

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	대일주택관리	전화번호 (FAX)	
소재지	대구광역시 중구	대표자	B
업 종	위생 및 유사서비스업	근로자수	8명
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	폐기물 운반

○ 관련업체

사업장명	사업장 ㉠	전화번호 (FAX)	
소재지	경북 성주군	대표자	C
업 종	목재 및 나무제품 제조업	근로자수	16명
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	폐기물 수집

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도	비고
1	A	1960	대일주택관리	정규직	사망	-

3. 재해발생 경위

- 2023. 9. 19.(화) 00:43경
- 경북 성주군 소재의 사업장 ㉠ 집하장에서 대일주택관리 소속의 재해자가
- 압착진개차량*(5.6톤)으로 수집·운반한 폐기물을 배출하고 적재함 내부를 확인 중
* 쓰레기를 압착시킬 수 있는 특수 장비를 갖춘 특장차
- 적재함 후면부의 압착장치(파카)가 불시 하강하며 파카와 적재함 사이에 상체가 끼여
- 119 구급대에 의해 병원에서 치료 중 9월 20일 사망한 재해임.
※ 사망일시 : 2023.09.20.(수) 05:17경

4. 사고조사 내용

【본 조사 의견서는 고용노동부 대구서부지청과 안전보건공단 대구광역본부 초동조사, 대구광역본부 광역사고조사센터에서 사업장 관계자 면담 및 현장 확인 내용을 근거로 작성함.】

가. 사업장 개요

○ 대일주택관리(2015년 설립)

- (사업내용) 사업장의 일반 폐기물 수거 계약을 사업장 ㉠와 체결하여, 2016년부터 폐기물을 수거하여 사업장 ㉠에 운송함.
- (사업조직) 근로자 수 8명으로, 별도의 조직체계가 없으며 사무직(2명), 현장직 6명(운전 2명·폐기물 정리 4명)으로 구성됨.

※ 현장직은 사무실로 출근하지 않으며, 각자 근무 장소에서 출·퇴근함.

○ 사업장 ㉠

- (사업내용) 지자체를 통해 폐기물 허가를 받은 일반폐기물 처리업체로, 대일주택관리로부터 폐기물을 받아 파·분쇄 및 선별을 거쳐 시멘트 회사의 가열 연료로 납품함.

나. 재해발생 장소 및 작업

(1) 재해발생 장소

- (집하장) 사업장 ㉠는 사무실, 집하장, 분류장, 파·분쇄장으로 구성되어 있으며, 재해는 운송차량이 폐기물을 배출하는 집하장에서 발생함.

※ 대일주택관리 소속 재해자는 사고 당일 00:35에 출입함.



[그림 1] 사업장 전경 및 재해 발생 장소(네이버 위성지도)

(2) 재해발생 작업

- (전체공정) 사업장 ㉠에 진입하여 폐기물을 싣은 차량의 무게를 계량한 뒤 집하장에 폐기물을 배출하고, 적재함 내 폐기물의 잔여 유무를 확인한 뒤 폐기물이 없는 차량의 무게를 계량 후 출차함.
- (재해 작업) 집하장에 폐기물을 배출한 뒤 파카 내부에 배출되지 않은 폐기물을 처리하는 과정에서 압착장치(파카)가 불시에 닫히며 재해가 발생함.

< 작업 순서 >

순번	작업 순서	작업 설명
①	계 량	폐기물을 싣은 압착진개차량의 무게를 측정함.
②	배 출	압착장치(파카) 개방 및 덤프를 올려, 중력으로 폐기물을 배출함.
③	확 인	덤프 및 파카 내부의 폐기물 잔여 유무를 육안으로 확인함.
④	출 차	폐기물을 배출한 차량의 무게를 계량한 뒤 차고지로 이동함.

다. 재해발생 과정

- ※ 사고 당시 사업장에는 재해자를 제외하고 사업장에 아무도 없었으며, 재해자는 사업장 ㉠로부터 출입 비밀번호를 받아(사업장 ㉠ 담당자 설명) 단독으로 폐기물을 배출하던 중 사고가 발생함.
- [2023. 9. 19. 00:35경] 재해자는 압착진개차량로 폐기물을 수거하여 사업장 ㉠에 진입함.
- [00:40경] 재해자는 조종석에서 파카 및 덤프를 들어 올려 폐기물을 집하장에 배출함.
- [00:42경] 폐기물 배출완료 후 덤프를 내려, 내부를 확인하고 집하장 측면에 있는 플라스틱 삽으로 덤프 내부에 잔여 폐기물을 제거함.
- ※ 당시 압착장치(파카)는 최상부에 정지하고 있음.
- [00:49경] 운전석에서 재해자는 파카를 일부 내린 뒤 손으로 파카 내부의 잔여 폐기물을 처리하고, 바닥의 폐기물을 플라스틱 삽으로 제거함.
- [01:02경] 파카가 불시 하강하며, 재해자가 파카에 끼임.
- ※ CCTV의 저장장치가 이동 감지식으로 00:51~01:01분까지는 저장이 되어 있지 않으며, 50분 이후 바로 01:02분으로 넘어감.
- [06:39경] 사업장 ㉠ 반장 D가 출근하여, 재해자를 확인하고 부장 E가 119에 신고함.
- [06:54경] 119 구급대가 도착하여 병원에서 치료 중 9월 20일 05:17경 사망함.

<CCTV 확인사항>

	
① 사업장 ㉠에 진입함 (00시 35분 57초)	② 집하장 내 폐기물 배출 (00시 40분 50초)
	
③ 차량 덤프 하강 (00시 42분 10초)	④ 덤프 내부 육안 확인 (00시 43분 36초)
	
⑤ 압착장치(파카)를 일부 내림 (00시 48분 50초)	⑥ 파카 내부 잔여 폐기물 정리 (00시 49분 53초)
	
⑦ 압착장치(파카)에 끼임 (01시 02분 50초)	⑧ 반장 D가 재해자 발견 (06시 39분 50초)
[그림 2] CCTV 확인사항	

라. 조사.확인 내용

(1) 기인물 (압착진개차량)

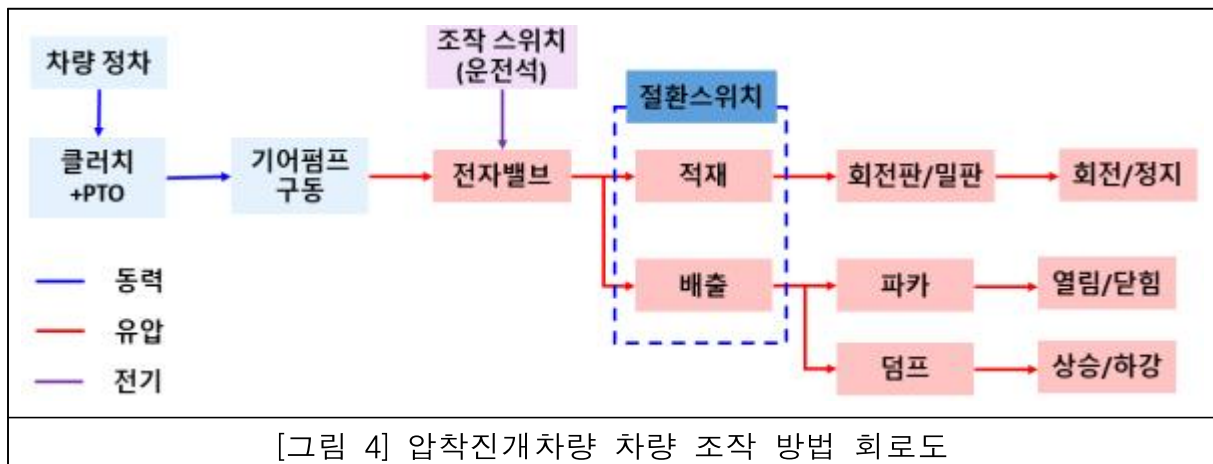
- (구성) 압착진개차량은 폐기물을 집어넣는 압착장치(파카)와 적재함(덤프)으로 구성되어 있으며 파카에는 리프트, 회전판, 밀판 등이 있으며 유압 실린더가 차량 하부에 설치되어 적재함을 들어 올릴 수 있는 형식임.
- (개조 경위) 사고 차량은 **대일주택관리**의 소유로, 2020년도에 해당 트럭을 구매하여 압착진개차량 제조사(사업장 ㉔)에서 폐기물 수거용으로 개조함.

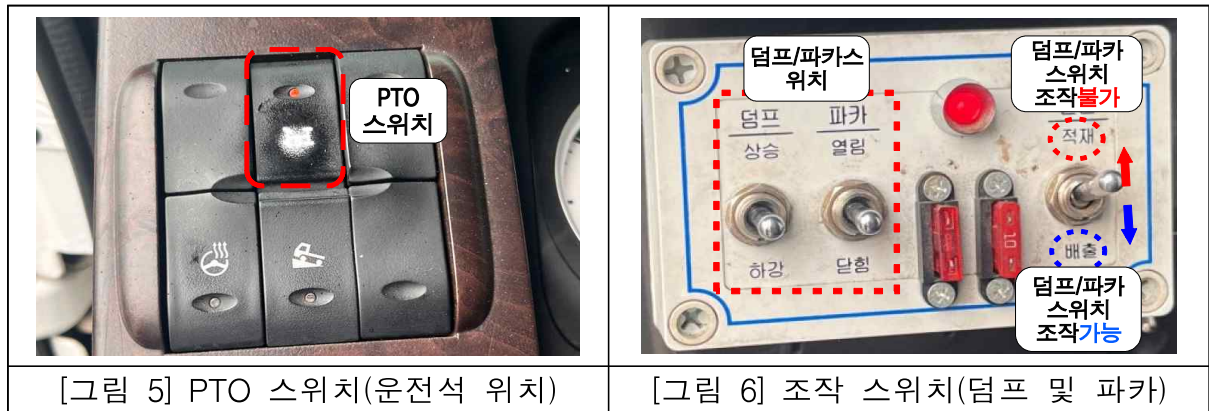
	제 원	
	제 조 사	
	모 델 명	
	용 도	폐기물 운반용
	차량 총 중량	13,815kg
	전장*전폭*높이	7,415*2,270*2,820(mm)
	차량 등록번호	
	제작년도	2020년도

[그림 3] 압착진개차량 사진 및 제원

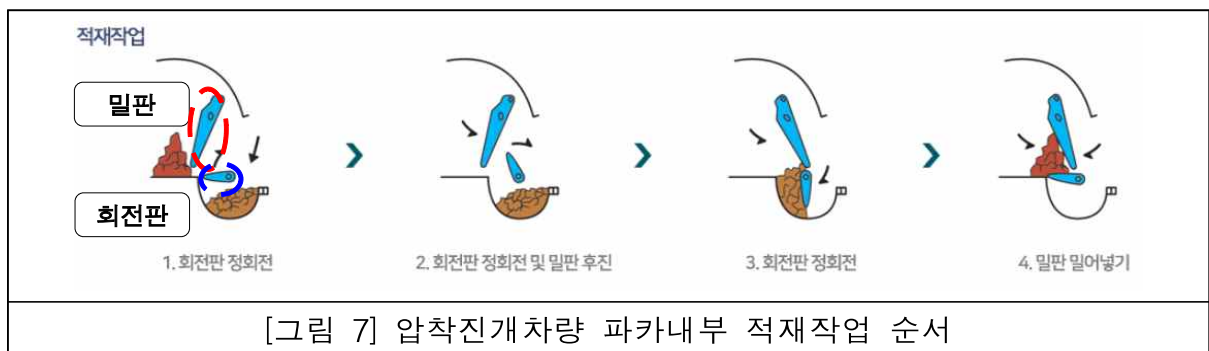
(2) 폐기물 적재 및 배출 조작관련 확인사항

- (조작 방법) 적재 및 배출 작업 전 정차 상태에서 클러치를 밟고, PTO(Power Take Off, 동력인출장치) 스위치를 누르면 엔진에서 발생된 동력이 변속기로 전달되어 기어펌프가 가동되며, 운전석의 절환 스위치의 「적재」 또는 「배출」 선택에 따라 유압으로 회전판/밀판 또는 덤프/파카가 작동됨.
- ※ 「절환」 스위치가 「적재」에 있을 시 파카 및 덤프는 조작 불가함.





○ (적재 작업) [그림 6]의 우측 조작 스위치를 「적재」로 올리면 차량 후면 파카의 컨트롤 박스를 조작이 가능하며, 회전판이 회전하며 적재함에 폐기물을 집어넣고, 밀판을 움직여 폐기물을 적재함에 밀어 넣음.



- (리프트 작동방법) 쓰레기 수거용 통을 들어올리기 위한 리프트로, 조작 스위치는 차량 후면 양측에 하나씩 총 두 개가 설치되어 있으며 [그림 8]과 [그림 9]의 「(상)리프트(하)」 버튼을 위·아래 중 하나를 선택하고 「작동」 버튼을 누르면, 리프트가 해당 방향으로 작동함.

※ 리프트 작동은 파카 후면 좌·우측에서 둘 다 조작이 가능함.

- (회전판 작동방법) [그림 9]의 「작동」 버튼(위에서 두 번째)을 누를 시 쓰레기를 덤프로 집어넣기 위해 회전판이 정회전(바깥에서 덤프로 밀어주는 방향)하며, 정회전 중 쓰레기가 파카에 뭉쳐 회전이 어려운 경우에는 「회전판 역회전」 버튼을 눌러 뭉친 쓰레기를 제거함.

- (밀판 작동방법) 회전판을 이용하여 쓰레기가 내부의 덤프 높이까지 올라왔을 시 덤프 내부로 밀어주는 역할로, 수동일 경우 [그림 9]의 빨간색 버튼인 밀판 전진 버튼을 누르고, 그 뒤 다시 밀판 후진 버튼을 누름.

※ 적재작업 시에는 주로 연속작동인 상태에서 쓰레기 수거작업을 실시한다고 동료작업자가 설명함.



[그림 8] 후면 좌측 파카 컨트롤 박스



[그림 9] 후면 우측 파카 컨트롤 박스

○ **(배출 작업)** 차량이 사업장 ㉔의 집하장에 도착하여 파카 및 덤프를 개방하고 폐기물을 배출하는 작업으로, 작업 시 운전석에 있는 파카/덤프 스위치를 눌러 조작함.

※ 파카는 개방 전 차량 양쪽 측면의 안전핀 제거하여야 가능함.



[그림 10] 압착진개차량 배출작업 순서(제조사 홈페이지 인용)

- **(안전장치)** 파카 내부에는 끼임을 방지하기 위해 안전봉이 설치되어 있으나, 사고 당시에는 사용하지 않은 것으로 확인됨.

※ 배출작업 중 파카 내부를 확인하려면 반드시 덤프를 든 상태에서 확인한다고 동료작업자가 설명함.



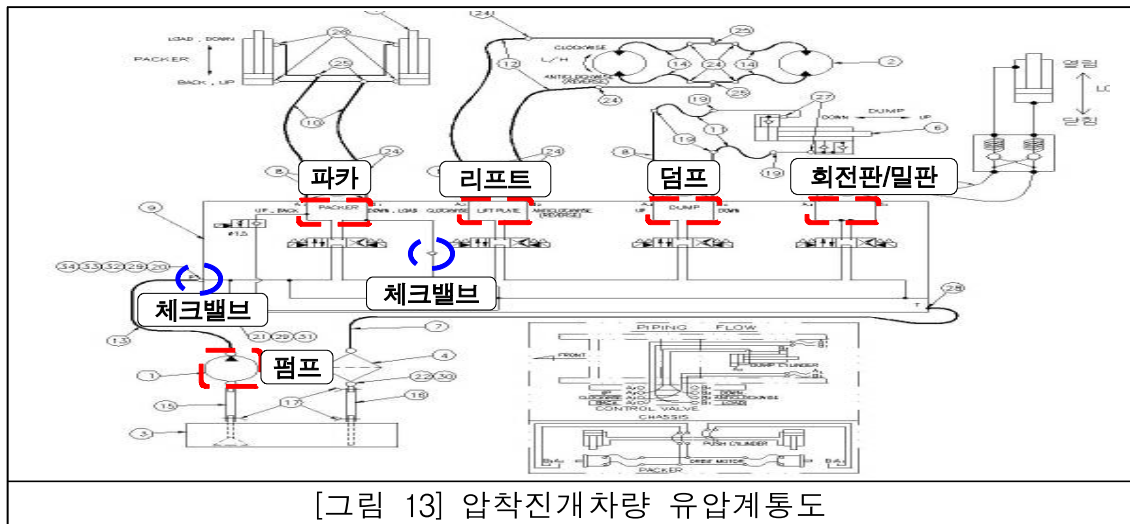
[그림 11] 파카 하부에 설치된 안전봉



[그림 12] 파카 안전장치 스티커

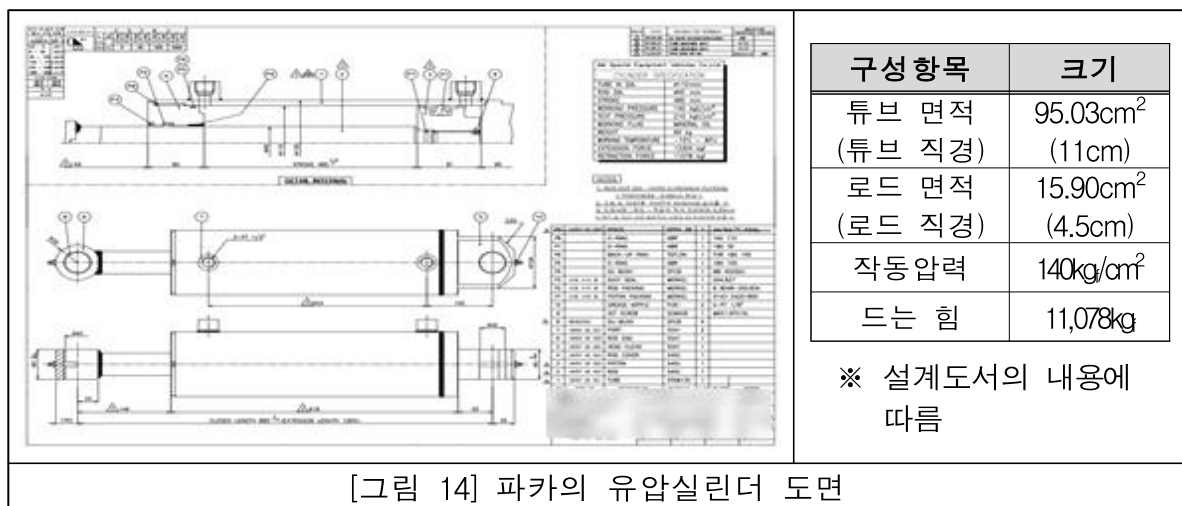
(3) 차량 유압 계통 확인사항

- (유압 계통) 유압 펌프를 통해 파카, 덤프, 회전판/밀판 등이 조작되는 방식으로, 유압 계통도는 [그림 13]과 같음.



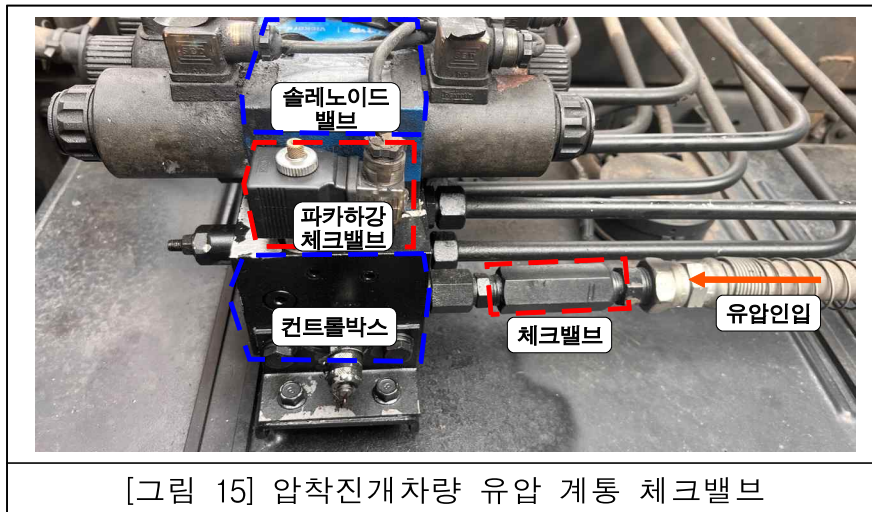
- (유압 실린더) 유압실린더가 파카를 미는 힘*은 약 11,078kg_f이며 파카를 드는 실린더는 양 쪽에 하나씩으로 총 2개로, 22,154kg_f의 힘으로 파카 (무게 : 2,000kg)를 들 수 있도록 설계됨.

$$* \frac{\pi}{4} (11\text{cm} - 4.5\text{cm})^2 \times 140\text{kg}_f/\text{cm}^2 = 11,078\text{kg}_f$$



- (체크밸브) 유압이 역류하지 않도록 막아주는 밸브로, 계통도 상에서 유압 인입라인과 파카 하강라인에 체크밸브가 표시가 되어있음.

※ 사고발생 이후, 공식 서비스센터에 방문하여 누유의 원인이 될 수 있는 유압 계통도 상 표시된(우측 파란색) 파카 하강라인의 체크밸브를 교체함.



(4) 사고발생 당시 작업 상황

- (재해자 작업상황) 재해자는 집하장에 쓰레기를 배출한 뒤 덤프를 완전히 내린 상태에서 덤프 내부를 확인하고 다시 파카를 일부 내린 다음, 파카 내부의 쓰레기를 집하장 쪽으로 치우던 중 재해가 발생함.
- (파카 개방상태) 재해자는 배출작업 후 운전석의 조작스위치로 이동하여 직접 파카를 일부 내렸으며, [그림 17]과 같은 상황에서 재해자가 파카 내부로 진입함.



- (조작스위치의 상태) 운전석의 절환 스위치는 덤프/파카가 작동되는 「배출」에 놓여 있었으며, 파카 스위치는 「열림·중립·단힘」 중 「중립」에 있고, 그 외의 스위치는 조작하지 않은 것으로 판단됨.
- ※ 파카 및 덤프 스위치는 누르지 않을 시 자동으로 중립에 위치하며, 사업장 내 재해자를 제외하고 다른 근로자는 없었음.

(5) 사고 상황 재연시험 확인사항

- (재연 결과) 사고 당시와 같이 덤프를 완전히 내린 상태에서 파카만 일부 개방한 채로, 별도의 조작 없이 시간이 경과함에 따라 파카의 움직임을 관찰한 결과, 12분 동안 파카의 높이가 바닥으로부터 32cm 줄어들어 덤프 입구와 파카 사이 공간에 끼임점이 형성됨.

측정 시간	14시 16분	14시 22분	14시 28분
파카 높이	145cm	126cm	113cm
사진			
[그림 18] 재연시험 당시 파카 하강 사진			

재연시험 결과내용

- ☐ 일 시 : 2023년 09월 27일(수) 14:00경
- ☐ 장 소 : 사업장 ㉠(제조사 인증 서비스센터)
- ☐ 목 적 : 시간의 경과에 따른 파카의 하강여부 확인
- ☐ 차 량 : 사고차량
- ☐ 조 건 : 사고 상황과 동일(덤프를 내린 상태에서 파카만 상승)
- ☐ 결 과
 - 덤프를 내린 상태에서 파카를 상승시킨 채로 정지 시 12분 동안 파카의 높이가 약 32cm 줄어듦.
 - ※ 처음 6분간 파카 하강 높이는 19cm, 그 다음 6분간 하강 높이는 13cm로 파카의 위치가 높을 때 유압 계통도 상에서 파카의 무게에 영향을 더 받아 빨리 줄어드는 것으로 확인됨.
 - 재연시험 전 파카 하강라인의 체크밸브를 교체하였음에도 사고와 동일한 결과가 나온 것으로 보아, 하강라인의 체크밸브로 인한 누유는 아닌 것으로 판단됨.

(6) 파카 하강 추정 원인

- (유압의 감소) 사고 당시 파카의 하강은 설비 내 부품이나 구조물 등의 파단에 의한 갑작스런 하강이 아니며 CCTV 확인 및 재연시험 결과, 일정 시간에 걸쳐 파카가 서서히 하강한 것으로, 사고의 원인을 누유로 추정하여 검토함.
- (배관 계통상의 누유) 사고차량 확인결과, 유압탱크의 수위는 정상이며 사고 이후에도 파카의 작동이 가능했고 유압 배관에서 외부로 누유된 흔적을 찾아볼 수 없어, 배관 계통상의 누유는 아닌 것으로 추정됨.



[그림 19] 압착진개차량 유압탱크 수위

- (유압 실린더 패킹의 누유) 파카를 지속적으로 개폐하면서 유압 실린더 (2개)에서 발생하는 마모 등으로 인해 누유가 일어난 것으로 추정됨.
- (체크밸브의 누유) 재연 시험 전 서비스 센터에서 파카의 하강 원인 중 하나로 파카 하강 라인의 체크밸브를 교체했으나, 재연 당시 사고 상황과 똑같이 파카가 하강하는 것으로 보아, 체크밸브의 문제는 아닌 것으로 판단됨.

☞ [검토결과] 유압 실린더가 파카를 미는 힘은 약 22,154kgf으로 설계되어 있으나, 안전봉을 설치하지 않은 상태에서 파카 내 진입하였을 때 파카의 무게(약 2,000kg)를 버티고 있는 유압 계통의 부품(유압실린더 패킹으로 추정)의 마모 등으로 유압이 감소하여 파카가 하강하게 되며 사고가 발생한 것으로 추정됨.

※ 2020년 사고차량 제작 이후, 유압 실린더의 수리·교체 이력 없음.

(7) 관리적 사항에 대한 검토

- (작업계획서) 차량용 하역운반기계를 사용하는 작업은 해당 작업의 위험예방 대책 및 작업방법에 대해 작업계획서를 작성해야하나, 별도의 작업계획서를 작성하지 않음.
- 운전매뉴얼
 - (보유 여부) 제조사의 차량 취급설명서는 작성되어 있으나, 사업주는 사고 차량의 취급 설명서를 별도로 보유하고 있지 않음.
 - (안전조치 여부) 제조사의 취급설명서 상 세차 및 점검·정비를 하는 경우에 파카를 안전봉을 고정하고 작업을 실시하라고 명시되어 있으나, 작업자는 안전봉을 설치하지 않고 작업함.
 - (교육 여부) 제조사에서 차량 운전자에게 별도의 압착진개차량의 수거 및 배출작업을 포함한 사고예방 안전조치 사항에 대해 교육을 실시하지 않음.

사고발생 원인추정 결론

- 직접원인 (Direct Cause)
 - 안전봉을 설치하지 않은 상태에서 재해자가 파카 내 빈 공간으로 들어감.
 - 유압계통도 상 부품의 마모(추정) 등으로 인해 별도의 조작 없이 상승되어 있는 파카가 하강함.
- 기여원인 (Contributing Cause)
 - 사업장은 쓰레기 수거차량에 대한 별도의 작업계획서가 작성되어 있지 않으며, 작업자에게 차량 작업에 대한 별도의 교육을 실시하지 않음.

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 파카 내 안전봉 설치 후 작업 미준수

- 파카의 불시적인 하강에 의한 끼임 사고를 방지하기 위해 차량에 안전봉이 설치되어 있으나, 작업 시 안전봉을 설치하지 않은 상태에서 파카 내 빈 공간에 진입함.

○ 작업계획서 미작성

- 압착진개차량은 차량용 하역운반기계로, 수거 및 배출작업에 대한 위험 대책, 작업 방법 등이 명시된 작업계획서를 작성하여야 하나 작성하지 않음.

나. 재발방지 대책

○ 파카 내 안전봉 설치 후 작업

- 파카가 상승된 상태에서 빈 공간 내 진입 시 반드시 파카의 불시하강을 막기 위해 안전봉을 설치한 다음 작업할 수 있도록 근로자에게 교육하여야 함.

○ 작업계획서 작성

- 차량용 하역운반기계는 사전조사를 실시하여 해당 작업의 위험예방 대책, 수거 및 배출작업의 방법에 대해 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 관리하여야 함