

## 설비공사

자료제공 : 한국산업안전공단

안전



산업재해예방은 사고로 인해 발생되는 인적손실과 물적손실을 방지할 뿐만 아니라 기계·설비의 운전중지에 따른 감소를 방지하게 한다. 산업재해로 인한 경제손실액은 1998년도 한해만 7조2천5백억원으로 100억짜리 공장을 725개를 세울 수 있는 업청난 금액으로 국민 총생산액의 1.9%에 해당한다.

특히 건설업의 재해율은 1995년도에는 전국 평균 재해율을 상회하였으나, 매년 꾸준히 감소 추세를 보여 1999년도에는 0.6%로 전체 0.71%보다 낮게 나타났다.

1999년 건설업의 총 재해자수는 1만955명으로 발생형태별로 분류한 결과 주요 재해발생요인은 주락 3천145명(28.7%), 전도 1천832명(16.7%), 협착 1천461명(13.3%), 낙하·비례 1천305명(11.9%), 충돌 866명(7.90%), 감전 281명(2.56%), 화재·폭발 152명(1.39%), 기타 1천913명(17.5%)으로 나타났다.

본고는 설비공사와 관련 그동안 발생된 중대재해사례를 게재한 것이다.

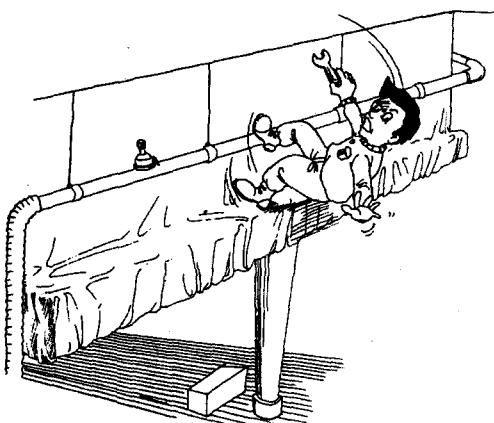
## 중대재해사례

### [4] 스프링쿨러 배관 철거작업 중 추락

#### • 재해내용요약

지상 1층 청과야채 매장에서 피재자가 높이 약 3.4m에 있는 스프링쿨러 배관( $L=6\text{m}$ ) 철거작업 중 스프링쿨러 헤드를 해체하기 위하여 높이 2.9m의 작업발판(폭 30cm) 위를 이동 중 작업발판 측면 개구부로 몸의 중심을 잊고 실족하여 높이 2.9m 아래 콘크리트 바닥으로 추락하여 사망한 재해이다.

#### • 재해발생상황



[그림] 재해상황도

재해 당일 피재자와 1명은 지상 1층 청과 야채매장의 스프링쿨러 배관( $L=0.6\text{m}$ ) 철거작업을 위해 Moving Walk(에스컬레이터) 설치작업용으로 설치된 작업발판 단부(폭 30cm)에서 불안전한 자세로 스프링쿨러 배관에 2.4m 간격으로 설치된 스프링쿨러 헤드 3개 중 2개를 해체하고 나머지 1개를 해체하기 위하여 이동 중 몸의 중심을 잊고 작업발판의 개방된 측면개구부로 실족하여 높이 2.9m 아래 지상 1층 바닥 Slab로 추락 사망하였다.

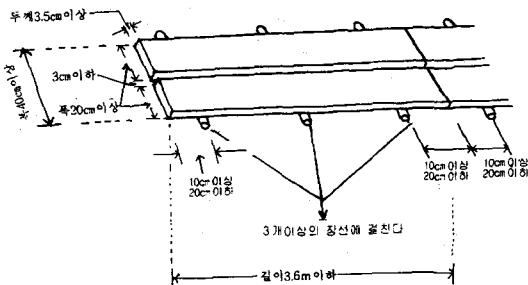
#### • 재해상황도

① 작업발판 설치 불량 : 배관 해체작업 등 고소 작업시에는 폭 40cm 이상으로 별도의 작업발판(틀비계 등)을 설치하여야 하나 피재자는 타작업용으로 기설치되어 좌우가 개방된 작업발판 단부에서 불안전한 자세로 작업 중 추락

② 개인보호구 미착용 : 안전대, 안전모 등 개인보호구 미착용 상태로 불안전한 작업발판 위에서 작업하다 추락

#### • 재해예방대책

① 작업발판 설치 철저 : 배관 해체작업 등 고소 작업시에는 폭 40cm 이상으로 별도의 작업발판(틀비계 등) 설치 후 작업해야 한다.



[그림] 특제작업발판의 구성

#### ※ 작업발판 설치기준

- ① 작업발판으로 사용할 판재의 치수
  - 두께 : 3.5cm 이상
  - 폭 : 두께의 5배 이상, 40cm 이상
  - 길이 : 3.6m 이하
- ② 2개의 바닥재를 이어서 사용할 경우의 바닥재 사이의 틈은 3cm 이하이어야 한다.
- ③ 작업발판에 설치하는 폭목은 높이 10cm 이상이 되도록 하여야 한다.
- ④ 작업발판 1개당 최소 3개소 이상 장선에 지지하여 전위하거나 틸락하지 않도록 철선 등으로

로 고정하여야 한다.

- ⑤ 발판 끝부분의 돌출길이는 10cm 이상 20cm 이하가 되도록 하여야 한다.
- ⑥ 작업발판은 재료가 놓여 있더라도 통행을 위하여 최소 20cm 이상의 공간이 확보하여야 한다.
- ⑦ 개인보호구 착용 철저 : 추락의 위험이 있는 고소에서의 작업시에는 안전대와 안전모를 착용하고 작업하도록 관리감독을 철저히 하고, 안전대 착용을 위한 안전대 부착설비(수평구 명중 등)를 작업전에 반드시 설치후 작업한다.

### [5] 노후배관 용단 준비작업 중 추락

#### • 재해내용요약

피재자가 국제회의장 홀 코너부위 천장의 설비배관 용단을 위한 준비작업으로 불꽃 비산방지용 석면포를 깔기 위하여 점검구를 통해 천장으로 올라가 석면포를 설비배관 하부에 깔던 중 천장마감재인 석고보드를 밟아 석고보드가 파손되면서 2.9m 하부인 홀 바닥으로 추락 사망한 재해이다.

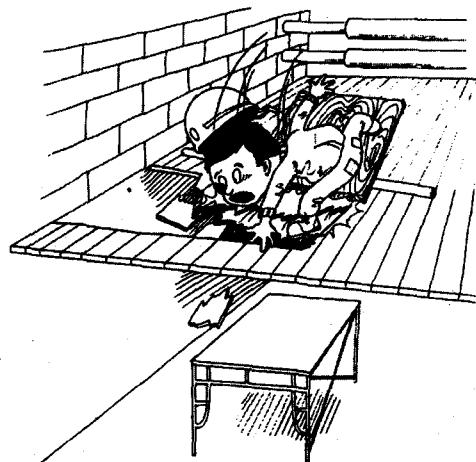
#### • 재해발생상황

- ① 재해 당일 현장소장과 피재자 등 2명이 오후 7시에 출근하여 야간작업으로 천장의 노후된 배관을 잘라내고 새로운 관으로 교체하는 작업을 실시하였다.
- ② 천장의 배관교체 작업은 천장마감재인 석고보드를 모두 제거하고 천장 하부에 전면 작업발판을 설치하여 작업을 시행하였다.

③ 배관 교체작업을 완료한 후 노후배관 용단작업을 계속하기 위하여 국제회의장 홀 코너 부위로 이동하였다.

④ 국제회의장은 천장 하부에 작업발판이 설치되지 않아 배관 하부에 합판( $600 \times 1,200\text{mm}$ )으로 작업발판을 임시로 설치한 후 석면포를 까는 작업 도중 임시발판 바깥쪽의 천장마감재(석고보드)를 밟는

순간 석고보드가 파단되면서 2.9m 하부로 추락하여 사망한 재해이다.



[그림] 재해상황도

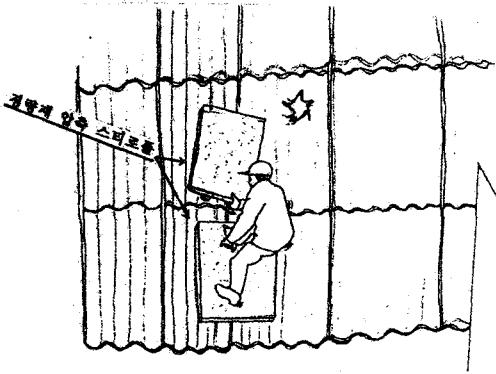
#### • 재해발생원인

① 안전작업발판 미설치 : 천장 내부에는 안전작업발판의 설치가 곤란하므로 설비배관의 용단, 교체, 보온 등 작업을 할 경우에는 천장마감재를 제거하고 안전한 작업발판을 설치한 후 작업하여야 하나, 천장 달 때 철물에 합판을 걸쳐 발판으로 사용하다 석고보드를 밟아 사고가 발생하였다.

② 안전모 착용 불량 : 안전모를 착용하기는 하였으나 턱끈을 매지 않아 추락하는 순간 안전모가 벗겨져 두부 보호기능 상실

#### • 재해예방대책

① 경량재 압축 스티로폼 작업발판 사용 : 천장 내부와 같이 안전작업발판의 설치가 곤란한 장소에는 천장마감재를 제거하고 비계 또는 틀비계를 이용하여 작업부위 하부 전면에 안전한 작업발판을 설치한 후 작업을 하는 것이 안전하나, 공사가 복잡하므로 경량재 압축 스티로폼 작업발판을 사용하여 작업 실시



[그림] 경량재 압축 스티로폼 작업발판을 이용한 작업

※ 경량재 압축 스티로폼 작업발판 : 작업자가 쉽게 다를 수 있는 경량재 압축 스티로폼( $t=8\text{cm} \times w=90\text{cm} \times l=180\text{cm}$ ) 2매 이상을 이용하여 이동 및 작업시 발판으로 사용(발판으로 사다리 또는 합판( $t=12\text{mm}$ ) 사용시 자체 중량으로 다루기가 어려우나 압축 스티로폼은 작업자의 하중을 견딜 수 있는 강도를 가진 반면에 경량재로서 취급이 용이하다)

② 안전모 착용 철저 : 안전모 착용시에는 반드시 턱끈을 조여 매어서 전도·추락시 안전모가 벗겨지지 않도록 관리감독 철저

## [6] 소방배관 LINE 보온공사 중 실족하여 감전

### • 재해내용요약

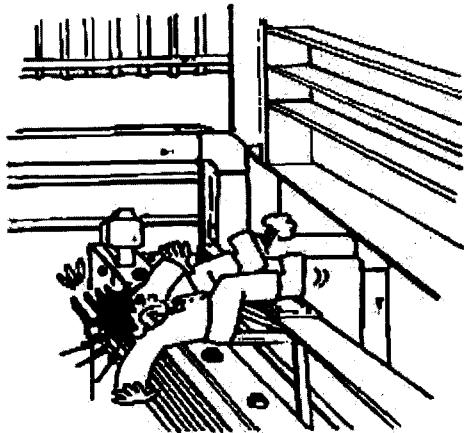
소방배관 Line 보온공사를 위해 자재를 가지려 지상으로 이동하던 중 실족하여 전기 Cable에 접촉 감전으로 사망한 재해이다.

### • 재해발생상황

① 재해 당일 작업자 3명이 소방배관 Line 보온공사를 위해 현장에 투입되어 피해자는 지상 높이 10m에 설치된 소방배관 Line에 보온작업을 실시한다.

② 피해자는 지상에 있는 보온자재를 가지려 지상으로 이동키 위해 기존에 설치된 배관 Line을 밟

고 약 1.2m 하부에 위치한 천장 크레인 Beam에 설치된 전기 케이블(440V)에 감전되어 사망한 사고이다.



[그림] 재해상황도

### • 재해발생원인

① 개인보호구 미착용 : 고소에서 이동시 안전대를 걸고 이동을 해야하나, 안전벨트 미착용 상태에서 이동 도중 사고가 발생

② 감전 위험장소 작업시 천장 크레인 전원 미차단 : 천장 크레인 전원이 미차단된 상태에서 전기 Cable 상부에서 작업을 실시 후 이동 도중 감전

③ 관리감독 미흡 : 현장 출역자에 대한 현황 파악 미실시로 일일작업 지시 등을 통해 작업안전조치를 취하지 못하는 등 근로자에 대한 관리감독 불량

### • 재해예방대책

① 개인보호구 착용 : 고소작업시 반드시 안전대 걸이 시설을 설치하고 안전대를 착용하고 작업

② 감전 위험장소 작업시 크레인 전원 차단 : 활선 주위에서 작업시 접촉으로 인한 감전의 위험이 있는 장소에서는 전원 차단 후 작업 또는 당해 근로자에게 절연용 보호구 착용 후 작업

③ 관리감독 강화 : 현장 출역자에 대한 일일점검

을 통해 근로자의 작업상황을 파악하고 관리감독자는 작업에 따르는 안전조치 후 작업 실시

### [7] 덕트판 인양 작업 중 낙하

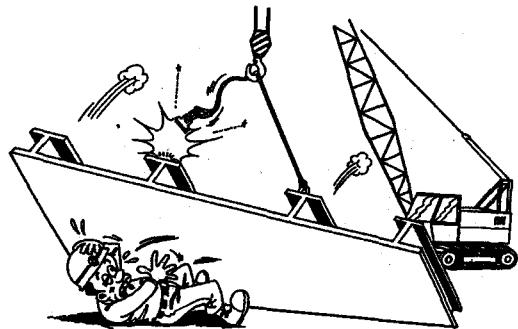
#### • 재해내용요약

화력발전소 탈황설비 현장 덕트제작장에서 덕트판 위치 이동 인양작업 중 부착되어 있는 인양걸쇠의 용접부가 탈락되어 피재자가 덕트판과 지면 사이에 협착되어 사망

#### • 재해발생상황

① 재해 당일 울산화력 탈황설비 현장의 덕트제작장에서 피재자와 3명이 덕트(12×6m, 2.4ton)를 크레인을 이용하여 조립장으로 운반함.

② 이동한 덕트판을 지면에 내려놓은 후 덕트판을 뒤집기 위하여 인양용 걸쇠 4개 중 2개의 인양 와이어로프를 풀어두고 나머지 2개의 인양용 걸쇠로 덕트판을 한쪽으로 인양하던 중 인양용 걸쇠의



[그림] 재해상황도

용접부가 하중을 견디지 못하고 탈락되면서 피재자를 덮쳐 덕트판과 지면 사이에 협착 사망함.

#### • 재해발생원인

① 인양용 걸쇠 용접상태 불량 : 인양용 걸쇠의 용접을 전용접하지 않고 부분용접을 하여 부재의 하중을 견디지 못함.

하중	용접길이	철판의 두께(t)										철근의 직경(φ)					
		5	6	7	8	9	10	12	13	15	10	15	20	25	30	50	
용 접 길 이 (L)	500kg	24.6	20.5	17.6	15.4	13.7	12.3	10.3	9.5	8.2	11.7	7.9	5.9	4.7	-	-	
	1,000kg	49.3	41.1	35.2	30.8	27.4	24.6	20.5	18.9	16.4	23.6	15.7	11.8	9.4	7.9	4.7	
	1,500kg	73.9	61.6	52.8	46.2	41.1	37.0	30.8	28.4	24.6	35.3	23.6	17.7	14.2	11.8	7.1	
	2,000kg	98.5	82.1	70.4	61.6	54.7	49.3	41.1	37.9	32.8	47.1	31.4	23.6	28.3	15.7	9.4	
	3,000kg	148	123	106	92	82	74	62	57	49	70.6	47.1	35.3	37.7	23.6	14.1	
	5,000kg	246	205	176	154	137	123	103	95	82	117.6	78.4	58.8	65.9	39.2	23.5	
	10,000kg	493	411	352	308	274	246	205	189	164	235.2	156.9	117.6	131.7	78.4	47.1	

1. Lug의 부착 위치는 중량물의 처짐 방지를 위하여 수직·수평보의 교차점으로 할 것.
2. Lug 접촉 부위가 완전 용입되도록 용접 실시
3. 상기 Data는 재질을 SS41로 하였으며, 철근의 경우는 외주면적의 1/3을 접촉면적으로 기준하였다.
4. Lifting Lug의 용접길이 계산방법

$$L = 0.707 \cdot P/h \cdot \alpha a$$

L : 용접길이(mm)

P : 하중(kg)

h : 용접의 각장(mm, 0.7×모재의 두께)

$\alpha a$  : 재료의 허용 응력(kg/mm, 안전율 10 적용시 : 4.1kg/mm)

② 작업위치 및 작업자세 부적합 : 중량물 위치 이동시 인양된 중량물 하부에 근접하지 않아야 함에도 피해자가 근접한 위치에 접근하여 작업하다 사고 발생

#### • 재해예방대책

① 인양용 결쇠 용접 철저 : 인양용 결쇠의 용접은 하중의 이동방향을 사전 검토하여 결쇠의 부착 방향 및 용접강도가 충분하도록 설치

\* Lug의 설계 기준 : 철근 등 임의로 Lug의 사용으로 용접면적이 부족하여 중량물의 하중에 의해 Lug가 탈락하는 경우가 많으므로 Lug 제작시 아래의 기준을 준수하도록 한다.

② 작업방법 개선 : 중량물 취급작업 계획서에 따라 중량물 인양작업시 위험범위 밖에서 작업

### [7] 연마작업 중 연마석 비래

#### • 재해내용요약

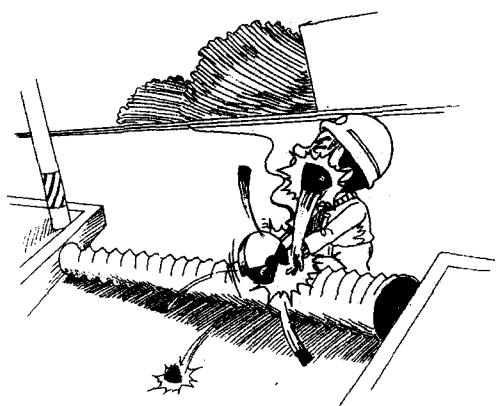
전기디스크 그라인더로 PE 복합 파형강관을 절단 중 그라인더에 부착된 연마석이 파단 비래하면서 배관공을 강타하여 사망한 재해

#### • 재해발생상황

① 재해 당일 협력업체 소속 근로자 3명이 오수관으로 보수공사를 위하여 현장에 투입됨

② 피해자는 오수관인 PE 복합 파형강관을 전기디스크가 그라인더(6,500rpm, ø 180)를 사용하여 작업을 하고 있었으며 동료근로자 1명은 기시공된 오수관로를 보수하기 위하여 굴착저면에서 기존관로 내의 이물질을 제거하던 중

③ 피해자가 길이 6mm 정도의 PE 복합 파형강관을 2.2m 정도의 길이로 절단하기 위하여 강관 끝부분을 전기디스크 그라인더를 사용, 각각 절단하는 과정에서 연마석이 파단되면서 연마석 파편이 피해자 안면부를 강타하여 사망한 재해임.



[그림] 재해상황도

#### • 재해발생원인

① 작업도구의 목적 외 사용 : PE 복합 파형강관의 절단은 절단전용 공구인 전동지구톱(Jig Saw) 또는 Cutter를 사용하여 절단하여야 하나 연마용인 전기디스크 그라인더를 사용하여 절단하다 사고 발생

② 작업방법 불량 : PE 복합 파형강관을 절단할 때 파형리브(Rib)를 따라 나선형으로 절단하여 시공하여야 하나 직각으로 절단함으로써 파형리브에 의해 그라인더 연마석에 무리한 휨 응력 발생으로 연마석 파손

#### • 재해예방대책

① 작업도구 목적 외 사용금지 : PE 복합 파형강관 등의 각종 배관 자재류의 절단은 절단 전용공구인 전동지그톱 또는 잔용 Currer를 사용하여 절단하고 연마석을 부착한 전기디스크 그라인더는 연마용으로만 사용

② 제품사양에 적합한 작업방법 준수 : PE 복합 파형강관 등과 같이 파형리브를 가진 각종 배관 자재류의 절단 및 이음은 파형리브를 따라 나선형으로 절단 및 이음

[다음 호에 계속]