

◀ 안전관리

# 안전사고를 방지하기 위한 4가지 원칙에 대해 설명하시오

## 1. 예방기능의 원칙

안전사고는 불가항력적인 천재가 아닌 인위적인 것으로서 그것을 방지하려는 의지와 노력만 있으면 사전에 막을 수 있다. 안전사고의 주된 원인은 이른바 4M(Man, Machine, Media, Management)으로 이들 모두는 인위적인 요인이다. 이 요인들이 불안정한 조건하에 있을 때 사고로 연결되는 것이다. 따라서 이들 요인에 대해 철저한 분석을 하고 이에 대한 대책을 수립하고 이를 실행에 옮길 때 안전사고는 미연에 방지할 수 있다.

## 2. 손실우연의 원칙

사고(원치 않는 사건, 비정상적인 흐름)가 어떠한 물적, 인적 손실을 발생시킬 때 우리는 그것을 재해라고 한다. 사고가 재해로 연결되는 데는 다음과 같은 법칙이 있다.

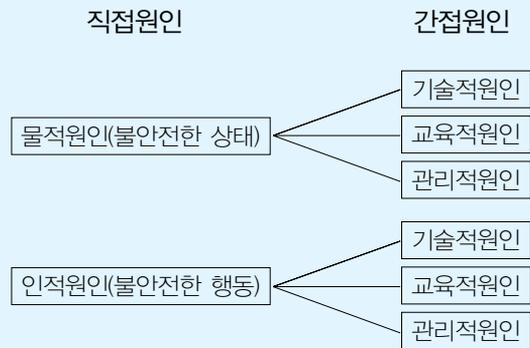
「한 사고의 결과로 발생하는 손실의 대소 또는 종류는 우연에 의해 정해진다」 이를 손실우연의 원칙이라고 한다. 하인리히의 1 : 29 : 300의 법칙에서 이 우연을 어느 정도 확률화시켰지만 실제로는 수많은 사고가 나더라도 아무런 인적, 물적 피해를 주지 않을 수 있고 또 한번의 사고가 치명적인 재해로 직결될 수 있는 것이다. 따라서 안전사고 방지에 있어서 중요한 것은 재해예방차원이 아닌 사고방지차원에서 대책을 수립해야 한다는 것이다. 흔히 사고를 불가항력적으로 보고 사후대책 수립에 치중하고 있으나 사고를 방지할 수 있는 사전대책을 수립, 시행하여야 근원적인 안전관리가 되는 것이다.

## 3. 원인계기의 원칙

사고는 반드시 필연적 원인에 의해 발생한다는 것이 원인계기의 원칙이다. 사고가 재해로 연결되는 데는 우연의 법칙이 성립하지만 사고가 발생하는 것은 어떠한 필연적인 원인이 있다.

사고의 원인으로 시간상 가장 가까운 것에 직접 원인이 있다. 직접원인은 물적 원인과 인적원인으로 나누어지며 물적 원인은 설비·환경 등의 불안정한 상태를 말하고 인적원인은 작업자의 불안정한 행동을 말한다.

또한 이 직접원인의 원인이 되는 간접원인이 있다. 간접원인은 기술적 원인, 교육적 원인, 관리적 원인으로 세분화된다.



이와 같이 사고는 직접원인과 그 원인이 되는 간접원인으로 인해 필연적인 결과를 발생하는 것이다. 따라서 사고발생시 재발방지를 위해서는 이러한 원인들을 철저히 규명해야 하며 특히 근원적인 재해 방지를 위해서는 간접원인을 정확하게 분석할 필요가 있다. 근간에는 사고의 원인을 위와 같이 직

접원인, 간접원인으로 구분하지 않고 4M으로 나타내는 경우가 있다. 즉 Man, Machine, Media, Management로 사고의 원인을 크게 구분하여 이에 준하여 원인분석을 하고 대책을 수립하기도 한다.

#### 4. 대책선정의 원칙

사고는 필연적으로 직접원인과 그 원인이 되는 간접원인으로 발생하며 이 원인들 중 특히 간접원인을 규명하고 제거하여야만 근본적인 사고방지가 될 수 있다. 즉, 간접원인의 3가지, 기술적 원인, 교육적 원인, 관리적 원인 측면에서 대책을 수립하여야 한다. 이들 중 어느 하나 만에 치중해서는 올바른 사고방지대책이 될 수 없다. 그러기 위해서는 3E라는 대책이 수립되어야 하며 이것이

바로 안전사고 방지의 기본이 된다.

간접원인	대 책
기술적 원인	기술(Engineering)
교육적 원인	교육(Education)
관리적 원인	규제(Enforcement)

3가지 대책중 기계공장에서는 기술이 우선한다. 기계설비는 그 자체가 작업자로 하여금 부주의를 유발시켜 사고를 발생시킬 수 있고 과실유발적 특성이 있으므로 작업자 측면에서의 교육이나 관리만으로는 사고방지에 한계가 있어 기술로써 근원적 위험 방지를 하여야 한다.

### << 기계안전

## 프레스에 일반적으로 많이 사용되는 클러치의 종류를 설명하시오

프레스에는 소형인 경우 확동식 클러치 (Positive Clutch)를 사용하고 중·대형인 경우 마찰식 클러치를 사용하고 있으나 안전상 마찰식 클러치 쪽으로 가고 있는 실정이다.

#### 1. 확동식 클러치(Positive Clutch)

페달을 밟으면 페달에 연결되어 있는 연결봉이 빠지면서 연결봉에 의해 고정되어 있던 클러치 핀이 스프링 등의 힘으로 주기어 보스면에 있는 클러치핀 홈으로 삽입되어 주기어의 회전을 크랭크 샤프트에 전달하게 되는 방식이다.

종류로는 ① 슬라이딩 핀타입(Sliding Pintype), ② 고정키 타입(Rolling Keytype), ③ 맞물림 타

입(Jaw Type)이 있으며 작동면이나 안전면에서 고정키 타입이 슬라이딩 핀타입보다 우수하지만 제작 여건상 슬라이딩 핀타입이 많이 사용되고 있다. 근간에는 맞물림 타입이 강도, 성능면에서 우수하여 많이 설치되어 사용되고 있다. 연결봉으로 탈착시키는 방법으로 과거에는 페달과 직접 연결봉을 연결하는 방식이었으나 근간에는 에어실린더를 장착하여 풋 스위치를 누르면 솔레노이드 밸브를 거쳐 에어가 통하여 실린더의 피스톤이 빠지면서 클러치가 삽입되는 방식이 많이 보편화되어 있다.

이 방식은 전기적인 작동이므로 급정지장치를 설치할 수 있다는 장점이 있다.

## 2. 마찰식 클러치(Friction Clutch)

마찰력을 이용하여 회전모멘트의 힘으로 동력을 전달시키는 방식으로 디스크타입 클러치라고도 한다. 종류로는 건식과 습식이 있는데 건식은 석면라이닝을 이용하는 것으로 소모품이며, 습식

은 클러치가 오일속에 있고 동판을 이용하는 것으로 반영구적이다.

성능면에서 건식보다 습식이 우수하지만 점차 프레스가 대형화되어가는 추세여서 가격면에서 유리한 건식이 많이 활용되고 있다.

### << 건설안전

## Con'c 강도에 영향을 주는 요인에 대해 기술하시오

### 1. 개요

(1) Con'c는 시멘트, 골재, 물 등의 재료가 혼합하여 만들어진 혼합 재료로 시멘트와 물의 수화작용을 통한, 응결, 경화로 강도를 발현한다.

(2) Con'c 강도는 압축강도를 말하며, 사용재료의 종류, 품질, 배합조건, 양생조건 등의 시공조건에 따라 달라진다.

### 2. 강도에 영향을 주는 요인

(1) 배합방법 : W/C비, Slump치, 골재의 입도, 공기량

(2) 재료 : 물, 시멘트, 골재의 품질, 혼화제

(3) 시공방법 : 운반, 타설, 다짐, 양생

(4) 강도측정 : Con'c 재령, 공시체 크기, 모양

### 3. 각 요인별 특성

#### 가. 배합방법

(1) W/C비

① 강도를 좌우하는 가장 중요한 요인

② Con'c는  $CaO+H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ , 수화반응을 일으켜 응결 강화되는 것

③ W/C비 1% 증가시 강도  $10[kg/cm^2]$  정도 저하

(2) 골재 입도

① 일반적 골재가 Con'c 중 차지하는 비율은 70~75% 정도된다.

② 공극이 적을수록 Con'c 강도가 크게 된다.

③ 입도 양부는 조립율(F.M : 세골재 → 2.6~3.1, 조골재 → 6~8)로 나타낸다.

④ 조립률이 크면 Con'c 강도가 증가한다.(한계치 FM : 7)

(3) 공기 연행량

① 공기에 의해 발생한 공극은 Con'c 저하

② 공기량과 Con'c 강도는 반비례

③ 공기량 증가하면 시공연도가 좋아져 W/C비를 줄일수 있어 강도 증가 요인이 되기도 한다. → 3~7% 한계

④ 공기량 1% 증가시 압축강도 4~6% 감소, Slump 2[cm] 증가

#### 나. 사용재료

(1) 물

① 시멘트 수화작용을 돕고 시공연도 증대

② 불순물 미포함

③ 식수 정도 적당 → 염화 칼슘 함유량 한계치 1% 이하, 담분 → 0.08% 이하

(2) 시멘트

- ① Con'c는 골재와 시멘트 Paste의 강도에 좌우
- ② 시멘트 강도(K)는 Con'c 강도에 영향을 미친다.

$$W/C비 = \frac{F}{K + 0.34}$$

W/C비가 일정하면 Con'c 강도(F)는 시멘트 강도(K)에 비례한다.

#### (3) 골재

- ① 골재 강도는 시멘트 Paste 강도보다 큰 것 사용
- ② 부순 돌은 강자갈보다 강도 높고, 부착력이 크다는 것이 정설이다.
- ③ 골재 불순물이 함유되지 않을 것 (허용한도 : 잔골재 → 점토 1% 이내, 굵은 골재 → 0.25% 이내)

#### (4) 혼화재

- ① 혼화재는 종류와 성질에 따라 Con'c에 미치는 영향이 각각 다름.
- ② AE재는 시공연도, 내구성 등을 개선하지만 강도 저하 효과
- ③ 감수재는 같은 Slump에 대해서 사용수량을 감소시키므로 강도 증진
- ④ 촉진재는 초기상도 발현 증진
- ⑤ 지연재는 수화열을 감소시키므로 강도 증진 지연 및 양생기간 길어짐.

### 다. 시공 방법

#### (1) Con'c 비빔

- ① 적당한 배합으로 소요 시공 연도 연장 장시간 비빔시 재료 분리로 강도 저하
- ② 비빔시간 4~5시간

(2) Mixer 회전속도 → 1[m/sec] 정도 유지, 빠르면 재료 분리로 강도 저하

#### (3) 운반

- ① 운반중 재료 분리, 손실 없어야 한다.

- ② 공사의 종류, 규모, 기간 고려하여 경제적인 방법 선택

- ③ 건조시 1시간이내, 습윤시 2시간이내 타설

#### (4) 타설

- ① 재료 분리 방지, 공극이나 얼룩 발생 방지
- ② 낙하고 높이 → 1[m] 이하
- ③ 타설 중 표면의 유리수 제거후 타설
- ④ 타설 속도 → 여름철 1.5[m/hr], 겨울철 1[m/hr]
- ⑤ 벽, 바닥판 등의 Con'c는 거푸집 구석에서 중앙으로 타설
- ⑥ 거푸집 및 동바리 변형에 주의
- ⑦ 타설 도중 중단 및 Cold Joint 방지
- ⑧ 거푸집 청소 및 박리재 도포

#### (5) 다짐

- ① Con'c 타설시 압력 가하거나 진동 가하면 강도 증가
- ② 과도한 진동은 재료 분리, Bleeding 발생으로 강도 저하
- ③ 굳기 시작한 Con'c는 다짐 불가

#### (6) Remixing(거듭 비비기)

- ① Con'c 일정기간 경화후 또는 재료 분리가 발생하였을 경우 Remixing후 타설
- ② 굳기 시작한 Con'c 타설 금지

### 라. 양생 및 재령

#### (1) 양생

- ① Con'c 강도는 양생기간 길수록 증대
- ② 건조 양생보다 습윤 양생이 효과적
- ③ 타설 후 5일간 습윤 양생 및 2°C 이상 유지
- ④ 급격한 건조 피하고 3일간 충격, 진동, 보행, 하중 금지

#### (2) 재령

- ① 재령 7일 후에 70% 강도 발현
- ② 재령 28일에 100% 강도 발현, 이후 5~6년간 강도 계속 증대

<< 전기안전

# 과열에 의한 전기화재에 대해 논하시오

## 1. 개요

전선에 전류가 흐르면 전류의 제곱과 전선의 저항 값의 곱( $I^2 \times R$ )에 비례하여 열이 발생하는데 이때 전선의 허용전류를 초과해서 전류가 계속 흐르면 전선이 과열되어 피복이 열화될 우려가 있으며 과전류가 더욱 심해지면 급격히 과열되어 순식간에 발화된다.

## 2. 과열에 의한 전기화재 발생형태

- (1) 전열기, 조명기구 등의 과열로 주위 가연물에 착화되는 경우
- (2) 배선의 과열로 전선피복에 착화되는 경우
- (3) 전동기, 변압기 등 전기기기의 과열
- (4) 선간 단락, 누전, 정전기 등으로 분류할 수 있다.

## 3. 과열에 의한 전기화재 예방대책

- (1) 단락사고를 방지하기 위하여 적당한 용량의

퓨즈 및 배선용차단기를 설치하고 혼촉방지를 위해서 변압기의 저압측 중성점에 제2종 접지공사를 해야 하며 중성점에 접지공사가 어려울때는 저압측의 한단자에 시행할 수 있다.

(2) 누전방지를 위해 절연이 열화되지 않고 과열, 습기, 부식 등을 방지해야 하며 충전부와 절연물을 다른 금속체와 이격시킨다.

(3) 과전류 방지를 위해서

① 적정용량의 퓨즈 또는 배선용차단기를 사용한다.

② 문어발식 배선을 금지한다.

③ 동일전선관내 많은 전선 사용을 금지한다.

④ 고장난 전기기기 사용금지

(4) 접촉불량 방지를 위해서 전선을 접속할때는 접속기구를 사용하거나 납땜 등을 하여 완전히 접속한다.

<< 화공안전

# PSRM에 대해 설명하시오

PSRM이란 공정에 관련한 부상이나 사고가 없어야 할 수 있도록 공정의 위험성을 식별, 이해, 관리하여 경영하는 것이다.

## 1. Management

전통적인 개념의 경영, 즉 경영자·감독자와 같은 말들을 논하고자 하는 것이 아니며, 공정안전 경영에 참여하는 모든 사람 등에 관해서 이야기하고자 하는 것으로, 운전자와 기계공부터 공장장에 이르기까지 모든 사람을 포함한다.

운전자는 위험부담이 높은 사람으로 PSRM의 주요 핵심멤버이다. 가끔 그는 당장에 현장의 필요한 그 자리에 있는 관리자나 다름없으므로 공정안전이 어떻게 관리되는지 가장 높은 관심을 가지고 있어야 한다.

식별하고, 이해하고, 관리한다는 것은 공정위험성을 관리하는데 매우 중요하다. 공정위험성을 관리하려면, 먼저 그러한 위험성을 식별해 내기 위한 포괄적인 노력을 하여야 한다. 이러한 노력은 위험성에 대한 완전한 이해가 달성될 때까지 계속되어야 한다. 이는 서로 다른 개별적인 위험성들의 상호관계에 의해, 그리고 이들이 관리상태에서 벗어나려는 구조적인 상황 등을 완전히 이해하는 것을 의미한다. 일단 이러한 식별과 이해가 이루어지면 이 때만이 비로소 적절한 관리상태의 개발을 진행시킬 수 있는 것이다.

## 2. 공정안전관리 제도

OSHA : 1992년 5월 미국에서 PSM 관련 법률(29 CFR1910.119)을 공포

## 3. System과 Operator's Response

System과 Operator's Response에는 다음의 2가지 형태가 있다.

- (1) Propagate : 사고가 System을 따라 계속 증가
- (2) Ameliorate : 사고의 결과를 감소시키는 역할 (Make Better, Improve)

## 4. Hazard Evaluation &/ or Control에 대한 접근 방법

- (1) Adherence to good practice
- (2) Predictive hazard evaluation

## 5. Typical Hazard Evaluation Analysis Method

- (1) 공정에 존재하는 위험요소들을 알아냄.

(2) 위험요소에 의해 발생하는 사고의 파급효과 평가

- (3) 파급효과를 감소시킬 수 있는 방법도출
- (4) 사고를 일으키는 초기사건을 알아냄
- (5) 초기사건의 발생확률 계산
- (6) 초기사건의 발생확률 감소 방법도출
- (7) 사고를 유발하는 일련의 사건순서도출
- (8) 사고유발사건들의 일어날 확률과 파급효과
- (9) 사고유발사건들이 일어날 확률이나 그 파급효과를 감소시킬 방법도출
- (10) 필요하다면 위에서 평가한 계산의 불확실성을 줄이기 위해서 정량적인 위험요소분석법을 실시한다. 또한 인정할만한 수준의 위험률을 얻기 위한 최소한의 투자비용을 계산한다.

## 6. Generally used Codes & Standards

(1) ASME(American Society of Mechanical Engineering)

Boiler, Pressure Vessel 등에서 널리 이용함

(2) API(American Petroleum Institute)

공정장치 사용과 일반적인 기계설비 공장 Layout에 대한 표준

(3) ISA(Instrument Society of America)

공정장치의 생산, 보정, 응용에 대한 표준

(4) NEC(National Electric Code)

전기장비들의 분류, 각 종류를 사용하는 경우에 대한 지침의 표준

(5) NFPA(National Fire Protection Association)

화재에 의한 재산과 인명의 손실을 방지하기 위해 적절한 안전장치를 설치하는 방법에 대한 표준

(6) CMA(Chemical Manufacturer's Association)

(7) ASIM(Association Factory Mutual Fire Insurance Companies)

유용한 표준이나 Reference 정보를 제공해주는 다른 그룹 