

▶▶▶▶ 안전관리

재해지수에 관해 설명하시오.

1. 연천인율

1,000명을 기준으로 한 재해발생건수의 비율

$$\text{연천인율} = \frac{\text{재해건수}}{\text{연평균 근로자수}} \times 1,000$$

연천인율 50이란 뜻은 그 작업장의 수준으로 연간 1,000명이 작업한다면 50건의 재해가 발생된다는 뜻이다.

2. 도수율(FR-Frequency Rate of Injury)

1,000,000인시(Man-Hur)를 기준으로 한 재해발생건수의 비율

$$\text{도수율} = \frac{\text{재해건수}}{\text{연근로시간}} \times 10^6$$

연근로시간은 평균근로자수에 1인당 연간근로시간수 2,400H(8H×300일)을 곱하여 계산한다.

ex) 500인의 근로자를 채용하고 있는 사업장에서 연간 25건의 재해가 발생하였다면

$$\text{FR} = \frac{25}{500 \times 2,400} \times 10^6 = 20.83$$

〈빈도율과 연천인율과의 상관관계〉

$$\text{빈도율} = \frac{\text{연천인율}}{24}$$

$$\therefore \frac{\text{연천인율}}{\text{빈도율}} = \frac{\text{재해건수} \times 1,000}{\text{평균근로자수}} \times \frac{\text{평균근로자수} \times 2,400}{\text{재해건수} \times 1,000,000} = 24$$

3. 강도율(SR-Severity Rate of Injury)

1,000인시당 근로손실일수

$$\text{강도율} = \frac{\text{근로손실일수}}{\text{근로총시간수}} \times 1,000$$

$$\text{근로손실일수} = \frac{\text{장해등급별 근로손실일수} + \text{비장해등급손실}}{\text{실} \times \frac{300}{365}}$$

장해등급별 근로손실일수

〈단위:일〉

신체장해등급	사망, 1, 2, 3	4	5	6	7		
근로손실일수	7500	5500	4000	3000	2200		
신체장해등급	8	9	10	11	12	13	14
근로손실일수	1500	1000	600	400	200	100	50

사망에 의한 손실일수 7,500일 산출근거

① 사망자의 평균연령 : 30세

② 근로가능연령 : 55세

③ 근로손실연수 : 55 - 30 = 25년

④ 연간 근로손실일수 : 300일

⑤ 사망으로 인한 근로손실일수 : 25년 × 300일 = 7,500일

ex) 연평균 100인의 근로자를 가진 사업장에서 연간 5건의 재해가 발생, 그중 사망 1명, 14급 2명, 1명은 30일 가료, 다른 1명은 7일 가료하였을 때의 강도율(SR)을 구하면

$$\text{SR} = \frac{7,500 + (50 \times 2) + (37 \times \frac{300}{365})}{100 \times 2,400} \times 1,000 = 31.73$$

〈재해도수율과 재해강도율의 개인과의 관계〉

- 1인의 근로년수를 40년간으로 하고 1일 8시간 근로와 과외시간근로를 연간 100시간으로 정할때 근로시간을 계산하면 100,000시간이 된다.

(8시간 × 25일 × 12월 × 40년) + (100시간 × 40년) = 100,000시간

- 재해도수를 계산시의 1,000,000시간은 10명의 근로자가 일생동안의 근로시간과 같다는 것을 알 수 있다.
- 재해도수를 31.25의 사업장에서 한 근로자가 평생 근무한다면 $31.25 \times \frac{100,000}{1,000,000} = 3.125$, 즉 3.125건의 재해를 당한다는 사실을 알 수 있다. 이를 환산빈도율이라 한다.
- 재해강도율 11.98의 사업장에서 한 근로자가 평생 근무한다면 $11.98 \times \frac{100,000}{1,000} = 1,198$, 즉 이 공장에서는 일생동안 일하는 가운데 근로자 각자는 재해발생시 1,198일의 휴업을 평균적으로 갖게 된다는 것이다. 이를 환산강도율이라 한다.

4 종합재해지수(FSI: Frequency Severity Indicator)

기업체에서 각 부서별로 안전경쟁제도를 실시할 때 안전성적의 기준으로 삼으면 효과가 있으며 미국에서 널리 사용되고 있다.

$$FSI = IR \times \sqrt{SR}$$

(단, 미국의 경우 $FSI = \frac{IR \times SR}{1,000}$)

∴ 한국 $SR = \frac{\text{근로손실일수}}{\text{근로총시간수}} \times 1,000$

미국 $SR = \frac{\text{근로손실일수}}{\text{근로총시간수}} \times 1,000,000$

5 Safe-T Score (품질관리에서 T Score를 안전에 활용)

안전에 관한 중대성의 차이를 비교하고자 사용하는 통계방식

$$\text{Safe-T Score} = \frac{\frac{FR_{\text{현재}} - FR_{\text{과거}}}{FR_{\text{과거}}}}{\frac{\text{근로총시간수(현재)} \times 1,000,000}{FR_{\text{과거}}}}$$

단위가 없으며, 계산결과 (+)이면 나쁜 기록이고, (θ)이면 과거에 비해 좋은 기록이다.

즉, +2.00 이상 : 과거보다 심각하게 나빠졌다.

+200 ~ -200 : 과거에 비해 심각한 차이가 없다.

-200 이하 : 과거보다 좋아졌다.

예) 어떤 작업장의 X부서와 Y부서의 재해율은 아래 표와 같다. 안전관리 측면에서의 심각성 여부를 Safe-T Score로 측정해보면 다음과 같다.

부서별	X부서
연도별	
91년	사고 : 10건, 근로총시간수 : 10,000인시,
FR: 1,000	

부서별	Y부서
연도별	
91년	사고 : 1,000건, 근로총시간수 : 1,000,000인시,
FR: 1,000	

$$\text{X부서의 Safe-T Score} = \frac{1,500 - 1,000}{\frac{500}{316.23} = 1.58 \times \sqrt{\frac{1,000}{10,000}}} =$$

$$\text{Y부서의 Safe-T Score} = \frac{1,100 - 1,000}{\frac{100}{31.62} = 3.16 \times \sqrt{\frac{1,000}{1,000,000}}} =$$

∴ X부서는 비록 재해는 50% 증가하였으나 +1.58이므로 심각하지 않고 Y부서는 재해는 10%밖에 증가하지 않았으나 +3.16이므로 안전문제가 심각한 것으로 드러나 그에 대한 대책이 시급하다.

6. FAFR (Fatal Accident Frequency Rate)

1억 노동시간당 사망자수로 1,000명당 1명 사망하는 비율(인간이 일생동안 100,000시간 작업할 경우)

▶▶▶▶ 기계안전

공장설비의 안전성 평가에 대해 논하라.

1. 서론

산업재해 중에는 설비 공법 등의 계획·설계 단계시 안전면에서 충분한 검토를 하지 않음으로 인해 발생하는 재해가 적지 않다. 다시 말하면 이러한 설비 공법 등을 채택함에 있어서 사전에 위험성에 대해 체크하여 그 단계에서 필요한 수단을 강구해두면 재해를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

이와 같은 설비·공법 등의 이동 및 시공중에 있어서의 위험에 대한 설계·계획단계의 정성적 또는 정량적인 평가를 행하고, 그 평가에 따른 대책을 강구하는 것을 안전성 평가라 한다.

특히 신기술, 신공법 또는 신재료를 채택함에 있어서 이러한 안전성 평가는 필수 조건이다.

2 안전성 평가의 실시방법

(1) 기계설비

기계설비를 개발하거나 제조 또는 개선하는 경우에는 무엇보다 먼저 본질안전화 할 수 있느냐, 아니냐를 충분히 검토함이 중요하다. 계획·설계단계에서 자칫하면 기능성이라든가 효율성만을 중요시하기 쉬운데 그것보다 본질안전화의 검토가 더욱 필요하다. 계획·설계 단계에서 현장의 의견을 충분히 채택하는 것도 본질안전화된 기계설비의 개발에 있어 중요한 것이다. 기계설비의 본질안전화를 진전시키기 위하여 검토해야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 작업자측에 실수나 잘못이 있어도 기계설비측에서 이를 커버하여 안전을 확보할 것
- ② 기계설비의 유압회로나 전기회로에 고장이 발생하거나 정전 등의 이상상태가 발생할 경우에는 안전쪽에 이행하도록 할 것

③ 작업방법, 작업속도, 작업자세 등을 작업자가 안전하게 작업할 수 있는 상태로 강구할 것

(2) 작업공정

작업공정을 안전화하기 위해서는 먼저 위험한 작업공정을 배제할 수 있느냐, 없느냐를 검토해 보아야 한다. 이것이 어려우면 다음 단계로써 작업공정의 자동화를 고려하여야 한다. 작업공정의 본질안전화에 제법 어려움을 수반하는 경우에는 위험한 공정에 대하여 각기 안전장치를 강구하게 되지만 이 안전화에 대해서는 작업공정의 전체를 시스템으로 포착하고 각 설비의 안전장치가 가급적 유기적으로 관련을 갖도록 고려해야 한다.

(3) Layout

재료나 반제품의 흐름이 순조로운 작업장은 일반적으로 정리정돈이 구석구석까지 철저하다. 반대로 재료나 제품의 정리정돈이 되어 있더라도 흐트러진 상태로 되돌아가는 작업장이 있는데 이러한 작업장은 일반적으로 Layout이 좋지 않는 경우가 많다.

즉, 기계설비의 배치가 작업의 흐름에 맞지 않는 작업장에서는 재료와 반제품이 정채하기 쉽고 더우기 이런 작업장에서는 일반적으로 기계설비 주위에 Space가 충분하지 않기 때문에 통로에 재료나 반제품을 두는 경우가 많다. 이러한 작업장은 공장의 Layout 자체를 처음부터 다시 하는 수밖에 없다.

Layout에 대하여 검토를 요하는 사항은 다음과 같다.

- ① 작업의 흐름에 따라 기계설비를 배치시켜 필요 없는 운반작업을 배제할 것

- ②작업자가 능률적으로 일할 수 있도록 기계의 배치, 기계나 가공품을 놓아둘 장소, 공구, 선반 등의 배치를 적절하게 함과 동시에 취급하는 재료, 제품, 공구 등의 크기, 기계의 운동범위 등을 생각하여 충분히 유의할 것
- ③안전한 통로를 설정하고, 또한 작업장소와 통로는 명확히 구분할 것
- ④재료, 제품, 공구 등을 놓아둘 곳을 충분히 확보할 것

- ⑤폭발성 물질을 취급하는 장치, 압력용기, 고속회전체, 고압전기설비 등 위험도가 높은 설비를 설치함에 있어서는 이상시 그 피해를 최소화 하도록 다른 기계·설비와의 위치관계를 적절히 설정할 것

▶▶▶▶ 화공안전

자연 발화성물질에 대해 상세히 기술하십시오.

자연발화(Spontaneous Ignition)라는 것은 “외부에서 아무런 착화원도 없는 상태에서 물질이 공기중의 상온에서 자연히 발열하고 그 열이 장기간 축적되어 마침내 발화점에 도달해서 연소를 일으키게 되는 현상”이라고 정의된다.

자연 발열을 일으키는 원인으로서는,

- ①산화열(불포화성 유지, 금속분말, 석탄분, 에보나이트가루, 고무가루)
- ②분해열(질화면, 셀룰로이드, 니트로글리세린)
- ③흡착열(활성탄)
- ④중합열(액화 시안화수소)
- ⑤발효열(건초)등이 있다.

이러한 산화, 분해 등에 의해 발생되는 반응열이 발열량보다 클 경우 축적되는 열의 양이 크고, 산화반응속도와 비례관계에 있는 공기와의 접촉면적이 큰 상태, 고온다습의 환경에서 자연발화는 일어난다.

그러나 황린과 같은 발화점 자체가 낮은 물질이 공기와 접촉하여 발화하거나 금속성물질이 물과 접촉하거나 또는 혼합위험성 물질이 서로 접촉하여 발화하는 현상은 이들의 발열이 비교적 급속해서 「장시간 축적된다」라고 하는 것이 아니므로 자연 발화라 부르지 않고 준자연발화라 하여 넓은 의미의 자연발화에 포함시킨다.

▶▶▶▶ 전기안전

연소의 이론을 설명하고 연소의 3가지 요소와 관련하여 소화방법을 설명하십시오.

1. 개요
발화현상은 어떤 물질이 미연소상태로부터 연소되는 상태를 말하며, 이 현상이 일어나기 위해서는 물질

과 에너지에 관한 특정조건, 즉 다음 3가지 조건(연소의 3요소)이 만족되어야 한다.

- ①산화되기 쉬운 물질(가연성물질)

대비 수험강좌

②산화성 물질(산소,공기)

③에너지 공급원(착화원)

2 연소의 3가지 요소

(1)가연물

가연물이란 산소와 반응시 발열에 의해서 연소가 계속되는 물질을 말한다. 일반적으로 산소와 반응하는 물질은 모두 가연물이라 하지만 발열반응을 하지 않는 물질은가연물이라하지 않는다.

② 산소공급원

연소시에는 공기중의 산소가 이용되고 있으며, 공기속에는 21%의 산소와 79%의 질소가 혼합하여 존재한다.그중 산소는다른 원소와 결합하기 쉬운기체로 존재한다.

③ 점화원(착화원)

물질이 연소하는데 필요한 에너지를 점화원이라고 여기에는 충격,마찰,전기불꽃,정전기,아크 등이 있다.

3 소화방법

연소의 3가지 요소인 가연물,산소공급원,점화원 중 1가지 요소만 없애면 소화할수있다.

(1)가연물의 제거

가연물을 완전히 제거하는 것이 제일 효과적인 방법이다.

② 산소공급원 차단

산소공급원을 차단하면 연소는 멈추고 산소가 적어지면 연소는 계속하기 어렵다.

③ 냉각에 의한 온도저하

연소시 발생하는 열이 연소를 계속하는데 필요한 열원으로 활동하는것을 막아준다.

④ 연속적 관계의 차단

연소의 계속은 잇달아분자가 활성화되어 산화반응을 계속함에 따라 진행되기 때문에 이것을 억제하면 연소가 중단된다.이것은 단독적으로 작용하는 것이 아니고복합적으로 작용한다.

▶▶▶▶ 건설안전

삼중 백화점 붕괴 원인 및 대책에 대한 의견을 기술하시오.

1 서론

철근 콘크리트 Rahmen 구조 형식인 백화점 용도의 건물이 붕괴되어 사고 원인을 추정하고 향후 이러한 사고가 발생되지 않도록 하기 위한 대책에 대하여 기술하고자한다.

2 본론

(1) 사고개요

지상 5층,지하 4층 건물의 옥상 슬래브가 무너지면

서 5층비다에 떨어져 하부층이 연쇄적으로 붕괴되었다.

② 구조물 파괴양상

①기둥 주위 뚫림 전단 파괴(Punching Shear Failure)

②휨파괴(Blending Failure)

③콘크리트와 철근의 정착 및 부착 파괴(Bording Failure)

④연쇄 붕괴(Progressive Collapse)

③ 붕괴 원인

① 설계 및 감리

- ㉠ 설계도서 작성 기간 부족 :세밀한 도서 작성에 필요한기간부족
- ㉡ 시공도면(Shop Drawing)미비 :철근,배근상세 등 Re-bar Schedule 결여
- ㉢ 잘못된 설계 변경 :시공의 일관성 결여
- ㉣ 설계도면과구조계산서의 불일치
- ㉤ 상주감리 부재

② 시공

- ㉦ 콘크리트 강도 :콘크리트 강도가 부족할 경우 전단강도도 부족하여 전단내력이 저하하여 콘크리트구조물의 전단파괴의 요인이 될 수 있고, 철근과의 부착력의 저하를 초래한다.
- ㉧ 철근의 이음 및 정착 :이음 및 정착 길이가 부족할 경우 설계상의 가정 조건인 강접합을 이루지 못하고 이음 및 정착 파괴의 요인이 된다.
- ㉨ 슬래브 상부 철근의 위치 불량 :상부 철근의 위치가 하부로 치질 경우(상부근 피복두께가 두꺼울 경우)휨내력 저하로 휨파괴의 요인이 된다.
- ㉩ 지판(Drop Panel)의 두께 부족 :기둥 주위의 전단 내력이 저하되어 전단 파괴의 원인이 될 수 있다.

③ 유지 관리

- ㉪ Over Load :설계하중 이상의 과다하중이 작용할 경우, 특히 부분적인 과다하중(Pattern Load)이 작용하게 되면 설계에서 고려되지 않은 2차 응력이 구조물에 작용하게 되어 파괴의 원인이 될 수 있다.
- ㉫ 용도 변경 :수영장,사우나,물탱크
- ㉬ 부분적인 보수 등 응급 조치 미흡

④ 방지 대책

① 설계 및 감리

- ㉠ 충분한 설계 기간 확보로 설계도서에 대한 충분한 검토
- ㉡ 정확한 시공도면 :Detailing의 도면화에 의한 시공에 반영
- ㉢ 설계 변경시 충분한 검토
- ㉣ 설계도면과계산서의 일치 여부 확인
- ㉤ 적정 시방서(Specification)의 작성
- ㉥ 감리 철저

② 시공

- ㉦ 강도 확보 :콘크리트 품질 관리 철저, 제조, 운반, 타설, 다짐, 양생의 단계별 품질 관리
- ㉧ 철근배근시 철근의 재질, 규격, 배근 간격, 배근 위치, 피복두께 등에 의하여 시공
- ㉨ 철근의 이음 및 정착 길이 확보
- ㉩ 구조체의 설계 치수 확보로 단면 부족에 따른 내력 저하 방지

③ 유지 관리

- ㉪ 설계하중 이상의 과하중 재하 방지
- ㉫ 용도 변경시 구조 검토

3 결론

향후 부실 시공의 방지를 위하여 설계, 시공, 유지·관리에 철저를 기하고 건설 관련법의 제정을 일원화 하며, 시공 단계는 물론 준공 후에도 일정 건물에 대하여는 구조 안전진단을 주기적으로 실시 대형 사고에 대한 대책 마련에 역점을 두어야 하겠다. 