

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	제일석재	주 소	본사	경기도 광주시	전화 번호 (FAX)	
	현장명	㉡ 내 석축시공		현장	경기도 광주시		
	대표자	B	면허업종		석공사업	근로자수	3명
	관리번호 (사업개시번호)	-	발주처			공사기간	2024.03.10.~ 2024.03.16.
	공사종류	석공사업	단위공종		석축 등 돌쌓기		
	공사금액(천원)	21,000	공사규모		약 100m ²	공정율	66%

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태 (상용,일용,시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1958	제일석재	상용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	갈림	기인물	운반차
- 2024. 03. 14.(목) 11:00경 경기도 광주시 ㉡ 내 석축시공 현장에서 - 재해자(만66세, 남, 석공)가 석축 작업을 위해 운반차(보행 무한궤도형 개조차량)로 자재를 운반 하던 중, - 작업 하부 경사구간에 정지하였으나, 조작실수 등의 이유로 운반차가 뒤로 밀리게 되어, - 이를 멈추기 위해 재해자가 운반차에 매달려 뒤로 밀리던 중 운반차에서 떨어져 운반차의 주행부(궤도)에 깔려 사망한 재해임.			

4. 조사내용

가. 재해현장 개요

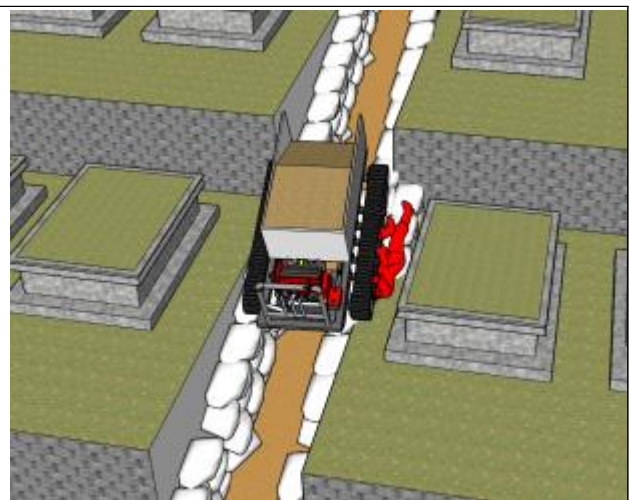
- 당 공사는 ㉠ 내 석축을 시공하는 작업으로 실질적 작업 기간은 3.10~3.16일로 총 7일이며, 사고 발생 당시 공정율은 약 66%로 위치도 상의 작업 구간의 3단의 석축 중 최하단 1단 시공을 위한 준비 작업 중이었음.



사고 현장 위치도



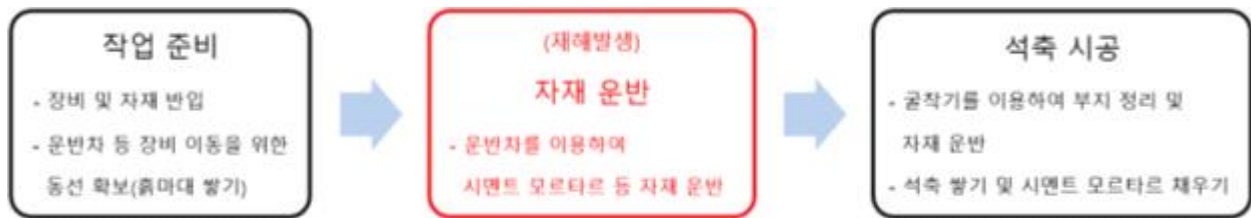
작업구간 전경



재해 상황도

나. 재해발생 공정

○ 석축 시공 순서



운반중이던 운반차 (약 600kg 적재)



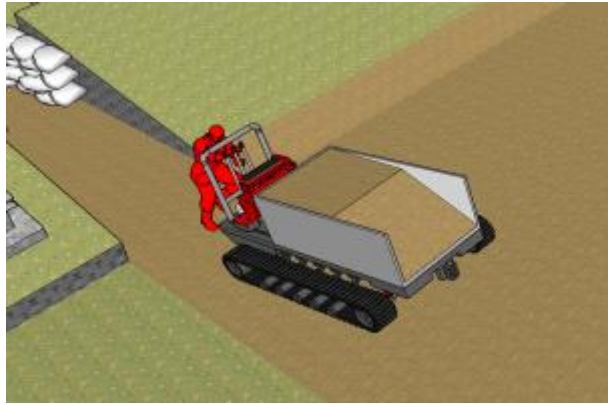
작업 완료된 석축 2, 3단

○ 자재 운반 과정에서 재해 발생

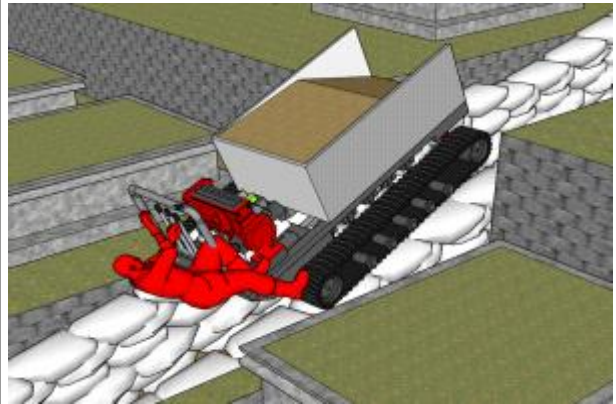
- 운반차(궤도형 개조차량)에 석재 쌓기를 위한 시멘트 모르타르 약 600kg을 싣고 경사로 이동 후 작업구간 하부에 정지하였으나 조작 실수 등으로 운반차가 뒤로 밀리게 되어, 이를 멈추기 위해 재해자가 운반차에 매달려 뒤로 밀리던 중 운반차에서 떨어져 운반차의 주행부(궤도)에 깔림.

다. 재해 발생 과정

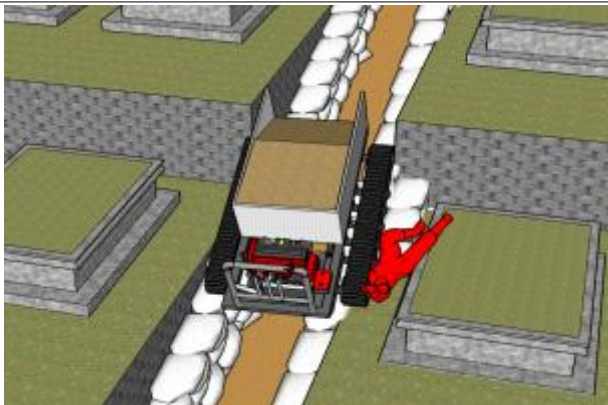
- 07:30경 재해자를 포함한 5명 현장 출역.
- 08:00경 석축 2단 쌓기 작업 시작.
- 11:00경 석축 2단 쌓기 마무리 후 1단 석축 쌓기 작업 준비.
- 11:02경 운반차로 자재를 작업구간 하부에 운반 후 정지하였으나, 운반차가 뒤로 밀리기 시작하였고, 재해자는 이를 멈추기 위해 운반차에 매달려 밀리던 중 운반차에서 떨어지며 운반차에 깔림.



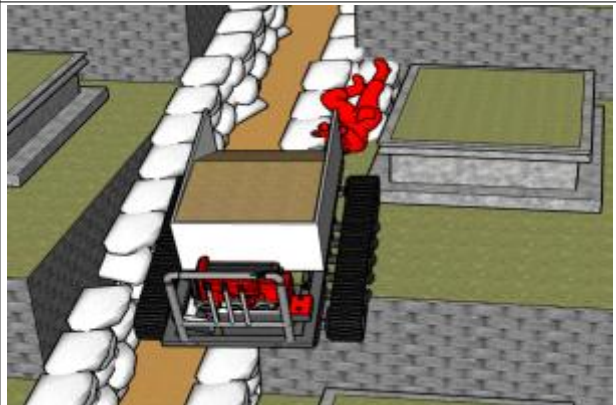
재해자가 운반차를 이용해 자재 운반 및 정지



밀리는 운반차를 멈추기 위해 운반차에 매달림

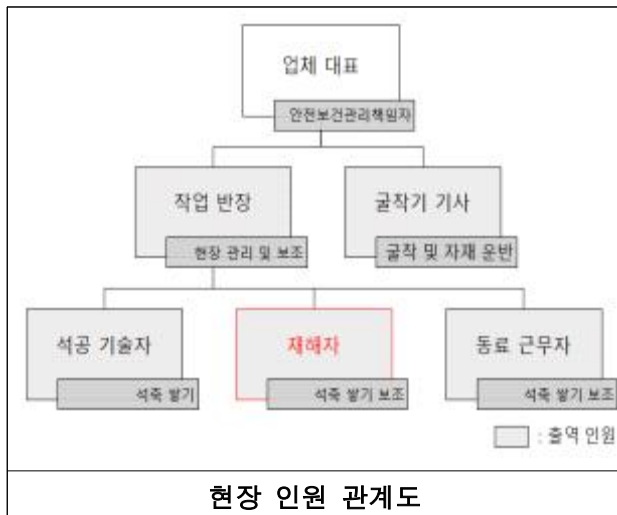


운반차에서 떨어지며 궤도에 깔림



사고 발생 후 운반차는 낮은 경사지에 멈춤

라. 재해 당시 현장 인원 관계도 및 작업



현장 인원 관계도



재해 당시 근로자 위치

- 업체 대표는 사고 당일 현장 출역하지 않음.
- 작업반장 외 근로계약서 작성은 없으며, 재해자와도 구두 계약하였음.
- 작업 반장은 전반적 현장관리 및 석공 보조 업무를 수행함.
- 재해 당시 재해자는 운반차로 자재운반 작업 중이었음.

마. 현장 조사 · 확인 내용

○ 경사로의 상태



재해 상황별 위치도

* A: 운반차 정지(출발) 위치 B: 운반차 임시 정차 및 밀림 위치 C: 재해자 깔림 위치 D: 운반차 멈춤 위치

- 경사도는 A: 약 15.4도, B: 약 16.5도, C: 약 13.4도, D: 약 8.7도 임.

A	B	C	D
지점별 경사도			

- 경사로 폭은 약 170cm 이며, 마대간 간격은 약 20~50cm 임.
- 재해 직전 경사 구간에서 운반차 주행부가 이탈되며, 충격으로 인해 운반차를 멈추기 위해 매달려있던 재해자가 운반차에서 떨어짐으로 추정됨.



운반 경사로 전경

경사로 폭 (170cm)



경사로 마대 최소 간격 (약 20cm)

경사로 마대 최대 간격 (약 50cm)

○ 기인물(개조 운반차)의 상태

- 운반차는 가파른 경사의 현장 여건에서 작업을 위해 개조된 차량을 사용하였음.
- 당 현장의 보행형 운반차는 경운기 엔진에 콤팩트 주행부 및 변속기로 이루어진 개조된 형태로 차량계 하역운반기계*에 준하는 것으로 판단됨.

* 개조된 운반차는 동력원을 사용하여 특정되지 않는 장소로 스스로 이동, 짐을 싣고 내릴 수 있는 것으로 미루어 볼 때 차량계 하역운반기계에 포함되는 것으로 판단됨.



개조된 운반차의 모습 (엔진, 주행부)



개조된 운반차의 모습 (변속기)

- 운반차의 뒤에서 조종하며, 경사지 밀림 등 긴급 시 정지를 위한 장치는 없음.
- 운반차의 조작 장치는 아래 사진과 같음.



운반차 각부 명칭



클러치, 브레이크 레버 조작방법

- 방향 레버의 경우 각각 주행부의 브레이크와 연결되어 조작 시 해당 방향 정지로 방향을 조종함.
- 클러치, 브레이크 레버는 당기는 거리에 따라 기능을 하며, 이는 변속기 내부에 브레이크판이 존재하여, 작동하는 구형 콤팩트 변속기와 동일함.

- 브레이크 레버 조작 시 방향레버(좌,우) 연결되어 동시에 당겨져 멈춤.
- 클러치 및 브레이크 레버의 고정 턱이 존재하나, 이는 시동 시 클러치 레버를 고정시키기 위한 용도로, 브레이크 기능으로의 고정은 불가능함.



레버 미조작 (0cm)	클러치 고정 (13cm)	브레이크 (16cm)
클러치 및 브레이크 레버 당김 거리에 따른 수행 기능 (묘원 내 유사 장비 측정)		

- 당기는 거리에 따라 브레이크 기능을 수행하나 기능에 따른 당김 거리의 차이는 미미함.
- 클러치 고정 거리에서 브레이크 거리까지의 당김은 강한 작동강도를 요구함.
- 상황별 레버의 위치는 아래 사진과 같음.



출발 전 (정지, 시동꺼짐)



주행중 (레버 미조작, 기어 1단)



재해 당시 추정 (레버 당김, 기어 1단)



재해 직후 (정지, 레버당김(턱에 고정) 기어 1단)

- 경사지에서 완전히 정지시키기 위해선 출발 전과 같이 레버를 놓고 속도조절장치를 0에 놓아야하거나, 브레이크 레버를 강하게 당겨야함.
- 재해 직후의 브레이크 레버위치는 중간 톱에 걸려 있음.
- 운반차 주행부(궤도) 제원은 아래 사진과 같음.



궤도 측면 제원



궤도 정면 제원

- 궤도간 간격은 51.5cm로, 마대 최대 간격인 50cm 보다 넓음.

○ 작업계획 수립 여부

- 장비제원, 작업방법, 안전대책 등을 포함한 별도의 작업계획서는 수립되어 있지 않음

5. 조사자 의견

가. 작업현장의 위험요인 및 사고 원인

○ 부적합한 장비의 사용 (개조형 운반차량)

- 현장에서 확인되는 운반차는 개조된 형태로, 유사한 용도 및 장비(농업용 보행형 동력 운반차)의 검정 기준*을 확인 시, 운반차(기인물)의 적재량, 긴급 정지장치, 브레이크의 구조 등 검정기준을 만족시키지 못함.

* 농업기계 검정기준[농림축산식품부 고시. 22.농업용 동력운반차(보행형)]

- 브레이크레버의 작동을 위해서는 최대 당김 거리(약 16cm) 및 강한 작동 강도를 요구함으로 이는 뒤로 밀리는 중 클러치의 풀림 없이 즉각 브레이크를 잡기 어려워, 위급 상황 시 제동이 어려운 구조임.

- 따라서, 개조형 운반차는 검사주기, 조작방법 등 안전한 작업을 위한 매뉴얼 및 정격 하중 등 정격제원이 없어 장비의 적합·안전한 작업 수행이 어려움.

○ 시멘트 등 자재 운반 작업에 따른 작업계획 미수립

- 차량계 하역운반기계 등을 이용해 운반 작업하는 경우 운반방법에 따른 운반기계의 선정 및 운행경로의 경사에 주의사항 등 운행 경로에 대한 작업계획을 수립하여야 하나 수립하지 않았고,
- 운반차가 갑자기 후진 될 때 등 비상상황에 대비하기 위한 운전자의 행동 요령 등 협착 위험에 대한 대책이 수립되지 않았음.

나. 안전조치 권고

○ 적합한 장비의 사용

- 정식 차량계 하역운반기계 등 장비 작업에 있어 안전이 확보된 장비를 사용하여 작업.
- 현장 여건에 따라 농업용 장비(농업용 운반차 등) 사용 시 비상정지장치, 제동장치(브레이크)의 구조 등 검정된 장비를 사용하여 작업.
- 작업 시 장비의 사용 기준을 준수하며, 매뉴얼 및 사용방법에 따른 작업 전 작동상태 확인 등 점검 실시.

○ 시멘트 등 자재 운반 작업에 따른 작업계획 수립

- 사업주는 자재운반 등 작업을 위한 차량계 하역운반기계등을 사용하여 운반 작업을 할 경우, 상황에 따른 적정 하역운반 기계를 선정하고 이에 따른 작업방법 및 깔림, 충돌 위험에 대한 대책 등의 작업계획을 수립 및 준수하여 작업을 하도록 하여야함.