

안전보건 VR(가상현실) 교안 [건설업 재해 예방]



Contents

I. 추락		
	1. 추락 (떨어짐) 재해 개요	03
	2. 추락 재해 발생유형 및 예방대책	05
	3. 주요 기인물별 위험요인 및 안전대책	08
	1) 이동식비계	09
	2) 강관비계	13
	3) 사다리	16
	4) 지붕	19
	5) 개구부	22
	6) 굴착기	25
	7) 화물자동차	29
	4. 추락 재해예방 보호구	32
II. 질식		
	1. 질식 재해 개요 및 발생원인	36
	2. 밀폐공간의 정의 및 종류	41
	3. 유형별 질식재해 사례	43
	4. 밀폐공간 질식재해 예방대책	45

I. 추락

1

추락 (떨어짐) 재해 개요

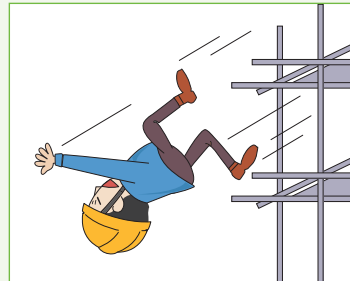


1

추락 (떨어짐) 재해 개요

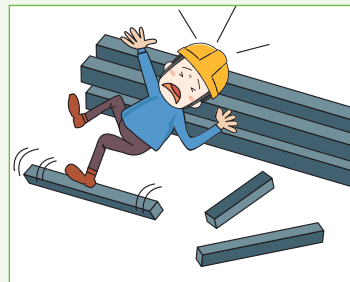
▶ 추락(떨어짐)이란?

- ▶ 사람이 중력에 의해 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 곳에서 떨어지면서 다른 물체의 방해를 받지 않고 자유 낙하하는 것을 말한다.
- ▶ 추락은 중력과 사물의 위치 고·저 차에 따라 발생하고, 역학적인 의미에서 위치에너지의 존재와 특별한 관계가 있으며, 떨어진 결과 사람이 부상하거나 사망하는 것을 추락 재해라 한다.



▶ 추락의 구분

- ▶ 일반적으로 미끄러짐, 걸려 넘어짐, 계단에서의 추락, 고소에서의 추락 4가지로 분류된다.
- ▶ 「미끄러짐이나 걸려 넘어짐」은 같은 높이에서 발생하여 상해의 정도가 일반적으로 작으나 작업조건에 따라 이와 같은 현상이 고소 작업장소에서 발생하게 되면 고소에서의 추락으로 전개되어 중대재해로 이어질 수도 있으므로 추락재해를 근본적으로 예방하기 위해서는 이와 같은 현상을 일으키는 요인을 제거하여야 한다는 의미에서 추락으로 분류하고 있다.



I. 추락

2

추락 재해 발생유형 및 예방대책



2

추락 재해 발생 유형 및 재해 예방 원리

추락 재해 발생유형



추락 재해 예방의 기본

추락 재해 예방조치 우선 순위

- ① 근원적인 추락 재해 예방 ② 방지 또는 방호설비 등에 의한 추락 재해 예방
- ③ 개인방호 설비에 의한 추락 재해 예방 순으로 조치

1 근원적인 추락 재해 예방

- ▶ 설계단계에서부터 안전 확보를 위한 작업방법을 고려하고, 방호시설 설치계획 수립 등 추락 재해 방지 대책 반영
- ▶ 작업계획 수립단계에서 위험성 평가 실시를 통해 추락 재해 위험요인 사전 제거 등 추락 재해 방지를 위한 작업환경 조성



- 고소작업을 지상에서 수행할 수 있도록 하는 등 고소작업 제거
- 고소작업이 불가피 시 기계화, 무인 자동화 등 근원적인 추락 재해 방지대책 수립

2 방지 또는 방호설비 등에 의한 추락 재해 예방대책

- ▶ 약천후 시 작업금지, 추락 재해 위험이 없는 상태로 작업방법 변경, 작업 장소 개선 등 추락 재해 방지조치
- ▶ 개구부 덮개 설치, 안전기준에 적합한 구조의 안전난간 설치, 방호벽의 설치 경고 라인, 사다리 등받이 울 등 추락 방지설비 설치



- ▶ 추락 방호망, Air bag 설치 등 **추락 방호설비 설치**



※ 추락 방지조치가 합리적으로 적용 가능하다면 추락 방호설비 선정 전에 적용

3 개인방호설비에 의한 추락 재해 예방대책

- ▶ 추락 방지설비 설치로 추락 위험에 노출되는 것을 예방할 수 없거나, 작업상 적합하지 않을 때에는 추락에 의한 영향을 감소시키기 위해 안전대 등 **개인용 추락 방호설비 사용**



※ 개인용 추락 방호설비는 사고의 결과로 오는 상해의 정도를 최소화하기 위한 안전대책
이므로 부득이한 경우에 한하여 제한적으로 사용

I. 추락

3

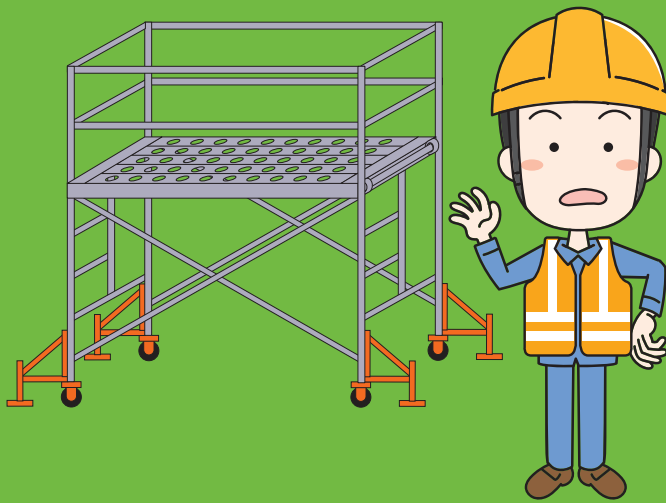
주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

- 1) 이동식비계
- 2) 강관비계
- 3) 사다리
- 4) 지붕
- 5) 개구부
- 6) 굴삭기
- 7) 화물자동차

3-1

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

이동식 비계



3 (1) 이동식 비계

▶ 이동식비계 사용 작업 중 추락

- ▶ 이동식 비계에서 추락 사망재해는 ① 작업발판 설치불량, ② 작업발판 단부 안전난간 미설치, ③ 벽이음, 아웃트리거 등 넘어짐 방지 조치미흡 등으로 인해 주로 발생

사고발생 선행요인	재해예방 대책
- 이동식 작업대 위에서 중량물 취급 작업 중 몸의 균형 상실	- 발판 단부에 추락방지용 안전난간 설치, 작업자는 안전대를 걸고 작업
- 불량 조립·설치된 작업대 뒤틀림	- 전용 철물로 벽이음 견고히 설치
- 목재, 벽돌 등을 기동 고임재로 설치·사용	- 폭이 넓고 견고한 재료의 고임재 사용, 아웃트리거 설치
- 이동식 작업대 탑승한 채로 이동	- 작업대 이동 시 근로자 탑승 금지
- 승강설비가 미설치된 이동식 작업대 승강	- 승·하강 시 반드시 승강설비 사용
- 이동식 작업대 위 중량물 적재 후 작업	- 최대적재하중 250kg 초과 자재 적재 금지

▶ 이동식비계 작업 중 추락 재해사례



발생개요

- 이동식비계(2단) 발판에서 창고내부 천장 전선관에 입선 작업을 하던 중 작업발판 단부에서 실족하여 약 3.5m 콘크리트 바닥으로 떨어짐

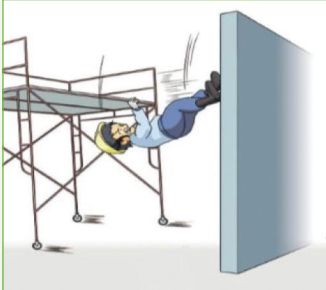



예방대책 준수사항

- 이동식 비계의 안전조치(안전 난간 설치, 바퀴 고정, 넘어짐 방지조치) 철저
- 떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 지급 및 착용토록 관리 감독 철저



이동식비계 주요 재해사례 및 예방대책

주요 재해 사례	이동식 비계가 뒤로밀리면서 추락	근로자 탑승 상태에서 이동 중 추락	발판 끝부분에서 작업 중 추락
			
예방 대책	바퀴 구름방지 조치 (브레이크 잠금 또는 썬크 고정 후, 아웃트리거 설치)	근로자 탑승 상태에서 이동 금지	발판 끝부분 추락 방지용 안전난간 설치

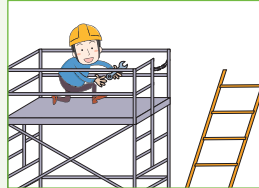
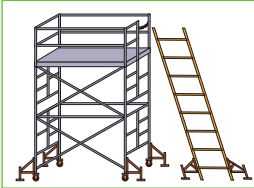
주요 재해 사례	작업 중 발판의 수평 개구부로 추락	주들을 밟고 내려 오던 중 추락	외부로 몸을 내밀고 작업 중 추락
			
예방 대책	작업 발판 누락 없이 견고히 설치	전용 승강설비 설치	적정 작업 위치에 이동식 비계 설치

3 (1) 이동식 비계

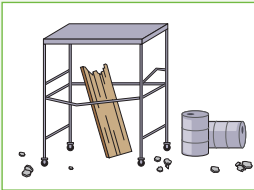
추락 사고 예방! 안전을 위한 당신의 선택은?



좋은 예



나쁜 예

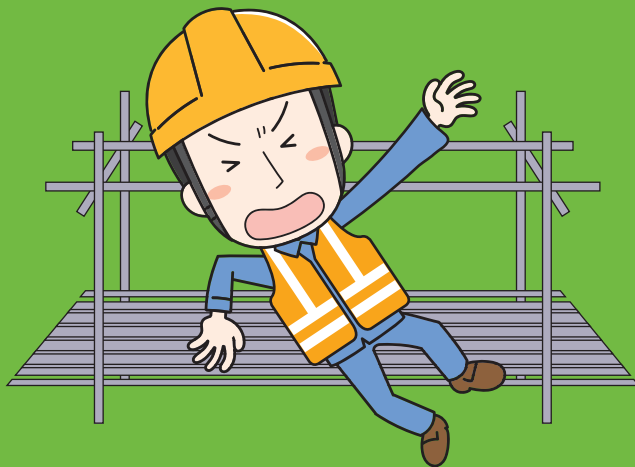


I. 추락

3-2

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

강관비계



3 (2) 강관비계

▶ 강관비계에서 추락

▶ 강관비계에서 추락 사망재해는 ① 작업발판 미설치 및 미고정, ② 작업발판 단부 안전난간 미설치, ③ 안전모, 안전대 미착용 등으로 주로 발생

사고발생 선행요인	재해예방 대책
- 비계의 작업발판 단부 안전난간 미설치	- 안전기준에 적합한 안전난간 설치
- 작업발판 미설치, 작업발판 미고정, 또는 불량한 작업발판 설치	- 비계의 높이가 2m 이상인 장소에서 - 작업 시 견고한 구조의 작업발판 설치
- 안전난간 및 비계 기둥과 구조물 사이 연결통로 미설치	- 외부 비계 이동 통로 확보 - 비계와 구조물 사이 추락방호망 설치
- 벽이음 미설치 또는 임의 해제	- 벽이음 설치 및 비계 해체 방법 개선
- 안전대를 착용하지 않고 작업	- 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용
- 비계의 작업발판 위에서 중량을 적재 후 작업	- 비계기둥간 적재하중 400kg 초과 금지

▶ 작업발판 단부에서 추락 재해사례



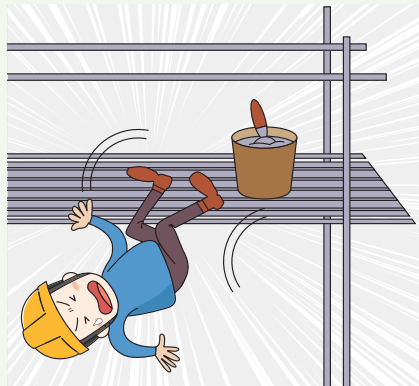
발생개요

- 외부비계 작업발판 위에서 드라이비트 작업 중 중간 난간대가 미설치된 작업발판 단부로 떨어져(H≒12.8m) 사망



예방대책 준수사항

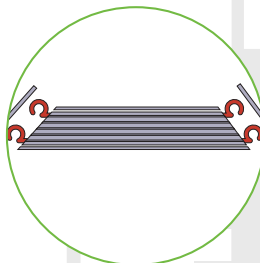
- 외부비계 작업발판에는 떨어짐 방지를 위해 견고한 구조의 상부난간대(작업발판에서 90 ~ 120cm)와 중간난간대(상부 난간대와 작업발판 중간위치) 모두 설치



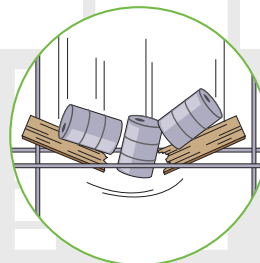
비계 작업 시 주요 위험요인



불량 재료 사용



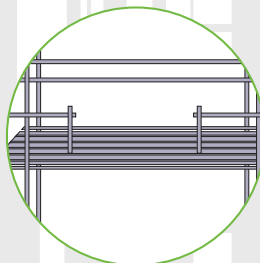
작업발판 미고정



발판상 과적



작업발판 미설치



안전난간 미설치



작업발판 부분 설치

강관비계

강관(Steel Pipe)을 이음철물 (①)이나 연결철물(클램프)(②)을 이용해 조립한 비계

①



②



1. 추락

3-3

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

사다리



3 (3) 사다리

사다리 이용 이동 중 추락

▶ 사다리는 이동통로이므로 작업발판으로 사용을 지양하고, 고소 작업 시 안전성이 확보된 비계 또는 고소작업대 등을 사용

사고발생 선행요인	재해예방 대책
- 사다리 하단 미끄럼 방지조치 및 넘어짐 방지조치 미실시	- 미끄럼 방지장치 설치 및 넘어짐 방지조치(뺨기·결속 등) 철저
- 견고치 않은 구조의 사다리 이용	- 사다리 상·하부 전도방지조치 실시
- 사다리 설치각도 무리하게 확장 사용	- 사다리 설치 각도는 75° 이내로 유지
- 물건을 손에 들고 사다리 승강	- 맨손 상태에서 사다리 승강 - 별도 자재 운반계획 수립
- 강도 불량, 변형된 사다리 사용	- 파손 없는 견고한 금속제 사다리 사용
- 안전모 등 개인 보호구 미착용	- 안전모, 안전대 등 보호구 착용 철저

사다리 이용 보안등 교체 작업 중 추락 재해사례



발생개요

- 빌딩 비상계단에서 A형 이동식 사다리를 사용하여 약 2.95m 높이의 보안등 교체 작업 중 사다리가 측면으로 넘어지면서 계단으로 떨어져 사망



예방대책 준수사항

- 비계 조립을 통한 작업발판 설치 또는 안전성이 확보된 작업 발판형 사다리 등을 사용
- 높이 2m 이상 고소작업 시 안전모, 안전대 등 보호구 착용
- 버팀대 설치 및 2인 1조 작업



3 (3) 사다리

이동식 사다리 안전작업

- ▶ 경작업*, 고소작업대·비계 등의 설치가 어려운 협소한 장소에서 사용
 - 손 또는 팔을 가볍게 사용하는 작업으로서 전구교체 작업, 전기통신 작업, 평판한 곳의 조경 작업 등
- ▶ 평탄·견고하고 미끄럼이 없는 바닥에 설치
- ▶ 최대길이 3.5m 이하 A형 사다리(조경용 포함)에서만 사용
- ▶ 모든 사다리 작업 시 안전모 착용, 작업높이가 2m 이상인 경우 안전대 착용
 - ※ 작업높이 : 발을 딛는 디딤대의 높이



- ▶ 보통(일자형) 사다리, 신축형(연장형) 사다리, 일자형으로 펼쳐지는 발붙임 겸용 사다리 (A형)에서는 **작업금지**

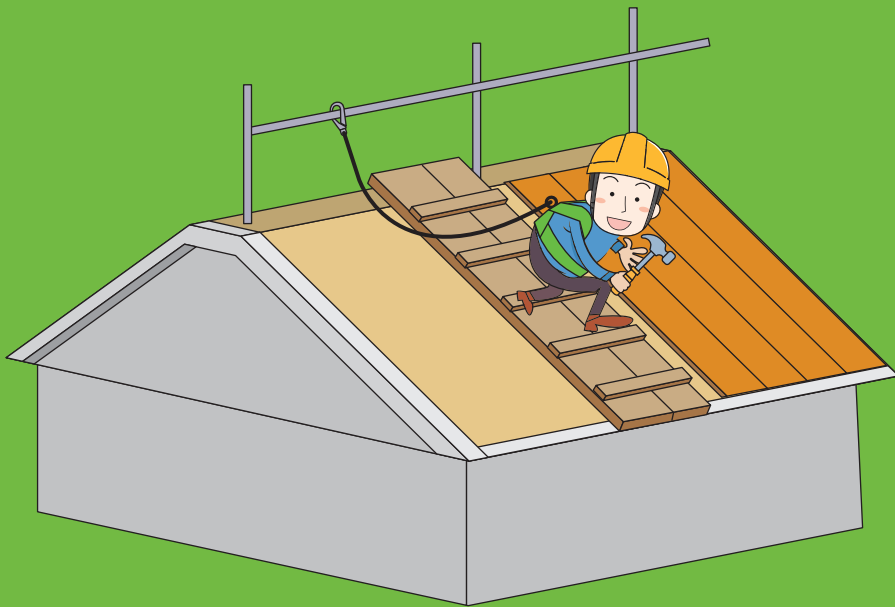


I. 추락

3-4

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

지붕



3 (4) 지붕

▶ 지붕 위에서 작업 중 추락

- ▶ 지붕 작업 시 추락에 의한 사망재해는 ① 경사 지붕 단부 안전난간 미설치, ② 안전대 미착용, ③ 지붕 파손으로 인해 주로 발생

사고발생 선행요인	재해예방 대책
- 개·보수 작업 중 슬레이트 및 채광용 지붕 (Sun-Light) 파손	- 작업 시 폭 30cm 이상의 안전한 작업발판 또는 추락방호망 설치
- 슬라브 단부 등 지붕의 위험지역 및 구조 등을 인지 못한 상태로 작업	- 작업 전 위험성평가 및 교육 실시 안전난간 설치 등 위험요인 제거 후 작업
- 안전모, 안전대 등 개인 보호구 미착용	- 개인보호구 착용하고 작업토록 관리
- 안전대 걸이시설 없이 작업	- 안전대 걸이시설을 설치하고 안전대 착용 후 작업 실시
- 지붕에서 이동 중 돌출물에 걸려 넘어짐	- 돌출물 제거, 자재 정리 등 실시 후 작업

▶ 경사 지붕 위에서 작업중 개구부로 추락 재해사례



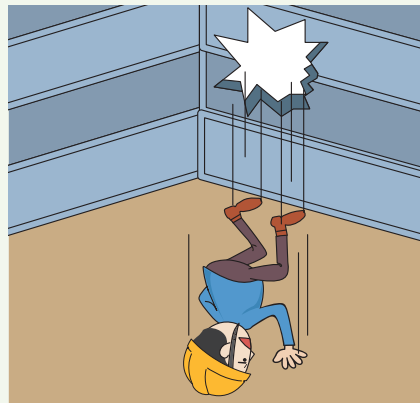
발생개요

- 건축물 보관창고 지붕에 올라 비닐천막을 씌우고 이동하던 중 잘못 밟은 채광창 (PVC 골판)이 깨지면서 약 5.4m 바닥으로 떨어져 사망



예방대책 준수사항

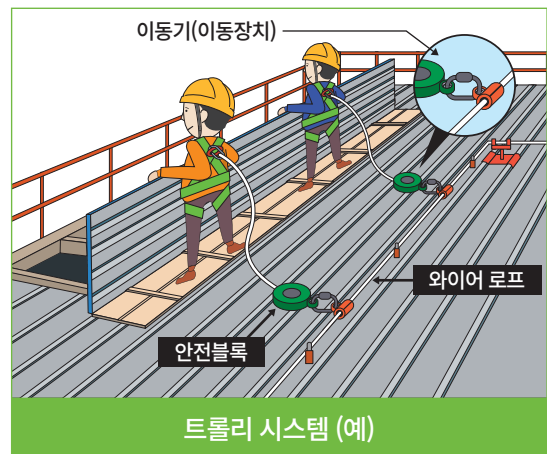
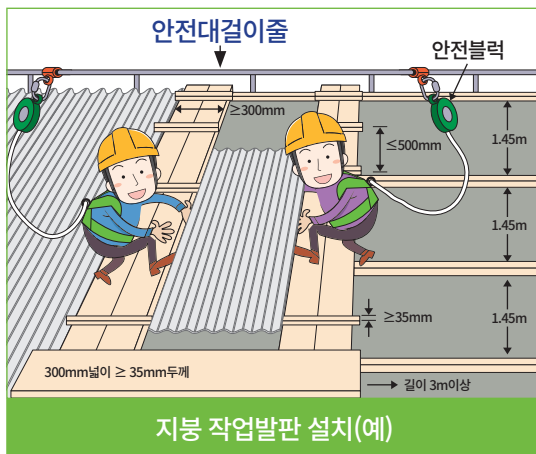
- 폭 30cm 이상의 발판 혹은 안전방망 설치 등 지붕 위에서 떨어짐 위험방지 조치 실시
- 안전대 부착설비 설치 및 안전대, 안전모 등 보호구 착용



경사 지붕 위에서 작업 중 추락 재해사례



지붕 작업 시 안전조치



I. 추락

3-5

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

개구부



3 (5) 개구부

▶ 개구부로 추락

- ▶ 개구부 작업 시 ❶ 작업 및 보행 중 실족이나 미끄러짐, 헛디딤에 의한 추락,
 ❷ 점검·보수·청소 등의 작업 중 추락 등으로 인해 사망재해 발생

사고발생 선행요인	재해예방 대책
- 바닥 개구부 덮개 미설치, 미고정 및 개구부 표시 미설시	- 개구부는 상시 덮개를 설치하고 이동 되지 않도록 고정하며 경고표지 설치
- 개구부 단부에서 불안정한 작업 - 방호울, 안전난간 미설치	- 추락할 위험이 있는 장소에는 안전난간, 울타리 등의 설치로 접근 제한
- 안전시설 해체하고 작업 또는 미복구	- 안전시설 해체 사유 소멸 시 원상회복
- 주변 조명 미설치로 적정 조도 미확보	- 최소 75럭스 이상 조도 확보 - 조명등 설치 및 휴대용 조명기구 사용
- 개구부 주위에서 안전대 미착용	- 개인보호구 착용 및 관리 감독 철저

▶ 아파트 기계실 집수정 개구부로 추락 재해사례



발생개요

- 아파트 기계실 내의 집수정 개구부 안에 빠진 수공구 (스패너)를 꺼내려는 과정에서 신체의 중심을 잃고 하수 집수정 아래로 떨어짐



예방대책 준수사항

- 떨어질 위험이 있는 개구부 에는 안전난간, 덮개 등의 방호 조치 실시
- > 덮개 설치 시 뒤집히거나 개구부 내부로 떨어지지 않도록 설치하며, 어두운 장소 에서도 알아볼 수 있도록 개구부임을 표시



3 (5) 개구부

미지정 통로로 이동 중 개구부로 추락 재해사례



발생개요

- 시간단축 등으로 정해 준 통로를 이용하지 않고 기 안전난간이 설치된 대형 개구부(3.9m×1.5m)를 넘어 임의 이동 중 떨어짐



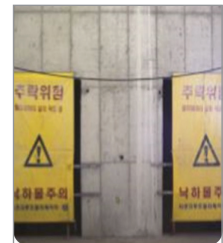
예방대책 준수사항

- 현장 내 작업자는 현장에서 지정된 통로를 사용하여 이동하는 등 재해 방지에 관한 조치 및 규정 준수
- 개구부 덮개는 움직이지 않는 구조로 설치



개구부 덮개 설치 등에 관한사항

- ▶ 덮개 재료는 손상, 변형 및 부식이 없는 것으로 설치
- ▶ 덮개의 크기는 개구부보다 10cm 정도 크게 설치
- ▶ “추락 주의”, “개구부 주의” 등의 안전표지 조치
- ▶ 덮개는 바닥면에 밀착시키고 움직이지 않게 고정
- ▶ 임의의 제거 금지(작업상 부득이 해체한 경우 작업 종료 후 즉시 원상 복구조치)



I. 추락

3-6

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

굴착기



굴착기 작업

- ▶ 굴착기는 토목, 건축, 건설 현장에서 땅을 파는 굴삭작업, 토사를 운반하는 적재작업, 건물을 해체하는 파쇄작업, 지면을 정리하는 정지작업 등의 작업을 행하는 건설기계

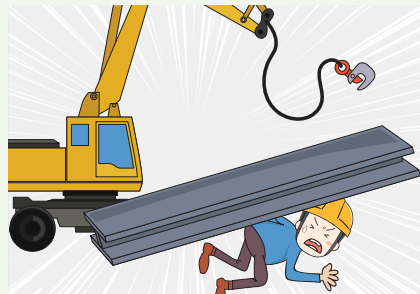
재해발생형태	재해예방 대책
- 부딪힘 (충돌)	<ul style="list-style-type: none"> - 전담 유도자 배치 및 유도자 신호 준수 - 작업반경 내 근로자 출입 통제 - 안전장치 및 작동상태, 작업 장소 지반상태 등 사전 점검
- 뒤집힘 (전락)	<ul style="list-style-type: none"> - 유도자의 신호 준수 - 정해진 운행경로, 장소 이동 또는 작업 - 지반붕괴 방지 조치 - 굴착 및 성토 기울기면 끝단에서의 작업 금지 및 안전거리 유지
- 물체에 맞음 (낙하·비래)	<ul style="list-style-type: none"> - 자재·버킷 하부에는 작업자 출입 금지 - 버킷 연결용 유압 커플러에 안전핀 체결 - 수리·점검 시 작업 장치(버킷 등)를 지면에 내려놓거나, 안전지주, 안전블록 등 설치

굴착기로 인양하던 H빔이 떨어져 맞음 재해사례



발생개요

- 1 굴착기로 인양하던 띠장용 H빔이 한쪽으로 기울어짐
- 2 기울어진 H빔을 노동자가 손으로 받들어 줌
- 3 H빔이 굴착법면에 부딪치면서 와이어로프 줄걸이용 빔 클램프에서 탈락



예방대책 준수사항

- 굴착기 목적 외 사용금지
- 굴착 작업반경 내 출입금지
- 굴착 작업반경 내 동시작업 금지
- 작업 지휘자 지정 및 유도자 배치
- 작업 중 운전자 운전석 이탈 금지
- 작업계획서 작성 및 이행

굴삭기 버킷 장착 중 떨어진 버킷에 맞음 재해사례



발생개요

- 우수관로 작업 중 맨홀 터파기면 상부에 놓여있던 굴삭기 버킷을 퀵 커플러에 장착하던 중 버킷이 깊이 2m의 굴착면 바닥으로 굴러 떨어지며 굴착면 바닥에서 맨홀 천공작업 중이던 근로자가 맞음



예방대책 준수사항

- 차량계 건설기계의 수리나 부속장치의 장착 및 제거작업을 하는 경우 그 작업을 지휘하는 사람을 지정하여 작업순서를 결정하고 작업 지휘 (굴삭기의 버킷을 탈·장착을 할 때에는 평탄한 장소에서 실시, 물체가 굴러 떨어질 위험이 있는 굴착면·비탈면 상부에는 자재 등을 놓아두지 않으며, 그 하부에 근로자 출입 금지 조치 실시)

굴삭기 버킷이 굴러 떨어져 부딪힘 재해사례



발생개요

- 철도노반 신설을 위해 굴삭기 버킷을 탈거 후 성토부 선단부에 놓은 상태에서 다른 작업을 위해 굴삭기 후진 중 버킷과 부딪혀 7m 하부 아래로 버킷이 굴러 떨어져 작업자가 부딪힘

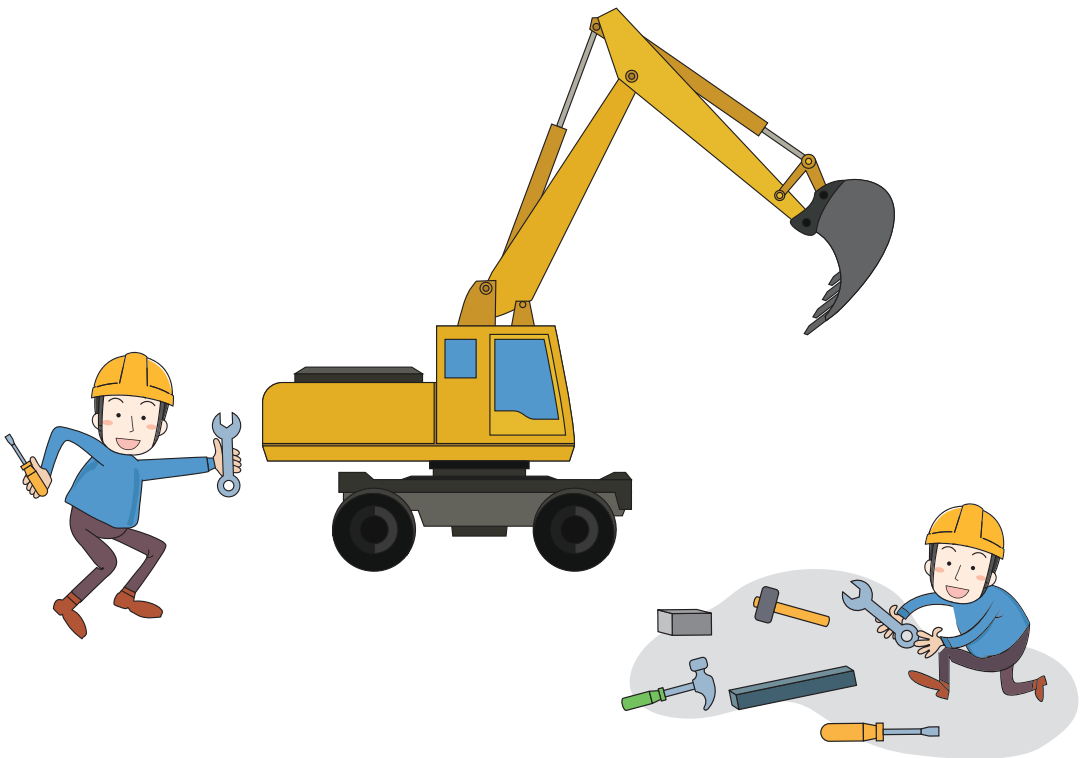
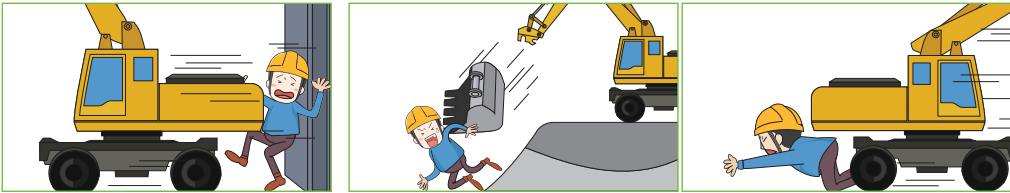


예방대책 준수사항

- 굴삭기 부속장치의 안전한 장소에 보관
- 안전한 작업을 위한 유도자 등 배치

굴착기 작업 시 핵심 위험요인

- ① 굴착기와 작업자 간 부딪힘
- ② 버킷 탈락으로 인한 부딪힘
- ③ 자재 인양 및 버킷 내 근로자 탑승 등 주용도 외 사용 중 떨어짐 및 하물에 맞음
- ④ 경사로를 통해 자재운반 및 이동 중 넘어짐

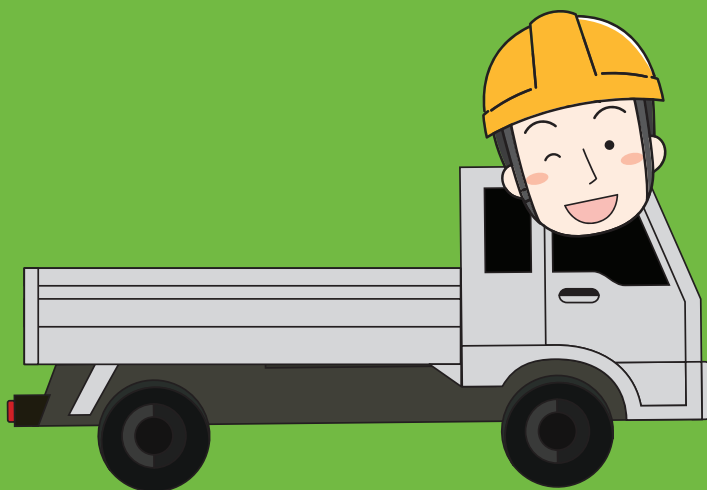


I. 추락

3-7

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

화물자동차



3 (7) 화물자동차

화물자동차 상·하차 작업 중 추락

- ▶ 화물 상·하차 작업 중 ❶ 화물 적재 및 하역 중에 적재함이나 차량 상부, 화물 위에서 추락, ❷ 적재함에 탑승하여 주행 중 추락, ❸ 손상된 짐걸이 로프 작업 중 추락 등으로 인해 사망재해 발생

사고발생 선행요인	재해예방 대책
- 화물자동차 전용 승강설비 없이 승강	- 전용 승강설비 사용
- 불안정한 적재물 위로 승강	- 적재물 승강 철저
- 화물 위에서 이동 및 중량물 취급	- 고소작업에서 중량물 이동 작업 금지
- 적재함에 탑승하여 차량 이동	- 적재함 탑승 제한, 부득이한 경우 방호울 등 추락 방지 조치 후 작업
- 안전모, 안전대 등 보호구 미착용	- 개인보호구 착용 및 관리 감독 철저

중량물을 싣던 중 적재함에서 추락 재해사례



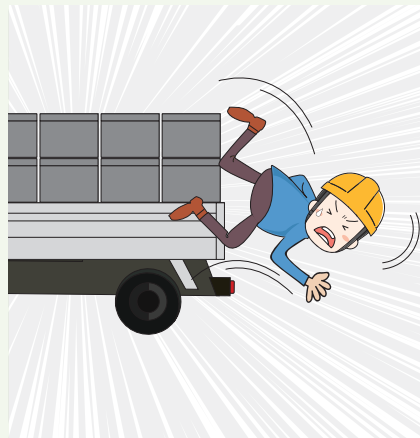
발생개요

- 화물 적재로 적재함 측면이 발 디딜 공간이 협소하여 적재함 이동 중 균형을 잃고 약 1m 높이에서 떨어져 사망



예방대책 준수사항

- 굴적재함 이동통로가 없는 경우 별도 작업 발판 등으로 안전한 작업공간 확보
- 떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 지급 및 착용토록 관리 감독 철저



화물차 적재함 이동 중 추락 재해사례



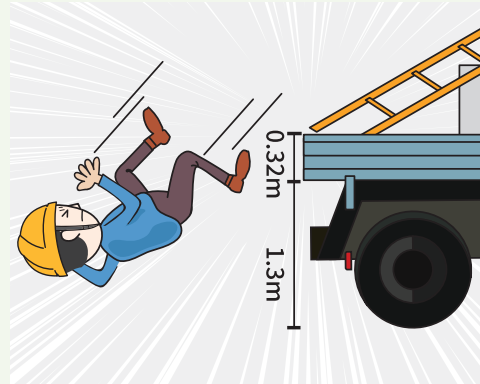
발생개요

- 화물자동차 적재함에서 이동 중 안전모 등 보호구를 착용하지 않은 채 작업 중 1.3m 높이에서 떨어져 사망



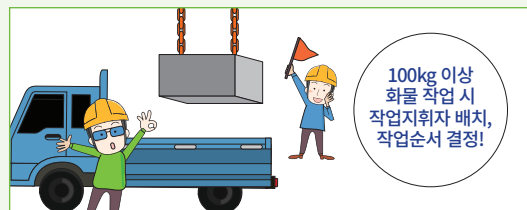
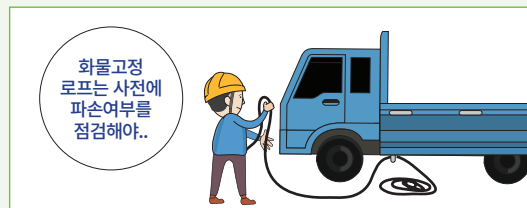
예방대책 준수사항

- 적재함 탑승은 제한하되, 부득이 한 경우 방호울 등 떨어짐 방지 조치 실시 후 작업
- 떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 지급 및 착용토록 관리 감독 철저



기타 상·하차 작업 시 안전수칙

- ▶ 화물 상·하차 지역에는 관계자 외 출입제한 조치 등 유도자를 배치 후 작업
- ▶ 2m 이상 높이에서 작업 시 안전한 승강설비 설치, 떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 착용
- ▶ 화물의 짐걸이용 섬유로프·용구 등은 사전 점검



I. 추락

4

추락 재해예방 보호구



4 추락 재해 예방 보호구

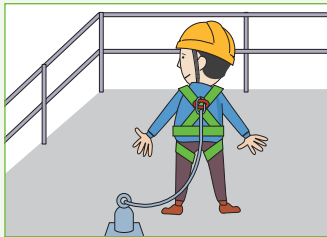
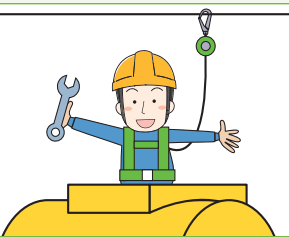
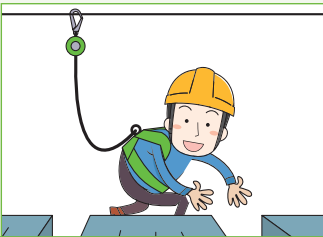
▶ 안전대 착용의 필요성

건축·구조물 등의 추락 위험장소에는 추락 방지 시설 등 적절한 필요 조치를 하지 못할 경우이거나 조치의 구조가 기준에 미달할 경우 또는 난간으로부터 상체를 내밀 경우 등 작업자를 보호하기 위해 안전대 부착설비를 설치하고 안전대를 착용하도록 관리하여야 한다.

추락 위험장소에 대한 안전 시설 필요 조치

장소	추락 위험 지점	필요한 조치
건축·구조물, 작업장, 기계·설비, 작업발판, 통로, 계단, 건널다리	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 떨어질 위험이 있는 <ul style="list-style-type: none"> - 바닥 개구부 - 가장자리 - 슬레이트 등의 재료로 덮은 지붕 위 - 비계 등의 조립·해체 및 변경 등 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 덮개 ▶ 안전난간(손잡이 포함) ▶ 울 또는 방책 ▶ 추락방호망

▶ 안전대 부착설비 및 안전대 착용 사례

구분	고정형	발판이 없는 설비 위	높낮이가 다른 작업장소
작업 모습	 <p>고정형 안전대 설치</p>	 <p>안전블록 오버헤드</p>	
특징 설명	구조물에 고정설치된 안전대 부착설비에 안전대를 체결	작업발판이 설치되지 않은 설비 위에서 작업 시 상부에 안전대 부착설비에 안전블록 안전대 사용	수평으로 높낮이가 다른 설비 위를 이동 하면서 작업 시 상부에 안전대 부착설비에 안전블록 안전대 착용

4 추락 재해 예방 보호구

안전대 부착설비 및 안전대 착용 사례

구분	크레인 주행레일	설비 점검통로	철탑
작업 모습			
형태	1개걸이 수평시스템		추락방지대 수직시스템
특징 설명	난간이 설치되어 있지 않은 크레인 주행레일 점검 시 고정 안전대 부착설비에 1개걸이 안전대를 걸고 작업	통로에 난간이 있으나 개구부가 넓거나 추락 위험이 있어 고정 안전대 부착 설비에 1개걸이 안전대를 걸고 작업	철탑 구조물 통행 시 2점 접촉으로 추락 위험이 있어 철탑 기둥에 설치된 와이어로프에 추락방지대 걸고 작업

안전모의 주요 보호 기능

- ▶ 물체의 떨어짐, 날아옴, 부딪힘으로부터 머리 보호
- ▶ 외부로부터의 충격을 완화하여 머리 보호
- ▶ 전기 작업 시 감전 재해 예방

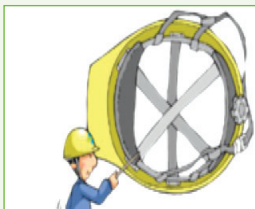
기호	종류
A	낙하방지용
AB	낙하·추락방지용
AE	낙하·감전방지용
ABE	다목적용



NO	명칭	
①	모체	
②	착 장 체	머리받침끈
③		머리고정대
④		머리받침고리
⑤	턱끈	
⑥	챙(차양)	

안전모 사용방법 및 관리

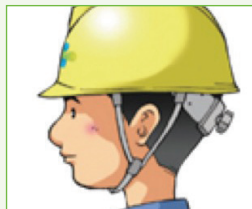
- ▶ 착용체(머리 받침끈·받침대·받침고리) 조절나사로 머리에 맞게 착용
- ▶ 안전모가 벗겨지지 않도록 턱끈을 조임
- ▶ 모체를 유기용제 등으로 닦거나 세척 금지
- ▶ 모체가 충격 받거나 변형 시 즉각 폐기



① 모체, 착용체 및 턱끈의 이상 유무 확인



② 착용체의 머리 고정대 조절



③ 귀 양쪽에 턱끈이 위치하도록 착용



④ 턱끈을 견고히 조여서 고정

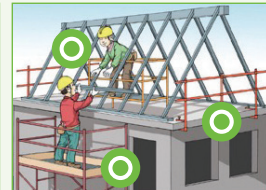
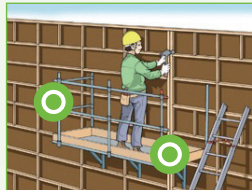
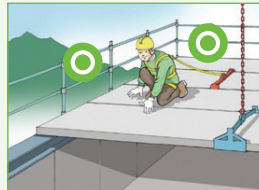
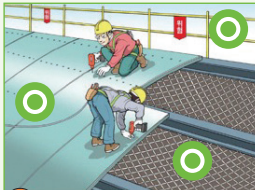
추락 사고 예방! 안전을 위한 당신의 선택은?

① 작업발판 설치 ② 안전난간 설치 ③ 안전모·안전대 착용

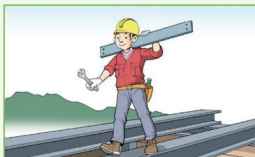


좋은 예

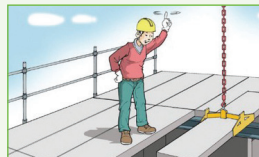
출처 : 세계노동기구(ILO)



나쁜 예



❌ 안전난간, 안전대, 추락방호망



❌ 안전난간, 안전대



❌ 작업발판, 안전난간



❌ 작업발판, 안전난간, 안전모

II. 질식

1

질식개요 및 발생원인



1 질식개요 및 발생원인

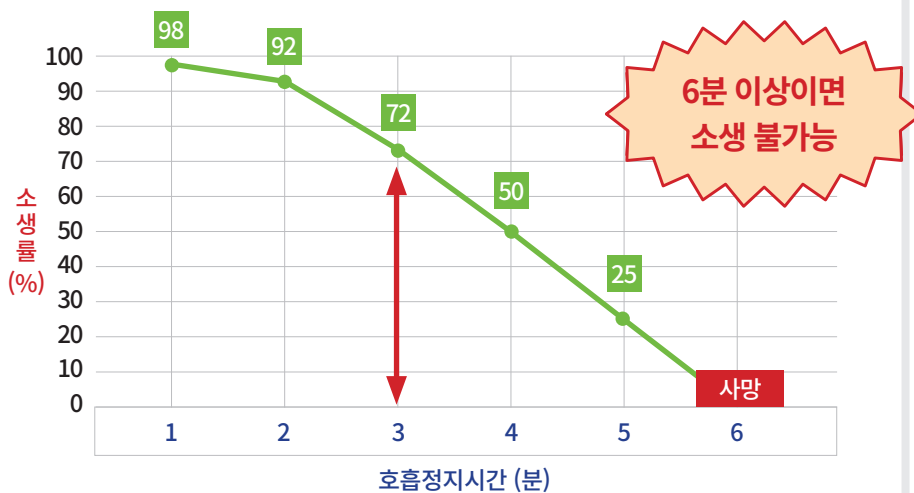
▶ 질식(Asphyxia)이란?

- ▶ 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



1 질식개요 및 발생원인

산소결핍

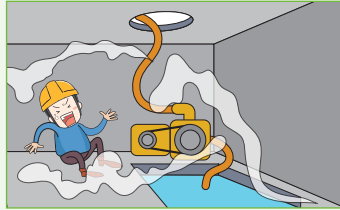
- ▶ **산소결핍** : 공기중의 산소 농도가 **18% 미만인 상태**
- ▶ **산소결핍증** : 산소가 부족한 공기를 호흡함으로써 생기는 증상

산소농도별 신체 영향 및 증상					
					
산소농도 18% 이상 안전한계	산소농도 16% 호흡 및 맥박의 증가, 두통, 메스꺼움	산소농도 12% 어지러움, 구토, 근력저하, 추락	산소농도 10% 안면창백, 의식불명, 기도폐쇄	산소농도 8% 실신, 혼절 (8분 이내 사망)	산소농도 6% 순간실신, 호흡정지, 경련 (5분 이내사망)

산소결핍이 발생하는 이유는? (미생물 호흡작용 H₂S 발생기전)

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

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.

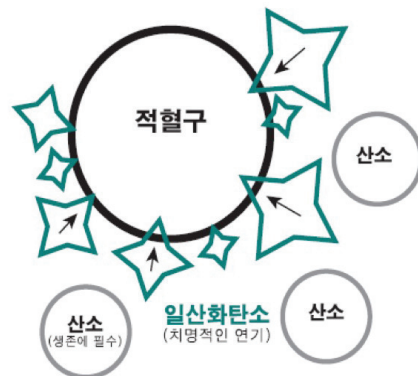
일산화탄소(CO) 중독 발생 기전

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



1

질식개요 및 발생원인

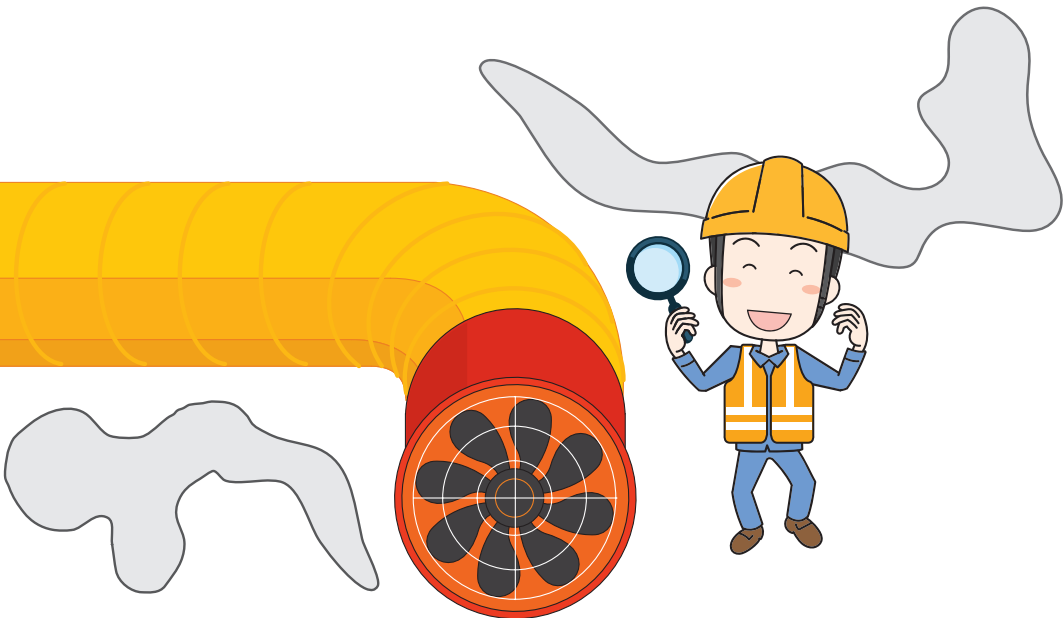
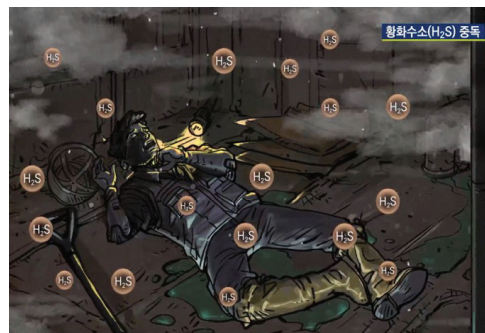
황화수소(H_2S) 중독 발생기전

황화수소 특성

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

황화수소 중독 기전

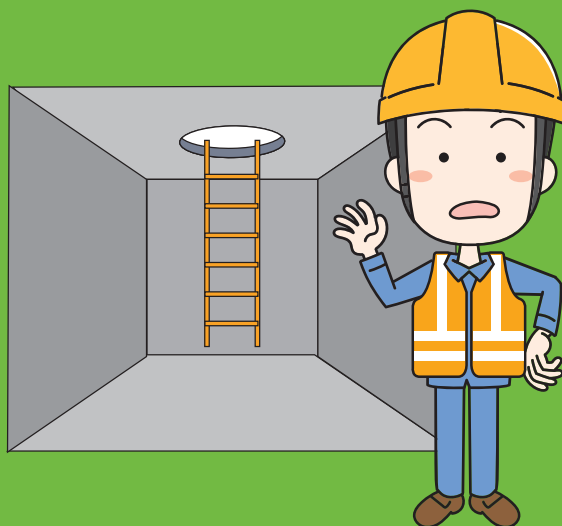
- ▶ 몸 속 세포 호흡에 관여하는 미토콘드리아에 붙어 산소 호흡을 방해하는 화학적 질식제 역할
 \Rightarrow 세포에 산소 전달이 안되어 즉사



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



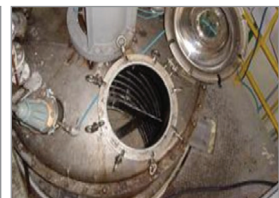
곡물 저장 창고 & 사일로



냉동 컨테이너



반응기



II. 질 식

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. 질 식

4

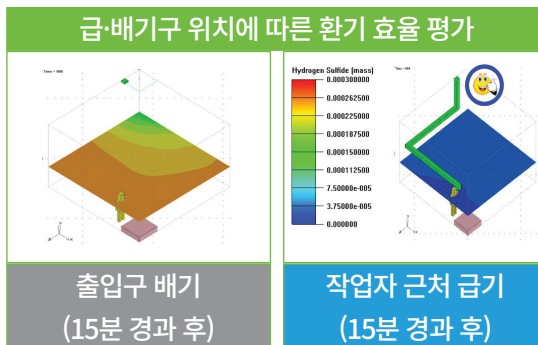
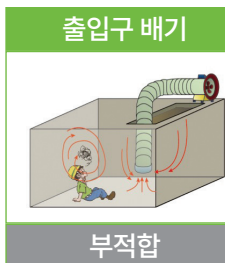
밀폐공간 질식재해 예방 대책



4 (1) 환기

▶ 밀폐공간 출입구 구조 등 유형별 환기

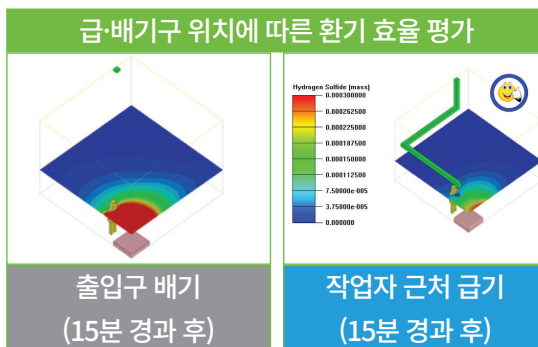
「맨홀 정도의 출입구만 가지는 공간」 환기(급기)



작은 맨홀 정도의 출입구만 가지는
밀폐공간의 환기를 위해서는

작업자 근처 급기만 효과적임!

「한 면이 개방된 밀폐공간」 환기(급기)



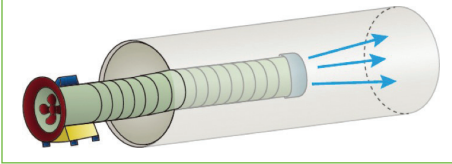
한 면이 개방된
밀폐 공간의 환기를 위해서는

작업자 근처 급기만 효과적임!

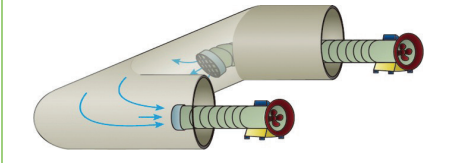
밀폐공간 출입구 구조 등 유형별 환기

「양 면이 개방된 배관」 환기

일자형 배관일 경우

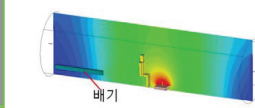


배관의 구조가 복잡한 경우

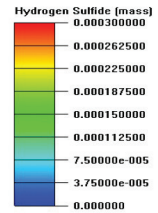


급·배기구 위치에 따른 환기 효율 평가

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

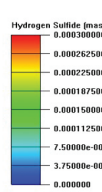
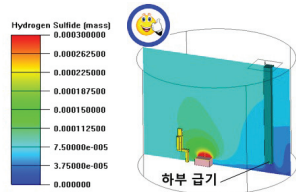
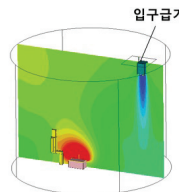
출입구 근처 급기



탱크 하부 급기



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)**

4 (2) 농도 측정

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

산소 및 유해가스 농도 측정 방법

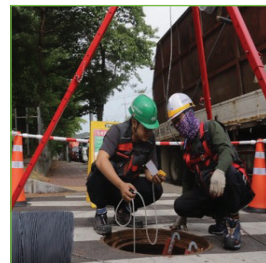
- ▶ 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정
(작업장소에 대해 수직 및 수평방향으로 각각 3개소 이상 측정)
- ▶ 탱크 등 깊은 장소의 농도를 측정 시에는 고무호스나 PVC로 된 채기관으로 측정
(채기관은 1m 마다 작은 눈금으로, 5m 마다 큰 눈금으로 표시)



혼합가스농도측정기

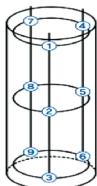


채기관(커넥터 및 눈금 표시)



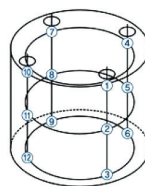
밀폐공간 유형별 측정 지점

좁은 원형 맨홀인 경우



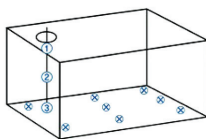
원칙적으로
3가지 깊이로
각 3개소 측정

넓은 원형 맨홀인 경우



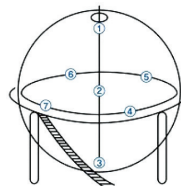
전 맨홀의 밑을
3가지 깊이로 측정

장방형 공간인 경우



우선 맨홀의 바로 밑
① ~ ③을 측정하고
× 는 공기호흡기 등을
장착하고 측정

구형 공간인 경우



정상의 맨홀
바로 밑 3점과
적도상의 샘플링
구멍을 측정

4 (3) 보호장비

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

기타 안전장비

재해자 구조장비



그네식 안전대



충격흡수장치



구명밧줄



구조용 삼각대



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

밀폐공간 작업관리

관리자와 출입금지, 허가서 발급, 감시인 배치 등



관계자와 출입금지



작업허가서 발급



연락체제 구축



감시인의 배치



출입인원(작업인원)의점검



긴급 구조 훈련

▶ 밀폐공간 작업관리

재해자 구조요령

- ❶ 재해자 발생 시 119 연락 또는 주변 동료 작업자에게 요청
(주변에 자동심장충격기가 비치되어 있는 경우 함께 요청)
- ❷ 환기 실시, 공기호흡기·송기마스크 착용 후 구조 (방독·방진마스크 불가)
※ 아무리 급해도 재해자를 구하기 위해 안전조치 없이 밀폐공간 내로 들어가선 절대 안됨!!!
- ❸ 얼굴과 가슴을 관찰하여 호흡이 있는지 확인
- ❹ 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
- ❺ 회복 자세(호흡이 회복되었으면 옆으로 돌려 눕혀 기도막히는 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-293

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 [건설업 재해 예방]

산업재해예방

안전보건공단



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



공공누리

공공 저작물 자유이용허락



2021 안전보건 교재
온라인 설문조사 바로가기