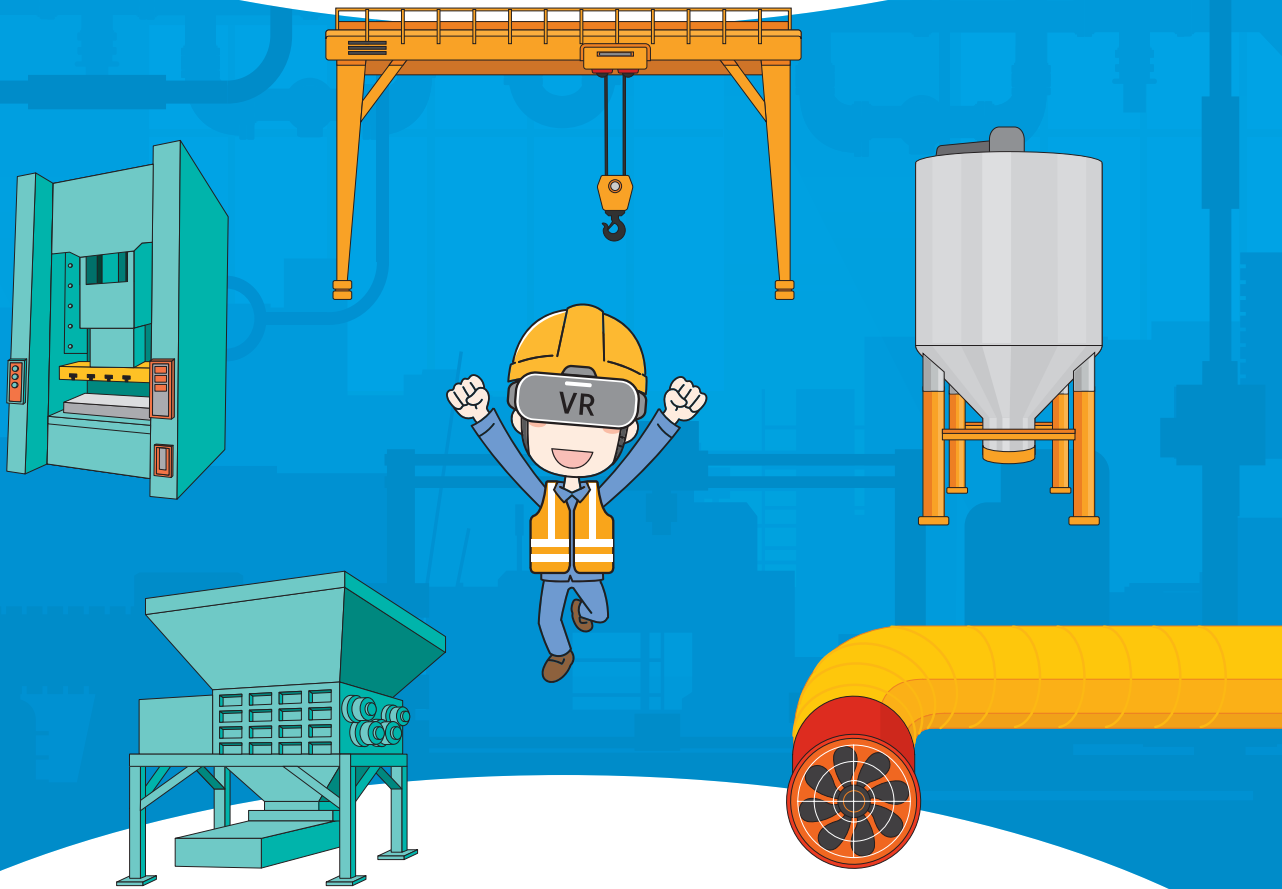


안전보건 VR(가상현실) 교안 [제조업 재해 예방]





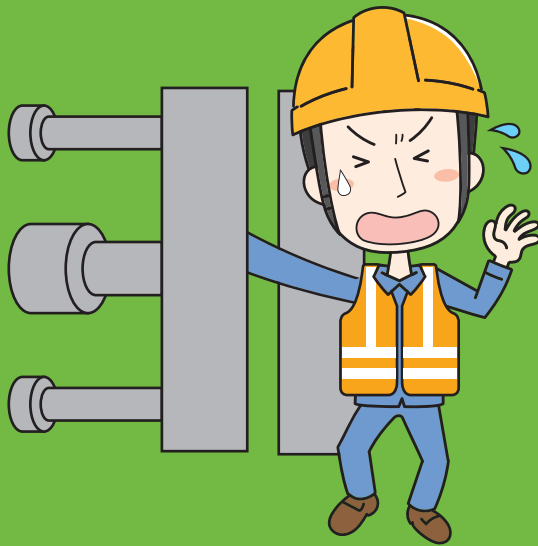
Contents

I. 끼임	1. 끼임 재해 개요	03
	2. 주요 설비별 안전대책	05
	1) 컨베이어	06
	2) 프레스	10
	3) 혼합기	14
	4) 파쇄기·분쇄기	17
	5) 크레인	21
	6) 지게차	25
	7) 비정형작업 & 잠금장치·표지판	29
II. 질식	1. 질식 재해 개요 및 발생원인	33
	2. 밀폐공간의 정의 및 종류	38
	3. 유형별 질식재해 사례	40
	4. 밀폐공간 질식재해 예방대책	42

I. 끼임

1

끼임 재해 개요



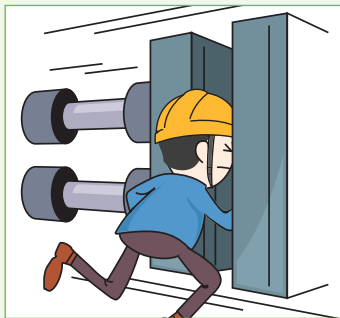
1

끼임 재해 개요

끼임 재해란?

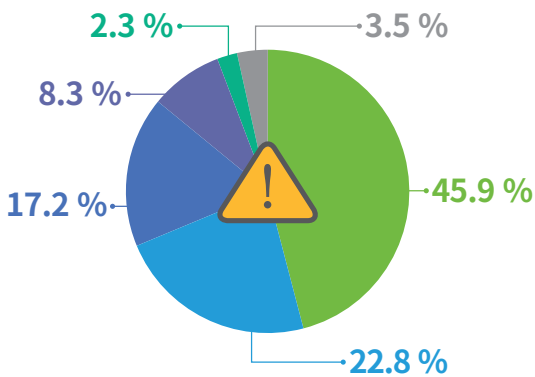
기계의 움직이는 부분들 사이 또는 움직이는 부분과 고정 부분 사이에 신체 또는 신체의 일부분이 끼이거나, 물리거나, 말려 들어감으로 인해 발생하는 재해 형태

끼임 위험의 종류



- ① 협착점 ② 끼임점 ③ 절단점 ④ 물림점 ⑤ 접선 물림점 ⑥ 회전 말림점에 의한 위험

작업내용별 끼임 재해형태 점유율



구분	점유율
물체의 가공, 취급 작업	45.9 %
기계·기구, 설비 설치·보존 작업	22.8 %
운반 상·하역 및 운전작업	17.2 %
물체의 연결, 조립, 설치·해체작업	8.3 %
행정, 의료 등 서비스 작업	2.3 %
그 외 기타	3.5 %

I. 끼임

2

주요 설비별 안전대책

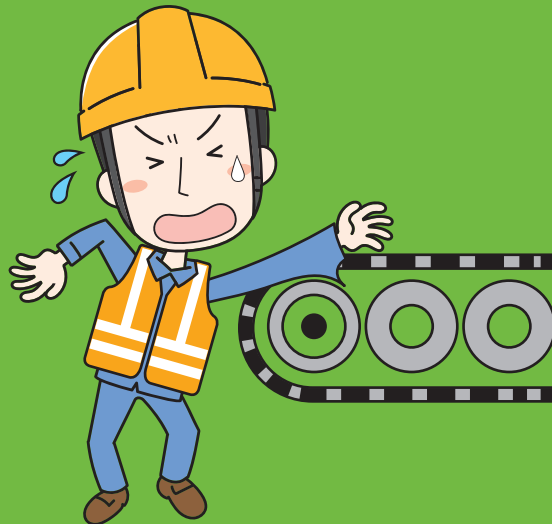
- 1) 컨베이어
- 2) 프레스
- 3) 혼합기
- 4) 파쇄기·분쇄기
- 5) 크레인
- 6) 지게차
- 7) 비정형작업 & 잠금장치·표지판

I. 끼임

2-1

주요 설비 별 안전대책

컨베이어



2 (1) 컨베이어

▶ 컨베이어 끼임 재해사례



발생개요

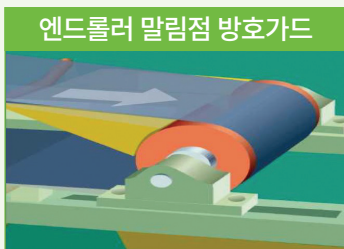
- 컨베이어가 가동되는 상태에서 벨트 장력 유지용 리턴 롤러표면에 묻은 이물질을 수공구(헤라)로 제거하던 중 리턴 롤러와 벨트 사이에 끼여 사망



예방대책 준수사항

- 점검·수리 등의 작업 시 운전 정지
- 컨베이어 기동스위치에 잠금장치 또는 “점검 중” 표지판 설치
- 신체 일부가 말릴 수 있는 부분에 방호울 또는 덮개 등 방호조치
- 비상시 즉시 운전을 정지시킬 수 있는 비상정지장치 설치

▶ 컨베이어 끼임점 방호장치



2 (1) 컨베이어

▶ 컨베이어 안전조치 예

비상정지장치 ①		비상정지장치 ②	
			
비상정지장치 로프 절단	비상정지장치 양호	비상정지장치 로프 상태 불량 (처짐)	Local S/W

벨트장력 조정장치		방호울 설치	
			
테일 드럼 방호울 미설치	테일 드럼 방호울 설치	중추식 테이크업 방호울 미설치	중추식 테이크업 방호울 설치

작업통로		운반물 이탈방지	
			
한 방향 작업 통로	양방향 작업통로 및 건널다리	임팩트 롤러 설치상태 불량	임팩트 롤러 설치상태 양호

컨베이어 안전조치 예

퇴적물 제거장치 ①



리턴 롤러 코팅



리턴 롤러 코팅방지를 위한
스크레이퍼 설치

퇴적물 제거장치 ②



벨트라인 하부 퇴적물



테일 드럼 보호를 위한
V형 스크레이퍼 설치

하부 퇴적물 방지장치 ①



스커트 설치 상태 불량



스커트 설치 상태 양호

하부 퇴적물 방지장치 ②



브러쉬형 스크레이퍼 설치



브러쉬형 스크레이퍼 설치(산물)

기타 안전장치 ①



벨트 사행(蛇行) 상태 불량



벨트 사행방지 장치

기타 안전장치 ②



벨트 사행방지 장치



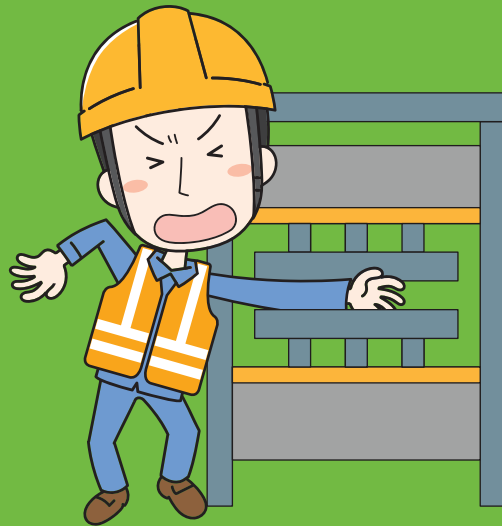
벨트 커버 및 감시창

I. 끼임

2-2

주요 설비 별 안전대책

프레스



▶ 프레스 취급 작업 시 끼임 위험포인트

- ① 안전장치 미부착 상태에서 작업 중 금형 사이에 손 등이 끼임
- ② 가동 중인 상태에서 가공물 교정, 스크랩 배출 등의 작업을 하다 끼임
- ③ 금형 설치 후 이를 조정하는 작업 중에 손 등이 금형 사이에 끼임
- ④ 금형을 프레스에 설치하는 작업 중 중량물이 떨어지거나 끼임
- ⑤ 금형 교체 후 시운전 및 조정작업 시 금형 파편에 맞거나 끼임



▶ 프레스 끼임 재해사례



발생개요

- 금형 수정을 위해 하부 금형에 올라가 사포를 사용하여 상부 금형 연마 중 상부 금형이 하강하여 금형 사이에 끼임



예방대책 준수사항

- 프레스의 금형 점검 등의 작업 시 슬라이드가 갑자기 작동함으로써 발생할 위험을 방지하기 위하여 안전블록을 사용하도록 조치
- 정비·급유·검사·수리·교체 등의 작업 시 설비 운전을 정지하고, 기동장치에 잠금장치 및 표지판 설치 등 방호조치 실시



2 (2) 프레스

▶ 프레스 주요 방호장치

<p>① 광전자식 방호장치</p>	<p>② 양수조작 방호장치</p>
	
<p>③ 가드식 방호장치</p>	<p>④ 손쳐내기식 방호장치</p>
	

▶ 프레스 취급 작업 시 안전조치 예

<p>마찰식 클러치 프레스(개조)</p>	<p>손쳐내기식 방호장치</p>
 <p>급정지장치 미설치</p> <p>급정지장치 설치</p>	 <p>방호장치 미설치</p> <p>손쳐내기식 방호장치 설치</p>

프레스 취급 작업 시 안전조치 예

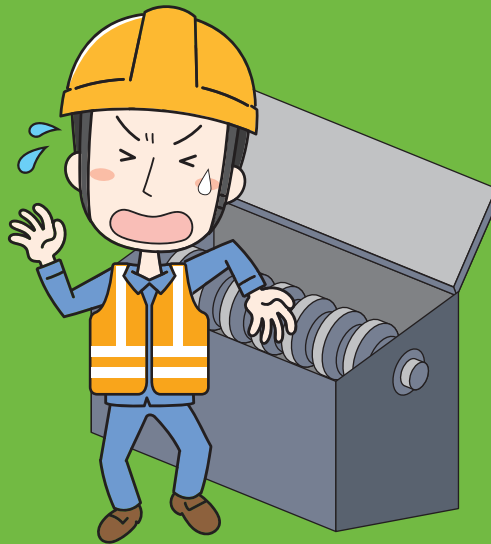
양수조작식 방호장치		가드식 방호장치	
			
누름버튼 탈락 및 회로변경	양수조작 정상 작동	방호장치 구조 미적정	연동된 가드식 방호장치
광전자식 방호장치		프레스 후면 방호장치	
			
방호장치 미설치	광전자식 방호장치 설치	가드식 등 방호장치 미설치	프레스 후면 방호조치
안전블럭 설치		풋(Foot) 스위치 오조작 방지	
			
수리 중 안전블럭 미설치	안전블럭 설치	풋 스위치 덮개 미설치	풋 스위치 덮개 설치

I. 끼임

2-3

주요 설비 별 안전대책

혼합기



2 (3) 혼합기

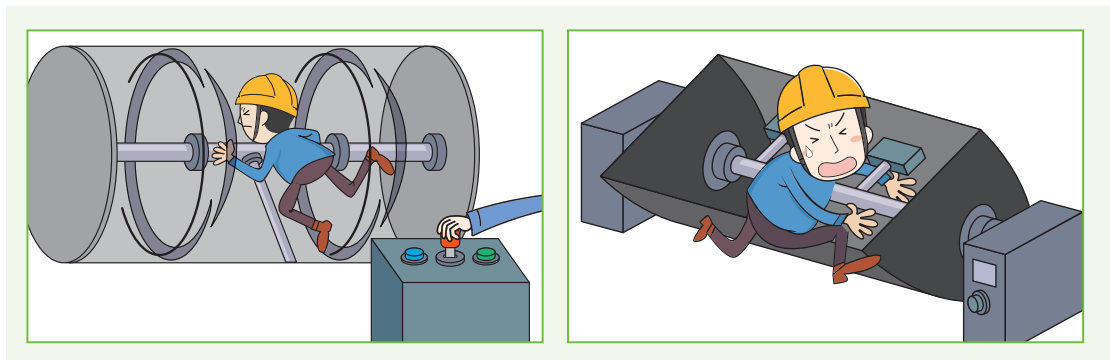
▶ 식품가공용 기계 - 혼합기

- ▶ 여러 가지의 혼합물과 피 혼합물을 일정한 비율로 혼합 시켜 주는 기기
- ▶ 분말과 분말 혼합, 분말과 액상 혼합, 액상과 액상 혼합 등 혼합물과 피 혼합물의 종류에 따라 서로 사용하는 기종이 다르다.
- ▶ 용도 : 커피믹스, 분유 및 유제품, 캡슐 약제, 혼합곡, 밀가루 반죽 등
- ▶ 종류 : 패들 믹서, 리본믹서, 더블 콘 믹서, V-믹서, 스파이스 믹서, 밀가루 반죽기, 호모믹서, 아지에이터, 드럼믹서 등



▶ 혼합기 취급 작업 시 끼임 위험포인트

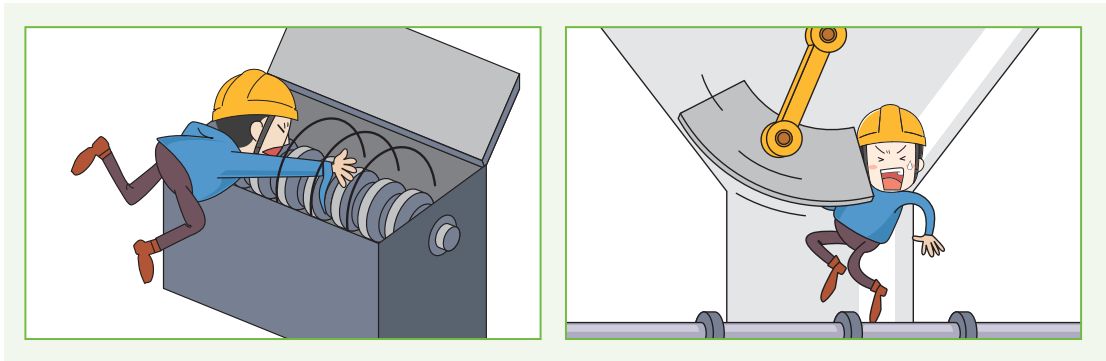
- ① 원료 투입, 배합 작업 중 회전날과 내부 구조물 사이에 끼임
- ② 혼합기 청소, 이물질 제거 작업 중 회전날에 말림 및 끼임



2 (3) 혼합기

▶ 혼합기 취급 작업 시 끼임 위험포인트

- ③ 혼합기 내부 청소·수리·점검·정비 작업 시 오조작에 의한 끼임
- ④ 혼합기 내부 잔량확인 점검구 미설치로 개구부를 통해 잔량 확인 중 회전날에 끼임



▶ 혼합기 끼임 재해사례



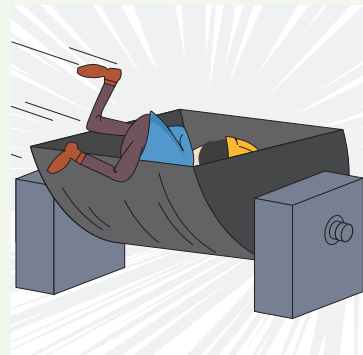
발생개요

- 식품 공장 내 김치 생산 작업자에서 절임김치 양념 혼합기 내부를 청소 작업하던 중 혼합기 임펠러에 끼임



예방대책 준수사항

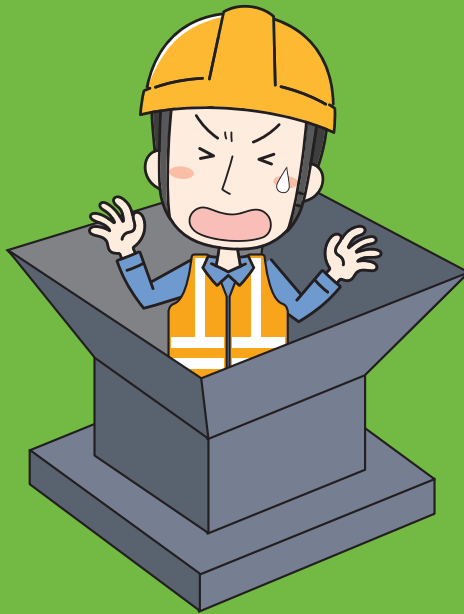
- 혼합기에서 내용물을 꺼내거나 정비·수리·청소 등의 작업 시 기계 운전을 정지한 상태에서 작업 실시
- 회전부의 끼임 위험이 있는 경우에는 해당 부위에 덮개를 설치하고, 덮개를 개방한 경우에는 혼합기가 작동되지 않도록 연동장치(Interlock) 설치



I. 끼임

2-4

주요 설비 별 안전대책 파쇄기·분쇄기



▶ 파쇄·분쇄기 끼임 재해사례 ①

**발생개요**

- 골재분쇄작업 중 원석이 걸려 작업이 진행되지 않자 금속제 파이프로 원석 걸림해소 작업 수행 중 호퍼 내부로 떨어져 회전날에 끼임

**예방대책 준수사항**

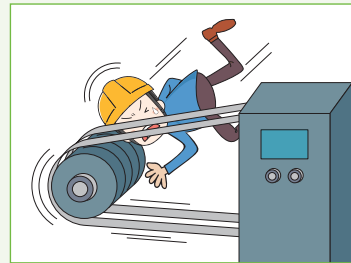
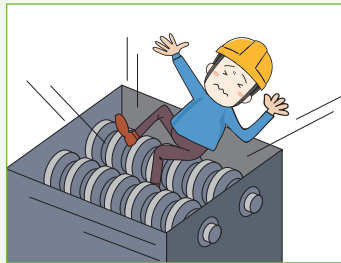
- 파쇄·분쇄기 원석 걸림 시 반드시 전원 차단
- 작업 중임을 알리는 “작업 중” 또는 “수리 중” 표지판 부착
- 브레이커, 그랩이 부착된 건설기계 등을 이용 하거나 썬기형 수공구 제작 사용 권장



※ 썬기형 수공구

▶ 파쇄·분쇄기 취급 작업 시 끼임 위험포인트

- 상부 호퍼에 불량 스크랩 투입 또는 제거 작업 시 내부의 칼날부에 손 끼임
- 작동 중인 회전 날에 끼인 물질을 제거하던 중 말려들어 회전 날에 끼임
- 분쇄기 회전 날 또는 부속설비를 청소하거나 정비하던 중 회전 날에 끼임
- 설비 내부 청소·점검 중 스위치 제3자 불시 조작 및 오조작에 의한 끼임
- 방호덮개 해체 상태에서 작업 중 동력전달부(Belt, Chain 등) 구동부에 끼임



▶ 파쇄·분쇄기 끼임 재해사례 ②



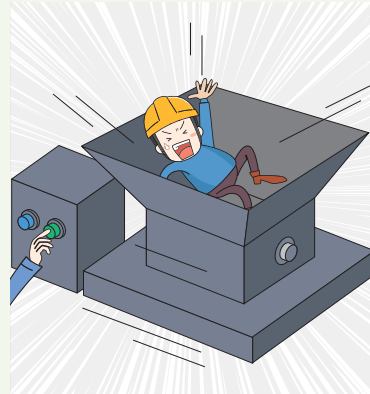
발생개요

- 폐장판 분쇄작업장에서 재해자가 분쇄기의 가동을 가동을 정지시키고 내부에 들어가 점검·보수작업을 하던 중 다른 근로자가 분쇄기를 가동하여 회전날에 끼임



예방대책 준수사항

- 보수·점검 등의 작업 시 운전정지(전원차단) 철저히
- 분쇄기 덮개와 연동되는 연동(Interlock)장치 설치 및 임의해체 금지
- 비상정지스위치 사용 철저히
- 보수·정비 작업 중 표지판 부착 등



▶ 파쇄·분쇄기 방호조치

덮개

- ▶ 가드가 닫히고 잠겨야만 작동 가능한 구조의 연동식 가드 설치
- ▶ 배출부에 고정식 또는 연동식 덮개 설치



로터 구속장치

- ▶ 로터의 수동회전에 따른 위험방지를 위한 구속장치 설치
- ▶ 로터의 위치조정 또는 청소 등 반드시 필요한 경우에만 기능을 해제



2

(4) 파쇄기·분쇄기

▶ 파쇄·분쇄기 취급 작업 시 안전조치 예

동력전달부 방호덮개



V-Belt 덮개 미설치



Chain 덮개 미설치



동력전달부 덮개 설치

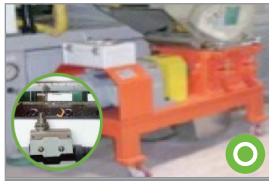


벨트 방호덮개 설치

파쇄·분쇄기 덮개 및 연동장치



투입구 덮개 미설치

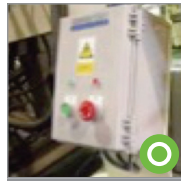


덮개 설치 및 연동장치

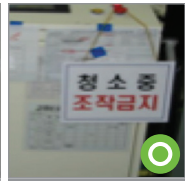
비상정지장치 및 오조작 방지



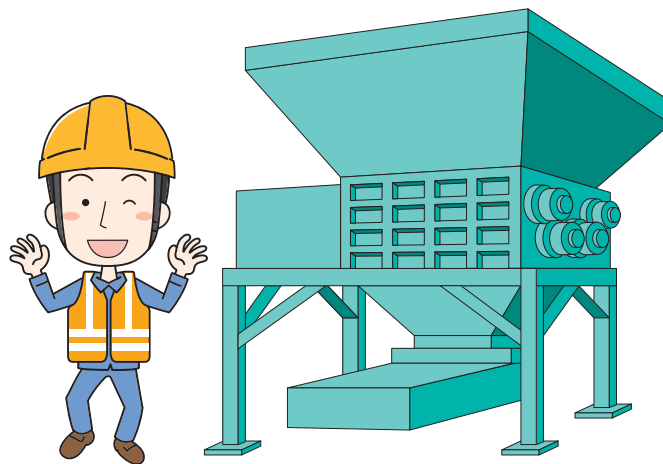
키전환 스위치



비상정지장치



표지판 부착



I. 끼임

2-5

주요 설비 별 안전대책

크레인



▶ 크레인 끼임 재해사례 ①



발생개요

- 천장크레인 주행 레일 위에서 크레인을 점검하던 중 주행하던 크레인과 건설물 기둥 사이에 끼여 사망



예방대책 준수사항

- 크레인 점검통로는 건설물과 60cm 이상, 기둥부와는 40cm 이상 확보
- 크레인 점검 시 스위치에 “점검 중 조작금지” 표지판 부착
- 점검 작업 중 감시인을 배치하여 크레인을 조작하지 못하도록 조치



▶ 크레인 끼임 재해사례 ②



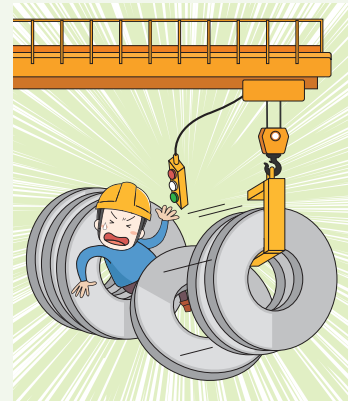
발생개요

- 크레인으로 철재코일(스켈프)을 옮기기 위해 줄걸이 작업 준비 중 수직으로 세워둔 스켈프가 넘어져 반대편 스켈프 사이에 끼임





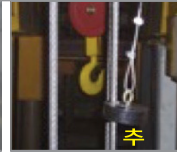



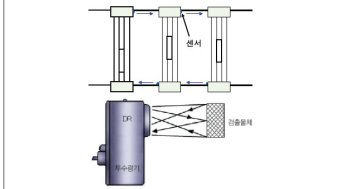

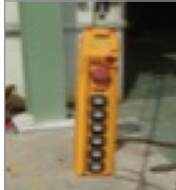



예방대책 준수사항

- 중량물 전도 방지를 위해 충분한 길이의 고임목 사용
- 크레인 등을 이용한 보조달기 지그 등으로 취부 후 작업
- 끼임, 떨어짐 등의 중량물 취급 위험을 예방할 수 있는 안전 대책을 포함한 작업계획서 작성, 해당 근로자 주지 및 작업지휘자 지정으로 계획서에 따라 작업지휘



▶ 크레인 주요 방호장치

과부하방지장치(Over Load Limiter)  전기식  전자식  기계식			권과방지장치(Over Winding Limiter)  직동식  중추형		
회전부분 방호장치 		훅 해지장치(Hook Latch)  중추식  스프링식		충돌방지장치 	
차륜정지장치 		비상정지장치 			

▶ 천장주행크레인 취급 작업 시 안전조치 예

점검·보수용 통로 출입구 잠금장치  ❌ 수직사다리 입구에 잠금장치 미설치  ✅ 잠금장치 설치		탈착형(자석 등) 스토퍼  ❌ 작업구간 레일 측면에 탈착형 스토퍼 미부착  ✅ 작업구간 레일 측면에 부착	
--	--	---	--

2 (5) 크레인

▶ 천장주행크레인 취급 작업 시 안전조치 예

점검·보수용 통로에 안전난간, 안전대



안전난간 설치



안전모, 안전대 착용

크레인 운행구간 및 운전자 이동통로



크레인 운행구간에
근로자通行



운행구간 및
이동통로 확보

노터치식 줄걸이 수공구



중량물을 손으로 잡고
화물 운반



노터치식 수공구를
사용한 화물 운반

줄걸이 작업방법



섬유로프에 의한
외줄걸이 권상



전용 지그에 의한
권상

줄걸이 작업방법



와이어로프에 의한
철판 권상



전용 지그에 의한 권상

와이어로프 적치대



중형 와이어로프용
적치대



와이어로프 태그
설치 상태

I. 끼임

2-6

주요 설비 별 안전대책

지게차



2 (6) 지게차

지게차 충돌 재해사례



발생개요

- 지게차 유압호스의 점검을 위해 지게차의 포크를 상승시킨 후 하부에서 점검 중 유압호스가 분리되면서 압력방출로 인해 지게차 포크가 하강하면서 끼임



예방대책 준수사항

- 차량계 하역운반기계 등의 포크 등의 하부에는 하중을 충분히 견딜 수 있는 안전지주 또는 안전블록을 사용하여 점검 실시
- 지게차 포크를 상승시킨 하부에는 하중을 충분히 견딜 수 있는 안전지주 또는 안전블록을 설치하지 않고는 근로자의 출입금지조치 실시

지게차 사고사망 예방원칙

<p>① 자격자 운전</p> <p>- 자격을 가진 지정된 자만 운전할 것</p>	<p>② 시야 확보</p> <p>- 운전자의 시야를 가리지 않도록 화물 적재 - 후진 운전시 후방 확인할 것</p>	<p>③ 안전띠 착용</p> <p>- 운전자는 반드시 좌석 안전띠를 착용할 것</p>

지게차 방호장치



기타 안전장치



지게차 운전작업 시 안전조치 (예)



2 (6) 지게차

지게차 운전작업 시 안전조치 (예)

지게차 화물의 적재상태



과다적재로 인한 시야 미확보 상태에서 후진



과다적재로 시야 확보를 위해 포크 과상승 후 전진



포크에 매달은 상태에서 전진(무게중심 이탈)



시야가 확보된 상태에서 전진

전조등 및 후미등



주행 시 전조등, 후미등 점등

제한속도 표지판



제한속도 표지판 설치

좌석 안전띠



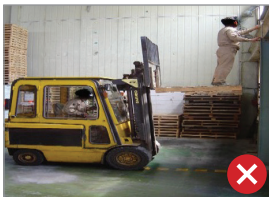
안전벨트 착용 후 운전

지게차 식별



식별용 형광테이프

지게차를 이용한 고소작업



포크 상승 시킨 상태에서 팔레트 위에서 작업



추락·전도 위험이 없는 고소 작업대 사용

지게차 열쇠(Key)



시동 열쇠 방치로 임의 운행

작업지휘자



작업지휘자 지휘·감독

I. 끼임

2-7

주요 설비 별 안전대책

비정형작업 & 잠금 장치와 표지판



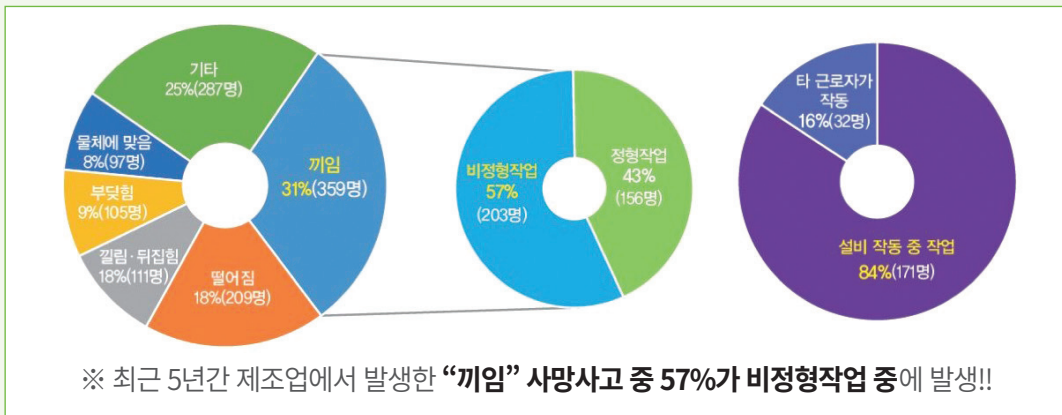
2

(7) 비정형작업 & 잠금 장치와 표지판

▶ 비정형작업이란?

작업조건, 방법, 순서 등 표준화되어 있는 반복성 작업이 아닌 작업의 조건 등이 일상적이지 않은 상태에서 이루어지는 정비·청소·급유·검사·수리·교체·조정 등의 작업

사망사고 및 비정형작업 재해 현황



▶ 비정형작업 주요 위험 특성

업종·기계 설비 다양

위험이 특정 기계·설비에 국한되지 않음

생산효율을 위한 전원 미차단

설비 가동 중 위험점에 접근 관행 有

방호장치 부재 또는 해제

노후 기계·설비 사용 및 작업편의상 제거

비정형작업 “끼임” 사망사고 주요 원인

전원(에너지) 미차단

- 생산 효율성과 편의성을 우선하여 가동 중 작업 하거나 위험점에 접근하는 관행 존재 (안전불감증)

방호장치 미설치 / 해제

- 사고가 나지 않았으면 “안전” 하다는 잘못된 인식
- 낮은 작업빈도 등에 따른 안전 투자 미실시
- 편의를 위한 방호장치 해제

위험에 대한 인식 부족


- 안전작업절차, 교육 부재로 비정상 상태·비정형작업에 대한 인식 부족
- ⇒ 순간적·무의식적인 판단으로 위험 행동

▶ LOTO란?

“Lock-Out, Tag-Out”의 줄임말로, 정비·청소·수리 등의 작업 시 해당 기계의 운전을 정지한 후, 다른 사람이 그 기계를 운전하는 것을 방지하기 위해 기동 장치에 잠금장치를 하거나 표지판을 설치하는 등의 조치를 의미


Lock-Out(잠금장치)

기계 등의 에너지 공급을 차단하여 안전한 상태로 유지하기 위해 사용되는 자물쇠·열쇠와 같은 잠금수단에 이용되는 장치



Tag-Out(표지판)

표지판을 제거하기 전까지는 가동하지 않도록 에너지 차단장치와 기계가 통제 되고 있음을 표시하고 차단장치의 잠금 상태를 확보하기 위해 사용되는 꼬리표와 같은 경고표지



▶ LOTO 종류

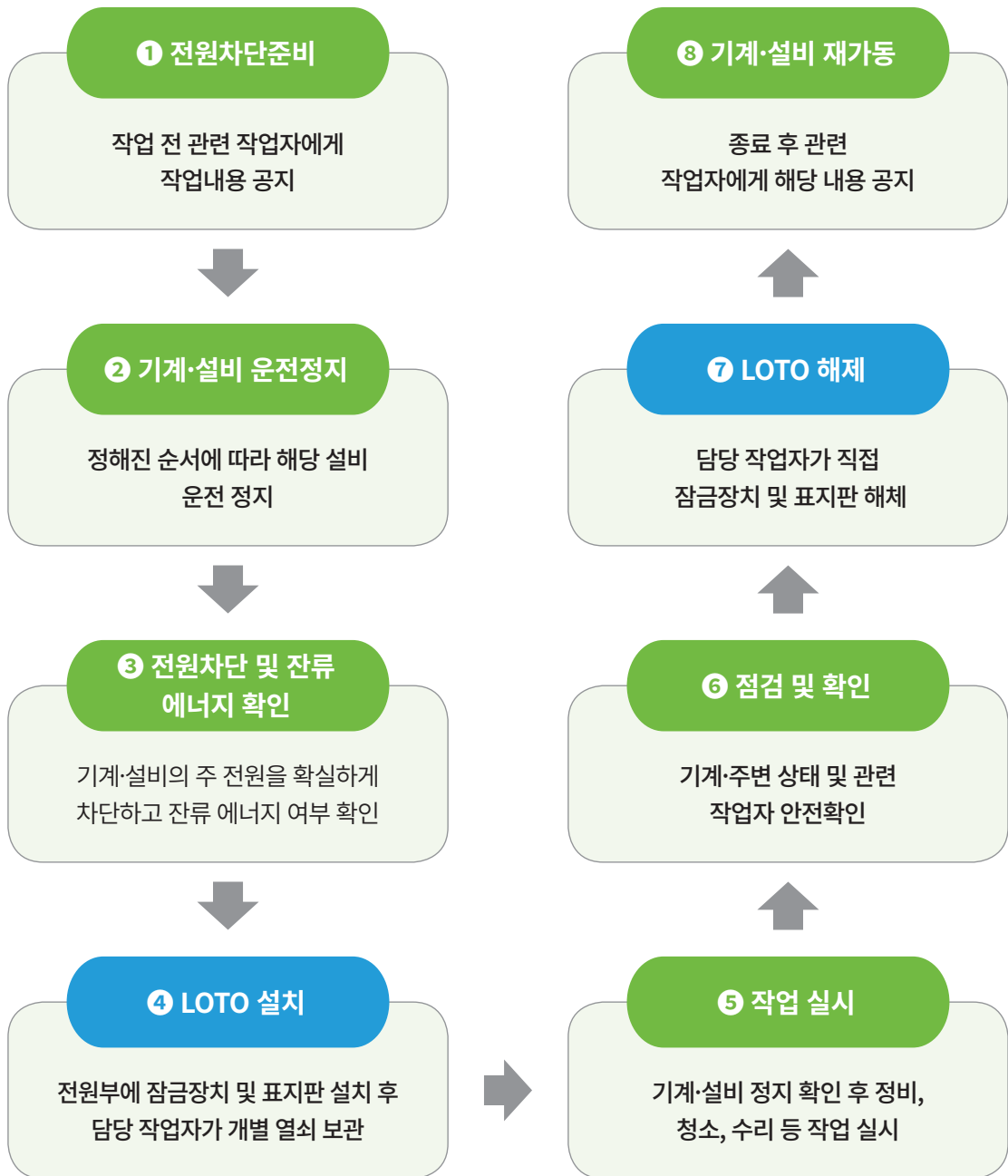
전기, 유압, 공압, 스팀, 화학물질, 액화가스에 대한 잠금장치

<h4>전기 잠금장치</h4> 	<h4>기동스위치 잠금장치</h4> 	<h4>케이블 잠금장치</h4> 	<h4>게이트밸브 잠금장치</h4> 
<h4>볼밸브 잠금장치 ①</h4> 	<h4>볼밸브 잠금장치 ②</h4> 	<h4>하스프(걸쇠)</h4> 	<h4>표지판</h4> 

2

(7) 비정형작업 & 잠금 장치와 표지판

▶ LOTO 작업 절차 (8단계)



II. 질식

1

질식개요 및 발생원인



1

질식개요 및 발생원인

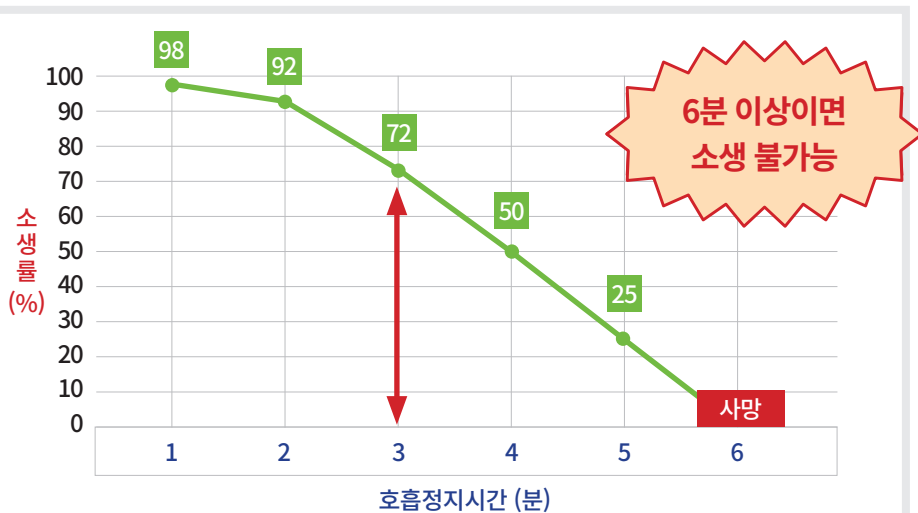
▶ 질식(Asphyxia)이란?

- ▶ 정상적으로 숨을 쉬지 못해 인체에 산소공급이 심하게 부족한 상태
 - 정상적으로는 산소가 부족하면 이산화탄소가 증가하여 호흡중추를 자극
 - 즉시 산소공급이 재개되지 않으면 의식을 잃고 뇌 손상이 되어 사망

산소결핍의 인체 영향



뇌신경 세포에 치명적 손상
- 언어장애, 운동장애
- 시야장애, 건망증



산소결핍

- ▶ 산소결핍 : 공기중의 산소 농도가 18% 미만인 상태
- ▶ 산소결핍증 : 산소가 부족한 공기를 호흡함으로써 생기는 증상

산소농도별 인체 영향 및 증상

 <p>산소농도 18% 이상 안전한게</p>	 <p>산소농도 16% 호흡 및 맥박의 증가, 두통, 메스꺼움</p>	 <p>산소농도 12% 어지러움, 구토, 근력저하, 추락</p>	 <p>산소농도 10% 안면창백, 의식불명, 기도폐쇄</p>	 <p>산소농도 8% 실신, 혼절 (8분 이내 사망)</p>	 <p>산소농도 6% 순간실신, 호흡정지, 경련 (5분 이내사망)</p>
--	--	---	---	--	--

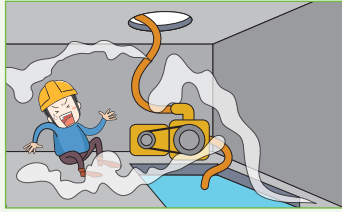
산소결핍이 발생하는 이유는? (미생물 호흡작용 H₂S 발생기전)

<p>1단계 유기물 유입</p> <ul style="list-style-type: none"> • 오수, 하수 유입구로 각종 유기물 유입 • 가스농도(예측) 산소 21% 황화수소 0ppm 	
<p>2단계 호기성 분해</p> <ul style="list-style-type: none"> • 호기성 미생물에 의한 산소 소모 • 가스농도(예측) 산소 10~20% 황화수소 1~10ppm 	
<p>3단계 혐기성 분해</p> <ul style="list-style-type: none"> • 황산염환원 세균의 유기물 분해에 의한 황화수소 발생 • 가스농도(예측) 산소 10% 미만 황화수소 10ppm 이상 	
<p>4단계 공기 중 노출</p> <ul style="list-style-type: none"> • 오니, 슬러지층 등의 교반(파괴)에 의한 용존 H₂S 다량 노출 • 가스농도(예측) 산소 10% 미만 황화수소 300ppm 이상 	

1

질식개요 및 발생원인

산소결핍 시 인체 반응



? 작업자는 왜 밀폐공간에서 목숨을 잃을까요?

! 산소가 부족하거나 유해가스가 발생 되는 장소에서 **당신이 숨을 쉬었기 때문!**

▶ 밀폐공간의 살인인자 산소결핍.
산소결핍 상황에서 우리인체가 어떻게 반응하는지 알아 보자.

일산화탄소(CO) 중독 발생 기전

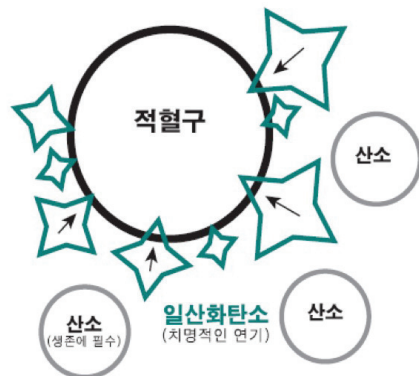
CO 특성

▶ 무색 무취 가스로 불완전 연소 시 발생

일산화탄소 중독 기전

▶ 고농도의 일산화탄소 흡입 시 혈액 속의 헤모글로빈과 결합하여 헤모글로빈의 산소 운반기능을 뺏어버림

⇒ 뇌에 산소 전달이 안되어 즉사



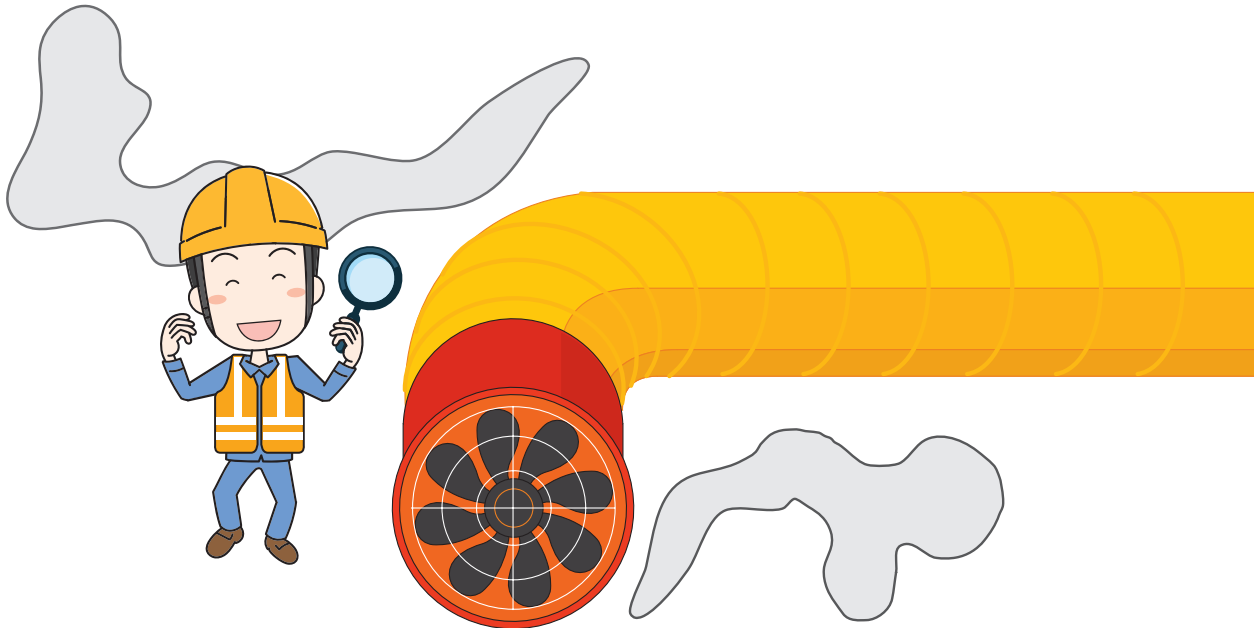
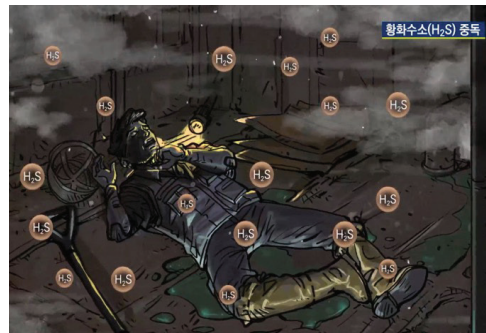
황화수소(H₂S) 중독 발생기전

황화수소 특성

- ▶ 황 냄새의 무색기체로 독성이 상당히 강해 농도가 0.1 ~ 0.2%에 이르면 즉사 (고농도일 경우 후각 마비 ⇨ 냄새 못 느낌) ⇨ 그냥 위험장소에 들어감)

황화수소 중독 기전

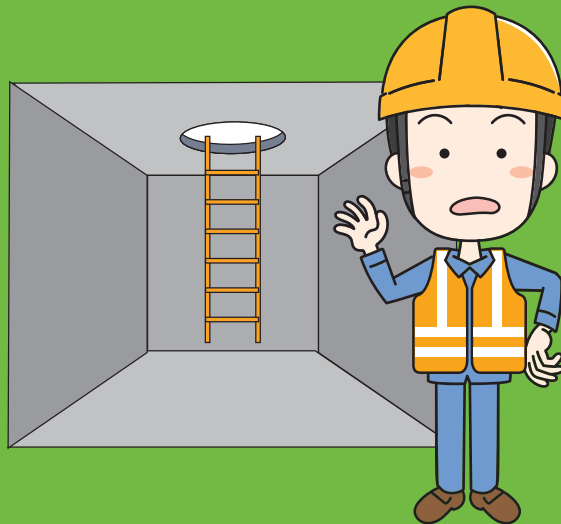
- ▶ 몸 속 세포 호흡에 관여하는 미토콘드리아에 붙어 산소 호흡을 방해하는 화학적 질식제 역할 ⇨ 세포에 산소 전달이 안되어 즉사



II. 질 식

2

밀폐공간의 정의 및 종류



2

밀폐공간의 정의 및 종류

▶ 밀폐공간(Confined Space)이란?

- ▶ 근로자가 작업을 수행할 수 있는 공간으로 **환기가 불충분한 공간**
- ▶ 산소결핍*, 유해가스**로 인한 질식, 화재·폭발 등의 위험이 있는 장소로서 산업안전보건 기준에 관한 규칙 별표 18에서 정한 장소(18개 작업장소)

* 산소결핍 : 공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태

** 유해가스 : 밀폐공간에서 탄산가스, 일산화탄소, 황화수소 등 기체로서 인체에 유해한 영향을 미치는 물질



▶ 밀폐공간의 종류

반응탑



음식물 반입 저장조



단무지 발효조



가축 분뇨 처리장



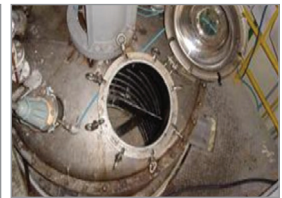
곡물 저장 창고 & 사일로



냉동 컨테이너



반응기



II. 질식

3

유형별 질식재해 사례



3

유형별 질식재해 사례

질식재해 사례

사망 1명

도로상 맨홀 내부에
오수·우수 조절밸브 시험
가동을 위해 사다리
내려가던 중 산소결핍으로
맨홀 하부로 추락



사망 2명, 부상 3명

하수중계 펌프장 밸브조 내
하수관 교체 작업을 위해
게이트 밸브 개방 중 오수가
용출하여 황화수소에 질식



1명 구조 작업 중 사망

사망 4명

양돈 농장에 있는 집수조
에서 관로의 이물질
뚫기 위해 관로 안의
돈분을 제거 작업 중 황화
수소에 의한 중독



2명 구조 작업 중 사망

사망 2명, 부상 1명

콘크리트 보온·양생 용도로
설치한 갈탄 난로의 관리 및
양생 상태 확인 작업을
하던 중 일산화탄소(CO)에
중독 질식



죽은 공기

- 1 산소결핍 (산소농도가 18% 미만)
- 2 황화수소 등 (산소배분 기능을 저해하는 물질)
- 3 일산화탄소 등 (혈액 중 산소운반능력 방해하는 물질)

II. 질식

4

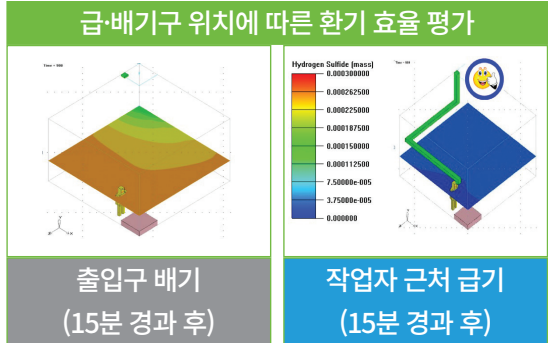
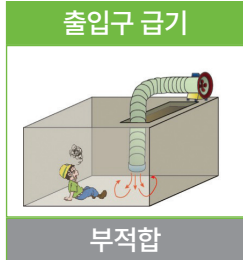
밀폐공간 질식재해 예방 대책



4 (1) 환기

밀폐공간 출입구 구조 등 유형별 환기

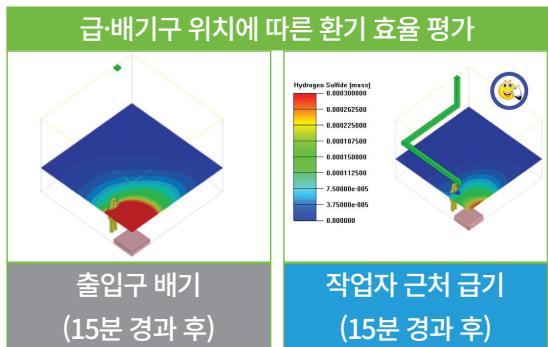
「맨홀 정도의 출입구만 가지는 공간」 환기(급기)



작은 맨홀 정도의 출입구만 가지는
밀폐공간의 환기를 위해서는

작업자 근처 급기만 효과적임!

「한 면이 개방된 밀폐공간」 환기(급기)



한 면이 개방된
밀폐 공간의 환기를 위해서는

작업자 근처 급기만 효과적임!

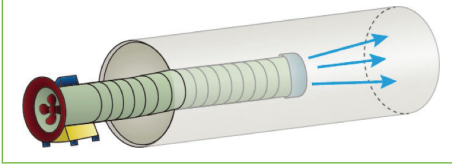
4

(1) 환기

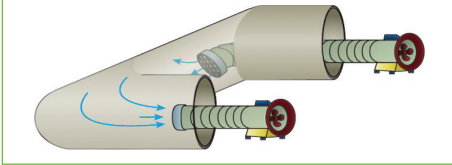
▶ 밀폐공간 출입구 구조 등 유형별 환기

「양 면이 개방된 배관」 환기

일자형 배관일 경우

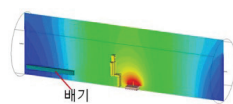


배관의 구조가 복잡한 경우

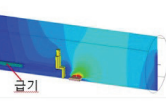


급·배기구 위치에 따른 환기 효율 평가

내부
배기



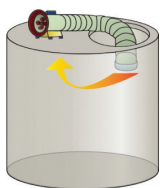
작업자
근처 급기



- 일자형 배관의 경우 **한쪽으로 급기**
- 배관이 휘거나 구조가 복잡한 경우 **한쪽 면에서는 급기, 다른쪽 면에서는 배기**를 해주어 효율적인 환기

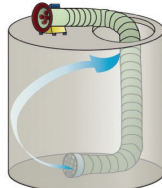
「상부만 뚫려있는 탱크와 같은 밀폐공간」 환기

출입구 근처 급기



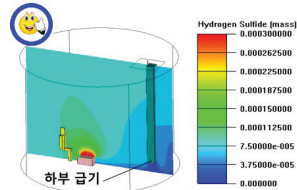
부적합

탱크 하부 급기

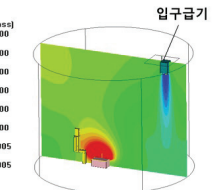


적합

급·배기구 위치에 따른 환기 효율 평가



출입구 배기

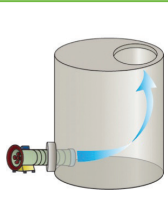
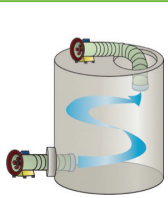
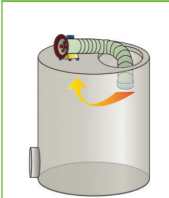
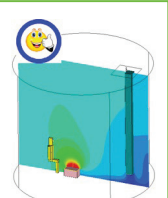
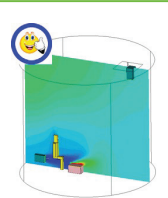
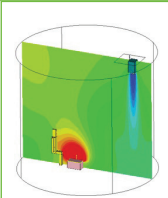


작업자 근처 급기

- 탱크를 환기할 때에는 **덕트를 깊숙이 넣어 아래부터 급기가 되도록 설치**
- 탱크의 출입구 근처에서 급기를 해주면 탱크의 아래 부분은 환기가 제대로 이루어 지지 **않음(부적합)**

▶ 밀폐공간 출입구 구조 등 유형별 환기

「상·하부만 뚫려있는 탱크와 같은 밀폐공간」 환기

탱크 하부 급기	내부 급·배기	출입구 근처 급기	급·배기구 위치에 따른 환기 효율 평가		
					
적합	적합	부적합	탱크 하부 급기	내부 급·배기	출입구 근처 급기

- 탱크를 환기할 때에는 덕트를 깊숙이 넣어 아래부터 급기가 되도록 설치
- 탱크의 출입구 근처에서 급기를 해주면 탱크의 아래 부분은 환기가 제대로 이루어 지지 않음(부적합)

▶ 산소 및 유해가스 농도 측정

측정 시기 및 측정자

- ▶ **작업 시작**(작업을 일시 중단하였다가 다시 시작하는 경우 포함) 전
 - ① 관리감독자, ② 안전관리자 또는 보건관리자, ③ 안전관리전문기관, ④ 보건관리전문기관, ⑤ 작업환경측정기관으로 하여금 측정

측정에 따른 조치사항

- ▶ 산소 및 유해가스 농도를 측정한 결과 적정공기가 유지되고 있지 않은 경우
 - ① 환기를 시키거나, ② 근로자에게 공기호흡기 또는 송기마스크를 지급하여 착용하도록 하는 등 근로자의 건강장해 예방을 위한 필요한 조치

4 (2) 농도 측정

▶ 산소 및 유해가스 농도 측정 방법

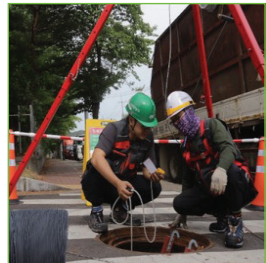
- ▶ 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정
(작업장소에 대해 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정)
- ▶ 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정 시에는 고무호스나 PVC로 된 채기관으로 측정
(채기관은 1m 마다 작은 눈금으로, 5m 마다 큰 눈금으로 표시)



혼합가스농도측정기



채기관(커넥터 및 눈금 표시)



▶ 밀폐공간 유형별 측정 지점

<p>좁은 원형 맨홀인 경우</p>	<p>넓은 원형 맨홀인 경우</p>
<p>원칙적으로 3가지 깊이로 각 3개소 측정</p>	<p>전 맨홀의 밑을 3가지 깊이로 측정</p>
<p>장방형 공간인 경우</p>	<p>구형 공간인 경우</p>
<p>우선 맨홀의 바로 밑 ① ~ ③을 측정하고 X 는 공기호흡기 등을 장착하고 측정</p>	<p>정상인 맨홀 바로 밑 3점과 적도상의 샘플링 구멍을 측정</p>

호흡용 보호구(공기호흡기 또는 송기마스크)

- ▶ 환기가 어렵거나 유해가스가 계속 발생할 가능성이 있을 때 착용
- ▶ 재해자를 구조해야 할 경우 반드시 호흡용 보호구 착용
- ▶ 공기호흡기 및 송기마스크 이용 (방독마스크 사용 금지)

공기호흡기(SCBA) 사용

- ▶ 환기를 할 수 없거나 환기만으로 불충분한 경우 반드시 착용 사용
- ▶ 무겁고 유효 사용시간(10~80분)도 짧으나 활동범위에 제약을 받지 않아 조사 및 구조 활동에 많이 사용



호흡용 보호구(공기호흡기 또는 송기마스크)

송기마스크 사용

- ▶ 활동범위에 제한을 받지만, 가볍고 유효 사용기간이 길어 장시간 작업에 주로 이용
- ▶ 대기를 공기원으로 하는 **호스 마스크**, 압축공기를 공기원으로 하는 **에어라인 마스크**로 구분

호스 마스크



흡인식 착용자의 폐력으로 흡인

송풍식 전동 송풍기, 수동 송풍기

에어라인 마스크



일정 유량식 컴프레서 or

디맨드 & 압력디맨드형 공기бом베

4 (3) 보호장비

기타 안전장비

재해자 구조장비

				
그네식 안전대	충격흡수장치	구명밧줄	구조용 삼각대	

		
1	2	3

1 보호가드 및 표지판(출입 통제)
 2 무전기(감시자와 작업자 상호연락)
 3 휴대용 랜턴(조명 확보)

밀폐공간 작업관리

관리자의 출입금지, 허가서 발급, 감시인 배치 등

		
관계자와 출입금지	작업허가서 발급	연락체제 구축

		
감시인의 배치	출입인원(작업인원)의 점검	긴급 구조 훈련

밀폐공간 작업관리

재해자 구조요령

- ① 재해자 발생 시 119 연락 또는 주변 동료 작업자에게 요청
(주변에 자동심장충격기가 비치되어 있는 경우 함께 요청)
- ② 환기 실시, 공기호흡기·송기마스크 착용 후 구조 (방독·방진마스크 불가)
 - ※ 아무리 급해도 재해자를 구하기 위해 안전조치 없이 밀폐공간 내로 들어가선 절대 안됨!!!
- ③ 얼굴과 가슴을 관찰하여 호흡이 있는지 확인
- ④ 호흡이나 맥박 없을 시 가슴압박 30회 실시(반복)
 - ※ 인공호흡 방법을 모르거나 인공호흡을 꺼리는 일반인 구조자는 가슴압박소생술 (compression-only CPR 또는 hands-only CPR)을 하도록 권장
 - ※ 인공호흡을 할 수 있는 구조자 경우 심폐소생술(가슴압박 30회한 후 인공호흡 2회 연속반복) 실시
- ⑤ 회복 자세(호흡이 회복되었으면 옆으로 돌려 눕혀 기도가 막히는 것 예방)



안전보건 VR(가상현실) 교안



발 행 처 안전보건공단

발 행 인 박 두 용

발 행 일 2021년 5월

주 소 울산광역시 중구 종가로 400

기 획 교육홍보본부

홈페이지 www.kosha.or.kr

2021-교육혁신실-292

이 책은 저작권법에 따라 보호받는 저작물입니다. 무단전재와 복제를 금하며
이 책 내용의 일부 또는 전부를 사용 하시려면 우리 공단의 동의를 받아야 합니다.

안전보건 VR(가상현실) 교안 [제조업 재해 예방]

산업재해예방

안전보건공단



우)44429 울산광역시 중구 중가로 400 (북정동)
고객만족센터 TEL 052. 703.0500 1644-4544



2021 안전보건 교재
온라인 설문조사 바로가기