

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	예린종합건설(주)		주 소	본사	부산 해운대구	전화번호 (FAX)	
	현장명	시설 건축공사			현장	부산 금정구		
	대표자	B		면허업종		건설업	근로자수	12명
	관리번호 (사업개시번호)			발주처		사업장 ㉠	공사기간	'23.02.01. ~ '23.06.30.
	공사종류	건축공사		단위공종		해체공사		
	공사금액(천원)	1,236,159		공사규모		지하1층~지상2층 리모델링공사(건축면적,338m)	공정율	7%

하 도 급	회사명	해당없음		주소		전화번호 (FAX)	
	대표자			전문업종		근로자수	
	사업자등록번호					공사기간	
	공사종류		단위작업				
	하도금액(천원)					공정율	

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1973	예린종합건설(주)	일용직	사망

3. 재해발생 경위

- 2023. 2. 20.(월) 10:35분경 부산 금정구 소재 예린종합건설(주) 「시설 건축 공사」 현장에서
- 재해자 A(남,50세)가 건물 내부 덤웨이터 해체작업 중
- 지하1층 승강로 가이드레일 브라켓 위에서 운반구와 균형추가 연결된 와이어 로프를 핸드그라인더로 2가닥을 절단하고 나머지 1가닥을 절단하는 순간
- 지상층에 위치해 있던 균형추가 피트(Pit) 바닥으로 낙하하면서 균형추(중량 약 230kg)에 강타당하여 사망한 재해임.

4. 재해조사 내용

【 본 의견서는 부산동부고용노동지청 산재예방지도과와 합동 조사한 것으로 **예린종합건설(주)** 현장관계자, 작업반장 C의 진술과 현장조사 시 파악된 내용을 토대로 작성하였음.】

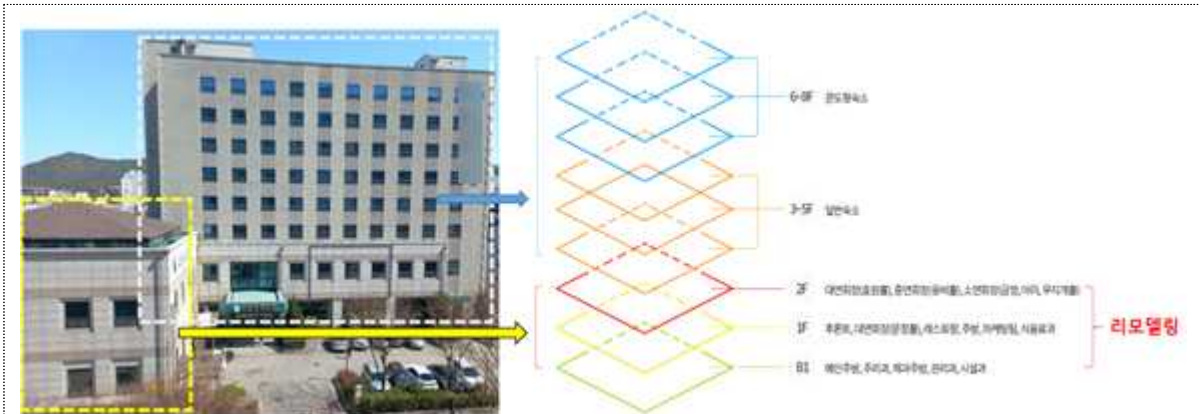
가. 현장 개요

○ 당 현장은 지하 1층, 지상 8층 규모의 시설이며 지하1층~지상2층을 사무실로 용도 변경하는 리모델링 공사로 조사일 기준 공정율은 약 7%로 내부 해체작업 중임.

- 사고발생 덤웨이터*는 휴지(일정기간 동안 사용하지 않음) 상태였으며, 사고 발생 당일('23.02.20.)에는 해체작업을 시작함.

* 덤웨이터(dumbwaiter)는 안전보건규칙 제132조(양중기)의 승강기 중 음식물 등 소형 화물의 운반에 적합하게 제조·설치된 엘리베이터로서 사람의 탑승이 금지된 것임.

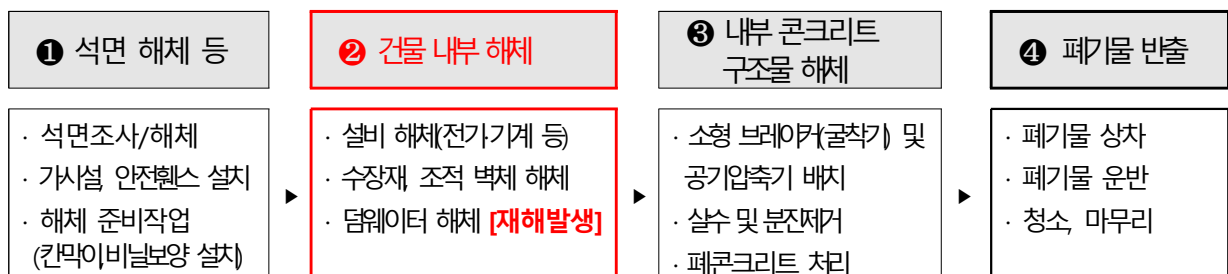
○ 현장 전경 및 층별 현황



【사진1】 현장 전경

나. 재해발생 공정

○ 건물 내부 해체순서 및 재해발생 공정은 아래와 같음.



○ 사고당시 작업장소 및 작업내용

- 재해자는 덤웨이터 해체작업을 지상1층 승강장문을 강제로 열고 사다리를 타고 덤웨이터 피트(Pit) 아래로 내려가서 승강로 가이드레일 브라켓 위에서
- 핸드그라인더를 이용하여 운반구와 균형추를 연결하는 와이어로프(Ø8mm, 3가닥) 2가닥을 절단하고 나머지 1가닥을 절단하는 순간
- 약 6~9m 높이에 위치해 있던 균형추(무게 약 230kg)가 낙하하면서 재해자를 강타함.

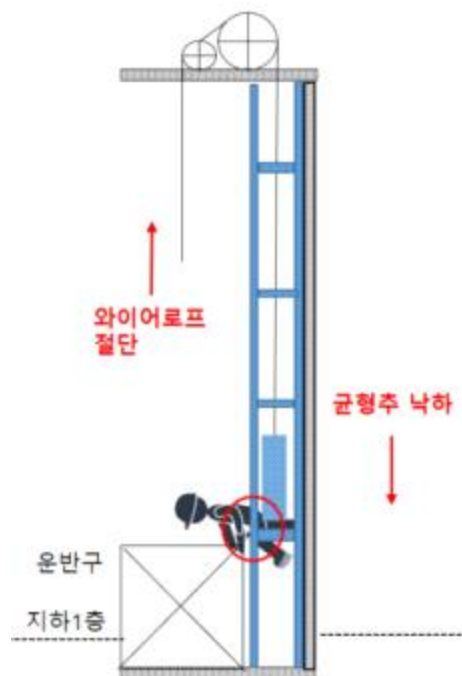


【사진2】 사고발생장소(덤웨이터 피트 내부)

【그림1】 재해 상황도



와이어로프 절단



균형추에 강타 당함

다. 재해발생 과정

- 2023.02.07.~02.08.(2일간) 가설사무실, 안전시설물 및 칸막이 설치 등 해체 작업을 준비함.
 - 2023.02.09.(목)~02.14.(화) 재해자와 해체공 8명이 복지회관의 지하1층, 지상1층 천장, 바닥, 벽체 해체작업을 실시하였으며, 2023.02.15.(수)에는 지상2층 해체작업을 시작함.
 - 사고당일 【08:00분경】 작업반장 C와 해체공 6명은 지상2층 내부 마감 해체작업을 실시하였고, 09:00분경 재해자와 동료작업자 D는 현장에 도착하여 지상2층 내부 마감 해체작업에 투입됨.
 - 【10:00분경】 재해자와 동료작업자 D는 작업반장 C로부터 덤웨이터 해체작업 지시를 받음.
 - 재해자는 덤웨이터 해체를 위해 지상1층 승강장문을 강제로 열고 사다리를 타고 덤웨이터 피트(Pit)로 내려가서 승강로 가이드레일 브라켓* 위로 이동하였으며,
 - 동료작업자 D는 열려있는 지상1층 승강장문 입구에서 승강로 내부에 가설 조명등을 설치함.
- * 승강로 콘크리트 벽면에 고정된 가이드레일은 운반구와 균형추의 운행방향을 유도해주고, 브라켓은 가이드레일을 승강로 구조체에 고정해주는 역할을 함.
- 【10:35분경】 재해자가 운반구와 균형추를 연결하는 와이어로프(Ø8mm, 3가닥)를 핸드그라인더로 2가닥 절단한 후 마지막 1가닥을 절단하는 순간,
 - 약 6~9m 높이에 위치해 있던 균형추(무게 약 230kg)가 낙하하면서 재해자를 강타함.



【사진3】 와이어로프 절단부위



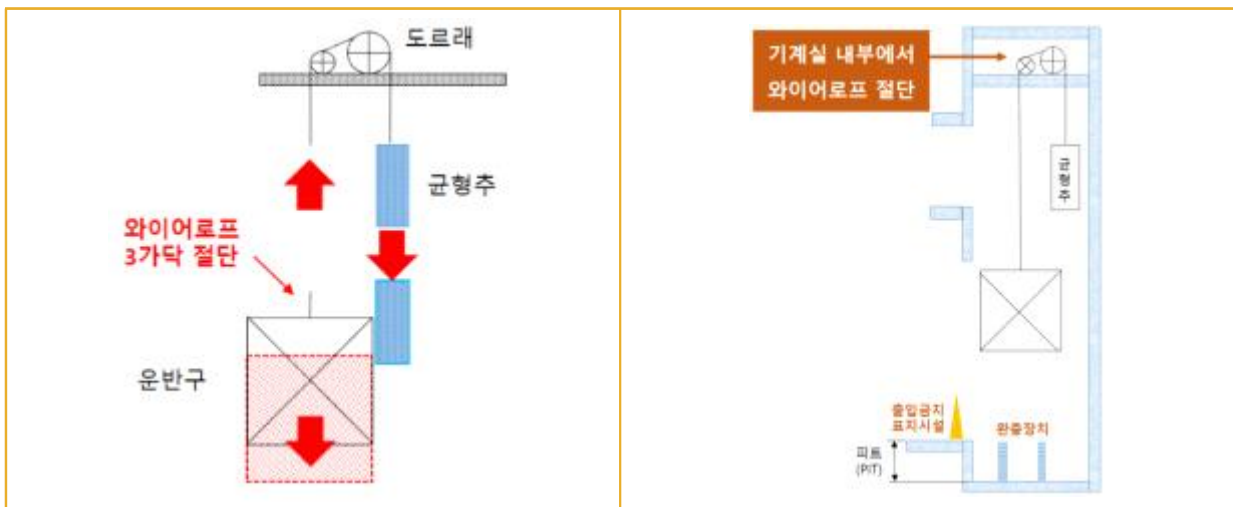
【사진4】 재해자를 강타한 균형추

라. 조사 및 확인내용

1) 덤웨이터 해체방법 및 와이어로프 절단작업 위치

○ 해체방법

- 2006.09.04.부터 휴지된 덤웨이터는 지하1층(h=0.6m)에 운반구가 위치하여 있었음.
- 재해자는 【그림2】와 같이 지하1층 승강로 가이드레일 브라켓에 올라가 운반구와 균형추가 연결된 와이어로프를 절단하는 방법으로 해체함.
- 운반구와 균형추가 와이어로프에 서로 연결되어 와이어로프가 절단되자 균형추가 중력에 의해 피트 바닥으로 자유 낙하됨.



【그림2】 사고당시 해체방법

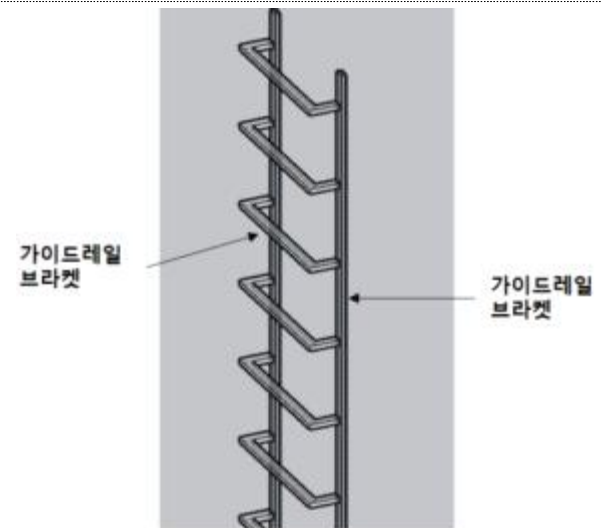
【그림3】 해체방법(예)

- 작업반장 C는 「재해자는 사고현장과 유사한 덤웨이터 해체작업 유경험자인데 피트에 내려가서 와이어로프를 절단했는지 이해 할 수 없다」고 진술함.

일반적인 해체방법은 덤웨이터 구동부(모터, 도르래 등)가 위치한 기계실 내부에서 운반구와 균형추가 연결된 와이어로프를 절단하여 낙하 시키거나, 체인블록 등으로 균형추를 매달아 고정시킨 후 운반구를 해체하는 방식임.(작업반장 C 진술내용)

○ 와이어로프 절단작업 위치

- 재해자는 【그림4】와 같이 승강로 콘크리트 벽면에 고정된 가이드레일 브라켓 위에서 핸드그라인더로 운반구에 연결된 와이어로프(φ8mm) 3가닥 중 2가닥을 절단하고, 나머지 1가닥을 절단함.



【그림4】 승강로 가이드레일 브라켓 위에서 작업



【사진5】 덤웨이터 운반구에 연결된 와이어로프 절단부위

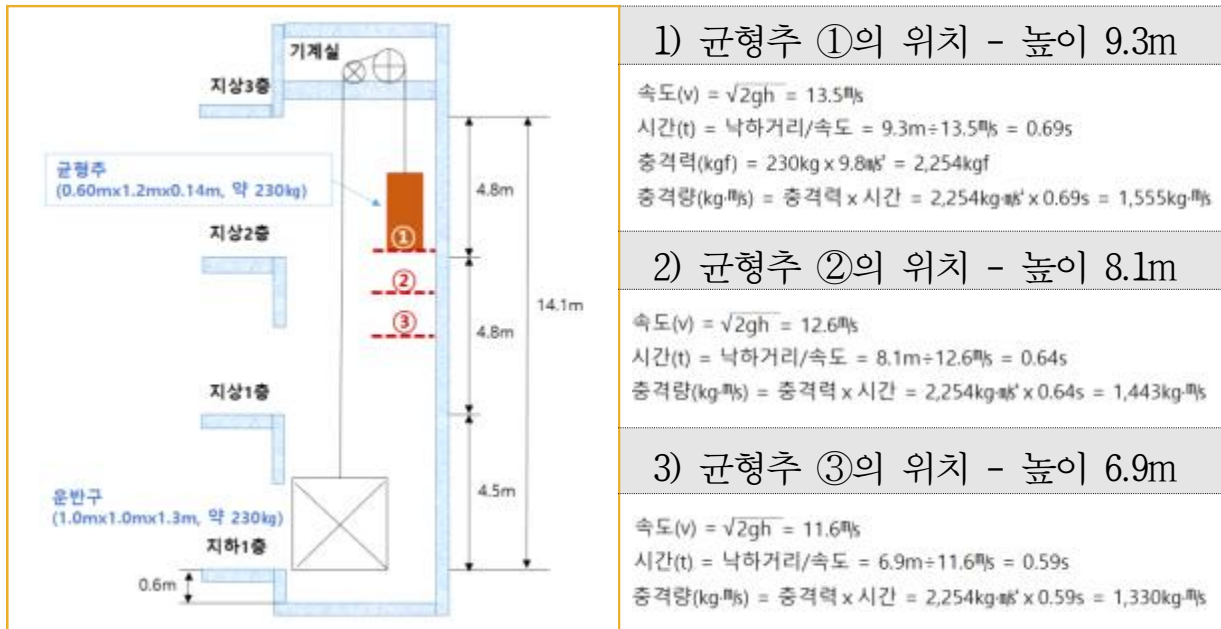


【사진6】 낙하된 균형추

2) 균형추의 충격량

○ 낙하된 높이와 충격량

- 덤웨이터 관련 도면이 현장에 존재하지 않아 현장 실측을 통해 균형추의 낙하높이를 추정하여 다음과 같이 충격량을 산출함.



- 사고당시 균형추가 ①~③ 위치에서 충격력(2,254kgf)이 일정하다고 가정하여 낙하 시 충격량을 산출하면 **균형추 무게(약 230kg)의 약 5.8배 이상의 충격**이 재해자 신체부위(몸통)에 가해진 것으로 판단됨.

<표1> 낙하높이별 충격량(균형추 무게:230kg기준)

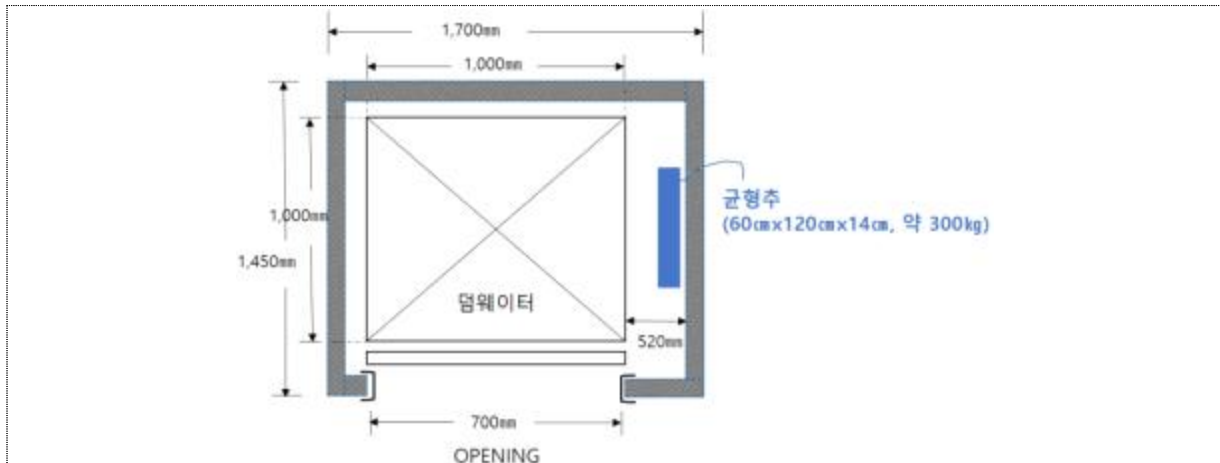
낙하높이	6.9m	8.1m	9.3m
속도(m/s)	11.6	12.6	13.5
시간(t)	0.59	0.64	0.69
충격력(kgf)	2,254	2,254	2,254
충격량(kg·m/s)	1,330	1,443	1,555

3) 덤웨이터(dumbwaiter)

○ 덤웨이터 구동형식

- 가이드 레일 사이에서 권상이나 마찰 구동장치에 의해 로프 또는 체인으로 가동되는 소형화물을 수송하기 위한 운반구를 정해진 승강장으로 운행시키기 위하여 설치되는 전기공급식 구동형임.(운행경로는 지하1층~지상2층)

- 기계실에는 전기모터(정격전압 380V), 도르래 2개, 조속기로 구동부가 되어 있으며, 구동부에 와이어로프(φ8mm) 3가닥을 연결하여 전원 공급 시 덤웨이터 운반구와 균형추가 상하로 상반되게 승강하도록 설치됨.



덤웨이터 규격(가로×세로×높이) : 1,000mm×1,000mm×1,200mm, 적재중량 300kg

- 사업장 ㉔에서 제작된 것으로 형식, 제작연도 파악은 불가하나, 1999.07.31, 2005.11.04 일에 승강기 검사를 받았으며, 2006.09.04.에 관할 지자체(금정구청)에 휴지 신청접수 처리되었음.

* 휴지상태에서 덤웨이터 운반구 위치는 지하1층에 정지되어 있었음.



【사진5】 지하1층 덤웨이터 승강장



【사진6】 현장에 부착된 정기검사 확인증

4) 보호구 지급 및 착용 여부

- 안전모는 지급되어 해체작업 시 착용을 하였으나, 사고조사 당시 안전모는 피트 바닥에 떨어져 있어 119 구조 시 벗겼거나, 재해자가 균형추에 강타당하면서 충격에 의해 안전모가 벗겨졌을 가능성이 있음.

[illegible]

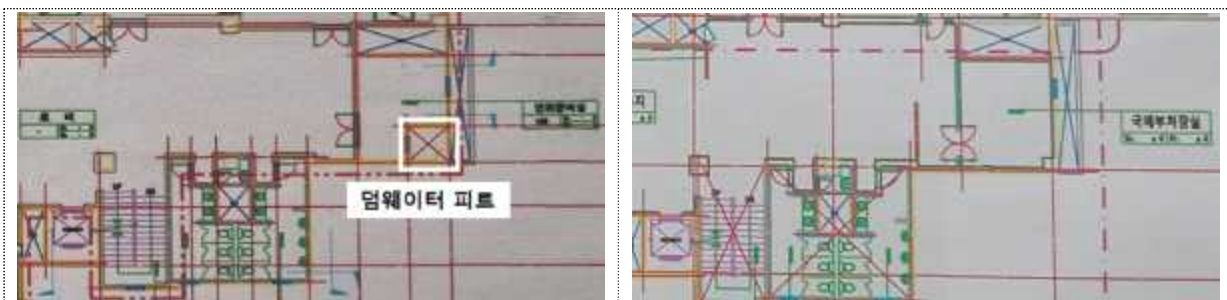
【사진7】 재해자 착용 안전모 및 지급대장

○ 덤웨이터 해체작업 시 작업지휘자를 선임하지 않았음.

6) 해체작업 계획서 작성 여부

○ 「철거계획서」 작성내용이 공사개요, 인원 및 장비 투입계획, 환경관리계획, 안전관리계획, 위험·유해방지계획 목록으로 작성되어 있으나, 덤웨이트 해체작업의 위험요인 및 안전대책을 포함한 작업 계획서는 작성되어 있지 않음.

- 당 현장은 【그림4】와 같이 덤웨이터 해체 후 피트 상부 슬래브를 타설할 예정으로 사고당일에는 해체계획이 없었다고 현장관계자는 진술하였으나, 덤웨이터 해체작업을 실시함.



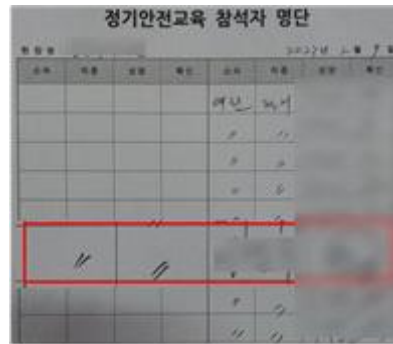
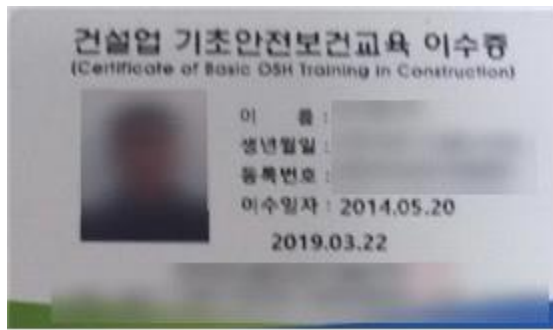
【그림4】 지상1층 평면도 변경 전(좌), 변경 후(우)

7) 위험성 평가 실시 · 이행 여부

○ 해체작업에 대한 유해·위험요인을 파악하여 위험성평가를 실시하지 않음.

8) 안전보건교육 실시 여부

○ 재해자의 안전보건교육 실시여부 확인 결과 건설업 기초안전보건교육 이수 (2014.05.20.), 채용 시 교육 실시(2023.02.09.)를 확인함.



<서류1> 기초교육 이수증 및 채용 시 교육 참석자 서명

9) 조사 및 확인 결과

구 분	조사 및 확인 내용
1. 재해발생 장소 및 작업 상황	· 건물 내부 지하1층 가이드레일 브라켓 위에서 덤웨이터 해체 작업을 실시함.
2. 해체방법 확인	· 승강로 가이드레일 브라켓 위에서 핸드그라인더로 운반구와 균형추가 연결된 와이어로프를 절단함. · 절단 후 운반구와 균형추가 낙하됨.
3. 작업장소의 안전조치 확인	· 덤웨이터 해체작업의 작업지휘자 미선임. · 덤웨이터 해체방법, 순서 등 해체작업 계획이 없음.
4. 작업계획서 작성 여부 확인	· 덤웨이터 해체작업 계획서가 작성되어 있지 않음.
5. 위험성평가 실시·이행 여부 확인	· 위험성평가를 실시하지 않음.
6. 안전 준수사항 확인	· 기초안전보건교육 이수 및 채용 시 교육을 받음.

○ 현장관계자 진술 및 현장조사를 통하여 도출된 재해발생과정, 조사 및 확인 내용을 토대로 사고발생 원인을 다음과 같이 추정할 수 있음.

- 재해자가 덤웨이터 해체작업 중 지하1층 승강로 가이드레일 브라켓 위에서 운반구와 균형추가 연결된 와이어로프를 절단하는 순간
- 약 6~9m 높이에 위치해 있던 균형추가 낙하하면서 균형추 무게(약 230kg)의 약 5.8배 이상의 충격이 재해자의 신체부위를 가해져 사망함.

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 해체 작업위치 부적절

- 덤웨이터 구조는 운반구와 균형추가 와이어로프로 서로 연결되어 균형추 낙하위험이 있는 덤웨이터 피트 하부에서 해체작업 중 사고가 발생함.

○ 해체작업 시 작업지휘자를 선임하지 않음

- 덤웨이터와 같이 승강기 해체작업 시 작업지휘자를 선임하여 그 지휘에 따라 작업을 실시하지 않고 재해자가 임의로 와이어로프 절단작업 중 균형추 낙하로 사고가 발생함.

나. 재해예방 대책

○ 해체 작업방법 개선

- 덤웨이터 구동부가 위치한 기계실 내부 등 안전한 장소에서 와이어로프를 절단하여 운반구 및 균형추를 낙하시킨 후 해체작업을 실시하거나,
- 체인블록 등으로 균형추를 매달아 고정시킨 후 운반구를 해체 후 후속작업 실시

○ 덤웨이터 해체작업 계획 수립 · 이행 실시

- 덤웨이터의 해체방법 등 해체작업절차에 대한 계획을 수립하여 안전한 작업순서에 따라 해체작업을 실시하고,
- 해체작업에 대한 유해 · 위험요인을 파악하여 위험성평가를 실시하고, 허용 가능한 안전대책을 수립 · 이행하도록 관리감독을 철저히 함.

○ 작업지휘자 선임 및 이행 실시

- 승강기의 설치 · 조립 · 수리 · 점검 또는 해체작업 시 작업지휘자를 선임하여 그 지휘에 따라 작업을 실시토록 하고, 작업지휘자는 아래사항을 이행하도록 함.

1. 작업방법과 근로자의 배치를 결정하고 해당 작업을 지휘하는 일
2. 재료의 결함 유무 또는 기구 및 공구의 기능을 점검하고 불량품을 제거하는 일
3. 작업 중 안전대 등 보호구의 착용 상황을 감시하는 일