

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 도 급	회사명	(주)신한이앤지		주소	본사	대전광역시 중구	전화번호 (FAX)	
	현장명	210kW급 태양광 발전설비 시공			현장	전라남도 순천시		
	대표자	B		업종	기타 건물 관련설비 설치 공사업		근로자수	6명
	관리번호 (사업개시번호)			발주처	개인 발주		공사기간	2023. 1. 3. ~ 4. 30.
	공사종류	태양광 발전설비 구축공사		공사금액	308,000 천원 (VAT 포함)			
	공사규모	595W 태양광 모듈 360개 구축 일괄 공사				공정율	20 %	

하 도 급	회사명	한농솔라파워 주식회사		주소	경북 문경시		전화번호 (FAX)		
	대표자	C		업종	일반 전기 공사업		근로자수	8명	
	사업자등록번호							공사기간	2023. 1. 3. ~ 1. 30.
	공사종류	태양광 발전설비 설치공사		계약금액	165,330 천원 (VAT 포함)				
	계약범위	태양광 발전설비 납품, 설치 및 노후 선라이트 교체					공정율	30 %	

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소속	국적	고용형태	상해정도
1	A	1962년	하도급	대한민국	일용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	떨어짐	기인물	채광창
2023. 1. 10.(화) 16:30경 전남 순천시 소재 (주)신한이앤지 「210kW급 태양광 발전설비 시공」 현장에서 재해자(보통인부, 남, 만 60세)가 공장동 지붕 위에서 태양광 발전설비 구조물 부재를 운반하던 중 채광창을 밟아 지상의 콘크리트 바닥으로 떨어져(높이≒9.7m) 병원 이송 후 치료 중에 사망한 재해임.			

4. 재해조사 내용

【 본 현장조사 내용은 고용노동부 여수지청 근로감독관과 합동 조사한 것으로 (주)신한이앤지 D, 한농솔라파워주식회사 현장소장 E, 작업반장 F 등의 진술내용과 현장조사 시 파악된 내용을 토대로 작성하였음. 】

가. 현장개요

○ 당 현장은 개인 발주자 3명이 각각 (주)신한이앤지에게 발주한 339.15, 214.2, 59.5 kW 태양광 발전설비 시공 현장으로 미사용 중인 사무실 1동과 공장 2동의 지붕 위에 태양광 발전설비 및 구조물을 납품·설치하는 일괄 건설공사 현장임.

【표1】 (주)신한이앤지 도급계약 현황

연번	계약명	시공 위치 (【사진1】 참조)	계약금액 (백만원)
1	340kW급 태양광발전설비 시공	중양1(공장)	487
2	210kW급 태양광발전설비 시공	중양2(공장)	308
3	60kW급 태양광발전설비 시공	중양(사무실)	88



【사진1】 (주)신한이앤지 태양광 발전설비 시공현장 전경

- (하도급) 도급사 (주)신한이앤지는 3건에 대한 태양광 발전설비 구조물 납품·설치, 중앙1 지붕 채광창 교체공사 등을 한농솔라파워 주식회사에게 하도급함.

【표2】 (주)신한이앤지 하도급 계약내용((주)신한이앤지 구조물 납품 및 구조물 공사 계약)

구분	발주자	계약상대자
회사명	(주)신한이앤지	한농솔라파워 주식회사
계약범위	- 태양광 모듈 지급	- 태양광 발전설비 구조물 납품 - 구조물, 모듈 설치 - 중앙1 채광창 교체공사 - 환기팬 철거 및 마감공사
계약기간	2023. 1. 31.까지 완료	

- (사전작업) 한농솔라파워 주식회사는 2023. 1. 3.(화) 오후부터 작업을 시작하여, 태양광 발전설비 설치를 위한 사전작업인 ①자재 인양, ②중앙1 지붕 채광창 교체*, ③환기팬 철거 및 마감작업을 실시한 후 1. 8.(일)부터 중앙1 태양광 발전설비 구조물 조립작업을 시작하였음.

* 채광창 교체작업 : 태양광 발전설비 구조물 설치를 위하여 채광창 상부에 발주자가 지급한 칼라강판을 설치하는 작업

나. 작업 공정 : 태양광 발전설비 구조물 설치

- (업무 및 인원구성) 태양광 발전설비 구조물 설치 작업인원은 8~9명으로 구성되며, ①태양광 모듈 설치 위치 선정 및 베이스 부재 특수볼트 체결을 담당하는 기술부와 ②자재 운반 및 상부 구조물 조립을 담당하는 설치부로 나누어 작업 진행함.

【표3】 재해발생 당일 한농솔라파워 주식회사 작업인원(8명)

연번	성명	근무형태	부서	업무	비고
1	E	상용직	기술부	모듈 구조물 위치 선정, 베이스 부재 특수볼트 체결	현장소장
2	G	상용직			-
3	H	상용직			-
4	F	일용직	설치부	자재 운반, 상부 구조물 조립	작업반장
5	I	일용직			F 동료
6	재해자	일용직			인력사무소
7	J	일용직			인력사무소
8	K	일용직			인력사무소

- (작업 순서) 태양광 발전설비 구조물 설치는 【표4】와 같이 5단계로 이루어지며, 【사진2】와 같이 공장동 북쪽에서 남쪽 방향으로 기술부가 베이스 부재를 설치하면 뒤이어 설치부가 상부 구조물을 설치하는 순서로 진행하였음.

【표4】 태양광 발전설비 구조물 설치 공정 ※ 2023. 1. 9.(월) 촬영 사진

기술부 작업 순서	설치부 작업 순서
① 구조물 설치위치 선정  - 구조물 설치 위치를 정하고, 베이스 부재 안착	③ 상부 구조물 자재 조립  - 상부 구조물 자재 조립
② 베이스 볼트 체결  - 베이스 부재와 지붕 하부 구조물을 결속하는 특수볼트 체결	④ 상부 구조물 자재 운반  - 조립된 상부 구조물 자재 운반
	⑤ 상부 구조물 설치  - 상부 구조물을 베이스 부재 위에 설치



【사진2】 중양1, 중양2 태양광 발전설비 구조물 설치 공정 작업방향

- (재해자 업무) 재해자는 재해발생 당일 전남 순천시 소재의 옷장인력 사무소를 통하여 고용된 일용근로자였으며, 설치부 소속으로 자재 운반 및 상부 구조물 설치를 담당함.
- (재해발생 당시) 설치부는 재해발생 위치 인근에 위치한 자재 적재 장소에서 작업반장 F의 지시에 따라 매일 오전에 작업할 부재를 중양1로 운반하는 작업을 하였음.

다. 재해발생 과정

- 사고당일(2023. 1. 10.) 08:00경 재해자 포함 작업자 8명이 당 현장에 도착하였으나, 지붕 표면의 물기 등으로 인하여 작업 시작을 연기함.
- 09:00경 작업장소로 올라가 작업반장 F의 주의사항* 전달 후 작업을 시작함.

* 작업반장 F은 재해발생 지점인 중앙2 채광창 위를 지나가지 않도록 조심하라는 내용이 주의사항에 포함되었다고 진술함.

- 11:30경부터 점심식사 후 12:50경 작업자 8명은 다시 지붕위로 올라오후 작업을 시작함.
- 16:00경부터 설치부는 상부 구조물 설치 작업을 종료하고, 명일 설치할 자재를 설치장소로 운반하는 작업을 시작함.
- 16:30경 재해자는 【사진3】의 2번 설치위치로의 자재 운반을 끝내고, 자재 적재 장소에서 3번 설치위치로 자재를 옮기던 중 이동 경로에 작업반장 F이 서있어 그 뒤로 돌아가려다 채광창을 밟고 떨어짐.

※ 작업반장 F의 진술 참고

- 재해자는 119 구급대에 의해 순천 성가롤로병원으로 이송되었으나, 치료 중 17:40경 사망함.



【사진3】 재해발생 당시 설치부 작업 위치

라. 조사 및 확인내용

1) 재해발생 당시 상황

- (추락 지점 및 높이) 재해자가 떨어진 위치는 중앙2 공장동 지붕 가운데 설치된 채광창 처마지점의 아래 지상 콘크리트 바닥으로, 추락 높이는 약 9.7m임.



【사진4】 재해자 추락 지점(좌) 및 추락 높이(우)

- (기인물) 기인물인 채광창은 폴리카보네이트 재질로 내열성, 내식성, 내충격성 및 투명성이 좋아 축사나 창고 등의 지붕재로 많이 사용되며, 재해자가 밟고 추락한 채광창의 제원은 【표5】와 같음.

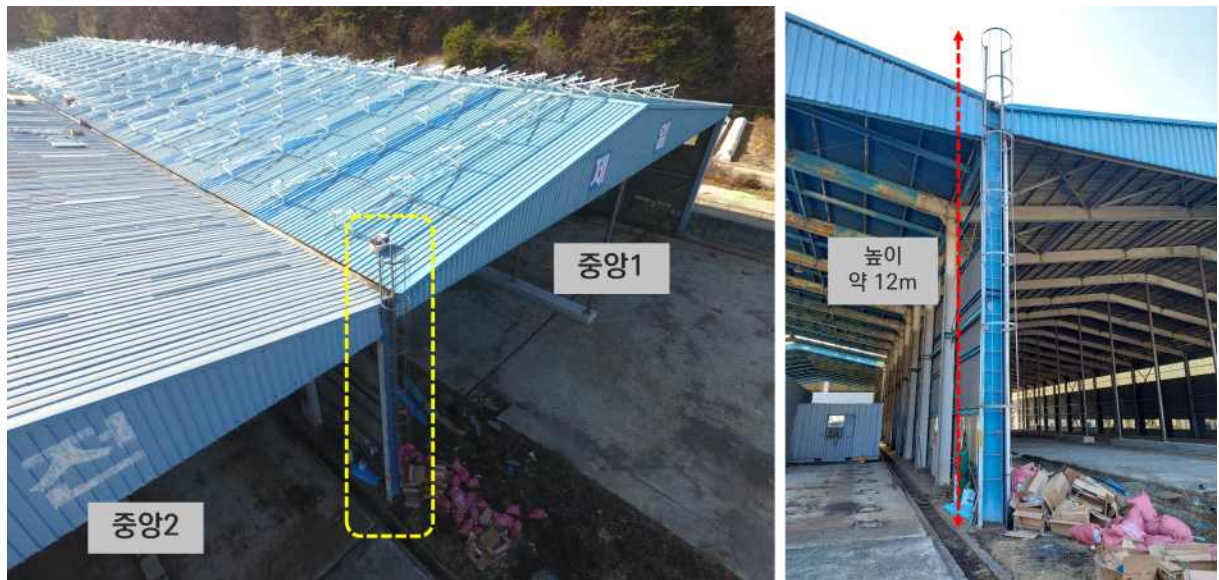
【표5】 기인물 제원

기인물	채광창
재질	폴리카보네이트 (polycarbonate, PC)
두께	1.17 mm ※ 생산두께는 1.2 mm로 판단됨
골판너비	250 mm
폭	1,080 mm
길이	6,000 mm
상세도	
* 생산두께 : 1.0T / 1.2T / 1.5T / 2.0T	



2) 작업 환경

- (승강설비) 작업자들은 중앙1, 중앙2의 중간 철골기둥에 설치된 약 12m 높이의 사다리를 이용하여 작업장인 지붕으로 출입함.
 - 해당 승강설비는 발주자가 설치한 것으로, 등받이울이 설치되어 있으나 계단참은 설치되어 있지 않음.



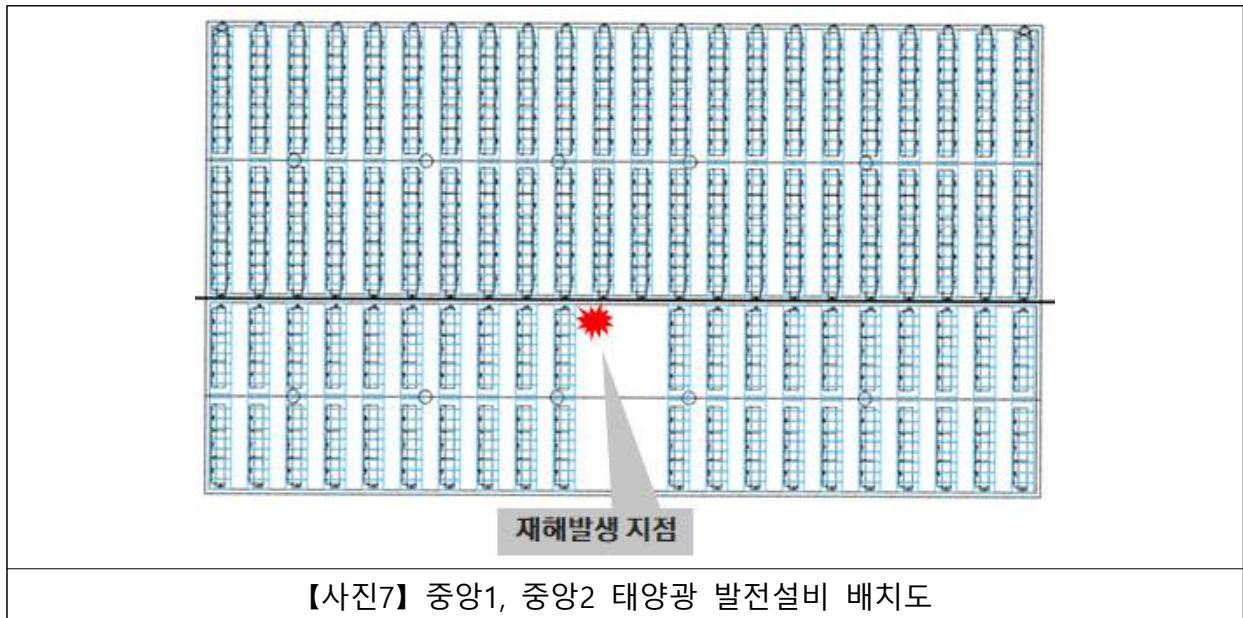
【사진5】 작업장 출입용 승강사다리 위치(좌)와 높이(우)

- (채광창 교체 공사) 한농솔라파워 주식회사는 2023. 1. 4.(수) 태양광 발전설비 구조물 설치를 위하여 중앙1 지붕의 모든 채광창을 발주자가 지급한 칼라강판으로 교체하는 작업을 실시함.



【사진6】 중앙1 지붕 채광창 교체

- 재해가 발생한 중앙2의 채광창은 【사진7】과 같이 태양광 발전설비 설치 위치에 포함되지 않아 칼라강판 미설치함.



3) 작업장 안전조치

- (지붕 위에서의 위험 방지) 근로자가 지붕 위에서 작업을 할 때에 추락하거나 넘어질 위험이 있는 경우 다음과 같은 조치를 해야 함.
 - 지붕의 가장자리에 안전난간을 설치하거나, 이를 설치하기 곤란할 경우 추락방호망 설치 또는 안전대 걸이시설을 설치하고 근로자가 안전대를 걸고 작업하도록 할 것
 - 채광창에는 견고한 구조의 덮개를 설치할 것

- ☞ 지붕 가장자리 안전난간 및 추락방호망, 안전대 걸이시설이 설치되지 않음을 확인함.
- ☞ 채광창 덮개가 설치되지 않음을 확인함.

4) 관리적 사항

- (개인보호구) 근로자가 추락할 위험이 있는 높이 2m 이상의 장소에서 작업할 경우 안전모 및 안전대를 착용하여야 함.
 - ☞ 안전모는 지급하였으나, 안전대 미지급 확인함.

○ (안전보건교육) 사업주는 근로자를 채용 시 안전보건교육을 실시하여야 함.

☞ 일용근로자 및 작업자 전원에 대한 안전보건교육 미실시 확인함.

○ (위험성평가) 위험성평가는 최초평가 및 수시평가, 정기평가로 구분하여 실시하고, 전체작업을 대상으로 한 최초평가를 실시하여야 함.

☞ 태양광 발전설비 설치 작업에 대한 위험성평가 미실시 확인함.

5) 조사 및 확인 결과

구분	조사 및 확인 내용	결과
1. 지붕 위에서의 위험 방지	- 가장자리 안전난간 설치 등 추락예방조치 미실시 - 채광창 덮개 미설치	부적절
2. 개인보호구 착용	- 안전대 미지급	부적절
3. 안전보건교육	- 안전보건교육 미실시	부적절
4. 위험성평가	- 위험성평가 미실시	부적절

5. 조사자 의견

[사고발생 원인 추정]

- 현장관계자 진술 및 현장조사를 통하여 도출된 재해발생과정, 조사 및 확인 내용을 토대로 한 사고발생 원인을 다음과 같이 추정함.
- 재해발생일 16:00경부터 재해자는 설치부 동료근로자들과 함께 작업반장 F의 지시대로 중양2의 자재 적재 장소에서 중양1의 명일 설치작업 장소로 태양광 발전설비 상부 구조물 부재 운반작업을 실시함.
- 16:30경 【사진3】의 2번 장소로의 운반을 끝내고, 자재 적재 장소에서 3번 장소로 운반을 하던 중 이동 경로에 작업반장 F이 있음을 발견하고 그 뒤로 돌아가려다
- 채광창을 인지하지 못하여 채광창을 밟아 또는 무게중심을 잃고 넘어지며 그 충격에 의해 채광창이 파손되어 지상의 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망함.



【사진8】 재해 상황도

가. 재해발생 원인

○ 채광창 덮개 미설치

- 지붕 위에서 작업을 할 때, 근로자가 채광창을 밟아 추락할 위험이 있는 경우에는 견고한 구조의 덮개를 설치하여야 하나 미설치함.

○ 채용 시 안전보건교육 미실시

- 근로자를 채용한 경우, 산업안전 및 사고예방, 작업의 순서 및 동선, 작업개시 전 점검 등에 관한 사항을 포함하여 교육하여야 함에도 사전 교육을 실시하지 않음.

나. 재해예방 대책

○ 채광창 덮개 설치

- 지붕 위에서 작업을 할 때, 근로자가 채광창을 밟아 추락할 위험이 있으므로 견고한 구조의 덮개를 설치하여야 함.
- 당 현장은 채광창의 설치 범위가 넓으므로 지붕의 퍼린* 부재 간격을 고려하여, 길이 3,000 mm 이상의 덮개 사용 또는 비계를 조립하는 등 안전상의 조치를 하여야 함.

※ 퍼린(Purlin) : 지붕재를 받치는 C형강 형태의 철재 지지대

○ 채용 시 안전보건교육 실시

- 일용근로자를 채용한 경우, 작업 전 산업안전 및 사고예방, 작업 동선 등에 관한 사항을 교육하여야 함.

○ (권장) 추락방호망 설치

- 당 현장은 채광창 뿐만 아니라 중앙1, 중앙2 지붕 사이의 빗물받이 홈통, 노후화 된 기존 칼라강판 지붕재 위에서 작업을 할 경우에는 근로자가 추락할 위험이 있으므로 지붕 하부에 추락방호망 설치, 안전대 착용 등 추락위험을 방지하기 위한 조치를 하여야 함.