

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.

1. 사업장 개요

도 급 인	회사명	썬에너지		본사	경기 양주시	전화 번호 (FAX)	
	현장명	C 개인주택 태양광 패널 설치공사		현장	강원도 영월군		
	대표자	B		업종	건설업	근로자수	2명
	관리번호 (사업개시번호)			발주처		공사기간	2024.07.30.
	공사종류	태양광 패널 설치	단위공종	(경량)철골			
	공사금액(천원)	3,000	공사규모	태양광모듈 6개 설치	공정률	85 %	

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1965	썬에너지	일용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	떨어짐	기인물	사다리
○ 2024.7.30.(화) 15:20경 강원 영월군 소재 「C 개인주택 태양광 패널 설치 공사」 사업장에서, ○ 재해자가 이동식 사다리(A형) 디딤대 위에서 태양광 모듈* 하부 보강재의 볼트 체결 작업을 하던 중 중심을 잃고 바닥면에 놓인 공구 위로 떨어져 (h≒1.5m) 흉부와 부딪힘. ○ 재해자가 흉부 통증을 호소하여 병원에 이송하였으나 당일 사망함. * 태양광 모듈: 태양전지를 종 및 횡으로 연결하여 결합한 형태			

4. 재해조사 내용

[본 재해조사 내용은 현장조사 결과와 동료 근로자 면담을 근거로 작성함.]

가. 사고의 경위

1) 재해발생 현장 개요

○ 공사 개요

- (발주자) C(개인)
- (시공사) 썬에너지
- (공사기간) 2024. 07. 30.(1일)
- (위치) 강원도 영월군
- (공사규모) 가로 2.8m, 세로 2.9m, 앞기둥: 2.5m, 뒷기둥 3.5m



【사진 1】 공사 현장 전경



【사진 2】 사고 발생 위치

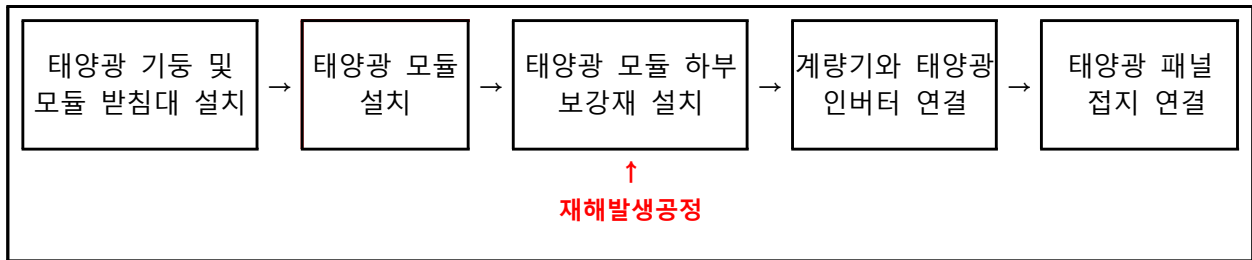
○ 주요 공사 진행 현황

- 개인 주택의 태양광 패널 설치 공사
 - 태양광 모듈의 하부 구조물(기둥, 모듈 받침대) 설치
 - 태양광 하부 구조물 위로 모듈 설치
 - 태양광 모듈 하부 보강재* 설치
 - 계량기와 태양광 인버터** 연결
 - 태양광 패널 접지 연결

* 'C'형 형강으로 보강재와, 모듈 받침대를 설치함

** 인버터: 직류형태로 저장된 발전 전력을 교류로 변환시켜 실생활에 사용할 수 있도록 전환해주는 설비

2) 재해발생과정



- 본 공사는 7월 30일에 시작하여 당일 종료되는 일정이었고, 재해자 외 동료 근로자 1인(D)이 같이 작업을 진행함.
- 사업주는 재해 당일 현장을 방문하지 않았음.
- ※ 재해자는 사업주의 친동생이며, 동료 근로자인 D씨는 2024년 3월부터 사업주와 같이 업무를 진행함.

3) 재해발생 과정

- 2024.07.30.(화) 08:00경 재해자와 동료 근로자가 사업장에 도착하여 현장을 살펴보면서 TBM* 실시
 - * TBM(Tool Box Meeting): 작업 전 작업 안전, 절차, 준수사항 및 위험요인 개선 대책 등에 대하여 근로자들이 모여서 협의하는 것.
- 08:30경 태양광 패널 설치 위치를 확인함.
 - 태양광 설치 위치는 태양광 모듈 하부 구조물 중 기둥 자리를 지면에 표시하여 발주자(주택 소유주)의 확인을 받고 결정함.
- 09:20경 동료 근로자와 같이 태양광 패널 설치 작업을 시작하고,
- 12:30경 점심식사를 함.
- 13:40경 태양광 패널 설치 작업을 재개함.
 - 동료 근로자는 태양광 모듈의 인버터와 개인주택의 계량기를 연결하는 작업을 진행하였고, 재해자는 사다리에 혼자 올라가서 태양광 모듈 하부의 보강재 설치(볼트 체결) 작업을 진행함.
- 15:30경 재해자가 사다리에서 손에 들고 있던 공구와 같이 지면으로 떨어졌고, 지면에 놓인 공구 위에 재해자의 흉부가 부딪힘.
 - 119 신고 후 병원으로 이송하였으나 사망한 재해임.



【사진 3】 태양광 패널 전경

나. 기인물 및 가해물

○ (기인물)이동식 사다리

- 재해가 발생한 사다리는 이동식 사다리의 한 종류인 발붙임 사다리 (A형)로 제원은 [표 1]과 같음.

【표 1】 이동식 사다리 제원

	품명		발붙임 겸용 신축형 사다리
	제조사명		
	규격	디딤대(발판) 폭	상단 폭: 450mm, 하단 폭: 725mm
		디딤대(발판) 간격	300mm
		최소/최대 높이(A형)	1815mm/3220mm
		최소/최대 길이(H형)	3775/6775mm
	최대 하중		95kg

○ (가해물) 지면에 낙하한 공구

- 동료 근로자 면담에 의하면 사고 당시, ‘쿵’ 소리가 나서 뒤를 돌아보니 재해자가 사다리에서 지면으로 떨어져 있었다고 함.
- 현장 조사 시 재해자가 떨어진 위치에 충전식 햄머드릴*과 충전식 드릴 드라이버** 등의 공구가 지면에 놓여져 있었고,
- 재해자가 떨어진 후 상당한 통증을 호소하였고, 가해물은 공구라고 추정됨.

※ 2개의 공구 중 어느 공구가 재해자와 부딪혔는지는 정확하지 않으며, 재해자가 떨어지기 전 햄머드릴은 이미 바닥에 놓여져 있는 상태였음.



【사진 4】 사고 당시 공구의 위치



【사진 5】 가해물인 공구

* 햄머드릴: 나무나 금속에 구멍을 뚫는 공구

** 드릴드라이버: 나사, 볼트, 너트 등을 조이는 공구

다. 조사·확인 내용

1) 재해 발생 당시 작업 상황

○ 재해자는 단독으로 사다리에서 태양광 패널 설치 작업을 진행함.

- 재해자는 단독으로 사다리 디딤대 중 상부에서 3번째 디딤대 높이($h \approx 1.5\text{m}$)에 올라서 태양광 모듈 하부 보강재 설치 작업을 진행함.
- 동료 근로자는 발주자 개인주택의 기존에 설치되어 있던 계량기와 태양광 패널의 인버터 연결 작업을 진행하였음.



【사진 6】 재해 당시 근로자 위치

2) 작업 방법의 적정성

○ 이동식 사다리 안전기준 준수 여부

- 현장 조사 결과, 재해자가 떨어진 위치와 사고 당시 이동식 사다리의 설치 위치를 고려하였을 때, 사다리가 전도되지 않도록 먼저 설치한 태양광 패널의 기둥에 임시로 기대어서 사용함.
- 이동식 사다리 디딤대를 측정한 결과, 경사도는 약 $0.9\sim 1.8^{\circ}$ 로 한쪽으로 기울어져 있음.

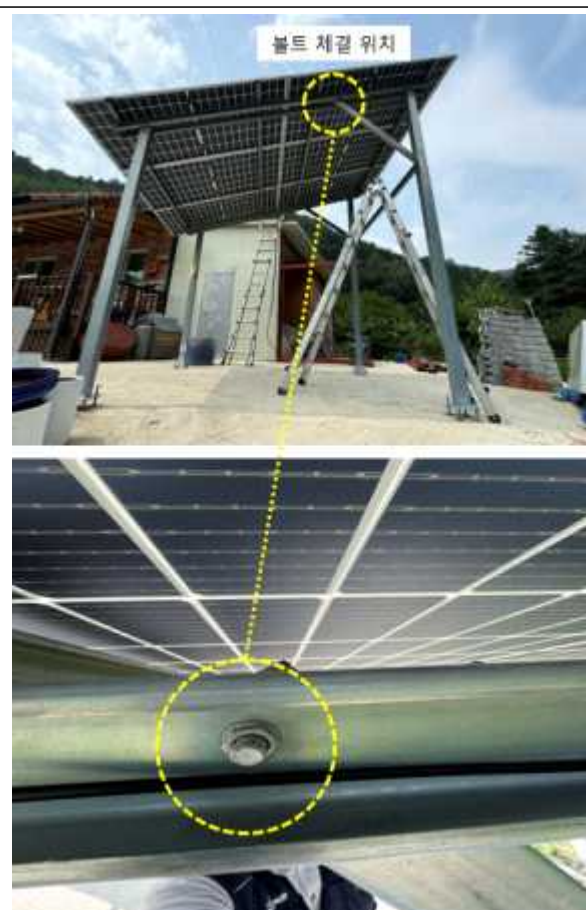
○ 작업 상황

- 떨어진 위치와 보강재의 볼트 위치를 고려하였을 때, 사다리 디딤대에서 지면이 기울어진 방향으로 몸을 내민($s \approx 0.63m$) 상태에서 작업을 진행하던 중 떨어진 것으로 추정됨.

- ⇒ 지면의 경사로 인하여 이동식 사다리의 디딤대가 약 $0.9\sim 1.8^\circ$ 기울어졌고, 재해자가 몸을 경사진 방향으로 내민($s \approx 0.63m$) 상태로 작업을 진행함으로써 몸의 중심이 경사진 방향으로 쏠렸으며,
- ⇒ 한 손에는 공구(충전식 드릴 드라이버)를 사용하는 상태에서 무게중심이 한쪽(경사진 방향)으로 집중되는 불안정한 자세로 작업을 진행하던 중 재해자 본인의 하중을 견디지 못하고 떨어진 것으로 추정됨.



【사진 7】 작업발판 설치 상태



【사진 8】 작업 위치

5. 조사자 의견

가. 작업 현장의 위험 요인

○ 이동식 사다리 작업 시 안전기준 미준수

- 이동식 사다리를 작업발판으로 사용하여 작업 시, 사다리의 넘어짐을 방지하기 위한 안전조치 미실시

- 평탄하지 않은 바닥에서 이동식 사다리를 설치한 후 디딤대에 올라가서 작업 실시

나. 재해발생 원인

○ 이동식 사다리로 작업 시 안전수칙 미준수

- 근로자의 떨어짐 사고를 예방하기 위하여 작업발판 및 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 지면으로부터 안정적으로 세울 수 있는 구조를 갖춘 이동식 사다리를 사용하여 작업을 할 수 있으나,
- 이동식 사다리를 평탄하고 견고하며 미끄럽지 않은 바닥이 아닌 경사진 바닥(지면)에 설치하여 안전기준 미준수
- 이동식 사다리의 넘어짐을 방지하기 위해 다음 중 하나 이상에 해당하는 조치를 실시하여야 하나 미실시
 - ① 견고한 시설물에 연결하여 고정
 - ② 다른 근로자가 사다리를 지지
 - ③ 아웃트리거* 설치 등의 사다리 전도방지조치

* 아웃트리거: 사다리의 하부에 설치하는 전도방지용 안전지지대

다. 안전조치 권고

○ 비계 등의 작업발판 사용

- 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에서는 강관비계, 시스템비계, 이동식 틀비계 등의 비계를 설치하여 작업발판으로 사용하거나 추락방호망을 설치하여야 하나,
- 작업발판이나 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 이동식 사다리를 사용하여 안전 수칙을 준수하면서 작업 실시

○ 이동식 사다리 안전수칙 준수 철저

- 이동식 사다리를 기울어진 경사면에서 작업 시에는 깔목 등을 설치하여 바닥을 평탄하게 조치한 후 작업을 실시하여야 함.
- 이동식 사다리의 넘어짐을 방지하기 위한 조치를 이행하여야 함.