

# 직업건강가이드라인개발 최종 보고서

- 합성고무 제조업 -

2019. 11.



## 제출문

안전보건공단 이사장 귀하

본 보고서를 2019년도 안전보건공단의  
「직업건강가이드라인개발」 연구 최종 보고서로  
제출합니다.

2019. 11.

경인여자대학교 산학협력단장

# 연구진

## ○ 연구책임자

이윤정 (경인여자대학교 간호학과 교수)

## ○ 공동연구자

김수근 (성균관대학교 의과대학 교수)

김숙영 (울지대학교 간호대학 교수)

이복임 (울산대학교 간호학과 교수)

한복순 (성균관대학교 의과대학 교수)

김태구 (인제대학교 보건안전공학과 교수)

피영규 (대구한의대학교 보건학부 교수)

박민수 (인제대학교 보건안전공학과 교수)

백은미 (경동대학교 간호학과 교수)

최은희 (울지대학교 간호학과 교수)

이경선 (부산가톨릭대학교 산업보건학과 교수)

## ○ 연구보조원

박명미 (한국남부발전 신인천발전본부)

황선주 (경인여자대학교)

# 목차

I. 개요	1
1. 배경	1
2. 구성내용	3
3. 활용대상 및 활용방법	3
II. 일반 현황	4
1. 합성고무제조 업종의 이해	4
2. 합성고무제조 업종의 현황 및 주요공정	6
3. 업종의 주요 직종분류	27
4. 업종의 산업재해현황	28
5. 안전보건관리체제	29
III. 주요 유해·위험요인	31
1. 작업환경요인	31
2. 작업조건요인	47
3. 건강문제요인	53
4. 사고관련요인	55
IV. 유해·위험요인 관리방안	58
1. 작업환경관리	58
2. 작업조건관리	78
3. 건강문제관리	83
4. 사고요인관리	98
5. 건강증진	102
참고문헌	106
[부록 1] 주요화학물질의 MSDS	111
[부록 2] 직종별 OPS	157

## 〈표 목차〉

표 II-1 합성고무제조업체 현황	8
표 II-2 주요 합성고무의 특성과 용도	9
표 II-3 합성고무제조업에 종사하는 직종의 종류 및 범위	27
표 II-4 화학제품제조업의 산업재해현황	28
표 II-5 화학제품제조업체의 사망재해현황	28
표 III-1 유해작업환경 실태	31
표 III-2 화학물질 및 화학제품제조업의 화학물질제조 및 취급실태	32
표 III-3 합성고무제조공장에서 사용하는 화학물질의 유해성	33
표 III-4 공정별 유해요인	39
표 III-5 공정별 유해요인	40
표 III-6 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 정규직 분포	48
표 III-7 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 장년근로자 비율	48
표 III-8 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 외국인근로자 비율	49
표 III-9 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 장애인근로자 비율	49
표 III-10 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 교대근무현황	50
표 III-11 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 야간작업 비율	50
표 III-12 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 복지시설 현황	51
표 III-13 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 근골부담작업 유해요인조사 실태	53
표 III-14 석유화학공장의 주요사고유형	56
표 IV-1 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 위험성평가 실시	58
표 IV-2 화학물질 취급사업장의 작업환경 관리상태 체크리스트	62
표 IV-3 관리대상물질 관련 국소배기장치 후드의 제어풍속	68
표 IV-4 작업장소별 착용해야 할 보호구	75
표 IV-5 안전인증 및 자율안전 확인신고 대상 보호구	76
표 IV-6 오염물질 발생 장소별 호흡용 보호구	76
표 IV-7 오염물질 발생 장소별 호흡용 보호구	77
표 IV-8 직무스트레스 증상완화법	82
표 IV-9 건강진단의 종류 및 실시 대상	84

표 IV-10 특수건강진단 대상 유해인자 .....	84
표 IV-11 특수건강진단의 시기 및 주기 .....	85
표 IV-12 건강관리구분 판정 .....	86
표 IV-13 근골격계질환 예방활동의 구성 및 내용 .....	87
표 IV-14 근골격계질환의 의학적 관리 .....	93

## 〈그림 목차〉

그림 II-1 석유화학공업 내의 합성고무의 위치 .....	7
그림 II-2 고무산업의 응용분야 .....	7
그림 II-3 스티렌 부타디엔고무의 제조 공정 .....	17
그림 II-4 SBR Latex 제조공정 .....	22
그림 II-5 부타디엔 고무 제조공정 .....	22
그림 II-6 부틸고무 제조공정 .....	25
그림 II-7 사업장 안전보건관리체계도 .....	29
그림 III-1 작업관련성 근골격계질환의 진행단계 .....	53
그림 IV-1 위험성 평가 절차 .....	59
그림 IV-2 화학물질 위험성 평가 절차 .....	60
그림 IV-3 화학물질 위험성평가 등급결정 프로세스 .....	61
그림 IV-4 물질안전보건자료 구성 .....	63
그림 IV-5 그림 문자 .....	66
그림 IV-6 작업환경측정 대상 유해인자 .....	71
그림 IV-7 작업환경측정 실시방법 및 절차 .....	71
그림 IV-8 방독마스크 사용법 .....	77
그림 IV-9 의학적 관리의 업무 흐름도 .....	90
그림 IV-10 근골격계 증상의 변화단계 .....	91

# I

## 개요



### 1. 배경

합성고무산업은 장치산업이며, 원료가 액체이기 때문에 반응·분리·정제·저장 등 배관으로 연결되어 각각의 장치 내부에서 공정이 이루어진다.

연속공정은 하나로 연결된 설비구조로 되어있다. 또한 반응조, 건조공정, 물질이동 등 대부분의 과정이 조정실에서 원격조작에 의해 자동화되어 있어서 원료에서 제품까지 연속적으로 운전이 된다. 최근에는 공정제어기술의 발달로 분산제어방식 DCS(Distributed Control System)가 진보함에 따라 컴퓨터모니터(Computer Display)상에 현재 시각의 각 공정별 유속을 나타내는 시스템이 개발되어 널리 쓰이고 있다.

합성고무제조 공장의 가동시간은 보통 년 8,000시간 가동 또는 일 24시간, 년 330일 가동(7,920시간)을 기준하나, 유지 기간이 긴 경우에는 년 7,200시간 가동(또는 일 24시간 연 300일 가동)을 기준할 때도 있다.

합성고무 제조시설의 시설능력은 일반적으로 반응기 능력에 따라 결정된다.

국내 산업 설비들은 국제적인 경쟁력 약화로 인해 공정과 설비를 세분화하고 생산효율을 증대하기 위한 무리한 운전을 강행하고 있는 것도 사실이다. 이는 곧 저장탱크, 압력용기, 반응기 및 배관 등의 장치류가 엄청난 스트레스 속에서 운전될 수도 있다는 것을 의미하며 이는 결국 대형사고의 가능성을 상존하게 한다.

국내 고무 산업이 비약적인 발전을 이룩하게 된 계기는 1960년대 타이어 기술의 도입이고, 이로 인해 타이어 수출이 가능해지고 그 수요가 증가함에 따라 발전을 거듭하게 되었으며 현재 타이어 분야는 세계 10위권에 드는 업체가 2군데나 있다. 1980년대 우리나라의 신발산업은 호황기를 누리며 세계 최대의 생산국으로 자리를 잡기 시작했으며 1990년에는 43억불의 수출을 달성하였으

나 이후 국내 GNP의 상승과 후진국에 밀리면서 점차 쇠퇴하기 시작하였다.

1990년대 후반 들어 국내의 중공업이 성장하고 철강, 전자 및 자동차 산업 등 산업 전반에 걸친 발전을 이루면서 고무의 수요는 다시 증가하기 시작하였다. 최근 자동차가 고성능화 및 고품질화 됨에 따라 이를 만족시킬 수 있는 고기능성 고무부품이 등장하게 되며 많은 각광을 받고 있는 추세이다. 이로 인해 특수고무가 BR, SBR 등의 범용고무를 빠른 속도로 대체해 가는 등 사회적·환경적인 수요변화의 소용돌이 속에서 독자적인 시장을 꾸준히 형성해 왔다.

합성고무산업은 세계 주요 선진국의 영향에 따라 설비가동률의 조정에 따른 안전상의 문제도 내포하고 있다. 즉, 공급부족 시에는 공장가동률을 최대로 하고 정비보수작업도 일부 생략되는 경향이 있어, 이것이 사고로 이어질 수도 있다. 국내의 합성고무제조공장에서 사망사고가 발생하는 등 산업안전보건법위반 사례들이 알려져 있다. [1]

합성고무제조설비는 대형사고의 위험이 잠재되어 있음에도 그 위험도에 비해 경각심이 부족한 실정이다. 합성고무제조설비 내에는 수많은 종류의 유해·위험물질이 저장, 취급되고 있다. 또 그 어느 산업보다도 운영 시스템이 복잡하여 고도의 전문성이 요구되는 산업이기도 하다. 따라서 합성고무산업에서는 철저한 안전관리가 필수다.

합성고무란 높은 탄성과 강성을 가진 합성 고분자 소재로서, 내마모성, 반발탄성, 기계적 특성이 우수하여 주로 타이어, 벨트, 호스, 신발 등에 사용되는 고기능성 소재를 말한다.

합성고무는 중합체를 생산하기 위해 하나의 단위체의 중합 반응 또는 단위체의 혼합을 통해 만들어지며, 중합체 과학과 고무 기술에서 연구되는 제품의 일부를 형성한다. 합성고무는 천연고무에는 없는 여러 가지 성질을 갖게 할 수가 있으므로 최근 그 용도가 급속히 확대되고 있다.

SBR를 제조하기 위한 단량체인 부타디엔은 나프타의 열분해에 의해 생성되는 C4혼합물 중 1,3-Butadiene 추출에 의해 얻어지며 상온에서 기체이다. 스티렌 역시 나프타의 열분해에 의해 얻어지는 에틸렌과 벤젠의 화합물이다. 합성고무제조 과정에 사용되는 여러 가지 화학물질들은 발암성 등 건강유해성이 있다. 따라서 장치산업인 합성고무산업에서의 안전은 말할 수 없이 중요한 부분이다.

## 2. 구성내용

본 가이드라인은 총 4개장과 부록으로 구성되었다. 제1장은 개요로 본 가이드라인의 작성 배경과 필요성, 활용대상 및 방법에 관한 내용을 담았다. 제2장은 일반 현황으로 합성고무제조업에 대한 이해 및 제조공정, 종사자의 직종 및 산업재해현황을 소개하였다. 제3장은 합성고무제조업에서 발생하는 주요 유해·위험요인을 소개하였다. 제4장은 이를 관리하기 위한 방안을 제시하였다.

부록에서는 합성고무제조업 직종별 OPS를 제시하였다.

## 3. 활용대상 및 활용방법

본 가이드라인은 합성고무제조업의 직업건강과 안전을 관리하는 데 꼭 필요한 지식과 기술에 대한 정보를 제공함으로써 합성고무제조업 종사자의 건강을 관리해야 하는 사업주, 관리자 및 안전보건관계자가 제일 먼저 찾는 실무적인 길잡이가 될 것이다.



## 일반 현황

### 1. 합성고무제조 업종의 이해

합성고무제조업(Manufacture of synthetic rubber)은 합성고무(라텍스 포함)와 식물성 기름에서 유도되는 팩티스, 천연고무 및 유사 천연검의 혼합물을 제조하는 산업활동을 말한다. 해당 업종에는 다음과 같은 제조활동이 포함된다. [2]

〈예시〉

- 부타디엔고무(BR) 제조
- 클로로프렌고무(CR) 제조
- 아크릴로니트릴-이소프렌 고무 제조
- 천연 및 합성고무 혼합물 제조
- 식물성 기름에서 유도된 팩티스 제조
- 아이소프렌고무(IR) 제조
- 스티렌-부타디엔 고무(SBR) 제조
- 아크릴로니트릴-부타디엔고무 제조

합성고무(synthetic rubber)는 천연고무와 유사한 성상(性狀)을 지니는 합성고무상 물질 또는 고무상 탄성체가 될 수 있는 가소성 물질의 총칭이다. 합성고무는 고무제품을 만드는 데 사용되므로 가황(加黃)고무제품으로서의 성질, 즉 탄성·내한성(耐寒性)·내노화성(耐老化性)·내열성·내산화성·내오존성·내유성(耐油性)·내약품성 등이 요구된다.

가공법은 대부분의 경우 천연고무와 같으며, 롤로 짓이겨서 분자량을 조절하여 가소성·점착성을 높이고, 여기에 카본블랙 등의 충전제, 아연화(亞鉛華: 산화아연), 가황제인 황, 가황촉진제 등을 혼합하여 다시 짓이긴다. 이것을 형

(型)에 넣고 가열하여 가황제품을 만든다.[3]

고무는 일상생활에서 타이어, 고무장갑, 신발, 튜브 등에 다양하게 쓰이고 있다.

우리나라에 고무제품이 보편화된 것은 1919년부터 서울에 설립된 공장을 중심으로 고무신을 만들기 시작한 때부터이며 6·25전쟁 이후인 1960년도 하반기부터 신발류 및 자동차 타이어 제품의 수출 호조에 힘입어 기술적, 경제적 인 면에서 장족의 발전을 가져왔다. 특히 1973년과 1980년에 합성고무인 SBR(Styrene Butadiene Rubber) 및 BR(Butadiene Rubber)를, 1983년에 NBR(Nitrile Butadiene Rubber), 1987년에 EPDM(Ethylene Propylene Rubber)를 각각 생산 개시 하여 합성고무 생산국이 되었다.[4]

## 2. 합성고무제조 업종의 현황 및 주요공정

합성고무제조는 1892년 Tilden은 Turpentine에서 얻어진 이소프렌을 원료로 고무상의 물질을 합성하는 데 처음으로 성공했다. 이후 가격이나 공급상의 난점으로 인해 부타디엔계 화합물이 합성고무의 원료로서 연구대상이 되었는데 1차 세계대전 중 영국의 해상 봉쇄로 천연고무 조달이 어려워진 독일은 Dimethyl Butadiene을 원료로 합성고무를 생산했다.

1930년대 중반 독일은 Polybutadiene 및 Butadiene과 Styrene, Butadiene과 AN(Acrylonitrile)의 공중합체인 BUNAS, BUNA-R를 개발했는데 천연고무에 비해 물성은 떨어지지만 그 기술은 2차 세계대전 중 미국에서 합성고무를 개발, 생산하는 데에 기여했다. 1940년 미국은 동남아 지역에서의 전쟁 확산에 따른 천연고무 부족을 예견하고 천연고무의 비축과 합성고무의 개발을 목적으로 하는 국책회사를 설립했다. 2차 세계대전 참전과 함께 유화중합법에 의한 SBR를 긴급 개발 품목으로 선정해 1941년에는 GR-5(SBR)를 상업 생산 하게 되었다.

### 1) 업종의 현황

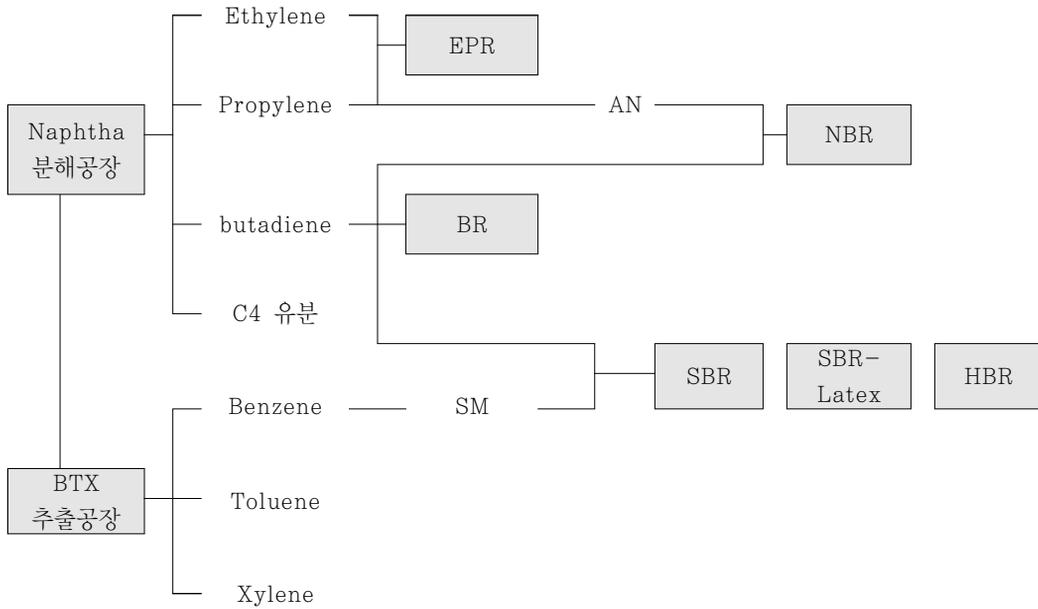
국내에 고무가 처음 소개된 것은 1881년으로, 인도고라는 명칭으로 알려졌으며, 1884년에 우정국, 1885년 한성전신총국 및 인천분국에 설치된 인자통신기에 고무 부품이 적용되었다. 또한, 1899년 서대문-청량리 간 운행의 전차, 노량진-제물포 간의 경인철도에 기차용 고무부품이 국내 처음으로 사용되었다. 1919년에는 고무공업 전문 공장의 효시인 대륙고무공업(주)에서 고무신을 제작하였으며, 이후 한성고무 등 7개 회사가 설립되었다.

이후 급속한 발전을 거듭하여 국내에서는 1973년 SBR합성고무를 생산한 이후 1978년 한국합성고무(현 금호석유화학)가 울산에 연산 50천 톤 규모의 SBR 공장을 건설한 것이 효시이며, 그 후 1980년 BR, 1984년 SBR Latex, HSR 및 NBR 제조시설이 건설되었고, 1987년에는 EPR가 생산되었다. 합성고무는 SBR와 BR가 가장 대표적인 범용 합성고무로서 이들 두 품목의 수요 비중이 약 70~80%에 달한다. 주로 자동차 타이어, 스포츠 용품, 고무벨트, 고무피복, 호스, 바닥재, 전선 및 케이블, 신발류 등의 고무제품에 사용되는

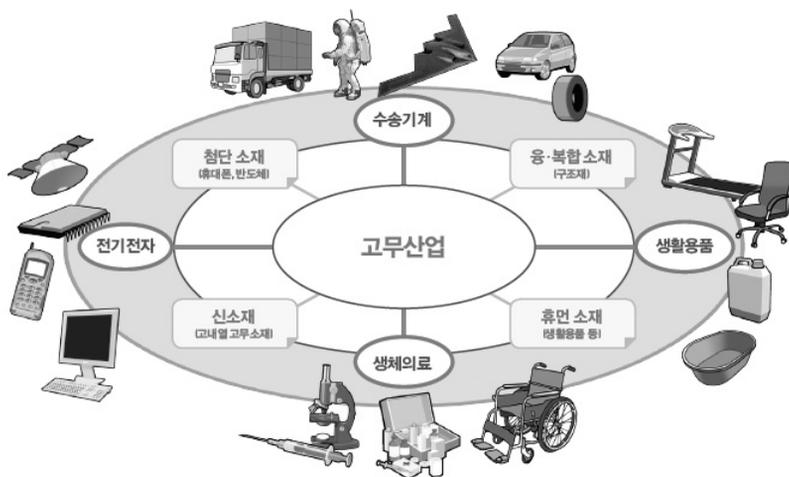
데, 최대 수요산업은 타이어 및 신발이다.

석유화학공업 내의 합성고무의 위치를 개략적으로 살펴보면 [그림 II-1]과 같고, 고무의 응용분야는 [그림 II-2]와 같다.

국내 합성고무 생산은 금호석유화학, 금호폴리켄, LG화학 및 롯데 케미칼의 4개 회사에서 이루어지고 있다.



[그림 II-1] 석유화학공업 내의 합성고무의 위치



[그림 II-2] 고무산업의 응용분야[4]

합성고무공업은 합성수지, 합성원료와 함께 NCC 열분해에 의해 분리, 추출 공정 등을 거쳐 생성되는 석유화학 최종제품분야에 해당되며 석유화학공업의 일반적 특성을 지닌다.

우리나라의 합성고무제조업체 현황은 [표 II-1]과 같다.

[표 II-1] 합성고무제조업체 현황(고무 원료 생산: 10인 이상 사업장기준, 2012년 말)[5]

구 분	사업체수(개사)	생산액(억원)	출하액(억원)
고무원료(A)	72	62,960	63,001
SBR	3	19,165	19,332
BR	3	18,339	18,250
SB 라텍스	4	7,755	7,875
기타합성고무	16	7,444	7,345
가황촉진제	3	1,807	1,832
산화방지제(고무·플라스틱)	19	5,310	5,269
안정제(고무·플라스틱)	14	1,719	1,780
소포체 및 발포제	10	1,421	1,418

주) 자료: 통계청 광업·제조업조사(품목편)

## 2) 합성고무와 그 종류

합성고무는 교차결합에 의해 불가역적으로 비열가역성물질로 변화할 수 있는 합성물질이며 가장 알맞은 조건하에서 교차결합을 했을 때(교차결합에 필요한 것 이외의 가소제와 같은 물질을 부가하지 않고), 15~25°C의 온도에서 다음의 성능을 나타내는 물질이 생긴 것을 말한다.

- 원래 길이의 3배까지 늘렸을 때 파단하지 않는 것
- 1분간 원래 길이의 2배로 늘린 후 10분 이내에 원래 길이의 1.5배 이하의 길이로 되돌아가는 것
- 0~100% 늘어나는 동안 300 kg/cm<sup>2</sup> 미만의 힘이 작용하는 것
- 합성물질에서 교차결합에 준하는 효과를 주었을 때 15~25°C의 온도에서 위의 세 가지 성능을 나타내는 것을 말한다.

합성고무는 부타디엔, 에틸렌, 프로필렌 등의 단독 또는 복합중합체로서 천연고무에 비하여 내노화성, 반발탄성, 내한성, 내마모성 등의 물성이 우수하다.

고무는 상온에서 고무상 탄성을 나타내는 사슬 모양의 고분자물질이나 그 원료가 되는 고분자물질을 말하며, 천연고무와 합성고무로 분류된다. 천연고무

는 고무나무에서 흘러나온 유액인 라텍스를 이용하여 제조한 고무이고, 합성 고무는 천연고무의 물리적 성질과 같거나 비슷한 고분자물질을 말한다. 합성 고무의 종류에는 부타디엔고무(BR), 스티렌-부타디엔고무(SBR), 이소프렌고무(IR) 크로로프렌고무(CR), 에틸렌-프로필렌(EPM, FPDM), 브틸고무(HR), 실리콘고무(Q), 불소고무(FPM), 다류화고무(T), 폴리에테르고무(POR, CHR, CHC), 아크릴로니트릴-부타디엔고무, 니트릴고무(NBR), 우레탄고무(U), 아크릴고무(ACM, ANM), 클로로설펜화폴리에틸렌(CSM) 등이 있다(표 II-2).

[표 II-2] 주요 합성고무의 특성과 용도

종류	특성	용도
<b>SBR</b> (Styrene Butadiene Rubber)	- 스티렌모노머와 부타디엔의 중합체 - BR과 함께 대표적인 범용성고무 - 내노화성, 반발탄성, 내한성, 내마모성	자동차 타이어, 스포츠용품, 고무벨트, 고무피복, 호스, 바닥재, 전선 및 케이블, 신발류
<b>BR</b> (Butadiene Rubber)	- Butadiene 단독중합체 - SBR와 함께 대표적인 범용합성 - 내노화성, 반발탄성, 내한성, 내마모성	타이어용 60.2%, 신발용 7.1%, 기타산업용 32.7% (1996년 기준)
<b>EPR</b> (Ethylene Propylene Rubber)	- 에틸렌과 프로필렌의 혼성중합체 (EPM) - 디엔(Diene)화합물을 넣어 삼중 중합시키면 EPDM이 됨.	전선이나 케이블의 피복, 컨베이어벨트, 타이어의 사이드월, 호스, 자동차의 각종 Sealing재
<b>IIR</b> (Isobutylene Isoprene Rubber)	- 가스투과율이 낮고, 발탄성이 작다 - 내열노화성, 내오존성, 내약품성, 전기절연성 우수	튜브, 타이어용 에어버그, 공업용품, 루핑, 전선피복
<b>NBR</b> (Acrylonitrile Butadiene Rubber)	- 아크릴로니트릴-부타디엔 공중합 - 내유성 특수고무의 하나	내유호스, 벨트바킹, 로울, 탱크 라이닝, 접착제, 플라스틱 블렌드, 브레이크 라이닝, 구두바닥
<b>SBR</b> - Latex	- 수분을 50% 정도 함유한 액상 제품 - 접착력, 인쇄성, 광택도가 우수	아트지 판지 코팅용, 카펫 코팅용 접착제, 시멘트 아스팔트 혼화재
<b>IR</b> (Isoprene Rubber)	- 천연고무를 열분해해서 얻는 액상의 이소프렌을 공업적으로 합성하여 얻음 - 가공성이 천연고무에 가까움	타이어가 주된 수요 분야 신발류, 사고무, 고무인포
<b>CR</b> (Chloroprene Rubber)	- 아세틸렌 혹은 부타디엔을 유화중합 제조 - 내유성, 내열노화성, 내오존성	전선피복, 벨트, 라이닝, 자동차부품, 호스, 접착제
불소고무	- 불화비닐리덴 - 내약품성, 내유성, 내후성, 내열성우수, 고가, 비중이 높음	우주기구, 자동차연료호스, 초음속항공기
실리콘러버	- 원료: 생고무, 실리카계 충전제 - 결정성이 높음	전기, 전자기구(키패드, 와이어/케이블) 등

### (1) 스티렌 부타디엔 고무 Styrene Butadiene Rubber(SBR)

부타디엔과 스타이렌을 저온유화중합 하여 만든 공중합체로 합성고무 중 가장 일반적으로 사용되는 범용고무이며 천연고무에 비하여 내마모성, 내열성이 우수한 장점과 가황이 평탄하고 안정된 스코치(Scorch)성과 용이한 가공성 등 폭넓게 사용될 수 있는 물성을 지니고 있다. 실 제품으로는 사용되지 않는다.

천연고무보다 내마모성, 내노화성이 양호하며 값이 싸다.

- 주 용도: 자동차 타이어, 자동차부품, 신발, 고무방수포, 운동용품, 벨트 등 공업용품 및 일반고무제품.

### (2) 니트릴 부타디엔 고무 Nitrile Butadiene Rubber(NBR)

니트릴고무라고 불리며, 아크릴로니트릴과 부타디엔을 저온유화중합하여 만든 공중합체로서 내유성과 내약품성이 우수한 제품이다. 니트릴고무는 내유성이 뛰어나서 산업기계, 건설기계, 이화학기기, 자동차, 항공기, 주방용품 등 모든 분야에서 윤활유나 작동유, 연료유 등의 실에 사용되며 O-Ring, V패킹, 오일실로서 가장 적당하고 사용량도 제일 많다.

니트릴고무 사용 온도는 배합에 의해 크게 다르지만,  $-50\sim-120^{\circ}\text{C}$ 이며, 특히 저온용으로는 니트릴이 한랭지의 기기나 항공기 등에 사용된다. 또한, 니트릴양이 많은 것은 내열성이나 기계적 성질이 좋을 뿐 아니라 내가스 투과성에 뛰어나 진공용으로서 충분히 사용할 수 있다.

- 주 용도: 오일실, 개스킷 내유호스, 컨베이어벨트, 인쇄롤, 방직용 top roll 등 내유제품.

### (3) HBR(High cis BR)

Polybutadiene Rubber(BR)는 1,3-butadiene을 용액 중합 하여 제조한 단중합체로서 cis-1,4, trans-1,4, vinyl 구조의 3가지 결합형태를 지니며, cis-1,4의 함량에 따라 High cis BR와 Low cis BR로 분류된다. High cis BR는 cis-1,4의 함량이 95% 이상인 제품으로 내마모성, 반발탄성, 내노화성,

내수성이 우수하고 2차 전이온도(Tg)가  $-100^{\circ}\text{C}$  정도로 매우 낮아 SBR와 함께 가장 광범위하게 상용되는 합성고무이다.

NR보다 탄성이 좋고 내마모성이 우수하다.

- 주 용도: 자동차, 항공기용 타이어, 신발, 방진고무, 고무롤, 벨트, 호스 등의 공업용품.

#### (4) 클로로프렌 고무 Chloroprene Rubber(CR)

CR는 클로로프렌(2-chlorobutadiene)의 중합체이며 일반고무와는 달리 내후성, 내약품성이 좋고 난연성이 있다. 그 외에도 기체 투과성이 작고 접착력(고무풀로 만들었을 때의)이 강한 점 등 일반용 고무에서 볼 수 없는 특징을 지닌다. 가격은 BR, SBR 등의 일반용 고무와 비교하면 상당히 높다. CR는 특성상 공업용 고무제품, 접착제, 건축용 고무제품, 전선 등에 주로 쓰인다. CR는 개발한 DuPont 사의 네오프렌 상표명이 CR의 대명사처럼 쓰이고 있다.

- 주 용도: 전선피복, 컨베이어벨트, 방진고무, 창틀고무, 접착제, 고무방수포 및 일반공업용품.

#### (5) 에틸렌프로필렌 고무 Ethylene Propylene Terpolymers(EPDM)

EPM/EPDM은 Ethylene, Propylene, Non-conjugated Diene으로 이루어진 합성고무로 Sulfur, Peroxide, Phenol Resin, 방사선 등으로 가황할 수 있으며, 특히 Diene은 Sulfur가황이 가능하도록 하기 위한 것이다. EPM/EPDM은 내오존성, 내후성, 내열성, 내용제성 등이 뛰어나고 다른 합성고무에 비하여 비중이 작으며 충전제, 오일 등의 고충전이 가능하여 경제성이 매우 뛰어난 합성고무이다. 단, 광물유와 병용될 경우는 사용할 수 없다. EPM/EPDM은 자동차용 Body sealing, 타이어 튜브, 호스, 벨트, 전선, 각종 공업용품, 기타 Polyolefin 개질제 등 넓고 다양한 용도로 사용되고 있다.

- 주 용도: 전선피복, 자동차의 워터스트립 증기호스, 컨베이어벨트 등.

## (6) 불소고무 Fluoro Elastomers(FPM)

불소고무는 일명 바이톤 고무(Viton Rubber)라고 하며 플루오로 러버(Fluoro Rubber)라는 합성고무이다. 불소고무는 특수한 물성으로 내열성, 내한성, 내유성, 내약품성이 가장 우수한 고무이다. 국방병기, 고도의 산업기계, 인공위성 등 특수하게 사용되는 합성고무이다. 트리플루오로 에틸렌(Trifluoro ethylene), 비닐리덴 플루오 라이드(Vinylidene Fluoro Ride) 이원공중합체 합성고무이다. 불소원자를 50% 이상 함유하고 있는 고무로 내열성으로는 200℃에서도 물성의 저하가 적고 장시간의 사용에 견디며 조건에 따라서는 300℃ 이상에서도 단시간이면 사용할 수 있다. 그리고 불소고무가 실제품, 특히 O-Ring이나 오일실, 개스킷 등에 많이 사용되는 것은 앞에서 말한 특수한 성질에 의해 가혹한 조건에서 기능부품으로서 사용되는 것에 한하지 않고, 가격이 높아도 신뢰성이 더 요구되는 분야나 부품의 교환에 필요한 경비나 정지 중의 생산성 감소 등을 생각하면 염가가 되기 때문이다.

- 주 용도: 내열, 내유 내화학 약품이 필요한 미사일, 로켓 등의 패키징, 화학공장의 내식 패키징, 다이어프램 등.

## (7) 부틸고무 Isobutylene Isoprene Rubber(IIR)

이소부틸렌과 이소프렌의 공중합체(共重合體)로서 정식 명칭은 이소부틸렌 이소프렌 러버라고 한다. 기체 투과성이 작은 특성이 있다. 탄성 등은 천연고무에 못 미치지만 인장 강도(引張強度), 내마찰성은 거의 같으며 타이어의 튜브로 사용된다.

- 주 용도: 자동차 타이어용 튜브, Curing bag, 루핑, 전선피복, 창틀고무, 증기, 호스 컨베이어벨트 등.

## (8) 실리콘 고무 Silecone Rubber(Q)

실리콘 고무는 어떤 형태의 다른 탄성체보다도 범용으로 쓰이고 있으며 고도의 신뢰성과 안정성을 요하는 방위 산업 및 항공산업, 자동차와 그 응용분

야에서 널리 쓰이고 있다. 또한 실리콘 고무는 자체의 우수한 전기적 특성으로 고도의 전기전자 산업에서도 널리 응용되어 쓰이고 있다. 우수한 탄성을 갖고 있는 실리콘 고무는 탄성을 요하는 부품에 사용될 경우에 탄성을 고려해서 설계하지 않아도 좋을 만큼 우수하다. 조건에 따라서는 230~250℃에서까지 사용할 수 있다. 다수의 다른 고무와 비교해서 최고의 전기적 성질을 가지며 전기절연재료로서 뛰어난과 함께 탄성, 뒤틀림, 내후성, 내오존성 등도 좋다. 결점으로는 기계적 강도가 작기 때문에 동적인 까다로운 조건에서는 고강도 실리콘 고무를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 고온의 밀봉상태나 증기 중에서는 가수분해를 일으키기 쉬운 점, 가스투과성에서는 고무 중에서 가장 통풍성이 크다는 것 등이 있다. 이상으로 진술한 것은 일반 실리콘 고무이고, 결점인 내유성, 내약품성을 개량한 것에 프로로실리콘 고무가 있다. 이 고무는, 실리콘 고무의 프로로알킬기를 도입한 것으로 불소고무와 실리콘 고무 각각의 장점을 지니고 내열성, 내한성, 기계적 성질은 실리콘 고무에, 내유성, 내용제성, 내약품성은 불소고무에 가까운 뛰어난 성질을 지니며, 항공기 등의 특수한 분야에 사용되고 있다.

- 주 용도: 패킹, 개스킷, 오일실 등, 내열·내한용Sealant, 의료용, 전기 절연용 제품.

### 3) 합성고무 용어 해설

#### (1) 중합(Polymerization)

단위체(Monomer)가 고분자 물질(polymer)을 형성한다. 즉,  $nM \rightarrow [M]_n$  형태의 반응을 통해  $n$ 이 상당히 커서 플라스틱(plastics), 고무(rubbers), 섬유(fibers) 등에 알맞은 물성을 지닌 중합체(polymer)를 형성한다.

중합체(Polymer)의 구조는 단위체(monomer)의 선택에 의해 결정되고 중합도는 반응상태에 의해 결정된다.

Polymerization mechanism에 의해 첨가반응(addition polymerization)과 축합반응(condensation polymerization)으로 나뉘고 반응조건에 의해 bulk polymerization, melt polymerization, solution polymerization,

solid state polymerization, emulsion and dispersion polymerization, interfacial polymerization, gas phase polymerization 등으로 나뉘며 이중결합이 끊어져 단일결합이 되는 발열반응이다.

## (2) Glass transition temperature(Tg)

유리전이온도라 하는 것인데 이 온도 이하에서는 고분자물질이 딱딱한 유리와 같은 성질을 나타내고 이 온도 이상에서는 분자 간의 결합 이탈이 자유로워져 고무와 같은 성질을 나타내는 것으로서 합성고무는 Tg가 상온 이하라고 볼 수 있다.

## (3) Elastomer

상온 부근에서 고무상탄성이 있는 물질(탄성고분자물질)로서, 천연고무, 합성고무, 종종 rubber라는 용어와 혼용하여 쓰이며 특히 고무를 경화시켜 전기적 특성을 높인 고무를 말한다.

## (4) BTX(Benzene, Toluene, Xylene)

- ① Benzene: Naphtha로부터 추출하는 방향족계 탄화수소의 대표적 제품으로 방향이 있는 액체로서 SM, 카프로락탐, 알킬벤젠, 의약품, 농약, 유기약품 등의 원료
- ② Toluene: Naphtha로부터 추출하는 방향이 있는 액체로서 향료, 화약, TDI, 사카린 등의 원료, 용제
- ③ Xylene: Naphtha로부터 추출하는 무색의 액체로서 o-, p-, m-자일렌의 원료, 용제

## (5) Naphtha

나프타는 그리스어로 휘발성의 액체원료를 의미하는 ‘나프트’에서 나온 말이다. 나프타는 비중이 대체로 0.7 정도인 조제 가솔린이다. 따라서 나라에 따라 정의가 다르며, 소련, 동구권에서는 원유를 의미한다. 일본의 경우, 비점범위 40~200℃, 비점 100℃를 기준으로 하여 중질나프타와 경질나프타로 구분

한다. 양자를 포함한 것을 특히 전분류 나프타라고 한다.

일반적으로 공장에 공급되는 공업용 나프타는 여러 가지 비율의 탄화수소의 복잡한 혼성체인데, 엄밀한 과학 분류는 이루어져 있지 않다. 미국에서는 ① 지방족계(aliphatics), ② 방향족계(aromatics), ③ 그 중간물(intermediates), ④ 무식물(odorless)로 나눈다.

## (6) Olefin

에틸렌의 동족계열로 불포화 탄화수소, 알켄이라고도 한다. 프로필렌( $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2$ )과 부틸렌( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ) 등이 있다. 물에 거의 녹지 않는다.

## (7) Paraffin

석유에서 분리한 결정성 백색고체로, 메탄계 탄화수소(알칸)의 통칭으로도 쓰이며 파라핀 납(석랍)을 지칭하기도 한다. 보통 normal 사슬의 포화탄화수소(n-파라핀)로 되지만, iso-파라핀도 함유한다. 양초, 방수제, 파라핀지(紙)의 제조, 크레용의 원료로 쓰인다.

## (8) Resin

일반적인 수지를 일컫고 천연수지와 합성수지로 나뉘는데 일반적으로 완제품 성형 전의 polymer를 말한다.

## (9) Latex

고무나무의 나무껍질에 상처를 내서 채취한 액. 흰색, 회색, 미황색의 유상액(乳狀液)이며, 산을 가하여 고무분을 굳혀 생고무를 만든다. 라텍스를 그대로 고무제품으로 만드는 일도 있다. 그 밖에 소량의 단백질, 당, 회분 등이 함유되어 있고 고무는 매우 많은 미립으로 떠 있다. 원산지는 말레이시아, 실론, 미얀마이다.

## (10) SM(Styrene Monomer)

벤젠과 에틸렌을 원료로 합성한 에틸벤젠을 반응시켜 제조하며 방향이 있는 무색의 액체로서, 열이나 빛에 의해서 쉽게 중합되고 폴리스티렌(PS), SBR, ABS, 도료 등의 원료이다.

## (11) Ethylene

석유 또는 천연가스 등 탄화수소(납사, 에탄, LPG, Gas oil, NGL 등)를 열분해하여 제조하며 무색의 기체, 고압가스(-104℃에서 액상. 폴리에틸렌, PVC, SM, 아세트알데히드 등 에틸렌 계열 제품의 원료로서 석유화학공업의 대표적인 기초 원료이다.

## (12) Propylene

납사 분해 시 에틸렌과 병산되거나 프로판(Propane)을 탈수소하여 제조된 프로필렌으로 무색의 기체이다. 폴리프로필렌, AN, EPR, 옥탄올 등 프로필렌 계열 제품의 원료로서 에틸렌과 함께 석유화학공업의 대표적인 기초 원료이다.

## (13) Butadiene

납사 분해 시 부생하는 C4유분으로부터 추출하거나 부탄(Butane)을 탈수소하여 부타디엔 제조 상온에서 제조한 독특한 냄새가 있는 기체로 SBR, BR 등 합성고무의 원료이다.

## (14) Emulsion Polymerization

유화제(emulsifier)에 의해 물에 분산된 monomer에 의한 free radical polymerization

## (15) Redox계 촉매(reduction oxidation catalyst)



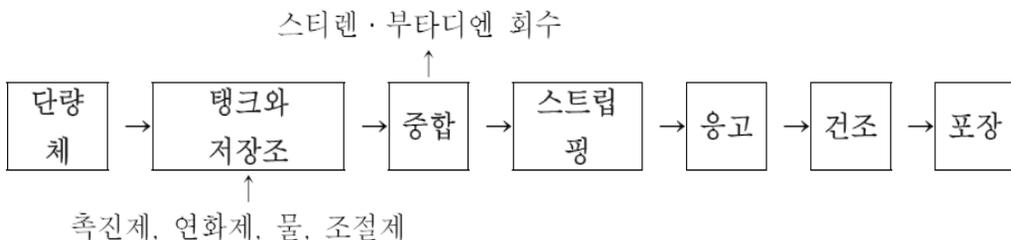
Fe<sup>++</sup>가 산화와 환원을 일으켜 중합을 개시(HO·)하게 된다.

#### 4) 합성고무의 제조과정

합성고무 제조과정은 크게 원료준비, 중합, 용제 및 미반응 모노머 회수, 제품화, 부대공정으로 나누어진다. 생산설비는 제품에 따라 약간씩 다르나 후처리공정, 원료준비공정 등에서 많은 공통점을 지닌다.

##### (1) 스티렌 부타디엔고무(SBR)의 제조

스티렌 부타디엔고무(SBR)는 부타디엔과 스티렌의 공중합체이다. 중합은 용적법과 에멀션법의 두 가지 방법이 있으며, 여기에서는 에멀션법에 대해서 알아보았다. 낮은 온도인 약 5°C에서 레독스(redox)를 촉매로 이용한다. 레독스 중합은 단량체의 존재하에 환원제와 산화제의 작용에 의하여 유리기의 생성을 화학적으로 조절하는 것이라고 설명할 수 있다. 생성된 유리기는 부타디엔과 스티렌의 연쇄 중합을 일으킨다. 이와 같은 조작방법은 연속법으로 순수한 단량체들을 반응기 배에 통과시켜 약 10시간 정도로 반응시키면 약 60-70%의 중합을 시키게 된다. 그 후, 수증기를 통과하여 가온하고 동시에 압력을 감압하여 미반응한 부타디엔과 스티렌을 회수하여 재사용한다. 이 상태의 것은 SBR라텍스라고 하며 그 자체로 판매하기도 한다. 고품 고무를 만들기 위해 증량제 오일과 카본블랙을 첨가하기도 하고, 액상의 라텍스에 산을 첨사하여 응고시킨다. 고무 조각을 탈수시키고 건조시켜서 포장한다. [그림 II-3]은 이와 같은 스티렌 부타디엔 고무의 제조공정을 제시한 것이다.



[그림 II-3] 스티렌 부타디엔고무의 제조 공정

### ① 유화중합

Butadiene과 Styrene에 계면활성제, 물, 중합조제를 혼합하고 여기에 촉매를 가하여 반응기속에서 일정비율까지 중합한다. 일정한 중합비율에 도달했을 때 중합정지제를 첨가하고 미반응 Butadiene은 진공증류로, 미반응 Styrene은 Steam Stripping으로 회수하여 재순환시킨다. 이렇게 얻은 라텍스에 노화방지제를 첨가, 응고시키고 Screen, 세척, 건조공정을 거쳐 제품으로 제조된다. 수율은 약 92%이다. 응고전 공정에서 Carbon Black, Oil 등을 첨가하여 Master Batch로 제조되기도 한다.

### 〈원료〉

물, 부타디엔, 스티렌, 지방산비누, 불균화수지산비누, 중합개시제, 분자량조절제, 반응정지제, 전해질, 응고제, 노화방지제, 신전유, 카본블랙 등이다.

SBR을 제조하기 위한 단량체인 부타디엔은 나프타의 열분해에 의해 생성되는 C4혼합물 중의 1,3-Butadiene 추출에 의해 얻어지며 상온에서 기체이다. 스티렌 역시 나프타의 열분해에 의해 얻어지는 에틸렌과 벤젠의 화합물이다.

유화제는 일반적으로 로진과 지방산의 혼합체가 많이 사용된다. 유화제는 물속에서 교질상의 입자(Micelle)를 생성하여 단량체인 스티렌과 부타디엔을 가용화하여 이들이 반응할 수 있도록 한다.

### 〈제조공정〉

유화중합법을 채택하고 있는 SBR, SBR라텍스, NBR 및 HSR는 그 제조공정이 유사하다.

SBR의 주원료는 부타디엔과 스티렌으로 중합온도에 의해 cold rubber와 hot rubber로 크게 나눈다. 일반적으로 cold rubber는 연속적인 유화중합에 의해 제조된다. 즉, 부타디엔과 스티렌을 비누, 물, 활성제, 중합조제와 함께 혼합하고 여기에 중합촉매를 가해 반응기속에서 중합하여 일정한 중합비율에 도달했을 때 중합 정지제를 첨가한 후 반응하지 않는 모노머를 제거, 회수한다.

만든 라텍스에 노화방지제를 첨가한 후 응고해 물로 씻은 후 건조하면 제품이 된다. SBR라텍스는 원칙적으로 SBR dry rubber와 같은 방법으로 중합하지만 농축, 라텍스 입자경 비대화 등의 공정이 가해지는 경우도 있다. 또 오

일 마스터 배치는 중간에서 생성한 라텍스에 석유계 신전유를 25~50PHR 첨가해서 함께 응고해서 만든다. 신전유의 종류로는 나프텐계, 방향족계 및 고방향족계가 있다. 배합물의 단가를 낮출 수 있어 최근 들어 합성고무 수요의 상당 부분을 차지한다. 카본블랙 마스터 배치는 라텍스 응고 전에 카본블랙을 첨가해 응고시킨 고무다. 카본블랙을 계면활성제와 함께 슬러리 상태로 하거나, 기계적인 에너지에서 슬러리를 조정하는 초분산법 등에서 조정된 카본블랙 슬러리를 SBR 라텍스 및 신전유, 노화방지제와 혼합해 산으로 응고시켜 탈수·건조하여 크럼 상태로 만든 후 성형해서 출화한다. 이를 Wet Master Batch라 한다. 이뿐 아니라 고체 상태의 고무에 카본블랙을 혼합한 Dry Master Batch가 있다.

- 중합

단량체 및 유화제 기타 반응에 필요한 여러 가지 약품은 반응기 내에 투입되어 중합반응을 시작한다. 중합법은 고온중합법과 저온중합법이 있으며, 우리나라에서는 저온중합법에 의한 SBR이 제조되고 있다. 전환율은 약 60%로 이 공정 중 생산된 것을 라텍스라 부르는데 약 25%의 스티렌을 함유하고 있다.

- 회수

중합공정에서 미반응된 약 40%의 단량체를 회수하는 공정으로 미반응 부타디엔은 진공에 의하여, 미반응 스티렌은 증기에 의하여 분리·회수한다.

- 혼합

회수공정에서 나온 라텍스를 노화방지제 및 신전유(Extended Oil)와 혼합하는 공정으로 중간 검사를 실시하여 최종 제품이 규격 내에 들 수 있도록 한다.

- 응고

혼합된 라텍스는 소금 및 산수용액 내에서 고무 성분은 작은 입자 상태로 응고되며 물과 분리되어 건조 과정에 들어간다.

- 건조, 포장

수분을 함유한 고무 Crumb은 건조기 내에서 충분히 건조된 뒤 자동으로 칭량되어 상자형의 35kg Bale로 포장되어 출하된다.

## ② 용액중합

Styrene과 Butadiene을 Hexane 용제 속에서 n-Butyl lithium 촉매 하에서 중합시킨다. 4시간 동안 반응시키며 약 98%가 전화된다. 마지막 반응기 내의 반응물에 반응정지제인 Fatty Acid를 가하고 Flashing 공정을 통해 용제를 제거한다. 반응물을 응고, 여과, 건조하여 최종제품으로 제조한다. 수율은 약 98%이다.

### 〈제조공정〉

S-SBR는 유기금속촉매를 이용한 용액중합법에 의해 생산되므로 같은 용액중합법을 채택하고 있는 BR와 제조공정이 매우 비슷하다.

부타디엔, 스티렌의 공존하에서 유기리튬에 의한 중합을 행하면 부타디엔의 소비가 극히 빨라져 우선 부타디엔이 중합되고 부타디엔의 대부분이 소비된 후 스티렌의 중합이 진행된다. 이 촉매계는 전형적인 리빙폴리머 반응이기 때문에 블록공중합체에 가까운 폴리머가 얻어진다. 순수하게 블록형으로 하려고 하면 먼저 부타디엔을 유기리튬으로 중합하고 반응이 끝난 후 리빙성을 살려 스티렌을 첨가, 중합한다. 이와 같은 이유로 랜덤형을 중합하는 데는 연구가 필요하다.

에테르, 티오에테르 등의 극성물질의 첨가, 반응계의 부타디엔을 플럼 첨가하는 등 그 외의 방법이 개발되고 있다. 제조프로세스는 용액중합 BR와 거의 같고 미반응 모노머의 회수, 정제계 등의 변경 등에서 cis BR 플랜트가 활용된다.

- 정제과정

모노머인 스티렌과 부타디엔 및 용매 중에 들어 있는 불순물을 제거하는 공정이다. 반응에 첨가하고 회수되는 Monomer나 용매에 들어있는 불순물은 반응 속도, 분자량, 분자량 분포, 고무의 Micro 구조, 고무 물성 등에 영향을 주므로 이를 철저히 관리해야 한다.

- 중합과정

정제된 용매, 모노머, 첨가제 및 촉매용액을 넣고 반응시키는 공정이다. 반응 용액은 처음에는 액체 상태나 반응이 진행될수록 꿀과 같은 상태의 점성이 높은 폴리머 용액으로 변하게 된다. 따라서 반응 시 반응용액의 교반, 반응열 제거, 이송조작의 용이성 등을 고려해 촉매와 모노머의 혼합비율이 중요하다. 제품의 미세구조 조절을 위해 반응이 시작되는 시점에 첨가제가 투입되며, 반응 종료시점에는 Coupling제를 첨가해 Mooney 점도조절 및 물성 변성 등을 도모한다.

- 용매회수과정

폴리머용액, 물, 기타 첨가제를 넣고 스팀으로 스트리핑하여 용매 및 미반응 모노머를 회수한다. Crumb상의 고무는 물과 함께 탈수, 건조 공정으로 넘어간다.

- 건조, 포장

물과 함께 넘어온 고무 Crumb은 세척된 후 스크린을 통과하면서 다량의 물을 제거하고 1차 탈수과정(Expeller), 2차 탈수과정(Expander)에 들어간다. Expander의 Die Hole을 빠져 나오는 가열, 압축된 고무 Crumb은 대기 중으로 팽창되면서 수분을 방출해 수분함량은 0.3~0.5% 수준으로 유지된다. 탈수, 건조된 고무 Crumb은 대기 중에서 냉각과정을 거쳐 제품화된다.

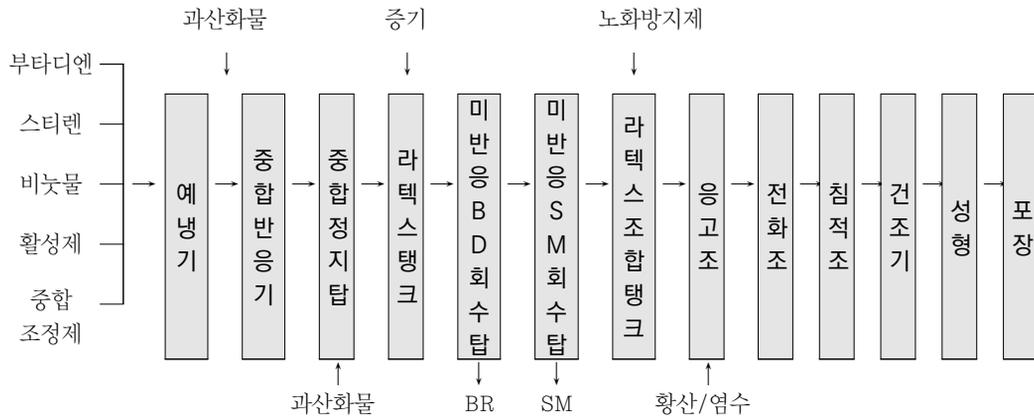
③ SBR Latex

SBR Latex는 SBR Dry Rubber 제법 중 유화 중합법과 원리가 같으나 중합반응 후 농축, 입자경비대화(粒子徑肥大化)공정을 거쳐 제품으로 제조된다.

HSR 및 NBR 제조과정 또한 SBR 유화중합법과 유사하다.

유화중합법과 용액중합법에 의해 각각 제조된 제품은 특성이 크게 다르기 때문에 용도 또한 다르다. 따라서 공정 간의 우열을 가리기는 어렵다. 고정비

감가상각을 포함한 생산원가는 유화중합제품이 높으며 투자비는 용액중합공정이 다소 많이 소요된다. 국내에서는 Redox계 촉매를 사용하는 JSR 저온 유화중합법을 채택하고 있다.

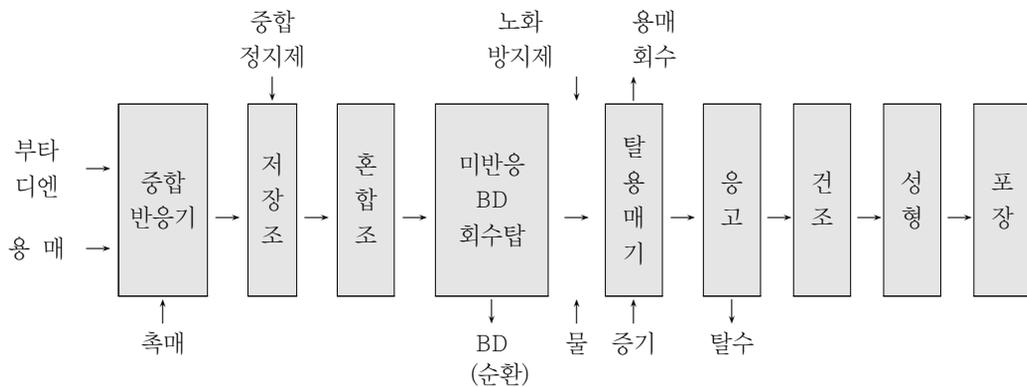


[그림 II-4] SBR Latex 제조공정

## (2) 부타디엔고무(polybutadiene, BR)의 제조

부타디엔을 용제와 혼합, 중합촉매, 분자량조절제 등을 가해 반응기에서 중합시켜 일정한 중합비에 도달하면 중합 정지제를 첨가, 반응을 종료시킨 후 응고, 건조하는 공정으로, 여러 공정이 개략적으로 유사하나 사용촉매에 따라 용제, 제품조성 등에 차이가 있다(그림 II-5).

국내에서는 Co계 촉매사용 공정과 제품조성이 유사한 Ni 촉매를 이용하는 JSR 공정을 채택하고 있다.



[그림 II-5] 부타디엔 고무 제조공정

부타디엔고무는 부타디엔의 솔루션 중합(solution polymerization)에 의해서 생산된다. 부타디엔은 유기용제에서 연속적으로 중합반응을 하여 고무가 된다. 이 중합된 혼합물을 접착성 물질(cement)이라고 한다. 여기에 기름을 첨가하여 증량시켜서 고무를 생산하기도 한다. 이러한 방법을 이용하면 낮은 가격으로 더 많은 고무 탄화수소를 만들 수 있다. 카본 블랙(carbon black)을 첨가하여 카본 블랙 마스터 배치(master batch)를 만든다. 중합체와 유기용제의 혼합물인 접착성 물질(cement)용액은 증기를 이용한 스트립핑으로 휘발성 유기용제를 제거하고 나면 고무조각이 남는다. 이것을 탈수 시키고 건조하고 무게를 측정한 후 포장한다. 다음 [그림 II-5]는 부타디엔 고무를 제조하는 공정을 개략적으로 제시한 것이다.

### ① 제조공정

BR 제조공정은 High Cis-BR, Low Cis-BR 모두 용액중합법으로 용매와 촉매체계, 공정에 투입되는 약품 및 반응조건이 서로 다를 뿐이며 공정의 흐름은 S-SBR와 같다.

부타디엔을 용제와 혼합하고 여기에 중합촉매, 분자량 조절제 등을 가해 반응기에서 중합하여 일정한 중합비율에 도달한 후 중합정지제를 첨가한다. 중합온도는 촉매계 등에 의해 크게 달라진다. 응고, 건조는 용제를 직접 증발시키는 방법과 스팀에 의해 열수 중에 불어 넣어서 잔류하는 미반응 모노머와 용제를 회수해서 고무는 작은 크랩상으로 한 후 건조하는 방법 등이 있다.

#### - 부타디엔 및 용매 정제공정

용매는 대부분 회수하여 재사용되기 때문에 부족량만 순수제품으로 대체한다. 회수된 모노머는 순수제품과 소량씩 혼합, 정제되어 사용된다. 회수된 용제 중에 포함된 불순물은 촉매잔사, 중합 정지제, 안정제 등이다.

#### - 중합공정

정제 탈수 된 모노머, 용제 및 촉매용액을 반응기 내부에 투입하여 반응을 시작한다. BR는 발열반응으로 냉매에 의해 반응열을 제거하는데 용액중합에서 교반, 반응열 제거, 겔(Gel) 발생 방지, 이송의 효율, 용제 회수할 때의 경제성을 고려하여, 용제 모노머 비율을 최적화하는 것이 중요하다. 반응 종료 시점에서 반응용액에 중합정지제와 안정제를 첨가한 후, 용제회수 공정으로 이송한다.

- 미반응 모노머 및 용제 회수공정

폴리머 용액 중 미반응 모노머와 용제를 회수하는 공정이다. 경우에 따라 혼합용기에서 직접 미반응 모노머와 용제를 회수하기도 하나 일반적으로 폴리머 용액을 분산제가 들어있는 온수 중에 적하투입 하거나 스팀-스트리핑(Steam Stripping)하여 상부로는 미반응 모노머와 용제를 회수하는 동시에 하부로는 폴리머를 Crumb상의 온수 슬러리(Slurry)로 얻는 방법이 사용된다.

- 탈수 및 포장

용액중합 BR은 유화중합 SBR에 비해 유동성이 크며 게다가 크럼(Crumb)도 다공성이 아니어서 통상적으로 압출형태의 건조기를 사용해 탈수, 건조한다. 회수공정으로부터 온수 슬러리상으로 넘어 온 폴리머는 스크린을 통과해 물이 분리되며 1단계로 압출형 건조기(Expeller)에서 약 10% 정도까지 탈수된다. 2단계로 Screw식의 압출기(Expander) 중에서 가열, 압축하여 작은 출구를 통해 대기 중으로 급격히 압출시키면 고무 중의 수분이 순간적으로 증발하게 된다. 건조된 Crumb상의 고무는 적당량의 무게로 측정, 베일(Bale)상의 성형기로 성형된 다음 금속 채지기를 통과하여 포장, 출하하게 된다.

### (3) 아크릴로니트릴 부타디엔 고무(NBR)의 제조

아크릴로니트릴 부타디엔 고무는 간단하게 니트릴 고무(nitrile rubber)라고도 부른다. 니트릴 고무는 부타디엔과 아크릴로니트릴의 중합체이다. 스티렌부타디엔 고무의 생산과 유사하게 에멀션 중합으로 생산된다. 이 중합방법은 SBR와 동일한 유화방법을 이용하는데, 이때의 중합온도 30-40℃에서 과산화염의 개시제, 중합조절제 등을 가하여 반응시키는 것이다. 이 조작은 60-80%의 전환율로 하는데, 이때의 미반응 단량체를 회수하여 다시 이용하는 방법은 SBR와 동일하다.

### (4) 부틸고무(butyl rubber)제조

부틸고무는 자동차 속 튜브 제조에 가장 좋다. 또, 부틸고무는 화학적으로나 열에 대하여 매우 강하고, 물리적, 화학적 성질이 좋은 데에다가 다른 합성고무보다 값이 싸기 때문에 공업적으로 널리 쓰인다. 부틸고무는 이소부틸렌과 이소프렌(1-3%)의 공중합체이다. 적당한 비율의 이소부틸렌과 이소프렌

을 염화메틸(methyl chloride)에 녹이는데, 이때 사용되는 촉매는 염화알루미늄이다. 이 혼합물을 프로판과 에틸렌을 이용하여 반응온도(-95℃)까지 냉각시켜서 반응기로 투입하면 중합반응이 일어난다. 반응은 연속적이고, 중합반응으로 합성된 부틸고무는 염화메틸에 녹지 않기 때문에 반응액에 슬러리상태로 있게 된다. 슬러리는 플래시 드럼으로 옮기고 열을 가하여 염화메틸을 제거한다. 이 염화메틸은 회수하여 재사용한다. 이러한 부틸고무 제조공정은 [그림 II-6]에 제시하였다.



[그림 II-6] 부틸고무 제조공정

### (5) EPR 제조공정

EPR 제조 공정은 용액중합 공정과 현탁중합 공정으로 크게 나누어진다. 용액중합 공정은 원리적으로 BR, IR 제조공정과 같다.

#### ① 원료

에틸렌 프로필렌디엔(EPDM)은 에틸렌과 프로필렌이 주체가 되고 제3성분으로 헥산디엔 또는 시클로옥타디엔 등이 소량 함유되어 있다.

Ethylene, Propylene, 5-Ethylidene-2-Norbornene(ENB), 용제(n-Hexane), 촉매(Vanadium Oxytri chloride), 조촉매(Ethylaluminum Sesqui chloride), 촉매활성조절제(Zinc O, 0-Bis- (4 Methyl-2-pentyl) Phosphoro dithioate) 등을 중합 Line에 투입한다.

## ② 제조공정

EPDM은 제조 공정상 용액중합법을 채택하고 있으므로 전체적인 공정의 흐름은 S-SBR이나 BR과 유사하다. 그러나 에틸렌, 프로필렌의 공중합체로 원료의 투입비율, Diene의 종류와 함량 등 잦은 Type Change를 요하기 때문에 생산관리 측면에서 효율적인 관리가 요구된다. EP(D)M의 중합에 사용되는 촉매는 유기 알루미늄 화합물과 바나듐 화합물을 조합해 사용한다.

- EPR 제조 공정은 용액중합 공정과 현탁중합 공정으로 크게 나누어진다.
- 용액중합 공정은 원리적으로 BR, IR 제조공정과 같다.
- 반응기는 30℃, 3.4기압하에서 운전하며 반응물은 액상으로 존재하게 된다. 반응이 어느 정도 진행되면 반응중지제(Polypropylene Glycol)를 첨가하여 반응을 종료하고 미반응 모노머는 Flashing 공정을 통해 분리하여 회수한다. 반응물에 뜨거운 가성소다 수용액을 첨가하여 잔류촉매를 제거하고 뜨거운 물, 증기와 접촉시킨 후 Scen Stripper로 분사, 응고시킨다.

응고된 반응물은 Steam Stripping하여 용제를 제거하고 Shaker Screen, Screw Press를 이용하여 탈수한다. Expander Dryer에서

최종적으로 건조하여 포장한다. Ethylene, Propylene, ENB의 수율은 각각 97.6%, 97.0%, 93%이다.

### 3. 업종의 주요 직종분류

한국표준산업분류상 합성고무 제조업(20301)에 종사하는 직종은 화학공학 기술자·연구원 및 시험원, 석유 및 화학물 가공장치 조직원, 화학·고무 및 플라스틱 제품생산기 조직원, 화학·고무 및 플라스틱 제품생산기 조직원이 포함된다.

그러나 직업 및 직종 분류체계가 한국고용직업분류(일명 한국직업사전분류)와 한국표준직업분류의 두 가지가 있는데 세분류(4자리)부터 다소 명칭과 내용에 다소 차이가 있다.

한국고용직업분류는 직능유형 중심의 분류로서 우리나라 노동시장의 현실을 반영하며 NCS분류체계와 유사하다는 특징이 있다.

한국표준직업분류는 직능수준 중심의 분류로서 국제표준직업분류 기준을 따르며, 대체로 세세분류(5자리)가 더 세분화되어 있는 특징이 있다.

[표 II-3] 합성고무제조업에 종사하는 직종의 종류 및 범위

한국고용직업분류(KECO)	한국표준직업분류(KSCO)
171 화학공학 기술자·연구원 및 시험원	232 화학공학 기술자 및 시험원
1711 화학공학 기술자 및 연구원	2321 화학공학 기술자 및 연구원
17110 화학공학 기술자 및 연구원	23211 석유화학 기술자 및 연구원
17111 석유화학 기술자 및 연구원	23212 고무 및 플라스틱 기술자 및 연구원
17112 고무 및 플라스틱화학 기술자 및 연구원	23219 그 외 화학공학 기술자 및 연구원
1712 화학공학 시험원	2322 화학공학 시험원
17121 화학시험원	23221 석유화학 시험원
	23222 고무 및 플라스틱 시험원
	23229 그 외 화학공학 시험원
172 석유 및 화학물 가공장치 조직원	831 석유 및 화학물 가공장치 조직원
1722 화학물 및 화학제품원료 생산직(기계조작)	8312 화학물 가공장치 조직원
17220 화학물 가공 및 생산직(기계조작)	83121 화학물 분쇄기·마쇄기 및 혼합기 조직원
17221 화학물 및 화학제품원료 생산직(기계조작)	83122 화학물 가열처리장치 조직원
	83123 화학물 여과기 및 분리기 조직원
	83124 화학물 증류기 및 반응기 조직원
	83129 그 외 화학물 가공장치 조직원
1729 기타 석유 및 화학물 가공 및 생산직(기계조작)	8319 기타 석유 및 화학물 가공장치 조직원
17291 기타 석유 및 화학물 가공 및 생산직(기계조작)	83190 그 외 석유 및 화학물 가공장치 조직원

## 4. 업종의 산업재해현황

### 1) 산업재해현황

합성고무제조업보다 상위 분류인 화학제품 제조업에 대한 2017년도 산업재해 현황은 다음 [표 II-4]와 같다.

[표 II-4] 화학제품제조업의 산업재해현황

구분	총계	9인 미만	10~49인	50~100인	100~299인	300인 이상
사업장수	34,456	25,782	7,321	853	430	70
근로자수	396,242	81,254	150,863	58,627	66,183	39,315
재해자수	2,218	885	884	202	167	80
재해율	0.56	1.09	0.59	0.34	0.25	0.20

화학제품제조업체의 사망재해현황은 [표 II-5]와 같다.

[표 II-5] 화학제품제조업체의 사망재해현황

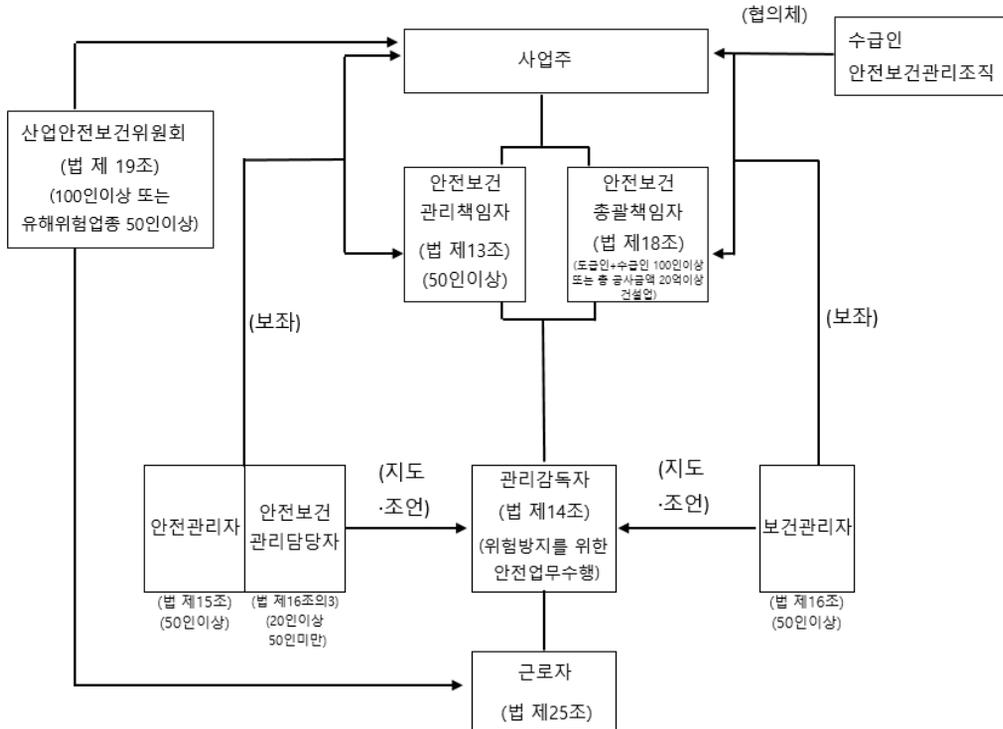
구분	사업장수	근로자수	업무상사고 사망자수	업무상사고 사망천인율
화학제품제조업	34,456	39,242	20	0.05

### 2) 산업재해 사례

현재까지 합성고무제조업종에서 발생한 질병 중에서 역학조사를 실시한 사례는 확인되지 않았다.

## 5. 안전보건관리체제

- 산업안전보건법은 산업재해예방 책임을 사업주에게 부과하고 근로자는 이에 협력하도록 하는 한편, 사업장에 안전보건관리체제를 확립하도록 하여 안전보건관리의 실효를 기하고 있다.
- 따라서 사업장의 직급·직책에 따라 차별화된 안전보건관리 책임을 부여함으로써 산재예방활동을 체계적으로 수행할 수 있도록 하는 한편, 안전·보건관리자로 하여금 안전보건관리책임자 등 관리 감독계층의 안전보건업무를 보좌하도록 하여 안전보건관리업무가 효율적으로 추진되도록 하고 있다.



[그림 II-7] 사업장 안전보건관리체계도

항목	세부내용
안전보건관리 책임자 (법 제13조 제1항)	- 상시 근로자 50인 이상인 사업장의 경우 자율적인 재해예방활동을 촉진시키기 위하여 당해 사업을 실질적으로 총괄·관리하는 자를 안전보건관리책임자로 선임·보고하고 산업안전보건업무를 총괄·관리하도록 하여야 함
관리감독자 (법 제14조 제1항)	- 부서단위에서의 산재예방활동을 촉진시키기 위해 경영조직에서 생산과 관련된 당해 업무와 소속 직원을 직접 지휘·감독하는 부서의 장이나 그 직위를 담당하는 자를 관리감독자로 지정하여 당해 직무와 관련된 안전·보건상의 업무를 수행하도록 하여야 함
안전관리자 (법 제15조 제1항)	- 상시근로자 50인 이상인 사업주는 사업장에 안전관리자를 두어 제13조제1항 각 호의 사항 중 안전에 관한 기술적인 사항에 관하여 사업주 또는 관리책임자를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하게 하여야 함 - 안전관리자의 자격은 산업안전(산업)기사, 건설안전(산업)기사 등이며(시행령 별표4), 안전관리자를 두어야 할 사업의 종류·규모, 안전관리자의 수 및 선임방법은 시행령 별표 3에서 구체적으로 규정함
보건관리자 (법 제16조 제1항)	- 상시근로자 50인 이상인 사업주는 사업장에 보건관리자를 두어 제13조제1항 각 호의 사항 중 보건에 관한 기술적인 사항에 관하여 사업주 또는 관리책임자를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하게 하여야 함 - 보건관리자의 자격은 의사·간호사·산업위생지도사·산업위생관리기사 자격을 취득한 자 등(시행령 별표6)이며, 보건관리자를 두어야 할 사업의 종류·규모, 보건관리자의 수 및 선임방법은 시행령 별표5에서 구체적으로 규정함
안전보건관리 담당자 (법 제16조의 3)	- 상시근로자 20인 이상 50인 미만 사업장에는 안전·보건에 관하여 사업주를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하는 안전보건관리담당자를 선임해야 함
안전보건총괄 책임자 (법 제18조 제1항)	- 같은 장소에서 행하여지는 사업으로서 수급인과 하수급인에게 고용된 근로자를 포함한 상시근로자 100인 이상인 사업주는 그 사업의 관리책임자를 안전보건총괄책임자로 지정하여 자신이 사용하는 근로자와 수급인이 사용하는 근로자가 같은 장소에서 작업을 할 때에 생기는 산업재해를 예방하기 위한 업무를 총괄관리 하도록 하여야 함
산업안전보건 위원회 (법 제19조 1항 및 5항)	- 상시 근로자 50인 이상인 경우, 사업주는 산업안전·보건에 관한 중요 사항을 심의·의결하기 위하여 근로자와 사용자가 같은 수로 구성되는 산업안전보건위원회를 설치·운영하여야 하며, 산업안전보건위원회가 심의·의결 또는 결정한 사항을 성실하게 이행하여야 함



## 주요 유해·위험 요인

### 1. 작업환경요인

안전보건공단에서 실시한 작업환경실태조사 결과는 표준산업분류상 중분류로 구분하여 제시하였기 때문에 소분류인 합성고무제조업은 해당 중분류인 ‘20. 화학물질 및 화학제품제조업’의 결과치를 참조하였다. 작업환경실태조사는 근로자 5인 이상인 사업장은 전수조사, 5인 미만인 사업장은 전체 모집단의 10% 수준의 표본조사를 실시하는데, 화학섬유제조업을 포함한 10개 소분류업종은 표본조사에서도 전수조사를 실시하였으므로 현재 제시하는 결과에는 합성고무제조업은 모두 포함되었다.

유해작업환경 실태와 관련하여 화학물질 및 화학제품제조업 사업장은 소음진동, 분진흡, 고열작업, 밀폐공간작업 등이 나타났다.

[표 III-1] 유해작업환경 실태

	제조업전수	제조업표본
소음진동	1,970	1,082
분진흡	1,257	472
사내도급	1	
고열작업	344	126
한랭작업	84	15
다습작업	10	2
방사선작업	46	1.0
밀폐공간	736	226

화학물질제조 및 취급실태조사에서 화학물질 및 화학제품제조업 사업장은 유기화합물, 산알칼리, 금속, 가스 등 다양한 관리대상 유해물질을 취급하고 있었다. 허가대상 유해물질도 5인 이상 사업장 중 26곳, 5인 미만 사업장 중 2곳 있다(표 III-2).

[표 III-2] 화학물질 및 화학제품제조업의 화학물질제조 및 취급실태

	허가 대상 유해 물질	관리대상유해물질				작업환경측정 대상유해물질		노출 기준 제정 물질	위험 물질	
		유기 화합물	금속	산 알칼리	가스	금속 가공유	분진			
제조	전수	1	37	57	44	15	0	1	85	21
	표본	0	6	10	6	0	0	0	24	1
취급	전수	26	1,210	708	879	189	23	340	1,524	290
	표본	2	386	182	283	23	11	100	561	66

1930년대에 스티렌부타디엔 고무라는 합성고무를 발명한 이후에 합성고무산업은 눈에 띄는 발전을 거듭했다. 그러나 1944년부터 1991년까지 스티렌부타디엔 고무제조에 참여한 18,000명의 북미 근로자들을 대상으로 한 연구에서 근로자가 일반 인구보다 백혈병으로 더 높은 사망을 경험했다는 것이 제시되었다.[6] 2005년에 실시 된 후속 연구에 따르면 백혈병으로 인한 사망이 예상보다 16% 높았다. 증가된 이 백혈병 위험은 스티렌부타디엔 합성고무 공장에서 20년 이상 일한 근로자들에게서 발생했다.[7]

합성고무제조공장의 작업환경의 관심사는 사용하는 화학물질의 유해성이다. [표 III-3]은 합성고무제조공장에서 사용되는 화학물질의 유해성을 정리한 것이다.

[표 III-3] 합성고무제조공장에서 사용하는 화학물질의 유해성

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
1,3- 부타디엔	인화성 가스: 구분1 고압가스: 액화가스 발암성: 구분1A 생식세포 변이원성: 구분 1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복노출): 구분2	극인화성 가스 고압가스 포함: 기열하면 폭발할 수 있음 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 유전적인 결함을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복 노출 되면 신체 중 난소, 정소, 골수에 손상을 일으킬 수 있음
2-디에틸 아미노 에탄올	인화성 액체: 구분3 급성 독성(경구): 구분4 급성 독성(경피): 구분4 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	인화성 액체 및 증기 삼키면 유해함 피부와 접촉하면 유해함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 호흡기계자극을 일으킬 수 있음
2-메톡시 에탄올	인화성 액체: 구분3 급성 독성(흡입: 증기):구분4 생식독성: 구분1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1 특정표적장기 독성(반복노출): 구분2	인화성 액체 및 증기 흡입하면 유해함 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 신체 중 면역계에 손상을 일으킴 장기간 또는 반복노출되면 신체 중 흉선에 손상을 일으킬 수 있음
6가크롬 (불용성)	발암성: 구분 1A 호흡기 과민성: 구분1 피부 과민성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	암을 일으킬 수 있음 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 호흡기계자극을 일으킬 수 있음
구리	급성 독성(경구): 구분4 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분3	삼키면 유해함 호흡기계자극을 일으킬 수 있음 수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유해함

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
니켈 (불용성)	발암성: 구분 1A 호흡기 과민성: 구분1 피부 과민성: 구분1 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(반복노출): 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	암을 일으킬 수 있음 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 호흡기계자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 폐에 손상을 일으킴 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 영향을 미칠 수 있음
망간	생식독성: 구분1B 특정표적장기 독성(반복노출): 구분2	태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 호흡기 및 신경계에 손상을 일으킬 수 있음
메틸 알코올	인화성 액체: 구분2 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분3 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분2 생식독성: 구분1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유독함 눈에 심한 자극을 일으킴 흡입하면 유독함 암을 일으킬 것으로 의심됨 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 신체 중 중추신경과 시신경에 손상을 일으킴
벤젠	인화성 액체: 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분1A 생식세포 변이원성: 구분 1B 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 흡인 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 유전적인 결함을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 혈관계에 손상을 일으킴 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함
산화구소 (결정체 석영)	발암성: 구분1A 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
산화규소 (크리스토 바라이트)	피부 과민성: 구분1 발암성: 구분1A	알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음
산화 아연	급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
산화 알루미늄	생식세포 변이원성: 구분 2	유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨
산화주석 및 무기주석화 합물	특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
산화철	특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
수산화 나트륨	금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	금속을 부식시킬 수 있음 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유해함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴
수산화 칼륨	금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(경구): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	금속을 부식시킬 수 있음 삼키면 유해함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴
스티렌	인화성 액체: 구분3 급성 독성(흡입: 증기): 구분 3 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분2 생식세포 변이원성: 구분 2 생식독성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 흡인 유해성: 구분1	인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 흡입하면 유독함 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨 암을 일으킬 것으로 의심됨 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복노출되면 신 체중 기관지에 손상을 일으킴

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
시클로 헥센	인화성 액체: 구분2 급성 독성(경구): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 흡인 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼키면 유해함 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함
아세토 니트릴	인화성 액체: 구분2 급성 독성(경구): 구분4 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	고인화성 액체 및 증기 삼키면 유해함 눈에 심한 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
아세톤	인화성 액체: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 흡인 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 눈에 심한 자극을 일으킴 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
아크릴로니 트릴	인화성 액체: 구분2 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분2 급성 독성(흡입: 증기): 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 피부 과민성: 구분1 발암성: 구분1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 만성 수생환경 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 치명적임 피부에 자극을 일으킴 알레르기성 피부반응을 일으킬 수 있음 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함
아크릴산	인화성 액체: 구분3 급성 독성(경구): 구분4 급성 독성(경피): 구분3 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 급성 수생환경 유해성: 구분1	인화성 액체 및 증기 삼키면 유해함 피부와 접촉하면 유독함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 수생생물에 매우 유독함

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
알루미늄 (Al)	특정표적장기 독성(반복노출): 구분2 만성 수생환경 유해성: 구분1	장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 폐, 신경계, 중추신경계)에 손상을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
암모니아	인화성 가스: 구분1 고압가스: 액화가스 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	극산화성 가스 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
에탄올 아민	급성 독성(경구): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1 특정표적장기 독성(반복노출): 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분3	삼키면 유해함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 신체중 간, 중추신경계에 손상을 일으킴 장기간 또는 반복노출되면 신체 중 중추신경계에 손상을 일으킴 장기적인 영향에 의해 수생생물 게 유해함
에틸렌 글리콜	특정표적장기 독성(반복노출): 구분2	장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 신장, 간에 손상을 일으킬 수 있음
염화수소	고압가스: 액화가스 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분 1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 급성 수생환경 유해성: 구분1	고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 삼키면 유독함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 수생생물에 매우 유독함
오쏘-디클로로벤젠	피부 부식성/피부 자극성: 구분2 피부 과민성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분2	피부에 자극을 일으킴 알레르기성 피부반응을 일으킬 수 있음 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함
이산화티타늄	발암성: 구분2	암을 일으킬 것으로 의심됨

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
이소프로필알코올	인화성 액체: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 흡인 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 눈에 심한 자극을 일으킴 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
지르코늄	인화성 고체: 구분2 자기발열성 물질 및 혼합물: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	인화성 고체 자기 발열성; 화재를 일으킬 수 있음 눈에 심한 자극을 일으킴
초산	인화성 액체: 구분3 금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(경피): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	인화성 액체 및 증기 금속을 부식시킬 수 있음 피부와 접촉하면 유해함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 신체 중 눈, 피부, 호흡기계, 치아에 손상을 일으킴
카드뮴	급성 독성(경구): 구분4 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분1 발암성: 구분1A 생식세포 변이원성: 구분2 생식독성: 구분2 특정표적장기 독성(반복노출): 구분1 급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	삼키면 유해함 흡입하면 치명적임 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨 암을 일으킬 수 있음 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 골연회중 및 폐, 신장에 손상을 일으킴 수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
카본블랙	자기발열성 물질 및 혼합물: 구분1 발암성: 구분2	자기발열성 ; 화재를 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨
크롬과 그 무기화합물 (금속과 크롬3가 화합물)	호흡기 과민성: 구분1 피부 과민성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음

화학 물질명	유해성·위험성	유해성·위험성 내용
톨루엔	인화성 액체: 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 생식독성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(반복노출): 구분2 흡인 유해성: 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 줄음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복노출되면 신체 중 심장, 신장에 손상을 일으킬 수 있음
포름 알데히드	인화성 가스: 구분1 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분3 급성 독성(흡입: 가스): 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 피부 과민성: 구분1 발암성: 구분1A	극인화성 가스 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유독함 피부에 심한 화상과 눈손상을 일으킴 알레르기성 피부반응을 일으킬 수 있음 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임 암을 일으킬 수 있음
황산 (pH2.0 이하)	금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 발암성: 구분1A	금속을 부식시킬 수 있음 피부에 심한 화상과 눈손상을 일 으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임 암을 일으킬 수 있음

## 1) 합성고무 종류별 제조공정에서 사용하는 화학물질

### (1) 스티렌부타디엔고무 (SBR) 제조의 유해위험요인

스티렌부타디엔고무 제조공정별 유해한 화학물질은 [표 III-4]와 같다.

[표 III-4] 공정별 유해요인

공정	유해한 화학물질
저장과 혼합	부타디엔, 스티렌
중합	프레온, 암모니아
스트립핑	부타디엔, 스티렌
응고	황산

## (2) 부타디엔고무(BR) 제조의 유해위험요인

솔루션 중합법(solution polymerization)으로 부타디엔고무 제조공정에서 유해한 화학물질은 [표 III-5]와 같다.

[표 III-5] 공정별 유해요인

공정	유해요인
저장과 혼합	부타디엔, 지방족 탄화수소(C4-C8)
중합	디에틸 알루미늄 클로라이드, 지방족 탄화수소
접착성 물질과 혼합	메탄올
응고와 스트립핑	지방족 탄화수소
건조와 포장	지방족 탄화수소, 고무입자성 고무분진, 규조토나 페라이트의 분진

## (3) 아크릴로니트릴 부타디엔고무(NBR) 제조의 유해위험요인

에멀션 중합과정으로 아크릴로니트릴 부타디엔고무 제조에서 유해한 요인 중 가장 큰 문제가 되는 것은 아크릴로니트릴의 유출이다. 아크릴로니트릴 유출을 감지할 수 있는 설비를 갖추는 것이 중요하다.

## (4) 부틸고무(IIR) 제조의 유해위험요인

부틸고무는 적당한 비율의 이소부틸렌과 이소프렌을 염화메틸(반응용제)에 녹이고 촉매로 염화알루미늄을 사용한다. 부틸고무 제조에 사용되는 첨가제로는 디-t-부틸 하이드록시 톨루엔, 스테아린산아연(zinc stearate), 징크 디- $\Lambda$ -부틸디티오카바메이트, 중탄산 나트륨(sodium bicarbonate) 등이 있고, 부틸고무입자의 분산(분산제, dispersants)을 위해서 첨가된다.

유해요인으로는 중합반응의 촉매제인 알루미늄 클로라이드의 투여 시에 분진에 노출되어 흡입과 피부 접촉이 일어난다. 이것은 습기가 있는 눈, 코, 호흡기계의 점막과 피부에 접촉되면 염산으로 가수분해 되어 심한 자극증상을 유발하고 수분제거로 인한 점막 건조증을 일으킨다.

여러 가지 탄화수소 유기용제(스토다드 용제, 나프타, 헥산)는 염화메틸의

회수탑에서 고분자량 분획물질의 제거와 반응기를 주기적으로 세척하는 데에 사용되므로 노출될 수 있다.

## 2) 주요 화학물질의 유해성

### (1) 1,3-부타디엔

주로 흡입과 피부를 통해 직업적으로 노출된다.[8] 흡수된 부타디엔은 반응성 있는 대사체인 butadiene epoxide, diepoxide로 변환되고, 다시 3-butene-1,2-diol과 3,4- epoxy -1,2-butanediol이 되었다가 최종적으로 산화되어 이산화탄소가 된다. 대사과정 중에 발생하는 epoxide는 유전독성, 발암성과 관련이 있다.[9]

눈과 점막을 자극한다. 1,3-butadiene 노출 근로자 코호트에서 림프 및 조혈기계 사망 증가를 보였고,[10] Nested case control study에서는 부타디엔에 노출된 근로자에서 백혈병의 비차비가 유의하게 증가하였다.[11] 일반 인구 집단에 비해 암을 포함한 여러 질환에 대한 표준사망화비는 모두 유의하게 낮았으나 예외적으로 림프 및 혈액 조혈기계암의 표준사망화비는 유의하게 높게 나타났다 (lymphosarcoma, reticulosarcoma 증가).[12] 2012년 국제암 연구소에서는 1,3-부타디엔을 백혈병의 1급 발암물질로 규정하였다.

노출기준은 TWA 2 ppm (4.4 mg/m<sup>3</sup>), STEL 10 ppm (22 mg/m<sup>3</sup>)으로 지정되어 있다.[13]

### (2) 스티렌

주로 호흡기를 통해 노출되고 4.6-46ppm에 노출되었을 때 69.5-72.1%가 폐에 잔류한다.[14] 피부를 통한 흡수는 호흡기를 통한 흡수의 약 0.1-2% 정도이다.[15] microsomal enzyme system에 의해 styrene oxide로 대사되고, 이것이 수화되어 phenylethylene glycol(styrene glycol)이 된다. styrene glycol은 mandelic acid 또는 benzoic acid로 대사되고, hippuric acid 가 된다. mandelic acid는 대사과정을 거쳐 phenylglyoxylic acid가 된다. styrene oxide는 직접 hydroxyphenylethyl mercapturic acid로 대

사되기도 한다. 90-97%는 대사체로 소변으로 배출된다. mandelic acid과 phenylglyoxylic acid는 사람에서 주소변 중 대사산물이다. 급성 노출 시 반감기는 styrene 40분, mandelic acid 4시간, phenyl glyoxylic acid 8시간이다. 만성노출 시 mandelic acid의 반감기는 6-9시간이다.[16]

눈과 상기도 자극이 나타난다. 피부자극제로 피부염을 일으킬 수 있다. 인간이 수백 ppm에 노출되었을 때 전형적인 유기용제 마취증상, 기면, 균형손상, 집중력 및 반응 시간 저하를 나타내었다. 혈청 뇌하수체 호르몬 분비를 증가시킨다.[16]

만성 스티렌 노출에서 신경계가 가장 민감한 기관이다. 100 ppm 이하에서 만성 노출될 때 위약감, 두통, 피로, 기억력장애, 어지러움이 나타났다. 누적 스티렌 노출과 중추신경계 질환으로 인한 사망에 유의한 양반응 관계가 있었다. 25-49 ppm-years 군에서 비율이 3.29(95% CI, 0.48-22.65), 200-349 ppm-years 군에서 16.32(95% CI, 3.47-76.76)이었다.[17] 만성적으로 노출된 근로자에서 전정기능 이상, 청력저하, 색깔 이상, 신경행동검사 이상, EEGs 이상, 신경전도검사 이상 등에 대한 보고들이 있다.[18] 유리섬유 강화 플라스틱 근로자에서 소변 중 만델릭산 농도(0.14 or 0.65 g/l, equivalent to styrene level 10 or 46 ppm)에 따라 색깔 이상(color confusion index)에 유의한 차이가 있었다.[19] 22-92 ppm 노출군과 대조군을 비교했을 때, 신경행동검사 중 반응시간이 4-10% 느려졌다.[18] TWA 100 ppm 정도에서 감각신경전도 장애를 일으켜 사지에 통증 또는 저림을 유발한다.[20]

중추신경계, 말초신경계 건강장애와 점막, 호흡기계 자극을 최소화하기 위해서 TWA는 20 ppm(85 mg/m<sup>3</sup>), STEL은 40 ppm(170 mg/m<sup>3</sup>)으로 규정하였다.[13]

### ① 호흡기계

강화플라스틱 제조공업에 종사하는 근로자 중 9~110(평균69) ppm에 노출된 사람들에서 천명음(18%), 빈 호흡(54%)이 나타났다. 스티렌에 노출된 근로자들이 대조군에 비하여 비정상적인 폐기능 검사 결과를 나타냈다.

## ② 간담도계

허용농도 이상의 스티렌에 노출되었을 때, fasting serum bile acid와 GGT 농도가 상승하였으나 작업 시 노출에 의해 간 독성이 일어난다는 정확한 자료는 없다.

## ③ 생식계

스티렌 취급 근로자에서 자연유산이 증가했다는 역학 보고들이 있으나 노출에 대해 정량화가 부족하거나 추적 연구에서 그렇지 않은 결과가 나오기도 했다.[21][22] 생리 이상을 보고한 연구가 있으나 다른 화학물질에 의한 영향을 배제할 수 없었으며,[23] 연관성이 없다는 보고도 있었다.[24] 2006년 NTP는 인간에서 발생 독성의 근거가 충분하지 않다고 결론 내렸다.[25]

## ④ 발암성

스티렌의 대사물질인 산화 스티렌(styrene oxide)이 DNA에 결합하여 유전자독성을 나타내므로 40 ppm 이상 농도의 스티렌에 노출되면 말초임파구에서 염색체 변이를 나타낸다. 산화 스티렌은 발암물질로 알려져 있으나 인간에서는 빨리 분해된다.[26] 스티렌 취급 근로자에서 조혈기계 암으로 인한 사망이 증가한다는 연구들이 있으나 복합 화학물질 노출, 노출량과 노출기간의 정량화 문제로 의미 있는 결론을 내리지 못하고 있다.[27]

## (3) 아크릴로니트릴

소화기계, 피부, 흡입을 통해 흡수되며, 흡입이 산업장에서의 주 흡수경로이다. 피부흡수도 일어날 수 있으나 증상을 나타내기까지 시간이 더 길다. 가죽장갑과 가죽신발을 사용하면 아크릴로니트릴 피부흡수가 더 잘 일어날 수 있다. 간의 CYP-450에 의해 에폭시드 대사물질인 2-cyanoethylene oxide로 대사된다.[28][29] 아크릴로니트릴과 에폭시드 대사물질은 환원된 글루타치온과 결합물을 형성한다. 이 결합물은 메르캡터르산으로 대사된 뒤 소변으로 배설된다.[30][31][32] 호기로 배출되는 양은 무시할 수준이다.

### ① 피부, 눈

아크릴로니트릴은 눈과 점막과 피부에 자극물로 작용할 수 있다. 피부 노출 시에는 자극, 홍반과 수포가 발생한다.[33] 지속적인 피부 노출 시 전신독성과 큰 크기의 수포가 발생하며 피부병변은 2도 화상과 유사할 수 있다. 쥐 실험에서 피부 노출 시 혈관 울혈과 출혈이 발생하였다.[34]

### ② 호흡기계

호흡곤란, 목의 타는 듯한 느낌, 청색증, 불규칙한 호흡, 호흡정지 그리고 사망을 초래할 수 있다.

### ③ 신경계

두통, 오심, 불면증, 사지약화, 어지러움, 판단력 저하, 경련이 발생할 수 있다. 5~20 ppm에 노출된 근로자를 대상으로 한 코호트연구에서는 두통, 불면증, 전신 쇠약감, 피로, 오심, 구토, 코피, 호흡곤란과 간기능 이상을 보고하였다.[35] 대상자들은 아크릴로니트릴 외의 다른 화학물질에도 노출되어 아크릴로니트릴 단독으로 보고된 증상과 관련 있는지는 확실치 않다.

노출기준으로 TWA는 2 ppm으로 규정되어 있다.[36]

## (4) n-헥산

주로 호흡기를 통해서 흡수되며 경피 흡수와 소화관을 통해 흡수될 수도 있다.[37] 흡입 및 피부 흡수 후 1시간 이내에 혈중 최고 농도를 보인다.[38] 조직에의 축적은 조직의 지질함량에 의해 좌우된다. n-헥산은 간에서 산화되며 2, 5-hexanedione이 주요 대사산물이다.[39][40][41] n-헥산은 폐와 신장을 통해 배설된다.[41] 근로자들을 대상으로 흡입 노출 후 n-헥산의 제거과정은 이상성(biphasic)이었으며, 반감기는 11분과 99분이었다.[38] 노출기준으로 TWA는 50 ppm이다.[36]

### ① 신경계

급성으로 고농도 노출 시 중추신경계 억제, 경련, 혼수 및 사망에 이를 수 있다.[42] 초기증상으로는 근무력증, 사지의 지각상실, 심부건반사의 감퇴, 양

측 발의 동통 등이 생기며, 노출을 중지하면 회복된다. 임상소견으로 근육의 위축, 근육장력의 감소, 발의 신근마비, 팔다리의 지각마비가 생긴다. 운동신경의 전도도가 떨어지고 근전도상에 신경장애 소견이 나타난다.

말초신경의 조직검사에서 신경수초가 비후해진 신경부종을 볼 수 있다. 핵산의 노출되는 것이 중단된 후에도 기능장애가 2~3개월 지속된다. 보통 1년 내에 회복되지만 때로는 2년 이상 다발성 신경장애가 남는 수도 있다. 급성노출 시 임상 증상으로는 머리가 흔들리고 현기증, 두통이 생긴다.

양측성 하지신근의 무력증과 지각이상 등 말초신경장애가 서서히 나타난다. 고농도에 노출되면 의식을 잃고 사망한다.[38] O'Donoghue 등은 산업장에서는 1,000 ppm 이상 농도에 노출된 경우 현기증과 같은 마취증상을 호소하는 사람이 있으나 500 ppm 이하에서는 생기지 않는다고 보고하였다.[43] Lewis 등은 10분간 5000 ppm의 흡입은 현훈이 나타나고, 1000-2500 ppm에 12시간 흡입한 경우 졸음, 피로, 식욕부진, 사지 말단부의 감각이상을 야기하며, 500-2500 ppm의 흡입은 근무력, 사지의 cold pulsation, 시야 흐림, 두통, 식욕부진, 다발성 신경병증이 발생할 수 있다고 보고하였다.[44]

만성적인 노출로 인해 말초신경병증과 중추신경계 장애가 초래될 수 있다.[45][46] 5-15개월 동안 만성적으로 노출된 근로자에서 느리게 진행되는 양측 대칭성의 말초신경병증이 발생하였다.[47] 노말핵산 증기의 평균 농도가 400~600 ppm이고 때때로 최고농도가 2,500 ppm에 이르는 밀폐된 장소에서 2~6개월 이상 근무한 근로자가 다발성 신경장애를 일으킨 일이 있다. 54~200 ppm 농도에 1년 동안 노출되어서 다발성 신경장애를 일으킨 사람도 있다. 근로자에 대한 핵산의 만성적인 직업적 노출은 다발성 운동신경장애를 유발할 수 있다. 일본의 경우, 핵산을 취급하는 1,662명의 근로자 중 93명에서 다발성 신경장애가 관찰되기도 하였다. 대부분의 핵산 유발성 수초장애 환자는 예후가 좋아서 완전히 회복된다.[38]

## ② 호흡기계

호흡기계를 자극하며, 급성 노출 시 기침, 쉼쉼거림, 혈성 가래, 두통, 현훈, 빈맥, 발열이 발생할 수 있다.[38][45] 호흡기계 자극증상이 1,400~1,500 ppm 농도에서 생긴다는 보고도 있으며, 폐부종과 화학적 폐렴이 흡입 및 섭

취를 통해 발생할 수 있다.[45][47]

### ③ 눈, 피부, 비강, 인두

점막자극 증상이 나타난다. 헥산이 피부에 닿으면 곧 홍반과 출혈 등 자극 증상이 생긴다. 소양감, 작열감, 동통을 호소하고 5시간 후에는 접촉부위에 수포가 생긴다.[38] 눈과 점막의 자극증상이 1,400~1,500 ppm 농도에서 생긴다는 보고가 있다.[47]

이 액체는 탈지작용이 있으므로 오랫동안 노출되면 피부를 자극한다.[48] 420~1,280 ppm 농도에 5년 이상 노출된 근로자에게는 색각, 망막의 색소침착, 망막중심과 주위의 모세관에 변화가 생긴다.[38] 또한, 헥산은 접착제 생산공장에서 5~21년 동안 노출되어 온 15명의 핀란드 근로자 중 11명에서 망막의 황반(macula) 병변을 유발한 적도 있다.[49]

### ④ 위장관계

소화기 증상(메스꺼움, 구역질, 구토, 식욕부진 등)이 발생할 수 있다.[45] 구역질 등 소화기계 증상이 1,400~1,500 ppm 농도에서 생긴다는 보고가 있다.[47]

### ⑤ 심혈관계

빈맥 및 감작된 심근에 치명적인 심실 부정맥을 야기할 수 있다.[45]

## 3) 화학물질 노출 양상 및 특징

합성고무제조업이 포함되는 석유화학장치산업에서는 일상적인 체크와 장비운전과 같은 활동을 통해 유해물질에 노출될 수도 있지만 가장 주된 노출 양상은 단기간 작업을 통해서 나타나는 것이다.

예를 들어, 비정기적 비상조치, Overhaul, Turn Around(TA), 샘플링(sampling), 장비세척(cleaning), 분석(analysis), 드레이닝(draining), 게이징(gauging), 배합(chemical make-up)과 같은 작업을 수행하면서 단기간에 고농도의 유해물질에 노출될 수 있다.

따라서 이와 같은 작업이 수행되는 상황에서의 작업 관리가 매우 중요하다.

## 2. 작업조건요인

### 1) 근로자 유형

합성고무산업 종사자의 구성은 사무행정을 담당하는 행정원, 합성고무화학기술 및 연구를 담당하는 기술원, 설비 및 장치를 관리하는 설비원 및 생산설비 운전 및 유지를 담당하고 있는 운전원으로 구분된다. 이 중 행정원, 기술원, 설비원은 주간근무를 하고 있으며, 운전원은 공정 특성상 24시간 연속으로 유지되어야 하므로 4조 3교대로 근무하고 있다.

안전보건공단에서 실시한 작업환경실태조사 결과는 표준산업분류상 중분류로 구분하여 제시하였기 때문에 소분류인 합성고무제조업은 해당 중분류인 ‘20. 화학물질 및 화학제품제조업’의 결과치를 참조하였다. 작업환경실태조사는 근로자 5인 이상인 사업장은 전수조사, 5인 미만인 사업장은 전체 모집단의 10% 수준의 표본조사를 실시하는데, 화학섬유제조업을 포함한 10개 소분류업종은 표본조사에서도 전수조사를 실시하였으므로 현재 제시하는 결과에는 합성고무제조업은 모두 포함되었다.

#### (1) 정규직

5인 이상 사업장은 전체 근로자의 94.6%, 5인 미만 사업장은 91.7%가 정규직이었다. 규모에 상관없이 생산직 남성근로자가 가장 많았고, 다음은 사무직 남성근로자였다. 사무직과 생산직 여성근로자는 각각 10% 전후 수준이었다 (표 III-6).

[표 III-6] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 정규직 분포

		계	전체				정규직			
			사무직		생산직		사무직		생산직	
			남	여	남	여	남	여	남	여
전수	n	122,695	33,328	12,026	65,252	12,089	32,906	11,627	61,923	9,514
	%	100.0	27.2	9.8	53.2	9.9	26.8	9.5	50.5	7.8
표본	n	13,227	2,738	1,946	6,945	1,598	2,695	1,861	6,410	1,150
	%	100.0	20.7	14.7	52.5	12.1	20.4	14.1	48.5	8.7

## (2) 취약계층근로자

### ① 장년근로자(만 50세 이상 근로자)

5인 이상 사업장 근로자 중 16.2%는 장년근로자, 5인 미만 사업장의 장년근로자 비율은 21.8%이었다. 장년근로자는 사무직보다 생산직에 더 많았고, 남성근로자가 여성근로자보다 많았다(표 III-7).

[표 III-7] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 장년근로자 비율

장년근로자		계	전체				장년근로자			
			사무직		생산직		사무직		생산직	
			남	여	남	여	남	여	남	여
전수	n	122,695	33,328	12,026	65,252	12,089	5,456	502	11,287	2,638
	%	100.0	27.2	9.8	53.2	9.9	4.4	0.4	9.2	2.2
표본	n	13,227	2,738	1,946	6,945	1,598	652	190	1,686	373
	%	100.0	20.7	14.7	52.5	12.1	4.9	1.4	12.7	2.8

합성고무제조업 근로자들의 고령화로 인하여 개인의 신체적, 정신적작업능력은 감소되는 데에 반해 작업은 그대로 유지되고 있어, 그에 따른 화재/폭발/유해가스누출 등 중대산업사고가 유발될 위험이 있다.

② 외국인근로자

외국인 근로자 비율은 5인 이상 사업장이 3.9%, 5인 미만 사업장은 9.0%로 소규모사업장에 외국인 근로자가 더 많다(표 III-8).

[표 III-8] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 외국인근로자 비율

외국인 근로자	계	전체				외국인근로자				
		사무직		생산직		사무직		생산직		
		남	여	남	여	남	여	남	여	
전수	n	122,695	33,328	12,026	65,252	12,089	154	32	4,183	460
	%	100.0	27.2	9.8	53.2	9.9	0.1	0.0	3.4	0.4
표본	n	13,227	2,738	1,946	6,945	1,598	25	55	990	115
	%	100.0	20.7	14.7	52.5	12.1	0.2	0.4	7.5	0.9

③ 장애인근로자

장애인근로자 비율은 5인 이상 사업장은 0.9%, 5인 미만 사업장은 0.6%이다(표 III-9).

[표 III-9] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 장애인근로자 비율

장애인 근로자	계	전체				장애인근로자				
		사무직		생산직		사무직		생산직		
		남	여	남	여	남	여	남	여	
전수	n	122,695	33,328	12,026	65,252	12,089	214	16	729	144
	%	100.0	27.2	9.8	53.2	9.9	0.2	0.0	0.6	0.1
표본	n	13,227	2,738	1,946	6,945	1,598	18	3	62	6
	%	100.0	20.7	14.7	52.5	12.1	0.1	0.0	0.5	0.0

## 2) 교대근무 및 야간작업

합성고무를 제조하는 설비는 장치산업으로 합성고무제조 공장의 가동시간은 보통 연 8,000시간 가동 또는 일 24시간, 연 330일 가동(7,920시간)을 기준으로 하나, Maintenance 기간이 긴 경우에는 연 7,200 시간 가동(또는 일 24시간 연 300일 가동)을 기준으로 할 때도 있다.

### (1) 교대근무

5인 이상 사업장의 74.1%, 5인 미만 사업장의 94.4%는 교대근무를 하지 않는다. 교대근무 형태는 2조 2교대가 가장 많았다(표 III-10).

[표 III-10] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 교대근무현황

교대근무		계	2조 2교대	3조 3교대	3조 2교대	4조 2교대	4조 3교대	기타 교대근무	교대근무 없음
전수	n	4,138	550	200	80	9	175	57	3,067
	%	100.0	13.3	4.8	1.9	0.2	4.2	1.4	74.1
표본	n	3,127	136	6	8	1	4	20	2,952
	%	100.0	4.3	0.2	0.3	0.0	0.1	0.6	94.4

### (2) 야간작업

5인 이상 사업장의 26.6%, 5인 미만 사업장의 6.6%가 야간작업을 시행하고 있다(표 III-11).

[표 III-11] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 야간작업 비율

야간작업		계	있음	없음
전수	n	4,138	1,101	3,037
	%	100.0	26.6	73.4
표본	n	3,127	205	2,922
	%	100.0	6.6	93.4

합성고무제조업의 근로자는 기본적으로 주·야간 교대작업을 수행한다. 3교대 형태가 대부분이다. 야간·교대근무로 인해 생체리듬이 교란되어 피로가 누적되기 쉽고 이로 인해 안전사고가 발생할 가능성이 있다.

야간근무로 인한 가장 흔한 건강장애는 수면장애, 위장장애, 심혈관질환 및 암 발생이다. 이 외에도 야간근무는 만성피로, 체중증가, 우울증, 생식건강장애, 인간관계의 어려움의 증가와 당뇨나 갑상샘기능기능항진증 같은 만성질환을 악화시키는 요인으로 알려져 있다.

국제노동기구(ILO)에서는 야간작업자에게 건강관리를 하도록 권고하였고, 우리나라에서도 야간작업을 하는 근로자는 특수건강진단을 받도록 하였다.

### 3) 복지시설

가장 많이 설치된 복지시설은 세면·목욕실이었고, 다음은 휴게실, 세탁·탈의실이였다(표 III-12).

[표 III-12] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 복지시설 현황

복지 시설	휴게실	세면·목욕실	세탁·탈의실	수면실	의무실	체력 단련실
전수	2,992	3,152	2,751	1,047	156	530
표본	1,710	1,924	1,396	533	18	62

### 4) 직무스트레스

직무스트레스 관련 질환이 산업재해의 주된 원인으로 지목되고 있다. 석유화학산업 종사자들을 대상으로 시행한 연구에서 50-54세 연령대의 생산설비 관리자들은 관리업무에 대한 만족도가 높고 이에 따른 자신감에 의해 직업능력을 높게 평가하고 있다고 하였다. 반면에 30-34세의 연령대는 대졸 엔지니어인 기술원 직군으로 초·중급 엔지니어로서의 과도한 직무 부여에 따른 직무스트레스 수치가 높고, 이에 따른 작업능력이 감소하는 것으로 평가하고 있었다.

근속연수 15년 이하는 주로 기술원(화공기사) 직군으로 과도한 직무 부담에 의해 작업능력이 감소한 것으로 나타났다. 16년 이상의 근속연수 군에서는 직무스트레스도 높고 작업능력도 높은 것으로 나타났다.[50]

기술/연구직은 높은 직무스트레스로 인해 가장 낮은 작업능력을 나타내었다. 생산/설비직은 직무스트레스가 비교적 낮음에도 불구하고 작업능력이 높지 않았다. 이는 근속연수가 오래되었음에도 불구하고 인사적체에 의해 관리자 직군으로 진급하지 못하고 오랫동안 교대근무 및 공사감독 업무를 수행하면서 직무에 대한 만족도 저하, 권태감에 의한 의욕 상실이 발생한 측면으로 판단된다고 하였다. 현장관리직의 경우 생산/설비 직군보다 높은 직무스트레스를 보였으나 업무에 대한 만족감과 자부심으로 인해 직무능력이 크게 저하하지 않은 모습을 보였다.[50]

운전원은 직무스트레스가 낮음에도 불구하고 작업능력이 낮게 나타났다. 이는 50대 미만의 운전원 대부분이 장기적 인사적체로 인해 관리자 직군에 포함되지 못함에 따라 의욕이 감소된 결과로 판단된다. 주간근무를 하는 설비원은 주로 공사감독을 담당하고 있으며 간접적인 관리자 업무라고 볼 수 있어 직무스트레스가 높게 나타난 것으로 보이는데, 직무능력은 비교적 높게 나타나 현장관리직과 유사한 모습을 보이는 것으로 판단된다. 기술원은 업무 형태에서 기술/연구직으로서 높은 직무스트레스에 작업능력이 낮게 나타났다.[50]

직무스트레스가 높은 그룹의 스트레스 유발 요인은 조직체계, 보상 정도, 직장 문화 항목인 것으로 분석되었다. 조직체계는 평가 및 인사제도, 업무에 대한 지원 정도 및 타 부서와의 원활한 협조 정도이며 4개의 요소 중 주로 평가/인사/지원 부분에 대한 불만이 매우 높은 것으로 나타났다. 석유화학산업 종사자 중에서 가장 스트레스를 많이 받고 있는 연령대는 38세 이하, 50-54세였다. 38세 이하는 기술/연구직(주로 화공기사/설비기사)으로 회사 전체 인사제도에 대한 불만이 있기 때문인 것으로 보이고, 50-54세 역시 인사적체에 따라 진급을 하지 못한 것에 불만이 있거나 회사 인사제도 전반에 불만이 있기 때문인 것으로 판단되었다. 이에 따라 전체적으로 객관적이고 합당하며 많은 조직 구성원이 공감하고 이해할 수 있는 평가 및 인사제도 개선이 필요한 것으로 분석된다.[50]

보상 정도는 회사에서 존중받고 신임받고 있다는 개인적 느낌과 조직에서의 미래 발전에 대한 희망 및 능력개발에 대한 지원을 나타내고 있다.

### 3. 건강문제요인

#### 1) 근골격계질환

- 반복적인 동작을 계속적으로 수행하는 작업, 무리한 힘의 사용, 불편한 자세 등으로 인해 목, 어깨, 허리, 손목·손 부위의 근골격계질환이 발생할 수 있다.
- 작업관련성 근골격계질환 진행단계

1단계	2단계	3단계
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업시간동안 통증 및 피로감</li> <li>• 하룻밤이나 아침이면 증상 없음</li> <li>• 작업능력 저하 없음</li> <li>• 몇 주, 몇 달 지속 악화와 회복반복</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하룻밤지나도 통증 지속</li> <li>• 화끈거림, 통증으로 불면</li> <li>• 작업능력 저하</li> <li>• 몇 달 지속 악화와 회복 반복</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하루종일 통증</li> <li>• 통증으로 불면</li> <li>• 작업수행 불가능</li> <li>• 다른 일에도 어려움과 통증동반</li> </ul>

[그림 III-1] 작업관련성 근골격계질환의 진행단계

※ 출처: 안전보건공단(2006), 『근골격계질환의 정의 및 종류(Sheet형 교재)』

안전보건공단에서 실시한 작업환경실태조사 결과에서 합성고무제조업이 모두 포함된 ‘20. 화학물질 및 화학제품제조업’의 결과를 참조하였다. 근골격계부담 작업 유해요인조사를 1번이라도 실시해 본 적이 있는 사업장은 5인 이상 사업장의 25.7%, 5인 미만 사업장의 3.8%이었다(표 III-13).

[표 III-13] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 근골부담작업 유해요인조사 실태

근골 유해요인 조사	계	유해요인조사 실태			근골부담 작업수	평균 근골부담 작업 근로자수	전체 근골부담 작업 근로자수	
		3년마다	실시한 적 있음	한 번도 안 함				
전수	n	4,138	779	287	3,072	2.9	5.7	13,531
	%	100.0	18.8	6.9	74.2			
표본	n	3,127	62	55	3,010	0.8	3.9	314
	%	100.0	2.0	1.8	96.3			

## 2) 뇌심혈관질환

합성고무제조업 종사자가 고령화되어 40세 이상이 대부분을 차지하고 있다. 또한 야간·교대근무, 장시간 근로로 인한 비만 및 대사증후군, 사업장에서의 과로와 스트레스, 담배, 음주, 운동부족 등의 부정적 생활습관 등으로 고혈압, 관상동맥질환, 뇌졸중과 같은 뇌심혈관계 질환이 발생할 수 있다.

장시간 근무는 업무 수행 중 사고와 손상, 수면장애, 심혈관질환, 정신건강문제, 근골격계질환의 위험을 높일 수 있으며, 업무수행 능력을 감소할 수 있다.

야간작업은 혈압상승, 뇌심혈관질환, 대사증후군과 당뇨, 수면장애의 위험을 높일 수 있다.

석유화학산업 종사자들을 대상으로 한 건강행위 실천 정도에 대한 조사에서 대상자의 평균연령은 39.5세, 평균 근무기간은 14.2년이었으며, 생산직에서 20년 이상의 장기 근무자가 더 많았다. 전체 흡연율은 50%, 주 2회 이상 음주하는 빈도는 38%였다. 전체의 66%가 자신의 업무에 만족하였고, 58%가 스스로 건강하다고 인식하였으며, 개인별 건강행위 실천은 대상 근로자의 59% 정도에서 규칙적인 식사를 하고 있었고, 전체 대상자의 수면량은 6-8시간이 64%였다. 전체 흡연율은 50%였으며, 음주 정도는 '자주한다'가 43%이었으며, '주 2회 이상 음주'도 38%나 되었다. 운동은 주 3회 이상이 30%이었다. 전체 58% 정도가 작업환경의 영향으로 인식하는 증상을 한 개 이상 지니고 있었고, 주요 증상 유형으로 '이상한 냄새가 난다'(21%)가 가장 많았으며, 근무경력이 짧은 경우에 자각증상을 더 많이 호소하였다. 건강증진 프로그램 요구도는 운동(66%), 암 예방(51%), 스트레스 관리(47%) 등의 순이었으며, 참여 의사 역시 운동(64%)이 가장 많았다.[51]

## 4. 사고관련요인

장치산업은 중대산업사고의 위험을 내포하고 있다.

### 1) 중대산업사고의 정의

- 합성고무제조설비는, 위험물질을 대량으로 저장하거나 취급하는 사업장에서 는 위험물질과 독성물질이 누출되어 환경을 오염하고 지역주민에게 피해를 미칠 수 있다.
- 또한, 폭발사고가 발생하면 그 충격파로 인해 사업장 내의 인적·물적 손실 은 물론, 인근지역의 설비에, 주민들에게 위험을 끼칠 수 있다.
- "중대산업사고"라 함은 산업안전보건법시행령 제33조의5의 규정에서 정한 유해·위험설비로부터 위험물질의 누출·화재·폭발 등으로 인하여 사업장 내의 근로자에게 즉시 피해를 주거나 사업장 인근지역에 피해를 줄 수 있는 사고를 말한다.
- 화재가 발생할 수 있는 잠재위험이 있고 화재와 폭발이 동시에 일어나 엄청난 피해를 줄 수 있다. 이에 따라 이와 같은 화재·폭발 그리고 독성물질 누출사고를 중대산업사고로 규정하여 각국에서는 이런 대형사고를 예방 하는 제도적 장치를 마련하여 추진하고 있다.
- 우리나라도 1996년부터 중대산업사고 예방을 위해 산업안전보건법 제49조 의 2항에 의거하여 공정안전관리(Process Safety Management, PSM) 제도를 시행하고 있다.
- 실제로 국내외에서 매년 수십만 건의 중대산업사고가 발생되고 있으며 많은 인명피해와 산출하기 어려운 정도의 재산피해를 가져오는 사고가 종종 발생되고 있는 실정이다.

## 2) 중대산업사고의 특징

- 합성고무제조에 사용하는 화학물질은 대부분 유해·위험하기 때문에 사고 발생 시 피해가 크다.
- 보유에너지(위험물질)가 다른 산업에 비해 월등히 높기 때문에 대형사고로 연결될 확률이 높고, 산업전반에 미치는 파급효과가 매우 크다.
- 공정의 원료 및 촉매제 등으로 사용되는 독성물질이 누출되면 인명피해는 물론 환경오염의 문제가 있다.
- 구조가 복잡하고 고도의 자동제어시스템으로 구성되어 있는 장치산업으로 설계 및 운전기술이 전문화되지 못할 경우 사고 위험이 높아진다.
- 합성고무제조공장은 모든 생산시설물 중에서 가장 안전한 시설물이나 사고의 위험은 상존하며, 제조공정에서 근본적인 안전대책을 수립함에도 불구하고 사고는 발생한다.
- 합성고무제조공장의 특수성은 대부분 독성물질의 폭발이나 화재로 연결되어 진행된다는 것이며 이는 곧 대규모의 사고를 유발한다.
- 주요 사고의 유형을 분석하여 보면, [표 III-14]에서와 같이 합성고무제조공장을 포함하고 있는 석유화학공장 화재, 폭발, 독성물질의 누출 등이 있는데, 상대적으로 발생 가능성은 화재, 폭발이 가장 높으며 경제적 손실도 크다는 것을 알 수 있다.
- 따라서 합성고무제조공장의 이러한 특수성을 잘 인식하여 안전사고를 예방할 수 있는 안전관리 방안 수립이 절실하다.

[표 III-14] 석유화학공장의 주요사고유형

사고의 형태	발생가능성	치명도	경제적인 손실
화재	높음	낮음	중간
폭발	중간	중간	높음
독성물질의 누출	낮음	높음	낮음

(자료: "A Thirty year Review of one Hundred of the Largest Property Damage Losses in the Hydrocarbon-Chemical industrial", 1987, M&A Protection Consultants)

합성고무산업 특성상 고온과 고압의 공정이 많아 어느 분야보다 사고위험성이 높다. 더욱이 최근 합성고무산업은 대형화, 정밀화되면서 취급 규모가 커져

누출, 화재, 폭발 위험성도 점점 커지고 있는 실정이다. 합성고무제조공장에서의 대형 재해는 인화성물질 등의 누출로 인한 화재/폭발이며, 일단 화재가 발생하면 진화하기가 쉽지 않아 대형사고로 이어져 공장과 인근지역까지 막대한 인명피해 및 재산피해를 초래하게 된다.

1970년대부터 건설되기 시작한 많은 합성고무제조 시설이 점차적으로 노후화됨에 따라 배관이나 장치물의 부식 등으로 인해 화재/폭발/유해가스누출 등 중대산업사고의 위험성이 커지고 있다.

### 3) 사고사례

롯데케미칼 여수 공장에서 사망사고 발생[52]

14일 전남 여수에 위치한 롯데케미칼 LVE(베르살리스 엘라스토머) 공장에서 연이어 2건의 사고가 터졌다.

첫 번째로 이날 오전 9시 30분경 LVE4공장에서 화재가 발생했다. 화재로 인해 시커먼 연기가 하늘을 뒤덮었지만 다행히 인명피해는 발생하지 않았다.

이어 낮 12시 35분경 같은 회사 EPDM 공정의 합성고무 제품 포장시설에서 사망사고가 발생했다.

3월 14일은 대림산업참사 5주기를 맞는 날이다. 지난 2013년 여수산단 대림산업 공장에서 폭발이 일어나 협력업체 노동자 6명이 숨지고 11명이 다치는 대형 참사가 빚어졌다.

여수소방서에서는 "여수산단 내 합성고무 제조업체 LVE사에서 12시 35분께 제품 포장공정에서 포장대를 청소 중이던 협력업체 직원 A(32) 씨가 로봇형 포장기계에 가슴 등을 맞고 쓰러졌다"라고 밝혔다. A 씨는 여천전남병원으로 긴급 이송 됐지만 1시간여 만에 숨졌다.

롯데케미칼 총무팀 관계자는 "오전 화재 발생 후 자체 진화해 현재 사고 원인을 파악 중이다"라고 밝혔다. 그는 이어 "오후에 LVE 공장 하청업체 직원이 사망하는 사고가 났다. 현재 자세한 사항은 파악 중이다"라고 말했다.

## IV



# 유해·위험 요인 관리 방안

## 1. 작업환경관리

### 1) 위험성평가

안전보건공단에서 실시한 작업환경실태조사 결과는 합성고무제조업이 포함된 '20. 화학물질 및 화학제품제조업'의 결과에서 5인 이상 사업장의 71.2%, 5인 미만 사업장의 83.0%가 위험성평가를 실시한 적이 없다고 하였다(표 IV-1).

[표 IV-1] 화학물질 및 화학제품제조업 사업장의 위험성평가 실시

위험성평가		계	한 적 있음	한 적 없음
전수	n	7,267	2,091	5,176
	%	100.0	28.8	71.2
표본	n	3,127	532	2,595
	%	100.0	17.0	83.0

### (1) 위험성평가의 정의

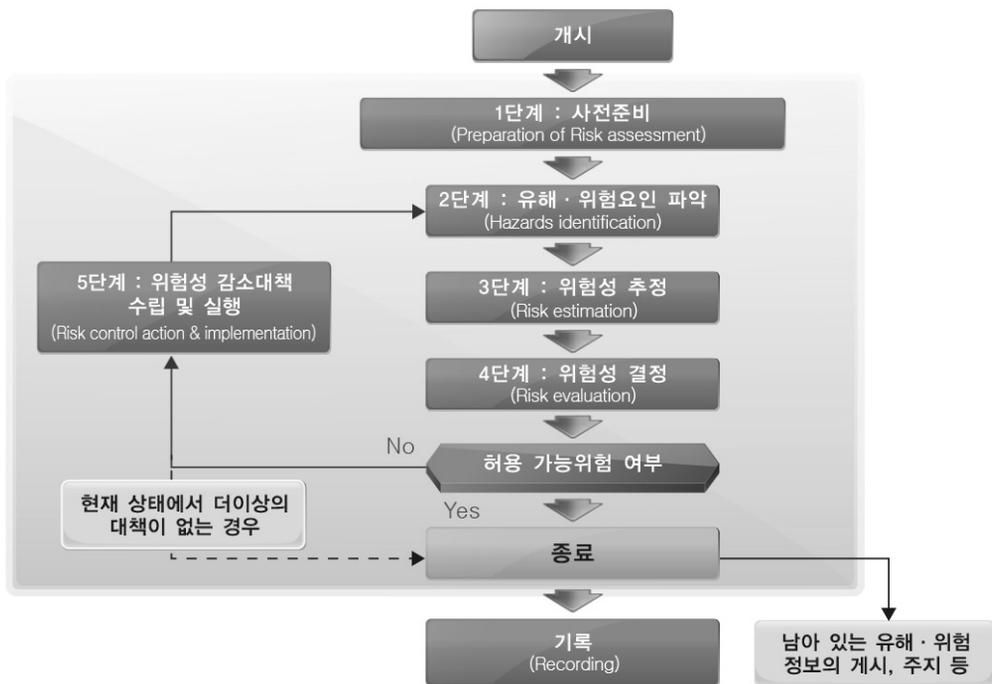
○ 사업장의 유해, 위험요인을 파악하고 해당 유해, 위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정, 결정하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 말한다.

### (2) 위험성평가 실시주체

○ 위험성평가는 사업주가 주체가 되어 안전보건관리 책임자, 관리 감독자, 안전관리자, 보건관리자, 대상공정의 작업자가 참여하여 각자의 역할을 분담하여 실시하도록 하고 있다.

### (3) 위험성평가 절차

- 평가대상 선정 등 사전준비: 실시목적·방법, 담당자·책임자 역할, 연간계획·시기, 주지방법, 유의사항 등이 포함된 실시계획서를 작성한다.
- 근로자의 작업과 관계되는 유해·위험요인 파악: 순회점검, 청취조사, 안전보건자료 및 체크리스트 등을 활용하여 파악한다.
- 파악된 유해·위험요인별 위험성 추정: 유해·위험요인이 부상이나 질병으로 이어질 수 있는 가능성 및 중대성의 크기를 추정한다.
- 추정한 위험성의 허용 가능 여부 결정: 위험성 추정 결과와 사업장 자체적으로 설정한 허용 가능 기준을 비교하여 허용 가능 여부를 판단한다.
- 위험성 감소대책 수립 및 실행: 위험성평가 후 도출된 위험을 감소하기 위한 개선대책을 수립하고 실행한다.
- 실시 내용 및 결과에 대한 기록: 위험성평가를 실시한 각종 자료 및 정보와 결과를 문서로 기록하여 3년 이상 보존한다.

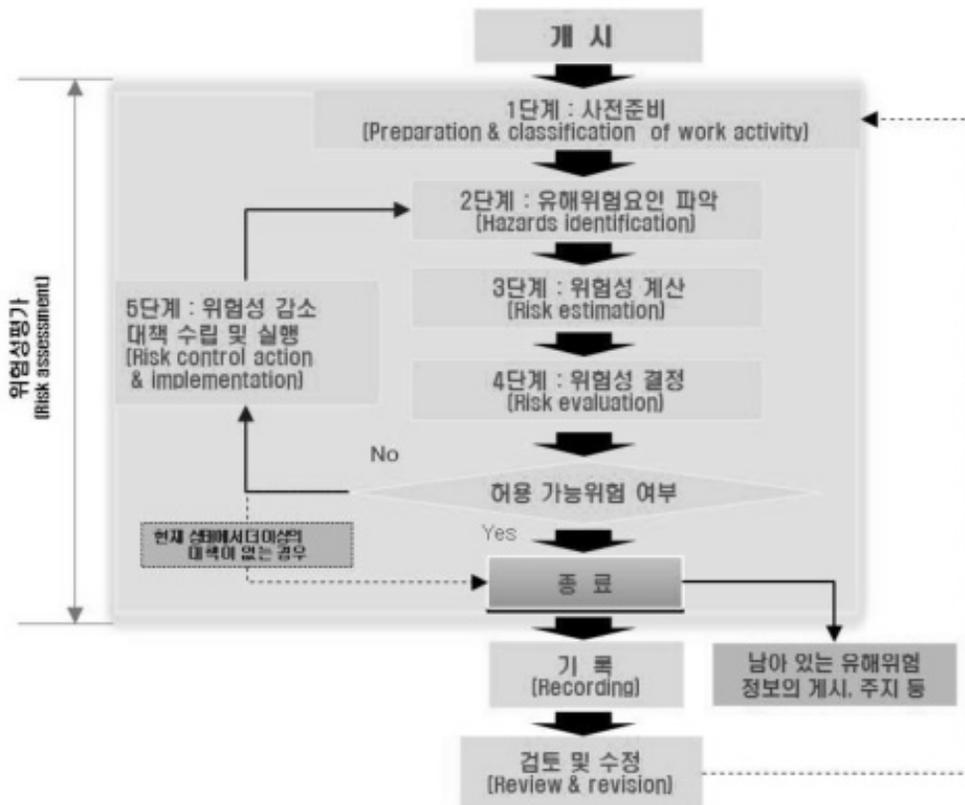


[그림Ⅳ-1] 위험성 평가 절차

※ '위험성평가'에 관한 보다 자세한 사항은 '사업장 위험성평가에 관한 지침 (고용노동부 고시 제2012-104호)' 참조

#### (4) 화학물질 위험성 평가

- 사업주는 근로자에게 노출되는 화학물질의 유해성에 대해 알리고, 화학물질의 노출수준을 관리하여 건강을 보호하여야 한다.
- 화학물질 위험성평가 추진절차

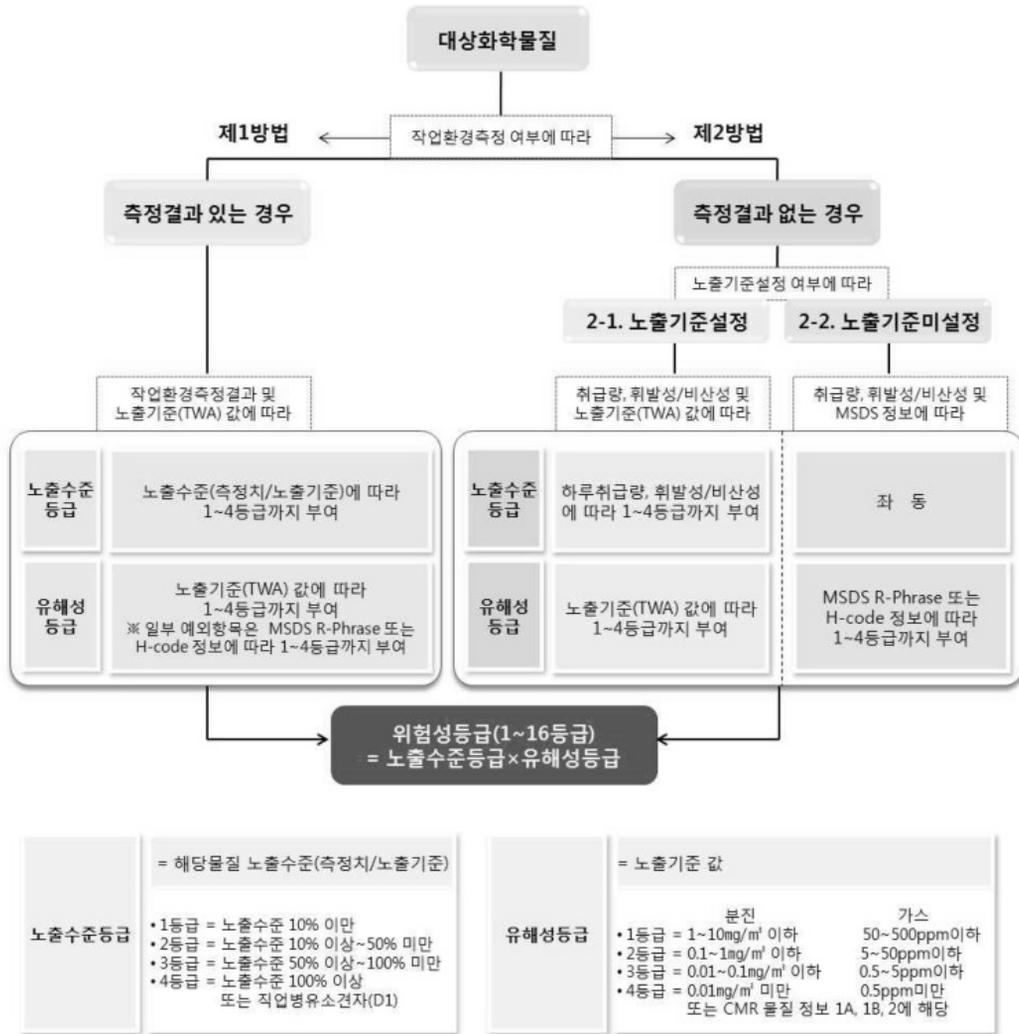


[그림Ⅳ-2] 화학물질 위험성 평가 절차

※ 출처: 안전보건공단(2012). 『화학물질 위험성 평가 매뉴얼』

○ 화학물질 위험성평가 등급 결정

작업환경측정 실시 여부에 따라 화학물질의 위험성 평가 방법을 단계별로 그림과 같이 진행한다.



[그림 IV-3] 화학물질 위험성평가 등급결정 프로세스

※ 출처: 안전보건공단(2012). 『화학물질 위험성 평가 매뉴얼』

○ 화학물질 위험성 감소대책 수립 및 평가

- 위험성을 평가한 후에는 각 위험성 수준별로 관리기준에 따라 위험성 감소 대책을 수립하고 개선 조치를 하여야 한다.

- 작업환경개선 대책을 수립하기 위해서는『화학물질 취급 사업장의 작업환경 관리상태 체크리스트』를 활용한다.

[표 IV-2] 화학물질 취급사업장의 작업환경 관리상태 체크리스트

구 분	작업환경 관리상태 평가내용	가능여부 (대상여부)	현재상태
물질의 유해성 (3)	○ 현재 취급하고 있는 물질보다 독성이 적은 물질(노출기준 수치가 높음)로 대체 가능한가?		
	○ 현재 발암성 물질을 취급하고 있다면 비발암성 물질로 대체가 가능한가?		
	○ 현재 유해물질 취급 공정의 폐쇄가 가능한가?		
물 질 노 출 가능성 (11)	○ 현재 사용하는 화학물질의 사용량을 줄일 수 있는가?		
	○ 분진 등 고체상 물질의 경우 습식작업이 가능한가?		
	○ 유해물질 취급 공정의 완전 밀폐가 가능한가?		
	○ 유해물질 발생 지점에 국소배기장치의 설치가 가능한가?		
	○ 국소배기장치의 후드를 부스형으로 설치 가능한가?		
	○ 국소배기장치의 후드를 유해물질 발생원에 현재보다 좀 더 가까이 설치 가능한가?		
	○ 후드 위치가 근로자의 호흡기 영역을 보호하고 있는가?		
	○ 포집 효율을 높이기 위한 Flange 설치가 가능한가?		
	○ 국소배기장치의 제어풍속이 법적기준을 만족하는가?		
	○ 국소배기장치의 성능을 주기적으로 점검하는가?		
	○ 전체 환기장치(Fan)를 병행하여 설치 가능한가?		
작 업 방 법 (5)	○ 유해물질 취급 공정을 인근 공정 및 작업장소와 격리하여 작업할 수 있는가?		
	○ 유해물질 취급 공정과 인근 작업장소 사이의 공기 이동을 차단하기 위한 차단벽 설치가 가능한가?		
	○ 현재 유해물질 취급 작업을 자동화 또는 반자동화로 공정 변경이 가능한가?		
	○ 유해물질 용기를 별도의 저장장소에 보관 가능한가?		
	○ 유해물질을 직접적인 접촉 없이 취급 가능한가?		
관 리 방 안 (11)	○ 특수건강진단을 정기적으로 실시하고 있는가?		
	○ 작업환경측정을 정기적으로 실시하고 있는가?		
	○ 취급 화학물질에 대한 근로자 교육을 실시하는가?		
	○ 개인전용의 호흡용 보호구가 적정하게 지급되는가?		
	○ 근로자가 작업 중 호흡용 보호구를 착용하고 있는가?		
	○ 호흡용 보호구의 성능이 적정하게 관리되는가?		
	○ 작업장에 호흡용 보호구 착용 표지판을 설치했는가?		
	○ 보호구 보관함이 설치되어 청결하게 관리되고 있는가?		
	○ 화학물질 취급 공정에 대한 청소 상태는 적정한가?		
	○ 취급 화학물질의 물질안전보건자료를 비치·게시했는가?		
	○ 취급 화학물질의 용기·포장에 경고표지를 부착했는가?		

※ 출처: 안전보건공단(2012). 『화학물질 위험성 평가 매뉴얼』

※ ‘화학물질위험성평가’에 관한 보다 자세한 사항은 ‘화학물질 위험성평가 매뉴얼(안전보건공단 자료)’ 참조

## 2) 화학물질 관리

### (1) 취급하고 있는 모든 화학물질의 목록 작성

화학물질을 취급하거나 화학물질에 노출될 가능성이 있는 업무를 하는 합성화학제조업체 종사자들은 자신과 관련된 화학물질을 확인하고 목록을 작성하는 것이 필요하다.

합성고무제조업체 내에서 사용하는 화학물질의 물질안전보건자료(MSDS), 사내에서 사용하는 화학물질의 종류 및 사용량을 파악하고, 관리 대장을 가지고 있어야 한다.

MSDS는 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제에 대하여 화학물질의 명칭, 유해성·위험성, 취급 주의사항, 응급처치요령 등을 설명한 자료이다. MSDS는 16개 항목으로 구성되어 있다.

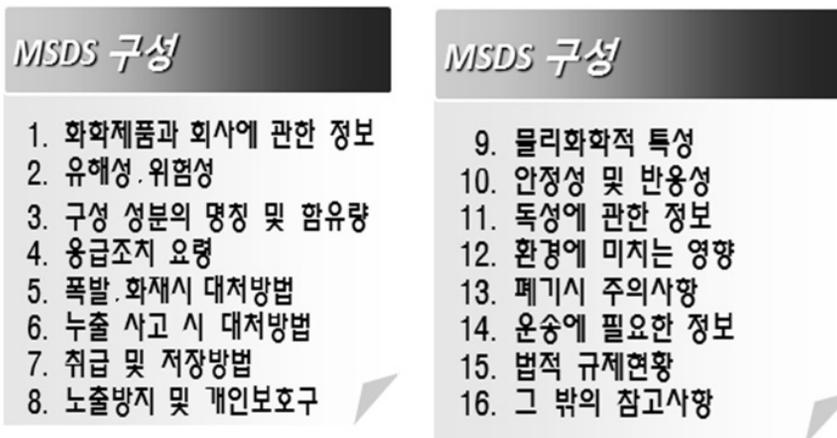


그림 IV-4. 물질안전보건자료 구성

## (2) 화학물질별 규제내용 정리

사용하는 화학물질을 산업안전보건법으로 정하는 금지물질, 허가 물질, 허용 기준 설정물질, 노출기준 설정물질, 작업환경측정대상물질, 특수건강진단 대상 물질, 관리대상물질, 특별관리대상물질, 건강관리수첩 발급 대상 물질 등으로 분류한다.

## (3) 유해위험성 파악

사용하는 화학물질에 대한 독성 및 물리화학적 특성의 정보를 각종 자료(예:MSDS)를 이용하여 확인하고 이해한다. 아울러 건강상에 영향을 미칠 수 있는 정도를 이해하고 적절한 대책을 수립한다.

## (4) 화학물질 경고표지

화학물질의 경고(또는 안전보건) 표지는 다음 사항을 포함한다.

합성고무제조업체 종사자들은 자신이 취급하거나 노출될 수 있는 화학물질에 대하여 표지된 내용을 숙지한다.

- ① 명칭: 화학물질명이나 제품명 등에 관한 정보
- ② 그림문자: 유해성의 내용을 나타내는 그림
- ③ 신호어: 유해성의 정도에 따라 위험 또는 경고를 표시하는 문구
- ④ 유해·위험 문구: 유해성을 알리는 문구
- ⑤ 예방 조치 문구: 부적절한 저장·취급 등으로 인한 유해성을 막거나 최소화하기 위한 조치를 나타내는 문구
- ⑥ 공급자 정보: 제조자 또는 공급자의 이름(법인인 경우에는 명칭을 의미함), 전화번호, 주소 등에 관한 정보

근로자들은 이상의 경고표지를 이해할 수 있어야 한다. 이 중에서 그림문자는 다음과 같은 의미가 있으므로 숙지하여야 한다. [그림 IV-5]

MSDS와 경고표지를 게시해야 할 장소는 다음과 같다.

- 대상 화학물질 취급 작업 공정 내
- 안전사고 또는 직업병 발생 우려가 있는 장소
- 사업장 내 근로자가 가장 보기 쉬운 장소
- MSDS를 확인할 수 있는 전산장비를 갖추어 둔 경우에는 취급 근로자들이 쉽게 접근할 수 있는 장소에 전산장비를 설치하고 확인 방법을 교육하며, 작업공정별 관리요령에 MSDS 검색 방법을 포함하여 게시함

## (5) MSDS 교육

사업주는 화학물질을 취급하는 근로자에게 교육을 실시하고, 교육시간 및 내역을 5년간 보존해야 한다.

### ① 교육시기

- 화학물질 제조·사용·운반·저장 작업에 근로자를 배치하는 경우
- 새로운 대상 화학물질이 도입된 경우
- 유해성·위험성 정보가 변경된 경우

### ② 교육내용

- 대상 화학물질의 명칭(또는 제품명)
- 물리적 위험성 및 건강 유해성
- 취급상의 주의사항
- 적절한 보호구
- 응급조치 요령 및 사고 시 대처방법
- MSDS 및 경고표지를 이해하는 방법

	폭발성, 자기반응성, 유기과산화물
	인화성, 물반응성, 자기반응성, 자연발화성, 자기발열성, 유기과산화물
	급성독성
	호흡기과민성, 발암성, 생식세포변이원성, 생식독성, 특정표적장기독성
	수생환경유해성
	산화성
	고압가스
	금속부식성, 피부부식성, 심한눈손상성
	경고

그림 IV-5. 그림 문자

## (6) 특별안전보건교육

허가 및 관리 대상 유해물질의 제조 또는 취급 작업 시 특별안전보건교육을 16시간 이상 실시한다.

### ① 교육 시기

- 허가 및 관리 대상 화학물질의 제조 또는 취급 작업에 근로자를 배치하는 경우
- 새로운 허가 및 관리 대상 화학물질이 도입된 경우

### ② 교육 내용

- 취급물질의 성질 및 상태에 관한 사항
- 유해물질이 인체에 미치는 영향
- 국소배기장치 및 안전설비에 관한 사항

- 안전작업방법 및 보호구 사용에 관한 사항
- 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
  - ※ 공통 내용: 특별안전보건교육 대상 작업 공통 내용을 실시한다.

## (7) 환기시설

작업환경관리를 위하여 전체 환기방법과 유해물질이 발생하는 곳에 국소배기장치를 설치한다. 국소배기장치는 위험물질을 관리하는 한 방법으로 외부로 오염공기를 배출하기 위해 사용한다.

국소배기장치는 전문가에게 설치를 의뢰해야 한다. 국소배기장치 설치 후 관리가 소홀하면 건강한 작업환경을 유지하기 어렵다.

- 후드를 가능한 한 오염물질 가까이에 설치하여 팬이 신속히 공기를 배출하도록 해야 한다.

○ **국소배기장치의 설치:** 화학물질에 노출되는 작업장에 국소배기장치를 설치하는 경우에는 다음의 사항을 고려하여 설치한다.

- 국소배기장치의 후드는 작업 방법, 화학물질의 발산 상태 등을 고려하여 화학물질을 흡인하기에 충분히 제어할 수 있는 구조와 크기로 하여야 하며, 제어 풍속은 작업장 내의 화학물질 농도가 노출기준 미만이 되도록 하기 위해 적정 제어 풍속이 되어야 한다.

[표 IV-3] 관리대상물질 관련 국소배기장치 후드의 제어풍속

물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
가스 상태	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자 상태	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

- "가스 상태"란 관리대상 유해물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 가스 또는 증기인 경우를 말한다.
- "입자 상태"란 관리대상 유해물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 흙, 분진 또는 미스트인 경우를 말한다.
- "제어풍속"이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로서 다음 각 목에 따른 위치에서의 풍속을 말한다.
  - 가. 포위식 후드에서는 후드 개구면에서의 풍속
  - 나. 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 관리대상 유해물질을 빨아들이려는 범위 내에서 해당 후드 개구면으로부터 가장 먼 거리의 작업위치에서의 풍속

- 후드는 발산원마다 설치한다.
- 후드의 형식은 포위식 또는 부스식 후드를 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 포위식 또는 부스식 후드를 설치하기가 곤란한 경우에는 외부식 또는 레시바식 후드를 설치하되 메탄올이 발생하는 발산원에서 가장 가까운 위치에 설치한다.
- 국소배기장치의 덕트 길이는 가능한 한 짧게 하고 굴곡부의 수를 적게 하여 압력손실을 최소화한다.
- 국소배기장치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기, 배기구의 순으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 흡인된 화학물질에 의하여 폭발할 우려 또는 배풍기의 날개가 부식될 우려가 없는 경우에는 배풍기를 공기 정화장치의 앞에 설치 가능하다.
- 국소배기장치에 공기정화장치를 설치하는 경우에는 고체흡착 방식, 연소 방식 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 공기정화장치를 설치한다.
- 국소배기장치의 배기구는 직접 외부로 향하도록 하며, 배기구의 높이는 지붕으로부터 1.5m 이상이거나 공장건물 높이의 0.3~1배 이상으로 하여 배출된 화학물질이 당해 작업장으로 재 유입되거나 인근의 다른 작업장으로 확산되지 않는 구조로 설계한다.
- 국소배기장치의 성능은 물질의 상태에 따라 적정 제어풍속 이상이 되도록 한다.

○ 국소배기장치의 정상 가동: 화학물질을 취급하는 작업장에 설치된 국소배기장치를 가동하는 경우에는 다음 사항을 준수해야 한다.

- 국소배기장치는 작업 중 계속 가동되어야 하며, 작업시작 전과 종료 후 일정시간동안 가동한다. 다만, 작업이 미 실시되는 시간이라도 화학물질에 의한 작업환경이 지속적으로 오염될 우려가 있는 경우에는 국소배기장치를 계속 가동한다.
- 국소배기장치는 근로자의 건강, 화재 및 폭발, 가스 등의 유해·위험성에 대하여 기능적으로 안전하게 가동한다.
- 공기정화장치는 제조 및 시공자의 지침에 따라 가동하고, 가동 중 공기정화장치의 성능 저하 시에는 즉시 청소, 보수, 교체 등 기타 필요한 조치를 실시한다.
- 배풍기와 전동기의 베어링 등 구동부에는 주기적으로 윤활유를 주유하고, 벨트가 파손되거나 느슨해진 경우에는 벨트 전부를 새것으로 교체한다.

○ 국소배기장치의 관리: 국소배기장치를 설치한 후 또는 국소배기장치를 분해하여 개조하거나 수리한 후 처음으로 사용할 경우에는 다음 사항을 점검하고 이상을 발견하면 즉시 청소, 보수하는 등 필요한 조치를 취한다.

- 덕트 및 배풍기 내부의 유해물질 퇴적 상태 점검
- 덕트 접속부의 이완 유무 점검
- 흡기 및 배기 능력의 적정성
- 공기정화장치 내부의 유해물질 퇴적상태 점검
- 공기정화장치 내부 충전물 등의 파손여부 점검
- 소음·진동 및 기타 국소배기장치의 성능을 유지하기 위하여 필요한 사항 점검
- 배풍기의 회전 방향 및 정압, 배기 유량 점검
- 기타 국소배기장치의 성능 유지를 위해 필요한 사항

## (8) 화학물질의 대체사용

유해성·위험성이 높은 화학물질을 사용하는 경우, MSDS를 면밀히 검토하여 현재 취급하고 있는 물질보다 유해성·위험성이 적은 물질로 대체해야 한다.

## (9) 작업공정의 적정 배치

유해물질 취급 업무는 공정이 분산 배치 되지 않도록 하고, 가능한 한 다른 작업장과 격리한다.

### (10) 발산원의 밀폐조치

작업상 필요한 개구부를 제외하고는 완전히 밀폐한다. 밀폐된 작업장소 내부를 음압으로 유지하여, 작업장 내부 공기가 밖으로 나가지 않도록 하고, 음압 유지가 곤란한 경우, 화학물질에 노출될 수 있는 장소에 국소배기장치를 설치한다.

### (11) 화학물질 관리 10 계명

- ① 물질안전보건정보자료(MSDS) 확보
- ② MSDS 비치, 용기에 경고표지 부착
- ③ MSDS에 관한 직원 교육 및 숙지
- ④ 환기설비(국소배기장치 등) 가동
- ⑤ 보호구 지급 및 착용
- ⑥ 작업환경측정 실시
- ⑦ 특수건강진단 실시
- ⑧ 개인위생 철저
- ⑨ 흡연 및 취식 금지
- ⑩ 신체 이상 발생 시 적절한 진료

### 3) 작업환경측정

작업환경측정은 작업환경실태를 파악하기 위하여 해당 근로자 또는 작업장에 대하여 사업주가 측정 계획을 수립하여 시료를 채취하고 분석, 평가하는 것이다.

작업환경측정 시, 작업 중에 발생하는 소음, 분진, 유기화합물 등의 유해인자에 노출되는 수준을 측정 및 평가한다.

- 측정대상 유해인자는 총 190종
- 6개월 주기로 1회 이상 작업환경측정 실시

사업주는 근로자 수에 관계없이 작업환경측정을 실시하며, 취급물질, 작업주

기, 근로자수 등 작업관련 정보를 작업환경측정기관에 정확히 제공하여야 한다. 작업환경측정은 정상적인 작업 상태에서 측정하여야 한다.

사업주는 작업환경측정을 위한 시료채취를 완료한 날로부터 30일 이내에 관할지방 고용노동관서에 측정결과를 보고해야 한다. 측정결과에 따라 근로자의 건강보호를 위하여 시설개선 등 적절한 조치를 취해야 한다. 노출기준 초과 작업공정이 있는 경우, 결과보고 시 작업환경개선계획을 첨부한다.

작업환경측정을 실시하지 않으면 1,000만원 이하의 과태료가 부과된다.

화학적 인자	유기화합물	113	벤젠, 톨루엔, 노말렉산, DMF, 트리클로로에틸렌, 메틸알코올, 포름알데히드 등
	금속류	23	납, 니켈, 망간, 알루미늄, 카드뮴, 크롬 등
	산 및 알칼리류	17	황산, 질산, 염화수소, 불화수소, 수산화나트륨
	기스상태 물질류	15	불소, 암모니아, 염소, 일산화탄소, 포스겐, 황화수소 등
	허가대상 유해물질	13	디클로로벤지딘, 비소, 베릴륨, 염화비닐 등
	금속가공유	1	금속가공유
분진		6	광물성분진, 곡물분진, 면분진, 나무분진, 용접흄, 유리섬유
물리적 인자		2	소음(8시간 가중평균 80dB이상, 고열)

그림 IV-6. 작업환경측정 대상 유해인자

※ 산업안전보건법 시행규칙 [별표 11의5] (제93조제1항 관련)

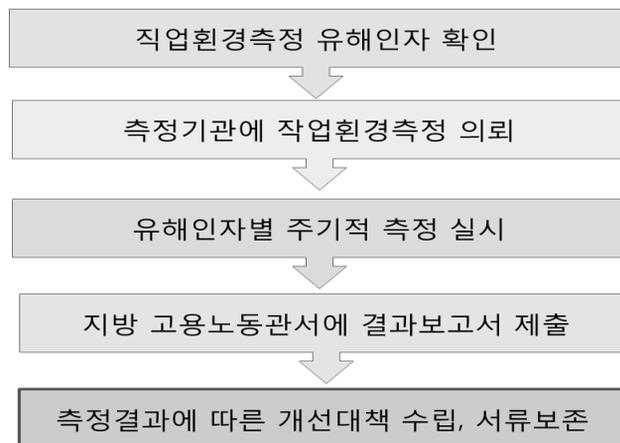


그림 IV-7. 작업환경측정 실시방법 및 절차

#### 4) 청력보호

- 소음 발생 설비 및 시설의 대체, 시설의 밀폐, 흡음 또는 격리 등 소음을 감소하기 위한 공학적 조치 실시
- 소음 발생 공정 및 기계설비 운전자에게 귀마개 등 보호구 지급 및 착용 독려
- 소음 발생에 대한 유해성 주지
- 소음 또는 강렬한 소음 작업에 종사하는 근로자에게 해당 장소의 소음 수준, 인체 영향, 보호구 착용, 건강장해 예방에 필요한 사항에 대해 교육을 실시
- 작업환경 측정 결과 소음 수준이 90dB을 초과하거나 소음으로 인해 근로자 건강 장애가 발생한 사업장은 청력보존 프로그램을 시행
- 적절한 청력 보호구 선정 및 착용
  - 소음 수준, 작업 내용, 개인의 상태에 따라 적합한 보호구를 선정한다.
  - 오염되지 않도록 보관 및 사용 한다. 특히 귀마개 착용 시에는 깨끗한 손으로 다루고, 이물질이 귀에 들어가지 않도록 주의한다.
  - 귀마개는 불편감이나 통증이 적은 재료로 만든 것을 선정한다. 고무재질보다는 스펀지 재질이 비교적 좋다.
  - 귀마개는 소모성 재료이므로, 필요시에 누구나 언제든지 교체해 사용할 수 있도록 작업장 내에 비치하여 관리한다.
  - 소음의 정도에 따라 착용해야 할 보호구가 각각 다르다. 즉, 소음 수준이 85~115dB일 때는 귀마개 또는 귀덮개를 착용하고, 110~120dB이 넘을 때는 귀마개와 귀덮개를 동시에 착용한다.
  - 활동이 많은 작업인 경우에는 귀마개를, 활동이 적은 작업인 경우에는 귀덮개를 착용한다.
  - 중이염 등 귀에 이상이 있을 때에는 귀덮개를 착용한다.
  - 귀마개 중 EP-2형은 고음만을 차단하므로 대화가 필요한 작업에 착용한다.
  - 귀마개의 재질로는 고무보다는 스펀지가 귀에 통증을 적게 한다.

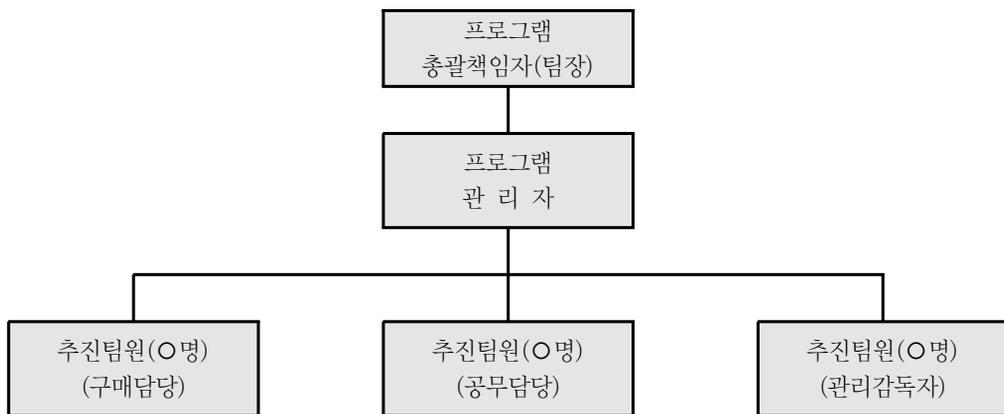
## 5) 밀폐공간작업 프로그램운영

### (1) 목적

이 프로그램은 산업보건기준에 관한 규칙(이하 “보건규칙”이라 한다) 제18조 규정에 의한 밀폐공간보건작업 프로그램(이하 “프로그램”이라 한다)으로서, 밀폐공간작업 시 산소결핍 또는 유해가스로 인한 질식재해를 예방하는 데 그 목적을 둔다.

### (2) 조직 및 운영

프로그램 수립·시행을 위한 추진팀은 총 〇〇명으로 하고, 아래 조직도와 같이 구성하여 운영한다.



#### ① 프로그램 추진팀의 구성대상

우리 사업장의 프로그램 추진팀원은 아래의 대상에서 선발하여 구성한다.

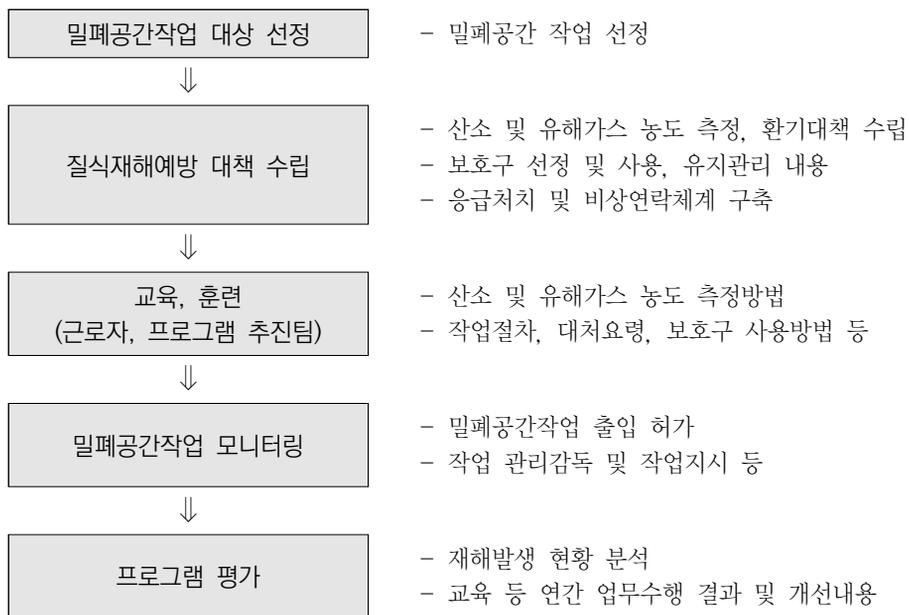
- 해당공정(작업)별 작업자 대표
- 명예산업안전감독관
- 보건·안전관리자
- 공정책임자
- 공장장
- 기타 밀폐공간작업 관련업무 수행자 등

## ② 프로그램 추진팀 역할

추진팀에서는 다음과 같은 사항을 수립하고 시행한다.

- 프로그램의 수립 및 수정에 관한 사항 결정
- 교육 및 훈련에 관한 사항을 결정하고 실행
- 밀폐공간작업계획의 수립 및 시행에 관한 사항을 결정하고 실행
- 밀폐공간작업 허가증 등 발급 및 작업 지시·감독 업무 수행
- 공기호흡기 등 보호구의 선정, 사용 및 유지관리

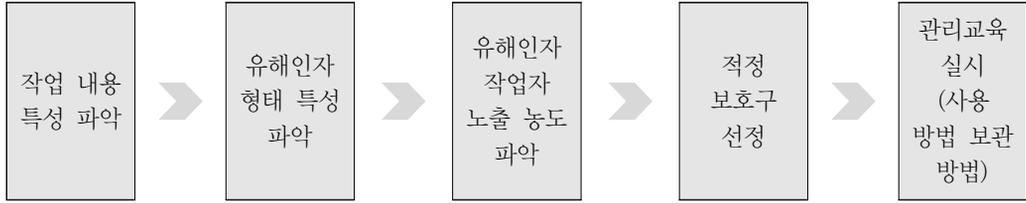
## ③ 프로그램 추진절차



## 6) 보호구 관리

보호구는 재해나 건강장해를 방지하기 위해 근로자가 착용하는 기구나 장치를 의미한다. 사업주는 유해·위험한 작업을 하는 근로자에게 작업조건에 적합한 보호구를 지급하고, 근로자는 지급받은 보호구를 철저히 착용하여야 한다.

○ 보호구관리 업무 프로세스



○ 작업장소별 보호구의 종류

유해 인자에 따른 작업장소별 착용해야 할 보호구는 다음과 같다.

[표 IV-4] 작업장소별 착용해야 할 보호구

구분	작업 내용(상황)	착용 보호구
분진	○ 베릴륨 등과 같이 독성이 강한 물질 함유 분진 발생 장소	특급 방진마스크
	○ 특급 방진마스크 착용 장소를 제외한 분진 발생 장소 ○ 금속흡 등과 같이 열적으로 생기는 분진 발생 장소 ○ 기계적으로 생기는 분진 등 발생 장소(규소 등과 같이 2급 방진마스크를 착용하여도 무방한 경우는 제외) ○ 석면 취급 장소	1급 방진마스크
소음	○ 특급 및 1급 마스크 착용 장소를 제외한 분진 등 발생 장소	2급 방진마스크
	○ 소음작업장(85dB 이상 소음 발생)	방음보호구
온랭	○ 다량의 고열물체 취급 또는 현저히 더운 장소	방열복, 방열장갑
	○ 다량의 저온물체 취급 또는 현저히 추운 장소	방한복, 방한장갑, 방한화, 방한모
밀폐 공간	○ 밀폐공간작업	송기마스크
	○ 산소결핍증이나 유해가스로 인하여 추락의 위험이 있을 경우	송기마스크, 안전대, 구명밧줄
방사성 물질	○ 분말 또는 액체 상태 물질	호흡용보호구
	○ 흩날림 등으로부터 오염 우려	보호의, 보호장갑, 신발덮개, 보호모
관리 대상 물질	○ 유기화합물을 넣었던 탱크내부/유기화합물 특별장소에서 단시간 작업(국소배기장치 미설치)	송기마스크
	○ 임시 작업/단시간 작업/급배기 환기장치 설치/타 사업장과 격리된 장소/국소배기장치를 설치하지 않은 특례 설비 설치/환기장치 내 기류가 확산될 우려가 있는 형태를 가진 물체 작업/증기발산원 밀폐설비 개방 업무	송기마스크 또는 방독마스크
	○ 피부자극성 또는 부식성 물질 취급	보호의, 보호장갑, 보호장화, 피부보호용 도포제

○ 안전인증 및 자율안전 확인신고에 따른 보호구의 종류

- 안전인증 대상 보호구: 산업안전보건법 안전인증에 따라 근로자의 안전·보건에 필요하다고 인정되어 고용노동부장관이 실시하는 의무안전인증을 받아야 하는 보호구
- 자율안전 확인신고 대상 보호구: 산업안전보건법 자율안전 확인의 신고에 따라 의무안전인증 대상 보호구가 아닌 안전인증 대상 보호구(자율안전 확인 대상 보호구)

[표 IV-5] 안전인증 및 자율안전 확인신고 대상 보호구

구분	보호구	표시
안전인증 대상 (12종)	① 추락 및 감전 위험 방지용 안전모 ② 안전화 ③ 안전장갑 ④ 방진마스크 ⑤ 방독마스크 ⑥ 송기마스크 ⑦ 전동식 호흡보호구 ⑧ 보호복 ⑨ 안전대 ⑩ 차광 및 비산물 위험방지용 보안경 ⑪ 용접용 보안면 ⑫ 방음용 귀마개 또는 귀덮개	
자율안전 확인 대상 (4종)	① 안전모(의무안전인증 대상인 추락 및 감전 위험 방지용 안전모는 제외) ② 보안경[의무안전인증 대상인 차광(遮光) 및 비산물(飛散物) 위험방지용 보안경은 제외] ③ 보안면(의무안전인증 대상인 용접용 보안면은 제외) ④ 잠수기(잠수헬멧 및 잠수마스크 포함)	

○ 사용 장소별 호흡용 보호구의 종류

- 입자상 오염물질 발생 장소별 착용 마스크 등급  
입자상 오염물질 발생 장소에는 오염물질의 종류에 따라, 규정된 바와 같이 구분하여 방진마스크 또는 겸용마스크(방진방독)를 착용한다.

[표 IV-6] 오염물질 발생 장소별 호흡용 보호구

오염물질 발생 장소	마스크 등급
베릴륨, 비소 등과 같이 독성이 강한 물질을 함유한 분진이 발생하거나 미생물과 같이 미세한 미립자상의 오염물이 발생하는 장소	특급
금속흄이나 석면 등과 같이 열적, 기계적으로 생기는 미립자상 오염물이 발생하는 장소	1급
특급 및 1급 호흡용 보호구 착용 장소를 제외한 입자상 오염물이 발생하는 장소	2급

- 가스 및 증기의 오염물 발생 장소

가스 및 증기의 오염물 발생 장소에는 오염 가스 및 증기의 종류에 따라 규정된 바와 같이 구분하여 방독마스크 또는 검용마스크(방진방독)를 착용한다.

[표 IV-7] 오염물질 발생 장소별 호흡용 보호구

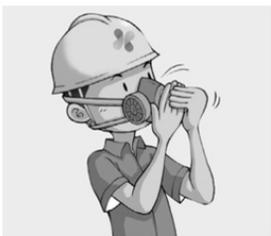
오염물질 발생 장소	마스크
유기화합물의 가스 또는 증기가 발생하는 장소	유기가스용
할로겐 가스 또는 증기가 발생하는 장소	할로겐가스용
일산화탄소가 발생하는 장소	일산화탄소용
암모니아가 발생하는 장소	암모니아용
아황산가스가 발생하는 장소	아황산가스용
아황산가스 및 황 증기 또는 분진이 발생하는 장소	아황산·황용



1 마스크를 얼굴 위에 대고 머리끈을 머리 위로 넘긴 뒤 목 뒤에서 목끈의 고리를 끼운다



2 목끈을 당겨서 얼굴에 밀착되게 조절한다



3 손바닥으로 배기밸브를 막은 후 부드럽게 숨을 내쉰다. 면체가 부풀어오르고 얼굴과 면체 사이로 공기가 새는 것이 느껴지지 않도록 양압 밀착검사를 실시



4 손바닥으로 정화통을 막은 후 숨을 들이쉰다. 면체가 얼굴 쪽으로 오그라들고 면체와 얼굴 사이로 공기가 새는 것이 느껴지지 않도록 음압 밀착검사를 실시

[그림 IV-8] 방독마스크 사용법

※ 출처: 안전보건공단(2013). 『보호구의 종류와 사용법』

## 2. 작업조건관리

### 1) 야간·교대작업

- 교대주기와 교대방향에 따라 생체리듬주기의 교란 정도가 다름
  - 교대작업이 정방향(시계방향)으로 순환될 때 생체리듬은 이른 저녁에 잠들지 않게 하고, 아침에 조금 더 늦게 깨어날 수 있게 하여 신체가 더 잘 적응할 수 있게 함
  
- 작업과 휴식 비율의 불균형
  - 근무가 변경될 때 휴식시간이 너무 짧을 경우 사고·오류·건강장애 등 피로와 관련된 문제들이 증가함
  - 규칙적으로 자주 휴식을 취하는 것은 피로를 감소하고 생산성을 향상함
  
- 교대작업의 예측 불가능성
  - 납기일이 당겨지거나 동료의 부상 등 예상하지 못한 일로 연장근무나 근무시간이 변경되는 등 근로자가 자신의 작업 스케줄을 예측하지 못할 경우 충분한 휴식을 취하기 어렵고 스트레스를 받게 됨
  
- 교대작업
  - 교대시간은 가급적 자정 이전으로 함
  - 교대방향은 시계방향으로 함  
(아침반 -> 저녁반 -> 야간반 순)
  - 2교대 근무를 최소화하고 3조 3교대 또는 4조 3교대 근무를 하도록 함
  - 야간 근무 후 아침 근무로 들어갈 때, 최소 24시간 휴식 부여
  - 교대작업 일정은 사전에 근로자가 알도록 해야 함
  
- 야간작업
  - 야간에 힘들거나 위험한 업무는 가급적 하지 않도록 함
  - 고정적인 야간작업은 가급적 하지 않아야 함
  - 연속적인 야간작업은 가급적 줄임
  - 야간작업 시 휴식시간은 피로감이 가장 높은 오전 3시에서 5시 사이에 갖는 것이 바람직함

## 2) 장시간 근무 관리

### ① 조직적 관리방안

- 하루에 11시간 이상의 연장근로와 야간작업 최소화
- 정해진 휴게시간 보장 및 휴식과 수면을 위한 공간 확보
- 가능하면 근무시간 종료 후 11시간 이상의 휴식시간과 최소 6시간의 수면시간을 확보할 수 있는 근무일정을
- 최소 1달에 한 번은 연속된 24시간을 쉴 수 있도록 함
- 최소 1주 전에 근무일정을 근로자가 알 수 있도록 함
- 사고 예방을 위해 적절한 온도·조명을 유지하고 1인 근무를 피하며, 유해물질 취급 작업 근로자는 12시간 근무를 제한
- 장시간 근로로 인한 건강문제 수시 확인 후 지도 및 개선
- 수면장애나 심한 육체적 피로, 정신적 불안을 호소하는 경우 사 진료를 받도록 조치

### ② 개인적 관리방안

- 휴게시간과 야간 수면시간 활용하여 휴식하기
- 휴식시간을 이용하여 낮잠 자기
- 쉬는 날에는 피로 회복을 위해 7시간 이상의 수면 시간 확보
- 카페인 섭취와 음주 자제
- 매일 규칙적으로 적절한 양의 운동하기

## 3) 직무스트레스 관리

직무스트레스의 관리방안들을 물리적 환경, 직무요구, 직무자율, 관계갈등, 직무불안정, 조직체계, 보상부적절, 직장문화 등의 영역별로 살펴보면 다음과 같다.

### (1) 물리적 환경개선

- 근골격계 질환으로 인한 스트레스를 감소시키기 위하여 올바른 작업 자세를 취하도록 교육한다.

- 근무 중 근로자가 휴식을 취할 수 있도록 휴식공간을 마련하고, 가볍게 운동할 수 있는 시설을 갖추는 것이 좋다.
- 근무자에게는 틈틈이 휴식을 취할 수 있는 시간과 공간을 제공한다.

## (2) 직무요구 해소

- 업무에 대한 요구는 개인의 능력이나 자원과 일치해야 한다. 업무량에 따라 인력 배치를 적절히 조정하여 업무에 대한 부담이 근로자에게 고르게 배분되도록 한다.
- 근로자의 취미와 적성에 맞으며, 자신이 가지고 있는 기술을 사용할 수 있는 기회가 제공되도록, 근로자의 취미와 기술을 고려한 작업 배치가 이루어지도록 한다.
- 신규 직원이 업무에 빨리 적응할 수 있도록 멘토링 제도를 활성화하여 기술적인 지식의 전달 및 심리적, 사회적인 지원도 받을 수 있도록 한다.

## (3) 직무자율성 강화

- 업무 일정 조정 시 근로자의 의견을 반영하고, 필요시 업무 일정을 변경할 수 있도록 한다.
- 근로자의 업무에 영향을 미치는 조치나 결정에 대하여 근로자가 의견을 낼 수 있는 기회를 제공한다.

## (4) 원활한 의사소통 체계 마련

- 회식 등을 통해 상사, 동료, 부하직원들 간 의사소통이 이루어질 수 있도록 기회를 제공한다.
- 부하직원들의 성격, 행동, 기타 특징을 파악하고 평상시와 다른 사소한 변화가 발생할 경우 신속히 대처할 수 있도록 한다.
- 평소 업무 중에 신뢰관계를 구축함으로써 애로사항이 있을 경우 쉽게 상담할 수 있는 관계를 형성한다.

## (5) 바람직한 직장문화 조성

- 직무스트레스의 원인을 파악하고 이를 해소하고 관리할 수 있는 방법에 대해 교육한다.

- 직무스트레스를 예방하고 관리할 수 있는 방법을 익힐 수 있도록 교육 프로그램을 운영하며, 외부의 교육에 참여할 수 있도록 한다.
- 근무 장소에서 업무를 수행하는데 실질적인 도움과 정서적인 지원을 해 줄 수 있는 체계를 마련하고 상호 작용할 수 있도록 한다.
- 근로자의 근무 중 발생하는 문제들에 대해 주의를 기울여 듣고 긍정적이고 적극적으로 반응하여 지지를 제공한다.
- 고객과 효과적으로 의사소통할 수 있는 방법과 스스로 감정을 조절할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있는 방법을 교육한다.
- 고객과의 관계에서 갈등이 최소화될 수 있도록 하고, 문제 발생 시 근로자가 일방적인 책임을 지지 않도록 한다.

## (6) 직업에 대한 미래 계획

- 직업의 미래에 대해 분명하게 알려주고 자신의 미래를 근로자가 계획할 수 있도록 해야 한다.
- 업무를 통해 자기 발전을 도모하고 새로운 업무에 적응할 수 있는 기회를 제공한다.
- 근로자가 자신이 수행하는 업무에 대해 자긍심을 가질 수 있도록 존중한다.

## (7) 근로시간 관리

- 정해진 근로시간을 초과하지 않도록 계약을 분명히 한다.
- 불규칙한 교대가 이루어지지 않게 한다.
- 비정기적인 근무일정으로 수면부족과 피로가 발생하므로 가능한 한 비정기적인 근무일정은 피하는 것이 좋다.
- 근무일정은 최소 1주일 전에는 알 수 있도록 하여야 하며, 근로자 본인의 동의를 구해야 가족생활과 다른 사회생활에 어려움을 최소화 할 수 있다.

## (8) 안전장치 설치

- 고객으로부터 신체적 폭력, 언어폭력 등이 발생할 때 대응할 수 있도록 CCTV 나 알람장치를 설치한다.

## (9) 개인적 관리방안

- 자신의 직무스트레스를 스스로 관리할 수 있는 방법을 익혀서 직무 스트레스로 인한 건강문제가 발생하지 않도록 한다.
- 업무 일정을 적정하게 조정하고, 근무시간이 아닌 경우 무리한 일상 활동을 하지 않고, 충분한 수면과 휴식을 취하여 저녁 근무 시 신체에 부담이 되지 않도록 한다.
- 직무스트레스 발생 시 자신의 어려움을 나눌 수 있는 상사나 멘토를 만든다.
- 동호회 활동이나 봉사활동 등을 통해 심리적 재충전의 기회를 갖는다.
- 규칙적으로 운동한다. 규칙적으로 운동을 하면 스트레스를 해소할 수 있고 신체 조절이 가능하게 된다.
- 올바른 식습관을 유지한다. 인스턴트식품, 육류 위주의 식생활, 섬유질이 적고 화학첨가물이 들어 있는 음식의 섭취를 제한한다.
- 하루 7~8시간의 쾌적한 수면시간을 갖는다.
- 카페인이 많이 든 음식(커피, 차, 콜라, 초콜릿 등)을 줄인다.
- 호흡법, 근육이완법, 명상법 등으로 자신의 마음을 편안하게 다스리는 방법을 익힌다.
- 직무 스트레스 반응이나 우울증 증상을 빨리 인식하여 일찍 대처할수록 빨리 좋아진다는 것을 알아야 한다. 문제를 혼자서 끌어안고 있지 말고 상담할 수 있는 사람이나 도와줄 사람을 찾아 의논한다.

**[표 IV-8] 직무스트레스 증상완화법**

방 법	내 용
자기관찰	원인이 된 스트레스를 알아내기 위하여 문제 상황에 대한 자신의 반응양상을 일일 행동기록지에 적는 것
근육이완법	근육에 주의를 집중시켜 불필요한 긴장을 해소하는 단계적인 훈련 실시
복식호흡	양손을 아랫배에 대고 천천히 숨을 들이마시고 내쉬(코나 목으로 호흡하는 것이 아니라 아랫배를 이용하여 숨을 쉬)
긍정적으로 생각하기	어쩔 수 없는 상황이라면 즐겁게 받아들이고, 해야 하는 일을 즐겁게 하도록 긍정적인 생각 갖기
자신의 감정 털어놓기	화가 났을 때 마음에 쌓아 두지 않고, 글을 쓰거나 낙서를 해서 자기감정 표출
자기 주장훈련	다른 사람을 비난하거나 불쾌하게 만들지 않으면서 자신의 욕구나 생각, 감정 등을 명확히 주장하는 방법 훈련

※ 출처: 정혜선 등(2011). 『여성근로자의 보건관리 매뉴얼 개발 연구』

### 3. 건강문제관리

#### 1) 건강진단

사업주는 근로자의 건강을 보호·유지하기 위하여 대상 및 실시 시기·주기에 따라 근로자에 대한 건강진단을 실시한다.

##### (1) 일반건강진단

상시 사용하는 근로자의 건강관리를 위하여 사업주가 주기적으로 실시하는 건강진단을 말한다. 사업주는 합성고무제조업 근로자에게 매년 일반건강진단을 실시한다.

##### (2) 특수건강진단

사업주는 특수건강진단을 실시하여야 한다. 특수건강진단은 소음, 분진, 유해화학물질 등 유해인자에 노출되는 업무 종사 근로자의 질환을 예방하고 근로자 건강을 보호·유지하기 위하여 실시한다. 특수건강진단을 실시하지 않을 경우 1천만 원 이하의 과태료가 부과된다. 특수건강진단에는 특수건강진단, 배치전건강진단, 수시건강진단, 임시건강진단이 있다.

###### ① 특수건강진단의 종류

- ‘특수건강진단’은 근로자의 건강관리를 위하여 사업주가 실시하는 건강진단을 말하며 ① 특수건강진단 대상 유해인자에 노출되는 업무에 종사하는 근로자 ② 건강진단 실시 결과 직업병 유소견자로 판정받은 후 작업전환을 하거나 작업장소를 변경하고 직업병 유소견 판정의 원인이 된 유해인자에 대한 건강진단이 필요하다는 의사의 소견이 있는 근로자인 경우에 실시한다.
- ‘배치전건강진단’은 특수건강진단대상업무에 종사할 근로자에 대하여 배치 예정 업무에 대한 적합성 평가를 위하여 사업주가 실시하는 건강진단을 말한다. 배치전건강진단을 현장에서 업무를 시작하기 전에 실시해야 한다.
- ‘수시건강진단’은 근로자가 특수건강진단대상업무에 따른 유해인자로 인한 것이라고 의심되는 건강장애 증상을 보이거나 의학적 소견을 보일 때 보건관리자 등이 사업주에게 건의하여 실시하는 건강진단이다.

- ‘임시건강진단’은 ① 같은 부서에 근무하는 근로자 또는 같은 유해인자에 노출되는 근로자에게 유사한 질병의 자각·타각 증상이 발생한 경우 ② 직업병 유소견자가 발생하거나 여러 명이 발생할 우려가 있는 경우 ③ 그 밖에 지방고용노동관서의 장이 필요하다고 판단하는 경우 지방고용노동관서의 장의 명령에 따라 사업주가 실시하는 건강진단이다.

[표 IV-9] 건강진단의 종류 및 실시 대상

종류	일반 건강진단	특수건강진단			
		특수 건강진단	배치전 건강진단	수시 건강진단	임시 건강진단
대상	전체 근로자	특수건강진단 대상 업무 종사 근로자		건강장해 의심 증상자 또는 의학적 소견 근로자	지방고용노동관서 명령을 받은 근로자

② 특수건강진단 대상 유해인자

산업안전보건법 시행규칙 별표 12의2(제98조제2호 관련)에서 정한 특수건강진단 대상 유해인자는 화학적 인자 162종, 분진 7종, 물리적 인자 8종, 야간작업 2종으로 총179종이다.

[표 IV-10] 특수건강진단 대상 유해인자

구분	명칭	수	유해인자명
화학적 인자	유기화합물	108	DMF, 벤젠, 톨루엔 등
	금속류	19	구리, 납, 니켈, 망간, 카드뮴, 크롬 등
	산 및 알칼리류	8	불화수소, 시안화칼륨, 염화수소 등
	가스상태 물질류	14	불소, 브롬, 산화에틸렌, 염소, 포스겐, 삼수소화비소 등
	허가대상 유해물질	12	디클로로벤지딘, 나프틸아민, 크롬산아연, 톨리딘, 디아니시딘, 베릴륨, 비소, 크롬광, 콜타르피치, 황화니켈, 염화비닐, 벤조트리클로라이드, 석면 등
	금속가공유	1	미네랄 오일미스트(광물성오일)
	분진	7	광물성분진, 곡물분진, 면분진, 나무분진, 용접흄, 유리섬유 분진, 석면분진
	물리적 인자	8	소음, 진동, 방사선, 고기압, 저기압, 자외선, 적외선, 마이크로파
	야간작업 오후10시~오전6시	2	6개월간 월 4회 이상 야간작업 (밤 12시~오전 5시까지의 시간 포함) 6개월간 월 평균 60시간 이상 야간작업 (오후 10시~오전 6시 사이의 시간)

### ③ 특수건강진단의 시기 및 주기

특수건강진단 대상 업무에 종사하는 근로자에 대해서는 유해인자별로 정해진 시기 및 주기에 따라 실시하고 고위험 근로자에게는 건강진단 실시주기를 다음 회에 한하여 단축하여 실시한다. 특수건강진단을 받는 주기를 해석할 때 ‘6개월 이내’라는 의미는 6개월을 넘어서는 안 된다는 것으로, 가급적 그 기간에 가까운 시점에 실시해야 한다는 것을 의미한다.

[표 IV-11] 특수건강진단의 시기 및 주기

유해인자	시기	주기
	배치 후 검진	
N,N 디메틸아세트아미드 N,N 디메틸포름아미드	1개월 이내	6개월
벤젠	2개월 이내	6개월
1,1,2,2 테트라클로로에탄 사염화탄소 아크릴로니트릴 염화비닐	3개월 이내	6개월
석면, 먼 분진	12개월 이내	12개월
광물성 분진, 나무 분진 소음 및 충격소음	12개월 이내	24개월
상기 유해인자를 제외한 별표 12의2 의 모든 유해인자	6개월 이내	12개월

※ 산업안전보건법 시행규칙 [별표 12의3] (제99조제2항 관련)

### ④ 특수건강진단 실시절차

근로자 개인별로 건강수준 및 노출수준을 고려하여 건강진단 항목이 선정된다. 검사항목은 1차 검사항목과 2차 검사항목으로 구분하여 실시한다. 1차 검사항목은 해당 유해인자에 대한 대상이 되는 근로자가 모두가 반드시 받아야 하는 최소한의 기본항목이다. 이 항목만으로는 건강수준의 평가가 곤란하거나 감별해야 할 질환이 있다고 판단되는 경우에 근로자의 노출정도나 과거병력 등을 고려하여 2차 검사항목의 일부 또는 전부를 실시한다. 2차 건강진단 대상자를 통보받은 날로부터 사업주는 30일 이내에 근로자에게 2차 건강진단을 받도록 하여야 한다.

생물학적 노출지표검사는 검사하는 시점이 유해인자별로 다르므로 검사하는 시간을 잘 지키도록 해야 한다.

⑤ 특수건강진단 결과 판정

특수건강진단 후 사후관리를 목적으로 결과를 구분하여 A, C1, C2, D1, D2, U로 판정된다. 판정별 건강관리구분 내용은 [표 IV-12]와 같다.

[표 IV-12] 건강관리구분 판정

판정	건강관리구분 내용
A	건강관리상 사후관리가 필요 없는 근로자 (건강한 근로자)
C	C1 직업성 질병으로 진전될 우려가 있어 추적검사 등 관찰이 필요한 근로자(직업병 요 관찰자)
	C2 일반질병으로 진전될 우려가 있어 추적관찰이 필요한 근로자 (일반질병 요관찰자)
D1	직업성 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 근로자 (직업병 유소견자)
D2	일반 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 근로자 (일반질병 유소견자)
U	건강진단 1차 검사결과 건강수준의 평가가 곤란하거나 질병이 의심되는 근로자 (제 2차건강진단 대상자)

건강진단 결과 근로자의 건강을 유지하기 위하여 필요하다고 인정할 때에는 작업장소변경, 작업전환, 근로시간 단축, 야간근로의 제한, 작업환경측정 또는 시설·설비의 설치·개선, 건강상담, 보호구 지급 및 착용 지도, 추적검사, 근무 중 치료 등 적절한 조치를 한다. 건강진단기관에서 제출한 근로자의 건강진단 결과표 또는 근로자가 제출한 건강진단 결과를 증명하는 서류를 5년간 보존하고 고용노동부장관이 정하여 고시하는 물질을 취급하는 근로자에 대한 건강진단 결과 서류는 30년간 보존한다.

## 2) 작업 관련성 근골격계질환 관리

### (1) 근골격계질환 예방활동의 구성 및 내용

사업주는 근골격계질환 예방관리프로그램을 운영하는 것이 바람직하다. 이는 일반적으로 다음의 6개 부문으로 구성된다(표 IV-13).

[표 IV-13] 근골격계질환 예방활동의 구성 및 내용

구성	내용
조직구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 예방관리프로그램 추진팀</li> <li>· 역할분장</li> </ul>
교육훈련	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교육대상</li> <li>· 교육내용 및 시간</li> <li>· 교육지침</li> </ul>
유해요인 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유해요인 조사</li> <li>· 유해요인 개선방법</li> <li>· 개선계획서 작성/시행</li> </ul>
의학적 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 증상 호소자 관리</li> <li>· 질환자 관리</li> <li>· 건강증진 프로그램</li> </ul>
프로그램 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 평가시기</li> <li>· 평가지표</li> <li>· 프로그램 보완</li> </ul>
문서기록과 보존	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 보존대상 문서</li> <li>· 보존기간</li> </ul>

※KOSHA GUIDE(H-65-2012).「사업장 근골격계질환 예방관리프로그램」

### (2) 근골격계질환 예방관리프로그램의 시행

유해요인조사 결과 근골격계질환이 발생할 우려가 있을 경우 근골격계 질환 예방활동을 체계적으로 수행한다.

#### 〈안전보건규칙 제662조 (근골격계질환 예방관리프로그램 시행)〉

- ① 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에 근골격계질환 예방 관리 프로그램을 수립하여 시행하여야 한다.

1. 근골격계질환으로 「산업재해보상보험법 시행령」 별표 3 제2호가목·라목 및 제 6호\*에 따라 업무상 질병으로 인정받은 근로자가 연간 10명 이상 발생한 사업장 또는 5명 이상 발생한 사업장으로서 발생 비율이 그 사업장 근로자 수의 10% 이상인 경우
  2. 근골격계질환 예방과 관련하여 노사 간 이견(異見)이 지속되는 사업장으로서 고용노동부장관이 필요하다고 인정하여 근골격계질환 예방관리 프로그램을 수립하여 시행할 것을 명령한 경우
- ② 사업주는 근골격계질환 예방관리 프로그램을 작성·시행할 경우에 노사협의를 거쳐야 한다.
- ③ 사업주는 근골격계질환 예방관리 프로그램을 작성·시행할 경우에 인간공학·산업의학·산업위생·산업간호 등 분야별 전문가로부터 필요한 지도·조언을 받을 수 있다.
- \* 산업재해보상보험법 시행령 별표 3(업무상 질병에 대한 구체적인 인정기준) 개정 추진(타법 개정에 따른 문구 정비)

#### 〈근골격계질환 예방관리프로그램 시행 시기〉

사업주는 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 지체 없이 노사협의 등 근골격계질환 예방관리 프로그램(이하 “예방관리 프로그램”이라 한다.) 시행에 필요한 절차에 착수하고 이를 신속히 추진하여야 한다.

- ① 산업재해보상보험법 시행령 제34조 제3항의 규정에 따라 근골격계질환으로 요양결정을 받은 근로자가 연간 10인 이상 되는 경우
  - ② 산재보험법 규칙 제39조의 규정에 따라 근골격계질환으로 요양결정을 받은 근로자가 연간 5인 이상이면서 전체 근로자 대비 발생비율이 10% 이상 되는 경우
- \* [예시] ① 및 ②의 ‘연간’이란 요양결정을 받은 날이 2004년 이후이면, 매년 1. 1.~12. 31.을 말한다.
- ③ 고용노동부장관이 필요하다고 인정하여 명령한 경우

### 〈근골격계질환 예방관리 프로그램의 내용〉

예방관리 프로그램은 사업장 여건에 맞게 자체 개발 하여 운용할 수 있으나, 예방관리 프로그램 운용규정 등은 반드시 사업장 내규 이상의 기준으로 마련되어야 하며, 경영자의 의지, 노사의 공동참여, 예방관리 추진팀의 구성, 예방교육, 유해요인조사, 작업환경개선, 의학적 관리, 유해성의 주지, 중량물 작업조치 등이 각각의 구성 요소로 포함된 종합적인 예방계획으로 작성되고, 정기적인 평가나 이의 환류를 통해 근골격계질환 예방을 위해 필요한 경우 지속적으로 수정·보완해 나갈 수 있도록 개발·시행되어야 한다.

예방관리 프로그램을 자체 개발·마련하기 어려운 경우에는 외부전문기관 또는 외부전문가에게 자문하거나, 공단의 기술상의 지침인 “사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램(H-65-2012)”을 참고한다.

### 〈근골격계질환 예방관리 프로그램의 수정·보완〉

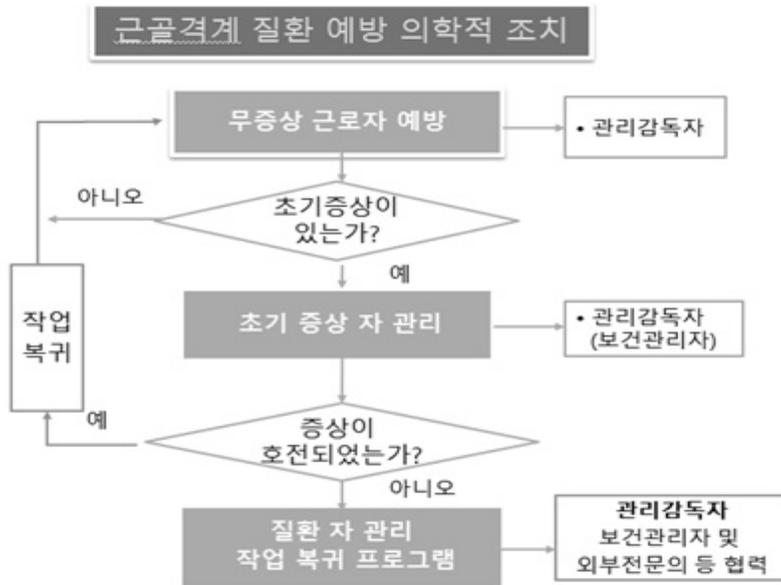
예방관리 프로그램이 시행된 이후 근골격계질환자가 지속적으로 발생하는 경우에는 예방관리 프로그램 전반을 재검토하여 드러난 문제점을 수정·보완하여야 한다.

## (3) 근골격계질환의 의학적 관리

### ① 근골격계질환의 증상

근골격계질환은 통증으로 인지된다. 통증의 정도와 횟수, 반복성에 따라 질환의 정도를 파악할 수 있다.

작업관련성 근골격계질환은 직업과 관련된 작업으로 인한 인체의 근골격계(근육, 건, 신경 등)에 일어나는 만성적인 건강장애를 통칭한다. 부위는 머리/목, 가슴/등, 상지(어깨, 팔, 손), 하지 등 전신의 근육, 건, 인대, 신경, 혈관 등 연부조직의 병태생리학적 병변으로서 의미를 갖는다.



**그림 IV-9. 의학적 관리의 업무 흐름도**

※ 출처: KOSHA GUIDE(H-68-2012) 사업장의 근골격계질환 예방을 위한 의학적 조치에 관한 지침

근골격계질환은 신체의 국소부위부터 피로감이나 통증, 민감함, 쇠약함, 힘이 없음, 부어오름, 밤에 통증이나 화끈거림, 무감각 등이 먼저 발생한다.

병변의 진행 양상을 보면, 통증, 근력감소, 저림, 감각마비, 화끈거림, 야간에 증상이 악화되는 등의 증상과 징후를 보이며 운동 기능상의 장애를 수반한다. 이러한 증상들은 크게 3단계로 나뉘는데 단계마다 특성이 있다(그림 IV-10).

○ 1단계

작업 시간 동안에 통증이나 피로함을 호소한다. 그러나 하룻밤을 지내거나 휴식을 취하게 되면 아무렇지도 않게 되고, 작업 능력의 저하가 발생하지는 않는다. 이러한 상황은 몇 주, 몇 달 동안 계속될 수 있으며 다시 회복할 수 있다.

○ 2단계

작업 시간 초기부터 발생하는데 하룻밤이 지나도 통증이 지속된다. 통증 때문에 잠을 방해받으며, 반복된 작업을 수행하는 능력이 저하되고, 몇 달 동안 지속된다.

○ 3단계

휴식을 할 때에도 계속 고통을 느끼게 되며, 반복되는 움직임이 아닌 경우에도 발생한다. 잠을 잘 수 없을 정도로 고통이 계속되며 낮에도 작업을 수행할 수가 없게 되며, 다른 일에도 어려움을 겪게 된다.

단계가 높아질수록 심한 근골격계질환으로 구분할 수 있으며, 각 단계마다 치료 방법이 달라진다. 2단계가 근골격계질환의 초기이며, 이때부터 의학적 관리가 시작되어야 한다.

근골격계 증상과 질환의 정도에 따른 운동기능상의 영향으로 동작수행능력의 제한, 일상생활과 사회생활의 제한, (정신)심리적 영향, 수면장애, 일/작업 관련 영향 등이 있다.

그러나 근골격계질환 모두가 이러한 단계를 거치는 것은 아니며, 단계가 명확히 구별되지 않을 수 있다. 첫 번째 통증은 근육과 힘줄이 휴식을 취하고 회복해야 한다는 신호이다. 그렇지 않으면 손상이 오랫동안 지속될 수 있으며 때로는 되돌릴 수 없다. 초기증상을 인식했을 때 빨리 대응해야 한다.

		
<p style="text-align: center;">〈1단계〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 중 통증, 피로감</li> <li>• 하룻밤 지나면 증상 없어짐</li> <li>• 작업 능력 감소 없음</li> <li>• 며칠 동안 지속</li> <li>• 악화화 회복 반복</li> </ul>	<p style="text-align: center;">〈2단계〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업시간 초기부터 통증 발생</li> <li>• 하룻밤 지나도 통증 지속</li> <li>• 화끈거리 잠을 설침</li> <li>• 작업능력 감소</li> <li>• 몇 주, 몇 달 지속</li> </ul>	<p style="text-align: center;">〈3단계〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 휴식시간에도 통증</li> <li>• 하루 종일 통증</li> <li>• 통증으로 불면</li> <li>• 작업수행 불가능</li> <li>• 다른 일도 하기 어려운 통증 동반</li> </ul>

그림 IV-10. 근골격계 증상의 변화단계

## ② 근골격계질환 의학적 관리체계(업무 흐름도)

앞에서 근골격계질환의 증상과 진행과정에 대해서 살펴보았다. KOSHA Guide에서 제시한 의학적 관리의 업무 흐름도(그림 IV-9)에 기초하여 사업장의 의학적 관리를 하고자 할 때는 각 근로자 군의 특성과 근로기간, 작업의 변동 여부, 질병자의 질병 단계에 따라 적절한 접근과 구체적 보건계획의 수립이 준비되어야 한다.

김양호 등[53]의 연구에서는 질병 자연사 단계별로 무증상기 및 초기 증상기 근로자의 예방적 접근, 급성기 환자의 치료 및 복귀관리, 만성기 환자의 관리를 제시하였다(표 IV-14). 근골격계질환의 의학적 관리를 질병 단계에 따라 1단계(무증상기와 초기 증상기), 2단계(급성기), 3단계(만성기)로 구분하여 각 단계에서 어떤 의학적 관리를 해야 하는지를 기술한 것이다. 초기 증상기를 무증상기와 동일하게 1단계의 관리에 배치한 것이 특이하다. 이는 앞에서 살펴본 근골격계질환의 초기증상의 특성과 그에 대한 환자의 반응과 대처를 반영한 것으로 보인다.

[표 IV-14] 근골격계질환의 의학적 관리

관리	1단계(예방)		2단계(급성기)		3단계(만성기)
	무증상기(고위험군)	초기 증상기	치료기	복귀기	만성기
언제	1. 신규배치 시 또는 공정 변경 시 2. 매일 업무 개시 전 및 업무 중 3. 주기적으로 년 1회	수시	초기 증상이 3일 이상 지속될 때	업무 복귀 시	3개월 이상 증상 지속되거나 재발될 때
어디서	현장	현장/사내 보건관리실	전문의료기관(*미리 지정계약)	현장/사내 보건관리실	
누가	부서책임자(*전문교육 필)	최초 접촉자(부서책임자)와 사내 보건관리자	1. 전문의료 기관 의사 2. 부서책임자 3. 보건관리자	부서책임자+ 보건관리자 + 외부전문 강사	전문의
무엇을 어떻게	1. 표준작업 서 작성 2. 작업훈련 3. 질병방지 교육 4. 업무적합성 평가 5. 스트레칭 및 체력강화 6. 증상 체크	증상 호소자의 조기처치 1. 3일 이내까지는 부서책임자가 관찰 - 업무를 경감하거나 - 신체부담이 적은 다른 업무로 일시 전환 2. 사내 보건관리자가 증상이 완화요법 실시 3. 스트레칭 및 근력강화 4. 즉각적 의뢰	1. 근무 중 치료 - 업무를 경감하거나 - 신체부담이 적은 다른 업무로 일시 전환 - 전문의의 지시에 따른 치료 2. 휴업치료 - 치료 후반기부터 근력강화 운동이 필요함을 교육하고 운동 실시	1. 업무 복귀 프로그램 실시 2. 업무 적합성 평가	1. 업무 복귀 프로그램 - 필요시 외부 사회 심리 상담 지원 2. 업무 적합성 평가

※ 출처: 작업관련성질환의 산업의학적 관리 모델 개발 연구

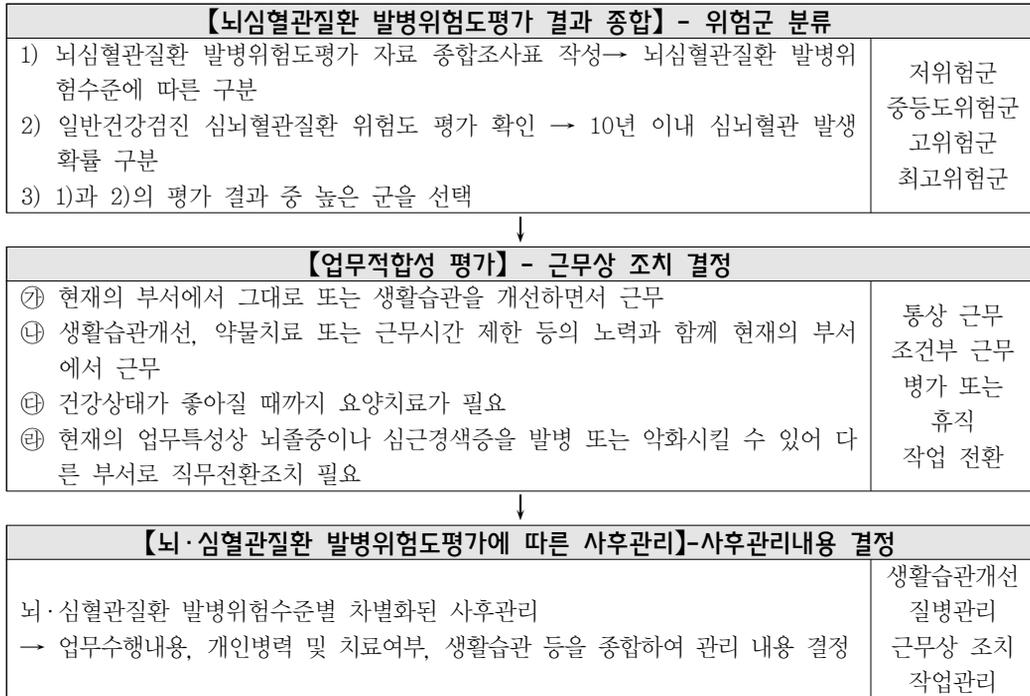
### 3) 뇌심혈관질환 관리

#### (1) 뇌심혈관질환 발병위험도평가 실시

- 작업관련 뇌심혈관질환 발병 위험인자인 생활습관요인, 건강상태요인 등을 조사하여 향후 뇌심혈관 질환으로 진행될 가능성을 예측해 보기 위하여 뇌심혈관질환 발병위험도 평가 실시
- 평가 대상: 모든 근로자
- 평가 주기
  - 기본주기: 2 년에 1 회
  - 주기단축: 뇌심혈관질환 발병위험수준 또는 사후관리 조치결과에 따라 실시
- 평가항목

구 분		건강진단항목
필수 항목	문진	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생활습관조사: 흡연, 운동습관, 음주 등</li> <li>- 가족력: 뇌졸중, 협심증, 심근경색증 등</li> <li>- 과거 및 현 병력: 당뇨병, 일과성뇌허혈발작, 뇌졸중, 협심증, 심근경색증 등의 병력 유무 및 고혈압약/당뇨약 복용 여부</li> </ul>
	임상 검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 체중, 신장, 허리둘레, 혈압, 흉부방사선, 식전혈당, 신장기능검사(신사구체여과율 eGFR, 요단백검사)</li> <li>이전 평가 결과 '고위험군' 이상에 해당하는 경우: 혈중지질검사(총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 트리글리세라이드) → 혈중지질 검사는 일반건강진단 시 실시 여부에 따라 제외할 수 있음.</li> </ul>
선택 항목	임상 검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>이전 평가 결과 '고위험군' 이상에 해당하는 경우: 안저검사, 말초혈관검사, 심전도, 심장초음파, 심혈관(또는 영상) 검사 및 뇌혈관(또는 영상) 검사 중 필요시 선택</li> </ul>

- 평가결과 및 사후관리



【그림Ⅳ-10】 뇌·심혈관질환 발병위험도평가 절차

※ 출처: KOSHA GUIDE(H-200-2018). 『직장에서의 뇌심혈관계질환 예방을 위한 발병위험도 평가 및 사후관리지침』

(2) 업무적합성 평가를 통한 적정 배치

- 심혈관기능이 좋은 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 심혈관질환의 위험이 낮음. 또한, 심혈관기능이 좋은 근로자는 그렇지 않은 근로자에 비해 강도가 높은 업무를 장시간 수행해도 신체에 무리가 가지 않고 피로도 덜 느끼게 됨. 반대로 심혈관기능이 좋지 않은 근로자는 강도가 높은 업무를 수행할 때 쉽게 피로를 느끼고, 장시간근로를 할 때 신체에 많은 부담을 느낌.
- 따라서 심혈관질환의 관리와 예방을 위해서는 필요한 경우 업무적합성 평가를 받고 그 결과에 따라 근로자를 적정하게 배치할 필요가 있음. 업무적합성 평가를 받아야 할 필요가 있는 경우는 다음과 같음.
  - 장기간(3개월 이상) 요양 후 업무에 복귀하고자 할 때
  - 심혈관기능에 영향을 주는 질환이나 치료를 받는 자를 업무에 배치하고자 할 때

- 강도가 높은 업무, 야간작업을 포함한 교대근무, 장시간근로 등에 근로자를 배치하고자 할 때(특히 50세 이상의 남성 혹은 40세 이상의 여성)
  - 기타: 근로자가 작업 후 과도한 피로감을 호소할 때 혹은 건강진단 결과 업무적합성 평가가 필요하다는 의사의 소견이 있을 때 등
- 업무적합성 평가의 결과에 따라 근로자의 배치, 근무시간과 근무일정 조정 등의 적절한 조치를 취함.

### (3) 뇌·심혈관질환 발병 (최)고위험군 중 작업 전환 고려가 필요한 업무

- 주당 60시간 이상의 장시간노동
- 고정적인 야간작업
- 정신적, 심리적으로 부담이 큰 업무(공의 안전을 책임지는 업무 또는 업무상 실수가 발생하면 타인의 생명에 영향을 미치는 업무)
- 힘이 많이 드는 중노동을 연속적으로 해야 하는 작업
- 부정맥이 있을 때: 운전작업, 고소작업
- 근무일정 예측이 어렵거나 시차가 큰 출장이 잦은 업무
- 유해한 작업환경
  - 용광로작업과 같은 고열작업 또는 한랭작업
  - 과도한 소음에 노출되는 작업
  - 갱내작업 등 산소가 부족하기 쉬운 곳에서의 작업
  - 순환기계장해를 유발하는 화학물질에 노출되는 업무(예: 이황화탄소, 염화탄화수소류, 니트로글리세린, 메틸렌 클로라이드, 일산화탄소 등)

### (4) 조직적 관리방안

- 제조업 근로자는 높은 작업강도, 야간·교대근무, 장시간 근무로 인해 뇌·심혈관질환 발병 위험이 높으므로 뇌·심혈관질환 발병 위험도 평가를 통하여 배치 및 사후관리
- 주당 60시간 이상의 장시간 근무를 피함
- 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 등의 기초질환을 종합적으로 파악하여 관리
- 뇌·심혈관질환 예방교육 실시

## (5) 개인적 관리방안

- 금연, 적정 음주, 규칙적 운동 등 적절한 생활습관 유지
- 음식을 짜게 먹지 않고, 규칙적 식생활 실천
- 정기적인 건강검진을 통하여 자신의 심혈관질환 위험도 확인
- 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증이 있는 경우 의사진료 받음
- 수분을 자주 섭취하고, 야간작업 후에는 과량의 식사, 커피, 음주 제한

## 4. 사고요인관리

### 1) 중대산업사고

- 우리나라도 1996년부터 중대산업사고 예방을 위해 산업안전보건법 제49조의 2항에 의거하여 공정안전관리(Process Safety Management, PSM)제도를 시행하고 있다.
- 실제로 국내외에서 매년 수십만 건의 중대산업사고가 발생되고 있으며 많은 인명피해와 산출하기 어려운 정도의 재산피해를 가져오는 사고가 종종 발생되고 있는 실정이다.
- 이러한 재해를 예방하기 위해서는 이미 발생한 과거사고 사례를 수집·분석하여 사고원인 등을 찾아 이를 피드백하여 동종 및 유사 사고 예방에 활용하는 것이 무엇보다도 중요하다.
- 세계동향은 미국 및 영국 등 선진 국가는 물론 국제노동기구(ILO), 경제협력개발기구(OECD) 및 유엔환경계획(UNEP) 등의 국제기구에서도 화학물질로 인한 중대산업사고 예방 협약이 체결된 바 있고, 각종 관련 지침을 제정하여 회원국에 이를 준수하도록 요구하는 실정이다.
- 한편 미국은 대통령과 의회가 화학물질의 위험에 대해 공감하고 관련사고 피해를 줄이는 데 업계와의 공동보조가 필요하다는 결론에 따라 1998년도에 화학안전 및 위험조사국(Cheical Safety and Hazard Investigation Board, CSB)을 연방정부 산하에 독립기구로 설치하여, 화학물질로 인한 사고조사 및 예방 업무를 범정부 차원으로 추진하고 있다.
- 영국은 화학설비를 특별 관리하기 위하여 보건안전청(Health and Safety Executive, HSE)의 조직에 화학위험설비국(Cheical and Hazardous Installation Division, CHID)을 설치·운영하고 있으며 1999년도에 중대사고관리법(Control of Major Accident Hazard, COMAH)을 강화하여 운영하고 있다.

## 2) 공정안전관리제도

합성고무제조업과 같은 화학업종 등 유해하거나 위험한 설비를 보유한 사업장은 위험물질 누출, 화재, 폭발 등으로 인한 중대산업사고가 높아 이를 예방하기 위해 공정이나 설비를 체계적이고 지속적으로 관리하기 위한 공정안전보고서를 작성하고 제출하여 심사하는 제도이다.

유해위험물질을 제조·취급·저장하는 설비를 보유한 사업장은 해당 물질과 설비를 잘 관리해야 할 의무가 있다.

### (1) 화학공장의 특징

- 기술집약적 장치산업
- 복잡한 자동제어 시스템으로 운영
- 설계, 운전, 보수, 유지에 고도의 전문성 필요
- 건설에 막대한 비용과 시간 소요
- 화학물질의 대량 저장·취급
- 사고형태는 화재, 폭발, 누출
- 사고 빈도는 낮으나 결과는 치명적
- 인근 주민 등 불특정다수 피해
- 국가 기간산업으로 사회·경제 파급영향 큼

### (2) 화학공장의 위험관리 방법

#### ① 위험의 회피

화학공장의 위험관리 목표는 사고의 발생 빈도를 '0'으로 하여 사고의 발생을 예방하고 사고의 영향을 최소화하는 것이다. 그러나 현실적으로 사고 발생 빈도를 '0'으로 만들 수는 없다. 따라서 사고의 발생 빈도와 사고 결과로 인적, 물적 손실이 막대하다면 그 공장은 건설되었다 하더라도 이윤을 취할 수 없기 때문에 사업 자체를 포기해야 하는데 이것이 위험관리의 첫 번째 방법이다.

#### ② 위험의 감수

화학공장을 건설하여 정상가동 하는 이면에는 어느 정도의 위험을 감수하면서 편익을 추구한다.

### ③ 위험의 최소화

어느 정도의 위험은 감수한다 하더라도 더 안전하게 이윤을 추구하기 위해 사고의 발생 빈도를 최소화하거나 사고가 발생했을 경우에 이로 인한 피해를 최소화하는 활동으로 위험을 관리하기도 한다.

### ④ 위험의 전가

아무리 위험을 최소화하려 해도 사고의 발생을 '0'으로 할 수 없기에 이러한 위험을 최종적으로 제3자에게 전가하는 방법이 있다. 위험을 전가하는 범위에 는 인적 피해에 대한 산재보상보험이 있고 물적 손실이나 조업손실을 대비한 손해보험 등이 있다.

## (3) 공정안전보고서 제출 시기 · 서류 · 방법

### ① 제출 주체

- 원유 정제처리업 등 8개 화학업종 해당 설비
- 51종의 유해위험물질을 규정량 이상 제조·취급·저장하는 위험설비 보유 사업주

### ② 작성 방법

공정안전보고서 작성 \*유자격자가 공단의 교육을 받아 작성하여야 하며 공 단 홈페이지에서 제공하는 자료를 활용할 수 있음

\* 고용노동부고시 제2017-34호 제6조(작성자) 참조

### ③ 제출 시기

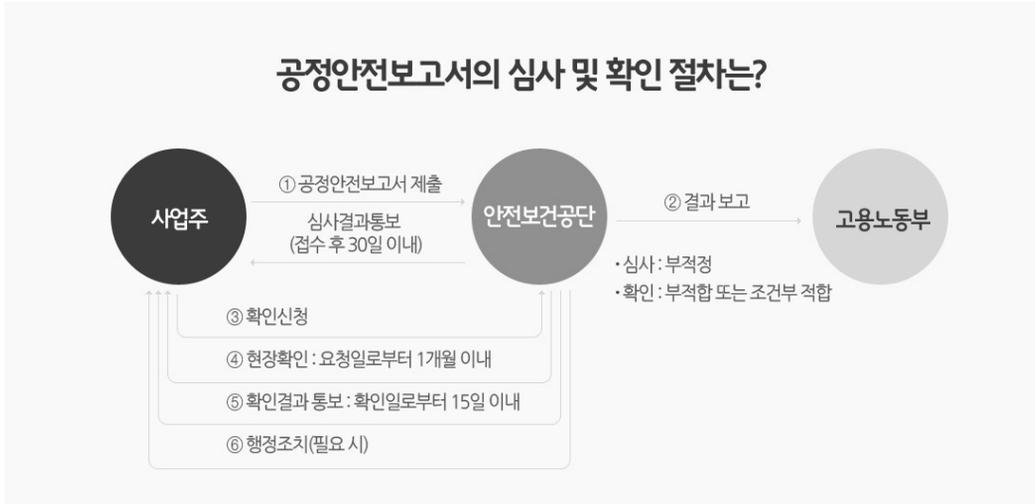
- 설비 설치 이전 및 주요 구조부분의 변경 시: 착공일 30일 전
- 제조취급저장량의 증가 또는 물질의 변경으로 보고서 제출 대상이 된 경우: 사유 발생일 30일 전

### ④ 제출 서류

- 신청양식(고용노동부 고시 제2017-34호 별지 1호 서식)
- 공정안전보고서 2부

⑤ 제출처 및 납부 방법

- 서류 제출처: 사업장 소재 관할 중대산업사고예방센터 기술지원부



## 5. 건강증진

### 1) 사업장 건강증진의 개념

- 근로자 건강증진활동이란 작업관련성질환 예방활동을 포함하여 근로자의 건강을 최상의 상태로 하기 위한 일련의 활동을 말함 (고용노동부 고시 제 2015-104호, 근로자 건강증진활동 지침 참조)
  
- 건강증진활동계획에 포함되어야 할 사항
  - 사업주가 건강증진을 적극적으로 추진한다는 의사표명
  - 사업장 내 건강증진 추진을 위한 조직구성
  - 직무스트레스 관리, 올바른 작업자세지도, 뇌심혈관질환 발병위험도 평가 및 사후관리, 금연, 절주, 운동, 영양개선 등 건강증진활동 추진내용
  - 건강증진활동을 추진하기 위해 필요한 예산, 인력, 시설 및 장비의 확보
  - 건강증진활동계획 추진상황 평가 및 계획의 재검토
  
- 건강증진활동계획 수립 시 포함해야 할 조치
  - 건강진단결과 사후관리조치
  - 근골격계질환 징후가 나타난 근로자에 대한 사후조치
  - 직무스트레스에 의한 건강장해 예방조치
  
- 건강증진활동의 추진체계
  - 건강증진활동의 총괄 부서 및 건강증진활동 추진자 선정
  - 산업안전보건위원회 또는 노사협의회에서 사업장 건강증진활동 계획 심의
  - 부서별 실무 담당자 지정
  - 영양사가 있는 경우 영양사와 협력하여 영양개선활동 시행
  - 외부 건강증진 전문가 또는 근로자건강센터 등 전문기관 활용

### 2) 사업장 건강증진의 효과

- 개인적 결과
  - 사고 및 질병 감소

- 건강상태 개선 (예. 혈압 감소, 총 콜레스테롤 감소 등)
- 삶의 질 향상 (예. 흡연율 감소, 운동실천율 증가 등)
- 직무만족도 향상 (예. 동료관계 문제 개선 등)

○ 조직적 결과

- 비용감소 (예. 산업재해율, 업무상질병 감소 효과)
- 회사이미지 개선
- 이직률 감소
- 생산성 증대 (예. 결근율 감소, 근로손실일수 감소 등)

### 3) 구체적인 생활습관 관리

#### (1) 금연

○ 금연시작

- 약 2개월간 술자리나 예상되는 스트레스, 출장계획 등이 없는 시기를 택하여 시작 권장

○ 준비기간

- 약 2주간 금연일까지 하루 흡연량을 서서히 줄임
- 담배를 끊기로 했다는 것을 가족, 친구, 동료 등 많은 사람들에게 알리고 도움을 청함

○ 금단증상 극복방법

- 기침, 입마름, 인후통: 기침을 많이하고, 물을 많이 마셔서 기관지 점막을 부드럽게 함. 입마름이 심하면 껌을 씹음
- 신경이 날카로워짐: 손으로 무언가 일을 하도록 함
- 두통, 피로감, 어지러움: 운동을 함
- 우울: 친구와 대화 또는 다른 취미활동을 함
- 식욕증가: 해바라기 씨, 당근, 오이 등을 먹거나 무가당 껌을 씹음
- 니코틴 보조제(NRT, Nicotine Replacement Therapy) 사용

## (2) 절주

### ○ 음주 가이드라인 (한국건강증진재단)

- 주 1회 알코올 양: 남자 소주 5잔 이내, 여자 소주 2.5잔 이내

### ○ 다음의 경우 술을 마시라고 권유해서는 안됨

- 임신 중 또는 임신을 계획하거나 수유 중인 여성
- 안전과 관련된 업무 (건설 중장비를 다루거나 대중교통 운전 등)를 하는 사람은 근무에 영향을 미치는 시간에는 절대 금주
- 알코올 분해효소가 없는 사람(안면홍조증)
- 심각한 신체적, 정신적 질환을 앓고 있는 사람
- 운동을 할 때

## (3) 영양

### ○ 불규칙한 식습관 개선

- 아침식사 거르지 않기 (혈당치 저하로 인한 집중력 저하 개선 효과)
- 표준 체중 {키(cm) - 100} x 0.9 유지하기 위한 적절한 영양소 섭취
- 소금 섭취 줄이기 (하루 5g 이하 섭취)

## (4) 운동

### ○ 올바른 운동을 위한 기본 원칙

- 자신의 최대맥박치(220-나이)의 65%~70%가 되도록 함
- 충분한 기본기량을 익혀서 운동하도록 함 (부상을 방지하기 위함)
- 운동량을 단계적으로 증가시킴 (1주 3~4회, 하루 한 시간 이내의 운동량이 적당함)
- 운동을 몰아서 하거나, 일주일 쉬거나 하지 않도록 함 (심장과 근육에 규칙적으로 예고된 상태의 운동부하를 주는 것이 효과적임)
- 준비운동과 정리운동을 함 (인체는 사용한 만큼 부분적으로 미세한 손상을 받으므로 회복기와 휴식의 안배가 중요함)
- 규칙적인 신체검사와 운동처방에 의한 운동을 해야 함

## (5) 비만 관리

### ○ 식이요법

- 체중유지를 위해 하루에 필요로 하는 열량에서 500~800kcal 줄여서 섭취
- 무조건 식사량을 줄이지 말고 영양소를 골고루 섭취
- 식품교환표'를 이용하면 도움이 됨

### ○ 운동요법

- 규칙적인 운동을 통한 체내 지방의 분해 촉진
- 유산소 운동 (걷기, 중·장거리 달리기, 마라톤, 체조, 에어로빅, 고정식 자전거, 수영 등)
- 무산소 운동 (100~400m 단거리 달리기, 복근운동, 팔굽혀펴기, 축구 등)  
→ 고혈압, 허혈성 심근장해 등 합병증이 있는 사람에게는 유해하므로 금지

### ○ 행동수정요법

- 일상의 습관 또는 행동을 변화시킴으로써 체중감소를 유도하는 방법
- 먹게 되는 동기, 태도, 행위, 사회적 배경 등 체중과 관련된 잘못된 생활습관을 수정하도록 유도

## 참고문헌

1. 이창훈 기자, 롯데케미칼 '안전불감증' 심각...롯데베르살리스 위법성 포착. 데일리한국. 2018. 04.13.  
<http://daily.hankooki.com/lpage/economy/201804/dh20180413145553138080.htm>
2. 통계포털, 한국표준산업분류.  
[https://kssc.kostat.go.kr:8443/ksscNew\\_web/kssc/common/ClassificationContent.do?gubun=1&strCategoryNameCode=001&categoryMenu=007&addGubun=no](https://kssc.kostat.go.kr:8443/ksscNew_web/kssc/common/ClassificationContent.do?gubun=1&strCategoryNameCode=001&categoryMenu=007&addGubun=no)
3. [네이버 지식백과] 합성고무[synthetic rubber]  
<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1161686&cid=40942&categoryId=32404>
4. 한국산업안전보건공단. 안전보건 실무길잡이\_고무제품 제조업, 2016년
5. 한국고무산업협회. [http://krisa.or.kr/stats/04\\_01.php](http://krisa.or.kr/stats/04_01.php)
6. Sathiakumar N, Delzell E, Hovinga M, et al. Mortality from cancer and other causes of death among synthetic rubber workers. *Occup Environ Med* 1998;55:230-5.
7. Sathiakumar N. An updated study of mortality among North American synthetic rubber industry workers. *Occup Environ Med* 2005;62:822-829 doi:10.1136/oem.2004.018176.
8. HSDB Available: <http://www.toxnet.nlm.nih.gov>.
9. IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol 100F (2012). A review of human carcinogens: chemical agents and related occupations: 1,3-butadiene. pp.115-123.
10. Lemen RA, Meinhardt TJ, Crandall MS et al. Environmental epidemiologic investigations in the styrene-butadiene rubber production industry. *Environ Health Perspect* 1990;86:103-6.
11. Matanoski GM, Santos-Burgoa C, Schwartz L. Mortality of a cohort of workers in the styrene-butadiene polymer manufacturing industry 1943-1982. *Environ Health Perspect* 1990;86:107-17.

12. Divine BJ. An update on mortality among workers at a 1,3-butadiene facility—preliminary results. *Environ Health Perspect* 1990;86:119–28.
13. 고용노동부, 2013
14. Wieczorek H, Fennell TR. Review of the metabolic fate of styrene. *Crit Rev Toxicol* 1994;24(S1):S11–S33.
15. Riihimaki V, Pfaffli P. Percutaneous absorption of solvent vapors in man. *Scand J Work Environ Health* 1978;4:73–85.
16. Current occupational and environmental medicine, 4th. Ladou. p. 472–474.
17. Welp E, Kogevinas M, Andersen A, et al. Exposure to styrene and mortality from nervous system diseases and mental disorders. *Am J Epidemiol* 1996;144(7):623–33.
18. ATSDR; Toxicological Profile (2010), p52–68. Available: <http://www.atsdr.cdc.gov>.
19. Kishi R, Eguchi T, Yuasa J, et al. Effects of low-level occupational exposure to styrene on color vision: Dose relation with a urinary metabolite. *Environ Res* 2001;85(1):25–30.
20. Rosenstock L, Cullen MP. Textbook of Clinical occupational and Environmental Medicine. second edition. Philadelphia:Elsevier Saunders. 2005: p1004–1005.
21. Hemminki K, Franssila E, Vainio H. Spontaneous abortions among female chemical workers in Finland. *Int Arch Occup Environ Health* 1980;45:123–6.
22. Hemminki K, Lindbohm ML, Hemminki T, et al. 1984. Reproductive hazards and plastics industry. In: Jarvisalo J, Pfaffli P, Vainio H, eds. Industrial hazards of plastics and synthetic elastomers. New York, NY: Alan R. Liss, Inc., 79–87.
23. Cho SI, Damokosh AI, Ryan LM, et al. Effects of exposure to organic solvents on menstrual cycle length. *J Occup Environ Med* 2001;43(6):565–75.
24. Lemasters GK, Carson A, Samuels SJ. Occupational styrene exposure for twelve product categories in the reinforced-plastics industry. *Am Ind Hyg Assoc J* 1985; 46: 434–41.

25. NTP. 2006. NTP-CERHR monograph on the potential human reproductive and developmental effects of styrene. National Toxicology Program, NIH Publication No. 06-4475.
26. Rosenstock L, Cullen MP. Textbook of Clinical occupational and Environmental Medicine, second edition. Philadelphia:Elsevier saunders. 2005: p1004-1005.
27. ATSDR; Toxicological Profile (2010), p72-6. Available: <http://www.atsdr.cdc.gov>.
28. Guengerich, F.P.; Geiger, L.E.; Hogg, L.L.; et al.: in vitro Metabolism of Acrylonitrile to 2-Cyanoethylene Oxide, Reaction With Glutathione and Irreversible Binding to Proteins and Nucleic Acids. *Cancer Res.* 41:4925-4933 (1981).
29. Kedderis, G.L.; Batra, R.; Koop, D.R.: Epoxidation of Acrylonitrile by Rat and Human Cytochromes P450. *Chem. Res. Toxicol.* 6:866-871 (1993).
30. 11) Langvardt, P.W.; Putzig, C.L.; Braun, W.H.; et al.: Identification of the Major Urinary Metabolites of Acrylonitrile in the Rat. *J. Toxicol. Environ. Health* 6:273-282 (1980).
31. Fennell, T.R.; Kedderis, G.L.; Sumner, S.C.J.: Urinary Metabolites of [1,2,3-<sup>13</sup>C]Acrylonitrile in Rats and Mice Detected by <sup>13</sup>C Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. *Chem. Res. Toxicol.* 4:678-687 (1991).
32. Kedderis, G.L.; Sumner, S.C.J.; Held, S.D.; et al.: Dose-Dependent Urinary Excretion of Acrylonitrile Metabolites by Rats and Mice. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 120:288-297 (1993).
33. Maltoni, C.; Ciliberti, A.; Cotti, G.; Perino, G.: Experimental Research on Acrylonitrile Carcinogenesis. Princeton Scientific Publication Co., Princeton, NJ (1987).
34. International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol. 19, Some Monomers, Plastics and Synthetic Elastomers, and Acrolein, pp. 73-113. IARC, Lyon, France (1979).

35. Sakurai, H.; Kusumoto, M.: Epidemiologic Study of Health Impairment Among Acrylonitrile Workers. *J. Sci. Labour* (Tokyo) 48:273-282 (1972).
36. 고용노동부, 2016
37. Rom, W.N. (ed.). *Environmental and Occupational Medicine*. 2nd ed. Boston, MA: Little, Brown and Company, 1992. pp 566
38. WHO; Poisons Information Monograph 368. 1990. pp 1-31
39. Schaumburg HH, Spencer PS; *Ann NY Acad Sci* 329 (Public Control Environ Health Hazards): 1979. pp 14-29
40. Ford MD, Delaney KA, Ling LJ, Erickson T; *Clinical Toxicology*. W.B. Saunders Company., Philadelphia, PA. 2001. pp 652
41. Sheftel, V.O.; *Indirect Food Additives and Polymers. Migration and Toxicology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2000. pp 740
42. Prager, J.C. *Environmental Contaminant Reference Databook Volume 2*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996. pp 460
43. WHO; Poisons Information Monograph 368. 1990. pp 1-31
44. O'Donoghue, J.L. (ed.). *Neurotoxicity of Industrial and Commercial Chemicals. Volume II*. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc., 1985. pp 63
45. Lewis, R.J. *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials*. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996. pp 1800
46. Prager, J.C. *Environmental Contaminant Reference Databook Volume 2*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996. pp 460
47. Takeuchi Y. N-hexane polyneuropathy in Japan: a review of n-hexane poisoning and its preventive measures. *Environ Res* 1993;62(1):76-80.
48. ACGIH. *Documentation of the TLV's and BEI's with Other World Wide Occupational Exposure Values*. Cincinnati. 2010.
49. Doull, J., C.D. Klassen, and M.D. Amdur (eds.). *Casarett and Doull's Toxicology*. 3rd ed., New York: Macmillan Co., Inc., 1986. pp 481
50. Seppalainen AM et al; *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 47 (4): 492-8 (1979) [Bingham, E.; Cohrssen, B.; Powell, C.H.; *Patty's Toxicology Volumes 1-9* 5th ed. John Wiley & Sons. New York, N.Y. (2001). pp V4 37

51. 전덕진. 석유화학업 종사자의 직무능력개선방향에 관한 연구. 부경대학교 공학석사논문, 2012
52. 김미애. 석유화학단지 근로자들의 건강행위 실천정도과 건강증진 요구도. 인제대학교 보건대학원 보건학 석사논문, 2003년
53. 심명남, 오마이뉴스. 18.03.14  
[http://www.ohmynews.com/NWS\\_Web/view/at\\_pg.aspx?CNTN\\_CD=A0002413983](http://www.ohmynews.com/NWS_Web/view/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002413983)
54. 김양호 등. 작업관련성질환의 산업의학적 관리 모델 개발 연구, 산업안전보건연구원, 인천, 2005.
55. 안전보건공단, 보건관리 실무 가이드라인, 2012
56. 안전보건공단, 호흡용보호구의 사용지침, 2015
57. 안전보건공단, 화학물질 위험성평가 매뉴얼, 2012

[부록 1]

# 주요화학물질의 MSDS

※ 화학물질의 물질안전보건자료(MSDS) 내용은 수시로 수정·보완되오니  
안전보건공단 화학물질정보 홈페이지(<http://msds.kosha.or.kr>)를 참  
고하시기 바랍니다.

## 화학물질 목록

- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| (1) 1,3-부타디엔         | (23) 아세토니트릴                        |
| (2) 2-디에틸아미노에탄올      | (24) 아세톤                           |
| (3) 2-메톡시에탄올         | (25) 아크릴로니트릴                       |
| (4) 6가크롬             | (26) 아크릴산                          |
| (5) 구리               | (27) 알루미늄                          |
| (6) 규산염(활석)          | (28) 암모니아                          |
| (6) 납 및 그 무기화합물      | (29) 에탄올아민                         |
| (7) 니켈 및 그 화합물       | (30) 에틸렌글리콜                        |
| (8) 망간               | (31) 염화수소                          |
| (9) 메틸알코올            | (32) 오쏘-디클로로벤젠                     |
| (10) 메틸에틸케톤          | (33) 유리섬유 울                        |
| (11) 벤젠              | (34) 이산화티타늄                        |
| (12) 석영              | (35) 이소프로필알코올                      |
| (13) 산화구소(크리스토티바라이트) | (36) 지르코늄                          |
| (14) 산화마그네슘          | (37) 초산                            |
| (15) 산화아연            | (38) 카드뮴                           |
| (16) 산화알루미늄          | (39) 카본블랙                          |
| (17) 산화주석 및 무기주석화합물  | (40) 크롬과 그 무기화합물<br>(금속과 크롬3가 화합물) |
| (18) 산화철             | (41) 톨루엔                           |
| (19) 수산화나트륨          | (42) 포름알데히드                        |
| (20) 수산화칼륨           | (44) 황산(pH2.0이하)                   |
| (21) 스티렌             |                                    |
| (22) 시클로헥센           |                                    |

## (1) 1, 3-부타디엔

<p>화학물질명: 1, 3-부타디엔</p>	<p>그림문자</p> 																	
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p> <p>○ 발암물질로 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부점막자극과 중추신경장해, 폐 및 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음</p>																		
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p> <p>○ 인화성 가스: 구분1 ○ 고압가스: 액화가스 ○ 발암성: 구분1A ○ 생식세포 변이원성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2</p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p> <p>○ 극인화성 가스 ○ 고압가스 포함: 가열하면 폭발할 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 유전적인 결함을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 난소, 정소, 골수에 손상을 일으킬 수 있음</p>																	
<p><b>□ 법적 사항</b></p>																		
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 2ppm STEL: 10ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>12개월</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질</td> </tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td> </tr> <tr> <td>특별관리물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>유독물질</td> </tr> <tr> <td></td> <td>자료 없음</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 2ppm STEL: 10ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	특별관리물질	화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	위험물안전관리법에 의한 규제	유독물질		자료 없음	
노출기준	TWA: 2ppm STEL: 10ppm																	
특수건강진단주기	12개월																	
작업환경측정주기	6개월																	
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																	
	관리대상유해물질																	
	특수건강진단대상물질																	
	특별관리물질																	
화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질																	
위험물안전관리법에 의한 규제	유독물질																	
	자료 없음																	
<p><b>□ 보호구</b></p>																		
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</p> <p>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</p> <p>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>																		

## (2) 2-디에틸아미노에탄올

<p>화학물질명: 2-디에틸아미노</p>	<p>그림문자</p> 														
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>															
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 구토를 유발할 수 있음</p>															
<p>□ 유해·위험성 분류</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p>														
<p>○ 인화성 액체: 구분3 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(경피): 구분4 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)</p>	<p>○ 인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유해함 피부와 접촉하면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음</p>														
<p>□ 법적 사항</p>															
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 2ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>자료 없음</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td>산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질 관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>자료 없음</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4류 제2석유류(수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 2ppm	특수건강진단주기	자료 없음	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질	화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음		4류 제2석유류(수용성)	
노출기준	TWA: 2ppm														
특수건강진단주기	자료 없음														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질														
화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질														
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음														
	4류 제2석유류(수용성)														
<p>□ 보호구</p>															
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>															

### (3) 2-메톡시에탄올

<p>화학물질명: 2-메톡시에탄올</p>	<p>그림문자</p>	
		
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p>		
<p>○ 피부접촉 또는 흡입을 통해 신체에 흡수되며 피부점막자극과 조혈기계, 중추신경장해, 신장 독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음</p>		
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p>		<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p>
<p>○ 인화성 액체: 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분4 ○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1 ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2</p>		<p>○ 인화성 액체 및 증기 ○ 흡입하면 유해함 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 신체 중 면역계에 손상을 일으킴 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 흥선에 손상을 일으킬 수 있음</p>
<p><b>□ 법적 사항</b></p>		
<p>노출기준</p>		<p>TWA: 5ppm</p>
<p>특수건강진단주기</p>		<p>12개월</p>
<p>작업환경측정주기</p>		<p>6개월</p>
<p>산업안전보건법</p>		<p>작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질</p>
<p>화학물질관리법에 의한 규제</p>		<p>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질</p>
<p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>		<p>4류 제2석유류(수용성)</p>
<p><b>□ 보호구</b></p>		
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</p>		
<p>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</p>		
<p>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>		

#### (4) 6가크롬

화학물질명: 6가크롬	그림문자
	
<input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류	<input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용
<input type="radio"/> 발암성 : 구분1A	<input type="radio"/> 암을 일으킬 수 있음
<input type="checkbox"/> 법적 사항	
노출기준	TWA : 0.05mg/m <sup>3</sup> 크롬 (6가, 허용기준)화합물(수용성, 허용기준) TWA : 0.01mg/m <sup>3</sup> 크롬 (6가, 허용기준)화합물(불용성무기화합물, 허용기준)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	특수건강진단대상물질
	특별관리물질
	관리대상유해물질
화학물질관리법	제한물질
위험물안전관리법	해당없음
<input type="checkbox"/> 보호구	
<input type="radio"/> 노출되는 기체/액체 물리화학적 특성에 맞는 한국산업안전보건공단의 인증을 필한 호흡용 보호구	

## (5) 구리

<b>화학물질명: 구리</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 피부질환과 호흡기계, 순환기계 질환, 간 손상, 비강 및 부비강에 금속염을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	○ 삼키면 유해함 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 1mg/m <sup>3</sup> STEL: 2mg/m <sup>3</sup> 구리(분진 및 미스트) TWA: 0.1mg/m <sup>3</sup> 구리(흡)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (6) 규산염(활석)

<b>화학물질명: 활석</b>	그림문자
	자료 없음
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
<input type="radio"/> 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부 및 눈 자극을 유발할 수 있음	
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 2mg/m <sup>3</sup> 석면 불포함 활석, 호흡성; 0.1개/cm <sup>3</sup> (석면 포함)
특수건강진단주기	24개월(광물성 분진)
작업환경측정주기	6개월(광물성 분진)
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	특수건강진단대상물질
	금지물질(석면포함)
화학물질관리법에 의한 규제	취급금지물질(석면포함)
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
<input type="radio"/> 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 <input type="radio"/> 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 <input type="radio"/> 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (7) 납 및 그 무기화합물

<b>화학물질명: 납</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
<p>○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되며 생식독성과 신경계, 소화기장해, 빈혈, 복통, 신부전 및 뇌질환을 유발할 수 있음</p>	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생식세포 변이원성: 구분2</li> <li>○ 발암성: 구분2</li> <li>○ 생식독성: 구분1A</li> <li>○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1</li> <li>○ 급성 수생환경 유해성: 구분1</li> <li>○ 만성 수생환경 유해성: 구분1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨</li> <li>○ 암을 일으킬 것으로 의심됨</li> <li>○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음</li> <li>○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(위, 신장, 심장, 중추신경계 등)에 손상을 일으킴</li> <li>○ 수생생물에 매우 유독함</li> <li>○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함</li> </ul>
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 0.05mg/m3(허용기준)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질
화학물질관리법에 의한 규제	제한물질
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 급속분
<b>□ 보호구</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</li> <li>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</li> <li>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</li> </ul>	

## (8) 니켈 및 그 화합물

<b>화학물질명: 니켈</b>	<b>그림문자</b>	
		
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>		
○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 폐암과 비강암, 호흡기계, 순환기계, 신장 및 피부질환을 유발할 수 있음		
<b>□ 유해·위험성 분류</b>		<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 호흡기 과민성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1		○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(피부, 호흡기계, 위 등)에 손상을 일으킴 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함
<b>□ 법적 사항</b>		
노출기준	TWA: 0.1mg/m <sup>3</sup> 니켈(가용성화합물, 허용기준) TWA: 0.2mg/m <sup>3</sup> 니켈(불용성 무기화합물, 허용기준) TWA: 1mg/m <sup>3</sup> 니켈(금속, 허용기준)	
특수건강진단주기	12개월	
작업환경측정주기	6개월	
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질(불용성화합물)	
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음	
<b>□ 보호구</b>		
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용		
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용		
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용		

## (9) 망간

<b>화학물질명: 망간</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 파킨슨증후군, 호흡, 순환기계 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(호흡기 및 신경계)에 손상을 일으킬 수 있음
<b>□ 법적 사항</b>	
<b>노출기준</b>	TWA: 1mg/m3망간 및 무기 화합물 TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3망간(흡)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
<b>산업안전보건법</b>	관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 작업환경측정대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 급속분
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (10) 메틸알코올

<p>화학물질명: 메틸알코올</p>	<p>그림문자</p> 
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p> <p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 시신경장해와 간독성, 신장독성, 중추신경계 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음</p>	
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p> <p>○ 인화성 액체: 구분2 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2 ○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1</p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p> <p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유독함 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 신체(중추신경, 시신경) 손상을 일으킴</p>
<p><b>□ 법적 사항</b></p>	
<p>노출기준</p> <p>특수건강진단주기</p> <p>작업환경측정주기</p> <p>산업안전보건법</p> <p>화학물질관리법에 의한 규제</p> <p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>TWA: 200ppm STEL: 250ppm</p> <p>12개월</p> <p>6개월</p> <p>작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상 물질</p> <p>유독물질 사고대비물질</p> <p>4류 알코올류</p>
<p><b>□ 보호구</b></p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</p> <p>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</p> <p>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (11) 메틸에틸케톤

<p>화학물질명: 메틸에틸케톤</p>	<p>그림문자</p> 																														
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>																															
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 기도 및 피부점막자극과 손과 팔의 마비 등 중추신경장해를 유발할 수 있음</p>																															
<p>□ 유해·위험성 분류</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p>																														
<p>○ 인화성 액체: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 흡인 유해성: 구분2</p>	<p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음</p>																														
<p>□ 법적 사항</p>																															
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 200ppm STEL: 300ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>12개월</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질</td> </tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td> </tr> <tr> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>유독물질</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>사고대비물질</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 200ppm STEL: 300ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	유독물질	위험물안전관리법에 의한 규제	사고대비물질	<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 200ppm STEL: 300ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>12개월</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질</td> </tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td> </tr> <tr> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>유독물질</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>사고대비물질</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 200ppm STEL: 300ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	유독물질	위험물안전관리법에 의한 규제	사고대비물질
노출기준	TWA: 200ppm STEL: 300ppm																														
특수건강진단주기	12개월																														
작업환경측정주기	6개월																														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																														
	관리대상유해물질																														
	특수건강진단대상물질																														
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질																														
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질																														
위험물안전관리법에 의한 규제	사고대비물질																														
노출기준	TWA: 200ppm STEL: 300ppm																														
특수건강진단주기	12개월																														
작업환경측정주기	6개월																														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																														
	관리대상유해물질																														
	특수건강진단대상물질																														
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질																														
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질																														
위험물안전관리법에 의한 규제	사고대비물질																														
<p>□ 보호구</p>																															
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>																															

## (12) 벤젠

<p style="text-align: center;"><b>화학물질명: 벤젠</b></p>	그림문자												
													
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p>													
<p>○ 발암물질로 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 백혈병과 중추신경장애, 간 및 신장 독성, 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음</p>													
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p>												
<p>○ 인화성 액체: 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분1A ○ 생식세포 변이원성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 흡인 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분2</p>	<p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 유전적인 결함을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 조혈 관계에 손상을 일으킴 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함</p>												
<p><b>□ 법적 사항</b></p>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">노출기준</td> <td style="text-align: center;">TWA: 0.5ppm STEL: 2.5ppm(허용기준)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">특수건강진단주기</td> <td style="text-align: center;">6개월</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">작업환경측정주기</td> <td style="text-align: center;">6개월</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">산업안전보건법</td> <td style="text-align: center;">작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">화학물질관리법에 의한 규제</td> <td style="text-align: center;">유독물질 사고대비물질</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td style="text-align: center;">4류 제1석유류(비수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 0.5ppm STEL: 2.5ppm(허용기준)	특수건강진단주기	6개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	유독물질 사고대비물질	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성)	
노출기준	TWA: 0.5ppm STEL: 2.5ppm(허용기준)												
특수건강진단주기	6개월												
작업환경측정주기	6개월												
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질												
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질 사고대비물질												
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성)												
<p><b>□ 보호구</b></p>													
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>													

### (13) 석영

<b>화학물질명:</b> <b>석영</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 발암물질로 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 호흡기와 신장 손상을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 발암성: 구분1A ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 0.05mg/m <sup>3</sup>
특수건강진단주기	24개월(광물성분진)
작업환경측정주기	6개월(규산(석영))
산업안전보건법	특수건강진단대상물질 작업환경측정대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (14) 산화규소(크리스토틀라이트)

<p>화학물질명: 산화규소(결정체 크리스토틀라이트)</p>	그림문자	
		
<p><input type="checkbox"/> 대상물질에 의한 건강영향</p>		
<p>○ 발암물질로 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 장기간 노출 시 폐섬유증을 유발할 수 있음</p>		
<p><input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류</p>	<p><input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용</p>	
<p>○ 피부 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분1A</p>	<p>○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음</p>	
<p><input type="checkbox"/> 법적 사항</p>		
<p>노출기준</p>	<p>TWA: 0.05mg/m<sup>3</sup></p>	
<p>특수건강진단주기</p>	<p>24개월(광물성분진)</p>	
<p>작업환경측정주기</p>	<p>12개월</p>	
<p>산업안전보건법</p>	<p>작업환경측정대상물질</p>	
<p>화학물질관리법에 의한 규제</p>	<p>특수건강진단대상물질</p>	
<p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>	
<p><input type="checkbox"/> 보호구</p>		
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>		

## (15) 산화마그네슘

<p>화학물질명: 산화마그네슘</p>	그림문자
	자료 없음
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>	
<p>○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 노출 시 호흡곤란과 현기증을 유발할 수 있음</p>	
<p>□ 법적 사항</p>	
<p>노출기준</p> <p>특수건강진단주기</p> <p>작업환경측정주기</p>	<p>TWA: 10mg/m<sup>3</sup></p> <p>자료 없음</p> <p>6개월</p>
<p>산업안전보건법</p> <p>화학물질관리법에 의한 규제</p> <p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>작업환경측정대상물질</p> <p>관리대상유해물질</p> <p>자료 없음</p> <p>자료 없음</p>
<p>□ 보호구</p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</p> <p>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</p> <p>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (16) 산화아연

<p>화학물질명: 산화아연</p>	<p>그림문자</p>
	
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>	
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡기계와 순환기계 질환 및 금속열을 유발할 수 있음</p>	
<p>□ 유해·위험성 분류</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p>
<p>○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1</p>	<p>○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡기계와 순환기계 질환 및 금속열을 유발할 수 있음</p>
<p>□ 법적 사항</p>	
<p>노출기준</p>	<p>TWA: 2mg/m3산화아연 분진 TWA: 5mg/m3 STEL: 10mg/m3산화아연</p>
<p>특수건강진단주기</p>	<p>12개월</p>
<p>작업환경측정주기</p>	<p>6개월</p>
<p>산업안전보건법</p>	<p>작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질</p>
<p>화학물질관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>
<p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>
<p>□ 보호구</p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (17) 산화알루미늄

<p>화학물질명: 산화알루미늄</p>	그림문자
	
<p><input type="checkbox"/> 대상물질에 의한 건강영향</p>	
<p>○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되며 기도 자극과 폐 기능의 이상을 유발할 수 있음</p>	
<p><input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류</p>	<p><input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용</p>
<p>○ 생식세포 변이원성: 구분2</p>	<p>○ 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨</p>
<p><input type="checkbox"/> 법적 사항</p>	
<p>노출기준</p>	<p>TWA: 10mg/m<sup>3</sup>금속분진으로 노출되는 경우 TWA: 5mg/m<sup>3</sup>용접흄으로 노출되는 경우 TWA: 5mg/m<sup>3</sup>피로파우더로 노출되는 경우</p>
<p>특수건강진단주기</p>	<p>12개월</p>
<p>작업환경측정주기</p>	<p>6개월(금속분진, 흄 등의 경우)</p>
<p>산업안전보건법</p>	<p>관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 작업환경측정대상물질</p>
<p>화학물질관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>
<p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>
<p><input type="checkbox"/> 보호구</p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (18) 산화주석 및 무기주석화합물

<p>화학물질명:</p> <p>산화 주석</p>	그림문자
	자료 없음
<p>□ 법적 사항</p>	
<p>노출기준</p> <p>특수건강진단주기</p> <p>작업환경측정주기</p>	<p>TWA: 2mg/m<sup>3</sup>산화주석 및 무기화합물</p> <p>12개월</p> <p>6개월</p>
<p>산업안전보건법</p>	<p>작업환경측정대상물질</p> <p>관리대상유해물질</p> <p>특수건강진단대상물질</p>
<p>화학물질관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>
<p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>자료 없음</p>
<p>□ 보호구</p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</p> <p>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</p> <p>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (19) 산화철

<b>화학물질명: 산화철</b>	<b>그림문자</b>
	
<input type="checkbox"/> <b>대상물질에 의한 건강영향</b>	
<input type="radio"/> 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡기계와 순환기계 질환 및 철퇴증을 유발할 수 있음	
<input type="checkbox"/> <b>유해·위험성 분류</b>	<input type="checkbox"/> <b>유해·위험성 내용</b>
<input type="radio"/> 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	<input type="radio"/> 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
<input type="checkbox"/> <b>법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 5mg/m <sup>3</sup>
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<input type="checkbox"/> <b>보호구</b>	
<input type="radio"/> 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용	
<input type="radio"/> 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
<input type="radio"/> 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (20) 수산화나트륨

<b>화학물질명:</b> 수산화나트륨	<b>그림문자</b>
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 화상과 폐수종을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 금속부식성 물질: 구분1 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	○ 금속을 부식시킬 수 있음 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	STEL: C2mg/m3
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크 혹은 공기호흡기 (산소가 부족한 경우) ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (21) 수산화칼륨

<b>화학물질명:</b> 수산화칼륨	그림문자
<input type="checkbox"/> 대상물질에 의한 건강영향	
<input type="checkbox"/> 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 노출 시 기관지 화상과 폐수종을 유발할 수 있음	
<input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류	<input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용
<input type="checkbox"/> 금속부식성 물질: 구분1 <input type="checkbox"/> 급성 독성(경구): 구분4 <input type="checkbox"/> 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 <input type="checkbox"/> 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	<input type="checkbox"/> 금속을 부식시킬 수 있음 <input type="checkbox"/> 삼키면 유해함 <input type="checkbox"/> 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 <input type="checkbox"/> 눈에 심한 손상을 일으킴
<input type="checkbox"/> 법적 사항	
노출기준	STEL: C2mg/m3
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<input type="checkbox"/> 보호구	
<input type="checkbox"/> 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크 혹은 공기호흡기 (산소가 부족한 경우) <input type="checkbox"/> 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 <input type="checkbox"/> 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (22) 스티렌

<p>화학물질명: 스티렌</p>	<p>그림문자</p>												
													
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p>													
<p>○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 중추신경장애와 피부점막 자극을 유발할 수 있음</p>													
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p>												
<p>○ 인화성 액체: 구분3          ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분 3          ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2          ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2          ○ 발암성: 구분2          ○ 생식세포 변이원성: 구분2          ○ 생식독성: 구분2          ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)          ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1          ○ 흡인 유해성: 구분1</p>	<p>○ 인화성 액체 및 증기          ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음          ○ 피부에 자극을 일으킴          ○ 눈에 심한 자극을 일으킴          ○ 흡입하면 유독함          ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음          ○ 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨          ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨          ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨          ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(호흡기계)에 손상을 일으킴</p>												
<p><b>□ 법적 사항</b></p>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">노출기준</td> <td style="text-align: center;">TWA: 20ppm STEL: 40ppm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">특수건강진단주기</td> <td style="text-align: center;">12개월</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">작업환경측정주기</td> <td style="text-align: center;">6개월</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">산업안전보건법</td> <td style="text-align: center;">                     작업환경측정대상물질                      관리대상유해물질                      특수건강진단대상물질                      공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">화학물질관리법에 의한 규제</td> <td style="text-align: center;">자료 없음</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td style="text-align: center;">4류 제2석유류(비수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 20ppm STEL: 40ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(비수용성)	
노출기준	TWA: 20ppm STEL: 40ppm												
특수건강진단주기	12개월												
작업환경측정주기	6개월												
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질												
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음												
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(비수용성)												
<p><b>□ 보호구</b></p>													
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용          ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용          ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>													

## (23) 시클로헥센

<p>화학물질명: 시클로헥센</p>	<p>그림문자</p> 															
<p><input type="checkbox"/> 대상물질에 의한 건강영향</p>																
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 중추신경장애와 피부점막자극 및 화학성 폐렴을 유발할 수 있음</p>																
<p><input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류</p>	<p><input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용</p>															
<p>○ 화성 액체: 구분2 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 흡인 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분2</p>	<p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유해함 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함</p>															
<p><input type="checkbox"/> 법적 사항</p>																
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 300ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>12개월</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질</td> </tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td> </tr> <tr> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>자료 없음</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>4류 제1석유류(비수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 300ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성)	
노출기준	TWA: 300ppm															
특수건강진단주기	12개월															
작업환경측정주기	6개월															
산업안전보건법	작업환경측정대상물질															
	관리대상유해물질															
	특수건강진단대상물질															
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질															
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음															
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성)															
<p><input type="checkbox"/> 보호구</p>																
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>																

## (24) 아세토니트릴

<p>화학물질명: 아세토니트릴</p>	<p>그림문자</p> 															
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>																
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 흥통, 구토 및 발작과 청색증, 심혈관계 및 신경계 장애와 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음</p>																
<p>□ 유해·위험성 분류</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p>															
<p>○ 인화성 액체: 구분2 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)</p>	<p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유해함 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음</p>															
<p>□ 법적 사항</p>																
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 20ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>12개월</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질</td> </tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td> </tr> <tr> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>자료 없음</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>4류 제1석유류(수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 20ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(수용성)	
노출기준	TWA: 20ppm															
특수건강진단주기	12개월															
작업환경측정주기	6개월															
산업안전보건법	작업환경측정대상물질															
	관리대상유해물질															
	특수건강진단대상물질															
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질															
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음															
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(수용성)															
<p>□ 보호구</p>																
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>																

## (25) 아세톤

<b>화학물질명: 아세톤</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 기관지 자극과 피부염증, 중추신경장해 및 생식 기능의 이상을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 인화성 액체: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 흡인 유해성: 구분2	○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 500ppm STEL: 750ppm
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(수용성)
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (26) 아크릴로니트릴

<p style="text-align: center;"><b>화학물질명:</b> 아크릴로니트릴</p>	<p><b>그림문자</b></p> 
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p>	
<p>○ 발암가능성이 있고 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 화학적 질식제로 중추신경계 및 간장 기능의 이상을 유발함</p>	
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p>
<p>○ 인화성 액체: 구분2 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분2 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 만성 수생환경 유해성: 구분2</p>	<p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 치명적임 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함</p>
<p><b>□ 법적 사항</b></p>	
<p style="text-align: center;">노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기</p> <hr/> <p style="text-align: center;">산업안전보건법</p> <hr/> <p style="text-align: center;">화학물질관리법에 의한 규제</p> <hr/> <p style="text-align: center;">위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p style="text-align: center;">TWA: 2ppm 12개월 6개월</p> <hr/> <p style="text-align: center;">작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</p> <hr/> <p style="text-align: center;">유독물질 사고대비물질</p> <hr/> <p style="text-align: center;">4류 제1석유류(비수용성)</p>
<p><b>□ 보호구</b></p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (27) 아크릴산

<b>화학물질명: 아크릴산</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 현기증과 질식을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 인화성 액체: 구분3 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(경피): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1	○ 인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유해함 ○ 피부와 접촉하면 유독함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 수생생물에 매우 유독함
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 2ppm
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	사고대비물질
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(수용성)
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용	
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (28) 알루미늄

<b>화학물질명: 알루미늄</b>	<b>그림문자</b>
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
<p>○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 천식과 폐 이상, 만성호흡기 및 피부질환, 순환기계와 진행성 중추신경질환을 유발할 수 있음</p>	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
<p>○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1</p>	<p>○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(폐, 신경계)에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함</p>
<b>□ 법적 사항</b>	
<b>노출기준</b>	<p>TWA: 2mg/m<sup>3</sup>알루미늄(가용성 염) TWA: 10mg/m<sup>3</sup>알루미늄(금속분진) TWA: 2mg/m<sup>3</sup>알루미늄(알킬) TWA: 5mg/m<sup>3</sup>알루미늄(용접 흄) TWA: 5mg/m<sup>3</sup>알루미늄(피로파우더)</p>
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
<b>산업안전보건법</b>	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험불안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
<b>□ 보호구</b>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

## (29) 암모니아

<b>화학물질명: 암모니아</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡곤란과 폐 및 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 인화성 가스: 구분1 ○ 고압가스: 액화가스 ○ 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1	○ 극인화성 가스 ○ 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 25ppm STEL: 35ppm
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질
위험물안전관리법에 의한 규제	사고대비물질 자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용	
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

### (30) 에탄올아민

<p>화학물질명: 에탄올아민</p>	<p>그림문자</p> 
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>	
<p>○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 간장 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음</p>	
<p>□ 유해·위험성 분류</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p>
<p>○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1 ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3</p>	<p>○ 삼키면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 신체(간)에 손상을 일으킴 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(중추신경계)에 손상을 일으킴 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함</p>
<p>□ 법적 사항</p>	
<p>노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>TWA: 3ppm STEL: 6ppm 자료 없음 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 자료 없음 4류 제3석유류(수용성)</p>
<p>□ 보호구</p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

### (31) 에틸렌글리콜

<b>화학물질명:</b> 에틸렌글리콜	그림문자
	
<input type="checkbox"/> 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 경련 등의 신경계 이상과 폐 및 심장손상, 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
<input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류	<input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용
○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(신장, 간)에 손상을 일으킬 수 있음
<input type="checkbox"/> 법적 사항	
노출기준	STEL: C100mg/m <sup>3</sup>
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제3석유류(수용성)
<input type="checkbox"/> 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방독마스크 (유기화합물용 (산성가스인 경우 산성가스용)/송기마스크 혹은 공기호흡기 착용(산소가 부족한 경우) ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (32) 염화수소

<p>화학물질명: 염화수소</p>	<p>그림문자</p>
	
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p> <p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 치아부식증과 호흡곤란, 기관지염, 폐렴 및 화상을 유발할 수 있음</p>	
<p>□ 유해·위험성 분류</p> <p>○ 고압가스: 액화가스 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분 1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p> <p>○ 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 수생생물에 매우 유독함</p>
<p>□ 법적 사항</p>	
<p>노출기준</p> <p>특수건강진단주기</p> <p>작업환경측정주기</p> <p>산업안전보건법</p> <p>화학물질관리법에 의한 규제</p> <p>위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p>TWA: 1ppm STEL: 2ppm</p> <p>12개월</p> <p>6개월</p> <p>작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</p> <p>유독물질 사고대비물질</p> <p>자료 없음</p>
<p>□ 보호구</p> <p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

### (33) 오쏘-디클로로벤젠

<p>화학물질명: o-디클로로벤젠</p>	<p>그림문자</p> 														
<p>□ 대상물질에 의한 건강영향</p>															
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부점막자극과 간 및 신장독성, 중추신경장애, 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음</p>															
<p>□ 유해·위험성 분류</p>	<p>□ 유해·위험성 내용</p>														
<p>○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분2</p>	<p>○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함</p>														
<p>□ 법적 사항</p>															
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td> <td>TWA: 25ppm STEL: 50ppm</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td> <td>12개월</td> </tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td> <td>6개월</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">산업안전보건법</td> <td>작업환경측정대상물질</td> </tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td> </tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td> </tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td> <td>자료 없음</td> </tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td>4류 제2석유류(비수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 25ppm STEL: 50ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(비수용성)	
노출기준	TWA: 25ppm STEL: 50ppm														
특수건강진단주기	12개월														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질														
	관리대상유해물질														
	특수건강진단대상물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(비수용성)														
<p>□ 보호구</p>															
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>															

### (34) 유리섬유 울

<b>화학물질명:</b>  <b>유리섬유 울</b>	<b>그림문자</b>
	자료 없음
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 5mg/m <sup>3</sup>
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

### (35) 이산화티타늄

<b>화학물질명:</b> <b>이산화티타늄</b>	그림문자
	
<input type="checkbox"/> 대상물질에 의한 건강영향	
<input type="checkbox"/> 발암가능성이 있고 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되며 호흡기 자극과 진폐증을 유발할 수 있음	
<input type="checkbox"/> 유해·위험성 분류	<input type="checkbox"/> 유해·위험성 내용
<input type="checkbox"/> 발암성: 구분2	<input type="checkbox"/> 암을 일으킬 것으로 의심됨
<input type="checkbox"/> 법적 사항	
노출기준	TWA: 10mg/m <sup>3</sup> 발암성 2
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<input type="checkbox"/> 보호구	
<input type="checkbox"/> 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 <input type="checkbox"/> 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 <input type="checkbox"/> 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

### (36) 이소프로필알코올

<b>화학물질명:</b> <b>이소프로필알코올</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부점막자극과 중추신경장해, 간독성, 신장독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 인화성 액체: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 흡인 유해성: 구분2	○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
<b>□ 법적 사항</b>	
<b>노출기준</b>	TWA: 200ppm STEL: 400ppm
<b>특수건강진단주기</b>	12개월
<b>작업환경측정주기</b>	6개월
<b>산업안전보건법</b>	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질
<b>화학물질관리법에 의한 규제</b>	자료 없음
<b>위험물안전관리법에 의한 규제</b>	4류 알코올류
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

### (37) 지르코니움

<b>화학물질명:</b>  <b>지르코니움</b>	<b>그림문자</b>
	
<input type="checkbox"/> <b>대상물질에 의한 건강영향</b>	
<input type="checkbox"/> 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부 및 눈 자극을 통해 피부육아종을 유발할 수 있음	
<input type="checkbox"/> <b>유해·위험성 분류</b>	<input type="checkbox"/> <b>유해·위험성 내용</b>
<input type="checkbox"/> 인화성 고체: 구분2 <input type="checkbox"/> 자기발열성 물질 및 혼합물: 구분1 <input type="checkbox"/> 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	<input type="checkbox"/> 인화성 고체 <input type="checkbox"/> 자기발열성 ; 화재를 일으킬 수 있음 <input type="checkbox"/> 눈에 심한 자극을 일으킴
<input type="checkbox"/> <b>법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 5mg/m <sup>3</sup> STEL: 10mg/m <sup>3</sup>
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
<input type="checkbox"/> <b>보호구</b>	
<input type="checkbox"/> 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 <input type="checkbox"/> 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 <input type="checkbox"/> 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (38) 초산

<b>화학물질명: 초산</b>	<b>그림문자</b>
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 기도 자극과 폐수종 및 시력 손상을 유발함	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 인화성 액체: 구분3 ○ 금속부식성 물질: 구분1 ○ 급성 독성(경피): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	○ 인화성 액체 및 증기 ○ 금속을 부식시킬 수 있음 ○ 피부와 접촉하면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 신체 중 눈, 피부, 호흡기계, 치아에 손상을 일으킴
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 10ppm STEL: 15ppm
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	제2석유류(수용성)
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

### (39) 카드뮴

<b>화학물질명: 카드뮴</b>	<b>그림문자</b>
	
<input type="checkbox"/> <b>대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 발암물질로 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 신장독성과 간독성, 치아의 황색화, 금속열 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
<input type="checkbox"/> <b>유해·위험성 분류</b>	<input type="checkbox"/> <b>유해·위험성 내용</b>
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분1 ○ 발암성: 구분1A ○ 생식세포 변이원성: 구분2 ○ 생식독성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1	○ 삼키면 유해함 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 암을 일으킬 수 있음 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 폐, 신장에 손상을 일으킴 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
<input type="checkbox"/> <b>법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 0.01mg/m <sup>3</sup> 카드뮴 및 그 화합물 TWA: 0.002mg/m <sup>3</sup> 카드뮴 및 그 화합물(호흡성, 허용기준)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질
화학물질관리법에 의한 규제	제한물질
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
<input type="checkbox"/> <b>보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (40) 카본블랙

<b>화학물질명: 카본블랙</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발암가능성이 있고 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 노출 시 진폐증을 유발할 수 있음</li> </ul>	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자기발열성 물질 및 혼합물: 구분1</li> <li>○ 발암성: 구분2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자기발열성 ; 화재를 일으킬 수 있음</li> <li>○ 암을 일으킬 것으로 의심됨</li> </ul>
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 3.5mg/m <sup>3</sup> 흡입성(고시 제2018-62호)
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	자료 없음
산업안전보건법	
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용</li> <li>○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용</li> <li>○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</li> </ul>	

### (41) 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물)

<b>화학물질명: 크롬</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡기계, 순환기계 및 피부질환과 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 호흡기 과민성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m <sup>3</sup> 크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m <sup>3</sup> 크롬(2가)화합물 TWA: 0.5mg/m <sup>3</sup> 크롬(금속)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

## (42) 톨루엔

<p>화학물질명: 톨루엔</p>	<p>그림문자</p>
	
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p>	
<p>○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 중추신경장애와 심장 부정맥, 난청, 신장독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음</p>	
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p>
<p>○ 인화성 액체: 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 생식독성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 흡인 유해성: 구분1</p>	<p>○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(심장, 신장)에 손상을 일으킬 수 있음</p>
<p><b>□ 법적 사항</b></p>	
<p style="text-align: center;">노출기준</p>	<p style="text-align: center;">TWA: 50ppm STEL: 150ppm</p>
<p style="text-align: center;">특수건강진단주기</p>	<p style="text-align: center;">12개월</p>
<p style="text-align: center;">작업환경측정주기</p>	<p style="text-align: center;">6개월</p>
<p style="text-align: center;">산업안전보건법</p>	<p style="text-align: center;">작업환경측정대상물질</p>
	<p style="text-align: center;">관리대상유해물질</p>
	<p style="text-align: center;">특수건강진단대상물질</p>
	<p style="text-align: center;">공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</p>
<p style="text-align: center;">화학물질관리법에 의한 규제</p>	<p style="text-align: center;">유독물질</p>
<p style="text-align: center;">위험물안전관리법에 의한 규제</p>	<p style="text-align: center;">사고대비물질</p>
<p><b>□ 보호구</b></p>	
<p>○ 호흡기 보호를 위해 기체/액체 특성과 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>	

### (43) 포름알데히드

<p style="text-align: center;"><b>화학물질명:</b> 포름알데히드</p>	<p style="text-align: center;"><b>그림문자</b></p> 												
<p><b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b></p>													
<p>○ 발암물질로 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 알레르기 피부염, 비염, 천식, 백혈병 및 신경 독성을 유발할 수 있음</p>													
<p><b>□ 유해·위험성 분류</b></p>	<p><b>□ 유해·위험성 내용</b></p>												
<p>○ 인화성 가스: 구분1 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 가스): 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분1A</p>	<p>○ 극인화성 가스 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유독함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 암을 일으킬 수 있음</p>												
<p><b>□ 법적 사항</b></p>													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">노출기준</td> <td style="text-align: center;">TWA: 0.3ppm(허용기준)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">특수건강진단주기</td> <td style="text-align: center;">12개월</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">작업환경측정주기</td> <td style="text-align: center;">6개월</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">산업안전보건법</td> <td style="text-align: center;">                     작업환경측정대상물질                      관리대상유해물질                      특수건강진단대상물질                      특별관리물질                      공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">화학물질관리법에 의한 규제</td> <td style="text-align: center;">                     유독물질                      제한물질                      사고대비물질                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">위험물안전관리법에 의한 규제</td> <td style="text-align: center;">4류 제3석유류(수용성)</td> </tr> </table>	노출기준	TWA: 0.3ppm(허용기준)	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	유독물질 제한물질 사고대비물질	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제3석유류(수용성)	
노출기준	TWA: 0.3ppm(허용기준)												
특수건강진단주기	12개월												
작업환경측정주기	6개월												
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질												
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질 제한물질 사고대비물질												
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제3석유류(수용성)												
<p><b>□ 보호구</b></p>													
<p>○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용</p>													

## (44) 황산(pH2.0이하)

<b>화학물질명: 황산</b>	<b>그림문자</b>
	
<b>□ 대상물질에 의한 건강영향</b>	
○ 발암물질로 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 화상과 호흡곤란, 폐렴, 천식 및 치아부식증을 유발할 수 있음	
<b>□ 유해·위험성 분류</b>	<b>□ 유해·위험성 내용</b>
○ 금속부식성 물질: 구분1 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 발암성: 구분1A	○ 금속을 부식시킬 수 있음 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 암을 일으킬 수 있음
<b>□ 법적 사항</b>	
노출기준	TWA: 0.2mg/m <sup>3</sup> STEL: 0.6mg/m <sup>3</sup> 발암성 1A (강산 Mist에 한정함)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질
화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질
위험물안전관리법에 의한 규제	사고대비물질 자료 없음
<b>□ 보호구</b>	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용	
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

[부록 2]

# 직종별 OPS

## 직종별 OPS 목록

- (1) 화학공학 기술자
- (2) 화학공정 기술자
- (3) 화학공학 시험원
- (4) 화학물 혼합기 조직원
- (5) 중합반응기 조직원
- (6) 화학반응기 조직원
- (7) 화학여과기 조직원

## 직종명: 화학공학 기술자

[한국표준직업분류상 화학공학 기술자 및 연구원(2321)에 해당,  
한국직업사전상 화학공학 기술자 및 연구원(1711)에 해당]

### □ 정의

화학공학 기술자는 화학자의 연구에 의하여 개발된 화학 물질을 경제성, 효율성과 대량 생산성을 고려하여 고부가가치 제품으로 상용화하는 역할을 함.

### □ 직무

- 화학공정 및 장비 연구·설계, 개발 및 산업화학 플랜트의 운영 및 유지·관리
- 화학품질관리와 관련된 업무 수행
- 제품생산을 위한 공정 및 장치의 개선업무 수행
- 화학제품을 안전하고 효율적으로 생산할 수 있도록 각종 장치와 인력에 대한 감독 및 지휘 업무 수행

### □ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 반응, 건조 및 유사한 공정으로 인한 고온에 노출 ★	· 열 스트레스를 방지하기 위해 효과적인 환기 및 공기 조절 장치 설치
· 설비의 운전 시 높은 소음 발생	· 청력 보호구 착용

### □ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 다양한 공정에서 휘발성 유기 물질에 노출	· 공기 오염 방지하기 위해 효과적인 환기장치 설치 · 필요시 호흡기, 눈 및 귀를 보호하기 위해 개인 보호 장비 사용
· 발암성, 변이원성 및 기형유발성 물질에 대한 노출 · 설비, 파이프 연결, 샘플링 중에 누출로 인하여 공정 중에 형성되는 화학 물질에 대한 노출	· 화학물질을 취급 할 때 안전규칙 적용 · 호흡보호구 착용
· 유기용제 노출 시 호흡기, 눈, 피부의 알레르기 자극 반응이 발생할 수 있음	· 용제 및 세척제 접촉 시 피부 보호 (차단 크림 또는 내 화학성 장갑 포함)를 하며 일을 마친 후 비누를 이용하여 손세척 · 용제와 관련된 피부 발진이 생기면 의학적 도움요청

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 확인된 생물학적 위험은 없음	

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 부적절한 앉기/작업 자세, 인체 공학적으로 부적절한 의자 등	· 근로자의 신장과 개인적 특성에 맞춰 조절할 수 있는 워크스테이션 장비, 의자 조절 등
· 예상치 못한 결과를 초래할 수 있는 실험 결과로 인한 스트레스와 불안	· 스트레스 완화 훈련 · 직업 심리치료사와 상담

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 화학물질 누출로 인한 미끄러운 바닥	· 미끄럼 방지 밀장이 있는 안전화 착용
· 장애물에 부딪치거나 걸려서 발생하는 위험 (설비, 공장 내 차량 등)	· 안전모를 착용 · 헐렁한 옷을 입지 않음.
· 사다리, 계단 및 높은 플랫폼에서의 낙상 ★	· 붕괴되거나 무너질 위험이 없는 곳인지 확인하고 사다리 설치 · 사다리나 계단 및 플랫폼을 이용하기 전에 잘 살핌
· 통제되지 않는 화학 반응 또는 설비의 과도한 압력으로 인한 폭발	· 화학물질을 취급 할 때 안전규칙 적용

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

## 직종명: 화학공정 기술자

[한국표준직업분류상 화학공학 기술자 및 연구원(2321)에 해당,  
한국직업사전상 화학공정 기술자(1711)에 해당]

### □ 정의

화학생산의 경제적 운영에 필요한 새로운 합성방법, 단위장치기술, 공정기술 등에 관한 연구·개발

### □ 직무

- 운전자료, 장치데이터, 반응자료 등을 수집·정리함.
- 각종 반응기, 자동화모델링(Modeling) 및 시뮬레이션(Simulation) 등을 통하여 화학공정의 최적화에 관하여 연구함.
- 화학제품의 순도 및 성능향상을 위한 단위장치를 설계함.
- 화학공정 개발·개선에 관하여 연구함.

### □ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 현장 업무수행시 높은 소음 노출 ★	· 소음 수준에 맞는 귀마개 등의 청력 보호구 착용
· 현장 업무수행시 제조과정에서 높은 온도에 노출	· 열 스트레스를 방지하기 위해 효과적인 환기 및 공기 조절 장치 설치
· 작업장의 부적절한 조명	· 눈을 규칙적으로 검사하고, 시력의 변화가 있다면 변화를 보정하기 위해 안경 사용

### □ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 다양한 공정에서 휘발성 유기 물질에 노출	· 공기 오염 방지하기 위해 효과적인 환기장치 설치 · 필요시 호흡기, 눈 및 귀를 보호하기 위해 개인 보호 장비 사용
· 밀폐된 공간에서 산소 농도 감소로 인한 질식 위험	· 공기의 질을 확인하고 밀폐된 공간에 들어가기 전에 환기
· 유기용제 노출 시 호흡기, 눈, 피부의 알레르기 자극 반응이 발생할 수 있음	· 용제 및 세척제 접촉 시 피부 보호 (차단 크림 또는 내 화학성 장갑 포함)를 하며 일을 마친 후 비누를 이용하여 손세척 · 용제와 관련된 피부 발진이 생기면 의학적 도움요청

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 확인된 생물학적 위험은 없음	

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 과도한 시각적 부하, 장시간의 모니터 집중, 부적절한 시야각, 열악한 조명, 눈부심 등과 관련된 컴퓨터 작업(안과적 문제)	· 작업에 맞는 적절한 조명설치 · 작업 시 눈에 적절한 휴식 필요
· 키보드, 마우스 기타 컴퓨터 장비 등을 이용한 반복, 장시간 작업이 지속되어 발생하는 반복성 긴장 장애, 직업성 과사용 증후군	· 근로자의 신장과 개인적 특성에 맞춰 조절할 수 있는 워크스테이션 장비: 스크린의 높이와 각도 조절; 좌석의 높이; 의자 조절 등

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 파이프 및 기타 설비의 누수로 인해 바닥이 미끄러워지고 이로 인해 넘어질 수 있음 ★	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 안전화 착용
· 장애물에 부딪치거나 걸려서 발생하는 위험 (설비, 공장 내 차량 등)	· 안전모를 착용 · 헐렁한 옷을 입지 않음.
· 사다리, 계단 및 높은 플랫폼에서의 낙상	· 붕괴되거나 무너질 위험이 없는 곳인지 확인하고 사다리 설치 · 사다리나 계단 및 플랫폼을 이용하기 전에 잘 살핌

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

## 직종명: 화학공학 시험원

[한국표준직업분류상 화학공학 시험원(2322)에 해당,  
한국직업사전상 화학공학시험원(1711)에 해당]

### 정의

화학공학의 원리와 기술을 응용하여 원료, 중간제품, 최종제품 등이 작업표준과 일치하는 지 시험·분석함.

### 직무

- 각종 실험기구를 사용하여 화학적인 방법으로 원료, 부원료, 반제품, 최종제품을 시험·분석하여 성분·특성 등을 파악함.
- 시험 분석한 각종 결과치를 시험분석 작업표준서에 기록·작성하고 생산표준과 일치하는지 비교하고 결과를 통보함.
- 취급 시험장비 및 장치를 점검하고 간단한 수리 보수작업을 함.

### 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 실험실 장비에 결함이 있을 때 작업 시 이온화 방사선에 노출 ★	· 방사선 안전규칙 준수
· 진동/회전하는 실험기계장치에 의한 소음노출	· 소음수준에 적합한 청력보호구 착용

### 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 부식성, 자극성, 질식성, 알레르기성, 방사성 물질 등 다양한 화학물질에 노출	· 작업 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 발암성, 변이유발성 및 기형유발성 물질에 대한 노출 ★	· 위험한 화학 물질을 사용한 분석작업을 하는 동안 적절한 안전 절차준수.
· 신경계에 손상을 줄 수 있는 물질에 노출	

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 레지오넬라에 대한 노출(냉각수)	· 냉각수 소독

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 근무 중의 오래 서있기/불편하게 앉기 · 반복적인 수작업적 조작(피펫팅, 비자동적 계산, 수작업 연삭 등)으로 인한 신체부담	· 주기적으로 휴식과 운동
· 분석을 목적으로 하는 화학 약품이나 샘플의 대형 박스 및 패키지 취급, 또는 무거운 대형 실험실 장비의 이동 또는 취급 ★	· 중량 물 취급 방법 훈련 · 이송기계를 이용한 운반

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 바닥 물기로 인해 미끄러짐 ★	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 작업화 착용
· 옷, 머리카락, 손가락, 팔이 전기 기계 장비에 걸림. 특히 원심 분리기, 혼합기, 블렌더 등의 회전하고 움직이는 부분에 걸림.	· 움직이는 기계에서 끼임을 방지하려면 길거나 느슨한 머리카락으로 작업 금지 · 느슨한 끝 (느슨한 소매, 느슨한 셔츠 끝, 느슨한 바지 등)이 있는 옷 착용 금지.
· 매우 차가운 표면이나 액체에 피부가 접촉하여 생긴 "저온 화상" (액화 가스 외의 접촉 등)	· 열이나 냉기를 막아주는 절연 장갑을 착용
· 전기 실험실 장비의 결함으로 인한 감전	· 사용하기 전에 전기 장비 점검

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

## 직종명: 화학물 혼합기 조작용

[한국표준직업분류상 화학제품 생산기 조작용(8321)에 해당,  
한국직업사전상 화학제품제조현장 조작용(일반)(1731)에 해당]

### □ 정의

합성고무를 제조하기 위하여 중앙조정실조작용(기초화학물 제조업)의 신호에 따라 각 공정의 장치 및 장비 조작·관리

### □ 직무

- 무전기 등으로 중앙조정실조작용과 연락을 유지하면서 공장의 각종 공정을 순회하고 고장과 누설 등의 이상 작동 요소 점검
- 이상 발견 시에는 중앙조정실조작용에게 신속한 연락을 취한 후 조치
- 중앙조정실 조작용으로부터 설비 및 장치에 한 이상을 파악하라는 지시를 받게 되면 수동공구를 이용해 밸브를 열거나 닫는 등의 조치
- 중간검사를 위하여 시료채취밸브를 열고 시료 채취
- 펌프, 압축기, 송풍기와 같은 장비의 작동·정지

### □ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 원료 공급 및/또는 혼합 과정에서 발생하는 높은 소음 수준에 노출	· 적절한 귀 보호 장치 사용
· 야외작업 시 이상기온(한파, 폭염) ★	· 고온작업 시 충분한 물 섭취, 어지럼증 등 이상 발생 시 작업 중단 및 휴식 · 한랭환경에서 일할 때는 보온성이 높은 방한복 착용

### □ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 다양한 부식성, 자극성 및 질식성 화학 물질에 노출	· 공기오염을 방지하기 위해 효과적인 환기장치 설치
· 발암성, 변이원성 및 기형유발성 물질에 대한 노출 ★	· 화학 물질 취급안전규칙을 적용
· 신경계 독성 물질에 노출	· 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 밀폐 공간 작업과 관련된 위험(설비시설의 청소 작업 등)	· 공기의 질을 확인하고 밀폐된 공간에 들어가기 전에 환기

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 설치류 및 곤충에 의한 전염병 발생 가능성	· 정기적으로 해충방제 실시

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 계속된 반복 작업과 잘못된 작업 자세로 유발되는 육체적 과로	· 휴식과 운동을 위해 주기적으로 운전을 멈추고 휴식
· 제조현장에서 장시간 서있거나 혹은 고정된 자세	· 교대 근무 일정과 관련하여 담당 직원과 전문가와 상담
· 현장 작업 등의 공정에서 과로 또는 잘못된 자세	· 중량물이나 부피가 큰 물건은 보조 운반 기구 사용
· 단조로운 근무, 교대 근무(야간 근무 포함) 등으로 인한 심리적 스트레스 일에 대한 불만족감 ★	· 작업자의 건강을 지키고 가족과의 관계에 악영향을 미치지 않는 근무 일정 선택 · 직업 심리치료사와 상담

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 누출된 화학물질이나 물기로 인한 미끄러운 바닥 ★	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 작업화 착용
· 파이프 및 기타 설비의 누수로 인해 바닥이 미끄러워지고 이로 인해 넘어질 수 있음	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 안전화 착용
· 사다리, 계단 및 높은 플랫폼에서의 낙상	· 붕괴되거나 무너질 위험이 없는 곳인지 확인하고 사다리 설치 · 사다리나 계단 및 플랫폼을 이용하기 전 점검
· 화재 위험. 배관에서 방출되는 화학 물질로 인한 사고	· 화학물질 공급 및 연결 지점을 점검하고 결과 게시
· 장애물에 부딪치거나 걸려서 발생하는 위험(설비, 공장 내 차량 등)	· 안전모를 착용 · 헐렁한 옷을 입지 않음.

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

## 직종명: 중합반응기 조작용

[한국표준직업분류상 화학물 가공장치 조작(8312)에 해당,  
한국직업사전상 중합반응기 조작용(1722)에 해당]

### 정의

합성고무를 제조하기 위하여 원료 및 각종 첨가제들을 중합(polymerization)하는 중합반응기 조작·관리

### 직무

- 혼합물의 배합량을 확인하고 중합반응기의 상태 점검
- 중앙조정실운전원의 지시에 따라 원료를 계량하거나 펌프를 작동시켜 배합원료를 중합반응기에 투입
- 중합반응기 조정패널에 반응조건(압력, 온도, 교반속도 등)을 입력하고 버튼을 눌러 교반 작업
- 반응 도중 수시로 견본을 채취하여 점도, 색, 외관 등을 검사

### 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 화학 반응으로부터 고온에 노출	· 열 스트레스를 방지하기 위해 작업공간에 공기조절장치 설치
· 반응기 등 각종 설비에 발생하는 높은 소음 수준에 노출 ★	· 소음 수준에 맞는 귀마개 등의 청력보호구 착용
· 작업장의 부적절한 조명	· 작업 여건에 적합한 조명, 충분한 조도 유지

### 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 다양한 부식성, 자극성 및 질식성 화학 물질에 노출	· 공기오염을 방지하기 위해 효과적인 환기장치 설치
· 발암성, 변이원성 및 기형유발성 물질에 대한 노출 ★	· 화학 물질 취급안전규칙을 적용
· 신경계 독성 물질에 노출	· 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 알레르기 반응을 일으킬 수 있는 화학 물질에 노출: 호흡기 자극, 천식, 눈 자극 및 피부 발진이 발생 가능	· 피부 발진이 나타나면 의료조치 · 화학물질 등에 대한 민감성을 다루는 방법에 대해 알레르기 전문의와 상의

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 가동 전에 점검 및 필터를 교체하고 주기적으로 청소하여 위생상태 유지

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 지속적으로 서있는 자세와 같은 고정된 작업 자세 ★ · 검사 또는 유지 보수 작업 중 어색한 작업 자세	· 휴식과 운동을 위해 주기적으로 운전을 멈추고 휴식
· 무거운 짐을 들어 올리고 움직이는 동안 과도한 행동	· 짐을 안전하게 들어 올리고 움직이는 기술을 배우고 적용

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 누출된 화학물질이나 물기로 인한 미끄러운 바닥 ★	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 작업화 착용
· 화학반응기 배관 또는 사다리에서 정비작업 중 떨어짐	· 정비가 잘 되어있는 사다리 사용 · 사다리 위치의 안전성 확인 · 사용하기 전에 사다리를 점검
· 뜨거운 표면, 뜨거운 물, 갑자기 방출된 증기와의 접촉으로 인한 화상	· 적절한 모자, 고글, 귀 덮개, 장갑, 부츠 등 착용
· 화학반응이 통제되지 않아 생기는 폭발	· 화학물질을 취급시 안전규칙 적용

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

## 직종명: 화학반응기 조작용

[한국표준직업분류상 화학물 가공장치 조작(8312)에 해당,  
한국직업사전상 화학반응기 조작용(1722)에 해당]

### □ 정의

합성고무를 제조하기 위하여 원료 및 부원료를 반응시키는 반응기 조작·관리

### □ 직무

- 원료를 반응기에 투입
- 반응기의 조정판넬에 반응조건(온도·교반속 도 등)을 입력하고 반응기 작동
- 반응기가 작동하면 교반기의 작동 유무를 확인하고 일정시간 반응시킴.
- 반응이 완료되면 용수 밸브를 열어 반응기내에 물을 공급하여 수세
- 수세 완료 후 조정판 온도를 저온으로 조정하고 진공펌프를 가동하여 수분제거
- 탈수가 완료 되면 이송밸브를 열어 여과 공정으로 이송

### □ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 화학 반응으로부터 고온에 노출	· 열 스트레스를 방지하기 위해 작업공간에 공기조절장치 설치
· 반응기 등 각종 설비에 발생하는 높은 소음 수준에 노출 ★	· 소음 수준에 맞는 귀마개 등의 청력보호구 착용

### □ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 다양한 부식성, 자극성 및 질식성 화학 물질에 노출	· 공기오염을 방지하기 위해 효과적인 환기장치 설치
· 발암성, 변이원성 및 기형유발성 물질에 대한 노출 ★	· 화학 물질 취급안전규칙을 적용
· 신경계 독성 물질에 노출	· 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 알레르기 반응을 일으킬 수 있는 화학 물질에 노출: 호흡기 자극, 천식, 눈 자극 및 피부 발진이 발생 가능	· 피부 발진이 나타나면 의료조치 · 화학물질 등에 대한 민감성을 다루는 방법에 대해 알레르기 전문의와 상의

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 확인된 생물학적 위험은 없음	

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 지속적으로 서있는 자세와 같은 고정된 작업 자세 ★ · 검사 또는 유지 보수 작업 중 어색한 작업 자세	· 휴식과 운동을 위해 주기적으로 운전을 멈추고 휴식
· 무거운 짐을 들어 올리고 움직이는 동안 과도한 행동	· 짐을 안전하게 들어 올리고 움직이는 기술을 배우고 적용

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 누출된 화학물질이나 물기로 인한 미끄러운 바닥 ★	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 작업화 착용
· 화학반응기 배관 또는 사다리에서 정비작업 중 떨어짐	· 정비가 잘 되어있는 사다리 사용 · 사다리 위치의 안전성 확인 · 사용하기 전에 사다리를 점검
· 장비나 설비에 옷이 끼거나 빨려 들어감	· 적절한 보호 복을 착용
· 전기 설비의 결함으로 인한 감전	· 사용하기 전에 전기 장비 점검
· 뜨거운 표면, 뜨거운 물, 갑자기 방출된 증기와의 접촉으로 인한 화상	· 적절한 모자, 고글, 귀 덮개, 장갑, 부츠 등 착용
· 화학반응이 통제되지 않아 생기는 폭발	· 화학물질을 취급시 안전규칙 적용

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

## 직종명: 화학여과기 조작원

[한국표준직업분류상 화학물 가공장치 조작(8312)에 해당,  
한국직업사전상 화학여과기 조작원(1722)에 해당]

### □ 정의

반응이 완료된 반응액에 남아있는 미반응물질 및 불순물을 제거하기 위하여 여과 시설을 조작·관리함.

### □ 직무

- 여과시설에 있는 여과기의 공급탱크에 필터나 스크린을 장치함.
- 반응공정을 마친 액상 반제품을 여과시키기 위해 펌프를 가동함.
- 여과상태를 관찰하면서 공급밸브를 조절하고 공급속도를 조절함.
- 각 배관과 탱크들에 흐르는 양을 조절하기 위하여 유량계를 확인하면서 밸브를 조정함.
- 여과가 된 반제품을 다음 공정으로 이송하기 위하여 펌프를 가동하고 배출용 밸브를 엮.
- 여과된 반제품의 견본을 채취하여 품질검사부서로 보냄.

### □ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 여과기 등 각종 설비에 발생하는 높은 소음 수준에 노출 ★	· 소음 수준에 맞는 귀마개 등의 청력보호구 착용
· 야외작업 시 이상기온(한파, 폭염) ★	· 고온작업 시 충분한 물 섭취, 어지럼증 등 이상 발생 시 작업 중단 및 휴식 · 한랭환경에서 일할 때는 보온성이 높은 방한복 착용

### □ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 다양한 부식성, 자극성 및 질식성 화학 물질에 노출	· 공기오염을 방지하기 위해 효과적인 환기장치 설치
· 발암성, 변이원성 및 기형유발성 물질에 대한 노출 ★	· 화학 물질 취급안전규칙을 적용
· 신경계 독성 물질에 노출	· 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 밀폐 공간 작업과 관련된 위험(설비시설의 청소 작업 등)	· 공기의 질을 확인하고 밀폐된 공간에 들어가기 전에 환기

생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 설치류 및 곤충에 의한 전염병 발생 가능성	· 정기적으로 해충방제 실시

인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 계속된 반복 작업과 잘못된 작업 자세로 유발되는 육체적 과로	· 휴식과 운동을 위해 주기적으로 운전을 멈추고 휴식
· 제조현장에서 장시간 서있거나 혹은 고정된 자세	· 교대 근무 일정과 관련하여 담당 직원과 전문가와 상담
· 현장 작업 등의 공정에서 과로 또는 잘못된 자세	· 중량물이나 부피가 큰 물건은 보조 운반 기구 사용
· 단조로운 근무, 교대 근무(야간 근무 포함) 등으로 인한 심리적 스트레스 일에 대한 불만족감 ★	· 작업자의 건강을 지키고 가족과의 관계에 악영향을 미치지 않는 근무 일정 선택 · 직업 심리치료사와 상담

사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 파이프 및 기타 설비의 누수로 인해 바닥이 미끄러워지고 이로 인해 넘어질 수 있음	· 미끄럼 방지 밑창이 있는 안전화 착용
· 장애물에 부딪치거나 걸려서 발생하는 위험 (설비, 공장 내 차량 등)	· 안전모를 착용 · 헐렁한 옷을 입지 않음.
· 사다리, 계단 및 높은 플랫폼에서의 낙상 ★	· 붕괴되거나 무너질 위험이 없는 곳인지 확인하고 사다리 설치 · 사다리나 계단 및 플랫폼을 이용하기 전 점검

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)