
안전보건교육교재

- 중대재해사례 -

2020. 03.



K I S I

고용노동부지정 안전관리전문기관

한국산업안전관리원

TEL: 1588-8393 (代) FAX: (031)414-0725

안전보건교육일지

2020 년 3 월 일

결
재

담 당

검 토

승 인

교육구분

1. 신규채용자 교육 2. 작업내용 변경 시 교육 3. 특별안전보건 교육
4. 정기교육 5. 관리감독자 교육 6. 기타 ()

교육인원

구 분	계	남	여	비 고
교육대상 근로자수				

교육구분

교육과목	교육방법	교육시간	교육장소	교재준비
중대재해사례				

교육목적

중대재해사례 교육 실시로 근로자의 안전의식을 고취하여 산업재해를 예방하는데 있습니다

교
육
내
용

1. 지게차 전면부 프레임과 마스트 사이에 끼임
2. 크레인으로 톤백 운반작업중 끼임
3. 지붕위 보수공사 작업중 떨어짐
4. 배관 절단작업중 저장탱크 폭발
5. 지하 저수조 방수공사 중 화재
6. 공장지붕 해체 작업중 추락
7. 가스배관 연결 용접작업 중 질식
8. 디클로로메탄에 급성 중독되어 사망
9. TCE 중독으로 쓰러져 사망
10. 크레인 중량물 운반중 인양줄에서 이탈된 제품에 부딪힘

※ 교육평가 및 의견

강 사 명

비 고

안전보건교육참석자명단

연번	소속	성명	날인	연번	소속	성명	날인
1				26			
2				27			
3				28			
4				29			
5				30			
6				31			
7				32			
8				33			
9				34			
10				35			
11				36			
12				37			
13				38			
14				39			
15				40			
16				41			
17				42			
18				43			
19				44			
20				45			
21				46			
22				47			
23				48			
24				49			
25				50			

안전보건교육참석자명단

연번	소속	성명	날인	연번	소속	성명	날인
51				76			
52				77			
53				78			
54				79			
55				80			
56				81			
57				82			
58				83			
59				84			
60				85			
61				86			
62				87			
63				88			
64				89			
65				90			
66				91			
67				92			
68				93			
69				94			
70				95			
71				96			
72				97			
73				98			
74				99			
75				100			

지게차 전면부 프레임과 마스트 사이에 끼임

2019.07.08. (월) 11:00분경 경북 칠곡 소재 ○○상사에서 지게차에 골판지 원단을 2단으로 적재하여 운반하던 중, 2단에 적재된 골판지가 떨어지려하자 이를 막기 위해 운전석에서 일어나 지게차 전면부 프레임 사이로 상체를 집어 넣고 손을 뻗어 정리중 지게차 마스트 틸트레버가 조작(불시기동)*되어 지게차 전면부 프레임과 마스트 사이에 머리가 끼여 사망

* 조작(불시기동) : 작업자가 의도하지 않았으나 신체 일부 접촉으로 지게차 마스트가 작동

【 유사 재해사례 】

- ◇ 2018.03.14.일(수) 도장작업시 사용하는 지게차의 오염방지를 위하여 지게차 틸트 실린더 위에 올라가 지게차에 비닐막 씌우는 작업중, 재해자가 의도하지 않았으나 재해자의 오른발이 마스트 틸트레버를 조작하여 지게차 프레임과 마스트 사이에 끼임
- ◇ 2018.06.20.일(수) 포크를 상승한 상태에서 팔레트에 상차되어 있던 제품의 소박스가 흐트러지자 이를 정리하기 위하여 운전석 전면부로 몸을 내밀고 정리하던 중 마스트 틸트레버가 조작(불시기동)되어 지게차 전면부 프레임과 마스트 사이에 끼임
- ◇ 2018.04.20.일(금) 포크를 상승한 상태에서 팔레트에 적재된 곡물의 종류를 확인하기 위하여 운전석 전면부로 몸을 내밀던 중 마스트 틸트레버가 조작(불시기동)되어 전면부 프레임과 마스트 사이에 끼임

재해상황도



재해발생 원인

- 작업자가 불안정한 행동을 유발할 수 있는 불안정한 상태
 - 지게차 전면부에 유리가 없어 작업자가 불안정한 행동을 유발할 수 있었으며, 지게차에 시동이 켜진 상태에서 포크에 상차된 화물 정리작업 실시

재발방지 대책

- 작업자 불안정한 행동을 방지하기 위한 지게차 전면부 유리 및 측면부 도어 설치
- 포크에 적재된 화물 확인시 포크를 내린 상태에서 확인 또는 화물 높이에 적합한 작업발판 위에서 확인
- 운전위치 이탈시 안전조치 준수
 - 운전자 운전위치 이탈시 포크는 가장 낮은 위치 또는 지면에 내려두어야 하며, 지게차 시동을 끄고, 시동키를 운전대에서 분리하여 보관

크레인으로 톤백 운반작업중 끼임

2019.06.03.일(월) 10:40분경 충남 당진 소재 ○○스틸(주)에서 조형기 호퍼에 주물사를 투입하기 위하여 크레인으로 주물사 톤백 2개를 이동시킨 후 호퍼에 투입중 호퍼투입구 작업발판 안전난간과 톤백 사이에 끼여 사망

재해상황도

< 재해발생 前 톤백 줄길이 상태 >



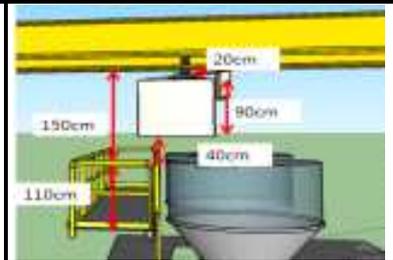
< 재해발생 後 톤백 줄길이 상태 >



재해발생원인

불안전한 행동을 유발할 수 밖에 없는 작업방법

- 정상작업(1개의 톤백 운반)시에도 작업공간이 비좁아 톤백과 안전난간 사이(간격 40cm)에 작업자 신체를 집어 넣어야 톤백 하부 끈을 풀어 호퍼에 주물사를 투입할 수 있는 상태
- * 1개의 톤백 운반(정상작업)시 안전난간과 톤백 사이는 약 40cm 정도임.
- 2개의 톤백을 슬링벨트로 걸어 이동후, 한쪽 톤백 주물사가 모두 투입되자 다른쪽 톤백이 약 30cm 정도 내려와 작업발판 안전난간과 톤백 사이에 작업자가 끼임



< 투입전/후 슬링벨트 길이 >		
	투입전	투입후
길이	약 30cm	약 60cm

○ 부적절한 톤백 운반 방법

- 톤백 제작사에서는 톤백 2개를 동시에 운반하지 않도록 권장(제품에 표시)하고 있으며, 사업장 작업표준에도 1회 운반시 톤백 1개를 규정하고 있으나 작업자가 이를 무시하고 운반

○ 부적절한 작업방법에 대한 관리감독 미실시

- 사업장 작업표준(1회 1톤백 운반)은 정해져 있으나, 작업자가 부적절한 인양방법으로 톤백 운반시 이를 통제하는 사업장 관계자가 없었음.

재발방지대책

○ 톤백 운반 방법 관련 관리감독 철저

- 톤백 운반작업시 슬링벨트를 이용하여 1개의 톤백만 운반할 수 있도록 관리감독 철저

○ 톤백 하부 주물사 배출작업에 필요한 적절한 작업공간 확보

- 호퍼투입구 방향 작업발판의 안전난간 높이를 낮추어(120cm->90cm) 충분한 작업공간 확보

○ 중량물 취급에 따른 작업지휘자 배치

- 작업자가 부적절한 작업방법으로 톤백을 인양하여 운반시 통제할 수 있는 작업지휘자 배치

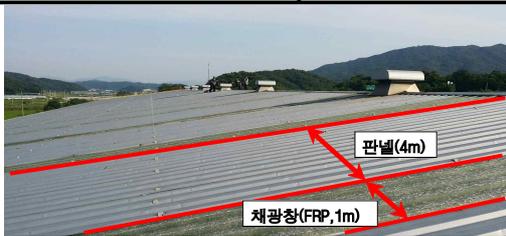
지붕위 보수공사 작업중 떨어짐

2019.07.05.일(금) 12:10분경 경북 김천 소재 ○○엔지니어링(주)에서 지붕 방수공사중 지붕에서 원인불명의 화재가 발생하여 이를 진화후, 진화 상태를 확인하기 위해 지붕 위에 올라가 확인하던중 채광창(FRP, 1.5t x 2단)에 발이 빠지면서 떨어져 사망(높이 13.2m)

【 유사 재해사례 】

- ◆ 2019.02.28.일(목) 지붕 철거공사중 지붕 위에서 철거한 폼판넬을 임시 적재하던 중 노후화된 채광창을 밟고 떨어져 사망(h=4.7m)
- ◆ 2019.02.20.일(수) 지붕 채광창 판넬 보수공사를 위하여 이동중 밟고 있던 채광창이 파손되면서 떨어져 사망(h=15.5m)

재해상황도



재해발생 현황 및 원인

안전조치 없이 지붕위에서 작업중 채광창(Sun-Light)를 밟고 떨어짐

- 위험이 있는 지붕위에서 작업시 안전대를 착용하지 않고, 안전대를 걸기 위한 부착설비를 설치하지 않은 상태에서 채광창 설치/보수공사, 철거공사중 떨어짐

< 지붕위 작업중 채광창(Sun-Light)에서 떨어짐 사고 >

연도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
건수	9건	11건	5건	13건	14건	11건	12건	9건	10건	19건

재발방지대책

○ 지붕위 작업중 떨어짐으로 인한 위험방지조치

- 채광창 중간에 단단한 구조의 폭 30cm 이상 작업발판 설치 또는 하부에 추락 방지망 설치

○ 작업자에게 보호구 지급 및 착용 지도

- 지붕위 작업은 떨어질 위험 또는 미끄러질 위험이 있으므로 작업 전구간에서 안전대를 착용하고 작업하여야 하며, 안전대를 걸어 사용할 수 있는 안전대 부착설비 설치



배관 절단작업중 저장탱크 폭발

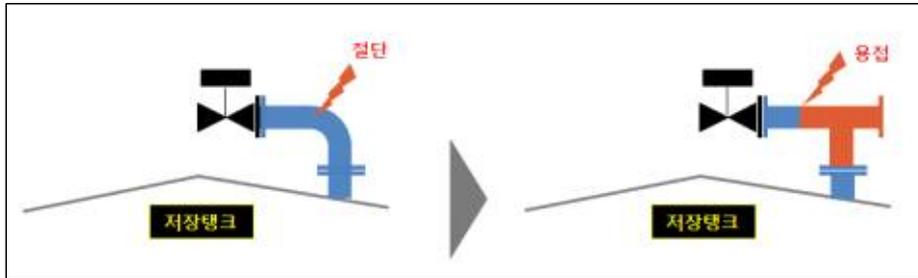
2019.06.01.(토) 09시 38분경 전남 광양시 소재 (주)○○○ 내 2차 전지용 금속소재 양산을 위한 파일럿 공장의 환원광물 저장탱크 상부에서 배관 개조 작업을 위해 그라인더를 사용하여 배관 절단작업중 저장탱크 내에서 발생한 수소가 폭발하여 근로자 1명이 사망하고, 1명이 부상.

..... 【유사재해사례】

◇ 2013.08.02.(금) 경기도 화성시 소재 수처리제 제조업체에서 원료 저장탱크 상부에서 화기작업(용접) 중 저장탱크 내부에서 발생한 수소가 폭발하여 2명 사망, 1명 부상

재해상황도

[작업계획]



[저장탱크 파손상태]



재해발생 현황 및 원인

- 저장탱크내 수소가 발생하여 체류하고 있는 탱크상부에서 그라인더를 사용하여 저장탱크내 수소점화
 $(Fe + 2H_2O \rightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 + H_2 \text{ (수소발생)})$
- 화기작업 진행예정인 저장탱크 내부에 수소 등 인화성가스 존재 유무 확인 및 불활성화 조치 미 실시

재발방지 대책

- 화재위험장소에서 화기작업전 인화성가스 존재 유무를 확인하고 환기·통풍 및 제거조치
- 화재의 위험이 있는 장소에서 화기 사용 금지

지하 저수조 방수공사 중 화재

2019.05.17.(금) 10시경 서울 성동구 소재 (주)○○ 사옥 신축공사 현장 지하2층 소화저수조 내부 방수공사 작업중 에폭시 희석제 증기가 점화되어 화재가 발생하여 보수공사 작업 중이던 근로자 2명이 화상으로 사망

..... 【유사재해사례】

◇ 2019.05.17.(금) 안양시 소재 (주)○○식품 내 계근대 보수작업 현장에서 계근대 피트내(지하)에 체류하고 있던 페인트 유증기가 전기임팩트렌치에서 발생한 스파크에 의해 폭발하여 2명 사망, 1명 부상

재해상황도



[소화저수조 내부]



[재해상황도]



[희석제]

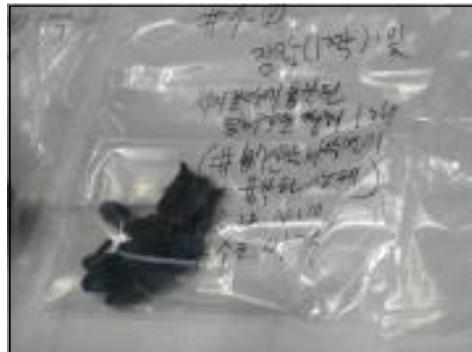


담배꽂초

라이터

장갑에 붙은 담배꽂초-안전화 밀

[담배꽂초와 라이터]



[장갑에 눌러 붙은 담배꽂초]

재해발생 현황 및 원인

- 소화 저수조내 도포한 에폭시 희석제 증기가 체류하여 연소범위를 형성하고 있었으나, 환기조치 미흡
- 희석제 증기가 체류하고 있는 상태에서 라이터 및 담뱃불 사용
- 희석제 물질안전보건자료상 인화점 잘못 표기(표기: 27℃, 실제 12℃)하여 상온에서 화기사용

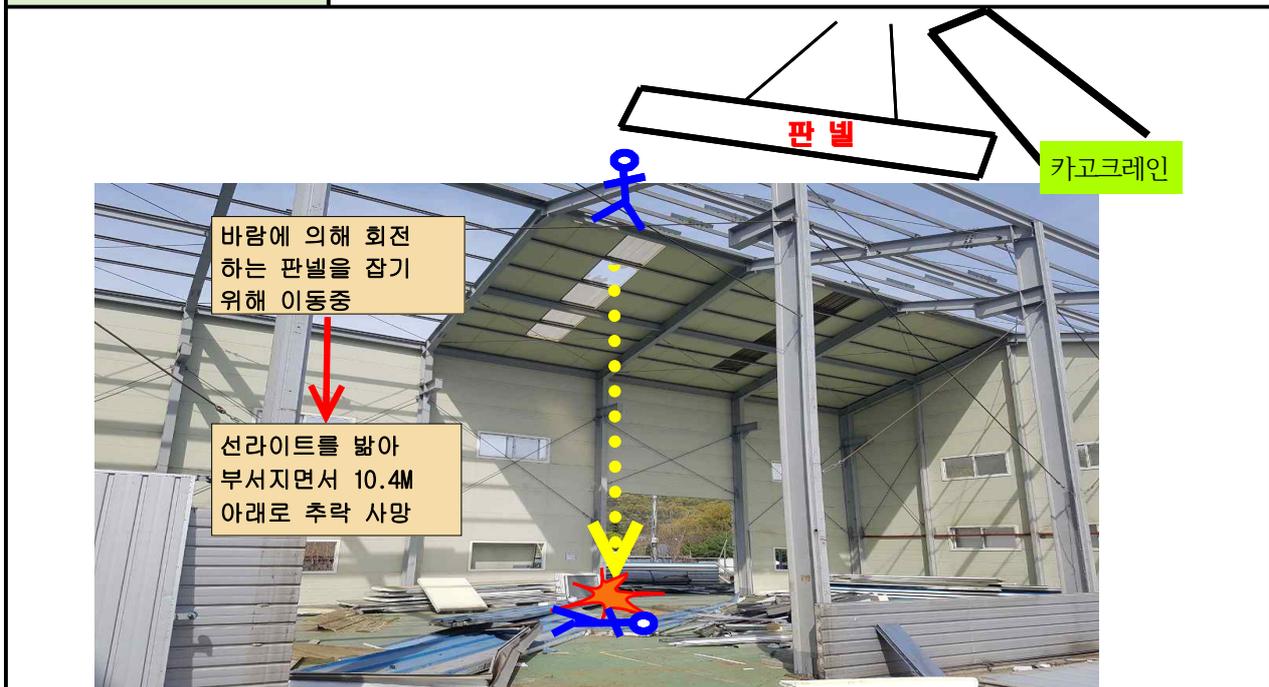
재발방지 대책

- 화재위험장소의 인화성 증기의 농도 측정 및 환기조치
- 화재의 위험이 있는 장소에서 라이터, 담뱃불 등 화기 사용 금지
- 인화성 액체 취급시 점화원에 접근금지

공장지붕 해체 작업중 추락

2019. 4. 15.() 경북 구미 소재 공장 철거공사 현장에서 해체공인 재해자가 경사지붕 상부에서 판넬 해체작업 중 선라이트(Sunlight) 밟는 순간 파단 되면서 약 10.4m 아래 콘크리트 바닥으로 추락하여 사망한 재해임.

재해상황도



재해발생원인

지붕 위에서 작업 시 위험방지조치 미실시

- 선라이트(Sunlight) 등 강도가 약한 재료로 설치된 경사지붕 위에서 해체작업을 진행하는 경우 발이 빠지는 등 추락위험이 상존하므로 폭 30cm이상의 발판을 설치하거나 작업구간 하부에 추락방호망을 설치하는 등 위험방지조치를 하여야 하나 이를 미실시

재발방지대책

○ 지붕 위에서 작업 시 추락방지조치 철저

- 몸의 균형을 잡기 힘든 경사지붕 위에서 해체작업 진행 시 선라이트(Sunlight) 등 강도가 약한 재료에 의해 발이 빠지는 등 추락위험이 있는 경우에는 폭 30cm이상의 발판을 설치하거나 작업구간 하부에 추락방호망을 설치하는 등 안전조치 철저

가스배관 연결 용접작업 중 질식

재해일자	2019년 11월 22일	재해현황	사망 1명
작업명	가스배관 TIE-EN 작업	재해장소	가스배관 내부

재해발생 개요



2019년 11월 22일(금) 17:40경 충북 옥천군 이원-옥천구간(매화-동이 지방도 확포장공사) 가스배관 이설공사 현장에서 가스배관(직경 500mm) 내부에 들어가 용접작업 하던 작업자가 갑자기 의식을 잃고 쓰러져 병원에 서 이송, 치료받던 중 2019년 12월 12일(목)에 사망함

재해발생 원인

- 곡관 용접 작업 시 배관 내부 용접 비드에 불량이 발생하여 배관 내부로 작업자가 직접 들어가 용접 비드를 확인하고 그라인딩 하는 작업을 안전·보건 조치없이 실시
- 부득이 배관 내부 작업을 실시할 경우 배관 내부의 공기 상태를 측정하고 이상이 있는 경우 충분히 환기 후 작업을 실시해야하나 측정 및 환기 미실시
- 관리감독자가 밀폐공간 작업에 대한 유해·위험 방지 업무를 실시하고, 작업상황을 감시할 수 있는 감시인을 지정하여 배치하여야하나 미배치
- 비상시에 근로자를 구출할 수 있는 대피용 기구를 비치하여야 하나 미비치
- 밀폐공간에서 작업을 하는 경우 안전작업에 관한 사항을 작업근로자에게 교육 미실시

재해예방 대책

- 배관 용접 작업 시 내부 용접면 확인이 필요 할 경우 배관 내부에 들어가지 않고 확인할 수 있는 대책 수립(예. 내시경 카메라 등)
- 질식위험공간 파악 및 밀폐공간작업 프로그램 수립·시행
- 질식위험 공간에서 작업 시 안전·보건 조치
 - 작업 전 공기상태 측정, 작업 전·중 환기, 감시인 배치 등
- 비상시에 사용할 수 있는 대피용 기구 비치
- 밀폐공간작업에 대한 특별안전교육 등 실시

디클로로메탄에 급성 중독되어 사망

재해일자	2019년 12월 02일	재해현황	사망 1명, 부상 1명
작업명	디클로로메탄 이송 작업	재해장소	추출조 지하실 내부

재해발생 개요



디클로로메탄 누출(스트레이너)



디클로로메탄 누출(에어벤트)

2019년 12월 2일(월) 10:00경 충북 청주시 소재 ○○○ 사업장에서 세척용으로 사용되는 디클로로메탄을 외부저장탱크로 이송하는 작업 중 스트레이너 청소 및 에어빼기 작업을 하다 재해자 A가 누출된 디클로로메탄에 중독되어 쓰러짐. 이를 구조하러 들어간 재해자 B도 중독되어 쓰러져 병원으로 후송하였으며, 재해자 A는 12월 12일 13시 3분경 사망함.

재해발생 원인

- 추출조(지하실) 이송 작업 시 이물질 제거용 스트레이너 덮개 볼트 체결 불량으로 발생한 틈에서 디클로로메탄이 누출되어 작업장으로 확산되었고,
 - 펌프 가동 시 에어빼기 볼트가 탈락되어 있었어 에어 벤트(직경 0.95cm)에서 디클로로메탄이 작업장 내로 급속히 누출되었음
 - 펌프 조작 패널이 외부에 있어 펌프 조작자는 추출조(지하실)에서 디클로로메탄이 누출되고 있는 상황을 인지하지 못하였음.
- ※ 위 사진은 스트레이너와 에어빼기밸브에서의 누출 재현 실험 사진임.

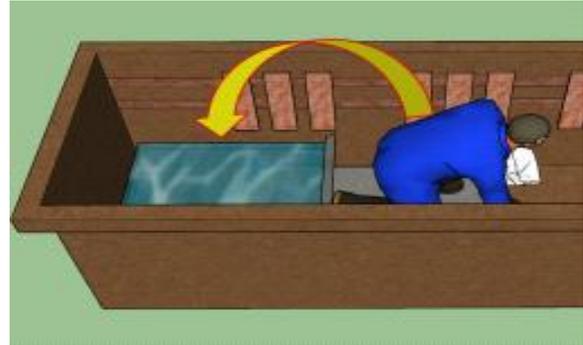
재해예방 대책

- 스트레이너 청소 등의 작업을 하지 않도록 디클로로메탄을 외부 탱크로 바로 이송시킬 수 있는 성능의 슬러리 펌프로 교체.
- 스트레이너 및 펌프 설비를 옥외로 이동시켜 환기가 잘 되는 장소에서 스트레이너 청소 및 에어빼기 작업 실시.
- 펌프 에어빼기 밸브가 빠지지 않는 구조로 변경하여 밸브 유실 방지.
- 스웰링 존 지하실 CCTV 설치하여 펌프 조작자가 작업장 상황을 볼 수 있도록 함.

TCE 중독으로 쓰러져 사망

2019.06.19. (수) 10:10분경 경기 화성 소재 사업장에서 방진마스크를 착용한 상태에서 세척조 내부에 들어가 청소작업중 TCE(Trichloroethylene) 증기에 중독되어 사망

재해상황도



구 분	(A) 냉각핀(B)	호흡기(추정)(C)	TCE 수조(D)
높이(mm)	1,500(h)	1,000(h)	600(h)
			750(L)x650(W)x500(h)

재해발생 원인

세척조 내부작업으로 인하여 고농도의 TCE에 노출

- 세척조에는 냉각핀이 설치(h=1,000mm)되어 세척조 외부로 유증기가 배출되지 않도록 가동되고 있었으나, 사전 안전조치에 대한 확인 없이 세척조 내부에 들어가 청소작업하여 근로자 호흡기 영역(h=600mm)에서는 고농도의 TCE에 노출*될 수 밖에 없었음.

* 호흡기 영역 노출농도 : 200ppm 이상으로 파과(측정불가)

** TCE 특성 : IDHL(생명에 즉시 위험한 농도, Immediately Dangerous to Health or Life) 1000ppm, STEL 25ppm, TWA 10ppm

○ 세척조 내부작업에 대한 위험성 인지하지 못함

- 세척조를 청소하기 위하여 내부에 진입시 작업전 유해물질의 농도를 측정하지 않아 작업자가 고농도에 노출되고 있음을 인지하지 못함.

재발방지 대책

○ 작업전 유해물질 농도 측정 및 충분한 환기

- 관리대상 유해물질이 들어있던 세척조 내부에 들어가 청소작업하는 경우, 작업전 내부 유해물질의 농도를 측정하거나 설비 내부를 충분히 환기

○ 세척조 내부 작업시 보호구 착용

- 설비 내부 청소작업시 송기마스크, 보호복, 보호장갑 등 보호구 착용하고 작업

○ 취급 장소/작업에 유해·위험성 근로자 교육 및 게시

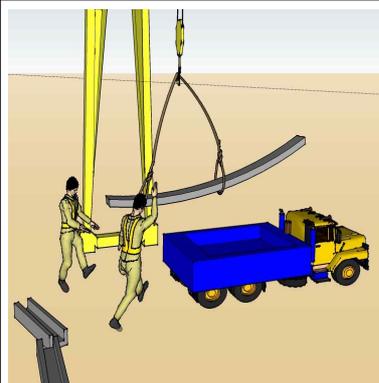
- TCE 등 특별관리대상물질 취급장소에 취급시 주의사항, 착용보호구, 인체에 미치는 영향 등 유해·위험성 게시 및 근로자 교육

중량물 운반중 인양줄에서 이탈된 평철에 부딪힘

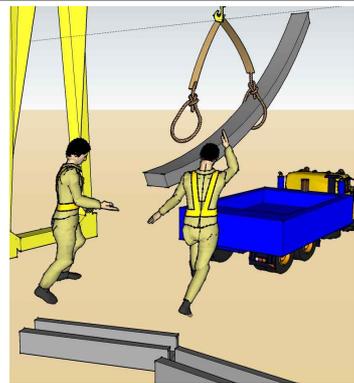
재해 개요

- 중량물 운반 작업장에서 트럭으로부터 철강자재(평철/길이6M/무게 1.4ton)를 천장크레인(2.8ton)으로 이동시키며 인양줄을 이용 하물의 균형을 맞추던 중 하물이 흔들리며 결속된 벨트에서 이탈하여
- 하물이 재해자 방향으로 향하여 맞고 넘어지며 바닥에 있던 철근자재에 머리를 부딪혀 두부 손상으로 사망한 재해임

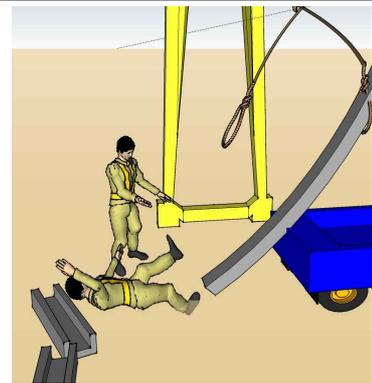
재해 사진



평철의 유동에 의하여
슬링벨트가 움직임



슬링벨트가 이탈되며
평철이 쏟아짐



평철에 부딪히며 넘어진
재해자가 머리를 부딪힘

재해발생 원인

- 개인보호구 미지급
 - 사업주는 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 작업시 안전모를 지급하고 착용하도록 하여야 하나 이를 이행하지 않음
- 철강하물의 유동성을 고려하지 않은 채 하역작업 실시
 - 평철의 유연성(힘)에 의하여 무게중심이 지속적으로 변동됨에 따라 체결된 슬링벨트의 유동 및 이탈이 발생할 수 있음을 사전에 인지하고 있었음에도 불구하고 화물의 중심 위치를 잡아줄 수 있는 방법을 택하지 않고 하역작업 실시

재해예방 대책

- 개인보호구 지급 및 작업자 착용 철저
 - 사업주는 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 작업 시 안전모를 지급하고 작업자가 착용하도록 교육 및 관리감독 철저
- 철강류의 중량물 작업시 올바른 작업방법 준수 철저
 - 유동발생이 예상되는 철강다발과 같은 중량물 취급 작업 시 붕괴 또는 낙하에 의하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우에는 위험을 방지하기 위한 조치 실시
 - 철강다발을 다단 적재할 경우 붕괴를 방지하기 위해 각각의 단 사이에 받침목(균일한 크기와 단단한 재료)을 받혀놓고 적재하여 철강다발이 한쪽으로 치우치지 않도록 하고 수평을 유지하여 하중을 분산시킬 수 있도록 조치

-끝-