

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)한국그린전력	주소	본사	충남 청양군	전화 번호 (FAX)	
	현장명	태양광발전소 설치공사		현장	경기 포천시		
	대표자 (현장소장)	B(C)	업종		건설업	근로자수	15명
	관리번호 (사업개시번호)		발주처			공사기간	2023.10.01. ~2024.04.30.
	공사종류	전기공사	단위공종		태양광 자재운반		
	공사금액(천원)	412,500(VAT포함)	공사규모		태양광발전소(300kW급)	공정율	0%

하 청	회사명	엑스와이에너지		주소	충남 논산시		전화번호 (FAX)	
	대표자	D		업종	건설업		근로자수	4명
	사업자등록번호						공사기간	2024.01.05. ~2024.02.05.
	공사종류		태양광설치	단위작업	태양광 자재운반			
	하도금액(원)		19,800,000(VAT포함)				공정율	0%

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태 (상용,일용,시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1981	엑스와이에너지	일용직	사망

3. 재해발생 경위

발생 형태	추락	기인물	선라이트(채광판)
○ 2024. 1. 4.(목) 15:00경 경기 포천시 소재 축사 내, (주)한국그린전력이 시공하는 태양광발전소 설치공사 현장에서 ○ 하청인 엑스와이에너지 소속의 재해자(남, 외국인)가 동료 작업자 3명과 축사 지붕에 태양광 설비 설치 작업을 위한 알루미늄합금 구조물을 올리고, 올린 구조물을 지붕 위에 분산 배치하기 위해 지붕에서 이동하던 중, 축사 지붕에 설치된 선라이트(채광판)를 밟아 선라이트가 파손되어 약 9.1m 아래 콘크리트 바닥으로 추락한 후 사고 당일 16:18경 사망한 재해임			

4. 재해조사 내용

【본 조사 내용은 고용노동부와 합동으로 조사한 것으로, (주)한국그린전력 E 등 관계자 진술과 현장조사(CCTV 녹화 자료 등)에서 파악된 사항 중심으로 작성하였음】

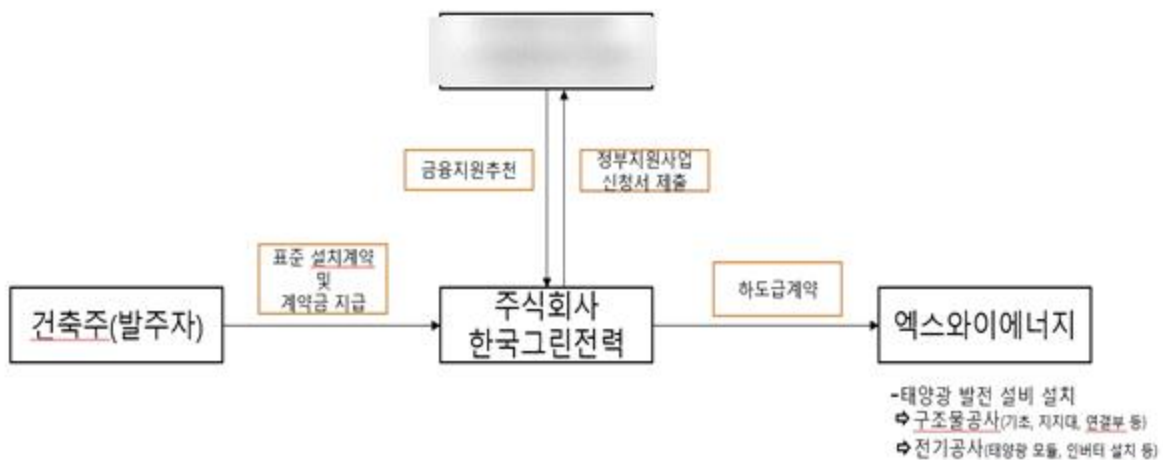
[재해 관련 진술인]

- 원청 주식회사 (주)한국그린전력 현장소장 E 부장, 하청 엑스와이에너지 C 소장, 동료 작업자 F, 재해 발생 당시 현장에 있었던 건축주(발주자) 둘째아들 G 등 4명

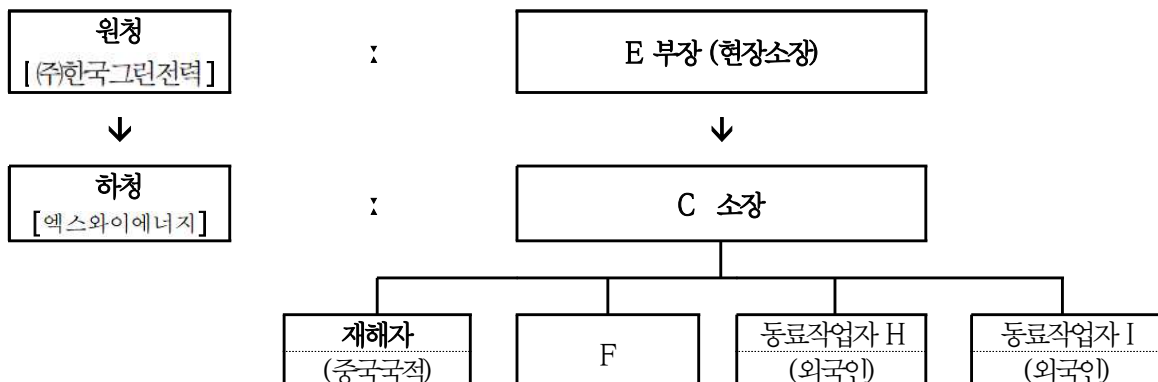
가. 재해 발생 공정 및 과정

1) 현장 개요

- 현 장 명 : 태양광발전소 설치공사(총 300kW급)
- 공사기간 : 2023. 10. 1. ~ 2024. 4. 30.
- 원 청 : (주)한국그린전력
- 하 청 : 엑스와이에너지
- 공사금액 : 412,500,000원(VAT포함)
- 공사 계약내역



○ 원청 및 하청 조직도



○ 현장 전경



2) 재해발생 공정

- 재해발생 공정은 태양광 발전 설비를 축사 지붕에 설치하기 전, 지붕 위로 인양한 알루미늄합금 구조물을 지붕 위에 분산 배치하기 위해 이동하던 중에 재해자가 선라이트(채광판)를 밟아 추락함
- 2024. 1. 5.(금) 선라이트(채광판)에 지붕 강판을 덧씌운 후 알루미늄합금 소재의 태양광 구조물 설치 작업이 예정되어 있었음

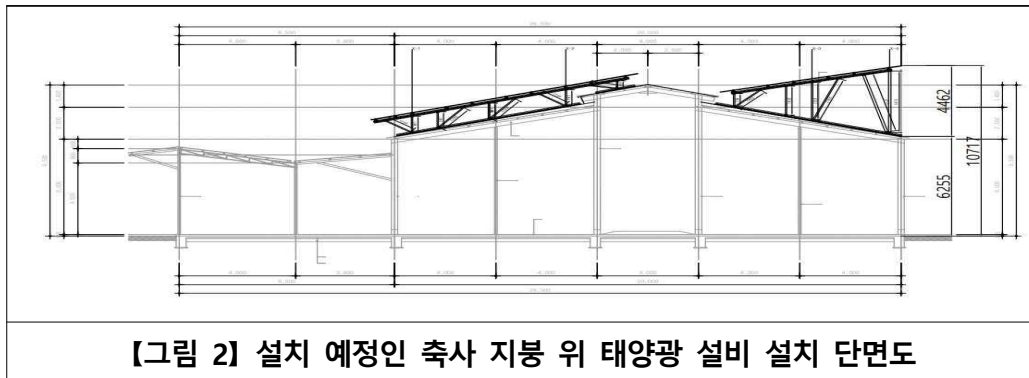


- 재해발생 당시 재해자를 포함한 작업자 4명이 축사 지붕 위로 인양된 태양광 발전 설비 자재에 대한 분산 배치 작업을 준비 함.

작업자	내용	비고
재해자 A	오전에 도착한 자재 인양 및 분산 배치 익일 수행 작업 공유	재해자
동료 작업자 F	오전에 도착한 자재 인양 및 분산 배치	동료 작업자
동료 작업자 H	오전에 도착한 자재 인양 및 분산 배치	재해 현장 신규 일용직
동료 작업자 I	오전에 도착한 자재 인양 및 분산 배치	재해 현장 신규 일용직

[표1] 재해발생 당일 작업자별 업무분장

- 2005년도에 설치 한 선라이트(채광판)를 강판으로 덮은 후, 축사 지붕 위에 태양광 발전 설비 구조물용 알루미늄합금 소재 프레임을 설치하고 태양광 패널을 설치할 계획이었음.



【그림 2】 설치 예정인 축사 지붕 위 태양광 설비 설치 단면도

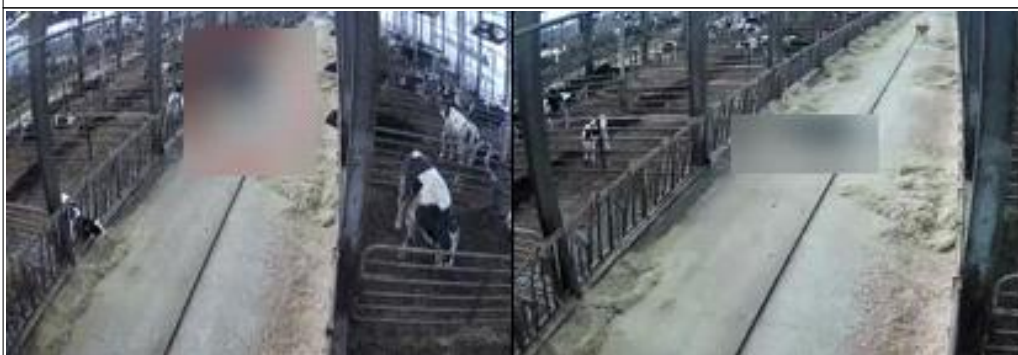
3) 재해발생 과정

- ※ (주)한국그린전력 현장소장 E 부장, 엑스와이에너지 소장 C, 동료 작업자 F의 진술을 참조하여 작성함
- 2023. 11. 16.(목) (주)한국그린전력 계약부서 업무 담당자는 축사 지붕 위로 올라갈 수 있는 고정식 사다리 자재 견적을 받음
- 2023. 12. 18.(월) 고정식 사다리 설치 전문업체는 축사 지붕 위로 올라가 태양광 설비 설치 작업을 수행하기 위한 고정식 사다리를 설치 함
- 2024. 1. 4.(목) 08:00경 엑스와이에너지 소속의 근로자 4명(재해자 포함)은 포천시소재 태양광발전소 설치공사 현장으로 출근 함

- 09:00경 엑스와이에너지 소속의 재해자 포함 4명은 태양광 설비 구조물용 알루미늄합금 프레임 반입 작업을 실시함
- 10:00경 카고 크레인(5ton)을 사용하여 태양광 설비 구조물용 알루미늄합금 프레임을 축사 지붕 위로 인양함
- 11:30경 당일 현장에 반입된 자재 인양 작업을 실시한 후 점심식사를 함
- 13:00경 축사 지붕 위에서 인양한 자재에 대한 분산 배치 작업을 실시함
- 15:00경 자재 분산 배치 작업을 위해 이동 중, 재해자가 선라이트(채광판)를 밟아 선라이트(채광판)가 파손되면서 약 9.1m 아래 콘크리트 바닥으로 추락함
- 15:43경 동료 작업자 F가 엑스와이에너지 C 소장에게 전화하여 재해 소식을 알림
- 15:50경 동료 작업자 3명은 재해 현장을 빠져 나감
- 재해 발생 후, 재해자는 119에 의해 인근 병원으로 후송되었으나 사고당일 16:18경 사망함



【CCTV 영상 1】 재해발생 후 고정식 사다리를 내려가는 동료 작업자들



【CCTV 영상 2】 추락하는 재해자 모습

【CCTV 영상 3】 재해발생 후 재해자 모습

나. 기인물

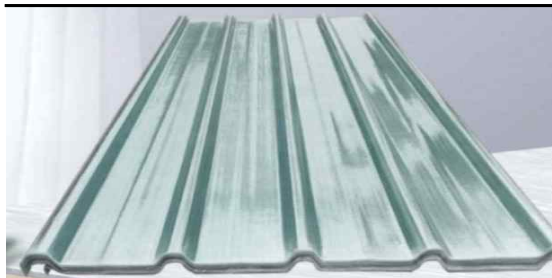
- 사고 기인물은 선라이트(채광판)로 폴리카보네이트 재질이며 재해가 발생한 축사는 2005년 4월 12일 사용승인을 받음
- 선라이트(채광판)가 설치된 기간이 18년 이상 경과되었고, 자외선 노출 등 외부 기후의 영향으로 물성이 저하 되어 선라이트(채광판)의 강도가 더욱 약해진 상태로 판단됨
- 이에, 재해자가 지붕에 설치된 선라이트(채광판)를 밟는 순간 재해자의 체중을 견디지 못하고 선라이트(채광판)가 파손 되어 재해자가 추락함
- 기인물인 선라이트(채광용) 사용 기간

연면적(m²)	재 질	사용 기간
2,113.72	폴리카보네이트	18년(사용승인일:2005. 4. 12.)

건축면적	2,113.72 m²	용적률 산정용 연면적	2,113.72 m²	주구조	일반철골구조,파이프구조	주용도	동물및식물관련시설	층수	지하: 0층, 지상: 1층
※건폐율	0 %	※용적률	0 %	높이	9.5 m	지붕	PVC채광판	부속건축물	동
※조경면적	m²	※공개공지-공간 면적	m²	※건축선 후퇴면적	m²	※건축선후퇴 거리	m		
건축물 현황					소유자 현황				
구분	층별	구조	용도	면적(m²)	성명(명칭) 주민(법인)등록번호 (부동산등기용등록번호)	주소	소유권 지분	변동일	변동원인
주1	1층	일반철골구조,파이프 구조	동물및식물관련시설	2,113.72			100/100	2005.4.12.	

【그림 3】 일반건축물대장(갑) 일부 내용

○ 선라이트 제원



【사진 3】 선라이트(참고용)



【사진 4】 축사 지붕 위 선라이트(채광판) 덧씌우기용 강판

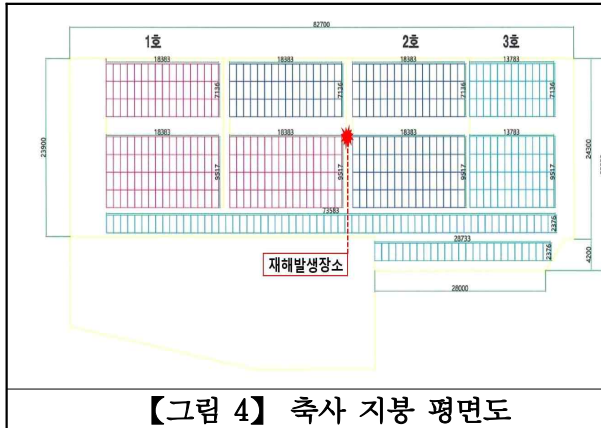
다. 조사 · 확인내용

1) 재해 발생 장소

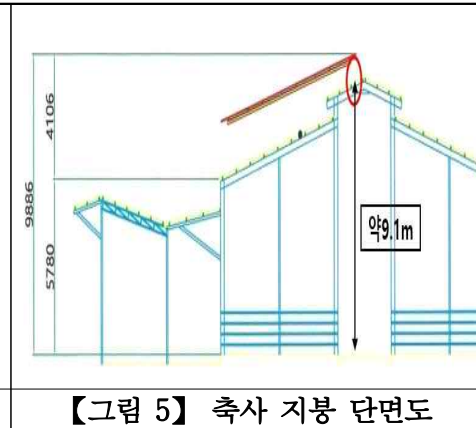
- 재해 발생 위치는 측사 지붕 용마루* 주변 선라이트(채광판)로 선라이트(채광판)에서 콘크리트 바닥까지의 높이는 약 9.1m로 조사됨

*용마루 : 지붕 가운데 부분에 위치한 가장 높은 수평 마루

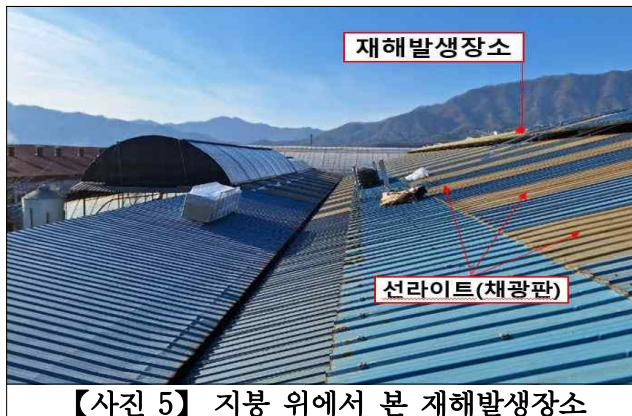
- (주)한국그린전력 인 원청에서 2023. 12. 18.(월) 측사 지붕으로 올라가는 고정식 사다리를 전문 업체를 통해 설치 함



【그림 4】 측사 지붕 평면도



【그림 5】 측사 지붕 단면도



【사진 5】 지붕 위에서 본 재해발생장소

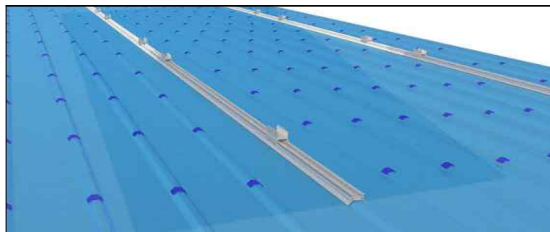


【사진 6】 떨어진 지점 높이 측정

- 원청 현장소장인 E 부장은 사고 당일 작업 장소에 부재중이었으며, 하청 C 소장도 작업자들에게 유선으로 태양광 자재 하역 지시 후, 현장에 출근하지 않음

○ 태양광 발전 설비(지붕형) 설치과정

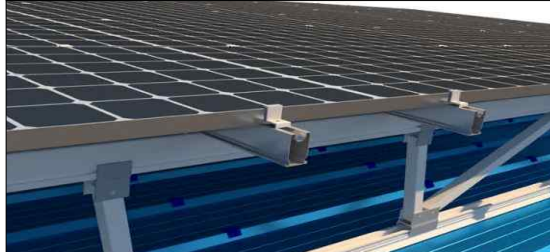
- 알루미늄합금 소재의 구조물을 설치하기 위해 지붕 강판 위 기초 레일을 지붕 구조물에 고정 설치함
- 알루미늄합금 구조물의 연결을 볼트와 너트로 단단하게 고정 및 조립 하고 방수 마감을 실시함
- 구조물과 구조물 간의 연결 시 방수 볼트를 이용하여 고정하고, 모듈을 결합 하여 설치를 완료함



순서 1. 지붕 강판 위 기초 레일 설치



순서 2. 볼트-너트 체결



순서 3. 태양광 모듈 결합



순서 4. 설치 완료

○ 지붕 방수볼트 제원

규격(길이×두께)	설치법	비고
25mm×6.3mm	나사 끝부분이 드릴 형태로 별도의 가공 없이 강판을 뚫어 체결	재해 발생 당일 오전에 발주함
32mm×6.3mm		



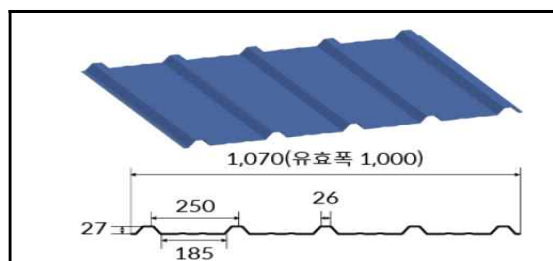
【사진 7】 방수볼트 규격(길이X두께)



【사진 8】 방수볼트

○ 재해발생일 주문한 지붕강판 제원

규격(폭×길이×두께)
1,070mm×7,200mm×4.5mm
1,070mm×2,900mm×4.5mm
1,070mm×2,800mm×4.5mm



【사진 9】 지붕강판 규격(폭X길이X두께)



【사진 10】 지붕강판

5. 조사자 의견

가. 작업 현장의 위험 요인

- 1) 축사 지붕에 안전난간, 덮개, 안전대 부착설비 등 추락방호조치 미실시
- 2) 지붕 위로 중량물 인양 작업 시, 작업계획서 미작성 및 작업지휘자 미배치 등 관리·감독 소홀
- 3) 작업자 안전모, 안전대 등 보호구 미착용으로 추락위험

나. 사고 원인

○ 지붕 위에서의 위험 방지 조치 미실시

- 사업주는 근로자가 지붕 위에서 작업을 할 때에 추락 위험이 있는 경우에는 지붕의 가장자리에 안전난간을 설치하고 채광창에는 견고한 구조의 덮개를 설치하여야 하나 미설치
- 또한, 강도가 약한 재료로 덮은 지붕에는 폭 30cm 이상의 작업발판을 설치하여야 하나 미설치

○ 지붕 작업 시 관리감독자의 관리·감독 소홀

- 사업주는 중량물 취급 작업을 실시하는 경우에는 작업지휘자를 지정하여 작업계획에 따라 지휘 및 감독을 하여야 하나 태양광 발전 설비 구조물 하역, 운반 작업 시 원·하청 관리감독자 모두 부재중으로 관리·감독을 소홀히 함

○ 추락할 위험이 있는 장소에서 보호구 미착용 및 착용 관리 미실시

- 사업주는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업 시 안전모를 지급 해야하고 높이가 2m 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 작업 시 안전모, 안전대 등 보호구를 지급 및 착용하도록 관리·감독을 하여야 하나 미실시 함

(재해자가 높이가 2m 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 안전모, 안전대 등 보호구를 미착용한 상태로 작업 함)

○ 중량물 취급 작업 시 작업계획서의 미작성

- 사업주는 중량물 취급 작업 시 근로자의 추락 위험을 방지하기 위하여 중량물의 적재장소, 근로자 이동 동선, 작업순서, 작업방법, 안전수칙 등에 대한 작업계획서를 작성하여야 하나 미작성함

다. 안전조치 권고

○ 지붕 위에서의 위험 방지 조치 철저

- 사업주는 근로자가 지붕 위에서 작업을 할 때에 추락 위험이 있는 경우에는 지붕의 가장자리에 안전난간을 설치하고 채광창에는 견고한 구조의 덮개를 설치하여야 함
- 선라이트(채광판) 등 강도가 약한 재료로 덮은 지붕에는 폭 30cm 이상의 발판을 설치하여야 함
- 또한, 추락 위험이 있는 작업 시 안전대 부착설비를 설치하고 근로자가 안전대를 착용하도록 관리감독을 철저히 하여야 함.

○ 관리감독자의 관리 · 감독 철저

- 사업주는 중량물 취급 작업을 실시하는 경우에는 작업지휘자를 지정하여 중량물 취급에 대한 작업계획서에 따라 중량물 하역, 운반 작업 시 관리 · 감독을 철저히 하여야 함

○ 추락할 위험이 있는 장소에서 보호구 착용 및 착용 관리 철저

- 사업주는 근로자가 높이 2m 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 작업 시 안전모, 안전대 등 보호구를 지급하여야 하고, 작업자가 보호구를 착용하도록 관리 · 감독을 철저히 하여야 함
- 근로자는 안전모, 안전대 등 지급 받은 보호구를 착용 후 안전대 부착 설비에 안전대 고리를 체결하고 작업을 실시하여야 함

○ 중량물 취급 작업 시 작업계획서의 작성

- 사업주는 중량물 취급 작업 시 근로자의 추락 위험을 방지하기 위하여 작업장의 지붕 상부 및 하부의 구조, 선라이트(채광판) 상태 등에 대해 사전 조사를 실시하여야 함
- 또한, 사전 조사 결과를 반영하여 작업장의 주요 위험요인에 대한 작업계획서를 작성하여야 함(근로자의 이동 동선, 작업순서, 작업방법, 줄걸이 안전수칙 등)