

軍

건설현장 안전관리 교안

공종별 재해예방 교육

軍

건설현장 안전관리 교안

공종별 재해예방 교육

1.	철거 및 해체 공사	06
	가설구조물 설치 작업 / 석면 해체·제거 작업 / 살수 작업자 및 신호수 조적벽체 철거 작업 / 철거 중 무너짐 예방 / 철거·해체 장비 작업 폐기물 및 잔재물 정리 작업	
2.	굴착 및 기초 공사	26
	작업장 통로 / 굴착작업 / 흙막이 가시설 설치작업 / 기초공사 차량계 하역운반기계 작업 / 화재·폭발 위험장소에서의 작업 소음 발생 작업	
3.	가설전기 공사	46
	수전설비 안전관리 / 배·분전반 안전관리 / 이동전선(케이블) 안전관리 임시조명 안전관리 / 이동식 발전기 안전관리 / 전기기계·기구 안전관리 감전사고 발생 시 응급조치	
4.	가설구조물 공사	62
	가설통로 / 안전가시설 / 강관비계 / 시스템비계 / 달비계	
5.	철근콘크리트 공사	80
	자재(거푸집, 철근, 콘크리트) 반입·가공 작업 / 자재 운반·인양 작업 거푸집 동바리 및 거푸집 조립·해체 / 철근 조립 및 설치 작업 콘크리트 타설 및 다짐 작업 / 콘크리트 양생 작업	



6. 철골조립 공사 94

작업장 바닥, 통로 등에서의 위험관리 / 철골 부재 반입 및 운반
철골 부재 인양 및 조립 / 크레인 양중 작업 / 줄걸이 취급 작업
데크플레이트 설치 작업 / 내화피복 작업

7. 건설기계사용 공사 110

차량계 건설기계 작업 / 굴착기 / 이동식 크레인 / 트럭식 건설기계
고소작업대 / 지게차 / 기타 건설기계 및 장비 작업

8. 건축설비 공사 132

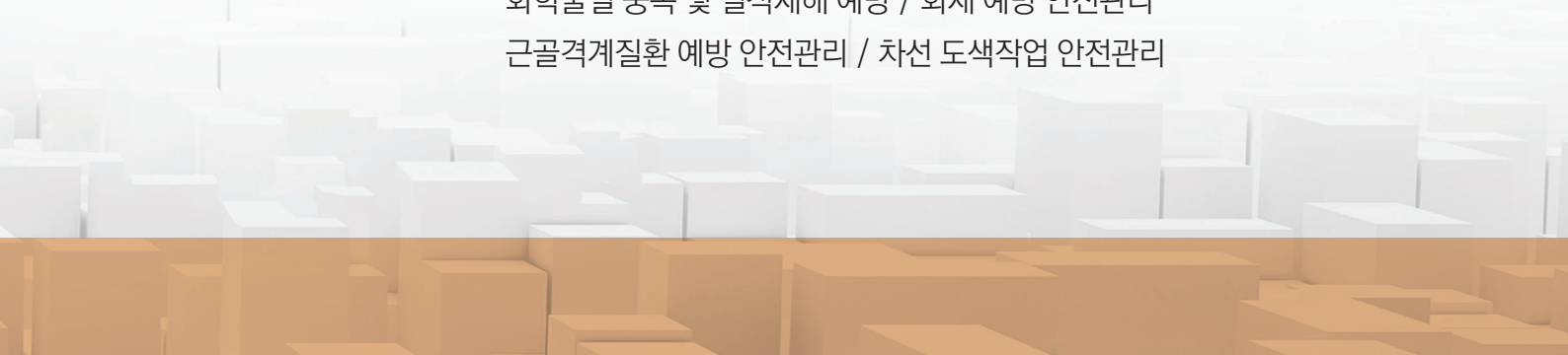
자재 반입 및 운반작업 / 자재 가공 작업 / 덕트 설치 작업
슬리브 설치 작업 / 배관 설치 및 용접 작업 / 수압시험
전기기계 및 기구 취급 작업

9. 마감 및 보수 공사 148

외부 마감 공사 / 교체, 수리, 보수 작업 / 내부 칸막이, 천장 판넬 설치
외부 벽체, 지붕 판넬 설치 / 지붕 및 천장 위 작업
이동식 전기기계 및 기구 취급 작업 / 고속절단기 등 사용 작업

10. 도장 공사 162

작업 발판 안전관리 / 이동식비계 및 사다리 안전관리
화학물질 중독 및 질식재해 예방 / 화재 예방 안전관리
근골격계질환 예방 안전관리 / 차선 도색작업 안전관리







1

철거 및 해체 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[철거 및 해체 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

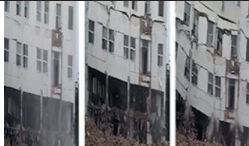


- 「해체 공사」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 작업별 개요
- 「세부 작업별」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 사고사례 (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 체크리스트
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「해체 공사」의 개요 및 특성 (1/5)



● 해체 공사의 개요

- 건설공사 **패러다임 변화** : 신축 ⇨ **노후 건물 재건축, 리모델링 위주**
- 해체공법 구분 : **기계식 공법**(재해 위험 높음) 또는 **발파 공법**
- 기계식 공법의 종류 : **건축물의 높이, 층수에 따라 결정**

공법	정의	특징 및 적용 사례
전도 (전체, 부분)	<ul style="list-style-type: none"> · 철골/철콘 기둥 하부를 파쇄/절단 · 전도모멘트를 이용하여 전도 시킴 	<ul style="list-style-type: none"> · 파편 비산거리 및 방향 예상 어려움 · (전체 전도 시) 위험성이 높음 · 먼지, 소음이 심함 
브레이커 (굴착기 +브레이커)	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 구조물 해체에 적용 · 유압 압축력으로 대상을 타격 	<ul style="list-style-type: none"> · 진동이 심하고 상부 구조물 타격 시 붕괴위험 높음 · 소음문제로 도심지 적용 곤란 
압쇄 (굴착기 +압쇄기)	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 구조물 해체에 적용 · 유압을 이용하여 콘크리트 압쇄 	<ul style="list-style-type: none"> · 소음/진동이 적어 도심지에 적용 · 가장 많이 사용, 작업효율이 우수 · 살수 작업자 재해 발생에 유의 

「해체 공사」의 개요 및 특성 (2/5)

○ 기계식 공법의 종류(계속)

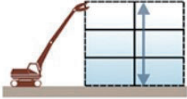
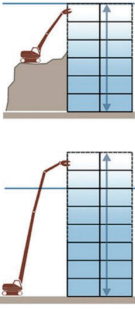
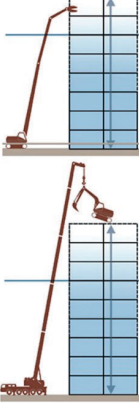
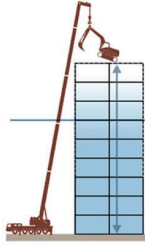
공법	정의	특징 및 적용 사례
절단 (굴착기 +빔 커터)	<ul style="list-style-type: none"> · 철골 구조물 해체에 적용 · 유압 압축력으로 H빔 등을 절단 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업효율이 매우 우수 · 작업 전 절단 순서를 명확히 해야함 
절단 (와이어 쏘 / 콘크리트 컷팅기)	<ul style="list-style-type: none"> · 와이어(쏘/다이아몬드)를 대상물에 감싼 후 고속회전으로 절단 · 컷팅기는 회전날을 대상물에 직접 대고 절단 	<ul style="list-style-type: none"> · 진동이 거의 없고 절단면이 깨끗함 · 작업 전 대상물 결속이 중요 

● 해체 공사의 특성

- 대부분 3억원이하(해체 사망사고의 50%이상) **소규모 현장으로 안전관리 소홀**
- 사전작업 성격으로 안전절차 및 기술적인 검토 소홀의 우려
- 주변인 또는 **주변 구조물에 피해에 주의 필요**
- 위험작업(고소작업, 중량물 취급, 중장비 사용)이 많아 **사망재해 비중이 높음**

「해체 공사」의 개요 및 특성 (3/5)

● 해체 공사 적용 공법 예시

층 수	3층 이하	4~5층	6~10층	11층 이상
적용 공법				
	· 지상에서 굴착기를 이용	· 성토작업 후 굴착기 이용 · 롱붐암 장비 이용	· 롱붐암 장비 이용 · 굴착기를 건축물에 탑재	· 굴착기를 건축물에 탑재

* 작업 준비 시 기술적 검토를 통해 **현장상황에 적합한 해체 장비를 선정하는 것이 중요**

「해체 공사」의 개요 및 특성 (4/5)

● 해체 공사의 유의사항

① **즉흥적인 작업:** 구체적인 검토 없이 즉흥적인 지시와 현장 경험 기준으로 진행



② **공기 부족:** 사전 작업의 성격을 띠고 있어 본 공사 착공 전에 작업 완료



③ **작업 계획서 미준수:** 잭서포트 미설치 및 즉흥적인 공법 변경



④ **일용직 비율:** 일용직 비율이 높아 인적 변동성이 매우 높음



「해체 공사」의 개요 및 특성 (5/5)

● 해체 공사의 **작업순서 및 안전요건**



산업재해 발생 유형 분석 (1/2)

● 해체 공사 재해의 특징

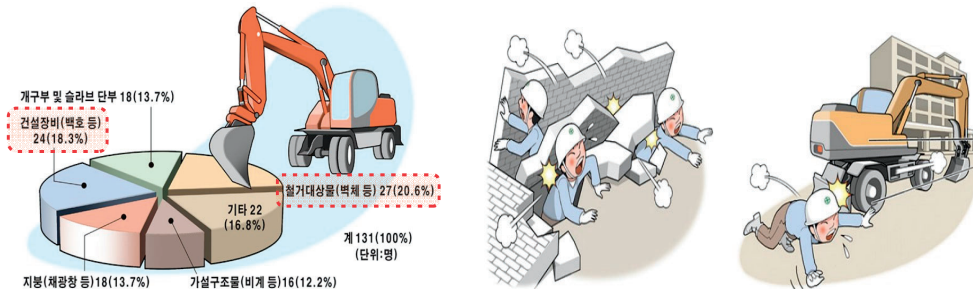
○ 최근 5년 전체 건설업 사망재해(1,908명) 중 **6.9%**(131명) 점유

구분	5년 평균	2020년	2019년	2018년	2017년	2016년	계
건설업	382	319	348	366	433	442	1,908
철거·해체·정리 작업	26 [6.9%]	24 [7.5%]	16 [4.6%]	24 [6.6%]	30 [6.9%]	37 [8.4%]	123,802

○ 고용형태 중에는 **일용직**(112명) 재해 **비중(85%)**이 월등히 높음

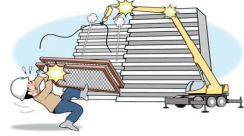
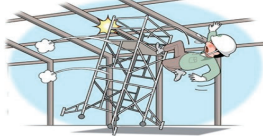


○ 발생형태 : **떨어짐**(54.2%) >> 무너짐(10.7%) > 맞음(10.7%) > 깔림(7.6%)

○ 기인물 : **철거대상물** > 건설장비 > 개구부/단부 > 지붕 > 가설구조물



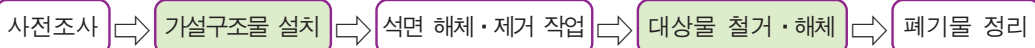
산업재해 발생 유형 분석 [2/2]

● 해체 공사에서 주로 발생한 재해

구분	재해유형	사고 사례
가설 구조물	<ul style="list-style-type: none"> · 비계용 자재 하역 작업 중 부딪힘 또는 깔림 · 벽이음재 미설치로 외부 비계 무너짐 · 낙하물 방지망 설치/해체 작업 중 떨어짐 · 비계 설치/해체 작업 중 고압선에 접촉 사고 	
석면해체 제거작업	<ul style="list-style-type: none"> · 보호구 착용 미흡으로 비산되는 석면 흡입 · 이동식 비계 및 사다리 이용하여 철거 작업 중 떨어짐 · 지붕 철거 작업 중 떨어짐 	
대상물 철거작업	<ul style="list-style-type: none"> · 건물 장비 탑재 후 슬라브 철거 중 무너짐 · 수공구 이용 벽체 철거 중 무너짐 · 철거 근로자가 투하구, 개구부 및 단부에서 떨어짐 · 용단 작업 중 불티가 가연성 자재에 옮겨 붙으며 화재 	
폐기물 정리	<ul style="list-style-type: none"> · 재활용 처리 크레인으로 반출작업 중 폐기물에 깔림 · 암롤(Armroll)박스 위에서 폐기물 정리 중 추락 	

주요 공정 및 작업별 개요 [1/6]

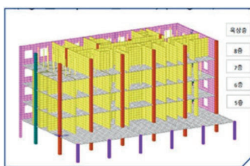
● 해체 공사의 주요 공정



● 작업별 개요 및 세부 순서

① 사전조사

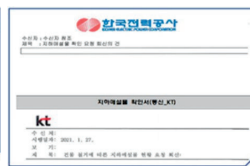
대상물 조사	대상물 주변조사
<ul style="list-style-type: none"> · 건물개요 확인, 건축도면 및 구조계산서 확보 · 철거/해체 작업 중 탈락 위험이 있는 마감재 조사 · 내력벽 및 비내력벽 위치 확인 · 석면함유 여부, 가연성, 폭발성 위험물질 확인 	<ul style="list-style-type: none"> · 지하매설물 확인 : 전기, 상하수도, 도시가스, 통신 · 주변 건축물 개요 및 이격거리 확인(안전성 확인 포함) · 충전선로 확인 및 방호덮개 설치 · 보행자통로 및 차량이동 확인



<구조도면 및 내력벽>



<석면조사 결과서>



<지하매설물 확인>

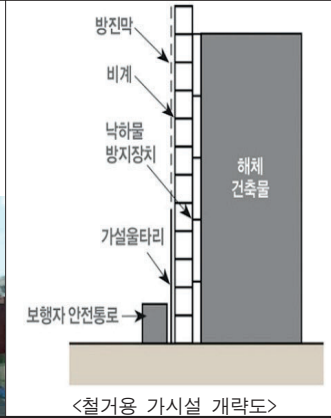
323 건물 계속 결과				324 중대재난 예방 결과			
구분	평가항목	소점	점수	구분	평가항목	소점	점수
323	지하매설물 안전성	22.673	-	324	중대재난 예방	20.000	-
	주변 건축물 안전성	20.000	-		주변 건축물 안전성	20.000	-
	충전선로 안전성	23.327	-		충전선로 안전성	23.327	-

<주변건축물 안전성>

주요 공정 및 작업별 개요 [2/6]

② 가설구조물 설치

- 비산먼지 방지
- 낙하물/추락 방지
- 보행자 안전통로
- 강관파이프 / 비계 구조
- 임시로 설치, 공사 후 철거



<철거용 가시설 개략도>



① 차량 자재 운반



② 자재 하역



③ 충전선로 방호조치



④ 가설구조물 설치

주요 공정 및 작업별 개요 [3/6]

③ 석면 해체·제거 작업



경고판설치



위생설비 설치



비닐 보양



음압기 설치



습윤제살포



해체·제거(텍스)



해체·제거(슬레이트)



고착제 살포



임시폐기물보관



폐석면 반출



진공청소



공기질 측정

주요 공정 및 작업별 개요 [4/6]

④ 대상물 철거·해체 작업

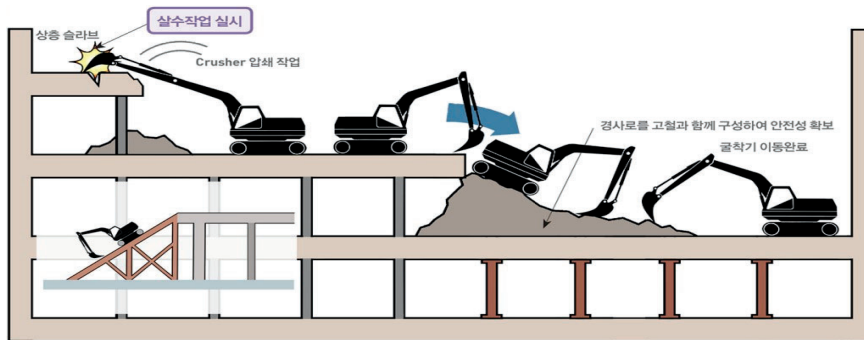
· 차례 : 위층 ⇨ 아래층

· 부재별 순서



주요 공정 및 작업별 개요 [5/6]

· 슬래브 해체 진행도



· 콘크리트 컷팅기 및 와이어 소를 이용한 철거



주요 공정 및 작업별 개요 [6/6]

⑤ 폐기물/잔재물 정리 작업



폐기물 분리



폐기물 반출



장비 반출



세부 작업별 안전관리 실무

- 가설구조물 설치 작업
- 석면 해체 · 제거 작업
- 살수 작업자 및 신호수
- 조적벽체 철거 작업
- 철거 중 무너짐 예방
- 철거 · 해체 장비 작업
- 폐기물 및 잔재물 정리 작업

가설구조물 설치 작업의 안전관리 (1/3)

● 가설구조물(철거용) 설치의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 비계의 작업발판 단부 안전난간 미설치로 작업 중 추락 • 비계 조립 해체 시 고압선에 접촉되어 감전 위험 • 미인증 안전방망 설치로 인한 떨어짐 위험 • 추락방호망을 밀실하게 설치하지 않아 개구부로 추락 • 작업발판 간 이동통로에 안전조치 미흡으로 추락 	<ul style="list-style-type: none"> • 견고한 구조의 작업발판 사용 및 단부에 안전난간 설치 • 가공전로를 이설하거나 절연용 방호구를 장착 조치 • 추락방호망, 낙하물방지망은 반드시 인증제품을 사용 • 비계의 기둥과 구조물사이 가급적 30cm이하로 관리 • 발판 간 이동을 위해 승강설비(가설계단, 사다리 등) 설치

● 가설구조물(철거용) 설치의 사고사례

• 가림막 결속선 작업 중 추락

약 5m 높이의 강관비계 수평재 위에서 가림막을 결속선을 이용하여 묶는 작업 중 몸의 중심을 잃고 떨어짐(사망)



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 추락방지조치 미실시 • 관리감독자의 유해위험방지 업무 미실시
예방 대책	<p>⇒ 추락방지시설 설치 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가림막 설치 시 고소작업대(스카이/렌탈)를 이용 - 승강설비와 작업발판을 확보한 상태에서 작업 - 장비 불가 시 작업발판 및 안전난간 설치 <p>⇒ 관리감독자의 유해위험방지 업무 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> - 관리감독자가 작업방법 및 근로자 배치를 결정 - 작업자의 안전대 체결 유무 감시활동 철저 - 작업범위와 절차를 근로자에게 충분히 주지

- 17 -

가설구조물 설치 작업의 안전관리 (2/3)

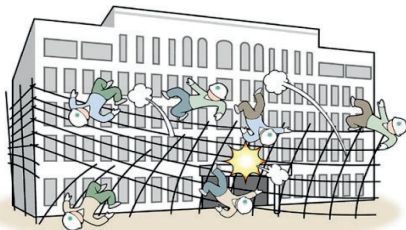
● 가설구조물(철거용) 설치의 사고사례(계속)

• 외부 비계 해체 중 고압선 접촉으로 추락



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 충전전로의 접근방지 및 방호조치 미실시 • 떨어짐 방지 조치 미실시 및 개인보호구 미착용
예방 대책	<p>⇒ 충전전로 접근방지 조치 및 방호조치 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> - 충전전로 인근 작업 시 대지전압이 50kV이하인 경우, 최소 3M이상 이격거리 유지 - 감전위험 시 충전전로를 방호/차폐, 절연 조치 <p>⇒ 떨어짐 방지 조치 및 개인보호구 착용 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고소작업(2M이상) 시 안전대 지급/착용 조치

• 벽이음 없이 해체 작업 중 비계 붕괴



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 강관비계 조립 시의 안전기준 미준수 • 비계 해체작업 방법 불량
예방 대책	<p>⇒ 강관 비계 조립 시의 안전기준 준수</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수직/수평방향 5M이내 마다 벽이음 설치 - 수직/수평 10M간격으로 교차가새 보강 <p>⇒ 비계 해체작업 방법 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> - 벽이음재는 해체순서에 맞게 단계적으로 해체 - 해체 중 한쪽 면에 작업자가 밀집되어 비계 기둥 간 400kg을 초과하지 않도록 통제

- 18 -

가설구조물 설치 작업의 안전관리 (3/3)

● 가설구조물(철거용) 설치의 안전점검 체크리스트

· 강관비계 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	강관비계 자체는 성능시험기준에 적합한 제품인가?	
2	비계 기둥(1.85m 이하, 띠장2m 이하) 등 부재의 설치 간격은 적정인가?	
3	비계 벽 이음은 전용 철물로 가로 5m, 세로 5m 이내로 설치하였는가?	
4	높이 31m 초과시 브래킷을 설치하거나 비계 기둥을 2분으로 보강하였는가?	
5	비계 기둥 하부에 침하 방지조치(다짐, 버림 콘크리트 타설 등) 하였는가?	
6	개인보호구(안전대, 안전모 등)를 착용하고 작업하는가?	
7	비계 주변에 고압선이 있는 경우 최소이격거리(3m 이상)를 유지하거나 절연용 방호구를 설치하였는가?	
8	작업을 위한 기상상태는 적정인가?	

· 추락방호망, 낙하물방지망 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	추락방호망, 낙하물방지망은 성능시험기준에 적합한 제품인가?	
2	추락방호망, 낙하물방지망은 높이 10m 이내마다 설치하였는가?	
3	방망은 빈 공간이 발생하지 않도록 밀실하고 견고히 설치하였는가?	
4	방망의 점검 결과 손상, 파손된 경우 신속으로 교체하거나 보수하여 사용 하는가?	
5	낙하물 방지망 지지 간격재의 인장강도는 15KN 이상인가?	
6	방망에 적치되어 있는 낙하물은 제거하였는가?	
7	방망사의 그물코는 가로, 세로 2cm 이하이고, 최하단 방지망에 그물코의 크기가 0.3cm 이하인 망을 추가로 설치하였는가?	
8	설치·해체 시 안전대 등 개인보호구를 지급·착용하고 있는가?	

· 절연용 방호구



석면 해체·제거 작업의 안전관리 (1/5)

● 석면 해체·제거 작업의 위험요인과 재해예방

유해·위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 석면분진이 작업 구역 외부로 확산 위험 · 작업자가 해체/제거 중 발생하는 석면분진 흡입 위험 · 말비계, 사다리, 이동식 비계 사용 중 떨어질 위험 · 지붕 슬레이트 해체작업 중 슬레이트 파손으로 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업구역에 관계자 외 출입금지 조치 실시 · 해체작업자 개인보호구 지급 및 착용 상태 감시 (특등급 방진마스크, 고글, 보호복, 보호장갑, 보호신발 등) · 이동식사다리 통로로만 사용 / 개인보호구 지급 · 지붕 가장자리 안전난간 또는 추락방호망 설치 · 채광창에 견고한 구조의 덮개 / 작업발판 설치

○ 석면 : 1급 발암물질로 함유량 1%이상 시 취급제한 물질로 관리

* 흡입 시 폐암, 폐증, 늑막/흉막에 악성종양 유발 / 작업환경측정 대상 물질

○ 석면 함유 건축재료 등(기계실/보일러실 펌프 연결배관 실링재에도 일부 포함)



502
석면취급/해체
작업장
관계자의 출입금지
석면 취급/해체 중
보호구/보호복 착용
흡연 및 음식물
섭취 금지



지붕 채광창 안전덮개 및 설치 예시

석면 해체·제거 작업의 안전관리 (2/5)

● 석면 해체·제거 작업의 주요 안전조치



석면 해체·제거 작업의 안전관리 (3/5)

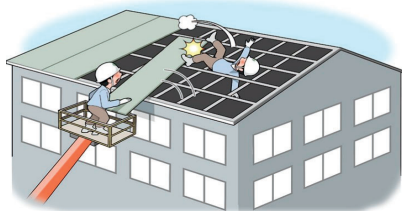
● 석면 해체·제거 작업의 사고사례

· 지붕마감재 파손으로 추락



원인	· 지붕 위에서의 추락 위험 방지조치 미실시
예방 대책	⇒ 추락 위험 방지조치 철저 - 폭 30cm이상의 발판을 설치 - 지붕 하부에 추락방호망을 설치

· 해체된 지붕 개구부로 추락



원인	· 지붕 위에서의 추락 위험 방지조치 미실시
예방 대책	⇒ 추락 위험 방지조치 철저 - 지붕 하부에 추락방호망을 설치 - 추락방호망 설치 불가한 경우, 지붕 위에 안전대 부착설비 설치 및 안전대 지급 후, 작업/이동 시 안전대 유지 여부 감독

석면 해체·제거 작업의 안전관리 (4/5)

● 지붕작업 시 추락사고 예방



- 1 안전대 부착설비, 가설통로 및 추락방지망 설치
- 2 지붕의 형태, 구조를 파악하고 목재 등의 부식여부 확인
- 3 가설통로 설치, 작업 계획서 작성 및 교육으로 안전한 이동경로 준수

석면 해체·제거 작업의 안전관리 (5/5)

● 석면 해체·제거 작업의 안전점검 체크리스트

· 석면 안전 작업 체크리스트

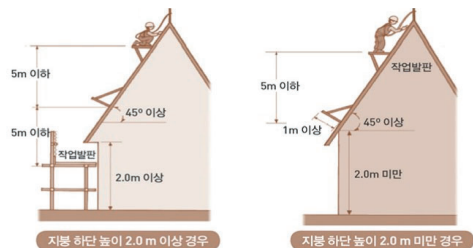
순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	석면해체·제거 작업 현장의 밀폐보호 조치는 적정한가?	
2	관계자 외 출입금지 경고표지 및 흡연·음식을 섭취 등의 금지표지를 설치하였는가?	
3	개인보호구 지급 및 착용하였는가?	
4	위생설비 설치 및 사용은 적정한가?	
5	비산방지를 위한 습식작업은 적정한가?	
6	석면 잔재를 흘날림 방지 및 잔재를 처리는 적정한가?	
7	실내 작업 시 밀폐 장소의 음압은 유지하는가?	
8	추락 재해를 위한 안전조치는 적정한가?	

· 지붕 안전 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	지붕 진입을 위한 승강설비*는 설치되어 있는가? * 고정식 사다리, 워킹타워, 고소작업대	
2	지붕 위 특정지점에 자재를 집중 또는 과적하지 않았는가?	
3	취약한 지붕재(슬레이트, 선라이트 등)에 추락방호 조치(방판, 안전덮개, 추락방호망, 안전대 착용 등 안전조치)가 되어 있는가? * 채광창을 가로질러 설치하는 것으로 방지해야 하며, 이동 작업 중 모르고 밟을 경우 추락을 방지할 수 있는 설비	
4	지붕 단부에 추락방호 조치(안전난간, 추락방호망, 안전대 착용 등 안전조치)가 되어 있는가?	
5	개인보호구(안전대, 안전모 등)를 착용하고 작업하는가?	
6	슬레이트, 선라이트 지붕의 노후상태는 확인하였는가?	
7	지붕위 작업 시 가풍전선에 접촉위험은 없는가?	
8	지붕위 작업을 위한 기상상태는 적정한가?	

· 지붕보호벽 : 지붕경사 45° 이상인 경우

- 안전대 길이용 로프 지지력 : 8.0KN 이상
- 안전대 길이용 (와이어/마닐라/밴드)로프 항상 긴장
- 수직보호망 높이 : 1.0M 이상
- 수직보호망 지지력 : 7.5KN 이상
- 작업자와 보호망 최대 높이 : 5M 이하

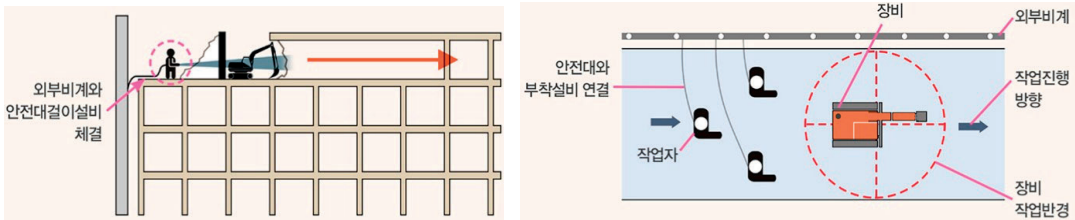


살수 작업자 및 신호수의 안전관리 (1/3)

● 살수 작업자 및 신호수의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 굴착기의 회전하는 붐대에 맞거나 건물과 굴착기 사이 협착 압쇄기 등으로 철거된 파편에 맞거나 깔림 위험 근로자가 이동 및 작업 중 개구부 및 단부에서 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 충분한 안전거리 확보하고 살수 작업 실시 파편 비래 위험지역은 출입금지 구역으로 설정 살수 작업자와 건설기계 운전자의 의사소통 체계 확립 개구부 방호조치 실시

● 살수 작업자 및 신호수의 주요 안전조치



- 살수 작업자, 신호수 등 현장 내 **안전한 이동 통로 확보**
- 잔재를 낙하에 따른 작업자 출입 통제 실시
- 살수 작업자, 신호수 등 현장 내 **단부 및 개구부 추락에 대한 안전 대책 수립**

살수 작업자 및 신호수의 안전관리 (2/3)

● 살수 작업자 및 신호수의 사고사례

- 살수 작업 중 건물 단부에서 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 추락의 방지조치 미실시 · 살수작업자 및 유도자 안전통로 미확보 · 관리감독자의 유해위험방지 업무 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> → 추락의 방지조치 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 구조물 가장자리 작업 시 추락방호망 설치 * 불가 시 안전대 부착설비 + 안전대 지급/착용 → 살수작업자 및 유도자 안전통로 확보 → 관리감독자의 유해위험방지 업무 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 관리감독자가 작업방법 및 근로자 배치를 결정 - 작업자의 안전대 체결 유무 감시활동 철저

- 살수 작업 중 해체물에 **부딪힘**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 낙하물 등에 의한 위험방지 미조치 · 관리감독자의 유해위험방지 업무 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> → 낙하물 등에 의한 위험방지 조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 해체를 낙하 위험있는 경우 방호설비 설치 - 해체를 비래 위험지역의 출입금지 조치 → 관리감독자의 유해위험방지 업무 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 관리감독자가 작업방법 및 근로자 배치를 결정 - 작업자의 안전대 체결 유무 감시활동 철저

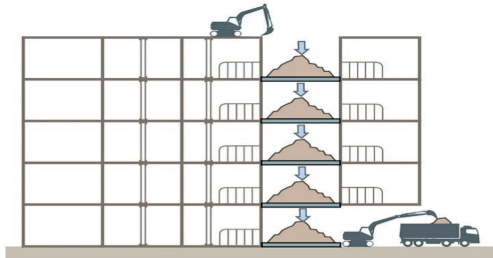
살수 작업자 및 신호수의 안전관리 [3/3]

● 살수 작업자 및 신호수의 사고사례(계속)

· 신호수 인양물 신호 중 투하구로 떨어짐



원인	· 개구부(폐기물 투하구) 방호조치 미실시
예방 대책	⇒ 폐기물 투하구에 대한 방호조치 철저 - 폐기물 투하구 덮개 또는 안전난간 설치 - 장비 철거 층에는 근로자 출입을 금지 - 하부층은 투하구 내 안전난간 및 수직보호망 설치를 통해 2차 재해를 예방 - 낙하물 우려지역은 방호설비 또는 출입금지 조치



<투하구와 하부층 안전조치>



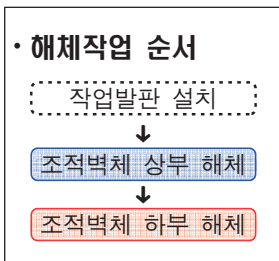
<고압살수기 및 살수작업>

조적벽체 철거 작업의 안전관리 [1/2]

● 조적벽체 철거 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 조적 벽체 무너짐에 의한 깔림 위험 · 콘크리트 엔진 컷팅기 등 사용 시 베임 위험 · 말비계, 이동식 비계 상부에서 작업 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 해체계획서의 부위별 해체순서(상부→하부)를 준수 · 벽체 넘어짐 위험구간 타 작업자 출입을 통제 · 컷팅기 사용할 경우 반드시 날 접촉예방장치 설치 · 비계 최상부에 안전난간 설치, 아웃트리거 설치(전도방지)

○ 조적벽체의 무게 산출(예시 : 1.0B, 2면 18mm 미장 기준, ㎡ 당 457kg(=298+96+63))



0.00033㎡ : 1매당 몰탈 부피(표준품셈 기준)
 1,950kg/㎡ : 조적용 레미탈 단위중량
 1,750kg/㎡ : 미장용 레미탈 단위중량



- 단위면적당 조적벽체 무게 산출(1.0B 쌓기, 2면 미장기준)
 ◇ 벽돌 : 149매 × 2kg/매 = 298kg
 ◇ 줄눈 레미탈 : 149 × 0.00033㎡ × 1,950kg/㎡ = 약 96kg
 ◇ 미장 레미탈 : 1㎡ × 18mm(미장두께) × 2면 × 1,750kg/㎡ = 63kg

조적벽체 철거 작업의 안전관리 [2/2]

● 조적벽체 철거 작업의 사고사례

- 상부 조적 벽체 철거 중 낙하물에 **부딪힘**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 철거 작업방법 불량 · 보호구(안전모) 착용관리 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 해체작업계획서 작성 및 해체순서 준수 - 상부에서 하부 방향으로 순서에 맞게 철거 ⇒ 보호구 착용 관리 철저 - 낙하물 및 비래 위험 작업 시 보호구 착용 감독 ⇒ 작업자 특별안전보건교육 실시 - 철거/해체 작업자 대상으로 특별교육 2시간 실시 * 철거작업 장비의 점검, 철거 시 안전거리 및 대피요령 작업 안전기준 및 보호구 사용방법

- 철거 중인 벽체 전체가 넘어지며 **부딪힘**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 벽체 해체작업계획서 미작성 · 보호구(안전모) 착용관리 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 해체작업계획서 작성 및 해체순서 준수 - 인허가 기관으로부터 승인받은 작업계획서 준수 - 해체방법, 가설설비, 방호설비, 기계·기구 확인 - 전도방지 지지대 설치 등 안전성 확보 후 작업 ⇒ 보호구 착용 관리 철저 - 낙하물 및 비래 위험 작업 시 보호구 착용 감독

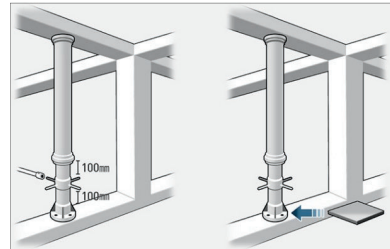
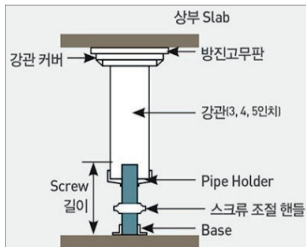
- 29 -

철거 중 무너짐 예방을 위한 안전관리 [1/3]

● 철거 중 무너짐의 요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 무너짐에 의한 매몰 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 철거 구조물의 안전성 검토를 실시 · 철거·해체 작업계획서를 작성하고 작업 중 준수 · 붕괴위험구간 출입통제 및 작업계획서 준수여부 감독

- **잭 서포트(Jack Support) : 하중을 흡수, 분산하는 기둥으로 동바리 일종**



- 설치할 장소의 높이를 고려하여 **규격을 선정**(±200mm 이내에서 조정 가능)
- 잭서포트는 수직이 되도록 설치하고 핸들을 돌려 고정 후 **해머로 2차 고정**
- 스크류 조절을 최대한으로 해도 짧은 경우, 베이스 밑에 블록을 받쳐 2차로 높이를 조절

- 30 -

철거 중 무너짐 예방을 위한 안전관리 (2/3)

○ 장비 탑재 시 안전대책(하중관리 = 장비+잔재물+살수+충격)



- **사전 구조검토**를 통해 장비가 탑재하는 하단층에 **보강작업**(잭서포트) 실시
 - * 성토작업 시 : 성토구간의 다짐 철저, 우천/살수에 의한 지반 약화에 대비
- 해체계획서의 **철거 순서 및 철거방법**에 따라 작업을 진행(변경 시 허가권자 승인必)
 - * 탑재 장비의 제원 및 공법이 변경되는 경우에도 구조안전성 확인 및 허가권자 승인 필요
- 철거 잔재물이 중간 슬래브에 일정 무게 이상 적재되지 않도록 관리 감독
- 장비 탑재 시 **위험 지역 이동 제한** 실시(노후가 심한 슬래브 또는 캔틸레버)
- 외벽 철거 시 잔재를 낙하 방지를 위해 **와이어**(내측 낙하 유도) 및 **낙하물 방지망** 설치
- **대수선**(내력벽, 기둥, 보 해체 포함)행위도 인허가 대상이므로 구조안전성 확인 필요

- 31 -

철거 중 무너짐 예방을 위한 안전관리 (3/3)

● 철거 중 무너짐의 사고사례

· 장비 등 하중에 의한 슬래브 무너짐 발생



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 철거 구조물 안전성 검토 미실시 · 해체작업 계획서 미준수, 출입통제 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 철거 구조물 안전성 검토 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 장비/공법이 변경된 경우 구조안전성 재검토 ⇒ 해체작업 계획서 철저히 준수 <ul style="list-style-type: none"> - 잭서포트 규격, 수량, 수직도 확인 감독 철저 ⇒ 붕괴 위험 구간 출입통제조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 노후 구조물의 갑작스런 붕괴에 대비한 출입제한 - 살수작업자, 보조작업자의 출입통제 철저

· 리모델링 현장에서 이동 중 슬래브 무너짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 안전성평가 및 작업계획서 미작성 · 내력벽 철거에 따른 구조 보강 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 안전성평가 실시 및 작업계획서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 구조부의 내력 평가 및 해체순서 확정 ⇒ 구조부를 포함한 리모델링 시 구조 보강 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 구조적 취약부위에 대한 잭서포트 설치 등 보강 공사를 사전에 실시

- 32 -

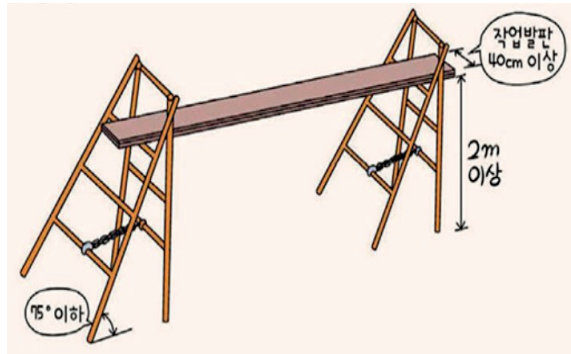
철거·해체 장비 작업의 안전관리 (1/3)

● 철거·해체 장비 작업의 위험요인과 재해예방

유해·위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 연삭기 슛들에 작업자 옷자락 및 신체 접촉 위험 연삭기 스튬 균열 및 외부 충격으로 파편 비산 연삭기 슛들 교체 중 작동하여 신체 접촉 위험 사다리, 말비계, 이동식 비계 상부에서 떨어질 위험 전기기계/기구의 절연파괴 등 접지 미실시로 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 연삭기 회전날 방호덮개 설치 및 적절한 복장 착용 작업 전 회전날의 갈라짐 등의 균열을 확인 부속품 교체 시 전원 차단 후 작업을 수행 비계, 사다리 사용 시 추락방지 조치 실시 가급적 이중절연구조의 전동공구를 사용

○ 말비계에 필요한 안전조치

- 평탄하고 견고한 지반에 **작업발판이 수평**하게 설치
- 계단실/경사로의 작업대는 비계를 수평하게 조립
- 안전성(아웃트리거 등이 확보된 말비계 사용
- **도배용 사다리**(기성품, 우마)는 **최대 1.2M이하**에서 사용
- 작업발판 양끝에서 작업하지 않도록 감시(경보장치)
- **지주부재**와 수평면의 **기울기는 75° 이하** 유지
- 지주부재와 지주부재 사이에 **벌어진 방지부재** 설치
- 말비계 2M 초과 시 작업발판 폭을 40cm이상 설치



철거·해체 장비 작업의 안전관리 (2/3)

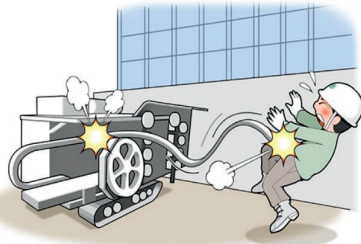
● 철거·해체 장비 작업의 사고사례

· 가벽 절단 중 그라인더 슛들에 **베임**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 휴대용 연삭기의 덮개 미설치 · 작업도구 등의 목적 외 사용(목재형 원형톱날 사용) · 부적절한 작업 자세
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 휴대용 연삭기의 방호덮개 설치 ⇒ 작업도구 등의 목적 외 사용 금지 및 규격품 사용 ⇒ 안전한 작업자세 및 역회전에 의한 위험 예방 - 회전하는 슛들의 앞/뒤쪽의 작업 위치 금지

· 와이어 소 사용 중 와이가 파단되어 **맞음**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 해체작업계획 작성 미흡 · 비례 등에 의한 위험방지 미조치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 해체작업계획 및 안전 작업 철저 - 해체작업용 기계/기구의 안전수칙을 포함해 작성 ⇒ 날아온 파편 등에 의한 위험방지조치 철저 - 기계/기구에 덮개 또는 방호울(펜스) 등을 설치 - 작업자 개인보호구 지급, 위험반경 출입제한 조치

철거·해체 장비 작업의 안전관리 (3/3)

● 철거·해체 장비 작업의 안전점검 체크리스트

· 연삭기 및 커팅기 작업 체크리스트

번호	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	회전날 방호덮개는 부착하여 사용하고 있는가?		
2	작업 시작 전 연장선, 배선, 접속기 등의 육안 검사 등을 통해 안전을 확보하는가?		
3	회전날의 갈라짐, 잔금, 흠 등의 균열 및 마모가 있는가?		
4	전원 곳을 접속기가 파손되었는가?		
5	누전차단기 접속 및 접지된 상태에서 사용하는가?		
6	작업장소의 근처에 가연성 물질이 있는가?		
7	가공물은 견고하게 고정되었는가?		
8	작업자는 방진마스크, 보안경 등 보호구를 지급·착용하고, 작업복 상태는 적정한가?		
9	회전날에 명시된 속도를 초과하거나 매우 큰 회전날을 장착하여 사용하는가?		

· 철거/해체 장비 관련 법령

- 안전보건규칙 제13조(안전난간의 구조 및 설치요건)
- 안전보건규칙 제24조(사다리식 통로 등의 구조)
- 안전보건규칙 제32조(보호구의 지급)
- 안전보건규칙 제35조(관리감독자의 유해·위험방지 업무 등)
- 안전보건규칙 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)
- 안전보건규칙 제42조(추락의 방지)
- 안전보건규칙 제43조(개구부 등의 방호 조치)
- 안전보건규칙 제47조(밧베게) · 안전보건규칙 제68조(이동식비계)
- 안전보건규칙 제96조(작업도구 등의 목적 외 사용 금지)
- 안전보건규칙 제122조(연삭숫돌의 덮개 등)

· 철거/해체 장비 관련 KOSHA GUIDE

- M-189-2015 휴대형 연삭기 안전작업에 관한 기술지침 · C-28-2018 이동식 비계 설치 및 사용안전 기술지침
- M-190-2015 연삭기 안전작업에 관한 기술지침

폐기물 및 잔재물 정리 작업의 안전관리 (1/2)

● 폐기물 및 잔재물 정리 작업의 위험요인과 재해예방

유해·위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 흙 해지장치 파손으로 중량물 인양 시 하물 떨어짐 위험 · 크레인 작업반경에 출입한 근로자 부딪힘, 끼임 위험 · 시동 중 운전자 이탈, 장비 가동으로 인한 부딪힘 위험 · 사다리 이용 낮은 높이 앰블박스 등 이동 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업 전 달기구 점검하고, 작업자 위로 인양을 금지 · 재활용 처리 크레인 작업 구간에 안전펜스 설치 · 시동이 켜진 상태에서 운전석을 이탈하지 않도록 감독 · 보호구 착용상태 확인, 2인 1조로 작업하도록 감독

● 폐기물 및 잔재물 정리 작업의 사고사례

· 앰블박스 상부에서 작업 이동 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 사다리식 통로 설치 기준 미준수 · 사전조사 미실시 및 작업계획서 미작성
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사다리식 통로 설치 기준 준수 - 사다리 상단은 60cm 이상 올라가도록 설치 ⇒ 사전조사 실시 및 작업계획서 작성 - 해체건물 구조, 주변상황 등을 조사 - 해체물의 처분계획 등을 포함한 계획서 작성

폐기물 및 잔재물 정리 작업의 안전관리 (2/2)

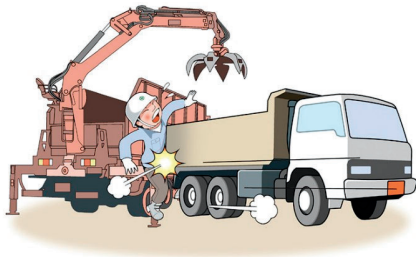
● 폐기물 및 잔재물 정리 작업의 사고사례(계속)

· 재활용 크레인으로 반출 중 하물에 **깔림**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 작업지휘자 미지정 · 크레인 작업반경 내 동시 작업 실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업지휘자 및 유도자의 지정 - 중량물 취급 시 작업지휘자에 의한 작업방법 지시 ⇒ 크레인 위험구역 내 출입 금지 - 작업반경 내 근로자 출입 및 동시 작업 금지

· 덤프 트럭 후방에서 신호 중 **끼임**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 차량계 하역운반기계 접촉위험 방지조치 미실시 · 차량계 하역운반기계 작업계획서 미수립
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량계 하역운반기계 접촉위험 방지조치 철저 - 접촉 위험 있을 시 유도자/작업지휘자 배치 ⇒ 차량계 하역운반기계 작업계획서 수립 철저 - 운행경로, 작업방법 및 재해예방대책이 포함된 작업계획서를 수립한 후 작업자 교육 실시

- 37 -

기타 강조사항 / Q & A

- 설계내역서와 계획서 상 **해체공법의 일치**
- 해체계획서의 구체적 작성 및 인허가의 중요성
- **해체감리자의 역할 강조**
- 해체계획서의 준수여부 확인 및 **변경 승인**
(구조보강, 철거장비, 적재하중)

- 38 -



2

굴착 및 기초 공사



건설공사 공종별 재해예방 교육

[굴착 및 기초 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「**굴착공사**」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- **공법별 개요** 및 유해/위험요인
- 「**세부 작업별**」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 **사고사례** (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 **체크리스트**
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「굴착공사」의 개요 및 특성 [1/3]

● 굴착공사의 개요

- 軍 작전시설 지하공간 이용 증가 ⇨ 대형 굴착공사 위험 확대
- 굴착작업 구분 : **지반의 성질에 따라 토사굴착 및 암굴착**
- 굴착공법의 종류(**흙막이 벽체의 지지형식**에 따라 구분)와 특성

구분	공법개요	장점 및 단점
사면 개착공법 (Open Cut)	<ul style="list-style-type: none"> · 사업부지 여유가 있을 때 적용 · 흙막이 벽체, 지보공 없는 사면 	<ul style="list-style-type: none"> · 흙막이벽, 버팀대, 띠장, 지보공이 불필요해 공사비 절감 · 대형 장비의 사용 가능, 기동성이 좋아 공기 단축이 가능 · 연약지반의 경우 경사각이 작아 넓은 부지면적이 필요 · 깊은 굴착이 필요한 경우 복토 물량 증가로 공사비 부담
버팀보식 개착공법 (Strut)	<ul style="list-style-type: none"> · 굴착벽면에 흙막이벽을 설치하고 붕괴를 막기위한 버팀대를 설치 	<ul style="list-style-type: none"> · 재료의 압축강도를 이용하여 지지하므로 응력상태 확인 용이 · 재질 신뢰도 높고, 시공이 간편하여 많이 이용 · 굴착 형상과 크기에 한계가 있음.(한변이 50cm정도)
어스앵커식 개착공법 (Earth Anchor)	<ul style="list-style-type: none"> · 굴착 배면에 어스앵커를 설치하여 흙막이벽에 작용하는 토압을 지지 · 깊이 또는 경사가 있는 부지에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> · 버팀대 등 장애물 없어 굴착작업이나 구체공사가 용이 · 굴착 평면이나 단면의 형상에 제약이 없음 · 앵커 심도가 깊은 경우, 주변 대지 소유자의 사전 동의 필요
역타공법 (Top Down)	<ul style="list-style-type: none"> · 지하층 외부 옹벽을 본체 구조물로 사용하여 지하/지상을 동시에 공사 	<ul style="list-style-type: none"> · 동절기 지하층 공사가능, 상/하부 동시 공사로 공기단축 · 지하 굴착공간의 환기 등 작업 환경이 열악

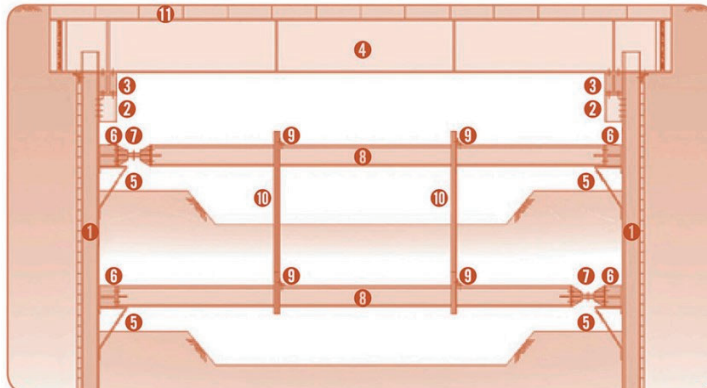
「굴착공사」의 개요 및 특성 [2/3]

● 버팀보(Strut)식 개착공법의 흐름도



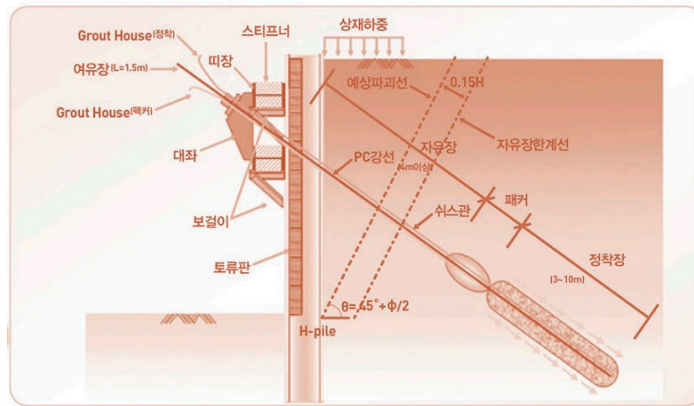
Strut공법 부재 명칭

- ① 엄지말뚝
- ② 피스브래킷
- ③ 주형보 받침보
- ④ 주형보
- ⑤ 보걸이
- ⑥ 띠장
- ⑦ 스크루 잭
- ⑧ 버팀보
- ⑨ 버팀보 수평보강재
- ⑩ 버팀보 수직보강재
- ⑪ 복공판



「굴착공사」의 개요 및 특성 [3/3]

● 어스앵커(Earth Anchor)식 개착공법의 흐름도



산업재해 발생 유형 분석 [1/1]

● 굴착공사의 주요 공정



● 굴착공사에서 주로 발생한 재해

구 분	재 해 유 형
<u>건설기계</u>	<ul style="list-style-type: none"> 굴착기, 향타기 및 향발기, 덤프트럭 등 차량계 건설기계에 의한 끼임 천공 등 작업 시 장비(향타기 및 향발기) 전도 또는 토석 떨어짐 흙막이 가시설 등 중량물 운반 시 떨어짐 또는 부딪힘
<u>떨어짐 사고</u>	<ul style="list-style-type: none"> 버팀대 등 흙막이 가시설 설치 또는 해체작업 시 떨어짐 버팀보 등 상부를 작업자가 이동하다 떨어짐 복공판 주변 개구부 폐쇄조치가 미흡하여 이동 중 떨어짐
<u>무너짐 사고</u>	<ul style="list-style-type: none"> 굴착작업 시 시방서의 기울기 미준수 토사 무너짐 지하수위 상승 등으로 토압이 증가해 흙막이벽체 무너짐 적재된 H빔 등 적재물 무너짐으로 인한 깔림
<u>기 타</u>	<ul style="list-style-type: none"> 작업장 내에서 이동 중 미끄러지거나 걸려 넘어짐 도로 등 구간에서 작업 시 도로에서 교통사고 발생

공법별 개요 및 유해/위험요인 (1/8)

● 사면 개착(Open Cut) 공법의 세부 작업 순서



● 사면 개착(Open Cut) 공법의 주요 위험요인과 대책

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 장비하역 중 운반트럭의 경사로 탈락으로 장비 넘어짐 · 굴착기 운전원의 운전 미숙에 의한 넘어짐, 부딪힘 · 법면, 토질이나 지층 상태 점검 소홀에 따른 무너짐 · 굴착 법면의 굴착구배 미준수로 토사 무너짐 · 흙막이 상부 지상에서 작업 시 굴착면 단부로 떨어짐 · 굴착기 회전 중 후면부에 부딪힘 · 근로자가 운반트럭 상부에 올라가다 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 하역작업 전 경사로 연결부를 점검하고 작업 중 확인 · 굴착기 운전원의 자격 유무, 경험 정도 등을 사전에 확인 · 작업 전, 작업 중 법면 상태, 토질 및 지층 상태를 확인 · 지반종류별 굴착구배를 준수하고 붕괴 위험 시 출입 금지 · 흙막이 상부, 굴착 단부에는 안전간판 설치 · 굴착기 후면에 경광등, 접근금지 표지 설치, 유도자 배치 · 토사반출 및 인양 시 관리감독자를 배치, 불안정한 행동 감시

공법별 개요 및 유해/위험요인 (2/8)

● 버팀보(Strut)식 개착공법의 세부 작업 순서



공법별 개요 및 유해/위험요인 (3/8)

● 버팀보(Strut)식 개착공법의 주요 위험요인과 대책

작업 구분	유해 · 위험요인	재해 예방대책
장비/자재 반입 	<ul style="list-style-type: none"> 장비하역 중 윤반트럭의 경사로 탈락 자재 인양 시 외줄걸이로 자재 떨어짐 위험 인양 중 보조로프 절단으로 물체 떨어짐 인양 중 혹에서 로프탈락으로 자재 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 하역작업 전 경사로 연결부를 점검 / 작업 중 확인 자재 결속 2줄걸이 적용하고 수평하게 인양 로프 사용 전 손상, 부식여부 확인 혹 해지장지 설치하여 사용
천공 작업 	<ul style="list-style-type: none"> 연약지반에 천공장비 설치로 장비 넘어짐 천공 구멍으로 근로자 빠짐 위험 천공 시 슬라임 분출 위험 천공기 하부 부품 조작 중 해머 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 깔판 설치 등 지내력 확보를 위한 보강 조치 천공 구멍 덮개 및 방호설비 설치 슬라임 날림 방지막 설치 정비 시 장비 정지 및 해머 (비상)제동장치 확인
토류판 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 토류판 절단 또는 가공 중 신체 손상 띠장, 버팀보 설치 작업 중 떨어짐 버팀보 위에 적재한 자재/공구의 떨어짐 토류판 결합을 위한 용접작업 중 감전 	<ul style="list-style-type: none"> 절단기에 반발예방장치 또는 접촉예방장치 설치 안전대 부착설비 설치 및 안전대 착용 버팀보에는 자재, 공구 등 적재 금지 교류아크용접기에 자동전격방지기 설치
굴착 작업 	<ul style="list-style-type: none"> 굴착 단부에서 떨어짐 굴착 작업 중 장비에 끼임 내력부족으로 흙막이 지보공 무너짐 작업장소로 승강 및 이동 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 안전난간 등 떨어짐 방지시설 설치 굴착기 후면 통행금지 조치, 신호수 배치 굴착은 소단 형성 및 단계적 실시하고 계측관리 안전한 구조의 가설통로 설치

공법별 개요 및 유해/위험요인 (4/8)

● 어스앵커(Earth Anchor)식 개착공법의 세부 작업 순서



공법별 개요 및 유해/위험요인 (5/8)

● 어스앵커(Earth Anchor)식 개착공법의 주요 위험요인과 대책

작업 구분	유해 · 위험요인	재해 예방대책
장비/자재 반입 	<ul style="list-style-type: none"> 장비하역 중 운반트럭의 경사로 탈락 자재 인양 시 외줄걸이로 자재 떨어짐 위험 인양 중 보조로프 절단으로 물체 떨어짐 인양 중 훅에서 로프탈락으로 자재 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 하역작업 전 경사로 연결부를 점검 / 작업 중 확인 자재 결속 2줄걸이 적용하고 수평하게 인양 로프 사용 전 손상, 부식여부 확인 훅 해지장지 설치하여 사용
앵커천공 작업 	<ul style="list-style-type: none"> 연약지반에 천공장비 설치로 장비 넘어짐 천공 구멍으로 근로자 빠짐 위험 천공 시 슬라임 분출 위험 천공기 하부 부품 조작 중 해머 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 갈판 설치 등 지내력 확보를 위한 보강 조치 천공 구멍 덮개 및 방호설비 설치 슬라임 날림 방지막 설치 정비 시 장비 정지 및 해머 (비상)제동장치 확인
앵커 설치/인장 	<ul style="list-style-type: none"> 토류판 절단 또는 가공 중 신체 손상 띠장, 버팀보 설치 작업 중 떨어짐 버팀보 위에 적재한 자재/공구의 떨어짐 토류판 결합을 위한 용접작업 중 감전 	<ul style="list-style-type: none"> 절단기에 반발예방장치 또는 접촉예방장치 설치 안전대 부착설비 설치 및 안전대 착용 버팀보에는 자재, 공구 등 적재 금지 교류아크용접기에 자동전격방지기 설치
[재]굴착 작업 	<ul style="list-style-type: none"> 굴착 단부에서 떨어짐 굴착 작업 중 장비에 끼임 내력부족으로 흙막이 지보공 무너짐 작업장소로 승강 및 이동 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 안전난간 등 떨어짐 방지시설 설치 굴착기 후면 통행금지 조치, 신호수 배치 굴착은 소단 형성 및 단계적 실시하고 계측관리 안전한 구조의 가설통로 설치

공법별 개요 및 유해/위험요인 (6/8)

● 역타(Top Down)공법의 세부 작업 순서







공법별 개요 및 유해/위험요인 (7/8)

● 역타(Top Down)공법의 세부 작업 순서(계속)



공법별 개요 및 유해/위험요인 (8/8)

● 역타(Top Down)공법의 주요 위험요인과 대책

작업 구분	유해 · 위험요인	재해 예방대책
지하연속벽 	<ul style="list-style-type: none"> 지하 매설물 파손 위험 벤토나이트 믹서기 등 장비 조립 시 끼임 지하 연속벽 굴착구간으로 떨어짐 위험 철근망 인양 시 줄걸이 잘못으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 지장물 조사 및 지장물 이설, 보호조치 사전 계획된 장비 조립 순서에 따라 진행 굴착 단부 방호조치 또는 외부인 출입금지 조치 인양 전 조립상태 확인 및 2줄걸이 확인 철저
기둥(R.C.D) 공사 	<ul style="list-style-type: none"> 장비 굴착 시 케이싱, 그랩 등의 탈락 위험 굴착기 이용 케이싱 운반 중 근로자 부딪힘 연약지반에서 작업 중 장비 넘어짐 천공홀에 H빔 삽입 중 인양고리 탈락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 케이싱 체결상태 사전 확인, 반경 내 출입금지 굴착시 사용 인양작업 기준 준수 및 통행금지 깔판 설치 등 지내력확보를 위한 보강 조치 인양 전 훅해지장치 정상작동 여부 확인
슬래브 / 굴착 	<ul style="list-style-type: none"> 철골보 인양, 거처 및 조립 시 떨어짐 위험 철근 조립작업 시 떨어짐 위험 작업장소로 승강, 이동 중 떨어짐, 넘어짐 거푸집 동바리 무너짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 2줄걸이 인양 확인 및 안전대 부착설비 사용 작업구간 하부 안전방망, 단부 안전난간 설치 안전한 구조의 가설통로 설치 관계전문가의 구조 검토 후 조립도에 맞게 시공
굴착 / 지하구조물 	<ul style="list-style-type: none"> 토사 반출작업 시 시설물 간섭으로 떨어짐 콘크리트 타설장비에 의한 충돌 및 끼임 동바리 내력 부족 및 조립불량으로 무너짐 거푸집, 철근 조립작업 시 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 토사 반출 개구부 주변 출입통제 조치 타설 작업 시 장비반경 내 접근 방지책 설치 안전인증제품 사용 및 재사용 시 안전검사 실시 비계 등 작업발판 사용, 단부 안전난간 설치

세부 작업별 안전관리 실무

- 작업장 통로
- 굴착작업
- 흙막이 가시설 설치 작업
- 기초공사(철골)
- 차량계 하역운반기계 작업
- 화재·폭발 위험장소에서의 작업
- 소음 발생 작업

작업장 통로의 안전관리 (1/3)

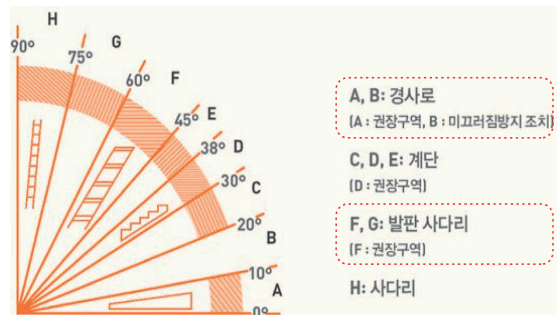
● 작업장 통로의 위험요인과 재해예방

유해·위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 굴착 단부 또는 개구부에서 이동 중 떨어짐 • 굴착 저면으로 이동 중 상부의 자재/공구가 떨어짐 • 통로의 부적절한 조명, 장애물 등에 의한 부딪힘, 넘어짐 • 굴착 작업장에 근로자와 굴착기 등 장비가 부딪힘 • 흙막이 지보공 상부 이동 중 작업자 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 소형 개구부는 덮개 설치, 대형 개구부는 방호울 설치 • 작업장 바닥과 상부의 자재 정리/정돈 상태를 확인 • 야간, 어두운 이동통로는 75Lux이상의 조명 설치 • 장비 동선과 근로자 통로를 명확히 구분하여 설치 • 추락방지망 설치, 안전대 부착설비 설치

○ 경사각에 따른 이동통로 선정

- 손수레 등 인력거 : 최대 3°
- 차량 등 동력 운반차 : 최대 7°
- 도보용 : 권장 10° 이하 (최대 20°)
- 통로형태별 폭 기준

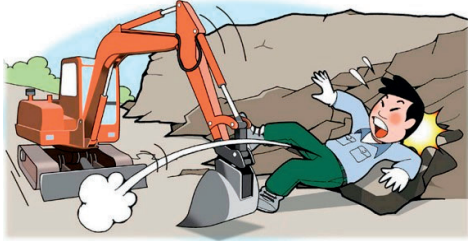
경사도	통로 형태	폭
30° 이내	경사로	90cm 이상
30°~60° 이내	가설계단	1m 이상
60° 이상	사다리	30cm 이상



작업장 통로의 안전관리 (2/3)

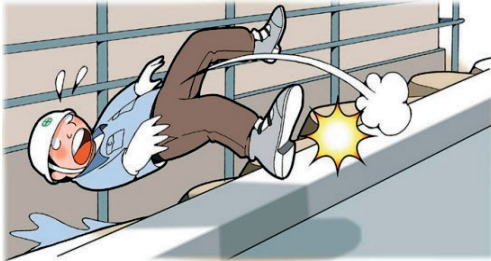
● 작업장 통로의 사고사례

· 석축쌓기 중 백호를 피하려다 넘어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 장비 충돌 위험이 있는 장소에 안전통로 미설치 · 작업자 개인보호구 미착용
예방 대책	<p>→ 안전한 작업통로 설치 및 유도자 배치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 장비와 근로자 통로를 구분하고 부딪힘, 넘어짐 위험이 있는 작업 시 안전모 착용을 감독 - 차량계 건설기계 작업 시 유도자 배치 후 진행 <p>→ 관리감독자가 작업자 개인보호구 착용여부 확인</p> <ul style="list-style-type: none"> - 작업 중 안전모 착용, 턱끈 결속여부 지속 확인

· 굴착 소단부 이동 중 떨어짐



원인	· 근로자 안전통로 미설치
예방 대책	<p>→ 안전한 작업통로 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 굴착면 단부에 소운반 등을 위한 이동통로를 비계를 조립하는 등 방법으로 설치하고 통로 단부에는 안전난간 설치

작업장 통로의 안전관리 (3/3)

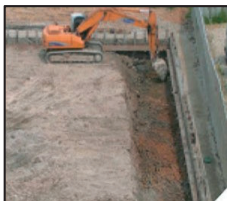
● 작업장 통로의 안전점검 체크리스트

· 굴착 현장점검 체크리스트

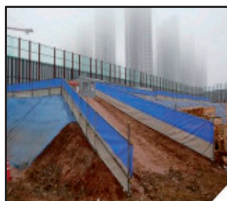
순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통 우수
1	굴착작업 중 굴착 단부 등 떨어짐 위험장소는 없는가?		
2	흙막이 가시설 해체 중 불안전하게 매달려 있지 않은가?		
3	해체된 자재는 무너지지 않도록 일정한 장소에 정리·정돈하는가?		
4	H-파일 등은 평탄하고 견고한 자반에 적재하는가?		
5	흙막이 가시설 자재는 정리되어 있고 근로자 통로는 확보되어 있는가?		
6	규정된 작업발판이 아닌 페인트 통 등을 발판으로 사용하고 있는가?		
7	굴착기 등 장비 작업구역 내 접근 방지책을 설치하였는가?		
8	굴착 단부, 천공 등 작업장소에는 개구부, 굴착 단부의 안전조치를 하였는가?		
9	굴착 진행 정도에 따라 이동에 필요한 작업통로가 확보되어 있는가?		
10	장비 조립장소에는 펜스 등 출입 금지조치가 되어 있는가?		

· 이동통로 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통 우수
1	가설경사로 및 가설계단 등 가설통로 단부에 안전난간대를 설치하였는가?		
2	가설경사로경사 15° 초과에 미끄러짐 막이를 설치하였는가?		
3	이동식 사다리 상단의 걸쳐 높이는 60cm 이상 확보하였는가?		
4	사다리의 담단 간격은 일정하게 30cm 이내인가?		
5	사다리식 통로의 기울기는 75° 이내인가?		
6	고정식 사다리식 통로의 높이가 7m 이상인 경우 바닥에서 높이가 2.5m 되는 지점부터 등받이울을 설치하였는가?		
7	통로의 경사가 30~60°인 경우 가설통로를 계단으로 설치하였는가?		
8	통로의 역할을 하는 계단 및 계단침은 한국산업규격에서 정하는 기준 이상의 견고한 구조인가?		
9	가설계단의 지지구조가 앵커인 경우 구조검토된 설계도면에 따라 정밀하게 시공하였는가?		
10	철골 승강용 트랩에 수직구멍줄을 설치하고, 안전대를 부착한 상태로 이동하는가?		



<건설장비 주변 안전통로>



<토공사 현장 승강통로>



<외부 가설비계 계단>



<내부 가설비계 계단>

굴착 작업의 안전관리 [1/3]

● 굴착 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 굴착작업 시 안전기울기를 미준수하여 무너짐 위험 매설물 등 사전점검을 미 실시하여 폭발 등 위험 차량계 건설기계 작업반경 내 작업 중 근로자 부딪힘, 끼임 백호 등을 사용하여 작업 시 버킷 탈락에 의한 부딪힘 	<ul style="list-style-type: none"> 안전기울기 준수 및 굴착 선단부 자재 적치 금지 지하 매설물, 주변 상태에 대한 사전점검 실시 철저 유도자 배치 및 작업반경 내 근로자 출입을 통제 버킷 탈락 방지권 체결 및 인양 시 정격하중 기준 준수

○ 굴착면의 기울기 기준(개정 2024.1.1.부)

· 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 11] 제339조 제1항 관련

지반의 종류	굴착면의 기울기
모래	1 : 1.8
연 암 및 풍화암	1 : 1.0
경 암	1 : 0.5
그 밖의 흙	1 : 1.2

- 굴착면의 기울기 : 굴착면의 높이에 대한 **수평거리의 비율**
- **풍화암** : 균열간격 1~10cm, 일부는 **곡괭이를 사용**할 수 있으나, 굴착/절취에는 약간의 화약을 사용할 정도의 암질
- **연 암** : 균열간격 10~30cm, 혈암 또는 사암으로 굴착/절취에는 화약을 사용해야하고 **석축용으로는 부적합한** 암질
- **경 암** : 균열간격 1M이상, 화강암 또는 안산암으로 굴착/절취에는 반드시 화약을 사용하고 **석축용으로 적합한** 암질

굴착 작업의 안전관리 [2/3]

● 굴착 작업의 사고사례

· 굴착 작업 중 토사 무너짐



· 굴착 법면 정리작업 중 토사 무너짐



· 우수관거 매설작업 중 토사 무너짐

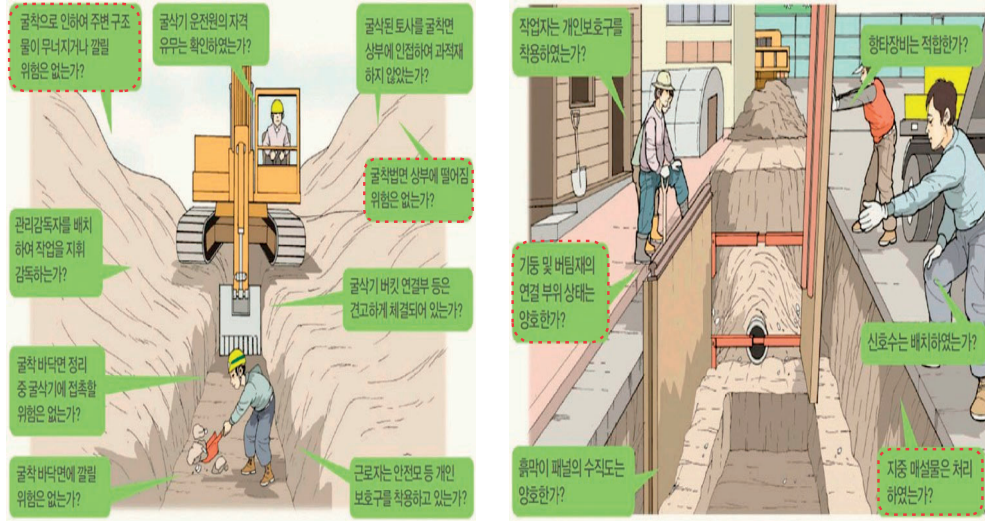


원인	· 토사 무너짐 방지 조치 미실시
예방 대책	→ 토사 무너짐 방지 조치 철저 - 토질에 따른 굴착면 기울기 준수 - 기울기 준수 어려울 경우, 흙막이 지보공 설치 - 간이흙막이 시설을 굴착 깊이에 맞게 설치 - 흙막이 기둥 및 버팀재 연결 부위 상태 확인

굴착 작업의 안전관리 [3/3]

● 굴착(트렌치) 작업의 안전점검 포인트

· 정의 : 굴착깊이에 비해 폭을 좁게 굴착하는 것으로 상하수도 관로 등을 매설하기 위한 굴착

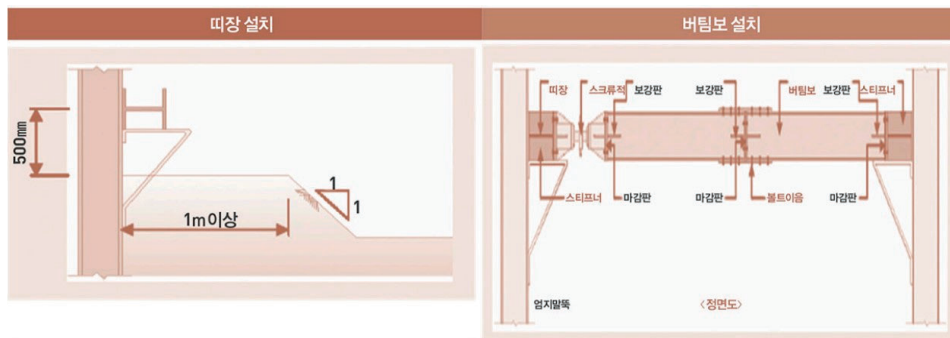


흙막이 가시설 설치 작업의 안전관리 [1/6]

● 흙막이 가시설 설치 작업의 위험요인과 재해예방

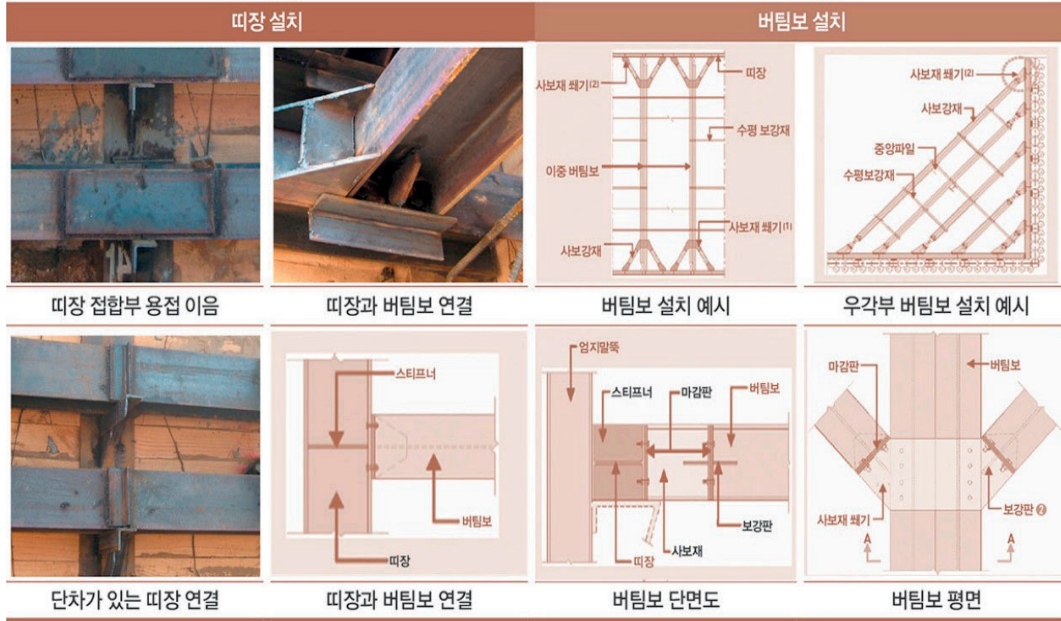
유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 지반 조건에 부적합한 설계로 무너짐 위험 · 흙막이 가시설 설치 지연으로 인한 무너짐 위험 · 흙막이 가시설 상부에서 떨어짐 위험 · 토압 등 이상 증가로 인한 무너짐 위험 · 흙막이 가시설 용접작업 시 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 예비조사, 본조사를 통해 지반상태 고려한 공법 설계 · 굴착 진행 정도에 맞게 가시설의 설치 시기와 기준 준수 · 상부 작업자의 떨어짐 방지를 위한 안전대 부착설비 계획 · 계측기기(지중 수평변위계, 침하계, 하중계) 설치 및 관리 · 자동전격방지장치 설치 및 용접봉 홀더의 파손 유무 점검

○ 흙막이 가시설(Strut) 설치 예시



흙막이 가시설 설치 작업의 안전관리 (2/6)

○ 흙막이 가시설(Strut) 설치 예시(계속)



- 23 -

흙막이 가시설 설치 작업의 안전관리 (3/6)

○ 흙막이 가시설(Strut) 불량 예시(계속)



- 24 -

흙막이 가시설 설치 작업의 안전관리 (4/6)

○ 흙막이 가시설(Strut) **불량 예시**(계속)



흙막이 가시설 설치 작업의 안전관리 (5/6)

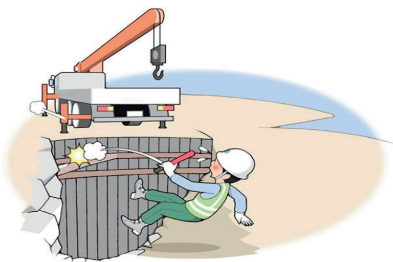
● 흙막이 가시설 설치 작업의 사고사례

· 흙막이 가시설 작업 중 **무너짐**



원인	· 가시설 무너짐 방지조치 미실시
예방 대책	⇒ 흙막이 지보공 설치 시 과굴착 금지 ⇒ 설계도서에 따라 흙막이 가시설을 적기에 설치 ⇒ 계측기 설치, 관리하고 이상 징후 시 즉시 보강

· 흙막이 가시설 위에서 신호 중 **떨어짐**



원인	· 가시설 무너짐 방지조치 미실시
예방 대책	⇒ 높이 2미터 이상의 장소에서 신호 시 작업발판 또는 안전대 부착설비 설치 - 신호수 투입 전 추락방지 교육 실시 - 신호수 안전대 착용, 부착설비에 걸고 작업 실시

흙막이 가시설 설치 작업의 안전관리 (6/6)

● 흙막이 가시설 설치 작업의 안전점검 체크리스트

· 흙막이 작업장 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	흙막이 지보공은 사전 구조 검토를 하였는가?	
2	굴착 단부에 안전난간 설치 등 떨어짐 방지조치를 하였는가?	
3	띠장, 버팀보 설치작업 구간에 안전대 부착설비를 설치하였는가?	
4	굴착 저면으로 이동 가능한 통로를 설치하였는가?	
5	흙막이 가시설 상부에 자재 등을 적재하여 낙하를 위험이 없는가?	
6	굴착 시 소단을 형성하며 굴착을 하고 있는가?	
7	적절한 계층계를 설치하고 계층관리를 하고 있는가?	
8	교류아크용접기 사용 시 감전 위험은 없는가?	
9	흙막이 지보공 해체 시 해체계획은 수립하였는가?	
10	버팀보 해체작업 시 잠재응력은 없는가?	

· 흙막이 가시설 관련 법령 및 지침

- 안전보건규칙 제345조(흙막이 지보공의 재외)
- 안전보건규칙 제346조(조립되)
- 안전보건규칙 제347조(띠장과 등의 위험 방지)
- KOSHA GUIDE(C-4-2012) 흙막이공사(영지말뚝공법) 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-12-2012) 흙막이공사(Earth Anchor공법) 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-13-2012) 흙막이공사(Soil Nailing공법) 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-63-2012) 흙막이공사(C.I.P공법) 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-72-2012) 흙막이공사(사지연속벽) 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-76-2013) 흙막이공사(강널말뚝, Sheet Pile)의 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-92-2013) 흙막이공사(S.C.W공법) 안전보건작업 지침
- KOSHA GUIDE(C-95-2014) 흙막이공사(띠장강공법, Prestressed Wale Method)의 안전보건작업 지침

· 교류 아크용접기 주요 안전대책

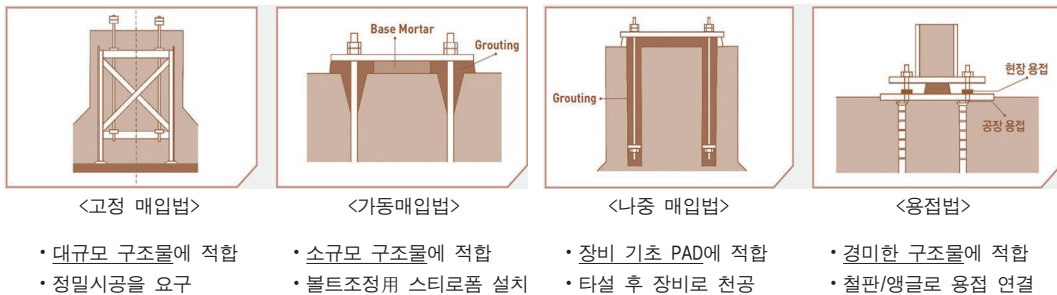


기초 공사의 안전관리 (1/2)

● 기초 공사(철골조)의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 앵커볼트 설치 중 기초철근 등에 걸려 넘어진 위험 · 앵커볼트 설계도면 미준수로 철골 건립 중 인발 위험 · 철근 가공 시 전동기 외함 미접지 또는 절연 손상으로 감전 · 콘크리트 펌프카 설치 위치 지내력 미확보로 넘어짐 · 콘크리트 펌프카와 믹스트럭 사이 부딪힘 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 기초철근 상부에 근로자/장비 동선을 고려한 발판 설치 · 앵커볼트 규격, 매립 길이, 개수 등 설계도서에 따라 시공 · 전동기 본체 의함 접지, 전원 누전차단기 경유 조치 · 펌프카 설치 지반은 지내력 확보 및 아웃트리거 설치 · 레미콘 트럭 후진 시 부딪힘 방지를 위해 신호수 배치

○ 앵커볼트 매립공법



- 대규모 구조물에 적합
· 정밀시공을 요구

- 소규모 구조물에 적합
· 볼트조정용 스티로폼 설치

- 장비 기초 PAD에 적합
· 타설 후 장비로 천공

- 경미한 구조물에 적합
· 철판/앵글로 용접 연결

기초 공사의 안전관리 [2/2]

● 기초 공사(철골조)의 사고사례

- 기초 콘크리트 타설 중 펌프카 넘어짐



원인	· 펌프카 아웃트리거 설치 지반의 지내력 부족
예방 대책	→ 펌프카 아웃트리거 설치 지반의 지내력 확보 - 연약지반인 경우 잡석 치환 후 다짐 실시 - 버림콘크리트 타설 등을 통해 지내력 확보 후 작업 실시(평판재하시험)

● 기초 공사의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	앵커볼트 반입 시 품질 확인은 하였는가?			
2	앵커볼트 위치는 설계도서에 따라 시공하는가?			
3	앵커볼트는 콘크리트 타설 시 위치 변경이 되지 않도록 고정되었는가?			
4	앵커볼트의 노출 길이는 나사의 이중너트 조임을 완료한 후 3개 이상 나사산이 나오도록 확보하였는가?			
5	철근 압접작업 시 아세틸렌 및 산소 용기의 압력조정기 후단에 역화 방지기를 설치하였는가?			
6	콘크리트 펌프카의 설치 지반의 지내력은 확인하였는가?			
7	철근 가공장 내 철근절곡기 등 전동기의 외함은 접지하였는가?			
8	콘크리트 펌프카 등 부딪힐 방지를 위해 신호수는 배치하였는가?			
9	철근 배근 상부에는 이동에 필요한 작업발판이 설치되어 있는가?			
10	철근 등 부재의 가공장 주변에는 가공장 경계 및 울타리가 설치되어 있는가?			

차량계 하역운반기계 작업의 안전관리 [1/3]

● 차량계 하역운반기계(지게차) 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 노면상태 불량 등 작업장 환경에 따른 뒤집힘 · 과속, 운전미숙 및 무자격자 운전 등에 따른 부딪힘 · 부피가 큰 화물 운반 시 시야 미확보로 부딪힘 · 허용하중 초과 적재로 화물 운반 중 뒤집힘, 넘어짐 · 운반기계에 화물을 싣거나 내리는 작업 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업장소의 지형, 지반 등을 고려해 적절한 제한속도 설정 · 운전 자격없는 자의 운전을 금지(취득요건 확인) · 사전 작업계획서를 작성하고 작업 중 지휘자를 배치 · 정격하중을 준수하고 지휘자의 통제에 따라 작업 실시 · 화물적재 시 편하중 방지, 운전자 시야 확보 조치 등

○ 지게차 작업시작 전 안전확인

- 사전작업계획서에 따른 유의사항 확인
- 지게차 주요 부분 점검 실시
 - 제동장치 및 조종장치 기능의 이상 유무
 - 하역장치 및 유압장치 기능의 이상 유무
 - 전조등, 후미등, 방향지시등 및 경보장치 이상 유무
 - 바퀴의 이상 유무
- 백레스트와 헤드가드의 부착 여부 확인
- 팔레트는 화물 중량을 견디는 충분한 강도

· 지게차 운전자격과 취득요건

구분	운전자격 취득요건	근거
3톤 이상	· 지게차운전기능사 취득 → 지자체에서 면허 신청 및 발급	건설기계 관리법
3톤 미만 (도로운행이 가능한 지게차)	· 1중 보통 운전면허 소지자 → 소형건설기계 조종교육 이수 → 지자체에서 면허 신청 및 발급	건설기계 관리법
솔리드타이어를 부착하고 도로*가 아닌 장소에서만 운행하는 전동식 지게차 ※ 건설기계관리법 적용을 받지 않는 지게차	1) 지게차운전기능사 자격 소지 2) 소형건설기계조종교육 이수	유해 위험작업의 취업 제한에 관한규칙

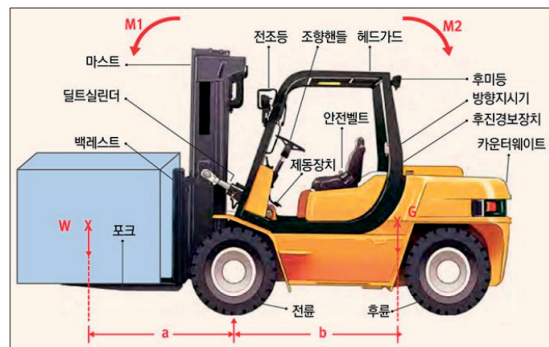
차량계 하역운반기계 작업의 안전관리 [2/3]

○ 지게차 작업 중 안전확인

- 화물이 운전자의 시야 방해 시 유도자 배치
- 적재 시 포크를 살짝 들어 편하중 유무 확인
- 운반 주행 시 준수사항
 - 포크를 지상에서 10~30cm높이로 들어 운반
 - 내리막은 후진 운전하고, 중립주행 금지
 - 경사면을 따라 가로방향 주행 및 방향 전환 금지
- 화물 적치 시 마스트를 수직으로 세우고 포크를 조작
- 화물 넘어짐 예방을 위해 급출발, 급제동, 급선회 금지
- 화물을 적재한 상태에서 하차하거나 운전석을 이탈
- **주차 시** 마스트를 기울여 **포크를 바닥에 닿게** 조치
- 주차 시 운전자 및 관리감독자가 시동키를 보관

○ 지게차의 안정 조건

- **M1(W×a)** : 화물이 넘어가려는 **전도모멘트**(반시계)
- **M2(G×b)** : 차체를 안정시키려는 **복원모멘트**(시계)
- 안정조건 ⇨ **M1 ≤ M2**
 - * 복원모멘트(M2)가 커야 안정적 운행이 가능함
 - * 차체 뒷부분에 **균형추(Counter weight)**를 부착
- W : 포크 중심에서 화물의 중량
- a : 앞바퀴와 화물중심까지의 거리
- G : 지게차 중심에서 차체의 중량
- b : 뒷바퀴와 차체중심까지의 거리



- 31 -

차량계 하역운반기계 작업의 안전관리 [3/3]

● 차량계 하역운반기계의 사고사례

- 지게차 운반 중 합판 묶음이 떨어져 **갈림**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 작업계획서 작성 미실시 · 무자격자가 지게차 운전 · 포크 위 적재 화물 고정 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업계획서 작성 및 작업지휘자에 따라 작업 ⇒ 자격 및 면허를 가진 자 및 교육을 이수한 자가 운전/조작하도록 확인 후 작업 실시 ⇒ 적재화물을 견고히 고정하고 운반기계 이동통신에 근로자 통행 제한

● 차량계 하역운반기계의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	차량계 하역운반기계 주변에 굴러 내릴 위험은 없는가?	
2	차량계 하역운반기계를 이용한 작업 시 주변 근로자와 부딪힐 위험은 없는가?	
3	화물 적재 시 한쪽으로 치우쳐지는 않는가?	
4	화물은 무너짐, 떨어짐, 굴러 내림이 없도록 결속하고 있는가?	
5	차량계 하역운반기계를 화물자동차에 싣거나 내리는 작업 시 평탄하고 견고한 지반에서 실시하는가?	
6	차량계 하역운반기계를 수리하는 경우 작업 순서를 정하고 작업을 지휘하는가?	
7	지게차의 허용하중을 초과하여 사용하지는 않는가?	
8	지게차는 전조등과 후미등을 갖추고 있는가?	
9	화물자동차의 짐걸이 섬유로프는 고임이 끊어져 있지는 않은가?	
10	화물을 화물자동차에서 내리는 경우 중간에서 화물을 빼내지는 않는가?	

- 32 -

화재 · 폭발 위험장소에서의 안전관리 (1/4)

● 화재 · 폭발 위험장소에서의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · <u>정확원 관리 미흡</u>에 따른 중대재해 위험 · 밀폐공간에서 폴리우레탄 뿔칠, 도장작업 중 화기로 폭발 · 지하 공간에서 LPG가스 이용 절단작업 중 누출에 의한 폭발 · <u>전기 누전</u>으로 스파크에 의한 인화성물질 화재발생 위험 · 동절기 화목 난로를 사용하던 중 과열에 의한 화재 	<ul style="list-style-type: none"> · 단열재 인근에서 발화위험 작업 시 <u>화재감시자 배치</u> · 밀폐공간 작업 시 <u>위험 농도 이상</u>으로 축적양도록 <u>환기</u> · 지하 LPG작업 전 가스, <u>산소농도 측정</u>하여 안전성 확인 · 전기기계 및 기구는 누전차단기를 연결하여 사용 · 화목 난로 주변 관리자 확인 및 <u>소화기 비치</u>

○ 화기 작업 시 안전수칙

- 소화기는 쉽게 찾아 사용할 수 있는 장소에 배치
- 화재위험 작업 시, 비상대피로를 표시하고 비워 놓음
- 소화기는 최소 2년에 한 번씩 점검하며, 점검책임자를 배치
- 화재위험 작업 전, 비상대피로를 확보하고 작업자에게 알림

○ 용접/용단 작업 시 화재감시자 배치 장소

- 작업반경 11미터 이내에 가연성물질이 있는 장소
- 작업반경 11미터 이내의 바닥 하부에 가연성물질이 11미터 이상 떨어져 있지만 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소
- 가연성물질이 금속 벽/칸막이/지붕 반대쪽 면에 인접해 열전도나 열복사에 의해 발화될 우려가 있는 장소
- * 화재감시자 임무 : 화재위험 감시, 화재 발생 시 근로자 대피 유도, 용접/용단 작업 후 일정시간 화재발생 여부 확인

화재 · 폭발 위험장소에서의 안전관리 (2/4)

○ 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets)를 통한 유해 · 위험성 바로 알기

· 주요 상황에 따른 MSDS 구성항목별 활용 방법

MSDS는 화학물질별로 제조 · 공급자 정보, 유해성 · 위험성 정보, 물리 · 화학적 성질, 사고 시 대처방법, 취급 · 저장에 관한 정보, 운송 · 폐기에 대한 정보 등을 포함하여 16개 항목으로 작성

화학물질에 대한 일반정보와 물리·화학적 성질, 독성정보 등을 알고 싶을 때	2번 항목(유해성·위험성), 3번 항목(구성성분의 명칭 및 함유량), 9번 항목(물리·화학적 특성), 10번 항목(안정성 및 반응성), 11번 항목(독성에 관한 정보)을 활용
사업장 내 화학물질을 처음 취급·사용하거나 폐기 또는 타 저장소 등으로 이동시킬 때	7번 항목(취급 및 저장방법), 8번 항목(누출 방지 및 개인보호구), 13번 항목(폐기 시 주의사항), 14번 항목(운송에 필요한 정보)을 활용
화학물질이 외부로 누출되고 근로자에게 노출된 경우	2번 항목(유해성·위험성), 4번 항목(응급조치 요령), 6번 항목(누출사고 시 대처 방법), 12번 항목(환경에 미치는 영향)을 활용
화학물질로 인하여 폭발·화재 사고가 발생한 경우	2번 항목(유해성·위험성), 4번 항목(응급조치 요령), 5번 항목(폭발·화재 시 대처 방법), 10번 항목(안정성 및 반응성)을 활용
화학물질 규제 현황 및 제조·공급자에게 MSDS에 대한 문의사항이 있을 경우	1번 항목(화학제품과 회사에 관한 정보), 15번 항목(법적 규제 현황), 16번 항목(그 밖의 참고사항)을 활용

* 사업주 준수사항 : MSDS 관리요령 게시/비치, 교육 실시, 경고표지 부착

* 근로자 준수사항 : 소분 시 경고표지 부착, 개인보호구 착용, 건강 이상시 즉시 보고

화재 · 폭발 위험장소에서의 안전관리 (3/4)

● 화재 · 폭발 위험장소에서의 사고사례

- Elev. 아스팔트방수 구간 용접 볼티로 **화재**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 프라이머 경화되지 않고 유증기로 체류된 상태에서 용접작업 진행 · 프라이머 MSDS에 대한 정보 제공 소홀
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 충분한 환기 또는 프라이머 완전 경화 후 작업 - 해야할 경우, 볼티(약 3,000°C) 비산방지 조치 후 실시 ⇒ 작업자가 인지하도록 MSDS 관련 교육 실시 ⇒ 화재 발생 위험장소에 소화설비 비치

- 빈 드럼통을 용단하던 중 **폭발**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 드럼통 내부 인화성물질 점화에 따른 폭발 · 잔류 인화성물질 제거 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 내부 인화성액체 세척 및 불활성 가스로 치환 - 노즐 등을 부착/해체할 때 방폭공구를 사용 ⇒ 현장 내 취급물질의 유해 · 위험성에 대한 교육

- 35 -

화재 · 폭발 위험장소에서의 안전관리 (4/4)

● 화재 · 폭발 위험장소에서의 안전점검 체크리스트

- 용접/용단 시 화재발생 매커니즘

- 볼티가 단열재 내부에 들어감
- 일정 부분 **훈소**(연기발생, 화염없음)의 형태로 진행
- 산소 공급과 축열 등으로 **온도가 상승**
- **불꽃**(화염)을 일으키는 화재로 확산



- **비산 볼티의 특성**

- 수천 개의 볼티가 동시에 비산, 풍향/풍속의 영향
- 볼티는 **고온체**(1,600 ~ 3,000°C)
- **발화원**이 될 수 있는 비산볼티는 직경 0.3~3mm 정도
- 비산 뒤 상당시간 경과 후에도 **축열에 의한 화재** 발생



- **화재위험 현장 체크리스트**

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	밀폐공간에서 스프레이건을 이용한 도장작업 시 환기를 실시하는가?			
2	가스 용접 및 용단작업 시 가스의 호스와 취급은 손상·마모되어 있지는 않은가?			
3	가스 등의 취관 및 호스의 상호 접촉 부분은 호스 밴드, 호스 클립 등 조임기구를 사용하여 가스 등이 누출되지 않도록 조치하는가?			
4	가스 용기를 통풍과 환기가 되지 않은 장소 또는 화기를 사용하는 주변에서 사용하고 있지는 않은가?			
5	가스용기는 넘어질 위험이 없도록 결속하는 등 조치를 하였는가?			
6	유류 등이 묻어 있는 걸레 등은 화재 위험이 없도록 조치하는가?			
7	유류 등이 들어 있는 배관이나 드럼을 화재 또는 폭발 위험조치를 하지 않고 용접 또는 용단작업을 하지는 않는가?			
8	용접작업 시 볼티 비산 방지 덮개, 용접 방화포 등을 사용하여 불꽃, 볼티의 비산을 방지하고 있는가?			
9	플랜장소, 난로 주변 등 화재 위험이 있는 장소에 소화기 등 소화설비를 비치하고 있는가?			
10	기열성 전기기계·기구를 도장용 스프레이건 등과 함께 사용하고 있지는 않은가?			

- 36 -

소음 발생 작업의 안전관리 (1/1)

● 소음 발생 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 소음성 난청 등으로 건강장해 위험(90dB초과) · 지속적인 소음으로 사고능력의 저하, 대화의 방해 	<ul style="list-style-type: none"> · 청력보호구(85dB이하) 착용, 장해예방 교육 실시 · 작업의 대체, 밀폐, 격리, 흡음 등 소음감소 조치 실시

○ 소음 감소 조치 사례 및 체크리스트



· 소음 발생 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	작업장 소음 수준에 대한 평가를 하는가?			
2	소음평가 결과는 기록되고 보관되는가?			
3	120dB ^A 를 초과하는 충격 소음에 노출되는가?			
4	작업자에게 개인별 청력보호구가 지급되는가?			
5	노출기준 초과 소음에 대하여 공학적 또는 관리적 대책을 수립하여 시행하고 있는가?			
6	소음에 노출되는 근로자들에게 관련 교육을 실시하는가?			

- 37 -

기타 강조사항 / Q & A

- 위험공종(굴착 1.5M) **작업허가제** 여부 확인
- 굴착사면 **토질 및 기울기 개정** 내용
- 하역운반기계 등 사전 **작업계획서** 수립/준수
- 화재감시자(또는 이동형 화재감시센서) **비치**

- 38 -



3

가설전기 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[가설전기 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「가설전기 공사」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 작업별 개요
- 「세부 작업별」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 사고사례 (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 체크리스트
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「가설전기 공사」의 개요 및 특성 [1/2]

● 가설전기 공사의 개요

- 공사에 필요한 전기를 임시로 공급, 사용 / 완공 후에는 **해체**
- 가설전기 추진 절차

계획수립	전력 인입	전력 인출/사용 (옥내·외 설비 설치)
<ul style="list-style-type: none"> · 사용 기간 파악 · 수전 용량 산출 · 설비 위치 선정 	<ul style="list-style-type: none"> · 한전 인입 신청 · 수전 설비 설치 · 승인 전력 수전 	<ul style="list-style-type: none"> · 선로 배선 · 배/분전반 설치 · 감전 방지 조치

● 가설전기 공사의 특성

- 준공 전 해체되므로 비용 절감을 위해 **안전시설 설치를 기피**
- **노후 기자재**를 재사용하므로 재해발생률 높음
- 여러 공정의 **불특정 다수 노동자가 취급** 및 사용
- **임차한 형태**의 이동식 전기기계·기구를 주로 사용
- 분리발주된 사업주 마다 **전기안전담당자를 선임**하고 책임관리

「가설전기 공사」의 개요 및 특성 [2/2]

● 가설전기공사의 규모별 분류

구분	수요전력	수/배전 방식	수/배전 설비	전력 인출	사 례
소 규모 건축공사	3 ~ 10 kW	220 V (저압)	임시 배전반 (자립식, 벽부형)	배선용 차단기 누전차단기	
중규모 건축공사	10 ~ 300 kW	220 V 380 V (저압)	임시 배전반 (자립식, 벽부형)	필요장소에 분전반	
대 규모 건설공사	300 kW 이상	22.9 kV (특고압)	수전/감압 설비 (큐비클, 개방형)	배전반 등	
분산형 토목공사	<ul style="list-style-type: none"> · 전력대(용접) : 차량 탑재형 발전기 · 전력소(전등, 기계공구) : 소형 이동식 발전기 				

산업재해 발생 유형 분석 [1/2]

● 가설전기 공사 재해의 특징

○ 최근 5년 전체 건설업 사망재해(2,355명) 중 3.9%(93명) 점유

구분		5년 합계	2019	2018	2017	2016	2015
건설업	사고재해자수	126,490 (100.0%)	25,298	26,486	24,718	25,701	24,287
	업무상 사고사망자수	2,355 (100.0%)	428	485	506	499	437
가설전기 및 전기공사	사고재해자수	2,834 (2.2%)	587	582	543	547	575
	업무상	93	15	15	20	21	22
	사고사망자수	3.9%					

* 건설업의 사고 재해자수 비율(2.2%)보다 사망자수 비율(3.9%)이 높음

○ 사고재해 발생형태 : **떨어짐**(46.3%) >> 넘어짐(13.2%) > 감전(11.2%)

○ 사망사고 발생형태 : **떨어짐**(48.4%) >> **감전**(28.0%) >> 부딪힘(5.4%)

* 감전사고 시 빈도는 낮으나 강도가 높아 사망사고로 이어지는 비율이 높음

○ 사고재해 기인물 : **계단 및 사다리**(28.9%) > 전기설비와 부품(15.2%)

산업재해 발생 유형 분석 [2/2]

● 가설전기 공사에서 주로 발생한 재해

유형	재해 원인	사고 사례
떨어짐	<ul style="list-style-type: none"> • 이동식 사다리 작업 중 안전조치 미흡으로 떨어짐 • 이동식 비계 단부에서 안전조치 미흡으로 떨어짐 • 지붕(선라이트) 등의 구조물 무너짐으로 인한 떨어짐 	
감전	<ul style="list-style-type: none"> • 충전전로 근접 작업 중 전로 접촉으로 인한 감전 • 기동세우기 작업 중 충전부 접촉 또는 절연파괴로 감전 • 이동식 전기기계/기구 사용 중 누설전류에 의한 감전 • 전기기계/기구 점검, 수리 시 전원 투입으로 인한 감전 	
기 타	<ul style="list-style-type: none"> • 고소작업대 이용 배관, 입선 등의 작업 중 넘어짐과 끼임 • 가설전선 가공작업 미실시로 작업자 이동 중 넘어짐 • 자재운반 중 개인보호구 미착용으로 인한 부딪힘 	

주요 공정 및 작업별 개요 [1/4]

● 가설전기 공사의 주요 공정

임시 수전설비 설치 ⇨ 배전반, 분전반 설치 ⇨ 이동식 케이블 관리 ⇨ 이동식 전기기계·기구 사용

● 작업별 개요 및 세부 순서

① 임시 수전설비 설치 및 운영

작업내용	유해위험요인	작업내용	유해위험요인
① 가공선로 인입 	<ul style="list-style-type: none"> · 도로나 인도 통행 시 간섭 · 전선 장력 완화로 늘어짐 · 외부 충격에 의한 케이블 손상 	④ 임시 수전설비 	<ul style="list-style-type: none"> · 관계자 외 수전설비 접촉 · 수전설비 점검 중 충전부 접촉 · 쥐 등 침입으로 단락 발생
② 바닥으로 인입 	<ul style="list-style-type: none"> · 주변 작업 시 충전부 접촉 	⑤ 경고표지 및 시건 	<ul style="list-style-type: none"> · 주변 작업 시 충전부 접촉
③ 가공선로 방호관 	<ul style="list-style-type: none"> · 전선방호관 설치 중 고소 작업차 넘어짐 	⑥ 울타리 접지 	<ul style="list-style-type: none"> · 수전설비 지락사고 발생 시 울타리 충전으로 감전

주요 공정 및 작업별 개요 [2/4]

● 작업별 개요 및 세부 순서(계속)

② 배전반·분전반 설치 및 관리

작업내용	유해위험요인	작업내용	유해위험요인
① 현장 임시배전반 	<ul style="list-style-type: none"> · 배전반 고정불량으로 넘어짐 · 배전반 빗물유입으로 단락/지락 · 배전반 전면에 조작공간 미확보 	④ 시건 및 연락처 표기 	<ul style="list-style-type: none"> · 근로자 임의로 전원연결 작업 중 감전
② 배전반 내부 	<ul style="list-style-type: none"> · 배전반 이동 중 충전부 접촉 · 주변작업 중 충전부 접촉 	⑤ 충전부 절연덮개 	<ul style="list-style-type: none"> · 전원연결 작업 중 충전부 접촉
③ 배전반 외부 접속기구 	<ul style="list-style-type: none"> · 배전반 급속제 외함 누전 	⑥ 배전반 접지 	<ul style="list-style-type: none"> · 배전반 내 케이블 정리작업 중 감전

주요 공정 및 **작업별 개요** [3/4]

● **작업별 개요 및 세부 순서(계속)**

③ **현장 이동식 케이블(전선) 및 관리**

작업내용	유해위험요인	작업내용	유해위험요인
<p>① ELP관으로 케이블 보호</p>  <p>② 전선걸이대</p>  <p>③ 이동전선</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 허용전류 초과로 단락 / 화재 • 전선 피복 손상으로 감전 • 현장 바닥전선 피복 손상으로 인한 감전 • 근로자가 작업이나 통행 중 전선에 걸려 넘어질 • 전선이 늘어진 상태로 자재 / 작업대에 걸림 	<p>④ 전선 접속기구</p>   <p>⑤ 설비에 전원 공급</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 이동전선 접속기구 충전부 노출 • 접속기구에 빗물 등이 유입 • 전선 접속 시 절연성능 저하 및 장력저하 • 케이블이나 전선에 접지선이 누락되어 사용하는 전기설비 접지 기능 상실

주요 공정 및 **작업별 개요** [4/4]

● **작업별 개요 및 세부 순서(계속)**

④ **이동식 전기기계 · 기구 사용**

작업내용	유해위험요인	작업내용	유해위험요인
<p>① 이동식 절단기</p>  <p>② 양수펌프</p>  <p>③ 목재가공용 등근톱</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 절단기 날 접촉으로 베임 • 절단기 날 파손으로 비산 • 공구 절연불량으로 누전 • 공구 전선 인입부 고무 파손 • 외함 파손으로 충전부 노출 	<p>④ 전원연결</p>  <p>⑤ 절연 및 접지 확인</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 금속제 외함에 접지공사 미실시 • 전원 접속기구에 접지극 미설치 또는 연결 미실시 • 공구 전원 측에 누전차단기 미설치

세부 작업별 안전관리 실무

- 수전설비 안전관리
- 배/분전반 안전관리
- 이동전선(케이블) 안전관리
- 임시조명 안전관리
- 이동식 발전기 안전관리
- 전기기계 · 기구 안전관리
- 감전사고 발생 시 응급조치

- 11 -

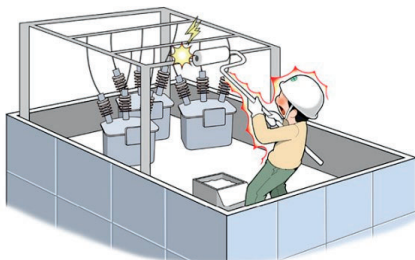
수전설비의 안전관리 (1/2)

● 수전(임시)설비의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 수전설비 가설작업 중 충전부 접촉에 의한 감전 위험 · 점검/측정 중 접근한계거리 이내 접근으로 아크 화상 · 관계자 외 근로자 접근으로 충전부 접촉에 의한 감전 · 야간 조도 미확보로 점검 시 재해 위험 · 현장 전압강하로 인한 설비 과부하에 의해 과열 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 활선에 절연용 방호구 설치(한전 승인, 유자격자 실시) · 수전설비는 구획된 장소에 설치하고, 출입통제 조치 · 특고압 수전설비 주변 방호울(울타리부터 5m이상) 설치 · 울타리 주변 옥외 점검등 설치 · 용량 75kW이상인 수전설비는 전기안전점검 반드시 실시

● 수전(임시)설비의 사고사례

· 도장작업 중 변압기 충전부에 **감전**



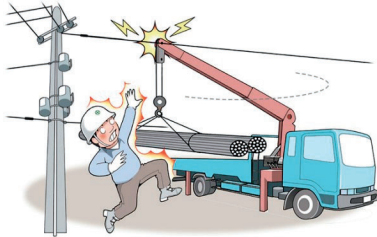
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 작업 전 전로 차단 미실시 · 절연용 방호구 미설치 및 절연용 보호구 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> → 감전 우려가 있는 작업은 정전작업 실시 - 충전부 부근 작업은 작업 전 전로를 차단 → 충전전로에 근접하여 작업할 경우 안전조치 준수 - 충전부 접근한계거리 이상을 유지 - 감시인을 배치하여 작업 감시 - 충전전로나 기기에 적합한 절연용 방호수 설치 - 근로자는 절연용 보호구를 착용하고 작업 실시

- 12 -

수전설비의 안전관리 (2/2)

● 수전(임시)설비의 사고사례(계속)

· 이동식 크레인 하역 중 충전부에 감전



원인	<ul style="list-style-type: none"> 충전전로와 붐의 와이어로프 간 이격거리 미준수 충전전로에 절연용 방호구 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 충전전로 인근에서 차량·기계장치 등의 작업 시 이격거리 준수 - 차량이나 기계장치 등이 충전부에 접근하지 않도록 충전부로부터 3m이상의 이격거리 유지 ⇒ 충전전로에 절연용 방호구 설치 및 감시인 배치 - 절연상태가 유지되도록 절연용 방호구 설치 - 한계거리 이내 접근하지 않게 감시인 배치

● 수전(임시)설비의 안전점검 체크리스트

번호	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수	비고
1	수전설비 설치나 해체 시 안전과 관련하여 승인을 받고, 유자격자가 실시하는가?		
2	안전 선로부터 인입된 케이블이 처짐 등으로 인해 사람이나 주변 구조물에 걸릴 우려는 없는가?		
3	현장 주변 선로에 절연용 방호구가 설치되어 있는가?		
4	「전기사업법」에 따른 전기안전관리자가 선임되어 있거나, 안전관리 업무를 대행하고 있는가?		
5	전기작업자 외 다른 근로자가 들어가지 못하도록 시건조치가 되어 있는가?		
6	수전설비 주변 철제 울타리에는 접지가 되어 있는가?		
7	수전설비에 노출된 충전부가 존재하지 않는가?		
8	수전설비에 고양이나 쥐 등이 들어가지 않도록 조치되어 있는가?		
9	수전설비 도어 개방 시 내부 점검을 위한 조명이 정상 작동하는가?		
10	케이블 절연 보호관에 빗물 등이 유입될 위험은 없는가?		
11	관계자 외 접근 금지를 위한 위험표지가 부착되어 있는가?		

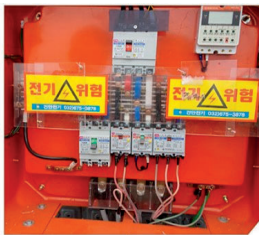
배/분전반의 안전관리 (1/2)

● 배/분전반의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 배전반에 빗물 등이 유입, 내부 이물질 등에 의한 누전 내부 충전부에 절연덮개 미설치로 충전부 노출 위험 담당자 외 근로자의 임의 전원연결로 인한 감전 배전반 콘센트 전원 측에서의 감전 위험 사용 중인 배전반 넘어짐에 의한 누전 위험 절연 및 접지 상태 불량으로 인한 배전반 누전 위험 근로자의 배전반 차단기 오조작으로 인한 감전 위험 차단기 정비/점검 중 공구에 의한 충전부 접촉 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 견고한 구조로 제작하고, 빗물에 노출되는 장소에서 사용금지 충전부에 절연덮개 부착, 차단기의 단자에도 절연덮개 설치 상시 잠금유지, “전기위험”, “임의조작금지” 표지 부착 전원 인출 시 배전반 도어를 개방않도록 외부에 콘센트 부착 배전반 전면에 조작공간(70cm이상)을 확보하고 견고하게 고정 접지 및 절연상태를 주기적으로 점검, 이상 시 즉시 보수 전기담당자만 배전반 내 차단기를 조작할 수 있도록 교육 충전부에 절연덮개 부착, 차단기 단자부에 절연덮개 설치



현장에 설치된 배전반



충전부에 절연덮개 설치



배전반 외부에 설치된 잠속기구



배전반에서 인출한 소형 분전반

배/분전반의 안전관리 (2/2)

● 배/분전반의 사고사례

· 배전반에서 임의로 전원을 인출 후 **감전**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 협력업체 근로자가 배전반에서 임의로 전원 인출 · 용접기 사용을 위한 케이블 인출방법 부적합 · 용접기 전원 측에 누전차단기 미접속
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 임시배전반 시건조처 및 관리담당자 지정 운영 ⇒ 이동식 전기기계·기구 사용 시 재해 예방조치 철저 - 용접기 등은 누전차단기 2차 측에 접속하여 사용 ⇒ 전기기계·기구 및 전선 등의 정비·보수 작업 시 검전기 사용

● 배/분전반의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수 고
1	배전반에 비나 눈 등이 들어갈 가능성은 없는가?	6
2	외부의 작은 충격에 넘어지지 않도록 잘 고정되어 있는가?	7
3	담당자 외 다른 근로자가 배전반을 열 수 없도록 시건조처가 이루어져 있는가?	8
4	배전반 내부 충전부에는 절연덮개가 설치되어 있는가?	9
5	외함에는 접지가 되어 있으며 접지선 연결상태는 적정한가?	10

이동전선(케이블)의 안전관리 (1/3)

● 이동전선(케이블)의 위험요인과 재해예방

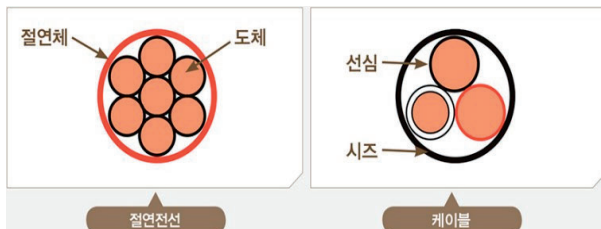
유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 이동전선이나 접속기구의 절연 상태 불량으로 누전 위험 · 외부의 충격에 의한 접속기구 파손으로 충전부 노출 위험 · 이동전선이나 케이블의 절연 피복 손상으로 인한 누전 위험 · 물기 등에 의한 습윤 장소에서 방수능력이 없는 접속기구 사용 시 감전 위험 · 전원이 차단되지 않는 상태에서 전선이나 접속기구 연결작업 시 감전 위험 · 사용 장소에 부적절한 이동전선이나 케이블 사용 · 접지선이 없는 전선이나 접속기구 사용 · 사용하지 않는 전선 방치와 정리/정돈 미흡으로 넘어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 절연체 파손유무 / 접속기구의 충전부 절연보호구 확인 · 차량 통행 장소에는 사용 금지, 절연피복 보호조치 강구 · 이동전선 및 케이블은 거치대를 사용해 측단 공중에 설치 · 옥외에서 사용하는 꽃음접속기는 방수형 등 사용조건에 적합한 것을 사용 · 전선이나 접속기구 연결작업 시 전원차단 조치 · 옥외 장소에서 옥내용 IV 전선사용 등 금지 · 콘센트와 플러그는 접지극이 포함된 것을 사용 · 사용하지 않는 전선 정리 및 정돈

· 절연전선(조명용, 전열용, 조작패널)

- 도체 위에 절연체(PVC, PE)만을 피복
- **고전압**에서는 접속시 **감전 위험**

· 케이블

- **이중 피복**(sheath, 시즈)의 형태
- 도전성 물체 접촉 시 **감전/ 누전 없음**



이동전선(케이블)의 안전관리 (2/3)

● 이동전선(케이블)의 사고사례

- 접속기구(콘센트) 선로 연결작업 중 감전



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 정전 후 작업 미실시 • 작업자 절연용 보호구 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 감전 우려가 있을 경우 전로를 차단한 후 작업 - 다른 근로자의 오조작 방지를 위하여 잠금장치를 하고 꼬리표를 부착 ⇒ 저압 활선작업 시 적합한 절연용 보호구 착용 - 정전이 곤란하여 활선작업 시 절연용 보호구 (절연장갑 등) 착용

- 접속기구(콘센트) 충전부 접촉으로 감전



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 접속기 외함 파손으로 충전부 노출 • 접속기 사용 시 주의사항 미준수
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 전기 기계/기구 충전부가 노출되지 않도록 조치 - 폐쇄형 외함으로 하는 등 방호조치 실시 - 외함 파손으로 충전부 노출 시 즉시 교체 ⇒ 접속기 사용 시 주의사항 준수 - 땀 등으로 젖은 손으로 취급하지 않도록 조치

- 17 -

이동전선(케이블)의 안전관리 (3/3)

● 꽃음접속기 설치 사용 시 준수사항

- 서로 다른 전압의 꽃음접속기 접속 금지
- 습윤한 장소는 방수형 꽃음접속기 사용
- 꽃음접속기 잠금장치는 접속 후 잠금
- 꽃음접속기 젖은 손으로 취급 금지



● 이동전선(케이블)의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통/우수
1	이동전선(케이블) 포함은 근로자가 걸려 넘어지지 않도록 정리·정돈되어 있는가?	_____	_____
2	이동전선은 현장조건에 적합한 것을 사용하는가(외용 등)?	_____	_____
3	전원 인출은 배전반 외부에 설치된 접속기구를 이용하여 하는가?	_____	_____
4	현장에서 사용 중인 이동전선은 차량과 건설기계 통행 등 외부 충격에 손상되지 않도록 조치가 이루어졌는가?	_____	_____
5	물 등 도전성이 높은 장소에서 사용하는 이동전선은 절연 효과가 있도록 충분한가?	_____	_____
6	이동전선이 연결된 임시배전반 전원 측에 누전차단기가 설치되어 있는가?	_____	_____
7	이동전선 접속 시 적절한 방법으로 하는가?	_____	_____
8	이동전선은 접지극이 포함된 것을 사용하고, 접속기구의 접지극과 연결되어 있는가?	_____	_____
9	근로자들이 땀이나 물기에 젖은 손으로 접속기구 등을 취급하지 않도록 하는가?	_____	_____
10	이동전선 사용 후에는 수거하여 지정된 장소에 보관하는가?	_____	_____

- 18 -

임시조명의 안전관리 (1/3)

● 임시조명의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 주 전원을 차단하지 않고 조명 교체 작업 시 감전 위험 · 충전부 노출로 전등 파손 시 감전 위험 · 등기구 외함 / 전등 거치대 누설 전류에 의한 감전 위험 · 설치 및 교체 시 사다리 단독 작업으로 떨어짐 위험 · 전등 파편 등에 의한 손이나 안면부 손상 위험 · 배선차단기에서 직접 전원 인출로 감전 위험 · 폭발 위험 장소에서 일반 전등 사용 시 폭발 위험 · 전등 접속방법 불량 등에 의한 스파크 발생으로 화재 	<ul style="list-style-type: none"> · 주 전원을 차단한 후 조명 설치 및 교체 작업 진행 · 파손 시 충전부가 노출될 수 있는 전등은 보호망 설치 · 철제 외함의 등기구와 거치대는 접지를 실시 · 1.2미터 이상의 전등 교체 작업 시 2인 1조로 실시 · 보안경과 절연보호구 등을 착용하고 작업 · 누전차단기를 거친 전원을 인출하여 사용 · 폭발 위험장소에서는 방폭용 등기구를 사용 · 접속 부위 점검 및 임시 전등 하부에 인화성 자재 적재 금지

· 작업별 조도 확보 기준

(산업안전보건기준에 관한 규칙 제8조)

- 초정밀 작업 : 750 Lux 이상
- 정밀 작업 : 300 Lux 이상
- 일반 작업 : 150 Lux 이상
- 기타 작업 : 75 Lux 이상

구분	백열등	형광등	LED등	투광등
고정식				
이동식				

- 19 -

임시조명의 안전관리 (2/3)

● 임시조명의 사고사례

- 백열등 깨지며 필라멘트 충전부에 접촉 감전



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 보호망이 설치되지 않은 전등(백열등) 사용 · 감전 방지용 누전차단기 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 임시 전등 보호망 설치 ⇒ 감전 방지용 누전차단기 설치

- 투광등 설치 위해 사다리 작업 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 3미터 높이의 사다리에서 단독 작업 실시 · 떨어짐 방지조치 실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 1.2미터 이상 사다리 작업 시 2인 1조로 작업 ⇒ 발벌림 방지장치, 아웃트리거 등 설치

- 20 -

임시조명의 안전관리 (3/3)

● 임시조명의 사고사례(계속)

· 접속부 과열에 따른 스파크 발생으로 화재



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 임시 전등 접속방법 불량에 따른 단락, 스파크 · 임시 전등 직하부에 가연성 단열재 적재
예방 대책	<p>⇒ 접속부의 전기적/기계적 방호조치 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전기적 용량, 기계적 강도를 확보할 것 - 접속부 변형 방지를 위해 적절한 방호조치 강구 <p>⇒ 화재 등 비상 시 경보운영체계 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 경보운영체계 및 경보설비 또는 기구 설치 - 근로자 투입 전 경보체계 교육 실시

● 임시조명의 안전점검 체크리스트

순번	평가항목	평가결과	
		개선필요	보통 우수
1	조명 설치와 교체 작업 전 메인 전원을 차단하였는가?		
2	차단된 전원의 불시 투입 방지를 위한 잠금장치(Lock-out), 꼬리표(Tag-out)를 설치하였는가?		
3	파손 및 충전부 접촉 우려가 있는 전등에 보호망을 설치하였는가?		
4	철재 또는 도전체 외함 등 기구와 거치대에 접지를 하였는가?		
5	전선 인입부 고무매킹과 고열 발생부 내열전선 등은 이상이 없는가?		
6	사다리 사용 작업 시 2인 1조로 진행하는가? 단, 협소한 장소에서 3.5m 이하 전등 교체 등의 경작업 시		
7	이동식 비계, 고소작업대 사용 시 떨어짐 예방조치를 하였는가?		
8	배선전로의 전원 측에는 감전 방지용 누전차단기를 설치하였는가?		
9	부득이한 활선작업 시 적정 보호구를 착용하고 접근간격을 유지하는가?		
10	전동공구는 이중 절연구조의 제품을 사용하는가?		
11	전기 스파크가 발생할 수 있는 접속부 등의 주변에 가연성 재재를 적재하지 않았는가?		

이동식 발전기의 안전관리 (1/2)

● 이동식 발전기의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 발전기 철제 외함의 누설로 인한 감전 위험 · 통로 바닥의 전선 피복 손상으로 인한 감전 위험 · 활선작업 시 절연보호구 미착용으로 인한 감전 위험 · 내부 밀폐된 공간에서 사용 시 질식 및 중독 위험 · 타 작업장소와 인접하여 발전기 설치로 소음성 난청 위험 · 발전기 내연기관 고열 발생 부위 접촉으로 화상 위험 · 발전기 양중작업 중 줄걸이 끊어짐으로 인한 떨어짐 · 가열된 발전기에 연료주입 또는 주변 보관시 폭발 위험 · 출력 전압 미표기로 전압 불일치 기구 사용시 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 발전기 철제 외함은 접지를 실시 · 차량 통행이 있는 바닥 배선을 금지, 가공으로 배선 · 정전 작업이 불가능한 경우, 절연보호구를 착용하고 작업 · 외기 노출된 장소에 설치하거나, 급/배기를 실시 · 작업공간과 이격하여 배치하고 청력보호구 지급 / 착용 · 고열 부위에 접촉방지조치(방호울)를 하고 경고표지판 부착 · 운반 작업 중 줄걸이 용구 노후화 및 이상유무 확인 · 엔진을 끄고 냉각시킨 후 연료를 보충 · 출력 전압 표지판 및 전력 표기 계기의 정상 작동 여부 확인



충전부 누출



분전반 접지선 단선



양중용 줄걸이 파단



발전기 주변에 연료보관

이동식 발전기의 안전관리 (2/2)

● 이동식 발전기의 사고사례

- 지하 배수작업 중 발전기 유해가스에 질식



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 상수도관 내 내연기관 사용 시 환기 미실시 · 밀폐공간의 산소 농도 및 유해가스 평가 미실시 · 작업 위치와 외부 감시인 간 비상연락설비 미운영
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 충분한 급/배기 시설 설치 후 내연기관 가동 ⇒ 관리감독자가 수시로 산소, 유해가스 농도 확인 - 작업 전, 작업 간, 휴식 후 재투입 전 농도확인 - 공기호흡기 등 호흡용 보호구를 지급, 착용 ⇒ 작업장-외부감시인 간 상시 연락체계 구축

● 이동식 발전기의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통 우수
1	이동식 발전기 설치 장소가 적정(지반 평평도, 배수시설 등)한가?		
2	원동기 정지장치, 전원 연결 단자함, 과전류 차단장치, 전원 차단장치, 발전기 외함 접지장치가 적정한가?		
3	전선은 손상, 파손, 노후화로 절연이 파괴된 부위가 없는가?		
4	동력전달부 또는 고열 발생 부위 방호용 등의 설치는 적정한가?		
5	양중 시 사용되는 줄걸이 용구 등은 손상이 없는가?		
6	발전기 연료는 공급 계통에 이상이 없고 별도 장소에 보관하는가?		
7	환기가 원활하고 밀폐되지 않은 장소에 설치하였는가?		
8	작업장과 인접 지역에 설치하여 고소음이 발생되지 않는가?		
9	전원 인출 부위(터미널)의 충전부가 노출되어 있지는 않은가?		
10	전원 인출은 누전차단기를 경유하여 하고 있는가?		
11	가동 중인 상태에서 절연보호구를 착용하고 취급하고 있는가?		
12	연료 보충 시 엔진을 정지하고 냉각 상태에서 주입하는가?		
13	담당자 이외 조작 금지조치를 하고 시간장치를 설치하였는가?		

- 23 -

전기기계 · 기구의 안전관리 (1/2)

● 전기기계 · 기구의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 사용 중 절연 불량, 피복 손상 등으로 누전 위험 · 이동식 전기/기계기구 전원단자 등 충전부 노출로 감전 · 물기, 습윤 장소에서 전기/기계기구 절연 불량으로 감전 · 휴대형 전기기기 작업 중 방호장치 미흡으로 인한 칩 비산, 회전 부분에 말림 등의 위험 · 가연성 가스, 인화성 물질 등을 취급하는 장소에서의 작업 시 화재/폭발 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 사용 중 절연 불량, 피복 손상 등으로 누전 위험 · 이동식 전기/기계기구 전원단자 등 충전부 노출로 감전 · 물기, 습윤 장소에서 전기/기계기구 절연 불량으로 감전 · 휴대형 전기기기 작업 중 방호장치 미흡으로 인한 칩 비산, 회전 부분에 말림 등의 위험 · 가연성 가스, 인화성 물질 등을 취급하는 장소에서의 작업 시 화재/폭발 위험

· 이동식 전기기기 주의사항

- 도전성 공구 · 장비 등이 충전부에 접촉/근접하지 않도록 할 것
- 젖은 손으로 전기기계 · 기구의 플러그를 꽂거나 제거하지 말 것
- 전기회로를 개방, 변환, 또는 투입 시 차단기 등을 사용할 것
- 차단기에 의한 자동 차단 후, 안전 입증 전까지 작업을 중지할 것
- 작업 전 각 기기의 방호장치가 정상 작동 여부를 확인할 것
- 가연성 가스 또는 폭발 위험 장소에서는 해당 가스나 분진에 적합한 방폭형 전기기기를 사용할 것



- 24 -

전기기계 · 기구의 안전관리 (2/2)

● 전기기계 · 기구의 사고사례

· 휴대용 전기드릴 사용 중 누설 전류에 **감전**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 휴대용 전기드릴 금속제 외함에 접지 미실시 · 전기드릴 전원 측에 설치된 누전차단기 고장
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 전기기계 · 기구 금속제 외함에 접지 실시 - 접지저항 100Ω 이하의 접지 실시(400V이하) ⇒ 전원 측에 누전차단기 설치 및 작동 상태 확인 - 당해 전로의 정격에 적합하고 감도가 양호하며 정상작동하는 누전차단기 설치 - 점검결과 오작동 시 즉시 보수하거나 교체

● 전기기계 · 기구의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	전기설비의 전원 연결부 접속 상태는 양호한가?			
2	전기설비의 플러그는 접지극이 있으며, 접지선과 연결되었는가?			
3	이동식 전기설비는 접지극이 부착된 콘센트에 연결되었는가?			
4	콘센트의 전원 측에 감전 방지용 누전차단기가 설치되어 있는가?			
5	이동전선의 피복 손상 여부 등 절연 상태는 점검하였는가?			
6	이동전선이 작업장의 바닥에 방치되지 않았는가?			
7	젖은 손이나 젖은 신발을 신은 상태에서 취급하지 않는가?			
8	감전 방지용 누전차단기는 정상적으로 작동하는가?			
9	작업자의 복장이 이동식 전기기계·기구에 말려들 위험은 없는가?			
10	전원을 인출하는 장소와 전기설비 사용 장소가 멀리 떨어질 경우 이동식 전선의 피복 손상 위험은 없는가?			
11	전기기계·기구 제조 시 부착된 덮개 등 방호장치는 부착되어 있으며, 기능을 유지하는가?			

감전사고 발생 시 응급조치 (1/2)

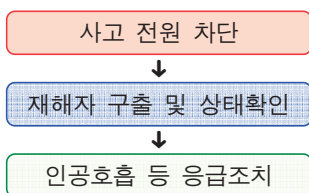
● 감전사고 발생의 위험성

유해 · 위험요인
<ul style="list-style-type: none"> · 인체를 통과한 전류의 크기가 클수록 위험은 증가 · 심장부 통전 시 혈액 순환 기능 마비에 의한 심실세동으로 심장마비 위험 · 전기 충전부 접촉 시 발생한 수천도의 전기 아크 및 불꽃에 의한 화상 위험 · 전기 쇼크 시 떨어짐, 넘어짐 등 위험 * 심실세동 : 전류가 심장부분에 흘러 정상적인 박동이 아닌 불규칙적인 세동으로 혈액의 순환이 순조롭지 못하게 되는 현상

· 인체를 통한 전류의 크기별 증상

종류	최소감지전류	고통전류	이탈가능전류	불수전류	심실세동전류
통전전류의 크기	1~2mA	2~8mA	8~15mA	15~50mA	50~100mA
증상	약간 느낄 정도	경련 유발	통증 유발	심한 경련 초래	사망 우려

○ 감전재해 시 응급조치(5분 경과시 **소생률 20%** 미만)



· **철골, 물기있는 바닥**일 경우 전선/케이블/전기기계 · 기구 여부 확인

· 배전반이나 접속기구 찾아 **전원차단 또는 분리**조치

· 전원 **차단여부 확인 후**, 재해자에게 **접근**

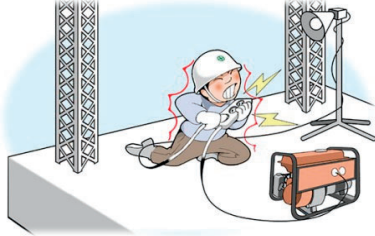
· 호흡/의식 상태 파악, 출혈/골절 여부 확인, 119에 신고

· 기도의 확보, 인공호흡 / 흉부압박, 화상 등에 따른 응급조치

감전사고 발생 시 응급조치 (2/2)

● 감전발생의 사고사례

- 물에 젖은 접속기구 연결 작업 중 감전



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 습윤한 장소에서 일반 접속기구 사용 · 물기가 묻어 있는 접속기구 취급 방법 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업조건에 맞는 접속기구 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 물기에 노출/접촉 시 방수형 접속기구 사용 ⇒ 젖은 접속기구 취급 금지 및 절연보호구 착용 <ul style="list-style-type: none"> - 젖은 접속기구는 완전 건조때까지 접속/취급 금지 - 취급 시 절연장갑, 절연화 착용

● 감전발생의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	감전사고에 대한 위험을 근로자에게 전달하였는가?	
2	관리감독자가 감전사고자에게 신속하게 응급처치를 할 수 있도록 근로자들을 교육하고 있는가?	
3	감전사고 발생 시 전원 차단 위치는 파악하고 있는가?	
4	응급조치를 실시할 수 있는 인력이 확보되었는가?	
5	응급조치를 위한 구급용구가 비치되어 있는가? ※ 붕대, 탈지면, 반창고, 외상용 소독약, 지혈대, 화상약 등	
6	사고 상황에 대비한 교육이나 훈련은 실시하는가?	
7	자동제세동기(AED)는 비치하고 있으며, 정상적으로 작동되는가?	
8	자동제세동기 담당자가 지정되어 있으며 사용법을 알고 있는가?	

- 27 -

기타 강조사항 / Q & A

- 사업주(시설, 전기, 통신, 소방) 마다 전기안전담당자 선임
- 배전반, 분전반의 관리담당자 지정
- 이동식비계 / 사다리 안전관리 중요성
- 절연보호구(절연장갑, 절연화) 지급의 중요성
- 이동식케이블 관리의 중요성

- 28 -





4

가설구조물 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[가설구조물 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「가설구조물 공사」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 구조물 및 종류별 개요
- 「구조물 종류별」 안전관리 실무
 - 종류별 유해/위험요인과 재해예방
 - 종류별 사고사례 (원인/예방대책)
 - 종류별 안전점검 체크리스트
- 기타 강조사항 / Q&A

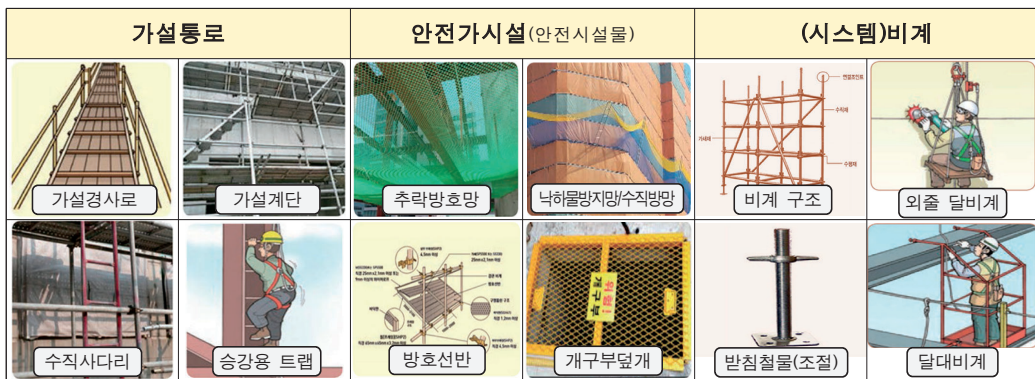
- 2 -

「가설구조물 공사」의 개요 및 특성 (1/3)

● 가설구조물 공사의 개요

- 공사에 필요한 **구조물을 임시로 설치, 사용 / 완공 후에는 해체**
- 가설구조물 : **통로, 안전시설, 비계***, **휴막이, 사다리** 등
 - ※ 비계 : 높은 곳의 작업 목적으로 **통로/발판을 설치한 가설구조물**
 - 공중 : 부재 설치/해체, **구조물**, 조적, 미장, 도장, 용접/용단, **기계설비**, 전기, 통신, 소방 등 **광범위 적용**
 - 종류 : 통나무 비계, 강관(틀)비계, **이동식비계**, **시스템비계**, 달(대)비계, **말비계**, 작업발판 일체형 비계 등

○ 가설구조물 종류



- 3 -

「가설구조물 공사」의 개요 및 특성 (2/3)

● 가설구조물 공사의 특성

- 준공 전 해체되므로 비용 절감을 위해 **안전시설 설치를 기피**
- **노후 기자재**를 **재사용**하므로 재해발생을 높음
- 주요 **안전부재를 생략**하여 떨어짐, 무너짐 등의 피해가 지속 발생

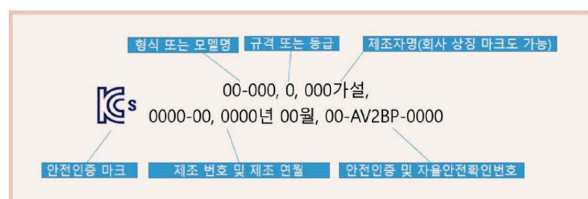
● 가설구조물 단계별 안전관리 중요성

- 설계단계에서부터 **안전한 비계공법을 선정**하는 것이 가장 중요
- 시공 전 **관계전문가 검토**, 시공상세도/계획서의 안전작업절차 준수
- 구조물 해체 시 작업자 특별교육 실시 및 **해체순서 준수**

● 비계의 안전인증 등 표시

· 안전인증 고시 표기 내용

- 형식 또는 모델명 - 제조사명
- 규격 또는 등급
- 제조번호 및 제조연월
- 안전인증번호

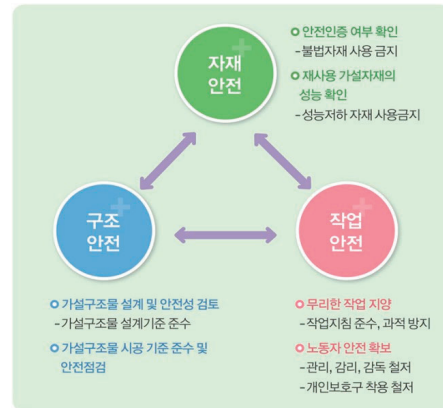
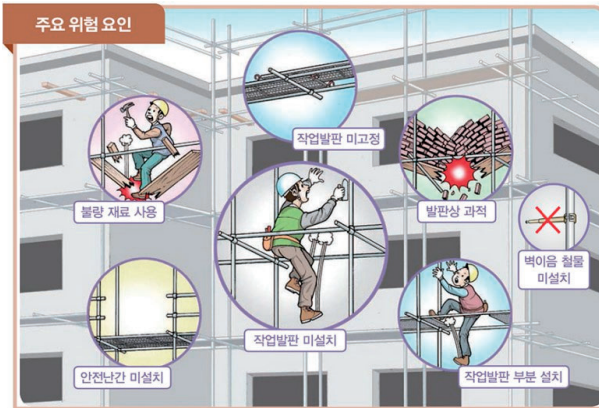


- 4 -

「가설구조물 공사」의 개요 및 특성 (3/3)

● 비계구조물의 주요 위험요인과 안전요건

주요 유해 · 위험요인	
<ul style="list-style-type: none"> · 연결재가 적은(누락, 불완전 결합) 구조가 되기 쉬움 · 구조물이라는 개념이 부정확, 조립의 정밀도가 낮음 · 임시구조물이라 작업 편의를 위해 임의로 해체가 쉬움 · 과소 단면이거나 결함이 있는 재료를 사용하기 쉬움 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업발판에 자재 과적으로 무너짐 위험 · 발판, 안전난간대 누락으로 떨어짐 위험성이 높음 · 벽이음재 미설치 또는 임의 해체로 비계 무너짐 위험 · 작업발판 위에서 안전난간대 설치 시 떨어짐 위험



산업재해 발생 유형 분석 (1/1)

● 가설전기 공사 재해의 특징

○ 최근 5년 전체 건설업 사망재해(2,355명) 중 **19.5%**(460명) 점유

구분	건설업	비계작업
합계	2,355	460
점유율	100%	19.5%

○ 공사 규모별 현황 : 20억원 미만 현장이 전체의 **62.2%** 차지

총합계	1억원 미만	1~3억원 미만	3~10억원 미만	10~20억원 미만	20~50억원 미만	50~120억원 미만	120~1000억원	1000억원 이상
460	106	63	81	36	39	33	66	36
100%	23.0%	13.7%	17.6%	7.8%	8.5%	7.2%	14.3%	7.8%

○ 사고재해 발생형태 : **떨어짐**(96.1%) >> 무너짐(1.3%) > 맞음(0.7%)

○ 종류별 사고현황 : **강관비계**(38.0%) >> 사다리(22.0%) > 이동식비계(14.3%)


* **시스템비계는 2.0% 수준**으로 사고발생 건 수가 상대적으로 적음

주요 구조물 및 종류별 개요 [1/6]

● 주요 구조물 구분

가설통로 / 안전가시설 / 강관비계 / 시스템비계 / 달비계

● 종류별 개요 및 유해·위험요인

① 가설통로	유해·위험요인	예방대책
 <p><가설경사로> <가설계단></p>	<ul style="list-style-type: none"> 개인보호구 미착용으로 인해 통행 중 부딪힘/맞음 가설통로가 아닌 장소로 이동 시 넘어짐 통로 바닥의 돌출물에 걸려 넘어짐 가설통로 지지물이 하중을 못견디고 무너짐 통로 발판의 미고정으로 탈락 및 넘어짐 통로 단부에 안전난간대 미설치로 이동 중 떨어짐 통로 상부에서 떨어진 낙하물에 맞음 통로 단부에서 자재, 공구 등의 떨어짐 법면 등 임시 이동통로 이용 중 넘어짐 가설경사로의 각도가 높아 이동 중 넘어짐 가설경사로 이동 중 미끄러짐 위험 가설경사로 상부에서 떨어지는 자재에 맞음 	<ul style="list-style-type: none"> 가설통로 통행 시 개인보호구 착용 가설통로 사용하도록 교육/TBM 실시 돌출물이 없도록 정리/정돈 실시 설계하중에 견디게 견고하게 설치 통로 발판 고정 철저 떨어짐 위험부위에 안전난간대 설치 통로 상부에 낙하물 방호선반 설치 통로 단부에 수직방호망 설치 임시통로에 가설계단 설치 가설경사로 각도 30° 이내로 설치 가설경사로 각도 15° 이상인 경우 미끄러움 방지조치 실시 단부에 수직보호망 설치 및 하부 위험구역 출입 통제조치

- 7 -

주요 구조물 및 종류별 개요 [2/6]

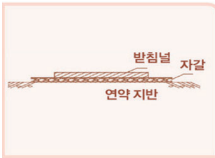


● 종류별 개요 및 유해·위험요인(계속)

② 안전가시설	유해·위험요인	예방대책
 <p><추락방호망> <낙하물방지망></p>	<ul style="list-style-type: none"> 추락방지망 임의 해체로 인한 떨어짐 추락방지망 로프 강도 부족으로 추락 시 파단 추락방지망의 인장 강도 부족으로 추락 시 파단 낙하물 방지망 규정 미준수로 낙하물 발생 낙하물 방지망 설치 시 자재 추락으로 맞음 안전시설물 조립절차 미준수로 떨어짐 위험 방호선반 지지용 브래킷 연결부 탈락으로 떨어짐 단부 안전난간대 강도 부족으로 떨어짐 위험 수직방호망 앵커설치 미흡으로 인발되면 파손 안전대 부착설비 지지점 구조적 취약으로 떨어짐 수직보호망 설치 시 밀실하지 않아 낙하물 발생 위험 개구부 보호덮개 구조적 취약으로 파손 보호덮개 스토퍼 미설치하여 밀리며 떨어짐 위험 안전가시설 설치 시 인근 고압선 접촉으로 감전 안전가시설 설치 중 불안정한 자세로 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 근로자 임의 해체 않도록 관리감독 안전인증 제품으로 견고한 것 사용 성능시험기준에 적합한 제품 사용 10M 이내, 빈틈없도록 견고히 설치 안전시설물 작업 시 하부 출입통제 조립/설치/해체 시 순서 준수, 감독 손상되거나 변형없는 규격품을 사용 안전난간대 100kg에 견디도록 설치 방망의 앵커는 설계기준대로 설치 지지점을 풀리지 않도록 견고히 결속 바닥면까지 밀실하게 연장하여 설치 견고한 구조로 설치 스토퍼 설치로 밀리지 않도록 고정 절연용 방호구 설치, 3M 이상 이격 가시설 작업자 개인보호구 착용 철저

- 8 -

주요 구조물 및 종류별 개요 [3/6]

● 종류별 개요 및 유해 · 위험요인(계속)

③ 강관비계	유해 · 위험요인	예방대책	
 <p><연약지반 보강></p>  <p><버림콘크리트 타설></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 비계 기둥 하부 침하로 비계 무너짐 위험 • 비계 작업발판 상부에 석재 등 과적으로 무너짐 • 비계 설치 중 고압전선 접촉으로 감전 • 작업구간 하부에 작업 중 낙하물에 맞음 • 승강설비(사다리) 미설치로 비계 위로 이동 중 떨어짐 • 벽 이음 미설치 또는 철선 등 비규격품 사용 • 벽 이음 선해체로 인한 비계 무너짐 위험 • 비계 결속부에 비규격품 사용으로 인한 무너짐 • 무리한 작업으로 인한 떨어짐 위험 • 비계작업 시 안전대 미착용으로 떨어짐 • 개인보호구 미착용으로 부딪힘 및 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 비계 기둥 하부 침하방지 조치 • 기둥 간 최대 400kgf 이내 관리 • 고압선로 이설, 절연용방호구 설치 • 발판 단부에 발끝막이판, 수직방망 • 승강사다리 또는 가설계단을 설치 • 전용 철물, 5M마다 벽이음재 설치 • 해체 전 동등 이상의 강도 확보 조치 • 클램프 등 전용 철물 사용하여 체결 • 작업 시작 전 안전작업 수칙 교육 • 비계에서 작업 시 안전대 체결 감독 • 비계에서 작업 시 개인보호구 착용 	
 <p><강관비계 전경></p>	 <p><가새재 설치></p>	 <p><벽이음재 설치></p>	 <p><가설계단></p>

주요 구조물 및 종류별 개요 [4/6]

● 종류별 개요 및 유해 · 위험요인(계속)

④ 시스템비계	유해 · 위험요인	예방대책	
 <p><작업대></p>  <p><통용용 작업발판></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 비계 수직재 하부 지내력 미확보로 지반 침하 • 작업발판 상부 자재 과적으로 무너짐 위험 • 비계 설치 중 고압전선 접촉으로 감전 • 작업구간 하부에 작업 중 낙하물에 맞음 • 승강설비(사다리) 미설치로 비계 위로 이동 중 떨어짐 • 벽 이음 미설치 또는 철선 등 비규격품 사용 • 벽 이음 선해체로 인한 비계 무너짐 위험 • 비계 결속부에 비규격품 사용으로 인한 무너짐 • 무리한 작업으로 인한 떨어짐 위험 • 비계작업 시 안전대 미착용으로 떨어짐 • 개인보호구 미착용으로 부딪힘 및 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 침하방지 조치, 조절용 받침철물 사용 • 기둥 간 최대 400kgf 이내 관리 • 고압선로 이설, 절연용방호구 설치 • 발판 단부에 발끝막이판, 수직방망 • 승강사다리 또는 가설계단을 설치 • 전용 철물, 5M마다 벽이음재 설치 • 해체 전 동등 이상의 강도 확보 조치 • 클램프 등 전용 철물 사용하여 체결 • 작업 시작 전 안전작업 수칙 교육 • 비계에서 작업 시 안전대 체결 감독 • 비계에서 작업 시 개인보호구 착용 	
 <p><시스템비계 전경></p>	 <p><추락방지망></p>	 <p><수직보호망></p>	 <p><석공사용 벽 이음></p>

주요 구조물 및 종류별 개요 [5/6]

● 종류별 개요 및 유해·위험요인(계속)

④ 시스템비계 부위 명칭	구성요소별 상세 사진

주요 구조물 및 종류별 개요 [6/6]

● 종류별 개요 및 유해·위험요인(계속)

⑤ 달비계	유해·위험요인	예방대책
<p><파라핏 링></p> <p><추락방지대></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 작업절차를 무시하고 무리한 작업 실시로 떨어짐 · 수직구멍줄에 안전대 미체결로 인한 떨어짐 · 개인보호구 미착용으로 인한 떨어짐 위험 · 안전모 부적정 착용으로 인한 벽체 부딪힘 · 달비계 지지로프 손상으로 끊어짐 위험 · 작업대 탑승 시 안전대 미체결로 떨어짐 위험 · 작업용 지지로프 결속부 풀림으로 인한 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업절차 준수교육 및 관리감독 · 안전대는 수직구멍줄에 체결하고 작업 · 안전모, 안전대 등 보호구 착용 · 안전모 턱끝 체결하도록 지도/감독 · 지지로프 작업 중 파단방지 조치 · 작업대 탑승 전 안전대 구멍줄에 체결 · 지지로프 2개소 이상 결속(자물쇠 조치)
<p><쌍줄 달비계></p>	<p><외줄 달비계></p>	<p>그네식안전대 주로프 : 20mm 이상 보조로프 : 16mm 이상</p> <p><로프 폴림방지></p> <p><로프 보호대></p> <p>추락방지대 -상: 청색 -하: 적색 CD관 체결 (정방향식별 용이)</p>

세부 작업별 안전관리 실무

- 가설통로
- 안전가시설(안전구조물)
- 강관비계
- 시스템비계
- 달(대)비계

가설통로의 안전관리 (1/4)

● 가설통로의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 가설통로 단부에 안전난간 미설치로 떨어짐 위험 · 가설경사로 이동 중 미끄러져 넘어짐 위험 · 가설계단 상부에 자재 과적으로 계단 무너짐 위험 · 사다리 상/하부 고정 미흡으로 넘어짐, 떨어짐 위험 · 고정식 사다리 에서 떨어짐 위험 · 철골 승강용 트랩에서 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 통로에 충분한 넓이 확보 및 단부에 안전난간 설치 · 경사가 15° 를 초과 시 미끄러짐 방지조치 실시 · 발판 구조에 따라 최대 적재하중을 정하여 준수 · 상하부를 고정하고 상부 지지점에서 60cm이상 연장 · 높이가 7m이상인 경우 바닥에서 2.5m지점부터 등받이울 설치 · 달단의 폭/간격 준수 부착설비에 안전대를 걸고 이동

● 가설통로의 종류별 기준

· 가설경사로 설치기준

- 경사 30° 이하 설치
- 경사15° 초과 시 미끄럼방지 조치
- 경사로의 폭은 90cm 이상
- 통로 양측에 90~120cm의 상부난간대, 그 아래 중간난간대
- 계단참 : 높이 7m이내마다
- 지지기둥 : 수평거리 3m이내마다



가설통로의 안전관리 (2/4)

가설통로의 종류별 기준(계속)

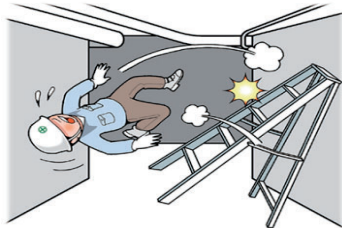
구분	설치 기준	
가설수평통로	<ul style="list-style-type: none"> - 발판 이음 시 겹침길이 20cm이상 확보 - 작업발판 1개에 지지물은 2개 이상 - 최대 적재하중을 정하여 기준을 준수 	
이동식 사다리	<ul style="list-style-type: none"> - 상부 지지점 위로 60cm이상 - 높이가 7m이상 인 경우, 2.5m 높이에 등받이 올 설치 	
가설계단	<ul style="list-style-type: none"> - 경사 30° ~ 60° 미만 구간에 설치 - 발판 폭 35cm이상, 발판 높이 24cm이하 - 발판 너비 18cm이상 - 가설계단의 폭 : 1m이상 - 계단/계단참 : 500kgf/㎡이상 	
철골 승강용 트랩	<ul style="list-style-type: none"> - 철골기둥에 사다리 형태로 트랩 이동은 최소화 - 직경 16mm의 철근 사용 - 수직이동용 안전대부착설비, 안전대를 걸고 이동 - 답단 : 간격 25~30cm, 폭30cm - 트랩/부착설비는 지상에서 조립 	

- 15 -

가설통로의 안전관리 (3/4)

가설통로의 사고사례

· A형 사다리에서 공조 작업 중 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 외부 작업발판 설치 불량 (냉난방 덕트 설치는 장기간 작업으로 추락, 전도 위험 높음)
예방 대책	<p>⇒ 작업발판 설치 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> - 근로자가 떨어지거나 넘어질 위험이 있는 장소에서 작업을 하는 경우, 이동식 비계를 조립하여 안전한 작업발판을 설치 - 사다리는 원칙적으로 이동통로로만 사용 ※ 단, 사다리 사용이 불가피한 경작업(손/팔을 이용한 작업)에 한하여 추락방지조치 후, 발붙임(A형, 조경용)사다리를 3.5m이하의 작업높이에서만 가능



<이동식 비계 설치 사례>



<계단형 이동식비계 사례>

- 16 -

가설통로의 안전관리 (4/4)

● 가설통로의 사고사례(계속)

· 철골 트랩에서 내려오던 중 떨어짐



원인	· 철골 기둥 승강용 트랩에서 안전대 미부착 (부착설비인 수직구명줄 미설치)
예방 대책	→ 승강용 트랩에 수직구명줄 설치 후 안전대 부착 - 트랩 설치기준을 준수하고, 지휘자 감독하에 승하강 실시 - 트랩을 이용한 근로자 이동은 최소화 할수록 재해 예방에 유리

● 가설통로의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	가설 경사로 및 가설계단 등 가설통로 단부에 안전난간을 설치하였는가?	
2	가설 경사로(경사 15° 초과)에 미끄러짐막이를 설치하였는가?	
3	이동식 사다리 상단의 걸쳐 놓는 높이는 60cm 이상 확보하였는가?	
4	사다리의 담단 간격은 일정하게 30cm 이내인가?	
5	사다리식 통로의 기울기는 75° 이내인가?	
6	고정식 사다리식 통로의 높이가 7m 이상인 경우 바닥에서 높이가 2.5m 되는 지점부터 등받이울을 설치하였는가?	
7	통로의 경사가 30~ 60°인 경우 가설통로를 계단으로 설치하였는가?	
8	가설계단 및 계단함의 강도는 500kgf/m ² 이상인철을 4에 견딜 수 있는 견고한 구조인가?	
9	가설계단의 지지구조가 앵커인 경우 구조를 검토한 설계도면에 따라 정밀하게 시공하였는가?	
10	철골 승강용 트랩에는 수직구명줄을 설치하고, 안전대를 부착한 상태로 이동하는가?	

안전가시설의 안전관리 (1/7)

● 안전가시설의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 미인증 안전방망 설치로 인한 떨어짐 위험 · 추락방호망을 밀실하게 설치하지 않을 경우 떨어짐 위험 · 낙하물방지망/방호선반의 내민길이 부족으로 자체 떨어짐 · 개구부 보호덮개 설치 후 덮개 밀림 및 개방으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 추락방호망, 낙하물방지망은 인증제품을 사용 · 추락방호망과 지지구조물 사이 최대간격 10cm이하로 설치 · 낙하물방지망, 방호선반의 내민길이 수평거리 2m이상 · 덮개는 개구부를 덮고 5cm이상 걸쳐고, 스토퍼로 고정

● 안전가시설의 종류별 기준

구 분	설 치 기 준	그림
추 락 방 호 망	<ul style="list-style-type: none"> · 수직거리 10m이내 마다 설치 (최하단은 지상에서 5m정도) · 길이, 나비가 3m이내 마다 테두리포프와 지지점을 달기로프로 결속 · 추락방호망과 지지구조물 간격 : 10cm이하 · 방망의 그물코 : 가로, 세로 10cm이하 · 외측 방망의 내민길이 : 3m이내 · 안전확인 : 10m이내 높이에서 80kg 낙하 · 설치 후 3개월 이내마다 정기점검 실시 · 방망에 적치되어 있는 낙하물 즉시 제거 	

안전가시시설의 안전관리 (2/7)

● 안전가시시설의 종류별 기준(계속)

구 분	설 치 기 준	
낙 하 물 방 지 망	<ul style="list-style-type: none"> • 수직거리 10m이내 마다 설치 (최하단은 보행/차량 이동 지장없이 가장 낮게) • 방망의 설치각도 : 20 ~ 30° • 방망의 내민길이 : 2m이내 • 방망의 그물코 : 가로, 세로 2cm이하 • 방지망 가장자리 테두리로프로 그물코마다 연결 • 방지망 겹침 폭 30cm이상 되도록 결속 • 최하단 방지망에는 그물코 0.3cm이하 망 추가 (낙하물 방호선반을 설치했을 시 제외) • 설치 후 3개월 이내마다 정기점검 실시 • 방망에 적치되어 있는 낙하물 즉시 제거 	
방호선반	<ul style="list-style-type: none"> • 가능한 한 낮은 위치(높이 8m이내) • 방망의 내민길이 : 2m이내 • 수평 방호선반 끝단에는 높이 60cm이상 난간 설치 (낙하물이 외부로 튕겨 나가는 것을 방지) • 경사 방호선반의 설치각도 : 20 ~ 30° • 바닥판은 구멍(12mm이하)이 뚫린 구조(바람) 	

안전가시시설의 안전관리 (3/7)

● 안전가시시설의 종류별 기준(계속)

구 분	안전조치의 세부 내용	
안전방망 (추락/낙하물) 방호선반 설치 및 해체 시 안전조치	<ul style="list-style-type: none"> • 반드시 하부작업을 금지하고, 근로자 출입 통제 • 설치/해체 작업 전 작업방법, 작업순서, 작업절차, 개인보호구 착용 등에 관한 사항을 포함한 작업계획을 수립하고, 해당 근로자에게 교육 실시 • 각 부재는 가설재 시험성능기준 이상의 소재를 사용 • 작업 전 안전대 착용을 위한 안전대 부착설비를 반드시 설치 • 안전대 부착 지점부터 근로자가 작업을 하는 위치까지의 거리를 감안하여 작업 상황에 적합한 안전대를 착용하고 이동 및 작업 	
구 분	설 치 기 준	
안전난간	<ul style="list-style-type: none"> • 설치장소 : 계단참, 작업면, 발판사다리, 통로 ※ 구성 : ① 상부난간 ② 중간난간 ③ 난간기둥 ④ 발끝막이판 • 발끝막이판 높이(h) : 10cm, 틈새(C) : 1cm이하 <p>※ 난간기둥 간격 25cm이하인 경우 중간난간대 생략 가능</p>	<p><수직방호망 등이 있는 경우, 발끝막이판 제외 가능></p>

안전가시시설의 안전관리 [4/7]

● 안전가시시설의 종류별 기준(계속)

구 분	설 치 기 준			
수 직 형 추락방망	<ul style="list-style-type: none"> · 목적 : 작업자의 추락위험장소 접근 통제 · 길이 3m마다, 높이 0.75m마다 고정 · 수직방향으로 1.5m이상 설치(치켜올림포함) · 버클 설치 : 사용 중 인장력 감속 특성 · 용접 볼티, 화재 위험 장소에 사용 금지 			
수직보호망	<ul style="list-style-type: none"> · 목적 : 가설구조물 외측 설치, 낙하물 방지 · 용접 작업 예상 장소에는 난연/방염성 자재 사용 · 보호망 지지대의 설치 간격은 35cm 이하 · 긴결부 상태는 1개월마다 정기점검 · 폐기기준 : 방망/고리 파손, 보수 불가능 			
개 구 부 보호덮개	<ul style="list-style-type: none"> · 개구 단변의 크기가 20cm이상인 곳에 설치 · 상부판과 스토퍼로 구성 · 상부판은 구조물에 5cm이상 걸쳐져야 함 · 스토퍼는 개구부 2면 이상에 밀착 시공 · 철근 격자모양은 100mm이하 간격 준수 · 덮개 상부에 “추락주의” 등 경고 표지 			

안전가시시설의 안전관리 [5/7]

● 안전가시시설의 사고사례

· 낙하물방지망 설치작업 중 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 낙하물방지망 지지용 앵커 설치 미흡 · 낙하물방지망 설치작업 시 안전대 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 지지용 앵커의 구조 안전성 확보 - 앵커는 발코니 턱의 수평철근 안쪽 깊이까지 매입하는 등 구조 안전성을 확보 ⇒ 방지망 설치작업 시 안전대 착용 철저 - 안전대 부착설비(구명줄)를 설치하고 안전대를 착용하고 부착설비에 부착

· 교량 하부 안전방망 설치작업 중 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 추락방호망 설치 등 떨어짐 위험 작업 시 안전대 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 떨어짐 위험 작업 시 안전대 착용 철저 - 안전대 부착설비(구명줄) 설치 후 안전대를 착용하고 부착설비에 안전대를 부착, 작업 간 감독 철저

안전가시설의 안전관리 [6/7]

● 안전가시설의 안전점검 체크리스트

· 안전난간 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	상부난간대, 중간난간대, 발끝막이판 및 난간기둥으로 구성되어 있는가?		
2	상부난간대는 바닥면으로부터 90~120cm의 높이에 설치되어 있는가?		
3	발끝막이판은 바닥면으로부터 10cm 이상 높이를 유지하고 있는가?		
4	물체가 떨어지거나 날아오는 위험을 방지하기 위한 수직보호망이 설치되어 있는가?		
5	안전난간 기둥은 상부 및 중간 난간대를 견고하게 떠받칠 수 있는 간격을 유지하고 있는가?		
6	상부난간대와 중간난간대는 난간 길이 전체에 걸쳐 바닥면과 평행한가?		
7	안전난간은 지름 2.7cm 이상의 금속제 파이프나 그 이상의 강도를 가진 재료로 설치하였는가?		
8	안전난간은 100kgf 이상의 하중에 견딜 수 있는 튼튼한 구조로 설치하였는가?		
9	안전난간에 기대거나 밟고 올라서서 작업을 하지는 않는가?		
10	안전난간 설치 또는 해체 작업 시 반드시 안전모, 안전대를 착용하는가?		

· 낙하물방지망/방호선반 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	낙하물방지망은 성능시험기준에 적합한 제품인가?		
2	낙하물방지망은 높이 10m 이내마다 설치하였는가?		
3	낙하물방지망 지지 간격체의 인장강도는 15KN 이상인가?		
4	낙하물방지망은 설치 후 3개월 이내마다 정기점검을 실시하였는가?		
5	방망의 점검 결과 손상, 파손된 경우 신제품으로 교체하거나 보수하여 사용하는가?		
6	낙하물방지망과 방호선반의 설치 간도는 20~30°이며, 내민 길이는 2m 이상 확보하였는가?		
7	방호선반은 견고한 구조이고, 수평으로 설치한 경우 끝단에 60cm 이상의 난간과 수직보호망을 설치하였는가?		
8	낙하물방지망에 적치되어 있는 낙하물은 제거하였는가?		
9	방망사의 그물코는 가로, 세로 2cm 이하이고, 최하단 방망에 그물코의 크기가 0.3cm 이하인 망을 추가로 설치하였는가?		
10	낙하물방지망 및 방호선반 설치·해체 시 안전대 등 개인보호구를 착용하고 있는가?		

안전가시설의 안전관리 [7/7]

● 안전가시설의 안전점검 체크리스트(계속)

· 추락방호망, 수직보호망 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	추락방호망, 수직형 추락방망, 수직보호망은 성능시험기준에 적합한 제품인가?		
2	추락방호망은 높이 10m 이내마다 설치하였는가?		
3	추락방호망, 수직형 추락방망, 수직보호망은 빈 공간이 발생하지 않도록 밀실하고 견고히 설치하였는가?		
4	추락방호망 등은 설치 후 3개월 이내마다 정기점검을 실시하였는가?		
5	방망의 점검 결과 손상, 파손된 경우 교체하거나 보수하여 사용하는가?		
6	건물 외측에 설치하는 추락방호망의 내민 길이를 3m 이상 확보하는가?		
7	추락방호망의 낙하시험으로 망의 손상, 관통 및 지지대 고정부의 썩임, 파손 등 확인 시 신제품으로 재설치하는가?		
8	수직형 추락방망의 앵커, 버클 등은 구조물에 견고히 설치하였는가?		
9	수직형 추락방망은 설치 후 인장력 감소 방지를 위해 버클 등을 이용하여 정기적으로 인장력을 보정하고 있는가?		
10	추락방호망, 수직형 추락방망, 수직보호망의 설치·해체 시 안전대 등 개인보호구를 착용하고 있는가?		

· 개구부 보호덮개 점검 체크리스트

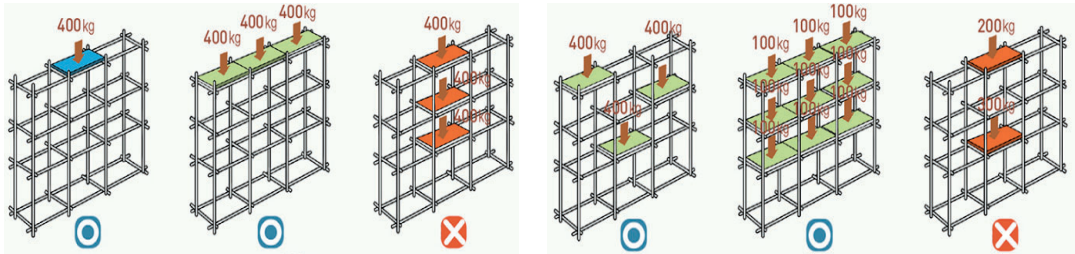
순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	개구부 보호덮개는 견고한 구조/성품 관장인가?		
2	개구부 단면의 길이가 200mm 이상인 경우 보호덮개를 설치하였는가?		
3	개구부 덮개를 철근으로 설치하는 경우 간격은 100mm 이하인가?		
4	스토퍼는 개구부에 2면 이상을 밀착시켜 미끄러지지 않도록 설치하였는가?		
5	개구부 보호덮개의 구조를 걸침 길이는 5cm 이상 확보하였는가?		
6	개구부를 자체 등으로 덮는 등 개구부가 가려지지 않도록 관리하고 있는가?		
7	개구부 주변은 정리 정돈을 실시하였는가?		
8	덮개를 임시 해제하였을 경우 작업 종료 후 즉시 원상 복구하고 있는가?		
9	개구부 주변에서 작업할 때 안전대를 착용하는가?		
10	개구부 보호덮개 상부에 "추락 주의", "개구부 주의" 등 위험표지판을 설치하였는가?		

강관비계의 안전관리 (1/3)

● 강관비계의 위험요인과 재해예방(시스템비계와 유사)

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 벽이음 미설치 또는 마감작업을 위한 임의해체로 무너짐 • 비계 조립 시 작업발판 없이 작업 중 떨어짐 • 작업발판 단부 안전난간대 미설치로 이동, 작업 중 떨어짐 • 조립/해체 중 비계가 고압선에 접촉되며 감전 • 조립/해체 중 개인보호구 미착용으로 떨어짐 위험 • 기둥부재 침하 방지조치 미흡으로 지반 침하에 따른 무너짐 • 작업발판 상부 자재 과적으로 비계 무너짐 • 외부 가새, 주출입구 브레이싱 미설치로 비계 변형 	<ul style="list-style-type: none"> • 벽이음 임의해체 금지, 필요 시 무너짐 예방 보강조치 실시 • 높이 2m 이상인 장소에서 작업발판(20cm이상) 설치 후 작업 • 발판 단부에는 안전난간 기준을 준수한 추락방지 조치 • 고압선은 이설 조치, 불가 시 절연보호구 설치 • 조립/해체 근로자는 안전대 등 개인보호구 반드시 착용 • 깔판, 깔목, 버림콘크리트로 침하방지 조치 실시 • 기둥 간의 적재하중 400kgf이하로 관리, 표지판 부착 • 코너 우각부 및 주출입구 보강재 설치로 변형 방지

● 비계 하중 관리 기준(기둥 간 최대적재하중 400kg, 기둥 1개당 700kgf)

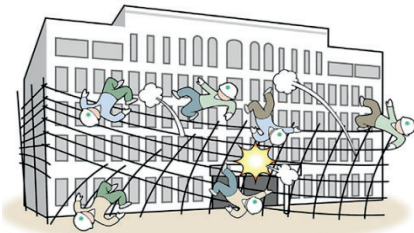


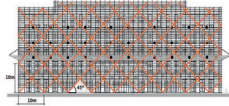
- 25 -

강관비계의 안전관리 (2/3)

● 강관비계의 사고사례

- 벽 이음 선해체 후, 비계 철거 중 무너짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 강관비계 조립 시의 안전기준 미준수 • 비계 해체작업 방법 불량 • 관리감독자의 유해/위험 방지 업무 소홀
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 수직/수평방향 5m 이내 마다 벽 이음 설치 ⇒ 수직/수평 10m 간격, 45° 각도로 교차가새 보강 ⇒ 해체순서 준수 - 벽 이음 선해체 금지 

- 비계 해체 중 고압선 접촉으로 감전, 떨어짐



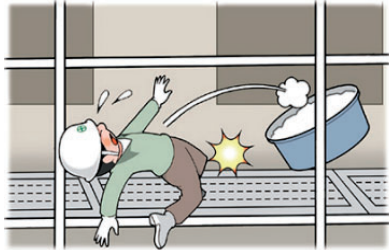
원인	<ul style="list-style-type: none"> • 가공전로 근접 작업 시 감전 방지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 가공전로 근접 작업 시 감전 방지조치 철저 - 충전전로 대기전압이 50kV 이하 : 3m 이상 이격유지 - 충전전로 이설 - 충전전로에 절연용 방호구 설치 (한전 승인, 유자격자 실시)

- 26 -

강관비계의 안전관리 (3/3)

● 강관비계의 사고사례(계속)

· 드라이비트 작업 중 발판 단부에서 떨어짐



원인	· 외부 비계 작업발판 단부 떨어짐 방지조치 미흡
예방 대책	→ 비계 작업발판에 견고한 구조의 상부난간대와 중간난간대 모두 설치 - 상부난간대 : 발판에서 90~120cm - 중간난간대 : 상부난간대와 작업발판 중간 위치

● 강관비계의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과
		개선필요 보통
1	비계 기둥(1.85m 이하, 띠장2m 이하 등 부재)의 설치 간격은 적정한가?	
2	비계 벽 이음은 전용 철물로 가로 5m, 세로 5m 이내로 설치하였는가?	
3	비계 작업발판 상부에 적재하중 비계 기둥 간 400kgf 이내로 적재하였는가?	
4	비계 작업발판 상·하 간 이동을 위한 승강설비는 설치하였는가?	
5	높이 31m 초과 시 브래킷을 설치하거나 비계 기둥을 2본으로 보강하였는가?	
6	비계 기둥 하부에 침하 방지조치(다짐, 버림콘크리트 타설 등)를 하였는가?	
7	작업발판 단부에는 안전난간대를 설치하였는가?	
8	작업발판의 폭은 40cm 이상 확보하고, 2곳 이상 고정하였는가?	
9	비계 주변에 고압선이 있는 경우 최소이격거리(3m 이상)를 유지하거나 절연용 방호구를 설치하였는가?	
10	비계 설치·해체 작업 시 작업발판을 설치하고, 안전대를 착용하는가?	

시스템비계의 안전관리 (1/3)

● 시스템비계의 위험요인과 재해예방(강관비계와 유사)

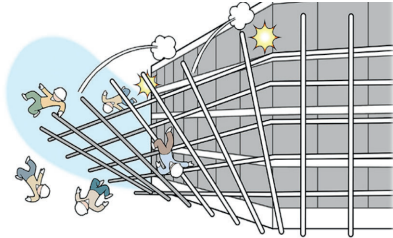
● 벽 이음재의 종류별 설치사례

구분	설치 사진	작업내용	유해위험요인
앵커형 (Anchor ties) 벽이음재를 앵커로 건물벽체에 고정 후, 조임철물을 비계구조물에 결속		창틀용 (Reveal ties) (마주보는)내측 창틀면에 강관, 쇠기 또는 잭 등을 사용하여 지지 후, 비계구조물에 결속	
브래킷형 (Bracket ties) 구조물에 브래킷을 설치하여 클램프를 이용하여 비계구조물에 결속		박스형 (Box ties) 기둥같은 부재에 강관과 클램프를 사용하여 사각형 형태로 비계구조물에 결속	
관통형 (Through ties) 개구부에 강관파이프 지지 구조부를 설치하고 클램프를 이용하여 비계구조물에 결속		립형 (Lip ties) 강관과 클램프를 갈고리 형태로 조립하여 비계구조물에 결속	

시스템비계의 안전관리 [2/3]

● 시스템비계의 사고사례

· 외벽 석재 철거작업 중 비계 무너짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 외부 비계 작업발판 위에 해체된 석재 과다 적재 · 시스템비계 설치상태 불량 및 조립기준 미준수
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 비계 기둥 간 최대 적재하중 표지 부착, 준수 ⇒ 시스템비계 조립 시 안전기준 준수 - 폐합구조가 원칙이나, 불가 시 벽 이음 및 가새 설치 등 충분히 보강 - 조립도에 따라 수평재, 가새재 및 벽 이음 철물이 누락되지 않도록 정밀하게 시공

· 시스템비계 사이를 날아다니던 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 외부 시스템비계 간 이동통로 미확보
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업장 간 이동통로 설치 - 여러 동으로 구성된 공사 시 필요 시 수평 연결통로 및 안전난간 설치 ⇒ 시스템비계 외부 수직형 추락방망 설치 - 추락위험이 있는 구간에 추락방망을 설치하고, 임의로 시스템비계 사이를 이동하지 않도록 조치

시스템비계의 안전관리 [3/3]

● 시스템비계의 안전점검 체크리스트

· 시스템비계 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	시스템비계 수직재, 수평재, 가새의 간격은 적정한가?	
2	벽 이음은 전용 철물로 제작사 기준에 따라 설치하였는가? - 제작사 기준이 없는 경우 수평 방향 5m 이내, 수직 방향 5m 이내	
3	작업발판 상부에 자재를 최대적재하중 이내로 적재하였는가?	
4	작업발판 상하 간 이동을 위한 승강설비는 설치하였는가?	
5	구조안전성 검토 후 작성한 조립도에 따라 설치하였는가?	
6	수직재 기둥 하부에 침하 방지조치(다짐, 버림 콘크리트 타설 등) 하였는가?	
7	작업발판 단부에는 안전난간을 설치하였는가?	
8	작업발판의 폭은 40cm 이상 확보하고, 2곳 이상 고정하였는가?	
9	시스템비계 주변에 고압선이 있는 경우 절연용 방호구를 설치하였는가?	
10	시스템비계 설치 해체 작업 시 작업발판을 설치하고, 안전대를 착용하는가?	

구분	준수사항	기준
승강설비	· 작업발판 간 이동을 위해 승강설비 설치 - 가설계단, 수직사다리 등	
안전난간대	· 작업발판 등 단부에 안전난간대 설치(100kgf 이상의 하중에 견딜 수 있는 구조) - 상부난간대 : 90~120cm - 중간난간대 : 상부난간대와 작업발판 중간 위치 - 발끝막이판 : 10cm 이상	
구조물 사이 간격	· 비계 기둥과 구조물 사이의 간격은 떨어짐 방지를 위해 30cm 이내	
높이 제한	· 구조검토 결과 안전성이 확보된 높이	

구분	준수사항	기준
지반	· 침하 방지조치(다짐, 두께 4.5cm 이상의 깔목, 밀반침함몰, 버림 콘크리트 타설 등)	
수직재	· 피장 방향 : 1.85m 이하 · 장선 방향 : 1.5m 이하 · 수직재와 반침철물의 겹침 길이는 반침철물 전체 길이의 1/3 이상 · 추출입구 통행을 위해 기둥 미설치 구간 보강 · 비계 기둥 간 적재하중* 400kgf 이내 (* 최상단에서 최하단까지의 무게 적재하중)	간격 겹침 길이 보강 적재하중
피장	· 간격 2m 이하	간격
장선	· 비계의 내·외측 모두 기둥에 결속	
벽이음	· 제조사가 정한 기준으로 설치 - 제조사가 정한 기준이 없는 경우 수직 방향 5m 이내, 수평 방향 5m 이내 · 비계의 최상단과 단절부 최외측에도 벽 이음 설치	전용 철물 원칙

개념도

수직재 간격 : 1.85m 이하
제갈부위 (Rock-Pin)
안전난간대
가설계단
벽면결철물 (제조사 기준)
난간대 높이 90~120cm
지반에 설치시 깔목 또는 버림콘크리트 타설
높이조절용 밀반침 함몰 방지

달비계의 안전관리 (1/3)

● 달비계의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 고정용 로프 결속 풀림으로 인한 떨어짐 위험 취약한 구조물(조적기둥, 배관, 화분)에 결속되어 떨어짐 위험 수직구멍줄 미설치 및 안전대 미부착으로 인한 떨어짐 탐승 시 안전대 미착용으로 인한 떨어짐 주로프를 지면까지 내리지 않고 짧게 설치해 떨어짐 추락방지대를 구멍줄에 반대방향으로 설치해 떨어짐 로프의 마찰손상에 의한 파단으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 8자 매듭 결속, 자물쇠로 관리, 2개 이상의 고정점 이용 고정용 고리(파라페팅, 청소용 고리) 또는 철콘 기둥에 결속 구멍줄에 안전대를 반드시 걸고 작업하도록 교육 탐승 전 안전대를 먼저 착용하도록 감독 주로프는 지상에 닿고 1m이상 여유 있게 관리 추락방지대는 인증제품을 사용하고 설명서에 맞게 사용 로프와 구조물 접촉부는 가죽, 금속, 플라스틱 등으로 보호

● 달비계의 구성품 개요



- 31 -

달비계의 안전관리 (2/3)

● 달(외줄)비계의 작업 안전포인트 및 재해유형



작업자로 탐승하기 전에 안전대를 걸고 탐승하는가?

지지로프는 충분한 구조내력을 갖는 구조물(연속송고리)에 지지되었는가?

지지로프기 구조물과 접하는 부분이 마모 가능성은 없는가?



달비계 작업 시 허부에는 근로자 출입통제를 하고 있는가?

안전대를 수직구멍줄에 걸고 작업하고 있는가?

근로자는 안전작업 절차를 준수하고 있는가?

안전대 및 안전모 등 개인보호구는 올바르게 착용하고 있는가?



달비계의 작업대 로프 파단

달비계 구조

달비계의 로프 상태



달비계 지지용 거치대 설치 불량(파라넷 외부 단열재가 파손되어 유격 발생)

10mm



달비계 주로프 파단

파단된 로프

파단된 로프

파단된 로프



달비계 로프를 짧게 설치(바닥에 닿지 않도록 설치)

5m 외부 변화구간

작업로프 끝단

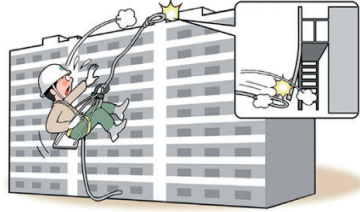
1.2m

- 32 -

달비계의 안전관리 (3/3)

● 달비계의 사고사례

- 주로프를 결속한 계단이 탈락되며 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 달비계 로프 결속부 구조적 취약 · 안전대 부착설비(수직구명줄) 미설치 및 안전대 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 주로프는 견고한 구조에 풀리지 않도록 결속 - 청소용 고리, RC구조에 결속하고, 자물쇠로 잠금 조치 및 2개소 고정점을 이용하여 결속 ⇒ 안전대 부착설비와 안전대를 착용한 상태 작업 - 달비계에 탑승하기 전부터 안전대를 착용하고 구명줄에 이용한 상태에서 작업장소로 이동

● 달비계의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통 우수
1	달비계 반입 시 각종 부재 및 연결부에 대해 안전점검을 하였는가?	_____
2	달비계의 로프(주로프와 보조로프)의 시험성적서 등은 안전기준에 적합한가?	_____
3	지지로프 고정 위치는 충분한 구조내력을 갖는 고정점(청소용 고리 등)인가?	_____
4	달비계의 로프 고정점의 높이가 낮아 작업 중 빗겨질 위험은 없는가?	_____
5	지지로프는 2개소의 고정점에 견고히 결속하고 풀림 방지조치를 하였는가?	_____
6	주로프와 보조로프는 바닥까지 닿도록 설치하였는가?	_____
7	달비계의 작업대에 탑승하기 전 안전대를 부착하는가?	_____
8	로프와 구조물이 면하는 부분에는 보호대를 설치하였는가?	_____
9	달비계 사용 작업 시 안전대를 안전대 부착설비에 부착하고 있는가?	_____
10	달비계 작업자는 개인보호구를 착용하고 있는가?	_____

기타 강조사항 / Q & A

- 시공상세도 작성 및 관계전문가 검토 실시
- 강관비계가 사용가능한 공사와 공종
- **비계 침하방지**를 위한 조치의 중요성
- 비계 조립/해체에 필요한 **자격 · 면허 · 기능 또는 경험**
- 군 **공통일위대가(중간난간)**에 대한 안내



5

철근콘크리트 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[철근콘크리트 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「철근콘크리트 공사」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 작업별 개요
- 「세부 작업별」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 사고사례 (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 체크리스트
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「철근콘크리트 공사」의 개요 및 특성 (1/1)

● 철근콘크리트 공사의 개요

- 건물의 **주요 구조부**를 철근+콘크리트 재료를 사용하여 구축
- **벽체** : 거푸집으로 형상제작 ⇨ 거푸집 내부 철근 배근 ⇨ 콘크리트 타설 / 경화
- **슬래브** : 수평거푸집 제작 ⇨ 동바리 설치 ⇨ 철근 배근 ⇨ 콘크리트 타설 / 경화

● 주요 공종내용 및 위험요소

주요 공종	주요 작업 내용	재해 위험
거푸집 작업	<ul style="list-style-type: none"> · 철근콘크리트 구조물 형태(외부)를 구성하는 공사 · 철근 조립 후 패널 등을 이용하여 보, 기둥, 벽체 등의 형상을 만드는 공사 	<ul style="list-style-type: none"> · 개구부/슬래브 단부로 떨어짐 · 타설 중 거푸집 동바리 무너짐
갱폼 작업	<ul style="list-style-type: none"> · 작업용 비계/작업발판을 일체화해서 설치/해체를 용이하도록 한 시스템폼 · 크레인을 사용하여 인양 및 해체 작업을 실시 	<ul style="list-style-type: none"> · 크레인으로 갱폼 인양 중 떨어짐 · 갱폼 위에서 이동 중 떨어짐
철근 작업	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트는 압축력을, 철근은 인장력을 부담 · 공장조립 및 현장조립 병행으로 안전부담 저감 	<ul style="list-style-type: none"> · 배근 중 개구부/단부로 떨어짐 · 크레인으로 철근 인양 중 떨어짐
콘크리트 작업	<ul style="list-style-type: none"> · 거푸집 내에 콘크리트를 부어 구조물을 만드는 공사 · 콘크리트 내 수분이 빠져나가 강도가 발휘되는 과정 	<ul style="list-style-type: none"> · 타설용 고무호스에 부딪힘, 넘어짐 · 콘크리트 타설 중 단부로 떨어짐

- 3 -

산업재해 발생 유형 분석 (1/2)

● 철근콘크리트 공사 재해의 특징

- 최근 5년 전체 건설업 사망재해(2,355명) 중 **9.6%**(226명) 점유

구분		계	2019	2018	2017	2016	2015
건설업	사고재해자수	126,490 (100.0%)	25,298	26,486	24,718	25,701	24,287
	업무상 사고사망자수	2,355 (100.0%)	428	485	506	499	437
철근 콘크리트 작업	사고재해자수	14,478 (11.4%)	2,838	2,947	2,758	3,033	2,902
	업무상 사고사망자수	226 (9.6%)	42	43	52	42	47

- **거푸집 설치·해체작업(☆)** : 재해자수(59.2%), 사망자수(43.8%)
- **갱폼 설치·해체작업** : 재해자(219명) 中 사망(26명) 비율(11.9%)이 높음
- 사고재해 발생형태 : **떨어짐**(27.5%) > **맞음**(18.2%) > **넘어짐**(18.0%)
- 사망사고 발생형태 : **떨어짐**(58.0%) >> **깔림**(10.6%) > **부딪힘**(5.8%)
- 공사규모별 재해 : 안전관리자 전담이하(3억원~120억원) 비율 60.8%

- 4 -

산업재해 발생 유형 분석 [2/2]

● 철근콘크리트 공사에서 주로 발생한 재해

구 분	재 해 유 형	
떨어짐	<ul style="list-style-type: none"> · 작업발판이 없는 비계 위에 거푸집 조립 중 떨어짐 · 자재 인양 중 작업발판이 무너지면서 근로자 떨어짐 · 인양 중 갭폼이 와이어로프에서 탈락하면서 떨어짐 · 인양 중 섬유로프 절단으로 철근이 떨어짐 	
무너짐 / 넘어짐	<ul style="list-style-type: none"> · 타설 중 동바리가 하중을 견디지 못하고 무너짐 · 펌프가 타설중 불대가 부러지면서 장비 넘어짐 	
끼임/부딪힘	<ul style="list-style-type: none"> · 지게차로 철근하역 중 철근이 떨어지면서 끼임 · 콘크리트 믹서트럭 후진 중 근로자와 부딪힘 	
기 타	<ul style="list-style-type: none"> · 철근 가공장에서 절단작업 중 누전에 의한 감전 · 콘크리트 양생 장소 출입 중 산소결핍으로 질식 	

주요 공정 및 작업별 개요 [1/4]

● 주요 작업의 구분




거푸집 조립작업

갭폼 작업

철근 조립 작업

콘크리트 작업

● 작업별 개요 및 유해·위험요인

① 거푸집 조립	유해·위험요인	예방대책
 <p style="font-size: small;"><자재반입·가공·운반></p>  <p style="font-size: small;"><거푸집 동바리 조립></p>  <p style="font-size: small;"><타설/양생간 관리></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 양중기 조작 미숙에 의한 오작동 발생 · 자재의 불안정한 적재로 편심하중에 의한 무너짐 · 인양 중 로프 파단에 의한 인양물 떨어짐 · 목재 가공용 동근톱 사용 중 감전, 톱날에 접촉 · 자재 인양 중 불안정으로 자재 떨어짐 · 자재 인양 중 혹에서 로프 탈락으로 자재 떨어짐 · 거푸집 동바리를 2단으로 설치하여 타설 중 무너짐 · 동바리 미고정으로 넘어짐 위험 · 동바리 간격 구조 허용간격 이상으로 내력 저하 · 개구부 또는 슬래브 단부로 이동 중 떨어짐 · 개인보호구 미착용으로 작업 부딪히거나 찰림 · 자재 인양 중 하부에서 작업자가 자재에 부딪힘 · 동바리 해체 절차 미준수로 거푸집이 무너짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 운전원의 자격 유무, 경력 확인 · 안전하게 적재하고 침하방지 조치 · 작업 전 로프 손상, 마모, 변형 확인 · 누전차단기 설치, 톱날 접촉 방지 장치 · 2줄걸이로 견고하게 수평으로 인양 · 혹에는 해지장치를 설치하여 사용 · 2단 동바리 금지, 시스템 동바리 설치 · 정위치에 견고하게 고정(U헤드 상부) · 설치간격은 사전 구조검토 실시 · 작업장 주변 개구부에 덮개 설치 · 안전모 등 개인보호구 착용 철저 · 인양 작업구간 근로자 출입통제 조치 · 작업절차 사전 수립 및 작업 중 이행





주요 공정 및 작업별 개요 [2/4]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

② 갯폼 작업	유해·위험요인	예방대책
 <p><갯폼 자재반입></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 근로자가 무리하게 운반차량에서 작업 중 떨어짐 · 양중기 조작 미숙에 의한 오작동 발생 · 자재의 불안정한 적재로 편심하중에 의한 무너짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 근로자 작업 지휘, 감독 실시 · 운전원의 자격 유무, 경력 확인 · 안전하게 적재하고 침하방지 조치
 <p><갯폼 조립></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 인양 중 로프 파단에 의한 인양물 떨어짐 · 도포된 박리제를 밟아 미끄러져 넘어짐 · 갯폼 인양용 고리 탈락으로 갯폼 떨어짐 · 자재 인양 중 후에서 로프 탈락으로 자재 떨어짐 · 사다리 설치하고 올라서서 작업 중 사다리 넘어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업 전 로프 손상, 마모, 변형 확인 · 박리제 도포 후 출입통제 조치 실시 · 인양 중 탈락하지 않도록 고리 용접 · 후에는 해지장치를 설치하여 사용 · 이동식 비계를 조립하여 사용
 <p><인양, 설치></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 해체작업 장소 하부에서 작업 중 자재 떨어짐 · 개구부 또는 슬래브 단부로 이동 중 떨어짐 · 개인보호구 미착용으로 작업 부딪히거나 찰림 · 자재 인양 중 하부에서 작업자가 자재에 부딪힘 	<ul style="list-style-type: none"> · 해체작업장 하부 출입통제 조치 실시 · 작업장 주변 개구부에 덮개 설치 · 안전모 등 개인보호구 착용 철저 · 인양 작업구간 근로자 출입통제 조치
 <p><해체, 반출></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 갯폼 인양 중 불안정하게 치우쳐 자재 떨어짐 · 타워크레인으로 갯폼을 체결하지 않고 볼트를 해체하던 중 갯폼과 함께 떨어짐 · 해체 중 안전대를 미착용하고 갯폼 외부로 나와 작업하는 등 무리하게 작업 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 체결 시 2줄걸이로 견고하게 체결 · 갯폼 볼트 해체 시 타워크레인으로 결속하고 해체 실시 · 안전대를 착용, 불안정한 행동을 하지 않도록 관리감독 철저

주요 공정 및 작업별 개요 [3/4]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

③ 철근조립 작업	유해·위험요인	예방대책
 <p><철근 반입></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 지게차 운전원 조작 미숙으로 하역 중 부딪힘 · 철근 적재용 받침대가 부러지면서 철근 떨어짐 · 지게차 후면에 이동한 근로자가 부딪힘 · 적재된 철근이 지반 침하로 무너지면서 끼임 	<ul style="list-style-type: none"> · 운전원의 자격 유무, 경력 확인 · 받침대는 견고한 재료로 사용 · 후면부 경광등 설치, 주변 근로자 통제
 <p><철근 가공></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 지게차 회전 중 부딪힘 · 가공 작업장 바닥 부재로 및 물기에 의한 넘어짐 · 가공장 벤딩작업 중 주변 근로자 부딪힘 · 가공기로 철근 절단, 절곡작업 중 감전 	<ul style="list-style-type: none"> · 견고하고 평탄한 지반에 적재 · 유도자 배치하고 근로자 통제 조치 · 작업장 바닥 정리정돈 및 청결 유지 · 주변에 울타리를 설치, 근로자 통제 · 외함을 접지하여 감전 예방 조치
 <p><운반·인양></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 철근 인양 중 요동에 의한 부딪힘 · 크레인 방호장치 불량으로 철근 떨어짐 · 시동키 방치로 무자격자 운전으로 인한 사고 · 철근 인양 중 로프 파단으로 철근 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 2줄걸이로 결속하여 수평으로 인양 · 안전장치 정상상태 유지 및 점검 · 작업 전 관리감독자에 의한 점검 · 작업 시작 전 로프의 마모, 손상 확인
 <p><철근 조립></p>	<ul style="list-style-type: none"> · 가스 압접기 사용 중 토치에 화상 · 이동식 비계에 승강시설 없이 사용 중 떨어짐 · 이동식 비계 안전난간 미설치로 작업 중 떨어짐 · 고소작업대 방호장치 불량으로 끼임, 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 보호장갑 착용 및 안전작업 절차 준수 · 사다리 등 승강시설 설치 · 비계 발판 단부에 안전난간대 설치 · 비상정지장치 등 이상유무 확인

주요 공정 및 **작업별 개요** [4/4]

● **작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)**

④ 콘크리트 작업	유해·위험요인	예방대책
 <p><타설장비></p>  <p><반입, 운반></p>  <p><타설, 다짐></p>  <p><양생, 보양></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프카 장비 사용 방법 미숙지에 의한 오작동 • 붐대 설치 중 주변 <u>고압선 접촉에 의한 감전</u> • 타설 중 붐대 파단에 의한 떨어짐 • 펌프카 후진 시 근로자 부딪힘, 끼임 • 압송 호스, 파이프 연결부 <u>결속불량으로 파단</u> • 레미콘 트럭과 펌프카 사이에 근로자 끼임 • 타설용 호스와 파이프 연결 중 끼임 • 호퍼 인양 중 <u>호퍼 연결부 풀림</u>에 의한 떨어짐 • <u>진동기 누전차단기</u> 및 접지 미실시로 감전 • 타설 중 개구부, 단부에서 떨어짐 • 콘크리트 <u>피니셔 회전부에 접촉</u> • 배근 위 작업통로 미설치로 넘어짐 • 양생 중 순찰 점검시 부딪힘, 넘어짐 • 양생 중 <u>갈탄 사용에 의한 유독가스 질식</u> • <u>열풍기</u> 사용 중 <u>감전 재해</u> 발생 • 관리감독자 미배치하고 근로자 단독으로 콘크리트 양생장소 출입 중 질식 	<ul style="list-style-type: none"> • 운전원만 사용토록 관리감독 철저 • 고압선 절연방호구 설치, 이격거리 • <u>붐의 연결부 등 사전점검</u> 철저 • 펌프카 유도자 배치, 근로자 통제 • 작업 전 호스와 연결부 점검 철저 • 주변 방호를 설치, 운행경로 확인 • <u>중량물 취급은 2인1조</u>로 작업 실시 • 연결부 결속 상태 사전 확인 • 진동기 접지, 누전차단기 연결 확인 • 개구부 덮개, 단부 안전난간대 설치 • 회전부 <u>덮개 설치</u> 철저 • <u>배근 상부에 통로용 작업발판</u> 설치 • 작업장 정리정돈, 적정 속도 확보 • <u>적정공기 유지</u>, 수시로 환기 실시 • 외함 접지 및 누전차단기 연결 사용 • 질식 위험이 있는 장소는 관리감독자 입회하여 사전안전성 확인 후 출입

세부 작업별 **안전관리 실무**

- **자재 반입 및 가공 작업**
- **자재 운반 및 인양 작업**
- **동바리 및 거푸집 조립·해체**
- **철근 조립 및 설치 작업**
- **콘크리트 타설 및 다짐 작업**
- **콘크리트 양생 작업**

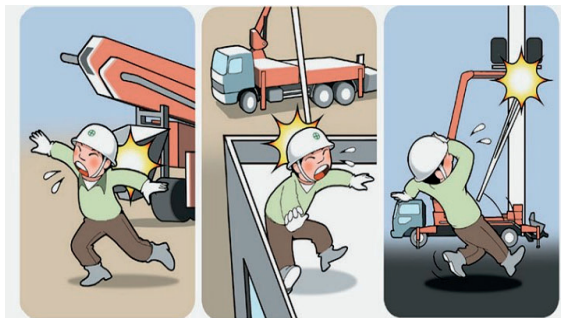
자재반입/가공 작업의 안전관리 (1/3)

● 자재반입/가공 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 등근톱 기계 사용 가공 중 톱날 접촉으로 베임 및 절단 • 등근톱 기계로 목재 절단 시 목재의 반발로 맞음 • 크레인 사용 자재 하역 중 자재 떨어짐 • 지게차 사용 자재 하역 중 지게차 넘어짐 • 자재 반입용 화물차량에 근로자 부딪힘 • 자재 적치용 받침대가 부러지면서 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 반발예방장치, 톱날접촉예방장치 설치 및 확인 • 목재를 천천히 밀어넣어 톱날 훼손, 목재반발을 예방 • 2줄걸이를 원칙으로 하고, 작업장 주변 출입 통제 철저 • 지게차 운행기준을 준수하고, 유도자 배치하여 작업 • 작업계획서 상 장비 운행경로와 근로자 이동통로를 구분 • 받침목의 강도 및 자재 적치 높이에 대한 관리감독

● 콘크리트 펌프카 위험요인

- 콘크리트 펌프카의 **붐을 조정**할 때 주변 전선 등에 의한 **감전사고**
- 작업 중 지반의 침하, 아웃트리거의 손상 등으로 **펌프가 넘어짐 사고**
- 타설 **보조작업자**가 호스의 요동, 선회로 호스에 맞을 위험
- 펌프가 주변 근로자가 **펌프카와 믹서트럭 사이에 끼일 위험**



- 11 -

자재반입/가공 작업의 안전관리 (2/3)

● 자재반입/가공 작업의 사고사례

- **크레인**으로 인양중 고리 풀리며 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 중량물 자재 취급 방법 부적절 • 작업반경 설정 및 구역 내 통행금지 조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 마대 사용을 지양하고, 철재로 된 인양함을 사용 ⇒ 크레인 작업 시의 조치 준수 - 크레인 가동 구역 내 근로자 출입금지 - 작업자의 머리 위로 하물이 통과하지 않도록 조치 ⇒ 중량물 취급 시 사전조사 및 작업계획서 작성 - 인양 방법, 자재 이동경로, 주변 통제계획 등 검토

- **트럭**에서 떨어지는 철근 **다발**에 **맞음**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 화물차에서 철근을 내리는 작업 방법 부적절 • 작업지휘자 미비치 및 작업계획서 미작성
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 중량물(철근) 취급 작업계획서 작성 - 자재 내리는 순서, 작업방법, 지휘자 지정, 주변 출입 금지 등의 작업계획을 사전에 수립하고 작업자 교육 ⇒ 철근 하역작업 시 접촉 방지 조치 - 작업지휘자에 의해 다른 근로자 출입을 통제 ⇒ 철근 하역작업 시 안전조치 실시 - 작업순서, 방법 등을 작업지휘자가 사전에 교육

- 12 -

자재반입/가공 작업의 안전관리 [3/3]

● 자재반입/가공 작업의 안전점검 체크리스트

· 거푸집 자재/반입/가공 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	인양용 축에는 해지장치가 설치되어 있는가?			
2	인양용 로프는 견고한 것을 사용하는가?			
3	카고크레인의 기계장치는 이상이 없는가?			
4	인양 자재를 결속할 때 2줄걸이로 결속하고 수평을 유지하는가?			
5	목재 가공용 등근톱에는 톨날 접촉 방지용 덮개가 설치되어 있는가?			
6	목재 가공용 등근톱에는 누전차단기와 접지가 되어 있는가?			
7	근로자는 안전모 등 개인보호구를 착용하고 있는가?			
8	관리감독자를 배치하여 안전하게 작업을 지시하고 있는가?			
9	거푸집 자재 적재 시 무너짐 위험은 없는가?			
10	카고크레인 붐대는 물체를 안전하게 인양하기에 충분히 견고한가?			

· 철근 반입/가공 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	지게차 후면에는 경광등이 설치되어 있는가?			
2	철근 하역 시 주변에 부딪칠 위험물은 없는가?			
3	유도자를 배치하여 지게차와 운반차량을 유도하고 있는가?			
4	지게차로 철근 하역 시 철근이 굴러 떨어질 위험은 없는가?			
5	철근 적재장은 평탄하고 견고한 지반인가?			
6	철근 절곡기에는 접지선이 연결되어 있는가?			
7	적재된 철근은 넘어질 위험이 없는가?			
8	철근 절곡기 풋 스위치에는 덮개가 설치되어 있는가?			
9	철근 절단기와 절곡기는 누전차단에 연결되어 사용 중인가?			
10	근로자는 안전모 등 개인보호구를 착용하고 있는가?			

· 콘크리트 반입/운반 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	콘크리트 펌프카의 아웃트리거 하부 받침대는 견고한 지반에 설치하였는가?		
2	펌프카 붐 설치 시 주변 고압선의 방호조치 및 이격거리는 확보하였는가?		
3	레이콘 호스 및 파이프의 연결 상태는 견고한가?		
4	콘크리트 펌프카 정비 시 유압장치 고장에 의한 붐 떨어짐 방지조치를 하였는가?		
5	레이콘 트럭 상부에서 작업 시 떨어질 위험성은 없는가?		

6	콘크리트 배출 슈트 조작 시 끼임 위험은 없는가?		
7	레이콘 트럭 후진 운행 시 끼임, 부딪힘 재해 예방조치는 하였는가?		
8	레이콘 트럭과 콘크리트 펌프카가 부딪칠 위험성은 없는가?		
9	작업구역 내 접근 방지책을 설치하였는가?		
10	펌프카 운전원은 콘크리트 타설 위치에 시야가 확보되었는가?		

자재운반/인양 작업의 안전관리 [1/3]

● 자재운반/인양 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 소형 부속자재를 미결속하고 인양 중 떨어짐 · 자재 인양 중 축에서 로프가 탈락하면서 떨어짐 · 줄걸이 달기구 결함 및 줄걸이 방법 불량으로 자재 떨어짐 · 자재 인양용 개구부를 작업 후 덮지 않아 근로자 떨어짐 · 이동식 크레인이 철근 인양 중 넘어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 클램프 등 소형 부속자재는 인양박스에 적재하여 인양 · 크레인 축에는 해지장치를 설치하여 탈락을 예방 · 달기구 전용 락을 제작하여 보관, 2줄걸이를 원칙 · 인양 작업 종료 후, 즉시 덮개 또는 방호울 설치 · 평탄한 지반에 아웃트리거 거치, 인양하중 조건표를 참조

● 자재운반/인양 작업의 사고사례

· 리프트 바닥 받침판 파단으로 떨어짐

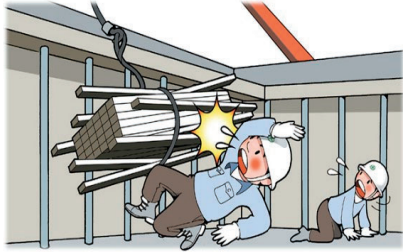


원인	<ul style="list-style-type: none"> · 안전대책을 포함한 작업계획서 미작성 · 추락위험 장소에 방지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 중량을 취급 작업계획서 작성 및 준수 철저 - 중량물 취급 작업 시 무너짐 우려가 없는 받침판 위에 적재하거나 최대 적재하중을 초과 금지 ⇒ 떨어짐 방지조치 철저 ⇒ 위험성평가 실시 철저 - 작업 전 유해위험요인 파악 후 안전대책 수립한 상태에서 작업 실시

자재운반/인양 작업의 안전관리 (2/3)

● 자재운반/인양 작업의 사고사례(계속)

· 크레인으로 양중작업 중 자재 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 작업반경 설정 및 구역 내 통행금지 조치 미실시 · 중량물 취급 작업계획서 및 위험성평가 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 크레인 작업 시의 조치 준수 <ul style="list-style-type: none"> - 크레인 가동 구역 내 근로자 출입금지 - 작업자의 머리 위로 하물이 통과하지 않도록 조치 ⇒ 중량물 취급 시 사전조사 및 작업계획서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 인양 방법, 자재 이동경로, 주변 통제계획 등 검토

· 후진하던 레미콘과 펌프카 사이에 끼임



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 유도자 미배치 · 레미콘 차량 경사면 정차 시 안전조치 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량계 하역운반기계 운행 시 유도자 배치 <ul style="list-style-type: none"> - 유도자를 배치하여 일정한 신호방향을 정하여 신호 ⇒ 경사면 정차 시 안전조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 브레이크 결함으로 발생할 수 있는 사고 예방을 위해 바뀌어 고임목을 받치는 등 안전조치

- 15 -

자재운반/인양 작업의 안전관리 (3/3)

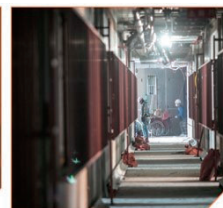
● 자재운반/인양 작업의 안전점검 체크리스트

· 거푸집 운반/인양 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	클램프 등 소형 부속자재는 덮포대나 인양박스를 사용하여 양중하는가?			
2	길이가 긴 자재는 2줄걸이로 견고하게 결속하고 수평으로 인양하는가?			
3	인양용 보조로프는 손상·부식되지 않고 견고한가?			
4	양중기로 자재 인양 시 축에 해지장치가 설치되어 있는가?			
5	자재는 인양 후 정해진 장소에 안전하게 적재하는가?			
6	엘리베이터 피트 등 자재를 상부층으로 인력 인양 시 작업발판을 견고하게 설치하였는가?			
7	개구부는 자재를 인양하고 즉시 덮도록 조치하고 있는가?			
8	적재된 자재가 무너지거나 구를 위험은 없는가?			
9	근로자는 안전모, 안전화 등 개인보호구를 착용하고 있는가?			
10	인양 및 적재 장소에는 떨어질 위험은 없는가?			

· 철근 운반/인양 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과		
		개선필요	보통	우수
1	길이가 긴 철근은 2줄걸이로 결속하여 수평으로 인양하는가?			
2	인양용 축에는 해지장치가 설치되어 있는가?			
3	철근 인양작업 중 유도자를 배치하고 있는가?			
4	인양로프는 견고한 것을 사용하는가?			
5	소형 철근 자재는 인양함에 적재하여 인양토록 하고 있는가?			
6	철근 운반차량의 현장 진입 시 유도자를 배치하여 주변 근로자를 통제하고 있는가?			
7	철근 운반차량 현장 이동 시 건설 구조물과 운반 중인 철근이 부딪힐 위험은 없는가?			
8	인양 중인 철근 하부에 근로자가 통행하고 있지는 않은가?			
9	유도자를 배치하여 크레인의 인양작업을 신호하고 있는가?			
10	근로자는 개인보호구를 착용하고 있는가?			



- 16 -

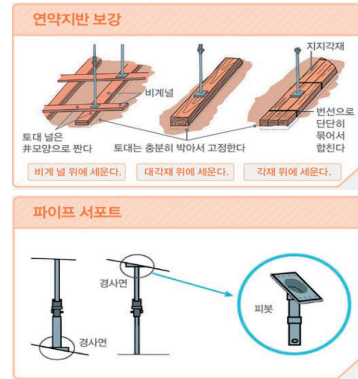
동바리/거푸집 해체 · 조립 작업의 안전관리 (1/3)

● 동바리/거푸집 해체 · 조립 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 동바리, 거푸집 존치기간 미준수로 무너짐 위험 • 비계 위에 발판 미설치 상태에서 거푸집 조립 중 떨어짐 • 동바리를 2단으로 시공하여 타설 중 무너짐 위험 • 동바리 설치/해체 작업 중 실족으로 떨어짐 위험 • 설치/해체 작업 중 동바리가 외부로 떨어져 근로자 맞음 • 설치/해체 작업 중 덮개가 미설치된 개구부로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트가 충분한 강도를 가질 수 있도록 존치기간 준수 • 거푸집 조립작업 시 비계에는 작업발판을 견고하게 설치 • 2단 거푸집 동바리 설치를 금지, 시스템동바리 사용 권장 • 설치/해체 근로자는 안전대를 체결하고 작업하도록 감독 • 조립작업 외부 낙하물 방지망 및 방호선반 설치 • 작업구역 주변 개구부에 덮개, 단부에 안전난간대 설치

● 동바리 조립 작업 시 준수사항

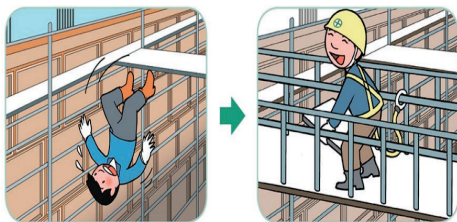
- 거푸집이 곡면일 때, **버팀대 부착 등 변형방지** 조치
- 침하 방지, **상/하부가 활동하지 않도록 견고**하게 고정
- 광판 동바리는 3본 이상 이어서 사용하지 않고, 높이 2m마다 수평연결재 2개방향으로 설치
- 강재와 **강재 접속부는 볼트, 클램프**로 연결
- 동바리 하부 받침판은 2단 이상 삽입하지 않음
- 계단, 램프와 **경사진 곳은 동바리를 수직상태로 유지**위해 상/하부에 **쇄기 또는 피벗형 철물**을 사용



동바리/거푸집 해체 · 조립 작업의 안전관리 (2/3)

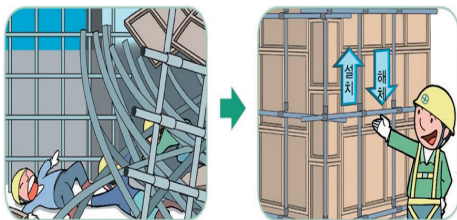
● 동바리/거푸집 해체 · 조립 작업의 사고사례

• 보 거푸집 조립작업 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 높이 2m 이상의 장소에 떨어짐 방지조치 미실시 • 고소작업 시 개인보호구 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 철저한 떨어짐 방지조치 - 고소작업 시 작업발판, 안전난간을 갖춘 비계를 설치 - 안전난간, 안전대 부착 후, 거푸집 조립작업 실시 ⇒ 안전모 등 개인보호구 착용 - 고소작업 시 보호구 착용, 특히 안전모 턱끈 조임

• 거푸집 동바리 해체작업 중 무너짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 수평 이동을 구속하는 가새와 수평연결재를 먼저 해체한 후 파이프 서포트를 해체
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 거푸집 동바리 해체작업 시 안전조치 준수 - 해체 시 작업하중 또는 충격에 의한 무너짐 등의 돌발적 재해를 방지하기 위해 가새와 수평연결재를 동바리 설치의 역순으로 해체하는 등 안전한 작업 방법을 준수

동바리/거푸집 해체 · 조립 작업의 안전관리 (3/3)

● 동바리/거푸집 해체 · 조립 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	거푸집 동바리 구조가 2단으로 설치되어 구조적으로 불안하지는 않은가?	
2	거푸집 설치작업 중 보 상부, 슬래브 단부 등 떨어질 위험 부위에 안전대 부착 설비를 설치하였는가?	
3	거푸집 동바리는 구조 검토 및 조립도에 따라 간격을 준수하며, 동바리 높이 조절용 핀은 전용 핀을 사용하고 있는가?	
4	거푸집 동바리는 안전인증품을 사용하고 있는가?	
5	높이 3.5m 이상인 경우 수평 연결재를 두 방향으로 2m 이내마다 설치하	
6	해체작업 중 바닥 개구부 등 떨어질 위험 장소는 없는가?	
7	거푸집이 해체 중 불안정하게 매달려 있지 않은가?	
8	해체된 자재는 무너지지 않도록 일정한 장소에 정리·정돈하는가?	
9	높은 장소의 거푸집 해체 시 비계를 설치하고 작업발판에 안전난간대를 설치하였는가?	
10	거푸집 동바리 해체작업자는 안전모 등 개인보호구를 착용하고 있는가?	



<시스템 동바리>



<갈판 설치>

<잭베이스, 수평재>

<동바리 연결핀>

철근 조립 · 설치 작업의 안전관리 (1/2)

● 철근 조립 · 설치 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 이동식 비계 위에서 철근 배근 중 단부로 떨어짐 비계 위에서 철근 조립작업 중 발판이 탈락하면서 떨어짐 배근작업장 정리정돈 미흡으로 근로자 이동 중 넘어짐 벽체 철근 조립 중 철근이 넘어지면서 근로자 깔림 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 위 작업발판, 안전난간, 승강시설, 아웃트리거 설치 작업발판은 탈락하지 않도록 2개소 이상 결속 정리정돈 철저 및 이동통로 설치 구조물의 형상 및 높이에 따라 버팀대 등으로 고정 조치

● 철근 조립 · 설치 작업의 사고사례

· 적재된 철근 더미가 무너지면서 떨어짐

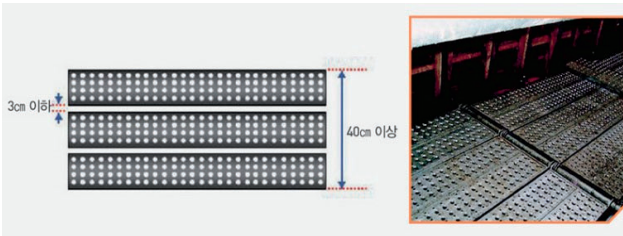


원인	<ul style="list-style-type: none"> 안전방망 등 떨어짐 방지조치 미실시 안전난간대 강도 부족 및 중량물 적재 방법 부적절
예방 대책	<p>⇒ 떨어짐 방지조치 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> 추락위험 있는 작업발판 단부에 안전난간대 설치 작업면으로부터 수직거리 10m이내 마다 안전방망 설치 <p>⇒ 중량물 취급방법 상 안전조치 철저</p> <ul style="list-style-type: none"> 철근 다발 적재 등 중량물 취급 시 무너지 예방을 위한 대책 수립 근로자 위험 방지를 위한 작업계획서 작성하고 작업 간 계획서 준수

철근 조립 · 설치 작업의 안전관리 (2/2)

● 철근 조립 · 설치 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	철근 배근작업 시 관리감독자를 배치하여 주변 통제를 하고 있는가?	
2	작업발판을 미설치하고 불안정한 물체에 올라서서 작업을 하지는 않는가?	
3	조립된 철근에는 넘어짐 방지조치를 하였는가?	
4	철근에 무리하게 올라서서 작업을 하지는 않는가?	
5	이동식 비계에는 안전난간, 승강시설 등을 설치하여 사용하는가?	
6	규정된 작업발판이 아닌 페인트 통이나 유류 통 등을 발판으로 사용하고 있지는 않은가?	
7	말비계는 넘어짐 위험이 없고 견고한 것을 사용하는가?	
8	비계 위에는 안전난간과 승강시설이 설치되어 있는가?	
9	슬래브 철근 배근 시 근로자의 이동통로를 설치하였는가?	
10	근로자는 안전모 등 개인보호구를 착용하고 있는가?	



콘크리트 타설/다짐 작업의 안전관리 (1/2)

● 콘크리트 타설/다짐 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 타설용 호스의 요동에 의한 충격으로 단부에서 떨어짐 슬래브 콘크리트 타설 중 철근에 걸려 넘어짐 타설 후 다짐을 위해 진동기 사용 중 누전으로 감전 타설작업 중 펌프카가 중심을 잃고 넘어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 슬래브 단부에 안전난간을 설치 또는 안전대 체결 후 작업 넘어짐 예방을 위해 작업통로를 설치하고 작업 진동기는 사용 전 누전여부 점검, 접지, 누전차단기 연결 펌프카는 평탄하고 견고한 지반에 아웃트리거 인출, 설치

● 콘크리트 타설/다짐 작업의 사고사례

· 콘크리트 타설 중 시스템동바리 무너짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> 시스템동바리 구조 검토 및 조립도 미작성 시스템동바리 수평재, 가새 등 설치 미흡 콘크리트 타설방법 부적절
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 관계전문가에 의한 시스템동바리 구조검토 실시 ⇒ 시스템동바리 수평재, 가새, 연결핀 등 설치 철저 - 상부하중의 압축 및 수평력 발생으로 좌굴현상 위험이 높은 경우 수평 연결재, 가새를 전체적으로 설치 ⇒ 타설작업 시 편심이 발생하지 않도록 분산해 타설 - 변형/변위 감시자를 배치하여 이상 징후 시 작업중지

콘크리트 타설/다짐 작업의 안전관리 (2/2)

● 콘크리트 타설/다짐 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	콘크리트 파이프의 연결부는 전용 클립으로 견고하게 고정해 있는가?		
2	진동기의 김전 예방조치는 하였는가?		
3	콘크리트 피니셔 회전부에 접촉되지 않도록 방호조치가 되어 있는가?		
4	철근 배근 상부에는 이등에 필요한 작업발판이 설치되어 있는가?		
5	콘크리트 타설 장소에는 개구부, 슬래브 단부의 안전조치를 하였는가?		
6	호퍼로 타설 시 갑작스러운 떨어짐에 대비하였는가?		
7	콘크리트 타설 근로자는 안전모, 보호장갑, 안전장화 등을 착용하였는가?		
8	콘크리트 타설 시 콘크리트 펌프카의 넘어짐 위험은 없는가?		
9	콘크리트 펌프카의 붐대와 유압장치는 사전에 점검하였는가?		
10	유도자를 배치하여 주변 근로자를 통제하는가?		



<콘크리트 피니셔>



<스크리드>

콘크리트 양생 작업의 안전관리 (1/2)

● 콘크리트 양생작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 갈탄을 사용하여 양생작업 중 유해가스에 질식 위험 양생 중인 지하 밀폐공간 출입 중 산소 결핍에 의한 질식 보양재를 콘크리트 표면에 덮던 중 개구부로 떨어짐 열풍기를 사용한 양생 중 과열에 의한 화재 발생 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 환기 실시, 양생 장소 출입 시 유해가스, 산소 농도 측정 밀폐공간 출입 시 사전 환기 실시 및 공기농도 측정 개구부 덮개 및 슬래브 단부 떨어짐 방지 조치 실시 양생 중 과열여부를 점검하고, 소화기 인근에 비치

● 밀폐공간 작업 시 준수사항

- **특별안전보건교육 대상**이므로 근로자 **질식사고 예방교육** 실시
- 작업장 출입구에 **“출입금지”** 표지판을 설치, 출입을 제한
- 작업 전 밀폐공간 작업 허가 및 안전장비를 구비
- 작업 전 측정장비, 개인보호구, 구조용 장비의 구비여부 확인
- **작업 전 최초 환기량**은 기적의 5배 이상으로 환기 실시
- 밀폐공간에 **들어갈 때마다 산소와 유해가스** 농도를 측정
 ※ 산소 : 18-23.5%, 황화수소 : 10ppm미만, 탄산가스 1.5%미만, 일산화탄소 30ppm미만
- 작업장은 자주 환기하고 밀폐공간 내부를 적정 공기상태로 유지
- 내부 작업자와 외부 감시인 **연락체제 구축**을 위한 장비 구비
- 밀폐공간 **출입인원**(성명, 인원수) 및 **출입시간**을 항상 확인



<공기농도 측정기>



<환기팬>



<구명줄, 원치>



<무전기>

콘크리트 양생 작업의 안전관리 [2/2]

● 콘크리트 양생작업의 사고사례

· **갈탄으로 양생 중 일산화탄소에 중독**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 밀폐공간의 내부 환기 미실시, 감시인 미배치 · 부적절한 보호구 사용, 안전보건 조치 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 밀폐공간 환기 및 유해가스 농도 측정 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 적정공기 유지를 위한 환기 실시 - 환기 불가 시, 송기마스크 등 지급, 착용 ⇒ 작업감시인 배치 및 구조장비 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 감시인과 연락하여 필요 시 작업 중지 조치 - 송기마스크, 사다리 및 섬유로프 등 구조장비 준비

● 콘크리트 양생작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	콘크리트 양생 시 야간작업을 위한 조명시설은 설치되어 있는가?		
2	콘크리트 양생용 갈탄 교체 시 관리감독자의 지휘를 받는가?		
3	콘크리트 양생 장소 주변의 개구부 등에는 방호조치가 되어 있는가?		
4	콘크리트 양생 장소에 화재 예방조치를 하고 소화기를 비치하였는가?		
5	콘크리트 양생 지하 밀폐작업장에 근로자가 무단으로 출입하는가?		
6	콘크리트 양생을 위해 보양재 인양 시 떨어질 위험은 없는가?		
7	콘크리트 양생 장소로의 출입통로는 마련되어 있는가?		
8	콘크리트 양생용 열풍기는 감전 방지조치가 되어 있는가?		
9	콘크리트 양생용으로 갈탄 사용 시 적절한 환기조치는 하고 있는가?		
10	콘크리트 양생 장소 출입 시 호흡용 보호구는 착용하는가?		

기타 강조사항 / Q & A

- 시공상세도 작성 및 관계전문가 검토 실시
- 사전 작업계획서 작성, 위험성 평가 실시
- 유도자 및 신호수 배치
- 양생 중 온도관리 근무 2인 1조 운영
- 스마트 안전장비(안전모니터링 장치)의 활용



6

철골조립 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[**철골조립** 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「**철골조립 공사**」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 작업별 개요
- 「**세부 작업별**」안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 **사고사례**(원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 **체크리스트**
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「철골조립 공사」의 개요 및 특성 [1/2]

● 철골조립 공사의 개요

- 철골재(강구조물)를 **볼트 또는 용접** 등으로 접합하여 조립하는 구조
- 프로세스 : **철골 제작** ⇨ **현장 설치** ⇨ **방청 도장** ⇨ **내화 피복** ⇨ **마감 작업**
- **고소작업, 중량물 취급 및 장비 사용** 등으로 재해위험 높음

● 주요 공종내용 및 위험요소

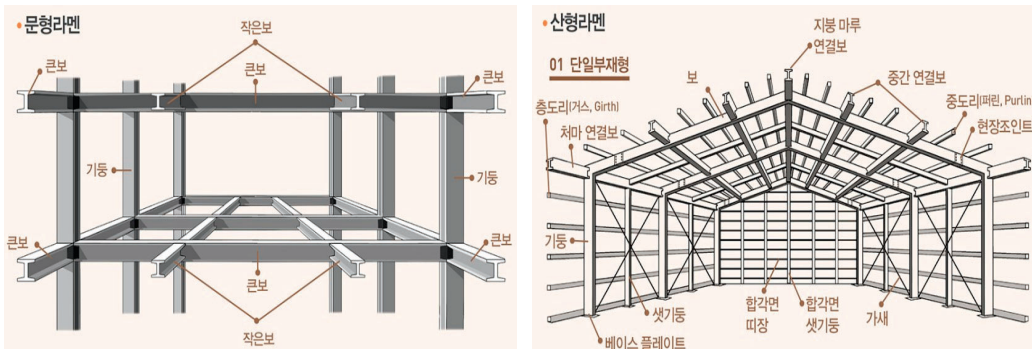
주요 공종	주요 작업 내용	재해 위험
기초공사	· 건물의 하중을 지반까지 전달하는 최하층 구조부 공사	· 기초시공 불량 시 철골세우기 중 인발 및 넘어짐 위험
철골부재 반입/운반	· 공장에서 제작한 부재를 현장에 반입하여 조립할 위치로 운반하는 작업	· 반입/운반 시 중량물의 넘어짐 · 인양 중 부재 떨어짐 · 차량과의 부딪힘 위험
철골부재 인양/조립 (데크플레이트 설치)	· 철골부재를 인양하여 건립, 조립하는 작업 · 거푸집 동바리 설치가 불필요한 데크플레이트 설치 공사	· 건립 중 기둥부재 넘어짐 · 데크플레이트 설치 중 단부 떨어짐
콘크리트 타설	· SRC 거푸집 또는 데크플레이트에 콘크리트를 부어 구조물 을 만드는 작업	· 타설 중 단부로 떨어짐 · 장스팬의 경우 무너짐 또는 처짐

- 3 -

「철골조립 공사」의 개요 및 특성 [2/2]

● 주요 공종내용 및 위험요소(계속)

주요 공종	주요 작업 내용	재해 위험
내화피복 작업	· 내화성을 높이기 위한 피복작업(내화뿔칠공법)	· 작업발판 단부에서 떨어짐 · 화학물질에 의한 업무상 질병
외부마감 작업	· 샌드위치 패널, 칼라강판, 채광판 및 커튼월 시공	· 지붕(고소) 작업 시 떨어짐 · 크레인 탑승 중 떨어짐 위험
교체 · 수리 · 보수	· 기존 철골구조물의 지붕재 교체 , 마감재 교체 작업 · 채광창 보수 , 슬레이트 철거 작업	· 지붕(고소) 작업 중 떨어짐 · 지붕재 파손으로 떨어짐



- 4 -

산업재해 발생 유형 분석 (1/1)

● 철골조립 공사 재해의 특징

- 최근 5년 전체 건설업 사망재해(2,355명) 중 12.1%(284명) 점유
- 공사규모별 재해 현황 : 대부분(35.9%) 1억원 미만

총합계	1억원 미만	1~3억원	3~10억원	10~20억원	20~50억원	50~120억원	120~1,000억원	1,000억원 이상
284 (100%)	102 (35.9%)	52 (18.3%)	47 (16.5%)	19 (6.7%)	33 (11.6%)	16 (5.6%)	14 (4.9%)	1 (0.4%)

- 발생형태별 재해 : **떨어짐**(95.4%) >> 무너짐(3.2%) > 깔림(0.7%)

총합계	떨어짐	무너짐	깔림	부딪힘
284 (100%)	271 (95.4%)	9 (3.2%)	2 (0.7%)	2 (0.7%)

- **떨어짐 위치별 현황** : 철골구조물, 지붕(슬레이트, 패널)이 높음




총합계	철골 구조물	데크 플레이트	지붕 설치해체·이동 슬레이트 패널	선라이트	캡라강판	개구부 등 단부	벽체 판넬	기타	
271 (100%)	103 (38.0%)	18 (6.6%)	54 (19.9%)	49 (18.1%)	14 (5.2%)	4 (1.5%)	17 (6.3%)	7 (2.6%)	5 (1.8%)

주요 공정 및 작업별 개요 (1/7)

● 주요 작업의 구분

기초공사
철골 반입/운반
철골 인양/조립
콘크리트 타설
내화피복
외부마감
교체·수리

● 작업별 개요 및 유해·위험요인

① 기초공사	유해·위험요인	예방대책
 <p style="font-size: small;"><바림 타설, 먹줄></p>  <p style="font-size: small;"><앵커볼트 설치></p>  <p style="font-size: small;"><기초 Con'c타설></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 앵커볼트 규격, 매립길이, 개수 부족으로 기초 인발 • 타설 중 앵커볼트 위치 이동 • 철근 가공 시 전동기 절연 손상으로 감전 위험 • 철근 압접 시 아세틸렌 및 산소용기 폭발 위험 • 가스용기 넘어짐 및 폭발 위험 • 배근 위 작업통로 미설치로 넘어짐 • 펌프카 미설치 또는 지반보강 미흡으로 넘어짐 • 펌프카와 믹스트럭 사이 충돌 • 타설 중 붐대 파단에 의한 근로자 부딪힘 • 콘크리트 다짐기 사용 중 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계도서에 따라 정밀 시공 • 시공상세도에 따른 프레임 고정 조치 • 전동기 본체 외함 접지, 누전차단기 설치 • 조정기 후단에 역화방지기 설치 • 아세틸렌 등 가스용기에 넘어짐 방지 • 현장 정리정돈 및 작업발판 설치 • 지내력 확보, 아웃트리가 설치 철저 • 신호수 배치, 이동용 반사경 설치 • 불의 연결부 등 사전점검 철저 • 외함 접지 및 전원 누전차단기 경유

주요 공정 및 작업별 개요 [2/7]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

② 철골 반입/운반	유해·위험요인	예방대책
 <p><차량 자재 반입></p>  <p><철골자재 하역></p>  <p><철골자재 운반></p>	<ul style="list-style-type: none"> 차량 간 또는 인접 근로자와 충돌사고 위험 양중기 조작 미숙에 의한 오작동 발생 자재의 불안정한 적재로 편심하중에 의한 무너짐 인양 중 로프 파단에 의한 인양물 떨어짐 하역 중 타 근로자가 접근하여 부재에 부딪힘 하역차량에 무리하게 올라가 작업 중 떨어짐 자재 인양 중 혹에서 로프 탈락으로 자재 떨어짐 지게차로 하역 중 적재불량으로 자재에 깔림 철골 인양 중 섬유로프 파단으로 자재 떨어짐 줄걸이 방법 불량으로 떨어짐 위험 개인보호구 미착용으로 작업 부딪히거나 찢림 자재 인양 중 하부에서 작업자가 자재에 부딪힘 야간 작업 시 충돌 재해 발생 위험 주차된 운반차량의 브레이크 파단으로 충돌 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 신호수 배치 후 차량통제 및 서행 운전원의 자격 유무, 경력 확인 안전하게 적재하고 침하방지 조치 작업 전 로프 손상, 마모, 변형 확인 하역장소 타 근로자 출입제한 조치 관리감독자에 의한 감독 철저 혹에는 해지장치를 설치하여 사용 과적, 편심 적재않도록 관리감독 섬유로프 폐기기준 도달 시 즉시 폐기 2줄걸이 이상으로 결속, 수평 인양 안전모 등 개인보호구 착용 철저 인양 작업구간 근로자 출입통제 조치 야간 하역 시 충분한 조명시설 설치 주차 시 바퀴에 구름방지장치 설치

주요 공정 및 작업별 개요 [3/7]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

③ 철골 인양/조립	유해·위험요인	예방대책
 <p><건립 전 안전시설 설치></p>  <p><기둥 앵커볼트 조립></p>  <p><거더/보 조립></p>	<ul style="list-style-type: none"> 크레인 운전원 조작 미숙으로 하역 중 부딪힘 자재 받침목 불량으로 무너짐 위험 안전대 부착설비 설치 지연으로 떨어짐 위험 적재된 철골이 지반 침하로 무너지면서 끼임 크레인 인양 중 자재 떨어짐 또는 부딪힘 철골 인양 중 양중능력 초과로 장비 넘어짐 인양작업 중 신호 불일치로 인한 부딪힘 이동식 크레인 지내력 부족으로 넘어짐 위험 기둥 건립 시 기둥 요동 또는 넘어짐 철골 기둥 승강 중 떨어짐 위험 철골 인양 중 로프 파단으로 철근 떨어짐 고장력 볼트 체결 시 핀 테일 떨어짐 위험 이동식 비계에 승강시설 없이 사용 중 떨어짐 이동식 비계 안전난간 미설치로 작업 중 떨어짐 약천후 시 철골작업 강행으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 운전원의 자격 유무, 경력 확인 받침대는 균일/견고한 재질로 사용 기둥/거더는 부착설비 조립 후 건립 견고하고 평탄한 지반에 적재 유도자 배치하고 근로자 통제 조치 인양 전 양중기 능력 확인 인양작업 전 신호체계 상호 확인 장비 설치 지반의 지내력 확보 넘어짐 방지장치(유도철선, 2중 너트) 공장 제작 시 승강용 트랩 설치 작업 시작 전 로프의 마모, 손상 확인 볼트 체결 시 하부 근로자 출입 통제 사다리 등 승강시설 설치 비계 발판 단부에 안전난간대 설치 철골작업 제한 기준 준수 ※ 풍속 10m/s 이상, 강우량 1mm/hr 이상, 강설량 1cm/hr 이상

주요 공정 및 **작업별 개요** [4/7]

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**(계속)

④ 콘크리트 타설	유해 · 위험요인	예방대책
 <p><타설장비 반입></p>  <p><타설 및 다짐></p>  <p><콘크리트 양생></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프카 장비 사용 방법 미숙지에 의한 오작동 • 붐대 설치 중 주변 고압선 접촉에 의한 감전 • 타설 중 붐대 파단에 의한 떨어짐 • 펌프카 후진 시 근로자 부딪힘, 끼임 • 압송 호스, 파이프 연결부 결속불량으로 파단 • 레미콘 트럭과 펌프카 사이에 근로자 끼임 • 타설용 호스와 파이프 연결 중 끼임 • 호퍼 인양 중 호퍼 연결부 풀림에 의한 떨어짐 • 진동기 누전차단기 및 접지 미실시로 감전 • 타설 중 개구부, 단부에서 떨어짐 • 콘크리트 피니셔 회전부에 접촉 • 배근 위 작업통로 미설치로 넘어짐 • 양생 중 갈탄 사용에 의한 유독가스 질식 • 열풍기 사용 중 감전 재해 발생 • 관리감독자 미배치하고 근로자 단독으로 콘크리트 양생장소 출입 중 질식 	<ul style="list-style-type: none"> • 운전원만 사용토록 관리감독 철저 • 고압선 절연방호구 설치, 이격거리 • 붐의 연결부 등 사전점검 철저 • 펌프카 유도자 배치, 근로자 통제 • 작업 전 호스와 연결부 점검 철저 • 주변 방호를 설치, 운행경로 확인 • 중량물 취급은 2인1조로 작업 실시 • 연결부 결속 상태 사전 확인 • 진동기 접지, 누전차단기 연결 확인 • 개구부 덮개, 단부 안전난간대 설치 • 회전부 덮개 설치 철저 • 배근 상부에 통로용 작업발판 설치 • 적정공기 유지, 수시로 환기 실시 • 외함 접지 및 누전차단기 연결 사용 • 질식 위험이 있는 장소는 관리감독자 임회하여 사전안전성 확인 후 출입




주요 공정 및 **작업별 개요** [5/7]

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**(계속)

⑤ 내화 피복	유해 · 위험요인	예방대책
 <p><내화물탈 반입></p>  <p><내부 내화뿔칠></p>  <p><외부 내화뿔칠></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 자재 하역 중 후방 근로자 접근 시 부딪힘 • 보양/뿔칠 작업 시 고소작업대 상승 중 끼임 위험 • 고소작업대 탑승상태에서 이동 중 장비 넘어짐 • 이동식 비계 위 작업 중 단부로 떨어짐 • 이동식 비계 경사지 설치 시 넘어짐 위험 • 뿔칠재료 혼합기의 누전에 의한 감전 위험 • 차량탑재형 고소작업대 뿔칠 작업 중 떨어짐 • 차량탑재형 고소작업대 탑승인원 초과로 넘어짐 • 차량탑재형 고소작업대 자재과적으로 넘어짐 • 차량탑재형 고소작업대 붐대 파손으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 하역 작업 간 신호수 배치, 출입통제 • 과상승 방지장치 정상 작동 여부 확인 • 작업대를 최대로 낮춘 후 이동 가능 • 작업발판 단부에 안전난간대 설치 • 넘어짐 방지를 위해 아웃트리거 설치 • 혼합기의 전원은 누전차단기 경유 • 작업대 4면에 안전난간대 해체 금지 • 고소작업대 정격하중 준수 • 고소작업대 과부하방지장치 확인 • 작업 전 붐대 주요부위 확인

주요 공정 및 작업별 개요 [6/7]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

⑥ 외부 마감	유해·위험요인	예방대책
 <p><마감재 인양></p>  <p><벽체 마감재 설치></p>  <p><지붕 마감재 설치></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 하역된 자재가 불안정하게 적재되어 무너짐 위험 • 지게차를 이용하여 자재 하역 중 부딪힘 위험 • 패널 인양작업 중 줄걸이 미흡으로 떨어짐 • 지붕 상부에서 인양되는 패널 유도작업 중 떨어짐 • 강관비계 위에서 벽체 마감작업 중 떨어질 위험 • 패널을 지붕에 적재 하던 중 떨어짐 위험 • 전기드릴 등 전동공구 및 용접작업 시 감전 위험 • 지붕재 조립작업 중 개구부 및 단부에서 떨어짐 • 패널 등 자재가 떨어지면 하부 근로자 맞음 • 외부 마감재 설치 중 충전선로 접촉으로 감전 • 채광창 위로 이동 중 근로자 떨어짐 • 용접작업 중 볼티로 화재 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 하역된 자재는 무너지지 않도록 적재 • 작업반경 내 근로자 출입 통제 • 줄걸이 용구 사전점검, 2줄걸이 준수 • 지붕 단부에 떨어짐 방지 조치 철저 • 작업발판 설치 또는 고소작업대 이용 • 지붕 패널 하역 전 추락방호망 설치 • 전동공구, 용접기 절연 여부 확인 • 부착설비, 안전대 체결 후 작업 • 하부 위험구역 내 근로자 출입 통제 • 절연방호구 설치, 감시인 배치 • 채광창 위로 덮개형 안전발판 설치 • 비산방지포 설치, 화재감시인 배치

주요 공정 및 작업별 개요 [7/7]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

⑦ 교체·수리·보수	유해·위험요인	예방대책
 <p><샌드위치 패널></p>  <p><지붕 채광창></p>  <p><지붕 슬레이트></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 지붕 채광판 등 지붕재 파손으로 떨어짐 • 깨지기 쉬운 지붕재 파손으로 떨어짐 • 지붕재 교체 중 해체구간 개구부로 떨어짐 • 지붕재 위에 자재 과적으로 지붕재 파손 위험 • 보수공사 중 고소작업대 충전선로에 접촉, 감전 • 지붕 위 자재 적재 시 강풍으로 자재 떨어짐 • 차량탑재형 고소작업대 이용 중 떨어짐 위험 • 차량탑재형 고소작업대 탑승인원 초과로 넘어짐 • 차량탑재형 고소작업대 자재과적으로 넘어짐 • 차량탑재형 고소작업대 붐대 파손으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 개/보수 작업 전 사전조사 실시 철저 • 사전조사 실시 후 작업자 안전교육 • 작업 구간 하부에 추락방호망 설치 • 지붕재 위 이동 시 안전대 착용 • 자재 분산 적재 및 구조내력 확인 • 충전선로에 절연방호구 설치, 감시인 • 바로 작업할 자재만 적재하도록 감독 • 작업대 4면에 안전난간대 해체 금지 • 고소작업대 정격하중 준수 • 고소작업대 과부하방지장치 확인 • 작업 전 붐대 주요부위 확인

세부 작업별 안전관리 실무

- 작업장 바닥, 통로 등
- 철골부재 반입/운반 작업
- 철골부재 인양/조립 작업
- 크레인 양중 작업
- 줄걸이 취급 작업
- 데크플레이트 설치 작업
- 내화피복 작업

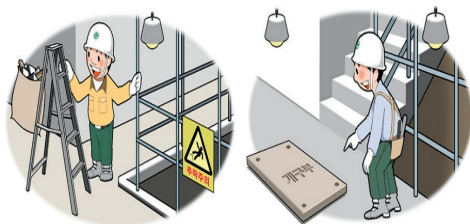
작업장 바닥, 통로 등의 안전관리 [1/2]

● 작업장 바닥, 통로의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 비계 위에 작업발판을 미설치한 상태에서 작업 중 떨어짐 • 데크플레이트 상부로 이동 중 걸려 넘어짐 • 철근 배근 작업장 이동 중 철근에 걸려 넘어짐 • 타설작업 주변 이동 중 슬래브 단부, 개구부로 떨어짐 • 통로의 어두운 조명, 장애물 등에 의한 부딪힘 • 작업장에 근로자 보행 중 하역운반기계와 부딪힘 	<ul style="list-style-type: none"> • 비계 위 이동 시 작업발판 설치 후, 견고하게 고정 • 부자재, 가설전선 등 정리/정돈 상태를 항상 확인 • 청결한 상태를 유지하고 자재를 넘어다니지 않도록 관리 • 떨어짐 위험 구간에는 안전난간 및 개구부 덮개 설치 • 통로는 항상 75Lux 이상이 되도록 조명을 설치 • 장비와 근로자 전용 이동통로를 구분해서 설치

● 바닥, 통로의 안전조치

• 개구부 떨어짐 방지



• 통로 넘어짐 방지



작업장 바닥, 통로 등의 안전관리 (2/2)

● 작업장 바닥, 통로의 사고사례

· **데크플레이트 상부 이동 중 떨어짐**



원인	· 데크플레이트 설치 작업 시 떨어짐 방지조치 미흡
예방 대책	⇒ 데크플레이트 설치 작업 시 떨어짐 방지조치 철저 - 데크플레이트 미고정 상태에서는 근로자 이동통로를 별도로 마련해야함 - 고정 후에도 단부 및 개구부에는 안전난간 또는 방호울, 추락방호망 설치를 통해 떨어짐 방지 조치

● 안전통로 확보를 위한 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	철골 기둥 부재 건립 전 승강용 트랩을 설치하였는가?	_____
2	철골 거더, 빔 등에는 수평구멍들을 설치하였는가?	_____
3	적재된 철골 자재는 무너지지 않도록 일정한 장소에 정리·정돈하는가?	_____
4	철골 적재장은 평탄하고 견고한 지반인가?	_____
5	철골 등 자재는 정리되어 있고 근로자 통로는 확보되어 있는가?	_____
6	근로자의 이동구간에는 안전통로가 확보되어 있는가?	_____
7	콘크리트 타설작업 구역 내 접근 방지책을 설치하였는가?	_____
8	데크플레이트 단부 등 개구부에는 안전조치를 하였는가?	_____
9	철근 배근 상부에는 이동에 필요한 작업발판이 설치되어 있는가?	_____
10	철근 등 부재의 가공장 주변에는 가공장 경계 및 울타리가 설치되어 있는가?	_____

철골부재 반입/운반 작업의 안전관리 (1/2)

● 철골 반입/운반 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 철골 반입 차량과 인접 근로자 부딪힘 위험 · 철골 부자재 운반 중 떨어져 부딪힘 · 로프 탈락 및 로프 파단으로 자재 떨어짐 · 하역장소에 관계자 외 근로자가 접근하여 부딪힘 · 철골 부재 인양 줄걸이 불량으로 떨어짐, 부딪힘 · 이동식 크레인 정격하중 초과로 붕괴, 넘어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 차량 운행경로 사전계획, 신호수 배치 · 부속자재는 소형 자루 등에 적재하여 인양 · 혹 해지장치 설치, 와이어로프 손상여부 수시로 확인 · 하역 작업 시 관계자의 출입통제 철저, 감시자 배치 · 2줄걸이 등 안전한 방법을 적용, 인양작업 하부 출입통제 · 크레인 정격하중 준수 및 붕괴 연결부 사전확인 철저

● 이동식 크레인 안전점검 사항

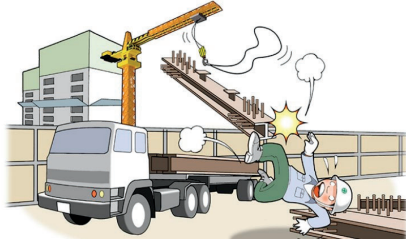
- **줄걸이 작업** 안전 이행 여부
- **안전장치** 부착 및 작동 여부
(권과방지장치, 과부하방지장치, 혹해지장치)
- **이동식 크레인 용도 외 사용** 여부
(임의 구조변경, 불법 탑승설비 부착 금지)
- **구조부 외관 상태 확인** 여부
(붐, 유압장치, 턴테이블 균열, 용접부 등)
- **사전작업계획 및 대책 수립** 여부
(장비 제한, 운행경로, 작업 범위 등)



철골부재 반입/운반 작업의 안전관리 (2/2)

● 철골 반입/운반 작업의 사고사례

- 스티드볼트에 로프결속 인양 중 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 철골 부재 인양 시 줄걸이 작업 방법 부적절 · 하부 위험구역 내 근로자 출입 통제 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 철골 부재 인양 시 안전한 줄걸이 방법 사용 - 철골 제작 단계에서 인양용 고리를 설치하거나, 와이어로프로 감는 방식 등으로 인양 ⇒ 철골 부재 인양 시 위험구역 내 근로자 출입 통제

● 철골 반입/운반 점검 체크리스트

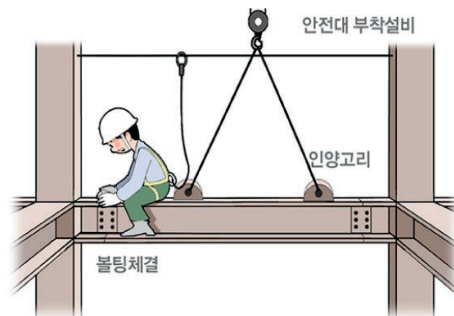
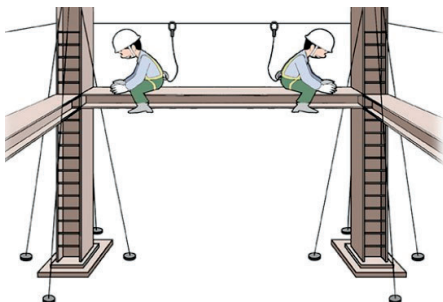
순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	철골 부재 받침대는 평탄하고, 견고한 지반에 설치하였는가?	
2	길이가 긴 부재는 2줄걸이로 견고하게 결속하고 수평으로 인양하는가?	
3	인양용 로프 및 보조 로프는 손상·부식되지 않고 견고한가?	
4	양중기로 철골 부재 인양 시 훅에 해지장치가 설치되어 있는가?	
5	하역장소에는 관계 근로자 외의 자가 출입하지 못하도록 출입 금지 조치를 하였는가?	
6	철골 부재의 인양고리는 설치되어 있으며, 용접상태는 적정한가?	
7	경사 지면에 차량 정차 시 바퀴 부분에 구름 방지 장치를 하였는가?	
8	적재된 철골 부재가 무너지거나 구름 위험은 없는가?	
9	근로자는 안전모, 안전화 등 개인보호구를 착용하고 있는가?	
10	야간 하역작업 시 충분한 조명시설은 확보되었는가?	

철골부재 인양/조립 작업의 안전관리 (1/2)

● 철골 인양/조립 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 철골 기둥 설치를 위해 수직, 수평 이동 중 떨어짐 · 철골 기둥 설치 중 기둥 넘어짐 위험 · 볼트 체결, 인양 로프 해체작업 등을 위해 이동 중 떨어짐 · 2절 이상 동시 시공 등 무리하게 작업 중 무너짐 · 불균형 모멘트가 발생되어 시공 중 무너짐 · 높은 곳에서 조립 작업 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 안전대부착설비(구명줄)에 안전대를 걸고 이동 · 기둥 설치 직후 4면에 전도방지 와이어로프를 설치 · 철골 보 등에서 이동 시 안전대, 부착설비 사용 · 시공단계별 구조 안전성을 검토하고 작업순서도에 따라 시공 · 불균형 모멘트 발생 우려 시, 하부 잭서포트 등으로 보강 · 철골보 조립을 위한 고소작업 시 추락방지망 설치

● 철골보 설치, 안전대 착용 방법



철골부재 인양/조립 작업의 안전관리 (2/2)

● 철골 인양/조립 작업의 사고사례

· 조립 중 철골에 넘어져 **갈림**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 철골 조립 시 올바른 작업방법 미준수 · 기둥 상부에 크레인 거더 설치로 불균형 모멘트 발생 · 중량을 취급작업계획서 미작성
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 조립 시 올바른 작업방법 - 기둥 2개 이상 세우면 기둥 사이의 보를 종방향, 횡방향으로 동시에 설치하는 등 폐합구조로 시공 ⇒ 조립작업 시 넘어짐 방지 조치 - 불균형 모멘트 발생 우려 시, 유도철선 설치로 보강 ⇒ 중량을 취급 전에 사전작업계획서를 작성

● 철골 인양/조립 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	철골 기둥 세우기 전 승강용 트랩과 수직구멍줄은 설치되었는가?	_____
2	철골 기둥 넘어짐 방지를 위해 앵커볼트에는 2중너트를 체결하였는가?	_____
3	철골 기둥 설치 직후 4면에 넘어짐 방지용 와이어로프를 설치하였는가?	_____
4	보 인양 전 수평구멍줄을 설치하였는가?	_____
5	철골 기둥 승강 또는 보 상부 이동 시 안전대를 착용하고 있는가?	_____
6	철골 부재 인양용 이동식 크레인의 양중능력은 검토하였는가?	_____
7	캔틸레버 구조의 철골 부재 조립 시 잭서포트 등 보강조치를 하였는가?	_____
8	철골 건립 시 10m 이내마다 추락방호망을 설치하였는가?	_____
9	철골 부재 인양 시 줄걸이 및 인양기구는 적합한가?	_____
10	철골작업자는 안전모, 안전대, 안전화 등 개인보호구를 착용하고 있는	_____

크레인 양중 작업의 안전관리 (1/2)

● 크레인 양중 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 크레인 와이어로프 등 달기구 파단에 의한 떨어짐 · 이동식 크레인 거더 중 지반 침하에 의한 넘어짐 · 와이어로프가 혹에서 탈락되면서 자재 떨어짐 · 소형 자재를 다른 자재 위에 올려 인양 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 손상된 줄걸이 달기구는 폐기하고 안전성 검증 · 평탄한 지반에 아웃트리거 인출하여 거더 후 사용 · 혹 해지장치 설치, 달기구 이탈 방지 노력 · 소형 자재는 인양박스에 적재 후 인양, 출입통제 조치

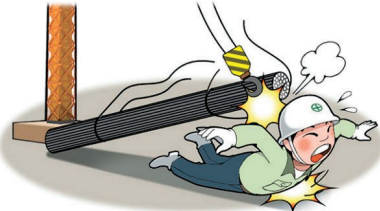
● 이동식 크레인 종류



크레인 양중 작업의 안전관리 [2/2]

● 크레인 양중 작업의 사고사례

· 타워크레인 인양 중 자재(철근) 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 타워크레인 작업 시작 전 점검 미흡 · 크레인 작업 시 근로자 출입 통제 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 타워크레인 작업 시작 전 점검 실시 - 작업 시작 전 와이어로프가 통과하고 있는 곳의 이탈 여부를 확인하고 와이어로프 상태 등을 점검 ⇒ 인양 중인 하물이 작업자의 머리 위로 통과하지 않도록 미리 작업자 출입 통제 실시

● 크레인 양중 작업의 점검 체크리스트

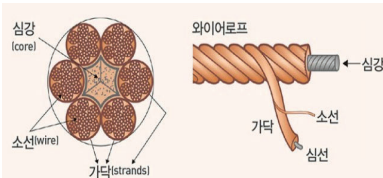
순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	자재 인양 시 2줄걸이로 결속하고 수평으로 인양하는가?		
2	근로자는 안전작업 절차를 준수하고 있는가?		
3	하물을 매달지 않은 무부하 상태에서 시운전을 3회 이상 실시했는가?		
4	해체 및 인양 작업 시 자재가 떨어질 위험은 없는가?		
5	크레인 선회 범위 내 장애물은 없는가?		
6	물체를 들어 올릴 때에 타 물체와 접촉할 위험은 없는가?		
7	승강 사다리에는 등받이울과 계단함이 설치되어 있고 계단함 단부에 안전난간이 설치되어 있는가?		
8	악천후 시 작업을 금지하는가?		
9	크레인의 안전장치는 모두 구비되어 있으며 동작 상태는 양호한가?		
10	사람, 차량 위로 물체를 운반하지 않는가?		

줄걸이 취급 작업의 안전관리 [1/3]

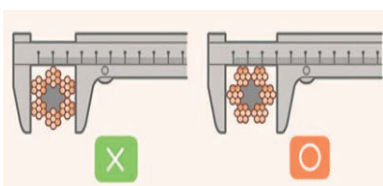
● 줄걸이 취급 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 줄걸이 달기구 결함 및 줄걸이 작업방법 불량으로 떨어짐 · 손상, 마모된 줄걸이 로프 사용 중 파단으로 끼임, 깔림 · 중량을 취급 중 넘어짐, 인양물 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업 시작 전 달기구 점검, 안전한 작업방법 채택 · 줄걸이 달기구 전용 락을 제작하여 보관, 파손 시 교체 · 안전울을 고려한 달기구 선택, 인양 하부 출입통제 조치

● 와이어로프의 안전율(안전계수)



$$\bullet \text{ 안전율} = \frac{\text{와이어로프의 절단하중} \times \text{로프의 줄수} \times \text{시브효율}}{\text{권상하중}}$$



와이어로프의 종류	안전율
<ul style="list-style-type: none"> · 권상용 와이어로프 · 지브의 기복용 와이어로프 	5.0
<ul style="list-style-type: none"> · 횡행용 와이어로프 및 케이블 크레인의 주행용 와이어로프 	4.0
<ul style="list-style-type: none"> · 지브의 지지용 와이어로프 · 보조 로프 및 고정용 와이어로프 	2.7
<ul style="list-style-type: none"> · 케이블 크레인의 주 로프 및 레일로프 	10
<ul style="list-style-type: none"> · 근로자가 탑승하는 운반구 지지용 로프 	10

줄걸이 취급 작업의 안전관리 (2/3)

● 달기구 및 줄걸이 용구

<줄걸이 용구 및 보호대>
 받침대, 썰기, 보호대
 작은 것들은 가능한 한 한데 모아 상자에 넣는다.

<클램프의 명칭>
 샤클, 바디(Body), 래치, 핸들, 죠(Jaw), 캠(Cam), 잠금스프링, 캠핀(Cam Pin), 개구부

<클립의 올바른 결속>
 올바른 취부 방향 (O), 잘못된 취부 방향 (X)

<클립 종류>
 단조클립, 주물클립

<체인 파단 시험>
 시험결과 표

<체인 폐기 기준>
 늘어남 길이 (5% 초과), 지름의 감소 (10% 초과), 기준장, 5량

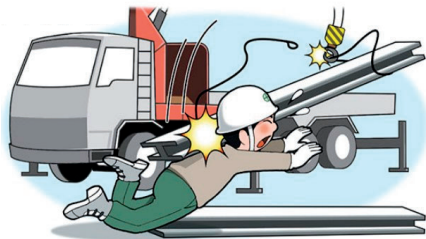
<벨트 슬링 각부 명칭>
 봉제부, 폭, 봉제부, 아이, 몸체 길이

<벨트 슬링 길이대>
 벨트 슬링 길이대

줄걸이 취급 작업의 안전관리 (3/3)

● 줄걸이 취급 작업의 사고사례

· 흠막이 부재 하역 중 로프이탈로 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> 인양 작업 전 크레인 점검 미실시 줄걸이 작업방법 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업 전 장비 점검 철저 - 관리감독자가 혹해지장치의 기능을 점검 실시 ⇒ 작업방법 안전하도록 개선 - H형강 등 중량물 인양 시 무게중심을 고려하여 좌우 대칭 및 수평상태의 줄걸이가 되도록 러그(돌출부)를 부착하여 자재 인양

● 줄걸이 취급 작업의 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과
		개선필요 보통
1	사용 전 제품의 이상 유무는 확인하였는가?	_____
2	사용 목적에 적합에, 화학약품 등한 것을 사용하였는가?	_____
3	줄걸이 슬링의 사용하중을 확인하였는가?	_____
4	하물의 날카로운 부분은 덧댔을 하였는가?	_____
5	하물의 형태에 따른 줄걸이 방법은 적정한가?	_____
6	줄걸이 슬링에 사용하중은 표시되어 있는가?	_____
7	하물의 무게중심을 확인하고 줄걸이 방법을 선정하였는가?	_____
8	하물의 이동경로를 확인하였는가?	_____
9	하물 보관장소는 충분한 공간을 확보하였는가?	_____
10	줄걸이용구 보관 장소는 적정한가?	_____

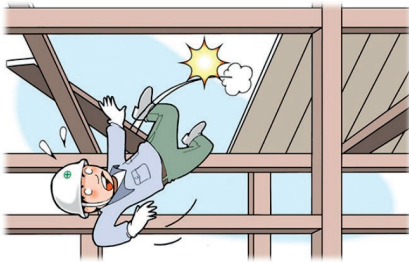
데크플레이트 설치의 안전관리 (1/2)

● 데크플레이트 설치의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 데크플레이트 상부 중량물 과적으로 인한 무너짐 • 데크 위에서 이동 또는 작업 중 개구부, 단부로 떨어짐 • 데크 양단 걸침 길이 미확보로 무너짐 또는 떨어짐 • 데크 용접 시 누전에 의한 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 중량물을 집중하거나 과적 금지 • 데크 설치 하부 구간에 추락방호망, 단부 안전난간 설치 • 판개 후 설계도서에 따라 걸침길이 확보 및 가용접 • 데크 용접 시 자동전격방지기 설치, 충전부 절연조치

● 데크플레이트 설치의 사고사례

• 데크플레이트 적재작업 중 떨어짐



원인	• 적재 작업 시 떨어짐 방지 조치 미 실시
예방 대책	⇒ 고소작업 시 안전대 부착설비 설치 및 안전대 체결 ⇒ 작업구간 하부에 추락방호망을 견고하게 설치

- 25 -

데크플레이트 설치의 안전관리 (2/2)

● 데크플레이트 설치의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	데크플레이트 적재작업 전 추락방호망과 안전대 부착설비는 견고히 설치하였는가?	_____
2	데크플레이트 반입 시 자재 검수는 철저히 하였는가?	_____
3	데크플레이트 구조검토서, 설계도면 및 시방서는 작성·검토하였는가?	_____
4	데크플레이트 설치 시 걸침 길이(보통 50mm 이상)는 확보하였는가?	_____
5	데크플레이트 판개작업 즉시 용접 등 고정조치는 하였는가?	_____
6	데크플레이트 설치 후 주요 이동통로에 작업발판을 설치하였는가?	_____
7	데크플레이트 상부에 자재를 과적하지 않았는가?	_____
8	개구부 주위나 슬래브 단부에 안전난간대는 견고히 설치하였는가?	_____
9	데크플레이트에 편칭 등 당초 설계조건과 상이한 경우 별도 보강은 하였는가?	_____
10	근로자는 안전모, 안전대 등 개인보호구를 착용하고 있는가?	_____



〈펌프카에 부딪혀 떨어진 데크플레이트〉



〈가용접 미실시로 떨어진 데크플레이트〉

- 26 -

내화피복 작업의 안전관리 (1/2)

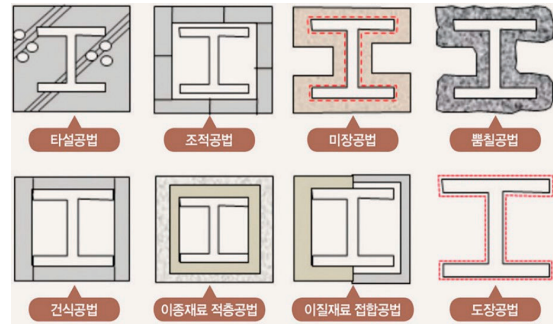
● 내화피복 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 고소작업대 상승으로 상부 돌출부에 끼임 위험 고소작업대 상승되어 있는 상태에서 이동 중 넘어짐 이동식 비계 위 작업 중 발판 단부로 떨어짐 이동식 비계 넘어지면서 근로자 떨어짐 뿔칠 재료 혼합기 누진에 의한 감전 위험 장기간 뿔칠작업 시 분진 노출에 의한 건강장해 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 장비 반입 시 과상승 방지장치 정상 작동 여부 확인 작업대는 가장 낮게 하강시킨 상태에서만 짧은 구간 이동 작업발판 단부에 견고한 구조의 안전난간대 설치 넘어짐 방지용 아웃트리거 설치 또는 단단한 구조물에 고정 작업 전 혼합기 절연상태 확인 및 누진차단기 설치 국소배기장치 설치 등 환기 실시, 방진마스크 착용

● 내화피복공법의 종류

· **고소작업대** 또는 **이동식 비계**를 이용한 작업이 대부분으로 **떨어짐 사고** 예방이 중요

슬식공법	타설공법, 조적공법, 미장공법, 뿔칠공법 ※ 암면과 시멘트 등을 혼합하여 뿔칠 방식으로 시공(건축공사에서 주로 사용)
건식공법	성형판 붙임 공법, 멤브레인 공법
합성공법	이종재료 적층 공법, 이질재료 접합 공법
도장공법	내화페인트를 피복



- 27 -

내화피복 작업의 안전관리 (2/2)

● 내화피복 작업의 사고사례

· **뿔칠 작업 중 작업대 과상승에 끼임**



원인	· 고소작업대의 과상승 방지 조치 미흡 (리미트 스위치 설치 높이 선정 불량)
예방 대책	⇒ 고소작업대의 과상승 방지를 위한 안전조치 철저 - 안전바(수평형)는 상부난간 위 5cm이상 - 방지봉(수직형)은 모서리 60cm이상, 4개소 ⇒ 상호연동기능 작동상태에서만 상승·하강토록 관리 - 풋스위치와 조작레버를 동시에 조작 시 운전

● 내화피복 작업의 점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	고소작업대의 안전장치(과상승 방지장치 등)는 정상적으로 작동하는가?	_____
2	고소작업대 이동 시 작업대는 하강한 상태에서 이동하는가?	_____
3	이동식 비계의 승강설비, 안전난간대, 아웃트리거 등 안전장치는 설치하였는가?	_____
4	뿔칠, 도장 작업을 작업발판은 안전하게 설치하였는가?	_____
5	뿔칠작업 시 국소배기장치 등 환기장치를 설치하였는가?	_____
6	환기장치 설치 시 환기능력은 검토하였는가?	_____
7	뿔칠작업 시 방진마스크 등 보호구는 착용하였는가?	_____
8	뿔칠 재료 혼합기의 전원은 누진차단기를 경유하고, 외함은 접지를 실시하였는가?	_____
9	관리감독자를 배치하여 작업을 지휘감독하는가?	_____
10	근로자는 안전모, 안전화 등 개인보호구를 착용하고 있는가?	_____

- 28 -

기타 강조사항 / Q & A

- 시공상세도 작성 및 관계전문가 검토 실시
- 사전 작업계획서 작성, 위험성 평가 실시
- 유도자 및 신호수 배치
- 크레인 인양작업 안전조치 (줄걸이 + 출입금지)
- 고소작업대 및 이동식 비계 추락사고 예방 중요





7

건설기계사용 공사



건설공사 공종별 재해예방 교육

[건설기계사용 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「**건설기계**」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 장비 및 **장비별 개요**
- 세부 **장비별 안전관리 실무**
 - 장비별 유해/위험요인과 재해예방
 - 장비별 **사고사례** (원인/예방대책)
 - 장비별 안전점검 **체크리스트**
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「건설기계」의 개요 및 특성 [1/3]

● 건설기계의 개요

- 기계적 동력을 활용하여 **굴착, 운반, 견인** 등에 사용하는 건설장비
- 운전자 경험을 기초로 한 작업으로 **건설기계 산업재해는 증가 추세**
- 운전자/근로자 **안전수칙 미준수** 또는 **장비 자체의 결함**

● 건설기계의 분류

- **관계법규에 따른 분류**

구 분	건설기계 명칭
건설기계관리법 (건설기계) -27종-	불도저, 굴착기, 로더, 지게차 , 스크레이퍼, 덤프트럭 , 기중기, 모터그레이더, 롤러, 노상안정기, 콘크리트 뱃칭플랜트, 콘크리트 피니셔, 콘크리트 살포기, 콘크리트 믹서트럭, 콘크리트 펌프, 아스팔트 믹싱플랜트, 아스팔트 피니셔, 아스팔트 살포기, 골재살포기, 쇄석기, 공기압축기, 천공기 , 향타 및 향발기, 자갈채취기, 준설선, 특수건설기계* , 타워크레인
산업안전보건법 (차량계 건설기계) -16종-	도저형 건설기계(불도저 등), 모터그레이더, 로더, 스크레이퍼, 크레인형 굴착기계(크랩셀, 드래그라인 등), 굴착기, 향타 및 향발기, 천공용 건설기계 (어스·크롤러·점보 드릴, 오스오거), 지반압밀침하용 건설기계 (샌드·페이퍼·팩드레인 머신), 지반 다짐용 건설기계 , 준설용 건설기계 , 콘크리트 펌프카, 덤프트럭 , 콘크리트 믹서트럭, 도로포장용 건설기계 , 이와 유사한 건설기계

* **지게차**를 산업안전보건법에서는 “차량계 하역운반기계”로 분류하고 있음.(산업안전보건기준에 관한 규칙 제20조)

* **특수건설기계**는 국토교통부 장관 고시에 따라 별도로 정함.(도로 보수 트럭, 노면파쇄기 등 8종류)

「건설기계」의 개요 및 특성 [2/3]

● 건설기계의 분류(계속)

- **작업 목적별 분류**

구 분	작업의 종류	건설기계 명칭
차량계 건설기계	굴착	불도저, 굴착기, 크랩셀
	굴착, 심기	파워셔블, 굴착기 , 로더, 크랩셀, 드래그라인
	굴착, 운반	불도저 , 스크레이퍼, 로더, 스크레이퍼도저
	정지	불도저, 모터그레이더
	도랑 파기	트렌치, 굴착기
	다짐	롤러 (로드, 진동, 탬핑, 타이어)
	콘크리트 타설	콘크리트 펌프, 콘크리트 펌프카
기초공사용 건설기계	향타	향타기, 향발기
	천공	천공기 , 어스드릴, 어스오거, 리버서서쿨레이션드릴
	지반 강화	페이퍼드레인머신
특정공사용 건설기계	양중	이동식 크레인 , 케이블크레인, 지브크레인
	기타	아스팔트 피니셔, 크롤러드릴, 고소작업차 등

* 건설기계별 **정기검사 유효기간이 6개월-3년**까지 다양하므로 반드시 확인.(건설기계관리법 시행규칙 제22조, 별표7)

「건설기계」의 개요 및 특성 [3/3]

● 건설기계 관련 **조종사 면허**의 종류



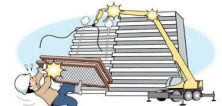

면허의 종류	조종할 수 있는 건설기계	면허의 종류	조종할 수 있는 건설기계
1. 불도저	불도저	11. 롤러	롤러, 모터그레이더 등 10종
2. 5톤 미만의 불도저	5톤 미만의 불도저	12. 이동식 콘크리트 펌프	이동식 콘크리트 펌프
3. 굴착기	굴착기	13. 쇄석기	쇄석기, 아스팔트 믹싱플랜트 등 3종
4. 3톤 미만의 굴착기	3톤 미만의 굴착기	14. 공기압축기	공기압축기
5. 로더	로더, 수목이식기	15. 천공기	천공기, 향타 및 향발기
6. 3톤 미만의 로더	3톤 미만의 로더	16. 5톤 미만의 천공기	5톤 미만의 천공기
7. 5톤 미만의 로더	5톤 미만의 로더	17. 준설선	준설선 및 자갈채취기
8. 지게차	지게차, 터널용 고소작업차	18. 타워크레인	타워크레인
9. 3톤 미만의 지게차	3톤 미만의 지게차	19. 3톤 미만의 타워크레인	3톤 미만의 타워크레인
10. 기중기	기중기		

면허의 종류	조종할 수 있는 건설기계
「도로교통법」 제1종 대형 면허	도로 보수 트럭, 콘크리트 믹서트레일러, 아스팔트콘크리트 재생기, 트럭지게차(운전), 덤프트럭 , 아스팔트 살포기, 노상안정기, 콘크리트 펌프, 콘크리트 믹서트럭, 천공기(트럭식), 카고크레인(12톤 이상), 고소작업차(10톤 이상), 지게차(3톤 미만)
「도로교통법」 제1종 보통 면허	트럭지게차(운전) , 카고크레인(12톤 미만), 고소작업차(10톤 미만)

산업재해 발생 유형 분석 [1/1]

● 건설기계사용 공사 재해의 특징

- 최근 11년 건설업 **업무상재해**(5,286명) 중 기계관련 **19.6%**(1,034) 점유
 - 건설기계 사망재해 중 5대 장비에 의한 사망자가 **64.4%** 차지
- * 5대 건설기계장비 : 굴착기, 트럭류, 고소작업대, 이동식 크레인, 지게차

재해 유형	주요 재해 내용	
떨어짐	<ul style="list-style-type: none"> • 상차, 하역작업 중 화물칸에서 떨어짐 • 이동식 크레인 등 사용 시 인양 중인 화물 떨어짐 • 용도 외 사용 등 부적당한 작업방법으로 인한 떨어짐 	
부딪힘	<ul style="list-style-type: none"> • 건설기계 작업반경 내 출입하여 장비에 끼임/부딪힘 • 굴착기 버킷 탈락에 의한 부딪힘 	
넘어짐	<ul style="list-style-type: none"> • 지반 침하, 무리한 작업으로 장비 넘어짐 	
기 타	<ul style="list-style-type: none"> • 붐대 등이 인근 고압전선 등에 접촉되어 감전 • 고소작업대, 이동식 크레인 등 기계적 결함으로 파손 • 정비/수리 시 안전조치 미실시로 인한 끼임 	

주요 장비 및 장비별 개요 [1/5]

● 건설공사 주요 장비

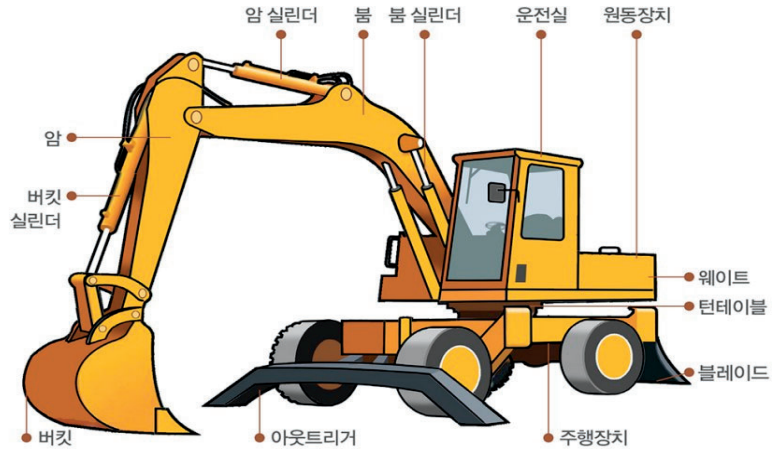
- 굴착기
- 이동식 크레인
- 트럭식 건설기계
(덤프/화물트럭)
- 고소작업대(차)
- 지게차

● 장비별 개요 및 구조

○ **굴착기** : 굴착장치를 가진 자체 중량 1톤 이상(무한궤도 / 타이어)

부수장치 종류

- 유압브레이커
- 파쇄기
- 콤팩터
- 양족식 다짐기
- 에어해머
- 버킷(토사용)
- 수로작업용 버킷
- 골재용 버킷



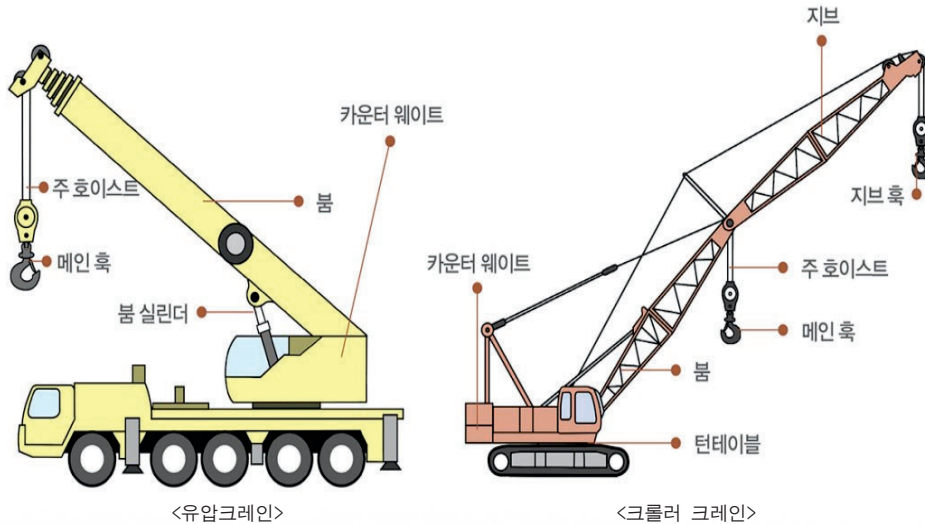
- 7 -

주요 장비 및 장비별 개요 [2/5]

● 장비별 개요 및 구조(계속)

○ **이동식 크레인** : 기중기(건설기계관리법)와 트럭탑재형크레인(자동차관리법)

- 범위 : 무한궤도 또는 타이어식으로 강재의 지주 및 선화장치를 가진 것
- 규격 : 들어올림 능력(톤)과 그 때의 작업반경(미터)으로 표시



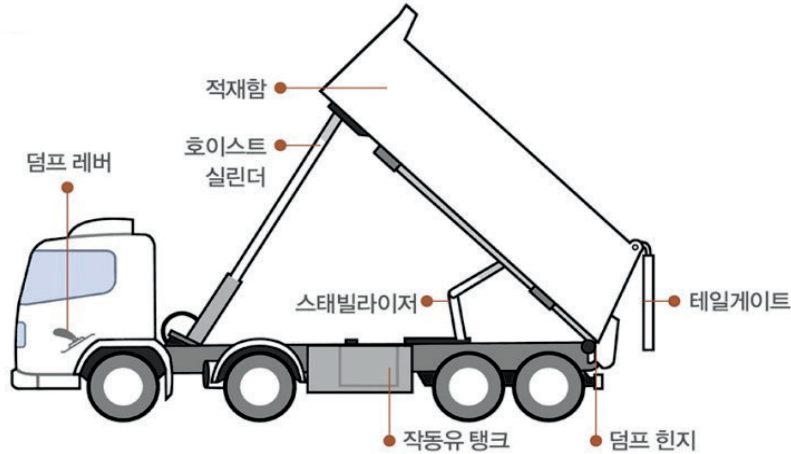
- 8 -

주요 장비 및 장비별 개요 [3/5]

● 장비별 개요 및 구조(계속)

○ 트럭식 건설기계(덤프/화물트럭) : 적재함을 기울일 수 있는 특수 화물차량

- 범위 : 적재용량 12톤 이상인 것.(12톤~20톤으로 화물 운송 목적으로 자동차관리법에 의한 차량은 제외)
- 규격 : 장착한 적재함의 최대 적재중량(톤)으로 표시



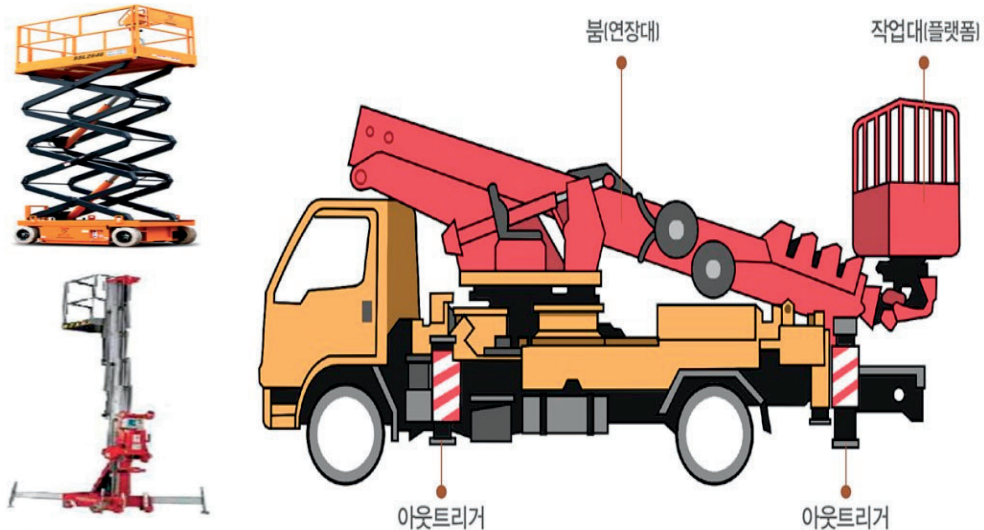
<덤프의 주요 구조 및 명칭>

주요 장비 및 장비별 개요 [4/5]

● 장비별 개요 및 구조(계속)

○ 고소작업대 : 동력으로 근로자가 탑승한 작업대를 작업 위치까지 이동

- 구조 : 자동차(트럭) 위에 붐을 설치하고, 끝에 작업대가 설치된 형태(시저형, 굴절형, 유압형)



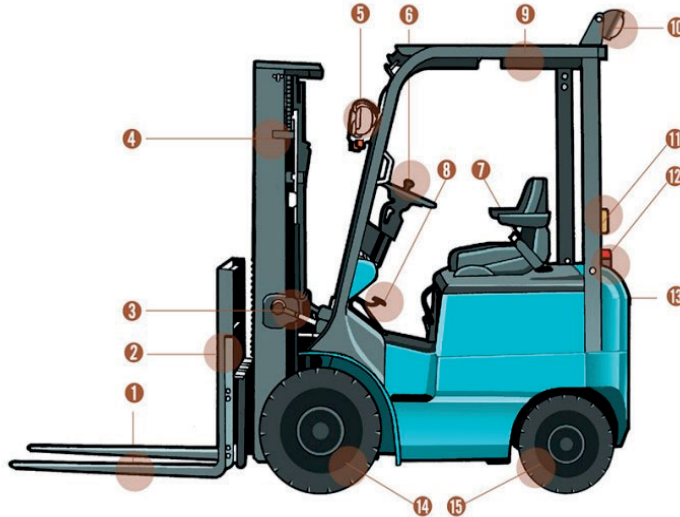
주요 장비 및 장비별 개요 [5/5]

● 장비별 개요 및 구조(계속)

○ **지게차(포크리프트)** : 차체 전면의 포크를 사용해 화물을 적재, 하역, 운반

• 범위 : 타이어식으로 인양장치, 조종석을 가진 것.(전동식+슬리드타이어+비도로 전용 장비는 제외)

- ① 포크
- ② 백레스트
- ③ 틸트 실린더
- ④ 마스트
- ⑤ 전조등
- ⑥ 조향핸들
- ⑦ 안전벨트
- ⑧ 제동장치
- ⑨ 헤드가드
- ⑩ 후미등
- ⑪ 방향지시기
- ⑫ 후진경보장치
- ⑬ 카운터웨이트
- ⑭ 전륜
- ⑮ 후륜



- 11 -

세부 장비별 안전관리 실무

- 차량계 건설기계 작업
- 굴착기
- 이동식 크레인
- 트럭식 건설기계
- 고소작업대
- 지게차
- 기타 건설기계 및 장비 작업

- 12 -

차량계 건설기계 작업의 안전관리 (1/2)

● 차량계 건설기계 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 건설기계 등 작업 중 부동침하, 노면 불량으로 넘어짐 • 무자격자에 의한 운행 중 과속, 운전 미숙으로 부딪힘 • 작업반경 내 작업자 출입에 따른 부딪힘, 깔림 위험 • 건설기계 등 불량에 의한 맞음, 파손 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 평탄한 장소에 두고, 미운행 시 버킷은 지면에 내려놓음 • 운전자의 해당 면허 소지 여부 및 건강 상태를 확인 • 작업반경 내 출입금지조치 및 유도자의 신호에 따라 작업 • 장비 이상 발견 시, 즉시 부속장치 교환하거나 수리

● 차량계 건설기계 작업의 사고사례

- 토사 반출 중 후진하는 덤프에 **부딪힘**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 사전조사 및 작업계획서 미작성 • 신호수 미배치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량운행동선을 포함한 작업계획서 작성 / 공유 ⇒ 차량운행반경 내 근로자 출입통제 조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 위험성평가, TBM을 통한 재해저감 대책을 전 근로자에게 숙지 ⇒ 필수작업 근로자 통제를 위한 신호수 운영

차량계 건설기계 작업의 안전관리 (2/2)

● 차량계 건설기계 작업의 사고사례(계속)

- 굴착기 버킷 장착작업 중 버킷 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 작업반경 설정 및 구역 내 통행 금지 등의 굴착기 작업 시 조치사항 미실시 • 굴착기 버킷 탈락핀 설치 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 건설기계 작업 시의 조치사항 준수 <ul style="list-style-type: none"> - 백호 등 차량계 건설기계의 주 용도 외 사용금지 - 백호 버킷의 탈·장착과 관련한 작업방법을 사전 교육 - 탈락 방지용 안전핀을 체결하는 등의 방지조치

● 차량계 건설기계 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	운전원의 자격면허 등은 확인하였는가?		
2	전조등, 후미등, 안전장치(후방경보기 등)는 적정하게 작동되는가?		
3	작업계획을 수립하고 근로자에게 교육하였는가?		
4	작업반경 내 출입 금지를 하였는가?		
5	덤프트럭 등 건설기계 운행구간과 근로자 통로는 분리하였는가?		
6	차량계 건설기계를 목적 외로 사용하지는 않는가?		
7	가설도로는 적절한 도로 폭, 침하 등이 없도록 유지되고 있는가?		
8	유도자(신호수)는 장비 운전원이 볼 수 있는 위치에 있는가?		
9	근로자는 안전모, 안전화 등 개인보호구를 착용하고 있는가?		
10	인양 및 적재 장소에는 떨어짐 위험은 없는가?		

굴착기의 안전관리 [1/3]

● 굴착기의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 굴착작업 중 지장을 파손 위험 굴착 중 인근 작업자 출입금지 미실시로 부딪힘 위험 중량물 인양 중 달기기구 파손으로 중량물 떨어짐 위험 연약 지반 등에서 작업 중 굴착기 넘어짐 위험 비탈면 굴착 중 토사 무너짐에 의한 장비 넘어짐 퀵커플러 안전핀 미체결 및 고정 불량에 의한 버킷 탈락 작업 구간 내 고압전선에 굴착기 붐이 접촉되어 감전 위험 버킷에 근로자가 탑승하여 작업 중 근로자 떨어짐 위험 시동 중 운전석 이탈에 의한 장비 불시 이동으로 부딪힘 	<ul style="list-style-type: none"> 굴착 전 지장물 유무, 종류 등 사전 조사를 실시 작업반경 내 근로자 출입금지 조치 및 유도자 배치 정격하중 내에서 인양작업 및 달기기구 사전 점검 지반 상태를 사전 확인 후, 보완하여 넘어짐 방지 가설도로의 상태를 사전 확인하여 넘어짐 방지 굴착기 주요부는 이상유무를 반드시 사전 점검 주변 위험요인은 사전에 제거하고, 불가 시 작업자 주의 무리한 작업진행을 금지하고, 버킷 내 근로자 탑승 금지 작업 중 운전석 이탈 금지 원칙 준수 및 안전레버 사용

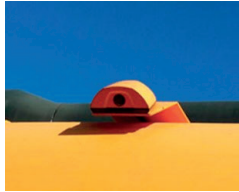
○ 굴착기의 주요 안전장치



<안전레버>



<버킷탈락 방지장치>



<후방카메라>



<후방경보기>

굴착기의 안전관리 [2/3]

○ 굴착기의 주요 부적합 사항



<커플러 안전핀 미체결>



<커플러 안전핀 체결>



<안전핀 이탈방지장치 비규격>



<안전핀 이탈방지장치 규격품>



<부적합한 안전핀 사용>



<규격품 안전핀 체결>



<평형추 고정볼트 미체결>



<평형추 고정볼트 설치>



<제원을 초과한 비규격 버킷>



<무한케도 파손>



<후방 감시카메라 미설치>



<후방 감시카메라 설치>

굴착기의 안전관리 (3/3)

● 굴착기 작업의 사고사례

· 자재 운반 중 버킷 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 버킷 탈락 방지조치 미실시 • 작업반경 내 출입금지 조치 미실시 • 중량물 인양 시 작업기준 미준수
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 버킷 탈락을 방지하는 안전핀 체결 <ul style="list-style-type: none"> - 안전핀의 이탈을 방지할 장치도 별도로 체결 ⇒ 작업반경 내 관계자 외 작업장의 접근을 통제 <ul style="list-style-type: none"> - 신호수 및 유도자의 신호에 따라 작업을 진행 ⇒ 장비제원 별 정격하중을 확인 후 범위 내 인양

● 굴착기 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	굴착기 작업 전 사전 작업계획을 수립하였는가?	
2	굴착기 운전원 자격의 적정 여부는 확인하였는가?	
3	굴착기 후방카메라, 접촉방지봉 등 안전장치는 설치되어 있는가?	
4	굴착기 버킷 연결부위는 버킷 탈락 방지핀이 체결되어 있는가?	
5	굴착기 작업구간에는 유도자를 배치하였는가?	
6	굴착기 작업구간에 관계 근로자 외 출입금지 조치를 하였는가?	
7	굴착기를 사용하여 굴착하는 구간에는 토사 붕괴 위험이 없는가?	
8	굴착기가 이동하는 가설도로는 붕괴 위험이 없는가?	
9	굴착 단부, 천공 등 작업장소의 개구부, 굴착 단부에 안전조치를 하였는가?	
10	굴착 진행 정도에 따라 이동에 필요한 작업통로가 확보되어 있는가?	

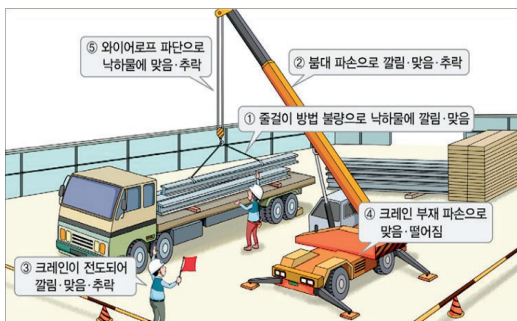
- 17 -

이동식 크레인의 안전관리 (1/4)

● 이동식 크레인의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 연약지반에서 작업 중 지반침하로 장비 넘어짐 위험 • 혹 해지장치 파손으로 인양 중 중량물 떨어짐 위험 • 달기기구 결함 및 줄걸이 방법 불량으로 중량물 떨어짐 • 와이어로프, 슬링벨트 파손으로 중량물 떨어짐 위험 • 크레인 작업반경에 출입한 근로자 부딪힘, 끼임 위험 • 크레인 붐이 고압전선에 접촉되어 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 지반상태, 지내력 확인 후 아웃트리거, 받침목 보강 조치 • 혹에는 해지장치를 설치하여 인양 중 로프 탈락을 방지 • 인양 자재에 적합한 줄걸이 방법을 적용하는 감독업무 철저 • 달기기구 전용 렉에 보관하는 등 소선 관리 철저 • 안전펜스 등 설치하여 관계 근로자 외의 출입을 금지 • 사전 조사 후 고압전선 등에 전선관 방호장치 설치

○ 이동식크레인의 5대 재해 원인 및 장비 종류



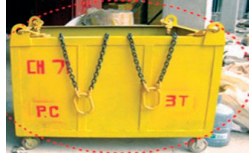
- 18 -

이동식 크레인의 안전관리 [2/4]

○ 이동식 크레인의 주요 부적합 사항



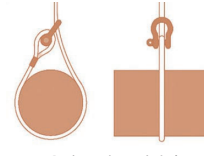
<소형자재 인양방법 불량>



<양중박스 이용>



<사슬 체결방법 불량>



<올바른 사슬 체결법>



<평형추 불법개조>



<과부하장치 무력화한 개조>



<아웃트리거 확장 후 핀 미체결>



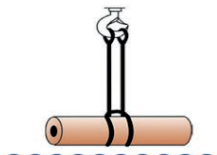
<권과방지장치 양호한 설치>

○ 자재별 안전한 줄걸이방법



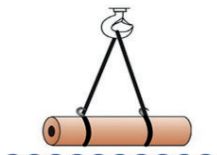
십자+아걸이

사다리꼴 형상에 적합



1줄걸이

금지(회전으로 꼬임이 풀림)



2줄걸이

긴 부재 인양 시 적합



3줄걸이

U자, T자 형상에 적합

이동식 크레인의 안전관리 [3/4]

● 이동식크레인 작업의 사고사례

· 인양 중 떨어진 철골부재에 맞음



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 크레인 작업 반경 내 근로자 출입통제 불량 · 사전조사 및 작업계획서 미작성 · 철골 부재의 줄걸이 방법 및 체결 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 중량물이 작업자 머리 위로 통과 시 출입통제 ⇒ 해체건물의 구조, 주변 상황에대한 사전조사 철저 - 사용하는 철골부재의 줄걸이 및 체결방법 명기 ⇒ 줄걸이 작업 안전 관리 철저

· 크레인 불대 찍이며 자재 떨어짐

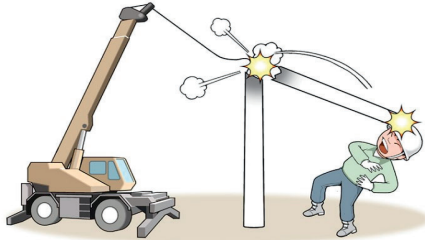


원인	<ul style="list-style-type: none"> · 크레인 작업 반경 내 근로자 출입통제 불량 · 사전조사 및 작업계획서 미작성
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 중량물이 작업자 머리 위로 통과 시 출입통제 ⇒ 사전 작업 계획 등 안전조치 철저 - 작업계획 수립 시 크레인의 불 길이, 작업반경, 인양각도 등을 고려한 작업계획을 작성 - 정격하중 이내의 중량물만 양중하고, 과부하 방지장치 경고음 작동 시 작업중단 / 원인 제거

이동식 크레인의 안전관리 [4/4]

● 이동식크레인 작업의 사고사례(계속)

· 전주 인양 중 파손되어 떨어져 **맞음**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 크레인 작업 시 안전조치 미흡 · 관리감독자의 유해위험방지 업무 소홀
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> → 전주 철거 시 안전조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 매설 전주 철거 시, 크레인으로 직접 분리 금지 - 시멘트블록(근가) 상부 토사를 제거 후 전주 인양 → 중량을 취급시 관리감독자 업무 이행 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 작업방법, 근로자 배치 및 통제, 작업지휘자 지정 등의 업무 수행

● 이동식크레인 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	이동식 크레인 사용 전 작업계획을 수립하였는가?	_____
2	이동식 크레인 운전원의 자격 유무를 확인하였는가?	_____
3	하부 지면의 하중에 의한 지반 침하 발생 여부를 검토한 후 안전성이 확인된 상태에서 작업을 하는가?	_____
4	볼 길이와 각도에 적합한 적재하중 및 허용 작업반경을 설정한 후 작업 하는가?	_____
5	볼 끝단에 임의로 탑승설비 부착하여 작업을 하지 않도록 조치하였는가?	_____
6	근접된 가공전선로에 절연용 방호구를 설치하였는가?	_____
7	작업 시작 전 본체 주요부의 조임, 연결 상태 등을 점검하였는가?	_____
8	아웃트리거는 지면과 수평을 유지하고 있는가?	_____
9	작업반경 내 근로자 출입을 통제하고 있는가?	_____
10	중량물 체결 줄걸이 수는 적정한가?	_____

트럭식 건설기계의 안전관리 [1/3]

● 트럭식 건설기계의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 작업 중 노면 불량 등 작업장 조건에 따른 장비의 넘어짐 · 무자격자에 의한 운행 중 과속, 운전 미숙에 의한 부딪힘 · 작업반경 내 작업자 출입에 따른 부딪힘 · 건설기계 등 불량에 의한 맞음, 파손 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 연약지반의 경사면 등 위험장소에는 반드시 유도자 배치 · 운전원의 해당 면허 소지 여부 및 건강상태를 확인 · 근로자 주의 및 유도자의 신호에 따라 운전하도록 교육 · 운행 전 전조등, 경보장치 등 확인, 이상 발견 시 작업중지

○ 덤프, 화물트럭의 주요 부적합 사항

<트럭류의 안전점검 사항>

<정비 시 안전블록 미설치>

<안전블록 설치상태>

<스토퍼 미설치>

<장비유도원 미배치>

트럭식 건설기계의 안전관리 (2/3)

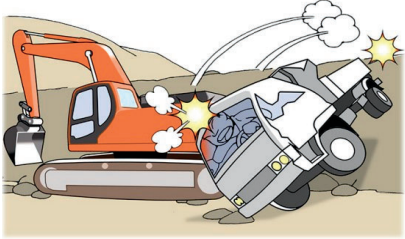
● 트럭식 건설기계의 사고사례

· 굴착기 사용 상차 작업 중 전석 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 사전 작업계획서 작성 및 준수 미흡 · 작업반경 구역 내 통행금지 조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 중량을 취급작업 시 취급방법 및 순서, 기계종류 및 능력 등을 포함한 작업계획을 작성 / 준수 ⇒ 작업반경 내에는 다른 작업을 수행하거나 관계자 외의 출입을 못하도록 통제

· 운반 중 성토부 단부에서 덤프트럭 넘어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 차량계 건설기계 작업계획 미작성 · 덤프트럭 넘어짐 방지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사전조사 및 차량계 건설기계 작업계획서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 지형/지반상태, 장비 종류 및 성능, 운행경로, 작업방법 등에 대한 작업계획서를 작성, 준수 ⇒ 덤프트럭 넘어짐 방지조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 야적장 성토부 끝단부터의 접근 한계거리 설정 - 유도자를 배치하여 일정 신호에 따라 작업

- 23 -

트럭식 건설기계의 안전관리 (3/3)

● 트럭식 건설기계의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	개선필요 보통
1	운전원의 자격면허 등은 확인하였는가?		
2	전조등, 후미등, 안전장치(후방경보기 등)는 적정하게 작동하는가?		
3	브레이크 및 클러치 등의 기능은 확인하였는가?		
4	작업계획을 수립하고 근로자에게 교육하였는가?		
5	작업반경 내 근로자 접촉 위험 시 출입금지를 하였는가?		
6	덤프트럭 등 건설기계 운행구간과 근로자 통로는 분리하였는가?		
7	덤프트럭에 토사가 과적재되어 있지 않은가?		
8	가설도로는 적절한 도로 폭, 침하 등이 없도록 유지되고 있는가?		
9	유도재신호수는 운전원이 볼 수 있는 위치에 있는가?		
10	근로자는 안전모, 안전화 등 개인보호구를 착용하고 있는가?		

* 덤프트럭 : 1종 대형면허 소지, 건설기계조종사 면허 발급

* 화물자동차 : 1종 대형면허(12톤 이상), 1종 보통면허(12톤 미만)



<브레이크 체결 철저>



<후방카메라 부착>



<정비 시 안전블럭 설치>

- 24 -

고소작업대의 안전관리 (1/4)

● 고소작업대의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 연약지반의 침하에 따른 장비 넘어짐 위험 • 과부하 방지장치 등 안전장치 파손으로 인한 장비 넘어짐 • 고소작업대 탈승함에서 근로자 작업 중 떨어짐 위험 • 고소작업대 붐 등 주요 구조부 파손으로 근로자 떨어짐 • 경사로에서 고소작업대 작업 중 넘어짐 위험 • 과상승방지장치 미작동으로 인한 상부 구조물 사이에 끼임 • 고소작업대 붐이 고압전선에 접촉되어 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 수평도, 아웃트리거 설치 장소의 지반상태를 점검 • 사용 장비는 위험기계 · 기구의 안전인증 여부 확인 • 작업대의 모든 측면에 안전난간을 설치하고 적정여부 점검 • 제조사 허용 작업반경 준수, 리미트 스위치 구조변경 금지 • 작업 시 차량전면을 아래로 향하고 바퀴에 고임목 설치 • 작업 전 주요 안전장치 점검, 유도자 배치 • 작업장 주변에 대해 작업 전 안전조치, 신호수 배치

○ 고소작업대(차량탑재형)의 주요 부적합 사항



고소작업대의 안전관리 (2/4)

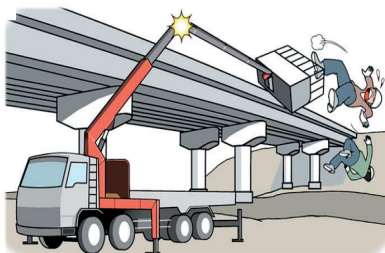
● 고소작업대의 사고사례

- **작업대에 탑승하여 도장작업 중 떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 고소작업대의 작업대 단부 안전난간 미설치
예방 대책	<p>⇒ 작업대 4면에 안전난간을 견고하게 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 근로자는 안전대, 안전모 등 보호구를 반드시 착용하고, 안전대를 작업대와 체결한 후 작업

- **고소작업대 붐 2단 부위가 꺾이면서 떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 허용 작업반경을 초과하여 작업 • 방호장치 임의 해제
예방 대책	<p>⇒ 제조사 허용 작업반경 준수</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고소작업대 붐 인출 시에는 제조사가 정한 허용 작업반경을 준수하고, 방호장치(모멘트미터)의 전원 케이블을 임의로 해제하지 않도록 관리감독

고소작업대의 안전관리 (3/4)

● 고소작업대의 사고사례

- **지반 침하로 아웃트리거 이탈되며 넘어짐**



원인	· 고소작업대 넘어짐 방지조치 미실시
예방 대책	⇒ 고소작업대 넘어짐 방지조치 철저 - 아웃트리거를 설치할 때에는 하부 지반의 지내력 등을 확인하여 필요시 보강 조치하고, 아웃트리거는 정상 상태로 모두 인출 한 후 작업

- **전선 포설 중 상부 케이블트레이에 끼임**



원인	· 고소작업대 끼임 방지조치 미실시
예방 대책	⇒ 고소작업대 끼임 방지조치 철저 - 과상승방지장치를 적정 위치에 설치하여 조작 오류 등으로 인한 끼임 재해 예방 - 작업장 상부 형태에 따라 수평바 또는 수직봉 타입의 감지센서를 구분하여 적용

고소작업대의 안전관리 (4/4)

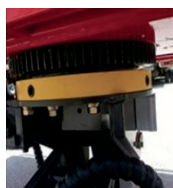
● 고소작업대의 안전점검 체크리스트

- **고소작업대(차량탑재형) 점검 체크리스트**

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	고소작업대 사용 전 작업계획을 수립하였는가?	_____
2	하부 지면의 하중에 의한 지반 침하 발생 여부를 검토한 후 안전성이 확인된 상태에서 작업을 하는가?	_____
3	고소작업대의 안전장치 적정 부착 여부 및 작동 상태를 확인하였는가?	_____
4	봄 길이와 각도에 적합한 적재하중 및 허용 작업반경을 설정한 후 작업 하는가?	_____
5	봄 연결부, 턴테이블 이상 유무를 점검하였는가?	_____
6	작업 시작 전 본체 주요부의 조임, 연결 상태 등을 점검하였는가?	_____
7	근접된 가공전선로에 절연용 방호구를 설치하였는가?	_____
8	작업대의 안전난간 파손 및 탈락은 없는가?	_____
9	아웃트리거는 지면과 수평을 유지하고 있는가?	_____
10	작업반경 내 근로자 출입을 통제하고 있는가?	_____

- **고소작업대(시저형) 점검 체크리스트**

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	작업장소는 지반 침하 등 설비의 넘어짐 위험이 없는 장소인가?	_____
2	작업대의 과상승을 방지하기 위한 과상승 방지장치를 설치하였는가?	_____
3	안전인증 표시는 부착되어 있는가?(2009.7월 이후 출고품)	_____
4	우발적인 동작을 방지하기 위한 조작레버 잠금장치(또는 풋스위치는 정상 작동되는가?	_____
5	정격하중 초과 시 과부하 방지장치가 정상적으로 작동하는가?	_____
6	작업대가 일정 기울기 이상의 경사면에 위치할 경우 자동으로 경고음과 함께 상승이 제한되는가?	_____
7	동력 차단 시 작업대를 수동으로 하강시킬 수 있는 비상하강밸브가 설치되어 있는가?	_____
8	시저 암 점검 시 사용되는 안전벨트는 설치되어 있는가?	_____
9	작업대 작동을 알릴 수 있는 경보장치는 정상적으로 작동하고 있는가?	_____
10	작업대의 안전난간 파손 및 탈락은 없는가?	_____



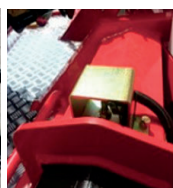
<하중감지장치>



<AML(불각도+길이 센서)>



<비상정지장치>



<전도방지장치 조작반>

지게차의 안전관리 [1/4]

● 지게차의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 노면상태 불량 등 작업장 환경에 따른 뒤집힘 • 과속/운전미숙 및 무자격자 운전 등에 따른 부딪힘 • 지게차 작업반경 내 다른 근로자 출입으로 부딪힘 • 화물의 큰 부피로 시야 미확보에 따른 부딪힘 • 허용하중 초과 적재 등 화물 적재 및 운반 중 뒤집힘 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업장 확인, 주요 운행경로 상 장애물 사전 제거 • 자격 없는 자의 지게차 운전 금지 • 경보기, 경광등 및 후방감지기 설치, 관계자 외 통행금지 • 꼭 필요한 작업일 경우, 작업유도자 배치하여 통제 • 허용하중을 준수하고 지휘자 배치하에 무리한 작업 금지

○ 지게차 운전 자격

구 분	운전 자격 취득 요건	근 거
3톤 이상	<ul style="list-style-type: none"> • 지게차운전기능사 취득 → 지자체에서 면허 신청 및 발급 	건설기계 관리법 (시행규칙 별표21)
3톤 미만 (도로운행이 가능한 지게차)	<ul style="list-style-type: none"> • 1종 보통 운전면허 소지자 → 소형건설기계 조종교육 이수 → 지자체에서 면허 신청 및 발급 	
전동식 지게차 (솔리드타이어 + 도로운행)	<ul style="list-style-type: none"> • 지게차운전기능사 자격 소지 또는 • 소형건설기계 조종교육 이수 (운전면허가 필수는 아님) 	유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙 건설기계 관리법 X

* 전동식 지게차는 「도로교통법」 제2조 제1호에 따른 도로가 아닌 곳에서만 작업 가능

지게차의 안전관리 [2/4]

○ 지게차의 주요 부적합 사항



● 지게차의 사고사례

• 커브길 운전 중 넘어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 미자격자 운전 • 작업계획 미수립 및 포크에 적재하는 방법 부적합
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사전작업계획 준수 및 유자격자 운전원 확인 - 지형, 지반을 고려한 작업계획 수립 및 준수 - 작업 전 해당 건설기계 면허 소지여부 확인 ⇒ 포크 적재 시, 무게중심이 높아지지 않도록 감독

지게차의 안전관리 (3/4)

● 지게차의 사고사례(계속)

· 트럭에서 지게차 하역 중 자재 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> 출입금지 조치 미 실시 지게차 작업계획서 미작성 및 자재 하역방법 부적합
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 하역작업 장소에 출입금지 조치 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 화물이 떨어져 위험을 미칠 것으로 예상되는 범위까지 관계자 외 출입금지 조치 ⇒ 자재 하역 시 작업계획 준수 및 관리감독 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 운전자의 시야가 확보되도록 적재물의 높이 조정 - 작업지휘자 지정 후에 작업 간 감독업무 수행

· 지게차 포크 위에서 전기작업 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 지게차 주용도 외 사용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량계 하역운반기계의 주용도 외 사용 금지 <ul style="list-style-type: none"> - 화물의 적재, 하역 등의 용도로만 사용 ⇒ 천장의 전선작업 등 고소작업은 이동식 비계의 작업발판 위에서 진행

지게차의 안전관리 (4/4)

● 지게차의 안전점검 체크리스트

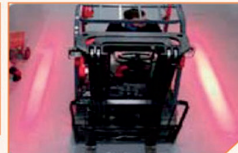
순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	지게차 사용 전 사전조사를 실시하고 작업계획을 수립하였는가?	
2	운전원은 해당 지게차의 운전에 필요한 자격을 갖추었는가?	
3	타이어 손상 여부 및 타이어 공기압 적정 여부를 확인하였는가?	
4	포크는 화물의 운반에 적합한지, 포크 부분에 손상된 곳은 없는지 확인하였는가?	
5	전조등, 후미등, 브레이크 및 좌석 안전띠가 정상으로 작동하는가?	
6	헤드기드는 손상이 없는가?	
7	작업 시작 전 본체 주요부의 조임, 연결 상태 등을 점검하였는가?	
8	높이 올린 포크 하부에서 유지·보수작업을 할 때에는 포크가 내려 오지 않도록 안전블록 등으로 안전조치를 하는가?	
9	화물의 적재 시 운전자의 시야를 가리지 않는가?	
10	화물을 불안정한 상태 혹은 편하중 상태로 옮기지 않는가?	



<지게차 주요 구조부 명칭>



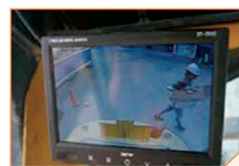
<음향 경보기>



<광선 경보기>



<경광등>



<후방감지카메라>



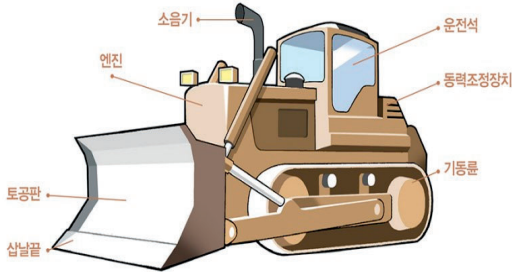
<후방감지센서>



<모션감지센서>

기타 건설기계 · 장비의 안전관리 [1/6]

● 불도저의 위험요인과 재해예방



위험요인과 재해 예방대책

- 불도저 운전 중 신호가 울바르지 않아 근로자 부딪힘
⇒ 신호수 지정 및 작업 전 상호 신호체계 교육
- 경사면 굴착 중 지반침하로 불도저가 굴러 떨어짐
⇒ 작업장소 지반상태를 사전에 점검, 위험요인을 제거
- 토공판(블레이드)을 올려둔 상태로 수리 중 떨어짐
⇒ 안전지주, 안전블록 설치 후 지휘자의 통제하에 수리
- 작업 중 불도저 주변 작업근로자와 부딪힘
⇒ 작업반경 및 운행경로에는 근로자의 출입을 통제

● 불도저의 사고사례

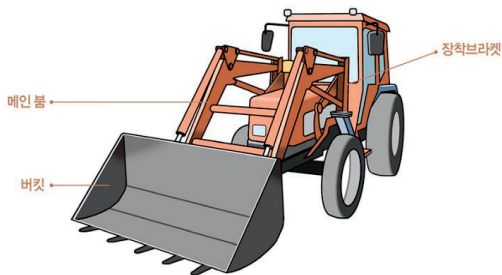
- 후진하는 불도저 바퀴에 유도자 끼임



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 위험한 장소에 대한 출입금지 조치 미실시 • 차량계 건설기계 사용 시 운전원 교육 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량계 건설기계 작업반경 내 출입금지 조치 - 유도자를 제외한 다른 작업근로자 출입제한 ⇒ 운전원 차량계 건설기계 안전 조치사항 교육 - 작업내용, 지휘계통, 연락/신호 방법 - 운행경로 및 제한속도 등에 관한 사항 - 기타 재해방지를 위해 필요한 사항

기타 건설기계 · 장비의 안전관리 [2/6]

● 로더의 위험요인과 재해예방



위험요인과 재해 예방대책

- 로더 운전 중 신호가 울바르지 않아 근로자 부딪힘
⇒ 신호수 지정 및 작업 전 상호 신호체계 교육
- 경사면 굴착 중 지반침하로 로더가 굴러 떨어짐
⇒ 작업장소 지반상태를 사전에 점검, 위험요인을 제거
- 로더 앞부분을 기울이고 하역 순간 작업자 토사에 매몰
⇒ 유도자를 배치하여 토사하역 완료 후 다음 작업 추진
- 작업 중 로더 주변 작업근로자와 부딪힘
⇒ 작업반경 및 운행경로에는 근로자의 출입을 통제

● 로더의 사고사례

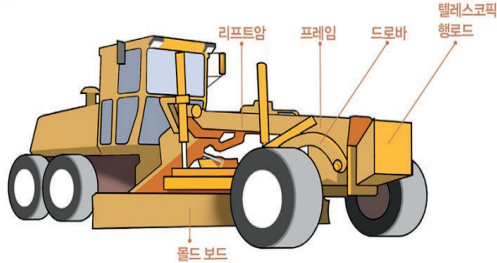
- 도로면 단부 평탄작업 중 굴러떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 사전 작업계획서 미작성 • 장비 넘어짐 방지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사전 작업계획서 작성 및 준수 - 장비 종류, 능력, 경로, 작업방법 등 포함 ⇒ 장비 넘어짐 방지조치 철저 - 유도자 배치 - 지반의 부동침하 방지 - 갓길의 무너짐 방지 및 도로폭의 유지

기타 건설기계 · 장비의 안전관리 (3/6)

● 모터 그레이더의 위험요인과 재해예방



위험요인과 재해 예방대책

- 모터 그레이더 운전 중 신호가 어긋나 근로자 부딪힘
⇒ 유도자와 운전자 간 일정한 신호방법을 약속
- 후진하는 모터 그레이더 바퀴에 끼임 또는 깔림
⇒ 유도자에 의한 운전자 및 주변 근로자 통제
- 후진 이동 중인 모터 그레이더에 부딪힘
⇒ 후진 시 경보장치의 작동 여부 및 후방카메라 확인

● 모터 그레이더의 사고사례

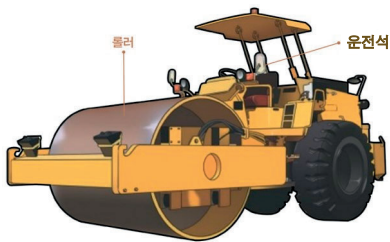
- 노상 정지 작업 중 그레이더에 **깔림**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 사전 작업계획서 미작성 • 차량계 건설기계의 접촉 방지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 사전 작업계획서 작성 및 준수 <ul style="list-style-type: none"> - 장비 종류, 능력, 경로, 작업방법 등 포함 ⇒ 건설기계 작업 시 유도자 배치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 유도자와 운전자가 일정한 신호를 사전에 결정 - 신호에 따라 작업하도록 감독

기타 건설기계 · 장비의 안전관리 (4/6)

● 지반다짐용 롤러의 위험요인과 재해예방



위험요인과 재해 예방대책

- 후진 이동하는 롤러에 부딪힘 위험
⇒ 작업반경 내 근로자 출입통제, 유도자 배치 등
- 다짐면 단부에서 범면부 아래로 굴러 떨어짐
⇒ 다짐면이 단부일 경우에는 전진 방향으로 다짐 실시
- 기계 오조작으로 인한 끼임 위험
⇒ 근로자 출입통제, 승차석 이외의 위치에 탑승 금지

● 지반다짐용 롤러의 사고사례

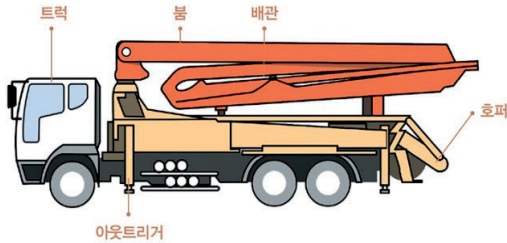
- 현장을 지나던 근로자가 롤러 사이에 **끼임**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 차량계 건설기계 접촉 방지조치 미실시 • 차량계 건설기계의 이탈 방지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 위험한 장소에는 출입금지 철저 ⇒ 차량계 건설기계 이탈 방지조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 기어를 중립에 두어 원동기를 정지시키고 브레이크를 거는 등 갑작스런 주행이나 이탈을 방지하는 조치

기타 건설기계 · 장비의 안전관리 [5/6]

● 콘크리트 펌프카의 위험요인과 재해예방



위험요인과 재해 예방대책

- 아웃트리거 하부 지반 침하로 펌프카가 넘어짐
⇒ 연약지반은 양질의 토사로 치환하고 다짐 실시
- 펌프카 붐대의 유압실린더 지지핀이 파단되면서 떨어짐
⇒ 작업 전 지지핀, 브레이크, 클러치 등의 기능 점검
- 펌프카 운전 중 붐대가 고압선에 접촉하여 감전
⇒ 고압선에서 이격거리 확보 또는 접촉방지시설 설치

● 콘크리트 펌프카의 사고사례

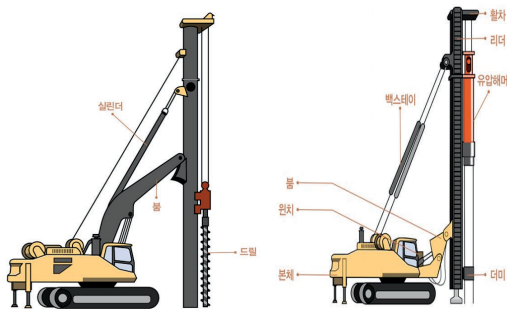
- 펌프카 보조자가 믹서트럭과 사이에 끼임



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트 믹서트럭 유도자 미배치 • 믹서트럭 제동장치 고장 및 경사면 안전조치 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량계 하역운반기계 운행 시 유도자 배치 및 일정한 신호방법을 정하여 신호 ⇒ 믹서트럭 운행 전 정비 및 경사면 안전조치 철저 - 차량 운행 전 제동계통 점검 철저 - 경사면 정차 시 브레이크 결함 등으로 인한 사고 예방을 위해 바퀴에 고임목 등 안전조치 실시

기타 건설기계 · 장비의 안전관리 [6/6]

● 천공기/항타기의 위험요인과 재해예방

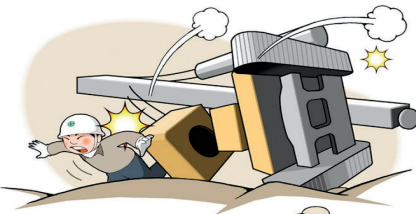


위험요인과 재해 예방대책

- 천공기를 경사지게 설치하여 근로자 부딪힘
⇒ 천공기 설치지역 지반 평탄작업 및 침하 방지조치
- 천공 중 상부 범면에서 낙하하는 부석에 근로자 맞음
⇒ 사전에 낙석 위험 조사, 낙석방지망 설치, 출입금지
- 항타기 권상용 와이어로프 파단으로 파일 떨어짐
⇒ 작업 전 권상용 와이어로프 손상, 변형 여부 점검
- 파일 양중 작업 중 로프에서 파일이 빠짐
⇒ 권상기에 하중을 건 상태에서 운전자 운전위치 이탈 금지

● 항타기의 사고사례

- 작업완료 후 항타기 이동 중 넘어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 작업지휘자 및 신호수 미배치 • 지반 침하 방지조치 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 차량계 건설기계 유도자 배치 ⇒ 지반 침하 방지조치 철저 - 항타기 작업 또는 이동경로에 대한 지내력 확인 - 연약 지반은 치환, 보강하여 지내력확보 후 작업

기타 강조사항 / Q & A

- 작업지휘자, 유도자, 신호수의 중요성
- 신호수 운영 비용의 처리
- 건설기계 넘어짐 방지조치
- 건설기계 운전원 자격사항 확인
- 위험공종 작업허가서, 사전작업계획서 작성 확인







8

건축설비 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[건축설비 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「**건축설비 공사**」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 **작업별 개요**
- 「**세부 작업별**」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 **사고사례** (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 **체크리스트**
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「건축설비 공사」의 개요 및 특성 (1/1)

● 건축설비 공사의 개요

○ 건축골조공사 후에 **급배수·위생, 공조·환기, 전기·조명, 통신·소방** 공사를 통해 **배관 및 설비/기구**를 내부에 설치

○ 기계설비 : **행거 설치** ⇨ **배관 설치** ⇨ **수압시험** ⇨ **보온 작업** ⇨ **기계기구 설치**

● 기계설비* 공사의 특성 (건축설비 중 사망사고가 가장 높은 공종)

○ 대형화, 비중확대 : 기계설비 **용량, 설비비** 및 공종간 **비중**이 확대추세
· 아파트 15%, 일반건축 20%, 고급건축 30%, 초고층 40%, 인텔리전트 빌딩 45%

○ 설계의 전문화 : 건축사 책임설계 → 설비분야 **전문설계용역** 기술사

○ 시공의 전문화 : 종합건설 하도급 → 설비공종 **개별 입찰**

○ 생애주기비용 : 건축구조물(50년)에 비해 **짧은 생애주기**(10~20년)

· 건물 사용연수에 따라 **운전비용, 설비교체, 유지/관리 인건비** 등 지속적 증가

○ 발생재해 : **떨어짐, 화재/폭발, 끼임, 맞음, 부딪힘**

· 작업조건 열악, 전문 인력 감소/노령화, 위험도 인식 및 지식 부족

· 대책 : 유해/위험요인 파악 후 **위험성평가 + 안전작업계획 수립/준수**

산업재해 발생 유형 분석 (1/2)

● 기계설비 공사 재해의 특징

○ 최근 5년 전체 건설업 **사망재해**(2,040명) 중 **7.0%**(142명) 점유

구분	총합계	2015	2016	2017	2018	2019
건설업	2,040	382	421	468	419	350
기계설비	142(7.0%)	31	29	34	23	25

○ 120억원미만(비전담 안전관리자) **공사에서 60.8% 발생**

총합계	3억원 미만	3~20억원 미만	20~120억원 미만	120~1,000억원 미만	1,000억원 이상	분류 불능
142 (100%)	83 (23.3%)	22 (16.2%)	30 (21.3%)	30 (21.3%)	19 (13.5%)	8 (5.3%)

○ 사고재해 발생형태 : **떨어짐**(48.1%) >> **끼임**(12.3%) > **화재/폭발**(9.2%)

총합계	떨어짐	화재·폭발	끼임	맞음	부딪힘	깔림	감전	넘어짐	무너짐	기타
142 (100%)	68 (48.1%)	13 (9.2%)	17 (12.3%)	13 (9.2%)	6 (4.2%)	5 (3.4%)	3 (2.3%)	1 (0.4%)	4 (2.5%)	12 (8.4%)

산업재해 발생 유형 분석 [2/2]

● 기계설비 공사에서 주로 발생한 재해




구 분	재 해 유 형
떨어짐	<ul style="list-style-type: none"> • 중량물 하역 중 사륜이 풀리면서 기계설비 떨어짐 • 배관 용접 후 이동식 비계로 내려오다 떨어짐 • 천장 덕트 배관작업 중 이동식 비계 상단부에서 떨어짐 • A형 사다리 위에서 에어컨 설치 중 떨어짐 • 고소작업대 탑승하여 안전간간 밟고 작업 중 떨어짐 • 사다리 위에서 덕트 설치 중 바닥 개구부로 떨어짐 • 클램프 조립을 위해 강관파이프 밟고 작업 중 떨어짐
부딪힘/끼임	<ul style="list-style-type: none"> • 고소작업대 운반구와 배관 사이에 끼임
화재/폭발	<ul style="list-style-type: none"> • 에어컨 배관 가스용접 작업 중 화재로 인한 질식 • 배관용접 중 주변 단열재에 불꽃이 튀어 화재 발생
기 타	<ul style="list-style-type: none"> • 핸드그라인더 피복 파손부에 접촉되어 감전

주요 공정 및 작업별 개요 [1/4]

● 주요 작업의 구분

자재 반입
슬리브 설치
지지철물 설치
배관(덕트)설치
수압(기밀)시험
보온 작업
기계(기구) 설치

● 작업별 개요 및 유해·위험요인

① 자재 반입	유해·위험요인	예방대책
 <p style="text-align: center;"><크레인 양중></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 화물차 적재방법 불량으로 화물 떨어짐 및 맞음 • 화물 하역 중 떨어진 자재에 맞음 • 적재용 받침재가 부러지면서 구르는 자재에 깔림 • 인양 중 로프 파단에 의한 인양물 떨어짐 • 자재 인양 중 불안정으로 자재 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 적재의 적정 높이 유지, 편하중 금지 • 하역 작업 구간 내 출입 금지 조치 • 받침재는 목재, 이상유무는 사전확인 • 작업 전 로프 손상, 마모, 변형 확인 • 2줄걸이로 견고하게 수평으로 인양
 <p style="text-align: center;"><지게차 운반></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 자재 인양 중 혹에서 로프 탈락으로 자재 떨어짐 • 이동식 크레인 양중 시 장비 넘어짐 위험 • 운반대차로 설비 자재 운반 중 넘어짐 위험 • 지게차로 자재 운반 중 자재 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 혹에는 해지장치를 설치하여 사용 • 평탄 지반에 아웃트리거 최대 인출 • 바닥 요철 상태 정비 및 넘어짐 방지 • 팔레트에 얹어서 수평유지하며 운반
 <p style="text-align: center;"><인력 운반></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 시야 미확보로 지게차 운행 중 근로자와 부딪힘 • 포크에 과적하여 운행 중 넘어짐 위험 • 무자격자의 지게차 운행으로 부딪힘, 끼임 • 기계설비 인력 운반 중 넘어지는 자재에 깔림 	<ul style="list-style-type: none"> • 유도자 배치 및 경광등 작동 확인 • 지게차 적재하중 준수 • 지게차 운전자격 유무 사전 확인 • 중량물 취급계획 수립 및 준수

주요 공정 및 작업별 개요 [2/4]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

② 슬리브 설치	유해·위험요인	예방대책
 <p><슬리브 설치></p>  <p><차수 및 사춤 작업></p>	<ul style="list-style-type: none"> 상부 슬리브 설치용 사다리 작업 중 떨어짐 위험 자재 인양함에 과적하여 인양 중 떨어짐 위험 배근된 철근을 밟고 이동 중 넘어짐, 찰림 거푸집 해체로 발생한 개구부로 떨어짐 위험 슬리브와 소화배관 사이 지수관 용접 중 화재 박스 슬리브 개구부로 떨어짐 위험 사다리 이용해 배관 사춤작업 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 이동식 비계 또는 고소작업대 사용 인양함 2/3이상 적재 금지, 그물망 덮개 이동통로 및 작업공간 확보 개구부에 견고한 덮개 설치 용접작업 시 주변의 인화성 물질 제거 박스 슬리브 개구부에 덮개 설치 이동식 비계와 작업발판 사용
③ 지지철물 설치	유해·위험요인	예방대책
 <p><환풍, 채널 설치></p>	<ul style="list-style-type: none"> 환풍 절단 중 파손된 연삭날에 맞음 절단 중 흩어진 불꽃이 인화성 물질에 붙어 화재 A형 사다리 이용 드릴작업 중 떨어짐 위험 드릴 간 분진에 의한 눈 상해 및 호흡기 질환 앵커볼트가 빠지면서 지지철물 및 배관이 떨어짐 고소작업대 과상승 방지장치 작동 불량으로 끼임 	<ul style="list-style-type: none"> 고속절단기 날 접촉 방지장치 설치 절단기 불꽃 날림 방지조치 실시 사다리 이용 지양, 이동식 비계 사용 보안경 및 방진마스크 착용 볼트 삽입 깊이, 개수 등 상세도 준수 수평/수직형 감지센서 설치기준 준수

주요 공정 및 작업별 개요 [3/4]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

④ 배관(덕트) 설치	유해·위험요인	예방대책
 <p><설비배관 가공></p>  <p><배관 이음 작업></p>	<ul style="list-style-type: none"> 전원케이블 손상에 따른 감전 위험 파이퍼핀 회전부에 옷이 말리면서 끼임 위험 배관 설치 중 떨어지는 배관에 맞음 A형 사다리 사용 배관 작업 중 넘어지면서 떨어짐 고소작업대 과상승으로 인한 끼임 위험 어두운 곳에서 작업대 이동 중 떨어짐 위험 고소작업대 운반구 난간 외부에서 작업 중 떨어짐 정리/정돈 미실시로 걸려 넘어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 절연 파괴 여부 및 케이블 손상 확인 회전부 접촉 방지조치 실시 긴 부재는 항상 2인 1조로 작업 실시 사다리 사용 지양, 이동식 비계 사용 과상승 방지장치 높이확인, 센서 설치 작업공간 150Lux이상의 조도 확보 운반구 외부에서 작업 시 안전대 사용 작업 전 주변 정리/정돈 확인
⑤ 수압(기밀) 시험	유해·위험요인	예방대책
 <p><펌프 수압 시험></p>	<ul style="list-style-type: none"> 컴프레서 벨트 회전부에 장갑 등 말림 위험 배관지지 앵커 탈락으로 인한 배관 떨어짐 공기압이 걸린 배관 캡 해체 중 날아가 부딪힘 과도한 압력 사용으로 인한 밸브 등 파열 위험 겨울철 수압시험 후 배수불량으로 배관 동결 	<ul style="list-style-type: none"> 벨트 회전부에 접촉방지 덮개 설치 앵커 시공상세도 작성 및 준수 압력계를 작업자가 보기 쉬운 곳에 설치 펌프, 압력계 사전점검, 사용압력 게시 겨울철 기압시험으로 대체

주요 공정 및 **작업별 개요** [4/4]

● **작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)**

⑥ 보온 공사	유해·위험요인	예방대책
 <p style="text-align: center;"><보온재 설치></p>  <p style="text-align: center;"><밴딩 및 코킹 작업></p>	<ul style="list-style-type: none"> • A형 사다리 사용 배관 작업 중 넘어지면서 떨어짐 • 이동식 비계 발판 단부에서 떨어짐 위험 • 고소작업대 과상승으로 인한 끼임 위험 • 고소작업대 운반구 난간 외부에서 작업 중 떨어짐 • 어두운 곳에서 작업대 이동 중 떨어짐 위험 • 일자형 사다리 사용 코킹 작업 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 사다리 사용 지양, 이동식 비계 사용 • 이동식 비계 안전난간, 승강로 확인 • 과상승 방지장치 높이확인, 센서 설치 • 작업공간 150Lux이상의 조도 확보 • 운반구 외부에서 작업 시 안전대 사용 • 이동식 비계, 고소작업대 등의 발판 사용
⑦ 기계/기구 설치	유해·위험요인	예방대책
 <p style="text-align: center;"><펌프 등 기기 설치></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 중량물 취급 시 경사로에서 넘어짐 위험 • 자재 반입구로 펌프 내리는 중 로프 파단 위험 • 어두운 곳에서 작업대 이동 중 떨어짐 위험 • 용접작업 시 주변 인화성 물질에 의한 화재 위험 • A형 사다리 이용하여 배관 용접 중 떨어짐 • 말비계 단부에서 작업 중 옆으로 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 사전조사 실시 후 작업계획서 작성 • 로프 등 사전 전 이상 유무 확인 • 작업공간 150Lux이상의 조도 확보 • 주변 인화성 물질 제거 및 격리 조치 • 사다리 사용 지양, 이동식 비계 사용 • 말비계 전도방지 조치, 단부 작업 금지

- 9 -

세부 작업별 안전관리 실무

- 자재 반입 및 운반 작업
- 자재 가공 작업
- 덕트 설치 작업
- 슬리브 설치 작업
- 배관 설치 및 용접 작업
- 수압 시험
- 전기기계 및 기구 취급 작업

- 10 -

자재반입/운반 작업의 안전관리 [1/3]

● 자재반입/운반 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 적재용 받침목이 부러져 구르는 배관 등에 깔림 위험 배관 결속로프의 절단으로 인한 화물 떨어짐 및 맞음 관계근로자 아닌 사람의 장비 접촉, 부딪힘 위험 운반대차로 덩트 등 기계설비 자재 운반 중 넘어짐 크레인 혹 해지장치 미설치로 줄걸이 이탈에 따른 떨어짐 부적합한 슬링벨트 사용으로 파단되어 자재 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 받침목 상태, 적정 높이로 적재, 편하중 방지 조치 실시 크레인 인양작업 전 섬유로프 등 달기구 사전 점검 철저 하역작업 반경 내 관계근로자 외 출입금지 조치 운반대차에 자재 과적 금지, 이동통로 바닥 요철 확인 등 줄걸이 달기구가 혹에서 이탈되지 않도록 해지장치 설치 줄걸이 와이어로프 및 슬링벨트 사용 전 이상유무 점검

● 작업대상물 별 인력 운반 방법



자재반입/운반 작업의 안전관리 [2/3]

● 자재반입/운반 작업의 사고사례

· 가스관 하역 중 화물차에서 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> 외줄걸이 사용 등 중량물 인양작업 방법 미준수 중량물의 취급 작업에 대한 작업계획서 미작성 화물을 상/하차 시 작업지휘자 미지정
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 긴 자재 인양 시 쏟림 없도록 외출달기 지양 ⇒ 중량물 사전조사 실시 후 작업계획서 작성/준수 - 자중 및 외력을 견딜 수 있는 강도의 묶음줄 사용 - 자재의 형상에 맞는 줄걸이 방법 채택 ⇒ 화물을 싣거나 운반하는 작업에 대해 지휘자 지정

· **활차로 열교환기 운반 중 넘어져 깔림**



원인	<ul style="list-style-type: none"> 자재 넘어짐 방지조치 미실시 작업구간 주변 출입 금지조치 미실시
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 설비, 자재의 제원 및 형태에 따라 넘어짐을 방지할 고정장치를 설치하고 운반 ⇒ 작업구간 주변 출입 금지 조치 실시

자재반입/운반 작업의 안전관리 [3/3]

● 자재반입/운반 작업의 안전점검 체크리스트

• 화물자동차 운행점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	개선필요	보통
1	특정 타이어의 공기압력이 현저히 줄어들지 않는가?			
2	후진 시 후진경보장치를 사용하는가?			
3	운행 시 작업에 적합한 제한속도를 준수하는가?			
4	클러치나 브레이크 페달의 유격 및 브레이크액의 수준은 양호한가?			
5	각종 오일(엔진오일, 파워스텐오일, 자동변속기 오일 등)의 양은 적정 수준을 유지하고 있는가?			
6	각종 벨트(벨트, 파워윈도우 벨트 등)의 장력은 양호한가? (벨트 7-9mm, 파워윈도우 벨트 10-15mm)			
7	현장 내 가설도로 3개소 합류지점에 유도자를 배치하는가?			
8	각종 전기 점등장치는 정상적으로 작동하는가?			
9	적재대 유압개통 수리·보수작업 시 안전블록을 설치하는가?			
10	장시간 운행 시 적절한 휴식을 취하는가?			

• 인력 운반 작업 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	개선필요	보통
1	화물의 특성에 따른 취급 방법과 작업 절차는 정해져 있는가?			
2	화물의 종류 및 상태(고체, 액체, 기체, 분체, 고온, 저온)는 어떠한가?			
3	화물의 성질(파손 가능성, 폭발성, 인화성, 유해성 등) 여부는 어떤가?			
4	화물의 중량(kg)과 부피(길이, 폭, 높이) 형상은 어떤가?			
5	화물 운반 시 포장을 필요로 하는가?			
6	통로는 미끄러지거나 걸려 넘어질 우려가 없는가?			
7	통로의 조명은 적절인가?(75lux 이상)?			
8	화물의 종류, 특성에 따른 인력 운반 방법을 준수하고 있는가?			
9	2인 운반 적정중량(권장사항 : 남 25kg, 여 20kg) 이상을 1인이 운반하고 있지 않은가?			
10	화물의 종류에 적합한 적재 방법을 준수하고 있는가?			
11	개인보호구를 착용하였는가?			

자재 가공 작업의 안전관리 [1/2]

● 자재 가공 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 파이프 절단작업 시 절단기 회전부에 근로자 접촉 위험 파이프 절단작업 시 볼티 날림으로 인한 화재 위험 LPG, 산소 용기에서 가연성 가스누출에 의한 화재/폭발 작업장 바닥 정리/정돈 미실시로 인한 넘어짐 위험 투광등 등 조명장치 미접지로 인한 감전 위험 가공작업 주변 통행근로자 부딪힘 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 절단기 회전부에 휠 커버 및 안전커버 설치 절단기 회전날 회전속도 준수, 볼티 날림 방지포 설치 가스저장용기 점검 및 노후용기 폐기, 소화기 비치 배관 작업장 조명 확보, 잉여 자재 정리/정돈 가공장 조명설비 접지실시 및 누전차단기 설치 안전모, 보안경 등 개인보호구 착용 철저

● 자재 가공기계 종류

• Groove Joint 가공 및 접합

배관 이음 시 용접하지 않고, 배관 표면에 홈을 만든 후 개스킷을 설치하고, 커플링을 체결하여 연결하는 방식




자재 가공 작업의 안전관리 (2/2)

● 자재 가공 작업의 사고사례

· 강관 가공 중 척(Chuck)에 옷이 말려 끼임



원인	<ul style="list-style-type: none"> 회전축 접촉방지 덮개 미설치 추락위험 장소에 방지조치 미실시
예방 대책	<p>⇒ 파이프머신과 같은 기계의 회전축에 덮개 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> 회전축에 신체의 일부 또는 장갑, 옷 등이 끼이지 않도록 덮개를 설치  <p>※ 배관을 조여 고정하는 Jaw에 많이 끼임</p>

● 자재 가공 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과
		개선필요 보통
1	자재 가공장의 조명은 충분히(150lux 이상) 확보되었는가?	
2	자재 가공장의 환기·통풍은 충분한가?	
3	불꽃 날림 방지조치는 적절한가?	
4	작업공간이 충분히 확보되어 있는가?	
5	가공장 주변에 시너 등 위험물이 방치되어 있지 않은가?	
6	절단기 방호덮개는 적절한가?	
7	근로자 복장은 단정한가?	
8	파이프 머신 회전부 접촉 방지조치는 적절한가?	
9	전동기계·기구 접지 및 누전차단기 작동 여부를 확인하였는가?	
10	방진마스크, 보안경 등 개인보호구는 착용하였는가?	

덕트 설치 작업의 안전관리 (1/3)

● 덕트 설치 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> A형 사다리에서 덕트 고정 작업 중 떨어짐 위험 이동식 비계 발판 단부에서 덕트 배관설치 중 떨어짐 말비계 단부에서 작업 중 떨어짐 위험 고소작업대 과상승 시 운반구 난간과 덕트 사이에 끼임 고소작업대 단부 안전난간을 밟고 작업 중 떨어짐 어두운 곳에서 이동식 틀비계를 내려오다 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 고소작업 시 A형 사다리 사용 금지, 이동식 비계 사용 이동식 비계 사용 시 발판 단부에 안전난간 설치 말비계 단부에 감지장치 설치, 2인 1조로 작업 과상승 방지 센서 수평형, 수직형으로 구분하여 설치 작업대 안전난간을 벗어날 경우, 안전대를 걸고 이동/작업 150Lux 이상의 충분한 조명 확보 후 작업

● 덕트 설치 작업의 사고사례

· 덕트 보온재 설치작업 중 떨어짐

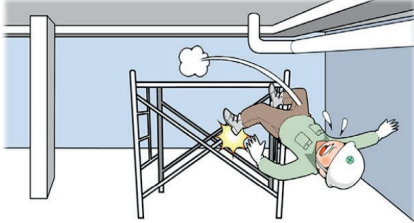


원인	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판 미설치 안전모 미착용
예방 대책	<p>⇒ 고소작업(2미터 이상) 시 이동식 비계와 작업발판 사용</p> <p>⇒ 개인보호구 착용 철저</p> <p>⇒ 사다리 전도방지조치(아웃트리거, 발벌림방지장치)</p>

덕트 설치 작업의 안전관리 (2/3)

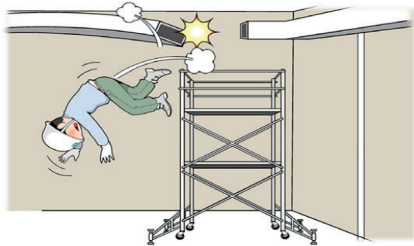
● 덕트 설치 작업의 사고사례(계속)

• 이동식 틀비계에서 내려오다 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> 이동식 틀비계 작업발판 단부에 안전난간 미설치 안전모 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 이동식 틀비계 작업발판 단부에 안전난간 설치 ⇒ 개인보호구 착용 철저 ⇒ 틀비계 전도방지조치(아웃트리거, 바퀴제동장치)

• 덕트 설치 작업 중 비계에서 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> 불안정한 방법으로 덕트 고정 이동식 비계 상부에 안전난간 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ PVC덕트 임시 고정 시 한 명은 손으로 받치고, 다른 한 명은 고정을 하는 등 탈락되지 않는 작업방법 선정 및 준수 ⇒ 이동식 비계 작업발판 단부에 안전난간 설치

- 17 -

덕트 설치 작업의 안전관리 (3/3)

● 덕트 설치 작업의 사고사례(계속)

• 고소작업대 난간과 덕트에 **끼임**



원인	<ul style="list-style-type: none"> 작업대 과상승방지조치 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업여건과 작업자의 자세 등을 고려한 과상승 방지장치 설치 - 덕트와 같이 선형 구조물을 감지할 수 있는 수평형 방지센서를 설치 <ul style="list-style-type: none"> · 수평형은 상부 안전난간대에서 높이 5cm 이상 설치 · 수직형은 모든 모서리에 60cm 이상 되도록 설치 · 조합형(수평형 + 수직형) 설치 시, 수직형은 2개 이상

● 덕트 설치 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	작업지휘자를 배치하였는가?	_____
2	덕트작업 시 사다리를 사용하지 않는가?	_____
3	이동식 비계에 안전난간은 제대로 설치되어 있는가?	_____
4	이동식 비계에 승·하강로 및 아웃트리거 설치가 적정한가?	_____
5	고소작업대 사용 시 과상승방지장치 위치가 적절한가?	_____
6	고소작업대 조작봉 및 풋(Foot)스위치 작동이 양호한가?	_____
7	조명은 충분한가?	_____
8	덕트 임시 고정 방법은 적절한가(플라이어사용)?	_____
9	개인보호구 착용은 적절한가?	_____
10	융접작업 하부에 가연성물질이 없는가?	_____

- 18 -

슬리브 설치 작업의 안전관리 (1/2)

● 슬리브 설치 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 사다리 이용 작업 중 떨어짐 위험 • 자재 인양함에 자재 과적으로 인한 인양 중 떨어짐 위험 • 슬래브에 배근된 철근을 밟고 이동 중 넘어짐, 찔림 • 슬리브와 소화배관 사이 지수판 용접 중 화재 위험 • 박스 슬리브 개구부에 덮개 미설치로 인한 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업용으로 사다리 사용을 지양하고, 이동식 비계 사용 • 인양함의 2/3이상 적재 금지, 그물망 덮어 떨어짐 방지 • 안전한 이동통로 및 작업공간 확보 • 슬리브와 소화배관 사이 용접작업 시 주변 인화성 물질 제거 • 박스 슬리브 개구부에 덮개 설치

● 슬리브 설치 작업의 사고사례

· 슬리브와 소화배관 지수판 용접 중 화재



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 발생 위험장소에서 화기작업 실시 • 경보용 설비 또는 기구 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 화기를 사용하지 않는 방식으로 이음부 접합을 계획 ⇒ 용접 작업 완료 후, 단열재 시공하도록 계획 수립 ⇒ 일정규모 이상 근로자 작업 시 경보용 설비/기구를 충분히 설치

- 19 -

슬리브 설치 작업의 안전관리 (2/2)

● 슬리브 설치 작업의 사고사례(계속)

· 벽체 슬리브 몰탈 사출작업 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 작업발판 설치 불량 • 개인보호구 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 떨어짐 위험이 있는 장소 주변에서 작업 시, 비계를 조립하고 발판 및 안전난간 설치 후 작업 ⇒ 안전모 등 개인보호구 착용 철저

● 슬리브 설치 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	바닥 슬리브 작업 시 이동통로는 넘어짐 위험이 없는가?	_____
2	벽체 슬리브 설치 시 이동식 비계 사용이 가능한데도 사다리를 사용하고 있지 않은가?	_____
3	사다리 사용 시 2인 1조로 하며 넘어짐 방지조치가 되어 있는가?	_____
4	사다리 작업 시 담단 3개 위를 넘겨 놓았는가?	_____
5	슬리브 자재 운반 시 떨어짐 위험은 없는가?	_____
6	슬리브 작업구간에 개구부가 존재하지 않는가?	_____
7	근로자 복장은 단정한가?	_____
8	벽체 슬리브 사출작업 시 작업발판 설치는 적정한가?	_____
9	말비계 사용 시 넘어짐 방지조치가 되어 있는가?	_____
10	지수판 용접 시 인접구간에 가연성 물질이 존재하지 않는가?	_____

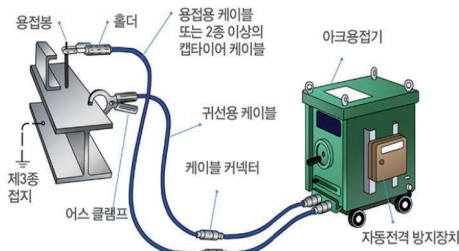
- 20 -

배관설치/용접 작업의 안전관리 [1/3]

● 배관설치/용접 작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 사다리, 이동식 비계, 말비계 단부에서 떨어질 위험 · 배관지지 앵글 위에 기대 놓은 파이프 배관이 떨어짐 · 외벽 가스 배관 고정 중 달비계 로프 파단으로 떨어짐 · 용접기 홀더의 절연과괴로 인한 감전 위험 · 가스 용접 시 역화방지기 미설치로 인한 폭발/화재 위험 · 용접 흠, 불티에 의한 열화상 등 건강장해 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 사다리 이용 지양하고, 비계단부에는 안전난간을 설치 · 긴 중량물은 임시고정을 철저히 하거나, 2인 1조로 작업 · 달비계 작업용 로프 사용 전 점검 철저, 구명줄 설치 · 홀더 손상 시 즉시 교체 · 역화방지기 설치 및 이동식 소화기 비치 후 작업 · 개인보호구(보안경, 용접면, 방진마스크) 지급, 착용

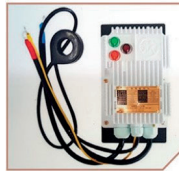
● 교류 아크용접기 안전장치



<교류 아크용접기 주요부 명칭>

· 자동전격방지기

- 용접작업 중지 시 2차 무부하 전압을 저하시키는 장치
- 아크가 정지되면 0.1초 이내에 **무부하측을 25V이하**로 강하



<자동전격방지기>



<부착 시 전압, ②번>



<절연 홀더>

배관설치/용접 작업의 안전관리 [2/3]

● 배관설치/용접 작업의 사고사례

· 소방배관 행거 설치 중 **떨어짐**



· 용접불티로 천장 단열재에 **화재**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · A형 사다리 위에서 고소작업 실시 · 이동식 비계 등 안전한 구조의 작업발판 미사용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ A형 사다리 낮은 높이에서 작업하는 경우에도 넘어짐 방지조치 철저, 2인 1조로 작업 ⇒ 이동식 비계나 고소작업대를 사용하여 작업 - 작업발판 및 안전난간 조건을 갖춘 뒤에 작업 실시
원인	<ul style="list-style-type: none"> · 화재 위험장소에서 작업 시 화재예방조치 미흡 · 경보용 설비 또는 기구 미설치 또는 미작동
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 화재 발생 위험장소에서의 화기 작업 금지 ⇒ 불가피하게 작업 시 불티방지막 또는 방염천으로 덮어 예방조치 후 작업 ⇒ 경보용 설비 또는 기구 설치, 유지관리 철저

배관설치/용접 작업의 안전관리 (3/3)

● 배관설치/용접 작업의 사고사례(계속)

· 산소절단 중 불티가 시너에 점화로 화재



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 도급사업 시의 안전보건조치 미이행 · 인화성 액체 등 위험물이 있는 장소에서 화기 사용 · 관리대상 유해물질(시너) 용기 등의 관리 불량
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 도급사업 시의 안전보건조치(화재/폭발 방지) 이행 ⇒ 인화성 액체 등 위험물 보관 장소에서 화기 사용 금지 ⇒ 시너 등 관리대상 유해물질의 운반·저장 용기 밀폐 또는 실외 보관

● 용접 작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과
		개선필요 보통
1	절단 및 용접 작업 시 불꽃 비산방지 시설을 설치하였는가?	
2	절단 및 용접 작업장소 주변에 소화기는 비치되어 있는가?	
3	절단 및 용접 작업장소 주변 인화성 물질 등의 위험물질·우레탄폼 단열재는 없는가?	
4	인화성 물질 취급안전도장(화기)과 화기 사용 작업이 동시에 이루어지고 있지 않은가?	
	착화 위험이 있는 물질(우레탄폼 단열재, 인화성 물질 등) 주변에서 화기사용 작업 시 화재감시인이 배치되어 있는가?	
5	<ul style="list-style-type: none"> ※ ①연면적 15,000㎡ 건설공사 또는 개조공사가 이루어지는 건축물의 지하장소 ②연면적 5,000㎡ 이상의 냉동·냉장창고 시설의 설비공사 또는 단열공사 현장 ③④에 해당하는 경우에는 화재감시인 배치 법제화 	
6	용접불티 방지를 위한 조치 확인	
7	작업위치 주변에서 페인트 등 화기의 위험이 있는 물질 제거 확인	
8	용접작업자를 대상으로 피복이그 용접작업에 대한 보건교육 실시 여부 - 적정 진류량 유지, 작업자와 용접간 일정거리 준수 등	
9	용접작업자에 대한 작업환경측정을 용접모재의 구성성분(아연, 납, 크롬, 니켈 등)에 따라 실시했는지 여부	
10	용접작업자에 대한 특수건강검진을 용접모재의 구성성분(아연, 납, 크롬, 니켈 등)에 따라 실시했는지 여부	

수압 시험의 안전관리 (1/2)

● 수압 시험의 위험요인과 재해예방

유해·위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 이동식 비계 위에서 작업 중 떨어짐 위험 · 배관지지 앵커가 탈락되며 떨어지는 배관에 맞음 위험 · 가스 주입 후 기밀시험 하던 중 가스 분출 위험 · 공기압이 걸린 배관 캡을 해제하던 중 날아온 캡에 맞음 · 컴프레서 벨트 회전부에 장갑 등 말림 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 이동식 비계 위 작업발판 및 안전난간 설치 · 단위 작업별 관리감독자 배치 및 지휘, 개인보호구 착용 · 그룹별 압력테스트 기본계획 수립 및 준수 · 펌프, 압력계 등의 작동상태 사전 점검 · 컴프레서 벨트 회전부에 덮개 설치

● 수압 시험의 사고사례

· 공기압 테스트 중 날아온 캡에 맞음



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 설비작업 시 안전조치 미실시 · 작업지휘자 미배치로 인한 작업 간의 의사소통 부재
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 공기압 테스트 중인 것을 알리는 표지판을 설치 ⇒ 배관 내 공기를 미리 방출하고 잔류 압력을 확인 후 캡을 해제 ⇒ 공기 압력을 이용하여 배관 기밀시험을 할 때는 압력계를 작업자가 보기 쉬운 장소에 설치 ⇒ 작업지휘자 배치 및 관리감독 철저

수압 시험의 안전관리 [2/2]

● 수압 시험의 사고사례(계속)

- 배관지지 철물이 뚫히면서 자재에 **갈림**



원인	· 콘크리트 콘 파괴 에 대한 구조 안전성 검토 미 실시
예방 대책	⇒ 콘크리트 콘 파괴에 대한 구조 안전성 검토 실시 - 개별앵커의 풀아웃 파괴와 앵커전체의 콘 파괴 검토 ※ 풀-아웃 파괴 : 앵커 정착력 부족으로 앵커가 뚫히는 파괴 ※ 콘 파괴 : 다수의 앵커마다 원뿔모양의 파괴면이 증첩되어 콘크리트가 떨어져 나가는 파괴 ⇒ 설계도서(세트앵커 시공상세도) 작성 및 준수 - 상세도의 앵커제원, 매입깊이 및 설치간격 준수

● 수압 시험의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	수압시험의 게이지는 정상으로 작동하는가?	
2	시험압력 이상의 측정 눈금은 적정한가?	
3	수압시험을 알리는 표지판이 설치되어 있는가?	
4	시험압력은 설계압력의 1.5~2배 이상인가?	
5	압력계 설치 위치는 작업자가 알아볼 수 있는 곳인가?	
6	접속 부위 및 용접 부위에서 누수 및 물방울 비침 상태는 양호한가?	
7	펌프 압축 호스 등은 이상이 없는가?	
8	배관 캡을 해제하기 전 압축공기가 완전히 배출되었는지 확인하는가?	
9	압축펌프의 회전부 벨트에 커버가 설치되어 있는가?	

전기기계/기구 취급의 안전관리 [1/3]

● 전기기계/기구 취급의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 전기기계/기구 절연 파괴 등 접지 미실시로 인한 감전 · 분전함 내부의 충전부에 접촉 시 감전 또는 단락 · 분전함 케이블을 인입, 인출 시 누전 또는 단락 사고 · 분전함 오조작에 의한 감전 사고 · 전선 피복 손상으로 인한 감전, 화재 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 전선 피복 손상부위는 절연테이프로 보수, 거치대 활용 · 분기회로별로 누전차단기를 설치 · 금속제 외함에는 접지를 실시, 내부 충전부 보호판 설치 · 회로도 및 회로명 등을 분전함에 표기 · 전기기계/기구의 절연 상태를 주기적으로 측정/관리

● 전기기계/기구 취급의 사고사례

- 분전함 내에 전선로 신설 중 **감전**



원인	· 감전 예방 조치 미 실시
예방 대책	⇒ 충전전로 작업 시 감전 예방조치 철저 - 접촉 우려 시, 전로를 정전시킨 후 작업 실시 - 절연용 보호구(절연장갑, 절연화, 안전모) 착용한 후 작업

전기기계/기구 취급의 안전관리 (3/3)

● 전기기계/기구 취급의 사고사례(계속)

· 수중펌프 작동 상태 확인 중 **감전**



원인	· 감전 예방 조치(누전차단기 및 접지) 미 실시
예방 대책	⇒ 누전차단기 설치 및 접지 실시 - 수중펌프 등 이동형 전동기계/기구를 사용하는 때에는 정격감도전류가 30mA이하이고, 작동시간이 0.03초 이내로 작동하는 누전차단기를 경유하도록 설치 - 철제외함에 접지를 실시

● 전기기계/기구 취급의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	과전류로 인한 재해를 예방하기 위하여 충분한 차단용량의 과전류 보호장치를 사용하는가?	_____	_____
2	노출되어 있는 충전부에 작업자의 신체가 직접 접촉될 위험은 없는가?	_____	_____
3	전기설비 자체 금속제 외함에 접지가 되어 있는가?	_____	_____
4	전기기계·기구 사용 중 누전에 의한 감전 사고 발생의 위험은 없는가?	_____	_____
5	작업자가 수분이 많은 젖은 손으로 충전부를 조작하지는 않는가?	_____	_____
6	전기기계·기구의 전선 피복 절연 상태는 양호한가?	_____	_____
7	전원 연결 플러그 사용 시 감전 사고 발생의 위험은 없는가?	_____	_____
8	전기기계·기구 내부 절연 파괴 시 감전 사고 발생의 위험은 없는가?	_____	_____
9	감전 방지용 누전차단기는 정상 작동하는가?	_____	_____
10	충전부 임의 조작 금지를 위한 시건장치는 되어 있는가?	_____	_____
11	개폐기 취급 시 오조작 방지를 위하여 전기단선도 및 회로명을 표기 하고 있는가?	_____	_____

기타 강조사항 / Q & A

- 시공상세도 작성 및 관계전문가 검토 실시
- 사전 작업계획서 작성, 위험성 평가 실시
- 고소작업 시 A형사다리 사용 지양
- 용접작업 시 스마트 안전장비(불꽃감지센서)의 활용





9

마감 및 보수 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[마감 및 보수 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「**마감 및 보수 공사**」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 작업별 개요
- 「**세부 작업별**」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 **사고사례** (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 **체크리스트**
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「마감 및 보수 공사」의 개요 및 특성 (1/1)

● 마감 및 보수 공사의 개요

- 공사의 마무리 단계로서 **사용성(기능, 미관)과 만족도에 중요한 영향**
- 공사의 구분 : 외장공사 판넬공사 단열공사 내장공사 수장공사

● 마감 및 보수 공사의 특성

- 기계·전기설비, 배관 등 **타공종과 동시 진행되는 경우가 다수**
- 준공에 임박해 **많은 인력이 투입되므로 철저한 안전관리가 요구**
- 많은 종류의 자재와 공구를 취급하는 과정에 **경미한 사고 다수**
- 외장공사를 위한 **건설기계**(이동식 크레인 등) 사용량이 많음
- 에너지소비 및 외단열 공법 증가로 **대형 화재사고** 관리 필요
- **자재반입 및 운반과정**에서 사망사고 발생률이 높음
- 발생재해 : **떨어짐, 화재, 끼임, 맞음, 부딪힘**
 - 다수 공종 혼재작업이 대부분, 위험도 인식 및 지식 부족
 - 대책 : 유해/위험요인 파악 후 **위험성평가 + 안전작업계획 수립/준수**

산업재해 발생 유형 분석 (1/1)

● 수장/판넬 및 단열공사 재해의 특징

- 최근 5년간 **연평균 32.2명** 사망, **자재반입/운반 중 사고가 많음**

구분	2016	2017	2018	2019	2020
계	37	27	23	39	35
자재반입·운반	9	27	22	37	11
시공	28	-	1	2	24

- **20억원미만**(안전보건관리책임자 미지정) **공사에서 73.3%** 발생

구분	계	2016	2017	2018	2019	2020
3억미만	78	13	11	10	26	18
3~20억미만	40	14	10	5	6	5
20~120억미만	21	6	-	5	1	9
120~500억미만	13	3	3	3	3	1
500억이상	9	1	3	-	3	2




- 사고 기인물 : **지붕/채광창**(46%) >> **단부/개구부**(15%) > **철골구조물**(14%)

주요 공정 및 **작업별 개요** [1/4]

● **주요 작업의 구분**(수장, 판넬공사)

자재입고 및 하역
자재 운반
수장 시공
경량천장 설치
경량칸막이 설치
판넬 공사

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**

① 자재입고 및 하역	유해 · 위험요인	예방대책
 <p style="text-align: center; font-size: small;"><자재입고></p>  <p style="text-align: center; font-size: small;"><자재하역></p>  <p style="text-align: center; font-size: small;"><규격별 자재보관></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 자재를 차량으로 입고 중 끼임 • 자재 고정바 해체 시 떨어짐 또는 무너짐 • 이동식 크레인으로 작업 중 와이어로프 파손 • 지게차 사용 중 끼임 • 과도한 자재하역 중 전도 • 지게차 이동 중 부딪힘(시야 미확보) • 지게차 경사로 이동 중 떨어짐 • 지게차 사용 중 끼임 또는 지게차 전도 • 현장 출구 차량 부딪힘 또는 끼임 	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 운행통로 별도 지정, 유도자 배치 • 개인보호구 지급 및 착용상태 확인 • 작업 전 달기구 점검, 로프 적합 확인 • 와이어로프 안전기준 적합여부 수시 확인 • 자재하역구간 관계자 외 출입금지 • 중량에 맞는 지게차 사용 • 자재 고정상태 확인 • 지게차 이동 시 유도자 배치, 통로 확보 • 경사로 이동 시 후진으로 이동 • 자재 적재 시 유도자에 의한 지게차 이동 • 유도자와 자재하역 근로자 별도 관리 • 자재차량 출입 시 제3자 출입 통제 • 현장 출구 차량과 도로변 차량 충돌방지를 위한 유도자 배치


주요 공정 및 **작업별 개요** [2/4]


● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인(계속)**

② 자재 운반	유해 · 위험요인	예방대책
 <p style="text-align: center; font-size: small;"><대차 이동></p>  <p style="text-align: center; font-size: small;"><리프트카 사용></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 대차 상차 시 적재 방법 불량으로 인한 전도 • 대차 이동 시 통로 미확보에 따른 끼임 • 리프트카 이동 시 바닥 단차로 인한 넘어짐 • 현장 적재 시 적재상태 불량에 따른 자재 전도 • 인력 적재 시 작업자세 불량으로 근골격계질환 • 정리정돈 시 먼지발생 등으로 인한 호흡기질환 	<ul style="list-style-type: none"> • 전도 우려 시, 방지장치(로프 등) 사용 • 이동구간 정리정돈, 2인 1조 작업 • 단차위치에 경사로 설치 후, 대차 이동 • 고임목 사용, 높이 1.5m이상 적재 금지 • 자재 적재 시 고임목 상태 확인 • 2인 1조 운반 및 운반보조기구 사용 • 분진 발생 시 방진마스크 착용
③ 수장 시공	유해 · 위험요인	예방대책
 	<ul style="list-style-type: none"> • 자재 절단 시 불티 비산에 의한 화재 • 고속절단기와의 접촉에 의한 신체 상해 • 이동식 전기공구 점검불량으로 인한 감전 • 자재 취급 간 피부 손상 또는 호흡기 질환 발생 • 전선케이블 노후, 파손으로 인한 감전 • 잔여 자재, 폐기를 방치에 의한 신체 상해 	<ul style="list-style-type: none"> • 불티 비산방지막 및 소화기 비치 • 날 접촉 방지덮개 확인 및 점검 • 작업 전 점검, 접지/누전차단기 연결 • 보안경 및 방진마스크 착용 • 즉시 교체, 이동전선 기공 조치 • 작업 후 잔여 자재 처리 철거

주요 공정 및 **작업별 개요** [3/4]



● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**(계속)

④ 경량천장 설치	유해 · 위험요인	예방대책
	<ul style="list-style-type: none"> • 불연속 발판 및 사다리 사용으로 떨어짐 • 천장 설치 중 분진에 의한 안구 손상 • 철물을 손으로 잡고 설치 중 손 베임 • 텍스 파편 등 이물질이 눈에 들어가 안구 손상 • 고정이 불량한 텍스 떨어짐 • 탁상용 등근톱 사용 시 톱날 접촉에 의한 상해 • 타정총 또는 타카건 사용 시 부주의에 의한 상해 • 단독작업으로 불안정한 상태에서 상해 • 접착제 등 화학약품 사용으로 인한 피부 손상 	<ul style="list-style-type: none"> • 빈틈없이 작업발판 설치, 2개소 이상 고정 • 상향 작업 시 보안경 지급 및 착용 • 보호장갑 지급 및 착용 • 텍스 대각선 방향 우선 고정, 보안경 • 전동드릴을 사용한 나사못 고정 철저 • 잠갑착용 및 보호덮개 제거 금지 • 관리자 지명, 이동 시 잠금장치 사용 • 합판, 석고보드 고정은 2인 1조로 작업 • 물질안전보건자료(MSDS) 비치, 교육

⑤ 경량칸막이 설치	유해 · 위험요인	예방대책
	<ul style="list-style-type: none"> • 부적절한 자재 및 공구 사용 • 작업발판으로 사다리 사용 중 떨어짐 • 중량물 단독 취급으로 인한 근골격계 질환 • 안전장치 미부착 전기톱, 원형톱 사용으로 상해 	<ul style="list-style-type: none"> • 철물, 비탕면에 적합한 드릴/비트 사용 • 상부/연속구간 작업 시 작업발판 설치 • 전용 대차사용, 2인 1조로 작업 수행 • 인력 운반 적정 중량(20kg이하)으로 제한 • 절단기, 전기톱 보호덮개 설치 확인

주요 공정 및 **작업별 개요** [4/4]

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**(계속)

⑥ 판넬 공사	유해 · 위험요인	예방대책
 <p><천장/칸막이판넬 설치></p>  <p><외벽/지붕판넬 설치></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 천장판넬 설치 중 판넬 탈락과 함께 떨어짐 • 이동식 비계 위에서 천장판넬 설치 중 떨어짐 • 내부칸막이 설치 중 슬래브 개구부 등으로 떨어짐 • 외벽 판넬 설치작업 중 철골구조물에서 떨어짐 • 고소작업대에서 벗어나 작업 중 떨어짐 • 고소작업대에서 판넬 설치 중 구조물에 끼임 • 지붕 위에서 판넬 설치작업 중 떨어짐 • 지붕 작업 중 채광창을 밟고 떨어짐 • 강풍 등으로 지붕 위 자재가 날리거나 떨어짐 • 철골기둥 등을 통해 작업장소로 이동 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전모, 안전대 등 보호구 지급, 착용 • 안전대 부착설비에 결속하고 작업 • 안전한 작업발판, 단부 안전난간 설치 • 단부 또는 개구부 추락방지 조치 • 안전대 착용 및 부착설비 결속 • 고소작업대 안전난간 위 작업 금지 • 과상승방지장치 및 센서 설치 • 지붕 가장자리에 안전난간 설치 • 채광창 등 약한재로 위 덮개/발판 설치 • 약천 후 시 작업 중지 • 워킹타워 설치, 수직구멍줄 등 확보

세부 작업별 안전관리 실무

- 외부 마감공사
- 교체, 수리, 보수 작업
- 내부칸막이, 천장 판넬 설치
- 외부 벽체, 지붕 판넬 설치
- 지붕 및 천장 위 작업
- 이동식 전기기계 및 기구 취급 작업
- 고속절단기 등 사용 작업

외부 마감공사의 안전관리 [1/2]

● 외부 마감공사의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 벽체 마감작업을 위해 거스 등을 밟고 승강 중 떨어짐 • 벽체 마감작업 시 작업발판 미설치 상태 작업 중 떨어짐 • 전기드릴 등 전동공구 및 용접 작업 시 감전 위험 • 지붕재 조립 중 개구부 및 지붕 단부에서 떨어짐 • 볼트, 판넬 등 자재가 떨어지면서 하부 근로자 맞음 • 지붕재 교체 중 채광판/슬레이트 파손으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 승강용 사다리 및 고소작업대를 이용하여 안전하게 승강 • 이동식 발판 또는 고소작업대를 이용하여 안전하게 작업 • 전동공구 및 용접기의 지속적인 절연 여부 측정 • 접지 및 전원은 누전차단기에서 인출하여 사용 • 작업하부공간에 추락방호망 설치, 안전대 부착설비 설치 • 소형 자재는 전용 마대 사용, 위험구역 내 근로자 출입금지 • 지붕재 위 폭 30cm이상 발판 설치, 안전대(부착설비) 착용

● 외부 마감공사의 사고사례

- **철골 지붕 판넬 설치 작업 중 떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 지붕 판넬 작업 시 안전대 미착용 • 작업구간 하부 추락방호망 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 안전대 부착설비 설치 후 안전대 착용 ⇒ 작업구간 하부 추락방호망 설치

외부 마감공사의 안전관리 [2/2]

● 외부 마감공사의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	지붕재 설치작업 구간 하부에는 추락방호망이 설치되어 있는가?		
2	지붕 위에는 안전대 부착설비가 설치되어 있는가?		
3	지붕 위 작업자는 안전대를 부착한 상태로 이동 또는 작업하는가?		
4	강도가 약한 지붕재(선라이트, 슬레이트 등) 위 작업 전 사전조사는 하였는가?		
5	강도가 약한 지붕 위 작업 시 작업발판을 설치하였는가?		
6	벽체 마감재 설치 시 작업발판을 설치하고, 안전대 부착상태로 작업하는가?		
7	이동식 크레인 붐 단부에 불법 탑승설비를 부착하지는 않았는가?		
8	고소작업대 탑승설비 단부에 안전난간대가 설치되어 있는가?		
9	판넬 등 마감재 인양구간 하부에는 출입통제를 하고 있는가?		
10	고소작업대의 과상승 방지장치 등 안전장치는 정상 작동하는가?		

● 외부 마감공사 관련 법령

- 고용노동부 고시(제2020-43호) 안전검사 고시
- 안전보건규칙 제20조(출입의 금지 등)
- 안전보건규칙 제42조(추락의 방지)
- 안전보건규칙 제43조(개구부 등의 방호조치)
- 안전보건규칙 제44조(안전대의 부착설비 등)
- 안전보건규칙 제45조(지붕 위에서의 위험 방지)
- 안전보건규칙 제68조(이동식 비계)
- 안전보건규칙 제172조(접촉의 방지)
- 안전보건규칙 제186조(고소작업대 설치 등의 조치)
- 안전보건규칙 제302조(전기기계/기구의 접지)
- 안전보건규칙 제304조(누전차단기에 의한 감전 방지)
- 안전보건규칙 제385조(중량물 취급)

● 철거/해체 장비 관련 KOSHA GUIDE

- C-44-2015 철골공사 안전보건작업지침
- C-74-2015 건설공사의 고소작업대 안전보건작업지침
- X-44-2016 고소작업대 작업의 리스크 확인지침

교체, 수리, 보수작업의 안전관리 [1/2]

● 교체, 수리, 보수작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 지붕 상부 작업 중 채광판(선라이트) 파손으로 떨어짐 위험 · 지붕재 교체작업 중 기 해체된 구간으로 떨어짐 위험 · 슬레이트 지붕 상부에서 작업, 이동 중 슬레이트 파손 · 이동식 크레인 붐 단부에 불법 탑승설비 사용으로 떨어짐 · 고소작업대 탑승설비 단부 안전난간대 미설치로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕재의 사전조사 실시 후, 작업발판/덮개 설치 후 작업 · 지붕 상부에서 작업 시 안전대 부착설비 및 안전대 착용 · 안전한 작업발판 설치 또는 작업 전 안전한 이동경로 교육 · 불법 개조 크레인을 사용 금지, 고소작업대 사용 권장 · 단부 안전난간대 설치 및 외부로 넘어서 작업 금지

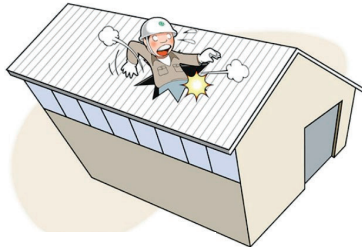
● 지붕 형태별 안전조치

- **평탄한 지붕**(경사각 10° 이하)
 - **지붕 단부** : 안전난간 + 발끝막이판 + 수직보호망
 - **바닥 개구부** : 덮개 + 표지판 / 안전난간
 - **지붕 모서리** 또는 깨지기 쉬운 **지붕창**이 있을 경우, 다른 작업자가 접근하지 못하도록 2M이상 거리를 유지하여 **출입금지 표지판** 또는 **가설펜스** 설치
- **경사진 지붕**(경사각 10° 이상)
 - **안전대 길이 로프** : 8.0KN이상 지지력 확보
 - 로프가 긴 경우, **추락방지대 등 멈춤장치** 사용
 - 와이어로프, 마닐라로프, 밴드 등은 항상 긴장
 - 로프는 모서리면에 접하지 않도록 하고, 매듭 X
 - 로프 등의 **끝이 고리에서 빠지지 않게 매듭**
 - 추락방지대, 안전블록 등 작동여부 **사전 확인**
 - 지붕 경사각 45° 이상 시 **지붕보호벽** 설치

교체, 수리, 보수작업의 안전관리 [2/2]

● 교체, 수리, 보수작업의 사고사례

· 경사지붕 위 채광판 파손으로 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 지붕재 개/보수 작업 시 사전조사 미흡 · 깨지기 쉬운 지붕 위 작업 시 떨어짐 방지조치 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 개/보수 작업 전 사전조사 및 작업계획서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 지붕재의 종류, 재질 등을 세밀하게 확인 - 안전한 작업방법 및 안전시설 설치계획이 포함된 작업계획서 작성 - 관련 작업자에게 작업계획서 교육 실시 ⇒ 악한 지붕 위 작업 시 떨어짐 방지조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 선라이트 위 작업 시 별도의 작업발판 설치 - 안전대 부착설비 설치, 하부구간 추락방호망 설치

● 교체, 수리, 보수작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	지붕재 개·보수 작업 전 사전조사를 실시하였는가?	_____
2	사전조사 결과에 따라 작업계획서를 작성하였는가?	_____
3	깨지기 쉬운 채광판(선라이트, 슬레이트)의 위치는 파악하였는가?	_____
4	깨지기 쉬운 지붕재에는 별도의 작업발판폭 30cm 이상 또는 강성 보강형 지붕재를 설치하였는가?	_____
5	깨지기 쉬운 지붕재 구간 하부에는 추락방호망이 설치되어 있는가?	_____
6	지붕 위에는 안전대 부착설비가 설치되어 있는가?	_____
7	지붕 위 작업자는 안전대를 부착한 상태로 이동 또는 작업하는가?	_____
8	지붕재 위에 자재를 과적하지 않았는가?	_____
9	지붕 위에 적재된 마감재는 강풍에 대비하여 고정하였는가?	_____
10	고소작업대의 안전장치는 정상 작동하는가?	_____

내부칸막이, 천장판넬 설치의 안전관리 [1/2]

● 내부칸막이, 천장판넬 설치의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 칸막이 설치 중 작업장 바닥 요철 또는 돌출된 자재 등에 발이 걸려 넘어짐 · 칸막이 설치 중 인근의 슬래브 단부 또는 바닥 개구부로 떨어짐 · 이동식비계 위에서 또는 천장 위에서 천장판넬 설치 중 떨어짐 	내부 벽체 공사
	<ul style="list-style-type: none"> · 작업장 바닥 장애물 제거, 단부/개구부 추락방지 조치 철저 · 말비계는 발판 폭을 40cm이상으로 하고, 수평 유지상태에서 작업 · 자재 소운반 시 부재별 형상에 적합한 소운반 장비 선정 · 가연성, 인화성 물질 관리, 유기용제 사용, 소화기 사용법 교육 · 타정충(화약) 사용 시 사전신고 여부 확인, 별도장소에 보관 · 절단기 사용 시 슛돌 최고 사용회전속도 준수, 덮개 해체 금지 · 불티 발생 등 화재위험 작업 시 방화포, 소화기 비치 후 작업 · 적절한 개인 보호구 지급, 착용 여부를 관리 감독
	천장 공사
	<ul style="list-style-type: none"> · 고소작업 시 사다리 사용 지양하고, 이동식 비계 이용 · 작업발판 단부에 안전난간 설치 등 추락방지 조치 철저 · 전기기계기구 사용 시 장비, 분전반의 절연상태 점검 · 타정충 상향작업 시 수직(직각)을 유지하고 사용 · 앵커볼트 상향작업 시 방진마스크 등 보호구 착용 철저
	뿔칠 작업
	<ul style="list-style-type: none"> · 고소작업대 4면에 안전난간 설치, 작업 중 임의 해체 금지 · 스프레이건 등이 사람을 향하지 않도록 주의 · 도장, 우레탄 발포 등 뿔칠작업 시 가연성, 인화성 물질 제거 · 용접 등 화재위험작업과 뿔칠작업을 동시에 진행 금지 · 밀폐공간에서 유기용제 사용 시 질식예방을 위한 주기적 환기 실시

내부칸막이, 천장판넬 설치의 안전관리 (2/2)

● 내부칸막이, 천장판넬 설치의 사고사례

· 판넬작업 중 슬래브 단부로 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 철근 조립작업 구간 내 안전한 이동통로 미확보 · 슬래브 단부 안전난간 설치 부적절
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 철근조립 구간 내 이동통로를 안전하게 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 메탈라스 설치를 통해 발이 걸려 넘어지지 않게 조치 ⇒ 슬래브 단부 등 개구부에 안전난간 설치 <ul style="list-style-type: none"> - 가장 취약한 지점에서 취약한 방향으로 작용하는 100kg이상의 하중에 충분한 강도를 지닐 것

· 낮은 지붕 천장판넬 설치 중 떨어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 작업하중에 대한 천장판넬 지지부 안전성 검토 미실시 · 고소작업 시 추락방지용 설비 미설치 · 작업자 개인보호구 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 고소작업(2미터 이상) 시 이동식 비계와 작업발판 사용 ⇒ 작업여건 상 천장 위로 올라가야하는 경우, 사전에 지지부의 안전성 검토 및 보강조치 실시 ⇒ 개인보호구(안전대, 안전모) 착용 감시 철저

외부벽체, 지붕판넬 설치의 안전관리 (1/2)

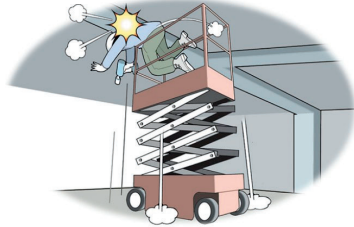
● 외부벽체, 지붕판넬 설치의 위험요인과 재해예방

구분	유해·위험요인	재해 예방대책
판넬 절단기	· 지붕판넬 절단 시 베임	· 절단기에 <u>보호덮개 부착</u>
지붕으로 재료 운반	· 하역 작업 시 물체에 맞음, 넘어짐, 부딪힘 · 자재 <u>적치 불균형 및 과다 적치</u> 로 무너짐	· 크레인 작업바닥면의 평탄화 및 다짐작업 실시 · 자재 적치방법, 높이 준수 및 수직, 수평 유지
지붕판넬 고정	· 판넬을 하지철물에 고정 중 떨어짐 · <u>이동식 사다리</u> 에서 작업 중 넘어짐	· <u>고소작업자는 안전대 착용</u> , 짐줄을 부착설비에 연결 · 이동식 사다리 사용 지양, 안전한 작업발판 사용
약천후 작업	· 지붕 작업 중 미끄러짐, 전도로 떨어짐 · 지붕 판넬 인양 중 강풍으로 떨어짐	· 강풍, 강우, 강설 등 약천후 시 지붕 위 작업 금지 · 약천후 시 인양작업 금지, <u>판넬 4지점 이상</u> 줄걸이
<u>크레인 작업</u>	· 양중작업 중 <u>로프에서 이탈</u> 하여 떨어짐 · 양중작업 중 <u>로프파단</u> 으로 자재 떨어짐 · 주변 충전전로에 크레인 <u>불대 접촉</u> 으로 감전 · 무자격자 크레인 운전 미숙으로 부딪힘	· 긴 재료는 2지점 이상 묶음, 작은 재료는 운반구 이용 · <u>와이어로프 폐기 기준</u> (이음매, 꼬임, 변형 등) 준수 · <u>충전전로 방호구</u> 설치, 주변에 안전표지 부착 · 작업 전 운전원 자격, 차량 검사여부 확인
물체에 맞음	· 지붕의 재료, 공구, 부산물의 떨어짐	· 지붕 작업 시 <u>상부/하부 동시작업 금지</u>
감전	· 전동 드릴, 용접기, 절단기 등 사용 중 감전	· 누전여부 점검, 전선 피복 손상 확인, 누전차단기 설치
<u>떨어짐</u>	· 경사지붕 판넬 위 미끄러지면서 떨어짐 · 지붕 단부에서 마무리 작업 시 떨어짐	· 지붕사다리 및 <u>지붕작업발판</u> 사용 · 안전대 착용 후 부착설비에 걸고 작업 · 지붕 단부에 비계, 작업발판, 안전난간 설치

외부벽체, 지붕판넬 설치의 안전관리 [2/2]

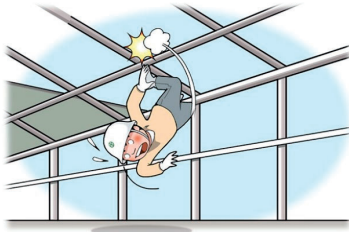
● 외부벽체, 지붕판넬 설치의 사고사례

· 고소작업대 위에서 판넬설치 중 끼임



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 안전스위치와 조작레버가 몸에 눌러 고소작업대 상승 · 과상승방지장치 미설치한 장비 사용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업 전 이동구간 바닥의 평탄성, 유압, 권과방지 장치 등 안전성을 확인 - 몸을 바깥으로 내밀어 작업해야하는 경우, 위험성평가 실시하여 안전대 착용 필요여부 확인 ⇒ 고소작업대 상부의 여건에 맞는 감지 센서 설치 - 과상승방지센서(수직형, 수평형)의 유형을 여건에 맞게 설치

· 지붕 위 샌드위치 판넬 설치 중 떨어짐

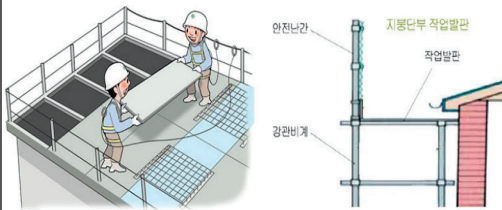


원인	<ul style="list-style-type: none"> · 철골구조를 위에서 개구부로 떨어짐 · 추락방호망, 안전대 부착설비 등 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 지붕위 판넬 설치 시 이동구간 하부에 추락방호망 설치 ⇒ 안전대 부착설비(수평 구멍로프) 설치 후 안전대 착용 및 부착설비에 걸고 작업 진행하도록 감독

지붕 및 천장 위 작업의 안전관리 [1/3]

● 지붕 및 천장 위 작업의 위험요인과 재해예방

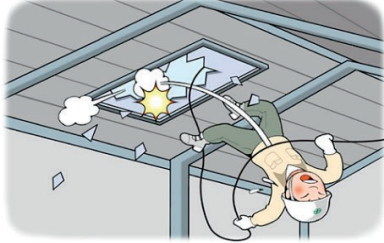
구 분	유해 · 위험요인	재해 예방대책
승강시설 (이동식 사다리)	<ul style="list-style-type: none"> · 사다리 넘어짐 · 사다리에서 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 사다리 상부 및 하부 견고히 고정 · 사다리는 지붕 단부로부터 내린 길이 60cm이상 확보 · 오르내릴 때 양손에 아무것도 들지 않은 상태로 이동 · 사다리 설치 각도 75° 이내로 유지 · 사다리 폭은 30cm이상 유지
떨어짐 위험 (경사지붕)	<ul style="list-style-type: none"> · 경사지붕에서 미끄러지면서 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕 사다리 및 작업발판 사용, 지상 3m 높이에 방망 설치 · 부착설비에 안전대를 걸고 작업 및 비계, 발판, 난간 설치
떨어짐 위험 (개구부 및 단부)	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕 바닥 단부에서 떨어짐 	
떨어짐 위험 (파손 취약 지붕)	<ul style="list-style-type: none"> · 선라이트, 슬레이드, 목재 등 노후하고 취약한 재료를 밟아 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업방법, 안전시설 설치 계획이 포함된 작업계획서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 지붕구조 형식과 파손 위험지역 파악 및 숙지 - 적재할 자재와 공구 등의 무게 검토 · 파손에 취약한 지붕 위치 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 지붕 모서리, 지붕 단부, 하부 지지대와 지지대 중간 부위 - 채광 목적의 개구부, 과거 수리한 부위 및 이질재 연결 부위 · 지붕 위 작업발판 및 사다리 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 폭 30cm이상 확보 - 지붕 수평 지지대에 3개소 이상 걸치도록 설치 · 기타 떨어짐 방지를 위한 조치 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 위치 직하부에 추락방호망 설치 - 작업구간에 안전대 부착설비 설치 및 개인보호구 착용



지붕 및 천장 위 작업의 안전관리 (2/3)

● 지붕 및 천장 위 작업의 사고사례

· 용접기 배선 작업 중 채광창으로 **떨어짐**



원인	· 지붕 위 채광창 작업 시 위험 방지조치 미 실시 · 떨어짐 방지조치 미 실시
예방 대책	⇒ 지붕 위 작업 시 작업발판 또는 안전방망 설치 - 폭 30cm이상의 작업발판, 직하부에 추락방호망 설치 ⇒ 안전대 부착설비 설치 및 안전대 착용 - 떨어짐 위험 장소에서 작업하는 근로자에게 안전대를 걸고 작업하도록 관리감독

· 전기공사 중 천장재가 꺾이면서 **떨어짐**



원인	· 천장 마감재 작업 시 위험 방지조치 미 실시
예방 대책	⇒ 근로자의 하중과 충격을 견딜 수 있는 구조가 아닌 마감부재를 밟고 작업하지 않도록 지도 ⇒ 천장 내부 작업 시 비계 등의 작업발판 설치 - 안전성이 평가되지 않은 샌드위치 패널을 작업발판으로 사용하는 행위 금지

- 19 -

지붕 및 천장 위 작업의 안전관리 (3/3)

● 지붕 및 천장 위 작업의 사고사례(계속)

· 천장 C-형강을 밟고 이동 중 **떨어짐**



원인	· 떨어짐 방지조치 미 실시
예방 대책	⇒ 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소 작업 시, 작업발판과 추락방호망 설치 및 안전대 착용

● 지붕 및 천장 위 작업의 안전점검 체크리스트

순	평가방향	평가결과 개선필요 보통
1	지붕 및 천장 위로 이동하기 위한 통로 설치 상태는 적정한가?	
2	노동자에게 보호구를 지급하고, 착용 상태는 적정한가?	
3	설계도서 확인, 작업계획 수립, 교육 실시를 하였는가?	
4	지붕, 천장재 노후 상태를 점검하고 안전성 평가를 실시하였는가?	
5	악천후로 인해 지붕 위 작업 시 위험요인은 없는가?	
6	지붕 및 천장 단부에 떨어짐 방지조치를 하였는가?	
7	개구부와 파손 취약 부위에 폭 30cm 이상의 작업발판을, 경사 지붕에 작업 사다리를 설치하였는가?	
8	안전대 부착설비를 갖추고 작업 위치 하부에 추락방호망을 설치하였는가?	
9	작업 인원과 하중, 충격 등을 고려하여 무너짐 방지조치를 하였는가?	
10	용접과 화기작업에 따른 화재 예방 및 대피 방법 등은 적정한가?	
11	작업장소 주변의 충전전로 방호조치는 적정한가?	
12	상하 동시 작업을 금지하고 표지판을 설치하는 등 공정 관리는 적정한가?	

- 20 -

이동식 전기기계/기구 취급의 안전관리 (1/2)

● 이동식 전기기계/기구 취급의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 누전되거나 충전부가 노출된 전기기기를 사용하여 감전 • 작업 시 비산물 발생, 회전 부분에 말릴 등의 위험 • 가연성 가스, 인화성 물질 또는 가연성 분진 등을 취급하는 장소에서의 작업 시 화재/폭발 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 감전 방지용 누전차단기를 접속하고, 이상 시 즉시 교체 • 개인보호구 지급 및 작업장의 환경 조건 점검 실시 • 가스 또는 분진 폭발 위험장소에서 전기기계/기구 사용 시 적합한 방폭성능을 가진 기구를 사용

○ 이동식 전기기기 사용 안전조치 사항

- 도전성 공구, 장비 등이 **노출 충전부에 접촉**하지 않도록 할 것
- 노출 충전부 인근 작업 시 **도전성 재질의 사다리 사용 금지**
- 젖은 손으로 전기기계/기구의 플러그를 꽂거나 제거하지 않을 것
- 전기회로를 개방, 변환 또는 투입하는 경우 **전기 차단용 스위치, 차단기** 등을 사용할 것
- **자동 차단 이후** 안전 입증 전까지는 전류를 재투입하지 않을 것
- **폭발 위험장소**에서 일반형의 이동식 전기기기를 사용하지 말 것



이동식 전기기계/기구 취급의 안전관리 (2/2)

● 이동식 전기기계/기구 취급의 사고사례

- 이동전선을 철거하던 중 충전부에 **감전**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 콘센트 충전부 노출 • 누전차단기 미접속
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 충전부 방호조치 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 충전부가 내구성이 있는 절연물로 방호된 것 ⇒ 누전차단기 접속 및 유지/관리 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 가설전원은 누전차단기에 접속한 후 인출 사용 (전원측→누전차단기→부하측 순서로 결선) - 작동상태를 정기적으로 점검(월1회이상 테스트) 실시

● 이동식 전기기계/기구 취급의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과	
		개선필요	보통
1	전기설비의 전원 연결부의 접속 상태는 양호한가?	_____	_____
2	전기설비의 플러그는 접지극이 있으며, 접지선과 연결되었는가?	_____	_____
3	이동식 전기설비는 접지극이 부착된 콘센트에 연결되었는가?	_____	_____
4	콘센트의 전원측에 감전 방지용 누전차단기가 설치되어 있는가?	_____	_____
5	이동전선의 피복 손상 등 절연 상태는 점검하였는가?	_____	_____
6	이동전선이 작업장의 바닥에 방치되지 않았는가?	_____	_____
7	젖은 손이나 젖은 신발을 신은 상태에서 취급하지 않는가?	_____	_____
8	감전방지용 누전차단기는 정상적으로 작동하는가?	_____	_____
9	작업자의 복장이 이동식 전기기계 기구에 말려들 위험은 없는가?	_____	_____
10	전원을 인출하는 장소와 전기설비 사용 장소가 길 경우 이동식 전선의 피복 손상 위험은 없는가?	_____	_____

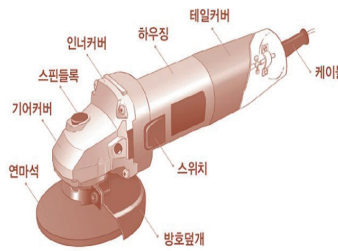
고속절단기 등 사용의 안전관리 (1/3)

● 고속절단기 등 사용의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> 절단작업 중 손가락 등 신체부분이 절단 슷들에 접촉 방호덮개 해체 사용 중 파손된 연삭날 파편에 맞음 절단 작업 중 소재의 반발로 인한 작업자 상해 위험 절단 작업 중 불꽃에 작업자 눈 상해 위험 날리는 불꽃의 주변 인화성 물질 점화로 화재 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 날 접촉방지를 위한 방호덮개 부착 및 고정상태 확인 절단기 회전속도 보다 최고사용회전 속도가 높은 절단석 사용 가공물을 클램프에 정확하게 고정한 뒤 작업 실시 보안경, 마스크, 안전장갑 등 개인보호구 착용 후 작업 불꽃이 튀는 자리에 인화성 물질 제거 및 소화기 비치

○ 주요 절삭공구 안전조치 사항

- 공작물을 바이스에 견고하게 고정
- 절삭이 끝나고 연삭날이 멈춘 후에 공작물을 뺄 것
- 연삭날/연마석마다 최고회전속도에 한계가 있으며, 무리해서 큰지름의 슷들로 사용에 의한 한계초과 시 슷들의 파열 위험 상승



<휴대용 연삭기 구조>



<고속절단기 구조>

고속절단기 등 사용의 안전관리 (2/3)

● 고속절단기 등 사용의 사고사례

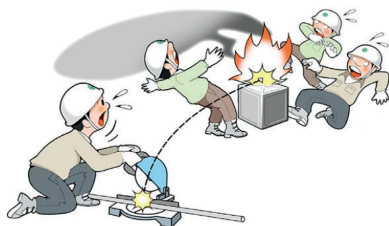
- 절단된 슷들 파편이 머리에 부딪힘



원인	<ul style="list-style-type: none"> 절단 슷들의 최고 사용회전속도 초과 절단 슷들의 방호덮개를 해체한 상태로 사용 안전모, 보안면 미착용
----	--

예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 슷들 제조자가 제공하는 안내서에 따라 사용 - 고속절단기용 16인치 슷들을 7인치 연삭기에 장착하여 사용 시, 최고 사용회전속도는 63m/s에서 2.5배 상승한 142m/s로 추정되며 파열 위험이 높아짐 ⇒ 방호장치 해체 금지 ⇒ 개인보호구 착용 철저
-------	---

- 절단기의 불티가 시너 유증기에 점화



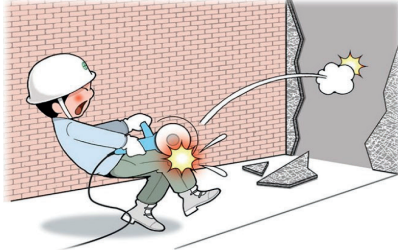
원인	<ul style="list-style-type: none"> 통풍이 불충분한 장소에서 환기없이 후속작업 진행 시너 등 위험물 보관 규정 미준수
----	--

예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 절단기 사용하는 장소 주변에서 인화성 액체 취급 작업 금지 ⇒ 인화성 액체의 증기가 존재 시 통풍, 환기 등 실시 ⇒ 시너 등 인화성 액체는 작업장 외 별도의 장소에 보관
-------	---

고속절단기 등 사용의 안전관리 [3/3]

● 고속절단기 등 사용의 사고사례(계속)

· 합판 절단 중 전동공구 톱날에 **배임**



원인	<ul style="list-style-type: none"> 연삭기에 원형톱날을 장착하여 절단(목적 외 사용) 방호덮개 임의 해체
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 작업도구 등의 목적 외 사용금지 및 규격에 적합한 부품 사용 ⇒ 휴대용 연삭기 방호덮개 설치 ⇒ 연삭숫돌 직경이나 속도 등 휴대용 연삭기의 규격에 맞는 부품 사용

● 고속절단기 등 사용의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	연삭기 숫돌 방호덮개는 부착하여 사용하고 있는가?	_____
2	작업 시작 전 연장선, 배선, 접속기 등의 육안검사 등을 통해 안전을 확보하는가?	_____
3	숫돌의 갈라짐, 잔금, 흠 등의 균열 및 마모는 없는가?	_____
4	전원 꽂음접속기가 파손되지 않았는가?	_____
5	누전차단기 접속 및 접지된 상태에서 사용하는가?	_____
6	전기배선의 절연상태는 양호하고 정기적인 검사를 실시하는가?	_____
7	사용 후에는 꽂음접속기에서 플러그를 제거하는가?	_____
8	작업장소의 근처에 가연성 물질이 없는가?	_____
9	가공물은 견고하게 고정되었는가?	_____
10	작업자는 방진마스크, 보안경 등 보호구를 착용하고 작업복 상태는 적정한가?	_____
11	숫돌에 명시된 속도를 초과하거나 매우 큰 숫돌을 장착하여 사용하지 않는가?	_____

- 25 -

기타 강조사항 / Q & A

- 지붕작업 중 떨어짐 사고 / 중대재해
- 건설기계 사전 작업계획서 작성, 위험성 평가 실시
- 내부 고소작업 시 작업발판 사용 권장
- 이동식 전기기계/기구 취급 시 주의
- 불안정한 작업을 해야만 하는 경우, 위험성 평가 실시

- 26 -



10

도장 공사





건설공사 공종별 재해예방 교육

[도장 공사]

작성기준일 : 2024. 3. 1.

국방시설본부

- 1 -

목 차

- 「도장 공사」의 개요 및 특성
- 산업재해 발생 유형 분석
- 주요 공정 및 작업별 개요
- 「세부 작업별」 안전관리 실무
 - 작업별 유해/위험요인과 재해예방
 - 작업별 사고사례 (원인/예방대책)
 - 작업별 안전점검 체크리스트
- 기타 강조사항 / Q&A

- 2 -

「도장 공사」의 개요 및 특성 (1/2)

● 도장 공사의 개요

- 정의 : 시설물에 칠바탕을 다듬고 도료 등을 **솔·롤러·기계** 등을 사용하여 칠하는 공사
- 목적 : **보호**(방청, 내후성, 내수성), **미관**, **색채 조절**(피로 경감), **안전표시**(항공 장애)

● 도장 공법의 분류

기 준	기준에 따른 공법 분류	기 준	기준에 따른 공법 분류
도료	수성페인트, 유성페인트, 에폭시, 분체	방법	뿜칠법, 정전법, 전착법
도장도구	붓, 롤러, 에어리스 스프레이	목적	내화, 방청, 내수, 내열 등
피도물	나무, 금속, 콘크리트	산업	건축, 선박, 자동차 등
공정	프라이머(하도), 서피서(중도), 상도	건조법	자연건조, 가열건조 등



<분체 도장>



<정전 도장>



<전착 도장>

「도장 공사」의 개요 및 특성 (2/2)

● 도장공사업의 특성

- 신축공사에서는 **종합건설업**, 전문직별 공사업(도장공사업)으로 도급 수행
- 유지/보수공사에서는 **개별공사**로 연간 30,000건 공사가 추진
 ※ 시설물 사용 간 보수 빈도수가 가장 높은 공종으로 법인 총족요건 및 등록도 간단함(전국 3,500소)

● 도장작업의 세부공종별 작업내용

세부 공종	주요 작업 내용	사고 유형
면처리 작업	• 바탕면의 오염/부착물을 제거 하고, 바탕에 도료를 밀착시키기위해 면을 편평하게 하는 작업	사다리 사용 중 추락
연마 작업	• 연마지로 표면을 편평 하게 연마하는 작업	공구 사용 중 부주의
퍼티 처리 작업	• 바탕면의 요철, 틈, 줄눈 등을 메우고 주변 부분과 동일하게 편평하도록 하는 작업	사다리 사용 중 추락
조색작업 (유기용제 혼합)	• 조색용 원색 도료를 혼합 하여 원하는 색채를 만들어 내는 색조합 작업	유기용제 사용 간 질식 화재위험물 취급 주의
도색 작업	• 초 벌 (도료가 바탕에 스며들도록하는 칠) • 재 벌 (칠재료가 튼튼하고 오래가도록하는 칠) • 정 벌 (최종 색상을 결정하는 마무리 칠)	사다리 사용 중 추락 반복작업에 의한 근골격계 질환

산업재해 발생 유형 분석 (1/1)

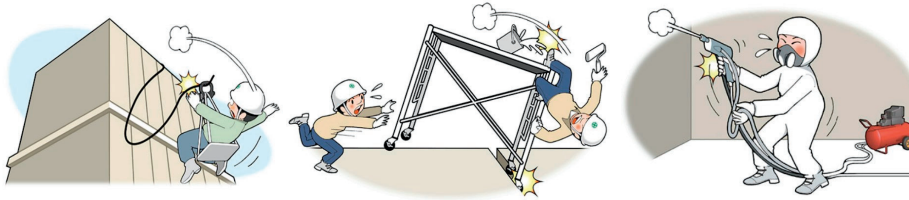
● 도장 공사 재해의 특징

○ 최근 5년 평균 건설업 사망재해(471명) 중 4.0%(19명) 점유

구분		5년 평균	2019	2018	2017	2016	2015
건설업	사고재해자 수	25,298	25,298	26,486	24,718	25,701	24,287
	업무상 사고사망자 수	471	428	485	506	499	437
도장공사	사고재해자 수	536	593	602	480	517	490
	업무상 사고사망자 수	19	16	18	20	24	19

○ 발생형태별 재해 : **떨어짐**(67.2%) >> 넘어짐(14.7%) > 맞음(4.1%)

○ 기인물별 현황 : **사다리**(32.3%) > 비계/발판(26.5%) >> 통로(7.5%)



주요 공정 및 작업별 개요 (1/6)

● 주요 작업의 구분

외벽 도장

내벽 도장




내화 뿔칠

철탑 도장

강교 도장

차선 도색

● 작업별 개요 및 유해·위험요인

① 외벽 도장	유해·위험요인	예방대책
 <작업면 정리>	<ul style="list-style-type: none"> • 지게차 이용 작업 중 부딪힘, 깔림, 물체에 맞음 • 편하중, 불안정한 적재로 인한 자재 무너짐 • 자재 적재장소 인근 화기작업에 따른 화재/폭발 • 달비계 이용 작업 중 떨어짐 위험 <ul style="list-style-type: none"> - 로프 길이 부족 - 로프 체결 불량 - 로프 파단 - 구멍줄 미설치 - 안전대 및 추락방지대 미설치 • 달비계 작업구간 하부 통행 중 낙하물에 맞음 	<ul style="list-style-type: none"> • 제한속도 지정 및 안전통로 확보 • 적정 높이 적재, 적정 강도의 팔레트 사용 • 화기작업 금지 및 소화설비 배치 • 건물 높이에 적합한 길이의 로프 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 견고한 지지점 확보, 말단부 폴림방지 - 적절한 로프 매듭법 적용 - 작업 전 로프 상태 점검 - 작업 로프 외 별도의 수직구멍줄 설치 - 안전대 착용 및 추락방지대 체결 • 달비계 작업구간 하부 출입통제 등
 <하도 및 퍼티>		
 <새김질 및 상도>		

주요 공정 및 작업별 개요 [2/6]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

② 내벽 도장	유해·위험요인	예방대책
 <p><망사테이프 부착></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 이동식 비계 위에서 테이프 부착 중 떨어짐 • 퍼티작업을 위해 이동식 비계 승강 중 넘어짐 • 고소작업대 이용 도장작업 중 떨어짐 위험 • <u>고소작업대</u> 이동 중 넘어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 비계 최상부 <u>안전난간 설치</u> • 근로자 <u>승강용 이동통로 설치</u> • 탑승자 안전대 지급/착용 철저 • 작업대를 <u>가장 낮은 상태</u>에서 이동
 <p><조인트 퍼티></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 페인트 조색을 위한 <u>믹서드릴 사용</u> 중 감전 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전통로 확보 및 유도자 배치 등 • <u>누전차단기 설치</u> 및 접지 확보 • 이중절연의 전동기구 사용 등
 <p><연마 및 샌딩></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 믹서드릴 점검 중 감김, 끼임 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 전동기구 점검 시 전원 차단
 <p><하도 및 상도></p>		<ul style="list-style-type: none"> • <u>LOTO</u> 관련 <u>교육</u> 및 관리 감독

주요 공정 및 작업별 개요 [3/6]

● 작업별 개요 및 유해·위험요인(계속)

③ 내화 뿔칠	유해·위험요인	예방대책
 <p><작업면 보양></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>지게차</u>를 이용한 내화도로 반입 중 부딪힘 • A형 사다리 이용 보양막 설치 작업 중 떨어짐 • <u>교반기</u> 내 이물질 제거를 위해 손을 넣어 <u>스크류에 감김</u> 또는 끼임 위험 • 뿔칠기계 주변 습윤지역에 이동전선 바닥 포설로 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>사전 작업계획서</u> 작성, 유도자 배치 • <u>사다리를 작업발판으로 사용 금지</u> • 전동기구 점검 시 전원 차단 • LOTO 관련 교육 및 관리 감독
 <p><자재 교반></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>고소작업대(레탈)</u> 이동 중 넘어짐 위험 • 고소작업대 이용한 뿔칠작업 중 근로자 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 뿔칠기계 측에 별도 누전차단기 결선 • <u>현장 내 가공포설 원칙</u> 준수 및 방수형 이동전선 사용 등 • 작업대를 <u>가장 낮은 상태</u>에서 이동
 <p><뿔칠 작업></p>		<ul style="list-style-type: none"> • <u>탑승자 안전대 지급</u> 및 착용 • 작업대 외부로 몸을 내미는 동작 금지 • 작업대를 불가피하게 벗어나야만 하는 경우 <u>사전 위험성평가 실시</u>

주요 공정 및 **작업별 개요** [4/6]

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**(계속)

④ 철탑 도장	유해 · 위험요인	예방대책
 <p><보양 조치></p>  <p><도료 혼합></p>  <p><하도 및 상도></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>가설도로</u> 이용하여 자재 운반 중 차량 넘어짐 • 페인트 조색을 위한 <u>믹서드릴 사용</u> 중 감전 위험 • 표시찰, 표시등 등 <u>보양작업</u> 중 근로자 떨어짐 • <u>달비계</u> 이용 에어리스 <u>스프레이 작업</u> 중 떨어짐 • 붓을 이용한 도장작업 중 떨어짐 위험 • 에어리스건 점검 중 <u>피부에 페인트 침투</u> 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 가설도로 <u>안전 노퍽 확보</u> • 가설도로 단부 경계 표시 등 • <u>누전차단기 설치 및 접지</u> 확보 등 • 이중절연의 전동기구 사용 등 • <u>고소작업자 안전대 지급</u> 및 착용 • 작업구간 하부 <u>추락방호망 설치</u> • 지지점에 로프, 수직구명줄 설치 • 안전대 및 추락방지대 체결 철저 • 로프와 각종 <u>앵글 마찰부 보호조치</u> • 작업구간 하부 추락방호망 설치 • 전동기구 <u>점검 시 전원 차단</u> • <u>LOTO</u> 관련 교육 및 관리 감독

주요 공정 및 **작업별 개요** [5/6]

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인**(계속)

⑤ 강교 도장	유해 · 위험요인	예방대책
 <p><도장면 전처리></p>  <p><조색 작업></p>  <p><도장 작업></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>볼트 연결부 파워브러시</u>로 전처리 작업 중 감전 • 강박스 내부 볼트 전처리 위해 이동 중 넘어짐 • <u>강박스 내부</u> 작업 중 <u>질식 위험</u> • 사다리 이동통로 설치 불량에 따른 넘어짐 • <u>거더 간 작업발판 설치 미흡</u>으로 인한 떨어짐 • <u>고소작업대 이용 작업</u> 중 넘어짐 및 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>누전차단기 및 접지 확보</u> 철저 • 강박스 내부 포설전선 정리 및 정돈 • 강박스 진입 및 내부 안전통행로 확보 • 밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행 • <u>작업 전 산소농도 측정, 환기 실시</u> • 사다리 통로 견고한 구조체에 고정 • 작업발판 고정 결속, <u>안전대 체결</u> • <u>지반 상태 확인</u> 및 아웃트리거 설치 등 • 고소작업대 단부 안전난간 설치 • 탑승자 안전대 착용 등

주요 공정 및 **작업별 개요** [6/7]

● **작업별 개요 및 유해 · 위험요인(계속)**

⑥ 차선 도색	유해 · 위험요인	예방대책
 <p><차량 통제></p>	<ul style="list-style-type: none"> 차량 통제용 리버콘 설치 중 차량에서 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 운행 중인 차량에 매달려 작업 금지 (부득이한 경우 안전대 지급/착용)
 <p><바탕 청소></p>	<ul style="list-style-type: none"> 청소기 운행 주변 근로자 비산석에 맞음 용해조 분말도로 투입 작업자 분진 흡입 위험 용해조 도로 소분 및 마커기 사용 중 고온 접촉에 의한 화상 위험 LPG 불꽃 역화에 의한 화재 및 폭발 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 차량 운행 위험구역 출입 통제 방진마스크 지급 및 착용 보호장갑 지급 및 착용
 <p><도로 용해></p>	<ul style="list-style-type: none"> 차선도색기 운행 중 주변 근로자 부딪힘 위험 	<ul style="list-style-type: none"> LPG 용기 역화방지기 설치 소화기 근접 배치
 <p><차선 도색></p>	<ul style="list-style-type: none"> 차선 도색차량 화재 및 폭발 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 위험구역 내 근로자 출입통제 차량 유도자 배치 및 제한속도 준수 LPG 용기 역화방지기 설치 소화기 근접 배치

세부 작업별 안전관리 실무

- **작업 발판 안전관리**
- **이동식비계 및 사다리 안전관리**
- **화학물질 중독 및 질식재해 예방**
- **화재 예방 안전관리**
- **근골격계질환 예방 안전관리**
- **차선 도색작업 안전관리**

작업 발판의 안전관리 [1/3]

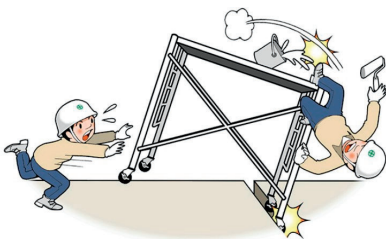
● 작업 발판의 위험요인과 재해예방

구 분	유해 · 위험요인	재해 예방대책
시스템 (강관)비계	<ul style="list-style-type: none"> • 벽이음재 미설치 또는 임의 해체로 무너짐 • 강관비계 부재 위에서 도장작업 중 떨어짐 • 작업발판 단부 안전난간대 미설치로 떨어짐 • 최상부 비계 연장 설치 중 주변 고압선 접촉 • 기동재 하부 지반 침하로 비계구조물 틀어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 벽이음재 제조사 기준에 맞게 설치, 임의해체 금지 • 2m이상인 장소 작업시 안전한 작업발판 설치 • 발판 단부에는 반드시 중간/상부 안전난간 설치 • 작업 전 비계 주변 충전선로 보호구 설치 • 침하방지(다짐 후 45mm갈목, 철물, 버림Con'c) 철저
이동식 비계	<ul style="list-style-type: none"> • 작업발판 단부 안전난간 미설치로 떨어짐 • 틀비계 주틀을 밟고 승강 중 떨어짐 • 틀비계 교차가새 불량으로 작업대 떨어짐 • 비계에 작업자 2인이 동시에 오르다 넘어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 발판 단부에는 반드시 중간/상부 안전난간 설치 • 작업자 승강용 사다리를 별도로 설치 • 교차가새 등 부재의 손상 여부는 사전에 확인 • 같은 면으로 동시에 2인 이상 승강 금지
말비계	<ul style="list-style-type: none"> • 발판 가장자리에서 몸의 중심을 잃고 떨어짐 • 개구부 주변에서 작업 중 외부로 떨어짐 • 변형된 말비계로 작업 중 비계 주저앉음 • 불안정한 자세(한 발은 벽체에 딛고)로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 몸을 작업발판 외측으로 빼고 작업하는 행위 금지 • 인접한 개구부는 폐쇄조치하고, 안전대 착용 후 작업 • 현장제작한 말비계는 가급적 사용 금지 • 아웃트리거 설치, 작업 전 안전한 작업방법 교육
달대비계	<ul style="list-style-type: none"> • 탑승하거나 내리던 중 떨어짐 • 연결부 용접 불량, 품질관리 미흡으로 무너짐 • 지지부 설치 불량으로 떨어짐 • 달대비계 단부에서 작업 중 떨어짐 • 비계 설치, 해체 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 탑승 전에 먼저 안전대를 체결 후 작업 • 설계도대로 제작되었는지 확인 후 사용 • 견고한 지지점 확인 후 사용 • 단부에 안전난간 설치 • 설치, 해체 시 안전대, 부착설비 설치

작업 발판의 안전관리 [2/3]

● 작업 발판의 사고사례

• 이동식 비계 탑승 이동 중 넘어짐



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 이동식 비계 근로자 탑승 상태에서 이동 • 이동경로 상 배수로 덮개 미설치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 이동식 비계 이동 시 근로자가 내린 상태에서 이동 ⇒ 이동경로 안전통로 확보 여부 사전 점검 - 경로에 있는 지장물 제거, 개구부는 덮개 설치

• 말비계 위에서 내부 도장작업 중 떨어짐

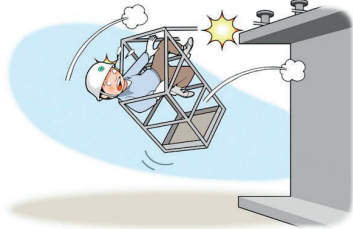


원인	<ul style="list-style-type: none"> • 접이식 말비계의 연결지지대 고정핀 설치 미흡 • 말비계 상부 작업시 개인보호구 착용 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 접이식 비계 연결지지대 견고히 설치 후 작업 전 점검 ⇒ 말비계 상부에서 작업 시 안전모 착용 및 턱끈 체결

작업 발판의 안전관리 (3/3)

● 작업 발판의 사고사례(계속)

- 달대비계 와이어로프 파단으로 **떨어짐**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 손상된 와이어로프를 달대비계 지지용으로 사용 · 탑승자 안전대 미착용
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 적정 규격, 양질의 와이어로프 사용 - 와이어로프 사용 전후 상태 점검 철저 - 와이어로프와 철구조물의 접면에는 보양재를 사용하여 로프 손상을 방지 ⇒ 달대비계 탑승 시 별도의 안전대 부착설비 설치

● 말비계의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	말비계는 기성품 등 견고한 구조로 된 것을 사용하는가?	
2	말비계 지주부재, 연결부 등의 안전점검 실시 결과 변형 등 이상은 없는가?	
3	말비계의 기동재와 수평면의 기울기는 75° 이하인가?	
4	말비계의 작업발판 폭은 40cm 이상, 길이는 60cm 이상인가?	
5	말비계 위의 작업자는 안전모의 턱끈을 체결하고 작업하는가?	
6	말비계의 작업발판 기준으로 인접 수직개구부의 안전난간대 설치 기준은 적정인가?	
7	말비계에 접하여 수직개구부가 있는 경우 안전대 착용 후 안전대를 부착한 상태로 작업하는가?	
8	고소작업대 또는 이동식 비계 작업발판 위에서 말비계 사용을 금지하고 있는가?	
9	말비계의 떨어짐방지장치가 적절하게 설치되었는가?	
10	말비계 설치 높이는 1.5m 이하인가? - 1.5m 초과 시 손잡이 및 넘어짐 방지조치, 2m 초과 시 안전난간대 추가 설치	

- 15 -

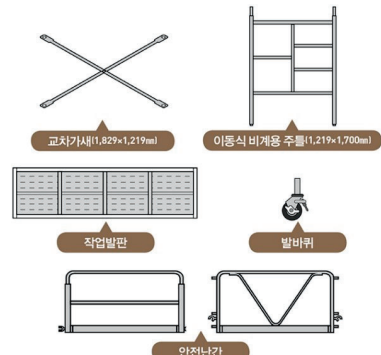
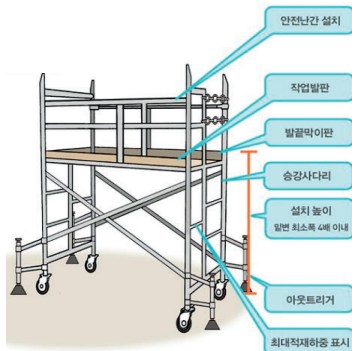
이동식 비계/사다리의 안전관리 (1/4)

● 이동식 비계/사다리의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 사다리를 작업발판으로 사용 시 떨어짐 위험 · 고르지 않은 바닥에 사다리 설치로 넘어짐 위험 · 사다리 상/하부 고정 미흡으로 사다리 넘어짐 · 이동식 비계의 발판 단부에서 작업 중 떨어짐 · 이동식 비계에서 승강 중 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 일자형 사다리는 이동통로로만 사용하도록 감독 · 작업 전 사다리 설치 위치에 대한 편평화 조치 실시 · 사다리 상단은 60cm 이상 올라가도록 걸치고 견고히 고정 · 이동식 비계의 작업공간 4면에 모두 안전난간 설치 · 근로자 전용 승강로를 비계 내부에 설치

● 이동식 비계의 설치기준

- 작업발판 **3인 이상 탑승 금지**
- **최대적재하중 안전표지** 부착 (작업자 체중 포함, 250kg)



- 16 -

이동식 비계/사다리의 안전관리 (2/4)

이동식 사다리의 안전작업 지침

· 이동통로로만 사용해야 하는 사다리



· 사다리를 작업발판으로 사용할 경우 기준

발붙임 사다리(A형, 조경용)	작업높이 발을 딛는 디딤대의 높이	안전작업 지침
	1.2m 미만	반드시 안전모 착용
	1.2m 이상 ~ 2m 미만	반드시 안전모 착용 2인 1조 작업 최상부 발판에서 작업 금지
	2m 이상 ~ 3.5m 이하	반드시 안전모 착용 2인 1조 작업 및 안전대 착용 최상부 발판*그 하단 디딤대 작업 금지
	3.5m 초과	작업발판으로 사용 금지



불안전 사다리 사용금지



넘어짐 방지



상단부 60cm 이상 연장

· 사다리를 작업발판으로 사용할 경우 조건과 방법

사다리 사용이 불가피한 경작업에 한하여
경작업, 고소작업대·비계 등의 설치가 어려운 협소한 장소에서 사용
* 경작업 : 손 또는 발을 가깝게 사용하는 작업으로서 전구 교체 작업, 전기통신 작업, 평탄한 곳의 조경 작업 등

평탄 견고한 바닥에서
평탄 견고하고 미끄러지지 않는 바닥에 설치

3.5m 이하의 A형 사다리를 사용하며
최대길이 3.5m 이하의 A형 사다리(조경용 포함)에서만 포함
* 보통(일자리) 사다리, 신축형(연장형) 사다리, 일자형으로 펼쳐지는 발붙임 사다리(A형)에서는 작업 금지

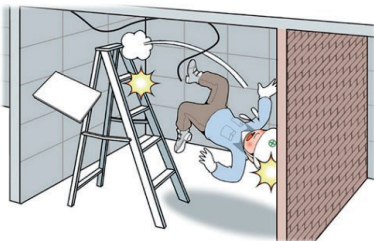
보호구를 반드시 착용하고
모든 사다리 작업 시 안전모 착용, 작업 높이가 2m 이상인 경우 안전대 착용
* 작업 높이 : 발을 딛는 디딤대의 높이

2인 1조로 작업하세요!
작업 높이가 바닥면으로부터 1.2m 이상 ~ 2m 미만 : 2인 1조 작업, 최상부 발판에서 작업 금지
2m 이상 ~ 3.5m 이하 : 2인 1조 작업, 최상부 및 그 하단의 디딤대에서 작업 금지

이동식 비계/사다리의 안전관리 (3/4)

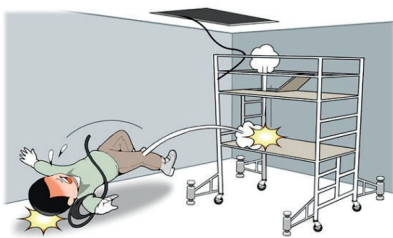
이동식 비계/사다리의 사고사례

· A형 사다리에서 전등 작업 중 떨어짐



원인	· 작업발판 설치 불량
예방 대책	⇒ 이동식 비계 등 안전한 작업발판 설치 - 높은 장소에서 천장 전등 배관 설치 등의 작업 시 이동식 비계 등의 안전한 작업발판을 설치 ⇒ A형 사다리(3.5m이하) 사용 시 2인 1조 작업 및 보호구 착용 철저 - 2m 이상 발붙임 사다리 작업 시 안전모, 안전대를 착용하고 2인 1조로 작업, 사다리 최상단에서 2단이하 까지의 디딤대에서만 작업 진행

· 이동식 비계에서 배선 작업 중 떨어짐

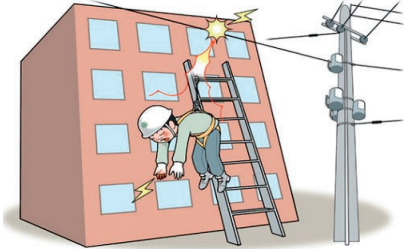


원인	· 작업발판 설치 불량(비계폭 120cm, 설치는 35cm만 했음) · 개인보호구 미착용
예방 대책	⇒ 작업발판 설치기준 준수 - 이동식 비계 상부에는 작업발판을 밀실하게 설치 (40cm+40cm+30cm)하여 떨어짐 예방 ⇒ 개인보호구 착용 - 떨어짐 우려가 있는 경우 두부 보호기능이 있는 안전모(AB형 또는 ABE형)를 착용

이동식 비계/사다리의 안전관리 (4/4)

이동식 비계/사다리의 사고사례(계속)

· 사다리에서 활선작업 중 충전부에 감전



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 정전 작업 미실시 · 절연보호구 미착용 및 방호구 미설치 · 작업계획서 미작성
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 감전 위험이 있을 경우 정전 작업 후 작업 진행 ⇒ 절연보호구 지급, 착용 및 활선 작업의 방호조치 <ul style="list-style-type: none"> - 절연화, 절연장갑 등 보호구 지급하고 착용 후 작업 - 활선 작업용 기구 및 장치를 사용하도록 관리 감독 ⇒ 관리감독 철저 <ul style="list-style-type: none"> - 활선 상태에서 인입선 연결 시 작업의 범위, 방법 및 순서 등이 포함된 작업계획서를 작성 / 교육 / 준수

발붙임 사다리(A형 사다리)의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	관리자에게 사용 전허가를 받았는가?	
2	사다리 상태에 대한 사전 안전점검을 실시하였는가?	
3	발붙임형 사다리를 사용하고 있는가?	
4	평탄하고 견고하며 미끄러지지 않는 바닥에 설치하였는가?	
5	작업발판 설치가 불가능하거나 작업 높이가 3.5m를 초과하지 않는가?	
6	개인보호구를 착용하고 1.2m 이상인 경우 2인 1조로 작업을 진행하고 있는가?	
7	2m 이상 높이 작업 시 보호구안전대를 착용하고 2인 1조 작업을 하며, 최상단 발판 및 그 하부 발판에서 작업이 진행되는가?	
8	사용 후 일정 장소에 잠금장치를 설치하고 보관하고 있는가?	

- 19 -

화학물질 중독 및 질식재해의 예방관리 (1/2)

화학물질 중독 및 질식의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 도장작업 중 환기 불충분으로 인한 유기용제 중독 위험 · 강교 재도장을 위한 비탕처리(세정) 중 유기용제 중독 · 강교 내부 도장작업 중 산소 결핍에 의한 질식 · 에어(리스) 스프레이 고농도 미스트와 증기 흡입 위험 · 휘발성 유기용제가 함유된 도료의 장기 사용에 따른 건강장해 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업장소 적정 공기 기준 확인 작업 전, 중 충분한 환기 · 강교 내부 등 밀폐공간 내 작업자에 대한 특별교육 실시 · 강교 내부 적정 공기 기준 확인 작업 전, 중 충분한 환기 · 작업자에게 방진마스크 등 개인보호구 지급 · 작업자 취급물질에 대해 작업 전 물질안전(MSDS)보건 교육 실시

산소 및 유해가스 농도 측정 가이드

- 측정자 : **관리감독자**, 안전/보건관리자
- 측정 시기 : 당일 **작업 전**, 교대 후 **재개 전**
- 측정 방법 : 휴대용 유해가스 측정기 또는 검지관
 ※ 탱크 등 깊은 장소는 채기관(호스, PVC)을 사용
- 측정 지점
 - 수직, 수평방향으로 **각각 3개소 이상**
 - 작업 시 **근로자의 호흡 위치를 중심**으로 측정
 - 측정 치 기재 후, 출입 여부를 결정

· 적정 공기 기준



· 올바른 환기 방법

- 급기, 배기 중 **효율이 높은 방법**을 선택
- 작업 전 **밀폐공간 내 부피의 5배 이상** 충분히 급기
- 송풍관은 용접불티 등을 고려해 난연 재질 사용

- 20 -

화학물질 중독 및 질식재해의 예방관리 [2/2]

● 화학물질 중독 및 질식의 사고사례

· 도장작업자 **직업성** 기관지 천식 발생



원인	· 적절한 방호 마스크 미착용
예방 대책	⇒ 방독마스크 등 착용 ⇒ 정기적인 건강검진 등

● 예폭시 방수작업 안전점검 체크리스트

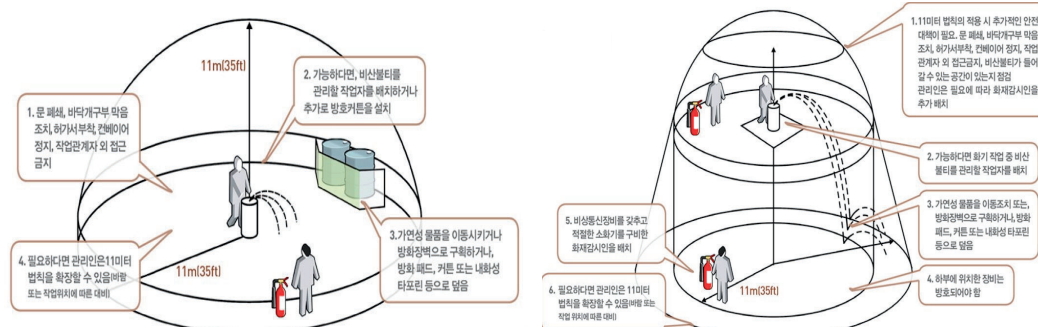
구분	평가문항	평가결과
번호		개선필요
공통	1 작업에 적합한 보호구가 지급되었는가?	
	2 위험장소 및 설비 등에 안전-보건표지가 부착되었는가?	
	3 MSDS, 위험요인 및 안전대책 등에 대해 교육하였는가?	
	4 안전작업절차가 수립되어 있으며, 숙지하고 있는가?	
	5 취급하는 도료의 구성 성분 및 주요 성분의 건강장해에 대한 사전 숙지 여부	
	6 도장작업 장소에 급배기 환기팬의 설치 확인	
세부 점검 항목	7 개인용 방독마스크 지급 및 착용 확인 - 환기가 불충분할 경우, 송기마스크 또는 전동식·비전동식 전면형 유기가스용 방독마스크 지급	
	8 방독마스크 여과필터의 적절한 교체 확인	
	9 도로 취급 근로자에 대한 물질안전보건자료(MSDS) 교육 실시 여부	
	10 취급 근로자에 대한 배치 전 건강진단 실시 여부	
	11 작업위치 주변에서 화재 위험이 있는 물질 제거 확인	
	12 취급 도료를 잠금장치가 있는 정해진 장소에 보관하는지 확인	

화재 예방의 안전관리 [1/2]

● 화재 예방의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 시너, 페인트 등의 보관 장소 인근에서 화기작업으로 화재 · 우레탄 작업 장소에 응접 불뚱이 튀어 훈소 후 야간에 화재발생 위험 · 시너, 페인트 등의 보관장소 화재에 초동대응 미흡으로 화재 확산 위험 	<ul style="list-style-type: none"> · 인화성 액체는 별도 장소에 보관하고, 필요한 최소량만 소분하여 작업장소에 사용 · 도장작업 시 점화원과 최소 10m 이상 떨어진 장소에서 작업 · 화재감시자 배치, 작업 종료 후 1시간 이상 불티, 훈소 확인 · 인화성 액체 보관장소에 소화기 배치로 유사 시 초동대응

● 화재감시자의 배치(11미터 법칙) 기준



화재 예방의 안전관리 [2/2]

● 화재 예방의 사고사례

· 페인트 보관소 용접작업 중 화재



원인	<ul style="list-style-type: none"> · 가연물 보관장소 인근에서 화기 작업 · 가연물 관리상태 불량으로 점화원 접촉
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 화기작업은 가연물 보관장소에서 10m 이상 이격 - 방염포, 방염갓을 활용하여 용접불티 날림 방지 조치 ⇒ 가연물은 방염포를 활용하여 점화원으로부터 격리

● 가연성 자재 취급 시의 화재예방 점검 체크리스트

번호	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	가연성 자재는 단위작업에 사용할 최소량 단위로 반출하였는가?	
2	화기 금지, 흡연 금지, 가연성 자재 경고 등의 표지판을 설치하였는가?	
3	작업장소에 소화기를 비치하였는가?	
4	화기작업 시 화재감시자를 배치하였는가?	
5	가연성 자재는 점화원용접봉티 제외과 10m 이상 떨어진 장소에서 사용하는가?	
6	5의 조치가 불가능한 경우 점화원으로부터 격리된 장소에서 사용하는가?	
7	용접·용단작업은 가연성 자재와 15m 이상 떨어진 장소에서 이루어지고 있는가?	
8	용접·용단작업 시 용접불꽃 및 불뚱이 날리지 않도록 조치하였는가?	
9	고소에서 용접·용단작업 시 비산방지포를 설치하였는가?	
10	화기작업 후 비산불티, 훈소 징후에 대해 1시간 이상 확인하였는가?	
11	지하실, 탱크 등 밀폐된 공간에서 유기용제 등 액체류의 가연성 자재를 사용하는 작업 시 공기 중 농도를 수시로 측정하여 환기를 시키는가?	

근골격계질환의 예방관리 [1/2]

● 근골격계질환의 위험요인과 재해예방

유해·위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> · 부적절한 자세로 중량물을 들거나 운반할 경우 요통 · 달비계에서 장시간 작업 또는 쪼그려 앉은 자세에서 장시간 붓 도장에 의한 근골격계질환 발생 · 중량물을 들거나 내려놓을 때 손, 발 등 끼임 위험 · 과대한 중량물 운반 중 시야 미확보로 넘어짐, 부딪힘 · 페인트통 반복 취급함에 따른 건강장해 위험 · 스프레이건 사용 시 장시간 반복 동작에 따른 질환 · 중량물 자체의 위험성에 의한 베임, 찢어짐 위험 (뜨거움, 차가움, 거침, 날카로움 등) 	<ul style="list-style-type: none"> · 중립자세 유지가 가능하도록 작업영역, 공구, 발판을 맞춤 · 고정된 동작을 줄이거나 작업 중간에 규칙적으로 휴식 · 가급적 하역운반기계 또는 운반용구를 사용 · 작업지휘자와 함께 운반작업 수행 · 가급적 하역운반기계 또는 운반용구를 사용 · 작업을 변경하여 순환 실시, 휴식시간에 충분한 스트레칭 · 근로자에게 안전화, 안전장갑 등 적합한 보호구 지급, 착용

● 중량물 안내 표지(예시)

- 인력 운반작업에 영향을 미치는 요소
 - 작업자 : 성별, 나이, 건강상태, 경험 등
 - 운반장치 : 기계사양, 능력, 작업공간 등
 - 운반작업 형태 : 이동거리, 손잡이, 시간 등
 - 운반물 : 중량, 형태, 크기, 무게중심 등
 - 작업환경 : 온도, 바닥상태, 조명, 소음 등

<p>중량물 취급주의 무게 : 5~10kg 이상 무게중심 확인</p> <p><경고></p>	<p>중량물 취급주의 무게 : 10~20kg 이상 무게중심 확인</p> <p><주의></p>	<p>중량물 취급주의 무게 : 20kg 이상 무게중심 확인</p> <p><위험></p>	<p>중량물 안내 표지</p> <table border="1"> <tr> <th>중량물 예</th> <th>중량</th> </tr> <tr> <td>사진</td> <td>00kg</td> </tr> </table> <p>올바른 중량물 취급요령</p> <p><안내 표지 예시></p>	중량물 예	중량	사진	00kg
중량물 예	중량						
사진	00kg						

근골격계질환의 예방관리 [2/2]

● 근골격계질환의 발생사례

· **철탑 도색을 위해 페인트 운반 중 요통**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 짧은 시간에 무리한 운반 작업 • 보조도구 없이 무리한 인력 운반 • 휴식시간 제공 미흡
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 주기적 휴식 및 스트레칭으로 피로와 스트레스 경감 ⇒ 적정 간격으로 휴식시간 제공 ⇒ 운반대차 등 보조운반설비 사용

● 인력 운반 작업의 점검 체크리스트

순번	평가분항	평가결과	
		개선필요	보통
1	화물의 특성에 따른 취급 방법과 작업 절차는 정해져 있는가?		
2	화물의 종류 및 상태(고체, 액체, 기체, 분체, 고온, 저온)는 어떠한가?		
3	화물의 성질(파손 가능성, 폭발성, 인화성, 유해성 등)은 어떠한가?		
4	화물의 중량(kg)과 부피(길이, 폭, 높이) 형상은 어떠한가?		
5	화물 운반 시 고정을 필요로 하는가?		
6	통로는 미끄러지거나 걸려 넘어질 우려가 없는가?		
7	통로의 조명은 적절한가(75lux 이상)?		
8	화물의 중량, 특성에 따른 인력 운반 방법을 준수하고 있는가?		
9	2인 운반 적정중량 (관장사항 : 남 25kg, 여 20kg) 이상을 1인이 운반하고 있지 않은가?		
10	화물의 종류에 적합한 적재 방법을 준수하고 있는가?		
11	휴식시간이나 회복시간은 충분한가?		
12	개인보호구를 착용하였는가?		

차선 도색작업의 안전관리 [1/2]

● 차선 도색작업의 위험요인과 재해예방

유해 · 위험요인	재해 예방대책
<ul style="list-style-type: none"> • 차선 도색 중 주변 교통통제 미흡에 의한 교통사고 • 도색차량 후면에 탑승하여 러버콘 설치 중 떨어짐 • 도로 용해조 및 차선도색기 고열 부분 접촉으로 화상 • 용해조에서 도색기로 도로 이송 시 작업자 화상 위험 • 용착식 도로(분말) 용해조 투입 시 도로 흡입 위험 • 용해조 과열 및 LPG용기 화염 역류에 의한 화재/폭발 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업 진행 단계별 교통통제 계획을 수립, 시행 • 차선도색차량의 후면, 일반트럭의 적재함 탑승은 원칙적 금지 • 취급 근로자 손목 및 발목 부위에 토시 등의 보호구 착용 • 주변 보행자 및 근로자를 통제할 상태에서 소분 실시 • 분말 도로 및 비드 취급자는 방진마스크 등 보호구 착용 • 소화기 근접 배치, LPG용기 역화방지기 부착

● 차선 도색작업의 사고사례

· **도색차량에서 러버콘 수거 중 차량에 추돌**



원인	<ul style="list-style-type: none"> • 정규 탑승석이 아닌 차량 후미에 임의 탑승하여 작업 • 차량계 건설기계 유도자 미배치 • 차량계 건설기계 작업계획서 미작성
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 정규 탑승석이 아닌 차량 후미에 임의 탑승 금지 ⇒ 차량계 건설기계 유도자 배치 ⇒ 차량계 건설기계 작업계획서 작성 및 준수

차선 도색작업의 안전관리 (2/2)

● 차선 도색작업의 사고사례(계속)

· 도색작업 중 LPG용기 폭발로 **화상**



원인	<ul style="list-style-type: none"> · LPG 용기에 역화방지 미부착 · 초동 소화를 위한 소화기 미배치
예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ LPG 용기에 역화방지기 부착 ⇒ 초동 소화활동을 위해 소화기 근접 배치

● 차선 도색작업의 안전점검 체크리스트

순번	평가문항	평가결과 개선필요 보통
1	차량 통제 계획을 포함한 작업계획서는 수립되었으며, 작업자들이 주지하고 있는가?	_____
2	차량 통제 계획에 따라 안전표지 및 안내표지를 설치하였는가?	_____
3	주변 교통의 유도자 및 차량계 간설기계의 신호수가 지정 배치되었는가?	_____
4	프라이어 및 도료 등 사용물질에 대한 MSDS 교육을 실시하였는가?	_____
5	용해조의 자동계속장치가 정상 작동하는가?	_____
6	LPG 용기에는 역화방지기가 부착되었는가?	_____
7	작업에 적합한 방진 또는 방독마스크 등 호흡용 보호구를 포함한 개인보호구를 지급·착용하는가?	_____
8	차선도색기의 운행 경로상의 지장물은 제거되었는가?	_____
9	작업 전·중·후에 적절한 스트레칭을 실시하는가?	_____
10	차량의 적재함 또는 후면 등 탑승석 아닌 곳에 근로자가 탑승하여 작업하지 않는가?	_____

기타 강조사항 / Q & A

- 이동식 사다리 작업기준 준수(A형 사다리, 관리감독자 승인)
- 고소작업대 및 이동식 비계 추락사고 예방 중요
- **달대비계** 설계도 작성 및 **관계전문가 검토** 실시
- 도색차량 사전 작업계획서 작성, 위험성 평가 실시
- 유도자 및 신호수 배치
- 도료 취급 시 **MSDS 관련 교육** 실시

기 획 건설/시설안전과 과장 김재민

제 작 건설/시설안전과 서기관 이종운, 사무관 김근유

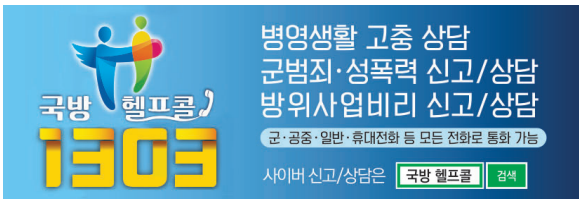
주무관 장정호, 주무관 정태민, 주무관 김효진, 주무관 박육환

문의처 건설/시설안전과 TEL. 02-748-4299

軍 건설현장 안전관리 교안

공종별 재해예방 교육

발행일 2024년 5월 8일
발행처 국방시설본부
디자인·인쇄 국방출판지원단 M240540355



* 이 책자는 저작권법에 의해 무단 전재 및 무단 복제를 금합니다.

軍 건설현장
안전관리 교안

공종별 재해예방 교육