

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 (임 차 인)	회사명	(주)원영건설	주 소	본사	경북 청도군	전 화 번 호 (FAX)	
	현장명	저수지제체 보강사업		현장	경북 청도군		
	대표자	B	업종		건설업	근로자수	13명
	관리번호 (사업개시번호)		발주처		사업장 ㉠	공사기간	2023.05.25.~ 2024.01.16
	공사종류	지반조성·포장공사	단위공종		보링그라우팅공사		
	공사금액(천원)	82,446천원	공사규모		그라우팅 13공, 부대공 1식	공정율	9%

하 청 (임 대 인)	회 사 명	사 업 장 ㉡		주 소	경북 영천시	전 화 번 호 (FAX)	
	대 표 자	C		업 종	중기임대업	근로자수	5명
	관 리 번 호 (사업개시번호)					임대기간	2023.12.1.~ 2023.12.31.
	공사종류		-	단위작업	-		
	임대차금액(원)		1,800,000원 / 1일 (VAT별도, 운전원 포함)			공정율	- %

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태 (상용·일용·시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1967년	사업장 ㉠	상용	사망

3. 재해발생 경위(6하원칙에 의거 개조식으로 간략하게 작성)

- 2023. 12. 8(금) 15:30경 경북 청도군 소재
- 원영건설(주)가 시공하는 「저수지 제체 보강사업」 현장에서
- 사업장 ㉠ 소속 피재자(남, 57세)가 천공기를 운전하여 보링 그라우팅작업을 실시하던 중,
- 천공기와 구조물 벽체 사이에 끼어 쓰러진 것을 동료작업자가 발견하고 119 구급대에 신고, 병원으로 이송하였으나 치료 중 사망한 재해임

4. 조사내용

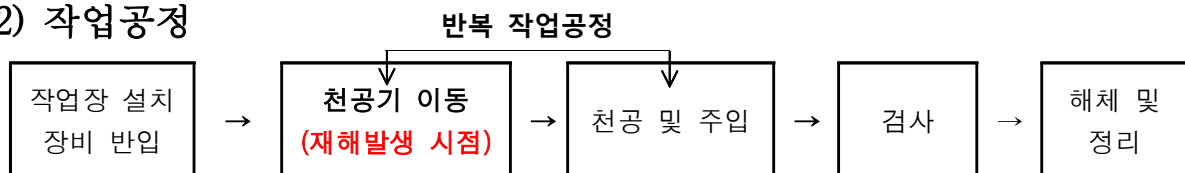
【본 현장조사내용은 고용노동부 대구청 합동 조사한 것으로 목격자 D, 현장 소장 E이 진술한 내용과 현장조사에서 파악된 사항 위주로 작성하였음】

가. 공사개요 및 재해발생 공정

1) 공사개요

- 공사명 : 저수지 제체 보강사업
- 공사기간 : 2022. 5. 25. ~ 2023. 1. 16.
- 시공사 : 원영건설(주)
- 공사금액 : 82,446,000원
- 공사규모 : 그라우팅 13공(No.0+00 ~ No.0+19.5, L=19.5m), 부대공 1식
- 공사목적 : 여수토 구조물 노후화로 인한 기초지반의 취약부분 보완, 개선 및 강화

2) 작업공정



□ 재해발생 당일 주요작업 내용 및 장비 투입현황

○ 작업내용

- 천공 및 그라우팅재 주입(장비운전원 재해자A, 그라우팅공 D)
- 그라우팅재를 주입하기 위해 #11, #3을 천공

○ 작업장 투입 장비 및 자재

- 장비 : 천공기 1대(12월8일)
- 자재 : 벤토나이트* 250m²(12월5일), 시멘트 200m²(12월7일)

* ① 정의: 입도가 극히 낮은 몬모릴로나이트를 다량으로 함유한 고급 점토

② 특성: 물을 많이 흡수하면 팽윤하고 건조하면 극도로 수축하는 경향이 있으며, 현장타설 콘크리트 말뚝을 굴착식공법으로 시공 시 주입하면 토사의 공극에 침투, 공벽을 안전하게 유지하고 주벽의 붕괴를 방지할 수 있음 [출처 : 건축용어사전]

나. 재해발생과정

1) 재해발생 당일 시간대별 작업상황

- [2023. 12. 8. 07:00] 피재자, 동료작업자 1명이 현장에 출근하여 당일 작업을 준비함.
- [2023. 12. 8. 11:30까지] 피재자, 동료 작업자 1명은 보링공 #11 → #3의 시추 순서로 보링 및 그라우팅재를 주입하는 작업을 진행
- [2023. 12. 8. 11:30 ~ 12:00] 오전작업을 끝내고 점심식사를 함.
- [2023. 12. 8. 15:00] 보링공 #3 천공 및 그라우팅재를 주입하는 당일 작업을 끝내고 다음날 작업을 위해 피재자가 천공기를 보링공 #9 시추지점까지 이동시키던 중,
- [2023. 12. 8. 15:30] 천공기가 이동하지 않는 것을 보고 동료작업자 (D)가 작업장소로 이동해 보니 피재자가 여수토 구조물(보링공 #4 ~ #5)과 천공기 사이에 끼어 쓰러진 것을 발견하고 119에 연락, 피재자를 병원으로 이송하였으나 치료 중 사망함.

작업자	당일 업무 내용	비 고
A	천공작업	피재자
D	그라우팅재 혼합작업	동료작업자

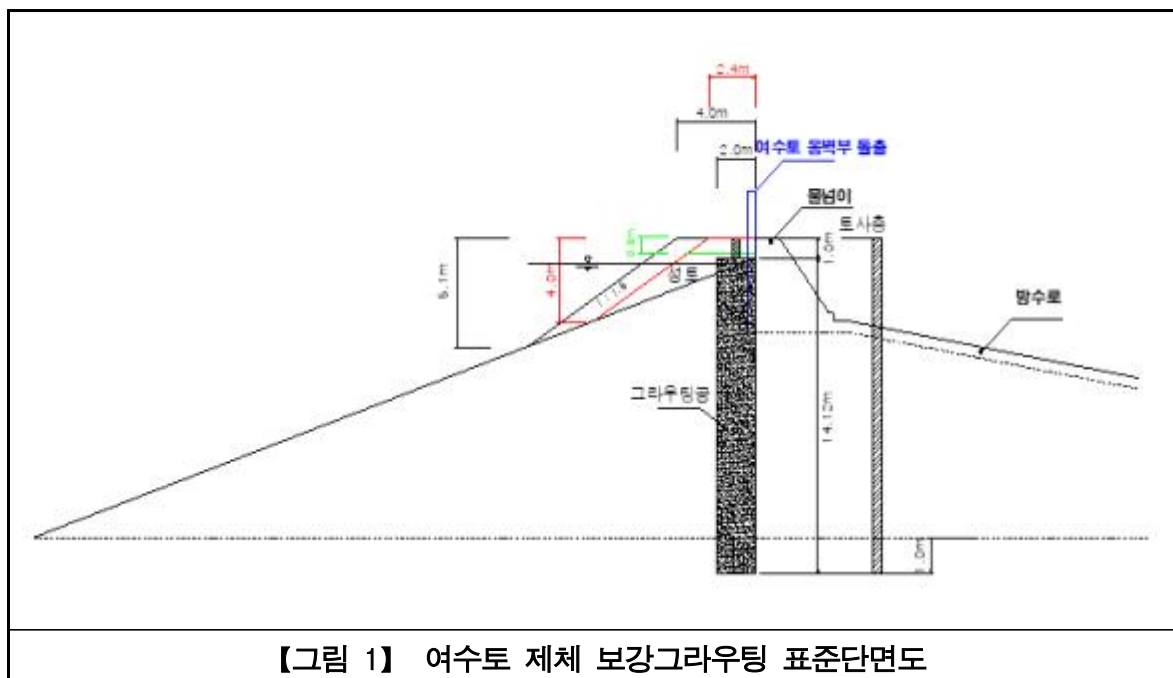
[표1] 사고 당일 작업자 및 작업내용

2) 재해발생 전일까지 작업내용

- 2023. 12. 5.(화) : 천공기, 그라우트 믹서기(플랜트) 등 장비 반입, 설치
- 2023. 12. 6.(수) : 굴삭기로 제당 성토부 절토작업, 시험천공
- 2023. 12. 7.(목) : 보링공 #5 천공 및 그라우팅재 주입

다. 재해발생 전 작업상황

- (제당폭 변경사유) 당초 여수토 방수로 앞 제당을 4m 폭으로 성토하여 그라우팅(차수) 작업을 실시하도록 설계되어 있으나 4m 폭으로 성토작업을 진행하던 중 토사로 인해 수문(사통)이 막혀 배수가 되지 않아 저수지 기능이 일시적으로 상실되었고,
 - 이로 인한 주민 민원을 해결하기 위해 발주처에 제당폭을 2.4m로 변경하는 현장 실정보고를 제출하였음.
- (사고발생 위치 작업여건) 2.4m폭으로 변경하여 제당을 성토하는 작업을 완료한 후 천공기를 반입하여 그라우팅(차수) 작업을 실시하려 하였으나 보링공 #4 ~ #5 위치의 여수토 옹벽이 주변 부위보다 약 20cm 정도 돌출되어 제당폭이 좁아져 해당 구간을 천공기가 통과하기 어려운 상황이었기 때문에,
 - 장비 작업로 폭을 넓히기 위해 굴삭기를 투입하여 돌출된 옹벽 부위의 제당 성토 높이에서 약 80cm 정도 절토작업을 실시하였으나, 지반다짐 작업을 하지 않아 지반 표면층이 불규칙 이완되었을 것으로 판단됨.



라. 조사 · 확인내용

1) 장비 작업공간

- 사고 당시 성토구간 작업로 폭은 2.4M로 천공기(너비 1.745M)가 작업로 중앙에 위치했다고 가정하면 좌우 0.3M의 여유폭이 협소했던 상황으로 장비 측면의 조작레버를 조작하여 천공기를 이동시켰음.
- 작업용수 및 전날 강우 등으로 작업구간 지반이 이완되어 작업로 일부 구간에 지반 침하가 발생하였고, 피해자가 다음날 작업을 위해 천공기를 보링공 #9 위치로 이동시키던 중
- 침하가 발생한 구간(보링공 #4 ~ #5)을 지나던 천공기가 약 10도 정도 기울면서 여수토 구조물 벽체(요철부)와 충돌할 위험이 있을 것으로 판단한 피해자가 천공기를 회전시키는 과정에서 끼임이 발생함.



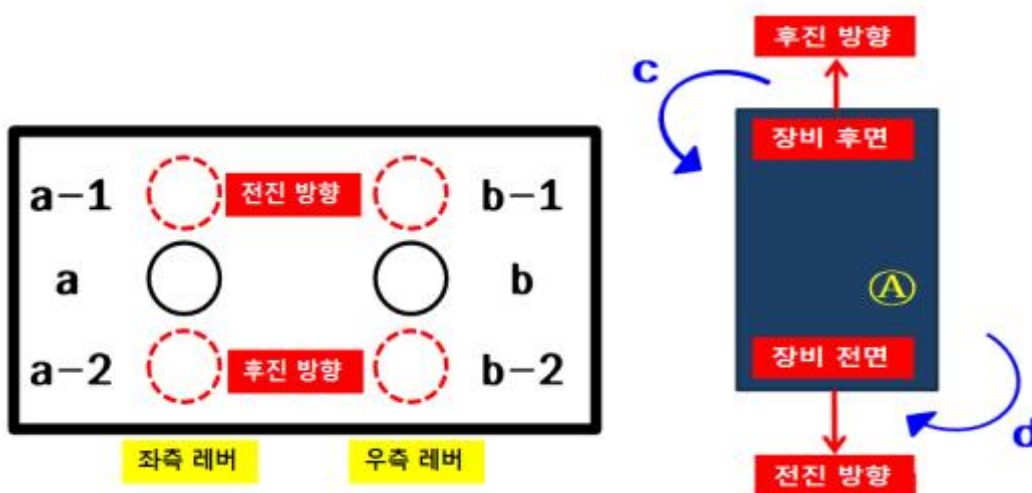
【사진 1】 여수토 제체 그라우팅 작업을 위한 성토부 상단 모습

2) 재해발생 당시 장비운전

- 최초 목격자 D 진술에 따르면 피해자 최초 발견 당시에 좌/우측 레버는 각각 a-1 / b-2 위치에 놓여진 것으로 볼 때 장비와의 충돌을 피하기 위해 천공기를 C방향으로 회전하려다 사고가 발생한 것으로 추정됨.



【사진 2】 재해발생 당시 천공기 모습



【그림 2】 재해발생 당시 조작레버 위치 및 이동경로 추정



【사진 3】 천공기가 성토구간 위에서 기울어진 모습

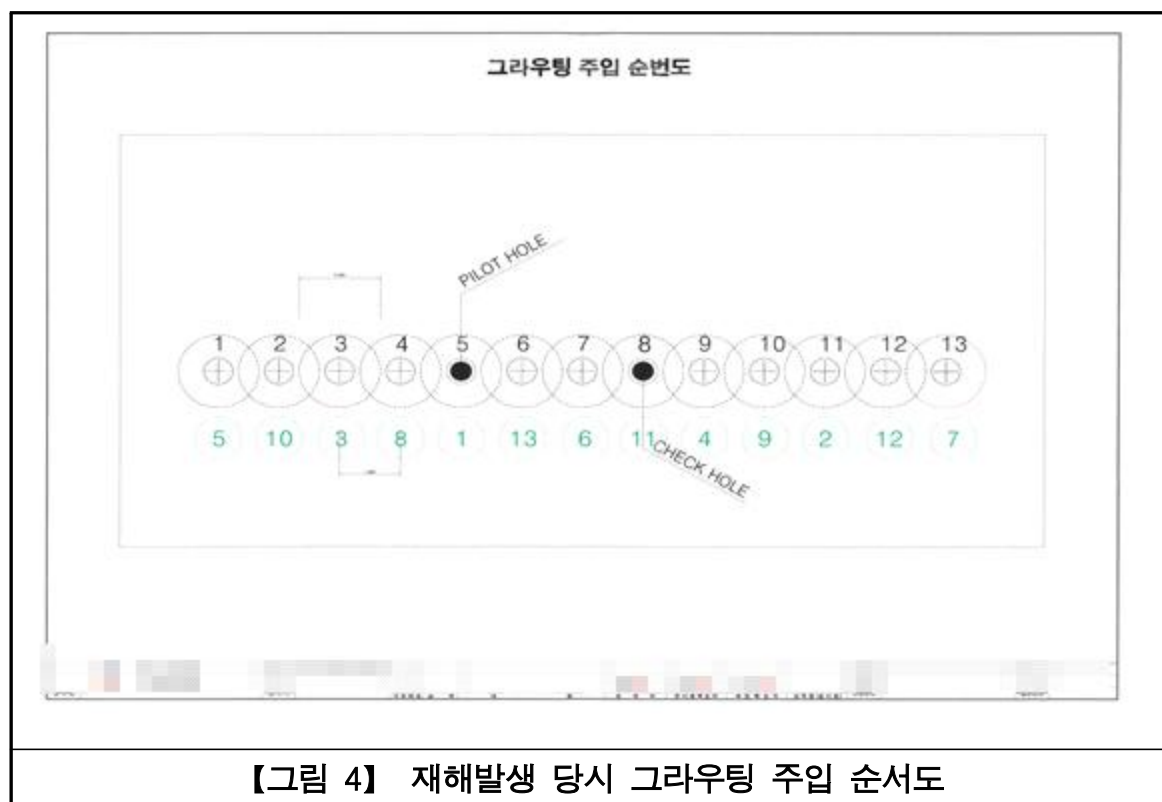
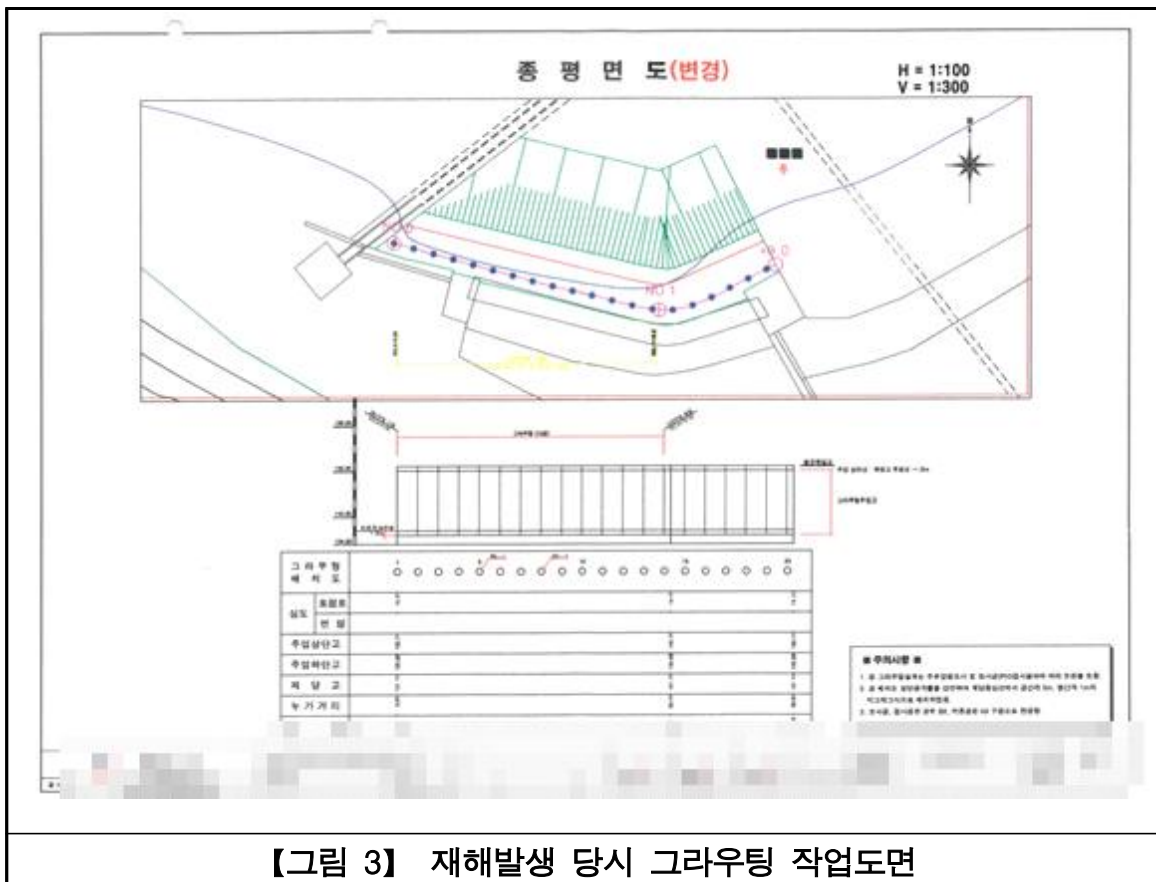
3) 재해발생 원인 추정

- ① 당초 다짐된 지반의 절토작업과 전날 강우, 작업용수 등으로 지반 표면층이 불규칙 이루어 장비의 전도·전락이 발생할 위험이 있음에도 불구하고 지반의 부동침하 빙지를 위한 대책을 수립하지 않고 작업을 진행함.
- ② 조종석이 별도로 설치되지 않은 천공기의 측면에 부착된 운전 레버를 사용하여 협소한 공간(작업로 노폭 4m → 2.4m로 변경)에서 운전을 함으로서 충분한 운전자 시야가 확보되지 않은 상태로 장비 유도자 배치 등 장비 접촉방지조치를 하지 않고 이동하다 여수토 구조물과 장비 사이에 끼임이 발생함.

※ 천공기 제원(단위: mm, kg)

구분	길이	너비	높이	총중량
천공기	5,070	1,745	2,245	4,910

4) 천공 및 그라우팅재 주입 작업 관련 도면



5. 조사자 의견

■ 재해발생원인

○ 지반의 부동침하 방지조치 미실시

- 천공기 등 차량계 건설기계를 사용하는 작업을 할 때에는 그 기계가 넘어지거나 굴러떨어짐으로써 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우에는 유도하는 사람을 배치하고 지반의 부동침하 방지, 갓길의 붕괴 방지 및 도로폭의 유지 등의 필요한 조치를 하여야 하나 이를 미실시함

○ 천공기와 근로자와의 접촉방지조치 미실시

- 천공기 등 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 하는 경우에는 운전 중인 해당 차량계 건설기계에 접촉되어 근로자가 부딪힐 위험이 있는 장소에 근로자를 출입시키지 않거나, 유도자를 배치하여 해당 차량계 건설기계를 유도하여야 하나 이를 미실시함.

■ 재해예방대책

○ 지반의 부동침하 방지조치 실시

- 천공기가 운행하는 작업장소의 지반상태를 사전 점검하여 지내력이 충분하지 않은 경우 지반다짐, 토질치환 등의 지내력 보강을 통해 장비가 넘어지거나 굴러떨어지지 않도록 조치해야 함.

○ 천공기와 근로자와의 접촉방지조치 실시

- 협소한 작업장소에서 천공기를 운전함으로 인해 운전원의 충분한 시야가 확보되지 않아 주변 구조물과 접촉하여 충돌할 위험이 있으므로 유도자를 배치하여 천공기를 유도함으로서 안전하게 이동하도록 조치하여야 함.