

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.

재해조사 의견서

1. 재해발생 사업장 개요

원 청	회사명	은성건설(주)		주 소	본 사	인천 서구	전 화 번 호	
	현장명	포장복구공사			현 장	인천 연수구		
	대 표 자	B		업 종		기타건설공사	근로자수	5
	관리번호 (사업개시번호)			발주처		사업장 ㉠	공사기간	2021.8.25.~ 2023.6.30.
	공사종류	도로포장		단위공종		도로 절삭, 포장, 차선도색		
	공사금액(원)	1,672,349,399		공사규모			공정률	60%

하 청	회사명	건일중기 (창조미래산업)		주 소	서울 마포구		전 화 번 호	
	대 표 자	C			업 종	건설기계 관리사업	근로자수	8
	관 리 번 호						공사기간	2023.4.7.~ 2023.4.8.
	단 위 작 업		건설장비 운영(장비 임대자)					
	하도금액(원)		55,480,000원				공정률	-

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도	비 고
1	A	1985	건일중기	일용	사망	

3. 재해발생 경위

- 2023.4.7.(금) 08:00경
- 인천시 연수구 은성건설(주) / 포장복구공사 현장에서
- 신호수(장비·차량 유도자) 역할을 하던 재해자가 아스팔트콘크리트(아스콘) 절삭 후 폐아스콘을 상차하기 위해 파쇄기 쪽으로 후진하는 덤프트럭(25.5ton)에 깔려 사망한 재해임

4. 재해조사 내용

【 본 재해조사는 고용노동부 중부청, 안전보건공단 인천광역사고조사센터 및 인천광역시본부 건설안전부가 합동 조사한 것으로 사업장 관계자 면담과 현장에서 파악된 내용을 토대로 작성함 】

가. 사업장개요

○ (공 사 명) 포장복구공사

○ (공사개요) 당 현장은 사업장 ㉮에서 발주한 현장으로, 사업장 ㉮에서 지중화* 작업 후 고르지 못한 도로면의 절삭, 재포장, 차선도색을 실시할 목적으로 발주한 공사(이하 “도로 재포장 공사”라 함)임

* 지중화 : 송·배전선을 배관, 공동구 등을 이용하여 지중(땅속)에 매립하는 작업

○ (재해장소) 도로 재포장 공사 시작점으로부터 인천항 방향 약 390m 떨어진 곳의 3차선에서 재해가 발생함



[사진 1] 진행된 공사 구간 표시



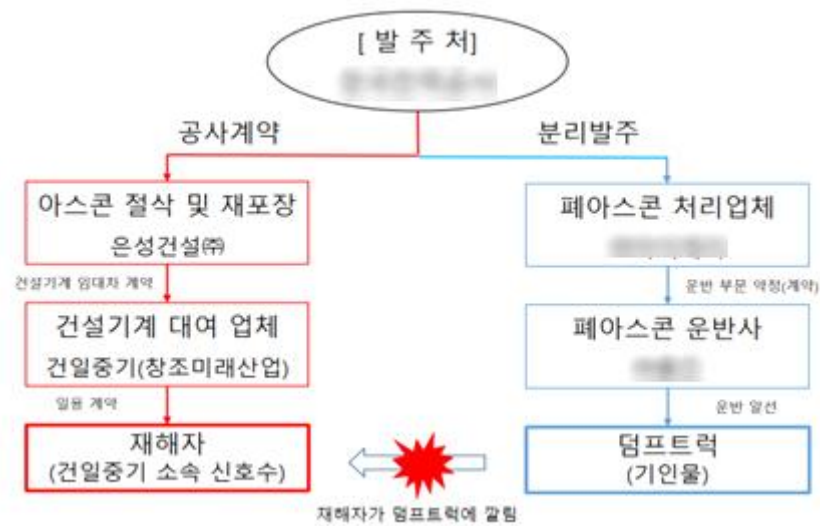
[사진 2] 재해발생 장소 표시



[사진 3] 재해 장소 상세

나. 계약관계

- 사업장 ㉗에서는 도로면 재포장 공사를 은성건설㈜에 도급하였고(약 16.7억), 은성건설㈜는 공사에 필요한 건설기계를 건일중기와 임대차 계약을 체결함
- 한편 사업장 ㉗에서는 위 계약과는 별도로 폐아스콘 처리를 위한 용역 계약을 사업장 ㉗와 체결하였으며(약 7.9백만원), 사업장 ㉗는 사업장 ㉗와 폐기물 운반 부문에 대한 약정(계약)을 체결함



[그림 1] 계약 관계도

다. 재해발생 공정 및 장비 현황

- (재해발생 공정) 아스콘 포장 작업 순서는 아래와 같으며, 재해자는 폐아스콘 상차를 위해 노면파쇄기(2호기) 측으로 후진하는 덤프트럭에 깔림

<표 1> 아스콘 재포장 공정



○ (장비 현황) 당 현장 도로 재포장 공사에 투입된 장비 대수와 역할은 <표 2>와 같음

<표 2> 장비 투입 현황 및 역할

순서	장비명(대수)	역할(기능)
1	노면파쇄기(2)	아스콘으로 포장된 노면을 일정 두께로 절삭함과 동시에 절삭된 페아스콘을 덤프트럭에 싣는 건설기계로, 당 현장에 2대 배치 (표1의 ②,③그림 참조)
2	스키드로더(3)	절삭된 노면에 남아있는 아스콘 잔재물 등을 청소하는 건설기계 (표1의 ④그림 참조)
3	피니셔(1대)	운반된 아스콘을 노면에 일정 규격과 두께로 포설하는 건설기계 (표1의 ⑥그림 참조)
4	머캐덤롤러(1)	아스콘 1차 전압(다짐) 작업에 사용되는 건설기계로, 쇠바퀴가 앞에2개, 뒤에 1개 배치됨
5	타이어롤러(1)	아스콘 2차 전압(다짐) 작업에 사용되는 건설기계로, 다짐용 바퀴가 타이어로 구성됨
6	탠덤롤러(1)	아스콘 3차 전압(다짐) 작업에 사용되는 건설기계로 쇠바퀴가 앞에1개, 뒤에 1개 배치됨
7	도로차단차(3대)	도로교통을 차단하고 일반 차량의 우회를 유도하는 차량
8	살수차(2대)	도로의 먼지 청소나 작업에 필요한 용수를 공급하는 차량
9	덤프트럭(11)	당 현장에서 페아스콘을 상차하기 위해 배치 (현장에 먼저 도착한 순서대로 페아스콘을 상차함)

라. 조사 및 확인내용

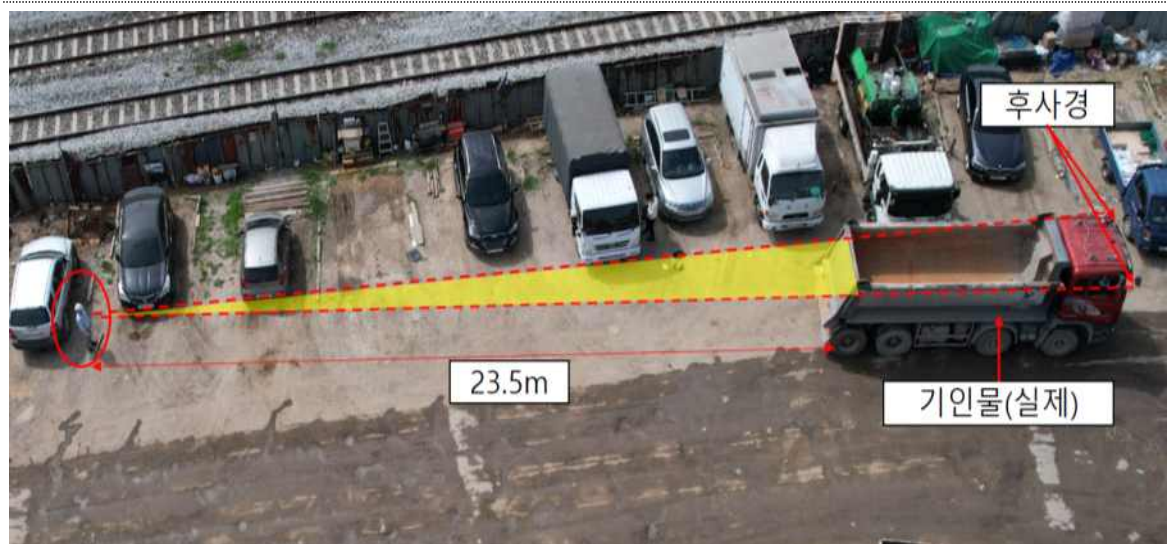
(1) 기인물(덤프트럭)

○ (덤프트럭 제원) 덤프트럭의 제원은 <표 3>과 같으며, 상차 순서는 8번이었음

<표 3> 덤프트럭 제원표

	구 분	내 용
	건설기계명	덤프트럭
	차량번호	
	차량 크기 (길이×너비mm)	8,795×2,490
	총중량	39.13ton
	적재하중(용량)	25.5ton
	적재함 용량	17m³
	적재함 크기 (길이×폭×높이mm)	5,945×2,310×1,385

- (사각지대 확인) 덤프트럭에 후진 시 후방의 시야를 확보하기 위한 후사경이 좌우 2개 설치되어 있으며,
- 운전석 위치에서 우측 후사경을 통한 후방시야 확인결과, 덤프트럭 후면으로부터 약23.5m 이내에 사각지대가 발생하는 것으로 확인 됨



[사진 4] 후방시야 사각지대 표시

- 좌측 후사경은 23.5m 후방 지면의 근로자가 보이지 않아 사각지대 범위는 더욱 컸을 것으로 추정됨(후사경 위치에 따라 사각지대 범위가 달라짐)



[사진 5] 좌측 후사경 확인
(후방 약 23.5m 지점 근로자 식별 불가)



[사진 6] 우측 후사경 확인
(후방 약 23.5m 지점부터 근로자 식별 가능)

- (후방카메라 작동 여부) 후방카메라는 작동 중이었으나, 이물질 및 습기 등으로 인해 후방 영상이 뿌옇게 보여 근로자 식별이 어려운 상태임



[사진 7] 후방카메라로부터 0.3m 이격된 근로자 형상 [사진 8] 후방카메라로부터 1.5m 이격된 근로자 형상 [사진 9] 후방카메라로부터 2.7m 이격된 근로자 형상

<참고>

「건설기계 안전기준에 관한 규칙」 제151조의2(확인장치)

- 제152조의2(확인장치) ② 밀폐된 캡에 조종석이 설치된 타이어식건설기계에는 실내·외 후사경 외에 후진하는 순간부터 정지할 때까지 조종사가 후방을 확인할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

「건설기계관리법 시행령」 별표1

- 건설기계의 범위

6. 덤프트럭 : 적재용량 12톤 이상인 것. 다만, 적재용량 12톤 이상 20톤 미만의 것으로 화물운송에 사용하기 위하여 자동차관리법에 의한 자동차로 등록된 것을 제외한다

- (경고음 작동 여부) 후진 시 경고음은 약74dB(데시벨) ~ 76dB(데시벨)로 측정 되었으며,

- 재해 당시 현장의 기타 기계 및 주변 소음의 은폐효과*로 인하여 재해자가 덤프트럭의 후진 경고음을 듣지 못하였을 것으로 추정됨

* 은폐 효과 : 낮은 소음이 높은 소음에 가려 들리지 않는 효과로, 소음차 10dB이상인 경우 나타나기 쉬움



[사진 10] 덤프트럭 후진 경고음 측정 값

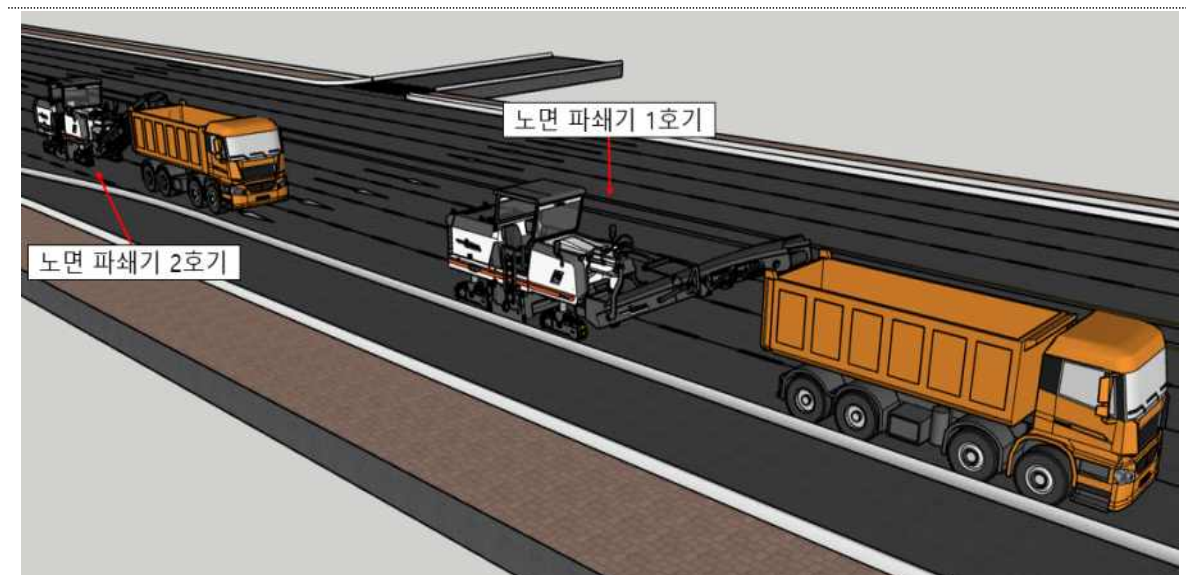
(2) 재해 당시 현장 상황

- 현장 도로는 왕복 8차로(편도 4차로)이며, 지중화 작업은 양방향 각각 4차로(일부 가감속차로 포함, [사진 12] 참조)에서 진행되었음
- 이에 따라 3~4차로를 통제하여 [도면 1]의 14번 지점을 시작으로 14 → 13 → 12 → 5(횡단작업) → 10(사고지점) → 9 → 1 → ... 순으로 도로 재포장 공사 진행(예정) 중이었음



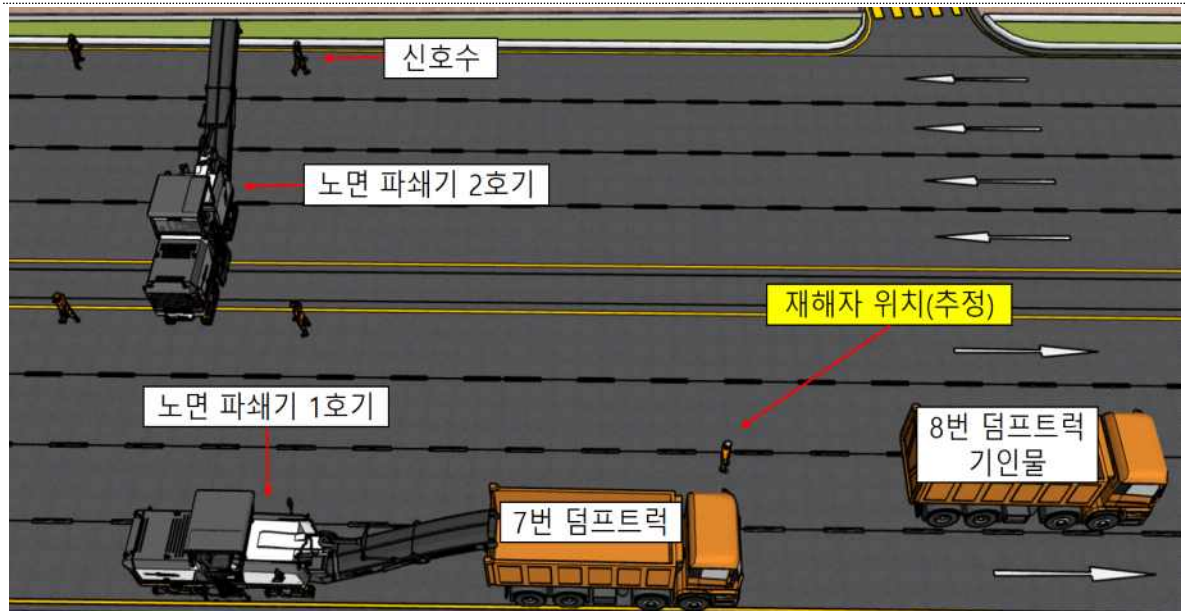
[도면 1] 포장복구 평면도

- 차로 1개의 폭은 3.5m이고, 노면파쇄기가 차로를 절삭하는 폭은 2m이기 때문에 노면파쇄기 1호기가 출발하면 일정 간격을 두고 2호기가 남은 차로 폭을 절삭하며 출발함



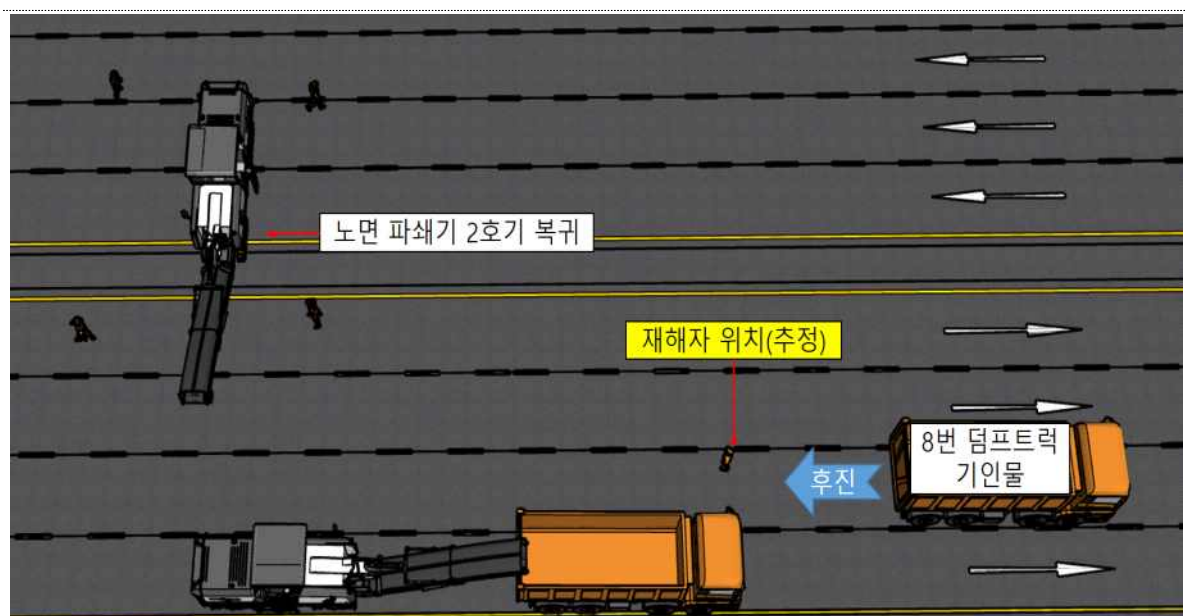
[그림 2] 노면파쇄기와 덤프트럭의 작업방식 표현

- 작업 시작점으로부터 약 355m 구간에 왔을 때, 노면파쇄기 2호기는 절삭 중인 차로의 직각방향으로 지중화된 구간([도면 1]의 5구간 및 [사진 12] 참조)을 횡단하며 절삭을 시작함
- 이 때 노면파쇄기 1호기에는 7번 덤프트럭이 페아스콘을 상차하였으며, 신호수 5명 중 재해자를 제외한 4명은 횡단구간에 배치되어 신호 중이었음



[그림 3] 횡단작업 중인 노면파쇄기 2호기 표현

- 노면파쇄기 2호기가 다시 본래 차로로 복귀하는 것을 본 8번 덤프트럭(기인물)이 자신의 상차차레임을 인지하고 재해자를 발견하지 못한 채 3차로에서 후진하는 도중 사고가 발생함



[그림 3] 본래 차로로 복귀중인 노면파쇄기 2호기 표현

(3) 신호체계

- (신호수간 신호체계) 재해자를 포함하여 배치된 5명의 신호수에게는 무전기가 지급되어, 무전기를 통해 상호 신호를 주고받았음
 - 배치된 신호수는 현장에 운영되는 건설기계(3~4차로)와 일반차량(1~2차로) 유도자를 구분하지 않고 공사 및 교통 상황에 따라 유동적으로 신호함



[사진 11] 재해자가 실제 사용한 유도봉 및 무전기

- (덤프트럭간 신호체계) 덤프트럭에 내장된 무전기를 이용하여 앞뒤 순번 덤프트럭과 신호를 주고받으며 순번대로 페아스콘을 상차함
- (덤프트럭과 노면파쇄기간 신호체계) 페아스콘 상차 작업 시 덤프트럭과 노면파쇄기는 노면파쇄기의 경적 소리로 전진·멈춤을 신호하지만,
 - 덤프트럭이 페아스콘 상차를 위해 노면파쇄기에 접근할 때까지는 신호체계가 공백이었음

(4) 작업계획

- 신호수와 덤프트럭의 소속이 다를지라도, 현장에서 운행되는 덤프트럭은 신호수의 신호 및 유도에 따라 운행되어야 하나,
 - 현장에서 소속이 다른 근로자간 혼재된 작업 특성을 반영한 덤프트럭의 운행경로 및 작업방법 등에 대한 작업계획서가 작성되지 않았고,
 - “(3)신호체계”에서 기술한 바와 같이, 덤프트럭은 신호수가 행하는 신호나 유도 없이 상호 무전신호에 의하여 자신의 상차 순번에 따라 덤프트럭을 운행함(사고 차량이 장비유도자 신호 없이 후진함)

사. 조사·확인 결과

- 당 현장은 도로 재포장 공사와 분리발주된 페아스콘 상차작업이 혼재되어 있는 현장으로
 - ① 페아스콘을 싣는 덤프트럭(기인물)은 후방 시야가 확보되지 않은 채 운행 하였고,

- ② 덤프트럭이 노면파쇄기에 접근할 때 적절한 신호체계가 공백이었으며,
- ③ 현장에서 운영되는 건설기계에 대한 작업계획이 이루어지지 않음에 따라
- 폐아스콘을 상차하기 위해 후진하는 덤프트럭을 인지하지 못한 재해자가 덤프트럭에 깔려 사망함

5. 조사자 의견

가. 재해발생원인

○ 작업계획서 미작성

- 분리발주에 따른 혼재된 작업 특성상 소속이 다른 근로자(건설기계 포함)간 작업혼선 및 안전공백을 최소화하기 위해, 사전에 건설기계의 운행경로 및 작업방법 등 현장상황을 고려하여 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 진행해야 하나, 작업계획서를 작성하지 않았음

○ 신호체계에 따른 건설기계 접촉 방지 조치 미실시

- 차량계 건설기계(덤프트럭 등)가 혼재된 작업에서 일정한 신호방법을 정하여 신호하고 운전자는 유도자가 신호하는 대로 따라야 하지만, 덤프트럭이 유도자의 신호 없이 노면파쇄기에 후진으로 접근 도중 재해가 발생함

나. 재해예방대책

○ 작업계획서 작성 철저

- 사전 조사를 통하여 차량계 건설기계의 운행경로 및 작업방법 등 작업계획서를 작성하고, 혼재된 작업 특성상 작업혼선 및 안전공백을 최소화하기 위해 소속이 다른 근로자(건설기계 포함)간 통합된 작업계획을 공유할 필요가 있음

○ 신호체계 구축 및 건설기계 접촉 방지 조치 실시

- 차량계 건설기계와 근로자가 서로 유기적으로 움직이는 공사현장의 특성을 반영하여 근로자가 건설기계에 접촉하지 않도록 신호체계를 구축하고, 건설기계는 구축된 신호, 유도 등에 의해 운행되도록 조치 실시