

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

사업장명	삼흥육육팔팔(주)	전화번호 (FAX)	
소재지	충남 홍성군	대표자	B
업 종	(10309)쇄석채취업	근로자수	39명
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	건설용 석재

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1955	삼흥육육팔팔(주)	상용	사망

3. 재해발생 경위

2023년 1월 13일(금) 06시 50분 경 충남 홍성군 소재 삼흥육육팔팔(주) 채석장에서 천공기 운전원인 재해자(A, 남, 68세)가 천공기에 탑승하여 작업장으로 가설도로를 따라 이동하던 중 운전원의 시계가 충분하지 못한 상태에서 가설도로를 이탈하여 약 25m아래 석산 3단으로 천공기와 함께 떨어져 사망함

4. 조사 내용

【본 현장조사 내용은 고용노동부 보령지청 근로감독관과 합동조사한 것으로, 삼흥육육팔팔(주) 전무 C, 상무 D, 굴착기 운전기사 E의 진술 내용과 현장조사에서 파악된 사항에 근거하여 작성하였음】

가. 재해발생 공정 및 과정

(1) 사업장 개요 및 공정설명

- 당 현장은 삼흥육육팔팔(주)의 토사석 채취 작업장이며, 홍성군으로부터 2028년 10월 31일까지 석재, 토사 등을 채취하도록 허가받음. 채취한 석재는 크러셔(Crusher)로 분쇄하고 선별하여 주로 공공기관이 발주하는 건설공사 시공현장에 납품하고 있음.
- 쇄석기 2대, 덤프트럭 5대, 로더 1대, 굴착기 8대, 카고트럭 2대를 보유하고 있으며, 천공기(기인물) 2대를 보유(1대 임대)하여 사용하고 있음



사고장소 전경(석산 5단에서 찍은 사진)

○ 공정설명(석산 생산 공정도)



- 생산 공정은 발파, 암석절취, 상차, 운반, 파쇄, 선별, 제품 상차의 순서로 이루어지며, 재해발생공정은 발파 공정으로 발파 전 천공기를 이용해 천공 후 그 자리에 폭약을 투입하여 발파하는 공정임.

* 천공기(Boring Machine): 암반이나 지면에 구멍을 수직이나 수평으로 뚫는 기계

- 재해가 발생한 장소는 주 이동로 중 사용 중인 가설도로로서 4단에 위치한 장소이며 좌측면(사무실쪽에서 석산을 향해 보았을 때 기준)은 추락의 위험이 없으나 우측면은 절개지로서 약 25m아래 3단으로 추락할 위험이 있음.

(2) 재해발생 상황도



(3) 기인물

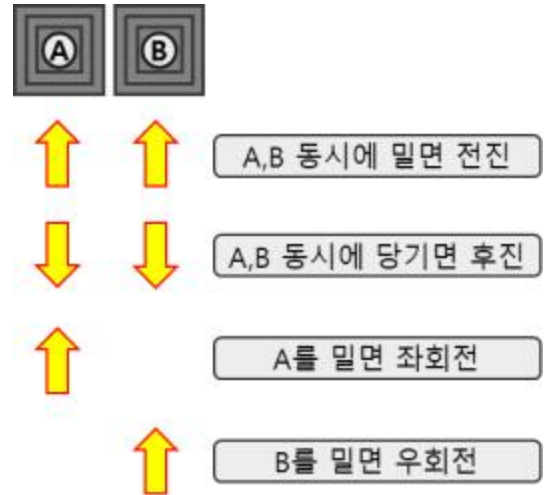
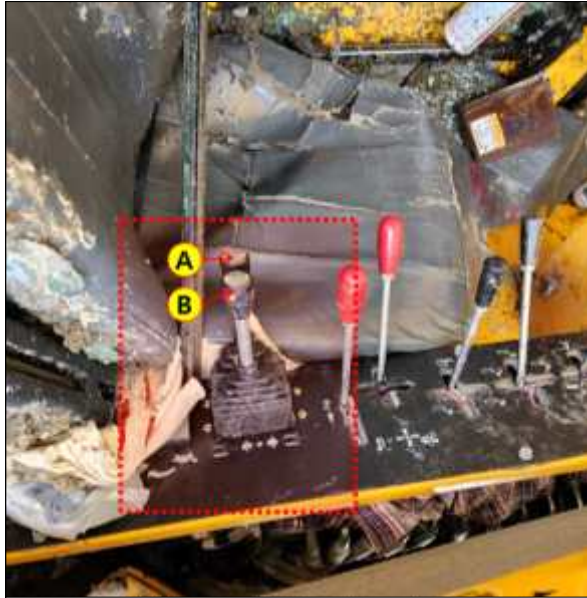
○ 천공기



[사진] 재해발생 천공기

- 등록번호 :
- 제작년도 : 2020년
- 원동기 및 형식 :
- 규격 : 270kg 90l/min
- 길이 : 8,790mm
- 너비 : 2,475mm
- 높이 : 3,020mm
- 총중량 : 12,950kg
- 기통수 : 4기통
- 연료종류 : 경유
- 주행방식 : 자주식(무한궤도식)
- 신규검사 : 2020년 9월 22일 수검

- 재해가 발생한 천공기는 2020년 생산된 기계로 삼흥육육팔팔(주) 소유임.
- 삼흥육육팔팔(주)이 사용하는 천공기는 두 대로 재해자가 운전한 천공기는 삼흥육육팔팔(주)의 소유 기계이며, 나머지 한 대는 사업장 ㉡와 천공기 임대차 계약(2021. 8. 1. ~ 2023. 7. 31.)을 체결하여 사용하고 있음. 천공기 2대는 동일 모델임.
- 삼흥육육팔팔(주) 건설기계등록·검사증을 확인한 결과, 검사 유효기간은 2020년 9월 22일부터 2023년 9월 21일 까지임
- 천공기의 기계적 결함 또는 고장 등은 발견하지 못함
- 단, 동일 모델의 다른 천공기의 운전석을 확인한 결과 천공기가 주행할 때 사용하는 조종레버가 운전석 오른쪽에 있으며, 운전방법은 같이 두 개의 레버를 동시에 밀면 전진, 당기면 후진, 우측레버만 밀면 우회전, 좌측 레버만 밀면 좌회전하도록 되어 있어 조종레버가 예민한 것으로 판단됨



재해발생 천공기 운전석(조종레버)

조종레버 조작방법

(4) 재해발생 과정

○ 05:50경 ~ 07:00경

- 아침식사 후 사내 숙소에서 휴식을 취함

※ 굴착기 운전기사 E의 진술에 따르면 평소 05:50경 사내 식당에서 아침식사를 하고 사무실에 가서 출퇴근 카드를 찍은 후 숙소로 다시 돌아가 쉬다가 07:00부터 현장에서 작업을 시작한다고 함

- 재해자는 장약작업을 도와주기 위해 천공기에 탑승하여 이동 가설도로를 통해 석산으로 이동함

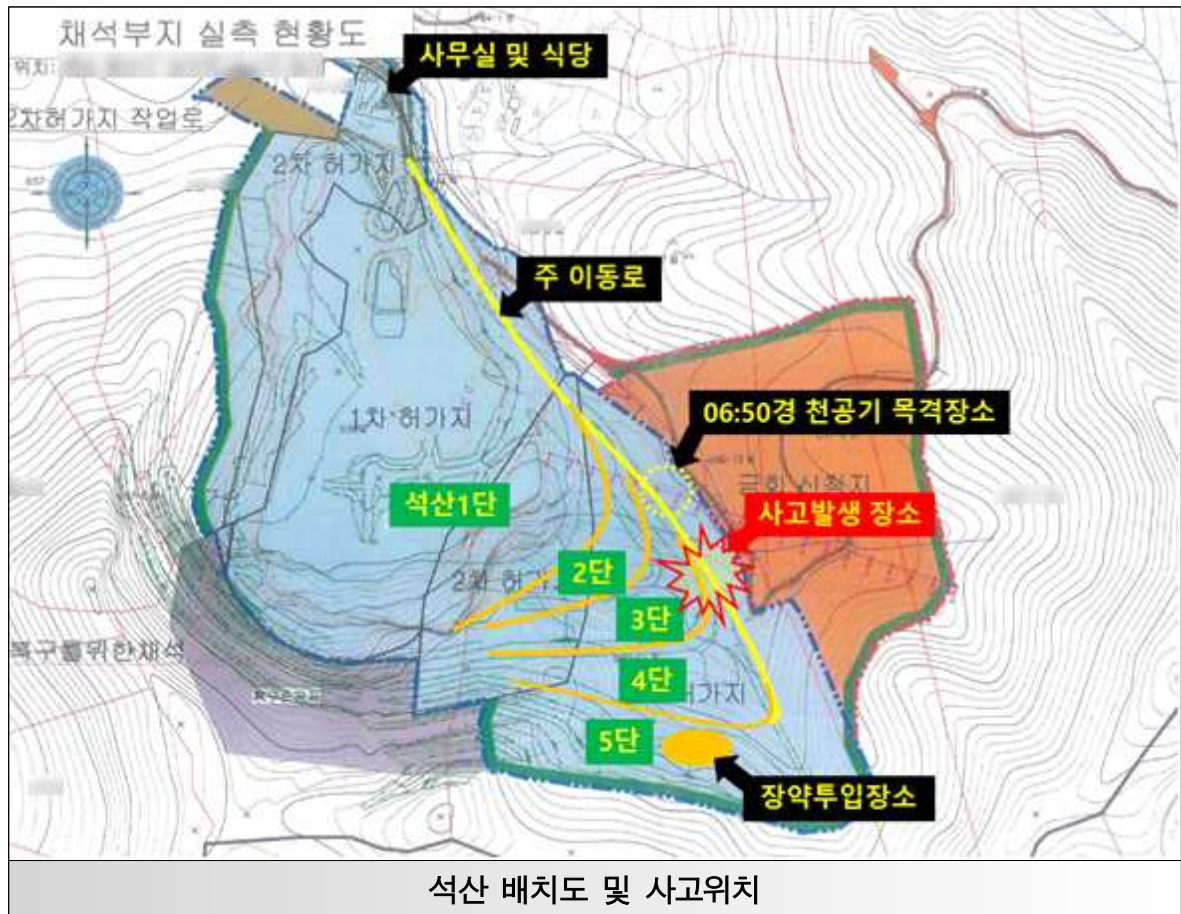
※ 굴착기 운전기사 E의 진술에 따르면 덤프트럭 기사와 함께 덤프트럭에 탑승하여 석산5단으로 이동 중 **06:50경 석산3단 근처 이동로에서 재해자가 탑승한 천공기를 목격하였다고 함. 천공기는 전조등을 켜지 않은 채 위쪽을 향해 이동 중**이었으며 천공기의 주행속도가 느리기 때문에 3단 초입의 노면 폭이 넓은 장소에서 덤프트럭을 먼저 보내기 위해 천공기가 길을 비켜 주었다고 함.

○ 07:00경 ~ 10:40경

- 전날 천공작업을 한 석산 5단에 작업자들이 모여 장약 투입작업을 실시함.

※ 화약류기사 F, 굴착기 운전기사 E, 자재주임 G, 용접기사 H, 천공기 운전기사 I 등 5명이 장약을 실시함

※ 굴착기 운전기사 E의 진술에 따르면 재해자가 작업장소에 나타나지 않아 07:39경 2차례 재해자에게 전화를 걸었으나 받지 않았다고 함



○ 10:40 ~ 11:00경

- 장약 작업 후에 발파 작업을 끝내고 내려오던 중, 석산3단에 떨어져 있는 천공기와 그 아래 깔려있는 재해자를 발견함.

※ 재해발생 상황을 직접 목격한 사람은 없으며, 현장내 CCTV는 설치되어 있지 않음. 사고발생 후 굴삭기기사 E이 도착하여 사고현장을 가장 먼저 발견함.



06:50경 재해자와 천공기를 목격한 장소
(석산 위쪽에서 아래쪽으로 내려다본 모습)



석산5단 장약투입 작업 장소

나. 세부조사 내용

1) 재해발생 장소

○ 채석장의 구조

- 채석장은 총 5단으로 이루어져 있음. 채석장 입구에 사무실과 식당이 위치하고 있으며 사무실에서 가까운 곳이 1단, 가장 멀고 높은 곳이 5단임.
- 채석장 입구 기준으로 석산 왼쪽 측면에 주로 이동하는 가설도로가 있으며 가설도로를 통해 각 단으로 이동하고 있음(석산위치도 참조)

○ 재해발생 장소

- (재해발생장소 위치) 재해가 발생한 장소는 석산 4단 근처 가설도로이며 좌측편은 나무가 심어져 있는 평지이나 우측편은 절개지로 바로 아래 약 25m 하부에 석산 3단이 위치하고 있음.
- 또한 재해발생장소 전까지는 직선구간이지만 재해발생 장소부터 우측으로 꺾여지는 곡선구간임.
- (도로 폭) 재해발생장소의 노면 폭은 약 5.3m이고, 천공기 폭은 2.475m 이므로 천공기 2대가 지나갈 수 있는 정도로 여유가 있음
- (추락방지조치) 가설도로 우측에 추락사고를 예방하기 위하여 불규칙하게 바위와 흙을 놓았음.
- 추락 방지턱은 돌과 토사를 낮게 쌓아놓아 건설기계 또는 차량 이탈시 물리적으로 멈추게 할 수 있는 견고한 구조는 아님.

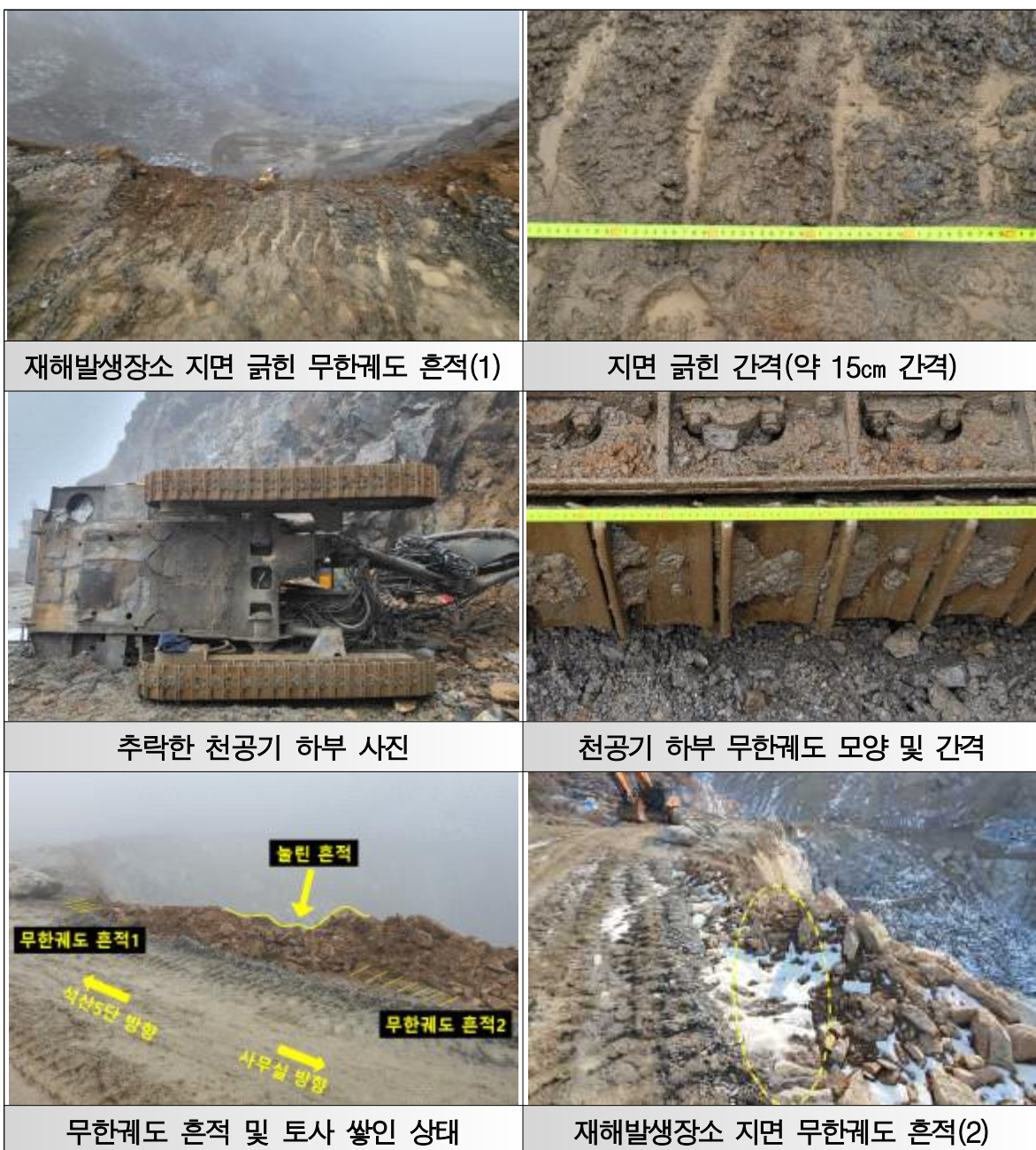


가설도로 추락방지 조치상태(22.1.13)



재해발생 위치 추락방지 조치상태(22.1.13)

- (천공기 이탈 흔적) 재해발생장소 지면을 확인한 결과 약 15cm 간격으로 선명하게 천공기의 무한궤도 흔적(1)이 새겨져 있으며, 이는 추락한 천공기 무한궤도의 모양 및 간격과 일치함.
- 또한 토사 및 돌 등으로 쌓은 추락방지턱에 무한궤도 흔적(2)가 발견되었으며, 무한궤도 흔적(2) 전방에 쌓여있는 토사가 모양을 확인한 결과 일부구간 눌러진 흔적이 발견됨.
- 이러한 사실을 근거로 판단해보면 흔적(1)은 천공기의 왼쪽 무한궤도, 흔적(2)는 오른쪽 무한궤도로 판단됨.



(2) 날씨 정보

○ 채석장 날씨 상태

- **삼흥육육팔팔(주)** 전무 C, 상무 D, 굴착기 운전기사 E의 진술에 따르면 재해발생일 아침에 안개가 많이 끼어 있었고 이슬비가 내리고 있었다고 진술하고 있음.
- 재해조사를 위하여 재해발생일 15:30경 현장을 방문했을 때에도 안개가 자욱하게 끼어 있었으며 안개로 인해 가시거리가 짧은 상태였음

○ 기상청 날씨정보

- 기상청 날씨누리 홈페이지에서 22년 1월 13일 07:00경의 날씨를 확인한 결과 비가 내리고 있었고 시정 0.4km, 구름이 많았으며, 온도는 영상 7.5℃. 풍속은 0.6m/s임

기상청출력 2023.01.13.07:00

지점	날씨				기온(℃)				강수		바람		기압(hPa)
이름	현재일기	시정 km	온향 1/10	중하운량	현재 기온	이슬점 온도	체감 온도	일강수 mm	적설 cm	습도 %	풍향	풍속 m/s	해면 기압
금산		3.0			7.1	7.0	6.3	9.1		100	남남동	1.5	1011.9
대전	보통 비 연속적	0.4	10	9	6.5	5.9	5.3	13.7		96	남서	1.8	1011.7
보령		7.7			14.7	13.2	13.3	9.8		91	남	5.5	1009.3
보은		4.9			6.0	5.9	4.7	8.4		100	동북동	1.8	1012.2
부여		1.1			6.9	6.8	6.9	18.3		100	북서	1.3	1011.1
서산		1.1			11.5	11.0	11.1	15.9		97	남남동	1.8	1009.6
세종		2.3			7.5	6.5	7.5	11.3		94	침운	0.2	1011.7
재천		4.6			2.5	2.4	0.4	5.5	1.2	100	북동	2	1013.2
천안		0.8			7.3	7.2	6.6	9.7		100	남남동	1.5	1011.7
청주	약한 비 연속적	1.6	10	9	6.9	5.8	6.9	10.7		93	북북서	0.5	1011.4
주공령		2.5			2.9	1.1	2.9	3.8		88	동북동	0.6	1015.2
충주		2.9			3.7	2.3	3.7	4.1		91	북서	0.6	1011.8
홍성	보통 비 연속적	0.4	10	8	7.5	7.3	7.5	17.1		99	북서	0.6	1010.7

홍성지역 날씨(기상청 날씨누리 홈페이지)

○ 일출/일몰 시각

- 한국천문연구원 홈페이지를 확인하여 홍성과 가장 가까운 관측 장소인 보령지역의 일출일몰 시각을 확인한 결과 22년 1월 13일 일출시각은 07:45이며, 일몰시각은 17:39임.
- 동료근로자인 굴착기 운전기사 E의 진술에 따르면 재해자가 탑승한 천공기를 목격한 시간이 06:50경(일출 약 1시간 전)이고, 주위가 어두운 상태였다고 진술하고 있음.

2023년 1월 보령지역 일출일몰/박명시각

양력(일)	음력	일출몰			월출몰			시민박명		항해박명		천문박명	
		출	남중	몰	출	남중	몰	아침	저녁	아침	저녁	아침	저녁
01	12-10	07:45	12:37	17:29	13:28	20:19	02:17	07:16	17:57	06:44	18:30	06:13	19:01
02	12-11	07:45	12:37	17:30	13:57	21:05	03:20	07:16	17:58	06:44	18:30	06:13	19:02
03	12-12	07:45	12:38	17:30	14:30	21:53	04:23	07:17	17:59	06:45	18:31	06:13	19:02
04	12-13	07:45	12:38	17:31	15:08	22:43	05:25	07:17	18:00	06:45	18:32	06:13	19:03
05	12-14	07:45	12:39	17:32	15:51	23:35	06:24	07:17	18:01	06:45	18:33	06:14	19:04
06	12-15	07:45	12:39	17:33	16:41	--:--	07:20	07:17	18:01	06:45	18:33	06:14	19:05
07	12-16	07:45	12:40	17:34	17:36	00:26	08:09	07:17	18:02	06:45	18:34	06:14	19:05
08	12-17	07:45	12:40	17:35	18:34	01:17	08:52	07:17	18:03	06:45	18:35	06:14	19:06
09	12-18	07:45	12:40	17:36	19:33	02:05	09:29	07:17	18:04	06:45	18:36	06:14	19:07
10	12-19	07:45	12:41	17:36	20:33	02:51	10:01	07:17	18:05	06:45	18:37	06:14	19:08
11	12-20	07:45	12:41	17:37	21:31	03:35	10:28	07:17	18:06	06:45	18:38	06:14	19:09
12	12-21	07:45	12:42	17:38	22:30	04:17	10:53	07:17	18:07	06:45	18:38	06:14	19:09
13	12-22	07:45	12:42	17:39	23:28	04:58	11:17	07:17	18:08	06:45	18:39	06:14	19:10
14	12-23	07:45	12:42	17:40	--:--	05:39	11:41	07:17	18:08	06:45	18:40	06:14	19:11

보령지역 일출일몰 정보(한국천문연구원 홈페이지)

○ 재해발생 시간 채석장 날씨 판단

- 관련자 진술, 기상청 날씨정보, 일출일몰 정보 등을 근거로 채석장의 재해발생 당시 날씨는 안개가 자욱하고 이슬비가 내렸으며 어두운 상태에서 재해자가 천공기를 운전했을 것으로 판단됨.

(3) 재해자 관련 사항

○ 해당업무

- 재해자는 주로 발파작업을 위한 천공작업(천공기 조종)을 하고 있었으며 천공기 작업이 없는 경우 장약투입 작업 등 다른 작업을 도와주고 있음.

○ 근무기간

- 재해자는 2020년 9월 16일 입사하여 재해 발생일까지 약 2년 3개월 근무함.

○ 건설기계 조종자격 관련

- 재해자의 건설기계조종사 면허증을 확인한 결과 재해자는 천공기 면허를 2014년 1월 취득한 것으로 확인됨.

○ 재해발생 당시 천공기 운전 원인

- 재해자는 다리가 다소 불편한 상태였으며 숙소에서 당일 작업장까지 거리가 약 500m이상으로 재해자가 관리하던 천공기를 타고 이동하려 했던 것으로 판단됨

(4) 관리적 사항

○ 위험성평가

- 산업안전보건법 제36조에 따라 사업장의 유해·위험요인을 찾아내어 부상 및 질병으로 이어질 수 있는 위험성의 크기가 허용 가능한 범위인지를 평가하고 그 결과에 따라 조치를 하여야 함.
- 삼흥육육팔팔(주)에서는 2022년 4월 위험성평가를 실시하였으며, 내용을 확인한 결과 파쇄기, 컨베이어, 굴삭기, 로우더, 화물자동차에 대한 내용은 포함되어 있으나 천공기에 대한 내용은 위험성평가에 포함되어 있지 않음.

○ 사전조사 및 작업계획서

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조 1항 및 별표4에 따라 천공기는 “해당 기계의 굴러 떨어짐, 지반의 붕괴 등으로 인한 근로자의 위험을 방지하기 위한 해당 작업장소의 지형 및 지반상태”에 대해서 사전조사를 하여야 하며, “사용하는 차량계 건설기계의 종류 및 성능, 차량계 건설기계의 운행경로, 차량계 건설기계에 의한 작업방법”에 대한 내용이 포함된 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 하여야 함
- 삼흥육육팔팔(주)는 차량계 건설기계 작업계획서는 작성하였으나 해당재해의 기인물인 천공기에 대한 내용은 없는 것으로 확인됨

○ 안전보건교육

- 삼흥육육팔팔(주)에서는 매월 안전보건 교육을 진행하고 있으며, 재해자도 안전보건교육에 참여한 것으로 확인됨.

(5) 재해발생 원인분석

○ 관련자 진술 및 현장 조사내용 등을 근거로 재해발생 및 사망원인을 판단해보면 다음과 같음.

- ① 재해발생장소가 우측으로 굽은 곡선구간이었고,
- ② 채석장 가설도로 일부구간에 추락 방지턱이 설치되어 있으나 견고한 구조가 아니었으며,
- ③ 재해발생장소 바닥면에 새겨진 천공기 무한궤도 흔적이 우측 절개지 추락장소로 직선으로 남아 있어 갑작스럽게 조작한 흔적이 없으며,
- ④ 이슬비가 내리고, 안개가 끼어 있었고, 일출 1시간 전 어두운 상태에서 천공기를 운전하면서,
- ⑤ 전조등을 켜지 않고 주행한 사실을 고려하여 판단해 볼 때

☞ 재해당일 이슬비가 오면서 안개가 자욱하여 가시거리가 충분하지 못한 상태에서 재해자가 작업장으로 이동하기 위하여 전조등도 켜지 않은 채 천공기를 타고 이동하던 중 가설도로를 이탈하여 높이 약 25m 아래로 떨어져 사망한 것으로 판단됨

- * 천공기의 주행 조작방법이 예민하여 조작실수 또는 재해자의 운전미숙 가능성도 있으나 조사과정에서 확인할 수 없었음

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 차량계 건설기계 전도 등의 방지조치 미실시

- 채석장에서 천공기가 굴러 떨어지는 것을 방지하기 위하여 일부 구간에 돌과 토사를 이용하여 추락방지조치를 하였으나 사고를 방지하는데 충분하지 못하였음

○ 사전조사 미실시 및 작업계획서 미작성

- 차량계 건설기계 사용 시 굴러 떨어짐, 지반의 붕괴 등에 대한 사전조사를 실시하지 않고 작업방법에 대한 작업계획을 수립하지 않음

○ 작업장 이동 시 안전 확보 미흡

- 재해당시 이슬비가 내리고, 안개가 끼어 있는 등 일출 전 어둠으로 인해 가시거리가 충분하지 않은 상태였으나 안전조치 없이 천공기를 운전하여 이동 중 추락함

나. 재해예방대책

○ 차량계 건설기계의 전도방지 조치 철저

- 채석장에서 차량용 건설기계를 사용하는 작업 시 차량이 넘어지거나 굴러 떨어지지 않도록 유도하는 사람을 배치하고, 견고하게 추락 방지턱(Earth dike)을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 함.

○ 사전조사 및 작업계획서 작성 및 준수

- 사업주는 차량계 건설기계인 천공기에 대하여 “해당기계의 굴러 떨어짐, 지반의 붕괴 등으로 인한 근로자의 위험을 방지하기 위한 해당 작업장소의 지형 및 지반상태”에 대해서 사전조사를 하여야 하며,
- “사용하는 차량계 건설기계의 종류 및 성능, 차량계 건설기계의 운행경로, 차량계 건설기계에 의한 작업방법”에 대한 내용이 포함된 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 하고, 그 내용을 관련작업 근로자에게 주지시켜야 함.

○ 작업장 이동 시 안전 확보

- 안개가 걷힌 후 또는 일출시간 이후 등 시계가 충분한 상태에서 이동하거나 전조등을 켜고, 유도조명을 설치하는 등 이동경로 상 위험요인을 확인할 수 있는 상태에서 건설기계를 운전하도록 관리가 필요함
- 또한 근로자가 작업장까지 이동하는 과정에서 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위하여 이동방법, 이동전·후 근로자 이상·유무 확인 등 관리가 필요함