

# 반도체 · 디스플레이산업 근로자를 위한 안전보건모델 (협력업체 용)

2020. 12.

KOREA OCCUPATIONAL  
SAFETY & HEALTH AGENCY



## 차 례

I. 반도체 · 디스플레이산업 근로자를 위한 안전보건모델 .....	1
1-1. 전자산업 안전보건생태계 모델 .....	1
1-2. 전자산업의 지속가능한 안전보건증진 모델 .....	2
II. 전자산업 고위험 그룹의 안전보건 매뉴얼 .....	5
2-1. 공통사항 .....	5
2-2. 협력업체 .....	12
1) 장비PM .....	12
2) 공사작업 .....	30
3) Gas/Chemical 작업 .....	44
4) 청소/폐기물 작업 .....	57
III. FAB과 Infra의 주요 작업별 SOP .....	72
3-1. FAB .....	72
1) 케미컬 취급작업 .....	72
2) 설비 운반작업 .....	73
3) 가스 취급작업 .....	74
4) 동작설비 접근작업(Stocker 조정 및 보수작업) .....	75
5) 설비 SET-UP작업 .....	75
6) 설비개조작업 .....	75
7) 케미컬 사용설비 PM/BM작업 .....	76
8) 가스 사용설비 PM/BM작업 .....	77

9) 일반설비 PM/BM작업 .....	78
10) Hot Gun 작업/Auto 용접/PVC 용접작업 .....	78
11) PR 교체/이동작업 .....	79
12) 회전체 등 근접작업(Pump 작업 등) .....	80
13) 중량물 취급작업 .....	80
3-2. Infra .....	80
1) 공통 : 가스/케미컬 작업 .....	81
2) 공통사항 : 가스/케미컬 작업 .....	82
3) 케미컬 배관 해체/철거작업 .....	82
4) 슬러리 .....	83
5) N2(질소), He(헬륨), O2(산소), Ar(아르곤), CO2(이산화탄소), 불활성가스(희석포함) .....	83
6) B급을 제외한 모든 가스 .....	83
7) 본드류, 페인트, 소독제, 세척제 등 사용작업 .....	84
8) FRP, 에폭시, 우레탄, 프라이머 등 방수제 작업 .....	84
9) PVC용접(용착기) .....	84
10) ARC용접 .....	85
11) 공통 : 화기작업 .....	85
12) 고압가스 운반용 대차 .....	86
13) 핸드파레트(자키) .....	86
14) 공통 : 전기작업 .....	87
15) 가스 Turn-On 작업 .....	88
16) 가스 Turn-Off 작업 .....	88
17) 가스배관 해체/철거작업 .....	89
18) 모든 케미컬(폐수, 응축수, 세정수, 배기, 폐액) .....	89
19) 케미컬 Turn-On/Off 작업 .....	89

20) 탱크로리 충전/폐액수거 작업 .....	90
21) 케미컬 드럼 교체작업 .....	90
22) 가스용기 교체작업 .....	90
23) 유해광선(Laser, UV) 노출작업 .....	91
24) 공통사항 : 실험실 .....	91
<b>IV. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스 .....</b>	<b>94</b>
4-1. 매트릭스의 구성 .....	94
4-2. 공정별 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 등급구분 ...	102
4-3. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스 분류결과 .....	104
4-4. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 위험도 결정 .....	137
4-5. 전자업종 직무별 위험도 매트릭스 구분 결과 소결 .....	155
<b>참고문헌 .....</b>	<b>161</b>



## 표 차 례

<표 2-1> 장비PM : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목 .....	12
<표 2-2> 관리대상유해물질 관련 제어풍속 .....	18
<표 2-3> 유해물질 발생형태 및 유해물질 종류의 따른 덕트 내 반송속도 .....	20
<표 2-4> PM작업 주요 확인사항 Check-List .....	21
<표 2-5> 공사작업 : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목 .....	30
<표 2-6> 공사작업 주요 확인사항 Check-List .....	37
<표 2-7> 근골격계 질환 증상에 따른 통증 호소자 분류기준(NIOSH, 1997) .....	38
<표 2-9> Gas/Chemical 작업 : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목 .....	45
<표 2-10> Gas/Chemical 작업 주요 확인사항 Check-List .....	52
<표 2-11> 청소/폐기물 작업 : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목 .....	58
<표 2-12> 청소 및 폐기물 작업 주요 확인사항 Check-List .....	65
<표 3-1> FAB의 주요 작업별 SOP 리스트 .....	72
<표 3-2> Infra의 주요 작업별 SOP 리스트 .....	80
<표 4-1> 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분 .....	95

<표 4-2> 발암성물질의 등급 구분 .....	96
<표 4-3> 생식독성 및 생식세포 변이원성 물질의 등급 구분 .....	97
<표 4-4> 화학물질 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	98
<표 4-5> 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분 .....	98
<표 4-6> 화학물질 사용량과 노출가능성 구분 .....	99
<표 4-7> 화학물질 법적 규제 수준과 구분 .....	100
<표 4-8> 직업병 발생 수준과 구분 .....	100
<표 4-9> NFPA 보건에 대한 수준과 구분 .....	101
<표 4-10> 전자산업 화학물질 등급 구분 체계 .....	103
<표 4-11> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 발암성 등 구분 .....	104
<표 4-12> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 발암성 등 구분 .....	106
<표 4-13> LCD반도체 박막트랜지스터 공정 화학물질의 발암성 등 구분 .....	107
<표 4-14> LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 발암성 등 구분 .....	108
<표 4-15> LCD반도체 액정 공정 화학물질의 발암성 등 구분 .....	108
<표 4-16> LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 발암성 등 구분 .....	109
<표 4-17> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	110
<표 4-18> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	111
<표 4-19> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	112
<표 4-20> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	113

<표 4-21> LCD 액정 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	114
<표 4-22> LCD 모듈 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분 .....	115
<표 4-23> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분 ....	115
<표 4-24> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분 .....	118
<표 4-25> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분 .....	121
<표 4-26> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분 .....	123
<표 4-27> LCD 액정 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분 .....	124
<표 4-28> LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분 .....	125
<표 4-29> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 .....	126
<표 4-30> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 ....	127
<표 4-31> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 .....	128
<표 4-32> LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 .....	129
<표 4-33> LCD 액정 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 .....	129
<표 4-34> LCD 모듈 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분 .....	130
<표 4-35> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분 ....	131
<표 4-36> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분 .....	133
<표 4-37> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분 ..	134
<표 4-38> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분 .....	135
<표 4-39> LCD 액정 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분 .....	135
<표 4-40> LCD 모듈 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분 .....	136

<표 4-41> 반도체 웨이퍼 가공라인의 위험도 최종 등급 .....	137
<표 4-42> 반도체 칩조립 라인의 위험도 최종 등급 .....	143
<표 4-43> LCD 박막트랜지스터 공정의 위험도 최종 등급 .....	146
<표 4-44> LCD 컬러필터 공정의 위험도 최종 등급 .....	150
<표 4-45> LCD 액정 공정의 위험도 최종 등급 .....	152
<표 4-46> LCD 모듈 공정의 위험도 최종 등급 .....	153
<표 4-47> 전자업종 직무별 매트릭스에 따른 화학물질 등급 요약 .....	155

## 그 립 차 례

[그림 1-1]	전자산업과 그 주변환경 사이의 관계 .....	1
[그림 2-1]	화학물질 관리 개념도 .....	6
[그림 2-2]	협력사 작업표준절차 작성 및 관리절차 .....	7
[그림 2-3]	협력사 의사소통 관리절차서 예시 .....	9
[그림 2-4]	반도체 라인 내 키오스크 형태의 MSDS 검색시스템(예) .....	14
[그림 2-5]	화학물질 MSDS 요약본 .....	16
[그림 2-6]	보호구 선정절차 .....	18
[그림 2-7]	CTM(Clean Tunnel Module) 방식의 공기순환 구조 .....	19
[그림 2-8]	FFU(Fan Filter Unit) 방식의 공기순환 구조 .....	20
[그림 2-9]	PM작업 시 외부식(덕트고정) 국소배기장치 사용모습(예) .....	23
[그림 2-10]	PM작업 시 이동식 국소배기장치 사용모습(예) .....	23
[그림 2-11]	PM작업 시 필요한 개인보호구(예) .....	24
[그림 2-12]	지정폐기물 분류표 .....	26
[그림 2-13]	고정식 국소배기장치의 암 후드(예) .....	28
[그림 2-14]	개인보호구함(예) .....	29
[그림 2-15]	중량물 안내표시 예시 .....	33
[그림 2-16]	중량물 취급방법 예시 .....	34
[그림 2-17]	작업 전 스트레칭 방법 포스터 .....	35
[그림 2-18]	중량물 취급시 고려요인 .....	40
[그림 2-19]	공사작업 시 필요한 개인보호구(예) .....	41

[그림 2-20] 화학물질 용기 운반장비(예) .....	48
[그림 2-21] 화학물질 용기 보관설비 및 공급장치 모식도 .....	49
[그림 2-22] 가스 공급장치(Gas Cabinet System) .....	49
[그림 2-23] 가스 및 화학물질 누출감지 시스템 예시 .....	49
[그림 2-24] 비상시 사용되는 보호장비 .....	50
[그림 2-25] 인원별 보호구함 및 비상용 보호구함 .....	50
[그림 2-26] 보호구 선정절차 .....	51
[그림 2-27] 핸드리프트 종류 예시 .....	53
[그림 2-28] 중량물 안내표시 예시 .....	54
[그림 2-29] 화학물질공급장치(위)와 글로브박스(아래)를 결합하여 사용 예 .....	55
[그림 2-30] 화학물질 용기 저장장소 예시 .....	57
[그림 2-31] 청소작업 시 사용 가능한 화학물질 유해성 정보 예시 .....	60
[그림 2-32] 혼합하거나 같이 보관해서는 안 되는 물질 .....	61
[그림 2-33] 화학물질 폐기물 분리표시 예시 .....	62
[그림 2-34] 비상샤워장치 예시 .....	63
[그림 2-35] 비상샤워장치 사용설명서 예시 .....	64
[그림 2-36] 안전점검표 예시 .....	70

## 약어 설명

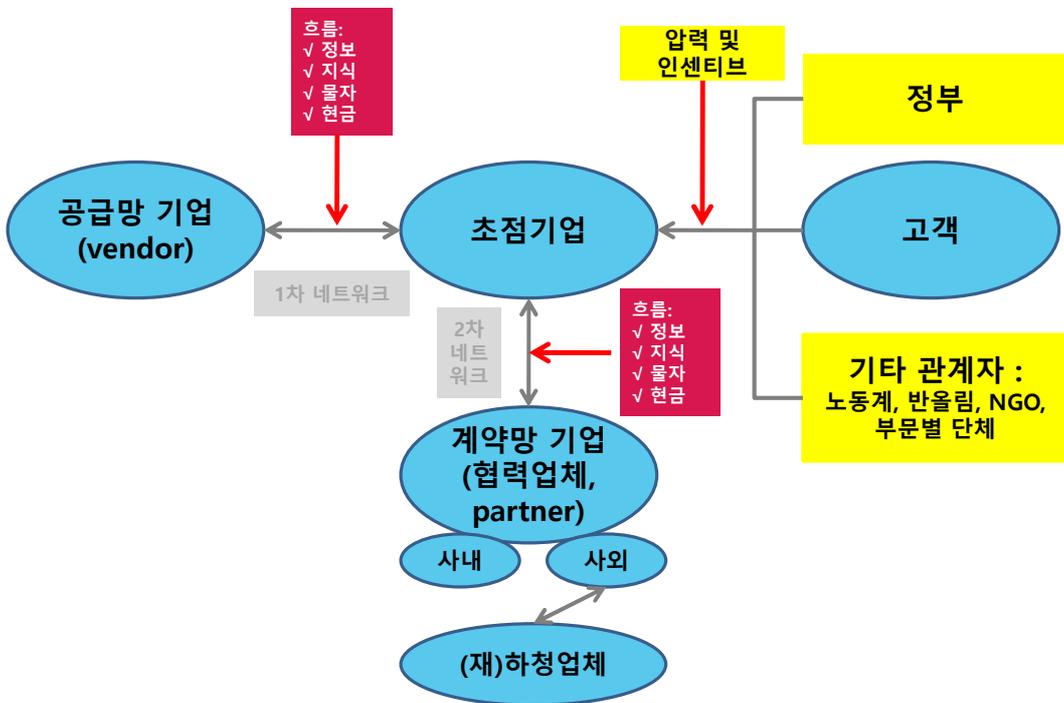
AIHA	American Industrial Hygiene Association(미국산업위생협회)
AOI	Automatic Optical Inspection(광학적 검사)
CMP	Chemical Mechanical Polishing(평탄화공정)
CRT	Cathode Ray Tube(음극선관)
CVD	Chemical Vapor Deposition(화학기상증착)
DART	Data Analysis, Retrieval and Transfer System(전자공시시스템)
EMC	Epoxy Molding Compounds(에폭시몰딩컴파운드)
FAB	Fabrication(반도체공장)
FGI	Focus Group Interview(집단심층면담)
IARC	International Agency for Research on Cancer(국제암연구소)
IDM	Integrated Device Manufacturer(일관공정업체)
MSDS	Material Safety Data Sheet(물질안전보건자료)
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode(발광다이오드)
MCU	Micro Controller Unit
NHL	Non-Hodgkin's Lymphoma(비호지킨림프종)
OLED	Organic Light Emitting Diodes(자체발광다이오드)
OSAT	Outsourcing Semiconductor Assembly&Test(패키징과 테스트기업)
PM	Preventive Maintenance(유지보수)
PR	Photo Resist(감광)

PVD	Physical Vapor Deposition(물리적기상증착)
SIR	Standardized incidence ratio(표준화암등록비)
SMR	Standardized Mortality Ratio(표준화사망비)
SOG	System On Glass
TLD	Thermoluminescent Dosimeter(방사선 선량계)
VOCs	Volatile Organic Compounds(휘발성유기화합물)

# I. 반도체·디스플레이산업 근로자를 위한 안전보건모델

## 1-1. 전자산업 안전보건생태계 모델

공급사와 협력사, 그리고 그 주변환경과의 관계를 도식화 하면 [그림 1-1]과 같다.



[그림 1-1] 전자산업과 그 주변환경 사이의 관계

[그림 1-1]은 다음과 같은 특징이 있다.

- 정부기관의 외부압력은 초점기업에게만 미치지 않는다.
- 공급망은 정보, 지식, 물자 및 현금 흐름이 중요한 요소이다. 계약망은 물자와 사람의 흐름이 중요한 요소이다.
- 공급망과 계약망에 초점기업의 정보, 지식, 물자(공급망), 사람(계약망), 현금(계약조항 등) 흐름이 생태계 중요한 요소이므로 외부압력과 인센티브는 이들 요소를 얼마나 효과적으로 관리해야 하는지가 중요한 요소이다. 이들 요소는 서로에 독립적이지 않고 종속적이다. 따라서 안전보건관리모델은 공급망과 계약망의 특성을 고려하여 이들 요소 전체를 고려해야 한다.
- 공급망과 계약망은 초점기업만의 역할일 수 있지만, 공급망, 계약망끼리도 서로 상호작용을 하며 유기적인 관계를 맺는다.
- 공급망 기업 또한 재하청업체가 존재한다.
- 계약망 기업의 사내 협력업체의 경우 (재)하청업체가 없다.

## 1-2. 전자산업의 지속가능한 안전보건증진 모델

점점 많은 기업들은 핵심 기능(설계, 개발, 제조, 구매, 조달, 회계, 인사 등)만 직접 수행하고 청소, 유지보수, 건설, 폐기물 처리와 같은 부수적 기능은 협력업체에게 아웃소싱하고 있다. 계약망 기업의 계약은 초점기업인 원청(혹은 클라이언트)과 계약관계를 맺지 않고 있으며 건설공사와 같은 계약망 기업은 일부 재하청 계약을 체결할 수도 있다. 이에 따라 네트워크의 구조가 매우 복잡하고, 그만큼 소통 구조가 복잡하다는 것을 의미한다.

반도체·디스플레이 업종에서 계약망 구조를 꾸준히 키우는 이유로는 시장지배력 강화를 위해 상품 제조원가의 가격을 낮추고, 생산의 유연성을 높이고, 하이테크 산업의 정보보호 때문이라고 판단된다. 특히 전문화된 계약망 기업들은 초점기업의 부수적 업무를 보다 빠르고 잘 처리하는 경우가 많으며, 자체 인력

으로 운영하는 비용보다 이런 전문화된 기업의 비용이 비교적 저렴하기 때문이다.

원청기업에서 아웃소싱을 할 경우 유해위험요소를 파악하고 제거 또는 통제하기 위해 원청기업과 협력업체 간에 긴밀한 의사소통과 정보공유가 무엇보다 중요하다. 이를 위해 다음과 같은 노력이 필요하다.

원청기업(원청기업 직원)은

- 가격이 아닌 가치를 기준으로 계약망 업체를 선정해야 한다.
- 최대한 주간에 업무가 진행되도록 해야 한다.
- 계약망 기업 노동자의 업무를 존중해야 한다.
- 계약망 기업 노동자들이 하는 작업이 유해위험에 노출 시킬 수 있는 민감한 작업이라고 인식해야 한다.
- 계약망 기업 노동자에게 노출될 수 있는 유해위험을 평가하고 예방조치를 취해야 한다.
- 계약망 기업 노동자와 유해위험 정보를 투명하게 공유해야 한다.

협력업체 기업은 특정 몇 개의 회사를 제외하고는 대부분 중소기업이 많고, 이들 노동자는 숙련 근로자가 부족하고(20~30대 비중이 높다), 높은 퇴사율, 노사협회의와 같은 노동단체 결성율도 낮은 편이다. 또한 이들 아웃소싱으로 인해 새로운 취약점이 발생할 수 있다.

많은 위험을 효과적으로 제거하기 위해 초점기업과 협력업체는 위험성 평가를 공동으로 실시하는 것이 바람직하다. 협력업체 관계망과 같이 복잡한 네트워크 구조일수록 노동자의 안전과 보건 증진을 위한 협력이 반드시 필요하다. 산재율은 사업체 또는 규모와 반비례하는 경향이 있다. 즉, 작은 기업에서 작업할 경우 위험성이 증가한다는 이야기다. 이러한 주요 원인으로는 무엇보다도 이들 기업의 관리 및 소통부족으로 인해 발생한다. 또한 전자산업 재해 통계를 보면 심장질환, 화상, 우울증이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 대부분의 계약

망 기업의 안전사고는 다음과 같은 원인으로 발생한다.

- 오해, 정보공유 불충분
- 무엇을 해야 하는지에 대한 이해 및 합의 부족
- 어떻게 해야 하는지에 대한 이해 및 합의 부족
- 책임자가 누구인지, 누가 어떤 책임을 지는지가 명확하지 않음
- 안전조치계획 및 실행과정이 부실
- 근로자 교육훈련 불충분
- 부적절한 (재)하청업체 선정
- 부실한 안전기록

반도체·디스플레이 공정의 경우 작업에 대한 당사자 수가 많고, 공정이 복잡하며 이로 인해 다양성이 높다. 대부분 계약망의 작업들은 열악한 노동환경에서 이뤄지는 육체적 노동이 많고, 작업환경이 열악한 작업인 경우가 많았으며, 제한된 시간 내에 제한된 비용으로 높은 품질의 결과를 산출해야 한다는 압박으로 인해 업무 부담도 높다.

협력업체 내 안전보건을 증진시키는 주요 요인은 정부의 규제와 초점기업의 경영방침이다. 개인의 안전인식이 한 단위 증가하면 안전보건체계의 만족도를 높이고, 조직의 안전인식이 한 단위 증가하면 안전보건체계 만족도가 증가한다. 이는 원청기업이 협력업체에 안전보건체계 강화를 요구할 경우 협력사 경영진이 협력사 직원 혹은 조직에 실질적인 안전보건활동을 수행함으로써 만족도가 올라간다고 판단할 수 있다.

## II. 전자산업 고위험 그룹의 안전보건 매뉴얼

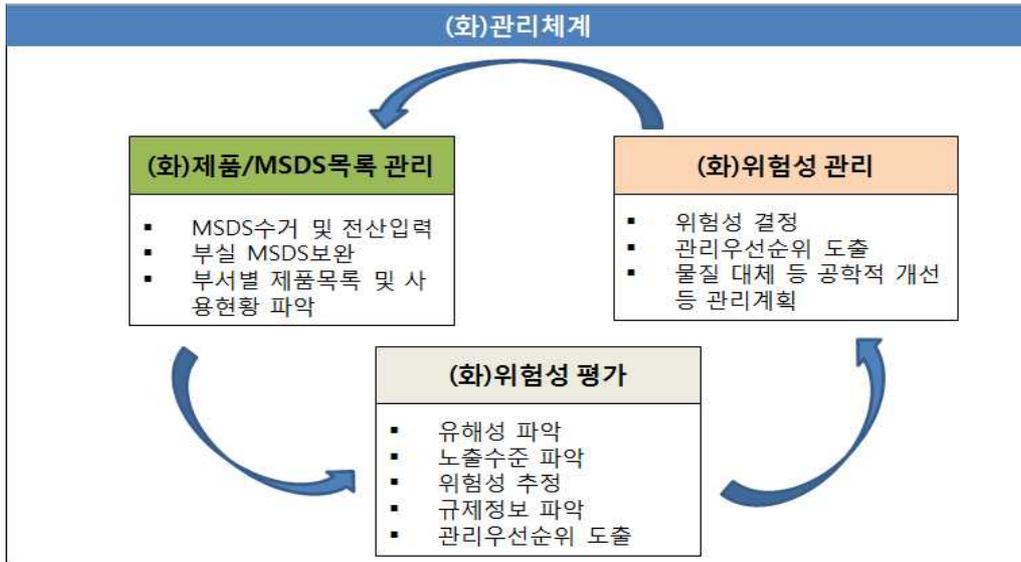
### 2-1. 공통사항

공통사항은 반도체·디스플레이 제조 사업장의 사내에서 작업하는 모든 협력사에 대하여 공통적으로 적용해야 하는 항목으로 구성되어 있으며, 이는 원청사와 협력사가 서로 공동의 노력으로 지켜져야 한다.

공통으로 준수해야 할 내용은 아래와 같다.

☞ 원청사는 사내에서 작업하는 모든 협력사 근로자들에게 작업 중 노출 가능한 모든 유해 위험 정보에 대하여 작업 전에 공유해야 한다.

- 원청사는 협력사 근로자들에게 발생할 수 있는 모든 유해요인 (화학적 인자, 물리적 인자, 생물학적 인자, 인간공학적 인자, 사회 심리학적 인자 등)에 대해 해당 작업을 시작하기 전에 유해요인의 종류와 위험성에 대해 알려주어야 한다. 특히, 원청사는 화학물질에 대한 위험성 평가를 실시하고 그 결과를 협력사와 공유해야 한다. 화학물질 관리에 대한 개념도는 다음과 같다.



**[그림 2-1] 화학물질 관리 개념도**

- 원청사와 협력사는 안전보건 협의체를 구성하여 주기적으로 유해요인에 대한 교육과 개선방안에 대하여 논의해야 하며, 이러한 협의체에 대한 논의 결과는 협력사 근로자들에게 반드시 공지되어야 한다.
- 또한 협력사 근로자들이 작업 중 발견한 유해요인에 대하여 협력사 관리감독자들은 의견을 수렴하고 이러한 유해요인이 해결될 수 있도록 협력사 관리감독자는 협의체에서 적극적으로 의견을 개진해야 한다.
- 원청사는 협력사 근로자들의 작업구역에 대하여 주기적으로 현장점검을 실시해야 하며, 불합리한 요소에 대하여 시정요구 및 개선 조치해야 하며, 이 때 협력사 근로자들의 의견을 적극적으로 반영해야 한다.

☞ 원청사는 상주협력사의 모든 작업절차(SOP : Standard Operation Procedure)가 산업보건관점에서 유해요인이 적절하게 관리될 수 있는 절차로 구성되어 있는지를 확인해야 한다.

- 원청사가 제공한 SOP에 대하여 협력사 근로자들이 적절하게 수행하고 있는지 원청사는 주기적으로 관리감독 해야 한다. 이는 원청사의 EHS팀과 실제 작업을 주관하는 원청사의 현업부서와의 유기적인 협조체계가 필요하다.
- 원청사가 대략적인 작업표준절차 작성 기준(Guideline)을 주고 협력사가 직접 SOP를 작성한 경우 원청사는 그 SOP가 산업보건 관점에서 유해요인이 적절하게 관리될 수 있도록 작성되었는지 확인해야 한다.
- 원청사가 협력사 작업표준절차 작성 기준(Guideline)을 제공할 경우 협력사 근로자들이 작업 중 발생가능한 모든 유해요인을 사전에 발굴하고 이를 작업표준절차 작성 기준(Guideline)에 표기해야 한다.



[그림 2-2] 협력사 작업표준절차 작성 및 관리절차

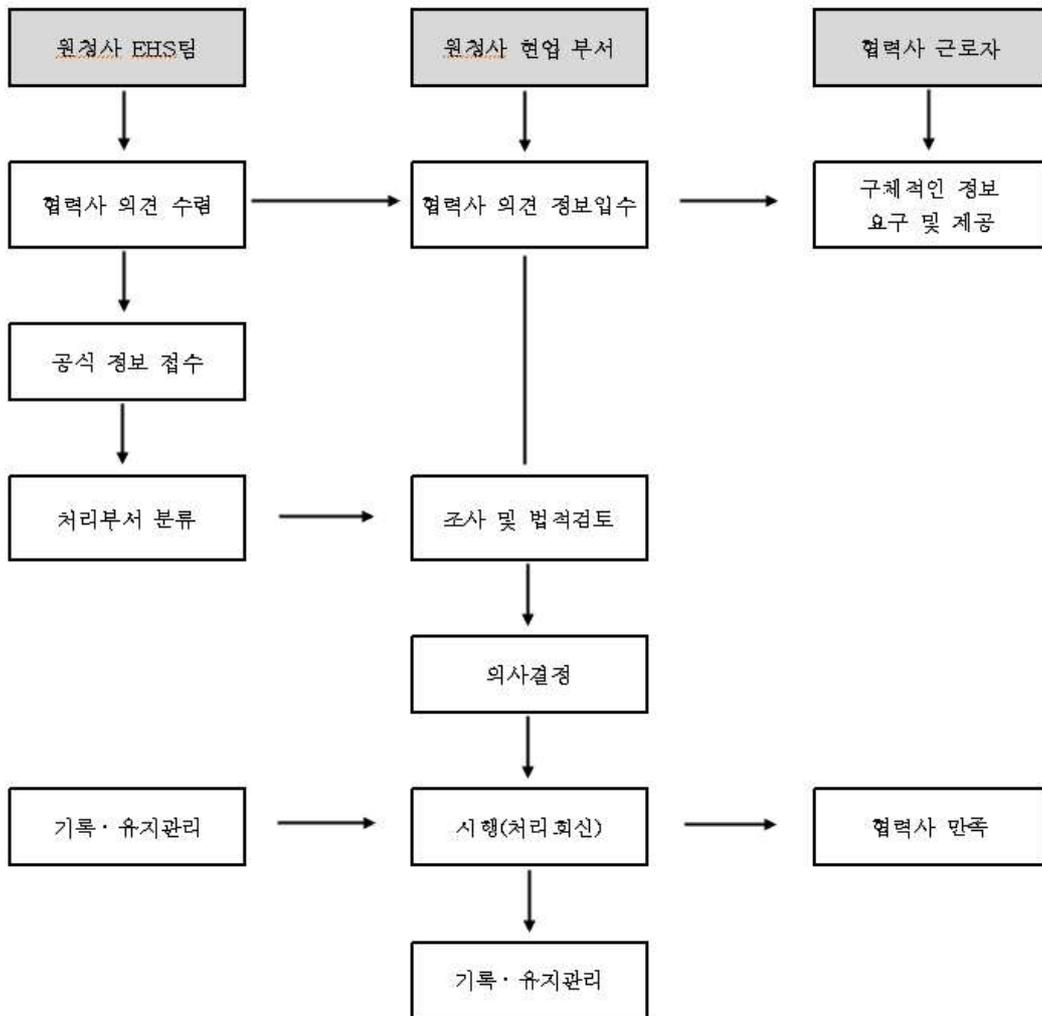
☞ 협력사 근로자는 작업 전에 해당 작업절차에 대하여 충분히 숙지하고 있어야 한다.

- 협력사 근로자는 본인이 작업하는 작업절차 및 작업 중 발생 가능한 유해 요인에 대하여 교육 받는 내용에 대하여 충분히 숙지하고 있어야 한다.
- 협력사 근로자는 교육 내용이 이해가 되지 않거나, 숙지가 충분히 되지 않았을 경우 관리감독자에게 재교육을 요청해야 하며, 관리감독자는 이에 대한 재교육을 실시해야 한다.
- 협력사 관리감독자가 재교육에 필요한 정보가 부족할 경우 원청사에 요청해야 하며 원청사는 이를 적극적으로 반영해 줘야 한다.

☞ 상주협력사는 원청사에서 요구하는 모든 산업보건 조치사항들을 지켜야 할 의무가 있으며, 만일 지키기 어려운 조치사항에 대해서는 그 이유와 개선 방안에 대해 원청사에 적극적으로 요구해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 원청사에서 제공하는 유해요인 조치사항들에 대해 협력사 근로자들에게 빠짐없이 제공해야 하며, 이에 대하여 협력사 근로자들이 작업 중 지켜지고 있는지 확인해야 한다.
- 협력사 근로자들은 원청사로부터 제공받은 유해요인 조치사항에 대하여 현실적으로 지키기 어려운 조건이 발생할 경우 지체 없이 관리감독자에게 보고해야 하며, 관리감독자는 원청사에 이를 알려야 한다.
- 협력사가 자체적으로 개선이 어려운 경우 원청사는 이를 개선할 수 있도록 적극적으로 협조해 줘야 한다.

☞ 원청사는 상주협력사의 필요한 작업환경 개선 요구에 대하여 최대한 협조해야 하며, 개선 조치가 어려울 경우 그 사유에 대해 협력사와 최대한 공유해야 한다.



[그림 2-3] 협력사 의사소통 관리절차서 예시

- 원청사는 협력사가 요청한 개선사항에 대하여 접수하고 이에 대한 조치 결과를 협력사에 알려주어야 한다.
- 만일, 개선조치가 어렵거나, 기간이 오래 걸리는 경우 그 사유와 대안조치에 대하여 협력사 근로자에게 알려주어야 한다.
- 원청사는 협력사의 의견을 접수하고 그 결과를 회신할 수 있는 내부 프로세스를 갖추고 있어야 한다.
- 원청사는 협력사와의 의사소통에 관한 프로세스를 갖추고 있어야 하며, 이러한 프로세스는 사내 정식 표준으로서 관리되어야 한다.
- 원청사는 협력사와의 사내 정식 의사소통 프로세스를 협력사에게도 공지하고 이를 적극적으로 안내해야 한다.

☞ 원청사는 협력사 업무에 대한 점검 (AUDIT) 시 실행 문서 확인과 더불어 관리자 및 현장 근로자들과의 인터뷰 (Interview)를 통하여 실질적인 조치 사항들의 이행여부를 확인해야 한다. (외국지사 우수사례)

- 원청사는 협력사의 업무 실행에 대한 점검 평가 시 협력사 근로자들이 실제로 노출되는 유해인자에 대한 인식도 및 올바른 작업방법, 교육 상태 등을 협력사 관리자 및 근로자들의 인터뷰 등을 통하여 실제로 현장에서 올바르게 인식이 되고 활용되고 있는지를 주기적으로 파악해야 한다.
- 협력사 관리자 및 근로자는 원청사의 점검 평가 (AUDIT) 시 실제 행하고 있는 사실에 대하여 가감없이 알려주어야 하며, 본인의 평가를 개선의 전환점으로 생각하고 작업방법이나 개선이 필요한 점, 본인의 부족한 점에 대하여 솔직하게 응답해야 한다.
- 원청사는 협력사 점검 평가의 결과를 협력사에게 알려줘야 하며, 이에 대한 보완사항에 대한 개선을 위하여 원청사와 협력사가 함께 해결할 수 있

도록 공동으로 노력해야 한다.

☞ 원청사와 협력사 관리자는 근로자가 호흡용 보호구를 착용할 경우 호흡용 보호구가 얼굴에 잘 맞는지, 올바른 방법으로 착용되었는지 주기적으로 밀착도 검사를 실시해야 한다.

- 착용자의 얼굴에 맞는 호흡용 보호구를 선정하고, 올바른 방법으로 착용했는지를 판단하기 위하여 정성 밀착시험을 하여야 하며, 밀착시험은 착용자가 적어도 1년 1회 이상 실시토록 한다.
- 근로자가 호흡위험구역으로부터 적절히 보호되고 있다는 것을 확인하기 위하여 안면부가 있는 호흡용 보호구를 착용한 후 호흡위험구역에 들어가 고자 할 때에도 사전에 안면부의 밀착성을 검사한다.

☞ 작업장 주변에 있는 비상장치 (비상사위장치 등)의 사용방법 및 비상대피로를 숙지하여 추가 사고의 확산을 방지하고, 안전하게 대피할 수 있어야 한다.

- 원청사는 협력사 작업장 주변에 있는 비상사위장치 등 유사 시 사용할 장치가 있는 위치 정보와 사용방법, 그리고 비상대피로 등에 대하여 협력사에 알려주어야 한다.
- 협력사 관리자 및 근로자는 원청사에서 제공한 비상장치의 사용방법과 위치정보를 알고 있어야 하고 작업장 비상대피로를 작업 전 사전에 숙지하고 있어야 한다.
- 비상대피로(안내도)에는 비상대피로 확인 시 현재위치를 표기하여 유사시 빠른 대피가 될 수 있도록 해야 하며, 대피방법 및 소화기(화학물질 누출

시 처리제 등)의 사용방법 등 함께 표기하여 추가 위험 확산에 대비해야 한다.

## 2-2. 협력업체

본 매뉴얼은 반도체·디스플레이 제조 사업장 협력업체에서 작업하는 협력사에 대하여 공통적으로 적용해야 하는 항목으로 구성하였다. 이는 원청사와 협력사가 서로 공동의 노력으로 지켜져야 한다. 협력업체 매뉴얼을 【부록 4】 계약망 고위험 그룹의 안전보건 매뉴얼을 참조한다.

### 1) 장비PM

#### (1) 매뉴얼

장비PM에 대한 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목을 정리하면 <표 4-6>과 같다.

**<표 2-1> 장비PM : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목**

작업	노출특성
PM작업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 직접사용 화학물질 : 에탄올, IPA 등 작업시 사용하는 유해화학물질</li> <li>· 간접노출 화학물질 : 설비 내부의 잔류물질 (잔류물질 미 배출 시)</li> <li>· 장비내부 작업 시 근골격계 부담작업(작업공간 협소 등)</li> </ul>
공통적 사항	
<p><b>가. 준비단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 작업해야 할 설비 내부에서 사용된 유해화학물질의 종류와 유해성을 인지하고 있어야 한다.</li> <li>· 작업대상 설비를 열기 전에 설비 내부에 잔류되어 있는 유해화학물질이 존재하는지 확인해야 한다.</li> </ul>	

**공통적 사항**

- 작업 중 사용할 유해화학물질이 있다면 그 물질의 종류와 유해성을 인지하고 있어야 한다.
- 작업 중 사용할 유해화학물질과 설비 내부에서 발생 가능한 유해화학물질로부터 보호할 수 있는 보호장비(개인보호구 등)를 준비해야 한다.
- 국소배기장치가 필요한 경우 배기장치의 성능이 적절한지 확인해야 하며, 필요시 바로 사용 가능하도록 준비 되어야 한다.
- PM작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락 되지 않도록 해야 한다.

**나. 본 작업단계**

- 설비 내부의 환기시설이 갖추어져 있는 경우 PM 작업 중 설비 내부의 환기는 계속적으로 가동되어야 한다.
- 만일 설비 내부의 환기시설이 없는 경우는 국소배기 장치를 사용하여 설비 내부의 잔류물질 및 작업 중 사용하는 화학물질로부터 근로자의 호흡기를 보호해야 한다.
- 작업 중 필요한 개인보호구는 작업하는 인원 수 대로 갖추어져 있어야 하며, 부족함이 없도록 해야 한다.
- 최소 2인 1조의 작업을 원칙으로 하며 선임자는 해당 작업에 대한 안전보건 조치 사항에 대하여 인지하고 있어야 한다.
- 모든 작업은 안전이 보장된 상태에서 작업해야 하며, 개선이 필요할 경우 즉시 원청사에 요구해야 한다.

**다. 정리단계**

- 사용했던 화학물질 및 화학물질이 묻은 재료들은 각 물질의 특성별로 분리배출이 가능한 용기에 담겨야 한다.
- 사용했던 국소배기장치는 이상 유무를 확인한 후 지정된 자리에 보관해야 한다.
- 사용했던 개인보호구는 청결한 상태로 보관되어야 한다.
- 작업 후 몸의 이상 징후가 발견 될 경우 즉시 관리감독자나 원청사에 보고하여 조치를 받아야 한다.

## (2) 매뉴얼 상세설명

### [ PM작업의 주요 노출특성 ]

- 직접사용 화학물질 : 에탄올, IPA 등 작업시 사용하는 유해화학물질
- 간접노출 화학물질 : 설비 내부의 잔류물질 (잔류물질 미 배출 시)
- 장비내부 작업 시 근골격계 부담작업 (작업 공간 협소 등)

PM(Prevention Maintenance)작업은 원청사의 생산 장비의 원활한 가동을 위해 정기적으로 예방 점검 및 세정, 유지 보수 등을 하는 작업으로 상주 협력사의 근로자가 작업 중 노출 가능한 유해요인을 최소화하기 위해 원청사와 협력사가 준수해야 할 내용을 작업단계별로 정리하였다.

### 가) 준비단계

- ☞ 작업해야 할 설비 내부에서 사용된 유해화학물질의 종류와 유해성을 인지하고 있어야 한다. (회원사 우수사례)



[그림 2-4] 반도체 라인 내 키오스크 형태의 MSDS 검색시스템(예)

- 협력사 근로자는 PM작업 전에 작업해야 할 설비가 어떠한 화학물질에 노출되고 있었는지를 알고 있어야 한다.
- 원청사는 PM 대상 설비의 내부 사용물질에 대하여 협력사 근로자가 알기 쉽도록 사용물질의 유해성 정보를 제공해야 한다.
- 화학물질의 유해성 정보는 MSDS(물질안전보건자료) 뿐만 아니라 [그림 2-2]의 그림과 같이 가급적 요약본도 함께 제공하여 협력사 근로자들이 쉽게 이해 할 수 있도록 최대한 노력해야 한다.

☞ **작업대상 설비를 열기 전에 설비 내부에 잔류되어 있는 유해화학물질이 존재하는지 확인해야 한다.**

- 원청사는 PM 대상설비의 잔류물질이 PM작업 전 모두 제거될 수 있도록 충분한 잔류가스 배출시간(Purge time)을 설정하여 관리해야 한다.
- 원청사가 설정한 PM 대상설비의 잔류가스 배출시간(Purge time)은 협력사 근로자에게도 공지가 되어야 하며, 협력사 근로자는 이 시간을 준수해야 한다.
- 원청사는 설정된 잔류가스 배출시간 안에 설비가 열리지 않도록 해야 하며, 이는 가급적 알람장치 및 인터락 장치 등을 통하여 협력사 근로자의 실수로 인해 발생할 수 있는 상황에 대하여 예방해야 한다.
- 만일, 설비 내부의 잔류물질이 완전히 배출되지 않는 경우 원청사는 이를 협력사 근로자에게 알려야 하며, 이에 대한 필요한 조치사항에 대해서 알려줘야 한다.
- 협력사 근로자는 원청사가 제공하는 조치사항에 대해 반드시 준수해야 한다.

물질명 : 불화수소 (7664-39-3)

1. 그림문자



2. 유해·위험문구

H290 : 금속을 부식시킬 수 있음
H310 : 피부와 접촉하면 치명적임
H314 : 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴
H318 : 눈에 심한 손상을 일으킴
H330 : 흡입하면 치명적임

3. 응급조치요령

눈에 들어갔을 때	눈에 물으면 콘택트렌즈를 제거하고 물로 계속 씻어낼 것.
피부에 접촉했을 때	접촉시 긴급 의료조치를 받고 오염지역을 격리하며 오염된 의복은 즉시 사용 전 세척할 것.
흡입했을 때	먼지 또는 흙에 노출시 깨끗한 공기로 제거하고 다른 증상시 의료조치할 것.
먹었을 때	긴급 의료조치를 받으며 구강내구강법으로 인공호흡을 하지 말고 호흡의료장비를 이용할 것. 심했으면 토하지 말고 입을 씻어낼 것.

4. 안전 및 보건 유의사항

1. 가열시 용기가 폭발할 수 있음
2. 금속을 부식시킬 수 있음
3. 일부는 탈 수 있으나 쉽게 정화하지 않음
4. 연소에 의해 자극적이고 유독한 가스 발생될 수 있음
5. 일부 물질 흡입, 섭취, 피부흡수시 유독하거나 치명적임

5. 누출사고시 대처 및 조치사항

가스 누출시 흡입하지 말고 노출물을 만지거나 걸어도되지 말고 누출원에 직접접촉하지 말 것. 확산되어 희석될 때까지 오염지역을 격리하고 눈, 피부, 의복에 묻지 않도록 할 것. 물이 누출물과 접촉되지 않도록 할 것.
---

6. 개인보호구

호흡기 보호	노출농도 5ppm미만	정화통을 장착한 방면형
	노출농도 12.5ppm미만	후드/헬멧형 전동식 연속호흡식 방진/상독 마스크
	노출농도 25ppm미만	전면형, 전동식 방면형, 공압형 연속호흡식/압력요구식
	노출농도 500ppm미만	전면형 헬멧/후드 타입, 압력요구식 공기마스크
	노출농도 5000ppm미만	필터 또는 정화통을 장착한 자가공기공급식, 압력 요구식 자가공기공급식
눈 보호	밀폐형 고글	
손 보호	화학물질의 특성을 고려하여 보호장갑 착용	
신체 보호	화학물질의 특성을 고려하여 보호의복 착용	

7. 물리 화학적 특성

외관	기체, 무색
냄새·냄새역치	강한 자극적인 냄새, 냄새역치는 0.5ppm
증기압	25 °C: 917mmHg (물 25°C : 23.8mmHg) 물보다 약 39배 이상 증발을 잘함
비중	1
n-옥탄올-물 분배계수	자료없음

8. 건강 유해성 정보

피부부식성 또는 자극성	동물 실험결과 부식성을 일으킴
심한 눈손상 또는 자극성	동물 실험결과 부식성을 일으킴
호흡기과민성	자료없음
피부과민성	알레르기성 피부염을 보임
발암성	ACGIH : A4(미분류 물질)
생식세포 변이원성	자료없음
생식독성	쥐를 이용한 실험에서 성장을 감소 및 장애 등이 관찰. Rat를 이용한 실험에서 발달독성은 관찰되지 않음
특정 표적장기 독성	호흡기, 해당
흡인유해성	가스이므로 해당없음
기타 유해성 영향	자료없음

※ 자료 없음은 독성실험을 하지 않았기 때문에 정보가 없어 건강 유해성 정보가 불확실하여 노출에 주의를 요함

9. 노출기준

국내규정	TWA - 0.5ppm STEL - 3ppm
ACGIH	TWA - 0.5ppm
생물학적 노출기준	Fluorides in urine Prior to shift 3mg/g ceratinine, End of shift 10mg/g ceratinine
기타 노출기준	자료없음

10. 재해 사례

탱크 컨테이너에서 생산설비로 불화수소를 이송하기 위해 밸브를 연결하는 작업중 누출되어 작업자 5명이 사망
--

[그림 2-5] 화학물질 MSDS 요약본

☞ 작업 중 사용할 유해화학물질이 있다면 그 물질의 종류와 유해성을 인지하고 있어야 한다.

- 협력사 근로자는 PM작업 중 사용하기 위해 별도의 유해화학물질을 사용하는 경우 그 물질의 명칭, 유해성, 적합한 보호 장비에 대하여 인지하고 있어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 PM작업 중 사용하는 유해화학물질을 근로자가 적정량을 사용할 수 있도록 유해화학물질 취급방법에 대하여 근로자에게 교육시켜야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자가 유해화학물질 취급 시 발생할 수 있는 비상상황 및 응급조치 방법에 대하여 근로자에게 교육해야 한다.
- 협력사 근로자는 PM작업 중 표준작업절차(SOP)에 따라 작업을 해야 하며, 특이사항이 발생할 경우 지체없이 관리감독자에게 보고해야 한다.

☞ 작업 중 사용할 유해화학물질과 설비 내부에서 발생 가능한 유해화학물질로부터 보호할 수 있는 보호장비(개인보호구 등)를 준비해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 유해화학물질로부터 보호할 수 있는 개인보호구가 작업자 인원수 데로 작업 전에 갖추어 있는지 확인해야 한다.
- 개인보호구는 유해화학물질의 종류와 특성에 따라 적합한 보호구를 갖추고 있어야 한다.
- 원청사와 협력사는 사내 공식 표준을 활용하여 근로자가 착용해야 하는 보호구에 대하여 적절하게 선정할 수 있도록 보호구 선정절차 체계를 갖추어야 한다.



[그림 2-6] 보호구 선정절차

☞ 국소배기장치가 필요한 경우 배기장치의 성능이 적절한지 확인해야 하며, 필요시 바로 사용 가능하도록 준비 되어야 한다.

- PM작업 중 별도의 국소배기장치를 사용할 경우 배기장치의 성능이 적절한지 확인해야 하며, 이는 주기적으로 점검을 해야 한다.
- 원청사와 협력사는 국소배기장치에 대한 관리 책임자를 지정하고 관리 책임자는 국소배기장치의 제어풍속이 적절하게 유지될 수 있도록 주기적으로 점검해야 한다.

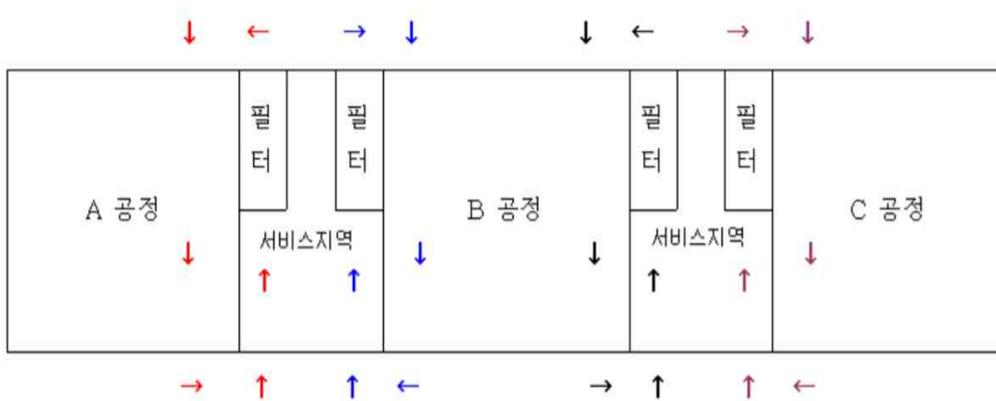
<표 2-2> 관리대상유해물질 관련 제어풍속

물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
가스상태	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5

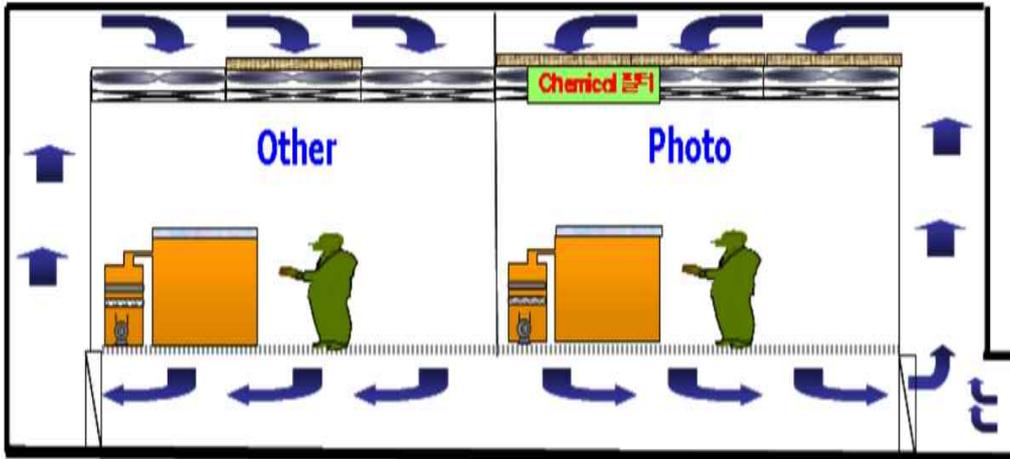
물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
입자상태	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

\* 제어풍속은 산업안전보건기준에 관한 규칙[별표 13], 관리대상 유해물질 관련 국소 배기장치 후드의 제어풍속(제429조 관련)

- 국소배기장치의 제어 풍속 측정 시 유해 물질의 발생 위치에서 측정해야 하며, 클린룸(Clean Room)의 특성상 상부에서 하부로 흐르는 유속을 충분히 고려하여 제어풍속을 관리해야 한다.



[그림 2-7] CTM(Clean Tunnel Module) 방식의 공기순환 구조



[그림 2-8] FFU(Fan Filter Unit) 방식의 공기순환 구조

- 원청사는 국소배기장치가 사용되는 덕트의 반송속도를 주기적으로 점검해야 한다. (이동식 국소배기장치의 경우는 제외한다.)

<표 2-3> 유해물질 발생형태 및 유해물질 종류의 따른 덕트 내 반송속도

유해물질 발생형태	유해물질 종류	반송속도(m/s)
증기·가스·연기	모든 증기, 가스 및 연기	5.0 ~ 10.0
흠	아연흠, 산화알루미늄 흠, 용접흠 등	10.0 ~ 12.5
미세하고 가벼운 분진	미세한 먼분진, 미세한 목분진, 종이분진 등	12.5 ~ 15.0
건조한 분진이나 분말	고무분진, 먼분진, 가죽 분진, 동물 털 분진 등	15.0 ~ 20.0
일반 산업분진	그라인더 분진, 일반적인 금속분말 분진, 모직물분진, 실리카분진, 주물분진, 석면분진 등	17.5 ~ 20.0
무거운 분진	젖은 톱밥분진, 입자가 혼입된 금속분진, 샌드블라스트분진, 주철보링분진, 납분진	20.0 ~ 22.5
무겁고 습한 분진	습한 시멘트분진, 작은 칩이 혼입된 납분진, 석면덩어리 등	22.5 이상

☞ PM작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락되지 않도록 해야 한다.

- 협력사 관리감독자와 근로자는 작업 전 확인해야 하는 사항들을 정리하여 쉽게 볼 수 있는 장소에 비치하고 작업 전에 확인해야 한다.
- 주요 확인 사항에 대해서는 관리감독자와 근로자가 사전에 공유해야 하며, 근로자는 주요 확인 사항에 대한 설정배경을 충분히 숙지해야 한다.
- 원청사는 작업 전 주요 확인사항의 항목이 적절하게 설정되었는지 확인해 주어야 한다.
- 원청사는 협력사 관리감독자와 근로자가 작업 전 확인해야 하는 사항에 적절하게 이행하고 있는지를 주기적으로 점검해야 한다.

**<표 2-4> PM작업 주요 확인사항 Check-List**

항목	작업자	감독자
PM 대상설비 내부의 사용물질의 유해성 확인		
설비 개방 전 잔류물질 존재여부 확인		
PM작업 중 설비 내부 환기 가동 여부 확인		
작업 중 필요한 개인보호구 소지 확인		
작업 중 국소배기장치 사용 가능 여부 확인		

**나) 본 작업단계**

☞ 설비 내부의 환기시설이 갖추어져 있는 경우 PM 작업 중 설비 내부의 환기는 계속적으로 가동되어야 한다.

- 원청사는 PM 대상 장비 설비 내부의 환기(배기)시설이 갖추어져 있는지를 협력사 근로자에게 알려 주어야 한다.
- 원청사는 설비 내부의 환기시설이 갖추어져 있는 경우 설비 내 잔류가스 배출시간 (Purge time) 이후에 설비가 열릴 수 있도록 해야 하며, PM작업 중에도 상시 배기가 될 수 있도록 해야 한다.
- 원청사는 설비 내부의 환기시설의 상시배기가 작업자에게 미칠 수 있는 건강영향의 정보 및 작업방법에 대하여 협력사 근로자에게 알려주어야 한다.

☞ 만일 설비 내부의 환기시설이 없는 경우는 국소배기 장치를 사용하여 설비 내부의 잔류물질 및 작업 중 사용하는 화학물질로부터 근로자의 호흡기를 보호해야 한다.

- 원청사는 PM 대상 설비 내부의 환기시설이 갖추어져 있지 않은 경우 설비 내부에서 발생할 수 있는 유해화학물질로부터 근로자를 보호하기 위한 외부식(고정식 or 이동식) 국소배기장치를 갖추고 있어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 외부식 국소배기장치의 사용방법에 대하여 숙지해야 하며 이를 근로자에게 교육시켜야 한다.
- 협력사 근로자는 사용해야 하는 국소배기장치의 사용방법과 특성을 인지하고 있어야 하며, 국소배기장치의 후드가 최대한 유해화학물질의 노출 부위와 가깝도록 설치하여 사용해야 한다.



[그림 2-9] PM작업 시 외부식(덕트고정) 국소배기장치 사용모습(예)



[그림 2-10] PM작업 시 이동식 국소배기장치 사용모습(예)

☞ 작업 중 필요한 개인보호구는 작업하는 인원수 데로 갖추어져 있어야 하며, 부족함이 없도록 해야 한다.

- 개인보호구는 작업자 인원수 데로 갖추고 있어야 한다.
- PM 대상설비 내부에서 작업하는 인원과 보조하는 인원 모두 개인보호구는 동일하게 착용해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 개인보호구가 근로자의 수 데로 적정하게 갖추어져 있는지 확인해야 하며, 실제 작업 중 근로자가 착용하고 있는지 주기적으로 점검해야 한다.



**[그림 2-11] PM작업 시 필요한 개인보호구(예)**

☞ 최소 2인 1조의 작업을 원칙으로 하며 선임자는 해당 작업에 대한 안전보건 조치사항에 대하여 인지하고 있어야 한다.

- 협력사 관리감독자는 모든 작업이 최소 2인 1조의 작업의 형태가 될 수 있도록 인원 배분을 해야 하며, 만일 1인 작업을 해야 하는 경우 반드시 관리감독자의 승인을 받고 수행할 수 있도록 조치해야 한다.
- 한 조의 가장 선임자는 해당 작업을 수행할 때 지켜야 하는 안전보건 조치사항에 대하여 반드시 숙지하고 있어야 한다.
- 선임자는 작업자들이 안전하게 작업하고 있는지 작업 중 수시로 확인해야

한다.

☞ 모든 작업은 안전이 보장된 상태에서 작업해야 하며, 개선이 필요할 경우 즉시 원청사에 요구해야 한다.

- 협력사 근로자는 작업 중에 안전보건 상 유해할 수 있는 상황이 발견될 경우 즉시 관리감독자 또는 원청사에 보고해야 한다.
- 협력사 근로자는 위험상황 발생 시 즉시 작업을 중단해야 하며, 모든 작업은 안전이 보장된 상태에서 작업을 해야 한다.
- 협력사 근로자는 위험상황에 발생 시 우선 대피해야 하며, 대피 후 관리감독자에게 보고해야 한다. 이 때 관리감독자는 발생 내용을 조사하고 원청사와 함께 개선대책을 수립해야 한다.
- 원청사는 협력사 근로자에게 발생한 위험상황에 대한 발생 개요, 개선 대책등을 적극적으로 검토하여 향후 재발되지 않도록 협력해야 한다.
- 원청사는 협력사 근로자 위험상황 발생 시 조치하는 프로세스를 공식 표준화하여 관리해야 하고, 이를 협력사 관리감독자 및 근로자와 공유해야 한다.

#### 다) 정리단계

☞ 사용했던 화학물질 및 화학물질이 묻은 재료들은 각 물질의 특성별로 분리 배출이 가능한 용기에 담겨야 한다.

- 협력사 근로자는 작업 시 사용했던 화학물질 및 화학물질이 묻은 재료들에 대하여 보호장갑을 착용한 후 취급해야 한다.

- 화학물질이 묻은 재료들은 산, 유기 등 각 물질의 특성별로 분리 배출이 가능하도록 별도로 보관해야 한다.



[그림 2-12] 지정폐기물 분류표

- 화학물질을 보관하는 용기는 용기와 해당 화학물질이 반응하지 않는 재질로 되어 있어야 하며, 이러한 정보는 협력사 근로자들에게 사전에 알려줘야 한다.
- 크린룸 내 폐기물 분리배출 방법(예)

1. 분리체계 : 4단 구분 (산 / 알칼리 / 유기용제 / 일반)
2. 배출방법
  - 폐기물 성상에 따라 구분
  - 폐기물 봉투에 부서, 배출자, 연락처 기입
  - 폐기물을 봉투에 넣은 후 밀봉(지퍼백 이용)
  - 봉투 구분에 따라 수거함에 분리배출

3. 분류방법 :

- (1) 지정폐기물 : 화학물질, 액체가 묻거나 젖은 용기, 젖은 비닐, Wiper/장갑. 형겔 등의 폐기물은 각각의 지정폐기물 봉투에 담아 배출(Wiper, 장갑, 형겔은 액체 유무에 관계없이 전량 지정폐기물로 분류)
  - 산(Acid) : 노란색 봉투
    - 알칼리 : 파란색 봉투(복잡한 화학물질(산+알칼리+.. 등등) 및 스크리머/챔버 파우더는 알칼리로 분류
    - 유기용제 : 분홍색 봉투
- (2) 일반폐기물 : 분홍색 봉투
- (3) 폐형광등, 폐웨이퍼, 장비부품 등 회수 위탁처리하는 폐기물은 폐기물 운영부서에서 회수 가능하도록 별도 구분하여 배출

☞ 사용했던 국소배기장치는 이상 유무를 확인한 후 지정된 자리에 보관해야 한다.

- 협력사 근로자는 국소배기장치를 사용한 후 이상이 있는지 확인해야 하며 이상 발생 시, 즉시 관리감독자에게 보고해야 한다.
- 이동식 국소배기장치의 경우 사용 후에는 원래의 위치에 보관해야 하며, 보관되는 위치는 지정되어 있어야 한다.
- 고정식 국소배기장치의 경우 사용했던 후드의 위치를 작업 전 원래의 위치로 옮겨줘야 하며, 다음 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 배려해야 한다.
- 고정식 국소배기장치의 암 후드는 그 성능이 지속될 수 있도록 사용 후에

이상이 있는 확인해야 한다. 사용 중 또는 사용 후에라도 이상이 발견되면 관리감독자에게 즉시 보고하여 개선 되도록 해야 한다.



[그림 2-13] 고정식 국소배기장치의 암 후드(예)

☞ 사용했던 개인보호구는 청결한 상태로 보관돼야 한다.

- 협력사 근로자는 개인보호구 사용 후에 이를 보관할 경우 오염이 되지 않는 청결한 곳에 보관해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자가 개인보호구를 청결하게 관리 할 수 있도록 개인 보호구함을 제작하여 관리해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자에게 개인보호구를 청결하게 보관해야 하는 이유와 보관 방법에 대하여 지속적으로 교육해야 한다.



[그림 2-14] 개인보호구함(예)

☞ 작업 후 몸의 이상 징후가 발견 될 경우 즉시 관리감독자나 원청사에 보고 하여 조치를 받아야 한다.

- 협력사 근로자는 작업 이후에 몸의 이상이 발생할 경우 지체 없이 관리감독자에게 보고해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 질환 의심자에 대한 보고를 받거나, 확인한 경우 원청사에게 누락없이 공유해야 하며, 질환 의심자의 진행 경과를 원청사와 공유해야 한다.
- 원청사는 협력사의 질환 의심자 발생 시 지속적으로 모니터링을 해야 하고, 지원이 필요한 경우 적극적으로 지원해 줘야 한다.

## 2) 공사작업

### (1) 매뉴얼

공사작업에 대한 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목을 정리하면 <표 2-5>와 같다.

**<표 2-5> 공사작업 : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목**

작업	노출특성
공사작업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 직접사용 화학제품 : 실리콘, 용접봉, 방수제 등 화학물질 직접 사용</li> <li>· 배관설치 시 근골격계 부담작업 (작업장소 협소 및 중량물)</li> <li>· 배관 등의 공사 시 잔류되어 있는 유해화학물질로 인한 사고 위험</li> </ul>

공통적 사항
<p><b>가. 준비단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 생산 설비 배관 등 유해화학물질이 사용되는 곳을 공사하는 경우 공사작업 전에 유해화학물질이 남아 있는지 확인해야 한다.</li> <li>· 공사작업으로 발생할 수 있는 유해화학물질의 종류와 유해성을 인지하고 있어야 한다.</li> <li>· 공사작업에 사용하는 공구 및 재료(Parts)들의 대략적인 중량과 무게중심을 인지하고 있어야 한다.</li> <li>· 작업 전에는 중량물 취급 및 갑작스런 부자연스러운 자세로 인한 근골격계 질환 발생에 대비하여 항상 스트레칭을 우선 실시해야 한다.</li> <li>· 작업 중 사용해야 할 개인보호구는 작업 전에 인지되어야 하고, 필요한 인원 수 만큼 준비해야 한다.</li> <li>· 공사작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락되지 않도록 해야 한다.</li> </ul> <p><b>나. 본 작업단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공사작업 구역주변에 유해화학물질에 노출될 수 있는 작업이 있는지 확인하고, 용접 등 불꽃을 일으킬 수 있는 작업의 경우 주변의 화학물질에 옮겨 붙지 않도록 주의해야 한다.</li> <li>· 공사 구역의 공간이 협소하여, 부자연스러운 자세로 작업을 하게 될 경우 작업시간을 최소화 하고 휴식시간을 늘리고 스트레칭을 자주하여 신체의 부담을 최소화</li> </ul>

공통적 사항
<p>해야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 중량물을 취급할 경우 가급적 2명 이상이 함께 들도록 하며, 부득이 혼자 들어야 하는 경우 해당 중량물의 무게중심을 인지하고 취급해야 한다.</li> <li>• 유해화학물질에 노출될 경우 개인보호구는 작업공간에 있는 모든 근로자가 착용할 수 있도록 해야 한다.</li> </ul> <p><b>다. 정리단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용했던 화학물질 및 화학물질이 묻은 재료들은 각 물질의 특성별로 분리배출이 가능한 용기에 담겨져야 한다.</li> <li>• 사용했던 개인보호구는 청결한 상태로 보관되어야 한다.</li> <li>• 중량물 자재를 보관할 경우 무게를 고려하여 보관위치(높낮이)를 결정해야 한다.</li> <li>• 중량물을 많이 취급하거나, 부자연스러운 자세로 오랜 기간 근무한 경우 작업종료 후 몸을 회복할 수 있는 운동을 병행하는 것이 효과적이다.</li> </ul>

## (2) 매뉴얼 상세설명

### [ 공사작업의 주요 노출 특성 ]

- 직접사용 화학제품 : 실리콘, 용접봉, 방수제 등 화학물질 직접사용
- 배관설치 시 근골격계 부담작업 (작업장소 협소 및 중량물)
- 배관 등의 공사 시 잔류되어 있는 유해화학물질로 인한 사고 위험

공사작업은 생산장비 및 부대설비의 신규 Setting 및 이전·변경 시 할 수 있는 각종 공사작업에 대하여 상주 협력사의 근로자가 작업 중 노출 가능한 유해요인을 최소화하기 위해 원청사와 협력사가 준수해야 할 내용을 작업단계별로 정리하였다.

### 가) 준비단계

☞ 생산설비, 배관 등 유해화학물질이 사용되는 곳을 공사하는 경우 공사작업 전에 유해화학물질이 남아 있는지 확인해야 한다.

- 원청사는 협력사에 해당 공사 내용과 공사작업 구역 내 공사에 관련된 생산 설비 및 부대설비의 배관 등 유해화학물질이 사용되는 곳을 공사 전에 알려줘야 한다.
- 원청사는 공사작업 시 주의해야 할 사항에 대하여 협력사 근로자가 인지할 수 있도록 회의, 교육 등을 통하여 직접적으로 알려줘야 한다.
- 원청사는 공사작업과 관련된 내용을 부득이하게 이메일이나 통신으로 전달할 경우 협력사 근로자들이 관련 정보를 인지하고 있는지 확인해야 한다.
- 원청사는 공사작업을 할 배관 등 내부에 유해화학물질이 잔류되어 있지 않도록 사전에 조치를 해야 하며, 이는 공식적인 내부 프로세스에 의하여 누락되지 않도록 조치해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 공사작업 시작 전에 근로자들에게 공사작업과 관련된 내용을 빠짐없이 전달해야 하며, 근로자들이 관련된 내용을 정확하게 숙지하고 있는지 지속적으로 점검해야 한다.
- 협력사 근로자들은 교육 또는 전달받은 내용에 대하여 숙지하고 있어야 하며, 이해가 되지 않거나, 의문사항이 발생할 경우 지체 없이 이를 확인해야 한다.

☞ 공사작업으로 발생할 수 있는 유해화학물질의 종류와 유해성을 인지하고 있어야 한다.

- 협력사 근로자는 공사작업 전에 작업해야 할 공간에서 어떠한 화학물질에 노

출되고 있었는지를 알고 있어야 한다.

- 원청사는 공사작업 대상설비의 내부 사용물질에 대하여 협력사 근로자가 알기 쉽도록 사용물질의 유해성 정보를 제공해야 한다.
- 화학물질의 유해성 정보는 MSDS(물질안전보건자료) 뿐만 아니라 아래의 그림과 같이 가급적 요약본도 함께 제공하여 협력사 근로자들이 쉽게 이해할 수 있도록 최대한 노력해야 한다.

☞ **공사작업에 사용하는 공구 및 재료(Parts)들의 대략적인 중량과 무게중심을 인지하고 있어야 한다.**

- 협력사 근로자는 공사작업의 특성상 다양한 공구 및 재료(Parts)들을 취급하는 경우 취급물품의 중량과 무게중심을 인지하고 있어야 한다.

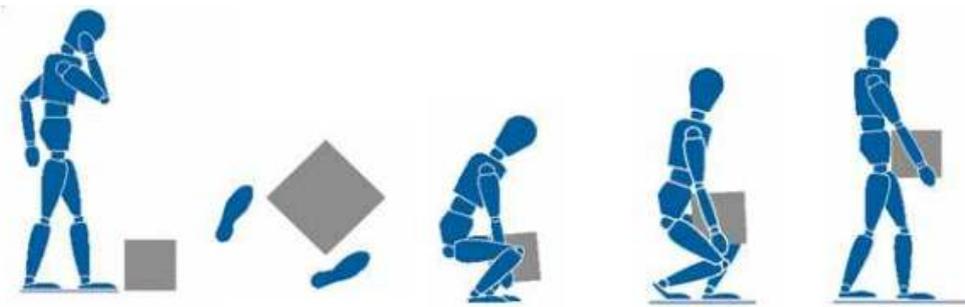


**[그림 2-15] 중량물 안내표시 예시**

- 원청사는 공사작업에 필요한 설비, 배관 등의 부품, 재료(Parts)들의 무게 정보에 대해 협력사에 알려주어야 한다.
- 원청사 및 협력사는 해당작업에 대하여 유해요인조사가 실시된 경우 그 결과를 근로자들에게 알려주어야 하며, 작업 중 발생할 수 있는 근골격계 질

환의 위협정보 및 올바른 작업방법에 대하여 근로자에게 교육시켜야 한다.

- 협력사 관리감독자는 근로자가 5 kg 이상의 중량물을 들어 올리는 작업을 하는 때에는 다음의 그림 속의 기준들을 준수할 수 있도록 적절한 교육과 현장 내 중량물 경고 스티커 부착 등의 노력을 해야 한다.



**[그림 2-16] 중량물 취급방법 예시**

☞ 작업 전에는 중량물 취급 및 갑작스런 부자연스러운 자세로 인한 근골격계 질환 발생에 대비하여 항상 스트레칭을 우선 실시해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 근로자들이 중량물을 취급하거나 부자연스러운 자세로 인한 근골격계 질환이 발생하지 않도록 작업 전에 항상 스트레칭을 우선 실시하도록 근로자들에게 교육해야 한다.
- 협력사 근로자들은 신체의 각 부위별 스트레칭 방법을 숙지하고 작업 전 뿐만 아니라, 작업 중에서도 수시로 스트레칭을 실시해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 신체의 각 부위별 스트레칭 방법에 대하여 근로자들이 정확하게 숙지할 수 있도록 다양한 교육방법을 통하여 알려 주어야 한다.



[그림 2-17] 작업 전 스트레칭 방법 포스터

☞ **작업 중 사용해야 할 개인보호구는 작업 전에 인지되어야 하고, 필요한 인원수만큼 준비해야 한다.**

- 협력사 관리감독자는 유해화학물질로부터 보호할 수 있는 개인보호구가 작업자 인원수 데로 작업 전에 갖추어 있는지 확인해야 한다.
- 개인보호구는 유해화학물질의 종류와 특성에 따라 적합한 보호구를 갖추고 있어야 한다.
- 원청사와 협력사는 사내 공식 표준을 활용하여 근로자가 착용해야 하는 보호구에 대하여 적절하게 선정할 수 있도록 보호구 선정절차 체계를 갖추어야 한다.

☞ **공사작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인 사항이 누락되지 않도록 해야 한다.**

- 협력사 관리감독자와 근로자는 작업 전 확인해야 하는 사항들을 정리하여 쉽게 볼 수 있는 장소에 비치하고 작업 전에 확인해야 한다.
- 주요 확인사항에 대해서는 관리감독자와 근로자가 사전에 공유해야 하며, 근로자는 주요 확인사항에 대한 설정배경을 충분히 숙지해야 한다.
- 원청사는 작업 전 주요 확인사항의 항목이 적절하게 설정되었는지 확인해주어야 한다.
- 원청사는 협력사 관리감독자와 근로자가 작업 전 확인해야 하는 사항에 적절하게 이행하고 있는지를 주기적으로 점검해야 한다.

**<표 2-6> 공사작업 주요 확인사항 Check-List**

항목	작업자	감독자
사용 물품들의 중량물 무게 확인		
배관 등 내부에 잔류되어 있는지 물질 확인		
본인이 사용해야 하는 화학물질의 유해성 확인		
공사작업 구간에 유해화학물질이 있는지 확인		
개인보호구는 근로자 인원수만큼 있는지 확인		

**나) 본 작업단계**

☞ 공사작업 구역주변에 유해화학물질에 노출될 수 있는 작업이 있는지 확인하고, 용접 등 불꽃을 일으킬 수 있는 작업의 경우 주변의 화학물질에 옮겨 붙지 않도록 주의해야 한다.

- 협력사 근로자는 공사작업 중에 발생할 수 있는 유해요인을 사전에 인지하고 작업에 임해야 한다. 특히, 본인의 작업이 다른 작업에 미칠 수 있는 영향에 대해서도 인지하고 있어야 한다.
- 협력사 근로자는 공사작업 구역 내에 화학물질이 보관해 있거나 취급하는 작업이 있는 경우 공사작업으로 인해 주변에 화학물질이 폭발하거나 누출될 수 있는 위험이 없도록 조치해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자로부터 보고 받은 위험 예방조치 필요사항에 대하여 필요한 조치를 해야 한다.
- 원청사는 협력사에서 요구하는 필요 조치에 대하여 적극적으로 대응해줘야 한다.

☞ 공사구역의 공간이 협소하여 부자연스러운 자세로 작업을 하게 될 경우 작업시간을 최소화 하고 휴식시간을 늘리고 스트레칭을 자주하여 신체의 부담을 최소화 해야 한다.

- 협력사 근로자는 공사작업 시 작업 공간이 협소하여 부자연스러운 자세로 작업을 할 경우 작업시간을 최소화 할 수 있도록 관리감독자와 협의해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자의 작업시간 조정 요청 시 해당내용을 검토하고 특별한 사정이 없는 한 작업시간과 휴식시간의 비율을 조정해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 공사작업 시 신체에 부담이 가는 작업에 대하여 사전에 인지해야 하며, 작업 중 근로자들이 무리하게 작업하지 않도록 지도 조언해 주어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 공사작업 종류에 따라 특정 신체부위에 부담이 되는 작업에 대해서는 근로자들에게 사전에 교육시키고, 근로자들이 작업 중 수시로 스트레칭 등을 실시하여, 부담작업으로부터 질환을 예방할 수 있도록 지속적으로 노력해야 한다.
- 협력사 근로자는 관리감독자로부터 교육받은 내용에 대하여 인지하고 있어야 하며, 작업 중 특정 부위에 근골격계 질환 초기증상이 나타날 경우 무리하여 작업하지 말고 잠시 쉬어 스트레칭 등의 예방조치를 취해야 한다.

**<표 2-7> 근골격계 질환 증상에 따른 통증 호소자 분류기준(NIOSH, 1997)**

구분	판정기준
NIOSH 기준 (약한통증)	지난 1년 동안에 관련증상이 1주일이상 지속되거나 또는 1달에1번 이상 발생하는 경우

구분	판정기준
관리대상자 (중간통증)	증상이 1주일 이상 지속되거나 1달 이상에 1회 정도 이상의 증상이 발생하며 증상의 정도는 ‘중간통증’ 이상을 호소하는 경우
통증호소자 (심한통증)	증상이 1주일 이상 지속되고 지난 1년간 1달에 1회 이상의 증상이 발생하며, 증상의 정도는 ‘심한통증’ 혹은 ‘매우 심한통증’ 을 호소하는 경우

☞ 중량물을 취급할 경우 가급적 2명 이상이 함께 들도록 하며, 부득이 혼자 들어야 하는 경우 해당 중량물의 무게중심을 인지하고 취급해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 근로자가 중량물을 취급할 경우 가급적 2명 이상이 함께 들도록 해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 2명 이상이 들어야 하는 중량물의 기준을 근로자의 특성에 맞추어 적절하게 기준을 수립해야 한다.
- 협력사 근로자는 혼자서 중량물을 들어 작업을 하는 경우 중량물 취급방법에 대한 교육내용을 반드시 숙지하고 중량물의 무게중심을 인지하고 취급해야 한다.



[그림 2-18] 중량을 취급시 고려요인

☞ 유해화학물질에 노출될 경우 개인보호구는 작업공간에 있는 모든 근로자가 착용할 수 있도록 해야 한다.

- 개인보호구는 작업자 인원 수 데로 갖추고 있어야 한다.
- 공사작업 시 설비내부에서 작업하는 인원과 보조하는 인원 모두 개인보호구는 동일하게 착용해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 개인보호구가 근로자의 수 데로 적정하게 갖추어져 있는지 확인해야 하며, 실제 작업 중 근로자가 착용하고 있는지 주기적으로 점검해야 한다.



**[그림 2-19] 공사작업 시 필요한 개인보호구(예)**

다) 정리단계

☞ 사용했던 화학물질 및 화학물질이 묻은 재료들은 각 물질의 특성별로 분리배출이 가능한 용기에 담겨야 한다.

- 협력사 근로자는 작업 시 사용했던 화학물질 및 화학물질이 묻은 재료들에 대하여 보호장갑을 착용한 후 취급해야 한다.
- 화학물질이 묻은 재료들은 산, 유기 등 각 물질의 특성별로 분리 배출이 가능하도록 별도로 보관해야 한다([그림 2-12] 지정 폐기물 분류표 참조).
- 화학물질을 보관하는 용기는 용기와 해당 화학물질이 반응하지 않는 재질로 되어 있어야 하며, 이러한 정보는 협력사 근로자들에게 사전에 알려줘야 한다.

☞ 사용했던 개인보호구는 청결한 상태로 보관해야 한다.

- 협력사 근로자는 개인보호구 사용 후에 이를 보관할 경우 오염이 되지 않는 청결한 곳에 보관해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 근로자가 개인보호구를 청결하게 관리 할 수 있도록 개인 보호구함을 제작하여 관리해야 한다([그림 2-14] 개인 보호구함 (예) 참조).
- 협력사 관리감독자는 근로자에게 개인보호구를 청결하게 보관해야 하는 이유와 보관방법에 대하여 지속적으로 교육시켜야 한다.

☞ 중량물 자재를 보관할 경우 무게를 고려하여 보관위치(높낮이)를 결정해야 한다.

- 중량물 자재를 적재대에 보관할 경우 중량물의 무게와 작업자가 드는 위치를 고려하여 적재대에 보관해야 한다.
- 무겁고 자주 사용하는 자재는 근로자의 허리정도의 위치에 보관하여 들어 올리는 순간 힘이 최소화될 수 있도록 보관위치를 지정해야 한다.
- 근로자가 중량물 적재대에서 중량물을 들기 전에 그 무게를 예상할 수 있도록 무게에 대한 정보를 알 수 있도록 해야 한다.

☞ 중량물을 많이 취급하거나, 부자연스러운 자세로 오랜 기간 근무한 경우 작업종료 후 몸을 회복할 수 있는 운동을 병행하는 것이 효과적이다.

- 협력사 관리감독자는 근로자가 중량물 작업 및 부자연스러운 자세로 오랜 기간 작업을 한 경우 휴게공간 등을 이용하여 부담작업으로 인한 피로가 빠르게 회복될 수 있도록 해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 작업 후 근로자가 통증을 호소하는 경우 초기에 치료될 수 있도록 다음 작업의 근무강도 및 휴식시간의 조정, 조기 치료 등을 할 수 있도록 해야 한다.

- 근로자는 작업 후에 나타나는 통증에 대하여 관리감독자에게 즉시 보고하여 통증이 오래 지속되지 않도록 해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자들이 작업 중·후 통증 호소에 대한 원활한 조치가 될 수 있도록 관련된 프로세스를 공식화 하고 이를 근로자와 소통해야 한다.

**<표 2-8> 근골격계 질환관리 전략**

질병 단계 관리 전략	1단계 (예방)		2단계 (급성기 환자 관리)		3단계 (만성기 환자 관리)
	무증상기 (고위험군)	초기 증상기	치료기	복귀기	만성기
언 체	신규배치 시 또는 공정변경 시  매일 업무개시 전 및 업무 중 주기적으로 1년에 1회	수시	초기 증상이 3일 이상 지속될 때	업무복귀 시	3개월 이상 증상이 지속되거나 재발될 때
어 디	현장	현장/사내 보건관리실	전문 의료기관 (*미리 지정 계약)	현장/사내 보건관리실	
누 가	부서 책임자 (*전문교육 필)	최초 접촉자 (부서 책임자)와 사내 보건관리자	전문 의료 기관 의사 부서 책임자 보건관리자	부서 책임자 + 보건관리자 + 외부 전문강사	전문의

질병 단계 관리 전략	1단계 (예방)		2단계 (급성기 환자 관리)		3단계 (만성기 환자 관리)
	무증상기 (고위험군)	초기 증상기	치료기	복귀기	만성기
무엇을 / 어떻게	표준작업서 작성 작업훈련 질병방지 교육 업무 적합성 평가 스트레칭 및 체력강화 증상 체크	증상호소자의 조기처치 3일 이내까지는 부서 책임자가 관찰·업무를 경감시키거나, 신체 부담이 다른 업무로 일시 전환 사내 보건관리자가 증상 완화 요법 실시 스트레칭 및 근력 강화 즉각적 의뢰	1. 근무 중 치료 ·업무를 경감시키거나, 신체부담이 다른 업무로 일시 전환 ·전문의 지시에 따른 치료 2. 휴업치료 · 치료 후반기부터 근력 강화 운동이 필요하다는 것을 교육 및 실시	업무 복귀 프로그램 실시 업무 적합성 평가	업무 복귀 프로그램 필요 시 외부 사회 심리 상담 지원

### 3) Gas/Chemical 작업

#### (1) 매뉴얼

Gas/Chemical 작업에 대한 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목을 정리하면 <표 2-9>와 같다.

**<표 2-9> Gas/Chemical 작업 : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목**

작업	노출특성
공사작업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Gas : 공급하는 가스등의 직접 노출 가능 (주입구 및 연결부 등)</li> <li>· Chemical : 약품 공급 시 화학물질에 직접노출 (Cab 교체작업 등)</li> <li>· Chemical : 약품 운반 시 간접노출 (중량물 및 용기 누출 시)</li> </ul>

공통적 사항
<p><b>가. 준비단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 협력사에서 운반 및 공급하는 Gas/Chemical의 종류와 유해성을 인지해야 한다.</li> <li>· 화학물질(Chemical)을 드럼(Drum) 등 밀폐용기의 형태로 운반 및 공급하는 경우 용기의 밀폐상태가 적절인지 확인해야 한다.</li> <li>· 가스 및 화학물질 공급을 위한 용기(容器) 보관 설비(Cabinet)에는 잔류물질의 누출을 대비하여 적절한 환기시설이 갖추어져 있어야 한다.</li> <li>· 가스 및 화학물질 보관 장소 및 공급시설 주변에는 비상시 사용할 수 있는 보호구를 인원수에 맞도록 갖추어져 있어야 한다.</li> <li>· Gas/Chemical 작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락되지 않도록 해야 한다.</li> </ul> <p><b>나. 본 작업단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 중량물 취급은 최대한 기구(핸드리프트 등)를 이용하여 신체 부담을 최소화 한다.</li> <li>· 중량물을 기구를 이용하지 않고 작업자가 직접 운반 및 공급하는 경우 중량물 취급 횟수를 최소화 하고 작업자는 중량물의 무게와 무게중심을 인지한 상태에서 작업해야 한다.</li> <li>· 가스 및 화학물질 공급 장치에서 용기 교체 시 용기 내부의 잔류 가스 및 증기에 노출되지 않거나, 최소화 될 수 있도록 최대한 작업방법을 개선해야 한다. (회원사 우수사례)</li> <li>· 가스 및 화학물질 공급 장치에서 용기 교체 시 잔류 가스 및 증기에 노출될 가능성이 있는 경우 반드시 호흡용 보호구를 착용하고 용기 교체작업을 해야 한다.</li> </ul> <p><b>다. 정리단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 가스 및 화학물질이 담겨져 있던 공병 또는 빈 용기의 경우 물질의 특성별로 구분하여 보관해야 한다.</li> <li>· 사용했던 개인보호구는 청결하게 보관돼야 한다.</li> </ul>

## (2) 매뉴얼 상세설명

### [ Gas/Chemical 작업의 주요 노출특성 ]

- Gas : 공급하는 가스등의 직접노출 가능 (주입구 및 연결부 등)
- Chemical : 약품공급 시 화학물질에 직접노출 (Cab 교체작업 등)
- Chemical : 약품운반 시 간접노출 (중량물 및 용기 누출 시)

Gas/Chemical 작업은 원청사에 상주하여 Gas 및 Chemical을 운반, 공급하는 상주 협력사의 근로자가 작업 중 노출 가능한 유해요인을 최소화하기 위해 원청사와 협력사가 준수해야 할 내용을 작업 단계별로 정리하였다.

### 가) 준비단계

☞ 협력사에서 운반 및 공급하는 Gas/Chemical의 종류와 유해성을 인지해야 한다.

- 협력사 근로자는 Gas/Chemical을 운반 및 공급하고자 할 때 그 물질의 명칭, 유해성, 적합한 보호 장비에 대하여 인지하고 있어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 Gas/Chemical 작업 중 사용하는 유해화학물질 취급 방법에 대하여 근로자에게 교육시켜야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자가 유해화학물질 취급 시 발생할 수 있는 비상상황 및 응급조치 방법에 대하여 근로자에게 교육시켜야 한다.
- 협력사 근로자는 Gas/Chemical 작업의 표준작업절차(SOP)에 따라 작업을 해야 하며, 특이사항이 발생할 경우 지체 없이 관리감독자에게 보고해야 한다.

☞ 화학물질(Chemicals)을 드럼(Drum)등 밀폐용기의 형태로 운반 및 공급하는 경우 용기의 밀폐상태가 적정한지 확인해야 한다.

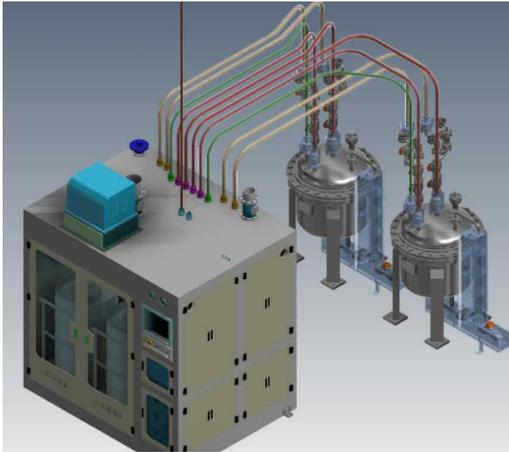
- 화학물질을 담은 드럼은 항상 밀폐가 된 상태로 취급돼야 하며, 작업자는 취급 전 밀폐가 잘 되어 있는지 확인해야 한다.
- 화학물질을 담은 드럼을 Chemical 공급장치에 넣기 전에는 임의로 개봉해서는 안 된다.
- 협력사 근로자는 화학물질을 담은 용기가 밀폐가 되지 않거나, 밀폐된 부분이 손상된 경우 즉시 관리감독자에게 보고하고 적절한 조치를 취해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 용기의 밀폐부분이 손상됐을 경우 원청사에 이를 보고하고 재발되지 않도록 원청사와 협력하여 화학물질 공급업체에 개선을 요구해야 한다.
- 화학물질을 담은 드럼을 운반할 때는 드럼이 넘어지지 않도록 주의해야 하며, 가급적 전용 운반 장비를 이용하여 운반할 수 있도록 한다. (직접 작업자 손으로 운반하는 것을 최소화 한다.)



[그림 2-20] 화학물질 용기 운반장비(예)

☞ 가스 및 화학물질 공급을 위한 용기(容器) 보관 설비(Cabinet)에는 잔류물질의 누출을 대비하여 적절한 환기시설이 갖추어져 있어야 한다.

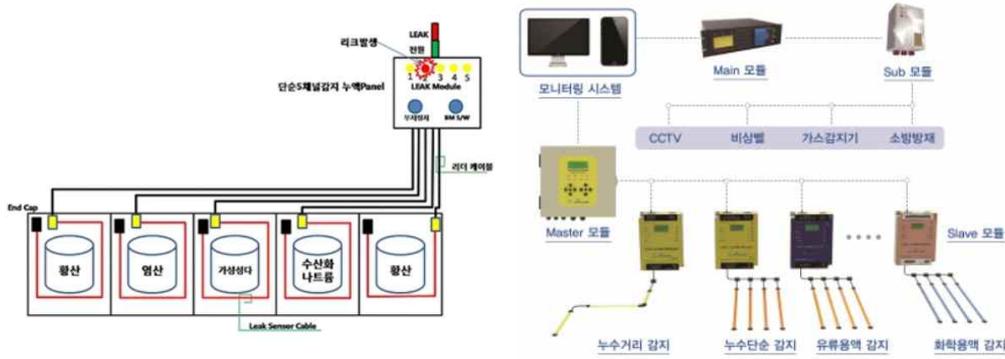
- 가스 및 화학물질 공급설비는 설비 내부에서 잔류물질이 누출될 경우를 대비하여 설비 내부에 환기시설을 갖추어야 한다.
- 가스 및 화학물질 공급설비는 가스 및 화학물질의 누출을 감지할 수 있는 누출감지 센서를 갖추고 있어야 하며, 원청사와 협력사는 이를 모니터링해야 한다.



[그림 2-21] 화학물질 용기 보관설비 및 공급장치 모식도



[그림 2-22] 가스 공급장치(Gas Cabinet System)



[그림 2-23] 가스 및 화학물질 누출감지 시스템 예시

☞ 가스 및 화학물질 보관 장소 및 공급시설 주변에는 비상시 사용할 수 있는 보호구를 인원수에 맞도록 갖추어져 있어야 한다.

- 협력사 관리감독자는 가스 및 화학물질 누출 등 비상시에 사용할 수 있는 보호구를 비상대응 인원수 데로 작업 전에 갖추어 있는지 확인해야

한다.



[그림 2-24] 비상시 사용되는 보호장비

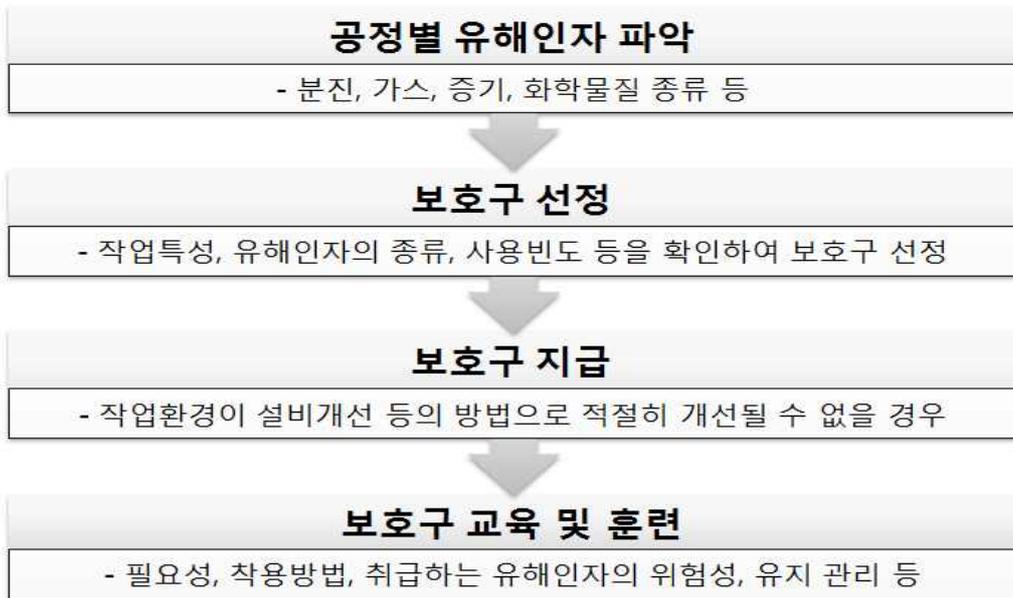


[그림 2-25] 인원별 보호구함 및 비상용 보호구함

- 개인보호구는 유해화학물질의 종류와 특성에 따라 적합한 보호구를 갖추

고 있어야 한다.

- 원청사와 협력사는 사내 공식 표준을 활용하여 근로자가 착용해야 하는 보호구에 대하여 적절하게 선정할 수 있도록 보호구 선정절차 체계를 갖추어야 한다.



[그림 2-26] 보호구 선정절차

☞ Gas/Chemical 작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락되지 않도록 해야 한다.

- 협력사 관리감독자와 근로자는 작업 전 확인해야 하는 사항들을 정리하여 쉽게 볼 수 있는 장소에 비치하고 작업 전에 확인해야 한다.
- 주요 확인사항에 대해서는 관리감독자와 근로자가 사전에 공유해야 하며, 근로자는 주요 확인사항에 대한 설정배경을 충분히 숙지해야 한다.

- 원청사는 작업 전 주요 확인사항의 항목이 적절하게 설정되었는지 확인해 주어야 한다.
- 원청사는 협력사 관리감독자와 근로자가 작업 전 확인해야 하는 사항에 적절하게 이행하고 있는지를 주기적으로 점검해야 한다.

**<표 2-10> Gas/Chemical 작업 주요 확인사항 Check-List**

항목	작업자	감독자
가스 및 화학물질의 종류 및 유해성 확인		
중량물의 무게 및 무게중심 확인		
가스 및 화학물질 용기 교체시 잔류 물질 확인		
비상시 대비하여 개인보호구는 적정수량 확보		
핸드리프트 등은 상시 사용 가능토록 유지		

**나) 본 작업단계**

☞ 중량물 취급은 최대한 기구(핸드 리프트 등)를 이용하여 신체 부담을 최소화해야 한다.

- 협력사 근로자는 화학물질 용기 등 중량물 취급을 할 경우 핸드리프트 등 최대한 기구를 이용하여 중량물 취급으로 인한 근골격계 질환을 예방하여야 한다.
- 협력사 관리감독자는 핸드리프트 등 운반기구를 지급하여 사용하게 할 경우에는 운반기구 사용방법과 취급 시 주의사항에 대하여 근로자에게 사전에 교육시켜야 한다.



**[그림 2-27] 핸드리프트 종류 예시**

- 협력사는 핸드리프트 등을 사용할 경우 상시 이용할 수 있도록 유지관리를 철저히 해야 한다.

☞ 중량물을 기구를 이용하지 않고 작업자가 직접 운반 및 공급하는 경우 중량물 취급 횟수를 최소화 하고 작업자는 중량물의 무게와 무게중심을 인지한 상태에서 작업해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 가스 및 화학물질을 담은 용기를 근로자가 직접 취급할 경우 중량물의 무게와 무게중심을 표시한 안내표시를 중량물 취급 장소에 비치해야 한다.
- 협력사 근로자는 가스 및 화학물질을 담은 용기를 손으로 직접 취급할 경우에는 작업 전에 무게와 무게중심을 확인 한 후 신체에 무리가 가지 않도록 취급해야 한다.



[그림 2-28] 중량물 안내표시 예시

- 협력사 관리감독자는 근로자가 손으로 직접 취급하지 않고 운반기구를 사용할 수 있도록 노력해야 한다.

☞ 가스 및 화학물질 공급장치에서 용기 교체 시 용기 내부의 잔류 가스 및 증기에 노출되지 않거나, 최소화 될 수 있도록 최대한 작업방법을 개선해야 한다. (회원사 우수사례)

- 협력사 근로자는 공급 장치 내부에서 용기를 교체할 경우 용기 내부의 잔류물질에 노출되지 않도록 주의해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 화학물질 용기 교체 시 발생할 수 있는 위험상황에 대해 근로자에게 반드시 교육을 시켜야 하며, 이러한 위험이 최소화 될 수 있도록 작업방법을 개선하도록 노력해야 한다.
- 사용된 화학물질 용기는 잔류물질이 발생하지 않도록 최대한 밀봉하여 관리해야 하고 지정된 장소에서 보관하도록 해야 한다.



[그림 2-29] 화학물질공급장치(위)와 글로브박스(아래)를 결합하여 사용 예

☞ 가스 및 화학물질 공급장치에서 용기 교체 시 잔류 가스 및 증기에 노출될 가능성이 있는 경우 반드시 호흡용 보호구를 착용하고 용기 교체작업을 해야 한다.

- 근로자는 공급장치 내부에서 용기의 뚜껑을 교체하는 경우 화학물질에 근로자 피부를 보호할 수 있는 보호장갑을 착용해야 하며, 비상시 사용할 방독마스크를 비치하고 비상시 착용할 수 있도록 해야 한다([그림 2-14 참조]).
- 만일, 용기의 뚜껑을 교체할 때 잔류 가스 및 증기에 노출될 우려가 있는 경우는 반드시 호흡용 보호구를 착용하고 용기를 교체해야 한다.

- 호흡용 보호구를 착용하는 경우 사용하는 화학물질에 적절한 호흡용 보호구를 착용할 수 있도록 관리감독자는 적절한 보호구를 선정해 주어야 한다.

#### 다) 정리단계

☞ 가스 및 화학물질이 담겨져 있던 공병 또는 빈 용기의 경우 물질의 특성별로 구분하여 보관해야 한다.

- 가스 및 화학물질이 담겨져 있던 공병 또는 빈 용기는 반드시 밀봉해 있어야 하며, 이는 화학물질의 특성별로 구분하여 보관해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 공병 및 빈 용기가 보관되어 지는 장소를 사전에 지정해야 하고, 지정된 장소 외에 보관되지 않도록 근로자들에게 지속적으로 교육을 시켜야 한다.
- 협력사 근로자는 부득이하게 지정된 장소 이외에 장소에 보관할 경우 이를 관리감독자에게 보고하고 관리감독자 지시에 따라 적절한 조치를 취해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 원청사와 협력하여 지정된 장소의 용량이 초과되지 않도록 공병 및 빈 용기의 저장 공간 및 위치를 확보해야 한다.



[그림 2-30] 화학물질 용기 저장장소 예시

☞ 사용했던 개인보호구는 청결하게 보관되어야 한다.

- 협력사 근로자는 개인보호구 사용 후에 이를 보관할 경우 오염이 되지 않는 청결한 곳에 보관해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자가 개인보호구를 청결하게 관리할 수 있도록 개인 보호구함을 제작하여 관리해야 한다([그림 2-14] 참조).
- 협력사 관리감독자는 근로자에게 개인보호구를 청결하게 보관해야 하는 이유와 보관방법에 대하여 지속적으로 교육시켜야 한다.

#### 4) 청소/폐기물 작업

##### (1) 매뉴얼

청소/폐기물 작업에 대한 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목을 정리하면 <표 2-11>과 같다.

**<표 2-11> 청소/폐기물 작업 : 고위험 그룹의 주요 노출특성 및 공통적 매뉴얼 항목**

작업	노출특성
공사작업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Clean room 청소 시 wiper 등에 사용되는 유해화학물질에 노출</li> <li>· 폐액통 운반 시 화학물질에 간접노출 (밀폐용기 누출 등)</li> <li>· 폐액통 운반 시 근골격계 부담작업 (중량물 및 반복작업 등)</li> </ul>

공통적 사항
<p><b>가. 준비단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Clean Room 내부 청소시 사용되는 화학물질의 종류 및 유해성에 대하여 인지해야 한다.</li> <li>· Clean Room 내부에서 사용되고 폐기되는 폐기물(wiper 포함)이 물질 특성에 맞도록 분리수거 될 수 있도록 분리수거함 등이 준비되어야 한다.</li> <li>· 생산 및 부대설비에서 사용되고 폐기되는 용기들은 용기 표면에 사용되었던 물질 명과 유해성이 표기해야 한다.</li> <li>· 폐 용기를 운반하는 운송기구(차량 등)에는 폐용기가 부딪치거나 떨어져 깨질 경우 발생할 수 있는 위급상황에 대비하여 개인용 보호구를 구비하고 있어야 한다.</li> <li>· 폐기물 보관소 주변에 있는 비상샤워장치 등 비상시설에 대한 위치 및 사용방법에 대하여 숙지하고 있어야 한다.</li> <li>· 청소/폐기물 작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락되지 않도록 해야 한다.</li> </ul> <p><b>나. 본 작업단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 청소 시 사용되는 유해화학물질의 양은 최소화 하여 사용하며, 최대한 독성이 낮은 물질을 사용 하도록 해야 한다.</li> <li>· 잔류물질이 들어 있는 폐 용기를 운반할 경우 이동 중 용기가 손상되지 않도록 이동수단 및 이동방법을 선택해야 한다.</li> <li>· 폐 용기 등의 폐기물이 중량물일 경우 중량물의 무게와 무게중심을 고려하여 적절하게 취급해야 한다.</li> <li>· 증기가 발생할 수 있는 폐기물(예: IPA가 묻어 있는 Wiper)을 밀폐장치가 되지 않은 상태에서 운반할 경우 호흡용 보호구를 착용해야 한다.</li> </ul> <p><b>다. 정리단계</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 폐기물 보관소에서 유증기가 누출될 우려가 있는 경우 적절한 환기시설이 갖추어져 있어야 한다.</li> </ul>

공통적 사항
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 폐 용기들은 폐기물 보관소에서 각 물질의 특성별로 분리되어 보관해야 한다.</li> <li>· 사용했던 호흡용 보호구는 청결하게 보관해야 한다.</li> <li>· 비상시 사용되는 개인보호구는 상시 사용할 수 있도록 평상시 유지관리 되어야 한다.</li> </ul>

## (2) 매뉴얼 상세설명

### [ 청소/폐기물 작업의 주요 노출특성 ]

- Clean room 청소 시 wiper 등에 사용되는 유해화학물질에 노출
- 폐액통 운반 시 화학물질에 간접노출 (밀폐용기 누출 등)
- 폐액통 운반 시 근골격계 부담작업 (중량물 및 반복작업 등)

청소/폐기물 작업은 Clean Room 내부를 청소하는 상주협력사와 생산 및 부대설비에서 사용한 폐액등의 폐기물을 처리하는 상주 협력사의 근로자가 작업 중 노출 가능한 유해요인을 최소화 하기 위해 원청사와 협력사가 준수해야 할 내용을 작업단계별로 정리하였다.

#### 가) 준비단계

☞ Clean Room 내부청소 시 사용되는 화학물질의 종류 및 유해성에 대하여 인지해야 한다.

- 협력사 근로자는 Clean Room 내부 청소시 사용되는 화학물질의 명칭, 유해성, 적합한 보호장비에 대하여 인지하고 있어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 Clean Room 내부 청소시 사용되는 유해화학물질 취급방법에 대하여 근로자에게 교육시켜야 한다.

- 협력사 관리감독자는 근로자가 유해화학물질 취급 시 발생할 수 있는 비상상황 및 응급조치 방법에 대하여 근로자에게 교육시켜야 한다.

물질명 : 에탄올 (64-17-5)

1. 그림문자



2. 유해·위험문자

H225 : 고인화성 액체 및 증기
H319 : 눈에 심각한 자극을 일으킴
H360 : 임을 일으킬 수 있음

3. 응급조치요령

눈에 들어갔을 때	콘택트렌즈를 제거하고 물에 계속 씻을 것.
피부에 접촉했을 때	비누와 물로 씻고, 오염된 옷과 신발을 제거하며 오염지역을 격리할 것.
흡입했을 때	따뜻하게 하고 안정되게 하고 신선한 공기가 있는 곳으로 옮길 것. 호흡이 힘들 경우 산소를 공급하고 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시할 것.
먹었을 때	의학적인 조치, 조언을 구할 것.

4. 인연 및 보건 유의사항

1. 가열시 용기가 폭발할 수 있음
2. 불완전연소하여 화재와 폭발을 일으킬 수 있음
3. 고인화성 가스
4. 누출물은 화재/폭발 위험이 있음
5. 실내, 실외, 하수구에서 증기 폭발 위험이 있음
6. 인화점이나 그 이상에서 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음
7. 증기는 시간 없이 연기층 또는 필름을 유발할 수 있음
8. 증기는 경화원까지 이동하여 역화(Flash back)할 수 있음
9. 연소에 의해 유독한 가스가 발생할 수 있음

5. 누출사고시 대처 및 조치사항

노출물을 먼저거나 절이다니지 말고 오염지역을 격리하며 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원을 제거할 것. 증기발생을 줄이기 위해 증기억제포말을 사용할 수 있음.

6. 개인보호구

호흡기 보호	노출농도 10000ppm미만	필터 또는 정화물질을 장착한 방호용 마스크
	노출농도 25000ppm미만	필터 또는 정화물질을 장착한 비밀착형, 연속흡입식, 압력유구식 방호용 마스크
	노출농도 60000ppm미만	필터 또는 정화물질을 장착한 밀착형 방호용 압력유구식, 숨기마스크
	노출농도 1000000ppm미만	필터 또는 정화물질을 장착한 밀착형 방호용 압력유구식, 숨기마스크
	노출농도 1000000ppm미만	필터 또는 정화물질을 장착한 밀착형 방호용 자가정화능력이 있는 호흡기

눈 보호	밀폐형 고글 착용
손 보호	화학물질의 특성을 고려하여 보호장갑 착용
신체 보호	화학물질의 특성을 고려하여 보호의복 착용

7. 물리·화학적 특성

외관	액체, 무색
냄새·냄새역치	와인 또는 위스키 냄새, 냄새역치는 자료없음
증기압	20°C : 5.6kPa (물 20°C : 2.3388kPa)
비중	0.79
n-옥탄올-물 분배계수 (K <sub>ow</sub> )	- 0.32

8. 건강 유해성 정보

피부부식성 또는 자극성	특기를 이용한 시험결과 자극성 발생하지 않음	
심한 눈손상 또는 자극성	특기를 이용한 시험결과 결막염, 결막 부종, 홍채 손상, 각막 손상이 발생함	
호흡기과민성	자료없음	
피부과민성	특기를 이용한 시험결과 피부과민성이 발생하지 않음	
발암성	고용노동부고시 1A(음주에 관한) IARC : 1 ACGIH : A5	
생식세포 변이원성	특기를 이용한 스포츠시험 결과 음성 브루클라 리움주를 이용한 스펙시시험결과 음성, 염색체 이상시험결과 음성	
생식독성	Rat를 이용한 시험결과 발달독성이 없음	
특정 표적장기 독성	1회 노출	특기 경우특정 시험결과 눈물막, 건조기능 약해
	반복 노출	Rat. 반복연구 독성시험결과 과잉합성을
중인유해성	자료없음	
기타 유해성 영향	자료없음	

\* 자료 없음은 독성실험을 하지 않았기 때문에 정보가 없어 건강 유해성 정보가 불확실하여 노출에 주의를 요함

9. 노출기준

국내규정	TWA - 1000ppm
ACGIH	STEL - 1000ppm
생물학적 노출기준	자료없음
기타 노출기준	자료없음

10. 사고 사례

에탄올을 현장에 주입하는 작업중 배관 및 용접작업을 같이 진행하다 불이나 근로자 한명이 화상을 입고 청소 작업중이던 인부 한명이 연기에 질식사 사고

[그림 2-31] 청소작업 시 사용 가능한 화학물질 유해성 정보 예시

- 협력사 근로자는 Clean Room 내부 청소작업에 대한 표준작업절차(SOP)에 따라 작업을 해야 하며, 특이사항이 발생할 경우 지체 없이 관리감독자에게 보고해야 한다.

☞ Clean Room 내부에서 사용되고 폐기되는 폐기물(wiper 포함)이 물질 특성에 맞도록 분리수거 될 수 있도록 분리수거함 등이 준비되어야 한다.

- 협력사 관리감독자는 폐기물을 성상별로 분리해서 수거할 수 있는 수검함을 별도로 마련하고, 작업현장에 이를 갖추고 있어야 한다.
- 협력사 근로자는 폐기물을 수거할 때는 성상별로 분리되어 있는 폐기물을 혼합해서는 안 된다.

**화학물질을 사용하기 전에 그 물질에 대한 특성을 반드시 숙지하기 바랍니다.**

	Acids inorganic	Acids oxidizing	Acids organic	Alkalis (bases)	Oxidizers	Poisons inorganic	Poisons organic	Water-reactives	Organic solvents
Acids inorganic			X	X		X	X	X	X
Acids oxidizing			X	X		X	X	X	X
Acids organic	X	X		X	X	X	X	X	
Alkalis (bases)	X	X	X				X	X	X
Oxidizers			X				X	X	X
Poisons inorganic	X	X	X				X	X	X
Poisons, organic	X	X	X	X	X	X			
Water-reactives	X	X	X	X	X	X			
Organic solvents	X	X		X	X	X			

X = 서로 혼합하거나 같이 보관해서는 안 되는 물질들

**[그림 2-32] 혼합하거나 같이 보관해서는 안 되는 물질**

☞ 생산 및 부대설비에서 사용되고 폐기되는 용기들은 용기 표면에 사용되었던 물질명과 유해성이 표기돼야 한다.

- 협력사 근로자는 폐기물이 특성에 맞도록 분리될 수 있도록 분리수거 용기에 색상별로 분리표시를 해야 한다.



[그림 2-33] 화학물질 폐기를 분리표시 예시

☞ 폐 용기를 운반하는 운송기구(차량 등)에는 폐용기가 부딪치거나 떨어져 깨질 경우 발생할 수 있는 위급상황에 대비하여 개인보호구를 구비하고 있어야 한다.

- 폐 용기를 운반하는 운송기구(차량 등)는 흔들리거나 충격으로 인해서 용기가 부딪치거나 떨어질 위험이 없어야 한다.
- 폐 용기를 운반하는 운송기구(차량 등)에는 운송 중 발생할 수 있는 위급 상황에 대비하여 개인보호구를 구비하고 있어야 한다([그림 2-14] 참조).
- 폐 용기를 운반하는 작업자는 폐 용기를 운반하기 전에 밀봉된 폐용기의 잔류물이 흘러나오지 않는지 확인해야 하며, 밀봉이 잘못 되거나 폐용기

의 손상으로 인해 잔류물이 누출될 가능성이 있는 경우 구비된 개인보호구를 착용하고 처리해야 한다.

- 폐용기가 손상되거나 밀봉이 잘못되어 있는 것을 발견한 작업자는 임시 조치 후 관리감독자에게 보고하여, 재발되지 않도록 조치해야 한다.

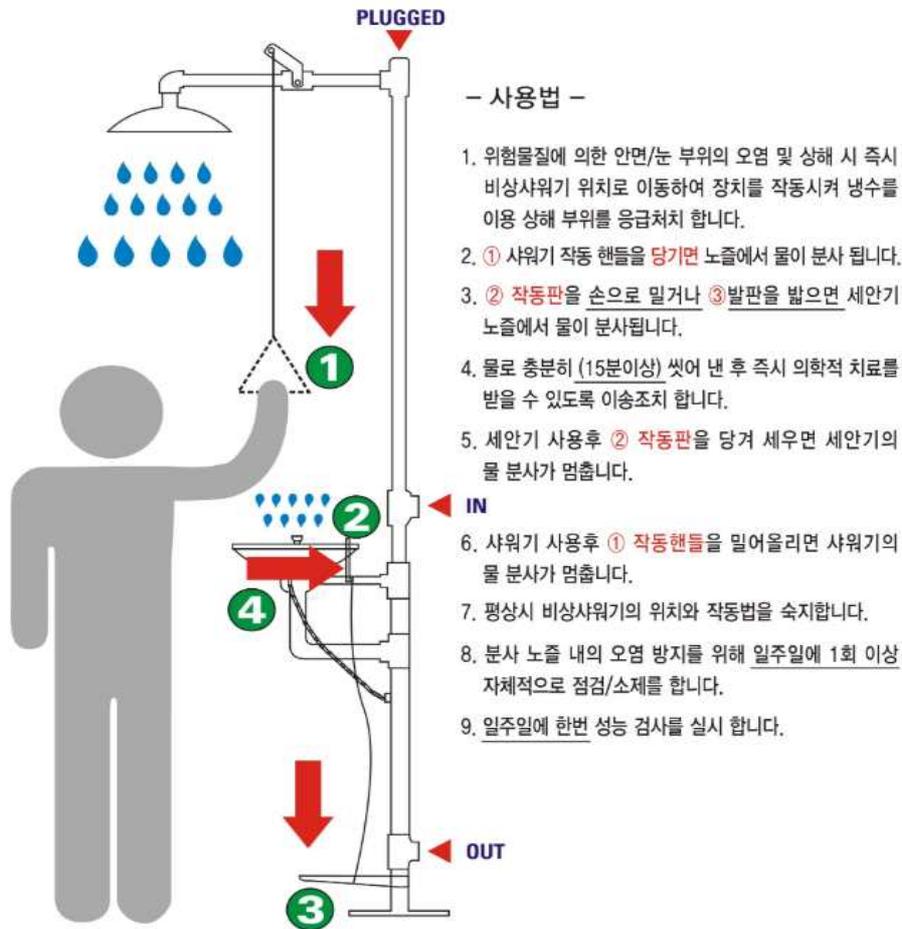
☞ 폐기물 보관소 주변에 있는 비상샤워장치 등 비상시설에 대한 위치 및 사용방법에 대하여 숙지하고 있어야 한다.



[그림 2-34] 비상샤워장치 예시

- 폐기물 보관소 주변에는 비상시 사용할 수 있는 비상샤워장치 등이 설치되어 있어야 한다.

- 비상샤워장치 등을 설치한 경우 근로자들이 쉽게 사용할 수 있도록 사용 방법에 대한 교육을 실시해야 하며, 교육대상은 전체 근로자를 대상으로 하여 사내에 있는 비상샤워장치의 위치, 사용방법 등에 관하여 교육을 시켜야 한다.
- 비상샤워장치 등의 사용 설명서는 최대한 쉽게 설명되어 져야 하고, 이는 장치 주변에 비치되어 사용자가 언제든지 활용할 수 있도록 해야 한다.



[그림 2-35] 비상샤워장치 사용설명서 예시

☞ 청소/폐기물 작업 시 확인해야 할 사항에 대하여 작업 전에 확인하여 주요 확인사항이 누락되지 않도록 해야 한다.

- 협력사 관리감독자와 근로자는 작업 전 확인해야 하는 사항들을 정리하여 쉽게 볼 수 있는 장소에 비치하고 작업 전에 확인해야 한다.
- 주요 확인사항에 대해서는 관리감독자와 근로자가 사전에 공유해야 하며, 근로자는 주요 확인 사항에 대한 설정배경을 충분히 숙지해야 한다.
- 원청사는 작업 전 주요 확인사항의 항목이 적절하게 설정되었는지 확인해 주어야 한다.
- 원청사는 협력사 관리감독자와 근로자가 작업 전 확인해야 하는 사항에 적절하게 이행하고 있는지를 주기적으로 점검해야 한다.

**<표 2-12> 청소 및 폐기물 작업 주요 확인사항 Check-List**

항목	작업자	감독자
사용되는 화학물질의 종류 및 유해성 확인		
폐기물이 특성에 따라 분리 보관 되는지 확인		
폐용기 운반시 잔류 물질 누출 확인		
중량물 운반시 무게 및 무게중심 확인		
사용할 개인보호구의 종류 및 특성 확인		

**나) 본 작업단계**

☞ 청소 시 사용되는 유해화학물질의 양은 최소화하여 사용하며, 최대한 독성이 낮은 물질을 사용하도록 해야 한다.

- 협력사 관리감독자는 청소 시 사용되는 유해화학물질을 최대한 독성이 낮

은 물질을 사용할 수 있도록 원청사와 지속적으로 협력해야 한다.

- 원청사는 협력사에서 사용되어지는 유해화학물질의 정보를 알고 있어야 하며, 이를 독성이 낮은 물질로 대체할 수 있도록 지속적으로 노력해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 청소 시 사용되는 유해화학물질의 양이 과도하게 사용되지 않도록 적당한 양의 기준을 마련하고 이를 근로자들이 준수할 수 있도록 해야 한다.
- 협력사 근로자는 화학물질 사용 시 유해성과 사용방법을 인지하고 작업해야 하며, 작업 중 신체의 이상증상이나 화학물질로 인한 이상 징후가 의심될 경우에는 지체 없이 관리감독자에게 보고하여 적절한 조치를 받아야 한다.

☞ 잔류물질이 들어 있는 폐 용기를 운반할 경우 이동 중 용기가 손상되지 않도록 이동수단 및 이동방법을 선택해야 한다.

- 협력사 근로자가 잔류물질이 들어 있는 폐 용기를 운반하는 경우 잔류물질 누출에 대비하여 물질의 특성에 맞는 보호장갑을 착용하고 취급해야 하며, 이동 중에는 용기가 손상되지 않도록 주의해야 한다.
- 원청사는 협력사의 폐 용기 운반수단을 용기가 손상되지 않는 이동수단으로 적절하게 조치해줘야 하며, 최대한 진동이 적은 운반수단을 고려해야 한다.
- 원청사는 폐 용기를 운반하는 방법 및 이동경로를 파악하여, 용기 운반 시 발생할 수 있는 사고에 대해 인지하고 예방해야 한다.
- 원청사는 폐 용기를 운반하는 이동경로에 대하여 최대한 안전한 이동경로를 선택하여 이를 지정하고 폐 용기 운반 근로자들이 이를 준수하게 해야

한다.

- 협력사 관리감독자는 폐 용기 운반 시 발생할 수 있는 위험 상황에 대해 근로자들의 의견을 주기적으로 수렴한 후 이를 원청사와 협의하여 개선될 수 있도록 노력해야 한다.

**☞ 폐 용기 등의 폐기물이 중량물일 경우 중량물의 무게와 무게중심을 고려하여 적절하게 취급해야 한다.**

- 협력사 관리감독자는 폐 용기를 근로자가 직접 취급할 경우 중량물의 무게와 무게중심을 표시한 안내표시를 중량물 취급 장소에 비치해야 한다.
- 협력사 근로자는 폐 용기를 손으로 직접 취급할 경우에는 작업 전에 무게와 무게중심을 확인 한 후 신체에 무리가 가지 않도록 취급해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자가 손으로 직접 취급하지 않고 운반기구를 사용할 수 있도록 노력해야 한다.

**☞ 증기가 발생할 수 있는 폐기물(예: IPA가 묻어 있는 Wiper)을 밀폐장치가 되지 않은 상태에서 운반할 경우 호흡용 보호구를 착용해야 한다.**

- 협력사 근로자는 증기가 발생할 수 있는 폐기물(예 : IPA가 묻어 있는 Wiper)을 밀폐가 되지 않은 상태에서 운반하는 경우 폐기물에서 발생할 수 있는 유해증기의 흡입 가능성이 있어, 호흡용 개인보호구를 착용해야 한다.
- 원청사는 증기가 발생할 수 있는 폐기물을 운반하는 작업자의 유해물질 노출 가능성을 작업환경측정 등을 실시하여 확인하고 이를 작업자에게 알려줘야 한다.

- 원청사는 작업환경측정 결과, 노출정도가 매우 적을 경우(불검출 또는 노출기준 대비 1% 미만 수준) 작업자는 호흡용 개인보호구를 비치하고 비상시에 사용하도록 할 수 있다.
- 협력사 근로자는 본인이 작업하는 방법에 대한 작업환경측정 결과 또는 유해 물질의 노출 정도를 인지하고 있어야 하며, 정해진 작업표준절차(SOP)를 벗어나는 행위를 하면 안 된다.
- 협력사 관리감독자는 근로자들이 작업표준절차(SOP)에 따라 작업을 하고 있는지 주기적으로 점검해야 한다.

#### 다) 정리단계

☞ 폐기물 보관소에서 유증기가 누출될 우려가 있는 경우 적절한 환기시설이 갖추어져 있어야 한다.

- 원청사는 폐기물 보관소가 실내에 있는 경우 폐기물에서 발생할 수 있는 유증기를 배출할 수 있는 환기시설을 갖추어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 폐기물 보관소에 설치된 환기장치의 이상 유무를 주기적으로 점검해야 한다.

☞ 폐 용기들은 폐기물 보관소에서 각 물질의 특성별로 분리되어 보관되어야 한다.

- 폐기물 보관소는 폐 용기들이 물질의 특성별로 분리되어 보관될 수 있도록 특성별로 지정구역이 정해져 있어야 한다.
- 협력사 관리감독자는 폐 용기가 지정구역의 용량을 초과하여 발생할 경우 이를 원청사에 보고하고 적절한 조치를 취해야 한다.

☞ 사용했던 호흡용 보호구는 청결하게 보관돼야 한다.

- 협력사 근로자는 개인보호구 사용 후에 이를 보관할 경우 오염이 되지 않는 청결한 곳에 보관해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자가 개인보호구를 청결하게 관리할 수 있도록 개인 보호구함을 제작하여 관리해야 한다.
- 협력사 관리감독자는 근로자에게 개인보호구를 청결하게 보관해야 하는 이유와 보관방법에 대하여 지속적으로 교육시켜야 한다.

☞ 비상시 사용되는 개인보호구는 상시 사용할 수 있도록 평상시 유지관리되어야 한다.

- 협력사 관리감독자는 비상시 사용되는 개인보호구는 상시 사용할 수 있도록 점검표 등을 활용하여 주기적으로 점검해야 한다.
- 협력사 근로자가 점검표 등을 이용하여 점검을 할 경우 이에 대한 결과를 관리감독자에게 보고하여 이상 시 적절한 조치를 취해야 한다.

안전점검표																															
점검대상 작업(설비명)		점검자		점검일		확인자																									
점검내용  ※ 범례(점검표시) : ○ 양호, △교란요청, × 수리요청, - 설비 비가동																															
세부점검항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
조치내역																															
년·월·일	문제점(현상)	처리내용	작성	검토	승인																										

[그림 2-36] 안전점검표 예시



### Ⅲ. FAB과 Infra의 주요 작업별 SOP

#### 3-1. FAB

원청기업에서 현재 운영되고 있는 유해위험작업의 SOP는 <표 3-1> 및 <표 3-2>와 같다. FAB은 크린룸 지역에서의 작업을 말하고, Infra는 크린룸 이외의 지역을 말한다.

FAB의 주요 작업별 SOP는 <표 3-1>과 같다.

**<표 3-1> FAB의 주요 작업별 SOP 리스트**

No	작업구분	분류
1	위험작업	케미컬 취급작업
2	위험작업	설비운반 작업
3	위험작업	가스취급 작업
4	위험작업	동작설비 접근작업(Stocker조정 및 보수작업)
5	위험작업	설비SET-UP 작업
6	위험작업	설비개조 작업
7	PM/BM 작업	케미컬 사용설비 PM/BM
8	PM/BM 작업	가스사용 설비 PM/BM
9	PM/BM 작업	일반설비 PM/BM
10	화기작업	HotGun작업/Auto용접/PVC용접
12	일반작업	PR교체/이동작업
13	일반작업	회전체등 근접작업(Pump작업 등)
14	일반작업	중량물 취급작업

#### 1) 케미컬 취급작업

<b>&lt;케미컬 취급작업&gt;</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 위험작업 가스·케미컬 취급작업 시 당사, 협력사 안전담당자가 상주하여야 한다.</li> <li>2. 산·알칼리의 경우 작업 전 중성화 작업(DI or N2 Purge등)을 실시하고 결과값을 기록한다.(pH-paper, pH-Sensor를 통해 pH 값을(6~8) 확인함)             <ol style="list-style-type: none"> <li>2-1. 중성화 작업이 불가능한 경우 원청의 환경안전부서와 사전협의 후 MSDS에 명기된 보호구 및 원청의 기준에 따라 강화된 보호구를 착용 후 작업한다.</li> </ol> </li> <li>3. 유기용제의 경우 공급을 차단하고 N2 Purge, Drain등을 통하여 케미컬을 제거한다.</li> <li>4. 장소/작업별 특성에 맞는 안전보호구를 착용해야 하며, SOP에 착용대상 보호구명을 반영한다. (원청의 ‘안전보호구 기준’에 따름)</li> <li>5. EMO 스위치위치를 확인하고 감지기 설치 및 파손유무를 확인한다.</li> <li>6. 교체 예정인 장치 및 부품 입고상태를 확인 후 적합성 여부를 확인한다.</li> <li>7. 배관연결 및 작업 시 작업특성에 맞는 공구를 반영한다.</li> <li>8. 연결부위에 I-Making을 한다.</li> <li>9. 케미컬 배관철거 작업 전 오 절단사고 예방을 위하여 배관식별 표기(눈관리 스티커)를 실시한다.</li> <li>10. 케미컬 누출로 인한 제거시, 흡착포(유기/유기외)를 사용한다.</li> <li>11. 가스·케미컬 작업 시 동일 공간 내 동일 작업을 절대 금지한다.</li> <li>12. 배기장치 파손 및 작동유무 확인 후 케미컬 노출위험 부위에 설치하여 사용한다.</li> </ol>

## 2) 설비 운반작업

<b>설비 운반작업</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 설비 반입시 설비반입 동선 인증제를 실시하여 단차·충돌에 의한 사고를 미연에 방지한다.</li> <li>2. 설비의 결속상태 및 슬링벨트 등의 결속도구 상태의 양호여부를 확인한다.</li> <li>3. 작업자가 보호구(안전모, 안전화)를 착용하였는지 확인한다.</li> <li>4. 설비 이동시 사용되는 장비의 점검상태를 확인한다.(중장비의 정격하중을 초과하는지 확인함, 설비 반입시 무게 중심이 표시되었는지 확인함)</li> <li>5. 설비 운반시 사용하는 설비의 중량을 지지할 수 있도록 고임목을 설치한다.</li> <li>6. 중/형비 1:2.5이상 및 2.5M 설비는 해체 후 운반을 실시하며, 해체 불가시 전도 방지조치(Banding 또는 전용Jig 설치)를 한다.</li> </ol>

설비 운반작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>7. 설비 패키지 해체작업 시 찢림 및 자상 방지를 위한 자상방지용 장갑을 착용한다.</li> <li>8. 사다리/지게차/크레인 이용시 관련 SOP 환경안전가이드를 참조한다.</li> <li>9. 핸드리프트 사용시 지면과 중량물과의 이격거리를 최소화하여 이동한다.</li> <li>10. 수동식 대차 사용시 바퀴표면/볼트조임 상태, 수동식 대차 사용가능 무게 확인을 한다.</li> <li>11. 가설 설비 바퀴를 사용시 이동 전 바퀴 고정상태 확인 및 바퀴 서포터 설치가 되어 있는지 확인한다.</li> <li>12. 유압자켓 사용시 허용중량 확인 및 실린더 길이를 고려하여 작업을 실시한다.</li> <li>13. 유압자켓 사용시 들어 올릴 높이 이하의 <b>고임목(안전블록)</b> 사용하여 전도를 방지한다.</li> <li>14. 엘리베이터 이용시 반드시 단차확인 보강 후 반입을 실시한다.</li> <li>15. 엘리베이터 탑승은 중량물 운반 필수인력 외 탑승을 금지한다.</li> </ol>

### 3) 가스 취급작업

가스 취급작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 독/가연성 가스·케미컬 취급작업 시 원청사와 협력사 안전담당자가 상주해야 한다.</li> <li>2. 작업 전 N2 Purge or Pumping 등을 통해 배관/챔버/Part's 내 잔류물질을 제거한다.</li> <li>3. 장소/작업별 특성에 맞는 안전보호구를 착용해야 하며, SOP에 착용대상 보호구를 반영한다. (원청사의 ‘안전보호구기준’ 에 따름)</li> <li>4. EMO스위치 위치를 확인하고 감지기 Tube가 정위치(가스박스 내)에 설치되어 있는지 확인한다.</li> <li>5. 교체 예정인 장치 및 부품 입고상태 확인 후 적합 여부를 확인한다.</li> <li>6. 가스 배관작업(가스 실린더/MFC교체 등) 후 Leak Point를 확인한다.(가압, 감압 Test 또는 연결부 Portable등의 휴대용 감지기로 확인작업 등)</li> <li>7. 가스 특성별 가스켓 확인 및 볼트에 I-Marking을 한다.</li> <li>8. 가스배관 철거작업 전 오 절단사고 예방을 위해 배관식별표기(눈관리스티커)를 한다.</li> <li>9. 독/가연성 물질의 경우 배기장치의 정상 동작여부를 확인하고 가스 노출 위험부위에 설치후 사용한다.</li> </ol>

#### 4) 동작설비 접근작업(Stocker 조정 및 보수작업)

동작설비 접근작업(Stocker 조정 및 보수작업)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업 전 Maint Mode상태로 전환되었는지 확인한다.</li> <li>2. Safety key를 소지하고 Door를 개방한다.</li> <li>4. 작업범위 내 관계자 외 접근을 금지한다.</li> <li>5. 작업에 맞는 보호구 착용을 한다.(에탄올 웨이퍼 사용시 호흡기 보호구 착용 등)</li> <li>6. Teaching작업은 설비 Teaching 작업(Robot) 절차를 따른다.</li> </ol>

#### 5) 설비 SET-UP작업

설비 SET-UP작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 설비가동 인증절차를 준수해야 한다.</li> <li>2. Grating Open 작업 Grating 작업절차를 따른다.</li> <li>3. Set-up 구역 주변에 개구부는 없는지 확인하고 눈관리 및 접근 제한한다.</li> <li>4. 설비, 바닥 등 돌출부에 의한 부딪힘, 전도, 낙하위험을 사전에 제거한다.</li> <li>5. Set-up 후 가스·케미컬 Turn-on 작업 전 Leak test를 한다.(가압/감압 Test 또는 연결부 Portable 등의 휴대용 감지기로 확인작업)</li> <li>6. 고소작업(2 m↑)이 있을 경우 고소작업 안전에 따라 작업한다.</li> <li>7. 안전보호구를 착용하여 작업한다.(원청사의 ‘안전보호구기준’에 따름)</li> </ol>

#### 6) 설비 개조작업

설비 개조작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고소작업(2 m↑)이 있을 경우 고소작업 안전에 따라 작업해야 한다.</li> <li>2. Grating Open 작업시 Grating 작업절차를 따른다.</li> <li>3. 개조하는 부분의 화학물질은 중성화 완료 후 작업을 한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>3-1. 산/알칼리의 경우 작업 전 중성화 작업(DI or N2 Purge등)을 실시하고 결과 값을 기록한다.(pH-paper, pH-Sensor를 통해 pH 값을(6~8) 확인함)</li> <li>3-2. 유기용제의 경우 공급을 차단하고 N2 Purge, Drain등을 통해 케미컬을 제거한다.</li> <li>3-3. 작업 전 N2 Purge or Pumping 등을 통하여 배관/챔버/Part's 내 잔류물질을</li> </ol> </li> </ol>

설비 개조작업
<p>제거한다.</p> <p>3-4. 중성화 작업이 불가능한 경우 환경안전부서와 사전 협의 후 원청사의 보호구 착용 기준에 따라 강화된 보호구 착용 후 작업한다.</p> <p>4. Chamber의 경우 도킹시 협착, 낙하 위험에 주의한다.</p> <p>4-1. 위험의 종류에 따라서 충돌의 위험이 있을 경우 작업모/안전모를 착용한다.</p> <p>4-2. 위험의 종류에 따라서 중량물 낙하의 위험이 있을 경우 안전화(라인은 방진 안전화)를 착용해야 한다.</p> <p>5. Chamber개조의 경우 Chamber LID Open시 LID에 의한 협착이 발생하지 않도록 안전조치를 한다.</p> <p>5-1. Shock Absorber의 기능상태를 확인한다.</p> <p>5-2. Lid의 급작스러운 협착에 대비하여 안전블록 설치 또는 Pin고정 조치를 한다.</p> <p>5-3. Lid Manual Open시 2인/1조 작업을 실시한다.</p> <p>6. 가스·케미컬 배관 연결시 연결부(Fitting)는 아이마킹이 되어 있어야 한다.</p>

## 7) 케미컬 사용설비 PM/BM작업

케미컬 사용설비 PM/BM작업
<p>1. 필요서류(MSDS/SOP등, 위험/화기작업 포함 시 작업허가서, 전/중/후 Check Sheet) 및 필요교육(유해화학물질 취급 수료교육, 밀폐공간교육, 크레인 특별안전보건교육 등)이 완료되었는지 확인한다.</p> <p>1-1. MSDS를 사전 확인한다.</p> <p>1-2. 유해화학물질 취급 설비를 사용하는 경우 유해화학물질 취급교육을 수료한다.</p> <p>1-3. 작업 전 세안/세척기 위치를 확인한다.</p> <p>2. 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.</p> <p>2-1. 화학물질관리법 대상 설비/작업의 경우 전용현황판을 비치한다.</p> <p>2-2. 위험/화기작업의 경우 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.</p> <p>3. 가스·케미컬 사용 설비 작업은 사전 공급을 차단한다.</p> <p>4. 중성화 확인전 안전보호구를 착용한다. (원청사의 ‘안전보호구착용기준 ‘ 참조)</p> <p>5. 가스·케미컬 사용 설비 작업은 사전 중성화 작업을 이행한다.</p> <p>5-1. (케미컬-산/알칼리 사용설비 작업) 설비작업 진행 전 중성화 작업 이행 후</p>

케미컬 사용설비 PM/BM작업
<p>PH 중성화 농도(6-8)를 확인한다.</p> <p>5-2. (케미컬-유기 사용설비 작업) 설비작업 진행 전 Drain을 이행한다.</p> <p>5-3. 작업 전 필요 안전보호구를 착용한다. (원청사의 ‘안전보호구착용기준’ 참조)</p> <p>5-4. 중성화 작업이 불가능한 경우 환경안전부서와 사전협의 후 원청사의 보호구착용 기준에 따라 강화된 보호구 착용 후 작업한다.</p> <p>6. 배기장치는 정상작동이 유지되고 있는지 확인한다.</p>

### 8) 가스 사용설비 PM/BM작업

가스 사용설비 PM/BM작업
<p>1. 필요서류(MSDS/SOP등, 위험/화기작업 포함 시 작업허가서, 전/중/후 Check Sheet) 및 필요교육(유해화학물질 취급 수료교육, 밀폐공간교육, 크레인 특별안전보건교육 등)이 완료되었는지 확인한다.</p> <p>1-1. MSDS를 사전 확인한다.</p> <p>1-2. 유해화학물질 취급설비를 사용하는 경우 유해화학물질 취급교육을 수료한다.</p> <p>1-3. 작업 전 세안/세척기 위치를 확인한다.</p> <p>2. 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.</p> <p>2-1. 화학물질관리법 대상 설비/작업의 경우 전용현황판을 비치한다.</p> <p>2-2. 위험/화기작업의 경우 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.</p> <p>3. 가스·케미컬 사용 설비작업은 사전 공급을 차단한다.</p> <p>4. 가스·케미컬 사용 설비작업은 사전 중성화 작업을 이행한다.</p> <p>4-1. 설비작업 진행 전 Purge/Pumping을 진행한다. (시간/횟수 기입)</p> <p>4-2. 중성화 작업이 불가능한 경우 환경안전부서와 사전 협의후 원청사의 보호구 착용 기준에 따라 강화된 보호구 착용 후 작업한다.</p> <p>5. 작업 전 필요 안전보호구를 착용한다. (원청사의 ‘안전보호구착용기준’ 참조)</p> <p>6. 배기장치는 정상작동이 유지되고 있는지 확인한다.</p> <p>6-1. 설비 내부에 배기장치가 설치된 경우 작동유무를 확인한다.(정압계 등)</p> <p>6-2. 설비 내부에 배기장치가 없는 경우 이동형 배기장치를 근접 설치하고 작동유무를 확인한다.</p>

### 9) 일반설비 PM/BM작업

일반설비 PM/BM작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 필요서류(MSDS/SOP등, 위험/화기작업 포함시 작업허가서, 전/중/후 Check Sheet) 및 필요교육(유해화학물질 취급 수료교육, 밀폐공간교육, 크레인 특별안전보건교육 등)이 완료되었는지 확인한다.</li> <li>2. 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>2-1. 화학물질관리법 대상 설비/작업의 경우 전용현황판을 비치한다.</li> <li>2-2. 위험/화기작업의 경우 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.</li> </ol> </li> <li>3. 작업 전 필요 안전보호구를 착용한다. (원청사의 ‘안전보호구착용기준’ 참조)</li> <li>4. 자상/베임/찔림 위험이 있는 대상을 분류하고 주의문구를 추가한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>4-1. 필요시(일반 커터칼, 칼날(Blade), 조각Wafer, 깨진Quartz 등) 자상예방장갑을 착용한다.</li> </ol> </li> <li>5. 작업 시 협착/끼임/감전/낙하/전도/충돌이 있는 대상을 분류하고 주의문구를 추가한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>5-1. 충돌의 위험이 있을 경우 작업모/안전모를 착용한다.</li> <li>5-2. 낙하 및 전도의 위험이 있을 경우 안전화를 착용한다.</li> </ol> </li> <li>6. 중량물 취급시 다음과 같은 조건으로 작업을 실시한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6-1. 중량물 무게 15kg(여자), 25kg(남자) 이상 시 2인1조 작업 또는 전용Jig를 사용토록 한다.</li> </ol> </li> <li>7. 배기장치는 정상작동이 유지되고 있는지 확인한다. (에탄올 와이퍼 작업)             <ol style="list-style-type: none"> <li>7-1. 설비 내부에 배기장치가 없는 경우 이동형 배기장치를 근접 설치하고 작동유무를 확인한다.</li> </ol> </li> <li>8. 작업 중 모니터 임의조작으로 인한 사고예방을 위해 모니터에 ‘조작금지’ 눈관리를 하거나 4면펜스를 구획하여 출입을 차단한다.</li> </ol>

### 10) Hot Gun 작업/Auto 용접/PVC 용접작업

Hot Gun 작업/Auto 용접/PVC 용접작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 화기작업 시 적절한 보호구를 착용한다. (원청사의 화기작업 보호구기준 sheet참조)</li> </ol>

Hot Gun 작업/Auto 용접/PVC 용접작업
<p>2. 불꽃이 없는 AUTO(자동)용접(배관구경 20<math>\phi</math> ↓ SUS용접), HOT GUN,PVC용접은 불티비산 방지포를 설치하지 않아도 된다.</p> <p>3. 작업장 인근에 청정소화기 2개 이상을 화기작업 2 m이내에 비치하고 소화전이나 비상벨 등 소방시설의 위치 및 사용법을 숙지한다.</p> <p>4. 안전점검을 받고, 인증스티커(1회/분기, 소방대)를 부착하고 사용해야 한다.</p> <p>5. 화재감시자 및 안전담당자는 겸임이 가능하며, 안전담당자 인증 또는 화기관리자 인증교육을 받은 인원만 가능하다.</p> <p>6. 전원은 전기부서에서 지정한 단자에서 인출하되, 반드시 검정된 차단기 2차측에서 인출해야 하며, 장시간 작업중단 및 종료시에는 전원을 차단하여야 한다.</p> <p>1. 작업 전 안전화 착용한다.</p> <p>2. 차량 정차시 고임목(안전) 설치한다.</p> <p>3. 보행자 확인 후 옆문 개방하여 충돌사고를 예방한다.</p> <p>4. 사용전 대차의 차체, 바퀴구동과 회전동작 등이 정상인지 점검한다.</p> <p>5. 적재 높이는 시야를 가리지 않게 하고, 운반시 적재물을 고정한다.</p> <p>6. 운반통로의 장애물(정리정돈)을 제거하여 충돌, 전도 안전사고를 예방한다.</p> <p>7. 차량에 적재시 물품 흔들림 없도록 안전고리를 체결한다.</p> <p>8. 물품 상하자시 충돌에 주의한다.</p> <p>9. 운전 중 안전운전 수칙을 준수한다. (안전벨트 착용, 사내 운전속도25km/h 준수 등)</p>

### 11) PR 교체/이동작업

PR 교체/이동작업
<p>1. 필요서류(MSDS/SOP등, 위험/화기작업 포함 시 작업허가서, 전/중/후 Check Sheet) 및 필요교육(유해화학물질 취급 수료교육, 밀폐공간교육, 크레인 특별안전보건교육 등)이 완료되었는지 확인한다.</p> <p>1-1. MSDS를 대차에 비치한다.</p> <p>1-2. 유해화학물질 취급설비를 사용하는 경우 유해화학물질 취급교육을 수료한다.</p> <p>1-3. 설비 내부에서 작업을 진행하는 경우 사전 조도 측정 후 조도를 확보한다. (150Lux ↑)</p> <p>2. PR이동은 전용 대차로 이동을 하도록 한다.</p> <p>3. 작업 전 필요 안전보호구를 착용한다.(원청사의 안전보호구착용기준 활용하여 보호구명을 작성)</p> <p>4. 작업현황판을 설비 주변에 설치한다.</p>

PR 교체/이동작업
5. PR 홀림방지 흡수포를 준비한다. 6. PR 교체작업 위치에 국소배기 설치 후 작업을 실시토록 한다. 7. PR 교체대상 작업위치에 충격방지 매트 설치 후 작업을 실시한다.

## 12) 회전체 등 근접작업(Pump 작업 등)

회전체 등 근접작업(Pump 작업 등)
1. 회전체, 벨드부, 동력전달부분에 안전조치(안전Cover, 안전덮개, 안전방호망)가 되어 있는지 확인한다. 2. 회전체 교체작업 시 작업 전 동작을 정지시킨다. 3. 회전기계 사용 또는 작업시에는 말려 들어가는 장갑류 등 착용을 금지한다.

## 13) 중량물 취급작업

중량물 취급작업
1. 작업 전 중량물의 무게중심을 파악하고 적절한 자세와 작업방법 작업을 실시한다. 2. 중량물 무게 15kg(여자), 2 5kg(남자) 이상 시에는 2인1조 작업 또는 중량물 작업 JIG를 사용하도록 한다. 3. 물체의 낙하, 충격, 물체에 의한 협착/끼임 등 위험이 있는 작업은 안전화를 착용한다.

### 3-2. Infra

Infra지역의 주요 작업별 SOP는 <표 3-2>와 같다.

**<표 3-2> Infra의 주요 작업별 SOP 리스트**

No	작업구분	작업명
1	가스/케미컬 작업	공통

2	가스/케미컬 작업	공통사항
3	가스/케미컬 작업	케미컬 배관 해체/철거작업
4	가스/케미컬 작업	슬러리
5	가스/케미컬 작업	N2(질소), He(헬륨), O2(산소), Ar(아르곤), CO2(이산화탄소), 불활성가스(희석포함)
6	가스/케미컬 작업	B급을 제외한 모든 가스
7	방수 및 세척물질	본드류, 페인트, 소독제, 세척제 등 사용작업
8	방수 및 세척물질	FRP, 에폭시, 우레탄, 프라이머等 방수제작업
9	화기작업	PVC용접(음착기)
10	화기작업	ARC용접
11	화기작업	공통
12	일반작업	고압가스 운반용 대차
13	일반작업	핸드파레트(자키)
14	전기작업	공통
15	가스/케미컬 작업	가스 Turn-On 작업
16	가스/케미컬 작업	가스 Turn-Off 작업
17	가스/케미컬 작업	가스배관 해체/철거작업
18	가스/케미컬 작업	모든 케미컬(폐수, 응축수, 세정수, 배기, 폐액)
19	가스/케미컬 작업	케미컬 Turn-On/Off작업
20	가스/케미컬 작업	탱크로리 충전/폐액 수거작업
21	가스/케미컬 작업	케미컬 드럼 교체작업
22	가스/케미컬 작업	가스용기 교체작업
23	유해광선	유해광선(Laser, UV) 노출작업
24	실험실	공통사항

### 1) 공통 : 가스/케미컬 작업

공통 : 가스/케미컬 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업반경 구획을 실시한다.(Gas Room의 경우 Room입구에 작업 중임을 표시)</li> <li>2. 작업/성상에 맞는 보호구를 착용하고, 카트리리지 및 안전보호구 교체주기에 맞게 사용한다.(보호구 SOP가이드 참고)</li> <li>2.1 내화학보호구에 화학물질이 접촉된 경우 세척하여 2인1조로 탈의후 정상(산/유기/알칼리)에 따라 폐기한다.</li> <li>3. 비상대피로 및 세안시설의 위치를 확인한다.</li> <li>4. 작업종료 후 공급장치 잠금상태 및 LOTO 시건여부를 확인한다.</li> <li>5. 2인 1조 작업을 한다.</li> <li>6. 동일구역 내 동일복장 외 작업자가 없도록 통제를 실시한다.</li> </ol>

## 2) 공통사항 : 가스/케미컬 작업

공통사항 : 가스/케미컬 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작성자, 작성일자, 표준번호, 작성부서, 개정번호가 작성되어야 한다.</li> <li>2. 제/개정 이력 및 주요 개정내용이 작성되어야 한다.</li> <li>3. 품질/위험/화기 등급이 작성되어야 한다.</li> <li>4. 관련 문서에 SOP 환경안전가이드(FAB/INFRA/보호구/실험실)를 필수로 반영하고 세부 조항이 작성되어야 한다.(SOP 환경안전가이드에 해당하는 작업명을 작성)</li> <li>5. 작업에 필요한 보호구를 작성한다.(보호구SOP가이드를 따름)             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1 보호구의 착용과 탈착 시점을 구분하여 작성한다. 작업시작 이후 작업종료까지 보호구 탈착이 필요 없는 경우 또는 보호구 착용 Step 구분이 명확한 경우(고소작업 시 안전대 착용 등) 탈착시점을 작성하지 않을 수 있다.</li> <li>5.2 호흡보호구 착용 시 필터 유효기간을 확인하고 자가밀착도 검사(Self Fit Test)를 실시한다.</li> </ol> </li> <li>6. 작업을 작업 전/작업 중/작업 후 3단계로 분리하여 작성한다.</li> <li>7. 소방대 연락처 및 비상연락망을 포함한 비상상황 발생시 대응절차를 포함한다.</li> <li>8. 작업단계별 위험요인(급소 Point)을 작성한다.</li> <li>9. 작업종료 후 현장 정리정돈 사항을 작성한다.</li> <li>10. 폐기물 발생 시 성상 분류에 따른 처리절차를 작성한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1 케미컬 고상은 성상별 규격봉투를 사용하여 실명제 기재 후 이중 밀봉하고, 층별 반입구 고상수거함에 성상별로 폐기한다.(산-노란색, 알칼리-파란색, 유기-적색)</li> <li>10.2 케미컬 액상은 성상 구분하여 내화학성 용기에 담아 배출 실명제 스티커 부착 후 전도방지조치&amp;밀봉하여 액상 지정배출지역에 배출한다.</li> </ol> </li> <li>12. 관계자 외 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.(위험/화기작업, 가스·케미컬 설비 PM/BM작업은 필수적용, 일반작업(육안점검 포함)은 필요시 적용)</li> <li>12. 인터락 해지작업이 있는 경우 인터락 해지/복원 단계를 작업내용에 포함한다.</li> </ol>

## 3) 케미컬 배관 해체/철거작업

케미컬 배관해체/철거작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 해체/철거작업 전 중성화 및 Drain이 정상적으로 이루어졌는지 확인한다.</li> <li>2. 특별관리대상물질, 관리대상물질을 취급하는 경우 국소배기 정상작동 여부 확인 후사용한다.</li> </ol>

#### 4) 슬러리

슬러리
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 교체작업 전 Purge 및 Pumping이 정상적으로 이루어졌는지 확인한다.</li> <li>2. 교체작업이 진행되는 경우 연결부에 대해서는 아이마킹을 실시하도록 한다.</li> <li>3. 교체작업이 진행되는 경우 가압Test(Leak Test)를 진행한다.</li> </ol>

#### 5) N2(질소), He(헬륨), O2(산소), Ar(아르곤), CO2(이산화탄소), 불활성가스(희석포함)

N2(질소), He(헬륨), O2(산소), Ar(아르곤), CO2(이산화탄소), 불활성가스(희석포함)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 교체작업 전 Purge 및 Pumping이 정상적으로 이루어졌는지 확인한다.</li> <li>2. 교체작업이 진행되는 경우 연결부에 대해서는 아이마킹을 실시하도록 한다.</li> <li>3. 교체작업이 진행되는 경우 가압Test(Leak Test)를 진행한다.</li> </ol>

#### 6) B급을 제외한 모든 가스

B급을 제외한 모든 가스
<ol style="list-style-type: none"> <li>0. 해당 가이드는 N2(질소), He(헬륨), O2(산소), Ar(아르곤), CO2(이산화탄소), 불활성 가스(희석포함)를 제외한 모든 가스·케미컬 관련 작업에 적용한다.</li> <li>1. 성상에 맞는 공구를 사용하여야 한다.(가연성: 방폭공구 사용)</li> <li>2. 작업 전 Purge 및 Pumping이 정상적으로 이루어졌는지 확인한다.</li> <li>3. 교체작업이 진행되는 경우 연결부에 대해서는 아이마킹을 실시하도록 한다.</li> <li>4. 교체작업이 진행되는 경우 가압Test(Leak Test)를 진행한다.</li> </ol>

### 7) 본드류, 페인트, 소독제, 세척제 등 사용작업

본드류, 페인트, 소독제, 세척제 등 사용작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 보안경, 반면형 방독마스크 및 화학물질용 장갑을 착용한다.</li> <li>2. 작업완료 후 폐기물 봉투에 담아 즉시 폐기한다.</li> <li>3. 특별관리대상물질 0.1% 또는 0.3% 이상 함유된 물질을 취급하는 국소배기를 점검/가동한다.               <ol style="list-style-type: none"> <li>3-1. 특별관리물질별 혼합물질 관리범위 기준은 관련 사내기준 또는 법적기준을 참고한다. (배기장치 설치 및 관리 규칙)</li> </ol> </li> <li>4. 옥내지역에서 관리대상물질을 취급하는 경우 국소배기 정상작동 여부 확인 후 사용한다.(단, 상시 환기가 되는 지역이며 사용량이 법적기준 이하인 경우 제외 가능)</li> </ol>

### 8) FRP, 에폭시, 우레탄, 프라이머 등 방수제 작업

FRP, 에폭시, 우레탄, 프라이머 등 방수제 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 보안경, 반면형 방독마스크 및 화학물질용 장갑을 착용한다.</li> <li>2. 작업완료 후 폐기물 봉투에 담아 즉시 폐기한다.</li> <li>3. 특별관리대상물질 0.1% 또는 0.3% 이상 함유된 물질을 취급하는 국소배기를 점검/가동한다.               <ol style="list-style-type: none"> <li>3-1. 특별관리물질별 혼합물질 관리범위 기준은 관련 사내기준 또는 법적기준을 참고한다.(배기장치 설치 및 관리 규칙)</li> </ol> </li> <li>4. 옥내지역에서 관리대상물질을 취급하는 경우 국소배기 정상작동 여부 확인 후 사용한다.(단, 상시 환기가 되는 지역이며 사용량이 법적기준 이하인 경우 제외 가능)</li> </ol>

### 9) PVC용접(용착기)

PVC용접(용착기)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 파이프 내/외부 파손(청결/변형) 육안확인</li> <li>2. 용접 Gun은 적정장소(본체 거치대)에 보관/거치한다.</li> </ol>

## 10) ARC용접

ARC용접
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 감전보호를 위하여 검정된 자동 전격방지기를 사용하되, 전격방지기는 무부하 전압을 30V이하로 낮추어 주어야 하며, 접촉에 필요한 시간은 0.03초이내, 지연시간은 15초를 넘지 않는 것을 사용하여야 한다.(작업전 : 녹색램프 점등, 작업중 : 적색 및 황색 램프 점등_</li> <li>2. 홀더는 용접봉을 고정하는 부분 이외에는 완전히 절연되는 것을 사용한다.</li> <li>3. 접지는 모재 바로 인근에 하며, 가스배관이나 위험물배관에는 접지를 할 수 없다.</li> <li>4. 아크용접기 홀더선 길이는 30M를 넘을 수 없으며 홀더선을 감아서 사용할 수 없다.</li> <li>5. 작업장 주변에는 유증기 여부를 확인하고 작업장 주변은 인화성물질을 제거한다.</li> <li>6. 용접장비 연결상태 및 연결부 피복손상 여부를 작업전 확인한다.</li> <li>7. 작업시는 어스 체결이 잘 되었는지 확인후 작업한다.</li> <li>8. 부재간의 간격은 Root간격을 준수하여야 한다. 배관:5mm이내, 철판:10mm이내(받침대 설치)</li> <li>9. 화기작업의 중단, 작업종료 후 30분 이상 불티를 감시하여야 한다.</li> </ol>

## 11) 공통 : 화기작업

공통 : 화기작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 화기작업 시 적절한 보호구를 착용한다. ※ 보호구SOP가이드 참조</li> <li>2. 불티 비산 방지포를 설치한다. (별첨_불티비산방지포 설치기준 참조) 2.1 단, 예외 규정 참조 (AUTO용접 / HOT GUN / PVC용접(용착기) C급)</li> <li>4. 가스용기에는 해당 경고표지 부착하고 MSDS를 일체형 끝차에 비치하여야 한다.</li> <li>5. 전원은 전기부서에서 지정한 단자에서 인출하되, 반드시 검정된 차단기 2차측에서 인출 해야 하며, 장시간 작업중단 및 종료시에는 전원을 차단하여야 한다</li> <li>7. 안전점검을 받고, 인증스티커(1회/분기, 환경안전 주관)를 부착하고 사용해야 한다.</li> <li>8. 가연성 가스 체류 위험장소는 2시간 마다 가스농도 측정후 작업을 실시한다. (단, GAS룸, CCSS룸, 밀폐구역에 한한다.)</li> <li>9. 작업장 인근에 소화기 2개 이상을 화기작업 2 m이내에 비치하고 소화전이나 비</li> </ol>

<b>공통 : 화기작업</b>
<p>상벨 등 소방시설의 위치 및 사용법을 숙지한다.</p> <p>9.1 Infra지역은 분말 소화기를 사용해야 한다.</p> <p>9.2 Fab/Plenum지역은 청정 소화기를 사용해야 한다.</p> <p>10. 단자 접속부는 절연테이프 등 절연 조치 및 덮개 파손 상태를 확인한다. (용접기 충전부는 열수축 튜브와 난연성 절연 Tape 이용하여 절연 조치함)</p> <p>11. 용접기 전용 보관함 사용 및 외함 접지 설치 상태 확인한다.</p> <p>12. 작업종료 후 정리정돈 실시</p> <p>13. 신너, 페인트, 유류, 가스 등 인화성 물질과 가연성 물질은 화기작업 장소로부터 11 m 이상 떨어져 있어야 한다.</p> <p>14. 용접 fume 제거를 위한 국소배기 설치 시 배기 덕트는 용접 포인트의 상부 50 cm 이상의 위치에 이격하여 설치하여야 한다.</p>

## 12) 고압가스 운반용 대차

<b>고압가스 운반용 대차</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고압가스의 운반은 전용대차를 이용하여 2개 이하 소량운반 한다.</li> <li>2. 거치대의 재질은 무게가 가볍고 부식방지에 용이한 SUS재질을 사용한다.</li> <li>3. 용기 하부받침대 사이즈는 용기바닥면 보다 사이즈가 큰 것을 사용한다.</li> <li>4. 용기 고정용 체인을 상/하부 2개를 설치한다.</li> <li>5. 이동바퀴는 앞뒤 각각 2개씩 설치한다.</li> </ol>

## 13) 핸드팔레트(자키)

<b>핸드팔레트(자키)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전도 방지위한 보조용 바퀴를 설치하고 충돌방지용 보양처리를 한다.</li> <li>2. 운반물의 부재높이가 바닥에서 150cm이하인 경우에만 사용한다. 단, 높이초과 시 추가 안전조치(위험성평가) 後 사용한다.</li> <li>3. 목재로 된 팔레트는 사용하지 않는다.(단, 자재 납품용으로 반입된 나무팔레트는 사용 後 당일 반출)</li> <li>4. 핸드팔레트에 자재 적재 시 자동바 등으로 단단히 고정한다.</li> <li>5. 경사로 이동시에는 통제원을 배치한다.</li> </ol>

### 14) 공통 : 전기작업

공통 : 전기작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 공사현황판을 설치한다. (계통 조작, 운전, 단순작업은 제외)</li> <li>2. 작업대상 전기설비에 경고표지를 부착(혹은 부착 확인)하거나, 작업구간을 구획, 통제 후 작업한다.</li> <li>3. 작업 SOP는 현장 상황이 반영될 수 있도록 DRI를 진행한다.</li> <li>4. 작업 전 가스소화설비를 비가동 신청하고, 현장에서 비가동 조작을 한다.(전기실 가스계 소화설비 설치구역만 해당)</li> <li>5. 작업 시 안전통로와 비상대피로를 확보하고, 작업자는 출입/작업수칙을 준수한다. - 전기실 작업만 해당</li> <li>6. 배전반은 기준에 의거, 담당자만 Open할 수 있고, 비작업 설비는 이중 잠금장치를 시행 한다. -전기실 작업만 해당</li> <li>7. 작업자는 사고발생 시 비상조치(정전, 화재, 감전) 사항을 사전 인지한다.</li> <li>8. 작업인원 계획 및 실제 작업자의 배치는 작업등급 기준에 적합해야 한다.(작업자, 안전관리자, 전자담당자 등)</li> <li>9. 2M이상의 높이작업에서 작업할 경우에는 안전벨트를 체결하도록 해야한다. - 고소 작업에 한함</li> <li>10. 작업 시 Bus way를 밟지 않는다. 공사, Hookup 작업시만 해당</li> <li>11. 회전체 주변에서 작업시 말림 위험성이 없도록 복장이나 도구를 사용한다. - 기계실 출입시만 해당</li> <li>12. 중량물 운반작업 시 규정 대차 사용 및 적합한 운반 수단을 사용하고, 결속이 필요한 대상은 반드시 결속 하여야 한다. 중량물 작업에 한함</li> <li>13. 사다리 등을 활용한 고소작업시에는 배관 등의 파손이 없도록 운반/이동 하여야 한다. 사다리 사용작업에 한함</li> <li>14. 고소작업 시 스프링클러 헤드의 파손이 없도록 사전 조치하여야 한다. - 고소 작업에 한함</li> <li>15. 전기 Tray 작업시 케이블을 밟고 작업하지 않아야 하며, 불가시 보강판을 사용한다. Tray 작업에 한함</li> <li>16. 전기작업 시 전압 크기별 적합한 절연재, 보호구, 계측기, 공도구 등을 사용하여야 한다.</li> <li>17. 작업에 적합한 전기안전보호구를 착용한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>17.1 전기실 출입자 : 보호면 일체형 안전모, 절연안전화, 각반, 활선 경보기(안전모), 일반장갑, 팔, 다리 노출이 없을 것</li> <li>17.2 저압 활선 근접 점검/측정/조작/작업시 : 보호면 일체형 안전모, 절연 안전화, 활선 경보기(안전모, 손목), 일반장갑, 절연매트(단말 작업시), 방염복 세트(난</li> </ol> </li> </ol>

공통 : 전기작업
<p>연성능)/두건, 상하의 단. Fab 내 작업시 fab 기준복장을 따르고 전기 안전보호구(보호면 일체형 안전모, fab안전화, 활선 경보기, 절연장갑(fab기준), 절연 매트(단말 작업시))</p> <p>17.3 고압 활선 근접 점검/보양 후 작업시 : 보호면 일체형 안전모, 절연 안전화, 활선 경보기, 일반장갑, 방염복 세트(난연성능)/두건, 상하의</p> <p>17.4 고압 활선근접 보양작업시 : 보호면 일체형 안전모, 절연 장화, 활선 경보기 (안전모, 손목), 절연장갑, 절연복 세트(상하의), 절연매트</p> <p>17.5 고압 활선근접 측정/조작/작업시 : 보호면 일체형 안전모, 활선 경보기(안전 모, 손목), 절연 안전화, 방염복 세트(HRC 4)/후드, 상하의, 방염장갑 * 절연 용 보호구 등을 사용하기 전에 흠/균열/파손, 그밖의 손상 유무를 발견, 정비 또는 교환</p> <p>17.6 휴대용 산소 호흡기(CO2지역)</p>

## 15) 가스 Turn-On 작업

가스 Turn-On 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 가스감지기 정상 설치 여부 및 정상동작 여부를 확인을 한다.</li> <li>2. 설비연결표 및 작업도면을 확인하여 해당 공급장치나 stick이 대상설비인지 확인 하여야한다.</li> <li>3. Leak data가 spec 확인 후 작업한다.</li> </ol>

## 16) 가스 Turn-Off 작업

가스 Turn-Off 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 설비연결표 및 작업도면을 확인하여 해당 공급장치나 stick이 대상설비인지 확인 하여야한다.</li> <li>2. 철거 대상작업인 경우 배관철거 Sticker 부착상태를 확인해야한다.</li> <li>3. Purge / Pumping을 통하여 중성화 및 잔압 제거를 실시한다.</li> </ol>

### 17) 가스배관 해체/철거작업

가스배관 해체/철거작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 충돌위험요소제거, 배관 걸림 등 작업에 불합리 요소 확인 및 조치를 취해야한다.</li> <li>2. 철거도면 및 연결표의 정합성을 확인하고 철거스티커 설비명 및 가스명 작업자명을 정확하게 기입하여야 한다. ※ 가연성: 붉은색, 부식성: 노란색, 불활성: 파란색</li> <li>3. 철거스티커는 2m마다 부착하며 꺾인구간은 0.5m마다 부착하여야 한다.</li> <li>4. 성상에 맞는 공구를 사용하여야한다. (가연성: 방폭 공구사용)</li> <li>5. Purge / Pumping을 통하여 중성화 및 잔압 제거를 실시한다.</li> <li>6. 철거Ring 결합형 Cutter를 사용하여야 한다.</li> <li>7. 성상에 맞는 폐기물 봉투를 이용하여 정리정돈을 실시하여야 한다. ※ 지정 폐기물은 지정폐기물 절차를 준수한다.</li> <li>8. 관리대상물질을 취급하는 경우 국소배기 정상작동 여부를 확인하고 사용한다.</li> </ol>

### 18) 모든 케미컬(폐수, 응축수, 세정수, 배기, 폐액)

모든 케미컬(폐수, 응축수, 세정수, 배기, 폐액)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 교체작업 전 중성화 및 Drain이 정상적으로 이루어졌는지 확인해야한다.</li> <li>2. 교체작업이 진행되는 경우 연결부에 대해서는 아이마킹을 실시하도록 한다.</li> <li>3. 교체작업이 진행되는 경우 가압 Test(Leak Test)를 진행하여야 한다.</li> </ol>

### 19) 케미컬 Turn-On/Off 작업

케미컬 Turn-On/Off 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leak Sensor 시스템 연동여부 확인</li> <li>2. 배관의 흐름 및 물질표시 되어있는지 확인한다. (화관법 대상물질일경우 제품명이 아닌 대상물질명 표기)</li> </ol>

## 20) 탱크로리 충전/폐액 수거작업

탱크로리 충전/폐액수거 작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업자 간 수신호 확인한다.</li> <li>2. 케미컬 탱크로리 기사인증제 이수한 작업자를 배치한다.(기사일치 및 기간만료여부)</li> </ol>

## 21) 케미컬 드럼 교체작업

케미컬 드럼 교체작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 드럼 임시 보관 시 비상대피로 동선에 보관하지 않는다.</li> <li>2. 드럼 교체작업 전 공병/실병 확인 스텝이 있어야 한다.</li> <li>3. 작업자의 드럼 오 교체를 예방하기 위하여 사전 약품명, 바코드, 드럼 ↔ 커플러 Key Code 확인한다.</li> <li>4. 드럼 교체작업 중 커플러 체결 시 Leak 여부를 확인한다.</li> </ol>

## 22) 가스용기 교체작업

가스용기 교체작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 정상에 맞는 공구를 사용하여야한다. (가연성: 방폭 공구사용)</li> <li>2. 교체전 Purge가 정상적으로 이루어졌는지 확인을 하여야 한다.</li> <li>3. 교체 대상에는 교체예정 스티커가 부착되어야하고, 공급대상에는 사용중 스티커가 부착되어야한다.</li> <li>4. CIF3가스는 용기교체 1일~2일 전 Cycle Purge를 하여 Leak을 방지하여야 한다. (이전에 실시했을 경우 전일 추가적으로 실시할 수 있도록 할 것)</li> <li>5. BSGS의 경우에는 체결해제 후 10 cm정도 체결부를 이격시켜 교체대상과 사용중인 실린더를 구분할 수 있게 한다.</li> </ol>

## 23) 유해광선(Laser, UV) 노출작업

유해광선(Laser, UV) 노출작업
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 차광 보안경을 착용 후 작업한다.</li> <li>2. 유해광선(Laser, UV) 작동을 사전 차단 후 작업한다.</li> </ol>

## 24) 공통사항 : 실험실

공통사항 : 실험실
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작성자, 작성일자, 표준번호, 작성부서, 개정번호가 작성되어야 한다.</li> <li>2. 제/개정 이력 및 주요 개정내용이 작성되어야 한다.</li> <li>3. 화학물질을 사용하는 경우 화학물질에 대한 MSDS를 비치(문서, Tablet PC) 해야 한다. (에탄올, 구리스, IMP 실린더 등)</li> <li>4. 작업에 필요한 보호구를 작성한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>4-1 보호구의 착용과 탈착 시점을 구분하여 작성한다.(작업시작 이후 작업종료까지 보호구 탈착이 필요 없는 경우 또는 보호구 착용 Step 구분이 명확한 경우(고소작업 시 안전대 착용 등) 탈착시점을 작성하지 않을 수 있다.</li> <li>4-2 호흡보호구 착용 시 밀착도 검사(Fit Test)를 실시한다.</li> </ol> </li> <li>6. 작업을 작업 전/작업 중/작업 후 3단계로 분리하여 작성한다.</li> <li>7. 소방대 연락처를 작성한다.</li> <li>8. 공도구를 사용하는 경우 작업에 필요한 공도구를 준비하고 고장, 마모, Crack 등 사전 확인한다.</li> <li>9. 작업단계별 위험요인(급소 Point)을 작성한다.</li> <li>10. 작업종료 후 현장정리 정돈사항을 작성한다.</li> <li>11. 폐기물 발생시 정상분류에 따른 처리절차를 작성한다.             <ol style="list-style-type: none"> <li>11-1 케미컬 고상은 정상별 규격봉투를 사용하여 실명제 기재 후 이중 밀봉하고, 층별 반입구 고상수거함에 정상별로 폐기한다.(산-노란색, 알칼리-파란색, 유기-적색)</li> <li>11-2 케미컬 액상은 정상 구분하여 깨끗한 용기에 담아 배출 실명제 스티커를 부착 후, 전도방지조치&amp;뚜껑으로 밀봉하여 지정된 1층 반입구에 배출한다.</li> </ol> </li> </ol>

**공통사항 : 실험실**

12. 환경안전가이드를 참고하여 각 해당 작업 항목을 작성한다.  
12-1 SOP 작성 시 분류코드를 구분하여 작성한다.
13. 위험/화기 작업을 진행하는 경우 관계자 와 출입 금지토록 구획(안전펜스, 라바콘, 안전띠 등)하고 작업현황판을 비치한다.
14. 화관법 대상 설비/대상 작업의 경우 전용 현황판을 비치한다.
15. 에탄올 와이퍼 Cleaning 작업 시 배기장치를 설치한다. (이동형 · 고정형)
16. 폐수 발생시 성상별 배관연결 확인후 Drain 한다.
17. 배출시설에서 사용하는 화학물질 특성에 따른 성상별 배기제원에 연결한다.
18. 유해화학물질 취급설비를 사용하는 경우 화관법에 따른 취급자교육(16시간)을 수료했는지 확인한다.



## IV. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스

### 4-1. 매트릭스의 구성

#### ○ 매트릭스 구축 방법

전자산업의 매트릭스 구축은 우선 직무 및 공정별 사용하는 화학물질 선정을 위해 다양한 자료를 고찰하였다. 우선 고용노동부의 산업재해 현황, 안전보건공단의 작업환경측정 결과 및 근로자 건강진단결과 데이터베이스, 작업환경 실태조사결과 등에 대한 정보를 확인하였다. 그러나 모두 표준산업분류표를 활용하여 자료를 추출해야 하기 때문에 직무 및 공정에 대한 자료가 전자산업을 대표하기에 타당하지 않다고 생각하여 활용하지 않기로 결정하였다.

그 이후 전자산업과 관련하여 수행된 다양한 보고서, 학술지 및 전문서적 등을 확인한 결과 안전보건공단에서 반도체 및 LCD 산업을 대상으로 수행하여 공정별 사용 또는 노출가능성이 있는 화학물질 정리한 자료가 가장 정확한 정보라고 판단하여 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스의 템플릿으로 활용하기로 하였다.

전자산업에서 사용되는 화학물질을 기반으로 구축된 매트릭스에 ① 발암성, 생식독성, 생식세포 변이원성의 등급, ② 노출기준의 수준에 따른 등급, ③ 화학물질 노출 근로자와 노출 가능성 등급, ④ 화학물질 사용량과 노출 가능성 등급, ⑤ 화학물질 법적 규제수준과 노출 가능성 등급, ⑥ 직업병 발생수준과 등급, ⑧ NFPA 보건에 대한 등급을 활용하여 정보를 구축하였다.

<표 4-1> 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분

항목	구성		
발암성	· 고용노동부, IARC ACGIH 등의 발암성 구분에 따라 4등급으로 분류		
	CMR* 유해성 구분	기관 및 구분	GHS 구분
	1	IARC 3, ACGIH A4	-
	2	MoEL 2, IARC 2B, ACGIH A3	2
	3	MoEL 1B, IARC 2A, ACGIH A2	1B
4	MoEL 1A, IARC 1, ACGIH A1	1A	
노출기준	· 입자 및 가스상물질에 따라 노출기준을 4등급으로 구분		
	유해성 구분	입자상 물질 (mg/m <sup>3</sup> )	가스상 물질(ppm)
	1	1 - 10이상	50-500이상
	2	0.1 - 1	5 - 50
	3	0.01 - 0.1	0.5 - 5
4	0.01이하	0.5이하	
노출 근로자	· 노출근로자 수를 4등급으로 구분		
	노출가능성 구분	노출 근로자 수준	
	1	10명 ≥ 노출(취급) 근로자 수	
	2	10명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 100명	
	3	100명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 1,000명	
4	1,000명 < 노출(취급) 근로자 수		
화학물질 사용량	· 화학물질 사용량을 4등급으로 구분		
	노출가능성 구분	사용량 범위	
	1	1 ton ≥ 사용량	
	2	1 ton < 사용량 ≤ 100	
	3	100 ton < 사용량 ≤ 1,000	
	4	1,000 ton < 사용량 ≤ 5,000	
5	5,000 ton < 사용량		
법적 규제수준	· 법적 규제 수준을 4가지로 구분		
	규제수준 구분	화학물질 법적 규제 수준	
	1	국내 또는 ACGIH에 직업적 노출기준이 설정되어 있는 경우	
	2	관리대상물질 또는 측정, 특수건강진단 대상 물질인 경우	
	3	허용기준 대상물질 또는 특별관리물질인 경우	
4	금지 및 허가대상물질 또는 특별관리대상물질인 경우		

항목	구성	
직업병 발생수준	· 직업병 발생수준을 4가지로 구분	
	직업병 구분	직업병 발생 수준
	1	업무상 질병이 발생되지 않았거나 또는 보고되지 않은 경우
	2	근로자 건강진단 상 D <sub>1</sub> 이 발생된 물질
	3	역학조사위원회에 상정된 화학물질
4	업무상 질병으로 인정된 화학물질	
NFPA 보건 구분	· NFPA 보건의 5단계 구분으로 4가지로 구분	
	보건 등급 구분	NFPA 등급
	1	보건위협성 1등급 이하(0등급 포함)
	2	보건위협성 2등급
	3	보건위협성 3등급
4	보건위협성 4등급	

\* CMR : Carcinogenesis(발암성), Mutagenesis(생식세포 변이원성), Reproductive toxicity(생식독성)

○ 발암성, 생식독성 및 생식세포 변이원성물질의 등급 구분

발암성의 경우 최근 사회적으로도 이슈화되고 있고 그 분류를 명확히 하기 위한 참고자료로서 아래와 같은 표를 참고하였으며 이는 미국표준기구인 ANSI Z129.1의 자료를 활용하였다.

<표 4-2> 발암성물질의 등급 구분

발암성 구분	기관 및 구분	GHS 구분	발암성 분류
1	IARC 3, ACGIH A4	-	· 불확실(Uncertainty)
2	MoEL 2, IARC 2B, ACGIH A3	2	· 발암성의심물질(Possible Cancer Hazard-May cause cancer based on animal data)
3	MoEL 1B, IARC 2A, ACGIH A2	1B	· 발암성추정물질(Suspect Cancer Hazard-May cause cancer)
4	MoEL 1A,	1A	· 인간발암성확인물질(Cancer Hazard-Can cause

	IARC 1, ACGIH A1		cancer)
--	---------------------	--	---------

\* IARC ; 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC), ACGIH ; 미국산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists), NTP ; 미국독성프로그램(National Toxicology Program), EPA ; 미국환경보호국(US Environment Protection Agency), OSHA ; 미국산업안전보건청(American Occupational Safety & Health Administration)

생식독성 및 생식세포 변이원성은 고용노동부 고시 및 EU CLP상의 구분을 활용하여 4가지 등급으로 구분하였다.

**<표 4-3> 생식독성 및 생식세포 변이원성 물질의 등급 구분**

생식독성 및 변이원성 구분	기관 및 구분	GHS 구분	생식세포 변이원성 및 생식독성 분류
1	기타	-	· 불확실(Uncertainty)
2	MoEL 2, Eu CLP 3	2	· 생식독성 및 생식세포 변이원성 의심물질
3	MoEL 1B, Eu CLP 2	1B	· 생식독성 및 생식세포 변이원성 추정물질
4	MoEL 1A, Eu CLP 1	1A	· 생식독성 및 생식세포 변이원성 확인물질

○ 직접적 노출기준의 수준에 따른 등급 구분

노출기준의 수준의 분류는 영국보건안전청(Health and Safety Executive, HSE)에서 시행하는 Control Banding 사업의 일환인 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health)에서 분류하고 있는 저농도에서 고농도까지 아래 표와 같이 5개 유해 구분으로 구성하였다(이권섭 등, 2009년 재인용).

**<표 4-4> 화학물질 노출기준에 따른 유해성 구분**

유해성 구분	노출기준의 수준		위해성 간격 구분
	입자상 물질 (mg/m <sup>3</sup> )	가스상 물질(ppm)	
1	1 - 10이상	50-500이상	· 가역적인 건강상의 영향이 알려지지 않았거나 조금 있는 경우 · 건강상의 영향이 의심되는 경우
2	0.1 - 1	5 - 50	· 가역적인 건강상의 영향이 있는 경우
3	0.01 - 0.1	0.5 - 5	· 심각한 가역적인 건강상의 영향이 있는 경우
4	0.01이하	0.5이하	· 비가역적인 건강상의 영향이 있는 경우
5	취급과 발생을 가능한 억제하고 특별한 대책이 필요		· 인간에게 확인된 발암물질 · 생명을 위협하거나 치명적인 상해나 질병에 대한 영향이 있는 경우

※ 자료원 : AIHA, HSE Hazard group

○ 화학물질 노출 근로자와 노출 가능성 등급 구분

전자산업에서 취급하는 화학물질에 대한 노출 근로자 수가 많다는 것은 노출에 대한 위험성이 크다는 것을 의미한다. 노출 근로자 수 파악은 고용노동부 및 한국산업안전보건공단의 제조업체 작업환경 일제조사 등의 자료를 활용하였으며 이는 미국산업위생학회에서 제시하는 바와 같이 4개로 노출가능성을 구분하였다.

**<표 4-5> 화학물질 노출 근로자와 노출가능성 구분**

노출가능성 구분	노출 근로자 수준
1	10명 ≥ 노출(취급) 근로자 수
2	10명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 100명
3	100명 < 노출(취급) 근로자 수 ≤ 1,000명

4	1,000명 < 노출(취급) 근로자 수
---	-----------------------

※ 자료원 : AIHA, Exposure assessment strategies committee

다만, 2019년 작업환경실태조사결과, 근로자 건강진단결과, 작업환경측정결과  
의 표준산업분류에 전자업종 이외의 사업장에 대한 정보가 다수 포함되어 부정  
확한 정보를 이유로 등급을 결정하는 자료에는 포함하지 않았다.

#### ○ 화학물질 사용량과 노출 가능성 등급 구분

화학물질의 사용량이 많은 것은 전자산업에 간접적인 노출에 기여할 수 주  
요한 요인이다. 화학물질의 사용량은 고용노동부 및 한국산업안전보건공단의  
제조업체 작업환경 일제조사 등의 자료를 활용할 수 있으며 사용량에 따른 노  
출 가능성은 이권섭 등(2009)이 사용한 방법을 응용하여 5가지로 구분하였다.

**<표 4-6> 화학물질 사용량과 노출가능성 구분**

노출가능성 구분	사용량 범위
1	1 ton ≥ 사용량
2	1 ton < 사용량 ≤ 100
3	100 ton < 사용량 ≤ 1,000
4	1,000 ton < 사용량 ≤ 5,000
5	5,000 ton < 사용량

화학물질 사용량의 경우에도 2019년 작업환경실태조사 결과에 전자업종 이  
외의 사업장에 대한 정보가 다수 포함되어 역시 등급을 결정하는 자료에는 포  
함하지 않았다.

#### ○ 화학물질 법적 규제수준과 노출 가능성 등급 구분

산업안전보건법 상 화학물질의 법적 규제수준에 대한 부분도 유해성·위험성  
평가 결과 그 화학물질을 타당하게 구분하는데 주요한 역할을 할 수 있다. 산

업안전보건법에서 화학물질관리 체계는 제조 등의 금지, 허가대상 유해물질, 관리대상 유해물질(특별관리대상물질 포함), 건강수첩 관리대상물질, 작업환경측정 및 특수건강진단 대상물질, 노출기준 대상물질 등으로 구분될 수 있다. 전자사업에서 사용하는 화학물질을 법적 규제 우선순위에 따라 1단계에서 4단계로 구성하였다.

**<표 4-7> 화학물질 법적 규제 수준과 구분**

규제수준 구분	화학물질 법적 규제 수준
1	우리나라 또는 ACGIH에 직업적 노출기준이 설정되어 있는 경우
2	관리대상 유해물질 또는 작업환경측정, 특수건강진단 대상 물질인 경우
3	허용기준 대상물질인 경우
4	금지 및 허가대상물질 또는 특별관리물질인 경우

※ 자료원 : 작업환경 허용기준 도입을 위한 유해물질 선정 및 허용기준 수준에 관한 연구

○ 직업병 발생수준과 등급 구분

전자산업의 경우 화학물질로 인하여 직업병이 발생하는 경우는 산업재해가 유일하다. 따라서 업무상 질병으로 인정된 화학물질을 목록화 하였다. 또한 안전보건공단에 역학조사를 의뢰한 안건의 경우 그 유해성·위험성을 무시할 수 없다 평가 결과 적정 수준으로 구분하는데 있어 상당히 많은 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서, 노영만 등(2006)의 연구에서 활용한 직업병 발생 수준에 따른 구분을 인용하여 국내외에서 직업병이 발생된 경우는 구분 4로, 직업병이 발생되지 않은 경우는 1로 구분하는 등 총 4개의 항목으로 구성하였다.

**<표 4-8> 직업병 발생 수준과 구분**

직업병 구분	직업병 발생 수준
1	업무상 질병이 발생되지 않았거나 또는 보고되지 않은 경우

2	근로자 건강진단 상 D <sub>1</sub> 이 발생된 물질
3	역학조사위원회에 상정된 화학물질
4	업무상 질병으로 인정된 화학물질

※ 자료원 : 작업환경 허용기준 도입을 위한 유해물질 선정 및 허용기준 수준에 관한 연구

#### ○ NFPA 보건에 대한 등급 구분

미국화재예방협회(National Fire Protection Association, NFPA)은 물질의 유해 위험성을 건강(Health), 불안정성/반응성(Instability/Reactivity)로 구분하여 0~4까지 점수를 부여한 것으로 숫자가 클수록 유해위험성이 높다는 것을 의미한다. 이중 전자업종의 경우 보건 분야만을 한정해서 4개 항목으로 구성하였다.

**<표 4-9> NFPA 보건에 대한 수준과 구분**

보건 등급 구분	NFPA 구분
1	보건위험성 1등급 이하(0등급 포함) 노출에 의하여 작은 상해가 남을 정도의 물질 노출 시 경미한 상해가 남을 정도의 물질 노출 시 경미한 부상을 유발할 수 있음
2	보건위험성 2등급 계속적 노출 상태에서 상해 가능성이 있는 물질 만성적 접촉이 아닌 지속적 혹은 일반적 접촉으로 일시적 장애나 부상을 유발할 수 있음
3	보건위험성 3등급 짧은 시간의 노출 후 일시적 상해를 남기는 물질 매우 짧은 신체적 노출로도 일시적 혹은 만성적 부상을 야기 할 수 있음
4	보건위험성 4등급 아주 짧은 시간의 노출 후 사망 혹은 심한 상태를 남기는 물질 매우 짧은 신체적 노출로도 사망 혹은 심각한 부상을 야기할 수 있음

## 4-2. 공정별 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 등급구분

### ○ 화학물질관리 구분

전자산업에 종사하는 근로자의 건강보호를 위하여 취급하는 화학물질에 대한 자체적인 등급을 마련하여 그 구분에 따라 관리하는 것이 바람직하다. 전자산업에서 사용되는 화학물질의 관리구분을 크게 고유해물질, 유해물질, 관리물질 및 일반물질로 구분하였으며, 매트릭스는 관리 구분에 따른 색깔은 빨간색, 노란색, 흰색 및 녹색으로 하였다.

본 연구에 따른 화학물질 등급 구분은 연구자들의 권장 의견으로 전자산업 안전보건 관리모델 보급용으로 사용할 예정이며, 전자산업의 경우 자사의 여러 상황을 감안하여 그 기준을 조정하여 사용할 수 있다.

고유해물질의 경우 근로자에게 직업성 암 등 심각한 건강상의 심각한 장애를 유발할 수 있는 물질로서 고용노동부 산업안전보건법 상 금지대상 물질, 허가대상 물질과 환경부 화학물질관리법상 금지물질, 제한물질을 대상으로 하였고, 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성물질은 고용노동부, IARC, NTP, OSHA, NIOSH, ACGIH, EU 등의 기관에서 인체 발암물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 1A, 1B에 해당하는 물질로 하였다.

유해물질은 근로자에게 직업성 암 등 심각한 건강상의 장애를 일으킬 수 있어 사업장 내 도입 및 사용을 제한하는 물질로서 고용노동부 산업안전보건법 상 허용기준 대상 물질, 특별관리물질과 환경부 화학물질관리법상 허가물질을 대상으로 하였고, 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성물질은 고용노동부, IARC, NTP, OSHA, NIOSH, ACGIH, EU 등의 기관에서 인체 발암 가능물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 2에 해당하는 물질 등을 대상으로 하였다.

관리물질과 일반물질에 대한 정의와 분류기준을 아래 <표 4-10>을 참고한다.

**<표 4-10> 전자산업 화학물질 등급 구분 체계**

관리 구분	종류	내용
<b>고유해물질(Red)</b>	물질 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>근로자에게 직업성 암 등 심각한 건강상의 장애를 일으킨다고 알려져 전자산업 내 도입 및 사용을 제한하여야 하는 물질</li> </ul>
	법률 규제대상물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>고용노동부 산업안전보건법 상 금지대상 물질, 허가대상 물질</li> </ul>
	발암성, 변이원성, 생식독성물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>고용노동부, IARC 등의 기관에서 인체 발암물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 1A, 1B에 해당하는 물질</li> <li>- 고용노동부의 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 1A, 1B 물질</li> <li>- IARC Group(1, 2A), NTP(K, R), ACGIH(A1, A2)허가대상물질(31종)</li> </ul>
<b>유해물질(Yellow)</b>	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>업무상 질병으로 인정된 화학물질</li> <li>보건위험성 4등급</li> <li>노출기준 : 입자상 물질 (mg/m<sup>3</sup>) 0.01이하, 가스상 물질(ppm) 0.5이하</li> </ul>
	물질 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>근로자에게 직업성 암 등 건강상의 장애를 일으킬 수 있어 전자산업 내 도입 및 사용 시 상당한 주의가 필요한 물질</li> </ul>
	법률 규제대상물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>고용노동부 산업안전보건법 상 허용기준 대상 물질, 특별관리물질</li> </ul>
<b>관리물질(White)</b>	발암성, 변이원성, 생식독성물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>고용노동부, IARC, ACGIH 등의 기관에서 인체 발암 가능물질로 구분하고, GHS 분류체계상 구분 2에 해당하는 물질</li> <li>- 고용노동부의 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 2 물질</li> <li>- IARC Group(2B), ACGIH(A3) 물질</li> </ul>

관리 구분	종류	내용
	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 역학조사위원회 상정 물질</li> <li>· 보건위험성 3등급</li> <li>· 노출기준 : 입자상 물질 (mg/m<sup>3</sup> ) 0.01~0.1, 가스상 물질(ppm) 0.5~5</li> </ul>
<b>일반물질(Green)</b>	물질 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고유해물질, 유해물질에는 포함되지 않지만 근로자에게 건강상 유해한 물질로 전자산업 사업장의 관리가 필요한 물질</li> </ul>

### 4-3. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스 분류 결과

○ 발암성, 생식독성 및 생식세포 변이원성물질의 유해성 등급

반도체 웨이퍼 가공라인의 발암성 구분 1A 물질은 Arsenic(비소), Benzene(벤젠), Sulfuric acid(황산 미스트), Ethanol(에탄올, 음주에 한함)으로 확인되었다. 본 결과에는 발암성, 생식독성 및 생식세포 변이원성물질의 유해성 3등급 및 4등급만 수록하고 전문은 별첨으로 제공하고자 한다.

**<표 4-11> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 발암성 등 구분**

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	CMR* 구분			CMR 등급
		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Arsenic(비소)	이온주입 공정	1A	-	-	4
Benzene(벤젠)	포토공정 발생가능	1A	2	1B	4
Carbon monoxide(일산화탄소)	건식식각	-	1A	-	4
Ethanol(에탄올)	포토(PR 용제)	1A*	1A*	1B*	4
2-Methoxy-1-propyl acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로필 아세테이트)	포토(PR 용제)	-	1A	-	4

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	CMR* 구분			CMR 등급
		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
로필아세테이트)					
Nitrous oxide(아산화질소)	확산, 증착(CVD)	-	1A	-	4
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	1A(강산 미스트)	-	-	4
N,N-Dimethyl-acetamide(DMAC)(N,N-디메틸 아세트아미디)	포토(희석제)	-	1B	-	3
2-Ethoxyethanol(2-에톡시에탄올)	포토(PR 용제)	-	1B	-	3
Ethyl benzene(에틸벤젠)	포토(PR 용제)	2	1B	-	3
Ethylene glycol(에틸렌글리콜)	건식식각, CVD, 이온주입(과 거 6인치)	-	1B	-	3
2-Methoxy-1-propanol(P-PGME)(2 메톡시-1-프로판올)	포토(PR 용제)	-	1B	-	3
Xylene(크실렌)	포토(PR 용제)	-	1B	-	3

\* CMR : Carcinogenesis(발암성), Mutagenesis(생식세포 변이원성), Reproductive toxicity(생식독성)

또한 반도체 칩 조립라인의 발암성 구분 1A에 해당하는 물질로는 Benzene (벤젠), Crystalline Silica(Quartz)(산화규소결정체, 석영), Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리 스토바라이트), Ethylene oxide(산화에틸렌), Sulfuric acid(황산)로 정리되었다.

**<표 4-12> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 발암성 등 구분**

물질명(영문명)		CMR 구분			CMR 등급
		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Benzene(벤젠)	몰드공정 등	1A	2	1B	4
Crystalline Silica(Quartz)(산화규소 결정체, 석영)	칩 접착, 몰드공정	1A	-	=	4
Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리스토파라이트)	칩 접착, 몰드공정	1A	-	=	4
Ethanol(에탄올)	조립라인 전바(세척제)	1A(음주)	1A(음주)	1B(음주)	4
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더볼부착 공정 등	1A	1B	1B	4
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	1A	-	2	4
Sulfuric acid(황산)	도금공정	1A	-	=	4
Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	칩접착 몰드공정 등	1A	1B	2	4
Antimony trioxide(삼산화안티몬)	몰드공정	2	1B	=	3
N,N-Dimethyl formamide(DMF)(N,N-디메틸 포름아미드)	몰드공정 등	-	1B	2	3
Ethyl benzene(에틸벤젠)	몰드공정 등	2	1B	=	3
Methanol(메탄올)	도금공정	-	1B	=	3
Phenol(페놀)	몰드공정 등	-	1B	2	3
Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌)	칩 접착, 몰드, 오프트 공정 등	1B	2	=	3
Xylene(크실렌)	몰드공정 등	-	1B	=	3

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 발암성 구분 1A의 화학물질은 황산(강산 미스트) 1종이 있었고, 생식독성물질로 아산화질소가 해당되었다.

**<표 4-13> LCD반도체 박막트랜지스터 공정 화학물질의 발암성 등 구분**

화학물질		용도 (LCD 공정)	CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Nitrous oxide	아산화질소	CVD	-	1A	-	4
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	A1 (강산미 스트 에 한정)	-	-	4
Titanium	티타늄	Sputter	2B (IAR C)	-	-	3
Boron trichloride	삼염화붕소	Dry ETCH	-	1B (EU CLP)	-	3
Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	Stripper	-	1B	-	3
Diethylene glycol monoethyl ether(Carbitol)	디 에틸렌 글리콜 모노 에틸 에테르(카르 비톨)	Stripper	-	-	2	2
N-Methyl formamide; Monomethylform amide	N-메틸 포름아미드	Stripper	-	1B (EU CLP)	-	2
2-Hydroxyethyla mine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	-	2	-	2

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 화학물질 중 발암성 1A 해당물질은 니켈 가용성 및 불용성 무기화합물 1종이 해당되었다.

**<표 4-14> LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 발암성 등 구분**

화학물질		CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명	발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	1A (니켈가용성 및 불용성 무기화합물)	-	-	4
Cyclohexanone	시클로 헥사논	2	2	2	2
2-Butoxyethanol	2-부톡시 에탄올	2	2	-	2
Carbon black	카본블랙	2	-	-	2

그리고 LCD 사업장의 액정 공정의 화학물질 중 발암성 1A 해당물질은 역시 니켈 가용성 및 불용성 무기화합물이 있었다.

**<표 4-15> LCD반도체 액정 공정 화학물질의 발암성 등 구분**

화학물질		CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명	발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Nickel	니켈	1A	-	-	4
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	-	1B	-	3
2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	2	2	-	2

화학물질		CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명	발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Gamma-Butyrolactone	감마 부티로 락톤	-	-	2	2
2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	-	2	-	2
2-Propanol	이소프로필 알콜	-	2	-	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정의 화학물질 중 발암성 1A 해당물질은 없는 것으로 확인되었다. 다만 아세톤은 생식독성 구분 2, 카본블랙은 발암성 구분 2에 해당되었다.

**<표 4-16> LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 발암성 등 구분**

화학물질		용도 (LCD 공정)	CMR 구분			CMR 등급
영문명	국문명		발암성	생식독성	생식세포 변이원성	
Acetone	아세톤	모듈공정		2		2
Carbon black; Acetylene black	카본블랙	모듈공정	2	-	-	2

○ 노출기준의 수준에 따른 등급 구분

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하고 있는 화학물질을 노출기준에 따라 유해성을 구분한 결과 등급 4에 해당하는 가장 유해한 물질은 Arsine(아르신, 삼수소화비소), Arsenic(비소), Benzene(벤젠), Chlorine trifluoride(삼불화염소), Diborane(디보란), Hydrogen fluoride(불화수소, 불산), Ozone(오존), Phosphine(포스핀) 8종이 해당되었다.

**<표 4-17> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분**

국문명 (영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	0.005	0.005	ppm	4
Arsenic(비소)	이온주입 공정	0.01	0.01	mg/m <sup>3</sup>	4
Benzene(벤젠)	포토공정 발생가능	1	0.5	ppm	4
Chlorine trifluoride(삼불화염 소)	증착(CVD, PVD)	C 0.1	C 0.1	ppm	4
Diborane(디보란)	CVD	0.1	0.1	ppm	4
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	0.5	0.5	ppm	4
Ozone(오존)	건식식각, CVD	0.08	0.05-0.2 (작업에 따라)	ppm	4
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	0.3	0.3	ppm	4
Phosphorus oxychloride(옥시염 화인)	확산	0.1	0.1	ppm	4
Boron tribromide(삼브롬화 붕소)	확산	C1	C1	ppm	3
Boron trifluoride(삼불화붕 소)	확산, 이온주입	C1	C1	ppm	3
Catechol(카테콜)	포토(PR 제거)	5	5	ppm	3
Chlorine(염소)	건식식각, 이온주입(과거 6인치)	0.5	0.5	ppm	3
Ethanolamine(에탄 올아민)	습식식각(PR 제거), 포토	3	3	ppm	3
2-Ethoxyethanol(2- 에톡시에탄올)	포토(PR 용제)	5	5	ppm	3
Fluorine(불소)	확산, 포토	0.1	1	ppm	3

국문명 (영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Hydrogen bromide(브롬화수소)	건식식각	C2	C2	ppm	3
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	1	C2	ppm	3
Hydrogen peroxide(과산화수 소)	습식식각, wet cleaning	1	1	ppm	3
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	2	2	ppm	3

또한 반도체 칩 조립라인의 노출기준 구분에 따른 유해성 구분 4에 해당하는 물질은 Benzene(벤젠), Crystalline Silica(Quartz)(산화규소결정체, 석영), Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리스토파라이트), Formaldehyde(포름알데히드) 4종인 것으로 확인되었다.

**<표 4-18> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분**

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Benzene(벤젠)	몰드공정 등	1	0.5	ppm	4
Crystalline Silica(Quartz) (산화규소결정체, 석영)	칩 접착, 몰드공정	0.05 (호흡성)	0.025 (호흡성)	mg/m <sup>3</sup>	4
Crystalline Silica(Cristobalite) (산화규소결정체, 크리스토파라이트)	칩 접착, 몰드공정	0.05(호흡 성)	0.025(호 흡성)	mg/m <sup>3</sup>	4
Formaldehyde (포름알데히드)	몰드공정 등	0.5	C0.3	ppm	4

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	노출기준			노출기준 등급
		고용부	ACGIH	단위	
Antimony trioxide (삼산화안티몬)	몰드공정	0.5	0.5	mg/m <sup>3</sup>	3
Cresol (크레졸)	몰드공정	5(22)	20	ppm(mg/ m <sup>3</sup> )	3
Ethanolamine (에탄올아민)	몰드공정	3	3	ppm	3
Ethylene oxide (산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더불부착 공정등	1	1	ppm	3
Hydrogen peroxide(과산화수소)	도금공정	1	1	ppm	3
Nitric acid(질산)	도금공정	2	2	ppm	3
Phenol(페놀)	몰드공정 등	5	5	ppm	3

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 노출기준 유해성 구분결과 4에 해당하는 유해한 물질은 포스핀과 염소로 나타났다.

**<표 4-19> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분**

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	CVD	0.3	0.3	ppm	4
Chlorine	염소	Dry ETCH	0.5	0.5	ppm	4
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	1	2	ppm	3
Nitric acid	질산	Wet ETCH	2	2	ppm	3

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	5 (22)	5	ppm (mg/ m <sup>3</sup> )	3
2-Hydroxyethyla mine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	3	3	ppm	3
Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	CVD	0.3	0.3	ppm	4
Chlorine	염소	Dry ETCH	0.5	0.5	ppm	4
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	1	2	ppm	3
Nitric acid	질산	Wet ETCH	2	2	ppm	3
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	5 (22)	5	ppm (mg/ m <sup>3</sup> )	3
2-Hydroxyethyla mine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	3	3	ppm	3

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 노출기준에 따른 유해성을 구분한 결과 4에 해당하는 화학물질은 없는 것으로 확인되었다.

**<표 4-20> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분**

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Propylene glycol methyl	프로필렌 글리콜	컬러필터	100	50	ppm	2

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
ether	메틸 에테르					
Cyclohexanone	시클로 헥사논	컬러필터	25	20	ppm	2
2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	컬러필터	20	20	ppm	2
Nickel, 5,5'-azobis-2, 4,6(1H,3H,5H) -pyrimidinetri oncomplexes	니켈, 안료 노랑	컬러필터	0.2, 니켈(불 용성무 기화합 물)	0.2 , Nickel soluble inorganic compou nds	mg/m <sup>3</sup>	2
Tetramethyla mmonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	컬러필터	1.0	-	mg/m <sup>3</sup>	2

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 화학물질을 노출기준의 유해성으로 구분한 결과 4에 해당하는 물질은 없었다.

**<표 4-21> LCD 액정 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분**

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	액정공정	20	20	ppm	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정의 화학물질 중에서 노출기준 등급 4에 해당하는 물질은 없었으나 은, 구리 및 주석은 3등급으로 나타났다.

**<표 4-22> LCD 모듈 공정 화학물질의 노출기준에 따른 유해성 구분**

물질명		용도 (LCD 공정)	노출기준			노출기준 등급
영문명	한글명		고용부	ACGIH	단위	
Silver	은	모듈공정	0.01	0.1	mg/m <sup>3</sup>	3
Copper	구리	모듈공정	1	0.2	mg/m <sup>3</sup>	3
Tin	주석	모듈공정	2	2	mg/m <sup>3</sup>	2

## ○ 화학물질 법적 규제수준과 노출 가능성 등급 구분

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하는 화학물질에 대하여 산업안전보건법상 규제수준을 구분한 결과 등급 3에 해당하는 물질은 포토공정에서의 Benzene(벤젠)이 있었다. 이 가공라인에서 금지물질 및 허가대상물질은 사용하고 있지 않았다.

**<표 4-23> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분**

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						노출 기준	등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수			
Benzene(벤젠)	포토공정 발생 가능	○	○	○	○	○	○	○	3
Acetone(아세톤)	공정 전반	-	-	○	○	○	○	○	2
Aliphatic hydrocarbon(지 방족탄화수소)	포토(현상액)	-	-	○	○	○	○	○	2
Ammonia(암모 니아)	확산, 증착, 연 마, 세척	-	-	○	○	○	○	○	2
Aromatic complex(방향족 화합물 복합체)	PR 수지	-	-	○	○	○	○	○	2
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	-	-	○	○	○	○	○	2
Arsenic(비소)	이온주입 공정	-	-	○	○	○	○	○	2

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Acetic acid(초산)	세척(확산 등), 습식식각	-	-	0	0	0	0	2
n-Butyl acetate(n-초산 부틸)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2
Carbon monoxide(일산화탄소)	건식식각	-	-	0	0	0	0	2
Catechol(카테콜)	포토(PR 제거)	-	-	-	-	-	0	2
Chlorine(염소)	건식식각, 이온 주입(과거 6인치)	-	-	0	0	0	0	2
Cresol(크레졸)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2
Cyclohexanone(사이클로헥사논)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2
1,2-Dichloro ethylene(1,2-디클로로 에틸렌)	세척(확산 공정)	-	-	0	0	0	0	2
Dichloro methane(디클로로메탄)	습식식각	-	-	0	0	0	0	2
N,N-Dimethylacetamide(DMAc)(N,N-디메틸아세트아미디)	포토(회석제)	-	-	0	0	0	0	2
Ethanolamine(에탄올아민)	습식식각(PR 제거), 포토	-	-	0	0	0	0	2
2-Ethoxyethanol(2-에톡시에탄올)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2
Ethyl benzene(에틸벤젠)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2
Fluorine(불소)	확산, 포토	-	-	0	0	0	0	2

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Heavy aromatic solvent(중질 방향족 솔벤트)	CVD(과거 6인치)	-	-	0	0	0	0	2
2-Heptanone(Methyl-n-amyl ketone)(2-헵타논)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2
Hydrogen bromide(브롬화 수소)	건식식각	-	-	0	0	0	0	2
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	-	-	0	0	0	0	2
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	-	-	0	0	0	0	2
Hydrogen peroxide(과산화수소)	습식식각, wet cleaning	-	-	0	0	0	0	2
Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	포토(PR 용제), 세척제(PM 작업 등)	-	-	0	0	0	0	2
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	-	-	0	0	0	0	2
Nitric oxide(Nitrogen oxide(질산))	확산	-	-	0	0	0	0	2
Ozone(오존)	건식식각, CVD	-	-	0	0	0	0	2
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	-	-	0	0	0	0	2
Phosphoric acid(인산)	습식식각	-	-	0	0	0	0	2
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	BSG(연마)	-	-	0	0	0	0	2

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
화 갈륨)								
Silica amorphous(산화 규소 비결정체)	BSG(연마)	-	-	0	0	0	0	2
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	-	-	0	0	0	0	2
Tungsten hexafluoride(육불화 텅스텐)	CVD	-	-	0	0	0	0	2
Xylene(크실렌)	포토(PR 용제)	-	-	0	0	0	0	2

또한 반도체 칩 조립라인에서 사용하는 화학물질을 법적 규제수준으로 구분한 결과 등급 3, 4에 해당하는 화학물질은 확인되지 않았다. 다만 등급 2에 해당하는 물질은 상당 수가 해당되었다. 이중 허용기준 대상물질과 특별관리물질에 해당되는 물질과 공정은 웨이퍼 절단에서 사용하는 Ethylene oxide(산화에틸렌)과 몰드공정에서 사용하는 Formaldehyde(포름알데히드) 및 도금공정의 Sulfuric acid(황산)이 해당되었다.

**<표 4-24> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 법적 규제수준과 구분**

물질명(영문명)	용도(반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔 더 불 부 착 공정 등	0	0	0	0	0	0	2
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	0	0	0	0	0	0	2
Sulfuric acid(황산)	도금공정	0	0	0	0	0	0	2
Acetaldehyde(아세트알)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	추정	특수	노출 기준	등급
데히드)								
Acetone(아세톤)	칩 접착, 몰드, 인쇄공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Antimony trioxide(삼산화안티몬)	몰드공정	-	-	0	0	0	0	2
Benzene(벤젠)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
2-Butoxyethanol(EGBE)( 2-부톡시에탄올)	칩 조립라인 전반	-	-	0	0	0	0	2
n-Butyl acetate(n-초산부틸)	코트 공 정	-	-	0	0	0	0	2
Carbon Black(카본블랙)	칩 접착, 몰드 공정	-	-	0	0	0	0	2
Copper(Cu)(구리)	솔더 불 부 착 공정	-	-	0	0	0	0	2
Cresol(크레졸)	몰드공정	-	-	0	0	0	0	2
Crystalline Silica(Quartz)(산화규소 결정체, 석영)	칩 접착, 몰드 공정	-	-	0	0	0	0	2
Crystalline Silica(Cristobalite)(산화 규소결정체, 크리 스토바라이 트)	칩 접착, 몰드 공정	-	-	0	0	0	0	2
Cyclohexanone(사이클 로헥사논)	몰드 솔더불 부착, 인쇄공 정	-	-	0	0	0	0	2
N,N-Dimethyl formamide(DMF)(N,N- 디메틸 포름아미드)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Ethanol(에탄올)	조립라인 전 바(세척제)	-	-	-	-	-	0	2

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	
Ethanolamine(에탄올아민)	몰드공정	-	-	0	0	0	0	2
Ethyl acetate(초산에틸)	칩 접착, 몰드, 솔더 불부착 공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Ethyl benzene(에틸벤젠)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Glycerol(글리세롤 or 글리세린)	솔더 불부착 공정	-	-	-	-	-	-	2
n-Hexane(n-헥산)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Heptane(헵탄)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Hydrogen peroxide(과산화수소)	도금공정	-	-	0	0	0	0	2
Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	유지보수, 세정 등	-	-	0	0	0	0	2
Methanol(메탄올)	도금공정	-	-	0	0	0	0	2
Methyl isobutyl ketone(MIBK) (메틸이소부틸케톤)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
1-Methyl-2-pyrrolidone or N-Methyl-2-pyrrolidone (1-메틸-2-피롤리디논)	몰드공정	-	-	-	-	-	-	2
Mold cleaner	몰드공정	-	-	0	0	0	0	2
Nitric acid(질산)	도금공정	-	-	0	0	0	0	2
Phenol(페놀)	몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	도금공정	-	-	0	0	0	0	2
Solvent	잉크마킹	-	-	0	0	0	0	2

물질명(영문명)	용도 (반도체 공정)	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
naphtha(솔벤트나프타)								
Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌)	칩 접착, 몰드, 오트 공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Tetrahydrofuran(테트라하이드로퓨란)	후면연마, 솔더볼부착, 몰드공정 등	-	-	0	0	0	0	2
Tin(II) methanesulfonate(주석 메탄설프네이트)	도금공정	-	-	0	0	0	0	2
Tin(Sn)(주석)	솔더볼부착 공정			0	0	0	0	2
Toluene(톨루엔)	몰드공정 등			0	0	0	0	2
Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	칩접착 몰드공정 등	0	0	0	0	0	0	2
Xylene(크실렌)	몰드공정 등			0	0	0	0	2

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정의 화학물질을 법적 규제수준으로 구분한 결과 등급 3에 해당하는 물질은 황산이었으며 이는 습식에칭 공정에서 사용하고 있는 물질이었다.

**<표 4-25> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분**

영문명	한글명	용도 (LCD 공정)	법적 규제 수준						
			허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	0	0	0	0	0	0	3
Ammonia	암모니아	CVD	-	-	0	0	0	0	2
Phosphine; Phosphorus	포스핀	CVD	-	-	0	0	0	0	2

영문명	한글명	용도 (LCD 공정)	법적 규제 수준						
			허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
hydride									
Zinc oxide	산화아연	Sputter	-	-	○	○	○	○	2
Tin dioxide	산화주석	Sputter	-	-	○	○	○	○	2
Aluminium	알루미늄	Sputter	-	-	○	○	○	○	2
Copper	구리	Sputter	-	-	○	○	○	○	2
Chlorine	염소	Dry ETCH	-	-	○	○	○	○	2
Acetic acid	초산	Wet ETCH	-	-	○	○	○	○	2
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	-	-	○	○	○	○	2
Orthophosphoric acid	인산	Wet ETCH	-	-	○	○	○	○	2
Nitric acid	질산	Wet ETCH	-	-	○	○	○	○	2
Cupric sulfate	황산구리	Wet ETCH	-	-	○	○	○	○	2
n-Butyl acetate	초산부틸	PHOTO	-	-	○	○	○	○	2
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	-	-	○	○	○	○	2
Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	Stripper	-	-	○	○	○	○	2
2-Hydroxyethyla mine ; Ethanolamine	에탄올아 민	Stripper	-	-	○	○	○	○	2
Nitrous oxide	아산화질 소	CVD	-	-	-	-	-	-	1

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 화학물질 중 법적 규제수준 등급 3, 4에 해당하는 물질은 확인되지 않았고 9종이 등급 2에 해당하는 것으로 나타났다.

**<표 4-26> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분**

영문명	한글명	법적 규제 수준						등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	
Cyclohexanone	시클로 헥사논	-	-	0	0	0	0	2
2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	-	-	0	0	0	0	2
Ethylene glycol monobutyl ether acetate	에틸렌글리콜 모노부틸에테르 아세테이트	-	-	0	0	0	0	2
n-Butyl acetate	초산부틸	-	-	0	0	0	0	2
Carbon black	카본블랙	-	-	0	0	0	0	2
Copper, phthalocyanine	프탈로시아닌 블루	-	-	0	0	0	0	2
Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	-	-	0	0	0	0	2
Potassium hydroxide	수산화칼륨	-	-	0	0	0	0	2
Sodium hydroxide	수산화나트륨	-	-	0	0	0	0	2
Cyclohexanone	시클로 헥사논	-	-	0	0	0	0	2
2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	-	-	0	0	0	0	2
Ethylene glycol monobutyl ether acetate	에틸렌글리콜 모노부틸에테르 아세테이트	-	-	0	0	0	0	2

n-Butyl acetate	초산부틸	-	-	0	0	0	0	2
Carbon black	카본블랙	-	-	0	0	0	0	2
Copper, phthalocyanine	프탈로시아닌 블루	-	-	0	0	0	0	2
Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	-	-	0	0	0	0	2
Potassium hydroxide	수산화칼륨	-	-	0	0	0	0	2
Sodium hydroxide	수산화나트륨	-	-	0	0	0	0	2

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 화학물질 중 법적 규제수준이 모두 등급 2로 확인되었고 대상물질은 5종이 있었다.

**<표 4-27> LCD 액정 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분**

영문명	한글명	법적 규제 수준						등급
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	
2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	-	-	0	0	0	0	2
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	-	-	0	0	0	0	2
2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	-	-	0	0	0	0	2
Nickel	니켈	-	-	0	0	0	0	2
2-Propanol	이소프로판올	-	-	0	0	0	0	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정에서 사용하는 주석 등의 화학물질은 법적규제 수준 역시 모두 등급 2로 나타났다.

**<표 4-28> LCD반도체 모듈 공정 화학물질의 법적 규제수준과 구분**

영문명	한글명	법적 규제 수준						
		허용 기준	특별 관리	관리 대상	측정	특수	노출 기준	등급
Tin	주석	-	-	○	○	○	○	2
Copper	구리	-	-	○	○	○	○	2
n-Butyl acetate	초산부틸	-	-	○	○	○	○	2
Acetone	아세톤	-	-	○	○	○	○	2
Carbon black; Acetylene black	카본블랙	-	-	○	○	○	○	2
EAC	초산에틸	-	-	○	○	○	○	2

## ○ 직업병 발생수준과 등급 구분

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하는 화학물질을 직업병 발생수준으로 구분한 결과 등급 4에 해당하는 경우는 Arsine(아르신, 삼수소화비소), Arsenic(비소), Ethylene glycol(에틸렌글리콜), Hydrogen chloride(염화수소, 염산), Hydrogen fluoride(불화수소, 불산), Nitric acid(질산), Phosphine(포스핀), Sulfuric acid(황산) 8종으로 확인되었다. 다만 Acetone(아세톤), Ammonia(암모니아), Chlorine(염소), Cresol(크레졸), Hydrogen peroxide(과산화수소), Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜), 1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에테르 아세테이트), 2-Methoxy-1-propyl acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로필아세테이트), Phosphoric acid(인산), Xylene(크실렌)의 경우 업무상 질병으로 인정받은 물질이지만 그 경우가 명확하지 않아 등급을 3.5로 부여하였다.

**<표 4-29> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분**

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	직업병 등급
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	4
Arsenic(비소)	이온주입 공정	4
Ethylene glycol(에틸렌글리콜)	건식식각, CVD, 이온주입(과 거 6인치)	4
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	4
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	4
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	4
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	4
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	4
Acetone(아세톤)	공정 전반	3.5
Ammonia(암모니아)	확산, 증착, 연마, 세척	3.5
Chlorine(염소)	건식식각, 이온주입(과거 6인치)	3.5
Cresol(크레졸)	포토(PR 용제)	3.5
Hydrogen peroxide(과산화수소)	습식식각, wet cleaning	3.5
Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	포토(PR 용제), 세척제(PM 작업등)	3.5
1 -Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필 아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에 테르 아세테이트)	포토(PR 용제)	3.5
2-Methoxy-1-propyl acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로 필아세테이트)	포토(PR 용제)	3.5
Phosphoric acid(인산)	습식식각	3.5
Xylene(크실렌)	포토(PR 용제)	3.5

또한 반도체 칩 조립라인의 화학물질에 대한 직업병 발생 수준을 구분한 경

과 Ethylene oxide(산화에틸렌), Formaldehyde(포름알데히드), Nitric acid(질산), Phenol(페놀), Sulfuric acid(황산), Trichloroethylene(트리클로로에틸렌) 6종이 등급 4로 구분되었다. 역시 4등급으로 구분하기 어려운 3.5 등급의 화학물질도 8종으로 확인되었다.

**<표 4-30> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분**

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	직업병 등급
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더불부착 공정 등	4
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	4
Nitric acid(질산)	도금공정	4
Phenol(페놀)	몰드공정 등	4
Sulfuric acid(황산)	도금공정	4
Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	칩접착 몰드공정 등	4
Acetone(아세톤)	칩 접착, 몰드, 인쇄공정 등	3.5
Antimony trioxide(삼산화안티몬)	몰드공정	3.5
Cresol(크레졸)	몰드공정	3.5
Hydrogen peroxide(과산화수소)	도금공정	3.5
1-Methoxy-2-propyl-acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필-아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에테르 아세테이트)	몰드공정	3.5
Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄)	후면연마공정	3.5
Toluene(톨루엔)	몰드공정 등	3.5
Xylene(크실렌)	몰드공정 등	3.5
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	도금공정	3
Tin(Sn)(주석)	솔더불부착 공정	3
Methyl isobutyl ketone(MIBK)	몰드공정 등	2

국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	직업병 등급
(메틸이소부틸케톤)		

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 사용하는 화학물질을 직업병 발생수준으로 분석하였다. 그 결과 포스핀, 황산, 질산 및 에틸렌글리콜이 등급 4에 해당되었다. 염소, 인산, 프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(1-메톡시-2-프로판올), 프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (1-메톡시-2-프로필 아세테이트), 크레졸, 수산화테트라메틸 암모늄의 경우 업무상질병으로 승인되었지만 그 관계가 명확하지 않아 3.5등급으로 구분하였다.

**<표 4-31> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분**

물질명		용도 (LCD 공정)	직업병 등급
영문명	한글명		
Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	CVD	4
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	4
Nitric acid	질산	Wet ETCH	4
Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	Stripper	4
Ammonia	암모니아	CVD	3.5
Chlorine	염소	Dry ETCH	3.5
Orthophosphoric acid	인산	Wet ETCH	3.5
Propylene glycol methyl ether	프로필렌 글리콜모노메틸 에테르(1-메톡시-2-프로판올)	PHOTO	3.5
Propylene glycol methyl ether acetate	프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (1-메톡시-2-프로필 아세테이트)	PHOTO	3.5

물질명		용도 (LCD 공정)	직업병 등급
영문명	한글명		
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	3.5
Tetramethylamm onium hydroxide	수산화테트라메틸 암모늄	PHOTO	3.5

또한 LCD 사업장 컬러필터 공정에서 사용하는 화학물질을 직업병 발생 수준으로 구분하 결과 등급 4에 해당하는 물질은 확인되지 않았다.

**<표 4-32> LCD반도체 컬러필터 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분**

물질명		직업병 등급
영문명	한글명	
Tetramethylammo nium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3.5
Cyclohexanone	시클로 헥사논	3
Potassium hydroxide	수산화칼륨	3

그리고 LCD 사업장의 액정 공정 대상 화학물질 직업병 발생 수준 등급 4에 해당하는 물질은 에틸렌 글리콜이 해당되었다.

**<표 4-33> LCD 액정 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분**

물질명		직업병 등급
영문명	한글명	
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	4
Tetramethylammo nium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3.5
2-Propanol	이소프로필알콜	3.5

마지막으로 LCD 사업장 모듈 공정의 화학물질 중 직업병 발생 등급 3.5에 해당하는 화학물질은 아세톤으로 나타났다.

**<표 4-34> LCD 모듈 공정 화학물질의 직업병 발생 수준과 구분**

물질명		직업병 등급
영문명	한글명	
Acetone	아세톤	3.5
Silver	은	3
Tin	주석	3

○ NFPA 보건에 대한 등급 구분

미국화재예방협회(National Fire Protection Association, NFPA)은 물질의 유해 위험성을 건강(Health), 불안정성/반응성(Instability/Reactivity)로 구분하여 0~4까지 점수를 부여한 것으로 숫자가 클수록 유해위험성이 높다는 것을 의미한다. 이중 전자업종의 경우 보건 분야만을 한정해서 4개 항목으로 구성하였다.

반도체 웨이퍼 가공라인에서 사용하는 화학물질에 대하여 미국화재예방협회(National Fire Protection Association, NFPA)의 보건 등급으로 구분한 결과 등급 4에 해당하는 경우는 Arsine(아르신, 삼수소화비소), Boron trichloride(삼염화붕소), Boron trifluoride(삼불화붕소), Chlorine(염소), Chlorine trifluoride(삼불화염소), Diborane(디보란), Dichloro silane(디클로로실란), Fluorine(불소), Hydrogen fluoride(불화수소, 불산), Nitric acid(질산), Ozone(오존), Phosphine(포스핀), Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄), Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium)(사염화티타늄)으로 확인되었다. 다만 Novolak resin(노보락수지)의 경우 부산물로 벤젠이 발생될 수 있기 때문에 등급을 부여하지 않았다.

**<표 4-35> 반도체 웨이퍼 가공라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분**

물질명 국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	NEPA	
		보건	등급
Novolak resin(노보락수지)	PR 수지		?
Arsine(아르신, 삼수소화비소)	확산, 이온주입	4	4
Boron trichloride(삼염화붕소)	건식식각	4	4
Boron trifluoride(삼불화붕소)	확산, 이온주입	4	4
Chlorine(염소)	건식식각, 이온주입(과거 6인치)	4	4
Chlorine trifluoride(삼불화염소)	증착(CVD, PVD)	4	4
Diborane(디보란)	CVD	4	4
Dichloro silane(디클로로실란)	확산, 증착	4	4
Fluorine(불소)	확산, 포토	4	4
Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마	4	4
Nitric acid(질산)	습식식각, 연마, wet cleaning	4	4
Ozone(오존)	건식식각, CVD	4	4
Phosphine(포스핀)	확산, 증착(CVD), 이온주입	4	4
Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암 모늄)	포토(현상액)	4	4
Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium)(사염화티타늄)	PVD	4	4
2-(2-Aminoethoxy)-ethanol 2-(2-아미노에톡시)－ 에탄올	포토(PI게거)	3	3
Ammonia(암모니아)	확산, 증착, 연마, 세척	3	3
Ammonium fluoride(불화암모늄)	습식식각, 세정	3	3
Boron tribromide(삼브롬화붕소)	확산	3	3
Carbon monoxide(일산화탄소)	건식식각	3	3

물질명 국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	NEPA	
		보건	등급
Carbonyl sulfide(황화카르보닐)	건식식각 4	3	3
Catechol(카테콜)	포토(PR 제거)	3	3
Cresol(크레졸)	포토(PR 용제)	3	3
Ethanolamine(에탄올아민)	습식식각(PR 제거), 포토	3	3
Ethyl lactate(에틸락테이트)	포토(PR 용제)	3	3
Ethyl-3-ethoxy propionate(에틸-3-에톡시 프로피오네이트)	포토(회석제, 현상액)	3	3
Hexafluoro-1,3-butadiene(헥사플루 오로-1,3-부타디엔)	건식식각	3	3
HMDS(헥사메틸디실라잔)	포토(밀착 향상제)	3	3
Hydrogen bromide(브롬화수소)	건식식각	3	3
Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마	3	3
Nitric oxide(Nitrogen oxide(질산))	확산	3	3
Octafluoro cyclopentene(옥타플루오로 사이클로펜텐)	건식식각	3	3
Phosphoric acid(인산)	습식식각	3	3
Phosphorus oxychloride(옥시염화인)	확산	3	3
Potassium hydroxide(수산화 칼륨)	BSG(연마)	3	3
Silicon tetrachloride(사염화실리콘)	CVD	3	3
Sulfuric acid(황산)	습식식각, wet cleaning	3	3
Tetrakis(dimethylamino) titanium(TDMAT) 테트라키스(디메틸아미노) 티타늄	PVD	3	3
Tungsten hexafluoride(육불화 텅스텐)	CVD	3	3

\* ? : 노보락 수지는 PR류의 공정에서 부산물로 벤젠 노출 가능

또한 반도체 칩 조립라인의 화학물질에 대하여 NFPA 보건 구분을 확인한 결과 도금공정의 질산, 후면연마공정의 수산화테트라메틸암모늄이 등급 4로 확인되었다. 다만 에폭시몰딩컴파운드 및 몰드세척제의 경우 등급이 모호하여 별도로 구분하지 않았다.

**<표 4-36> 반도체 칩 조립라인 화학물질의 NFPA 보건수준 구분**

물질명 국문명(영문명)	용도(반도체 공정)	NEPA	
		보건	등급
EMC(에폭시몰딩컴파운드)	몰드공정		?
Mold cleaner	몰드공정		?
Nitric acid(질산)	도금공정	4	4
Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄)	후면연마공정	4	4
2-Butoxyethanol(EGBE)(2-부톡시에탄올)	칩 조립라인 전반	3	3
Cresol(크레졸)	몰드공정	3	3
Ethanolamine(에탄올아민)	몰드공정	3	3
Ethylene oxide(산화에틸렌)	웨이퍼 절단 솔더불부착 공정 등	3	3
Formaldehyde(포름알데히드)	몰드공정 등	3	3
Methanesulfonic acid(메탄설폰산)	도금공정	3	3
Phenol(페놀)	몰드공정 등	3	3
Piperazine(피페라진)	후면연마공정	3	3
Potassium hydroxide(수산화칼륨)	도금공정	3	3
Sulfuric acid(황산)	도금공정	3	3
EMC(에폭시몰딩컴파운드)	몰드공정		?
Mold cleaner	몰드공정		?

\* ? : 에폭시몰딩컴파운드 자체는 NFPA 4등급에는 해당되지 않음

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정에서 사용하는 화학물질의 경우 등급 4에 해당하는 물질은 확인되지 않았다.

**<표 4-37> LCD 박막트랜지스터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분**

물질명		용도(LCD 공정)	NEPA	
영문명	한글명		보건	등급
Ammonia	암모니아	CVD	3	3
Boron trichloride	삼염화붕소	Dry ETCH	3	3
Oxygen	산소	Dry ETCH	3	3
Chlorine	염소	Dry ETCH	3	3
Ammonium hydrogendifluoride; Ammonium bifluoride	이플루오르화 암모늄	Wet ETCH	3	3
Acetic acid	초산	Wet ETCH	3	3
Methanesulfonic acid	메탄술폰산	Wet ETCH	3	3
Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	Wet ETCH	3	3
Sulfuric acid	황산	Wet ETCH	3	3
Nitric acid	질산	Wet ETCH	3	3
Sodium persulfate	황산나트륨	Wet ETCH	2	3
n-Butyl acetate	초산부틸	PHOTO	3	3
Methylphenol; Cresol	크레졸	PHOTO	3	3
Tetramethylamm onium hydroxide	수산화테트라메 틸 암모늄	PHOTO	3	3
Ethyl 3-ethoxypropion	에틸 3-에톡시 프로 피오	PHOTO	3	3

물질명		용도(LCD 공정)	NEPA	
영문명	한글명		보건	등급
ate	네이트			
2-Hydroxyethylamine ; Ethanolamine	에탄올아민	Stripper	3	3
Hexamethyl disilazane	헥사 메틸 디 실라 잔	PHOTO (Coating)	3	3

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 화학물질 역시 NFPA 보건수준에 따른 등급 4에 해당하는 물질은 없었다.

**<표 4-38> LCD 컬러필터 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분**

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
Cyclohexanone	시클로 헥사논	3	3
n-Butyl acetate	초산부틸	3	3
Ethyl lactate	젯산 에틸	3	3
Potassium hydroxide	수산화칼륨	3	3
Sodium hydroxide	수산화나트륨	3	3
Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3	3

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 화학물질 중 NFPA 보건수준 구분 결과 등급 4에 해당하는 화학물질은 헥실렌글리콜인 것으로 나타났다.

**<표 4-39> LCD 액정 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분**

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
2-Methyl-2,4-pentanediol	헥실렌글리콜	4	4

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	3	3
Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	3	3
1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	0	2
N,N-Dimethyl(2-hydroxyethyl)amine; 2-(Dimethylamino)ethanol, Deanol	N, N-디메틸 에탄올 아민	2	2
Diethylene glycol monobutyl ether; 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol, Butyl Carbitol	디 에틸렌 글리콜 모노 부틸 에테르	2	2

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정에서 노출될 수 있는 화학물질 중 NFPA 보건수준인 4에 해당하는 물질은 없는 것으로 확인되었다.

**<표 4-40> LCD 모듈 공정 화학물질의 NFPA 보건수준 구분**

물질명		NEPA	
영문명	한글명	보건	등급
n-Butyl acetate	초산부틸	3	3
EAC	초산에틸	3	3
Acetylacetone	아세틸 아세톤	2	2
Copper	구리	2	2
Pentaerythritol triacrylate	펜타 에리스리톨 트리 아크릴레이트	2	2
Glycidyl Neodecanoic Acid	글리시딜 네오데카논산	2	2
Bicyclo[4.4.0]decane; Decahydronaphthalene, Decalin	데카 히드로 나프탈렌	2	2

#### 4-4. 직무 화학물질 노출 위험도 매트릭스에 따른 위험도 결정

전자산업에서 노출될 수 있는 화학물질에 대하여 발암성, 생식독성, 생식세포 변이원성의 등급, 노출기준의 수준에 따른 등급, 화학물질 법적 규제 수준과 노출 가능성 등급, 직업병 발생 수준과 등급, NFPA 보전에 대한 등급을 반영하여 최종 고 유해 물질, 유해 물질, 관리물질 및 일반 물질로 구분하였다.

최종 등급은 매트릭스에 반영한 항목 중 가장 등급이 높은 결과를 우선순위로 반영하였다.

##### ○ 반도체 웨이퍼 가공라인의 직무별 위험도 등급

반도체 웨이퍼 가공라인의 고유해 물질은 아르신 등 24종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 아세톤 등 8종, 유해물질은 불화암모늄 등 19종, 관리물질은 초산 등 22종, 일반물질은 25종으로 확인되었다.

**<표 4-41> 반도체 웨이퍼 가공라인의 위험도 최종 등급**

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
고유해	Arsine(아르신, 삼수소화비소)	7784-42 -1	확산, 이온주입
고유해	Arsenic(비소)	7440-38 -2	이온주입 공정
고유해	Benzene(벤젠)	71-43-2	포토공정 발생가능
고유해	Boron trichloride(삼염화붕소)	10294-34 -5	건식식각
고유해	Boron trifluoride(삼불화붕소)	7637-07- 2	확산, 이온주입
고유해	Carbon monoxide(일산화탄소)	630-08 -0	건식식각
고유해	Chlorine(염소)	7782-50-5	건식식각, 이온주입(과거 6인치)
고유해	Chlorine trifluoride(삼불화염소)	7790-91-2	증착(CVD, PVD)
고유해	Diborane(디보란)	19287-4	CVD

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
		5-7	
고유해	Dichloro silane(디클로로실란)	4109-96 -0	확산, 증착
고유해	Ethanol(에탄올)	64-17-5	포토(PR 용제)
고유해	Ethylene glycol(에틸렌글리콜)	107-21 -1	건식식각, CVD, 이온주입(과 거 6인치)
고유해	Fluorine(불소)	7782-41 -4	확산, 포토
고유해	Hydrogen chloride(염화수소, 염산)	7647-01-0	확산, 증착(CVD), 습식식각, 세척, 연마
고유해	Hydrogen fluoride(불화수소, 불산)	7664-39 -3	확산, 습식식각, 증착(CVD, 금속), 세척, 연마
고유해	2 - M e t h o x y - 1 - p r o p y l acetate(P-PGMEA)(2-메톡시-1-프로 필아세테이트)	70657-70-4	포토(PR 용제)
고유해	Nitric acid(질산)	7697-37-2	습식식각, 연마, wet cleaning
고유해	Nitrous oxide(아산화질소)	10024-97-2	확산, 증착(CVD)
고유해	Ozone(오존)	10028-15-6	건식식각, CVD
고유해	Phosphine(포스핀)	7803-51 -2	확산, 증착(CVD), 이온주입
고유해	Phosphorus oxychloride(옥시염화인)	10025-87-3	확산
고유해	Sulfuric acid(황산)	7664-93 -9	습식식각, wet cleaning
고유해	Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암 모늄)	75-59-2	포토(현상액)
고유해	Titanium tetrachloride(Tetrachloro titanium)(사염화티타늄)	7550-45 -0	PVD
고유해 /3.5*	Acetone(아세톤)	67-64- 1	공정 전반

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
고유해 /3.5	Ammonia(암모니아)	7664-41 -7	확산, 증착, 연마, 세척
고유해 /3.5	Cresol(크레졸)	1319-77-3, 95-48-7, 108-39-4, 106-44-5	포토(PR 용제)
고유해 /3.5	Hydrogen peroxide(과산화수소)	7722-84 -1	습식식각, wet cleaning
고유해 /3.5	Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	67-63-0	포토(PR 용제), 세척제(PM 작업등)
고유해 /3.5	1-Methoxy-2-propyl acetate(PGMEA)(1-메톡시-2-프로필 아세테이트 or 프로필렌글리콜모노 메틸에 테르 아세테이트)	108-65 -6	포토(PR 용제)
고유해 /3.5	Phosphoric acid(인산)	7664-38 -2	습식식각
고유해 /3.5	Xylene(크실렌)	1330-20-7	포토(PR 용제)
유해	2-(2-Aminoethoxy)-ethanol 2-(2-아미노에톡시)에탄올	929-06 -6	포토(PI꺼기)
유해	Ammonium fluoride(불화암모늄)	12125-0 1-8	습식식각, 세정
유해	Boron tribromide(삼브롬화붕소)	10294-33 -4	확산
유해	Carbonyl sulfide(황화카르보닐)	463-58 -1	건식식 4
유해	Catechol(카테콜)	120-80 -9	포토(PR 제거)
유해	Ethanolamine(에탄올아민)	141-43 -5	습식식각(PR 제거), 포토
유해	2-Ethoxyethanol(2-에톡시에탄올)	110-80 -5	포토(PR 용제)
유해	Ethyl benzene(에틸벤젠)	100-41 -4	포토(PR 용제)

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
유해	Ethyl-3-ethoxy propionate(에틸-3-에톡시 프로피오네이트)	763-69 -9	포토(회석제, 현상액)
유해	Hexafluoro-1,3-butadiene(헥사플루오로-1,3-부타디엔)	685-63 -2	건식식각
유해	HMDS(헥사메틸디실라잔)	999_97 -3	포토(밀착 향상제)
유해	Hydrogen bromide(브롬화수소)	10035-10-6	건식식각
유해	2-Methoxy-1-propanol(P-PGME)(2메톡시-1-프로판올)	1589-47 -5	포토(PR 용제)
유해	Nitric oxide(Nitrogen oxide(질산))	10102-4 3-9	확산
유해	Octafluoro cyclopentene(옥타플루오로 사이클로펜텐)	559-40 -0	건식식각
유해	Potassium hydroxide(수산화 칼륨)	1310-58 -3	BSG(연마)
유해	Silicon tetrachloride(사염화실리콘)	10026-04-7	CVD
유해	Tetrakis(dimethylamino)titanium(TDMAT) 테트라키스(디메틸아미노) 티타늄	3275-24 -9	PVD
유해	Tungsten hexafluoride(육불화 텅스텐)	7783-82-6	CVD
관리	Acetic acid(초산)	64-19-7	세척(확산 등), 습식식각
관리	Aliphatic hydrocarbon(지방족탄화수소)	-	포토(현상액)
관리	Aromatic complex(방향족화합물 복합체)	-	PR 수지
관리	n-Butyl acetate(n-초산부틸)	123-86 -4	포토(PR 용제)
관리	Cyclohexanone(사이클로헥사논)	108-94- 1	포토(PR 용제)
관리	Dibutyl ether(디부틸에테르)	142-96 -1	CVD
관리	1,2-Dichloro ethylene(1,2-디클로로에틸렌)	540-59 -0	세척(확산 공정)
관리	Dichloro methane(디클로로메탄)	75-09-2	습식식각

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
관리	N,N-Dimethyl-acetamide(DMAC)(N,N-디메틸 아세트아미디)	127-19 -5	포토(회석제)
관리	gamma-Butyrolactone(감마-부티로락톤)	96-48-0	포토(현상액)
관리	Heavy aromatic solvent(중질 방향족 솔벤트)	64742-94-5	CVD(과거 6인치)
관리	2-Heptanone(Methyl-n-amy ketone)(2-헵타논)	110-43 -0	포토(PR 용제)
관리	Hydroxyl amine(히드록실아민)	7803-49 -8	포토(PR 제거)
관리	1-Methyl-2-pyrrolidinone(NMP) or N-Methyl-2-pyrrolidone(1 메틸-2“ 피롤리디논)	872-50 -4	포토(PR 제거, 현상액)
관리	Nitrogen trifluoride(삼불화질소)	7783-54 -2	확산, 건식식각, 증착(CVD,
관리	Silane(실란)	7803-62 -5	확산, 증착(CVD)
관리	Silica amorphous(산화규소 비결정체)	다양함	BSG(연마)
관리	Tetraethyl orthosilicate(TEOS) 테트라에틸 오르토 실리케이트	78-10-4	CVD(SiO2 박막형성)
관리	Triethyl borate(트리에틸보레이트)	150-46 -9	CVD
관리	Trifluoro methane(트리플루오로메탄)	75-46-7	건식식각
관리	Trimethyl borate(트리메틸보레이트)	121-43-7	CVD
관리	Trimethyl phosphate(트리메틸 포스페이트)	512-56-1	CVD
일반	Acetylene(아세틸렌)	74-86-2	CVD
일반	Aromatic sulfur compounds(방향족 황 화합물)	—	PR 수지
일반	Carbon tetrafluoride(사불화탄소)	75-73-0	건식식각
일반	Cellulose(셀룰로오스)	9004-34 -6	BSG(연마)
일반	Cerium oxide(산화세륨)	1306-38 -3	BSG(연마)
일반	Cyclized polyisoprene(고리화된 폴리이소프렌)	-	PR 수지

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
일반	Difluoromethane(디플루오로메탄)	75-10-5	건식식각
일반	Ethyl lactate(에틸락테이트)	97-64-3	포토(PR 용제)
일반	Ethylene(에틸렌)	74-85-1	건식식각
일반	Hexafluoroethane(헥사플루오로에탄)	76-16-4	건식식각
일반	Hydrogen(수소)	1333-74 -0	CVD
일반	Methane(메탄)	74-82-8	건식식각
일반	1-Methoxy-2-propanol(PGME)(1-메톡시-2-프로판올 or 프로필렌글리콜모노 메틸에테르 )	107-98 -2	포토(PR 용제)
일반	Methyl-2-hydroxy isobutyrate(메틸-2-히드록시이소부티레이트)	2110-78 -3	포토(PR 용제)
일반	Methyl-3-methoxy propionate(MMP)(메틸-3-메톡시프로피오네이트)	3852-09 -3	포토(PR 용제)
일반	Novolak resin(노보락수지)	다양함	PR 수지
일반	Octafluoro cyclobutane(옥타플루오로사이클로부탄)	115-25 -3	건식식각(CVD 및 PECVD 챔버 세척)
일반	Octafluoro propane(옥타플루오로 프로판)	76-19-7	건식식각, CVD
일반	Polyethylene glycol(폴리에틸렌글리콜)	25322-6 8-3	습식식각
일반	Polyhydroxy styrene derivatives(폴리히드록시 스티렌 유도체)	다양함	PR 수지
일반	Polymethacrylate(폴리메타크릴레이트)	다양함	PR 수지
일반	Polysilazane(폴리실라잔)	—	CVD
일반	Propylene(프로필렌)	115-07 -1	CVD
일반	Propylene glycol dimethylether(프로필렌글리콜 디메틸에테르)	7778-85 -0	포토(PR 용제)
일반	Sulfur hexafluoride(육불화황)	2551-62 -4	건식식각, 이온주입

\* 고유해/3.5\* : 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질

## ○ 반도체 칩조립 가공라인의 직무별 위험도 등급

반도체 웨이퍼 가공라인의 직무별 위험도 등급을 확인한 결과 고유해 물질은 벤젠 등 10종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해 물질/3.5는 아세톤 등 7종, 유해물질은 에틸벤젠 등 10종, 관리물질은 아세트알데히드 등 21종, 일반물질은 에폭시수지 등 5종으로 나타났다.

**<표 4-42> 반도체 칩조립 라인 위험도 최종 등급**

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
고유해	Benzene(벤젠)	71-43-2	몰드공정 등
고유해	Crystalline Silica(Quartz)(산화규소결정체, 석영)	14808-60-7	칩 접착, 몰드공정
고유해	Crystalline Silica(Cristobalite)(산화규소결정체, 크리스토바라이트)	14464-46-1	칩 접착, 몰드공정
고유해	Ethylene oxide(산화에틸렌)	75-21-8	웨이퍼 절단, 솔더볼 부착 공정 등
고유해	Formaldehyde(포름알데히드)	50-00-0	몰드공정 등
고유해	Nitric acid(질산)	7697-37-2	도금공정
고유해	Phenol(페놀)	108-95-2	몰드공정 등
고유해	Sulfuric acid(황산)	7664-93-9	도금공정
고유해	Tetramethyl ammonium hydroxide(TMAH)(수산화테트라메틸암모늄)	75-59-2	후면연마공정
고유해	Trichloroethylene(트리클로로에틸렌)	79-01-6	칩접착 몰드공정 등
고유해/3.5	Acetone(아세톤)	67-64-1	칩 접착, 몰드, 인쇄공정 등
고유해/3.5	Antimony trioxide(삼산화안티몬)	1309-64-4	몰드공정
고유해/3.5	Cresol(크레졸)	1319-77-3, 95-48-7,	몰드공정

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
		108-39-4, 106-44-5	
고유해/3.5	Hydrogen peroxide(과산화수소)	7722-84-1	도금공정
고유해/3.5	1-Methoxy-2-propyl-acetate(PG MEA)(1-메톡시-2-프로필-아세테이트 or 프로필렌글리콜모노메틸에테르 아세테이트)	108-65-6	몰드공정
고유해/3.5	Toluene(톨루엔)	108-88-3	몰드공정 등
고유해/3.5	Xylene(크실렌)	1330-20-7	몰드공정 등
유해	2-Butoxyethanol(EGBE)(2-부톡시에탄올)	111-76-2	칩 조립라인 전반
유해	Cellulose(셀룰로오스)	9004-34-6	몰드공정
유해	N, N - D i m e t h y l formamide(DMF)(N,N-디메틸 포름아미드)	68-12-2	몰드공정 등
유해	Ethanolamine(에탄올아민)	141-43-5	몰드공정
유해	Ethyl benzene(에틸벤젠)	100-41-4	몰드공정 등
유해	Methanesulfonic acid(메탄설폰산)	75-75-2	도금공정
유해	Methanol(메탄올)	67-56-1	도금공정
유해	Piperazine(피페라진)	110-85-0	후면연마공정
유해	Potassium hydroxide(수산화칼륨)	1310-58-3	도금공정
유해	Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌)	127-18-4	칩 접착, 몰드, ㅇㅇ트 공정 등
관리	Acetaldehyde(아세트알데히드)	75-07-0	몰드공정 등
관리	n-Butyl acetate(n-초산부틸)	123-86-4	ㅇㅇ트 공정 드
관리	Carbon Black(카본블랙)	1333-86-4	칩 접착, 몰드공정
관리	Copper(Cu)(구리)	7440-50-8	솔더불부착 공정
관리	Cyclohexanone(사이클로헥사논)	108-94-1	몰드 솔더불부착, 인쇄공정
관리	EMC(에폭시몰딩컴파운드)	-	몰드공정

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
관리	Ethanol(에탄올)	64-17-5	조립라인 전바(세척제)
관리	2-(2-Ethoxyethoxy) ethanol(DEGEE, Carbitol) [2-(2-에톡시에톡시) 에탄올]	111-90-0	몰드공정
관리	Ethyl acetate(초산에틸)	141-78-6	칩 접착, 몰드, 솔더불 부착 공정 등
관리	Glycerol(글리세롤 or 글리세린)	56-81-5	솔더불부착 공정
관리	n-Hexane(n-헥산)	110-54-3	몰드공정 등
관리	Heptane(헵탄)	142-82-5	몰드공정 등
관리	Isopropyl alcohol(IPA)(이소프로필알콜)	67-63-0	유지보수, 세정 등
관리	Methyl isobutyl ketone(MIBK) (메틸이소부틸케톤)	108-10-1	몰드공정 등
관리	1-Methyl-2-pyrrolidinone or N-Methyl-2-pyrrolidone(1-메틸-2-피롤리디논)	872-50-4	몰드공정
관리	Mold cleaner	-	몰드공정
관리	Phenolic resin(페놀수지)	9003-35-4	칩 접착, 몰드공정
관리	Solvent naphtha(솔벤트나프타)	64742-94-5	잉크마킹
관리	Tetrahydrofuran(테트라하이드로퓨란)	109“99“9	후면연마, 솔더불부착, 몰드공정 등
관리	Tin(II) methanesulfonate(주석메탄설프네이트)	53408-94-9	도금공정
관리	Tin(Sn)(주석)	7440-31-5	솔더불부착 공정
일반	Epoxy resin(에폭시 수지)	29690-82-2	칩 접착, 몰드공정
일반	2-(2-Ethoxyethoxy) ethyl acetate(DEGEEA, Carbitol acetate) [2-(2-에톡시에톡시) 에틸아세테이트]	112-15-2	칩 접착, 몰드공정
일반	Melamine resin(멜라민수지)	9003-08-1	몰드공정
일반	Polyethylene glycol(폴리에틸렌)	25322-68-3	웨이퍼 절단공정

최종 등급	화학물질 국문명(영문명)	CAS No.	용도(반도체 공정)
	글리콜)		
일반	Polyethylenepolypropylene glycol(폴리에틸렌-폴리프로필렌 글리콜)	9003-11-6	웨이퍼 절단공정

\* 고유해/3.5\* : 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질

○ LCD 사업장 박막트랜지스터 컬러필터 공정 등의 직무별 위험도 등급

LCD 사업장의 경우 박막트랜지스터 공정의 고유해 물질은 포스핀 등 6종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 암모니아 등 6종, 유해물질은 티타늄 등 11종, 관리물질은 삼불화질소 등 11종, 일반물질은 15종으로 확인되었다.

**<표 4-43> LCD 박막트랜지스터 공정의 위험도 최종 등급**

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
고유해	Nitrous oxide	아산화질소	10024-97-2	CVD
고유해	Phosphine; Phosphorus hydride	포스핀	7803-51-2	CVD
고유해	Chlorine	염소	7782-50-5	Dry ETCH
고유해	Sulfuric acid	황산	7664-93-9	Wet ETCH
고유해	Nitric acid	질산	7697-37-2	Wet ETCH
고유해	Ethylene glycol	에틸렌 글리콜	107-21-1	Stripper
고유해/3.5	Ammonia	암모니아	7664-41-7	CVD
고유해/3.5	Orthophosphoric acid	인산	7664-38-2	Wet ETCH
3.5	Propylene glycol methyl ether	프로필렌 글리콜모노메	107-98-2	PHOTO

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
		틸 에테르 (1-메톡시-2-프로판올)		
고유해/3.5	Propylene glycol methyl ether acetate	프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트 (1-메톡시-2-프로필 아세테이트)	108-65-6	PHOTO
고유해/3.5	Methylphenol; Cresol	크레졸	1319-77-3	PHOTO
고유해/3.5	Tetramethylamm onium hydroxide	수산화테트라메틸 암모늄	75-59-2	PHOTO
유해	Titanium	티타늄	7440-32-6	Sputter
유해	Boron trichloride	삼염화붕소	10294-34-5	Dry ETCH
유해	Oxygen	산소	7782-44-7	Dry ETCH
유해	Ammonium hydrogendifluoride; Ammonium bifluoride	이플루오르화 암모늄	1341-49-7	Wet ETCH
유해	Acetic acid	초산	64-19-7	Wet ETCH
유해	Methanesulfonic acid	메탄술폰산	75-75-2	Wet ETCH
유해	Hydrogen chloride; Hydrochloric acid;	염화수소	7647-01-0	Wet ETCH
유해	n-Butyl acetate	초산부틸	123-86-4	PHOTO
유해	Ethyl 3-ethoxypropionate	에틸 3-에톡시 프로 피오 네이트	763-69-9	PHOTO

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
유해	2-Hydroxyethylamine ; Ethanolamine	에탄올아민	141-43-5	Stripper
유해	Hexamethyl disilazane	헥사 메틸 디 실라 잔	999-97-3	PHOTO (Coating)
관리	Nitrogen trifluoride; Nitrogen fluoride	삼불화질소	7783-54-2	CVD
관리	Silane	실란	7803-62-5	CVD
관리	Zinc oxide	산화아연	1314-13-2	Sputter
관리	Tin dioxide	산화주석	18282-10-5	Sputter
관리	Aluminium	알루미늄	7429-90-5	Sputter
관리	Copper	구리	7440-50-8	Sputter
관리	Diammonium peroxodisulfate	과산화황산 암모늄	7727-54-0	Wet ETCH
관리	Cupric sulfate	황산구리	7758-99-8	Wet ETCH
관리	Benzyl alcohol	벤질알콜	100-51-6	PHOTO
관리	Phenol polymer with formaldehyde	페놀 포름 알데히드 수지	9003-35-4	PHOTO
관리	Diethylene glycol monoethyl ether(Carbitol)	디 에틸렌 글리콜 모노 에틸 에테르(카르비 톨)	111-90-0	Stripper
관리	N-Methyl formamide; Monomethylform amide	N-메틸 포름아미드	123-39-7	Stripper
일반	Hydrogen	수소	1333-74-0	CVD
일반	Diindium trioxide	산화인듐III	1312-43-2	Sputter
일반	Molybdenum	몰리브덴	7439-98-7	Sputter
일반	Sulfur hexafluoride	육불화황	2551-62-4	Dry ETCH

최종등급	물질명		CAS No.	용도(LCD 공정)
	영문명	한글명		
일반	Helium	헬륨	7440-59-7	Dry ETCH
일반	Trifluoromethane	트리 플루오로 메탄	75-46-7	Dry ETCH
일반	Tetrafluoromethane; Freon 14	테트라 플루오로 메탄	75-73-0	Dry ETCH
일반	Ammonium fluoride	불화암모늄	12125-01-8	Wet ETCH
일반	Water;	탈이온수	7732-18-5	Wet ETCH
일반	Sodium persulfate	황산나트륨	7775-27-1	Wet ETCH
일반	Citric acid;	구연산	77-92-9	Wet ETCH
일반	Methoxy 3-methyl propionate	메틸 3- 메톡시 프로 피오네이트	3852-09-03	PHOTO
일반	Dipropylene glycol methyl ether	디프로필렌 글리콜메틸 에테르	34590-94-8	Stripper
일반	Water	탈이온수	7732-18-5	Stripper
일반	1-Methyl-2-pyrrolidinone; N-Methylpyrrolidone	1-메틸-2-피롤리디논	872-50-4	Stripper

또한 LCD 사업장의 컬러필터 공정의 직무별 위험도 등급을 확인한 결과 고 유해물질은 니켈 1종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 TMAH 1종, 유해물질은 시클로헥사논 등 2종, 관리물질은 프로필렌 글리콜메틸에테르 등 9종, 일반물질은 디아세톤알코올 등 17종으로 나타났다.

**<표 4-44> LCD 컬러필터 공정의 위험도 최종 등급**

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
고유해	Nickel, 5,5'-azobis-2,4,6(1H,3H,5H)-pyrimidinetrione complexes	니켈, 안료 노랑	68511-62-6
고유해/3.5	Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	75-59-2
유해	Cyclohexanone	시클로 헥사논	108-94-1
유해	Ethyl lactate	젓산 에틸	97-64-3
관리	Propylene glycol methyl ether	프로필렌 글리콜 메틸 에테르	107-98-2
관리	2-Butoxyethanol ; Ethylene glycol monobutyl ether	2-부톡시 에탄올	111-76-2
관리	Ethylene glycol monobutyl ether acetate	에틸렌글리콜 모노부틸에테르 아세테이트	112-07-2
관리	n-Butyl acetate	초산부틸	123-86-4
관리	Carbon black	카본블랙	1333-86-4
관리	Copper, phthalocyanine	프탈로시아닌 블루	147-14-8
관리	Ethoxylated trimethylolpropane triacrylate	에톡실화 트리메틸 올 프로판 트리아크릴레이트	28961-43-5
관리	Potassium hydroxide	수산화칼륨	1310-58-3
관리	Sodium hydroxide	수산화나트륨	1310-73-2
일반	Propylene glycol methyl ether acetate	프로필렌 글리콜 메틸 에테르 아세테이트	108-65-6
일반	1,1'-Oxybis(2-methoxyethane) ; Diglyme	다이에틸렌 글리콜 다이메틸 에테르	111-96-6
일반	Diacetone alcohol	디아세톤 알코올	123-42-2
일반	3-Methoxy-1-butanol	3-메톡시-1-부탄올	2517-43-3
일반	Dipropylene glycol methyl ether	디프로필렌 글리콜메틸	34590-94-8

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
		에테르	
일반	5,5'-(1H-Isoindole -1,3(2H)-diylidene )dibarbituric acid	안료 노랑 139	36888-99-0
일반	1,3-Bis(2,4,6-triox operhydropyrimidi n-5-ylidene)isoind oline	[1,3-비스 (2,4,6-트리 메틸페닐)이미다졸-2- 일리덴]팔라듐,나프탈렌 -1,4-디온	467220-49- 1
일반	3-Methoxypropan oic acid methyl ester	메틸 3-메톡시 프로 피오네이트	3852-09-3
일반	1(or 2)-Ethoxypropanol	1-에톡시 프로판올	52125-53-8
일반	Dipentaerythritol monohydroxypent aacrylate	디 펜타 에리스리톨 펜타 아크릴레이트	60506-81-2
일반	1,2-Propanediol diacetate ; Propane-1,2-diyl diacetate	1,2-프로필렌 글리콜 디아세테이트	623-84-7
일반	Ethyl-(S)-Lactate (EL)	젖산 에틸	687-47-8
일반	C.I. Pigment Red 254	안료 빨강 254	84632-65-5
일반	Styrenated $\alpha$ -phenyl- $\omega$ -hydroxypoly(oxy- 1,2-ethanediyl)	계면활성제	104376-75- 2
일반	Diethylene glycol monobutyl ether	디 에틸렌 글리콜 모노 부틸 에테르	112-34-5
일반	Water	탈이온수	7732-18-5
일반	Alcohols, (C=12-14)-second ary,ethoxylated	폴리에틸렌 글리콜 트리메틸 에테르	84133-50-6

그리고 LCD 사업장의 액정 공정에서 사용하는 고유해 물질은 에틸렌글리콜 등 3종, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 TMAH와 이소프로필 알콜 2종, 유해물질은 에탄올아민, 관리물질은 2-부톡시에탄올 등 5종, 일반물질은 13종으로 확인되었다.

**<표 4-45> LCD 액정 공정의 위험도 최종 등급**

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	물질명	
고유해	1,2-Ethanediol; Ethylene glycol	에틸렌글리콜	107-21-1
고유해	Nickel	니켈	7440-02-0
고유해	2-Methyl-2,4-pentenediol	헥실렌글리콜	107-41-5
고유해/3.5	Tetramethylammonium hydroxide	수산화 테트라메틸 암모늄	75-59-2
고유해/3.5	2-Propanol	이소프로필알콜	67-63-0
유해	2-Hydroxyethylamine; Ethanolamine	에탄올아민	141-43-5
관리	2-Butoxyethanol; Ethylene glycol monobutylether	2-부톡시 에탄올	111-76-2
관리	Gamma-Butyrolactone	감마 부티로 락톤	96-48-0
관리	N,N-Dimethyl(2-hydroxyethyl)amine 2-(Dimethylamino)ethanol, Deanol	N, N-디메틸 에탄올 아민	108-01-0
관리	Diethylene glycol monobutyl ether; 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol, Butyl Carbitol	디 에틸렌 글리콜 모노 부틸 에테르	112-34-5
관리	1-Butoxy-2-propanol	1-부톡시-2-프로판올	5131-66-8
일반	1-Methyl-2-pyrrolidinone; N-Methylpyrrolidone	1-메틸-2-피롤리디논	872-50-4
일반	Water	탈이온수	7732-18-5
일반	Fatty acids, linseed-oil polymers	지방산(고분자화합물)	178233-64

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
	with conjugated sunflower		-2
일반	Silica	실리카	7631-86-9
일반	Divinylbenzene polymer	디비닐벤젠 폴리머	434285-53-7
일반	Gold	금	7440-57-5
일반	1,3-Butanediol; 1,3-Butylene glycol	1,3-부탄디올	107-88-0
일반	2,2'-Oxybisethano l	디 에틸렌 글리콜	111-46-6
일반	Ethanol	에탄올	64-17-5
일반	4-Methyl-4'-pentyl-1,1'-biphenyl	4-펜틸-4'-메틸비페닐	64835-63-8
일반	trans,trans-4' -pentyl-4-propylbicyclohexyl	트랜스, 트랜스-4'-펜틸-4-프로필 바이시클로헥실	92263-41-7
일반	trans,trans-4' -ethyl-4-propylbicyclohexyl	트랜스, 트랜스-4-에틸-4-프로필-1,1-비시클로헥실	96624-41-8
일반	trans,trans-4' -butyl-4-propylbicyclohexyl	트랜스-4-부틸-트랜스-4'-프로필바이시클로헥센	96624-52-1

마지막으로 LCD 사업장의 모듈 공정에서 직무별 위험도 등급을 확인한 결과 고유해물질은 없는 것으로 확인되었고, 업무상 질병으로 인정은 되었지만 인과관계가 불분명한 고유해물질/3.5는 아세톤 1종, 유해물질은 주석 등 5종, 관리물질은 4종, 일반물질은 12종으로 나타났다.

**<표 4-46> LCD 모듈 공정의 위험도 최종 등급**

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
고유해/3.5	Acetone	아세톤	67-64-1

최종등급	물질명		CAS No.
	영문명	한글명	
유해	Silver	은	7440-22-4
유해	Tin	주석	7440-31-5
유해	Copper	구리	7440-50-8
유해	n-Butyl acetate	초산부틸	123-86-4
유해	EAC	초산에틸	141-78-6
관리	Pentaerythritol triacrylate	펜타 에리스리톨 트리 아크릴레이트	3524-68-3
관리	Carbon black; Acetylene black	카본블랙	1333-86-4
관리	Glycidyl Neodecanoic Acid	글리시딜 네오데카논산	26761-45-5
관리	Bicyclo[4.4.0]decane; Decahydronaphthalene, Decalin	데카 히드로 나프탈렌	91-17-8
일반	Dimethyl carbonate	디메틸카보네이트	616-38-6
일반	Acetylacetone	아세틸 아세톤	123-54-6
일반	Dodecyl acrylate	도데실 아크릴 레이트	2156-97-0
일반	exo-1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acrylate	이소 보닐 아크릴 레이트	5888-33-5
일반	Methylcyclohexane	메틸시클로헥산	108-87-2
일반	2-Propenoic acid isodecyl ester	2-프로페노익산 아이소데실 에스테르	1330-61-6
일반	Ethyl cyclohexane	에틸시클로헥산	1678-91-7
일반	2-Methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-(4-morpholinyl)-1-propanone	2-메틸-4-(메틸티오)-2-모르폴리노 프로피오 페논	71868-10-5
일반	Ethanol	에탄올	64-17-5
일반	Polyester Resin	폴리에스터 수지	68604-67-1
일반	PU Resin	3-데신-1-올(폴리우레탄수지)	51721-39-2
일반	1-Methyl-2-pyrrolidone; N-Methylpyrrolidone	1-메틸-2-피롤리디논	872-50-4

#### 4-5. 전자업종 직무별 위험도 매트릭스 구분 결과 소결

반도체와 LCD 사업에 대하여 라인 및 공정별로 고유해물질, 유해물질, 관리물질 및 일반물질을 데이터베이스화 하였다. 이 자료가 유용하게 활용될 수 있도록 안전보건 프로그램으로 개발하여 이들 유해성정보를 근로자들에게 의미있게 전달되기를 희망한다.

**<표 4-47> 전자업종 직무별 매트릭스에 따른 화학물질 등급 요약**

산업명	구분	등급 구분	화학물질 수
반도체 산업	웨이퍼 가공 라인	고유해물질(3.5)	· 아르신 등 24종(아세톤 등 8종)
		유해물질	· 불화암모늄 등 19종
		관리물질	· 초산 등 22종
		일반물질	· 아세틸렌 등 25종
	칩 조립 라인	고유해물질(3.5)	· 벤젠 등 10종(아세톤 등 7종)
		유해물질	· 에틸벤젠 등 10종
		관리물질	· 아세트알데히드 등 21종
		일반물질	· 에폭시수지 등 5종
LCD 산업	박막트랜지스터 라인	고유해물질(3.5)	· 포스핀 등 6종(암모니아 등 6종)
		유해물질	· 티타늄 등 11종
		관리물질	· 삼불화질소 등 11종
		일반물질	· 몰리브덴 등 15종
	컬러필터 공정	고유해물질(3.5)	· 니켈 1종(TMAH)
		유해물질	· 시클로엑사논 등 2종

산업명	구분	등급 구분	화학물질 수
		관리물질	· 프로필렌글리콜메틸 에테르 등 9종
		일반물질	· 디아세톤알코올 등 17종
	액정 공정	고유해물질(3.5)	· 에티렌글리콜 등 3종(TMAH, IPA)
		유해물질	· 에탄올아민
		관리물질	· 2-부톡시에탄올 등 5종
		일반물질	· 탈이온수 등 13종
	모듈 공정	고유해물질(3.5)	· 없음(아세톤)
		유해물질	· 주석 등 5종
		관리물질	· 카본블랙 등 4종
		일반물질	· 아세틸아세톤 등 12종



## 참 고 문 헌

- [1] 08년 반도체 제조업 사업장에 대한 역학조사, 2008
- [2] 10년간( '09년~19년) 암 발생 및 사망 위험비 추적 조사
- [3] 반도체 산업의 웨이퍼 가공 공정 유해인자 고찰과 활용 연구
- [4] 전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안
- [5] 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구 등
- [6] 전자(반도체) 산업에 사용되는 유독성 위험물질의 재해방지에 관한 연구 (1992년 ~ 2009년까지 연구)
- [7] 반도체 제조사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구
- [8] 국내의 생식독성 화학물질 등의 유해인자 규제관리 실태분석 및 제도개선 연계방안 연구
- [9] 노출기준 추가 제정 화학물질의 유해성·위험성 평가 및 기술적 타당성 평가연구
- [10] 허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회성·경제성 평가 연구
- [11] 전자산업 안전보건 실태확인을 통한 기술지원 및 안전보건관리 모델 개발
- [12] 직업병진단 사례집(2003년부터 2018년)
- [13] 역학조사 및 산재승인 자료 활용 분석
- [14] 박병찬, 직업성 조혈기계암 감시체계 구축·운영, 2009

- [15] 반도체제조업 근로자 비호지킨립프중 코호트 내 환자-대조군 연구 설계 및 실행가능성 조사(김은아 등, 2015),
- [16] 전자산업 근로자 립프조혈기계 악성질환 사례 연구(김은아 등, 2016),
- [17] 반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사 - 암 질환 중심 - (김은아 등, 2009)
- [18] 김태욱 등, “화학물질 물리적 위험성 등급분류를 위한 모델식 개발 ”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2015
- [19] 김형석 등, “화학산단 안전보건모델 개발 연구”, 안전보건공단 연구보고서, 2019
- [20] 피영규 등, “산업안전보건법상 화학물질 규제 수준별 기준마련 및 선정타당성 등에 관한 연구”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2012
- [21] 원종욱 등, “사업장 보건관리체계의 효율화 방안에 관한 연구 ”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2015
- [22] 정혜선 등, “전자산업 안전보건 실태 확인을 통한 기술지원 및 안전보건관리 모델 개발”, 안전보건공단 연구보고서, 2019
- [23] 손미아 등, “전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련-반도체 제조업 중심”, 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2018
- [24] 박동욱 등, “반도체 웨이퍼 가공 공정 및 잠재적 유해인자에 대한 고찰”, 대한직업환경의학회지, 2011
- [25] 박동욱. “반도체 산업의 웨이퍼 가공 공정 유해인자 고찰과 활용 - 화학물질과 방사선 노출을 중심으로”, 한국산업보건학회지, 2016
- [26] 박승현 등, “반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구”, 안전보건공단 한국산업안전보건연구원 연구보고서, 2011

- [27] 박승현 외, “반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구”, 한국산업 안전보건공단 한국산업안전보건연구원, 2012
- [28] 이경재 외, “조직의 안전문화에 대한 인식이 개인의 직무만족, 조직몰입에 미치는 영향: 조직신뢰의 매개 효과”, 한전안전경영학회지, 2013
- [29] 이용희, “안전문화의 인간공학적 접근방안에 대한 논의”, 대한인간공학회, 2015
- [30] 이용희, “인적 오류에 영향을 주는 조직특성 및 안전문화 평가방법에 대한 기초조사 연구”, 한국원자력연구원, 2015
- [31] 정재현, “자동차산업 생태계의 동태적 변화 분석”, 한국산업경제학회, 2018
- [32] 김기찬 외, “대중소기업 상생협력의 이론적 모형 설계: 건강하고 지속가능한 기업생태계 구축”, 중소기업연구, 2006
- [33] 김기찬, “기업생태계관점에서의 연구개발 전략과 플랫폼 리더십: 대중소기업 상생협력과 R&D에의 시사”, 중소기업연구, 2009
- [34] 복득규, “외환위기 전후 한국 자동차부품기업의 거래선 다변화 현황과 결정요인 분석”, 산업조직연구, 2008
- [35] 산업연구원, “신성장동력 산업생태계 활성화방안 연구”, 2011.12
- [36] 한국전자정보통신산업진흥회, “전자산업 Value Chain 변화 및 산업생태계 혁신방안 최종보고서”, 2017.12
- [37] 한국고용정보원, “전자산업의 고용구조와 인력수요 전망”, 2016
- [38] 산업연구원, “산업기초분석: 디스플레이산업”, 2018
- [39] 산업연구원, “산업기초분석: 반도체산업”, 2019
- [40] 기업심사센터, “KOSME 산업분석 Report: 반도체”. 2019
- [41] 한국전자정보통신산업진흥회, “전자산업 인력수급 전망 및 실태조사 결

- 과” , 2016
- [42] 산업연구원, “2018 한국의 산업” , 2018
- [43] 김치년 등, “반도체 산업 협력사 보건관리 매뉴얼 마련” , 한국반도체산업 협회보고서, 2019
- [44] 정은교 등, LCD 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발 연구, 안전보건공단, 2017