

2020년도 9월 중대재해사례

Focus on 5



Part **1** 「Focus on 5」 제작 배경

Part **2** 중대재해사례

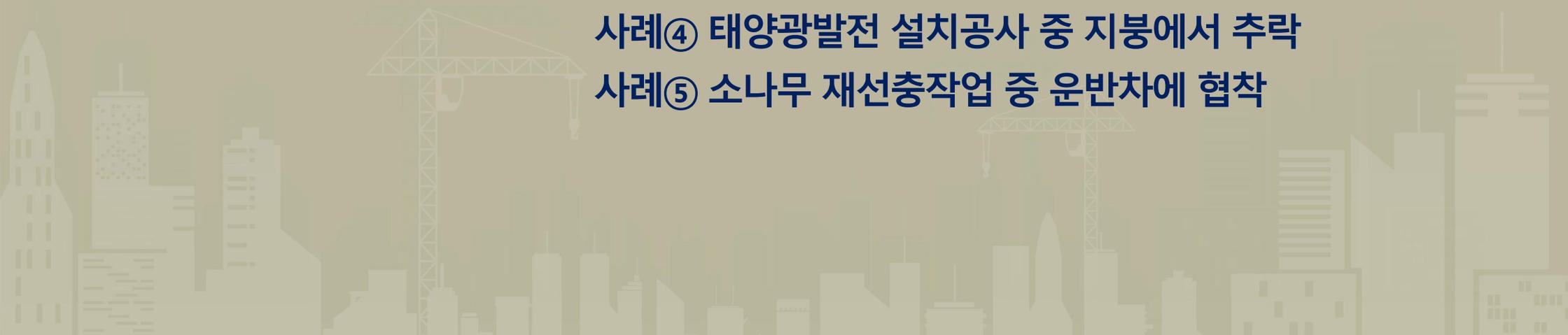
사례① 폐기물 탱크로리 폭발

사례② 콘크리트 타설용 CPB장비 인상 중 낙하

사례③ 프레스 스크랩제거 중 금형에 끼임

사례④ 태양광발전 설치공사 중 지붕에서 추락

사례⑤ 소나무 재선충작업 중 운반차에 협착



Part
중대재해사례



「Focus on 5」제작 배경





「Focus on 5」 제작 배경

- ① 매달 산업현장에서 이슈화된 중대재해사례 5가지를 교안으로 제작·보급
- ② 재해사례를 통해 핵심 사고원인과 대책을 전파하고 동종재해 예방 및 공감(성찰) 확산을 유도

Part
중대재해사례

2

중대재해사례



중대재해사례 5가지



- ① ○○케미칼(폐기물 탱크로리 폭발) <사망 1명, 부상 7명>
- ② ○○현장(콘크리트 타설용 CPB장비 인상 중 낙하)
<사망 1명, 부상 3명>
- ③ ○○자동차(프레스 스크랩제거 중 금형에 끼임) <사망 1명>
- ④ 개인농장(태양광발전 설치공사 중 지붕에서 추락) <사망 1명>
- ⑤ ○○산림조합(소나무 재선충작업 중 운반차에 협착) <사망 1명>

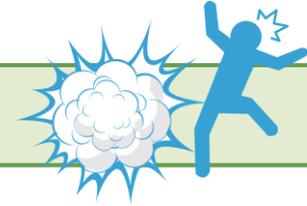
사례

1

폐기물 탱크로리 폭발



○ 사고개요



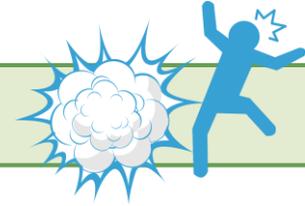
» 사업장 : ○○○○케미칼(주)

» 일 시 : 2020년 7월 21일(화) 20:51분경

» 피해현황 : 사망 1명, 부상 7명

- ▶ 발주업체 : ○○○○케미칼(주) : 사망 1명, 부상 1명
- ▶ 납품업체 : △△케미칼(주) : 부상 1명, (주)◇◇ : 부상 2명, ☆☆운수 : 2명
- ▶ 폐기물처리 : (주)○○에코 : 부상 1명
- 외부 탱크로리 기사가 과산화수소 저장탱크에 가성소다를 잘못 주입하여, 오염된 과산화수소를 폐기물 탱크로리에 옮겨 실음
- 저장탱크에 남아있는 가성소다를 중화 시키기 위해 황산을 넣은 다음, 다시 탱크로리로 이송
- 약 15~20분 후 과산화수소 분해반응으로 폐기물 탱크로리 내 압력이 급격히 상승하여 폭발

○ 사고개요



※ 과산화수소 : 상온·상압에서 안정한 물질이나 산. 알칼리성 물질, 금속성 불순물과 접촉 또는 가열 시 폭발적으로 물과 산소로 분해되어 부피팽창

※ **폭발 이유** : 황산과 반응 또는 과산화수소가 폐기물 탱크로리 존재 금속불순물 급격한 반응

» 사고발생 장소 : ○○○○케미칼(주)

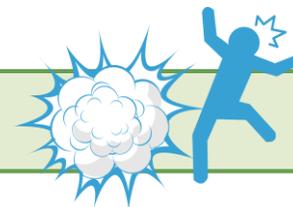


사업장 전경

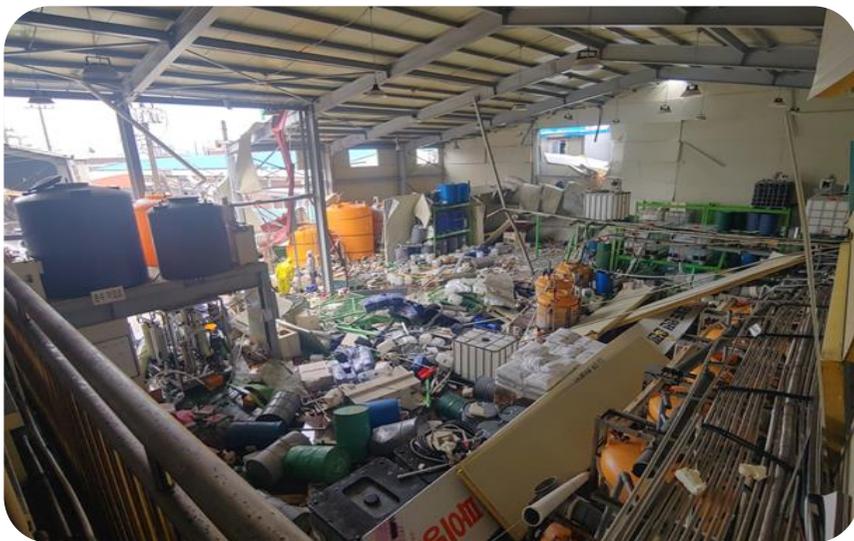


사고발생 폐기물 탱크로리

○ 사고개요



» 사고발생 장소 : ○○○○케미칼(주)

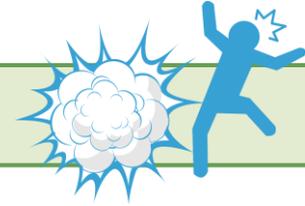


제조실 내부

유해화학물질		그림 문자	
물질명	국제연합번호		
H ₂ SO ₄	1830		
H ₂ O ₂	2014		
KOH	1814		
NaOH	1824		

취급물질 표시

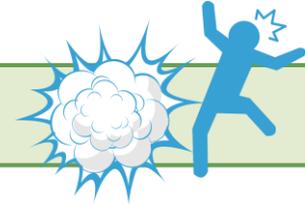
○ 사고개요



» 사고관련 물질

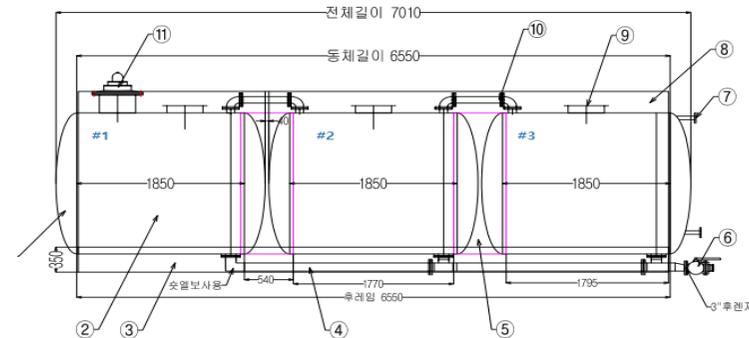
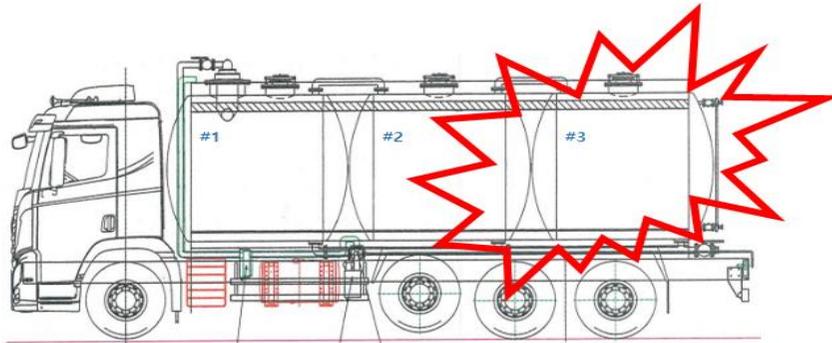
물질명 (CAS No)	인화성	취급 및 저장		안정성 및 반응성	
		취급요령	저장방법	안정성·반응성	피해야할조건· 물질
과산화수소 (35wt%) (7722-84-1)	불연성	<ul style="list-style-type: none"> 유기물 접촉금지 과산화수소에 사용되는 설비는 과산화수소에만 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 불순물과 열영향을 피할 것 적합하지 않은 제품으로부터 멀리할 것 	<ul style="list-style-type: none"> 오래 저장하거나 열에 의해 분해될 수 있음 용기를 단단히 막아 놓은 경우 압력 이 증가하여 파열될 수 있음 141°C이상에서 자동분해가 일어나며 교반, 표면이 거친 물질과 접촉, 알칼리금속, 미세한 금속 및 기타 물질에 의해 급격한 분해 	<ul style="list-style-type: none"> 가연성 물질과 접촉 금지 연료와 접촉시 급격한 반응 발생 산염기, 금속, 금속염, 산화제, 유기물, 가연성 물질 접촉을 피할 것
가성소다 (33wt%) (1310-73-2)	불연성	<ul style="list-style-type: none"> 장시간 반복적으로 증기흡입 금지 강산화제와 접촉 금지 	<ul style="list-style-type: none"> 용기에 충격을 가하지 말 것 밀폐용기에 보관 	<ul style="list-style-type: none"> 대체로 안정함 	<ul style="list-style-type: none"> 강산화제 및 강환원제와 접촉을 피할 것
황산(61.5wt%) (7664-93-9)	불연성	<ul style="list-style-type: none"> 눈, 피부, 옷과 접촉을 피할 것 입자상물질과 가스등의 흡입을 피할 것 	<ul style="list-style-type: none"> 열불꽃화염과 접촉을 피할 것 밀폐용기에 저장할 것 환기가 잘되는 장소에 보관할 것 	<ul style="list-style-type: none"> 금속을 부식시킬 수 있음 물과 접촉시 부식성/독성가스 생성 될 수 있음 습기, 열, 화염을 피할 것 	<ul style="list-style-type: none"> 금속, 물

○ 사고개요



» 사고관련 설비

Item No.	용량(m ³) (ID×TL mm)	온도(°C)		압력(kgf/cm ² .G)		재질	비고
		설계	운전	설계	운전		
지정폐기물 운반 탱크로리	18 (1970×6550) *3격실로 구성	자료 없음	AMB	F.V	F.V	스테인리스강(STS304) + 테플론	두께(6T)

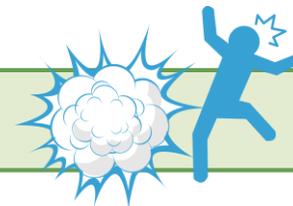


- ① 경판(6.0T, 1980Φ, STS304)
- ② 동체(6.0T, STS304)
- ③ 프레임(6.0T, STS304)
- ④ 메인배관(100A, 4.0T, STS304)

- ⑤ 동체연결판(5.0T, STS304)
- ⑥ 배출밸브(80A, 테프론)
- ⑦ 후미게이지 플랜지(20A, STS304)
- ⑧ 방호틀(2.0T, STS304)

- ⑨ 이중맨홀(400Φ, STS304)
- ⑩ 탱크연결배관(80A, STS304)
- ⑪ 진공맨홀(500Φ, STS304)
- ※ 격실내부 테프론 코팅

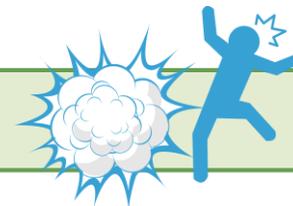
○ 사고개요



» 사고발생 과정

발생 시간별	내용
11:00시 경	○○운수 근로자는 ○○○○케미칼(주)에 가성소다(수산화나트륨) 납품을 위해 ○○소재 주식회사 △△에서 전용 차량에 가성소다 약 7톤을 실음
13:30분 경	가성소다 납품차량 ○○○○케미칼(주) 도착
13:30 ~ 14:00	가성소다 샘플채취 및 품질분석 완료 후 입고 지시 ※ ○○○○케미칼(주) 직원이 근로자에게 입고지시 하였으며, 입고배관은 별도로 지정해 주지 않음
14:00 ~ 14:05	근로자는 과산화수소 탱크를 가성소다 탱크로 오인하여 과산화수소 탱크에 가성소다를 주입하여 과산화수소 탱크 내에서 이상현상 및 방유제 내부로 넘침 현상 발생
14:06	가성소다 주입중지 및 ○○○○케미칼(주) 관계자 현장 도착 ※ 가성소다 영업 담당 사업장인 △△케미칼에 폐기물 처리 및 청소 인력 지원 요청

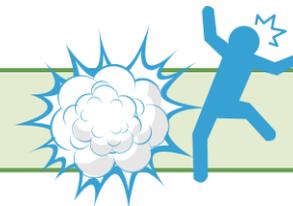
○ 사고개요



» 사고발생 과정

발생 시간별	내용
15:30분 경	△△케미칼 대표자가 현장 도착
15:30 ~ 17:00	가성소다 납품기사 ○○○, △△케미칼 대표가 방유제 내부 청소시작 ※ 방유제 내부 청소 중 가성소다 탱크로리에 남아 있던 가성소다를 ○○○○케미칼(주) 요청으로 가성소다 탱크(T-03)에 주입
17:00	가성소다 저장업체 관계자 2명이 현장지원을 위해 도착하였고, 이어서 (주)☆☆에코 소속의 폐기물 탱크로리 도착
18:15 ~ 18:30	가성소다로 오염된 과산화수소를 폐기물 탱크로리로 이송

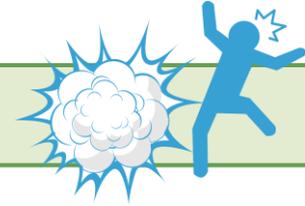
○ 사고개요



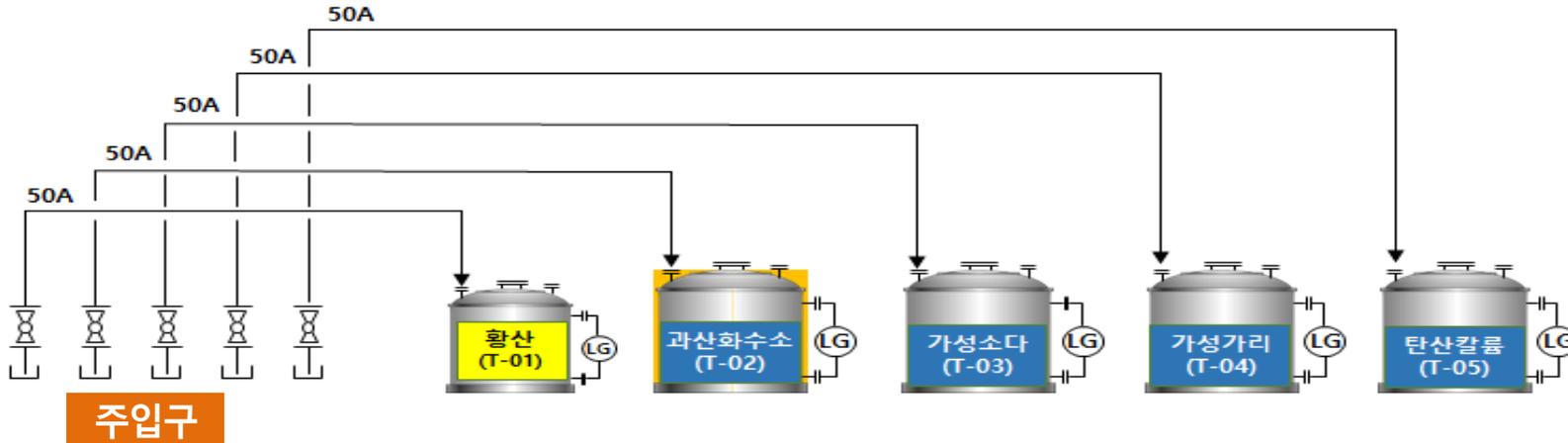
» 사고발생 과정

발생 시간별	내용
18:30 ~ 20:20	① 과산화수소 탱크 내부 물청소(2~3회) 후 폐기물 탱크로리로 이송 ② 과산화수소 탱크 내부를 황산(61.5wt%) 약 10리터를 투입해 청소 및 물세척 후 폐기물 탱크로리로 이송 ③ 방유제 내부 물청소 후 폐기물 탱크로리로 이송 ④ 방유제 내부 청소 시 사용한 헝겊, 걸레 등을 짠 후 보관해 놓았던 폐액을 탱크로리로 이송 ※ 과산화수소 저장탱크에 가성소다를 오주입하여 발생한 폐액 등을 청소한 세척액을 전부 폐기물 탱크로리로 이송한 것으로 추정
20:20	◎◎운수 현장 도착
20:51	‘치익’ 소리가 발생한 후 약 5~10초 후 폐기물 탱크로리 후미 격실 폭발 ※ 폐기물 탱크로리 운전자가 탱크압력 상승을 감지하고 상부 맨홀을 열어 압력방출(대기방출)을 시도하였으나 실패한 것으로 추정

○ 사고개요



» ○○○○케미칼(주) 저장탱크 구성



구 분	물질명	용량(톤)	주입구 표시 상태	비고
T-01	황산(H ₂ SO ₄)	5	H2SO4	
T-02	과산화수소(H ₂ O ₂)	10	과산화수소 35% H2O2	
T-03	가성소다(NaOH)	10	액가성 33% NaOH	
T-04	가성가리(KOH)	10	수산화칼륨 45% KOH	
T-05	탄산칼륨(K ₂ CO ₃)	10	탄산칼륨 K2CO3	



○ 사고발생 원인

» 과산화수소의 분해를 촉진시키는 물질과의 접촉

- ▶ 산화성 액체인 과산화수소는 강산, 강염기, 금속 성분 등과의 접촉 시 급격히 분해되는 성질이 있으나,
- ▶ 가성소다, 황산, 금속 분진 등의 수 차례 혼입으로 과산화수소가 급격히 분해되어 밀폐되어 있는 폐기물 탱크로리 내부 압력을 상승시켜 용접부위가 파열되면서 폭발

» 근로자 위험방지를 위한 사전 위험성 검토 미흡

- ▶ 과산화수소 등 위험물 하역작업 시 발생할 수 있는 누출, 이상반응, 폭발·화재 등에 대비하여 사전에 위험성을 검토하고 안전하게 작업할 수 있도록 작업 계획을 수립하지 않음

» 납품업체 근로자 단독 작업 실시(관리감독자 부재)

- ▶ 설비 보유업체 관리자가 입회하지 않은 상태에서 가성소다 납품업체 근로자(탱크로리 운전자)가 단독으로 가성소다 하역작업을 실시하던 중 주입구를 착각하여 가성소다를 과산화수소 저장탱크에 잘못 주입함



○ 사고발생 원인

» 원료 주입배관 등의 오조작 방지설비 미흡

- ▶ 근로자의 오조작에 의해 원료를 오주입하지 않도록 원천적 차단조치 미흡

» 가성소다 주입배관 물질표시 미흡

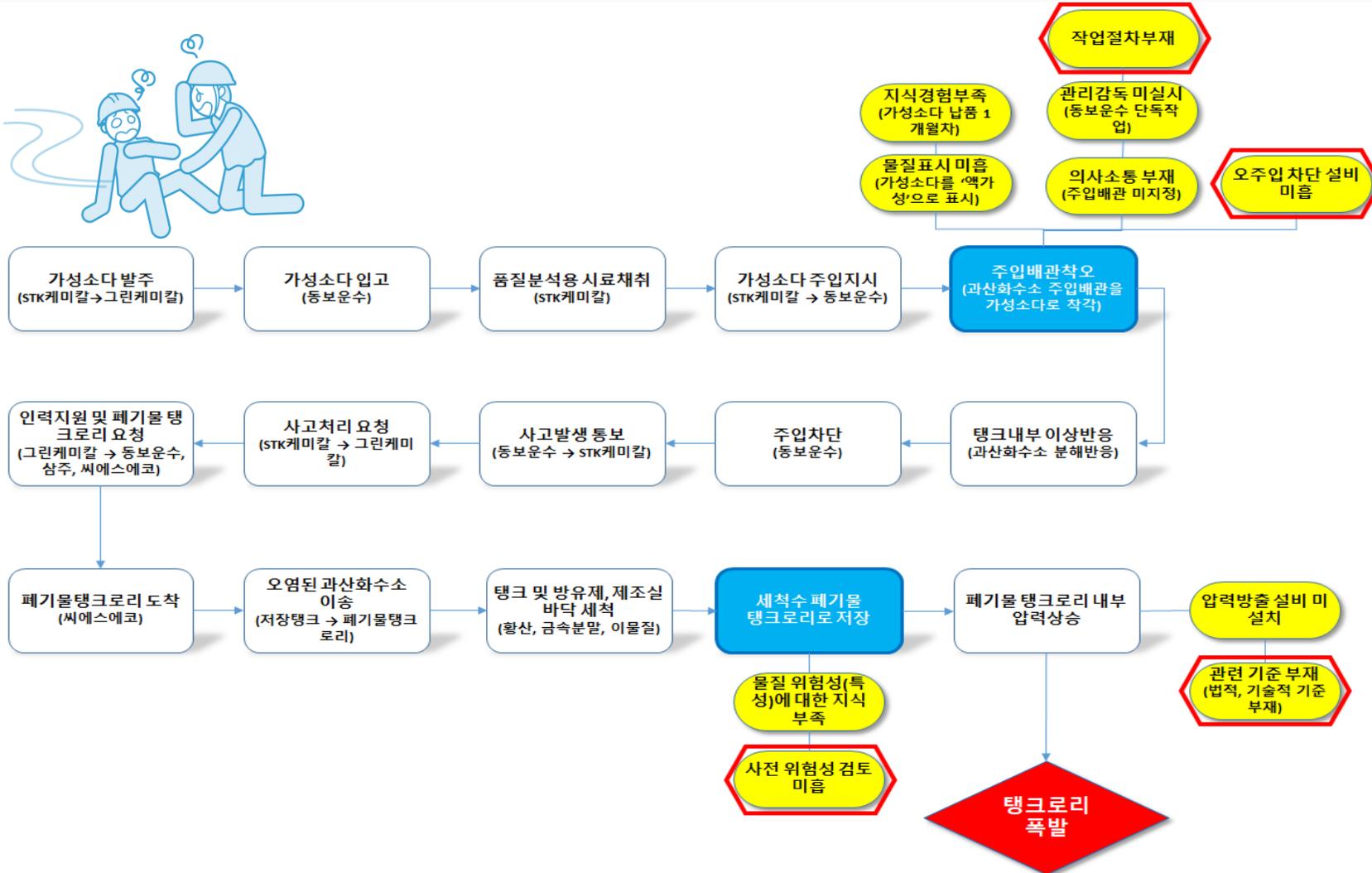
- ▶ 가성소다 주입구에 일반적으로 사용하지 않는 '액가성'이라고 표시하여, 가성소다 납품업체 근로자의 혼란을 유발

» 폐기물 탱크로리 압력방출 설비 미 설치

- ▶ 펌프를 이용하여 탱크로리 격실 내부에 진공을 형성하거나 가압하는 방법을 통해 폐기물을 흡입·배출하고 있으나,
- ▶ 탱크 내부에 이상과압 형성 시 과압을 해소할 수 있는 파열판, 안전밸브 등의 압력방출설비가 설치되어 있지 않음



○ 사고발생 원인



○ 재해예방 대책



» 과산화수소의 분해를 촉진시킬 수 있는 물질 혼입 금지

- ▶ 강산, 강염기, 금속 분말 등 과산화수소의 분해를 촉진시킬 수 있는 물질의 혼입 금지

» 사전 위험성 검토 및 안전작업계획 수립(안전보건규칙 38조)

- ▶ 과산화수소 하역 시 발생할 수 있는 누출, 이상반응 등의 위험성을 사전검토하고 안전하게 작업할 수 있도록 계획을 수립

» 위험물 하역작업 시 원청(설비 보유업체) 관리감독자 입회(안전보건규칙 35조)

- ▶ 납품업체 근로자가 단독으로 작업하여 설비의 오조작에 의해 과산화수소 분해촉진 물질인 가성소다를 오주입하지 않도록 반드시 원청 관리감독자가 입회하여 주입배관 지정 및 관리 감독 실시
 - ※ 사업장별 주입배관 구조, 물질명표시, 주입방법 등이 상이하므로, 납품업체 근로자가 단독으로 설비 조작 시 위험성이 큼

○ 재해예방 대책



» 원료 주입배관 오조작 근원적 차단

- ▶ 과산화수소와 같이 다른 물질의 혼입에 의해 이상반응이 발생할 수 있는 물질은 별도의 장소에 주입 배관 및 저장탱크를 설치하거나,
- ▶ 주입배관 차단밸브에 시건장치 또는 밸브박스 설치를 통해 오주입을 원천적으로 차단설비 설치

» 가성소다 주입배관 물질표시 보완

- ▶ 가성소다 주입구에 물질표시를 하는 경우 범용적으로 사용하는 '가성소다', '수산화나트륨' 등으로 표시하거나, 연결된 탱크번호를 추가 표시하는 등의 방법으로 보완

» 탱크로리 원료 입고(하역) 절차 수립(안전보건규칙 38조)

- ▶ 탱크로리로 입고되는 원재료의 누출, 오주입 등의 사고를 방지하기 위해 차량 입고부터 출고까지 단계별로 안전작업 절차를 수립

» 폐기물 탱크로리 압력방출 설비 설치(안전보건규칙 261조~267조)

- ▶ 이상과압 생성시 압력을 해소하여 설비를 보호할 수 있도록 파열판, 안전밸브 등 압력방출 설비 설치

사례



콘크리트 타설용 CPB장비 인상 중 낙하



○ 사고개요



- » 2020. 04. 21(화) 09:33경 ○○소재 주상복합 신축공사 현장에서 콘크리트 타설용 C.P.B 장비 인상작업 중 본체(길이 20m, 자중 약 17.3톤) 전체하중을 지지하고 있던 하부 지지핀이 이탈되면서 약 4.6m 하부로 C.P.B가 낙하하여 1명 사망, 3명이 부상을 당함



○ 사고내용



» 발생경위

- ▶ 실린더 상승 후 CPB전체 하중을 지지하는 하부핀을 설치하였으나, 하부핀이 불안정하게 걸쳐져 있었던 상태에서 작업 중 충격 등으로 인해 하부핀 우측이 지지부위에서 이탈하면서 CPB 낙하
- ▶ 하부를 지나가던 작업자 1명이 CPB장비에 협착되어 사망하고, CPB 인상작업자 3명이 부상



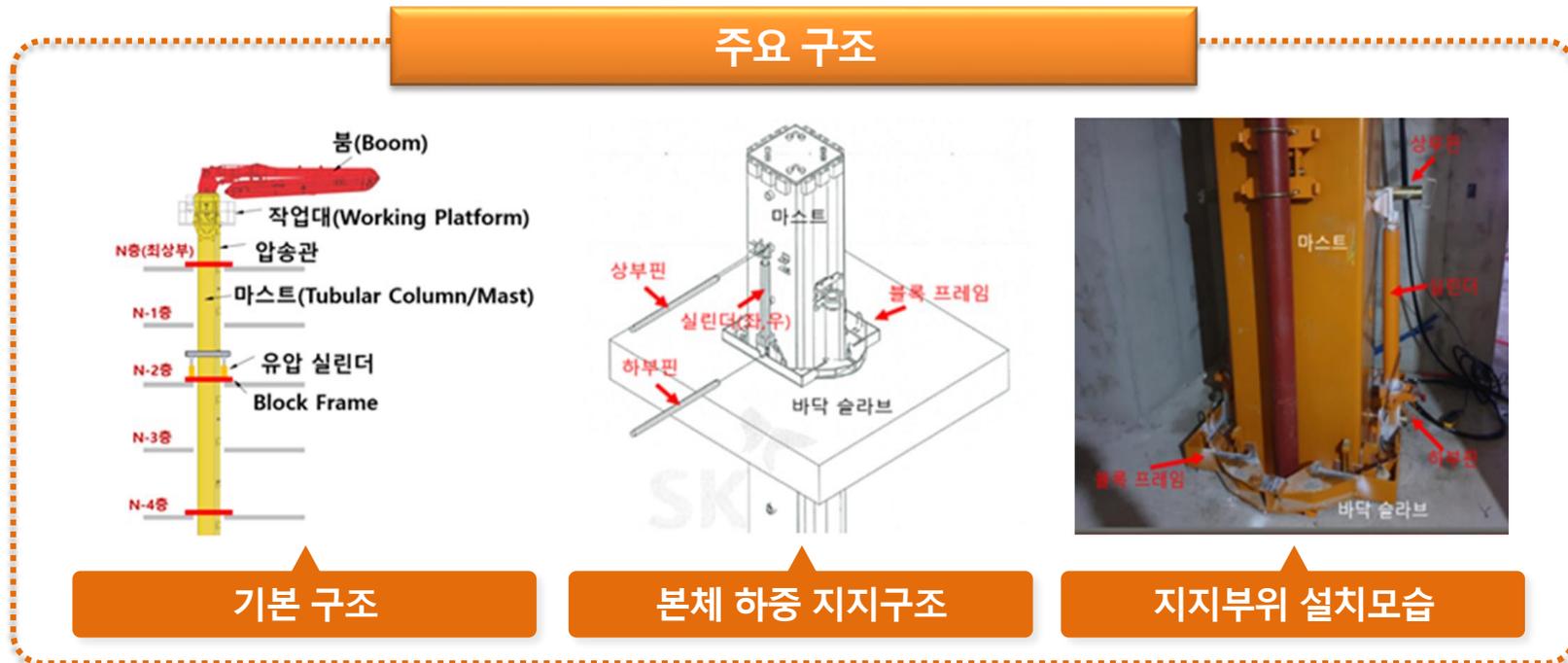
○ 사고내용



» C.P.B(Concrete Placing Boom)

- ▶ 펌프에서 배관을 통해 압송된 콘크리트를 마스트에 설치된 붐을 이용하여 원하는 위치에 타설하는 장비이며, 유압 실린더에 의한 슬라이딩 방식으로 인상

주요 구조



○ 사고내용



» 사고발생 현황



C.PB 설치현황



사고발생 전



사고발생 후

○ 사고내용



» 사고발생 과정



○ 사고내용



» 지지핀(하부핀)이 사고당시 충격으로 변형된 모습



하부핀 좌측



하부핀 우측



○ 재해발생 원인

» 하부 지지핀 적정 걸침길이 미 확보

- ▶ CPB 인상 후 하부핀 설치 시 우측 지지부위 걸침길이 부족
- ▶ 후속 작업 시 충격으로 지지핀 우측이 걸침부위에서 이탈

- 작업계획서 및 매뉴얼의 현장 적용성 부족
- 기술적 안전기준 및 상세 시공방안 미 수립
- 작업자의 경험 및 숙련도에 의존한 작업 관행



» 최종 작업종료 전 낙하위험 구역 출입통제 해제

- ▶ 잔여작업 및 낙하위험 여부 미 확인 상태에서 타 공종 작업자 출입 허용

- CPB작업 위험 포인트에 대한 관리감독자의 지식 및 이해 부족
- 작업의 최종 종료시점에 대한 판단과 결정 미흡
- 작업 전체구간 통제 및 고위험 작업 감시기능 미비





○ 재해방지 대책

» 작업계획서(매뉴얼)의 현장 적용성 강화

- ▶ 세부작업 순서, 안전 작업방법 등 현장여건을 충분히 반영한 계획수립
- ▶ 지지핀 설치기준, 상세 설치도면의 구체적인 제시
- ▶ 매뉴얼을 기반으로 한 관리감독자 및 작업원 교육 철저

» 고위험 작업에 대한 관리감독 체계 개선

- ▶ 지지핀 설치상태, 이상여부를 상시 관리감독
- ▶ CPB 인상과 관련한 작업구간 전체 통제 및 감시 시스템 마련
- ▶ 출입통제 해제를 위한 작업의 명확한 종료 기준 수립



○ 재해방지 대책



» 이탈방지핀 설치 등 기술적 개선

- ▶ 마스트 지지핀 표면 가공이나 분할핀 설치가 가능한 구조로 가공하여 양쪽 블록 프레임의 소정위치까지 핀이 돌출된 후 거치되도록 유도 하거나 지지핀 거치 후 이탈방지용 분할핀을 삽입하여 고정시킬 수 있는 방법으로 지지핀 구조 개선



기존 지지핀 모습



설치방법 개선 후(이탈방지핀 적용)

[사고 후 해당현장 지지핀 설치방법 개선 사례]

사례



프레스 스크랩 제거 중 금형에 끼임

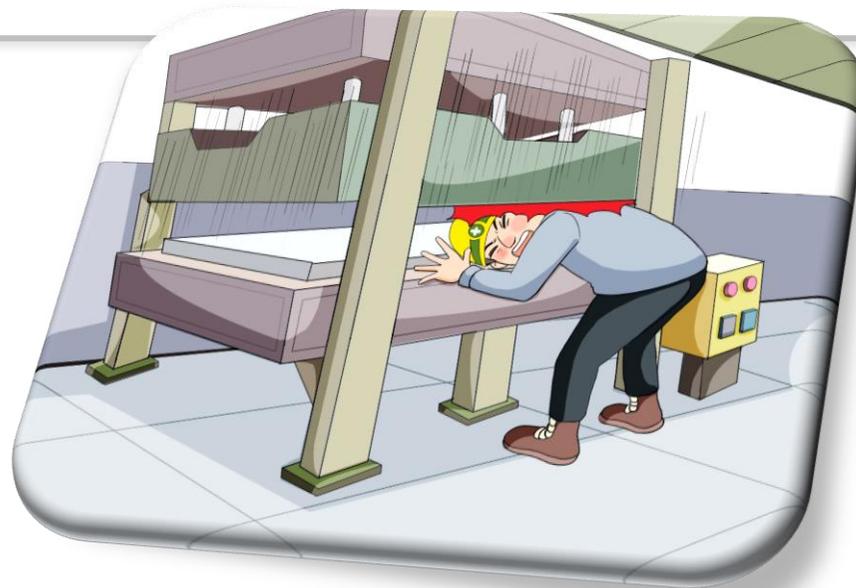


○ 사고개요



» 2020.07.15.(수) 12:35경 OO소재 사업장의 프레스 2호기(1,000톤)에서 피해자가 후드아우터와 하금형 사이에 끼인 스크랩을 제거하던 중 프레스가 작동하여 상금형과 하금형의 우레탄 블록* 사이에 머리가 끼어 사망한 재해임.

* 우레탄 블록 : 상금형이 잘 분리될 수 있게 하는 탄성 기능을 가진 구조물



○ 사고발생 공정



» 재해발생 공정

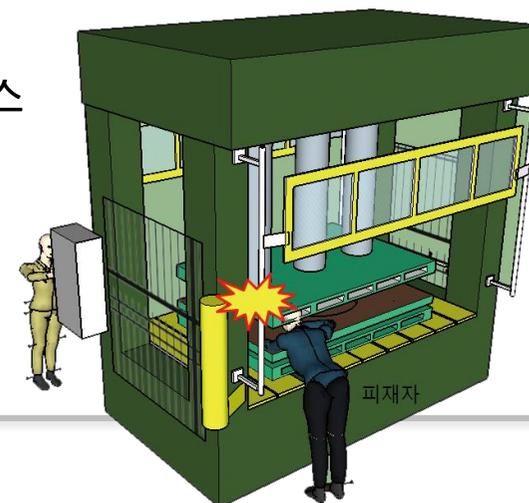
● 전체 제조공정 흐름도



● 프레스 2공장 현황

- ▶ 프레스 2공장은 프레스 5라인, 6라인, 7라인 등 3개의 프레스 자동화공정과 2,000톤 트라이아웃 프레스* 1개 등 총 4개 라인으로 구성되어 있음

* 트라이아웃 프레스 : 금형 수리 등 작업 후 테스트 하는 프레스



○ 사고발생 공정



» 재해발생 공정

● 재해발생 프레스 6라인 작업 공정도

재해발생 프레스2호기



- ▶ (가공생산물) 프레스 5대를 통해 성형, 절단(트리밍), 굽힘(플랜징) 등의 가공을 통해 차량의 후드아우터(차량 보닛)를 생산하며 무게는 약 10.4kg임



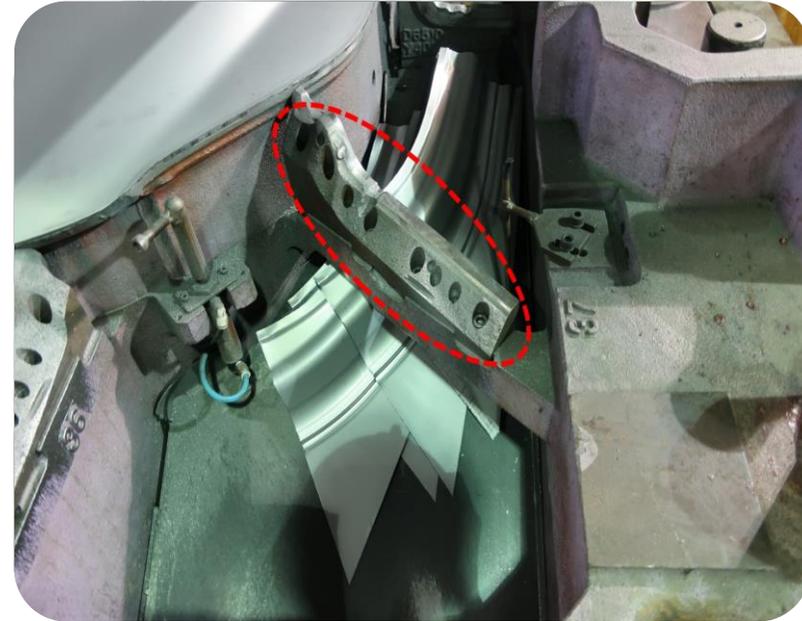
○ 사고발생 공정



» 재해발생 장소 및 현장상황



재해발생 프레스 2호기



스크랩커터

○ 사고발생 공정



● 프레스 2호기 제원

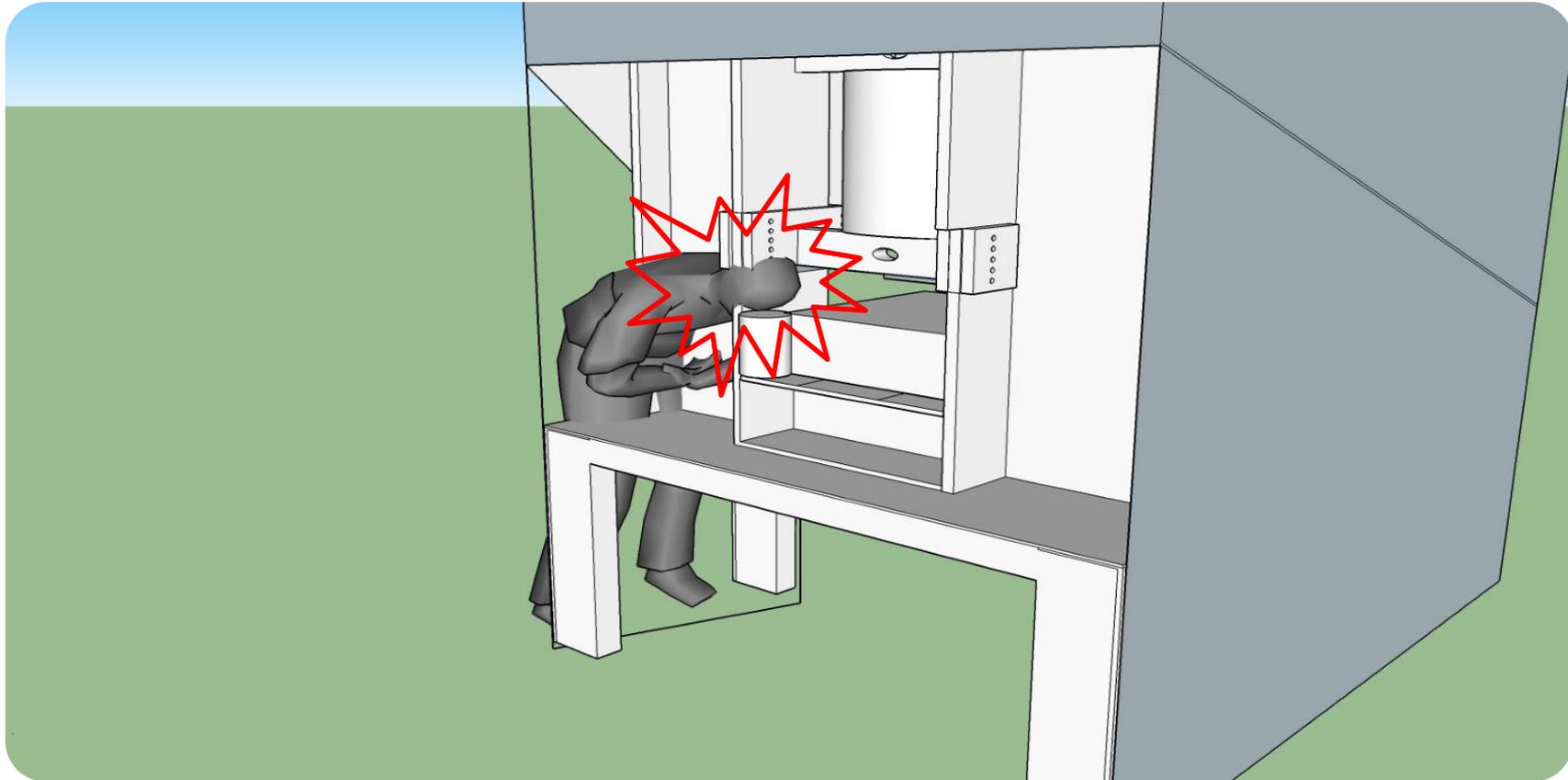
구분	규격	구분	규격
설비명	• 마찰식 클러치 프레스	SLIDE SPEED	• 10 ~ 20 SPM#
압력능력	• 1,000톤	제조년도	• 1996년
STROKE*	• 80mm	제조사	• 정공, IHI

- ▶ STROKE : 슬라이드가 왕복하는 행정거리로 상사점에서 하사점까지의 거리
- # SPM(Stroke Per Minute) : 슬라이드가 1분간 상·하 운동을 행한 수

● 프레스 2호기 수행작업

- ▶ 후드아우터(가공품, 보닛)가 금형위에 안착되면 스크랩커터로 가장자리를 절단하는 기능을 수행

○ 사고발생 공정



재해발생 추정도

○ 사고발생 공정

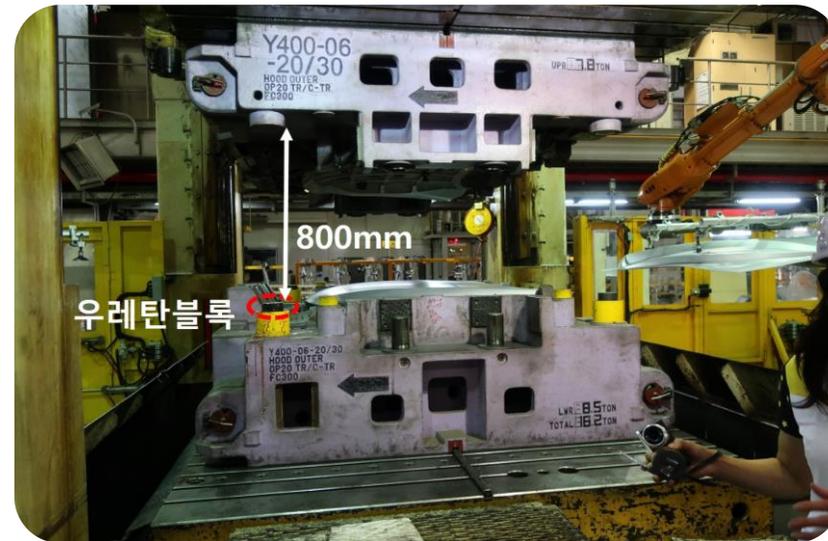


프레스3호기 안전문 오픈 상태 시 프레스6라인 작동상태

○ 사고발생 공정



크랩 통로에 걸려있던 스크랩



프레스2호기 상금형과 우레탄블럭 간격

○ 재해발생 경위



발생 시간별	내용
사고 당일 12:30분 경	<ul style="list-style-type: none"> 메인 조작반 모니터에 프레스2, 3호기에 대한 이상 알람이 뜨자 피해자가 프레스3호기 전,후면의 안전문을 개방함 프레스3호기 전면에 위치한 에어호스 체결 상태를 점검한 후 프레스6라인 내부로 이동하여 별도의 운전정지 조치 없이 프레스2호기 후드아우터(보닛)아래 스크랩이 끼어 있는 것을 빼냄
12:35 ~	<ul style="list-style-type: none"> 스크랩을 제거하자마자 프레스가 가동되어 피해자 머리가 상(上)금형과 우레탄블록 사이에 끼는 사고가 발생하였으며, 사내 앰불런스 기사와 보건관리자가 현장에 도착하여 심폐소생술 하던 중 현장에서 사망함



○ 재해발생 원인

» 프레스 금형 내 스크랩 제거작업 전 운전정지 등 조치 미 실시

- ▶ 프레스 내 스크랩 제거 시 슬라이드가 작동되어 작업자가 끼일 위험이 있음에도 별도의 운전정지조치 없이 작업을 실시함

» 프레스 금형 내 스크랩 제거 전 안전블록 미 설치

- ▶ 근로자의 신체가 슬라이드 하부 위험지역에 있는 경우 슬라이드가 갑자기 작동할 위험이 있음에도 안전블록 등 미 설치 함

» 프레스 금형 내 스크랩 제거 시 수공구 등 미 사용

- ▶ 슬라이드 하부 위험지역에 있는 스크랩 제거 시에 수공구를 사용하여 제거하여야 하나 손으로 직접 제거함

» 표준작업안전 수칙(절차서) 미 수립

- ▶ 작업의 절차 및 작업 전 안전조치사항, 작업 중 발생할 수 있는 위험요인과 이에 대한 방호조치 등을 포함한 작업안전 수칙에 따라 작업을 실시하지 않음

○ 사고방지 대책



» 프레스 금형 내 스크랩 제거작업 전 운전정지 등 조치 실시

- ▶ 스크랩 제거를 위해 슬라이드 하부 위험지역에서 작업 중일 경우에는 프레스 운전을 정지시킨 후 안전하게 작업하여야 함

» 프레스 금형 내 스크랩 제거작업 전 안전블록 설치

- ▶ 근로자의 신체가 슬라이드 하부 위험지역에 있는 경우에는 슬라이드가 갑자기 작동함으로써 근로자에게 발생할 우려가 있는 위험을 방지하기 위하여 안전블록을 설치한 후 작업하여야 함

» 프레스 금형 내 스크랩 제거 시 수공구 등 사용

- ▶ 슬라이드 하부 위험지역에 있는 스크랩 제거 시에는 근로자의 신체가 위험지역에 들어가지 않도록 수공구 등을 사용하여 제거하여야 함

○ 사고방지 대책



» 표준작업안전 수칙(절차서) 작성·게시 및 교육 실시

- ▶ 프레스의 점검·수리 작업 시 갑작스러운 가동으로 끼임 등 사고 발생 위험이 있으므로,
- ▶ 작업의 절차 및 작업 전 안전조치사항, 작업 중 발생할 수 있는 위험요인과 이에 대한 방호조치 등을 포함한 작업안전 수칙을 작성·게시하고 작업안전 수칙에 따라 지속적인 교육과 관리감독이 필요함



사례

4

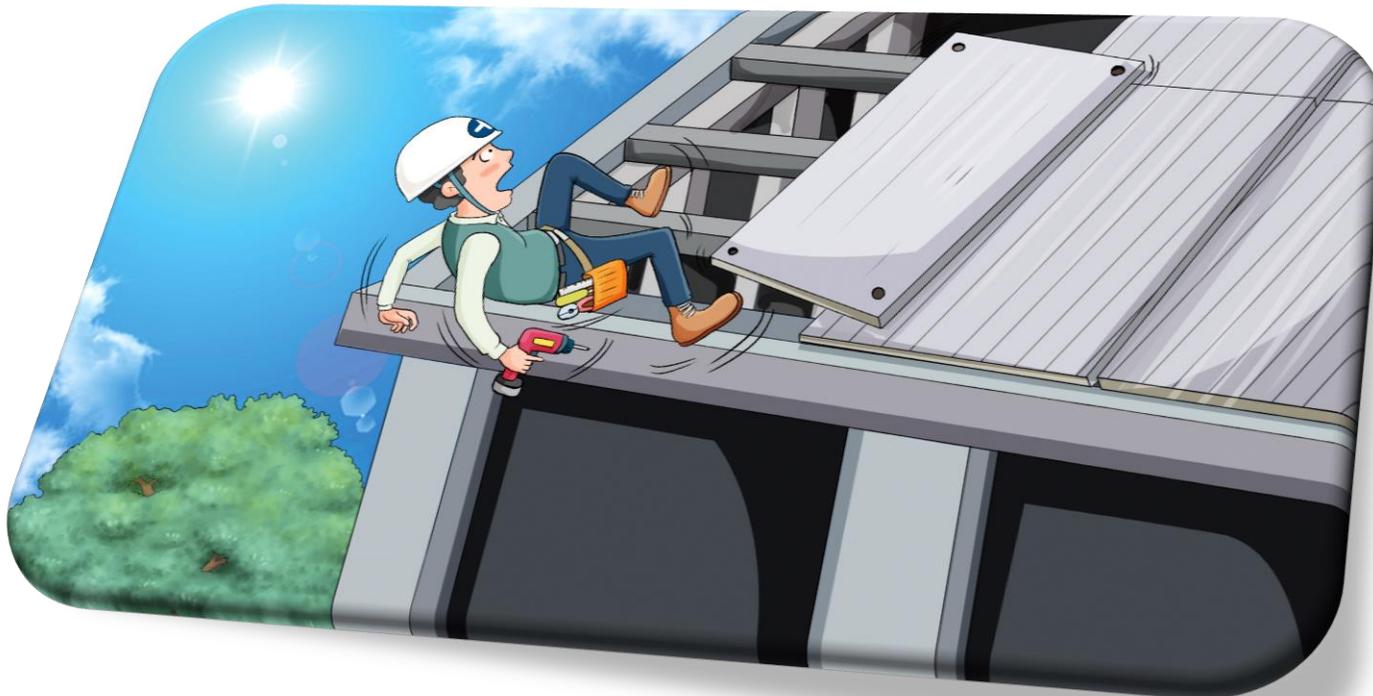
태양광발전 설치공사 중 지붕에서 추락



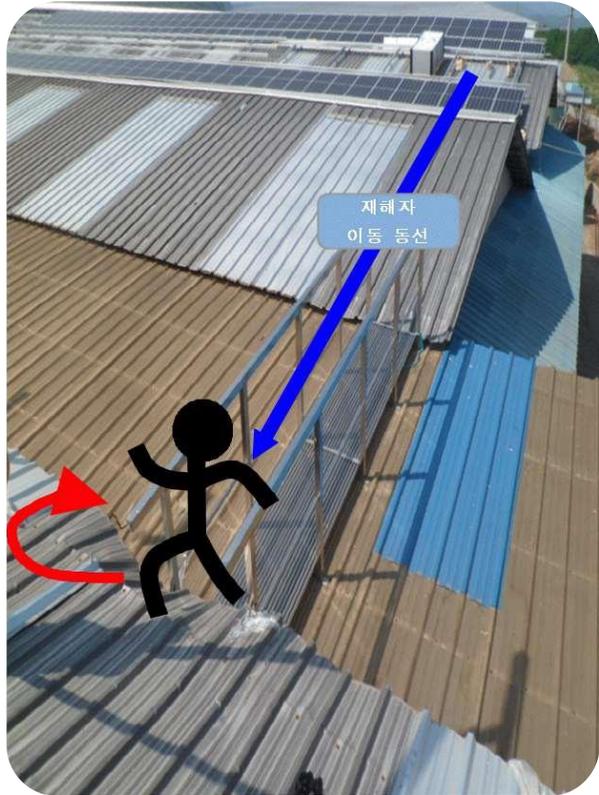
○ 사고개요



» 2020년 6월 7일(일) 09:30분경 ○○농장 태양광발전소 설치공사 현장에서
재해자가 휴식시간에 음료수를 가지고 지붕 사이를 이동 중 선라이트가
파손되면서 추락하여 사망한 재해



○ 사고개요

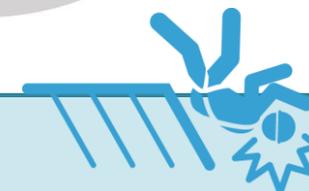


재해상황도



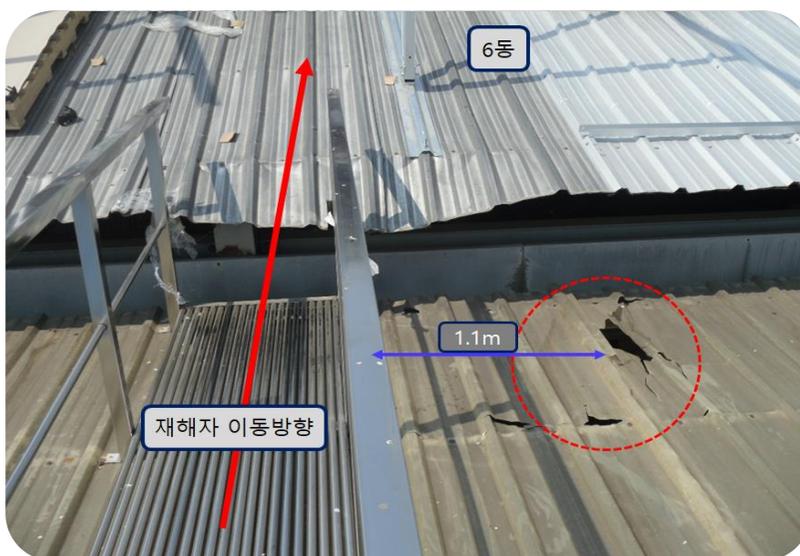
재해자가 떨어진 선라이트 하부 전경

○ 기인물

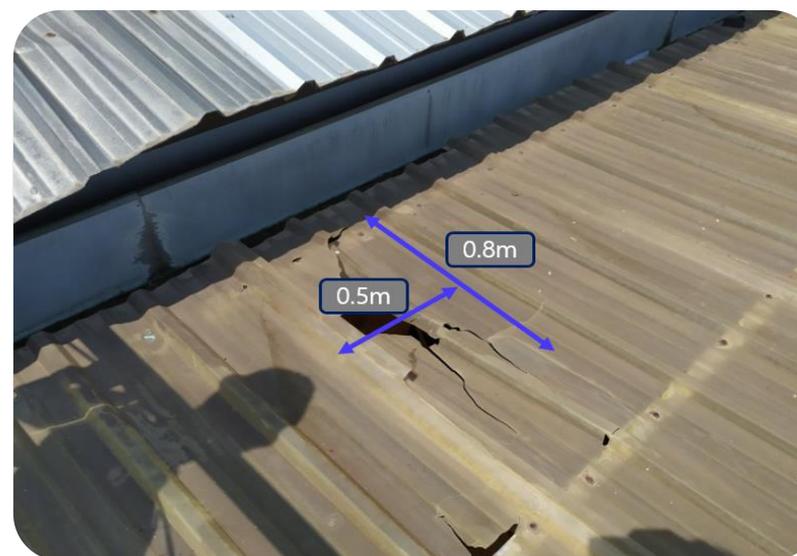


» 선라이트

- ▶ 직사광선을 막아주고 부드러운 자연 채광 및 적당한 조도 유지를 위해 축사지붕에 설치하는 경량 지붕소재

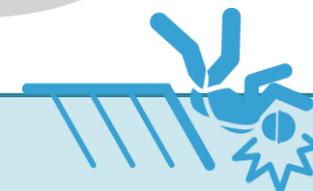


재해자 이동방향과 재해발생 지점

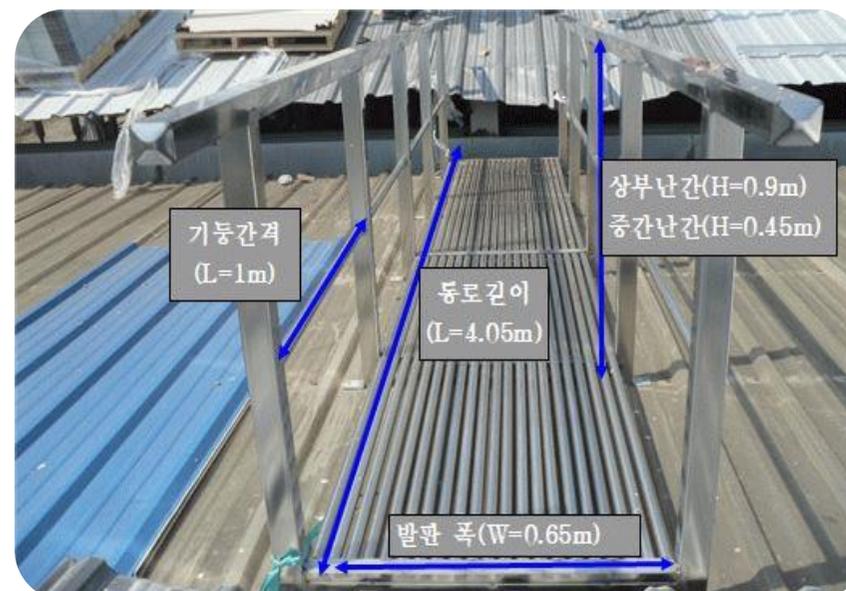


선라이트 파단형상

○ 사고발생 현장 전경



지붕의 구성 사진

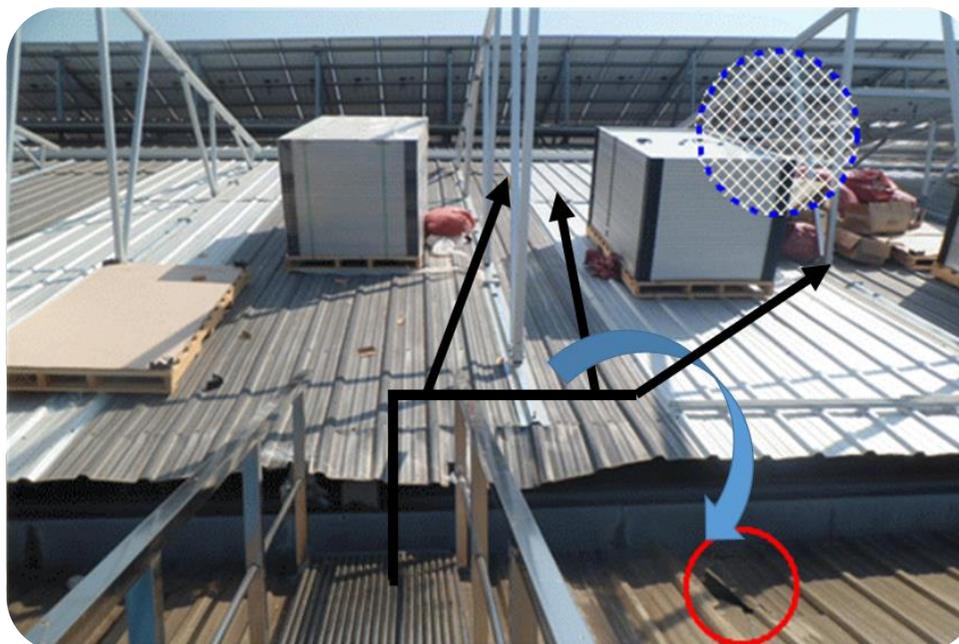


5동과 6동 사이 설치된 구름다리

○ 재해자 이동 동선 및 재해발생 추정



- ▶ 재해자는 안전모, 안전대 등의 보호구를 착용하지 않은 상태로 음료수를 양손으로 감싸 안고 구름다리를 통해 5동에서 6동의 지붕 휴식장소로 이동 중 이동통로의 상부 안전난간에 발이 걸리거나, 돌출된 지붕 강판을 밟고 몸의 중심을 잃어 선라이트 지붕을 뚫고 약 4.5m 높이에서 떨어져 사망한 것으로 추정





○ 사고발생 원인

» 경사 지붕 등 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에 방호 조치 미 실시

- ▶ 사업주는 근로자가 떨어질 위험이 있는 지붕 등의 장소에는 안전난간이나 추락방호망을 설치하여야 하고, 불가피한 경우에는 안전대 부착설비 설치 등의 조치를 했어야 하나 실시하지 않았음.

* 안전대 부착설비 설치, 떨어질 위험이 있는 지붕 단부에 로프 등을 사용해서 근로자 이동을 근원적으로 차단하는 방법 등

» 보호구 미지급·미착용

- ▶ 사업주는 경사 지붕 위에서 근로자 이동 등 떨어짐 위험이 있는 경우에는 안전모·안전대를 지급하여 착용하도록 하였어야 하나, 안전모는 지급하였으나 착용하도록 하지 않았고, 안전대는 지급하지 않았음.



○ 사고방지 대책



» 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에 방호조치 실시

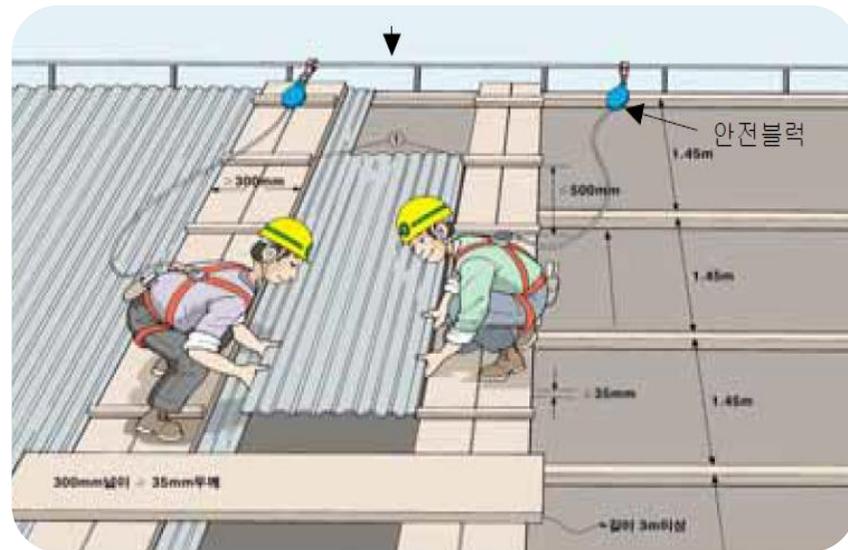
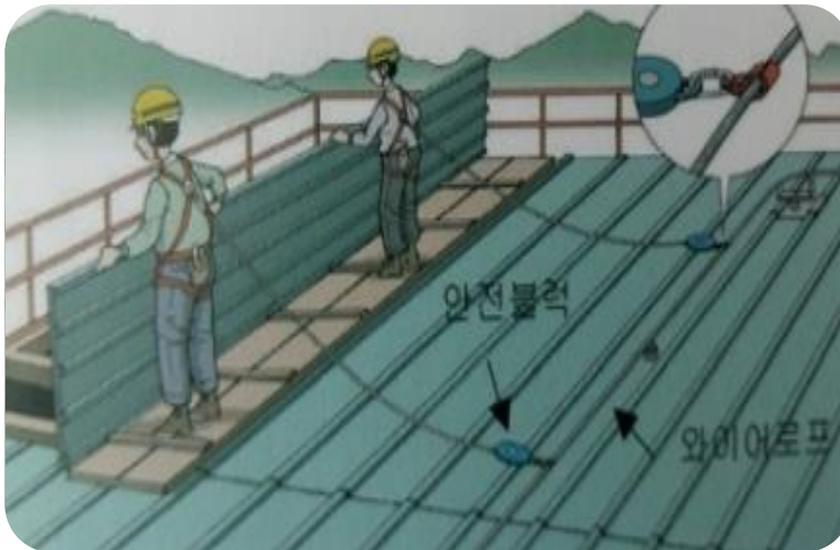
- ▶ 근로자가 지붕단부에 접근하지 않도록 휴식장소는 안전한 곳에 지정하고, 이동통로에서 지붕으로 올라오는 지점에 안전대 부착 설비 설치 및 근로자가 안전대를 걸고 지붕으로 이동할 수 있도록 해야 하며, 지붕 단부 등에는 접근통제 등으로 떨어질 위험이 없도록 해야 함.

» 보호구 착용관리 실시

- ▶ 사업주는 경사 지붕 위에서 근로자 이동 등 떨어짐 위험이 있는 경우에는 안전대 및 안전모를 지급하고 착용하도록 하여야 함.



○ 사고방지 대책



대책 예시 : 안전대 부착설비 설치 및 안전대 착용

사례



소나무 재선충작업 중 운반차에 협착



○ 사고개요



- » 2020. 3. 17.(화) 10:05분경
- » ○○소재 ○○산림조합의 상반기 소나무 재선충병 방제사업 현장에서 피해자가
- » 동력운반차를 이용하여 벌도목 운반작업을 수행하던 중
- » 경사진 운반로에서 동력운반차가 불시에 뒤로 밀리면서 피해자가 나무와 동력운반차에 협착되어 사망한 재해임



○ 작업 개요



» 작업 내용

- ▶ 재선충병에 감염된 감염목을 벌목하여 훈증 또는 수집, 운재하는 작업으로서 다음과 같은 작업이 반복됨.



- ① 벌목할 나무를 선별하고 나무 기둥에 표시하는 작업
- ② 기계톱을 사용하여 산림현장에서 나무를 베어 내는 작업
- ③ 벌목된 나무(이하 '벌도목' 이라 함)를 운반하기 편리하게 가지를 치고 일정한 길이로 절단하는 작업
- ④ 조재된 나무를 운반하기 편리한 장소까지 모으는 작업
- ⑤ **훈증** : 조재한 나무에 약재 살포 후 천막 등으로 덮어 일정기간 벌목한 위치 인근에 보관
수집 : 조재한 나무를 인력 또는 장비 등을 활용하여 운반
※ 본 사고는 벌도목을 동력운반차로 수집하는 과정에서 발생
- ⑥ 벌목한 나무를 모아놓은 집재장에서 나무를 타 장소로 운반하는 작업

○ 사고발생 경위



발생 시간별	내용
사고발생 당일 08:00분 경	<ul style="list-style-type: none"> 피재자와 ○○산림조합 현장대리인 등 13명이 작업을 시작함 피재자는 동력운반차를 이용하여 벌도목을 운반(수집)하였고 동료작업자들은 벌목작업, 조재작업, 집재작업 등을 수행함 동료작업자가 벌도목을 동력운반차 적재함에 실어 주면 피재자는 동력운반차를 운전하여 운반로를 따라 최종 벌도목 적재장소까지 운반
10:05분 경	<ul style="list-style-type: none"> 동료작업자가 동력운반차의 엔진소리가 이상하게 들려 동력운반차가 있는 곳으로 가보니 피재자가 동력운반차와 나무 사이에 몸이 협착되어 있었고, 동료작업자와 119구급대원과 함께 구조작업을 하였으나 사망함.

○ 사고내용

» 기인물 : 동력운반차

- ▶ 피해자가 벌도목 수집작업에 사용한 동력운반차는 운전석이 없는 보행식 무한궤도형 장비이며, 주요 제원은 다음과 같음.



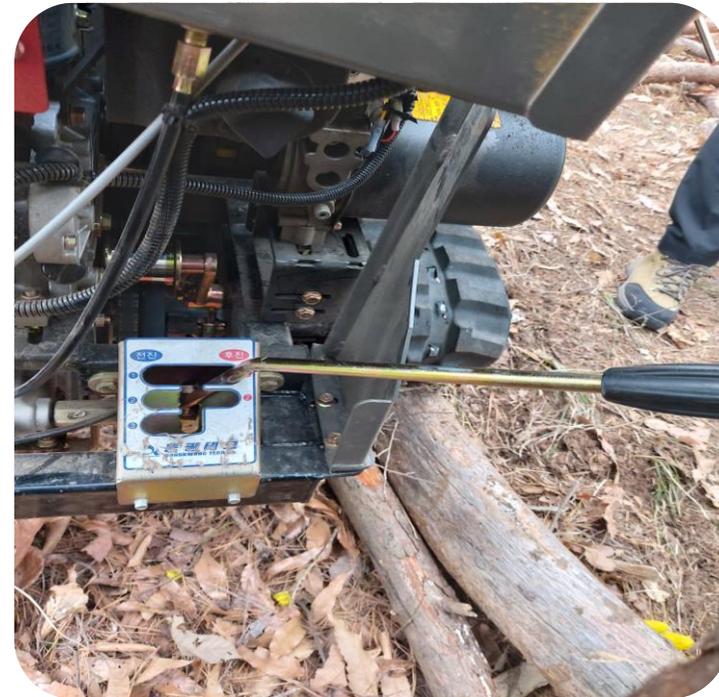
동력운반차(기인물)

구분	내용
① 장비명	(궤도식)농용 동력운반차
② 제조사	○○테크
③ 형식명	DK-TDL6000
④ 적재중량	500kg
⑤ 차체중량	540kg
⑥ 엔진출력	8HP(최대출력)
⑦ 차체규격	2,380 X 1,230 X 1,155mm
⑧ 적재함규격	1,550 X 1,145 X 250mm
⑨ 등판능력	자료없음
⑩ 제작년도	2020년 2월

○ 사고내용

» 기인물 : 동력운반차

- ▶ 최고 주행속도는 전진 4.4km/h, 후진 3.1km/h이며, 운전·조작장치는 운전대, 클러치, 좌·우방향 조정레버, 비상정지장치, 변속레버 등으로 구성



동력운반차 운전·조작장치

○ 사고내용



» 사고현장 전경

- ▶ 사고 당시 상황은 나무와 동력운반차(운전대) 사이에 피재자의 흥부가 협착됨.



사고 상황

○ 사고내용



» 사고현장 전경

- ▶ 피해자가 사고 당시 동력운반차를 운행한 운반로는 주행구간이 오르막 구간으로 형성
 - 운반로 바닥은 일부 낙엽으로 덮혀 있었고, 종단 기울기는 약 24~26°로 측정
 - 노폭은 약 1.5~2m, 운반로 선형은 직선구간으로 볼 수 있음.



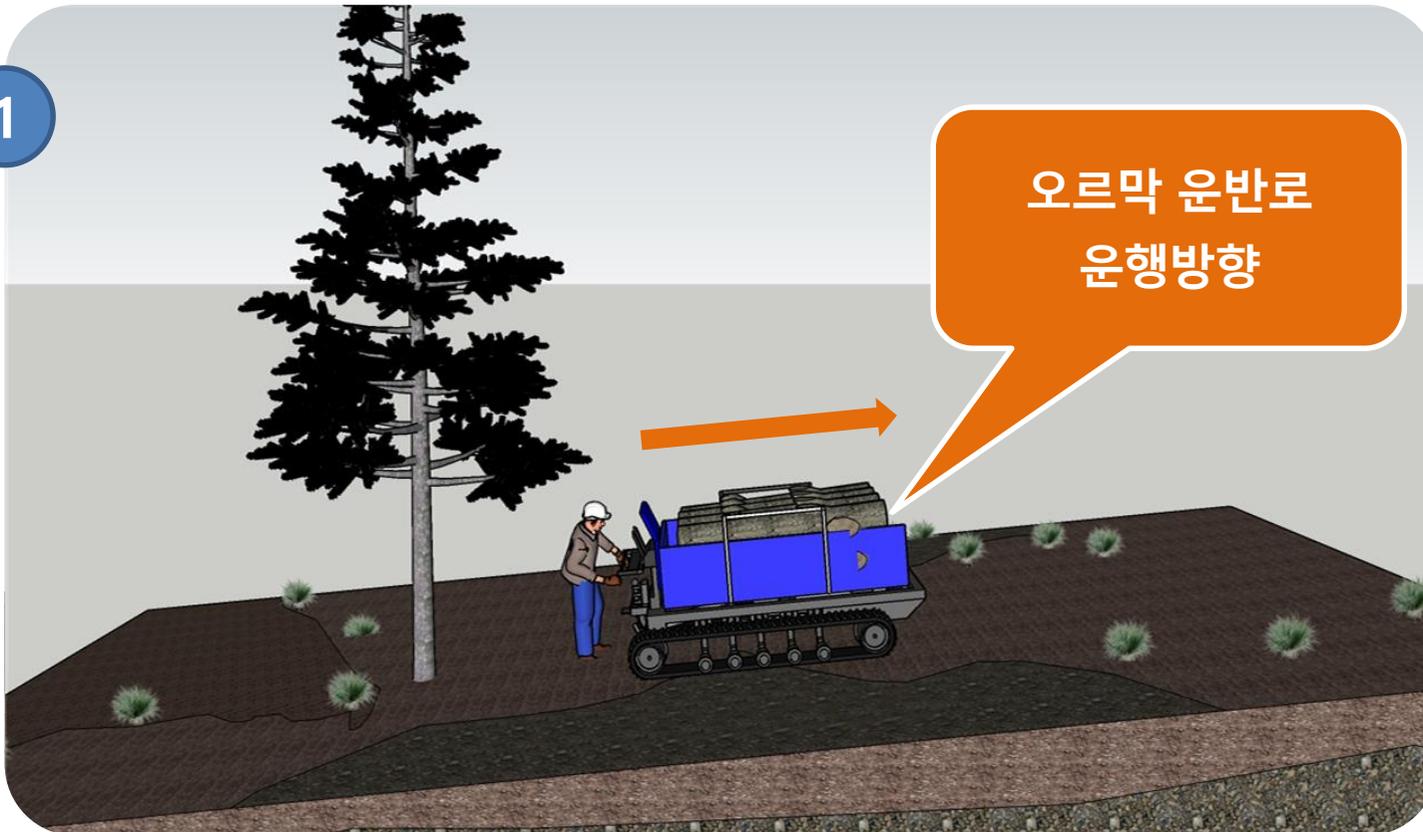
운반로 및 운행방향

○ 사고내용



- » 피해자가 오르막 운반로를 운행하던 중 동력운반차가 뒤로 밀리면서 후면 나무와 동력운반차 사이에 협착된 것으로 보여짐.

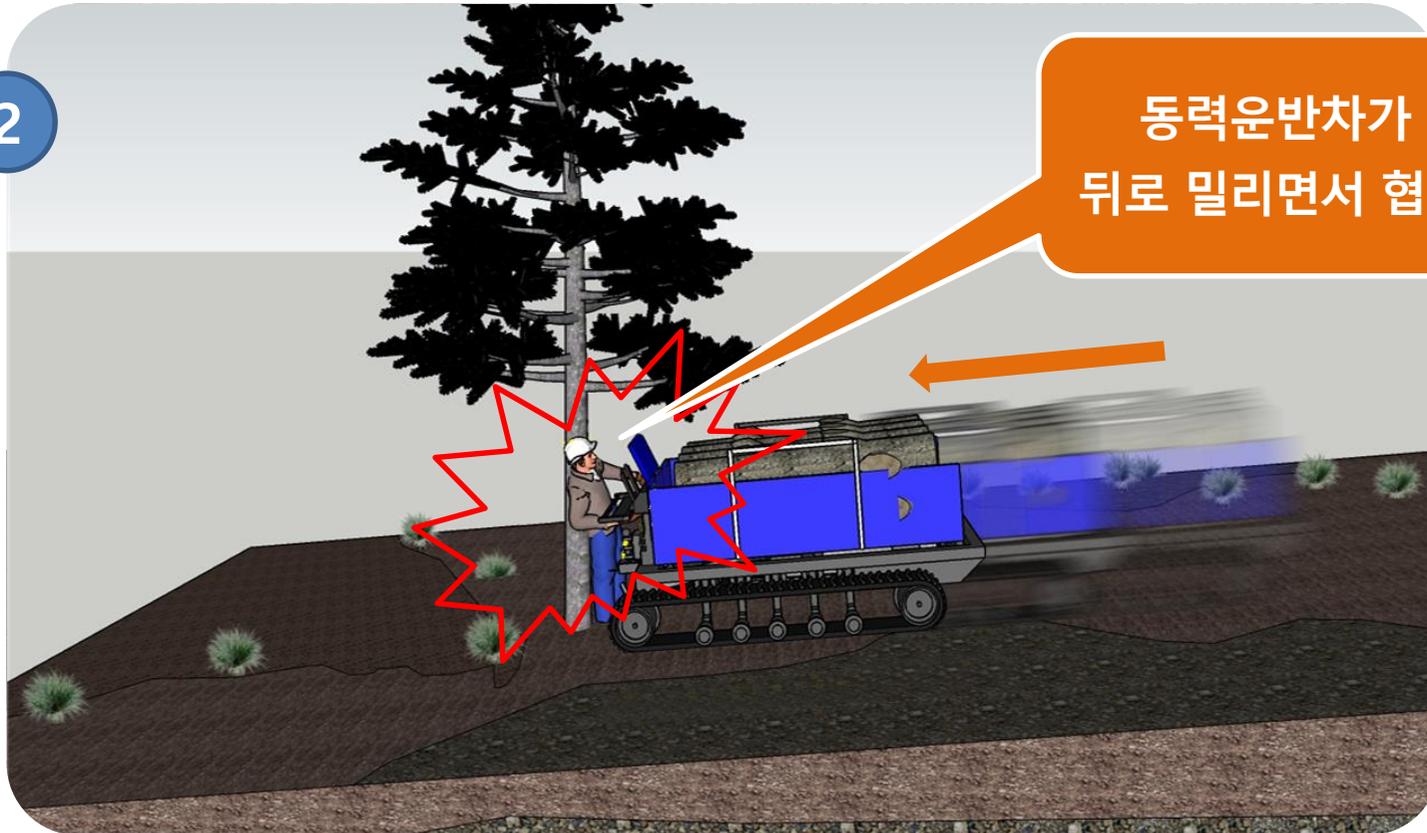
1



○ 사고내용



2



동력운반차가
뒤로 밀리면서 협착

재해 상황

○ 사고발생 원인



» (추정 1) 동력운반차 제원 대비 적재중량, 운반로 종단 기울기의 적정성과 관련

- ▶ 피해자 구조 당시 적재함에 실은 벌도목을 사고 지점 인근에 흘트려 놓은 상태로, 해당 벌도목의 크기가 다양하여 평균으로 가정하면 동력운반차의 최대 적재중량(500kg)은 초과하지 않은 것으로 보임.

※ 적재된 벌도목 무게=

$$\{(\pi/4) \times (\text{지름})^2 \times \text{길이} \times \text{단위중량}\} \times \text{본수} \approx 314\text{kg}$$



* 마른 소나무의 단위중량 $\approx 580\text{kg}/\text{m}^3$, 지름 $\approx 120\text{mm}$, 길이 $\approx 1,200\text{mm}$, 본수 ≈ 40 본으로 계산

- ▶ 또한, 사고 전 2차례 당해 운반로를 통하여 운반작업을 하였기에 적재중량이나 운반로의 종단구배가 본 사고의 직접적인 원인으로서는 볼 수 없을 것으로 사료됨.

○ 사고발생 원인



» (추정 2) 동력운반차 운전 및 구동장치와 관련하여 상황을 가정

- ▶ 운행 중 동력운반차가 뒤로 밀릴 수 있는 상황을 가정하면, 피해자가 변속레버를 조정하는 과정에서 의도하지 않게 변속레버가 중립 (또는 후진) 상태에서 차체와 적재중량 등에 의해 뒤로 밀렸을 가능성이 있음.
- ▶ 최초 목격 당시 엔진은 구동 중이었던 것으로 보아, 피해자는 사고 당시 비상정지장치를 누르지 못하였던 것으로 보여짐.





○ 사고발생 원인

» 차량계 하역운반기계 작업계획서 작성 미흡

- ▶ 차량계 하역운반기계 작업계획서 서식은 작성되어 있으나, 사고가 발생한 오르막 운반로 등 본 사업장에서 동력운반차를 사용하여 하역운반작업 시 발생할 수 있는 위험요인과 그에 따른 재해예방대책, 작업방법 등이 누락된 상태로 작성되어 있음.

» 작업계획서 내용 근로자 주지 미 실시

- ▶ 사업주는 동력운반차를 사용하여 별도목 운반 등의 작업을 함에 있어 작업계획서를 작성했을 경우, 해당 내용을 근로자에게 알려서 안전하게 작업하도록 하여야 하나 그 내용을 알리지 않고 작업을 진행함.

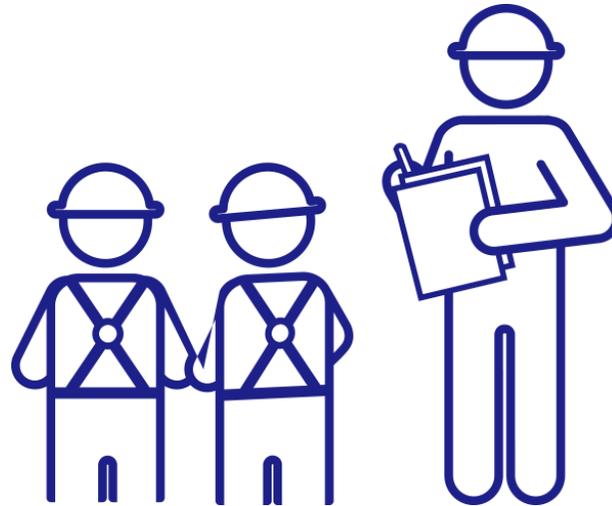


○ 사고예방 대책



» 동력운반차 등 차량계 하역운반기계를 사용하는 작업을 할 경우

- ▶ 사업장 작업여건과 사용 기계의 특성을 고려한 작업방법과 재해예방대책 등이 포함된 차량계 하역운반기계 작업계획서를 작성하여야 하고,
- ▶ 해당 내용을 근로자에게 알려서 안전하게 작업하도록 하여야 함.



감사합니다

