

## 1. 크리프

- 크리프는 어떤 온도 이상에서 재료에 일정한 하중이 가해졌을 때 하중의 증가없이 시간의 경과에 따라 재료의 변형이 계속하여 증가하는 현상이다. 이 크리프 변형이 어느 시점에서 급속히 증가하여 파단에 이르는 파괴를 크리프 파괴라 한다.
- 금속재료뿐만 아니라 플라스틱, 고무, 심지어 콘크리트 와 같은 특정 비금속 재료에서도 발생되며 특히, 납과 같이 녹는점이 낮은 재료는 실온에서도 현저한 크리프 현상이 발생한다.
- 이런 부재들은 특정 온도 이상에서 일정한 하중이 가해지면 내부 응력은 변화가 없는 반면 변형이 계속해서 증가하는 거동을 나타낸다.
- 이런 크리프 현상은 물체의 파괴를 일으키는 중요 요인 중 하나이므로 상온에서 외부에서 받는 하중의 크기가 안전한 수준이라도 고온에서는 그 하중이 지속 유지 되면 변형이 시간에 비례하여 계속 증가하므로 파괴가 일어 날 수 있다.  
따라서 가스터빈이나 로켓 엔진과 같이 고온에서 운전되는 부품이나 조립체를 설계할 경우 구조물의 안전성을 확보하기 위해서 크리프를 반드시 고려해야 한다.
- 1차 크리프 : **천이** 크리프라고도 하며 초기의 순간적 변형으로 시간이 증가할수록 변형은 증가하지만 속도는 감소한다.
- 2차 크리프 : **정상**크리프라고도 하며 시간이 증가하더라도 변형이 일정한 구간이다.
- 3차 크리프 : **가속**크리프라고도 하며 변형속도가 가속되어 파단이 발생한다.
- ❖크리프 현상에 의해 변형이 일시적으로 증가해도, 일정 한계의 응력 이하에서는 변형이 그 이상 증가하지 않는다. 이와 같은 응력의 최댓값을 **크리프 한도**라고 한다
- ❖**크리프 저항의 중요 인자** (시간, 온도, 하중의 영향이 크다)
  - 재료의 용융온도가 높을수록, 재료 자체의 온도가 낮을수록, 재료에 작용하는 하중이 작을수록 크리프에 대한 저항성이 크다.
- ❖크리프 곡선에서 Y축은 변형률이다. 변형량이 아니다.

## 2. 피로파괴(취성파괴의 한 형태)

- 피로 : 금속 등의 재료가 항복강도보다 작은 응력을 반복적으로 받는 것
- 재료에 일정한 힘 또는 하중이 반복적으로 가해질 때 그 재료에 균열이 발생하고 성장하여 종국에는 그 재료가 파괴되는 현상으로 특히, 가해지는 응력이 탄성한도 이하일 경우에도 일어나며, 파괴에 이르기까지 인지할 수 있는 소성변형을 동반하지 않는 것이 특징이다. 실제 일반적이므로 기계 및 구조물의 대부분은 정도의 차이는 있으나 부하방향이 변동되는 하중을 받고있으므로 파괴의 대부분은 피로파괴와 직간접적으로 관계가 있는 경우가 보통이다.
- 예를들어 기계나 구조물 중 피스톤이나 커넥팅 로드 등과 같이 인장과 압축하중을 반복해서 받거나 진동을 받는 부분이 있는데 이러한 경우 그 부품은 그 부품의 항복강도 보다 훨씬 작은 응력에서도 파괴되는데, 이와 같은 현상을 재료가 피로를 일으켰다고 하며, 이렇게 파괴되는 현상을 피로파괴라 한다.
- 이런 피로한도는 철 금속과 알루미늄, 구리 등의 비철금속에서 뚜렷한 차이를 나타내는데 철 금속은 비철금속보다 뚜렷한 피로한도를 보이며 일반적으로 10의6승이나 7승 정도의 반복범위를 보인다.

### -피로파괴 3단계

- (1)균열생성 : 응력집중 등으로 균열이 형성
- (2)균열전파(성장) : 균열이 응력사이클마다 조금씩 전파
- (3)최종파괴 : 진전하던 균열이 임계크기에 도달하면 매우 빠르게 파손

### -피로파괴의 특징

- (1)반복되는 응력(진폭)이 정적 파괴응력보다 훨씬 낮은 값, 즉 항복점 또는 탄성한도 이하일 때에도 피로파괴가 일어난다.
- (2)피로수명, 즉 파괴될 때 까지의 응력 되풀이수는 응력 진폭의 크기에 의존하지만 어떤 응력진폭 이하에서는 무한히 반복해도 파괴되지 않는 피로한도(내구한도)가 존재한다.
- (3)응력진폭이 특히 큰 경우 또는 평균응력이 커서 피로변형을 동반하는 경우를 제외하면 일반적으로 피로파괴에서는 연성재료라 할지라도 거의 소성변형 없이 파괴가 일어난다.
- (4)피로에 의해 파단된 단면은 비취마크, 스트라이에이션 등의 특유의 특징이 있어, 이 피로 단면에서 파괴 원인을 어느정도 추측 할 수 있다.
- (5)피로파괴는 대부분 눈에 보이지 않고 서서히 진행되므로 자분탐상, 초음파 탐상 등의 비파괴시험이 주기적으로 시행되어야 한다.

-피로한도 : 피로시험 결과 무한히 반복되어도 파괴가 일어나지 않는 응력의 최댓값

-S-N 곡선 : 어떤 재료에 있어 응력과 하중의 반복횟수를 나타내는 선도

- ❖응력 진폭값 : 반복 응력의 최댓값과 최소값의 차를 절반으로 나눈 값.
- ❖보통 금속성 재료는  $10^6 \sim 10^7$  범위에서 피로한도가 나타나지만 알루미늄 같은 비철금속은 피로한도가 존재하지 않아 수평구역 없음. 따라서 어느 반복수를 기준으로 강도를 표현하는 시간강도 개념을 도입한다. 예를 들어 10<sup>7</sup>회 까지 파괴되지 않는 응력진폭이라는 의미에서 10<sup>7</sup>시간 강도라고도 표현한다.

**-균열전파 과정**

- (1)비치마크 : 균열 생성위치로부터 퍼져나가는 능선모양으로 육안으로 관찰 가능하며, 각각의 비치마크는 균열의 성장이 일어나는 기간을 의미(거시적 피로 측면)
- (2)스트라이에이션(Striation / 피로 줄무늬) : 피로 파괴(Fatigue Fracture)된 파면을 전자현미경으로 미시적 관찰을 할 때 보이는 줄무늬 모양. 줄무늬는 균열 침단의 진전거리를 나타낸다. (미시적인 피로 측면)
- ❖비치마크는 하중이 발생했다가 없어졌다가 하는 즉, 하중변동을 받을 경우 발생하며, 일반적으로 눈으로 볼 수 있는 모양이며, 반면에 스트라이에이션은 눈으로 볼 수 없으며, 한번의 부하 사이클에서 한 개의 명주실 모양으로 생성된다.
- ❖Striation : 부하의 반복에 따라 균열 선단의 둔화 및 날카로움이 반복되는 피로균열 진전 과정 모양의 흔적이다. 따라서 줄무늬의 간격은 원칙적으로 부하 1회에 반복된 균열의 진전량이며, 줄무늬 모양의 직각방향이 균열의 진전 방향이 된다. 또한 피로 파면에는 이와 유사한 다른 모양도 많이 발견되므로 주의 깊게 검토를 해야 한다.

**-피로한도를 저하시키는 인자 : 노치표부온압속**

- (1)노치효과 : 단면치수나 형상 등이 갑자기 변하는 것에 응력집중이 되고 피로한도가 급격히 저하된다.
- (2)치수효과 : 부재의 치수가 커지면 피로한도가 저하된다.
- (3)표면효과 : 부재의 표면 다듬질이 거칠면 피로한도가 저하된다.
- (4)부식효과 : 부재에 부식 발생시 피로한도가 저하된다.
- (5)온도효과 : 온도가 상승할수록 피로한도가 저하된다
- (6)압입효과 : 강압 끼워맞춤, 때려박음 등에 의해 피로한도가 저하된다.
- (7)속도효과 : 하중 반복속도가 빨라질수록 피로한도가 저하된다.

**-피로한도를 상승시키는 인자**

- (1)고주파 / 침탄 / 질화 열처리 등을 통한 강도와 강성 부여
- (2)롤링압연에 의한 강도와 강성 부여
- (3)샷피닝, 샌드블라스팅으로 표층부 압축잔류응력 발생시키고 내부응력 제거
- (4)전해연마, 래핑 등 표면을 매끄럽게 다듬질하여 표면 거칠기를 줄여 노치효과 감소
- (5)부식방지 등을 위한 표면처리
- ❖침탄법 : 주로 저탄소강의 표면에 탄소를 침투시켜 표면만 고탄소강으로 만드는 공정으로 표면은 강하게 내부는 무르게 하는 방법(고체/액체/가스침탄법) 탄소강은 탄소량이 많아 경도는 크지만 취성이 있어 충격에 약하다. 따라서 마멸과 충격을 동시에 받는 기어, 스프라켓 등에 사용
- ❖질화법 : 암모니아 가스와 같이 질소를 포함하고 있는 물질로 강의 표면을 경화시키는 방법(가스/염욕/이온질화법)



침탄법에 비해 높은 표면경도를 얻을 수 있으나 작업시간이 길고 탄소강은 거의 경화되지 않는다. 크랭크축, 피스톤 핀 등에 이용된다.

❖ 쇼트피닝 : 재료의 금속 표면에 강구(쇼트볼)를 고속으로 투사하여 금속 표면을 해머링 하는 일종의 냉간 가공. 쇼트볼이 금속 표면에 고속으로 충돌할 때 쇼트볼의 운동에너지가 순간적으로 재료 표면에 소성변형을 주고 요철을 형성하는데 이는 소형변형층을 형성시킨다. 이 요철로 늘어난 표면층은 원래 상태로 복귀하려는 잔류압축응력, 내부는 인장응력이 발생하여 상호 평형을 이루게 되며 이런 잔류압축응력이 사라질때까지 피로수명을 연장시킨다.

❖ 응력비 : 피로시험에서 하중의 한 주기에서의 최소응력을 최대응력으로 나눈 값으로 변동응력이 어느 영역에서 작용하는지 평가 할 수 있다.

응력비가 클수록, 평균응력 크기가 클수록 피로한도(피로수명)는 낮아진다.

인장응력은 양의 값로 압축 응력은 음의 값으로 간주한다.

(1)  $R = -1$  (상하부 진폭)

(2)  $-1 < R < 0$  (부분적 상하부 진폭)

(3)  $R = 0$  (상하부 한쪽영역 진폭)

(3)  $R > 0$  (부분적 상하부 한쪽영역 진폭)

❖ 응력집중 : 균일 단면에 축하중이 작용하면 응력은 그 단면에 균일하게 분포하는데 흠, 노치 등 불연속면이 있으면 그 단면에는 응력분포상태가 불규칙하고 국부적으로 큰 응력이 발생하는데 이를 응력집중이라 한다. 이때 최대응력과 평균응력의 비( $Q_{max} / Q_n$ )를 응력집중계수(형상계수)라 한다.

정하중일 때 취성재료 특히, 주물에서 많이 나타나고 반복하중이 계속되면 응력집중으로 피로균열이 많이 발생한다

### 3. 재료공학

-사용응력 / 허용응력 : 기계나 구조물에 사용되는 재료의 응력은 언제나 탄성한도 이하여야 하중을 제거했을 때 영구변형이 생기지 않는다. 기계의 운전이나 구조물의 작용이 실제적으로 안전한 범위 내에서 작용하고 있는 응력을 사용응력이라 하고, 재료를 사용하는데 있어 허용 할 수 있는 최대응력을 허용응력이라 하며, 사용응력은 허용응력보다 작아야 한다.

◆ **사용응력 ≤ 허용응력 ≤ 탄성한도**

-안전율 : 응력계산 및 재료 불균질, 가공불량 등의 부정확을 보충하고 이런 각 부분의 불충분한 안전율과 더불어 경제적 치수 결정에 중요한 요소로 다음과 같이 표시된다.

◆  $S = \text{최대응력} / \text{허용응력}$  (항복응력 / 허용응력)

안전율을 크게 하면 설계의 안전성은 증가하나 기계·구조물의 부피와 중량 증가하고 제조·설치가 어려워 지므로 최적 설계를 위해서 안전율은 안전성이 보장되는 한 가장 작게 잡아야 한다.

-안전율 선정시 고려사항 (재응계종 불사)

- (1)재료의 재질 및 균일성 등에 대한 신뢰도 (보통 연성재료, 인장하중 등은 신뢰)
- (2)응력 계산의 정확도 (형상 및 응력작용 상태가 단순한 것은 정확도 높다)
- (3)응력의 종류 및 성질 (여기에 따라 안전율을 다르게 적용한다)
- (4)불연속 부분 존재 (불연속 부분에는 노치효과 있어 안전율 크게 적용)
- (5)사용 중 예측하기 어려운 변화 가정 (마모, 부식, 열응력 등 고려 안전율 크게한다)

-연성을 나타내는 척도 : 연신율(신장율), 단면 수축율

#### 4. 응력-변형률 선도

-주로 연성재료를 규정된 시험편 치수로 가공한 후 축방향으로 당겨 끊어질 때까지의 변형과 이에 대응하는 하중과의 관계를 나타내는 곡선.

-주로 암슬러형 만능재료 시험기를 사용하며, 비례한도, 탄성한도, 상/하 항복점, 극한강도, 파괴강도 등을 측정 할 수 있다.

1)비례한도 : 응력과 변형률이 비례적으로 증가하는 최대 응력

2)탄성한도 : 재료에 가해진 하중을 제거하였을 때 변형이 완전히 없어지는 탄성변형의 최대 응력 이후 소성변형이 일어난다. (여기까지가 탄성영역)

3)상항복점 : 탄성한도를 지나 응력이 점차 감소해도 변형이 점점 커지다가 응력의 증가없이 급격히 변형이 일어나는 최대 응력 (여기이후 그래프 상승이전 까지가 소성영역)

4)하항복점 : 항복 중 불안정 상태를 계속하고 응력이 최저인 점. 강재의 항복강도를 의미 강재의 영구변형은 항복점이 분명하지 않은 경우 비례한도 기울기를 0.2% 오프셋하여 만나는 점을 항복강도로 한다.

5)극한강도(인장강도) : 재료의 변형이 끝나는 최대 응력 (그래프 상승이후 여기 까지가 경화영역)

6)파괴강도 : 변형이 멈추고 파괴되는 응력(극한강도 이후 여기 까지가 파괴영역)

-축의 법칙(영계수, 영률, 종탄성계수) : 비례한도 이내에서 응력과 변형률은 비례한다.

1)토마스 영은 재료의 강성을 측정하는데 변형률에 대한 응력의 비를 사용할 것을 제안했고 이 비를 영의 계수 혹은 탄성계수라고 하며, 이 비는 응력과 변형률 선도의 직선부분 기울기

2)푸아송의 비 : 종변형률과 횡변형률의 비(횡/종)

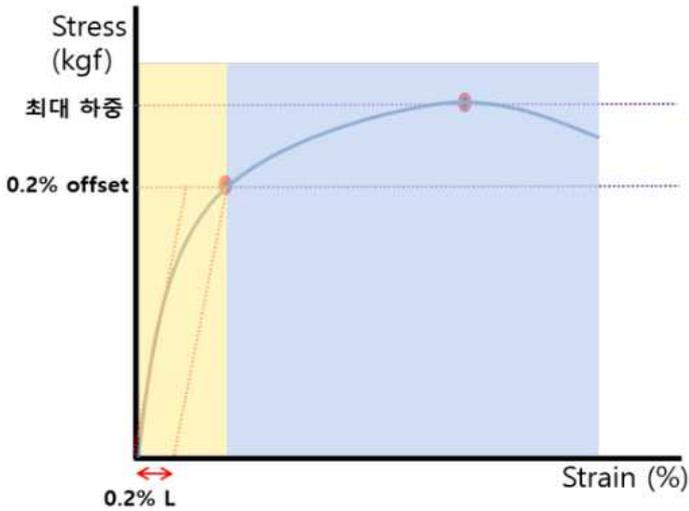
❖ **강도(Strength)** : 재료가 소성변형(항복,파단)에 저항하는 최대응력. 재료와 하중의 성질에 항복강도, 극한강도로 표기. 스틸이 알루미늄 보다 항복강도가 높다는 것은 스틸이 소성변형에 대한 저항이 크다는 의미

❖ **강성(Stiffness)** : 재료가 탄성변형에 저항하는 정도. 스틸이 알루미늄 보다 3배의 강성을 가진다는 의미는 동일한 응력에서 알루미늄이 3배의 변형을 갖는다는 의미

※같은 재료라도 강도와 강성은 형상, 길이 등의 조건에 따라 달라짐. 금속 봉과 스프링에 인장력이 가해지면 변형에 차이가 있음. 강성은 동일하지만 강도가 틀려가지 때문임.

❖ **경도(Hardness)** : 재료 표면의 손상에 저항하는 정도. 경도는 재료의 강도와 내후성과 관련있다. 재료의 소성변형은 표면부터 발생하기 때문이다.

-네킹 현상 : 인장응력이 최대가 되는 지점에서 시편의 단면이 급격히 작아지는 현상.  
 이때부터 공칭응력(하중/첫 단면적)은 감소하지만, 진응력(하중/실 단면적)은 증가한다



-0.2% off set 의미 : 항복점이 불확실한 재료에서 0.2%의 영구변형을 가지는 점을 말한다. 0점에서 선형으로 증가하는 직선 부분을 그대로 위로 연장하고, 재료의 인장 전 처음 길이 L에 0.2를 곱한 위치로 옮겨 그래프와 만나는 점의 값을 그 재료의 항복점으로 하는 방법이다. 항복점이 낮고 변형율이 큰 재료, 즉 활동 등의 항복점을 구할 때 적용하는 방법이다.

## 5. 하중의 종류

-기계, 구조물이 외부로부터 에너지를 받아 일할 때, 기계 및 구조물의 각 부분은 여러 가지 힘을 받는다. 이 힘을 외력이라 하고 기계나 구조물의 각 부분은 이런 외력을 견디고 변형을 일으키지 않아야 그 기능을 발휘한다.

이때 기계나 구조부에 작용하는 외력을 하중이라 하는데 하중의 종류는 하중의 작용방향, 분포상태, 작용시간 등에 따라 분류 할 수 있다.

-하중의 분류

### 1)작용방향에 따른 하중 분류 : 인압전급비

-축하중(인장 / 압축하중), 전단하중, 굽힘하중, 비틀림 하중

### 2)분포상태에 따른 하중 분류 : 집분경

-집중하중, 분포하중(균일분포하중 / 불균일분포하중), 경사분포하중

### 3)시간에 따른 하중 분류 : 정충이반교

-정하중 : 물체를 올려놓거나 매달았을때와 같이 정지해있고 변화하지 않는 하중, 또는 변화해도 아주 조금씩 증가하는 하중으로 크기, 방향, 속도가 일정

-동하중 : 비교적 짧은 시간에 변화하면서 작용하는 하중으로 크기, 방향, 속도가 수시로 변하는 하중. 충격/이동/반복/교번하중.

①충격하중 : 짧은 시간에 급격히 작용하는 하중

②이동하중 : 물체 위를 이동하면서 작용하는 하중

③반복하중 : 크기와 방향이 같은 일정한 하중이 반복되는 하중

③교번하중 : 크기와 방향이 변하면서 인장과 압축하중이 반복적으로 가해지는 하중

6. 파괴(Fracture)와 파손(Failure)의 차이

- 파괴 : 재료가 소성변형을 일으켜 균열이 생기고 이것이 진전되어 파단을 일으키는 것.
- 파손 : 연성재료가 어떤 변형을 일으켜 파괴에까지 이르지 않는 상태

## 7. 파괴형식의 분류

-파괴형식은 파괴될때까지의 소성변형 유무를 기준으로 분류한다.

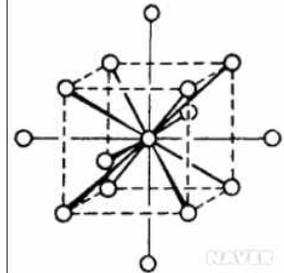
연성파괴를 안정파괴라 하고 취성파괴를 불안정파괴라 하고 더 위험하다.

**1)취성파괴(Brittle Fracture)** : 파괴에 이르기까지 큰 소성변형을 동반함 없이 균열이 발생하여 그 균열이 빠른 속도로 진전하여 불안정파괴를 일으키는 형식.

이론적으로 가장 잘 알려진 형식은 유리의 파괴이다. 금속재료 중에서는 강과 같은 체심입방격자(BCC) 구조를 갖는 금속이 저온에서 취성파괴를 일으킨다.

❖체심 입방 격자(Body Centered Cubic lattice ; BCC)

입방구의 각 꼭짓점과 입방체의 중심에 1개의 원자가 배열된 결정구조이다. 알칼리 금속의 결정과  $\alpha$ 철이 대표적이며 강도가 크고 용융점이 높으나 전성, 연성이 떨어진다.



**2)연성파괴(Ductile Fracture)** : 취성파괴와 비교시 비교적 균일한 큰 소성변형을 동반하는 파괴형식이다. 균열전파는 비교적 완만하고, 재료에 과대한 응력이 부과된 과하중 파괴라 할 수 있다. 연성이 있는 금속재료를 인장시험 할 때 일어나는 파괴가 대표적이다.

**3)피로파괴(Fatigue Fracture)** : 재료에 일정한 힘 또는 하중이 반복적으로 가해질 때 그 재료에 균열이 발생하고 성장하여 종국에는 그 재료가 파괴되는 현상으로 특히, 가해지는 응력이 탄성한도 이하일 경우에도 일어나며, 파괴에 이르기까지 인지할 수 있는 소성변형을 동반하지 않는 것이 특징이다. 실제 일반적이므로 기계 및 구조물의 대부분은 정도의 차이는 있으나 부하방향이 변동되는 하중을 받고있으므로 파괴의 대부분은 피로파괴와 직간접적으로 관계가 있는 경우가 보통이다.

**4)크리프파괴(Creep Fracture)** : 크리프는 어떤 온도 이상에서 재료에 일정한 하중이 가해졌을 때 하중의 증가없이 시간의 경과에 따라 재료의 변형이 계속하여 증가하는 현상이다. 이 크리프 변형이 어느 시점에서 급속히 증가하여 파단에 이르는 파괴를 크리프 파괴라 한다. 크리프는 변형 자체가 공학적으로 문제가 되는 특이점이 있으며, 대변형 후에 파괴가 일어난다는 점에서 연성파괴의 범주에 포함할 수도 있으나 파괴 메커니즘 측면에서 상이한 점이 많아 별도로 구분하는 것이 일반적이다.

❖크리프 : 온도가 용점의 40% 이상이고 일정한 하중을 받는 재료의 시간의존성 소성변형

❖연성파괴 : 초기네킹 → 동공형성 → 동공결합/균열형성 → 균열전파 → 파괴

**5)지연파괴(Delayed Fracture)** : 최근 많이 응급되는 환경에 기인한 파괴(Environment assisted fracture)에 해당한다. 거시적으로 볼 때 부재에 정적 하중이 작용하고 있고 그 크기가 항복점보다 훨씬 낮은 응력일지라도 장시간 부하될 경우 소성변형 없이 갑자기 취성적으로 파괴가 일어난다. 부재의 표면 또는 내부에 가스분자의 작용이 주 원인으로 최근 문제가 되고있는 수소 취성파괴, 응력부식파괴가 이 형식의 파괴이다.

8. 대표적인 경도(Hardness) 종류 및 특징 : 로브비 누쇼

- 로크웰 경도 : 강철 볼 또는 다이아몬드 4각추로 압입하여 압입 깊이로부터 경도를 결정하는 방법. 측정이 간단하고 빨라서 품질관리에 편리하게 이용 할 수 있다.
- 브리넬 경도 : 강철 볼 등으로 압입하여 압입 하중을 압입 자국 표면적으로 나눈 값
- 비커스 경도 : 다이아몬드 압입체로 압입하여 압입 하중을 압입 자국 표면적으로 나눈 값
- 누프 경도 : 매우 얇은 층 또는 미소 영역 경도를 측정하는 방법. 마름모꼴 압입체를 사용하고 압입 자국 표면적이 아닌 재료 표면상 단면적으로 경도를 구한다.
- 쇼어 경도 : 다이아몬드 팁을 가진 해머를 일정한 높이에서 시편 위에 떨어뜨려 튀어 오른 높이를 경도값으로 한다.

9. 바우싱거 효과 / 코트렐 효과

1) 바우싱거 효과 : 소성변형이 시작되는 항복응력을 낮추는 것 (**가공경화와 관련**)

- 하중을 부하해서 소성변형 시킨 후 제하하여 역방향으로 하중을 부하할 경우 소성변형이 시작되는 항복응력이 낮아지는 현상. 예를들어 어떤 재료에 한쪽 방향으로 하중을 부하하여 소성변형 시킨 후에 이어서 반대 방향으로 하중을 부하했을 경우 처음의 항복강도 보다 더 낮은 항복강도에서 소성변형이 발생하는 **가공경화**가 발생한다.
- 보통 전위가 이동하여 소성변형이 일어나게 되지만 전위가 어떤 장애물에 부딪치게 되면 그 장애물에 의해 전위의 운동이 저지되고 전위는 그 장애물 앞에 쌓이게 되는 **전위의 퇴적현상**이 일어난다. 이렇게 퇴적된 전위는 다가오는 전위에 대한 반발력 즉 운동방향의 반대방향으로 작용하는 **역응력**을 가지게 된다. 이 역응력은 전위가 역방향으로 운동하려 할때는 운동을 가속시키는 힘이 되고 그 만큼 전위운동에 필요한 외부 응력이 감소하게 된다. 이런 역응력의 존재가 바우싱거 효과의 원인이라는 것이 전위론이다.
- ❖ 전단응력을 통해 슬립면을 이동하던 전위(칼날전위 등)들이 결정입계에 맞닿아 결정입계를 극복할 수 없어 쌓이게 되는 Pile-up 현상이 발생한다. 이런 전위들의 집적은 내부에너지를 높여 불안정한 상태로 만든다. 그 결과 전위는 서로간의 응력장으로 밀어내려고 하는 성질을 가지게 되어 반대방향으로 응력이 가해 질 경우 더 쉽게 슬립되어 더 낮은 응력에서 항복현상이 발생해 소성변형이 일어난다.

2) 코트렐 효과

- 용질원자(불순물 원자)가 전위선에 가까이 당겨져 **전위를 고착시키는 효과**를 말한다. 즉, 전위가 안정화되어 외력을 가해도 잘 움직이지 않고 **비례한도 보다 큰 힘을 가해야** 소성변형이 시작되는 현상이다.
- 탄성영역은 1차함수 즉, 직선으로 나타나지만 항복점 이하 일부 구간에서는 약간의 곡선형태를 나타내는데 이는 코트렐 효과 때문이다. 그러나 이러한 코트렐 효과는 순수 철에서는 발생하지 않고 **탄소·질소 등의 합금강에서 발생한다.**
- 이렇게 코트렐 효과에 의해 고착된 전위가 **코트렐 효과 분위기에서 벗어나 움직이기 시작하는 응력이 상항복점**이며, 그 이후에는 낮은 응력에서도 전위가 운동하게 되어 큰 소성변형이 일어나는 것이 하항복점이다.

❖ 가공연화 :

- ❖ 스프링백 : 굽힘 가공을 할 때 힘을 제거하면 판의 탄성에 의해 탄성변형 부분이 본래 상태로 돌아가게 되어 굽힘의 각도와 반지름이 커지는 현상 (경도 높을수록,

## 10. PLC(Programmable Logic Controller)

-프로그램 가능한 논리 제어장치

-산업현장에서 자동제어 및 감시를 하기위한 제어장치로, 특정 조건에서 기기와 설비가 수행할 각 동작과 순서, 그리고 고장일 때의 처치 등을 제어장치에 입력 해두고, 각종 센서나 온도, 위치정보 등을 입력받아 이를 순차적으로 처리하고 그에 따른 출력으로 모터, 실린더, 밸브 등 다양한 설비를 제어한다.

-일반적인 PC에서 사용되는 프로그래밍 언어와는 다른 Ladder(래더) 프로그램을 사용하여 원하는 프로그램을 작성하며 각각의 입력과 출력이 그림으로 표현되어 동작에 대한 조건을 쉽게 확인할 수 있고, 직관적인 확인이 가능하다.

-기존 릴레이 제어반의 불편함(고장시 고장부품 찾기 어려움, 공장 라인이 길어지면 제어반 부피증가, 직접배선으로 인한 제품수명 짧음 등) 때문에 GM사에서 개발했다.

-PLC 구성(4종)

(1)CPU(중앙처리장치) : 마이크로프로세서 및 메모리를 중심으로 구성

(2)입출력부 : 외부 기기와의 신호를 연결

(3)전원부 : PLC 각 부에 전원 공급

(4)주변장치 : PLC 내의 메모리에 프로그램을 기록

-PLC 종류(3종)

(1)일체형(블록 타입) : 소형/저가, 통신 등 고기능 발휘 및 확장성 제한. 간단한 설비에 사용

(2)모듈형(조립 가능) : 중·대형, PLC 및 타 설비들과의 통신 및 확장성 양호

(3)세이프티 PLC : 설비의 안전을 담당하기 위해 사용하는 PLC로 라이트커튼, EMS스위치, 세이프트 도어 등 세이프티 설비에서 입력을 받아 한 개의 시그널이라도 잘못되어있을 경우 장치를 정지시키거나 작동시킬 수 없게 제어

-PLC 언어 국제표준(5종)

(1)래더 (2)니모닉 (3)Sequential Function Chart (4)Function Block Diagram (5)Structured Text

-PLC 릴레이 기능

(1)분기 기능 : 릴레이 코일 1개의 입력 신호에 대해 출력접점 수를 늘림

→ 신호 분기로 동시에 몇 개의 기기를 제어

(2)증폭 기능 : 릴레이 코일에 흐르는 전류를 ON-OFF 하여 출력접점 회로에서 큰 전류 개폐

(3)변환 기능 : 릴레이 코일부와 접점부는 전기적으로 분리되어 각각 다른 성질의 신호를 취급

(4)반전 기능 : 릴레이의 b 접점을 이용하면 입력이 OFF일 때 출력은 ON이 되고, 입력이 ON일 때 출력은 OFF가 되어 신호를 반전

(5)메모리 기능 : 릴레이는 자신의 PLC접점에 의해 입력상태 유지가 가능하여 동작 신호 기억

❖다른 기능 : Logic, Sequence, Timer, Counting, 연산기능 (LSTC연)

-PLC 장점 (확호 신 사 가 유 지)

- (1) 높은 신뢰성 : 오류가 적고, 산업현장의 다른 전자기계 등에서 발생하는 노이즈에 강하다.
- (2) 높은 확장(호환)성 : 다른 산업용 기기와 연결, 설계시 고려하지 못한 기기 등 추가 용이
- (3) 간편한 사용성 : 래더 프로그램 이용한 프로그램 수정·보완, 설비 멈추지 않고 프로그램 수정
- (4) 저렴한 가격 : 기존 릴레이 제어반 대비 가격 저렴(설비규모 커질수록 유리)
- (5) 용이한 유지/보수 : 조립 가능한 모듈타입이 있어 고장시 교체 등 용이

11. 라이트 커튼과 에어리어 센서 비교(인터넷)

구 분	라이트 커튼	에어리어 센서
목 적	사용자 안전을 위해 인체를 감지한 후 장비 정지를 목적으로 하는 센서	제품의 크기측정, 제품존재 유무 등의 단순 제품 감지
인증유무	공인기관 인증제품	판매를 위한 단순 인증
출력형태	ossd 안전출력	NPN, PNP, 통신, 아날로그 등 다양
LED 광원	안전규격에 맞는 광원 사용	제품 사이즈 측정에 문제없을 정도의 광원 사용

## 12. 기계의 공진

- 외부에서 유입되는 진동 주파수가 구조물의 고유진동수와 일치 또는 유사할 경우 시간의 경과에 따라 진동이 무한히 증폭되는 현상
- 원인 : 기계에서 발생하는 진동주파수 중에 부품 또는 구조물의 고유진동수와 일치하는 진동이 있을 때 발생. 이로 인해 과도한 소음, 진동이 발생하는데 이런 공진현상은 기계에 치명적인 고장을 유발
- 공진의 특성
  - (1)원심력에 의한 진동은 수평성분만 나타난다.
  - (2)작은 속도변화에도 진동특성은 급격히 감소한다. 따라서 공진속도만 회피하면 공진이 사라진다.
  - (3)수평과 수직방향의 속도변화가 다르다.
  - (4)진동의 크기에 관계없이 공진에 의한 진동은 점점 성장한다.
- 공진대책 : 설계단계에서 정밀한 진동분석을 통해 예상 가능한 진동특성을 파악하고 이를 설계에 반영해야 하는데 이를 공진회피설계라 한다.
  - ❖물체는 힘을 가하면 변형됐다가 힘이 없어지면 원래대로 돌아오려 한다. 물체에는 탄성이 있어 원래 형태로 돌아올 때까지 주기적으로 반복하며 움직이는데, 이것이 진동이다. 진동에는 자유진동과 강제진동이 있다. 자유진동은 어떤 물체가 일시적으로 충격을 받았을 때 일어난다. 자유진동이 일어나면 그 물체는 특정 진동수에 따라 진동하다가 서서히 멈춘다. 이 특정 진동수가 바로 물체의 고유진동수다. 고유진동수는 물체에 따라 다르다. 크기, 길이, 연결 상태 등 고유진동수를 다르게 하는 요소는 무수히 많다
  - ❖반면 강제진동은 어떤 물체에 주기적으로 외력을 주었을 때 일어나는 진동이다. 이때 물체는 외력이 일으키는 진동수에 따라 진동한다. 자유진동을 시켰을 때 물체가 진동하는 진동수(고유진동수)와 강제로 진동시켰을 때의 진동수가 똑같으면 공진 현상이 일어난다. 진동이 증폭되기 때문에 외력이 강하지 않아도 물체는 점점 더 크게 진동하게 된다. 반대로 진동수가 다르거나 엇박자로 진동하면 공진이 생기지 않고, 심지어는 진동이 상쇄되기도 한다.
- 공진의 위력을 강조하는 사례로 국내에서는 2011년 서울 테크노마트 진동사례와 미국의 타코마 다리 붕괴사례를 들 수 있는데 타코마다리 붕괴는 최근 플러터 현상에 의한 설이 설득을 얻고 있다. 플러터는 비행기 날개를 설계할 때 고려하는 현상으로 구조물과 공기의 흐름이 상호작용해 진동이 생기는 것을 말한다.
- 동조질량감쇠기와 같은 장치를 건물에 설치해 건물이 흔들릴 때 반대 방향으로 움직이게 해 주면 진동의 폭을 줄일 수 있다.

13. 용접

-피복제 역할 (질산이슬 용봉산)

- (1) 공기중의 산소나 질소의 침입을 방지하여 용융금속의 산화와 질화 방지
- (2) 이온화된 피복제 연소가스에 의해 전류가 끊어져도 계속 아크 발생, 안정된 아크 제공
- (3) 슬래그를 형성하여 용접부 급랭 방지
- (4) 용착금속에 필요한 원소를 제공하고 붕사·산화티탄 등을 사용시 용착금속 유동성을 향상

-피복제 종류

- (1) 아크안정제 (2) 가스발생제 (3) 슬래그생성제 (4) 탈산제 (5) 합금첨가제 (6) 고착제

-피복제 방식

- (1) 가스발생식 (2) 슬래그생성식 (3) 반가스식

-용접검사 및 시험

- (1) 파괴시험 : 인장강도시험, 굽힘시험, 경도시험, 충격시험, 피로시험, 화학/금속학적 시험
- (2) 비파괴시험 : 세부사항은 별도 비파괴시험 참조
  - ❖ 표면결함 검출 시험 : 외관검사, 침투탐상, 자분탐상, 와전류탐상
  - ❖ 내부결함 검출 : 초음파탐상, 방사선투과

-P번호(화용기성) : 용접 또는 용접후 열처리 등의 조건을 규정하기 위해 정한 재료의 분류번호로 모재의 화학성분, 용접성, 기계적 성질을 기준으로 모재를 집단으로 구분한 분류번호

-용접결함 (언더오기스슬용)

- (1) 언더컷 : 용접선 끝에 생긴 작은 홈
- (2) 오버랩 : 용융금속이 모재와 결합되어 모재위에 겹쳐진 상태
- (3) 기공(Blow Hole) : 용착금속에 남아있는 가스로 인해 생긴 기포
- (4) 스파터 : 용융금속이 모재에 튀어 묻은 것
- (5) 슬래그 혼입 : 녹은 피복제가 용착금속 표면에 떠 있거나 용착금속 속에 남아 있는 것
- (6) 용입불량 : 용융금속이 균일하지 않게 주입

-용접시 비산불티 특성

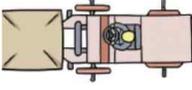
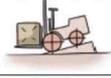
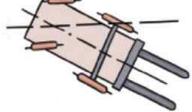
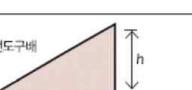
- (1) 용접·용단시 수 천개의 불티가 발생되어 비산
- (2) 비산불티는 1,600℃ 이상의 고온체다.
- (3) 발화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 0.3~3mm 정도이다.
- (4) 비산된 후 상당시간이 경과한 후에도 축열에 의해 화재를 일으키는 경향이 있다.
- (5) 비산불티는 풍향, 풍속에 따라 비산거리가 달라진다.
- (6) 가스용접시 산소압력, 절단속도, 절단방향에 따라 비산불티의 양과 크기가 달라진다.

14. 열처리 용어 (담뜨풀불)

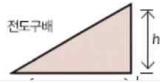
- 담금질(퀸칭) : 탄소강 경도를 증가시키기 위해 적당 온도까지 가열 후 급랭시키는 방법
- 뜨임(템퍼링) : 담금질강은 경도는 크지만 취약하므로 인성을 증가시키기 위해 적당 온도로 가열 후 냉각
- 풀림(어닐링) : 인장강도, 항복점, 연신율 등이 낮은 탄소강에 적당한 강도와 인성을 주기위해 높은 온도로 가열후 서랭. 또는 용접부에 생긴 잔류응력 등의 제거를 위해 재결정온도 이상으로 가열후 서랭
- 불림(노멀라이징) : 소성가공으로 제작된 강재의 내부응력을 제거하거나 결정조직을 표준화시키는 것

15. 지게차 안정도

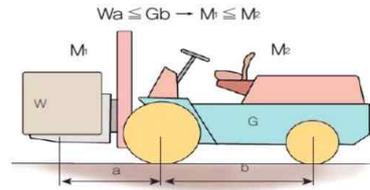
-지게차 안정도

안정도	지게차의 상태	
하역작업 시의 전·후 안정도 : 4% 이내 (5 이상 : 3.5%)		(위에서 본 경우) 
주행 시의 전·후 안정도 : 18% 이내		
하역작업시의 좌·우 안정도 : 6% 이내		(밑에서 본 경우) 
주행 시의 좌·우 안정도 (15+1.1V)% 이내, 최대 40% (V : 최고속도 km/h)		

$$\text{안정도} = \frac{h}{\theta} \times 100\%$$



지게차로 화물 인양 시 지게차 뒷바퀴가 들려서는 안됨.



- W : 포크중심에서의 화물의 중량(kg)
- G : 지게차 중심에서의 지게차 중량(kg)
- a : 앞바퀴에서 화물 중심까지의 최단거리(Cm)
- b : 앞바퀴에서 지게차 중심까지의 최단거리(Cm)
- 화물의 모멘트 :  $M_1 = W \times a$
- 지게차의 모멘트 :  $M_2 = G \times b$
- ※ 지게차로 화물 인양 시 지게차 뒷바퀴가 들려서는 안 된다.  
즉, 지게차의 모멘트( $M_2$ ) ≥ 화물의 모멘트( $M_1$ ) 이어야 한다.

-지게차 모멘트 값이 화물 모멘트 값 이상이어야 한다.

- ❖ 화물 모멘트 : 화물 중심에서의 화물의 중량 × 앞바퀴에서 화물 중심까지의 최단거리
- ❖ 지게차 모멘트 : 지게차 중심에서의 지게차 중량 × 앞바퀴에서 지게차 중심까지의 최단거리

16. 금속의 부식과 방지대책

-부식의 구분 : 화학작용에 의한 부식(Corrosion), 기계적 작용에 의한 부식(Erosion)

-부식의 종류 : 9가지 (전국 입찰전이 응극선)

(1)전면부식 : 동일 환경에서 서로 접해있는 금속표면이 시간 경과에 따라 균등하게 소모  
\*표면 전체에 걸친 부식으로 설비의 수명예측 가능

(2)국부부식 : 금속자체의 재질, 조직, 잔류응력 등에 의해 표면에 구상의 부식 발생

(3)이종금속 접촉에 의한 부식 : 각각의 전위차에 의해 전지를 형성, 양극 금속이 국부적 부식

(4)전식 : 외부 전원의 누설 전류에 의해 일어나는 부식. 지중 매설관, 철말뚝 국부 부식

(5)극간부식 : 금속간 또는 금속과 비금속간 틈새에 전해질 수용액 침투로 전위차에 의한 부식

(6)입계부식 : 금속 결정입자 간 경계에 발생하는 선택적 부식. 기계적 강도가 현저히 저하

(7)선택부식 : 합금성분 중 일부만 용해되어 부식이 힘든 성분만 남아 강도가 약한 다공상 재질을 형성하는 부식

(8)응력부식 : 잔류응력과 외부응력이 공존하여 급격하게 부식하거나 갈라지는 현상 발생

(9)찰과부식 : 입자가 접촉한 경계면에서 근소한 상대적 슬립이 일어나 발생한 부식

-부식의 원인 : (1)~(3)은 내적요인

(1)금속조직의 영향 : 일반적으로 단종합금이 다종합금 보다 내식성이 좋다

(2)가공의 영향 : 냉간가공은 금속표면 결정구조를 변형시켜 부식에 영향

(3)열처리 영향 : 풀림(어닐링), 불림(노멀라이징)은 조직 균일화, 잔류응력 제거로 내식성 향상

(4)물의 산도 : pH 이하의 산성 물은 금속의 피막을 용해하여 수소발생형 부식 발생

(5)용해성분 영향 : 산성 염기류는 부식성이 있고, 알칼리성 염기류는 부식 억제력이 있다.

(6)온도의 영향 : 80℃까지는 온도상승시 부식 증가, 비등점에서는 용존산소 부족으로 부식 감소

(6)응력의 영향 : 인장 및 압축 응력, 절곡 또는 용접 등에 의한 내부응력은 부식에 영향

(7)유속의 영향 : 유속이 빠르면 금속의 보호피막이 박리되어 부식 촉진

-부식 방지대책

(1)금속보다 이온화 경향이 큰 재료 즉, 아연 등의 피막제 생성

(2)금속 표면에 안정적인 산화물 생성

(3)동일 재질의 배관 사용, 배관내 온도가 50℃가 넘지 않도록 조정

(4)유속을 제어하여 초속 1.5m 이하로 제어

(5)저장탱크 등의 용존산소 제거

(6)탈산소제, pH조정제 등 부식방지제 사용

(7)여과·탈기법 등의 급수처리

17. 절삭 / 연삭 가공

-구성인선 : 연성이 큰 연강, 스테인레스강, 알루미늄 등을 절삭할 때 칩의 일부가 가공경화되어 공구 날 끝에 용착된 것

-구성인선 방지대책

- (1)공구의 경사각을 크게 한다.
- (2)절삭속도를 크게한다 (초속 2m, 분당 120m 이상에서는 구성인선 제거)
- (3)칩과 공구경사면의 마찰을 작게 한다.

\*공구 경사면을 매끄럽게 하고, 절삭유를 사용하여 윤활과 냉각, 마찰계수가 작은 초경합금공구를 사용

-구성인선 장단점

- (1)장점 : 절삭날을 보호하여 공구 수명 연장
- (2)단점 : 구성인선이 탈락될 때 공구날의 일부가 떨어져 나가 공구 수명 단축, 계획보다 절삭깊이가 깊게되어 치수정밀도가 나빠진다.

-절삭온도

- (1)고온절삭 : 절삭저항 감소(피삭성 향상), 구성인선 미발생으로 절삭면 우수. 공구수명 향상  
\*단점 : 열팽창으로 제품 치수정밀도 저하, 가열장치에 비용 소요. 힘들다
- (2)저온절삭 : 저온취성인 탄소강 등에서 절삭저항 감소, 절삭면 우수, 공구수명 향상  
\*단점 : 저온취성이 없는 스테인레스강, 알루미늄 등에서는 효과가 적다

-절삭유 사용목적 (냉방세윤) \*윤활유 기능은 마냉밀 방세윤 (64p)

- (1)냉각작용 : 공구와 일감을 냉각하여 날끝 경도·치수 정밀도 저하 방지
- (2)윤활작용 : 날끝과 절삭면 사이를 윤활, 날끝 마모 방지, 다듬면 깨끗하게 한다.
- (3)세척작용 : 칩 배출을 원활히 하고 잘삭작용을 쉽게한다.
- (4)방청작용 : 가공물 표면에 방청작용을 한다.

-칩브레이커

(1)필요성 : 절삭속도 증가로 장시간 연속절삭시 칩은 공구와 일감, 공작기계와 얼켜 작업자에게도 위험하고 가공물에도 흠집 등 악영향을 주며, 공구 날끝에도 치핑을 초래하며 절삭유제 유동을 방해하므로 절삭시 발생하는 긴 칩을 잘게 부서지게 하기위해 공구 경사면을 변형시키는 칩 브레이크 필요

(2)칩브레이커 사용목적 (영킴, 절 치 흠 칩)

\*공구, 가공물, 공작기계간의 영킴방지, 절삭유제 유동 향상, 치핑방지, 가공물 표면 흠집 방지, 효율적인 칩 제거 및 처리 가능

-절삭공구 마모의 종류 (크플칩온)

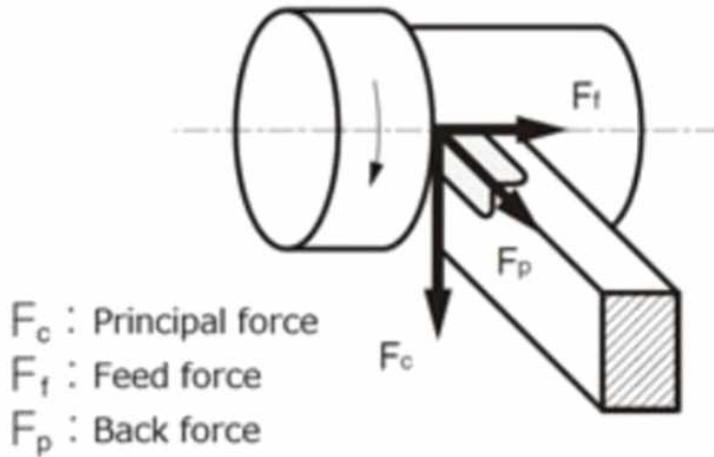
\*크레이터 마모 및 프랭크 마모(서서히 진행), 치핑(충격 받을 때), 온도파손(절삭속도 증가시)

## ★★ 절삭저항 3분력

절삭가공을 할 때 절삭공구는 가공물로부터 저항을 받게 된다.

이때의 힘을 절삭저항이라고 한다.

그리고 이 절삭저항의 각 방향에 대한 힘을 절삭저항의 3분력 (주분력, 배분력, 이송분력) 이라고 한다.



선반 가공에서 절삭저항 3분력

- ① 주분력 : 절삭물 회전방향 즉, 아래쪽으로 작용하는 힘
- ② 이송분력 : 절삭날이 움직이는 반대방향으로 작용하는 힘
- ③ 배분력 : 절삭날 반대방향으로 작용하는 힘

18. 기계설계

-너트의 풀림방지 : 결합용 나사의 리드각은 나사산면의 마찰각 보다 작게하여 자립 상태를 유지할 수 있도록 설계·제작되었으나 운전 중 진동과 충격에 의해 볼트 풀어짐 발생

-용접부는 가열냉각으로 재료가 취성화되어 실제 모재의 강도보다 저하

-베어링의 종류 : 접촉상태에 따라 슬라이딩/롤링, 하중방향에 따라 레이디얼/스러스트

(1)슬라이딩 베어링 : 베어링과 저널이 서로 **미끄럼 접촉**

(2)롤링 베어링 : 베어링과 저널 사이에 볼이나 롤러 의한 **구름 접촉**

**베어링의 종류**



구 분	미끄럼 베어링	구름베어링
마찰	유체마찰로 마찰계수가 크다	구름마찰이며 마찰계수가 작다
하중	스러스트, 레이디얼 하중을 1개의 베어링으로 받을 수 없다	두 개의 하중을 1개의 베어링으로 받는다. 충격하중으로 전동체(볼,롤러)와 내외륜의 접촉부에 자국이 생길수 있다
소음	정속	전동체, 궤도면 정밀도에 따라 소음이 생길 수 있다
호환성	규격 통일로 호환성 크다	규격 미통일로 호환성 작다
속도성능	저속에 유리	고속에 유리
수명	궤도면 반복응력으로 비교적 짧다	압력변동이 작고 수명 길다
설치	간단	내외륜 끼워맞춤에 주의 필요
윤활	윤활장치 필요, 윤활유 선택에 주의	그리스 윤활의 경우 윤활장치가 필요없다. 점도의 영향이 적다

(3)레이디얼 베어링 : 하중이 축에 수직방향으로 작용(보통의 베어링)

(4)스러스트 베어링 : 하중이 축 방향으로 작용(회전식탁 베어링을 상상)

(5)테이퍼 베어링 : 레이디얼 하중과 스러스트 하중을 동시에 받을 때 사용

**(6)마찰의 종류**

- ①건식(고체)마찰 : 접촉면에 윤활유가 없는 경우로 고체마찰이라고도 한다
- ②유체마찰 : 접촉면에 윤활유가 강한 유막을 형성하여 접촉면이 직접 접촉하지 않고 유막을 사이에 두고 마찰을 하는 형태
- ③경계마찰 : 위 두 마찰의 중간상태로 접촉면 사이의 유막이 아주 얇은 경우의 마찰상태

**(7)윤활의 종류**

- ①완전 윤활 : 유체마찰로 이뤄지는 윤활상태
- ②불완전 윤활 : 유체마찰상태에서 유막이 약해지면서 마찰이 급격히 증가하기 시작하는 경계윤활상태로 경계윤활 이라고도 한다

-기어전동장치

(1)백래시 : 한쌍의 기어 이가 물렸을 때 이의 뒷면에 생기는 간격(공간)

❖윤활유의 유막두께, 기어치수 오차, 열팽창, 부하에 의한 이의 변형 등을 고려하여 준다

-로프 / 체인 전동의 장단점

구 분	로 프	체 인
장 점	-큰 동력 전달에 유리 -장거리 동력전달 가능 -벨트에 비해 미끄럼이 적다 -고속운전에 적합	-큰 동력 전달 가능 -미끄럼 없어 일정 속도비 얻기 가능 -어느정도 충격흡수 가능 -유지 및 수리 용이
단 점	-장치가 복잡 -조정이 어렵고 절단시 수리 제한 -미끄럼 적으나 동력전달 불확실	-축간 거리가 짧다 - <b>고속회전에 부적합</b> -진동과 소음 발생

19. 신뢰성(신뢰성 공학) : 미국방성 표준에서 기원

-신뢰성 공학(Reliability engineering) : 부품이나 기기 또는 시스템 등의 기능의 시간적 안정성(고장, 열화가 적은 성질) 즉 수명을, 또는 넓게는 보전성(보수·정비가 쉬운 성질) 까지도 취급하는 공학

-제품에 고장이 왜 생기는지를 과학적으로 해명하고 그것을 기초로 고장을 없애려는 기술

-신뢰성 : 어떤 시스템, 장치가 정해진 사용조건에서 의도하는 기간 동안 만족하게 동작하는 시간적 안정성(성질)을 말한다.

❖신뢰성을 정의하는 3가지 키워드 : 기능, 환경(조건), 시간(수명)

❖신뢰성 평가척도(5가지) : ①신뢰도 ②고장률 ③BP수명 ④평균수명 ⑤안전계수

\*고장률( $\lambda$ ) : 고장건수/전체사용시간 → 역수는 수명

\*Bp수명 : 평균수명 문제로 보쉬사가 만든 척도. 전체 제품 중 p-percentile만큼 제품이 고장 나는 시점을 의미. B1이면 전체 제품 중 1%가 고장나는 시점 의미.

Bp수명은 제품 보증기간 정할 때 등 사용

\*평균수명 : MTF(평균 고장시간) / MTBF(평균 고장간격) / MTR(평균 수리시간)

-RAMS : Reliability(신뢰성), Availability(가용성), Maintainability(유지보수성), Safety(안전성)

-신뢰도 : 신뢰성 척도 중 하나로 신뢰성을 정량적으로 표현하기 위해 0부터 1까지로 표현되는 확률값으로 표현된다.

(시스템 혹은 부품이 작동을 시작하여 그 시점까지 고장나지 않고 작동될 확률)

-고장 : 사전적 정의는 기대 또는 요구수준에 미치지 못하는 것

❖공학적 정의 : 공장, 제조된 제품, 공정, 재료 또는 서비스가 노화되거나 의도된 기능을 효과적으로 수행 할 수 없게 하는 사건이나 조건

-품질은 공장 내부 문제(불량/양품) → 출고 이후는 신뢰성(고장(시장품질)/정상)의 문제

❖아예 작동 안되면 hard failure, 열화/노후에 따른 고장은 soft failure

-고장의 영향 : 불편 → 부상 → 재앙. 따라서 최근에는 고장 피해보상을 생산자에게 요구

❖제조물 책임법, 보증제도의 법제화

-품질과 신뢰성

(1)품질관리 : 제품이 완성되는 시점까지를 중요시. 작업자 실수, 사용부품, 재료 등의 불량을 줄이는 데 중점

(2)신뢰성관리 : 제품이 사용자에게 인도된 후 기대하는 사용기간에 만족하는 것에 중점을 두는 것으로서 **설계의 질 향상이 목적**

❖시험이나 현지에서 실제 사용 데이터를 토대로 제품이 언제 고장나는가의 원인을 분석하고 사전에 시스템 공학적인 설계를 중심으로 **시간적 품질 보증**을 목표로 함

## 20. 제조물 책임법

- ❖ 제조물의 결함으로 발생한 손해에 대한 제조업자 등의 손해배상책임을 규정함으로써 피해자 보호를 도모하고 국민생활의 안전 향상과 국민경제의 건전한 발전에 이바지함을 목적으로 한다.
- ① 제조상의 결함이란 제조업자가 제조물에 대해 제조상·가공상의 주의의무를 이행하였는지에 관계없이 제조물이 원래 의도한 설계와 다르게 제조·가공됨으로써 안전하지 못하게 된 경우를 말한다.
- ② 설계상의 결함이란 제조업자가 합리적인 대체설계를 채용하였더라면 피해나 위험을 줄이거나 피할 수 있었음에도 대체설계를 채용하지 않아 해당 제조물이 안전하지 못하게 된 경우를 말한다.
- ③ 표시상의 결함이란 제조업자가 합리적인 설명·지시·경고 또는 그 밖의 표시를 하였더라면 해당 제조물에 의하여 발생할 수 있는 피해나 위험을 줄이거나 피할 수 있었음에도 이를 하지 아니한 경우를 말한다.

## [건설장비] 알아두면 좋은 와이어 로프 상식 - 구조

 아나고 · 2020. 11. 10. 22:41

URL 복사

이웃추가

⋮

### 와이어 로프 구조

와이어 로프(Wire rope)의 기본적인 구조는 코어(Core)와 스트랜드(Strands)로 나누어진다. 그리고, 철사로 만들어진 소선(Wire)이 여러 가닥 모여서 꼬인 것이 스트랜드이다. 중심이라고도 불리는 코어는 섬유로 만들어지는 경우와 철선으로 만들어지는 경우가 있는데, 섬유심(Fiber core)과 철심이라고 부른다. 섬유심은 마심으로도 불리며, 철심은 IWRC (Independent Wire Rope Core)와 스트랜드 코어 두 가지가 있다. 와이어 로프에 작용하는 하중의 대부분을 스트랜드가 담당한다. 섬유심은 스트랜드가 전체 하중을 담당하고 코어는 하중을 받지 못한다. 철심은 스트랜드가 약 90%, 중심이 약 10%의 하중을 분담한다.

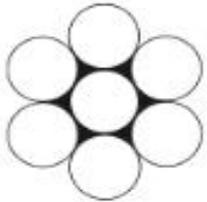
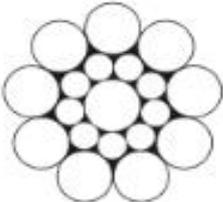
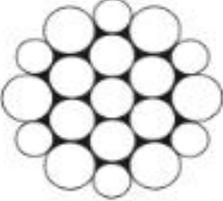
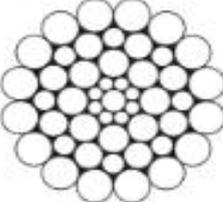


와이어 로프 구조

로프를 구성하기 위해 사용된 소선의 수와 스트랜드의 수 및 소선 굵기 단면 모양, 꼬인 방향 등 다양한 요소가 결합되어 각기 다른 특성을 가진 로프가 만들어진다. 로프의 설계는 오랜 역사를 거치면서 원하는 성능을 얻기 위하여 개발되어 왔으며, 현재 사용되는 와이어 로프 설계는 그 결과로 얻어진 것들이다. 유연성을 얻기 위해서는 가는 소선이 여러 가닥 사용하고, 철심보다는 섬유심을 사용한다. 내마모성을 높이기 위해서 로프의 꼬임 설계를 최적화시킨다.

-필러션 : 와이어로프에 유연성과 내굽힘피로성과 내마모성을 주고 또 와이어로프의 모양이 망가지는 것을 방지하기 위해 와이어로프의 외층 소선수를 내층 소선수의 2배로 해서 외층과 내층 극간에 내층과 같은 수를 짜 넣어진 가는 선을 말한다.

스트랜드의 기본적인 구성은 아래 표와 같다. 이 구성이 조합되어 사용된다.

스트랜드 구성 (Strand Construction)	구성의 특성
Single Layer	
	1개의 중심에 6개의 소선이 1개 층 (Layer) 둘러싸고 있는 형태로서, 소선들은 같은 굵기를 가진다. 가장 흔하게 사용된다.
Seale	
	중심을 2개 층의 소선이 둘러싼다. 각 층에 들어있는 소선의 수는 같으며, 같은 층에 들어있는 소선들의 직경은 같다. 직경이 작은 내층의 소선은 직경이 큰 외층의 소선 사이의 골(Valley)에 들어가는 구조이다. (예) 19 Seale (1-9-9)
Filler Wire	
	중심을 2개 층의 소선이 둘러싸는데, 소선들의 직경이 같다. 외층의 소선 개수는 내층의 2 배이다. 직경이 가는 필러(Filler wire)가 내층의 골과 외층의 골 사이의 간격을 메운다. 따라서 필러의 수는 내층의 소선 수와 같다. (예) 25 Filler Wire (1-6-6f-12)
Warrington	
	중심을 2개 층의 소선이 둘러싸는데, 내층의 소선들은 같은 직경을 가진다. 외층의 소선들은 2 가지 다른 직경을 갖는데, 크고 작은 직경이 번갈아가며 내층을 싸고 있다. 큰 직경의 소선이 내층의 소선 사이 골에 들어가고, 작은 직경의 소선이 내층 소선의 산(Crown) 위에 올라간다. (예) 19 Warrington [1-6-(6+6)]
Combined Patterns	
	이상의 스트랜드 구조를 2 가지 이상 복합적으로 사용하는 구조. 그림의 사례는 내부의 2개 층에서 Seale 구조를 갖고 있고, 3번째 층은 Warrington 구조이며, 외층인 4번째 층은 Seale 구조이다. (예) 49 Seale Warrington Seale [1-8-8-(8+8)-16]

## 중심 (Core)

중심은 주변을 둘러싸고 있는 스트랜드를 지지하고 있는 역할을 한다. 섬유심과 철심으로 나뉜다. 섬유심은 삼이나 마닐라 같은 질긴 섬유 재질로 만들어, 스트랜드 간의 마찰을 줄이기 위한 윤활유를 품고 있으며, 충격을 흡수하는 역할을 한다. 섬유심은 철심 대비 유연성에서 장점이 있다. 철심은 IWRC와 스트랜드 코어로 나뉘는데, IWRC는 별도의 와이어 로프를 중심으로 사용하는 경우로서, 단면 형태와 직선을 잘 유지하는 장점이 있고, 특히 열에 강하다. 스트랜드 코어는 같은 스트랜드를 중심으로 사용하는 경우로서, 섬유심 대비 강도 증가는 증가하지만 유연성은 떨어지며, 널리 사용되진 않는다.

## 등급 (Grade)

소선의 공칭 인장강도 차이로 로프 등급을 구분한다. 각 나라 별로 다른 규격을 사용하는데, 우리나라는 KS D 3514에 따라, E종, G종, A종, B종, C종, D종으로 구분한다. 일본은 우리나라와 거의 같은 기준을 사용한다. 미국에서 주로 사용하는 API 9 A 기준과 국제규격 ISO 2408에 따른 등급은 아래의 그림을 참조한다.

**표 2 — 파단 하중에 의한 구분**

종별	적요
E종(1 320 N/mm <sup>2</sup> 급)	비도금 및 도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
G종(1 470 N/mm <sup>2</sup> 급)	도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
A종(1 620 N/mm <sup>2</sup> 급)	비도금 및 도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
B종(1 770 N/mm <sup>2</sup> 급)	비도금 및 도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
C종(1 960 N/mm <sup>2</sup> 급)	비도금
D종(2 160 N/mm <sup>2</sup> 급)	비도금
<b>비고</b> 표 2의 ( ) 안에 표시한 수치는 부표 1 ~ 부표 18에 나타낸 로프 파단 하중의 산출 기초라고 생각되는 소선의 공칭 인장 강도를 나타낸다.	

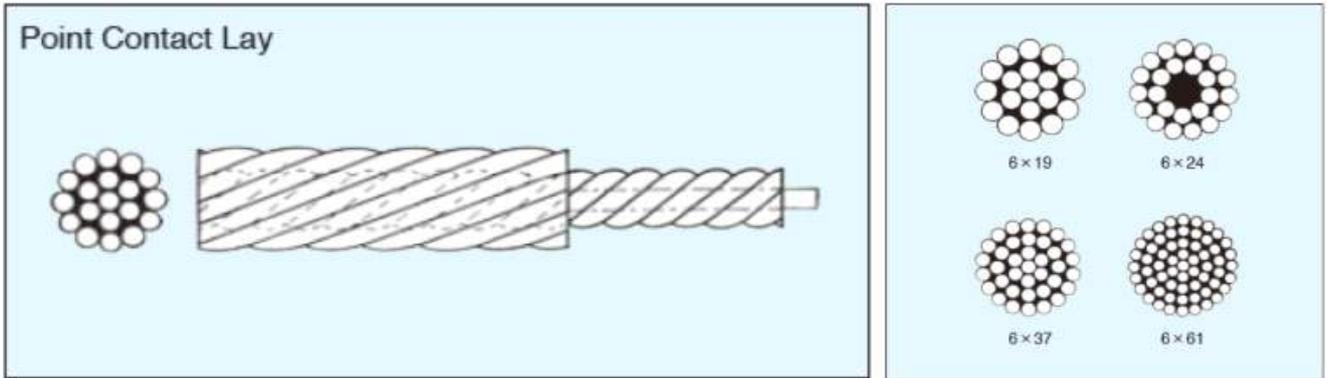
KS D 3514 발췌

## 소선의 코팅(Coating)

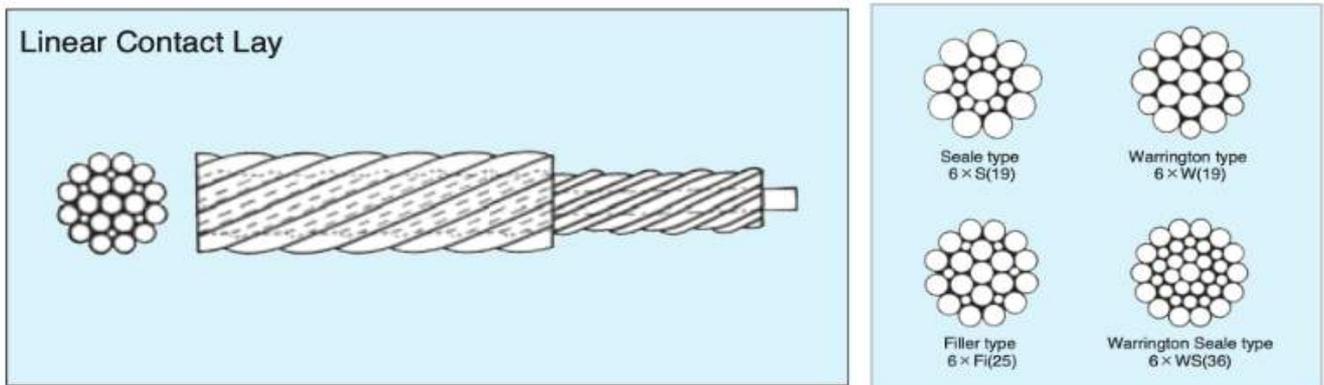
소선은 비도금선과 도금선으로 나눌 수 있는데, 도금선은 아연 도금을 통하여 코팅 막을 형성함으로써 산화를 방지한다. 국내에서 생산하는 도금선은 전기도금이 아닌 용융도금을 사용하며, 용융도금선은 비도금선과 같은 파단 강도를 갖는 것으로 알고 있다.

## 스트랜드에서 소선의 꼬임 - 교차연/평행연

하나의 스트랜드는 최소 7개부터 수십 개의 소선을 한 개 층 또는 여러 개 층으로 꼬아서 만든다. 2 개 층 이상인 경우에는 소선이 꼬이는 형태를 교차연(Cross lay, 일반연으로도 불림)과 평행연(Parallel lay)의 2 가지로 분류한다.



교차연의 꼬임과 대표적인 교차연 스트랜드 구성 사례

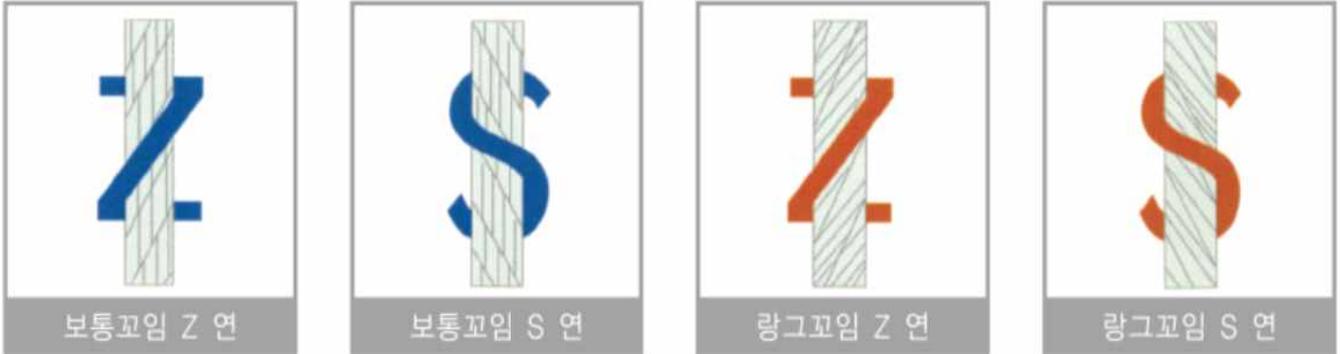


평행연의 꼬임과 대표적인 평행연 스트랜드 구성 사례

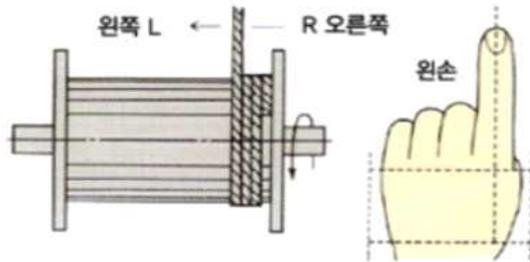
교차연은 각 층의 꼬임 길이가 서로 달라서, 층 간의 소선이 점 접촉을 한다. 층 간의 접촉이 작아서 소선들이 서로 잘 미끄러지므로 로프의 유연성이 증가하지만, 접촉점에 응력이 집중되어 단선 위험이 높다. 유연성 때문에 슬링에 사용하기 좋다. 평행연은 모든 층의 한 꼬임 길이(Pitch)가 같도록 꼬아서, 소선들이 서로 평행하여 소선간의 접촉은 선 접촉이 된다. 소선 사이의 접촉이 긴 길이로 유지되므로 소선 간의 마모와 형태 변형(Crushing)이 적다. 교차연 대비 뻣뻣하지만, 굴곡에 의한 피로(Fatigue)가 적은 특성이 있고, 같은 직경의 교차연 대비 유효 단면적(Metallic Area)가 커서 절단 하중이 상대적으로 크다.

## 스트랜드의 꼬임 방향과 소선의 꼬임 방향 - 보통꼬임/랭꼬임

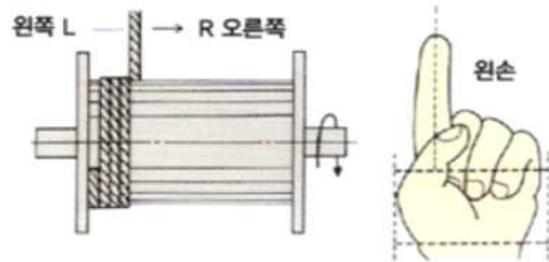
스트랜드 안에서 소선의 꼬임 방향이 스트랜드와 같은 방향으로 꼬이면 랭꼬임(랑그꼬임, Lang lay)와 보통꼬임(Regular lay, Ordinary lay)이라고 한다. 꼬임의 방향이 중요한 이유는 꼬임 방향에 따라 로프의 특성이 달라지며, 특히 드럼에 감을 때 감는 방향을 꼬임에 맞춰야 되기 때문이다. 보통꼬임은 로프 표면에 보이는 소선의 방향이 로프 방향과 거의 일치하는 반면, 랭꼬임은 로프 방향과 소선의 방향이 많이 틀어져 보인다.



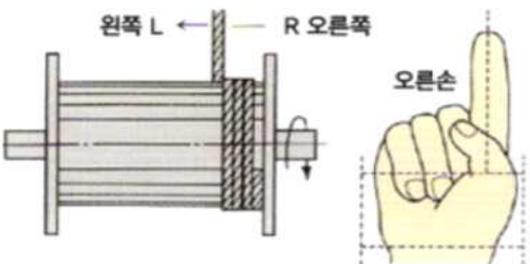
구분	특성
보통꼬임 (Regular Lay)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 로프의 연방향과 스트랜드의 연방향이 서로 반대이다.</li> <li>2. 랭그연에 비해 하중이 걸렸을 때 자전에 대한 저항이 크다.</li> <li>3. 랭그연에 비해 로프 표면의 소선과 외부와의 접촉길이가 짧아 마모에 의한 영향이 크므로 랭그연에 비해 로프 내구성 면에서 약간 뒤진다.</li> <li>4. 랭그연에 비해 자전이나 형태파괴에 대한 저항이 크고 취급이 용이하여, 전반에 걸쳐 광범위하게 많이 사용된다.</li> </ol>
랑그꼬임 (Langs Lay)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 로프의 연방향과 스트랜드의 연방향이 동일하다.</li> <li>2. 로프 표면의 소선과 외부와의 접촉길이가 길어 마모에 의한 손상이 작아 보통연 보다 내구성에서 다소 유리하다.</li> <li>3. 소선이 로프 중심축과 이루는 각도가 보통연 보다 커서 유연성이 높다.</li> <li>4. 스트랜드가 서로 자연히 엉겨붙는 방향과 반대로 꼬여진 부자연스러운 꼬임방법 이므로 꼬임이 단단하지 못해 풀리기 쉬우며, 스트랜드 사이에 틈이 생기기도 하고, Kink가 발생하기 쉽다.</li> <li>5. 식도용 및 광업용 등에 한정적으로 사용된다.</li> </ol>



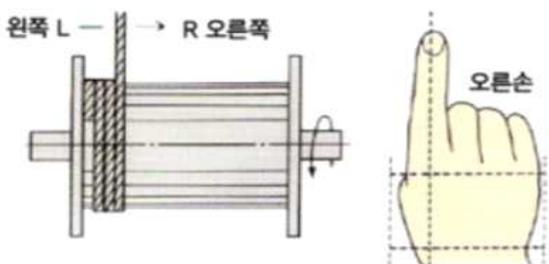
S 꼬임 (위로 감을때)



S 꼬임 (아래로 감을때)



Z 꼬임 (아래로 감을때)



Z 꼬임 (위로 감을때)

꼬임 방향에 따른 드럼 권취 방향



B : 로프지름의 20배  
 C : 로프지름의 5배



E : 50mm이하 - 로프지름의 40배  
 50mm초과 - 로프지름의 50배



D : 로프지름의 약 18배



D : 로프지름의 약 20배

아이 스플라이스 가공 (photo: KOSHA)

- ❖ 비자전로프 : 자전성을 감소시키기 위해 스트랜드를 2층 이상으로 하여 각 스트랜드마다 꼬임을 다르게 한 와이어 로프. 스파이럴로프, 다층연 로프 등
- \* 자전성 : 장력을 가했을 때 로프 축을 중심으로 로프가 풀리는 방향으로 회전하려는 성질

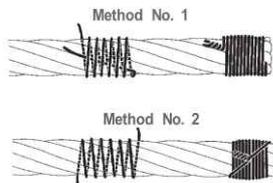
**종류**

와이어로프 종류는 구성, 소선접촉상태, 스트랜드 개수, 꼬는 방법 등에 따라 구분 할 수 있다.

구분	명칭
구성에 따른 분류	<b>명칭 스트랜드 로프</b> 스트랜드 여러가닥을 1층 또는 여러층으로 꼬은 로프로 일반적인 와이어 로프를 말한다.
	<b>대표구성</b> 6X37, 6XWS36
구성에 따른 분류	<b>명칭 스파이럴 로프 (Spiral Rope)</b> 심선의 둘레에 소선을 1층 또는 여러층으로 꼬아서 합친 하나의 스트랜드로 된 로프를 말한다.
	<b>대표구성</b> 1X19, 1X37
소선 접촉상태에 따른 분류	<b>명칭 일반연(교차연) 로프 (점 접촉 로프)</b> 스트랜드 내의 소선을 각 층별로 다른 꼬임 길이로 꼬아 각 층별 소선이 서로 교차하여 점 접촉의 형태를 이루도록 제조한 로프를 말한다.
	<b>대표구성</b> 6X19, 6X37
	<b>명칭 평행연 로프 (선 접촉 로프)</b> 스트랜드 내의 소선을 각 층별로 같은 꼬임 길이 즉, 평행으로 꼬아 각 층의 소선이 선 접촉의 형태를 이루도록 제조한 로프를 말한다.
	<b>대표구성</b> 6XS19, 6XW19, 6XF25, 6XWS36
	<b>명칭 면 접촉 로프</b> 평행연 로프에 인위적으로 가공(Swaging 및 Compacting)하여 외측 소선간이 면 접촉의 형태를 이루도록 한 로프를 말한다.
	<b>대표구성</b> 6XPWS36 (Compact)

## 와이어 로프 압수

### 와이어 로프의 적절한 시징 및 절단



적절한 고정 및 절단 작업을 수행하는 것은 어렵지 않으며 와이어 로프가 사용자의 성능 기대치를 충족할 수 있도록 합니다. 절단할 위치의 양쪽에 적절한 시징을 적용해야 합니다. 와이어 로프의 경우 부주의하거나 부적절하게 잡은 끝 부분이 뒤틀리고 납작해지며 가닥이 느슨해질 수 있습니다. 결과적으로 로프가 작동될 때 가닥에 고르지 않은 하중 분포가 있을 수 있습니다. 로프의 수명을 현저히 단축시키는 상태.

다음 압류 방법 중 하나가 허용됩니다. 방법 1은 일반적으로 직경이 1인치 이상인 와이어 로프에 사용됩니다. 방법 2는 1인치 이하의 로프에 적용됩니다.

**방법 1:** 두 가닥 사이의 골짜기에 고정 와이어의 한쪽 끝을 놓습니다. 그런 다음 긴 끝을 로프에 직각으로 돌리고 적절한 길이의 고정이 적용될 때까지 와이어를 자체 및 로프 위로 단단히 조입니다. 와이어의 두 끝을 함께 비틀고 당기고 비틀면서 시징을 단단히 잡아 당깁니다.

**방법 2:** 고정 와이어의 두 끝을 함께 비틀고 적절한 조임이 얻어질 때까지 번갈아 비틀고 당깁니다.

**시징 와이어.** 시징 와이어는 부드럽거나 풀린 와이어 또는 스트랜드여야 합니다. 압류 와이어 직경과 압류 길이는 와이어 로프의 직경에 따라 달라집니다. 압류의 길이는 압수되는 로프의 직경보다 작아서는 안 됩니다.

특히 회전 방지 로프에서 절단 및 설치 시 적절한 끝단 고정이 중요합니다. 간단한 예방 조치를 준수하지 않으면 코어가 미끄러지고 가닥이 느슨해져 심각한 로프 손상이 발생할 수 있습니다. 확립된 지침은 아래 표("권장 와이어 직경")를 참조하십시오. 코어 돌출이 외부 스트랜드 너머로 발생하거나 외부 스트랜드 내에서 코어 수축이 발생하는 경우 코어 및 외부 스트랜드 모두를 적절하게 고정할 수 있도록 로프 풀리시를 절단합니다.

## 22. 보일러 관련

- priming** : 이상 증발 현상의 하나로서 보일러 부하를 급증했을 때, 보일러 수위가 너무 높아졌을 때, 보일러 청정제를 한꺼번에 다량 투입했을 때 등에 있어서 보일러 속의 수면으로부터 격렬하게 증발하는 증기와 동반하여 보일러수가 물보라처럼 비상하여, 가는 입자의 물방울로 되어 다량이 날라나오며 증기와 함께 보일러 밖으로 송출되는 현상. 프라이밍이 발생하면 증기 속에 물방울이 다량 포함되기 때문에 보일러수 속의 불순물도 동시에 송출됨으로써 수격 현상을 초래한다거나, 증기 배관이 오염된다거나, 과열기가 있는 보일러에서는 과열기의 오손 · 과열 증기의 과열도 저하 등 많은 문제를 유발한다. [네이버 지식백과]
- foaming** : 보일러수 속의 유지(油脂)류, 용해 고형물, 부유물 등의 농도가 높아지면 드럼 수면에 거품이 발생하고, 또한 거품이 증가하여 드럼의 기실(氣室)에 전체로 확대되는 현상으로서, 증기에 수분이 혼입하여 캐리오버하게 된다. [네이버 지식백과]
- Carry over** : 보일러수 속의 용해 고형물이나 현탁 고형물이 증기에 섞여 보일러 밖으로 튀어 나가는 현상. 포밍, 프라이밍 등의 이상 증발이 발생하면, 결과적으로 캐리오버가 일어난다. 캐리오버는 실리카만이 튀어나가는 실리카의 선택적 캐리오버와 기계적 캐리오버로 나누어진다. 포화 증기를 그대로 송기(送氣)하여 소비하는 보일러 플랜트에서는 캐리오버의 피해가 별로 없으나, 과열기를 갖추고 과열 증기로 송기하는 보일러에서는 과열기 관 내에 고형물이 잔류 부착하여 과열 파손의 원인으로 되고, 과열 증기를 사용하는 터빈 등의 원동기는 임펠러나 케이싱에 실리카나 고형물이 부착하여 심하지 않은 경우는 터빈의 효율 저하로 끝나지만, 부착량이 많아지면 터빈의 회전 밸런스가 파괴되어 파손 사고에 이르는 일이 있다. [네이버 지식백과]

### 23. 나사 / 볼트·너트

-나사의 자립조건 중 나사면 마찰각 : 마찰각은 계산을 단순화시키기 위한 가상의 각도로 마찰계수 즉, 나사 재질의 표면 거칠기 등의 마찰계수를 가상의 각도로 표현한 것

#### -볼트 / 너트

(1)풀림 원인 : **썩썩 미동 이음**

- ①너트 길이가 짧아 **접촉압력**이 작을 경우
- ②주변의 **진동, 충격**을 받아 순간적으로 **접촉압력**이 감소되는 경우
- ③나사 접합부에서 **미끄럼**이 반복되어 **미동 마멸**이 생기는 경우
- ④주변의 **온도 변화**로 나사가 **수축과 팽창**을 반복하여 나사의 **이음**이 약해지는 경우

(2)풀림 방지대책(10가지) : **와셔 록 자 세핀나 강수용코**

- ①특수와셔 사용 (스고혀톱 등)
- ②록너트 사용 (안쪽이 록너트, 바깥쪽이 하중 받으므로 더 두꺼운 것 사용)
- ③자동침 너트 사용 (너트 갈라진 부분이 안쪽으로 휘어져 볼트를 압박)
- ④세트 스크류 사용 (볼트와 너트 체결후 세트 스크류를 추가로 체결)
- ⑤핀 사용 (볼트와 너트 셀결시 분할/평형/테이퍼 핀 등 추가 체결)
- ⑥나일론 너트 사용 (너트 내부에 나일론 넣어 나사가 나일론 파고 들어가도록)
- ⑦강선으로 주위 너트를 묶어서 고정
- ⑧수지, 본드 등을 너트에 도포
- ⑨너트에 용접
- ⑩너트에 코킹

24. 위험기계기구 안전인증고시

1)프레스, 전단기/절곡시

-미동기구 : 방호장치나 비상정지스위치 등에 의하여 급정지된 프레스등을 상사점으로 복귀시키거나, 공구설정·시험행정·보수·윤회작업 시 슬라이드등의 작동량을 제한하는 제어기능 등을 말한다.

-오버런 감시장치 : 크랭크 핀 등이 설정 정지점에 정지하지 않을 때 급정지기구를 써서 크랭크축 등의 회전을 정지시킬 수 있게 하는 장치

-광전자식 방호장치 설치

(1)수직 설치시

①안전거리 준수 :  $D(mm) = 1600 \times (T_c \times T_s)$

\* $T_c$  : 방호장치 작동시간(손이 광선 차단시부터 급정지기구 작동개시 때 까지의 시간)

\* $T_s$  : 프레스 최대 정지시간(급정지기구 작동개시 ~ 슬라이드 정시 때 까지의 시간)

②블랭킹 기능 사용시 보정거리가 요구되지 않는 조건

①하나의 광축만 무효화(블랭킹)

②무효화 구간에서 유효한 광축간 거리가 30mm 이하

③안전거리가 150mm 이상인 경우

(2)수평 설치시

①베드 높이가 800mm 이상 1,200mm 이하인 경우는 베드와 광전자센서 하부간의 중첩치수를 50mm로 한다

②광전자식방호장치 총 반응시간이 200ms 이하인 경우 최소 안전거리는 1,000mm 이상, 200ms 초과시 매 10ms 마다 20mm 더한다.

③수평설치 불가시 위험구역 접근 차단을 위한 고정식, 인터록 가드 또는 추가적인 광전자식 장치를 설치해야 한다

-가동유지 조정장치(Hold -to run) : 스위치 등을 누르는 경우에만 슬라이드 등이 작동하는 방식

-제외대상 (일부만 발체)

①열간단조 프레스, 단조용 헤머, 목재 등의 접착을 위한 압착프레스, 톱슨프레스

②스트로크가 6mm 이하로 위험한계 내 신체일부가 들어갈 수 없는 구조의 프전절

③원형 회전날에 의한 회전 전단기, 니블러, 형강 및 봉강 전용의 전단기 및 노칭기

-프레스 등의 이름판(명판) 표시사항 (7가지) \*1~5번은 거의 대부분 공통

①제조사명 ②형식번호 ③제조일련번호 ④제조연월 ⑤안전인증 표시

⑥압력(전단)능력 ⑦사용전기설비 정격

## 2)크레인

-정격하중(rated load) : 크레인의 권상하중에서 후크, 크래브 또는 버킷 등 달기기구의 중량에 상당하는 하중을 뺀 하중

-권상하중(hoisting load) : 들어 올릴 수 있는 최대의 하중

### -리프팅 마그넷

①리프팅 마그넷 부착 크레인은 정전 등 비상시에 **최소 10분 이상의 흡착력을 유지** 하기에 충분한 용량의 **충전기, 전지 등의 정전보상 장치**를 갖출 것

②달기기구 구조부분의 내구력은 **항복강도를 기준하여 흡착력의 2배 이상** 일 것

③리프팅 마그넷의 제작 및 설치는 다음에 적합할 것

1) 리프팅 마그넷에 부착된 **이름판에는 정격하중**을 표시할 것

2) 조작 마그넷의 **조작스위치나 핸들에는 운전형식 및 방법**을 표시할 것

3) 정전시 배터리에서 전원이 공급될 경우 운전자에게 전원이 배터리에서 공급됨을 경보하기 위한 **음향신호**를 가지고, 화물을 바닥에 **안전하게 내릴 수 있는 구조**일 것

4) 리프팅 마그넷의 **흡착력의 시험은 정격하중의 2배 이상**으로 할 것

-제외대상 : 0.5톤 미만의 크레인, 건설기계관리법 적용을 받는 크레인

### -크레인의 이름판(명판) 표시사항 (7가지)

①제조자명    ②형식번호    ③제조일련번호    ④제조연월    ⑤안전인증 표시

⑥정격하중    ⑦사용전기설비 정격

### 3) 리프트

-종류 : 건설용, 산업용, 이삿짐운반용 \*자동차 정비용은 자율안전확인 대상

- ❖ 건설용 : 1) 형식에 따른 구분 : 와이어로프식 + 랙 및 피니언식  
2) 용도에 따른 구분 : 화물용 리프트 + 인화공용 리프트

❖ 산업용 : 랙 및 피니언식 + 유압식(직접 또는 와이어로프/체인 이용 운반구 승강)

-동력인출장치(power take off) : 차량 엔진을 원동기로 사용하는 이삿짐운반용 리프트의 차대 주행장치에서 동력을 인출하여 유압펌프에 동력을 전달하는 장치로서 동력의 연결과 차단이 가능한 기구

-제외대상

- ① 자동차정비용 리프트
- ② 적재하중이 0.49톤 이하인 건설용 리프트, 0.09톤 이하인 이삿짐운반용 리프트
- ③ 운반구의 바닥면적이 0.5제곱미터 이하이고 높이가 0.6미터 이하인 리프트
- ④ 자동이송설비에 의하여 화물을 자동으로 반출입하는 자동화설 비의 일부로 사람이 접근할 우려가 없는 전용설비

-리프트의 이름판(명판) 표시사항 (7가지)

- ① 제조자명    ② 형식번호    ③ 제조일련번호    ④ 제조연월    ⑤ 안전인증 표시
- ⑥ 적재하중    ⑦ 사용전기설비 정격

### 4) 압력용기

-정의 : 용기의 내면 또는 외면에서 일정한 유체의 압력을 받는 밀폐된 용기

❖ **갑종 압력용기** : 설계압력이 게이지 압력으로 **0.2MPa(2kgf/cm<sup>2</sup>)**을 초과하는 화학공정 유체취급 용기와 설계압력이 게이지압력으로 **1MPa(10kgf/cm<sup>2</sup>)**을 초과하는 공기 또는 질소 취급용기

❖ **을종 압력용기** : 그 밖의 용기를 말한다.

-압력 : 원주방향 압력은 축방향 압력의 2배 (그래서 동체의 세로 용접부 파열)

-주요 구조부분 : 동체, 경판 및 받침대(새들 및 스커트 등)

-접지면 : 받침대 하단에 최소 1개 이상 접촉 (을종 압력용기는 제외)

-제외대상

- ① 용기의 길이 또는 압력에 상관없이 안지름, 폭, 높이, 또는 단면 대각선 길이가 150밀리미터 이하인 용기
- ② 원자력 용기, 사람을 수용하는 압력용기, 차량용 탱크로리
- ③ 섭씨 60도 이하의 물만 취급하는 용기

-압력용기 이름판(명판) 표시 기준 : 없음

## 5)롤러기

-급정지장치 : 롤러기 전면에 작업하고 있는 근로자의 신체일부가 롤러 사이에 말려들어 가거나 말려들어갈 우려가 있는 경우에 근로자가 손·무릎·복부 등으로 급정지 조작부를 동작시켜 롤러기를 급정지시키는 장치

-급정지거리 :

- ①앞면 롤러 표면속도가 분당 30m 미만인 경우 : 앞면 롤러 원주의 1/3
- ②앞면 롤러 표면속도가 분당 30m 이상인 경우 : 앞면 롤러 원주의 1/2.5

-급정지장치 위치

- ①손 조작식 : 밀면으로부터 1.8m 이내
- ②복부 조작식 : 밀면으로부터 0.8m 이상 1.1m 이내
- ③무릎 조작식 : 밀면으로부터 0.4m 이상 0.6m 이내

-제외대상

- ①작업자가 접근할 수 없는 밀폐형 구조로 된 롤러기

-롤러기 이름판(명판) 표시사항 (7가지)

- ①제조자명    ②형식번호    ③제조일련번호    ④제조연월    ⑤안전인증 표시
- ⑥롤러치수    ⑦사용전기설비 정격

## 6)사출성형기

-형체기구(clamping mechanism) : 사출시 금형이 열리지 않도록 형 체결력으로 금형을 닫고 사출된 재료가 고형화되면 형체를 열어 성형품을 빼낼 수 있도록 고안된 장치

-사출기구(injection unit) : 용융 재료 일정량을 고압으로 금형 안으로 유입시키는 장치

-0정지방식(stop category 0) 비상정지장치 : 액츄에이터(actuator)의 전원차단에 의해 정지되는 비상정지장치

- ❖1 정지방식 : 비상정지 작동시 전원공급상태에서 기계정지 후 전원차단
- 2 정지방식 : 전원이 인가상태에서 정지제어 방식
- ※비상정지장치는 0정지방식 또는 1정지방식을 채택해야 함
- ※비상정지장치는 자기유지방식으로써 직접개방작동형(조작력이 작용하여 점점개방이 발생하는 구조) 여야 함.

-제외대상 (장 반 압이 불)

- ①장화제조용 사출성형기
- ②반응형 사출성형기
- ③압축이송형 사출성형기
- ④블로우 몰딩(Blow Molding) 머신

-사출기 이름판(명판) 표시사항 (7가지)

- ①제조자명    ②형식번호    ③제조일련번호    ④제조연월    ⑤안전인증 표시
- ⑥형체결력(kN)기    ⑦사용전기설비 정격

7)고소작업대

-연장구조물 또는 지브 : 차대에 연결되어 작업대 지탱, 필요한 위치로 이동할 수 있게 하는 것. 형식은 단일형, 텔레스코프형 관절지브형, 사다리형, 가위형 또는 이들의 조합식이 있으며(단텔관 사가조), 차대 위에서 회전이 가능한 회전식과 비회전식이 있다

-주행(travelling) : 위치이동을 제외한 차대의 운동

-위치이동(transporting) : 고소작업대를 사용장으로 이동하는 것

-동력에 의한 고소작업대 구분 (완보자차레)

- ①완전 수동조작 : 수동으로만 이동동력을 얻을 수 있는 고소작업대
- ②보행자 제어식 : 사람이 고소작업대에 가까이 걸으면서 동력주행 제어장치를 조작
- ③자체 추진 : 주행 제어장치가 작업대 위에 있는 고소작업대
- ④차량 탑재형 고소작업대 : 고소장비가 차량에 탑재된 고소작업대
- ⑤레일 장착형 : 레일에 의해 주행이 유도되는 고소작업대

-무게중심에 의한 분류

- ①A그룹 : 작업대 무게중심의 수직투영이 항상 전복선(tipping line) 안에 있는 고소작업대
- ②B그룹 : 작업대 무게중심의 수직투영이 전복선 밖에 있을 수 있는 고소작업대

-주행 장치에 따른 분류 (적차작 상승)

- ①제1종 : 적재 위치에서만 주행할 수 있는 고소작업대
- ②제2종 : 차대 제어위치에서 조작하여 작업대를 상승한 상태로 주행할 수 있는 고소작업대
- ③제3종 : 작업대 제어위치에서 조작하여 작업대를 상승한 상태로 주행할 수 있는 고소작업대

-모멘트감지장치 : 작업대하중, 붐 길이/각도, 안정기 확장길이 등과 연계, 넘어짐 방지

-제외대상 (농 테 2)

- ①농업용 고소작업차 ②테일 리프트(tail lift) ③승강 높이 2미터 이하의 승강대

-자동 안전장치 (별표 6번)

- ①보행자 제어식 및 제1종 고소작업대는 작업대 운반위치에서 작업대가 벗어나면 주행을 방지하기 위한 자동 안전장치가 설치되어야 한다.
- ②자체추진 고소작업대는 차대이동시 작업대 운반위치에서 작업대가 벗어나면 주행속도를 자동으로 제한하는 기능이 있어야 한다.

-전도 및 허용응력 초과 방지방법

구 분	하중 감지와 위치제어장치	하중 및 모멘트 감지장치	강화 과부하 기준 모멘트 감지장치	강화 안정도 및 과부하 기준 위치제어장치
A그룹	○			○
B그룹	○	○	○	○

※2인용 이하 고소작업대가 강화안정도 요건을 만족하여 설계·제작된 경우에는 하중 및 모멘트 감지장치 설치의무에서 제외. 다만, 다음의 모두를 만족해야 한다.  
 1)수평 절단면에서 모든 작업대의 바깥 치수는 다음과 같을 것  
 ①1인용 : 면적 0.6㎡↓, 한변 길이 0.85m↓ ②2인용 : 면적 1.0㎡↓, 한변 길이 1.4m↓  
 2)안전인증기준의 정적시험에서 시험하중은 정격하중의 150%에 상당하는 하중 사용  
 ※2인용 이하 고소작업대가 강화 과부하 요건을 만족하여 설계·제작된 경우에는 하중감지장치 설치의무 제외. 다만, 다음의 모두를 만족해야 한다. 1) 어떤 ~~



-2종/3종 고소작업대의 작업대가 적재위치를 벗어난 상태의 주행속도

- ① 자체 추진 고소작업대 : 0.7m/s
- ② 차량 탑재형 고소작업대 : 1.5m/s
- ③ 레일 장착형 고소작업대 : 3.0m/s

❖ 운반위치에 작업대가 있는 보행자 제어 고소작업대의 최대 주행속도는 1.7m/s 이하

-고소작업대 안정성 시험 종류 (정동장제과)

- ① 정적시험 ② 동적시험 ③ 장애물시험 ④ 제동시험 ⑤ 과부하시험

-고소작업대 이름판(명판) 표시사항 (11가지)

- ① 제조자명 ② 형식번호 ③ 제조일련번호 ④ 제조연월 ⑤ 안전인증 표시
- ⑥ 정격하중(Kg) ⑦ 허용 탑승인원수(명) ⑧ 최대 허용풍속(m/s) ⑨ 최대 허용경사
- ⑩ 동력원 사양 ⑪ 일일평균 운전시간 및 구동등급

-작업대 표시사항 : ① 정격하중(Kg) ② 허용 탑승인원수 ③ 최대 허용풍속

**8) 곤돌라**

-적재하중 : 사람과 화물을 포함하여 작업대에 적재할 수 있는 최대 하중

-허용하강속도 : 작업대에 적재하중을 적재하고 하강시킬 경우 허용되는 최대속도

-제외대상 (엔 크 45 같은)

- ① 엔진을 이용하여 구동되는 곤돌라
- ② 크레인에 설치된 곤돌라
- ③ 지면에서 각도가 45도 이하로 설치된 곤돌라
- ④ 같은 사업장 안에서 장소를 옮겨 설치하는 곤돌라

-낙하 방지장치

- ① 곤돌라는 작업대 하강을 제어하기 위한 장치인 낙하방지장치를 설치해야 한다.
- ② 가설식 곤돌라인 경우 낙하방지장치는 보조와이어로프에 작동하여 작업대의 하강을 제지해야 한다.
- ③ 상설식 곤돌라의 낙하방지장치는 다음과 같이 작업대의 하강을 제어해야 한다.
  - 1) 작업대 하강 속도가 허용 하강속도를 **초과**할 경우 허용 하강속도의 **1.3배 이내의 범위**에서 자동적으로 **제어**하는 장치
  - 2) 작업대 하강 속도가 허용 하강속도의 **1.4배**에 달할 경우 작업대 하강을 자동적으로 **제지**하는 장치

-곤돌라 이름판(명판) 표시사항 (7가지)

- ① 제조자명 ② 형식번호 ③ 제조일련번호 ④ 제조연월 ⑤ 안전인증 표시
- ⑥ 적재하중

9)보일러/압력용기 압력방출용 안전밸브 / 압력용기 압력방출용 파열판

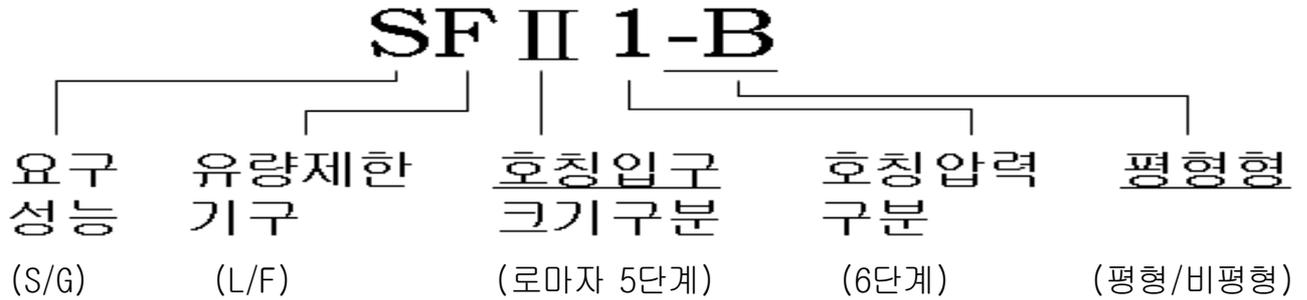
-제외대상 (언로더, 압력, 0.1)

- ①액체의 압력을 개방하는 용도로 사용하는 것 (압력용기 파열판도 제외)
- ②설정압력이 0.1메가파스칼 미만인 것 (압력용기 파열판도 제외)
- ③압력조정에 사용하는 언로더에 속하는 것

-용어 정리

- ①양정식 : 안전밸브 양정이 시트지름의 2.5/100 이상 25/100미만으로 디스크가 열렸을 때 시트유로면적이 작은(목부면적의 1.05배 미만) 안전밸브
  - ②전량식 : 디스크가 열렸을 때 목부면적 보다 상당히 큰 시트 유로면적이 형성되는 안전밸브
  - ③비평형형 안전밸브(conversional safety valve) : 밸브의 작동 특성이 출구 쪽 배압에 의하여 직접적인 영향을 받는 밸브
  - ④평형형 안전밸브(balanced safety valve) : 밸브의 작동 특성에 대한 배압의 영향이 최소화되도록 설계 및 제작된 밸브
  - ⑤설정압력(set pressure) : 설계상 정한 안전밸브의 분출압력
  - ⑥분출압력(popping pressure) : 밸브입구 압력이 증가하여 디스크가 열림 방향으로 빠르게 움직여 유체를 분출시킬 때의 입구 쪽 압력
  - ⑦호칭압력 : 압력의 크기를 호칭 수치로 나타내는 것
  - ⑧분출정지압력 : 밸브입구 쪽 압력이 감소하여 디스크가 밸브시트에 재접촉하거나 양정이 0이 되었을 때의 압력
  - ⑨분출차(blowdown) : 분출압력과 분출정지압력과의 차이를 말하며 압력 수치 또는 차이의 백분율로 표기
  - ⑩배압(back pressure) : 안전밸브 출구 쪽에 걸리는 압력
- ❖종류 : PSV(Pressure Safety Valve) : 순간방출, 압축성 기체, 가스, 스팀용  
 PRV(Pressure Relif Valve) : 서서히 방출, 비압축성인 물, 기름용

-안전밸브 형식표시



- ①요구성능 표시 : S는 증기, G는 가스
- ②유량제한 기구표시 : L은 양정식, F는 전량식
- ③호칭지름의 구분 (밸브 크기 구분)

호칭지름	I	II	III	IV	V
범위(mm)	25 이하	25 초과 50 이하	50 초과 80 이하	80 초과 100 이하	100초과

- ④호칭압력의 구분

호칭압력	1	3	5	10	21	22
범위(MPa)	1 이하	1 초과 3 이하	3 초과 5 이하	5 초과 10 이하	10 초과 21 이하	21 초과

-**밸브의 종류** : 압력제어 밸브, 유량제어 밸브, 방향제어 밸브

❖ 방향제어밸브 종류

- ①체크밸브 (역류방지)
- ②파이럿 체크밸브(역류방지 / 해제가능)
- ③전환밸브(실린더 전 / 후진)
- ④솔레노이드 밸브(실린더 전/후진 : 전자식)

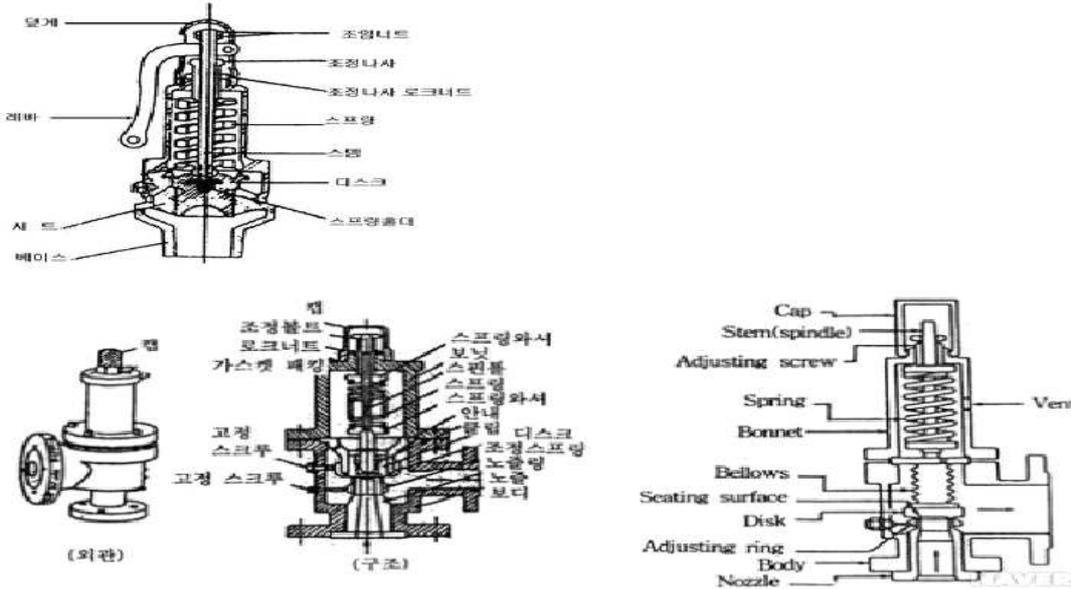
출처: <https://wowon.tistory.com/159> [원원의 블로그:티스토리]

1-12-12 압력용기 안전밸브 기술에 대해 설명하시오.(10점)

I. 서론

안전밸브는 기기나 배관의 압력이 일정한 압력을 넘었을 경우에 자동적으로 작동하는 것이며, 안전밸브의 종류는 대별해서 스프링 식과 레버 식이 있으며, 화학설비에서는 스프링 식이 많이 사용되고 있다.

(1) 안전밸브 구조



(2) 안전밸브 종류

- 가. 스프링식 : 분출용량에 따른 저,고,전량식(분출량가장크다.)
- 나. 중추식 : 원판형 추로 압력조정
- 다. 지렛대식 : 지레대 추이동으로 압력조정
- 라. 복합식 : 지레대 및 스프링 조합

(3) 안전밸브 작동불량 및 주의사항

- 가. 작동불량
  - (1) Disc에 녹이김
  - (2) 스프링의 열화나 탄성부족
  - (3) 가이의 불량이나 슬라이드의 불능
  - (4) 조정때 세팅의 잘못
  - (5) 원밸브의 오.조작에 의한 폐쇄

10) 안전인증 대상 절연용 방호구 및 활선작업용 기구

- ①절연관 ②절연시트 ③절연커버 ④완금커버 ⑤애자후드 ⑥고무블랭킹 등 충전부분을 덮을 수 있는 절연용 방호구와 ⑦활선작업용 기구 중 절연봉

25. 위험 기계기구 안전인증과 안전검사 고시상 차이

구 분	안전인증	안전검사
1. 프전절	①열간단조프레스 ②단조용해머 ③압착프레스 ④툼슨프레스 ⑤스트록 6mm이하 등 제외 ⑥회전 전단기 등 다수가 제외 ❖과부하방지장치 : 하중계형(기계/전기식) 파괴형(shear 핀/플레이트형) 유압형(직접식/벌런스식)	좌동 (절단기는 안전검사 대상 아님)
2. 크레인	①정격하중 0.5톤 미만/건설기계 제외 ❖정지 : 주행차륜 1/2↑, 횡행차륜 1/4↑ ❖드럼 홈 부위 마모한도 : 용접제 20%↓, 주철제 25%↓	①대상 : 동력으로 구동되는 정격하중 2톤 이상 ②비대상 : 건설기계관리법 적요대상, 집게차, 차량 견인/구난용
3. 리프트	①적재하중 0.5톤 미만 제외 ②적재하중 0.1톤 미만 이삿짐용 제외 ③바닥면적 0.5㎡/높이 0.6m이하 제외 ④자동차정비용 제외 ⑤자동화 전용설비 제외	①대상 : 적재하중 0.5톤이상, 이삿짐용은 0.1톤 이상 ②비대상 : 자동차정비용, 운행거리 3m이하, 자동화 전용설비 제외
4. 곤돌라	①크레인에 설치된 것 제외 ②엔진이용한 것 제외 ③지면과의 각도가 45도 이하인 것 제외 ④같은 사업장에서 옮겨 설치하는 것 제외	①크레인에 설치된 것 제외 ②엔진이용한 것 제외 ③지면과의 각도가 45도 이하인 것 제외
4. 압력용기	①화학/공기·질소인 설계압력 0.2Mpa를 초과하는 압력용기 대상 ②길이/압력에 관계없이 안지름, 폭, 높이, 대각선 길이 150mm↓ 제외 ③원자력 용기 제외 ④60도↓물 취급 용기 제외 ⑤유압, 수압, 공압 실린더 제외 ⑥사람수용 압력용기⑦차량 탱크로리 제외 ⑧기계기구 일부가 동체 / 경판의 압력을 받는 경우 제외 ⑨압력과 내용적의 곱이 0.1 미만인 것 등 16종 제외	좌 동 (아래 추가) ①안전검사 대상제품의 구성품인 것 ②소형 공기압축기 구성품 ③사용압력이 0.2Mpa 미만인 압력용기 ④산업용 이외의 밀폐형 팽창탱크
5. 사출기	①반응형, ②압축/이송용, ③장화제조용, ④블로우몰딩 머신 등 4종 제외	좌 동 (아래 추가) ①인력이용 ②형체결력 294kn미만
6. 고소작업대	①영구설치용 ②테일리프트 ③승강높이 2m이하 ④소방장비 ⑤항공기 지상지원 ⑥농업용 등 10가지 제외	좌 동 (아래 추가) ①차량탑재형으로 한정
7. 롤러기	밀폐형 구조 제외	좌동

구 분	안전인증	안전검사
8. 국소배기	X	49종 유해물질용만 해당
9. 원심기	X	①회전운동에너지가 750J이하 제외                      ②최고 원주속도 300m/s 초과 제외 ③원자력에너지 제품공정에만 사용 제외            ④화학설비에 해당되는 원심기 ⑤자동조작설비로 연속공정에 사용시 제외
10. 로봇	X	①공구중심점 최대 속도가 250mm/s 이하인 로봇으로만 구성된 로봇 셀 ②각 구동부 모터의 정격출력이 80W 이하인 로봇으로만 구성된 로봇 셀 ③최대동작영역이 로봇 중심축으로부터 0.5m 이하인 로봇으로만 구성된 로봇 셀 ④설비내부에 설치되어 사람의 접근이 불가능한 셀. ⑤재료 투입구와 배출구 제외한 상·하·측면이 모두 격벽으로 둘러싸인 셀. ⑥도장공정 등 생산품질을 위해 운전 중 사람 출입이 금지된 장소에 설치된 셀 ⑦1.8m 방책설치(열면정지, 출입문 이외 개구부 없고, 닫아도 별도 기동조작 필요) ⑧연속으로 연결된 셀과 셀 사이 셀(셀 사이는 방책, 감응형 설치, 출입문만)
11. 컨베어	X	다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것 또는 구간은 제외 ①구동부 전동기 정격출력의 합이 1.2kW 이하인 것 ②총 이송거리 합이 10미터 이하인 것 ③무빙워크 등 사람을 운송하는 것 ④항공기 지상지원 장비 ⑤식당의 식판운송용 등 일반대중이 사용하는 것 또는 구간 ⑥항만법, 광산안전법 및 공항시설법의 적용을 받는 구역에서 사용하는 것 ⑦컨베이어 시스템 내에서 벨트·체인·롤러·트롤리·버킷·나사 컨베이어가 아닌 구간 ⑧밀폐구조의 것으로 운전 중 가동부에 사람의 접근이 불가능한 것 또는 구간. -점검문을 열면 컨베이어 시스템이 정지하는 경우 -점검문을 열어도 내부에 철망, 감응형 방호장치 등이 설치되어 있는 경우 ⑨산업용 로봇 셀 내에 설치된 것으로 사람의 접근이 불가능한 것 ⑩최대 이송속도가 150mm/s 이하인 것으로 구동부 등 위험부위가 노출되지 않아 사람에게 위험을 미칠 우려가 없는 것 또는 구간 ⑪도장공정 등 생산 품질 등을 위하여 사람의 출입이 금지되는 장소에 사용되는 것으로 감응형 방호장치 등이 설치되어 사람이 접근할 우려가 없는 것 ⑫스태커(stacker) 또는 이와 유사한 구조인 것으로 동력에 의하여 스스로 이동 가능한 이동식 컨베이어(mobile equipment) ⑬개별 자력추진 오버헤드 컨베이어(self propelled overhead conveyor) 시스템

26. 산업용 로봇 자율안전확인고시

1) 안전관련 제어시스템 성능요건

- ① 부품에 단일결함이 발생하더라도 안전기능의 상실로 이어지지 않아야 한다.
- ② 로봇 작동 중 단일결함은 다음 주기의 안전기능이 실행되기 이전에 검출되어야 한다
- ④ 단일결함이 발생한 경우에도 안전기능은 항상 유효한 상태를 유지해야 하고  
검출된 결함이 수정되기 전까지 안전한 상태를 유지해야 한다.

2) 보호정지

- ① 로봇에는 외부보호장치와 연결하기 위한 하나 이상의 보호정지회로를 구비해야 한다.
- ② 보호정지회로는 작동시 로봇에 공급되는 동력원을 차단시킴으로써 관련 작동부위를 모두 정지시킬 수 있는 기능을 구비해야 한다.
- ③ 보호정지회로의 성능은 제6호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족해야 한다.
- ④ 보호정지회로의 정지방식은 다음과 같다.
  - 1) 구동부의 전원을 즉시 차단하는 정지방식
  - 2) 구동부에 전원이 공급된 상태에서 구동부가 정지된 후 전원이 차단되는 정지방식

3) 자동운전모드

- ① 자동운전모드에서는 방책 등 안전장치가 정상기능을 유지해야 한다.
- ② 정지신호가 부여되면 자동운전모드가 해제되어야 한다.
- ④ 자동운전모드에서 다른 운전모드로의 변환은 구동부가 정지된 상태에서만 가능

4) 수동운전모드

- ① 로봇 미세조정(Jogging), 교시, 프로그램의 작성 및 검증시 사용되는 수동운전모드 (수동감속모드, T1, 교시모드, 티칭모드)에서는 로봇의 속도가 초당 250mm를 초과하지 않아야 하고 조작자에 의해서만 작동되며 자동운전이 되지 않아야 한다.
- ② 초당 250mm 이상 속도로 구동되는 수동운전모드(수동고속모드, T2, 고속프로그램 검증모드)는 프로그램 검증에만 사용될 수 있도록 해야하며, 다음 요건을 만족해야 한다.
  - 1) 로봇 제어판넬에 운전모드를 확인할 수 있도록 표시 등의 조치를 할 것
  - 2) 초기 속도는 초당 250mm 이하로 설정될 것
  - 3) 로봇 작동제어가 가능하고 가동유지기능이 있는 펜던트 제어장치를 설치할 것
  - 4) 펜던트는 속도조절 기능이 구비, 화면에 조정된 속도가 표시 될 것

5) 동작허가 장치는 다음 사항을 만족해야 한다.

- ① 다른 작동제어장치와는 독립적으로 작동될 것
- ② 중앙 활성화 위치에서 더 깊이 눌러지거나 해제되는 경우 작동이 중지될 것
- ③ 하나 이상의 동작허가 장치를 이용하여 로봇의 동작을 제어하는 경우에는 모든 동작허가 장치가 중앙의 활성화 위치에 있는 경우에만 로봇의 작동이 가능할 것
- ④ 떨어뜨린 경우 로봇의 작동이 개시되는 등의 고장이 발생되지 않을 것

6) 협동운전 요구사항(안전검사 고시)

- ① 협동운전을 위해 설계된 로봇에는 협동운전 상태임을 표시할 수 있는 시각 표시가 설치되어 있을 것 (레이저스캐너 등)
- ② 작업자가 로봇과 직접적으로 접촉할 수 있는 협동운전 영역은 바닥표시 등으로 명확하게 표시되어 있을 것
- ③ 협동운전 로봇시스템의 로봇 팔, 부가 장치, 작업물 등으로부터 주변 건축물, 구조물, 방책 등까지는 최소 0.5m이상의 여유공간이 있거나, 여유공간이 없을 경우 근로자가 간힘 또는 끼임 위험을 방지하기 위하여 로봇 동작을 중지시키는 부가 보호장치가 설치되어 있을 것
- ④ 협동운전 동안 작업자는 언제든지 단순 동작으로 로봇작동을 정지시킬 수 있거나 협동운전 영역에서 빠져 나오는데 방해 받지 않는 수단이 있을 것

7) 축의 운동범위 제한(안전검사 고시)

- ① 주축에는 기계적 멈춤장치를 설치할 것
- ② 23축(23번째로 이동거리가 큰 축)에는 기계적 또는 다른 방식의 제한장치를 설치
- ③ 기계적 멈춤장치는 메니플레이터의 최대/최소 신장상태에서 정격 하중, 최대 속도 조건에서 로봇동작을 정지시킬 수 있는 충분한 강도일 것
- ④ 기계적 제한장치 이외의 경우에는 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족해야 하며 로봇 제어기 및 작업프로그램으로 인하여 제한장치의 설정이 변경되지 않아야 한다.

8) 로봇 시스템 정지기능

구 분	비상정지	보호정지
① 목적	작업자 위험 등 비상시	안전보호 및 위험성 감소W *잘못된 설정, 과부하운전, 충돌, 광전자식 센서 작동 등
② 결과	모든 위험원에 대한 에너지원 <u>제거</u>	보호된 위험원을 안전하게 <u>제어</u>
③ 스위치	운전자가 방해없이 즉시 누를 수 있는 곳	안전거리 계산식에 따라 결정
④ 작동	작업자 등이 수동으로 작동	수동 또는 안전관련 기능에 의해 자동
⑤ 초기화	작업장 등의 조작에 의한 수동 초기화	수동 또는 안전관련 기능에 의해 자동

### 3 로봇 시스템 정지 기능

- ① 모든 로봇 시스템은 보호정지 및 별도의 비상정지 기능을 가질 것
- ② 시스템의 모든 관련부분에 대하여 작동되는 단일 비상정지 기능을 가질 것
- ③ 로봇 시스템은 외부 보호장치와 연결하기 위하여 하나 이상의 보호정지 회로를 구비하고 있을 것

**용어 해설** 보호정지(protective stop) : 안전을 목적으로 정해진 순서에 따라 동작이 중단되는 운전중단 형태로, 재기동을 위하여 프로그램 논리를 유지하는 것을 말한다.

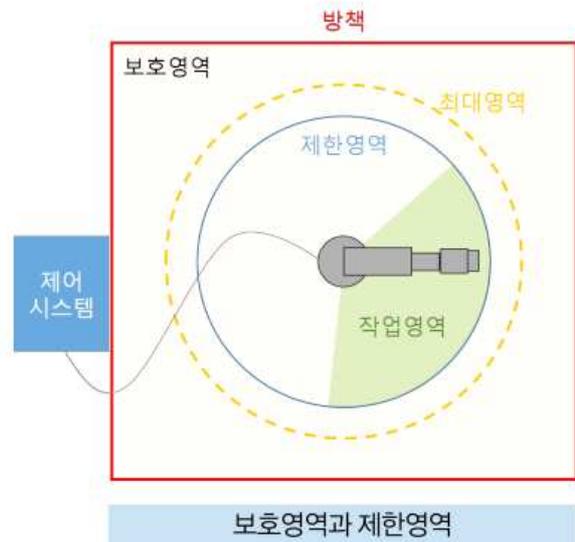
비상정지와 보호정지의 비교 <참고기준 : KS B ISO 10218-1 5.5, KS B ISO 10218-2 5.3.8>

구분	비상정지	보호정지
기동수단의 위치	운전자가 신속하고, 방해없이 접근이 가능한 곳	보호장치의 위치는 KS B ISO 13855*에서 설명되어 있는 안전거리 계산식에 따라 결정됨
기동	수동	수동 또는 자동 또는 안전관련 기능에 의해 자동으로 기동
안전관련 제어시스템 성능	제4호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족하여야 함	제4호 안전관련 제어시스템 성능요건을 만족하여야 함
초기화	수동에 의해서만 초기화	수동 또는 자동
사용빈도	가끔	가변적이며, 드물게 발생하는 모든작업에서 사용
목적	비상시	안전보호 또는 위험도 감소
영향	모든 위험원에 에너지원 제거	보호된 위험원을 안전 제어

windows

### 5 보호영역 및 방책 등

- ① 제한영역은 보호영역 내에 위치하고, 보호영역은 방책에 의해 설정될 것



VA



① 최대영역(maximum space)

제조사에 의해서 정의되는 로봇의 가동 부분에 의해 도달 가능한 영역에 말단장치와 작업물에 의해 도달 가능한 영역을 합한 영역

② 제한영역(restricted space)

최대영역의 일부로, 제한 장치(limiting devices)에 의해 산업용 로봇의 작동범위가 제한되는 영역

③ 운전영역(operating space, operational space)

제한영역의 일부로 작업 프로그램에 의한 모든 동작을 수행하기 위하여 실제로 사용되는 영역

④ 보호영역(safeguarded space)

방책 등 주변 안전장치에 의해 정의된 영역

산업용로봇 시스템이 자동운전되는 동안 필요한 운전 제어기와 용접제어기 및 공압밸브 등 보조장비는 보호영역 외부에 설치되어 있어야 한다.

## 27. 컨베이어 관련

- 작업구역(working area) : 작업자가 통상적인 조건에서 컨베이어에서 작업하거나, 컨베이어 시스템을 조작(검사·정비 및 청소작업 제외)하는 구역을 말한다.
- 통행구역(traffic area) : 보호물을 개방하거나 트립장치를 작동하는 등 별도의 수단을 사용하지 않고 모든 사람이 접근할 수 있는 구역을 말한다.
- 푸셔 도그(pushers dog) : 짐을 옮기기 위해 체인에 부착한 미는 쇠고리를 가리킨다.

### 설비현장 소음/진동 종류와 원인 | MVP SYSTEM MVP 벨트

MVP SYSTEM 2019. 4. 2. 10:05

<http://blog.daum.net/mvpsystem/3218098>

#### ※ 크리핑(creeping)

- ☞ 벨트가 풀리를 따라 회전하는 동안 벨트에 작용하는 인장력이 달라져 변형량도 변화하게 된다. 이완측에 가까운 부분에서 인장력의 감소로 변형량이 줄어들므로 벨트가 풀리위를 기어가는 현상이 발생한다.
- ☞ 이 현상은 긴장측과 이완측사이의 장력차가 클수록 비례하여 증대한다.
- ☞ 이것은 벨트 미끄러짐(belt slip)과 구분된다.

#### ※ 벨트 미끄러짐

- ☞ 긴장측과 이완측사이의 장력비가 너무 클 때(약 20배정도)즉, 초기장력이 너무 작을 때 벨트가 풀리위를 미끄러지는 현상
- ☞ 이 경우가 발생하면 전달동력을 충분히 전달할 수 있는 마찰력(수직력과 관계있음)을 발생하지 못한다. 이때 벨트가 미끄러지면 굵히는 소리가 나며 벨트에 열이 발생하게 된다.

#### ※ 플래핑(flapping)

- ☞ 축 중심간 거리가 긴 경우 고속으로 벨트전동을 하면 벨트가 파닥파닥 소리를 내며 파도치는 현상이 발생하는 데 이 현상

28. 방호장치 안전인증고시

1)프레스 또는 전단기 방호장치

-유효구경각(effective aperture angle, EAA) : 방호장치가 그 기능을 발휘할 수 있는 투광부와 수광부의 최대 허용각도를 말한다

-블랭킹(blanking) : 검출성능보다 큰 물체가 검출영역에 있어도 출력신호개폐장치가 꺼지지 않도록 부분적으로 무효화하는 선택적 기능을 말한다.



-프레스 또는 전단기 방호장치의 종류 및 분류

종류	분류	기 능
광전자식	A-1	프레스 또는 전단기에서 일반적으로 많이 활용하고 있는 형태로서 투광부, 수광부, 컨트롤 부분으로 구성된 것으로서 신체의 일부가 광선을 차단하면 기계를 급정지시키는 방호장치 ❖연속차광폭 30mm 이하 일 것 *다만, 12광축 이상이며, 광축과 작업점 수평거리가 500mm 초과시는 40mm 이하
	A-2	급정지기능이 없는 프레스의 클러치 개조를 통해 광선 차단시 급정지시킬 수 있도록 한 방호장치
	형식부군	㉠형 : 12광축 이하 ㉡형 : 13~56광축 미만 ㉢형 : 56광축 이상
양수 조작식	B-1 (유공압 밸브식)	1행정 1정지식 프레스에 사용되는 것으로서 양손으로 동시에 조작하지 않으면 기계가 동작하지 않으며, 한손이라도 떼어내면 기계를 정지시키는 방호장치 ①양쪽버튼 작동 시간차는 최대 0.5초 이내
	B-2 (전기버튼식)	②버튼 상호간 내측거리는 300mm 이상 ③버튼은 360도 매립구조, 외함 수평면으로부터 2mm이상 하단에 위치
가드식	C	가드가 열려 있는 상태에서는 기계의 위험부분이 동작되지 않고 기계가 위험한 상태일 때에는 가드를 열 수 없도록 한 방호장치
손쳐 내기식	D	슬라이드의 작동에 연동시켜 위험상태로 되기 전에 손을 위험 영역에서 밀어내거나 쳐내는 방호장치로서 <b>확동식 클러치형프레스</b> 에 한해서 사용 (다만, 광전자식 또는 양수조작식과 이종으로 설치 시에는 급정지 가능 프레스에 사용 가능)
수인식	E	슬라이드와 작업자 손을 끈으로 연결하여 슬라이드 하강 시 작업자 손을 당겨 위험영역에서 빼낼 수 있도록 한 방호장치로서 <b>확동식 클러치형 프레스</b> 에 한해서 사용 (다만, 광전자식 또는 양수조작식과 이종으로 설치 시에는 급정지가 가능 프레스에 사용 가능)



-광전자식 방호장치 시험 종류

- ①광전자식 방호장치의 연속차광폭 시험(B/C/D지점) : 30mm 이내  
\*전체 길이 4m → 5개지(A~E지점에서 실시 / A 지점은 150mm)
- ②광전자식 방호장치의 방호높이 변화량 시험(A/E지점) : 15/100 이내
- ③광전자식 방호장치의 차광봉 이동속도 시험(1.6m/s, 직경 30mm)  
\*정해진 속도에서 출력개폐장치를 꺼진 상태로 해야 한다.
- ④광전자식 방호장치의 유효구경각(EAA) 시험(4회 실시)  
\*3m(MP1) 1.5m(MP2), 0.75m(MP3), 0.5m(MP4) → MP1 시험결과에 따라 등급 표시
- ⑤광전자식 방호장치의 지동시간 시험 : 20ms 이하여야 함  
\*감지장치가 작동한 시점부터 출력개폐장치가 꺼지는 때까지의 시간을(ms) 측정
- ⑥타 광원에 대한 간섭시험 : 백열/형광 광원에 정상작동  
\*스트로보 광원에는 위험에 이르는 결함이 없을 것
- ⑦전기적 교란 : 전압차단, 서지시험, 정전기방전 시험 등
- ⑧방진 및 내진시험 : 이상 없어야 한다
- ⑨내구성 시험 : 이상 없어야 한다
- ⑩온도상승 시험 : 60도 이하여야 한다.
- ⑪내한성 시험 : 지동시간이 20ms 이하여야 한다
- ⑫내열성 시험 : 지동시간이 20ms 이하여야 한다
- ⑬접촉기 용착시험
- ⑭클러치 개조 성능시험 (A-2형에 한한다)

❖ 프레스 방호대책

노-핸드인 다이 방식	핸드 인 다이 방식
손을 넣을수없는 / 넣을 필요가없는 프레스 ①개구부 외 틈새 8mm이하의 방호울이 부착된 프레스 ②안전금형 부착 프레스(상하금형 및 가이드 포스트와 부시 틈새 8mm이하) ③전용프레스(손을 금형사이에 넣을 필요 없음) ④자동프레스 도입(자동 송급 / 배출장치 부착)	손을 넣을 수 있는 / 넣어야 하는 ①프레스 종류, 압입능력, SMP, 행정길이, 작업방법에 상응하는 방호장치 설치 *가드식, 손쳐내기식, 수인식 ②정지성능에 상응하는 방호장치 설치 *양수조작식, 감응식

- ①급정지기구 부착되어야만 유효 : 양수조작식, 광전자식
- ②미부착되어도 유효 : 양수기동(확동식 / 120SPM이상), 게이트가드, 수인, 손쳐내기

구분	확동식 클러치		마찰식 클러치	
	120SPM 미만	120SPM 이상	120SPM 이상	120SPM 미만
양수조작	X	○	○	○
광선식	X	X	○	○
손쳐내기	○	X	○	X
수인식	○	X	○	X

**3.4 전단 금형 부품의 기능 및 설계 3.4.1 다이 세트 (Die set) (1)**

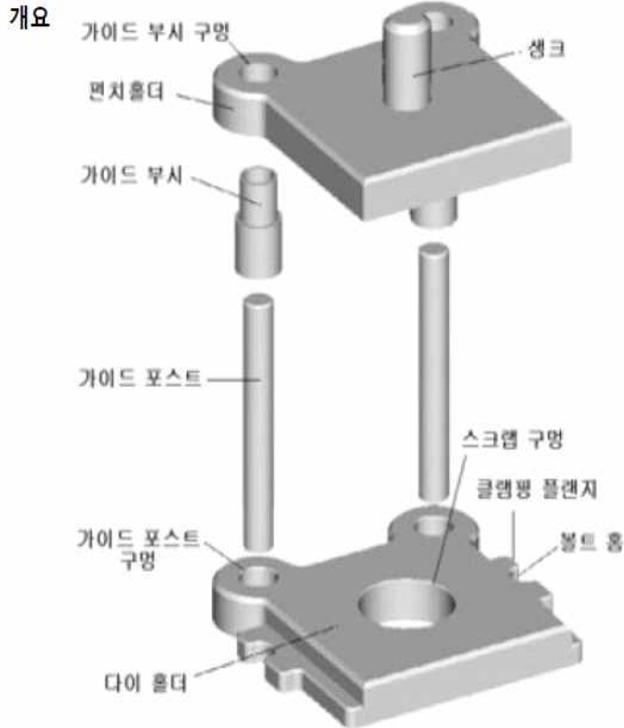


그림 3-24 주철제 다이세트의 구성 요소

❖ 풀 푸르프 종류 : 가조락 오토밀기

- ①가드 : 고정, 조정, 인터록 가등 등
- ②조작기구 : 양수조작식
- ③락기구 : (인터록, 열쇠식 인터록, 키록)
- ④오버런기구 : 검출식(관성운동, 잔류전하), 타이밍식(일정시간 경과)
- ⑤트립기구 : 접촉식(접촉판, 접촉봉 등 사용), 비접촉식(광선식, 정전용량식)
- ⑥밀어내기 기구 : 손쳐내기식
- ⑦기동방지구구 : 안전블록, 안전플러그, 레버록)

**2)양중기용 과부하 방지장치**

-정격하중 : 양중기의 권상하중(들어 올릴 수 있는 최대의 하중)에서 훅, 크래브 또는 버킷 등 달기기구의 중량에 상당하는 하중을 뺀 하중을 말한다

**-과부하방지장치의 분류와 적용**

종 류	원 리	적용
전자식 (J-1)	스트레인 게이지를 이용한 전자감응 방식으로 과부하상태 감지	크레인, 리프트, 곤돌라, 승강기, 고소작업대
	스트레인 게이지의 전기 저항값 변화에 따라 아주 민감하게 동작. 변화되는 중량을 디지털로 표시하여 알려줄 수 있어 편리하나 가격이 고가	
전기식 (J-2)	권상모터 부하변동에 따른 전류변화를 감지하여 과부하상태 감지	크레인, 호이스트
	정지상태(부하변동 없는 상태)에서는 감지하지 못하기 때문에 층간 정지가 가능한 리프트, 승강기, 곤돌라 등에는 사용 불가	
기계식 (J-3)	전기전자방식이 아닌 기계기구학적인 방법에 의하여 과부하 상태를 감지	크레인, 리프트, 곤돌라, 승강기
	부하의 하중을 스프링에 작용하는 하중으로 환산, 스프링의 탄성 이상으로 작용하면 마이크로 스위치가 동작하여 운전 정지	

**3)보일러 또는 압력용기 압력방출용 안전밸브 (앞장 참조)**

**4)압력용기 압력방출용 파열판 : 큰 내용 없음**

-

**5)절연용 방호구 및 활선작업용 기구 : 생략**

-

**6)방폭구조 전기기계기구 및 부품 : 생략**

-가스 / 증기 방폭구조

- ①내압방폭구조    ②압력방폭구조    ③안전증바폭구조    ④유입방폭구조
- ⑤본질안전방폭구조    ⑥비점화방폭구조    ⑦몰드방폭구조    ⑧충전방폭구조
- ⑨특수방폭구조

-분진 방폭구조

- ①방진방폭구조

**7)추락·낙하 및 붕괴 등의 위험방지에 필요한 가설기자재 : 생략**

8) 충돌·협착 등의 위험 방지에 필요한 산업용 로봇 방호장치

-안전매트

- ① 감지기 : 압력을 감지하는 부분을 말하며 안전매트의 일부로서 제어부와 출력부를 제외한 유효감지영역과 사영역으로 구성되며, 감지기를 단독으로 사용하거나 여러 개의 감지기를 조합하여 사용할 수도 있다
- ② 사영역 : 감지기의 윗 표면 중에서 작동하중이 주어져도 감응하지 않는 부분을 말한다
- ③ 대인용 : 35킬로그램 이상의 체중을 가진 사람을 보호하기 위한 안전매트를 말한다.
- ④ 대소인공용 : 20킬로그램 이상의 체중을 가진 사람을 보호하기 위한 안전매트를 말한다.
- ⑤ 안전매트의 종류

종 류	형태	용 도
단일 감지기	A	감지기를 단독으로 사용
복합 감지기	B	여러 개의 감지기를 연결하여 사용

⑤ 안전매트 추가 표시사항 (하감복공)

\*작동하중, 감응시간, 복귀신호의 자동 또는 수동여부, 대소인공용 여부

-광전자식 방호장치

- ① 블랭킹 : 검출성능보다 큰 물체가 검출영역에 있어도 출력신호개폐장치가 꺼지지 않도록 부분적으로 무효화하는 선택적 기능을 말한다
- ② 뮤팅(Muting) : 제어시스템의 안전관련 부품에 의해 안전기능을 일시적 해체하는 기능을 말한다.

※ 차이점은? : 출력신호개폐장치는 평소 켜져있다가 사물감지 / 정전시 꺼짐상태 변환

종류	내 용
블랭킹	*정의 : 방호장치의 검출영역 내에 장치 등의 일부가 존재할 때 해당 영역의 광축만 무효화. 안전기능 유효하게 작동 *픽스 블랭킹 : 특정 광축을 무효화 하는 모드. 작업간 블랭킹 영역이 변하지 않을 때 사용 *플로팅블랭킹 : 블랭킹 영역의 위치가 변할 때
뮤팅	*정의 : 방호장치의 검출영역에서 작업자 외 가공물 등을 통과시킬 때, 일시적으로 안전기능을 무효화 하는 기능.(연속뮤팅은 블랭킹과 유사) *뮤팅상태에서 감지하더라도 출력신호개폐장치는 켜져있어야 함 *뮤팅 센서와 뮤팅 표시램프 설치 등 필요. 설치된 뮤팅 센서를 통해 사람 또는 사물의 접근을 미리 검출하여 방호장치로 전달

❖ OSSD : Output Signal Switching Device'로, 2개의 NC(Normal Close\_평상시 출력 On 상태) 신호를 출력해 라이트커튼의 동작상태를 라이트커튼 전용 컨트롤러나, PLC에 연결합니다. 라이트커튼의 OSSD는 2가닥인데, 그 이유는 1개의 OSSD만 보유한 라이트커튼은 고장, 예러 같은 이유로 안전 기능이 상실될 수 있기 때문입니다. OSSD가 2가닥이면, 한쪽이 고장났다 하더라도 다른 쪽에서 인체 진입을 감지



③ 광전자식 방호장치의 종류 (연결사용 가능 여부에 따라 2가지로 구분)

종류	내 용
R-1	정상작동 중에 감지소자가 작동될 경우 또는 장치의 전원이 차단 되었을 경우에는 적어도 하나 이상의 출력신호 개폐장치의 출력 회로가 꺼짐 상태로 있어야 한다.
R-2	정상작동 중에 감지기능이 작동될 경우 또는 장치의 전원이 제거 되었을 경우에는 적어도 두 개 이상의 출력신호 개폐장치의 출력 회로가 꺼짐 상태로 있어야 한다.

① 연속차광폭 시험(B/C/D지점) : 제조자가 제시한 기준을 초과하지 않아야 한다.

\*전체 길이 4m → 5개지(A~E지점에서 실시 / A 지점은 150mm) \*반사식은 C에서

② 차광봉 이동속도 시험 : 정해진 속도에서 출력개폐장치를 꺼진 상태로 해야 한다.

③ 유효구경각(EAA) 시험(4회 실시)

\*3m(MP1) 1.5m(MP2), 0.75m(MP3), 0.5m(MP4) → MP1 시험결과에 따라 등급 표시

④ 지동시간 시험 : 20ms 이하여야 함

\*감지장치가 작동한 시점부터 출력개폐장치가 꺼지는 때까지의 시간을(ms) 측정

⑤ 타 광원시험 : 백열/형광 광원에 정상작동

\*스트로보 광원에는 위험에 이르는 결함이 없을 것

⑥ 전기적 교란 : 전압차단, 서지시험, 정전기방전 시험 등

⑦ 진동(방진 및 내진)시험 : 이상 없어야 한다

⑧ 내구성 시험 : 이상 없어야 한다 ⑨ 내수성 시험 : IP54 등급 이상

⑩ 충격시험 : 이상 없어야 한다

⑪ 오정렬시험 : 정해진 각을 넘으면 출력신호 제어장치는 작동하지 않아야 한다.

⑫ 유틙시험

1) 광전자식 방호장치가 유틙상태에 있는 경우 출력신호개폐장치는 정상상태로 유지 되어야 한다.

2) 적어도 2개의 독립된 고정배선 유틙신호 공급원이 있으며 유효하지 않은 신호조합이 발생할 때마다 유틙 상태는 정지하여야 한다.

3) 두개의 유틙 정지신호 중 한가지 신호의 상태만 변경되면 유틙기능이 중지되어야 한다.

4) 유틙 상태 신호 또는 표시등을 제공하여야 한다.

⑬ 블랭킹 시험

1) 1개 이상의 블랭킹 된 광원의 차단을 해제하면 출력신호개폐장치는 정상동작상태가 되거나 정상동작상태로 유지된다.

2) 블랭킹 된 상태에서 광전자식 방호장치의 성능을 유지하여야 한다.

3) 키, 키워드, 또는 도구 등을 사용하지 않고는 블랭킹 기능의 선택 및 작동이 불가능 하여야 한다.



⑭ 한계기능 시험

한계기능 A, B시험은 타 광원에 대한 간섭시험과 전기적 교란에 대한 시험에 필요한 시험조건이며, 재기동방지기능이 있는 경우 시험중에는 이 기능을 선택할 수 없어야 하며 바이패스(bypass) 되어서도 아니 된다.

(1) 한계기능시험 A(A시험)

- 1) 검출영역에 장애물이 없는 상태에서 출력신호개폐장치가 켜짐상태로 5초이상 유지될 것
- 2) 차광봉을 검출영역에 위치시면, 출력신호개폐장치는 켜짐상태에서 꺼짐상태로 바뀌어 5초 이상 유지될 것
- 3) 차광봉을 검출영역에서 제거하면 출력신호개폐장치는 꺼짐상태에서 켜짐상태로 되어 5초이상 유지되어야 한다. 반면 차광봉이 검출영역에 있으면, 꺼짐 상태로 유지될 것

(2) 한계기능시험 B(B시험)

- 1) B시험은 A시험과 달리 차광봉이 검출영역에서 제거된 상태에서는 출력신호 개폐장치가 꺼짐상태를 허용하며 그 외에는 A시험과 동일하다.
- 다만, 이때 위험에 이르는 결함이 발생해서는 안 된다.

❖ 안전인증 방호장치의 표시

- ① 제조자명    ② 형식 또는 모델명    ③ 규격 또는 등급    ④ 제조일련번호 및 제조연월
- ⑤ 안전인증 번호    ⑥ 안전인증 표시

29. 교재 주요 내용

-사고체인 5요소 (함충접말튀)

❖정의 : 사고분석에서 중요한 사항은 많은 구성요소들의 규명과 평가이다. 사고의 동인을 분석하기 위해서 기계의 위험부를 나타내는 여러가지 분류방법 제시되었으나, 그 중 기계의 위험부를 결정하는 가장 좋은 방법 중 하나가 기계요소에 의해 사람이 어떻게 상해를 입었느냐를 기준으로 분류하는 방법이다.

따라서 위험요소를 분류하고 점검해야 할 사항을 열거하면 다음과 같아(사고체인 5요소)

- ①1요소(함정 : Trap) : 기계운동에 의해 트랩점이 발생할 가능성이 있는가?
- ②2요소(충격 : Impact) : 운동하는 기계요소와 사람이 부딪쳐 사고가 일어날 가능성이 있는가?
- ③3요소(접촉 : Contact) : 날카롭,뜨겁나, 전류 접촉하여 상해가 발생할 가능성이 있는가?
- ④4요소(말림 : Entanglement) : 사람의 신체 일부가 기계설비에 말려들어갈 가능성이 있는가?
- ⑤5요소(튀어나옴 : Ejection) : 기계요, 피가공재가 기계로부터 튀어나올 가능성 있는가?

-방호장치 관련

①방호장치 정의 : 방호장치는 기계설비에 있어서 작업자를 보호하기 위해 일시적 또는 영구적으로 설치한 기계적 안전장치

②방호의 원리 : (위험제거, 위험상태차단(제거), 한쪽덮어씌움(삭감), 위험적응)

③방호장치가 구비해야 할 일반원칙 : 점제 거 외 특성

\*작업점 방호, 작업방해 제거, 외관상 안전화, 기계적 특성과 성능 보장

④방호장치 선정시 고려사항 : 방호경비 적작보신

\*방호의 정도, 경비, 적용범위, 작업성, 보수성, 신뢰성

-기계설비의 안전화 / 안전조건 (외기구 작작보)

①외형 안전화 : 회전/왕복/복합운동, 날카로움 없거나 내장(가드, 격리, 안전색채 조절)

②기능 안전화 : 전압강하/정전, 압력변동, 밸브고장시 오작동 없을 것

\*1차급 소극적, 급정지, 방호장치 2차 적극적, 회로개선, 완전한회로 구성

③구조안전화 : 재료, 설계, 가공 등의 결함에 유의

❖안전율 결정인자 (재종하응 불사예공)

①재료의 종류 : 연성보다 취성 크게, 인장/굽힘보다 압축/전단/비틀림 크게

②하중의 종류와 성질 : 정하중 보다 충격/반복하중 크게

③응력계산 정확도 : 형상복잡, 응력작용상태 복잡한 것 크게

④불연속부분 존재여부 : 그 부분에 응력집중 되므로 크게

⑤사용상 예측할 수 없는 변화 가능성 : 온도변화, 특정부분 마모 등 예상되면 크게

⑥공작정도 : 공작, 가공, 다듬질, 조립 등의 상태에 따라 안전율 결정

④작업점 안전화 : 가공되는 부분. 방호장치/자동제어/원격제어 필요

⑤작업의 안전화 : 자동/반자동/수동/송급자동화 등 고려 위험분석 및 표준안전작업절차 마련

⑥보전의 안전화 : 제작시부터 보전 전제로 설계. 정비/점검등 쉽도록 보전용 통로 제작 등

-비파괴 검사

①정의 : 물리적 현상의 원리를 이용하여 검사할 대상물을 손상시키지 않고 그 대상물에 존재하는 불완전성을 조사하고 판단하는 기술적 행위

②종류 : 육자와 침방초는 음력 누적열중

(1)표면결함 검출 : 육자와침 (육안, 자분탐상(MT), 와류탐상(ECT), 침투탐상(PT))

❖자분탐상 (핸드 마그넷, 자분탐상용 페인트, 자외선 전등 등)

☞결함이 있을 경우 자속선 모양이 흩어져 나타나는 누설자속을 보고 판단

☞탄소강류의 강자성체만 가능. 스텐레스강 등 비금속류는 시험 제한

❖와류탐상 (관·환봉 검사 용이. 저장가능)

☞유도코일 주변 자장형성, 검사체에 유도된 와전류 크기, 분포로 결함 등 판단

☞깊은곳 제한. 직관적 판단 제한. 합금강 등 여러원소, 불순물 있으면 제한

❖침투탐상 (15~50도. 모세관원리. 낮은 온도는 높은 점성, 높은 온도는 색채둔화)

☞전처리→침투액도포→과잉침투액제거→현상제도포→관찰/판독→침투/현상제 제거

☞낮은 표면장력. 크기·재질에 관계없이 가능. \*다공질/거친표면 제한

(2)내부결함 검출 : 방초 (방사선투과(RT), 초음파탐상(UT))

❖방사선투과 (엑스/감마선, 투과도계, 증강지, 카세트, 판독기)

☞전처리→침투액도포→과잉침투액제거→현상제도포→관찰/판독→침투/현상제 제거

☞결함부와 정상부의 방사선 흡수량차이 이용. 기록유지 가능. 형상복잡시 제한

❖초음파탐상 (접촉매질 글리세린, 시편이용 초기화)

☞초음파의 반사되는 성질 이용. 두께 알고 진행거리 알고있으면 검사 가능

☞평면 및 경사 탐촉자 등 이용

(3)기타 : 음력 누적열중 (음향탐상(AET), 응력측정(SM), 누설(LT),

적외선열화상 검사(IRT), 중성자 검사(NRT))

❖초음파탐상 (외력가하면 소성변형 발생 후 파괴, 이런 변화 중 에너지 방출)

☞소성변형시 진폭작은 연속음, 균열시 진폭큰 돌발음향, 파단시 진폭큰 연속음 방출

### 30. 설비보전

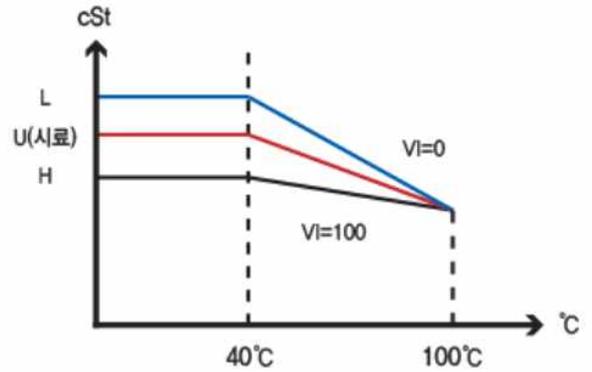
- 정의 : 설비의 최적상태 유지와 지속적인 개선활동으로 요약되며 일반적으로 예방보전과 사후보전으로 구분
- 예방보전 : 보전을 계획적으로 시행하는 것으로 보전주기에 의존 실시하는 시간기준보전, 설비상태에 따라 보전주기나 방법을 결정하는 상태기준보전, 생산상황 또는 설비의 노후 정도 등 주변 상황을 고려하여 실시하는 적응보전으로 분류
- 사후보전 : 보전주기를 기다리지 않고 고장이 발생한 경우 실시하는 보전. 그러나 사후 보전시에도 이상시 생산에 영향을 미칠 설비는 예비품을 준비하는 등 관리된 사후보전 형태가 된다
- 개량보전(CM) : 가동에 장애가 되거나 보전비용을 크게 증가시키는 설비에 있어서 고장의 빈도를 낮추고 설비를 안정적으로 가동하기 위해 설비의 개량을 실시
- 갱신 : 일반적으로 설비의 노후화가 진행되어 통상의 보전으로는 비용을 감당하기 어렵고 생산상의 리스크가 클 때, 기술적으로 진부화되고 부품공급에 지장이 있는 경우 실시
- ❖ 갱신의 경우에는 안전성, 신뢰성, 보전성 등을 고려하여 설계 및 제작단계까지 관여하여 보전에 신경 쓸 필요가 없는 설비를 도입하도록 노력해야 하는데
- 이렇게 설비도입시 보전도 고려하는 것이 필요하다는 의미에서 이를 보전예방이라고 한다
- 설비진단 기술은 이런 보전체계의 각 경우에 다 적용되는데 설비진단 기술을 가장 효율적으로 적용할 수 있는 보전은 상태기준 보전이다.

31. 점도지수

- 윤활유 : 기계 마찰면에 생기는 마찰력을 줄이거나 마찰열을 분산시킬 목적으로 사용하는 석탄계 광물유 \*절삭유 사용목적 : 냉윤세방(23p)
- 윤활유 기능(마냉밀 방세응) : 마모방지, 냉각, 밀봉작용, 방청작용, 세정작용, 응력분산작용
- 점도지수 : 온도에 따른 점도의 변화를 나타내는 수치
  - \*고온에서 점도 낮아짐. 첨가제는 점도에 영향
- 측정방법 :
  - \*파라핀계 많은 펜실버니아산 원유 점도지수 100(변화적음 / H), 나프탄계가 많은 걸프산 원유(변화많음 / L) 점도지수 0으로 하여 40도와 100도에서 시험오일(U)과 비교

$$\text{점도지수 (VI)} = \frac{L - U}{L - H} \times 100$$

- L : 점도지수(VI) = 0인 기름의 40°C동점도
- U : 시료 40°C에서의 동점도(cSt) {mm<sup>2</sup>/s}
- H : 점도지수(VI) = 100인 기름의 40°C동점도



32. 물체감지용 센서

(1) 근접센서 : 비접촉으로 대상물의 존재를 검출하는 센서로

- ① 자기 근접센서 : 고주파 자계를 발생시켜 내부 검출코일의 전류 변화로 검출
- ② 정전용량형 근접센서 : 전계를 발생하는 전계중에 존재하는 물체 내의 전하의 이동, 분리에 따른 정전용량의 변화를 검출
- ② 광학 근접센서 : 램프나 발광다이오드와 광센서를 결합시킨 방식
- ③ 초음파 근접센서 : 초음파 방사 및 수신에 따른 물체의 존재 검출

(2) 광전센서 : 검출매체로 빛을 사용한 센서로 물체의 존재, 위치, 통과 등 검출. 정밀 광전 센서는 물체 크기, 형상, 색상차이까지 검출 가능하여 로봇 등 자동화 기기에 많이 사용

- ① 투광기와 수광기가 분리된 투과형
- ② 투광기와 수광기가 일체인 반사형

(3) 접촉센서 : 마이크로 스위치를 내장한 리밋 스위치를 사용, 기계적 보호가 필요한 자동화 설비에 사용. 물체가 리밋 스위치에 접촉되어 내장 스위치를 작동시키는 구조로 위치, 액면, 온도, 압력 등의 검출에 사용

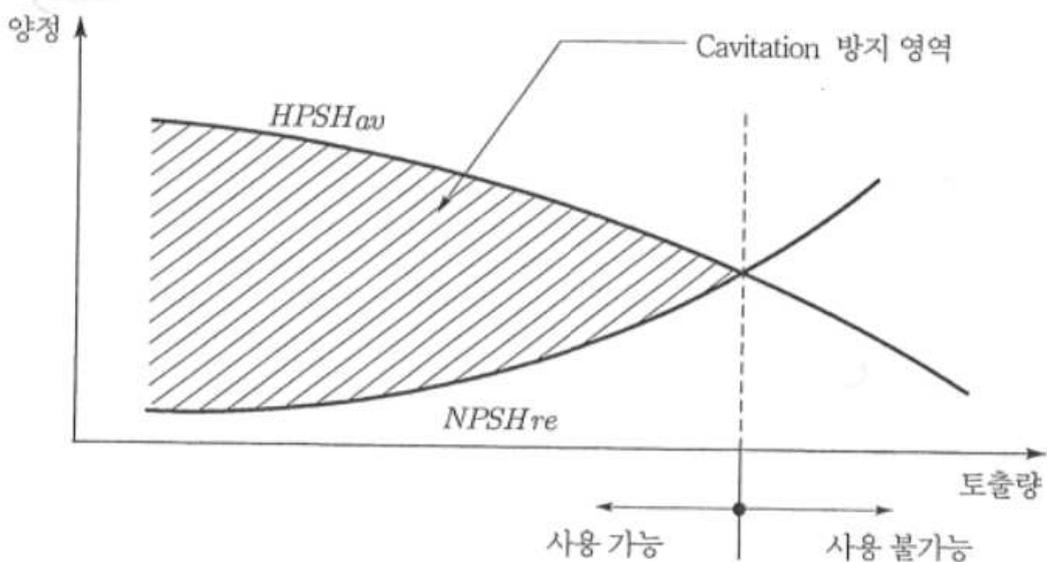
(4) 기타 적외선 센서, 공업법퍼, 모션센서 등

33. 유효흡입수두(NPSHav) / 필요흡입수두(NPSHrev) / 케비테이션 관계

- (1)NPSHav : 펌프 작동시 케비테이션 발생없이 펌프를 안전하게 운전 할 수 있는 흡입에 필요한 수두.  
 수식으로는  $10.3m \pm \text{펌프흡입양정}m - \text{흡입배관 손실수두}m - \text{유체 포화증기압환산수두}m$   
 이는 결국 펌프의 특성과는 관계없이 수면과 펌프와의 위치, 흡입배관의 길이 및 관경, 유체의 온도 등 주변 조건에 따라 결정  
 ❖Available Net Positive Suction Head)
- (2)NPSHre : 임펠러 입구까지 유입된 액체는 임펠러에서 가압되기 직전에 일시적으로 압력강하가 발생하는데 이때의 수두. 이는 펌프의 고유 특성이며 사전에 결정되는 값  
 ❖Required Net Positive Suction Head)
- (3)임펠러에 의해 흡입된 물은 원심력에 의해 운동에너지를 얻게되지만 펌프 케이싱에 부딪히는 순간 속도에너지를 잃으면서 에너지보존 법칙에 따라 압력에너지로 변환, 배관에 압력을 가한다. 이때 흡입된 물의 유효흡입수두가 작으면 펌프 내부는 압력이 떨어져 물이 포화증기압 이하가 되어 증발이 발생하여 케비테이션 발생. 결론적으로 임펠러에 흡입된 물의 유효흡입수두가 펌프에 의해 형성되는 진공도 보가 커야 케비테이션 방지가 가능하다
- (4)펌프의 토출량이 증가하면 유효흡입수두는 감소하고 필요흡입수두는 증가한다.  
 (토출량 증가하면 각종 손실수두 증가하고 / 임펠러 앞의 액체는 압력상승하므로)

3. 설계시 NPSH의 적용

- ① 토출량이 증가하면 NPSHav는 감소하나 반면에 토출량이 증가하면 NPSHre는 증가한다.
- ② Cavitation을 방지하고 펌프를 사용할 수 있는 최소범위는  $NPSH_{av} \geq NPSH_{re}$  영역이 된다.
- ③ 펌프 설계시 NPSHav는 NPSHre에 대해 130% 이상 여유율을 두어야 한다.  
 따라서  $NPSH_{av} \geq NPSH_{re} * 1.3$ 으로 적용한다.



[그림 1-2-8] Cavitation 방지 영역

### 34. 마모의 종류

-마모는 표면의 상대운동 결과로 미세한 입자들이 접촉면에서 이탈되는 현상으로 정의되며, 모든 기계 장치에서 불가피하게 발생하는 현상이다.

-마모의 원인으로는 응착, 부식, 절삭, 피로, fracture 및 화학적 상호작용 등이 알려져 있다. 그러나 대부분의 경우 마모는 한가지 원인에 의해서 발생하는 것이 아니라 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하여 나타나게 된다.

(1)응착마모(Adhesive Wear) : 두 표면이 접촉하여 상대운동을 할 때, 두 표면의 원자들간에 존재하는 인력에 의하여 두 접촉면이 응착되어서 한 접촉면으로 부터 파편이 떨어져 나오는 형태의 마모를 말함.

(2)절삭마모(Abrasive Wear) : 거칠고 단단한 표면이나 혹은 거친 입자를 포함한 연한 표면이 연한 표면과 상대운동을 할 때 연한 표면에 절삭작용을 함으로써, 연한 표면의 물질이 제거되는 형태의 마모를 말한다.

(3)부식마모 (Corrosive Wear) : 상대운동이 부식적인 환경에서 일어날 때, 접촉표면을 둘러싸고 있는 주위환경과 접촉표면과의 화학적인 작용으로 생긴 화합물이 표면으로 부터 떨어져 나가는 것을 말한다.

(4)표면피로마모(Surface Fatigue Wear) : 이 형태의 마모는 한 궤도를 따라 반복적인 상대운동이 있을 때 발생한다. 반복하중은 표면 혹은 표면 아래에 크랙을 형성하게 하는데, 이 크랙이 결과적으로 그 표면의 파괴를 야기시키게 된다.

(5)미동마모 (Fretting) : 접촉표면들이 작은 진폭의 진동을 받게 될 때 일어나게 된다. 접촉표면이 작은 진폭의 진동을 받으면, 접촉표면으로부터 매우 작은 마모입자가 생성 되게 되고 (응착마모), 이 입자들은 곧 산화되어 단단한 산화물을 만들며(부식), 이 산화물들이 절삭마모를 일으키게 된다. 따라서 이러한 형태의 마모는 미동 부식마모 (Fretting Corrosion)라고 불려지기도 한다.

(6)침식마모 (Erosive Wear) : 고체의 표면에 고체나 혹은 액체 입자들과 부딪힘에 의하여 마모되는 현상을 말한다. 낙수에 의하여 바위에 구멍이 뚫리는 것은 침식마모의 좋은 예라고 할 수 있다.

35. 산업안전기사 교재 요약

-페일 세이프, 풀 프루프, 템플 프루프 비교

구분	Fail safe	Fool proof	Temper proof
개념	고장으로 사고 확대방지 (오동작 방지)	고장 자체를 방지 (오조작 방지)	안전장치 기능 제거할 경우 동작 안됨
근원적 안전	기계위주(오동작)	인간실수(오조작)	안전장치
적용	사고발생 5단계 중 4단계(사고발생)	3단계 (불안전한 상태 및 불안정한 행동)	근원적 예방 설계로 안전 대책 강구
상세적용 목적	기계내부에 고장이 발생한 경우 피해 확대없이 단순고장이나 한시적 운영이 지속가능	초보자, 사용미숙자, 사용시에도 안전이 확보됨. 즉, 작업자의 과오, 실수로도 안전한 시스템 (정해진 기능, 절차에만 작동)	한단계 더 발전된 시스템이나 안전장치 기능제거시 시스템 사용 불능
공통	안전사고 방지 대책의 기본 시스템으로 활용		

- ❖ 템플 프루프 : 산업현장에서 생산설비의 경우 안전장치가 부착되어 있으나 생산성 향상을 위해 제거하고 사용하는 경우가 있다. 설비 설계자는 고의로 안전장치를 제거하는 것도 대비해야 하는데 이런 예방설계가 템플 프루프 이다.

## -매슬로우 욕구 5단계 이론 (생안사존자)

### 매슬로우 욕구 5단계 이론

#### 1단계: 생리 욕구

- 1) 의식주 성등 인간의 기본적인 욕구
- 2) 허기를 면하고 생명을 유지하려는 욕구로서 가장 기본인 의복, 음식, 가택을 향한 욕구에서 성욕까지 포함

#### 2단계: 안전 욕구

- 1) 생명, 생활, 외부로 부터의 자기 보호 욕구
- 2) 생리 욕구가 충족되고서 나타나는 욕구로서 위험, 위협에서 자신을 보호하고 불안을 회피하려는 욕구

#### 3단계: 사회적 욕구

- 1) 소속감과 애정의 욕구
- 2) 원하는 집단에 귀속되고 싶어하는 욕구

#### 4단계: 존경 욕구

- 1) 인정받으려는 욕구
- 2) 사람들과 친하게 지내고 싶은 인간의 기초가 되는 욕구

#### 5단계: 자아실현 욕구

- 1) 잠재능력의 달성감 등 성취 및 실현의 욕구

#### 매슬로우의 욕구 5단계 이론 특징

- 1) 인간은 만족할 수 없는 욕구를 갖고 있다.
- 2) 인간의 행동은 만족하지 못한 욕구를 채우는 것을 목표로 한다.
- 3) 인간의 욕구는 기본욕구에서 부터 상위욕구까지 5단계로 이루어져 있다.
- 4) 기본적인 욕구가 채워지면 인간은 상위욕구를 채우려 한다.

## -알더퍼의 ERG 이론 (존관성)

### 알더퍼의 ERG 이론

#### 1. 알더퍼의 ERG 3단계 이론

- 1) 존재욕구(Existence) : 신체적인 차원에서 유기체의 생존과 유지에 관련된 욕구
- 2) 관계욕구(Relatedness) : 타인과의 상호작용을 통해 만족되는 대인욕구
- 3) 성장욕구(Growth) : 개인적인 발전과 증진에 관한 욕구

#### 2. 알더퍼의 ERG 3단계 이론 특징

- 1) 한가지 이상의 욕구가 동시에 작용할 수 있다.
- 2) 상위 욕구를 채우지 못하면 보다 하위욕구가 더욱 증가하여 이를 채우려고 몇배나 노력해야 한다.

-재해의 간접원인 (3E : Engineer(기술), Education(교육), Enforcement(규제))

(1)개요 : 3E는 산재가 기술, 교육, 규제의 3가지 간접원인으로 발생한다는 관점에서 출발, 오래전부터 안전관리 프로그램의 기초가 되었다

(2)기술적 원인 : 기계설비의 설계 결함, 위험방호 불량, 근원적 안전시스템 미흡

(3)교육적 원인 : 작업방법 교육 불충분, 안전지식 부족, 안전수칙 무시

(3)관리적 원인 : 안전관리 조직 결함, 안전관리 규정 미흡, 안전관리 계획 미흡

(3)재해예방 대책 : 기교관

①기술적 대책 : 설비 및 환경의 개선 및 작업방법 개선

②교육적 대책 : 안전교육 및 훈련 실시

③관리적 대책 : 엄격한 규칙에 의한 제도적 시행

-재해의 기본원인 (3E : Engineer(기술), Education(교육), Enforcement(규제))

(1)개요 : 모든 재해는 불안정한 상태 및 불안정한 행동에 의해 발생되며, 재해의 기본원인인 4M은 Man, Machin, Media, Management이며, 이에 대한 안전대책의 수립이 필요하다

(2)4M의 재해발생 메커니즘 (단계)

①1단계 : 안전관리 결함

②2단계 : 인간적, 설비적, 환경적, 관리적 요인

③3단계 : 불안정한 행동, 불안정한 상태

④4단계 : 사고

⑤5단계 : 재해

(3)4M의 구성

①Man(인간적 요인) : 심리적 원인(걱정, 망각, 착오), 생리적 원인(피로, 수면부족)

②Machin(기계적 요인) : 기계설비 설계결함, 위험방호 불량, 근원적 안전화 미흡

③Media(매체 = 환경적 요인) : 작업방법 미흡(자세, 속도, 강도, 근로시간 등),  
작업환경 미흡(공간, 조명, 색채, 소음, 진동 등)

④Management(관리적 요인) : 안전관리 조직, 규정, 계획 등 미흡

(4)재해예방 대책 : 4M에 대한 대책으로 안전확보

-안전보건관리 조직 (라인형, 스텝형, 라인스텝형)

구 분	장 점	단 점
라인형 (직계식)	-안전에 관한 명령과 지시는 생산라인을 통해 신속·정확하게 전달 -중소규모 기업에 활용	-안전 전문인력이 없어 내용 빈약 -안전 정보가 불충분
	※100명 이하 사업장에 적합, 생산과 안전을 동시에 지시	
스텝형 (참모식)	-안전 전문가가 안전계획을 세워 문제해결 방안 모색 -경영자의 조언과 자문 역할 가능 -안전정보 수집이 용이하고 빠르다	-안전과 생산을 별개로 취급 할 수 있다 -생산부문은 안전에 대한 책임과 권한이 없다
	※대규모 사업장에 적합, 생산과 안전 상호간 소통이 원활하도록 해야한다	
라인 스텝형 (혼합식)	-안전 전문가에 의해 입안된 사항을 경영자 지침으로 명령/실시하므로 정확·신속하다 -안전 입안·계획·평가·조사는 스태프에서, 생산기술/안전대책은 라인에서 실시하여 전문성이 있다	-명령계통과 조언·권고적 참여가 혼돈되기 쉽다 -스태프의 월권 행위가 있을 수 있다
	※근로자 1000명 이상 대기업에서 실시	

-재해 법칙

- (1)하인리히 1:29:300
- (2)ILO 재해 구성비율 : 1:20:200
- (3)버드 이론 : 1:10:30:600

-산재발생시 조치순서(긴재원 대대실평)

- (1)긴급조치 (기계정지, 피해자 구출/응급조치, 관계자 통보, 2차재해 방지, 현장보존)
- (2)재해조사 (일시, 장소, 작업유형, 당시상황)
- (3)원인분석 (직접원인-사람/물체, 간접원인-관리측면)
- (4)대책수립 (동종 / 유사재해 방지)
- (5)대책실시 계획 (동종 / 유사재해 방지)
- (6)실시 / 평가

-산재통계 방법

(1)연천인율 : 1년 기준으로 근로자 1천명 당 재해자수를 나타내는 수치로  
연간 재해자수를 연평균 근로자 수로 나누고 1천을 곱한다

(2)빈도율(도수율) : 연 100만 근로시간 당 몇 건의 재해가 발생하는지를 나타내는 수치로  
연간 재해발생 건수를 연간 근로 총시간으로 나누고 1백만을 곱한다.

(3)환산도수율(1인 평생작업시 예상 재해건수 F) : 도수율 × 0.1

(4)강도율 : 1천시간 당 산재로 인한 근로손실일수를 나타내는 수치로  
연간 근로손실 일수를 연간 근로 총시간으로 나누고 1천을 곱한다

(5)환산강도율(1인 평생작업시 예상 근로손실일수 S) : 강도율 × 100

❖ S/F = 재해 1건당 근로 손실일수

(6)종합재해지수(도수강도치) : 도수율과 강도율을 동시에 비교할 수 있는 산술평균

$$\sqrt{\text{빈도율} \times \text{강도율}}$$

(7)세이프티 티 스코어 : 과거와 현재의 안전성적을 비교·평가하는 방법

현재 빈도율 - 과거 빈도율

$$\sqrt{\frac{\text{과거 빈도율}}{\text{현재 근로 총시간}} \times 10^6}$$

❖판정기준 : +2 이상인 경우 : 과거보다 심각하게 나빠짐

+2 ~ -2인 경우 : 심각한 차이 없음

-2 이하 : 과거보다 향상되었음

-산재 코스트 계산방법

(1)하인리히 : 총 재해코스트 = 직접비 + 간접비 (직접비 1 : 간접비 4)

\*간접비 : 법적 산재보상비 외에 인적/물적손실 + 생산손실 + 임금손실 + 시간손실 등

(2)시몬즈 : 총 재해코스트 = 보험 코스트 + 비보험 코스트

\*비보험코스트 : (휴업 + 통원 + 응급조치 + 무상해)의 장해정도에 따른 비보험 코스트 평균치

-안전모 종류 / 성능기준 (내전압성 : 7,000V 이하의 전압에 견디는 것)

AB	AE	ABE
낙비추 위험방지 / 경감	낙비감 위험방지 / 경감	낙비추감 위험방지 / 경감

❖안전모 시험성능 기준 (내전관수 총난턱)

- ①내전압성 (2종은 교류 20KV에서 1분간 절연파괴 없이 견디고 누설전류는 10mA 이하)
- ②내관통성 (2종은 관통거리 9.5mm 이하, AB종은 11.1mm 이하)
- ③내수성 (2종은 질량증가율이 1% 미만)
- ④충격흡수성 (최고전달 충격력이 4,450N 이하, 모체와 착장체 기능상실 안되다)
- ⑤난연성 (모체가 불꽃을 내며 5초 이상 연소되지 않아야 한다)
- ⑥턱끈풀림성 (150N 이상250N 이하에서 턱끈이 풀려야 한다)

❖안전모 부가성능 기준 (내전관수 총난턱 + 측면변형 용융물)

- ①측면변형 방호기능 (최대 측면변형은 40mm, 잔여변형은 15mm 이내)
- ②금속 용융물분사 방호기능 (10mm 이상의 변형이 없고 관통되지 않으며, 용융물 방출 정지 후 5초 이상 불꽃을 내며 연소되지 않을 것)

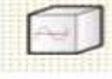
-안전대 종류 / 성능기준

벨트식	안전그네식
1개 걸이용, U자 걸이용, (안전블록, 추락방지대는 안전그네식만 적용)	

❖동하중 시험성능

- ①시험몸통으로부터 빠지지 말 것
- ②최대 전달 충격력은 6KN 이하 일 것
- ③U자걸이용, 안전블록, 추락방지대의 감속거리는 1m 이하 일 것  
\*안전블록 억제거리는 2m 이하 일 것
- ④시험 후 짐줄과 시험몸통간의 수직각이 50도 미만 일 것

36. IP등급 등

FIRST NUMBER 고체에 대한 보호정도 PROTECTION AGAINST SOLID OBJECTS		SECOND NUMBER 액체에 대한 보호정도 PROTECTION AGAINST LIQUIDS		IK CODE 물리적 충격에 대한 보호정도 PROTECTION AGAINST MECHANICAL IMPACT	
IP	TEST	IP	TEST	IK	TEST
0	 no protection	0	 no protection	00	 no protection
1	 50mm이상의 고체로 부터 보호됨(손에 닿는 정도)	1	 수직의 낙수물로부터 보호됨	01-05	 [impact < 1 joule]
2	 12mm이상의 고체로 부터 보호됨 (손가락 크기 정도)	2	 15° 정도 돌아치는 낙수물로부터 보호됨	06	 무게 500g의 물체를 20cm의 거리에서 떨어뜨려도 이상이 없음 [impact 1 joule]
3	 2.4mm이상의 고체로 부터 보호됨 (연장, 전선 크기)	3	 60°까지의 스프레이로부터 보호됨	07	 무게 500g의 물체를 40cm의 거리에서 떨어뜨려도 이상이 없음 [impact 2 joule]
4	 1mm이상의 고체로 부터 보호됨 (연장, 전선 크기)	4	 모든 방향의 스프레이로부터 보호됨	08	 1.7kg의 물체를 29.5cm의 거리에서 떨어뜨려도 이상이 없음 [impact 5 joule]
5	 먼지로부터 보호됨	5	 모든방향의 낮은압력의 분사되는 물로부터 보호됨	09	 5kg의 물체를 20cm의 거리에서 떨어뜨려도 이상이 없음 [impact 10 joule]
6	 먼지로부터 완벽하게 보호됨	6	 모든방향의 높은압력의 분사되는 물로부터 보호됨	10	 5kg의 물체를 40cm의 거리에서 떨어뜨려도 이상이 없음 [impact 20 joule]
		7	 15cm min 15cm~1m까지 침수되어도 보호됨		
		8	 1m 장기간 침수되어 수압을 받아도 보호됨		

2. 철강재 비교

각 철강재의 개정 전, 후 기호와 각 숫자의 의미가 변경됨을 이해하면 됩니다.

	SS400	SPPS380
표준	KS D 3503	KS D 3562
구분	일반구조용 Rolled Steel for General Structure	압력배관용강관 Steel Pipe Pressure Service
개정전 기호숫자의 의미	<b>인장강도(400 N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>인장강도(380 N/mm<sup>2</sup>)</b>
개정후 기호	SS275	SPPS250
개정후 기호숫자의 의미	<b>항복강도(275 N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>항복강도(250 N/mm<sup>2</sup>)</b>
사용범위	강판, 강대, 형강, 평강, 봉강	일반적인 압력배관(고압, 고온 범위 제외)

SS400은 JIS에서 사용되던 기호를 그대로 가져다 사용하다가 17년쯤 SS275로 개정된 것입니다.

SS250은 2018년에 개정되어 변경되었습니다.

### 37. 해외 안전문화

국내 산업현장에서 재해로 사망하는 근로자수는 매년 감소하는 추세입니다. 특히 정부와 관계기관들이 각고의 노력으로 지난해는 산재사망자를 800명대로 줄이는 성과를 이뤘습니다. 하지만 경제협력개발기구(OECD)의 평균에 비하면 두 배 가까이 사망재해가 발생하고 있는 것은 우리의 현실입니다.

그렇다면 산재예방 선진국들의 기업들은 어떻게 산업현장에서 발생할 수 있는 사고를 막고 안전문화를 정착시켰을까요?

# 알코아, 임원들이 직접 작업공정 면밀 검토 후 현장직원들과 의견 공유

1987년 알코아의 CEO였던 폴 오닐은 “알코아를 미국에서 가장 안전한 기업으로 만들 것” 이라고 선언하고 곧바로 무재해 작업장 만들기에 착수했습니다.

폴 오닐은 알루미늄 제조공정의 특성상 위험한 작업을 수행할 수 밖에 없었고 이때 문제는 근로자들이 불안감을 느끼며 일하고 있다는 것을 파악했습니다. 여기에 경영진이나 관리자들도 산재예방을 위한 대책이 미흡하다는 것을 문제점으로 여기고 있었습니다. 따라서 폴 오닐은 생산 공정에서 어떤 문제가 산업재해를 유발하는지 분석했습니다. 노·사간의 활발한 의견 공유를 위해 상향식 소통을 활성화시키기도 했습니다.

# 에어프로덕츠, 유해물질 대비 호흡기보호프로그램 및 전염병예방 보건관련 대응자 구성  
1940년 미국에서 설립돼 산업용가스 및 화학제품을 생산하는 ‘에어프로덕츠’ 도 안전을 최우선으로 생각합니다.

에어프로덕츠의 안전에 관해 눈여겨 볼만한 지점은 보건프로그램입니다.

이들은 작업자의 건강에 영향을 미칠 수 있는 작업 환경에 대해 체계적인 관리와 평가를 실시합니다. 일정주기로 외국의 산업위생 전문가가 참여하는 작업환경 측정 및 근골격계 질환 예방 프로그램 등을 통해 업무와 관련된 화학물질 노출 방지와 질병 및 상해 사고를 예방하기 위한 글로벌 프로그램을 시행 중에 있습니다.

여기에 코로나19와 같은 세계적인 전염병 등의 창궐기에 활용할 수 있는 보건 관련 대응자를 구성하고 유행병에 대한 개인보호장비까지 구비하고 있습니다.

# 듀폰, 행동중심 안전관리프로그램 ‘STOP’ 만들어 직원 스스로 안전의식 갖게 해  
미국의 화학기업 ‘듀폰’ 은 사내 안전원칙을 세워 모든 사고나 직업병은 사전에 예방될 수 있다는 문구를 직원들에게 각인시켰습니다. 여기서 경영층은 안전 관련

최종 책임을 지고 사내 직원들을 최우선시한다는 원칙을 세웠습니다.

이들은 행동중심 안전관리 프로그램인 STOP(Safety · Training · Observation · Program)을 만들어 작업자의 행동을 관찰하고 안전한 행동은 칭찬과 격려를 해 안전한 행동이 이어지도록 했습니다. 또 작업자들로 하여금 항상 질문하는 자세를 가지게 해 스스로 안전을 지킬 수 있는 ‘안전관찰기술’을 인식시켰습니다.

#### # 바커케미칼, 신입직원 안전이행 서약서 제출

1914년 독일에서 설립된 화학회사 ‘바커케미칼’은 사내 근본가치로 ‘혁신’을 꼽았는데 ‘안전’까지 혁신의 영역에 들어가 좋은 결과를 냈습니다.

대표적으로 바커케미칼은 신입직원 입사시 안전이행 서약서를 제출케 했습니다. 서약서에는 안전 · 보건 · 보안이 회사의 최우선 경영 정책이며 최소한의 고용조건으로 삼는다는 내용이 명시됐습니다. 또한 서약서를 제출한 신입직원들은 안전교육을 일주일 정도 받은 후 실무에 투입되는 것으로 전해졌습니다.

#### # 솔베이, 안전블록 · 안전보호구 · 도수보안경 개선 등 직원 우선시하는 꼼꼼한 배려

1863년 설립된 세계적인 화학기업으로 화학과 플라스틱에 주력하는 ‘솔베이’는 사람을 우선시하는 세심한 시설개선이 이목을 끄니다.

솔베이는 트럭을 운전하는 작업자, 원료 하역 작업자가 적절한 안전조치 없이 작업 중 추락해 상해 입는 것을 방지키 위해 안전블록과 작업발판을 설치했습니다. 이와 함께 솔베이는 관리자가 안전보호구들의 실효성을 세밀하게 분석한 결과 방독면 착용의 실효성이 떨어지는 것으로 나타나 방독면 대신 안면가리개와 보안경으로 대체하는 등 안전보호구를 개선했습니다.

이와 같이 알코아, 에어프로덕츠, 바커케미칼, 솔베이, 듀폰 등 해외유명기업들은 안전이행 서약서 제출, 안전교육 시행, 안전보호구 개선, 보건 대응자 구성 등 다양한 제도를 통해 안전한 산업현장을 만들기 위해 애쓰고 있다고 합니다.

우리나라의 성공적인 안전문화 정착을 위해선 경영진들의 '책임감'뿐만 아니라 직원들의 '자발적인 실천'도 필수적이겠죠?

우리나라의 근로자들이 더이상 사망재해를 겪지 않을 그날까지, 안전신문도 함께하겠습니다.

출처 : 안전신문(<https://www.safetynews.co.kr>)

### 38. 승강기 안전장치

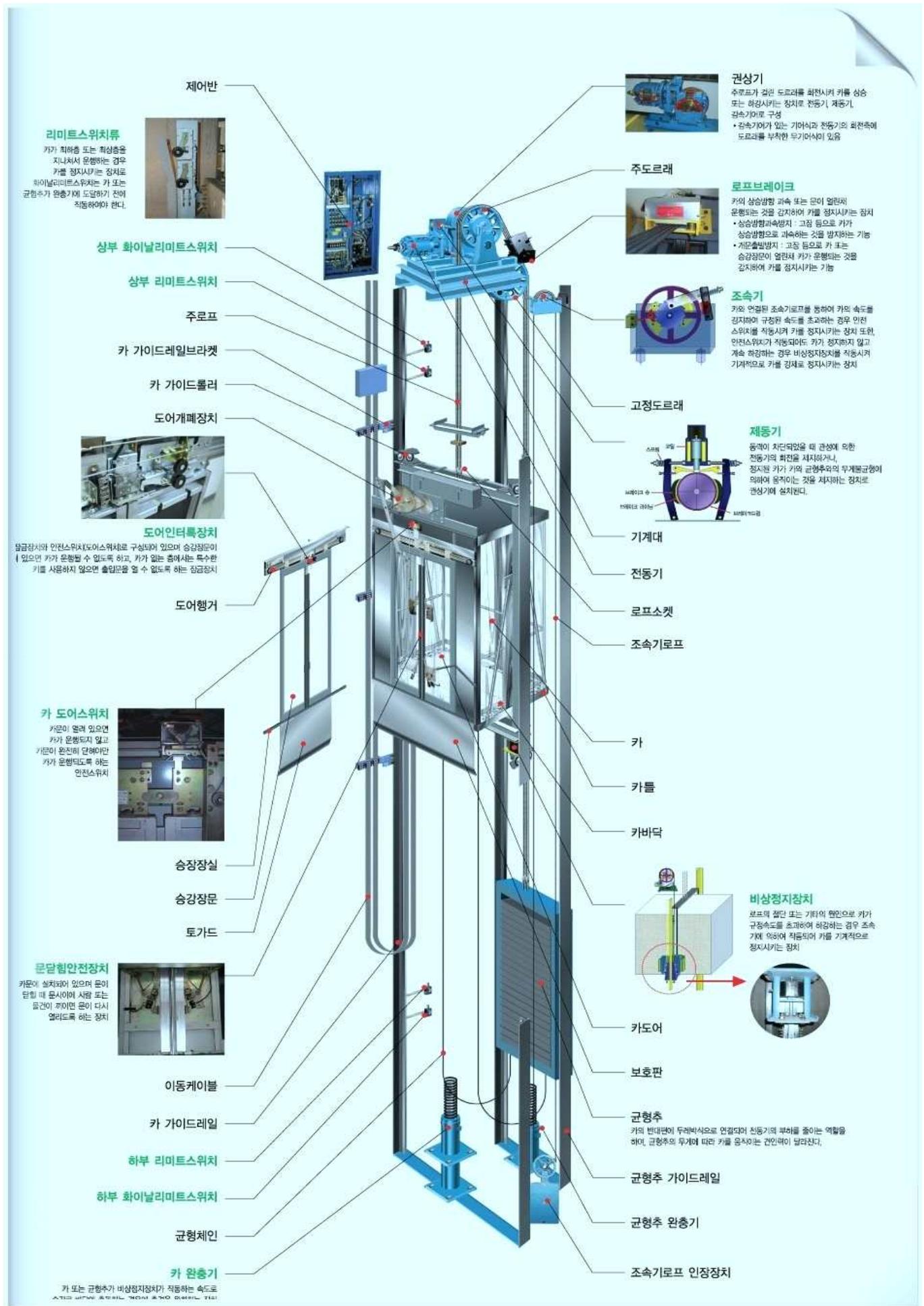
#### 1. 엘리베이터 전기적 안전장치

- 1) 주접촉기: 정전, 저전압, 각부의 고장시 주회로를 차단한다.
- 2) 과부하계전기: 과부하, 과전류로부터 전원을 차단하여 승강기를 보호한다.
- 3) 역결상릴레이: 3상 전압이 필요한 상태에서 외부전력의 오류에 의해 3상이 변화할 때 전동기를 정지시킨다.
- 4) 전자브레이크: 전동기가 회전을 정지하였을 경우 스프링의 힘으로 브레이크 드럼을 눌러 정지시킨다.
- 5) 도어 수위치: 문이 완전히 닫히지 않으면 운전이 되지 않는 스위치
- 6) 도어 안전 스위치: 자동으로 승강기의 문이 닫히고 있을 때 몸이 접촉되면 문이 다시 열리도록 한 스위치
- 7) 도어 인터록 스위치 : 엘리베이터의 승강장문에는 카가 정지하고 있지 않는 층에서는 열쇠를 이용해야만 밖에서 열 수 있는 잠금장치와 문이 닫히지 않으면 운전할 수 없게 하기 위한 도어 스위치가 필요하며, 통상 이들 장치는 별도로 설치하는 것이 아니라 하나로 조합되어 사용되고 도어 인터록 스위치라고 한다.
- 8) 스톱핑 스위치: 최상층 및 최하층에서 승강기를 자동으로 정지시키는 스위치 (슬로다운 스위치, 종점스위치)
- 9) 리밋 스위치 : 과승강 방지장치로 각 층 초과운행을 방지, 카의 상부와 하부 한도구간을 초과하려고 할 때 강제적으로 정지시키는 스위치(제한스위치)
- 10) 파이널리밋 스위치: 종점스위치의 고장을 대비한 2차 안전장치로 주회로를 차단하는 스위치

#### 2. 엘리베이터의 기계적 안전장치

- 1) 조속기 : 카 속도가 정격속도의 120% 이상 되면 전원을 차단시켜 정지 하는 장치
- 2) 비상정지장치 : 카의 속도가 130~140% 이상이 되면 정지시키는 장치
- 3) 완충기 : 비상정지장치가 작동하지 않거나 로프가 끊어져 카나 균형추가 아래로 낙하할 경우 그 충격을 완화시켜 주는 장치
- 4) 리타이어링 캠: 카 문과 승강장의 문을 동시에 개폐시키는 장치

[출처] 엘리베이터의 전기적, 기계적 안전장치 종류 | 작성자 분양보호자



**리미트스위치류**

카가 최하층 또는 최상층을 지나쳐서 운행하는 경우 카를 정지시키는 장치로 화이날리미트스위치는 카 또는 균형추가 완충기에 도달하기 전이 작동하여야 한다.

**상부 화이날리미트스위치**

**상부 리미트스위치**

**주로프**

**카 가이드레일브라켓**

**카 가이드롤러**

**도어개폐장치**

**도어인터록장치**

문닫장치와 안전스위치(도어스위치)로 구성되어 있으며 승강장문이 닫히면 카가 운행될 수 있도록 하고, 카가 없는 층에서는 특수한 키를 사용하지 않으면 출입문을 열 수 없도록 하는 잠금장치

**도어행거**

**카 도어스위치**

카문이 열려 있으면 카가 운행되지 않고 카문이 완전히 닫혀야만 카가 운행되도록 하는 안전스위치

**승장장실**

**승강정문**

**토가드**

**문닫힘안전장치**

카문이 닫혀져 있으며 문이 닫힐 때 문사이에서 사람 또는 물건이 끼이면 문이 다시 열리도록 하는 장치

**이동케이블**

**카 가이드레일**

**하부 리미트스위치**

**하부 화이날리미트스위치**

**균형체인**

**카 완충기**

카 또는 균형추가 비상정지장치가 작동하는 속도로 ATC UP/DN & REEL DOWN & NO REEL UP

**관상기**



주로프가 걸린 도르래를 회전시켜 카를 상승 또는 하강시키는 장치로 전동기, 계동기, 감속기어로 구성  
 • 감속기어가 있는 기어식과 전동기의 회전축에 도르래를 부착한 두기어식이 있음

**주도르래**



**로프브레이크**

카의 상승방향 과속 또는 문이 열린채 운행되는 것을 감지하여 카를 정지시키는 장치  
 • 상승방향과속방지 : 고감 등으로 카가 상승방향으로 과속하는 것을 방지하는 기능  
 • 계동출발방지 : 고감 등으로 카 또는 승강장문이 열린채 카가 운행되는 것을 감지하여 카를 정지시키는 기능

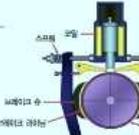
**조속기**



카의 연결된 조속기로프를 통하여 카의 속도를 감지하여 규정된 속도를 초과하는 경우 안전 스위치를 작동시켜 카를 정지시키는 장치 또한 안전스위치가 작동되어도 카가 정지하지 않고 계속 하강하는 경우 비상정지장치를 작동시켜 기계적으로 카를 감속해 정지시키는 장치

**고정도르래**

**제동기**



동력이 차단되었을 때 관성에 의한 전동기의 회전을 저지하거나, 정지된 카가 카의 균형추와의 무게불균형에 의하여 움직이는 것을 저지하는 장치로 관상기에 설치된다.

**기계대**

**전동기**

**로프스켓**

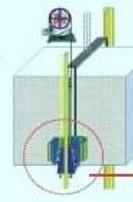
**조속기로프**

**카**

**카틀**

**카바닥**

**비상정지장치**



본포에 걸린 또는 기타의 원인으로 카가 규정속도를 초과하여 하강하는 경우 조속기에 의하여 작동되어 카를 기계적으로 정지시키는 장치

**카도어**

**보호판**

**균형추**

**균형추 가이드레일**

**균형추 완충기**

**조속기로프 인장장치**

**조속기로프 인장장치**

1. 과부하감지장치

기능) 정격 적재하중을 초과하여 적재(승차)시 경보가 울리고 도어가 열림. 해소시까지 문 열고 대기함.  
고장시) 초과 하중을 감지하지 못하여 과적재로 승강기가 추락할 수 있음. 메인 로프와 시브의 미끄럼 발생으로 무통제 운전 발생

2. 비상호출버튼 및 인터폰

기능) 정전시나 고장으로 승객이 갇혔을 때 외부와의 연락을 위한 장치  
고장시) 정전시나 고장시 외부와 연락이 두절되어 승강기 내부에 갇혀 있어야 됨

3. 비상등

기능) 정전시에 승강기 내부에서 1 lux 이상의 밝기를 유지할 수 있는 예비조명장치이었으나 최근 기준이 2lux로 변경됨.  
\* 「승강기 안전검사기준」[시행 2018.3.23.] [행정안전부고시 제2018-22호, 2018.3.23., 일부개정]  
고장시) 정전으로 승강기내에 갇혔을 때 외부와 통화 장치의 위치 파악이 어려우며, 승객에게 빛 단절로 인한 공포심 유발하여 무리한 탈출을 시도할 수 있음

4. 도어스위치

기능) 카도어 구동장치에 취부된 도어 안전장치로서 도어가 완전히 닫혀야만 카를 출발시키는 장치  
고장시) 카도어가 열린채 승강기가 움직임

5. 도어 인터록 및 스위치

기능) 승강장 도어 안전장치로서, 승강장 도어가 열렸을 때는 카가 운행할 수 없도록 하며, 카가 없는 층에서는 특수한 키가 아니면 외부에서 도어를 열수 없도록 잠그는 장치  
고장시) 승강장의 문이 열린채로 움직임으로써 승강장의 승객이 승강로에 추락하거나 승강기와 벽사이에 승객이 협착될 수 있음

6. 마그네틱 브레이크

기능) 직류전자식으로 운전중에는 항상 개방되어 있고, 정지시에 전원이 차단됨과 동시에 작동함  
고장시) 브레이크가 잡힌상태로 움직일 수 있고, 이로 인해 브레이크 라이닝의 과다 마모로 무통제 운전발생



<p>7. 완충기 기능) 승강기가 승강로 최하부로 낙하하는 경우에 충격을 완화할 수 있도록 피트에 설치되며, 스프링식과 유입식이 있음</p>
<p>8. 출입문 안전장치(문닫힘안전장치) 기능) 승강기 문에 승객 또는 물건이 끼었을 때, 자동으로 다시 열리게 되어있는 장치 고장시) 승객이 문 사이에 협착되는 상황 발생됨</p>
<p>9. 비상정지장치 기능) 조속기 로프와 연결되어 있어 카의 정격속도의 1.4배를 넘을 경우에 가이드레일을 잡아 카를 안전하게 정지시킴 고장시) 로프가 절단될 경우 자유 낙하하는 사고 발생됨</p>
<p>10. 조속기 기능) 카의 속도가 정격속도의 1.3배를 넘을 경우에 과속 스위치를 작동시켜 전자브레이크 동력을 끊음으로써 엘리베이터를 정지시키며, 카의 속도가 계속 증대하여 정격속도의 1.4를 넘을 경우에는 조속기 로프를 잡아 비상정지장치를 작동시킴 고장시) 승강기의 이상속도 발생시 비상정지 및 안전스위치가 동작하지 못함</p>
<p>11. 리미트 스위치, 하이널 리미트 스위치 기능) 승강기가 최상층 이상 및 최하층 이하로 운행되지 않도록 엘리베이터의 초과운행을 방지하여 줌 고장시) 승강기가 최상층 및 최하층을 지나쳐서 승강로 상부나 피트에 부딪칠 수 있음</p>
<p>12. 비상구출구 기능) 층과 층 사이에 갇힘사고 발생시 승강기 내부의 천장이나 측면에 설치된 구출구로 승객을 구출할 수 있음</p>
<p>13. 로프 제동장치 기능) 승강기 추락시 메인로프를 조임으로써 엘리베이터의 미끄러짐이나 떨어짐을 방지하는 비상제동장치를 말한다. 엘리베이터가 층 레벨에 정지해 도어가 열린 상태에서 승객이 타고 내리는 순간 엘리베이터 로프와 견인 시브의 마찰력 저하로 인해 로프의 미끄러짐이 발생하는 경우나 제동장치의 불량이나 고장등으로 인하여 엘리베이터가 서서히 미끄러져 이동되거나 엘리베이터가 하강방향 또는 상승방향으로 떨어질 (균형추가 아래로 떨어짐)때 제동장치가 작동되어 메인로프를 잡아줌으로서 승강기의 추락 및 개문발차 (開門發車)를 방지해 주는 안전장치이다.</p>

40. 산안법 기계·기구 등에 대한 건설공사 도급인의 안전조치

<p><b>제76조(기계·기구 등에 대한 건설공사 도급인의 안전조치)</b> 건설공사도급인은 자신의 사업장에서 타워크레인 등 대통령령으로 정하는 기계·기구 또는 설비 등이 설치되어 있거나 작동하고 있는 경우 또는 이를 설치·해체·조립하는 등의 작업이 이루어지고 있는 경우에는 필요한 안전조치 및 보건조치를 하여야 한다.</p>	<p><b>제66조(기계·기구 등)</b> 법 제76조에서 "타워크레인 등 대통령령으로 정하는 기계·기구 또는 설비 등"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기계·기구 또는 설비를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 타워크레인</li> <li>2. 건설용 리프트</li> <li>3. 향타기(해머나 동력을 사용하여 말뚝을 박는 기계) 및 항발기(박힌 말뚝을 빼내는 기계)</li> </ol>	<p><b>제94조(기계·기구 등에 대한 안전조치 등)</b> 법 제76조에 따라 건설공사도급인은 영 제66조에 따른 기계·기구 또는 설비가 설치되어 있거나 작동하고 있는 경우 또는 이를 설치·해체·조립하는 등의 작업을 하는 경우에는 다음 각 호의 사항을 실시·확인 또는 조치해야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 작업시작 전 기계·기구 등을 소유 또는 대여하는 자와 합동으로 안전점검 실시</li> <li>2. 작업을 수행하는 사업주의 작업계획서 작성 및 이행여부 확인(영 제66조제1호 및 제3호에 한정한다)</li> <li>3. 작업자가 법 제140조에서 정한 자격·면허·경험 또는 기능을 가지고 있는지 여부 확인(영 제66조제1호 및 제3호에 한정한다)</li> <li>4. 그 밖에 해당 기계·기구 또는 설비 등에 대하여 안전보건규칙에서 정하고 있는 안전보건 조치</li> <li>5. 기계·기구 등의 결함, 작업방법과 절차 미준수, 강풍 등 이상 환경으로 인하여 작업 수행 시 현저한 위험이 예상되는 경우 작업 중지 조치</li> </ol>
--	---	---

41. 기계안전기술사 문제

- 중처법상 중대재해 정의
- 안전검사대상기계
- 크레인 설조수점해시 조치사항 7가지
- 관리감독자 정기교육 내용 10가지
- 파열판 일반적인 사용조건 / 안전밸브와 직렬사용 조건
- 보일러 안전밸브의 설정/분출압력, 호칭압력, 분출정지압력 뜻 설명
- 크레인 작업시작 전 점검사항, 약천후 / 강풍시 작업중지 조건
- 사전조사 및 작업계획서 작성해야 하는 13종 작업
- 중량물취급 작업계획서에 포함되어야 할 내용 5가지
- 위험성평가 정의, 법적근거, 실시주체, 추진절차, 방법 및 시기
- ❖용접 잔류응력 측정방법, 완화법, 변형교정법
- 작업 시작전 점검사항 : 로봇 교시, 고소작업대, 컨베이어,
- 프레스 금형에 의한 위험 방지대책 3가지
- ❖로봇 방호장치 중 R-1 / R-2 / 유틱 / 한계기능시험 설명
- PSM 개요, 제출대상 업종, 12대 실천과제



[별표 21의2]

휴게시설 설치·관리기준

(제194조의2 관련)

1. 휴게시설의 크기 및 위치

가. 휴게시설의 최소면적은 6㎡ 이상, 천장고 2.1m 이상 확보하고 근로자의 휴식 주기, 남녀, 동시 사용인원을 고려하여 적정한 면적을 확보할 것. 이 경우 적정한 면적은 사업장 여건에 따라 노사가 자율적으로 정할 수 있음

나. 휴게시설의 위치는 이용이 편리하도록 가까운 곳에 위치할 것. 다만, 화재·폭발 등 위험으로부터 벗어나고 인체에 해로운 분진 등을 발산하는 장소 및 유해물질을 취급하는 장소와 격리하여야 함

2. 휴게시설의 온도, 습도, 조명, 환경

가. 여름철은 20~28℃, 겨울철은 18~22℃수준으로 유지할 수 있도록 덥거나 춥지 않게 냉난방 기능을 갖춘 것

나. 습도는 50~55% 수준으로 유지할 수 있도록 기능을 갖춘 것

다. 조명은 100~200Lux 수준으로 유지가 가능하도록 기능을 갖춘 것

라. 환기가 가능할 것

마. 휴식을 취하기 어려운 정도의 소음에 노출되지 않을 것

3. 비품 및 설비

가. 의자 등 휴식에 필요한 비품 등을 구비할 것

나. 음용이 가능한 물을 제공하거나 해당 설비를 갖춘 것

4. 휴게시설 관리

가. 휴게시설을 관리하는 담당자를 지정할 것

나. 청소 등을 통해 청결을 유지하고, 필요 시 소독을 할 것

다. 휴게시설을 알수 있도록 표지를 부착하거나 그 밖의 방법으로 휴게시설임을 알 수 있게 할 것

라. 각종 물품을 보관하는 공간 등 다른 목적으로 사용되지 않도록 할 것

※ 비고 (일부 적용제외)

1. 전용으로 사용하는 총 면적의 합이 300㎡ 미만인 사업장에 휴게시설을 설치한 경우: 제1호

2. 작업장소가 일정하지 않거나 전력이 공급되지 않는 등 작업장특성에 따라 휴게시설을 갖추기 곤란하여 그늘막 등 간이로 휴게시설을 설치한 경우: 제2호

3. 주로 옥외작업을 하는 작업장특성에 따라 옥외작업장이나 시공 중인 구조물 등에 휴게시설을 설치한 경우: 제2호나목

## 41. 스마트 팩토리

스마트팩토리는 4차 산업으로 일컫는 ICT(Information Communication Technology)와 제조업이 융합된 것으로 공장 내 설비와 기계에 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능(AI) 등의 기술을 접목한 것이 특징이다. 이는 공정 데이터를 실시간으로 수집하고, 분석해 공장 자체가 스스로 생산을 제어한다.

자동화 공장은 단일 생산에 대한 자동화만이 이루어졌다면 스마트 팩토리는 공장 전체가 유기적으로 연결되어 있어야 한다. 생산에서 그치는 것이 아니라 원자재 납품부터 마케팅까지 생산에 관련된 모든 시스템이 연결되어 문제상황에 대한 예측과 대응을 할 수 있다. 자동화 공장은 기존 설계된 프로그래밍 자체에 대한 자동화 만이 가능하지만, 스마트 팩토리는 실시간 자율 판단이 가능한 것이다.

스마트팩토리는 총 5단계를 가진다.

점모제최자 : 점검, 모니터링, 제어, 최적화, 자율

1. 점검 : 부분적 표준화와 데이터 관리
2. 모니터링 : 생산정보에 대한 실시간 모니터링
3. 제어 : 수집된 정보를 분석
4. 최적화 : 시뮬레이션을 통해 사전대응
5. 자율 : 자율운영 단계

국내에서도 스마트팩토리의 구축을 위해 포스코는 21015년부터 TFT를 구성했고 국내 통신3사도 각사에 맞게 WIFI에서 5G를 이용한 스마트팩토리를 구축중이다.

하지만 외부 네트워크를 사용하다 보니 각 사에서는 보안의 위험에 직면 해 이를 해결하는 것이 당면 과제이다.