

재해원인조사 의견서

한국 산업 안전 보건공단

이 의견서는 「산업안전보건법」 제56조에 따라 중대재해 원인조사를 실시하고 재해 원인에 대한 의견을 작성한 것으로

「산업안전보건법」 제56조의 ‘중대재해 원인을 규명하여 산업재해의 예방 대책 수립’을 통한 안전 확보에 이바지함을 목적으로 하고 있다.

그러므로 이 의견서는 산업현장의 안전·보건을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

재해조사 의견서

1. 재해발생 사업장 개요

원 청	회사명	(주)제일합석	주 소	본사	충북 제천시	전화 번호 (FAX)	
	현장명	강관비계 조립		현장	충북 제천시		
	대표자	B	면허업종		건설업	근로자수	9명
	관리번호 (사업개시번호)		발주처		사업장 ㉠	공사기간	'22.11.1. ~ '23.2.10.
	공사종류	가설구조물	단위공종		비계설치		
	공사금액(원)	328,000,000	공사규모		지상 70m K-1 Calciner 개조	공정률	75%

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태 (상용, 일용, 시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1966	(주)제일합석	일용	사망

3. 재해발생 경위

- 2023.1.5.(목) 10:00경 제천시 소재 사업장 ㉠ 내 Calciner 개조·설치 작업을 위한 강관비계 조립공사 현장에서
- 재해자가 높이 약 35.5m 지점 중간 플로어(지상 3.5층)의 강관비계 조립 작업 중 지상 3층(SL=29.5m) 플로어(철판)로 떨어지면서(충간 높이 6.0m)
- 적재해 놓은 비계용 파이프 다발에 오른쪽 안면을 부딪쳐 병원으로 이송 치료 중 2023.1.8.(일) 11:42경 사망하였음.

4. 현장조사 내용

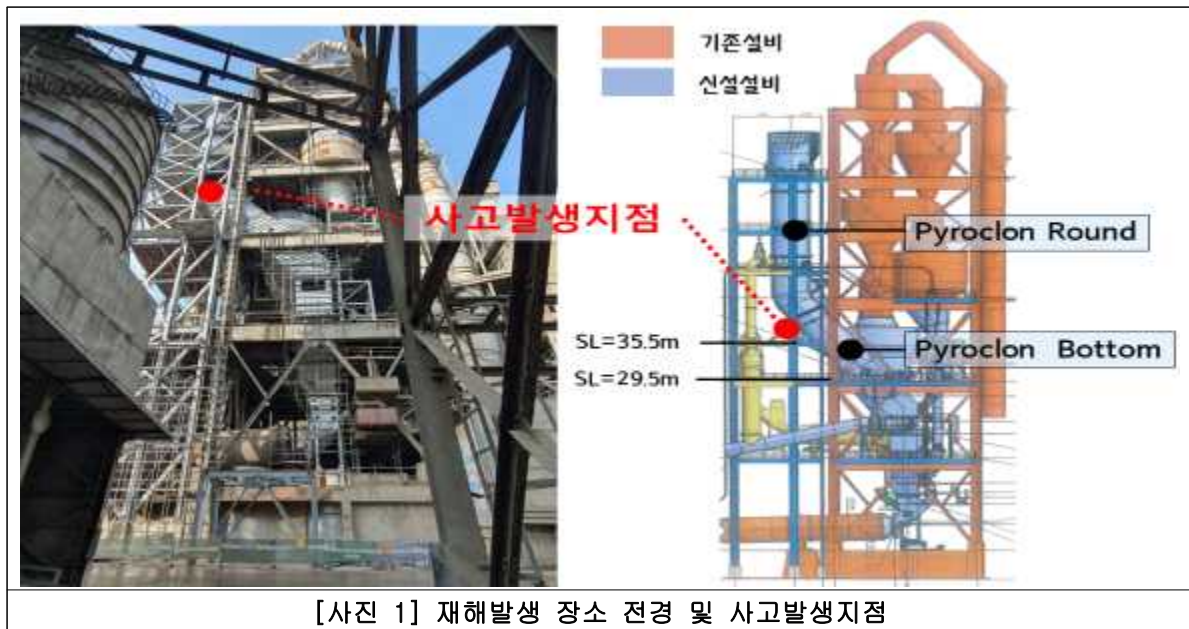
【 본 조사는 고용노동부 충주지청 근로감독관과 합동으로 실시했으며, (주)제일합석 현장소장 C, 작업반장 D, 동료작업자 E, 사업장 ㉔ 현장소장 F의 진술내용 및 현장조사에서 파악된 사항을 중심으로 작성하였음. 】

□ 사업장 개요 및 재해발생 과정

가. 사업장 개요

- 해당 현장은 제천시 소재 사업장 ㉔ 내 기계설비 개보수 현장으로 발주처(사업장 ㉔)에서 비계설치 공사에 대해 (주)제일합석으로 분리 발주*하며 별도 계약한 공사임.
- * 별도 계약내용 : 사업장 ㉔는 철골 및 기계설비 설치·해체 공사를 시행하고, (주)제일합석은 사업장 ㉔ 공사 시 필요한 작업발판(비계) 조립·해체 또는 변경 작업을 담당함.
- 해당 공사 내용은 기존 킬른(Kiln) 1호기 프리히터(Preheater, 예열기) 내 캘사이너(Calciner)¹⁾를 개조하기 위해 공장 증설 및 기계를 설치하는 공사임.
- 재해발생 구간의 비계 설치는 Pyroclon(파이로클론)** Round와 Bottom(사진1 참조)을 연결하기 위한 작업으로 2023.1.5.(목) 조립을 시작하여 당일 종료될 예정이었으며, 재해 당일 08:00경부터 비계 설치 작업을 진행하던 중 10:00경 사고가 발생하였음

** 파이로클론(Pyroclon)은 캘사이너(Calciner)와 동일한 역할이며 제조사에 따라 명칭이 다름



[사진 1] 재해발생 장소 전경 및 사고발생지점

1) Calciner(하소로) : 시멘트 반제품인 클링커제조(소성공정)에 사용되는 주 원료인 석회석에서 CO₂를 제거하는 탈탄산 설비(CaCO₃ → CaO + CO₂)이며, 동 공사는 정부 탄소중립설비지원 사업으로 캘사이너(Calciner) 용량 증대를 통해 질소산화물 외 대기오염물질 배출을 저감하기 위한 공장증축 및 기계·배관 개조(신설) 공사임

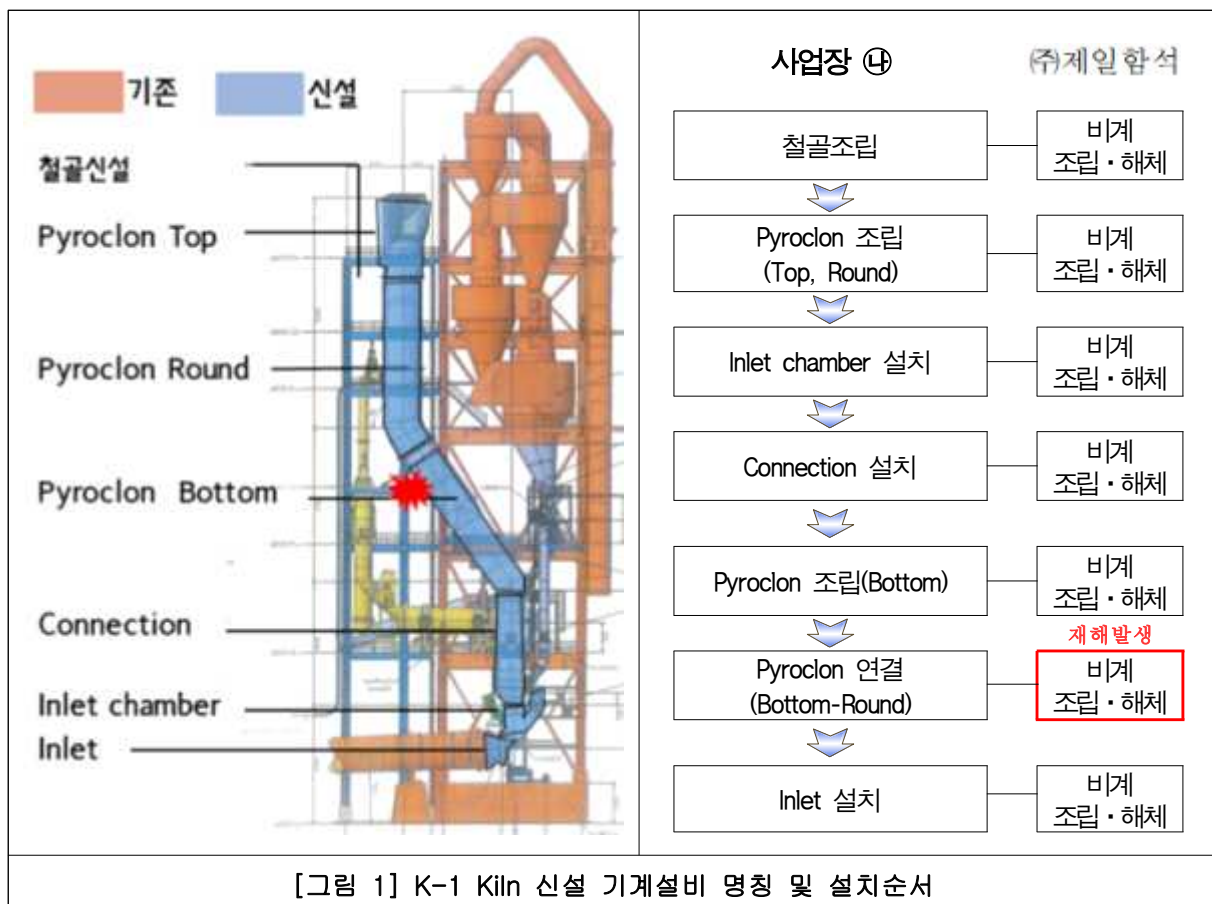
나. 계약관계 및 재해발생 공정

- 사업장 ㉔와 (주)제일합석은 발주처(사업장 ㉔)와 K1 켈사이너(Calciner) 개조공사를 철골 신설공사 부분과 켈사이너(Calciner) 설치·해체 공사로 나누어서 계약하였음.

	철골조립 ('22.9.1. ~ ' 22.11.5)	Calciner 개조(해체,신설) ('22.11.1 ~ ' 23.2.10.)
사업장 ㉔	K-1 Calciner 개조 철골신설 '22.9.1. '23.11.5.	K-1 Calciner 개조 '22.11.1. '23.2.10.
제일합석	K-1 Calciner 개조 철골 신설 강관비계 조립 '22.9.1. '22.11.5.	(재해발생) K-1 Calciner 개조 강관비계 조립 '22.11.1. '23.2.10.

[표 1] 발주자(사업장 ㉔)와 사업장 ㉔ 및 (주)제일합석의 계약관계

- K1 Calciner 개조공사의 시공순서는 [그림1]과 같으며, 사업장 ㉔에서 철골 구조물 설치, 기계설비 설치 작업을 실시하고, (주)제일합석은 이를 위한 작업 발판(비계) 조립·해체를 담당하였음.



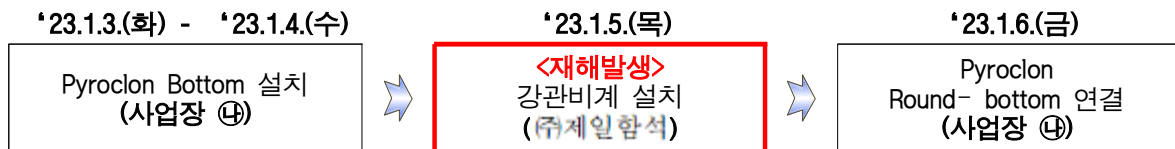
- 2022.9.10.(토) 사업장 ㉠에서 철골조립작업을 시작하였고, 철골조립 완료 후 Pyroclon Top과 Round를 설치하였으며, (주)제일합석에서 이 작업을 위한 비계 설치작업을 진행하였음.

※ 향후 Pyroclon bottom 설치를 위해 자재(bottom)만 지상 3층에 적치해 놓았음.

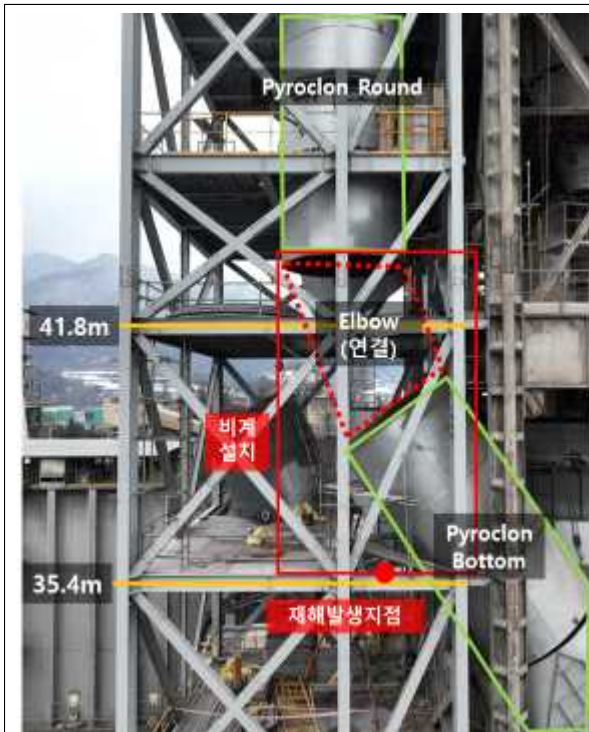
- 2023.1.3.(화) 사업장 ㉠ 현장소장 F는 Pyroclon Bottom을 설치한 뒤 (주)제일합석 현장소장 C에게 Pyroclon Round와 Bottom을 연결하기 위한 Elbow²⁾ 작업용 강관비계 조립(약 8m)을 요청하였음.

- 2023.1.5.(목) 재해자가 Elbow 작업용 강관비계 설치 작업 중 지상 35.5m 지점 개부구에서 지상 3층(SL=29.5m)으로 추락하는 재해가 발생하였음.

※ 강관비계 설치작업은 당일('23.1.5.)에 종료될 예정이었으며, 익일(' 23.1.6.)부터 사업장 ㉠에서 Pyroclon Elbow 설치작업을 진행할 예정이었음.



[표 2] 재해 발생 작업 일정 및 내용



[사진 2] 비계 설치 장소



[사진 3] 재해 상황도

2) Pyroclon Elbow : Pyroclon Round 내 부재로 Pyroclon Round 와 Bottom을 이어주는 배관

다. 재해발생 과정

- 재해발생 당일(2023.1.5.(목)) 해당 작업자 4명의 업무내용은 다음과 같음.

현장소장		기술공		조공	
현장 소장 (C)	- 현장 관리감독 - 안전교육	작업반장 (D)	- 위험성평가 - 작업지시 및 조립	동료작업자 (E)	- 비계 자재전달 - 비계 조립 보조
		재해자 (A)	- 비계 조립		

[표3] 재해발생당일 작업자 업무분장

- 08:00경 재해자 및 동료작업자 2명은 아침식사 후 (주)제일합석 휴게실에 도착하여 현장소장과 TBM 실시 후 현장(K-1호기)으로 이동하였음.
- 08:10경 재해자와 동료작업자 2명은 지상 3.5층(SL=35.5m)에서 Pyroclon Bottom 외측으로 비계 조립작업을 시작하였음.
- ※ (주)제일합석 현장소장 C는 09:30경 사업장 ㉠ 내 하수슬러지 펌프실 덕트 설치공사 관련 확인 사항 점검을 위해 이동한 상태로 재해발생 당시 사고 장소에는 없었음
- 10:00경 재해자가 우측 강관비계 설치를 위해 이동 중 개구부로 몸의 중심을 잃고 지상 3층(SL=29.5m)으로 떨어지면서 강관파이프 자재에 우측 안면을 부딪침.
- 동료작업자 E의 진술에 의하면 재해자는 우측 강관비계 상부 안전대 부착설비를 설치하기 위해 이동하던 중 몸의 중심을 잃고 떨어진 것으로 추정됨.
- ※ 작업반장 D는 좌측 강관비계 상부에서 재해자를 등지고 있어 사고 장면을 직접 목격하지 못하였다고 진술하였으며, 동료작업자 E도 자재 전달을 위해 3.5층 중앙부에 위치하였으나, 자재정리를 하느라 사고 장면을 직접 목격하지 못해 재해자의 안전대 체결유무, 이동 동선 등을 정확히 알 수 없다고 진술하였음.



[사진 4] 재해발생당시 작업자 위치



[사진 5] 재해발생당시 재해자 진행방향

□ 조사·확인내용

가. 추락위험 방지조치 확인

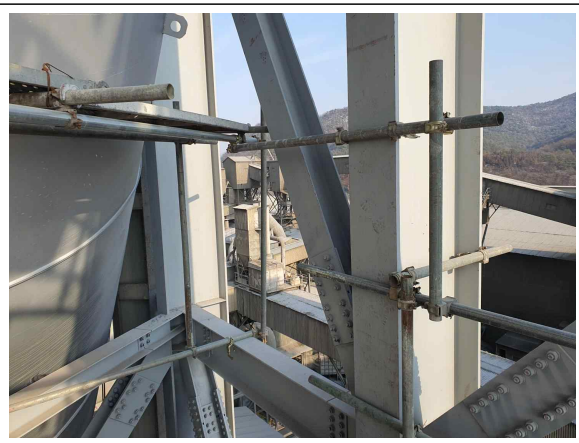
○ 철골구조물 상부 강관비계 설치 작업에 대한 추락위험방지조치를 확인한 결과,

- 해당 구간에는 바닥 철판이 깔리지 않아 개구부가 형성 되어 있었지만,
- 개구부에 작업발판, 안전난간 등의 추락방지조치가 시행되지 않았음.

※ (주)제일합석 현장소장 C의 진술에 의하면 철골설치 작업 시에는 추락방호망이 설치되어있었으나, 파이로클론(Pyroclon) 설치 작업을 위해 해체하였다고 진술하였음.



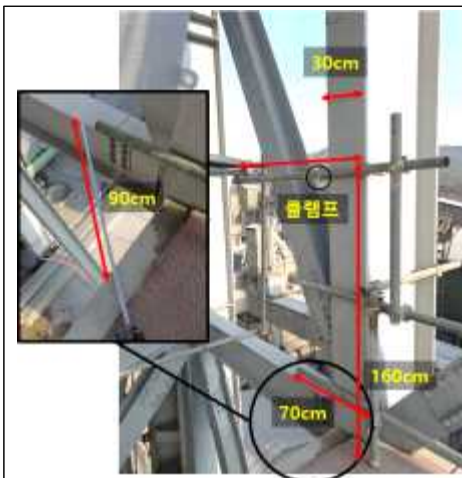
[사진 6] 재해발생 장소 개구부 상태



[사진 7] 재해발생 장소 안전대 부착설비

- 안전대 부착설비는 설치되어 있었으나, 우측 비계로 진입 시 안전대를 걸기 위해 개구부 쪽으로 몸을 내밀어야 하므로 추락위험에 노출되는 구조임.

※ 최상단 수평재는 클램프가 체결 되어있고, 최하단 수평재의 돌출 길이가 70cm이므로 안전대를 걸기 위해선 클램프 설치위치와 최하단 수평재 돌출길이보다 좌측(개구부)으로 몸을 기울여야 하므로 해당 안전대 부착설비는 적정하지 않은 추락방지시설이라고 판단됨.



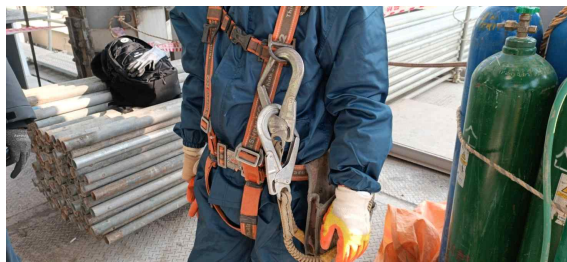
[사진 8] 안전대 부착설비 설치 상세



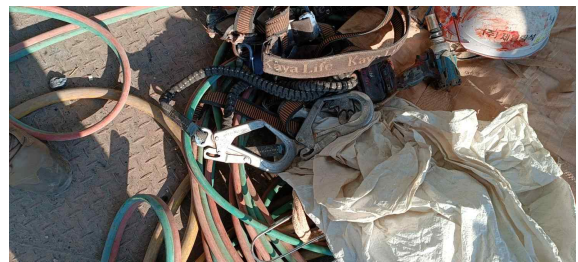
[사진 9] 안전대 체결 예시(작업반장)

나. 개인호보구 착용 상태 확인

- 재해발생 당시 사진에서 재해자는 안전모, 안전대를 착용한 상태였으나
 - 재해자가 안전대의 2중 안전고리를 미체결한 상태에서 추락위험이 있는 개구부로 이동 중 추락한 것으로 추정됨.



[사진 10] 동료작업자 안전대 착용 상태



[사진 11] 재해자 안전대 및 안전모

다. 안전작업허가서 관련사항

- 발주처인 사업장 ㉠은 (주)제일합석에서 작성한 일일 위험성평가를 바탕으로 안전작업 허가서를 발부하였음.
- 안전작업허가서에 (주)제일합석 현장소장 C가 비계 작업 시 고소작업에 대한 사항으로 작업발판과 안전난간 설치, 안전대 착용 등이 기재되어 있었고, 발주처인 사업장 ㉠에서 이행여부 확인을 실시하였으나,
 - 사고발생 장소에는 개구부 안전난간 미설치, 고소작업을 위한 안전대 부착설비 설치 미흡 등 추락방지조치가 미흡한 상태였음.

안 전 작 업 허 가 서			
1. 작업허가요청 부서/업체	성명	2. 작업허가승인 부서/업체	
3. 작업명		4. 작업장소	
5. 작업인원	작업반장 : ㉠ ㉡ ㉢	6. 작업기간	20. 11. 11. ~ 20. 11. 11.
7. 승인일자	20. 11. 11.	8. 승인번호	
9. 에너지차단 에너지 통제표지 철폐			
10. 안전조치사항(필요한 조치는 해당 □에 V 표시)			
개입 안전보호구 □		고소작업 □	
안전모	☒	작업발판 설치	☒
안전화	☒	안전난간 설치	☒
보호안경	☒	동행제한 표시	☒
각반	☒	안전대 착용 및 후크 체결	☒
귀마개	☒	낙하물 저점 안전벨트 설치	☒
위장개	☒	비상시대시 구조계획 수립	☒
파스کل	☒	상하 동시작업 금지	☒
보안면	☒	고압가스	☒
안전대	☒	작업장지기 유무	☒
보호장갑	☒	압박계이지 장상작업	☒
방열복	☒	가스통기 전도방지 조	☒
방열복(Cooler)	☒	불꽃미상방지조 설치	☒
		감시단 배치	☒
		불꽃선, 호스류 손상 여부	☒

11. 작업전 안전조치 확인	12. 작업중 안전조치 확인
작업할 현장(소명) : ㉠ ㉡ ㉢	작업중명 : ㉠ ㉡ ㉢
설비운영명 : ㉠ ㉡ ㉢	설비운영명 : ㉠ ㉡ ㉢
1. 절거린 필요물이나 보호설비가 손상배우 되었는가?	YES NO
13. 작업완료 후 확인사항	2. 작업장소 주변 및 하부에 화재경우는 없는가(최소 2시간 화재잠시)?
YES NO	YES NO
작업완료 확인(원래시간) : 20	설비운영명 : ㉠ ㉡ ㉢
1. 안전작업표지(안전작업계획서, 작업(위험)성명 등)	
2. 에너지통제표지	

[사진 12] 안전작업허가서 1 (상부)

[사진 13] 안전작업허가서 2 (하부)

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 비계 조립 작업 시 추락방지조치 미흡

- 추락위험이 높은 높이 5m 이상의 비계를 조립하는 경우 폭 20cm 이상의 발판을 설치하고 작업자로 하여금 안전대를 사용하도록 하는 등 추락을 방지하기 위한 조치를 하여야 하나,
- 비계 조립작업 시 재해 발생 장소(지상 35.5m 개구부)에 작업자를 위해 설치된 발판은 없었으며, 작업자가 안전대 고리를 걸기 위해 개구부 쪽으로 몸을 내밀어야 하는 불안정한 구조의 안전대 부착설비만 설치되어 추락을 방지하기 위한 조치가 부적정한 상태에서 재해자가 작업하던 중 추락재해 발생

○ 개구부 방호조치 미실시

- 개구부 등 근로자가 추락위험이 있는 장소에는 안전난간, 울타리, 수직형 추락방망, 덮개 등의 방호조치를 충분한 강도를 가진 구조로 튼튼하게 설치하여야 하나,
- 재해가 발생한 장소인 개구부에 안전난간 등의 방호조치를 실시하지 않아 재해자가 작업 중 추락하는 재해 발생

○ 관리감독자 유해·위험방지 업무 미흡

- 높이 5m 이상의 비계를 조립, 해체하거나 변경하는 작업의 경우 관리감독자가 작업방법 및 근로자 배치 결정, 안전대 착용 상황 감시 등 유해·위험방지 업무를 수행하여야 하나,
- 재해가 발생한 장소에서의 작업 시 발주처에 제출한 안전작업허가서에 기재된 고소작업 안전조치 사항(작업발판, 안전난간 등 설치)에 대한 관리감독자 유해·위험방지 업무가 적절하게 이행되지 못함.

나. 재해예방 대책

○ 비계 조립 작업 시 추락방지조치 철저

- 추락위험이 높은 높이 5m 이상의 비계를 조립하는 경우 폭 20cm 이상의 **발판을 설치**하고 작업자로 하여금 **안전대를 사용***하도록 하는 등 추락 방지조치 철저

* 근로자에게 안전대를 착용하도록 지시한 경우 현장 특성에 맞는 안전대(안전블럭, 추락방지대 등)를 지급하고 사용하도록 하여야 하며, 작업자가 안전하게 안전대를 체결할 수 있도록 수직·수평 구멍줄(안전대 부착설비)을 설치해야 함.



○ 개구부 방호조치 철저

- 추락위험이 있는 개구부에는 기준에 적합한 구조로 안전난간, 추락방망 등의 방호조치 후 항시 유지될 수 있도록 관리감독 철저

○ 관리감독자 유해·위험방지 업무 철저

- 높이 5m 이상의 비계를 조립, 해체하거나 변경하는 작업의 경우 관리 감독자가 현장 조건을 반영한 작업방법 및 근로자 배치 결정, 안전대 착용 상황 감시 등의 유해·위험방지 업무 수행 철저