르 외에 에틸, 부틸, 2-에틸헥실에스테르가 쓰인다. 주요 용도는 아크릴섬유의 개질(改質), 도료·접착제 등이며, 모두 혼성중합체가 쓰이고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 아크릴수지(acrylic resin) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아크릴산이나 메타아크릴산 등의 에스테르로부터 중합한 합성수지이다. 대표적인 것은 메타크릴산메틸에스테르($CH_2=C(CH_3)CO_2CH_3$, 약칭 MMA)의 중합체로서 일반적으로는 <유기유리[1]>의 하나로 알려져 있다. 이것은 아세톤과 시안화수소산(청산), 메탄올을 원료로 하여 제조한다. 현장에서 제조과정과 시설을 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 투명성이 좋은 플라스틱으로서 빛 특히 자외선을 보통 유리보다 쉽게 통과시킨다. 유리 이상의 투명성이 있고 유리 무게의 절반밖에 안되므로 가볍고 가공성이 뛰어난 반면, 경도가 낮아 흠집이 생기기 쉽고 먼지가 붙기 쉬운 결점이 있다. 항공기·자동차의 방풍유리, 또는 티탄백을 혼입한 흰색 조명기구커버, 건축재료 등 여러 방면에 걸쳐 쓰이고 있다. 의료용 재료로서 콘택트렌즈와 의치(義齒)의 대부분은 이 수지로 만들어지고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 포름알데히드 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올을 산화하면 탄소수가 같은 알데히드가 합성된다. 메탄올을 계량하여 반응기에 투입 시 근로자가 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 변성알코올(denatured alcohol)[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 알코올램프 (alcohol lamp)에 연료로 사용하는 알코올로서 일반적으로 메탄올 등을 첨가하여 변성한 공업용 에탄올을 이용한다. 이러한 변성알코올을 만들기 위하여 용기에 투입하여 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 소량의 변성제를 가한 에탄올(에틸알코올). 변성제를 가한 것이므로 음료용으로 사용할 수 없으며 공업용 알코올로 사용한다. 변성제는 악취, 불쾌한 맛, 독성을 가지며 쉽게 알코올에서 분리할 수 없지만, 공업에서의 용도에는 지장이 없는 물질이 선택된다. 보통의 변성알코올은 에탄올 180ℓ당 메탄올(메틸알코올) 7kg, 포르말린 30g, 콜리딘 400g 및 로다민(적색염료) 0.5g을 첨가해서 만드는데, 뒤의 3가지는 경우에 따라 첨가하지 않아도 된다. 이 밖의 변성제로서 아세트알데히드·이소부틸메틸케톤·프로피온산에틸·벤젠·석유 등이 알려져 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 염화메틸(methyl chloride)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올과 염산을 황산의 존재하에서 반응시켜 얻는다. 메탄올을 계량하여 반응기에 투입 시 근로자가 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 에테르냄새를 가진 지방족염화물 중에서 가장 열에 안정하다. 부틸고무, 실리콘수지 제조원료 외에 유기합성용의 각종 메틸화제로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 황산디메틸(dimethyl sulfate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올과 황산의 중성에스테르로서, 발연황산과 건조한 메탄올의 반응으로 생성되는 황산수소메틸을 증류하여 얻는다. 메탄올을을 계량하여 반응기에 투입 시 근로자가 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.75 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색의 유상액체이며 독성이 있다. 흡입하거나 피부에 닿으면 호흡기 점막의 염증으로 죽기도 한다. 히드록시기나 아미노기에 메탈기나 메틸기를 도입하는 시약으로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: P.V.D 코팅, 표면전처리공정(세척)

① 시나리오 : 금형공구, 절삭공구의 제품표면을 티타늄 등의 금속으로 PVD코팅을 하는 업체로 전처리 세척제로 메탄올, 기타 유기화합물질 사용에 따라 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20.6℃	연간 사용량	2.4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 200 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 초치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES16: 세척공정

① 시나리오 : Flexible PCB제조회사의 라미네이팅 공정에서 롤세척 용도로 메탄올을 헝겊에 묻혀 세척을 할 때 폭로 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	0.1톤 이하	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES17: 드링크제 제조(투입)

① 시나리오 : 생약원료를 이용한 드링크를 제조하는 업체로서 생약원료를 추출탱크 내에 투입하고 메탄올과 함께 일정시간동안 생약성분을 추출한다. 메탄올은 외부에서 납품업체가 탱크로리에서 직접 주입하므로 내부 작업자에게 폭로량은 적다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	25℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES18: 드링크제 제조(시설점검)

① 시나리오 : 생약원료를 이용한 드링크를 제조하나 업체로서 생약원료를 추출탱크 내에 투입하고 메탄올과 함께 일정시간동안 생약성분을 추출한다. 메탄올은 외부에서 탱크로리에서 저장 탱크에 주입 후 투입되는데 추출기가 설치된 작업장에는 탱크에서 누설되는 증기의 일부가 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	25℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES19: 형광염료[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 형광염료를 제조하는 업체로서 원료로서 메탄올 투입시 폭로된다. 된다. 메탄올은 파이프라인으로 반응기로 자동 투입되며 폭로는 반응기의 햇치를 열었을 때 이며 간헐적으로 검사를 위해 열게 된다. 햇치의 상상에는 후드가 설치되어 있다.

반응 → 여과 → 재결정 → 여과 → 건조 → 분쇄 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	25℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 형광증백염료(fluorescent whitening dye)는 자외선을 흡수하여 자색 내지 청색의 광을 형광으로 발하는 화합물로, 섬유, 종이 등을 처리함으로써 가시부의 전 파장에 걸쳐 거의 완전히 반사하는 효과를 얻어 순백으로 보인다. 원료는 Diamino stylene, Disulfanilic acid, Cyanuric chloride, $CaCO_3$, Methanol, Mono ethanolamine이 사용되며 중간에 소금과 망초(황산나트륨), 요소가 첨가된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(173) 메탄 에티올[1] Methanethiol 74-93-1

1. 개요

1) 제조

H_2S와 CO가스를 포함하는 혼합물에 인공 금홍석을 약 225℃에서 반응시키면 얻을 수 있다. 메틸 메르캅탄은 메탄올 응축액과 황화수소를 통해 제조된다. 메탄에티올은 주로 메티오닌의 절연파괴나 황화수소의 메틸화에 의해 유도된다.

콜타르·석유증류물에 함유되어 있고, 동물의 소화관 내에서 단백질에 무산소성 균이 작용하면 배설된다.

요드화메틸과 수황화칼륨과의 반응, 티오요소에 요드화메틸을 반응시켜서 얻는 S-에틸티오우로늄염을 알칼리분해하면 생긴다.

2) 용도

- 제트연료·살충제·살균제·플라스틱의 제조중간체나 메티오닌의 합성에 사용
- 메틸 메르캅탄은 천연가스, LPG 그리고 프로판가스 취기제로 사용
- 메티오닌 합성물에서 사용
- 살충제 제조의 중간물질에 사용
- 분출연료와 살균제 그리고 플라스틱 제조의 중간물질
- 합성 조미료 물질과 보강제
- 메틸 메르캅탄은 살충제와 살균제, 분출 연료의 생산 중간물질, 메티오닌과 플라스틱의 합성에 사용
- 제지와 펄프제작 공정의 부산물이다(크라프트와 황화물 공정)

3) 노출 및 결정인자[2]

메틸 메르캅탄의 생산물과 화학합성물에서의 사용 그리고 천연가스의 취기제는 다양한 형태의 배출물로 환경에 방출될 수 있다. 잠재적 산업 방출은 목재 펄프, 석유 공정과 하수처리공장을 포함한다.

메틸 메르캅탄은 또한 염성 습지식생, 토양, 담수 조류에서 발생되고 조류 매트를 분리한다. 메틸 메르캅탄의 주요 원천은 메티오닌의 미생물 분해이다.

직업상, 메틸 메르캅탄이 생산되거나 사용되는 곳에서 흡입이나 합성물과의 접촉

---

1) 메탄티올 [methanethiol], 메틸메르캅탄이라고도 한다. 강력한 악취를 풍기는 기체이다. 악취방지법에서 지정하고 있는 악취물질이며, 악취의 발생원은 크래프트펄프 제조공장, 짐승의 고기·가죽·내장 등을 원료로 하여 피혁·유지·아교·비료·사료 등을 만드는 공장, 어장골 처리장 등이다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

을 통해 메틸 메르캅탄에 노출 될 수 있다. 펄프제조, 석유 정제나 하수처리 산업 분야에 종사하는 근로자가 주로 메틸 메르캅탄에 노출되기 쉽다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	48.11	물리적 상태	기체	증기압	1,276mmHg(20℃)
끓는점	5.96℃	R-phrase	12,20,50/53	Log Kow	0.65
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 1 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 메탄 에티올 제조(시료채취)

① 시나리오 : H_2S와 CO가스를 포함하는 혼합물에 인공 금홍석을 약 225℃에서 반응시키면 얻을 수 있다. 제조된 메탄 에티올을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 이하				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메탄 에티올 제조(포장)

① 시나리오 : H_2S와 CO가스를 포함하는 혼합물에 인공 금홍석을 약 225℃에서 반응시키면 얻을 수 있다. 제조된 메탄 에티올을 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3.6 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 프로판가스 취기제로 사용(첨가)

① 시나리오 : 가정용 연료로 사용되는 프로판 가스의 누출을 인지하기 위하여 악취가 나는 메탄 에티올을 첨가하여 공급한다. 첨가는 자동으로 이루어지기 때문에 노출 가능성은 낮다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(174) 2-메톡시에탄올 2-Methoxyethanol 109-86-4

1. 개요

1) 제조

아세탈(Acetals)은 일산화탄소와 수소하에서 아주 유용한 물질을 생성하는데, 일예로 methylal, 일산화탄소와 수소를 반응시키면 에탄올과 2-methoxyethanol 이 생성된다. 이 반응은 Cobalt, iodine 그리고 ruthenium 촉매하에서 진행되어 진다.

에틸렌과 메탄올로 제조된다.

에틸렌 글리콜과 디아조메탄의 반응으로 생성된다.

에틸렌 클로로히드린이나 에틸렌 글리콜과 NaOH 그리고 디알킬황산의 반응에 의해 제조된다.

2) 용도

- 저점착력 셀룰로오스 아세트산, 천연 수지, 합성 수지의 용매
- 가죽 염색
- 수정된 칼 피셔의 시약
- 바다표범 방습 셀로판
- 니스, 에나멜, 손톱광택제, 목재 착색제의 급속한 건조용
- 제트기 연료 방빙 장치 첨가제
- 전자산업에서 사용되는 수지를 위한 용매
- 디(2-메톡시에틸)프탈레이트, 가소제, 2-메톡시에틸 아세트산의 제조
- 일반공정 용매
- 염료의 운반체
- 코팅과 잉크의 용매
- 니트로-셀룰로오스, 탄화수소의 용매
- 방향 정착액
- 사진 필름 제조
- 니트로셀룰로오스와 유압액의 구성성분
- 용매 혼합물
- 향수 고정액

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2-메톡시에탄올의 용매로써의 생산과 사용은 다양한 형태의 폐기물로 환경에 방출될 수 있다. 이전에 군항공기 연료의 부동액으로 사용되었던 2-메톡시에탈올은 연료탱크의 유출과 탱크 바닥의 처리에 의해 환경에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	79.6	물리적 상태	액체	증기압	0.8kPa(6mmHg)(20℃)
끓는점	124.43℃	R-phrase	60,61,10,20/21/22	Log Kow	-0.77
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 16 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 2-메톡시에탄올 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸알에 일산화탄소와 수소를 반응시키면 에탄올과 2-메톡시 페놀이 생성된다. 제조된 2-메톡시에탄올을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 이하				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-메톡시에탄올 제조(포장)

① 시나리오 : 메틸알에 일산화탄소와 수소를 반응시키면 에탄올과 2-메톡시 페놀이 생성된다. 제조된 2-메톡시에탄올을 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 살서제 제조(투입)

① 시나리오 : 살서제로 유용한 3-피리딜메틸 4-치환된 페닐 우레아의 금속복염의 제조에 용매로 사용한다. 섭씨 0~100도의 온도에서 반응시키고 생성물을 여과에 의해 분리시켜 살서제를 제조한다. 용매를 투입하여 혼합할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 액체 살균제 제조(배합)

① 시나리오 : 살균적 유기주석 화합물을 기제로 한 액체 살균제 조성물의 제조시에 사용된다. 유기주석 화합물은 트리시클로헥실 주석 산화물 또는 수산화물, 또는 트리네오필 주석 유도체가 사용되며, 알콜로는 이소부탄올, 2-메톡시에탄올, 1-메톡시프로판올, 2-n-부톡시에탄올, 에틸락트산염 또는 디에틸렌 글리콜 모노에틸에테르, 그리고 에틸렌 글리콜을 사용한다. 유기용제를 투입하여 배합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 고유량 역삼투분리막 제조(첨가)

① 시나리오 : 폴리아미드계 역삼투 분리막을 제조할 때에 탄화수소계 용매를 사용하는 다관능성 산할로겐화합물 용액에 첨가제로 2-메톡시에탄올 첨가한다. 이에 재료를 계량하여 투입할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 금속산화막 제조(투입)

① 시나리오 : 징크 아세테이트 나 징크 나이트레이트등의 아연계분말을 2-메톡시에탄올(2-methoxyethanol)에 녹여 투명한 금속산화막을 제조하기 위하여 2-메톡시에탄올을 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 이산화티탄을 함유하는 나노 섬유의 제조 및 제조된 나노섬유

① 시나리오 : 티탄 이소프로폭사이드 0.1 내지 0.5mol(28.426-142.130g) 및 2-메톡시에탄올 0.5 내지 5.0mol(38.05-380.50g)의 몰 비율로 이루어진 혼합 용액과 질산, 초산 및 루이스 산으로 이루어진 그룹 중의 어느 하나의 촉매로서 제조된 이산화티탄 졸 용액을 전기 방사하는 하여 나노 섬유를 제조 할 때에 2-메톡시에탄올을 투입하여 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(175) 4-메톡시페놀 4-Methoxyphenol 150-76-5

1. 개요

1) 제조

카테콜을 메탄올로 메틸화하여 제조한다.

1.2-디히드록시벤젠(흔히 카테콜)이나 o-메톡시아닐린(흔히 o-아니시딘)으로 제조된다.

250~300℃, 실리카와 알루미나 혼합물 위에 하이드로퀴논과 디메틸에테르의 반응으로 제조된다.

디메틸황산과 하이드로퀴논의 메틸화로 제조된다.

2) 용도

- 향료(바닐린향료 원료), 의약(치과용 진통소담제)
- 산화방지제의 제조
- 가소제
- 염료
- UV 반응 억제제
- 탄화수소와 에틸 셀룰로오스 염소처리의 안정제
- 아크릴 중합체와 아크릴로니트릴의 반응 억제제
- 직물 윤활유의 안정제

3) 노출 및 결정인자[1)]

하이드로퀴논 모노메틸 에테르의 생산과 산화방지제로 사용된다. 조제약, 가소제, 염료. 안정제와 반응 억제제로서의 사용을 통해 여러 가지 폐기물의 형태로 환경에 방출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	124.14	물리적 상태	고체	증기압	<0.01mmHg(20℃)
끓는점	243℃	R-phrase	22,36,43	Log Kow	1.58
노출기준(노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 4-메톡시페놀[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 1.2-디히드록시벤젠(흔히 카테콜)이나 o-메톡시아닐린(흔히 o-아니시딘)으로 제조된다. o-아니시딘을 디아조화한 다음 용액을 100℃ 이상으로 가열하고 수증기증류법에 의해 분류하여 제조하는 데, 중간 샘플링 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	380 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.002(1 이하이므로 추가조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 구아야크수지의 건류로 얻어지므로 이러한 이름이 붙여졌다. 너도밤나무의 타르 속에도 들어있다. 특이한 냄새가 나는 약간 황색을 띤 백색의 결정이다. 1.2-디히드록시벤젠(흔히 카테콜)이나 0-메톡시아닐린(흔히 0-아니시딘)으로 제조되며, 향료로 쓰이는 바닐린의 제조에 이용된다. 물에는 약간만 녹으며 유기용매에 녹는다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 4-메톡시 페놀[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 1.2-디히드록시벤젠(흔히 카테콜)이나 o-메톡시아닐린(흔히 o-아니시딘)으로 제조된다. o-아니시딘을 디아조화한 다음 용액을 100℃ 이상으로 가열하고 수증기증류법에 의해 분류하여 제조한다. 제조된 4-메톡시 페놀을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 구아야크수지의 건류로 얻어지므로 이러한 이름이 붙여졌다. 너도밤나무의 타르 속에도 들어있다. 특이한 냄새가 나는 약간 황색을 띤 백색의 결정이다. 1.2-디히드록시벤젠(흔히 카테콜)이나 0-메톡시아닐린(흔히 0-아니시딘)으로 제조되며, 향료로 쓰이는 바닐린의 제조에 이용된다. 물에는 약간만 녹으며 유기용매에 녹는다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 합성고무 제조(첨가)

① 시나리오 : 합성고무를 제조할 때에 산화방지제[1]로 사용한다. 이를 위해 4-메톡시 페놀을 계량하여 첨가할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 항산화제라고도 한다. 이 작용은 보통 영속적인 것이 아니고, 산화반응에 직접 관여해서 산화를 방지하는 퀴논류·아민류·페놀류 등과 산화반응의 촉매 구실을 하는 금속을 불활성화하는 간접적인 산화방지제가 있다. 합성고무류에는 일반적으로 페닐-β-나프틸아민을 사용하며, 그 밖에 방향족 아민류·히드로퀴논 등이 사용된다. 천연고무에는 라텍스 중의 아미노산류가 천연의 산화방지제로 되어 있다. 유지 등에는 비타민 E·세사몰·비타민 C·게르세틴 등이 천연의 산화방지제로서 함유되어 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아크릴로니트릴의 반응 억제제로 사용(첨가)

① 시나리오 : 아크릴로니틀이릐 자동적인 중합반응을 억제하기 위하여 아크릴로니트릴에 4-메톡시 페놀을 첨가하여 둔다. 첨가할 때에 미미하지만 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 이하				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100, 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(176) 4,4'-메틸렌디아닐린 4,4'-methylene dianilin 101-77-9

1. 개요

1) 제조

제올라이트 또는 실리코-알루미나로부터 선택된 고체 산 촉매의 존재 하에 2개 이상의 반응기속에서 아닐린 또는 이의 유도체와 포름알데히드 또는 이의 전구체를 반응시킨 다음, 반응수 또는 첨가된 물을 시약과 함께 증류시킴을 포함하는 메틸렌 디아닐린을 합성할 수 있다

아닐린과 포름알데히드로부터 제조할 수 있다. 리튬 알루미늄 수소화물과 함께 p,p'-디아미노벤조페논의 수소화분해. 디아민이 분리될 수 있는 디-, 트리-, 폴리아민의 합성물을 생산하는 아닐린과 함께 포름알데히드의 반응으로 제조된다.

2) 용도

- Crude MDI(주로 냉장고 단열재, 경질 및 반경질 폼, 자동차내외장재)
- Pure MDI(신발창, 합성피혁, 스판덱스, 접착제, 도료, 전선피복류)
- 텅스텐과 황화물의 확인
- 부식반응 억제제
- 아조 염료의 제조
- 폴리우레탄 탄성중합체와 폴리우레탄 에폭시 수지를 위한 경화제
- 폴리메틸렌, 폴리페닐이소시아네이트의 화학적 중간물
- 폴리이미드의 단량체와 폴리이미드 수지 및 섬유제조의 단량체
- 파라로쟈닐린 염료의 화학적 중간물; 실험 분석용 시약

3) 노출 및 결정인자[1)]

4,4'-디아미노디페닐메탄(MDA나 4,4'-메틸렌디아닐린으로 더 널리 알려져 있음)은 상업적 제조나 사용, 메틸렌디이소시아네이트를 제조하는 공장에 관련된 대기나 물로의 방출을 통해 환경에 배출될 수 있다. 하지만, 이러한 자원으로부터의 배출 비율은 낮아 질 것이라 예측된다. 만약 대기로 배출된다면, 증기 상태의 MDA가 수산기의 광화학 반응에 의하여 급속히 감소할 것이다.(반감기가 1.6 시간일 것으로 추정.)

MDA의 제조나 에폭시 수지, 엘라스토머 그리고 다른 혼합물 생산의 중간물질로 사용될 때 흡입이나 피부접촉을 통해 직업상 MDA에 노출될 수 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	198.26	물리적 상태	고체	증기압	0.1mmHg(152℃)
끓는점	398~399℃	R-phrase	45,20/21/22,43,48/20/21,51/53	Log Kow	1.59
노출기준(노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.8 mg/m^3 STEL -				

2. 노출시나리오

ES01: 4,4′-메틸렌디아닐린 제조(시료채취)

① 시나리오 : 제올라이트 또는 실리코-알루미나로부터 선택된 고체 산 촉매의 존재하에 2개 이상의 반응기속에서 아닐린 또는 이의 유도체와 포름알데히드 또는 이의 전구체를 반응시킨 다음, 반응수 또는 첨가된 물을 시약과 함께 증류시킴을 포함하는 메틸렌디아닐린을 합성할 수 있다. 제조된 메틸렌디아닐린을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 내열성 접착테이프[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 유리전이온도가 200℃ 이상인 폴리이미드 공중합체와 아크릴로니트릴/부타디엔 공중합체의 혼합물을 바인더로서 포함하는 접착층을 내열성 필름의 적어도 일면에 도포하여 제조된 것이다. 메틸렌디아닐린은 원료로 사용되며, 이를 계량하여 반응기에 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.00025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이것은 테이핑시의 온도에서 탁월한 접착력 및 내열성을 보이고 에폭시 몰딩시의 온도 조건 하에서도 접착력을 유지하여 납 프레임의 치수안정성을 향상시킬 수 있어 리드온칩용 접착테이프를 제조할 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 기체차단성이 우수한 디스플레이용 기판[1] 제조(도포)

① 시나리오 : 기체차단성이 크게 향상된 효과를 얻게 되는 디스플레이용 기판을 제조하는 데에 폴리이미드계 수지의 원료로 사용되어 기판 제조시에 미반응 메틸렌 디아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.000078 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 기체차단성이 우수한 디스플레이용 기판에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 통상의 플라스틱 기판 표면을 폴리이미드 또는 이의 전구체와 나노 크기의 층상 실리케이트가 고루분산되어 있는 나노복합용액으로 코팅한 후에 건조 및 열처리하여 폴리이미드계 나노복합막을 형성하여 둠으로써 내열성을 비롯한 기계적 특성이외에도 기체차단성이 크게 향상된 효과를 얻게 되는 디스플레이용 기판을 제조할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: Diphenylmethane-4,4'-diisocyanate(MDI)제조[1](현장점검)

① 시나리오 : 아닐린에 포르말린을 반응시켜 산성축합을 하고 알카리로 중화, 증축하여 메틸렌디아닐린(MDA)을 만든다. MDA를 적당한 용제에 녹여 포스겐을 반응시켜 조MDI를 얻고 이것을 증류 정제하여 제품으로 만든다. 제조과정에서 현장의 시설과 반응과정을 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) Diphenylmethane diisocyanate, 1,1'-Methylenebis(4-isocyanate benzene) 백색 또는 미황색의 고체로 방향족탄화수소(벤젠, 톨루엔 등), 염소화 방향족 탄화수소(클로로벤젠 등), 니트로벤젠, 아세톤, 에테르, 초산에틸, 디옥산 등에 녹는다. 상온에서 부식성은 비교적 적다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05 : 주조공장(코어-메이킹)

① 시나리오 : 코어-메이킹에 사용되는 합성수지의 경화제로 사용되기 때문에 코어-메이킹이 미반응 또는 열분해된 MDA에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약하게 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 3.75 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06 : 강화플라스틱 제조(첨가)

① 시나리오 : 강화플라스틱을 제조할 때에 경화제로 첨가하기 때문에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.00125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(177) 알파-메틸스티렌 alpha-Methyl styrene 98-83-9

1. 개요

1) 제조

쿠밀 알코올을 함유하는 반응 원료 중 유기산 농도가 10 내지 1,000wt ppm인 것을 특징으로 하는 α-메틸스티렌의 제조방법으로 활성 알루미나의 존재 하에 쿠밀 알코올을 탈수하여 α-메틸스티렌을 제조한다.

또한, 쿠멘-페놀공정에서 부산물로 생성된다. 벤젠과 프로필렌의 알킬화 그리고 이소프로필벤젠이 알파-메틸스티렌으로 탈수소화 반응에 의해서 제조된다.

2) 용도

- 폴리에스테르의 중합에 단량체로 사용
- 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 고무-열가소성 플라스틱수지에서 유리 전이를 증가시키기 위해 세 번째 단량체로 사용
- 염화 폴리비닐/고온 ABS 코모노머
- 반응적 희석액(불포화 폴리에스테르 수지)
- 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌수지에서 UV 감성 억제제

3) 노출 및 결정인자[1)]

알파-메틸스티렌의 중합체의 생산과 반응적 희석액으로써의 상품과 쓰임새는 다양한 형태의 폐기물로 환경에 방출되는 결과를 낳을 수 있다.

합성고무 생산에 종사하는 근로자의 손을 씻어 낸 후에 0.024에서4.05MG의 알파-메틸스티렌이 함유되어 있었다. 손이 완전히 노출된 곳에서는 흡입보다 피부를 통한 경로가 더욱 중요하다.

직업상, 작업장에서 알파-메틸스티렌을 생산하거나 사용하는 곳에서 일하는 근로자들은 흡입이나 그것의 혼합물을 통한 피부접촉에 의한 노출이 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.18	물리적 상태	액체	증기압	0.25kPa(1.9mmHg)(20℃)
끓는점	165.4℃	R-phrase	10,36/37,51/53	Log Kow	3.48
노출기준(노동부)	TWA 50 ppm / 240 mg/m^3			STEL 100 ppm / 485 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: α-메틸스티렌 제조(시료채취)

① 시나리오 : 활성 알루미나의 존재하에, 탈수 반응에 의해 쿠밀 알코올로부터 α-메틸스티렌을 제조한다. 제조된 α-메틸스티렌을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

원료(쿠밀 알코올) → 탈수(알루미나) → α-메틸스티렌 생성 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 경전기구와 자동차분야에 사용되는 수지 제조(투입)

① 시나리오 : 스티렌과 아크릴로니트릴을 공중합시켜서 생산한 열가소성 수지나 또는 폴리부타디엔 고무는 우수한 내충격성과 내열성을 갖는 수지(ABS 수지)로 만들 수 있다. 하지만 경전기구와 자동차분야에 있어서 고성능으로 하기 위하여는 구조 물질의 내열성을 증대시킬 강력한 필요가 요구된다. 따라서 스티렌을 α-메틸스티렌으로 대치시켜서 그라프트 공중합체의 성상들을 개선시켰다. 이를 위하여 α-메틸스티렌를 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

원료 투입(α-메틸스티렌, 아크릴로니트릴) → 반응기(공중합반응) → 제품 생산 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 흡수제[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 항균성 흡수제(수정된 폴리머 화합물)는 ABS 레진과 같은 대표적인 유기 레진의 스크랩 물질을 산화 처리(acid treatment)와 금속-소금 형성처리를 거치게 함으로써 제조된다. 이 때에 α-메틸스티렌을 원료로 사용하게 되며, 제조된 흡수제를 포장할 때에 미반응 α-메틸스티렌에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.036 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 누수 또는 홍수로 인해 마루바닥에 남아 있는 물을 흡수하여 제거하며, 수정된 폴리머 화합물로 구성된 항균성 흡수제로 채워지고 면 섬유로 된 물이 침투 가능한 가방 모양의 케이스. 흡수체는 물을 흡수하여 팽창한다. 흡수체는 항균성 흡수제로 채워져 있다. 그러므로, 물을 흡수한 후에도, 흡수체는 세균들이 이동하는 비위생적인 조건에 있지 않게 된다. 흡수체가 건조할 때에, 그것은 흡수특성을 복원하고 흡수체로서 다시 사용될 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04 : 개량 폴리스티렌 제조(현장점검)

① 시나리오 : 폴리스티렌에 내열성 향상을 위해 α-메틸스티렌·말레산무수물의 공중합이 행해지며 내열성폴리스티렌은 100℃ 물에 안정하다. 아크릴로니트릴과의 공중합체인 AS·ABS수지도 개량폴리스티렌의 일종이다. 제조과정에서 시설 및 현장 점검을 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(178) 2-메틸시클로펜타디에닐 망간트리카르보닐
2-methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl 12108-13-3

1. 개요

1) 제조

메틸시클로펜타디엔(methylcyclopentadiene)을 망간카르보닐과 반응시켜서 제조한다.

염화망간(Ⅱ)을 브롬화시클로펜타디에닐망간과 반응시킴으로써 비스시클로펜타디에닐망간(biscyclopentadienylmanganese)을 형성한다. 중간 생성물이 일산화탄소와 반응함으로써 트리카르보닐을 만든다. 그 다음에 이것을 메틸화시킨다(Friedel-Crafts 촉매제가 있는 상태에서).

2) 용도

- 연료의 옥탄 품질을 증대하기 위해 유기 금속 내폭 화합물로 사용됨
- 망간을 위한 도펀트(doping을 위한 반도체에 첨가하는 소량의 화학적 불순물)
- 납을 제거한 가솔린의 내폭제로 사용
- 기름을 가열할 때 연소 보조제로써 사용됨

3) 노출 및 결정인자[1)]

이 화합물의 농축된 형태는 독성이 상당히 강하다. 증기 흡입, 액체 섭취 그리고 피부를 통한 흡수에 의해 피폭된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	219.10	물리적 상태	액체	증기압	7.3mmHg(100℃)
끓는점	231.67℃	R-phrase	24,26/28	Log Kow	3.7
노출기준(노동부)	TWA 0.2 mg/m^3(0.022 ppm)			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-메틸시클로펜타디에닐 망간트리카르보닐 제조[1](시료채취)

① 시나리오 : 메틸시클로펜타디엔(methylcyclopentadiene)을 망간카르보닐과 반응시켜서 제조한다. 제조된 2-메틸시클로펜타디에닐 망간트리카르보닐의 분석을 위한 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

원료 투입(질소로 치환한 bis(methylcyclopentadienyl) manganese, manganous acetate, 테트라하이드로 퓨란, 톨루엔) → 교반 → 톨루엔과 TEA 투입 → 교반 → bis-(methylcyclopentadienyl) manganese(중간생성물) 생성 → Autoclave에서 질소가스로 충진 후 일산화탄소 투입 → 10%의 염산수용으로 가수분해 → 제품 생산 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 12.5 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 반응기에 질소로 치환한 bis(methylcyclopentadienyl) manganese, manganous acetate, 테트라하이드로 퓨란 (THF) 그리고 톨루엔을 넣은 후 15분간 교반해준 후 다시 톨루엔과 triethyl aluminum (TEA)을 섞은 용액을 위의 용액에 강하게 교반하면서 넣어준다. 용액이 약간 검게되면 bis-(methylcyclopentadienyl) manganese(중간생성물)이 만들어 지는데 이것을 Autoclave에 넣은 후 질소가스로 충진한 후 밀봉한다. 그리고 일산화탄소를 300psig 로 두 번 넣어준 후 다시 600psig로 넣어준 후 100℃에서 두시간 동안 반응시킨다. 반응을 끝낸 반응물을 10%의 염산수용으로 가수분해 시켜주면 methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT)를 약 89%의 수율로 얻을 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-메틸시클로펜타디에닐 망간트리카르보닐 제조[1](포장)

① 시나리오 : 메틸시클로펜타디엔(methylcyclopentadiene)을 망간카르보닐과 반응시켜서 제조한다. 제조된 2-메틸시클로펜타디에닐 망간트리카르보닐을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 250 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 반응기에 질소로 치환한 bis(methylcyclopentadienyl) manganese, manganous acetate, 테트라하이드로 퓨란 (THF) 그리고 톨루엔을 넣은 후 15분간 교반해준 후 다시 톨루엔과 triethyl aluminum (TEA)을 섞은 용액을 위의 용액에 강하게 교반하면서 넣어준다. 용액이 약간 검게되면 bis-(methylcyclopentadienyl) manganese(중간생성물)이 만들어 지는데 이것을 Autoclave에 넣은 후 질소가스로 충진한 후 밀봉한다. 그리고 일산화탄소를 300psig 로 두 번 넣어준 후 다시 600psig로 넣어준 후 100℃에서 두시간 동안 반응시킨다. 반응을 끝낸 반응물을 10%의 염산수용으로 가수분해 시켜주면 methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT)를 약 89%의 수율로 얻을 수 있다.
원료 투입(질소로 치환한 bis(methylcyclopentadienyl) manganese, manganous acetate, 테트라하이드로 퓨란, 톨루엔) → 교반 → 톨루엔과 TEA 투입 → 교반 → bis-(methylcyclopentadienyl) manganese(중간생성물) 생성 → Autoclave에서 질소가스로 충진 후 일산화탄소 투입 → 10%의 염산수용으로 가수분해 → 제품 생산 → 포장, 출하

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 가솔린 제폭제로 사용(첨가)

① 시나리오 : 약 70% 무게비의 methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl과 30%의 methylcyclopentadiene dimer compounds, 수소화된 hydrogenated methylcyclopentadiene dimer compounds 그리고 methylcyclopentadiene dimer compounds의 알코올 화합물이 함께 들어있으면 가솔린의 내폭제로의 역할을 한다. 가솔린에 이들을 첨가할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 250 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(179) 메틸 아밀알콜 Methyl amylalcohol 108-11-2

1. 개요

1) 제조

200℃에서 아스베스토스 상에 환원된 구리나 백금을 촉매로 하여 아세트산 용액에서 산화 메시틸이 환원시켜서 제조한다.

2) 용도

- 염료, 석유, 검, 수지, 왁스, 니트로셀룰로오스 그리고 에틸 셀룰로오스의 용매
- 유기 합성의 원료로 사용
- 부유선광에 사용
- 브레이크액으로 사용
- 윤활 첨가제, 용매제, 가소제 래커의 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

오염된 대기에서의 호흡이나 합성물을 포함하고 있는 용액과 피부의 접촉을 통해 노출될 가능성이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	102.17	물리적 상태	액체	증기압	0.5kPa(3.8mmHg)(20℃)
끓는점	131.8℃	R-phrase	10,37	Log Kow	1.43
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 100 mg/m^3			STEL 40 ppm / 165 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 메틸 아밀알콜 제조(시료채취)

① 시나리오 : 200℃에서 아스베스토스 상에 환원된 구리나 백금을 촉매로 하여 아세트산 용액에서 산화 메시틸이 환원시켜서 제조한다. 제품의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 메틸 아밀알콜에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 아밀알콜 제조(포장)

① 시나리오 : 200℃에서 아스베스토스 상에 환원된 구리나 백금을 촉매로 하여 아세트산 용액에서 산화 메시틸이 환원시켜서 제조한다. 제조된 메틸 아밀알콜을 작업자가 수작업으로 용기에 담아서 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.4 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 니트로셀룰로오스 화약 제조(혼합)

① 시나리오 : 니트로셀룰로오스을 기제로 하여 니트로셀룰로오스 화약을 제조할 때에 질소량 12%의 니트로셀룰로오스에 13.2%의 것을 섞어 평균질소량 12.6~12.8%로 하고 안정제(디페닐아민)·용제(에테르와 에탄올)와 함께 혼합하여 밀도를 높인 다음에 성형한다. 용제로 메틸 아밀알코올을 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(180) 메틸 아세테이트 Methyl acetate 79-20-9

1. 개요

1) 제조

목재 탄화에 의한 액상 부산물인 목초산에 메틸 아세테이트가 포함되어 있다. 목초산을 희석하면 목정(wood spirit)이 산출되고, 그것을 정제하면 메틸 아세테이트가 산출된다.

황산 존재하에 메탄올과 아세트산을 가열하고, 증류한다.

역방향 증류탑에서 고순도 메틸아세테이트를 제조한다.

메탄올과 일산화탄소의 반응으로 제조되며, 부산물로 아세트산이 생성된다.

2) 용도

- 니트로셀룰로스, 아세틸셀룰로스, 합성수지의 용매
- 인조피혁 생산에 사용
- 유기물질의 생물학적 분해 시 촉매로 사용
- 럼, 브랜디, 위스키 향료
- 과일맛 첨가제
- 페인트 제거제
- 락커 용제
- 합성향료
- 석탄을 기반으로 하는 아세트산 무수물 생산에 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

용제 및 화학반응의 중간체로써 메틸 아세테이트 제조와 사용은 다양한 폐기물 유출경로를 통해 메틸 아세테이트를 배출 할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.08	물리적 상태	액체	증기압	230,1hPa(20℃)
끓는점	56.9℃	R-phrase	11,36,66,67	Log Kow	0.18
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 610 mg/m^3			STEL 250 ppm / 760 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 아세트산 메틸(methyl acetate)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 황산을 촉매로 하여 메탄올과 아세트산을 가열하면 생성된다. 제조된 아세트산 메틸의 품질관리를 위해서 분석용 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니트로셀룰로오스 등의 용제로 사용된다. 구조가 가장 간단한 아세트산의 에스테르이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아세트산 무수물(Acetic anhydride) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 아세트산 무수물은 메틸아세테이트의 carbonylation에 의해 생성된다: $CH_3CO_2CH_3 + CO \rightarrow (CH_3CO)_2O$

이 과정은 메틸아세테이트가 메틸요오드로, 그리고 아세테이트염으로 변환하는 과정을 포함한다. 메틸요오드의 carbonylation은 염이나 아세트산과 반응하여 아세트산 무수물을 생성할 아세틸요오드를 제공한다. 촉매로써 로듐이나 요오드화리튬이 이용된다. 아세트산 무수물은 수중에서 불안정하므로, 변환과정은 무수상태에서 시행한다. 아세트산 무수물 제조과정에서 현장 점검을 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ESO3: 니트로셀룰로오스[1] 화약 제조(혼합)

① 시나리오 : 니트로셀룰로오스을 기제로 하여 니트로셀룰로오스 화약을 제조할 때에 질소량 12%의 니트로셀룰로오스에 13.2%의 것을 섞어 평균질소량 12.6~12.8%로 하고 안정제(디페닐아민)·용제(에테르와 에탄올)와 함께 혼합하여 밀도를 높인 다음에 성형한다. 용제로 메틸 아세테이트를 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 셀룰로오스의 히드록시기를 질산에스테르로 변화시킨 화합물로서 질산섬유소라고도 하며, 화약에 쓰이는 경우에는 면약 또는 면화약이라 하고, 도료·셀룰로이드·콜로디온 등에 쓰이는 경우에는 질화면이라고도 한다. 건조한 상태에서는 폭발하기 쉬우나, 수분을 함유하면 폭발성이 없어져 저장이나 운반이 용이하므로, 보통의 경우 20% 이상의 수분을 첨가하여 보존한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(181) 메틸 아크릴로니트릴 Methyl acrylonitrile 126-98-7

1. 개요

1) 제조

메틸알릴아민(methallylamine)의 촉매 산화(증기 상태에서)에 의해서 제조한다.
메타크릴아미드(methacrylamide)의 탈수에 의해서 제조된다.
산화 이소프로필렌과 암모니아로부터 제조된다.

2) 용도

- 단일 중합체 및 혼성 중합체 제조에 사용
- 산, 아미드, 아민, 에스테르, 니트릴의 제조에서 중간 생성물로써 사용
- 비닐 니트릴 단량체, 스티렌이나 부타디엔과 혼성 중합체를 형성함
- 탄성 중합체, 코팅, 플라스틱
- 폴리 메틸 아크릴로니트릴의 단량체

3) 노출 및 결정인자[1)]

메틸 아크릴로니트릴을 제조하고 그것을 중합체와 코팅에 사용하는 것은 메틸 아크릴로니트릴이 다양한 폐기물 흐름을 통해 환경으로 유출될 수 있다. 만약 대기로 유출된다면, 메틸 아크릴로니트릴은 주위 대기에서 증기 상태로만 존재할 것이다.

메틸 아크릴로니트릴이 제조되거나 사용되는 작업장에서는 흡입과 피부 접촉을 통해 메틸 아크릴로니트릴에 대한 직업적 피폭이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	67.09	물리적 상태	액체	증기압	40mmHg(20℃)
끓는점	90℃	R-phrase	11,23/24/25,43	Log Kow	0.68
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 3 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 메틸 아크릴로니트릴 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸알릴아민(methallylamine)의 촉매 산화(증기 상태에서)에 의해서 제조된다. 작업자는 제조된 메틸 아크릴로니트릴의 분석을 위한 시료채취 시에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02 : 폴리메틸 메타 아크릴레이트[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메틸메타크릴레이트의 현탁중합법으로서는 대표적인 중합조성은 단량체상[단량체(비수용성), 단량체(단량체에 녹음), 사슬 이동제(단량체에 녹음)], 물(비활성 매질), 안정제[2](보호콜로이드, 녹지 않는 분말상의 무기염)으로 되어 잇다. 수지 제조를 위하야 메틸 아크릴로니트릴을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	700 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 4 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) PMMA는 보통 `아크릴 수지` 라고 부르며, 1930년 내에 연구개발되어 공업화가 시작되었다. 현존하는 수지 중 가장 오래된 역사를 가진 수지의 일종으로 가장 투명하고 내후성이 좋다. 그래서 유기유리, 전기부품 및 건축재료 등으로 광범위하게 이용되고 있다.

2) 안정제에는 두 가지 형태가 있는데 보호콜로이드에 속하는 것은 젤라틴, 녹말, CMC 등과 같은 천연 고분자나 유도체, 폴리비닐알코올, 부분 비누화된 폴리비닐알코올, 폴리아크릴산염과 같은 수용액의 합성 고분자화합물들이고 미분말상 무기염은 BaSO4, CaSO4, CaSO3, MgCO3 등의 불용성 무기염류, 규산, 규조토, 벤조나이트, 탈크와 같은 무기고분자 화합물로서 응집되지 않도록 한다. 이와 같은 현탁안정제는 고분자 생성입자의 크기나 형태뿐만 아니라 투명성, 필름형성 등에서 영향을 미치며 수용액상에 단량체의 용해도도 증가시키는 역할을 한다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(182) 메틸 에틸 케톤 퍼옥사이드 Methyl ethyl ketone peroxide 1338-23-4

1. 개요

1) 제조

메틸에틸케톤과 과산화수소의 과산화 반응으로 제조한다.

2) 용도

- 아크릴수지의 제조
- 유리섬유강화 플라스틱의 강화제
- 의약품
- 불포화폴리에스테르 수지 가교제
- 접착제, 플라스틱, 래커 폴리에스테르 수지와 함께 경화제로 사용, 그리고 보트와 자동차의 본체수리 할 때 유리섬유수지키트에 사용
- 플라스틱 단량체의 중합개시에 사용
- 열경화성 폴리에스테르 수지의 경화제로 사용
- 다른 중합체 생산에 교차결합제와 촉매제로 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-부탄온 과산화물에 직업적으로 노출되는 경우는 2-부탄온 과산화물을 제조하거나 사용하는 작업장 대기에서의 흡입이나 피부접촉을 통해 일어날 수 있다. 소비자도 배와 자동차 수리를 위한 유리섬유수지키트를 사용함으로써 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	176.21	물리적 상태	액체	증기압	<0.07kg/㎠(37.8℃)
끓는점	없음	R-phrase	2,7,20/22,34,36	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	C 0.2 ppm / C 1.5 mg/m^3				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 메틸 에틸 케톤 퍼옥사이드 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸에틸케톤에 과산화수소를 반응시켜서 제조한다. 제조된 메틸에틸케톤 퍼옥사이드를 분석하기 위하여 채취하여 분석할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 불포화폴리에스테르 수지 가교제[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 불포화폴리에스테르수지 제조과정에서 메틸에틸케톤 퍼옥사이드를 계량하여 첨가할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 4 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 다리걸침(가교제)은 수지에 굳기나 탄력성 등 기계적 강도와 화학적 안정성을 준다. 고무의 가황은 황을 다리걸침제로 한 다리걸침 반응이다. 그 밖의 고분자물질의 경우에는 다리걸침 대신 경화(curing)라는 말도 쓰이는데, 경화제는 다리걸침제에 해당한다. 다리걸침은 모체인 고분자의 반응성이 높은 부분(반응하기 쉬운 작용기·이중결합·제3급 수소원자 등)과 반응성이 풍부한 두 작용성 다리걸침제가 반응하여 일어난다. 방사선이나 빛 작용 등의 고에너지와 라디칼시약을 사용할 때에는 특별히 다리걸침제가 필요하지 않을 경우도 있다. 이 경우는 단위체가 다리걸침제의 역할을 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(183) 메틸 이소시아네이트 Methyl isocyanate 624-83-9

1. 개요

1) 제조

메틸 이소시아네이트의 가장 보편적인 제조법은 모노메틸아민과 포스겐의 반응을 이용한 방법이다. 이 두 물질은 특정 온도 범위에 대응하는데 대규모 생산을 위해서는 가스 단계에 있는 고온에서 반응물을 결합하는 것이 유리하다. 반응을 하면 메틸 이소시아네이트와 두 분자의 염화수소 혼합물이 형성된다. 그러나 n-메틸카르보닐클로라이드(MCC)와 한 분자의 염화수소가 가스 형태의 부산물로 생성된다. 이러한 MCC를 제3아민, 예를 들어 디메틸아닐린이나 피리딘 등으로 처리하여 분리하면 메틸 이소시아네이트를 얻을 수 있다.

그 밖에, n,n-디페닐-n'-메틸우레아를 가열하거나, 비스(트리메틸실릴) 메틸아민을 포스겐화하여 제조한다.

2) 용도

자동차 산업, 자동차 본체 수리 및 건물 절연재 살포식의 폴리우레탄에 이소시아네이트류[1]를 포함하는 제품은 트럭 화물칸을 위한 방호 코팅을 포함하여 시멘트, 나무, 섬유유리, 강철 및 알루미늄, 트레일러, 배의 기초 및 갑판을 보호하는 광범위한 상업 및 산업 용도로 개발되었다. 그 밖에 카바메이트 살충제와 제초제 생산 시 화학적 중간체로 사용되고, 고무, 폴리우레탄 스폰지와 플라스틱 생산에 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[2]

메틸 이소시아네이트의 직업적 노출은 주로 흡입이나 피부접촉을 통해 발생한다. 이 물질을 가공하고 저장하며 사용하는 시설 주변의 일반인들 또한 일시적인 물질의 흡입이나 피부접촉을 통해서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

---

1) 널리 이용되는 화합물은 2개의 isocyanate그룹과 polyisocyanates을 포함하는 diisocyanates이다. 상용되는 diisocyanates는 methylenebis(페닐기 isocyanate) (MDI), 툴루엔 diisocyanate (TDI), 및 hexamethylene diisocyanate (HDI)를 포함한다. 또 다른 일반적인 diisocyanates는 나프탈렌 diisocyanate (NDI), 메틸렌 bis cyclohexylisocyanate (HMDI) (수소화된 MDI), 및 isophorone diisocyanate (IPDI)를 포함한다. 널리 이용되는 polyisocyanates의 예는 HDI biuret와 HDI isocyanurate를 포함한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	57.05	물리적 상태	액체	증기압	463hPa/348mmHg(20℃)
끓는점	39.1℃	R-phrase	12,24/25,26,37/38,41,42/43,63	Log Kow	0.79
노출기준 (노동부)	TWA 0.02 ppm / 0.05 mg/m^3 STEL -				

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸 이소시아네이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸 이소시아네이트의 가장 보편적인 제조법은 모노메틸아민과 포스겐의 반응을 이용한 방법이다. 이 두 물질은 특정 온도 범위에 대응하는데 대규모 생산을 위해서는 가스 단계에 있는 고온에서 반응물을 결합하는 것이 유리하다. 반응을 하면 메틸 이소시아네이트와 두 분자의 염화수소 혼합물이 형성된다. 그러나 n-메틸카르보닐클로라이드(MCC)와 한 분자의 염화수소가 가스 형태의 부산물로 생성된다. 이러한 MCC를 제3아민, 예를 들어 디메틸아닐린이나 피리딘등으로 처리하여 분리하면 메틸 이소시아네이트를 얻을 수 있다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 이소시아네이트 제조(포장)

① 시나리오 : 메틸 이소시아네이트의 가장 보편적인 제조법은 모노메틸아민과 포스겐의 반응을 이용한 방법이다. 이 두 물질은 특정 온도 범위에 대응하는데 대규모 생산을 위해서는 가스 단계에 있는 고온에서 반응물을 결합하는 것이 유리하다. 반응을 하면 메틸 이소시아네이트와 두 분자의 염화수소 혼합물이 형성된다. 그러나 n-메틸카르보닐클로라이드(MCC)와 한 분자의 염화수소가 가스 형태의 부산물로 생성된다. 이러한 MCC를 제3아민, 예를 들어 디메틸아닐린이나 피리딘등으로 처리하여 분리하면 메틸 이소시아네이트를 얻을 수 있다. 제조된 메틸 이소시아네이트를 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 카보푸란[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 1,2-사이클로 헥산디온을 알킬화 촉매의 존재 하 베타 메탈린 알콜 또는 할라이드와 반응시켜 2-베타-메탈릴옥시-2-사이클로헥센-1-온을 제조하고, 2-베타-메탈릴옥시-2-사이클로헥센-1-온을 전위 및 방향족화를 일으키기에 충분한 온도로 가열하여 벤조푸라놀을 제조한다. 제조한 벤조푸라놀을 메틸 이소시아네이트와 반응시켜 카보푸란을 제조한다. 메틸 이소시아네이트를 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 카바메이트계 살충제 농약이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(184) 메틸 이소아밀케톤 Methyl isoamyl ketone 110-12-3

1. 개요

1) 제조

5-메틸-2-헥사놀을 산화하여 제조한다

2) 용도

- 니트로셀룰로오스, 셀룰로오스, 부티르산염, 아크릴, 비닐의 혼성중합체 등을 위한 용제
- 하이솔리드 코팅을 위한 용제

3) 노출 및 결정인자[1)]

메틸 이소아밀 케톤을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입과 피부 접촉을 통해 노출이 발생한다. 작업장의 온도가 상승하게 되면 노출의 정도가 더욱 커진다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	114.21	물리적 상태	액체	증기압	6.0hPa/4.5mmHg(20℃)
끓는점	144℃	R-phrase	10,20	Log Kow	1.88
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 240 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸 이소아밀 케톤 제조(시료채취)

① 시나리오 : 5-메틸-2-헥사놀을 산화하여 제조한다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자는 메틸 이소아밀 케톤에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 이소아밀 케톤의 제조(포장)

① 시나리오 : 5-메틸-2-헥사놀을 산화하여 제조한다. 제조된 메틸 이소아밀 케톤을 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 15.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(185) 메틸 이소프로필 케톤 Methyl isopropyl ketone 563-80-4

1. 개요

1) 제조

메틸 이소프로필 케톤은 이소부틸산과 초산을 탈탄산축합 반응에 의해 제조한다.

2) 용도

- 염료, 의약, 농약의 유기합성 원료 용제

3) 노출 및 결정인자[1)]

작업시 피부접촉이나 흡입을 통해 메틸이소프로필케톤에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.15	물리적 상태	액체	증기압	5.59kPa(20℃)
끓는점	95℃	R-phrase	11	Log Kow	0.84
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 705 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸이소프로필케톤 제조(포장)

① 시나리오 : 이소부틸산과 초산을 탈탄산축합 반응에 의해 제조한다. 작업자는 제조된 메틸이소프로필케톤을 드럼용기에 주입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸이소프로필케톤 제조(시료채취)

① 시나리오 : 이소부틸산과 초산을 탈탄산축합 반응에 의해 제조한다. 작업자는 제조된 메틸이소프로필케톤의 품질관리를 위해 주기적으로 시료를 채취하게 되는데, 이 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(186) 메틸 클로라이드 Methyl chloride 74-87-3

1. 개요

1) 제조[1)]

제조 방법은 기체나 액체상의 메탄올에 염화수소산의 작용을 일으키는 것이 일반적이다. 제조 시 제올라이트 촉매를 사용하는 방법도 있다.

할로겐화알킬의 일종. 클로로메탄·클로로메틸이라고도 한다. 메탄을 염소화하거나 메탄올과 염산을 황산의 존재하에서 반응시켜 얻는다. 에테르냄새를 가진 지방족염화물 중에서 가장 열에 안정하다. 대부분의 유기용제에 녹는다.

2) 용도

- 약물제조에 사용
- 실리콘 중합체, 사메틸 납(가솔린의 노킹 방지제) 및 메틸셀룰로오스(섬유의 풀재료)의 제조에 쓰이며, 부틸 고무를 생산할 때 용매(촉매담체)로도 이용
- 액화한 메틸 클로라이드는 기화할 때 다량의 열을 빼앗으므로 액화와 기화를 순환적으로 되풀이하며, 냉동기의 냉매로서 사용되어 왔다. 하지만 독성과 가연성이 적은 화합물로 대체되었다.
- 액화한 메틸 클로라이드가 쉽게 기화하는 것을 이용한 살충제 등의 에어로졸제

3) 노출 및 결정인자[2)]

메틸 클로라이드는 대체로 이 물질을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부 접촉을 통해 노출된다. 또한 주위 공기 흡입과 메틸 클로라이드가 들어간 물을 마시는 과정에서도 노출이 일어난다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	50.49	물리적 상태	기체	증기압	486.4kPa(4.8기압)(20℃)
끓는점	-23.7℃	R-phrase	12,40,48/20	Log Kow	0.91
노출기준(노동부)	TWA 50 ppm / 105 mg/m^3			STEL 100 ppm / 205 mg/m^3	

1) 1835년에 최초로 메탄올·황산·식염을 써서 제조되었다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 염화메틸 (methyl chloride) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 기체나 액체상의 메탄올에 염화수소산의 작용을 일으키는 것이 일반적이다. 제조 시 제올라이트 촉매를 사용하는 방법도 있다. 제조된 염화메틸을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 테트라메틸연 제조(투입)

① 시나리오 : 나트륨-납 합금을 염화메틸과 반응시킴으로써(적절한 온도 및 압력 하에) 테트라메틸 연을 제조한다. 염화메틸을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화메틸렌(methylene chloride)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 메탄·염화메틸을 염소화하여 제조한다. 제조 진행과정과 설비를 현장점검할 때 노출될 수 있다

※ 클로로포름을 아연과 아세트산으로 환원시킴으로써 얻어진다. 아세트산셀룰로오스용제·탈그리스제·의류세척제·냉매 등으로 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 메탄의 수소원자 2개를 염소원자로 치환한 화합물. 디클로로메탄이라고도 한다. 무색의 액체로, 증기는 불연성이다. 암모니아와 함께 180℃로 가열하면 헥사메틸렌테트라민이 생성한다. 200℃, 950atm, 염화알루미늄 존재하에서 일산화탄소와 반응하여 염화클로로아세틸이 생성한다. 1, 2-염화에틸렌과 염화알루미늄을 함께 40~60℃로 가열하면 1,1,2,3-테트라클로로프로판이 생성한다. 염화메틸과의 혼합물을 400~650℃로 가열하면 클로로포름을 생성한다. 실온, 산화수은(HgO)의 존재하에서 플루오르화수소에 의해 디플루오로메탄이 생성한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 메틸셀룰로오스(methyl cellulose)[1] 제조(포장, 미반응 분출)

① 시나리오 : 셀룰로오스를 수산화나트륨 수용액과 황산디메틸로 메틸화하거나 알칼리 셀룰로오스와 염화메틸을 가압 솥 안에서 반응시킨다. 제조된 메틸셀룰로오스를 포장할 때에 미반응 염화메틸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 셀룰로오스에테르의 하나. 셀룰로오스의 수산기의 일부를 메톡시기로 치환한 것이다. 메톡시기를 27~37% 함유하는 것은 수용성이며, 38~43%인 것은 유기용매에 용해된다. 호제·점화제·에멀션 안정제, 천의 사이즈제 등으로 사용되며, 독이 없어 식품·화장품에도 흔히 배합된다.

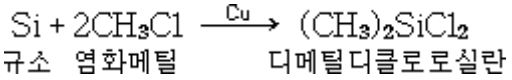
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 규소수지의 원료(디메틸디클로로실란) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 규소[1]에 할로겐화알킬을 반응시킨다. 구체적으로는 규소와 구리의 합금을 만들고 이것을 230~290℃로 가열하여 염화메틸가스를 통과시킨다. 얻어진 디메틸디클로로실란을 주로 한 반응혼합물을 증류하여 분리한다.



부생성물로서 트리메틸클로로실란과 메틸트리클로로실란이 생성된다. 중합이 쉬우며, 산성인 물 속에 넣음으로써 디메틸디실란을 거쳐 폴리디메틸실록산이 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

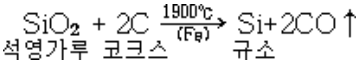
※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석영을 코크스로 환원시켜 만든다. 이때 부반응(副反應)을 방지하기 위해 소량의 철을 첨가한다.



2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 클로로포름 제조(투입)

① 시나리오 :염화메틸리덴과 염화메틸과의 혼합물을 400~650℃로 가열하면 클로로포름을 생성한다. 염화메틸을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 제품표면 코팅제로 사용(코팅)

① 시나리오 의약품을 제조하는 업체로서 제품의 표면 코팅제로 사용하고 있어 유해물질에 폭로되고 있다.
원재료 → 청량 → 과립 → 혼합 → 타정 → 코팅 → 선별 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20.3℃	연간 사용량	6.5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(187) 메틸클로로포름 Methyl chloroform 71-55-6

1. 개요

1) 제조

- 1,2-디클로로에탄에서 유도된 비닐 클로라이드의 염소처리로 제조한다.
- 에탄의 열 염소처리로 제조한다.

2) 용도

- 주로 금속의 상온세정 및 증기세정에 사용된다.
- 섬유의 얼룩제거제, 에어졸용에 적합하다.
- 염화비닐리덴의 원료로 사용된다.
- 천연과 합성수지・기름・왁스・알칼로이드 등의 용제로 사용한다.
- 드라이 클리닝, 탈지 세정제

3) 노출 및 결정인자[1)]

노출 시 다른 유기염소계 용제에 비해 비교적 독성이 약하다. 수중 분해되지 않으며, 증세로는 마취작용, 간, 신장 장해유발 등이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	133.42	물리적 상태	액체	증기압	13.3kPa(100mmHg)(20℃)
끓는점	74.1℃	R-phrase	20,59	Log Kow	2.49
노출기준 (노동부)	TWA 350 ppm / 1,900 mg/m^3		STEL 450 ppm / 2,450 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸클로로포름[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄에서 유도된 비닐 클로라이드의 염소처리로 제조한다. 제조된 메틸클로로포름을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.029 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색투명한 휘발성액체로 특유의 온화하고 달콤한 냄새가 난다. 시판되는 제품은 DME부티렌옥시드 등을 함유하며 증유시에 산화방지제로 피로카테콜 등을 가한다.
원료 : 에틸렌, 염소
제법 : 염화비닐리덴에 염소를 첨가하고 증유하여 안정제를 가해 제품을 얻는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸클로로포름[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄에서 유도된 비닐 클로라이드의 염소처리로 제조한다. 제조된 메틸클로로포름을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.43 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색투명한 휘발성액체로 특유의 온화하고 달콤한 냄새가 난다. 시판되는 제품은 DME부티렌옥시드 등을 함유하며 증유시에 산화방지제로 피로카테콜 등을 가한다.
원료 : 에틸렌, 염소
제법 : 염화비닐리덴에 염소를 첨가하고 증유하여 안정제를 가해 제품을 얻는다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 통신부품 조립(세척)

① 시나리오 : 통신관련 부품인 중계기를 제조 시 PCB조립 및 수정작업 중 면실에 소량을 묻혀 PCB수정을 위한 세척작업을 할 때 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	12.4℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.29 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04 : 금속제품 열처리 전단계 공정(담그기)

① 시나리오 : 금속날붙이의 자재(금속판)를 열처리하는 전단계 공정에서 표면세척제로 사용된다. 열처리하기 전에 금속판 표면을 세척하는 공정으로 세척액이 담겨진 세척기를 연속으로 통과시켜 세척작업이 진행되며, 금속자재가 세척액을 통과하는 이 과정에서 증기상태로 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	18℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.86 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05 : 전기용접기 생산(담그기)

① 시나리오 : 생산된 조립부품의 기름때를 제거하기 위하여 초음파세척기에 부품을 투입하여 세척할 때 사용된다. 세척기는 초음파 세척조, 증기조, 냉각조로 이루어지며, 메틸클로로포름이 담겨진 초음파세척조에서 세척후 증기가 가득찬 챔버에서 일정시간 머문 후 냉각조에서 냉각, 건조되어 나온다. 수동세척은 근로자가 직접 이과정을 운용하므로 세척기의 덮개가 개방된 상태이므로 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.86 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06 : 초음파 세척(미반응 분출)

① 시나리오 : 연마된 금속날붙이 제품을 초음파 세척하는 공정에서 세척제로 사용된다. 밀폐된 초음파 세척조에 세척액을 주입한 상태에서 피세척물(금속날붙이)이 담겨진 세척망을 세척조에 담근 후 일정한 세척시간이 지난 다음 세척망을 회수하는 과정에서 증기상태로 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	18℃	연간 사용량	32 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 200 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.57 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(188) 메틸 파라티온 Methyl parathion[1] 298-00-0

1. 개요

1) 제조

오황화인과 메탄올의 에스테르화 작용에 의해 생산된다. 에스테르와 염소 분자의 염소화, 그리고 염소화된 에스테르와 파라니트로페놀의 소듐의 축합반응으로 메틸 파라티온을 형성할 수 있다. 또한 p-니트로페놀과 o,o-디메틸 포스포로클로로싸이오산의 탈염화수소 작용에 의해 메틸 파라티온이 생성된다.

2) 용도

- 벼, 과일, 야채에 기생하는 진딧물, 둥근 바구미 절멸(살충제)
- 벼 해충, 삽주벌레, 벌레 등을 죽이는 유제 또는 가루를 만드는 데 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

보통 사람들은 메틸 파라티온에 노출되지 않으나 농약을 사용한 농장에서 누출이 발생한다. 메틸 파라티온은 농장 작물에 살포를 통해 환경에 1차로 들어간다. 메틸 파라티온이 살포되는 지역 근처에 살지 않는 한, 대부분의 사람들은 호흡에 의해 메틸 파라티온에 노출되지 않는다. 그러나 농부나 화학 스프레이 및 메틸 파라티온을 만드는 공장에서 일어나는 사람들은 메틸 파라티온에 노출된다. 또한 메틸 파라티온을 농약으로 사용하는 곳이나, 메틸 파라티온이 매립된 쓰레기 매립장 가까이에 있는 사람들은 노출될 가능성이 매우 높다. 메틸 파라티온이 살포된 직후 그 지역을 통과하였을 때는 이미 충분히 노출된 상태이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	263.23	물리적 상태	고체	증기압	0.7hPa/0.5mmHg(20℃)
끓는점	154℃	R-phrase	24,28	Log Kow	2.86
노출기준 (노동부)	TWA 0.2 mg/m^3		STEL -		

1) 메틸 파라티온은 처음에 독일 농약 회사 Bayer에 의해 개발되었다. 순수한 메틸 파라티온은 백색 결정으로 존재하고, 불순한 메틸 파라티온은 엷은 갈색 액체이고 썩은 계란 같은 냄새가 난다. 메틸 파라티온은 곡물, 과일, 덩굴, 야채, 장식물, 면 및 분야 작물을 포함하여 작물에 넓게 퍼져 있는 곤충이 작물을 씹고 빠는 것을 통제하기 위하여 이용된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸 파라티온 제조(시료채취)

① 시나리오 : 오황화인과 메탄올의 에스테르화 작용에 의해 생산된다. 에스테르와 염소 분자의 염소화, 그리고 염소화된 에스테르와 파라니트로페놀의 소듐의 축합반응으로 메틸 파라티온을 형성할 수 있다. 또한 p-니트로페놀과 o,o-디메틸 포스포로클로로싸이오산의 탈염화수소 작용에 의해 메틸 파라티온이 생성된다.

합성된 메틸 파라티온의 품질관리를 위해서 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 파라티온 제조(포장)

① 시나리오 : 오황화인과 메탄올의 에스테르화 작용에 의해 생산된다. 에스테르와 염소 분자의 염소화, 그리고 염소화된 에스테르와 파라니트로페놀의 소듐의 축합반응으로 메틸 파라티온을 형성할 수 있다. 또한 p-니트로페놀과 o,o-디메틸 포스포로클로로싸이오산의 탈염화수소 작용에 의해 메틸 파라티온이 생성된다.

농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 동안은 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 메틸파라티온에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 제형을 만드는 공정은 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 제형생산(포장)

① 시나리오 : 포장공정인 경우에는 포장용기에 농약을 담는 충전작업을 자동화한 공정이냐 반자동화한 공정이냐에 따라 노출 정도는 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우에는 모든 포장공정에서 작업자가 공기 중 농약에 노출될 가능성은 매우 낮으나 반대로 충전공정에서 반자동화 혹은 수동 공정으로 농약을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들은 공기 중에 비산 혹은 증기화된 농약에 과량으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 농약 살포

① 시나리오 : 메틸 파라티온은 일반적으로 스프레이액이나 유화제 상태로 살포되며, 적정 농도 비율은 100리터 당 유효 성분의 15-25g이다.

농약 살포작업 중 농약을 직접 살포하는 사람이 메틸 파라티온에 가장 많이 노출된다. 농약 살포 보조자는 농약을 직접 살포하는 사람을 보조하는 작업을 하는데, 호스를 들고 따라다닌다. 직접 살포하는 작업자 다음으로 메틸 파라티온에 많이 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 4.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 20.0 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(189) 메틸 프로필케톤 Methyl propyl ketone 107-87-9

1. 개요

1) 제조

메틸 프로필케톤는 펜탄-2-올을 산화시켜 제조한다. 또한 칼슘 아세테이트와 칼슘부티라트(Calcium butyrate) 혼합물을 증류시켜 얻을 수 도 있고, 소디움 또는 암모니움 카프론산염(n-ammonium n-caproate)을 과산화수소와 함께 산화시켜 만들기도 한다. 에틸렌과 메틸 아세톤 아세테이트을 섞어 만드는 방법도 있다.

2) 용도

메틸 프로필케톤은 합성 향료나, 디에틸 케톤의 대체제, 화장품과 약제의 중간물질로 사용된다. 표면을 코팅하는 용제 및 광택제거제로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

메틸 프로필케톤은 자연적으로 식물이나 과일에서 볼 수 있다. 이 물질은 연소나 광산화, 미생물 분해의 부산물로서 외부로 방출된다. 이것은 용제로 사용될 때도 작업자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.13	물리적 상태	액체	증기압	36hPa(27mmHg)(20℃)
끓는점	101.7℃	R-phrase	11,22,36,37	Log Kow	0.91
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 700 mg/m^3		STEL 250 ppm / 875 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸 프로필케톤 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸프로필케톤은 펜탄-2-올을 산화시켜 제조한다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 프로필케톤 제조(포장)

① 시나리오 : 메틸프로필케톤은 펜탄-2-올을 산화시켜 제조한다. 제조된 메틸프로필케톤을 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(190) 메틸 포메이트 Methyl formate 107-31-3

1. 개요

1) 제조

메틸 포메이트는 200℃, 대기압 200mmHg에서 석탄이나 메톡시화나트륨(sodium methoxide) 촉매 하에 메탄올과 일산화탄소, 증기를 반응시켜 제조한다.

또는 메탄올을 포름산 나트륨과 염산과 함께 가열한 뒤 증류하여 얻을 수 있다.

2) 용도

- 유기 합성, 셀룰로오스 아세테이트의 용매
- 디메틸포름아미드(dimethylformamide)의 중간물질
- 담배 잎과 농작물의 훈증제 또는 살충제

3) 노출 및 결정인자[1)]

메틸 포메이트는 식품 첨가제, 용매, 그리고 유기합성의 중간물질로 사용되는데 이 과정에서 여러 가지 폐기물 유출을 통해 외부환경으로 방출된다. 메틸 포메이트가 훈증제나 살충제로 사용될 때에는 외부로 직접 방출되기도 한다.

메틸 포메이트에 대한 직업적 노출은 이 물질이 생산되거나 사용되는 작업장에서 이 물질을 흡입하거나 피부로 접촉했을 때 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.05	물리적 상태	액체	증기압	633hPa/476mmHg(20℃)
끓는점	31.5℃	R-phrase	12,20/22,36/37	Log Kow	0.03
노출기준(노동부)	TWA 100 ppm / 250 mg/m^3			STEL 150 ppm / 375 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 메틸 포메이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 메틸 포메이트는 200℃, 대기압 200mmHg에서 석탄이나 메톡시 화나트륨(sodium methoxide) 촉매 하에 메탄올과 일산화탄소, 증기를 반응시켜 제조한다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸 포메이트 제조(포장)

① 시나리오 : 메틸 포메이트는 200℃, 대기압 200mmHg에서 석탄이나 메톡시 화나트륨(sodium methoxide) 촉매 하에 메탄올과 일산화탄소, 증기를 반응시켜 제조한다. 제조된 메틸 포메이트를 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 포름산 제조(투입)

① 시나리오 : 메틸 포메이트의 가수분해로 생성된다. 메틸 포메이트는 암모니아로 포름아미드가 생성되고, 황산으로 가수분해 되어 포름산이 생성된다. 메틸 포메이트를 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(191) 모르폴린 Morpholine 110-91-8

1. 개요

1) 제조

모르폴린은 에틸렌 옥사이드를 암모니아로 농축시켰을 때 제조된다.

온도를 상승시켜, 강산으로 디에탄올아민을 건조시켜서 제조한다(과거 방법).

디(2-클로로에틸)에테르와 암모니아에서 얻을 수 있다.

가압하에서 코발트나 니켈 촉매제를 이용하여 아미노화 및 수소화 상태를 만들어 주면, 디에틸렌글리콜이 변환되게 된다.

2) 용도

- 수지, 왁스, 카세인, 염색약의 용매제
- 종이아 보드지의 제조시, 거품제거 물질
- 일부 접착제 구성성분
- 중화제 및 세정제
- 표면-활성 물질과 유화제, 지방산염
- 부식방지제, 항산화제, 가소제, 점성 개선제
- 살충제, 제초제, 국소마취제, 방부제
- 이황화물과 술펜아마이드(Sulfenamide) 고무 가속제의 화학성분
- N,N'-디티오모르포린 열 안정제
- 다황화물 디모르포린 부식 방지제
- 단황화물 디-4-모르포린 항산화제
- 모르포린 올레인산, 왁스 성분, 의약품, 유연제 및 미백물질
- N-Hexadecylmorpholine, 살균제 성분, 사진개발, 술폰화된 아조 염료의 염, 모르포린 P-톨루엔술폰산염, 추출물의 용매제

과거부터 실리콘 유상액, 다양한 기름, 직물의 윤활유, 살충제 농축액, 미용크림, 샴푸 등의 유화제로 이용되어 왔으며, 치료제, 직물 염색약에 포함되어 있다. 추출물은 의약품 제조에 매우 중요하다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

모르폴린은 제조, 이송, 저장, 폐기 및 화학 매개체로서의 이용(촉매제, 항산화 의

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

약품, 살균제 등) 등의 결과 폐수 및 대기 중으로 노출될 수 있다. 자동차 왁스 및 광택제에서의 모르폴린 사용은 피부접촉도 가능하다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	87.12	물리적 상태	액체	증기압	6.6mmHg(20℃)
끓는점	128.9℃	R-phrase	10,20/21/22,34	Log Kow	-0.86
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 70 mg/m^3			STEL 30 ppm / 105 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ESO1: 모르폴린 제조(시료채취)

① 시나리오 : 모르폴린은 에틸렌 옥사이드를 암모니아로 농축시켰을 때 제조된다. 제조된 모르폴린을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 초치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ESO2: 모르폴린 제조(포장)

① 시나리오 : 모르폴린은 에틸렌 옥사이드를 암모니아로 농축시켰을 때 제조된다. 제조된 모르폴린을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 트리클로로에틸엔 제조(첨가)

① 시나리오 : 상업적 용도의 TCE는 보통 99%<의 TCE를 함유하며 TCE 제조에 사용되는 안정제[1]로는 모르포린, N-메틸모르포린이 사용된다. 안정제로 첨가되는 과정에서 작업자는 모르포린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 중성 억제제, 자유-라디칼 청소제, 아밀알코올, n-프로판올, 이소부탄올, 2-펜탄올, 디에틸아민, 트리에틸아민, 디프로필아민, 디이소프로필아민, 디에탄올아민, 트리에탄올아민, 모르포린, N-메틸모르포린, 아닐린, 아세톤, 에틸아세테이트, 보레이트, 에스테르, 에틸렌 옥사이드, 프로필렌 옥사이드, 1,2-에폭시부탄, 사이클로헥센 옥사이드, 부타디엔 디옥사이드, 스티펜 옥사이드, 펜텐 옥사이드, 2,3-에폭시-1-프로펜올, 3-케톡시-1,2-에폭시프로판, 스테아레이드, 2,2,4-트리메틸-1-펜텐, 2-메틸-1,2-에폭시프로판올, 에폭시사이클로펜탄올, 에피클로로하이드린, 테트라하이드로퓨란, 테트라하이드로피란, 1,4-디옥산, 디옥사란, trioxane, 알콕시알데히드 하이드라존, 메틸에틸케톤, 니트로메탄, 니트로프로판, 페놀, 오르토-크레졸, 티몰, 파라-tert-부틸페놀, 파라-tert-아밀페놀, 이소유제놀, 피롤, N-메틸피롤, N-에틸피롤, (2-피릴)트리에틸실란, 글리시딜 아세테이트, 이소시아네이트 및 티아졸 등이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(192) 무수초산 Acetic anhydride 108-24-7

1. 개요

1) 제조

무수초산은 아세트알데히드의 액상 산화에 의해서 제조한다. 아세트알데히드, 초산에틸, 초산코발트와 초산구리(1:2)의 촉매액을 혼합하여 40℃의 산화탑에 보내고, 산소와 질소(1:1)를 도입하여 액상에서 연속 산화시킨다. 반응생성액은 4%의 알데히드를 포함하며, 무수초산과 초산이 56:44의 비율로 생성된다. 생성물질을 분유하여 알데히드, 초산에틸, 물을 회수하고 촉매를 분리시킨 뒤, 증유하여 무수초산을 얻는다.

또 다른 방법으로는 아세톤 또는 초산을 열분해하여 케텐을 만들어 이것을 초산에 흡수시켜서 무수초산으로 만드는 방법으로 Wacker법[1]이라고도 한다. 원료인 빙초산 및 인산계 촉매를 각각 증류기에서 증발시켜 700~720℃의 분해기에 통과시킨다. 압력은 보통 150~180mmHg이고 분해기를 나온 생성가스는 암모니아를 가하여 에텐의 초산에 대한 역반응을 억제한다. 다음으로 -20~-30℃의 브라핀을 통과시킨 냉각코일로 보내 미반응의 초산을 분리시킨다. 초산을 포함하지 않은 케텐은 빙초산속에 흡수되어 85%의 조무수초산을 생성하고 이것을 증류하여 제품으로 한다.

그 밖에 메틸아세테이트의 탄소화에 의해서 얻을 수 있다.

2) 용도

- 초산셀룰로즈, 초산에스테르류의 제조
- 유기약품의 아세틸화제
- 염료, 향료, 플라스틱, 합성수지, 폭발물, 해충제 및 의약품(아스피린)의 제조
- 사진필름(불연성)에 사용
- 라놀린, 글리세롤, 휘발성 기름, 레신을 검사하는데 쓰는 아세틸화제와 용매제
- 녹말음식의 에스테르화 물질(최대 5%)
- 유기화합물 합성 시 질화, 술폰화 등의 수분제거가 필요한 공정에 이용

3) 노출 및 결정인자[2]

무수초산의 생산, 셀룰로오스 아세테이트 섬유 및 플라스틱 제조공정에서의 이용, 탈수제 및 아세틸화 물질 등으로서의 이용 시 다양한 폐기물 유출경로를 통해 환경

1) 이 방법은 아세틸셀룰로조(초산섬유계)를 제조할 때 회수초산을 재사용하기 위해 이용되고 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

으로 배출되어 노출이 발생할 수 있다. 무수초산이 공기 중에 누출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	102.09	물리적 상태	액체	증기압	6.80hPa(5.1mmHg, 25℃)
끓는점	138.9℃	R-phrase	10,20/22,34	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 무수초산 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 무수초산은 아세트알데히드의 액상 산화에 의해서 제조한다. 아세트알데히드, 초산에틸, 초산코발트와 초산구리(1:2)의 촉매액을 혼합하여 40℃의 산화탑에 보내고, 산소와 질소(1:1)를 도입하여 액상에서 연속 산화시킨다. 반응생성액은 4%의 알데히드를 포함하며, 무수초산과 초산이 56:44의 비율로 생성된다. 생성물질을 분유하여 알데히드, 초산에틸, 물을 회수하고 촉매를 분리시킨 뒤, 증유하여 무수초산을 얻는다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 무수초산 제조(포장)

① 시나리오 : 무수초산은 아세트알데히드의 액상 산화에 의해서 제조한다. 아세트알데히드, 초산에틸, 초산코발트와 초산구리(1:2)의 촉매액을 혼합하여 40℃의 산화탑에 보내고, 산소와 질소(1:1)를 도입하여 액상에서 연속 산화시킨다. 반응생성액은 4%의 알데히드를 포함하며, 무수초산과 초산이 56:44의 비율로 생성된다. 생성물질을 분유하여 알데히드, 초산에틸, 물을 회수하고 촉매를 분리시킨 뒤, 증유하여 무수초산을 얻는다. 제조된 무수초산을 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 초산 셀룰로오스[1](아세테이트) 제조(투입)

① 시나리오 : 셀룰로오스(섬유소) 분자는 1단위당 3개의 수산기를 갖는데 그 수산기를 무수초산과 소량의 황산으로 처리하면 아세틸화하여 초산 셀룰로오스가 생성된다. 이를 아세톤에 녹여 건식 방사한다. 무수초산을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

펄프 → 아세트화(아세트산 무수물, 아세트산, 촉매) → 숙성 → 침전 → 건조 → 아세트산 섬유소(아세테이트 플레이크) → 용해(아세톤) → 여과 → 탈포 → 건식 방사 → 감기 → 아세테이트 필라멘트 → 권축 → 건조 → 절단 → 아세테이트 스테이플

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세테이트 레이온이라고도 한다. 아세틸화의 정도에 따라 여러 가지 제품이 만들어진다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 유기약품의 아세틸화[1]제(투입)

① 시나리오 : 아세틸화반응에서 유기화합물의 히드록시기 또는 아미노기 등의 수소원자를 아세틸기로 치환하는데 이용하는 시약을 아세틸화제라 하는데, 염화아세틸, 무수초산 등이 보통 사용된다. 무수초산을 아세틸화제로 이용하기위해 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기화합물의 히드록시기 또는 아미노기 등의 수소원자를 아세틸기로 치환하는 반응의 총칭으로, 방향족 화합물의 탄소원자에 결합해 있는 수소를 아세틸기로 바꾸어 메틸케톤류를 얻는 아세틸화는 프리델-크래프츠반응으로서 알려져 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 아스피린(salicylic acid) 제조(첨가)

① 시나리오 : 페녹시화나트륨과 이산화탄소로를 원료로 제조한 살리신산은 아스피린을 만들기 위해 무수초산으로 처리한다. 무수초산을 계량하여 반응기에 첨가시 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 초산 에스테르류[1] 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 황산 등의 산을 촉매로 하여 무수초산과 알코올을 반응시켜 제조한다. 생성된 초산 에스테르를 포장할 때 미반응 무수초산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 2.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.52 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 아세트산과 알코올(또는 페놀)로부터 물 한 분자가 빠지고 축합된 화합물의 총칭으로 아세트산메틸, 아세트산에틸, 아세트산아밀 등이 대표적이다. 보통 좋은 향기를 가진 무색 액체로서 과일 등에 함유되어 있는 것이 많다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(193) 무수프탈산 Phthalic anhydride 85-44-9

1. 개요

1) 제조

프탈산을 가열하여 탈수시키면 프탈산무수물을 얻을 수 있으나, 공업적으로는 오산화바나듐 V_2O_5을 촉매로 써서 나프탈렌 또는 오르토크실렌을 기체상에서 산화시켜 제조한다.

2) 용도

플라스틱의 가소제로서 쓰이고, 또한 알키드수지·색소(페놀프탈레인)·염료 등의 제조 원료로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	148.11	물리적 상태	고체	증기압	0.05mmHg이하(20℃)
끓는점	295℃(승화함)	R-phrase	22,37/38,41,42/43	Log Kow	1.60
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 6 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 무수프탈산 제조(시료채취)

① 시나리오 : 프탈산 분자 내에 들어 있는 2개의 카르복시기 -COOH에서 1분자의 물이 빠져나간 구조를 가지고 있는 물질이다. 황산 속에서 황산수은(Ⅱ)-황산구리로 나프탈렌을 산화하거나, 적당한 촉매 존재 아래 400~500℃로 나프탈렌을 공기산화하면 얻어진다. 제조된 무수프탈산을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.083 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 로다민(rhodamine)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 크산틴계의 염기성 염료로 로다민 6GCP·로다민B 등 화학구조가 유사한 적색~적자색염료이다. 전자는 모노에틸-m-아미노페놀과, 후자는 디에틸-m-아미노페놀로 프탈산무수물을 반응시켜서 만든다. 6GCP는 반응 후, 에틸에스테르로서 존재한다. 무수프탈산을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 크산틴계(系)의 염기성 염료. 로다민 6GCP·로다민B 등 화학구조가 유사한 적색~적자색염료이다. 종이·펄프·피혁 및 잡화의 염색에 사용되는 외에 레이크안료의 원료가 된다. 식품에는 사용이 금지되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 알키드 수지 제조(포장)

① 시나리오 :글리세롤과 프탈산무수물이나 말레산무수물과의 축합 의한 알키드 수지 제조한다. 제조된 알키드 수지를 포장할 때에 미반응 무수프탈산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중증도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.83 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에폭시수지(epoxy resins) 제조(투입)

① 시나리오: 비스페놀 A[2,2-비스(4'-옥시페놀)프로판]와 에피클로르히드린을 수산화나트륨의 존재 하에서 작용시키면 분자량 300~4,000의 제1차 수지(프레폴리머)[1]가 생긴다. 제1차 수지에 m-페닐렌디아민 등 아민, 무수프탈산 등 산(이들을 경화제라고 한다)을 첨가하면 에폭시기의 고리열림 및 히드록시기와의 반응이 일어나 다리결합이 이루어져 경화제의 종류나 반응조건에 따라 각각 성질이 다른 수지가 생긴다. 무수프탈산이 첨가되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 제1차 수지는 원료의 배합조건에 따라 기름 모양의 것에서 연화점 160 ℃ 가까운 고체 모양의 것까지 얻을 수 있기 때문에 후일의 용도에 따라 반응조건을 선택한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 고무의 가교억제제(Retarders)[1](첨가)

① 시나리오 : 일반적으로 싸고 높은 효과를 주는 억제제는 벤조익산, 말레익산, 무수말레익산, 프탈산, 무수프탈산, 살리실산과 N-니트로소 다이페닐아민이다. 무수프탈산이 첨가되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고무의 경화는 고무가 경화 조건에 도입되기 전의 단계에서는 경화되지 않아야 한다. 경화억제제는 고무의 조성이 모든 공정을 지나 경화조건에 도입되기 전에 고무가 미리 경화되는 것을 막기 위해 이용되는 화합물이다. 억제제는 특별한 가황 촉제제와 특별한 가교 조건에만 유용한 화합물이 이용되기도 한다. 가장 널리 쓰이고 있는 억제제는 N-(시클로헥실)-프탈이미드이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 페놀수지 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀수지 제조공업에서 무수프탈산이 원재료로 사용되며 무수프탈산 용기를 개봉하여 반응기에 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.
원재료입고 → 계근/투입 → 중합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	22	연간 사용량	1,200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 폐놀수지 제조(현장점검)

① 폐놀수지 제조공업에서 무수프탈산이 원재료로 사용되며 무수프탈산이 다른 화학물질들과 함께 중합반응하는 과정에서 반응실 인근 작업자에게 노출되고 있다.
원재료입고 → 계근/투입 → 중합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	22℃	연간 사용량	1,200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0017 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(194) n-발레알데히드 n-Valeraldehyde 110-62-3

1. 개요

1) 제조

고온에서 구리 또는 구리-아크롬산 촉매 하 n-펜탄올을 탈수소화하여 제조한다. 쥐오줌풀산 칼슘(calcium valerate)과 포름산 칼슘(calcium formate)의 증류, n-쥐오줌풀산의 환원에 의해서도 n-발레알데히드를 제조 한다. 그 밖에 아밀알코올의 산화, 부텐의 하이드로포르밀화에 의해 제조한다.

2) 용도

- 아세탈 수지의 단량체
- 고무 촉진제
- 음식 및 음료의 향료 성분
- 1.3 ppm 수준에서는 무알코올 음료에 사용
- 5.0 ppm 수준에서는 아이스크림, 얼음에 사용
- 4.2 ppm 수준에서는 사탕에 사용
- 5.4 ppm 수준에서는 구운 과자에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

n-발레알데히드는 자연적 산물이고 식물, 미생물, 동물 분뇨 그리고 삼림 화재에 의해 대기로 방출된다. n-발레알데히드의 제조 시, 그것을 화학적 중간 생성물로써 사용 시, 그리고 그것을 운송, 보관, 처분 시 n-발레알데히드에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.13	물리적 상태	액체	증기압	35hPa/26mmHg(20℃)
끓는점	103℃	R-phrase	11,28,36,37,38	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 175 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: n-발레알데히드 제조(시료채취)

① 시나리오 : 고온에서 구리 또는 구리-아크롬산 촉매 하 n-펜탄올을 탈수소화하여 제조한다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자는 n-발레알데히드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: n-발레알데히드 제조(포장)

① 시나리오 : 고온에서 구리 또는 구리-아크롬산 촉매 하 n-펜탄올을 탈수소화하여 제조한다. 제조된 n-발레알데히드를 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(195) 2-부타논 2-Butanone 78-93-3

1. 개요

1) 제조

MEK라고도 하며, 부틸알코올을 산화시켜 만든다. 카르보닐기에 메틸기와 에틸기가 양쪽에 하나씩 결합되어 있다.

2) 용도

■ 비닐 수지 아세트산 따위의 용제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	72.12	물리적 상태	액체	증기압	70mmHg(20℃)
끓는점	79.6℃	R-phrase	11,36,66,67	Log Kow	0.29
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 590 mg/m^3		STEL 300 ppm / 885 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-부타논[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 제2부탄올을 산화하면 생긴다. 생성된 부탄올을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.



② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니트로셀룰로오스·비닐수지·아세트산셀룰로오스 등의 우수한 용제이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 탈랍(dewaxing)[1] 공정(혼합)

① 시나리오 : 탈납 방법 중에 용제법에는 메틸에틸케톤(MEK)과 톨루엔의 혼합 용제를 쓰는 MEK법, 액화 프로판을 쓰는 프로판법이 있다. 왁스성분은 이들 용제에 잘 용해되지 않기 때문에 원료와 용제의 혼합액을 냉각하면 왁스 성분은 고화석출하므로 이것을 여과 분리한다. 이 방법은 경유에서부터 윤활유까지 적용할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.75(1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 윤활유·경유에서 왁스성분(노르말사슬 모양 및 짧고 적은 곁사슬을 가진 곁가지 모양의 알칸)을 제거하는 것. 왁스 성분이 함유되어 있으면 고화하기 쉽고 유동성이 나빠지므로 이러한 조작을 하여 품질을 향상시키고 있다. 현재는 용제법과 선택적 수소화분해법이쓰이고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 자원재생(materials salvage)(시료채취)

① 시나리오 : 대다수 플라스틱 제조공정에서 메틸에틸케톤과 톨루엔 같은 용해성 기화물질과 디옥틸프탈렌 같은 가소제가 방출된다. 이런 물질들은 활성탄이나 목탄의 알갱이층을 거쳐 공기-용매혼합물을 통과함으로써 재생된다. 재생된 2-부타논을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 방수제 제조(포장)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, TDI와 크실렌 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응과 교반 후 포장작업이 진행된다. 반응작업 완료 후, 반응기 하단부위와 연결된 파이프 라인의 밸브조절을 조작하여 작업자가 수동으로 일정량(18ℓ) 단위로 포장용기에 담는 포장작업이 진행되고 이 과정에서 작업공간에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	2.4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 208

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방수제 제조(반응)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, TDI와 크실렌 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응과 교반 후 포장작업이 진행된다. 투입된 원료는 밀폐된 반응기내에서 다른 원료들과 혼합되어 반응 및 교반작업이 이루어지며, 제품 사양에 따라 요구되는 반응시간이 다르며 신발바닥제의 경우 보통 1일 4시간 이상 반응작업이 진행된다. 반응 과정에서 사용되는 원료들이 반응기 내부 청소 등에 의해 개폐시 작업공간에 증기 상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	2.4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 방수제 제조(원료투입)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 TDI 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응 후 포장하는 작업이 진행된다. 저장조에 저장되어 있던 원료의 투입작업은 공급 파이프 라인의 밸브 조작에 의하여 투입되며, 투입되는 이 과정에서 공기중에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	2.4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(196) 부탄 Butane[1] 106-97-8

1. 개요

1) 제조

n-부탄은 석유에 함유되어 있고, 특히 습성천연가스와 석유분해가스에 많이 함유되어 있으므로, 공업적으로는 석유 정제공정에서 상압증류공정 및 접촉개질공정(Platforming Unit)을 통해 생성된 프로판-부탄가스를 가스회수공정 (GCU: Gas Concentration Unit)을 거쳐 황 등의 불순물을 제거하여 프로판과 부탄으로 분리하여 생산하거나, 습성 천연가스·석유분해가스의 저온 분별증류로 분리하여 얻는다. 또한 일부 석유화학 공업의 공정 중에서 만들어지기도 한다.

실험실에서는 요오드화에틸과 나트륨아말감을 반응시켜 제조한다.

2) 용도

부탄은 분무용 고압가스와 연료원의 성분, 특히 가스라이터 연료의 주성분으로 사용되고, 고무산업 및 플라스틱 산업에서 특이 화학물질의 공급 원료로 사용된다.

이소부탄은 프로필렌 글리콜류, 폴리우레탄 폼류 그리고 수지의 원재료로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

직업적으로 석유정제공정에서 부탄에 노출 될 수 있으며, 일반인은 휴대용 가스버너 사용 시 부탄가스통에서 누출된 부탄에 노출가능성이 있다. 또한 LPG가스용 가스레인지와 가스난로 등을 사용 시 누출된 부탄에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

---

1) 화학식 C4H10. 분자량 58.1이다. 4개의 탄소원자가 연속하여 사슬모양으로 결합하고 있는 n-부탄과, 1개의 탄소원자에 다른 3개의 탄소원자가 결합한 이소부탄의 두 이성질체(n-butane, Isobutane)가 있다. n-부탄은 노르말부탄이라고도 하며, 또 단지 부탄이라고 할 때는 이것을 가리킬 때가 많다. 천연가스나 석유분해가스에 함유되어 있다. 이소부탄은 n-부탄과 마찬가지로 천연가스 또는 석유분해가스에 함유되어 있다. 가지 있는 모양의 알칸 가운데 가장 간단한 화합물이며, 실험실적으로는 요오드화이소부틸의 환원에 의해 얻는다. 무색의 기체로 인화성이 강하고, 쉽게 액화한다. 프로필렌과 화합시켜 고옥탄가의 가솔린을 얻는다. 또, 이소부틸렌을 합성하는 원료로도 사용된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	58.12	물리적 상태	기체	증기압	2.1hPa/1,557mmHg(20℃)
끓는점	-0.5℃	R-phrase	12	Log Kow	2.89
노출기준 (노동부)	TWA 800 ppm / 1,900 mg/m^3 STEL -				

2. 노출 시나리오

ES01: 부탄 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 석유 정제공정에서 상압증류공정 및 접촉개질공정 (Platforming Unit)을 통해 생성된 프로판-부탄가스를 가스회수공정 (GCU: Gas Concentration Unit)을 거쳐 황 등의 불순물을 제거하여 프로판과 부탄으로 분리하여 생산하거나, 습성 천연가스·석유분해가스의 저온 분별증류로 분리하여 얻는다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자는 부탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00013 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 부탄 제조(포장)

① 시나리오 : 공업적으로는 석유 정제공정에서 상압증류공정 및 접촉개질공정(Platforming Unit)을 통해 생성된 프로판-부탄가스를 가스회수공정 (GCU: Gas Concentration Unit)을 거쳐 황 등의 불순물을 제거하여 프로판과 부탄으로 분리하여 생산하거나, 습성 천연가스·석유분해가스의 저온 분별증류로 분리하여 얻는다. 제조된 부탄을 용기에 주입하여 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 가스엔진[1] 연료(충전)

① 시나리오 : 액화석유가스의 주성분은 프로판과 부탄으로 상온에서도 가압에 의해 액화할 수 있기 때문에 고압용기에 넣어 자동차 등에 적재하여 연료로 사용한다. 액화석유가스를 사용할 때에는 압력레귤레이터로 가스화(기화)하고, 가솔린기관의 기화기 대신 장치한 LPG혼합기로 가스화한 액화석유가스와 공기를 혼합하여 공급하는데, 기타 사항은 가솔린기관과 같다. 용기에 액화석유가스를 충전 시 부탄에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0023 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석탄가스·용광로가스·목탄가스·코크스로 가스·수소가스·발생로가스·액화석유가스·액화천연가스 등 상온의 가스를 사용하는 기관을 가스기관 또는 가스엔진이라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 가스풍로 연료(충전)

① 시나리오 : 간이 가스풍로의 연료로 부탄을 사용할 경우, 풍로 옆에 액체 부탄이 들어 있는 소형의 봄베를 장치하여 사용한다. 봄베에 액화 부탄을 주입 시 부탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0023 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 라이터 제조(충전)

① 시나리오 : 사용하는 연료에 따라 오일라이터(벤젠·알코을 등의 휘발유)와 가스라이터(부탄·프로판이 주성분인 혼합 액화가스)로 나누어진다. 연료로 쓰이는 부탄·프로판 등의 혼합액화가스를 3~5kg/㎠구의 압력을 준 액체상태에서 탱크에 저장할 수 있으며, 이 액화가스는 공기 속으로 흘러나오면 기화잠열을 흡수하여 가스화한다. 용적이 약 300배나 되기 때문에 오일 등의 휘발유를 사용한 것에 비해 오래 쓸 수 있다. 부탄이 함유된 혼합 액화가스를 라이터에 충전하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 발포스티렌[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 폴리스티렌[2] 수지에 부탄·펜탄·헥산 등의 발포제를 배합하여 가열·발포시켜 제조한다. 반응용기에서 폴리스티렌 수지와 부탄을 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.0013 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 단열재·완충재·돗자리·깔개 등으로 쓰인다. 목재대용으로 사용되는 저발포품으로부터 기계·전화제품 등의 포장용완충제로 사용되는 고발포품까지 사용범위가 넓으며, 저발포시트는 합성지(폴리스티렌페이퍼)로서도 사용된다.
2) 스티렌의 중합체로서 대표적 범용열가소성수지. 스티렌수지·폴리스티롤이라고도 한다. 폴리스티렌은 단단하고 무색·투명하며 전기적 특성도 좋고, 대량생산으로 값이 싸기 때문에 주방용품·문구·가구 등의 일용품, 자동차용의 대형 성형품 텔레비전캐비닛 등의 전화제품 등에 사용되고 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 식물성향료 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 식물로부터 향료를 추출하는 방법으로 액화가스추출법은 프로판·부탄 등의 저급탄화수소를 이용하여, 특수한 장치로 꽃의 향기를 추출한다. 용제추출법에서는 용제의 제거에 가열이 필요하지만, 액화가스추출법은 저온에서 추출할 수 있다는 점이 특징이다. 추출 설비와 공정을 점검 시 작업자가 부탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 아세트산 제조(투입)

① 시나리오 : 부탄이나 나프타로부터 직접 아세트산을 합성한다. 부탄을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 티오펜(thiophene)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 부탄·부텐 또는 부타디엔을 황과 함께 고온에서 가열하여 제조한다. 용매로 쓰이며 수지·염료·의약품의 합성원료로도 쓰인다. 부탄을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 황을 함유하는 5원자 헤테로고리화합물의 하나로 용매로 쓰이며 수지·염료·의약품의 합성원료로도 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(197) 부탄 에티올[1] Butanethiol 109-79-5

1. 개요

1) 제조

부탄 에티올은 고엽제 DEF(s,s,s-tributyl phosphorotrithioate)와 Folex (merphos, s,s,s-tributyl phosphorotrithioite) (이 둘은 미국에서 면 수확에서 보조로 사용되는 가장 주된 고엽제이다)의 불순물이다. 실험실에서는 촉매 하에서 n-부틸렌과 황화수소의 반응으로 얻는다. 또한 황화수소가 부틸알데히드(butyraldehyde)와 알코올성의 암모니아 내에서 반응할 때 생성되는 생성물에서의 이스트의 작용으로 형성되고, 부탄올과 황화수소의 증기를 토륨 산화물에 통과시킴으로써 제조한다. 디부틸 설파이드를 부틸황산염나트륨과 황화나트륨의 수용액에 넣고 함께 증류시키거나 디티오카르밤산 부틸에스테르(dithiocarbamic butyl ester)를 수용액 상태의 수산화칼륨과 함께 약간 가온함으로써 만들 수 있다.

2) 용도

- 용매
- 살충제, 구충제, 제초제, 고엽제의 중간생성물
- 취기제
- 농약

3) 노출 및 결정인자[2]

부탄 에티올의 직업적인 노출은 부탄 에티올 생산 공장이나 그것이 쓰이는 곳에서 흡입과 피부의 접촉으로 이루어진다. 일반적인 사람들은 고엽제, 취기제를 분사한 주위 공기의 흡입을 통해서, 또는 부탄 에티올이 함유된 제품의 피부 접촉을 통해 부탄 에티올에 노출된다.

(1) 물질특성

---

1) 부탄 에티올은 높은 휘발성을 보이고, '스컹크' 냄새를 가진 황색을 띠는 액체 이다. 실제로 부탄 에티올은 스컹크의 방어적인 살포 가스의 중요한 성분 중 하나이다. 부탄 에티올은 알콜과 유사한 분자 형태와 구조상 형태를 가진 유기화합물 중 티올로 분류된다. 부탄 에티올의 기본적인 분자식은 C_4H_9SH이고, 구조식은 부탄올과 유사하다. 부탄 에티올은 저분자 무게의 티올이고, 높은 가연성을 갖는다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	90.19	물리적 상태	액체	증기압	47hPa(35mmHg, 4.6% v/v)(20℃)
끓는점	97.8℃(97.2~101.7℃)	R-phrase	11,22	Log Kow	2.28
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 1.5 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 부탄 에티올[1] 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 부탄올과 황화수소의 증기를 토륨 산화물에 통과시킴으로써 제조한다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자는 부탄 에티올에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 휘발하기 쉬운 무색 액체로 악취가 있다. 예를 들면 스컹크의 냄새성분에는 1-부탄티올가 함유되어 있다. 식품이나 향신료의 냄새도 티올류가 원인이 되는 수가 많다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 부탄 에티올 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 디부틸 설파이드를 부틸황산염나트륨과 황화나트륨의 수용액에 넣고 함께 증류시키거나 디티오카르밤산 부틸에스테르(dithiocarbamic butyl ester)를 수용액 상태의 수산화칼륨과 함께 약간 가온함으로써 만들 수 있다. 부탄 에티올의 제조설비와 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 부탄 에티올 제조(포장)

① 시나리오 : 디부틸 설파이드를 부틸황산염나트륨과 황화나트륨의 수용액에 넣고 함께 증류시키거나 디티오카르밤산 부틸에스테르(dithiocarbamic butyl ester)를 수용액 상태의 수산화칼륨과 함께 약간 가온함으로써 만들 수 있다. 제조된 부탄 에티올을 용기에 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 술폰산 제조(투입)

① 시나리오 : 티올은 산화되기 쉬우며, 공기 속의 산소에서조차 서서히 산화되어 디술피드 RS-SR를 생성한다. 과망간산칼륨 등 강한 산화제로 완전히 산화시키면 술폰산이 된다. 부탄 에티올을 산화시키기 위해 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(198) 부틸아민 Butylamine 109-73-9

1. 개요

1) 제조

고온 고압에서 실리카 알루미늄 촉매 존재 하, 암모니아와 n-부틸알콜의 반응로부터 얻는다. 라니니켈(Raney nickel) 존재 하 부틸알데히드와 암모니아로부터 제조하거나, 부티랄옥심의 환원에 의해 제조하기도 한다.

2) 용도

- 의약품, 색소, 고무화학품, 유화제, 살충제의 중간제품
- 고무 촉진제의 화학적 중간체 (디부틸티오요소, 경화제, 가황처리제)
- 산화방지제 (니켈디부틸티오카르밤산염, 베노밀, 카르밤산염)
- 톨부타아미드(혈당저하제) 제조
- 해산물과 초콜렛에 유용한 조미료

3) 노출 및 결정인자[1)]

부틸아민에의 직업적인 노출은 부틸아민이 생산되거나 사용되는 작업장에서 흡입이나 합성물과의 피부의 접촉을 통해 일어날 수 있다. 일반인들은 부틸아민을 함유하는 음식의 섭취를 통해 부틸아민에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	73.14	물리적 상태	액체	증기압	109hPa/82mmHg(20℃)
끓는점	78℃	R-phrase	11,20/21/22,35	Log Kow	0.97
노출기준 (노동부)	TWA 5ppm / 15mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 부틸아민 제조(시료채취)

① 시나리오 : 고온 고압에서 실리카 알루미늄 촉매 존재 하, 암모니아와 n-부틸알콜의 반응로부터 얻는다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자는 부틸아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 응집제 제조(투입)

① 시나리오 : 부틸아민과 에피클로로히드린을 축합하여 수용성고분자인 부틸아민과 에피클로로히드린의 축합체(PBE)[1]를 합성한다. 부틸아민을 반응용기에 투입시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) PBE는 무기계 콜로이드인 벤토나이트 현탁액과 소화슬러지에 대해서 응집효과를 가지고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(199) n-부틸알콜 n-Butyl alcohol(1-butanol) 71-36-3

1. 개요

1) 제조

n-부틸알콜은 글리콜 발효, 산화에틸렌과 3-에틸 알루미늄의 반응, 에틸알콜에 가압 및 가열 처리 등의 방법으로 제조가 가능하나 산업계에서 널리 쓰이는 방법은 n-부틸알데히드를 이용하여 생산하는 방법으로, 프로필렌의 옥소반응을 통해 생산된 n-부틸알데히드를 촉매가 존재하는 환경에서 수소에 첨가하면 n-부틸알콜이 생성되는 것을 이용하여 n-부틸알콜을 대량생산한다.

2) 용도

- 페인트, 랙커, 합성 및 천연수지, 염료 등의 용매
- 에틸렌글리콜 모노부틸에테르, 디부틸 프탈레이트, 부틸아민 생산 원료
- 음료수 및 식품 첨가제
- 수/유압기기용 유체, 세척제 생산, 탈수제, 글리콜 에스테르 중간체, 에스테르 조제품 생산
- 브레이크액 희석제
- 알키드 수지 코팅
- 항생제 및 호르몬, 비타민 추출
- 안정화 처리제
- 직물 코팅제의 용매 첨가제
- 부틸알콜 유도제, 첨가제, 제초제, 광물 부유제, 요소 및 멜라민 포름알데히드 수지, 의약품, 변성알코올, 팽창제, 필름 생산, 증기압 탈수제 생산 공정에서의 첨가제
- 분석실험실용 용제
- 파라핀 고정

3) 노출 및 결정인자[1)]

스프레이, 브러시 등을 이용한 코팅작업 중 기화한 n-부틸알콜이나 액체상의 n-부틸알콜에 노출될 수 있으며 부틸알콜 유도체, 요소 수지, 제초제 등의 생산공정에서 첨가제로 사용하는 과정, 페인트, 랙커, 합성수지 등의 용제로 사용하는 과정에서 액체상 및 기화한 n-부틸알콜에 노출 될 수 있다. 또한 직물이나 인조 가죽 등

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

의 생산품 검사 과정에서 기화한 n-부틸알콜에 노출되는 경우도 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.12	물리적 상태	액체	증기압	7mmHg(20℃)
끓는점	117.7℃	R-phrase	10,22,37/38,41,67	Log Kow	0.88
노출기준 (노동부)	C 50 ppm / C 150 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 1-부탄올(일차부틸알코올) 제조(시료채취)

① 시나리오 : n-부틸알데히드를 이용하여 생산하는 방법으로, 프로필렌의 옥소 반응을 통해 생산된 n-부틸알데히드를 촉매가 존재하는 환경에서 수소에 첨가하면 n-부틸알콜이 생성되는 것을 이용하여 n-부틸알콜을 대량생산한다. 제조된 n-부탄올을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아미노알키드수지[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 멜라닌 또는 요소와 포름알데히드를 알칼리성으로 반응시킨 뒤, 부탄올 등으로 변성된 것을 알키드수지와 혼합해 전색제로 한 것이다. 부탄올을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 저온베이킹이 가능하다. 무색투명하고 양호한 보색성·내후성·내약품성을 가지며, 또한 견고하고 난연성이기도 하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03 : 실험실에서 시약으로 사용(시료분석)

① 시나리오 :완제품 품질확인을 위한 성분분석 작업이 진행되는 공정에서 실험실 특성상 소량 다품종의 분석용 시약을 사용함으로써 유해물질에 폭로되고 있다.
시료 → 앞, 뒤층 분리(2ml vial) → 60 min Mix → 분석

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20.2℃	연간 사용량	100 kg	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 일차알코올 제조(현장점검)

① 시나리오 : 에스테르를 무수에탄올에 녹이고, 금속나트륨을 조금씩 가하여 반응이 꾸준히 진행되도록 한다. 이 반응혼합물을 서서히 환류시켜 나트륨이 완전히 반응하도록 한 다음 가수분해시켜 생성물을 추출하고 이것을 분별증류하여 분리한다. 에스테르와 부틸알콜을 혼합하는 공정의 설비를 점검하는 근로자는 부틸알콜에 노출될 수 있다.

에스테르와 부틸알콜 혼합 → 금속나트륨 첨가/반응 → 환류 → 가수분해 → 분별증류 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 드라이클리닝 보조제(첨가)

① 시나리오 : 드라이클리닝용 용제에 녹여, 물을 가용화해서 수세효과를 높이기 위하여 이용된다. 즉, 물의 분산을 돕기 때문에 에탄올, 부틸알코올 등의 알코올을 비누와 함께 첨가하여 사용하는 데, 이러한 과정에서 세탁업을 하는 근로자에게 대기 중으로 노출될 수 있다.

원료 → 비누용액에 첨가(의류 담그기) → 건조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아밀로오스(amylose) 추출(첨가)

① 시나리오 : 아밀로펙틴과 아밀로오스로 구성된 녹말 입자를 뜨거운 물에 녹여 부틸알코올을 첨가하면 결정상으로 아밀로오스가 석출되고, 아밀로펙틴은 녹여서 분리한다. 부틸알콜(제2)를 용매로 첨가하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

녹말 → 부틸알콜 첨가 → 아밀로오스 석출[1)]

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2)] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 2.5 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 식품이나 의약품 제조의 원료로 쓰임에 있어 제조되는 것을 가상한 것이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(200) 부틸알콜(제2) sec-Butyl alcohol(2-butanol) 78-92-2

1. 개요

1) 제조

부틸알콜(제2)은 n-부텐의 황산에 흡수시키고 계속하여 물을 가해 분해시켜 제2부틸알콜을 얻는다. 원료는 1-부틸렌이나 2-부틸렌, 부틸렌을 포함한 탄화수소 화합물 등이며, 각 제조사별 공정의 차이는 사용원료의 차이에서 기인한다. 사실상 어떤 원료이든 1-부틸렌과 2-부틸렌을 포함하고 있으면 부틸알콜(제2)의 생산에 사용될 수 있으며, 1-부틸렌과 2-부틸렌 모두 수화공정을 통해 부틸알콜(제2)로 제조한다.

2) 용도

- 도료용 용제(래커, 멜라민계 수지도료) 제조 원료로 사용
- 초산부틸의 제조 원료(도료용 용제)로 사용
- 가소제 원료(프탈산에스테르로서 염화비닐용)로 사용
- 부유선광제, 계면활성제, 산화방지제, 향료 등의 제조 원료로 사용
- 농약 제조 원료로 사용
- 염료, 습윤제 합성에 쓰임
- 브레이크액, 산업용 세정제, 광택제, 페인트 제거제, 광물부유제, 염료의 용매로 사용
- 반응 중간체로 사용
- 메틸에틸케톤 제조 원료로 사용
- 알파하이드로퍼옥시알콜(Alpha-Hydroperoxy alcohols)과 제2알콜의 생산에 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

에틸셀룰로스계 코팅제의 스프레이 도포작업 중 코팅제 유리과정, 산업용 세척제, 페인트 제거제, 베니어합판 제조 공정 중 사용되는 첨가제의 유리과정에서 부틸알콜(제2)가 발생하여 노출의 가능성이 있으며, 메틸에틸케톤과 제2부틸아세테이트, 제2부틸크산테이트 의 제조과정에서 부틸알콜(제2)에 노출될 가능성이 있다. 코팅제나 염료, 유류의 개방된 유조에서의 혼합작업이나 밀폐된 장소에서의 유압유나 페인트제거제, 향수 등을 섞을 경우 부틸알콜(제2)에 노출될 가능성이 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.12	물리적 상태	액체	증기압	1.7kPa(13mmHg)(20℃)
끓는점	99.5℃	R-phrase	10,36/37,67	Log Kow	0.61
노출기준 (노동부)	TWA 100ppm / 305mg/m^3			STEL 150ppm / 455mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 부틸알콜(제2) 제조(포장)

① 시나리오 : n-부텐의 황산에 흡수시키고 계속하여 물을 가해 분해시켜 제2부틸알콜을 얻는다. 가공이 완료된 부틸알콜(제2)를 드럼통에 채워넣어 포장하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원료(2-부텐)투입 → 가수분해 → 부틸알콜(제2) 생성 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 플라스틱 제품 제조(도포)

① 시나리오 : 플라스틱에 에틸셀룰로스계 코팅제의 스프레이 도포작업 중 코팅제 유리과정에서 부틸알콜(제2)가 발생하여 관련 근로자에게 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 메틸에틸케톤 제조(현장점검)

① 시나리오 : n-부텐을 황산에 흡수시키고 계속하여 물을 가해 분해시켜 부틸알콜(제2)을 얻는다. 이 제2부틸알콜을 동-아연을 촉매로써 탈수소해 메틸에틸케톤을 얻는다. 장치화 된 공정을 점검하는 근로자에게 중간생성물질인 제2부틸알콜이 노출될 수 있다.

원료혼합(n-부텐,황산) → 가수분해 → 부틸알콜(제2) 생성 → 저장 → 다음공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(201) 부틸알콜(제3) tert-Butyl alcohol 75-65-0

1. 개요

1) 제조

황산의 존재 하에 1-부틸렌과 이소부틸렌을 반응시켜 부틸알콜(제2)와 함께 부틸알콜(제3)을 얻을 수 있으며, 산화프로필렌(Propylene oxide)을 생산하는 과정에서 부산물로 생산되기도 하며, 황산의 존재 하에 부탄-부틸렌 증기를 가수분해 및 추출하는 과정에서 생산되기도 한다. 또한 이소부틸렌을 수화시켜 부틸알콜(제3)을 생산하며, 제 3부틸 하이드로퍼옥사이드를 환원하는 방법으로 각각 부틸알콜(제3)을 생산하기도 한다.

2) 용도

- 제습제, 페인트 제거제
- 부유제, 과일향 등의 합성향료, 플라스틱, 래커의 생산
- 휘발유용 연료첨가제
- 수용성 폴리에스테르 수지, 이소부틸렌의 원료
- 의약품 생산용 용매
- 알콜변성제

3) 노출 및 결정인자[1)]

경구, 흡입, 피부, 안구 등의 경로로 노출될 수 있으며, 래커 표면 코팅과정과 산업용 세척제 사용과정에서 노출될 수 있으며, 향수나 래커, 변성된 알코올을 개방된 탱크에서 혼합할 때 부틸알콜(제3)이 발생하므로 노출될 가능성이 있다. 또한 약품추출, 제습과정, 왁스 사용과정, 차아염소산계 윤활유 추출, 실험 등에서 용매로 사용되고 있으므로 위의 작업을 하는 과정에서 노출될 수도 있다. 이 외에도 부틸알콜(제3)이 페인트 상점과 자동차 수리업소의 공기에서 검출된 바 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.12	물리적 상태	액체	증기압	31mmHg, 4.13kPa(20℃)
끓는점	82.4℃	R-phrase	11,20	Log Kow	0.35
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 300 mg/m^3		STEL 150 ppm / 450 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 부틸알콜(제3) 제조(포장)

① 시나리오 : 황산의 존재 하에 1-부틸렌과 이소부틸렌을 반응시켜 부틸알콜(제2)과 함께 부틸알콜(제3)을 제조하며, 작업자는 드럼통으로 포장하는 공정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 부틸알콜(제3) 제조(시료분석)

① 시나리오 : 황산의 존재 하에 1-부틸렌과 이소부틸렌을 반응시켜 부틸알콜(제2)와 함께 부틸알콜(제3)을 제조하며, 작업자는 제조된 부틸알콜(제3)의 품질관리를 위해 시료 분석하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 제3부틸 클로라이드의 제조(투입)

① 시나리오 : 제3부틸 클로라이드는 제3부틸 알콜과 염화수소를 반응기에 넣고 반응시켜서 제조하며, 작업자는 반응기에 원료 물질인 제3부틸 알콜을 드럼에서 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(202) o-부틸페놀(제2) o-sec-Butylphenol 89-72-5

1. 개요

1) 제조

o-부틸페놀(제2)는 페놀을 1-부틸렌으로 오르소알킬화시켜 제조한다.

2) 용도

- 수지, 가소제, 표면활성약품 및 기타 물건을 만들기 위한 화학 중간물
- 파생물: 2-s-부틸-1-비닐시클로헥실 아세테이트
- 제초제, 살충제, 살비제 합성시 중간체

3) 노출 및 결정인자[1)]

작업 시 피부접촉이나 수증기 흡입을 통해 부틸페놀에 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	150.22	물리적 상태	액체	증기압	자료 없음. 그러나 이 물질은 약간 증발한다
끓는점	226~228℃	R-phrase	22,34,36,37	Log Kow	3.27
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 30 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: o-부틸페놀(제2) 제조(포장)

① 시나리오 : 페놀을 1-부틸렌으로 오르소알킬화시켜 제조한다. 작업자는 제조된 o-부틸페놀(제2)를 드럼용기에 주입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.36 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: o-부틸페놀(제2) 제조(시료분석)

① 시나리오 : 페놀을 1-부틸렌으로 오르소알킬화시켜 제조한다. 품질관리를 위해 작업자는 제조된 o-부틸페놀(제2)을 채취하여 분석하게 되며 실험실에서 소량 사용하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 제초제 제조(현장점검)

① 시나리오 : 제초제의 주원료로 사용된다. 원료가 가공되어 포장되는 단계까지 밀폐장치에 의해 관리되며, 현장 설비를 점검하는 작업자에게 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(203) 붕소산 사나트륨염 borates tetrasodium salts(anhydrous) 1303-96-4

1. 개요

1) 제조

나트륨 붕산 광석의 분쇄, 가열, 기계적 분리, 선택적 결정화 그리고 마지막으로 붕산나트륨10수화물이나 농축된 액체 상태의 붕사산물에서 얻어진 붕사5수염 부양 과정을 통해서 얻는다.

5또는 10분자의 물을 포함하는 붕사는 나트륨을 함유하는 붕산염 광석에서 주로 생산된다. 채석된 광물은 약간의 붕사를 포함하는 뜨겁고 재생된 물 같은 용매에 용해되기 전에 분쇄되어 가루상태가 된다. 뜨거운 슬러지에 있는 점토입자인 불용성 맥석이 맑고 농축된 붕사용매를 만들기 위해 분리되어 나온다. 이 용매를 특정 온도에서 증발에 의해 냉각시키면 바라던 생성물의 결정이 만들어진다. 그러면 잔여액에서 분리시켜 건조시키면 된다.

2) 용도

- 납땜 금속
- 에나멜, 유리원료와 유약에서 용매제
- 자체 혹은 목재 진균류에 저항성이 있는 소독제와 함께 방부제로써 작용
- 내화성 직물과 목재, 보존 처리와 피부 보호
- 수영장과 하수 시스템에서 조류를 억제하는 데 사용
- 제약(알칼리화제)의 원료
- 내구성을 강화시키기 위한 유리섬유 단열재의 성분
- 세탁용품에서 살균물질
- 화학비료 제조
- 비농작물 경작지의 잔디를 관리하는 제초제로 쓰임
- 부동액 부식 억제제
- 비철 혹은 철의 붕소합금의 제조에서 비철 야금의 용매제
- 셀룰로오스 화합물의 불꽃 억제제
- 붕소 유도체의 화학적 중간물
- 분말형 살충제
- 감귤류에 있는 곰팡이 방지에 사용
- 가죽, 카펫, 모조보석, 사진 재료, 양초의 심지, 전기 콘덴서에 사용
- 방부제, 소독제, 경수 연화제, pH 조정제, 유화제, 중화제, 안정제, 완충제, 점성증가제에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

흡입과 섭취 혹은 피부점막을 통해 인체에 유입될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	201.27	물리적 상태	결정형과립, 결정형분말	증기압	0mmHg
끓는점	1,575℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 붕소산 사나트륨염의 제조(분쇄)

① 시나리오 : 나트륨 붕산 광석의 분쇄, 가열, 기계적 분리, 선택적 결정화 그리고 마지막으로 붕산나트륨10수화물이나 농축된 액체 상태의 붕사산물에서 얻어진 붕사5수염 부양 과정을 통해서 얻는다. 광산에서 채취된 광석을 분쇄하는 과정에서 근로자는 붕소산 사나트륨염에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 붕소산 사나트륨염의 제조(제련)

① 시나리오 : 나트륨 붕산 광석의 분쇄, 가열, 기계적 분리, 선택적 결정화 그리고 마지막으로 붕산나트륨10수화물이나 농축된 액체 상태의 붕사산물에서 얻어진 붕사5수염 부양 과정을 통해서 얻는다. 나트륨 붕산 광석을 제련하는 과정에서 근로자는 붕소산 사나트륨염에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 붕소산 사나트륨염의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 나트륨 붕산 광석의 분쇄, 가열, 기계적 분리, 선택적 결정화 그리고 마지막으로 붕산나트륨10수화물이나 농축된 액체 상태의 붕사산물에서 얻어진 붕사5수염 부양 과정을 통해서 얻는다. 제조된 붕소산 사나트륨염의 품질을 알기 위해 실험실에서 시료분석하는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(204) 브로모클로로메탄 Bromochloromethane 74-97-5

1. 개요

1) 제조

무수 브롬화알루미늄과의 반응, 브롬 및 알루미늄과의 반응, 또는 할로겐화알루미늄 촉매제를 이용한 염화메틸렌에 브롬화수소산을 반응시켜 제조한다.

2) 용도

소화기 액체(브로모클로로메탄의 단위 무게 당 효력 때문에 항공기 내에서의 사용 그리고 휴대용 소화기에서의 사용이 적합함)로 사용되고, 폭발물 억제제 또는 살충제 제조에서는 중간 생성물 및 용매로써 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

브로모클로로메탄을 제조하고 이것을 소화기 액체로써 사용하는 작업과정(특히 항공기와 휴대용 장치에서)에서 이 물질에 직접적으로 노출될 수 있다. 브로모클로로메탄이 대기로 유출되었을 시, 대기에서 증기 상태로만 존재한다.

브로모 클로로메탄에 대한 직업적 피폭은 이 화학물질을 제조할 동안에 그리고 이 화학물질을 함유하는 소화기를 사용할 동안에 흡입이나 피부 접촉을 통해서 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	129.39	물리적 상태	액체	증기압	117mmHg(20℃)
끓는점	67℃	R-phrase	36	Log Kow	1.41
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 1,050 mg/m^3			STEL 250 ppm / 1,300 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 브로모클로로메탄 제조(포장)

① 시나리오 : 염화메틸렌에 브롬화수소산을 반응시켜 제조한다. 제조된 브로모클로로메탄은 드럼통에 포장되어 출고되는 데, 작업자는 포장공정에서 브로모클로로메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 브로모클로로메탄 제조(시료분석)

① 시나리오 : 염화메틸렌에 브롬화수소산을 반응시켜 제조한다. 제조된 브로모클로로메탄의 품질검사를 위해 실험실에서 시료분석을 하게 되는 데, 작업자는 이러한 분석작업에서 브로모클로로메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 내화성 용매 제조(투입)

① 시나리오 : 가연성 유기용매에 불꽃 전파속도를 감소시키고 인화점을 증가시키기에 충분한 양으로 최소한 하나의 브롬화 처리된 탄화수소를 혼합하여 내화성 용매를 제조한다. 첨가물로 브로모클로로메탄이 투입되는 공정에서 작업자는 노출될 수 있다.

원료(유기용매[1]) 투입 → 브로모클로로메탄[2] 투입/혼합 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기용매는 경유 증류물, 디젤 및 원유 등으로 만들어 진다.
2) 브로모클로로메탄은 오일 또는 가스 조작 유체로서 사용될 때 플루오르화된 탄화수소가 사용되어서는 안 된다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 할론 소화기[1] 제조(충전)

(국내에서 할론 물질을 제조하는 업체가 사라질 것으로 예상[2])

① 시나리오 : 탄산수소의 할로겐화합물[3]을 소화약제로 사용하며 할로겐화합물에는 여러 가지 종류가 있지만 소화기용[4]으로 브로모클로로메탄이 이용된다. 작업자는 소화기 용기내에 브로모클로로메탄을 충전할 시 노출될 수 있다.

원료 → 소화기 용기내 충전 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[5] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[6] : 1.25 (1 이상이므로 추가적인 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[7] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 할론가스인 디브로로메탄 등을 채워 사용하고, 무색투명한 방사성이 있는 증발성 액체(디브로모메탄)로 방사된 약제는 기화하여 질식 및 억제작용에 의해 유류화재에 적합하다. 또한, 약제는 전기의 부도체이므로 전기화재에도 적응한다. 소화효과가 크며 인체에는 큰 피해를 주지 않으나 다만 밀폐된 곳에서 장시간 사용하는 것은 위험하다.

2) 선진국은 신규시설에 대한 할론 사용금지, 할론 대체물질 개발현황, 할론의 회수, 보관, 관리 등을 포함한 할론 관리전략을 마련하여 2000년7월말까지 오존사무국에 제출 (1998.11.23 : 몬트리올 의정서 제10차 당사국 총회)

3) 할로겐화합물은 어느 것이나 무색투명의 액체 또는 기체로서 특유의 강한 취기를 가진다.

4) 소화원리 : 액체나 기체 모두가 공기보다 무거운 불연성기체 또는 액체로서 연소물의 주위에 체류하여 질식소화함과 동시에 연쇄반응에 있어서의 활성물질에 작용하여 그 활성을 빼앗아 연소반응을 차단하는 억제작용에 약간의 냉각효과를 겸하여 소화시킨다.

5) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

6) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

7) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(205) 브이엠 및 나프타 VM & P naphtha 8032-32-4

1. 개요

1) 제조

탄화수소의 복잡한 결합은 대략 60~110℃의 범위에서 석유의 분별증류로 얻어진다.

원유를 상압 증류하여 제조할 수 있으며 직류 나프타, 경질 나프타(끓는점 100℃ 이하), 중질 나프타(끓는점 약 100~200℃)로 구분된다. 원유의 중질유분을 열분해하거나 접촉분해 하여 분해 나프타를 제조할 수 있다.

2) 용도

- 보편적인 용매와 화학물질
- 지질, 왁스, 페인트, 니스의 추출용 용제, 가구 광택제
- 사진현상에서의 세제
- 연료

3) 노출 및 결정인자[1)]

리그로인이 생산되거나 사용되는 작업장에서 흡입이나 피부접촉에 의해서 직업적인 노출이 발생한다. 리그로인이 희석제와 니스에 함유된 제품을 사용하면서 흡입과 피부 접촉을 통해 노출되었을 것이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	112.0	물리적 상태	액체	증기압	0.27~2.7kPa(2~20mmHg, 20℃)
끓는점	118~179℃	R-phrase	45,65	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 300 ppm / 1,350mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 나프타 제조(현장점검)

① 시나리오 : 원유를 상압 증류하여 제조할 수 있으며 직류 나프타, 경질 나프타(끓는점 100℃ 이하), 중질 나프타(끓는점 약 100~200℃)로 구분된다. 원유의 중질유분을 열분해하거나 접촉분해 하여 분해 나프타를 제조할 수 있다. 작업자는 밀폐된 공정으로 이뤄진 나프타 제조시설의 현장점검에서 노출이 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 리그로인 제조(포장)

① 시나리오 : 원유를 상압에서 증류, 정제하여 제조한다. 작업자는 리그로인을 용기(병)에 포장하는 작업에서 노출이 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 도시가스 제조(시료분석)

① 시나리오 : 나프타를 접촉수증기 개질을 하여 수소·일산화탄소·메탄 등을 대량으로 함유하는 가스로 전환시켜 도시가스로서 공급한다. 작업자는 품질관리를 위해 시료를 분석하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 암모니아 합성(시료채취)

① 시나리오 : 나프타를 접촉수증기 개질을 하여 수소를 제조한 다음, 공기에서 분리시킨 질소와 함께 암모니아 합성을 하여 질소비료 등의 원료로 한다. 작업자는 질소비료에 사용되는 암모니아 합성을 위해 공기에서 분리시킨 질소와 나프타를 밀폐된 반응기에 넣고 반응시켜 제조하며 제조공정은 밀폐된 공정이므로 노출이 거의 일어나지 않으며 시료채취 시 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 가소물(플라스틱) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 석유 또는 천연가스가 주원료이며 나프타(조제 가솔린)가 가장 중요한데, 이것을 분해하면 에틸렌·프로필렌·부텐·부타디엔 등의 올레핀과 벤젠·톨루엔·크실렌 등의 방향족 탄화수소가 얻어지고 이들을 조합하여 플라스틱합성의 단위체를 만든다. 작업자는 석유 또는 천연가스로부터 분해하여 플라스틱의 원료가 되는 모노머를 얻는 과정에서 현장점검 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 대체천연가스(substitute natural gas) 제조(투입)

① 시나리오 : 반응온도 450~500℃, 고압하·고활성 니켈을 촉매로 사용하여 나프타와 수증기를 반응시키면, 메탄을 주성분으로 하는 수소·일산화탄소 및 이산화탄소를 함유하는 가스가 생성된다. 다시 니켈 촉매에 의해 메탄화를 진행시키고 마지막에 이산화탄소를 제거하면 1㎥당 발열량이 약 9,200kcal인 고열량이 되어 천연가스와 동일한 성상의 가스를 얻을 수 있다. 작업자는 천연가스 제조 시 나프타를 드럼통에서 펌프를 통해서 반응기에 넣을 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 벤진(benzine)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 벤진은 끓는점이 낮은 탄화수소의 혼합물로 되어 있고, 경질유분이 많은 원유를 증류하여 얻은 나프타를 고도로 정제하여 불순물질을 제거하고 제조된다. 벤진을 제조할 때 작업자는 현장점검 시 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석유에서 만들어진 공업용 용제의 하나. 석유벤진이라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 카메라 렌즈 세제

① 시나리오 : 사진기렌즈 조리개 날의 유분을 제거할 때 쓰인다. 조리개 날에 유분이 있으면 날의 움직임을 느리게 하고 노출과다를 초래한다. 작업자는 나프타를 세제와 함께 섞어서 사용할 때 노출이 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 600 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(206) 비닐 톨루엔 Vinyl toluene 25013-15-4

1. 개요

1) 제조

메틸스티렌이라고도 하며, 브롬톨루엔을 그리니얼 시약화해 아세트알데히드와 반응시켜 얻을 수 있는 메틸트리카비놀을 수산화 칼륨상에서 탈수해 비닐톨루엔을 얻는다.

비닐 톨루엔은 탈수소화 반응(산화아연을 촉매제로 써서)을 통해서 에틸벤젠으로부터 제조된다.

3-에틸톨루엔과 4-에틸톨루엔의 혼합물을 촉매 탈수화해서 그에 상응하는 메틸스티렌의 혼합물로 만든 다음에 그것을 중합시킴으로써 비닐 톨루엔이 제조된다.

톨루엔을 에틸렌으로 알킬화해서 만든 에틸톨루엔을 탈수소화하면 비닐 톨루엔이 제조된다.

2) 용도

폴리스티렌/알킬/에폭시 에스테르 수지 코모노머(comonomer)는 반응 희석제(불포화 폴리에스테르 수지)로 사용된다. 불포화 폴리에스테르 수지는 수지 조절제(modifier)로 사용되고, 스티렌의 대체로도 사용된다. 또한 표면 코팅을 위해 혼성 중합체를 만드는데 사용된다(oil-modified 알키드 수지와 함께).

방사능 폐기물에 있어서는 블록 역행 성분(block backing component)으로써 사용되며, 살충제 성분으로써 사용된다. 한편, 급속 건조 코팅에도 사용된다.

페인트, 코팅 그리고 니스의 작업 온도 범위를 늘리기 위해서 스티렌과 함께 혼성 중합체로써 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

비닐 톨루엔을 제조하고 그것을 코모노머 및 수지 조절제로써 사용하는 작업 장소에서는 흡입 그리고 피부 접촉을 통해서 비닐 톨루엔에 대한 직업적 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.18	물리적 상태	액체	증기압	0.15kPa(1.1mmHg)
끓는점	170~171℃	R-phrase	10,20,36,37,38	Log Kow	3.58
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 240 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 비닐톨루엔의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 비닐톨루엔은 3-에틸톨루엔과 4-에틸톨루엔의 혼합물을 산화아연 촉매로 탈수화해서 그에 상응하는 메틸스티렌의 혼합물로 만든 다음에 그것을 중합시킴으로써 비닐 톨루엔이 제조된다. 작업자는 비닐 톨루엔 제조시 샘플링 채취할 때 노출될 수 있다.

원료투입(3-에틸톨루엔과 4-에틸톨루엔+산화아연) → 탈수화 반응 → 중합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비닐톨루엔의 제조(포장)

① 시나리오 : 비닐톨루엔은 3-에틸톨루엔과 4-에틸톨루엔의 혼합물을 산화아연 촉매로 탈수화해서 그에 상응하는 메틸스티렌의 혼합물로 만든 다음에 그것을 중합시킴으로써 비닐 톨루엔이 제조된다. 작업자는 비닐 톨루엔 제조 시 포장 작업할 때 노출될 수 있다.

원료투입(3-에틸톨루엔과 4-에틸톨루엔+산화아연) → 탈수화 반응 → 중합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 방사성 폐기물 고화처리(투입)

① 시나리오 : 고화 처리할 폐기물과 고화재를 먼저 혼합한 후 촉매를 첨가하면 중합반응이 개시되어 가열 없이 상온에서 거의 한 시간 이내 반응이 완료되며 결과적으로 폐기물은 단단한 고분자 물질 속에 분산된 상태로 처리된다. 작업자는 원료물질을 투입할 때 노출이 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(207) 비페닐 Biphenyl 92-52-4

1. 개요

1) 제조

디페닐이라고도 하며, 벤젠을 축합탈수소해 비페닐로 만든다.

벤젠을 적열한 철제 파이프에 통해, 열분해 탈수소 반응에 의해 제조하거나 할로겐 치환벤젠을 동분과 함께 가열한다. 할로겐의 반응은 요오드가 가장 강하다.

브로모벤젠과 소디움의 가열할 때 증류법을 수반하거나 뜨거운 빨간 철 튜브를 통해 벤젠을 천천히 통과시킴으로써 제조할 수 있다. 비페닐을 톨루엔에서 벤젠으로의 탈알킬화반응을 수반하는 높은 기관분류(boiler fractions)로부터 회수한다. 대략 100kg의 벤젠으로부터 1kg의 비페닐이 생성된다.

비페닐은 비활성 용매에서 1,4-dimethyl-2,3-dibromobutane과 페닐마그네슘 브로마이드의 반응을 통해 생성된다.

2) 용도

- 향수와 가소제 합성의 용매로서 사용
- 유기 합성, 열전달 물질, 식물병 관리에 사용
- 벤지딘의 조제에 사용
- 폴리에스테르 염색 보조제로 사용
- 프탈산 무수물 조제에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

비페닐에 대한 직업적인 노출은 비페닐이 생산되고 사용되는 작업장에서 흡입이나 피부접촉을 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	154.21	물리적 상태	고체	증기압	0.01 mmHg(20℃)
끓는점	255℃	R-phrase	36/37/38/50/53	Log Kow	4.01
노출기준 (노동부)	TWA 0.2 ppm / 1.5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 비페닐(biphenyl)의 제조(포장)

① 시나리오 : 비페닐의 제조방법은 요오드화벤젠과 구리가루를 빨갛게 달군 철판에 통과시켜 제조한다. 작업자는 비페닐이 제조될 때 뜨거운 철판을 통하여 증기로 노출될 수 있으며 20kg 종이자루에 포장 작업할 때도 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비페닐(biphenyl)의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 비페닐의 제조방법은 요오드화벤젠과 구리가루를 빨갛게 달군 철판에 통과시켜 제조한다. 작업자는 비페닐이 제조될 때 샘플 채취에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.00067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리염화비페닐(polychlorobiphenyl)의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 벤젠의 증기를 구리관 속에서 700~850℃로 가열하면 비페닐이 생성된다(수득률 10~20%). 이때 트리페닐 등의 폴리페닐렌이 부산물로 생성되는데, 이것을 분리하지 않고 염화철 등의 촉매를 가해 염소와 반응시킨다. 이때 폴리염화비페틸이 생성된다. 이 제조공정은 연속적인 밀폐공정이므로 작업자에게 노출이 거의 되지 않으나 제조 중 샘플링 채취하여 품질검사를 위해 분석하는 과정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 방미제 제조(혼합)

① 시나리오 : 식품 보존제로 사용되는 방미제의 제조는 비페닐·오르토비페닐올 등과 폴리옥시에틸렌, 폴리에틸렌클리콜, 글리세린, 유산, 유산나트륨, 에데트산 나트륨 등의 화합물을 혼합하여 제조한다. 작업자는 위의 원료를 혼합할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 폴리에스테르의 염색 보조제 제조(투입)

① 시나리오 : 폴리에스테르의 염색보조제의 제조는 메틸술페이트와 메틸벤젠 술포네이트, 에틸렌 옥사이드, 메틸 벤젠 술포네이트 등과 같은 화합물을 혼합하여 제조한다. 작업자는 원료물질을 교반기에 넣을 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.133 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(208) 사염화탄소 Carbon tetrachloride 56-23-5

1. 개요

1) 제조

오염화안티몬을 촉매로 해서 이황화탄소에 건조 염소 가스를 불어 넣어 반응시킨다. 반응 종료 후 증류해 정제 제품을 얻는다. 이것은 소량의 염화유황 및 이황화탄소를 포함하고 있어 우선 분해조에서 소량의 가성소다를 가해 염화유황을 분해 제거한다. 다음에 탈황조로 보내고, 남아있는 이황화탄소를 유효 염소 10%의 진한 표백분액으로 분해한다. 이상의 처리 후 재증류한 뒤, 염화석회로 탈수한다.

메탄의 직접염소화에 의해 제조할 때는 메탄의 65%, 염소의 100%가 반응해, 반응 생성물(염화메틸, 염화메틸렌, 클로로포름, 사염화탄소)을 얻는 데, 이 중 소량의 사염화탄소를 생성한다.

또한 6염화에탄의 열분해로 얻을 수 있으며, 에탄/프로판과 염소를 반응시켜서 퍼클로로에틸렌과 공동으로 생산된다.

2) 용도

- 기계와 전기 기구의 세척제인 고무 시멘트의 용매로 쓰임
- 비누향료와 살충제를 만들 때 사용
- 폴리머, 유기 화합물의 염소화를 위한 유기합성을 할 때 사용
- 반응 매개체, 촉매로도 사용
- 케이블과 반도체 산업에서 용매로 쓰임
- 브로모트리플루오로에틸렌 중합체를 제조를 하기 위해 사용
- 집적회로 안에 에칭 알루미늄을 위한 플라즈마 에칭 가스에 사용
- 기름, 유지, 칠기, 광택제, 고무 왁스, 합성수지, 곡물 훈증약의 용매로서 사용
- 드라이클리닝 성분과 소화기, 아스팔트, 벤젤 수지, 역청에 사용
- 염소화 고무, 에틸셀룰로오스, 고무 가공품, 수지에 필요한 용매로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

사염화탄소에 직업적인 노출은 고체 폐기물 혼합 설비와 같은 장소에서 흡입을 통해 발생하거나 페인트칠에 사용되는 염소화된 고무 생산에 관련된 작업, 사염화탄소가 그리스를 제거하는 생산품, 소화기, 곡물 훈증약에 사용되거나 생산되는 작업장에서 노출이 된다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	153.84	물리적 상태	액체	증기압	89.5mmHg(20℃)
끓는점	76.7℃	R-phrase	23/24/25,40,48/23,52/53,59	Log Kow	2.83
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 30 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 사염화탄소의 제조(포장)

① 시나리오 : 오염화안티몬을 촉매로 해서 이황화탄소에 건조 염소 가스를 불어 넣어 반응시킨다. 반응 종료 후 증류해 정제 제품을 얻는다. 이것은 소량의 염화유황 및 이황화탄소를 포함하고 있어 우선 분해조에서 소량의 가성소다를 가해 염화유황을 분해 제거한다. 다음에 탈황조로 보내고, 남아있는 이황화탄소를 유효 염소 10%의 진한 표백분액으로 분해한다. 이를 재증류한 뒤, 염화석회로 탈수한다. 모든 공정이 완료되어 사염화탄소가 제조되면, 이를 병(용기)에 포장하게 되는 데, 이 때 작업자는 사염화탄소에 노출될 수 있다.

염소가스, 황산 → 건조 → 염화(이염화탄소) → 조제증류 → 분해(가성소다) → 탈황(표백분) → 정제증류 → 탈수 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 사염화탄소의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 오염화안티몬을 촉매로 해서 이황화탄소에 건조 염소 가스를 불어 넣어 반응시킨다. 반응 종료 후 증류해 정제 제품을 얻는다. 이것은 소량의 염화유황 및 이황화탄소를 포함하고 있어 우선 분해조에서 소량의 가성소다를 가해 염화유황을 분해 제거한다. 다음에 탈황조로 보내고, 남아있는 이황화탄소를 유효 염소 10%의 진한 표백분액으로 분해한다. 이를 재증류한 뒤, 염화석회로 탈수한다. 장치화된 설비를 점검하는 작업자는 사염화탄소에 노출될 수 있다.

염소가스, 황산 → 건조 → 염화(이염화탄소) → 조제증류 → 분해(가성소다) → 탈황(표백분) → 정제증류 → 탈수 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 용매추출(실험실 시약)

① 시나리오 : 고체 또는 액체에 적당한 용매를 가하여, 그 용매에 가용성 성분을 녹여내는 분리법이다. 목적물질을 녹기 쉬운 형태로 화학변화시키면서 추출하는 방법이다. 작업자는 사염화탄소와 목적물질을 함유하고 있는 물질을 함께 섞어서 추출할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 사용				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 301

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 제독 사염화탄소 소화액 제조(혼합)

① 시나리오 : 크로라알와 피난 또는 감판과 크로라린 피리딘 또는 피바리링 혹은 디메틸 아닐린 등을 첨가하여 제조할 수 있다. 제조 과정에서 원료투입 후 혼합 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 과립형 향료의 제조(첨가)

① 시나리오 : 에치렌에 비닐과 초산알콜을 혼합한 후 가열 성형하여 연질의 과립을 성형하고 이를 충분히 건조시킨 후 침투제와 액체향료, 염료, 사염화탄소, 테레빈유 및 프로필렌글리콜을 가압 가열하여 교반한 혼합액에 침투시킨 후 자연 냉각하여 건조하여 제조한다. 첨가제로 교반기에 투입되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 드라이크리닝용 세제의 제조(혼합)

① 시나리오 : 키실렌 60%와 톨루엔 30%를 사염화탄소 9%와 혼합시킨 혼합물과 암모니아수와 가성가리에 향료유를 섞은 혼합물 1%를 서로 혼합시켜 된 드라이크리닝용 세제를 제조한다. 사염화탄소는 원료로 혼합되는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 벤조페논(benzophenone)[1] 제조(축합)

① 시나리오 : 벤젠과 사염화탄소를 염화알루미늄무수물 존재에서 축합시킨 뒤, 가수분해하면 생성된다. 작업자는 사염화탄소가 축합되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 디페닐케톤이라고도 하며, 향료의 고정제, 의약이나 농약의 합성 중간물질로서 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 염화몰리브덴(Ⅴ)(molybdenum chloride)의 제조(가열)

① 시나리오 : 사염화탄소증기와 산화몰리브덴(Ⅵ)을 510℃로 가열한다. 염소기류하에서 금속몰리브덴을 서서히 가열하여 발생하는 기체를 냉각한다. 고체파라핀의 사염화탄소용액 또는 액상파라핀에 염소를 지나게 하여 조명하에서 염소화하고 합성한다. 원료로 사용되는 사염화탄소가 가열되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 포스겐(phosgene)의 제조(투입)

① 시나리오 : 염화카르보닐(carbonyl chloride)이라고도 하며, 사염화탄소를 발연황산으로 산화시켜 제조한다. 사염화탄소를 원료로 투입하는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 하이포아염소산(hypochlorous acid) 제조(투입)

① 시나리오 : 산화수은(Ⅱ)을 사염화탄소에 현탁시켜 염소와 반응시킨 다음, 물로 처리하면 수용액 속에서 하이포아염소산이 생긴다. 사염화탄소가 원료로 투입되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(209) 산화규소(결정체 석영) Silica, quartz 14808-60-7

1. 개요

1) 제조

천연석영을 가공하거나, 석영을 hydrothemal culturing 하여 얻을 수 있다.

Hydrothermal culturing은 밀폐된 고온 고압의 반응솥에서 수용액중의 반응 또는 crystal growth로 이루어진다.

2) 용도

- 유리, 도자기, 실리카함유 생산품 제조에 사용
- 주물 성형틀의 원료로 사용
- 가스나 석유 산물의 수경(수압) 파쇄에 사용
- 전자 또는 광학산업에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

석영의 직업적 노출은 유리제조, 주물, 연마제, 수압파쇄작업 등에서 석영의 사용 시, 또는 화강암 등이 포함된 채광작업 시 분진을 흡입함으로써 발생한다. 샌드블라스트 작업에서는 개인 보호구를 철저히 사용한다 하더라도, 고농도의 호흡기 노출이 이루어지는 경우가 많다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.09	물리적 상태	결정, 분말	증기압	0mmHg(20℃), 10mmHg(1732℃)
끓는점	2,230℃	R-phrase	49	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.05ppm 0.13mg/m3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 규사 제조(파쇄 공정)

① 시나리오 : 규소를 원료로 가공, 처리하여 생산한다. 주요 공정은 규석의 원석(채광석)을 파쇄하는 파쇄공정, 습식분쇄와 건조, 자력선별을 하는 선광(마광, 자선)공정으로 나누어져 있다.

주로 파쇄공정과 자선공정에서 발생하는 분말형태의 산화규소에 작업자가 노출된다.

원석(규석) → 파쇄 → 균질화 → 선광(마광, 자선) → 균질화 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.46 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 블라스팅 작업[1](abrasive blasting)

① 시나리오 : 가벼운 작업은 식물의 식물이나 씨앗이나 유리구슬, 플라스틱 등을 이용하며, 강하게 분사할 필요가 있는 것은 모래나 규사 또는 금속 등을 이용한다.[2] 모래에는 결정형 규소가 포함되어 있어, 블라스팅을 막 했을 때 유리규산이 많이 발생한다. 블라스팅이 끝나고 나서 다시 재활용을 위하여 모래를 모으는 작업 시 노출이 발생하기도 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.77 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 모래나 실리카, 또는 금속을 강하게 분사함으로써 금속 등의 표면에 붙어 있는 녹, 페인트, 각종 이물질을 제거하는 작업을 블라스팅 작업이라 한다.
2) 모래를 이용한 블라스팅 작업은 주물에 묻어있는 모래나 기타 불순물을 제거하거나, 배의 선체나 석조건물, 다리, 기타 금속 표면에 붙어있는 페인트를 제거할 때, 그리고 묘비를 다듬거나 유리에 무늬를 넣거나 광택을 없앨 때 모래를 이용한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 도자기[1] 제조

① 시나리오 : 도자기의 제조공정은 제품의 종류에 따라서 공정의 일부가 다르긴 하지만 일반적으로 원재료의 파쇄, 분쇄, 체질, 혼합, 혼련 등에 의한 소지토의 조제, 성형, 건조, 소성, 유약 칠, 채식, 마무리, 검사 등으로 나눌 수 있다. 습식공정이 아닌 작업에서 주로 결정형 규산에 노출이 발생한다.

원재료 → 파쇄 → 분쇄 → 체질 → 혼합 → 혼련 → 성형 → 건조 → 소성 → 유약 칠 → 채식 → 마무리 → 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.77 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도자기는 토기에 유약을 입혀 구어진 것을 보통 말하는데, 분류는 나라에 따라서 또는 학자에 따라서 다르나 우리나라에서는 일반적으로 도자기라고 하면 자기(porcelaine), 도기(earthware, pottery), 석기(stoneware), 토기(clayware)의 4종류로 크게 나눈다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 유리 제조(투입)

① 시나리오 : 유리의 일반적인 구성요소는 유리규산(SiO_2)으로 여기에 여러 가지의 산화물질을 첨가하여 그 특성과 성질을 변화시킨다. 유리를 생산하는 공정은 크게 유리의 원재료를 배합하여 공급하는 배합공정과 약 1,400℃ 정도의 고열로 가열하여 원료를 녹이는 용해공정, 진공성형기 등을 이용하여 제품의 형태를 만들어 가는 성형공정, 그리고 제품을 인쇄하고 마무리하는 마무리공정으로 나누어진다.
유리규산을 배합기에 투입 시 발생하는 분진에 작업자가 노출될 수 있다.
원료배합 → 용해 → 성형 → 마무리 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.46 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 유리제품 제조(투입)

① 시나리오 : 소다회, 석회석, 기타 부원료가 입고하면, B-C유 및 전기를 열원으로 1,450℃까지 온도를 상승시켜 원료를 녹여 유리물화한다. 유리물을 생산제품의 중량에 맞게 쉬어블레이드(Shear Blade)로 절단하여 일정한 크기의 형틀에 주입한 후 공기를 불어 넣어 유리병을 성형한다. 온도차에 의한 변형 및 열 충격으로 제품의 파손을 막기 위해 도시가스를 이용하여 가열 후 냉각한다. 주로 원료투입(소석회, 규사 투입)공정에서 결정형 실리카에 노출이 발생하고 있으며, 노출 주기는 작업시간 동안 연속적이다.

원자재 입고(저장) → 용해 → 제조성형 (절단, 제병, 서냉) → 검사/인쇄 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,700 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.046 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 무기안료 및 기타 금속산화물 제조(혼합)

① 시나리오 : 모래 61%, 붕산 25%, Cullet(녹여서 재생하는 유리 부스러기) 10% 등을 혼합하여 GP 제조 파트 내에서 투입하여 용해한다. B/M공정에서 cullet를 분쇄한 후, S/D공정에서 원료를 혼합하여 재결정화 시켜 파우더형태로 제조한다.

작업이 이루어지는 동안 연속적으로 산화규소에 노출된다.

원료 → 용해 → B/M → S/D

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	700 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.77 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 주물 작업[1)]

① 시나리오 : 철이나 강을 이용하여 주물을 만드는 데(주철주물, 주강주물)는 고온이 필요하기 때문에 모래를 이용하므로 sand casting이라는 용어를 사용한다. 모래의 취급, 모래의 준비, 모래털기 등 먼지가 많이 나는 공정에서 노동자는 유리규산(free silica)에 많이 노출될 수 있다. 주물에 들러붙어 있는 모래를 떼어내거나(chipping), 연마로 갈아 낼 때도 많은 먼지가 발생하여 노출 될 수 있다. 후처리(그라인딩)공정에서도 작업에 의해 연속적으로 노출이 되고 있다.

원자재 입고 → 조형 → 합형 → 용해 → 주입 → 탈사 → 절단 → 사상 → 보수 → 열처리 → 납품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2)] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 2.3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 주물(주조)작업이란 용융된 금속을 미리 준비한 주형에 부어 원하는 형태의 주물을 만드는 금속성형작업이다. 주물사업장에서 금속을 용융시키는 공정은 공통적이지만 주물의 생산 방식(주형의 체질, 주물의 형태, 생산속도, 주물 크기, 설립연도, 공장크기, 공정크기)이 매우 다양하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: SiO_2 Granule, Silicon 생산(분쇄)

① 시나리오 : 원자재로 사용하는 산화규소 재활용품은 광학코팅용 원료로 사용되는 제품을 생산하는데 월 평균 약 2톤 정도를 사용하고 있다. 산화규소의 발생주기는 작업시간 동안 연속적으로 노출되고 있다. 산화규소 재활용품의 분쇄와 선별공정에서 발생되는 알갱이 형태의 산화규소에 노출될 가능성이 높다.

원자재 입고 → 선별 → 분쇄 → 세척 → 건조 → 선별 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중증도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.77 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 토사석 채취업

① 시나리오 : 토사석을 채취하기 위해 암반을 폭파, 굴착하는 과정에서 다량의 분진이 발생하며 토사석은 유리규산의 성분이 높아 발생하는 분진에 노출 될 가능성이 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

※ ecetoc-tra 모델을 이용하여 노출량을 산출할 수 없다.

③ 노출량 산출[1] :

④ 위해도 정량화[2] :

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 시멘트 제조(Coal Mill 공정)

① 시나리오 : 생산 현장은 예열기, 냉각기, Kiln, Raw Mill, Coal Mill Burner 등으로 나누어지며, 각각의 공정에 대하여 근로자가 배치되어 일상적인 계기 확인 및 기계 정상작동 여부, 기계 이상 유무 등의 점검 작업이나 보수 및 청소작업 등을 한다. Coal Mill 공정에서 주로 노출되며, 석탄의 치장 및 인출과정에서도 간헐적으로 노출이 된다. 작업 시 발생되는 입자상 물질은 알갱이에서 분말(Dust)에 이른다. 연속작업 형태의 특성 상 결정형 실리카에 대한 노출 주기는 연속적이다.

석회선 광산 분쇄/치장, 부원료 치장(점토분, 규석, 철광석) → 원료분쇄 → 원료조합 사이로 → 원료 공급기 → 예열기 → 냉각기(크리카사이로 출하) → 시멘트 분쇄기(석고+슬라그) → 시멘트 사이로 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중증도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 3.8 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 공업용 모래 제조(배합)

① 시나리오 : 모래(SiO_2 함유)를 주원료로 하여 일련의 가공과정을 거쳐 공업용 모래를 생산한다.

모래의 입자상 특징은 알갱이 크기로 주로 코팅 및 배합 작업 시에만 노출된다.

모래입고 → 세척 → 건조 → 코팅 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.46 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 인쇄회로기판용 전기저항잉크 생산(현장 점검)

① 시나리오 : 원료로 사용하는 Regin에 산화규소가 함유되어 있다. 월 취급량은 약 6톤 정도이며, 입자상 물질의 특성은 분말형태이다. 주로 계량반, 배합반, 액체계량실, 반응기 작업 시 노출이 이루어지고 있으며, 현장 점검 근무 시에도 노출되고 있다.

원자재 입고 → 평량(개량) → 함형 → 교반 → 밀링 → 교반 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.08 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(210) 산화규소(결정체 크리스토바라이트) Silica(crystalline cristobalite) 14464-46-1

1. 개요

1) 제조

천연으로는 석영·수정·옥수·마노·부싯돌·규사·인규석·홍연석 등에 결정 또는 비결정으로 산출된다. 석영은 장석류에 이어 풍부하며 지구상의 여러 곳에 분포하여 지각의 12%를 차지한다.

가용성 규소의 염류 수용액에 적당한 산을 가해 증발·건고하면 비결정물질을 얻는다. 비결정성인 것을 융제를 사용하여 적당한 온도와 압력으로 융해·고화하면 3가지 변태(석영·인규석·홍연석)를 얻을 수 있다. 고온에 저항력이 크며 실리카의 동소체 중 하나이다. 즉 1,713℃에서 용해된다. 고온에 있어서 등축 결정계에 속한다. α크리스토바라이트와 β크리스토바라이트가 있다. α크리스토바라이트는 글라스와 같은 광택을 지니며 팔면체의 결정이다. 이것을 가열하면 200~270℃에서 정방형 결정체에서 등축 결정계의 β크리스토바라이트로 급격히 변한다.

2) 용도

- 유리
- 도자기
- 각종 광학장치
- 수정발진기

3) 노출 및 결정인자[1)]

도기제조, 주물, 샌드블라스팅, 화강암 석수공, 내화, 분쇄, 연마물질의 제조 작업장에서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.09	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg
끓는점	2,230℃	R-phrase	49	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.05mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화규소(결정체 크리스토바라이트)의 제조(포장)

① 시나리오 : 가용성 규소의 염류 수용액에 적당한 산을 가해 증발·건고하면 비결정물질을 얻는다. 비결정성인 것을 융제를 사용하여 적당한 온도와 압력으로 융해·고화하면 3가지 변태(석영·인규석·홍연석)를 얻을 수 있다. 제조된 산화규소가 포장되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 산화규소(결정체_크리스토바라이트)의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 가용성 규소의 염류 수용액에 적당한 산을 가해 증발·건고하면 비결정물질을 얻는다. 비결정성인 것을 융제를 사용하여 적당한 온도와 압력으로 융해·고화하면 3가지 변태(석영·인규석·홍연석)를 얻을 수 있다. 제조설비를 점검하는 작업자는 산화규소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 산화규소(결정체_크리스토바라이트)의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 가용성 규소의 염류 수용액에 적당한 산을 가해 증발·건고하면 비결정물질을 얻는다. 비결정성인 것을 융제를 사용하여 적당한 온도와 압력으로 융해·고화하면 3가지 변태(석영·인규석·홍연석)를 얻을 수 있다. 제조된 산화규소의 품질검사를 위해 시료를 채취하는 데, 이 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(211) 산화규소(비결정체 규소, 용융된) Silica(amorphous silica, fused) 60676-86-0

1. 개요

1) 제조

수소화 아모르퍼스실리콘으로, 원자수로 약 10%의 수소가 함유되어 있다.
증착법・스퍼터링법 등에 의한 기상동결법에 의해 제조된다.

2) 용도

- 유리
- 도자기
- p형 및 n형 반도체
- 박막트랜지스터, 태양전지, 전자사진, 광센서

결정형보다 기계적 세기, 내마멸성, 전기 특성, 가공성이 뛰어나고, 넓은 넓이의 디바이스 작성이 가능하며, 저비용 생산이 가능하다. 이것은 현재 아모르퍼스 반도체로서 박막트랜지스터, 태양전지, 전자사진, 광센서 등의 제조에 활용되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

도기제조, 주물, 샌드블라스팅, 화강암 석수공, 내화, 분쇄, 연마물질의 제조에 작업하는 작업자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.09	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg
끓는점	2,230℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화규소(비결정체 규소 용융된)의 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 가용성 규소의 염류 수용액에 적당한 산을 가해 증발·건고하면 비결정 물질을 얻는다. 생산된 산화규소가 포장되어 출고되는 공정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 플레이너트랜지스터 제조(현장점검)

① 시나리오 : 반도체 결정은 불순물확산법[1]으로 제조된다. 플레이너트랜지스터 제조의 경우에는 산화막(산화규소막)에 뚫은 구멍을 통해 붕소를 확산시켜 베이스로서의 p형층을 만들고, 또 이 p형층 위에 만들어지는 산화막에 두번째 구멍을 뚫고 이를 통해 인을 확산시켜 이미터로서의 n형층을 만든다. 끝으로 한번 더 산화막에 구멍을 뚫어서 베이스·이미터 양층에 전극을 고착시키면 플레이너트랜지스터가 완성된다. 플레이너트랜지스터가 제조되는 공정을 현장점검하는 작업자는 산화규소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 확산층의 두께를 제어하기가 쉽고, 산화규소의 막을 마스크로서 사용하며, 확산 영역의 정밀 제어도 가능하다. 또 확산시키는 불순물의 종류에 따라 p형층·n형층을 자유롭게 이룰 수 있게 할 수 있어 널리 활용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(212) 산화규소(비결정체 규조토) Silica(amorphous diatomaceous earth) 61790-53-2

1. 개요

1) 제조

규조류의 퇴적물에 의해 형성된 규조토는 일반적으로 노천에서 채굴되며, 수분이 일부 함유되어 있어 이를 건조시켜 운송한다. 물질의 흡착능력을 높이기 위해 규조토를 800~1,200℃에서 소성한 소성품, 소량의 탄산알칼리염을 첨가하여 소성한 융제소성품으로 가공하기도 한다.

2) 용도

- 필터산업 및 식품산업에서의 여과보조제로 사용
- 농약성분의 담체로 이용
- 첨가제, 단열제, 연마제로 사용
- 화장품 제조에 사용
- 페인트, 종이, 고무, 농약 등의 제조업에서 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.09	물리적 상태	고체	증기압	없음
끓는점	2,230℃	R-phrase	-	Log Kow	없음
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 주조(맥주)에 사용(투입)

① 시나리오 : 주조산업에서의 여과보조제로써 규조토 여과기에 투입되어 사용된다. 건조한 분말 형태로 규조토를 투입하는 과정에서 작업자에게 먼지로 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페인트 제조(계량)

① 시나리오 : 페인트 제조에서 규조토는 광택을 억제하는 용도로 첨가되어 사용된다. 또한 페인트의 층간 접착력을 높이는 역할도 한다. 페인트의 첨가제로 사용되는 규조토는 계량과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 211

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(213) 산화규소(비결정체 침전된 규소) Silica(amorphous precipitated silica) 112926-00-8

1. 개요

1) 제조

산화규소(비결정체 침전된 규소)는 실리카겔이라고도 하며, 규산소다를 무기산으로 분해해 응고한 실리카겔을 세정해 불순물을 제거해 건조한다.

농도 약 5~12%의 나트륨 실리케이트 수용액을 0~10℃, pH 약 3~8로 유지시켜 실리카 하이드로겔을 침전시키고, 50~10℃로 1~6시간 가열한 다음, 염류로 세척하여 나트륨 이온을 약 20pm이하로 조절하고, 겔 직경을 200μ이하로 분쇄한 후, 계면활성제, 알콜, 아세톤 등과 같은 용매로 수분을 치환하고, 용매를 제거한 후, 약 200~650℃에서 하소시켜 미소직경 300~600Å, 표면적 200~500㎡/g을 가지며 약 1,100℃에서 안정한 실리카겔을 제조한다.

2) 용도

- 음식물 첨가제
- 건조제로 사용, 필터용 재료
- 내열유리, 각종 광학장치에 사용, 수정발진기에도 사용

각종 가스 및 공기의 건조제, 벤젠, 자일렌, 트랜스유 등의 탈수에 쓰이며, 광유, 유지, 가소제 등의 탈색, 탈산, 탄산 가스의 흡착, 불소의 제거 등의 용도로도 사용되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

건조보관을 위한 포장작업이나 모래분사기나 분말실리카를 함유한 물품을 다루는 작업자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.08	물리적 상태	미세입자	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	2,230℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 실리카겔 제조(포장)

① 시나리오 : 규산소다를 무기산으로 분해해 응고한 실리카겔을 세정해 불순물을 제거해 건조한다. 생산된 실리카겔은 소형통에 포장하여 출고되며, 작업자는 포장하는 공정에서 노출될 수 있다.

규산소다, 염산 → 반응 → 물세척 → 건조 → 분쇄 → 실리카겔 제조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 실리카겔 제조(현장점검)

① 시나리오 : 농도 약 5~12%의 나트륨 실리케이트 수용액을 0~10℃, pH 약 3~8로 유지시켜 실리카 하이드로겔을 침전시키고, 50~10℃로 1~6시간 가열한 다음, 염류로 세척하여 나트륨 이온을 약 20pm이하로 조절하고, 겔 직경을 200μ이하로 분쇄한 후, 계면활성제, 알콜, 아세톤 등과 같은 용매로 수분을 치환하고, 용매를 제거한 후, 약 200~650℃에서 하소시켜 미소직경 300~600Å, 표면적 200~500㎡/g을 가지며 약 1,100℃에서 안정한 실리카겔을 제조한다. 이와 같이 실리카겔을 제조하는 장치를 점검하는 작업자에게 실리카겔은 분진형태로 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 탈습용 팩 제조(포장)

① 시나리오 : 식품이나 의약품 용기에 습기 제거를 목적으로 사용하는 작은 탈습용 팩을 제조하기 위해 실리카겔은 종이봉투에 포장되는 데, 포장기기를 통해 자동 팩킹이 되지만 봉투에 투입되는 과정에서 분진형태로 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 담배 제조(투입)

① 시나리오 : 담배 제조 시 습기 제거를 위해 소량의 실리카겔을 투입하여 제품화하게 되는 데, 이 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	350 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 수성단열도료[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 아크릴 공중합 에멀젼을 주성분으로 하고, 금홍석, 규산 마그네슘, 지오라이트, 실리카겔 등을 첨가, 혼합하여 제조된다. 실리카겔이 원료로 첨가되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 수성단열도료는 콘크리트, 시멘트 건축물, 모르타르로 마감한 건물의 내외벽용 마감도료이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(214) 산화마그네슘(흄) Magnesium oxide(fume) 1309-48-4

1. 개요

1) 제조

금속마그네슘을 공기 속에서 가열하거나, 탄산마그네슘을 열분해하면 생긴다. 또 다른 방법은 염화마그네슘을 해수에 석회를 넣어 수산화마그네슘을 취한 후, 건조하고 연소해 산화마그네슘을 제조한다.

2) 용도

- 사료의 원료로 쓰임
- 고주파 절연 재료로 쓰임
- 플라스틱·석고 따위의 벽·천장 재료로 쓰임
- 석유 첨가제의 원료로 쓰임
- 시멘트 원료로 쓰임
- 펄프와 종이 제조과정의 약품으로 쓰임
- 고무 촉진제로 쓰임
- 전기열 막대의 원료로 쓰임
- 히드록시탄산마그네슘의 원료[1]로 쓰임
- 내화재료·도가니·마그네시아시멘트·촉매·흡착제의 원료로 쓰임
- 의약품(제산제, 하제)의 원료로 쓰임
- 소결 마그네시아 세라믹스용 원료로 쓰임
- 각종 전자재료용, 형광 도료, 자성재료, 반도체 재료로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	40.32	물리적 상태	미세입자	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	3,582℃(고체)	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 10mg/m^3			STEL -	

1) 공기 중에서 물 및 이산화탄소를 흡수하여 서서히 히드록시탄산마그네슘이 된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화마그네슘 제조(포장)

① 시나리오 : 산화마그네슘은 탄산마그네슘을 열분해하여 얻는다. 이렇게 제조된 산화마그네슘은 종이포대에 포장되어 출고되는데, 이러한 공정에서 작업하는 근로자에게 산화마그네슘이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	90 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 마그네시아 시멘트[1]의 제조(혼합)

① 시나리오 : 1,000℃ 이하에서 소성한 경소 산화마그네슘을 간수 또는 염화마그네시아 용액으로 반죽하여 사용한다. 원료를 혼합하는 공정에서 근로자는 산화마그네슘에 노출될 수 있다.

원료(석회석) → 조쇄 → 혼합 → 분쇄 → 예열 → 소성 → 냉각 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 213

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 마그네시아 시멘트는 산화마그네슘이 주성분인 백색 또는 담황색의 시멘트이며 마그네시아는 산화마그네슘의 공업적인 명칭이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 제산제[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 산화마그네슘은 중화제로써 다른 화학약품들과 혼합되어 제산제로 사용된다. 원료가 입고된 후, 투입하기 전에 산화마그네슘을 계량하는 공정에서 근로자가 노출될 수 있다.

원료 입고 → 계량 → 투입 → 혼합 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	37 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 221

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 제산제란 위액분비를 억제하고 위산을 중화시키거나 또는 흡착하여 그 작용을 줄이고, 또는 침전하여 위장점막에 침착한 후 궤양면을 덮어 보호하며, 산 자극을 완화시키는 작용을 한다. 중화제로 산화마그네슘이 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 종이 제조(첨가)

① 시나리오 : 산성물질에 의한 종이 부스러짐을 방지하기 위해 산화마그네슘을 주성분으로 하는 약품을 종이에 뿌리거나 침투시킨다[1]. 종이에 약품처리를 하기 위해 분무하는 공정에서 근로자는 산화마그네슘에 노출될 수 있다.

원료투입 → 혼합 → 탈수 → 압착 → 약품처리 → 건조 → 재단 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 종이의 원료인 펄프는 주로 나무를 죽처럼 분쇄해 만드는데, 이것의 주성분은 셀룰로오스이다. 특히 신문지나 갱지의 경우에는 기계적 공정으로 펄프가 만들어져서 리그닌을 많이 포함한다. 이것을 종이로 만들기 위해서는 다시 로진이나 알럼 등의 약품으로 처리하는데, 이것들은 산성을 띠고 있다. 이렇게 만들어진 종이는 약품 때문에 불안정하다. 즉 종이표면에 남은 산성약품은 대기의 수분과 결합해 셀룰로오스의 안정성을 해쳐서 시간이 갈수록 종이의 강도를 떨어뜨려 부스러뜨린다. 변색을 막기 위해서는 종이를 될 수 있으면 직사광선에 노출시키지 말아야 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 건축용 내화재(refractory meterials)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 산화마그네슘을 다른 원료들과 함께 투입한 후 배합하여 내화재를 생산한다. 근로자는 산화마그네슘을 원료로 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 213

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 내화재료는 고온에서의 물리적, 화학적 영향에 견딜 수 있는 세라믹 재료인데, 보통 실리콘, 알루미늄, 마그네슘, 지르코늄, 칼슘 등을 그 요소로 하는 고온의 녹는점을 갖는 산화물이나 탄화물, 규화물, 질화물도 포함한다. 고온에서의 화학반응에 의하여 산성내화제(규석·반규석·납석)·중성내화재(산화알루미늄·산화크롬)·염기성 내화재(산화마그네슘 ·돌로마이트)의 세 종류로 나뉜다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(215) 산화 메시틸 Mesityl oxide 141-79-7

1. 개요

1) 제조

디아세톤알코올을 소량의 요오드와 함께 증류시킴으로써 제조한다. 즉, 아세톤을 산화 메시틸로 액화(술폰화 폴리스티렌-디비닐벤젠 수지를 이온 교환 촉매제로써 사용)함으로써 제조한다.

2) 용도

- 니트로셀룰로오스, 고무 그리고 수지(특히 비닐 수지)의 용매로 쓰임
- 래커, 니스, 에나멜의 원료로 쓰임
- 가죽 산업, 광석 부유 선광(flotation)에 사용
- 합성 향료로 쓰임
- 염화비닐-아세트산비닐 혼성 중합체, 잉크의 용매로써 사용
- 페인트 및 니스 제거제의 성분
- 메틸이소부틸케톤의 화학적 중간생성물
- 구충제의 원료로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

산화 메시틸은 가솔린 배기를 통해서 대기로 직접 유출되기도 하고 메틸 이소부틸 케톤, 다양한 약품, 살충제, 수지, 얼룩 제거제, 잉크, 그리고 페인트 및 니스 제거제를 제조할 때 작업장의 대기로 직접 유출되기도 한다. 희귀 금속 채광 및 정제를 통해서도 대기에 유출되어 흡입 또는 눈 및 피부 접촉을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.16	물리적 상태	액체	증기압	1.1kPa(8mmHg)(20℃)
끓는점	129.5℃	R-phrase	10,20/21/22	Log Kow	1.37
노출기준(노동부)	TWA 15 ppm / 60 mg/m^3			STEL 25 ppm / 100 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화메시틸의 제조(포장)

① 시나리오 : 디아세톤알코올을 소량의 요오드와 함께 증류시킴으로써 제조한다. 즉, 아세톤을 산화 메시틸로 액화(술폰화 폴리스티렌-디비닐벤젠 수지를 이온 교환 촉매제로써 사용)함으로써 제조된다. 제조 완료된 산화메시틸을 용기에 포장하는 동안에 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 메틸이소부틸케톤(MIBK)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 2분자의 아세톤을 축합하여 중간적으로 디아세톤알콜을 산화메시틸로 하고 이것을 수소화하면 MIBK가 생성된다. 제품의 품질관리를 위해 MIBK의 중간생성물로 산화메시틸을 소량 시료 채취하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 크롬산과 같은 강력한 산화제로서 산화하면 초산, 이소초산, 이소길초산, 이산화탄소, 물이 얻어진다. 주요 용도는 중비점 용제로서 니트로셀룰로오스, 천연 혹은 합성수지의 용제, DDT, 피레트린, 페니실린, 기타 항생물질의 용해추출제, 탈납제 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 페인트 제조

① 시나리오 : 자연유화성을 높이기 위해 산화메시틸을 다른 페인트 원료와 혼합하여 사용한다. 산화메시틸이 첨가되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.33 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(216) 산화 붕소[1] Boron oxide 1303-86-2

1. 개요

1) 제조

산화붕소는 높은 온도에서의 브롬산의 냉동건조법에 의해 제조된다. 즉, 높은 순도(99%)의 브롬산을 정제하여 기름이나 가스에 의해 가열되고 있는 유리 용광로에서 과립상의 브롬산을 얻고, 융해된 유리는 고형화된다. 그 고체는 수분 방지 라인을 통해 부서지고 걸러지고 압축된다. 붕소와 황산의 혼합물은 융해된 산화붕소와 황화나트륨이 섭씨 750도에서 층으로 나뉘어져있는 용광로에 투입되고, 옮겨진 산화붕소는 일반적으로 96~97%농도이다. 또한 붕산나트륨과 황산의 혼합물이 섭씨 800도에서 녹여질 때, 96%농도의 산화붕소가 만들어진다.

2) 용도

- 제초제의 원료
- 도료와 전자제품의 불 저항성 첨가제
- 액체 캡슐화 기술에 사용, 산화 규소 검출에 사용
- 유리섬유의 첨가제
- 브롬 화합물의 화학적 매개물로 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물리적 특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	69.6	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	1,842℃	R-phrase	36,37,38	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 산화붕소는 이산화이붕소, 삼산화이붕소, 삼산화사붕소, 오산화사붕소 등 몇 가지 종류가 있으나, 일반적으로는 삼산화이붕소를 말하며, 산화알루미늄보다 산성이 강하고, 물에 녹아 메타붕산을 거쳐 오르토붕산을 생성한다. 양쪽성산화물이며, 황산·인산에 녹아서 $B(HSO_4)_3$, BPO_4를 생성하지만, 가수분해하면 산화붕소를 침전시킨다. 플루오르와는 상온에서 반응하여 BF_3와 산소를 생성하지만, 다른 할로겐과는 반응하지 않는다.
알칼리금속·마그네슘·알루미늄 등에 의하여 환원되며, 탄소에 의해서는 적열하여도 환원되지 않는다. 포름산나트륨과 가열하여도 붕소로 환원된다. 오르토붕산을 적열하면 무색의 유리상의 것이 생긴다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화붕소 제조(포장)

① 시나리오 : 높은 온도에서의 브롬산의 냉동건조법에 의해 제조된다. 즉, 높은 순도(99%)의 브롬산을 정제하여 기름이나 가스에 의해 가열되고 있는 유리 용광로에서 과립상의 브롬산을 얻고, 융해된 유리는 고형화된다. 그 고체는 수분 방지 라인을 통해 부서지고 걸러지고 압축된다. 붕소와 황산의 혼합물은 융해된 산화붕소와 황화나트륨이 섭씨 750도에서 층으로 나뉘어져있는 용광로에 투입되고, 옮겨진 산화붕소는 일반적으로 96~97%농도이다. 제조된 산화붕소는 용기에 포장되어 출고되는 데, 포장공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 방사선 차폐 콘크리트물[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 방사선 차폐 콘크리트물은 원자로의 차폐제로 무거운 원소를 혼입한 중콘크리트, 즉 보통 콘크리트의 골재인 모래·자갈을 중정석(황상바륨)으로 치환한 중정석 콘크리트, 철광석 또는 파쇠를 가한 철콘크리트가 사용되며, 느린 중성자의 흡수단면적이 큰 산화붕소를 콘크리트에 혼합하여 제조한다. 산화붕소가 혼합제로 첨가하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방사선 차폐 콘크리트물은 원자력 시설·방사선 작업장 등에서 방사선원 주위의 한정된 영역을 둘러싸서 바깥으로 새어나가는 방사선을 차단한다.차단해야 할 시설은 크게는 고출력 원자로에서부터, 작게는 소출력의 입자가속기까지 있다. 차단의 대상도 α선·β선·X선·γ선 및 여러 가지 에너지를 가지는 중성자선 등 많은 종류가 있다. 투과력이 큰 γ선과 고속 중성자선을 유효하게 차단하면 다른 것은 자동적으로 차단되므로 실제의 차폐시설에는 이들 방사선의 차단이 기본이 되며, γ선과 고속 중성자선이 차폐체의 바깥쪽에서 법률로 정해진 최대허용량 이하가 되어야 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 붕산(Boric acid)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 붕산은 오르토붕산[2], 메타붕산, 사붕산 등이 있으며 보통 오르토붕산을 말하며, 산화붕소가 수화되어 생기는 산소산이다. 원료로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.01(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 붕산은 약한 살균력이 있어 살균·방부제(식품 제외)로도 쓰이며, 의약용으로는 양치질이나 콧속(비강)·질 세척용으로 1~2%수용액이 사용된다. 또한 세안용으로 2%수용액이 사용되기도 한다.
2) 오르토붕산은 붕규산유리, 도자기의 유약 등의 원료가 되며, 주사제의 용해를 촉진시키기도 한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 붕산염(Borate)[1]의 제조(계량)

① 시나리오 : 붕산염은 산화붕소와 금속산화물을 용융하거나, 붕산 또는 그 염의 수용액에서 복분해하여 제조한다. 붕산염은 원료로 투입되기 전에 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 붕산염의 종류로는 오르토붕산염・이붕산염・메타붕산염・사붕산염이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 반도체 단결정 성장법 중 액체캡슐법(도포)

① 시나리오 : CZ 또는 FZ법을 사용할 때, 녹는점에서의 휘발성이 높은 성분이 함유된 화합물 등 고휘발성 성분의 반도체결정을 만드는 경우[1]에는 그 성분의 증발을 막는 기법으로 인화갈륨용액 위에 산화붕소로 용액 전체를 덮어 필름을 형성하는 방법을 사용한다. 이렇게 산화붕소를 용액 위에 도포하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인화갈륨의 녹는점(1,467℃)에서 인의 증기압은 35기압이므로 인화갈륨용액에서 인화갈륨반도체의 결정을 만들기 위해서는, 그와 같은 고온, 고압에서 결정을 성장시키지 않으면 안 되는 난점이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 내열유리[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 산화붕소는 망목구조를 형성하여 유리가 될 수 있는 성분이다. 알칼리 실리케이트 유리에 산화붕산을 도입하면 유리의 망목구조가 강해지면서 열팽창계수가 감소하여 내열성이 좋아진다. 내열유리의 원료로 산화붕소가 혼합되어 용융로에 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원료 입고 → 저장 → 계량 → 혼합 및 용융로 투입 → 이송(다음 공정)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산화붕소를 함유한 유리의 종류로는 파이렉스 유리, 의료용 유리, 장섬유 유리 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(217) 산화 에틸렌 Ethylene oxide 75-21-8

1. 개요

1) 제조

고선택성 에폭시화 촉매를 이용하여 산화에틸렌을 제조하는 방법은 에폭시화 반응기 시스템, 산화에틸렌 회수 시스템 및 이산화탄소 제거 시스템을 구비하고, 이들이 서로 유기적으로 연결되어 산소에 의한 에틸렌의 부분산화로 산화에틸렌을 제조한다. 에폭시화 반응기 원료 중 이산화탄소 농도를 낮추기 위하여 산화에틸렌 회수 시스템의 상당부, 즉 적어도 30% 이상 내지 100%의 이산화탄소 함유 기체 산물을 이산화탄소 제거 시스템으로 공급하여 이산화탄소를 제거한 후, 산소가 에틸렌과 혼합되어 에폭시화 반응기 원료에 제공된다.

2) 용도

- 로켓 추진제로 쓰임
- 직물이나 식품 등의 훈증제(소독, 살충용)로 쓰임
- 외과 도구 등의 소독제에 사용
- 과실 재배의 촉진제, 농업용 살균살충제의 제조 원료로 쓰임
- 아크릴로니트릴 합성물질로 쓰임
- 세제 원료로 쓰임
- 계면활성제, 유기합성 안료, 섬유처리제, 합성수지의 원료로 쓰임

산화에틸렌은 의료 장비와 물질의 소독 살균제로써 병원에서 널리 사용된다. 또한 구입금액이 저렴하고 다양한 화학반응성 때문에 각 방면의 합성원료로서 널리 이용되고 있다. 가장 큰 용도는 에틸렌글리콜[1](약 60%)이고, 다음에 계면활성제(약 20%), 폴리에틸렌글리콜(약 3%), 에탄올아민(약 7%), 글리콜 에테르(약 5%), 알킬에테르 등이다.

3) 노출 및 결정인자[2]

에톡실레이션에 의한 화학적 합성과정, 건강관리 시설(소독물질), 의학적 물질, 갖가지 생산물질에서 노출될 수 있다. 화학반응성이 커서 다양한 화합물의 합성원료와 산업 및 의료용 소독 살균제로 폭넓게 사용된다. 주된 노출원은 병원과 물과열에 민감한 물질을 살균하기 위한 의료기기 제조 산업이다.

1) 글리콜이 자동차의 부동액으로 널리 사용된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	44.05	물리적 상태	기체	증기압	146mmHg(20℃)
끓는점	10.73℃	R-phrase	45,46,12,23,36/37/38	Log Kow	-0.30
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 2 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 산화에틸렌 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에폭시화 반응기 시스템, 산화에틸렌 회수 시스템 및 이산화탄소 제거 시스템을 구비하고, 이들이 서로 유기적으로 연결되어 산소에 의한 에틸렌의 부분산화로 산화에틸렌을 제조한다. 이렇게 제조된 에틸렌은 탱크로리에 저장하게 되고 탱크로리에 저장된 소량의 산화에틸렌을 채취하여 품질관리를 하게 된다. 이 같은 시료채취 작업 근로자에게 산화에틸렌이 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 주사기 제조(현장점검)

① 시나리오 : 주사기 제조에서 살균을 목적으로 소독을 할 때 산화에틸렌이 사용된다. 포장되기 전에 주사기를 소독장비에 통과시키는 공정에서 현장을 점검하는 근로자에게 산화에틸렌이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리산화에틸렌[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 폴리산화에틸렌(폴리옥시에틸렌)은 산화에틸렌의 중합체로 활성탄산스트론튬이나 탄산칼슘 촉매로 사용하면 분자량이 수백만인 초고분자 결정성 고체가 생성된다[2]. 산화에틸렌을 원료로 사용하기 위해 반응기에 투입하는 공정에서 근로자는 산화에틸렌에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 중합조건에 따라 다양한 분자량의 중합체가 얻어지며 분자량 200~400인 액체, 600정도인 반고체, 1000정도인 연질 왁스, 3000이상인 경질 왁스 등이 있다. 가열한 상태에서는 알칼리 촉매에 의해 쉽게 중합하여 분자량 4400정도의 중합체를 만든다(카르보 왁스). 고분자사슬에 여러 개의 산소원자를 함유하므로 수용성이고 비이온성의 계면활성제나 분산염료로서 이용된다. 또한 Al·Zn·Mg 등의 알콕시드나 이들의 금속착물 및 유기금속화합물 등의 촉매를 사용하여 고분자 중합체를 생성할 수 있으며, 루이스산 촉매로는 저분자 중합체를 얻을 수 있다.

2) 이것은 물에 녹여 직물의 날실에 먹이는 물이나 한지 제조용 점결제로 쓴다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 글리콜 제조(시료분석)

① 시나리오 : 산화에틸렌의 가수반응에 의한 글리콜 제조는 산촉매 하에 원활히 진행되나[1], 무촉매로 과잉의 물(5~6배)과 함께 160~170℃, 15~21기압하의 반응으로 얻어진다. 산화에틸렌은 물과 반응하여 에틸렌글리콜을 생성하고, 생성된 에틸렌글리콜 수용액을 농축, 탈수하고 정류하여 제조된다[2]. 에틸렌글리콜을 생성하기 위한 원료로 사용되는 산화에틸렌은 품질관리를 담당하는 실험실 근로자에게 노출될 수 있다.

원료(산화에틸렌, 물) → 반응기 → 응축기 → 탈수증류탑 → 에틸렌글리콜 정류탑 → 디에틸렌글리콜정류탑 → 트리에틸렌글리콜정류탑

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[3] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산화에틸렌은 물과 반응하여 모노에틸렌글리콜, 디에틸렌글리콜, 트리에틸렌글리콜이 생성된다. 증류법(distillation)을 이용하여 생산품과 부산물을 분류하여 저장소로 옮긴다. 이때 글리콜에 노출될 수 있기 때문에 설비는 물로 세척되어야 하고 불활성가스를 이용하여 폭로를 줄여야 한다. 이렇게 하여 잔류 산화에틸렌에 노출되는 것을 예방할 수 있다.

2) 에틸렌글리콜의 제조에는 언제든지 디-, 트리에틸렌글리콜이 부수물로 함께 생성된다(보통 디가 9~10%, 트리 2~3%), 폴리에틸렌글리콜도 계면활성제 등의 제조, 보습제 등으로 사용된다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 부동액 제조(투입)

① 시나리오 : 부동액은 물과 에틸렌글리콜(원료: 산화에틸렌)을 적당한 비율로 섞어 제조한다[1]. 에틸렌글리콜이 원료로 투입되는 공정에서 잔류 산화에틸렌에 근로자가 노출될 수 있다.

원료 투입 → 배합 → 저장 → 주입(제품용기) → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물과 에틸렌글리콜을 어느 정도의 비율로 혼합하느냐에 따라 동결점이 올라가기도 하고 내려 가기도 한다. 예를 들어 물은 0℃에서 동결하지만, 부동액인 에틸렌글리콜을 혼합하면 -20℃에서도 얼지 않게 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 폴리알킬렌글리콜(PAG)계 합성윤활유 제조(혼합)

① 시나리오 : 폴리알킬렌은 반복되는 옥시알킬렌 단위체들로 결합된 선형 사슬로 이루어져 있으며[1], 옥시알킬렌 부분이 산화에틸렌과 산화프로필렌의 혼합물로 형성된 폴리옥시알킬렌글리콜의 단일 에테르이다. 이는 자동차용 유압 브레이크액, 컴프레서유, 그리스 등의 윤활제 합성원료로 사용된다[2]. 산화에틸렌이 혼합되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리알킬렌그리콜 액체의 점도는 고분자 사슬 길이 혹은 분자량에 의해 영향을 받는다.
2) 가장 광범위하게 사용되고 있는 옥사이드 혼합물은 산화프로필렌 혹은 산화프로필렌과 산화에틸렌 혼합물이다. 비록 성질들에 있어서의 적지 않은 변화가 에틸렌-프로필렌 옥사이드 비율을 변화시킴으로써 이루어지지만 이에 영향을 받는 가장 현저한 특징은 물에 대한 용해도이다. 고분자 사슬에서 옥시 에틸렌 군이 증가함에 따라 물에 대한 용해도는 증가한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 농업용 살균제(토양 훈증제[1])(훈증)

① 시나리오 : 훈증제로써 산화에틸렌은 증기압이 커 재빨리 통과하기 때문에 밀폐된 보관 장소나 기체가 통과하지 못하도록 된 판으로 봉한 물질을 처리하는 데 쓰인다. 비닐하우스 내에 산화에틸렌을 훈증하여 사용하는 경우 사람에게 다량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : P100, P102

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 저장식품이나 씨앗, 인간의 주거지나 의복, 묘목 등에 해를 입히는 곤충이나 선형동물을 비롯한 동식물을 죽이는 데 쓰이는 휘발성의 독성 물질을 훈증제라고 한다. 토양 훈증제는 경작지역에 뿌리며 흙 속에 스며들어가 병을 일으키는 균류·선형동물·잡초 등을 없앤다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 아크릴로니트릴[1](Acrylonitrile, AN) 합성시 이용

① 시나리오 : 원료 산화에틸렌과 시안화수소를 알카리성 촉매하에서 액상반응시키면 에틸렌시안히드린을 생성되고, 이를 탈수시켜 아크릴로니트릴을 제조한다. 산화에틸렌은 원료로 투입되기 전에 계량되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	24 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아크릴로니트릴은 주로 아크릴계 합성섬유(카시미론, 엑스란)의 원료로 사용되며 합성고무(NBR), ABS수지, AS수지, 섬유수지가공, 합성수지, 도료, 글루타민산, 소다의 합성원료로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 병원의 소독실[1](소독)

① 시나리오 : 소독량에 비해 소독기가 너무 작아 하루에 여러 번 소독-통기 과정을 반복하고 있지만, 충분한 통기가 이루어 지지 않아 근로자가 소독된 물질을 통기 후 꺼내거나 소독기로 넣을 때 가스에 노출된다.[2]

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[3] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 병원의 소독실에서 노출되는 산화에틸렌의 환경 및 개인 노출 수준을 보고한 연구들에서 대다수가 5ppm의 상한농도와 1ppm의 시간가중 평균을 넘는 것으로 보고되고 있다. 소독실 내의 가스 실린더 교체 시, 근로자는 단시간에 고농도의 산화에틸렌에 노출되기도 한다.

2) 산화에틸렌 노출수준에 영향을 미치는 요인으로는 작업장의 환기상태, 중앙 공급실의 배치상황, 소독기의 특성, 소독 과정, 소독 후 통기 방식, 근로자의 작업행동 등이 있다. 예를 들어, 소독작업 후, 소독기의 문을 열어둔 채 소독실의 문을 밤 동안 잠가두었으나 , 환기시설을 작동하지 않아 아침에 일을 시작하는 근로자가 고농도 폭로될 수 있다. 또한 자동 환기 시설이 없는 병원은 근로자가 직접 소독된 물질을 통기시설로 옮겨야 하며 이런 과정에서 근로자가 노출되는 것이다. 이외에도, 소독기가 너무 오래 되거나 소독실의 크기가 협소하거나 소독된 물질들을 저장하는 용기 등에서도 노출되고 있다고 하였다(서상옥과 백남원, 1995; Hori등, 2002).

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(218) 산화주석 및 무기화합물 Tin oxide & inorganic compounds except SnH4 7440-31-5

1. 개요

1) 제조

산화주석은 주석과 산소의 화합물로 산화주석(Ⅱ), 산화주석(Ⅳ)이 있다. 그 제조법은 다음과 같다.

먼저 산화주석(Ⅱ)(산화제일주석)은 옥살산주석을 공기를 차단하고 가열하면 생성된다. 또는 염화주석액에 암모니아수 또는 그 외의 알칼리를 더하여 펄펄 끓인 후 침전, 건조하여 제조한다. 그리고, 산화주석(Ⅳ)(산화제이주석)은 천연으로는 주석석[1]이라는 광물로서 존재하고, 인공제조는 주석을 공기 중에 강열하여 얻는 방법과 메타주석산을 강열한 후 염화제2주석액에 암모니아수를 더하여 침전시키는 방법 등이 있다.

2) 용도

- 유리나 금속의 연마에 사용
- 에나멜이나 젖빛유리의 제조에 사용
- 루비, 설화 석고, 양재기, 도자기 등의 원료로 쓰임
- 안료, 직물의 염색제, PVC 안정제 원료로 쓰임
- 향수, 화장품의 원료
- 전기 코팅[2]에 쓰임
- 환원제로 쓰임
- 알코올을 알데히드로 산화시킬 때 사용
- 유기합성 촉매로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[3]

거의 모든 주석 광석의 추출과 처리과정이 수분을 함유한 과정임에도 불구하고, 주석 먼지나 산화물의 증기가 광물을 자루에 담는 과정이나 공장에서 재련하는 과정에서 많이 나오게 된다. 혼합, 깎는 과정, 정기적인 환기구의 청소과정, 제련장의 굴뚝 등을 통해 공기 중으로 노출되기 쉽다.

---

1) 주석석은 금속주석의 원료가 된다.
2) 산화주석은 전기전도성을 가진다.
3) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.69	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg,
끓는점	2,507℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 산화주석(Ⅱ)(산화제일주석) 제조(포장)

① 시나리오 : 옥살산주석을 공기를 차단하고 가열하면 생성된다. 가공이 완료된 산화주석은 포장되어 출고되는 데, 포장하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	110 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 네사글라스(Nesa Glass)[1] 제조(반응)

① 시나리오 : 깨끗한 유리를 연화온도 부근까지 가열하고, 여기에 염화주석의 용액을 유리면에 고르게 분무하여 만든다. 이때 액체는 유리면 위에서 열 때문에 분해·산화되어 산화주석의 투명한 피막이 된다. 이 공정에서 근로자는 산화주석에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	26 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 네사글라스는 유리 표면에 산화주석의 박막을 붙인 투명한 전기전도유리이며, 유리에 전기전도성이 나타나는 것은 이 피막이 반도체의 성질을 갖기 때문이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 세라믹반도체 가스센서[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 주원료인 산화주석 분말에 Pt, Pd 등의 귀금속촉매를 0.5~5wt% 혼합하고 알루미나 실리카와 물과 약간의 바인더를 가해서 만들어지는 감가스페이스트를 전극처리한 알루미나기판에 도포나 스크린 인쇄 등으로 붙인 후 건조하고 고온에서 소결하여 만든다. 주원료로 사용되어 다른 물질과 혼합될 때, 근로자는 산화주석에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 세라믹반도체 가스센서는 세라믹 반도체 표면에 가스가 접촉했을 때 일어나는 전기전도도의 변화를 이용한다. 즉, 고체의 표면과 기체와의 반응을 이용하는 것으로 기체가 흡착하는 속도와 흡착되는 기체의 선택성은 센서의 동작온도뿐만 아니라 촉매성분과 양, 센서주위의 분위기에 크게 영향을 받는다

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 투명 나노와이어[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 안티몬(antimony)으로 도핑(doping)[2]된 산화주석을 이용하여 투명 나노와이어(optically transparent nanowires)를 제조한다. 원료로 투입되는 단계에서 근로자는 산화주석에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 투명 나노와이어의 용도는 평판 디스플레이, 태양 전지, 발광 다이오드 등이며, 또한 자동차의 앞 유리부분에서 정보를 제공하거나 네비게이션등에 사용되어서 아무런 시야의 방해없이 정보를 얻는데 사용이 가능하다. 또한 군사용으로 병사들에게 실시간 정보를 줄 수 있는 모바일 안경등에 응용이 가능하다.
2) 도핑은 금속공학에서 고의로 미량의 다른 물질을 재료에 첨가하여 그 성질을 개선하는 것이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 분채[1] 도장(코팅)

① 시나리오 : 금속으로 만들어진 부품이나 가구를 분채 도장할 때, 산화주석에 노출될 수 있다.
피도색체 → 분사 → 도포 → 건조(오븐) → 이송(다음 공정)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분채 도장은 파우더 코팅이라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(219) 산화카드뮴(제품) Cadmium oxide(production) 1306-19-0

1. 개요

1) 제조

제조공정은 순수한 카드뮴 금속을 용해한 다음에 증발시킨다. 그 결과로 생긴 뜨거운 증기 사이를 공기가 통과하면서 카드뮴을 산화시키고 그 결과물을 포집, 운반한다. 결과물의 균일한 특성들을 보존하기 위해 그 결과물(산화물)을 550℃에서 구워서 석회로 만든다.

2) 용도

- 형광체와 반도체에 사용
- 은 합금 제조와 유리 제조에 사용
- 축전지 전극에 사용
- 기생충 약으로써 사용
- 유기 반응의 촉매제로써 사용
- 시안화물 도금 장치에서는 카드뮴 원료로써 사용
- 세라믹 윤내기에 사용

고순도 산화카드뮴은 은-아연 축전지에서 제2의 편광자(polarizer)로써 사용된다(산화은에 추가해서). 그리고 산화카드뮴은 니트릴 고무 및 플라스틱에 사용된다(이들의 고온 성질 및 열 저항성을 개선하기 위해서, PVC 열 안정제를 위한 개시물질(starting material))로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

용광로 전주조(pre-mould) 공정과 증류기 작업 공정에서 산화카드뮴에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	128.4	물리적 상태	고체, 분말	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	900℃(승화 및 분해)	R-phrase	49,22,48/23/25	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.05 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 산화카드뮴 제조(운반)

① 시나리오 : 순수한 카드뮴 금속을 용해한 다음에 증발시킨다. 그 결과로 생긴 뜨거운 증기 사이를 공기가 통과하면서 카드뮴을 산화시키고 그 결과물을 포집, 운반한다. 산화카드뮴이 운반되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 셀렌광전지(selenium photocell)[1] 제조(박막공정)

① 시나리오 : 철, 알루미늄 등의 기판 위에 셀렌박막을 도포, 또는 증착하고 가열해서 결정화한 뒤 표면에 산화카드뮴 박막을 입혀 광전지를 제조한다. 이러한 박막공정에서 근로자는 산화카드뮴에 노출될 수 있다.

세척 → 증착 → 포토리소그래피(photolithography) → 식각(Etching)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 표면막을 통해 빛을 조사하면 셀렌 표면 부근의 광기전력효과에 의해 기판과 표면 박막의 사이를 연결하는 외부회로에, 기판에서 표면 박막을 향하는 전류가 흐른다. 내부저항은 작지만 대부분 증폭시켜 사용하기 때문에 조도계·노출계 등에 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 포토크로믹유리(photochromic glass)[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 원료에 감광성의 할로겐화은을 첨가하여 유리 속에 Ag+, Cl− 등의 이온 형태로 녹여둔 다음, 산화카드뮴을 첨가한다[2]. 그리고 약간 낮은 온도로 다시 열처리함으로써 10mm 정도의 AgCl[3]의 미세한 결정을 석출하여 콜로이드입자로 분산시켜 제조한다. 산화카드뮴을 첨가하는 공정에서 근로자는 산화카드뮴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[4] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[5] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 빛이 조사되면 색이 나타나고, 빛이 조사되지 않으면 처음의 투명한 상태로 되돌아 가는 성질을 가진 유리. 현재 할로겐화은의 미립자를 함유한 유리가 선글라스용 렌즈로 실용화되어 있다.
2) 산화카드뮴은 퇴색속도를 크게 하는 작용이 있다.
3) AgCl 결정 중에서는 빛(특히 단파장의 빛)에 의해 다음 반응이 일어난다. 즉, 빛의 조사에 의해 할로겐화은의 미세한 결정 중에 은콜로이드가 생겨 빛을 흡수하므로 착색되고, 어두운 곳에 두면 역반응이 일어나 다시 투명한 할로겐화은 미립자가 되어 유리도 투명해진다.
4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(220) 산화칼슘 Calcium oxide 1305-78-8

1. 개요

1) 제조

산화칼슘은 생석회라고도 하고 공기 중에 방치하면 수분과 이산화탄소를 흡수하여 수산화칼슘(소석회)과 탄산칼슘으로 분해된다. 또 물을 작용시키면 발열하여 수산화칼슘이 된다.

석회석 또는 탄산칼슘[1]을 약 900℃이상으로 가열하여 얻는다. 이때 탄산칼슘(석회석)을 모든 이산화탄소가 제거될 때까지 가마에서 배소시킨다.

제조 과정은 압착된 석회암의 교대로 나타나는 층들과 석탄, 무연탄으로 채워진 연속적인 샤프트(shaft)로를 사용한다. 원료들은 석회가 아래에서 기계적으로 방전되도록 진행된다. 석회암과 연료는 광차의 승강기 위의 대전되는 지점으로 운반된다.

2) 용도

- 혼합 시멘트 등 토목건축 재료로 쓰임
- 강철, 알루미늄 및 마그네슘 제조에 사용
- 유리, 종이, 화공약품의 제조에 사용
- 살충제, 살균제, 윤활제로 쓰임
- 석회비료, 산성토양 개량제로 쓰임
- 수분 포집제로서의 건조제로 쓰임
- 석회 플라스터에 사용, 표백제의 원료로 쓰임
- 카바이드, 석회질소 및 이것에서 유도되는 아세틸렌계, 멜라민계 제품의 기본 원료로 쓰임
- 소다공업 등에서의 산성 폐가스 포집제로 쓰임
- 해수 마그네시아의 제조에 사용

산화칼슘은 녹는점이 높기 때문에 대표적인 내화재료이다.

3) 노출 및 결정인자[2]

산화칼슘은 강한 알칼리성 물질이며 피부, 점막을 상하게 하므로 흡입하면 위험

1) 이회토, 굴, 대합조개 껍질의 화석과 같이 탄산칼슘이 구성성분의 대부분을 차지하는 것들을 하소시켜 얻는다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

하다. 노출은 주로 석회의 분쇄, 체로 치기, 포장, 선적 과정에서 건축업자, 석고 세공인, 농부에게 일어난다. 또한 순수한 석회의 사용과 슬래그, 시멘트 또는 석회질소와 같은 물질의 취급에서 산화칼슘이 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	56.08	물리적 상태	고체	증기압	자료 없음
끓는점	2,850℃	R-phrase	34	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 산화칼슘 제조(포장)

① 시나리오 : 석회로는 대부분이 수형로에서 로정으로부터 석회석 조립코크스 등의 배합물을 투입하면 수시간 후에는 소성된다. 가공이 완료된 산화칼슘을 20kg 짜리 종이포대에 포장하여 출고할 때, 근로자에게 노출될 수 있다.

석회석, 코크스 석회, 염 → 배합 → 소성 → 선별 → 플리분 → 산화칼슘 생성

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 규산칼슘(calcium silicate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 산화칼슘과 이산화규소의 혼합물을 고온에서 소성하여 만든다. 산화칼슘을 원료로 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.
원료투입 → 혼합 → 소성 → 이송(다음 공정)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 포틀랜드 시멘트의 중요한 성분으로써 메타규산칼슘을 일반적으로 말하지만, 이밖에 오르토규산칼슘(규산이석회)와 규산삼석회 등이 알려져 있다. 오르토규산칼슘에는 4종의 변태가 있으며, 물에는 녹지 않지만 물과 여러 가지 비율로 수화물을 만든다. 규산삼석회도 물과 반응하여 수화경화가 빨리 진행된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 시안아미드화칼슘(calcium cyanamide)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 탄소를 함유하지 않는 것은 산화칼슘에 암모니아와 일산화탄소를 600~850℃에서 반응시키면 얻는다. 원료로 투입되기 전 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원료 → 혼합 → 반응 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석회질소로서 비료로 될 뿐 아니라, 잡초방제제, 강철의 담금질, 화학공업원료 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 칼슘카바이드(탄화칼슘)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 산화칼슘과 탄소를 전기로 속에서 약 2,000℃로 가열하여 만든다. 순도는 77~84%이다. 장치화 된 공정을 점검하는 작업 근로자에게 노출될 수 있다.

원료 → 혼합 → 가열 → 저장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학식 CaC. 칼슘의 탄소화합물. 아세틸렌 원료로 유기화학공업에 이용되며, 석회질소의 원료이기도 하다. 고온에서 금속화합물과 반응하여 환원·탈산·탈황·탈할로겐 등의 작용이 있어 야금공업에 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 소다석회(soda lime)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 산화칼슘(생석회)을 진한 수산화나트륨(가성소다)용액에 담그고 이것을 가열하여 입자모양으로 만든다. 가성소다 용액에 산화칼슘을 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 주성분은 생석회이며 5~20%의 가성소다, 6~18%의 수분이 함유되어 있다. 흰색의 강한 염기성 물질이다. 이산화탄소의 흡수제로서 그 정량에 이용되는 것 외에 유기화합물의 합성, 건조제 등으로도 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 소석회(수산화칼슘)[1] 제조(시료분석)

① 시나리오 : 산화칼슘(생석회)에 물 또는 수증기를 작용시켜 얻는다. 원료의 성분 분석을 위해 실험실에서 시료분석을 하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학식 Ca(OH). 칼슘의 수산화물로 수용액은 석회수라 하며 강한 염기성을 띤다. 현탁액 상태로 사용되는 경우가 많으며, 이를 석회유라 한다. 고체나 용액 상태에서 이산화탄소를 흡수하여 물에 녹지 않는 탄산칼슘으로 변한다. 또 염소를 흡수해서 차아염소산칼슘(고도 표백분의 주성분)을 만든다. 수산화칼슘은 값이 싼 염기성 물질이므로 산성폐기물의 처리제, 산성토양의 중화제, 소독제 등으로 쓰인다. 화학공업에서는 표백분의 원료 외에 반응용 염기로 널리 이용되며, 건축 분야에서도 모르타르, 회반죽의 재료로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 크리스털 유리(crystal glass) 제조(원료 검수)

① 시나리오 : 산화규소, 산화납, 산화칼륨, 산화칼슘 등의 원료로 제조한다. 원료를 검수하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원료 → 용융 → 퀜칭(Quenching)[1] → 냉각[2] → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 일정 시간이 지나면 도가니를 강철판이나 그외 특정한 곳에 붓는 것.
2) 시간이 조금 지나면 부어놓은 액체가 고체상태로 변해 유리가 됨.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 토머스인비(Thomas phosphate)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 산화칼슘 40~55%, 오산화인 15~22%, 규산 5~10%, 산화철 12~16%, 산화망간 5~10%, 산화마그네슘 2~3%를 원료로 하여 강 1t당 200kg 정도 생성된 암갈색 덩어리를 잘게 분쇄하여 제품으로 한다[2]. 원료로 투입되기 전, 계량하는 단계에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 토머스법 제강의 부산물로 생성되는 광재이며, 인산 함유량이 높은 염기성 인산비료이다. 용융법으로 제조된다는 의미로는 넓은 의미의 용성인비이다.
2) 물에는 녹지 않으나 시트르산 암모늄 용액에는 녹는데, 가용성 향상을 위해 규산분 등을 첨가하여 개질하는 경우도 있다. 산화칼슘이 풍부하고 산성토양을 중화하는 힘과 지효성이 있으며, 철·망간·마그네슘 등의 유효성분을 함유하고 있다. 인을 다량 함유한 철광석을 산출하는 유럽에서는 대량으로 생산되고 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 큐빅 제조(첨가)

① 시나리오 : 스컬에 산화지르코니움과 금속지르코니움 조각을 넣고 고주파로 가열하면 산화지르코니움으로 된 도가니(다공질 피막)가 생성된다. 녹지 않은 지르코니아 분말 안에서 녹은 산화지르코니움을 냉각시키면, 수직으로 갈라진 큐빅 원석이 생산되는데 고온에서의 등축정계[1]를 유지시키기 위해 안정제인 산화칼슘과 산화이트륨이 첨가되는 데, 이때 근로자에게 노출될 수 있다.

원료 → 혼합 → 용융 → 냉각 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 결정의 중심을 지나는 3개의 가상적인 축이 서로 직교하며, 길이도 같은 결정체로서, 입방정계라고도 부른다. 광학적으로 등방성이이어서 복굴절이 나타나지 않으나 약한 복굴절이 나타나는 경우도 있다. 다이아몬드, 자연금, 방연석 등이 이에 포함된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(221) 삼불화붕소 Boron trifluoride 7637-07-2

1. 개요

1) 제조

플루오로보레이트(fluoroborate)를 붕소 산화물과 진한 황산에 함께 넣고 가열함으로써 생성된다. 또는 삼염화탄소와 실리콘 테트라플루오라이드간의 단시간 일산화탄소 레이저 개시 반응과 MF6(M=Mo,W,Re,Os,U)과 B_2O의 반응에서 삼불화붕소가 생성되기도 한다.

실험실에서는 디아조늄 플루오로보레이트 화합물의 분해, 삼플루오르화 안티몬(SbF3)과 함께 삼불화붕소에 불소를 첨가한다. 완성된 생성물에서, 촉매의 분해 생성물의 양은 붕소 0.04%, 플루오르 0.3%를 넘지 않아야 한다.

2) 용도

- 알킬화, 중합, 에스테르화, 축합, 고리화, 수화, 탈황, 질화, 할로겐화, 산화반응에서 촉매로 사용
- 훈증제에 쓰임
- 마그네슘 및 마그네슘 합금의 산화방지제로 사용
- 용접용제로 쓰임
- 중성자 측정에 쓰임
- 디보란(diborane)의 생성에 쓰임
- P형의 도핑 팬더로서 이온주입법이나 광섬유 제조용, 반도체 제조용(도핑용)에 사용

삼불화붕소는 무기화합물, 유기화합물과 착화합물을 만들기 쉽고, 단체나 액체, 고체를 임의의 형태로 사용할 수 있으므로 매우 편리하게 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

삼불화붕소는 자극적인 기체이기 때문에 증기 흡입과 피부 접촉을 피해야 한다. 대기압 하에서 존재 가능하며 독성이 있다. 또한 열분해 되어 산화붕소, 하이드로겐 플루오라이드, 그리고 플루오르붕소산을 지닌 유독하고 부식성 있는 연기를 발생시킨다. 따라서 눈, 피부, 호흡기관에 접촉 시 심각한 자극을 일으킬 수 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

삼불화붕소의 노출은 다음과 같은 과정에서 일어난다.

- 방향족 화합물의 알킬화반응에서 루이스 산 촉매로 사용할 때
- 석탄산과 에폭시 합성수지 제조 과정 중 중합체 기술에서 사용할 때
- 붕소를 함유하는 다른 유기물과 무기물 화합물의 합성에서 사용할 때
- 불포화물과 황, 질소, 산소를 함유한 화합물을 제거하기 위한 탄화수소의 정제
- 원자핵 기술을 이용한 붕소 동위원소의 분리
- 야금술에서 산화방지제로 쓰일 때
- 액화 석유 가스의 연기 착색제로 쓰일 때
- 처음 삼불화붕소를 제조할 때
- 마그네슘 주조, 중성자 측정, 훈증제 생산할 때

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	67.82	물리적 상태	기체	증기압	4,874kPa(3.656×10^{+4}mmHg)260K(-13.2℃)
끓는점	-100℃	R-phrase	14,26,35	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 1 ppm / C 3 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 삼불화붕소 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 플루오로보레이트(fluoroborate)를 붕소 산화물과 진한 황산에 함께 넣고 가열함으로써 생성된다. 생산제품의 품질관리를 위해서 근로자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디보란[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 디보란은 수소화물과 할로겐화붕소(boron halide) 또는 알콕시화물(alkoxides)[2]에 의해 생성된다. 삼불화붕소의 환원을 통해서 얻을 수 있다.

2 BF3 + 6 NaH → B2H6 + 6 NaF

삼불화붕소는 원료로 투입되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학적으로 활발하고 휘발성이 있는 붕소의 수소화물이다. 상온에서 안정하며, 유기화합물과 강하게 환원작용을 하여 환원제로 많이 쓰인다.
2) 알코올의 히드록시기 -OH의 수소원자를 금속원자로 치환한 화합물을 총칭하며, 알코올레이트라고도 한다. 화학반응의 시약 또는 축합제로서 중요하다. 예를 들면, 나트륨의 경우에는 나트륨에틸레이트·나트륨페놀레이트·나트륨메틸레이트 등이 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 스티렌 제조(첨가)

① 시나리오 : 에틸렌, 벤젠에서 중간체 에틸벤젠의 기상 알킬화에 의해 제조되며, 삼불화붕소가 촉매제로 사용된다. 스티렌 제조 공정 중 촉매제로 첨가될 때 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	6 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 알킬벤젠 제조(계량)

① 시나리오 : 합성세제, 항산화제의 알킬벤젠을 올레핀과 벤젠에서 제조할 때 화학 반응의 촉매제로 삼불화붕소가 사용된다. 촉매제로 투입되기 전 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 합성수지 제조의 촉매제(현장점검)

① 시나리오 : 황산, 염화알루미늄과 같은 제품의 열화, 장치 부식을 방지하기 위한 합성수지 제조에 삼불화붕소가 촉매제로 사용된다. 장치화 된 공정을 점검하는 근로자에게 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 스판덱스 제조 중 테라콜 합성에 사용(첨가)

① 시나리오 : 스판덱스 제조 중간체 테라콜 합성에 삼불화붕소 촉매를 사용한다. 촉매제로 첨가되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 반도체 제조용(도핑[1])

① 시나리오 : 게이트 스택(stack) 및 소스-드레인 영역을 구비하는 표면층(a surface layer)에 도펀트 가스(dopant gas)인 삼불화붕소를 도포하고, 소스-드레인 영역을 동시에 확산 도핑한다. 이렇게 도핑하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	9 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속공학에서 고의로 미량의 다른 물질을 재료에 첨가하여 그 성질을 개선하는 것.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(222) 삼산화비소(제품) Arsenic trioxide(production) 1327-53-3

1. 개요

1) 제조

삼산화비소는 치환-환원정석에 의한 부산물인 황산을 사용해 추출한 동 추출액에 의해 황화비소 침전물을 얻는다. 추출액 중에 메타아비산을 냉각해 삼산화비소로서 침전시키는 것. 치환 추출은 약 2시간 실시해, 그 후 20℃까지 냉각, 용해도의 차이로 비소는 아비산으로서 석출된다.

삼산화비소는 비소증기를 공기나 산소에서 연소에 의해 생성될 수 있다. 삼염화비소의 가수분해뿐만 아니라, 비소화물(arsenide) 광물의 배소(roasting)에 의해 생성될 수 있다. 또한 삼산화비소는 구리 제련 공정의 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- 유리섬유 및 광학용 유리 제조업에서 탈색제와 정련제에 사용
- 동 압연, 압출 및 연신제품 제조업에 쓰임
- 전자·시계부품 제조업에 쓰임
- 약물의 원료로 사용
- 산화환원적정 시 환원성 적정제로 사용
- 농약(비산납,비산석회)의 원료로 쓰임
- 탈황제, 살소제, 안료(에메랄드녹), 매염제, 피혁의 방부제, 염료 제조에 사용
- 산탄용납의 경화제로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	197.82	물리적 상태	고체, 결정형분말	증기압	5.6×10^{-8}mmHg(0.45㎍ As/㎥) 661mmHg(312℃[d])
끓는점	465℃	R-phrase	45,28,34,50/53	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA -		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 삼산화비소 제조(포장)

① 시나리오 : 치환-환원정석에 의한 부산물인 황산을 사용해 추출한 동 추출액에 의해 황화비소 침전물을 얻는다. 추출액 중에 메타아비산을 냉각해 삼산화비소로서 침전시켜 제조한다. 치환 추출은 약 2시간 실시해, 그 후 20℃까지 냉각, 용해도의 차이로 비소는 아비산으로서 석출된다. 가공이 완료된 삼산화비소는 포장되어 출고되는 데, 삼산화비소는 이 공정의 작업 근로자에게 노출될 수 있다.

황화비소전물 → 구리추출액 혼합 → 치환 → 냉각 → 치환잔류물 → 산화(구리추출액 혼합) → 산화추출액 → 환원(아황산가스 주입) → 치환종액 주입 → 삼산화비소 추출 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 구리 제조(제련/출탕)

① 시나리오 : 동정광 저장창고로 데이빈(Day-Bin)을 통하여 제련공정에 광석을 공급하고, 수분이 함유된 광석을 회전식 건조기로 건조시킨 후, 산화반으로 동정광을 용해시켜 비중차에 의해 매트(matte)[1]와 슬래그(slag)[2]를 분리하는 공정을 거친다. 그리고 자용로/전기로의 슬래그 중 구리를 회수하는 공정으로 비중차에 의해 매트/슬래그 분리 후 자용로/전기로에서 장입된 매트 중 철(Fe)과 황(S)을 제거하여 98.5% 구리의 조동을 만들고, 조동에 포함된 미량의 황(S)과 산(O)를 제거하여 순도를 높이는 공정으로 양극(anode)에서 분리되어 생산한다. 이러한 구리 제조 공정의 제련, 출탕 공정에서 비소에 직·간접적으로 노출될 수 있다.

저광사 → 건조로 → 자용로(S로) → 전기로(CL로) → 전로(C로) → 정제로

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 매트는 구리·니켈 등을 제련할 때 중간생산물로서 생기는 중금속(重金屬)으로, 황화물이 섞여 있는 혼합물이다.
2) 슬래그는 광석으로부터 금속을 빼내고 남은 찌꺼기를 말하며, 광재라고도 한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 산업용 유리제품(LCD용 정밀평면유리) 제조(시설점검)

① 시나리오 : LCD용 정밀평판유리를 제조하는 사업장에서 대기오염방지시설을 통해 비소에 주로 노출될 수 있다.

원료 투입 작업(톤백을 호이스트로 이동 후 투입하는 형태) 후, 투입된 원료를 혼합하고, 저장한다. 용해로 투입한 다음 용융 작업, 성형 작업, 가공 작업, 검사 작업 후 출하 작업을 한다.

원료 투입 → 혼합 → 저장 → 용해로 투입 → 용융 → 성형 → 가공 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 연주조물 제조(제련/주조)

① 시나리오 : 연주조물(연괴)을 제조하는 사업장에서 제련, 주조공정을 통해 비소에 직·간접적으로 노출될 수 있다.

지게차나 집게크레인을 이용하여 원재료를 투입한 후 폐전지를 분쇄와 원재료 및 부재료를 용해로(큐브라)에 투입하고 용해 및 출탕, 불순물 제거, 용융납을 주조기(금형)에 부어서 생성된 제품 출하작업을 하게 된다.

원재료 투입 → 절단, 파쇄 → 제련(용해) → 주조 → 제품, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	96 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 전자부품제조공장의 반도체웨이퍼 공정(결정성장)

① 시나리오 : 전자부품(반도체웨이퍼)을 제조하는 사업장에서 결정성장 공정을 통해 비소에 노출될 수 있다.

갈륨과 비소를 고열 하에서 화학 반응을 일으켜 성장 시키고, 그리인딩 작업 후 슬라이딩 상으로 가공한다. 약품을 이용한 표면처리 작업 후, 검사와 출하 작업을 하게 된다.

결정, 성장 → 쉐이핑과 에칭 → 포리싱 → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약하 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아연 제조(정액/조액)

① 시나리오 : 아연을 생산하는 사업장에서 정액, 조액공정을 통해 비소에 미량 노출될 수 있다.

50~55% 아연을 함유한 황화물을 약 950℃로 산화 후 배소하여 아연 배소광 및 황산가스(세정 처리 후 건조, 전화, 습수과정을 거쳐 황산을 제조)를 얻는 공정을 거친다. 그 후에 아연 배소광 및 정광을 황산용액으로 침출시켜 대부분의 불순물들을 불용성인 철산화물 잔사와 함께 공침시켜, 분리, 제거한 후, 전공정에서 제거되지 않은 불순물(구리, 카드뮴, 니켈)들을 아연 금속분말을 사용하여 치환 제거하여 신액을 제조하게 된다. 전기분해 과정을 통하여 액중에 존재하는 아연이온을 음극판에 전착시켜 회수하는 공정으로 아연은 박리공정을 거쳐 주조공정으로 보내진다. 전공정의 아연음극(Zn Cathode)을 470℃~500℃로 유지되는 전기로(저주파유도로)에 투입 용융시켜 고순도 아연괴(99.995% 이상)를 제조하게 된다.

배소 → 조액 → 정액 → 전해 → 주조

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 목제품(철도부목) 생산(방부처리)

① 시나리오 : 목제품(철도부목)을 생산하는 사업장으로 주약실의 방부처리 작업 공정에서 삼산화비소에 미량 노출된다.

실크로스(Sill Cross) 작업, 크로스커터(Cross Cutter) 작업, 몰딩(Moulding)[1] 작업, 크로스커터 작업, 보링(Boring)[2] 작업, 방부처리 작업을 통하여 제조된다.

실크로스 → 크로스커터 → 몰딩 → 크로스커터 → 보링 → 주약실(방부처리)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 정반(定盤) 위에 모형판을 장치하고 주형틀을 놓은 다음, 모래를 넣어서 상하로 진동을 주고, 다시 압축하여 주형(鑄型)을 만드는 작업.
2) 기계가공에 있어서 이미 뚫려 있는 구멍을, 둥글게 깎아 넓히는 작업.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 산화환원적정시 환원성 적정제로 이용(실험실 분석)

① 시나리오 : 산화환원반응을 이용한 적정법으로 부피분석법 중에서 가장 종류가 많은 분석법이다. 적정제가 산화제이면 분석물이 환원제가 되고, 반대로 적정제가 환원제이면 분석물이 산화제가 된다. 산화성 적정제로는 과망간산칼륨, 중크롬산칼륨, 세륨(Ⅳ), 요오드, 요오드산칼륨, 브롬산칼륨 등이 있다. 환원성 적정제로는 삼산화비소가 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 유리섬유 제조(투입)

① 시나리오 : 유리섬유는 규석분 36.43%, 석회석분 19.7%, 알미나 14.5%, 탄산마그네슘 10.75%, 형석분 0.74%, 탄산바륨 0.43%, 삼산화비소 0.45%를 균일하게 혼합시켜, 100~150mesh로 만든 후, 노에서 1,500℃ 온도로 하루를 유지 용해시켜 만든 유리 생지를 가는 구멍을 통해 방사시켜 만든다. 원료로 투입되는 공정에서 삼산화비소가 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 비산수소납[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 질산·산화납·비산을 혼합 반응시켜 생기는 침전을 건조·분쇄하여 제조한다. 원료인 비산 속에 미반응의 삼산화비소가 함유되어 있으면, 일부는 아비산납으로서, 나머지는 그대로 제품 속에 혼입된다. 품질관리를 위해 중간공정에서 원료 성분분석을 위해 시료채취를 하는 데, 이 공정에서 근로자는 삼산화비소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색의 투명한 광택을 가진 판상 결정으로 산성비산납이라고도 하며, 비산납의 수소염을 일컫는다. 200℃까지는 안정하나, 280℃이상에서는 피로비산납이 된다. 또한 남서 아프리카에서 산출되는 슐테나이트(schultenite)로서 천연으로 존재하기도 한다. 살충제로서 예로부터 농약으로 사용되었으며, 특히 소화액(消化液)이 알칼리성인 나비목 유충에 효과가 있다. 살포할 때는 0.4% 정도의 현탁액으로 만들어 카세인 석회를 가한다. 시판되는 것은 잘못 사용되는 것을 방지하기 위한 목적으로 청색으로 착색되어 있다. 알칼리와 작용시키면 비산이 생기므로, 암모니아나 이산화탄소를 함유하는 용수나 비·이슬에 의하여 약해가 생기기 쉽다. 작물 잔류성 농약으로 지정되어, 사용 목적 및 방법 등이 제한되어 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 비산석회[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 삼산화비소와 진한 질산을 반응시키고, 거기에 공기를 불어 넣어 산화를 촉진시키면 비산 용액이 생기는데, 이 용액에 80% 석탄유를 가하여 생기는 침전을 건조·분쇄하여 제조한다. 삼산화비소를 진한 질산과 혼합하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

혼합/반응 → 산화 → 비산용액 → 석탄유 주입 → 침전 → 건조 → 분쇄 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 비산칼슘을 주성분으로 하고, 여기에 염기성 비산칼슘이 함유되어 있다. 물에는 조금밖에 녹지 않으나, 산에는 비교적 잘 녹아 비산을 생성한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 유리제조의 부원료(계량)

① 시나리오 : 유리제조시, 불순물인 철에 의해 생긴 색을 제거하기 위한 것으로 화학적 소색제로 삼산화비소를 소량 사용한다. 소색제로 투입되기 전에 계량을 하기 위해 삼산화비소를 취급하게 되는데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 도자기의 유약[1] 원료(투입)

① 시나리오 : 삼산화비소는 불투명유로 도자기 제조 시에 사용되며, 목적에 따라 안티몬·주석·아연·티탄·골회 등과 적당히 배합하여 사용된다. 원료로 투입되는 삼산화비소에 근로자는 노출될 수 있다.

소지토 조제 → 성형 → 건조 → 소성 → 유약칠 → 채식

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유약은 연질유, 경질유, 불투명유, 색유 등으로 구분되는데, 연질유는 도기에 널리 사용되며, 특히 낮은 온도에서 녹는 납성분이 많은 유약을 납유약이라고 하여 조도기·토기 등에 많이 사용한다. 경질유는 주로 자기에 쓰이며, 불투명유는 목적에 따라 삼산화비소·안티몬·주석·아연·티탄·골회 등을 적당히 배합하여 사용한다. 색유는 모든 유약에 무기색소의 구실을 하는 코발트·크롬·철·구리·니켈·망간 등이나 적당량의 무기질 채료를 첨가하여 착색한 유약이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(223) 삼산화안티몬(취급 및 사용물) Antimony trioxide(handling&use) 1309-64-4

1. 개요

1) 제조

제조는 안티몬을 산소 또는 열수증기에 의해 직접 산화시켜 얻는다. 염화안티몬(Ⅲ)을 과량의 끓는 물로 가수분해해도 얻을 수 있다. 또한 금속 안티몬과 공기 혹은 산소와의 직접적인 결합, 삼황화안티몬의 배소, 안티몬의 삼할로겐화물의 알카리성 가수분해와 이차로 일어나는 생성된 수화한 산화물의 탈수분해를 통해 이루어진다. 그리고 실험실에서는 안티몬 삼염화물과 물로부터 얻는다.

삼산화안티몬을 수소 가스나 목탄으로 환원시키면 금속 안티몬이 된다. 천연적으로는 등축 정계의 방안광이나 사방 정계의 안티몬화로 산출되고, 인공적으로는 안티몬이나 황화안티몬을 공기 속에서 태워 승화시키거나 안티몬황산이나 질산에 녹여 묽은 알칼리에서 가열하고 가수 분해를 하여 만든다.

2) 용도

- 각종 금속의 합금성분으로 사용
- 황화물은 고무제조에 사용
- 염화물은 착색제 및 촉매로 사용
- 불화물은 유기합성 및 도기제조에 쓰임
- 반도체 기구제조에 사용
- 도료 및 락카 제조에 사용
- 의약품 제조에 사용
- TV의 고급 유리 청정제로 쓰임

난연제로써 단독으로 PVC에 첨가되어 할로겐 함유 화합물과 병용하여 각종 플라스틱의 필름, 시트 도료 등에 이용되고, 할로겐 함유 난연제의 난연상승효과를 나타내는 보조제로 이용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

삼산화안티몬은 분진과 증기의 형태로 작업자에게 노출된다. 안티몬을 제련하는 공장에서 일하는 근로자들은 삼산화안티몬과 그 잔여물(오산화안티몬)이 포함된 공

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

기 중에 떠도는 먼지에 노출되어 있다. 특히 안티몬 에어로졸에 노출된 야금공정 여성근로자들은 유산, 조산, 산부인과 질병이 높은 비율로 나타났다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	291.52	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(574℃)
끓는점	4,425℃	R-phrase	40	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 삼산화안티몬 제조(시료채취)

① 시나리오 : 삼산화안티몬은 안티몬을 산소 또는 열수증기에 의해 직접 산화시켜 얻는다. 이렇게 제조된 삼산화안티몬의 성분분석을 위해 시료채취 작업을 하는데, 이 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 방화도료(fireproofing coating)[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 방화도료는 안료성분 중 삼산화안티몬(백색안료로 염화파라핀과 병용하여 주로 사용)이 20%이상 함유되어 제조된다. 방화성이 높이기 위해 삼산화안티몬을 다른 안료들과 혼합하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 목재의 인화 및 연소를 방지할 목적으로 목재에 도장하는 특수도료의 총칭.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 과불소알콜 제조(첨가)

① 시나리오 : 요오드와 오불화요오드 및 반응촉매를 사용하여 과불소에틸요오드[1]를 제조하는 방법에 있어서, 요오드와 오불화요오드, 그리고 고체 반응촉매인 삼산화안티몬을 이용하여 상압의 테트라플루오로에틸렌(Tetrafluoroethylene, 이하 TFE)을 연속적으로 주입하여 과불소에틸요오드를 연속적으로 제조한다. 촉매로 사용되어지기 위해 공정 중간에 첨가하게 되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 각종 발수/발유/방오가공제, 고성능 계면활성제 및 이형제 등의 표면개질제의 중간원료와 CFC/할론 대체물질 및 요오드레이저 등에 사용될 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(224) 석고 Gypsum 7778-18-9

1. 개요

1) 제조

석고는 각종의 화학제품의 부산물로서 얻을 수 있다. 예를 들면 인광석을 황산으로 분해해 인산을 얻을 때 다량의 석고가 생성되며, 인산석고는 시멘트용, 소석고용으로 대부분 이용된다.

순수 석고를 가열하여 탈수하면 불용성 경석고가 생성된다. 불용성 경석고는 650℃이상에서 완전히 탈수하여 얻는다. 또한 용해성 경석고는 전기오븐 안에서 300℃이하에서 완전히 탈수하여 얻는다. 부피당 세공크기는 38%로 예상된다.

2수화물 형태로 사용하기위해 석고석을 분쇄한다. 황산칼슘 반수화물, 또는 소석고를 생성하기 위해, 190~200℃에서 연소하여 생석회를 만든다.

2) 용도

포트랜드 시멘트 제조, 소석고 제조, 인조대리석, 흰색염료, 페인트 광택제, 애나멜, 제약, 제지, 살충제, 이스트 생산, 수질관리, 광내는 가루약, 황산 제조, 판화칼슘 제조, 다공성 중합체 제조에 사용된다.

또한 광학재료, 석고플라스터[1], 석고보드, 치과재료, 도자기형용, 금속주형, 접착제, 백묵, 몰타르용, 고무, 플라스틱, 리놀륨, 살충제, 연마재, 황산암모늄의 제조원료, 깁스붕대용 등으로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

석고석을 가공하는 공정에서 일하는 노동자들은 고농도 석고가루, 용광로 가스나 연기에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	172.17	물리적 상태	분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 석고 또는 석회, 물, 모래 등의 성분으로 이루어져 마르면 경화하는 성질을 응용하여 벽 ·천장 등을 도장하는 데 사용하는 풀 모양의 건축재료로 석고 플라스터와 돌로마이트 플라스터로 구별할 수 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 석고 제조(포장)

① 시나리오 : 인광석을 황산으로 분해해 인산을 얻을 때 다량의 석고가 생성된다. 제조된 석고를 종이자루에 포장하는 공정에서 일하는 작업자는 대기 중 분진에 의해 석고를 흡입할 수 있다.

인광석 → 분쇄 → 혼합(황산) → 반응 → 여과 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 석고보드 제조(탈착)

① 시나리오 : 석고보드는 이수석고를 약 200℃로 가열하여 결정수를 탈수시킨 소석고를 주원료로 하고 이것에 혼화제를 넣은 물로 반죽하여 강인한 보드용 원지 사이에 넣어 안정된 결정 상태의 석고로 환원시켜 판상으로 제조한다. 판상되어 포장되기 전에 장치로부터 탈착되는 과정에서 작업자는 석고 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 해열제 제조(시료분석)

① 시나리오 : 섬유 모양으로 된 섬유석고는 설화석고 덩어리와 광상 주변의 암석에서 맥상으로 산출되며, 납 및 비소가 적어 해열제의 원료로 사용되어 약 제조에 쓰인다. 품질관리를 위해 원료를 분석하는 과정에서 실험실 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 포트랜드 시멘트 제조(분쇄)

① 시나리오 : 수경성의 칼슘실리케이트를 주성분으로 한 클린커(clinker)[1]에 적당량의 석고를 가하고 미세하게 분쇄하여 제조된다. 원료로 투입된 석고가 분쇄되는 과정에서 작업자에게 미세한 분진이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 성분 일부가 융해하여 전체가 괴상소결물(塊狀燒結物)로 된 덩어리라는 뜻의 요업 용어인데, 보통은 시멘트의 원료가 덩어리로 소성된 것에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 석고 플라스터 제조(투입)

① 시나리오 : 석고를 하소하여 부분적으로 또는 완전히 탈수한 황산칼슘을 기본 재료로 플라스터를 제조한다. 장치화 된 설비에 의해 작업이 이뤄지며 원료로 석고가 투입되는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(225) 설퍼모노클로라이드 Sulfur monochloride 10025-67-9

1. 개요

1) 제조

일염화황・이염화황・사염화황 등이 알려져 있는데, 보통은 일염화황을 가리킨다. 일염화황(S_2Cl_2)은 가열하여 녹인 황에 건조한 염소기체를 통과시키면 생성된다. 일염화황에 다시 염소를 통하면 이염화황이 생긴다.

많은 금속 산화물과 반응해 금속염화물을 만든다. 또한 금속 황화물도 마찬가지로 염화물이 된다.

2) 용도

고무 제조 시 가황제로 사용되며, 요오드・금속염화물・유기화합물에 대한 용매이기도 하다. 유황의 용제, 염화티오닐, 사염화탄소, 이황화탄소 등의 제조에 사용되며, 시멘트의 제조, 당 정제, 독가스 제조, 살충제, 금은의 추출 등에도 쓰여진다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	135.03	물리적 상태	액체	증기압	6.8mmHg(20℃)
끓는점	138℃	R-phrase	14,20,25,29,35,50	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 1 ppm / C 6 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 일염화황의 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 가열하여 녹인 황에 건조한 염소기체를 통과시키면 일염화황이 생성된다. 생성된 일염화황을 포장하여 출고하게 되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1시간-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이염화황의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 일염화황에 다시 염소를 반응시켜 제조한다. 품질관리를 위해 주기적으로 시료를 채취하여 분석하는데, 이염화황을 중간 채취하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 백색 사브(rubber substitute)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 백색 사브는 염화황을 15~25% 첨가하여 상온에서 짧은 시간에 반응시켜 제조한다. 사브화 반응은 발열반응이며, 고무의 가황과 비슷하여 불포화이중결합에 대한 염화황의 첨가반응이다. 원료로 투입되기 전 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사브는 인조고무 또는 유성가황물이라는 의미로 사용되는데, 외관상으로는 고무상태이지만 성능적으로나 화학적으로는 고무와 아주 다르며, 고무 미가황 배합물에 대한 연화효과와 압출·광택 작업 등의 가공성 개선의 효과를 위한 연화제나 가공조제의 구실을 한다. 백색 사브는 지우개용 고무의 제조에 필요불가결한 주요 성분이다. 사브가 배합되면 내유성·내열성·내오존균열성·내노화성·내전기성·치수안전성 등이 개선된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 독가스 이페리트($(C_2H_4Cl)_2S$)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 이페리트는 염화황과 에틸렌을 반응시켜 만든다. 원료로 염화황을 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 피부를 침범하며 동시에 눈을 상하게 하고, 호흡기를 침범하여 노출자를 사망에 이르게 할 수 있는 미란성 독가스로, 황화디클로로디에틸을 말하며, 불순물의 혼재로 인하여 갈색이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 염화티오닐[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 이염화황과 삼산화황의 반응에 의해 얻어진다. 장치화 된 설비를 통해 제조공정이 연속적으로 이루어지고 이러한 설비를 점검하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자식 $SOCl_2$ 염소와 술피닐의 화합물. 물과 작용하여 염화황·이산화황·염소로 분해한다. 유기산과 반응하여 산염화물을 생성한다. 벤젠·클로로포름에 녹고 염소화제·촉매로 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 티오아황산(thiosulfurous acid)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 일염화황에 건조한 알콕시화 나트륨을 리그로인 속에서 작용시키면 생긴다. 일염화황을 반응조에 투입하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학식 $H_2S_2O_2$. 아황산에 들어 있는 산소 하나를 황으로 치환한 화합물. 산이나 염은 얻어지지 않으며 에스테르만 알려져 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 폴리올레핀용 자외선흡수제 원료(반응)

① 시나리오 : p-옥틸페놀에 삼염화황을 반응시켜 2,2-티비오스(4-t-옥틸페놀)를 얻은 다음 이것에 2-에틸헥실아민과 질산니켈을 반응시키면 백색분말 형태로 제조된다. 삼염화황의 반응공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(226) 셀루로우즈 Cellulose 9004-34-6

1. 개요

1) 제조

셀루로우즈는 펄프를 산가수분해 처리한 뒤 건조, 분쇄하여 제조한다.

자연계에 가장 많이 존재하는 유기화합물로 섬유소라고도 한다. 화학구조는 D-글루코스가 β-1,4 결합으로 다수 중합되어 있으며 사슬형태로 연결되어 있다[1]. 셀루로우즈는 다당류 중에서 분자량이 가장 큰 물질로 분자량은 천연상태에서 수만~수십만에 이른다.

2) 용도

셀루로우즈는 종이나 방직용 섬유로 대량 사용되고 있으며 셀룰로오스유도체를 이용하여 플라스틱, 폭발물, 접착제, 필름, 소포체, 셀룰로이드 셀로판 등의 다양한 용도로 사용된다. 이 외에 사람의 장에서 소화, 흡수되지 않으면서 장을 자극하여 장의 운동을 도와 변비예방에 도움을 주므로 이러한 특징을 이용하여 식품산업에도 이용되고 있다. 또한, 여과조제, 용접봉용 피복제, 누에의 인공 사료, 섬유벽용 소재, 셀루로우즈 유도체 원료, 촉매 담체, 합판 접착제, 도료·잉크 점도 조절제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	300,000~1,000,000 이상	물리적 상태	고체	증기압	해당 안됨
끓는점	해당 안됨	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 셀룰로오스 분자는 다수가 모여서 섬유를 이루는데 그 최소단위는 미셀이라 한다. 미셀은 결정구조를 이루고 있고, 미셀과 미셀의 연결 부분은 비결정영역이 되어 있다. 이 결정영역과 비결정영역이 섬유의 강도, 탄력성, 염색성, 흡성성을 결정하게 된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 셀룰로오스 제조(포장)

① 시나리오 : 펄프를 산가수분해 처리한 뒤 건조, 분쇄하여 제조한다. 가공이 완료된 셀룰로오스는 포장되어 출고되는 데, 이러한 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 셀룰로이드(celluloid)[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 셀룰로오스에 질산과 황산을 가해서 얻은 니트로셀룰로오스(65~75%)와 장뇌[2](25~35%)의 혼합물로 가공하여 제조한다. 산섬유소 100, 장뇌 54, 95%의 에탄올 100(무게%)의 비율로 혼합하여 고루 섞이도록 잘 반죽한다. 주로 상자 모양의 그릇 속에서 반죽하는데, 그 동안에 염료·안료를 가한다. 마지막 공정으로 탈알코올시켜 함량 12~18%로 하여 시트로 성형하고, 건조실에 넣어 알코올분을 완전히 제거한다. 원료로 투입되는 공정에서 작업 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일용품·완구·학용품 등으로 널리 사용되었으며, 특히 사진용으로 많이 사용되었다. 그러나 열(85~100℃)에 의하여 연화되고, 또 190℃ 이상으로 가열하면 발화연소하므로, 차차 합성된 열가소성 플라스틱으로 대체되었다. 현재는 탁구공 외에는 큰 용도가 없으며, 특히 필름은 아세틸셀룰로오스필름으로 완전히 대체되었다.
2) 지방고리모양[脂環式] 케톤의 일종.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 니트로셀룰로스(nitrocellulose)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 셀룰로오스를 혼산(진한 황산과 진한 질산과의 혼합물)에 담그면 셀룰로오스 분자 속의 히드록시기는 차례로 에스테르화한다. 원료로 투입되기 전에 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 질산섬유소라고도 하며, 화약에 쓰이는 경우에는 면약 또는 면화약이라 하고, 도료·셀룰로이드·콜로디온 등에 쓰이는 경우에는 질화면이라고도 한다. 한편 질소 함유율이 12.5~13.5%인 것을 강면, 11.2~12.3%인 것을 약면, 10.7~11.2%인 것을 취면이라 하는 경우도 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 메틸셀룰로오스(methyl cellulose)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 비이온성의 수용성 셀룰로오스 유도체로 알칼리 존재하에서 셀룰로오스에 디메틸황산으로 합성하여 제조된다. 품질관리를 위해 공정 중 일부에서 시료를 채취하는 데, 이러한 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 수용성인 것은 풀·점조제·화장품·식품 등에 사용되고, 알칼리에 녹는 것은 피륙의 가장자리를 굳히거나 필름제조 등에 사용된다. 또한, 모르타르칠에 메틸셀룰로오스을 혼합하여 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 카르복시메틸 셀룰로오스(carboxymethyl cellulose)[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 알칼리 셀룰로오스에 클로로아세트산염을 반응시켜 백색고체 형태로 제조된다. 다른 물질과의 반응을 위해 혼합되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물에 녹으며 매우 끈끈하여 풀·접착제로 쓰고, 아이스크림과 마가린의 유화 안정제·화장품의 부재료로 쓴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아세트산셀룰로오스(cellulose acetate)[1] 제조(반응)

① 시나리오 : 우선 펄프를 반응하기 쉬운 상태로 활성화해 둔 다음, 이것을 아세트산(용매), 황산(촉매), 무수아세트산(아세틸화제)으로 아세틸화한다. 셀룰로오스는 C_6단위당 3개의 히드록시기 －OH를 가지고 있는데, 이 히드록시기를 아세트산기 $-OCOCH_3$으로 치환하여 아세트산셀룰로오스를 제조한다. 원료로 사용되어지는 셀룰로오스가 반응하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 필름, 의류, 자동차 핸들, 안경테 등에 사용되고, 아세트산섬유, 플라스틱의 원료로도 활용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 셀로판 제조(포장)

① 시나리오 : 비스코스 레이온을 만드는 액(비스코스)을 좁은 틈새(슬릿)로부터 응고욕조[1] 속으로 압출하여 필름 모양으로 응고시켜 정제 건조하여 제조한다. 셀로판은 재생 셀룰로오스(80%), 유연제(14%), 수분(6%)으로 구성되어 있다. 셀로판이 가공이 완료되어 포장되는 단계에서 셀룰로오스에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	220 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 응고욕조에는 황산(6~10%)과 황산암모늄(10~20%)이 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 비스코스레이온 제조 원료(현장점검)

① 시나리오 : 목재펄프를 분해하고 침지[1]한 다음, 덩어리가 된 알카리 셀룰로오스를 분쇄하여 밀폐용기(노성통)에 일정시간 놓아둔다[2]. 노성시킨 알칼리 셀룰로오스를 아황화탄소를 첨가하여 셀룰로오스 크산테이트(sodium cellulose xanthate)를 만든다. 이렇게 황화시킨 것을 수산화나트륨에 다시 용해하여 일정시간동안 녹인다. 그리고 황산나트륨과 황산아연을 이용하여 비스코스를 응고시키고 황산으로 셀룰로오스 크산테이트로부터 셀룰로오스를 재생시킨다. 생산공정을 점검하는 작업담당자에게 노출될 수 있다.

원료 → 노성 → 황화 → 숙성 → 방사 → 저장 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 수산화나트륨으로 용해
2) 방사를 쉽게 하기 위하여
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(227) 소디움 메타비설파이트 Sodium metabisulfite 7681-57-4

1. 개요

1) 제조

메타중아황산나트륨이라고 하는 소디움메타비설파이트는 소디움 비설파이트에 열을 가해 탈수함으로써 만든다. 또는 이산화황과 탄산나트륨을 반응시켜 만든다.

2) 용도

- 산화방지제의 약품(에피네프린 주사)의 원료로 쓰임
- 사일로 첨가 방부제로 쓰임
- 식품 첨가 방부제(샐러드 재료의 방부제 등)로 쓰임
- 환원제(산화된 약제에 사용된다. 예를 들어 에피네프린 염화수화물이나 페닐레프린 염화수화물 주사의 산화를 방지하기 위해 첨가)로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	190.109	물리적 상태	고체 분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 소디움 메타비설파이트 제조(포장)

① 시나리오 : 소디움메타비설파이트는 소디움 비설파이트에 열을 가해 탈수함으로써 만든다. 가공된 소디움메타비설파이트는 포장되어 출고되는데, 이때 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약(발뿌리 제거제) 제조(계량)

① 시나리오 : 발뿌리 제거제 농약은 식물의 리그닌(lignin)[1]을 분해하기 위해 높은 순도(98%)의 소디움 메타디설파이트로 제조한다. 기타의 첨가제와 함께 투입되기 전 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 목재, 대나무, 짚 따위의 목화(木化)한 식물체 속에 20~30% 존재하는 방향족 고분자 화합물.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 식품 가공 공정에서 산화제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 또는 이들의 혼합 식이섬유를 함유하는 우렁쉥이속(Halocynthia) 생물의 해산물 껍질을 소디움 메타디설파이트, 산 및 물의 혼합 용액으로 추출한다. 소디움 메타디설파이트가 산화제로 혼합되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 식품가공 중 표백 공정(투입)

① 시나리오 : 식품을 가공 또는 저장하는 과정에서 야채나 과일 등을 박피하거나 세단, 마쇄 등을 할 때 그 조직이 급속도로 갈색화[1]가 일어나는데, 이를 방지하기 위해 식품표백제를 사용하며, 그 원료로 소디움 메타비설파이트가 환원작용에 의해 표백작용을 한다. 일정시간이 지나면 다시 복원되므로 다량의 소디움 메타비설파이트를 식품에 사용한다. 표백제로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 갈변현상은 색, 향 및 영양성분 등에 영향을 주어 제품의 품질을 떨어뜨리는 결과를 초래하며, 그 원인은 주로 효소인 polyphenol oxidase에 의한 polypenol류의 산화에 기인한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(228) 소디움 비설파이트 Sodium bisulfite 7631-90-5

1. 개요

1) 제조

소디움비설파이트는 산성아황산나트륨, 중아황산소다라고 불리워지기도 하며, 제조법은 가성소다 용액에 흡수조 중에서 아황산가스를 가하면 담황색의 맑은 반응액을 얻을 수 있다. 액을 취해 아황산수소나트륨액(중아황산나트륨액)으로 생산된다. 농축 반응액을 여과, 냉각하면 결정을 얻는 방식이다.

또한, 중아황산소다의 결정을 건조 가열하면 탈수 반응이 일어나 무수중아황산소다의 무색 분말이 된다. 물에 용해하면 산성아황산소다가 생성된다. 한편, 페놀과 레조르시놀의 부산물로 생성되기도 한다.

2) 용도

- 일부 안약의 산화 방지제로 첨가
- 온냉 인디고 염색의 준비, 특정 염색용액의 초벌 염색 등 염색 전처리제로 사용
- 탈염소제, 착색료, 탈색제 등으로 사용, 견, 양모 등의 표백제로 사용
- 통 소독(양조업)에 사용
- 구리와 황동의 도금에 사용
- 색이 연한 크레이프 고무의 색 보존제로 쓰임
- 나무 펄프의 침지제, 종이를 만들 때 표백된 섬유에서 염소를 제거할 때 사용
- 식품가공과정에서 일반색소와 발색성 물질을 무색의 화합물로 변화시키고 식품의 보존 중 일어나는 갈변, 착색 등의 변화를 억제하기 위하여 사용되는 식품 첨가제로 사용
- 고무 라텍스를 응고시키는데 사용, 발효 공업의 방부제로 사용
- 특수한 용도로 사용되는 열화된 액체나 용액의 보존제로 사용
- 과망간산염의 얼룩을 피부와 옷에서 지우는데 사용
- 폐수 처리제
- 향료의 원료로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

고기에 방부제로 사용되기 때문에 레스토랑 직원에게 노출될 수 있으며, 의약품

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

에 사용될 때에는 의료관련 종사자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	104.062	물리적 상태	고체 분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	22,31	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 소디움 비설파이트 제조(포장)

① 시나리오 : 가성소다 용액에 흡수조 중에서 아황산가스를 가하면 담황색의 맑은 반응액을 얻을 수 있다. 액을 취해 아황산수소나트륨액(중아황산나트륨액)으로 생산된다. 농축 반응액을 여과, 냉각하면 결정을 얻는다. 이렇게 제조된 소디움 비설파이트는 포장되어 출고되고 이 공정의 근로자에게 노출될 수 있다.

정제유황 → 배소 → 아황산가스 → 냉각 → 반응(가성소다액) → 여과 → 중아황산소다액(1차 제품화) → 가성소다액&아황산가스 혼합 → 농축반응 → 결정 → 분리 → 건조 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 103

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 소디움 비설파이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 가성소다 용액에 흡수조 중에서 아황산가스를 가하면 담황색의 맑은 반응액을 얻을 수 있다. 액을 취해 아황산수소나트륨액(중아황산나트륨액)으로 생산된다. 농축 반응액을 여과, 냉각하면 결정을 얻는다. 품질관리를 위해 제조된 소디움비설파이트의 일부를 채취하게 되는데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

정제유황 → 배소 → 아황산가스 → 냉각 → 반응(가성소다액) → 여과 → 중아황산소다액(1차 제품화) → 가성소다액&아황산가스 혼합 → 농축반응 → 결정 → 분리 → 건조 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 나프틸아민 제조의 부커러 반응(Bucherer reaction)에 사용(투입)

① 시나리오 : 유기화학반응에서 암모니아와 소디움비설파이트 존재하에 나프톨을 반응시키면 나프틸아민이 생성된다. 소디움비설파이트의 투입공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 부커러 카르바졸 합성(Bucherer carbazole synthesis)에 사용(첨가)

① 시나리오 : 나프톨과 아릴히드라진으로부터 카바졸을 합성할 때 소디움 비설파이트가 이용된다. 소디움 비설파이트가 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 비설파이트 DNA 시퀀싱(Bisulfite DNA Sequencing)[1]에 사용(분석)

① 시나리오 : 소디움 비설파이트는 DNA 염기 중 시토신의 메틸화 여부를 분석할 때 사용된다. 소디움 비설파이트는 시토신(cytosine)[2]을 우라실(uracil)로 탈아미노화하지만, 메틸기가 5번 탄소에 붙은 메틸화된 형태의 시토신인 5-메틸시토신에는 영향을 미치지 않는다. 이렇게 소디움 비설파이트는 실험실에서 시약으로 사용되어져 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 비설파이트가 처리된 DNA가 폴리머라아제 연쇄반응에 의해 증폭될 때, 우라실은 티민으로 증폭되고, 메틸화된 시토신은 시토신으로 증폭된다. DNA 시퀀싱 기술은 비설파이트 처리된 DNA를 읽어낸다. 시퀀싱 후, 시토신으로 읽히는 염기는 메틸화가 된 시토신을 의미한다. 반면, 티민으로 읽혀진 염기들은 메틸화가 되지 않은 시토신을 의미한다.

2) 핵산을 구성하는 염기의 하나로 2-옥시-6-아미노피리미딘를 말한다. RNA ·DNA 모두에 포함된다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 요오드 제조(현장점검)

① 시나리오 : 칠레석 속에 함유된 요오드산염을 소디움비설파이트로 환원시키면 요오드가 생성된다.[1] 장치화 된 설비의 점검을 하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 이렇게 제조된 요오드는 요오드팅크 등 의약품의 제조에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 직물 가공에서의 표백 공정(계량)

① 시나리오 : 소디움비설파이트는 직물에 있는 유색물질을 화학적 분해로 탈색시키는 목적의 표백제의 원료이다. 표백제로 투입되기 전에 계량하는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(229) 소디움 아자이드 Sodium azide 26628-22-8

1. 개요

1) 제조

소디움 금속을 염화철 촉매 하에서 암모니아와 반응시켜 소디움 아미드를 얻는다. 여기서 얻은 소디움 아미드를 일정 압력하에 일산화이질소와 반응시켜 소디움 아자이드를 만든다.

암모니아를 350℃의 폐쇄된 금속관 안에 든 용해된 나트륨 금속에 첨가하면, 소디움 아미드(sodium amide)가 소디움 아자이드로 전환된다. 이는 230℃의 수평니켈원자로에서 일산화이질소의 반응으로 발생한다. 고체혼합물은 천연 아자이드(crude azide)로 알려져 있으며, 물에 용해되며, 최종용액은 정제된 후, 진공상태에서 기화된다.

2) 용도

- 질화수소산(히드라조산)과 아자이드화납, 순수한 소디움을 얻을 때 사용
- 질산염(nitrate)에서 아질산염(nitrite)을 분해시키기 위한 용도로 이용
- 제초제 (벼의 잡초제거), 곰팡이 제거제, 선충구제약, 토양 훈증제, 잔디 개선제, 살충제 등
- 유기 합성물질의 중간산물
- 인간 혈청에서 분리된 액체 알부민을 저장할 때 분해되는 것을 막는 용도
- 아세트알데히드와 에탄올을 이용하는 혈액 분석의 전처리
- 인터루킨2의 증진제
- 적혈구에 토코페롤이 결핍됐는지를 측정하는 새로운 측정기법으로 소디움 아자이드를 사용
- 연구실 시약의 방부제로 사용
- 에어백의 팽창제
- 오염된 물의 DO를 측정하는 방법 중 하나로, 50 %의 황산에 소디움 아자이드를 첨가한 용액을 사용
- 화학 업체들은 스폰지 고무를 만들 때 억제제로써 사용
- 금속과 함께 저장된 스티렌과 라텍스 부타디엔이 응고방지에 쓰임
- 씨앗과 포도주의 방부제로 이용(일본 맥주업에서 맥주가 검게 변하는데 관여하는 곰팡이 성장을 억제시키는 데 이용)
- 제제업에서 나무의 갈색얼룩이 만들어지는데 영향을 미치는 효소의 성장을 억제시키는 데 이용
- 아민계 생성을 위한 Curtis 반응에 이용
- 폭발성 제조물의 중간체로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

에어백과 관련된 자동차 부품조립 작업자, 수리공 등에게 노출될 가능성이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	65.010	물리적 상태	고체	증기압	1Pa(20℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 0.1 ppm / C 0.3 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 소디움아자이드 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 소디움 금속을 염화철 촉매 하에서 암모니아와 반응시켜 소디움 아미드를 얻는다. 여기서 얻은 소디움 아미드를 일정 압력하에 일산화이질소와 반응시켜 소디움 아자이드를 만든다. 이렇게 제조된 소디움아자이드는 용기에 포장되어 출고될 때, 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아자이드화납(lead azide)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 소디움 아자이드의 묽은 수용액을 휘저으면서 아세트산납의 묽은 수용액을 가하면 바늘모양의 결정이 되어 침전한다. 소디움 아자이드 용액에 젤라틴이나 덱스트린(호정)을 첨가하여 결정의 성장을 막아 비결정형의 입상물을 만든다. 원료가 되는 소디움 아자이드를 정량 투입하기 위해 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	7 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학식 Pb(N). 아자이드화수소산의 납염. 납아자이드·질화납이라고도 한다. 기폭제로서 군사용 뇌관·신관 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에어백[1] 제조(충진)

① 시나리오 : 성형기로 일정형태의 에어백(폴리우레탄)을 성형하고 성형된 에어백의 가장자리를 제거하여 필요한 부분만 잘라낸다. 사상된 에어백에 질소발생가스(소디움 아자이드) 등을 일정 압력하에 충진시켜 고주파 웰딩 기계로 봉합한다. 이렇게 완성된 에어백의 안쪽에 페인팅을 하여 출고한다. 에어백 내에 소디움 아자이드를 충진하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

중공성형 → 사상 → 충진/고주파 공정 → 채색 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 자동차 사고시 발생하는 전기적 충격에 의해 소디움 아자이드가 폭발하여 에버백 안에 질소 가스를 방출한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 질화수소산[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아자이드화염에서 소디움 아자이드를 산성화시켜 얻는 데, 소디움 아자이드를 산성화시키는 공정을 점검하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 질화수소산은 독이 있고 가열하면 폭발하며, 전구나 화약을 만드는 데에 쓴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(230) 소우프스톤(총분진) Soapstone(total dust) 14807-96-6

1. 개요

1) 제조

- 개방된 구덩이나 천연 활석(talc), 지하 광산 및 분쇄, 세척, 건조, 제분 공정에서 발생함
- 부양, 세정과 같은 여러 기계적 방법들로, 여러 미네랄물질들이 다양하게 분리됨
- 활석은 이후 곱게 갈아져서, 희석 염산과 같이 끓인 후, 세정되고, 건조됨
- 지리적 위치 및 침전물의 광산유형에 따라, Talc는 표토석층의 제거 후 개방광산 또는, 지하 광산에서 추출됨
- Talc 공정은 침전물의 유형에 따라 결정됨
- 흔히, 가장 첫 단계는 다른 미네랄들과 talc를 분리하기위해 부유선광을 하는 선택적 채굴이다. 마지막으로는, 최고단계로 개발된 선광공정을 통해 높은 등급의 talc를 가려내는 것이다.

2) 용도

- 피복을 위해, 도예업, 종이 코팅에서 찰흙에 넣는 첨가제
- 살충제의 운반체 및 희석제
- 페인트, 엘라스토머(탄성중합체)의 충전재 및 색소제
- 내열성물질 제조 시 첨가제
- 자기, 화장품, 의약품
- 고무, 페인트, 퍼티, 반창고, 유포, 석필, 크레용의 충전재
- 화장실 위생을 위해, 단독 또는 전분이나 붕산과 함께 파우더 살포
- 가루형 정제 형성을 위한, 정제의 결합제 및 충전재
- 여과로 액체 정화
- 페인트, 니스, 고무의 색소제
- 제지, 고무, 비누 충전재
- 목재, 금속, 석재의 방화 및 찬물 (cold water)도료
- 기계류의 윤활제
- 장갑 및 구두 파우더
- 전기 및 열의 단열재
- 수의학: 국소적으로 개의 외음부 농피증에 보호제로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

포장재에서 음식으로 이동하면서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	379.2	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	해당되지 않음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 6 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 활석[1]의 제조

① 시나리오 : 활석은 맥, 엽상 집합체, 특정 암석에서 변성광물로서 산출되는데, 저변성상에서는 종종 사문석·투각섬석·마그네슘감람석과, 거의 탄산염광물(방해석·백운석·마그네사이트)과 함께 산출된다. 또한 투각섬석이나 마그네슘감람석의 변질산물로도 산출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 순도가 높은 활석은 백색석필과 화장품용으로 이용되는데, 베이비파우더(baby powder)의 주원료로 쓰인다. 순도가 낮은 것은 농약용 살충제 또는 건축재료로서의 지붕재료나 아스팔트 루핑(roofing)에 사용되고 있다. 활석은 전기에 대하여 절연성을 가지고, 분말상태일 때 흡수성·고착성이 강하며, 내화성도 우수하여 내화재·충진재 등으로도 많이 쓰인다. 이 밖에도 타일·도자기 등의 요업제품 재료, 페인트원료, 제지공업 재료, 고무·활석크레용·세면도구·윤활제·구두약 등의 원료로 쓰인다. 활석은 윤활제, 가죽손질용, 화장분과 살포제, 표시용 연필에도 사용된다. 산업적으로는 요업제품의 수축계수를 낮추는 데 사용되며, 페인트·종이·고무에 충전제로서, 살충제에 운반체로서 그리고 지붕재료에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 고무제품의 증량제로 사용(배합)

① 시나리오 : 고무제품의 제조는 기본적으로는 원료고무를 그냥 개어서 적당한 가소도를 주고, 이어서 가황제・충전제・노화방지제 등을 배합하여 섞은 후 성형・가황하는 것이다. 고무에 첨가하는 미분말상물질에 충전제가 있다. 여기에는 보강성 충전제와 증량제가 있다. 보강성 충전제는 고무의 내마모성・항장력 등 기계적 성질을 높이는 효과가 있다. 이의 대표적인 것이 카본블랙(carbon black)이며, 증량제는 탄산칼슘・점토・활석 등이 사용된다. 배합・교반이 끝난 배합고무는 2개 이상의 롤러를 조립한 캘린더(calender)를 거쳐 일정한 두께의 고무시트로 만들어 낸다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1보다 작으므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 방화도료(fireproofing coating)[1]의 전색제로 사용(투입)

① 시나리오 : 방화도료의 조성은 안료・전색제・희석제이며 전색제에 의해 효력이 발생된다. 전색제로서 규산알칼리를 물에 용해시켜 이것에 점토・활석・석면 등의 안료를 가한 것이다. 활석을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 목재의 인화 및 연소를 방지할 목적으로 목재에 도장하는 특수도료의 총칭. 내화도료라고도 한다. 카세인 등의 난연성물질의 수용액에 안료를 혼합한 것도 있다. 최근에는 폴리염화비닐에 염화파라핀 등을 가해 이것에 안료를 배합한 것도 나왔다. 방화도료는 도료 중의 안료의 부피가 50% 이상이거나 안료성분 중 산화안티몬 SbO이 20% 이상 함유되어 있으면 방화성이 커진다. 또한 도료 중의 염화파라핀 양이 30~55%일 때 방화성이 크다. 즉 폴리염화비닐의 함량이 40% 이상일 때이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아스팔트루핑(asphalt roofing)제조에 사용(살포)

① 시나리오 : 루핑원지에 스트레이트아스팔트를 침투시키고 그 양면을 블론아스팔트로 피복한 후 다시 표면에 활석·운모 등의 분말을 산포한 방수지이다. 활석분말을 살포 할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 연마제(abrasives)로 사용

① 시나리오 : 연마작업에 사용되는 굳기가 매우 높고 인성을 가진 물질[1]로 연삭재라고도 한다. 입상이나 분말상으로 되어 있다. 연마제에는 활석·수정·석류석 및 천연다이아몬드와 같은 천연연마제와 산화크롬·알루미나·카보런덤·탄화붕소 및 인조다이아몬드 등 인조연마제(연마제로서는 천연제보다 많이 이용된다)가 있다. 활석 분말을 연마제로 직접 사용할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 연마재에는 활석·수정·석류석 및 천연다이아몬드와 같은 천연연마재와 산화크롬·알루미나·카보런덤·탄화붕소 및 인조다이아몬드 등 인조연마재(연마재로서는 천연재보다 많이 이용된다)가 있다. 연마재를 실제 사용할 때는 숫돌·연마포지(에머리클로스는 알루미나질로 금속용이며, 석류석질은 목공용이다)·미세분말을 유지에 혼합한 유지연마재 형태로 사용하는 방법과 입상이나 분말상을 그대로 유리나 금속판 위에 뿌려 연마하는 방법이 있다. 연마재를 실제 사용할 때는 숫돌·연마포지(에머리클로스는 알루미나질로 금속용이며, 석류석질은 목공용이다)·미세분말을 유지에 혼합한 유지연마재 형태로 사용하는 방법과 입상이나 분말상을 그대로 유리나 금속판 위에 뿌려 연마하는 방법이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 색연필(pencil)[1]의 원료(혼합)

① 시나리오 : 색연필의 원료는 활석・타칼란트고무・왁스성분・착색염료 등이다. 색연필의 심은 왁스성분과 착색 염료에 활석풀을 가하여 반죽한 것을 성형 건조시켜 만든다.

활석 중 불순물로서의 철을 거의 함유하지 않는 양질의 것은 아트지를 가공할 때의 재료가 되고, 그 밖에 화장품・활마용・보온용・내화재 등에 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 흑연과 점토의 분말을 혼합하여 고온으로 구워 굳힌 심을 알맞은 굵기와 길이로 만들어서 나무 등의 축에 끼운 필기도구.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 방청제 제조

① 시나리오 : 자동차 언더바디용 WAX계 방청제 제조 시 18~24% 정도 첨가되며 이때 활석은 분진 형태로 근로자에게 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 방청제 도포

① 시나리오 : 완성차 제조 후 수출용 차량을 대상으로 부식방지를 위한 방청 작업이 수행되며 이러한 작업은 국소배기장치가 설치되어 있는 Pit 내부에서 완성차의 하체 부분에 분무나 도포한다. 이때 사용하는 도포언더바디용 WAX계 방청제에 활석이 18~24% 정도 함유되어 있으므로 에어로졸에 함유되어 근로자에게 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□8-10시간				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.017 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(231)수산화 칼륨 Potassium hydroxide 1310-58-3

1. 개요

1) 제조

염화칼륨수용액을 전기분해하여 제조한다. 수산화칼륨은 미량의 철, 알루미늄, 규산 등을 포함하므로, 순도가 높은 것을 요구하는 경우는 전해로 얻을 수 있던 수산화칼륨액을 여과해 은제의 솥에서 농축, 제립기로 입상으로 한 후 냉각 고체화시켜 얻어진다.

2) 용도

- 각종 칼륨화합물이나 칼륨유리의 원료
- 연비누, 염료(인디고 제조), 의약품(헥실레조르신 등) 등의 제조에 사용
- 알칼리 전지에 사용
- 최근에는 헬켈법으로 텔레프탈산(폴리에스테르섬유의 원료)의 합성에 사용
- 탄산가스 흡수제
- 표백제의 원료
- 디메틸테레프탈산의 원료
- 옥살산의 원료

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	56.10	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(719℃)
끓는점	1,320~1,324℃	R-phrase	22,35	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 2 mg/m^3 STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 수산화칼륨 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염화칼륨수용액을 전기분해에 의해 제조된다. 제조된 수산화칼륨을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.
정제염화칼리 → 전해 → 가성소다, 염소

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 과산화칼륨(potassium superoxide)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 수산화칼륨과 과산화수소의 당량혼합물인 수용액을 진공 속에서 진한 황산에서 증발시켜(2수화물) 얻는다. 수산화칼륨을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자식은 K2O2이고 가열에 의하여 K2O와 O2로 분해된다. 흡습성이 있으며, 물과 반응하여 KOH와 O2로 분해된다. 매우 강력한 산화제이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 규산칼륨(potassium silicate)[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 이산화규소와 수산화칼륨을 융해하여 700~800℃로 유지하면 유리상의 투명한 고체로 생성된다. 수산화칼륨을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산화칼륨의 일부가 물에 의하여 치환된 화합물도 여기에 포함된다. 보통 규산칼륨이라고 하는 것은 메타규산칼륨 K2SiO3이라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 산화은전지(silver oxide cell)[1] 제조(용액 투입)

① 시나리오 : 양극에 산화은, 음극에 아연을 사용하고, 수산화칼륨을 전해액으로 한 전지를 제조한다. 수산화칼륨 용액을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 1차전지와 2차전지가 있으며, 단추형의 1차전지가 많이 사용된다. 카메라의 전자셔터용, 전자식 탁상계산기, 보청기, 라이터 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 니켈카드뮴전지(nickel-cadmium battery)[1] 제조(용액 투입)

① 시나리오 : 양극에 수산화니켈 Ni(OH), 음극에 카드뮴, 전해액으로 수산화칼륨을 사용한다. 수산화칼륨 용액을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 기전력은 약 1.33V이고 전지 1개당 전압은 약 1.2V이다. 납축전지와는 다르며, 전해액인 수산화칼륨이 직접 전극반응에 관여하지 않고, 자기방전이나 수명·온도 등에 뛰어난 특성을 나타낸다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 알칼리망간건전지(alkaline manganese dioxide dry cell)[1] 제조(용액 투입)

① 시나리오 : 전해액으로는 30~40%의 수산화칼륨에 산화아연 ZnO를 포화시킨 용액이 사용된다. 음극은 아연관이 아닌 겔화된 아연분말을 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 망간건전지의 중성 전해액 대신 염기성 용액을 사용한 건전지. 간단히 알칼리건전지라고도 한다.공칭전압은 망간건전지와 같은 1.5V이며, 전압 안정성이 좋아서 보통의 사용조건에서는 용량이 망간건전지의 약 3배이며, 고부하연속 방전에서는 약 10배의 용량이 된다. 이용시간이 긴 헤드폰스테레오나 카메라의 스트로보 등에 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 프탈이미드칼륨 제조(가브리엘 공법, Gabriel's method)[1] (현장점검)

① 시나리오 : 프탈이미드에 수산화칼륨을 작용시키면 프탈이미드칼륨이 생성된다. 이어서 프탈이미드칼륨과 할로겐화알킬을 반응시키고 나서 가수분해하면 1차아민이 얻어진다. 수산화칼륨을 투입하여 제조과정과 시설을 점검할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	330 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1차아민의 합성방법으로 가브리엘 반응이라고도 하며, 아미노화에 의한 아미노산 합성에도 응용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 과망간산칼륨(potassium permanganate)[1] 제조에 사용(현장점검)

① 시나리오 : 파이롤루스광과 수산화칼륨을 융해하고 공기로 산화시킨 것을 원료로 한다. 제조과정과 설비를 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 산화제・분석(과망간산 적정 등)・유기합성・소독살균・표백 등 용도로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 금산염(autate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 수산화금(Ⅲ)을 수산화칼륨 용액에 녹여서 진공 증발시키면 $KAuO_2 \cdot 3H_2O$($K[Au(OH)_4] \cdot H_2O$)의 황색 바늘꼴 결정이 얻어진다. 수용액은 가수분해하여 알칼리성을 나타낸다. 요액에 녹이기 위하여 수산화 칼륨을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 메타금산염 $MAuO_2$만이 존재하고, 오르토 염은 얻어지지 않는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 광견병 백신(rabies vaccine) 제조

① 시나리오 : 광견병독에 의해 발병된 개의 뇌를 집토끼의 뇌경막하에 접종한 고정독을 새로 집토끼의 뇌경막하에 주사하여, 발병 후 그 척수를 꺼내어 수산화칼륨을 넣은 병에 매달아서 건조시킨 백신이다. 용기를 개폐할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 네슬러 시약(Nessler's reagent) 제조(투입)

① 시나리오 : 요오드화수은(Ⅱ)과 요오드화칼륨과의 착물을 수산화칼륨 용액에 녹인 시약이다.[1] 용기에 수산화칼륨 용액을 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 적은 양의 암모니아에 의해 황색 또는 황갈색으로 착색되고, 암모니아가 진할 때는 적갈색의 침전 NHI가 생긴다. 가장 예민한 암모니아의 검출시약 및 비색정량시약으로 사용된다. 요오드화칼륨 5g을 뜨거운 물 5%에 녹이고 여기에 염화수은(Ⅱ) 2.5g을 뜨거운 물 10㎖에 녹인 용액을 조금씩 가하여 흔들고, 이때 생긴 침전이 녹지 않게 될 때까지 계속한다. 냉각해서 수산화칼륨 15g을 물 30㎖에 녹인 용액 및 물을 가해서 100㎖로 하고, 다시 염화수은(Ⅱ)용액 0.5㎖를 가해서 흔든 다음 원심분리하여 위쪽의 맑은 액체를 떠내어 갈색병에 넣어서 어둔 곳에 저장한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 뇌은(fulminating silver)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 산화은을 진한 암모니아수에 녹인 용액을 방치하여 수산화칼륨 수용액을 가하면 어두운색 침전이 얻어진다. 수산화칼륨 수용액을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	11 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 은의 질소화물인 질화은. 검은색 분말로서, 극히 불안정하여 마찰이나 접촉에 의해 격렬하게 폭발한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 뒤마 질소정량법(Dumas' method of nitrogen estimation)[1]에 사용

① 시나리오 : 왼쪽에 이산화탄소를 발생시키는 킵장치를 놓고 이것에 연결한 연소관에는 그 대부분을 차지하는 선 모양의 산화구리 사이에 시료를 혼합한 가루 모양의 산화구리 층이 있고, 출구에는 연소로 인해 발생할 염려가 있는 산화질소를 분해하여 질소로 만들기 위해 새로 환원한 구리 그물이 놓여 있다. 오른쪽에는 질소가스를 포집하는 시프의 질소계가 이에 연결되어 있다. 이것은 수산화칼륨 수용액(50%)을 넣은 가스뷰렛으로 위쪽에는 밸브, 아래쪽에는 연소가스를 도입하는 측관(상부의 액체가 유출하지 않도록 그 입구를 수은으로 막았다) 및 액면을 올리고 내리기 위한 저장기에 연락하는 입구가 있다. 질소계의 상부까지 액체를 채우고 상부의 밸브를 막고 연소시키면 발생한 가스 중 이산화탄소 및 수증기는 액체 내에 흡수되어 질소만이 떠올라 뷰렛의 상부에 고이므로 그 체적을 측정하여 시료 중의 질소량을 구할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	0.1 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기화합물을 이산화탄소 기류 중에서 산화구리와 함께 가열하여 분해한 뒤 그 성분의 질소를 기체로 하여 측량하는 원소분석의 한 방법.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 디벤젠크롬(dibenzenechromium)[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 염화크롬(Ⅲ)무수물・알루미늄가루・염화알류미늄무수물 및 벤젠의 혼합물을 감압 또는 용융하여, 용융액을 공기와 차단시켜서 얼음으로 냉각하고, 메틸알코올과 물을 가하여 가수분해가 끝나면, 벤젠과 디티온산나트륨의 포화용액을 가하여 냉각하면서 다시 수산화칼륨을 가한 뒤 용매를 증발하여 없앤다. 다음에 남은 고체를 승화시키면 반자성인 흑갈색 정육면체의 결정으로서 얻게 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	72 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 크롬원자에 2개의 벤젠이 배위한 π착물이며 샌드위치구조를 갖는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 디아조메탄(diazomethane)[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 니트로소메틸우레탄에 수산화칼륨을 작용시켜 생성된다.[2] 제조된 디아조메탄을 포장할 때에 수산화칼륨에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 산·페놀 등 여러 가지 화합물에 이 화합물을 작용시키면 그들 산소를 메틸화할 수 있으므로 디아조메탄의 에테르용액은 메틸화제로서 사용된다. 또 디아조메탄을 광분해하면 메틸렌이 발생한다.
2) 다른 제법으로는 니트로소-톨루엔술폰산-메틸아미드를 수산화칼륨과 처리하면 생성된다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(232) 수산화 칼슘 Calcium hydroxide 1305-62-0

1. 개요

1) 제조

생석회의 수화작용에 의해 수산화칼슘(일명 '소석회')으로 제조된다. 소화[1]는 손소화와 기계소화 2가지 방식으로 이루어진다. 손소화는 생석회를 마루에 살포해 주수교반하는 것이고, 기계소화는 생석회를 소화기내에 주입해 주입교반하는 것이다. 소화한 것은 숙성조에 이송되어 24시간 이상 방치되어 생성된다.

실험실에서는 알칼리가 포함된 소금의 물(용액)로 제조한다.

하이드레이터 내 수산화칼슘에다 2~3번의 정확한 물을 주입함으로써 상업적인 수준의 물질로 생산한다. 20cm두께의 수산화칼슘을 부드럽게 하거나 이 덩어리를 물에다 가라앉힌다.

2) 용도

- 석고, 백색 도료의 제조에 쓰임
- 건축재료로 사용
- 포장자재, 윤활제, 농약, 종이, 펄프의 제조 등에 사용
- 이산화탄소의 검출과 이산화탄소에 의한 온실 효과를 줄이는데 이용
- 높은 pH와 강한 살균효과, 골형성의 잠재력을 가진 근관 소독제
- 비료, 표백분말, 조개탄, 연탄, 비철금속 등의 원료로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.10	물리적 상태	고체 분말	증기압	자료 없음
끓는점	580℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 소화는 생석회에 물을 부어 소석회로 만드는 것을 말한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 수산화칼슘 제조(저장)

① 시나리오 : 수산화칼슘은 생석회를 소화기내에 주입해 주입교반하고, 소화한 것은 숙성조에 이송되어 24시간 이상 방치되어 생성된다. 생성된 수산화칼슘을 IBC에 저장하는 공정에서 작업하는 근로자에게 노출될 수 있다.

생석회, 물 → 소화기 → 숙성조 → 플레이분 → 소석회

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 307

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아황산 펄프 제조(침지)

① 시나리오 : 아황산 펄프의 생산과정을 보면 목재를 톱으로 절단하고 박피기에서 껍질을 벗긴 후 칩을 만든다. 이어 스팀과 수산화칼슘에 이산화황을 흡수시켜 침지과정을 거친 후 아황산수소칼슘용액은 제거되고 필요한 셀룰로오스만을 얻어 세척과 건조과정을 거쳐 펄프를 생산한다. 침지공정에서 작업하는 근로자에게 노출될 수 있다.

목재입고 → 칩핑 → 침지 → 블로잉 → 세척 → 건조/프레스 → 펄프

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 고로슬래그 시멘트 작업(혼합)

① 시나리오 : 고로슬래그의 특성은 자체적으로는 반응성이 없지만, 시멘트와 혼합하면 시멘트 수화 시 생성된 수산화칼슘과 슬래그 중의 산화규소, 산화알루미늄과 반응하여 수화생성물을 생성함으로써 강도를 발현하게 된다. 수화된 시멘트와 슬래그를 혼합할 때 수산화칼슘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화비닐리덴[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 1,2-디클로로에탄의 염소치환으로 얻어지는 1,1,2-트리클로로에탄을, 수산화칼슘에 의해 탈염화수소해서 제조한다. 수산화칼슘이 원료로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 매우 불안정한 화합물이어서 산소와 접촉하여 과산화물을 만들게 되면 폭발하는 경우가 있으므로 물 속이나 어두운 곳에 저장한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 석회유(milk of lime)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 다량의 수산화칼슘을 미립자상태로 물에 섞어서 포화 이상으로 분산시켜 제조한다. 원료 투입 시에 근로자는 수산화칼슘 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석회죽이라고도 한다. 소독제로 쓰이며, 용해도가 낮은 수산화칼슘의 결점을 보완하고, 가격이 저렴한 강염기의 특징을 살려 공업적으로도 많이 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 비료로 사용

① 시나리오 : 비닐하우스 내에서 식물을 재배할 때, 흙에 산성이 강하면 잘 자라지 않기 때문에 1㎡에 100~150g의 수산화칼슘을 섞어 땅에 뿌리는 작업을 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아세트산 제조(배합)

① 시나리오 : 목초를 수산화칼슘으로 중화시켜 아세트산칼슘으로 만든 뒤, 다시 진한 황산으로 분해하면 아세트산이 생성된다. 목초를 중화시키기 위해 수산화칼슘을 배합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 암모니아 제조(현장점검)

① 시나리오 : 암모늄염을 수산화칼슘과 함께 가열하면 생성된다. 이렇게 제조된 염기성의 암모니아 기체를 건조시키기 위해 건조제로서 산화칼슘이나 수산화나트륨을 사용한다. 장치화 된 공정을 점검하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 염화칼슘 제조(첨가)

① 시나리오 : 암모니아소다법의 공정에서 증류탑의 폐액(廢液)에 수산화칼슘을 가하여 제조한다. 수산화칼슘을 첨가하는 공정에서 작업하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 식품 첨가제 제조(계량)

① 시나리오 : 식품 제조공정에서 팽창제(베이킹파우더), 간수(염화마그네슘), 경화제(수산화칼슘), 겔화제(젤라틴)는 불가결하게 들어가는 첨가물로 사용된다. 수산화칼슘을 경화제로 첨가하기 이전에 계량작업을 하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 211

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(233) 스토다드 용제 Stoddard solvent 8052-41-3

1. 개요

1) 제조

스토다드 용제는 파라핀류, 나프텐류, 방향족 탄화수소의 혼합물이다.

2) 용도

- 얼룩이나 점 제거
- 페인트, 코팅, 왁스에 대한 희석액으로 사용
- 지방친화성의 다양한 살충제로 사용
- 인쇄업에서 유지 제거 및 세척
- 제초제로 사용
- 드라이클리닝에 사용
- 보편적인 용제 및 일반적인 세척제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

스토다드용제는 피부에 자극을 주며 흡입을 통해 인체에 유해한 영향을 준다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	128.25	물리적 상태	액체	증기압	0.5kPa(20℃)
끓는점	154~202℃(160~210℃)	R-phrase	45,65	Log Kow	3.16-7.06
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 525 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 도료용 첨가제 제조(시료분석)

① 시나리오 : 불포화폴리카르복실산폴리머, 이소부탄올, 스토다드용제를 주원료로 하여 제조된다. 품질관리를 위하여 원료 및 중간생성물을 분석하는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 드라이클리닝[1] 용제로 사용

① 시나리오 : 대량의 의류를 능률적으로 드라이클리닝하기 위해서는 기계를 사용하는데, 작업자가 용제의 증기를 흡입하지 않도록 밀폐장치가 되어 있다. 스토다드 용제가 드라이클리닝 용제로 사용되고, 세정-탈액-건조 과정으로 기계에서 연속·자동적으로 이루어진다. 따라서 세탁된 의류를 꺼낼 때 일부 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 드라이클리닝은 유성 휘발성 유기용제를 사용하여 마른 상태로 세탁하는 방법이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 페인트 작업

① 시나리오 : 도장작업 시에 페인트의 희석제로 사용한다. 작업자는 페인트와 희석제인 스토다드 용제를 혼합하여 사용하는 작업에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(234) 시안아미드 Cyanamide 420-04-2

1. 개요

1) 제조

수중에서 칼슘시안아미드[1]를 연속해서 탄산염화(또는 탄산가스화)하여 생산한다. 또는 칼슘시안아미드에 황산을 작용시키거나, 염화시안과 암모니아를 반응시키면 생긴다.

2) 용도

멜라민 제조시 디시안아미드의 화학적 중간산물, 훈증제, 금속제련, 금속세척제, 합성고무의 생산, 화학적 합성 등에 사용된다. 또는 종이 보존제, 시멘트 첨가제, 섬유관련 첨가제 등으로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

화학반응의 중간체로써, 연료, 윤활 첨가제, 제지 보호제, 시멘트 첨가제, 섬유 완염제로써 시안아미드의 생산과 사용을 통해 작업자에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	42.04	물리적 상태	고체	증기압	3.75×10^{-3}mmHg(20℃)
끓는점	83℃	R-phrase	21,25,36/38,43	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

1) 칼슘시안아미드는 석회질소의 주성분으로 무색의 육방정계 고체인데, 강알칼리 수용액과 반응하여 요소를 생성하고, 고온에서는 탄소와 작용하여 시안화칼슘을 생성하며, 비료, 잡초방제제, 화학공업원료 등에 사용된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 시안아미드의 제조(포장)

① 시나리오 : 시안아미드화칼슘에 황산을 작용시키거나, 염화시안과 암모니아를 반응시켜 제조한다. 제조된 시안아미드는 용기에 포장되어 출고되는 데, 용기에 포장되는 과정에서 작업자는 시안아미드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 멜라민(melamine) 제조(반응)

① 시나리오 : 강한 산 및 강한 알칼리수용액에서는 요소로 변하고, 열에 의해서는 디시안디아미드나 멜라민으로 변하게 되는 데, 멜라민 제조 시 디시안아미드의 화학적 중간산물로써 시안아미드가 발생하여 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 크레아틴 제조(투입)

① 시나리오 : 사르코신과 시안아미드를 약염기에서 반응시켜 얻는다. 시안아미드를 원료로 투입하는 과정에서 작업자는 시안아미드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 티오요소(thiourea)[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 제법은 시안아미드에 암모니아를 촉매로 하고 황화수소를 첨가, 작용시켜 효율적으로 합성하는 것이다. 작업자는 시안아미드를 원료로 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 티오요소는 요소의 산소원자를 황으로 치환한 구조의 화합물이다. 여러 가지 금속과 첨가화합물을 만드는 성질을 이용하여 비스무트·오스뮴·팔라듐·안티몬(Ⅲ) 등의 금속의 비색 분석, 탈륨·납·카드뮴 등의 분리, 셀렌의 검출 등에 쓰이며 염료나 의약품의 제조원료로도 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(235) 시안화 칼륨 Potassium cyanide 151-50-8

1. 개요

1) 제조

흔히 청산가리로 알려진 시안화칼륨은 시안산을 수산화칼륨과 반응시켜 시안화칼륨수용액을 만들고, 이것을 탈수처리하여 제조한다.

$KOH + HCN \rightarrow KCN + H_2O$

또, 탄산칼륨과 탄소의 혼합물을 암모니아 기류 속에서 가열하여 만드는 방법도 있다.

2) 용도

- 금, 은, 구리, 납 등의 전기도금에 사용
- 광물의 제련 및 보석가공에 쓰임
- 사진 현상에 사용
- 펜시클리딘(phencyclidine) 및 메타아크릴산 수지의 합성과 제조에 쓰임
- 감청색 안료의 원료로 사용
- 황혈염 제조에 사용
- 곤충과 쥐 등에 대한 훈증 소독, 농약 등에 쓰임
- 시안화나트륨과 혼합시켜 질소화강의 제조에 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	65.11	물리적 상태	고체,분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시안화칼륨 제조(포장)

① 시나리오 : 시안산을 수산화칼륨과 반응시켜 시안화칼륨수용액을 만들고, 이것을 탈수처리하여 제조한다. 제조된 시안화칼륨은 용기에 포장되어 출고되는 데 이와 관련된 작업을 하는 근로자에게 공기 중으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 금과 은 추출에 사용(혼합)

① 시나리오 : 시안화칼륨의 묽은 용액에 금과 은이 섞인 광석을 녹여 금과 은을 분리 추출한다.[1] 시안화칼륨 용액에 광석을 투입할 때 잠시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 시안화법(cyanide process), 맥아더-포리스트법이라고 한다. 먼저 미세한 분말의 광석을 시안화물 용액에 접촉시키는 과정을 거친 후, 맑은 용액에서 고체들을 걸러낸 다음, 용액에 아연 가루를 넣으면 금과 은이 회수된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 시안화은(silver cyanide)[1] 제조(포장)

① 시나리오 :질산은 수용액과 시안화칼륨 용액을 반응시켜 만든다. 제조된 시안화은을 제품화하기 위해 포장할 때 미반응 된 시안화칼륨에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	130 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 시안화은은 은도금, 염산처리에 의한 간편한 청산발생제로서 이용된다
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 글루타르산(glutaric adid)[1]의 제조(시약)

① 시나리오 : 실험실에서는 브롬화트리메틸렌과 시안화칼륨에서 디니트릴을 거쳐 합성된다. 실험을 위하여 제조하는 상황으로 소량의 시안화칼륨에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리에스테르 ·폴리아미드 ·염화비닐용 가소제 등의 제조원료로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 금 도금(gold plating)[1] (투입)

① 시나리오 : 금시안화칼륨과 유리된 시안화칼륨이 있는 수용액 속에서 전기도금한다. 시안화칼륨을 원료로 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 202

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속재료의 표면에 얇은 금의 층을 입히는 일로 그 목적은 외관상 금제품으로 보이게 하려는 경우와 내식성을 개선하려는 경우가 있다. 피뢰침의 끝이나 화재경보기의 접점과 같이 녹슬면 안되는 곳에 사용하는 것이 후자의 경우이고, 값이 싼 액세서리 등이 전자의 경우이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(236) 시클로펜타디엔 Cyclopentadiene 542-92-7

1. 개요

1) 제조

석탄 건류에서 제조된 증류액으로 만들어진다. 코크스로 가스 액화를 포함하는 공정에 의해 제조된다. 석유 탄화수소를 분해할 동안에 만들어진다. 활성화된 알루미나 그리고 몰리브덴, 크롬, 혹은 바나듐의 산화물들에 기화된 시클로펜탄을 통과시킴으로써 합성이 된다.

실험실에서 제조하는 방법은 디시클로펜타디엔을 단위체로 분해함으로써 제조한다.

이합체(dimer)는 시클로펜타디엔을 다루기에 보다 편한 형태이고, 기압 수준에서 증류함으로써 단위체로 쉽게 분해한다.

2) 용도

- 수지 제조
- 합성 알칼로이드, 장뇌를 제조하는 다니엘-엘더 반응(유기 합성)에 사용
- 합성 프로스타글란딘의 개시 물질(starting material)
- 염소 처리한 살충제
- 킬레이트화에 의한 화합물들의 형성

3) 노출 및 결정인자[1)]

시클로펜타디엔은 폐기물 회화(incineration), 중합체 제조 공장, 그리고 중합체, 생물자원, 가솔린 등을 통해서 유출될 수 있다. 만약 대기로 유출된다면 시클로펜타디엔은 거의 증기 상태로 존재할 것으로 예상된다.

시클로펜타디엔에 대한 노출의 가장 가능성 있는 경로는 연소 과정들로부터의 방출뿐만 아니라 담배 및 자동차 배기가스 흡입도 해당된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	66.10	물리적 상태	액체	증기압	435mmHg(25℃)
끓는점	41.5~42.0℃	R-phrase	10,21,25,36,37,38	Log Kow	2.25
노출기준 (노동부)	TWA 75 ppm / 200 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시클로펜타디엔의 제조(포장)

① 시나리오 : 활성화된 알루미나 그리고 몰리브덴, 크롬, 혹은 바나듐의 산화물들에 기화된 시클로펜탄을 통과시킴으로써 합성이 된다. 작업자는 시클로펜타디엔을 용기에 포장하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.133 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 니켈로센(nickelocene)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 디에틸아민과 같은 염기의 존재하에서 시클로펜타디엔과 염화니켈(Ⅱ)를 반응시키면 합성된다. 니켈로센은 펠로센에 비해서 시클로펜타디엔일 고리와 금속과의 결합거리가 길고, 펠로센보다 불안정하여 화학반응성이 풍부하며, 고리에 첨가반응이 잘 일어난다. 작업자는 시클로펜타디엔이 원료로 투입되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.33 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 니켈의 화합물로 비스니켈(Ⅱ)라고도 하며, 펠로센과 마찬가지로 니켈원자가 2개의 시클로펜타디엔일 고리에 끼어 있는 구조를 가진다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 경유(gas light oil)[1]의 제조(주입)

① 시나리오 : 고온건류에 의한 가스경유의 조성은 벤젠 57%, 톨루엔 13%, 크실렌류 5%, 시클로펜타디엔 5%, 그 밖에 페놀·크레졸류·피리딘류·피롤류·티오펜류 등이 포함되어 있다. 작업자는 제조된 경유를 탱크로리에 옮기는 작업에서 미량의 시클로펜타디엔에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 경유는 석탄을 건류할 때 석탄가스 속에 부산물로서 함유되는 휘발성 기름이다. 가스에는 벤젠 등의 방향족 탄화수소가 포함되어 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 클로르데인(chlordane)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 클로르데인은 시클로펜타디엔과 헥사클로로시클로펜타디엔을 반응시켜 만든 화합물인 클로르덴에 염소를 첨가하여 만들었다. 작업자는 시클로펜타디엔이 원료로 투입되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.67 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 옥타클로르라고도 하며 옥타클로로헥사히드로메타노인덴의 이성질체(동일한 조성을 가지지만 구조가 다른 화합물) 중 하나이다. 염소를 포함하는 유기화합물의 혼합물의 주요성분으로 접촉성 살충제로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(237) 시클로펜탄 Cyclopentane 287-92-3

1. 개요

1) 제조

분해 가솔린을 수소화해, 정밀 증류하여 제조한다.

펜탄을 백금촉매에 의해서 탈수소 고리닫음하여 제조한다.

고온고압상태에서 알루미늄이 있을 때, 시클로헥산(cyclohexane)을 분해하여 제조한다.

2) 용도

- 실험용 시약으로 사용
- 석유에테르, 연료, 지방 및 왁스추출에 사용되며, 페인트 속에 함유
- 신발산업에 사용
- 방향족화합물의 크래킹에 이용
- 진통제, 진정제, 최면제, 항암제, 중추신경 억제제, 프로스타글란딘, 해충제 등의 제조에 이용
- 셀룰로스 에테르, 자동차 연료, 공비혼합물 증류 등의 용매제로 사용
- 화학제품 합성을 위한 시발물질로 사용
- 접착제, 에어졸 용제, 수지 발포제에 사용
- 살충제 생산의 반응중간체로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

가솔린에 노출된 운반 운전자들에게 대기를 통해 시클로펜탄이 노출될 수 있으며, 주유소 직원들 또한 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	70.13	물리적 상태	액체	증기압	317.8mmHg(25℃)
끓는점	49.5℃	R-phrase	11,52/53	Log Kow	3.00
노출기준 (노동부)	TWA 600 ppm / 1,720 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시클로펜탄의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 분해 가솔린을 수소화해, 정밀 증류하여 제조한다. 제조된 시클로펜탄의 품질관리를 위해 주기적인 시료채취를 하는데, 이러한 작업을 하는 근로자는 시클로펜탄에 공기 중으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 시클로펜탄의 제조(포장)

① 시나리오 : 분해 가솔린을 수소화해, 정밀 증류하여 제조한다. 제조된 시클로펜탄은 드럼통에 포장되어 출고되는데, 이러한 작업을 하는 근로자에게 시클로펜탄이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.033 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 주유소의 휘발유 성분(주입)

① 시나리오 : 시클로펜탄은 시클로파라핀(시클로알칸) 중에서 시클로헥산과 함께 가장 안정한 화합물이며, 옥탄값이 85로 높아서 가솔린 성분으로 이용되어 주유소 근무자들에게 주로 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 냉장고의 신발포제로 사용(조립)

① 시나리오 : 냉장고 제조에 있어 대표적인 물리적 발포제인 프레온을 대신하여 새로운 발포제로 시클로펜탄을 이용한다. 따라서 발포제가 함유된 부품을 조립하는 근로자에게 시클로펜탄이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.083 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 경질 폴리우레탄 발포체[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 경질 폴리우레탄 발포체는 유기 폴리이소시아네이트를, 시클로펜탄 50~90%와 이소펜탄, n-펜탄 10~50%를 포함하는 발포제 혼합물에 다관능성 이소시아네이트 반응성 성분과 반응시켜 제조한다. 원료로 사용되는 시클로펜탄을 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	23 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 시클로펜탄이 발포제로 사용된 경질 폴리우레탄 발포체는 양호한 단열성을 갖기 때문에 냉장고용 단열재, 건물 또는 차량을 위한 구조 재료로 널리 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(238) 시클로헥사놀 Cyclohexanol 108-93-0

1. 개요

1) 제조

시클로헥산을 산화시켜 사이클로헥사논과 사이클로헥산올을 생성, 분리, 정제한다.

고온고압하에서 페놀의 촉매 수소화 반응(hydrogenation)에 의해 생산되는데, K-A(ketone, alcohol, cyclohexanone-cyclohexanol 혼합물)의 제조과정에서 발생된다.

2) 용도

유류, 수지류, 에틸셀로솔브의 용제, 비누, 플라스틱, 락카, 페인트, 탈지제, 가소제, 세제, 농약 등에 사용된다.

또한, 합성 중간체(사이클로헥사논, 카프로락탐, 아디핀산, 나일론의 제조), 유기용제(고무, 니트로셀룰로오즈, 염료, 광물유, 셀룰로오즈 에스테르(에테르)), 에멀젼화제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.16	물리적 상태	고체. 액체	증기압	0.47kPa(3.5mmHg; 5% v/v)(20℃)
끓는점	161℃	R-phrase	20/22,37/38	Log Kow	1.23
노출기준(노동부)	TWA 50 ppm / 200 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시클로헥사놀의 제조(포장)

① 시나리오 : 시클로헥산을 산화시켜 시클로헥사논과 시클로헥사놀을 생성, 분리, 정제한다. 이렇게 생산된 제품은 포장되어 출고되는데, 이 과정에서 근로자는 시클로헥사놀에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	350 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아디프산 소량 제조(첨가)

① 시나리오 : 아디프산은 농도 61.3%의 질산을 시클로헥사놀에 대해 4배 사용하여 55~60℃에서 시클로헥사놀을 질산 속에 저으면서 떨어뜨려 냉각시키면 아디프산이 결정으로 석출된다. 시클로헥사놀을 계량하여 첨가 시 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 디시클로헥실 프탈레이트(Dicylcohexyl phthalate) 제조(투입)

① 시나리오 : 디시클로헥실 프탈레이트는 무수프탈산에 시클로헥사놀과 벤젠을 가하고 촉매로 p-톨루엔산을 넣고 가열, 반응시킨 다음 반응 생성물을 4% 가성소다로 중화, 세척, 증류하여 제조한다. 시클로헥사놀을 원료로 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 나일론 66 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 석탄을 건류하면 코우크(Coke)와 타르(Tar)가 된다. 이 타르로부터 석탄산을 얻고 코우크와 증기와의 반응에 의해 수성가스를 발생시켜 수소를 얻는다. 이 수소와 공기 중의 질소를 화합하여 암모니아를 만든다. 이 암모니아와 공기로부터 얻은 산소를 화합시켜 초산을 만든다. 석탄산에 수소를 첨가하여 시클로헥사놀(Cyclohexanol)을 만든다. 이것을 초산으로 산화하면 아디프산이 만들어지므로 아디프산에 암모니아를 작용시켜 아디포니트릴(adiponitrile)을 만들어 이것을 수소에 환원하면 헥사메틸렌디아민(hexamethylenediamine)이 된다. 이것과 아디프산을 당량씩 혼합하여 축합적 중합시키면 폴리아미드인 나일론 66이 된다. 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 나일론 6 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 석탄산으로서 물과 공기로부터 수소, 암모니아를 만들고 석탄산에 수소를 첨가하여 시클로헥사놀을 만드는 것은 나일론 66의 경우와 동일하지만 그 외에 황을 연소하여 주황산가스를 만들어 이것이 원료의 일부가 된다.

이 아황산가스와 암모니아로부터 아황산암몬을 만들고 이것과 암모니아로부터 만든 아초산암몬을 혼합하여 여기에 아황산가스를 붙어 넣어 하이드록실아민(hydroxylamine)을 만든다. 이것과 시클로헥사놀의 탈수소에 의해 얻은 시클로헥산(Cyclohexane)과 반응시켜 반응 중에 생성한 유리황산을 암모니아에서 중화하면 시클로헥사논 옥심(Cyclohexanone Oxime)의 결정이 석출한다. 이것을 탈수, 건조하고 나서 진한 황산으로 가열하면 카프로락탐(Caprolactam)이 생성한다. 여기에 물을 가하여 중합시키면 나일론 6이 제조된다. 이러한 장치화 된 작업장에서 근로자는 시클로헥사논에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 부티르산 시클로헥실부티레이트(butyric acid cyclohexyl-butyrate)[1]의 제조(혼합)

① 시나리오 : 시클로헥사놀과 부티르산에 소량의 진한 황산을 가하여 가열하여 만든다. 시클로헥사놀과 부티르산을 혼합하는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 착향료로만 사용할 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(239) 시클로헥센 Cyclohexene 110-83-8

1. 개요

1) 제조

고온 및 고압에서 물 및 루테늄 촉매의 존재하에 벤젠을 수소로 부분 수소화시킴으로써 시클로헥센을 연속 제조한다. 벤젠은 기체 형태로 유입되고, 생성된 시클로헥센도 기체 형태로 배출되며, 촉매는 액체 형태로 존재한다.

다양한 촉매제가 있는 고온에서 시클로헥산올이 탈수되어 제조한다. 탈수제로 황산(sulfuric acid)을 사용한다.

2) 용도

시클로헥센은 아디핀산, 마레인산, 헥사히드로벤조인산 및 알데히드의 제조와 촉매용제로 사용되고, 아디프산(adipic acid), 말레산(maleic acid), 헥사하이드로벤조산(hexahydrobenzoic acid), 알데히드 제조 시 알킬화 성분으로 사용된다.

또한, 오일 추출물, 진드기살충제(miticide)에 사용되기도 하며, 자동차 배기가스의 성분에 포함되어 있기도 하다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	82.14	물리적 상태	액체	증기압	67mmHg(8.9kPa)(20℃), 88.8mmHg(11.8kPa)(25℃)
끓는점	83℃	R-phrase	-	Log Kow	2.86
노출기준 (노동부)	TWA 300 ppm / 1,050 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시클로헥센 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 고온 및 고압에서 물 및 루테늄 촉매의 존재하에 벤젠을 수소로 부분 수소화시킴으로써 시클로헥센을 연속 제조한다. 벤젠은 기체 형태로 유입되고, 생성된 시클로헥센도 기체 형태로 배출되며, 촉매는 액체 형태로 존재한다. 생산제품의 품질 관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 시클로헥센 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 고온 및 고압에서 물 및 루테늄 촉매의 존재하에 벤젠을 수소로 부분 수소화시킴으로써 시클로헥센을 연속 제조한다. 벤젠은 기체 형태로 유입되고, 생성된 시클로헥센도 기체 형태로 배출되며, 촉매는 액체 형태로 존재한다. 저장된 시클로헥센을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.33 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 311

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 카프로락탐 제조(현장점검)

① 시나리오 : 루테늄 촉매를 이용하여 벤젠의 부분수소화 반응에 의해 얻어진 시클로헥센을 수화반응(고체산 촉매 이용)에 의해 시클로헥사놀로 제조하고, 시클로헥사놀을 구리화합물 촉매를 이용한 탈수소반응에 의해 시클로헥사논으로 제조한다. 다시 옥심화 반응[1]에 의해 시클로헥사논옥심으로 제조하고, 이를 벡만(Beckmann)전위반응[2]을 이용해 카프로락탐이 제조된다. 대량으로 생산되는 카프로락탐의 생산설비의 일부에서 시클로헥산이 중간물질로 생성되어 이동된다. 이 설비와 관련하여 현장점검하는 근로자에게 시클로헥센이 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	950 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.00003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 옥심화 반응은 시클로헥사논을 히드록실아민과 반응시킴에 의해 이뤄진다.
2) 벡만전위반응은 시클로헥사논옥심을 황산에서 전위반응시켜 수행되는 것이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(240) 시클로헥실아민 Cyclohexylamine 108-91-8

1. 개요

1) 제조

아닐린 화합물을 연속적으로 공급하고, 210~240℃의 온도에서 2~10kg/cm^{2}의 반응 압력에서 암모니아 화합물의 존재하에서와 용매의 부재하에서 아닐린 화합물을 연속적으로 수소화하고, 반응계로부터 생성물 시클로헥실아민 화합물, 미반응 아닐린 화합물, 부산물, 수소 및 암모니아 화합물을 함유하는 생성물 기체를 연속적으로 회수하고, 생성물 기체로부터 수소 및 암모니아 화합물을 분리하고, 시클로헥실아민으로부터 미반응 아닐린 화합물 및 부산물을 분리하고, 미반응 아닐린 화합물 및 부산물을 시작물질로 공급되는 아닐린 화합물과 함께 반응계로 연속적으로 재순환시킨다.

고온, 고압에서 아닐린의 촉매성 수소화로 제조된다.

니트로벤젠에서 니트로기와 벤젠 고리를 모두 환원시키면 시클로헥실아민이 생성된다.

실리카알루미나(Silica-alumina) 촉매제가 있는 고온, 고압에서 암모니아와 시클로헥사놀의 반응에서 생성된다.

2) 용도

보일러 수 처리시설에서의 부패방지제 및 살충제, 가소제, 유화제, 드라이클리닝 세제, 산성가스 흡수제 제조에 사용된다. 또한, 방수제, 부동액의 원료로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

보일러 수 처리시설에서의 부패방지제 및 해충제, 가소제, 유화제, 드라이클리닝 세제, 산성가스 흡수제 제조의 매개체로서 시클로헥실아민의 사용은 다양한 폐기물 경로로 누출이 가능하다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	99.17	물리적 상태	액체	증기압	10.1mmHg(25℃)
끓는점	134.5℃	R-phrase	10,21/22,34	Log Kow	1.49
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 40 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 시클로헥실아민 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 고온, 고압에서 아닐린의 촉매성 수소화로 제조된다. 근로자는 장치화 된 작업장에서 품질관리를 위한 시료 채취 과정에서 시클로헥실아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 시클로헥실아민 제조(포장/출하)

① 시나리오 : 고온, 고압에서 아닐린의 촉매성 수소화로 제조된다. 제조된 후 포장/출하 과정에서 시클로헥실아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.26 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 시클라메이트(Cyclamate)[1] 제조(합성)

① 시나리오 : 시클라메이트는 시클로헥실아민을 술팜산 또는 삼산화황과 반응시켜 시클로헥실아민을 술폰화하여 제조한다. 근로자는 원료들을 합성하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	110 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 시클라메이트는 시클라믹산(cyclamic acid)의 나트륨 또는 칼슘염으로, 인공 감미료이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 세정제 제조 원료(투입)

① 시나리오 : 시클로헥실아민에 에틸렌옥시드를 부가 중합시켜 다른 원재료들과 혼합하여 제조한다. 시클로헥실아민을 중합반응에 사용하기 위해 투입하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(241) 실리콘 Silicon 7440-21-3

1. 개요

1) 제조

초순수 실리콘은 수소 진공과정에서, 초순수 트리클로로실란(trichlorosilane)의 분해로 제조된다(트리클로로실란의 수소환원법). 이는 침출과정으로 99.7%까지 정화가 가능하다.

고순도의 석영암을 골라 목탄과 함께 전기로에 가열하면 실리카로부터 산소가 유리되면서 규소가 생성된다. 이 규소를 분말로 분쇄한 후 염화메틸과 반응시키면 염화메틸실란이 생성됨과 동시에 다양한 생성물과 부산물이 생겨 여과, 증류, 분별 증류에 의해 선별된다. 염화메틸실란을 가수분해시키면 실라놀이라는 중간체가 생성되고 물을 제거하면 두 규소 분자사이에 산소분자가 결합된 이량체가 생성된다. 이때 이염화이메틸실란을 사용하면서 필요한 시점에서 냉각시켜 원하는 점도의 중합체를 얻을 수 있다.

전기난로에서 실리카의 탄소환원으로 제조된다.

순수 실리콘은 실리콘 테트라클로라이드가 실리콘 테트라요오드화물으로 분해되면서 생성된다.

클로로실란(chlorosilane)의 열성 분해(모노실란의 열분해법)에 의해 생성된다.

2) 용도

- 할로겐화 처리된 실란과 실리콘을 만드는데 이용
- 트랜지스터, 실리콘이산화물(silicon dioxide), 전자등급(electronic grade) 실리콘 제조(예: 반도체제조)에 사용
- 실리콘 청동, 실리콘 구리와 같은 합금제조에 사용
- 고온에서의 환원물질로 쓰임
- 태양전지, 다이오드, 반도체 정류기, 대출력 트랜지스터의 재료, IC, MSI, LSI 제조에 사용
- 강철 알루미늄 합금 제조에 쓰임
- 실리콘 테트라클로라이드의 제조에 이용, 용수철에 사용
- 도성합금 및 특별 내열성 물질에 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	28.086	물리적 상태	고체	증기압	1.33×10^{-5}Pa(1,000℃)
끓는점	2,355℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 실리콘 제조(시료채취)

① 시나리오 : 초순수 실리콘은 수소 진공과정에서, 초순수 트리클로로실란(trichlorosilane)의 분해로 제조된다(트리클로로실란의 수소환원법). 품질관리(시료분석)를 위해 소량의 시료를 채취하는 근로자에게 미량 노출될 수 있다.

공업용금속실리콘, 염화수소가스 → 염화로 → 정류탑 → 정제된 클로로실란/정제수소 첨가 → 반응조 → 다결정실리콘 → 세정장치 → 상승장치/FZ장치 → 단결정실리콘

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 실리콘 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 초순수 실리콘은 수소 진공과정에서, 초순수 트리클로로실란(trichlorosilane)의 분해로 제조된다(트리클로로실란의 수소환원법). 제조가 완료된 제품을 포장하여 출고하는 근로자에게 소량 노출될 수 있다.

공업용금속실리콘, 염화수소가스 → 염화로 → 정류탑 → 정제된 클로로실란/정제수소 첨가 → 반응조 → 다결정실리콘 → 세정장치 → 상승장치/FZ장치 → 단결정실리콘

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 금형 방식으로 실리콘 제품 제조(투입)

① 시나리오 : 실리콘 원재료를 용도에 맞게 로라에 믹스하고 믹스한 재료를 형틀에 맞게 재단한다. 재단된 원료는 다시 금형틀에 주입되어 프레스로 압축하여 열로 실리콘을 익힌다. 이 후 상하 180℃~200℃에서 제품에 따라 가류[1]시간을 관리한 다음, 익힌 제품을 금형에서 분리한다. 그리고 사상 및 검사를 하여 포장/출하시킨다. 이 중 원재료를 투입하는 공정에서 근로자는 실리콘에 노출될 수 있다.

원재료입고 → 검사 → 투입 → 혼합(로라작업) → 재단 → 형틀에 주입 → 프레스 압축 → 열가류 → 제품분리 → 사상 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	160 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가류는 익히는 것을 말한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 일반 압출식으로 실리콘 제품 제조(혼합)

① 시나리오 : 원재료를 10~20분동안 충분히 혼합한 후 재단하여 압출기에 투입한다. 여러 가지 종류의 다이스(dies)[1]를 부착하여 600~800℃ 하에서 수직으로 제품이 내려오면서 1차 가류가 된다. 가류된 제품을 인장기로 당겨 롤(roll)식으로 감는다. 이를 다시 180~200℃에서 4시간 이상 가류처리하고 비닐포장 및 박스 포장하여 출하한다. 이 중 원재료를 투입하여 혼합하는 로라작업에서 근로자는 실리콘에 노출될 수 있다.

원재료입고 → 검사 → 투입 → 혼합(로라작업) → 압출기 → 다이스 부착 → 수직 가류기 → 검사 → 인장기 → 감기 → 2차 가류 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	800 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 단조, 드로잉 가공, 압출가공 또는 프레스 가공 등 소성가공에 사용하는 틀.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 스폰지 압출식의 실리콘 제품 제조(운반)

① 시나리오 : 입고된 원재료를 자재품질 검사하여 운반한 후, 배합하여 순서대로 1차 성형, 2차 성형을 하면 제품이 1차적으로 생산된다. 생산된 제품은 검사를 한 뒤 포장되어 출하된다. 원재료를 검사한 후 운반되거나 다음 공정으로 이동하는 동안 근로자는 실리콘에 노출될 수 있다.

원자재 입고 → 검사 → 운반 → 배합 → 운반 → 1차 성형 → 운반 → 2차 성형 → 제품검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	550 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 의료용 실리콘 제조(검사)

① 시나리오 : 토르마린원석 분말과 의료용 실리콘을 혼합하여 압출 및 금형을 이용하여 제조한다.

원료 → 검사 → 투입 → 혼합 → 압출(금형)공정 → 검사 → 포장 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(242) 실리콘 카바이드[1] Silicon carbide 409-21-2

1. 개요

1) 제조

규석과 피치코크스 또는 석유코크스 등 탄소의 혼합물에 직접 전류를 통하고, 그 저항열을 이용해서 가열하여 만든다.

$SiO_2 + 3C \rightarrow SiC + 2CO$

반응시간은 10~30시간, 온도는 1,800~1,900℃이며, 2,000℃ 이상이 되면 탄화규소가 다시 분해된다. 반응이 종료한 후에는 방랭하고, 생성된 탄화규소의 덩어리를 파쇄, 분쇄, 세정하여 제품으로 만든다.

2) 용도

주로 연마재로서 숫돌·연마포·랩제 등에 사용된다. 또한 특수내화물·화학반응용기나 저항발열체 등으로 사용된다. 또한, 브레이크라이닝, 가열제 및 서미스터의 제조에도 사용된다[2].

3) 노출 및 결정인자[3]

애치슨(Acheson) 노공정에서 발생하며 분쇄 및 전처리 작업 시 발생할 수 있으며, 실리콘 카바이드의 생산 시 실리콘 카바이드에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	40.07	물리적 상태	고체	증기압	자료 없음
끓는점	2,700℃(승화함)	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 매우 단단하고 깨끗하며, 녹색빛을 띤 규소와 탄소의 결정성 화합물로 상품명은 카보런덤이라고 한다.

2) 탄화규소는 내용해성·내용융성·내산화성 외에 열전도도가 크다. 이러한 성질로 인해 탄화규소는 고온 벽돌과 다른 내화성 물질 제조에 중요하다. 차가울 때는 좋은 전기절연체이지만 가열하면 전도도가 커지며, 2,000℃에서는 흑연과 같은 전도도를 갖게 되어 반도체로 분류되며 많은 용도에 쓰인다.

3) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 탄화규소의 제조(분쇄)

① 시나리오 : 규석과 피치코크스 또는 석유코크스 등 탄소의 혼합물에 직접 전류를 통하고, 그 저항열을 이용해서 가열하여 만든다. 반응시간은 10~30시간, 온도는 1,800~1,900℃이며, 2,000℃ 이상이 되면 탄화규소가 다시 분해된다. 반응이 종료한 후에는 방랭하고, 생성된 탄화규소의 덩어리를 파쇄, 분쇄, 세정하여 제품으로 만든다. 분쇄할 때 탄화규소 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 반응소결 탄화규소(Reaction Bonded Silicon Carbide) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 반응소결 공정은 α-Sic와 탄소분말로 구성된 성형체에 액상의 실리콘(Si)을 침투시켜 Si와 C와의 화학반응에 의해 β-SiC를 생성시켜 결합시킴으로써 완전 치밀한 기계구조용 반응소결 탄화규소(Reaction Bonded Silicon Carbide)를 제조한다. 근로자는 수시로 반응기의 계기판이나 밸브상태 등 반응조건을 확인하는 작업을 수행 중 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 방탄유리의 플라스틱 필름[1] 제조(분산)

① 시나리오 : 필름의 주재료는 불포화 폴리에스테르, 에폭시, 비스말레이미드, 폴리이미드, 폴리아미드 등이 쓰이며 여기에 분산되는 섬유로는 탄소섬유, 실리콘 카바이드, 알루미나, 아라미드 등이 사용된다. 필름에 실리콘 카바이드를 분산시킬 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방탄 유리에 사용되는 플라스틱 필름은 일반적으로 섬유 강화 플라스틱이 쓰인다. 이것은 우수한 성질을 가진 섬유를 플라스틱에 분산시켜 뛰어난 기계적 물성을 가지도록 한 재료이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: SiC-TiC 복합재료[1]의 제조(혼합)

① 시나리오 : 세라믹 기지상과 보강재를 혼합, 성형하여, 고온 가압소결하여 제조한다. 즉, β-SiC분말 60%, TiC분말 30%, 산화알루미늄 7%, 산화이트륨 3% 분말을 폴리프로필렌 볼밀 및 탄화규소볼, 에틸알코올을 용매로 사용하여 24시간 동안 습식 혼합한 후 상온 또는 50℃이하의 핫플레이트에서 건조한다. 이렇게 준비된 원료조합을 1,850℃, 25MPa의 조건에서 1시간 동안 고온가압소결 함으로써 SiC-TiC 복합재료를 제조한다. 근로자는 원료를 혼합하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 단일 세라믹스의 기계적특성을 향상시키거나 또는 방전가공성등 어떤 기능을 부여하기 위하여 단일세라믹스에 제2상을 보강재로 첨가한 재료를 복합재료라고 한다. SiC-TiC복합재료는 입자강화 복합재료로서, 일반적으로 가압소결법에 의해 제조된다. 주로 입자 강화 복합재료와 휘스커 강화 복합재료의 제조에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 탄화규소수지[1] 제조(배합)

① 시나리오 : 탄화규소수지는 고순도의 탄화규소 분말에 산화알루미늄과 산화철 또는 붕소를 소량 첨가하여 고온으로 핫프레스함으로써 치밀하고 굽힘강도가 1㎟당 95㎏에 달하는 소결체가 얻어진다. 탄화규소와 다른 원료를 배합할 때 미미하지만 탄화규소 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 탄화규소를 주성분으로 하는 내열성 플라스틱이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 탄화규소벽돌[1] 제조(성형)

① 시나리오 : 탄화규소에 보통의 점토를 소량 결합재로서 가하여 소성하면 탄화규소벽돌(silicon carbide brick)이 제조된다. 탄화규소와 점토를 배합하여 벽돌성형틀로 성형할 때, 습식성형이므로 미미하지만 탄화규소 분진이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	320 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 열전도성·기계강도 등이 커서 제철·제강용의 벽돌과 부정형 내화물 등에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 사포 제조

① 시나리오 : 사포를 제조하기 위해 롤러에 감겨진 기재를 이송시키고 이동하는 기재의 표면에 점, 접착제를 코팅한다. 이후 점, 접착제가 코팅된 기재를 건조시키고, 건조된 기재를 다시 롤 형태로 감아 포장하여 출고한다. 근로자는 점, 접착제를 코팅하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(243) 아니시딘(오르토-이성체) Anisidine(o-isomers) 90-04-0

1. 개요

1) 제조

o-니트로클로로벤젠으로부터 제조된다.

o-니트로아니졸(o-nitroanisole)을 주석 또는 철 그리고 염산으로 환원함으로써 제조된다.

o-아미노페놀을 황산메틸칼륨(potassium methyl sulfate)과 함께 가열함으로써 제조된다.

o-니트로아니솔을 포름산 수용액과 철로 환원한다. 또 o-니트로페놀을 메틸레이션한 후 마찬가지로 환원하거나, o-니트로클로로벤젠을 메탄올과 가성소다와 반응시켜 환원함으로써 제조한다.

2) 용도

- 조제약, 그리고 향수 제조에서 중간체로 사용
- 디아조화(diazotization) 및 가수분해를 통해 거담제 구아야콜(expectorant-guaiacol)을 제조하는 데 사용
- 히드로퀴논(hydroquinone)에 의해 금(Ⅲ)을 금(0)로 환원 적정하는 최종반응지시약(end point indicator)로 사용

o-아니시딘은 아조 또는 트리페닐메탄 염료 그리고 중간 생성물의 제조, 유기화합물 제조, 구아야콜의 합성, 머리 염색제의 합성에 사용되고, 강철 보관을 위해 부식 억제제, 폴리메르캅탄 수지의 산화 방지제, 염색 보조제로써 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

o-아니시딘을 제조하고 그것을 색소, 염료, 그리고 조제약 제조에서 중간 생성물로써 사용하는 작업과정에서 o-아니시딘에 작업자가 호흡기나 피부에 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	123.2	물리적 상태	액체	증기압	0.1mmHg이하(20℃)
끓는점	225℃	R-phrase	45,26/27/28,33,51/53	Log Kow	1.18
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3 STEL -				

2. 노출 시나리오

ES01: o-아니시딘 제조(시료채취)

① 시나리오 : o-니트로아니졸(o-nitroanisole)을 주석 또는 철 그리고 염산으로 환원하여 제조된다. 제조된 o-아니시딘의 품질관리(시료분석)를 위해서 시료채취 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: o-아니시딘 제조(포장)

① 시나리오 : o-니트로아니졸(o-nitroanisole)을 주석 또는 철 그리고 염산으로 환원하여 제조된다. 제조가 완료된 후 저장탱크에서 용기로 포장하는 과정에서 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	240 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 구아야콜(guaiacol)[1]제조(투입)

① 시나리오 : o-아니시딘을 디아조화[2]한 다음 용액을 100℃ 이상으로 가열하고 수증기증류법에 의해 분류하여 제조하는 데, o-아니시딘을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.03 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 과이어콜이라고도 한다. 바닐린을 실험실에서 제조할 때 원료로 쓰이고, 방부제·거담제로도 사용된다.
2) 방향족 1차아민과 아질산을 반응시켜 디아조늄염을 얻는 반응이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아조염료(azo dye)[1] 제조(포장)

① 시나리오 : o-아니시딘(o-anisidine)을 합성중간물질로 사용하여 아조염료를 제조한다. 제조된 아조염료를 용기에 포장할 때 미반응 o-아니시딘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.7 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자 내에 발색단으로서 아조기를 가지는 염료를 말한다. 아조기가 1개인 것을 모노아조 염료, 2개인 것을 디아조 염료, 3개인 것을 트리아조 염료, 4개인 것을 테트라키스아조 염료라 하고, 트리아조 이상을 폴리아조 염료라 한다. 색깔은 이 차례에 따라 짙어진다. 양모나 견 등 동물섬유, 무명이나 비스코스 등 식물섬유 등에 널리 사용되며, 합성섬유용 염료로서의 수요도 많다. 일반적으로 환원에 의해서 아조기가 절단되어 탈색하므로, 발염 및 탈색이 쉽다. 또 화학조성을 바꿈으로써 산성염료·염기성염료·직접염료·매염염료 중 어느 것이나 만들 수 있다. 아조염료는 시판되는 염료의 절반 이상을 차지한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(244) 아니시딘(파라-이성체) Anisidine(p-isomers) 104-94-9

1. 개요

1) 제조

p-니트로아니졸을 황화소다액에 85℃로 서서히 가해 115℃에서 2시간 가열 후, 기름을 분리해 감압 증류하여 제조한다.

p-클로로니트로벤젠 및 메탄올 에테르 형성 그리고 니트로 환원 과정을 통해 제조된다.

2) 용도

- 아조(azo)염료와 나프톨염료의 합성중간물질로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

p-아니시딘을 제조하고 그것을 아조염료와 나프톨염료의 합성중간물질로 사용하는 작업과정에서 근로자들은 피부 접촉 또는 흡입을 통해서 p-아니시딘에 노출될 수 있다. p-아니시딘은 주위 대기에서 증기 상태로 존재할 것이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	123.2	물리적 상태	고체	증기압	0.1mmHg이하(20℃)
끓는점	246℃	R-phrase	-	Log Kow	0.95
노출기준(노동부)	TWA 0.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: p-아니시딘의 제조(시료채취)

① 시나리오 : p-니트로아니졸을 황화소다액에 85℃로 서서히 가해 115℃에서 2시간 가열 후, 기름을 분리해 감압 증류하여 제조한다. 제조된 p-아니시딘을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: p-아니시딘의 제조(포장)

① 시나리오 : p-니트로아니졸을 황화소다액에 85℃로 서서히 가해 115℃에서 2시간 가열 후, 기름을 분리해 감압 증류하여 제조한다. 제조된 p-아니시딘을 포장(출고)하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아조염료(azo dye) 제조(투입)

① 시나리오 : p-아니시딘(p-anisidine)을 합성중간물질로 사용하여 아조염료를 제조한다. p-아니시딘을 투입하는 공정에서 환기가 부족하여 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(245) 아닐린과 아닐린 동족체 Aniline & homologoues 62-53-3

1. 개요

1) 제조

염산에서 철을 촉매로 하여 니트로벤젠을 환원시켜 제조한다. 또는 클로로벤젠과 암모니아 수용액의 반응, 페놀의 ammonolysis를 통해 제조한다.

2) 용도

염료, 고무촉진제 및 산화방지제의 제조, 사진용 약품, 인쇄 잉크, 이소시아네이트, 제초제, 폭약, 살균제 제조 시 사용한다. 아닐린알데히드수지의 원료로도 사용한다. 또한, 유기화학에서 용매나 분석시약으로 쓰이며, 유도체는 과거 해열진통제인 안티헤브린(아세트아닐리드)이나 술파제로 사용되었으나 현재는 사용하지 않는다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

폴리우레탄 제조와 폭발물 합성 시, 고무 촉진제, 제초제, 항 곰팡이제 제조 및 사용 시, 페인트 제거작업 시 흡인 및 피부접촉을 통해 아닐린에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	93.12	물리적 상태	액체	증기압	0.9hPa(0.68mmHg)(20℃)
끓는점	184.4℃	R-phrase	20/21/22,40,48/23/24/25,50	Log Kow	0.90
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 10 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 아닐린 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 염산에서 철을 촉매로 하여 니트로벤젠을 환원시켜 제조한다. 반응 후 품질관리를 위한 시료채취과정에서 작업자는 아닐린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아닐린 제조(포장)

① 시나리오 : 염산에서 철을 촉매로 하여 니트로벤젠을 환원시켜 제조한다. 제조된 아닐린을 용기에 포장할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.9 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아미노아조벤젠[1](aminoazobenzene) 제조(투입)

① 시나리오 : 염산아닐린과 아닐린의 혼합물에 아질산나트륨수용액을 가하여 방치한 뒤, 염산을 가하여 70℃ 이상으로 가열하면 얻어진다. 염산아닐린과 아닐린의 혼합물을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 아조염료의 중간물질로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화벤젠디아조늄[1](benzenediazonium chloride) 제조(투입)

① 시나리오 : 아닐린의 염산용액을 냉각시키면서 아질산나트륨을 가하면(디아조화반응) 저온의 수용액으로서 얻어진다. 아닐린의 염산용액을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 디아조염료의 중간생성물이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 아닐린 블랙[1] (염색)

① 시나리오 : 산화제나 촉매의 종류에 따라 산화방법이 다른 몇 가지 염색법이 알려져 있다. 이 중에서 가장 널리 사용되는 방법은 숙성흑(aged black)법으로, 염산아닐린에 적신 섬유를 40~60℃인 방에 1~2일 두어 암녹색으로 발색시키고, 이것을 산화제인 중크롬산염 또는 염소산나트륨 수용액에 단시간 담가 완전히 산화시켜 검은색인 아닐린블랙을 만든다. 염산아닐린에 염색하고자 하는 섬유를 담그는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.9 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아닐린을 적당한 산화제로 산화·축합시켜 얻는 흑색물감으로 대표적인 산화염료이다. 햇볕, 세탁에 강하고 값이 싸서 과거 무명의 검은색 염색에 널리 사용되었다. 또한 아닐린을 단독으로 산화시키면 진한 황산에 녹는 다이아몬드 블랙이라는 흑색안료가 생기는데, 이것은 고무장화·그림물감 등에 사용되며, 이것을 아닐린 블랙이라고 하는 경우도 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 모베인(mauvein)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : o- 및 p-톨루이딘을 함유한 아닐린을 차가운 묽은 황산 중 에서 이크롬산칼륨으로 산화하여 얻는다. 아닐린을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 붉은 보라색 염료로서 견·양모를 붉은 보라색, 면을 보라색으로 염색한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아닐린 인쇄[1](도포)

① 시나리오 : 고무볼록판을 인쇄판으로 하고, 아닐린 잉크를 써서 가벼운 압력을 주어 인쇄한다. 잉크를 인쇄판에 도포 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 보통 플렉소인쇄라고 하는데, 아닐린 잉크의 속건성을 이용하여 고속으로 크라프트지대·골판지·플라스틱·셀로판·금속박 등에 인쇄한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 가솔린 동결방지제 제조(혼합)

① 시나리오 : 가솔린의 동결을 방지하기 위하여 가솔린에 동결방지제로 아닐롤이라는 아닐린-알코올 혼합액을 사용하기도 한다. 반응용기에서 아닐린과 알코올을 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 아세트아닐리드[1](acetanilide) 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 아닐린에 아세트산무수물 또는 염화아세틸을 반응시켜 얻는다. 생성된 아세트아닐리드를 포장할 때 미반응 아닐린에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 아세트아닐리드의 유도체는 해열진통제인 안티헤브린(아세트아닐리드)으로 사용되었으나 부작용이 있어 지금은 사용되지 않는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 고무의 가황촉진제(첨가)

① 시나리오 : 고무의 효율적인 가교를 위해 가교제로 황을 사용하는 데, 아닐린은 이를 촉진하는 역할을 하여 고무의 경화속도를 증가시킨다. 고무 가교제 제조 시 황에 아닐린을 첨가하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 아닐린 수지[1](aniline resin) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 아닐린과 알데히드를 축합하면 생성되는 열경화성 수지로, 아닐린을 염산 존재 하에서 포름알데히드와 축합하고 알칼리로 중화하여 제조한다. 생산공정과 설비를 점검할 때 근로자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 천연고무 리텍스에 아닐린수지를 첨가하면 탄성이 개량된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 페놀아닐린포름알데히드 수지[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀, 아닐린, 포름알데히드 세 가지를 축합하여 제조한다. 아닐린을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 성형재료, 적층판으로서 이용된다. 스티렌부타디엔고무에 페놀아닐린포름알데히드수지를 가하면 전기적 및 열적 성질이 개량된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(246) 2-아미노에탄올 2-Aminoethanol 141-43-5

1. 개요

1) 제조

산화에틸렌의 ammonolysis에 의해 대규모로 제조된다.
니트로메탄과 포름알데히드로부터도 제조된다.
니트로메탄(nitromethane)과 포름알데하이드(formaldehyde)에서 제조된다.

2) 용도

- 천연가스 및 기타가스에서 CO_2와 H_2S를 제거하기 위해 이용
- 약품 보조제(계면활성제)
- 드라이클리닝, 모피관리시 이용되는 비이온성 세제, 부패방지제, 고무 가속제
- 암모니아와 기타 용도의 생산을 위한 가스상태 물질, 지방성의 에탄올라민생성을 위한 화학 매개체
- tetra hydro-5-alkyl-S-triazone의 dimethylol 추출물 생성에 이용
- Alkanolamines는 전문비누 제조 시, 지방산 중화에 이용
- 화장품, 용해성 cutting oil, 직물공정, 가구, 바닥, 자동차 광택, 윤활페인트
- 직물마감재, 화장품, 비누, 세제, 가스정화제
- Ethanolamine과 기타 아민제는 화학약품으로부터의 제염, 피부보호를 위한, 국부성 제제의 성분
- 의약품 첨가제로서, monoethanolamine은 지방과 기름의 용매제로 이용되며, 지방산과 함께 로션, 크림과 같은 다양한 유형의 유상 비누를 형성
- 2-아미노에탄올은 무게의 2-11%로, 자동차 부품 제조공장에서 대량의 기계액으로 이용
- 광내는 재료, 머리에 웨이브를 주는 용액, 유화제에 쓰임

표면활성제 합성, 광택제, 헤어 웨이브 용액, 윤활제, 가죽연화제, 농약 살포제, 항생제 제조 시, 가속제 형성을 위해 다른 물질들과 반응한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-아미노에탄올은 작업장에서의 피부접촉과 공기흡입으로 가능하다. 핵 잠수함 선실에서 2-아미노에탄올의 최고 농도는 1ppm 이하였다. 2-아미노에탄올은 무게

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

의 2~11%로, 자동차 부품 제조공장에서 대량의 기계액으로 이용되고 있다. 이 성분은 항공기 유지탈지 시설에서 5개중 1개(0.10ppm)로 탐지되었다. 이러한 결과는, 일반대중 역시 피부접촉 및 섭취로 노출될 수 있을 것으로 보인다.

2-아미노에탄올 생산, 가스세정기로서의 이용, 드라이클리닝 제제, 섬유처리제, 모발웨이브용액, 약품의 화학매개체로의 이용은 다양한 폐기물 경로를 통해 환경으로의 누출이 가능하다. 농약살포제로 이용하면, 환경에 직접 노출이 가능하다. 에탄올아민을 포함해, 많은 지방성아민(aliphatic amines)이 포유류와 인체 소변의 정상적인 성분으로 확인되고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	61.08	물리적 상태	액체	증기압	0.05kPa(0.4mmHg)(20℃)
끓는점	170.8℃	R-phrase	20,36/37/38	Log Kow	-1.31
노출기준 (노동부)	TWA 3 ppm / 8 mg/m^3			STEL 6 ppm / 15 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 2-아미노에탄올의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 산화에틸렌의 암모니아 분해(ammonolysis)에 의해서 대규모로 제조된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-아미노에탄올의 제조(포장)

① 시나리오 : 산화에틸렌의 암모니아 분해(ammonolysis)에 의해서 대규모로 제조된다. 제조된 2-아미노에탄올을 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] :6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 수용성 세정유제[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 자동차조립 라인 고무호스 및 부시의 조립을 용이하게 한 습윤제용으로 사용하는 약알칼리 타입의 수용성 세정유제 제조 시 구성성분 중 3~6%정도 함유되며 배합을 위한 투입 작업 중 작업자의 노출이 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	12 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 에탄올아민은 흡습성이 있어 물, 알콜류 등에 잘 녹으며, 산과 반응하여 에스테르 아미드 및 염을 생성하는 물리적 특성 때문에 각종 세제, 섬유 처리제, 윤활유, 시멘트 첨가제 등 각종 계면활성제의 기초원료 및 첨가제 등 광범위한 용도에 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 수용성 세정유제 사용

① 시나리오 : 자동차조립 라인 고무호스 및 부시의 조립을 용이하게 한 습윤제용으로 사용하는 약알카리 타입의 수용성 세정유 사용 중 약 3~6%정도 함유되어 있는 에탄올아민에 작업자의 노출이 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 217

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 섬유 정련[1)]

① 시나리오 : 에탄올아민 또는 에탄올아민지방산아마이드는 울이나 우스테드 등 강알칼리에 적합하지 않은 섬유의 정련에 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2)] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 200, 217

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 에탄올아민의 흡습성, 악염기성 및 유화제로서의 성질은 유연제, 가소제 등으로서 섬유공업의 여러 곳에 활용되고 있다. 에탄올아민으로 만든 편직유는 섬유를 유연하게할 뿐만 아니라 바늘에 묻은 고무상 물질을 제거하기도 하고 정전을 방지하는 효과도 있으며 완성된 편물의 염색성도 증가시킨다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 가스 정제[1](첨가)

① 시나리오 : 정유공장이나 천연가스정제 공장에서는 CO_2나 H_2S를 제거하기 위하여, 드라이아이스 공장에서는 탄산가스 농축을 위하여, 또 암모니아 합성원료가스에서는 CO_2를 제거하기 위하여 에탄올아민은 각각 중요한 역할을 수행하고 있다.
흡수제로서 15~30%수용액이 일반적으로 사용되고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 에탄올아민은 산성가스를 잘 흡수하지만, 온도를 높이면 쉽게 가스를 방출하므로 가스흡수제로서 우수한 성질을 가지고 있어 가스를 제조 혹은 취급하는 공장에서 대량 사용하고 있다. 금속공업에서 금속을 가열하였다가 서서히 식힐 때 사용되는 불활성가스중의 산성성분은 대단히 위험하나 불활성가스중산성성분의 제거에 에탄올아민은 없어서는 안되는 것이다. 동시에 가스의 탈수도 필요한 때에는 글리콜, 에탄올아민과 물의 혼합물을 사용하는 경우도 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 농약의 원료로 사용(혼합)

① 시나리오 : 에탄올아민 및 그 유도체는 발아억제제의 용제, 제초제, 살충제, 유화제의 원료로 널리 사용되고 있다. 디에탄올아민, 트리에탄올아민은 2,4-D의 용제이지만 2,4-D의 중화제로서 알킬아민이나 알칼리금속의 대용으로 사용하면 넓은 온도범위에서 수용성 및 액체상태를 잃지 않는 분산제[1]를 만들 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 이 분산제는 농후수용액이지만 저온저장이 가능하여 분무기의 세정이 쉽다. 특히 파라핀유에 용해시킨 트리에탄올아민 오일스프레이는 좋은 오일스프레이 살충제로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 샴푸 및 화장품 제조(첨가)

① 시나리오 : 에탄올아민에서 얻은 유화제는 약알칼리성이며 수용성이고 세정력이 있어 화장품원료[1]로서도 중요하게 사용된다. 에탄올아민비누는 유화력이 강하고 염기성이 약하므로 핸드로션, 콜드크림, 바니쉬크림, 클린싱크림, 헤어크림 등 모든 크림류의 원료로 사용되고 피부를 자극하지 않는다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002(1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 지방산으로서는 스테아린산, 올레이산이 널리 이용되고 있으나 특히 스테아린산의 트리에탄올아민염은 백색고형물이므로 크림원료로 아주 좋다. 샴푸에서 디에탄올아민은 계면활성제의 거품을 안정화시키는데 우수한 효과를 낸다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 왁스, 광택제, 코팅제 제조(첨가)

① 시나리오 : 에탄올아민 비누는 왁스 및 광택제의 유화 분산제[1]로 사용된다. 분산제를 제조할 때에 에탄올아민을 계량하여 첨가하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 물 에멀젼 왁스는 세정성이 있어 세척과 광택의 이중효과를 얻을 수 있다. 에탄올아민은 수지, 락카, 페이트 등 코팅제의 원료로 사용되고, 광유와 에탄올아민 비누를 혼합하여 에멀젼 페인트를 만들 수 있고, 트리에탄올아민, 프탈릭 안하이드라이드와 오일로 바니쉬 레진을 만들고, 모노 에탄올아민과 로진을 반응시켜 안료 분산제를 만들 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 부식방지제 제조[1](첨가)

① 시나리오 : 일반적으로 에탄올아민 및 그 유도체는 부식방지능력을 나타내므로 엔진냉매, 윤활유, 금속세정액 등에 부식방지제로서 첨가된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리에탄올아민은 알콜베스 부동액에 첨가되어 부동액의 부식성을 저하시킨다. 트리에탄올아민의 인산염은 글리콜베스의 부동액의 부식방지제다. 에탄올아민을 유화제로서 사용한 절삭유, 윤활유는 부식성이 작은 잇점을 나타내고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(247) 3-아미노-1,2,4-트리아졸(또는 아미트롤) 3-Amino-1,2,4-triazole (or Amitrole) 61-82-5

1. 개요

1) 제조

중탄산아미노구아니딘과 포름산을 반응시켜 유기용제 중에서 결정화한다.

포르밀구아닌과 탄산나트륨을 반응시키거나 S-트리진을 아미노구아닌의 존재 하에서 120℃로 가열하여 제조할 수 있다. 또한, 아미노구아니딘을 포름산과 함께 고리화 시켜 얻을 수 있으며, 포름산과 아미노구아닌에 압력을 가한 뒤 메탄올을 이용해 순도를 높이는 방법으로도 제조한다.

2) 용도

- 제초제
- 식물생장 억제제
- 화학합성 원료

3) 노출 및 결정인자[1)]

아미트롤은 생산 및 사용 시, 매우 고운 가루(결정상 입자)의 형태이기 때문에 쉽게 호흡기를 통해 체내로 들어올 수 있으며, 따라서 폐나 기관 등의 호흡기를 통한 노출이 가장 쉽게 일어날 수 있다. 아미트롤의 제조 및 사용 사업장, 노동현장에서 근로하는 노동자라면 누구든지 호흡기를 통한 노출위험이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	84.08	물리적 상태	고체 분말	증기압	4.4×10^{-7}mmHg(25℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	40,48/22,51/53	Log Kow	-0.97
노출기준(노동부)	TWA 0.2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 제초제 제조(검수)

① 시나리오 : 종이자루(25kg)에 포장되어 있는 3-아미노-1,2,4-트리아졸을 원료로 투입하기 전에 포장을 뜯는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 206

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 제초제 제조(투입)

① 시나리오 : 3-아미노-1,2,4-트리아졸을 원료로 투입하는 과정에서 대기 중 분진형태로 작업자 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(248) 아세틸살리실산 Acetylsalicylic acid(Aspirin) 50-78-2

1. 개요

1) 제조

일반적으로 아스피린이라고 말하며, 살리실산과 아세트산 무수물을 반응시켜 제조하며, 아세톤을 이용하여 결정화 하여 제조한다.

2) 용도

해열·진통·소염(消炎)작용이 있으며, 진통제나 류머티즘성 질환의 치료제로서 유효하나, 복용량이 지나치면 위(胃)에 장애를 일으킨다. 독일 바이엘사(社)가 아스피린이란 상품명으로 판매하고 있다. 이 화합물의 칼슘염은 물에 잘 녹으므로 가용성(可溶性) 아스피린이라 하며, 의약품으로 널리 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

아세틸살리실산을 제조 및 사용하는 사업장이라면 어디든지 경피 및 호흡기를 통한 노출의 가능성이 있으나, 사용(환자가 섭취)할 때 대부분 알약의 형태로 섭취하므로 사용 사업장에서의 노출은 드물고 제조 사업장에서 알약의 형태로 만들기 전 작업장의 공기 중으로 퍼진 결정체 가루 형태의 아세틸살리실산에 노출된 경우가 노출사례의 대부분이라 할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	180.2	물리적 상태	고체	증기압	0.0000252mmHg(25℃)
끓는점	140℃(분해)	R-phrase	25,36,64	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

2. 노출시나리오

ES01: 아세틸살리실산 제조(포장)

① 시나리오 : 살리실산과 아세트산 무수물을 반응시켜 제조하며, 아세톤을 이용하여 결정화하여 제조한다. 가공이 완료된 아세틸살리실산은 밀폐용기에 포장이 되는 데, 근로자는 포장공정에서 아세틸살리실산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 307

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아스피린(aspirin) 제조(투입)

① 시나리오 : 주원료인 아세틸살리실산에 부형제, 결합제, 붕괴제, 윤활제를 첨가하고, 직접 타정기에서 압축, 성형하여 제조한다. 원료로 투입되는 공정에서 분진 형태로 근로자의 호흡기를 통해 흡입될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아스피린(aspirin) 제조(압축/성형)

① 시나리오 : 주원료인 아세틸살리실산에 부형제, 결합제, 붕괴제, 윤활제를 첨가하고, 직접 타정기에서 압축, 성형하여 제조한다. 알약 제품으로 만들기 위해 압축/성형하는 과정에서 소량의 분진 형태로 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 221

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(249) 아연 스테아린산 Zinc stearate 557-05-1

1. 개요

1) 제조

나트륨 스테아린산 과 황산아연을 반응시키거나 스테아린산과 염화아연을 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 소독용 살포제
- 수렴제
- 화장품 제조
- 점착방지제
- 치과용 접착제
- 엘라스토머 점착방지제
- 접착 안정제
- 예광탄 제조
- 이온화제
- 제습제
- 석유화학의 장치산업에서 활제로 사용

아연 스테아린산은 소수성을 띄기 때문에 제습제나 안정제 및 코팅제 등으로써 사용되며, 소독효과도 가지고 있어 의약품 제조에도 사용되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

상온에서 가루형태로 존재하긴 하나 입자가 굵으므로 잘 부유하지 않을 뿐만 아니라 소수성으로 인해 물에 잘 녹지 않으므로 쉽게 노출이 일어나지 않는다. 영국의 SRC(Science Research Council)는 소독제의 사용이나 의약품의 사용과 같은 의료목적의 사용 중에 노동자에 대한 노출이 있을 수 있다고 밝혀낸 바 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	632.34	물리적 상태	분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

2. 노출시나리오

ES01: 아연 스테아린산 제조(포장)

① 시나리오 : 나트륨 스테아린산과 황산아연을 반응시키거나 스테아린산과 염화아연을 반응시켜 제조한다. 가공이 완료된 아연스테아린산은 포장공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아연 스테아린산 제조(시료채취)

① 시나리오 : 나트륨 스테아린산과 황산아연을 반응시키거나 스테아린산과 염화아연을 반응시켜 제조한다. 가공이 완료된 아연 스테아린산의 품질관리를 위해 소량의 아연 스테아린산을 채취하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 이형제[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 수지에 0.1%(45.5kg 당50g)의 광유[2]를 넣고 드럼 교반기(drum tumbler)에서 5~10분간 잘 섞는다. 스테아린산 아연 가루 0.1%를 교반한 것에 넣고 5~10분간 다시 섞는다. 이 단계에서 K-Resin 알갱이에 균일하게 가루가 코팅된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이형제는 플라스틱의 성형품을 금속 거푸집으로 끄집어낼 때, 벗겨지기 쉽게 금속 거푸집 속에 바르는 물질로써 실리콘 수지, 파라핀, 왁스 따위가 있다. 이형제가 사용되는 경우는 어떤 제품의 경사각(draft)이 거의 없이 금형을 제작하여 이형이 어렵게 되었을 때이다.
2) 광유는 수지 알갱이를 축축하게 하여 스테아린산 아연을 알갱이에 잘 붙게 만들어준다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(250) 아크릴로니트릴 Acrylonitrile 107-13-1

1. 개요

1) 제조

아크릴로니트릴은 아크릴산니트릴・시안화비닐・시안에틸렌이라고도 하며, 에틸렌시안히드린의 탈수 또는 아세틸렌에 대한 시안화수소의 첨가반응에 의해 생성된다.

40~90% 정도의 프로필렌과 암모니아를 인, 몰리브덴산 및 몰리브덴산의 창연, 주석 및 안티몬염을 주체로, 담체에 실리카를 이용한 것을 촉매로 하여 500℃이하, 3기압 이하로 몇 초간 기상 접촉시켜 반응하여 제조한다.

한편, 에틸렌클로로히드린에 청화소다를 착용시켜 에틸렌시안히드린으로 하고 이것을 탈수하여 제조한다. 또는 에틸렌옥사이드와 시안화수소를 알칼리성 촉매하에서 액상반응시키면, 에틸렌시안히드린을 생성하는데, 이것을 탈수시켜 제조한다.

2) 용도

합성섬유로서 유용한 폴리아크릴로니트릴이나 내유성(耐油性) 합성고무로 사용되는 부타디엔과의 혼성중합체의 원료, 시안에틸화반응을 이용한 유기합성의 원료 및 용제・살충제로 쓰인다. 또한 아크릴섬유제조, 합성고무, 합성수지, 접착제, 색소, 제약 등 고분자합성에 이용된다.

아크릴로니트릴을 가수분해하면 아크릴아미드나 아크릴산을 생성하고, 중합이나 혼성중합에 의해 고중합체를 생성한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

아크릴섬유제조공정, 훈증소독 등의 공정에서 근로자에게 대기 중으로 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	53.05	물리적 상태	액체	증기압	110~115mmHg(25℃), 11kPa(83mmHg; 11% v/v)(20℃)
끓는점	77.3℃	R-phrase	45,11,23/24/25,38	Log Kow	0.25
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 4.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 아크릴로니트릴(acrylonitrile) 제조(포장)

① 시나리오 : 40~90% 정도의 프로필렌과 암모니아를 인, 몰리브덴산 및 몰리브덴산의 창연, 주석 및 안티몬염을 주체로, 담체에 실리카를 이용한 것을 촉매로 하여 500℃이하, 3기압 이하로 몇 초간 기상 접촉시켜 반응을 하여 제조된다. 이렇게 제조되어 탱크로리에 저장된 아크릴로니트릴은 드럼통에 포장되면서 근로자에게 노출될 수 있다.

프로필렌, 암모니아, 공기 → 반응 → 회수 → 분류 → 정류 → 저장 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아크릴아미드 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아크릴로니트릴을 가수분해하면 아크릴아미드를 생성한다. 반응기 내에서 가수분해되는 공정을 점검하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	850 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아크릴로니트릴부타디엔 고무(acrylonitrile-butadiene rubber)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 니트릴고무라고도 하며, 아크릴로니트릴과 부타디엔의 에멀션화 중합에 의해 합성고무로 제조된다. 원료로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아크릴로니트릴 함유량은 15~50%인데 함유량이 많을수록 내유성·내마모성·내노화성이 좋고 인장강도나 굳기가 증가하지만, 반발탄성·저온특성은 낮아진다. 일반적으로는 내유성·내마모성 외에 내열성이 우수하고, 인장강도·전기절연성은 낮으며 케톤·에스테르 등에 대한 내용제성이 나쁘다. 용도로는 내유성이 요구되는 가솔린호스·오일실·패킹·개스킷·고무롤 등으로 쓰이며, NBR라텍스는 접착제, 종이·피혁의 처리제 등에도 사용된다. 아크릴로니트릴과 부타디엔의 1:1교호 혼성중합체는 치글러계 촉매에 의해 합성되는데 내유성과 함께 저온특성이 우수하며 그린강도가 높고, 가공하기 쉽다는 등의 특징이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아크릴섬유(acrylic fiber)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 아크릴 섬유는 아크릴로니트릴을 주요 원료로 하여 제조한다(단량체의 중합, 아크릴로니트릴 함유량이 중량의 40~50%인 것을 아크릴계 섬유). 아크릴로니트릴을 원료로 투입하기 이전에 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	650 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아크릴섬유는 폴리프로필렌을 제외하고 나일론과 함께 가장 가벼운 합성섬유이며, 또한 인장특성이 양모보다 좋고, 양모와 같이 부드럽고 포근한 촉감을 가지며, 주로 단섬유 형태로 생산된다. 합성섬유는 일반적으로 다른 섬유와 혼방하여 쓰이는데, 특히 아크릴섬유는 양모·레이온·면 등과 혼방되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile) 제조(시료분석)

① 시나리오 : 아크릴로니트릴을 라디칼 중합시켜 얻는 비닐중합체로써 제조된다. 원료로 사용되는 아크릴로니트릴은 품질관리를 위해 소량 채취되어 실험실에서 분석되는 데, 이러한 분석과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아크릴 고무(acrylic rubber)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 폴리아크릴레이트 고무라고도 하며, AR로 약칭한다. 아크릴산에스테르와 아크릴로니트릴의 혼성중합체(ANM)가 있다. 제법은 에멀션화 중합에 의하는데 이때 다리걸침은 아민류로 실시한다. 원료로 투입되는 과정에서 근로자에게 아크릴로니트릴이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	70 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 내열성과 내유성이 뛰어나서 170℃의 오일에서도 충분히 견딘다. 내후성·내오존성도 좋으나 내한성·반발탄성·내마모성·내수성 등은 약하며, 절연 등의 전기특성도 다른 내유성 고무에 비해서는 약한 편이다. 자동차의 패킹이나 오일실(oil seal)에 주로 사용되지만 내충격성 플라스틱으로도 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: AES 수지[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : EP고무에 스티롤과 아크릴로니트릴을 가하여 혼성중합시키면 ABS 수지와 같은 정도의 내충격성이 있는 AES수지를 얻는다. 부원료로 아크릴로니트릴이 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	140 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) AES 수지의 내후성은 ABS수지를 능가하며 안테나부품·솔라패널 등 주로 옥외용 부품으로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 아크릴로니트릴 원료공급(운송)

① 시나리오 : 아크릴로니트릴을 원료로 사용하는 모회사에 공급하기 위해 탱크로리로 운송하여 저장될 때 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	180 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 에이비에스수지(ABS copolymer)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 그래프트형 중합방식으로 생산한다. 폴리부타디엔의 존재하에서 스티렌과 아크릴로니트릴을 혼성중합시키면, 이 혼성중합체의 일부가 폴리부타디엔에 그래프트중합(줄기가 되는 선모양고분자물질에 임의의 고분자물질의 가지를 붙이는 반응)하기 때문에 내충격성을 띠게 된다. 혼성중합을 위해 아크릴로니트릴이 원료로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,600 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아크릴로니트릴(A)·부타디엔(B)·스티렌(S)으로 이루어지는 수지. 폴리아크릴로니트릴의 내열성·강성·내유성·내후성, 폴리부타디엔의 내충격성, 폴리스티렌의 좋은 광택, 전기특성, 가공성을 겸비한 우수한 성질을 가지고 있다.이 3성분의 단순한 혼합물이 아니고, 여러 가지 형식으로 혼성중합시킨 것이다. 중합 형식에는 블렌드형과 그래프트형이 있다. 용도는 헬멧·각종 기계·하우징·자동차부품·합성목재 등에 쓴다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 고흡수성수지(super absorbent polymer)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 전분이나 셀룰로오스에 아크릴로니트릴을 그래프트 공중합시켜 분말형태로 제조한다. 원료로 투입되는 과정에서 근로자는 아크릴로니트릴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고흡수성 수지는 자기 무게의 수십~수백 배의 물을 빨아들이는 수지이다. 고흡수성수지는 흡수량이 크고 재료 그 자체가 물을 빨아들이므로 어떤 압력을 가해도 물을 방출하지 않는다. 고흡수성수지는 고분자전해질에 다리결합이나 불용부를 도입한 고분자이다. 생리용구로 실용화되기 시작해서, 현재는 어린이용 종이기저귀 등 위생용품 이외에 원예용 토양보수제, 육묘용 시트, 식품유통분야에서의 신선도유지제 등으로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 염화비닐리덴수지[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 염화비닐리덴은 염화비닐에서 합성되지만, 가공하기 어려우므로 10% 전후의 염화비닐이나 아크릴로니트릴이 혼성중합된다. 부원료로 아크릴로니트릴을 계량한 후, 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염화비닐리덴수지는 염화비닐리덴을 라디칼 중합으로 만든 섬유 성형성의 결정성고분자이다. 난연성·내약품성·내후성이 뛰어나 방충망, 텐트, 자동차용 시트 등에 섬유나 모노필라멘트로 쓰인다. 그 밖에 기체를 투과시키지 않는 성질(gas-barrier)이 가장 좋은 고분자이므로 식품포장용 필름과 가정용 랩 필름으로 실생활에서 쓰이고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: AAS수지(acrylonitrile styrene acrylic ester copolymer)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 스티렌 수지로써 아크릴 고무에 아크릴로니트릴과 스티렌을 그래프트 혼성중합하여 제조한다. 근로자는 원료로 투입되는 공정에서 대기 중으로 아크릴로니트릴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 충격 강도가 높으며 성형할 때 유동성이 우수한 수지를 만들 수 있고, ABS 수지에 비하여 비중과 인장 강도, 신축성이 조금 크다. 스위치 케이스, 세탁기 등 전기·전자제품과 전조등 몸체 자동차 부품, 농기계 등 내후성·난연성·신축성 등이 요구되는 각종 제품의 부품으로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(251) 아크릴아미드 Acrylamide 79-06-1

1. 개요

1) 제조

아크릴 아미드는 아크릴로니트릴을 가수분해하여 얻을 수 있다.

아크릴로니트릴을 황산이나 염산처리로 제조된다.

기본 중화나 이온교환법으로 황산염에서 분리해서 생긴 수화 황산과 아크릴로니트릴의 반응으로 생성된다.

미생물이 분비하는 효소에 의해 아크릴로니트릴을 수화해 제조된다.

2) 용도

응집제로써 아크릴아미드계 폴리머로서 수중에 현탁 입자와 작용한 후 이를 응집 침강시켜 사용된다.(하수・분뇨, 종이펄프, 토목・건축, 화학공업, 광산, 준설 등에 사용된다).

토양개량제로써 흙입자를 단립화해 공기의 유통성, 물적용성, 보수성 개량을 목적으로 사용된다.

합성섬유를 포함한 각종 섬유에 대해서 아크릴아미드를 카바모일화 또는 그래프트 중합시켜 섬유 그 자체의 기초 물성을 개량하거나 셀룰로오즈계 직물의 주름 방지, 방축, 촉감 개량을 목적으로 한 수지가공, 경사 및 염료로 사용된다.

지력증강제로 아크릴아미드와 아크릴산의 공중합체 또는 폴리아크릴아미드의 부분 가수분해물이 사용된다.

폴리아크릴아미드를 페놀수지 용액과 함께 사용한 유리섬유의 접착제와 합성고무계 에멀젼 등과 병용한 감압 접착제에 사용된다.

자분압을 잃어 주수(注水) 등에 의해 채유할 수 없게 된 유정으로부터 잔유를 채취하는 기술로 폴리아크릴아미드 수용액을 지하 유층 중에 주입하여 석유 2차 회수에 석회회수제로 사용된다.

아크릴계 열강화성 도료에 원료로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

방수, 상수 응집공정, 토양 안정, 제지 및 면화 가공 시 사용되는 중합체 제조공정, 전기영동, 토양개량, 섬유의 개질 및 수지가공, 접착제 사용 및 제조와 관련된 공정 등에서 노출된다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

폴리아크릴아미드 및 아미드 단량체 제조를 위한 아크릴아미드의 사용은 다양한 폐기물 경로를 통해 환경으로 누출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	71.08	물리적 상태	분말고체	증기압	0.007mmHg(20℃)
끓는점	125℃ 분해됨	R-phrase	45,46,24/25,48/23/24/25	Log Kow	-0.67
노출기준 (노동부)	TWA 0.03 mg/m^3 STEL -				

2. 노출시나리오

ES01: 아크릴아미드[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 아크릴로니트릴을 가수분해하여 제조된다. 가공이 완료된 아크릴아미드를 포장하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장 사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학식 CH_2=CHCONH$_2$인 무색 결정으로, 단위체는 극약이며 물에 녹지만, 자외선이나 열에 의해 물에 녹지 않는 중합체를 만든다. 이렇게 제조된 중합체는 접합제 도료, 물 처리제, 종이·섬유의 마무리제 등에 사용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 하수처리장(투입)

① 시나리오 : 아크릴아미드는 하수처리장에서 고체 응집제[1]로 사용된다. 즉, 액체 속에 현탁되어 있는 고체입자를 응집 침강시키기 위해 액체에 첨가하는 약품으로 사용된다. 하수에 아크릴아미드를 투입하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	16 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.67 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 배수처리에서 콜로이드성 물질의 처리로서 입자의 전하를 중화, 집합시키는 고분자량의 약품류이다. 음이온성인 것, 양이온성인 것과 비이온성인 것이 있다. 콜로이드입자와 고분자 물질의 분자간 힘이 작용하여 응고효과를 나타낸다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 겔[1] 전기영동(gel electrophoresis) 공정[2](계량)

① 시나리오 : 폴리아크릴아미드 겔은 아크릴아미드, 계면제의 농도 및 그 양을 변화시킴으로서 분리하려고 하는 시료에 맞는 공극크기의 겔을 조제한다. 원료로 투입되기 전에 아크릴아미드를 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 겔은 3차원구조이므로 구조의 공극보다 작은 입자는 빠른 속도로 이동시킬 수 있다. 겔은 3차원의 그물구조를 가지는 것으로 알려져 있다. 이 공극크기 분포의 상한보다 큰 분자는 이동하지 않고, 하한보다 작은 분자는 신속하게 이동한다. 공극크기 분포 내의 분자는 그 형상·크기 및 실효전하에 따라서 이동속도가 다르므로 분리될 수 있다.
2) 폴리아크릴아미드 등을 겔(gel) 상태로 만들어 이것을 지지체로 한 전기이동공정이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 폴리아크릴아미드 제조(투입)

① 시나리오 : 아크릴아미드로 수용액을 제조하고, 수용액의 pH를 조정한 다음 산화-환원계 중합개시제를 사용하여 중합하여 폴리아크릴아미드를 제조한다. 수용액에 아크릴아미드를 투입하는 공정에서 근로자들에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 접착제 및 젤라틴[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 아크릴아미드와 노말헥산을 혼합조에 혼합 후 8시간 동안 반응조에서 반응 및 숙성하여 완제품을 드럼용기 및 1톤 탱크로리에 포장하여 출하한다. 아크릴아미드를 계량하여 혼합하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

원자재 입고 → 계량 → 혼합 → 반응/숙성 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
현장 사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방수, 상수 응집공정, 토양 안정, 제지 및 면화 가공 시 사용되는 중합체 제조공정, 전기영동, 토질개량, 섬유의 개질 및 수지가공, 접착제 사용 및 제조와 관련된 공정에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(252) 아트라진 Atrazine 1912-24-9

1. 개요

1) 제조

시아누릴클로라이드, 에틸아민을 탄산소다, 이소프로필아민 등의 알카리 존재하에서 축합하여 2,6-디클로로-4-에틸아미노-트리아진을 제조한다.

2) 용도

활엽수, 옥수수, 아스파라거스, 토마토, 감자, 관상식물의 제초제로 사용된다. 아트라진은 잎이 넓은 담배와 풀이 우거진 잡초를 사용되며, 옥수수, 사탕수수, 파인애플, 화학적인 휴한지, 목초지, 마카다미아나무 열매, 침엽수, 상업적인 잡초에도 쓰인다. 보통은 다른 제초제와 혼합되어 살포된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	215.72	물리적 상태	고체	증기압	0.0000003mmHg(20℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	20/22,36,40,43	Log Kow	2.61
노출기준(노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 아트라진 제조(시료채취)

① 시나리오 : 시아누릴클로라이드, 에틸아민을 탄산소다, 이소프로필아민 등의 알카리 존재하에서 축합하여 2,6-디클로로-4-에틸아미노-트리아진을 제조한다. 제품의 품질관리를 위해 아트라진을 소량 시료채취 하는데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아트라진 제조(포장)

① 시나리오 : 시아누릴클로라이드, 에틸아민을 탄산소다, 이소프로필아민 등의 알카리 존재하에서 축합하여 2,6-디클로로-4-에틸아미노-트리아진을 제조한다. 가공이 완료된 아트라진을 용기에 포장하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 313

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 제초제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 활엽수, 옥수수, 아스파라거스, 토마토, 감자, 관상식물의 제초제로 쓰여진다. 농약 분무기에 다른 종류의 농약들과 혼합하는 작업에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 213

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(253) 안티몬과 그 화합물 Antimony & componds 7440-36-0

1. 개요

1) 제조

분쇄한 휘안석을 쇠 부스러기와 함께 흑연도가니에서 가열하면 철에 의해 환원되어 금속안티몬이 유리된다. 또 저 품위 광석에서는 광석을 태워서 산화물로 한 다음 코크스와 함께 가열해서 환원시킨다. 여기에 융제를 가하여 용융정제하거나 전기분해정련으로 정제한다.

2) 용도

각종 금속(주석, 납 또는 구리)의 합금성분이다. 홑원소물질로서의 용도는 없으나 납축전지의 전극(몇 %의 안티몬을 함유한 납)이나 활자합금(녹는점이 낮고 응고시에 팽창한다. 납 80%, 안티몬 17%, 주석 3% 등의 합금)으로 이용되고 있다. 타르타르산 안티모닐 칼륨(토주석)은 의료용 최토제·거담제, 황화안티몬은 고무의 가황 등에 쓰이고, 그 밖에 색소나 촉매로 쓰이는 화합물로 사용된다. 또, 최근에는 반도체 재료로서 그 수요가 격증하고 있다.

황화물은 고무제조, 불꽃 제조, 염화물은 착색제 및 촉매로 사용되며, 불화물은 유기합성 및 도기제조, 반도체 기구제조, 도료 및 락카, 의약품 제조에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

안티몬은 주로 납과 같이 합금으로 만들어져 축전지와 활자합금에 주로 사용되어 합금제조 공정을 통해 노출되며, 안티몬 제련 공정에서도 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	121.75	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(886℃)
끓는점	1,635℃	R-phrase	36,37,38	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 안티몬 제련(정제)

① 시나리오 : 분쇄한 휘안석을 쇠 부스러기와 함께 흑연도가니에서 가열하면 철에 의해 환원되어 금속안티몬이 유리된다. 또 저 품위 광석에서는 광석을 태워서 산화물로 한 다음 코크스와 함께 가열해서 환원시킨다. 여기에 융제를 가하여 용융정제하거나 전기분해정련으로 정제한다. 근로자는 안티몬을 정제하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	130 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 산화안티몬 제조[1](투입)

① 시나리오 : 안티몬을 황산 또는 질산에 녹여서 묽은 알칼리 속에서 가열, 가수분해하여 제조한다. 원료로 안티몬을 투입하는 공정에서 근로자는 안티몬에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 안티몬과 산소의 화합물로 삼산화이안티몬, 사산화이안티몬, 오산화이안티몬이 있다. 천연에서 세나몬타이트·세르반타이트 등으로 존재하며 가열·가수분해·산화의 방법으로 얻는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화안티몬 제조(시료분석)

① 시나리오 : 안티몬에 직접염소를 작용시키거나, 염화수은(Ⅱ)과 안티몬을 가열하여 제조한다. 품질관리를 위해 시료 분석하는 작업 근로자에게 안티몬이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 황화안티몬(Ⅲ)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 안티몬(Ⅲ)염의 산성수용액에 황화수소를 작용하여 제조한다. 장치화 된 공정을 점검하는 작업 근로자는 안티몬에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	55 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 안정형·불안정형의 두 가지 형이 있으며, 삼황화안티몬이라고도 한다. 안정형은 천연계에서 휘안석으로 산출되는데 검은 회색을 띠고 금속광택을 내며 사방정계의 기둥모양 결정이다. 불안정형은 안티몬(Ⅲ)염의 산성수용액에 황화수소를 통하면 붉은 귤색의 비결정성 침전물로서 얻어진다. 불안정형을 이산화탄소 속에서 약 300℃로 가열하면 안정형이 된다. 황화안티몬(Ⅲ)은 어느 것이나 사슬모양 중합체구조를 이루고 있으며 물에는 불용성, 알칼리나 다중황화알칼리 수용액에는 가용성이다. 꽃불·성냥의 배합재료로 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 황화안티몬(Ⅴ)[1] 제조(검수)

① 시나리오 : 황화안티몬(Ⅲ)과 황을 뜨거운 수산화나트륨수용액에 용해하여 테트라티오안티몬(Ⅴ)산으로 되게 하여 이것을 묽은 염산으로 분해하여 제조한다. 품질관리를 위해 원료로 입고된 황화안티몬(Ⅲ)을 검수하는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 붉은 귤색의 비결정질 분말로 오황화이안티몬이라고도 한다. 75℃에서 황화안티몬(Ⅲ)과 황으로 분해되며 구조는 불분명하다. 황화안티몬(Ⅲ)과 황을 뜨거운 수산화나트륨수용액에 용해하여 테트라티오안티몬(Ⅴ)산으로 되게 해서 이것을 묽은염산으로 분해하여 만들거나 오염화안티몬의 염산용액에 황화수소를 통하여 만든다. 물에는 불용성이며 진한염산에서는 황이 유리, 용해된다. 또 수산화알칼리나 다중황화알칼리의 수용액에는 가용성이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 안티몬주석그레이 제조(배합)

① 시나리오 : 산화주석(Ⅳ)에 오산화안티몬(Sb_2O_5)을 소량(중량으로 약 5%) 배합하고 1,300℃로 소성하여 제조한다. 산화주석과 오산화안티몬을 배합하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 213

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 감광성유리(photosensitive glass) 제조(첨가)

① 시나리오 : 금·은·구리 등 금속을 감광성 이온으로 하고, 세륨(cerium)을 증감제로 하여 거기에 산화안티몬을 환원제로 첨가하여 제조한다. 산화안티몬을 첨가하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 감마합금[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 납을 주성분으로 하는 감마합금은 주석 5~20%, 안티몬 10~20%, 구리 0.5% 이하로 함유하고 나머지는 납으로 구성되어 있다. 이렇게 합금을 제조하기 위해 안티몬이 원료로 투입되는 데, 투입되기 전 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 감마합금은 베어링에 사용되는 합금으로 일반적으로 화이트메탈이라고 한다. 납·비스무트·안티몬·주석·카드뮴·아연 등을 함유하는 백색합금(배빗메탈)으로 회전하는 축을 고정하는 면에서 지지하는 미끄럼베어링에 사용된다. 대부분 주석 ·납 등으로 되어 있으며 주석을 주성분으로 하는 것은 안티몬 8~15 %, 구리 2~10 %, 나머지는 주석이다. 이 밖에 아연을 주성분으로 하는 것도 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 경납(hard lead)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 납에 안티몬·주석·칼슘 등의 금속을 배합하여 제조한다. 원료를 배합하기 위해 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 경납은 안티몬의 함유량에 따라 그 사용처가 달라진다. Sb함유량이 비교적 낮은 경납은 판·관으로 소성 가공되어 이용되고, Sb함유량이 높은 경납은 주물용으로 사용된다. 강도·경도 등을 사용목적에 알맞게 보강한 합금. 화학공업용 장치나 조인트(이음매) 등을 만드는 공정, 땜납·베어링(축받이) 등을 만드는 공정, 강판(鋼板) 등의 철강재 방식피복용 공정, 인쇄용 활자·납판 등을 주조하는 활자합금 등에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 내화목재 제조(혼합)

① 시나리오 : 인산계화합물・인질소화합물・인할로겐화합물・붕소화합물・안티몬화합물 등을 혼합하여 목재에 가압주입시키거나, 두께가 얇은 것은 수용액에 침지하는 방법을 통해 제조한다. 첨가물로 투입되기 전에 첨가물 혼합 공정에서 근로자에게 안티몬화합물이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 방화도료[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 도료의 안료성분 중 산화안티몬이 20%이상 함유되어 있으면 방화성이 커진다. 방화도료를 제조하기 위해 산화안티몬을 계량하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 목재의 인화 및 연소를 방지할 목적으로 목재에 도장하는 특수도료로 사용된다. 목재 또는 플라스틱 등 가연성 물질에 도포하여 착화를 방지하거나 착화시간을 지연시키는 도료이다. 난연성재료에 의한 것과, 가열되면 발포하여 가연물질과의 사이에 차단층을 만들어 열이 전도되는 것을 지연시키는 것이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 백랍[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 백랍은 약 91%의 주석, 7.5%의 안티몬, 1.5%의 구리로 제조된다. 안티몬이 다른 원료들과 혼합되는 과정에서 근로자들에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 백랍은 가정용품(접시, 교회용품, 장식품, 음료 용기 등) 제조의 주석합금으로 사용된다. 약 2000년 전 로마시대부터 사용되었으며, 백랍상품의 제조는 14세기부터 유럽에서 발달했는데 접시·교회용품·장식품 등이 만들어졌다. 납이 없는 백랍은 접시 또는 음료수 용기로 안전하게 사용할 수 있다. 오늘날의 백립 표면은 딱딱하고 밝은 광택 또는 부드럽고 매끄러운 광택이 있는 청백색을 띤다. 이것은 변색되지 않으므로 색과 광택을 영구히 유지된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 이차전지[1] 제조(가공)

① 시나리오 : 양극물질로 이산화납(PbO_2)음극물질로 해면상(海綿狀)의 납을 사용하고, 전해액으로는 묽은 황산을 쓰며, 양극과 음극 사이에 격리판을 설치한다. 양극판은 순납판 면에 홈을 만들어 표면적을 넓게 한 후 전기분해·산화시켜 이산화납의 얇은 층을 만든 것이다. 음극판은 납-안티몬 합금으로 된 창살모양의 판에 납산화물을 혼합한 페이스트를 붙이고 화학처리를 하여 해면상의 납으로 만든 것이다. 격리판은 양극과 음극 사이의 단락을 방지하기 위하여 두 극 사이에 삽입하여 제조한다. 음극판 제조 시 사용되는 납-안티몬 합금에 페이스트를 붙이는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이차전지는 전기 에너지를 화학 에너지로 바꾸어 모아 두었다가 필요한 때에 전기로 재생하는 장치이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 안티몬 거울 제조(투입)

① 시나리오 : 수소화안티몬을 수소와 함께 태워서 그 불꽃 위에 차가운 사기접시나 유리면을 접촉시킬 때, 표면에 안티몬이 유리하여 제조한다. 수소화안티몬이 원료로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(254) 알파-알루미나 Alpha-alumina 1344-28-1

1. 개요

1) 제조

알루미늄 광석은 종류가 많아 알루미나[1]의 제법도 다양한데 대표적인 것은 보크사이트를 원료로 한 바이어법이다. 알루미늄 광석을 우선 가성소다에 녹여 알루민산소다로 만들면 불필요한 철이나 규산은 잔사로 남는다. 용해액에서 적니를 분리한 뒤 석출조에 수산화알루미늄 결정을 첨가하여 수산화알루미늄을 석출시킨다. 이어서 이것을 유동소성로에서 소성하여 순도 높은 알파 알루미나로 만든다.

분쇄되어 건조로에서 건조되는 광석과 보크사이트의 재생은 수산화나트륨과의 반응 후에 일어나고, 알루민산나트륨을 형성하면서 알루미나 삼수화물이 침전되고 하소된다.

가성소다를 이용한 침출은 가수분해와 용액의 살포에 의해 수화되어진 알루미나의 침전이 있은 후에 알루미나 수화물은 세척, 필터링, 하소되어 수분을 없앤 산화물이 된다.

2) 용도

- 알루미늄 제조, 합성 연마제, 내화물질, 전기 및 전자부품에 사용
- 산업용 소재로서의 알루미나 세라믹스(알루미나를 80%이상 함유한 인공광물)
- 화학실험용 기구 제조에 사용
- 내산 펌프 임펠라, 기계적 씰링에 쓰임
- 반도체 제조 공정 치구(Jigs for Semiconductor), 케미칼 타워 충전물(Rash Ring), 케미칼 필터(Chemical Filter), 반도체 봉지재(Cer DIP), 진공차단기 벌브(V.I.Bulb), 고압애자(High Voltage Insulator), 전자레인지용 마그네트론 부품 제조에 사용
- 제철소, 시멘트, 석탄화력발전소 등의 광물 운반, 수송, 저장장치에 쓰임
- 슬라이딩면 라이너(Liner)에 사용
- 각종 분쇄설비(Ball mill,진동 밀)의 내부 라이너, 분쇄매체(ball)
- 열전지관, 도가니, 그릇, 스터드 용접 플러그 제조에 쓰임

활성화된 알루미나는 석유사업에 있어서 가스와 증기를 건조시키는데 효과적이다. 또한, 색층 분석과 정수에 있어서는 촉매 또는 촉매 담체로 사용된다. 알루미늄을 강화하기 위해 강도를 약화시키는 화학적인 방해를 피하면서 알루미나 섬유를 사용한다.

---

1) 알루미나는 장석, 운모같은 광물로 산출되며 유리(Free)상태로 산출되는 양은 극히 제한적이다. 따라서 원료로 사용키 위해서는 고도의 물리, 화학적 정제기술이 필요하다.

3) 노출 및 결정인자[2)]

보크사이트에서 연마제로 인한 먼지를 포함한 알루미나에 노출될 수 있다. 특히, 보크사이트 광산, 주조장, 그리고 가공공장에서 노출(주조장에서 빙정석에 노출된 작업자와 공장에서 알루미나에 노출된 작업자)될 수 있다.

알루미늄 환원 공장에서는 콜타르피치 휘발성 물질과 그와 관련된 다환식의 방향족 탄화수소로 인해 노출된다. 또한, 알루미늄, 강철 또는 유리 제조, 알루미늄의 전기분해에 의한 제조 등의 업종에서 근로자들이 노출될 수 있다. 일차적인 알루미늄 자극에서의 주요 건강위해성은 알루미늄이나 알루미나에의 노출이 아니라 플루오르화물에의 노출이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	101.96	물리적 상태	분말	증기압	1mmHg(2,158℃)
끓는점	2,980℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 알파 알루미나 제조(포장)

① 시나리오 : 알루미늄 광석을 우선 가성소다에 녹여 알루민산 소다로 만들면 불필요한 철이나 규산은 잔사로 남는다. 용해액에서 적니를 분리한 뒤 석출조에 수산화알루미늄 결정을 첨가하여 수산화알루미늄을 석출시킨다. 이어서 이것을 유동소성로에서 소성하여 순도 높은 알파 알루미나로 만든다. 가공이 완료된 알파 알루미나를 용기에 포장하는 작업을 하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 알파 알루미나 제조(시료채취)

① 시나리오 : 알루미늄 광석을 우선 가성소다에 녹여 알루민산 소다로 만들면 불필요한 철이나 규산은 잔사로 남는다. 용해액에서 적니를 분리한 뒤 석출조에 수산화알루미늄 결정을 첨가하여 수산화알루미늄을 석출시킨다. 이어서 이것을 유동소성로에서 소성하여 순도 높은 알파 알루미나로 만든다. 품질관리를 위하여 가공된 알파 알루미나 저장장치에서 시료를 채취하는 데, 이러한 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 알루미나 화이트[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 황산알루미늄 수용액에 알칼리 용액을 교반하면서 가해 생성하는 침전을 세정 후 여과, 탈수해 제조한다. 원료로 투입되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 알루미나 화이트는 잉크의 보조제, 투명 인쇄 잉크, 그림 도구, 크레용, 고무 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 정유산업에서의 건조제(dessicating agent)[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 활성화된 알루미나는 정유산업에 있어서 가스와 증기를 건조시키는데 효과적이다. 물질 속의 수분을 제거하기 위해 사용되는 약품으로 화학적 건조제(염화칼슘무수물・오산화이인 등) 및 물리적 건조제인 알루미나를 사용한다. 알루미나가 첨가될 때 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 건조제는 흡습성이 강한 물질로서 흡습에 의해 화학변화를 일으키는 경우를 화학적 건조제, 물리적인 흡착과 동결 등에 의한 것을 물리적 건조제라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 벤조니트릴 제조(첨가)

① 시나리오 : 벤조산과 암모니아를 기체상(gas phase), 고온의 알루미나와 반응시켜 벤조니트릴을 제조 시 촉매제로 사용된다. 이렇게 촉매제로 첨가되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 알루미늄 제련(계량)

① 시나리오 : 바이어법으로 제조한 알루미나를 알루미늄제련의 원료로 투입된다. 투입되기 전 계량 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 알루미나 자기[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 산화알루미늄을 노에 넣고 1,600℃ 이상의 열을 가하여 사기로 제조된다. 원료로 투입되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	8 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 산화알루미늄의 소결체로서 공업적으로 제조·이용되고 있는 재료의 총칭.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 실험실 분석

① 시나리오 : 흡착 능력이 큰 활성알루미나는 크로마토그래피 흡착제로 사용된다. 흡착관련 실험을 위해 활성알루미나를 사용하는 근로자들에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(255) 알루미늄(가용성 염) Aluminium(soluble salts) 7429-90-5

1. 개요

1) 제조

제조법으로는 대부분 홀-엘법이 사용되고 있는데, 알루미나를 주원료로 하여, 이것을 융해한 빙정석 속에서 만든다. 알루미나는 바이어법으로 만들며, 빙정석은 천연의 것 또는 수산화알루미늄을 플루오르화수소산에 녹여서 수산화나트륨으로 중화시켜서 만든 것을 사용한다. 빙정석을 실제로는 10%미만의 알루미나와 함께 음극의 기능을 하는 전해조에 넣는다. 양극의 기능을 하는 카본 전극을 이 전해조 상으로부터 넣는다. 이 2개의 전극간에 빙정석을 통해 강한 전류를 흘리는 것에 의해 알루미나는 알루미늄과 산소로 분해한다. 알루미늄은 녹아 조의 바닥에 쌓이지만, 완전하게 알루미늄을 침하시키기 위해서 불화알루미늄에 혼합한다. 산소는 양극의 카본과 화합해 탄산가스가 되어 비산한다. 바닥에 침전된 알루미늄은 이것을 흡착해 플럭스를 넣어 정제해 주형에 넣어 알루미늄 원재(base metal)로 제조된다.

2) 용도

전성·연성이 풍부하고 비중이 작으며, 열·전기의 전도성이 크고 대기 중에서의 내식성이 강하기 때문에, 판재·박재·봉재·선재·관재·형재 등 모든 형태로 가공되어 이용된다. 가벼운 점을 이용하여 항공기·자동차·선박·철도에 사용되고, 전기의 양도체인 점을 이용하여 송전선 등에 사용된다. 또, 식품공업·식기류 등에서의 알루미늄 이용은 내식성과 인체에 해가 없는 점 때문이다. 이 밖에 페인트, 알루미늄박에 의한 포장이나 건축재료 및 원자로재 등 많은 용도로 쓰이고 있다.

또한, 압연품, 전선, 주단조품, 다이캐스트, 집적회로용 증착재료, 광학용 증착재료, 화합물 반도체 등의 공업적 용도로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	26.98	물리적 상태	분말, 고체	증기압	1mmHg(1,284℃)
끓는점	2,450℃	R-phrase	15,17	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 알루미늄 제조(제련)

① 시나리오 : 용융염 전해법이 가장 대규모로 행해지고 있는 것이 알루미늄 제련이다. 알루미늄은 원래 극히 활성의 금속이기 때문에 수용액 전해로는 만들 수 없다. 원료는 광석으로부터 불순물을 제거한 고순도의 알루미나로써 약 950℃의 고온에서 용해된 빙정석에 약 10%의 알루미나를 첨가한 혼합염을 전해욕으로서 사용하고 흑연을 전극으로 사용하여 전해제련 되는 데, 이 공정에서 근로자는 알루미늄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	680 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 알루미늄 페인트[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 알루미늄 페인트는 은색광택을 내는 도료로써 알루미늄의 분말을 유성 니스에 안료로 넣어 제조한다. 부원료로써 알루미늄이 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 알루미늄은 대기 중에서 산화되면 알루미나(산화알루미늄)라는 산화막이 형성되어 그 이상 산화가 내부로 침식되는 것을 방지하는 성질이 있으므로 이 성질을 이용하여 녹막이 도료로 이용된다. 내구력, 피복력, 철강재의 산화방지력이 크다. 주로 옥외 도료로 사용되는데, 완전 불투명하고 광선의 반사성도 좋으며, 내열성이 있기 때문에 방열의 목적으로 석유탱크, 냉동차 등의 외부도장에 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 알루미늄박 제조(압연)

① 시나리오 : 공업용 알루미늄판을 점점 얇게 압연해서 마지막으로 박압연기에 걸어 제조한다. 압연하는 과정에서 미세한 분진이 발생하여 근로자의 호흡기를 통해 흡입될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 사용				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 알루미늄 새시 제조(압출)

① 시나리오 : 알루미늄 원재료(비레트)를 압출기에 통과시켜 원하는 모양의 새시를 제조한다. 제조된 새시는 알루마이트(양극산화피막) 처리를 하고 그 위에 7~12㎛정도로 투명하게 도장을 하여 완성한다. 알루미늄을 압출기에 통과시킬 때 근로자는 알루미늄 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 알루미늄 새시 제조(절단)

① 시나리오 : 가공된 알루미늄 새시를 제품화하기 위해 크기에 맞게 절단하게 되는 데, 이 때 근로자는 알루미늄 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 알루미늄 피복강선(aluminium-clad steel wire) 제조(압축소결)

① 시나리오 : 알루미늄 피복강선은 강선의 표면에 알루미늄 분말을 두껍게 피복(압축소결)하여 제조한다. 근로자는 압축소결하는 공정에서 알루미늄 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 블라인드(Blind)용 포지의 제조(증착)

① 시나리오 : 폴리에스텔 섬유로 된 포지를 정련, 표백, 염색(날염포함), 알루미늄염용액 처리, 알루미늄 입자가 증착 처리되고, 실리콘계 수지 처리 순으로 가공하여 제조한다. 증착되는 공정에서 근로자에게 에어로졸 형태로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 주름진 알루미늄박 테이프 제조(압착)

① 시나리오 : 알루미늄박의 주름을 성형하는 한 쌍의 주름 압착롤러를 통하여 주름 성형 공정과 양면테이프의 접착공정 및 압착공정으로 주름진 알루미늄박을 연속 제조한다. 알루미늄 테이프로 압착되는 공정에서 근로자에게 미량의 분진이 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 반도체 소자용 알루미늄 접속 와이어 제조(신선)

① 시나리오 : 알루미늄 합금원료를 3회 신선공정을 수행하고 열간압출법을 이용하여 와이어를 제조한다. 신선 공정에서 근로자에게 알루미늄 분진이 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	90 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 알루미늄 주괴 제작(주조)

① 시나리오 : 제련용 포트에서 만들어진 알루미늄은 노로 옮겨져 다른 금속과의 정밀한 혼합을 통해 특정 용도를 위해 설계된 특정 성상을 지닌 다양한 합금으로 만들어진다. 이 금속은 플럭싱이라고 부르는 공정을 통해 정제된 다음 금형에 붓거나, 주물 작업을 통해 직접 주괴로 만들어진다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능한 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 알루미늄 코일 및 판재 생산(용해)

① 시나리오 : 용해로에 원재료인 Ingot를 투입하여 불순물 제거, 탈가스 및 진정처리한 후 DC 캐스팅공법으로 슬라브를 주조한다. 냉간/열연코일을 냉각 압연한다. 압연된 코일을 소둔열처리를 통해 제품화 된다. 필요한 경우 제품규격에 맞게 재단하기도 한다. 근로자는 용해로에서 누출되는 알루미늄 분진에 의해 노출될 수 있다.
용해 → 압연 → 열처리 → 재단 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 알루미늄 건축자재 제조(드릴링/밀링)

① 시나리오 : 알루미늄을 압출하고 이를 건축자재로 만들기 위해 입고검사를 한 후, 가공을 위해 절단한다. 절단된 것은 다시 드릴링, 밀링 작업을 통해 가공되어 조립된다. 조립이 완료되면 품질 검사를 거친 뒤, 포장/출하된다. 근로자는 드릴링/밀링 공정에서 알루미늄 분진에 노출될 수 있다.

압출 → 입고검사 → 가공(절단) → 드릴링/밀링 → 부속 취부 → 조립 → 검사 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	55 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(256) 암모니아 Ammonia 7664-41-7

1. 개요

1) 제조[1)]

공업적으로는 질소와 수소를 고압 하에서 촉매를 사용하여 직접 합성하는 방법이 흔히 시행된다. 이것이 하버-보슈법이며, 현재 시행되는 주요 방식은 하버-보슈법·NEC법·클로드법·TVA법·파우저법·카살레법 등이 있다. 이들 방법에서 원료인 질소는 액체공기의 분별증류에 의해서, 수소는 수성가스에서, 또는 천연가스·석유 등의 분해에 의해서, 또는 물을 분해하여 얻는다.

촉매로는 산화철이 사용되고, 촉진제로는 칼륨·칼슘·마그네슘·알루미늄 등의 산화물을 1종 또는 몇 종 가한 것이 보통 사용된다. 이밖에 석탄 건류시의 가스액을 세척하여 그 속에 함유되어 있는 암모니아를 포착하거나, 석회질소에 수증기를 작용시켜 암모니아로 하는 방법 등이 시행되어 왔으나, 현재 그 생산고는 감소하고 있다.

2) 용도

암모니아 용액은 세정 물질, 바르는 약 그리고 방향 에센스와 같이 다양한 제품에 다양한 용도로 사용된다. 때때로 암모니아 용액은 화학 비료로 사용된다. 신선한 가정용 암모니아는 농도가 5~10%이지만, 54%의 용액도 상업적으로 이용 가능하다.

비료로서 가장 많이 사용되고, 다음은 공업용으로 사용된다. 비료로는 이것을 주성분으로 하여 황산암모니아를 만들었으나, 최근에는 요소로서 사용하는 편이 많아졌다. 공업용으로는 질산의 제조, 암모니아-소다법에서의 사용, 유기합성 원료, 액체암모니아로서의 냉동용 혼합냉각제 등으로 사용된다. 냉동 및 화학 산업에서도 사용된다.

요소, 질산암모늄, 암모늄염, 나일론의 adipic산, 나일론의 헥사메틸렌디아민, 섬유 및 플라스틱의 아크릴로니트릴, 나일론의 caprolactam, 플라스틱의 이소시안산염 등의 제조에 이용된다.

히드라진, 농약 그리고 합성 세제의 제조에 사용된다.

암모니아, 또는 해리 암모니아는 질소화(nitriding), 탄소가 있는 상태에서 질소화(carbo-nitriding), 가열 냉각, 화덕 땜질, 소결, 수소화나트륨을 이용한 물 때 벗기기, 그리고 원자 수소 용접 등과 같은 금속 처리 작업 등에 사용된다.

해리 암모니아는 지방 및 기름 수소화의 편리한 수소 원천이다. 대기에서 해리 암모니아를 제어 연소하면 순수한 질소의 원천이 생긴다.

---

1) 실험실에서는 암모늄염(염화암모늄 등)을 수산화 칼슘 등의 알칼리와 가열하여 만든다. 이때 암모니아가스를 건조시키는 데 건조제로서 산성인 것(황산이나 오산화인), 또는 염화칼슘 등을 사용해서는 안 된다. 흔히 실험실에서는 산화칼슘이나 순산화나트륨을 사용한다.

석유 산업은 가공하지 않은 기름의 산성 성분들을 중화시키고 거품 접시 탑(bubble plate tower), 열 교환기, 응결기, 그리고 저장 탱크와 같은 장비를 부식으로부터 보호하는데 무수 암모니아를 이용한다.

고무 산업은 가공하지 않은 라텍스를 운송하고 저장할 동안에 그것이 응고 되지 않도록 암모니아를 사용한다.

합성수지를 만들기 위해 페놀-포름알데히드와 요소-포름알데히드를 액화시키는데 이 때 암모니아가 촉매제로 사용된다.

암모니아는 염소의 첨가 전(preammoniation) 또는 첨가 후(postammoniation)에 물에 첨가될 수 있다. Preammoniation은 염소가 페놀 및 다른 물질들과 반응하면서 생긴 맛과 냄새의 형성을 방지할 수 있다. Postammoniation은 대부분 암모니아-염소 물 처리 공정에 사용된다.

자몽, 레몬 그리고 오렌지를 창고에 저장할 동안에 곰팡이 번식을 제어하기 위해 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2)]

사진 복사 과정에서 암모니아가 현상액으로써 사용될 때, 작업 장소로 유출될 수 있다. 암모니아에 대한 인간의 우발적인 피폭은 액체 암모니아 또는 기체 암모니아를 갖고 있는 장비의 고장으로부터 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	17.03	물리적 상태	기체	증기압	8,500mmHg(액체)(20℃)
끓는점	-33.35℃	R-phrase	10,23,34,50	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 25 ppm / 18 mg/m^3			STEL 35 ppm / 27 mg/m^3	

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 암모니아 제조(시료채취)

① 시나리오 : 암모니아는 공업적으로 질소와 수소를 고온·고압 하에서 직접 합성하여 제조하고 있다[1]. 제조된 암모니아를 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 질소와 수소를 1:3의 비율로 혼합한 가스를 합성탑에서 30 atm, 470~600 ℃에서 반응시켜 제조하였다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 소다회 생산(현장점검)

① 시나리오 : 석회석과 식염을 주원료로 하고, 암모니아를 부원료로 하여 소다회(탄산나트륨무수물)를 제조한다. 이 방법을 암모니아-소다법 또는 솔베이법[1]이라고도 한다. 각 원료의 사용량은, 개략적으로 소다회 1t을 제조하는 데에는 원료염(90% NaCl) 1.6t, 석회석(99% $CaCO_3$) 1.3t, 코크스(85% C) 0.13t, 암모니아 2kg을 필요로 한다. 작업자는 제조과정과 시설 장비를 현장에서 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석회석을 석회로 속에서 코크스의 연소에 의해 열분해시켜서, 생석회와 이산화탄소(탄산가스)를 얻는다. 한편, 식염(원염)을 바닷물에 녹여서 포화 상태에 가까운 식염 용액을 만들고, 이것에 석회유를 가하여 마그네슘이온 등 불순물을 침전시켜 제거한다. 이 정제용액을 1차 간수라 하며, 그 속에 함유되어 있는 칼슘이온은 나중에 설명하는 탄산화탑의 배출가스 속에 있는 암모니아와 이산화탄소를 이용하여 탄산칼슘의 형태로 침전 제거하여 2차 간수를 얻는다. 2차 간수는 암모니아 흡수탑의 상부로부터 흘려내려 보내고, 하부로부터 암모니아가스를 함유하는 이산화탄소를 불어넣어 흡수시켜서, 암모니아성 간수를 제조한다. 암모니아의 흡수는 발열을 수반하므로, 이것을 냉각시켜 70℃ 전후를 유지한다. 다음에 탄산화탑(솔베이탑)에서 암모니아성 간수에 향류(向流)로 20~30℃의 온도를 유지하면서 석회로에서 오는 이산화탄소를 포화시키면, 탑 바닥에 탄산수소나트륨의 결정이 석출한다. 이 반응은 가역반응이며, 이 공정을 탄산화(또는 탄화)라고 한다. 이것을 여과기에서 분리시켜, 수세·건조 후 로터리킬른(rotary kiln) 등에서 하소하면 소다회를 얻는다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 요소비료제조에 사용(현장점검)

① 시나리오 : 비료로는 암모니아를 주성분으로 하여 요소를 제조하는 데 사용한다. 비료제조과정과 장치를 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1)] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 질산의 제조

① 시나리오 : 암모니아를 산소로 산화시킨 후 물에 흡수시켜 얻는다. 즉, 암모니아와 공기를 혼합해서(암모니아 10% 정도), 800~1,000℃로 가열한 백금 또는 로듐을 촉매로 하여 산화시킨다. 제조과정과 시설을 점검할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 헥사메틸렌디아민 제조 원료(투입)

① 시나리오 : 아디포니트릴을 암모니아 존재 하에서 접촉 환원하여 얻는다. 6,6-나일론의 합성원료이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 냉동용 혼합냉각제로 사용(투입)

① 시나리오 : 액체암모니아로서의 혼합냉각제 등으로 사용된다. 암모니아를 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 황산암모늄(ammonium sulfate) 제조[1](현장점검)

① 시나리오 : 합성황산암모늄은 원료인 암모늄을 하버-보시법 등에 의하여 합성하고, 이것을 황산에 흡수시켜 만들기 때문에 순품을 얻을 수 있다. 산암모늄은 질소비료로 대량으로 사용되고 암모늄염의 합성원료로도 중요하다. 비료를 제조하는 시설과 제조과정을 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 암모니아태 질소를 함유하는 비료인데, 요소와 더불어 생산량이 가장 많다. 속효성 질소비료로 흡습성이 적어 다루기 쉬운 특징이 있는데, 외관상 백색의 결정 모양 분말이며 화학식은 $(NH_4)_2SO_4$이다. 원료인 암모니아의 제조방법에 따라 합성황산암모늄·부생황산암모늄·변성황산암모늄의 3종으로 나뉘며, 합성황산암모늄이 대부분을 차지한다. 이론적으로는 21.24%의 질소를 함유하는데, 공업적으로 제조된 것은 약간의 수분이나 유리된 황산을 함유하기 때문에 보통 20~21%의 질소를 함유한다. 공정규격에 의한 보증 성분은 암모니아태 질소로 20.5% 이상, 유리 황산 0.5% 이하인데, 생산기술이나 관리의 향상에 의하여 21% 이상 함유하기도 한다. 최근에는 대부분을 부생황산암모늄은 주로 석탄의 건류에 의하여 가스 또는 코크스를 제조할 때의 부산물로 얻은 암모니아액을 이용하는 것이며, 타르분에 의하여 착색되지만 성분이나 비료의 효과에는 영향이 없다. 변성황산암모늄은 석회ㅏ질소를 과열 수증기로 분해시켜 얻은 암모니아를 황산에 흡수시키는 것으로 합성암모니아가 사용되기 이전의 황산암모늄은 이 방법으로 합성되었다. 이 밖에 나일론이나 벰베르크 인견 등 비료 이외의 제품을 만들 때 얻는 폐액폐액이나 폐가스로부터 황산암모늄을 얻는 회수황산암모늄도 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 암모니아 수(포장)

① 시나리오 : 암모니아를 물에 녹여 만드는데, 발열하므로 냉각시키면서 녹인다. 시약으로서도 중요하나, 의류의 세척이나 국소 자극제・흥분제・제산제・중화제 등 의약품으로서도 사용된다. 제조된 암모니아수를 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 공업용으로는 제빙용(투입)

① 시나리오 : 얼음을 만드는 제빙기에 암모니아를 주입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 초치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 멜라민수지[1]의 원료인 멜라민 합성에 사용(투입)

① 시나리오 : 가압하에서 디시안디아미드와 액체 암모니아를 반응시키면 생긴다. 포르말린과 함께 가열하면 축합반응에 의해서 멜라민수지가 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.45 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아미노기-NH_2를 가지므로, 요소수지와 함께 아미노플라스틱이라 통칭된다. 용도에 따라 약간의 차이는 있으나,약알칼리성으로 한 포르말린(포름알데히드 수용액)에 적당량의 멜라민을 가하여 가온 반응시켜 시럽 모양의 제1차 수지를 얻는다. 성형용 혼합물 분말로 만드는 데는 셀룰로오스 분말·석면·유리섬유 등을 혼합하여 말린 다음 가루로 만든다. 이것을 틀에 넣어 가열 성형한다. 이 수지는 무색 투명하여 아름다운 착색을 할 수 있으며, 열·산·용제에 대하여 강하고, 전기적 성질도 뛰어나다. 식기·잡화·전기 기기 등의 성형재료로 쓰이는데, 일상생활에서 볼 수 있는 도자기 같은 감촉의 컵은 완성품의 비중이 1.5 정도로 가볍다. 또 내열성이 있어서 강한 화장판은 식탁·벽판 등에 사용되는데, 이것은 종이에 제1차 수지액을 침투시키고 겹쳐서 가압 가열한다. 맨 위에 나오는 종이에 적당한 인쇄를 하면 나뭇결무늬와 같은 다양한 무늬를 낼 수도 있다. 화장판은 대부분 내부나 하부에 값이 보다 싼 다른 플라스틱이 사용된다. 또한 손을 닦을 때 쓰는 종이수건은 종이에 멜라민·요소수지를 침투시켜 말린 것이다. 섬유 가공용으로 사용되는 양도 많은데, 주로 방추가공에 쓰인다. 요소수지는 내수성이 좋지 못하나, 멜라민수지는 우수하다. 또한 접착성이 강력하여 내구성이 있는 목재의 구조용 접착제가 되고, 금속도료로도 유용하여 생산량이 신장하고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11 : 계면활성제 제조(배합/합성)

① 시나리오 : 계면활성제 생산시 반응제 및 첨가제로 사용되며, 암모니아 등 원재료를 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 계면활성제 제조(현장점검)

① 시나리오 : 계면활성제 생산시 반응제 및 첨가제로 사용되며, 작업자가 원재료의 반응기 설비를 조작하거나 점검 시에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(257) 액화 석유가스 LPG(liquified petroleum gas) 68476-85-7

1. 개요

1) 제조

LPG는 석유 정제시 생기는 부산물이다. 석유 성분 중 프로판 및 부탄가스 등 끓는점이 낮은 탄화수소를 주성분으로 가스를 상온에서 가압하여 액화한 것이다.

석유화학용 에틸렌 제조공정에서 부생하는 저분자 수소가스에서도 프로판·프로필렌·부탄·부틸렌 등을 분리·정제하여 LPG를 생산하고 있다.

원유를 상압 증류해 가솔린, 등유, 경유로부터 중유까지의 1차 제품을 제조할 때에 탑정으로부터 나오는 배기가스는 포화탄화수소이며, 불포화탄화수소는 거의 존재하지 않는다. 발생 가스의 약 10%는 면실을 면하기 어렵지만, 90%는 회수 가능하다.

양질의 가솔린(옥탄값이 높은)을 얻을 목적으로 1차 제품을 개질, 분해 등의 장치로 처리했을 때에 발생하는 배기가스는 불포화탄화수소가 대부분이다. 접촉 분해의 경우 가스회수율은 75% 정도이다.

2) 용도

액화석유가스 또는 LP가스라고도 하며, 프로판가스·부탄가스 등으로도 총칭된다. LPG를 소형의 가벼운 압력용기(봄베)에 충전해서 가정용·업무용·공업용 연료로 쓰며, 또 자동차용 가솔린 대신으로도 널리 이용된다.

LPG는 기체 연료로서 경제성, 청결, 간편, 열량 조정의 정확, 용이함 등 때문에 도시가스(가정용 연료)로 사용되고 있으며, 제과, 식품의 가공 조정, 의료, 양계, 담배, 야채류의 건조, 사무소, 영화관, 학교급식에 있어서의 난방 및 조리용으로도 사용된다. 이 외에도 다양한 화학물질 생산에 공급원료로 사용되며, 다량체 중간물질과 석유의 제조에 사용된다.

운반이 용이하다는 장점을 살려 이동식 가스레인지의 연료로 많이 쓰이고 있다. 휴대용 가스버너의 연료로 많이 언급되는 '부탄가스'가 바로 석유가스의 주성분인 부탄(C4H10)을 사용한 것이다. 이 밖에도 일부 자동차나 라이터의 연료로 사용되기도 한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

LPG 취급 충전소나 선박, 항공 관련 종사자에게서 많이 노출되고 있으며, 이 외

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

에도 용접, 절단 등의 제조업에서도 근로자들에게 노출되고 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	42~58	물리적 상태	기체	증기압	프로판 8.6기압, 부탄 2.1기압 (20℃)
끓는점	-0.56~4.44℃	R-phrase	45,12	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 1,800 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: LPG(liquefied petroleum gas) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 원유를 상압 증류해 가솔린, 등유, 경유로부터 중유까지의 1차 제품을 제조할 때에 탑정으로부터 나오는 배기가스는 포화탄화수소이며, 불포화탄화수소는 거의 존재하지 않는다. 발생 가스의 약 10%는 면실을 면하기 어렵지만, 90%는 회수 가능하다. LPG가 저장된 탱크로리 주변이나 가공설비를 점검하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: LPG 충전소(충전)

① 시나리오 : 빈 LPG실린더에 충전 호스를 통해 충전하는 근로자에게 LPG가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,600 톤	국소배기장치	□
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: LPG 용접

① 시나리오 : 산소와 LPG를 사용하여 금속을 접합시키거나 절단시키기 위해 용접작업을 실시한다. 용접작업 시 비연소 된 LPG가스에 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: LPG자동차(LPG powered automobile) 운전

① 시나리오 : 액화석유가스를 연료로 하여 달리는 자동차를 운전하는 근로자는 차량의 노후화로 연료통에서 미세하게 나오는 LPG에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 에어로졸(aerosol)[1] 제품 제조(혼합)

① 시나리오 : 고체 또는 액체의 약제를 끓는점이 낮은 액화석유가스와 함께 용기에 넣어 제조한다. 스프레이 용기에 액화석유가스를 충전하는 공정의 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 살충·구충제, 가정용 페인트, 헤어스프레이, 피부용 약제 등에 이용되고 있다. 분사제로 액화석유가스(LPG)·플론(flon ; 클로로플루오로카본)가스 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 광휘 열처리[1)]

① 시나리오 : 강재의 담금질 등의 열처리로 표면 처리하는 것으로 액화석유가스에 공기를 혼합해 가열한 변성로에서 촉매의 존재하에서 접촉적으로 변성하게 한다. 이 공정을 담당하는 근로자에게 LPG가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□연료로 사용				

③ 노출량 산출[2)] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 광휘 열처리는 금속을 진공이나 보호 가스 속에서 달군 다음 천천히 식히는 열처리를 말한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(258) 에탄 에티올 Ethanethiol 75-08-1

1. 개요

1) 제조

나트륨 황산에틸과 KSH를 원료로 제조하거나, 칼륨 디티올을 원료로 제조한다.

칼륨 수산화물 용액을 수소 황화물로 삼투화시킴으로써, 칼슘 황산에틸 용액과 혼합함으로써, 그리고 수조에서 분별증류함으로써 제조한다.

에탄 에티올은 기체 상태에서 칼륨 텅스텐산염 또는 니켈과 텅스텐 산화물을 포함하는 알루미나 촉매제 상에서 에틸렌과 수소황화물로부터 생성된다.

2) 용도

플라스틱, 살충제, 산화방지제 제조에 있어서 처음과 중간과정에서 사용되는 물질로써 천연가스를 위한 취기제로 사용된다. 그리고 살충제, 고엽제, 제약제, 그리고 접착제의 생산에 있어 중간물질로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	62.13	물리적 상태	기체	증기압	442mmHg(20℃)
끓는점	35℃	R-phrase	11,20,50/53	Log Kow	1.27
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에탄 에티올 제조(포장)

① 시나리오 : 에탄 에티올은 기체 상태에서 칼륨 텅스텐산염 또는 니켈과 텅스텐 산화물을 포함하는 알루미나 촉매제 상에서 에틸렌과 수소황화물로부터 생성된다. 생성된 에탄 에티올을 포장하는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에탄 에티올 제조(현장점검)

① 시나리오 : 에탄 에티올은 기체 상태에서 칼륨 텅스텐산염 또는 니켈과 텅스텐 산화물을 포함하는 알루미나 촉매제 상에서 에틸렌과 수소황화물로부터 생성된다. 장치화 된 밀폐 연속공정에서의 현장점검을 통해 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(259) 에탄올 Ethanol 64-17-5

1. 개요

1) 제조[1)]

에틸알코올은 에틸렌의 직접, 간접 수화에 의해 생산된다. 직접 수화공정에서 에틸알코올은 인산이 포함된 촉매상에서 물과 에틸렌의 기상 반응에 의해 생산된다. 에틸렌 가스와 물 증기는 수화공정을 위해 1,000PSI, 250℃의 반응기에 공급된다. 에틸렌과 물 증기는 인산 촉매를 거치면서 화합되어진다. 기, 액체로 혼합된 흐름은 냉각 및 분리를 거치면서 반응기로부터 제거되며, 액체상의 제품흐름은 이후 95% 에틸알코올의 정제를 위해 분리되어진다. 증기 흐름은 에틸알콜을 제거하기위해 물로 세정하고, 반응기로 재순환 되어진다.

에틸렌의 간접 수화공정은 에틸알코올을 생산하기 위해 황산을 첨가하는 2 단계 반응공정을 수반한다. ① 에틸렌 공급 가스는 약 290~370 PSI, 70℃에서 농축된 황산에 흡수된다. ② 이러한 결과에 의해 생성된 에스터 물은 가수분해공정으로 보내지게 되고, 에틸알코올, 에틸에테르, 황산으로 가수분해 되어 진다. 이후 이러한 혼합물은 다른 부산물로부터 에틸알코올을 분리하고 정제되어진다.

녹말, 설탕, 그리고 다른 탄수화물의 발효에 의해 생성되거나; 에틸렌, 아세틸렌, 아황산염 폐용액, 합성가스(CO+H)로부터 생성될 수 있고; 에틸 아황산염의 가수분해 또는 메탄의 산화로부터 생성될 수 있다.

2) 용도

- 가솔린에서 octane booster로 이용
- 합성고무, 페인트와 옻, 폭발물 제조산업
- 부동액, 멸균제
- 표면코팅제 제조, gasohol, yeast 성장배지
- 수지, 지방, 지방산, 기름, 탄화수소를 위한 용매
- 식품 첨가제, 잉크
- 아세트알데히드, 아세튼산, 에틸아세테이트, 염화에틸, 에틸에테르, 부타디엔, ethylene dibromide, 플라스틱, 가소제, 비누, 세제, 염색제
- 약물(수의학 포함), 외과용 봉합 용기
- 에틸아민 제조(암모니아와 함께 에탄올의 촉매반응에 의해 생성된 mono-, di-, triethylamine)
- 에틸아크릴레이트 합성(에틸 아크릴레이트의 합성에서 아크릴산의 에스테르화에 사용)
- 아세틸렌에 에탄올을 첨가하면 에틸비닐에테르가 생성

1) 95% 에틸알코올과 벤젠이 증류될 때 최초로 3상 공비 증류가 먼저 일어나고, 이후 2상 공비증류가 일어난다. 결국 마지막에는 무수 에틸알코올을 생산하게 된다.

대부분의 ethyl alcohol은 적절히 희석하여 주류 제조에 사용된다. 다른 용도로는 실험실이나 공업용, 변성된 알콜이나 약물의 제조 (마사지용 합성물질, 로션, 강장제, 화장수), 향수제조 또는 유기화합물 제조에서 용매로 쓰인다.

3) 노출 및 노출결정인자[2)]

물을 제외한 어떠한 다른 용매보다도 에탄올에의 노출이 더 클 것이다. 에탄올은 공업용 용매로써 사용될 뿐 아니라, 잠재적으로 취하게 하는 음료의 한 성분으로 많은 사람들에 의해 소비된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	46.07	물리적 상태	액체	증기압	5.7kPa(43mmHg)(20℃)
끓는점	78.5℃	R-phrase	11	Log Kow	-0.31
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 1,900 mg/m^3			STEL -	

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목 들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에탄올의 제조[1](시료채취)

① 시나리오 : 에틸알코올은 인산이 포함된 촉매상에서 물과 에틸렌의 기상 반응에 의해 생산된다. 에틸렌 가스와 물 증기는 수화공정을 위해 1,000PSI, 250℃의 반응기에 공급된다. 에틸렌과 물 증기는 인산 촉매를 거치면서 화합되어진다. 기, 액으로 혼합된 흐름은 냉각 및 분리를 거치면서 반응기로부터 제거되며, 액체상의 제품흐름은 이후 95% 에틸알코올의 정제를 위해 분리되어진다. 증기 흐름은 에탄올을 제거하기 위해 물로 세정하고, 반응기로 재순환 되어진다.

근로자의 에탄올의 노출은 품질관리를 위한 시료 채취과정에서 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

ES02: 주류 제조(첨가, 희석)

---

1) 공업적 제조법에는 발효법과 합성법의 2가지가 있다. 발효법은 고구마·감자·당밀 등의 녹말질이나 당질을 원료로 하여 효모의 작용으로 발효시켜 만든다. 합성법은 나프타 또는 천연가스를 분해하여 얻은 에틸렌을 원료로 하고 여기에 수증기를 가하여 촉매 존재하에 가열해서 합성한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

① 시나리오 : 주류는 에탄올을 함유하고 있는 음료로서 보통 청주 15~16%, 맥주 3~4%, 포도주 7~14%, 위스키·브랜디 등의 증류주는 35~55%의 에탄올을 함유하고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 의약용 제조(첨가)

① 시나리오 : 에탄올・에탄올무수물・소독용에탄올 등이 있다. 에탄올의 농도는 95.1~95.6%, 무수에탄올은 99.5% 이상이며, 팅크제・주정제・엘릭서제・엑스제・황엑스제 등의 침출제나 용제로 쓰인다. 에탄올무수물은 삼차신경통이나 암의 말기 등 진통제로는 효력이 없는 심한 통증에 대해 신경차단을 실시할 때 주사로 응용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 변성알코올(denatured alcohol)(혼합)

① 시나리오 : 알코올을 연료로 하는 소형의 알코올램프에 주로 사용된다. 소량의 변성제를 가한 에탄올(에틸알코올)로서, 변성제는 악취, 불쾌한 맛, 독성을 가지며 쉽게 알코올에서 분리할 수 없지만, 공업에서의 용도에는 지장이 없는 물질이 선택된다. 보통의 변성알코올은 에탄올 180ℓ당 메탄올(메틸알코올) 7kg, 포르말린 30g, 콜리딘 400g 및 로다민(적색염료) 0.5g을 첨가해서 만드는데, 뒤의 3가지는 경우에 따라 첨가하지 않아도 된다. 이 밖의 변성제로서 아세트알데히드·이소부틸메틸케톤·프로피온산에틸·벤젠·석유 등이 알려져 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 도포제[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 피부나 점막에 바르는 약의 총칭을 의약품을 물・에탄올・에테르・글리세린・식물유 등에 용해・혼합하여 만든 외용액제로, 피부나 점막에 바르는 약제를 말한다. 도포제로는 크림・파스타를 포함하는 연고제와 액상 또는 크림상으로 환부에 스며들도록 만든 리니먼트제 등이 있는데, 연고제는 적당히 끈기가 있어 밀도가 높으며 리니먼트제는 문질러 바르는데 걸쭉한 것도 있다. 이것들을 종합하여 흔히 <바르는 약>이라 부르고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 도포제에는 피오크타닌 청액・머큐로크롬액・요오드팅크처・루골 등의 소독약과 여드름에 쓰이는 유황캠퍼로션, 거칠어지는 것을 막아 주는 글리세린칼리액 등 여러 가지 약제가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 멸균 소독제[1](희석)

① 시나리오 : 소독용 에탄올은 에탄올과 에탄올무수물을 정제수로 희석하여 농도를 76.9~81.4%로 만든 것인데, 손가락이나 주사부위의 피부소독에 흔히 쓰인다. 또 피부 자극약으로써 욕창을 예방하기 위해 바르기도 하는데 기기소독용으로는 부적합하다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 에탄올(에틸알코올)과 이소프로판올(이소프로필알코올)이 있으며, 에탄올은 70%용액이 사용된다. 결핵균을 비롯하여 거의 모든 세균·바이러스·리케차에 효과가 있으나, 아포에는 효과가 없다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 셀룰로이드[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 셀룰로오스, 즉 섬유소로부터 만들어지는 대표적인 플라스틱이다. 니트로셀룰로오스[2]와 에탄올(에틸알코올)을 1:1의 부피비로 섞고, 이것의 54.95%인 캠퍼를 섞어서 잘 반죽하여 균일하게 한 뒤 안료를 섞고 롤러로 판상으로 만든다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[3] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 셀룰로이드는 가공하기 쉽고 어떤 색으로도 착색이 가능하며 성형하기 쉬우나 불에 타기 쉬운 결점이 있다. 현재는 니트로기 대신 아세틸기가 들어간 아세틸셀룰로오스가 셀룰로이드의 주종을 이룬다.
2) 니트로셀룰로오스(질산섬유소)에 25~35%의 캠퍼(장뇌)를 섞어서 반죽하여 만든다. 니트로셀룰로오스 제조는 린터(linter ; 면화의 짧은 섬유), 낡은 무명, 인견용 펄프에 질산과 황산의 혼합산(혼산)을 가해 셀룰로오스를 니트로화한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 셸락(shellac)니스 제조(투입)

① 시나리오 : 동물성 천연수지. 인도·타이에 서식하는 래커벌레 Kerria lacca가 식물에 기생하며 분비한 물질을 채취하여 정제한 것이다. 연화온도 95℃에서 알코올에 녹는다. 에탄올에 녹인 것을 셸락니스라고 하여 도료·전기절연용 등에 쓰이며, 셸락과 돌의 결합제로도 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 아세트산에틸(ethyl acetate)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아세트산과 알코올로부터 생기는 에스테르의 하나로 초산에틸이라고도 한다. 아세트산과 에탄올(에틸알코올)에 소량의 황산을 넣고 가열하면 생성된다. 이 반응에서 황산은 촉매와 탈수제로서의 역할을 동시에 한다. 제조과정과 시설을 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

ES10: 글리옥살[5] 제조(미반응 분출)

1) 아세트산에틸은 에탄올·에테르·벤젠 등 거의 모든 유기용매에 임의의 비율로 섞이며, 물에도 제법 녹는다. 수분이 있으면 서서히 가수분해를 일으켜 아세트산과 에탄올로 되는데, 이 반응은 산이나 염기가 공존하면 촉진된다. 여러 종류의 유기물을 잘 녹이므로 도료 및 인쇄잉크·피혁·접착제 등의 용제로서 광범위하게 이용된다. 또한 향료로서 과즙·과일에센스·과자 등에 폭넓게 사용되는데, 사용량은 보통 음료에는 0.1~100ppm, 사탕류에는 20~70ppm, 아이스크림에 1~100ppm, 빵류에는 20~30ppm이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

① 시나리오 : 가장 간단한 디알데히드인 황색의 결정으로 에틸렌글리콜·에탄올 또는 아세트알데히드를 질산으로 서서히 산화시키면 글리콜산이나 글리옥실산과 함께 생성된다. 제조된 글리옥살을 포장할 때에 미반응 에탄올에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

5) 알데히드의 일반적 성질을 가지며 알칼리의 작용으로 카니차로반응, $CHOCHO + H_2O \rightarrow CH_2(OH)COOH$ 에 의해 글리콜산이 생긴다. 글리옥살의 디옥심에 해당하는 HON=HCCH=NOH를 글리옥심이라고 한다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 제품표면 코팅(코팅)

① 시나리오 : 의약품을 제조하는 업체로서 제품의 표면 코팅제로 사용하고 있어 유해물질에 폭로되고 있다.
원재료 → 청량 → 과립 → 혼합 → 타정 → 코팅 → 선별 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20.3℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 600 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(260) 2-에톡시에탄올 2-Ethoxyethanol 110-80-5

1. 개요

1) 제조

산화에틸렌과 에탄올로부터 제조하거나, 과량의 무수 에틸 알콜과 산화에틸렌의 반응으로 제조한다.

2) 용도

- 니트로셀룰로스 접착제, 청소액, 화장품, 세제, 살충제, 신나, 제약원료, 천연수지 및 인조합성수지 등에 사용
- 첨가제로서는 락커, 잉크, 직물염료, 광택제거제, 모발 보호제, 표면 착색이나 손톱의 광택제, 브레이크액의 희석 액, 항공기 연료의 결빙 방지 등의 목적으로 사용
- 에틸셀로솔브 아세테이트의 화학 중간제, 용제
- 에폭시와 다른 피복제의 용제
- 프린트 잉크와 복사기 잉크의 용제
- 천연, 합성 수지, 녹는 기름 형성에 필요한 용제
- 래커와 래커시너
- 염색과 인쇄된 직물,
- 니스제거제
- 비행연료의 부동액

3) 노출 및 결정인자[1)]

낮은 증기압과 피부로 흡수될 가능성이 높은 특성을 갖는 글리콜에테르류의 하나로서 산업계에서 널리 쓰이는 용제이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	90.12	물리적 상태	액체	증기압	0.5kPa(3.8mmHg)(20℃)
끓는점	135.6℃	R-phrase	61,60,10,20/21/22	Log Kow	-0.32
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 19 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-에톡시에탄올의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 산화에틸렌과 에탄올로부터 제조하거나, 과량의 무수 에틸 알콜과 산화에틸렌의 반응으로 제조한다. 제조된 2-에톡시 에탄올을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-에톡시에탄올의 제조(포장)

① 시나리오 : 산화에틸렌과 에탄올로부터 제조하거나, 과량의 무수 에틸 알콜과 산화에틸렌의 반응으로 제조한다. 제조된 2-에톡시 에탄올을 용기에 포장할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 옵셋인쇄[1]의 제판공정(코팅)

① 시나리오 : 제작된 필름을 판에다 옮기는 과정에서 필름과 판을 소부 기계에 넣으면 빛 쬐임에 의해 필름이 판에 옮겨지고 이를 니스를 사용한 수정 작업과 신나를 사용한 광택 작업 후에 보호 잉크를 칠하고 액체 고무액을 바르게 된다. 이때 유해요인으로 유기용제(감광액, 신나, 니스, 테레빈유, 락카, 벤존, 2-에톡시 에탄올, 2-에톡시에틸 아세테이트)가 사용된다.

원고 → 제판 → 소부 → 재단 → 인쇄 → 재단 → 코팅 → 합지 → 돔송 접착 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 옵셋 인쇄는 활판 인쇄와 같이 판면에 오목이나 볼록한 형태를 만들지 않고 평면 위에서 지방질과 수분이 서로 반발하는 원리를 이용해 인쇄한다. 옵셋 인쇄는 처음으로 판에 묻은 잉크를 블링킷 고무판에 옮겨지므로 오프(off)라하고 블링킷 고무판에 묻은 잉크가 다시 종이에 묻게 되는 것을 셋(set)이라 하여 옵셋이라 한다. 옵셋 인쇄는 다양한 규격과 색상을 이용할 수 있으므로 서적, 잡지, 팜플렛 등에 널리 사용되고 있다. 작업공정은 원고공정에서 입력 교정과정 등에서 전산 사식과 수동 사식이 있고 이것을 출력 촬영하여 도안을 작성한다. 다음은 소부작업으로 원고를 바탕으로 하여 도안된 필름을 편집하고 필름을 자로 제어 전체적으로 배열하여 판에도 필름을 옮기는 작업을 말한다. 소부 과정이 끝나서 제작된 인쇄할 판을 기계에 걸고 운전하면 완성된 인쇄물이 나오고 이것을 재단하여 비닐과 종이를 밀착시키는 코팅과정을 거쳐 제본과 재단 후 포장 단계를 거쳐 옵셋 인쇄물이 완성된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 2-에톡시에탄올 잉크(솔벤트잉크)[1]제조(배합)

① 시나리오 : 솔벤트 잉크를 제조할 때에 주요 용매로 사용된다. 따라서 잉크제조를 위하여 2-에톡시 에탄올을 계량하여 투입하고 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 초치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 솔벤트 잉크는 안료 분자를 녹여 사용하지만 솔벤트를 용제로 사용하기 때문에 옥외광고물에 매우 광범위하게 적용된다. 플렉스, 시트 등 PVC 계열 소재에 출력할 수 있으며, 솔벤트 특유의 휘발성으로 인해 경화시간이 짧아 라미네이팅과 같은 후가공 처리를 하지 않아도 우수한 옥외내구성이 보장되는 것이 장점이다. 여기에다 인쇄작업이 쉽고, 값이 저렴할 뿐만 아니라 색선명도 또한 탁월하다. 이런 장점으로 인해 솔벤트 잉크는 수성잉크를 대신해 사용되는 경우가 많다. 그러나 단점도 있다. 건조력이 빠르고 소재에 깊이 파고들어 완전히 흡착됨에도 불구하고 증발과정에서 인체와 환경에 치명적인 VOCs(volatile organic compounds)라는 유해물질이 유출된다. 이 때문에 솔벤트 잉크를 사용하는 작업장에서는 작업자의 건강과 안전을 보호하기 위한 별도의 환기장치가 요구된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 과염기성 페네이트[1] 제조에 사용(혼합)

① 시나리오 : 과염기성 페네이트들의 제조에 사용된 Ca 혹은 Mg 옥사이드들에 대한 용매들로서 메톡시에탄올 혹은 에톡시에탄올의 사용을 기술하고 있다. 용매로서 투입하여 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 합성윤활유, 윤활유 첨가제
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 분무(스프레이) 도장 공정

① 시나리오 : 분무도장을 하기 위해 습식도장 부스 내 가공품을 입고시키고 스프레이 건(Gun)으로 유성페인트를 분사하여 도장하는 공정이다. 작업자는 이러한 도료의 희석제로 사용되는 신너 성분인 '2-에톡시에탄올'에 노출된다.

도장 부스 내 가공품 입고 → 분무도장 공정 → 다음 공정

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 염색 준비공정(제판공정)

① 시나리오 : 제판은 제도된 필름을 이용하여 기계작업이 가능하도록 일정한 형틀에 스크린 샤를 부착시킨 후 감광막으로 제도된 필름의 무늬를 복재시켜 스크린 형을 만드는 공정으로 샤 부착공정과 현상공정으로 나누어진다. 신너에 포함된 '2-에톡시에탄올'은 형틀에 샤를 부착하는 본드의 희석에 사용하며 본드용기가 개방된 상태에서 건조되어 본드의 점도가 높아질 때 아세톤을 첨가하여 묽게 만들며 이때 증기에 폭로되고 본드를 형틀에 도포할 때와 건조될 때 근로자에게 폭로된다.

작업도안 → 제도 → 제판 → 조색 → 견본

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(261) 2-에톡시에틸아세테이트 2-Ethoxyethyl acetate 111-15-9

1. 개요

1) 제조

흔히 에틸글리콜 아세테이트라고도 말하며, 에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르와 무수초산의 반응에 의해 생성된다. 촉매의 존재하에 모노에틸에테르와 아세트산의 에스테르화에 의해 생성된다.

산화에틸렌과 초산에틸 신촉매를 사용해 직접 에스테르 교환 반응시키는 것으로 고수율로 에틸글리콜 아세테이트를 얻을 수 있다.

2) 용도

- 락커와 같은 도료, 니트로셀룰로오스와 수지의 용제; 목재의 얼룩이나 바니쉬 제거제; 직물 및 가죽 처리제
- 자동차의 래커에서 증발작용을 늦추고 높은 광택을 내는데 쓰임
- 니트로셀롤로오스, 오일, 그리고 수지의 용제; 래커, 니스 제거제, 나무착색제, 직물, 가죽에서 붉어지는 현상을 완화하는데 쓰임
- 2-에톡시에틸 시아노아크릴레이트의 합성을 위한 화학중간체로 쓰임
- 페인트, 프린트 잉크에서 용제로 쓰임
- 항공산업, 전자공학 산업, 항공사, 도장 제조업, 자동차 산업, 글리콜 에테르 제조업

3) 노출 및 결정인자[1)]

선박이나 그 밖의 산업계에서 주로 도장 작업 시에 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	132.16	물리적 상태	액체	증기압	0.16kPa(1.2mmHg)(20℃)
끓는점	156.4℃	R-phrase	60,61,20/21/22	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 27 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-에톡시에틸아세테이트 제조(포장)

① 시나리오 : 산화에틸렌과 초산에틸 신촉매를 사용해 직접 에스테르 교환 반응시키는 것으로 고수율로 2-에톡시에틸아세테이트를 제조한다. 제조된 2-에톡시에틸아세테이트는 드럼통에 포장되어 출고되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 옵셋 인쇄[1](제판)

① 시나리오 : 원고 과정에서 중크롬산암모늄 성분의 감광액을 부은 후 필름과 판을 소부 기계에 넣으면 빛 쬐임에 의해 필름이 판에 옮겨지고 이를 니스를 사용한 수정 작업과 신나를 사용한 광택 작업 후에 보호 잉크를 칠하고 액체 고무액을 바르게 된다. 이 과정에서 유해요인으로 유기용제(감광액, 신나, 니스, 테레빈유, 락카, 벤존, 2-에톡시 에탄올, 2-에톡시에틸 아세테이트)가 사용되어 근로자에게 노출될 수 있다.

원고 → 제판 → 소부 → 재단 → 인쇄 → 재단 → 코팅 → 합지 →돔송/접착 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 202

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 옵셋 인쇄는 활판 인쇄와 같이 판면에 오목이나 볼록한 형태를 만들지 않고 평면 위에서 지방질과 수분이 서로 반발하는 원리를 이용해 인쇄한다. 옵셋 인쇄는 다양한 규격과 색상을 이용할 수 있으므로 서적, 잡지, 팜플렛 등에 널리 사용되고 있다. 작업 순서는 원고공정에서 입력 교정과정 등에서 출력 촬영하여 도안을 작성한다. 다음은 소부작업으로 원고를 바탕으로 하여 도안된 필름을 편집하고 필름을 옮기는 작업을 한다. 소부 과정이 끝나서 제작된 인쇄할 판을 기계에 걸고 운전하면 완성된 인쇄물이 나오고 이것을 재단하여 비닐과 종이를 밀착시키는 코팅과정을 거쳐 제본과 재단 후 포장 단계를 거쳐 옵셋 인쇄물이 완성된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 방향족계 블록이소시아네이트 제조(투입)

① 시나리오 : 블록이소시아네이트를 제조하는 방법에 있어서, 톨루엔디이소시아네이트와 2-에톡시에틸아세테이트를 1:6.5의 비율로 혼합한 다음에 50~60℃로 가열한 후에 0.105~0.525g의 촉매제를 첨가한 다음, 이를 이소시아네이트 함량이 초기의 이소시아네이트 함량의 40%가 될 때까지 60~130℃의 온도에서 반응시켜 이소시아네이트 삼량체를 제조한 후, 여기에 알킬치환 페놀의 블록제를 첨가한 다음에 다시 50~60℃로 가열한 후, 0.105~0.525g의 촉매체를 첨가하여 계내의 이소시아네이트의 함량이 0%가 될 때까지 60~130℃의 온도에서 반응시켜 블록이소시아네이트를 제조한다. 원료로 투입되는 과정에서 근로자는 2-에톡시에틸아세테이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	72 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(262) 에틸렌 글리콜 디니트레이트 Ethylene glycol dinitrate 628-96-6

1. 개요

1) 제조

에틸렌글리콜 디니트레이트는 흔히 니트로글리콜이라고 말하며, 에틸렌글리콜을 진한 질산과 진한 황산과의 혼합으로 질소화해 제조한다.

에틸렌글리콜 디니트레이트는 에틸렌 글리콜이 93%의 칼슘을 생산하는 혼합된 산과 함께 질화됨으로써 만들어진다.

충격, 마찰 등에 상당히 민감한 유상물이기 때문에 제조함에 있어 주의를 요하고, 제조방식은 나산식, 인젝터식, 회분식 등이 있다. 그리고 제조와 사용에 있어서 더욱 안전하게 하기 위해 현재 약 8대2의 비율로 니트로글리세린과 혼합하고 있다

2) 용도

- 에틸렌글리콜 디니트레이트의 주 용도는 니트로글리세린과 혼합하여 폭약을 만드는 것이다.
- 가소제(니트로셀룰로오스 폭약)로 사용된다.
- 액체 폭약에 원료로 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

에틸렌글리콜 디니트레이트의 증기가 대기로 노출되어 근로자에게 유해한 영향을 미칠 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	152.08	물리적 상태	액체	증기압	6.7Pa(0.05mmHg)(20℃)
끓는점	197~200℃	R-phrase	2,26/27/28,33	Log Kow	1.16
노출기준 (노동부)	TWA 0.05 ppm / 0.3 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸렌글리콜 디니트레이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에틸렌글리콜 디니트레이트는 에틸렌글리콜을 진한 질산과 진한 황산과의 혼합으로 질소화해 제조한다. 품질관리를 위해 가공이 완료되어 저장된 에틸렌글리콜 디니트레이트를 소량 채취하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 샘플링의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 다이너마이트 제조(계량)

① 시나리오 : 니트로글리콜을 40~50% 첨가하여 부동 다이너마이트를 제조한다. 다이너마이트의 제조공정은 연질 금속으로 만든 용기에 니트로글리세린, 니트로셀룰로오스, 니트로글리콜을 비율에 맞게 넣고 휘저어 균등한 혼합물을 만든다. 다음에 교화기로 10~25℃에서 섞어 젤라틴을 얻는다. 이것을 다른 배합물, 즉 질산암모늄, 목분말, 니트로화합물, 녹말, 염화나트륨, 염화칼륨 등과 함께 반죽기에 넣어 40℃ 이하에서 반죽한다. 반죽이 끝난 다이너마이트는 큰 덩어리 모양이므로 압연기로 성형하여 포장하여 제조시킨다. 원료로 투입되기 전에 계량하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	90 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 315

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 다이너마이트 제조(투입)

① 시나리오 : 다이너마이트의 제조공정은 연질 금속으로 만든 용기에 니트로글리세린, 니트로셀룰로오스, 니트로글리콜을 비율에 맞게 넣고 휘저어 균등한 혼합물을 만든다. 다음에 교화기로 10~25℃에서 섞어 젤라틴을 얻는다. 이것을 다른 배합물, 즉 질산암모늄, 목분말, 니트로화합물, 녹말, 염화나트륨, 염화칼륨 등과 함께 반죽기에 넣어 40℃ 이하에서 반죽한다. 반죽이 끝난 다이너마이트는 큰 덩어리 모양이므로 압연기로 성형하여 포장하여 제조시킨다. 계량된 니트로글리콜을 원료로 투입하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 산화질소 공여체 조성물 및 항문 질환 치료제 제조(첨가)

① 시나리오 : 유기 산화질소 공여체가 연고제 또는 좌제 형태 중에 에틸렌글리콜 디니트레이트를 포함한다. 원료로 소량 첨가되는 과정에서 근로자는 에틸렌글리콜 디니트레이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(263) 에틸렌이민 Ethyleneimine 151-56-4

1. 개요

1) 제조

에틸렌이민은 디메틸렌이민・아미노에틸렌・아딜란・아지리딘 등이라고도 하며, 모노에탄올아민을 황산에스테르화한 다음 알칼리 분해해 얻는다.

이염화에틸렌을 암모니아로 탈염소해 얻는다.

모노에탄올아민을 촉매로 이용해 접촉 기상 반응으로 탈수해 얻는다.

2) 용도

- 섬유처리제・접착제・이온교환수지・에폭시수지의 경화제 등의 제조 원료로 사용
- 제지업에서 사용하는 폴리에틸렌이민의 제조, 화학섬유, 접착 결합제, 석유정제 화학제 & 윤활제, 코팅 수지류, 니스, 래커, 농업화학물질, 화장품, 이온교환수지, 사진용 화학약품, 콜로이드 응집제 그리고 표면활성제에 사용
- 폴리에틸렌이민의 모노머(단량체)
- 중합체의 결합단량체(예: 에틸렌디아민)
- 타우린의 제조
- 트리에틸렌 멜라민 제조와 암 치료의 화학요법 약물로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

습윤강도, 방염처리, 수축방지, 강화 그리고 방수 효과 상승을 위해 섬유산업에서 사용되어 근로자들에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	43.08	물리적 상태	액체	증기압	160mmHg(20℃)
끓는점	56℃	R-phrase	45,46,11,26/27/28,34,51/53	Log Kow	-0.28
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 1 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸렌이민 제조(현장점검)

① 시나리오 : 에틸렌이민은 모노에탄올아민을 황산에스테르화한 다음 알칼리 분해해 얻는다. 장치화 된 공정을 점검하는 근로자는 에틸렌이민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에틸렌이민 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에틸렌이민은 모노에탄올아민을 황산에스테르화한 다음 알칼리 분해해서 얻는다. 품질관리를 위해 에틸렌이민의 시료를 채취하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에폭시 수지의 경화제로 사용(배합)

① 시나리오 : 에틸렌이민은 에폭시 수지의 경화제로 배합되어 사용된다. 배합되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(264) 에틸리덴 노보르넨 Ethylidene norbornene 16219-75-3

1. 개요

1) 제조

에틸리덴 노보르넨은 알루미나, 알칼리 금속 수산화물, 알칼리 금속을 가열하여 제조한 고체 염기 촉매를 이용한 5-비닐-2-노르보넨의 이성화 반응에 의해 생성된다.

2) 용도

- 에틸렌 프로필렌-디엔 단량체(EPDM)에 제3단량체로서 들어 있음
- 아크릴 폴리메틸산의 단량체
- 에틸렌 프로필렌 폴리메틸산의 단량체

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	120.19	물리적 상태	액체	증기압	4.2mmHg(20℃)
끓는점	147.6℃(760mmHg), 7℃(50mmHg)	R-phrase	10,36,37,38	Log Kow	3.82
노출기준 (노동부)	C 5 ppm / C 25 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸리덴 노보르닌 제조(주입)

① 시나리오 : 알루미나, 알칼리 금속 수산화물, 알칼리 금속을 가열하여 제조한 고체 염기 촉매를 이용한 5-비닐-2-노르보닌의 이성화 반응에 의해 생성된다. 제조된 에틸리덴 노보르닌은 질소가스와 안정제가 첨가된 상태로 저장되며, 이를 운송하기 위해 주입하는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: EPDM(ethylene-propylene diene ter monomer)고무[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 에틸렌과 프로필렌, 에틸리덴노르보르넨 등을 원료로 중합하여 제조한다. 밀폐된 설비에 의해 일련의 공정들이 운전되며, 작업자는 원료투입이나 설비 점검시에 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 에틸렌, 프로필렌, 비공액 디엔의 삼원 공중합체로 구성된 합성고무로 내구성이 뛰어나며 물성이 우수한 고무이다. 작업자는 푸르푸랄을 석유정제의 용매로 투입하는 과정에서 대기 중으로 푸르푸랄에 노출될 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(265) n-에틸모르폴린 n-Ethylmorpholine 100-74-3

1. 개요

1) 제조

디에탄올아민, 황산을 탈수반응시키고 난 후, 가성소다를 주입하여 중화시켜 여과한다. 이를 다시 정류하면 모르폴린이 생성되고, 모르폴린을 황산 디에틸과 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 우레탄 폼 촉매제로 쓰임
- 물감, 조제약, 고무 현상 촉진제 그리고 유화 물질의 중간 생성물; 염료, 수지, 기름의 용매로 쓰임
- 지방산과 반응해 비누를 만들며, 이 비누는 오일 왁스 등의 뛰어난 유화제가 되어 피역, 로션, 샴푸, 종이 코팅, 도료, 살충제, 제초제에 이용
- 동식물유를 공작기계의 윤활유, 냉각제로 만들기 위해 사용
- 물의 pH를 조절해 금속의 부식을 방지하기 때문에 증기 보일러 또는 가열계에 방수로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

n-에틸모르폴린을 물감, 조제약, 고무 현상 촉진제, 그리고 유화 물질의 중간 생성물로써 사용하는 작업과정에서 n-에틸모르폴린에 노출될 수 있다. 만약 대기로 유출된다면, n-에틸모르폴린은 주로 증기 상태로 존재한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	115.18	물리적 상태	액체	증기압	6.1mmHg(20℃)
끓는점	138℃	R-phrase	10,22,36,37	Log Kow	0.14
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 23 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: n-에틸모르폴린의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 디에탄올아민, 황산을 탈수반응시키고 난 후, 가성소다를 주입하여 중화시켜 여과한다. 이를 다시 정류하면 모르폴린이 생성되고, 모르폴린을 황산 디에틸과 반응시켜 제조한다. n-에틸모르폴린의 제조 공정을 점검하는 근로자에게 소량 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: n-에틸모르폴린의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 디에탄올아민, 황산을 탈수반응시키고 난 후, 가성소다를 주입하여 중화시켜 여과한다. 이를 다시 정류하면 모르폴린이 생성되고, 모르폴린을 황산 디에틸과 반응시켜 제조한다. n-에틸모르폴린의 품질관리를 위해 시료채취하는 근로자에게 소량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리우레탄 발포체 제조(첨가)

① 시나리오 : 촉매, 계면 활성제 및 임의의 가교 결합제 하에 폴리이소시아네이트와 물 및 유기 폴리올, 활성 수소 함유 성분과의 반응에 의해 1회 발포식 발포 방법에 따라 폴리우레탄 발포체를 제조한다. 이 공정은 n-에틸모르폴린과 카르복실산과의 염의 존재하에 이뤄지며, 근로자는 n-에틸모르폴린이 촉매제로 첨가되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(266) 에틸 벤젠 Ethyl benzene 100-41-4

1. 개요

1) 제조

벤젠에 염화알루미늄을 섞어 에틸렌을 불어넣어 증류 분리하여 얻는다. 공업적으로는 염화알루미늄을 촉매로 하여 벤젠을 에틸렌으로 알킬화하여 제조한다. 석유·가솔린·나프타 등에 함유되어 있으나 이것은 분리하기 어렵다.[1)]

Naphthene의 수소제거 혹은 촉매순환 그리고 방향족화를 통해 조제된다.

인산을 이용한 벤젠의 에틸렌과의 알킬화에 의해 생산되어지며 액체 또는 기체 상태에서 제조된다.

아세토페논으로부터 조제한다.

석유정제에 있어서 혼합된 크실렌의 흐름으로부터 직접적인 분류법에 의해 제조한다.

2) 용도

- 용제, 녹킹 방지제, 스티렌 제조의 중간제품, 플라스틱 및 고무제조
- 수소이탈반응에 의하여 스티렌이 되므로 그 원료로 사용
- 페놀제조의 중간체
- 종합고무 생산, 용제 또는 희석액, 자동차와 항공기 연료의 구성요소; 셀룰로오스 아세트산염의 제조에 사용
- 에틸벤젠은 스티렌의 원료로써 주로 사용
- 용제, 예를 들어 알키드 수지류 표면 도장을 위해, 디에틸벤젠 슬폰기 산(o-, m- & p-)을 위한 중간 화학물로, 프로필렌 산화물과 알파 메틸벤질 알콜을 위해, 가솔린의 회수되지 않는 구성요소로써 사용
- 스티렌 단량체 제조를 위한 중간물질로써 그리고 수지 용제로써 사용
- 디에틸벤젠 그리고 아세토페논의 생산을 위한 중간물
- 자동차와 항공기 연료의 원료로 사용

3) 노출 및 결정인자[2)]

1) 프리델크래프츠반응[Friedel-Crafts reaction] : 할로겐화알루미늄무수물의 존재하에 방향족화합물과 할로겐화알킬 또는 할로겐화아실을 반응시켜서 각각 알킬화 또는 아실화를 행하는 반응. $C_6H_6+RCl \rightarrow C_6H_5R+HCl$(알킬화) 촉매로는 할로겐화알루미늄 외에 염화안티몬(Ⅴ)·염화철(Ⅲ)·염화주석(Ⅳ) 등의 금속할로겐화물이 알려져 있다. 이 반응은 유기합성 공업에 널리 응용되고 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

합성고무의 생산과정에서 또는 자동차, 비행기 연료의 희석제 또는 용제로 사용된다. 에틸벤젠을 포함하는 가솔린과 같은 물질을 통하여도 노출될 수 있다. 주요배출업종으로는 기타 운송장비 제조업(안료, 도료, 잉크/첨가제), 자동차 및 트레일러 제조업(안료, 도료, 잉크/첨가제, 용매제), 화합물 및 화학제품 제조업(합성출발물질 및 중간체) 등이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	106.16	물리적 상태	액체	증기압	0.95kPa(7.1mmHg)(20℃)
끓는점	136.25℃	R-phrase	11,20	Log Kow	
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 435 mg/m^3			STEL 125 ppm / 545 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 에틸벤젠 제조[1](시료채취)

① 시나리오 : 화합물 또는 홑원소물질에 에틸기를 도입하는 에틸(알킬)화 반응에 의해서 제조한다. 공업적으로는 염화알루미늄·삼플루오르화붕소·인산 등의 촉매하에서 벤젠에 에틸렌을 불어넣어 제조한다. 제조된 에틸벤젠을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 탈수소촉매하에서 고온(600℃ 전후)으로 가열하면 에틸기 CH_2CH_3-가 비닐기 CH_2-CH-로 바뀐다. 이 방법이 수지나 합성고무의 원료로서 중요한 스티렌의 공업적 제조법이다. 에틸벤젠은 산화하면 벤조산이 되고 광염소화로 α-위치가 염소화된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 스티렌 제조(원료 투입)

① 시나리오 : 에틸벤젠의 탈수소반응에 의하여 스틸렌을 제조한다. 탈수소촉매[1] 하에서 고온(600℃ 전후)으로 가열하면 에틸기 CH_2CH_3-가 비닐기 CH_2-CH-로 바뀐다. 이 방법이 수지나 합성고무의 원료로서 중요한 스티렌의 공업적 제조법이다. 원료로 에틸 벤젠을 계량하여 투입할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 철-크롬 산화물계 촉매에 의한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 자동차 바닥매트 설치 공정

① 시나리오 : 적재되어 있는 바닥매트를 차량 바닥에 설치한다. 차량에서 유해물질이 가장 많이 나오는 곳은 천장과 시트, 바닥매트이다. 천장에선 벤젠과 스티렌이, 시트에선 포름알데히드가, 바닥매트에선 톨루엔과 에틸벤젠과 자일렌, 대시보드에선 스티렌과 자일렌 등이 많이 방출된다. 새 차에서 나온 유해물질은 총 24종이었으며, 포름알데히드와 에틸벤젠 등은 4개월이 지나야 방출량이 감소한다. 자동차에 바닥매트를 설치할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 폴리우레탄 주제 제조(세척)

① 시나리오 : 폴리우레탄 주제를 제조하는 공정에서 이소시아네이트류가 함유된 원료를 투입하고 반응기 내부 세척 작업 시 에틸벤젠을 헝겊에 묻혀 손으로 닦고 있으므로, 발생되고 있다.

원료투입 → 반응 → 검사 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	23.6℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(267) 에틸 실리케이트 Ethyl silicate 78-10-4

1. 개요

1) 제조

실리카를 그래파이트와 반응시켜 규소금속을 만들어 염소와 반응시켜 사염화규소를 만든다. 이 사염화규소를 에탄올과 반응시켜 에틸실리케이트를 제조한다.

순수 알콜과 실리콘 4염화물로부터 제조한다.

인공장기를 위한 물질로서 생물학적 적합성 겔은 유리 표면 혹은 테트라에틸실리케이트의 산 가수분해에 의해 얻어진 균일한 용제를 확산시킴으로써 만들어진다.

2) 용도

- 시멘트, 열과 화학적 내구성이 강한 페인트에 사용
- 방수작업과 산화방지 회반석, 시멘트의 제조
- 고융점 합금의 주조를 위한 로스트 왁스 공정
- 내열성의 벽돌, 방열 페인트, 주물, 래커, 결합용 중간체에 쓰임
- 실란(Silane)가스와 함께 반도체 산화막(SiO2) 증착용 재료로 쓰임
- 정밀 주조, 시멘트 그리고 세라믹, 유리광택 제거 그리고 저융점 유리(low heat glasses)
- 치아 외벽을 만들 때 사용
- 구리 합금을 위한 외피주조
- 무기아연에 내성을 가진 피복의 생산
- 테트라에틸실리케이트는 전선에 절연 산화물을 증착에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	208.3	물리적 상태	액체	증기압	2mmHg(20℃)
끓는점	168℃	R-phrase	10,20,36/37	Log Kow	0.04
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 85 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸실리케이트 제조(현장점검)

① 시나리오 : 실리카를 그래파이트와 반응시켜 규소금속을 만들어 염소와 반응시켜 사염화규소를 만든다. 이 사염화규소를 에탄올과 반응시켜 에틸실리케이트를 제조한다. 장치화 된 공정에서 에틸실리케이트로 가공되는 설비를 점검하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에틸실리케이트 제조(포장)

① 시나리오 : 실리카를 그래파이트와 반응시켜 규소금속을 만들어 염소와 반응시켜 사염화규소를 만든다. 이 사염화규소를 에탄올과 반응시켜 에틸실리케이트를 제조한다. 가공이 완료되어 저장된 에틸실리케이트는 용기에 담겨져 포장되는 데, 이 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.18 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 정밀주형[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 로스트왁스법에 의한 정밀주형 제조는 밀랍 등으로 모형을 만들고 이것을 원통 속에 넣어 이 주위에 에틸실리케이트와 모래를 배합한 재료에 물을 섞어 액상으로 부어 넣고 사형 재료가 침강한 후 수분을 제거한 뒤, 주형을 노 속에 넣어 고온가열하면 밀랍의 모형은 녹아서 흘러나와 주형공간이 생기므로 이것을 주형으로 사용한다. 에틸실리케이트가 부재료로 투입되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 정물주조은 사형·금형·다이캐스팅에 비하여 치수정밀도가 한층 더 높은 주조법으로 납형주물의 공법을 공업화한 로스트왁스법(lost wax process), 이산화탄소를 이용한 이산화탄소법, 특수내화물의 주형을 이용한 쇼주조법(show process) 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 석재보수 공사(코팅)

① 시나리오 : 석재의 강도를 높여 주기 위한 강화 처리 약품은 에틸실리케이트이다. 은 알코올(에틸)과 액체 유리(실리케이트)가 주성분이다. 틈새를 통해 이 약품을 주입하고 표면을 덮어씌우면 알코올은 날아가 버리고 액체 유리만 남아 석재의 안팎을 모두 강하게 만들어 준다. 근로자가 에틸실리케이트를 석재에 코팅하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 반도체 산화막(SiO2) 증착

① 시나리오 : 에틸실리케이트는 산화물 CVD공정에서 반도체 산화막 증착용 재료로 사용되어진다. 에틸실리케이트가 증착되어지는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 220

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(268) 에틸아세테이트 Ethyl acetate 141-78-6

1. 개요

1) 제조

아세트알데히드를 알루미늄 알코올레이트의 존재 하에 저온에서 축합시켜 제조한다. 즉, 염화 알루미늄, 알루미늄, 에틸알코올을 촉매조에 넣고 촉진제로 염소가스를 공급하여 반응시켜 알루미늄알코올레이트가 제조된다. 이를 아세트 알데히드와 반응기에 넣어 1차 초산에틸을 추출되고 다시 정제하여 초산에틸을 제품화한다.

또는 아세트산과 에틸 알코올을 황산과 함께 가열하고 증류함으로써 제조한다.

가열된 에탄올을 촉매 탈수소반응기(catalytic dehydrogenation reactor)에 통과시켜 제조한다. 촉매 탈수소반응기를 통과한 에탄올로부터 아세트알데히드가 생성되고, 아세트알데히드는 티첸코반응에 의해 에틸아세테이트로 제조된다.

2) 용도

- 인공 과일 농축액, 니트로셀룰로오스, 래커 등의 제조에 사용
- 제초제의 담체 용제
- 컨택트 렌즈 주형 생산에 사용
- 피복제, 플라스틱, 잉크 용제 잉크를 위한 용제
- 제약과 식품 생산에 있어 추출 용제
- 접착제, 손톱광택제 생산의 용제
- 과일과 야채에 표시하기 위한 잉크의 희석제로 사용
- 백신, 독성 인플루엔자 바이러스의 제조에 사용
- 과일과 브랜디의 향으로 쓰임

3) 노출 및 결정인자[1)]

도장, 금속제조, 자동차수리, 섬유, 인쇄, 수송용 기계기구 제조장, 주물 등의 다양한 업종에서 근로자들에게 노출되고 있다.

그 예로 나무마루 작업 중의 수지 접착제를 이용한 설비가 있는 공정이나 니스칠(니트로셀롤로스), 페이트칠을 하는 근로자에게 노출되고 있으며, 직물 카페트(분산 그리고 접촉 접착제 사용)의 수선 작업, 신발 공장에서도 에틸아세테이트가 검출되었다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	88.10	물리적 상태	액체	증기압	76mmHg(20℃)
끓는점	77℃	R-phrase	11,36,66,67	Log Kow	0.73
노출기준 (노동부)	TWA 400 ppm / 1,400 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸아세테이트 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아세트알데히드를 알루미늄 알코올레이트의 존재 하에 저온에서 축합시켜 제조한다. 즉, 염화 알루미늄, 알루미늄, 에틸알코올을 촉매조에 넣고 촉진제로 염소가스를 공급하여 반응시켜 알루미늄알코올레이트가 제조된다. 이를 아세트 알데히드와 반응기에 넣어 1차 초산에틸을 추출되고 다시 정제하여 초산에틸을 제품화한다. 근로자는 에틸아세테이트가 제조되는 공정에서 대기 중 오염된 공기를 흡입하여 에틸아세테이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에틸아세테이트 제조(포장/출고)

① 시나리오 : 아세트알데히드를 알루미늄 알코올레이트의 존재 하에 저온에서 축합시켜 제조한다. 즉, 염화 알루미늄, 알루미늄, 에틸알코올을 촉매조에 넣고 촉진제로 염소가스를 공급하여 반응시켜 알루미늄알코올레이트가 제조된다. 이를 아세트 알데히드와 반응기에 넣어 1차 초산에틸을 추출되고 다시 정제하여 초산에틸을 제품화한다. 가공이 완료된 에틸아세테이트는 드럼통에 담겨져 출고되는데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	800 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.075 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 사탕 제조(계량)

① 시나리오 : 사탕의 향료로 에틸아세테이트는 사탕 제조 시 혼합되는 데, 착향제로 투입되기 전에 계량하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아이스크림 제조(투입)

① 시나리오 : 아이스크림을 제조할 때, 착향을 목적으로 에틸아세테이트를 첨가하게 되는 데, 원료 투입 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.125 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 네일에나멜 리무버 제조(혼합)

① 시나리오 : 아세톤 30%, 초산에틸 63%, 에틸알콜 5%, 이소테아릴알콜 2%를 주원료로 하여 용해혼합한 후, 몇 가지 성분을 첨가하여 제조한다. 에틸아세테이트를 원료로 혼합하는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.375 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 페인트 용제(페인팅)

① 시나리오 : 여러 종류의 유기물을 잘 녹이므로 도료에 섞어 칠하기 편리하게 하는 용제로 이용된다. 에틸아세테이트는 페인팅 작업을 하는 근로자에게 공기 중으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 600 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 페인팅의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(269) 에틸 아크릴레이트 Ethyl acrylate 140-88-5

1. 개요

1) 제조

아크릴로니트릴을 과잉의 알코올 및 황산과 반응시켜 가알코올 분해시킨다. 즉, 아크릴로니트릴을 황산과 함께 가열해 아크릴산아미드로 하고, 다시 알코올과 같이 가열해 아크릴산에스테르를 얻는다. 여기에 중합금지제를 첨가하여 90%정도까지 수율이 나오도록 제조한다.

프로필렌의 산화에 의해 아크릴산을 제조하고 이를 정류하여 정제 아크릴산을 얻는다. 그리고 이 아크릴산을 에스테르화 하여 아크릴에스테르로 제조한다.

그 밖에 니켈카르보닐과 아세틸렌을 산에 에틸알콜과 반응시켜 제조한다. 니켈이나 코발트 촉매제에 아세틸렌, 일산화탄소 그리고 에틸알콜의 옥소반응에 의해 제조된다.

2) 용도

도료, 직물, 종이 및 광택제, 가죽에 사용되는 유제중합체의 제조, 표면 코팅용 중합용액, 아크릴 섬유, 접착제 생산에 사용하고, 아크릴산염은 라텍스 페인트에 사용되는 스트레이트 아크릴 유상 중합체의 주요 구성요소이다. 스트레이트 아크릴 유제에 사용된 주요 단량체는 섬유용도로도 사용된다. 이는 코팅 작업, 직물의 끝손질, 색소 땜질, 오물 배출 약품과 침전농축장치 등에 사용한다. 또한 유상 중합체는 제지코팅을 위하여 만든다. 바닥광택제&방수제의 펄프 첨가제, 신발광택제, 염기코팅&가죽표면의 염침, 접착제, 방수제, 누수방지제 그리고 바인더의 안에서 사용된다.

한편, 식품 포장이 사용목적인 품목의 성분으로 사용하고, 미량의 경우에 인공 조미료 또는 향신료로 사용되기도 한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.11	물리적 상태	액체	증기압	3.9kPa(29.3mmHg)(20℃)
끓는점	99.4℃	R-phrase	11,20/21/22,36/37/38,43	Log Kow	1.32
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 에틸 아크릴레이트 제조(포장)

① 시나리오 : 프로필렌의 산화에 의해 아크릴산을 제조하고 이를 정류하여 정제 아크릴산을 얻는다. 이 아크릴산을 에스테르화하여 제조한다. 가공이 완료된 에틸 아크릴레이트는 용기에 포장되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 폴리아크릴레이트 고무(polyacrylate rubber)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 폴리아크릴레이트 고무는 에틸아크릴레이트와 클로로에틸비닐에테르의 혼성중합체이다. 제조 과정 중 에틸아크릴레이트가 원료로 투입되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 합성고무의 한 종류인데, 아크릴에스테르의 중합체를 포함하여 다양한 종류가 있다. 내유성이나 내열성, 특히 고온에서 내유성이 뛰어나다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아크릴계 공중합체 및 피부보호제(시료채취)

① 시나리오 : 잔류 단량체가 50ppm 이하로 함유되어 있으며 실질적으로 계면활성제는 함유되어 있지 않고, 메타크릴산과 에틸아크릴레이트의 중량비가 75:25인 피부 보호제 아크릴계 공중합체가 제조된다. 원료로 투입되는 에틸 아크릴레이트의 성분을 분석하기 위해 소량의 시료를 채취하게 되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 샘플링의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(270) 엔도설판 Endosulfan 115-29-7

1. 개요

1) 제조

염화싸이오닐(SOCl2)의 에스테르화와 고리화로 두 개의 고리가 형성된 디알콜에서 헥사클로로사이클로펜타디엔과 시스-부텐-1,4-디올(cis-butene-1,4-diol) 반응에 의해 제조된다.

2) 용도

- 다양한 농업용 해충제, 진드기 구충제
- 콜로라도 감자잎벌레, 뜀벼룩갑충, 배추벌레, 복숭아나무좀벌레 그리고 장님노린잿과의 곤충 등에 살충제로 사용
- 진드기, 삽주벌레, 딱정벌레, 잎사귀를 갉아먹는 벌레, 진드기, 나무좀, 뿌리를 잘라 먹는 벌레, 목화다래벌레, 벌레, 흰파리, 그리고 감귤나무낙엽, 작은 과일, 커피, 차, 섬유 작물, 마초작물, 산림, 곡물(씨리얼과 쌀), 견과류, 곡물유, 관상용식물, 담배, 채소 등에 존재하는 멸구 등을 없애는 살충제로 사용
- 담배 농장과 과수원에서의 살충제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

화초 연구자와 화초를 키우는 농부는 살충제를 살포하거나 화초에 잔존하는 것에 의해 엔도설판에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	406.95	물리적 상태	고체	증기압	9×10^{-3}mmHg(공업용)(20℃)
끓는점	108~110℃(알파-이성체), 208~210℃(베타-이성체)	R-phrase	24/25,36,50/53	Log Kow	3.83
노출기준(노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 엔도설판 제조(포장)

① 시나리오 : 염화싸이오닐(SOCl2)의 에스테르화와 고리화로 두 개의 고리가 형성된 디알콜에서 헥사클로로사이클로펜타디엔과 시스-부텐-1,4-디올(cis-butene-1,4-diol) 반응에 의해 제조된다. 제조 된 엔도설판은 용기에 담겨 포장되는 데, 포장 공정에서 작업하는 근로자는 엔도설판에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 311

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 엔도설판 제조(현장점검)

① 시나리오 : 염화싸이오닐(SOCl2)의 에스테르화와 고리화로 두 개의 고리가 형성된 디알콜에서 헥사클로로사이클로펜타디엔과 시스-부텐-1,4-디올(cis-butene-1,4-diol) 반응에 의해 제조된다. 장치화 된 설비 내에서 원료의 반응에 의해 제조되는 공정을 점검하는 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형생산(투입)

① 시나리오 : 원제를 생산하지 않는 농약공정은 원제(엔도설판)에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만드는 공정이다. 근로자는 배합과정에서 원제를 투입하는 작업에서 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 제형생산(시료분석)

① 시나리오 : 원제를 생산하지 않는 농약공정은 원제(엔도설판)에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만드는 공정이다. 근로자는 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 시료를 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 농약 살포

① 시나리오 : 과수원에서 공기분사장치를 통해 자동으로 살포되는 데, 근로자는 공기 중에 비산되는 엔도설판에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 20 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(271) 연(무기분진 및 흄) Lead(inorganic dust & fumes) 7439-92-1

1. 개요

1) 제조

대부분 원광석에 존재하는 연의 광물질은 맥석과 다른 광물질에서 분리된 것이다. 선광을 위한 주요 작업은 압착, 분쇄 그리고 농축이다. 첫 번째 단계는 얻고자 하는 광물질을 맥석으로부터 유리시키기 위해, 분쇄하게 된다. 분쇄된 광석은 와이어메시의 여과기를 통해 미세하게 분쇄된 것과 분쇄가 덜 된 것을 분류, 후자는 다시 분쇄시킨다. 또 다음 분쇄는 강철볼과 막대기나 단단한 자갈을 가지고 있는 수평한 원통모양의 분쇄기를 이용, 습식분쇄를 통해 이루어진다. 비중선광법과 부유선광법으로 맥석에서의 광물질 분리하여 연 광석을 추출해낼 때 적용할 수 있다. 연의 응축은 용광로 용해(야금과 용해), 불순물(소다수 처리 및 연속적인 불순물), 정제(건식야금 기법 및 전해질의 정련) 포함한다.

2) 용도

- 배터리, 탄약무기, 원자(핵)와 엑스선의 차폐장치. 케이블의 외피, 도자기의 유약, 소음방지장치, 베어링, 황동과 청동, 금속주조, 땜납, 파이프, 트랩 그리고 벤드에 사용
- 황산의 제조, 석유정제, 할로겐화, 술폰화, 추출, 액화에 사용되는 탱크 정렬, 배관, 그리고 부식 가스와 액체를 다루는 다른 장비의 구조를 위한 물질; x선과 원자력 방사능 물질 보호; 테트라에틸납의 제조, 페인트의 색소, 그리고 다른 유·무기 연 혼합물; 금속베어링 그리고 합금; 배터리 저장소; 도자기류, 플라스틱 공업, 그리고 전자 장치; 건물 건축; 땜납과 다른 연의 합금; 철과 다른 금속의 야금
- 연과 연 혼합물은 땜납(납과 주석의 합금)의 형태로 수도배수관과 식료품에 이용되는 캔의 접합부분, 몇몇의 전통적인 치료법, 술과 음료수의 병마개 그리고 도자기광택제와 크리스탈 식기류에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

대부분 심각한 위험은 용해시킨 연을 스프레이할 때, 분쇄나 납땜 및 연이 첨가된 철, 강철 제품, 납 가루의 믹싱 및 계량할 때에 노출될 수 있다.

직업상 노출되는 산업의 주요 형태는 연의 용해와 제련, 배터리제품의 저장, 용

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

접, 강철절단, 인쇄업 등이다. 가장 노출수위가 높은 분야는 연의 용해와 제련사업이다. 용해된 연과 연합금의 고온상태 존재는 연의 기화를 초래한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	207.19	물리적 상태	고체	증기압	1.77mmHg(1,000℃), 10mmHg(162℃), 100mmHg(421℃)
끓는점	1,740℃	R-phrase	20/22,33,50/53,61,62	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.05 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 납의 제조(융해)

① 시나리오 : 납 야금의 주요원료는 방연석으로, 이것을 배소·소결시킨 산화물 덩어리를 석회석·코크스 등과 용광로에서 강한 열을 가하여 거친 납을 얻는다. 거친납(98.5%)을 정제하는 방법으로는 건식법과 전해법[1]이 있다. 건식법은 역사가 오래 되었는데, 융해상태에서 아연이 납에 녹기 어려운 성질을 이용한 것이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 전해법은 거친 납을 양극으로 하고 헥사플루오르규산납 $PbSiF_6$과 유리산 H_2SiF_6을 함유하는 전해액을 전기분해하여 음극판(순수납) 위에 납을 석출시킨다(베츠법).
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이산화납[1] 제조(융해)

① 시나리오 : 융해한 납에 공기를 불어넣거나 탄산납 또는 질산납 등을 공기 중에서 가열하면 노란색 분말을 얻을 수 있는데 이것을 일단 융해시켜 냉각하면 주홍색의 것이 얻어지며 리사지라고 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 양쪽성산화물로서 산에 녹아 납(Ⅱ)염, 알칼리에 녹아 아납산염(plumbite)이 된다. 염화비닐안정제·농약(비산납)·도료·광학유리·축전지·연단의 제조에 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아세트산납(lead acetate)의 제조(투입)

① 시나리오 : 아세트산과 납이 만드는 염으로 산화납(Ⅱ)를 따뜻한 묽은 아세트산에 녹여서 냉각하면 삼수화물이 석출되고, 이것을 천천히 가열하면 무수물이 된다. 산화납을 계량하여 투입할 때에 납에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 땜납[1]의 제조(합금)

① 시나리오 : 땜납의 대부분은 합금으로 되어 있으나 단일 금속도 쓰인다. 구리가 주성분인 동납, 알루미늄이 주체인 알루미늄납, 니켈이 주체인 내열성납, 은·구리의 합금에 아연·카드뮴·주석을 첨가하여 녹는점을 내리게 한 은납 등 종류가 많으나, 동납과 은납이 가장 많이 쓰인다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 납땜은 땜납을 녹여 금속을 접합시키므로 접합할 금속보다 용융 온도가 낮은 것이 사용된다. 땜납의 대부분은 합금으로 되어 있으나 단일 금속도 쓰인다. 땜납은 모재보다 용융점이 낮아야 하고 표면 장력이 적어 모재 표면에 잘 퍼지며 유동성이 좋아서 빈틈이 잘 메워질 수 있는 것이어야 한다. 이 밖에도 사용목적에 따라 강인성 , 내식성 , 내마멸성 , 전기 전도도 , 색채 조화 등이 요구된다. 납땜에는 연납과 경납의 두가지 계통이 있다. 연납은 연의 용융 온도 보다 낮은 것을 그리고 경납은 용융 온도가 대체로 400℃ 이상의 것을 말한다. 납땜할 때에는 땜할 부분을 화학적으로 깨끗이 하기 위하여 용제를 사용한다. 연납땜할 때의 가열 방법으로는 목탄 또는 가스 버너를 사용하고 땜 인두로써 땜을 한다. 경납땜 에는 코크스 가스 전열 고주파 유도열 등이 열원으로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 가융합금(fusible alloy)[1]의 원료(융해)

① 시나리오 : 녹는점이 낮은 합금의 총칭으로 보통 땜납이나 활자합금도 포함된다. 일반적으로 비스무트·주석·납·카드뮴 등을 주체로 한 녹는점 약 200℃ 이하인 다성분 합금을 가융합금이라 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 녹는점이 낮은 합금의 총칭. 이융합금 또는 저용융점합금이라고도 한다. 녹는점의 상한을 어디에 둘 것인가는 명확하지 않지만 납(녹는점 327℃) 또는 주석(녹는점 232℃)에 두기도 하는데, 이 경우에는 보통 땜납이나 활자합금도 포함된다. 일반적으로 비스무트·주석·납·카드뮴 등을 주체로 한 녹는점 약 200℃ 이하인 다성분 합금을 가융합금이라 한다. 녹는점이 100℃ 이하인 것에는 로즈합금(녹는점 100℃)·뉴턴합금(녹는점 95℃)·우드메탈(녹는점 65℃)·리포위츠합금(녹는점 72℃ 또는 45~46℃) 등이 있다. 이 밖에 더운물 속에서 녹는 것도 적지 않다. 소화용 스프링클러나 고온고압용 등의 안전장치와 퓨즈에 이용되며, 그 밖에 얇은 파이프를 구부리는 가공용 충전재 등 여러 방면에 사용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 납의 건식제련(탄소질환원제를 사용하는 용융제련[1])

① 시나리오 : 납은 원광(PbS)을 소결한 산화물을 원료로 하여, 코크스를 연료로 하는 고로(철)와 용광로(납), 중유를 원료로 하는 반사로(납, 주석)와 전기로(주석)로, 코크스를 환원제로 하여 제련한다. 맥석은 첨가용제와 함께 용융슬래그를 형성하고 환원된 용융조금속에서 분리된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산소와 친화력이 크지 않은 금속의 산화물은 고온에서 일산화탄소나 탄소와 반응해서 금속으로 환원된다. 철·납·주석 등의 제련은 이 원리에 따르고 있다. 철과 주석은 산화석인 적철석 FeO, 자철석 FeO, 갈철석 FeO·H, 주석 SO 등을 원료로 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 건조제(dessicating agent)[1](투입)

① 시나리오 : 여기에서 건조제는 도료의 지방유의 산화건조를 촉진시켜 고체도막 형성을 쉽게 하기 위해 첨가하는 금속화합물을 말하는 것이다. 코발트·망간·납 등의 산화물·지방산염(금속비누)·수지산염 등이 사용된다. 금속산화물은 주로 보일유(boiled 油)에 이용된다. 지방유 속의 유리지방산과 작용하여 보일유 속에서는 금속비누가 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물질 속의 수분을 제거하기 위해 사용되는 약품. 물질 속의 수분을 제거하기 위해 사용되는 약품. 건조제는 흡습성이 강한 물질로서 흡습에 의해 화학변화를 일으키는 경우를 화학적 건조제, 물리적인 흡착과 동결 등에 의한 것을 물리적 건조제라 한다. 화학적 건조제는 염화칼슘무수물·오산화이인 등이 있으며 물리적 건조제에는 실리카겔·알루미나 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 경고(plaster)[1]제조의 원료(배합)

① 시나리오 : 수지・납・고무 등을 섞어서 만들며 피부를 보호하고 자극을 주기 위해 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 피부에 바르는 약의 일종. 연고에 대응하는 말로, 상온에서는 녹지 않지만 체온에 접하면 녹아서 접착하게 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 경납[1] 제조의 원료(투입)

① 시나리오 : 납 Pb에 안티몬 Sb·주석 Sn·칼슘 Ca 등의 금속을 배합하여 강도·경도 등을 사용 목적에 알맞게 보강한 합금이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 현재 가장 널리 사용되고 있는 납합금은 납에 안티몬을 배합한 Pb-Sb합금인데, 4~8%Sb-Pb합금(Sb를 4~8%함유한 Pb합금)은 납합금 중에서도 경도가 가장 높기 때문에 특히 <경납[경연)]>이라 불린다. 경납은 경도가 뛰어날 뿐만 아니라 내식성도 우수하다. Sb함유량이 비교적 낮은 경납은 판·관으로 소성가공되어 이용되고, Sb함유량이 높은 경납은 주물용으로 이용된다. 예를 들면, 1%Sb-Pb합금은 수도관으로, 또 5%Sb-Pb합금은 자동차용 축전지 등을 만드는 데 쓰인다. 이 밖에도 Pb-Sb합금은 화학공업용 장치나 조인트(이음매) 등을 만드는 데 사용되고, Pb-Sn합금은 주로 땜납·베어링(축받이) 등을 만드는 데 이용된다. 또한 10~25%Sn-Sb합금은 강판 등의 철강재 방식피복용으로 많이 이용되고 있다. 주성분이 Pb 또는 Sn인 베어링용 합금을 특히 <화이트메탈>이라 하는데, 주석을 주성분으로 하는 <Sn계 화이트메탈>이 경도, 높은 온도에서의 성능, 열전도 등의 면에서, 납을 주성분으로 하고 Sb와 Sn을 섞은 <Pb계 화이트메탈>보다 우수하다. 그러나 Pb가 Sn보다 싸기 때문에, 하중이 작고 그다지 높은 온도가 요구되지 않는 부분의 베어링용으로 Pb계 화이트메탈이 많이 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 구리-납 합금(첨가)

① 시나리오 : 구리를 주체로 하는 합금. 구리에 다른 금속이나 비금속원소의 1종 또는 2종 이상을 첨가하여 구리의 특성을 살리면서 개량할 목적으로 만들어진다. 주물용에는 아연이나 납을 첨가한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 납유리(lead glass)[1] 제조(융해)

① 시나리오 : 사산화삼납(PbO)을 알칼리·규사 등 다른 원료와 함께 융해하여 만든다. 굴절률이 큰 것이 특징이며 광학유리·크리스털유리로 사용된다. 또한 전구·전자관유리·방사선 차단유리에 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 납을 함유하는 유리로 플린트유리라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 냉각재(coolant)[1] 제조(융해)

① 시나리오 : 원자로 속에서의 핵분열에 의한 열을 없애기 위하여 쓰는 물질로 사용된다. 납과 비스무트의 합금 등이 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등동의 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 원자로를 가동하면 핵분열반응에 의해 다량의 에너지가 방출되어 대부분은 열이 되는데 매우 저출력의 실험용 원자로의 경우는 자연냉각으로도 가동되지만 보통은 노심에 적당한 냉각재를 통하지 않으면 온도가 너무 높아서 원자로가 파손된다. 동력로에서는 이 냉각재로 열을 노 밖으로 빼내어 동력원으로 이용하기도 한다. 냉각재로서는 원자로의 종류에 따라 공기·이산화탄소·헬륨 등의 기체, 연수나 중수 또는 수은·나트륨·납과 비스무트의 합금 등이 사용된다. 원자로의 냉각재로는 냉각능력이 크고 중성자를 흡수하지 않아야 하며 고온에 견디어 감속재 등과 반응하지 않아야 한다는 것이 중요한 조건이 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 납축전지용 납판 제조

① 시나리오 : 양극물질로 이산화납, 음극물질로 해면상의 납을 사용하고, 전해액으로는 비중이 1.26~1.285인 묽은 황산을 쓰며, 양극과 음극 사이에 격리판[1]을 설치한다. 양극판은 순납판 면에 홈을 만들어 표면의 넓이를 크게 한 다음 전기분해·산화시켜 이산화납의 얇은 층을 만든 것이다. 음극판은 납-안티몬 합금으로 된 창살모양의 판에 납산화물을 혼합한 페이스트를 붙이고 화학처리를 하여 해면상의 납으로 만든 것이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 격리판은 양극과 음극 사이의 단락을 방지하기 위하여 두 극 사이에 삽입한 것이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 수동납땜[1](연납땜)

① 시나리오 : 수동납땜[2]은 롤에 감겨 있는 실납을 인두로 녹여 접점에 붙이며 작업대에서 작업하거나 작업대에 부착된 납땜용 부스내에서 사용되기도 한다. 부스가 없는 경우 소형 배기팬을 이용하여 옥외로 배출하거나 휠터가 부착된 정화기를 사용하기도 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 전자업종에서 사용하는 납땜의 형태는 주로 연납땜으로 실납을 인두로 녹여 붙이는 납땜(수동납땜)과 납괴를 녹여 PCB기판을 디핑하는 납땜(자동납땜)이 있다.
2) 납땜 시 온도는 350℃ 전후로서 납땜 시 눈에 보이는 하얀 연기는 플럭스가 탈 때 발생하는 것으로 이때 납 흄은 이론적으로는 발생하지 않으나 측정시 미량검출되고 있다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 자동 납땜[1)]

① 시나리오 : 자동납땜의 경우 조립이 끝난 PCB기판이 자동납땜기에 투입되면 먼저 IPA세척조를 지나게 되고 다음으로 납용해조 표면에 기판의 하부가 담가지게 된다. 이때 플럭스의 연기와 함께 납 흄이 발생하며 자동납땜기는 밀폐형이기 때문에 발생되는 유해물질의 증기 등은 설치된 배기덕트를 통해 제거된다. 납용해조의 표면에 형성된 슬랙을 제거할 때 자동납땜기의 문을 개방하며 이 때 납흄과 납분진에 폭로될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 납재를 사용하는 금속용접의 하나. 납접이라고도 한다. 접합하려고 하는 금속보다 녹는점이 낮은 금속 땜납을 사용하여 녹임으로써 모재의 금속조각을 접합하는 조작을 말한다. 이 경우 납과 합금화하는 아주 작은 부분을 제외하고는 모재의 금속은 녹지 않고 고체 그대로 있다. 납땜을 할 때 보통 사용하는 날의 녹는점이 450℃보다 고온에서 녹는 납을 사용하는 것을 경납땜이라 한다. 녹는점이 이보다 낮은 납을 사용하는 것을 연납땜 또는 납땜이라 한다. 주요 경납에는 황동납·은납·양은납·망간납·금납이 있다. 가열방법으로는 가스불꽃·가스로·전열로 등이 있으며, 이들을 각각 가스납땜·노내납땜·전기납땜 등이라 부른다. 납접에 의한 접합부의 강도는 융접·압접에 비해서 약하나 작업이 비교적 쉽기 때문에 엷은 금속판 등을 접합하는 데 많이 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(272) 염화 벤질 Benzyl chloride 100-44-7

1. 개요

1) 제조

비등 톨루엔에 중량이 38%가 될 때까지 염소를 끓는 톨루엔에 통과시킨다. 생성물은 세정하고 분별증류로 분리한다. 염화 벤질은 톨루엔을 고온이나 65~100℃에서 광화학 염소처리로 제조한다.

2) 용도

- 벤질 혼합물, 향수, 의약품, 염색제, 합성타닌 그리고 인공 합성수지의 제조
- n-부틸 벤질 프탈레이트를 위한 화학적 중간물질, 다른 벤질 프탈레이트, 페니시린, 4기로 이루어진 벤질 암모이아 염기, 벤질알콜, 벤질 에스테르, 아세트산염&벤조산염, 벤질아민, 트리페닐메탄 염료, 디-벤질 이황화물(산화방지제), 고무촉진제와 가솔린 고무 반응 억제제, 묽은 산 용액 반응 억제제
- 살균제와 곰팡이제거제, 향신료 그리고 취기제(착취제), 살충제, 윤활제, 플라스틱 그리고 가소제의 제조

염료, 가소제, 윤활유, 휘발유 첨가물, 약제, 암모니아 화합물 등의 제조공정에서 중간 생성물에 사용된다. 염화 벤질의 사용과 적용은 활성할로겐화물의 치환 반응과 관계가 있다. 3분의 2이상의 염화벤질은 벤질 부틸 프탈레이트의 제조에 사용되고 식품포장과 같은 다른 유연성있는 폴리(비닐염화물)로 사용된다. 또한 염화 벤질은 단일알킬화 피페라진을 제조하기 위해 차단제로 이용될 수 있다. 하나의 질소를 차단한 후, 할로겐화알킬에 의해 알킬화된다. 차단제는 수소 촉매제에 의해 제거된다.

한편, 염화벤질은 다양한 제3기의 아민을 제4기의 암모니아 염화물로 변환시킨다. 긴 결합(C10-C18)알킬 그룹을 포함 하고 있는 디메틸(에테인) 알킬 아민에서 만들어지는 것 중 가장 중요한 것은 산업과 여러 공공시설에서 널리 사용되는 살균제이다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

벤질 알콜(술)&염소계 표백제 관련 종사자, 벤질 에스테르 제조자, 부틸 벤질 프탈레이트 관련 종사자, 제약업자, 염료-INT 제조자, 염료 제조자, 염색업자, 살균

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

제 제조자, 고압윤활제 제조자&사용자, 분석화학자, 석유 첨가제 관련 종사자, 살균제 제조자, 연료 혼합 모터, 향수 제조자, 의약품제조자, 사진 인화제 제조자, 제4기 암모니아 혼합물 관련 종사자, 수지 제조자, 합성수지 제조자, 고무제조자, 타닌산 제조자, 습윤제 제조자, 합성유기 화학자 등이 염화 벤질에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	126.58	물리적 상태	액체	증기압	1.0mmHg(22℃)
끓는점	179.4℃	R-phrase	22,23,37/38,40,41	Log Kow	2.30
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 5 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 염화 벤질 제조(포장)

① 시나리오 : 비등 톨루엔에 중량이 38%가 될 때까지 염소를 끓는 톨루엔에 통과시킨다. 생성물은 세정하고 분별증류로 분리한다. 염화 벤질은 톨루엔을 고온이나 65~100℃에서 광화학 염소처리로 제조한다. 제조된 염화 벤질은 드럼통에 채워지는 데, 이 과정에서 근로자가 염화 벤질에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화 벤질 제조(현장점검)

① 시나리오 : 비등 톨루엔에 중량이 38%가 될 때까지 염소를 끓는 톨루엔에 통과시킨다. 생성물은 세정하고 분별증류로 분리한다. 염화 벤질은 톨루엔을 고온이나 65~100℃에서 광화학 염소처리로 제조한다. 이러한 염화 벤질을 생산하기 위해 장치화 된 공정을 점검하는 근로자가 염화 벤질에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 벤질알코올(benzyl alcohol)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 벤질 알코올은 약한 방향을 갖는 무색의 액체로써 화장품이나 비누의 향료로 사용되고 염화벤질의 가수분해로 생성된다. 근로자는 염화 벤질이 원료로 투입되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방향족 알코올 가운데 가장 간단한 구조의 화합물. 벤젠메탄올·페닐메탄올·페닐카르비놀이라고도 한다. 천연에, 재스민을 비롯한 대부분의 정유 속에서 알코올형으로 또는 아세트산에스테르형으로서 존재한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(273) 염화 아연 흄 Zinc chloride fume 7646-85-7

1. 개요

1) 제조

산화아연이나 아연의 부스러기를 염산에 녹여서 철·알루미늄 등의 불순물을 제거한 다음 농축하여 제조한다. 제조법은 원료를 반응조 중에서 염산에 용해해서, 불용물을 별도 여과한 뒤 산화제를 이용해 철, 망간 등을 산화해 침전시킨다. 이 여과액 중에 전기아연의 박편을 넣어 이온화 경향의 차이를 이용해 액중의 중금속을 제거한 뒤, 법랑에 넣어 증발조에서 용융상 염화아연이 될 때까지 농축한 뒤, 분쇄와 교반방랭 공정을 거쳐 제조된다.

실험실에서 순수한 것을 만들기 위해서는 무수에테르 속에서 순수한 아연과 염화수소를 반응시킨다. 시판품은 다소의 염기성 염을 함유하고 있는 것이 많다.

2) 용도

- 단독적으로나 페놀과 다른 소독제와 같이 철로이음선(railway ties)을 보호하기 위해 사용
- 마그네시아 시멘트, 해부 표본 보존에 사용
- 도료, 금속제련, 론가릿트, 염색가공에 쓰임
- 고무경화 작용제, 염료 조제 촉매제, 땜납 용매제의 성분, 티눈과 피부경결 치료의 아스트린젠트(수렴제), 액체의 건조 작용제; 수지 직물의 끝처리 교차 결합 작용제, 폴리에스테르-폴리에테의 수지 조제의 촉진제, 화장품의 수렴제, 셀룰로오스 용매의 성분으로 사용
- 연막탄의 주요 성분이 소방훈련, 군인에 의해 사용

유기합성에서는 각종 축합반응 등의 촉매로 사용된다. 또, 탈수제, 살균제, 제초제, 목재의 방부제, 활성탄의 제조, 건전지 재료, 의약품 등으로 사용된다. 납땜의 페이스트 재료로도 사용된다.

또한, 염화아연은 셀룰로오스를 증가시킬 때 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

농약 및 의약품, 건전지, 도료, 직물관련 업종 등 다양한 산업분야에서 근로자는 염화아연에 노출되어 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	136.29	물리적 상태	고체	증기압	해당되지 않음
끓는점	732℃(결정체)	R-phrase	34,50/53	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL 2 mg/m^3		

2. 노출 시나리오

ES01: 염화 아연 제조(포장)

① 시나리오 : 산화아연이나 아연의 부스러기를 염산에 녹여서 철·알루미늄 등의 불순물을 제거한 다음 농축하여 제조한다. 근로자는 염화아연을 용기에 포장하는 공정에서 노출될 수 있다.

산화아연, 염산 → 용해 → 여과 → 정제 → 분리 → 가열농축 → 교반방랭 → 분쇄 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화 아연 제조(분쇄)

① 시나리오 : 산화아연이나 아연의 부스러기를 염산에 녹여서 철·알루미늄 등의 불순물을 제거한 다음 농축하여 제조한다. 제품포장 이전의 분쇄기에 의해 염화아연이 분말화되는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

산화아연, 염산 → 용해 → 여과 → 정제 → 분리 → 가열농축 → 교반방랭 → 분쇄 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 탈수제(dehydrating agent)[1]로 사용(투입)

① 시나리오 : 유기화합물에 염화아연을 작용시켜 축합을 일으키거나 탄소고리를 형성시킨다. 염화아연이 탈수제로 투입되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1(1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물질에서 수소원자와 산소원자를 2대 1의 비율(즉, 물분자)로 빼앗는 능력이 있는 물질을 말한다. 물리적으로 부착 또는 흡착되어 있는 수분을 빼앗는 물질은 건조제라고 하여 탈수제와 구별한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 활성탄 제조(첨가)

① 시나리오 : 흡착성이 강하고, 대부분의 구성물질이 탄소질로 된 물질로, 흡착제로써 기체나 습기를 흡수시키는데 사용되며, 또는 탈색제로 사용된다. 목재나 갈탄 등을 염화아연으로 처리, 건조시켜 제조한다. 염화아연이 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 망간건전지(manganese drycell) 제조(혼합)

① 시나리오 : 가장 널리 사용되는 대표적인 1차전지로 음극에 아연, 양극에 탄소봉, 전해액으로는 염화암모늄과 염화아연의 혼합물을 사용하여 제조한다. 전해액을 제조하기 위해 염화암모늄과 염화아연을 혼합하는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 메틸아민(methylamine)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올과 염화암모늄을 염화아연의 존재하에서 가열하여 제조한다. 염화아연을 원료로 투입하는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	25 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 지방족아민의 한 종류로 강한 암모니아 냄새가 나는 무색의 기체이다. 골유, 목재건류액 속에 들어 있으며, 썩은 생선 등에 암모니아와 함께 함유되어 있다. 염산염과 함께 가죽의 무두질, 유기합성에도 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아우라민(auramine)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 아우라민은 미힐러케톤과 염화암모늄 및 염화아연을 공융하여 제조한다. 원료로 투입되기 전에 계량하는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	18 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 대표적인 디페닐메탄계의 염기성 염료로 1분자의 결정수를 가지는 황색 분말이며, 무명·레이온·견·양모·나일론·가죽·종이·목재 등을 황색으로 염색한다. 착색력이 강하고 세탁도 가능하나 햇빛에 약하며, 또 물과 70℃ 이상으로 가열할 수 없는 결점이 있다. 아우라민 G와 아우라민 O 등의 상품명이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 쿠마론(coumarone)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 페녹시아세트알데히드를 염화아연의 존재하에서 축합고리로 만들어 제조한다. 원료로 쓰여지는 염화아연을 검수하기 위해 시료채취하는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산소원자를 함유하는 헤테로고리화합물로서, 무색의 방향성을 가지는 액체이다. 쿠마론수지 등으로 중합되어 도료나 인쇄잉크의 제조에 쓰인다. 벤조푸란이라고도 한다. 쿠마론 및 인덴을 함유하는 타르유분을 정제하여 중합시키면 쿠마론수지 또는 쿠마론인덴수지(인덴쿠마론수지)라고 하는 열가소성 합성수지를 얻는데, 이것은 도료·인쇄잉크 등의 제조에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 크리스털바이올렛(crystal violet)[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 디메틸아닐린과 포스겐을 염화아연을 촉매로 하여 축합하여 제조한다. 촉매제로 첨가하는 과정에서 근로자는 염화아연에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리페닐메탄계의 염기성 염료로서 이것은 보라색의 색소 중에서 순수한 결정으로 최초로 얻어졌다. 빛깔이 선명하고 값이 싸 옷감의 염색 외에도 색연필 등의 착색에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 다이센(Dithane)[1] 제조(시료분석)

① 시나리오 : 나방에 염화아연을 작용시켜 침전물을 채취한 것으로 제조한다. 품질관리를 위해 원료로 사용되는 염화아연의 성분분석을 하는 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 다이센은 지넵 또는 나밤을 유효성분으로 하는 농업용 살균제의 상품명이다. 디티오카바메이트제 중에서 가장 발전된 형태의 물질이며, 다이센에는 수화제(60%)와 분제(3.9%)가 있으며, 참외류의 노균병, 토마토의 역병·윤문병, 배추의 흑반병·백반병·노균병, 파의 노균병·흑반병, 보리의 녹병, 기타 야채·과수·화훼의 여러 가지 병해에 대하여 수화제는 400~650배액을 쓰되 분제는 10a당 3~5kg을 살포한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 미힐러케톤(Michler's ketone)[1] 제조(반응)

① 시나리오 : 디메틸아닐린과 포스겐을 염화아연의 존재하에서 반응시켜 합성한다. 염화아연이 반응조에서 합성되는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	35 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 4,4'-비스 벤조페논의 별명으로 크리스털 바이올렛, 오라민 등의 염료합성과 그리냐르시약·알킬리튬 등의 유기금속시약의 정성분석에 사용된다(Guillemin test).
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 스카톨(skatole)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 프로피온알데히드페닐히드라존을 염화아연과 가열하면 합성된다. 장치화 된 공정을 점검하는 근로자는 염화아연에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인돌의 피롤핵의 메틸 치환체의 하나로써 첨채당의 뿌리, 사향, 사람의 대변 속에 존재한다. 콜타르에서도 얻을 수 있다. 스카톨과 이성질체인 2-메틸인돌은 메틸케톨이라고도 하며 아세토-o-톨루이딘에서 만들어진다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 크로톤알데히드(crotonaldehyde) 제조(첨가)

① 시나리오 : 불포화알데히드. 아세트알데히드에 염화아연을 첨가, 가열하여 생기는 알돌을 탈수시켜 제조한다. 염화아연이 첨가되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 다층형 화장수(마린에멀젼) 제조(배합)

① 시나리오 : 소염효과를 주는 화장수로 염화아연 분체를 배합하여 제조한다. 근로자는 염화아연을 배합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 고전류밀도용 락크도금 및 바렐도금용 건욕액 제조(투입)

① 시나리오 : 도금액은 적당한 예비조에서 건욕한다. 60℃의 순수로 붕산을 용해시킨다. 적정량의 염화칼륨과 염화아연을 첨가한다. 완전히 용해되면, 도금액을 본도금조에 여과하면서 이송한다. 도금액 총량만큼의 수위를 순수로 채운다. 도금작업 온도로 냉각시킨 후 첨가제 및 광택제를 첨가한다. pH를 측정하고 필요하면 조정한다. 주원료로 염화아연에 투입되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(274) 염화 알릴 Allyl chloride 107-05-1

1. 개요

1) 제조

염화알릴은 석유의 분해증류에 의해 생기는 프로필렌을 고온(300~600℃)에서 염소 처리함으로써 대규모로 제조된다. 이 온도에서 염소 처리는 자유 라디칼 사슬 메커니즘에 의해 진행되고, 그것에 의하여 알릴 위치에 있던 수소 원자는 우선적으로 염소로 대체되면서 염화알릴이 만들어진다. 또는 알릴알코올과 염화인의 반응에 의해 제조되기도 한다.

2) 용도

- 알릴 화합물 합성에 사용
- 중합체, 수지, 그리고 플라스틱 제조를 위한 중간 생성물의 합성에 사용
- 니스, 플라스틱, 접착제의 열경화성 수지, 조제약 및 살충제의 합성에 사용
- 이뇨제를 위한 화학적 중간 생성물
- 에피클로로히드린, 소듐알릴설포네이트, 알릴 아민 및 4기로 된 암모늄염, 알릴 에스테르 그리고 다양한 알코올, 페놀 그리고 폴리올(polyol)을 위한 화학적 중간 생성물로써 사용
- 바르비투르 약제(barbiturate) 및 최면제를 제조하는데 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

염화알릴이 제조되거나 사용되는 곳에서 흡입과 피부 접촉을 통해 염화알릴에 대한 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	76.53	물리적 상태	액체	증기압	39.3kPa(295mmHg)(20℃)
끓는점	44.6℃	R-phrase	11,26,50	Log Kow	1.93
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 3 mg/m^3			STEL 2 ppm / 6 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 염화알릴 제조(포장)

① 시나리오 : 염화알릴은 석유의 분해증류에 의해 생기는 프로필렌을 고온(300~600℃)에서 염소 처리하여 제조한다. 제조된 염화알릴은 드럼통 단위로 포장되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화알릴 제조(현장점검)

① 시나리오 : 염화알릴은 석유의 분해증류에 의해 생기는 프로필렌을 고온(300~600℃)에서 염소 처리하여 제조한다. 제조되는 공정을 점검하는 현장 근로자는 염화알릴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 알릴알코올 제조(투입)

① 시나리오 : 프로필렌을 고온에서 염소 처리하여 제조한 염화알릴을 가수분해하여 제조한다. 근로자는 염화알릴이 원료로 투입되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에피클로로히드린(Epichlorohydrin, ECH)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염화알릴은 탑에서 염소와 물이 향류로 지나가면서 생성된 하이포아염소산(Hypochlorous Acid)과 반응한다. 반응 유출물은 수용액상과 유기상으로 분리되며 수용액상은 염소 탑으로 환류되고 유기상은 두번째 반응기로 보내져 석회 슬러리(Lime Slurry)를 만난다. 이 반응기에서 나온 유출물로부터 미정제정 생성물은 탈거되고 염화칼슘 슬러리가 남는다. 물과 공비혼합물로 구성되어 있는 미정제된 ECH는 분별 증류되어 89%의 ECH를 얻는다. 만약 에폭시수지 등급의 ECH가 요구되면 더 많은 정제단계가 필요하다. 수율은 약 80%이다. 근로자는 품질관리를 위해 주기적으로 시료채취를 하는데, 이 때 염화알릴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) ECH는 에폭시 수지, 합성글리세린, 계면활성제, 이온교환수지 등의 원료, 섬유처리제, 가소제, 안정제, 살충·살균제, 의약품 원료, 글리세린 유도체의 합성, 염소화고무 안정제 등을 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(275) 염화 암모늄 흄 Ammonium chloride fume 12125-02-9

1. 개요

1) 제조

암모니아소다법(염안소다법)으로 탄산나트륨(소다회)을 제조할 때의 부산물로 생산된다. 즉, 염안탄산나트륨법에 의한 중조를 분리한 모액에서 염화암모늄을 얻는다. 중조분리액을 정치해 불용해물을 침전시켜 상부와 맑은 액을 증발기로 농축해 용존하는 식염을 석출 분리시킨 후, 방랭해서 염화암모늄을 얻는다.

염산을 반응조에 넣어 암모니아 가스를 불어넣어 반응 흡수시킨다. 반응이 끝나면 용액을 여과하고, 다시 가열 농축해 결정을 원심분리에 의해 모액으로부터 분리하고 건조시켜 제조한다.

실험실에서는 암모니아와 염산의 중화, 황산암모늄과 염화나트륨의 복분해 등으로 얻을 수 있다.

2) 용도

- 염색 및 인쇄의 매염제, 인쇄 순회판 제조의 에칭 용액, 세척제, 제설제, 요소-포름알데히드 수지 및 접착제, 식품(효모식품) 가공에 사용
- 아연의 전해정제, 화약류의 제조, 화염 억제제, 알데히드 제거제, 크로마이징 과정의 활성제로 사용
- 씁쓸한 끝맛을 없애기 위한 소금의 치환제로 사용
- 임상적으로 5%~10%의 수용액은 화학적 연소 후 눈의 표면을 세척 시 사용

질소비료로 대량 사용되지만 공업적으로는 납과 아연광석 혼합물(용해과정 중)에 염화암모늄을 사용하여 불순물을 제거하거나 건전지 전해액의 조제 원료로 쓰인다. 또한 분석시약, 의약(거담제・이뇨제), 식품첨가제 등으로도 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	53.5	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(160.4℃)
끓는점	520℃	R-phrase	22,36	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3			STEL 20 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 염화암모늄 제조(포장)

① 시나리오 : 암모니아소다법(염안소다법)으로 탄산나트륨(소다회)을 제조할 때의 부산물로 생산된다. 가공이 완료된 염화암모늄은 20kg종이봉투에 자동 포장되는 데, 이 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 311

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화납(Ⅳ)(사염화납) 제조(첨가)

① 시나리오 : 염화납(Ⅱ)을 진한 염산에 용해한 용액에 염소가스를 지나게 하고 여기에 염화암모늄을 첨가하여 생기는 황색 침전 클로로납산염을 차가운 진한 황산으로 분해하면 얻어진다. 부원료로 첨가되는 과정에서 근로자는 염화암모늄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	24 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화마그네슘(magnesium chloride) 제조(첨가)

① 시나리오 : 염화마그네슘 무수물은 수화물에 염화암모늄을 가해서 탈수하여 얻는다. 염화암모늄이 첨가되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 인산암모늄(ammonium phosphate) 제조(투입)

① 시나리오 : 인산암모늄은 제삼인산암모늄이라고도 하며, 인산일수소암모늄과 염화암모늄의 혼합용액을 가열하고 암모니아수를 첨가하여 결정을 석출하면, 삼수화물이 얻어진다. 가공원료로 투입되는 공정에서 근로자는 염화암모늄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인산수소암모늄나트륨(ammonium sodium hydrogenphosphate) 제조(첨가)

① 시나리오 : 인산수소이나트륨의 열수용액에 염화암모늄을 첨가하여 냉각시켜 결정을 얻는다. 부원료로 첨가되는 염화암모늄에 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 망간건전지(carbon-zinc cell) 제조(혼합)

① 시나리오 : 망간건전지의 양극합제는 이산화망간, 전기전도성의 탄소가루(아세틸렌블랙, 흑연), 염화암모늄 가루를 전해액(염화암모늄과 염화아연이 주성분)으로 굳혀 형성시킨 것이며, 그 중심에 탄소막대가 있다. 염화암모늄이 전해액의 원료로 혼합되는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 내화목재(fire-retardant wood) 제조(계량)

① 시나리오 : 염화암모늄 등의 인산계화합물·인질소화합물·인할로겐화합물·붕소화합물·안티몬화합물 등의 혼합물로 이루어진 방화제의 가압주입처리로 제조된다. 가압주입처리되기 전에 방화제를 그 용도에 따라 방화제가 제작되는 데, 이때 염화암모늄이 일정량 배합되기 위해 계량하는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 메틸아민(methylamine)[1] 제조(계량)

① 시나리오 : 메탄올, 염화암모늄, 염화아연을 약 300℃로 가열하여 제조한다. 염화암모늄이 원료로 투입되기 전에 계량하는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 211

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 강한 암모니아 냄새가 나는 가연성 기체. 암모니아의 수소원자 1개가 메틸기로 치환된 화합물이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 백금(platinum) 제조(첨가)

① 시나리오 : 보통 사력 중에서 입자 또는 모래모양으로 산출되므로 물의 흐름을 이용한 흠통에서 선광하여 백금광물을 모은다. 이것을 왕수에 녹여 클로로백금으로 만들고, 염화암모늄을 가한 다음 침전시켜서 다른 금속과 분리한다. 얻어진 클로로백금산암모늄을 700~800℃로 가열하면 검은색 해면모양의 백금해면이 얻어진다. 이것을 융해 또는 단조하여 덩어리모양의 백금을 얻는다. 침전공정에서 사용되어지는 염화암모늄이 첨가될 때 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 보라진(borazine)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 보라진은 삼염화붕소와 염화암모늄의 혼합물을 가열하여 트리클로로보라진을 만들어 수소화붕소리튬로 환원시키면 생성된다. 제조 원료를 혼합하기 위해 염화암모늄이 투입되는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 벤젠과 유사한 무기화합물로써 보라졸(borazole) 또는 무기벤젠(inorganic benzene)이라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 안료로서의 산화크롬[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 제법은 이크롬산나트륨을 황·숯·염화암모늄·황산암모늄과 혼합·가열하여 환원시켜 제조한다. 원료를 혼합하는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물·산·염기에 녹지 않으며 거의 모든 화학약품에 대하여 안정하다. 내광성·내후성·내열성이 우수하여 실제로 사용하였을 때 변색되는 경우가 거의 없다. 그림물감·인쇄잉크·시멘트의 착색에 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 모노 실란[1] 제조(반응)

① 시나리오 : 액체암모니아 속에서 규소화 마그네슘에 염화암모늄을 반응시켜서 얻는다. 염화암모늄이 투입되는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 반응조건에 따라 모노실란의 수득률이 변한다. 반응성이 높고 공기에 닿으면 연소한다. 모노실란은 규소의 표면처리용, 또는 반도체용 고순도 규소의 제조원료로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 질화붕소(boron nitride)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 붕소를 염화암모늄과 가열하면 얻어진다. 질화붕소가 원료로 투입되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	150 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색 지방상 난용성 분말로써 보라존이라고도 한다. 고온에서의 전기절연성·열전도성 및 기계적 강도가 뛰어나며, 비활성기체 중에서는 2,000℃ 이상의 고온에서도 안정하다. 이것을 고압, 고온으로 유지하면 다이아몬드 구조로 변하게 되고 다이아몬드 구조의 질화붕소 결정은 굳기가 크므로 다이아몬드 표면에 금을 그을 수도 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 크롬그린(chrome green)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 2중 크롬산알칼리를 염화암모늄・황・녹말・설탕과 함께 가열하면 초록색 비결정성의 분말인 크롬그린이 생성된다. 원료로 투입되는 과정에서 근로자는 염화암모늄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무기안료인 황연과 감청의 혼합물로써 산화크롬(Ⅲ)이라고도 한다. 물에 녹지 않고 산・알칼리에도 녹지 않으며 매우 안정하여 가열하면 수소를 가해도 변하지 않는다. 그러나 브롬산알칼리와 함께 가열하면 녹는다. 때로는 황산바륨이나 클레이 등의 체질안료를 섞기도 하며, 색조는 황연과 감청의 혼합비율에 따라 다양하다. 착색・은폐력이 매우 크고 내광성・내후성은 있으나, 대기 중의 이산화황에 의해 변색하며 황화수소에 의해서도 검게 변색한다. 주로 컬러 토탄용으로 쓰이며, 페인트・크레용・인쇄잉크, 유리・도기 등의 청색색소로도 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 비료 뿌리는 작업

① 시나리오 : 논에 비료를 주는 작업을 할 때 주로 노출될 수 있는데, 예를 들어 비료의 포장을 뜯거나 봉투를 비우거나 논에 비료를 뿌리는 동안에 염화암모늄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(276) 염화 에틸 Ethyl chloride 75-00-3

1. 개요

1) 제조

에틸렌과 염화수소를 무수 염화알루미늄의 존재하에서 첨가시켜 제조한다.

구리염화물, 철 ,안티몬 그리고 칼슘을 이용하여 염산의 에틸렌과 반응에서 생성된다.

2) 용도

- 올레핀 중합 촉매 원료, 발포조제, 농약, 에틸셀룰로오즈, 유기 금속 화합물, 에틸화제로 쓰임
- 냉각제, 알킬화 작용제, 냉각제, 분해시약, 왁스의 용매, 살충제에 사용
- 의약품(수의학 포함)제조에 사용
- 에틸화합물의 합성에 사용
- 퍼클로로에탄, 에스테르 그리고 Grignard 시약의 유기합성에서의 사용
- 염색제 제조에 사용, 분무기의 압축 불활성 가스로 사용
- 향수의 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	64.52	물리적 상태	액체, 기체	증기압	1,064mmHg(20℃)
끓는점	12.3℃	R-phrase	12,40,52/53	Log Kow	1.43
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 2,600 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 염화에틸의 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸렌과 염화수소를 무수 염화알루미늄의 존재하에서 첨가시켜 제조한다. 생성된 염화에틸은 탱크로리에 저장되고, 제품화하기 위해 용량이 작은 붐베에 포장되어진다. 이 때 근로자는 염화에틸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0018 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화에틸의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 에틸렌과 염화수소를 무수 염화알루미늄의 존재하에서 첨가시켜 제조한다. 품질검사를 위해 염화에틸을 소량 채취하여 실험실에서 분석할 때, 근로자는 염화에틸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료분석의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드200을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에틸셀룰로오스(ethyl cellulose) 제조(투입)

① 시나리오 : 셀룰로오스에 수산화나트륨용액을 작용시켜 얻은 알칼리셀룰로오스에 불균일 상태의 황산디에틸, 염화에틸(에틸화제)을 반응시켜 제조한다. 제조공정에 염화에틸이 투입되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(277) 염화티오닐 Thionyl chloride 7719-09-7

1. 개요

1) 제조

염화유황에 촉매(삼염화안티몬 등)를 가해 염소를 도입하면서 클로로술폰산을 작용시켜, 생성한 염화티오닐을 증류 정제하여 제조한다.

염화유황과 아황산가스와 염소를 활성탄을 촉매로 하여 200℃에서 반응시켜 염화티오닐을 제조한다.

2) 용도

- 살충제, 엔도설판의 화학물질 중간체, 계면활성제, 화학촉매제, 약제, 비타민, 염료 합성, 폴리아크릴레이트계 열가소성 물질 제조, 리튬배터리에 사용
- 아실(Acyl) 염화물을 제조에 사용
- 신경마취용 아산화질소가스 사린의 제조에 사용
- 리튬 전지의 높은 에너지밀도의 용매제로 사용

유기산과 반응하여 산염화물을 생성한다. 벤젠・클로로포름에 녹고 염소화제・촉매로 이용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.98	물리적 상태	액체	증기압	119mmHg(25℃)
끓는점	76℃	R-phrase	14,20/22,29,35	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 1 ppm / C 5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 염화티오닐의 제조(포장)

① 시나리오 : 염화유황에 촉매(삼염화안티몬 등)를 가해 염소를 도입하면서 클로로술폰산을 작용시켜, 생성한 염화티오닐을 증류 정제하여 제조한다. 제조된 염화티오닐은 드럼에 포장되어 출고되는 데, 포장하는 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

유황, 염소 투입 → 반응 → 염화유황 → 반응(w/클로로술폰산) → 증류 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화티오닐의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 염화유황에 촉매(삼염화안티몬 등)를 가해 염소를 도입하면서 클로로술폰산을 작용시켜, 생성한 염화티오닐을 증류 정제하여 제조한다. 증류되어 저장된 염화티오닐을 소량 채취하여 성분분석을 하게 되는 데, 이 공정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

유황, 염소 투입 → 반응 → 염화유황 → 반응(w/클로로술폰산) → 증류 → 포장/출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화벤조일(benzoyl chloride)의 제조(투입)

① 시나리오 : 벤조산과 오산화인, 염화티오닐의 반응에 의해 합성되어 제조된다. 반응공정을 위해 염화티오닐이 투입되는 공정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화아세틸(鹽化－ acetyl chloride) 제조(투입)

① 시나리오 : 아세트산과 염화티오닐 등의 반응에 의해 합성된다. 염화티오닐이 반응조에 투입되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(278) 오산화바나듐 Vanadium pentoxide 1314-62-1

1. 개요

1) 제조

바나듐 광물에서 알칼리나 산의 추출로 제조한다.

순도99.6%의 오산화바나듐은 메타바니듐산암모늄을 가열하여 제조한다.

바나듐을 포함하고 있는 선철을 얻기 위해 광석을 제련시키고, 선철이 강철로 전환되면, 5~25%의 오산화바나듐을 포함하는 광제형태의 바나듐이 나타난다. 광제는 배소 및 침출의 과정을 거쳐 빨간 덩어리 형태의 바나듐으로 추출된다. 인산염암의 바나듐은 전기화로 제련을 통한 인 원소의 생성과정 동안 페로포스포러스에서 발견된다. 페로포스포러스는 3~7%의 바나듐을 포함하고 있고 배소와 침출의 과정을 거쳐 바나듐이 제조된다.

2) 용도

- 페로바나듐의 생산에 주로 사용, 용해로, 주조 등 합금강 제조에 사용, 고온중합의 촉매제로 사용, 염색의 착색료 제조에 사용, 세라믹과 유리의 착색제로 사용
- 화학적 중간산물, 원칙적으로 바나듐 합금과 혼합물의 화학적 중간물은 많은 산업 합성과정에서의 산화 촉진제; 황산 제조의 촉진제(관련 과정), 자동차 촉매 변환기의 산화 촉진제, 자외선의 방사를 선별하는 유리의 첨가제로 사용
- 황산 제조 시 이산화황의 산화작용 촉매제, 페로바나듐, 여러 유기반응의 촉매제, 도자기 채색물질의 원료, 바나듐 염, UV선의 유리통과 방지, 사진 인화기, 염색
- 오산화바나듐은 또한 염색의 매염제, 페인트, 바니시(니스)의 건조, 유리와 잉크의 제조, 살충제 그리고 사진 화학물의 촉진제로도 사용
- 오산화바나듐은 연통 가스의 질소 산화물을 감소시키는 촉매제의 하나로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

바나듐에 노출되는 경우는 바나듐을 포함한 광석을 채광 할 때이다. 분쇄 과정에서 먼지를 포함한 바나듐 노출은 여러 가지 바나듐 혼합물, 특히 오산화바나듐에서 나타난다.

석유 보일러를 청소하는 작업자, 내화벽돌 라이닝 작업을 하는 벽돌직공이 바나

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

듐을 포함하고 있는 많은 양의 먼지에 노출되어 있다. 또한 가스터빈의 열 교환 튜브의 외부 침전물을 청소하는 작업자 역시 바나듐을 포함하고 있는 먼지에 노출되어 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	181.90	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	1,750℃(분해됨)	R-phrase	20/22,37,40,48/23,51/53,63	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.05 mg/m^3 STEL -				

2. 노출 시나리오

ES01: 오산화 바나듐의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 고순도의 오산화바나듐은 메타바니듐산암모늄을 가열하여 제조한다. 품질관리를 위해 시료 채취하는 과정에서 미량의 오산화바나듐이 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 오산화 바나듐의 제조(포장)

① 시나리오 : 고순도의 오산화 바나듐은 메타바니듐산암모늄을 가열하여 제조한다. 제조된 오산화 바나듐은 작은 드럼에 포장되는 데, 이 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 황산 제조(첨가)

① 시나리오 : 접촉식으로 황산을 제조 시 촉매로 오산화바나듐이 사용되어 촉매제로 첨가되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 숙신산(succinic acid) 제조(투입)

① 시나리오 : 벤젠을 오산화바나듐의 존재하에서 접촉산화하여 얻을 수 있는 말레산을 묽은 황산용액 중에서 전기분해환원하거나 직접 수소첨가하여 제조한다. 촉매제인 오산화바나듐은 투입되는 과정에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 프탈산 제조(첨가)

① 시나리오 : 오산화바나듐을 촉매로 하여 o-크실렌과 나프탈렌을 400~460℃에서 공기산화시켜 생긴 프탈산무수물의 가수분해로 만들어진다. 오산화바나듐이 촉매제로 첨가되는 과정에서 근로자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(279) 오카르보닐 철 Iron pentacarbonyl 1309-37-1

1. 개요

1) 제조

오카르보닐 철은 산화철(Ⅲ)을 환원하여 만든 고운 가루철에 약 200℃, 50~200기압 하에서 일산화탄소를 반응시켜 만든다.

알칼리 침전이나 여러 가지 철염 물질의 소성에 의해 합성물로 생성된다. 또한 광석을 세척, 건조, 분쇄, 혼합, 소성함으로써 제조된다.

2) 용도

- 강력한 환원제, 라디오와 텔레비전에 사용되는 고주파 코일제조, 자동차 연료의 항녹킹제로 사용
- 유리광택제의 작용제, 귀금속, 다이아몬드, 자석, 자석 테이프의 촉매제로 사용
- 야금, 가스의 정제, 페인트와 고무의 색소, 테르밋(thermite)의 성분, 광택제 합성물, 실험 시약, 촉매제(p-하이드로겐), 연료 첨가제, 컴퓨터의 기억장치, 자석 테이프 등에 사용
- 시멘트의 성분
- 산화 제2철의 정제된 분말은 치과 연마재로 사용
- 고품질의 아철산염과 유사 도자기 물질을 만들기 위해 사용
- 페인트를 위한 자외선 차단 색소, 목재 광택제, 섬유 염색, 인쇄에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

철광석 광부, 아크 용접공, 은제품 작업자, 기타 금속관련 작업자 등에게 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	159.7	물리적 상태	액체	증기압	21mmHg(20℃)
끓는점	103℃	R-phrase	11,24,26/28	Log Kow	3
노출기준(노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.8 mg/m^3			STEL 0.2 ppm / 1.6 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 오카르보닐 철의 제조(포장)

① 시나리오 : 오카르보닐 철은 산화철(Ⅲ)을 환원하여 만든 고운 가루철에 약 200℃, 50～200기압 하에서 일산화탄소를 반응시켜 만든다. 오카르보닐 철을 용기에 포장하는 공정에서 근로자는 대기 중으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 오카르보닐 철[1]의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 오카르보닐 철은 산화철(Ⅲ)을 환원하여 만든 고운 가루철에 약 200℃, 50～200기압 하에서 일산화탄소를 반응시켜 만든다. 제품의 품질을 검수하기 위해 시료를 채취하여 분석하는 과정에서 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 액체상태의 오카르보닐철(0)은 독성이 매우 강하며 그 증기가 공기와 폭발성 혼합물을 만들기 때문에 취급에는 충분한 주의가 필요하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 2군을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 순철(pure iron) 제조(투입)

① 시나리오 : 순철은 생산 원료로 오카르보닐 철을 150℃정도로 가열·분해하는 방법으로 제조할 수 있다. 오카르보닐 철을 원료로 투입하는 과정에서 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(280) 옥살산 Oxalic acid 144-62-7

1. 개요

1) 제조

나무 조각을 염기로 처리한 후 추출해서 얻는다. 또는 수산화나트륨과 일산화탄소를 반응시켜 얻어지는 포름산나트륨을 가열하여 옥살산나트륨으로 변환시키고 다시 칼슘염으로 변환시켜 황산을 반응시키면 얻어진다.

그 밖에 구연산의 당밀 발효의 부산물로 생성되고, 설탕을 수산화나트륨과 수산화칼륨의 혼합물과 함께 용해시켜 만든다.

2) 용도

- 화학물질의 합성(유기 화학에서 응축 약품), 표백제, 금속광택제, 제청제
- 직물의 마무리 손질, 껍질 벗김
- 녹, 때 얼룩 등의 제거제
- 분석용 시약, 직물 염색
- 시안화수소의 산 안정제
- 야금술 세척제
- 제지 산업, 사진술, 조각 공정, 고무 제조, 희토류의 처리
- 녹말로부터 포도당을 제조 시 사용
- 5%의 말론산과 5%용액에서 지혈제
- 옥살산 & 수산염 염제는 화학적인 분석을 위해 추출된 혈액 견본에서 혈액의 응고를 방지제로 사용.
- 자동차 라디에이터 세척제

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	90.04(무수 수산), 126.1(2수화물)	물리적 상태	무수수산-분말, 2수화물-고체	증기압	0.0013hPa 0.001mmHg이하(20℃)
끓는점	149~160℃에서 부분적으로 분해되면서 승화함	R-phrase	21/22	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL 2 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 옥살산 제조(시료채취)

① 시나리오 : 수산화나트륨과 일산화탄소를 반응시켜 얻어지는 포름산나트륨을 가열하여 옥살산나트륨으로 변환시키고 다시 칼슘염으로 변환시켜 황산을 반응시키면 얻어진다. 제조 된 옥살산의 품질관리를 위해 시료를 채취 할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 옥살산나트륨[1](sodium oxalate) 제조(투입)

① 시나리오 : 옥살산의 수용액에 탄산나트륨 또는 수산화나트륨을 가하여 제조한다. 옥살산 수용액을 반응기에 투입 시 작업자가 옥살산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 흰색의 결정성분말로, 직물 가공이나 가죽 무두질에 사용되며 환원제로서 과망간산 적정용 표준물질, 금속착물의 연구용 시약으로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 옥살산암모늄[1] 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 암모니아수와 옥살산을 반응시켜 무색의 기둥 모양 결정으로 얻는다. 제조 된 옥살산암모늄을 용기에 포장 시 미반응 옥살산에 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폭약으로 쓴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 발광제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 빛을 내기 위해 사용하는 약제로 염광제, 산화제, 조연제(피산화제), 불의 분제를 혼합하여 만든다. 불꽃(화염)을 착색하기 위해 빨강에 탄산스트론튬, 노랑에 옥살산나트륨, 녹색에 질산바륨, 파랑에 화녹청·산화구리 등이 이용된다. 노란색 발광제를 제조하기 위해 다른 원료와 옥살산나트륨을 혼합할 때 작업자가 옥살산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 산화환원 적정제(oxidation-reduction indicator)

① 시나리오 : 적정제가 산화제[1]이면 분석물이 환원제가 되고, 반대로 적정제가 환원제이면 분석물이 산화제가 된다. 환원성 적정제로는 삼산화비소, 티오황산나트륨, 황산철(Ⅱ)암모늄(모어염), 옥살산, 옥살산나트륨, 티탄(Ⅲ)화합물 등이 있다. 실험실에서 적정 시약으로 옥살산을 사용 할 때 작업자가 옥살산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 산화성 적정제로는 과망간산칼륨, 중크롬산칼륨, 세륨(Ⅳ), 요오드, 요오드산칼륨, 브롬산칼륨 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 잉크지우개 제조(투입)_

① 시나리오 : 수용성잉크용 지우개에는 일액식과 이액식이 있는데, 일액식은 표백분의 수용액만으로 탈색하고, 이액식은 그 밖에 타닌산제이철 등의 유기레이크를 제일철로 환원하여 무색으로 만드는 옥살산을 주원료로 하고 있다. 옥살산을 반응기에 투입 시 작업자가 옥살산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 과일식초의 제조(첨가)

① 시나리오 : 식초의 성분은 종류에 따라 차이가 있는데, 양조식초는 아세트산이 주가 되지만 과일식초는 양조식초에 시트르산, 말산, 옥살산, 타르타르산 등을 첨가하여 제조한다. 옥살산을 과일식초 제조 설비에 첨가 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 테르피네올[1](terpineol) 제조(투입)

① 시나리오 : α-테르피네올은 α-피넨에 묽은 황산을 반응시켜 포수 테르펜을 생성한 뒤 인산이나 옥살산으로 부분탈수해서 제조한다. 옥살산을 반응기에 투입 시 작업자가 옥살산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) α-, β-, γ- 의 세가지 이성질체가 있다. α-테르피네올은 무색 액체로서 라일락과 비슷한 향기를 가지며 향료로서 중요하다. 일반적인 시판품은 3~5%의 테르피네올을 함유하므로 향기·물성은 그 조성에 따라 약간 변화가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(281) 옥탄 Octane 111-65-9

1. 개요

1) 제조

석유 중에 존재하는 가연성액체로 분별 증류와 석유의 정제로부터 얻는다. 혼합물로부터 분리할 때는 곁사슬이 없는 n-옥탄이 요소와 첨가화합물을 만드는 것을 이용한다.

2) 용도

- 유기합성(노르말-옥탄)시 용제
- 화학 원료 및 석유산업에서 중요한 화학제로 사용
- 래커 희석, 중합체 제조에서 담체 용제로 사용
- 로켓 추진체에서 가공고무 용도의 발포제, 로켓 연료
- 벤젠, 톨루엔, 크실렌 향료 제조
- 액체 비누와 세정제의 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

옥탄의 직업적 노출은 구두밑창 제조 공장, 재생 타이어 공장, 절연체 제조 공장, 자동차 정비소에서 일하는 작업자에게 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	114.22	물리적 상태	액체	증기압	19hPa(14mmHg)(25℃)
끓는점	125.7℃(노르말-옥탄), 99.2℃(이소-옥탄)	R-phrase	11,38,50/53,65,67	Log Kow	5.18
노출기준 (노동부)	TWA 300 ppm / 1,450 mg/m^3		STEL 375 ppm / 1,800 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 옥탄의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 석유를 밀폐된 장치에서 정류할 때 옥탄을 제조할 수 있으며, 제조된 옥탄의 품질관리를 위해 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 옥탄의 제조(포장)

① 시나리오 : 석유를 밀폐된 장치에서 정류할 때 옥탄을 제조할 수 있으며, 제조된 옥탄을 용기에 포장 시 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 옥탄의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 석유를 밀폐된 장치에서 정류할 때 옥탄을 제조할 수 있으며, 제조 설비 및 공정을 점검 시 옥탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00002 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(282) 우라늄 Uranium 7440-61-1

1. 개요

1) 제조

원광석의 종류에 따라 적당한 산·염기처리를 하면 우라늄은 우라늄산염으로서 황갈색의 덩어리모양 물질이 된다. 이것을 옐로케이크라고 한다. 옐로케이크를 산에 용해하여 용매추출법·이온교환법·전기분해환원법 등에 의해 정제한 후 플루오르화우라늄 UF_4로 만들어, 이것을 환원하여 금속우라늄을 얻는다(핵연료로서의 우라늄은 다른 방법으로 정제된다).

고순도 우라늄은 가열된 필라멘트 안에 우라늄 할로겐화물의 열분해에 의해 얻는다.

2) 용도

- 핵연료, 핵무기, 사진 증감제
- X-rays 표적으로 사용
- 의학, 연구 및 방사선 분광기로서 운송 분야 및 핵원료 운송 용기로에 사용
- 열화우라늄은 암 치료 및 선모양의 가속기가 사용된 원격 치료법에서 방사선원료를 위한 보호물로서 사용
- 촉매로 사용(예: 석유 및 가스 산업에서 니켈 우라늄 물질(10~65% 염화 우라늄)의 사용)

3) 노출 및 결정인자[1)]

우라늄 연료 및 우라늄 막대의 열간압연의 제조 시 흡입이나 눈 또는 피부접촉으로 우라늄에 노출될 수 있다. 흡입된 불용해성 우라늄 산화물 및 우라늄 원소는 인체 내 조직에 다양한 형태의 우라늄으로 잔류한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	238.0289	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	3,818℃	R-phrase	26/28,33	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.2 mg/m^3		STEL 0.6 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 우라늄 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 원광석의 종류에 따라 적당한 산·염기처리를 하면 우라늄은 우라늄산염으로서 황갈색의 덩어리모양 물질이 된다. 이것을 옐로케이크라고 하는데 이를 산에 용해하여 용매추출법·이온교환법·전기분해환원법 등에 의해 정제한 후 플루오르화우라늄으로 만들어, 이것을 환원하면 금속우라늄을 얻는다. 우라늄의 생산 설비와 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 우라늄합금[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 합금으로 만들 때 각 금속이나 비금속원소가 녹을 때까지 우라늄의 상이 변하는 것을 개선하여 상을 안정화하기 위해 몰리브덴 10%와 같이 체심입방금속을 다량으로 첨가하는 합금과, α상에 극히 소량의 다른 원소를 첨가하여 조사에 의한 성장, 주름변형이나 핵분열생성물의 가스에 의한 팽창을 경감시킨 α합금이 있다. α합금의 경우는 천연우라늄을 사용해도 좋지만, 합금으로 하면 우라늄 U가 현저하게 희석되므로 농축우라늄을 사용할 필요가 있다. 우라늄을 제조 설비에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 우라늄을 주체로 하여, 다른 금속 또는 비금속원소를 첨가한 합금. 우라늄은 핵연료 이외의 공업적 용도가 별로 없으므로 실용합금은 모두 핵연료용을 목표로 한다. 알루미늄에 우라늄을 첨가하여 알루미늄의 바탕에 금속간화합물을 분산시킨 형태의 핵연료나 비스무트 등에 우라늄을 첨가하여 액체연료로 사용하는 것도 넓은 의미에서는 우라늄합금이라고 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농축우라늄[1](enriched uranium)(포장)

① 시나리오 : 자연계에 존재하는 우라늄에는 열중성자에 의해 핵분열을 일으키는 ^{235}U가 0.71% 정도밖에 들어 있지 않다. 따라서 용도의 범위를 넓히기 위해 각종 농축법에 의하여 ^{235}U의 농도를 높인 농축우라늄(enriched uranium)을 만든다. 이때 한편으로는 ^{235}U의 비율이 천연우라늄보다 낮아진 열화우라늄이 생기게 된다. 제조 된 농축우라늄을 포장 시 우라늄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 농축우라늄은 합금 또는 세라믹스(우라늄의 산화물・탄화물・질화물・규화물 등)로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 핵연료(투입)

① 시나리오 : 보통 핵연료로는 천연우라늄부터 농축도 90%정도의 농축우라늄까지 이용되는데, 현재 우라늄을 핵연료로 하는 원자로에서는 ^{235}U가 이용된다. 우라늄을 원자로에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(283) 육불화 황 Sulfur hexafluoride 2551-62-4

1. 개요

1) 제조

황과 플루오르를 가열하여 직접 반응시키면 얻어진다. 이산화황과 플루오르를 가열해도 얻어진다.

2) 용도

- 고전압 장비의 전매체
- 고압전기 기계의 기체절연체
- 밴 더 그래프 정전 발전기, 화학적으로 끊임없는 파동 레이저, 송전선, 배전 변전소에서 사용
- 마그네슘 합금의 주조 시 보호대기 형성용으로 사용
- 누수 탐지, 이동 기체 추적용
- 비활성 주입 가스(예: 이중창)

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	146.07	물리적 상태	기체	증기압	12.01×10^4hPa/9.03×10^4mmHg(25℃) 10mmHg(-114.7℃)(고체), 40mmHg(-101.5℃)(고체), 100mmHg(-90.9℃)(고체), 400mmHg(-72.6℃)(고체)
끓는점	-63.8	R-phrase	-	Log Kow	1.68
노출기준(노동부)	TWA 1,000 ppm / 6,000 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 육불화 황 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 황과 플루오르를 가열하면서 직접 반응시키면 얻어진다. 제조 된 육불화 황의 품질관리를 위해 시료를 채취할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0005 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 육불화 황의 제조(포장)

① 시나리오 : 황과 플루오르를 가열하면서 직접 반응시키면 얻어진다. 제조 된 육불화 황을 용기에 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 기체 절연재(충전)

① 시나리오 : 육불화 황 가스는 절연내력이 뛰어난 비활성 기체로서 가스절연변압기나 가스절연차단기에 사용한다. 뛰어난 소호성능과 안정된 절연특성을 갖고 있으므로 차단기・개폐기・모선접속부 등을 가스로 가득 채워 밀폐된 용기 안에 넣으면 종래의 것보다도 축소시킬 수 있고, 무공해・안전성 등에도 뛰어난 성능을 나타낸다. 육불화 황 가스를 차단기, 개폐기, 모선 접속부 등에 충전 할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 추적자 기체(tracer gas)

① 시나리오 : 빌딩이나 기타 건물 내부의 단기적인 환기의 효율성을 측정 할 때 육불화 황 가스를 추적자 기체로 사용한다. 측정대상인 공간에 가스를 방출 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 1,000 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(284) 은(가용성화합물) Silver(soluble compounds) 7440-22-4

1. 개요

1) 제조

시안화법은 시안화액의 농도를 높여(0.3～0.5%), 충분히 교반하고 침출시간을 길게 하여 산소를 제거하여 수율을 높이고 있다(80～90%). 금에 비해서 제련비가 비싸기 때문에 많은 경우 독립적으로 은제련을 하지 않고 금제련과 함께 행한다.

건식법은 금의 경우와 같으며 구리·납의 제련의 경우에 광석을 같이 집어넣고 구리·납과 같이 뽑아내고 최후에 분리한다. 이상에서 얻은 조은은 전기분해정련[1]에 의해서 정제한다. 즉, 조은을 판으로 주조하고 무명 또는 모슬린 포대에 넣어 양극으로 하고, 질산은수용액을 전해액, 음극판에 순은판 또는 스테인리스강판을 사용해서 전기분해 한다.

2) 용도

전체 공급량의 약 15%가 화폐 제조에 사용된다. 그리고 70% 이상이 산업용으로 은 도금, 베어링, 사진공업, 주방기기, 땜납, 치과용 등으로 넓게 활용된다. 또한 예부터 귀금속으로 여겨져 보석함, 목걸이나 반지와 같은 장신구를 만드는데 이용하였다. 그리고 열 및 전기전도율이 금속 중 가장 높기 때문에 매우 정교한 기계장치에 은 전선을 사용한다. 일반 전선에는 경제적인 이유로 구리를 사용한다. 그 밖에 의약품 및 식품, 음료 제조, 산화과정의 촉매제로 사용한다.

3) 노출 및 결정인자[2]

충치 치료 시 은 아말감 치과용 충전재로부터 은이 방출될 수 있다. 코팅, 구멍을 뚫는 일, 망치질 하는 일, 회전, 조각, 윤내기, 대장일, 납땜하기와 은의 용해가 포함된 작업 중 흡입을 통해 은에 노출될 수 있다.

---

1) 순도가 높은 금과 은을 얻는 방법으로 분리법과 전기분해법이 있다. 전기분해법에서는 은-금 지금이나 도레(dore : 주로 금은 합금으로 이루어져 있으며, 불순물은 10% 이하)가 양극으로 사용되고, 묽은 질산은 용액 중에 은과 그밖의 금속이 포함되어 있다. 이때 순수한 은은 음극에서 석출되며, 이 은을 나중에 녹여서 막대 형태로 주조한다. 분리법, 즉 습식법에서는 도레나 금-은 지금을 뜨거운 진한 황산이나 진한 질산에 넣어서 은을 용해시켜 수용성 황산염이나 질산염을 만든다. 여과해서 나온 잔류물에서 금이 얻어진다. 여과액에는 은이 들어 있기 때문에 황산철(Ⅱ)로 처리하여 은을 침전시킨다. 이것을 여과한 후에 녹이면 순도가 평균 99.5%인 은이 얻어진다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	107.86	물리적 상태	고체	증기압	무시해도 좋음
끓는점	2,212℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 mg/m^3		STEL -		

2. 노출시나리오

ES01: 은 제련(현장점검)

① 시나리오 : 자연은·염화은 및 비교적 순수한 황화은 등을 원료로 사용한다. 일반적으로 원료광석을 잘게 분쇄하고 농도를 높인(0.3~0.5%) 시안화액과 충분히 혼합하고 침출시간을 길게하여 산소를 제거한 뒤 수율 80~90%로 은을 제조 한다. 작업자는 은 제련공정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 화폐 제조(융해)

① 시나리오 : 은을 화폐의 제조 시 사용 할 수 있다. 구리와 합금이 화폐에 사용된다. 화폐 제조를 위해서 은을 융해할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 장식품・식기・합금 등에 사용(융해)

① 시나리오 : 장식품 제조 시 다른 금속원료와 은을 함께 융해하여 제조하는데, 이 과정에서 은에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 사진공업의 감광유제[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 은은 감광유제로 사용된다. 보통 할로겐화은(브롬화은・염화은・요오드화은)의 미세한 결정입자를 젤라틴 속에 분산시킨 것이 사용된다. 감광유제 제조 시 은을 투입하여 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사진필름이나 인화지의 감광층으로서 도포되어 있는 물질이며, 감광유제라고도 한다. 보통 할로겐화은(브롬화은・염화은・요오드화은)의 미세한 결정입자를 젤라틴 속에 분산시킨 것이 사용된다. 여기에 여러 첨가제를 가하며 필름베이스(투명한 트리아세틸셀룰로오스나 폴리에스테르 필름)나 바라이타지(황산바륨의 미세한 결정입자를 젤라틴액 속에 분산시킨 바라이타를 튼튼한 종이에 칠하고 건조시킨 것)에 도포하고 건조시켜 사진감광재료를 만드는 데 사용된다. 건판이나 필름용 유제는 브롬화은과 염화은으로 된 것(클로로브로마이드유제)이 많다. 밀착용 인화지는 염화은을 주로 하는 유제가 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 은시안착염(cyanoargentate salt) 제조(투입)

① 시나리오 : 은을 과량의 시안화나트륨 또는 시안화칼륨에 용해시켜 제조한다. 은을 용해하기 위하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 땜[1]작업

① 시나리오 : 은을 함유한 용접봉(Ag : 1~3%함유)을 이용하여 회로기판 등을 땜질 작업하는 공정에서 작업자가 노출될 수 있다.
원자재입고→ 자동탈피/컷팅 → Pin땜 → 밴딩 → 조립 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	23℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 은납은 접착성이 매우 뛰어나고 내식성도 좋다. 흔히 사용되는 것으로는 은-구리-아연 합금과 은-구리-인 합금이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 베어링[1] 제조에 사용(은도금)

① 시나리오 : 순수한 은은 제2차 세계대전 이전부터 항공기, 디젤 기관차의 베어링에 사용되었다. 제2차 세계대전 말에 은의 사용제한이 완화되자 거의 모든 항공기와 디젤 기관차에 은도금을 한 베어링이 사용되었다. 은도금조에 은을 용해할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 회전하고 있는 기계의 축을 일정한 위치에 고정시키고 축의 자중과 축에 걸리는 하중을 지지하면서 축을 회전시키는 역할을 하는 기계요소.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 전기재료[1](스위치 성형)

① 시나리오 : 은은 전기전도가 매우 커서 합금과 전기재료 공업에 널리 사용되고 있고, 산화에 강하므로 스위치·접점에 사용되고 있다. 은-구리 합금은 전자회로의 접점 등에 사용되고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 은도금과 피복처리 등의 표면처리는 유리·도기·운모·합성수지 등에 사용되고 있으며, 전자산업을 비롯하여 장식에도 이용되고 있다. 또한 고온에서 사용되는 은-알루미늄 합금 등이 개발되어 냉동기, 컴퓨터, 집계제표기의 계전기 접점 등 고온에서 강도가 커야 하는 곳에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 촉매로 사용(첨가)

① 시나리오 : 비료를 제조 시 암모니아 합성에 은과 그 염을 촉매 또는 산화제로 사용한다. 은을 반응기에 첨가 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 소독제로 사용(첨가)

① 시나리오 : 은 화합물은 살균작용이 있으며, 묽은 질산은 수용액은 식물을 소독하는 작용이 있는데, 이것은 은이 산소를 흡수하는 성질이 있기 때문이다. 수용액 속의 은 이온은 아주 낮은 농도에서도 살균력이 있기 때문에, 규정된 범위에서 물을 소독하는 데에 사용한다. 소독제로 은을 물에 첨가 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 은거울반응[1](silver mirror reaction)(시약으로 사용)

① 시나리오 : 환원성 유기화합물 검출반응의 하나로 안쪽을 깨끗하게 씻은 유리용기에 시료를 담고 질산은용액을 넣은 후, 먼저 갈색침전이 없어질 때까지 암모니아수를 가하여 투명용액을 만든다. 이것을 작은 불꽃으로 가열하거나, 또는 수중탕으로 50~60℃로 가열하면 은이 석출되어 용기 안쪽에 은이 도금된다. 이것을 은거울이라고 하며 이러한 반응을 은거울반응이라고 한다. 질산은용액을 다루는 실험실 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤 이하	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.04 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 포름알데히드·환원당·타르타르산염 등이 이러한 반응을 나타낸다. 듀어병(Dewar병)이나 거울의 은도금은 이 반응에 의한 것이다. 은거울 반응을 이용하는 검출법을 은거울시험이라고 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(285) 이산화염소 Chlorine dioxide 10049-04-4

1. 개요

1) 제조

염소산나트륨과 황산을 이산화황과 함께 반응시키거나, 염산과 메탄올을 반응시켜 제조한다.

염소산나트륨 기둥에 이산화질소를 통과시킴으로써 아염소산염을 제거하여 제조한다.

2) 용도

- 유독성 무기물 제거제, 중금속 제거제
- 살균, 소독, 표백(펄프목재, 수지), 물의 정수, 악취제거
- 산화제, 방부제
- 밀가루 제조 시 숙성을 가속화하는데 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	67.46	물리적 상태	액체, 가스	증기압	1010hPa/760mmHg이상(20℃)
끓는점	11℃	R-phrase	6,8,26,34,50	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.3 mg/m^3			STEL 0.3 ppm / 0.9 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이산화염소의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 상온, 상압에서 교반기와 pH 전극이 설치된 둥근 유리 탱크에 농도 25~30%인 아염소산나트륨 용액을 물에 넣어 희석한 후, 교반하면서 염산을 서서히 가하여 용액의 pH를 3.3~4.0으로 조절하고, 탄산나트륨와 물의 혼합용액을 첨가하여 pH를 6.5~7.5로 조절하여 이산화염소 수용액을 제조한다. 제조 된 이산화염소를 분석하기 위하여 시료를 채취 할 때 노출될 수 있다.

원료투입(아염소산나트륨+염산+탄산나트륨) → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1)] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이산화염소의 제조(포장)

① 시나리오 : 상온, 상압에서 교반기와 pH 전극이 설치된 둥근 유리 탱크에 농도 25~30%인 아염소산나트륨 용액을 물에 넣어 희석한 후, 교반하면서 염산을 서서히 가하여 용액의 pH를 3.3~4.0으로 조절하고, 탄산나트륨와 물의 혼합용액을 첨가하여 pH를 6.5~7.5로 조절하여 이산화염소 수용액을 제조한다. 제조 된 이산화염소를 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아염소산염(chlorite) 제조(투입)

① 시나리오 : 이산화염소를 수산화알칼리와 반응시키면 염소산염과 함께 아염소산염이 제조된다. 이산화염소를 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아염소산(chlorous acid)의 제조(투입)

① 시나리오 : 이산화염소를 물에 녹이면 염소산과 함께 생성된다. 이산화염소를 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(286) 이산화탄소 Carbon dioxide 124-38-9

1. 개요

1) 제조

실험실에서는 석회암에 염산이나 황산을 가하여 제조한다.

공업적으로는 생석회 제조 시 석회암의 열분해에 의한 부산물로서 얻거나, 유기물의 연소 시 발생하는 기체로부터 회수하거나, 또는 알코올 발효 시 부산물로서 얻는다.

합성 가스 제조 시 부산물(일산화탄소 & 수소)로써 대부분의 일산화탄소가 이산화탄소로 변환되는 수성가스 변환로에서 합성 가스를 공급함으로써 수집한다.

암모니아 합성 시, 또는 나트륨인산염의 합성 시 부산물로써 생성된다.

2) 용도

- 석회 소결작업, 양조 및 제빵의 발효과정
- 탄산수 제조, 아스피린의 제조, 연무질 분무제, 에어로졸에서 추진체
- 냉동용 드라이아이스, 소화 및 방화제로 사용
- 선박이나 폭발위험이 있는 공장에서 비활성 가스를 생산하기 위한 원료
- 지방산의 알칼리금속염의 복원에 사용
- 이산화탄소와 10~30%의 에틸렌 산화물 혼합물은 훈증약 및 살균제로 사용
- 유기합성 시 화학적 중간체(탄산염, 합성섬유, p-크실렌, 등등)

3) 노출 및 결정인자[1)]

이산화탄소는 광산, 초목이 부패한 채굴장, 곡물창고, 농산품이 선적된 배의 짐칸 등에서 10%이상의 농도로 발생하여, 이에 작업자가 노출될 수 있다. 그 밖에 핵잠수함 내 밀폐된 공간에서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	44.01	물리적 상태	기체[2)]	증기압	1,010hPa/760mmHg이상 (20℃)
끓는점	-78.33℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 5,000 ppm / 9,000 mg/m^3			STEL 30,000 ppm / 54,000 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2) 운반 시 액화한다. 고체 형태는 드라이아이스로 사용된다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이산화탄소의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 석회암에 염산이나 황산을 가하여 제조한다. 이산화탄소 제조 설비 및 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 액화탄산[1](liquefied carbonic acid)의 제조(투입)

① 시나리오 : 온도를 낮추고, 높은 압력을 가하여 이산화탄소를 물에 녹여 제조한다. 이산화탄소를 제조 설비에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 액화된 이산화탄소를 말한다. 용도의 과반량은 주물사형의 제조에 쓰이고, 그 밖에 공업용 ·청량음료 및 소화용 등에 쓰이며, 각각 용도에 따른 KS가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 드라이아이스의 제조(포장)

① 시나리오 : 기체 이산화탄소에 높은 압력을 가하여 액화 한 후, 작은 구멍을 통하여 액체 이산화탄소를 분사하면서 갑자기 압력을 낮추어 눈과 같은 결정을 제조한다. 이 결정들에 다시 높은 압력을 가하면 고체 이산화탄소, 즉 드라이아이스(dry ice)를 제조할 수 있다. 제조 된 드라이아이스를 포장 시 작업자가 이산화탄소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 과망간산칼륨(potassium permanganate)의 제조(투입)

① 시나리오 : 공업적으로 파이롤루스광과 수산화칼륨을 융해하고 공기로 산화시킨 것을 이산화탄소를 통해서 불균일화 시켜서 제조 한다. 이산화탄소를 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 과산화수소(hydrogen peroxide)의 제조(투입)

① 시나리오 : 과산화바륨을 물속에 늘어뜨리고 이산화탄소를 보내서 제조한다. 이산화탄소를 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 이산화탄소 소화기(충전)

① 시나리오 : 높은 압력으로 압축, 액화시킨 이산화탄소를 단단한 철제 용기에 주입하여 생산한다. 액화 이산화탄소를 용기에 주입하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(287) 이산화티타늄 Titanium dioxide 13463-67-7

1. 개요

1) 제조

좋은 등급의 이산화티타늄은 농축된 황산으로 티탄 철광을 가루로 만들고, 가수분해에 의해 이산화티타늄을 침전시킴으로써 얻는다.

티타늄과 산소의 직접적인 결합에 의해 얻을 수 있다.

수용액중의 티타늄염을 처리함으로써 만들 수 있다.

티타늄의 무기 화합물을 산화하거나 가수분해함으로써 만들 수 있다.

티타늄염의 용액을 탄산나트륨으로 중화한 후, 과량의 물과 함께 끓이면 메타티탄산이 침전되고, 이를 가열하면 이산화티타늄을 생성한다.

2) 용도

- 코팅된 직물의 안료, 금홍석 모래는 용접봉 코팅 물질로 사용
- 합성섬유 광택 제거제, 유리섬유의 수축제(shrinking agent)
- 전자공학에서의 안료 및 반도체, 티타늄 화합물의 중간체(예: 티탄산바륨)
- 지붕 안료, 접착제, 제약, 화장품 제조,
- 과자류 및 당류의 sub-coating, 식품용 색소, 영양성분 표지
- 페인트, 종이, 고무, 플라스틱에서 백색 안료
- 공중에 부유하는 티탄 철광은 티타늄 색소 제조를 위해 사용
- 바닥 덮개, 유리 제품, 인쇄 잉크, 용접봉

3) 노출 및 결정인자[1)]

티타늄에 대한 노출은 주로 금속, 이산화물, 탄화물, 또는 4염화물을 다루는 작업장에서 대개 먼지의 형태로 발생한다. 특히, 4염화티타늄을 다룰 동안에는 연무 및 증기의 형태에 노출되기도 한다.

직업적으로는 주로 전기 화덕 가동에서 나온 먼지 및 연무의 형태에 노출된다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	79.90	물리적 상태	분말	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	2,500~3,000℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 이산화티타늄의 제조(포장)

① 시나리오 : 농축된 황산으로 티탄 철광을 가루로 만들고, 가수분해에 의해 이산화티타늄을 침전시킴으로써 얻는다. 제조 된 이산화티타늄을 용기에 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 제지(첨가)

① 시나리오 : 종이는 펄프를 얇게 떠서 만드는 데 이것은 식물섬유가 불규칙하게 엉켜서 그 일부가 교착된 상태로, 펄프에서 종이를 만들 때에 종이의 셀룰로오스 사이를 매워 주고 흰색감을 높이며, 인쇄효과를 좋게 하기 위하여 고해가 끝날 무렵에 충전물을 첨가한다. 충전물로는 점토, 탄산칼슘, 이산화티탄, 활석 등이 쓰인다. 이산화티탄을 충전물로써 제지 설비에 첨가 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

펄프 → 표백 → 고해 → 충전 → 사이징 → 초지 → 종이

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 백색안료의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 이산화티타늄을 산화알루미늄, 이산화규소, 산화아연 등의 수화물과 티타늄, 알루미늄, 아연, 지르코늄 등의 인산염으로 처리하여 제조한다. 제조 된 안료의 품질관리를 위해 시료를 채취할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 광촉매 [1](첨가)

① 시나리오 : 광화학반응에서 광촉매로써 일반적으로 사용되는 것은 이산화티타늄이다. 이산화티타늄은 자외선 등의 빛을 받으면 독성물질을 분해하거나 살균력을 나타낸다. 이산화티타늄을 촉매로 반응용기에 첨가 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 광촉매란 화학적 반응에 필요한 파장대의 빛을 흡수, 반응이 잘 일어나도록 도와주는 물질로 흔히 반도체성 산화물이 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(288) 이산화황 Sulfur dioxide 7446-09-5

1. 개요

1) 제조

천연 이산화황은 화산가스나 광천 등에 함유되어 있다. 황화광 등을 공기 중에서 배소하여 얻는다. 실험실에서는 진한 황산을 탄소·황·구리 등으로 환원하여 얻는다. 아황산수소나트륨 같은 아황산염을 산으로 분해하면 순수한 것을 얻을 수 있다.

용광로에서 황철광을 가염함으로써 제조 되며, 기체는 3atm의 압력에서 얼음 및 소금과 같이 공랭시킴으로써 쉽게 액화된다.

2) 용도

- 석탄 또는 유황성분이 많은 석유를 연료로 이용하는 제련소, 화력발전소에서 사용
- 약물 제조, 농업용 훈증제, 살균, 살충제
- 과일 및 야채의 부패를 방지하기 위한 방부제, 보존제로 사용
- 설탕, 시멘트 제조, 섬유, 가죽 등의 표백제 제조
- 펄프 및 제지공업, 윤활유 및 광유의 정제(유기용제 성분의 추출)
- 아황산염과 황산 등 화학약품의 제조
- 나트륨 하이드로설파이트, 아세틸 염화물 제조 시 중간체
- 하수관 배수에서 금속 산화물의 세정제
- 유리 제조 시 알칼리 중화제, 리튬 베터리의 산화제

3) 노출 및 결정인자[1)]

과수원 등지에서 유황 함유물을 연소시켜 훈증 소독을 하는 경우, 제당 등 식품 가공 공정, 펄프 및 제지 산업에서의 표백 공정, 금속 제련 공정 등에서 이산화황에 노출 될 수 있다. 특히, 금속 용융 시 가장 높은 노출이 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	64.07	물리적 상태	기체	증기압	1기압 이상(20℃)
끓는점	-10℃	R-phrase	23,34	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 5 mg/m^3			STEL 5 ppm / 10 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이산화황 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 용광로에서 황철광을 가염함으로써 제조 되며, 기체는 3atm의 압력에서 얼음 및 소금과 같이 공랭시킴으로써 쉽게 액화된다. 이산화황 제조 설비 및 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 펄프 제조(침지 공정)

① 시나리오 : 목재를 톱으로 절단하고 박피기에서 껍질을 벗긴 후 칩을 만든다. 그 후, 스팀과 수산화칼슘에 이산화황을 흡수시켜 침지과정을 거친 후 아황산수소칼슘용액은 제거되고 필요한 셀룰로오스만을 얻어 세척과 건조과정을 거쳐 최종적인 펄프를 생산하게 된다. 작업자는 침지과정에서 이산화황이 녹아있는 용액에 노출 될 수 있다.

목재입고 → 칩핑 → 침지 → 블로잉 → 세척 → 건조 및 프레스 → 펄프

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.9 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 황산 제조(투입)

① 시나리오 : 황산의 제조에는 이산화황을 산화하는 방식에 따라 질산식[1]과 접촉식의 두 가지가 사용된다.

접촉식은 산화바나듐 7%, 산화칼륨 5~14%, 이산화규소 60~80%, 산화철 0~5%의 성분을 가진 것을 촉매로 사용하고, 이것을 지름 수 mm, 길이 1cm 정도의 원통형으로 성형하여 컨버터에 충전한다. 이 속을 7% 정도 농도의 이산화황과 공기의 혼합물을 통과시켜 삼산화황으로 만들고 이것을 진한 황산에 흡수시켜 98% 황산 또는 발연황산으로 만든다. 이산화황과 공기의 혼합물을 제조 설비에 투입, 통과시키는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 질산식에서는 산화질소를 사용하여 제조하는데, 메커니즘에 따라 연실식과 강력식(탑식·반탑식)의 2종이 있고, 연실식에서 얻은 황산을 연실황산, 질산식 제조장치의 탈질탑으로부터 얻은 황산을 탑산 또는 글러버산이라고 한다. 또, 질산식으로 제조한 것은 비교적 농도가 낮아 박황으로 불리기도 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 토양 훈증제(훈증)

① 시나리오 : 선형동물에 흔히 사용되는 토양 훈증제로는 아크릴로니트릴·이황화탄소·에틸렌·파라디클로로벤젠·이산화황·플루오르화술푸릴 등이 있다. 사람을 비롯한 항온동물에게는 훈증제가 유독하기 때문에 훈련을 받은 사람이 적절한 장비를 갖추고 사용해야만 한다. 이산화황을 이용하여 훈증 작업을 하는 과정에서 발생하는 가스에 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 니트로실 황산(nitrosyl sulfuric acid)의 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 이산화황과 진한 질산을 25℃에서 반응시켜 제조한다. 제조 된 니트로실 황산을 포장 할 때 미반응 이산화황에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 크롬백반[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 크롬산칼륨을 황산에서 에탄올, 이산화황 등으로 환원하여 제조한다. 이산화황을 반응용기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 매염제·가죽이기기에 이용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 술핀산(sulfinic acid) 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 술핀산은 유기리튬화합물이나 그리냐르시약에 이산화황을 작용시킴으로써 합성된다. 술핀산 제조 설비 및 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 표백제(bleaching agent)(투입)

① 시나리오 : 표백제에는 화학적으로 산화작용을 이용하는 산화표백제와 환원작용을 이용하는 환원표백제가 있으며, 환원표백제는 명주·양모 등 한정된 섬유에만 사용된다. 목재·동물성 섬유는 이산화황 같은 산성 환원제로 표백한다. 이산화황을 표백제로써 반응조에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 시멘트 제조(혼합)

① 시나리오 : 나트륨 디티오 나이트 및 알칼리 금속 포름아미딘 술피네이트 등과 이산화황을 혼합하여 시멘트를 제조한다. 이산화황을 다른 원료들과 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.9 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 설탕 제조(첨가)

① 시나리오 : 브릭스와 이산화황을 소량 혼합하여 설탕을 제조 한다. 이산화황을 반응기에 소량 첨가 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(289) 이소부틸 아세테이트 Isobutyl acetate 110-19-0

1. 개요

1) 제조

메틸 이소부틸 케톤으로부터 제조한다.

아세트알데히드와 이소부틸알데히드의 Tischenko 반응을 통해 이소부틸 아세테이트, 에틸 아세테이트 그리고 이소부틸레이트의 혼합물을 얻는다.

촉매 존재 하 이소부탄올을 아세트산으로 처리하여 제조한다.

2) 용도

- 비알코올 음료에 사용
- 니트로셀룰로오스의 용매
- 희석제, 밀폐제, 보호용 래커에 사용
- 식품 향료 성분

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소부틸 아세테이트가 제조되거나 니트로셀룰로오스의 용매 및 향료 성분으로써 사용되는 작업장에서는 흡입과 피부 접촉을 통해 이소부틸 아세테이트에 대한 직업적 노출이 발생할 수 있다. 일반 인구는 이소부틸 아세테이트를 함유하는 음식물 섭취를 통해서 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	116.16	물리적 상태	액체	증기압	17hPa(13mmHg)(20℃)
끓는점	116	R-phrase	11,66	Log Kow	1.78
노출기준 (노동부)	TWA 150 ppm / 700 mg/m^3			STEL 187 ppm / 875 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소부틸 아세테이트의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 동량의 초산과 부탄올의 에스테르화 반응에 의해 부틸아세테이트를 제조한다. 휘발성 혼합물을 상부 분리영역에서 분리시켜 제거한 후, 5~80℃로 냉각시켜 물과 유기상으로 분리한다. 유기상을 재증류하여 끓는점이 낮은 이소부틸 아세테이트를 얻는다. 제조 된 이소부틸 아세테이트의 품질관리를 위해 시료를 채취할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.007 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 음료수 제조(투입)

① 시나리오 : 비알콜 음료수를 제조할 때 이소부틸아세테이트를 식품향료로 첨가한다. 이소부틸아세테이트를 음료수 제조 설비에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.13 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(290) 이소부틸 알코올 Isobutyl alcohol 78-83-1

1. 개요

1) 제조

이소부틸 알코올은 옥소 과정(oxo process)을 이용하여 프로필렌으로부터 생성되는 이소부틸알데히드(isobutyraldehyde)의 수화에 의해서 생성된다.

탄수화물의 또는 이소부틸알데히드발효에 의해 생성된다.

이소부틸렌으로부터 제조된다.

2) 용도

- 페인트나 니스 제거제의 용매
- 1-부탄올의 대체 용매
- 향수, 방향제, 농약, 의약품 제조 시 중간체로 사용
- 락카를 이용한 도장
- 실험실(고성능 크로마토그래피 기기 작동)
- 식품 향료(럼, 바나나 등)

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소부틸 알코올의 직업적 노출은 주로 페인트 산업 관련 근로자에게 휘발된 용매의 흡입이나 피부접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.12	물리적 상태	액체	증기압	12hPa(9mmHg)(20℃)
끓는점	108.1℃	R-phrase	10,37/38,41,67	Log Kow	0.76
노출기준(노동부)	TWA 50 ppm / 150 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소부틸 알코올의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 130~160℃, 100~200atm의 조건에서 코발트계 촉매를 사용해서 액화프로필렌과 일산화탄소와 수소를 반응시켜 제조한다. 이 반응으로부터 얻어진 알데히드혼합물을 정밀 증류하여 분리한 뒤, 니켈촉매를 이용하여 수소화하여 부탄올 및 이소부틸알코올을 얻는다. 제품의 품질관리를 위하여 제조 된 이소부틸알코올의 시료를 채취 할 때에 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이소부틸 알코올의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 130~160℃, 100~200atm의 조건에서 코발트계 촉매를 사용해서 액화프로필렌과 일산화탄소와 수소를 반응시켜 제조한다. 이 반응으로부터 얻어진 알데히드혼합물을 정밀 증류하여 분리한 뒤, 니켈촉매를 이용하여 수소화하여 부탄올 및 이소부틸알코올을 얻는다. 이소부틸 알코올의 제조 설비와 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 이소부티르산(isobutyric acid)의 제조(투입)

① 시나리오 : 이소부틸 알코올을 염기성 촉매 하에서 과망간칼륨에 의해 산화시켜 제조한다. 이소부틸 알코올을 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 퓨젤유[1](fusel oil) 제조(포장)

① 시나리오 : 녹말·당류를 발효시켜 에틸알코올을 만들 때 정제 과정의 부산물로써 분리되는 황색 또는 갈색 액체로, 사용하는 원료에 따라 조성이 다르나, 주성분은 이소아밀알코올, 활성아밀알코올이다. 그 밖에 이소부틸 알코올, n-프로필알코올 등이 함유되어 있다. 제조 된 퓨젤유를 용기에 포장 시 퓨젤유에 함유된 이소부틸 알코올에 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 희분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 그대로 쓰거나 아세트산에스테르(통칭 아세트산퓨젤)로 만들어 알키드수지·니트로셀룰로오스 등 합성수지류의 용제로 쓴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(291) 이소아밀 알코올 Isoamyl alcohol 123-51-3

1. 개요

1) 제조

이소아밀 알코올은 부텐(butenes)을 촉매의 존재 하 일산화탄소와 수소와 반응시키고, 수화하여 제조한다.

에틸알코올을 만들 때 생기는 소량의 부산물인 퓨젤유에서 아밀알코올을 얻는다.

이소부틸렌을 산화하여 제조한다.

펜탄의 염소화 반응에 의해 염화아밀 혼합물을 얻은 후에 이 혼합물을 물과 가성알칼리와 반응시켜 얻는다.

2) 용도

- 기름, 지방, 수지, 왁스의 용매
- 플라스틱 공장에서 폴리아크닐로니트릴의 방적
- 락커, 사진과 관련된 화학물질, 의약품, 페인트 제거제, 향수, 방향제 생산
- 윤활유 첨가제 및 작동유 첨가제
- 이소아밀 혼합물, 이소발레릭산, 뇌호의 제조
- 인공실크, 무연의 화약 제조
- 셀로이딘 용액을 탈수하여 우유의 지방함유량을 측정하기 위해 사용
- 비알콜 음료, 알콜 음료, 아이스크림, 얼음, 사탕, 구운 상품 , 젤라틴 및 푸딩, 껌의 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	88.15	물리적 상태	액체	증기압	3.0hPa(2mmHg)(20℃)
끓는점	132℃(1차), 113℃(2차)	R-phrase	10,20,37,66	Log Kow	1.16
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 360 mg/m^3		STEL 125 ppm / 450 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소아밀알코올의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 이소아밀 알코올은 부텐(butenes)을 촉매의 존재 하 일산화탄소와 수소와 반응시키고, 수화하여 제조한다. 제조 된 이소아밀알코올의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이소아밀알코올의 제조(포장)

① 시나리오 : 이소아밀 알코올은 부텐(butenes)을 촉매의 존재 하 일산화탄소와 수소와 반응시키고, 수화하여 제조한다. 제조 된 이소아밀알코올을 용기에 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아세트산아밀[1](amyl acetate)의 제조(투입)

① 시나리오 : 이소아밀알코올과 초산을 황산 촉매로 반응시켜 증류 정제하여 제조한다. 이소아밀알코올을 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 아세트산과 아밀알코올의 에스테르. 초산아밀이라고도 한다. 식품용 향료, 니트로셀룰로오스, 래커 등의 용제, 셀룰로이드·접착제의 제조, 직물의 염료용제 등으로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(292) 이소포론 Isophorone 78-59-1

1. 개요

1) 제조

아세톤을 350℃ 대기압에서 칼슘산화물, 수산화물 또는 탄화물 혹은 이러한 물질들의 혼합물에 통과시키거나, 200~250℃에서 압력 하에 가열한다. 이렇게 얻은 생성물을 증류하여 이소포론을 얻는다.

또는 200℃, 3.6Mpa, 수산화칼륨 수용액 중에서 아세톤을 축합하여 제조한다.

2) 용도

- 인쇄 잉크, 락카, 수지류, 플라스틱류, 오일, 지방, 껌, 니트로셀롤로스의 용제
- 농약, 제초제 제조의 중간 산물
- 트리메틸사이클로헥사놀(3,3,5-Trimethylcyclohexanol)과 자일레놀(3,5-Xylenol)의 화학 중간 생성물
- 디메틸아닐린(3,5-dimethylaniline)의 원료

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소포론에 직업적 노출은 이소포론 제조 공장, 스크린 프린팅/실크 스크린 프린팅 공장, 및 전사(decal) 제조 공장의 작업자에게 흡입과 피부 접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	138.21	물리적 상태	액체	증기압	0.35hPa(0.26mmHg)(20℃), 59Pa(0.44mmHg)(25℃)
끓는점	215.2℃	R-phrase	21/22,36/37,40	Log Kow	1.70
노출기준(노동부)	TWA 5 ppm / 25 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소포론의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 아세톤을 350℃ 대기압에서 칼슘산화물, 수산화물 또는 탄화물 혹은 이러한 물질들의 혼합물에 통과시켜 얻은 생성물을 증류하여 이소포론을 얻는다. 제조 된 이소포론의 품질관리를 위해 시료를 채취할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 도료 제조(혼합)

① 시나리오 : 도료는 안료와 전색제를 혼합하여 일반적으로 제조하며, 전색제는 안료를 분산시킬 수 있는 투명한 액체상의 물질로써 중합체와 용제로 되어 있다. 용제는 중합체를 용해하여 도장할 때 작업성을 높여 주고, 건조속도, 도막의 평활성을 부여한다. 고비점용제로 이소포론을 사용한다. 이소포론과 중합체를 혼합하여 전색제를 제조 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(293) 이소포론 디이소시아네이트 Isophorone diisocyanate 4098-71-9

1. 개요

1) 제조

이소포론디아민과 포스겐을 반응시켜 얻는다.

2) 용도

- 폴리우레탄, 페인트, 니스의 원료
- 피복용 도포제
- 정전기 분말 코팅제
- 이소시안산염 구성요소

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	222.3	물리적 상태	액체	증기압	0.0004hPa/0.0003mmHg(20℃), 0.007mmHg(50℃)
끓는점	158℃	R-phrase	23,36/37/38,42/43,51/53	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.005 ppm / 0.045 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소포론 디이소시아네이트의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 이소포론디아민과 포스겐을 반응시켜 얻는다. 제조 된 이소포론 디이소시아네이트를 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이소포론 디이소시아네이트의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 이소포론디아민과 포스겐을 반응시켜 얻는다. 반응기에서 반응의 진행과정과 현장 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 이소포론 디이소시아네이트의 제조(포장)

① 시나리오 : 이소포론디아민과 포스겐을 반응시켜 얻는다. 제조 된 이소포론 디이소시아네이트를 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(294) 이소프로폭시에탄올 Isopropoxyethanol 109-59-1

1. 개요

1) 제조

모노알킬 에테르는 에틸렌 산화물을 적절한 알코올과 반응시켜 얻거나, 알킬화제로 글리콜을 직접 알킬화시켜 제조한다.

2) 용도

- 윤활유, 수지류, 기타 유기물질의 정제용 용제
- 살충제, 살균제, 제초제의 제조
- 화학분석의 시약, 향료 제조
- 래커 및 기타 피복제의 원료
- 직물의 염색

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	104.15	물리적 상태	액체	증기압	3.5hPa/2.6mmHg(20℃)
끓는점	139.5~144.5℃	R-phrase	20/21,36	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm / 105 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소프로폭시에탄올의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 에틸렌 산화물을 적절한 알코올과 반응시켜 얻는다. 제조 된 이소프로폭시에탄올을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이소프로폭시에탄올의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 에틸렌 산화물을 적절한 알코올과 반응시켜 얻는다. 반응기에서 반응의 진행과정과 현장 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 이소프로폭시에탄올의 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸렌 산화물을 적절한 알코올과 반응시켜 얻는다. 제조된 이소프로폭시에탄올을 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(295) 이소프로필아민 Isopropyl amine 75-31-0

1. 개요

1) 제조

이소프로필 알코올과 암모니아를 탈수성 촉매 하 반응시켜서 제조한다.
아세톤과 암모니아의 반응으로부터, 또는 아세톤 옥심으로부터 얻기도 한다.

2) 용도

- 염료, 고무촉진제, 농약, 살균제, 표면활성제
- 2,4-D의 안정제
- 프로메톤, 프로메트린, Propazine, Sancap, 고무 화학제품, 이소프로필기 알코올의 화학적 중간 생성물
- 클로구아니드(chlorguanide) 생성을 위한 화학적 기폭제(Plasmodia의 민감한 유전질의 무성혈액 형태에서 반응하는 항원충제)
- 의약품(페니실린과 스트렙토마이신의 정제에 필요한 약물), 탈모제의 합성 시 중간 생성물질

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소프로필아민에 직업적 노출은 이소프로필아민이 생산되고 사용되는 작업장에서 흡입이나 피부접촉을 통해 발생한다. 일반 대중은 이를 함유한 식품의 섭취나 담배 제품 이용 시 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	59.08	물리적 상태	액체	증기압	611hPa/460mmHg(20℃)
끓는점	32.34℃	R-phrase	12,36/37/38	Log Kow	0.26
노출기준(노동부)	TWA 5 ppm / 12 mg/m^3		STEL 10 ppm / 24 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소프로필아민의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 이소프로필 알코올과 암모니아를 탈수성 촉매 하 반응시켜서 제조한다. 제조 된 이소프로필아민의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: Beta blocker 제조(첨가)

① 시나리오 : 4-substituted phenol과 에피클롤히드린을 반응시키고, 생성된 에폭사이드를 N-이소프로필아민이나 N-3,4-디메톡시페놀에틸아민으로 opening하여 합성한다. 이소프로필아민을 반응용기에 첨가 시, 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(296) 이소프로필 에테르 Isopropyl ether 108-20-3

1. 개요

1) 제조

황산 공정을 이용하여 프로필렌(propylene)으로부터 이소프로필 알콜을 제조 시, 부산물로 얻는다.

2) 용도

- 광물성, 식물성 및 동물성 기름의 용제
- 왁스, 수지 및 페인트의 용제, 니스 제거제
- 추출제(인산, 페놀의 세정, 초산의 추출), 고무 시멘트
- 광산 산업에서 양이온 불순물의 추출을 위한 산 정화 과정의 용제로 사용
- 폴로늄(polonium)을 납과 비스무트(bismuth)로부터 분리시키기 위한 용제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

이소프로필 에테르를 함유하는 페인트 및 얼룩 제거제의 취급 시 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	102.17	물리적 상태	액체	증기압	158hPa/119mmHg(20℃)
끓는점	68~69℃	R-phrase	11,19,66,67	Log Kow	1.52
노출기준 (노동부)	TWA 250 ppm/1,025 mg/m^3			STEL 310 ppm / 1,320 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 이소프로필 에테르의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 황산 공정을 이용하여 프로필렌(propylene)으로부터 이소프로필 알콜을 제조 시, 부산물로 얻는다. 제조 된 이소프로필 에테르의 품질관리를 위해 시료를 채취 할 때, 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이소프로필 에테르의 제조(포장)

① 시나리오 : 황산 공정을 이용하여 프로필렌(propylene)으로부터 이소프로필 알콜을 제조 시, 부산물로 얻는다. 제조 된 이소프로필 에테르를 용기에 포장 시, 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 가솔린 첨가제[1](첨가)

① 시나리오 : 가솔린 첨가제의 일종인 산소화합물은 연료가 연소할 때 발생하는 일산화탄소의 양을 감소시키기 위하여 가솔린에 첨가한다. 가솔린에 첨가하는 산소화합물로는 3차 아밀 메틸 에테르(Tertiary amyl methyl ether: TAME), 3차 헥실 메틸 에테르(Tertiary hexyl methyl ether: THEME), 3차 아밀 에틸 에테르(Tertiary amyl ethyl ether: TAEE), 이소프로필 에테르(Diisopropyl[2] ether: DIPE)등이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가솔린 첨가제는 가솔린의 옥탄가를 높이거나, 부식방지제 또는 윤활제로 작용하여 더 높은 압축율을 얻을 수 있게 한다. 가솔린 첨가제의 종류로는 금속 비활성제, 부식 방지제, 항산화제, 그리고 산소화합물이 있다.
2) 이소프로필 에테르의 유의어 이다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(297) 이황화탄소 Carbon disulfide 75-15-0

1. 개요

1) 제조

수분 및 휘발분을 제거한 탄소와 황을 900℃ 전후로 가열하면 생기는데, 반응용기의 가열방식에 따라 외열식과 내열식으로 나뉜다.

외열식은 레토르트법이라고도 하며, 타원형의 주철제 레토르트 속에 목탄덩어리를 충전하고, 아래쪽에서 용융한 황을 넣어, 외부에서 800~900℃로 가열한다. 기화·해리한 황과 목탄이 반응하여 생긴 이황화탄소의 증기를 위쪽에서 꺼내어, 황분리기를 거쳐 응축기로 보내 액화시킨다. 조제품은 황화수소 및 유기황화합물을 함유하므로 정제장치에서 세척, 증류한다.

내열식은 전기로법이라고도 하는데, 내화벽돌로 내장한 노에 목탄을 넣고, 상부와 하부에 장치한 전극에 의해서 가열한다. 노 바닥의 세 방향에서 전극을 삽입하는 경우도 있다.

2) 용도

- 비스코스 레이온 섬유, 셀로판, 크산토겐산염화제(Xanthogenates), 사염화탄소(carbon tetrachloride)의 제조
- 농약, 농작물의 훈증제, 살충제, 의약품, 왁스 및 수지 등의 용제
- 성냥 제조, 로켓트 연료 제조
- 고무의 경화제, 유리 컷팅의 윤활제, 석유 촉매제
- 식품 보존제, 음식 포장을 위한 접착성분
- 침엽수의 씨앗처리제(seed treatment)

3) 노출 및 결정인자[1)]

국내에서는 과거 비스코스 레이온 생산 공정과 셀로판 생산 공정에서 이황화탄소에 노출되었으며, 레이온 생산 공정 중 주로 방사 공정에서 노출되었다.

그 밖에 이황화탄소에 노출 가능성이 있는 직업군은 아세틸렌 제조업, 암모늄염 제조업, 브롬 가공업, carbonilide 제조업, 사염화탄소 제조업, 셀로판 제조업, 운동화 접합작업, 콜타르 증류, 드라이 클리닝업, 색소 제조업, 전기도금업, 폭발물 작업, 지방 가공업, 부력 작용제 제조업, 훈증제 작업, 유리 제조업, 요오드 가공, 화학 실험실, 래커 제조업, 성냥 제조업, 기름 가공업, 안경 제조업, 페인트 및 페인트

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

제거제 제조업, 파라핀 관련 작업, 살균제 제조업, 인화물 가공, 방부제 제조, 레이온 및 각종 수지 제조업, 로켓 연료 제조업, 고무 관련 산업, 셀레늄 가공업, 직물 제조업, 진공청소기 튜브 제조, 수의사, 대장장이, 그리고 왁스 가공업자 등이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	76.14	물리적 상태	액체	증기압	345hPa/260mmHg(40%, v/v)(20℃)
끓는점	46.3℃	R-phrase	11,36/38,48/23,62,63	Log Kow	1.94
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 30 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 이황화탄소의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 수분 및 휘발분을 제거한 탄소와 황을 900℃ 전후로 가열하여 제조한다. 이황화탄소의 생산 설비와 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 사염화탄소 제조(투입)

① 시나리오 : 이황화탄소에 염소를 반응시켜 제조 한다. 이황화탄소를 반응기에 계량, 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 비스코스(viscose) 제조(투입)

① 시나리오 : 반응기에 알칼리 셀룰로오스와 이황화탄소를 반응시켜 셀룰로오스 크산토겐산나트륨(산데이트라고도 함)을 제조한 후, 묽은 수산화나트륨 용액에 녹여서 제조 한다. 반응 후, 셀룰로오스 무게의 2~3배로 압착하고 분쇄한 다음, 방사하기에 알맞게 될 때까지 60~70℃의 온도에서 중합도를 낮춘다. 여기에 이황화탄소를 가해서 황화하고, 수산화나트륨 용액을 가해서 용해기로 용해한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 비스코스 레이온(viscose rayon) 제조

① 시나리오 : 알칼리 셀룰로오스와 이황화탄소와의 반응을 이용하여 비스코스 레이온을 제조한다. 비스코스가 황산으로 채워있는 방사조를 통과하면서 레이온사가 만들어지며 동시에 이황화탄소가 부산물로 발생하게 된다. 공정은 방사기라는 기계 내에서 이루어지며 밀폐공정이기 때문에 외부로 이황화탄소의 노출을 막고 있으나, 기계의 노후화로 인한 누출과 작업도중 방사기를 열고 작업하는 경우에 실내로 이황화탄소가 누출하게 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 이염화이셀렌의 제조(투입)

① 시나리오 : 이황화탄소 중에서 이산화셀렌의 현탁액에 염소를 통과시켜 제조한다. 반응용기에 이황화탄소를 촉매로 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 토양 훈증제(혼합)

① 시나리오 : 훈증제로 사용하기 위해 이황화탄소를 다른 화학 물질과 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 폴리염화비닐 섬유 제조 시 방사액으로 사용

① 시나리오 : 폴리염화비닐을 아세톤과 이황화탄소의 혼합용액에 녹여 건식방사에 의해 제조한다. 아세톤과 이황화탄소의 혼합용액을 방사조에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 에틸렌요소(2-이미다졸리디논), 에틸렌티오요소(2-이미다졸리딘티온) 제조(투입)

① 시나리오 : 이산화탄소와 이황화탄소를 반응시켜 에틸렌요소(2-이미다졸리디논), 에틸렌티오요소(2-이미다졸리딘티온)를 제조한다. 이황화탄소를 반응기에 계량하여 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(298) 인(황색) Phosphorus(yellow) 7723-14-0

1. 개요

1) 제조

예전에는 골희를 황산으로 처리하여 인산을 만들고, 이것을 목탄・코크스 등과 레토르트 속에서 건류하여 만들었다. 현재 공업적으로는 인광석 $Ca_3(PO_4)_2$, 코크스 C, 규석SiO_2을 분쇄 혼합하여, 전기로 속에서 가열하여 생기는 증기를 수중에서 응축시켜 황색 인을 만든다.

2) 용도

- 연막, 가스분석, 불꽃
- 성냥, 인청동 등의 제조
- 인을 함유하는 농약의 합성, 살서제 제조
- 인산으로서는 인산염의 제조에 사용
- 인산나트륨・중합인산나트륨은 세제용으로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

아세틸 셀롤로오스, 비료, 청동합금 제조 공정의 작업자, 군수품 작업자, 발연탄 및 방화제 생산공정의 작업자, 형광물질 코팅 작업자, 그리고 반도체 생산공정의 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	123.895	물리적 상태	고체	증기압	0.24hPa/0.181mmHg(172mg/m^3)(20℃)
끓는점	280℃	R-phrase	11,16,50	Log Kow	
노출기준 (노동부)	TWA 0.02ppm/0.1 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 인 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 인광석 $Ca_3(PO_4)_2$, 코크스 C, 규석SiO_2을 분쇄 혼합하여, 1,400~1,500℃ 전기로 속에서 발생하는 인 증기를 수중에서 응축하여 제조한다. 인 생산 설비와 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 성냥제조(혼합)

① 시나리오 : 삼황화인, 염소산칼륨, 유황, 중크롬산칼륨, 유리가루, 송진, 아연분말, 솔파솔 등의 물질을 교반에 넣어 혼합한 후, 광지물질에 요소수지 초기축합물을 주 점결제로 하고, 이중 두 약을 부착시켜서 성냥을 제조한다. 원료들의 혼합과정에서 작업자가 인에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인산 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 전기로에서 제조된 인을 공기로 산화한 후, 수화하여 제조한다. 이것에는 1단법과 2단법이 있다. 1단법은 전기로에서 나오는 인의 증기와 부생하는 오산화인의 증기를 냉각시켜 수화하여 얻는 방법이고, 2단법은 전기로에서 나오는 인의 증기를 한 번 응축시킨 다음 다시 인산 플란트에서 처리하는 방법이다. 제조된 인산의 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 발연제[1] 제조(충전)

① 시나리오 : 사염화탄소, 아연분말, 황색 인 등을 주원료로 하고 색소를 가하여 가벼운 통에 넣어 발연제를 제조한다. 인을 다른 원료 및 색소와 함께 용기에 충전하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 백색·황색·청색·적색·흑색 등의 연기를 내는 신호용 화공약제이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(299) 인덴 Indene 95-13-6

1. 개요

1) 제조

타르 중성유의 유분(증류에 의해서 분별된 부분)에 많이 함유되어 있으며, 피크르산과 화합물을 만드는 성질을 이용하여 분리시킨다.

625℃ 활성탄 상에 아세틸렌으로부터, 670℃에서 SIO2-AL2O3 촉매제를 통과한 테트라히드로나프탈렌(Tetrahydronaphthalene)으로부터 제조한다.

올레핀 생산에서 나온 열분해(pyrolysis)잔여 오일은 다양한 인덴을 포함하며, 이것은 N-methyl-2-pyrrolidone과 함께 추출함으로써 혹은 결정화를 통해 분리할 수 있다. 인덴은 결정화 이전에 정류 추출함으로써 페놀이 제거되고 변조된 타르 경유로부터 얻는다. 페놀 추출이 생략 되었을 때, 응축된 인덴 분류는 물이 섞인 인덴 페놀 분류의 공비증류(azeotropic distillation)를 통해 이루어지는데, 이로써 페놀이 최종 상품으로 분리된다.

2) 용도

- coumarone-indene 수지 제조
- 석유로부터 분리된 방향족 탄화수소 수지의 원료
- 공단량체(Comonomer, C4에서 C18까지의 알파올레핀)로 사용
- indane의 합성

3) 노출 및 결정인자[1)]

크레오소트(creosote)가 있는 나무를 수정시키는 산업에서 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	116.15	물리적 상태	액체	증기압	1.5hPa/1.1mmHg(25℃)
끓는점	181.6℃	R-phrase	10,36,37,38	Log Kow	2.92
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 45 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 인덴(indene)의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : autoclave에서 금속 산화물을 포함하는 촉매의 존재 하 인단온을 수소와 반응시켜 제조한다. 제조 된 인단의 품질관리를 위해서 시료를 채취할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 인덴(indene)의 제조(포장)

① 시나리오 : autoclave에서 금속 산화물을 포함하는 촉매의 존재 하 인단온을 수소와 반응시켜 제조한다. 제조 된 인덴을 용기에 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 쿠마론(coumarone) 수지[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 타르 중성유의 인덴을 함유하는 유분에 염화알루미늄이나 삼플루오르화붕소 등의 촉매를 가해서 중합시키면 쿠마론수지를 얻는다. 인덴을 함유하는 타르 중성유의 유분을 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인쇄잉크·도료·추잉검 등의 제조에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(300) 인산 Phosphoric acid[1] 7664-38-2

1. 개요

1) 제조

실험실에서는 인을 산소 또는 공기 중에서 연소시켰을 때 생기는 오산화인을 물과 작용시키거나, 적린과 진한 질산을 반응시켜 만든다.

공업적으로는 원소 상태의 인의 연소와 수화에 의해서 만드는 건식법과, 인광석의 황산분해에 의해서 만드는 습식법으로 대별된다. 건식법 인산은 전기로에서 제조된 인을 공기로 산화시켜 수화하여 만드는데, 이것에는 1단법과 2단법이 있다. 1단법은 전기로에서 나오는 인의 증기와 부생하는 오산화인의 증기를 냉각시켜 수화하여 얻는 방법이고, 2단법은 전기로에서 나오는 인의 증기를 한 번 응축시킨 다음 다시 인산 플란트에서 처리하는 방법이다. 1단법은 합리적으로 보이나 가스 용량이 크고 불순물이 혼입하기 쉬우며, 효율이 낮아 현재는 거의 사용되지 않고 있다. 이것의 개량형으로서 적당한 촉매를 사용하는 방법이 연구되고 있다. 습식법 인산은 인광석을 황산으로 분해하여 만드는데, 부생하는 석고의 처리장치에 여러 가지 방식이 있다. 신도르(Dorr)식・노르덴그렌(Nordengren)식・프레온(Prayon)식 등이 있다. 또, 염산과 질산으로 처리하는 방법도 있다.

2) 용도

- 과인산염, 암모늄 인산염 제조
- 치과용 시멘트
- 인산염 비료의 생산 시 중간물로 이용
- 산미료(청량음료; 가공식품), 식품 향신료(flavor)
- 가솔린 중합체 촉매제, 부식액(반도체 제조), 알루미늄 증백제(brightening) 및 양극산화제(anodizing), 알루미늄/철강/마그네슘/아연 부식방지 처리제, 공동 산화 방지제(synergistic antioxidant), 산성촉매
- 축합인(polyphosphate), 세제(detergents) 제조, 공정조각(processengraving), 고무 라텍스 응고제
- 젤라틴 제조, 솜의 진홍색 염색, 토양 안정제, 왁스&광택제, 세라믹 접합제, 활성탄소
- 의약품(동물), 의약품 제조에 약산(weak acid)으로 사용
- 분해 시약

---

1) 오산화인이 수화되어 생성된 일련의 산의 총칭. 오르토인산・피로인산・폴리인산・메타인산 등이 있는데 일반적으로는 오르토인산을 간단히 인산이라고 부르며 정인산이라고도 한다. 음식물에 최고의 산화제로 알려져 있다. 점성, 무색, 시럽의 액체로 활용도가 높고 대체로 인 무수물 첨가물에 따라서 그 용도가 바뀐다.

3) 노출 및 결정인자[2)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.00	물리적 상태	고체.액체[3)]	증기압	0.04hPa/0.03mmHg(20℃)
끓는점	260℃	R-phrase	34	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.25 ppm/1 mg/m^3		STEL 3 mg/m^3		

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

3) 20℃에서 인산의 농도가 50-75% 이면 유동성 액체, 85% 이면 시럽 형태, 100% 이면 고체로 존재한다.

2. 노출 시나리오

ES01: 인산(phosphoric acid)의 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 인을 산소, 또는 공기 중에서 연소시킬 때 생성되는 오산화인산과물을 작용시키거나 붉은인과 진한 질산을 반응시켜 만든다. 제품의 품질관리를 위하여 제조 된 인산의 시료를 채취 할 때, 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 인산나트륨(sodium phosphate)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 인산의 삼나트륨염, 인산수소이나트륨의 수용액에 당량의 수산화나트륨을 가하여 증발, 건조시킨 뒤 전기로에서 가열·탈수하면 무수화물이 얻어진다. 인산나트륨 생산 설비와 공정을 점검 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 알칼리성세척제·가죽이기기제·청관제·경수연화제 등으로 쓰인다. 또한 수소염을 인산나트륨이라 하는 경우가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인산암모늄 [1](ammonium phosphate)의 제조(투입)

① 시나리오 : 인산수용액에 암모니아를 첨가하여 얻는다. 인산수용액을 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.8 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 인산염의 일종으로 2종류의 수소염과 정염이 알려져 있고, 보통 인산암모늄이라고 하면 일수소염를 말하는 것이며, 인안이라는 비료 및 구리·황동 등의 땜질용 융제로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 인산칼륨[1](potassium phosphate)의 제조(투입)

① 시나리오 : 인산삼칼륨은 제삼인산칼륨이라고도 한다. 인산과 수산화칼륨을 수용액 중에서 당량 비율로 반응시켜 증발 건조 후 가열, 탈수하면 무수화물이 얻어진다.

인산수소이칼륨[2]은 인산삼칼륨과 같은 방법으로 무수화물이 얻어진다.

인산이수소칼륨[3]은 제일인산칼륨이라고도 한다. 인산과 염화칼륨을 세게 가열하여 만든 메타인산칼륨을 금속판상에서 급랭시켜, 물에 용해시킨 뒤 증발, 농축하여 결정을 얻는다.

인산을 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[4] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[5] : 0.8 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인산염의 일종. 보통 인산삼칼륨염을 말하지만, 공업이나 의약 부문에서는 일수소염 및 이수소염을 가리킨다.
2) pH완충제, 세균곰팡이의 배양기, 의약품 등에 쓰인다.
3) 비료로 사용되는 외에 결정은 압전소자·전기광학소자, 레이저의 광고주파 발생 등에 쓰인다.
4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인산칼슘[1](calcium phosphate)의 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 질산칼슘 수용액과 인산수소이나트륨 수용액을 70℃에서 반응시켜 만든다. 이때 1% 정도의 마그네슘 또는 망간 이온을 안정제로 첨가한다. 제조 된 인산칼슘을 용기에 포장 시, 미반응 인산수소이나트륨으로 인하여 인산에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 인산의 삼칼슘염으로. 인산삼칼슘, 제삼인산칼슘이라고도 한다. 보통은 수소염까지 포함시켜 인산칼슘이라고 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 엔진 윤활유의 제조(혼합)

① 시나리오 : 약 60중량%의 윤활 점성 기름, 폴리이소부텐-치환된 숙신산 또는 무수물 DIR 4-30의 금속비를 갖는 과염기화 된 나트륨 알킬벤젠 술포네이트, 구리 디히드로카르빌 디티오포스페이트, 인산을 교반기에 넣고 혼합하여 엔진 윤활유를 제조한다. 교반과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(301) 일산화질소 Nitric monoxide 10102-43-9

1. 개요

1) 제조

일산화질소는 공기 중의 질소와 산소가 반응할 만큼의 충분히 높은 온도에서 연소가 발생할 때 형성되거나 구리 조각과 묽은 질산을 작용시키면 생긴다. 또, 아질산염과 황산의 반응에 의해서 생성되기도 하고, 촉매를 사용하여 암모니아를 산화하면 생성되기도 한다.

한편 전기 아크에 의해 생성되거나 산화질소 용액의 분해로도 생성된다.

2) 용도

- 질산 제조
- 레이온 표백에 사용
- 프로필렌과 메틸에테르의 안정제에 사용
- 나이트로실 카보닐의 제조
- 실리콘의 산화막 형성에 사용
- 의약품 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적인 노출은 저장된 곡물의 발효 시, 또는 질산을 이용한 금속의 세척(pickling) 및 에칭(etching), 절단(cutting), 연소 불꽃(flame) 또는 용접 아크(arcs), 연료 연소 시 발생할 수 있고, 지하 폭파 시 광부들 그리고 화재 진압 시 소방관 등이 노출되기 쉽다. 질산이 유기물과 접촉하는 곳 어디서든지 질소 화합물이 발생될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	30.01	물리적 상태	기체	증기압	26,000mmHg(20℃)
끓는점	-151.7℃	R-phrase	R8,23,37,38	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 25 ppm / 30 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 일산화질소(nitrogen monoxide) 제조(시료분석)

① 시나리오 : 촉매를 사용하여 암모니아를 산화하여 얻을 수 있다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 노출될 수 있다.

원료투입(암모니아, 산소) → 반응(촉매: 백금)→ 정제 → 용기 포장 → 저장·출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 일산화질소(nitrogen monoxide) 제조(충전)

① 시나리오 : 제조 된 일산화질소는 우선 가압탱크에 저장되어 있다가 봄베 속에 압축되어 액체 상태로 충전된다. 이러한 충전 작업을 하는 근로자는 일산화질소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.8 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 니트로실 염화물 제조(시료채취)

① 시나리오 : 일산화질소와 염소의 반응에 의해서 만들어진다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때 노출될 수 있다.
원료투입(일산화질소와 염소) → 반응 → 정제 → 용기 포장 → 저장·출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 질산 제조(투입)

① 시나리오 : 암모니아를 공기 또는 산소와 혼합하여 900℃ 정도의 고온과 촉매 하에서 반응시켜 일산화질소를 만들고, 냉각 후 다시 산화하여 이산화질소로 만든다. 이 이산화질소를 물에 흡수시켜 질산을 제조한다. 촉매로서 백금 또는 백금-로듐합금의 가는 선을 망으로 짜서 사용한다. 원료로 투입되는 과정에서 작업자는 일산화질소에 노출될 수 있다.

원료투입(암모니아, 공기 또는 산소) → 반응(일산화질소 생성) → 냉각 → 산화(이산화질소 생성) → 물에 흡수 → 질산 생성 → 포장 → 저장·출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 아질산(nitrous acid) 제조[1](혼합)

① 시나리오 : 일산화질소와 이산화질소의 혼합물을 얼음물에 녹여 얻는다. 일산화질소를 원료로 혼합하는 공정에서 작업자가 노출될 수 있다.

원료투입(일산화질소, 이산화질소암모니아) → 가열 → 용해(얼음물) → 아질산 생성 → 포장 → 저장・출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.00008 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 다른 제조방법 : 아질산염을 산으로 분해하면 수용액으로 존재하는 약한 산으로 아질산바륨과 묽은 황산과의 반응 시켜서 제조한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 지게차 배기가스(exhaust gas)[1] 노출

① 시나리오 : 일산화질소는 가솔린엔진·디젤엔진 등의 내연기관에서 운전 중에 대기 속으로 배출되며, 배기가스 중의 질소산화물은 일반적으로 99%의 NO(일산화질소)와 1%의 NO(이산화질소)로 이루어진다. 작업장에서 물류 이동을 위해서 내연기관이 장착된 지게차를 운행 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□ 무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 250 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일반적으로 가솔린엔진의 배기가스 중에서 80% 이상은 무해한 질소와 수증기이지만, 나머지 약 20%는 CO, CO, HC, 일산화질소(NO) 등이 차지한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 배기가스의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 병원의 수술실(마취제[1])

① 시나리오 : 일산화질소는 보통 봄베 속에 압축되어 액체상태로 저장되어 있다가 사용할 때는 산소와 혼합하여 사용한다. 병원에서 마취제로 사용하기 위해 이를 사용하고 관리하는 작업자는 일산화질소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일산화질소는 흡입에 의한 전신마취제로 사용한다. 대개 무통분만이나 구급차로 동통 환자를 운반할 때 쓰는 흡입진통제이다. 일산화질소만으로 마취를 하기 위해서는 일산화질소의 농도를 80% 이상으로 높여야 하는데, 이렇게 하면 산소의 농도가 공기보다 낮아져서 산소결핍의 위험이 따른다. 따라서 다른 흡입마취약이나 정맥마취약과 병용하는 경우가 많다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 용접 작업

① 시나리오 :용접 시 유기물이 용접아크의 자외선과 반응하여 생성되는 미량의 일산화질소에 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(302) 자당 Sucrose 57-50-1

1. 개요

1) 제조

사탕수수와 사탕무에서 얻어진다. 사탕수수는 15~20%, 사탕무는 10~17% 함유하고 있다. 사탕단풍에서도 추출된다.

우선 사탕수수의 줄기를 짧게 잘라서 압착하여 즙액을 분리해낸다. 사당무의 경우에는 80℃의 탕에서 추출한다. 추출한 즙액은 산성이므로 석회유를 가하여 중화시킨 뒤 가열하여 단백질 이외의 불순물은 응고시켜 걸러내고 증발·농축을 반복한다. 과포화상태에 달하면 결정이 석출되는데, 여기에서 얻어지는 조당은 착색되어 있고 순도도 낮기 때문에, 다시 불순물을 제거하고 재결정을 행하여 정제당을 얻는다.

화학적 합성은 글루코오스와 프룩토오스의 아세틸 유도체로부터 합성할 수 있지만 수득률이 5.5%로 낮다.

2) 용도

음식물용으로는 설탕 제품, 청량음료의 감미료, 시럽의 제조, 조미료, 기호품, 사탕과자, 통조림과 잼, 캐러멜, 보존제 등으로 사용된다.

에탄올, 부탄올, 글리세롤, 레불린산(levulinic acids) 등의 물질의 발효생산의 시초가 된다.

의약용으로는 의약품 방부제, 내복약 교미제, 완화제, 글리세롤의 대체재, 당의, 산화방지제(전화당의 형태로), 조립 작용제, 정제의 첨가제, 정제의 코팅제, 내·외용약이나 주사액의 희석제로 사용된다. 플라스틱과 셀룰로즈 생산에 사용, 잉크제조, 투명 비누의 조제에 사용된다.

분석용 시약으로 산화칼슘이 39%의 수크로오스 용액에는 녹으나 산화마그네슘은 녹지 않으므로 양자의 분리에 사용되며, 은의 검출에도 쓰인다. 이 밖에 삼투압 조절 등으로 생화학 실험에 많이 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	342.30	물리적 상태	고체	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	-3.70
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 자당 제조(포장)

① 시나리오 : 사탕수수의 경우는, 밭에서 사탕수수를 벤 뒤 줄기로부터 압착하여 즙을 짜낸다. 사탕무를 원료로 할 때는 80℃의 물에서 추출한다. 이 당즙에 석회를 가하고 침전·여과하여 불순물을 제거한 뒤 다중효용관에 넣어 농축시킨다. 이것을 다시 진공결정증발관에서 농축시켜 녹아 있는 수크로오스를 정출한 뒤 원심기로 걸러 당밀분을 분리해서 원료당을 얻는다.

과포화에 이르면 결정이 석출되어 나오는데, 여기서 얻는 조당은 빛깔이 있고 또 순도도 낮으므로, 다시 탈색 → 불순물 제거 → 재결정을 거쳐 정제당을 얻는다. 정제당은 제품화하기 위해 포장되는 데, 이 포장 공정에서 근로자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 골든시럽(golden syrup) 제조(시료분석)

① 시나리오 : 골든 시럽은 약 65%의 자당을 함유하고 있으며 당밀로 만든 식탁용 정제시럽이다. 사탕수수나 사탕무에서 짜낸 즙을 한번 끓인 뒤 여과하고, 설탕이 결정화하기 전 상태의 시럽이다. 생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 설탕(sugar) 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 원료당을 수입하여 설탕을 대량생산(정당)하는 정당공장에서는 원료당을 한번 물에 녹인 후 백토·활성탄·이온교환수지 등으로 정제하고 농축관에 넣어 감압 하에 농축시킨다. 과포화상태가 되면 결정종(seed crystal)을 넣어 결정을 만든다. 결정종을 많이 넣고 급속히 냉각시키면 잔설탕과 같은 가는 결정이 생기고, 적게 넣고 천천히 냉각시키면 싸라기설탕과 같은 굵은 결정이 생긴다. 결정이 생기면 원심기로 모액과 분리한 뒤 건조·냉각시키면 제품이 된다. 무설탕은 사탕무를 씻어 얇게 썰은 후 침출 장치에 넣어 따뜻한 물로 당분을 침출시킨다. 당액을 정제·농축시킨 뒤 결정화·분밀·건조·냉각시킨다.

생산제품의 품질관리를 위해서 작업자가 시료를 채취할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 덱스트란[1](dextran) 제조(계량)

① 시나리오 : 수크로오스를 함유하는 배양액에서 여러 가지 세균 또는 이것에서 얻어지는 효소 덱스트란 사카라아제의 작용으로 합성된다. 이것은 배양액에서 알코올에 의하여 백색분말로서 침전하며 물에 약간 양이 잔존한다. 원료를 투입하기 전에 계량하는 단계에서 근로자는 자당에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 심한 출혈·쇼크 등에 혈액증량제나 대용혈장으로 사용하고, 단백질 등의 정제에 쓴다. 연쇄 모양구균(Leuconostoc dextranicum)이 생산하는 덱스트란은 D-글루코피라노오스가 α-1,6결합으로 연결되는 고분자이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4)노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 전화당[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 전화(inversion)[2]는 설탕을 가수분해하여 만든다. 전화당은 전화로 인해 만들어진 D-프룩토오스와 D-글루코오스의 혼합물이다. 근로자는 자당을 원료로 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 설탕보다 소화흡수가 잘 되고 맛도 약간 다르므로 과자류·식품 등에 사용된다.
2) 설탕을 가수분해하면 최초 우회전성이었던 액체가 가수분해가 진행됨에 따라 차차 좌회전성으로 바뀌는데 이를 전화라 한다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5)노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 글루콘산(gluconic acid) 제조(현장점검)

① 시나리오 : D-글루콘산은 D-글루코오스, 수크로오스, 락토오스, 덱스트린·녹말 등을 염소수 또는 브롬수 등으로 산화시키면 생긴다. 장치화 된 공정을 점검하는 작업자에게 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 제과, 제빵에 사용

① 시나리오 : 과자빵, 케이크 등의 제조과정에 자당을 다량 함유한 설탕을 투입하는 과정에서 자당에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(303) 마그네사이트 Magnesite 546-93-0

1. 개요

1) 제조

천연으로는 마그네사이트로서 산출된다. 마그네사이트는 보통 활석편암·사문암 등 마그네시아가 풍부한 암석 중에서 맥상으로 산출된다.

실험실에서는 마그네슘염에 탄산나트륨을 가하면 침전물로서 생긴다.

공업적으로는 바닷물 속에 있는 마그네슘염을 이용하는 방법이나, 암모니아법을 이용하여 3수화물을 만들고 이것을 이산화탄소의 기류 속에서 건조시키는 방법 등이 있다. 또, 수산화마그네슘·하소 돌로마이트 소화물의 현탁액에 탄산가스를 불어넣어도 생긴다.

2) 용도

- 이산화탄소와 내화벽돌 제조 시 첨가제, 산중화제
- 음식에서 건조 작용제, 색깔유지 작용제, 고결방지제와 운반체
- 의약품(제산제와 설사제)
- 염화 마그네슘의 화학적 중간물, 조제약, 화장품, 치약, 잉크, 광천수, 유리
- 절연체와 내화용도물질의 작용제, 고무강화작용제, 여과 작용제, 화학식품의 성분
- 페인트와 프린트용 잉크산업 또한 방화, 소화, 마루판, 그리고 광택제 혼합물에서 그리고 플라스틱과 고무 산업에서 충전제와 흡연 억제제에서의 고순도의 마그네슘 혼합물을 준비하기 위해 사용
- 종이, 고무, 플라스틱을 위한 고도 밝기 충전기
- 음극의 활동성을 감소시키는 필름이 음극주변에서 형성되는 탄산마그네슘 침전물에 대한 음극 침전반응 억제제

마그네사이트는 하소하여 마그네시아를 만들며, 내화재료와 마그네슘의 원료로 중요하다. 탄산마그네슘은 여러 단계의 산화마그네슘을 만들기 위해 사용되고, 이산화탄소와 내화물질을 생산하기 위해 사용되기도 한다. 또한 식용소금을 만들기 위한 첨가제, 가루 형식의 대량 혼합물, 그리고 제산제를 생산하기 위해 사용된다. 잉크, 유리, 조제약품, 치약 그리고 화장품, 가황고무 혼화제, 연마제, 마그네슘 구연산염 제조와 중간물 여과, 음식에서는 건조제, 색 유지제와 고결방지제로도 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	84.32	물리적 상태	분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 탄산마그네슘의 제조(포장)

① 시나리오 : 하소 돌로마이트 소화물의 현탁액에 탄산가스를 불어 제조한다. 제조된 탄산마그네슘을 종이자루에 포장할 때, 작업자가 노출될 수 있다.
돌로마이트 → 하소 → 탄산가스 투입 → 탄산마그네슘 생성 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 마그네시아[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 마그네시아는 마그네슘과 산소의 화합물(산화마그네슘)로써 탄산마그네슘(마그네사이트), 수산화탄산마그네슘, 수산화마그네슘을 하소하여 제조한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 마그네시아는 고토라고도 하며, 공업제품을 마그네시아, 의약품을 마그네시아우스타라고 한다. 가시광선 및 근자외선에 대한 반사능이 매우 커서 광학기계의 반사체 또는 흰색표준으로 사용된다. 공업적으로는 마그네시아시멘트의 원료, 제강로재, 내화연와의 원료로 중요하다. 고무배합제, 의약(제산제·완하제)의 용도도 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 내화벽돌(fire brick)의 제조(성형)

① 시나리오 : 내화벽돌[1]은 특정한 모양으로 성형된 내화물로 고온공업용 재료이며 각종 도가니의 제조에 사용된다. 주성분은 녹는점이 높은 금속산화물이며 성분의 구성과 결합방식에 따라 여러 종류가 있다. 마그네시아클링커를 주원료로 한 마그네시아질벽돌, 돌로마이트클링커에 마그네시아클링커를 가해 만든 돌로마이트질벽돌 등이 있다. 이것은 마그네사이트광을 소성·가공하여 마그네시아클링커를 만들어 사용한다. 작업자는 내화벽돌로 성형되는 과정에서 대기 중에 비산된 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□압축, 타블렛, 펠렛(pellet)형태의 생산				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 원료로는 대부분 자연에서 쉽게 구할 수 있는 천연원료를 사용하는데, 규석·납석·내화점토·규선석·크롬철광·지르콘·흑연 등을 채굴하여 이들을 선별하고 분쇄한 뒤 직접 사용하는 것과, 내화점토·보크사이트·마그네사이트광·돌로마이트광 등을 소성·가공하여 샤모트·소보크사이트·마그네시아클링커·돌로마이트클링커 등을 만들어 사용하는 종류가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 내화재(refractory)[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 마그네사이트는 가장 중요한 내화재로서 이것의 산화물질들은 평로강이나 포틀랜드 시멘트 가마를 만드는 데 쓰인다. 이런 내화재는 여러 가지 형태로 생산된다. 즉 거푸집으로 만든 여러 종류의 벽돌, 잘게 부순 날알 모양의 것, 수분을 함유한 알갱이들로 구성되어 공간에 채워 넣는 소성혼합물, 곱게 빻은 제품을 물에 섞어 콘크리트처럼 거푸집에 부어 필요한 모양으로 만든 것, 내화벽돌을 쌓기 위한 회반죽과 시멘트 등이 여기에 속한다. 작업자는 마그네사이트를 원료로 투입하는 과정에서 분진 형태의 마그네사이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	60 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 마그네시아 내화물은 내화도가 높고 염기성인 광재에 대한 내식성이 뛰어나 제강용·내화벽돌·내화시멘트·내화자기 원료로서 널리 사용된다. 높은 온도에서도 깨지거나 변형되지 않는 물질로 도가니·소각로·절연체·화로, 특히 용광로를 만들 때 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 마그네슘(magnesium) 제조(소성)

① 시나리오 : 돌로마이트 탄산마그네슘·탄산칼슘을 소성한 것에 75% 규소의 페로실리몬을 가하여 단광으로 만들고, 내열강 레토르트 안에 넣어 1,200℃에서 열환원한다(페로실리콘에 의한 환원법). 이것을 수은주 0.001mm 정도의 진공에서 증류하여 마그네슘을 유출시키면 순도 99.7% 정도의 마그네슘이 얻어진다. 작업자는 소성 공정에서 탄산마그네슘에 노출될 수 있다.

※ 마그네슘[1]은 천연의 염수·해수·마그네사이트(magnesite)·수활석 등에서 추출되고 있다. 이 마그네사이트는 금속 마그네슘의 원광으로뿐만 아니라 마그네시아 내화물의 주원료로서도 중요하다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 마그네슘은 티탄·지르코늄·베리륨 등의 순금속 제조용 환원제와 전기방식 등에도 쓰이고, 여러 종류의 가벼운 합금의 첨가제로서 수요가 늘고 있다. 이 밖에 구조재료로서 항공기·차량부품·방적·광학기계에 사용되고 플래슈램프 등에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 고토질 비료(포장)

① 시나리오 : 고토질 비료로 황산마그네슘·탄산마그네슘 등이 이용되며, 포장하는 공정에서 작업자는 탄산마그네슘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 식탁염의 제조(첨가)

① 시나리오 : 정제된 소금을 식탁염으로 사용할 경우는 고결방지의 목적과 미각을 위해서 염기성 탄산마그네슘을 첨가한다. 작업자는 탄산마그네슘이 첨가되는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 하제(cathartic)[1]의 제조(혼합)

① 시나리오 : 염류성 하제로 장 내용물의 삼투압을 높여 수분 흡수를 줄이고, 장이 물을 흡수하지 못하게 하여 묽은 변으로 배설시킨다. 장에서 흡수되기 어려운 탄산마그네슘이 사용된다. 원료로 혼합되는 공정에서 근로자가 탄산마그네슘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 장 운동을 활발하게 하여 배설을 촉진하는 약제이다. 분변을 연화팽창시켜 주로 변비 치료에 쓰이지만, 식중독·약물중독·장관의 X선검사·구충제 투여 후에 장속의 내용물을 될 수 있는 한, 완전하게 배설시키기 위하여 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(304) 주석(금속) Tin(metal) 7440-31-5

1. 개요

1) 제조

가장 중요한 광석은 주석광석이며, 황산염을 산화시키고 아르신을 제거하기 위해 광석(석석)을 배소(roasting)시켜 만든다. 광석을 코크스·규석·석회석으로 용융하여 주석을 분리하고 건식법이나 전해제련법으로 정제한다.

불순물로 철이 포함되어 있으면, 여기에 환원제 등을 가하여 전기로에서 용융, 제련을 되풀이하여 거친 주석을 얻는다. 이것을 탈산법 또는 전기분해법으로 정련해서 금속을 만든다.

그 밖에 양철주석에서 회수하기도 한다. 양철주석을 양극으로 하여 수산화나트륨 용액 속에서 전기분해하는 방법이나, 가압한 염소가스에 의해 주석만 염화물로 만드는 염소법 등이 있다.

2) 용도

- 주석도금 철제품(주방용품, 캔 및 장식품),
- 땜납, 백납
- 주석합금 : 활자합금, 철 합금, 특수 합금, 배빗합금, 베어링 금속, 청동, 방화를 위해 녹는점이 낮은 합금
- 안정제(플라스틱과 기름에서 유기주석의 경우)
- 보존제(섬유 및 가죽)
- 기관 파이프, 구부러지는 튜브
- 부식방지 코팅
- 치과 아말감
- 다이캐스팅
- 전자 도금의 양극
- 용융 도금된 코팅
- 접을 수 있는 튜브의 제조

공기 중에서 잘 산화되지 않으므로 철, 강철, 구리 등의 표면을 도금하는 데에 널리 쓰인다. 특히 철의 표면에 주석을 도금한 것을 양철이라고 한다. 이때 피막에 흠집이 난 경우 내부의 철이 반응성이 더 크므로 철이 쉽게 부식되기도 한다. 그러나 철의 표면에 아연을 도금한 것을 함석이라 하는데 피막에 흠집이 나면 아연이 철보다 먼저 산화되어 철의 부식을 막는다. 주석은 청동이나 아말감의 재료 및 전기제품, 라디오 부품 등에 이용되며, 성질이 무해하기 때문에 식료품의 공업 장치, 가정용 식기 재료로서도 사용되는 등 용도가 넓다. 또 유기주석화합물은 진균제나 살생

제의 주성분으로 사용된다.

주석도금의 대상은 식기・미술공예품, 전자부품까지 폭넓게 이용된다. 또한 땜질・청동・감마합금・이융합금 등 합금으로서의 용도가 넓다. 산화물은 요업용 안료・유약・연마제로 유기주석 화합물은 폴리염화비닐의 안정제, 농업용 살균제, 중합촉매 등에 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

주석제련과 도금공정의 근로자들은 산화주석의 흄과 분진에 노출 될 수 있다. 주석 땜납과 기다 다른 합금의 제조에 종사하는 근로자 또한 노출 될 수 있다. 페인트와 플라스틱 생산 공정에서도 유기주석에 노출 될 수 있으며, 2가 유기주석은 PVC 필름, 우레탄 및 실리콘 고무의 생산에 사용되고, 3가 유기주석은 살충제에 사용된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.69	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	2,507℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 주석 제조(용융)

① 시나리오 : 천연자원인 주석광석 SnO_2로서 산출된다. 이 광석을 탄소·규석·석회석 등에 가하여 전기로 안에서 용융, 제련하면 금속의 상태로 된다. 불순물 철이 포함되어 있으면, 여기에 환원제 등을 가하여 전기로에서 용융, 제련을 되풀이하여 거친 주석을 얻는다. 이것을 탈산법 또는 전기분해법으로 정련해서 금속을 만든다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교 값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 주석 제조(시료분석)

① 시나리오 : 주석을 양철주석에서 회수하는 방법으로 양철주석을 양극으로 하여 수산화나트륨 용액 속에서 전기분해하여 회수한다. 생산된 주석의 품질을 관리하기 위해 소량을 분석할 때, 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교 값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 산화주석(Ⅳ)[1] 제조(가열)

① 시나리오 : 금속주석을 공기 중에서 가열하여 제조한다. 작업자는 주석을 가열하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 산화주석(Ⅳ)은 법랑용유약, 불투명 유리, 우유빛 유리, 연마재, 촉매, 시약, 전자재료 등으로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교 값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 다음과 같다. 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화주석(Ⅳ)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 염화주석(Ⅳ)은 주석을 진한 황산에 녹여 소다에서 중화, 염산 및 염화나트륨을 가열하여 제조한다. 작업자는 주석을 황산에 용해하기 위해 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 매염제, 축합제, 유기주석화합물의 원료로 사용된다. 무수물은 양이온 중합촉매의 하나이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 경납 제조(투입)

① 시나리오 : 경납[1]은 납에 안티몬, 주석, 칼슘 등의 금속을 배합하여 강도·경도 등을 사용 목적에 알맞게 보강한 합금이다. 작업자는 주석을 소량 배합하기 위해 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 경납은 경도가 뛰어날 뿐만 아니라 내식성도 우수하다. Sb함유량이 비교적 낮은 경납은 판·관으로 소성가공되어 이용되고, Sb함유량이 높은 경납은 주물용으로 이용된다.1%Sb-Pb합금은 수도관으로, 또 5%Sb-Pb합금은 자동차용 축전지 등을 만드는 데 쓰인다. 이 밖에도 Pb-Sb합금은 화학공업용 장치나 조인트(이음매) 등을 만드는 데 사용되고, Pb-Sn합금은 주로 땜납·베어링(축받이) 등을 만드는 데 이용된다. 또한 10~25%Sn-Sb합금은 강판 등의 철강재 방식피복용으로 많이 이용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(305) 질산 Nitric acid 7697-37-2

1. 개요

1) 제조

실험실에서는 질산알칼리에 황산을 넣어 100~120℃에서 가열, 증류해서 만든다. 공업적으로는 19세기 말부터 20세기 초에 걸쳐서 칠레초석(NaNO)과 황산의 복분해를 사용하는 방법과 방전으로 공기 중의 질소와 산소를 화학합성시켜 만든 질소산화물을 물에 흡수시켜 질산으로 만드는 아크법이 사용되었고, 오늘날에는 암모니아산화법(오스트발트법)이 사용되고 있는데 암모니아를 산소로 산화시킨 뒤 물에 흡수시켜서 만든다. 즉 암모니아와 공기를 혼합하여(암모니아 약 10%), 700~900℃로 가열한 백금합금(로듐 10%)을 촉매로 하여 산화시킨다. 생성가스를 냉각시키면 이산화질소로 변한다. 이것을 물에 흡수시킬 때 발생하는 산화질소는 흡수탑 안에서 산소에 의하여 이산화질소가 되어 다시 흡수된다. 이 과정이 되풀이되면서 질산의 농도가 높아진다. 물에 의한 흡수는 압력이 높을수록 효율이 좋으므로 산화공정을 상압으로 하고 흡수공정만을 가압하는 방식과, 두 공정을 가압하는 방식 등이 있는데, 얻어지는 질산농도는 보통 60~65%이다. 질산은 68%에서 최고 끓는점 120.7℃를 가지므로, 증류만으로는 이 이상으로 농축할 수가 없다. 98~100%의 진한질산을 얻으려면, 탈수제로서 진한 황산 또는 질산마그네슘무수물을 더하여 증류한다. 또 사산화이질소를 묽은 질산과 함께 고압 가마에 넣고 산소를 불어넣어서 직접 진한 질산을 얻는 방법도 있다.

2) 용도

- 무기 및 유기질산염, 질산에스테르 또는 니트로화합물의 합성
- 화약, 폭약, 염료, 향료, 의약품, 시약, 비료(질산암모늄), TDI 등의 제조
- 야금, 전기도금, 금속용해, 사진제판
- 액체 로켓트 연료의 산화제
- 질산이나 인질산 암모늄비료 등 비료용
- 질산나트륨, 연실법황산(이산화황의산화), 니트로글리세린, 니트로셀룰로오스, 피크린산, TNT 등 화약의 원료가 되는 니트로화합물의 합성
- 셀룰로이드, 염료(아조염료·아닐린염료 등), 안료, 아디프산, 화학섬유 등의 제조 원료로 사용
- 산세척용
- 의약품으로서 수렴제 등에 사용
- 인쇄 산업의 사진식각, 보석 세공업과 엔지니어링산업
- 야금학, 사진제판, 강철 에칭, 광석 부유선광, 우레탄, 고무화학물, 핵연료의 재생

3) 노출 및 결정인자[1)]

도금의 금속표면처리(pickling), 조각 또는 장식물 제작과정에서 금속 부식 작업, 질산암모늄 비료 제조, 벤젠의 니트로화로 아닐린의 제조 시 노출될 수 있다.

노출 가능성이 큰 직업군으로는 항공산업 근로자, 질산암모늄 제조자, 황동 청소자, 광택침지액 근로자, 질산 셀룰로오스 제조자, 약 제조자, 염료 제조자, 전기도금 기술자, 에칭화가, 보석세공인, 화학실험실 근로자, 석판 인쇄경, 거울 제조자, 질산 관련 근로자, 니트로벤젠 제조자, 질소혼합물관련 근로자, 부유선광 근로자, 유기 화학물 합성하는 사람, 사진제판하는 사람, 로켓연료를 다루는 사람, 강철 동판화가, 그리고 황산 제조자 등이 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	63.02	물리적 상태	액체	증기압	0.39kPa(2.9mmHg; HNO_3,항상 끓음), 0.35kPa(2.6mmHg; H_2O,항상 끓음), 8.3kPa(62mmHg;흰색 발연), 13.7kPa(103mmHg; 빨간색 발연)(20℃)
끓는점	21.6℃(항상 끓음, 68%), 84℃(흰색 발연), 60℃(빨간색 발연)	R-phrase	8, 35	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 2 ppm / 5 mg/m^3			STEL 4 ppm / 10 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 질산 제조(포장)

① 시나리오 : 방전으로 공기 중의 질소와 산소를 화학 합성시켜 만든 질소산화물을 물에 흡수시켜 질산으로 만든다. 제조 된 질산을 용기에 포장 시 작업자가 질산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 질산 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 암모니아를 산소로 산화시킨 뒤 물에 흡수시켜서 만든다. 즉 암모니아와 공기를 혼합하여(암모니아 약 10%), 700~900℃로 가열한 백금합금(로듐 10%)을 촉매로 하여 산화시킨다. 생성가스를 냉각시키면 이산화질소로 변한다. 이것을 물에 흡수시킬 때 발생하는 산화질소는 흡수탑 안에서 산소에 의하여 이산화질소가 되어 다시 흡수된다. 이 과정이 되풀이되면서 질산의 농도가 높아진다. 질산 제조 설비 및 공정을 점검 시 현장점검원이 질산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 질산납(lead nitrate) 제조(투입)

① 시나리오 : 산화납(Ⅱ)와 연백 또는 금속납을 질산에 녹여서 생산한다. 안료의 제조원료, 성냥·폭약·방부제·수렴제·염색·시약 등에 쓰인다. 질산을 반응용기에 투입 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 왕수 제조(혼합)

① 시나리오 : 진한 질산과 진한 염산을 1:3의 비율로 혼합하여 만든다. 질산을 반응용기에 투입 하여 염산과 혼합하는 과정에서 작업자가 질산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 니트로글리세린, 트리니트로톨루엔(TNT) 제조(투입)

① 시나리오 : 글리세롤 및 톨루엔과의 질산화 반응에 의해 폭발물인 니트로글리세린과 트리니트로톨루엔(TNT)을 만든다. 질산을 반응용기에 투입 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 질산암모늄[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 질산과 암모니아와의 중화반응으로 비료의 주성분인 질산암모늄을 만든다. 질산을 반응용기에 투입 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 암모니아와 질산이 반응하여 생성되는 염으로 비료와 폭발물로 널리 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 질산은(silver nitrate) 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 순은을 질산에 녹인 용액을 증발시키면 무수화물 결정이 얻어진다. 제조 된 질산은의 품질관리를 위하여 시료를 채취하고 분석 시 작업자가 질산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 이상 이므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 질산섬유소[1] 제조

① 시나리오 : 정제된 셀룰로오스를 황산-질산-물의 혼합액에 상온에서 담궈 물로 잘 씻는다. 혼합액의 조성에 따라 여러 가지 정도(질소함량 백분비로 표시되며 이것을 질화도라 한다)로 에스테르화된 것이 얻어진다. 질화도 14~12.5%의 것은 아세톤에 녹으며 다이너마이트의 원료로 사용된다. 질화도 11.5%까지의 것은 파이록 실린이라 부르며, 이것을 아세톤 및 에테르·알코올혼합물에 녹인 것은 래커·필름 등에 쓰고 11~10.5%의 것을 같은 용제에 녹인 것은 셀룰로이드에 사용한다. 질산 혼합액에 셀룰로오스를 담궈 세척하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 150 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 셀룰로오스의 질산에스테르.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 질산나트륨(sodium nitrate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 질산과 수산화나트륨(또는 탄산나트륨)의 중화반응에 의하여 제조한다. 질산을 반응용기에 투입 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 4 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 합성 질산 나트륨은 유리의 소포제와 녹는점 강하제, 금속 담금질의 열처리제, 화약 제조, 식품첨가제, 의약 등에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 전자부품, 자동차부품 도금(산처리)

① 시나리오 : 전자부품 도금 전 표면을 세척하기 위해서 황산을 희석시킨 용액에 금속제품을 수차례 디핑 후, 꺼내는 작업 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	17.2℃	연간 사용량	1.2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 산업용가스 제조(분석실 전처리)

① 시나리오 : 산업용 가스를 제조하여 충진하는 산업에서 가스의 성분을 분석하는 분석실의 전처리 공정이다. 가스 원료의 성분을 분석하기 위하여 분석실에서 질산을 전처리용 분석시약으로 사용되고 공기 중 가스 상태로 노출된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	19℃	연간 사용량	0.06 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(306) 철염(가용성) Iron salts(soluble) 7439-89-6

1. 개요

1) 제조

배소한 철광석을 코크스 및 융제(석회석・점토 등)와 함께 고로(용광로)에 넣고 열풍을 불어 넣는다. 용광로에서 유리된 철은 융해상태가 되어 노 바닥에 침강되고 광석 중의 규산 성분이나 불순물 등은 융제와 반응해서 슬래그가 된다. 이 단계의 철이 선철인데 수 %의 탄소 외에 소량의 규소・인・황 등이 함유되어 있다(용광공정 혹은 제선공정). 선철은 불순물을 함유하고 있어 단단하지 못하므로 압연・단조를 할 수 없다. 그래서 석회 등을 첨가하여 평로・전로・전기로 속에서 1,500℃ 이상으로 가열・융해하여 공기를 불어 넣으면 탄소나 불순물은 산화물이 되어 제거된다. 이 제강 공정에서 탄소 함유량이 1.7%에서 0.03%인 강이 된다. 탄소 함유량이 적은 순철 제조법에는 철(Ⅱ)염 수용액의 전기분해(탄소 함류량 0.01～0.02%), 펜타카르보닐철의 열분해(0.005～0.0007%), 질산철이나 옥살산철을 열분해하여 만드는 고순도 산화철의 수소환원(0.0045%) 등이 있다.

2) 용도

- $FeCl_3$: 하수 및 산업폐수처리, 조각・방직・사진술, 소독제, 사료첨가제
- $Fe(NO_2)_3$: 직물염색, 가죽구두질, 실크압축
- $Fe(SO_4)_3$: 색소・작물염색, 상수처리, 금속세척
- $FeCl_2$: 직물염색, 야금, 의약품 제조, 하수처리
- $FeSO_4$: 비료, 식품 및 사료첨가제, 제초제, 조각, 상수처리, 염색
- 강철을 형성하기 위한 탄소, 망간, 크롬, 니켈 그리고 다른 요소와의 합금
- 암모니아 합성물의 촉진제
- 주로 DRI(직접환원된 철)은 강철제조의 전기 아크로의 좋은 품질 충전을 위한 철 파편의 교체를 위해 클린 보충제로 사용

선철은 녹는점이 1,100～1,200℃로 비교적 낮아 가열하면 연화하지 않고 녹아 버리므로 주물 제작에 적합하다. 또한 값이 비교적 싸고 큰 힘의 작용을 받지 않는 물품인 차량・농기구 등에 쓰인다. 탄소함유량 0.6～1.7%인 강은 탄성・강도가 모두 커서 단련도 가능하므로 담금질로 경화하여 공구 등을 만드는 데 쓰인다. 탄소함유량 0.6% 이하인 강은 연철이라고 하는데, 연하고 강인하여 쉽게 단련할 수 있다. 이것은 담금질로 경화되지 않는다. 기계기기의 제작과 건축・토목용 강재 등에 널리 쓰인다. 니켈・크롬・망간・코발트・텅스텐 등의 금속을 첨가하면 스테인리스강・내열강・공구강・스프링강・자석강 등 여러 가지 특수강이 된다. 탄소함유량이 아주 작은 순철은 트랜스의 철심 등에 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

철광석 채광과 취급 시, 이산화규소와 산화철광물 분진에 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	55.85	물리적 상태	고체	증기압	1Pa(1455℃)(고체), 10Pa (1617℃)
끓는점	2,861	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 질산철(Ⅱ)(iron nitrate) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 금속철 또는 황화철(Ⅱ)를 차가운 묽은 질산에 녹이면 얻어진다. 또 질산철(Ⅲ)용액을 은으로 환원하는 방법도 있다. 품질관리를 위해 시료를 채취하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 질산철(Ⅲ)[1](iron nitrate)의 제조(시료분석)

① 시나리오 : 금속철을 20~30%의 질산에 녹이면 얻는다. 석출할 때 용액과 산의 농도에 따라 육수화물이나 구수화물이 얻어진다. 품질관리를 위해 시료를 채취한 후, 실험실에서 분석하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 철안료·매염제·무두질제·분석시약·의약 등에 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 레이크안료 제조(투입)

① 시나리오 : 레이크안료는 수용성 염료에 철염을 침전제로 가하여 불용성으로 만든 안료이다. 철염은 여기에서 매염제(mordant)[1]로 사용된다. 매염제로 투입되는 과정에서 작업자는 철염에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염료가 직접 섬유에 염색되지 않을 때, 미리 섬유에 금속염의 수용액을 충분히 배게 하여 염색을 할 수 있게 한다. 이런 종류의 염료를 매염염료라 하고, 매염에 사용하는 금속염을 매염제라고 한다. 매염제로서 주가 되는 것은 알루미늄염(명반 ·아세트산알루미늄 등)·크롬염(크롬명반·중크롬산염·염화크롬 등)·철염(황산철·아세트산철 등) 등이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 탄닌철 제조(투입)

① 시나리오 : 탄닌산은 철염과 결합하여 탄닌철로 되고 흑색으로 발색한다. 철염이 원료로 투입되는 공정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 선철 제조(용해)

① 시나리오 : 선철을 만드는 데는 철염 수용액의 전기분해를 이용한다. 철염을 용해시키는 과정에서 작업자는 철염에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 청사진(blueprint)[1]에 사용(인쇄)

① 시나리오 : 감광재료로는 제2철염과 페리시안화칼륨이 쓰인다. 빛에 노출시키면 제2철염이 제1철염으로 변화하고 페리시안화칼륨과 결합하여 페리시안 제1철염이 된다. 이것이 턴불 블루(Turnbull's blue)로 발색한다. 복사 방법으로는 트레이싱 페이퍼의 원그림을 감광지 위에 놓고 아크등이나 고압수은등 따위로 빛을 쏘인다. 페리시안제1철은 수용성이 아니므로 물로 씻으면 빛에 노출되지 않은 부분이 녹아서 푸른 바탕 속에 흰 선으로, 즉 음화로 나타난다. 이것을 건조시키면 청사진이 된다. 청사진 인쇄기에서 청사진이 출력되는 공정에서 작업하는 근로자는 철염에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 202

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 철염의 감광성을 이용하는 사진법의 하나. 시아노타이프(cyanotype)라고도 한다. 가장 오래된 방법으로 비용이 싸고 간단하여 토목·건축·기계 등의 도면 복사에 많이 쓰여 왔다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 급속여과방식[1]의 정수(투입)

① 시나리오 : 비가 온 뒤에 혼탁이 계속되는 하천에서 취수하는 경우에 대부분 철염이 응집제로 사용된다. 응집제를 취수장에 투입하는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 양하전을 가진 응집제를 첨가하여 물 속의 점토콜로이드나 색콜로이드를 응집시킨 뒤 응집생성물을 침전시키고 여과하여 분리하는 정수방법이다. 응집조작과 통수속도 증가에 의하여 침강분리가 좁은 면적에서 효과적이므로 비가 온 뒤에 혼탁이 계속되는 하천에서 취수하는 경우에 대부분 이 방식을 채용한다. 응집제로는 알루미늄염·철염·고분자물질 등이 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(307) 초산 Acetic acid 64-19-7

1. 개요

1) 제조

아세트산 제조법으로는 메탄올과 일산화탄소를 반응시키는 메탄올 카보닐화법(carbonylation of methanol)이 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법이다. 금속 착화합물 촉매를 이용해서 메탄올과 일산화탄소를 용액 상태에서 반응시키는 방법으로, 요드화메틸(methyl iodide)이 조촉매로 사용된다. 촉매로는 로듐(rhodium) 또는 이리듐(iridium) 착화합물이 사용되고 있다.

다른 방법으로는 n-부탄을 직접 산화시키는 방법과, 자유라티칼 반응을 통해 아세트알데히드를 산화시키는 방법이 있다. 에틸렌, n-부텐, sec-부틸 아세테이트 등을 기체상 또는 액체 상태에서 산화시켜 얻는 방법도 있다. 식초로 생산되는 것 이외에 아세트산을 대량으로 합성하는 방법에는 아세틸렌을 수화시켜 아세트알데히드로 만든 후 아세트산으로 산화시키는 방법이 가장 흔히 쓰이며, 에틸알코올을 산화시켜 아세트산을 만드는 공업적 방법도 있다.

2) 용도

- 초산비닐, 초산에스테르, 초산섬유소, 의약품, 염료, 살충제, 사진 정착 현상액, TPA 용제, 염료, 안료, 향료, 식품첨가제, 통조림 산업에서 피클, 자연산 수액의 응고제, 직물염색에서 염료 촉매제, 직물 마무리작업, 염색 후 처리, 납 증기, 가죽제혁, 석유 산성화에 deliming 작용제, 에칭용 시약(반도체 제조), 알루미늄을 밝게 만드는 작용제
- 금속의 아세트산염 제조 및 인쇄과정에 사용
- 화학과 생화학분석의 실험실 시약으로 사용
- 화학 산업에서 산성화와 중화 작용제로 사용
- 나일론과 아크릴직물의 생산에 사용
- 경화제, 하이포 잔류검사 용액과 마이크로필름 시멘트의 성분
- 약물(수의학)

아세트산은 음식에 넣어 먹는 발효 식초의 유효성분일 뿐만 아니라 공업적으로는 중요한 기초화학 제품 중 하나이다. 공업적으로 아세트산을 가장 많이 소비하는 곳은 비닐 아세테이트(vinyl acetate)와 아세트산 무수물(acetic anhydride) 제조업체이다. 비닐 아세테이트는 페인트, 접착제, 직물 가공 등에 흔히 사용되는 라텍스 에멀전 수지의 원료 물질이고, 아세트산 무수물은 셀룰로오스 아세테이트 섬유 등의 제조에 사용되는 물질이다. 국내에서는 주로 TPA, VAM 제조원료 및 에틸아세테이트의 주원료로 사용되고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.05	물리적 상태	액체	증기압	1.5kPa(11mmHg; 1.4% v/v)(20℃)
끓는점	118℃	R-phrase	10,35	Log Kow	-0.17
노출기준 (노동부)	TWA 10ppm / 25g/m^3			STEL 15 ppm / 37g/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 아세트산 제조(시료채취)

① 시나리오 : 금속 착화합물 촉매를 이용해서 메탄올과 일산화탄소를 용액 상태에서 반응시켜서 제조한다. 이때 요드화메틸(methyl iodide)이 조촉매로 사용된다.
제조된 아세트산을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출될 수 있다.
메탄올 + CO 가스 → 초산반응기 → 저비점 물질 정제 공정 → 수분 정제고정 → 고비점 물질 정제공정 → 초산저장시설 → 출하초산

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비닐 아세테이트 제조(투입)

① 시나리오 : 에틸렌과 초산(아세트산)을 팔라디움 촉매를 사용하여 산화축합시켜 합성한다. 초산을 반응용기에 투입하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 테레프탈산(terephthalic acid) 제조 시 용매로 사용(혼합)

① 시나리오 : 폴리에스테르수지의 주원료로 사용되는 테레프탈산(terephthalic acid) 제조 공정에서 용매로 사용되며, 제조 공정의 아세트산의 대부분은 반응 후 생성되는 산업 폐수에서 분리, 회수되어진다. 용매로 사용하기위하여 용기에 투입하여 혼합할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 시안아미드(cyanamide)제조에 사용(투입)

① 시나리오 : 시안아미드화칼슘(석회질소의 주성분) $CaCN_2$와 초산의 반응으로 얻을 수 있다. 초산을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 아세트산나트륨(sodium acetate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 아세트산을 수소화나트륨 또는 탄산나트륨으로 중화시킨 뒤 거른 액을 증발·건조시키면 3수화물($CH_3COONa \cdot 3H_2O$, 분자량 136.09)이 얻어지는데, 이것을 120℃ 이상으로 가열하면 무수물로 된다. 아세트산을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 초산나트륨 및 초산소다라고도 한다. 흡습성이 있는 흰색 결정으로서 용도는 아세틸화제로 쓰이는 외에 매염제·사진용시약 및 의료용으로 완충액의 분석시약, 식품의 방부제, 약품제조의 중간원료 등으로 쓰인다. 특히 식품첨가제로 들어가는 경우, 김치류에 0.1~0.3% 사용하면 맛이 향상되며 악취나 변색의 방지를 돕고, 어육제품에서는 물을 표백하는 역할도 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 아세트산메틸(methyl acetate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 메탄올과 아세트산의 탈수축합에 의해 생성되는 에스테르이다. 아세트산을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 페인트·향료 등의 용제·추출제로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 아세트산셀룰로오스(cellulose acetate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 셀룰로오스는 C_6단위당 3개의 히드록시기 −OH를 가지고 있는데, 이 히드록시기를 아세트산기 $-OCOCH_3$으로 치환한 것이 아세트산셀룰로오스이다. 린터(면화의 단섬유) 또는 특별히 정제된 목재 펄프를 아세트산무수물·아세트산·황산의 혼합산과 함께 휘저어 섞으면, 삼아세트산셀룰로오스(1차아세트산셀룰로오스, 트리아세테이트라고도 한다)가 생성된다. 생성된 삼아세트산셀룰로오스는 아세톤에 녹지 않지만, 이것을 약한 산에서 가수분해하여 셀룰로오스에 결합되어 있는 아세틸기 CH_3CO-의 일부를 제거하면(2차 아세트산셀룰로오스) 녹는다. 이 삼아세트산셀룰로오스의 15~24% 아세톤용액을 건식법으로 방사한 것이 아세테이트섬유이다. 아세트산을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세틸셀룰로오스·셀룰로오스아세테이트·초산섬유소라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 아세트산칼슘(calcium acetate) 제조(투입)

① 시나리오 : 수산화칼슘을 아세트산과 반응시켜 얻는 염(salt)으로 흰색 결정 또는 분말이다. 수산화칼슘을 아세트산에 녹인 뒤 여과·냉각하면 2수화물로 얻어지며 가열하여 84℃가 되면 1수화물이 되고 100℃에서 무수물로 된다. 아세트산을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 아세트산에틸(ethyl acetate) 제조(투입)

① 시나리오 : 아세트산과 알코올로부터 생기는 에스테르의 하나이다. 아세트산을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 염색공정 (표백)

① 시나리오 : 염색공정 중 표백공정은 산화, 환원 표백제를 사용하며 초산은 과산화물계표백제로 사용된다. 현장에서는 주로 '빙초산'이라고도 불리는 것을 사용하며 빙초산을 표백기에 투입하고 표백기의 가온으로 증기가 발생하고 이때 작업장에 노출된다. 표백기의 투입 및 작업 중 초산에 노출되고 다른 공정으로도 확산된다.

전처리(준비-모소-정련-표백) → 침염(또는 날염) → 마무리가공 → 후처리(검사-포장) → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	28℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 계면활성제 제조(배합/합성)

① 시나리오 : 계면활성제 생산 시 반응제 및 첨가제로 사용되며, 원재료의 반응기 투입 시에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 계면활성제 제조

① 시나리오 : 계면활성제 생산 시 반응제 및 첨가제로 사용되며, 작업자가 원재료의 반응기 설비를 조작하는 작업에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	21℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(308) n-초산부틸 n-Butyl acetate 123-86-4

1. 개요

1) 제조

아세트산이나 아세트산 무수물로 부틸 알콜을 직접 에스테르화하여 제조한다. 황산이 촉매로 사용된다.

아세트산과 알코올(또는 페놀)로부터 물 한 분자가 빠지고 축합된 화합물을 초산에스테르라고도 한다. 일반식 CH_3COOR(R는 알킬기)로 표시되며, 대표적인 것으로 아세트산메틸·아세트산에틸·아세트산아밀 등이 있다. 보통 좋은 향기를 가진 무색 액체로서 과일 등에 함유되어 있는 것이 많다.

2) 용도

- 래커, 인조 가죽, 사진 필름, 플라스틱, 안전유리의 제조
- 비닐수지, 향수, 식품 등의 보존제 제조
- 고무, 수지, 래커 착색제, 가용성 에스테르 염료, 셀룰로오스 에스테르
- 살충제 제조, 손톱광택제
- 바나나, 배, 파인애플, 딸기 맛 합성 향료 성분
- 석유와 조제약에 제조 과정에 사용되는 탈수제
- 종이 코팅, 다른 보호코팅에 사용되는 용매
- 잉크, 첨가제의 용매
- 가구용 니트로셀룰로오스를 기본으로 한 래커와 자동차 코팅에 사용
- 페니실린의 용매 추출
- 비행기 윤활유의 용매
- 인플루엔자 바이러스 백신의 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	116.16	물리적 상태	액체	증기압	0.56kPa(10mmHg)(20℃)
끓는점	126.3℃	R-phrase	10,66,67	Log Kow	1.78
노출기준 (노동부)	TWA 150 ppm / 710 mg/m^3			STEL 200 ppm / 950 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: n-초산부틸 제조(포장)

① 시나리오 : 황산을 촉매로 하여 아세트산과 부틸 알콜을 반응시켜서 생산한다. 제조 된 n-초산부틸은 드럼통에 포장하는데, 이 공정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.133 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: PVC 제조(현장점검)

① 시나리오 : PVC를 용액 중합체 방식으로 중합할 때 사용된다. PVC를 초산부틸 용제 속에 중합하는 공정의 설비를 점검하는 작업자는 초산부틸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00007 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 식품의 착향료(Flavoring agent)[1] 제조(검수)

① 시나리오 : n-초산부틸은 무색 투명한 액체로 바나나와 같은 특이한 향기가 있는 착향료이다. 과실계 향료와 버터용 향료배합에 쓰이며, 캔디, 베이커리 생산공정에서 원료로 쓰이는 n-초산부틸을 검수하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.13 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1)식품에 독특한 개성과 매력을 주며 식욕을 증대시키고 상품가치를 높이기 위해 일상생활과 밀접한 관계가 있는 향을 보강, 변형 혹은 억제하기 위한 수단으로 이용하는 첨가물.착향료는 좋지 않은 냄새를 없애고 냄새 변화, 냄새 강화를 위해 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 형광등 제조(도포)

① 시나리오 : 형광등을 제조할 때 유리관 속에(형광등제조용) 초산부틸과 형광물질을 혼합하여 도포하는 작업을 한다. 작업은 유리관 속에 혼합된 용액을 기계를 이용하여 자동으로 1,2차 주입하여 자연건조 시키는 방식이다. 혼합액을 도포하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

유리관 → 혼합용액 도포 → 자연건조 → 다음공정 이송

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	120 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.67 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 도료의 조요소[1](투입)

① 시나리오 : 도료를 제조할 때 도료의 성분 중 하나인 도막형성 조요소로 사용된다. n-초산부틸이 투입되는 공정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0167 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 도료제조 시 사용되는 용제의 종류 : 에탄올·부틸알코올 등의 알코올류, 나프타·등유 등의 탄화수소류, 아세트산 에틸·아세트산부틸 등의 에스테르류, 아세톤·메틸에틸케톤 등의 케톤류, 부틸세로솔브 등의 에테르류가 단독 또는 혼합하여 사용되고 있다. 이것은 도료를 칠하기 쉽게 하기 위하여 사용하는 용제인데, 건조하는 동안에 증발하여 도막에는 남지 않는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 스프레이 도장작업

① 시나리오 : 스프레이건(spray gun)을 이용하여 래커나 합성수지도료 등 건조가 빠른 도료를 넓은 면적에 도포할 경우에 사용된다. 도료를 압축공기로 안개모양으로 내뿜어 도장하는데, 래커나 합성수지도료 등과 같이 건조가 빠른 도료를 넓은 면적에 도포할 경우에 사용된다. 분사도장에는 도료탱크에서 압축가스로 내보내는 압송식으로 도료를 희석제(thinner)로 묽게 하여 점성도를 낮춰서 사용한다. 이 때 페인트에 배합하는 유기용제의 성분으로 n-초산부틸이 사용되며, 스프레이 도장시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 페니실린 추출(분석)

① 시나리오 : 배양원액에서 여과를 거쳐 분리된 페니실린은 초산부틸 산성형태로 추출된다. 이것은 용액에서 추출된 페니실린이 손상되지 않도록 하기 위해서이다. 추출장치에서 두 상을 격렬한 혼합 상태로 만들기 때문에 거의 분리가 어려울 정도로 안정된 에멀젼(stable emulsion)을 형성하게 된다. 따라서 추출장치에 투입하기 전에 산성 페니실린(acid-penicillin)에 에멀젼 형성방지제를 첨가한다. 추출장치를 거치고 나면 물층(water phase)은 소량의 페니실린과 용매를 함유하게 되므로 용매 회수 단계(solvent recovery stage)로 옮긴다. 이러한 실험실에서 페니실린 분석을 하는 담당하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.067 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(309) n-초산아밀 n-Amyl acetate 628-63-7

1. 개요

1) 제조

아세트산과 아밀알코올(1-펜탄올)의 에스테르화에 의해서 제조한다.
아밀알코올과 초산을 황산 촉매로 반응시켜 증류 정제하여 제조한다.

2) 용도

- 락카, 페인트의 용제
- 인조가죽 광택제
- 접착제
- 사진필름의 생산
- 손톱광택제 등의 생산
- 직물 염색 및 마무리 처리
- 형광등용 인의 용제
- 페니실린 추출
- 착향료
- 드라이 크리닝에서 얼룩 제거용

3) 노출 및 결정인자[1)]

구두 제조, 서적 제본, 가죽처리, 사진필름 생산, 제지 및 섬유생산, 드라이 크리닝 공정, 가정용 본드를 비롯한 셀룰로즈 접착제, 구두 및 가구 광택제 등을 사용할 때, 인조가죽, 인조견 등의 생산 공정, 형광등 제조 공정 등에서 작업하는 작업자가 노출 될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	130.18	물리적 상태	액체	증기압	0.5kPa(4mmHg)(20℃)
끓는점	148.8℃	R-phrase	10,66	Log Kow	2.30
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 530 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: n-초산아밀의 제조(포장)

① 시나리오 : 아밀알코올과 초산을 황산 촉매로 반응시켜 증류 정제하여 제조한다. 증류되어 생산된 n-초산아밀은 드럼통에 포장되는 데, 이 때 작업자는 노출될 수 있다.

황산, 알콜,초산 → 반응 → 중화탈수 → 탈수 → 에스테르 → 증류 → 제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 매니큐어 제조(혼합)

① 시나리오 : 매니큐어는 셀룰로이드 8%, 초산아밀 20%, 초산에틸 65%, 아세톤 5%, 아마인유 2% 등의 성분으로 제조된다. 초산아밀이 원료로 혼합되는 공정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 페니실린 추출

① 시나리오 : 배양원액에서 여과를 거쳐 분리된 페니실린은 초산아밀 산성형태로 추출된다. 이것은 용액에서 추출된 페니실린이 손상되지 않도록 하기 위해서이다. 추출장치에서 두 상을 격렬한 혼합 상태로 만들기 때문에 거의 분리가 어려울 정도로 안정된 에멀젼(stable emulsion)을 형성하게 된다. 따라서 추출장치에 투입하기 전에 산성 페니실린(acid-penicillin)에 에멀젼 형성방지제를 첨가한다. 추출장치를 거치고 나면 물층(water phase)은 소량의 페니실린과 용매를 함유하게 되므로 용매 회수 단계(solvent recovery stage)로 옮긴다. 이러한 실험실에서 페니실린 분석을 하는 담당하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 비닐 인쇄[1](건조)

① 시나리오 : 합성수지에 인쇄 잉크가 부착되기 쉽도록 수지와 용제를 잉크에 배합한다. 예컨대 염화비닐과 초산비닐의 공중합물 및 초산아밀 용제를 사용하여 비닐의 표면을 팽창시켜 안료를 고착시킨다. 인쇄한 후에는 적외선으로 열건조시키는 데, 이때 작업자에게 증기상으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 비닐 인쇄는 주로 그라비어 인쇄를 하고 오프셋과 플렉소그래피 및 스크린 인쇄로도 인쇄가 가능하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 셀룰로이드 접착제 제조(투입)

① 시나리오 : 셀룰로이드를 초산아밀 용제 속에서 중합하여 접착제로 제조한다. 초산아밀이 원료로 투입되는 공정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(310) 초산 제3부틸 tert-Butyl acetate 540-88-5

1. 개요

1) 제조

액체 상태의 이소부틸렌을 아세트산과 반응시킴으로써 제조하며, 5산화바나듐을 함유하는 실리카를 촉매제로써 사용하고 산출량을 증대하기 위해 가열 한다.

2) 용도

- 용매
- 가솔린 첨가제
- 테트라에틸 연의 내폭 증진제(특히 매우 높은 옥탄 수준에서)

3) 노출 및 결정인자[1)]

초산 제3부틸을 제조하고 그것을 용매 및 가솔린 첨가제로써 사용하는 작업에 종사하는 근로자는 작업장 대기 중으로 유출되는 초산 제3부틸에 노출 될 수 있다.

인쇄 페이스트(paste) 및 잉크를 사용하는 작업, 페인트 및 니스를 사용하는 작업, 자동차 정비소 등에서 초산 제2부틸 또는 초산 제3부틸에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	116.16	물리적 상태	액체	증기압	4.1kPa(31mmHg)(20℃)
끓는점	96℃	R-phrase	11,66	Log Kow	1.76
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 950 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 초산 제3부틸 제조(포장)

① 시나리오 : 액체 상태의 이소부틸렌을 아세트산과 반응시킴으로써 제조하며, 5산화바나듐을 함유하는 실리카를 촉매제로써 사용하고 산출량을 증대하기 위해 가열 한다. 제조 된 초산 제3부틸은 드럼통에 포장되며, 이 공정을 담당하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 초산 제3부틸 제조(현장점검)

① 시나리오 : 액체 상태의 이소부틸렌을 아세트산과 반응시킴으로써 제조하며, 5산화바나듐을 함유하는 실리카를 촉매제로써 사용하고 산출량을 증대하기 위해 가열 한다. 장치화 된 시설에 초산 제3부틸이 생산되는 공정을 점검하는 작업자는 초산 제3부틸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 초산 제3부틸 제조(시료분석)

① 시나리오 : 액체 상태의 이소부틸렌을 아세트산과 반응시킴으로써 제조하며, 5산화바나듐을 함유하는 실리카를 촉매제로써 사용하고 산출량을 증대하기 위해 가열 한다. 생산된 초산 제3부틸의 품질관리를 위해 시료분석을 하는 데, 소량 채취된 초산 제3부틸을 분석하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(311) 카르보닐 클로라이드 Carbonyl chloride 75-44-5

1. 개요

1) 제조

메틸렌클로라이드, 사염화탄소, 트리클로로에틸렌(TCE) 등의 염소화합물이 산소가 있는 곳에서 연소할 때 분해산물로서 발생된다. 특히 트리클로로에틸렌(TCE)증기가 자외선의 작용에 의해서 카르보닐 클로라이드로 전환될 수 있다.

염소와 일산화탄소로부터의 광합성법에 의해 제조된다.

일산화탄소와 염소를 활성탄 촉매로 합성하는 방법으로 제조한다.

금속염화물에 일산화탄소를 고온으로 반응시키는 방법으로 제조한다.

사염화탄소에 발연황산을 반응시키는 방법으로 제조한다.

지방족 염화물을 크롬산으로 산화하는 방법으로 제조한다.

이 중 일산화탄소와 염소를 활성화된 탄소로 통과시킴으로써 제조하는 방식을 가장 많이 사용하고 있다. 또한 카르보닐 클로라이드는 고온에서 염소처리된 용매의 산화작용에 의해 형성될 수 있다.

2) 용도

- 유기물질 특히 우레탄도료를 만드는 데에 필요한 이소시아네이트와 폴리에틸렌폴리페닐이소시아네이트 제조과정의 중간 생성물
- 카바메이트계 농약 및 제초제 제조 시 중간 생성물
- 염료 제조 시 중간 생성물
- 원광석의 제련에서 금속의 분리과정에 사용(금속 산화물의 염소화를 통한 광석의 분리에 이용)
- 카르보닐화 작용제
- 아닐린 염료의 생산
- 염소처리제

3) 노출 및 결정인자[1)]

염소화합물들을 다루는 사업장에서 사고, 화재, 자외선의 발생(아크 용접 등)으로 인해 노출될 수 있으며, 농약이나 우레탄 도료 생산과정에서 중간물질로써 노출 될 수 있다. 또한, 화재 현장이나 산업폐기물 소각장에서도 노출 될 수 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.92	물리적 상태	액체, 기체	증기압	1,215mmHg(20℃)
끓는점	8.2℃	R-phrase	26,34	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.4 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 카르보닐 클로라이드 제조(충전)

① 시나리오 : 일산화탄소와 염소가스를 활성탄 위에서 가열하여 얻은 무색의 유독성 기체이다. 제조 된 카르보닐 클로라이드는 봄베에 충전되어 출고되는 데, 이렇게 충전하는 작업에서 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 둘신(dulcin)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : p-페네티딘과 카르보닐 클로라이드를 축합시키고, 여기에 암모니아를 작용시켜 만든다. 카르보닐 클로라이드를 투입하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 인공감미료의 하나로 p-에톡시페닐요소·수크롤이라고도 한다. 무색의 바늘모양 결정으로 설탕의 25배 가량의 단맛이 난다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 미힐러케톤(Michler's ketone)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 디메틸아닐린과 카르보닐 클로라이드를 염화아연의 존재 하 반응시켜 합성한다. 작업자는 원료로 카르보닐 클로라이드를 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 4, 4′-비스 벤조페논의 별명. 널빤지모양 결정이다. 크리스털 바이올렛, 오라민 등의 염료합성과 그리냐르시약·알킬리튬 등의 유기금속시약의 정성분석에 사용된다(Guillemin test)
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화 아세틸(acetyl chloride)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아세트산무수물과 카르보닐 클로라이드의 반응에 의해 합성된다. 장치화 된 공정을 점검하는 작업자는 카르보닐 클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	280 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세트산의 산염화물. 자극적인 냄새가 있는 무색 액체이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 크리스탈 바이올렛(crystal violet)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 디메틸아닐린과 카르보닐 클로라이드를 염화아연 촉매로 축합시켜 합성한다. 원료로 카르보닐 클로라이드를 투입 시 작업자는 카르보닐 클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리페닐메탄계의 염기성 염료. 트리페닐메탄계의 염기성 염료. 녹갈색의 금속광택을 가진 결정이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 폴리카보네이트(polycarbonate)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 비스페놀A의 염기용액에 카르보닐 클로라이드를 반응시켜 저분자량의 폴리카보네이트를 만들고, 다시 중합을 진전시켜 분자량 2만~10만의 수지를 만든다. 수지는 세정, 건조 후 펠릿화시켜 압출성형하여 시트로 만들거나 사출성형으로 성형품이 된다. 품질관리를 위해 중간생성물을 채취할 때, 미반응 원료물질에 의해 작업자는 카르보닐 클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 투명하고 단단하여 내충격성이 가장 우수한 수지이며, 렌즈 · 유기유리 · 광디스크 재료 · 헬멧 · 보호구 · 커버류 등에 쓰인다. 또 내열성, 전기적 특성이 좋고, 성형품의 치수안정성이 좋으므로 커넥터(전기 코드와 코드를 접속시키는 기구)나 전자기기 부품에 적당하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 톨루엔 디이소시아네이트 제조(시료분석)

① 시나리오 : 인접한 화학공장에서 우송되는 카르보닐 클로라이드를 원료로 하여 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)를 생산한다.

카르보닐 클로라이드 채취구에 시험관을 꼽고 30~40 cc의 액화 카르보닐 클로라이드를 시험관에 넣은 후, 이 시험관에 폴리에틸렌의 마개를 닫은 다음 밀폐한다. 이 시험관을 드라이아이스와 메탄올이 들어있는 콜벤 속(-20℃)에 넣고, 콜벤마다 염화비닐제인 운반용구에 넣어 분석용 드래프트 내로 운반한다. 드래프트 내에서 시험관 마개를 뽑는다. 앰플을 딥퍼 구멍에 삽입하여 시험관 위에 올려놓는다. 딥퍼 내에 드라이아이스 조각을 넣는다(이 때 앰플 내는 급격하게 냉동되기 때문에 카르보닐 클로라이드가 바늘상의 앞 끝으로부터 구내로 빨아올려진다(이 양은 약 0.5cc)). 앰플을 딥퍼에서 빼내고 침상 끝을 알코올 램프로 가열해서 녹여 밀폐한다. 앰플마다 천평으로 달아서 계량한다.

품질관리를 위하여 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 노출될 수 있다.

시료채취 → 앰플 포장 작업 → 계량 → 카르보닐 클로라이드 함량 검사 → 염산 정량 검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료분석의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드400을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 카바닐 제조(투입)

① 시나리오 : 카바닐 제조의 첫 번째 단계에서 나트륨 1-나프탈렌산화물을 카르보닐 클로라이드와 반응 시킨다. 카르보닐 클로라이드를 반응기에 투입 시 근로자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	15톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(312) 카바릴 Carbaryl 63-25-2

1. 개요

1) 제조

첫 번째 단계는 나트륨 1-나프탈렌산화물이 포스겐과 반응, 두 번째 단계는 1-나프틸-N-메틸 카르밤산염을 생성하기 위한 중간체와 메틸라민의 반응으로 제조한다.

1-나프톨과 메틸 아이소사이아네이트의 직접 반응이나 나프틸 클로로포메이트(1-나프톨과 포스겐)과 메틸라민의 혼합물의 반응으로 생산한다.

2) 용도

- 광범위한 접촉성 살충제, 진드기 구제제, 연체동물 살구제
- 곡물, 콩과 식물, 가축류, 가금류, 다른 비농업적 사용 (예, 가정에서 사용), 정원, 잔디에 사용
- 식물성장조절기
- 의약품(수의학)
- 의학 시설에 사용
- 하수 처리 공장에서 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

과일, 야채, 면사, 곡물의 접촉 살충제로 이용되는 카바릴의 생산이나 살포와 관련된 근로자가 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	201.22	물리적 상태	고체	증기압	4×10^{-5}mmHg이하(20℃), 2×10^{-3}mmHg(40℃)
끓는점	분해함	R-phrase	22,40,50	Log Kow	2.36
노출기준(노동부)	TWA 5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 카바릴 제조(현장점검)

① 시나리오 : 첫 번째 단계는 나트륨 1-나프탈렌산화물이 포스겐과 반응, 두 번째 단계는1-나프틸-N-메틸 카르밤산염을 내놓기 위한 중간자와 메틸라민의 반응으로 생산한다. 제조 및 포장 공정을 점검하는 작업자는 카바릴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 제형[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 카바릴에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제·훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형 생산(포장)

① 시나리오 : 포장공정은 포장용기에 농약을 담는 충전작업의 자동화 여부에 따라 노출 정도는 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우 모든 포장공정에서 작업자가 공기 중 농약에 노출될 가능성은 매우 낮으나 반자동화 혹은 수동 공정으로 농약을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들은 공기 중에 비산된 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포

① 시나리오 : 액상의 카바릴을 농작지에 분무할 때, 작업자는 카바릴에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 2.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P100, P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(313) 카보푸란 Carbofuran 1563-66-2

1. 개요

1) 제조

1,2-사이클로 헥산디온을 알킬화 촉매의 존재 하 베타 메탈린 알콜 또는 할라이드와 반응시켜 2-베타-메탈릴옥시-2-사이클로헥센-1-온을 제조하고 이를 전위 및 방향족화를 일으키기에 충분한 온도로 가열하여 벤조푸라놀을 제조한 후, 벤조푸라놀과 메틸 이소시아네이트를 반응시켜 카보푸란을 제조한다.

2-메탈릴록시페놀의 환원과 재배열을 통해 7-하이드록시벤조푸란을 형성하고, 에스테르화를 통해 카르밤산염을 생산한다. 질소 존재 하에서, 카테콜과 건성 아세톤에 의해, 개시물질인 2-메탈릴록시페놀이 생성된다. 탄산칼륨과 요오드화칼륨이 추가되고 환류된다. 7-하이드록시-2,2-디메틸-2,3-디하이드로벤조푸란은 200℃, 2-메탈릴록시페놀에서 생성된다.

7-하이드록시-2,2-디메틸-2,3-디하이드로벤조푸란 용액이 에테르 안에서, 메틸이소시아네이트와 트리에틸아민으로 처리되어 생성된다.

2-메탈릴록시-1-니트로벤젠을 2,3-디하이드로-2,2-디메틸-7-니트로벤조푸란으로 클라이젠 재배열과 환원을 통해 제조될 수 있다.

2) 용도

- 살충제, 살비제, 살선충제, 진드기 구충제
- 바나나, 커피 그리고 사탕무당에 사용(입제는 저지대의 쌀에 사용)
- 감자의 구렁방아벌레의 애벌레를 억제하기 위해 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	221.26	물리적 상태	고체	증기압	3.4×10^{-6}mmHg(25℃)
끓는점	분해함	R-phrase	26/28,50/53	Log Kow	2.32
노출기준(노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 카보푸란 제조(현장점검)

① 시나리오 : 1,2-사이클로 헥산디온을 알킬화 촉매의 존재 하 베타 메탈린 알콜 또는 할라이드와 반응시켜 2-베타-메탈릴옥시-2-사이클로헥센-1-온을 제조하고 이를 전위 및 방향족화를 일으키기에 충분한 온도로 가열하여 벤조푸라놀을 제조한 후, 벤조푸라놀과 메틸 이소시아네이트를 반응시켜 카보푸란을 제조한다. 연속적으로 생산되고 포장 공정을 점검하는 작업자는 카보푸란에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 제형[1] 생산(배합)

① 시나리오 : 카보푸란에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형 생산(포장)

① 시나리오 : 포장공정은 포장용기에 농약을 담는 충전작업의 자동화 여부에 따라 노출 정도는 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우 모든 포장공정에서 작업자가 공기 중 농약에 노출될 가능성은 매우 낮으나 반자동화 혹은 수동 공정으로 농약을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들은 공기 중에 비산된 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	80 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포

① 시나리오 : 액상의 카보푸란을 비닐하우스 내에서 분무할 때, 작업자는 카보푸란에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 200 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P100, P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(314) 카본블랙 Carbon black 1333-86-4

1. 개요

1) 제조

흑색의 미세한 탄소분말로 탄소입자의 크기는 1~500㎖이며 흑연과 비슷하다. 천연가스·타르 등을 불완전 연소시켜 생긴 그을음을 모으거나, 그것들을 열분해하여 제조하고 있다. 카본블랙의 제조방법은 다음과 같다.

불완전 연소법 : 반응로에 원료와 공기를 투입하여 연속적으로 불완전 연소시키고 냉각기를 통해 카본블랙을 필터로 포집하여 제조한다.

원료 → 기화 → 불완전연소 → 냉각 → 포집 → 입자제조 → 제품

콘택트법 : 천연 혹은 인조 가스를 염분해하여 염 위의 채널 강재의 저면에 접촉시켜 염 중에서 분리된 탄소를 부착시켜 포집한다.

열분해법 : 열그을음은 천연가스를 사용하여 축열로에서 200~700℃로 가열하여 축열과 열분해를 반복한다. 아세틸렌 그을음을 예열한 노에서 열분해한다

2) 용도

- 청정제, 탈취제, 탈색제
- 화학적 환원제
- 눈 화장품(eye cosmetics)의 안료
- 벨트 커버, 손상 방지 고무 제품, 전기 전도체, 자외선 흡수제, 탄소 종이에 사용, 타자기 쇠줄자, 태양에너지 흡수제
- 고온 차단제
- 광석환원과 탄화를 위한 순수한 탄소의 원료
- 합성 윤활유에 있어서 농축제로서 사용
- 전기적 전도성 피복제
- 플라스틱 강화제
- 가죽, 가스레인지 광택제, 축음기 레코드, 전기 절연 장치에 사용

카본 블랙은 주로 타이어 고무나 기타고무의 강화작업이나 염료 그리고 잉크, 플라스틱, 페인트의 충진작업에서 사용한다. 현재 소비량의 85%가 고무용이고, 11% 정도가 인쇄잉크를 비롯하여 흑색안료로 사용된다. 인쇄잉크용에는 고무용보다 더 입도가 미세한 것이 사용되는데, 분산이 용이하고 흡유량이 적당한 정도가 좋다. 이 밖에 흑연과 혼합해서 건전지에도 사용되는데 이것은 전지블랙이라고 하며, 전기저항이 작은 아세틸렌의 열분해 카본이 가장 적합하다.

잉크·먹·그림물감 등의 용도 외에 중합체의 내후성이 떨어지는 것을 방지하거나, 전기전도성의 향상을 목적으로 한 용도, 또는 탄소재로 쓰이고 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

고무와 페인트 제조 시 노출될 수 있다. 카본 블랙 생산에서 특히 미세작업, 여과작업, 자루에 담기, 개저식 담기(hopper car loading), 쌓고 내리는 동안에 비산한 카본 블랙에 노출될 수 있다. 컨베이어 시스템 및 밴버리 혼합기(Banbury mixers) 유지, 보수 작업 중에도 카본 블랙에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	12.01	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	3,650℃에서 승화	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 3.5 mg/m^3		STEL		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 카본 블랙 제조(포장)

① 시나리오 : 아세틸렌그을음을 생산하기 위하여 아세틸렌을 예열한 노에서 열분해한다. 작업자는 생산된 카본블랙이 분말형태로 종이자루에 포장되는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.086 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 카본 블랙 제조(현장점검)

① 시나리오 : 전 공정 화학플랜트시설로서 제조공정상 설비 점검 작업이 주요 업무로 이 때 고농도의 분진(카본블랙)에 노출될 수 있다.

원료투입 → 열회수 → 포집 → 입자제조 → 건조 → 분리 → 이송 → 저장 → 포장/검사

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인쇄잉크 제조(첨가)

① 시나리오 : 인쇄잉크는 안료를 전색제와 함께 개어 미세하게 분산시켜서 만든다. 이때 카본블랙은 안료로 첨가된다. 작업자는 카본블랙을 안료로 첨가하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.057 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 고무 강화제(Reinforcing Agent)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 카본블랙은 고무에서의 강화제로 이용된다. 작업자는 강화제 원료로써 투입되는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.286 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 고무의 장력(tensile strength), 찢어짐 저항력(tear resistance) 등을 증가시킬 필요가 있는데 이의 증가를 위해 도입되는 화합물이 강화제이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 카본지(carbon paper)[1] 제조(첨가)

① 시나리오 : 카본지의 제조에 쓰이는 기름은 식물성이고 비건성의 것이며, 색료로는 검은색일 경우 카본블랙 안료에 각 색의 염기성 염료를 첨가해 쓴다. 표백 크래프트펄프를 고도로 고해시킨 39g/㎡ 전후의 불투명도가 높은 종이를 사용한다. 작업자는 카본 블랙이 원료로 투입되는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.857 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 카본블랙 등의 안료나 염료를 왁스나 기름에 섞어 원지의 한 면이나 양면에 바른 복사용 박엽지이다. 카본지를 용지 사이에 넣고 철필·볼펜으로 눌러쓰기도 한다. 타자하면 글자가 밑의 종이에 등사되는데 타자기카본지는 10~30번 사용해도 견딜 수 있어야 하며 마를 원료로 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(315) 카프로락탐(분진) Caprolactum(dust) 105-60-2

1. 개요

1) 제조

벤젠·톨루엔·페놀을 조원료로 하여 시클로헥사논옥심을 만들어 이것을 진한 황산과 가열하여 베크만전위를 일으켜 제조한다. 이 밖에 5-아미노카프로산을 고리화하는 방법, ε-카프로락톤에 암모니아를 작용시키는 방법, 시클로헥산온에 아지드화수소산을 작용시키는 방법 등도 있다.

중합체를 녹이거나 성형할 때 1% 정도 함유되어 있는 이것이 우선적으로 공기 중에 떠다니는 에어로졸 형태로 변하게 된다.

2) 용도

카프로락탐은 합성섬유, 플라스틱 코팅제, 페인트용제에 주로 사용되며 폴리우레탄의 가교제로 사용된다. 또한 카프로락탐은 고분자물질의 유기용제로도 사용을 한다.

6-나일론의 원료가 되는 것 외에 다른 단위체와의 혼성중합으로 혼성폴리아미드를 합성하는 원료로도 쓰이고 있다. 또한, 합성섬유, 플라스틱, 피복제, 가소제 및 페인트 용매, 고분자 중합체의 용제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

중합체 제조공장과 직물 작업장 및 새로운 카펫 설비 근처에서 카프로락탐에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	113.16	물리적 상태	고체	증기압	6mmHg; 고온에서는 환경중의 증기농도가 높아질 수 있다.(120℃)
끓는점	100℃	R-phrase	20/22,36/37/38	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL 3 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 카프로락탐(caprolactam)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 벤젠·톨루엔·페놀을 원료로 하여 시클로헥사논옥심을 만들어 이것을 진한 황산과 가열하여 베크만전위를 일으켜 제조한다. 장치화 된 설비를 점검하는 작업자는 카프로락탐에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 나일론의 원료로 중요한 물질. ε-아미노카프론산 NH(CH)COOH의 락탐.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 나일론 제조(투입)

① 시나리오 : 나일론은 카프로락탐을 중합하여 폴리카프라아미드라는 고분자 물질을 만들고 이 물질을 방사하여 섬유로 만든다. 작업자는 원료로써 카프로락탐을 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 나일론 제조(시료분석)

① 시나리오 : 나일론은 카프로락탐을 중합하여 폴리카프라아미드라는 고분자 물질을 만들고 이 물질을 방사하여 섬유로 만든다. 작업자는 품질관리를 위해 검수작업이나 공정 중의 원료를 채취하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(316) 카테콜 Catechol 120-80-9

1. 개요

1) 제조

페놀을 과산화수소에 의해 산화시켜 제조한다. 할로페놀이나 벤젠디술폰산의 알칼리 용해 등에 의해 합성된다. 리그닌이나 타닌 등을 알칼리 용해시켜 생성되나 보통 o-클로로페놀을 알칼리와 함께 200℃ 정도 가열하여 제조한다.

파이로카테콜은 알칼리와 o-페놀술포산의 융합이나 하이드로이딕 산(hydroidic acid)과 과이어콜(guaiacol)의 메틸에테르 그룹의 분열에 의해 얻어진다.

2) 용도

- 사진, 고무, 색소, 유지 산업, 화장품, 잉크, 향수, 농약 및 의약품 제조, 석유 산업에서의 산화방지제로 사용
- o-벤조퀴논 제조 원료
- 많은 금속이온(Ti・Zr・Hf・V・Nb・Cr・Mn・As・Sn・Pb・Sb 등)과 킬레이트착물을 형성하므로 이러한 금속의 검출용 시약으로 이용
- 아황산이온・산소분자 등의 검출에 사용
- 매염염료인 알리자린의 합성원료,
- 사진 현상제, 모피 염료용 약품, 고무 및 윤활유에서 산화제용 매개물
- 특별한 잉크에서 산소제거를 위한 약품

3) 노출 및 결정인자[1)]

카테콜의 노출은 카테콜이 생산되거나 사용되는 작업장에서 이 화합물을 흡입 및 피부 접촉을 통해 발생한다. 오염된 식수와 식품에 의해 노출되며, 목재 및 연료를 연소하여 발생한 연기의 흡입 및 오염된 물에 피부 접촉을 통해 카테콜에 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	110.11	물리적 상태	고체	증기압	3×10^{-2}mmHg(20℃)
끓는점	245.5℃	R-phrase	21/22,36/38	Log Kow	0.88
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 카테콜 제조(포장)

① 시나리오 : 페놀을 과산화수소에 의해 산화시켜 제조한다. 생산된 카테콜은 종이자루에 포장되며, 이 공정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.015 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 카테콜 제조(시료분석)

① 시나리오 : 페놀을 과산화수소에 의해 산화시켜 제조한다. 품질관리를 위해 생산된 시료를 분석하는 데, 실험실에서 카테콜을 분석하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 구아야콜(guaiacol)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 카테콜에 황산디메틸을 작용시켜 부분적으로 메틸화하여 얻는다. 원료로 카테콜이 투입되는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 피로카테킨의 모노에틸에테르. 정확히는 0-메톡시페놀 또는 2-메톡시페놀이라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 중합금지제[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 중합하기 쉬운 화합물(단량체)은 그 저장안정성을 유지하기 위해 카테콜을 단량체에 첨가한다. 플라스틱 제조 시 열화를 막기 위해 카테콜을 투입하는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 플라스틱 등은 열, 빛이나 산소의 영향을 받아 그때의 환경조건에 의해 지속은 있어도 열화되어 간다. 이 열화의 유형도 그 원인이나 플라스틱의 종류에 따라 다르므로 간단하지는 않다. 수지안정제는 플라스틱을 가열하여 성형할 때의 열화, 성형물을 장시간 사용에 따른 빛이나 산소에 의한 광열화 또는 산화열화 등을 방지·억제하기 위해 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(317) 칼슘 시안아미드 Calcium cyanamide 156-62-7

1. 개요

1) 제조

칼슘 시안아미드는 석회질소라고도 하며, 탄산칼슘 또는 산화칼슘에 암모니아와 일산화탄소를 600~850℃에서 반응시켜 얻는다. 세립상이나 분말상의 탄화칼슘을 질소기류 속에서 약 1,000℃로 가열하면 생성된다.

이 경우 흑연상의 미세한 분말탄소가 부산물로 생성되므로 생성된 칼슘시안아미드는 검은색이 된다.

2) 용도

- 수용액 속에서 서서히 가열하면 급속히 분해되어 암모니아와 탄산칼슘 생성
- 강알칼리수용액과 반응하여 요소를 생성하고 고온에서는 탄소와 작용하여 시안화칼슘을 생성
- 강철의 담금질이나 화학공업원료 등에도 쓰임
- 석회질소는 살균·살충작용이 있는 염기성 비료로 사용
- 각종 화학약품·의약·농약 등의 제조 원료로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	80.11	물리적 상태	고체	증기압	자료 없음
끓는점	1,150~1,200℃에서 승화	R-phrase	22,37,41	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 칼슘 시안아미드의 제조(포장)

① 시나리오 : 세립상이나 분말상의 탄화칼슘을 질소기류 속에서 약 1,000℃로 가열하여 제조한다. 생산된 칼슘시안아미드는 포대에 포장되어 출고되며, 포장작업을 하는 근로자는 칼슘 시안아미드 분말에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 증간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 복합비료 제조(투입)

① 시나리오 : 질소, 인, 칼륨을 적당한 비율로 배합한 것을 복합비료라고 하며, 석회질소가 원료로 투입되는 과정에서 분진 형태로 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	90 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 복합비료 제조(시료분석/검수)

① 시나리오 : 질소, 인, 칼륨을 적당한 비율로 배합한 것을 복합비료라고 하며, 품질관리를 위해 원료, 중간생성물, 완제품을 검수/분석하는 과정에서 분진 형태로 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정의 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드200을 관리방법으로 국소배기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 비료 살포

① 시나리오 : 석회질소는 산성토양을 개량하는 유용한 알칼리성 비료이다. 비료 포대의 포장을 뜯어 비료살포기에 투입하고 농작지에 살포하는 작업을 하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 24 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P100, P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 금속 제련(투입)

① 시나리오 : 석회질소를 염화나트륨과 혼합, 융해하여 급냉시키면 시안화칼슘이 생성되어 이를 금속 제련에 사용한다. 시안화칼슘 제조를 위해 원료로 투입되는 과정에서 작업자는 석회질소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(318) 케텐 Ketene 463-51-4

1. 개요

1) 제조

아세톤 또는 아세트산의 열분해(아세톤 또는 아세트산의 증기를 500~600℃의 관에 통과시킴으로써)를 통해서 제조한다.

2) 용도

- 산(acid)을 무수물(anhydride)로 변환시키는데 사용
- 아세트산셀룰로오스 및 아스피린의 제조에서 아세틸화제로 사용
- 아세트 무수물, 디히드로아세트산(dehydroacetic acid) 및 아세토아세트 에스테르(acetoacetic ester), 아세토아세타닐리드(acetoacetanilide) 및 n,n-디알킬아세토아세트아미드(n,n-dialkylacetoacetamide)의 화학적 성분
- 아세틸화 약품(일반적으로 활성 수소 원자를 갖고 있는 화합물들과 반응), 아세트아미드를 만들기 위해 암모니아와 반응에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	42.04	물리적 상태	기체	증기압	적절하지 못함(20℃), 10,400mmHg(25℃)
끓는점	-56℃	R-phrase	12,36,37,38	Log Kow	-0.52
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 0.9 mg/m^3			STEL 1.5 ppm / 3 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목 들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 케텐 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아세톤 또는 아세트산의 열분해(아세톤 또는 아세트산의 증기를 500~600℃의 관에 통과시킴으로써)를 통해서 제조한다. 장치화된 설비를 점검하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 디케텐 제조(시료채취)

① 시나리오 : 아세트산으로 열분해하여 케텐을 생성한 후, 중합반응에 의해 디케텐을 제조한다. 모든 공정이 연속적으로 이루어져 있어 밀폐된 상태에서 물질이 전달되며 품질관리를 위해 중간생성물 및 원료를 채취하게 된다. 이 과정에서 작업자가 케텐에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아세틸화제[1]로 사용(분석)

① 시나리오 : 실험실에서 아세틸화에 쓰이는 시약을 아세틸화제 라고 하며, 케텐은 아세틸화 약품으로 사용한다. 케텐을 실험실에서 분석하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 아세틸화제로 염화아세틸·아세트산무수물이 사용되나 그 밖에 빙초산·케텐·브롬화아세틸 등을 쓰기도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 분석의 경우에 컨트롤 밴딩이 1군에 해당하지만 코드200을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(319) 큐멘[1] Cumene 98-82-8

1. 개요

1) 제조

주로 페놀, 아세톤을 생산하는 공정에서 중간체로 생성된다.

큐멘은 인산계 촉매를 이용하여 가압 하 반응을 행하는 방법(인산법)과 염화알루미늄을 촉매로써 사용하는 방법(염화알루미늄법)이 있다.

석탄 타르 나프타 분류나 석유, 프로필렌(포스포릭 산 촉매)을 함유한 벤젠의 알킬화로부터의 증류하여 제조한다.

프로필렌 및 산 촉매(예: 고체 포스포릭 산)를 이용하여 벤젠으로부터 제조한다.

2) 용도

- 페인트나 에나멜의 희석제로 사용
- 고옥탄가의 항공용 연료(항공기 가솔린에 혼용)
- 유기용제의 구성성분으로 사용(래커, 지방 및 수지용 용제로서 사용)
- 유기합성(석탄산, 아세톤, 아세토페논, 페놀 및 2-메틸스티렌의 제조에서 사용의 제조)
- 과산화물, 산화촉진제 등의 원료
- 벤젠을 대체하는 물질로 사용
- 스티렌의 생산
- 중합 촉매, 디이소프로필벤젠, 아크릴 및 폴리에스테르 유형의 수지를 위한 촉매의 제조에서 사용
- 디큐밀 페로사이드를 위한 화학 중간체

3) 노출 및 결정인자[2]

석유 제품의 증발로부터 나온 화학물질에 오염된 공기에 노출될 때 함께 노출된다. 예를 들어 연료를 주유할 때 또는 석유 제품 이용 시, 담배의 연소 시 노출된다.

증류, 산화, 실험실, 수리, 가솔린 운반 트럭 운전 등이 주요 노출 위험작업이다.

(1) 물질특성

---

1) 이소프로필벤젠, 쿠몰(Cumol), 메틸에틸벤젠이라고도 한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	120.19	물리적 상태	액체	증기압	1.067kPa(8mmHg)(20℃)
끓는점	152.7℃	R-phrase	10,37,51/53,65	Log Kow	3.66
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 245 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 큐멘(Cumene) 제조(포장)

① 시나리오 : 인산계 촉매를 이용하여 가압 하에 반응 시켜 제조하며, 생산된 큐멘을 드럼통에 주입하는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 5~50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1~1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) ECETOC-TRA 모델에서 산출할 수 없어, control banding에 의한 구간추정치를 이용하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페놀/아세톤 제조(현장점검)

① 시나리오 : 프로필렌과 벤젠을 인산 또는 염화알루미늄 등의 촉매에서 반응시켜 얻어진 큐멘을 공기산화하여 큐멘히드로페르옥시드로 만든 뒤 농도 약 10%의 묽은 황산이나 인산과 함께 1시간 정도 가열하여 분해시키면 페놀과 아세톤을 얻는다. 장치화된 설비를 통해 제품이 생산되며, 이러한 설비를 점검하는 작업자는 큐멘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05~0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001~0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) ECETOC-TRA 모델에서 산출할 수 없어, control banding에 의한 구간추정치를 이용하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 항공 가솔린으로 사용(주입)

① 시나리오 : 항공기 가솔린에 혼합되어 사용되며, 항공기 연료를 주입하는 작업에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5~50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1~1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) ECETOC-TRA 모델에서 산출할 수 없어, control banding에 의한 구간추정치를 이용하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 안식향산 제조(투입)

① 시나리오 : 큐멘은 무수크롬산 또는 희질산의 작용에서 안식향산으로 된다. 원료로 투입되는 과정에서 작업자는 큐멘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간미만				
현장사용	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5~50 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1~1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) ECETOC-TRA 모델에서 산출할 수 없어, control banding에 의한 구간추정치를 이용하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: p-설폰산 유도체 제조(시료분석)

① 시나리오 : 큐멘은 농황산의 작용에서 p-설폰산 유도체로 된다. 밀폐 장치화된 설비에 의해 공정이 이루어져 있어 직접적인 노출은 미미하나, 원료 및 중간체의 품질관리를 위해 성분분석을 하는 작업자는 실험실에서 큐멘에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.5~5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01~0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) ECETOC-TRA 모델에서 산출할 수 없어, control banding에 의한 구간추정치를 이용하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(320) 크레졸(모든 이성체)[1] Cresol 1319-77-3

1. 개요

1) 제조

대부분의 비합성 크레졸은 석유나 콜타르로부터 추출된다. 석유의 분해 증류 시 부산물로 크레졸이 나온다.

순수한 o-크레졸은 크레졸, 페놀 및 자이레놀로 구성된 혼합물을 분별 증류 하여 얻는다. 크레졸의 메타 및 파라 이성체는 다른 방법에 의해 분리된다.

석유계 연료 크레졸은 나프타를 쪼개는 과정의 부산물이며, 석유 증류를 세정하기 위해 사용되는 부식성 알코올이다.

페놀를 촉매 하에 메틸화하여 제조하기도 한다.

2) 용도

방부제, 소독제, 살균제, 살충제, 제초제, 산화방지제, 엔진 및 금속 청소제, 용제 등으로 사용되고, 수지류, 가소제, 향수, 폭약물, 사진현상제 등의 제조에도 사용된다. o-크레졸은 제초제인 4,6-디니트로-o-크레졸(DNOC)과 2-메틸-4-클로로페녹시아세트산(MCPA)의 출발물질로 사용된다. m-크레졸과 p-크레졸은 페놀-포름알데히드 수지를 만드는 데 사용되고, 가소제와 가솔린 첨가제인 인산트리크레실과 디-t-부틸크레졸(BHT라고 하는 산화방지제)로 전환된다. 세 크레졸 이성질체의 혼합물인 크레실산과 일부 페놀과 크실렌올을 섞은 것은 살균제와 수지 및 인산트리크레실 제조에 사용된다. 미가공 크레졸은 목재 방부제로 사용한다. 포름알데히드와 함께 응축한 크레졸 혼합물은 페놀 수지를 변성시키는데 사용되나 m-이성체는 세 이성체 중에서 가장 반응성이 크기 때문에 m-이성체 내용은 혼합물에 적합하지 않다. 그 밖에 크레졸은 페인트 및 직물에 사용된다. 크레졸 혼합물은 에나멜 전선, 금속 유지 제거제, 오일 컷팅, 엔진 연소로부터 탄소 침전물을 제거하기 위한 약품으로서 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

석유의 분해증류 공정, 의료기관 등에서 방부제 또는 소독제로 사용하는 과정 및

---

1) 소독·방부제. 트리크레졸·메틸페놀·옥시톨루엔이라고도한다. 오르토·메타·파라의 세 이성질체가 있고, 보통은 오르토 35%, 메타 40%, 파라 25%의 혼합물이다. 석탄 타르에서 얻는데 톨루엔으로부터도 합성할 수 있다. 약리작용은 페놀과 같고 소독력은 페놀보다 강하며 독성은 다소 약하다. 1~3% 용액을 소독용으로 사용한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

엔진 세척 공정 등에서 크레졸에 노출될 수 있다.

산화방지제 제조자, 화학 살균제 제조자, 염료 제조자, 부유선광 작용 제조자, 주조 제조자, 절연체 유약 광택제제조자, 페인트 제거 약품 제조자, 피치 관련 종사자, 수지 제조자, 세탁업 종사자들이 주로 노출된다. 특히 밀폐된 환경에서 일하는 관리 및 수선 노동자들은 작업장의 특성 때문에 높은 노출 위험이 크다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	108.14	물리적 상태	고체, 액체	증기압	0.29mmHg(25℃)
끓는점	191~203℃	R-phrase	24/25,34	Log Kow	1.94-1.96.
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 22 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 크레졸 제조(포장)

① 시나리오 : 대부분의 비합성 크레졸은 석유나 콜타르에서 추출된다. 생산된 크레졸은 탱크로리에 저장되어 이송되며, 작업자는 탱크로리에 크레졸을 주입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.36 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 크레졸 비누액(cresol-and-soap solution)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 크레졸에 비누액을 가하여 수용성으로 만든다. 크레졸은 페놀에 비하여 살균력이 4배나 강하고 독성과 부식성도 훨씬 약한 우수한 소독제인데, 물에 녹지 않으므로 이것에 비누액을 가하여 세미콜로이드 모양으로 하여 물에 녹게 한다. 크레졸을 혼합하기 위해 투입하는 과정 중에 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 50%의 크레졸을 함유하며 물에 잘 녹는데 칼슘을 함유하는 상수(경수)에서는 칼슘 비누를 만들어 조금 흐려지는 일이 있다. 그 3% 수용액은 '크레졸수'라고 불리며, 전염병예방법에서 일반 소독용으로 지정되어 있다. 그 밖에 1~2% 수용액을 피부 또는 점막 등의 일반 소독에 사용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 페놀수지(phenolic resin)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 크레졸과 포름알데히드와의 축합반응으로 얻어지는 열경화성 수지이다. 제품의 품질관리를 위해 원료 및 중간생성물에 대한 성분분석 작업이 필요하여 소량의 물질을 채취하게 되는 데, 이 과정에서 작업자는 크레졸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 페놀류(페놀·크레졸·크실레놀 등)와 포름알데히드와의 축합반응으로 얻어지는 열경화성 수지. 페놀 포르말린수지나 석탄산수지라고도 한다. 페놀과 포름알데히드의 반응은 반응계가 산성인가 염기성인가에 따라 즉 그 제법에 따라 다음 2종류로 나뉜다. 페놀수지는 매우 오래된 수지인데, 내절연성·난연성·기계강도가 뛰어나고, 값이 싸므로 현재도 전기용도를 중심으로 널리 이용되고 있다. 그 밖에 접착성이 높으므로 합판용 접착제나 주물사의 바인더에 이용된다. 특히 주물사의 바인더로 쓰이는 것은 셀몰드용이라 하여, 주물사에 3~4% 노볼락과 헥사메틸렌테트라민을 혼합하여 가열한 금형 위에 뿌리면 모래가 굳어져 쉽게 주형을 만들 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 암브레트머스크(ambrette musk)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : m-크레졸을 원료로 하여 다음과 같은 경로로 합성한다. 원료로 투입되는 공정에서 작업자는 m-크레졸에 노출될 수 있다.

m-크레졸(수산화나트륨, 황산디메틸) → m-크레졸메틸에테르 → 4-t-부틸-m-크레졸메틸에테르(질산, 사세트산 무수룸) → 암브레이트머스크(4-t-부틸-2,6-디니트로-m-크레졸메틸에테르)

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1, 3, 5-트리니트로벤젠 및 1, 3-디니트로벤젠 유도체 속에 존재하는 사향과 같은 향기를 지닌 일군의 화합물로써 그 향기가 머스크(사향노루의 사향), 시빗(civet ; 사향고양이의 영묘향)과 매우 유사하여 이들 화합물은 인조머스크(artificial musk) 또는 니트로머스크(nitro musk)라고 불린다. 암브레트머스크는 니트로머스크 중에서도 가장 우아한 향기를 지닌 담황색 결정이다. 알코올에 대한 용해도가 높아서 화장품·비누 향료로 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인산트리크레실(tricresyl phosphate)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 크레졸과 옥시염화인을 염화알루미늄 등의 촉매로 탈염소하여 축합시켜 얻는다. 원료로 크레졸이 투입되는 과정에서 작업자는 크레졸에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 냄새가 없거나 약간의 페놀냄새가 나는 액체이다. 비닐계·셀룰로오스계 합성수지와는 특히 양호한 적합성을 지녀 가소제로 이용된다. 폴리염화비닐(PVC) 가소제로 알려져 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(321) 크롬(2가)화합물 Chromium(II) compounds 7440-47-3

1. 개요

1) 제조

순수한 크롬을 얻으려면, 원석을 탄산알칼리와 가열, 융해하고 공기를 불어넣어 크롬산알칼리로 만든 후 추출한다. 이것을 중크롬산염으로 변화시킨 후 황 또는 탄소로 환원시켜 산화크롬을 만들고, 이것을 환원시켜 금속으로 제조한다.

환원제로는 규소가루・마그네슘가루 등이 사용된다. 그러나 현재는 전해 채취법이 일반화되어 있다. 즉, 광석을 고운 가루로 한 후 황산으로 침출하고, 여과 분별한 후 암모늄크롬백반으로서 얻고, 이것을 알루미늄 브론즈로 만든 음극과 납-은합금으로 만든 양극을 사용하여 전기분해하여 금속크롬을 얻는다.

2) 용도

- 합금의 제조, 스테인리스스틸 제조
- 합금강의 제조 시 부식성과 열저항을 증가시키기 위해 사용
- 장식과 마모 저항성 증가를 위한 도금
- 비철합금의 제조
- 비용해염의 제조
- 할로겐화, 알킬화, 탄화수소의 촉매, 열분해 촉매
- 염료 제조, 가죽 가공, 목재 처리

※ 비록 소량이지만 크롬을 함유하는 소비제품은 다음과 같다.

잉크, 페인트, 종이, 고무와 합성 장판지, 일부 가죽 제품, 녹음 테이프,
스테인레스스틸을 비롯한 일부 금속 합금, 복사기에 사용되는 토너 파우더

3) 노출 및 결정인자[1)]

크롬은 주로 철 합금이나 다른 합금을 만드는데 사용된다. 화학 공장에서 생성된 크롬 화합물은 크롬 도금, 색소 제조, 가죽 가공, 목재 처리 등에 이용된다.

시멘트를 생산하는 공장(시멘트가 크롬을 함유하므로), 쓰레기나 하수구 오물 소각장, 크롬 화합물을 녹 방지제로 사용하는 에어콘 냉각 타워 등 관련 작업을 하는 작업자에게 노출될 수 있으며, 자동차의 배기 가스를 통해서도 노출될 수 있다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	대략 680	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(결정수 제외)(20℃)
끓는점	붉은 열에 분해함	R-phrase	64	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3		STEL -		

2. 노출시나리오

ES01: 크롬 제조(포장)

① 시나리오 : 광석을 고운 가루로 한 다음 황산으로 침출하고, 여과 분별한 후 암모늄크롬백반으로서 얻고, 이것을 알루미늄 브론즈로 만든 음극과 납-은합금으로 만든 양극을 사용하여 전기분해하여 금속크롬을 얻는다. 제조된 크롬은 드럼에 포장하며, 작업자는 포장공정에서 크롬에 노출될 수 있다.

광석 분쇄 → 침출(황산) → 여과 분별 → 암모늄크롬백반 → 전기분해 → 크롬

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴 킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 크롬 도금[1](투입)

① 시나리오 : 경질 크롬도금[2]은 황산기가 첨가된 무수크롬산용액에서 6가크롬을 전기적으로 환원시키는 방법을 사용한다. 작업자는 호이스트로 크롬 도금조에 도금할 기계류를 넣고 한 두 시간 후에 꺼내는 작업 중에 노출 될 수도 있으나, 용액에 크롬을 용해시킬 때 다량 노출될 수 있다.

원재료 → 절단・프레스 → 벤딩・산소용접 → 산처리 → 도금 → 포장 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[3] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 높은 내마모, 윤활성, 내열성, 내식성, 이형성을 필요로 하는 곳에 사용되며, 미려한 장식성 요구되는 (장식크롬)경우나 내약품성을 요구하는 부품에 적용한다.
2) 자동차, 항공기, 선박부품, 섬유/인쇄/화공용 산업기계부품, 공구, 금형 등 사용범위가 광범위하다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 배합 및 성형

① 시나리오 : 배합 및 성형을 하는 사업장에서는 혼합 및 주조 과정에서 분말 상태의 크롬 분진이 작업장 전체에 비산하여 크롬 노출이 발생할 수 있다. 특히 성형과정에서 6가 크롬에 노출될 수 있다.

원재료 → 계량 → 혼합·주조 → 성형 → 건조 → 포장 후 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 316

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 제품 제작 중 CO_2용접[1)]

① 시나리오 : 수동 및 자동용접에 따라 폭로양상이 다르다. 자동용접은 차광커텐이 설치된 부스 내에서 이루어지는 경우가 많아 대부분 발생되는 흄이 제거되나, 수동용접의 경우는 측방 또는 상방형의 후드가 설치되어 있어도 호흡기를 거쳐서 제거되기 때문에 흄에 폭로될 수 있다. 와이어 용접의 경우 용접모재가 아크열에 의해 용해하면서 와이어에 함유된 크롬흄이 발생하여 폭로된다.

원재료 입고 → 절단, 벤딩 → CO_2 용접 → 검사 → 출고

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2)] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 300, 301

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 자동차 부품중 소음기를 제조하는 공정으로, Metal Inert Gas(MIG)용접(일명 CO_2용접)시 망간, 크롬, 니켈 등의 흄이 발생되어 노출된다. 용접와이어에는 대략 망간 1.7~1.8%, 크롬 19.8~23.4%, 니켈 9.8~13.5% 정도 함유되어 있다(고려용접봉 MIG308, MIG309L)

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 주조

① 시나리오 : 재질별로 주강(일반고철: 크롬 20%, 니켈 0.3%)을 녹여 주물을 중자를 통한 형틀에 주입하는 과정에서 작업자가 크롬에 노출된다.
원재료 투입 → 용해 → 조형, 주입 → 후처리 → 검사/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(322) m-크실렌-a,a'-디아민 m-Xylene-a,a'-diamine 1477-55-0

1. 개요

1) 제조

이소프탈로니트릴에 니켈 또는 코발트계 촉매를 이용하여 수소를 첨가하여 제조한다. m-크실렌비스프탈이미드를 만들어 진한 염산과 일정 압력 하에 200~220℃로 가열해 합성한다. 또, 크실렌을 사염화탄소 용매 중에서 빛을 쬐어 염소화하여 디클로로-m-크실렌을 얻고, 이에 암모니아를 반응시켜 제조한다. 크실렌 대신에 벤젠이나 염화벤질을 클로로메틸화하는 방법도 있다.

2) 용도

- 에폭시 수지 경화제
- 나이론 원료
- 폴리우레탄 원료
- 필름, 플라스틱 등의 폴리머 원료

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	136.22	물리적 상태	액체	증기압	0.03mmHg(25℃)
끓는점	247℃	R-phrase	21/22,34	Log Kow	0.15
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: m-크실렌-a,a'-디아민 제조(현장점검)

① 시나리오 : 이소프탈로니트릴에 코발트계 촉매를 이용하여 수소를 첨가하여 제조한다. 장치화된 설비에 의해 생산되는 m-크실렌-a,a'-디아민의 제조설비 및 공정을 점검 할 때 현장점검 업무를 담당하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1)] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: m-크실렌-a,a'-디아민 제조(시료채취)

① 시나리오 : 이소프탈로니트릴에 코발트계 촉매를 이용하여 수소를 첨가하여 제조한다. 제품의 품질 관리를 위해 최종 생산된 m-크실렌-a,a'-디아민을의 시료를 채취하는 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 폴리아미드 제조(시료분석)

① 시나리오 : m-크실렌-a,a'-디아민을 중합하여 방향족 폴리아미드를 제조한다. 폴리아미드의 품질관리를 위해 원료 및 중간생성물 일부를 채취하여 분석하는데, 이 과정에서 작업자는 m-크실렌-a,a'-디아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(323) 클로로디플루오르메탄 Chlorodifluoromethane 75-45-6

1. 개요

1) 제조

클로로포름·사염화탄소·육염화에탄 등을 원료로 하고 촉매를 사용하여 플루오르화수소와의 반응으로 만들어진다.

$CHCl_3 + 2HF \rightarrow CHClF_2 + 2HCl$ $SbF_3 + SbCl_5$

종류에는 프레온-11(트리클로로플루오르메탄: CCl_3F), 프레온-12(디클로로디플루오르메탄: CCl_2F_2), 프레온-22(클로로디플루오르메탄: $CHClF_2$) 등이 있다.

일반적인 액체상 공정에서는 플루오르화안티몬 또는 삼불화안티몬과 촉매제인 염소의 혼합물을 사용한다. 이 공정은 산화크롬 또는 할로겐, 염화철 혹은 삼산화 토륨의 존재 하에 가스형태의 풀루오르화수소를 사용하는 연속 증기상 공정으로 대체되고 있다.

클로로디플루오르메탄은 하프늄(HF)과 클로로포름의 반응에 의해 생산된다.

2) 용도

- 연무질 분무제, 냉동제, 저온 용제, 테트라플루오로에틸렌 중합체와 같은 플루오로카본 수지류의 성분
- 냉매로 사용(냉동기, 에어콘 및 각종 냉동기의 냉각제로 사용)
- 플루오르화수지 원료, 에오로졸 분사제, 소화기 등에 사용
- 클로로디플루오르메탄/클로로펜타프루오르에탄(F-115)의 등비등혼합체는 주로 냉각제, 얼음 제조제, 가정용 냉동장치 & 히트 펌프로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

실린더 포장 작업, 적재 작업(실린더에서의 가스 분출), 탱크 저장소 작업, 그리고 탱크와 드럼통 충전 작업, 탄화 플루오르 선적과 포장 공장에서의 작업, 냉각기 관리 등에서 클로로디플루오르메탄에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.47	물리적 상태	기체	증기압	7,250mmHg(25℃)
끓는점	-40.8℃	R-phrase	-	Log Kow	1.08
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 3,500 mg/m^3			STEL 1,250 ppm / 4,375 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: 클로로디플루오르메탄 제조(현장점검)

① 시나리오 : 클로로포름·사염화탄소·육염화에탄 등을 원료로 하고 촉매를 사용해서 플루오르화수소와의 반응으로 만들어진다. 원료투입부터 저장까지 연속공정으로 이뤄진 설비를 점검하는 작업자는 클로로디플루오르메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에어로졸 분사제, 소화기에 사용(충전)

① 시나리오 : 분사기나 소화기에 주내용물과 같이 충전된다. 연속 공정에 의해 압축용기에 주내용물과 함께 충전할 때, 작업자는 클로로디플루오르메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 냉동기 제조(냉매[1]) 주입)

① 시나리오 : 전동기로 압축기를 운전하여 기체상태인 냉매를 압축해서 응축기로 보내고, 이것을 냉동기 밖에 있는 물이나 공기 등으로 냉각해서 액화하는 원리이다. 냉동기의 냉각재로 프레온을 주입하는데, 이 과정에서 작업자는 클로로디플루오르메탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 밀폐된 용기 속의 온도를 그 주위의 온도보다 낮게 하기 위해 기계적인 작업을 하거나, 열을 흡수하여 냉동작용을 하는 장치. 냉동기 속의 저온 쪽에서 고온 쪽으로 열을 이동시키는 열펌프의 역할을 하며, 열을 운반하는 동작유체를 냉매라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 제빙장치 수리(냉매 주입)

① 시나리오 : 제빙관(ice can) 및 저온 브라인조를 이용하는 각빙제조장치와 결빙면에 원료수를 흘려보내거나 살수하여 그 뒷면을 냉매(프레온이나 암모니아)로 직접 냉각하는 자동제빙장치에 프레온을 주입하는 작업 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 냉각장치 해체(분리)

① 시나리오 : 오래된 냉장고나 냉동기를 고물로 처리하여 각 부품을 해체하는 과정에서 냉매(프레온이나 암모니아)로 충전 되어 있는 냉각장치 연결관을 본체로부터 분리할 때, 클로로디플루오르메탄이 대기 중으로 방출되어 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(324) 클로로메틸 메틸에테르 Chloromethyl methyl ether 107-30-2

1. 개요

1) 제조

포르말린과 에탄올 혼합물을 염화수소에 통과시켜 제조한다.

클로로메틸 메틸에테르는 파라포름알데하이드와 염화수소, 지방성화합물의 반응으로 제조된다.

2) 용도

- 이온교환 수지의 제조, 화학물질의 메틸화에 사용
- 알킬화 물질과 혐오성 용액 제조
- 클로로메틸 물질의 합성
- 클로로메틸화제로 사용
- 의약품과 농약 제조시 중간체로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

방수제, 이온교환수지 및 공업용 중합제 제조공정에서 작업자에게 노출되며, 산업체 가스와 화학적 중간산물로 사용할 때도 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	80.52(20℃, 물=1)	물리적 상태	액체	증기압	30mmHg(22℃)
끓는점	59.5℃	R-phrase	11,20/21/22,45	Log Kow	0.32
노출기준(노동부)	TWA 0,05 ppm STEL -				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 클로로메틸 메틸에테르 제조(시료분석)

① 시나리오 : 포르말린과 에탄올 혼합물을 염화수소에 통과시켜 제조한다. 작업자는 합성된 클로로메틸 메틸에테르를 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다.
원료 투입 → 반응 → 메틸 클로로메틸 에테르 합성 → 시료채취 →포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 20 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 클로로메틸 메틸에테르 제조(포장)

① 시나리오 : 포르말린과 에탄올 혼합물을 염화수소에 통과시켜 제조한다. 작업자는 합성된 클로로메틸 메틸에테르를 용기에 담아서 포장하고 라벨을 붙일 때 노출 될 수 있다.

원료 투입 → 반응 → 메틸 클로로메틸 에테르 합성 → 시료채취 →포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 클로로메틸화 중합체 제조(현장점검)

① 시나리오 : 스티렌계중합체 입자를 촉매의 존재 하 클로로메틸 메틸에테르와 반응시켜 클로로메틸화중합체를 제조한다. 반응 생성혼합물에 염화수소를 가하여 증류함으로써 클로로메틸 메틸에테르를 함유하는 유출혼합물을 회수한다. 장치화된 설비를 점검하는 작업자는 클로로메틸 메틸에테르에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(325) 2-클로로-1,3-부타디엔 2-Chloro-1,3-butadiene 126-99-8

1. 개요

1) 제조

비닐아세틸렌에 차가운 염산을 첨가하여 제조한다. 또는 부타디엔을 염소 처리하여 제조한다.

3,4-디클로로-1-부틴(3,4-dichloro-1-butene) 이성질체를 분리한 후, 수산화나트륨과 반응시켜 제조하거나, 아세틸렌을 이합체화(dimerization)한 후 염화수소를 첨가하여 제조한다.

2) 용도

- 인공 고무 제조 시 화학적 중간 생성물로 사용
- 음식물 포장에 사용되는 접착제의 성분
- 네오프렌의 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-클로로-1,3-부타디엔을 제조하고 이것을 폴리클로로프린 탄성 중합체(네오프렌과 같은)의 제조에 사용하는 작업에서 작업자는 2-클로로-1,3-부타디엔에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	88.54	물리적 상태	액체	증기압	25kPa(188mmHg; 25% v/v)(20℃)
끓는점	59.4℃	R-phrase	11,20/22,36	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 35 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-클로로-1,3-부타디엔 제조(시료채취)

① 시나리오 : 부타디엔을 염소로 처리하여 제조한다. 제조 된 2-클로로-1,3-부타디엔의 품질관리를 위해 시료를 채취할 때 작업자에게 노출될 수 있다.
원료(부타디엔) → 염소화 반응 → 2-클로로-1,3-부타디엔 → 시료채취 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-클로로-1,3-부타디엔 제조(시료분석)

① 시나리오 : 부타디엔을 염소로 처리하여 제조한다. 제조 된 2-클로로-1,3-부타디엔의 시료를 채취하여 실험실에서 분석할 때 노출될 수 있다.
원료(부타디엔) → 염소화 반응 → 2-클로로-1,3-부타디엔 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 네오프렌 고무[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 아세틸렌 2분자를 중합시켜 얻은 비닐아세틸렌에 염산을 첨가시켜 클로로프렌을 얻고, 이것을 5℃ 또는 40℃에서 에멀션화 중합반응으로 얻는다. 원료로 2-클로로-1,3-부타디엔이 투입되는 과정에서 작업자가 노출될 가능성이 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리크로로프렌고무(polychloroprene rubber:CR)라고도 하며, 기름·용매·열·풍화에 천연고무보다 더 잘 견디므로 구두밑창, 고무호스, 접착제 등 여러 가지 제품에 쓰인다. 타이어 재료로 쓰기에는 너무 비싸지만, 화학약품과 산화에 잘 견디기 때문에 특수 용도에 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(326) 클로로아세틸클로라이드 Chloroacetyl chloride 79-04-9

1. 개요

1) 제조

모노클로로초산과 삼염화인 또는 염화티오닐을 반응시켜 제조한다. 클로로초산(chloroacetic acid)을 사용해서 케텐(ketene)을 염소화시켜서 제조한다.

케텐을 염화설퍼릴(sulfuryl chloride) 용액(acetic acid methyl ester + sulfuryl chloride)에 -22℃로 유지하면서 천천히 가한다. 적가 후 온도를 22℃로 올려주면 클로로아세틸클로라이드와 디클로로아세틸클로라이드가 제조된다. 합성수율은 84.11%이다. 제조 시 케텐과 염화설퍼릴의 몰(mole) 비가 1:1이어야 하며, 이 제조법의 장점은 미반응의 염화설퍼릴이 쉽게 제거되고 반응에 다시 사용될 수 있다는 것이다(하지만 케텐을 과량으로 사용하는 것은 금한다.).

클로로아세트산과 포스겐을 사용해서 얻을 수 있으며, 클로로아세트산과 포스포러스 옥시클로라이드, 포스포러스 트리클로라이드, 설퍼릴 클로라이드나 포스겐과 같은 염소화 약품으로도 제조 가능하다. 또한, 클로로아세틸 클로라이드는 1.1-디클로로에텐의 산화로부터 얻어질 수 있다.

2) 용도

- 클로로아세토페논 및 제초제 제조에 사용
- 최루가스 합성 시 중간체로 사용
- 아실레이션 반응과 아드레날린, 디아제팜, 클로로에세테이트 에스테르 그리고 클로로아세틱 무수물의 제조에 사용
- 의약품 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	112.95	물리적 상태	액체	증기압	20mmHg(20℃)
끓는점	106℃(105~110℃)	R-phrase	14,23/24/25,29,35,48/23,50	Log Kow	-0.22
노출기준(노동부)	TWA 0.05 ppm / 0.2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 클로로아세틸클로라이드 제조(시료분석)

① 시나리오 : 염화설퍼릴을 케텐에 용해시켜서 클로로아세틸클로라이드를 제조하는 방법으로 케텐을 염화설퍼릴를 사용하여 염소화 시켜서 제조한다. 반응 조건은 −20℃~20℃ 이다. 합성된 클로로아세틸 클로라이드의 시쇼를 채취하여 실험실에서 분석을 할 때 노출 될 수 있다.

원료 투입 → 케텐의 염소화 반응 → 클로로아세틸 클로라이드 합성 → 시료채취/분석 → 포장/출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1)] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 20 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 300, 301

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 클로로아세틸클로라이드 제조(포장)

① 시나리오 : 염화설퍼릴를 케텐에 용해시켜서 클로로아세틸클로라이드를 제조하는 방법으로 케텐을 염화설퍼릴를 사용하여 염소화 시켜서 제조한다. 반응 조건은 -20℃~20℃ 이다. 제조 된 클로로아세틸클로라이드를 드럼통에 담아서 라벨을 붙이고 포장하는 작업을 할 때 노출 될 수 있다.

원료 투입 → 케텐의 염소화 반응 → 클로로아세틸 클로라이드 합성 → 시료채취와 분석 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 2,4-디클로로-5-플루오로벤조산의 제조(투입)

① 시나리오 : 항박테리아 효과가 있는 1-사이클로프로필-6-플루오르-1,4-디히드로-4-옥소-7-피페라지노 퀴놀린 카르복실산 합성에 있어서 중간체인 2,4-디클로로-5-플루오로벤조산을 제조하기 위해서 2,4-디클로로-플루오르벤젠과 클로로아셀틸클로라이드를 아실화하여 제조한다. 촉매 및 유기용매 존재 하에 혹은 유기용매의 사용 없이 30~140℃의 온도에서 반응시켜 2,4-디클로로-5-플루오로페나실-클로라이드를 얻은 다음, 차아염소산나트륨용액과 10~110℃에서 반응시켜 최종생성물인 2,4-디클로로-5-플루오르-벤조산을 제조한다. 반응기에서 투입한 후에 반응이 이루어지기 때문에 클로로아세틸클로라이드를 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(327) 2-클로로에탄올 2-Chloroethanol 107-07-3

1. 개요

1) 제조

에틸렌클로로히드린, 글리콜클로로히드린이라고도 하며 에틸렌과 염소의 혼합가스를 물에 통과시키면 생성된다.

산화에틸렌을 기화시켜 염산과 합성한 후 중화, 증류하면 2-클로로에탄올이 제조된다.

2) 용도

에틸렌 글리콜과 산화에틸렌 제조, 초산 셀룰로즈, 셀룰로즈 에스테르, 각종 수지류의 용제, 식품(곡물, 양념), 의약품, 농약, 수술기구의 소독 등의 용도로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	80.52	물리적 상태	액체	증기압	0.67kPa(5mmHg; 6,600ppm)(20℃)
끓는점	128~130℃	R-phrase	26/27/28	Log Kow	-0.06
노출기준(노동부)	C 1 ppm / C 3 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 2-클로로에탄올 제조(시료분석)

① 시나리오 : 에틸렌과 염소의 혼합가스를 물에 통과시키면 생성된다. 생성된 클로로에탄올을 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다.
원료투입(에틸렌 가스) → 반응(염소) → 2-클로로에탄올

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 301

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-클로로에탄올 제조(포장)

① 시나리오 : 에틸렌과 염소의 혼합가스를 물에 통과시키면 생성한다. 생성된 클로로에탄올을 드럼통에 주입할 때 작업자에게 노출될 수 있다.
원료투입(에틸렌 가스) → 반응(염소) → 2-클로로에탄올

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	250 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에틸렌글리콜 제조(투입)

① 시나리오 : 에틸렌클로로히드린을 탄산나트륨 수용액과 오토클레이브 속에서 가열하여 가수 분해하면 생긴다. 에틸렌클로로히드린을 오토클레이브에 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 산화에틸렌 제조(투입)

① 시나리오 : 에틸렌클로로히드린을 가수분해, 중화하여 제조한다. 에틸렌클로로히드린을 반응기에 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(328) 클로로에틸렌 Chloroethylene 75-01-4

1. 개요

1) 제조

염화비닐모노머라고도 하며, 에틸렌을 과잉 반응시키는 방식으로 염화물 촉매를 사용하여 제조한다. 클로로에틸렌은 활성탄으로부터 200~350℃의 온도에서 분리되어 증류에 의해 클로로에틸렌과 염화수소로 분해되어 제조된다.

실험실에서는 염화에틸렌(1,2-디클로로에탄: EDC)의 알칼리에 의한 염화수소 이탈반응에 의해서 생성되나, 염화제이수은을 흡착시킨 활성탄을 촉매로 하여, 아세틸렌과 염화수소의 혼합기체를 150~220℃에서 통하게 하면 높은 수득률로 염화비닐을 얻을 수 있다(아세틸렌법). 염화철을 촉매로 사용하며 에틸렌을 염소화시킨 EDC를 만든다. 다음에 활성탄 담지 산화철·산화주석 촉매 위를 480~500℃에서 약 2%의 염소를 함유하는 EDC를 통과시켜 분해하면, 수득률 70% 이상에서 클로로에틸렌과 염화수소가 생긴다(에틸렌법).

2) 용도

서스펜 중합·에멀션 중합의 두 방법으로 중합되어 폴리염화비닐이 되며, 대량으로 생산된다. 또 염화비닐리덴의 원료로도 사용한다.

염화비닐의 합성, PVC수지의 제조, 클로로아세트알데히드와 메틸클로로포름 제조, 에어로솔 추진제, 유기약품과 화장품의 제조, 냉장고의 냉매, 열에 민감한 물질의 추출용제로 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	62.50	물리적 상태	기체	증기압	2,580mmHg(20℃)
끓는점	-13.37℃	R-phrase	45,12	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 클로로에틸렌 제조(현장점검)

① 시나리오 : 에틸렌을 과잉 반응시키는 방식으로 염화물 촉매를 사용하여 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6 시간이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 클로로에틸렌 제조(시료채취)

① 시나리오 : 에틸렌을 과잉 반응시키는 방식으로 염화물 촉매를 사용하여 제조한다. 생성된 클로로에틸렌을 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다.

일상적으로 수행하는 현장 업무 중 샘플링 작업 시 순간적으로 고농도의 증기에 노출될 우려가 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화비닐(클로로에틸렌) 제조(포장출하)

① 시나리오 : 염화철을 촉매로 사용하며 에틸렌을 염소화시킨 EDC를 만든다. 그 후, 활성탄 담지 산화철·산화주석 촉매 위를 480~500℃에서 약 2%의 염소를 함유하는 EDC를 통과시켜 분해하면, 수득률 70% 이상의 염화비닐과 염화수소가 생긴다(에틸렌법).

출하 작업 시 노출이 발생할 우려가 높다. 출하작업은 파이프라인을 통해서 인접 사용자의 저장탱크로 직접 이송하는 방법과 탱크로리를 이용하는 방법, 그리고 드럼포장 등 3가지 유형이 있다. 이중 탱크로리 작업 및 드럼포장 작업 시 삼키거나 눈과 피부에 접촉하여, 또는 흡입 및 피부흡수에 의한 노출이 발생할 수 있다. 탱크로리 출하관리업무는 1일 평균 40분 정도 수행한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	4,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 폴리염화비닐[1] 사용(투입)

① 시나리오 : 염화비닐수지라고도 하며, 단독중합체라도 분자량에 따라 성질이 달라진다. 중합은 과산화물과 아조산계 촉매를 써서 이루어지는데, 빛·α선의 조사로도 중합된다. 두 가지의 중합방식(에멀션화 중합법과 서스펜션중합법)으로 제조된다. 이렇게 제조 된 폴리염화비닐이 아래와 같이 제품의 목적에 따라 혼합하기 위해 원료로 투입되는 공정에서 작업자는 클로로에틸렌에 노출될 수 있다.

폴리염화비닐(염화비닐분말, 안정제, 가소제, 안료, 기타) → 혼합 → 압출성형 → 관, 전선피폭 등

폴리염화비닐(염화비닐분말, 안정제, 가소제, 안료, 기타) → 혼합 → 칼렌다 가공 → 필름시트, 모조가죽

폴리염화비닐(염화비닐분말, 안정제, 가소제, 안료, 기타) → 혼합 →사출성형 → 용기, 정기기계제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 염화비닐의 단독중합체 및 염화비닐을 50% 이상 함유한 혼성중합체를 일컫는다. 결정성이 낮고, 가공시 접착이 어려운 특징이 있다. 연질 제품으로서 포장용·농업용 등의 시트나 필름에 사용되고, 경질 제품에서는 압출성형에 의한 수도관의 제조에 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 염화비닐리덴(vinylidene chloride)[1]제조(시료분석)

① 시나리오 : 에틸렌의 동일 탄소에 결합한 2개의 수소가 염소에 의해 치환된 화합물로 1,1-디클로로에탄이라고도 한다. 염화비닐에 염소를 첨가하여 생기는 염화비닐리덴을 석회유로 염화수소를 이탈시켜서 제조하며 불안정하여 산소와 접촉하면 과산화물을 만든다.

염화비닐리덴 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있으며, 작업자의 노출은 원료나 중간반응체를 분석하는 작업 시 일어날 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 이 과산화물은 충격에 의해서 폭발하는 수가 있으므로, 정제 및 저장은 질소기류 속이나 물 속의 어두운 곳에서 한다. 열·빛·촉매에 의해서 중합하여 폴리염화비닐리덴이 된다. 단, 단독으로 중합한 것은 가공하기가 어려워, 염화비닐·사세트산비닐·아크릴로니트릴 등과 혼성 중합한 것이 사용된다. 이것은 불에 잘 타지 않고, 약품·마찰에 강한 장점을 가진다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(329) 1-클로로-2,3-에폭시 프로판[1] 1-Chloro-2,3-epoxy propane
106-89-8

1. 개요

1) 제조

에피클로로히드린이라고도 하며, 프로필렌과 염소를 사용하여 중간체인 알릴클로라이드를 제조한 후 염소 및 수산화칼륨 용약을 첨가 반응시켜 최종 제품인 에피클로로히드린을 생산한다. 생성된 에피클로로히드린을 증류 정제하여 제품화 한다.

염산수용액 중에서 알릴알코올을 염소화해 디클로로프로판올이 생성되고, 이를 알칼리에 의해 탈염산 공정을 거치게 하여 생성한 에피클로로히드린을 증류 정제한다.

2) 용도

- 에폭시수지의 원료
- 글리시드・글리세롤 유도체의 합성에 사용
- 염소화고무의 안정제로 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	92.53	물리적 상태	액체	증기압	1.67kPa(13mmHg; 16,400ppm)(20℃)
끓는점	117.9℃	R-phrase	45,10,23/24/25,34,43	Log Kow	0.45
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 1.9 mg/m^3			STEL -	

1) 에피클로로히드린(epichlorohydrin), 무색의 액체, 3-클로로프로필렌옥시드, 1-클로로-2, 3-에폭시프로판 등이라고도 한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 에피클로로히드린 제조(시료채취)

① 시나리오 : 프로필렌과 염소를 사용하여 중간제품인 아크릴로라이트를 제조한 후 염소 및 수산화칼륨 용약을 첨가 반응시켜 최종 제품인 에피클로로히드린을 생산한다. 생성된 에피클로로히드린을 증류 정제하여 제품화 한다. 제조과정에서 중간생성물이나 제품의 시료를 채취하여 분석 작업을 할 때 작업자가 노출될 수 있다.

프로필렌 → 기상염소화 → 냉각 → 증류 → 아크릴로라이트 합성 → 염소와 수산화칼슘 첨가(차아염소화) → 탈염산 → 에피클로로히드린 합성 → 수분제거 → 증류 → 에피클로로히드린 제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 에피클로로히드린 제조(포장)

① 시나리오 : 프로필렌과 염소를 사용하여 중간제품인 아크릴로라이트를 제조한 후 염소 및 수산화칼륨 용약을 첨가 반응시켜 최종 제품인 에피클로로히드린을 생산한다. 생성된 에피클로로히드린을 증류 정제하여 제품화 한다. 제품을 드럼통(240kg)에 주입한 후 마개를 닫고, 라벨을 붙이는 작업 중에 노출될 수 있다.

프로필렌 → 기상염소화 → 냉각 → 증류 → 아크릴로라이트 합성 → 염소와 수산화칼슘 첨가(차아염소화) → 탈염산 → 에피클로로히드린 합성 → 수분제거 → 증류 → 에피클로로히드린 제품

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에폭시수지(epoxy resin) 제조(투입)

① 시나리오 : 비스페놀 A(2,2-비스(4'-옥시페놀)프로판)와 에피클로르히드린을 수산화나트륨의 존재 하에서 작용시키면 제1차 수지(프레폴리머)가 생긴다. 제1차 수지는 원료의 배합조건에 따라 기름 모양의 것에서 연화점 160℃ 가까운 고체 모양의 것까지 얻을 수 있기 때문에 후일의 용도에 따라 반응조건을 선택한다. 제1차 수지에 m-페닐렌디아민 등 아민, 프탈산 무수물 등 산(경화제)을 첨가하면 경화제의 종류나 반응조건에 따라 각각 성질이 다른 수지가 생긴다.

원료를 계량해서 투입할 때 노출될 수 있다. 원료저장 탱크로부터 원료의 투입 및 이송도 자동으로 수행되고 있다. 반응 후 반응기의 공기를 외부로 배출시키는 진공 펌프 주변에서 고농도의 노출이 우려된다.

원료 계량/투입(비스페놀 A, 에피클로로히드린) → 중화 → 반응 → 1차 에폭시 생성 → m-페닐렌 디아민과 프탈산 무수물 → 제품 생산 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에폭시 수지 반응성 희석제[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 희석제는 에폭시 수지나 경화제에 첨가하여 점도를 저하시키는 것이 주목적이며, 사용 시 흐름성, 탈포성의 개선, 부품 세부에 침투의 개선 등 또는 충진제를 효과적으로 첨가 할 수 있도록 하는 역할을 한다.

에폭시 반응성 희석제 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있다. 따라서 작업자의 노출은 각종 점검을 위한 현장 출입 시와 원료투입 시 및 반응이 일어나는 반응조 부근에서 발생할 수 있다.

원료주입(페놀, 에피클로로히드린) → 촉매 활성화 → 1차 반응 → 숙성 → 2차 반응(NaOH 투입) → 수세 → 에피클롤히드린 회수 → 정제 → 중화 및 수세 → 탈수 → 여과 및 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 에폭시 수지는 경화제를 배합하면 경화의 목적은 달성할 수 있으나 사용목적, 용도, 조건 등에 부합되지는 않으므로 이를 충족키 위해서 부자재가 필요하다. 부자재의 사용목적은 경화 전 사용조건 및 작업조건에 적합하도록 변성시키는 것과, 경화된 수지에 특성을 부여 할 목적으로 사용되며, 부자재는 경화촉진제, 희석제, 충진제, 기타 첨가제로 분류 할 수 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 엔도설판(살충제) 제조(주입)

① 시나리오 : 살충제로 사용되는 엔도설판 제조 시 에피클로로히드린이 촉매제로 사용된다. 드럼에 들어있는 에피클로로히드린을 자바라 펌프를 이용하여 계량대에서 대략 30kg 계량 후 반응기에 투입한다. 투입은 작업자가 직접 수행하며, 작업시간은 10분 이내로, 이 때 높은 농도에 노출될 우려가 있다.

주원료는 외부의 저장탱크에 연결된 배관을 통해 자동 주입되고, 근로자는 대부분 제어실(Control room)에서 작업하고 있으며, 작업현장에서는 반응로의 계기판, 밸브상태, 온도 및 압력, 발열, 반응이나 이상 반응상태 등 반응, 설비, 운전조건을 확인하는 작업을 수시로 하고 있다. 반응 시 발생하는 가스, 증기는 반응로 내부에 있는 배출관을 통해 증류장치로 이송하여 재사용하고 나머지는 외부의 세정 집진장치를 통해 정화한다.

원료 주입(CPD, ED, 톨루엔, ECH) → 적하 및 1차반응 → 이송 → 원심여과(수산화나트륨 처리) → DAA 사입(톨루엔 투입) → 적하 및 2차반응(염화수소 피수) → 가수분해(물투입) → 1차 세척 분액(탄산나트륨, 물 투입, 톨루엔 세척) → 2차 세척 분액 → 용매 유거(톨루엔 유거) → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 계면활성제(샴푸 보습제 원료, 섬유 유연제) 제조(투입)

① 시나리오 : 원료는 드럼형태로 입고되고 있다. 입고된 드럼형태의 원료는 호이스트나 지게차를 이용하여 반응기로 이동시키며, 작업자가 드럼의 뚜껑을 열고 펌프를 연결하여 반응기로 투입하거나 드럼통을 이용하여 직접 반응기에 투입하는 형태로 진행하고 있다. 이러한 원료 투입 시 높은 농도에 노출될 수 있다. 작업자는 ECH투입 작업 및 현장 기기 관리, 포장 등의 업무를 수행하고 있으며, 이 과정에서 노출될 수 있다.

원료 주입(TMA, EDC, ECH) → 반응 → 숙성 → 추출 → 포장

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(330) o-클로로톨루엔 o-Chlorotolune 95-49-8

1. 개요

1) 제조

o-톨루이딘의 디아조화(샌드마이어 반응)에 의해 생성되거나 톨루엔을 촉매 존재하에 염소와 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 유기화학물질, 색소, 의약품, 합성고무의 제조에 사용
- 중비점 용제로 사용
- 트릴린 제조에 사용
- o-클로로벤조니트릴, o-클로로벤조익 산(chlorobenzoic acid) 제조에 사용
- 항균제

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	126.58	물리적 상태	액체	증기압	10mmHg(43.2℃)
끓는점	159.2℃	R-phrase	20,51/53	Log Kow	3.42
노출기준(노동부)	TWA 50 ppm / 250 mg/m^3			STEL 75 ppm / 375 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: o-클로로톨루엔 제조(현장점검)

① 시나리오 : 톨루엔을 철을 촉매로 하여 염소와 반응 시키면 염소화가 벤젠고리에서 일어나 o- 및 p-클로로톨루엔을 생성한다. o-클로로톨루엔의 노출은 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: o-클로로톨루엔 제조(포장)

① 시나리오 : 톨루엔을 철을 촉매로 하여 염소와 반응 시키면 염소화가 벤젠고리에서 일어나 o- 및 p-클로로톨루엔을 생성한다. 출하 작업 시 노출이 발생할 우려가 높다. 출하작업은 파이프라인을 통해서 인접 사용자의 저장탱크로 직접 이송하는 방법과 탱크로리를 이용하는 방법, 그리고 드럼포장 등 3가지 유형이 있다. 이중 탱크로리 작업 및 드럼포장 작업 시 노출이 발생할 수 있다. 드럼포장 작업시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	800 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: o-클로로벤조산(chlorobenzoic acid) 제조(시료분석)

① 시나리오 : o-클로로톨루엔을 공기 또는 과망간산 칼륨으로 산화하여 제조한다. o-클로로벤조산 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있다. 따라서 작업자는 생성된 o-클로로벤조산을 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 트릴린 제조(투입)

① 시나리오 : 트릴린[1](α,α,α-Trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine), 상품명(Trepanocide), 일반명(Trifluralin)을 제조하는 원료로 o-클로로톨루엔이 사용된다. 클로로톨루엔을 출발원료로 하여 3,5-디니트로-4-클로로-벤조트리플로라이드를 제조하고 디-n-프로필아민을 반응시키면 트릴린이 제조된다. 작업자는 클로로톨루엔을 계량하여 용기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 황등색결정, 비호르몬형 제초제
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(331) 2-클로로-6-(트리클로로메틸)피리딘
2-Chloro-6-(trichloromethyl)pyridine 109-06-8

1. 개요

1) 제조

α-피콜린, 메틸피리딘이라고도 하며, 아세트알데히드와 암모니아를 반응시키면 α-피콜린과 γ-피콜린이 생성된다.

아세톤과 아크릴로니트릴 합성(cyanoethylation/cyclization)에 의해 제조된다.

콜타르 및 골유에서 제조된다.

350℃에서 염화아연과 과량의 암모니아를 첨가한 시클로헥실아민으로부터 얻는다.

에틸렌수은 아세테이트 부가물과 암모니아수의 반응에 의해 얻어진다.

2) 용도

- 염색약 및 수지산업의 중간생성물
- 고무제, 용매제, 실험시약에 대한 유기성 중간생성물

메틸피리딘의 가장 일차적인 용도는 2-비닐피리딘의 전구체 역할을 하는 것이다. 또한, 다양한 화학비료 및 의약품에 이용되며, 그 예로 비료에서 암모니아 손실 방지를 위한 니트라피린(nitrapyrin), 제초제인 피클로람, 암프롤륨(amprolium) 등이 있다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

아세트알데하이드와 암모니아로 메틸피리딘을 제조하는 공장작업자들과 코크스 제조에서 이 물질을 추출해내는 공장의 작업자들은 노출가능성이 매우 높다. 공기 샘플에서 물질이 발견되는 타르와 피치공장의 작업자들도 노출가능성이 있다. 또한, 피리딘이 폐기물에서 발견되는 석탄을 가스화 및 액화시키고 기름을 추출해내는 에너지 공장 작업자들도 노출가능성이 있다. 메틸피리딘을 화학 매개체로 이용하는 폴리머 접착제, 아크릴 섬유, 비닐 수지, 해충제, 의약품 등의 제조 시에도 미량 노출될 것으로 예상된다.

(1) 물질특성

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	93.13	물리적 상태	액체	증기압	11.2mmHg(25℃)
끓는점	128~129℃	R-phrase	22,51/53	Log Kow	1.11
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3			STEL 20 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 메틸피리딘 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아세트알데히드와 암모니아를 반응시키면 α-피콜린과 γ-피콜린이 생성된다. 생성된 메틸피리딘의 시료를 채취하여 분석할 때 노출될 수도 있지만, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 2-메틸피리딘 제조(포장)

① 시나리오 : 제조 된 피리딘을 포장 시 노출이 발생할 우려가 높다. 드럼관이나 캔에 포장 하는데, 이 때 흡입 및 피부흡수에 의한 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
바분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 에폭시 파우더의 열분해

① 시나리오 : 메틸피리딘은 아민으로 경화시킨 에폭시 파우더 페인트의 열분해로 생성되며, 이 때 에폭시 수지가 폴리머로 분해 될 정도의 뜨거운 표면에(350℃)에 침착되면, 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(332) 클로로펜타플루오로에탄 Chloropentafluoro ethane 76-15-3

1. 개요

1) 제조

사염화탄소・클로로포름・테트라클로로에틸렌 등 탄화수소의 클로로치환체에 촉매를 사용하여 플루오르수소(경우에 따라서는 플루오르수소와 염소)를 작용시켜 제조한다.

450℃에서 1,1,1-트리클로로-2,2,2-트리클로로에탄을 플루오르화수소로 플루오르화하여(플루오르화알루미늄 촉매제를 사용해서) 생산한다.

퍼클로로에틸렌, 염소, 그리고 플루오르화수소를 삼플루오르화알루미늄에 통과시켜서 생산한다.

클로로포름・사염화탄소 육염화에탄 등을 원료로 하고 촉매를 사용해서 플루오르화수소와 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 절연 가스로 사용
- 가전제품, 자동차 냉난방 장치, 소매 음식 냉각 시스템에서 냉각제로써 사용
- 에어로졸 스프레이로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

클로로펜타플루오로에탄을 제조하고 그것을 추진제 및 냉각제로써 사용하는 작업과정에서 클로로펜타플루오로에탄에 노출될 수 있다.

클로로펜타플루오로에탄은 더 이상 제조되지 않음에도 불구하고, 대기 중 공기흡입을 통해 매우 낮은 수준으로 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	154.47	물리적 상태	기체	증기압	6,860mmHg(25℃)
끓는점	-39.1℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 6,320 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 클로로펜타플루오로에탄 제조(현장점검)

① 시나리오 : 450℃에서 1,1,1-트리클로로-2,2,2-트리클로로에탄을 플루오르화수소로 플루오르화하여(플루오르화알루미늄 촉매제를 사용해서) 생산한다.

생성된 클로로펜타플루오로에탄을 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 냉동기 제조(냉매[1]) 주입)

① 시나리오 : 전동기로 압축기를 운전하여 기체상태인 냉매를 압축해서 응축기로 보내고, 이것을 냉동기 밖에 있는 물이나 공기 등으로 냉각한다. 냉동기의 냉각제로 클로로펜타플루오로에탄을 주입하는데, 이 과정에서 작업자는 클로로펜타플루오로에탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 50 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 밀폐된 용기 속의 온도를 그 주위의 온도보다 낮게 하기 위해 기계적인 작업을 하거나, 열을 흡수하여 냉동작용을 하는 장치. 냉동기 속의 저온 쪽에서 고온 쪽으로 열을 이동시키는 열펌프의 역할을 하며, 열을 운반하는 동작유체를 냉매라 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 냉각장치 해체(분리)

① 시나리오 : 오래된 냉장고나 냉동기를 고물로 처리하여 각 부품을 해체하는 과정에서 냉매(클로로펜타플루오로에탄)로 차 있는 냉각장치 연결관을 분리할 때, 클로로펜타플루오르에탄이 대기 중으로 방출되어 작업자가 이에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 25 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에어로졸 분사제, 소화기에 사용(충전)

① 시나리오 : 분사기나 소화기에 주내용물과 같이 충전한다. 연속 공정에 의해 압축용기에 주내용물과 함께 충전할 때, 작업자는 클로로펜타플루오르에탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(333) 클로로포름[1] Chloroform 67-66-3

1. 개요

1) 제조

에탄올에 표백분을 작용시키거나, 아세톤에 하이포염소산칼슘을 작용시켜 제조하며, 이 밖에 메탄올을 염소화하여 염화메틸이나 염화 메틸렌을 제조할 때 부산물로 생성된다.

2) 용도

- 추출용제로서 약품, 고무, 유지, 향료, 스테롤 및 알카로이드 제조 시 이용
- 화학분석용 시약, 방부제 또는 살균제, 살충제, 곰팡이 제거제, 항생제 불순물 제거에 사용
- 일반용제로서 플라스틱, 색소, 유류, 왁스, 고무, 사진현상, 드라이클리닝 등에 사용
- 흡입 전신마취제

3) 노출 및 결정인자[2]

플루오로카본 생산 공정, 펄프 및 제지 공정, 폐기물처리공정, 약품 추출 공정, 향수 제조, 드라이크리닝 작업 중 클로로포름에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	119.39	물리적 상태	액체	증기압	210.7hPa/158.4mmHg(20℃)
끓는점	61.62℃	R-phrase	22,38,40,48/20/22	Log Kow	1.97
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 50 mg/m^3			STEL -	

1) 트리클로로메탄의 약전명이다. 공기와 빛에 의해 서서히 산화되어 맹독을 지닌 포스겐을 생성하는데, 이것은 소량의 에틸알코올에 의해서 저지되므로, 시중에서 판매되는 클로로포름에는 보통 0.5~1%의 무수알코올이 첨가되어 있다. 산화를 방지하기 위해 갈색병에 넣어 마개를 꼭 닫아서 차고 어두운 곳에 보존해야 한다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 클로로포름 제조(시료채취)

① 시나리오 : 아세톤에 하이포염소산칼슘을 작용시켜 제조한다. 품질관리를 위해 제조 된 클로로포름을 채취하여 분석할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 추출[1]용 용매로 사용(투입)

① 시나리오 : 액체에서 추출하려면 그 액체와는 섞이지 않는 액체를 추출제로 삼아, 분액깔대기를 사용하며 두 액상 사이의 분배평형에 의해 분리한다. 이런 조작을 연속적·자동적으로 진행시키는 향류분배는 조성이 복잡한 천연물 시료에서 미량성분을 분리·정제하는 데 이용된다. 물·산·염기·알코올·아세톤·에테르·석유에테르·벤젠·아세트산에틸·클로로포름·사염화탄소·메틸이소부틸케톤(MIBK)·인산삼부틸(TBP) 등의 용매를 목적에 따라 사용 한다.

용매추출시스템은 밀폐되어 있기 때문에 추출용매를 투입할 때 노출될 가능성이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고체 또는 액체에 적당한 용매를 가하여, 그 용매에 가용성 성분을 녹여내는 분리법.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 디클로로메탄 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 클로로포름을 아연과 아세트산으로 환원하여 제조한다. 디클로로메탄 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있다. 따라서 작업자의 노출은 클로로포름을 계량하여 투입할 때 및 각종 점검을 위한 현장 출입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 프레온 제조(투입)

① 시나리오 : 사염화탄소・클로로포름・테트라클로로에틸렌 등 탄화수소의 클로로치환체에 촉매를 사용하여 플루오르수소(경우에 따라서는 플루오르수소와 염소)를 작용시키는 방법으로 만든다. 원료를 투입할 때 클로로포름에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 12.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 살리실알데히드[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀과 클로로포름을 수산화나트륨 존재 하에서 반응시키면 얻어진다. 원료를 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 향기가 나기 때문에 향료로도 이용되지만, 주요 용도는 쿠마린의 합성원료이다. 방향족 알데히드의 하나. 히드록시벤즈알데히드라고도 한다. 카시아기름 등의 식물정유 속에 함유되어 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(334) 탄산칼슘 Calcium carbonate 471-34-1

1. 개요

1) 제조

탄산의 칼슘염으로 자연계에 존재하는 염 중에서 가장 많다. 그 형태도 여러 가지이며, 대리석・방해석・선석・석회석・백악・빙주석・조개껍질・달걀껍질・산호 등으로서 존재한다.

실험실에서 수용성 칼슘염에 탄산알칼리를 작용시키거나, 석회수에 이산화탄소를 통과시켜 제조한다.

공업적으로는 석회석을 분쇄하여 가루를 만들어 체로 쳐서 가르거나 풍피(공기 중에서 고체입자가 자유 침강할 때 속도의 차이를 이용하여 입자를 크기 또는 비중에 따라 나누는 조작)하여 얻는다. 이것을 중질탄산칼슘이라 한다.

또한, 석회유에 이산화탄소를 불어넣어 생기는 침전을 여과・건조・미세분쇄하여 얻는데, 이것을 경질 탄산칼슘이라고 한다.

조개껍질을 습식 분쇄하여 얻을 수 도 있는데, 이것을 호분이라 한다.

2) 용도

- 생석회, 시멘트, 도료, 치과재료, 화장품, 식품, 의약품(제산제) 제조
- 산화칼슘의 원료, 제철・건축재료 등의 각종 중화제로서 사용된
- 호분은 백색안료・수성도료에 사용
- 침강 탄산칼슘은 안료, 도료, 치약, 고무 보강제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.09	물리적 상태	분말	증기압	자료 없음
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 제지 공정(투입)

① 시나리오 : 종이는 펄프를 얇게 떠서 만든다. 충전 공정 시 종이의 셀룰로오스 사이를 매워 주고 흰색감을 높이며 인쇄효과를 좋게 하기 위하여 고해가 끝날 무렵에 충전물을 첨가한다. 충전물로는 점토, 탄산칼슘, 산화티탄, 활석 등이 쓰인다. 충전물로 탄산칼슘을 투입 시 노출 될 수 있다.

펄프 → 표백 → 고해 → 충전 → 사이징 → 초지 → 종이

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 거품유리[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 유리분말에 탄소·탄산칼슘 등의 발포제를 넣고 가열하여 연화와 동시에 거품을 내게 하고 냉각하여 거품에 의해 부풀어 오른 상태에서 고체화시킨다. 탄산칼슘을 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 미세한 거품을 균일하게 품은 유리. 유리 속의 거품은 각각 독립되어 공기가 거품에서 거품으로 유동되지 않으므로 단열성이 좋고 전기의 절연성도 좋으며 가볍고 방음성이 뛰어나다. 거품이 차지하는 부피는 거품유리 전체의 80~90%나 된다. 냉장고 등의 보온·보냉제, 건축의 단열재에 많이 사용한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 불포화폴리에스테르수지[1]의 충전재로 사용(투입)

① 시나리오 : 불포화폴리에스테르를 스티렌모노머에 용해하고 과산화벤조일을 촉매로서 첨가한 후, 다시 충전재(탄산칼슘 등), 유리섬유와 같은 강화재・활제・착색제 등을 가해 가열・중합시켜 만든다. 충전재로 탄산칼슘을 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 불포화이염기산과 2가의 알코올을 중축합시켜 불포화폴리에스테르를 만들고 이것에 다시 불포화결합을 가지는 비닐모노머를 라디칼혼성중합시켜 만드는 열경화성수지.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 칼슘질비료 제조(배합)

① 시나리오 : 생석회, 탄산칼슘, 소석회, 고토석회 등을 혼합하여 제조한다. 주로 토양의 산성화를 바로잡기 위해 사용하며, 사용량도 보통 비료에 비해 매우 많다. 탄산칼슘을 투입하여 배합할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 포스터컬러(poster color) 제조(혼합)

① 시나리오 : 주로 광고도안용으로 쓰이는 불투명 수채화 그림물감으로, 안료·탄산칼슘·점토질·글리세린·아교 등을 혼합하여 지면에 대한 정착성을 높인다. 탄산칼슘을 투입하여 배합할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(335) 터페닐 Terphenyl 92-94-4

1. 개요

1) 제조

p-디브로모벤젠(dibromobenzene) 또는 브로모벤젠 및 나트륨으로부터 제조한다.

터페닐 이성질체 혼합물은 증류에 의해 분리한다.

터페닐은 벤젠의 dehydrocondensation에 의한 비페닐(biphenyl) 제조의 부산물이다.

2) 용도

- 스티렌과 중합시켜 플라스틱 형광체 제조 시 사용
- 단일 결정체는 섬광 계수기로 사용
- 번지지 않는 윤활제의 화학 성분
- 원자로의 냉각제
- 열저장 및 열 이동 물질(태양열 난방 시스템)
- 자외선 차단 로션의 성분
- 직물 염료 매개체(carrier)

3) 노출 및 결정인자[1)]

터페닐을 함유하는 혼합물을 제조하고 그것을 열저장 및 열 이동 약품으로써, 직물 염료 매개체(carrier)로써, 그리고 번지지 않는 윤활제 제조 시 중간 생성물로써 사용하는 작업에서 근로자들은 터페닐에 노출될 수 있다. 터페닐은 그것의 이성질체에 관계없이 석유에서도 자연적으로 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	230.31	물리적 상태	고체	증기압	0.035kPa(0.00026mmHg; 0.35ppm)(20℃)
끓는점	332~381℃	R-phrase	37	Log Kow	5.52
노출기준 (노동부)	C 0.5 ppm / C 5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 터페닐 제조(시료채취)

① 시나리오 : para-디브로모벤젠(dibromobenzene) 또는 브로모벤젠 및 나트륨으로부터 제조한다. 품질관리를 위해 시료를 채취하고 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 전열매체(heating medium)[1]로 사용

① 시나리오 : 보통 공업에서 사용되는 전열매체에는 물・수증기・공기・연도가스・석유・수은・나트륨・칼륨 및 비페닐에테르와 비페닐의 혼합물인 다우섬(dowtherm) 등이 있다. 화학공업의 발달에 따라 높은 온도가 요구되며, 디페닐과 디페닐에테르의 공융혼합물이 1931년 다우삼 A로서 발매된 이래, 각종 유기전열매체가 연구・개발되어 여러 가지 상표명으로 시판되고 있다. 전열매체를 태양열 난방 시스템에 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 열매체라고도 한다. 열원에서 전열매체로 전하고, 이것을 순환시켜서 피가열체를 간접적으로 가열하는 방식은, 직접가열법에 비해서 국부가열을 피할 수 있고, 온도조절이 용이하며, 화재나 폭발의 위험성도 적어서 공업적으로 널리 이용된다. 일반적으로 사용되는 전열매체는 연도가스・가열공기・물・수증기・기름 등이다. 물은 비열・증발열이 크고 안정되어 있는 등, 뛰어난 성질이 있으나, 증기압이 높고, 100℃ 이상의 가열에는 가압상태로 사용하지 않으면 안되며, 약 200℃가 한도이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(336) 텅스텐(가용성화합물) Tungsten(soluble compounds) 7440-33-7

1. 개요

1) 제조

텅스텐은 주로 회중석, 철망간중석 등의 텅스텐산염석의 형태로 채굴된다. 철망간중석을 알칼리융해하거나 회중석을 염산으로 처리하면 산화텅스텐수화물이 만들어진다. 이것을 원료로 수소기류 속에서 700℃ 이상, 또는 탄소와 1,100℃ 이상으로 가열하거나 규소, 나트륨, 마그네슘 등의 금속과 함께 가열하면 텅스텐 분말을 얻는다.

플루오르화수소산·융해염화칼륨 등에서 전기분해에 의해 환원시켜도 된다. 이렇게 해서 얻은 분말 텅스텐은 다져서 하소·소결하는 분말야금법을 사용하여 선상 텅스텐으로 만든다. 금속단결정으로 만들 때는 유기물을 결합제로 하여 수소기류 속에서 2,200℃로 가열하는 등의 방법이 있다.

2) 용도

주로 텅스텐강, 고속도강 등의 합금을 제조하는 데에 사용되며, 순수한 텅스텐은 백열전구나 진공관의 필라멘트, 용접용 전극, 전기접점 등과 같은 전기 분야에서 사용된다. 또한 탄화물은 대단히 단단하여 기계 공구에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

텅스텐 원광석의 제련공정, 텅스텐 카바이드 분말의 제조 시에 노출 될 수 있다. 텅스텐 카바이드 또는 텅스텐 분진의 노출은 텅스텐 함유 금속의 분쇄, 선박작업, 소결작업, 자르기, 연마작업에서 노출될 수 있다. 텅스텐은 끓는점이 매우 높기 때문에 증기에 의한 노출은 미미하다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	183.85	물리적 상태	고체	증기압	1.97×10^{-7}mmHg(2,327℃)
끓는점	5,927℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL 3 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 텅스텐 제조(포장)

① 시나리오 : 텅스텐은 주로 회중석, 철망간중석 등의 텅스텐산염석의 형태로 채굴된다. 철망간중석을 알칼리융해하거나 회중석을 염산으로 처리하면 산화텅스텐수화물이 만들어진다. 이것을 원료로 수소기류 속에서 700℃ 이상, 또는 탄소와 1,100℃ 이상으로 가열하거나 규소, 나트륨, 마그네슘 등의 금속과 함께 가열하면 텅스텐 분말을 얻는다. 제조 된 텅스텐 분말을 용기에 포장하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 3.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 전구나 진공관의 필라멘트 제조

① 시나리오 : 텅스텐을 가는 선으로 만들어서 전구의 필라멘트로 사용한다. 텅스텐을 가는 선으로 신선, 인발 가공하는 과정에서 미미하게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 5.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 텅스텐 합금(융해)

① 시나리오 : 텅스텐은 고속도강[1]에 약 18%, 영구자석강에 5~6%, 스테라이트계통의내열·내식 합금에 5~22% 첨가된다. 내열합금은 철에 크롬을 첨가하여 내산화성을 증가시키고 텅스텐·몰리브덴·바나듐·티타늄 등을 첨가하여 고온강도를 높여 만든다. 텅스텐을 융해할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고속도강(high speed steel) :주로 바이트·밀링커터·끌 등의 절삭용 공구에 사용되는 특수강. 주로 바이트·밀링커터·끌 등의 절삭용 공구에 사용되는 특수강. 약칭은 하이스. 종래의 담금질하여 경화한 강재로 만든 공구는 너무 빠른 속도로 절삭하면 마찰열 때문에 과열되어 날이 무디게 되어 버리는데 비하여 이강재는 상당히 빠른 속도로 절삭하여도 열화되지 않는다. 강에 텅스텐·크롬·바나듐을 첨가한 특수강에서 출발하여, 최근에는 텅스텐의 함량을 줄이고 몰리브덴을 첨가한 것도 만들어지고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 방염재료[1](투입)

① 시나리오 : 섬유에 대한 가공제는 내세탁성면에서 볼 때 일시적 처리제와 내구성 처리제로 나뉜다. 일시적 처리제의 예로는 이차인산암모늄·술파민산암모늄 등의 암모늄염과 인산염·붕산염·텅스텐산염 등의 무기화합물이 있다. 섬유 처리 시, 가공제를 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 목재·섬유제품·종이 등의 가연물이 불꽃으로 발화된 후 불꽃을 멀리했을 때 자연연소를 계속하거나 타다 남은 불꽃이 계속해서 전파되지 않도록 하기 위한 처리 가공재료. 내구성처리제로는 물에 불용성인 수산화물을 생성하는 염화티탄(Ⅳ) TiCl 염화안티몬(V) SbCl 등의 금속염화물 외에 셀룰로오스의 히드록시기와 화학적 결합을 할 수 있는 기를 가진 인함유 화합물, 할로겐함유 화합물 등이 있으며, 가열처리에 의해 방염성을 갖게 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 레이크안료[1](혼합)

① 시나리오 : 탄닌산・인산・몰리브덴산・텅스텐산 등의 단독 또는 혼합한 형태로 염기성염료를 복염 불용화하여 레이크 안료를 만든다. 트리페닐메탄계 안료의 예로서 로다민3B레이크가 있다. 로다민3B를 인・텅스텐・몰리브덴산으로 불용레이크화함에 따라, 내광견뢰도는 1급에서 5급 정도로 향상되고 인쇄잉크로 적당한 안료가 생긴다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 3.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 수용성인 염료를 불용성의 유기안료로 만든 것. 이 때 불용성으로 만드는 조작을 레이크화라 한다. 레이크화는 일반적으로 널리 해석되고 있다. 레이크안료의 종류에는 ① 술폰산기・카르복시산기를 갖는 수용성의 산성염료형 염료인 나트륨염을 칼슘염・바륨염・스트론튬염・망간염 등의 불용성으로 만든 것(아조레이크류) ② 중금속착염으로 불용화한 것(금속착염안료) ③ 탄닌산・인산・몰리브덴산・텅스텐산 등의 단독 또는 혼합한 형태로 염기성염료를 복염 불용화한 것(트리페닐메탄계 안료)의 3종류가 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(337) 테트라메틸 연 Tetramethyl lead 75-74-1

1. 개요

1) 제조

나트륨-납 합금을 적절한 온도 및 압력 하에 염화메틸과 반응시킴으로써 테트라메틸 연을 제조한다.

2) 용도

가솔린의 내폭제 첨가제 및 엔진 실험에 사용되는 가솔린 혼합물에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	267.33	물리적 상태	액체	증기압	29hPa(22mmHg 268g/㎥)(20℃)
끓는점	110℃	R-phrase	26/27/28,33,50/53,61,62	Log Kow	2.97
노출기준 (노동부)	TWA 0.014 ppm/ 0.15 mg/m^3 STEL				

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 테트라메틸 연 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 나트륨-납 합금을 적절한 온도 및 압력 하에 염화메틸과 반응시킴으로써 테트라메틸 연을 제조한다. 품질관리를 위해 테트라메틸 연의 시료를 채취하고 분석하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.14 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 가솔린의 내폭제[1]로 사용(투입)

① 시나리오 : 테트라메틸 연을 가솔린의 기폭제로 사용하기 위하여 취급할 때 노출이 발생할 수 있다. 밀폐된 공정에서 가솔린에 소량을 주입하고 있기 때문에 노출 가능성이 매우 낮다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.43 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가솔린은 연료로서 매우 효과적인 물질이지만, 불완전연소에 의해 뜻하지 않는 폭발을 일으킬 위험이 있다. 따라서 원치 않는 폭발을 방지하기 위해 사에틸납(tetraethyl lead)과 같은 내폭제를 조금 첨가하여 사용한다. 내폭제는 안티노크제(anti knick agent)라고도 하며 연료의 완전연소를 도와 열효율을 높여주는 물질을 말한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 가솔린 저장탱크 청소 작업

① 시나리오 : 가솔린 저장 탱크를 청소하는 과정에서 탱크 안에 잔류하는 가솔린 및 가솔린에 함유된 테트라메틸 연에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.71 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(338) 테트라소디움 피로포즈페이트 Tetrasodium pyrophosphate 7722-88-5

1. 개요

1) 제조

인산과 탄산나트륨을 반응시키면 이인산 나트륨이 생성되고 이것을 450℃로 가열하면 테트라소디움 피로포즈페이트를 제조할 수 있다.

이인산나트륨을 탈수시키거나, 용해시켜 제조할 수 있다.

2) 용도

- 물 연화제(water softener), 보일러 수 처리
- 비누 및 세제 제조
- 금속 세척액
- 영양 보충제, 안료, 치즈에멀션화제

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특징

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	265.94	물리적 상태	분말	증기압	해당 안됨
끓는점	해당 안됨	R-phrase	36,37,38	Log Kow	-10.45
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 테트라소디움 피로포즈페이트 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 테트라소디움 피로포즈페이트는 인산과 알칼리 금속염인 수산화나트륨, 탄산나트륨을 반응시켜서 인산수소나트륨용액(disodium orthophosphate solution)을 얻는다. 그 후, 여기에서 만들어진 용액을 약 900℃의 뜨거운 가스를 투입하여 건조시킨다. 건조 과정이 끝나면 orthophosphate가 결정으로 얻어진다. 이 결정을 재건조하고 점토를 가하면 테트라소디움 피로포즈페이트가 제조된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위해 시료를 채취하여 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중증도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 테트라소디움 피로포즈페이트 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 테트라소디움 피로포즈페이트는 인산과 알칼리 금속염인 수산화나트륨, 탄산나트륨을 반응시켜서 인산수소나트륨용액(disodium orthophosphate solution)을 얻는다. 그 후, 여기에서 만들어진 용액을 약 900℃의 뜨거운 가스를 투입하여 건조시킨다. 건조 과정이 끝나면 orthophosphate가 결정으로 얻어진다. 이 결정을 재건조하고 점토를 가하면 테트라소디움 피로포즈페이트가 제조된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비 및 공정을 점검 시 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중증도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 철의 부식 방식(corrosion protection)[1](투입)

① 시나리오 : 금속제의 장치나 구조물의 부식은 금속재료, 사용환경, 기계적 응력 장치의 구조 등에 관계하는 요인의 복합적 작용에 의해 발생하므로 방식은 이들의 요인들의 작용을 제어하는 방법이다. 철의 부식은 수용액을 약염기성으로 만들면 저하하므로, 보일러수에는 수산화나트륨 또는 인산나트륨(테트라소디움 피로포스페이트)을 첨가하여 pH를 10 정도로 조정한다. 인산나트륨을 보일러수에 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중증도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속의 부식을 방지하는 것.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(339) 테트라에틸 연 Tetraethyl lead 78-00-2

1. 개요

1) 제조

에틸 아연 또는 그리나드 시약에 염화납($PbCl_2$)을 반응시켜 제조한다.

고압솥 안에서 염화에틸과 나트륨-납 합금을 가열함으로써 제조한다.

질소 안에서 납-나트륨 합금을 과량의 염화에틸로 알킬화하여 제조한다.

에테르 용매 안에서 과량의 염화에틸 및 납과 함께 염화에틸마그네슘을 전기분해하여 제조한다.

2) 용도

- 납으로 만든 가스에서 내폭제 물질로써 사용(주로 methyl-tert-butyl ether로 대체됨)
- 에틸수은 화합물과 같은 다른 금속 알킬을 만드는데 사용
- 혼합 알킬 납(가솔린 첨가제를 위한)의 화학적 중간 생성물
- 과거 유기 수은 살균제의 화학적 중간 생성물로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

테트라메틸 연 및 테트라에틸 연(가솔린 성분으로써 사용되는)에 대한 잠재적 피폭은 가솔린 합성, 취급, 운송 또는 혼합을 통해 발생할 수 있다. 가솔린 첨가제 근로자들 및 저장 탱크 청소부들은 이 물질에 피폭될 수 있다.

테트라에틸 연이 제조되거나 사용되는 작업 장소에서는 흡입과 피부 접촉을 통해서 테트라에틸 연에 대한 직업적 피폭이 발생할 수 있다. 일반인은 주위 공기의 흡입, 음식 및 식수 섭취, 그리고 피부 접촉(테트라에틸 연 및 테트라에틸 연을 함유하는 납으로 된 가솔린과의 접촉)을 통해 테트라에틸 연에 피폭될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	323.45	물리적 상태	액체	증기압	0.26hPa(0.2mmHg, 2.2g/m³)(20℃), 1mmHg(38.4℃)
끓는점	200℃ (100℃이상 분해함)	R-phrase	26/27/28,33, 50/53,61,62	Log Kow	4.15
노출기준 (노동부)	TWA 0.008 ppm/0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 테트라에틸 연 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 염화납과 디에틸아연의 반응으로 제조한다. 밀폐된 시설에서 제조되기 때문에 노출은 거의 없다. 제조 된 테트라에틸 연의 품질관리를 위해 시료를 채취하여 분석 시 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 가연가솔린(leaded gasolin)[1]의 기폭제로 사용(첨가)

① 시나리오 : 가연가솔린 제조 시, 테트라에틸 연을 가솔린의 기폭제로 첨가한다. 밀폐된 공정에서 가솔린에 소량을 주입하고 있기 때문에 노출 가능성이 매우 낮다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가솔린의 앤티노크성 곧 반이상연소성을 높이기 위하여 앤티노크제로서 사에틸납을 첨가한 가솔린. 에틸가솔린이라고도 한다. 이에 대해서 사에틸납을 가하지 않은 가솔린을 무연가솔린이라 한다. 사에틸납의 최대첨가량은 가솔린 1당, 자동차용에서는 0.29㎖, 항공용에서는 1.1㎖로 되어 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 내연기관용 휘발유의 노킹억제제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 테트라에틸 연은 우수한 노킹방지제로 내연기관용 휘발유 등에 미량을 섞어서 쓴다. 이 경우 연소하여 생기는 산화납을 브롬화납으로 하여 휘발시키기 위하여, 브롬화에틸렌을 거의 같은 양 정도로 가한다. 테트라에틸 연을 소량 첨가하여 연료와 혼합 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(340) 1,1,2,2-테트라클로로에탄 1,1,2,2-Tetrachloroehane 79-34-5

1. 개요

1) 제조

1,1,2,2-테트라클로로에탄은 사염화아세틸렌이라고도 하며, 독성이 매우 크다.
아세틸렌과 염소를 반응시켜 제조한다.

2) 용도

대부분은 염소화된 용매, 특히 트리클로로에틸렌과 테트라클로로에틸렌 제조에 중간생성물로 쓰이며 용매와 살충제, 특히 온실가루미(Trialeurodes vaporariorum)의 살충제로 쓰인다. 다른 이성질체인 1,1,1,2-테트라클로로에탄은 상업적 용도가 없다.

그 밖에 제초제, 토양훈증제, 표백제 제조 시 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,1,2,2-테트라클로로에탄을 제조하거나 용제로 사용되는 공정(접착제 또는 도료의 희석제 등), 또는 트리클로로에틸렌 제조 공정 중에 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	167.86	물리적 상태	액체	증기압	8hPa(6mmHg 0.8% v/v)(25℃)
끓는점	146.5℃	R-phrase	26/27,51/53	Log Kow	2.39
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 7 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 1,1,2,2-테트라클로로에탄 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 발연성의 액체로 아세틸렌에 금속 가루를 넣고 염소 가스를 접촉시켜 만든다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비와 공정을 점검 시 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리클로로에틸렌 제조(투입)

① 시나리오 : 삼염화에틸렌·트리클렌이라고도 한다. 1,2-디클로로에탄(염화에틸렌)의 염소화로 얻은 1,1,2,2-테트라클로로에탄을 고온에서 탈염화수소화하여 제조한다. 트리클로로에틸렌 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있다. 따라서 작업자는 1,1,2,2-테트라클로로에탄을 계량하여 반응 설비에 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 접착제 또는 도료의 희석제(혼합)

① 시나리오 : 접착제나 도료의 희석제로 사용한다. 1,1,2,2-테르라클로로에탄을 용기에 투입하여 희석하고자 하는 접착제 또는 도료와 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(341) 톨루엔-2,4-디이소시아네이트[1] Toluene-2,4-diisocyanate(TDI) 584-84-9

1. 개요

1) 제조

톨릴렌디아민과 포스겐에서 합성된다.

톨루엔의 니트로화에 이어서 디아민(diamine)의 환원, 다음으로 포스겐과의 반응 후, 정제하고 염소와 함께 회수한다.

TDA(toluene diamine)에 포스겐가스를 합성해 만든다.

2) 용도

TDI는 자연적으로 생성되지 않는다. TDI는 산업용 폴리우레탄(연질 및 경질, Foam, 도료접착제, 고무등)의 원료로 쓰이며 TDI를 원료로 한 폴리우레탄은 자동차, 건축 단열재, 가구재료, 자동차 시트, 절연제, 고무접착제, 섬유처리제, 인조가죽, 페인트 또는 팩킹재료로 널리 이용되므로 여러 산업에서 발생한다.

3) 노출 및 결정인자[2]

폴리우레탄 사용공정, 가구공장이나 악기 제조공장의 도장작업, 낚싯대 제조공장의 도장작업, 냉동기 제조공장의 단열재 제작 작업, 은박지 제조공장 등에서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	174.16	물리적 상태	액체	증기압	3.3Pa(0.025mmHg;0.96mg/㎥)(20℃), 6.6Pa(0.05mmHg)(25℃)
끓는점	251℃ (80:20 혼합물)	R-phrase	26,36/37/38,40, 42/43,52/53	Log Kow	없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.005 ppm / 0.4 mg/m^3			STEL 0.02 ppm / 0.15 mg/m^3	

1) 2-이소시안산톨루일렌이라고도 하고, TDI로 약칭한다. 폴리우레탄의 원료로서, 이소시안산기의 위치가 2,4인 것과 2,6인 것의 혼합물인 채 쓰인다. 현재 시판중인 이 물질은 100% 2,4-TDI, 80% 2,4-TDI + 20% 2,6-TDI의 혼합물과 2,4-TDI 65% + 2,6-TDI 35%의 혼합물등 3종류가 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: TDI 제조(시료채취 및 분석)

① 시나리오 : 중성 디클로로벤젠 용매를 사용해서 톨릴렌디아민과 포스겐에서 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)를 합성한다. 합성된 TDI는 진공 증류를 통해 정제한다. 진공상태를 만들기 위해 특수 기계식 진공 펌프 시스템을 사용한다. 기계식 진공 펌프 시스템은 펌프 밀봉제로 공정 용매인 디클로로벤젠을 사용한다. 증류기에서 미량의 제품과 반응물을 흡수한 용매는 TDI 합성 리액터로 보내져 재활용된다.

작업자는 T야 제조 시 샘플링 채취와 현장점검 및 포장작업에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 4 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 우레탄고무[1] 제조

① 시나리오 : 제조는 양쪽 말단에 히드록시기를 갖는 액상의 폴리에테르 또는 폴리에스테르와 디이소시아네이트(디이소시안산에스테르)를 반응시켜 적당한 분자량의 프리폴리머를 만든다. 프리폴리머는 분자 내에 우레탄결합－RNHCOOR′－을 가지므로 이런 명칭이 사용된다. 양쪽 끝이 히드록시기인 프리폴리머는 디이소시아네이트와 유기과산화물에 다리걸침이 되며, 양쪽 끝이 디이소시아네이트인 프리폴리머는 활성수소를 갖는 것(디아민・글리콜・물 등)에 다리걸침이 된다.

원료인 폴리에테르는 산화에틸렌・산화프로필렌・테트라히드로푸란 등의 고리열림중합에 의해 합성되며 폴리에스테르는 아디프산과 같은 2가의 산과 에틸렌글리콜이나 프로필렌글리콜과의 축합중합에 의해 합성된다. 디이소시아네이트는 톨릴렌디이소시아네이트와 디페닐메탄디이소시아네이트 등이 널리 쓰인다.

우레탄고무 제조 시 작업자는 원료를 드럼통에서 투입할 때 노출이 일어날 수 있으며 샘플링을 위하여 원료를 채취 시 미반응한 TDI에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 12 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 우레탄 고무는 합성고무의 일종으로 폴리우레탄고무 또는 우레탄엘라스토머라고도 한다. 약칭 UR.용도는 구두창・벨트・호스・패킹 등이고, 가장 많은 것은 폼러버용이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 우레탄폼[1] 제조

① 시나리오 : 폴리우레탄을 합성할 때 글리콜 성분과 디이소시아네이트 성분이 물에 의해 반응하여 다리결합으로 그물모양이 되는데 이때 발생하는 가스를 이용해 발포체를 만든다. 필요에 따라 다른 발포제나 발포균일화제를 첨가하는 경우도 있다.

우레탄폼 제조 시 작업자는 원료를 드럼통에서 투입할 때 노출이 일어날 수 있으며 샘플링을 위하여 원료를 채취 시 미반응 TDI에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 12 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리우레탄을 골격으로 하는 발포체. 폴리우레탄폼이라고도 한다. 우레탄 폼에는 연질·반경질·경질의 여러 종류가 있다. 연질폼은 쿠션성(형상 복귀성)이 우수하며 매트리스·시트 등으로 쓰인다. 경질폼은 강성이 있으며 단열성·저온특성이 우수하므로 주로 냉장고용 단열재로 쓰인다. 그 밖에 LPG나 LNG 탱커의 단열재로도 쓰인다. 반경질폼은 충격흡수력을 이용하여 자동차의 내장재에 주로 쓰이는데 표피를 일체성형으로 만드는 기술(integral skined foam)이 개발되어 패션성도 살릴 수 있게 되었다. 성형방법에는 원쇼트법과 프리폴리머법이 있다. 원쇼트법은 원재료를 동시에 혼합하여 형 안에서 발포시키는 방법으로, 경제적이므로 연질폼은 대부분이 이 방법으로 만들어진다. 프리폴리머법은 디올과 디이소시아네이트에서 먼저 프리폴리머를 만든 뒤 다리걸침으로 발포시키는 방법인데 발포의 균일성이 좋기 때문에 경질폼·반경질폼 등 품질을 중요시하는 용도에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 폴리우레탄 (polyurethane)[1]의 제조

① 시나리오 : 일반적으로는 디올(1,4-부탄디올 등)과 디이소시아네이트(디페닐메탄디이소시아네이트 등)의 첨가중합에 의해 제조된다. 고무용도로는 디올로서 폴리에틸렌글리콜, 폴리프로필렌글리콜과 같은 폴리에테르디올이나 말단 디올의 지방족 폴리에스테르가 이용된다. 우레탄폼의 용도로는 트리이소시아네이트를 첨가하여 열경화성으로 하는 경우가 많다. 최근 RIM(Reaction Injection Molding)이라는 고속·에너지절약 성형법이 개발되어 그 용도가 확대되고 있다.

우레탄폼 제조 시 작업자는 원료를 드럼통에서 투입할 때 노출이 일어날 수 있으며 샘플링을 위하여 원료를 채취 시 미반응 TDI에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 12 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자내에 우레탄결합 -OCONH-를 갖는 고분자화합물의 총칭. 고무상태의 탄성체로서 우레탄고무·합성섬유·접착제·도료·우레탄폼 및 자동차 범퍼 등 최근에 그 이용범위가 확대되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 폴리우레탄계 섬유 제조(투입)

① 시나리오 : 폴리우레탄계 섬유는 분자 내에 우레탄결합(-OCONH-)을 가진 고분자 화합물의 총칭으로 섬유·고무·도료 등 많은 산업용 자재로 사용되고 있다. 일반적으로 디올(예를 들면, 1,4-부탄디올)과 디이소시아네이트(예를 들면, 디페닐메탄디이소시아네이트)의 중부가반응에 의해 제조된다.

폴리우레탄 섬유의 응용으로 스판덱스 섬유(탄성섬유)[1]가 있다. 이것은 우레탄결합으로 형성되는 하드 세그멘트(분자의 움직임이 눌려 있어 딱딱한 부분)와 폴리에스터와 같은 소프트 세그멘트(고무와 같이 부드러운 부분)로 구성되는 세그멘트화 폴리우레탄이다.

섬유는 습식방사와 건식방사 중 어느 방법으로든 만들어지며 각각 일장일단이 있다. 섬유의 특성은 고무보다 강하고 가벼우며 내마모성이 뛰어난 점이다. 멀티사가 만들어지므로 봉제할 때 끊어지는 일이 없고, 응용범위도 넓다.

우레탄계 섬유 제조 시 작업자는 원료를 드럼통에서 투입할 때 노출이 일어날 수 있으며 샘플링을 위하여 원료를 채취 시 미반응 TDI에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 12 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 압박감이 없고 몸에 달라붙기 때문에 호평을 받고 있다. 주로 벨트·브래지어·코르셋·거들·포대·지지대·양말의 고무 부분에 사용되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 우레탄 경화제 제조(합성)

① 시나리오 : 알콜류와 TDI 및 유기용제를 혼합하여 우레탄 경화제를 제조한다. 월 취급량은 20톤이고 하루 노출 시간은 약 2시간이다.
원자재 입고 → 합성 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 12 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07 : 방수제 제조(투입)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 톨루엔, MEK 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응 후 포장하는 작업이 진행된다. 저장조에 저장되어 있던 원료의 투입작업은 공급 파이프 라인의 밸브 조작에 의하여 투입되며, 투입되는 이 과정에서 공기 중에 증기상태로 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	74 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 120 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 방수제 제조(반응)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 톨루엔, MEK 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응과 교반 후 포장작업이 진행된다. 투입된 원료는 밀폐된 반응기내에서 다른 원료들과 혼합되어 반응 및 교반작업이 이루어지며, 제품 사양에 따라 요구되는 반응시간이 다르며 신발바닥제의 경우 보통 1일 4시간 이상 반응 작업이 진행된다. 반응 과정에서 사용되는 원료들이 반응기 내부 청소 등을 위해 개폐 시 작업공간에 증기 상태로 방출되어 작업자에게 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	74 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 200 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09 : 방수제 제조(포장)

① 시나리오 : 방수제 제품(신발바닥제)을 제조하는 공정에서 원료로 사용되며, 크실렌과 톨루엔, MEK 원료와 함께 밀폐된 반응기에 주입하여 반응과 교반 후 포장작업이 진행된다. 반응작업 완료 후, 반응기 하단부위와 연결된 파이프 라인의 밸브조절을 조작하여 작업자가 수동으로 일정량(18ℓ) 단위로 포장용기에 담는 포장작업이 진행되고 이 과정에서 작업공간에 증기상태로 방출되어 작업자에게 노출된다.

원료투입 → 반응 → 여과 → 취출 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	74 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 120 (1 보다 크므로 추가적 조치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(342) o-톨루이딘[1] o-Toluidine 95-53-4

1. 개요

1) 제조

o-톨루이딘은 o-니트로톨루엔을 환원시키면 생기는 무색의 액체이다.

톨루엔을 메틸히드록실아민으로 아민화(amination)함으로써, 또는 톨루엔을 3염화알루미늄 존재 하에 히드록실암모늄염으로 아민화함으로써 제조한다.

2) 용도

- 고무 가황제, 약품, 농약 제조 시 중간생성물
- 아조염료나 트리페닐메탄계 염료 합성 시 원료로 사용

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	107.15	물리적 상태	액체	증기압	0.43hPa/43Pa(0.32mmHg)(25℃)
끓는점	200~202℃	R-phrase	45,23/25,36,50	Log Kow	1.32
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 9 mg/m^3			STEL -	

1) 톨루엔의 벤젠고리에 있는 수소 1개를 아미노기로 치환한 화합물. 어느 위치의 수소를 아미노기로 치환하느냐에 따라 세 가지 이성질체가 있다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: o-톨루이딘[1] 제조(시료 채취)

① 시나리오 : o-톨루이딘은 o-니트로톨루엔을 환원시켜 제조한다. 제조 된 o-톨루이딘의 품질관리를 위해 시료를 채취하여 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 톨루엔의 벤젠고리에 있는 수소 1개를 아미노기로 치환한 화합물이다. 아미노톨루엔·메틸아닐린이라고도 한다. 화학식 C6H4(CH3)NH2. 분자량 107.16이다. 어느 위치의 수소를 아미노기로 치환하느냐에 따라 세 가지 이성질체가 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 모베인(mauvein)[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : o- 및 p-톨루이딘을 함유한 아닐린을 차가운 묽은 황산 중에서 이크롬산칼륨으로 산화하여 얻는다.
모베인 제조 시 원료를 투입 하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.
원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 붉은 보라색 염료로서 견·양모를 붉은 보라색, 면을 보라색으로 염색한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아조염료[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 방향족 1차아민(예: 톨루이딘)에 아질산을 작용시켜 디아조늄염을 만들고(디아조화 반응), 이것과 방향족 아민 또는 페놀류를 결합시키면(커플링 반응) 생성된다.

제조 된 아조염료를 용기에 포장 시 미반응한 방향족 1차아민에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.9 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자 내에 발색단으로서 아조기 -N=N-를 가지는 염료를 말한다. 분자 내의 아조기의 수에 의해서 아조기 1개인 것을 모노아조 염료, 2개인 것을 디아조 염료, 3개인 것을 트리아조 염료, 4개인 것을 테트라키스아조 염료라 하고, 트리아조 이상을 폴리아조 염료라 한다. 색깔은 이 차례에 따라 짙어진다. 일반적으로 양모나 견 등 동물섬유, 무명이나 비스코스 등 식물섬유 등에 널리 사용되며, 합성섬유용 염료로서의 수요도 많다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 트리페닐메탄계[1](말라카이트그린(malachite green)) 염료 합성(투입)

① 시나리오 : 벤즈알데히드를 염산 또는 황산 존재 하에서 o-톨루이딘과 축합하여 p,p′-디아미노트리페닐메탄을 만들고, 이것을 이산화납과 산으로 산화하면 생성된다.

말라카그린염료 제조 시 원료를 반응 설비에 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리페닐메탄계 염기성 염료로서 아닐린그린 또는 빅토리아그린 B(또는 WB)라고도 한다. 청록색 금속광택이 나는 결정으로, 물·알코올에 녹는다. 견, 양모, 무두질한 가죽 등에는 직접 염착되지만, 무명은 매염제로 처리한 후 염색한다. 햇빛에는 약하고 세탁시의 마찰에는 강하나 알칼리에 약하며, 견뢰도는 좋지 않다. 각종 섬유·목재·종이·볏짚·잡화 등의 염색에 널리 사용되며, 화학분석용 시약·지시약으로도 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 구강암의 진단

① 시나리오 : 구강암 진단 시 톨루이딘을 이용한 염색법을 사용한다. 구강내 암이 의심되는 점막에 톨루이딘 염색액을 바르고 다시 아세트산으로 탈색한 후 관찰하여 점막이 파란색으로 남아 있는 부위는 암이거나 암이 의심되는 부위로 진단하게 된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 도료 제조(혼합)

① 시나리오 : 톨루이딘을 합성수지 및 유기용제와 혼합하여 도료를 제조한다. 톨루이딘을 투입하여 용제와 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(343) m-톨루이딘[1] m-Toluidine 108-44-1

1. 개요

1) 제조

톨루엔을 메틸히드록실아민으로 아민화(amination)함으로써, 또는 톨루엔을 3염화알루미늄의 존재 하에 히드록실암모늄염으로 아민화함으로써 제조한다.

m-니트로톨루엔의 환원으로 제조한다.

2) 용도

주로 염료 및 다른 유기 화학물질 제조 원료로 사용된다.

톨루이딘은 3개의 이성질체 형태들로 존재하지만, o-이성질체와 p-이성질체만이 산업적으로 중요하다.

3) 노출 및 결정인자[2]

m-톨루이딘을 제조하고 그것을 염료 및 화학적 중간 생성물로써 사용하는 작업을 하는 과정에서 흡입과 피부 접촉을 통해서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	107.15	물리적 상태	액체	증기압	1.7hPa/1.3mmHg(41℃)
끓는점	203~204℃	R-phrase	23/24/25,33,50	Log Kow	1.40
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 9 mg/m^3			STEL -	

1) 톨루엔에서 유도되는 아민의 하나. 다음과 같은 3 가지 이성질체가 있음: o-톨루이딘. m-톨루이딘. p-톨루이딘. 석탄타르 속에 들어 있는데, 아닐린과 비슷한 성질을 가짐. o 및 p 화합물은 물감의 제조에 쓰임. 톨루이딘은 대응하는 니트로톨루엔의 환원에 의하여 얻어진다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: m-톨루이딘 제조(시료 채취)

① 시나리오 : m-톨루이딘은 m-니트로톨루엔을 환원시켜 제조하거나, m-크레졸을 암모니아와 반응시켜 제조한다.

제조 된 m-톨루이딘의 품질관리를 위해 시료를 채취하고 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 칼라사진 현상약 제조(투입)

① 시나리오 : 칼라사진 현상약 원료의 주요 유도체로는 N-에틸-m-톨루이딘, N-에틸-N-β-시아노에틸-m-톨루이딘(분산염료원료), N,N,1-디에틸-m-톨루이딘(칼라사진현상약 원료), N-에틸-N-p-클로로에틸-p-아미노-o-톨루알데히드(카치온 염료원료)등이 있다.

칼라사진 현상약을 제조할 때 원료를 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 도료 제조(혼합)

① 시나리오 : 톨루이딘을 합성수지 및 유기용제와 혼합하여 도료를 제조한다. 톨루이딘을 투입하여 용제와 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 아조염료[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 방향족 1차아민(예: 톨루이딘)에 아질산을 작용시켜 디아조늄염을 만들고(디아조화 반응), 이것과 방향족 아민 또는 페놀류를 결합시키면(커플링 반응) 생성된다.

제조 된 아조염료를 용기에 포장 시 미반응한 방향족 1차아민에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.9 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자 내에 발색단으로서 아조기 -N=N-를 가지는 염료를 말한다. 분자 내의 아조기의 수에 의해서 아조기 1개인 것을 모노아조 염료, 2개인 것을 디아조 염료, 3개인 것을 트리아조 염료, 4개인 것을 테트라키스아조 염료라 하고, 트리아조 이상을 폴리아조 염료라 한다. 색깔은 이 차례에 따라 짙어진다. 일반적으로 양모나 견 등 동물섬유, 무명이나 비스코스 등 식물섬유 등에 널리 사용되며, 합성섬유용 염료로서의 수요도 많다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(344) p-톨루이딘 p-Toluidine 106-49-0

1. 개요

1) 제조

톨루엔을 메틸히드록실아민으로 아민화(amination)함으로써, 또는 톨루엔을 3염화알루미늄 존재 하에 히드록실암모늄염으로 아민화함으로써 제조한다.

p-니트로톨루엔을 철과 염산과 함께 환원하여 제조한다.

2) 용도

- 염료 제조
- 유기화합물 합성 원료
- 이온교환수지의 제조
- 염화글루시놀의 제조(chloroglucinol)

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	107.15	물리적 상태	액체	증기압	1.3hPa/1mmHg(42℃)
끓는점	200.4℃	R-phrase	23/24/25,33,50	Log Kow	1.39
노출기준(노동부)	TWA 2 ppm / 9 mg/m^3		STEL		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: p-톨루이딘 제조(시료 채취)

① 시나리오 : p-니트로톨루엔을 철과 염산과 함께 환원하여 제조한다. 제조 된 p-톨루이딘의 품질관리를 위하여 시료를 채취하고 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아조염료[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 방향족 1차아민(예: 톨루이딘)에 아질산을 작용시켜 디아조늄염을 만들고(디아조화 반응), 이것과 방향족 아민 또는 페놀류를 결합시키면(커플링 반응) 생성된다.

제조 된 아조염료를 용기에 포장 시 미반응한 방향족 1차아민에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.9 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자 내에 발색단으로서 아조기 -N=N-를 가지는 염료를 말한다. 분자 내의 아조기의 수에 의해서 아조기 1개인 것을 모노아조 염료, 2개인 것을 디아조 염료, 3개인 것을 트리아조 염료, 4개인 것을 테트라키스아조 염료라 하고, 트리아조 이상을 폴리아조 염료라 한다. 색깔은 이 차례에 따라 짙어진다. 일반적으로 양모나 견 등 동물섬유, 무명이나 비스코스 등 식물섬유 등에 널리 사용되며, 합성섬유용 염료로서의 수요도 많다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 도료 제조(혼합)

① 시나리오 : 톨루이딘을 합성수지 및 유기용제와 혼합하여 도료를 제조한다. 톨루이딘을 투입하여 용제와 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.5 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(345) 트리메틸 벤젠 Trimethyl benzene 25551-13-7

1. 개요

1) 제조

석유침전물에서 자연적으로 발생하며, 석유 용융제나 나프타, 방향제, 가솔린 등의 석유정제 증류물의 일반적 구성성분이다. 또한 트리메틸 벤젠은 톨루엔이나 크실렌을 알루미늄 클로라이드를 촉매로 하여 클로로메탄으로 프리델크라프츠(Friedel-Crafts) 방법을 이용, 메틸화하여 생산할 수 있다. 또한 알루미늄 클로라이드를 촉매로 하여 크실렌을 액상불균등화해리(liquid-phase disproportionation)로 생산할 수 있다. 그리고 산화금속성분으로 구성된 촉매와 알루미늄 실리케이트의 이중촉매로 합성가스와 톨루엔을 반응시켜서 제조한다.

2) 용도

- 페인트, 표면코팅제, 인쇄 잉크, 세척제 등의 혼합 방향족탄화용매
- 염료와 항산화제(antioxidants)를 합성하는 데 사용
- 유기용제로 사용
- 트리멜리틱 안하드라이드(trimellitic anhydride) 제조 시 사용
- 화학물질 합성의 원료, 플라스틱의 자외선 안정제, 용제 및 휘발유의 성분
- 향수(fragrances) 제조 시 중간체로 사용
- 색소, 화장품, 의약품의 원료로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	120.19	물리적 상태	액체	증기압	2.10mmHg(25℃)
끓는점	164.7~176.1℃	R-phrase	36,37,38	Log Kow	3.42
노출기준(노동부)	TWA 25 ppm / 125 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 트리메틸 벤젠[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 트리메틸 벤젠은 톨루엔이나 크실렌을 알루미늄 클로라이드를 촉매로 하여 클로로메탄으로 프리델크라프츠(Friedel-Crafts) 방법을 이용, 메틸화하여 생산할 수 있다. 작업자는 트리메틸 벤젠 제조 시 시료채취 작업에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.08 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리메틸벤젠은 1,3,5-trimethylbenzene(mesitylene)와 1,2,4-trimethylbenzene(pseudocumene) 및 1,2,3- trimethylbenzene(hemimellitene)의 3가지 이성체를 가지고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리메틸 벤젠[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 트리메틸 벤젠은 톨루엔이나 크실렌을 알루미늄 클로라이드를 촉매로 하여 클로로메탄으로 프리델크라프츠(Friedel-Crafts) 방법을 이용, 메틸화하여 생산할 수 있다. 작업자는 제조된 트리메틸 벤젠을 드럼통이나 캔에 포장하고 라벨을 붙일 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.24 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리메틸벤젠은 1,3,5-trimethylbenzene(mesitylene)와 1,2,4-trimethylbenzene(pseudocumene) 및 1,2,3- trimethylbenzene(hemimellitene)의 3가지 이성체를 가지고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 제품 도장작업(스프레이 도장)

① 시나리오 : 도장에 사용하는 신나의 성분으로 페인트와의 혼합 작업, 터치업, 스프레이 도장작업을 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.4 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준 또는 인체 무영향 농도(DNEL)값과 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도료 제조(혼합)

① 시나리오 : 페인트 제조 시 다른 유기용제와 함께 사용된다. 트리메틸 벤젠을 합성수지 및 다른 유기용제와 혼합하여 도료를 제조한다. 노출시간은 하루에 2시간 정도이고 월 사용량은 20톤 정도이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 솔벤트나프타 제조(투입)

① 시나리오 : 솔벤트나프타는 크실렌 이상의 벤젠 동족체·트리메틸 벤젠·에틸 벤젠 등을 혼합하여 제조하며, 니스나 래커의 용제로 사용된다. 트리메틸 벤젠을 원료로 투입 시 작업자에게 노출될 수 있다. 노출시간은 하루 2시간 정도이고 월 사용량은 20톤 정도이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(346) 트리메틸 포스페이트 Trimethyl phosphate 121-45-9

1. 개요

1) 제조

산염화인(phosphorus oxychloride)과 에탄올을 과량으로 넣어준 후 감압 하 0~50℃의 온도에서 반응시키면 제조할 수 있다.

제3아민(tertiary amine)의 존재 하, 삼염화인(phosphorus trichloride)과 메틸 알코올의 반응으로 생성된다.

※ 인산염(phosphate)은 인산(H3PO4)의 유도체로 두 종류가 있는데 인산 이온(PO43-), 인산수소 이온(HPO42-), 인산이수소 이온(H2PO4-)과 나트륨이나 칼슘과 같은 양이온으로 구성된 염이며, 다른 하나는 인산의 수소 원자가 에틸기(C2H5)나 페닐기(C6H5)와 같은 유기 원자단으로 치환된 에스테르 이다.

2) 용도

- 농약 제조의 중간물질, 직물의 방염처리제
- 화학적 중간물질로서의 비닐인산염 합성의 개시 물질
- 살충제, 살균제 제조에 사용
- 폴리우레탄에 대한 화염방지 폴리머제조의 중간물질 및 촉매제로서, 직물제조 시 방화물질로 이용
- PSG(phophosilicate glass)의 침전 시, 액체인 성분으로 이용
- 플라스틱, 목재의 난연제로 사용
- 가솔린, 도료 첨가제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

작업장 내 공기농도를 주관적 자극상태 이하로만 유지한다면, 트리메틸 포스페이트 증기에 장기간 저농도로 노출되는 것은 건강에 별다른 영향이 없는 것으로 나타났다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	124.08	물리적 상태	액체	증기압	24mmHg(25℃)
끓는점	111.5℃	R-phrase	10,22,36,37,38	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 10 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 트리메틸 포스페이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 산염화인(phosphorus oxychloride)과 에탄올을 과량으로 넣어준 후 감압 하 0~50℃의 온도에서 반응시키면 제조할 수 있다. 이 제조 방법은 휘발성 기체를 방출할 수 있기 때문에 제조되는 휘발성 기체를 응축시켜서 잡을 수 있는 환류 냉각관이 필요하다. 반응이 끝나면 혼합물 중에서 증류하여 트리메틸 포스페이트를 얻을 수 있다.

작업자에 대한 노출은 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 시료채취 작업에서 작업자는 트리메틸 포스페이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.25 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리메틸 포스페이트 제조(현장점검)

① 시나리오 : 산염화인(phosphorus oxychloride)과 에탄올을 과량으로 넣어준 후 감압 하 0~50℃의 온도에서 반응시키면 제조할 수 있다. 이 제조 방법은 휘발성 기체를 방출할 수 있기 때문에 제조되는 휘발성 기체를 응축시켜서 잡을 수 있는 환류 냉각관이 필요하다. 반응이 끝나면 혼합물 중에서 증류하여 트리메틸 포스페이트를 얻을 수 있다.

합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 세팔로스포린 화합물 제조(시료분석)

① 시나리오 : 우수한 항균력을 갖는 향균성 물질의 중간 물질로서 유용한 세팔로스포린 화합물을 제조할 때, 시안화나트륨, 피롤류 또는 인돌과 같은 친액성 화합물 또는 트리메틸포스페이트, 트리에틸 포스페이트, 트리이소프로필 포스페이트, 또는 트리-7-부틸포스페이트와 반응시켜 세팔로스포닌 화합물 또는 그의 염을 제조한다.

포름아미드 및 아세토니트릴 혼합액내에 2-카르복시메틸티오-5-메르캅토-1,3,4-티아디아졸을 약 40℃에서 용해시킨다. 용액을 약 30℃로 냉각시키고, 트리메틸 포스페이트, 7β-(D-5-카르복시-5-프탈이미도발레르아미도)-3-히드록시메틸-3-세펨-4-카르복실산의 트리부틸아민염 및 염화수소의 에테르용액(5몰/l)을 차례로 첨가하여 이후 일련의 혼합, 증류 등의 과정을 통해 제조한다.

세팔로스포린 화합물 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있으며, 제품의 품질관리를 위해 원료 및 중간생성물을 분석하는 과정에서 작업자는 트리메틸 포스페이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 직물의 방염처리제(투입)

① 시나리오 : 폴리에스터 필름은 주층(main layer)과 부층(sublayer)으로 구성되어 있다. 폴리에스터의 부층에는 탁월한 정전기 방지를 할 수 있는 화합물이 포함되어 있다. 마그네슘아세테이트와 리튬아세테이트 그리고 삼산화안티몬을 디메틸 2,6-나프탈렌디카복실레이트 에틸렌 글리콜 혼합액에 넣어준다. 그리고 온도를 천천히 170℃까지 올려서 3시간 30분 동안 유지시키면 에스테르 교환이 완료된다. 트리메틸 포스페이트와 에틸렌글리콜을 상기 액에 넣어준 후 콜로이드성 실리카와 에틸렌글리콜을 30분 동안 천천히 넣어준다. 반응이 끝난 후 이 반응물을 중축합반응(poylcondensation) 반응용기에 넣어주면 방염처리가 된 직물을 얻을 수 있다
방염 처리제인 트리메틸 포스페이트를 계량하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(347) 트리멜리틱 안하이드리드 Trimellitic anhydride 552-30-7

1. 개요

1) 제조

메타크실렌을 카르보닐화한 후 산화탈수 정제에 의해 제조한다. 3-크실렌은 2,4-디에틸벤잘디하이드(2,4-dimethylbenzaldehyde)를 형성하기 위해, 삼플루오르화 붕소(boron trifluoride)와 플루오르화 수소(hydrogen fluoride) 존재 하에서 일산화탄소로 카르보닐화된다. 2,4-디에틸벤잘디하이드는 산에서 분해되어, 정화된 후, 트리멜리틱 산으로 산화된다. 트리멜리틱 산(Trimellitic acid)은 정상 탈수과정 및 정화과정을 거쳐서 고급품질의 트리멜리틱 안하이드리드를 형성하게 된다.

2,6-디메틸-1,4-나프토퀴논을 과망간산칼륨으로 산화하거나, 1,2,4-트리메틸벤젠을 산화하면 생성된다.

1,3,4-트리메틸벤젠을 트리멜리틱 산으로 산화하여 제조한다.

트리멜리틱산(Trimellitic acid)이 녹는점 이상에서 기화되어 제조된다.

2) 용도

- 에폭시 및 수지의 응결제, 폴리염화비닐 가소제, 방부식용 표면 코팅제, 중합체, 페인트, 색소 및 의약품 제조
- 전해석출 도료의 원료
- 접착제, 폴리머, 염색약, 프린팅 잉크 제조에 이용
- 고온 플라스틱, 철사 절연체, 개스킷(gasket), 자동차 내장제
- 트리멜리테이트(Trimellitate) 가소제, 폴리레신, 알키드 수지 제조 시 화학적 중간산물
- 열경화 에폭시 수지 제조에 사용
- 수용성 도료 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

트리멜리틱 안하이드라이드는 수지, 접착제, 폴리머, 염색약, 프린트 잉크 제조 공정 시, 대기 중에 입자상으로 방출되어 작업자에게 노출된다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	192.12	물리적 상태	고체	증기압	4×10^{-6}mmHg(25℃)
끓는점	240~245℃	R-phrase	37,41,42/43	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.005 ppm / 0.04 mg/m^3 STEL -				

2. 노출시나리오

ES01: 트리멜리틱 안하이드리드 제조(시료채취)

① 시나리오 : 2,6-디메틸-1,4-나프토퀴논을 과망간산칼륨으로써 산화하여 제조한다. 트리멜리틱 안하이드리드의 노출은 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 있으며, 시료채취 시 직접적인 노출이 예상된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 합성수지의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 트리멜리트산은 교호 폴리아미도이미드의 합성 원료로 쓰인다. 신규폴리아미드이미드 수지의 제조는 트리멜리트산 클로라이드와 다양한 구조의 알킬기가 치환된 지방족 고리를 함유하는 방향족 디아민을 사용하여 제조한다.

합성수지 제조시설은 반응기 및 대부분의 설비가 밀폐 관리되고 있다. 따라서 작업자는 생산 설비 및 공정의 점검을 위한 현장 출입 시 미량 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 수성 폴리우레탄 접착제 제조(시료분석)

① 시나리오 : 폴리우레탄 예비 중합체를 제조하기 위하여 고분자량 폴리올 및 유기 디이소시아네이트를 반응시키는 방법에서 고분자량 폴리올로 폴리에스테르 폴리올은 폴리카복실산 성분 및 폴리올 성분의 직접 에스테르화 또는 에스테르 교환 반응을 통하여 얻을 수 있다. 폴리카복실산 성분에는 폴리카복실산, 이것의 에스테르 및 무수물 등이 포함된다. 방향족 트리카복실산으로는 트리멜리트산 및 트리메스산 등을 사용한다. 작업자의 노출은 접착제의 품질관리를 위해 트리멜리트산을 분석하는 과정에서 일어날 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.25 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 전해석출 도료의 원료(현장점검)

① 시나리오 : 폴리카복실산과 폴리올 및 카보네이트류를 이용하여 제조한다. 이때에 폴리카복실산의 성분으로 트리메리틱 안하이드라이드가 가용된다.

작업자의 노출은 트리멜리트산을 계량하여 투입할 때 및 각종 점검을 위한 현장 출입 시 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(348) 트리부틸 포스페이트 Tributyl phosphate 126-73-8

1. 개요

1) 제조

포스겐이 부틸알코올과 반응하여 제조된다.

2) 용도

- 셀룰로즈 에스테르, 락카, 천연 고무의 용제
- 플라스틱과 비닐수지 제조과정에서 거품방지제(항발포제) 및 일차 가소제
- 비행기 유압작동액, 광석분리 공정 시 거품방지제
- 열교환 매체, 원자로에서 금속 이온의 용매추출
- 니트로셀룰로스의 용매제
- 셀룰로스 아세테이트 가소제
- 안료분쇄 보조제
- 악티니드 분리용 용매제
- 금속의 추출 용매제
- 방화 작동액, 방화 셀룰로즈 에스테르
- 고무 가소제
- 콘크리트, 직물, 제지업에서 거품제거제
- 일상적인 핵연료 융해 시 추출용매
- 고엽제 구성성분

3) 노출 및 결정인자[1)]

트리부틸 포스페이트의 생산 및 희유원소, 우라늄, 플루토늄, 금속이온 추출물질로서의 이용, 방화제, 가소제, 용매제, 거품방지제, 작동제로서의 사용 시 대기 중으로 방출되어 작업자에게 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	266.32	물리적 상태	액체	증기압	매우 낮음(20℃)
끓는점	289℃(분해함)	R-phrase	22	Log Kow	4.00
노출기준(노동부)	TWA 0.2 ppm / 2.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 트리부틸 포스페이트의 제조(포장)

① 시나리오 : 포스겐이 부틸알코올과 반응하여 제조된다. 제조 된 트리부틸 포스페이트를 드럼이나 용기에 주입하는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리부틸 포스페이트 제조(현장점검)

① 시나리오 : 포스겐이 부틸알코올과 반응하여 제조된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 항공기 작동액으로 사용(항공기 수리작업)

① 시나리오 : 항공기 수리공들은 트리부틸 포스페이트를 함유한 항공기 작동액에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.5 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 가소제(plasticizer)[1]로 사용(시료채취)

① 시나리오 : 염화비닐·아세트산비닐 같은 열가소성 플라스틱에 첨가하여 열가소성을 증대시킴으로써 고온에서 성형가공을 용이하게 하는 유기물질로 트리부틸 포스페이트가 사용된다. 열가소성 수지를 제조할 때 원료 및 중간생성물의 품질관리를 위해 소량의 시료들을 채취하게 되며, 이 과정에서 작업자는 트리부틸 포스페이트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 가소제의 작용을 간단히 설명하면, 플라스틱은 긴 끈 같은 분자가 모여서 된 것으로, 분자 사이에 서로 끌어당기는 힘이 강할수록 딱딱해진다. 이 때 분자 사이에 가소제가 끼어들면 플라스틱 분자 사이의 직접 끌어당기는 힘이 약해져 잘 휘게 된다. 그러므로 가소제는 그 플라스틱에 잘 섞일 수 있는 성질, 즉 섞임성[compatibility]이 있는 것이어야 하며, 또한 가소성을 증가시킴과 동시에 내열성·내한성·내연성·전기적 성질 등 다른 성질도 향상시키는 것이 바람직하다. 가소제의 종류는 다양하나, 중요한 것으로는 DOP(디옥틸프탈레이트)·DOA(디옥틸아디페이트)·TCP(트리크레실포스테이트) 등이 있다. DOP는 폴리염화비닐에 쓰이고, DOA는 내한용, TCP는 내연성인 것이 특성이다. 특히 DOP나 DOA는 옥틸기 대신에 다른 기로 바꾼 것이 많이 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(349) 1,2,4-트리클로로벤젠[1] 1,2,4-Trichlorobenzene 120-82-1

1. 개요

1) 제조

모노 클로로벤젠을 염소화하여 제조한다.

디클로로아닐린의 디아조화(diazotization)에 의해서 생성된다.

2,4-디클로로아닐린이나 2,5-디클로로아닐린, 3,4-디클로로아닐린을 디아조화하고 제1동 염소(Cuprous chloride)/Cu_2Cl_2로 처리하여 제조한다.

벤젠헥사클로라이드(benzene hexachloride)의 알파, 델타, 감마 이성체를 60℃에서 탈수소염소화(dehydrochlorination)하여 제조한다.

2) 용도

- 절연체(dielectric fluid), 열전달 매체
- 광택제, 냉각제, 윤활제 제조 시 사용
- 살충제, 제초제
- 화학물질 합성의 매개체
- 폴리에스테르 염색
- 염색약 담체로 이용
- 탈지제, 목재 방부제
- 부패성 탱크와 배관 세정제
- 연마용제
- 변압기유

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	181.45	물리적 상태	액체	증기압	0.46mmHg(25℃)
끓는점	213.5℃	R-phrase	22,38,50/53	Log Kow	4.02
노출기준(노동부)	C 5 ppm / C 40 mg/m^3			STEL -	

1) 무색 유상액체로서 1,2,3-트리클로로벤젠(비점 218~219℃), 1,2,4-트리클로로벤젠(비점 213.5℃)이 있음.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 1,2,4-트리클로로벤젠 제조(포장)

① 시나리오 : 모노 클로로벤젠을 염소화하여 제조한다. 제조 된 1,2,4-트리클로로벤젠은 드럼 용기에 주입되어 포장되며, 이 과정에서 작업자는 대기중으로 방출된 1,2,4-트리클로로벤젠에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	400 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,2,4-트리클로로벤젠 제조(시료채취)

① 시나리오 : 모노 클로로벤젠을 염소화하여 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제품의 품질관리를 위하여 소량의 시료를 채취하게 되며 이 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 1,2,4-트리클로로벤젠 제조(현장점검)

① 시나리오 : 모노 클로로벤젠을 염소화하여 제조한다. 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(350) 트리클로로아세트산 Trichloroacetic acid 76-03-9

1. 개요

1) 제조

카르복시산의 하나로, 아세트산의 메틸기에 있는 3개의 수소가 모두 염소로 치환된 화합물이다. 클로랄 수화물의 산화 또는 아세트산의 염소화에 의해서 합성한다.

포수 크로랄을 가열 용융한 다음, 발연 질산을 첨가하고 증류해 제조한다.

2) 용도

의약품으로써 부식제·각질용해제(사마귀제거제)·단백질침전제, 생체 내 단백질·지질의 분해제 등으로 쓰이며, 농약으로써 제초제 등에 쓰인다. 생체로부터 뉴클레오티드를 추출할 때 5% 수용액으로써 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	163.40	물리적 상태	고체	증기압	0.16mmHg(25℃)
끓는점	196~197℃	R-phrase	35	Log Kow	1.33
노출기준(노동부)	TWA 1 ppm / 7 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 트리클로로아세트산 제조(포장)

① 시나리오 포수 크로랄을 가열 용융한 다음, 발연 질산을 첨가하고 증류해 제조한다. 성상이 결정체이므로 제조 된 트리클로로아세트산을 캔에 포장할 때 작업자에게 분진 형태로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.143 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리클로로아세트산 제조(현장점검)

① 시나리오 : 아세트산의 염소화에 의해서 합성한다. 제품은 결정체이다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.00143 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 단백질침전제로 사용

① 시나리오 : 도축혈액을 원심분리 후 얻은 혈장에 트리클로로아세트산 등을 첨가하여 혈장 단백질을 얻는데 사용한다. 이러한 작업이 이뤄지는 실험실의 작업자에게 트리클로로아세트산이 분진형태로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 사용				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0143 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 제초제 제조(투입)

① 시나리오 : 2,4-디클로로페놀[1]은 클로로아세트산과 반응하여 제초제인 2,4-디클로로페녹시아세트산(2,4-D)이 된다. 작업자는 클로로아세트산을 원료로 계량한 후, 투입하는 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.43 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 2,4-디클로로페놀은 포름알데히드와 반응하여 방충제 · 방부제 · 종자살균제로 쓰이는 메틸렌비스(디클로로페놀)가 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(351) 1,1,2-트리클로로에탄 1,1,2-Trichloroethane 79-00-5

1. 개요

1) 제조

1,1-디클로로에틸렌과 염화수소를 반응시켜 제조한다. 또한, 아세틸렌·염화수소·염소 또는 에틸렌·염소를 반응시켜 제조한다.

2) 용도

지방, 수지, 왁스 등의 용제로도 일부 사용되고 있으나, 대부분은 염화 비닐리덴의 제조 등 화학공정의 중간물질로 사용되고 있다. 독성이 적은 대체물질이 많이 있기 때문에 전체적인 사용량은 많지 않다.

한 이성질체는 사염화탄소의 대체물로 쓰이는 1,1,1-트리클로로에탄으로 기계의 냉세척 용매로 쓰인다. 고온에서의 분해를 막을 수 있는 안정제가 없기 때문에 증기-탈지 공정에는 쓰이지 않는다. 주로 1,1-디클로로에틸렌 제조 시 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

염화 비닐리덴의 제조 공정, 용제 사용 공정에서 작업할 때 노출될 수 있다. 유기염소화합물 생산 시 중간 생성물로서 산업폐수를 통해 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	133.42	물리적 상태	액체	증기압	25hPa/18.8mmHg(20℃)
끓는점	113.5℃	R-phrase	20/21/22	Log Kow	2.17
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 55 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 1,1,2-트리클로로에탄 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염화에틸리덴(ethylidene chloride)[1]을 염소에 의해 치환반응을 하면 1,1,2-트리클로로에탄이 얻어진다. 1,1,2-트리클로로에탄 제조 공정, 폐기 공정 작업자들이 이를 취급, 운반, 포장, 세정, 수리 하는 과정에서 노출될 수 있다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 1, 1-디클로로에탄이라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,1,2-트리클로로에탄 제조(현장점검)

① 시나리오 : 염화에틸리덴(ethylidene chloride)[1]을 염소에 의해 치환반응을 하면 1,1,2-트리클로로에탄이 얻어진다. 1,1,2-트리클로로에탄 제조 공정, 폐기 공정 작업자들이 이를 취급, 운반, 포장, 세정, 수리 하는 과정에서 노출될 수 있다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 각종 점검을 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 1, 1-디클로로에탄이라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 현장 점검의 경우 컨트롤 벤딩에서 hazard group이 2군에 해당되나 밀폐연속공정이므로 관리방법으로 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인쇄회로의 현상

① 시나리오 : 다층 인쇄회로 생산에는 트리클로로에탄으로 현상하고 염화 메틸렌으로 스트립핑하는 건식 염화 감광필름을 사용한다. 이 감광필름을 인쇄회로 위에 올린 뒤 자외선에 노출 시킨다. 그 다음 자외선에 노출되지 않은 부분을 트리클로로에탄으로 현상하고 물로 세정한다. 회로 인그레이빙이 끝나면 노출된 부분을 염화 메틸렌으로 스트립한다. 트리클로로에탄을 감광필름에 도포하는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 1,2-디클로로에틸렌(염화비닐리덴) 제조(투입)

① 시나리오 : 액상에서 1,1,2-트리클로로에탄과 알칼리를 반응시켜 염화비닐리덴를 제조한다. 원료의 계량과 투입작업 시 1,1,2-트리클로로에탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 1,2-디클로로에틸렌(염화비닐리덴) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 액상에서 1,1,2-트리클로로에탄과 알칼리를 반응시켜 염화비닐리덴를 제조한다. 염화비닐리덴의 원료 및 염소와 고무의 용제로 1,1,2-트리클로로에탄을 사용할 때 노출 될 수 있다. 제조 설비 및 공정을 점검 시 현장운전원에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 현장 점검의 경우 컨트롤 벤딩에서 hazard group이 2군에 해당되나 밀폐연속공정이므로 관리방법으로 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 반도체 제조공정에서 세정제로 사용

① 시나리오 : 트리클로로에틸렌이나 1,1,2-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌 등은 반도체 제조공정에서 세정제로 사용된다. 제품을 세정액 속에 담가서 불순물을 제거한다. 1,1,2-트리클로로에탄을 이용하여 반도체 세정 시 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 30.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 드라이클리닝 용제[1]로 사용(계량 및 투입)

① 시나리오 : 대량의 의류를 능률적으로 드라이클리닝하기 위해서는 기계를 사용하는데 드라이클리닝용제에는 독성이 있으므로, 작업자가 용제 증기를 흡입하지 않도록 밀폐장치가 되어 있다. 특히 합성용제의 경우는 완전밀폐장치가 되어 있고, 세정－탈액－건조 과정이 같은 기계에서 연속적·자동적으로 이루어진다. 세탁기에 트리클로로에탄을 주입할 때나 세탁된 의류를 꺼낼 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 드라이클리닝은 유성 휘발성 유기용제를 사용하여 마른 상태로 세탁하는 법이다. 용제에는 ① 석유계 용제 ② 테트라클로로에틸렌 ③ 플루오르계 용제(F-113) ④ 트리클로로에탄 등 4종류가 있는데 모두 물과 섞이지 않는 유성이며 휘발성이다. 이 때문에 물세탁으로 탈색되거나 수축되기 쉬운 의류라도 안전하게 세탁할 수 있으며 기름때를 뺄 수 있는 힘이 크다. 반면에 땀과 같은 수성 얼룩은 잘 빠지지 않으므로, 용제 속에 세제, 곧 계면활성제와 약간의 수분을 가하여서 세탁하는 차지시스템(charge system)이 일반적이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(352) 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane 76-13-1

1. 개요

1) 제조

플루오르화 지르코늄 촉매 하, 과염화에틸렌을 플루오르화 수소와 염소의 혼합물과 반응시켜 얻는다.

플루오르화 수소 수용액 중에서 브롬화삼염화에틸렌, 플루오르화 리튬, 그리고 플루오르화 칼슘을 전기분해 하여 얻는다.

2) 용도

냉매, 용제, 필름 처리 용제, 드라이클리닝 및 기름 제거제로 사용되나, 오존층 파괴물질로 분류되어 사용이 제한된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	197.5	물리적 상태	액체	증기압	510hPa(384mmHg; 51% v/v)(20℃)
끓는점	47.6℃	R-phrase	23	Log Kow	3.16
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 7,600 mg/m^3		STEL 1,250 ppm / 9,500 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄 제조(시료채취)

① 시나리오 : 플루오르화 지르코늄 촉매 하, 과염화에틸렌을 플루오르화 수소와 염소의 혼합물과 반응시켜 얻는다.

합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 플루오르화 지르코늄 촉매 하, 과염화에틸렌을 플루오르화 수소와 염소의 혼합물과 반응시켜 얻는다.

합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비와 공정을 점검하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 드라이클리닝 용제로 사용

① 시나리오 : 드라이클리닝은 유성 휘발성 유기용제를 사용하여 마른 상태로 세탁하는 방법으로, 플루오르계 용제(F-113)의 일종인 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄이 사용된다. 대량의 의류를 능률적으로 드라이클리닝하기 위해서는 기계를 사용하는데, 작업자가 용제 증기를 흡입하지 않도록 밀폐장치가 되어 있다. 특히 합성용제의 경우는 완전밀폐장치가 되어 있고, 세정-탈액-건조 과정은 같은 기계에서 연속적·자동적으로 이루어진다. 따라서 세탁된 의류를 꺼낼 때 일부 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 150.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(353) 1,2,3-트리클로로프로판 1,2,3-Trichloropropane 96-18-4

1. 개요

1) 제조

프로필렌의 염소화로 제조한다.

염화알릴(allyl chloride)에 염소를 첨가하여 제조한다.

2) 용도

- 추출제
- 농약 및 다황화 고무류 생산의 중간물질(polysulfone 액체 중합체와 dichloropropene의 생성 시 중간생성물)
- 페인트 및 니스 제거제, 탈지제
- hexafluoropropylene 합성
- 기름, 지방, 왁스, 염화고무, 수지 용제
- 티오콜 다황화물(thiokol polysulfide)탄성중합체 합성에 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

1,2,3-트리클로로프로판은 이 물질의 제조, 운반, 저장 시 및 용제로의 이용 시, 또한 티오콜 다황화물 탄성중합체 합성 시 폐기물을 통하여 환경으로 방출된다.

1,2,3-트리클로로프로판에 대한 직업적 노출은 증기흡입 및 피부접촉을 통해서 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	147.43	물리적 상태	액체	증기압	4.0hPa/3.0mmHg(25℃), 8.5mmHg(40℃)
끓는점	156.2℃(760mmHg)	R-phrase	20/21/22	Log Kow	2.27
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 60 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 1,2,3-트리클로로프로판 제조(시료채취)

① 시나리오 : 프로필렌의 염소화로 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 1,2,3-트리클로로프로판 제조(현장점검)

① 시나리오 : 프로필렌의 염소화로 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비와 공정을 점검 시 현장운전원에게 노출이 발생할 수 있다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 1,2,3-트리클로로프로판 제조(포장)

① 시나리오 : 프로필렌의 염소화로 제조한다. 제조 된 1,2,3-트리클로로프로판을 용기에 포장 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(354) 트리페닐 포스페이트 Triphenyl phosphate 115-86-6

1. 개요

1) 제조

오산화인(phosphorus pentoxide)과 페놀의 반응으로 생성된다. 대부분의 오산화인은 반응탱크에서 가열하면 페놀과 에스테르화 반응을 일으킨다.

트리에틸포스페이트와 클로라민-T의 반응에 의해서 생성된다.

2) 용도

- 자동차 내부에 내화성 물질로 사용
- 인산계 난연제(Phosphorous Flame Retardant), 방향족 인산 화합물, 인산 안티몬, 트리 프레딜 포스페이트(TCP), 크레딜 디 페닐 포스페이트(CPP) 제조 시 사용
- 가소제, 윤활제의 성분

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	326.28	물리적 상태	고체	증기압	8.35×10^{-6}hPa, 6.28×10^{-6}mmHg(25℃)
끓는점	370℃(760mmHg), 245℃(11mmHg)	R-phrase	-	Log Kow	4.59
노출기준 (노동부)	TWA 3 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 트리페닐 포스페이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 오산화인(phosphorus pentoxide)과 페놀을 반응시켜 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생하며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리페닐 포스페이트 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 오산화인(phosphorus pentoxide)과 페놀을 반응시켜 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비 및 공정을 점검 시 현장운전원이 트리페닐 포스페이트에 노출될 우려가 있다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 분무용 살충제의 성분(효력 증강제)[1](계량 및 투입)

① 시나리오 : 시중에서 시판되는 분무용 살충제에 효력증강제로 트리페닐 포스페이트가 첨가된다. 트리페닐 포스페이트를 계량하여 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분무용 살충제에 효력증강제로는 참기름(methylene dioxyphenyl=sesamex), 설폭사이드(sulfoxide), 이소프로필(isopropyl), 피페로닐 브톡사이드(piperonyl butoxide), 피프로탈(piprotal=Tropital), 디엠씨(DMC), 트리페닐 포스페이트(triphenylphosphate), MGK 264, S421(octochiorodipropylether) 등이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(355) 트리플루오로 브로모메탄 Trifluorobromomethane 75-63-8

1. 개요

1) 제조

알루미늄 튜브나 파이렉스(pyrex) 트리플루오르메탄의 브롬화 반응으로 제조한다. 비금속성 반응기에서 플루오르포름(fluoroform)이나 과플루오르프로판의 브롬화 반응에 의해서 제조한다.

2) 용도

진화에 쓰이는 화합물의 일종으로 소화 성능이 뛰어나며 대상물을 더럽히지 않는 특성이 있어 특수한 용도의 소화기용 소화제로 많이 사용된다. 할론-1301은 컴퓨터실・은행금고실・위험물저장고・전차・잠수함의 소화제, 미사일의 마찰방지제로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	148.92	물리적 상태	기체	증기압	$1.22\times10^{+4}$mmHg(25℃)
끓는점	-57.8℃	R-phrase	-	Log Kow	1.86
노출기준 (노동부)	TWA 1,000 ppm / 6,100 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 트리플루오로 브로모메탄(할론) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 할론(halon)[1]은 할로겐화된 지방족 탄화수소 계열에 속하며, 대부분은 메탄이나 에탄에서 수소 원자의 일부 또는 전부를 할로겐 원소(플루오르·염소·브롬·요오드)로 치환하여 유도된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 할론에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[2] : 5.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.005 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 진화작업에 있어서 할론은 연소과정을 증식시키는 연쇄반응을 방해하는 작용을 한다. 할론은 전기부도체이므로 가연성 액체와 전기 제품을 포함하는 대부분의 고체 연소물질의 화재진화에 사용할 수 있다. 할론은 그 자체를 산화시키는 성분을 함유하고 있는 연료나 나트륨·칼륨처럼 반응성이 뛰어난 금속에는 효력이 없다. 할론 1301(브로모트리플루오로메탄)은 찌꺼기를 남기지 않고, 장치를 부식시키거나 전기적 단락을 일으키지 않기 때문에 전기장치에 발생한 불을 끄는 데 특히 유용하다. 그러나 할론은 오존층을 파괴하는 물질임이 밝혀짐에 따라 1994년부터 사용이 금지되었다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 트리플루오로 브로모메탄(할론) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 할론(halon)은 할로겐화 된 지방족 탄화수소 계열에 속하며, 대부분은 메탄이나 에탄에서 수소 원자의 일부 또는 전부를 할로겐 원소(플루오르·염소·브롬·요오드)로 치환하여 유도된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조설비 및 공정의 점검 시 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 할론 소화기[1] 제조(충전)

① 시나리오 : 일반소화기와는 달리 약제로서 할론 1211을 사용하는 것이 특색이며, 목재·섬유 등의 일반화재 및 유류·화학약품 화재와 전기나 가스화재 전반에 걸쳐 다양하게 사용된다. 소화기에 할론을 충전 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 150.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 구조는 몸통·레버·안전핀·노즐·압력계로 이루어져 있다. 사용법은 안전핀을 뽑은 다음 소화기를 바로 세워 노즐(분사구)을 불을 향하게 하고 손잡이를 들어 올리며 레버를 누른다. 살포할 때는 한쪽에서 반대쪽으로 이동하면서 살포한다. 주의할 점은 내용물이 가압된 상태이므로 49℃ 이상의 온도에는 노출시키지 말아야 하며, 또 얼굴에 방사하지 말아야 한다. 보관할 때는 어린아이의 손이 닿지 않는 곳에 보관하도록 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(356) 티오글리콜산 Thioglicolic acid 68-11-1

1. 개요

1) 제조

클로로아세트산과 수황화나트륨을 반응시켜(thiolation) 제조한다.

소디움 클로로아세테이트에 소디움 설프하이드레이트(sodium sulfhydrate)를 첨가 하여 제조한다.

Thiohydantoin을 염기와 함께 가열하여 제조한다.

황화수소칼륨(potassium hydrogen sulfide)과 클로로아세트산을 가열하여 얻는다.

2) 용도

- Thioglycolate의 중간생성물, 비닐 안정제
- 의약품 제조, 모발제거제, 헤어 퍼머 용액
- 미생물 성장에 대한 생물학적 배지의 성분
- 철 및 기타 금속이온 탐지 시약, 전기도금 및 가소제
- 킬레이트 제, 카르보닐기 압축 촉매제
- 섬유에 영구적인 주름을 잡는데 이용
- 알루미늄 분리 시 분석화학에 이용
- 질산염, 우라늄, 바나듐, 크롬, 구리, 몰리브덴, 팔라듐 분석 시약
- 복합화합물(matrix compound)에서 빠른 원자 충격 질량분석법에 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

티오글리콜산의 제조 시 및 헤어 파마용액, 모발제거제, 킬레이트제, 화학적 중간생성물, 비닐 안정제, 의약품 제조 등에의 이용 시 폐기물을 통해 환경으로 방출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	92.12	물리적 상태	액체	증기압	11.54×10^{-2}hPa/8.68×10^{-2}mmHg(25℃)
끓는점	120℃	R-phrase	23/24/25,34	Log Kow	0.09
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 4 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 티오글리콜산의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 클로로아세트산과 수황화나트륨을 반응시켜(thiolation) 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 파마약[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 퍼머약에서 환원제와 컬링제[2]로 티오글리콜산염이 사용된다.

제1액은 프로세싱 솔루션이라고도 하며, 티오글리콜산 2~7%를 주성분으로 하는 알칼리의 수용액으로서 머리털의 환원작용을 한다. 파마약 제조 시 티오글리콜산을 계량하여 반응기에 투입할 때 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 털을 컬러에 말면 바깥쪽의 늘어난 폴리펩티드는 원래의 상태로 돌아가려고 하나, 알칼리를 작용시켜 시스틴 결합을 일단 끊으면 그 탄력성은 상실된다. 그것을 컬러에 만 채로 중화시키면 머리털은 굽은 채로 고정하여 탄력있는 상태로 복원한다. 파마의 원리는 머리 속에 들어있는 단백질의 황성분에 의한 산화환원 반응을 이용한 것이다. 파마약은 머리카락 섬유에 수소를 붙게하는 환원제이다. 파마약은 흔히 약한 염기성으로 만든 티오글리콜산이라는 화합물의 수용액 이다. 일반 파마약은 시스테인 염산염이 이런 역할을 해주고, 스트레이트 파마약에서는 티오글리콜산 암모늄이 이런 역할을 하게 된다.

2) 컬 형성성분

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 미용실에서 파마 시술 시 노출

① 시나리오 : 파마 시술순서는 세발 후, 필요에 따라서 커트하고, 머리형을 다듬는다. 머리카락을 구분하여 컬러에 말고, 제1액을 바르는데, 10~25분 소요된다. 일부의 컬러를 풀어 굽은 정도를 살핀다. 그 후, 제2액을 바르는데, 약 5분 소요된다. 컬러를 풀고 미지근한 물로 헹구어 말린 다음, 세팅한다. 제 1액을 머리카락에 도포 시 성분인 티오글리콜산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 강화양모 생산(투입)

① 시나리오 : 강화양모는 증기나 알칼리에 대한 저항성을 증대시킨 양모로, 양모를 환원성 음이온을 가진 염류(티오글리콜산나트륨 등)로 처리하여 환원성 양모로 만들고, 여기에 트리메틸렌브로마이드를 작용시켜 새로운 황결합($RS(CH)_3SR$)을 재생성시킴으로써 얻는다. 양모의 염류 처리를 위한 계량과 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 디티올(dithiol)의 보존제(첨가)

① 시나리오 : 디티올은 톨루엔-3,4-디티올의 관용명이다. 공기에 의해 산화되기 쉬우므로 보통 티오글리콜산을 첨가하여 보존한다. 티오글리콜산을 용기에 첨가시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 시로셋가공(siroset process)[1)]

① 시나리오 : 티오글리콜산암모니아의 5% 수용액을 피륙 무게의 40% 가량 분무하여 적시고 100~120℃까지 가열 압축한다. 티오글리콜산암모니아를 피륙에 분무 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2)] : 4.0 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 4.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 양털의 섬유로 된 모직물의 주름가공법이다. 오스트레일리아의 연방 과학산업 연구기구(CSIRO:Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) 소속인 양모연구소에 의해 발명된 것으로, 양복 바지의 주름이나 플리츠 스커트 등에 영구성을 부여하기 위하여 사용한다. 오늘날에는 모노에탄올아민설파이트(MEAS) 수용액으로 처리하여 건조한 직물을 바지나 스커트로 재봉한 후, 25% 전후의 수분을 주어 시로셋과 같은 방법으로 가열 압축하는 방법으로 바뀌어가고 있다. 이 방법은 냄새가 나지 않고 철염으로 착색하지 않아도 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(357) 4,4'-티오비스(6-제3-부틸-m-크레졸)
4,4'-Thiobis(6-tert-butyl-m-cresol) 96-69-5

1. 개요

1) 제조

6-t-부틸-m-크레졸과 이염화황의 반응으로 생성된다.

2) 용도

- 고압과 저압에서 polyethylene, polypropylene, neoprene, 비닐폴리머, 그리고 고무 제품의 산화 방지제
- 폴리에틸렌의 안정제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	358.58	물리적 상태	고체	증기압	극히 미비함
끓는점	150℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 4,4'-티오비스(6-제3-부틸-m-크레졸) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 6-t-부틸-m-크레졸과 이염화황의 반응으로 생성된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.05 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 4,4'-티오비스(6-제3-부틸-m-크레졸) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 6-t-부틸-m-크레졸과 이염화황의 반응으로 생성된다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비 및 공정의 점검 시 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 산화 방지제[1]로 사용(투입)

① 시나리오 : 고무의 산화방지제로 첨가된다. 4,4′-티오비스(6-제3-부틸-m-크레졸)를 계량하여 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 3.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 특정 식품, 천연·합성 고무, 가솔린 등의 물질에 첨가하여 실온에서 공기 중에 있는 산소와 이들 물질이 결합하는 과정인 자동산화를 억제하기 위해 첨가하는 화합물이다. 보통 방향족 아민류, 페놀류, 아미노페놀류 등의 유기화합물들이 산화방지제로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(358) 파라쿼트(호흡성) Paraquat 4685-14-7

1. 개요

1) 제조

파라쿼트는 N,N'-Dimethyl-4,4'-bipyridinium dichloride의 상품명이다.

파라쿼트 원제는 full step 합성공정 생산시설을 이용하여 초기물질인 암모늄과 피리딘으로부터 생산한다. 파라쿼트 합성공법은 암모늄을 이용한 새로운 합성기술로서 고품질의 원제 생산이 가능하다. 합성 주원료인 피리딘 수급은 외부로부터 파이프로 공급받고, 합성한 파라쿼트 원제도 파이프를 통해 품목제조 시설까지 이송되므로 제조장 내에서의 냄새 및 유해물질의 환경 중 노출이 거의 없으며, 원제 합성시설 및 공정에 전자제어관리 시스템을 도입 하였다.

2) 용도

■ 제초제

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	186	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(염류)(20℃)
끓는점	175~180℃(분해됨)	R-phrase	24/25,36/37/38	Log Kow	-4.22(pH 7.4)
노출기준(노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 파라쿼트 생산(시료채취)

① 시나리오 : 파라쿼트 원제는 full step 합성공정 생산시설을 이용하여 초기물질인 암모늄과 피리딘으로부터 생산한다. 합성 주원료인 피리딘 수급은 외부로부터 파이프로 공급받고, 합성한 파라쿼트 원제도 파이프를 통해 품목제조 시설까지 이송되므로 제조장 내에서의 냄새 및 유해물질의 환경 중 노출이 거의 없으며, 원제 합성시설 및 공정도 전자제어관리 시스템으로 관리한다.

합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 파라쿼트 생산(현장점검)

① 시나리오 : 파라쿼트 원제는 full step 합성공정 생산시설을 이용하여 초기물질인 암모늄과 피리딘으로부터 생산한다. 합성 주원료인 피리딘 수급은 외부로부터 파이프로 공급받고, 합성한 파라쿼트 원제도 파이프를 통해 품목제조 시설까지 이송되므로 제조장 내에서의 냄새 및 유해물질의 환경 중 노출이 거의 없으며, 원제 합성시설 및 공정도 전자제어관리 시스템으로 관리한다.

합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비 및 공정의 점검 시 수행하는 현장 운전원이 노출될 우려가 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형[1]생산(배합)

① 시나리오 : 파라쿼트에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 제형을 만드는 공정은 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

농약 제형을 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 중에 파라쿼트에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품을 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 파라쿼트에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 제형생산(포장)

① 시나리오 : 포장공정은 포장용기에 농약을 담는 충전작업의 자동화 여부에 따라 노출 정도가 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우에는 모든 포장공정에서 작업자가 공기 중 농약에 노출될 가능성은 매우 낮으나, 반자동화 혹은 수동공정으로 농약을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들이 공기 중에 비산 혹은 증기화 된 농약에 과량으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 농약 살포

① 시나리오 : 물 1말(20ℓ)당 50㎖내지 300㎖를 혼합하여 액상의 파라쿼트를 분무한다. 살포작업 중 농약을 직접 살포하는 사람이 파라쿼트에 가장 많이 노출된다. 농약 살포 시, 아래를 향하여 살포하면 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하면 바람에 비산하여 노출이 커질 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 20.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(359) 퍼클로로메틸 멀캡탄 Perchloromethyl mercaptan 594-42-3

1. 개요

1) 제조

이황화탄소(carbon disulfide), thiophosgene 또는 Methyl thiocyanate를 염소처리하여 제조한다.

difunctional carbonyl compounds, phosphonates, phosphorites, phosphites, phosphates 또는 lead acetate 존재 하, 과립탄관(granular-charcoal column)에서 carbon disulfide의 염기화로 제조한다.

2) 용도

- 염색약 및 살균제(Captan, Folpet) 합성 시 중간생성물로 이용
- 군사용 최루탄 성분

3) 노출 및 결정인자[1)]

퍼클로로메틸 멀캡탄의 직업적 노출은 이 물질의 제조 시, 그리고 captan 및 folpet을 포함한 살균제의 이용 시 흡입 및 피부접촉을 통해서 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	185.89	물리적 상태	액체	증기압	86 hPa/65 mmHg(20℃)
끓는점	148~149℃(분해함)	R-phrase	21,25,26,36,37,38	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.8 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 퍼클로로메틸 멀캡탄 제조(시료채취)

① 시나리오 : 이황화탄소(carbon disulfide), thiophosgene 또는 Methyl thiocyanate를 염소처리하여 제조한다. 품질관리를 위해 제조 된 퍼클로로메틸 멀캡탄의 시료를 채취하고 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 퍼클로로메틸 멀캡탄 제조(포장)

① 시나리오 : 이황화탄소(carbon disulfide), thiophosgene 또는 Methyl thiocyanate를 염소처리하여 제조한다. 제조 된 퍼클로로메틸 멀캡탄을 용기에 포장 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(360) 페나미포스 Fenamiphos 22224-92-6

1. 개요

1) 제조

4-methylthio-m-cresol과 ethylisopropylamidophosphorochloride가 반응하여 생성된다.

3-Methyl-4-(methylmercapto)phenol, phosphorus oxychloride, ethanol isopropylamine (dehydrochlorination)의 반응으로 생성된다.

4-methylthio-m-cresol과 o-ethyl N-isopropyl phosphoramidochloride의 응축으로 생성된다.

ethyl dichlorophosphate가 isopropylamine과 반응한 후, 4-methylthio-m-cresol과 응축하여 생성된다.

2) 용도

- 선충류 제거제(nematicide)

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	303.4	물리적 상태	고체	증기압	9.87×10^{-7}hPa/7.5×10^{-7}mmHg(30℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	24,28	Log Kow	3.23
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 페나미포스 생산(시료채취)

① 시나리오 : 4-methylthio-m-cresol과 에틸이소프로필아미도포스포러스클로라이드(ethylisopropylamidophosphorochloride)가 반응하여 생성된다. 농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 중 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페나미포스 생산(포장)

① 시나리오 : 4-methylthio-m-cresol과 에틸이소프로필아미도포스포러스클로라이드(ethylisopropylamidophosphorochloride)가 반응하여 생성된다. 농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 중 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형[1]생산(배합)

① 시나리오 : 페나미포스에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 제형을 만드는 공정은 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다.

배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하여 분석하는 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 제형생산(포장)

① 시나리오 : 포장공정은 포장용기에 농약을 담는 충전작업의 자동화여부에 따라 노출 정도가 매우 다르게 나타날 수 있다. 충전공정이 자동화인 경우 모든 포장공정에서 작업자가 공기 중 농약에 노출될 가능성은 매우 낮으나, 반자동화 혹은 수동인 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들이 공기 중에 비산 혹은 증기화 된 농약에 과량으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 농약 살포

① 시나리오 : 페나미포스를 물과 혼합하여 분무한다. 살포작업 중 농약을 직접 살포하는 사람이 페나미포스에 가장 많이 노출된다. 농약 살포 시, 아래를 향하여 살포하면 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하면 바람에 비산하여 노출 정도가 커질 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 124.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1241.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(361) 페노티아진 Phenothiazine 92-84-2

1. 개요

1) 제조

유황에 디페닐라민을 용해시킴으로써 생성된다. 요오드를 촉매로 사용 시 생산량을 증가시킬 수 있다.

2) 용도

- 살충, 기생충 약으로 이용
- 염료제조에 사용
- 클로르프로마진 및 관련 항정신병약의 혼합물
- 중합반응 억제제
- 산화방지제

3) 노출 및 결정인자[1)]

페노티아진의 직업적 노출은 이를 생산, 사용하는 작업장에서 피부접촉 및 섭취를 통해 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	199.28	물리적 상태	고체	증기압	해당 안됨
끓는점	371℃	R-phrase	22,34,43	Log Kow	4.15
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 페노티아진의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 유황에 디페닐라민을 용해시킴으로써 생성된다. 요오드를 촉매로 사용 시 생산량을 증가시킬 수 있다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.0002 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페노티아진의 제조(포장)

① 시나리오 : 유황에 디페닐라민을 용해시킴으로써 생성된다. 요오드를 촉매로 사용 시 생산량을 증가시킬 수 있다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 된 페노티아진을 용기에 포장 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 중합반응 억제제로 사용(투입)

① 시나리오 : 비닐아세테이트, (meth)acrylates, acrolein, divinyl benzene을 비롯한 다른 비닐 단량체들의 중합반응을 억제한다. 페노티아진를 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 항산화제로 사용(투입)

① 시나리오 : 가솔린 형태의 연료, 아스팔트, 윤활제의 항산화제로 쓰인다. 페노티아진를 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(362) 페놀 Phenol 108-95-2

1. 개요

1) 제조

큐멘이 큐멘 하이드로퍼옥사이드로 산화되고 산성매질에서 페놀과 아세톤으로 분리된다.

톨루엔이 안식향산으로 산화된 후, 산화성 카르복시 이탈 반응에 의해 페놀을 생성한다.

알카리수산화물과 벤젠술폰산나트륨을 가열함으로서 벤젠을 술폰화하고 페놀을 생성한다.

싸이클로헥사놀-싸이클로헥사논 혼합물의 탈수소화반응에 의해 제조한다.

벤젠의 염소화 및 클로로벤젠의 증기상 가수분해에 의해 제조한다.

2) 용도

- 소독제, 화학분석 시약
- 페놀수지 및 비스페놀A의 중간생성물, 가소제 중간생성물
- 카프로락탐, 아디핀산, o-히드록시벤조산 제조 시 중간생성물

3) 노출 및 결정인자[1)]

페놀의 직업적 노출은 페놀을 제조하고 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부접촉에 의해 발생할 수 있다. 또는 페놀이 함유된 폐수의 피부접촉 및 흡입에 의해 노출될 수 있다. 주로 소독작업, 화학분석작업, 방향족 화합물의 생산 공정 중에 노출이 발생한다.

일반인들은 흡연이나 배기가스 등으로 오염된 공기 흡입, 페놀을 함유한 음식 및 음료수 섭취를 통해 노출될 수 있고, 페놀이 함유된 의약품의 피부 접촉에 의해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	94.11	물리적 상태	고체, 액체	증기압	0.47hPa/47Pa(0.35mmHg)(25℃)
끓는점	182℃	R-phrase	24/25,34	Log Kow	1.46
노출기준 (노동부)	TWA 5 ppm / 19 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 페놀 제조(시료채취)

① 시나리오 : 원료로는 벤젠, 프로필렌, 톨루엔 등을 사용한다. 큐멘공정을 이용할 경우, 큐멘은 프로필렌을 사용하여 벤젠을 염화알미늄이나 인산 촉매 하 알킬화시켜 만든다. 큐멘은 알칼리성 매질에서 지방산아민을 촉진제로하여 공기나 부화공기로 산화된다. 생성된 큐멘 하이드로퍼옥사이드는 140°F의 교반조에서 묽은 황산으로 가수분해되어 페놀과 아세톤으로 분해된다. 많은 양의 페놀이나 아세톤을 재순환함으로써 과산화물 농도를 1% 정도로 유지하여 폭발위험을 줄인다. 반응기 유출물은 경사분리되어 수용액 상은 벽개(cleavage) 반응기로 재순환되고 유기산은 물로 씻어 남아있는 산을 제거한 후 최종 정제단계로 보낸다. 먼저 아세톤이 제거된 후 메시틸옥사이드(Mesityl Oxide)와 분리할 탑으로 보낸다. 그 다음 두개의 감압탑으로 보내는데, 먼저 큐멘을 분리하여 재순환시키고 다음 탑에서 알파메틸스티렌을 수소화 장치를 통해 큐멘으로 전환하여 재순환시키는데 이것이 Long Process로 알려진 방법이다. 페놀은 마지막 감압탑의 탑정에서 얻어지며 결정화방법을 사용하여 정제한다. 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.000053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페놀 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 원료로는 벤젠, 프로필렌, 톨루엔 등을 사용한다. 큐멘공정을 이용할 경우, 큐멘은 프로필렌을 사용하여 벤젠을 염화알미늄이나 인산 촉매 하 알킬화시켜 만든다. 큐멘은 알칼리성 매질에서 지방산아민을 촉진제로하여 공기나 부화공기로 산화된다. 생성된 큐멘 하이드로퍼옥사이드는 140°F의 교반조에서 묽은 황산으로 가수분해되어 페놀과 아세톤으로 분해된다. 많은 양의 페놀이나 아세톤을 재순환함으로써 과산화물 농도를 1% 정도로 유지하여 폭발위험을 줄인다. 반응기 유출물은 경사분리되어 수용액 상은 벽개(cleavage) 반응기로 재순환되고 유기산은 물로 씻어 남아있는 산을 제거한 후 최종 정제단계로 보낸다. 먼저 아세톤이 제거된 후 메시틸옥사이드(Mesityl Oxide)와 분리할 탑으로 보낸다. 그 다음 두개의 감압탑으로 보내는데, 먼저 큐멘을 분리하여 재순환시키고 다음 탑에서 알파메틸스티렌을 수소화 장치를 통해 큐멘으로 전환하여 재순환시키는데 이것이 Long Process로 알려진 방법이다. 페놀은 마지막 감압탑의 탑정에서 얻어지며 결정화방법을 사용하여 정제한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비 및 공정을 점검 시 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 가장 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.00053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 니트로페놀[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 3종의 이성질체가 있는데, o-화합물과 p-화합물은 페놀에 30% 질산을 작용시키면 생성된다. 생성물을 증류하면 o-화합물만 증류되므로 p-화합물로부터 분리할 수 있다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 페놀핵 수소를 니트로기로 치환한 화합물. 좁은 뜻으로는 모노니트로페놀 $C_6H_4(OH)(NO_2)$를 말한다.페놀의 니트로화는 히드록시기가 존재하기 때문에 탄화수소의 니트로화보다 쉽다. 또 페놀에 니트로기가 치환되면 그 히드록시기의 산성은 강하게 된다. 아미노페놀이나 여러 가지 염료의 재료에 사용되며, 그 밖에 트리니트로페놀의 하나인 피크르산 등이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 클로로페놀(chlorophenol)[1]제조(투입)

① 시나리오 : 3가지 이성질체가 있다. 각각 대응하는 클로로아닐린을 디아조화한 뒤 가수분해하여 합성한다. p-클로로페놀[2]은 페놀을 염화술푸릴로 염소화해서도 합성한다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.0053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 페놀의 벤젠고리에 결합해 있는 수소 1개를 염소로 치환한 것이다.
2) p-클로로페놀은 살균소독제로 쓰이고, 또 황산을 촉매로 하여 프탈산무수물과 반응시켜 안트라퀴논계(系) 염료의 중간체인 퀴니자린의 합성에 쓰인다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 나트륨 페놀레이트(sodium phenolate)[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 페놀과 수산화나트륨의 반응으로 얻을 수 있는 페놀산의 나트륨염으로 페놀나트륨이라고도 한다. 제조 설비 및 공정을 점검 시 수행하는 현장운전원이 노출될 우려가 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.00053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무색의 고체이며, 물에 잘 녹으나 알코올에는 잘 녹지 않는다. 유기합성의 시약이나 소독제・살균제・살리실산의 원료로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 피크린산(picric acid)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀의 니트로화로 생성된다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자가 노출될 수 있다.

※ 2,4-디니트로클로로벤젠을 가수분해하면 생기는 2,4-디니트로페놀의 니트로화에 의해 합성된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 서서히 가열하면 승화하지만, 갑자기 가열하거나 충격을 주면 폭발한다. 2,4,6-트리니트로페놀로 황색 결정이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 비스페놀-A 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀은 비스페놀-A[1]의 원료로, 아세톤과 2분자의 페놀이 축합 탈수 반응에 의해서 생성된다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.0053 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 비스페놀-A는 휴대폰, 자동차 헤드램프 등에 사용되는 폴리카보네이트(PC)의 주원료로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 페놀 수지[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 주 원료인 페놀은 현재 벤젠에서 큐멘을 거쳐서 합성된 것이 대부분을 차지하고 있다. 반응시키는 알데히드로, 공업적으로는 전적으로 포름알데히드가 이용되고 있으며, 취급을 편리하게 하기 위해서 보통 37% 농도의 수용액(포르말린) 상태로 사용되고 있다. 그 중합체인 파라포름알데히드도 목적에 따라서 때때로 이용되고 있다. 페놀과 포르말린을 단순히 혼합하여 가열하는 것만으로는 반응이 늦기 때문에 촉매로써 산 또는 염기를 소량 가하여 반응 시킨다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 페놀수지는 페놀과 포롬알데하이드와의 부가축합물로서 가장 오래된 고분자재료중의 하나이며, 우수한 내열성, 난연성, 전기절연성 등의 성능을 갖고 있어, 산업전반에 걸쳐 중요한 위치를 점하고 있다. 또한, 과거의 일반적 용도 외에도 일렉트로닉스(Electronics), 항공, 우주 등의 용도와 같은 하이테크분야에 이르기까지 그 용도가 다양하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 노볼락(Novolak) 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀수지의 일종으로, 페놀이나 포름알데히드 등을 산성 촉매와 반응시켜 얻는데, 염산·수소 등과 반응시킬 때 생기며 알코올에 녹는다. 알코올성 니스·알칼리성 물질을 가하면 열경화성 수지로 변하는 성질을 이용하여 처음 노볼락형 수지를 제조하고, 이에 헥사메틸렌테트라민을 더하여 전기절연성이 높은 수지를 제조한다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 리니멘트제(liniment)[1]제조(배합)

① 시나리오 : 연고제와 로션제의 중간적인 이점이 있으며 가려움증 등에 이용된다. 제제로서는 페놀·아연화리니멘트가 있다. 제제를 혼합하는 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 액체모양 또는 연고모양의 외용제. 도포제라고도 하며, 피부에 문질러 사용한다. 의약품을 물·에탄올·지방유·글리세린·비누·계면활성제 또는 이것들의 혼합물에 섞어서 전체가 균일해지도록 만든다. 기제에 따라 유제성·알코올성·유성리니멘트의 3종이 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 목재 방부제로 사용(도포)

① 시나리오 : 플루오르, 페놀화합물이 물에 녹으면 방부성을 갖는 성질을 이용하여, 목재 방부제로 페놀류, 무기플루오르화물(PF)계 방부제가 사용된다. 방부제를 도포하거나 목재를 방부제에 담그는 방법으로 목재를 처리한다. 목재의 방부처리 과정에서 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 4.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 소독제[1](도포)

① 시나리오 : 석탄산계 소독제로 페놀·크레졸비누액이 사용된다. 소독제를 분무하거나 도포할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[2] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 4.0 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 현재 널리 사용되는 소독제에는 손가락과 주사기 등의 소독에 사용되는 소독용 에탄올(소독용 알코올)이나 이소프로판올(50%) 등의 알코올류, 실내소독이나 의복·거즈류의 소독에 사용되는 포르말린(포름알데히드액), 수술용과 구급용기구의 소독이나 간염바이러스의 소독에 사용되는 글루타르알데히드라는 알데히드류가 있다. 알칼리제로는 생석회가 배설물과 화장실 등의 소독에 사용되고, 할로겐류로는 음료수 소독에 사용되는 염소가스와 염소의 소독효과를 이용한 표백분·차아염소산나트륨액·아염소산나트륨액이 있다. 요오드팅크는 살균소독을 목적으로 상처나 수술 부위에 바르는데, 묽은 요오드팅크, 복방 요오드글리세린(루골액)도 같은 용도로 사용된다. 손을 씻을 수 있는 요오드화합물로는 포비돈요오드가 주로 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 살리실알데히드 (salicylaldehyde)[1]제조(투입)

① 시나리오 : 페놀과 클로로포름을 수산화나트륨 존재 하에 반응시켜 얻는다. 페놀을 계량하여 반응기에 투입 시 작업자에게 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자식 $C_7H_6O_2$. 방향족 알데히드의 하나. o-히드록시벤즈알데히드라고도 한다. 카시아기름 등의 식물정유 속에 함유되어 있다. 냄새가 있는 무색 액체로 에탄올(에틸알코올)·에테르 등의 유기용매와 임의의 비율로 혼합된다. 향기가 나기 때문에 향료로도 이용되지만, 주요 용도는 쿠마린의 합성원료이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 아니솔 (anisole)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 페놀과 수산화나트륨의 수용액에 황산디메틸을 떨어뜨려 메틸화(methylation)하거나, 페놀과 요오드화메틸을 디메틸포름아미드에서 탄산칼륨무수물과 가열·환류하면 얻을 수 있다. 시판품의 불순물은 주로 물·페놀·알코올 등이다. 정제방법은 묽은 수산화나트륨수용액으로 씻은 후 다시 물로 씻고 염화칼슘무수물로 건조시켜 질소기류 내의 금속 나트륨 존재 하에 증류한다. 아니솔 제조 시 페놀을 계량하여 반응기에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 방향족 에테르의 하나. 메톡시벤젠·메틸페닐에테르·페놀메틸에테르라고도 한다. 무색 액체로 강한 방향을 갖는다. 성분 조성은 물 40.5wt%, 아니솔 59.5wt%이다. 유기용제·향료·살충제로 이용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 파라, 오르토-히드록시아조벤젠[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 염화벤젠디아조늄(benzenediazonium chloride)을 약염기성에서 페놀과 반응시키면 파라, 오르토-히드록시아조벤젠이 얻어진다(디아조커플링반응).
파라, 오르토-히드록시아조벤젠을 제조 시 페놀을 계량하여 반응기에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 디아조염료의 중간생성물로서 중요하다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES16: 우레탄(urethane)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 알코올 또는 페놀에 클로로시안·염화카르바밀 또는 요소를 반응시켜서 얻는다. 우레탄을 제조 시 페놀을 계량하여 반응기에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 카르밤산에스테르 치환체의 총칭. 카르밤산에스테르 H_2NCOOR 및 그 N-치환체의 총칭. 좁은 뜻으로 카르밤산에틸을 가리키는 경우가 있다. 흰색의 결정체이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES17: 카프로락탐(caprolactam)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 카프로락탐은 벤젠·톨루엔·페놀을 주원료로 하여 시클로헥산온옥심을 만들어 이것을 진한 황산과 가열하여 베크만전위를 일으켜 제조한다. 카프로락탐을 제조 시 페놀을 계량하여 반응기에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

※ 5-아미노카프로산을 고리화하는 방법, ε-카프로락톤에 암모니아를 작용시키는 방법, 시클로헥산온에 아지드화수소산을 작용시키는 방법 등도 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 나일론의 원료로 중요한 물질. 카프로락탐을 가압반응기 속에서 고압으로 가열함에 따라 약 200개의 카프로락탐이 중합하여 1개의 6-나일론 고분자 $H[NH(CH_2)_5CO]_{200}OH$를 형성한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(363) p-페닐렌디아민 p-Phenylene diamine 106-50-3

1. 개요

1) 제조

철과 염산의 존재 하 1-아미노-4-니트로벤젠의 환원으로 제조한다.

2) 용도

- 모발 또는 모피 염색제
- 아조계 염료 제조
- 사진에서 경화 촉진제
- 폴리우레탄을 위한 디이소시아네이트 제조 시 중간생성물
- 고무의 항산화제 및 촉진제

3) 노출 및 결정인자[1)]

p-페닐렌디아민의 직업적 노출은 p-페닐렌디아민을 제조하거나 사용하는 작업장에서 흡입이나 피부접촉에 의해 일어날 수 있다. 일반인들은 p-페닐렌디아민이 함유된 머리염색약을 사용할 때 피부를 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	108.14	물리적 상태	고체	증기압	<1mmHg(21℃)
끓는점	267℃	R-phrase	23/24/25,36,43,50/53	Log Kow	-0.25
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: p-페닐렌디아민 제조(시료채취)

① 시나리오 : 철과 염산의 존재 하에 1-아미노-4-니트로벤젠의 환원으로 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 p-페닐렌디아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 이온교환 수지(ion exchange resin)의 제조(투입)

① 시나리오 : 페닐렌디아민과 포름알데히드를 축합시켜 음이온 교환수지를 제조한다. 이온교환수지 제조 시 p-페닐렌디아민을 계량하여 제조 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아조계 염료[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 페닐렌디아민·벤디진·H산 및 아닐린을 원료로 제조한다. 페닐렌디아민을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 무명을 염색하는 검은색 염료. 분자가 극히 긴 산성 아조염료이며, 수용액에서 직접 무명을 검게 염색할 수 있다. 황화블랙·아닐린블랙과 함께 대표적 검은색 염료이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 모발 또는 모피 염색제(용해)

① 시나리오 : 머리카락이나 모피를 흑색으로 염색하는 염색제의 주성분은 p-페닐렌디아민, m-페닐렌디아민, m- 아미노페놀, 레소르신이다. 모발 또는 모피 염색 시 염색제를 용해하는 과정에서 p- 페닐렌디아민에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 에폭시 수지[1]의 경화제(첨가)

① 시나리오 : 에폭시 수지 제조과정에 제1차 수지에 페닐렌디아민 등의 아민, 프탈산 무수물 등의 산(이들을 경화제라고 한다)을 첨가하면 에폭시기의 고리열림 및 히드록시기와의 반응이 일어나 다리결합이 이루어져 경화제의 종류나 반응조건에 따라 각각 성질이 다른 수지가 생긴다. 페닐렌 디아민을 경화제로 첨가 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1.0 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 비스페놀 A[2,2-비스(4'-옥시페놀)프로판]와 에피클로르히드린을 수산화나트륨의 존재하에서 작용시키면 제1차 수지(프레폴리머)가 생긴다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(364) 페닐 에테르(증기) Phenyl ether(vapor) 101-84-8

1. 개요

1) 제조

클로로벤젠, 또는 브로모벤젠과 sodium phenolate를 가열하여 제조한다.

페놀을 활성화된 fuller's earth로 고압증기멸균기에서 350℃로 가열처리하여 제조한다.

2) 용도

- 고온 윤활제와 계면활성제("Dowfax" 계면활성제의 중간산물) 제조
- 향료, 특히 비누향에 다량으로 이용, 방화재
- 라미네이트 전기 절연체를 위한 열전도 매개수지(열전도체)
- 할로겐화, 아실화, 알킬화 반응 시 중간생성물
- 염료담체(폴리에스테르 염료담체)
- 폴리에스테르 제조 시 공정보조제
- 다양한 polybromine 추출물에 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

페닐 에테르는 멜리사유(lemon balm oil)에서 함유되어있다. 이는 치료시설, 직물마감, 염색가공, 화학품제고공장, 비누 및 세제시설 등에서 폐기물을 통해 환경으로 누출된다. 또한, 자연연소, 프탈산 무수물 제조, 터빈엔진, 향수제품에서의 증발로 대기 중에 누출된다. 대기 중에 누출되면, 광화학적으로 생성된 하이드록시 라디칼(반감기:d 약 20시간)과 반응하여 증기상태에서 쉽게 퇴화된다.

페닐 에테르에 대한 직업적 노출은 피부접촉 및 증기흡입을 통해 발생한다. 일반대중은 페닐 에테르를 함유한 비누, 세제, 크림, 로션, 향수제품 등의 사용 시 피부접촉 및 흡입을 통해 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	170.20	물리적 상태	고체, 액체	증기압	0.0283hPa/0.0213mmHg(25℃)
끓는점	259℃	R-phrase	36,37,38	Log Kow	4.21
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 7 mg/m^3			STEL 2 ppm / 14 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 페닐 에테르의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 클로로벤젠과 sodium phenolate를 가열하여 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 페닐 에테르에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 페닐 에테르의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 클로로벤젠과 sodium phenolate를 가열하여 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 제조 설비 및 공정을 점검 시 수행하는 현장운전원이 페닐 에테르에 노출될 우려가 높다. 현장출입시간은 1일 평균 4~6시간 이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 열전도체[1]로 사용(투입)

① 시나리오 : 화학장치를 일정한 조작온도로 유지하기 위해 가열이나 제열 등의 전열에 이용하는 매체로 사용된다. 열매체유에는 석유계와 합성유계 두 가지가 있는데, 합성유계로 페닐 에테르, 폴리페닐, 아릴알칸, 알킬벤젠이 사용된다. 이 매체를 관련 기구에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 현재 사용되어지고 있는 열매체유에는 석유계, 합성유계의 2종류가 있고 그 점도는 ISO VG 32~100의 것이 있다. 합성유계에는 페닐에테르, 폴리페닐, 아릴알칸, 알킬벤젠 등이 있으며 이들 합성유계는 열산화 안정성이 우수하고 증기압이 낮고 부식 방지성이 우수하여 널리 이용되고 있다. 일반적으로 석유계는 -20~320℃정도의 온도범위에 적용되고 합성유계는 -40~300℃의 넓은 온도범위에 적용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(365) 페닐 에틸렌 Phenyl ethylene 100-42-5

1. 개요

1) 제조

페닐 에틸렌의 다른 명칭으로 스티렌이라 하기도 한다. 스티렌 단량체는 에틸벤젠의 탈수소화(염화암루미늄·인산 또는 제올라이트 등의 산 촉매가 쓰인다)를 통해 에틸벤젠을 과산화에틸벤젠으로 만들고, 이것을 프로필렌과 반응시켜서 알파-페닐에탄올 및 산화프로필렌을 얻는다. 이들의 알코올을 제거하면 스티렌이 생성된다.

철·크롬·아연 등의 산화물을 촉매로 하여 600℃ 전후의 온도에서 약간 감압하여 수행하는 것이 보통이지만 산소를 써서 물의 형태로 수소를 제거하는 산화탈수소법도 있다.

그 밖에 석유의 열분해 후 다양한 석유 공정들을 통해 회수한다.

2) 용도

- 플라스틱, 합성 고무, 절연물의 제조
- 방호 코팅(스티렌-부타디엔 라텍스, 알키드)의 제조
- 가공 처리되지 않은 수지 시스템의 점성을 감소시키기 위한 희석제로써 사용
- 건축 자재 및 배에 사용되는 유리 섬유가 강화된 불포화 폴리에스테르 수지
- 합성 향료 물질 및 보조제
- 폴리에스테르 수지에서 가교제로 사용
- 치아 충전재 성분, 화학적 중간 생성물
- 폴리스티렌의 단량체
- 스티렌화 된 페놀 및 산화스티렌, 스티렌화 된 기름의 화학적 중간 생성물
- 페인트, 래커 제조
- 스티렌 중합체는 사진 복사기 토너 제조에 사용
- 스티렌부타디엔고무(SBR ; 부타디엔과의 혼성중합체, 합성고무), 폴리스티렌(열가소성 플라스틱), ABS수지(아크릴로니트릴·부타디엔과의 혼성중합체, 매우 딱딱한 열가소성 플라스틱), 스티렌-디비닐벤젠, 스티렌-아크릴로니트릴 중합체의 코모노머(comonomer)

3) 노출 및 결정인자[1)]

스티렌은 몇몇 나무들의 수액에서 자연적으로 발생하기도 한다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

스티렌에 대한 직업적 노출은 스티렌을 제조하거나 그것을 플라스틱 및 수지 제조에 사용하는 작업장에서 흡입 및 피부접촉을 통해서 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	104.14	물리적 상태	액체	증기압	4.3mmHg(15℃), 1.9hPa/1.5mmHg(20℃) 5mmHg(25℃), 10mmHg(30.8℃)
끓는점	145.2℃	R-phrase	10,20,36/38	Log Kow	2.95
노출기준 (노동부)	TWA 20 ppm / 85 mg/m^3			STEL 40 ppm / 170 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 페닐 에틸렌 제조(시료채취 및 분석)

① 시나리오 : 공업적으로는 벤젠을 에틸렌으로 알킬화하여 에틸벤젠을 만든 후 그것을 탈수소화하여 제조한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 페닐 에틸렌에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 스티렌 부타디엔 고무(SBR)[1] 생산(투입)

① 시나리오 : 스티렌과 부타디엔을 혼성 중합시켜서 얻는 고무[2]이다. Alkyllithium 촉매를 사용하여 스티렌과 부타디엔을 유기용매 중에서 반응시키는 용액 중합법으로 제조된다. SBR의 대표적인 조성은 스티렌 23.5%, 부타디엔 76.5%이다. 스티렌 부타디엔 고무를 제조할 때 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[3] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 부타디엔과 스타이렌을 저온유화중합하여 만든 공중합체로 합성고무중 가장 일반적으로 사용되는 범용고무이며 천연고무에 비하여 내마모성, 내열성이 우수한 장점과 가황이 평탄하고 안정된 스코치(Scorch)성과 용이한 가공성 등 폭넓게 사용이 가능한 물성을 지니고 있다. 합성고무 중에서 가장 많이 생산, 사용되고 있는 대표적 품종으로서, 자동차타이어를 비롯하여 거의 모든 고무제품에 사용되는 범용 합성고무이다.

2) 라디칼 중합개시제를 사용한 유화중합법에 의해 제조되는데, 중합온도는 보통 5℃ 또는 50℃ 부근이다. 5℃에서 만들어진 것을 콜드러버(cold rubber), 50℃에서 만들어진 것을 핫러버(hot rubber)라고 한다. 특수한 용도 이외의 대부분의 SBR는 콜드러버이다. 일반 고무제품의 원료로 쓰이지만 플라스틱의 내충격성 개량을 위한 블렌드용으로도 쓰인다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 스티렌 수지(styrene resin) 제조(투입)

① 시나리오 : 스티렌 단위체의 중합체인 폴리스티렌으로 이루어진다[1]. 수지는 일반적으로 스티렌의 라디칼중합으로 얻을 수 있다. 물에 스티렌·과산화벤조일과 소량의 현탁안정제를 가하여 90~100℃에서 6시간 정도 교반하면 구슬모양의 폴리스티렌을 얻을 수 있다. 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

스티렌 → 라디칼 중합 → 폴리스티렌

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 주로 사출성형으로 수㎝의 기계부품에서 수m의 자동차용 패널에 이르기까지 쉽고 정밀하게 성형할 수 있다. 성형온도는 230~250℃이다. 유리섬유강화도 한다. 폴리스티렌은 단단하고 강도가 높지만 충격에 약하고, 내열성이 작다. 내충격성을 강화하기 위해서는 고무성분인 폴리부타디엔의 블렌드나 공중합한다. 내충격성강화폴리스티렌을 하이임팩트폴리스티렌(HI-폴리스티렌)이라고 한다. 내열성 향상을 위해 α-메틸스티렌·말레산무수물의 공중합이 행해지며 내열성폴리스티렌은 100℃ 물에 안정하다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 발포폴리스티렌(expanded polystyrene)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 스티렌에 펜탄, 부탄가스 등의 발포제를 주입해 물로 중합한 뒤, 소정의 분자량이 될 때까지 가열한다. 이어 얻어진 발포폴리스티렌의 구성입자인 비드를 세척 건조시키고 폐수를 처리한 후 선별하면 완제품이 된다. 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 거품폴리스티렌, 스티로폼(styrofoam), 발포스티렌, 스티로폴 등 여러 이름으로 불린다. 체적의 98%가 공기이고, 나머지 2%가 수지인 자원 절약형 소재이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: ABS 수지(acrylonitrile butadiene styrene copolymer) 제조(혼합)

① 시나리오 : 아크릴로니트릴과 부타디엔의 혼성중합체 및 스티렌과 부타디엔의 혼성중합체를 혼합(블렌드) 하는 것이 일반적이며, 각각의 혼성중합체의 성질을 동시에 가지는 혼합수지를 얻는다. 혼성비율은 acrylonitrile 15~35%, butadiene 5~30%, 그리고 styrene 40~60%로 다양하다. 혼성중합체의 성분 조합이 다르면 제품 성능도 미묘하게 변화하므로 용도에 따라 조합을 바꾼다. 일반적으로 가공하기 쉽고 내충격성이 크고 내열성도 좋다. 스티렌과 부타디엔의 혼성중합체와 아크릴로니트릴과 부타디엔의 혼성중합체를 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: AXS 수지(acrylonitrile styrene acrylic ester) 제조(투입)

① 시나리오 : AXS 수지는 ABS 수지의 약한 내후성을 보완하기 위해 개발된 수지이다. 성분은 ABS 수지에서 부타디엔 성분을 빼고, 대신 불포화결합을 하지 않는 고무 성분을 첨가한 것만 다르다. 고무 성분에 따라 여러 종류가 있는데, 통틀어 AXS 수지라고 한다. 사용되는 고무는 아크릴 고무, 염소화폴리에틴렌, 에틸렌 프로필렌 고무, 에틸렌 초산 비닐 공중합체 등이다. AXS수지 제조 시 사용할 ABS수지 제조 시, 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: AAS 수지(acrylonitrile styrene acrylic ester copolymer)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 아크릴 고무에 아클리로니트릴과 스티렌을 그래프트 혼성중합한 스티렌수지로 충격 강도가 높으며 성형할 때 유동성이 우수한 수지를 만들 수 있고, ABS 수지에 비하여 비중과 인장 강도, 신축성이 조금 크다. AAS 수지 제조 시 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 스위치 케이스, 세탁기 등 전기·전자제품과 전조등 몸체 자동차 부품, 농기계 등 내후성·난연성·신축성 등이 요구되는 각종 제품의 부품으로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: ACS 수지(acrylonitrile chlorinated polyethylene styrene terpolymer) 제조

① 시나리오 : ACS 수지는 아크릴로니트릴(A)-염소화폴리에틸렌(C)-스티렌(S)수지의 영문 머리글자를 딴 것이다. ABS 수지와 특성이 비슷하지만, 염소를 포함하고 있어 내후성과 난연성이 뛰어나고, 대전(물체가 전하를 띠는 현상)과 먼지 오염에 강하다. ACS 수지 제조 시 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 스티렌 페이퍼(styrene paper)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 정확히는 폴리스티렌 페이퍼이다. 에틸렌과 벤젠으로부터 만든 스티렌을 촉매를 써서 폴리스티렌으로 하고, 휘발성탄화수소를 가하여 발포성을 가지게 한 후 융융상태에서 시트상으로 성형시킨 것이다. 스티렌을 계량, 반응 설비에 투입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 6.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 미세한 기포가 매우 많으며, 비중은 0.1로 아주 가볍고 진주처럼 아름다운 광택이 나며, 단열성이 크다. 주로 포장재료로 쓰이며, 일시적인 사용을 목적으로 한 용기 등에 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 강화플라스틱[1](FRP) 제조(용제로 사용)

① 시나리오 : 불포화디카르복시산(예: 말레산무수물)과 디올(예: 에틸렌글리콜)을 축합중합시켜 불포화알키드수지를 만들고 이것을 스티렌에 용해시킨 것에 유리섬유·충전제·중합개시제를 첨가하여 가열·성형한다. 스티렌은 불포화결합과 반응하여 다리걸침 역할을 한다. 용도는 창고·차고 등의 지붕, 욕조·탱크·보트·자동차차체 등에 널리 사용된다. 스티렌을 강화플라스틱 제조 시 용제로 사용하기 위해 반응조에 투입 하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유리섬유를 플라스틱 속에 넣음으로써 세기·내열성 등을 강화한 것으로 약칭 FRP이라고 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(366) 페닐하이드라진 Pnenylhydrazine 100-63-0

1. 개요

1) 제조

아닐린을 디아조화한 뒤, 아황산으로 설포네이트화 하여, 환원. 가수분해하면 페닐히드라진염을 얻는다. 이것을 알칼리로 베이스화 하고, 히드라진을 제거 한 후 증류 정제한다.

2) 용도

- 염료, 의약품, 농약의 출발원료 및 중간생성물
- 염료, 안티피린, 니트론(폭발물 안정제)생산
- 설탕, 알데하이드, 케톤 시약
- 환원제
- 페닐하이드라진 염산염
- 유기화학물의 합성을 위한 중간생성물로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

페닐하이드라진에 대한 직업적 노출은 페닐하이드라진의 제조, 이송, 취급 시 및 염료, 안티피린, 니트론, 의약품 제조를 위한 이용 시 흡입 및 피부접촉을 통해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	108.16	물리적 상태	액체	증기압	0.1mmHg이하(20℃), 0.04mmHg(25℃)
끓는점	243.5℃(무수물, 분해)	R-phrase	23/24/25,36,50	Log Kow	1.25
노출기준(노동부)	TWA 5 ppm / 20 mg/m^3			STEL 10 ppm / 45 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 페닐하이드라진 제조(시료채취 및 분석)

① 시나리오 : 아닐린을 아질산나트륨과 염산으로 처리하고, 생성되는 벤젠디아조늄염을 아황산이나 염화주석(Ⅱ)으로 환원하여 합성한다. 합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 글루코사존(glucosazone)[1] 제조(계량 및 투입)

① 시나리오 : 헥소오스에 페닐히드라진을 작용시키면 D-글루코스페닐오사존이 얻어지는 데, 보통 이것을 글루코사존이라 부른다. 페닐히드라진을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 오사존의 한 종류. 글루코오스, 3위의 탄소원자 이하의 입체 배치가 글루코오스와 동일한 만노오스, 프룩토오스, 글루코사민에서 유래된 것을 말한다. 물에 녹기 힘든 황색의 바늘꼴 결정으로, 당류의 분리·확인 등에 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: Fischer 인돌 합성(투입)

① 시나리오 : 산성 조건(염산, 황산 등)에서 페닐히드라진과 알데히드 또는 케톤의 반응으로 방향족 헤테로사이클 인돌이 형성된다. 이것은 편두통약 제조에 사용된다. 페닐히드라진을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 디페닐카르바지드(diphenylcarbazide)(투입)

① 시나리오 : 페닐히드라진을 포스겐과 축합시켜 얻어지는 화합물이다. 크롬산이온과 예민하게 반응하여 적자색을 나타내므로 비색정량용 분석시약으로 사용된다. 페닐히드라진을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 207

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(367) 펜타에리트리톨 Pentaerythritol 115-77-5

1. 개요

1) 제조

펜타에리트리톨은 알칼리 매개물 속에서 아세트알데히드를 포름알데히드와 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 알키드 수지, 합성 윤활제, 4니트로화 펜타에리트리톨, 오일 에스테르 합성수지, 페인트 그리고 니스에 사용
- 조제약, 가소제, 살충제, 폭발물의 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

펜타에리트리톨에 대한 직업적 노출은 펜타에리트리톨을 제조하거나 알키드 수지, 지방산 에스테르, 접착제, 니스 그리고 기타 생산물에 펜타에리트리톨을 사용할 때 흡입 또는 수용액을 통한 피부 흡수로 인해 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	136.15	물리적 상태	고체	증기압	20.08hPa/15.1mmHg(25℃)
끓는점	276℃	R-phrase	-	Log Kow	-1.69
노출기준 (노동부)	TWA 1.8 ppm/10 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 펜타에리트리톨 제조(시료채취 및 분석)

① 시나리오 : 수산화칼슘 존재 하에 아세트알데히드와 포름알데히드를 축합하여 펜타에리트리톨을 제조한다.

합성 이후 공정에서부터 발생되며, 품질관리를 위한 시료채취와 분석 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.56 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 수성용 폴리우레탄 접착제의 성분(계량 및 투입)

① 시나리오 : 폴리우레탄 에비중합체 제조 시 고분자량의 폴리올의 일종으로 사용되어 유기 디이소시아네이트와 반응하여 쇄연장이 된다. 펜타에리트리톨은 수성용 폴리우레탄 중합체를 제조하는 쇄연장제로 사용된다. 펜타에리트리톨을 계량하여 쇄연장제로 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.56 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 알키드 수지[1] 제조(혼합)

① 시나리오 : 무수프탈산과 글리세롤 또는 펜타에리트리톨로부터 얻어진 폴리에스테르를 건성유 또는 그 지방산으로 변성시킨 것이다. 말레산무수물・프탈산무수물 등 산과 글리세롤이나 펜타에리트리톨 등 3가・4가의 알코올, 여기에 불포화 유지나 지방산(아마인유・오동유・리놀레산・올레산 등)을 혼합하여 가열하면 생긴다. 펜타에리트리톨을 다른 원료들과 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.39 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폴리에스테르성 수지에 속한다. 알코올의 al과 acid(산)의 cid를 결합한 alcid를 어원으로 하여 alkyd라고 명명된 것이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 비이온 계면활성제 제조(계량 및 투입)

① 시나리오 : 글리세린, 펜타에리트리톨, 솔비톨, 설탕 등의 폴리하이드록시 화합물의 부분 에스테르류로서 다가알코올 유도체[1]인 비이온 계면활성제를 제조하는 원료로 사용한다. 펜타에리트리톨을 계량하여 반응기에 투입 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.56 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 무독, 무취, 무자극성이어서 식품첨가용으로 사용됨. 일반식 : RCOO- 다가알콜 - (OH)n
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 폭팔물 제조(펜트라이트[1](penthrite))(혼합)

① 시나리오 : 펜타에리트리톨을 진한 질산에 넣어 잘 섞어 만든다. 분리된 조펜트라이트는 물로 씻고 100℃의 열수로 평압상태에서 쪄서 씻으면 안정화·정제된다. 아세톤으로 재결정하여 정제할 수도 있다. 펜타에리트리톨을 진한 질산에 혼합하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.003 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사질산 펜타에리트리톨(pentaerythritol tetranitrate)의 관용명. 약칭 PETN. 용도가 많은 고성능 폭약으로 뇌관의 기폭성능을 향상시키는 첨장약, 도폭선의 심약, 전폭약 등에 쓰이며 또한 다른 폭약이나 비활성물질과 혼합하여 여러 가지 군용 폭약으로 쓰인다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단,밀폐연속공정인 경우에 컨트롤밴딩에서 hazard group가 2군에 해당하면, 코드 100으로 위해도 관리방법을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 무염소 기반 CFC 냉매용 냉장기 오일(혼합)

① 시나리오 : 펜타에리트리톨 에스테르는 단속으로 사용되거나 다른 냉장 오일과 혼합하여 사용된다. 기초 오일의 혼합 비율로 펜타에리트리톨 에스테르는 일반적으로 그 조성이 50wt% 이상으로 혼합되며, 총 냉장기 오일의 양을 기준으로 70wt% 이상을 선호한다. 펜타에리트리톨을 다른 냉장기 오일과 혼합 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 2.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.39 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(368) 펜탄 Pentane 109-66-0

1. 개요

1) 제조

메탄계 탄화수소에 속하는 n-펜탄 및 그 이성질체인 이소펜탄과 네오펜탄의 총칭으로 석유, 특히 미국산에 많이 함유되어 있다. 천연가스·천연가솔린·직류가솔린 등으로부터 분류하거나, 2-브롬펜탄을 부틸에테르 중의 마그네슘으로 분해시켜 얻는 그리나드시약을 황산으로 분해하여 얻는다.

2-3-펜탄올을 탈수화 한 후, 연속적으로 수소화하여 제조한다.

2) 용도

- 휘발유의 일종, 용제(추출 용제)로 사용, 얼음제조 시 사용
- 저온온도계나 마취제에 사용
- 이소펜탄은 증기압이 높고 앤티노크성도 높아서 고옥탄가 가솔린의 성분으로 중요함

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	72.15	물리적 상태	액체	증기압	667hPa(500mmHg)(25℃)
끓는점	36.1℃	R-phrase	12,51/53,65,66,67	Log Kow	3.39
노출기준 (노동부)	TWA 600 ppm / 1,800 mg/m^3			STEL 750 ppm / 2,250 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 펜탄 제조(시료채취 및 분석)

① 시나리오 : 펜탄은 석유 속에 함유되어 있으며, 석유 에테르의 주성분으로 석유정제과정에서 분류하여 제조한다. 품질관리를 위한 시료 채취 및 분석 시 펜탄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 아밀 알코올[1]의 제조(계량 및 투입)

① 시나리오 : 석유에서 얻어지는 탄화수소를 이용하는 방법으로 펜탄의 염소화 반응에 의해 염화아밀 혼합물을 얻은 후, 이 혼합물을 물과 가성 알칼리와 반응시켜 아밀알코올을 얻는다. 아밀 알코올 제조를 위해 펜탄을 제조 설비에 투입 시 노출될 수 있다.

※ 일산화탄소와 수소를 부텐과 반응시켜 얻기도 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 150.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 분자식은 $C_5H_{11}OH$. 구조가 다른 8개의 이성질체가 있다. 이들 화합물의 혼합물을 아밀알코올이라고도 하며, 수지와 유성물질의 용매와 다른 화학약품, 특히 니트로셀룰로오스 래커의 용매인 아세트산아밀을 만드는 데 쓰인다. 1920년대 이전에는 탄수화물을 발효시켜 에틸알코올을 만들 때 생기는 소량의 부산물인 퓨젤유에서 대부분의 아밀알코올을 얻었다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: EPS[1] 제조의 발포제[2]로 사용

① 시나리오 : EPS(Expandable PS)란 지름 1mm정도의 작은 구슬모양의 PS(Polystyrene) 수지에 펜탄(Pentane)을 함침시킨 플라스틱의 일종이다.

EPS를 수증기로 가열하면 펜탄 가스로 인해 수많은 미세한 기포가 형성 되면서 부피가 10배~100배 정도 팽창한다. 이처럼 기포가 생기게 하는 공정을 발포라고 하며 EPS를 발포시켜 판(board)이나 상자 등 필요한 모양으로 성형한 것을 스티로폼(Styrofoam) 또는 스티로폴(Styropor)이라고 한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□폼(foams) 제작에서 발포제 등의 사용				

③ 노출량 산출[3] : 100.0 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 발포체(foam)는 단열성(보온, 보냉), 흡음성, 충격 완충성, 경량성 등 독특한 특성를 지닌다. 특히 스치로폼은 단열성, 방습성, 강도가 좋고 가벼우며 시공이 간편해서 건축용 단열재, 아파트의 층간 바닥 차음재, 배관용 보온/보냉 단열재, 도로 시공시 연약 지반 침하 방지재, 헬맷의 충격 방지용 내피, 전자제품의 완충 포장제, 과일 등 농수산물 포장용 상자 등 다양한 용도에 사용되고 있다.

2) EPS에 일반적으로 사용되는 불소계 발포제는 단열성과 난연성이 우수한 반면, 대기를 오염시켜서 성층권의 오존층을 파괴하므로 선진국부터 점차적으로 사용이 규제되는 추세이다. 그래서 세계적으로 EPS의 발포제로는 대기의 오존층 보호를 위하여 안전한 펜탄을 사용하고 있다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(369) 펜티온 Fenthion 55-38-9

1. 개요

1) 제조

펜티온은 파라티온의 유사물이다.

펜티온은 4-methylmercapto-m-cresol과 디메틸포스포로클로라이도티오네이트(dimethylphosphorochloridothionate)의 액화에 의해 제조할 수 있다.

2) 용도

살충제로 사용된다. 유충을 죽이는 약제로 침투성과 지속성이 뛰어나다. 초파리, 멸구 그리고 곡물 벌레에 효과적이다. 알칼리 물질을 제외한 대부분의 살충제 및 살균제와 융화성이 있다. Hypoderma lineatum과 H. bovis의 유충이 가축의 등에 올라오기 전에 펜티온을 이 위치에 살포하면 유충들이 조직에 손상을 가하기 전에 사멸한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

펜티온에 대한 직업적 피폭은 펜티온을 살충제로써 사용할 때 피부 접촉과 먼지 및 스프레이의 흡입을 통해서 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	278.34	물리적 상태	액체	증기압	3×10^{-5}mmHg(20℃)
끓는점	87℃(화학물), 105℃(공업용)	R-phrase	21/22,23,40,48/25,50/53	Log Kow	4.091
노출기준(노동부)	TWA 0.18 ppm/0.2 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 펜티온 제조(포장)

① 시나리오 : 펜티온은 4-methylmercapto-m-cresol과 디메틸포스포로클로라이도티오네이트(dimethylphosphorochloridothionate)의 액화에 의해 제조한다.

농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 동안 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 제형생산을 위한 배합[1]공정(계량 및 투입)

① 시나리오 : 펜티온에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만드는 공정이다. 배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제·훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다. 농약은 적은 양만이 순수한 유효성분으로 되어 있고 농약의 생물적 효과를 가장 적절하게 유지하도록 농약의 유효성분과 보조제를 혼합한다. 보조제는 증량제와 전착제로 세분한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형생산(포장)

① 시나리오 : 펜티온의 제형을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들이 공기 중에 비산 혹은 증기화 된 농약에 과량으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3.3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 농약 살포

① 시나리오 : 펜티온을 물에 희석하여 분무기를 이용하여 살포한다. 농약을 직접 살포하는 사람이 펜티온에 가장 많이 노출된다. 농약 살포 시, 아래를 향하여 살포하면 노출이 적게 되지만 위를 향하여 살포하면 농약이 바람에 비산하여 노출이 커질 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 20.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 111.1 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(370) 포름산 에틸 Ethyl formate 109-94-4

1. 개요

1) 제조

황산의 존재 하에 에틸 알코올로 포름산을 에스테르화하여 제조한다. 또는 초산에틸과 포름산의 증류법에 의해 제조한다.

일산화탄소로 에탄올을 카르보닐화하여 제조한다.

2) 용도

- 살균, 살충제
- 셀룰로오스 아세테이트 용매로서 인조실크제조
- 칠기 제조, 안전유리 제조, 오일 및 유지 용매
- 셀룰로오스 용매로서 신발 산업에 사용, 니트로 셀룰로오스 용매
- 인공 술 및 아라크 술 제조, 레모네이드 및 정액 향료
- 유기 합성에서 곰팡이 제거제
- 합성 레진에서 아세톤 대용
- 경련 억제제인 에스타졸람(Estazolam) 제조에 사용
- 건조과일의 훈증약(fumigant)으로 사용
- 인조 성 호르몬 합성에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

포름산 에틸은 레모네이드 및 정액의 향료로, 인조 술 및 아라크 술에서, 담배, 곡류, 건조과일 및 기타 농작물의 곰팡이 제거제, 살충제로서 사용된다. 또한 과일에서도 자연적으로 발견된다. 구강섭취는 위에서 언급한 포름산 에틸의 사용 시에 일어날 수 있다. 직업적 노출은 포름산 에틸을 제조하거나 위의 용도로 사용하는 작업장에서 흡입 및 피부 접촉을 통해 일어 날 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.08	물리적 상태	액체	증기압	258.02hPa/194mmHg(20℃)
끓는점	54.3℃	R-phrase	11,20/22,36/37	Log Kow	0.23
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 300 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 포름산 에틸 제조(시료 채취)

① 시나리오 : 황산의 존재 하에 에틸 알코올로 포름산을 에스테르화하여 제조한다. 제조 된 포름산 에틸의 품질관리를 위해 시료를 채취하고 분석하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 10.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 복숭아향 향료(첨가)

① 시나리오 : 포름산 에틸은 복숭아 향이 난다. 술에 향료로 첨가할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 50.0 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(371) 포름아미드 Formamide 75-12-7

1. 개요

1) 제조

상압하에서 포름산메틸과 암모니아를 합성, 정제하여 제조한다.

고압 및 고열 조건하에 일산화탄소 및 암모니아로부터 다량 제조한다.

에틸 포름산염과 암모니아의 상호 작용 후 증류하여 제조한다.

염산화물·산무수물이나 에스테르에 암모니아를 작용시키거나 카르복시산암모늄을 가열하여 합성한다.

2) 용도

- 에테르, 청산(hydrocyanic acid) 제조 시 촉매제로 사용, 종이 등을 부드럽게 하는 물질로 사용
- 탈수 촉매작용으로 포름산 에스테르 및 청산 제조
- 유기합성에 중간 생성물
- 종이, 동물성 아교 및 수용성 아교 연화제
- 화학산업에서 중요한 중간 생성물, 이종고리식 화합물
- 약제, 곡물 보호제, 곰팡이 제거제, 살충제 제조에 사용
- 플라스틱 제조 및 처리과정에서 용매로 사용
- 구리도선의 코팅제거 시 사용
- 아크릴로니트릴 혼성 중합체의 방적에 사용
- 플라스틱 정전기 방지 마무리 손질에 사용
- 플라스틱 입자에 전도를 갖도록 코팅을 하는데 사용
- 시안산, 티아졸, 비타민 및 염료 제조 시 중간 생성물
- 제약 용매로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

포름아미드 생성 및 위에서 언급한 화학 산업에서 중간 매개물로서 사용 시 대기 중으로 방출되어 작업자에게 노출될 수 있다. 포름아미드가 제조되고 사용되는 작업장에서 이 화합물에 흡입 및 피부 접촉을 통해 일어날 수 있다.

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	45.04	물리적 상태	액체	증기압	3mmHg(20℃)
끓는점	210.5℃(180℃ 이상에서 부분적으로 분해하기 시작)	R-phrase	61	Log Kow	-1.51
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 15 mg/m^3		STEL -		

2. 노출 시나리오

ES01: 포름아미드[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 상압하에서 포름산메틸과 암모니아를 합성, 정제하여 제조한다. 작업자는 제조 된 포름아미드를 드럼이나 용기에 포장할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	600 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 암모니아 또는 아민의 수소원자를 아실기로 치환한 형태의 화합물. 산아미드라고도 한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 합성섬유의 방적 공정(현장점검)

① 시나리오 : 합성섬유의 방사약으로 사용된다. 방사공정은 밀폐되어 있으나 방사액으로 포름아미드를 투입하거나 제조 설비를 점검 시 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 유전자 진단에 사용(분석)

① 시나리오 : 유전자 진단 시 겔 전기영동분석(gel electrophoresis)을 할 때 포름아미드를 RNA의 안정제로 사용하고 있다. 실험실의 분석자는 유전자 진단 실험을 실시 할 때 포름아미드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 0.5 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(372) 포스포러스 옥시클로라이드 Phosphorus oxychloride 10025-87-3

1. 개요

1) 제조

삼염화인(PCl_3)에 염소산소다를 가하여 산화, 증류하여 제조한다.
오염화인, 오산화인 및 염소로부터 제조한다.
요오드화물 또는 붕산에 오염화인을 가열해서 제조한다.

2) 용도

- 가소제(Plasticizers) 제조
- 수압액(hydraulic fluids) 제조
- 가솔린 첨가물 제조 시 이용
- 방화제로 이용
- 빙점법(Cryoscopy)에서 용매
- 유기인산 화합물을 위한 고리형 및 비고리형 에스테르 제조,
- 염소화제 및 촉매제 제조
- 반도체급 실리콘에 첨가하는 미세한 불순물
- 인산트리크레실 및 조연제
- 몇몇 공장에서 특별한 고엽제 작용으로 인산 화합물 제조에 사용
- 트리아릴 및 트리알킬 인산염, 그리고 혼합 아릴 알킬 인산염 제조 시 반응물로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

직업적 노출군은 아세틸셀룰로오스 제조자, 청동 합금 제조자, 연막탄 및 발연제 제조자, 살충제 및 쥐약 제조자, 화학비뇨제조자, 전자 발광 코팅 제조자, 그리고 반도체 제조에 관련된 작업자들이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	153.33	물리적 상태	액체	증기압	5.3kPa(39.8mmHg)(27.3℃)
끓는점	105.8℃	R-phrase	14,22,26,35,48/23	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 0.6 mg/m^3			STEL 0.5 ppm / 3 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 포스포러스 옥시클로라이드 제조(포장)

① 시나리오 : 삼염화인(PCl_3)에 염소산소다를 가하여 산화, 증류하여 제조한다. 제조 된 포스포러스 옥시클로라이드를 드럼에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 탈수제로 실험실에서 사용

① 시나리오 : 포스포러스 옥시클로라이드는 아미드를 니트릴로 전환시킬 때 탈수제(dehydrating agent)로 사용한다. 포스포러스 옥시클로라이드를 탈수제로 반응에 첨가 시 이를 다루는 실험실 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 301

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아릴 알데히드와 케톤 제조(첨가)

① 시나리오 : 포름아미드(DMF 혹은 N-phenyl-N-methylformamide)를 사용하여 아릴알데히드나 케톤을 제조할 때 사용한다. 포름아미드가 첨가되는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 반도체 제조(현장점검)

① 시나리오 : 포스포러스 옥시클로라이드는 반도체 공장에서 안정된 인의 공급체로서 사용된다. 인은 실리톤 웨이퍼에 N-type층을 만드는 데에 도펀트(dopant)로 작용한다. 작업자는 반도체 제조 설비 및 공정을 점검 시 포스포러스 옥시클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 트리페닐포스페이트(Triphenylphosphate)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 염기 존재 하에 페놀과 포스포러스 옥시클로라이드가 반응하여 생성된다. 품질관리를 위해 원료물질 및 중간 생성물질을 소량 채취하여 분석하게 되는 데, 이 과정에서 작업자는 포스포러스 옥시클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 트리페닐포스페이트는 가소제와 난연제로 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(373) 포스포러스 트리클로라이드 Phosphorus trichloride 7719-12-2

1. 개요

1) 제조

삼염화인이라고도 하며, 황린을 염소 가스에 통과시켜 반응시키고, 이를 증류하여 제조한다.

백린와 염소의 강한 발열성 반응에 의해 제조된다.

2) 용도

- 살충제, 가솔린 부산물 등의 제조 시 전단계에 중간매개체로 이용
- 계면활성제, 아인산염(알코올과 페놀의 반응), 가솔린 첨가물, 가소제, 염료를 위한 산염화인 제조
- 염소화제, 촉매제
- 직물 마무리 손질 작용제의 성분
- 산염화인, 오염화인 제조
- 실버 광택제 성분

3) 노출 및 결정인자[1)]

포스포러스 트리클로라이드 제조 및 처리과정에서 피부나 흡입을 통해 노출될 수 있다.

노출 가능성이 높은 직업군은 아세틸 셀룰로오스 제조자, 청동 합금 제조자, 연막탄 및 발연제 제조자, 살충제 및 쥐약 제조자, 화학비뇨제조자, 전자 발광 코팅 제조자, 그리고 반도체 근로자들이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	137.35	물리적 상태	액체	증기압	13.3kPa(100mmHg; 13% v/v) (27.3℃)
끓는점	76℃	R-phrase	14,26/28,35,48/20	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.2 ppm / 1.5 mg/m^3			STEL 0.5 ppm / 3 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 삼염화인의 제조(포장)

① 시나리오 : 삼염화인이라고도 하며, 황린을 염소 가스에 통과시켜 반응시키고 이를 증류하여 제조한다. 제조 된 포스포러스 트리클로라이드는 탱크로리나 드럼에 주입되며, 이 포장공정에서 작업하는 작업자는 포스포러스 트리클로라이드에 노출될 수 있다.

원료투입(인, 염소) → 반응 → 증류 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	1,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 염화아실 제조(현장점검)

① 시나리오 : 염화아실은 카르복시산에 염화티오닐·삼염화인·오염화인 등의 염소화제를 반응시키면 합성된다. 장치화된 설비에 의해 제조공정이 운영되고 있어 현장설비를 점검하는 작업자가 포스포러스 트리클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 아인산[1](phosphorous acid) 제조(투입)

① 시나리오 : 포스포러스 트리클로라이드를 물에 녹이면 아인산을 얻는다. 습기 중에서 발연하고 물과는 격렬히 반응하여 염화수소와 아인산을 생성시킨다. 포스포러스 트리클로라이드를 원료로 투입하는 과정에서 작업자는 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 화학식은 H_3PO_3. 화학분석을 할 때 환원제(還元劑)로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화아세틸(acetyl chloride) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 아세트산무수물과 포스겐, 아세트산나트륨과 염화술푸릴, 아세트산과 삼염화인 또는 염화술피닐(염화티오닐) 등의 반응에 의해 합성된다.

물과 반응하여 아세트산과 염산이 된다. 알코올과도 반응하여 아세트산에스테르가 된다. 카르보닐기 C=O의 탄소원자에서 염소원자가 치환반응을 일으키기 쉽기 때문에 여러 가지 유기화합물에 아세틸기 CHCO－를 도입하는 아세틸화제로 이용된다. 품질관리를 위해 원료, 중간생성물, 제품 내용물을 소량으로 채취하게 되는데, 이 과정에서 작업자는 포스포러스 트리클로라이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(374) 포스포러스 펜타설파이드 Phosphorus pentasulfide 1314-80-3

1. 개요

1) 제조

붉은인과 황을 5대 2의 비율로 혼합하여 이산화탄소 기류 속에서 300℃ 정도의 열을 가하여 얻는 연노랑 결정 물질이다.

2) 용도

- 윤활유 첨가제와 살충제로 이용
- 구리합금에 이용
- 폭약, 살충제, 비료 제조에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

아세틸 셀룰로스 제조 작업장, 구리합금, 폭약제조, 살충제 제조, 비료제조, 반도체 제조공장에서 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	222.29	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg(20℃)
끓는점	513~515℃	R-phrase	11,20/22,29,50	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3		STEL 3 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 포스포러스 펜타설파이드 제조(포장)

① 시나리오 : 붉은인과 황을 5대 2의 비율로 혼합하여 이산화탄소 기류 속에서 300℃ 정도의 열을 가하여서 얻는 연노랑 결정 물질이다. 제조 된 포스포러스 펜타설파이드는 용기에 포장되어 출고되며, 포장하는 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.002 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.002 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 티아졸[1] 제조(현장점검)

① 시나리오 : 포름아미드아세탈과 포스포러스 펜타설파이드의 반응에 의해서 생긴다. 작업자는 장치화된 설비 및 관련 공정을 점검하는 과정에서 포스포러스 펜타설파이드에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.01 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.01 (1 이하이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 피리딘과 비슷하며, 방향성이 있는 안정한 화합물이며, 티아졸 자체는 실용적이지 않으나, 유도체는 염료·의약품(술파제·비타민 B 등) 등으로 사용되는 중요한 것이 많다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 티오펜 제조(시료채취)

① 시나리오 : 아크롤레인에서 숙신알데히드를 얻어 오황화인을 반응시키면 티오펜이 얻어진다. 품질관리를 위하여 원료 및 중간생성물을 검사하기 위해 소량의 시료를 채취하게 되는 데, 이 과정에서 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(375) 포스포러스 펜타클로라이드 Phosphorus pentachloride 10026-13-8

1. 개요

1) 제조

포스포러스 펜타클로라이드는 오염화인이라고도 하며, 삼염화인을 염소화하여 만든다. 오염화인은 삼염화인과 염소의 평형상태에서 존재하고, 180℃에서 해리도는 40%이다. 이러한 평형 때문에 오염화인은 종종 염소를 포함하고, 이는 오염화인이 초록색을 띄게 한다.

2) 용도

- 벤질클로라이드로부터 아세틸 셀룰로오스와 벤조트리클로라이드를 제조할 때, 촉매로 이용
- 산을 염소산으로 전환할 때, 수산기를 염소로 치환하기 위해 사용
- 항생제, 염산프로카인, 아크리놀, 신나피린, 비자틴 제조 시 이용
- 알루미늄-실리콘 합금의 금속결정성장 억제제로 이용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	208.27	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg이하(20℃)
끓는점	160℃, 100℃에서 녹지 않고 승화함	R-phrase	14,22,26,34,48/20	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 ppm / 1 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 포스포러스 펜타클로라이드 제조(포장)

① 시나리오 : 삼염화인[1]을 염소화하여 제조한다. 액상의 오염화인을 용기에 포장하는 작업에서 대기 중으로 유출 된 오염화인에 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 황인을 반응기에 넣고 염소를 통하게 하면 액상의 삼염화인이 생성된다. 소량의 물과 반응하면 염화포스포릴이 되며, 다량의 물과 반응하면 인산이 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 포스포러스 펜타클로라이드 제조(현장점검)

① 시나리오 : 삼염화인을 염소화하여 제조한다. 장치화된 설비에 의해 생산되는 오염화인은 공정관리를 위해 설비점검을 하는 동안 작업자에게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 염화 아실(할로겐화 아실)[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 염화아실은 카르복시산에 오염화인(염소화제)을 반응시키면 합성된다. 작업자는 원료로 투입되는 오염화인에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 카르보닐기 탄소원자에서의 반응에 의해 할로겐원자가 다른 원자단과 쉽게 교환되기 때문에, 여러 종의 유기화합물에 아실기 RCO-를 도입하는 아실화제로서, 유기합성반응에 유용하다. 브롬화아실은 대응하는 염화아실보다 반응성은 조금 떨어진다. 염화아실에 플루오르화알칼리·요오드화알칼리 등을 반응시키면 플루오르화아실·요오드화아실이 얻어진다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 염화알킬(alkyl chloride)[1] 제조(시료분석)

① 시나리오 : 알코올과 오염화인의 반응에 의해 합성한다. 염화알킬의 품질관리를 위해 원료 및 중간생성물을 소량 채취하여 분석하게 되는 데, 이러한 분석작업을 담당하는 작업자는 오염화인에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 물에 녹지 않고 유기용매에 녹는다. 그리냐르시약 등의 유기금속화합물 합성의 원료나 알킬화제로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인산(phosphoric acid) 제조(투입)

① 시나리오 : 오염화인은 가수분해 되어 일차 생성물로 포스포러스 옥시클로라이드(phosphorus oxychloride)를 생성하고, 뜨거운 물속에서 가수분해는 계속되어 인산 오르토 이성질체를 생성한다. 밀폐된 설비에 의해 제조공정이 이루어지며, 작업자는 오염화인이 반응기에 투입되는 과정에서 노출될 가능성이 높다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	200 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(376) 포틀랜드 시멘트 Portland cement 65997-15-1

1. 개요

1) 제조

시멘트 주성분이 적당한 비율로 존재하는 원료이면 시멘트를 제조할 수 있다. 그러나 현실적으로 포틀랜드 시멘트의 주성분은 산화칼슘(CaO), 실리카(SiO2), 산화알루미늄(Al2O3), 산화제이철(Fe2O3)이며, 이들 성분이 함유되어 있는 원료를 적당하게 배합 분쇄한 후 소성하여 만든 반제품인 클링커에 적당량의 석고를 첨가시켜 분쇄한 것이다.

① 석회석 원료 : 시멘트 제조 시 가장 필요한 원료로 시멘트 원료 중 약 95%를 차지하고 있다. 석회석의 주성분은 CaCO3함량이 약 80%(산화칼슘 45%) 이상이면 사용이 가능하다. 주성분 외에 약간의 실리카, 알루미늄, 산화제이철, MgO 등의 기타성분을 포함하고 있다. 석회석은 분포 지역별로 성분함량 차이는 있지만 시멘트 제조용 석회석은 소성조건에 알맞은 품위가 필요하다.

② 점토질 원료(점토) : 이 원료는 시멘트 제조에 필요한 실리카, 알루미늄, 산화제이철을 보충하기 위해 사용하고 있다. 일반적으로 실리카 함량이 높고 알루미늄도 풍부하며 MgO, 알칼리 함량이 적으며 분쇄성이 양호한 것이 요구되고 있다.

③ 규석질 원료(규석) : 이 원료는 점토질 원료에서 실리카양이 부족할 때 보충용으로 사용된다. 중용열 포틀랜드 시멘트나 저열포틀랜드 시멘트와 같이 실리카 비율이 높은 시멘트를 제조할 경우 사용된다. 실리카질 원료는 실리카 성분이 80% 이상의 높은 것이 좋으며 특히 분쇄성과 반응성이 좋아야 한다. 모래 중 실리카 성분은 약 70% 정도이다.

④ 산화철 원료(철광석) : 이 원료는 제철소에서 발생되고 있는 부산물로 시멘트 원료 중 산화제이철 성분의 주원료로서 사용되고 있으며, 산화제이철 성분은 클링커를 소성할 때 알루미늄과 화합하여 소성반응을 쉽게 해준다. MgO 성분과 함께 시멘트 색상을 조절할 때 매우 중요한 성분이다.

⑤ 혼화재 : 시멘트 제조 시 혼합제(Fluxing Agent)로서 사용하며, 소성 온도를 낮추어 주거나 고강도의 조강 포틀랜드 시멘트를 제조 시에 원료의 소성성을 증대시키기 위하여 사용되고 있다. 그러나 소성성이나 제품에 나쁜 영향이 나타날 수 있으므로 사용 시에는 신중을 기하여야 한다.

⑥ 석고 : 석고의 종류는 정제이수석고, 천연이수석고, 화학무수석고, 천연무수석고, 탈황석고 등이 있다. 주로 시멘트의 응결과 경화시간을 조절하기 위하여 소량의 석고를 클링커에 혼합하여 미분쇄한 시멘트의 안정성을 양호하게 하며 분쇄 조제역할과 초기강도상승역할을 하게 된다. 석고를 필요 이상으로 첨가하면 응결시간이 너무 늦어지거나 강도에 좋지 않은 영향을 미치므로 적당량을 사용해야 하며 계절에 따른 투입량도 조절하여야 한다.

2) 용도

일반 건축공사, 교량공사 및 토목 공사에 사용되며, 지하철 공사용으로도 쓰이고 공기단축에 큰 효과가 있어 콘크리트 2차 제품 제조에 사용된다. 화학폐기물이 다량 함유된 공장 폐수처리시설 및 원자로 공사 등에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	다양함	물리적 상태	분말	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	해당되지 않음	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 포틀랜드 시멘트 제조(포장)

① 시나리오 : 주성분은 석회·실리카·알루미나·산화철 등으로 적당한 비율로 충분히 혼합하여 그 일부가 용융·소성된 클링커[1]에 적당량의 석고를 가하여 분말로 만든 것이다. 시멘트 제조업은 장치산업으로서 설비가 대형화되어 있으며, 작업자는 포장작업 시 분진에 의해 노출될 수 있다.

원료(석회석, 점토, 철광석) → 물 → 원료분쇄기 → 슬러리 탱크 → 슬러리 베이슨 → 집진기 → 회전가마 → 냉각기 → 중유 → 클링커 탱크 → 석고 → 시멘트 분쇄기 → 시멘트 탱크 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 포틀랜드 시멘트의 클링커는 석회석, 점토, 규석, 산화철의 원료들을 적당한 비율로 배합, 미분쇄하여 예열기를 거쳐 소성로에서 약 1,250~1,450℃의 고온으로 소성한 후 냉각기로 급냉시켜 제조한다. 클링커는 소성온도, 소성속도, 냉각방법에 따라 클링커 광물의 생성, 발달, 또는 변이 결정격자 등의 차이에 따라 시멘트의 품질이 변한다. 포틀랜드 시멘트의 반제품인 클링커 광물조성은 주성분인 산화칼슘, 실리카, 산화알루미늄, 산화제이철의 4성분이 화합하여 형성한다. 이 클링커 광물의 조성 및 구조에 따라 시멘트의 수화 및 경화에 영향을 미친다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 포틀랜드 시멘트 제조(분쇄)

① 시나리오 : 주성분은 석회·실리카·알루미나·산화철 등으로 적당한 비율로 충분히 혼합하여 그 일부가 용융·소성된 클링커에 적당량의 석고를 가하여 분말로 만든 것이다. 작업자는 최종 저장되기 전, 분쇄기에 의해 미세한 분말로 만들어 지는 공정에서 분진에 의해 노출될 수 있다.

원료(석회석, 점토, 철광석) → 물 → 원료분쇄기 → 슬러리 탱크 → 슬러리 베이슨 → 집진기 → 회전가마 → 냉각기 → 중유 → 클링커 탱크 → 석고 → 시멘트 분쇄기 → 시멘트 탱크 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5,000 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 콘크리트 공사(투입)

① 시나리오 : 포트랜드 시멘트를 물과 모래와 배합하여 사용한다. 건설현장의 작업자는 이들 원료를 혼합기에 투입하는 과정에서 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 10 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 303

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 건축 공사(배합)

① 시나리오 : 포장된 시멘트를 뜯어 모래, 물과 배합하여 건축 공사에 사용하게 된다. 작업자는 포장을 뜯어 이를 일정량 배합하는 과정에서 시멘트 분진에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 5 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(377) 푸르푸랄 Furfural[1] 98-01-1

1. 개요

1) 제조

푸젤유를 비롯하여 몇 종류의 정유 속에 함유되어 있다. 펜토오스의 탈수에 의하여 생성되며 공업적으로는 귀리의 겉껍질이나 보릿짚 등을 가압하여 수증기로 처리하거나, 묽은 황산 또는 염산과 가열하여 증류하면 얻는다.

2) 용도

- 윤활유, 수지류, 기타 유기물질의 정제용 용제, 살충제, 진균 살균제, 살균제, 제초제, 화학분석의 시약, 향료로 사용
- 아디프산의 원료로써 나일론합성에 사용
- 용매로 사용
- 푸르푸릴 알콜의 원료

3) 노출 및 결정인자[2]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	96.08	물리적 상태	액체	증기압	2.21mmHg(25℃)
끓는점	161.8℃	R-phrase	21,23/25,36/37,40	Log Kow	0.41
노출기준 (노동부)	TWA 2 ppm / 8 mg/m^3			STEL -	

1) 푸란고리에 알데히드기가 붙은 것이다. α-푸란알데히드·푸르푸롤이라고도 한다. 공기 중에 방치하면 산화에 의하여 황갈색 수지상 화합물이 된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 푸르푸랄 제조(포장)

① 시나리오 : 귀리의 겉껍질이나 보릿짚 등을 묽은 황산 또는 염산과 가열하여 증류하면 얻는다. 작업자는 제조 된 푸르푸랄을 탱크로리나 드럼용기에 주입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.9 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 305

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 석유정제(투입)

① 시나리오 : 고점도 윤활유는 감압증류 잔유로부터 아스팔트분이나 중금속화합물 등을 용제로 추출·제거한 것을 사용한다. 저점도에서 고점도에 이르는 고급 윤활유를 만들기 위해 고도의 정제법이 실시되고 있으며, 점도지수 및 안정성을 향상시키기 위해 나프텐계·방향족계 탄화수소 등을 푸르푸랄로 추출제거하는 방법을 사용한다. 작업자는 푸르푸랄을 석유정제의 용매로 투입하는 과정에서 푸르푸랄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.01 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.005 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 312

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 푸르푸랄수지(Furfural resin) 제조(현장점검)

① 시나리오 : 푸르푸랄과 포름알데히드의 반응으로 얻어지는 열경화성 수지로 푸르푸랄과 포름알데히드를 알칼리로 반응시키면 갈색의 제1차 수지가 된다. 작업자는 장치화 된 설비 중 푸르푸랄과 관련된 공정을 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.003 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 3군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 물질 검출이나 정량에 사용(시료분석)

① 시나리오 : 육탄당(hexose)을 강산과 함께 가열하면 푸르푸랄을 형성하며, 푸르푸랄은 각종 페놀과 반응하여 착색물질을 만듦으로 검출이나 정량에 쓰인다. 푸르푸랄을 취급하는 작업자는 실험 도중 푸르푸랄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.5 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 201

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 푸란(furan)[1] 제조(시료채취)

① 시나리오 : 푸르푸랄을 수산화알칼리와 함께 융해하면 얻어진다. 제품의 품질 관리를 위해 원료나 중간생성물을 분석 검사하여야 하며, 작업자는 채취된 시료의 분석을 하는 동안 푸르푸랄에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.05 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 고리 안에 산소원자 1개를 갖는 헤테로고리 화합물의 일종이다. 푸르푸란이라고도 하며, 알칼리에 안정되나 산에 불안정하며, 중합을 일으켜 수지화한다. 디엔의 성질이 있고 딜스-알더 반응을 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(378) 푸르푸릴알콜 Furfuryl alcohol 98-00-0

1. 개요

1) 제조

푸르푸랄에 고압에서 수소를 첨가하여 얻어진다. 이 반응에 니켈과 구리크롬 산화물을 사용한다.

푸르푸릴알콜은 하이드록시메틸푸르푸랄과 칼슘아세테이트, 납/산화알루미늄을 기름욕에서 약 135~180℃에서 반응시켜서 제조할 수 있다.

2) 용도

- 셀룰로즈 에스테르류, 에스테르류, 수지류 및 색소류의 용제
- 액체분무제, 주물요 점결제(결합제)
- 푸르푸릴 알콜 수지(푸란수지)와 푸르푸릴-포름알데히드 수지류의 제조
- 향료 생산에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	98.10	물리적 상태	액체	증기압	0.13kPa(1mmHg)(31.8℃)
끓는점	170℃	R-phrase	20/21/22	Log Kow	0.28
노출기준 (노동부)	TWA 10 ppm / 40 mg/m^3			STEL 15 ppm / 45 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp

2. 노출 시나리오

ES01: 푸르푸릴알콜 제조(포장)

① 시나리오 : 푸르푸랄에 고압에서 수소를 첨가하여 제조한다. 작업자는 제조 된 푸르푸릴알콜을 드럼통에 주입하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 푸란수지(furan resin) 제조(투입)

① 시나리오 : 푸란수지 제조공정은 푸르푸릴알콜에 85% 인산을 휘저어 섞으면서 천천히 가열한 후 물 200ml를 첨가하고, 휘저어 섞으면서 서서히 가열한다. 100℃에서 몇 시간 유지한 후 바라는 점도에 이르러서 수산화나트륨수용액을 탈수하면 흑갈색의 액상 푸란수지를 얻는다. 푸란수지 제조 시 작업자는 원료를 드럼통에서 투입할 때 노출이 일어날 수 있다.

원료투입 → 반응 → 정제 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.18 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 푸란수지(furan resin) 제조(시료채취)

① 시나리오 : 푸란수지 제조공정은 푸르푸릴알콜에 인산, 물을 혼합, 가열하여 수산화나트륨수용액을 탈수하면 흑갈색의 액상 푸란수지를 얻는다. 작업자는 샘플링을 위하여 원료 및 중간생성물 채취 시 미반응된 푸르푸릴 알콜에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 푸란수지(furan resin) 제조(시료분석)

① 시나리오 : 푸란수지 제조공정은 푸르푸릴알콜에 인산, 물을 혼합, 가열하여 수산화나트륨수용액을 탈수하면 흑갈색의 액상 푸란수지를 얻는다. 작업자는 원료 및 중간생성물 채취하여 성분 분석을 하게 되는 데, 이 때 푸르푸릴 알콜에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 1 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.1 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 접착제의 제조(투입)

① 시나리오 : 푸르푸릴 알콜을 촉매 및 개시제와 함께 투입하여 유화 중합을 시켜서 제조한다. 접착제의 제조 시 원료로 푸르푸릴 알콜을 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(379) 프로파르길 알코올 Propargyl alcohol 107-19-7

1. 개요

1) 제조

β-브로모알릴 알코올과 진한 수산화칼륨을 반응시켜서 제조한다.

구리의 아세틸리드를 촉매로 하여 5~15기압, 90~100℃의 조건 하에서 포름알데히드와 아세틸렌(에틴)을 반응시켜 프로파르길 알코올과 부탄디올을 합성한다.

2) 용도

- 금속의 산화방지제
- 부식방지제
- 유기용제의 안정제
- 토양 훈증제
- 화학적 중간체
- 플라스틱 제조 원료
- 합성섬유, 합성고무 제조 원료

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	56.06	물리적 상태	액체	증기압	15.6mmHg(25℃)
끓는점	114~115℃	R-phrase	10,23/24/25,34,51/53	Log Kow	-0.38
노출기준 (노동부)	TWA 1 ppm / 2 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 프로파르길 알코올 제조(포장)

① 시나리오 : 프로파르길 알코올의 제조는 아세틸렌과 30% 포름알데히드를 반응시켜서 제조한다. 3% 비스무스와 구리 아세틸리드의 혼합물인 촉매를 사용하여 5~15기압, 90~100℃의 조건하에서 제조한다. 제조 후 포장하는 단계에서 작업자가 노출될 수 있다.

원료투입(아세틸렌+포름알데히드) → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 프로파르길 에스테르 제조(시료채취)

① 시나리오 : 프로파르길 에스테르의 제조 시 프로파르길 알코올은 화학 중간체로 사용된다. 프로파르길 알코올, 인산 에스테르 클로라이드와 염화클로라이드 그리고 수산화나트륨 용액을 반응을 시키면 두 개의 상으로 분리 된다. 유기층을 물로 세척한 후 무수탄산칼슘으로 건조를 시키면 프로파르길 에스테르가 제조된다. 프로파프길 에스테르 제조 시 원료 및 중간생성물을 샘플링할 때 노출이 일어날 수 있다.

원료투입(프로파르길 알코올, 인산 에스테르 클로라이드와 염화클로라이드, 수산화나트륨) → 반응 → 분리 → 세척 → 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 미만	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.001 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.001 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 본 공정이 밀폐로 되어 있어 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하지만 코드 100을 관리방법으로 추가 환기시키는 방법을 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 금속산화방지제 제조(교반)

① 시나리오 : 금속산화방지제는 프로파르길 알코올과 4-도데실-3,3' 디설포-1,1-디페닐 에테르와 황산을 혼합하여 제조한다.

금속산화방지제의 제조 시 노출될 수 있는 공정은 원료물질을 교반기에 투입한 후 교반하는 과정이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 금속산화방지 처리 작업

① 시나리오 : 금속을 산화방지 처리 할 때는 금속의 표면에 묻은 오물을 제거하는 탈지 공정을 거친 후 산화방지제가 용해되어 있는 용액에 1~2시간 정도 담가둔다. 금속 산화방지제로 프로파르길 알코올이 쓰이는데, 작업자는 탈지되어진 금속을 금속산화방지제가 녹아있는 용액에 담글 때 노출 될 수 있다.

탈지 → 건조 → 딥핑 → 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
비분산성	□담그기에 의한 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 10 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(380) 프로폭서 Propoxur 114-26-1

1. 개요

1) 제조

메틸이소시아네이트와 o-이소프로폭시 페놀의 반응으로 생성된다.

2) 용도

원래 주로 잔디, 숲에서 사용하고, 집안의 해충, 집벼룩, 동물의 해충 등에 사용되는 비전신성 카바메이트 살충제이다. 또한, 말라리아 모기, 개미, 곤충, 농업과 관련된 해충의 방제에 이용된다. 프로폭서는 젖은 파우더, 가루, 과립, 유제, 스프레이 등의 형태로 사용 가능하다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	209.25	물리적 상태	고체	증기압	9.68×10^{-6}mmHg(20℃)
끓는점	증류시 분해됨	R-phrase	25,50/53	Log Kow	1.52
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 프로폭서 제조(포장)

① 시나리오 : 메틸이소시아네이트와 o-이소프로폭시 페놀의 반응으로 생성된다. 농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 동안 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 과량의 농약에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분지 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 제형생산의 배합[1]공정(계량 및 투입)

① 시나리오 : 프로폭서에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만드는 공정이다. 배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농약은 분제·입제·액제·훈증제·훈연제·연무제 등으로 조제·사용된다. 농약은 적은 양만이 순수한 유효성분으로 되어 있고 농약의 생물적 효과를 가장 적절하게 유지하도록 농약의 유효성분과 보조제를 혼합한다. 보조제는 증량제와 전착제로 세분한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형생산(포장)

① 시나리오 : 프로폭서의 제형을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들은 공기 중에 비산 혹은 증기화 된 농약에 과량으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 살포

① 시나리오 : 프로폭서를 물에 희석하여 분무기를 이용하여 살포한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 코팅, 페인팅				

③ 노출량 산출[1] : 12 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 24 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 바퀴퇴치용 살충제(투입)

① 시나리오 : 속효성(효과가 빨리 나타나는 것)과 잔효성(제품의 효과가 오래 지속되는 것)을 동시에 갖고 있는 살충제로 전문 방제업체에서 많이 사용하고 있다. 설치용과 에어로졸에 모두 사용되고, 바퀴 살충제로 많이 사용되는 에어로졸 제제에는 피레스린, 디클로르보스, 다이아지논, 프로폭서 등이 있다. 바퀴의 신경계를 마비시켜 죽인다. 용기에 프로폭서를 투입할 때 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진				
사용시간/1일	□1-4간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(381) 프로피온산 Propionic acid 79-09-4

1. 개요

1) 제조

모노카르복시산의 하나로 프로피오니트릴을 가스분해하거나, 프로필 알코올을 산화시키면 생긴다.

물의 존재 하에 에틸렌의 카보닐화에 의해서 생성된다.

2) 용도

- 방부제, 제초제, 곡식과 목재의 보호에 이용
- 유화제, 향수, 약, 전기도금액, 셀룰로오즈 프로피온산 플라스틱 등에 이용
- 나트륨 염으로 치즈에서 전체 함량의 1%를 차지하고 있는데 구운 음식의 보호에 이용
- 프로피온산나트륨·프로피온산칼슘·소르브산 등의 항진균제는 과일 주스, 치즈, 빵, 마른 과일 같은 식품에서 곰팡이가 번식하는 것을 방지함
- 피부곰팡이 치료제(아연염은 백선 등 피부병 치료에 사용)

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	74.08	물리적 상태	액체	증기압	3.53mmHg(25℃)
끓는점	141.1℃	R-phrase	34	Log Kow	0.33
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 30 mg/m^3			STEL 15 ppm / 60 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 프로피온산 제조(포장)

① 시나리오 : 프로판올이 산화하면 프로피온알데히드를 거쳐 프로피온산을 생성한다. 제조 된 프로피온산을 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 식품 보존료(preservative)[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 프로피온산나트륨·프로피온산칼슘·소르브산 등의 항진균제는 과일 주스, 치즈, 빵, 마른 과일 같은 식품에서 곰팡이가 번식하는 것을 방지해준다. 식품제조 시 보존료를 첨가할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 보존료는 식품의 신선함과 점도를 유지시켜준다. 보존료에는 여러 종류가 있는데 이들은 각각 특정 식품과 특정 화학변화에 효과적으로 작용한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 사료에 항 곰팡이제[1]로 사용(투입)

① 시나리오 : 고수분 곡류는 프로피온산과 아세트산과 같은 휘발성 유기산으로 처리할 수 있다. 프로피온산 처리는 세계적으로 곡류사료의 항곰팡이제로 널리 사용되는 유기산으로 사용 시 기화되어 그 자체가 포자나 곰팡이에 접촉, 사멸시키는 효과가 있다. 프로피온산 계통의 항곰팡이제로서는 프로피온산 칼슘염과 프로피온산 나트륨염이 있는데, 염 상태 제품은 프로피온산 단용보다 약하나 취급이 용이한 장점이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사료에 곰팡이 포자가 생기거나 균사의 자람을 방해하고 곰팡이를 불활성화시켜 곰팡이 독소의 생성을 차단하거나 억제시키기 위하여 항곰팡이제가 사용된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 착향료(Flavoring agent)[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 과실계 향료의 배합에 사용되며, 그레이프 향이 나는 음료에 이용한다. 음료 제조 시 프로피온산을 첨가할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 식품에 독특한 개성과 매력을 주며 식욕을 증대시키고 상품가치를 높이기 위해 일상생활과 밀접한 관계가 있는 향을 보강, 변형 혹은 억제하기 위한 수단으로 이용하는 첨가물을 말한다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 의료용 남성호르몬제 제조(투입)

① 시나리오 : 천연호르몬인 테스토스테론은 체내에서 대사되기가 쉽고 그 때문에 활성의 저하도 빠르므로 의료용으로는 합성호르몬인 17α-메틸테스토스테론(경구투여)이나 프로피온산 테스토스테론(주사) 형태로 이용된다. 프로피온산 테스토스테론의 제조 시 원료로 프로피온산을 제조 설비에 투입하는 과정에서 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 바이오플라스틱(bioplastic)[1](현장 점검)

① 시나리오 : 프로피온산을 함유하는 배지에서 수소세균의 일종을 생육시켜 미생물 폴리에스테르를 합성한다. 현재 연간 수t 규모를 시험적으로 생산, 판매하고 있다. 배지조성을 하고, 현장점검을 할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성이 있는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 생물 특히 미생물이 생산하는 플라스틱. 수소세균이나 질소세균 대부분이 일종의 폴리에스테르를 생합성하고 균체 내에 쌓아 둔다는 것은 오래 전부터 알려져 왔다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(382) 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르 Propylene glycol monomethyl ether 107-98-2

1. 개요

1) 제조

프로필렌 옥사이드 알코올을 촉매 하에서 반응시켜서 제조 한다
탄소수가 적은 사슬모양 에테르는 알코올에 진한 황산을 작용시켜 만든다.

2) 용도

- 래커, 페인트 제조 시 사용
- 셀룰로오스, 아크릴, 염료, 잉크 착색제, 코팅 조성물 제조의 용매
- 가정용/공업용 유리 세척제, 드라이클리닝 비누, 모피 세척제, 금속 세척제, 탄소나 기름기 제거제의 용제
- 농약 조제 시 첨가제
- 에스테르화 반응의 용매

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	90.12	물리적 상태	액체	증기압	12.5mmHg(25℃)
끓는점	120.1℃	R-phrase	10	Log Kow	-0.49
노출기준 (노동부)	TWA 100 ppm / 360 mg/m^3			STEL 150 ppm / 540 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르 제조(시료채취)

① 시나리오 : 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르는 프로필렌 옥사이드와 메탄올을 폴리스틸렌 골격을 갖는 약염기성 음이온 교환수지를 사용하여 반응온도 40~120℃에서 반응시켜서 액상으로 제조할 수 있다. 작업자가 노출될 수 있는 작업공정은 반응 중간에 작업자가 샘플링 하는 과정이고, 반응 후 정제와 포장 할 때도 노출될 수 있다.

원료투입(프로필렌 옥사이드와 메탄올) → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group을 A로 하여 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 렌즈에 사용하는 세정제의 제조(배합)

① 시나리오 : 렌즈에 사용하는 세정제는 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(75%~25%), 시클로테칸(10~15%), 시클로파라핀(25~75%)을 섞어서 제조 한다. 세정제 제조 시 원료를 투입 후 배합하는 과정 및 포장단계에서 작업자에게 노출이 일어날 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group을 A로 하여 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 인쇄용 잉크제조의 용매로 사용(혼합)

① 시나리오 : 인쇄용 잉크는 아세톤과 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르 혼합물을 제 1용제로 하고 인쇄용 패턴 조성물을 제 2용제로 하여 두 가지 용제를 섞어서 인쇄용 잉크를 제조한다. 작업자는 인쇄용 잉크 제조 시 잉크 제 1용제를 제조하기 위해 아세톤과 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르를 혼합할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group을 A로 하여 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 감광성수지 세정용 시너의 제조(배합)

① 시나리오 : 감광성수지 세정용 시너는 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(10~90%), 2-헵타논(10~50%), 에틸락테이트(10~50%)를 섞어서 제조한다. 원료로 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르를 투입 후 배합할 때 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업량)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	40 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group을 A로 하여 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 포토리소그래피레스트용 언더코팅조성물의 제조(혼합)

① 시나리오 : 포토리소그래피레스트용 언더코팅 조성물의 제조작업은 사이멜(100g), 도데실벤젠 술폰산(5g)을 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(950g) 에 녹여서 제조한다. 이 때 작업자가 노출될 수 있는 제조 공정은 상기 화합물을 프로필렌 글리콜모노메탄 에테르에 넣고 녹일 때 교반기가 넣고 혼화시키는 공정이다.

② 노출결정인자(작업량)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group을 A로 하여 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 소거성 형광잉크 조성물의 제조(투입)

① 시나리오 : 소거성 형광잉크는 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(10~80%), 박리제로 상온에서 액상인 이소스테아릴산이소세틸(0.5~20%), 형광안료인 폴리염화비닐(1~50%)을 함께 교반기에 넣고 섞어서 제조한다.

원료물질인 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르를 드럼통에서 교반기로 투입할 때 작업자에게 노출이 발생할 수 있으며, 원료물질을 교반기에 모두 투입한 후 혼합할 때 발생할 수 있다.

② 노출경정 인자(작업량)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group을 A로 하여 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(383) n-프로필 아세테이트 n-Propyl acetate 109-60-4

1. 개요

1) 제조

- 아세트산, 프로필렌과 프로판 혼합물로부터 제조(염화아연 촉매)
- 아세트산과 n-프로필알코올로부터 제조
- 연료 오일의 에스테르화를 통해 제조

2) 용도

- 니트로셀룰로오스 래커, 셀룰로오스 파생물, 자연 및 합성 송진, 왁스, 플라스틱, 유기 합성 그리고 시약의 용매로 사용
- 살충제 조제에 사용
- 폴리아미드 잉크, 아크릴 잉크, 니트로셀룰로오스를 함유한 잉크(알코올로 희석 가능한)의 용매로 사용
- 향료에 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

n-프로필 아세테이트를 제조 하거나 그것을 용매, 향 첨가제 그리고 향수 제조에 사용하는 작업 중에 흡입하거나 피부와 접촉함으로써 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	102.13	물리적 상태	액체	증기압	33kPa(25mmHg)(20℃)
끓는점	101.6℃	R-phrase	11,36,66,67	Log Kow	1.23
노출기준(노동부)	TWA 200 ppm / 840 mg/m^3			STEL 250 ppm / 1,050 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: n-프로필 아세테이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 아세트산과 n-프로필알코올로부터 제조한다. 제조 된 프로필 아세테이트의 품질관리를 위하여 시료를 채취해서 분석할 때 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응(에스테르화 반응) → 프로필 아세테이트 합성 → 시료채취 및 분석 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.05 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group는 Brns이나 시료채취이므로 관리방법 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: n-프로필 아세테이트 제조(포장)

① 시나리오 : 아세트산과 n-프로필알코올로부터 제조한다. 제조 된 프로필 아세테이트 액체를 용기에 반자동으로 분배하여 포장할 때 노출될 수 있다.
원료투입 → 반응(에스테르화 반응) → 프로필 아세테이트 합성 → 포장, 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 도료용 신나의 성분(배합)

① 시나리오 : 도료의 희석제 성분으로 다른 유기용제와 함께 사용된다. 희석제를 제조하기 위하여 n-프로필 아세테이트를 다른 원료와 배합 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도료용 신나의 성분(스프레이 페인팅)

① 시나리오 : 도료를 프로필 아세테이트가 함유된 희석제로 희석한 후 스프레이 건에 담아서 분무 도장을 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 600 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 216

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

※ 스페인에 있는 11개의 자동차 페인트 상점들에서 추출한 공기 샘플들 중 1개의 샘플에 36.5㎎/cu m의 n-프로필 아세테이트가 발견되었다. 1983년부터 벨기에에 있는 페인트 공장들에서 추출한 공기 샘플들에서 3%가 n-프로필 아세테이트인 것으로 탐지되었다. 일반인은 이 화합물을 함유하는 음식의 섭취를 통해서 n-프로필 아세테이트에 피폭될 수 있다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(384) n-프로필 알코올 n-Propyl alcohol 71-23-8

1. 개요

1) 제조

천연 퓨젤유에서 분류하여 제조한다.

일산화탄소와 수소 반응의 부산물로서 얻을 수 있다.

프로판/부탄 산화과정의 부산물이다.

포도주를 증류 하는 동안 가장 상층에서 분리된다.

수상공법이나 산소기술에 의한 n-프로필알코올 생산은 두 단계 과정이 있다. 우선, 에틸렌이 수상공법으로 propanal을 생산하며, 생산된 propanal은 수소첨가반응으로 n-프로필알코올 이 된다.

n- 프로필알코올은 Sasol's Fischer-Tropsch 공정 제품 중 하나이다.

알코올 분류는 순수 n-프로필알코올 생산을 위한 증류로 더욱 정제된다.

염화에틸 마그네슘과 트리옥시메틸렌을 반응시키거나 프로피온알데히드를 환원시키면 생긴다.

시클로프로판은 니켈 촉매 하 120℃에서 수소화되어 n-프로판을 생성하고, 루이스산 촉매 하에서는 브롬과 반응하여 1,3-디브로모프로판을 생성하며, 여기에 물을 첨가하면 n-프로판올을 생성한다.

2) 용도

- 천연 고무, 폴리비닐 butyral, 광택제, 의약품, 칠제품 및 도료, 화장품의 용제
- 화학품 중간산물, 플렉소 인쇄 잉크(특히 polyolefin 및 polyamide 필름 프린트), n-propylacetate, n-propylamine, glycol ether 의 제조, 반추동물 사료 첨가제, 음식의 향료 등의 용제
- 살충제 제조 용제
- 아세톤이나 글리세롤의 제조원료
- 산소와의 혼합물질은 흡입마취제로 사용

3) 노출 및 결정인자[1)]

n-프로필 알코올 생산 및 다양한 분야의 용제로의 이용은 다양한 폐기물 경로를 통해 환경으로 누출된다. n-프로필 알코올은 자연에서 동물 폐기물, 미생물(대사과정), 식물(발효 및 부패), 화산, 곤충의 독액, 퓨젤유에서 발생된다.

---

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

프로필 알코올에 주로 노출되는 작업은 용제로 표면 코팅된 스프레이 이용 및 유리화, 폴리아미드 재료, 잉크의 플라스틱 및 종이 이용, 직물 및 가죽공정 시, 니트로셀룰로오스 칠기 및 도료, 폴리스티렌 코팅, 잉크, 염료, 코팅, 가죽 마감재, 미술 고정제 등의 제조, 세척제 및 윤활제 제조, 식물유, 의약품 제조, 세척 및 탈지 작업 시, 셀룰로오스 공정, 아크로니트릴 제조, 브레이크액 제조 등이다.

n-프로필 알코올에 대한 직업적 노출은 n-프로필 알코올 제품 및 공정상의 피부접촉과 흡입을 통해서이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	60.09	물리적 상태	액체	증기압	2.0kPa(14mmHg)(20℃)
끓는점	97.2℃	R-phrase	11,41,67	Log Kow	0.25
노출기준 (노동부)	TWA 200 ppm / 500 mg/m^3			STEL 250 ppm / 625 mg/m^3	

2. 노출 시나리오

ES01: n-프로필 알코올[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 염화에틸마그네슘과 트리옥시메틸렌을 반응시키거나 프로피온알데히드를 환원시키면 생긴다. 프로필 알코올이라고도 한다. 제조 된 프로필 알코올을 포장할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.075 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 2-프로판올(이소프로필알코올)이라고 하는 이성질체가 있는데, 이것과 구별할 때는 n-프로판올, 또는 1-프로판올이라고 한다. 푸젤유 속에 3~7 % 함유되어 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 화장품의 방부제(혼합)

① 시나리오 : 프로필 알코올이 많이 함유된 제품은 주로 화장품이다. 화장품에 사용하는 이유는 프로필 알코올의 방부효과 때문이다. 화장품을 수년씩 사용할 수 있는 이유는 이 프로필알코올의 함유량 때문이다. 샴푸(건강제품 포함), 헤어스프레이, 무스, 시판 플라스틱 용기, 시판 음료수, 시판 과일쥬스, 세척알코올, 구강세척제, 애프터세이브, 일체의 면도용품, 소다음료수, 백설탕, 디카페인 커피, 기타 거의 모든 화장품 등에 프로필알코올이 함유되어 있다. 방부제로 프로필 알코올을 다른 원료들과 혼합하는 과정에서 노출이 발생할 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 프로피온산 제조(투입)

① 시나리오 : 프로필 알코올을 산화시키면 생긴다. 원료를 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 프로필렌 제조(현장점검)

① 시나리오 : 황산으로 탈수하면 프로필렌이 된다. 제조과정과 제조설비에 대한 현장점검 시 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00003 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group가 C이나 밀폐 연속공정이므로 관리방법으로 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 트리프로필아민 제조(투입)

① 시나리오 : 프로판올은 암모니아와 반응하여 모노, 디, 트리프로필아민을 생성한다. 원료를 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 훌렉소 인쇄(flexographic) 잉크의 용매로 사용(혼합)

① 시나리오 : 잉크에 배합하여 사용한다. 잉크와 프로필 알코올을 혼합하는 과정에서 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 프로필 아세테이트 제조(투입)

① 시나리오 : 프로판올과 초산을 반응시켜서 제조한다. 원료를 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 아크롤레인 제조(미반응 분출)

① 시나리오 : 프로필알코올(1-프로판올)을 산화하여 생성한다. 생성된 아크로레인을 포장할 때 미반응 프로판올에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.075 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(385) m-프탈로디니트릴 m-Phthalodinitrile 626-17-5

1. 개요

1) 제조

m-자일렌과 암모니아를 증기상에서 ammoxidation하여 생산한다.

2) 용도

프탈로디니트릴은 폴리우레탄 페인트 제조에서 중간체로, 니스, 테트라클로로이소프탈로니트릴과 같은 농업과 관련된 화학제품으로 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

사업장에서 m-프탈로디니트릴에 의한 인체 유해 영향에 대한 보고는 없었다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	128.14	물리적 상태	고체	증기압	해당 안됨
끓는점	265℃	R-phrase	22	Log Kow	없음
노출기준 (노동부)	TWA 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: m-프탈로디니트릴의 제조(시료채취)

① 시나리오 : m-자일렌과 암모니아를 증기상에서 ammoxidation하여 생산한다. 제조 된 m-프탈로디니트릴을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.02 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 프탈로시아닌[1]의 제조(투입)

① 시나리오 : 프탈로시안의 제조 시 필요한 장치는 앵커형 교반기, 냉각기, 내압 유리제 반응기 이며, 염화 제1구리, 프탈로디니트릴, α-클로로나프탈렌 시아누르산을 투입한 후 유상욕 중 180~260℃에서 5시간 동안 가열하여 반응을 시킨다. 반응 후 생성물을 감압 증류하여 용매를 제거한 후 잔류물을 5% 호아산 수용액으로 60~70℃에서 교반 세척하고 여과 시킨다. 이어서 여과에 의해 수득된 케이크를 60~70℃의 열수를 사용하여 케이크가 산을 함유하지 않을 때 까지 세척한다. 그리고 케이크를 130℃에서 12시간 동안 건조시키면 구리프탈로시아닌을 생성한다. 이 제조 공정에서 원료를 반응기에 투입할 때 가루로 날리는 프탈로디니트릴에 작업자가 노출될 수 있다. 그리고 여과와 세척하는 작업에서 미반응으로 남아 있는 프탈로디니트릴에 작업자가 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 감압증류 → 여과,세척 → 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 금속프탈로시아닌류는 공업상 가장 중요한 안료이다. 이들 중에서, 구리 프탈로시아닌류는 아름다운 청색을 지니며, 내열성, 내약품성 및 내광성과 같은 성질이 뛰어나고, 주로 청색 안료로서 도료, 프린드 잉크 또는 수지착색제의 부냐에서 널리 사용되고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 테트라클로로이소프탈로니트릴[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 테트라클로로이소프탈로니트릴의 제조공정[2]은 분말 이소프탈로니트릴을 정량한 후 질소와 같은 불활성 가스를 불어넣어 기화기로 날려 들어가게 넣은 후 염소가스를 예열기에서 270℃로 가열하여 공급한다. 이 반응은 열이 많이 발생하기에 반응기의 온도를 전체적으로 280~310℃로 유지시켜서 반응을 끝낸 후 공기냉각을 하여 생성물을 얻는다. 대부분의 반응이 밀폐식 공정이기 때문에 노출의 위험은 거의 없으나 처음에 반응기에 분말 이소프탈로니트릴을 정량하는 과정과 이것을 반응기에 투입할 때 노출될 수 있다.

원료정량, 투입 → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 농작물, 초지와 관상식물 등의 병원균에 광범위한 살균효과를 발휘하는 살균제이다.

2) 테트라클로로이소프탈로니트릴의 제조장치는 분말 이소프탈로니트릴을 기화기에 공급하는 유압식 수송기가 필요로 하며 또한 이스프탈로니트릴의 공급관과 기화기의 접속부분에 공냉기가 설치되어 있어서 접속부분의 온도상승으로 이소프탈로니트릴이 용해되어 접속부분이 막히는 것을 방지하는 장치가 필요로 하다. 즉 반응을 투 관형열교환기 형으로 하여 관내에는 촉매를 충진하고 투내에는 예열기에서 예열된 일정한 온도의 열교환매체를 통과시켜 반응기를 가열하고 냉각시킬 수 있도록 설치된 장치가 필요로 한다. 사이클반응기에서 생성된 생성물을 포집하는 방법은 공기냉각을 하여 대부분의 생성물을 포집하고 다시 사이클론을 이용하여 2차 포집을 한다. 사이클론에서 나오는 가스를 크실렌에 통과시켜 생성물을 완전 제거할 수 있다.

3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 코발트프탈로시아닌 착제 제조(투입)

① 시나리오 : 코발트프탈로시아닌 착제는 m-프탈로디니트릴과 무수염화코발트, 요소, 염화암몬, 에틸렌 글리콜을 가하여 약 1시간 동안 120℃에서 가열하면 균일한 짙은 차청색의 물질을 얻을 수 있다. 여기에 다시 130~135℃로 2시간 동안 반응을 계속한 후 내부온도를 70℃로 내린 후 30% 염산을 가하고 70~80℃로 30분간 교반하면 반응물은 짙은 청록색 결정성 물질로 생성된다. 작업 시간은 통상적으로 1~2시간정도로 완결한다. 반응은 발열 반응이므로 온도가 30℃이상으로 상승되지 않도록 냉각을 하여야 한다. 원료 투입 시 가루형태의 프탈로디니트릴이 작업자에게 분진의 형태로 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 세척 → 건조 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□비분진성 고체				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(386) 플루오로트리클로로메탄 Fluorotrichloromethane 75-69-4

1. 개요

1) 제조

탄소·플루오르·염소·수소로 이루어진 유기화합물로 CFC[1]라고 흔히 불리며, 프레온이라는 상품명으로 생산된다. 이들은 무해하고, 불연성이며, 손쉽게 액체에서 기체로, 기체에서 액체로 전환되기 때문에 여러 용도에 매우 적합하다.

사염화탄소는 적은 양의 오염화 안티몬이 있는 상황에서, 삼불화 안티몬 과 반응한다. antimony tri, penta-fluoride와 같은 불소첨가물질이 있을 때, 사염화탄소와 하프늄에서 제조된다.

사염화탄소와 불화수소의 반응으로 생성된다.

천연가스, 염소, 불화수소의 반응으로 생성된다.

2) 용도

- 트리클로로플루오로메탄(CFC-11 또는 F-11)과 디클로로플루오로메탄(CFC-12 또는 F-12)은 에어로졸-분사기 추진제와 냉매·용매·발포제 등으로 사용됨
- CFC-11은 폴리우레탄 발포체를 생산하는데 주입제로 이용
- 냉매, 열전달 매개체, 용제, 천식의 치료제인 기관지 확장제와 코티코스테로이드의 압축가스로서 이용
- 연무질 추진제, 냉동제 및 분무제, 세척 및 탈지용 용제
- 세정물질, 소화물질 제조에 이용
- 탈지제
- Freon 11은 자체가 높은 전기력을 가지고 부분적 방전을 방지하며, 전기전호를 소멸시키는 경향이 있어 전기절연체로 이용
- 살충제, 바닥 왁스, 페인트, 화장품, 향수의 에어로졸 추진체로 이용
- 폴리머 수지생산에 이용
- 기포상자, 풍동에서 유전체유로 이용
- 화학적 합성에서 술폰화 용제
- 음압에서 냉장효과를 보이는 냉장고류
- 드라이클리닝 용제, 열전도액, 냉장물질, 에어콘 가스
- 실험실 이용
- 얕은 지하수에서 수문트레이서 및 날짜-시간(age-dating) 도구로 이용

3) 노출 및 결정인자[2]

1) CFC-11은 오존을 고갈시키는 chlorofluorocarbon이다. 오존층 손상방지를 위한 몬트리올 지침에 따라 전 세계적으로 그 사용과 생산이 감소하였다.

플루오로트리클로로메탄의 과거 제품 및 냉동제, 소화제, 화학 중간산물, 분출제 등으로의 이용 시 다양한 폐기물 경로로 환경에 방출된다. 에어로졸 추진체로의 이용은 1978년 12월 15일 미국에서 금지되었다. 플루오로트리클로로메탄은 화산에서 방출되는 것으로 알려져있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	137.38	물리적 상태	액체. 기체	증기압	92kPa(690mmHg; 91% v/v)(20℃), 792mmHg(25℃)
끓는점	23.7℃	R-phrase	-	Log Kow	2.53
노출기준 (노동부)	C 1,000 ppm / C 5,600 mg/m^3			STEL -	

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 플루오로트리클로로메탄 제조(시료채취)

① 시나리오 : 클로로포름·사염화탄소·육염화에탄 등을 원료로 하고 촉매를 사용해서 플루오르화수소와의 반응[1]으로 만들어진다. 종류에는 프레온-11(트리클로로플루오르메탄: CCl_3F), 프레온-12(디클로로디플루오르메탄: CCl_2F_2), 프레온-22(클로로디플루오르메탄: $CHClF_2$) 등이 있다. 제조 된 프레온을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 10 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) $CHCl_3 + 2HF \rightarrow CHClF_2 + 2HCl$ $SbF_3 + SbCl_5$
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 미분류나 hazard group를 C 군으로 하였으며, 시료채취와 짧은 시간 노출되는 것을 고려하여 위험도관리방법 코드100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 냉매로 사용(주입)

① 시나리오 : 화학적으로 안정하고 폭발성이 없으며, 불연성의 무독이므로 냉장고냉동기, 에어콘 및 각종 냉동기의 냉각재로 사용된다. 냉동기에 가스를 주입할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 60 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 미분류나 hazard group를 C 군으로 하였으며, 시료채취와 짧은 시간 노출되는 것을 고려하여 위험도관리방법 코드100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 플루오르화수지 제조(투입)

① 시나리오 : 불소수지로서 중요한 폴리테트라플루오로에틸렌의 합성원료로서 소비된다. 수지제조를 위하여 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1)] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2)] : 60 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3)] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.R-phrase 미분류나 hazard group를 C 군으로 하였으며, 시료채취와 짧은 시간 노출되는 것을 고려하여 위험도관리방법 코드100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 에오로졸 분사제, 소화기 등에 사용(주입)

① 시나리오 : 화장품용 에어로졸제 분사제, 냉방·냉장·냉동용 냉매, 고급 용제, 세정제, 진화제, 우레탄·폴리스티렌폼 등의 발포제로 사용된다. 프레온을 각각의 용기에 충전 시 작업자가 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 60 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 미분류나 hazard group를 C 군으로 하였으며, 시료채취와 짧은 시간 노출되는 것을 고려하여 위험도관리방법 코드100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 전기냉장고의 냉매[1](주입)

① 시나리오 : 전기냉장고의 원리는 액체가 기화될 때의 기화열을 이용한 것으로 이에 사용되는 액체(냉매)는 일반적으로 프레온가스(Freon gas)가 사용된다. 냉장고에 가스를 주입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[3]: 60 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 구조는 압축식 냉동기·저장실·운전제어장치로 이루어져 있다. 압축냉동기는 냉매가스를 압축시켜서 그 가스를 응축기에서 액화시켜, 그 액화냉매를 모세관으로 통과시킴으로써 압력을 저하시켜 냉각기로 증발시키는 기능을 연속적으로 행한다. 저장실은 음식물을 넣는 용기로, 냉동기에 의해 냉각된 저장실 안의 온도가 외부의 온도에 의해 상승하지 않도록 안상자와 바깥상자 사이에 단열재를 넣는다. 운전제어장치는 저장실내의 온도를 적당히 유지하기 위한 장치로 온도를 감지하는 센서(검출기)가 각 저장실에 설치되어 있어서 냉장실은 3℃ 전후, 냉동실은 -18℃ 전후에서 조절이 가능하게 되어 있다. 냉장고 사용시, 냉장고의 문을 여닫을 때, 침입한 외부공기 속의 수증기 및 저장실 내의 식품에서 증발된 수증기가 냉각기에 서리가 되어 부착되면 저장실 안의 냉각상태가 나빠진다. 이 서리를 제거하기 위한 장치에는 자동적으로 되는 것과 다이얼이나 버튼 등에 의한 수동식이 있다. 냉장고 안의 냉각방식에는 냉기자연대류식과 팬을 사용한 냉기강제순환식이 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 미분류나 hazard group를 C 군으로 하였으며, 시료채취와 짧은 시간 노출되는 것을 고려하여 위험도관리방법 코드100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 발포제로 사용(주입)

① 시나리오 : 발포제로 트리클로로플루오로메탄을 사용하여 폴리우레탄 폼을 제조한다. 발포제를 주입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 60 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 미분류나 hazard group를 C 군으로 하였으며, 시료채취와 짧은 시간 노출되는 것을 고려하여 위험도관리방법 코드100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(387) 플루오라이드 Sodium fluoride 7681-49-4

1. 개요

1) 제조

플루오라이드는 플루오르가 다른 원소들과 화학결합을 하고 있는 화합물로 플루오르는 헬륨, 네온, 아르곤을 제외한 거의 모든 원소와 결합하여 플루오르화물을 형성한다. 이성분계 플루오르화물로는 HF, BeF_2, BF_3, CF_4, NF_3, OF2, ClF, XeF_2 등을 비롯하여 여러 금속과 다양한 조성의 중성 및 이온성 플루오르화물을 형성한다. 이를테면 할로겐족 내의 다른 원소들과 XF, XF_3, XF_5(X=Cl, Br, I) 및 IF_7 등의 중성화합물과 XF_2^-, XF_4^-, XF_6^-(X=Cl, Br, I) 및 IF_8^- 등 다양한 이온성 화합물을 형성한다. 특히 오랫동안 비활성원소로 알려져 왔던 크립톤, 크세논등과도 KrF_2, XeF_2, XeF_4, XeF_6, KrF_+, $Kr_2F_3^+$, XeF_3^+, Xe_2F_{3+}, XeF_3^+, XeF_5^+, XeF_7^- 등의 플루오르화물을 형성한다. 또한 UF_6와 같은 플루오르화물은 기체상 확산을 통해서 ^{235}U와 ^{238}U을 분리해 내는 데 쓰인다.

일반적으로 플루오르화물은 플루오르와 원하는 원소를 정량적으로 처리하여 얻지만, 불소는 가격이 비싸며 취급하기가 용이하지 않으므로 무수플루오르화수소를 사용하거나 수용액 중에서 가수분해 되지 않는 이온성 화합물의 경우에는 플루오르화수소 수용액을 이용하여 음이온의 상호교환을 통해 얻기도 한다.

수산화나트륨으로 빙정석(cryolite)을 융합시켜서 제조한다.

대개는 탄산나트륨(sodium carbonate)이나 수산화나트륨으로 hydrofluoric 산을 반응시켜 제조하며, 이때, 원하는 크리스탈 크기를 얻기 위해서는, 적절한 교반과 pH 조절은 필수적이다.

2) 용도

플루오르화우라늄의 제조와 같이 플루오르 자체를 그대로 사용하는 일도 있으나, 보통은 형석에서 얻은 플루오르화수소산을 원료로 하여 각종 플루오르화물·플루오르규산·플루오르붕산으로 만들어 금속공업이나 요업 등 여러 분야에서 널리 사용한다. 즉, 금속공업에서는 도금·방식·야금 등 철강·알루미늄의 제조에, 요업에서는 광학유리·유탁유리·저융점유리·치과용 시멘트 등의 제조에, 또 유리 가공에는 플루오르화수소산이 그대로 사용된다. 이 밖에 플루오르수지·프레온의 제조나 방부제·살충제·매염제 등의 용도도 있다. 이것들은 철제 봄베에 충전되어 시판되고 있는데, 유독하므로 주의해야 한다.

- 불소화합물의 분쇄, 건조, 가소, 제강, 알루미늄 환원 등 야금술, 벽돌 요 또는 도가지 요의 연료, 유리원료의 용해, 음료수의 불소첨가
- 열처리 염 성분, 전기도금

- 양조장 및 증류소에서 소독발효장치에 이용
- 코팅지 제조
- 유리제조, 유리의 윤을 없애는 데 이용
- 치과에서 이용, 치약성분
- 공기오염 감소를 위해 가스배출시 플루오르화수소의 제거에 이용
- 살균제, 쥐약
- 테가 있는 강철, 알루미늄, 마그네슘 제조 시 용매제
- 아교 및 접착제 구성성분
- 광석 부유선광 물질
- 빙정석(Cryolite) 제조, Bitreous 에나멜 구성성분
- 화학세정제, 목재 방부제 성분
- 자외선 및 적외선 방사선계측장비의 창에 사용되는 크리스탈
- 생체 밖 혈액의 항응고제(혈액 1ml 당 플루오라이드 2mg)
- 알루미늄의 재제련, 스테인레스 스틸의 산처리, 세탁제 성분
- 의약품(골밀도 향상을 위한 경구복용제, 대사질환 및 악성 골질환의 통증완화제) 및 동물대상 의약품
- 플루오라이드는 EPA에서 금지하고 있는 가정 및 산업장의 바퀴벌레, 좀벌레 관리에 이용
- 플루오라이드 농도가 40% 이상인 제품은, 가정에서의 사용이 금지되어 있음

3) 노출 및 결정인자[1)]

급성 플루오르화물 중독이 가끔씩 보고되며, 이는 대개, 플루오라이드를 함유한 쥐약이나 해충제를 모르고 섭취한 경우이다.

독성 플루오르화물 이온의 근원인 플루오라이드는 해독되지 않으므로, 많은 양의 물에 이 물질이 투입되지 않도록, 사전 예방이 매우 중요하다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	42.0	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	1,704℃	R-phrase	25,32,36/38	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 2.5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 플루오라이드 제조(포장)

① 시나리오 : 일반적으로 플루오르화물은 플루오르와 원하는 원소를 정량적으로 처리하여 얻지만 불소는 가격이 비싸며 취급하기가 용이하지 않으므로 무수플루오르화수소를 사용하거나 수용액 중에서 가수분해되지 않는 이온성화합물의 경우에는 플루오르화수소수용액을 이용하여 음이온의 상호교환을 통해 얻기도 한다. 제조 된 플루오라이드를 용기에 포장하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 플루오르화 수소(hydrogen fluoride) 제조(가열)

① 시나리오 : 수소의 플루오르화물로, 화학식 HF인 발연성이 강한 무색의 유독성 액체인데, 수소와 플루오르를 직접 반응시키거나 플루오르화수소칼륨을 가열하여 만들며[1], 무기·유기화합물의 플루오르화 원료, 파라핀의 알킬화반응에서의 촉매, 탈수제로 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$
$KHF_2 \rightarrow KF + HF$ 공업적으로는 형석 CaF_2에 황산 H_2SO_4를 가해서 가열하여 만든다.
$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$
무기·유기화합물의 플루오르화 원료, 파라핀의 알킬화반응에서의 촉매로 사용되는 외에 탈수제로도 사용된다. 또, 유리·석영 제품 등은 쉽게 침식되므로 폴리에틸렌·구리·백금 등으로 만든 용기를 사용한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 플루오르화 크세논(xenon fluoride)[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 크세논의 플루오르화물로, 이플루오르화크세논[2]은 400℃의 니켈 용기 속에서 플루오르와 크세논의 혼합물(감압, 1대 4)을 순환시킨 다음 −50℃로 냉각시키거나, 크세논과 사플루오르화탄소의 혼합물을 장시간 고압방전하여 제조한다. 제조 된 플루오르화 크세논을 용기에 포장할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[4] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사플루오르화크세논: 화학식 XeF4. 무색투명한 결정이며, 녹는점 114℃. 질소 속에서는 140℃까지안정하다. 물에 녹아 가수분해하지만, 헵탄 속에서는 분해하지 않는다. 니켈 용기 속에서 크세논과 플루오르를 1대 5의 비율로 섞고, 400℃에서 1시간 동안 가열한 다음 −78℃로 냉각하면 생긴다.
육플루오르화크세논: 화학식 XeF6. 무색 결정이며, 녹는점 46℃. 42℃에서 황색으로 변한다. 물과는 매우 격렬하게 반응하며 습기에 의해 서서히 분해하여 XeO3가 된다. 니켈 용기 속에서 과잉의 플루오르와 크세논의 혼합물을 300℃에서 16시간 가열하면 생긴다.
2) 화학식 XeF2. 무색투명한 결정이며, 녹는점 120~140℃. 불쾌한 냄새가 나며 승화하기 쉽다.
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 상수도의 특수처리정수법[1)]

① 시나리오 : 적당량의 플루오르 이온을 함유한 물을 유아에게 먹이면 충치예방에 효과가 있으므로 수돗물에 플루오르 화합물을 첨가하는 경우가 있는데, 영국과 캐나다에서는 널리 이용되고 유럽에서도 채택하는 국가가 많다. 플루오라이드를 상수도에 첨가할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2)] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3)] : 0.04 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 일반방법으로 제거할 수 없는 성분이나 정수작업을 방해하는 물질을 함유할 경우에 특별히 처리하는 방법을 특수처리법이라 한다. 즉, 철·망간을 다량으로 함유할 경우에 적갈색이나 흑갈색이 되므로 제거해야 한다. 그러기 위해서 먼저 포기하거나, 염소·과망간산칼륨·오존 등을 사용하여 산화시키고, 모래나 특수한 여과재료를 사용한 여과처리로 제거하는 것이 일반적이다. 그러나 철이나 망간을 좋아하는 박테리아를 이용하여 제거하는 방법도 있다. 또 경도가 높은 물은 보일러의 내부에 침착물을 생기게 하며 이질의 원인이 되기도 하므로 소석회나 소다회를 가하여 칼슘이나 마그네슘을 침전시켜 제거하거나 이온교환수지법을 사용하여 제거한다. 물의 냄새를 제거하는 것은 매우 어려운데, 현재로서는 활성탄에 흡착시키거나 오존으로 분해하는 이외에 다른 확실한 방법은 없다. 보통 조류 등의 플랑크톤이 다수 발생하면 물의 냄새나 색은 여과지에서는 해결하기가 힘들다. 그러므로 일반적으로 황산구리나 염소 등을 사용하여 죽이거나 마이크로스트레이너를 사용하기도 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 플루오르화규소(silicon fluoride) 제조(포장)

① 시나리오 : 규소와 플루오르의 화합물로 사플루오르화규소, 육플루오르화이규소[1] 등이 알려져 있다. 사플루오르화규소는 규소에 플루오르를 직접 작용시키거나 이산화규소나 규소산염에 플루오르화수소산을 작용시켜 얻는다. 형석 CaF_2와 이산화규소의 혼합물에 진한 황산을 작용시켜도 된다. 순수한 것은 헥사플루오르규산바륨 $BaSiF_6$의 열분해로 생긴다. 제조 된 플루오르화 규소를 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 육플루오르화이규소 : 육염화이규소를 플루오르화아연으로 가열하거나 규소에 비활성기체로 희석한 플루오르를 저온에서 반응시켜 얻어지는 무색의 기체이다. 공기중에서 발연하고 물에 닿으면 즉시 가수분해된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 플루오르화황(sulfur fluoride) 제조(포장)

① 시나리오 : 플루오르와 황의 화합물로 화학식 S_2F_2, SF_4[1], SF_6[2], S_2F_{10}[3]의 4종류가 알려져 있다. 이플루오르화이황은 플루오르화은과 과잉의 황을 진공 중에서 가열하여 반응시키면 얻어진다. 제조 된 플루오르화황을 포장할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[4] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[5] : 0.024 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사플루오르화황:화학식 SF_4. 아세토니트릴 속에서 SCl_2와 NaF를 반응시키면 얻어진다. 무색 기체로 녹는점 -121℃, 끓는점 -40℃이다. 매우 반응성이 뛰어나 -C=O기, -P=O기, -COOH기 및 -PO(O)H기를 각각 $-CF_2$, $-PF_2$, $-CF_3$, $-PF_3$로 변환시킨다. 또 물과는 순간적으로 반응하여 분해해서 SO_2와 HF를 만든다.

2) 육플루오르화황:화학식 SF_6. 황과 플루오르를 가열하면서 직접 반응시키면 얻어진다. 이산화황과 플루오르를 가열해도 얻어진다. 열적으로 매우 안정하고, 화학적으로도 비활성이며 절연내압이 높으므로 고압전기계의 기체절연체로서 쓰인다.

3) 십플루오르화이황:화학식 S_2F_{10}(또는 SF_5).오플루오르화황이라고도 한다. 다음식으로 나타내는 광화학반응에 의해 얻어진다. $2SF_5Cl+H_2--->S_2F_{10}+2HCl$ 가열하면 육플루오르화황과 사플루오르화황으로 분해된다.

4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 육불화 우라늄 제조(투입)

① 시나리오 : 육불화 우라늄(UF_6)과 같은 플루오르화물은 기체상 확산을 통해서 ^{235}U와 ^{238}U을 분리해 내는 데 쓰인다. 육불화 우라늄을 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.02 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.008 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(388) 피크린산 Picric acid 88-89-1

1. 개요

1) 제조

페놀은 질산과 황산에서 니트로화하면 모노 및 디니트로 페놀을 거쳐서 트리니트로 페놀(피크린산)이 된다.

술폰산염으로 페놀을 제조한 후, 질산 처리한다. 질화과정 후에 나타나는 수산화나트륨과 Dinitrochlorobenzene의 반응 시 제조된다.

질산과 수은질산으로 벤젠을 처리할 때, 2-tert-butyl-4,6-dinitrophenol의 질화과정으로 제조된다.

2) 용도

- 폭발물[1)]
- 성냥, 밧데리 제조, 가죽 제조, 방직, 실험실 화학물질, 연고제재 생산, 색유리 제조, 동판화 제조
- 의약품, 동물대상 의약품
- 염색약 합성, 사진용 감광유제의 증감제
- 로켓트 연료, 금속부식제
- 젤라틴판 이미지에서 젤라틴 제거
- Picramic acid 및 클로로피크린 제조
- 과거에는 양의 촌충구충제 및 "Cu Nic" 혼합물로 사용

3) 노출 및 결정인자[2)]

2,4,6-Trinitrophenol 제조 및 폭약제조과정, 전기 배터리에서의 이용 시 다양한 폐기물 경로를 통해 환경으로 누출이 가능하다.

---

1) 피크린산은 좋은 폭약으로 광범위하게 이용되어 왔지만, 2가지 약점이 있으며, 이는 금속을 부식시킨다는 것과, 금속염은 열이나 충격에 매우 민감하다. 디니트로페놀을 적절한 비율로 혼합하면, 이러한 단점이 최소화시킬 수 있으며, 이 혼합물은 lyddite, Melinite, Pertite, Shellite, Shimose라는 이름으로 세계 각국에서 이용되고 있다. 이러한 물질은 주로 대포류에서 기본 도화선을 장착한 탄피 및 모든 갑옷을 통과하는 탄피에서의 ammonium picrate의 변형된 유형으로 이용된다. 또한, 폭약 증폭기 및 뇌관의 수은폭발 차지(charge)의 대용품으로 이용된다. 광범위하게 많은 니트로화합물의 혼합물로 이용된다. 이러한 혼합물은 피크린산보다 녹는점이 낮아서, 100℃아래에서, 녹여서 주조가 가능하다. 이러한 혼합물은 피크린산을 직접 녹이는데 수반되는 위험 때문에 일반적으로 더 쉽게 활용가능하다. 피크린산은 인체조직에서 인슐린을 추출하는 용매제로 과거 이용되었다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

사업장, 특히 폭약제조 사업장에서 주요한 건강문제는 피부질환이며, 전신 중독은 드물게 나타났다. 2,4,6-trinitrophenol에 직업적으로 노출 가능한 경로는 폭약제조, 전기 밧데리, 구리 제련, 컬러유리 제조 공정 시 피부접촉 및 흡입하는 경우이다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	229.11	물리적 상태	고체	증기압	1mmHg이하(20℃)
끓는점	300℃이상	R-phrase	2,4,23/24/25	Log Kow	1.33
노출기준 (노동부)	TWA 0.1 mg/m^3		STEL 0.3 mg/m^3		

2. 노출 시나리오

ES01: 피크린산 제조(시료채취)

① 시나리오 : 페놀의 니트로화, 또는 2,4-디니트로클로로벤젠을 가수분해하면 생기는 2,4-디니트로페놀의 니트로화에 의해 합성된다. 제조 된 피크린 산을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 시료채취로 짧은 시간 동안 노출되므로 hazard group C군에 해당되나 위해도 관리방법을 코드100으로 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 폭약제조(포장)

① 시나리오 : TNT와 함께 폭약으로 사용된다. 폭약 제조 과정은 다음과 같다.
- 탄화칼슘 카바이드와 물 준비
- 둘을 섞어 아세틸렌 생성
- 아세틸렌 3분자로 벤젠 생성
- 벤젠을 메틸기로 치환해서 톨루엔 생성(또는 페놀 생성)
- 진한 황산과 진한 질산을 섞은 후 톨루엔 또는 페놀을 넣어서 생성
- 톨루엔을 넣으면 TNT(학명: 2,4,6-트리니트로톨루엔)이 되고, 페놀을 넣으면 피크린산이 됨.

제조 된 피크린산을 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 군용 화약[1]제조(military explosive)(투입)

① 시나리오 : 폭약은 피크린산, TNT 등이 주로 사용된다. 화약제조의 원료로 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 군사목적에 사용되는 화약의 총칭. 폭약으로서의 작약과 폭파약, 화약으로서의 추진약 및 점화점폭약 등으로 나눈다. 발사약은 총포의 탄환을 발사시키기 위해 포신 안에서 연소되며, 그 가스의 압력으로 탄환을 가속시키는 것으로, 비교적 천천히 연소되며, 연기가 나지 않고 보존하는 데 안전하여야 한다. 오늘날 사용되는 면화약은 니트로셀룰로오스를 기제로 한 싱글베이스와 여기에 니트로글리세린을 혼합하고 교화안정제로 교화 성형한 더블베이스 등이다. 전자에 비하여 후자가 그 힘이 강하며 함포 등에 사용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 도폭선 제조(충진)

① 시나리오 : 도화선(fuse) 화약 또는 화공뇌관에 안전하고 확실하게 점화시키기 위해 사용하는 화공품으로, 흑색화약의 분말을 심약으로 하여 삼실·무명실·방수지 등으로 싼 다음, 겉에 칠을 하여 긴 줄 모양으로 만든 것이다. 심약은 폭약(피크린산, TNT)을 사용한다. 심약으로 피크린산을 가느다란 금속관에 채우거나 실이나 종이로 피복할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 309

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 유기화합물의 정성확인에 사용(실험실 시약)

① 시나리오 : 피크린산은 방향족탄화수소 등과 피크레이트(picrate)라고 하는 분자화합물을 만드므로 이들 화합물의 정성확인에 이용되는 외에, 자외선 흡수를 측정함으로써 이들 화합물의 분자량을 결정할 수도 있다. 시약으로 사용 시 이를 다루는 실험실 작업자가 피크린산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□실험실 시약				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 시료채취로 짧은 시간 동안 노출되므로 hazard group C군에 해당되나 위해도 관리방법을 코드100으로 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(389) 피클로람 Picloram 1918-02-1

1. 개요

1) 제조

2-methylpyridine의 염소화 및, 암모니아와 반응하여 가수분해로 제조된다. 피클로람은 알파 trichloropicoline 추출물과 amidation의 가수분해 및 염소화로 α-picoline에서 생성된다.

2) 용도

- 침투성 제초제
- 생장 조절제(합성옥신(auxin) 역할)

3) 노출 및 결정인자[1)]

피클로람 제조는 다양한 폐기물 경로를 통해, 환경으로 누출이 가능하다. 제초제로의 사용은 환경에 직접적인 누출이 가능하다.

사람의 환경을 통한 노출은 숲을 방문했거나, 직접 살포작업에 참여하진 않았지만, 살포된 잎에 접촉 한 경우, 살포된 증기를 흡입한 경우, 제초제에 오염된 식물이나 동물을 섭취한 경우에 발생한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	241.46	물리적 상태	고체	증기압	7.21×10^{-11}mmHg(20℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	-	Log Kow	0.30
노출기준(노동부)	TWA 10 mg/m^3		STEL 20 mg/m^3		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 농약 원제생산(포장)

① 시나리오 : 농약 원제를 생산하는 경우에는 거의 모든 공정이 설비공정(plant)으로 되어 있어 반응하는 과정 동안은 농약에 노출될 가능성은 희박하다. 그러나 완제품의 원제를 용기에 담는 과정에서 환기가 불량한 경우에는 농약에 노출될 수 있다.

원료투입 → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 분류가 되어 있지 않으나, 컨트롤 밴딩에서 hazard group를 C군으로 하였으며, 이미 밀폐된 시설로 관리방법은 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 농약 제형생산을 위한 배합공정(시료채취)

① 시나리오 : 원제를 이용하여 제형을 만들 때에는 원제에 증량제나 보조제를 혼합하여 제형(formulation)을 만든다. 제형을 만드는 공정은 크게 두 가지 공정으로 나누어지는데 하나는 원제를 보조제나 증량제와 혼합하는 배합공정이고 또 다른 공정은 완제품을 포장하는 공정이다. 배합과정에서는 원제를 투입하는 작업과 배합이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위해 샘플을 채취하는 분석 작업에서 농약에 노출될 가능성이 많다.

원료투입 → 배합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.01 (1 이하 이므로 추가적인 초치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 분류가 되어 있지 않으나, 컨트롤 밴딩에서 hazard group를 C군으로 하였으며, 이미 밀폐된 시설로 관리방법은 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 농약 제형생산(포장)

① 시나리오 : 포장공정인 경우에는 포장용기에 농약을 담는 충전작업의 자동화 여부에 따라 노출 정도는 매우 다르게 나타날 수 있다. 자동화 공정인 경우 모든 포장공정에서 작업자가 공기 중 농약에 노출될 가능성은 매우 낮으나, 반자동화 혹은 수동 공정으로 농약을 용기에 담는 경우에는 충전기에 포장용기를 갖다 대는 작업자는 물론 그 외의 포장공정 모든 작업자들은 공기 중에 비산 혹은 증기화 된 농약에 과량으로 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 0.3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.03 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 205

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 백색고엽제(Agent White)의 원료(투입)

① 시나리오 : 백색고엽제[1]는 2,4-D와 피클로람(picloram)을 합성하여 제조한다. 원료로 피클로람을 투입할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) agent orange(에이전트 오랜지)인 제초제들의 기본성분은 약칭으로 2,4-D(2,4-dichloroghenoxyacetic acid)와 2,4,5-T(2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid)이다. 황색고엽제는 2,4-D와 2,4,5-T의 합성의 자색 고엽제(Agent Purple)는 황색 고엽제와 유사하나 생산가가 비싸며, 백색 고엽제는(Agent White)는 2,4-D와 피클로람(picloram)의 합성, 청색고엽제(Agent Blue)는 카코딜산(cacodylic acid)의 합성 제품이다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. R-phrase 분류가 되어 있지 않으나, 컨트롤 밴딩에서 hazard group를 C군으로 하였으며, 이미 밀폐된 시설로 관리방법은 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 살포

① 시나리오 : 액상의 피클로람을 분무할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : P101

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(390) 하이드로게네이티드 터페닐 Hydrogenated terphenyls 61788-32-7

1. 개요

1) 제조

터페닐은 벤젠의 탈수응축(dehydrocondensation)으로 비페닐(biphenyl)을 제조할 때 생산되는 부산물이다. o-유도체는 터페닐 이성체 혼합물에서 증류로 쉽게 분해된다. m, p-터페닐은 함께 증류되며, 순수 이성체는 구역정화(zone refining)로 얻을 수 있다.

2) 용도

터페닐 혼합물은 열저장 및 전도물질, 직물의 염료운반체, 비살포성 윤활제 제의 매개체로 주로 이용된다. 1960~1970부터 터페닐의 기술적 등급은 원자로의 냉각제 이용이었지만, 지금은 태양열 시스템에 이용한다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

피부 및 섭취를 통해 체내 흡수가 가능하다. 직업적 노출은 작업장에서 피부접촉으로 가능하다.

m-터페닐을 함유한 터페닐 혼합물은 열저장 및 전도 물질, 직물의 염료 운반체, 비살포성 윤활제 제조의 매개체 제조에 이용되며, 이는 다양한 폐기물 경로를 통해 환경으로 누출된다. 미규정된 터페닐 이성체는 자연산 석유에서도 나타난다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	241	물리적 상태	액체	증기압	0.1mmHg(25℃)
끓는점	340℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	TWA 0.5 ppm / 5 mg/m^3		STEL -		

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 하이드로게네이티드 터페닐 제조(포장)

① 시나리오 : 터페닐은 벤젠의 탈수응축(dehydrocondensation)으로 비페닐을 제조할 때 생산되는 부산물이다. 터페닐을 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.4 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group를 C군으로 하였으며, 관리방법을 코드 300으로 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 무탄소 복사지 생산(투입)

① 시나리오 : 무탄소 복사지 제조 시 용매로 사용한다. 터페닐을 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3.6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group를 C군으로 하였으며, 관리방법을 코드 300으로 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(391) 헥사클로로시클로펜타디엔 Hexachlorocyclopentadiene 77-47-4

1. 개요

1) 제조

시클로펜타디엔의 염소처리 후, 오염화인산이나 산화비소에 촉매성 염소화 반응에 의해 생성된다. 헥사클로로시클로펜다디엔은 상업적으로 시클로펜타디엔의 염소화 반응에 의해서 또는 팔염화시클로펜탄의 탈염소화반응에 의해서 생성된다.

염소화 반응에서 시클로펜타디엔은 염기성 치아염소산과 반응시켜서 헥사클로로시클로펜다디엔을 분별 증류하여 얻을 수 있다. 이 화합물의 가장 높은 수율은 약 75%정도이며 낮은 수의 염소화 시클로펜타디엔이 함유되어 있다. 그리고 탈염소화 반응은 팔염화시클로펜텐을 470~480℃로 가열하여 제조한다. 이 방법에 의해서는 약 90% 이상의 수율로 얻을 수 있다.

2) 용도

- 유기염소 농약제조의 중간산물, 수지류, 색소, 의약품 제조
- 충격방지 플라스틱, 산, 에스테르, 케톤, 플루오르화 탄소에 이용
- 염기처리된 시클로디엔, 해충제(알드린, 디엘드린, 엔드린, 클로로드린, 펩타코어, 캡폰, 엔도설판, 펜탁, 이소드린 미렉)의 제조
- 디클로레인 플러스와 같은 화염 억제제 제조의 매개체 제조

3) 노출 및 결정인자[1)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	272.75	물리적 상태	액체	증기압	10.7Pa(0.08mmHg; 132ppm)(25℃)
끓는점	238℃	R-phrase	22,24,26,34,50/53	Log Kow	5.04
노출기준 (노동부)	TWA 0.01 ppm / 0.1 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 클로로데인[1]을 사용한 농약 제조(투입)

① 시나리오 : 시클로펜타디엔과 헥사클로로시클로펜타디엔을 반응시켜 만든 화합물인 클로르덴에 염소를 첨가하여 만든다. 상업적인 생성물은 약 60%의 클로르데인을 포함하고 있는 점성이 있는 호박성 액체로 잔류물은 헵타클로르를 포함하는 클로르데인과 관련 있는 몇 가지 화합물로 되어 있다. 작업자는 원료물질을 투입할 때 노출될 수 있다.

원료투입 → 혼합 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 180 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 클로르단(chlordan)이라고도 쓰며 옥타클로르라고도 한다. 옥타클로로헥사히드로메타노인덴의 이성질체(동일한 조성을 가지지만 구조가 다른 화합물) 중 하나이다. 염소를 포함하는 유기화합물의 혼합물의 주요성분으로 접촉성 살충제로 쓰인다. 시판되는 클로르데인은 클로르데인화합물과 그것과 관련되어 있는 화합물의 혼합으로 이루어져 있다. 일반적으로 시판되는 클로로데인은 94.8%의 클로르데인이다. 이것은 클로로데인(71.7%의 cis-클로로데인, 23.1%의 trans-클로로데인)과 0.3% heptachlor 0.3%, trans-nonachlor 1.1%, cis-nonachlor 0.6%, 클로로데인 이성질체 0.25%, 다른화합물 3%, 그리고 헥사클로로시클로펜타디엔인 0.25% 사용되어져서 제조되어 진다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 알드린[1] 제조(투입)

① 시나리오 : 1940년대 말에 헥사클로로시클로펜타디엔과 비시클로헵타디엔(이 두 화합물 모두 석유에서 얻은 탄화수소에서 유도됨)을 반응시켜 처음으로 합성되었다. 작업자는 알드린 합성 시 원료투입 할 때와 반응중간에 샘플링 채취 공정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 180 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 살충제로 쓰이며, 염소화된 탄화수소인 헥사클로로헥사히드로디메타노나프탈렌의 여러 이성질체(異性質體 : 분자식은 같으나 분자구조가 다른 화합물) 중의 하나이다. 알드린은 중추신경계를 자극하고, 온혈동물에게는 독성이 있다. 독은 섭취·흡입 또는 표피를 통해 흡수된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 난연제의 재료인 데클로란 플러스[1]제조(가온)

① 시나리오 : 1,5-시클로옥타디엔과 헥사클로로시클로펜타디엔 2몰을 Diels-Alder 고리첨가반응에 의해서 제조되어진다. 이 반응은 세타몬타이트를 첨가해 주므로 촉진되어 질수 있다. 제조 공정은 1,5-시클로옥타디엔과 헥사클로로시클로펜타디엔을 섞은 후에 물을 천천히 가한 후 가열한다. 동시에 히드록시 에틸 셀룰로오스 시크너와 알킬 알릴에테르 황산타나트륨을 습윤제로 첨가한다. 모든 첨가가 끝나면 미세입자크기의 삼산화 안티몬을 천천히 첨가하면 데클로란 플러스가 얻어진다. 원료 투입 한 후 가온 하여 녹일 때 헥사클로로펜타디엔이 증기로 노출되어 질수 있다.

원료투입 → 가온 → 반응 → 포장 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 180 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 성상 : 백색결정성분말, 융점 350℃이상, 염소함량 85%이상, 비중 1.80, 평균입경 5-15㎛
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 헥사클로로시클로펜다디엔의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 시클로펜타디엔의 염소처리 후, 오염화인산이나 산화비소에 촉매성 염소화 반응에 의해 생성된다. 염소화 반응에서는 시클로펜타디엔은 염기성 치아염소산과 반응시켜서 헥사클로로시클로펜다디엔을 분별 증류하여 얻을 수 있다. 제조된 헥사클로로시클로펜다디엔을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 20 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(392) n-헥산 n-Hexane 110-54-3

1. 개요

1) 제조

노말헥산은 천연가스와 원유에 함유되어 있으며, 적절한 탄화수소 원료유에서 two-tower 증류법을 통하여 얻을 수 있다. 이때 원료유는 원유나 천연가스를 제거한 천연가스액체로부터 증류된 단일결합의 가솔린이다. 방향족 화합물을 제거한 후 catalytic reformate[1]의 잔류물로부터도 얻을 수 있으며, 헥산 혼합물로부터 분자체(molecular seieve)에 흡착시켜 고순도의 노말헥산을 얻을 수 있다. 또한 특정 석유분류(petroleum fraction)로부터 열 또는 촉매 열분해 과정을 거친 후 얻을 수도 있다. 공업용 헥산에는 20~80%의 노말 헥산과 여러 가지 헥산이성체(2-메틸펜탄, 3-메틸펜탄, 2,3-디메틸부탄), 시클로펜탄, 시클로헥산, 소량의 펜탄 및 헵탄이성체, 아세톤, MEK, 디클로로메탄 및 트리클로젠(0.001%), 기타 방향족 화합물(0.01%)이 불순물로 포함되어 있다.

2) 용도

- 노말헥산은 세계적으로 가장 중요한 지방족탄화수소 중 하나이며, 헥산은 주로 콩, 아마 씨, 땅콩, 홍화 씨, 옥수수 배아, 목화씨로부터 식용유 추출, 인쇄, 도료, 코팅, 제약 및 화장품 또는 접착제의 용제로 사용되며 그밖에도 섬유, 가구, 가죽제품의 세척제, 광물의 굴절율 측정, 온도계 내부물질, 알코올의 변성제로도 사용된다.
- 가솔린 벌크유의 증기 중 헥산의 평균함량은 5.9%이며 이중 약 1.5% 정도가 노말 헥산이었다.
- 여러 산업공정에서 용제로 사용
- 접착제의 성분
- 폴리올레핀 제조에 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[2]

추출과정에서 헥산을 용제로 사용하는 실험실 근로자, 화학자, 제약사 등과 접착

---

1) catalytic reforming(가솔린의 옥탄가를 향상시키기 위해 알루미나를 담체로 하는 백금, 산화몰리브덴, 산화크롬 등을 촉매로 하여 반응온도 약 500℃, 10~50kg/㎠의 수소가압하에서 처리하여 탄화수소의 방향족화, 이성체화, 탈황 등을 시키는 과정을 말한다. 석유로부터 방향족 탄화수소를 제조할 목적으로도 이용된다)에서 생성된 물질

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

제 또는 인쇄, 도료 산업에 종사하는 근로자들이 노출될 수 있다. 많은 산업에서 노말 헥산은 차단된 채로 다뤄지고 있어서 보통은 근로자들이 노출되지 않는다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	86.17	물리적 상태	액체	증기압	124mmHg(20℃), 20.2kPa (151.3mmHg)(25℃)
끓는점	68.95℃	R-phrase	11,38,48/20,51/53,62,65,67	Log Kow	3.90
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 180 mg/m^3			STEL -	

2. 노출시나리오

ES01: 석유 정제 공정으로부터 생산(시료채취)

① 시나리오 : 석유에테르 또는 리그로인의 주성분[1]이다. n-헥산은 천연 가솔린 또는 직류 가솔린 속에 소량 함유되는데, 여기에서 정밀증류에 의해 나누고, 벤젠 등의 혼합성분을 제거하여 정제한다. 혼합물로 용제로 사용되는 외에 특별한 용도가 없다.

n-헥산의 제조는 일반 석유나 석유화학공업과 같이 전형적인 장치공업이라는 것이 특징이며, 원료가 유체이기 때문에 반응·분리·정제·저장 등이 모두 파이프로 연결되어 각각 장치 안에서 이루어진다. 이 일련의 장치가 조합되어 구성하는 플랜트의 반응조건조정이나 물질이동 등 모든 과정이 원격조작에 의해 자동화되어, 원료에서 연속적으로 제품이 제조된다. 품질관리를 위해서 n-헥산을 sampling 하여 실험실에서 분석하는 과정에서 n-헥산에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.2 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 전문가의 조언을 구함

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 끓는점 약 30~70℃의 무색투명한 석유제품으로 공업가솔린의 일종. 석유계 천연가스에 포함되는 액체상태 성분의 회수(천연가솔린)나 경질 나프타의 증류정제로 얻어진다. 주로 펜탄 및 헥산으로 이루어지며 시약으로서 실험실용 용제로 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 구두제조 시 접착제 칠하는 공정(접착)

① 시나리오 : 노말 헥산은 다양한 접착제에 사용된다. 혼합물질로 접착제로 사용되고 있으며, 이때 포함되는 물질은 톨루엔, 클로로프렌, 각종 수지류가 있다.

구두류 제조업 작업공정

원자재 입고 → 가공 → 연마 → 접착 → 세척[1] → 검사 → 포장 → 출하

접착 : 브러쉬를 이용하여 신발 밑창 부분에 노말헥산이 함유된 접착제를 바르는 작업

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 접착시 신발표면에 묻은 이물질(접착제 등)을 헝겊에 노말헥산 원액을 적셔서 수작업으로 닦아내는 작업

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 페인트 스프레이 작업

① 시나리오 : 도장작업 시에 페인트의 희석제로 사용한다. 이때에 함께 사용된 혼합물로는 에틸아세테이트, 메틸에틸케톤, 이소프로필알코올, 디아세톤 알코올, 부틸셀루솔브 등이 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 세척작업

① 시나리오 : 노말 헥산은 세척력과 휘발성이 우수하기 때문에 주로 전자제품이나 플라스틱 제품의 표면에 묻어 있는 유분이나 점착성 물질 제거, 공업용 세척제로 사용한다. 기름을 잘 녹이고 휘발성이 커서 전자 부품처럼 물로 세척하기 어려운 제품에 묻어 있는 기름기를 닦아내고, 이때 제품에 묻어 있는 노말 헥산은 곧바로 증발해 버리기 때문에 정밀 전자 제품에 사용하기 좋은 세척제가 된다. 세척제로 사용하는 경우 혼합물질로 사용하며 포함된 물질로는 톨루엔, 크실렌, 펜탄류, 기타 용제류이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 인쇄공장(혼합)

① 시나리오 : 인쇄잉크의 유기용제로 사용된다. 원료와 용매를 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 수은 대신 온도계의 충전제(충진)

① 시나리오 : 온도계에 주입한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□물질이나 조제품을 용기에 채움				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 유지 추출용제(현장 점검)

① 시나리오 : 화학물질에 대한 용해성과 낮은 비중으로 각종 화학물질 취급 공정에서 추출용 용매 및 종사의 기름추출용 용제로 이용되고 있다. 오일 추출의 경우 메틸 사이클로펜탄 등이 혼합되어 있다. 용매추출과정과 장치를 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] :

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 정유 희석제(투입)

① 시나리오 : 정유 희석제로 투입한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 발포폴리스티렌(발포스티롤) 제조(배합))

① 시나리오 : 스티렌 수지에 부탄・펜탄・헥산 등의 발포제를 배합하여 가열・발포시킨 발포폴리스티렌(발포스티롤)도 단열재・완충재・돗자리・깔개 등으로 쓰인다. 헥산을 수지와 배합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 이형제(분무)

① 시나리오 : 헥산이 이형제로 사용될 때에는 실리콘 오일, 왁스, 폴리디메틸실리콘, 톨루엔 등의 혼합물로 구성되어 있다. 이형제를 분무할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 신발제조 시 접착작업에서 사용

① 시나리오 : 접착작업은 신발중창과 합포지에 접착제를 도포하여 수동으로 접착하는 작업이다

원자재 입고 → 선별 → 분쇄/초지 → 절단/압착 → 접착 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 분말야금제품의 세척작업

① 시나리오 :

금속사출품 제조공정 : 혼합 → 사출 → 디버링[1] → 세척 → 열처리 → 출하

세척 : 노말헥산을 자동이송배관을 이용해 투입하여 세척 작업을 하며, 금속 사출제품을 세척기에 투입 및 꺼내는 작업 시 고농도의 노말헥산에 작업자가 노출됨.

작업내용 : 금속사출 제품 표면에 묻은 이물질 제거하기 위해 세척조 2대에 노말헥산을 자동이송배관을 이용해 투입하여 세척 작업을 하며, 금속 사출제품을 세척기에 투입 및 꺼내는 작업

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[2] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 6 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 사출품에 묻어있는 이물질 제거작업
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES13: 초경공구 소재 제조공정에 사용(배합)

① 시나리오 :

원재료 → 혼합 → 성형 → 예비소결 → 가공 → 소결 → 검사/포장 → 출하

혼합 : 텅스텐, 코발트, 니켈분말에 헥산을 넣어 배합하는 공정. 텅스텐, 코발트, 니켈 분말에 노말헥산을 혼합기에 첨가제로 혼합하여, 배합 과정에서 분말 제품간의 충돌을 방지하고 제품건조 과정에서 빠른 건조를 위해 사용하는 작업.

성형 : 분말형태의 제품을 프레스로 고형화하는 공정

예비소결 : 광석을 적당한 형상으로 가압·성형한 것을 진공상태에서 가열하여 제련에 적합하도록 소결하는 작업

가공 : 구매자가 원하는 크기로 절단하는 공정

소결 : 광석을 적당한 형상으로 가압·성형한 것을 가열하여 제련에 적합하도록 소결하는 작업

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES14: 특수인쇄 롤러 도금[1] 공정에서 코팅작업

① 시나리오 : 실린더를 코팅/코핑/제판 하는 공정은 필름을 감은 실린더에 감광액을 발라 건조하여 노말헥산으로 밀착하여 빛을 가하여 무늬를 만드는 작업. 원재료인 실린더를 도금조에 담궈 표면을 다른 금속(니켈, 동)의 얇은 막으로 밀착 피막한 후 실린더표면을 연마기로 연마하여 크기(지름)를 일정하게 한 다음 실린더표면을 연마기로 연마하여 실린더 표면을 부드럽게 한 후 필름을 감은 실린더에 감광액을 발라 건조하여 필름밀착용으로 노말헥산을 도포한 후 빛을 가하여 무늬를 만드는 작업

원자재(실린더) 입고 → 세척, 전처리 탈지 → 니켈도금 → 동도금 → 습식연마[2] → 광택연마[3] → 코팅/코핑/제판 → 크롬 도금 → 수세(물 세척) → 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[4] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[5] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 실린더를 도금조에 담궈 표면을 다른 금속의 얇은 막으로 밀착 피막하는 작업
2) 실린더표면을 연마기로 연마하여 크기(지금)을 일정하게 하는 작업
3) 실린더표면을 연마기로 연마하여 실린더표면을 부드럽게 하는 작업
4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES15: 접착제 및 젤라틴 제조업(혼합)

① 시나리오 : 접착제 제조를 하기 위하여 아크릴아미드와 노말헥산을 혼합조에 혼합하는 작업(자동차부품 및 전자부품용 접착제 제조를 위해 아크릴아미드, 수지류와 노말헥산을 배관을 통하여 혼합반응기기에 투입하여 혼합하는 작업)을 할 때에 노출 될 수 있다.

접착제 제조 : 원자재 입고 → 혼합 → 반응/숙성[1] → 포장 → 출하[2]

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[3] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[4] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[5] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 8시간 동안 반응조에서 반응 및 숙성
2) 완제품을 드럼용기 및 1톤 탱크로리에 포장하여 출하
3) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
4) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
5) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(393) 헥손 Hexone 108-10-1

1. 개요

1) 제조

160~190℃에서 니켈과 mesityl Oxide의 수소화 반응으로 제조된다. 또한, 메틸 이소부틸 카비놀(methyl isobutyl carbinol)의 산화과정으로 제조된다. 아세톤을 디아세톤 알콜(diacetone alcohol) 제조를 위해, barium hydroxide로 처리하며, 이는 mesityl oxide 생성을 위해 탈수된다. Mesityl oxide가 이중결합 포화를 위해 수소화 되어, 헥손(Methyl Isobutyl Ketone)이 제조된다.

헥손은 isopropyl bromide와 sodium acetoacetic ester가 반응하여 생긴, 2-isopropyl-acetoacetic ester를 에스테르를 감화하기 위한 묽은 산 처리를 하고, kepto acid에서 카르복시기를 제거하여 제조한다.

2) 용도

- 합성수지, 자기테이프, 레게용제, 탈유제, 추출용제
- 고무류, 수지류 및 니트로셀룰로스, 폴리우레탄 라커 및 페인트의 용제로서 쓰이고 식품향미료, 메틸알코올의 제조에 쓰인다.
- 비닐, 에폭시, 아크릴, 천연 레신의 용매제
- 니트로셀뤌로오스 및 염료의 용매제
- 소독용 알코올의 변성제
- 페인트, 도료, 니트로셀뤌로오스, 래커의 용매제
- Methyl Amyl Alcohol 제조,
- 유기물합성, 추출과정, 핵분열산물에서 우라늄 추출에 이용
- 보호코팅, 희유금속 추출, 광유에서 윤을 제거
- 항생제 제조에 이용됨
- 드라이클리닝 제제
- Methyl Isobutyl Carbinol 합성에 이용
- 합성 조미료 첨가제, 과일, 럼 치즈 향료에 유용함

3) 노출 및 결정인자[1)]

바니쉬, 락커 등의 도색작업, 접착제 사용 작업장에서 증기의 흡입과 피부와 눈의 접촉에 의해서 노출이 된다. 헥손의 비닐, 에폭시, 아크릴, 천연레신 등의 용매제 이

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

용 및 생산은 다양한 폐기물 경로를 통해 환경으로 누출된다. 항생제 제조의 추출 물질로 이용하거나, 광유에서 파라핀을 제거하는 사용공정을 통해 환경누출이 가능하다. 헥손은 천연 오렌지 및 포도도 함유하고 있지만, 인위적인 사용을 통한 환경누출이 훨씬 더 클 것이 예상된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.18	물리적 상태	액체	증기압	2.0kPa(15mmHg)(25℃), 1.99kPa(7.5mmHg)(20℃)
끓는점	118℃	R-phrase	11,20,36/37,66	Log Kow	1.31
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 205 mg/m^3			STEL 75 ppm / 300 mg/m^3	

2. 노출시나리오

ES01: 헥손의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 160~190℃에서 니켈과 Mesityl Oxide의 수소화 반응으로 제조된다. 제조된 헥손을 분석하기 위하여 시료채취를 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.04 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group이 C군에 해당하나 작업특성 상 관리방법은 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 비닐, 에폭시, 아크릴, 알키드, 폴리에스테르, 천연레신 등의 용매로 사용

① 시나리오 : 수지 제조의 용매로 사용된다. 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value 사용와 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 핵분열산물에서 우라늄 추출에 이용(투입)

① 시나리오 : 비방사능의 증대에 따라 피할 수 없는 추출용매의 방사선열화를 방지하기 위해 접촉시간이 짧은 용매추출기(펄스컬럼, 원심추출기)의 개발로 헥손이 우라늄 추출용매의 성분으로 사용된다. 용매추출기에 헥손을 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 락카용제, 인쇄잉크용제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 락카나 잉크 제조시 유기용제의 성분으로 사용된다. 혼합할 때에 노출될 수 있다

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 타이어에 쓰이는 오존노화방지제 6PPD 제조 원료(현장점검)

① 시나리오 : 타이어에 쓰이는 오존노화방지제 6PPD (N-(1,3-dimethylbutyl) -N'-phenyl-p-phenylene diamine)는 헥손 (MIBK)과 4-aminodiphenylamine의 reductive coupling에 의해 제조된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.00012 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. Hazard group이 C군에 해당하나 작업특성 상 관리방법은 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: CS 스프레이 제조시 용제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 경찰이 사용하는 CS[1]스프레이 제조 시 용제로 사용한다. 2-chlorobenzalmalononitrile는 상온에서 고체이고, 분사제로 이용하기 위해 여러 가지 방법이 사용된다. 개인 호신용 스프레이로 제조 시에는 산업용 탈지제인 유기용매 methyl isobutyl ketone에 용해시킨다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value 사용와 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) CS는 2-chlorobenzalmalononitrile(또는 o-chlorobenzylidene malononitrile, 화학식 $C_{10}H_5ClN_2$) 의 관용명이다. 폭동진압에 사용되고, 인간에게 치명적이지 않다고 알려져 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 전자선 석판인쇄 절연도료의 현상액으로 사용(혼합)

① 시나리오 : 물이나 이소프로필 알콜과 섞어, 전자선 석판인쇄 절연도료의 현상액으로 쓰인다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value 사용와 노출량 산출 값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(394) 헥실렌글리콜 Hexylene glycol 107-41-5

1. 개요

1) 제조

디아세톤 알코올을 수소화하여 제조한다.

2) 용도

- 농약제조(현재는 사용 안 함)
- 화장품 제조
- 섬유 염료의 매체
- 연료 및 윤활제 첨가제, 석유정제의 용제
- 직물 염료 전색제에 사용
- 시멘트 첨가제
- 화학 중간 생성물
- 수압 브레이크 유체 및 인쇄 잉크에서는 결합제(coupling agent)로써 사용
- 가솔린 항응고 첨가제
- 공업용 크리닝제
- 절삭유용 균질제

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-methyl-2,4-pentanediol은 맛있는 사과의 맛과 향 성분으로서 자연스럽게 발생한다. 이것이 인쇄 잉크의 용제로써 사용될 때 증발을 통해서 대기로 유출될 것이다. 이 물질은 폐기물 처리 공장 및 다양한 산업으로부터 폐수 형태로 환경에 유출될 수 있다.

인쇄 잉크의 용제로써 사용될 때 증발을 통해서 노출될 수 있다. 헥실렌 글리콜을 산업적으로 사용 시 정상적인 온도는 보통 증기 위험(vapor hazard)을 유발하지 않는다(이 물질의 낮은 증기 압력 및 흡습성 때문에). 만약 고온으로 다룰 시 대기 오염을 유발할 수 있고 안구 염증을 일으킬 수 있다.

헥실렌 글리콜에 대한 직업적 피폭은 직접적인 접촉 또는 흡입을 통해서 발생할 가능성이 있다(특히 이 물질이 가열되었을 때).

(1) 물질특성

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	118.17	물리적 상태	액체	증기압	0.05mmHg(20℃)
끓는점	198℃	R-phrase	26/28	Log Kow	자료 없음
노출기준 (노동부)	C 25 ppm / C 125 mg/m^3			STEL -	

2. 노출 시나리오

ES01: 헥실렌 글리콜[1] 제조(포장)

① 시나리오 : 디아세톤 알코올을 수소화하여 제조한다. 제조 된 헥실렌 글리콜을 용기에 포장할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 글리콜은 할로겐화합물에 아세트산은 또는 아세트산알칼리를 작용시켜 디아세트산에스테르로 만들고, 이것을 가수분해하여 얻는다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 인쇄 잉크의 용제로 사용(혼합)

① 시나리오 : 인쇄잉크의 용매 성분으로 사용된다. 여러 가지 원료를 투입하여 혼합할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 초치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 브레이크 액(brake fluid)[1]의 첨가제(첨가)

① 시나리오 : 헥실렌 글리콜과 글리콜에테르를 같은 양만큼 혼합한 액의 비점은 175℃이고, 에틸렌글리콜 70%와 글리콜에테르 30%의 혼합액은 185℃이며, 에틸렌글리콜 100%일 때는 197.5℃이고, 고점은 −51℃이다. 헥실렌 글리콜을 계량하여 첨가할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 36 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 증기 폐색을 피하기 위해서 비점이 높고, 한랭지에서도 사용할 수 있게 응고점은 낮은 것이 좋다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 계면활성제의 원료(투입)

① 시나리오 : 헥실렌 글리콘(Hexylene Glycol)은 비이온 계면 활성제의 원료가 된다. 헥실렌 글리콜을 계량하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	10 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 36 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 조제 윤활유(lubricating preparations)의 성분(혼합)

① 시나리오 : 트리아진 유도체, 헥실렌글리콜, 비누 등을 함유하는 황갈색 액상의 조제윤활제[1]를 제조하는 데 사용된다. 헥실렌 글리콜을 투입하여 혼합할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 초치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 기계의 마찰면에 생기는 마찰력을 줄이거나 마찰면에서 발생하는 마찰열을 분산시킬 목적으로 사용하는 유상물질로 주로 석탄계 광물유가 쓰인다. 석유계 윤활유 제조법을 예로 들면 저점도 윤활유원료는 끓는점이 약 300~600℃ 정도인 탄화수소가 사용된다. 즉 원유의 상압증류로 얻어지는 연료용 경유보다 끓는점이 약간 높은 유분에서 감압증류로 얻어지는 중질경유 및 탈랍용 유출유에서 납을 분리한 잔유 등을 원료유로 한다. 이들 원료유 중에는 황·산소·질소 등의 화합물이나 미량의 중금속화합물이 혼입되어 윤활유로 사용될 때 금속 마찰면을 부식시키거나 윤활유 자체를 빨리 열화시키므로 불순물을 제거하기 위해 여러 가지 정제법이 사용되고 있다. 일반적인 정제법은 황산세정과 백토처리이다. 원료유를 황산과 접촉시킴으로써 불포화물이나 수지질의 형으로 존재하는 불순물을 황산피치로서 침전시켜 제거한다. 한편 유분은 온탕으로 잔존하는 황산을 세정하고 마무리로서 활성백토 위에 100~250℃로 접촉시킨다. 백토는 기름 속에 잔존하는 수분·착색성 물질·수지질·아스팔트질 등을 흡착시켜 제거한다. 이 방법은 황과 결합하여 손실되는 부분이 많으므로 최근에는 이것 대신에 소량의 수소첨가(수소화 처리)를 하여 불순물을 제거하게 되었다. 주된 첨가제에는 점도지수향상제·유동점 강하제(알킬나프탈린 등)·유성향상제(지방산 등)·극압첨가제(유기염산·인·황화합물 등)·산화방지제(페놀·나프톨·아민·황 및 인화합물)·청정제(유기금속염·슬러지 부착 방지)·방청제(석유·술폰산염 등)·소포제(규소유 등)·에멀션화제(증기 실린더유 등에 사용된다) 등과, 성능에는 관계없으나 색상형광개선제도 고급 윤활유에 널리 사용되고 있다. 그리고 석유 이외의 윤활유로는 동식물유가 있으며 그대로 쓰거나 광물유와 혼합하여 쓰기도 한다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 비행기 엔진 세정제[1] 성분(혼합)

① 시나리오 : 비행기의 엔진 세정제의 성분으로 사용된다. 이 세정제를 물과 혼합하여 사용한다. 세정제를 제조하기 위하여 여러 가지 원료를 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 초치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) cleaner MIL-C-87937D : 2-butoxyethanol(1~5%), 1% to 5% cyclohexanol(1-5%), aromatic hydrocarbons(20~40%). gas path MIL-C-85704C Type I or IIA cleaner : 10% dipropylene glycol methyl ether, 10% hexylene glycol, heavy aromatic naphtha, triethanolamine, nonylphenol polyethoxate

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: Reed diffusers(혼합)

① 시나리오 : 헥실렌 글리콜(hexylene glycol)은 오일 향료 2와 헥실렌 글리콜 1의 비율로 배합하여 reed diffusers를 제조한다. 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 1.2 (1 보다 크므로 추가적인 초치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 317

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 드라이 클리닝 용제(첨가)

① 시나리오 : 헥실렌 글리콜은 드라이 크리닝 용제 또는 용제 운반체로 쓰인다. 드라이크리닝 용제를 제조하기 위하여 첨가할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 36 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300, 310

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(395) 2-헵타논 2-Heptanone 110-43-0

1. 개요

1) 제조

부틸 알데히드(butylaldehyde) 가지고 아세톤(acetone)을 환원 액화(reductive condensation)시켜서 2-헵타논을 제조한다.

에틸 부틸 아세토아세테이트(ethyl butylacetoacetate)의 케톤 분해에 의해 제조한다.

1-heptyne 및 2-heptyne의 수화(hydration)에 의해 제조한다.

2) 용도

- 합성수지 완성을 위한 용매, 비활성 반응 매개물
- 크림, 로션, 향수, 비누 그리고 합성 세제에서 방향 성분
- 음식에서 조미료 성분, 파란 치즈 향미
- 니트로셀룰로오스 래커를 위한 용매
- 향료에서는 인공 카네이션 기름의 성분으로써 사용됨
- 메틸 n-아밀 케톤은 금속 roll 코팅 및 합성수지 끝손질에서 용매로써 사용되고 향수에서는 향미로써 사용된다.
- 무알콜 음료에서는 2.7ppm; 아이스크림, 얼음에서는 6.0ppm; 사탕에서는 6.4ppm; 구운 상품에서는 13ppm; 조미료에서는 10~25ppm

3) 노출 및 결정인자[1)]

2-헵타논의 제조, 용매로써의 사용 그리고 향수에서 사용하는 작업 중에 노출될 수 있다.

2-헵타논에 대한 직업적 노출은 그 물질을 만들거나 사용하거나 수송할 동안에 흡입 또는 피부 접촉을 함으로써 발생할 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	114.21	물리적 상태	액체	증기압	0.35kPa(2.6mmHg)(20℃), 0.21kPa(1.6mmHg)(20℃)
끓는점	151.5℃	R-phrase	10,20/22	Log Kow	1.98
노출기준 (노동부)	TWA 50 ppm / 235 mg/m^3			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 2-헵타논의 제조(시료채취)

① 시나리오 : 부틸 알데히드(butylaldehyde) 가지고 아세톤(acetone)을 환원 액화(reductive condensation)시켜서 2-헵타논을 제조한다. 제조된 2-헵타논을 분석하기 위하여 시료를 채취할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.2 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.004 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 용매로써의 사용(아크릴 도료 생산)

① 시나리오 : 아크릴 도료를 만들 때에 5~9%의 헵타논이 용매로서 함유된다. 제조과정에 2- 헵타논 용매를 투입하여 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 기한제로 사용(투입)

① 시나리오 : 두 종류 이상의 물질을 혼합하여 만든 냉각제로서 기한제·혼합냉각제라고도 한다. 드라이아이스와 헵타논을 혼합하면 −38℃까지 도달한다. 2−헵타논을 계량하여 혼합할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1−4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc−tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 향수[1]에서의 사용(교반)

① 시나리오 : 2-헵타논은 클로브(clove)향으로 향수제조에 쓰인다. 여러 가지원료를 혼합하여 교반할 때에 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	3 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 3 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 향료의 여러 가지 성분을 혼합하는 일은 복잡한 공정을 거치지는 않는다. 처방이 결정되고 원료검사에서 합격하면 그것을 한꺼번에 교반하여 전체적으로 균질한 혼합물을 만들면 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(396) 헵탄 heptane 142-82-5

1. 개요

1) 제조

원유의 분별증류에 의하여 제조한다.

헵텐(1-heptene)의 수소화에 의하여 제조한다.

2) 용도

- n-헵탄은 폭발 연소하는 액체이다.
- 휘발유 엔진의 녹킹 검사 표준액(옥탄가[1] 측정의 기준액)
- 용제
- 이형제, 페인트에 사용
- 고농도 헵탄증기는 마취성이 있다.

3) 노출 및 결정인자[2]

주로 노출되는 공정으로 모든 헵탄 이성질체는 유기합성(organic synthesis)과정에 사용되며, 가솔린, 고무용제 나프타 및 다른 석유용제의 성분이다.

헵탄을 제조하거나 사용하는 작업 장소에서 이물질의 화합물에 피부접촉이나 흡입을 통해서 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	100.20	물리적 상태	액체	증기압	6.1kPa(47.7mmHg)(25℃)
끓는점	98.4℃(노르말-헵탄), 90℃(이소-헵탄) (760mmHg)℃	R-phrase	11,38,50/53,65,67	Log Kow	4.66
TLV (노동부)	TWA 400 ppm / 1,600 mg/m^3		STEL 500 ppm / 2,000 mg/m^3		

1) 연료가 내연기관의 실린더 속에서 공기와 혼합하여 연소할 때 노킹을 억제시킬 수 있는 정도를 측정한 값. 표준 상태에서 2가지 표준연료의 혼합물의 노킹 정도와 연료의 노킹 정도를 비교하여 옥탄가를 결정한다. 이때 표준 연료로는 노킹을 억제시키는 이소옥탄과 노킹을 쉽게 일으키는 헵탄을 쓴다. 옥탄가는 표준검사용 기관에서 검사한 연료와 해당하는 이소옥탄-헵탄 혼합물 가운데 이소옥탄의 부피를 백분율로 나타낸 값이다

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: 기름추출(oil extraction)[1](현장점검)

① 시나리오 : 동물의 부산물이나 올리브나무 또는 야자나무의 다육질 열매, 그리고 목화씨·참깨·콩·땅콩 등의 유지종자에서 기름을 분리해내는 휘발성 용매 추출법에 사용된다. 휘발성 용매로는 석유에테르, 공업용헥산, 헵탄으로 알려진 석유벤젠 등이 쓰인다. 용매는 가루를 통해 삼투되어 기름을 녹인다. 이렇게 만들어진 용액을 가열해 용매를 증발시키면 기름만 남는다. 이때 사용한 용매는 회수해서 다시 쓸 수 있다. 이때에는 완전 밀폐된 장치 내에서 사용되기 때문에 작업자가 노출되는 것은 미미하다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	100 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006

④ 위해도 정량화[3] : 0.000015 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 휘발성용매추출법은 압축법에 비해 기름을 보다 완전하게 뽑아낼 수 있기 때문에 대규모 생산 공정에서 이용된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 현장점검의 경우 컨트롤 벤딩에서 hazard group이 2군에 해당되나 밀폐연속공정이므로 관리방법으로 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 휘발유의 제조(현장 점검)

① 시나리오 : 휘발유의 주성분은 헥산, 헵탄 등의 솔벤트, 그리고 옥탄가를 높히기 위한 MTBE, 청정, 산화방지 작용 등의 여타 첨가제로 사용된다.
휘발유는 7개의 탄소가 결합된 '헵탄' 등이 주성분이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.000015 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 현장 점검의 경우 컨트롤 벤딩에서 hazard group이 2군에 해당되나 밀폐연속공정이므로 관리방법으로 코드 100을 선정하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 합성고무의 제조(반응용매, 투입)

① 시나리오 : 노말 헵탄(Normal Heptane)은 합성고무 업체에서 반응 용매와 시약으로 n-헥산과 함께 사용하고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 150 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.375 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 접착제의 원료로 사용(혼합)

① 시나리오 : 스프레이 강력접착제(임시 고정용)의 성분으로 사용한다.
성분은 헵탄(20~23%), 이소헥산(24~26%), 아세톤(5~6%), 아크릴 수지(9~11%), LPG(35~40%)이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.15 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200, 212

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 방음방청용품에 사용(접착)

① 시나리오 : 접착력 및 내열도가 우수하고, 도포 상태가 기포 없이 균일하고 치밀하며, 건조 후에도 뛰어난 유연성을 유지한다. 우수한 내구성으로 긴 수명을 갖고 있다. Quarter Panels, Fenders, Undercarriages, Wheel Wells, Inside Trunk Areas 등에 사용한다.

성분 – 헵탄, 헥산, 리클레임, 내츄럴 러버 등

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 300 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.75 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 수성혼합물에서 요오드로부터 브롬을 구별하는 매개물질로 작용(시약)

① 시나리오 : 헵탄은 수성혼합물에서 브롬을 요오드로부터 식별하는데 매개물질로 사용된다. 수성혼합상태에서 브롬과 요오드는 모두 갈색을 띠지만, 헵탄에 용해하면 브롬은 갈색을 띠는 반면, 요오드는 보라색으로 변한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
현장사용	□실험실 시약으로 사용				

③ 노출량 산출[1] : 10 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.025 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 이형제

① 시나리오 : 플라스틱 성형작업에서 이형제로 사용된다. 성형틀을 이형제로 코팅할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	5 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 100 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.25 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 200

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(397) 황화니켈(흄 및 분진) Nickel sulfide roasting(fume & dust) 7786-81-4

1. 개요

1) 제조

황화니켈은 황산에 산화니켈을 용해시키고 이 용액을 농축시켜서 제조한다,[1)]

뜨거운 묽은 황산에 니켈 분말을 첨가해서 제조한다.

검은 산화니켈과 뜨거운 묽은 황산의 반응 또는 묽은 황산과 탄산니켈의 반응을 통해 제조한다.

대규모로 제조 시에는 100℃의 기체 상태에서 니켈카르보닐(nickel carbonyl), 이산화황, 그리고 산소를 반응시켜 제조한다.

2) 용도

- 직물을 염색하고 무늬를 날염할 때 착색료로써 사용
- 아연 및 놋쇠를 검게 하는 용도로 사용
- 전극이 없는 니켈 도금에서 금속염으로 사용(니켈 전기 도금을 위한 도금 탱크에 전해질로 사용됨)
- 황화니켈암모늄 및 탄산니켈 제조 시 중간 매개물로 사용
- 니켈염 제조 시 중간 매개물로 사용
- 니켈 전기 정제를 위한 전해질로 사용
- 다른 니켈 화합물들의 화학성분
- 과산화물로부터 산소 제조 시 촉매
- 니켈전지

3) 노출 및 결정인자[2)]

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	262.8	물리적 상태	고체	증기압	0mmHg(20℃)
끓는점	자료 없음	R-phrase	22,40,42/43,50,53	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 1 mg/m^3			STEL -	

1) 7수화 황화니켈[nickel sulfate heptahydrate]을 침전시키기 위해-이것을 가열하면 결정성 6수화 황화니켈[crystalline nickel sulfate hexahydrate]이 형성된다.

2) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 니켈도금(Nickel plating)(도금조의 전해질)

① 시나리오 : 환원제의 화학 반응에 의해서 도금액 속의 금속이온을 금속으로서 석출시키는 도금 방법으로 산성의 도금액에서 환원 석출하는 것이 니켈도금이다. 일반적으로 pH 4.5~5.5의 약산성을 사용하고 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.06 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 무전해 니켈도금

① 시나리오 : 무전해 니켈도금은 도금액과 균등하게 제품이 접촉하고 있으면 동일한 두께로 하는 것이 가능하며 전기도금에 비교해서 균일 석출이 양호하다.
입고 → 탈지 → 수세 → 촉매 → 수세 → 무전해 니켈도금 → 수세 → 변색방지 → 건조 → 제품 검사 → 출하

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 촉매로 사용(첨가)

① 시나리오 : 황화물의 수소화에 촉매로 사용된다. 수소화는 황화물에 수소첨가 또는 수소부가를 하는 것이다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□미약한 분진 발생				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 1 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 1 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 전지 제조(투입)

① 시나리오 : 2차 전지(축전지・배터리)인 니켈카드뮴축전지[1]를 제조하는 데에 사용된다. 이것은 가역성이 있는 양극・음극 활성물질로 된 극판・전해질・전해조・세퍼레이터로 구성되어 있고, 납축전지와 달리 알칼리성전해액을 사용한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 1.8 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 18 이상 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 니켈카드뮴 축전지는 기전력이 약 1.3V이고 재료도 비싼 것이 단점이지만 취급하기 쉽고 수명이 길며 신뢰성이 높기 때문에 산업용으로 무인화전원이나 차량용 등으로 보급되고 있다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 황화니켈광[1]의 제련(융해)

① 시나리오 : 니켈은 황화니켈광에서 건식제련법에 의하여 추출한다. 일반적으로는 원료가 황화석인 경우 정광은 그대로, 황함유량이 많은 것은 불완전배소에 의하여 황의 양을 줄인 뒤에 융제(석회석·규석 등)를 가하여 용광로·반사로·자용로 등에서 융해시킨다[2]. 이와 같이 얻어진 황화니켈을 태워서 산화니켈로 만들고 이것을 반사로에서 탄소로 환원시키든가 수성가스로 환원시켜 거친 니켈로 되게 한다. 거친 니켈을 양극으로 하고 스테인리스강을 음극으로 하여 전기분해하면 순도 99.0~99.5%의 니켈이 얻어 진다[3].

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성으로 사용				
분진 발생정도	□심한 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[4] : 3 mg/m^3

④ 위해도 정량화[5] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[6] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) 니켈의 고유광물은 황·비소·안티몬의 화합물로서, 주요한 것으로 밀러라이트(침니켈石) NiS, 니콜라이트(紅砒니켈石) NiAs, 안니켈석 NiSb, 비니켈석 NiAs, 황비니켈석 NiAsS, 황안니켈석 NiSbS 등이 있다. 그러나 공업적 자원으로서는 풍화에 의해 2차적으로 생성된 가니어라이트(硅니켈石) (Ni, Mg)SiO(OH)이나 황철니켈석 (Ni, Fe)S 등이 중요하다. 가니어라이트는 마그네슘과 니켈의 함수규산염광물이고, 황철니켈석은 철과의 혼합황화물이며, 자황철석(磁黃鐵石)·황동석 등과 함께 섞여 산출된다.

2) 원료가 규산염광물인 경우에는 황화제(석고나 황산나트륨 10수화염인 등)를 가해 같은 방식으로 처리한다. 이 때 니켈은 황화물로, 철과 기타 불순물은 규산염으로 되며, 비중의 차에 의하여 분리된다.

3) 40~90℃에서 거친 니켈에 일산화탄소를 통하게 하면 휘발성(끓는점 42.3℃)의 니켈테트라카르보닐 Ni(CO)이 생성되는데, 이것을 200℃ 부근에서 열분해하면 순도 99.90~99.99%의 니켈을 얻을 수 있다.

4) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

5) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

6) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 황화니켈의 전해(현장점검)

① 시나리오 : 황화니켈은 니켈 전기 정제를 위한 전해질로 사용된다. 전해조에 황화니켈을 투입한 이후 제조과정과 현장점검을 할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.06 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 탄산 니켈(Nickel Carbonate)제조(투입)

① 시나리오 : 탄산니켈은 전기도금, 니켈염 원료, 안료 등에 사용되는 데 황화니켈을 이용하여 제조한다. 황화니켈을 카르보닐화하기 위하여 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 안료제조(혼합)

① 시나리오 : 안료를 제조할 때 원료로 사용된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성으로 사용				
분진 발생정도	□중등도 분진 발생				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□용기나 배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 mg/m^3

④ 위해도 정량화[2] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(398) 황화수소 Hydrogen sulfide 7783-06-4

1. 개요

1) 제조

천연으로는 화산가스·온천 등에 함유되어 있으며, 또 황을 함유하는 단백질류의 부패에 의해서도 생성된다. 실험실에서는 킵(Kipp)장치를 사용하여 황화철 FeS에 묽은 염산 또는 염산 HCl을 작용시켜 얻는다. 묽은 황산과 황화철을 반응시켜서 제조하거나, 수소와 황을 증기 상태에서 가열하거나, 황을 파라핀과 함께 가열하여 제조한다. 또한 석유 정제의 부산물로써 발생한다.

2) 용도

- 황 원소(elemental sulfur)와 황산을 제조 시 사용
- 중수 및 다른 화학물질들 제조 시 사용
- 야금.
- 분석 시약
- 농업용 살균제
- 유기화합물 합성의 환원제

3) 노출 및 결정인자[1)]

황화수소에 대한 직업적 노출은 주로 석유, 천연 가스, 토양, 하수에서 발생하는 황화수소 가스에 의한 것이다. 그리고 화학반응으로 비스코스 레이온(viscose rayon)제조 과정이나, 특정 가죽 연소 공정 등에서 부산물로 황화수소가 발생하여 노출될 수 있다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	34.08	물리적 상태	액체	증기압	20mmHg(20℃)
끓는점	-60.33℃	R-phrase	-	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 10 ppm / 14 mg/m^3			STEL 15 ppm / 21 mg/m^3	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출 시나리오

ES01: 황화수소 제조(포장)

① 시나리오 : 수소와 황을 증기 상태에서 가열하여 제조한다. 제조 된 황화수소를 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 황화수소는 R-phraserk 분리되어 있지않았으나 독성자료를 근거로 hazard group를 C로 하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 유기화합물 합성에서 환원제[1]로 사용(첨가)

① 시나리오 : 보통 사용되는 환원제에는 수소를 비롯하여 비교적 불안정한 수소화합물(요오드화 수소・황화수소・수소화알루미늄 등)은 유기화합물 합성에서 환원제로 사용된다. 환원제로 첨가할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분-1시간 미만				
비분산성	□배관에 물질을 제거하거나 충전				

③ 노출량 산출[2] : 20 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 2 (1 보다 크므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 다른 물질에 환원을 일으키게 하는 물질. 환원제 자체는 산화되기 쉬운 물질이다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 황 제조[1] 원료(투입)

① 시나리오 : 이산화황과 반응하여 황을 생성한다. 황을 제조하는 원료로 투입할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2] : 1.2 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.12 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석유화학 공장의 폐가스에 함유되어 있는 황화수소의 일부를 연소시켜 이산화황으로 만들고, 이 이산화황과 탄소를 가열해서 황을 얻는 방법도 있다. 공기 중에서 태우면 푸른 불꽃을 내며 이산화황과 물이 된다. 습기가 있으면 금속 표면에 황화물을 만들기 쉽다. 환원작용이 있고, 이산화황과의 반응은 천연황을 생성한다. 황화수소를 태우면 이산화황(아황산 가스)이 발생하는데, 이는 위에서 논한 것과 같이 재생할 수 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 중금속의 황화물 제조[1](현장점검)

① 시나리오 : 중금속의 황화물은 황화수소기류 속에서 산화물을 가열하거나, 그 염 용액에 황화수소를 통과시켜서 만든다. 제조과정과 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 중금속염의 수용액에 황화수소를 통하면 유색의 황화물 침전이 생기므로 정성분석의 시약으로 쓰인다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 탈황제로 사용(가스화 탈황, gasified desulfurization)(현장점검)

① 시나리오 : 중유에서 탈황하는 방법의 하나로 감압잔유를 부분산화 또는 수소화분해하여 가스화하고, 불순물인 황을 황화수소로써 제거하여 연료용 가스를 제조하는 방법이다. 탈황시설과 작업진행과정을 점검할 때에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 항공가솔린 제조 시 발생

① 시나리오 : 썩은 달걀 냄새가 나는 황화수소는 항공 가솔린을 제조할 때 발생한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 황화수소의 회수(현장점검)

① 시나리오 : 황화수소는 화학공업에서 재사용되기 위해서 액화되거나 결정화된다. 중질유의 수소화 처리법과 같은 대형장치에서 대량의 황화수소가 발생하며, 이것을 공해방지 및 자원회수 차원에서 황으로 회수한다. 설비 및 공정을 점검하는 과정에서 황화수소에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 어장골처리장, 가죽처리장에서 발생

① 시나리오 : 무산소성 세균(anaerobic bacteria)은 악취가 나는 분해과정을 일으키는데, 질소를 포함한 생물의 배설물이나 사체 등을 불완전 분해하여, 각종 아민류 화합물과 황화수소를 포함한 화합물을 분해산물로 배출한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 30 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3 (1 보다 크므로 추가적인 초치가 필요하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 코크스의 가스 성분으로 발생

① 시나리오 : 대부분의 제철소는 자체적으로 코크스를 생산하는데 코크스로에서 나오는 부산물에는 많은 유기화합물과 황화수소·암모니아가 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 폐플라스틱 재활용 공정[1] 중 부산물로 발생(현장점검)

① 시나리오 : 폐플라스틱의 가스화에서 생성물은 일산화탄소, 수소, 염화수소 같은 가스 성분 외에 타르상 물질이나 탄화물이다. 염소계 플라스틱에서 염화수소가 생성하기 때문에 수냉해서 제거한다. 얻어진 가스는 합성 가스와 유사한 일산화탄소와 수소를 주성분으로 하고 그 밖에도, 이산화탄소 및 황화수소가 포함된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 300

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 폐플라스틱의 가스화란, 폐플라스틱 재활용 공정 중 하나로, 폐플라스틱을 가압하여 600~850도와 1,300~1,500도의 2단으로 가열하여 수소와 일산화탄소를 생성시키는 방법이다. 가스화는 1,300~1,500도의 고온으로 가열하기 때문에 회분을 용융 고화하여 건설 자재 등의 이용이 시도되고 있다. 두개의 가스 성분 중, 일산화탄소는 고온에서 수증기와 반응시키면 수소와 이산화탄소가 되기 때문에 물에 흡수되지 않은 가스로서 수소만으로 가능하다. 이 수소는 질소와 반응시켜 암모니아가 제조되고 있다. 암모니아는 회수 염화수소와 반응시켜 비료인 염화암모늄도 제조하고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 천연 가스(Lacq 증류 공정)
천연 가스 + 황(반응: 이황화탄소 생산의 부산물)

① 시나리오 : 천연 가스에는 메탄과 에탄 이외에 프로판·부탄·펜탄과 같은 탄화수소도 포함되어 있다. 기체 상태의 탄화수소와 함께 산출되는 다른 기체로는 이산화탄소·수소·황화수소·질소 및 비활성 기체인 헬륨과 아르곤이 있다. 천연 가스는 정제과정을 거쳐서 휘발성이 낮은 탄화수소를 응축하여 값싼 프로판이나 부탄 같은 액화 석유 가스(LPG)를 대량 생산하고 이산화탄소·황화수소 및 그 밖의 황화합물 등 불필요한 성분을 제거한다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.0006 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(399) 휘발성 콜타르피치(벤젠에 가용성)

Coal tar pitch volatiles(benzene solubles) 65996-93-2

1. 개요

1) 제조

콜타르 피치는 석탄·목재 등 유기물질을 건류하여 얻은 타르를 증류하여 얻을 수 있다.

2) 용도

전극·연탄 등의 점결제(결합체), 철제·목재 등의 방수제, 녹슬음 방지제, 방부용 도료, 코팅 및 도료의 원료, 피치코크스 원료 등으로 쓰인다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

근로자는 제철 공업에서의 코우크스로 근무(제철산업의 코우크스로 및 코우크스 배설물), 도로의 아스팔트 포장작업, 기타 콜타르를 사용하는 제련공장 근무, 타르[2)]를 이용한 지붕의 방수처리 공정, 타르 추출물을 이용한 목재의 처리과정 등에서 노출된다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	178.22	물리적 상태	액체	증기압	1mmHg 이하(20℃)
끓는점	342 ℃	R-phrase	45	Log Kow	자료 없음
노출기준(노동부)	TWA 0.02 ppm			STEL -	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2) 좁은 의미로는 석탄을 건류했을 때에 얻는 콜타르를 말하며, 넓은 의미로는석탄 ·석유·목재·유모혈암 기타의 유기물을 건조·열분해했을 때에 생성되는 갈색~흑색의 점조성 유상역청물질.

2. 노출시나리오

ES01: 콜타르[1] 피치 제조(현장점검)

① 시나리오 : 콜타르의 제조는 석탄의 고온 건류 시 발생한 석탄가스를 세정하면서 냉각시킨 후 생성된 수분은 응축되고 타르는 분리된다. 이 때 얻어진 타르를 증류하여 콜타르 피치를 제조할 수 있다. 콜타르 피치 제조 공정은 밀폐된 공정이기 때문에 작업자가 콜타르 피치에 노출될 위험은 적다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 0.06 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 3 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 석탄을 고온건류할 때 부산물로 생기는 검은 유상 액체이다. 페놀류의 독특한 냄새가 나며, 비중은 1.1~1.3으로 물보다 약간 무겁다. 성분은 분리 및 분석기술의 발달로 그 수가 증가하여, 최근의 분포표를 보면 300종 이상이나 된다. 중성성분 약 140종, 염기성성분 약 110종, 산성성분 약 60종, 함산소성분 약 30종, 함황성분 약 20종을 함유한다. 성분은 대부분 방향족화합물이며, 이밖에 지방족화합물·지방족고리화합물도 함유하고 있다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: 석탄 건류 공정(현장점검)[1)]

① 시나리오 : 석탄의 고온건류 때 발생한 수백석탄을 건류하는 과정(석탄을 밀폐용기에 넣어 공기를 차단하고 외부에서 가열하는 방법)에서 작업자는 콜타르 피치에 노출될 수 있다.

냉각은 공기 또는 물로 하거나 양자를 병용한다. 끝까지 가스 속에 남는 미립자인 타르를 제거하기 위해서 타르배제기에 의해 기계적으로 분리시키거나, 또는 전기적으로 분리시킨다. 이렇게 해서 타르는 수분과 함께 한 탱크에 정치되어, 비중의 차에 의해서 수분과 분리된다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□누출 구멍이 없는 밀폐 회분식 공정				

③ 노출량 산출[2)] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[3)] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4)] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) ES01과 같은 노출시나리오이나 하나는 연속공정으로 다른 하나는 회분식 공정으로 구분하여 산출하였다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: 코크스 제조 공정(부산물 분출)

① 시나리오 : 코크스는 석탄을 건류하여 생산하며 이 때 콜타르 피치에 노출될 수 있다. 제조 된 코크스를 포장할 때 함께 생성된 부산물인 콜타르 피치에 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES04: 타르 제조(포장)

① 시나리오 : 석유에서는 가스화 부생유인 오일가스타르, 또 석유 아스팔트・석유피치・잔유・열분해 타르 등의 이른바 석유타르를 얻는다. 분리 생산된 타르를 포장할 때 노출 될 수 있다.

② 노출 결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 이상				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES05: 석유타르 제조(현장점검)

① 시나리오 : 원유정제 시 잔사로서 얻어지는 성분으로 콜타르와 비슷하다. 경유에서 피치까지의 중질유를 함유한다. 원유정제 시 작업자에게 노출이 거의 일어나지 않는다.

② 노출결정인자(작업량)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐 연속공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES06: 석유 피치 제조(분별증류)

① 시나리오 : 원유를 분별증류한 후 부산물인 콜타르를 증류하여 제조할 수 있다. 작업자는 콜타르를 증류할 때 증류기로부터 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□밀폐연속 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.006 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 0.3 (1 이하 이므로 추가적인 조치가 필요 없다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES07: 전극・연탄 등의 점결제(혼합)

① 시나리오 : 전극이나 연탄 등의 제조 시 점결제로 휘발성 콜타르피치를 사용한다. 작업자는 연탄의 원료에 콜타르피치를 넣고 교반하여 제조 시 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	20 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 보다 크므로 추가적인 조치가 필요하다)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES08: 철제・목재 등의 방수, 녹슬음 방지(페인팅)

① 시나리오 : 콜타르는 방부도료 등으로 그대로 사용하기도 하는 데, 이 도료를 페인팅 할 때 콜타르 피치에 노출될 수 있다. 작업자는 방부도료를 사용하여 칠 작업을 할 때 작업장에서 광범위 하게 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	50 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□물질이나 조제품의 분무, 코팅				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3000 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES09: 방부용 도료, 코팅 및 도료의 원료 제조(혼합)

① 시나리오 : 휘발성 콜타르피치와 안료, 기타 첨가제를 혼합하여 방부용 도료를 제조할 수 있다. 작업자는 콜타르 피치 원료투입 후 블렌딩 작업 시 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	300 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□액체나 고체 물질을 혼합, 블렌딩 또는 캘린더링에 의한 조제, 반응을 하는 회분식 공정				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES10: 피치 코크스 제조(투입)

① 시나리오 : 콜타르 피치를 고온건류하면 생기는 코크스이다. 전극·탄소막대·탄소벽돌 등을 만드는 데 사용되며, 특히 알루미늄 전해제련용의 양극원료로서 중요하다. 작업자는 피치 코크스를 제조하기 위하여 콜타르 피치를 투입할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□유
사용범주	□비분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
비분산성	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[1] : 0.6 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 30 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES11: 도로의 아스팔트 포장작업

① 시나리오 : 아스팔트 포장은 철근, 큰자갈, 작은 자갈, 모래, 아스팔트의 원료가 되는 콜타르 피치를 상온에서 혼합기에 넣고 잘 혼합하여 사용한다. 아스팔트 포장작업 시 작업자는 아스팔트의 원료를 혼합할 때 노출되며, 아스팔트 포장을 위하여 뜨거운 롤러로 포장 작업할 때 노출 될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3000 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES12: 타르를 이용한 지붕의 방수처리(도포)

① 시나리오 : 지붕의 공사는 금속판재를 덮어준 후 그 하단에서 방수시공을 하고 마감처리를 하는 작업공정을 거친다. 작업자가 하단에서 방수시공을 할 때 노출될 수 있다.

작업장 온도	20℃	연간 사용량	500 톤	국소배기장치	□무
사용범주	□폭넓은 분산성 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
폭넓은 분산성	□접착제나 표면 코팅물질의 롤러나 솔질				

③ 노출량 산출[1] : 60 ppm

④ 위해도 정량화[2] : 3000 (1 초과이므로 추가적인 조치가 필요 하다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[3] : 400

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

1) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
2) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
3) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(400) n-프로필 니트레이트 n-Propyl nitrate 627-13-4

1. 개요

1) 제조

질산으로 프로판올을 니트로화하여 제조하는데, 보통 요소와 질산암모늄 또는 황산이 있는 상태에서 제조한다.

2) 용도

연료 점화 촉진제와 액체 로켓 추진제로써 시험되었지만 더 이상 이 목적으로 사용되지 않는다. 유기화학물질을 생산하는 데 사용된다.

3) 노출 및 결정인자[1)]

근로자는 n-프로필 니트레이트를 제조하거나 사용하는 작업장에서 흡입과 피부를 통해서 노출될 수 있다. 이 물질은 20℃에서도 증발하여 공기를 급속하게 오염시킬 수 있어 흡입으로 인한 노출위험이 크다. 따라서 이 물질을 취급할 때에는 자연통풍이 잘되는 곳에서 국소배기장치를 설치하고, 호흡보호구를 착용하여야 한다.

(1) 물질특성

항목	값	항목	값	항목	값
분자량	105.09	물리적 상태	액체	증기압	2.4kPa(20℃), 23.5mmHg(25℃)
끓는점	110℃	R-phrase	11,36,37,38	Log Kow	1.74
노출기준 (노동부)	TWA 25 ppm, 105 mg/m^3			STEL 40ppm	

1) 노출결정인자는 화학물질의 특성과 작업특성에 따라서 기중 오염 농도를 예측하는 데 필요한 요소들로서 ECETOC TRA에 의하여 노출량을 산출할 수 있는 항목들이다.
https://www.ecetoc-tra.org/index.asp
ECETOC TRA에서 요구하는 작업특성에 관련된 내용은 III. 연구결과의 표 3.에서(p. 22) 확인할 수 있다.

2. 노출시나리오

ES01: n-프로필 니트레이트 제조(시료채취)

① 시나리오 : 질산으로 프로판올을 니트로화[1] 함으로써 제조하는데, 보통 요소와 질산암모늄 또는 황산이 있는 상태에서 제조한다. 제조 된 n-프로필 니트레이트를 분석하기 위하여 시료채취를 할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	2톤 이하	국소배기장치	□ 무
사용범주	□분리중간체로 사용/저장				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□15분 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 2.0 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.08 (1 이하이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기화합물에 니트로기 $-NO_2$를 도입하는 반응의 총칭으로 방향족화합물의 니트로화는 염료중간체 ·의약 ·농약 및 폭약 등을 합성할 때의 중요한 단위반응의 하나이다. 이 때의 니트로화는 혼합산(진한 황산과 진한 질산과의 혼합물)을 써서 하게 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 시료채취인 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하는면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES02: n-프로필 니트레이트의 제조(현장점검)

① 시나리오 : 질산으로 프로판올을 니트로화[1] 함으로써 제조하는데, 보통 요소와 질산암모늄 또는 황산이 있는 상태에서 제조한다. 반응기에서 반응의 진행과정과 현장 설비를 점검하는 과정에서 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□ 무
사용범주	□중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□연속공정				

③ 노출량 산출[2] : 6 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.24 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 100

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기화합물에 니트로기 $-NO_2$를 도입하는 반응의 총칭으로 방향족화합물의 니트로화는 염료중간체 ·의약 ·농약 및 폭약 등을 합성할 때의 중요한 단위반응의 하나이다. 이 때의 니트로화는 혼합산(진한 황산과 진한 질산과의 혼합물)을 써서 하게 된다.

2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.

3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.

4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다. 단, 현장점검의 경우에 컨트롤 밴딩이 2군에 해당하는면 코드100을 관리방법으로 선택하였다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

ES03: n-프로필 니트레이트의 제조(포장)

① 시나리오 : 질산으로 프로판올을 니트로화[1] 함으로써 제조하는데, 보통 요소와 질산암모늄 또는 황산이 있는 상태에서 제조한다. 제조된 n-프로필 니트레이트를 용기에 포장할 때 노출될 수 있다.

② 노출결정인자(작업특성)

작업장 온도	20℃	연간 사용량	30 톤	국소배기장치	□ 무
사용범주	□분리 중간체로 사용				
분진 발생정도	□고체가 아님				
사용시간/1일	□1-4시간 미만				
현장사용	□노출 가능성 있는 회분식 공정 및 기타				

③ 노출량 산출[2] : 15 ppm

④ 위해도 정량화[3] : 0.6 (1 이하 이므로 추가적인 조치는 필요 없다.)

※ 위해도 정량화는 노동부의 노출기준, 또는 ECETOC TRA의 Hazard category에 의한 Generic exposure value와 노출량 산출값을 비교하였다.

⑤ 위해도 관리방법[4] : 200, 209

※ 위해도 관리방법은 국제노동기구(ILO)에서 제시하고 있는 툴킷(toolkit)을 이용하였다.

---

1) 유기화합물에 니트로기 $-NO_2$를 도입하는 반응의 총칭으로 방향족화합물의 니트로화는 염료중간체 ·의약 ·농약 및 폭약 등을 합성할 때의 중요한 단위반응의 하나이다. 이 때의 니트로화는 혼합산(진한 황산과 진한 질산과의 혼합물)을 써서 하게 된다.
2) https://www.ecetoc-tra.org/index.asp에서 제시하는 위해도 평가모델에 의하여 산출하였다.
3) 비교값인 위해도 정량화 비율(RCRs)로 표현되며, RCR값이 1 이하는 그 물질의 사용이 안전하다는 것을 의미한다. 이 값이 적용되는 조건은 만성 흡입피폭의 경우이다.
4) 노출 상황별 툴킷은 컨트롤 밴딩(control banding) 접근방법에 의하여 선정하였다. 제시한 코드는 부록에서 확인할 수 있다.
http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

참 고 문 헌

김수근. 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람 I, II. 산업안전보건연구원 1999, 2000.

대한산업의학회. 유해물질에 대한 건강진단 필요성 검토 및 검사항목설정과 건강관리수첩 교부대상 항목검토에 대한 연구. 산업안전보건연구원 2002.

한국생산기술연구원 국가청정지원센터. EU의 신화학물질관리 시스템(REACH) 해설집 2003.

환경부 환경정책평가연구원. 유해화학물질 함유제품 관리현황 및 향후과제 2004.

한국생산기술연구원 국가청정지원센터. 신화학물질 규제에 대한 대응 방안 2004.

화학물질에 의한 근로자 건강장해 예방연구 용역. 노동부 2005, 2006

근로자 건강진단 실무지침 제3권 유해인자별 건강장해. 산업안전보건연구원 2006.

환경부 환경정책평가연구원. REACH 대응전략수립 연구 2006.

환경부 환경정책평가연구원. 화학물질안전성보고서(CSR) 작성 시범사업 2006.

Hazardous Substance Data Bank(HSDB)[1)]

European chemical Substances Information System (ESIS)[2)]의 IUCLID & OECD Chemical Data Sheets

EUROPEAN UNION SYSTEM FOR THE EVALUATION OF SUBSTANCES (EUSES)

REACH Implementation Projects (RIPs) - Guidance & Tools

ILO. International Chemical Control Toolkit[3)]

HSE. COSHH ESSENTIALS[4)]

ACGIH. Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. Cincinnati, Ohio, ACGIH, 2002.

Technical Guidance Document on Risk Assessment. European Commission 2004.

1) http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB
2) http://ecb.jrc.it/esis/
3) http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm
4) http://www.coshh-essentials.org.uk/

Elina Karhu. REACH Exposure Scenarios and Exposure assessment, 2006.

Christ de Rooij. Chemical Safety Report(CSR), 2006.

Dr.Johannes Tolls. Exposure Scenario Project, 2007.

Marc Lurvink. Exposure Scenario in REACH, 2007.

Development of standardized model of exposure scenario for information communication in Korea

Soo-Geun Kim

Department of Occupational Medicine,
Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine,
108, Pyung-dong, Jongno-Ku, Seoul 110-746, Korea

<Abstract>

This is a study to contribute to improving health and safety of workers by developing standardized exposure scenarios which identifies methods of manufacturing, uses, exposure estimation, and risk management measures of 400 chemical substances.

This study defines the concept and format of the exposure scenario. It also shows those exposure scenarios based on their method of manufacturing and uses, and calculate exposure estimations for each scenario using ECETOC-TRA. Comparing the exposure estimation with the occupational exposure limit, it provides the risk characterization ratio and risk management measures based on ILO's Toolkits.

In the future, this study will be used as a source of risk assessment as well as their management for workers who deal with the hazardous chemical substances.

Key words : Exposure scenario, Chemical safety assessment/report, Exposure estimation, Risk management measure

부 록

- 위해도 관리방법 -

차 례

위해도 관리방법 100 ····· 2774
위해도 관리방법 101 ····· 2777
위해도 관리방법 102 ····· 2780
위해도 관리방법 103 ····· 2783
위해도 관리방법 200 ····· 2785
위해도 관리방법 201 ····· 2788
위해도 관리방법 202 ····· 2791
위해도 관리방법 203 ····· 2794
위해도 관리방법 204 ····· 2797
위해도 관리방법 205 ····· 2800
위해도 관리방법 206 ····· 2803
위해도 관리방법 207 ····· 2806
위해도 관리방법 208 ····· 2809
위해도 관리방법 209 ····· 2812
위해도 관리방법 210 ····· 2815
위해도 관리방법 211 ····· 2818
위해도 관리방법 212 ····· 2821
위해도 관리방법 213 ····· 2824
위해도 관리방법 214 ····· 2827
위해도 관리방법 215 ····· 2830
위해도 관리방법 216 ····· 2833
위해도 관리방법 217 ····· 2836
위해도 관리방법 218 ····· 2839
위해도 관리방법 219 ····· 2842
위해도 관리방법 220 ····· 2845
위해도 관리방법 221 ····· 2848
위해도 관리방법 300 ····· 2851
위해도 관리방법 301 ····· 2854

위해도 관리방법 302 ····· 2856
위해도 관리방법 303 ····· 2858
위해도 관리방법 304 ····· 2860
위해도 관리방법 305 ····· 2862
위해도 관리방법 306 ····· 2865
위해도 관리방법 307 ····· 2867
위해도 관리방법 308 ····· 2869
위해도 관리방법 309 ····· 2872
위해도 관리방법 310 ····· 2874
위해도 관리방법 311 ····· 2877
위해도 관리방법 312 ····· 2880
위해도 관리방법 313 ····· 2883
위해도 관리방법 314 ····· 2886
위해도 관리방법 315 ····· 2888
위해도 관리방법 316 ····· 2890
위해도 관리방법 317 ····· 2892
위해도 관리방법 318 ····· 2894
위해도 관리방법 400 ····· 2897
위해도 관리방법 E100 ····· 2898
위해도 관리방법 E200 ····· 2900
위해도 관리방법 E300 ····· 2903
위해도 관리방법 P100 ····· 2905
위해도 관리방법 P101 ····· 2907
위해도 관리방법 P102 ····· 2909
위해도 관리방법 P103 ····· 2911
위해도 관리방법 P104 ····· 2913
위해도 관리방법 R100 ····· 2915
위해도 관리방법 S100 ····· 2917
위해도 관리방법 SK100 ····· 2919
위해도 관리방법 BK1 ····· 2922
위해도 관리방법 BK0 ····· 2925

위해도 관리방법 100

관리 접근 1

일반 환기의 일반 원칙

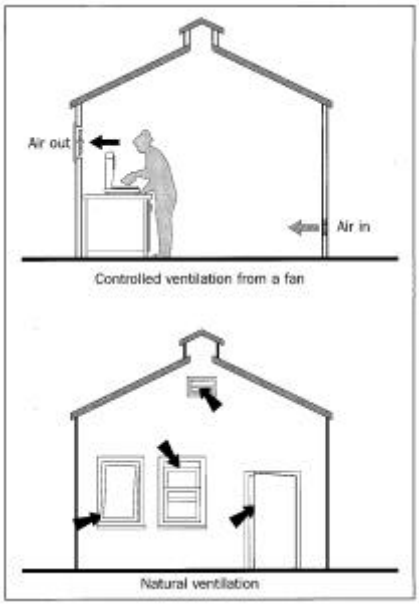
범위

이 관리 시트는 ILO의 관리지침서의 일부이고, 지침서의 관리 접근 1 내용과 부합할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 건물의 개방된 바깥쪽의 작업을 포함하는 작업장에서 일반적 환기를 적용할 때 좋은 실질적 권고를 제공해준다. 일반 환기는 고체와 액체를 포함하는 소, 중, 대규모의 작업에 적당하다. 다음 사항이 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 안전 정보 시트(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 신선한 공기의 흐름에 제한이 없어야 한다. 이것은 실외의 작업에 의해 될 수 있다. 문과 창문을 열어둘 필요가 있고, 또는 공기의 공급과 배출에 환풍기가 필요할 수도 있다.
- 공장에서 작업할 때, 오염된 공기를 제거하고, 신선하고 깨끗한 공기로 대체할 수 있는 환풍기나 환기 벽돌, 지붕창 또는 통풍구 등이 정상적으로 필요하다. 오염된 공기를 빨아들이는 것 보다 깨끗한 공기를 공급하는 것이 때때로 환풍기에 대해 좀 더 효과적이다.
- 깨끗한 공기가 들어오는 곳 근처에 오염된 공기를 배출하지 않게 해야 한다.
- 깨끗한 공기의 흐름은 작업자에서 작업장으로 가도록 한다. 작업자에서 오염된 공기가 불어가도록 하라.
- 공장에서 오염된 공기를 제거하는데 환풍기의 크기 및 수가 충분해야 한다. 한 시간에 최소한 5회의 공기 교환이 추천되고 있다.

검사, 시험과 유지

- 환풍기를 잘 운용한다.
- 스위치를 켰을 때 환풍기가 작동하는지 매일 확인한다. 배출구 쪽에 리본을 달아놓으면, 환풍기가 작동하는지에 대한 지시기로 사용될 수 있다.

청소와 관리유지

- 작업장과 장비를 매일 청소하라.
- 작업장에서 분진과 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.

- 먼지를 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
- 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
- 용기를 손상입지 않을 안전한 장소에 보관하라.
- 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부 또는 눈을 손상시킬 수 있고, 또는 피부를 통해 몸 안으로 들어와서 손상을 줄 수 있다. 시트 Sk100과 Sk101은 당신의 피부를 보호하는 좋은 권고를 준다.
- 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 개인 보호 장비(PPE)가 필요한지 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는, 깨끗이 하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관하라.
- 당신의 보호 장비를 깨끗이 하고, 추천된 기간이나 손상됐을 때 교환하라.

교육과 관리감독

- 작업자가 사용하는 물질의 위험성과, 왜 관리와 보호 장비를 사용해야만 하는지를 알려준다.
- 화학물질을 안전하게 다루는 방법을 가르친다.
- 관리가 작동하는지 확인하고 잘못되었을 때 무엇을 해야 하는지 여부를 확인한다.
- 예방조치를 점검할 시스템을 가지고 있어야 한다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 작업장은 환기가 잘 되고, 공기 공급이나 배기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.

위해도 관리방법 101

관리 접근 1

일반 환기: 일반 보관

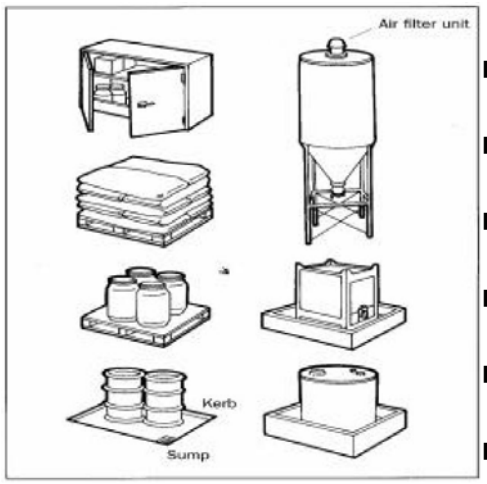
범위

이 관리 시트는 ILO의 CCTK의 일부이고, toolkit의 관리 접근 1이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 고체와 액체를 포함하는 소, 중, 대규모의 저장 작업에 실질적 권고를 제공해준다. 폭로를 줄여서 적적한 수준으로 감소시키는데 도움이 되는 중요한 점들을 기술한다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절하여야 한다. 더 많은 정보를 위하여 안전 정보 시트(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



일반적 측면

- 저장장소를 설정하고, 명확한 표시를 해두어야 한다.
- 장소는 체계화 되어야 하고, 적절한 덮개와 환기가 잘되어야 한다.
- 엎질러짐에 쉽게 대응할 수 있는 충분한 공간이 있어야 한다.
- 부분적으로 사용된 것을 포함한 모든 용기는 라벨을 붙여야 한다.
- 바닥은 액체에 저항성이 있어야 하고, 청소하기 쉬워야 한다.
- 산화성 화학물질은 폭발성 화학물질로부터 격리된 전용의 건물에 보관하여야 한다.

작은 용기

- 작은 용기는 튼튼한 캐비닛에 보관하여야 한다.
- 세거나 엎질러졌을 때 쉽게 제거하고, 청소할 수 있는 칸막이를 사용해야 한다.
- 같은 캐비닛 안에 반응할 수 있는 화학물질을 같이 두어서는 안 되고, 분리 보관하여야 한다.
- 저장을 위해 냉장고를 사용한다면, 점화원 관리가 필요하다.

자루와 드럼

- 엎질러짐을 담을 수 있게 sump pallets 또는 제한된 장소에 보관하라.
- 서로 반응할 수 있는 화학물질을 3m 이상 떨어지게 보관하라

사일로

■ 사일로가 채워지는 동안 공기필터를 제공하라.
■ 지게차와 같은 것으로부터의 손상을 방지하기 위해 사일로 주변에 방벽을 설치하라.
■ 장비가 적절하게 접지되었는지 확인하라
■ 가연성 고체의 폭발 경감의 필요성 제고

중간부피용기(Intermediate bulk container, IBC)

■ 엎질러졌을 때 예를 들어 가장 큰 용기의 11%의 부피를 담을 수 있는지 확인한다.

검사와 유지

■ 환풍기를 잘 운용한다.
■ 스위치를 켰을 때 환풍기가 작동하는 지 매일 확인한다. 배출구 쪽에 리본을 달아놓으면, 환풍기가 작동하는지에 대한 지시기로 사용될 수 있다.
■ 저장탱크나 사일로 유지에 'permit to work' 시스템을 채택한다.
■ 저장탱크나 사일로를 열거나 들어가기 전에 필요한 특별한 절차를 확인한다.

청소와 관리유지

■ 작업장과 장비를 매일 청소하라.
■ 작업장에서 먼지와 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.
■ 먼지를 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
■ 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
■ 용기를 안전한 장소에 보관하라.
■ 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부 또는 눈을 손상시킬 수 있고, 또는 피부를 통해 몸 안으로 들어와서 당신에게 손상을 줄 수 있다. 시트 Sk100과 Sk101은 당신의 피부를 보호하는 좋은 권고를 준다.
■ 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 개인 보호 장비(PPE)가 필요한지 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는, 깨끗이 하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관하라.
■ 당신의 보호 장비를 깨끗이 하고, 추천된 기간이나 손상됐을 때 교환하라.

교육과 관리감독

■ 작업자가 사용하는 물질의 위험성과, 관리와 보호 장비를 사용해야만 하는지를 알려준다.
■ 화학물질을 안전하게 다루는 방법을 가르친다.
■ 관리가 작동하는지 작동하지 않을 때 하여야할 것을 아는지 여부를 확인한다.
■ 예방조치를 점검할 시스템을 가지고 있어야 한다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 공기 환기구나 쇠창살 등의 앞에 원료를 적재하지 않는다. 모든 포장물과 컨테이너들은 조심스럽게 취급하여 누출을 최소화한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 자루와 드럼통을 이동하기 위해서는 보조 장비를 사용한다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 102

관리 접근 1

일반 환기: 개방 대량 저장

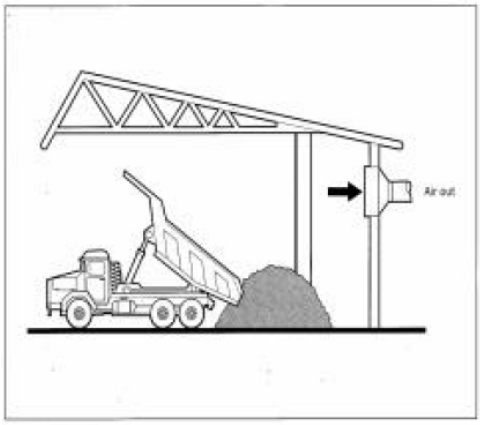
범위

이 관리 시트는 ILO의 CCTK의 일부이고, toolkit의 관리 접근 1이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 개방된 건물 밖의 저장을 포함하여 대량의 고체의 개방저장에 실질적 권고를 제공해준다. 다음 사항이 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절하여야 한다. 더 많은 정보를 위하여 안전 정보 시트(safety data sheet)를 참조하라. 대기 중으로 오염된 공기를 배출할 때 공기 정화 장비는 필요하다. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 우세한 바람에 직면한 창고의 문을 열지마라.
- 저장을 위한 구체적 영역을 정하고, 간판을 걸어라.
- 분진원에 가능한 가깝게 실내 공기 배출 시스템을 위치시켜라.
- 작업장에서 오염된 공기를 제거하는데 환풍기의 크기 및 수가 충분해야 한다. 한 시간에 최소한 5회의 공기 교환이 추천되고 있다.
- 실외에서 일할 때, 이용하여 분진이 작업자로부터 제거되는 바람의 방향을 이용하라.
- 차량의 운전석과 창문을 닫아라.
- 다른 비축을 할 때 명확하게 구분하라.
- 건물 안에서 분진의 퍼짐을 막기 위해 분할을 제공하라.
- 비축된 것을 사용하지 않을 때 방수천이나 플라스틱 덮개를 제공하라.

검사와 유지

- 환풍기를 잘 운용한다.
- 스위치를 켰을 때 환풍기가 작동하는지 매일 확인한다. 배출구 쪽에 리본을 달아놓으면, 환풍기가 작동하는지에 대한 지시기로 사용될 수 있다.

청소와 관리유지

- 작업장과 장비를 매일 청소하라.
- 작업장에서 분진과 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.
- 먼지를 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
- 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
- 용기를 손상입지 않을 안전한 장소에 보관하라.

■ 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부 또는 눈을 손상시킬 수 있고, 또는 피부를 통해 몸 안으로 들어와서 당신에게 손상을 줄 수 있다. 시트 Sk100과 Sk101은 당신의 피부를 보호하는 좋은 권고를 준다.
■ 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 PPE가 필요한지 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는, 깨끗이 하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관하라.
■ 당신의 보호 장비를 깨끗이 하고, 추천된 기간이나 손상됐을 때 교환하라.

교육과 관리감독

■ 작업자가 사용하는 물질의 위험성과, 왜 관리와 보호 장비를 사용해야만 하는지를 알려준다.
■ 화학물질을 안전하게 다루는 방법을 가르친다.
■ 관리가 작동하는지 확인하고 잘못되었을 때 무엇을 해야 하는지 여부를 확인한다.
■ 예방조치를 점검할 시스템을 가지고 있어야 한다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 원료를 옮길 때는 저장 지역이 환기가 잘 되는지를 확인하고, 모든 환기 시스템이 잘 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 원료를 사용하지 않을 때는 타르 칠한 방수포로 덮거나 플라스틱으로 다시 덮어 둔다.
☐ 원료를 사용하지 않을 때는 출입문과 창문을 닫아두어 역풍이 불거나 오염이 퍼지는 것을 예방한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 103

관리 접근 1

분진 배출 장치로부터 폐기물의 제거

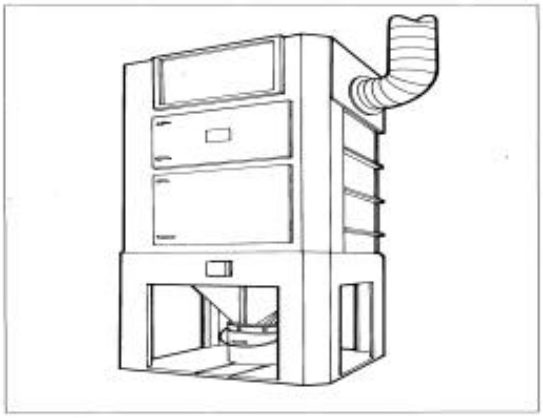
범위

이 관리 시트는 ILO의 CCTK의 일부이고, toolkit의 관리 접근 1이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 분진 배출 또는 공기 정화 장치로부터 폐기물의 제거할 때 좋은 실질적 권고를 제공해준다. 다음 사항이 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 안전 정보 시트(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 가능하면, 분진제거장비를 주요 작업장의 바깥쪽에, 우세한 바람으로부터 떨어져서 위치시켜라.
- 폭발성 있는 고체에 대하여 폭발경감에 대한 필요성을 고려하고, 장비가 적절히 접지가 되었는지 확인한다.
- 폐기물을 얼마나 자주 비우는 것이 필요한지, 가득 차기 전에 비우는 계획을 결정하라.
- 폐기물을 비우기전에 기계의 도움이 필요한지 고려하라.
- 지역 환경 법률에 따라 폐기물을 폐기하라.
- 작업장으로 깨끗하게 걸러진 공기를 다시 환기시켜라.

검사와 유지

- 관련된 환풍기를 잘 운용한다.

청소와 관리유지

- 작업장과 장비를 매일 청소하라.
- 작업장에서 분진과 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.
- 먼지를 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
- 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
- 용기를 손상입지 않을 안전한 장소에 보관하라.
- 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부 또는 눈을 손상시킬 수 있고, 또는 피부를 통해 몸 안으로 들어와서 당신에게 손상을 줄 수 있다. 시트 Sk100과 Sk101은 당신의 피부를 보호하는 좋은 권고를 준다.
- 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 PPE가 필요한지 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는, 깨끗이 하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관하라.
- 당신의 보호 장비를 깨끗이 하고, 추천된 기간이나 손상됐을 때 교환하라.

교육과 관리감독

- 작업자가 사용하는 물질의 위험성과, 왜 관리와 보호 장비를 사용해야만 하는지를 알려준다.
- 화학물질을 안전하게 다루는 방법을 가르친다.
- 관리가 작동하는지 확인하고 잘못되었을 때 무엇을 해야 하는지 여부를 확인한다.
- 예방조치를 점검할 시스템을 가지고 있어야 한다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 저장통은 넘치기 전 그리고 지침서에서 권장하는 주기마다 정기적으로 비운다.
☐ 배출기로부터 쓰레기를 제거할 때는 역풍방향으로 세운다.
☐ 저장통을 이동하기 전에는 뚜껑을 닫는다.
☐ 쓰레기 저장통은 조심해서 비우고 먼지 구름이 발행가지 않을 정도로 꼭대기를 낮게 위치시킨다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 200

관리 접근 2

국소 배기 시설

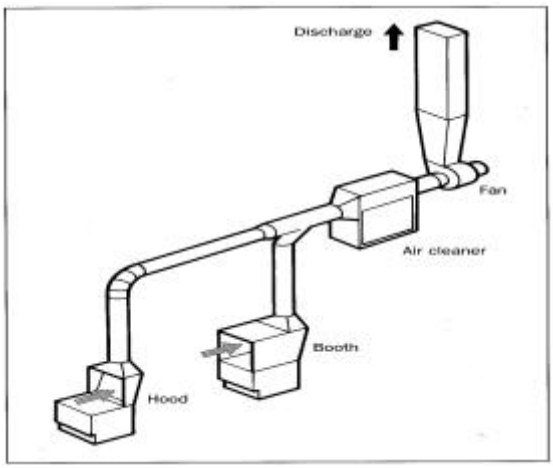
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고 toolkit의 관리 접근 2가 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 공학 관리의 가장 흔한 형태인 국소 배출 환기(local exhaust ventilation; LEV)를 적용할 때 좋은 실질적 권고를 제공해준다. 국소 배출 환기는 고체와 액체를 포함하는 소, 중, 대규모의 작업 모두에 적용할 수 있다. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다. 대기 중으로 공기가 배출되기 전에 공기 청결 장치가 필요하다. 일부 화학물질은 폭발성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 안전 정보 시트(safety data sheet)를 참조하라.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 노출원에 국소 배출 환기를 적용하라. 분진이나 증기가 작업장으로 분산되기 전에 환기될 수 있는 충분한 공기흐름이 있어야 한다. 분진의 경우는 1m/sec, 증기의 경우는 0.5m/sec을 초과하는 공기흐름이 있어야한다. 공기의 흐름은 분진이나 증기의 발생원에서 측정되어야한다.
- 분진이나 증기가 발생원으로부터 분산되지 않도록 가능한 한 많이 둘러싸야한다.
- 작업자가 노출원과 국소 배출 환기(LEV) 사이, 오염된 공기의 흐름 사이에 있어서는 안 된다.
- 가능하면, 국소 배출 환기(LEV)로 인한 통풍의 방해나 분진과 증기가 분산되는 것을 막기 위하여 문이나 창으로부터 멀리 작업을 위치시킨다.
- 휘기 쉬운 긴 도관을 피하고 짧고 단순하게 흡입 도관을 유지하라.
- 흡입구에 리본을 달아놓는 것과 같은, 국소 배출 환기(LEV)가 작동하는지를 쉽게 확인할 수 있는 방법을 제공하라.
- 흡입공기를 문, 창문, 공기 흡입구로부터 멀리 떨어진 안전한 장소로 배출하라. 배출된 공기가 이웃에 영향을 주지 않도록 주의하라.

검사와 유지

- 스위치가 켜져 있을 때 배출시스템이 작동하는지 매일 확인하라.
- 손상되었거나 수리가 필요한지를 매주 한 번씩 도관을 눈으로 확인하라.
- 적어도 일 년에 한번 완전히 시스템을 검사하라.

■ 제공자/설치자에 의해 제공된 효과적이고 충분한 작업 순서로 장비를 유지하라.
■ 적절히 작동하지 않는 어떠한 의심이 될 때 장비를 사용하지 말라.

청소와 관리유지

■ 그날 작업할 양의 물질만 작업장에서 사용하라.
■ 작업 장비와 작업장을 매일 청소하라.
■ 작업장에서 분진과 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.
■ 분진을 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
■ 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
■ 용기를 손상입지 않을 안전한 장소에 보관하라.
■ 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부 또는 눈을 손상시킬 수 있고, 또는 피부를 통해 몸 안으로 들어와서 당신에게 손상을 줄 수 있다. 시트 Sk100과 Sk101은 당신의 피부를 보호하는 좋은 권고를 준다.
■ 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 PPE가 필요한지 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는, 깨끗이 하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관하라.
■ 당신의 보호 장비를 깨끗이 하고, 추천된 기간이나 손상됐을 때 교환하라.

교육과 관리감독

■ 작업자가 사용하는 물질의 위험성과, 왜 관리와 보호 장비를 사용해야만 하는지를 알려준다.
■ 화학물질을 안전하게 다루는 방법을 가르친다.
■ 관리가 작동하는지 확인하고 잘못되었을 때 무엇을 해야 하는지 여부를 확인한다.
■ 예방조치를 점검할 시스템을 가지고 있어야 한다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 작업 시 국소배기시설이 작동하고 있는지를 확인한다.
☐ 적절하게 작동하는지를 확인하기 위해 압력계, 압력 게이지, 자동 표시기를 점검한다.
☐ 공기 흐름이 당신의 얼굴을 가로지르는지 멀리 떨어져 있는지를 확인한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 종이 봉지와 다른 쓰레기들이 국소배기시설로 들어가지 않도록 확인한다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 201

관리 접근 2

환기 작업대(증기 흡입장 포함)

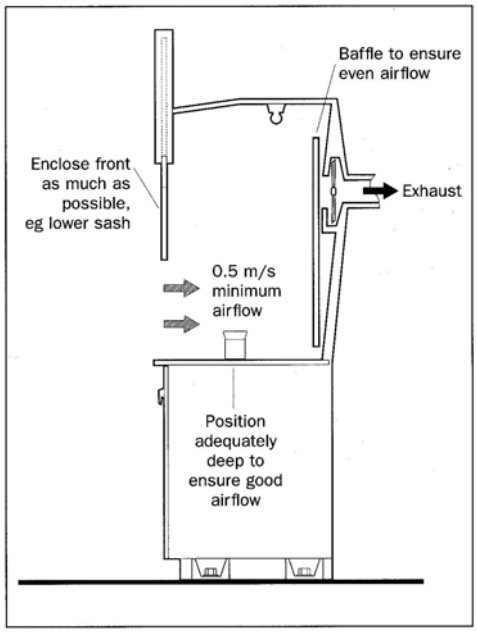
범위

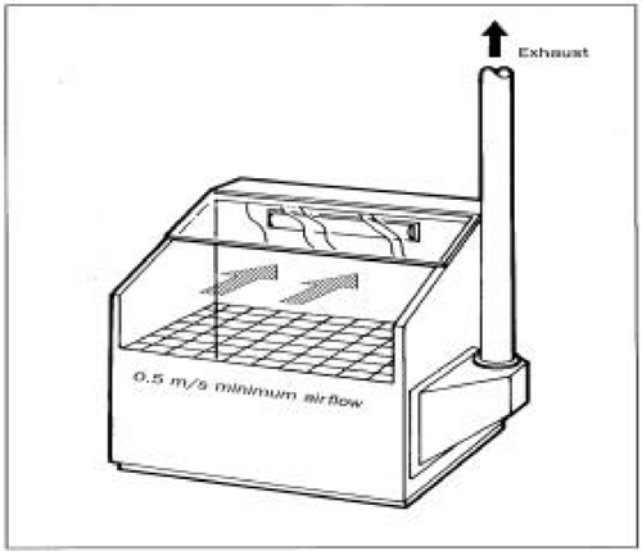
이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 화학물질이나 작업에 대해 환기 작업대 또는 증기 흡입장을 사용하는 관리 접근 2가 추천될 때 사용되어야 한다. 이 시트는 환기 작업대 또는 증기 흡입장을 적용할 때 좋은 실질적 권고를 제공해준다. 많은 작은 규모의 작업(예. 고체 또는 액체의 무게를 달거나 혼합)에 적용될 수 있다. 당신이 따라야할 중요한 점은 적절한 수준으로 노출을 감소시키는데 도움이 되는 방법을 기술하는 것이다. 뒤따르는 모든 점이 중요하다. 일부 화학물질은 가연성이 있거나 부식성이 있고, 당신의 관리는 이러한 위험에 역시 적합해야한다. 더 많은 정보를 위해 안전 정보 시트를 참조하라. 오염된 공기를 대기 중으로 방출할 때 공기 청결 장비가 필요하다. 이 시트는 당신의 건강을 지키기 위한 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비





- 환기 작업대와 증기 흡입장은 인식된 표준에 의해 설계되고 설치되어야 한다.
- 작업자가 일하는 곳의 공기의 흐름이 증기를 뽑아내는데 적어도 0.5m/s, 분진에 대해 1.0m/s가 되어야한다.
- 설계자/공급자/설치자는 환기 작업대와 증기 흡입장이 요구된 명세사항과 표준에 일치함의 증명을 제공해야한다.
- 작업장이 가능한 둘러싸여져있고, 개방된 곳이 실질적으로 작음을 확실하게 해야 한다.

- 양호한 조명을 제공하라. 이것은 다루어지는 물질에 적합해야한다.
- 문, 창 그리고, 통로로부터 작업장을 떨어져 위치시켜라.
- 배출된 공기를 대체하기위한 작업장으로 공기공급을 하라.
- 문, 창 그리고, 공기 흡입구로부터 떨어진 안전한 장소에 공기를 배출하라.
- 배출이 작동하고 있는지 쉽게 확인할 수 있는 방법을 제공하라. 예. 압력계 또는 리본 줄
- 이 장비 안에 물품을 보관하지 마라.

검사와 유지

- 공급자로부터 장비의 설계수행에 관한 정보를 얻어라. 향후 검사 결과와 비교를 위해 이 정보를 보관하라.
- 스위치를 켰을 때 배출 시스템이 작동하는지 매일 확인하라.
- 매주 닥트가 손상되었는지 눈으로 확인하고, 필요시 수리하라.
- 적어도 일 년에 한번 완전히 시스템을 검사하라.
- 장비를 공급자/설치자에 의한 권고대로 효과적이고 능률적인 작업순서로 유지하라.
- 장비가 적절히 작동하지 않는 어떠한 의심이 있을 때는 장비를 사용하지 마라.

청소와 관리유지

- 그날 사용될 양의 물질만 작업장에 보유하라.
- 작업 장비와 작업장을 매일 청소하라.
- 작업장에서 분진과 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.
- 먼지를 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
- 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
- 용기를 손상입지 않을 안전한 장소에 보관하라.
- 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.
- 빈 용기를 안전하게 처리하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부 또는 눈을 손상시킬 수 있고, 또는 피부를 통해 몸 안으로 들어와서 당신에게 손상을 줄 수 있다. 시트 Sk100과 Sk101은 당신의 피부를 보호하는 좋은 권고를 준다.
- 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 PPE가 필요한지 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는, 깨끗이 하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관하라.
- 당신의 보호 장비를 깨끗이 하고, 추천된 기간이나 손상됐을 때 교환하라.

교육과 관리감독

- 작업자가 사용하는 물질의 위험성과, 왜 관리와 보호 장비를 사용해야만 하는지를 알려준다.
- 화학물질을 안전하게 다루는 방법을 가르친다.
- 관리가 작동하는지 확인하고 잘못되었을 때 무엇을 해야 하는지 여부를 확인한다.
- 예방조치를 점검할 시스템을 가지고 있어야 한다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 작업 시 국소배기시설이 작동하고 있는지를 확인한다.
☐ 적절하게 작동하는지를 확인하기 위해 압력계, 압력 게이지, 자동 표시기를 점검한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 종이 봉지와 다른 쓰레기들이 국소배기시설로 들어가지 않도록 확인한다.
☐ 큰 상품이 컵보드 개구부를 막지 않도록 확인한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 202

관리 접근 2

층류부스(Laminar flow booth)

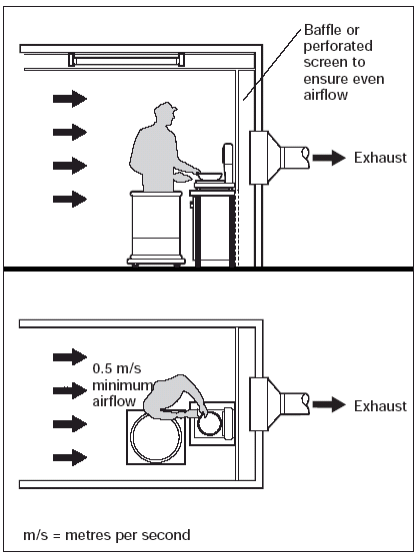
범위

이 통제지침서는 국제노동기구 화학물 통제 프로그램세트의 한 일부이다. 통제세트가 층류부스통제 해결법이 당신의 물질과 작업에 적합한지를 확인하는데 사용될 수 있을 것이다.
이 지침은 층류부스를 사용하고자 할 때 필요한 실질적인 좋은 도움을 준다. 이 지침서는 고체나 액체의 무게를 재거나 혼합하는 등의 많은 작은 크기의 업무에 대해 적용할 수 있다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다.
여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 대기 중에 작업한 공기를 배출하기 전에 공기 정화장비가 필요할 수도 있다.
이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

■ 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



■ 층류 부스는 기준에 맞게 설계되고 설치된 승인된 것이어야 한다.
■ 부스를 가로지르는 기류는 부드러워야하고 적어도 초당 0.5m 이상이어야 한다.
■ 설계자/공급자/설치자는 부스가 요구된 규격과 표준에 맞는 것이라는 증명을 제공하여야 한다.
■ 부스는 작업을 위해 필요한 장비와 물질을 불편하지 않게 넣을 수 있을 만큼 큰 것이어야 한다.
■ 적절한 조명을 제공해야 먼지 혹은 내화성물질들을 다루기에 적절할 것이다.
■ 부스를 문이나 창문 그리고 작업로에서 멀리 위치시켜 환기를 방해하지 않도록 한다.
■ 작업 중 배출되는 공기 대신 작업장 안으로 공기공급이 들어오게끔 한다. 공기진입은 배출구와 반대편에 환기구를 설치하여 공기가 작업공간을 가로질러 움직이게 한다.
■ 난류를 감소시키고 공기흐름을 원활하게 하기 위해 측면에서 작업한다.
■ 배기공기를 문, 창문 그리고 공기진입구로부터 멀리 설비하여 안전한 장소로 배출하라. 이때 배기공기가 이웃에 지장을 주지 않도록 주의한다.
■ 작업 중 압력계, 압력 측정기 혹은 리본 스트립과 같이 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
■ 부스 내에 원료나 다른 불필요한 것들을 저장하지 않는다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다.
- 부스가 제대로 작동하지 않는다는 어떤 의심이라도 있으면 절대 사용하지 않는다.

청소와 관리

- 작업에 필요한 재료를 적당량만 부스 내에 둔다.
- 매일 부스와 작업장을 청소한다.
- 작업장 내에 먼지나 증기의 주원인은 엎질러지거나 흘러나온 원료들이므로 작업 중 엎지른 것이 있다면 바로 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 작업 시 국소배기시설이 작동하고 있는지를 확인한다.
☐ 적절하게 작동하는지를 확인하기 위해 압력계, 압력 게이지, 자동 표시기를 점검한다.
☐ 공기 이동이 당신의 신체나 얼굴을 엇갈리거나 멀리 떨어지도록 한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.

☐ 종이 봉지와 다른 쓰레기들이 국소배기시설로 들어가지 않도록 확인한다.
☐ 큰 상품이 부스 개구부를 막지 않도록 확인한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 203

관리 접근 2

먼지 배출장비로부터 쓰레기 제거

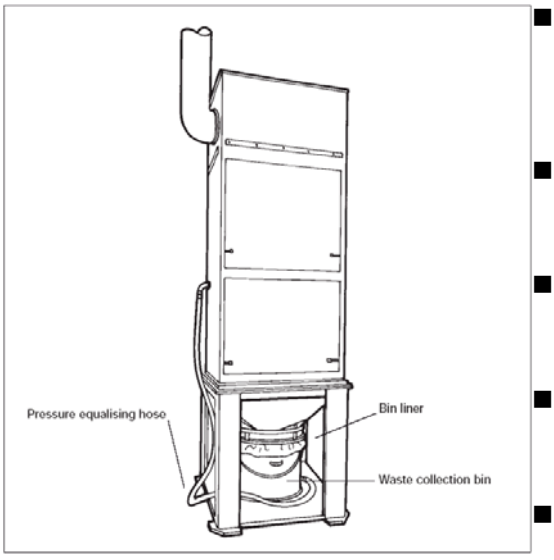
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 또한 당신이 취급하는 먼지제거기와 관련한 업무에 사용될 수 있다. 이 지침서는 먼지추출기로부터 쓰레기를 제거하는데 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 층류 부스는 기준에 맞게 설계되고 설치된 승인된 것이어야 한다. 설계자/공급자/설치자는 부스가 요구된 규격과 표준에 맞는 것이라는 증명을 제공하여야 한다.
- 추출장비를 주 작업 영역바깥에 위치시키고, 만일 가능하다면, 우세한 바람으로부터 멀리 위치시킨다.
- 연소하기 쉬운 먼지와 사용하기 위해, 폭발경감장치가 제공되어야하고 그 장치는 적합하게 접지시켜야한다.
- 봉지가 강한 압력에 빨려나가는 것을 방지하기 위한 압력평형장치가 기계자체에 제공되어져야한다.
- 작업 중 압력계, 압력 측정기와 같이 기계가 잘 작동하고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 얼마나 자주 쓰레기용기가 비우는데 필요한지를 경정하고 시간계획을 세워 작업을 수행하게 한다.
- 용기를 비우기 위해 끄집어낼 때 필요한 차단밸브를 제공한다.
- 쓰레기 처리는 가장 환경보호를 실천할 수 있고 법규를 지킬 수 있는 방법을 선택하여 폐기한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과

와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다. 만일 부스가 제대로 작동하지 않는 부분이 있을 경우 즉시 수리한다. 필요시 수리가 완료될 때까지는 전체 공정을 중지하는 것을 심각히 고려할 수 있어야 한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 기계를 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.

청소와 관리

- 용기는 규칙적 작업을 통해 비우도록 한다.
- 쓰레기용기가 넘치지 않도록 주의한다.
- 용기에서 먼지봉지를 제거하기 전에 봉지 윗부분을 묶는다.
- 기계와 기계주변을 매일 청소한다.
- 넘친 것이 있다면 즉각 처리한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 알맞은 보호 장비를 선택하기 위해 보호 장비 공급자와 상의한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
- 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 저장통은 넘치기 전 그리고 지침서에서 권장하는 주기마다 정기적으로 비운다.
☐ 배출기로부터 쓰레기를 제거할 때는 역풍방향으로 세운다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만

일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.

□ 자루 또는 다른 쓰레기가 필터장비속으로 떨어지지 않도록 한다.

□ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.

□ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.

□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 204

관리 접근 2

컨베이어 수송기

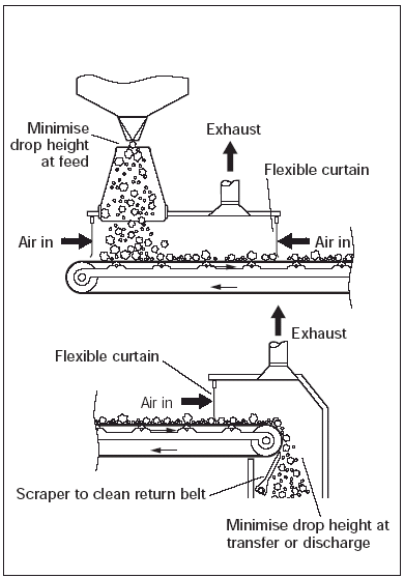
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 또한 당신이 취급하는 화학물, 그리고 통합 컨베이어 수송기와 관련한 업무에 사용될 수 있다. 이 지침서는 먼지추출기로부터 쓰레기를 제거하는데 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 층류 부스는 기준에 맞게 설계되고 설치된 승인된 것이어야 한다. 설계자/공급자/설치자는 부스가 요구된 규격과 표준에 맞는 것이라는 증명을 제공하여야 한다.
- 추출장비를 주 작업 영역바깥에 위치시키고, 만일 가능하다면, 우세한 바람으로부터 멀리 위치시킨다.
- 연소하기 쉬운 먼지와 사용하기 위해, 폭발경감장치가 제공되어야하고 그 장치는 적합하게 접지시켜야한다.
- 봉지가 강한 압력에 빨려나가는 것을 방지하기 위한 압력평형장치가 기계자체에 제공되어져야한다.
- 작업 중 압력계, 압력 측정기와 같이 기계가 잘 작동하고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 얼마나 자주 쓰레기용기가 비우는데 필요한지를 경정하고 시간계획을 세워 작업을 수행하게 한다.
- 용기를 비우기 위해 끄집어낼 때 필요한 차단밸브를 제공한다.
- 쓰레기 처리는 가장 환경보호를 실천할 수 있고 법규를 지킬 수 있는 방법을 선택하여 폐기한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다. 만일 부스가 제대로 작동하지 않는 부분이 있을 경우 즉시 수리한다. 필요시 수

리가 완료될 때까지는 전체 공정을 중지하는 것을 심각히 고려할 수 있어야 한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 기계를 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.

청소와 관리

- 용기는 규칙적 작업을 통해 비우도록 한다.
- 쓰레기용기가 넘치지 않도록 주의한다.
- 용기에서 먼지봉지를 제거하기 전에 봉지 윗부분을 묶는다.
- 기계와 기계주변을 매일 청소한다.
- 넘친 것이 있다면 즉각 처리한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 알맞은 보호 장비를 선택하기 위해 보호 장비 공급자와 상의한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
- 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 먼지막이 커튼이 손상되지 않았는지 확인하고 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지도 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 벨트로부터 누출되거나 넘친 징후가 있는지를 살피고 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.

☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 205

관리 접근 2

자루 채우는 작업

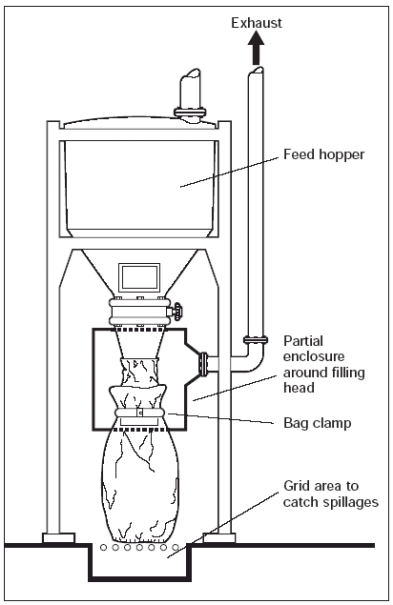
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 또한 당신이 취급하는 화학물, 그리고 자루나 봉지를 채우는 것과 관련한 업무에 사용될 수 있다. 이 지침서는 자루나 봉지를 채우는 작업에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기서는 중간 정도 양의 고체취급에 대한 업무에 적용할 수 있다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 자루나 봉지 채우는 기계는 기준에 맞게 설계되고 설치된 승인된 것이어야 한다. 장비의 소음수준 또한 표기되어 있어야 한다. 설계자/공급자/설치자는 부스가 요구된 규격과 표준에 맞는 것이라는 증명을 제공하여야 한다.
- 자루나 봉지는 기계의 규격에 맞은 것이어야 한다.
- 채우는 자루의 머리 부분은 가능한 한 밀폐시킨다.
- 가능하다면 작업공간을 문이나 창문, 작업도로에서 멀리 위치시켜서 통풍장치가 환기를 방해하거나 먼지가 비산되는 것을 예방한다.
- 채우는 작업이 이루어지는 부분은 환기장치가 설비된 밀폐시설을 설치하고 내부로 흡입되는 공기는 적어도 초당 1m이 되도록 한다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있어야 한다.
- 작업 중 압력계, 압력 측정기와 같이 기계가 잘 작동하고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출된 공기는 출입문이나 창문, 그리고 공기 공급 장치로부터 떨어진 안전한 곳에 방출한다.
- 채우는 과정 중 먼지가 새는지 확인한다. 집게나 밀봉장치를 제공하고 채우는 중에 흘러나온 먼지를 방출할 수 있는 장치를 설비한다.
- 자루나 봉지를 이동시킬 때 자루 입구부에서 먼지가 새지 않도록 주의한다.
- 자루나 봉지를 밀폐장비에서 이동시키기 전에 자루의 입구를 닫는 작업을 할 수 있도록 밀폐장비는 충분히 크게 설비한다.

- 먼지가 비산되는 것을 예방하기 위한 깔때기를 제공한다.
- 적절한 조명을 제공해야 먼지 혹은 내화성물질들을 다루기에 적절할 것이다.
- 수동으로 작동하지 않도록 한다. 채워진 자루나 봉지를 들어 올리거나 수송하거나 적재할 때 필요한 기계장비를 제공한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다. 배출시스템이 적절하게 작동하지 않으면 충전기를 사용하지 않는다.
- 적어도 일주일에 한 번은 충전기와 배출시스템을 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 충전기와 배출시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.

청소와 관리

- 기계와 기계주변을 매일 청소한다.
- 넘친 것이 있다면 즉각 처리한다.
- 자루나 봉지를 안전한 곳에 보관한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 알맞은 보호 장비를 선택하기 위해 보호 장비 공급자와 상의한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.
- 일상적인 작업에는 호흡기 보호 장비가 필요하지 않으며 청소를 한다거나 장비를 관리할 때(예를 들어 흘러나온 먼지를 처리할 때)는 일부 필요할 수 있다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
- 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 자루나 다른 쓰레기가 환기 닥트 속으로 빨려 들어가지 않도록 주의한다.
☐ 수동보조기구가 제공된다면 사용하라.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 206

관리 접근 2

자루 비우는 작업

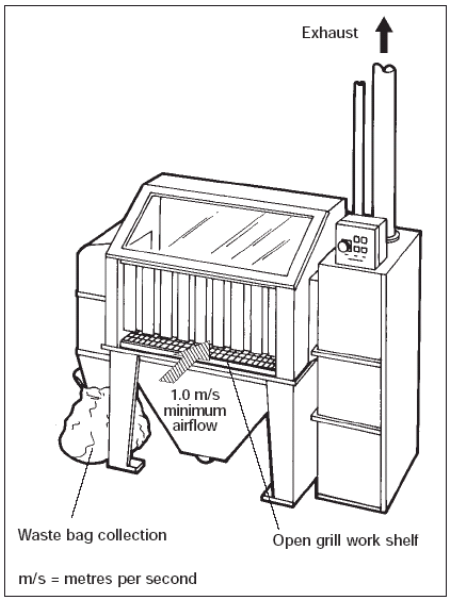
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 또한 당신이 취급하는 화학물, 그리고 자루나 봉지를 비우는 것과 관련한 업무에 사용될 수 있다. 이 지침서는 자루나 봉지를 비우는 작업에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기서는 중간 정도 양의 고체취급에 대한 업무에 적용할 수 있다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 자루나 봉지 비우는 기계는 기준에 맞게 설계되고 설치된 승인된 것이어야 한다. 장비의 소음수준 또한 표기되어 있어야 한다. 설계자/공급자/설치자는 부스가 요구된 규격과 표준에 맞는 것이라는 증명을 제공하여야 한다.
- 장비가 자루나 봉지를 취급하기 적합한지 확인한다.
- 가능한 한 작업대와 자루/봉지 처리기를 밀폐시킨다.-그림 참조
- 가능하다면 작업공간을 문이나 창문, 작업도로에서 멀리 위치시켜서 통풍장치가 환기를 방해하거나 먼지가 비산되는 것을 예방한다.
- 밀폐장치 내부로 흡입되는 공기는 적어도 초당 1m 이상이어야 한다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있어야 한다.
- 작업 중 압력계, 압력 측정기와 리본 조각같이 기계가 잘 작동하고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출된 공기는 출입문이나 창문, 그리고 공기공급 장치로부터 떨어진 안전한 곳에 방출한다. 배출공기가 이웃에게 영향을 미치지 않도록 한다.
- 가방(봉지)을 처리하는 곳의 위치는 작업자가 쉽게 손을 뻗을 수 있는 곳에다 두고, 이때 작업자의 머리가 밀폐장치에 위치하지 않도록 주의한다.
- 적절한 조명을 제공해야 먼지 혹은 내화성물질들을 다루기에 적절할 것이다.
- 수동으로 작동하지 않도록 한다. 가득 채워진 자루나 봉지를 작업선반위에 들어 올릴

때는 압축공기를 이용한 보조기계장비를 제공한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다. 자루와 봉지가 비워지는 동안 먼지가 방출되는지를 점검한다. 배출시스템이 적절하게 작동하지 않으면 장비를 사용하지 않는다.
- 폐기봉지 수집기를 이동시킬 때 먼지가 나지 않도록 한다. 폐기 장소에는 보조 환기장치를 고려한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 충전기와 배출시스템을 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 충전기와 배출시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.

청소와 관리

- 기계와 기계주변을 매일 청소한다.
- 넘친 것이 있다면 즉각 처리한다.
- 자루나 봉지를 안전한 곳에 보관한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 알맞은 보호 장비를 선택하기 위해 보호 장비 공급자와 상의한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.
- 일상적인 작업에는 호흡기 보호 장비가 필요하지 않으며 청소를 한다거나 장비를 관리할 때(예를 들어 흘러나온 먼지를 처리할 때)는 일부 필요할 수 있다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
- 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 자루나 다른 쓰레기가 환기 닥트 속으로 빨려 들어가지 않도록 주의한다.
☐ 수동보조기구가 제공된다면 사용하라.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 207

관리 접근 2

자루나 작은 나무통에서 반응기와 혼합기를 채우는 작업

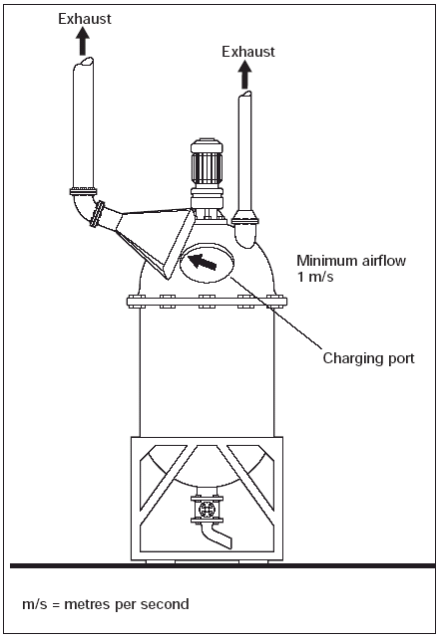
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 또한 당신이 취급하는 화학물, 그리고 자루나 작은 나무통에서 반응기와 혼합기를 채우는 작업과 관련한 업무에 사용될 수 있다. 이 지침서는 자루나 작은 나무통에서 반응기와 혼합기를 채우는 작업에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기서는 소량이나 중간 정도 양의 고체취급에 대한 업무에 적용할 수 있다. 또한 통제접근 지침서 3이 필요한 간혹(하루에 한번정도) 발생하는 고체사용에도 적합하다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 반응기와 혼합기 그리고 배출시스템은 기준에 맞게 설계되고 설치된 승인된 것이어야 한다. 설계자/공급자/설치자는 부스가 요구된 규격과 표준에 맞는 것이라는 증명을 제공하여야 한다.
- 반응기 또는 혼합기 하역구가 취급되는 나무통과 자루에 적합한지 확인한다.
- 채우는 곳 주변에 환기가 가능한 밀폐구를 제공하고 용기에 배출구를 제공한다. 흡입되는 공기는 적어도 초당 1m 이상이어야 한다. - 그림 참조
- 가능하다면 작업공간을 문이나 창문, 작업도로에서 멀리 위치시켜서 통풍장치가 환기를 방해하거나 먼지가 비산되는 것을 예방한다.
- 밀폐장치 내부로 흡입되는 공기는 적어도 초당 1m 이상이어야 한다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있어야 한다.
- 작업 중 압력계, 압력 측정기와 리본 조각같이 기계가 잘 작동하고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출된 공기는 출입문이나 창문, 그리고 공기공급 장치로부터 떨어진 안전한 곳에 방출한다. 배출공기가 이웃에게 영향을 미치지 않도록 한다.
- 수동조작을 최소화하기 위해 적절한 수동보조장비를 제공한다. 들어 올리거나 기울이는

어떤 장비라도 작업에 적합하게 설계된 것이어야 하고 들어 올릴 나무통이나 자루의 크기와 무게에 적합한 것이어야 한다.
- 기울이는 기술은 원하는 대로 조절해서 비우기 위해 부드럽게 조작해야 한다.
- 채우는 작업을 하지 않을 때는 채우는 곳을 뚜껑으로 닫아둔다.
- 적절한 조명을 제공해야 먼지 혹은 내화성물질들을 다루기에 적절할 것이다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다. 자루와 봉지가 채워지는 동안 먼지가 방출되는지를 점검한다. 배출시스템이 적절하게 작동하지 않으면 장비를 사용하지 않는다.
- 적어도 일주일에 한 번은 충전기와 배출시스템을 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 충전기와 배출시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.

청소와 관리

- 기계와 기계주변을 매일 청소한다.
- 넘친 것이 있다면 즉각 처리한다.
- 자루나 봉지를 안전한 곳에 보관한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 알맞은 보호 장비를 선택하기 위해 보호 장비 공급자와 상의한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.
- 일상적인 작업에는 호흡기 보호 장비가 필요하지 않으며 청소를 한다거나 장비를 관리할 때(예를 들어 흘러나온 먼지를 처리할 때)는 일부 필요할 수 있다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
- 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.

■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 종이봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트 속으로 빨려 들어가지 않도록 주의한다.
☐ 수동조작을 금하며 보조기구를 사용하라.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 208

관리 접근 2

중급부피 운반 장치(IBC)를 고체로 채우거나 비우는 작업

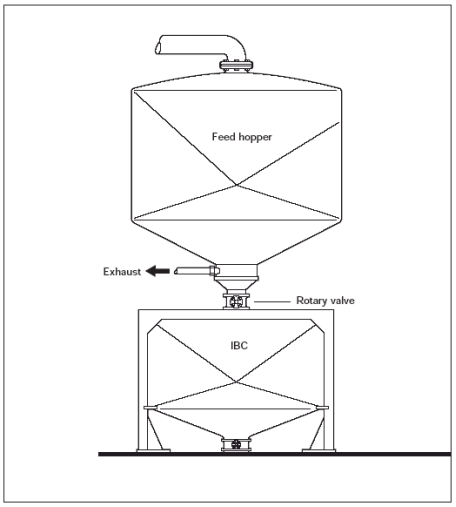
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있다. 이 지침서는 중급부피 운반 장치를 많은 양의 고체로 채우거나 비우는 작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 중급부피 운반 장치(IBC)는 그 안에 담겨질 물질에 맞게 설계되고 제작된 것이어야 한다.
- 지나치게 적재되어 넘치는 것을 예방할 체계를 만든다.
- 물질을 담는 동안에 밀려난 공기는 예를 들어 다시 공급탱크로 되돌리는 등 안전한 곳으로 배출되어야 한다. 덮개에는 밀폐시설을 제공한다.
- 로터리밸브와 같이 물질을 채우거나 비우는 속도를 조절하거나 차단하기 위한 방법을 제공한다.
- 접합부는 누설되지 않도록 한다.
- 지게차가 진입하기에 편리한 출입로를 제공하라.
- 방벽과 경고문도 제공한다.
- 가연성 고체가 폭발하는 것을 경감시킬 필요를 고려하고 정전기가 형성되는 것을 피하기 위한 적절한 접지장비를 설비한다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트된 부위를 관찰하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를

유지하라.
■ 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

■ 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
■ 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
■ 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
■ 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
■ 사용 후에는 즉시 컨테이너의 뚜껑을 닫는다.
■ 컨테이너는 손상받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
■ 빈 컨테이너들은 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
■ 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 국제 적하물 운반설비(IBC)가 넘치지 않도록 각별히 유의한다.
☐ 울타리와 주의 팻말이 정위치에 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게

폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 209

관리 접근 2

드럼통 채우는 작업-액체

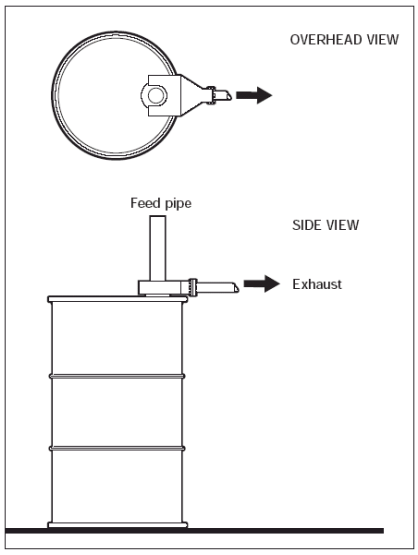
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서(-기계공학적인 액체통제)에서 사용될 수 있다. 이 지침서는 드럼통을 채우는 작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이며 중간정도 양의 액체와 연관된 작업에 적용할 수 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 액체가 넘쳐나는 것을 봉쇄할 수 있는 독립된 공간에서 드럼통을 채우는 작업을 시행하라.
- 국소배기장치 구멍을 가능한 한 드럼통의 윗부분에 가깝게 설비해서 기화물이 다른 곳으로 새지 않도록 한다.
- 드럼통 뚜껑을 가로질러 국소 배기 장치 쪽으로 흐르는 공기흐름은 적어도 초당 0.5m 로 유지한다.
- 액체를 채우는 과정 중에는 파이프가 충분히 잠길 수 있도록 길어야한다.
- 깔때기 등의 안전장치를 사용하여 액체가 튀지 않도록 한다. 드럼통이 국소배기장치구멍에 쉽게 가까이 위치할 수 있도록 한다. 드럼통 위치를 알려주고 여러 가지 다른 크기의 드럼통을 맞추기 위한 안내표지를 활용한다.
- 액체가 넘치는 것을 예방하기 위하여 적재실이나 유량계를 사용한다.
- 가연성 액체는 적합한 펌프/송풍기를 사용하고 정전기 불꽃을 예방하기위해 적절한 접지장치를 설비한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있어야 한다.
- 통제장치가 작동하는지를 확인하기위해 자동표시기와 같은 쉬운 방법을 제공한다.

- 수동조작을 최소화하기 위해 적절한 수동 보조 장비를 고려한다.
- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다.
- 기화물이 작업장내로 다시 들어오지 않도록 한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트된 부위를 관찰하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

- 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
- 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
- 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 컨테이너의 뚜껑을 닫는다.
- 컨테이너는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
- 빈 컨테이너들은 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 먼지를 안전하게 취급하는 법과 지급받은 보호 장비를 언제 어떻게 착용하는지를 교육한다.
- 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.
☐ 깔때기, 보호 장치 등을 사용하여 액체가 튀는 것을 방지하고 채우는 파이프의 길이는 드럼통에 충분히 잠길 수 있어야 한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 수동 작업 보조기구가 제공된다면 사용한다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 210

관리 접근 2

드럼통 비우는 작업과 드럼통 펌프

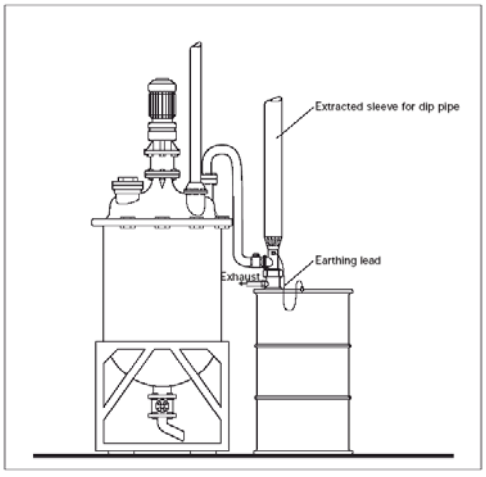
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있다. 이 지침서는 드럼통 펌프와 드럼통을 비우는 작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이며 중간정도 양의 액체와 연관된 작업에 적용할 수 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 작업장환기가 원활한지 확인한다.
- 작업장은 유지관리가 쉽도록 설계하고 가능하다면, 쉬운 정비를 위해 설계된 장비를 사용한다.
- 드럼통 주변에 액체가 뚝뚝 떨어지거나 누출되는 것을 잡아줄 받침대를 사용한다.
- 펌프는 수송시킬 액체의 성상에 적합한 것인지 확인한다.
- 드럼통을 들어낸 다음 드럼통에 담겨져 있던 파이프를 건드리지 않도록 유의한다.
- 펌프나 파이프를 사용하지 않을 때는 이송/보관 장치를 제공하여 액체와 접촉하지 않도록 하고 오염을 방지한다.
- 수동조작을 최소화하기 위해 적절한 수동 보조 장비를 고려한다.
- 가연성 액체는 적합한 펌프/송풍기를 사용하고 정전기 불꽃을 예방하기위해 적절한 접지장치를 설비한다. 손잡이를 사용하고 접지시킨다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.

■ 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
■ 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

■ 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
■ 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
■ 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
■ 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
■ 사용 후에는 즉시 컨테이너의 뚜껑을 닫는다.
■ 컨테이너는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
■ 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
■ 빈 컨테이너들은 안전하게 폐기한다.
■ 드럼통을 식품을 보관하는 용도로 사용하지 않는다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 항상 드럼통 마개를 제거하고 이를 대신하여 '잠금장치'를 사용한다.
☐ 항상 접지 끈을 사용한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체는 과립이나 매트를 이용하여 청소하거

나 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 211

관리 접근 2

고체 무게측정

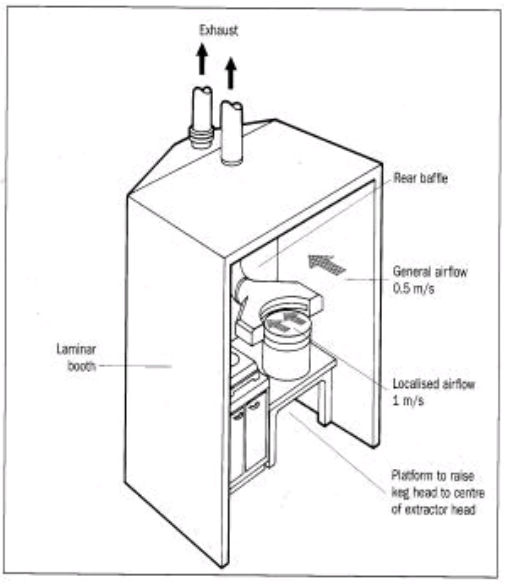
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 중규모 고체의 무게를 측정하는 작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 작업장에 필요하지 않은 사람은 출입을 제한한다. 어느 누구라도 바람이 흐르는 방향 쪽에 가까이서는 작업해서는 안된다는 점을 주지시킨다.

설계와 장비



- 차단막으로 향하는 일반적인 공기흐름은 초당 0.5m이 되게 한다. 후드 구멍방향으로 흐르는 공기는 적어도 초당 1.0m이 되게 한다.
- 무게측정 선반주위는 최대한 둘러싸도록 하여 먼지나 수증기가 퍼져나가는 것을 막는다(그림 참조).
- 차단막은 장비와 재료가 충분히 들어갈 정도로 깊어야 한다.
- 개봉된 부위를 최소화하라. 하지만 안전한 작업을 위해 작업실 공간은 충분히 확보한다. 개봉부위를 최소화하기 위해 투명판넬이나 플라스틱 분리대를 사용한다.
- 근로자가 폭로원과 추출장비 사이에 들어가지 않도록 하라. 그러지 않으면 오염된 공기 진행 위치 중간에 있게 된다.
- 적절한 조명을 제공해야 먼지 혹은 내화성물질들을 다루기에 적절할 것이다.
- 중량이 25kg을 초과하는 내부가 깊은 나무통 사용을 피한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있어야 한다.
- 작업 중 자동표시기 같은 공기 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출된 공기는 출입문이나 창문, 그리고 공기공급 장치로부터 떨어진 안전한 곳에 방출

한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

- 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
- 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
- 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
- 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.

☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 212

관리 접근 2

액체 간 혼합 또는 액체와 고체 혼합작업

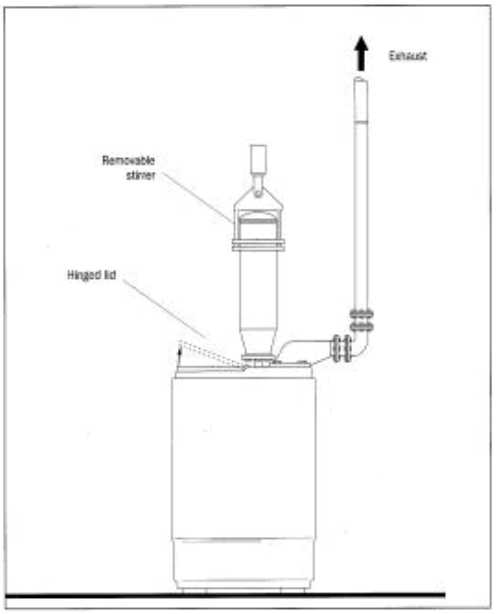
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 중규모 액체 간 혼합 또는 액체와 고체 혼합작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 화학원료 중 융화성이 있고 서로 혼합하여도 폭발이나 온도상승 또는 다른 부작용을 유발하지 않는 확신을 가진 원료만 사용한다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 화학원료 중 융화성이 있고 서로 혼합하여도 폭발이나 온도상승을 유발하지 않는 확신을 가진 원료만 사용한다.
- 혼합기를 최대한 밀폐차단하고 뚜껑이나 다른 접근부를 밀폐시킨다.
- 국소배기장비(LEV) 후드를 먼지나 증기 발생이 가능한 원료에 최대한 가깝게 위치시킨다.
- 혼합기 윗부분을 전체를 가로질러 국소박이 장비 쪽으로 향하는 기류는 초당 적어도 0.5m을 넘지 않도록 한다. 만일 고체가 혼합되었다면 기류를 초당 1.0m까지 증가시키는 것이 필요할 것이다.
- 작업 중 자동표시기 같은 공기 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 가능하다면 먼지와 증기를 담기위한 혼합기 뚜껑을 사용한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있도록 개방된 창문이나 출입문을 설비한다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.
- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다.
- 배출증기가 작업장내로 다시 들어오지 않도록 한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

- 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
- 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
- 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
- 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
- 빈 용기는 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 손으로 첨가하는 것을 최소화한다. 가능하다면 첨가할 일이 있을 때 밀봉하기 전 시행한다.

☐ 사용하기 전에 밀봉이 잘 되어 있는지를 점검한다.
☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 213

관리 접근 2

고체 간 혼합작업

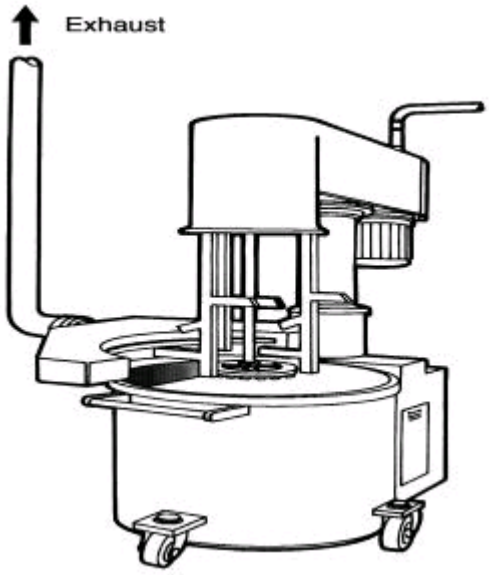
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 리본 혼합기의 예에서 사용한 것과 같은 대규모 고체 간 혼합작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 화학원료 중 융화성이 있고 서로 혼합하여도 폭발이나 온도상승 또는 다른 부작용을 유발하지 않는 확신을 가진 원료만 사용한다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 화학원료 중 융화성이 있고 서로 혼합하여도 폭발이나 온도상승을 유발하지 않는 확신을 가진 원료만 사용한다.
- 혼합기를 최대한 밀폐 차단한다.
- 뚜껑이나 다른 접근부를 밀폐시켜 먼지누출을 최소화 시킨다.
- 혼합기를 작동하기 전에 뚜껑이나 다른 접근부를 안전하게 밀폐시킨다.
- 혼합기, 밀폐장치, 개스킷 등은 사용하고자 하는 작업에 부합하는 것이어야 한다.
- 공급부: 충진부 주위에 환기설비가 된 차단막을 설치하고 내부로 향하는 기류가 적어도 초당 1 미터를 유지 하도록 한다(아니면 폐쇄 공급부를 사용한다).
- 배출부: 혼합기로부터 먼지가 없는 공기배출을 위한 장비를 고려한다. 예를 들어 밀폐된 컨베이어 시스템으로 곧바로 배출하게 하는 방법이 가능하다. 그 대신에 배출부에 국소배기장치를 설비하고 기류는 초당 1 m을 넘지 않도록 한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 만일 국소배기장비를 사용한다면 배출공기만큼 작업장내부에 공기를 공급할 수 있어야 한다(개방 창문).
- 작업 중 자동표시기 같은 공기 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.

- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다.
- 작업장내로 깨끗하게 정화된 공기를 재순환시킬 수 있다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

- 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
- 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
- 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
- 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
- 빈 용기는 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

□ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
□ 혼합기가 넘치지 않도록 각별한 주의를 기울인다.
□ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
□ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
□ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
□ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 214

관리 접근 2

여과작업

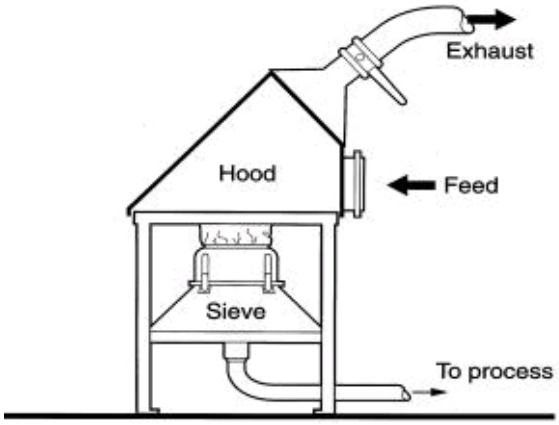
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 중규모 고체 여과작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 여과를 위한 충진부 주위를 밀폐 차단한다.
- 충진부 입구를 가로지르는 흡입기류는 초당 1m을 유지한다.
- 여과기와 다른 부속품 사이의 먼지누출을 막기 위해 봉인 또는 꺽쇠를 사용한다.
- 빈 용기를 안전하게 폐기할 수 있는 장비를 제공한다. 폐기 때에도 필요시 부가 환기설비를 고려한다.
- 여과되어 나오는 양과 일치하도록 여과속도를 가장 느리게 조절한다.
- 진공 수송과 같은 봉입된 시스템 속으로 배출하거나 배출부에서 먼지를 조절할 수 있는 국소배기장비를 부가적으로 설비한다.
- 가연성 고체에 대한 폭발감쇄장비를 고려하고 기계가 적절히 접지되어 있는지를 확인한다. 접지 끈을 사용한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있도록 작업장으로부터 떨어진 곳에 개방된 창문이나 출입문을 설비한다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.
- 작업 중 자동표시기 같은 공기 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다.

■ 작업장내로 깨끗하게 정화된 공기를 재순환시킬 수 있다.

검사, 시험가동과 유지

■ 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
■ 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
■ 적어도 일주일에 한 번은 닥트 시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
■ 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
■ 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
■ 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

■ 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
■ 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
■ 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
■ 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
■ 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
■ 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
■ 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
■ 빈 용기는 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.
☐ 봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 215

관리 접근 2

선별작업

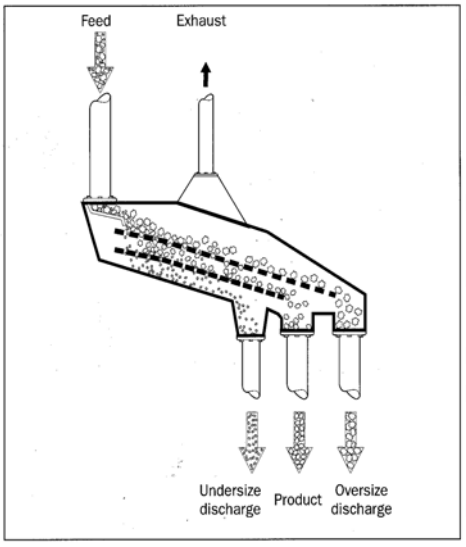
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 대규모 고체를 선별하는 작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 선별기를 가능한 한 밀폐 차단한다. 특히 공급부와 배출부는 더욱 차단한다.
- 국소배기장비를 공급구멍과 떨어뜨리는 부위에 설비한다. 선별된 원료를 받는 깔때기에는 추가환기장비가 필요할 것이다.
- 선별기 차단부내로 흡입되는 기류는 적어도 초당 1m을 유지해야 한다.
- 차단막은 각 구간마다 청소와 유지관리가 용이하게끔 설계한다.
- 정기 감시를 위해 여닫이문을 설비한다.
- 차단부내에 가능한 많은 공간을 제공하라. 그러면 먼지가 새어나가지 않고 작업부내로 잡아둘 수 있다.
- 선별기의 고정부와 이동부 사이에 먼지 밀폐장치를 사용한다.
- 가연성 고체에 대한 폭발감쇄장비를 고려하고 기계가 적절히 접지되어 있는지를 확인한다. 접지 끈을 사용한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있도록 작업장으로부터 떨어진 곳에 개방된 창문이나 출입문을 설비한다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.
- 작업 중 자동표시기 같은 공기 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다.

■ 작업장내로 깨끗하게 정화된 공기를 재순환시킬 수 있다.

검사, 시험가동과 유지

■ 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
■ 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
■ 적어도 일주일에 한 번은 닥트시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
■ 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
■ 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
■ 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

■ 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
■ 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
■ 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
■ 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
■ 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
■ 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
■ 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
■ 빈 용기는 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 216

관리 접근 2

분무 도장작업

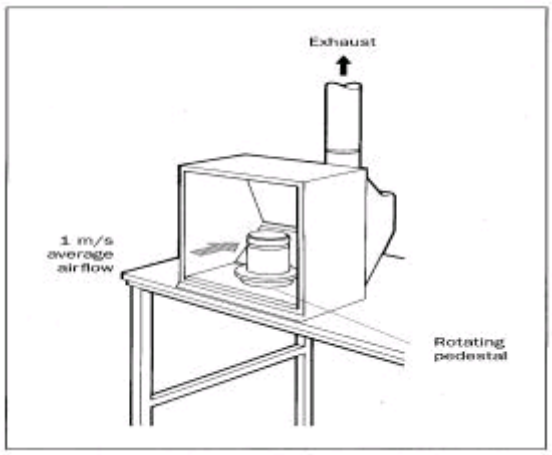
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 분무 도장작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 장비와 원료가 충분히 들어갈 수 있을 정도로 깊은 밀폐차단막을 만든다.
- 개방부위는 최소화하면서 안전한 작업을 위해 작업실은 충분히 커야한다.
- 도장하려하는 대상이 회전할 수 있도록 회전대를 제공하면 작업자가 기류 쪽으로 분무할 필요가 없다.
- 큰 제품이 작업실 개방부, 공기 흡기부와 배기부를 막지 않도록 한다.
- 제품을 환기지역 안에 두지 않는다. 기류를 방해할 수 있다.
- 도장된 제품을 어디에서 건조할 것인지를 고려하라. 독립된 건조공간이 필요할 수 있다.
- 밀폐차단막 입구쪽 기류는 초당 1m을 유지 하도록 한다.
- 공기는 부스로부터 전체 단면 지역에 이르기까지의 공간을 거쳐 배출되어야 한다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 작업실에서 배출된 공기만큼의 새로운 공기가 작업실 내로 쉽게 보충될 수 있도록 한다.
- 작업 중 자동표시기 같은 공기 배출이 잘 이루어지고 있는지를 쉽게 체크할 수 있는 방법을 제공한다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.
- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다.
- 증기가 포함된 공기는 공기 재순환을 하지 않는다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

- 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
- 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
- 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
- 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
- 빈 용기는 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을

발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.

☐ 봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.

☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.

☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.

☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.

☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 217

관리 접근 2

금속세척 또는 도금조와 관련된 작업

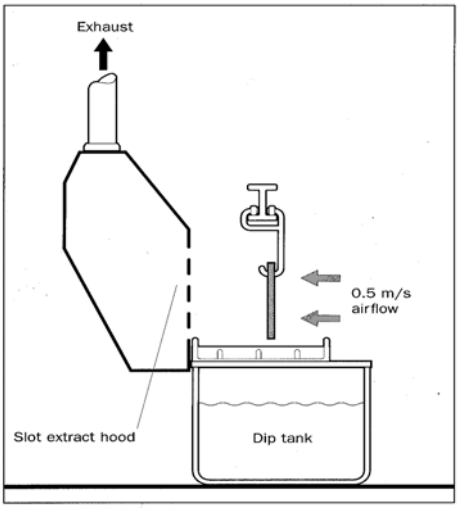
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이며 이 지침서는 toolkit의 관리 접근 2를 적용할 수 있는 동일한 작업에 사용될 수 있다. 이 지침서는 중·대규모 도금조를 이용한 금속세척작업과 관련한 업무에 필요한 좋은 실질적인 조언을 제공할 것이다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 작업한 공기를 대기 중에 배출하기 전에 공기정화장치가 필요할 수 있다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서는 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳에 낮은 통제기준을 제시하거나 정당화하기 위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 물통 표면을 가로지르는 기류는 적어도 초당 0.5m을 넘지 않도록 한다.
- 작업이 가능하도록 최대한 좁은 물통을 사용한다.
- 큰 물통에는 부분 커버를 고려한다.
- 물통에서 공기 교반기는 사용하지 않는다.
- 되돌려진 공기는 물통에 균일하게 공급되어야 한다.
- 부식에 내성이 있는 도관과 후드를 고려한다.
- 배출가스를 산성증기, 알칼리성 분무 등과 혼합하지 않는다. 아니면 서로 화학반응을 일으킬 수 있다.
- 플라스틱 공/구슬, 거품억제제 혹은 부스러기억제제 등을 사용하는 것을 고려한다. 물통표면에서 증기와 분무 형성을 감소시킬 수 있다.
- 전기 도금조에서는 도금용액을 사용하여 전기가스발생을 감소시킨다.
- 가능하다면 작업장을 출입문, 창문, 통로에서 떨어진 곳에 위치시켜 통풍장치가 환기를 방해하거나 오염을 확산시키는 것을 막는다.
- 배출닥트는 짧고 간단하여야 하며, 긴 조각이나 구부리기 쉬운 닥트는 피한다.
- 작업 중 국소배기장비가 잘 작동하는지를 쉽게 알 수 있도록 리본 끈과 같은 것을 흡입부에 부착할 수 있다.
- 배출공기는 출입구나 창문, 공기 진입구에서 떨어진 안전한 곳에 배출한다. 배출공기가 이웃에게 영향을 주지 않도록 주의한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과

와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 닥트시스템을 체크하고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 즉시 수리한다.
- 적어도 1년에 한 번은 전체적으로 시스템을 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 만일 기계가 잘 작동하지 않는다는 어떠한 의심이라도 든다면 사용을 멈춘다.

청소와 관리

- 당일 사용할 만큼의 재료만 작업장에 비치한다.
- 기계와 작업장 주변을 매일 청소한다.
- 작업장 먼지나 증기의 주범은 넘쳐난 먼지들이다. 넘친 것이 있다면 즉각 청소한다.
- 먼지를 브러시나 압축공기로 청소하지 말고 젖은 걸레나 진공청소기를 이용한다.
- 사용 후에는 즉시 용기의 뚜껑을 닫는다.
- 용기는 손상 받지 않을 안전한 장소에 보관한다.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.
- 빈 용기는 안전하게 폐기한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는

안 된다.
□ 종이봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.
□ 탱크를 사용하지 않을 때는 커버를 꼭 씌워둔다.
□ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
□ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
□ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트를 이용하여 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 218

관리 접근 2

증기 탈지 전해조

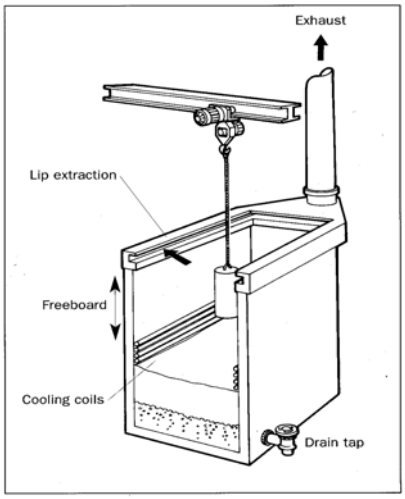
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 또한 이 시트는 중간 및 보다 큰 규모의 증기제거 욕조의 사용을 위한 기술적인(실질적인) 조언을 제공한다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 국소배기는 욕조의 가장자리를 통해 배출하여 안전하게 하라.
- 프리보드의 높이는 욕조의 깊이의 최소 75%가 되어야한다.
- 프리보드 구역은 완전히 건조한 성분으로 구성하여라.
- 욕조를 사용하지 않는 경우에는 덮어라.
- 증기를 배출하기 위하여 작업자가 욕조로부터 너무 빠르게 제품을 끄집어내지 않도록 훈련하여 안전하게 하라.
- 욕조에서 용액의 제거는 바닥을 통하여 안전하게 하라.
- 욕조의 온도를 정확하게 균형을 유지하라. 아울러 냉각코일에 과부하가 되지 않게 하라
- LEV(국소배기)의 차단 및 먼지 또는 증기가 퍼지는 것을 막기 위하여 가능한 문 또는 창문으로부터 떨어지게 작업을 위치하라.
- 배출관은 짧고 간단하게 하라(휘기 쉬운 관을 길게 하지 않는다).
- 흡입구에 리본 스트립을 부착 등을 통하여 국소배기장치가 작동하는 지를 확인하기 쉬운 방법을 제공하라.
- 배출공기는 문 또는 창문에서 떨어진 안전한 곳으로 공기 출구를 만들고, 이웃에 피해가 가지 않도록 주의하라.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.

- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다. 만일 부스가 제대로 작동하지 않는 부분이 있을 경우 즉시 수리한다. 필요시 수리가 완료될 때까지는 전체 공정을 중지하는 것을 심각히 고려할 수 있어야 한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 기계를 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 작업이 제대로 되지 않는다는 어떤 조짐이라도 있으면 장비 사용을 중지하라.

청소와 관리

- 그날 작업장에서 사용될 물질의 양을 체크하라.
- 매일 작업장 및 장비를 청소하라.
- 액체 등이 엎질러지는 것(spill)은 작업장에서 먼지와 증기 발생의 중요한 원인이다. 즉시 청소하라.
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.
- 사용 후 용기를 마개로 막아라.
- 용기를 손상이 가지 않는 안전한 장소에 보관하라. 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 처리하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.

☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.
☐ 조에서 작업 조각을 너무 빨리 회수하지 않는다.
☐ 조를 사용하지 않을 때는 커버를 덮어둔다.
☐ 적절한 보호 장비를 착용하지 않고서는 청소를 위해 조 안으로 들어가지 않는다. 여기에 관해서는 HSE 정보지 EIS20에 설명되어 있다. 이 작업을 부적절하게 하다가 인명사고가 발생한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트를 이용하여 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 219

관리 접근 2

선반 건조 오븐

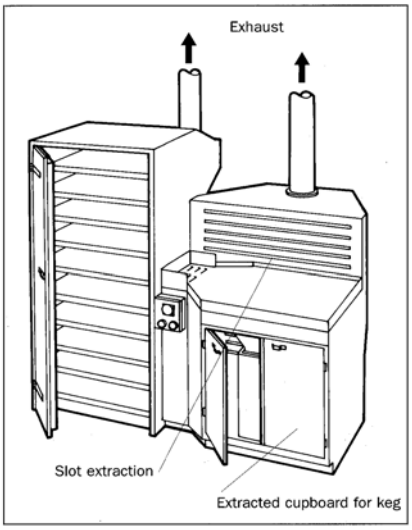
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있다. 이 지침서는 트레이 형태의 건조오븐을 이용하여 중간 크기의 물질의 건조작업을 위한 기술적인(실질적인) 조언을 제공한다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 배출가스를 대기 중으로 배출하기 전에 반드시 공기정화장치가 필요하다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 선반을 채우고 비우기 위한 장치를 제공한다.
- 선반 비우는 부분에 국소 배기 장치를 제공한다(그림 참조). 꼭대기 위치의 혼입 공기 기류는 적어도 초당 1m 이상이어야 한다.
- 오븐 문짝은 튼튼하고 안전하게 닫혀야 한다.
- 건조 중 발생한 증기를 제거하기 위해 오븐에 환기장치가 되어 있어야 한다.
- 오븐 환기는 주변 공기에 비해 낮은 압력에서 오븐을 유지하기에 충분해야 한다.
- 가연성 유기용제가 사용될 때, 오븐의 환기는 공기 중 용제 증기 농도가 낮은 폭발 한계의 25%를 넘지 않아야 한다. 물질 안전 자료를 참조하라.
- 가연성 용제가 사용될 때는 폭발 저감장치가 있어야 하며, 가연성 고체 사용 때에도 마찬가지이다.
- 가능한 한 작업장을 출입문, 창문, 도보에서 멀리 떨어진 곳에 위치시켜 외풍이 환기를 방해하지 않도록, 먼지나 증기가 퍼지지 않도록 한다.
- 배출관은 짧고 간단하게 하라(휘기 쉬운 관을 길게 하지마라).
- 흡입구에 리본스트립을 부착 등을 통하여 국소배기장치가 작동하는지를 확인하기 쉬운 방법을 제공하라.
- 배출 공기는 출입문, 창문, 공기 진입구로부터 멀리 떨어진 안전한 곳에 배출한다.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.

- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다. 만일 부스가 제대로 작동하지 않는 부분이 있을 경우 즉시 수리한다. 필요시 수리가 완료될 때까지는 전체 공정을 중지하는 것을 심각히 고려할 수 있어야 한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 기계를 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 작업이 제대로 되지 않은 어떤 조짐이라도 있으면 장비 사용을 중지하라.

청소와 관리

- 그날 작업장에서 사용될 물질의 양을 체크하라.
- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 액체 등을 엎지르는 것(spill)은 작업장에서 먼지와 증기 발생의 중요한 원인이다. spill이 발생하면 즉시 청소하라.
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.
- 사용 후 용기를 마개로 막아라.
- 용기를 손상이 가지 않는 안전한 장소에 보관하라. 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 처리하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

□ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.

☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.
☐ 종이봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트를 이용하여 흡수시킨다. 고체는 진공청소기나 젖은 걸레를 이용해 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 220

관리 접근 2

펠레타이징(잘게 부수는 작업)

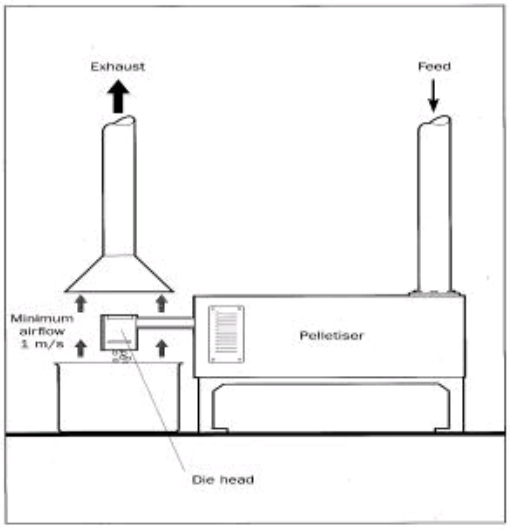
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 이 지침서는 중간 또는 보다 큰 크기의 고형물질을 필렛화(잘게 부수는 것) 작업을 위한 기술적인(실질적인) 조언을 제공한다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 배출가스를 대기 중으로 배출하기 전에 반드시 공기정화장치가 필요하다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 배기 후드를 배출 지점에 가까이 위치시킨다.
- 가능하다면, 분절된 접합부를 배기 닥트에 제공하여 후드가 움직일 수 있게 한다. 즉 유지보수가 쉽게 펠레타이징 두부에 잘 접근할 수 있게 한다. 대안으로 짧은 분절의 구부러진 닥트도 사용가능할 것이다.
- 배기 낙하 장치를 가로지르는 기류는 적어도 초당 1m 이상이어야 한다.
- 다른 위험들로 인해 발행하는 위험성을 최소화하기 위해 안전장치를 확보한다. 즉 뜨거운 표면과 접촉하거나 고압으로 액체가 분출되는 상황을 말한다.
- 좋은 조명을 제공한다. 조명은 화학물 또는 작업에 적합해야 하며 먼지가 들어가지 않거나 방화설비가 되어 있어야 한다.
- 가능한 한 작업장을 출입문, 창문, 도보에서 멀리 떨어진 곳에 위치시켜 외풍이 환기를 방해하지 않도록, 먼지나 증기가 퍼지지 않도록 한다.
- 배출관은 짧고 간단하게 하라. (휘기 쉬운 관을 길게 하지마라).
- 흡입구에 리본스트립 부착 등을 통하여 LEV 체크가 쉬운 방법을 제공하라.
- 배출공기는 문 또는 창문에서 떨어진 안전한 곳으로 공기 출구를 만들고, 이웃에 피해가 가지 않도록 주의하라.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과

와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다. 만일 부스가 제대로 작동하지 않는 부분이 있을 경우 즉시 수리한다. 필요시 수리가 완료될 때까지는 전체 공정을 중지하는 것을 심각히 고려할 수 있어야 한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 기계를 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 작업이 제대로 되지 않은 어떤 조짐이라도 있으면 장비 사용을 중지하라.

청소와 관리

- 그날 작업장에서 사용될 물질의 양을 체크하라.
- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 액체 등을 엎지르는 것(spill)은 작업장에서 먼지와 증기 발생의 중요한 원인이다. spill이 발생하면 즉시 청소하라.
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.
- 사용 후 용기를 마개로 막아라.
- 용기를 손상이 가지 않는 안전한 장소에 보관하라. 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 처리하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.
☐ 종이봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트를 이용하여 흡수시킨다. 고체는 진공청소기나 젖은 걸레를 이용해 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 221

관리 접근 2

평판 압축

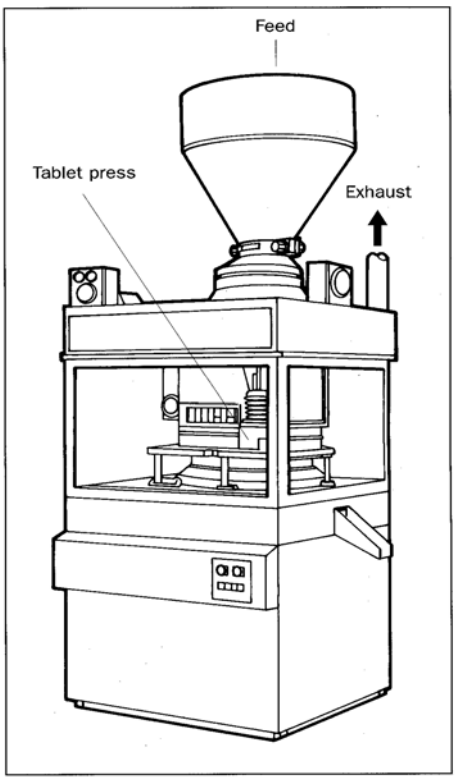
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이다. 이 지침서는 toolkit과 동일한 통제접근 2지침서에서 사용될 수 있고 중간 크기의 고형물질의 압착화 테이블 작업을 위한 기술적인(실질적인) 조언을 제공한다. 적절한 수준까지 폭로를 감소시키는데 도움을 주기위해 당신이 지켜야 할 중요한 점들이 기술되어 있다. 여기 기술된 내용은 모두가 중요한 내용들이다. 어떤 화학물들은 가연성이 있거나 부식성이 있어서 지침서가 이러한 위험들에 꼭 필요할 것이다. 더 이상의 정보는 물질안전자료를 참조한다. 배출가스를 대기 중으로 배출하기 전에 반드시 공기정화장치가 필요하다. 이 지침서는 당신의 건강을 보호하기 위해 당신에게 필요한 최소한의 표준을 확인시켜준다. 이 지침서를 작업통제를 위해 요구되어지는 수준이나 다른 위험을 통제하는데 사용해야하며 낮은 통제기준을 제시하기위해 사용해서는 안된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 고형물질의 이동 시스템을 가능한 밀폐시켜라.
- 압착판(tablet press) 주위(먼지가 비산되는 위치)는 환기를 통한 국소배기를 적어도 1m/sec의 속도로 제공하라.
- 압착판 배출부와 전달부위에는 부가적인 환기의 필요성을 고려하라.
- 압축시스템으로부터 발생되는 공기가 먼지 조절 측정을 방해하지 않게 안전하게 하라.
- 포함된 먼지가 폐쇄되도록 압축 기 계를 위치시켜라
- 기계의 청소 및 유지를 위해 어떤 폐쇄된 부분도 쉽게 접근할 수 있도록 디자인하라. (고형물질 및 압착물질에 의한 청소가 요구되는 상황 등)
- 일상적인 감시를 위한 경첩을 단 문(hinged door)을 제공하라.
- 기계 작동부분의 접촉을 방지하고 다른 위험(밀봉부위의 뜨거움 등)으로부터 안전을 제공하라.
- LEV(국소배기)의 차단 및 먼지 또는 증기가 퍼지는 것을 막기 위하여 가능한 문 또는 창문으로부터 떨어지게 작업을 위치하라.
- 배출관은 짧고 간단하게 하라. (휘기 쉬운 관을 길게 하지마라).
- 흡입구에 리본스트립을 부착 등을 통하여 LEV 체크가 쉬운 방법을 제공하라.
- 배출공기는 문 또는 창문에서 떨어진 안전한 곳으로 공기 출구를 만들고, 이웃에 피해

가 가지 않도록 주의하라.

검사, 시험가동과 유지

- 판매자로부터 부스의 디자인 성능에 대한 정보를 얻는다. 이 정보를 앞으로의 검사결과와 지속적으로 비교한다.
- 가동 중에 배출시스템이 매일 작동하는지를 체크한다.
- 적어도 일주일에 한 번은 부스를 보고 손상 받은 부위는 없는지 점검하고 필요시 수리한다. 만일 부스가 제대로 작동하지 않는 부분이 있을 경우 즉시 수리한다. 필요시 수리가 완료될 때까지는 전체 공정을 중지하는 것을 심각히 고려할 수 있어야 한다.
- 적어도 1년에 한 번은 작동설명서와 표준지침서를 기반으로 전체적으로 기계를 점검하고 시험 가동하여야 한다.
- 판매자나 설치자가 권유한 방법대로 효과적이고 효율적인 작업순서를 준수하여 장비를 유지하라.
- 작업이 제대로 되지 않은 어떤 조짐이라도 있으면 장비 사용을 중지하라.

청소와 관리

- 그날 작업장에서 사용될 물질의 양을 체크하라.
- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 액체 등을 엎지르는 것(spill)은 작업장에서 먼지와 증기 발생의 중요한 원인이다. spill이 발생하면 즉시 청소하라.
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.
- 사용 후 용기를 마개로 막아라.
- 용기를 손상이 가지 않는 안전한 장소에 보관하라. 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 처리하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안 된다.
☐ 종이봉지나 다른 쓰레기가 환기 닥트로 빨려 들어가지 않도록 한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 당신의 피부를 씻기 위해 유기용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트를 이용하여 흡수시킨다. 고체는 진공청소기나 젖은 걸레를 이용해 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 300

관리 접근 3

봉쇄의 일반 원칙

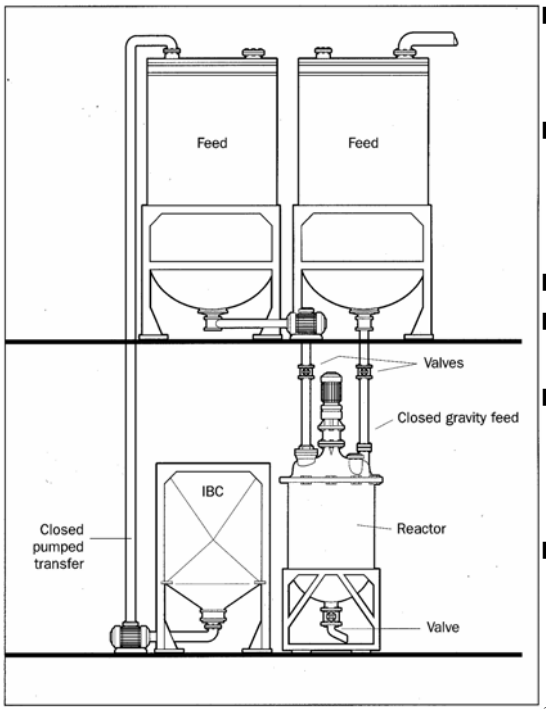
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 봉쇄에 대한 좋은 실질적 권고를 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 다음 사항이 중요하다. 봉쇄는 고체와 액체를 포함하는 소, 중, 대규모의 작업 모두에 적용할 수 있다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 작업장과 장비는 현저히 깨끗해야 한다.
- 작업장 출입을 관리하라. 훈련받은 필수 작업자만 위험한 작업장에 들어가는 것을 허용해야 한다.

설계와 장비



- 고체 방벽에 의해 위험한 물질로부터 작업자를 분리시키는 폐쇄 시스템에서 물질을 다루어야 한다.
- 관리 조건하에서 폐쇄 시스템의 제한된 트인 구멍을 허용하라. (노출 시간이 수분이내이고, 다뤄지는 물질이 소량인 경우) 예. 양 관리 샘플의 채취
- 관리가 쉬운 폐쇄 시스템을 설계하라.
- 가능하면, 유출을 줄이기 위해 음압의 장비를 유지하라.
- 환기되는 공기가 문, 창, 도보길, 그리고 공기 출입구로부터 떨어진 안전한 장소로 환기시켜라. 환기되는 공기가 이웃에게 영향을 미치지 않도록 주의하라.
- 오염된 공동의 배출 또는 수로로부터 누출을 방지하기위해 분리된 배출, 집수 시스템을 제공하라.

검사와 유지

- 모든 사용되는 장비는 좋은 수리와 효과적인 작업 순서로 유지되도록 한다. 적어도 일년에 한번 완전히 검사를 하라.
- 모든 유지 작업에 permit-to-work 시스템을 채용하라. - S101 시트를 보라.
- 시스템이 개방되거나 들어가기 전에 특별한 조치를 명시하고 수행하라.
- 안전하기 전에 도관 안에 들어가지 마라. 위험하거나 가연성 물질, 충분한 산소

(19.5~22%)를 확인하라. 출입이나 작업이 위험한 상황을 일으킬 수 있음을 주의하라.
■ 필요시 손상과 수리의 징후에 관하연 모든 장비를 일주에 한 번씩 점거하라.

청소와 관리유지

■ 작업 장비와 작업장을 매일 청소하라.
■ 작업장에서 분진과 증기의 주요 원인은 엎지름이다. 모든 엎지름을 즉시 청소하라.
■ 분진을 솔이나 압축공기로 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공을 사용하라.
■ 사용 후 즉시 용기의 뚜껑을 닫아라.
■ 용기를 손상입지 않을 안전한 장소에 보관하라.
■ 휘발성 액체를 직사광선에 노출되지 않는 곳에 보관하라.
■ 물질의 안전 정보 시트를 확인하거나 공급자에게 어떤 PPE가 필요한지 확인한다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.
■ 호흡보호 장비(RPE)는 일상적인 작업에 대하여 필요치 않다. 그러나 청소나 유지 작업, 그리고 엎질러짐을 다룰 때 필요할 수 있다.
■ 호흡하기 충분한 순수한 공기가 없을 때 공기를 공급할 개인 보호 장비(RPE)가 필요한 제한된 공간으로 들어갈 일부 유지 작업을 인식하고 있어야 한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.

☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 301

관리 접근 3

글러브 박스의 설계와 사용

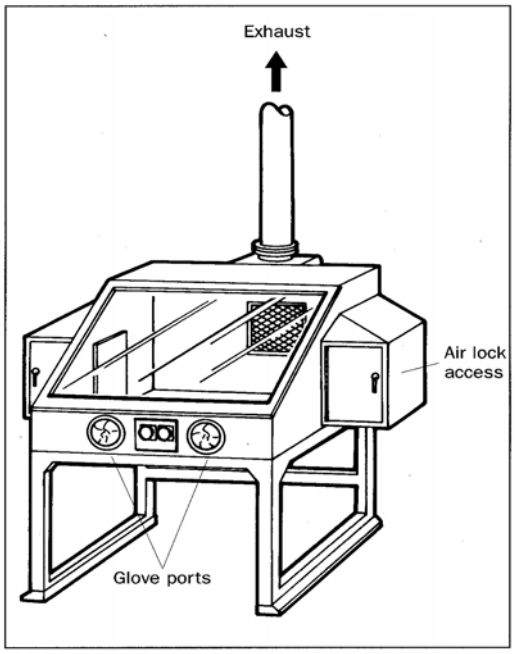
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 glove box의 디자인 및 사용을 위한 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 다음 사항이 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- glove box는 하나 또는 그이상의 공기잠금장치를 설치하라.
- glove box의 안쪽 표면은 부드럽고, 불 침투성이고, 쉽게 오염되지 않도록 하여야 한다. 단순한 오염을 제거하기 위하여 벗기기 쉬운 플라스틱 코팅을 사용할 수 있다.
- box의 모서리는 둥글게 하여 쉽게 청소할 수 있도록 하여야 한다.
- glove box 안에서 필요한 모든 서비스(작업 및 작동)는 기계(unit)의 밖에서 조절할 수 있어야 한다.
- glove는 화학물질에 저항하는 것을 사용하고, glove ports(출입구)는 밀봉되어야 한다.
- 작업장 표면의 조도는 250lux의 밝은 조명을 제공하여야 한다.
- 기계(box) 안은 약한 음압으로 환기를 제공하고, 공기 주입구는 필터를 부착하여야 한다.
- 배출가스는 배출 전에 적절한 집진기(scrubber)와 고효율의 필터를 통해서 배출하여야 한다.
- 배출된 공기의 출입구는 문 및 창문에서 멀리 떨어져 안전한 곳으로 배출되어야 한다.

검사, 시험가동과 유지

- 효율적으로 작업할 수 있도록 모든 장비의 사용은 안전하게 유지되어야 한다. 1년에 1회 이상 검사하고 테스트하는 시스템을 갖추어야 한다.
- 장비의 스위치를 켠 상태에서 매일 작업 중 배출시스템을 체크하라
- 손상이나 정비가 필요한 사인이 있으면 1주일에 1번 관(duct)을 눈으로 체크하라.

- (청소 또는 세척 등의 작업) 시스템을 열거나 들어가기 전에 문서(설명서)와 특별한 작동 매뉴얼의 확인이 필요하다.
- 모든 장비를 손상 및 수리의 사인이 필요하면 1주일 1번 체크하라.

청소와 관리

- 그날 작업장에서 사용될 물질의 양을 체크하라.
- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 액체 등을 엎지르는 것(spill)은 작업장에서 먼지와 증기 발생의 중요한 원인이다. spill이 발생하면 즉시 청소하라.
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.
- 사용 후 용기를 마개로 막아라.
- 용기를 손상이 가지 않는 안전한 장소에 보관하라. 휘발성 액체는 직사광선을 피하여 보관하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 일상적인 작업에는 호흡 보호 장비가 필요하지 않아도, 누출된 것을 취급하는 경우, 청소 및 유지 활동 등에는 호흡 보호 장비가 필요하다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

위해도 관리방법 302

관리 접근 3

먼지배기 장비로부터 쓰레기 제거

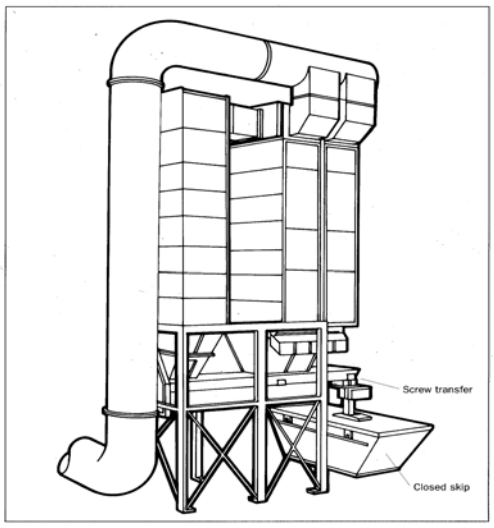
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 먼지배출 기기로부터 배출물(쓰레기) 제거 작업을 위한 실질적인 조언을 제공하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 문 또는 창문에서 떨어진 먼지배출기기의 바깥쪽에 위치하여야 한다.
- 연소된 고형물에 의한 폭발의 위험성 제거를 고려하여야 한다. 장비를 적절히 묶거나 땅에 고정하여 안전하게 하여야 한다.
- 용량 초과를 피해야 한다.(배출물의 용량의 최대치에 대한 표시를 제공하여야 한다).
- 배출 라인에 잠금 밸브를 제공하여야 한다.
- 장비에 쉽게 접근 및 유지가 가능하도록 디자인해야 한다.
- 장비에 도구 사용 및 제거를 위한 충분한 공간이 제공되어야 한다.
- 장비의 작동을 위한 많은 도구 및 사람의 접근을 위한 공간이 안전하여야 한다.
- 쓰레기의 처리는 지역 환경법에 따라야 한다. 쓰레기는 사람들에게 해를 끼쳐서는 안된다.

검사, 시험가동과 유지

- 효율적으로 작업할 수 있도록 모든 장비의 사용은 안전하게 유지되어야 한다. 1년에 1회 이상 검사하고 테스트하는 시스템을 갖추어야 한다.
- S101 시트에 따라서 모든 작업은 “permit-to-work” 시스템을 채택하여야 한다.
- (청소 또는 세척 등의 작업) 시스템을 열거나 들어가기 전에 문서(설명서)와 특별한 작동 매뉴얼의 확인이 필요하다.
- 안전이 확인될 때 까지 어떤 통로(vessel)에도 들어가지 마라. 위험하고 휘발성 물질 및 충분한 산소량(19.5~22%)을 체크하라. 라인에 들어가거나 작업은 위험한 상황을 야기할

수 있다는 사실을 명심하여라.(예, 위험한 찌꺼기, 산소결핍 등)
- 모든 장비를 손상 및 수리의 사인이 필요하면 1주일 1번 체크하라.

청소와 관리

- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 액체 등을 엎지르는 것(spill)은 작업장에서 먼지와 증기 발생의 중요한 원인이다. spill이 발생하면 즉시 청소하라.
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 일상적인 작업에는 호흡 보호 장비가 필요하지 않아도, 누출된 것을 취급하는 경우, 청소 및 유지 활동 등에는 호흡 보호 장비가 필요하다.
- 밀폐된 공간에서 작업을 유지하거나, 호흡 시 순수 공기가 충분하지 않는 경우에는 호흡보호 장비가 필요한 것을 인지하여야 한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

위해도 관리방법 303

관리 접근 3

고체 수송 작업

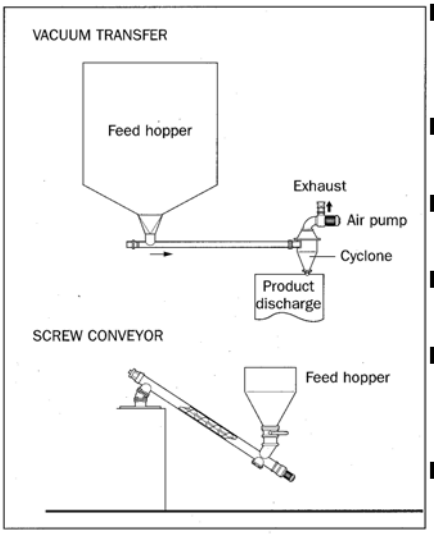
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 고형물질의 이동을 위한 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 진공식 이동(vaccum transfer) 및 나사식 이동(screw conveyor) 같은 폐쇄된 상태에서 이동시스템을 사용하라.
- 이 시스템은 누출은 자유롭고 모든 접합부는 적절하게 밀봉하여 안전하게 하라.
- 고형물질의 취급 및 적당히 강한 물질 사용에 따른 가능한 마모에 대하여 주의를 기울어야 한다.
- 폐쇄 시스템의 결합 없이 봉합을 어떻게 취급할 것인지를 고려하여야 한다.(예, 진동판, 공기분출)
- 연소된 고형물에 의한 폭발의 위험성 제거를 고려하여야 한다. 장비를 적절히 묶거나 땅에 고정하여 안전하게 하여야 한다.
- 시스템은 비스듬하게 또는 분리하여 안전하게하고, 청수 및 유지를 위한 접근이 용이하도록 디자인 하여야 한다.
- 조절 체크가 쉽도록 제공되어야 한다.
- 배출된 공기는 문 바깥쪽으로 안전한 장소에 배출되어야 한다.

검사, 시험가동과 유지

- 효율적으로 작업할 수 있도록 모든 장비의 사용은 안전하게 유지되어야 한다. 1년에 1회 이상 검사하고 테스트하는 시스템을 갖추어야 한다.
- S101 시트에 따라서 모든 작업은 “permit-to-work” 시스템을 채택하여야 한다.
- (청소 또는 세척 등의 작업) 시스템을 열거나 들어가기 전에 문서(설명서)와 특별한 작동 매뉴얼의 확인이 필요하다.
- 모든 장비를 손상 및 수리의 사인이 필요하면 1주일 1번 체크하라.

청소와 관리

- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 일상적인 작업에는 호흡 보호 장비가 필요하지 않아도, 누출된 것을 취급하는 경우, 청소 및 유지 활동 등에는 호흡 보호 장비가 필요하다.
- 밀폐된 공간에서 작업을 유지하거나, 호흡 시 순수 공기가 충분하지 않는 경우에는 호흡보호 장비가 필요한 것을 인지하여야 한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 304

관리 접근 3

자루 비우는 작업

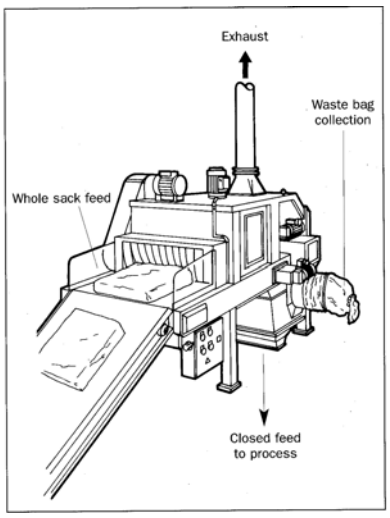
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 부대(자루)를 비우는 많은 작업이 발생하는 경우 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 자루를 비우는 작업은 폐쇄되어야 하고, 가능한 충분히 자루를 제거하여라.
- 가능한 개방 공간은 작게 하고, 이동지점(conveyor loading point)에는 유연한 커튼을 제공하여라.
- 모든 개방지점에는 최소한 1m/sec 의 공기를 집어넣어 충분히 배출되도록 하여라.
- 생산설비의 연결 및 저장시 밀폐하고, 적절한 밀봉을 통하여 안전하게 하라.
- 장비에 도구 사용 및 제거를 위한 충분한 공간이 제공되어야 한다.
- 장비의 작동을 위한 많은 도구 및 사람의 접근을 위한 공간이 안전하여야 한다.
- 시스템이 쉽게 유지되도록 디자인하라.
- 연소된 고형물에 의한 폭발의 위험성 제거의 필요성을 고려하여야 한다. 장비를 적절히 묶거나 땅에 고정하여 안전하게 하여야 한다.
- 배출되는 공기는 문, 창문, 공기주입구로부터 떨어져 안전한 장소로 배출되어야 한다.

검사, 시험가동과 유지

- 효율적으로 작업할 수 있도록 모든 장비의 사용은 안전하게 유지되어야 한다. 1년에 1회 이상 검사하고 테스트하는 시스템을 갖추어야 한다.
- S101 시트에 따라서 모든 작업은 “permit-to-work” 시스템을 채택하여야 한다.
- (청소 또는 세척 등의 작업) 시스템을 열거나 들어가기 전에 문서(설명서)와 특별한 작동 매뉴얼의 확인이 필요하다.
- 모든 장비를 손상 및 수리의 사인이 필요하면 1주일 1번 체크하라.

청소와 관리

- 매일 작업장 및 장비를 청소하라
- 브러시 또는 압축공기로 먼지를 청소하지 마라. 젖은 천이나 진공기를 이용하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 직접 손으로 하는 작업을 피하고 보조 장비를 사용한다.
☐ 손상 받았거나 새는 자루는 주 저장 지역에서 적출하여 재포장한 뒤 안전하게 폐기한다. 책임자는 이 작업이 안전하게 수행되는지를 잘 감시한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체는 과립이나 매트를 이용하여 청소하거나 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 305

관리 접근 3

드럼 채우기

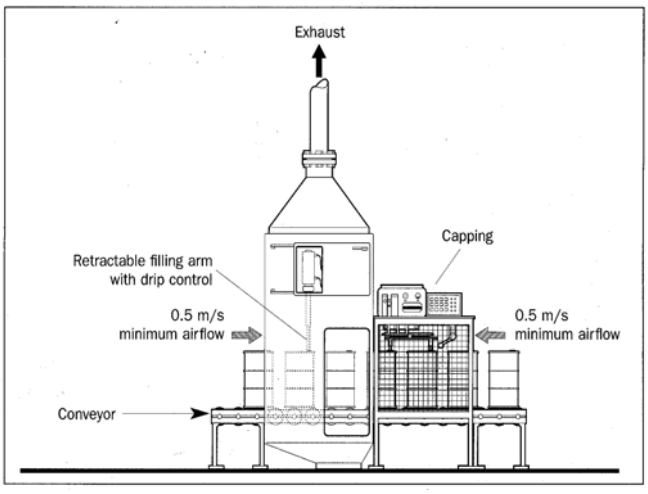
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 고 작업처리 드럼 채우기 작업에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 작업공간은 환기가 잘 되는지 확인한다.
- 작업공간은 유지보수가 용이하게 설계하여야 하며 가능하다면 장비도 유지보수가 쉽게 설계된 것으로 사용한다.
- 채우는 부분과 멈추는 장치 부분으로 들어가는 입구의 기류는 적어도 초당 0.5m 이상이어야 한다.
- 원료가 넘치지 않도록 적재함 혹은 유량측정계를 사용한다.
- 떨어지는 방울을 모으는 장치가 자동 충전 부속에 잘 설비되어 있는지를 확인한다.
- 채우는 부위와 멈추는 장치 부위에는 충분한 조명을 제공한다. 조명은 필요하다면 방화장비와 같이 원료물질의 성질에 적합한 것을 선택한다.
- 채우는 부위에 넘치는 것을 담을 수 있는 용기를 설비한다.
- 폭발 가능한 액체를 취급할 경우 적절한 펌프/송풍기가 사용되고 정전기로 인한 불똥을 방지하기위해 장비가 적절히 접지되어 있는지를 확인한다.
- 작동요인들이 지원 가능한 한 공정장비는 음압을 유지하여 누수를 방지하도록 조치한다.
- 배출공기는 출입문이나 창문, 공기주입구로부터 떨어진 곳에 배출한다.

검사, 시험가동과 유지

- 업무 시 사용되는 모든 장비는 공급자/설비자의 지시대로 효과적이고 효율적인 작업 순서대로 수리를 잘하면서 유지한다.

- 작업을 유지하기 위해 'permit to work' 체계를 적용하라.
- 시스템을 개방하거나 시스템 안으로 들어가기 전에 필요한 특별한 작업들[배출(purging)과 세척]은 꼭 준수한다.
- 장비를 안전하게 작동하기위해 필요한 모든 요인들에 대한 정보를 공급자에게 받도록 한다.
- 장비가 손상된 부분은 없는지 적어도 1주일에 한 번은 눈으로 보고 점검한다.
- 장비 점검이나 시험가동에 대한 모든 기록들은 적어도 5년간은 보관한다.

청소와 관리

- 작업장비와 작업영역은 매일 전체적으로 청소하라. 다른 장비와 작업실은 규칙적으로 청소하라-일주일에 한 번 정도가 추천된다.
- 흘러나온 물질은 바로 처리한다. 과립이나 매트로 흡수시켜 처리한다.
- 포장재/용기는 안전한 장소에 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 폐기하라.
- 용기는 사용 후 반드시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체는 과립이나 매트를 이용하여 청소하거

나 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 306

관리 접근 3

드럼 비우기

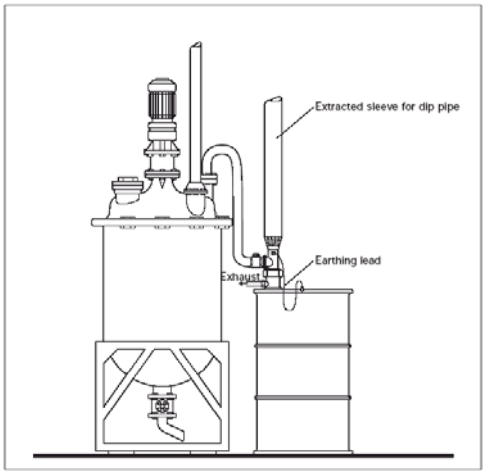
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 설계와 고 억제 드럼 퍼내기 사용에 실질적인 도움을 주고, 적정 수준으로 폭로를 줄이기 위해 따라야 할 중요한 포인트를 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 환기가 잘 이루어지는 곳에 장비를 두어라.
- 담그기 관은 물방울처럼 떨어지고 새는 것을 막기 위해 사용하지 않을 때, 담그기 관을 철수 할 수 있는 억제 또는 추출 슬리브관이 있어야 한다.
- 어떤 개구를 통해서든 수증기를 없애고, 내부로 초당 0.5m의 최소 공기 유속을 만들어 낼 수 있도록 펌프 슬리브관 추출이 충분해야 한다.
- 가연성액체의 경우, 적절한 펌프와 팬이 사용되고 (내화성이 있는지), 적절히 매여지고 접지 되었는지 확인하라.
- 문들, 창문들과 공기 흡입구들에서 추출된 공기를 안전 지역으로 배출하라.
- 운반되는 액체에 대해 호스 등 장비가 적절한 지 확인하라.

검사, 시험가동과 유지

- 업무 시 사용되는 모든 장비는 공급자/설비자의 지시대로 효과적이고 효율적인 작업 순서대로 수리를 잘하면서 유지한다.
- 작업을 유지하기 위해 'permit to work' 체계를 적용하라.
- 시스템을 개방하거나 시스템 안으로 들어가기 전에 필요한 특별한 작업들[배출(purging)과 세척]은 꼭 준수한다.
- 장비를 안전하게 작동하기위해 필요한 모든 요인들에 대한 정보를 공급자에게 받도록 한다.
- 장비가 손상된 부분은 없는지 적어도 1주일에 한 번은 눈으로 보고 점검한다.
- 장비 점검이나 시험가동에 대한 모든 기록들은 적어도 5년간은 보관한다.

청소와 관리

- 작업장비와 작업영역은 매일 전체적으로 청소하라. 다른 장비와 작업실은 규칙적으로 청소하라-일주일에 한 번 정도가 추천된다.
- 흘러나온 물질은 바로 처리한다. 과립이나 매트로 흡수시켜 처리한다.
- 포장재/용기는 안전한 장소에 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 폐기하라.
- 용기는 사용 후 반드시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 항상 드럼통 마개를 제거하고 이를 대신하여 '잠금장치'를 사용한다.
☐ 항상 접지 끈을 사용한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체는 과립이나 매트를 이용하여 청소하거나 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 307

관리 접근 3

국제 적하물 운반설비(IBC) 채우는 작업과 비우는 작업(고체)

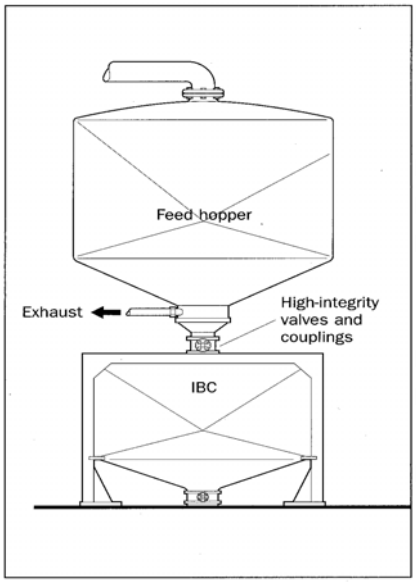
범위

■ 이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 국제 적하물 운반설비(IBC) 채우는 작업과 비우는 작업(고체)에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

■ 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



■ IBC가 담고 있는 물질에 맞게 설계되었고, 만들어졌는지 확인하라.
■ 완전한 상태의 밸브와 결합장치를 사용하라. 이들이 새지 않는지 확인하라.
■ 넘치지 않도록 주의하라. (할당량 소자 등)
■ 격리 수단을 제공하거나 채우기 속도를 조절하라.
■ 채워지는 용기에 배출구를 두라. 다시 공급관으로 배출하거나 문, 창문, 공기 흡인구 및 통로에서 안전구역으로 배출하라.
■ 지게차를 위해 공간을 확보하라.
■ 운송수단에서 용기로 우발적 피해를 막기 위한 방어막을 두어라.
■ 가연물에 대한 폭발 제거 필요성을 고려하고 장비는 적절히 매여지고 접지 되었는지 확인하라.

검사, 시험가동과 유지

■ 업무 시 사용되는 모든 장비는 공급자/설비자의 지시대로 효과적이고 효율적인 작업 순서대로 수리를 잘하면서 유지한다.
■ 작업을 유지하기 위해 'permit to work' 체계를 적용하라.
■ 시스템을 개방하거나 시스템 안으로 들어가기 전에 필요한 특별한 작업들[배출(purging)과 세척]은 꼭 준수한다.
■ 장비를 안전하게 작동하기 위해 필요한 모든 정보를 공급자에게 받도록 한다.

■ 장비가 손상된 부분은 없는지 적어도 1주일에 한 번은 눈으로 보고 점검한다.
■ 장비 점검이나 시험가동에 대한 모든 기록들은 적어도 5년간은 보관한다.

청소와 관리

■ 작업장비와 작업영역은 매일 전체적으로 청소하라. 다른 장비와 작업실은 규칙적으로 청소하라-일주일에 한 번 정도가 추천된다.
■ 흘러나온 물질은 바로 처리한다. 과립이나 매트로 흡수시켜 처리한다.
■ 포장재/용기는 안전한 장소에 보관하라.
■ 빈 용기는 안전하게 폐기하라.
■ 용기는 사용 후 반드시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ IBC에 과도하게 채워지지 않도록 주의한다.
☐ 울타리와 경고표지가 정위치에 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 고체는 진공청소기 또는 젖은 걸레를 이용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 308

관리 접근 3

국제 적하물 운반설비(IBC) 채우는 작업과 비우는 작업(액체)

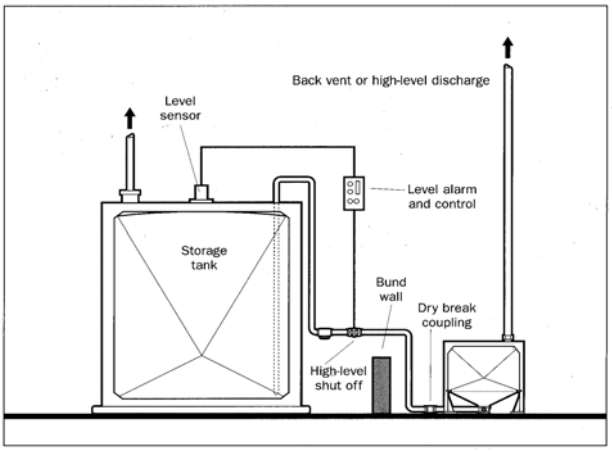
범위

■ 이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 국제 적하물 운반설비(IBC) 채우는 작업과 비우는 작업(액체)에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

■ 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



■ IBC, 펌프, 호스 등이 물질에 맞게 설계되었고, 만들어졌는지 확인하라.
■ 저장탱크는 유출을 막도록 제방벽으로 보호되어야 한다. 에워싸는 용량은 저장용기의 용량보다 25%이상 되어야 한다.
■ 관의 연결부위는 채우기 파이프, 감지기 및 수증기 배출구로 구성되어야 한다.
■ 연결은 유출억제 구역 내에 있어야 한다.
■ 채워지는 용기에 배출구를 두라. 다시 공급관으로 배출하거나 문, 창문, 공기 흡인구 및 통로에서 안전구역으로 배출하라.
■ 넘치지 않도록 주의하라. (감지기 또는 할당량 소자를 차단 밸브에 연결하라).
■ 건성 차단 연결 장치로 바닥 채우기를 선호한다. 그렇지 않다면 채우기 파이프의 길이는 IBC바닥에 이르도록 한다.
■ 지게차를 위해 공간을 확보하라.
■ 운송수단에서 용기로 우발적 피해를 막기 위한 방어막을 두어라.
■ 가연성액체의 경우, 장치가 적절히 매여지고 접지 되었는지 그리고 모든 전기장기가 적절히 내화성이 있는지 하라
■ 채우기 속도는 정전기 발생을 최소화하기 위해 초당 1m 미만이 되도록 하라!

검사, 시험가동과 유지

- 업무 시 사용되는 모든 장비는 공급자/설비자의 지시대로 효과적이고 효율적인 작업 순서대로 수리를 잘하면서 유지한다.
- 작업을 유지하기 위해 'permit to work' 체계를 적용하라.
- 시스템을 개방하거나 시스템 안으로 들어가기 전에 필요한 특별한 작업들[배출(purging)과 세척]은 꼭 준수한다.
- 장비를 안전하게 작동하기위해 필요한 모든 요인들에 대한 정보를 공급자에게 받도록 한다.
- 장비가 손상된 부분은 없는지 적어도 1주일에 한 번은 눈으로 보고 점검한다.
- 장비 점검이나 시험가동에 대한 모든 기록들은 적어도 5년간은 보관한다.

청소와 관리

- 작업장비와 작업영역은 매일 전체적으로 청소하라. 다른 장비와 작업실은 규칙적으로 청소하라-일주일에 한 번 정도가 추천된다.
- 흘러나온 물질은 바로 처리한다. 과립이나 매트로 흡수시켜 처리한다.
- 포장재/용기는 안전한 장소에 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 폐기하라.
- 용기는 사용 후 반드시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.

☐ 모든 연결부가 올바르게 연결되어 있는지를 확인한다.
☐ 비우는 공간의 울타리를 분리한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체는 과립이나 매트를 이용하여 청소하거나 흡수시킨다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 309

관리 접근 3

고체운반차 채우는 작업과 비우는 작업

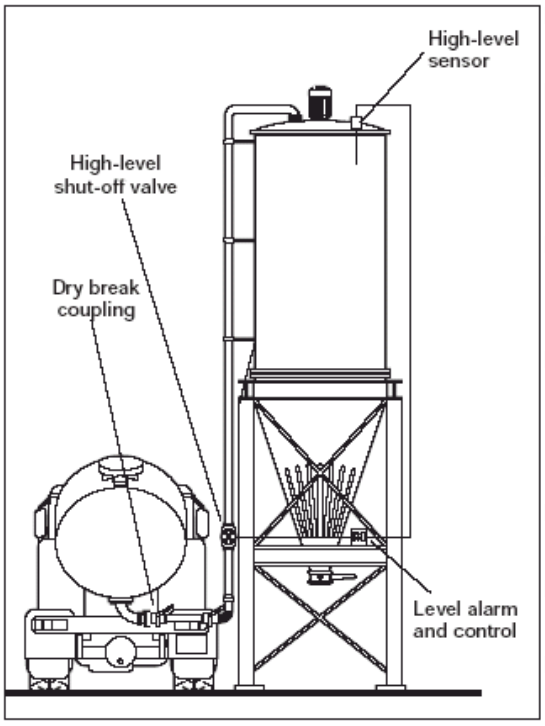
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 고체운반차 작업과 고체 대량저장 작업에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 저장고가 물질에 맞게 설계되었고, 만들어졌는지 확인하라.
- 저장고가 채워지고 비워질 때 출입구를 봉하고 모든 출입구가 닫혔는지 확인하라.
- 넘치지 않도록 주의하라. (할당량 소자 또는 높은 수준의 지시기를 사용하라).
- 저장고와 운반차 사이에 단단한 연결장치를 사용하라. 저장고에서 배출속도를 제어할 수 있는 밸브를 두어라.
- 채워지는 용기에 배출구를 두라. 다시 공급관으로 배출하거나 문, 창문, 공기 흡인구 및 통로에서 안전구역으로 배출하라. 추출된 공기에 먼지 여과를 제공하도록 고려하라.
- 트럭이 과다한 수준까지 먼지를 방사할 수 있는 지를 기록하라.
- 물질이 빠질 때 깨끗하고 다소 건조한 공기가 저장고에 들어가도록 배열하라.
- 저장고에 들어가지 않고 차단물을 다룰 수 있는 방법을 고려하라 (진동 패드 또는 공지분사 등)
- 운송수단에서 용기로 우발적 피해를 막기 위한 방어막을 두어라.
- 가연물에 대한 폭발 제거 필요성을 고려하고 장비는 적절히 매여지고 접지 되었는지 확인하라.

검사, 시험가동과 유지

■ 안전할 때까지는 저장고에 들어가지 마라. 위험하거나 가연성물질 그리고 산소가 충분한지(19.5%와 22% 사이) 점검하라. 시작 또는 작업이 위험한 상황을 야기할 수 있나 기록하라 (불안한 침전물, 용접은 산소를 고갈시킬 수 있다 등). 저장고 내용물로 인한 익사를 막기 위해 추락방지복장을 착용하라.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

□ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
□ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
□ 저장고 외부로부터의 연결/차단부를 청소한다. 저장고 내로 출입하기 위해서는 'permit to work'에서 정한 수준이 요구될 것이다.
□ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
□ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
□ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 고체에 대해서는 진공청소기 또는 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것이 있으면 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 안내된 수칙에 의거하여 적절한 개인보호 장비를 사용, 유지하고 저장한다.

위해도 관리방법 310

관리 접근 3

유조차 채우는 작업과 비우는 작업

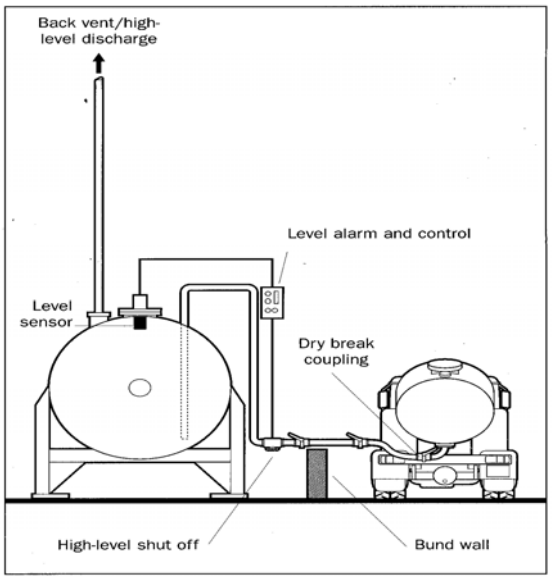
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 유조차 안과 밖으로 액체 운반 작업에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 저장탱크는 유출을 막도록 제방벽으로 보호되어야 한다. 에워싸는 용량은 저장용기의 용량보다 25%이상 되어야 한다.
- 관의 연결부위는 채우기 파이프, 감지기 및 수증기 배출구로 구성되어야 한다. 연결은 유출억제 구역 내에 있어야 한다.
- 전용 연결선이 사용되어야 하고, 건성 차단 연결 장치가 고려되어야 한다.
- 채워지는 용기에 배출구를 두라. 다시 공급관으로 배출하거나 문, 창문, 공기 흡인구 및 통로에서 안전구역으로 배출하라.
- 압력진공밸브는 유조차에 딱 맞아야 한다.
- 넘치지 않도록 주의하라. (감지기 또는 할당량 소자를 차단 밸브에 연결하라).
- 바닥 채우기가 좋다. 그렇지 않다면 채우기 파이프의 길이는 채우는 동안 용기의 바닥에 이르도록 한다.
- 운송수단에서 용기로 우발적 피해를 막기 위한 방어막을 두어라.
- 가연성액체의 경우, 장치가 적절히 접지 되었는지 그리고 모든 전기장기가 적절히 내화성이 있는지 하라

검사, 시험가동과 유지

- 사용된 모든 장비가 잘 수리되어 작업순서에 효율적으로 유지되고 있는지 확인하라.
- 모든 유지 작업에 'permit-to-work' 시스템을 채택하라. 관리지 S101을 보라.
- 시스템이 시작되기 전 필요한 모든 특별과정들을 기록하고 따르라(청결, 세척 등).

- 안전할 때까지는 저장고에 들어가지 마라. 위험하거나 가연성물질 그리고 산소가 충분한지(19.5%와 22% 사이) 점검하라. 시작 또는 작업이 위험한 상황을 야기할 수 있나 기록하라(불안한 침전물, 용접은 산소를 고갈시킬 수 있다 등). 저장고 내용물로 인한 익사를 막기 위해 추락방지복장을 착용하라.
- 모든 장비에 대해서는 손상의 가능성이 있는지 일주일에 한 번씩 점검하고 필요하다면 수리하라.

청소와 관리

- 장비와 작업공간은 매일 청소하라.
- 엎지르고 유출되는 것들이 작업장 내 먼저와 증기의 주원인이다. 모든 유출물은 즉시 깨끗이 청소하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
- 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업은 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 모든 연결부가 올바르게 연결되어 있는지를 확인한다.
☐ 비우는 공간의 울타리를 분리한다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.

☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 311

관리 접근 3

작은 통 채우는 작업

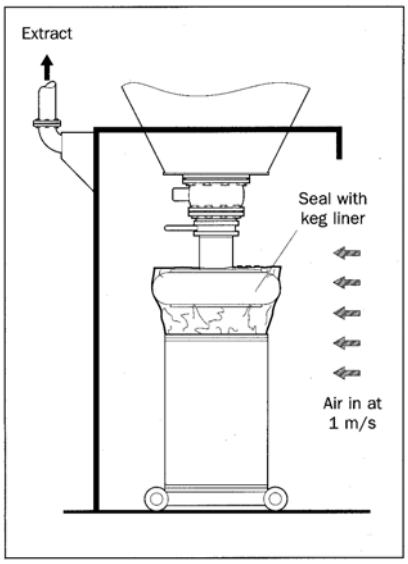
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 작은 통에 kg 량의 고체 채우기 작업에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 작은 통과 채우기 장비가 잘 맞는지 그리고 잘 유지되는 지 확인하라.
- 작은 통에 깔판을 사용하고, 차단시킬 만큼 충분히 큰지 확인하라.
- 작은 통 깔판과 채우기 윗부분 간을 적절히 봉한다.(부풀 수 있는 고리 등)
- 최대한의 밀폐할 수 있는 통을 사용하라 (귀 달린 그리고 고리죔쇠를 갖는)
- 채우기 과정에 내부로 최소 초속 1m의 공기유속을 갖도록 공기가 잘 통하도록 밀봉하라.
- 작은 통을 제거할 때는 채우기 윗부분에서 먼지가 방출되지 않도록 하라.
- 유출물이 퍼지는 것을 최소화하기 위해서는 채우는 점 아래에 쟁반모양의 접시나 석쇠를 사용하라.
- 적절한 조명을 두라. 조명장치는 다루는 물질에 성질에 적합하도록 선택하라. (먼지가 없고, 내화성)
- 가연물에 대한 폭발 제거 필요성을 고려하고 장비는 적절히 접지 되었는지 확인하라.
- 문들, 창문들과 공기 흡입구들에서 추출된 공기를 안전 지역으로 배출하라.

검사, 시험가동과 유지

- 업무 시 사용되는 모든 장비는 공급자/설비자의 지시대로 효과적이고 효율적인 작업 순서대로 수리를 잘하면서 유지한다.
- 작업을 유지하기 위해 'permit to work' 체계를 적용하라.
- 시스템을 개방하거나 시스템 안으로 들어가기 전에 필요한 특별한 작업들[배출(purging)과 세척]은 꼭 준수한다.

- 장비를 안전하게 작동하기위해 필요한 모든 요인들에 대한 정보를 공급자에게 받도록 한다.
- 장비가 손상된 부분은 없는지 적어도 1주일에 한 번은 눈으로 보고 점검한다.
- 장비 점검이나 시험가동에 대한 모든 기록들은 적어도 5년간은 보관한다.

청소와 관리

- 작업장비와 작업영역은 매일 전체적으로 청소하라. 다른 장비와 작업실은 규칙적으로 청소하라-일주일에 한 번 정도가 추천된다.
- 흘러나온 물질은 바로 처리한다. 과립이나 매트로 흡수시켜 처리한다.
- 포장재/용기는 안전한 장소에 보관하라.
- 빈 용기는 안전하게 폐기하라.
- 용기는 사용 후 반드시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
- 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지작업은 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 환기 시스템이 잘 작동하고 있는지 확인한다.
☐ 압력계나 자동표시기 등의 장비가 적절하게 가동되고 있는지 확인한다.
☐ 장비가 손상된 흔적, 사용 장비가 오작동 되거나 작동력이 약한지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 작은 통 liners나 다른 쓰레기가 환기 닥트 속으로 빨려 들어가지 않도록 주의한

다.
□ 수동보조기구가 제공된다면 사용하라.
□ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
□ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우 과립이나 매트로 흡수시킨다. 고체의 경우 진공청소기 혹은 젖은 걸레를 이용하여 닦아낸다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 312

관리 접근 3

펌프를 이용한 액체 운반 작업

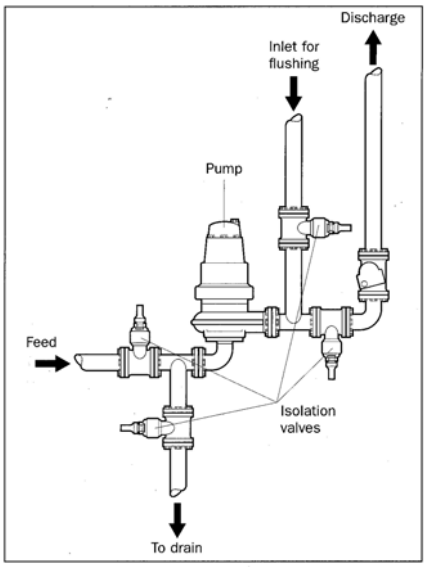
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 중간정도 및 많은 양의 액체를 펌프로 운반하는 작업에 실질적인 조언을 제공해주고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 잘 유지되도록 차단 시스템을 설계하라
- 봉합, 개스킷 및 밸브패킹이 다루는 물질과 잘 맞는지와 사용조건과 잘 맞는지 확인하라. (고온에서 변형되지 않고, 갈라지지 않는지)
- 모든 펌프, 파이프 및 연결 장치가 기준에 적합한지 확인하라.

고정된 파이프선

- 가지들과 쓸모없이 다리의 수를 최소화하라.
- 모든 파이프선이 손상으로부터 적절히 지지되고 보호되는지 확인하라.
- 모든 파이프선이 열에 팽창되도록 충분한 유연성을 갖는지 확인하라.
- 설비에서 파이프 부분이 분리되도록 조각판이나 밸브를 두어라.
- 방전에 주의하라.
- 봉쇄물을 다룰 수단을 고려하라. (유출입구)

유연한 파이프선

- 주빌리 클립과 같은 스크루클립이 아닌 볼트클립을 사용하라.
- 응급 사건시 빠른 격리에 대한 필요성을 고려하라.

펌프

- 과열 및 과압에 대해 펌프를 보호하라 (압력 감소 밸브 사용 등).

■ 펌프를 물이 나가게 하고 들어오도록 그리고 잔류물의 안전처리를 위해 배치하라.
■ 펌프의 유지와 교체를 준비하라 (조직판 또는 격리밸브를 통해).

검사, 시험가동과 유지

■ 업무 시 사용되는 모든 장비는 공급자/설비자의 지시대로 효과적이고 효율적인 작업 순서대로 수리를 잘하면서 유지한다.
■ 작업을 유지하기 위해 'permit to work' 체계를 적용하라.
■ 시스템을 개방하거나 시스템 안으로 들어가기 전에 필요한 특별한 작업들[배출(purging)과 세척]은 꼭 준수한다.
■ 안전할 때까지는 저장고에 들어가지 마라. 위험하거나 가연성물질 그리고 산소가 충분한지(19.5%와 22% 사이) 점검하라. 시작 또는 작업이 위험한 상황을 야기할 수 있나 기록하라 (불안한 침전물, 용접은 산소를 고갈시킬 수 있다 등).
■ 모든 장비에 대해서는 손상의 가능성이 있는지 일주일에 한 번씩 점검하고 필요하다면 수리하라.

청소와 관리

■ 작업장비와 작업영역은 매일 전체적으로 청소하라. 다른 장비와 작업실은 규칙적으로 청소하라-일주일에 한 번 정도가 추천된다.
■ 흘러나온 물질은 바로 처리한다. 과립이나 매트로 흡수시켜 처리한다.
■ 포장재/용기는 안전한 장소에 보관하라.
■ 빈 용기는 안전하게 폐기하라.
■ 용기는 사용 후 반드시 뚜껑을 닫는다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
■ 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 313

관리 접근 3

소형 용기 채우기 (패킷 및 병)

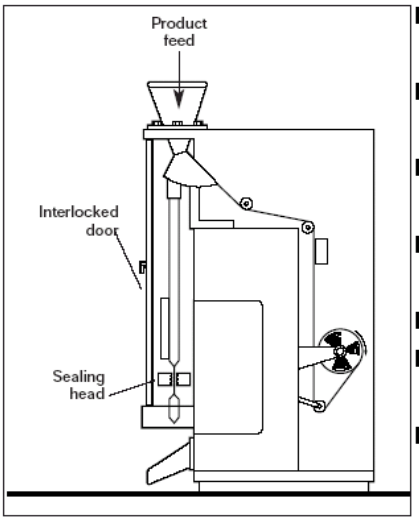
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 작은 패킷이나 병을 채우는 방법을 실무적으로 설명하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 투입물 전달 시스템을 최대한 밀봉하고 충전 헤드 주위를 인클로저(함)를 설치한다.
- 통합적으로 중량/부피를 측정하여 개방 이송을 최소화한다.
- 공기압 분출시스템에서 나온 고속의 압축공기가 장치를 파손하지 않게 설계한다.
- 세척과 유지보수를 고려하여 인클로저를 설계한다. 특히 식품 포장은 주기적인 청소가 필요하다.
- 유출물 포집/제거 시스템을 설치한다.
- 인클로저의 개구부(이송 컨베이어 등)에 신축성 커튼을 설치한다.
- 공정 중 음압을 유지하여 누출을 막는다. 공기 유입속도는 먼지에 대해서는 초당 1m/s, 증기에 대해서는 초당 0.5m/s로 한다.
- 추출한 공기는 문, 창문, 공기유입구에서 멀리 떨어진 곳에 분사한다.
- 불활성 분위기나 폭발방지장치의 설치를 검토한다.

검사, 시험가동과 유지

- 사용되는 장비가 모두 수리 상태가 좋은지 효율적인 작업을 위해 유지되어 있는지 확인한다. 최소한 1년에 한 차례 전체 시스템을 전부 조사하고 검사한다.
- 스위치를 켜면 배출 시스템이 작동하는지 매일 점검한다.
- 주 1회 환기 시스템을 육안으로 점검하고 필요하면 수리한다.
- 유지보수 작업에는 예외 없이 '작업 허가' 시스템을 적용한다. 시트 S101참조
- 시스템을 열고 들어가기 전에 따라야 할 절차들을 명문화하고 준수한다(청결, 세척 등).
- 안전을 확인하기 전까지는 용기에 들어가지 않는다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다. (19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용접작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.

■ 주 1회 모든 장비에 대해 손상 가능성이 있는지 점검하고 필요하면 수리한다.

청소와 관리

■ 작업 장치와 작업장은 매일 청소한다.
■ 유출물이 작업장 내 먼지와 증기의 주요 원인이다. 유출물은 즉시 닦아낸다.
■ 솔과 컴프레서로 먼지를 청소하지 않는다. 마른 천이나 진공청소기를 사용한다.
■ 사용 후 용기 뚜껑은 닫아 놓는다.
■ 용기는 파손의 위험이 없는 안전한 곳에 보관한다.
■ 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
■ 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.

☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 314

관리 접근 3

고체 무게 달기

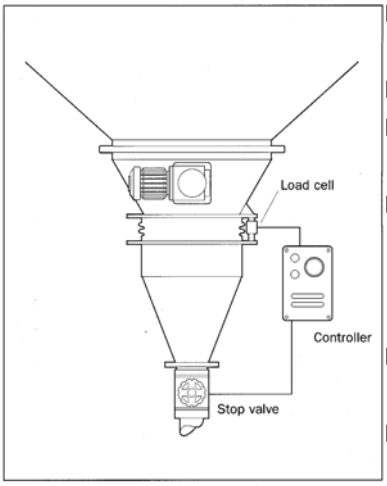
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 고형물질 계량법을 실무적으로 설명하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 공급호퍼(깔때기모양의 장치), 로드셀(무게측정소자)및 수용 용기간 연결은 방진상태가 유지되도록 한다.
- 로드셀과 공급호퍼간에는 공급통제장치를 설치한다.
- 장치와 저장고는 최대한 떨어지도록 해 먼지유입을 방지한다.
- 장치가 막히지 않게 예방하거나 막혔을 때 이를 처리하는 경우, 폐쇄계(closed system)의 손상 없이 다룰 수 있는 방법을 고려해야한다. (예를 들면, 진동패드나 압축공기 분사기 등)
- 각 부분이 각각 분리되고, 세척과 유지보수를 쉽게 할 수 있도록 설계한다.
- 가연성 고체를 다룰 경우를 고려해 폭발방지장치의 필요성을 고려하고 장치가 제대로 접지되었는지 확인한다.

검사, 시험가동과 유지

- 사용되는 장비가 모두 수리 상태가 좋은지 효율적인 작업을 위해 유지되어 있는지 확인한다. 최소한 1년에 한 차례 전체 시스템을 전부 조사하고 검사한다.
- 스위치를 켜면 배출 시스템이 작동하는지 매일 점검한다.
- 주 1회 환기 시스템을 육안으로 점검하고 필요하면 수리한다.
- 유지보수 작업에는 예외 없이 '작업 허가' 시스템을 적용한다. 시트 S101참조
- 시스템을 열고 들어가기 전에 따라야 할 절차들을 명문화하고 준수한다(청결, 세척 등).
- 안전을 확인하기 전까지는 용기에 들어가지 않는다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다. (19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용접작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.
- 주 1회 모든 장비에 대해 손상 가능성이 있는지 점검하고 필요하면 수리한다.

청소와 관리

- 작업 장치와 작업장은 매일 청소한다.
- 유출물이 작업장 내 먼지와 증기의 주요 원인이다. 유출물은 즉시 닦아낸다.
- 솔과 컴프레서로 먼지를 청소하지 않는다. 마른 천이나 진공청소기를 사용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
- 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 315

관리 접근 3

액체 무게 달기

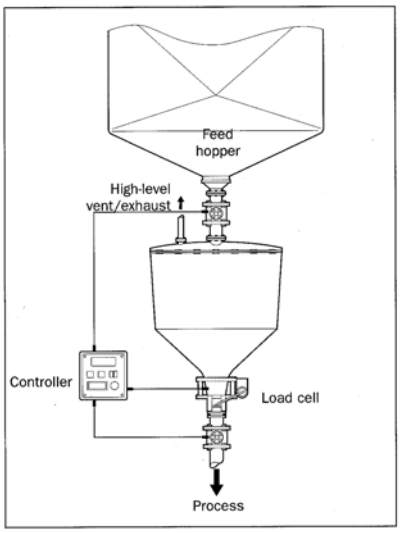
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 액체 계량법을 실무적으로 설명하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 로드셀과 계측유수장치(metered flow device)를 사용해 액체가 고정된 양으로 분배되게 한다.
- 무게 측정 장치 내 필요한 곳에 교반장치를 설치해야한다.
- 장치 내에 배출구를 설치해야 하며, 이는 문, 창문, 공기 유입구에서 멀리 떨어진 곳이어야 한다.
- 액체가 넘치지 않도록 장치상부에 감지기/알람을 설치하고, 이는 운반펌프를 멈추게 하거나 공급밸브를 닫게 하는 작용이 있어야 한다.
- 인화성 액체에는 그에 적합한 펌프를 사용해야 하고, 장치는 제대로 접지되어야 한다.
- 각 부분이 각각 분리되고, 세척과 유지보수를 쉽게 할 수 있도록 설계한다.

검사, 시험가동과 유지

- 사용되는 장비가 모두 수리 상태가 좋은지 효율적인 작업을 위해 유지되어 있는지 확인한다. 최소한 1년에 한 차례 전체 시스템을 전부 조사하고 검사한다.
- 스위치를 켜면 배출 시스템이 작동하는지 매일 점검한다.
- 주 1회 환기 시스템을 육안으로 점검하고 필요하면 수리한다.
- 유지보수 작업에는 예외 없이 '작업 허가' 시스템을 적용한다. 시트 S101참조
- 시스템을 열고 들어가기 전에 따라야 할 절차들을 명문화하고 준수한다(청결, 세척 등).
- 안전을 확인하기 전까지는 용기에 들어가지 않는다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다. (19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용접작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.
- 주 1회 모든 장비에 대해 손상 가능성이 있는지 점검하고 필요하면 수리한다.

청소와 관리

- 작업 장치와 작업장은 매일 청소한다.
- 유출물이 작업장 내 먼지와 증기의 주요 원인이다. 유출물은 즉시 닦아낸다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
- 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 316

관리 접근 3

고체 혼합하기

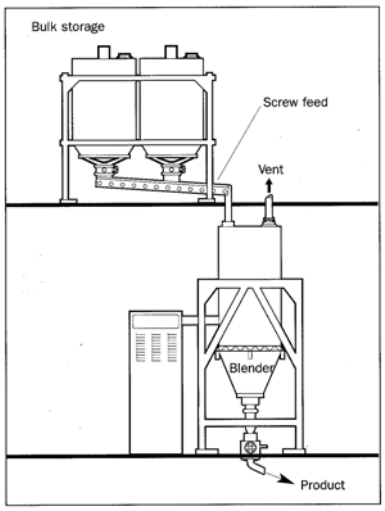
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 고형물질 혼합법을 실무적으로 설명하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 혼합기(믹서), 공급기 및 배출 컨베이어가 가능한 한 완전하게 밀봉되도록 설계한다. 스쿠류 컨베이어나 공기압 운반 장치가 선호된다.
- 혼합기, 컨베이어 덮개 등에 봉인을 설치해 누출을 최소화한다.
- 혼합기를 작동하기 전에 모든 뚜껑과 덮개가 안전하게 닫혀야한다.
- 혼합기가 과부하 되지 않도록 설계하고 배치한다. (예를 들면, 분출구를 문, 창문, 공기유입부에서 먼 곳에 두는 것 등)
- 가연성 고체를 다룰 경우를 고려해 폭발방지장치의 필요성을 고려하고 장치가 제대로 접지되었는지 확인한다.
- 세척과 유지보수를 쉽게 할 수 있도록 설계한다.

검사, 시험가동과 유지

- 사용되는 장비가 모두 수리 상태가 좋은지 효율적인 작업을 위해 유지되어 있는지 확인한다. 최소한 1년에 한 차례 전체 시스템을 전부 조사하고 검사한다.
- 스위치를 켜면 배출 시스템이 작동하는지 매일 점검한다.
- 주 1회 환기 시스템을 육안으로 점검하고 필요하면 수리한다.
- 유지보수 작업에는 예외 없이 '작업 허가' 시스템을 적용한다. 시트 S101참조
- 시스템을 열고 들어가기 전에 따라야 할 절차들을 명문화하고 준수한다(청결, 세척 등).
- 안전을 확인하기 전까지는 용기에 들어가지 않는다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다. (19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용접작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.
- 주 1회 모든 장비에 대해 손상 가능성이 있는지 점검하고 필요하면 수리한다.

청소와 관리

- 작업 장치와 작업장은 매일 청소한다.
- 유출물이 작업장 내 먼지와 증기의 주요 원인이다. 유출물은 즉시 닦아낸다.
- 솔과 컴프레서로 먼지를 청소하지 않는다. 마른 천이나 진공청소기를 사용한다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
- 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업은 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 혼합기가 넘치지 않도록 각별한 주의를 기울인다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 317

관리 접근 3

액체 혼합하기 또는 액체와 고체 혼합하기

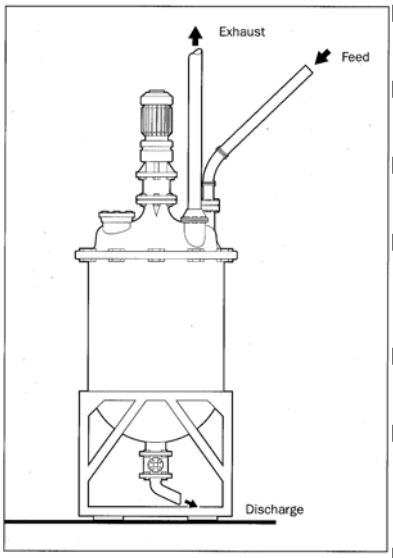
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 액체 혼합법 또는 액체와 고체 혼합법을 실무적으로 설명하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 뚜껑, 접점 및 혼합기축에 봉인을 설치해 혼합기는 완전히 밀봉되어야 한다.
- 혼합기, 컨베이어 덮개 등에 봉인을 설치해 누출을 최소화한다.
- 혼합기가 작동되기 전에 모든 뚜껑과 덮개가 안전하게 닫혀야한다.
- 혼합기는 과부하를 막기 위해 적절하게 증기를 배출해야 하며, 배출 증기는 문, 창문, 공기 유입구에서 멀리 떨어진 곳에 분사되도록 한다.
- 위험물질에 대비해 감압밸브나 파열판식 안전장치 사용을 고려한다.
- 세척과 유지보수를 쉽게 할 수 있도록 설계한다.

검사, 시험가동과 유지

- 사용되는 장비가 모두 수리 상태가 좋은지 효율적인 작업을 위해 유지되어 있는지 확인한다. 최소한 1년에 한 차례 전체 시스템을 전부 조사하고 검사한다.
- 스위치를 켜면 배출 시스템이 작동하는지 매일 점검한다.
- 주 1회 환기 시스템을 육안으로 점검하고 필요하면 수리한다.
- 유지보수 작업에는 예외 없이 '작업 허가' 시스템을 적용한다. 시트 S101참조
- 시스템을 열고 들어가기 전에 따라야 할 절차들을 명문화하고 준수한다(청결, 세척 등).
- 안전을 확인하기 전까지는 용기에 들어가지 않는다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다. (19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용접작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.
- 주 1회 모든 장비에 대해 손상 가능성이 있는지 점검하고 필요하면 수리한다.

청소와 관리

- 작업 장치와 작업장은 매일 청소한다.
- 유출물이 작업장 내 먼지와 증기의 주요 원인이다. 유출물은 즉시 닦아낸다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
- 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
- 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
- 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업은 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
- 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
- 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

- 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
- 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
- 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 손으로 첨가하는 것을 최소화한다. 가능하다면 첨가할 일이 있을 때 밀봉하기 전 시행한다.
☐ 사용하기 전에 밀봉이 잘 되어 있는지를 점검한다.
☐ 모든 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
☐ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
☐ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
☐ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 318

관리 접근 3

증기 기름제거하기(degreasing)

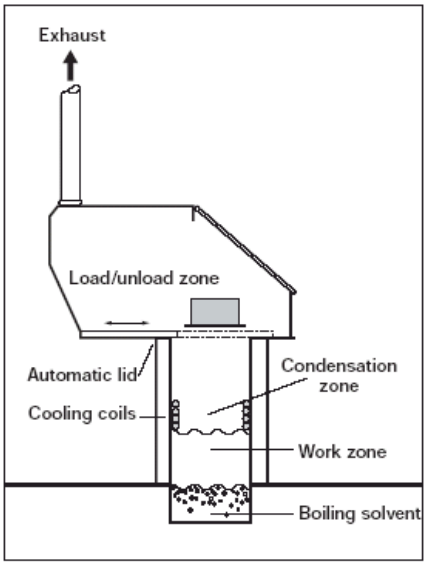
범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다. 이 시트는 증기탈지조의 설계와 사용법을 실무적으로 설명하고, 적절한 수준의 노출로 줄이기 위해 따라야 하는 중요한 점을 기술하고 있다. 아래에 언급되는 모든 포인트가 중요하다. 일부 화학물질은 가연성, 부식성을 가지고, 관리는 이러한 위험성에도 적절해야한다. 더 많은 정보를 위하여 물질안전자료(safety data sheet)를 참조하라. 이 시트는 당신의 건강을 지키는데 적용될 최소한의 기준을 제공한다. 공정관리나 다른 위험의 관리가 필요한 곳의 낮은 관리 기준으로 정당화 되어서는 안 된다.

접근

- 불필요한 인원을 작업장에서 멀리 떨어지게 하라. 바람이 불어가는 방향 가까이에서 일을 해서는 안 된다.

설계와 장비



- 탈지조와 적재구역(loading zone)은 모두 완전하게 밀봉된 장치로 설계하거나 선택한다.
- 여유고의 높이는 탈지조 개방구간 너비의 75%는 넘어야 한다.
- 자동온도조절장치를 제대로 장치하고, 냉각코일에 과부하가 걸리지 않도록 냉각과 난방시스템의 균형을 유지하도록 한다.
- 적재/비적재 구역에서 모든 증기를 배출하기 위해 추출 정화제를 설치한다.
- 적재/비적재 구역에 증기유입을 막기 위해 내부 뚜껑을 설치한다.
- 작업자의 수작업을 줄이고, 작업 중 노출을 방지하기 위해 수동승강장치의 설치를 고려한다.
- 탈지조는 청소용 용제 제거를 위한 바닥 배수구가 있어야 한다. 근로자는 탈지조를 안전하게 청소하는 법에 대해 교육받아야 한다.
- 추출한 공기는 문, 창문, 공기 유입구에서 멀리 떨어진 곳에 분사한다.

검사, 시험가동과 유지

- 사용되는 장비가 모두 수리 상태가 좋은지 효율적인 작업을 위해 유지되어 있는지 확인한다. 최소한 1년에 한 차례 전체 시스템을 전부 조사하고 검사한다.
- 스위치를 켜면 배출 시스템이 작동하는지 매일 점검한다.
- 주 1회 환기 시스템을 육안으로 점검하고 필요하면 수리한다.
- 유지보수 작업에는 예외 없이 '작업 허가' 시스템을 적용한다. 시트 S101참조
- 시스템을 열고 들어가기 전에 따라야 할 절차들을 명문화하고 준수한다(청결, 세척 등).
- 안전을 확인하기 전까지는 용기에 들어가지 않는다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다. (19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용

접작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.
■ 주 1회 모든 장비에 대해 손상 가능성이 있는지 점검하고 필요하면 수리한다.

청소와 관리

■ 작업 장치와 작업장은 매일 청소한다.
■ 유출물이 작업장 내 먼지와 증기의 주요 원인이다. 유출물은 즉시 닦아낸다.
■ 사용 후 용기 뚜껑은 닫아 놓는다.
■ 용기는 파손의 위험이 없는 안전한 곳에 보관한다.
■ 휘발성 액체는 직사광선을 피해 보관한다.

개인 보호 장비(PPE)

■ 위험군 S의 화학물질은 피부나 눈에 손상을 줄 수 있으며 피부를 통해 인체로 들어가 해를 미칠 수 있다. Sk100과 Sk101 지침서는 물질들로부터 피부를 어떻게 보호하는지에 대한 좋은 조언을 제공한다.
■ 물질안전자료를 점검하거나 판매자에게 문의하여 어떤 개인 보호 장비가 필요한지를 확인한다.
■ 호흡기 보호구는 일상적인 업무에는 필요하지 않으나 청소 및 유지 작업 및 유출물을 다룰 때 필요할 수 있다.
■ 숨쉬기에는 공기가 부족한 공간에서의 몇몇 유지 작업은 공기가 공급되는 호흡기 보호구가 필요할 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.
■ 당신의 보호 장비를 확인하라. 사용하지 않을 때는 깨끗하게 보관하고 깨끗하고 안전한 장소에 보관한다.
■ 보호 장비를 깨끗하게 보관하고 손상 받았거나 유효기간이 경과한 경우 교환한다.

교육과 관리감독

■ 근로자들에게 취급물질의 어떠한 위험한 성질이라도 알려주어서 왜 자신들이 지침서와 제공되는 보호 장비를 착용하여야만 하는지를 알게 한다.
■ 물질들을 안전하게 취급하도록 교육한다. 기계의 조종 장치가 잘 작동하고 있는지를 확인하고 작업자들에게 뭔가가 잘못되고 있다면 어떻게 행동해야하는지를 확실하게 주지시킨다.
■ 당신이 작업장에 주지시킨 경고가 잘 지켜지고 있는지를 체크하는 예방체계를 만든다.

최적의 화학물 취급을 위한 종업원 체크리스트

☐ 냉각 코일과 환기 시스템이 작동되고 있는지를 확인한다.
☐ 적재/탈 적재 때를 제외하고는 덮개가 닫혀있는지 확인한다.
☐ 과적재하거나 적재물을 너무 빨리 제거하지 않는다. 작업 중 과도한 증기가 방출될 수 있다.
☐ 누출된 흔적이나, 장비가 손상된 흔적이 있는지를 관찰한다. 만일 어떤 문제점을 발견했다면, 담당자에게 보고한다. 문제가 있다고 생각한다면 작업을 시작해서는 안된다.
☐ HSE 정보 지침서 EIS20에 기술된 주의점을 숙지하지 않고서는 청소와 유지를 위해 전해조내로 들어가지 않는다. 이 작업을 적절하지 않게 수행하다가 사망사고

도 발생한다.
□ 음식 섭취 전과 후 혹은 화장실 사용 전과 후에 꼭 손을 씻는다.
□ 피부를 닦기 위해 용제를 사용하지 않는다.
□ 누출된 것이 있으면 즉시 청소한다. 액체의 경우, 과립이나 매트로 된 흡수제로 처리한다. 고체의 경우 진공청소기나 젖은 걸레를 사용한다. 누출된 것은 안전하게 폐기한다.
□ 지침서에 지시된 내용에 따라 개인보호구를 착용하며 유지, 보관한다.

위해도 관리방법 400

관리 접근 4(특별)

일반원칙

범 위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 관리 접근 3이 적정할 때 사용되어야 한다.

배 경

- 관리 접근 4(특별) 지침서는 좀 더 특이하고, 전문가의 조언이 필요한 공정을 가지고 있다는 것을 의미한다. 이 조언은 ILO나 국가의 확립된 직업 위생문화에 의해 생산된 좀 더 세밀한 가이던스로부터 올수 있고, 물질이나 공정을 다루는데 전문가를 필요로 할 수 있다. 공급자는 이러한 정보를 찾는데 도움을 줄 수 있다. 다음과 같은 경우에 관리 접근 4를 적용할 수 있다.
- 위험그룹4에 할당된 화학물질을 다루는 경우, 암 또는 천식과 같은 매우 위중한 건강영향을 유발할 위험이 있는 경우 그리고 노출의 안전한 기준을 설정하기 어려운 경우를 포함한다. 이 그룹의 다른 화학물질은 여러 다른 관리를 필요로 한다.
- 많은 양의 쉽게 휘발될 수 있는 화학물질을 다루고, 심각한 건강영향을 줄 수 있는 경우. 이 toolkit에 제공되는 범위를 넘어서는 수준의 평가가 이러한 물질을 다루는 모든 방면에 필요하다.
- 이러한 여러 양식들을 적용할 때, 더 안전한 대체물질을 사용할 수 있다면, 공정에 대해 고려해보는 것이 중요하다. 가능하지 않다면, 필요한 관리의 정도에 대해 더 많은 조언을 찾는 것이 중요하다.

더 많은 정보

- 공업 환기 : A Manual of Recommended Practice. American Conference of Government Hygienists. ISBN 188241742
- Handbook of Occupational Hygiene. Croner Publications. ISBN 090339350
- HSE Guidance Notes, Environmental Hygiene (EH) series. HSE Books. ISBN various.
- The ILO International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS). http://www.ilo.org/cis
- The International Chemical Safety Cards (ICSC) of the International Programme on Chemical Safety (IPCS). http://www.who.int/ipcs and http://www.ilo.org/safework
- The Globally harmonized system for the classification and labelling of chemicals (GHS). http://wwww.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs.htm

위해도 관리방법 E 100

대기오염 관리

환경오염을 유발하는 화학물질

범 위

본 지침서는 ILO 화학물질 관리 자료의 일부로서 화학물질로 인한 대기오염을 예방하는 일반적인 방법을 설명한다. 또한 관리조치를 취할 때 유의해야 할 사항과 오염 수치를 적절한 수준으로 낮추는 방안을 기술한다. 본 E 시리즈의 다른 자료에서는 수질 오염과 하수 오염 방지 활동에 관한 지침을 설명한다. 각국 환경 당국은 환경 대기 오염 물질의 허용 기준치를 정해 놓고 있으므로 구체적인 수치는 관련 당국에서 얻도록 한다. 일부 화학물질과 제품은 가연성, 부식성, 독성이 높아 인체와 환경에 유해하다. 따라서 환경을 통해 인체에 흡수되지 않게 통제해야 한다.

대기 오염과 관리

■ 관리가 필요한 물질은 다음과 같다.
- 산 및 알칼리 연무(흄)
- 연기
- 먼지 및 연무
- 용제 증기

■ 관리 필요 정도는 각국의 제도에 따라 다르다. 배출 허용기준은 직업노출기준과는 다르다.

■ 배출 허용한도는 오염물질의 양, 농도, 일일 배출지속시간을 기준으로 한다.

부식성 연무

■ 부식성 연무는 산/알칼리 증기를 배출하는 공정에서 나온다. 습식세정장치와 스프레이타워에서 채집할 수 있다. 그러나 세정장치나 스프레이타워에서 나온 액체도 폐기물이며 별도로 처리해야 한다.

연기

■ 연기는 불완전 연소의 결과로 발생하며 이산화황, 산화질소, 다핵방향족탄화수소(PAH), 다이옥신을 함유하고 있기도 하다. 검은 연기는 연소 공정을 개선해야 한다는 신호이다.

먼지 및 연무

■ 먼지는 여러 가지 공정에서 나오며 크기는 100마이크론부터 1마이크론까지다. 연무는 증기로 크기는 5마이크론 이하다. 입자 크기와 먼지의 부식성, 환경에 미치는 유해성 등에 따라 다음과 같은 정화장치를 써야 한다.

공기정화기	효율성	입자형태
사이클론	약 85%	굵은 입자
전기 집진기	약 95%	가는 입자
습식세정장치	약 98%	전체 입자
섬유봉지필터	약 99%	전체 입자

■ 위 정화 장치는 전기로 작동하며 불침번이 옆에 있어야 한다.

■ 포집된 먼지나 액체 찌꺼기는 특수하게 처리해야 한다. 포집된 먼지나 찌꺼기를 취급하는 작업자는 개인 보호 장구를 착용해야 한다.

용제 증기 (휘발성 유기화합물, VOC)

■ 용제 증기는 코팅과 염색 과정, 그리고 대형 섬유유리 구조물을 만드는 과정에서 나온다. 계면활성제가 들어 있는 물을 사용하는 스프레이 타워는 수용성 및 반응성 증기를 제거한다. 차콜(숯)타워 같은 흡수장치도 유용하나 수명이 짧고 사용한 숯은 별도로 처리해야 한다. 다른 방법으로 연소가 있는데 증기를 소각기 또는 가열 촉매 속으로 통과시키는 방법이다.

일반적인 통제 장치

■ 일반적으로 사용되는 공기 정화 공정은 다음과 같다.

먼지 유형	공기정화장치
세라믹 먼지	사이클론, 봉지필터, 습식정화장치
화학적 먼지	사이클론, 봉지필터
음식물 및 약품	습식정화장치, 봉지필터
비상먼지	봉지필터, 전기 집진기
분진 및 연무	습식정화장치, 봉지필터
곡물 처리	사이클론, 봉지필터
금속 용융	습식정화장치, 봉지필터
무기물 처리	봉지필터 (시멘트), 습식정화장치
무기물 건조	전기 집진기
금속 가공	사이클론, 봉지필터, 습식정화장치
플라스틱, 나무 먼지	사이클론, 봉지필터
고무	봉지필터, 습식정화장치

일반적인 예방조치

■ 배출 장치를 주기적으로 점검하여 이상여부를 확인한다.
■ 공기정화 장치의 압력 하락 여부를 감시하여 효율적인 운전을 유지한다.
■ 공기정화 장치 유지보수 계획을 수립하여 실천한다.
■ 먼지와 찌꺼기는 특수 폐기물로 처리한다.
■ 폐기물은 반드시 지정된 장소에 버린다.
■ 수거한 폐기물 처리 방법에 관하여 관할 당국에 문의한다.
■ 폐기물에 인식표를 잘 보이게 부착하고 허가 받은 업체를 통해 처리한다.
■ 먼지는 건강에 해롭다. 호흡기를 착용하라.
■ 찌꺼기는 부식성이거나 독성이 높을 수도 있다. 따라서 보호 장구를 착용하고 작업 후 피부를 깨끗이 씻는다.

위해도 관리방법 E 200

관리수질 및 지하수 오염 관리

환경오염을 유발하는 화학물질

범위

본 관리 자료는 ILO 화학물질 관리 자료의 일부로서 화학물질로 인한 수질오염을 예방하는 일반적인 방법을 설명한다. 또한 관리조치를 취할 때 유의해야 할 사항과 오염 수치를 적절한 수준으로 낮추는 방안을 기술한다. 본 E 시리즈의 다른 시트에서는 대기오염 방지 활동에 관한 지침을 설명한다. 각국 환경 당국은 환경 수질 오염 물질의 허용 기준치를 정해 놓고 있으므로 구체적인 수치는 관련 당국에서 얻도록 한다. 일부 화학물질과 제품은 가연성, 부식성, 독성이 높아 인체와 환경에 유해하다. 따라서 환경을 통해 인체에 흡수되지 않게 통제해야 한다.

수질오염과 관리

■ 관리 대상 물질
- 지하수에 축적되는 화학물질
- 폐수처리시스템에 해를 끼치는 화학약품
- 강이나 하천으로 유입되어 야생동식물을 중독 시키는 화학물질
- 하수처리시설의 유기물질을 중독 시키는 화학물질

■ 통제관리 필요 정도는 각국의 제도에 따라 다르다. 배출 허용한도는 오염물질의 양, 농도, 일일 지속시간을 기준으로 한다.

1. 지하수에 축적되는 화학물질

■ 현재 있는 곳의 지형을 알아야 한다. 대수층에 유입되는 화학물질은 그 해로움이 장기적이고 식수에 계속해서 나타날 수도 있다. 특히 회사가 대수층 위에 있고 토질이 다공성이라면 화학물질이 땅으로 스며들지 않게 각별히 주의해야 한다.

■ 산업용 화학물질이 지하수층으로 침출될 가능성이 있다면 화학물질이 토양과 접촉하지 않게 해야 한다. 대표적인 조치는 다음과 같다.

- 화학물질 저장 구역을 만든다. 이 때 누출 또는 저장탱크 오작동 가능성을 감안하여 충분히 크게 만든다.
- 스며들지 않는 장벽을 만든다. 빗물 배수통로도 함께 구비한다.
- 화학제품과 폐수 보관 장소의 보안을 철저히 한다.
- 차량 타이어에 화학물질이 묻어 밖으로 나가지 않게 타이어 세척 시설을 설치한다.

2. 폐수처리시스템에 해를 끼치는 화학약품

■ 일부 화학약품은 하수계통에서 위험한 기체를 생성하므로 하수시설에 직접 유입되지 않게 해야 한다. 이들 화학약품은 특수 처리시설에 따로 모은다. 수인성 폐기물은 현장에서 다음과 같은 경로로 처리하면 된다.
- 침전지에서 부유물질을 제거한다.
- 집유기로 기름과 녹지 않는 유기액을 분리해 낸다.
- 폭기 연못에서 폐수에 산소를 공급하고 찌꺼기를 제거한 후 폐수 계통에 방류한다.
- 마지막으로 갈대밭을 통과하여 하수 계통에 방류한다.

■ 부유물질, 찌꺼기, 걸러진 기름과 솔벤트는 별도로 처리한다. 하수처리시스템은 하수내 화학물질의 존재에 대비하여 반드시 전문가가 설계해야 한다.

3. 강이나 하천으로 유입되어 야생동식물을 중독 시키는 화학물질

■ 하천으로 유입되는 화학물질은 단기적으로 야생동물과 하천 생물에 큰 위협이 된다. 그리고 침전물에 축적되면 장기적인 위협이 된다. 회사가 하천변에 위치해 있다면 화학물질이 하천으로 흘러들지 않게 주의해야 한다. 필요한 조치는 다음과 같다.

- 화학물질 저장 구역을 만든다. 이 때 누출 또는 저장탱크 오작동 가능성을 감안하여 충분히 크게 만든다.
- 스며들지 않는 장벽을 만든다. 빗물 배수통로도 함께 구비한다.
- 화학제품과 폐수 보관 장소의 보안을 철저히 한다.

■ 살충제 저장소 등은 화재 시 불을 끄는 데 사용된 소방수가 하천 등으로 유입되지 않게 저장소 주변에 일종의 해자(catch pin)를 설치한다.

4. 하수처리시설의 유기물질을 중독 시키는 화학물질

■ 염소화탄화수소와 금속염 같은 일부 화학물질은 하수처리시설 내 유기물질에 특히 치명적이다. 현장 처리시설에서 처리할 수 없다면 통이나 탱크에 모아 두었다가 별도로 처리한다.

5. 희석식 미생물분해 화학 폐기물

■ 화학물질의 농도가 높아 환경오염을 유발하는 경우 폐수 용제를 하수계통에 첨가할 수 있다. 이 때 용제는 충분히 희석해야 한다. 예를 들어 수용성 황산염 등은 콘크리트파이프를 부식하므로 충분한 희석이 필요하다.

■ 한 가지 방법은 수량이 최대일 때(예: 아침식사 시간 등) 용제를 첨가하는 것이다. 당국의 허가를 받아 먼 바다에 폐수를 버리는 방법도 있다.

일반적인 관리 시스템

■ 일반적으로 많이 사용되는 정화 장치는 다음과 같다.

먼지	수질정화장치
세라믹 먼지	침전지
화학물질 먼지	하수처리시설
음식 및 약품	하수처리시설
금속용융	침전지 및 하수처리시설
금속제련 및 판금	집유기, 전극 스트리핑, 침전
용제 및 기름	집유기, 하수처리시설

일반적 예방법

■ 저장소 경계 및 콘크리트 벽을 수시로 점검하여 손상된 곳이 없는지 확인한다.
■ 현장 화학물질의 양을 감시한다.
■ 누출 및 화재 대비 계획을 수립한다.
■ 찌꺼기 및 폐용제를 특수 폐기물로 처리한다.
■ 폐기물은 반드시 지정된 장소에 버린다.
■ 수거한 폐기물 처리 방법에 관하여 관할 당국에 문의한다.
■ 폐기물에 인식표를 잘 보이게 부착하고 허가 받은 업체를 통해 처리한다.
■ 찌꺼기 보관 장소나 기타 제한 구역에 들어가기 전에 반드시 공기 오염 여부를 확인한다. 유해물질이나 인화물질이 없는지 살펴보고 산소의 양이 충분한지 점검한다

(19.5%~22%). 현장에서 찌꺼기를 젓거나 용접 작업 등을 하면 산소가 줄어들 수 있다는 점을 유념한다.

- 찌꺼기는 부식성이거나 독성이 높을 수도 있다. 따라서 보호 장구를 작용하고 작업 후 피부를 깨끗이 씻는다.
- 채집된 유기액체를 다룰 때는 호흡기를 착용한다.
- 찌꺼기를 다루는 작업 후에는 샤워를 한다.

위해도 관리방법 E 300

폐기물 관리

환경 오염을 유발하는 화학물질

범위

여기에는 폐화학물질에 대한 적절한 관리와 안전한 수준의 환경노출을 위해 필요한 핵심사항이 기술되어 있다. E series에서는 대기 및 물로의 방출에 대한 안내가 있다. 지방당국이나 환경관련 관청에는 폐화학물질 처리에 관한 절차규정이 있을 것이며 이를 상세히 요청할 수 있다. 일부 화학물질과 생산물들은 환경 유해성뿐만 아니라 폭발성, 부식성, 인체독성도 지닌다.

폐기물 종류

1. 고형폐기물

- 금속(metal swarf)이나 목재분진(wood dust), 슬래그(slag)와 같은 일부 고형폐기물들은 재활용이 가능하며 이들은 개방된 대형용기에 수집할 수 있는데 빗물이나 바람으로부터 보호하는 것이 중요하다. 비산 재와 보일러 재는 다이옥신에 오염될 수 있으며 이는 재활용되어서는 안된다.
- 다른 고형폐기물들은 드럼통에 밀봉되거나 마개장치가 있는 용기에 보관되어야 하며 표지가 분명해야 한다.

2. 슬러지

- 슬러지는 대개 재활용하기에 적절하지 않으며 중금속, 농약, 잔류용제 등에 오염되어 있는 경우가 많다. 특수탱크가 보관에 이용될 수 있으며 그렇지 않을 경우 저장고에서 꺼내서 표지된 드럼통에 밀봉되어야 한다.

3. 액체 폐기물

- 액화탄화수소 및 폭발성 용제폐기물은 증류를 통해 재활용되거나 소각 또는 연료로서 이용된다. 폐염화탄화수소는 소각하기에 부적절하며, 산 및 알칼리, 그리고 금속염 폐기물은 전문 처리를 위한 폐기물 탱크에 저장되기 전까지 드럼통에 밀봉하여 보관해야 한다.

4. 폐품

- 변형된 드럼통, 깨진 유리, 팔레트 등과 같은 물품들은 오염물 제거만 이루어진다면 비위험물질로 처리될 수 있다.

일반 주의사항

- 고형물, 슬러지 및 폐기용제는 특수 폐기물로서 처리해야 하며 무단 폐기해서는 안된다.
- 지방 환경당국이 폐기물을 어떻게 분류하여 처리하는지 확인한다.
- 폐기물 표지가 분명한지 확인하며 검증된 처리업체를 통해 처리한다.
- 화학물질 용기를 음식 물 용수 저장고로 재활용해서는 안된다.
- 섞으면 안 되는 폐기물에 주의한다. (예. 산화제와 용제, 염화용제와 케톤류, 금속분진, 알칼리류)
- 폐기물 저장용기가 적절한지 확인한다. 가령 산성 물질은 금속 드럼통과 반응한다.

- 우선적으로 물로 채워져 있지 않다면 금속 드럼통에 화염이나 기계적 커터로 조각내지 않는다.
- 폐기물이 폭발성, 부식성 및 인체독성이 있을 수 있으므로 보호구를 착용하고 피부에 묻었을 경우 세척한다.

위해도 관리방법 P 100

농약 관리

보호 장비 - 농축된 농약을 다룰 때

범위

이 지침서는 노출 조절에 대한 좋은 실무 정보를 제공한다. 이는 농약 사용 및 희석 업무 전반에 두루 응용될 수 있다. 이는 노출을 적절한 수준으로 줄이는 데 핵심 정보를 기술한다. 특정 농약에 대해서는 지방 당국과 환경관청이 취급 지침을 제시할 것이다. 이 용지는 자신의 건강을 지키는 데 최소한의 표준을 확인하는 것이며, 농약 표지에서 요구하는 수준보다 낮은 표준치를 정당화할 수는 없다. 이러한 표지는 더욱 상세한 정보를 갖고 있으며 반드시 지켜야 할 사항이다.

접근

- 누군가 자신이 무엇을 하고 있는지 확인시킨다. 사람들이 작업장에 떨어져 있을 필요는 없게 한다.

설계 – 환경

- 농약이 엎질러져도 가둬질 수 있는 건조한 장소에 안전하게 보관되도록 하며, 경고 문구를 내걸어 둔다.
- 농약 농축액을 다룰 때 사람들이 떨어져 있게 한다. 작업장은 설비와 물질이 필요로 하는 공간을 갖기에 충분히 넓어야 하며 가정이나 식품점에서 다루어서는 안된다.
- 농축액이 유출되면 감지되도록 다루며 흙이나 하수로 유입되지 않도록 한다.

설계 – 제품

- 쉽게 부을 수 있는 용기에 담긴 액상 농약농축액만을 구입하여 가장자리에서 흘리지 않도록 한다.
- 넓은 목을 가진 방수 용기에 담긴 가용성 파우더만을 구입하여 희석 용기에 농축액을 퍼 옮기기 용이하도록 한다.

휴대용 기기 (예. 냅쌕, 압축분무기, 연무기)

- 농약을 사용하기 전에 기기가 새는 곳 없이 작동하는지 확인하며 적절히 작동하지 않는 것으로 의심되면 사용 전 수리한다.
- 혼합하려는 양을 주의 깊게 계산하며 필요한 양만큼 조성하도록 한다.
- 농약 농축용기는 밀폐시키며 늘 주의를 기울인다.
- 기기 및 마개, 분무대를 다루기 전에 장갑에 농축액이 묻지 않도록 닦아내며 이는 작업 후에 태우도록 한다.
- 기기 내에서 물 또는 용제에 농축액을 첨가하는 식으로 액체를 조성하며 기기 밖으로 농약 농축액이 흘러내리지 않도록 주의한다. 측량에 이용된 용기는 기기 내에서 세척하면서 혼합시키고 이후 필요한 혼합물의 양을 만들기 위해 물이나 용제를 채운다.
- 파우더는 측량 용기 내에서 물이나 용제로 얇은 반죽을 만들면서 조성하고 액체처럼 다룬다. 잘 퍼지지 않게 되면 분무 노즐이 막히게 된다.
- 농약이 기기로부터 샐 수 없도록 확인한다.

트랙터 분무기

■ 트랙터 분무기로 분무할 경우 지침은 동일하다.

보호 장비

■ 제품의 표지나 물질안전자료를 확인하거나 공급업체에 어떠한 개인보호 장비가 필요한지 문의한다.
■ 농축액이 유독하거나 부식성이 있는 곳: 보호의복, 앞치마, 장갑, 장화, 안면 마스크를 착용한다. 제품이 휘발성이 있거나 분진을 내면 호흡보호구를 이용한다.
■ 농축액이 유해하거나 자극성이 있는 곳 또는 잘 모를 때: 보호의복, 앞치마, 장갑, 장화, 안면 마스크를 착용한다.
■ 농약농축액과 접촉하지 않도록 스스로 보호해야 하며 튀면 즉시 닦아내고 보호 장비를 벗기 전에 먼저 씻어낸다. 작업 후 닦아낸 것은 태우도록 한다.
■ 일회용 보호 장갑을 사용한 경우 작업 후 바로 폐기하도록 하며 벗을 때마다 버리도록 한다.
■ 일회용 장갑이 아닐 경우 벗기 전에 비눗물에 충분히 세척한 후 안팎을 세척하고 건조시킨다. 비록 낡아서 터지지 않더라도 일주 정도 사용된 장갑은 버리도록 한다.
■ 작업 후에는 입었던 의복은 모두 세척한다.
■ 보호 장비를 잘 살피도록 하며 사용하지 않을 경우 깨끗이 하여 청결하고 안전한 장소에 일반 의복과 분리하여 보관한다. 보호 장비가 손상되면 교체하도록 한다.

청소 및 관리

■ 최소량의 농약만 온전한 저장고에 안전하게 보관한다.
■ 사용 후에는 즉시 마개로 농축 용기를 막도록 하며 이 과정에서 손이 오염될 수 있다.
■ 유출물 청결 작업 : 모래나 흡착물질을 이용하여 밀봉된 용기에 담아낸다.
■ 먼지를 브러시나 압축 공기로 청소하지 않도록 한다.
■ 계획세우기 : 농축액이 유출시 어떻게 해야 할지 알아야 한다.
■ 장비를 잘 살피고 사용 후 물로 깨끗이 씻어내며 분무노즐이 깨끗한지 확인하고 기기를 청결하고 안전한 곳에 보관한다. 세척물은 흙이나 하수로 유입되지 않도록 한다.
■ 농약 농축용기를 절대 재활용하지 않도록 한다.

훈련 및 감시

■ 작업자가 다루는 물질의 유해성이 있는지, 개인 보호 장비 사용이 필요한지 말해 준다.
■ 작업자에게 어떤 증상에 주의해야 하는지, 누구에게 보고해야 하는지 말해 준다.
■ 작업자에게 일이 잘못되는 경우 어떻게 대처해야 할 지 가르쳐 준다.

위해도 관리방법 P 101

농약 관리

보호 장비 - 분무, 연무, 분진형태로 농약 사용

범위

이 지침서는 노출을 적절한 수준으로 줄이는 데 핵심 정보를 기술한다. 특정 농약에 대해서는 지방 당국과 환경관청이 취급 지침을 제시할 것이다. 이 용지는 자신의 건강을 지키는 데 최소한의 표준을 확인하는 것이며, 농약 표지에서 요구하는 수준보다 낮은 표준치를 정당화할 수는 없다. 이러한 표지는 더욱 상세한 정보를 갖고 있으며 반드시 지켜야 할 사항이다.

접근

- 누군가 자신이 무엇을 하고 있는지 확인시킨다. 사람들이 작업장에 떨어져 있을 필요는 없게 한다.
- 사람들이 분무된 지역에 수일간 접촉되지 않도록 하는 중요하며 길가에 경고 문구를 세워둔다.

설계-환경

- 유출물을 모을 수 있는 장소에 농약을 사용한다.
- 농축액이 흙이나 하수로 유입되지 않도록 한다.
- 필요로 하는 약 만큼만 조성하여 사용한다.

농약 사용

- 트랙터 분무기
- 분무 시 착용할 보호 장비를 무엇인지 확인하기 위해 제품의 표지를 읽는다.
- 만약 제품의 표지에 아무런 말이 없다면 청결한 면 소재 복장과 모자, 장갑, 신발을 착용하며, 일회용 장갑도 적절하다.
- 표지에서 지시할 경우에 한하여 호흡보호구를 착용한다. 이 기구는 당신이 어디에 위치해 있는지 어렵게 한다.
- 캡이 있는 트랙터를 이용하면 오픈 캡이더라도 10배 이상 보호기능을 갖는다.
- 사용하지 않는 분무액은 무단폐기하지 말고 닳아질 때까지 농작물에 분무하고, 저장고는 물로 깨끗이 하여 다시 분무한다.
- 분무노즐 등을 다룰 때 특히 주의해야 하며 보호 장갑을 착용한다. 마른 농약은 농축액만큼 위험할 수 있다.
- 분무노즐 등으로부터 물을 취하여 안전하게 처리한다.
- 트랙터와 분무기가 빗물에 쓸려 오염물이 수원으로 유입되지 않도록 한다.

휴대용 기기 (예. 넵쌕, 압축분무기, 연무기)

- 농약을 사용하기 전에 기기가 새는 곳 없이 작동하는지 확인하며 적절히 작동하지 않는 것으로 의심되면 사용 전 수리한다.
- 혼합하려는 양을 주의 깊게 계산하며 필요한 양만큼 조성하도록 한다.
- 사용하려는 기기가 새기 시작하면 남은 분무액이 피부에 닿지 않는 한에서 분무할 수 있으며 이후 기기를 세척하고 다음 사용 전 수리하도록 한다.

- 제품의 표지를 읽고 분무 시 어떠한 보호 장비가 필요한지 확인한다.
- 만약 제품의 표지에 아무런 말이 없다면 청결한 면 소재 복장과 모자, 장갑, 신발을 착용한다. 연무 상태에서 일할 경우 호흡보호구를 착용한다. 허리높이보다 높은 위치에서 분무 시 머리와 얼굴보호구를 착용하도록 하며 호흡보호구도 필요할 것이다.
- 사용하지 않는 분무액은 무단폐기하지 말고 닳아질 때까지 농작물에 분무하고, 저장고는 물로 깨끗이 하여 다시 분무한다.
- 젖은 파우더는 분무노즐을 잘 막는다. 분무노즐의 막힘을 제거할 때 주의가 요구된다. 보호 장갑을 이용하며 입으로 노즐을 불지 않도록 한다.

보호 장비

- 제품의 표지나 물질안전자료를 확인하거나 공급업체에 어떠한 개인 보호 장비가 필요한지 문의한다.
- 작업 후에는 입었던 의복은 모두 세척한다.
- 일회용 보호 장갑을 사용한 경우 작업 후 바로 폐기하도록 하며 벗을 때마다 버리도록 한다.
- 일회용 장갑이 아닐 경우 벗기 전에 비눗물에 충분히 세척한 후 안팎을 세척하고 건조시킨다. 비록 낡아서 터지지 않더라도 일주 정도 사용된 장갑은 버리도록 한다.
- 보호 장비를 잘 살피도록 하며 사용하지 않을 경우 깨끗이 하여 청결하고 안전한 장소에 일반 의복과 분리하여 보관한다. 보호 장비가 손상되면 교체하도록 한다.

청소 및 관리

- 모든 유출물을 깨끗이 한다 — 모래나 흡착물질을 이용하여 밀봉된 용기에 담아낸다.
- 먼지를 브러시나 압축 공기로 청소하지 않도록 한다.
- 장비를 잘 살피고 사용 후 물로 깨끗이 씻어내며 분무노즐이 깨끗한지 확인하고 기기를 청결하고 안전한 곳에 보관한다.
- 세척물은 흙이나 하수로 유입되지 않도록 한다.
- 농약 농축용기를 절대 재활용하지 않도록 한다.

훈련 및 감시

- 작업자가 다루는 물질의 유해성이 있는지, 개인 보호 장비 사용이 필요한지 말해 준다.
- 작업자에게 어떤 증상에 주의해야 하는지, 누구에게 보고해야 하는지 말해 준다.
- 작업자에게 일이 잘못되는 경우 어떻게 대처해야 할 지 가르쳐 준다.

위해도 관리방법 P 102

농약 관리

보호 장비 - 가스나 펠렛 훈증농약

범위

■ 이 지침서는 노출조절에 대한 실무지침을 제공한다. 이는 훈증제를 이용하는 모든 업무에 적용될 수 있으며 노출량을 적정수준으로 줄이는데 필요한 핵심 사항을 기술하고 있다. 일부 훈증제에 대해서는 지방당국이나 환경관청에서 규정을 제시할 것이다. 이 용지는 당신의 건강을 보호하기 위한 최소한의 표준을 보여주며 제품표지에서 요구하는 조절수준 이하로 준수하는 것을 정당화시키지 않는다. 제품의 표지는 상세한 정보가 기재되어 있으며 이 지침에 항상 따르도록 한다.

접근

■ 누군가 당신이 무엇을 하고 있는지 알도록 한다.
■ 훈증제 이용하는 동안과 이후 출입을 막는다.
■ 훈증 장소에 들어가면 위험하다고 입구에 경고 문구를 둔다. 그 장소에 다시 들어가기에 안전하다고 보일 수 있을 경우에만 문구를 제거한다.

설계-환경

■ 폐기물을 안전한 저장고에 두도록 한다. 이들은 습기와 광선으로부터 피하여 잠겨 있어야 한다.
■ 훈증 작업의 계획을 세운다.
■ 작업공간으로의 모든 접근경로가 잠겨 있는지 확인한다.
■ 작업하기 전에 공간이 비어 있는지 확인한다.
■ 얼마나 많은 훈증제가 필요한지 보고 그 양만큼만 사용하도록 한다.

훈증제의 사용

1. 가스 및 증기

■ 가스 실린더에 연결하기 전에 모든 가스선과 더미를 둔다.
■ 가능한 건물 입구에 가까운 위치에 가스 실린더를 세우고 안전하게 당겨놓는다.
■ 훈증가스를 꾸준히 뿌린다. 가스선상에 액화가 보이면 이것이 없어질 때까지 가스를 중단한다.
■ 필요량만큼 훈증제가 뿌려지면 실린더로부터 가스선 연결을 끊고 마개를 고정시킨다. 이는 훈증시간이 끝날 때까지 제 위치에 있도록 한다.
■ 제품의 표지에 특별한 언급이 없으면 깨끗한 면작업복을 입도록 한다.
■ 호흡 보호구가 필요하면 사용하는 훈증제에 적합한지 공급업체에 물어서 확인하도록 한다.
■ 입구에 출입하지 못하는 이유와 처리날짜 및 기간에 대한 공지를 세워둔다.

2. 가스-발생 고형물질

■ 필요로 하는 양만큼만 사용한다.
■ 출구 근처에서의 작업은 신속하게 처리한다.
■ 제품의 표지에 특별한 언급이 없으면 면 작업복 및 보호 장갑, 신발 및 호흡 보호구를 착용한다.

- 호흡 보호구가 사용하는 훈증제에 적합한지 공급업체에 물어서 확인하도록 한다.
- 곡식 저장고로 훈증 펠렛의 첨가 시 호흡 보호구의 착용이 필요할 것이다.
- 훈증 파우더의 사용 시 피부접촉을 피하도록 주의한다.
- 가능하면 입구에 출입하지 못하는 이유와 처리날짜 및 기간에 대한 공지를 세워둔다.

농약 폿말의 사용

- 훈증제는 작업에 일정 시간이 필요하다. 이러한 시간이 지나기 전에는 출입을 막도록 한다.
- 처리된 공간에 다시 들어갈 때에는 호흡 보호구를 착용하고 훈증 가스 및 증기가 퍼지도록 공간을 열어둔다.
- 훈증제 먼지나 덩어리를 제거한다. 비닐봉지에 담아서 안전한 처리를 위해 밀봉한다.

보호 장비

- 제품 표지나 물질안전자료용지를 확인하거나 공급자에게 물어서 어떠한 개인 보호 장비가 필요한지 확인한다.
- 일회용 장갑은 벗을 때마다 버리도록 한다.
- 일회용 장갑이 아닐 경우 호흡 보호구를 벗기 전에 비눗물에 세척하도록 한다.
- 보호 장비를 잘 살피도록 하며 사용하지 않을 경우 깨끗이 하여 청결하고 안전한 장소에 일반 의복과 분리하여 보관한다. 보호 장비가 손상되면 교체하도록 한다.

청소 및 관리

- 모든 유출물은 깨끗이 제거한다. 폐기물은 담아서 용기에 밀봉한다.
- 먼지를 빗자루나 압축 공기로 청소하지 않도록 한다.
- 폐기물 농축액 용기를 절대 재사용해서는 안된다.

훈련 및 감시

- 작업자가 다루는 물질의 유해성이 있는지, 개인 보호 장비 사용이 필요한지 말해 준다.
- 작업자에게 어떤 증상에 주의해야 하는지, 누구에게 보고해야 하는지 말해 준다.
- 작업자에게 일이 잘못되는 경우 어떻게 대처해야 할 지 가르쳐 준다.

위해도 관리방법 P 103

농약 관리

보호 장비 - 해충 조절을 위한 농약 사용

범위

이 지침서는 노출조절에 대한 실무지침을 제공한다. 이는 훈증제를 이용하는 모든 업무에 적용될 수 있으며 노출량을 적정수준으로 줄이는데 필요한 핵심 사항을 기술하고 있다. 일부 훈증제에 대해서는 지방당국이나 환경관청에서 규정을 제시할 것이다. 이 용지는 당신의 건강을 보호하기 위한 최소한의 표준을 보여주며 제품표지에서 요구하는 조절수준 이하로 준수하는 것을 정당화시키지 않는다. 제품의 표지는 상세한 정보가 기재되어 있으며 이 지침에 항상 따르도록 한다.

접근

- 누군가 당신이 무엇을 하고 있는지 알도록 한다.
- 파우더를 뿌리는 동안 사람들이 떨어져 있도록 한다. 작업이 종료되면 피신용 입구를 통해 몸을 보호할 수 있다.
- 미끼가 사람이나 다른 동물들에게 가지 않도록 한다.

설계-환경

- 폐기물을 안전한 저장고에 두도록 한다. 이들은 습기와 광선으로부터 피하여 잠겨 있어야 한다.
- 저장고가 유출 제어를 할 수 있는지 확인한다.

가스처리(소굴)

- 거주 10미터 이내에서 해충에 가스 공격을 하지 않는다. 소굴에서 한 곳을 제외하고 가능한 많은 입구를 봉쇄한다.
- 가스 파우더를 불어 처리하거나 가스 공격용 펠렛을 위치시킨 후 마지막 소굴 입구를 봉쇄한다.
- 가스 파우더를 불 때 호흡 보호구를 이용하고 깨끗한 면작업복과 보호 장갑, 신발을 착용한다. 호흡 보호구가 사용하는 제품에 적합한지 확인한다.
- 가스 파우더를 사용 시 피부에 접촉하지 않도록 신경을 쓴다.
- 호흡 보호구를 벗기 전에 장비를 잘 닦아내고 손을 씻고 옷에 묻은 가스 파우더를 젖은 천으로 닦아낸 후 버린다.
- 가스 파우더나 펠렛을 둘 때 호흡 보호구가 필요하며 깨끗한 작업복과 보호 장갑, 신발을 착용해야 한다.
- 토지 소유주나 작업자에게 당신이 정확히 어디에서 무엇을 하였는지 알려주고 죽은 동물을 수거하지 말라고 주지시킨다.

미끼에 의한 처리 (저장고, 하수도, 둥우리 등)

- 당신이 알고 있는 동물들의 활동 근거지에 미끼를 위치시킨다.
- 미끼는 파우더, 곡식, 왁스, 음료수, 식품 등일 수 있으며 표적이 아닌 동물들은 가능한 접근하지 않도록 한다.
- 제품 표지에서 특별한 언급이 없으면 깨끗한 면 작업복과 보호 장갑 및 신발을 입는다.
- 하수도, 배수관과 같이 한정된 공간에 미끼를 놓거나 수거할 때 안전이 확보될 때까지

들어가지 않도록 한다. 유해성 또는 폭발성 물질은 없는지, 산소는 충분한지 확인한다.
- 토지 소유주와 인근 거주민에게 당신이 정확히 어디서 무엇을 했는지 말해주고 죽은 동물을 수거하지 말라고 당부한다.
- 미끼가 먹혔는지 확인하기 위해 정기적으로 돌아보고 2주 동안 안 먹었으면 제거한다.
- 미끼를 먹은 흔적이 보이면 죽은 동물을 찾는다.

농약 뿌릴 때 이용

- 미끼는 작용에 수 시간을 필요로 하며 해당 위치로의 접근을 막도록 한다.
- 미끼가 수로에 떨어지도록 한다.
- 정기적으로 먹지 않은 미끼와 죽은 해충은 즉시 수거하여 비닐봉지에 넣어 밀봉하거나 태우도록 한다.

보호 장비

- 제품 표지나 물질안전자료용지를 확인하거나 공급자에게 물어서 어떠한 개인 보호 장비가 필요한지 확인한다.
- 작업종료 후 복장을 세척한다.
- 일회용 장갑은 벗을 때마다 버리도록 한다.
- 일회용 장갑이 아닐 경우 호흡 보호구를 벗기 전에 비눗물에 세척하도록 한다.
- 보호 장비를 잘 살피도록 하며 사용하지 않을 경우 깨끗이 하여 청결하고 안전한 장소에 일반 의복과 분리하여 보관한다. 보호 장비가 손상되면 교체하도록 한다.

청소 및 관리

- 모든 유출물은 깨끗이 제거한다. 폐기물은 담아서 용기에 밀봉한다.
- 먼지를 빗자루나 압축 공기로 청소하지 않도록 한다.
- 폐기물 농축액 용기를 절대 재사용해서는 안된다.
- 옷에 묻은 먼지는 송풍기로 닦아내며 장갑과 호흡 보호구는 몸이 청결해진 후에 벗는다.

훈련 및 감시

- 작업자가 다루는 물질의 유해성이 있는지, 개인 보호 장비 사용이 필요한지 말해 준다.
- 작업자에게 어떤 증상에 주의해야 하는지, 누구에게 보고해야 하는지 말해 준다.
- 작업자에게 일이 잘못되는 경우 어떻게 대처해야 할 지 가르쳐 준다.

위해도 관리방법 P 104

농약 관리

보호 장비 - 농약폐기물 처리

범위

이 지침서는 노출 조절에 대한 좋은 실무지침을 제공한다. 이는 농약용기를 포함하여 폐농약을 처리하는 모든 업무에 적용할 수 있다. 이는 노출을 적정수준으로 줄이도록 하는데 필요한 핵심 사항을 기술하며 일부 제품들은 지방당국이나 환경관청이 특수 규정을 둘 것이다. 이 용지는 당신의 건강을 보호할 최소의 표준을 제시하고 있다.

접근

- 누군가 당신이 무엇을 하고 있는지 알게 한다.
- 사람들이 농약 폐기물로부터 떨어져 있도록 한다.

설계-환경

- 폐기물을 안전한 저장고에 두도록 한다. 이들은 습기와 광선으로부터 피하여 잠겨 있어야 한다.
- 저장고가 유출 제어를 할 수 있는지 확인한다.
- 폐기물 용기에 표지가 있는지 확인한다. 그 안에 무엇이 얼마나 들어 있는지 알 필요가 있다.
- 폐기물이 유출되었을 경우 어떻게 해야 할지 계획을 세운다.

폐 농약

1. 농축액

- 가능하며 끝까지 다 쓴다. 그렇지 않으면 특수폐기물 처리업자를 통해 처리해야 한다.

2. 희석된 농약

- 미사용 분무액을 무단으로 폐기하면 안 되며 저장고가 빌 때까지 농작물이나 토지에 분무한다.
- 물로 저장고 내부를 세척한 후 이를 다시 분무한다.

3. 농약폐기물 용기

- 용기를 물로 세척해내고 세척된 용액은 농약을 희석할 때 조성에 이용한다.

4. 금속용기

- 금속용기를 재사용하거나 잘라내지 않도록 한다.
- 금속용기를 공급자나 전문 처리업자에게 되돌려 보내거나 깨서 묻도록 한다.
- 용기를 수로나 가정집 근처에 묻지 않도록 한다.

5. 유리용기

- 유리용기를 재사용하지 않도록 한다.
- 유리용기를 공급자나 유리 재활용 공장에 되돌려 보내거나 깨서 묻도록 한다.
- 용기를 수로나 가정집 근처에 묻지 않도록 한다.

6. 플라스틱용기

- 플라스틱용기를 재사용하지 않도록 한다.
- 플라스틱용기를 공급자나 처리업자에게 되돌려 보내거나 땅에 묻도록 한다.
- 용기를 수로나 가정집 근처에 묻지 않도록 한다.

보호 장비

- 일회용 장갑은 벗을 때마다 버리도록 한다.
- 일회용 장갑이 아닐 경우 벗기 전에 비눗물에 충분히 세척한 후 안팎을 세척하고 건조시킨다. 비록 낡아서 터지지 않더라도 일주 정도 사용된 장갑은 버리도록 한다.
- 보호 장비를 잘 살피도록 하며 사용하지 않을 경우 깨끗이 하여 청결하고 안전한 장소에 일반 의복과 분리하여 보관한다. 보호 장비가 손상되면 교체하도록 한다.

청소 및 관리

- 폐기물을 용기에 밀봉하고 같은 용기 내에 다른 화학물질과 섞지 않도록 한다.
- 농약농축액 용기는 재사용하지 않도록 한다.
- 분무노즐 등의 세척물을 모아서 안전하게 처리한다.
- 트랙터와 분무기의 오염물이 빗물로 인해 수로로 들어가지 않도록 안전한 장소에 주차시킨다.

훈련 및 감시

- 작업자가 다루는 물질의 유해성이 있는지, 개인 보호 장비 사용이 필요한지 말해 준다.
- 작업자에게 어떤 증상에 주의해야 하는지, 누구에게 보고해야 하는지 말해 준다.
- 작업자에게 일이 잘못되는 경우 어떻게 대처해야 할 지 가르쳐 준다.

위해도 관리방법 R 100

보호구 관리

호흡 보호구의 선택 및 사용

범위

이 지침서는 호흡 보호구의 선택 및 사용에 관한 일반적인 지침을 제공한다.

호흡 보호구란?

- 호흡 보호구는 입과 코를 감싸도록 설계되어 분진, 흄, 가스와 같은 유해한 물질들의 호흡으로부터 방어해주는 기능을 가지며 크게 두 가지 형태가 있다.
- 흡입 시 필터를 통해 작동하는 호흡 보호구: 이들은 산소 결핍지역이나 여과된 공기가 위험할 경우 사용되어서는 안 된다.
- 착용자에게 독립적인 공기를 공급해주는 호흡 장치

호흡 보호구의 선택

- 호흡 보호구는 사용되는 물질, 업무, 착용자에게 적합하여야 한다. 가능하면 적절한 호흡 보호구를 고르기 위해 안전설비 공급자에게 물어보도록 한다.
- 적절하게 설계된 호흡 보호구만을 사용한다. 미국, 호주, 유럽, 일본의 표준지침과 같은 알려진 표준지침으로 순응도를 살핀다. 가정에서 만든 스카프나 손수건으로 만든 호흡 보호구는 기능을 하지 않는다.

물질에의 적합성

- 노출될 물질에 대해 방어해낼 수 있도록 설계된 필터를 갖는 호흡 보호구를 선택해야 한다. 예를 들면, 분진필터는 페인트에서 나오는 용제 증기를 방어할 수 없고, 용제 증기필터는 도금 용기에서 나오는 산성 가스로부터 방어할 수 없다.
- 가스나 증기로부터 방어할 필터를 선택할 때 일부필터는 좁은 범위의 물질에만 작동하므로 특별히 주의를 기울여야 한다.

업무에의 적합성

- 호흡 보호구가 공기 중의 오염물을 줄이고 안전한 호흡을 가능하게 하는지 확인해야 한다. 필터가 해야 할 일의 양을 호흡 보호구의 방어인자(protection factor)라고 한다. 이 방어인자가 10이면 보호구 외부에서 유입되는 유해물질의 농도를 10분의 1로 줄일 수 있다. 호흡 보호구는 각기 다른 방어인자를 갖는다.
- 필터는 제한된 시간동안만 작동한다. 공급자로부터 또는 교육을 통해 호흡 보호구를 교체해야 하는 시기를 확인한다.
- 일회용 호흡 보호구 한번만 사용한다.

착용자 적합성

- 피부와 잘 접촉하여 안면에 잘 맞는 호흡 보호구를 사용한다. 만약 수염이 있으면 잘 접촉하지 않아 머리 전체를 감싸는 다른 형태의 호흡 보호구를 사용해야 한다.
- 안경을 쓰고 있거나 청력 보호구 또는 단단한 모자를 착용해야 할 때 이들이 호흡 보호구 착용에 방해가 되지는 않은지 확인한다.
- 다양한 크기의 호흡 보호구가 사용 가능하다. 작업자마다 효율적인 기능을 위해 각각

마스크의 크기와 모양이 달리 요구된다. 호흡 보호구가 잘 맞는지 확인하기 위해 필터를 덮고 호흡해본다. 마스크는 당신이 호흡을 참고 있는 10초 동안 잘 빨려 그대로 머물러야 한다. 그렇지 않으면 올바르게 다시 착용 후 한 번 더 시도해 본다. 그래도 잘 안되면 다른 크기를 시도해 본다.

■ 호흡 보호구 착용이 필요한 업무를 할 때 항상 착용해야 한다. 말을 하기 위해 몇 초 동안만 벗어도 방어기능이 현저히 줄어들 것이다.

유지

■ 호흡 보호구가 교체 가능한 필터를 가진 경우 기능하는 시간 이내로 주기적으로 교체되는지 확인한다.
■ 재사용 가능한 호흡 보호구는 각 사용 시마다 비눗물 온수로 청결하게 한다.
■ 악화 여부를 알기 위해 보호구의 고리와 안면피스를 확인한다. 손상이 있거나 재질의 경화가 오면 교체하도록 한다.

보관

■ 호흡 보호구가 손상되지 않도록 청결한 장소에 보관한다.
■ 고무재료로 된 호흡 보호구는 사용수명이 줄지 않도록 직사광선을 피하여 보관한다.

훈련

■ 다음에 대해 가르치고 보여주어야 한다.
- 호흡 보호구를 올바르게 착용하는 법
- 안면 밀폐를 체크하는 법
- 얼마나 자주 필터를 교체해야 하는 지
- 호흡 보호구를 확인하고 유지, 저장하는 법

위해도 관리방법 S 100

위험 관리

락-아웃 택-아웃 조치

범위

이 지침서는 락-아웃 택-아웃 조치의 설치 및 운영에 관해 일반적인 조언을 제공한다. 이 지침은 다른 자료와 병행하여 이용되는 것이 추천된다.

"락-아웃 조치"를 시행하는 이유

■ 관련 공장, 기계 또는 장비의 에너지원이 분리되고, 연결을 끊을 수 있는지 확인하고,
■ 공장, 기계, 장비의 일부가 부적절하게 활성화되고 에너지화되는 것을 방지하기 위해서.

락-아웃 조치를 시행하는 방법

■ 공장의 시찰, 청결, 수리 및 유지에 대해 성공적인 락-아웃 조치를 하기 위해서는 크게 다음 다섯 가지가 필요하다.

1. 셧다운 발표

락-아웃 조치가 될 공장, 기기, 장비가 곧 꺼지게 될 것임을 작업자들에게 알린다.

2. 기계 셧다운

정상적인 셧다운 절차를 이용하여 기계를 끈다.

3. 모든 에너지원의 연결 단절

기계로 공급되는 모든 에너지원의 연결을 끊는다. 수동 회로분리기나 스위치와 같은 에너지 분리 장치를 이용한다.

4 . 락-아웃 적용

기계작업 동안에 에너지가 예측하지 못하게 혹은 사고로 인해 저장되지 않도록 확인하게 위해 패드-락과 같은 락-아웃 장치를 이용한다. 태그를 붙여 작업자가 기계에서 일하고 있음을 표시한다.

5. 분리 및 락-아웃 확인

분리와 락-아웃이 작동하고 있다고 간주하면 안된다. 에너지 저장소와 같이 조금이라도 남아있는 에너지를 흘려보내도록 한다. 기계가 분리되어 있고 다시 에너지가 통할 수 없음을 확인하기 위해 기계를 작동시켜 보고 다시 중립 위치로 돌려놓는다.
이제 기계에 대한 시찰과 청결, 수리 및 유지 작업을 하는데 안전하게 된다.

정상작동의 복원 방법

■ 작업이 끝난 후 기계는 다시 정상적으로 작동할 준비가 되어야 하는 데 다음과 같은 다섯 과정이 안전하게 작동하는데 필요하다.

1. 확인

이전에 기계에서 일부 장치가 제거되었다면 모두 잘 대체되었는지 확인한다.

2. 증명

모든 작업자가 기계로부터 안전하게 떨어져 있는지 확인한다.

3. 발표
기계가 켜지게 됨을 알린다.
4. 재활성화
태그와 락-아웃 장치를 제거하고 에너지를 재공급한다.
5. 알림
셧다운 되었던 기계의 작업자들에게 작동준비가 되었음을 공지한다.

고려해야 할 다른 요인들

- 한 명 이상 다수의 근로자가 기계에서 일한다면 모든 락-아웃 태그와 키를 담당하고 프로시저의 수행을 확인할 단일 조정자가 임명되어야 한다.
- 작업자가 바뀌는 중에도 작업자를 지속적으로 보호할 수 있는 특정 절차가 필요할 것이다. 들어오는 작업자와 나가는 작업자는 함께 나와서 각기 락-아웃 장치를 이용하고 제거해야 한다. 나가는 작업자가 들어오는 작업자가 락-아웃 장치를 이용하기 전에 제거하는 경우는 없어야 한다.
- (공장장이 직접 고용하지 않은) 외부계약에 의한 작업자가 일하게 될 경우 주의가 필요하며 공장장은 이들이 락-아웃 조치에 훈련되어 응할 수 있도록 해야 한다.

훈련

- 공장장은 공장에 일하는 모든 근로자에게 락-아웃 조치를 하는 장소에 익숙하도록 훈련을 시켜야 한다.

감시

- 공장장은 각 락-아웃 조치가 12개월에 적어도 1회 이상 수행되는지 감사를 실시해야 하며 부적절한 요소가 발견되면 시정해야 한다.

위해도 관리방법 SK 100

일반적인 권고

피부나 눈을 통해 손상을 유발할 수 있는 화학물질

범위

이 지침서는 국제노동기구 화학물 통제 지침서의 일부이고, toolkit의 피부보호에 관한 필요성이 있을 때 사용되어야 한다. 이 시트는 피부에 접촉하는 물질(그룹 S 화학물질)의 양을 어떻게 제거하거나 최소화하고, 어떻게 적절한 보호 장비(PPE)를 선택하는지 일반적인 권고를 제공한다.

피부와 눈에 접촉

- 그룹 S는 피부 그리고/또는 눈에 손상을 줄 수 있거나 피부를 통해 몸으로 들어가고 손상을 줄 수 있는 물질을 포함한다. 게다가 이것은 호흡을 통해 손상을 줄 수 있다. 피부와 눈에 접촉은 특히 문제가 되는 종류의 노출이고, 관리 시트 100, 200, 300시리즈에 부가하여 관리가 필요하다.
- 어떻게 그룹 S의 화학물질이 피부와 눈에 접촉하는지 고려해볼 필요가 있다. 이것은 다음과 같이 발생할 수 있다.

피부에 액체나 고체에 직접적인 접촉이 있을 때;
분진이나 증기/스프레이 입자가 피부에 접촉할 때. 분진이나 증기는 작업 활동의 일부나 그것에 부수하여 발생할 수 있다.

더러운 표면과 접촉에 의해;

더러운 의복의 접촉이나 제거에 의해;

튀김이나 삼킴에 의해;

손이 오염되었을 때, 문지르거나 긁음에 의해 몸의 다른 부분으로 퍼질 수 있다.

관리 수단

- 위험군 S의 화학물질을 사용한다면, 피부와 눈에 접촉할 수 있다. 사용하지 않거나 위험군 S에 속하지 않는 화학물질의 사용을 고려할 필요가 있다. 그러나 대체물질이 더 높은 흡인 위험 그룹에 속하지 않음을 확인해야 함을 기억하라.
- 이러한 대체의 방법으로 노출을 피할 수 없다면, 피부나 눈과의 접촉을 줄이는 것을 필요로 한다. 당신이 사용할 수 있는 선택의 폭은 다음과 같다.
- 물질은 더 봉쇄될 수 있는가? 예를 들어 관리접근 2는 관리접근 1보다 더 많은 봉쇄를 제공하고 적은 노출을 제공할 수 있다.
- 작업의 운용을 최소화하거나, 원격 운용을 사용하는 공정으로 수정할 수 있는가?
- 깨끗하고 오염된 장소를 분리할 수 있고, 그들 사이에 장벽을 설치할 수 있는가? 이것은 오염의 확산을 막는데 도움이 될 수 있다.
- 청소하기 쉬운 매끄럽고, 불투과성의 표면을 제공할 수 있는가?
- 이러한 질문에 답변하고 공정의 수정이 필요하다. 규칙적으로 작업장을 청소하는 것은 중요하고, 엄격한 절차가 엎지름을 다룰 때 필요하다. 양호한 세척 설비가 제공될 필요

가 있다. 작업자는 먹거나 마시기, 그리고 세면장 사용 전후에 손을 세척할 필요가 있다.

개인 보호 장비(PPE)

- 위험 그룹 S에 속하는 화학물질과 접촉을 피할 수 없을 때, PPE의 사용이 적절하다. 그러나 PPE는 몇 가지 제한점이 있다.
- 주의 깊게 선택되어야 한다. - 아래 참조
- 운동성과 의사소통을 제한할 수 있다.
- 지속된 효율성은 적절한 유지, 훈련 양호한 작업 실행의 이행 등에 의존한다.
- 단지 다른 수단이 비실행적일 때 고려되어야만 한다.

개인 보호 장비(PPE)의 유형



- 필요할 수 있는 다섯 종류의 PPE

화학물질 보호 장갑
상하가 붙은 작업복
보호 신발
얼굴 또는 눈 보호물
호흡 보호 장비(RPE)

- 당신의 보호구 공급자는 보호구를 선택할 때 정상적으로 유형을 당신에게 말할 수 있어야 한다. 모든 보호구는 모든 화학물질에 대해서 보호를 제공할 수 있지는 않다. 일부 화학물질은 시간이 지남에 따라 보호구를 통과할 수 있다. 당신의 공급자에게 얼마나 자주 보호구를 교체해야할지를 물어보는 것은 중요하다. 필요시 보호구를 교체하라. 작업자를 훈련시키는 것을 기억하고, 지침을 따르는 것이 필요하다.

일반적인 예방조치

- 사용전후에 보호구의 손상을 확인하라.
- 규칙적으로 모든 보호구를 청소와 정비를 하라. 일회용보호구는 한번만 사용하고, 사용후 안전하게 폐기하라. 면 종류의 작업복은 규칙적으로 세탁하라. 작업복을 작업장 또는 특별한 전문 세탁장에서 세탁하라. 집으로 가져가거나 가족 세탁물과 함께 세탁해서는 안 된다.
- 보호구를 깨끗한 장소에 보관하라. 깨끗하고 더러운 보호구를 분리하여 보관하라.
- 개인 세탁 설피의 양호한 표준을 제공하라.

화학 보호 장갑

- 장갑은 충분히 튼튼해야 하고, 작업 중 찢어지거나 잘라지지 않아야 한다.
- 가죽 또는 꿰맨 작업 장갑은 화학물질의 작업에는 적당하지 않다.
- 장갑을 벗거나 놓을 때 맨손이 오염된 장갑의 바깥쪽을 접촉하지 않게 해야 한다.

상하가 붙은 작업복

- 선택된 물질은 액체, 분진, 또는 입자의 침투에 저항 있는 적절한 것이어야 한다.
- 산과 같은 부식성 있는 물질에 대해서 불침투성의 앞치마는 양호한 보호를 제공한다.
- 장화에 접어 넣는 것보다 장화위에 작업복을 정상적으로 입어야 한다. PPE의 안쪽에 도달할 수 없게 소매 위에 장갑을 껴야한다.

보호 신발

- 안전의 이유뿐만 아니라 화학물질에 대한 보호를 위해서 필요하다. 발가락 보호, 열 보호, 그리고 금속 밑창이 필요하다.
- 적절한 EC 표준을 따르는 것을 확실히 하라. 하지에 액체가 접촉할 위험이 있을 때 긴 고무장화를 착용하라.

눈과 얼굴 보호

- 부식성 액체의 열린 용기를 다룰 때, 얼굴 전체 보호구를 착용하라.
- 호흡기를 착용할 때는 chemical splash goggles의 착용이 좀 더 실질적이다.

호흡 보호 장비(RPE)

- 호흡 보호 장비의 선택은 주의 깊게 해야 한다. 추가 정보를 위해 관리 시트 S101을 참조하라.

위해도 관리방법 BK 1

관리 접근 2

점토 도정: 벽돌과 타일제조

위험

- 벽돌과 타일제조는 공기 중 규소분진(respirable crystalline silica; RCS)을 생성할 수 있다.
- 모든 규소분진(RCS)은 위험하고 규소폐를 유발할 수 있다. 이것은 영구적인 장애와 조기 사망을 유발할 수 있는 위험한 폐질환이다.
- 규소폐는 흡연에 의해 악화된다.
- 호흡분진은 분진이 폐의 가장 깊은 부분까지 도달할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 미세 분진은 정상적 조명하에서 안 보인다.
- 규소분진(RCS)의 흡인을 가능한 낮게 유지하라.
- 모든 관리가 적절히 적용된다면, 0.1 mg/m^{3}미만으로 규소분진(RCS)은 보통 달성될 수 있다(8시간 시간 가중치 평균에 근거하여).

접근과 전제

- 인증된 직원만 접근을 허용하라.
- 공정을 모니터하고, 필요로 하는 사람을 줄이기 위해 CCTV를 사용하라.
- 교차 오염을 줄이기 위해 가능한 이 작업을 격리시켜라.

장비

- 낮은 규소함량의 점토를 사용할 수 있는가?
- 분진을 억제하기 위하여 물 스프레이를 사용하라.
- 깨끗한 공기 공급에 맞는 장비를 사용하라. 시트 BK7을 참조하라.
- 분진 억제를 위해 도움이 되는 차도를 습기 있게 유지하라.

절차

- 작업 시작 전 분진 억제를 위한 적절한 수분이 있는지 확인하라.

유지, 검사와 시험

- 광물과 규소를 포함하는 분진은 연마성이 강하다. 정기적인 유지 계획을 세워라.
- 유지 지침서를 따르라. 효과적이고 능률적인 작업순서에 의해 장비를 유지하라.
- 보수작업을 시작하기 전에 장비를 습식 또는 분진이 생기지 않는 방법을 사용하여 깨끗이 하라.
- 물을 통한 분진의 억제가 불완전할 때에는, 수리될 때까지 작업을 멈춰라.
- 매일 손상여부를 확인하라.
- 적어도 일주에 한번, 물을 통한 분진의 억제가 적절히 작동하는지 확인하라.
- 규칙적으로 시스템을 완전히 검사하고, 수행능력을 규칙적으로 시험할 유능한 공학자를 확보하라.
- 적어도 5년 동안 모든 검사와 시험의 기록을 유지하라.
- 예방적 유지가 필요부분을 고장 패턴의 기록을 통해 조사하라.
- 관리가 잘 작동하는지 확인을 위해 공기 표본을 추출을 시행하라. 시트 G409를 참조하라.

개인 보호 장비(PPE)

- 당신의 공급자에게 올바른 개인 보호 장비(PPE)를 선택하는 도움을 요청하라.
- 개인 보호 장비(PPE)를 깨끗하게 보관하거나 오염된 개인 보호 장비(PPE)를 위한 보관 저장소를 제공하라.

호흡 보호 장비(RPE)

- 관리가 적절히 작동하면 호흡 보호 장비(RPE)는 필요 없다.
- 호흡 보호 장비(RPE)는 유지와 일부 청소 작업에 종종 필요로 한다.
- 동력이 있거나 공기가 공급되는 호흡 보호 장비(RPE)가 착용하기 좀 더 편하다.

다른 보호 장비

- 분진이 계속 유지되지 않는 작업복을 제공하라, 면이나 편물을 사용하지 말고, 합성섬유를 사용하라.
- 피부 크림은 피부로부터 오염을 세척하는데 도움을 준다. 작업 후 크림은 피부 오일을 대체하는데 도움이 된다.
- 주의 : 의류로부터 분진을 제거하는데 압축공기를 절대 사용하지 마라.

건강 감시

- 규소분진(RCS)의 노출이 한계이하일 경우가 아니면 건강 감시가 필요하다. 시트 G404를 참조하라.
- 산업의학 전문가의 의견을 참조하라. 유용한 링크를 참조하라.

청소와 관리유지

- 가능하면 분진이 발생하지 않는 방법을 사용하라.(예. 습식 청소)

훈련과 감독

- 작업자에게 규소 분진은 심각한 폐질환을 유발할 수 있음을 말하라.
- 노출관리를 위해 올바른 작업과 관리를 정확히 사용하는 것이 중요하다. 작업자를 훈련시키고 감독하라. 시트 BK00을 참조하라.

추가 정보

- *Control of respirable silica dust in heavy clay and refractory processes* HSG72 HSE Books 1992 ISBN 0 11 885679
- *Health surveillance: A ceramics industry booklet* Leaflet IACL100 HSE Books 1996 (single copy free)

유용한 링크들

- The British Ceramics Confederation (BC)은 건강과 안전 컨설턴트에게 조언해줄 수 있고, 제공자에게 훈련을 제공할 수 있다. Website: www.ceramfed.co.uk
- HSE Books Tel: 01787 881165 Website: www.hsebooks.co.uk
- www.hse.gov.uk/pubns
- 건강과 안전에 관한 정보에 관하여 HSE's Infoline Tel: 0845 345 0055 Textphone: 0845 408 9577 e-mail: hse.infoline@natbrit.com을 참조하라.
- British Occupational Hygiene Society (BOHS) 또는 www.bohs.org을 참조하라.

- 'Health and safety consultants'의 Yellow Pages와 직업건강에 관한 'Health authorities and services'를 참조하라
- 또한 www.nhsplus.nhs.uk을 참조하라.

위해도 관리방법 BK 0

관리 접근 2

관리자를 위한 조언(규소)

소개

- 규소는 무엇이고, 어디에서 발견되는가?
- 점토, 모래, 벽돌 분진과 재는 규소를 포함하고, Respirable Crystalline Silica(RCS)로 알려진 규소분진을 발생시킨다. 규소분진(RCS)은 호흡할 수 있는 α-quartz, 홍연석, 자유규소로도 알려져 있다.

일반적인 물질에서 결정 규소 농도

모래, 자갈, 부싯돌	70% 이상
이회토	~60%
이장, 유약, 물감	고형성분의 10~60%
타일	30~45%
점토	15~30%
벽돌	~30%
연료의 재에는 결정 규소가 들어있다.	

- 아래 순서는 벽돌, 타일 제조를 포함한 권고 시트의 시리즈이다.
  - BK1 점토 도정(흙 이기는 기계)
  - BK2 모래 취급과 체로 침
  - BK3 모래와 green 벽돌 미장
  - BK4 green 벽돌과 내화벽돌의 운반
  - BK5 수공 dehacking과 batching
  - BK6 타일 압착
  - BK7 환기된 vehicle cabs

위험

- 규소분진(RCS)의 흡입은 규소폐를 유발할 수 있다. 규소폐는 영구적인 장애와 조기 사망을 유발할 수 있는 위험하고 비가역적인 폐질환이고, 흡연에 의해 악화된다. 모든 규소분진(RCS)은 위험하다. 호흡분진은 눈으로 볼 수 없이 작고 폐 깊숙이 도달할 수 있는 분진을 의미한다.

행동

- 작업자가 얼마나 많이 규소에 노출될 수 있는지를 알아야 한다. 확신할 수 없다면, 노출 측정에 대한 준비가 필요하다. 시트 G409를 참조하라.
- 공기 중 분진의 양을 줄여서 작업자가 흡인할 수 있는 규소분진(RCS)의 양을 최소화할 필요가 있다. 사용될 수 있는 관리수단에 대해 주의 깊게 확인하라. 각 상황에서 좀 더 비용 효과적이고, 실질적인 관리수단이 있다.
- 관리수단을 실행하기 전에 작업에 맞는 권고인지를 확인한다. 이 시트들에 포함된 모든 권고를 따르면(관리의 일부로 호흡 보호를 포함), 작업장 노출 한계(workplace exposure limits(WELs))를 정상적으로 따르게 된다는 것을 의미한다. 각 시트에 있는 권고안을 읽고 현재하고 있는 것과 비교해 본다.
- 현재 하고 있는 관리 내용을 확인하여, 모든 관리가 적절히 작동하고 있는가? 마지막으로 언제 확인되었는가? 필요로 할 때 항상 사용될 수 있는가? 규소분진(RCS) 노출은

관리되는가를 점검한다. 양호한 작업 순서로 모든 관리를 유지할 필요가 있다. 이것은 기계적 관리(예, 추출), 행정적 관리(예, 감독, 건강 조사와 조사 제도)와 운영자 행동(지침을 따르는지)을 의미한다. 권고의 모든 측면을 고려한다. '적절한 관리'를 제공하기 위해 함께 작동할 측면들을 고려한다. 공학적 관리에 대한 권고는 시트 G406을 참조하라.

- 관리가 지속된다는 것을 양호한 기록으로 유지하라. 작업자에 대한 건강 조사를 실행할 필요가 있다. 시트 G404를 참조하라.
- 의심된다면, 전문가의 도움을 요청하라. 이러한 권고는 과거의 작업 실행을 바꿔야만 하거나, 비용을 새로운 관리에 소비하려하는 것을 의미하고, 그것을 부적절하게 하지 않기 위한 것임을 기억하라. 필요로 하는 전면적인 변화를 최고로 만들기 위해 결정하라.
- 전문가의 도움을 필요로 한다면, 포기하지 마라. 당신의 동업 조합, 직종별 노동조합에 요청하거나, 또는 www.bohs.org에 접속하라.

절차

- 낮은 규소함량의 점토를 사용할 수 있는가?
- 움직이는 장비는 작업장에서 벽돌과 내화벽돌을 분쇄하고, 분진을 생산한다.
- 이장, 점토, 유약의 표면을 깨끗이 유지하라. 물 스프레이, 물 억제는 분진을 억제하는데 도움이 된다.
- 가능한 자동화와 폐쇄된 시스템을 사용하라.

설비

- 청결과 오염된 작업복을 위한 세면실, 샤워실, 저장소와 원기회복을 위한 깨끗한 설비를 제공하라.

정보, 훈련, 감독

- 작업자에게 말하라
- 점토, 모래, 벽돌, 재로부터 발생한 분진은 장애와 조기 사망에 이르게 할 수 있는 규폐증을 유발할 수 있다.
- 분진이 많은 곳에서 호흡하는 것을 피하라.
- 정확한 방법으로 직무를 수행하고 분진생성을 최소화하라.
- 항상 분진 억제방법과 배출 장비를 적절히 사용하라.
- 장비가 작동하지 않을 때 신속히 보고하라.
- 보호 장비를 깨끗이 유지하고, 적절히 입는다.
- 분진이 공기 중으로 분산되는 것을 막기 위해 표면을 깨끗이 유지하라.
- 피부에 묻은 분진은 자주 씻어라.
- 면이나 짠 천으로 된 의류를 피하라.
- 빗자루로 쓸어버리지 말고, 진공청소기를 이용해 청결을 유지한다.

교육과 훈련

- 작업자의 훈련과 감독은 그들이 올바른 방법으로 작업을 하는 것과 노출을 줄이기 위한 관리를 적절히 사용하는 것을 확인할 필요가 있다. 감독자와 관리자의 건강과 안전 훈련도 포함한다.
- 훈련은 다음을 포함하여야 한다.

1) 분진관리의 사용과 그것이 작동하는지 확인을 어떻게 할 것인가
2) 장비를 어떻게 안전히 청결하고, 유지할지

3) 개인 보호 장비(PPE)의 사용과 주의를 어떻게 할지와
4) 잘못되었을 때 무엇을 할지

■ 감독은 작업자에게 다음을 확인하는 것을 의미한다.
1) 제공된 관리를 사용
2) 올바른 작업 방법의 수행
3) 건강 감시를 하고
4) 개인위생에 관한 규칙을 따르는 것

■ 계약자도 감독이 필요하다. 그들이 유해한 물질을 가져왔다면, 그들이 어떻게 작업자를 보호할지 찾아야 한다.

환경 가이드라인

■ 폐기물방출은 Pollution Prevention and Control(PPC)의 규정을 따라야 한다. 지방 당국이나 환경기관에 의견을 물어보기를 권한다.

<<연 구 진>>

연 구 기 관 : 성균관의대 산업의학교실

연구책임자 : 김 수 근 (부교수, 의학박사, 성균관대학교)
연 구 원 : 김 동 일 (부 교 수, 성균관대학교)
김 원 술 (부 교 수, 성균관대학교)
서 병 성 (교 수, 성균관대학교)
유 승 호 (조 교 수, 성균관대학교)
윤 기 정 (전 문 의, 성균관대학교)
정 철 (전 문 의, 성균관대학교)
변 상 훈 (부 교 수, 고대보건과학대학교)
김 병 권 (조 교 수, 고려대학교)
김 종 서 (수석연구원, 고대산업의학센터)
양 혁 승 (수석연구원, 네오딘의학연구소)
연구보조원 : 하 재 혁 (전 공 의, 성균관대학교)
조 강 희 (전 공 의, 성균관대학교)
고 재 철 (보 조 원, 고대산업의학센터)
조 용 민 (대학원생, 고려대환경의학연구소)
안 진 국 (대학원생, 고려대환경의학연구소)
김 정 민 (대학원생, 고려대환경의학연구소)
이 장 희 (대학원생, 고려대환경의학연구소)
양 민 호 (대학원생, 네오딘의학연구소)
한 영 선 (연 구 원, 네오딘의학연구소)
신 창 재 (연 구 원, 네오딘의학연구소)

임 호 섭 (책임연구원, 네오딘의학연구소)
김 원 기 (주임연구원, 네오딘의학연구소)
권 오 성 (주임연구원, 네오딘의학연구소)
남 태 현 (연 구 원, 네오딘의학연구소)
양 홍 석 (한도병원산업의학센터)
방 상 수 (한국산업보건연구소)
문 원 식 (한국산업보건연구소)
홍 미 애 (연 구 원, 한국산업보건연구소)
장 승 운 (연 구 원, 한국산업보건연구소)
고 재 철 (고대산업의학센터)
문 경 일 (고대산업의학센터)
박 재 일 (고대산업의학센터)
강 지 희

연구상대역 : 이 종 한 (산업안전보건연구원)

<<연 구 기 간>>

2007. 5. 2 ~ 2007. 11. 30

본 연구는 산업안전보건연구원의 2007년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서에 기재된 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

화학물질 노출시나리오 정보 제공을 위한 표준모델 작성

(보건분야 - 연구자료 연구원 2007--)

발 행 일 : 2007년 11월 28일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 박 두 용

연구책임자 : 성균관대학교 의과대학 김 수 근

발 행 처 : **한국산업안전공단 산업안전보건연구원**
주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4
전 화 : (032) 5100-821
F A X : (032) 502-7197
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr