

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 목적이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

1. 재해발생 사업장 개요 (계약서 확인 불가로 진술에 의함)

원 도 급	회사명	가진아이디(주)	주 소	본사	제주 제주시	전화번호 (FAX)	
	현장명	회의실 내부보수공사		현장	제주 제주시		
	대표자	B	면허업종		인테리어공사업	근로자수	4명
	관리번호 (사업개시번호)		발주처			공사기간	2024.08.06. ~ 2024.09.05.
	공사종류	리모델링공사	단위공종		철거공사		
	공사금액(천원)	49,727	공사규모		○○○○ 내부 리모델링공사	공정률	5% (재해발생일 기준)

하 도 급	회사명	탐건축		주 소	제주 제주시	전화번호 (FAX)		
	대표자	C		전문업종	철거공사업	근로자수	4명	
	사업자등록번호						공사기간	2024.08.06. ~ 2024.08.07.
	공사종류	철거공사	단위작업	천장부재 철거				
	하도금액(원)	2,800,000(VAT 포함)				공정률	20% (재해발생일 기준)	

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1970년	탐건축	일용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	맞음	기인물	천장마감재
○ '24.08.06(화) 10:35경 제주시 아라일동 소재 「가진아이디(주) 회의실 내부보수 공사」 현장에서 ○ 협력업체 탐건축 소속 재해자가 회의실 내부 천장부재(석고보드 및 합판 등) 일부를 철거(해체)하고 철거잔재물이 쌓여있던 조명박스 하부 구간에서 철거잔재물 정리 중 ○ 불상의 이유로 조명박스가 탈락되어 떨어지며(H≒3m) 하부에 있던 재해자를 가격 하여 입원·치료 중 '24.08.14.(수) 사망함.			

4. 재해조사 내용

【본 재해조사의견서는 광주지방고용노동청 제주산재예방지도팀 감독관과 합동조사한 결과이며, **가진아이디(주)** 현장소장, 탐건축 대표, 동료작업자 등 관계자의 면담과 현장 확인 내용을 근거로 작성함】

가. 사고의 경위

1) 사업장 개요

- 당 사업장은 사업장 ㉔에서 발주한 회의실 리모델링 공사로, 원도급사 **가진아이디(주)**와 수의계약을 체결하였으며 도급계약서는 작성하지 않은 상태로 작업을 진행함.
- 리모델링공사 중 내부마감재 철거(해체)공사에 대하여 **탐건축**에서 하도급계약을 체결하였으며, 하도급계약서는 작성하지 않은 상태로 작업을 진행함.
- **탐건축**에서 철거(해체)공사 완료 후 에서 리모델링공사 진행 예정이었으며, 철거(해체)작업을 시작한 첫 날인 **2024.08.06.(화)** 재해가 발생함.

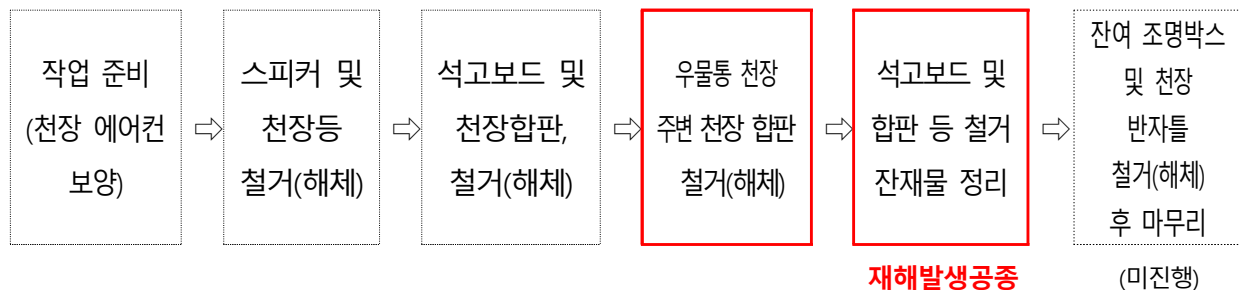


[사진1] 현장 외부 전경



[사진2] 철거(해체)작업 전 회의실 전경(현장관계자 제공)

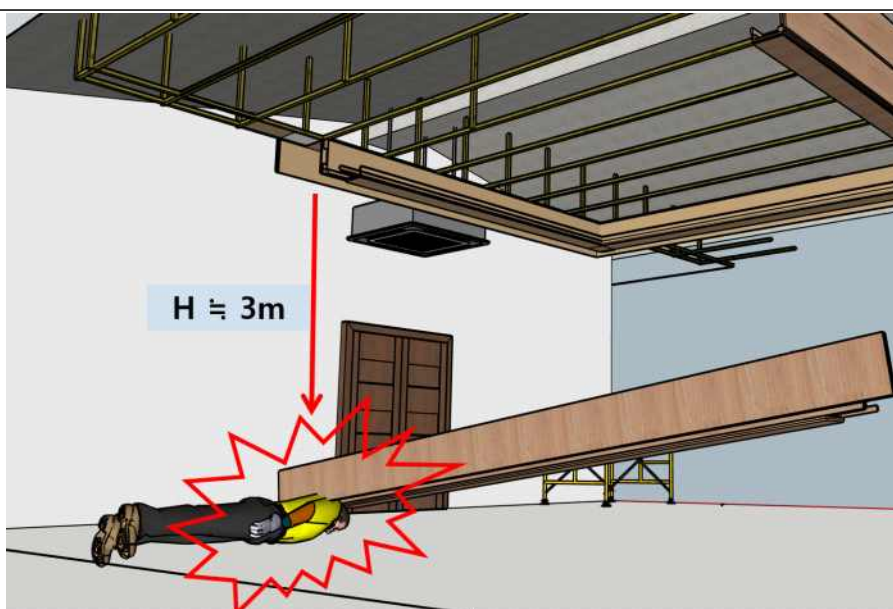
2) 재해발생 공정



3) 재해발생 과정 [24.8.6.(화)]

- 【07:30경~】 총 4명의 근로자(**탐건축** 대표, 재해자 및 동료작업자 2명)가 현장으로 출근하여 작업 전 TBM을 실시함.
- 【08:00경~】 천장에 설치된 에어컨 2대에 대한 보양작업, 스피커 및 천장등 철거(해체)작업을 마무리하고, 천장 석고보드 철거(해체)작업을 시작함.
- 【10:00경~10:20경】 천장에 취부된 석고보드 철거(해체) 후 휴식.
- 【10:30경~】 **탐건축** 대표 면담 내용에 의하면 휴식 후 **탐건축** 대표와 동료작업자 1명은 이동식비계 위에 올라가 향후 철거(해체) 작업을 위하여 천장 구조를 확인하는 중이었으며, 같은시간 재해자는 우물통 천장 하부에서 철거잔재물 정리작업을 하고 있었음. - 추정※
- 【10:35경~】 우물통 천장에 고정되어 있던 조명박스(가해물: 약 50kg 추정)가 불상의 이유로 탈락되어 떨어지며(H≈3m) 하부에 있던 재해자가 떨어지는 조명박스에 머리를 맞고 쓰러져 병원으로 이송·치료 중 **2024.08.14.(수) 사망함.**

※ 당시 재해자가 가해물 하부에서 어떤 작업을 하고 있었는지 정확히 알 수는 없으나, **탐건축** 대표의 면담내용 및 당시 작업 상황으로 볼 때 바닥에 떨어져 있는 기 철거잔재물 정리작업을 하고 있던 것으로 추정됨.



[재해상황도]

나. 가해물

- 재해 가해물인 조명박스는 높이 약 3m에 설치된 천장 구조물 중 하나로, 천장 구조물은 중앙부와 외곽부에 높이 단차(약 30cm)가 있는 우물통 천장 형태이며, 단차 구간에 조명박스가 달려있는 구조임.



[사진 3] 천장 구조



[사진 4, 5] 가해물(천장 조명박스)

○ 가해물인 조명박스의 무게는 약 50kg로 추정됨

○ 송판 부피 : $8,000,000\text{mm}^3$

○ 합판 총 부피 : $61,200,000\text{mm}^3$

○ 각재(30*30)부피 : $3,600,000\text{mm}^3$

○ 부피합 : $72,800,000\text{mm}^3 \approx 0.073\text{m}^3$

→ 합판의 통상적인 비중(0.65)으로 계산했을 때 $0.073 \times 0.65 = 0.047 \text{ Ton}$ 으로
약 50Kg으로 추정됨

※ 충격량 및 충격력 산정

$m \approx 50\text{kg}$

[운동량 보존의 법칙] $m \times g \times h = 1/2 \times m \times v^2$

$v = \sqrt{2 \times g \times h} = 7.66\text{m/s}$

◇ 충격량 = $m(V_1 - V_0) = 50\text{kg} \times 7.66\text{m/s} = 383\text{kg} \cdot \text{m/s}$

◇ 충격력(1s 가정) = $(383\text{kg} \cdot \text{m/s})/s = 383\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$

충격력(0.5s 가정) = $766\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$

[조명박스 무게 추정]



[사진 6] 조명박스 규격

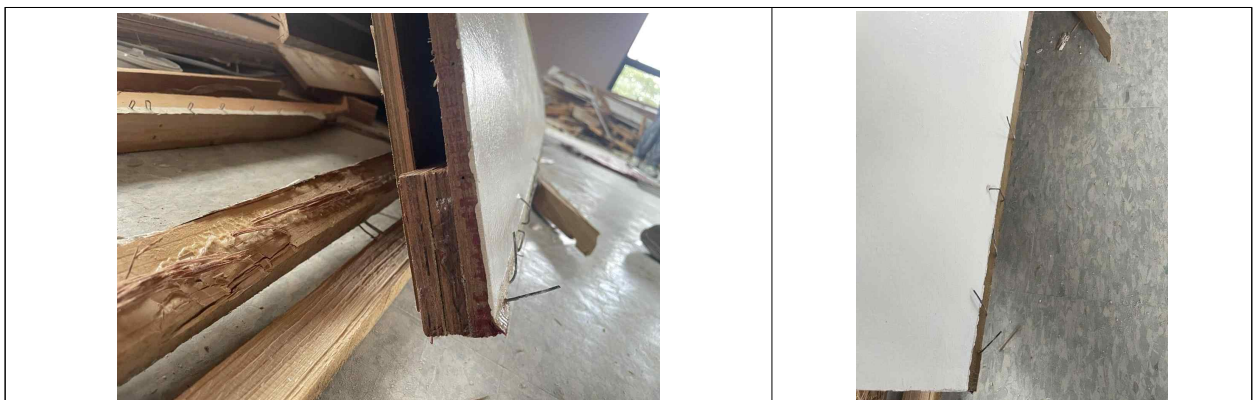
다. 조사·확인 내용

- 철거(해체)작업의 범위는 천장 및 바닥 부재이며, 에어컨과 창문 등은 재사용을 위해 손상이 최소화되도록 작업하였음.
- 천장구조물(조명박스, 반자틀 등 천장을 구성하는 목재구조물 전체) 철거(해체)를 위해서는 스피커 및 전등을 철거(해체)한 후, 석고보드, 합판, 조명박스, 목재 반자틀 등 목재구조물을 철거(해체)하여야 함.
- 목재반자틀과 조명박스의 구조
 - 목재반자틀을 고정하고 있는 수직부재(각재)는 지붕 경사슬래브에 설치된 콘크리트 가로보에 일부 고정되어 있는 상태[사진7]이며, 나머지 수직부재(각재)는 경사슬래브에서 못을 돌출시켜 수직부재(각재)를 아래에서 박아넣어 고정시킨 것[사진8]으로 추정됨.



[사진 7, 8] 수직부재(각재) 고정구조

- 재해 당시 4면의 조명박스 전체가 떨어졌으며, 조사 당시 기 탈락되어 떨어져 있던 조명박스 부재에서 못으로 고정되었던 흔적은 발견할 수 없었음. 조명 박스는 목재반자틀에 타카(L≒40mm)로 고정되었던 것으로 추정되며, 조사 당시 확인된 타카 간격은 10~15cm임.



[사진 9, 10] 타카로 고정되어있던 조명박스

- 철거(해체) 대상물인 천장에는 천장형 에어컨 2대가 설치되어 있는 상태로, 천장형 에어컨의 냉매배관은 *수직부재(각재) 및 반자틀에 U클립을 이용하여 볼트로 고정되어 있는 구조임.

* 수직부재(각재)는 출입문 쪽으로 천장을 가로질러 목재반자틀을 매달고 있는 구조임.



[사진 11, 12] 천장에어컨 고정상태 및 냉매배관 고정상태

- 이러한 천장 구조로 미루어보았을 때, 천장의 목재반자틀을 노루발못뽑이 (일명 '빠루')를 이용하여 한번에 철거(해체)할 경우 에어컨에 연결된 냉매배관이 함께 떨어지며 에어컨을 손상시킬 우려가 있었을 것으로 판단됨.

○ 철거(해체)작업의 순서

- **탐건축** 대표(○)의 면담내용에 따르면 천장부재 철거(해체) 중 창문의 손상을 최소화하기 위해 우물통 천장의 외곽부를 먼저 해체한 후 중앙부를 해체하였다고 함.

○ 사전조사 및 작업계획 수립 여부

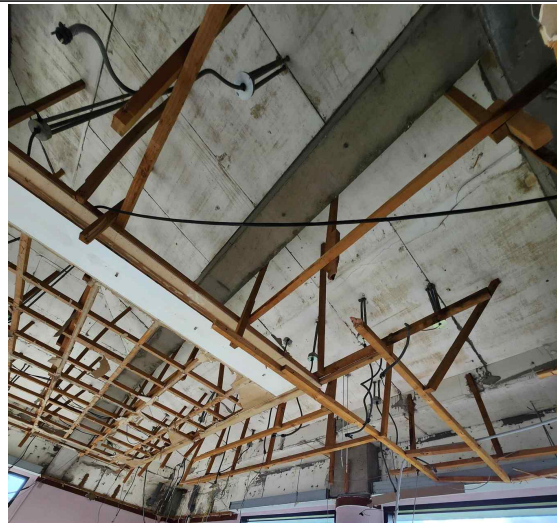
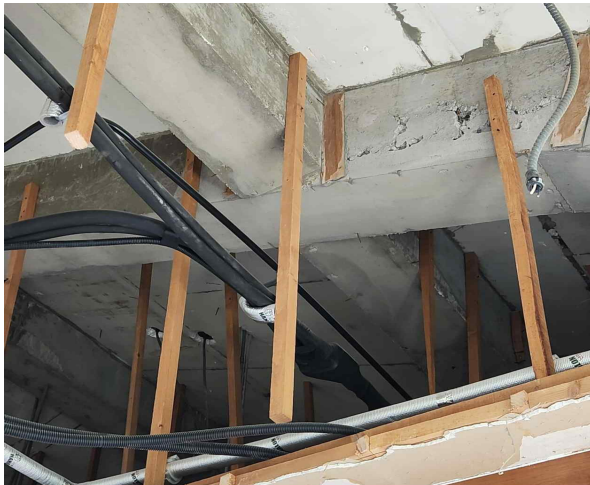
- 현장책임자(D, C) 면담내용에 따르면, 철거(해체)작업 대상물에 대한 사전 조사가 이루어지지 않았으며, 철거(해체)작업을 위한 작업계획서도 작성되지 않았음.

5. 조사자 의견

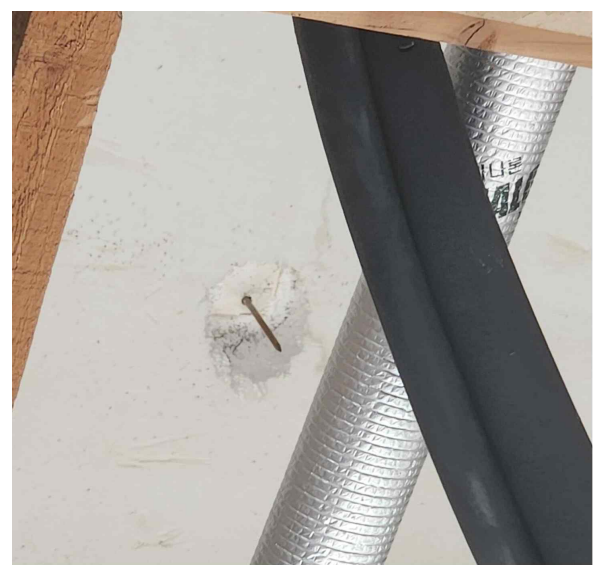
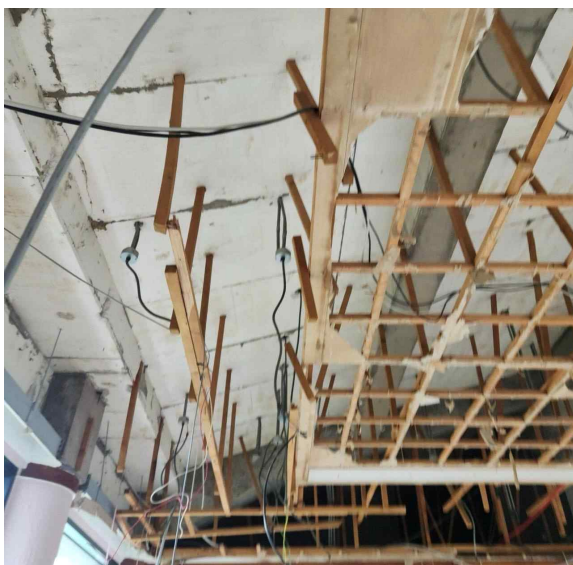
가. 작업현장의 위험요인

○ 당 현장의 천장구조물은 목재로 이루어진 반자틀과 반자틀을 지지하는 수직부재(각재)로 이루어진 구조이며, 조명박스를 이용한 우물통 천장으로 구성되어 있음.

- ① 목재반자틀은 수직부재(각재)로 천장에 고정되어 있었으며, 조명박스가 설치된 구간은 철근콘크리트 가로보에 못으로 고정된 부분[사진13,14]과 경사슬래브에서 못을 돌출시켜 수직부재를 아래에서 박아넣어 고정된 구간[사진15,16]이 혼재되어 부재의 흔들림에 취약한 구조임.



[사진 13, 14] 가로보-수직부재(각재) 고정 구간



[사진 15, 16] 수직부재(각재)를 아래에서 박아넣은 구간

- ② 조명박스과 천장 목재반자들은 **타카**(L=40mm, 간격 10~15cm)로 고정되어 있어, 인접구간 부재 철거(해체)에 따른 **충격, 부재의 흔들림 등에 의한 타카 뽑힘, 변형**에 의한 부재탈락의 위험이 높은 것으로 판단됨.

○ 해체 대상 구조물인 천장 구조에 대한 사전조사 미실시

- 해체 대상물인 천장 구조물에 대한 사전조사를 실시하고, 불시 탈락에 따른 위험성 등을 조사하여야 하며,
- 에어컨 등 재사용 자재의 손상 방지를 위해 순차적으로 해체하며 불시 낙하의 위험이 있는 해체작업 구간 하부에서 근로자가 작업하는 경우 그에 따른 위험성을 조사하여야 하나, 사전조사를 미실시하여 해당 위험성에 대하여 인지하지 못하였음.

○ 작업방법의 제약

- 출입문과 반대편 천장에 설치된 에어컨의 냉매배관이 목재반자들 및 목재 반자들을 지지해주는 수직부재(각재)에 U클립[사진12]으로 고정 되어있는 상태로, 반자들을 무리하게 철거(해체)하는 경우 **에어컨과 배관이 같이 떨어지거나 손상될 우려**가 있는 것으로 판단되며,
- 일반적으로 구조부재가 아닌 반자들, 합판, 석고보드 등의 해체 작업시에는 구역별 작업순서에 따라 근로자의 출입을 통제하며 순차적으로 해체작업을 진행하는 등의 방법으로 작업하여야 하나, 에어컨 등 재사용 자재의 손상을 최소화하기 위해 수시로 근로자의 위치를 이동하며 작업함에 따라 낙하물에 의한 위험에 노출되었음.

나. 재해발생원인

○ 구조물 철거(해체) 작업에 따른 사전조사 미 실시 및 철거(해체)작업 계획서 미작성

- 철거(해체) 대상물의 구조 등에 대한 사전조사를 실시하고, 그 결과에 따라 적절한 작업계획을 수립하여야 하나 사전조사를 실시하지 않아 철거(해체) 대상물의 조립방법 및 고정상태 등 구조를 확인할 수 없었으며, 작업계획 또한 수립하지 않아 작업방법에 대한 안전성을 확보하지 않은 상태로 철거(해체) 작업을 진행하였음.

○ 작업지휘자 미지정

- 건축물 등의 철거(해체) 작업시에는 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업하도록 지휘하여야 하나, 작업지휘자를 지정하지 않은 상태로 작업 하였으며,
- 재해 당시 현장에는 원도급업체의 현장책임자(현장소장 D)는 부재중이었으며, 하도급업체 탑건축의 대표(C)는 현장에 있었으나, 단순 업무지시 외 안전한 작업절차의 준수 등 근로자의 안전확보를 위한 작업지휘, 관리감독은 이루어지지 않음.

○ 건축물 등의 안전유지 조치 미 실시

- 철거(해체) 작업 중 발생하는 충격, 진동에 의하여 구조물이 무너지는 등 위험을 예방하기 위해서는 그 구조를 알 수 있는 설계도면을 확인하고, 작업계획서 등 설계도서에서 따른 필요한 조치를 하여야 하나 미 실시함.

다. 안전조치 권고

○ 사전조사 실시 및 안전한 작업순서를 반영한 철거(해체)작업계획서 작성

- 철거(해체) 작업 전 설계도면의 확인 및 구조물의 시공상태 확인 등 사전조사를 실시하여 해체 대상물의 구조 및 철거(해체) 작업 중 발생할 수 있는 위험성을 파악해야 하며,

- 그 결과에 따라 철거(해체) 작업 중 부재가 불시에 낙하하는 등의 위험을 예방하기 위한 안전한 철거(해체) 방법과 작업절차를 정하고, 재해예방을 위한 안전조치 등을 포함한 작업계획서를 작성하여야 함.
- 작업계획서의 내용은 철거(해체) 작업의 근로자들에게 주지시켜, 철거(해체) 작업 중 발생할 수 있는 위험요인을 근로자가 인지하고, 안전한 작업절차를 준수하여 작업하도록 관리감독하여야 함.

○ 작업지휘자 지정

- 철거(해체) 작업시에는 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따른 철거(해체) 방법과 작업절차를 준수하도록 작업지휘가 이루어져야 하며,
- 또한 철거(해체) 작업 중 구조물이 불시에 낙하하는 위험에 대비하기 위해서는 올바른 개인보호구의 착용 여부, 낙하위험 구간에 대한 통제조치 등에 대한 상시 작업지휘가 이루어져야 함.