

[부록 1]

전자산업 증착공정 설비 정비작업 안전보건 가이드

요 약

증착 공정 설비 정비 작업 중에는 증착 공정에서 쓰인 각종 화학물질이 포함된 입자상 물질, 가스상 물질, 열, 전기에너지 등에 노출될 수 있다. 화학물질 누출, 폭발, 질식, 부상 등 잠재적 사고 위험도 있다. 증착 공정 설비 정비 작업을 안전하게 마치려면 아래와 같은 주요 작업 절차를 따른다. 본 안전보건 가이드를 바탕으로 공정, 설비, 정비 작업 특성에 따른 구체적인 조치 사항을 반영하여 사용할 것을 권장한다.

1. 증착 공정 설비 정비 작업 전 안전보건 조치 사항

- 회사의 규정에 따라 증착 설비 정비 작업 허가를 받는다.
- 공정 설비 정비 작업 관련 부서와 협의해서 공정 설비, 화학물질 배관 등을 전기적으로 차단하여 잠고(Lock out), 표시(Tag out)한 꼬리표를 달아 놓는다.
- 공정 설비 정비 작업공간을 주변과 격리하고, 정비 구역을 표시하며, 출입을 제한한다. 크레인 등 위험한 기계나 기구를 사용할 경우, 운전자와 신호수를 지정하고 적절한 위치에 배치한다.
- 공정 설비 정비 작업 시 발생할 수 있는 위험인자를 확인하고 통제할 수 있는 안전보건 조치를 취한다.
- 정비 작업과 비상 시 필요한 안전보건 시설(세척·세안 설비, 배기 장치)과 개인보호장비의 성능을 점검한다.
- 공정 설비 정비를 위한 기계, 도구 등을 챙기고 성능이 최적인지 확인한다.
- 정비를 안전하게 수행하기 위한 내용을 훈련받고, 사고 발생 시 취해야 할 비상조치 사항을 확인하고 이해한다. 정비팀원 간 안전한 작업 요령 등도 확인한다.
- 정비 작업에 필요한 개인보호장비를 착용한다. 호흡보호구는 방독 또는 고성능필터(HEPA) 마스크를 착용한다. 챔버를 열 때 열로부터 눈을 보호하기 위해 보안경을 착용한다.
- 증착 챔버를 충분히 세정하고 폐지하여 산소 농도, 온도, 기압, 유해가스 농도 등이 정비 가능한 상태가 되었는지 확인하고 기다린다.

2. 증착 공정 설비 정비 작업 중 안전보건 조치 사항

- 증착 챔버를 열고 뚜껑(Shield), 커버, 타깃판 등을 해체하고 부착할 때 안전조치를 취한다. 또한 크레인, 호이스트, 리프트 등 위험한 기계나 기구를 이용할 경우 적절한 기계 상태와 성능 점검, 운전자와 신호수 지정, 안전 구역 표시 등 철저한 안전조치를 취한다.
- 설비에서 기계, 장비, 소재 등에 대해 교체, 부착, 세정, 센서 보정 등 정비와 세정 작업을 안전하게 수행한다.
- 일정 높이의 발판, 사다리 등 높은 곳에서 정비 작업을 할 때 넘어짐, 추락 등에 주의한다.
- 설비, 기계 등에서 먼지를 제거할 때 스크러버(Scrubber)로 연결된 이동식 진공 배기 장치(덕트, 튜브 등)를 사용하여 먼지 확산과 노출을 최소화한다. 에어건 사용은 제한하되, 사용해야 한다면 배기 장치와 병행하여 최소한으로 사용한다.

3. 증착 공정 설비 정비 작업 후 안전보건 조치 사항

- 증착 설비 정비 작업을 마친 후 보호구를 착용한 채 정비 작업공간을 깨끗하게 청소한다. 정비 작업 후 생긴 폐기물은 특성에 따라 적절히 분류하고 보관한 후 신속하게 처리한다.

- 관계 부서 및 관계자와 함께 증착 설비 정비 작업을 마치고 안전 점검을 마친 후 증착 공정을 다시 작동하고, 공정이 원활하게 유지되는지 관련 변수를 점검한다. 최적의 상태인지 확인하고, 정비 작업을 마친다.
- 증착 설비 정비 이력 카드에 수행한 정비 작업 종류, 정비 날짜, 정비 근로자, 교체한 부분, 발생한 문제 등의 주요 정비 내역을 기록하고 보존한다.

4. 증착 공정 설비 정비 작업 주요 안전보건 점검 리스트

1) 정비 작업 전과 작업 중 안전보건 점검 사항

점검 항목	예	아니오	해당 없음
회사 규정에 따라 정비 작업을 위한 안전작업허가서를 받았는가?			
정비 작업 내용을 구체적으로 지시받고, 그 내용을 알고 있는가? 또한 정비팀원들 간의 안전한 작업 요령을 확인했는가?			
정비 작업에 필요한 도면, 운전 절차서 등을 검토했는가?			
관계 부서와 공정 운전 중단, 유해·위험 물질 유입 차단 및 제거, 전기 차단, 압축공기 차단 등의 안전조치를 했는가?			
정비 대상 챔버, 장비, 기계 등을 확인했는가?			
정비 작업구역을 설정하고 접근 제한 조치를 취했는가?			
챔버, 배관 등의 내부 압력 제거, 유해·위험 물질 제거 등의 안전조치를 취했는가?			
핵심 안전보건 유해·위험 요인을 확인했으며, 사고 영향 범위를 알고 있는가(주요 유해·위험 물질 위험성평가 실시)?			
정비 도구 등을 챙기고 성능을 확인했는가?			
배기 장치, 세척·세안 설비, 보호구 등의 작동 성능을 확인했는가?			
비상사태 발생 시 조치 사항 등 핵심 안전보건 교육을 받았는가?			
방진 또는 방독 마스크 등 정비 작업에 적절한 개인보호장비를 착용했는가?			
정비 작업공간을 지속적으로 퍼지해서 유해가스를 제거하고, 주기적으로 산소와 유해가스의 농도를 측정하고 있는가?			
크레인, 호이스트, 리프트 등 위험한 기계나 기구를 사용할 때 운전자와 신호수 지정, 작업구역 통제 등 필요한 안전조치를 취했는가?			
설비, 기계 등에서 먼지를 제거할 때 스크러버로 연결된 이동식 진공 배기 장치(튜브)를 사용하고, 에어건 사용은 제한하거나 최소한으로 했는가?			
발판 등 일정 높이에서 정비 작업할 때 넘어짐, 추락 등의 방지 조치를 취했는가?			

추가적인 유해·위험 요인이 있다면 여기에 기록해 주세요.

추가적인 유해·위험 요인은 제거되었는가?			
------------------------	--	--	--

2) 정비 작업 후 안전보건 조치 사항 점검

점검 항목	예	아니오	해당없음
보호구를 착용하고, 정비 후 폐기물을 안전하게 수거하고 처리했는가?			
정비 작업 도구 등을 치우고, 챔버 설비가 적절한 작동 상태에 있는지 확인했는가?			
기밀시험 등을 실시했는가?			
공정을 다시 가동하고 공정 테스트를 완료했는가?			
회사가 정한 규정과 양식에 따라 주요 정비 내역을 기록했는가?			

증착 공정 설비 정비 중 추가로 기록해야 할 사항이 있다면 써 주세요.

1 목 적

- (1) 반도체, LCD, OLED 제조 등 전자산업 공정 중 증착 설비 정비 작업에 대한 안전작업절차를 제공하여 작업 중 발생할 수 있는 안전보건 유해·위험 요인 노출로 인한 근로자의 부상과 건강 영향을 예방한다.
- (2) 반도체, LCD, OLED 제조 등 전자산업 공정 중 증착 설비 정비 작업을 안전하게 수행함으로써 사고에 따른 회사의 손실을 최소화하고 원활한 생산활동이 이루어지도록 한다.

2 적용 범위

- (1) 본 가이드는 반도체, LCD, OLED 제조 등 전자산업 생산 공정 중 증착 공정의 주요 설비와 부속 설비를 정비할 때 안전보건 유해·위험 요인에 대한 노출을 최소화하여 안전보건 위험을 관리하는 데 적용한다.
- (2) 증착 공정별로 발생하는 구체적인 안전보건 위험을 관리하기 위한 가이드는 필요할 경우 따로 개발할 필요가 있다.
- (3) 본 가이드는 증착 공정을 이용하는 여러 산업에서 안전보건 위험을 관리하는 데 응용할 수 있다. 증착 기술은 아래와 같이 많은 제조 산업에서 박막과 코팅 공정에 널리 사용되기 때문이다¹⁾.
 - 디스플레이와 조명 산업: LCD, OLED 등 디스플레이 제조에 광범위하게 사용된다. LED와 OLED 같은 조명 장치 생산에도 사용된다.
 - 반도체산업: 집적회로, 마이크로 칩, 박막트랜지스터(TFT) 제조에 광범위하게 사용된다.
 - 전자산업: 인쇄회로기판(PCB), 저항기, 커패시터, 인터커넥터 등의 전자부품 생산에 활용된다.
 - 광학 및 포토닉스 산업: 카메라·렌즈·디스플레이·레이저·광섬유에 사용되는 광학 코팅, 박막 필터, 반사 방지 코팅, 기타 광학 부품을 만드는 데 중요한 역할을 한다.
 - 태양에너지 산업: 박막태양전지, 태양전지 패널, 기타 광전지 장치 생산에 사용된다.
 - 자동차산업: 엔진 부품, 센서, 헤드라이트와 같은 부품에 부식 방지용 코팅, 장식 마감, 기능성 코팅을 증착하는 등 다양한 용도로 사용된다.
 - 의료기기산업: 임플란트, 스텐트, 카테터, 진단 기기에 생체적합성 코팅, 약물 용출 코팅, 기타 기능성 코팅을 하는 데 사용된다.
 - 항공우주 및 방위 산업: 항공기 부품, 로켓 노즐, 레이더 시스템 및 센서의 보호 코팅, 열 차단 코팅, 기타 기능성 코팅을 하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

3 용어의 정의

- (1) 본 가이드에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.
 - 정비(Maintenance): 반도체, LCD, OLED 제조 등 전자산업 공정에서 사용하는 기계, 설비 등을 점검하고, 점검 결과 발견된 결함과 고장을 보수하며, 부품 교체나 수정 작업과 같은 주기적인 예방조치를 하는 등 설비 유지관리에 관한 모든 작업을 말한다.
 - 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode, OLED): TV, 스마트폰, 웨어러블 기기 등 전자기기에 사용되는 디스플레이 소자의 일종으로, 탄소 기반 고분자나 저분자 같은 유기물질에 전류를 가하면 빛을 방출하는 원리를 이용한다. 기존 LED보다 더 얇고 유연할 뿐만 아니라 명암비와 색재현이 더 뛰어나다. 각 픽셀은 활성화할 때 빛을 발하는 유기물질로 구성되며, 디스플레이가 켜지면 픽셀에 전류가 가해져 특정 색상의

1) Vinay Kadekar, Weiya Fang, Frank Liou, Deposition Technologies For Micromanufacturing: A Review, J. Manuf. Sci. Eng. Nov 2004, 126(4): 787-795 (9 pages)

빛을 방출한다.

- 액정디스플레이(Liquid Crystal Display, LCD): 텔레비전, 컴퓨터 모니터, 스마트폰 등 다양한 전자기기에 널리 사용되는 디스플레이로, 투과 전압에 따라 액정 투과도가 변화하는 원리를 이용한다. LCD 제조 공정에는 유리 기판 준비, 박막트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT) 제작, 컬러필터 증착, 액정 정렬, 백라이트, 조립 및 테스트 등의 공정이 포함된다. 일반적으로 OLED에 비해 생산 비용이 더 효율적이다. 그러나 액정 픽셀을 비추기 위해 별도의 백라이트가 필요하므로 OLED보다 두껍고 무겁다. 따라서 얇고 가벼운 디바이스에는 적용이 제한될 수 있다.
- 증착(Deposition): 반도체, LCD, OLED 제조 공정에서 금속, 무기, 유기 물질의 얇은 층을 기판에 쌓는 공정을 말한다. 주요 증착 공정으로는 물리기상증착(Physical Vapor Deposition, PVD)과 화학기상증착(Cheical Vapor Deposition, CVD)이 있다.
- 챔버(Chamber): 무기, 유기 물질이 증착되는 환경을 제어하도록 설계된 진공 공간을 말한다. 일반적으로 스테인리스스틸이나 알루미늄과 같은 금속으로 만들어진다. 챔버 내부에는 기판이 놓이는 기판 홀더나 스테이지가 있고, 이 홀더는 증착 공정을 쉽게 하기 위해 특정 온도로 가열한다. 또한 증착 공정 중에 고진공 유지를 위한 일련의 펌프와 진공 환경의 온도, 압력, 구성을 모니터링하기 위한 센서·게이지가 설치되어 있다. 재료 증착을 정밀하게 제어하고 최종 장치의 품질과 균일성을 보장하기 때문에 매우 중요한 구성 요소이다.
- 물리기상증착(Physical Vapor Deposition, PVD): 진공상태에서 소재를 가열하여 기화한 다음, 그 증기가 기판에서 응축되어 박막을 형성하는 물리적 방법이다. 열 증착(Thermal Deposition), 전자빔증발(Electron Beam Evaporation), 스퍼터링(Sputtering)이 있다. 재료 구성, 필름 두께, 원하는 필름 품질을 포함하여 증착되는 박막의 특정 요구 사항에 따라 다른 방법을 선택할 수 있다.
- 화학기상증착(Cheical Vapor Deposition, CVD): 전구체 가스가 기판 표면에서 반응하거나 분해되어 고체 필름을 형성하는 화학적 방법이다. 다양한 전자와 광전자 장치에 사용되는 실리콘, 금속산화물이나 질화물(Nitrides)과 같은 무기 재료를 만드는 데 사용된다. 봉지(Encapsulation), 박막 증착(Thin Film Deposition, TFD) 공정에 활용될 수 있다. 플라즈마 강화 화학기상증착(Plasma-Enhanced Cheical Vapor Deposition, PECVD), 저압 화학기상증착(Low-Pressure Cheical Vapor Deposition, LPCVD), 대기압 화학기상증착(Atmospheric Pressure Cheical Vapor Deposition, APCVD)이 있다.
- 유해·위험 요인(Hazard): 사람의 부상, 질병을 일으키거나 재산이나 환경에 손상(Damage)을 입힐 만한 잠재적인 유해 요소 또는 손상의 원인이 되는 모든 것을 말한다. 화학물질, 기계, 프로세스 등이 있다.
- 위험성(Risk): 유해·위험 요인에 노출되어 해(Harm)를 입거나 손상을 입을 가능성(Likelihood) 또는 확률(Probability)을 말한다. 피해 또는 손상의 심각성과 유해·위험 요인에 노출될 가능성 또는 빈도로 설명한다.
- 인화성 가스(Flammable Gas): 인화 한계농도의 최저한도가 13 % 이하 또는 최고한도와 최저한도의 차가 12 % 이상인 물질 중 표준압력(101.3 kPa)과 20 °C에서 가스 상태인 물질을 말한다. 반도체 공정에서 직접 사용하기도 하고, 부산물로 발생할 수도 있다.
- 폭발성 한계: 특정 조건에서 스파크, 불꽃, 뜨거운 표면과 같은 점화원이 있을 때 빠르게 연소하거나 폭발하는 가스를 만들 수 있는 공기 중 가스나 증기의 농도 범위를 말한다. 폭발하한(Lower Explosive Limit, LEL)과 폭발상한(Upper Explosive Limit, UEL)의 두 가지 한계로 구성된다. 폭발하한은 공기 중 폭발성 가스나 증기의 최소 농도를 나타내며, 그 이하에서는 폭발이 일어나지 않는다. 폭발상한은 공기 중 폭발성 가스나 증기의 최대 농도를 나타내며, 그 이상에서는 연소가 일어나지 않는다.
- 질식(Asphyxiation): 산소가 인체 조직에 제대로 전달되지 않아 의식을 잃거나 사망에 이를 수 있는 상태를 말한다. 챔버 등 밀폐된 공간이 될 가능성이 있는 곳에서 산소가 부족하거나 유해가스가 쌓일 경우 질식이 발생할 우려가 있다.

(2) 이 가이드에서 정의하지 않은 안전보건 용어의 뜻은 “산업안전보건법”, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건 기준에 관한 규칙, KOSHA Guide에서 정하는 바에 따른다.

4.1 정비 안전 작업 허가

- (1) 증착 설비 정비 근로자(반)는 직무 안전 작업에 대한 사전 승인(허가), 승인(허가) 범위, 허가 방법, 기록 등을 수행할 때 회사가 정한 규칙을 따른다.
- (2) 회사 규칙에 따라 챔버 정비 작업의 책임자를 지정하고, 정비 작업 허가 등 안전보건의 책임을 맡도록 한다.
- (3) 증착 정비 작업 책임자는 작업을 허가할 때 안전조치 사항들을 확인·기록·관리하는 한편, 정비 근로자들이 안전하게 작업을 마칠 수 있도록 현장관리의 책임을 진다.

4.2 정비 작업 전 관계 부서와 협조, 확인

- (1) 정비 작업과 연관되는 공정 등에 대해 관계 부서 담당자와 정비 작업 범위·내용·협조 사항을 협의, 통보한다. 예를 들면 관계 부서는 정비 대상 챔버 운전과 관련되는 부서(공정 제조반), 예방 정비반(정비 계획 정비반 등) 등이 될 수 있다.
- (2) 회사 규칙에 따라 관계 부서와 협의하여 정비 작업 전, 정비 작업 중, 정비 작업 후에 담당해야 할 역할과 책임을 확인하고 소통한다.
- (3) 안전한 정비 작업에 필요한 원료 공급 차단, 공정 차단, 에너지 차단 등 정해진 관련 절차에 따라 조치를 요청하고 확인한다.
- (4) 필요한 경우 정비 작업을 통제·관리하고 비상시 신속하게 대응할 수 있는 근로자(신호수, 감독자 등)를 배치한다.

4.3 공정 장비 운전, 전기적 차단, 격리

- (1) 정비 작업을 시작하기 전에 정비 대상 챔버, 가스 공급 라인, 장비 등을 확인하고, 전원을 차단하거나 설비 제조사에서 정한 정비 모드로 바꾼다. 장비별로 차이는 있을 수 있다.
- (2) 전원은 완전 차단·분리하여 절대 실수 등으로 인해 우발적으로 장비가 가동되지 않도록 잠그고, 표시한 꼬리표를 달아 놓는다(Lock-Out/Tag-Out, LOTO)(아래 산재사고 사례 참조).

전원 차단 작동 방지 조치 취하지 않아 신체 끼임 발생

- 1) 사고 재해자는 전자산업 # 공정 라인에서 동료 1명과 같이 장비 오류 대응 정비 작업 중 센서 감지 불량 확인을 위해 프로브 카드 홀더(Probe Card Holder) 안으로 손을 넣어 점검하던 중 척(Chuck)이 움직이며 손바닥이 끼임. 전원 설비 작동을 차단하지 않고 정비 작업 중 전원 작동으로 끼임 사고 발생. 모든 정비는 전원 작동을 차단하고 수행해야 함.
- 2) 사고 재해자는 OO 공장에서 22:52경 전자산업 모듈동 검사 공정에서 중간 전자제품 배출 리프트 설비 정비를 위해 공정을 수동모드로 정지한 후, 포장 작업자에게는 정비 작업임을 알리고 설비를 정비함. 그러나 리프트 설비 임의 조작 금지 조치(LOTO)를 취하지 않은 상태였음. 정비 작업 중임을 알지 못한 셀(Cell) 검사 근로자가 리프트 공정 설비를 자동모드로 임의 전환함에 따라 리프트가 작동하여 재해자의 어깨와 등이 끼이는 중대재해가 발생함. 근원적 전원 설비 작동을 차단하기 위한 전원 차단 조치를 취하지 않아 발생한 사고임.

- (3) 공정 원료 공급 중단 등은 공정 배관 도면(Piping and Instrumentation Diagram, P & ID)²⁾, 전기 단선도 등을 통해 차단 대상을 정확하게 확인하고, 정해진 순서와 절차에 따라 밸브, 스위치 등으로 실행한다. 밸브 차단과 관련된 부서와 연락 방법 등은 정비작업서에 상세하게 기재한다.
- (4) 유해가스, 불활성가스 등이 유입될 가능성이 있는 배관이나 덕트는 밸브, 콕, 댐퍼 등을 잠그고, 차단판을 설치한다. 이때 밸브, 콕, 차단판에는 잠금장치를 하고, 이를 임의로 열지 말라는 내용을 보기 쉬운 장소에 게시한다³⁾(아래 산재사고 사례 참조).

정비 작업 중 가스 등 화학물질 유입

사고 재해자는 전자산업 ** 공정 ** 챔버 안에서 정비 작업 중 원인이 밝혀지지 않은 질소 유입으로 질식하여 사망함. 정비 작업 중 가스 유입으로 인한 중대재해임. 모든 정비 작업 중 화학물질 유입, 전원 등을 반드시 차단해야 함. 관계 부서 협의, 잠금장치 설치 등 근본적 조치를 취해야 함.

4.4 정비 대상 시설, 장비, 기계 등 확인 및 정비 작업구역 설정과 표시

- (1) 증착 공정에서 정비 대상 챔버, 장비, 기계, 작업 인원 등을 확인하고 준비한다.
- (2) 증착 공정에서 정비 작업구역을 구분하고 표시하여 사방에서 잘 보이도록 “작업 중 접근 금지” 등 안전표지를 붙이고, 접근 금지구역 펜스를 설치한다.

4.5 위험성평가 실행과 심각성(Severity) 확인

- (1) 정비 작업을 시작하기 전에 위험성평가를 수행하여 증착 설비 정비 작업 중 발생하는 잠재적 유해·위험 요인을 파악하고, 이들을 제거·대체·완화 등을 하기 위한 조치를 취하여 안전하게 작업할 수 있도록 한다.
 - (가) 정비 근로자와 정비 책임자는 증착 설비 정비 작업에서 일어날 수 있는 잠재적 유해·위험 요인을 파악하고 위험 수준을 평가(위험성평가)한다.
 - (나) 정비 근로자는 위험성평가를 통해서 발견된 유해·위험 요인을 제거하거나 감소하는 적절한 공학적, 행정적 조치를 취한다.
- (2) 증착 설비 정비 작업에서 발생할 수 있는 공통적인 잠재적 안전사고와 유해·위험 요인은 다음과 같다.
 - (가) 파열 위험: 챔버를 열기 전후에 내부 압력을 올바르게 바깥과 맞추지 않으면 파열과 같은 위험을 초래할 수 있다.
 - (나) 신체적 위험: 챔버 뚜껑을 열고 타깃판 등 장비나 부품 등을 교체하는 과정에서 사용하는 기기로 인한 중대재해 가능성이 있다. 특히 크레인을 이용할 때 위험이 더 크다.
 - (다) 밀폐공간 관련 위험⁴⁾: 챔버는 밀폐공간 또는 반밀폐공간으로, 산소부족이나 유해 물질 중독이 일어날 수 있는 환경이다. 증착 기술과 증착 대상 제품 등에 따라 챔버의 크기와 밀폐 정도는 다르지만, 기본적으로 제한된 환경에서 중독, 산소결핍 등의 잠재적 위험이 있다.
 - (라) 고온 위험: 고온 챔버에서 작업할 때 챔버 설비를 충분히 식히지 않으면 화상을 입을 수 있다.
 - (마) 미세먼지 노출 위험: 챔버를 열고 부품 분해, 청소, 정비 등을 수행할 때 증착 공정에 사용된 각종 화학물질이 포함된 미세먼지에 노출될 수 있다. 미세먼지 성분은 증착 기술에 따라 달라진다.
 - (바) 화학물질 노출 위험: 챔버 안과 밖에서 부품을 세정할 때 사용하는 화학물질(IPA 등)에 노출될 수 있다.

2) 공정 시스템 또는 시설 내의 다양한 프로세스 장비, 기기, 파이프, 밸브의 상호 연결과 배치를 나타내는 상세한 도면

3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 630조(불활성기체의 노출)

4) 업종, 공정, 제품 규격에 따라 근로자가 챔버 밖 또는 챔버 안으로 들어가서 정비하는 범위가 다양하다. 챔버 밀폐 정도에 따라 적절한 안전조치를 취해야 한다.

- (사) 인체공학적 위험: 증착 챔버 뚜껑, 커버, 방착판 등 무거운 부품이나 장비를 손으로 들어 올리거나 옮기는 작업, 챔버 안이나 주변에서 불편한 자세로 챔버 표면을 사포나 걸레 등의 도구로 세정하고 정비하는 작업 등에서 반복적인 동작을 하고 불편한 자세로 작업하는 경우 근골격계질환이나 부상이 생길 수 있다.
- (아) 중독 위험: 설비 결함이나 소통 오류 등으로 정비 작업 중 유해화학물질이 유입되어 중독이나 질식 위험이 있다.
- (자) 감전 위험: 설비의 전원 차단을 위한 케이블 분리 시 감전 위험이 있다.
- (차) 넘어짐, 추락 위험: 챔버, 설비 등 구조물에 걸려 넘어질 위험이 있고, 챔버 상부 이동이나 진입을 위한 사다리 사용 중 추락(떨어짐) 위험이 있다. 또한 일정 높이의 발판 위에서 작업할 경우 뒤로 넘어질 가능성도 있다(그림1 참조).



- (3) 증착 공정 설비 정비 작업에서 안전보건 유해·위험 요인 노출 결과로 나타나는 심각성은 다음과 같이 일반적으로 추정할 수 있다.
 - (가) 화재, 폭발, 추락, 질식 등의 안전사고 발생 확률은 상대적으로 낮으나, 발생할 경우 심각성은 근로자에게 치명적일 뿐만 아니라 공정 손실 등 경제적 손실이 매우 크다.
 - (나) 화학물질이 포함된 먼지와 흙 노출로 인해 급성 또는 만성 호흡기질환이 발생할 수 있다. 챔버를 청소하고 정비하는 데 사용되는 세정제에는 급성과 만성 독성, 부식성, 인화성이 있는 산, 염기, 유기용제와 같은 유해화학물질이 포함될 수 있다. 이러한 화학물질은 올바르게 취급하지 않으면 폭발, 화재 등은 물론 건강상 치명적인 급성중독, 피부 자극, 호흡기질환, 눈 손상 등이 일어날 수 있다.

4.6 안전보건 시설 등 성능 확인

- (1) 가스, 증기, 흙, 먼지 등을 제거하기 위한 전제환기장치, 국소 배기 장치 등의 정상 작동과 성능
- (2) 세척·세안 설비 위치와 작동 여부
- (3) 개인보호장비 규격과 성능
- (4) 정비 작업 시 생기는 폐화학물질을 담는 폐기물 용기, 청소 재료 준비 여부 등

4.7 안전보건 교육

- (1) 증착 설비 정비 작업을 수행하고 관련되는 부서 근로자들은 증착 설비 정비 작업의 위험과 안전작업절차에 대한 포괄적인 교육을 받는다. 교육은 최초 교육, 정기 교육, 공정이나 설비 변경 시 교육 등으로 구분하며, 교육 시기나 내용, 시간 등을 구체화하여 명시할 것을 권장한다. 필요하면 법정 교육과 연계하여 통합 교육 프로그램을 만들어 실시할 수도 있다.
- (2) 정비 작업 중의 유해·위험 요인과 그 요인들을 줄이기 위해 회사가 정한 조치 사항을 교육 내용에 포함한다. 이는 작업 전, 작업 중, 그리고 작업 후 안전보건 조치 사항과 비상조치 사항 등을 포함한다.
- (3) 정비 작업팀은 서로 안전한 정비 작업 방법, 절차, 협력 등을 충분히 소통하여 잠재적 사고 위험을 관리한다 (아래 산재사고 사례 참조).

정비팀 근로자 간 의사소통 미흡으로 인한 사고

사고 재해자는 전자산업 # 세정 설비에서 리프터 반송 기어와 커버 간섭 조치를 위해 2인 1조(1명 조작, 1명 설비) 작업 중 설비 조작자가 자신의 시야를 충분히 확보하지 않은 상태에서 사고 재해자가 설비 안에 있었는데도 전원을 작동하여 사고 재해자의 흉부가 끼임. 즉, 2인 1조 중 다른 1인의 안전이 확인되지 않은 상태에서 재작동이 이루어진 사례임. 전원을 끄지 않은 상태에서 작업을 해야 한다면 철저한 의사소통, 안전 시야 확보 등 조치를 취해야 함.

- (4) 회사 규칙에 따라 정비 작업에 필요한 안전보건 교육을 실시하며, 그 결과를 기록하고 보관한다.

4.8 비상사태 발생 시 조치

- (1) 정비 작업자는 증착 설비 정비 작업을 할 때 일어날 수 있는 비상 상황에 대비하도록 사전에 다음과 같은 교육·훈련을 받는다.
 - (가) 비상사태 발생 시 보고 절차
 - (나) 비상 연락망 유지
 - (다) 비상 대피 절차, 비상 대피로, 대피 장소
 - (라) 재해자 구조 및 응급처치 방법
 - (마) 보호구 착용 방법
 - (바) 비상 대피 전 안전조치를 취해야 할 주요 공정 설비와 절차
 - (사) 비상 대피 후 수행해야 하는 행동과 절차
 - (아) 구조 또는 의료 업무를 맡은 직원의 지시에 따라야 하는 절차
 - (자) 유해 물질이 눈, 피부 등에 닿았을 때는 즉시 세척 설비로 세척하고, 의사의 처치를 받는다.
- (2) 정비 작업 감독자는 사고가 발생할 경우 작업공간 위험 특성에 맞는 개인보호장비를 착용하고 구조 작업을 하며, 비상 연락망을 가동하여 신속하게 119 구조대에 신고한다(아래 산재사고 사례 참조).

정비 챔버 안 재해자 구조 시 호흡보호구 착용하지 않아 구조자 질식

사고 재해자는 전자산업 작업장에서 현장 점검 중 정비 챔버 안에 쓰러진 협력 업체 작업자를 확인하고, 주변 작업자에게 상황을 전파한 후 개인보호구를 착용하지 않은 채로 챔버 안으로 들어가 쓰러진 근로자를 구조하다가 질소에 중독됨. 챔버, 탱크 등 밀폐공간 안에서 구조 등 응급조치를 할 때는 호흡보호구 등 적절한 개인보호장비를 착용하고 대응해야 함.

- (3) 증착 설비 정비 작업 중 긴급 사고가 발생했을 때 다음 각호와 같은 재해자 구조와 응급조치를 취한다.
- (가) 화재, 폭발, 안전사고 등의 긴급 사고가 발생한 경우 정해진 보고 체계를 통해 상부에 알리고, 동료와 인근 근로자에게 알려 추가 사고가 발생하지 않도록 우선 조치를 취한다.
 - (나) 호흡기 관련 사고가 발생한 경우 빠르게 오염된 공간에서 사고자를 대피시키거나 공기호흡기를 사용하도록 하는 등의 응급조치를 한 후, 정비 책임자, 안전보건 관리자 등에 연락하여 적절한 의료 조치를 받도록 한다.
 - (다) 눈, 피부 등에 화학물질이 튀거나 닿았을 때는 즉시 근처 세척·세안 설비로 15분 이상 세척하고 정비 책임자, 상급자, 안전보건 관리자 등에 연락하여 적절한 조치를 받도록 한다.
 - (라) 추가 피해가 발생하지 않도록 필요한 조치를 단시간 내에 취하고, 빨리 정상화되도록 모두 협력한다.
 - (마) 필요하면 기타 잠재적인 안전사고, 중독 발생 물질에 대비한 적절한 비상조치 계획을 마련한다.

5 정비 작업 중 안전보건 조치 사항

5.1 적절한 개인보호장비 착용

- (1) 증착 설비 정비 작업에서 발생하는 건강위험 요인은 미세먼지, 흙, 가스상 물질, 잔류 화학물질 등이 대부분이므로, 이를 제거할 수 있는 기준의 방독 또는 방진 마스크 등의 호흡보호구를 착용한다. 배기 장치, 에어컨, 크레인 가동 등으로 인한 소음 노출을 줄이기 위해 귀마개 등을 착용한다(아래 산재사고 사례 참조).

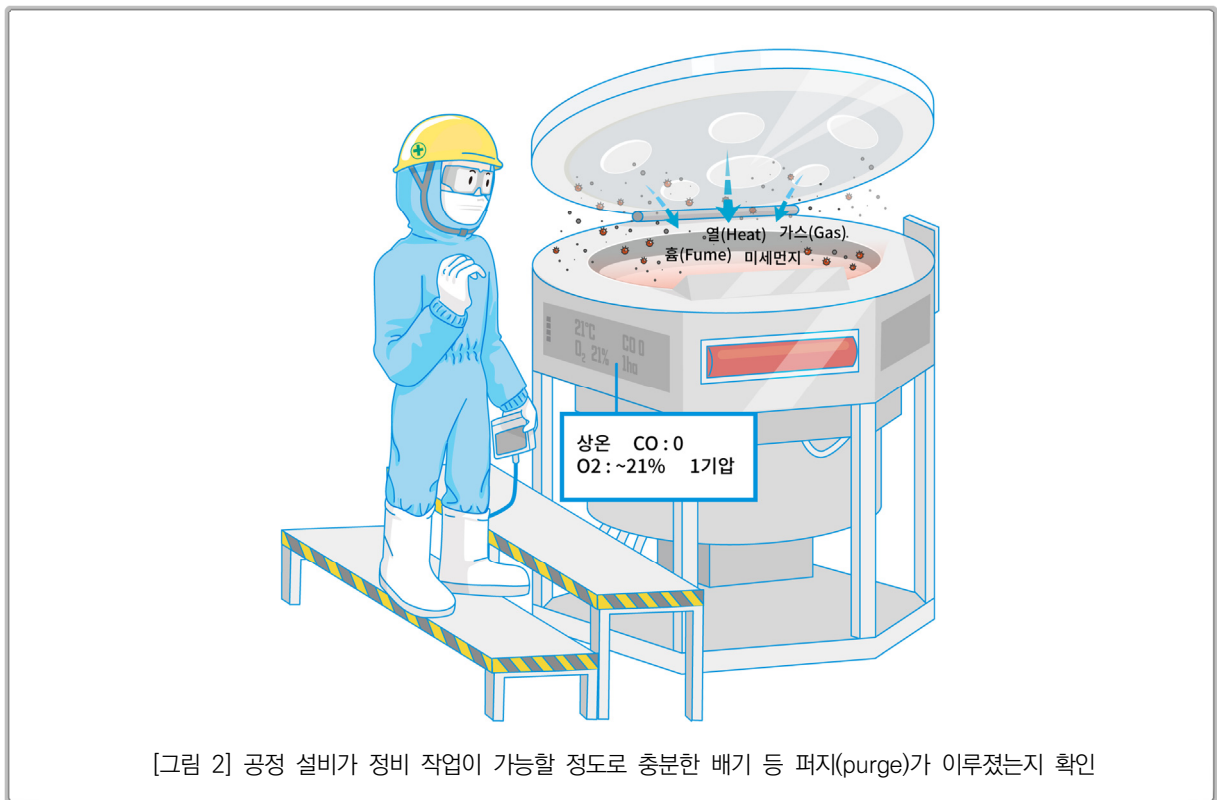
정비 작업 중 방독마스크 등 호흡보호구 착용하지 않아 화학물질 중독

- 1) 사고 재해자는 전자산업 OO 사업장에 납품 설치한 CCSS 장비 내부 화학물질 누출 정비 SOP 작업을 마련하기 위해 호흡보호구를 착용하지 않은 채로 설비 장비 내부로 들어가 사진 촬영 중 세정 노즐에서 황산액이 분출되어 재해를 입음. 설비 안으로 들어가는 모든 근로자는 호흡보호구 등 적절한 개인보호장비를 착용해야 함.
- 2) 사고 재해자는 전자산업 ** 공정 ** 펌프 모델 변경 작업 진행 중 배관 내부에서 액체 화학물질이 눈으로 떨어져 눈이 손상됨. 배관 등 모든 정비 작업에서는 호흡기, 눈 등 신체를 보호하기 위한 개인보호장비를 착용해야 함.
- 3) 사고 재해자는 전자산업 ** 공정 ** 설비 정비 작업 중 설비 내 칼럼 기계 등을 스패너로 분해할 때 누출된 소량의 응축된 액체 화학물질이 신체와 접촉함. 접촉 부위가 따끔거리는 재해 발생. 배관, 칼럼 등 모든 설비 정비 작업에서는 설비에 남아 있을 수 있는 화학물질 누출로 재해를 입지 않도록 호흡기, 눈 등 신체를 보호하기 위한 개인보호장비를 착용해야 함.

- (2) 증착 설비 정비 작업자는 호흡보호구, 보안경, 안전모, 고글, 귀마개 등의 개인보호장비를 착용한다. 추락하거나 넘어질 위험이 있는 높이에서 작업할 경우 작업 발판을 설치한다. 작업 발판 설치가 어려울 때는 추락 방호망을 설치하고, 이러한 조치가 곤란한 경우에는 근로자가 안전대를 착용한다⁵⁾).
- (3) 증착 공정 설비 정비 작업을 할 때 노출되는 안전보건 유해·위험 요인에 따라 사용해야 할 보호구는 KOSHA Guide “개인보호구의 사용 및 관리에 관한 기술지침(G-12-2013)”을 참조해서 선택한다.

5.2 정비 대상 증착 챔버 식히기, 환기 등

- (1) 증착 챔버를 열기 전(정비 작업을 시작하기 전)에 챔버가 작업을 할 수 있을 정도로 안전한 압력과 온도로 내려갔는지 확인하고, 유해가스 등이 충분히 나갈 때까지 환기하며, 적절한 조치를 한다(그림2 참조).
- (2) 정비 대상 챔버의 내부를 충분히 퍼지한다(아래 산재사고 사례 참조).
 - 챔버를 열기 전 챔버 안에 남아 있는 가스상 물질, 입자상 물질, 열 등이 최소 수준이 될 때까지 배출되도록 한다.
 - 챔버 설비 정비 작업 전 질소나 아르곤과 같은 불활성가스로 챔버 내부를 퍼지하여 남아 있는 화학물질, 연기, 열 등을 제거한다(그림2 참조).



챔버 등 충분히 퍼지하지 않은 상태에서 정비 작업 중 질식

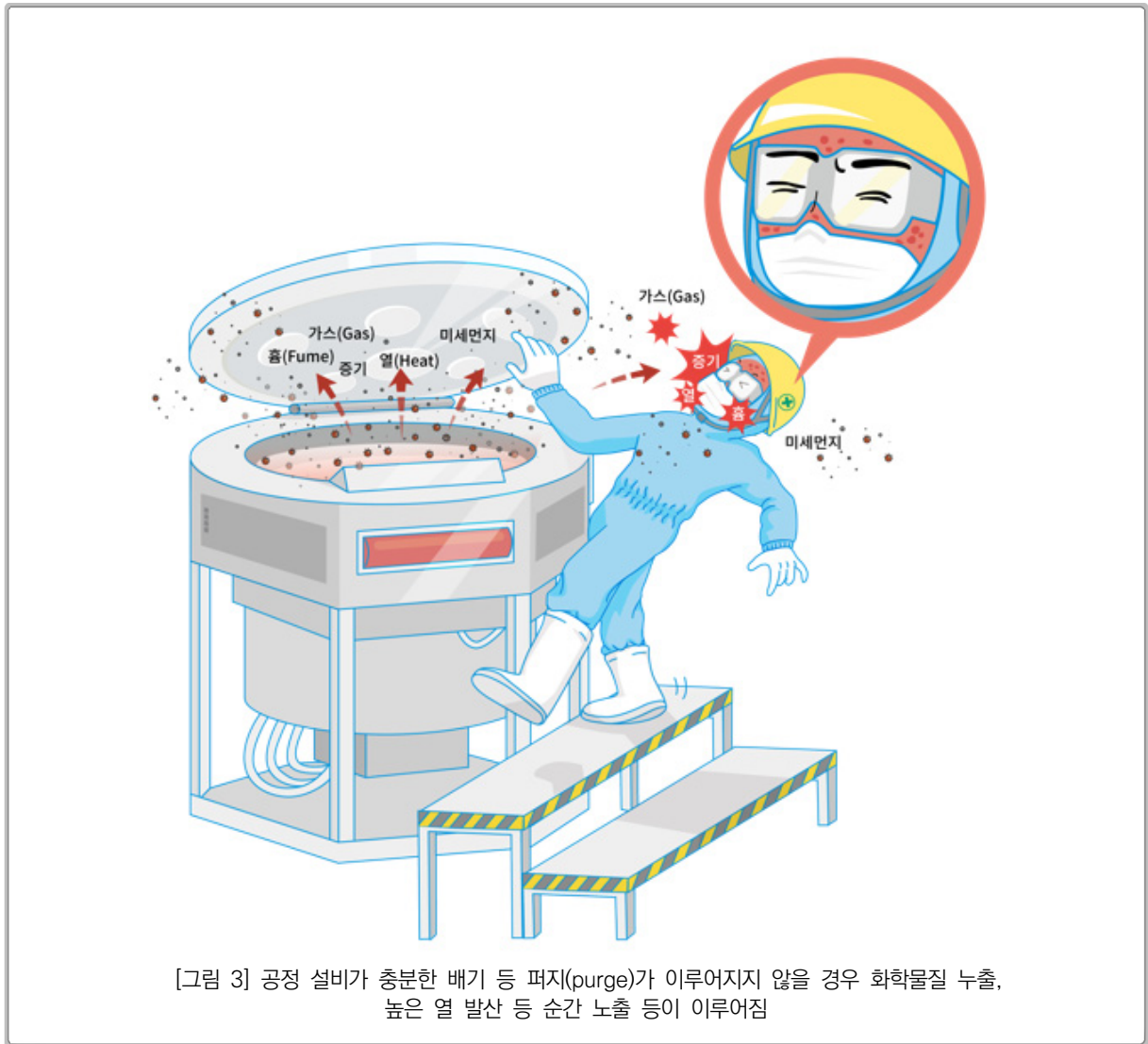
사고 재해자는 전자산업 ** 공정 설비 기계 유지보수 정비를 수행함. 공정 설비 챔버 안 자동화 로봇의 사전점검을 위해 진입 중 남아 있던 질소에 질식하여 사망함. 정비 작업을 시작하기 전 챔버 등 정비 공간 내에 남아 있는 화학물질, 열 등을 완전히 제거해야 함.

5) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조(추락의 방지)

5.3 정비 대상 챔버 개방

- (1) 챔버를 열 때 내부 압력을 대기압과 맞추는 등의 필요한 안전조치를 취한다. 크레인, 호이스트, 리프트 등의 설비에서 다양한 방법으로 챔버를 열고 기계, 부품 등을 분리·해체할 때는 필요한 안전조치를 취한다. 만약 크레인을 이용하여 챔버 뚜껑을 열 때는 다음과 같은 철저한 안전조치를 취한다.
- 크레인을 이용한 중량물 운반작업 계획서를 작성하여 절차에 따라 작업을 지휘한다. 구체적인 절차는 장비, 설계, 현장 작업 여건에 따라 달라질 수 있다. 따라서 회사와 제조업체가 마련한 안전작업절차를 따른다.
 - 크레인 하부에서 잠재적 사고가 발생할 수 있는 공간까지 작업과 출입을 금하며, 안전 구역을 잘 보이게 표시한다.
 - 크레인의 정격 용량, 크레인의 와이어로프나 체인의 외관과 기능, 크레인이 해당 작업에 맞게 적절히 유지관리되고 인증되었는지 확인한다.
 - 크레인의 위치, 챔버 뚜껑의 부착 지점과 이동하는 경로를 포함하여 제거 프로세스를 계획한다.
 - 후크, 와이어로프, 체인, 벨트 슬링 등의 줄결이 용구 같은 리프팅 장비에 이상이 없는지 점검하고, 하중에 적합한지 확인한다.
 - 크레인이 다른 장비나 구조물에 방해받지 않고 챔버 뚜껑에 최적으로 접근할 수 있도록 배치한다.
 - 제조업체에서 권장하는 리프팅 러그를 사용하고, 줄결이 지점 등 챔버 뚜껑을 들어 올릴 적절한 지점을 파악한다.
 - 중량물 운반에 사용하는 용구는 안전율이 “5” 이상인 것을 구매하여 사용하며, 자체 제작 리프팅 러그를 사용할 경우 비파괴시험을 한다⁶⁾.
 - 리프팅 중에 슬링이나 체인이 미끄러지거나 빠지지 않도록 단단히 붙었는지 다시 한번 확인한다.
 - 크레인 운전자와 챔버 뚜껑을 열고 방착판을 제거하는 과정에 관여하는 직원 사이에 명확하고 효과적인 의사소통 체계를 구축한다.
 - 신호수는 크레인과 챔버 뚜껑 주변에 접근 금지구역을 설정하여 허가받지 않은 사람이 들어가지 못하도록 한다.
- (2) 챔버를 열 때 챔버 공정에서 사용된 각종 반응성 가스, 독성가스는 물론 미세입자, 고열 등이 밖으로 나올 수 있으므로 챔버를 열 때 챔버 내부에 남아 있는 유해·위험 물질을 충분히 제거한다(그림3 참조).

6) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제168조(변형되어 있는 후크·샤클 등의 사용금지)



- (3) 챔버 내부의 공기 중 온도, 압력, 산소, 유해가스 농도가 일정 수준으로 유지되는지 확인한다. 정비 작업 중 공정 가스 등이 유입되지 않는지 수시로 확인한다(10페이지 산재사고 사례 참조).
- (4) 챔버 안의 산소 농도는 20 % 이상인지, 폭발성가스 농도는 폭발한계 밖인지, 기타 유해 물질의 농도는 작업환경 기준치나 사내 기준치를 초과하는지 평가한다. 정상적인 정비 작업이 불가능하다고 판단되면 해당 유해 요인을 제거하는 적절한 조치를 취한 후 정비 작업을 시작한다. 필요한 경우 VOC, 먼지 농도 등을 모니터링한다.

5.4 챔버 정비

- (1) 챔버 뚜껑을 열고 방착판, 타깃판, 뚜껑 등 정비 대상 부품을 교체한다. 방착판, 타깃판, 뚜껑(cover, 커버)⁷⁾이 무겁고 커서 크레인을 이용하여 작업할 때는 5.3(1)에서 정한 크레인 안전작업절차를 지킨다. 수동으로 제거, 교체할 경우 안전하고 근골격에 부담이 적은 작업 절차를 따른다(아래 산재사고 사례 참조).

7) 업종, 공정 등에 따라 다양한 용어들이 쓰임.

정비 작업 중 중량물 취급으로 인한 근골격계질환 발생

사고 재해자는 전자산업 ** 자동화 기계 셋업 중 약 3톤의 장비 밑에 핸드카를 넣어 살짝 든 다음 앞에서 당기는 과정에서 무리해서 힘을 썼고, 장비 이동 후 지렛대를 사용하여 세부 위치를 잡는 과정에서 과도하게 힘을 주어 허리에 손상을 입었음. 정비 작업 중 중량물 해체, 운반, 이동 등에서 반복적인 작업, 무리한 작업, 불안정한 자세 등으로 근골격계 손상이 일어남. 인체공학적인 작업 매뉴얼 등이 필요함.

(2) 방착판, 뚜껑 등 개방 또는 제거

- 크레인 운전자가 지정된 신호 담당자의 신호와 지시에 따라 방착판을 서서히 안정적으로 들어 올리도록 지시한다. 방착판이 수직으로 올라가고 챔버 내부에 장애물이나 잠재적 위험이 없는지 확인한다.
- 리프트를 주의 깊게 모니터링하여 불안정하거나 장비가 오작동하는지 징후를 파악하고, 필요한 경우 작동을 중단할 준비를 한다.

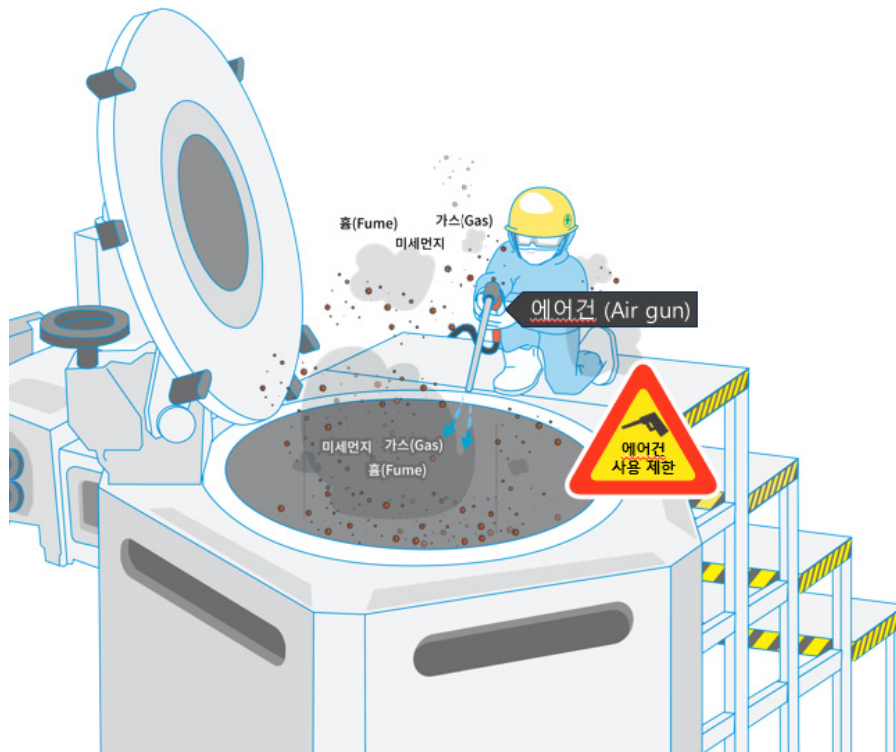
(3) 방착판, 뚜껑 등 이동, 보관, 세정 등 추가 조치

- 방착판, 뚜껑 등을 챔버에서 떼 후에는 조심스럽게 천천히 움직이면서 지정된 보관 장소나 적절한 지지 구조물로 옮긴다. 소형 방착판을 인력으로 이동·운반할 경우, 인력 운반 작업계획서를 작성하여 계획에 따라 작업을 지휘한다.
- 방착판, 뚜껑 등이 우발적으로 움직이거나 쓰러지지 않도록 적절히 고정하고, 안정된 상태에서 방착판을 보관 장소에 안전하게 내려놓는다.
- 방착판, 뚜껑 등을 공장 외부 등 세정 장소로 이동할 때는 안전사고를 예방하기 위한 조치를 취한다.

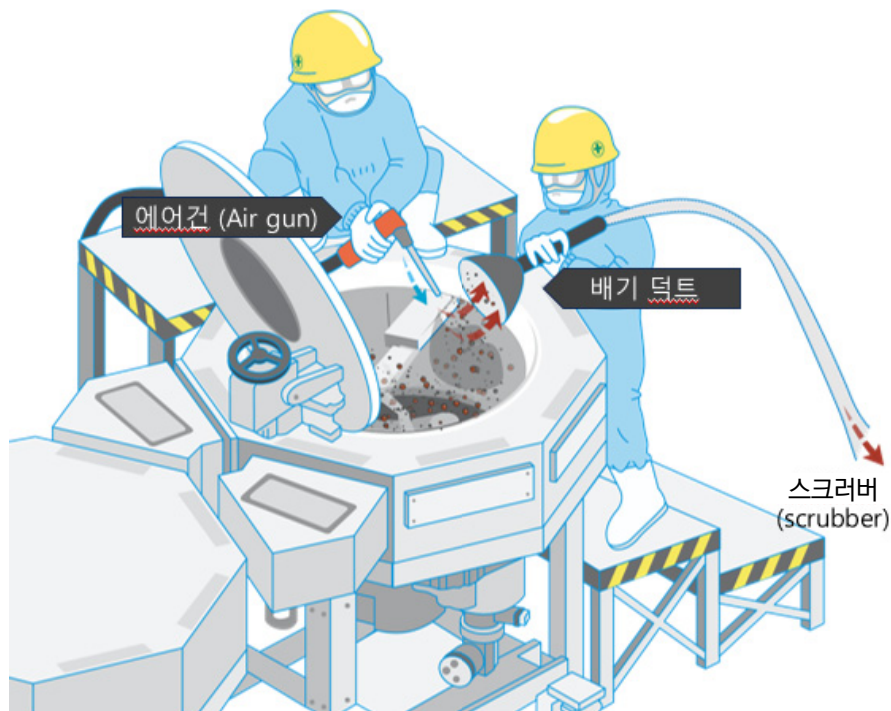
(4) 챔버 안 또는 주변 정비 작업

- 챔버 안 정비 작업 시 챔버 구성 요소, 장비, 재료 등을 회사가 정한 규칙과 방법에 따른다.
- 방착판, 뚜껑 등을 떼 후 챔버 구조물에 걸려 넘어지지 않도록 유의하며 필요한 경우 챔버 내부로 들어간다⁸⁾.
- 챔버 안 정비 작업 시 챔버 구성 요소, 장비, 재료 등을 회사가 정한 규칙과 방법에 따른다.
- 챔버 내부를 클리닝한다. 진공청소기, 브러시, 형광, 화학물질(IPA) 등을 사용하여 챔버 내부의 이물질, 먼지, 입자 등 잔여물을 철저히 제거한다. 챔버를 세척하고 정비하는 데 사용되는 모든 화학물질은 규정에 따라 취급하며, 안전사고와 인체 노출을 방지하기 위해 적절한 예방조치를 한다.
- 공정 설비 정비 작업 중 설비 안에 남아 있거나 생성되는 가스상 물질, 입자상 물질 등을 제거하기 위해 배기 장치를 사용한다. 이동식 배기 덕트를 사용할 경우 스크리버로 연결하며, 만약 어려울 경우 공기정화장치를 붙인다. 에어건을 사용하는 경우 사용 빈도와 사용 시간을 최소한으로 한다. 발생하는 소음이 크고 먼지가 많이 날리기 때문이다. 에어건을 사용할 경우 진공 배기 덕트를 함께 사용하여 공기 중 먼지가 날리는 것을 최대한 억제하는 것이 좋다(그림4, 5 참조).
- 일정 높이에서 챔버를 정비 작업할 때 발판 등에서 넘어지거나 높은 곳에서 일하다 떨어지지 않도록 높이에 따른 작업공간 확보 등 적절한 예방조치를 취한다(아래 산재사고 사례 참조).

8) 업종, 공정, 제품 규격에 따라 근로자가 챔버 밖 또는 챔버 안으로 들어가서 정비하는 범위가 다양하다. 챔버 내부로 들어가는 경우 밀폐 정도에 따라 적절한 안전조치를 취해야 한다.



[그림 4] 공정 설비 정비 작업 중 에어건 사용 가능한 최소화



[그림 5] 공정 설비 정비 작업 중 에어건 사용 시 배기 덕트 병행해서 사용

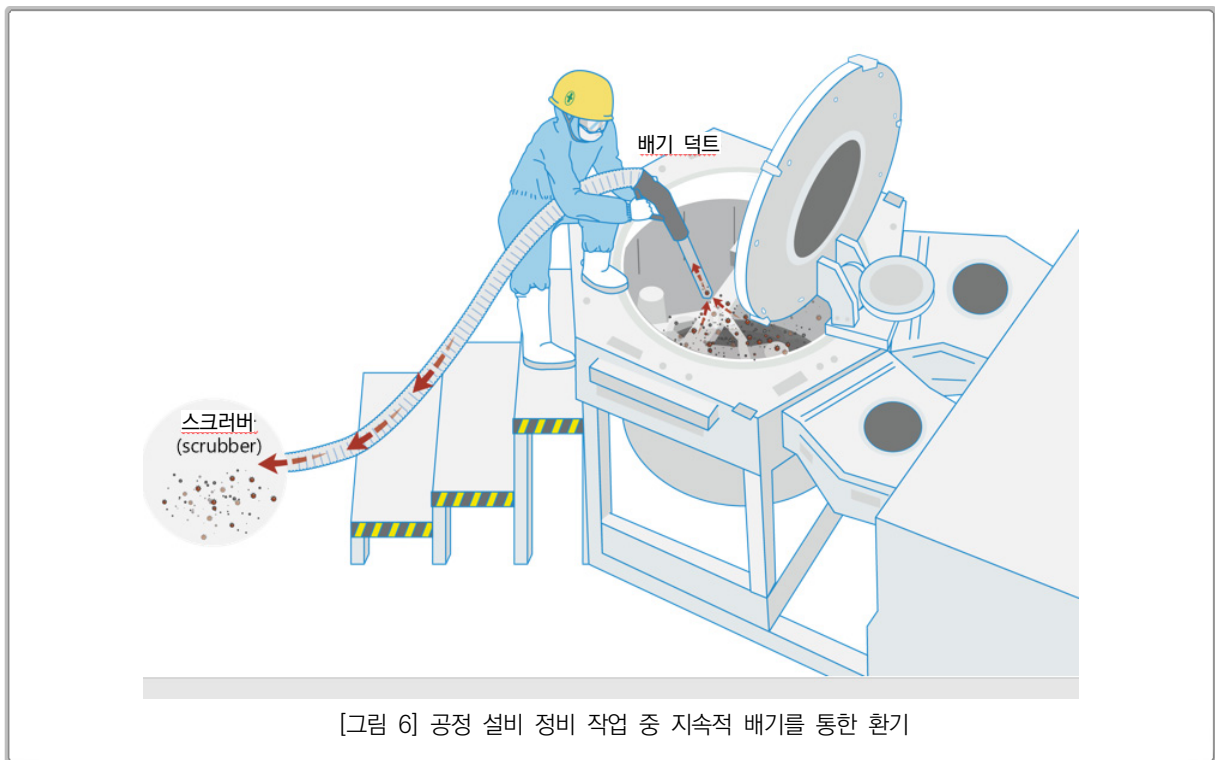
화학물질 탱크 위 대응 정비 작업 후 넘어지면서 주변 시설 파손으로 화학물질 중독

사고 재해자는 OO 공장에서 21시경 디스플레이 유리를 가공하는 설비의 불산 탱크 주변 센서 알람이 울리는 것을 확인함. 동료와 함께 설비 점검을 위해 탱크로 올라가 센서 점검 완료 후 탱크 측면으로 내려오다가 떨어지면서 불산 공급 배관의 용접부가 파손되어 눈 주위가 불산에 노출됨. 안면 보호장비를 착용하지 않은 상태에서 정비 작업 후 넘어지면서 주변 시설 파손, 화학물질 누출 등의 사고가 발생함.

- 전기 연결 점검, 온도 제어 모니터링, 진공 시스템, 발열체, 열전대, 팬 등 모든 부품을 검사하여 양호한 상태인지 확인한다. 챔버 내부의 발열체나 기타 구성품이 손상되지 않도록 주의한다. 필터 등 마모되거나 손상된 구성품은 필요에 따라 교체한다.

5.5 챔버 정비 작업 중 충분한 환기

- (1) 정비 작업 동안 챔버 안에 각종 금속산화물, 나노 탄소 먼지, 유기물 등이 포함된 먼지, 가스, 세정제 등이 쌓이지 않도록 지속적으로 적절한 환기를 한다(그림6 참조).



- (2) 정비 작업공간에서 근로자의 유해 물질 노출을 줄이고 화재·폭발 위험을 줄이기 위해 지속적으로 환기하며, 유해·위험 요인의 농도를 주기적으로 모니터링한다.
- (3) 정비 작업공간에 남아 있는 가스, 증기, 흙, 먼지 등의 물질은 가능한 허용농도 이하, 산소 농도는 18.5 % 이상 23.5 % 이하, 인화성 가스 농도는 폭발하한의 25% 이하가 되도록 환기한다.

6.1 청소 등 폐기물 처리

- (1) 증착 설비 정비 작업을 마친 후 보호구를 착용한 채로 정비 공간을 깨끗하게 청소한다. 정비 작업 중 유출되거나 누출된 물질은 즉시 수거한다.
- (2) 정비 작업 후 생긴 폐기물은 특성에 따라 적절히 분류하고 처리한다. 화학물질 폐기물을 처리할 때는 규정 요건에 따라 보관, 폐기한다.
- (3) 폐기물의 화학적 특성에 따라 내산성, 내알칼리성 등을 갖춘 재질의 용기에 보관한다.
- (4) 폐기물을 일정 기간 보관해야 할 경우 환기가 잘 되는 지정된 장소에 보관한다.

6.2 공정 재가동 전 안전보건 조치

- (1) 증착 설비 정비를 마친 후 공정을 다시 시작하기 전에 안전보건 조치를 취한다.
- (2) 모든 정비 작업 도구와 장비가 제거되었는지, 설비가 적절하게 정비되었는지, 챔버가 적절한 작동 상태에 있는지 확인한다.
- (3) 정비 작업을 마친 후, 공정을 다시 가동하기 전에 제조 공정반, 정비 작업반 등 관계 부서 및 관계자와 함께 사전 안전보건 점검을 한다.

6.3 공정 재가동 후 공정 테스트

- (1) 증착 설비 정비 작업을 마치고 안전 점검을 마친 후 증착 공정을 다시 작동하고 공정이 원활하게 유지되는지 관련 운전 변수를 점검한다. 최적의 상태인지 확인하고 정비 작업을 마친다.
- (2) 증착 설비 정비 작업을 마치고 운전할 때 안전사고가 발생할 가능성이 높다. 따라서 재가동하거나 시험 운전할 때 발생할 수 있는 사고에 대해서도 위험성평가에 반영하며, 가동 전 KOSHA Guide “가동전 안전점검에 관한 기술지침(P-97-2012)”에 따른다.

- (1) 보건관리자(사업주)는 증착 설비 정비 근로자가 노출될 수 있는 유해 인자를 정기적으로 측정하고 모니터링한다. 자세한 유해 인자 측정 방법 지침은 KOSHA Guide “시료채취 및 분석지침”을 참조하여 정비 작업 근로자가 노출되는 유해 인자 노출수준을 평가한다. 국내외에서 인정하는 공인된 시료 채취와 분석 방법을 활용하여 노출수준을 측정하고 평가한다. 노출 결과는 공정, 정비 작업 종류 등에 따라 평가하고, 그 결과에 따라 적절한 노출 저감 대책을 수립한다.
- (2) 보건관리자(사업주)는 증착 설비 정비 근로자가 산업안전보건법령에서 정한 규정에 따라 특수건강진단을 받을 수 있도록 조치하고, 그 결과에 따라 질병 예방을 위한 건강 보호 조치를 취한다. 자세한 건강진단과 관리 지침은 KOSHA Guide “건강진단 및 관리지침”을 참조하여 근로자의 질병 예방을 위한 지침으로 활용한다. 정비 작업자는 작업 중이나 후에 특이적 증상, 불편 등 질병 위험이 있다고 의심이 되는 경우 보건관리자나 의사에게 상담한다.

- (1) 증착 설비 정비 작업과 재가동이 끝나면 회사가 정한 규정에 따라 챔버 정비 이력 카드에 수행한 정비 작업 종류, 정비 날짜, 정비 근로자, 교체한 부분, 발생한 문제 등의 주요 정비 내역을 기록하고 보존한다.
- (2) 증착 설비 정비 기록 내용은 향후 유지보수 활동과 반복되는 잠재적 문제를 파악하는 데 도움이 되도록 한다.