

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 목적이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

1. 재해발생 사업장 개요

사업장명	주식회사 토리랜드	전화번호 (FAX)	
소재지	대구광역시 동구	대표자	B
업종	건설업 본사	근로자수	4
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	조경공사

【관련 사업장】

사업장명 (재해발생장소)	사업장 ㉠	전화번호 (FAX)	
소재지	경북 포항시	대표자	C
업종	서비스(사회 및 개인)	근로자수	104
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	골프장

사업장명	사업장 ㉡	전화번호 (FAX)	
소재지	경북 포항시	대표자	C
업종	골프장 및 경마장운영업	근로자수	21
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	골프장 관리

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소속	고용형태 (상용·일용·시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1957	주식회사 토리랜드	일용직	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	맞음	기인물	굴착기
○ 2024. 3. 3.(일) 08:30분경; 경상북도 포항시 소재, 골프장 9번 홀 부근에서 ○ 재해자가 골프장에서 채취해 놓은 소나무(L≒ 8.5m)를 슬링 벨트로 굴착기 쥘 커플러 고리에 걸어서 이동한 후에 ○ 경사지에 소나무를 내려놓기 위해 굴착기 붐을 측면으로 선회시키던 중, 굴착기가 전도되면서 재해자가 붐에 맞아 사망한 재해 임			

4. 재해조사 내용

【본 조사의견서는 현장조사 및 현장관계자 면담 등을 근거로 작성함.】

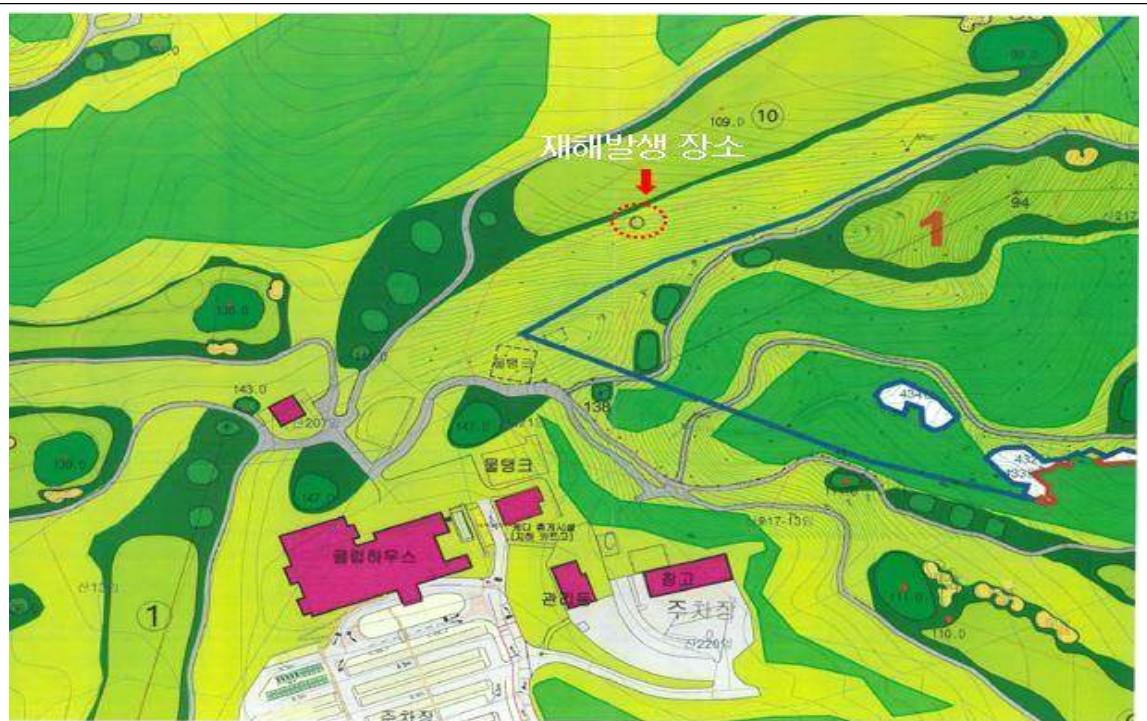
가. 사고의 경위

(1) 작업 개요

- 주식회사 토리랜드가 사업장 ㉔와 소나무이식 작업 계약을 체결하여 골프장내 기존 소나무를 파내어 채취한 후에 다른 장소로 옮겨 심는 작업을 함.
- 작업기간: '24. 3. 1. ~ '24. 3. 8.
- 주식회사 토리랜드에서 굴착기와 작업반장을 포함한 일용직 근로자 7명을 현장에 투입함.
- 재해자는 주식회사 토리랜드와 작업반장으로 일용계약을 하였으며 별도의 근로계약서는 작성하지 않음

(2) 재해발생 장소(골프장 9번 홀)

- 골프장 내 추가 9번 홀 신설공사 현장주변에서 발생하였고 소나무를 옮겨 심던 중 굴착기가 경사지로 전도되어 발생한 재해임



[그림1] 재해 발생 장소

(3) 재해발생 작업

- (소나무 이식 작업) 기존 장소에 있던 소나무를 굴착기로 파내어 채취한 후에 이식 장소로 옮겨 심는 작업을 함
 - ① 뿌리돌림 ② 굴취 및 전지 ③ 뿌리 분매기 ④운반 및 이식의 순서로 진행되며 운반 및 이식 공정에서 재해가 발생함

순번	작업 순서	작업 설명
①	뿌리돌림	수목 지름의 3 ~ 4배 크기로 원을 그린 후 나무를 파고 뿌리를 절단하는 작업
②	굴취 및 전지	굴취 및 잔가지 자르는(전지) 작업 ※ 굴취(掘取) : 뿌리 주변(근원직경*의 3~5배) 땅을 파서 수목을 캐내어 채취함 * 근원직경: 나무 밑동의 직경, 나무 규격 및 이식 시 분의 크기를 정하는 기준이 됨 ※ 전지(剪枝) : 나뭇가지의 일부를 자르고 다듬는 일로서, 식물의 일부를 선별하여 제거하는 것
③	뿌리분매기	뿌리분에 붙어 있는 흙이 부서지지 않도록 마대와 밴드로 묶은 후 철선으로 고정
④	운반 및 이식	굴착기를 이용하여 운반 및 이식 후 지주설치

(4) 재해발생 과정

- [2024. 3. 1.] 계약한 기간의 1일차 작업을 하였으며, 02형* 굴착기로 소나무 굴취 작업이 용이하도록 평탄화 하는 작업을 진행함

* 02형 굴착기: 02는 버킷의 용량이 0.2m³인 굴착기를 의미 함

- [2024. 3. 2.] 2일차 작업으로 옮겨 심을 나무를 굴취하고 분 뜨기*를 하여 별도의 장소에 모아 가지치기 작업을 함(소나무, 8주수)

* 분 뜨기: 흙이 떨어지지 않게 새끼줄, 가마니, 철사, 보습재, 기타 보토재료로 잘 고정 시켜 뿌리의 이완이 없도록 견고하게 결속시키는 작업

- [2024. 3. 3. 07:30경] 3일차 작업을 하기 위하여 총 7명의 작업자가 모였으며 4명은 전날 굴취한 나무의 가지치기 작업을 하고 재해자를 포함한 3명은 굴착기로 분 뜨기 한 나무를 옮기기로 함

<사고당일 작업자 현황>

성 명	소 속	담당 업무
A(재해자)	주식회사 토리랜드(일용직)	작업반장
D	◇◇◇◇중기(지입차주)	굴착기 운전
E	주식회사 토리랜드(일용직)	나무 이식 작업
F	주식회사 토리랜드(일용직)	가지치기

- [07:45경] 현장에 도착하여 작업할 나무 2주수 중 1주수를 옮겨 심을 장소로 이동시킴
- [08:30경] 2번째 나무를 사고지점까지 옮기고 재해자가 나무를 내릴 위치를 지정하고 지정된 위치로 나무를 내리기 위해 굴착기를 선회하는 순간 굴착기가 전도됨
- [08:35경] 구급차 도착. 재해자를 병원으로 이송하였으나 사망함.

나. 기인물 또는 가해물 정보

- 기인물: 굴착기

	구 분	내 용
	형 식	
	차대번호	
	총 중 량	15.3ton
	버킷용량	0.59m³
	주행방식	자주식(타이어식)
	길 이	8,455mm
	너 비	2,540mm
	높 이	3,150mm
[그림2] 소나무 운반 시 사용한 굴착기		

- 기타: 운반 중이던 소나무

- 골프장 내에 채취한 소나무를 사고발생 장소에 옮겨심기 위해 굴착기로 들고 이동(L≒60m)하여 운반함

수종	강송
수고	8.5m
흉고직경	109cm
뿌리분 반경	6.1m
중량	5.6ton

※ 지표면에서 수목

상단까지 의 수직높이(m)

※ 흉고직경: 지표면에서

높이 1.2m 지점의 줄기 직경

[그림3] 소나무 수종과 제원

다. 조사확인 내용

(1) 지반과 작업 로 상태

- (지형과 지반상태) 골프장 내에 추가 홀을 설치하기 위하여 성토작업으로 완만하게 조성된 경사진 지형이었고 소나무(L≒ 8.5m)를 내려놓으려던 장소는 30도 정도의 경사지였음
- (작업로) 경사지 최상부에 다짐과 평탄작업 등이 좋지 않은 임시 작업로(B≒4.2m)를 개설하여 사용함
- ※ 작업로 가장자리는 경사지고 흙 다짐 등이 취약하여 장비 전도위험이 있었음



[그림4] 경사지 상부와 인접해 있는 작업 로(B≒4.2m)

(2) 소나무 운반

- (이동방법) 슬링 벨트를 사용하여 소나무를 묶은 후 굴착기 퀵 커플러 고리에 걸고, 보조로프를 설치하여 잡고 굴착기와 3m 거리를 두고 앞서서 재해자와 동료작업자 2명이 이동함
- ※ 옮겨심기로 한 소나무 총 10주수 중 2주수를 옮기는 작업 중이었음
- (유도자 배치) 분을 떠서 채취해 놓은 소나무를 경사진 작업 로(B≒4.2m)를 따라 지면에서 들어 올린 상태로 이동(L≒60m) 함
- ※ 굴착기 전도방지와 작업자 접촉방지를 위한 유도자를 배치하지 않음



[그림5] 소나무 이동방법과 소나무를 묶은 슬링 벨트 및 보조로프

(3) 굴착기 회전 시 전도

○ (전도 위험) 작업 로 가장자리에 굴착기를 가까이 설치하고 소나무를 경사지에 내려놓는 작업 시 소나무 자중에 굴착기 붐 하중이 가중 되고, 붐이 펼쳐서 길어짐에 따라 굴착기 최대 인양력[참고2 참조]이 감소하였고 붐 선회방향으로 굴삭기가 전도될 수 있는 위험이 있었음

※ 굴착기 붐을 전방에서 측면으로 회전하여 인양력이 감소한 굴착기가 균형을 잃고 들리면서 붐 선회 방향(굴착기 측면)으로 전도한 것으로 판단 됨



[그림6] 경사지 상부 작업 로 가장자리에서 전도 된 굴착기

○ (소나무 중량) 소나무 뿌리 분은 녹화마대로 뿌리 분을 감싸고 흰색 밴드로 감겨져 있었고 일부는 철선으로 고정되어 있음

- 뿌리 분의 너비는 1.95m, 분 높이는 1.4m이며, 둘레 길이는 약 6.1m이며 화분 형태의 모양임



[그림7] 채취하여 운반 한 소나무 뿌리 분



지상부 중량

$$= 0.5 * 3.14 * (0.32/2)^2 * 8.5 * 1,200 * (1+0.3)$$

$$= 532.95\text{kg} \approx 0.53\text{ton}$$

지하부 중량

$$= (3.14 * 0.98^3 + 1/3 * 3.14 * 0.98^3) * 1300$$

$$= 5,122.59\text{kg} \approx 5.1\text{ton}$$

굴취한 수목 총중량

$$= 0.53\text{ton}(\text{지상부}) + 5.1\text{ton}(\text{지하부})$$

$$= 5.63\text{ton} \approx 5.6\text{ton}$$

[그림8] 국토교통부 승인 조경공사 표준시방서에 근거한 소나무 중량

- (굴착기 인양력) 제조사의 최대 인양력 차트[참고2 참조]에 의하면 평지, 정지 상태에서 인상 높이를 1.5m로 하면 전후방인상 시 붐(스틱)의 도달 거리가 3m일때 최대 인양력은 2,000~7,700kg임

※ 굴착기는 2.3m 스틱이 적용된 모델이며, 측면인상 시에는 전후방인상 시 최대 인양력 보다 최대 인양력(1,200~ 5,700kg)이 24~40% 감소 함

☞ 굴착기의 인양 작업에 관하여 제조사에서 정한 작업설명서는 없음

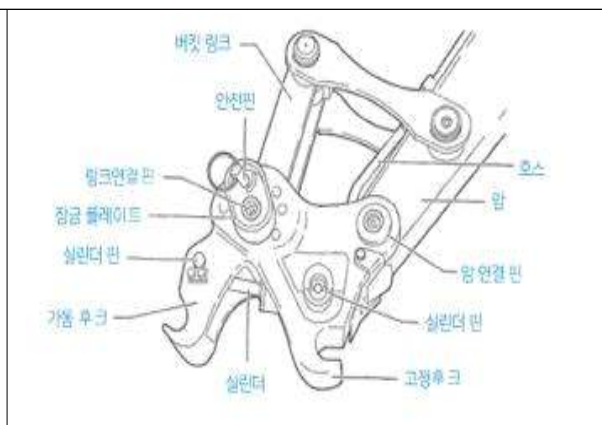
(4) 주용도 외 굴착기 사용

- (굴착기 용도) 땅을 파고 흙을 옮기고, 자재를 들어 올리는 등의 다양한 작업이 가능한 장비이지만 주로 땅파기 작업에 사용함

※ 제조사에서 만든 인양장치를 부착하지 않고 인양 작업을 하였다면 굴착기를 주용도 외로 사용하였다 할 수 있음

- (퀵 커플러) 굴착기 붐에 부착하여 다양한 유압식 작업장치의 어태치먼트 (굴착기 버킷, 브레이커, 집게 등)를 쉽게 교체는 장치

※ 퀵 커플러 상부에 있는 고리는 해지장치나 달기구 등과 같은 인양장치가 부착 되어 있지 않으므로 자재 등을 들고 운반하는 인양 고리가 아닌 것으로 판단 됨



[그림9] 굴착기 퀵 커플러와 고리

(5) 장비유도자 배치, 출입금지조치 등

- (장비유도자 배치) 재해자는 작업반장의 역할을 하였고 굴착기 전도방지 및 작업자와 장비 접촉방지 등을 위한 유도자를 배치하지 않음
- (근로자 출입금지 조치)
인양작업이 가능한 굴착기 등의 장비는 제조사에서 정한 작업설명서에 따라 인양한 후 신호하게 하고, 인양 물과 작업자가 접촉할 우려가 있는 장소에는 작업자 출입을 금지하여야 하나, 사고 현장에서는 신호수 배치 및 작업반경내 출입금지 조치가 없었음
- (사전조사 및 작업계획) 굴착기 작업장소의 지형 등 현장작업 조건에 대한 사전조사를 하지 않았고 소나무 이식 작업 시 사용하는 굴착기의 운행경로, 작업방법, 인양력 등이 포함된 작업계획서를 작성하지 않음
- (위험성평가) 경사지고 지반상태가 좋지 않은 작업 로의 가장자리에서 중량물인 소나무를 운반하여 심는 작업은 굴착기 전도나 장비와 작업자와 접촉에 의한 사고위험이 있었지만 위험성평가를 하지 않음

☐ 결 론

○ (사고상황)

골프장에서 채취한 소나무(L≒8.5m,)를 슬링 벨트로 굴착기의 퀵 커플러 고리에 걸어서 운반한 후에, 작업 로의 가장자리에서 경사지에 내려놓으려고 굴착기 붐을 선회하는 순간 굴착기가 선회방향(측면)으로 전도되면서 작업반경내에 있던 재해자가 굴착기 붐에 맞음

○ (중량물 인양에 부적합한 굴착기 사용)

굴착기 퀵 커플러에 인양장비를 부착하지 않고 작업하였고 지반 상태가 좋지 않은 지형에서 소나무를 내려놓는 작업 중, 굴착기 최대 인양력을 벗어난 거리에 소나무를 내려놓는 작업을 하여 굴착기가 균형을 잃고 전도 함

○ (유도자, 신호수 미 배치)

지면상태가 불안정한 장소에서 중량물인 소나무 운반하여 경사진 지면 위에 내려놓은 경우에는 굴착기가 전도되거나 작업자가 접촉 할 우려가 있었으나 유도자, 신호수를 배치하지 않음

5. 조사자 의견

가. 작업현장 위험요인

- 골프장은 성토하여 지면이 고르지 않고 다짐상태가 좋지 않은 경사지형 이었고, 작업 로 가장자리에서 중량물인 소나무를 경사지에 내려놓는 작업 시 굴착기를 인양장비로 사용하여 전도위험이 있었고, 장비와 작업자 접촉 위험이 있었음

나. 재해발생 원인

○ 중량물 인양에 부적합한 굴착기 사용

평탄하지 않은 지반에서 제조사에서 만든 인양장비를 부착하지 않은 굴착기를 인양장비로 사용하였고, 작업 중 최대 인양력을 벗어난 거리에 소나무를 내려놓는 작업을 하여 굴착기가 전도 함

○ 장비유도자 미 배치

굴착기 등 차량계 건설기계 작업 시 전도되거나 장비와 작업자의 접촉 우려가 있는 경우 유도자를 배치하여 작업해야 하나, 유도자를 배치하지 않고 중량물인 소나무 이식 작업을 함

○ 작업 전 작업계획서 미 작성

소나무 이식 작업 시 굴착기 작업장소의 지형 등 현장작업 조건에 대한 사전조사를 하지 않았고 장비의 운행경로, 작업방법, 인양력 등이 포함된 작업계획서를 작성하지 않음

다. 안전조치 권고

○ 중량물 인양에 적합한 인양장비 사용

평탄하지 않은 지반에서 제조사에서 만든 인양장비를 부착하지 않은 굴착기를 인양장비로 사용하지 않도록 하고 중량물은 이동식크레인 등의 인양장비를 사용하여 작업

○ 장비유도자 배치

굴착기 등 차량계 건설기계 작업 시 전도되거나 장비와 작업자의 접촉 우려가 있는 경우에는 유도자를 배치하여 장비의 전도를 예방하고 작업 반경내 작업자 출입금지 조치 실시

○ 작업 전 작업계획서 작성

굴착기 작업장소의 지형 등 현장작업 조건에 대한 사전조사를 하고 장비 운행경로, 작업방법, 인양력 검토 등이 포함된 작업계획서 작성