

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	(주)거진아스콘	전화번호 (FAX)	
소재지	경남 김해시	대표자	B
업 종 (표준산업분류)	기타 각종 제조업	근로자수	5명
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	아스팔트 콘크리트 및 혼화제

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1957년	(주)거진아스콘	상용	사망

3. 재해발생 경위

- 2023. 2. 9.(목) 17:09경 경남 김해시 소재 (주)거진아스콘에서
- (주)거진아스콘 소속 A(남,66세)가 로더(Loader)¹⁾를 운전하여 호퍼(Hopper)²⁾ 내 쌓여진 골재를 바닥 토출구로 밀어내고 골재 더미 위를 후진해 나오던 중
- 운전석 좌측면으로 넘어지면서 골재 바닥면과 로더 사이에 깔려 병원 이송 후 치료 중 2023. 6. 21.(수) 18:07경 사망한 재해임.

1) 차량계 건설기계로 분류되어 타이어식 로더는 일반적으로 건설용 골재를 상차하거나 선별기에서 나온 골재를 야적장에 적치하는 용도로 많이 사용함
2) 석탄, 모래, 자갈 등을 저장하는 장소이며 사고현장은 바닥에 토출구를 만들어 골재를 내보내 컨베이어로 운반시킴

4. 재해조사 내용

【 본 조사 내용은 부산지방고용노동청 양산지청 산재예방지도과와 합동 조사한 것으로 사업장 관계자 상무 C, 총괄전무 D, 품질실장 E의 면담과 CCTV 촬영자료 및 현장조사 시 파악된 내용을 토대로 작성하였음】

가. 사업장 개요

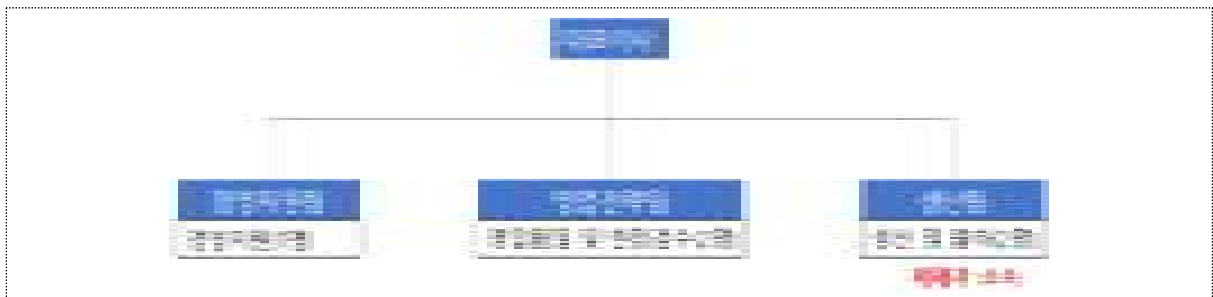
- 연면적 2,764㎡ 규모의 아스팔트 콘크리트 및 혼합제품 제조 사업장으로 반입된 건설용 골재(자갈, 석회석분 등)를 배합과정을 거쳐 도로공사 시 표층부에 사용되는 아스콘(Ascon)을 생산함
 - 호퍼 내 쌓여진 석회석분을 로더(Loader, 타이어식)를 운전하여 바닥 토출구로 밀어내고 골재 더미 위를 후진해 나오던 중 로더가 넘어지는 사고가 발생함



【사진1】 사업장 전경

○ 조직도

- 재해자는 생산팀의 부장으로 생산, 운전, 정비 업무를 담당함



나. 재해발생 공정

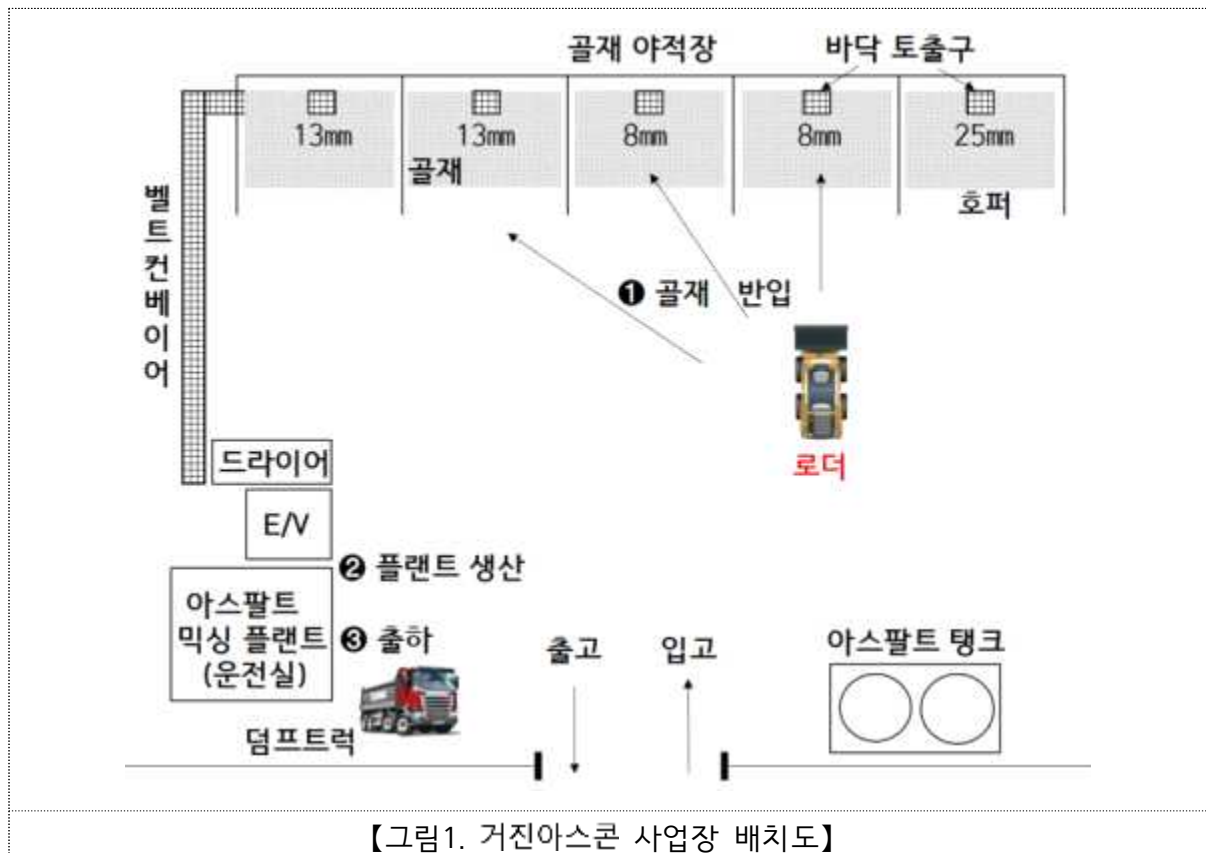
○ 아스콘³⁾(Ascon) 생산 공정



- 재료는 아스팔트, 굵은 골재 25mm, 잔골재 13mm, 채움재(석회석분 8mm)를 사용

○ 사고당시 작업 장소 및 작업내용

- 재해자는 아스팔트 믹싱 플랜트 안에서 생산대기 중에 로더 운전자 H가 소속사 복귀로 자리를 비운 사이 추가 주문량을 처리하기 위해 로더를 직접 운전하고 호퍼 내 골재를 바닥 토출구로 밀어내는 작업⁴⁾을 하였음
- 작업순서 : 골재 반입 → 플랜트 생산(가열·배합) → 아스콘 상차 → 출하



3) 아스팔트 콘크리트 화합물(아스콘)은 아스팔트(Asphalt)와 굵은 골재(자갈:Aggregate)와 잔골재(모래:Sand) 또는 포장용 채움재(필러, 석분:mineral filler)를 가열 또는 상온으로 혼합한 것으로 도로포장이나 주차장 등에 사용됨.

4) 호퍼 아래에 벨트컨베이어가 설치되어 로더가 골재를 바닥 토출구로 밀어내면 골재가 생산설비로 자동 운송됨

다. 재해발생 과정

※ 사고 발생일로 5개월 이상 경과되어 사고당시 출하일지에 근거하여 작성함

- 건설현장의 주문량에 따라 아스콘 생산 공정을 거쳐 출하하는 것으로 사고발생 일에는 부산 ○○보도정비공사(BB-2, WC-25), ○○하수관로 신설공사(WC-2)에 아스콘을 공급함



- **【2.9.(월) 07:00경】** 생산팀 2명(재해자, F), 계열사* 직원 2명(H, G)이 출근하여 아스콘 생산 및 정비, 로더 운전 등 골재의 운반, 생산을 실시함

* 가족이 운영하는 법인으로 사업장㉠, 사업장㉡, 사업장㉢ 등이 같은 계열사이며, 사업장별 업무량에 따라 필요한 작업과 인력을 상호 지원함

- 사고 발생일 업무 내용은 다음과 같음

소 속	이 름	주요 작업내용
(주)거진아스콘	재해자A(재해자)	생산, 플랜트 운전, 정비
(주)거진아스콘	F	생산, 플랜트 운전, 정비
사업장㉠	G	플랜트 운전
사업장㉡	H	이사(생산관리), 로더 운전

- 사고발생일 주문량은 총 191톤으로 BB-2는 141톤, WC-2는 50톤을 출하할 예정으로 호퍼 내 쌓여진 골재를 바닥 토출구로 밀어내는 작업은 H가 로더를 운전하였고, 재해자를 포함한 3명은 생산플랜트 안에서 설비 운전 작업을 실시함

5) 아스콘 규격으로 BB-2(Black Base Course)는 기층용으로 굵은 골재 30mm이고, WC-2(Wearing Course)는 표층용으로 굵은 골재 13mm를 뜻함

- **【13:00경】** 주문량 출하를 마치고 재해자를 포함한 3명은 생산 대기를 하고, 16:30경 로더 운전자 H는 소속사인 사업장㉔로 업무 복귀함
- **【17:00경】** 김해 노후관로 정비공사 2단계 현장의 주문량(BB-2)이 추가되어 생산을 재개함
- **【17:09경】** 주문량 처리 중에 로더를 운전할 사람이 없자 재해자가 로더를 직접 운전하여 호퍼 내 쌓여진 석회석분(8mm)을 토출구로 밀어내고 골재 더미 위를 후진해 나오던 중 차체 균형을 잃고 운전석 좌측면으로 넘어지면서 골재 바닥면과 로더 사이에 깔리는 사고가 발생함.

[CCTV 촬영화면]



라. 조사 및 확인내용

1) 기인물 : 로더(loader, 타이어식)

	제조사		제작연도	1992년
	모델명		등록번호	
	전장/전폭 (mm)	8,500/3,026	버킷용량 (m³)	3.45
	전고(mm)	3,454	등판능력	25도
	총중량(kg)	19,592	최대덤프 높이(mm)	2,857
	주행방식	자주식 (타이어식)	소유자	(주)거진아스콘

○ 로더는 거진아스콘 내에서 반입된 골재와 석분을 야적장에 적치하는데 주로 사용함.

- 사고발생 일에는 로더를 골재 및 석분을 호퍼 토출구로 밀어 넣기 위해 운전하는 작업을 실시함.

○ 사고발생 기인물인 로더의 넘어진 원인에 대해 기계적 요인(조종 장치)과 관리적 요인(운전방법)으로 구분하여 조사 실시

- (조사방법) 로더가 보관되어 있는 사업장㉠을 방문, 로더 운전자 I(면허소지자)가 운전석에 탑승하여 조종 장치를 기능별 조작 실시

① 조종 장치 결함 유무 확인

1. 운전석 문 고정상태



【사진2】 운전석 좌측문에 잠금장치 파손으로 임의의 연결고리를 설치 사용

- 운전석 우측문은 【사진3,4】와 같이 정상 설치되어 있으나 좌측문은 잠금장치가 파손되어 【사진2】와 같이 임의로 연결고리를 설치하였지만 운전석 문을 닫아도 고정되지 않는 상태였음
- CCTV 촬영영상에 재해자가 운전석에서 이탈된 것으로 포착되어 운전석 좌측문 잠금장치 고장으로 잠금을 하지 않았거나 재해자가 운전석을 빠져나오기 위해 개방한 것으로 추정



【사진3】 운전석 우측문 외부(정상)



【사진4】 운전석 우측문 내부 잠금장치(정상)

2. 버킷 조작기어 작동상태

- (버킷 높이 조정) 기어를 앞으로 밀면(↑) 버킷을 지면으로 내리고, 기어를 뒤로 당기면(↓) 버킷을 위로 들어 올리는 레버로 정상 작동됨 【사진7. 참조】
- (버킷 각도 조정) 기어를 앞으로 밀면(↑) 버킷 각도가 지면에 수평으로 내려지고, 기어를 뒤로 당기면(↓) 버킷 각도가 위로 들어 올려지는 레버로 정상 작동됨



【사진5】 버킷 조작기어(원모양)

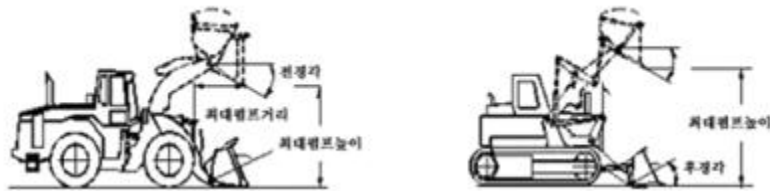


【사진6】 버킷 조작기어 작동기능



【사진7】 버킷 조작기어 작동 시 버킷 이동방향

- 사고 로더의 작업장치인 버킷 경사각(전경각⁶⁾)은 46도, 버킷 경사각(후경각)은 43.5도로 「건설기계 안전기준에 관한 규칙」에서 규정하는 전경각 45도 이상, 후경각 35도 이상으로 정상 상태임



【그림3. 로더의 전경각 및 후경각】

3. 기어, 브레이크, 엑셀 등

- 기어, 브레이크, 엑셀 작동 시 정상 작동됨.



【사진8】 기어, 브레이크, 엑셀 설치상태

6) 「로더의 전경각」은 버킷을 가장 높이 올린 상태에서 버킷만을 가장 아래쪽으로 기울였을 때 버킷의 가장 넓은 바닥면이 수평면과 이루는 각도이고, 「로더의 후경각」은 버킷의 가장 넓은 바닥면을 지면에 닿게 한 후 버킷만을 가장 안쪽으로 기울였을 때 버킷의 가장 넓은 바닥면이 지면과 이루는 각도임

4. 좌석안전띠

- 운전석에 좌석안전띠는 설치되어 있으며, 재해자가 착용하지 않은 것으로 추정됨



【사진9】 운전석 좌석안전띠

② 조종 면허 자격 여부 확인

- 로더는 건설기계조종사 면허소지자에 한하여 운전이 가능하며, 재해자는 몇 차례 로더를 운전하였으나 면허자격을 소지하고 있지 않음
 - 「유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙」 제3조 ①항에 의해 「건설기계관리법」에서 규정한 면허를 소지한 자가 운전하도록 규정하고 있어 아래와 같이 교육 이수(3톤 미만) 후 건설기계조종사 면허증을 발급받아야 함

구 분	로 더	5톤 미만(소형)	3톤 미만(소형)
자격 및 교육	로더 운전기능사	교육이수(18시간)	교육이수(12시간)

- (주)거진아스콘 내에는 로더 조종 면허소지자가 없어 (주)삼광아스콘 소속 I(면허소지자)가 운전하거나 일대 기사를 불러 운전을 하였음

2) 호퍼(hopper)



【사진10】 골재 야적장 내 호퍼(5칸)

- 사업장㉠ 내 크랏샤(Crusher) 설비에 의해 선별된 골재가 거진아스콘으로 운반되어 골재 야적장 5칸의 호퍼(hopper)에 각각 저장·보관 됨
- 호퍼 1칸의 크기는 약 7.7m×3.3m(가로×세로)이며, 골재 최대적재량은 800m³임. 바닥에는 골재를 로더 버킷으로 밀어내면 벨트컨베이어로 이송하기 위한 토출구(크기 1.5m×1.2m)가 있음



【사진11】 호퍼 내 골재 야적상태



【사진12】 호퍼 바닥 토출구

- 아스콘 생산과정에서 호퍼에 쌓인 골재 더미가 토출구를 통해 벨트컨베이어로 계속 운송되는 데 이 때 빠져나가는 골재를 채우기 위해 로더가 골재를 토출구로 밀어주는 작업을 함.
- 골재 야적방법은 반입된 골재를 호퍼에 덤프트럭이 하차시키면 로더가 밀어내는 것으로 골재를 쌓은 더미의 기울기 또는 경사각은 별도 정해진 것이 없음



【사진13】 사고발생일 로더 작업과정(CCTV 영상자료)

3) 재해 발생 원인 추정

- 사고발생일(2.9)이후 시간이 경과되어(사고조사일 6.23) CCTV 영상자료, 사업장

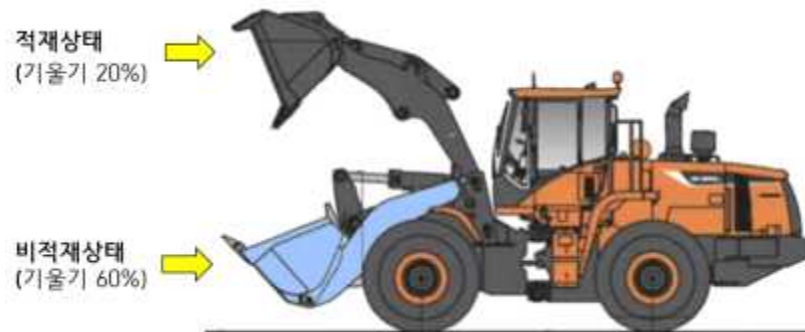
관계자 면담에 근거하고 「건설기계 안전기준에 관한 규칙」 등을 참고하여 로더의 넘어진 원인을 추정함

① 로더의 안정도

○ 안정도 기준

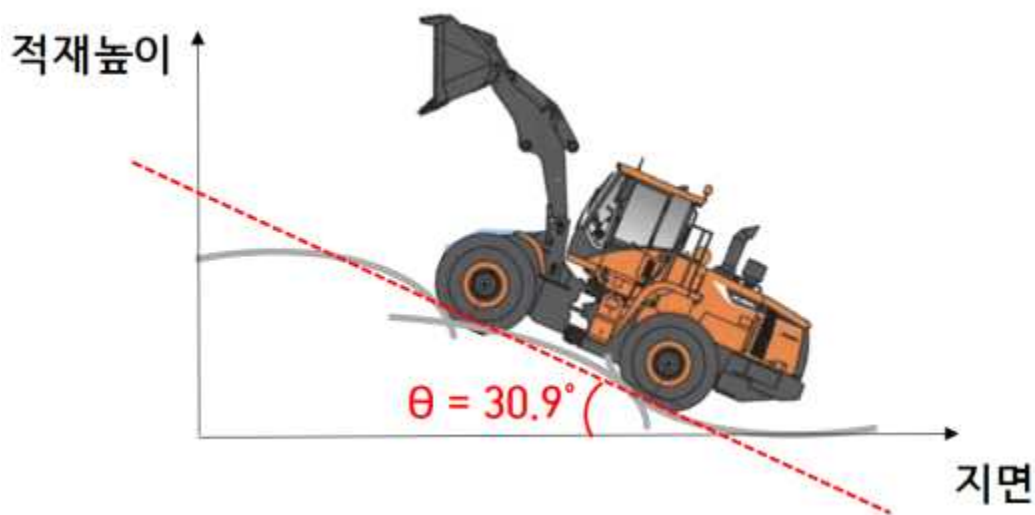
- 타이어식 로더는 적재상태(기준부하상태*)에서 15%, 비 적재상태(기준무부하상태)에서 30%의 전·후방 기울기에서 넘어지면 안 되며, **측면 방향**은 적재된 버킷을 최고로 올린 상태에서는 20%의 기울기, 비 적재상태에서는 버킷을 낮춘 상태에서 60%의 기울기에서 넘어지면 안 됨 [건설기계 안전기준규칙 제15조]

* 「기준부하상태」는 버킷에 토사를 가득 담은 상태로 버킷을 가장 아래로 낮추어 운반 가능한 상태를 말하며, 「기준무부하상태」는 버킷이 빈 상태임.



【그림3. 로더의 안정도】

- 적재된 버킷을 최고로 올린 상태에서는 측면방향으로 넘어지는 경사도는 11.3° (기울기 20% → $^\circ$ 로 환산)를 초과 시 발생하고



【그림4. 로더의 측면 넘어짐 경사도 추정】

사고 발생된 로더의 경우, 비 적재상태로 버킷을 낮춘 상태에서 측면으로 넘어질 전제 조건인 경사도가 30.9°(기울기 60%→ °로 환산)와 비교해보면

재해자가 버킷을 최대한 낮춘 상태로 이동하지 않고 빈 버킷을 높이 들어 올린 상태에서 골재더미의 경사도가 【그림4】와 같이 30.9° 이상 초과되어 후진하던 중 차체의 균형을 잃고 넘어진 것으로 추정됨

② 로더 운전 숙련도

○ 로더 운전 무자격자

- 재해자는 사업장 내 주요 업무가 생산, 플랜트 운전, 정비 등으로 로더 조종 면허 없이 몇 차례 운전은 하였지만 동료작업자의 면담 내용, CCTV 영상에 근거하여 운전석 내 조종 장치 작동방법 및 주행 기능 등 조종 숙련도가 낮았던 것으로 판단됨.

4) 작업 계획서 작성 여부

- 차량계 건설기계 작업계획서에는 골재운반 적치 작업 개요, 로더 제원, 작업 방법, 운반 작업의 위험요인 및 위험방지대책 내용 등이 작성되어 있으나

5. 운반 작업의 위험요인 및 위험방지 대책	
위험요인	위험방지 대책
1.주요부속 장치로 인한 위험	-엔진 작동 전 차량 안전점검 철저
2.낙하물에 의한 위험	-적재시편하중적재금지 -작업반경내 출입금지 -과다 적재 금지 - 급선회 금지
3.접촉에 의한 위험	-서행운전 -유도자배치 -작업반경내 출입자 대비 및 접근금지 -제한속도준수 -검사면 주차시 차륜 과임목설치
4.전도에 의한 위험	-지반의 부동침하방지를 위해 받침목설치 -갓길붕괴 위험장소에 작업금지(노폭유지) -편하중 적재금지
5.지세미확보에 의한 위험	-전조등, 후미등 설치 -휴대용 전등사용
6.승차석 이외의 탑승에 의한 위험	-승차석외 탑승금지
7.운전자 오작동 및 안전의식에 의한 위험	-특별안전교육실시 및 안전수칙 부착 -유자격자 비치

【서류】 차량계 건설기계 작업계획서 발췌

- 부동침하방지 등 실제 작업과 관련 없는 내용이며, 계획서 내용 중 로더를 사용하는 골재 취급 등의 작업 시 전도위험예방을 위한 안전대책을 포함한 작업 계획서는 작성되어 있지 않음.

5) 위험성평가 실시·이행 여부

- 골재 취급 및 생산 공정 등에 대한 위험성평가는 실시하지 않음

6) 개인보호구 착용 여부

- 안전모는 지급하였으나, 착용하지 않았음

7) 안전보건교육 실시 여부

- 재해자는 정기안전보건교육 등에 참석하지 않음

8) 조사 및 확인 결과

구 분	조사 및 확인 내용
1. 재해발생 장소 및 작업 상황	· 로더를 운전하여 호퍼 내 골재를 토출구로 밀어내기 작업
2. 타이어식 로더 조종장치 및 조종면허 자격 확인	(조종장치 결함 유무) · 운전석 좌측문 잠금장치 파손 · 버킷 조작기어 작동 양호 · 기어, 브레이크, 엑셀 등 작동 양호 · 좌석안전띠 미착용 (조종 면허 자격) · 로더 조종 면허 자격 미소지자
3. 로더의 안정도 확인	· 버킷을 높이 든 상태로 후진해 나오던 중 측면방향 경사도(30.9°) 초과로 운전석 좌측면으로 넘어짐 · 로더 운전 숙련도 낮음
4. 작업계획서 작성 여부 확인	· 차량계 건설기계 작업 계획서 내용 중 로더 전도방지조치가 작성되어 있지 않음.
5. 안전 준수사항 확인	· 위험성평가를 실시하지 않음. · 안전모 미착용 · 정기안전보건교육 미실시

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 로더 조종 면허를 취득하지 않은 작업자가 운전 실시

- 로더는 차량계 건설기계로 건설기계조종사 면허소지자에 한하여 조종이 가능하나 재해자는 조종 면허 자격 미소지자로 운전 숙련도가 부족한 상태에서 로더를 운전하다 넘어져 사고 발생

○ 차량계 건설기계 작업계획서 작성 미흡

- 로더 운전 작업 등 차량계 건설기계 작업계획서에는 전도위험을 예방할 수 있는 작업계획서를 작성하고, 작업계획서에 따라 작업을 하도록 관리감독하여야 하지만,
- 작업계획서에는 골재 취급 작업 시 로더의 전도위험 예방에 대한 내용이 작성되어 있지 않음

나. 재해예방 대책

○ 차량계 건설기계의 조종 면허 자격소지자 운전 실시

- 로더 등의 차량계 건설기계 조종은 건설기계조종사 면허소지자에 한하여 골재 적재 및 취급 등의 작업을 하도록 하여야 함
- 「유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙」 제3조 ①항에 의해 「건설기계관리법」에서 규정한 면허를 소지한 자가 운전하도록 규정하고 있으므로 교육 이수(3톤 미만) 후 건설기계조종사 면허증을 발급 받아야 함

○ 차량계 건설기계 작업계획서 작성 및 이행 철저

- 차량계 건설기계를 사용하는 작업 시에는 해당 건설기계의 전도 등의 위험을 예방할 수 있는 작업계획서를 작성하고, 작업계획서에 따라 작업을 하도록 관리감독을 해야 함.