

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.

재해원인조사 의견서

1. 재해발생 사업장 개요

원 청	회 사 명	우림아트		주 소	본 사	전북 부안군	전 화 번 호 (FAX)	
	현 장 명	C 우사 지붕 교체공사			현 장	전북 부안군		
	대 표 자	B		업 종	건설업	근로자수	3명	
	관 리 번 호 (사업개시번호)			발 주 처	C (개인발주공사)	공 사 기 간	2024-07-31 ~ 2023-08-15	
	공 사 종 류		보수공사	단 위 공 종	지붕 교체공사			
	공 사 금 액 (원)		31,679,500	공 사 규 모	지붕재 교체 1개동	공 정 률	약 10%	

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태 (상용·일용·시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1973	우림아트	일용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	떨어짐	기인물	채광창
○ 2024. 08. 01.(목) 15:00경 전북 부안군 계화면 간재로 소재 우림아트가 시공하는 「C 우사 지붕 교체 공사」현장에서, - 재해자가 지붕 상부에서 지붕재(칼라강판*) 해체를 위해 이동하던 중 채광창(선라이트**)을 밟은 지점이 파손되면서 높이 약 7.25미터 아래 축사 콘크리트 바닥으로 추락, 병원으로 이송하여 치료하였으나 당일 21:00경 사망한 재해임. *칼라강판 : 다양한 색상을 입힌 강재를 사용하여 건물의 외관을 결정하는 주요 마감재 **선라이트(Sunlight) : 폴리카보네이트 소재로 채광을 위해 축사 등에 주로 설치되는 투명 또는 반투명 재질의 자재			

4. 재해조사 내용

【본 재해원인조사의견서는 고용노동부와 합동 조사한 것으로 사고 관계자 진술 및 면담 내용과 현장조사를 근거로 작성하였음.】

○ 면담 및 진술 대상 관계자

- 사 업 주 : 사 업 주 B
동 료 작 업 자 D

가. 재해현장 개요

1) 현장개요

- 당 현장은 전북 부안군 소재 **우림아트**에서 시공하는 축사 1개동 규모「C 우사 지붕교체 공사」로,
- 공사는 '24.7.31.(수)부터 시작하여 약 15일이 소요될 예정이었으며, 작업 2일 차에 재해가 발생하였음.
- 재해당시 공정률은 약 10%로 축사 지붕재(칼라강판, 채광창) 교체 작업이 진행 중이었음.

※ 재해자 사망이후(2024.08.01.) 근로복지공단에 산재가입(2024.08.02.)을 신청한 사업장임.

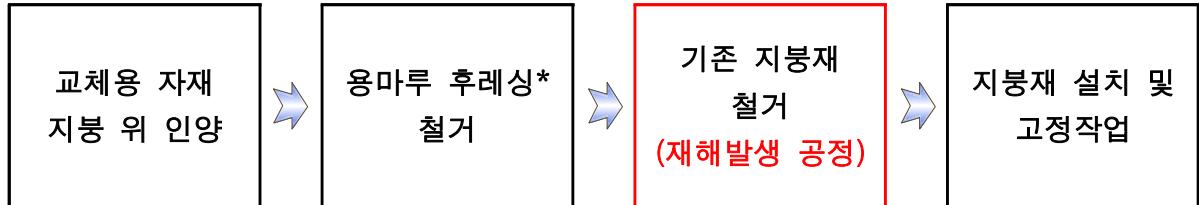
현 장 명	C 우사 지붕교체 공사	
공 사 규 모	- 축사동 : 지붕 전체 교체 - 24.8m(너비)×88m(길이)×8m(높이)	
공 사 구 조	-바닥(콘크리트)+기둥(철골)+지붕재(칼라강판 및 채광창)	
재 해 당 일 작 업 (위치 및 인원)	작업자 총 4명	- 축사 기존 지붕재 해체 및 설치작업(4명) • 기존 칼라강판 채광창 해체작업(2명, 재해자 포함) • 교체용 칼라강판 설치작업(2명)



[사진1] 현장 전경사진 및 재해 발생 위치

나. 재해발생 작업공정

1) 축사 지붕재 교체공사 단계별 작업 내용



* 후레싱(Flashing) : 지붕 처마 끝을 마감대로 덮어 건물 외부에서 스며드는 빗물 등을 방지하도록 설치하는 금속판 재료

○ 지붕재 설치 방법은 이동식 크레인으로 지붕재를 인양하여 올려놓고 지붕 상부 작업자 4명이 업무를 나눠서 해체(2명)·설치(2명)하는 순서*로 작업을 실시함(사진2 참고)

* 사고 전날 지붕으로 인양·적치된 지붕재(칼라강판 10묶음)는 사고 당일 기존 칼라강판 및 채광창을 해체하고, 처마 → 용마루 방향으로 지붕재를 판개하여 고정 설치하는 순으로 진행됨. (사진 17 참고)



[사진2] 지붕재 교체작업 완료 구간 및 작업 해체진행 방향

다. 재해발생 과정

1) 재해당일 작업 및 재해발생 상황

- 2024. 8. 1.(목) 당 현장의 지붕재 교체공사 시공업체인 **우림아트** 작업자 4명(사업주 및 재해자 포함)은,
 - [07:30~11:30경] 현장에 도착하여 지상에서 전날 지붕에 올려놓은 칼라강판 설치 및 기존 지붕재 해체 작업 방법을 사업주(현장소장)에게 전달 받고, 시저형 고소작업대로 탑승하여 측사 지붕 위로 올라가서 작업을 시작함.

[표1] 재해당일 작업자 역할

업무분장	작업자명
지붕재 설치작업 (2명)	B,E
기존 지붕재 해체작업 (2명)	D, A* (재해자)

*재해자는 (국적: 인도), [체류자격: 기타(G-1) 확인됨.]

- [13:40경~14:40경] 오전 작업과 동일하게 작업을 진행하였으며 폭염으로 인해 일시작업 중지를 하고 내려와 휴식을 취함.
- [14:41경~14:59경] 약 20분간 휴식을 취하고 복장을 착용한 후 고소작업대*및 사다리**를 이용 지붕 작업장소로 이동함.

* 지붕재 설치 작업자(E,F)는 고소작업대를 이용하여 지붕상부로 이동.(사진 3 참고)

** 지붕재 해체 작업자(D,A)는 사다리를 이용하여 지붕상부로 이동.(사진 4 참고)



[사진3] 고소작업대



[사진4] 설치된 승강사다리

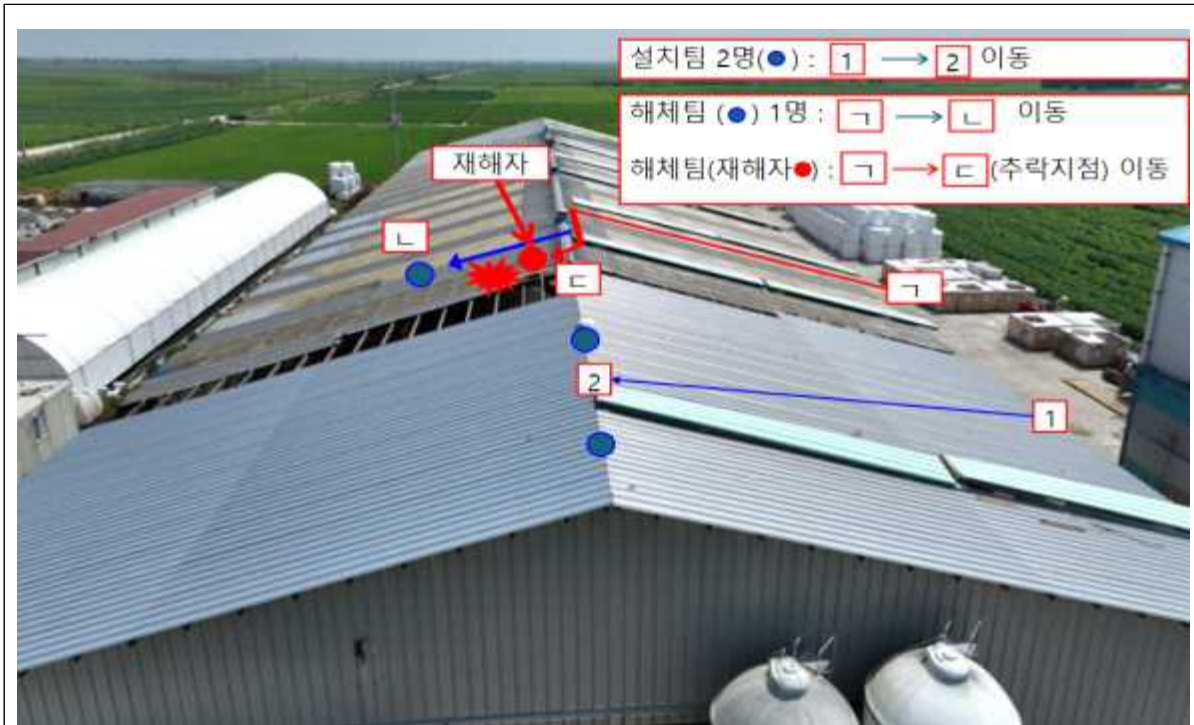
- [15:00경] 동료작업자 D은 사다리를 이용하여 지붕에 올라간 후, 강판 해체 작업 구간으로 이동하여 그라인더 작업을 시작하였고,
- 그라인더 작업 구간에서 약 3~4m 떨어진 뒤쪽에서 B(사업주)과 E(작업자)는 강판 설치 작업을 계속 진행함.
 - 재해자는 지붕 상부에서 지붕재 해체 작업을 위해 용마루(경사지붕의 최상단) 부근에서 D가 있는 작업 장소로 약 3m 이동하던 중,
 - 기존의 노후된 채광창(선라이트)을 뚫아 채광창이 파손되면서 약 7.25m 아래로 추락, 병원으로 이송하였으나 재해당일 21:00경 사망한 재해임



[사진5] 재해상황도

1) 재해당일 작업 및 재해발생 상황

○ 설치·해체작업자 이동동선



설치·해체작업자 이동동선 입면 (드론촬영)

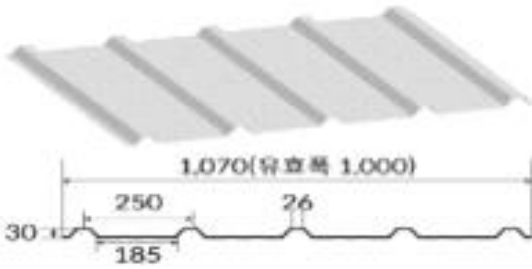


설치·해체작업자 이동동선 평면 (드론촬영)

라. 조사·확인내용

1) 기인물 : 채광창

○ 제원

	- 제품명 : 비공개 - 규 격 : 1.1m(폭)×10.2m(길이) 1.5mm(두께) - 무게 : 2.3kg (1m 당)
[사진6] 기존 채광창 제원	

○ 기존 채광창(선라이트)*은 지붕 마감재로 약 15년 전에 설치되었으며, 폴리카보네이트 재질로 태양광에 노출되어 장기간 사용 시 열화**(노후화)되어 뒤틀거나 접촉 시 쉽게 부서지는 한계상태에 도달하여 손상이 가속화 될 수 있음을 고려할 때,

- 채광창의 시험성적서에 따르면 충격강도는 72.39kgf cm/cm² 이나 열화(노후화)로 인해 충격강도는 더욱 약해진 상태로 재해자의 몸무게(약 72~5kg 추정)를 견디지 못하고 파손된 것으로 추정됨.

* 시험성적서에 따르면 신품 채광창의 충격강도는 71kj/m² (72.39kgf cm/cm²) 1kj/m²=1.019716kgf cm/cm²(단위환산)이며, 현장 측정 결과 두께는 약 1.5mm정도로 확인됨. (사진18 참고)

** 열화 : 제품의 성능(performance)이 시간이 지남에 따라 저하되는 현상.



폴리카보네이트 시공법 및 주의사항

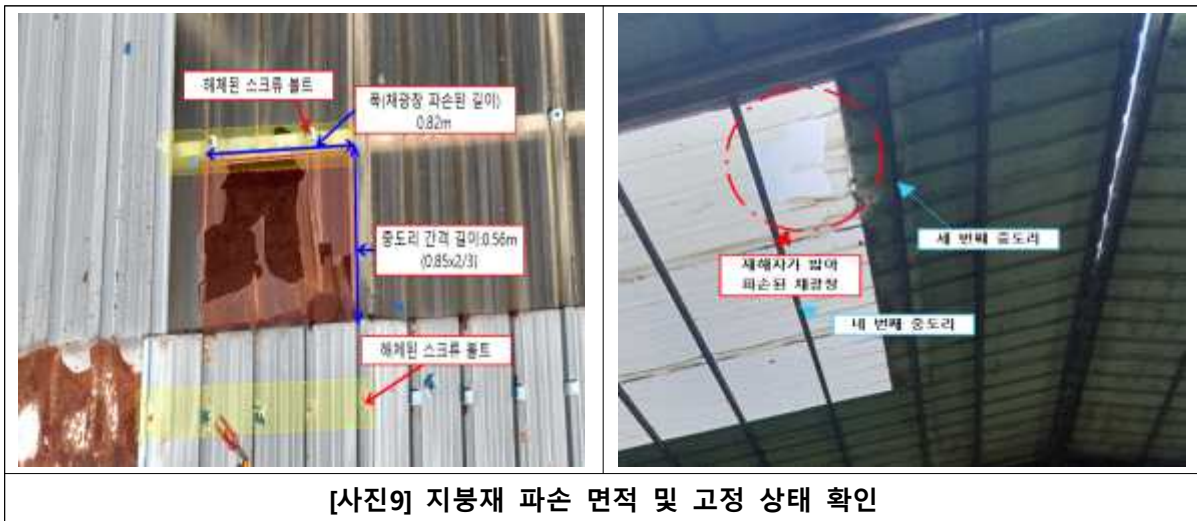
7. 본 제품은 내충격성이 탁월하지만 사람이 올라가 무리한 타격을 주는 등의 행위는 위험하오니 삼가하시기 바랍니다.

[사진7] 기존 채광창

[사진8] 두께측정

2) 지붕재 고정 여부

- 재해가 발생한 축사 지붕재 고정여부를 확인한 결과, 파손된 채광창의 세 번째 중도리* 스크류 볼트는 해체된 상태였고, 네 번째 중도리도 스크류 볼트가 해체된 상태였음.
 - 현장에서 실측한 결과 해체된 채광창 규격은 1.1m×10m(폭×길이)로 판단되며 파손부위는 중도리 간격 길이 0.85×2/3 약 0.56m, 길이(채광창 파손된 길이) 0.82m, 면적 0.46㎡ 추정됨.
- * 중도리(ㄷ형강) : 마루대, 처마도리에 평행하고 지붕 널(패널) 등을 받치는 수평 부재



3) 재해자 작업방법

- 재해자는 사다리 이용 지붕으로 이동한 후 전지가위, 칼, 임팩트드라이버로 칼라강판의 스크류 볼트 캡 제거작업을 함.



4) 추락방지조치 실시 여부

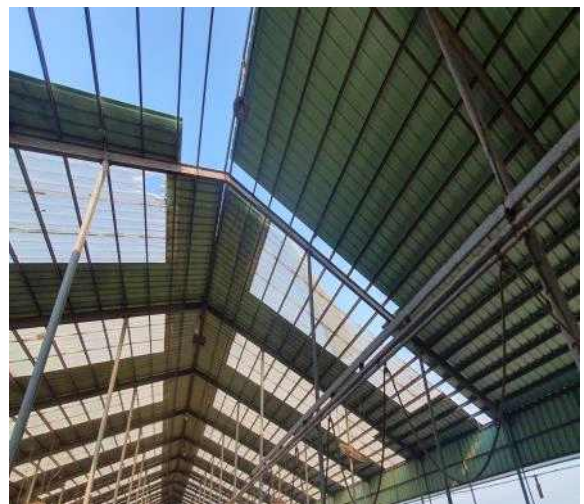
- 노후화로 인한 강도가 약한 자재로 덮힌 지붕은 작업 및 이동 시 지붕재 파단의 위험이 높으므로
 - 작업 전 견고한 구조의 덮개(지붕 채광창 전용 안전덮개) 및 폭 30cm 이상의 작업발판을 설치하여 추락위험을 제거한 후 작업하여야 하나 설치되지 않았음.
- 경사지붕에서 작업 시 추락 위험이 있으므로 지붕의 가장자리에 안전난간을 설치한 후 작업하여야 하며,
 - 설치가 곤란한 경우에는 추락방호망 및 안전대 부착설비를 설치하여 작업자가 안전대를 걸고 작업 및 이동 할 수 있도록 하여야 하나 미설치된 상태로 작업이 진행되었음.

5) 개인보호구 착용 여부

- 추락할 위험이 있는 높이 2미터 이상의 장소에서 작업하는 경우 근로자에게 개인보호구(안전모, 안전대 등)를 지급하였으나 재해 당일 현장에 출역한 근로자는 미착용한 후 작업함.



[사진11] 지붕 위 작업발판 및 안전대
부착설비 미설치



[사진12] 지붕 하부 추락방호망 미설치

5. 조사자 의견

가. 작업 현장의 위험요인

- 당 현장의 기존 지붕재는 약 15년 전에 설치되었으며, 채광창은 장기간 태양광 등의 외부 노출에 의해 손상이 가속화 되어 열화(노후화)로 인해 강도가 약해진 상태로 충격을 가하면 파단의 위험이 매우 높음.
- 지붕재 해체 작업을 위해 작업자가 지붕재를 스크류 볼트 해체 후 지붕 용마루에서 경사지붕 처마로 한 장씩 밀어서 지상으로 떨어뜨리는 방법으로 경사지붕 위에서 이동할 때 추락 위험이 높음.
- 추락위험이 높은 지붕 상부에서 작업 시 지붕 하부에 추락방호망을 설치하거나 안전대를 걸고 작업하는 등 추락방지조치를 하여야 하나 별도의 추락방지조치 없이 작업을 실시.

나. 사고원인

- 열화(노후화)된 채광창에 대한 방호조치 미실시
 - 열화(노후화)가 진행된 지붕재는 강도가 약해져 충격을 가하면 파단 위험이 높기 때문에 지붕 위에서 작업 및 이동 시 채광창을 밟지 않도록 작업발판 또는 견고한 구조의 덮개를 설치하여야 하나 미설치된 상태에서 재해자가 작업 중 채광창을 밟아 채광창이 파손되면서 추락.
- 지붕 상부 작업 시 추락방지조치 미실시
 - 경사진 지붕 위에서 이동 시 추락 위험이 높기 때문에 지붕 하부에 추락방호망을 설치하거나, 안전대 부착설비를 설치한 후 안전대를 걸고 작업하여야 하나 추락방지조치가 미실시된 상태에서 지붕재 해체 작업을 하기 위해 이동 중 추락.
- 개인보호구 미착용
 - 추락할 위험이 있는 지붕 상부에서 작업을 하는 경우 근로자에게 개인보호구(안전모, 안전대)를 지급하였으나, 미착용 상태로 작업 실시.

다. 안전조치 권고

○ 지붕위에서 작업 시 안전한 작업통로용 발판 설치

- 축사 지붕처럼 강도가 약한 지붕 위에서 작업 시 열화된 채광창의 파단 등에 의한 추락을 방지하기 위해 견고한 구조의 덮개(지붕 채광창 전용 안전덮개 등)를 설치하고 폭 30cm 이상의 작업 통로용 발판을 설치하고 작업하여야 함. (사진 13 참고)

○ 추락방지조치 실시

- 지붕 위에서 작업을 할 때에는 추락 등 위험성이 높아 반드시 아래항목을 준수하여 작업을 실시하여야 함.
 - ① 지붕 가장자리에 안전난간 설치
 - ② ①항을 설치하기가 곤란한 경우 지붕 하부에 수평으로 추락방호망을 설치한 후 작업
 - ③ ②항을 설치하기가 곤란한 경우 안전대 걸이시설(P.P로프 등)을 설치하여 안전대를 착용한 후 걸고 작업

○ 작업조건에 맞는 보호구 지급 및 착용 실시

- 지붕 위와 같이 추락할 위험이 있는 장소에서 작업 시에는 개인보호부(안전모, 안전대)를 지급하고 착용하도록 관리감독을 철저히 하여야 함.

