

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	유한회사 목화건설중기	주 소	본사	전북 군산시	전화 번호 (FAX)	
				현장	전북 군산시		
	대표자	B	면허업종	건설업	근로자수	8명	
	관리번호		단위공종	사토 처리	공사기간	'22.12.20. ~ '23.06.30.	
	공사종류	토공사					
	공사금액	7,000원/m ³	공사규모	101,035m ³ (예정)	공정율	약 60%	

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	생년월일	소 속	고용형태 (상용,일용,시간제 등)	상해정도 (사망/부상)	비고
1	A	1953년	유한회사 목화건설중기	일용직	사망	

3. 재해발생 경위

발생형태	맞음	기인물	토사
'23.03.15.(수) 10:41분경; 전북 군산시 소재, 사토장*에서 토사를 하차하고 있는 덤프트럭 후면(운전석 방향, 약 1m 거리)에 있던 재해자가 덤프트럭 적재함에서 떨어지는 토사를 맞고 사망한 재해임. * 사토장: 굴착한 토사, 암석 등이 남거나 버릴 필요가 있는 경우 운반하여 버리는 장소			

4. 재해조사 내용

본 조사의견서의 내용은 유한회사 목화건설중기 대표, 동료근로자 덤프트럭 운전자, 굴삭기 운전자 등 사업장 관계자 면담 내용 및 현장조사에서 파악된 내용을 토대로 작성하였음.

가. 공사개요 및 계약현황

1) 현장개요

○ 재해발생현장은 유한회사 목화건설중기에서 2022년 12월부터 사토장으로 사용함.

<사토장 주요 현황>

- 공사 기간: '22.12.20. ~ '23.6.30.
- 공사 위치: 전북 군산시
- 공사 규모: 사토처리 101,035m³ (사토장 면적 3,692.9m²)
- 공사 현황: 실행 61,464m³ / 계획 101,035m³ (재해발생일 기준 공정을 약 60%)



[재해발생 현장 위치(네이버 지도)]



[재해발생 현장 전경(드론 촬영)]

- **(재해자 업무 현황)**재해자는 '23.2.25.부터 재해발생 당일('23.3.15)까지 일용직으로 재해발생현장에 10회 출역하였고, 덤프트럭 주행 유도과 적재함 후면 청소를 함.

출역인원(8명)		작업내용
1	덤프트럭 6대(C 등 6명)	· 토사 운반 및 하차
2	굴삭기 1대(D)	· 토지 정지(토사 하차 구간 굴착 및 토사 정리)
3	재해자	· 덤프트럭 주행 유도 및 적재함 후면 청소 등

- **(재해발생 경위)**재해발생 당일 사토장에서 토사를 하차 중인 덤프트럭 후면(운전석 방향, 약 1m 거리)에 있던 재해자가 적재함에서 떨어지는 토사에 맞음.**(재해발생)**



2) 계약현황

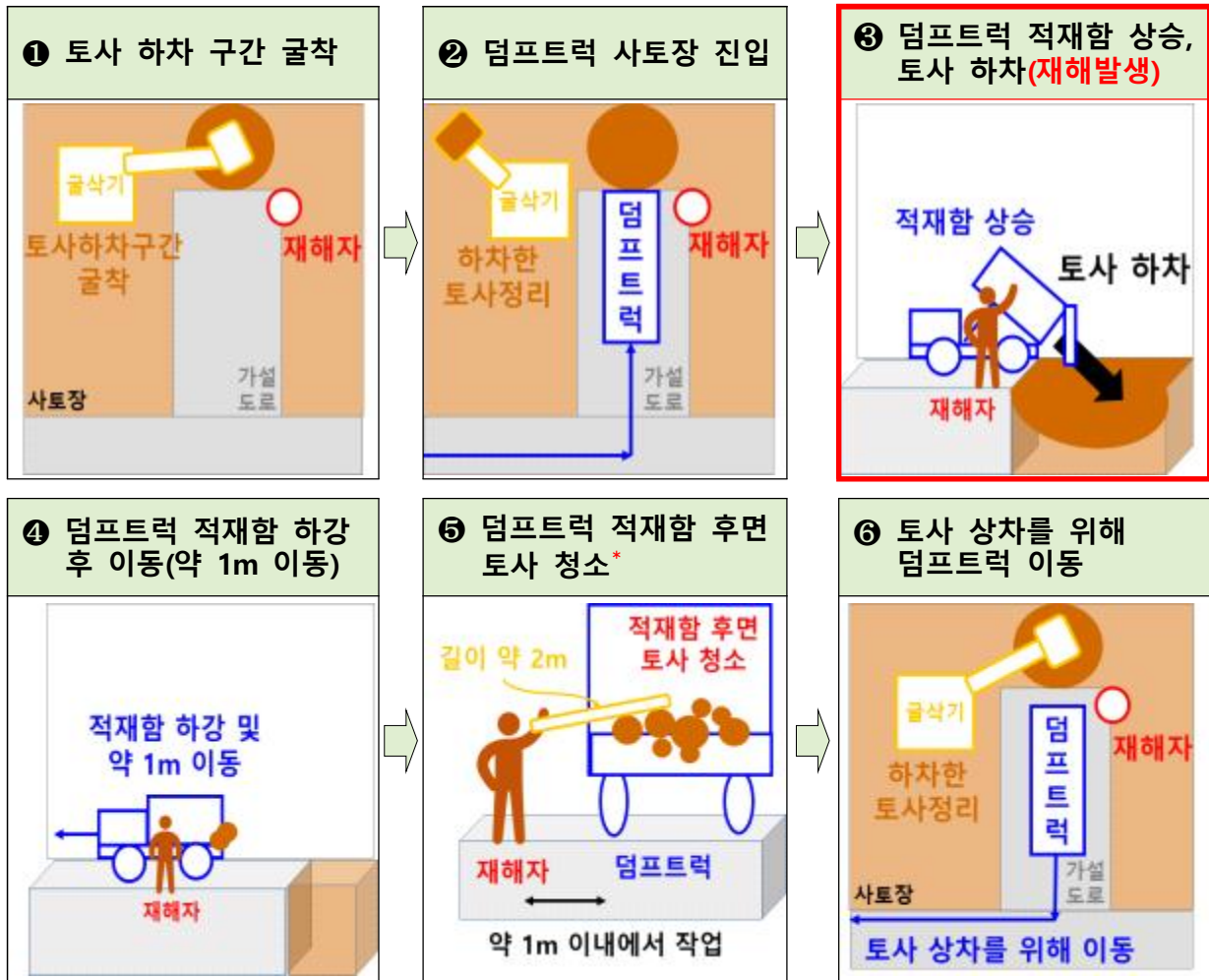
- **(사토처리)**유한회사 목화건설중기는 사업장 ㉠와 사토처리*에 대한 약정 ['22.12.19.](첨부1참조)을 하였으며, 사토처리 건에 대하여 덤프트럭 적재함 미달이 청소, 사토장 유지 관리, 정지** 등을 포함하는 것으로 합의함.

* 사토처리 : 토사, 암석 등이 남거나 버릴 필요가 있는 경우 외부로 반출하여 처리하는 작업.

** 정지 : 기복이나 장애물이 있는 토지를 평탄하게 다듬는 것.

- **(사토장)** 유한회사 목화건설중기는 사토처리 건에 대해 재해발생현장인 군산시(면적 3,692.9㎡)을 사토장으로 사용하기로 토지 소유주와 계약(구두)함.

나. 작업 순서[현장적용_덤프트럭 및 굴삭기 운전자 면담]



- ① 굴삭기는 토사를 하차할 구간을 굴착함. (토사 하차 전·후 수시 작업)
 - ② 덤프트럭은 유도자(재해자)의 신호에 따라 토사 하차 위치로 이동함.
 - ③ 덤프트럭은 정지 상태에서 유도자(재해자)의 신호를 받고, 적재함 상승 및 토사 하차함.
 - ④ 덤프트럭은 토사 하차가 완료되면 적재함 하강 후 약 1m 이동함.
 - ⑤ 재해자는 덤프트럭 후면으로 이동하여 적재함 후면 청소*함.
- * 덤프트럭 적재함 후면 청소 : 적재함 후면의 토사를 제거하지 않고, 도로를 운행할 경우 주변 차량 또는 도로 등에 떨어질 우려가 있어 토사 상·하차 시 실시하는 작업임.
- ⑥ 청소가 완료된 덤프트럭은 토사 상차를 위해 이동(① ~ ⑥ 반복)

다. 재해발생 과정[재해발생 당일_덤프트럭 및 굴삭기 운전자 면담]

- 【07:00~10:25경】 재해발생현장에서 굴삭기 운전자는 사토장 토지 정지 작업, 재해자는 덤프트럭 주행 유도 및 적재함 후면 청소 등의 작업을 수행함.
- 【10:25~10:35경】 덤프트럭(C)은 토사를 상차*하여 사토장(재해발생현장)으로 이동함**.
- * 재해발생 당일 덤프트럭 사토반출일지(첨부 2) 참조.
- ** 토사 상차 장소는 사토장에서 약 5km(덤프트럭으로 5~10분 소요)떨어져 있음.
- 【10:35~10:41경】 덤프트럭(C)이 사토장에 도착하자 재해자는 토사 하차 위치로 덤프트럭을 유도함(후진으로 약 20m 가량 이동)
 - 덤프트럭은 재해자의 신호에 따라 이동하여 토사 하차 위치에 정지한 후,
 - 정지 상태에서 재해자의 신호를 확인 후 적재함 상승하여 토사를 하차함.
- 【재해발생 10:41경】 덤프트럭 운전자는 지면에 쓰러진 재해자를 발견하여 119에 신고를 하였고, 현장에 도착한 119구조대가 응급조치를 하였으나 사망함.
 - 재해자는 발견 당시 머리 및 상체가 토사에 깔린 상태로 쓰러져 있었음.



[재해발생 상황*]

* 재해발생 당시 덤프트럭 운전자는 운전석에 탑승해있었고, 굴삭기는 재해 발생 지점에서 약 10m 떨어져 있었음.

라. 재해자 업무 현황

- (덤프트럭 유도)재해자는 재해발생현장에서 덤프트럭 이동, 적재함 승강 시 유도 작업을 실시함.
- 재해발생 당시 재해자는 덤프트럭 운전자에게 적재함 상승 신호를 한 후, 덤프트럭 후면 약 1m 거리에서 대기 중 적재함에서 떨어지는 토사에 맞음.



[적재함 상승 신호를 할 때 재해자 위치(추정)]



[재해자가 맞은 토사 위치]

- (덤프트럭 적재함 후면 청소)재해자가 덤프트럭 적재함 후면 청소 작업 시 사용한 도구는 길이 조절이 가능한 봉 형태로 상단에는 토사를 긁어 낼 수 있는 플라스틱 날이 부착되어 있으며, 재해자는 도구의 길이를 약 2.1m로 연장한 것으로 확인됨.



[덤프트럭 적재함 후면 청소 범위]



[재해자가 사용한 청소 도구]

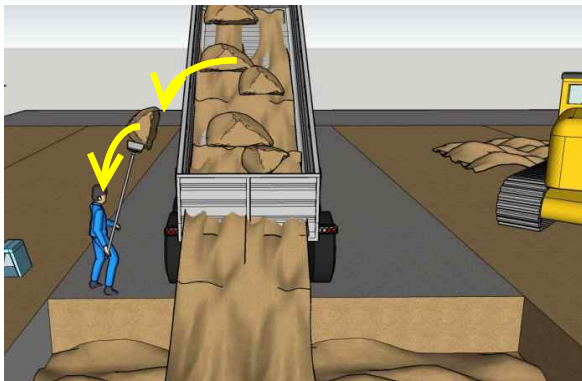
마. 재해 발생 경로(추정)

- 재해자 발견 위치는 덤프트럭 후면(운전석 방향)에서 약 1m 거리이며, 발견 당시 머리 및 상체에 토사가 떨어진 상태였음.

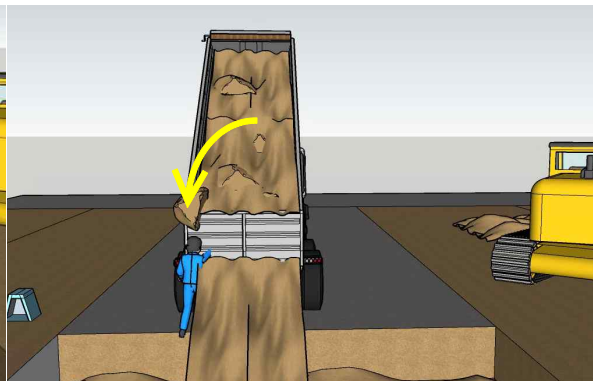


[재해발생 당시 재해자 발견 위치 및 상태(동료 근로자 면담)]

- 재해가 발생 가능한 경로는 두 가지이며, 동료근로자 면담 및 재해자 발견 위치, 재해자가 맞은 토사(습윤 상태) 등을 고려하였을 때 ①번 경로로 발생하였을 것으로 추정됨.
- 덤프트럭 적재함 상승은 약 30초, 토사 하차는 적재함 상승 후 약 30초 소요되어 총 작업 시간은 약 1분이며 재해발생 당시 적재함 내부 토사 상태 및 토사가 떨어진 높이 등은 확인할 수 없음.
- ①번 경로: 재해자가 덤프트럭 후면에서 1m 거리에 위치하던 중 적재함에서 측면으로 떨어진 토사를 맞음.
- ②번 경로: 재해자가 덤프트럭 적재함 후면에서 쏟아지는 토사를 맞음.



[① 토사 일부가 측면으로 떨어짐]



[② 적재함 후면에서 쏟아지는 토사를 맞음]

바. 조사 및 확인 내용

1) 기인물 : 덤프트럭



- 건설기계명(등록번호): 덤프트럭
- 차량 규격(길이×너비×높이): 8,630×2,495×3,440(mm)
- 적재함 규격(길이×폭×높이): 6,100×2,390×1,235(mm)
- 적재 용량 및 차량 중량: 17m³, 25.5ton
- 건설기계 최초 등록 : 2017.07.21.
- 건설기계 정기 검사 : 2023.03.09.실시(유효기간 1년)

- (적재함)재해발생 당시 덤프트럭은 토사를 하차하기 위해 적재함을 상승시킨 상태였으며, 적재함이 올라가면 후면 개폐함은 자동으로 열리는 것을 확인함.
- (운전자 시야)덤프트럭 운전석에서 좌측 사이드미러를 보았을 때 재해자의 작업 위치 확인 가능함.



[적재함 상승 시 후면 개폐함 자동 열림]



[덤프트럭 운전석 시야 확인(재해자 위치)]

- (자격 및 교육) 덤프트럭 운전자(C)는 1종 대형면허(도로교통법 80조)를 소지하였으며 특수형태근로종사자 최초 노무 제공시 교육은 이수(첨부3) 하였으나, 특별교육은 교육일지 등 증빙이 없어 이수 여부가 확인되지 않음.

교육 종류	교육시간
최초 노무 제공시 교육	2시간 이상
특별교육	16시간 이상 (최초 4시간 이상 실시, 12시간은 3개월 이내 분할 가능) 단기간 작업 또는 간헐적 작업인 경우에는 2시간 이상*

* 단기간 작업은 2개월 이내 종료되는 1회성 작업, 간헐적 작업은 연간 총 작업 일수가 60일 이하인 경우임.

2) 가해물 : 토사

- (토사 형상) 재해발생현장의 토사 상태와 동료 근로자의 면담 등을 고려했을 때, 재해자가 맞은 것으로 추정되는 가해물은 덩어리 형상의 토사임.



[재해자가 맞은 토사 * 중 일부(재해발생현장)]

- (토사 중량) 재해발생 후 재해자를 구조하기 위해서 토사를 걷어낸 상태로 정확한 토사량 및 중량은 알 수 없으나,
➔ 재해발생 현장에 남아 있는 토사와 동료 근로자의 면담 등을 고려하면 재해자가 맞은 토사량은 0.04m³(0.07ton)이상이었을 것으로 추정됨.

* 【떨어진 토사의 중량 환산식】

$$\Rightarrow [\text{높이 } 0.5\text{m} \times \text{폭(중)} 0.4\text{m} \times \text{폭(횡)} 0.4\text{m} \div 2] \approx 0.04\text{m}^3$$

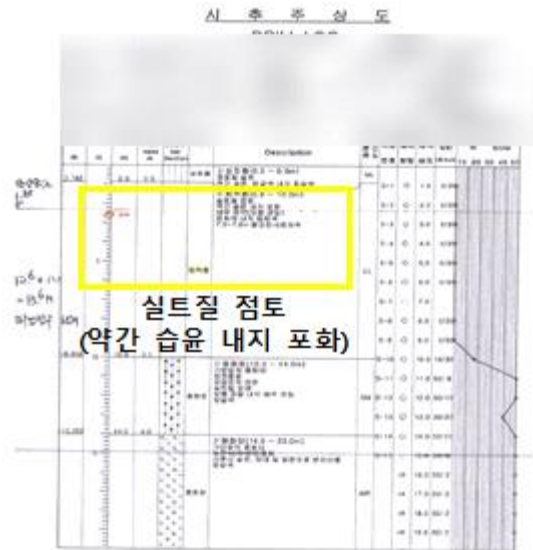
$$\Rightarrow 0.04\text{m}^3 \times 1.8 \sim 1.9\text{t/m}^3 [\text{점토(약간 습윤 내지 포화) 단위중량 적용(건설공사 표준품셈)}] \approx \mathbf{0.07\text{ton}}$$

3. 재료의 단위 중량

재료의 단위중량은 입경, 습윤도 등에 따라 달라지므로 시험에 의하여 결정하여야 하며, 일반적인 추정 단위중량은 다음과 같다.

종	별	형	상	단위중량(kg/m³)	비고
암	석	화강암	강	2,600~2,700	자연상태
		안산암	산	2,300~2,710	"
		현무암	무	2,400~2,790	"
자갈	갈	전습포	조	2,700~3,200	"
		건습포	기	1,600~1,800	"
		포화	화	1,700~1,800	"
모래	래	전습포	조	1,800~1,900	"
		건습포	기	1,500~1,700	"
		포화	화	1,700~1,800	"
점토	토	전습포	조	1,800~2,000	"
		건습포	기	1,200~1,700	"
		포화	화	1,700~1,800	"
점토	토	모	중	1,800~1,900	"
실트	토	이	취	1,500~1,700	"
점토	토	이	취	1,600~1,800	"
점토	토	이	취	1,900~2,100	"
점토	토	이	취	1,700~1,900	"
점토	토	이	취	1,700~2,000	"
점토	토	이	취	1,900~2,100	"
점토	토	이	취	1,800~2,000	"
점토	토	이	취	2,000	"
점토	토	이	취	1,700	"

[토사 단위중량(2023 건설공사 표준품셈)]



[토사 종별 및 형상(시추주상도)]

3) 차량계 건설기계 작업계획서 작성 여부 확인

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조에 따라 차량계 건설기계를 사용하는 작업의 경우 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 작업계획서*를 작성하고 해당 내용에 따라 작업을 하여야 하나,

* 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 4. 사전조사 및 작업계획서 내용

3. 차량계 건설기계를 사용하는 작업

- 가. 사용하는 차량계 건설기계의 종류 및 성능
- 나. 차량계 건설기계의 운행경로
- 다. 차량계 건설기계에 의한 작업방법

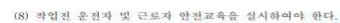
➔ 재해발생현장은 작업계획서가 작성되지 않은 상태에서 작업을 수행함.

4) 개인보호구 지급 및 착용 확인(안전모)

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제32조에 따라 사업주는 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 경우 근로자에게 안전모를 지급해야 함.
- ➔ 유한회사 목화건설중기는 재해자에게 개인보호구(안전모)를 지급하였다고 하나 개인보호구 지급대장 등 증빙 자료를 확인할 수 없고, 재해발생 당시 재해자는 안전모를 착용하지 않음(동료근로자 면담)

○ 「산업안전보건법」 제36조에 따라 사업주는 작업에 대한 유해·위험요인을 파악하고 위험성 감소대책을 수립 및 실행 하는 등 위험성 평가를 실시해야 하나, 재해발생현장은 위험성평가를 실시하지 않음.

- 재해자는 채용 전 건설업 기초안전보건교육을 이수(첨부4)한 것을 확인함.
- 「건설기계 안전보건작업 지침(KOSHA GUIDE C-48-2013)*」에 의하면, 차량계 건설기계 사용 시 작업 전 운전자 및 근로자 안전교육을 실시하여야 함.
- ➔ 유한회사 목화건설중기는 재해자에게 현장에서 덤프트럭을 사용하는 작업 관련 안전 주의 사항은 전달하였다고 하나, 교육일지 등 증빙 자료를 확인할 수 없음.



- 11 -

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 차량계 건설기계 작업계획서 미작성

- 덤프트럭의 제원, 운행 경로, 작업 방법 등을 포함한 작업계획서가 작성되지 않은 상태에서 작업을 수행함.

○ 개인보호구(안전모) 미착용

- 덤프트럭 통행을 위한 유도 및 적재함 후면 청소 작업 시 적재함에서 떨어지는 토사에 맞을 위험이 있으나, 안전모를 착용하지 않음.

나. 재발방지 대책

○ 차량계 건설기계 작업계획서 작성 및 교육 철저

- 덤프트럭을 사용하는 작업을 할 경우 해당 작업을 수행하는 근로자의 안전을 확보하기 위해 운행 경로, 작업 방법 및 순서, 유도자의 신호 방법, 안전사고 예방대책 등이 반영된 작업계획서를 작성하여야 하며,
- 작성된 작업계획서를 해당 근로자에게 교육하는 등 내용을 주지시켜야 함.

차량계 건설기계 작업계획서 (예시)

1. 사전조사 내용

구분	점검내용
인원/기계 동원상황	인원명, 기계명, 조종수, 보조작업수
작업 지역 상태	경사가 등/하방에서 위치 상태, 인접지 조도, 인접물, 인접인
	인접작업 시 안전거리 확보 상태, 인접지 조도, 인접물, 인접인
	인접작업 시 안전거리 확보 상태, 인접지 조도, 인접물, 인접인

2. 작업계획

구분	점검내용
운행/작업방법	
작업장소	
작업시간(시작/종료)	시작 시간, 종료 시간
운행경로	시작, 종료, 회차

3. 장비제원

구분	점검내용
장비명	
작업장소	
제조사(모델명)	
운행방법	방향, 속도, 회전
유도자	방향, 속도, 회전
유도방법	인접작업, 인접인, 인접물
작업방법	
안전거리(최소/최대)	

4. 작업방법

구분	점검내용
작업방법	
작업순서	

5. 기본 안전대책

구분	점검내용
작업장소 지정	
운행할 이월 시 조치	
인접작업/인접인/인접물	
작업장소 지정	

6. 근로자 안전보건교육 확인

구분	교육내용	교육 확인	교육자 확인
근로자			
안전보건			
교육 확인			

*** 운전도면 첨부**

차량계 건설기계 작업계획도

설계: _____

[차량계 건설기계 작업계획서 예시(산업안전보건공단)]

○ 개인보호구(안전모) 지급 및 착용 관리

- 사업주는 떨어지는 물체를 맞는 사고 등을 예방하기 위해 안전모를 지급하고, 근로자가 상시 착용하고 작업할 수 있도록 관리하여야 함.

○ 위험성평가 실시

- 위험성평가를 통해 덤프트럭을 사용하는 작업에 대한 위험요소를 파악하고, 이에 대한 안전대책을 수립·이행하여 안전한 작업방법과 상태로 작업을 하여야 함.

○ 작업방법 개선(적재함 승강 시 출입통제)

- 덤프트럭 적재함 승강 시 작업 공간 내 접근 금지 등 근로자 출입 통제 하여야 함.



[재해발생현장 덤프트럭에 부착된 적재함 상승 및 하강 작업 시 안전사항]

- (권장)서울시설공단 「신호수 안전관리 매뉴얼」은 덤프트럭 유도자의 안전을 확보하기 위해 덤프트럭과 거리를 가지고 유도 작업을 하고 적재함에서 낙하물 발생여부를 사전에 확인하는 등의 작업 방법을 교육하도록 권고함.



신호수 안전관리 매뉴얼

1.1 용어 정의

용어	신호수	신호수	신호수
유도자	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업
신호수	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업
신호수	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업	신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업

신호수 안전관리 매뉴얼에 따라 작업



신호수 안전관리 매뉴얼

신호수 안전관리 매뉴얼

[신호수 안전관리 매뉴얼* (서울시설공단)]

* 해당 매뉴얼은 유도자와 신호수, 보행안전도우미를 모두 '신호수'로 총칭함.