



【13년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(코사가이드 등)

❖단답형

1. 기계 운동형태에 따른 위험점 6가지를 예를 들어 간단히 기재(21)(p.26)

1. 개 요

산업현장에서 사용되는 설비들은 주로 직선운동, 왕복운동, 회전운동 등을 통해 작업점에 동력을 전달하므로 구동부 및 작업점 일대는 언제나 많은 위험점이 형성되고 있다. 따라서 이를 명확히 인식해야 각종 위험점을 제거 및 최소화 할 수 있다

2. 위험점 6가지 및 예

1)협착점

기계의 왕복운동을 하는 부분과 고정부 사이에 형성되는 위험점으로 프레스의 상형과 하형 사이, 단조해머 등이 협착점에 해당된다.

2)끼임점

기계의 회전운동을 하는 부분과 고정부 사이에 형성되는 위험점으로 연삭숫돌과 작업대 사이, 교반기 몸체와 임펠러 사이 등이 끼임점에 해당된다.

3)절단점

운동하는 기계 자체의 위험이며 특히, 회전하는 운동부 자체에 형성되는 위험점으로 목재가공용 동근톱날, 밀링커터 등이 대표적인 절단점에 해당된다.

4)물림점

서로 반대방향으로 회전하는 회전체 사이에 형성되는 위험점으로 롤러, 압연기, 기어 등이 물림점에 해당된다.

5)접선물림점

회전하는 운동부에 접선방향으로 물려 들어가는 위험점으로 회전하는 폴리외 V벨트, 체인과 스프로킷 등이 접선물림점에 해당한다.

6)회전말림점

회전운동을 하는 부분에 길이, 굵기, 속도 등이 불규칙한 부분이 있을 때 또는 회전하는 부분에 돌기 등이 있을 때 장갑, 작업복 등이 말려들어갈 수 있는 위험점으로 회전하는 축, 회전하는 드릴 등이 회전말림점에 해당된다

2. 산안법 33조(80조로 변경)에 따라 방호조치를 해야할 위험기계기구 명시 및 각각의 방호조치를 기재(15) (시행령 별표20)

1. 개 요

일부 기계·기구들은 그 위험성이 특히 높기 때문에 산업안전보건법 및 대통령령으로 반드시 방호조치를 하도록 강제하고 있으며, 이런 방호조치를 하지 않을 경우 양도, 대여, 설치, 사용 등을 하지 못하도록 하고 있으며 그 기계·기구 및 방호조치는 다음과 같다

2. 방호조치를 해야 할 유해·위험 기계·기구 및 그 방호조치

- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1)예초기-날접촉 예방장치 | 2)원심기-회전체 접촉 예방장치 |
| 3)공기압축기-압력방출장치 | 4)금속절단기-날접촉예방장치 |
| 5)지게차-헤드가드, 백레스트, 전조등, 후미등, 안전벨트 | |
| 6)포장기계-구동부 방호 연동장치 | |

3. 프레스 작업 시작전 관리감독자가 점검해야 할 사항 5가지 기재(18/20)(기준규칙 별표3)

1. 개 요

프레스 작업은 산업재해 위험이 높은 설비이며, 관리감독자는 해당 작업과 관련된 기계·기구·설비의 안전점검을 실시해야 하므로 프레스 작업 시작전 관리감독자가 점검해야 할 사항은 다음과 같다

2. 관리감독자가 점검해야 할 사항

- 1)클러치 및 브레이크의 기능
- 2)크랭크축·플라이휠·슬라이드·연결봉 및 연결 나사의 풀림 여부
- 3)1행정 1정지기구·급정지장치 및 비상정지장치의 기능
- 4)슬라이드 또는 칼날에 의한 위험방지 기구의 기능
- 5)프레스의 금형 및 고정볼트 상태
- 6)방호장치의 기능 *⑦전단기의 칼날 및 태어블의 상태(프레스 아니므로 안쓰는게 좋음)

4. 기어 손상의 종류 5가지와 각각에 대한 손상방지대책을 간단히 기재 (코사 M-148-2012)

1. 개 요

기어의 안전한 사용을 위해서는 다양한 손상의 원인을 이해하고 적절한 방지대책을 강구해야 하는데 기어 손상의 대표적인 종류 및 방지대책은 다음과 같다.

2. 기어 손상의 종류와 손상방지대책

- 1)마멸 : 마찰면이 닳아 없어지는 현상으로 연마마멸, 굽기마멸, 과부하마멸, 부식마멸 등
*대책 : 감속기 내부를 세정하고 필터 및 윤활유 등을 교체한다.
- 2)소성항복 : 과하중으로 생기는 치면의 영구변형으로 압연항복, 피닝항복, 파상항복 등
*대책 : 기어에 걸리는 부하나 충격을 줄인다.
- 3)스코어링 : 높은 압력, 과도한 미끄럼, 온도상승 등에 의한 유막 파괴로 금속면끼리 접촉 되어 기어 표면에 굽힌 자국이 나타나는 현상
*대책 : 윤활 방지를 위해 높은 면압에도 견딜 수 있는 윤활유 사용
- 4)표면피로 : 치면에 높은 압축응력이 가해져 움푹 패이는 현상으로 피팅 등이 있다.
*대책 : 치면에 높은 압축응력이 발생되지 않도록 과부하를 피하고 적정 윤활 등의 조치를 한다.
- 5)버어닝 : 과하중, 과속, 윤활 불량 등에 의한 마찰열 발생으로 기어 표면이 변색되고 경도가 저하되는 현상
*윤활유의 적정 점도 유지와 원활한 윤활 실시
- 6)간섭 : 부적정한 설계 및 제작, 이 끝 여유 불충분 등으로 인해 국부적으로 매우 높은 하중이 기어에 가해지는 현상이다.
*대책 : 설계·제작·조립 시 기어의 적정 중심거리 유지 및 이 끝과 이의 뿌리 사이의 적정 간격을 유지한다
- 7)절손 : 기어 이가 부러지는 현상. 과부하에 의한 절손과 피로에 의한 절손 등이 있다.
*대책 : 기어 이 사이에 이물질이 끼지 않도록 하고, 과부하를 방지한다.
- 8)균열 : 이가 조각이 나거나 얇게 벗겨지는 현상이다.
*대책 : 균열을 방지하기 위해서는 열처리 사양에 맞추어 기어의 이 부분을 열처리하고 열처리 후 잔류 응력을 완전히 제거해야 한다.



5. 와이어 로프와 달기체인 사용금지 기준 기재(14/19/20)(기준규칙 63조)

1. 개 요

와이어로프와 달기체인은 제조업 등의 공장 및 각종 건설현장 등에서 크레인, 리프트, 고소작업대 등의 달기구로 사용되며, 손상 발생시 막대한 인명피해를 초래할 우려가 있으므로 사용금지 기준을 명확히 알아야 하며 그 기준은 다음과 같다

2. 와이어로프 사용금지 기준

- 1)이음매가 있는 것
- 2)와이어로프의 한 꼬임(스트랜드)에서 끊어진 소선(필러선 제외)의 수가 10퍼센트 이상 (비자전로프의 경우 끊어진 소선 수가 와이어로프 호칭지름의 6배 길이 이내에서 4개 이상이거나 호칭지름 30배 길이 이내에서 8개 이상)인 것
- 3)지름의 감소가 공칭지름의 7퍼센트를 초과하는 것
- 4)꼬인 것
- 5)심하게 변형되거나 부식된 것
- 6)열과 전기충격에 의해 손상된 것

3. 달기체인 사용금지 기준

- 1)달기체인의 길이가 달기체인이 제조된 때 길이의 5퍼센트를 초과한 것
- 2)링 단면지름이 달기체인이 제조된 때 해당 링 지름의 10퍼센트를 초과하여 감소한 것
- 3)균열이 있거나 심하게 변형된 것

❖ **논술 필수 2문제 (50점)**

6. 연삭작업시 슛돌의 파괴원인과 재해예방을 위한 구조면에서의 방호대책 기재(15)(p.141)

1. 개 요

연삭작업은 연삭스�돌의 절삭작용으로 공작물에 미소칩이 발생하는 가공이며, 이에 사용되는 기계를 연삭기라고 한다. 연삭기의 종류는 원통연삭기, 만능연삭기, 휴대용 연삭기, 스윙 연삭기, 평면연삭기, 절단연삭기 등 다양하며, 슛돌은 고속으로 회전하기 때문에 연삭작업 중 슛돌이 파괴될 경우 작업자에게 큰 재해를 초래할 수 있다. 따라서 슛돌의 파괴원인을 정확히 알고 각 원인에 따른 방호대책을 정확히 아는 것은 안전한 연삭작업을 위해 반드시 필요한 사항이다.

2. 본 론

스�돌의 파괴원인은 슛돌의 강도 이상의 큰 힘이 작용했기 때문이지만 그 원인은 상당히 복잡하다. 그러나 일반적으로 널리 알려진 슛돌의 파괴 원인은 다음과 같으며, 재해예방을 위한 구조면에서의 방호대책은 다음과 같다

1)스�돌의 파괴원인

(1)스�돌이 과대한 **충격**을 받았을 경우

(2)**균열**이 있는 슛돌을 사용한 경우

(이는 슛돌의 운반 및 취급 관리상 결함에서 발생)

(3)축이 고속회전시 팽창하여 슛돌에 **균열**을 발생시킨 경우

(이는 축과 슛돌간의 여유가 없는 경우에 발생)

(4)스�돌이 지나치게 **고속**으로 회전하는 경우

(이는 슛돌의 **최고사용 원주속도**를 준수하지 않아 발생)

(5)스�돌의 **불균형**으로 회전중심이 맞지 않거나 **베어링**이 과도하게 마모된 경우

(이는 진동을 발생시켜 슛돌이 파괴된다)

(6)현저하게 **플랜지 지름**이 작은 경우

(이는 플랜지 지름이 통상 슛돌 지름의 1/3이상이 되어야 하는데 이를 미준수하여 작은 플랜지에 응력이 집중하여 슛돌파괴 발생)

(7)일감으로 **스�돌의 측면**을 과도하게 가압했을 경우

(이는 특히 슛돌이 얇을 때 발생)

2)구조면에서의 방호대책

(1)구조규격(재료, 치수, 두께)에 알맞은 **덮개**를 설치한다. 덮개는 인장강도가 28Kg/mm² 이상, 연신율이 14%이상인 압연강판을 사용하고, 연삭기 종류별로 덮개의 노출 각도가 각각 상이한데 중요 연삭기 종류별 덮개의 노출각도는 다음과 같다.

①**탁상용** 연삭기의 덮개 : 90° 이내

*단, 슛돌의 주축에서 수평면 위로 이루는 원주각도 : 65° 이내 (**50° 이내/코샤**)

*수평면 이하에서 연삭할 경우 노출각도 : 125° 까지 증가

*스�돌의 상부 사용을 목적을 할 경우 노출각도 : 60°이내

②**원통연삭기 / 만능연삭기** 덮개 : 180° 이내

*단, 슛돌의 주축에서 수평면 위로 이루는 원주각도 : 65° 이내 (**60° 이내/코샤**)

③**휴대용 연삭기 / 스윙 연삭기** 덮개 : 180° 이내

④**평면연삭기, 절단연삭기** 덮개 : 150° 이내

*단, 슛돌의 주축에서 수평면 밑으로 이루는 원주각도 : 15° 이상



- (2)플랜지는 수평을 잡아 바르게 설치한다. 이때, 플랜지 안쪽에 종이나 고무판을 부착할 경우 두께는 0.5~1mm 정도가 적합하며, 슷돌의 종이라벨은 제거하지 않는다.
- (3)스틀 결합시 축과 0.05~0.15mm 정도의 틈새를 둔다
- (4)칩 비산방지 투명판과 국소배기장치를 설치한다.
- (5)타삭용 연삭기는 작업 받침대와 조정편을 설치한다. 이때 슷돌과 작업 받침대 간격은 3mm 이내로 하며, 슷돌과 조정편 간격은 3~10mm 이내로 한다.

3. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 연삭스틀의 파괴원인은 다양하므로 구조면에서의 방호대책을 철저히 준수해야 한다. 또한 작업 시작전 슷돌의 균열 여부를 확인 할 수 있는 슷돌의 타음검사와 작업시작전 1분 이상 시운전, 슷돌 교체시에는 3분 이상 시운전을 실시하여 작업 시작전 슷돌의 이상유무를 확인하는 방법도 있으니 이런 절차도 반드시 준수하여 슷돌의 파괴에 의한 재해를 예방해야 한다.

※연삭기의 작업면에서의 방호대책

1. 작업간 연삭스틀에 충격을 가하지 않는다.
2. 작업 시작전 1분 이상 시운전, 슷돌 교체시에는 3분 이상 시운전을 실시하고 연삭스틀 제조 후 시운전시에는 규정 속도의 1.5배 속도로 시운전을 한다.
3. 시운전에 사용하는 연삭스틀은 작업 시작전에 육안에 의한 외관검사 및 타음검사 등을 통해 결함의 유무를 사전 확인 후 시운전을 한다.
4. 연삭스틀의 최고사용 원주속도를 초과하여 사용하지 않는다.
5. 측면을 사용하는 것을 목적으로 하는 연삭스틀 이외에는 측면을 사용하지 않는다.
6. 공기연삭기의 공기압력기(조속기)는 압력관리를 적정하게 하여 사용한다.
7. 작업시는 필요시 적절한 드레싱을 하고 연삭작업이 끝나면 연삭액을 완전히 다 쓸 때까지 축을 회전시킨 이후에 정지한다.
8. 폭발성 가스가 있는 곳에서는 연삭작업을 하지 않는다.
9. 칩 비산 방지장치가 없을 때는 보안경을 착용한다.
10. 연삭작업은 슷돌의 측면에 서서 한다.
11. 연삭작업시 생기는 분진의 흡입을 막기 위해 방진마스크를 착용한다.
12. 연삭기의 덮개를 벗긴 채 사용하지 않는다.

※연삭스틀의 수정인 드레싱과 트루잉 설명

※연삭스틀의 표시부호 해석



7. 보일러의 사고원인과 주요 방호장치 3가지를 설명(p.201)

1. 개 요

보일러는 연료를 연소시켜 그 연소열로 강철제 밀폐용기 내의 물을 특정 온도 및 압력을 가진 증기로 변환하고 이를 다른 곳에 공급하기 위한 장치로 원통보일러, 수관보일러, 특수 보일러 등으로 대별된다. 그러나 보일러에 사용하는 원수 중에는 현탁고형물, 가스 성분 등 많은 불순물이 포함되어 있어 보일러에 다양한 장애를 발생시키며, 이런 장애는 보일러 효율을 저하시키고 고장을 유발하여 대형 사고로 이어질 수 있으므로 보일러의 사고원인과 주요 방호장치를 숙지하여 대형사고를 예방해야 한다.

2. 본 론

보일러는 수위와 발생증기의 이상, 이상연소 등 다양한 장애가 발생할 수 있으며 이런 장애를 방치할 경우 대형 사고로 이어질 수 있는데 일반적으로 알려진 보일러의 사고원인과 그 사고를 방지하는데 필요한 방호장치는 다음과 같다.

1)보일러의 사고원인

(1)보일러 과열

- ①본체 및 수관의 청소불량
- ②관수 부족시 보일러 가동
- ③급수펌프 및 수면계 등의 고장으로 드럼 내 물의 감소

(2)보일러 압력상승

- ①압력계 눈금을 잘못 읽거나 감시 소홀
- ②압력계 고장으로 기능상실
- ③안전밸브의 기능 고장

(3)보일러 부식

- ①보일러수 중의 불순물로 인한 수관의 부식
- ②급수처리를 하지 않은 물을 사용
- ③급수에 해로운 불순물의 혼입

2)주요 방호장치

(1)고저수위 조절장치

- ①보일러 수위가 안전을 확보할 수 있는 최저 수위까지 내려가기 직전에 자동으로 경보가 울리고 자동으로 연료 공급장치를 차단하는 장치
- ②작업자가 고저수위 조절장치를 쉽게 감시하도록 고저수위 지점을 알리는 경보등과 경보음장치를 설치하며 자동으로 급수 및 단수가 되도록 설치해야 한다.

(2)압력방출장치

- ①보일러의 과다한 압력상승을 막도록 규격에 맞는 압력방출장치를 1개 또는 2개 이상 설치하고 최고 사용압력 이하에서 작동되도록 조치해야 한다.
- ②2개 이상을 설치할 경우 최고 사용압력 이하에서 1개가 작동되고 다른 1개는 최고 사용압력의 1.05배 이하에서 작동되도록 설치한다.
- ③압력방출장치는 검사가 용이한 위치에 밸브축이 수직이 되게 설치해야 하며, 가능한 한 보일러 동체에 직접 설치해야 한다.



- ④압력방출장치는 스프링식, 중추식, 지렛대식의 3가지 종류가 있으며, 보일러에는 통상 스프링식을 가장 많이 사용한다.
- ⑤매년 1회 이상 국가교정기관에서 교정을 받은 압력계를 이용하여 설정압력에서 압력방출장치가 적정하게 작동하는지 검사한 후 납으로 봉인하여 사용해야 하며, 공정안전보고서 제출대상으로 공정안전보고서 이행상태 평가결과 우수한 사업장은 압력방출장치에 대하여 4년마다 1회 이상 검사가 가능하다.

(3)압력제한스위치

- ①보일러의 증기압력 또는 발생유체의 온도가 최고 사용압력 또는 최고 사용온도에 도달하기 전에 보일러의 버너 연소를 차단하여 열원을 제거함으로써 정상압력 및 온도로 유도하는 장치다
- ②압력제한 스위치는 보일러의 압력계가 설치된 배관상에 설치해야 하며, 1일 1회 이상 작동시험을 해야하고 이상 발견시 즉시 보수해야 한다.

3. 결 론

위에서 기술한 바와 보일러는 크게 보일러의 과열과 압력상승, 부식 등으로 인해 사고가 발생되며 이런 사고를 예방하기 위한 방호장치로는 고저수위조절장치, 압력방출장치, 압력 제한스위치 등이 있다. 그러므로 보일러를 조작하는 작업자는 이런 사고원인을 명확히 인지하고 각 방호장치가 정상적으로 기능을 발휘할 수 있도록 주기적인 점검 등을 통해 설비의 관리에 만전을 기해야 하겠다.

※ 보일러의 장애원인

1. 수위의 이상

*보일러 가동중 수면계의 수위가 저하하는데도 연소를 계속하는 것을 저수위사고라 해서 보일러 가동중 가스폭발과 함께 대형재해사고로 이어질 우려가 있다.

2. 발생증기의 이상

①프라이밍 : 보일러가 과부하로 사용될 경우 수위의 상승 또는 드럼내 기계적 결함 등으로 보일러수가 극심하게 끓어서 수면에 격심한 물방울이 비산하고 이로 인해 증기 중 물방울이 충만하여 수위가 불안전하게 되는 현상

②포밍 : 보일러수에 불순물이 많아 보일러수 비등과 함께 수면에 거품층을 형성하여 수위가 불안전하게 되는 현상

③캐리오버 : 증기관으로 보내는 증기에 대량의 물방울이 포함되어 증기의 순도와 과열 온도를 저하시키고 과열기 등에 불순물을 퇴적시켜 부식, 과열의 원인이 됨

3. 워터해머

*증기관으로 증기를 보낼 때 증기관 내에서 탕탕하는 소음과 진동이 발생하는 현상으로 캐리오버에 기인한다.

4. 이상연소

①불완전연소 : 공기부족 및 연료의 분무상태 불량 등으로 발생

②이상소화 : 버너 연소 중 갑자기 불이 꺼지는 현상

③2차연소 : 불완전연소에 의한 미연소 가스가 연소실 외의 연관, 연도 등에서 연소하는 현상

④역화 : 점화시 아궁이나 버너쪽에서 화염이 분출하는 현상

5. 물에 기인하는 장애

①관석의 부착 : 보일러수 중에 용해된 칼슘염과 마그네슘염 등이 기타 물질과 결합하여 관벽과 드럼 내면에 관석을 형성하는데 이 관석은 보일러 효율 및 물 순환 저하의 원인이 되어 보일러의 과열 및 파열을 초래

②부식 : 보일러수에 포함된 산소와 탄산가스 등에 의해 발생

③캐리오버 : 상동

※ 과열기

*보일러 본체에서 발생된 포화증기에는 수분이 함유되어 있는데 이 증기를 포화온도 이상까지 재가열하여 과열증기로 만드는 장치

※ 절탄기(이코노마이저)

*연도(굴뚝)에서 버려지는 배기연소가스의 여열을 이용하여 연소실로 보내지는 연소용 공기를 예열하는 장치

❖ **논술 선택형 1문제(25점)**

8. **산업용 로봇**의 교시 등의 작업시 안전조치에 대하여 설명(**13~20**)(기준규칙 222조)(319)

1. 개 요

로봇에 어떤 작업을 지시할때는 먼저 그 작업을 어떤 동작과 어떤 순서로 할 것인가를 작업자가 로봇에게 입력시켜야 한다. 이를 로봇의 작업교시 또는 티칭(teaching)이라고 하며 산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 교시를 ‘매니플레이터의 작동순서, 위치·속도의 설정 및 변경, 또는 그 결과를 확인하는 것’이라 설명한다. 그러나 이와같은 교시 중에는 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험이 발생할 수 있어 교시 등의 작업시 안전조치는 산업안전보건기준에도 명확히 반영되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

2. 본 론

사업주는 산업용 로봇(이하 "로봇"이라 한다)의 작동범위에서 해당 로봇에 대하여 교시 등의 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 다음 각 호의 조치를 해야한다. 다만, 로봇의 구동원을 차단하고 작업을 하는 경우에는 제2호와 제3호의 조치를 하지 아니할 수 있다.

1)다음 각 목의 사항에 관한 지침을 정하고 그 지침에 따라 작업을 시킬 것

(1)로봇의 조작방법 및 순서

(2)작업 중의 매니플레이터의 속도

(3)2명 이상의 근로자에게 작업을 시킬 경우의 신호방법

(4)이상을 발견한 경우의 조치

(5)이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 이를 재가동시킬 경우의 조치

(6)그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치

2)작업에 종사하고 있는 근로자 또는 그 근로자를 감시하는 사람은 이상을 발견하면 즉시 로봇의 운전을 정지시키기 위한 조치를 할 것

3)작업을 하고 있는 동안 로봇의 기동스위치 등에 작업 중이라는 표시를 하는 등 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 그 스위치 등을 조작할 수 없도록 필요한 조치를 할 것

3. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 산업용 로봇의 교시 등의 작업간에는 안전사고 예방을 위해 준수해야 할 최소한의 조치사항들이 있다. 작업자와 로봇 사이의 인터페이스로서 로봇 교시 기술은 로봇 사용에 있어 중요한 부분이며, 공장자동화 추세를 고려시 이런 교시작업은 더욱 증가할 것이 분명하다. 그러므로 이런 조치사항은 안전을 위한 최소한의 조치라 생각하고 산업현장에서는 현장상황에 맞는 추가 안전수칙을 정하고 실천해야 교시 등의 작업간 불의의 안전사고를 예방 할 수 있을 것이다.



9. 체결된 볼트·너트의 풀림에 대한 발생원인과 풀림 방지방법에 대하여 설명(17)(220)
(코사 M-41-2012)

1. 개 요

결합용 나사의 리드각은 나사면 마찰각 보다 작게하여 자립의 상태를 유지할 수 있도록 설계되어 있으므로 나사의 축방향에 하중이 걸려도 이론적으로 체결된 나사가 회전하여 볼트와 너트가 풀리지 않는다. 그러나 실제의 경우 운전 중 진동과 충격 등이 발생하여 기계에서 흔히 너트의 고정이 불완전하고 어느 순간에 이르러서 너트는 풀어지게 된다. 그러므로 체결된 볼트와 너트의 풀림 원인과 풀림 방지방법을 알고 이를 현장에 적용하는 것은 안전관리에 필수적이며 그 내용은 다음과 같다.

2. 본 론

산업현장에서 체결된 볼트·너트의 풀림이 발생하는 원인은 다양하며, 과학기술의 발달에 힘입어 풀림 방지방법 역시 다양하나 산업안전보건공단에서 제시한 이유와 방지방법은 다음과 같다.

1)볼트·너트의 풀림 원인

- (1)너트의 길이가 짧아 접촉압력이 작을 경우
- (2)주변의 진동, 충격을 받아 순간적으로 접촉압력이 감소되는 경우
- (3)나사 접합부에서 미끄럼이 반복되어 미동 마멸이 생긴 경우
- (4)주변 온도의 변화로 나사가 수축, 팽창되어 나사의 이음이 약해지는 경우

2)풀림 방지방법

(1)나사 설계 및 제작시

- *볼트·너트를 체결한 후 힘을 제거해도 풀리지 않는 자립조건을 유지할 수 있도록 나사의 마찰각을 리드각 보다 크게 한 자립상태를 감안하여 제작

(2)풀림 방지장치 적용

- ①와셔를 사용하는 방법 : 볼트와 너트를 체결할 때 스프링 와셔, 고무 와셔, 허불이 와셔, 톱니불이 와셔 등의 특수 와셔를 사용하여 너트가 풀어지지 않게 한다
- ②록너트를 사용하는 방법 : 2개의 너트를 사용하여 서로 졸라매어 너트 사이를 서로 미는 상태로 하면 외부 진동에도 항상 하중이 작용되며, 나사로서의 하중은 바깥쪽 너트가 받으므로 바깥쪽 너트를 더 두껍게 한다. 너트 사이를 상호 미는 역할을 하는 안쪽 너트를 록너트라 한다.
- ③자동 잠 너트 : 자동 잠 너트는 갈라진 부분이 안쪽으로 휘어져서 볼트를 압축하여 너트가 풀어지지 않게 한다.
- ④세트 스크류를 사용하는 방법 : 볼트와 너트를 체결 후 세트 스크류(작은 나사)를 사용하여 너트가 풀어지지 않게 한다.
- ⑤핀을 사용하는 방법 : 볼트와 너트를 체결할 때 분할 핀, 평행 핀, 테이퍼 핀 등을 사용하여 너트가 풀어지지 않게 한다.
- ⑥나일론 너트를 사용하는 방법 : 너트 내부에 나일론을 넣어 수나사가 나일론을 파고들어가 변형시킴으로서 풀림을 방지한다
- ⑦너트에 풀림방지를 위한 수지, 본드 등을 도포하는 방법
- ⑧너트에 용접을 하는 방법
- ⑨너트에 코킹을 하는 방법
- ⑩강선으로 주위 너트를 서로 묶어서 고정하는 방법



(3) 풀림방지 조치 / 장치관리

- ①볼트·너트를 체결할 때에는 토크렌치 등을 사용하여 규정된 힘을 가하여 풀림을 방지한다.
- ②기계설비에 볼트·너트를 체결할 때는 적합한 풀림방지장치를 선택하여 풀림을 방지한다.
- ③나사 주변에서 발생하는 진동, 충격 등을 감소시켜 나사의 체결력을 유지시킨다.
- ④체결된 나사부위의 온도변화를 감소시켜 수축, 팽창을 작게하여 체결력을 강화한다.

3. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 볼트·너트의 풀림 원인은 다양하며 이 중 몇가지 원인이 복합되어 볼트와 너트의 풀림이 발생되기도 한다. 이를 아주 작은 문제로 간과할 수 있으나 현실상 한 개의 볼트와 너트가 풀려서 설비의 성능저하나 혹은 고속회전체에서 부품 이 튀어나와 인적·물적 재해가 발생하거나 큰 사고로 이어지는 경우는 많이 있다. 이런 사태를 방지하기 위해서는 설계 및 제작시에 볼트와 너트의 풀림을 방지할 수 있는 기술을 적용해야 하며, 볼트와 너트 체결시에도 현장 상황에 부합한 풀림방지 방법을 적용해야 하겠다.



【14년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(교사가이드 등)

❖단답형

1. 방호장치 선정시 고려사항 5가지 기재(p.51)

1. 개 요

기계·설비에 있어서 작업자를 보호하기 위해 일시적 또는 영구적으로 설치하는 기계적 안전장치를 방호장치라 하는데 방호장치는 당해 기계의 특성에 적합하지 않으면 기능을 발휘 할 수 없으므로 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

2. 방호장치 선정시 고려사항 (방작보경적신)

1)방호의 정도 : 위험을 확실하게 차단 할 것

*기계에 형성되는 위험요소에 대하여 확실한 방호기능을 가져야 한다.

2)작업성 : 작업에 방해가 되지 않을 것

*가장 중요한 항목으로 쉽게 사용할 수 있고 작업능률을 저하시키면 안된다. 예컨대 프레스 방호장치의 기능을 제거하고 사용하는 경우가 있는데 이것은 사용이 불편하기 때문이다.

3)보수성 : 점검, 분해, 조립하기 쉬운 구조일 것

*부품교환 등 수리가 용이하고, 수명이 길어야 한다.

4)경비 : 안전성이 확보되는 범위에서 가성비가 좋을 것

5)적용범위 : 기계 성능에 따라 적합한 것을 선정

*기계의 특성에 맞고, 기계와 조화를 이뤄야 하며, 유지보수에 방해가 되면 안된다.

6)신뢰성 : 구조가 간단하며, 방호능력의 신뢰도가 높을 것

*쉽게 고장나지 않고, 마모, 진동, 충격 등에 견딜수 있는 강도를 가져야 한다.

*외관상 안전해야 하고 심리적으로 불안감을 주지 않아야 한다.

※방호의 원리 4가지(p.49)(+p.34) : 제차덮위

※방호장치가 구비해야 할 일반원칙 4가지(p.50)

※위험장소 및 위험원에 따른 방호장치 구분 5가지(p.51)



2. 작용방향에 따른 하중의 종류 3가지와 그 내용 기재(20)(p.307)

1. 개 요

물체가 외부에서 힘을 받았을 때 그 힘을 외력이라 하고, 재료에 가해진 외력을 하중이라 하는데 하중은 그 하중이 작용하는 방향에 의한 분류와 하중이 걸리는 속도에 의한 분류 등으로 구분되며 이중 하중이 작용하는 방향에 의한 분류는 다음과 같다

2. 작용방향에 따른 하중의 종류 (인압전비힘)

1)인장하중 : 재료의 축 방향으로 늘어나려고 하는 하중

*예 : 종을 바치는 기구, 번지점프 로프 등

2)압축하중 : 재료의 축방향으로 밀어 줄어들게 하는 하중

*예 : 건물의 기둥, 교량의 교각 등

3)전단하중 : 재료를 가위로 자르려는 것처럼 작용하는 하중

*예 : 양철가위로 철판을 자를 때, 채소나 과일을 가위로 자를 때

4)비틀림 하중 : 재료를 비틀려는 하중

5)휨 하중 : 재료를 구부려 휘어지게 하는 하중

※하중이 걸리는 속도에 의한 분류(p.307)

※응력의 정의와 종류(p.308)

3. 공장설비의 배치계획시 고려해야 할 사항 5가지 기재(17)(+p.24)

1. 개 요

공장설비의 적절한 배치는 작업능률 뿐만 아니라 안전을 위해서도 매우 중요하다. 따라서 안전을 확보하기 위해서는 공장을 계획하는 단계에서부터 안전제일주의에 입각한 계획을 수립해야 하는데 특히 공장설비의 배치계획시 고려사항은 다음과 같다

2. 고려해야 할 사항

1)불필요한 운반작업을 하지 않도록 작업의 흐름에 따라서 기계를 배치한다.

2)기계설비의 주위에는 충분한 공간을 둔다

3)공장 내외에는 안전통로를 설정하고 이를 준수하도록 한다.

4)원료나 제품의 보관장소는 충분하도록 설정한다.

5)기계설비의 설치는 사용 중 보수점검을 용이하게 할 수 있도록 배치한다.

6)압력용기, 고전압설비, 폭발재료 등의 취급장치를 설치할 경우 해당 설비의 이상시 그 피해를 최소화 할 수 있는 위치를 선정한다

7)장래의 확장을 고려하여 설계한다.

※기계설비의 안전조건 6가지(p.24)



4. 설비 보전활동 중 예방보전의 종류 3가지와 그 내용 기재(15)(p.329)

1. 개 요

보전은 설비의 최적상태 유지와 지속적 개선활동으로 요약할 수 있고 종류는 크게 예방보전과 사후보전으로 나눌 수 있다. 이중 예방보전의 종류와 그 내용은 다음과 같다.

2. 예방보전의 종류와 내용

1)시간기준 보전 : 설비의 정해진 보전주기에 따라 실시하는 보전

*100대의 사출기를 보유한 업체에서 매 분기단위로 25대씩의 사출기를 점검

2)상태기준 보전 : 설비의 상태에 따라 보전주기나 보전방법을 결정하는 보전

*특정한 보전주기 없이 설비에 고장이 발생시 해당 설비에 대한 점검

3)적응보전 : 생산 상황이나 설비 노후 정도 등 주변 환경 등도 고려하여 실시하는 보전

*생산에 여유가 있을 때 일부 노후 설비는 우선적으로 가동을 중지하고 보전 실시

5. 위험물을 안전한 장소로 유도, 외부로 직접 배출할 수 있는 경우 3가지 기재(기준규칙 267조)

1. 개 요

안전밸브 등에서 배출된 위험물은 흡수·연소·세정·포집·회수 등의 방법으로 처리해야 하나, 다음과 같은 경우에는 안전한 장소로 유도하여 외부로 직접 배출할 수 있다.

2. 위험물을 안전한 장소로 유도, 외부로 직접 배출할 수 있는 경우

1)배출물질을 흡수·연소·세정·포집·회수 등의 방법으로 처리할 때 파열판의 기능을 저해할 우려가 있는 경우

2)배출물질을 연소처리할 때 유해성 가스를 발생시킬 우려가 있는 경우

3)고압상태의 위험물이 대량 배출되어 흡수·연소·세정·포집·회수 등의 방법으로 완전히 처리할 수 없는 경우

4)공정설비가 있는 지역과 떨어진 인화성 가스 또는 인화성 액체 저장탱크에 안전밸브 등이 설치될 때 저장탱크에 냉각설비 또는 자동소화설비 등 안전상의 조치를 하였을 경우

5)그 밖에 배출량이 적거나 배출 시 급격히 분산되어 재해의 우려가 없으며, 냉각설비 또는 자동소화설비를 설치하는 등 안전상의 조치를 하였을 경우



❖ 논술 필수 2문제 (50점)

6. 산업용 로봇의 설계, 계획단계에서 안전방호를 위해 고려되어야 할 사항과 로봇의 사용단계에서 안전방호를 위한 조치사항 기재(13~20) (p.318)(기준규칙 222~224조)

1. 개 요

과학발전과 공장자동화 추세를 고려시 산업용 로봇의 소요는 갈수록 증가하고 있으며, 그에 따른 안전사고도 증가하고 있다. 이런 안전사고를 감소시키기 위해서는 로봇의 설계, 계획단계에서부터 로봇의 특성을 고려한 본질적 안전화가 반영되어야 하며, 산업현장에서는 로봇의 교시, 사용, 수리 및 점검시 안전방호가 확실히 수행되어야 하는데 그 핵심내용은 다음과 같다

2. 설계, 계획단계에서 고려사항

- 1)로봇의 잘못된 동작에 의한 위험성을 방지하기 위해 이상을 검출해서 로봇을 정지시키는 등 원칙적으로 페일 세이프의 기능을 갖게 할 것
- 2)전압, 유압, 공기압 등의 변동, 정전 및 기타 이상시에는 위험을 방지하기 위해 로봇을 정지 시키는 등 페일 세이프 기능을 갖게 할 것
- 3)작업자가 부주의로 위험영역에 침입할 경우 이를 검출해서 로봇을 정지시키는 등 원칙적으로 페일 세이프의 기능을 갖게 할 것
- 4)관련기기의 이상시 로봇에 의한 위험성을 방지하기 위해 로봇을 정지시키는 등 원칙적으로 페일 세이프의 기능을 갖게 할 것
- 5)로봇 및 관련기기의 이상으로 로봇이 정지하였을 경우 이를 외부에 알리는 기능을 갖게 할 것
- 6)로봇에는 동력 차단장치 및 비상정지 기능을 갖게 할 것
- 7)보전, 점검, 조정, 청소 등의 작업시 안전이 확보되도록 할 것
- 8)위험영역에서 실시되는 교시작업 등의 안전을 확보하기 위해 로봇을 안전한 동작속도로 설정할 수 있는 기능을 가지게 할 것
- 9)사용상 필요한 부분을 이외에는 로봇에 협착, 끼임, 절단 등의 위험점이 없도록 할 것
- 10) 특수한 환경에서 사용되는 로봇에는 그 환경에 적합한 재료, 구조, 기능을 갖출 것

3. 사용단계에서의 안전방호 조치사항

1)교시 등의 작업시

사업주는 산업용 로봇(이하 "로봇"이라 한다)의 작동범위에서 해당 로봇에 대하여 교시 등의 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위해 다음 각 호의 조치를 해야한다. 다만, 로봇의 구동원을 차단하고 작업을 하는 경우에는 제2호와 제3호의 조치를 하지 아니할 수 있다.

(1)다음 각 목의 사항에 관한 지침을 정하고 그 지침에 따라 작업을 시킬 것

- ①로봇의 조작방법 및 순서
- ②작업 중의 매니플레이터의 속도
- ③2명 이상의 근로자에게 작업을 시킬 경우의 신호방법
- ④이상을 발견한 경우의 조치
- ⑤이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 이를 재가동시킬 경우의 조치
- ⑥그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치



- (2)작업에 종사하고 있는 근로자 또는 그 근로자를 감시하는 사람은 이상을 발견하면 즉시 로봇의 운전을 정지시키기 위한 조치를 할 것
- (3)작업하는 동안 로봇의 기동스위치 등에 작업 중이라는 표시를 하는 등 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 그 스위치 등을 조작할 수 없도록 필요한 조치를 할 것

2)운전 중 위험 방지

사업주는 로봇의 운전(교시 등과 수리 등 작업을 위한 로봇의 운전은 제외)으로 인하여 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8미터 이상의 울타리(로봇의 가동범위 등을 고려, 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절 가능)를 설치하여야 하며, 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치 할 수 없는 일부 구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치를 설치하여야 한다. 다만, 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 그 조치를 하지 않을 수 있다.

3)수리 등 작업 시의 조치

사업주는 로봇의 작동범위에서 해당 로봇의 수리·검사·조정(교시 등에 해당하는 것은 제외)·청소·급유 또는 결과에 대한 확인작업을 하는 경우 해당 로봇의 운전을 정지함과 동시에 그 작업을 하는 동안 로봇의 기동스위치를 열쇠로 잠근 후 열쇠를 별도 관리하거나 해당 로봇의 기동스위치에 작업 중이란 내용의 표지판을 부착하는 등 해당 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 해당 기동스위치를 조작할 수 없도록 필요한 조치를 하여야 한다. 다만, 로봇의 운전 중에 작업을 하지 아니하면 안되는 경우로서 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 1)의 교시 등의 작업시 조치를 한 경우에는 그렇지 않다.

3. 결 론

산업용 로봇으로 인한 재해는 크게 가동중인 로봇의 가동범위 내에 작업자가 임의로 침입하는 경우와 교시작업, 로봇의 수리·검사 등 유지보수 작업시 등 3가지의 경우에 많이 발생한다. 따라서 산업현장에서는 로봇의 교시와 일상적 운용, 수리 등의 작업시 준수해야 할 안전수칙을 명확히 알고 준수해야 하며, 근로자들을 대상으로 망각주기를 고려하여 지속적으로 교육하고 감독해야 하겠다.



7. 작업용 리프트에 설치된 와이어로프 검사결과 피치내 소선 파단수가 15%, 지름감소가 공칭 지름의 5%, 단면감소가 10%였으며 꼬임, 부식, 변형 및 이음매는 없었다. 와이어 로프의 교체기준을 제시하고 위 검사의 판정결과 및 사유 기재(13/19/20) (기준규칙 63조)

1. 와이어 로프의 교체기준

- 1)이음매가 있는 것
- 2)와이어 로프의 한 꼬임(스트랜드)에서 끊어진 소선(pillar선은 제외) 수가 10퍼센트 이상 (비자전로프 경우는 끊어진 소선의 수가 와이어로프 호칭지름의 6배 길이 이내에서 4개 이상이거나 호칭지름 30배 길이 이내에서 8개 이상)인 것
- 3)지름의 감소가 공칭지름의 7퍼센트를 초과하는 것
- 4)꼬인 것
- 5)심하게 변형되거나 부식된 것
- 6)열과 전기충격에 의해 손상된 것

2. 판정결과 / 사유

- 1)상황 : 피치내 소선 파단수 15%, 지름감소 5%, 단면감소 10%
단, 꼬임, 부식, 변형, 이음매 없음
- 2)판정결과 : 교체해야 함
- 3)사 유
 - ①와이어 로프의 경우 단면감소시에 대한 교체기준은 제시된 것이 없으며,
 - ②지름 감소는 공칭지름의 5%로 교체기준인 7% 이하로 교체기준에 해당안되나
 - ③끊어진 소선 수가 15%로 교체기준인 10%를 초과하여 교체기준에 해당



❖ 논술 선택형 1문제(25점)

8. 크레인 작업시 발생할 수 있는 재해유형별 원인과 방지대책 기재(15/16)

(p.250)(기준규칙 136조~146조)

(방지대책이 규정되어 있으므로 교재를 참고하여 재해유형과 원인을 규정(답)에 맞게 작성)

1. 개 요

크레인은 기중기라고도 하며, 대표적으로 천정크레인, 지브크레인, 타워크레인, 케이블 크레인, 언로드 등이 있다. 크레인은 보통 작업장 내에서 주로 중량물을 이동시키므로 그만큼 사망이나 중상자가 많이 발행하는 기계이다. 따라서, 현장에서는 크레인의 재해 유형과 원인, 방지대책을 숙지하여 산업재해를 예방해야 하며 그 내용은 다음과 같다.

2. 크레인 작업시 재해유형과 원인 및 방지대책

1)크레인 조립 및 해체 작업시 재해 : 조립 및 해체 순서 미준수, 폭풍 등 악기상시 작업, 텔레스코핑 종료전 지브 선회, 연약지반의 침하, 크레인지지 미흡 등에 의한 재해

*방지대책

(1)제141조(조립 등의 작업 시 조치사항) 사업주는 크레인의 설치·조립·수리·점검 또는 해체작업을 하는 경우 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.

- 1.작업순서를 정하고 그 순서에 따라 작업을 할 것
- 2.작업을 할 구역에 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하고 그 취지를 보기 쉬운 곳에 표시할 것
- 3.비, 눈, 그 밖에 기상상태의 불안정으로 날씨가 몹시 나쁜 경우에는 그 작업을 중지시킬 것
- 4.작업장소는 안전한 작업이 이루어질 수 있도록 충분한 공간을 확보하고 장애물이 없도록 할 것
- 5.들어올리거나 내리는 기중재는 균형을 유지하면서 작업을 하도록 할 것
- 6.크레인의 성능, 사용조건 등에 따라 충분한 응력(應力)을 갖는 구조로 기초를 설치하고 침하 등이 일어나지 않도록 할 것
- 7.규격품인 조립용 볼트를 사용하고 대칭되는 곳을 차례로 결합하고 분해할 것

(2)제142조(타워크레인의 지지)

- ①사업주는 타워크레인을 자립고(自立高) 이상의 높이로 설치하는 경우 건축물 등의 벽체에 지지하도록 하여야 한다. 다만, 지지할 벽체가 없는 등 부득이 한 경우에는 와이어로프에 의하여 지지할 수 있다.
- ②사업주는 타워크레인을 벽체에 지지하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수해야한다.
 - 1.「산업안전보건법 시행규칙」 제58조의4제1항제2호에 따른 서면심사에 관한 서류(「건설기계관리법」 제18조에 따른 형식승인서류를 포함한다) 또는 제조사의 설치작업설명서 등에 따라 설치할 것
 - 2.제1호의 서면심사 서류 등이 없거나 명확하지 아니한 경우에는 「국가기술표준법」에 따른 건축구조·건설기계·기계안전·건설안전기술사 또는 건설안전 분야 산업안전지도사의 확인을 받아 설치하거나 기종별·모델별 공인된 표준 방법으로 설치할 것
 - 3.콘크리트구조물에 고정시키는 경우에는 매립이나 관통 또는 이와 동등 이상의 방법으로 충분히 지지되도록 할 것
 - 4.건축 중인 시설물에 지지하는 경우에는 그 시설물의 구조적 안정성에 영향이 없도록 할 것



③사업주는 타워크레인을 와이어로프로 지지하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 제2항제1호 또는 제2호의 조치를 취할 것
2. 와이어로프를 고정하기 위한 전용 지지프레임을 사용할 것
3. 와이어로프 설치각도는 수평면에서 60도 이내로 하되, 지지점은 4개소 이상으로 하고, 같은 각도로 설치할 것
4. 와이어로프와 그 고정부위는 충분한 강도와 장력을 갖도록 설치하고, 와이어로프를 클립·샤클 등의 고정기구를 사용하여 견고하게 고정시켜 풀리지 않도록 하며, 사용 중에는 충분한 강도와 장력을 유지하도록 할 것
5. 와이어로프가 가공전선(架空電線)에 근접하지 않도록 할 것

2)매단 물건의 추락에 의한 재해 : 주로 매단 물건의 중량을 지탱할 수 없는 와이어 로프 사용, 혹은 해지장치 미사용 또는 부정확하게 체결, 적재물의 하중 중심의 부정확, 크레인 운전조작 난폭, 권과방지장치 등 방호장치 점검 소홀 등에 의해서 발생.

***방지대책**

(1)와이어 정격하중 준수

(2)제137조(해지장치 사용) 사업주는 혹은걸이용 와이어로프 등이 혹은로부터 벗겨지는 것을 방지하기 위한 해지장치를 구비한 크레인을 사용하여야 하며, 그 크레인을 사용하여 짐을 운반하는 경우에는 해지장치를 사용하여야 한다.

3)근로자의 추락에 의한 재해 : 크레인의 조립 및 해체 작업 또는 크레인 각 부재 정비, 점검 중 높은 위치에서 근로자의 추락 등에 의해 발생.

***방지대책**

(1)제145조(건설물 등의 벽체와 통로의 간격 등) 사업주는 다음 각 호의 간격을

0.3미터 이하로 해야한다. 다만, 근로자가 추락할 위험이 없는 경우에는 그 간격을 0.3미터 이하로 유지하지 아니할 수 있다.

1. 크레인의 운전실 또는 운전대를 통하는 통로의 끝과 건설물 등의 벽체의 간격
2. 크레인 거더(girder)의 통로 끝과 크레인 거더의 간격
3. 크레인 거더의 통로로 통하는 통로의 끝과 건설물 등의 벽체의 간격

4)협착에 의한 재해 : 크레인 정비·점검 중 갑작스러운 크레인 작동시 크레인과 기타 부속 설비 또는 구조물 사이에 근로자 협착, 크레인 운전자의 사각지점에 근로자가 있는 것을 모르고 운전자가 크레인 조작시 크레인에 매단 화물과 구조물 사이에 근로자 협착, 고리 걸기 방법 등의 미흡으로 매단 물건의 낙하에 의한 근로자의 협착 등으로 발생

***방지대책**

(1)제139조(크레인의 수리 등의 작업)

①사업주는 같은 주행로에 병렬로 설치되어 있는 주행 크레인의 수리·조정 및 점검 등의 작업을 하는 경우, 주행로상이나 그 밖에 주행 크레인이 근로자와 접촉할 우려가 있는 장소에서 작업을 하는 경우 등에 주행 크레인끼리 충돌하거나 주행 크레인이 근로자와 접촉할 위험을 방지하기 위하여 감시인을 두고 주행로상에 스톱퍼를 설치하는 등 위험 방지 조치를 하여야 한다.

②사업주는 갠트리 크레인 등과 같이 작업장 바닥에 고정된 레일을 따라 주행하는 크레인의 새들 돌출부와 주변 구조물 사이의 안전공간이 40센티미터 이상 되도록 바닥에 표시를 하는 등 안전공간을 확보하여야 한다.



(2)제144조(건설물 등과의 사이 통로)

- ①사업주는 주행 크레인 또는 선회 크레인과 건설물 또는 설비와의 사이에 통로를 설치하는 경우 그 폭을 0.6미터 이상으로 해야 한다. 다만, 그 통로 중 건설물의 기둥에 접촉하는 부분에 대해서는 0.4미터 이상으로 할 수 있다.
- ②사업주는 제1항에 따른 통로 또는 주행궤도 상에서 정비·보수·점검 등의 작업을 하는 경우 그 작업에 종사하는 근로자가 주행하는 크레인에 접촉될 우려가 없도록 크레인의 운전을 정지시키는 등 필요한 안전 조치를 하여야 한다.

5)크레인 구조부분의 결함 또는 기계 파손에 의한 재해 : 설계불량인 지점의 파괴 또는 정격하중을 초과하는 화물 권상에 의한 크레인 파손, 폭풍 등 악천후시 조치 미흡에 의한 파괴, 용접 및 시공불량인 부분의 파괴 등으로 발생

*방지대책

- (1)제138조(경사각의 제한) 사업주는 지브 크레인을 사용하여 작업을 하는 경우에 크레인 명세서 적힌 지브의 경사각(인양하중 3톤 미만인 지브 크레인은 제조한 자가 지정한 지브의 경사각 범위에서 사용하도록 하여야 한다.
- (2)제140조(폭풍에 의한 이탈 방지) 사업주는 순간풍속이 초당 30미터를 초과하는 바람이 불어올 우려가 있는 경우 옥외에 설치되어 있는 주행 크레인에 대하여 이탈 방지장치를 작동시키는 등 이탈 방지를 위한 조치를 하여야 한다.
- (3)제143조(폭풍 등으로 인한 이상 유무 점검) 사업주는 순간풍속이 초당 30미터를 초과 하는 바람이 불거나 중진 이상 진도의 지진이 있을 후에 옥외에 설치되어 있는 양중기를 사용하여 작업을 하는 경우에는 미리 기계 각 부위에 이상이 있는지를 점검하여야 한다.

6) 기 타

- (1)136조(안전밸브의 조정) 사업주는 유압을 동력으로 사용하는 크레인의 과도한 압력 상승을 방지하기 위한 안전밸브에 대해 정격하중(지브 크레인은 최대 정격하중)을 건 때의 압력 이하로 작동되도록 조정해야 한다.(하중시험 또는 안전도시험은 제외)
- (2)제146조(크레인 작업 시의 조치)
 - ①사업주는 크레인을 사용하여 작업을 하는 경우 다음 각 호의 조치를 준수하고, 그 작업에 종사하는 관계 근로자가 그 조치를 준수하도록 해야 한다.
 - 1.인양할 하물(荷物)을 바닥에서 끌어당기거나 밀어내는 작업을 하지 아니할 것
 - 2.유류드럼이나 가스통 등 운반 도중에 떨어져 폭발하거나 누출될 가능성이 있는 위험물 용기는 보관함(또는 보관고)에 담아 안전하게 매달아 운반할 것
 - 3.고정된 물체를 직접 분리·제거하는 작업을 하지 아니할 것
 - 4.미리 근로자의 출입을 통제하여 인양 중인 하물이 작업자의 머리 위로 통과하지 않도록 할 것
 - 5.인양할 하물이 보이지 않는 경우에는 어떠한 동작도 하지 아니할 것(신호하는 사람에 의하여 작업을 하는 경우는 제외한다)
 - ②사업주는 조종석이 설치되지 않은 크레인에 대해 다음 각 호의 조치를 해야한다.
 - 1.고용노동부장관이 고시하는 크레인의 제작기준과 안전기준에 맞는 무선원격 제어기 또는 펜던트 스위치를 설치·사용할 것
 - 2.무선원격제어기 또는 펜던트 스위치를 취급하는 근로자에게는 작동요령 등 안전조작에 관한 사항을 충분히 주지시킬 것



타워크레인 텔레스코핑이란 인상 작업이다.

텔레스코핑 케이지를 유압으로 인상 후

케이지 안으로 미리 조립해 놓은 마스트를

포개어 넣어 타워크레인 높이를 인상하는 작업이다.

사전적으로 Telescope 는

일부분이 포개진다는 뜻인데

이 동사에 ing가 붙어 명사형이 된 것이다

[출처] #14. 타워크레인 (텔레스코핑)|작성자 글쓰는 건축가



9. 공장 자동화설비가 안전측면에서 미치는 문제점과 방호대책 기재(17)(p.293)

1. 개 요

공장 자동화란 일반적으로 좁은 의미로는 생산 공정의 자동화, 넓은 의미로는 기계와 전자의 복합기술, 정보처리기술, 제어통신 등을 이용해 생산의 효율성과 유연성을 동시에 달성토록 하는 활동이라 할 수 있다. 또한 자동화에 필요한 설비는 자동보관창고, 자동 반송설비, 자동가공설비, 자동조립 및 검사설비 등이 있다. 그러나 이런 자동화 설비들은 생산성 향상, 품질의 안정, 숙련의 불필요 등의 장점이 있으나 안전측면에서는 또다른 문제점을 발생시킨다. 그 세부 내용과 방호대책은 다음과 같다.

2. 공장 자동화 설비의 안전측면에서의 문제점 : 기계, 환경, 작업자에 대한 안전대책??

1)단조로운 노동 등 비인간적인 작업을 초래

-예를 들어 컨베이어 시스템 작업자는 시스템의 움직임에 따라 기계적인 작업을 하게 되고, DNC공장 등의 생각하고 판단하는 작업은 생산관리 담당자들에게 집중된다. 즉, 현장 작업자는 작업시간 내내 단순반복 작업이나 감시작업에 몰두하게 되어 정신적, 심리적 문제가 발생할 수 있다.

2)자동화 되지 않는 작업 종사자의 안전 위해요소 증가

-공장 자동화가 진행되도 준비, 조정, 보전, 수리분야 또는 이상시 조치 등과 고소작업, 피트 내 작업 등 위험작업은 여전히 근로자들이 전담하게 되는데 이런 업무는 대부분 위험영역 안에서 실시되어 자동화된 설비의 오작동, 오염·중독 등에 대한 위험성은 증대된다.

3)고장에 의한 재해의 위험성이 지속

-고장이 없는 기계는 없으며, 자동화설비에는 많은 기계요소, 제어요소 등이 사용되어 비자동화 설비보다 고장의 위험성이 크다. 또한 일반적으로 자동화 기계는 더 큰 전력, 압력, 가스 등의 에너지를 사용하기에 작은 고장이 치명적인 재해를 야기할 우려가 있다.

4)대형화·고속화에 의한 위험성 증가

-생산성 향상과 안전성 과신으로 자동화 설비는 대형과 고속화 되는 경향이 있고 그 보유 에너지는 비자동화 설비보다 현저하게 크기 때문에 고장 및 오작동시 재해의 범위는 더 넓고 커질 우려가 있다.

5)작업자 근로의욕 저해

-자동화에 따라 기존의 숙련작업자의 가치가 저평가 되고 설비나 제어장치는 정밀하게 제작되어 제조자 또는 관계 전문가 등만 점검, 보전을 할 수 있게 되므로 일반 작업자는 설비에 대한 애착심과 근로의욕이 저하 될 우려가 있다.

3. 방호대책

1)컨베이어 시스템의 재검토

-단조로운 작업을 야기하는 컨베이어 시스템은 라운드 테이블 방식 등으로의 대체가 요망되며, 이때 자동화의 최대 이점인 생산성 향상, 품질, 정밀도, 안전성 등과의 조정이 필요하다. 또한 인간성 회복은 직장내 인간관계 개선 또는 운동, 공동 여가활동 등 작업 이외의 측면에서 보완 할 것도 고려해야 한다.



2)방책 등의 설치

- 자동화 설비는 부속장치의 운동, 이송장치 등에 의한 위험이 많으므로 원칙적으로 작동중에는 사람이 들어갈 수 없는 방책 등을 설치하고 준비·조정 등을 위해 방책 내부로 들어갈 필요가 있을 때는 출입구에 운전을 정지하는 인터록 장치를 설치해야 하며, 고장 및 접촉 등에 의한 위험이 있는 경우는 방호덮개를 설치해야 한다.

3)점검의 원활화

- 자동화설비에는 집중운행 시스템을 설비하고 보전용 점검회로를 설치하며 고장부분의 교환을 쉽게 할 수 있는 유닛 시스템 채택을 해야한다. 또한 자동화 설비 내부로 들어가지 않고 점검을 할 수 있는 감시장치, 점검용 통로 등을 설치해야 한다.

4)고장방지

- 자동화 설비의 고장을 방지하기 위해서는 중요한 부품에는 신뢰성 높은 부품을 사용하고 정전, 공유압 등 이상으로 자재, 부품 등이 낙하 혹은 튀어나오지 않도록 대책을 강구한다. 비상정지장치는 정지로 인해 2차 재해를 발생시킬 우려가 없는 한 많이 설치해야 한다.

5)설비 이상시 작업기준 확립

- 자동화 시스템도 인간의 관리를 받아야 하므로 특히 이상 발생시 조치는 중요하다. 따라서 설비에 이상 발생시 작업기준을 구체화 해야 하고, 특히 자동화 설비는 복잡하고 정비·보수에 전문성이 요구되므로 제조자 및 전문가와 현장 작업자가 협력하여 작업기준을 확립해야 한다.

6)기술교육

- 자동화 시스템은 복잡하고 점검·보전 등은 제조자 또는 전문가에게 위임되는 경우가 많은데 이상시 현장에서의 긴급조치와 작업자의 근로의욕 고취를 위해서는 작업자가 시스템의 구성, 기능, 점검 및 보전 등에 관련된 교육을 받을 수 있도록 하고 제조자 또는 전문가에 의한 설비 점검·보전시 작업자도 참가하여 수준을 유지토록 여건을 보장해야 한다.

4. 결 론

공장 자동화설비는 생산성 향상, 품질의 안정, 숙련의 불필요 등의 장점이 있으나 그 설비는 여전히 인간(작업자)의 통제를 받아야 하며, 자동화에 따른 반대급부로 대형화, 고속화, 고에너지화 경향은 안전을 더욱 위협할 수 있다. 따라서 생산현장에서는 이런 자동화 설비의 경향을 명확히 이해하고 현장상황과 조건에 맞는 방호대책을 보다 세밀하게 수립해야 하겠다.



【15년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(코사가이드 등)

❖단답형

1. 로봇 교시 등의 작업시 위험방지를 위한 지침에 포함되어야 할 사항 5가지 기재(13~20)
(기준규칙 222조)

1. 개 요

사업주는 산업용 로봇(이하 "로봇")의 작동범위에서 해당 로봇에 대하여 교시 등의 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위해 지침을 정하고 그 지침에 따라 작업을 시켜야 하는데 그 내용은 다음과 같다

2. 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위한 지침

(1)로봇의 조작방법 및 순서

(2)작업 중의 매니플레이터의 속도

(3)2명 이상의 근로자에게 작업을 시킬 경우의 신호방법

(4)이상을 발견한 경우의 조치

(5)이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 이를 재가동시킬 경우의 조치

(6)그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치

다만, 로봇의 구동원을 차단하고 작업을 하는 경우에는 제2호와 제3호의 조치를 하지 않을 수 있다.

2. 연삭숫돌에 표시된 WA46H8V의 의미 기재(13) (p.136)

1. 개 요

연삭숫돌은 재래식 연삭숫돌과 초연마연삭재 연삭숫돌로 구분이 된다. 또한 재래식 연삭숫돌의 표기 방법은 국제적으로 통일되어 있으며 그 내용은 다음과 같다

2. WA46H8V의 의미

1)WA : 숫돌입자 종류로 세부 내용은 산화알루미나 99.5%의 흰색 연삭숫돌을 의미

2)46 : 체의 메시 크기인 입도(크기)이며 세부 내용은 입자크기가 보통을 의미

3)H : 숫돌의 경도, 즉 입자와 결합체의 경도로 연함을 의미

4)8 : 숫돌의 조직, 즉 숫돌에서 숫돌입자 체적의 비중으로 굵고 거침을 의미

*숫자가 작을수록 숫돌입자가 많고 기공이 적음을 의미

5)v : 결합제 종류로 이중에서 비트리파이드를 의미



3. 산안법 80조 1항에 의해 방호조치 해야하는 기계·기구 6종 및 해당 방호장치 기재(13)
(시행규칙 98조)

1. 개 요

산안법 80조 1항은 누구든지 동력으로 작동하는 기계·기구로서 대통령령으로 정하는 것은 고용노동부령으로 정하는 유해·위험 방지를 위한 방호조치를 하지 아니하고는 양도, 대여, 설치 또는 사용에 제공하거나 양도·대여의 목적으로 진열해서는 아니 된다고 규정하고 있는데 그 기계·기구와 해당 방호장치는 다음과 같다

2. 방호조치 해야하는 기계·기구 6종 및 해당 방호장치

- 1)예초기 : 날접촉 예방장치
- 2)원심기 : 회전체 접촉 예방장치
- 3)공기압축기 : 압력 방출장치
- 4)금속절단기 : 날접촉 예방장치
- 5)지게차 : 헤드가드, 백레스트, 전조등, 후미등, 안전벨트
- 6)포장기계 : 구동부 방호 연동장치

4. 디젤발전기 엔진 발화요인 4가지 기재 (인터넷)

1. 개 요

디젤기관은 경유 또는 중유를 사용하는 내연기관으로 폭발 압력이 높고, 연소실 내부에서의 연소(폭발)에 의한 고온의 배기가스가 배출되는데 이 과정에서 고온의 배기가스 주변에 가연물이 접촉되거나 고온의 열이 주위의 가연물에 전달되는 경우에는 화재로 이어질 수 있다. 그 세부 원인은 다양하겠으나 이를 요약하면 다음과 같다.

2. 발화요인

- 1)엔진계통 : 엔진 및 배기장치 과열로 인한 발화
- 2)전기계통 : 배선의 단락, 전기기기 등에 기인한 발화
- 3)연료계통 : 연료, 오일 등의 누유에 의한 발화
- 4)배기계통 : 배기관의 과열이나 가연물과의 접촉에 의한 발화



5. 비파괴시험 6종 기재 (p.335 / 인터넷)

1. 개 요

비파괴시험은 물리적 현상의 원리를 이용하여 검사할 대상물을 손상시키지 않고 그 대상물에 존재하는 불완전성을 조사하고 판단하는 기술적 행위로 그 종류는 다음과 같다.

2. 비파괴시험의 종류 : 육자와 침방초는 음력 누열중

1) 표면결함 검출을 위한 비파괴검사 : 육자와침

- (1) 육안검사 (VT) *Visual Testing (2)자분 탐상검사 (MT) *Magnetic Particle Testing
(3)와전류탐상검사 (ECT) *Eddy Current Testing (4)침투탐상검사 (PT) *Liquid Penetrant Testing

2) 내부결함 검출을 위한 비파괴검사 : 방초

- (1)방사선투과검사 (RT) *Radiographic Testing (2)초음파탐상검사 (UT) * Ultrasonic Testing

3) 기타 비파괴검사법 : 음력 누열중

- (1)음향탐상검사 (AET) *Acoustic Emission Testing (2)응력측정 (SM) *stress measurement Testing
(3)누설검사 (LT) *Leak Testing (4)(적외선)열화상 검사 (IRT) * Infrared Thermography Testing
(5)중성자 검사 (NRT) *Neutron Radiographic Testing

※ 비파괴 검사 정의

- 재료나 제품, 구조물 등의 여러 종류에 대해 검사대상물에 손상을 주지 않고 검사품의 성질이나 상태, 내부구조 등을 알아내기 위한 검사 전체를 말한다. 어떤 검사방법을 어떻게 적용하여 비파괴시험을 하는가는 비파괴시험을 하는 목적에 따라 다르다.

2. 자분탐상 검사

- 자성체를 자화할 경우 표면 또는 표면의 수mm 이내 표층에서 결함이 있을 경우 자속선 모양이 흩어져 누설자속이 나타나는데 이런 원리를 이용, 자화된 피검사체 표면에 자분을 뿌려 자속선의 형태를 보고 결함여부를 판단.
- 시험체가 자성체여야 함. 표면에 존재하는 결함/미세한 표면균열 검출에 적합. 크기, 형상에 제한없음. 내부 전체의 건전성 판단 위해서는 다른 시험 병행 필요. 아크발생.

3. 와류탐상 검사

- 도체인 검사체에 교류가 흐르는 유도코일을 접근시키면 전류가 흐르는 곳 주변에 자장이 형성되고, 그 자장의 영향으로 검사체 표면에 자장에서 유도된 와전류 발생. 이 와전류의 크기, 분포는 시험체의 크기, 형상, 균열 등의 결함에 의해 변화. 이런 와전류의 변화를 검출하여 균열 등의 결함 검출. 코일의 종류에 따라 관통형, 회전형, 내삽형 등이 있음

4. 침투탐상 검사

- 모세관 원리 이용, 표면의 미세한 균열을 검출. 시험체 표면에 침투액 도포, 과잉 침투액 제거, 현상액 도포, 균열부에 침투한 침투액 추출 순서로 진행. 균열 등 불연속면의 위치, 크기, 형상을 검사. 침투액은 낮은 표면장력과 높은 모세관 현상의 특성이 있어 균열 등 불연속면에 쉽게 침투. *검사체 크기, 재질에 관례없이 적용 가능

5. 방사선투과 검사

- 방사선(x/r선)은 물체를 투과. 일정 강도의 방사선은 물체에 조사시 결함이 있는 부분과 그렇지 않은 부분의 방사선 흡수량 차이 발생. 이런 현상을 이용, 피검사체 뒤에 필름을 놓고 방사선 투과 후 이를 감광하여 결함의 크기, 종류, 분포 확인. 거의 모든 재질검사 가능, 필름을 영구적 기록유지 가능. 고가이며 인체에 유해. 형상 복잡하면 시험 제한

❖ **논술 필수 2문제 (50점)**

6. 기계설계시 고려하는 위험요소 7가지와 각 원인 및 결과 기재

※위험점 측면 (p.26)

1. 개 요

기계설계시에는 작업자가 비록 기계의 조작이나 취급을 잘못하더라도 사고나 재해로 연결되지 않도록 본질적 안전화를 추구해야 한다. 따라서 이런 본질적 안전화를 저해하는 요소, 즉 고려되어야 할 위험요소를 정리하면 다음과 같다.

2. 위험요소와 각 원인 및 결과

1)협착점

-원인 : 기계의 왕복운동 부분과 고정부가 결합되기 때문으로, 예를 들면 프레스의 상형과 하형 사이에 손을 넣을 경우

-결과 : 손 또는 손가락 절단

2)끼임점

-원인 : 기계의 회전운동을 하는 부분과 고정부가 결합되기 때문으로, 예를 들면 연삭숫돌과 작업대 사이에 손가락이 끼임.

-결과 : 손가락 골절

3)절단점

-원인 : 운동하는 기계 자체에 위험점이 형성되기 때문으로, 예를 들면 목재가공용 동근 톱의 톱날에 손이 접촉됨

-결과 : 손 또는 손가락 절단

4)물림점

-원인 : 근거리에서 회전체가 서로 반대방향으로 회전하기 때문으로, 예를 들면 롤러기 사이에 손이 물림

-결과 : 손 또는 손가락 골절

5)접선물림점

-원인 : 회전하는 운동부에 접선방향으로 물려 들어가기 때문으로, 예를 들면 공기압축기의 폴리과 V벨트 사이에 손이 접선방향으로 물림

-결과 : 손 또는 손가락 절단 또는 골절

6)회전말림점

-원인 : 회전운동을 하는 부분에 길이, 굵기, 속도 등이 불규칙한 부분이 있을 때 또는 돌기 등이 노출되어 있기때문으로, 예를 들면 회전하는 드릴에 장갑이 말림

-결과 : 손 또는 손가락 골절

7)눌림점

-원인 : 부품과 부품의 사이에 끼이기 때문으로, 예를 들어 근로자가 창고 등의 전동자동문 사이에 끼임

-결과 : 끼인 신체의 골절



※위험성평가 측면 (교사 가이드)

1)기계적 위험

- 원인 : 부재의 강도 부족, 협착점·끼임점·절단점·물림점·접선물림점·회전말림점 존재
- 결과 : 파손·파단, 협착·끼임·절단·물림·접선물림·회전말림 등에 의한 상해

2)전기적 위험

- 원인 : 작업자가 활선 또는 고장이나 파손으로 인하여 통전되게 된 부분에 접촉
- 결과 : 감전사고 발생

3)열에 의한 위험

- 원인 : 작업자가 화재·폭발 또는 열원에 의하여 극고온이나 극저온 부위에 접촉
- 결과 : 고온이나 저온의 작업환경에 의한 화상, 동상 등 발생

4)소음에 의한 위험

- 원인 : 다양한 소음에 노출
- 결과 : 청각장애, 기타 소음으로 인한 다양한 장애·질병 발생

5)진동에 의한 위험

- 원인 : 기계·공구 등에서 발생하는 진동에 지속적으로 접촉
- 결과 : 레이노증후군, 말초순환장애, 말초신경장애, 운동기능장애 등 발생

6)방사선에 의한 위험

- 원인 : 알파선, 베타선, 감마선, X선 등에 노출(피폭)
- 결과 : 백혈병, 간암, 뇌암 등

7)물질에 의한 위험(기계에서 사용 또는 발생하는 물질)

- 원인 : 유해가스, 분진, 흙, 먼지의 흡입이나 접촉
- 결과 : 중독, 화재·폭발, 바이러스, 박테리아 등에 감염

3. 결 론

기계는 많은 요소들이 결합되고 운동하여 작동하며, 안전적 측면에서 개개의 요소는 안전하더라도 각 요소들이 결합되는 과정에서 상호간의 간섭으로 인해 위험요소가 발생할 수 있다. 또한 안전하더라도 인간공학적 배려 미흡으로 작업자의 휴먼에러를 야기시킬 수 있으므로 설계단계에서부터 다양한 위험요소를 고려해야 하겠다.



7. 정비(maintenance)의 종류와 기준규칙 92조의 정비작업시 조치해야할 **안전수칙** 4가지
기재(14) (p.329)(기준규칙 92조)

1. 개 요

보전(정비)은 설비의 최적상태 유지와 지속적 개선활동으로 요약할 수 있고 종류는 크게 **계획보전, 예방보전, 사후보전, 개량보전, 보전예방, 예지보전** 등으로 구분 할 수 있다.
또한, 보전의 중요성을 고려 안전보건기준규칙에서는 정비작업시 조치해야 할 안전수칙을 명시하고 있는데 그 내용들은 다음과 같다

2. 보전의 종류

- 1)계획보전 : 예방보전, 개량보전 등과 같이 미리 계획을 세워 행하는 보전을 총칭하며 전사적 생산보전(TPM)에 있어서는 공무부서나 보전부서 등의 보전 전문가에 의해 수행 되는 보전활동으로 예방보전(PM), 사후보전(BM), 예지보전(CPM) 등을 통해 시간계획 보전(TBM), 개량보전(CM), 보전예방(MP) 체제를 구축 하는 활동을 말한다
- 2)예방보전(PM) : 예정된 시기에 점검, 시험, 급유, 분해 및 정비 등을 실시하여 설비의 성능저하와 고장 및 사고를 방지함으로써 설비의 성능을 표준 이상으로 유지하는 보전 활동이며 다음과 같은 종류가 있다.
 - (1)시간기준 보전(TBM) : 설비의 정해진 보전주기에 따라 실시하는 보전
*100대의 사출기를 보유한 업체에서 매 분기단위로 25대씩의 사출기를 점검
 - (2)상태기준 보전(CBM) : 설비의 상태에 따라 보전주기나 보전방법을 결정하는 보전
*특정한 보전주기 없이 설비에 고장이 발생시 해당 설비에 대한 점검
 - (3)적응보전(AM) : 생산상황 및 설비 노후정도 등 주변 환경도 고려하여 행하는 보전
*생산에 여유가 있을 때 일부 노후 설비는 우선적으로 가동을 중지하고 보전 실시
- 3)사후보전(BM) : 보전주기를 설정하지 않고 고장이 발생한 경우에 즉시 보전활동을 수행 하는 방법이다. 그러나 사후보전시에도 이상 발생시 생산작업에 큰 문제를 야기할 수 있는 설비는 예비품을 준비하는 등 생산차질을 최소화 한다.
- 4)개량보전(CM) : 고장원인을 분석하여 고장의 반복을 막고, 고장이 발생한다면 빠르고 저렴하게 수리가 가능하도록 설비 자체의 개선, 보전방법의 개선 등을 하는 활동이다.
- 5)보전예방 (MP) : 설비도입 계획시에 고장이 없고 열화방지가 좋은 설비의 설계, 제작, 구입, 설치를 계획하여 보전에 손쓸 필요가 없도록 한다는 개념이다.
- 6)예지보전 : 최근 제조업에 있어서 설비의 상태를 실시간 파악하고 고장시기를 미리 예측 할 수 있으면 사고예방과 비용절감이 가능하다는 점에서 인공지능의 발전과 함께 최적의 보전 시기를 예측할 수 있게 되면서 도입된 개념이다.
- 7)설비 생애주기를 고려시 설비 계획시는 보전예방, 사용중에는 예방보전, 고장이 발생한 경우는 개량보전이 적용된다고 하겠다.

3. 정비작업시 안전수칙

- 1)사업주는 공작기계·수송기계·건설기계 등의 정비·청소·급유·검사·수리·교체 또는 조정 작업 또는 그 밖에 이와 유사한 작업을 할 때에 근로자가 위험해질 우려가 있으면 해당 기계의 **운전을 정지**해야 한다. 다만, 덮개가 설치되어 있는 등 기계의 구조상 근로자가 위험해질 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 2)사업주는 제1항에 따라 기계의 운전을 정지한 경우에 다른 사람이 그 기계를 운전하는 것을 방지하기 위하여 기계의 **기동장치에 잠금장치**를 하고 그 열쇠를 별도 관리하거나 표지판을 설치하는 등 필요한 방호 조치를 하여야 한다.



- 3)사업주는 작업하는 과정에서 적절하지 아니한 작업방법으로 인하여 기계가 갑자기 가동 될 우려가 있는 경우 **작업지휘자를 배치**하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- 4)사업주는 기계·기구 및 설비 등의 내부에 **압축된 기체 또는 액체 등이 방출**되어 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우에 제1항부터 제3항까지의 규정 따른 조치 외에도 압축된 기체 또는 액체 등을 **미리 방출**시키는 등 위험 방지를 위해 필요한 조치를 해야한다.

4. 결 론

산업 발전과 더불어 설비의 수요는 점점 증가하고 있으나 작업조건 열악, 전문인력 부족, 첨단설비에 관한 지식 부족 등으로 설비의 보전과 보전간 안전대책 준수는 한층 중요한 과제가 되었다. 따라서 현장에서는 현장상황에 맞게 사전 위험성평가를 통한 기계설비 안전작업계획을 수립하고 적극 시행해야 하겠다.



❖ 논술 선택형 1문제(25점)

8. 이동식 크레인의 재해유형 서술 후 재해 방지대책 4가지 기재(14/16) (p.256)(기준규칙)

1. 개 요

이동식 크레인이란 원동기를 내장하고 불특정 장소에 스스로 이동할 수 있는 크레인으로 동력을 사용하여 중량물을 매달아 상하 및 좌우(수평, 선회)로 운반하는 설비로서 「건설기계관리법」을 적용 받는 기중기 또는 「자동차관리법」에 따른 화물·특수자동차 작업부에 탑재하여 화물운반 등에 사용하는 기계를 말한다. 높은 기동성과 비정상적인 작업이 많아 재해가 많은데 그 유형과 재해 방지대책은 다음과 같다.

2. 이동식 크레인의 재해유형 : **추락전감**

- 1)불법 탑승설비 부착(목적외 사용), 붐 등 주요 구조부 임의변경 등에 의한 작업자 **추락**
- 2)이크에 매달린 물건의 낙하 또는 장비점검 불량에 따른 이크 부품의 파손 및 **낙하**
- 3)정격하중 및 지브등의 작업범위 초과에 따른 전도 및 연약지반 및 경사지 등 부적당한 지형에서의 작업으로 인한 **전도**
- 4)붐 선회시 고압선로와의 접촉에 의한 작업자 **감전**

3. 재해 방지대책

- 1)제147조(설계기준 준수) 사업주는 이동식 크레인을 사용하는 경우 그 이동식 크레인의 구조 부분을 구성하는 강재 등이 변형되거나 부러지는 것을 방지하기 위하여 해당 이동식 크레인의 설계기준(제조자가 제공하는 사용설명서)을 준수하여야 한다.
- 2)제148조(안전밸브의 조정) 사업주는 유압을 동력으로 사용하는 이동식 크레인의 과도한 압력상승을 방지하기 위한 안전밸브에 대하여 최대의 정격하중을 건 때의 압력 이하로 작동되도록 조정해야 한다. 다만, 하중시험 또는 안전도시험을 실시할 때에 시험하중에 맞는 압력으로 작동될 수 있도록 조정한 경우에는 그러하지 아니하다.
- 3)제149조(해지장치의 사용) 사업주는 이동식 크레인을 사용하여 하물을 운반하는 경우 해지장치를 사용하여야 한다.
- 4)제150조(경사각의 제한) 사업주는 이동식 크레인을 사용하여 작업을 하는 경우 이동식 크레인 명세서에 적힌 지브의 경사각(인양하중이 3톤 미만인 이동식 크레인의 경우에는 제조한 자가 지정한 지브의 경사각)의 범위에서 사용토록 해야한다.
- 5)제86조(탑승의 제한) ② 사업주는 이크를 사용하여 근로자를 운반하거나 근로자를 달아 올린 상태에서 작업에 종사시켜서는 아니 된다.
- 6)제168조(변형되어 있는 혹·샤클 등의 사용금지 등) ① 사업주는 혹·샤클·클램프 및 링 등의 철구로서 변형되어 있는 것 또는 균열이 있는 것을 크레인 또는 이동식 크레인의 고리걸이용구로 사용해서는 아니 된다.
- 7)제170조(링 등의 구비) ①사업주는 엔드리스가 아닌 와이어로프 또는 달기 체인에 대해 그 양단에 혹·샤클·링 또는 고리를 구비한 것이 아니면 크레인 또는 이동식 크레인의 고리걸이용구로 사용해서는 아니 된다.
- 8)제20조(출입의 금지 등) 이크에 매달린 화물이 떨어지거나 붐이 넘어져 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소는 출입통제 조치
- 9)연약지반 의심지역, 경사지 등에서는 사전 **지내력 확인**, **아웃트리거 사용**
- 10)제322조(충전전로 인근에서의 차량·기계장치 작업) ②충전전로의 전압에 적합한 절연용 방호구 등을 설치 및 감시인 배치 등의 조치

9. 공작기계의 유공압장치가 공통으로 구비해야 할 안전사항 8가지 기재 (고시2020-32)

1. 개 요

대다수의 공작기계는 유공압장치를 사용하여 공작에 필요한 각종 운동과 힘을 얻는다. 그러나 유공압장치는 큰 에너지를 보유하고 있어 작업자의 오조작, 고장, 정전 등의 이상상황 발생시에 불의의 재해를 야기 할 수 있으므로 안전과 관련된 사항은 매우 중요하다. 공작기계를 안전하게 사용하는 데 있어서 이런 유공압장치가 공통으로 구비해야 할 안전사항은 다음과 같다.

2. 공통으로 구비해야 할 안전사항

- 1)정전 또는 전기적 고장이 발생하였을 경우에도 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없는 구조로 하여야 한다.
- 2)자동운전 상태에서 비상시에 긴급정지를 할 수 있고, 또한 비상정지 후에는 가능한 한 수동운전을 할 수 있어야 한다.
- 3)압력스위치를 설치하는 등 압력변동에 의한 위험을 방지하기 위한 조치가 강구되어 있어야 한다.
- 4)안전하게 점검할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- 5)각 부품은 가능한 한 압력 등이 안전한 작업범위를 벗어나게 조정할 수 없도록 해야 한다.
- 6)어큐뮬레이터를 사용하는 회로는 전원이 차단되었을 경우에도 작동회로에 관계없이 어큐뮬레이터가 필요로 하는 압력을 유지하도록 연동되어 있어야 한다.
- 7)플렉시블 호스는 파손시 근로자에게 위험하지 않도록 조치를 해야한다.
- 8)배관의 잘못된 접속을 방지하기 위해 관 및 접속구를 색깔별로 구별하는 등의 조치가 강구되어야 한다.
- 9)방향제어 밸브는 명판을 부착하는 등 작동방향을 표시해야 한다.
- 10)압력계는 회로명 및 사용압력이 표시되어 있어야 한다.
- 11)압력제어밸브 및 유량제어밸브는 작업자가 보기 쉬운 곳에 사용목적 및 조절방향이 표시되어 있어야 한다.
- 12)압력제어밸브 및 유량제어밸브는 이 제어밸브를 구비한 회로가 안전하게 작동할 수 있는 범위 이상의 압력 또는 유량을 쉽게 조정할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- 13)1미터 떨어진 위치에서 측정한 연속음의 소음수준(레벨)은 가능한 한 85데시벨 이하가 되어야 한다.

3. 결 론

이와같이 공작기계에 있어서 유공압장치는 고장, 정전 등의 이상상황 발생시에도 위험을 최소화 할 수 있도록 설계 및 제작되어야 하며, 근로자의 오조작도 사전에 방지가 가능해야 한다. 아울러 공작기계를 사용하는 현장에서도 유공압장치의 안전사항에 대해 지속적인 교육을 진행 한다면 생산성의 향상과 함께 안전작업도 보장 될 것이다.



【16년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(코사가이드 등)

❖단답형

1. 기준규칙상 구내운반차 작업시 작업 시작전 점검사항 5가지 기재 (기준규칙 별표3)

1. 개 요

구내운반차는 사업장 내에서 운용하는 차량계 하역운반기계로 비교적 저속으로 운행되나 다수의 작업자들, 소음, 좁은 이동로 등의 사업장 조건을 고려시 안전사고의 위험이 높은 설비이며, 작업 시작전 점검사항은 다음과 같다.

2. 작업 시작전 점검사항

- 1)제동장치 및 조종장치 기능의 이상 유무
- 2)하역장치 및 유압장치 기능의 이상 유무
- 3)바퀴의 이상 유무
- 4)전조등·후미등·방향지시기 및 경음기 기능의 이상 유무
- 5)충전장치를 포함한 홀더 등의 결합상태의 이상 유무

2. 기준규칙상 크레인 작업시 사업주가 근로자에게 준수토록 해야 할 조치사항 5가지 기재(14/15) (기준규칙 146조)

1. 개 요

크레인은 동력을 사용하여 중량물을 매달아 상하 및 좌우(수평 또는 선회)로 운반하는 것을 목적으로 하는 기계 또는 기계장치로 작업 특성상 중량물을 취급하므로 안전사고의 위험이 대단히 높은 기계이다. 이런 크레인 작업시 사업주가 근로자에게 준수토록 해야 할 조치사항은 산업안전보건기준에 관한 규칙에 명시되어 있는데 그 내용은 다음과 같다

2. 사업주가 근로자에게 준수토록 해야 할 조치사항

- 1)인양할 하물(荷物)을 바닥에서 끌어당기거나 밀어내는 작업을 하지 아니할 것
- 2)유류드럼이나 가스통 등 운반 도중에 떨어져 폭발하거나 누출될 가능성이 있는 위험물 용기는 보관함(또는 보관고)에 담아 안전하게 매달아 운반할 것
- 3)고정된 물체를 직접 분리·제거하는 작업을 하지 아니할 것
- 4)미리 근로자의 출입을 통제하여 인양중인 하물이 작업자 머리위로 통과하지 않도록 할 것
- 5)인양할 하물이 보이지 않는 경우에는 어떠한 동작도 하지 아니할 것
(신호하는 사람에 의하여 작업을 하는 경우는 제외한다)



3. 입력정보 교시에 의한 **산업용 로봇** 종류 5가지 기재(13~20) (+432)

1. 개 요

산업용 로봇 분류기준에는 로봇의 용도에 따른 분류, 동작특성에 따른 분류 등 여러 가지 기준에 따라 분류할 수 있다. 또한 산업안전보건기준에서는 교시를 ‘매니플레이터의 작동 순서, 위치·속도의 설정·변경 또는 그 결과를 확인하는 것이라 정의하고 있는데 이와같이 입력정보 교시에 의한 산업용 로봇의 종류는 다음과 같다.

2. 입력정보 교시에 의한 산업용 로봇의 종류

1)매뉴얼 매니플레이터 (조정로봇)	로봇이 수행하는 작업의 일부 또는 전부를 사람이 직접 조작함 으로써 작업이 이뤄지는 로봇
2)고정 시퀀스 로봇	미리 설정된 정보(순서, 조건, 위치, 기타 등)에 따라 각 동작의 단계를 차례로 수행하는 로봇으로 정보의 변경이 힘들
3)가변 시퀀스 로봇	미리 설정된 정보(순서, 조건, 위치, 기타 등)에 따라 각 동작의 단계를 차례로 수행하는 로봇으로 정보의 변경이 용이
4)플레이백 로봇	인간이 매니플레이터를 움직여 미리 작업을 교시하고 그 작업의 순서, 위치, 기타 정보를 기억시키고 이를 재생함으로써 그 작업을 되풀이 할 수 있는 로봇
5)수치제어 로봇	로봇을 움직이지 않고 순서, 조건, 위치 등의 정보를 수치, 언어 등에 의해 교시하고, 그 정보에 따라 작업을 수행하는 로봇
6)지능로봇	인공지능에 의해 행동을 결정 할 수 있는 로봇 *인공지능이란 인식능력, 학습능력, 추상적 사고능력 등을 포함
7)감각제어 로봇	감각정보를 가지고 동작의 제어를 수행하는 로봇
8)적응제어 로봇	적응제어 기능을 가진 로봇 *적응제어 기능이란 환경변화 등에 따라 필요한 조건을 충족 시키도록 하는 제어기능
9)학습제어 로봇	학습제어 기능을 갖는 로봇 *학습제어 기능이란 작업경험 등을 반영시켜 적절한 작업을 행하는 기능



4. 산안법령상 동력으로 작동하는 유해·위험 기계기구 중 추가 방호조치 해야 할 3가지 부분과 그 방호조치 기재 (시행규칙 98조)

1. 개 요

산업안전보건법 80조에서는 동력으로 작동하는 기계·기구 중 특정 부분은 고용노동부령으로 정하는 방호조치를 하도록 규정하고 있으며, 시행규칙 98조에서는 해당 부분별 세부 방호조치 내용을 규정하고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 추가 방호조치 해야 할 3가지 부분 및 그 내용

- 1)작동 부분에 돌기 부분이 있는 것 : 물힘형으로 하거나 덮개를 부착할 것
- 2)동력전달 부분 및 속도조절 부분이 있는 것 : 덮개를 부착하거나 방호망을 설치할 것
- 3)회전기계에 물체 등이 말려 들어갈 부분이 있는 것 : 물림점(롤러나 톱니바퀴 등 반대 방향의 두 회전체에 물려들어가는 위험점)에는 덮개 또는 울을 설치할 것

5. 산안법령상 안전검사 대상 기계 10가지 기재 (시행령 78조)

1. 개 요

산업안전보건법 93조에서는 유해하거나 위험한 기계·기구·설비로서 대통령령으로 정하는 것을 사용하는 사업주는 안전검사대상 기계등의 안전에 관한 성능이 고용노동부장관이 고시하는 검사기준에 맞는지에 대하여 고용노동부장관이 실시하는 안전검사를 받아야 한다고 규정하고 있으며, 시행령 78조에서는 안전검사 대상 기계등을 규정하고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 안전검사 대상 기계

- 1)프레스
- 2)전단기
- 3)크레인(정격 하중이 2톤 미만인 것은 제외)
- 4)리프트
- 5)압력용기
- 6)곤돌라
- 7)국소 배기장치(이동식은 제외)
- 8)원심기(산업용만 해당)
- 9)롤러기(밀폐형 구조는 제외)
- 10)사출성형기(형 체결력 294킬로뉴턴 미만은 제외)
- 11)고소작업대(자동차관리법 제3조 제3호 또는 제4호에 따른 화물자동차 또는 특수 자동차에 탑재한 고소작업대로 한정)
- 12)컨베이어
- 13)산업용 로봇



❖ 논술 필수 2문제 (50점)

6. 컨베이어 안전장치 및 보수상 주의사항 기재 (+p.274)(기준규칙)

1. 개 요

컨베이어는 수평 및 수직 등의 연속운반을 주 목적으로 하는 운반기계로 공정의 자동화 추세로 그 사용이 급증하고 있으며, 그에 따른 산업재해도 역시 증가추세에 있다. 한편 컨베이어의 안전한 사용 및 보수상 주의사항 등에 관해서는 산업안전보건기준규칙에서 정하고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

*안전장치 : 기계·설비 등에 부설해서 작업자의 위해를 방지하거나, 또는 기계·설비의 파괴 방지를 목적으로 하는 기계적, 전기적인 기능을 구비한 장치를 말한다. 본질적으로 안전화 되어있지 않은 기계·설비에 있어서 안전장치는 작업자의 안전을 도모하기 위해 필수적인 것이다. (산업안전대사전, 2004. 5. 10., 최상복)

2. 안전장치

- 1)이탈 등의 방지장치 : 사업주는 컨베이어를 사용하는 경우에는 정전·전압강하 등에 따른 화물 또는 운반구의 이탈 및 역주행을 방지하는 장치를 갖추어야 한다. 다만, 무동력 상태 또는 수평 상태로만 사용해 근로자가 위험해질 우려가 없는 경우는 그렇지 않다.
*화물이탈 방지용 가이드 / 밀폐형 케이스, 운반구 역주행 방지용 래칫 및 모터브레이크
- 2)비상정지장치 : 사업주는 컨베이어에 해당 근로자의 신체 일부가 말려드는 등 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 및 비상시에는 즉시 컨베이어의 운전을 정지시킬 수 있는 장치를 설치해야 한다. 다만, 무동력상태로만 사용하여 근로자가 위험해질 우려가 없는 경우에는 그렇지 않다.
- 3)낙하물에 의한 위험 방지장치 : 사업주는 컨베이어로부터 화물이 떨어져 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우에는 해당 컨베이어에 덮개 또는 울을 설치하는 등 낙하 방지를 위한 조치를 하여야 한다.
- 4)건널다리 : 사업주는 운전중인 컨베이어 위로 근로자를 넘어가도록 하는 경우에는 위험을 방지하기 위하여 건널다리를 설치하는 등 필요한 조치를 해야한다.
- 5)스토퍼 설치 : 사업주는 동일선상에 구간별 설치된 컨베이어에 중량물을 운반하는 경우에는 중량물 충돌에 대비한 스톱퍼를 설치하거나 작업자 출입을 금지하여야 한다.
- 6)덮개 : 전동기·기어·체인·스프로켓, 벨트풀리 등 동력전달부분
- 7)안전난간 또는 충분한 강도를 가진 덮개 설치 : 피트, 바닥 등에 개구부가 있는 경우
- 8)조작자의 시야를 벗어난 작업구역 및 통행구역이 있는 경우 컨베이어 기동을 예고하는 경보장치
- 9)전동기 과부하 보호장치 : 0.5Kw이상 전동기 부착시
- 10)과전류 보호장치 : 전동기 등의 정격전류 고려 차단기는 250% 이하, 퓨즈는 300% 이하

3. 보수상 주의사항

- 1)제91조(고장난 기계의 정비 등)②정비가 완료될 때까지는 해당 컨베이어 및 방호장치 등의 사용을 금지하여야 한다.
- 2)제92조(정비 등의 작업 시의 운전정지 등) ①사업주는 컨베이어 보수시에 근로자가 위험해질 우려가 있으면 해당 기계의 운전을 정지하여야 한다.
- 3)②사업주는 컨베이어의 운전을 정지한 경우 다른 사람이 그 기계를 운전하는 것을 방지하기 위해 기계의 기동장치에 잠금장치를 하고 그 열쇠를 별도 관리하거나 표지판을 설치하는 등 필요한 방호 조치를 하여야 한다.



- 4)③사업주는 보수 과정에서 부적절한 작업방법으로 기계가 갑자기 가동 될 우려가 있는 경우 작업지휘자를 배치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- 5)제318조(전기작업자의 제한) 사업주는 근로자가 감전위험이 있는 전기작업을 하는 경우에는 「유해위험작업의 취업제한에 관한 규칙」에 따른 유자격자가 작업을 수행하도록 해야한다.
- 6)제32조(보호구의 지급 등)사업주는 전기작업 등 감전의 위험이 있는 보수작업을 하는 작업자에 대해서는 절연용 보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

3. 결 론

전술한 바와같이 컨베이어와 관련된 사고는 해마다 증가하고 있으며, 특히 대형 컨베이어 시스템을 사용할 경우 그 위험성은 더욱 크다. 또한, 각종 언론을 통해 단독작업을 할 경우 부상자 발견 및 응급조치가 지연되어 고귀한 생명을 잃는 사례를 자주 접하고 있다. 따라서, 컨베이어 보수작업시에는 전원차단, 기동키 별도관리, 2인 1조 작업 등 기본적인 사항이 지켜질 수 있도록 노력하고 확인해야 하겠다.



7. 기준규칙상 고소작업대 설치시 사업주 조치사항 6가지 기재 (17/19) (기준규칙 186조)

1. 개 요

고소작업대란 작업대, 연장구조물, 차대로 구성되며 사람을 작업 위치로 이동시켜주는 설비를 말하며 일반적으로 차량 탑재형, 자체 추진형, 보행자 제어형 등이 있다. 특히, 고소작업대는 무게중심이 높아 지면의 불균형 및 외부 충격 등 이상상황 발생시 장비의 전도위험과 작업자 추락 위험이 높아 안전작업에 관심이 요망된다. 또한 이런 위험성 등으로 인해 안전보건기준 규칙에는 고소작업대 설치시 사업주의 조치사항이 규정되어 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 고소작업대 설치시 사업주 조치사항

- 1)작업대를 와이어로프 또는 체인으로 올리거나 내릴 경우에는 와이어로프 또는 체인이 끊어져 작업대가 떨어지지 아니하는 구조여야 하며, 와이어로프 또는 체인의 안전율은 5 이상일 것
- 2)작업대를 유압에 의해 올리거나 내릴 경우에는 작업대를 일정한 위치에 유지할 수 있는 장치를 갖추고 압력의 이상저하를 방지할 수 있는 구조일 것
- 3)권과방지장치를 갖추거나 압력의 이상상승을 방지할 수 있는 구조일 것
- 4)붐의 최대 지면경사각을 초과 운전하여 전도되지 않도록 할 것
- 5)작업대에 정격하중(안전율 5 이상)을 표시할 것
- 6)작업대에 끼임·충돌 등 재해를 예방하기 위한 가드 또는 과상승방지장치를 설치할 것

3. 결 론

고소작업대는 아파트 신축공사장 등 건설현장 뿐만이 아니라 높은 곳에서의 작업소요가 있는 물류·조경·시설관리 등 다양한 곳에서 사용하는 보편적인 장비인 만큼 안전사고의 위험도 크다. 따라서 고소작업대 설치시의 조치사항을 준수하고 관계 작업자들에 대한 주기적인 교육 및 장비점검을 통해 산업재해를 예방해야 하겠다.

❖ 논술 선택형 1문제(25점)

8. 페일 세이프의 정의와 기능적 측면에서 3단계로 분류하여 기재(18/20) (p.34)(+22)

1. 개 요

생산성 향상을 위해 생산시설은 급격히 진보하고 있으나 완벽한 기계는 있을 수 없다. 또한 그 시설을 통제 및 관리하는 인간도 여전히 불안전 요소를 내포하고 있다. 그래서 우리는 기계·설비의 고장 등과 인간의 휴먼에러가 발생하더라도 사고 또는 재해로 연결되지 않도록 하는 본질적 안전화를 추구하고 있다. 이런 본질적 안전화의 수단 중 하나가 페일 세이프이며, 그 정의와 기능적 측면의 분류는 다음과 같다

2. 정의

- 1) 기계나 설비에서 고장이나 기능불량이 발생해도 사고 및 재해로 연결되지 않고 안전을 확보하는 기능이다.
- 2) 폴 프루프가 인간의 휴먼에러를 인정하고 이에 대비한 안전화를 추구하는 개념이라면 페일 세이프는 기계·설비의 고장 및 기능이상에 대비하여 안전화를 추구하는 개념이다.

3. 페일 세이프의 기능적 측면의 3단계

- 1) fail passive : 일반적인 형태로 부품이 고장나면 기계·설비가 정지상태가 된다.
- 2) fail active : 부품이 고장나면 기계·설비는 경보를 울리되, 단시간 운용이 가능하다.
- 3) fail operational : 부품이 고장나면 기계·설비는 차후 정기점검 까지는 운전이 가능하다.
이를 위해서는 병렬계통 또는 대기여분을 갖춰야 한다.

4. 결 론

생산현장에서는 휴먼에러 뿐만 아니라 기계·설비의 고장 및 기능이상으로 인한 재해도 빈번하므로 기계·기구의 설계 및 제작시부터 조작상 위험이 없도록 설계하는데 관심을 기울여야 한다. 또한 현장에서는 보다 적극적인 보전활동으로 기계·기구의 고장이나 기능 이상을 사전에 예방토록 노력해야 하겠다.



9. 선반의 방호장치 3가지와 작업시 안전대책 10가지 기재 (p.113)(+p.175)

1. 개 요

선반은 대표적인 절삭공구로 일감을 회전시키고 바이트 등의 공구를 좌우로 이송함으로써 절단작업, 외경절삭, 내면절삭, 정면절삭, 테이퍼절삭, 나사절삭 등 다양한 작업에서 활용되고 있다. 한편, 사용이 많은 만큼 선반작업으로 인한 재해도 꾸준히 선반의 방호장치와 안전대책 준수는 지속 강조되고 있으며, 그 세부 내용은 다음과 같다.

2. 선반의 방호장치

1)칩 브레이커 : 발생하는 칩을 잘게 끊어주는 장치

- *가공재 표면의 흠집 발생을 방지
- *공구 날 끝의 치핑을 방지
- *칩의 비산으로 인한 작업자 위험 방지
- *절삭유제 등의 유동성 향상

2)덮개(셴드) : 칩이나 절삭유의 비산을 방지하기 위해 선반의 전후좌우 및 위쪽에 설치하는 플라스틱 덮개

3)척 커버 : 척에 물린 가공물의 돌출부 등에 작업복이 말려들어가는 것을 방지

4)덮개 또는 울, 고정 브리지 : 돌출하여 회전하고 있는 가공물이 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우 설치

5)브레이크 : 가공작업 중 선반을 급정지

3. 안전대책

1)공구나 일감은 확실하게 고정한다.

*선반의 바이트는 끝을 짧게 장착한다.

*일감의 길이가 직경의 12배 이상일때는 방진구를 사용한다.

2)절삭중인 일감에는 손을 대지 않는다. (말릴 위험이 있어 면장갑 착용 금지)

3)작업 중 절삭칩이 눈에 들어가지 않도록 반드시 보안경을 착용한다.

4)작업 중 일감의 치수측정 시에는 기계의 운전을 정지한 후 측정한다.

5)절삭칩의 제거는 반드시 전용의 브러시를 사용한다.

6)리이드 스크류에는 몸의 하부가 걸리기 쉬우므로 조심해야 한다.

7)선반의 베드 위에는 공구를 놓아서는 안된다.

8)기계운전 중 백 기어의 사용을 금한다.

9)센터작업을 할 때에는 심압 센터에 자주 절삭유를 주유하여 열발생을 막는다.

10)기계에 주유 및 청소를 할 때에는 반드시 기계를 정지시키고 한다.



【17년】 * (00년 / 반복년도) * 흑색(법령/기본교재) * 보라색(전공서적) * 청색(코사가이드 등)

❖ 단답형

1. 윤활유 점도지수에 관하여 기재 (M-114-2012)

1. 개 요

윤활유는 보통 기계의 마찰면에 생기는 마찰력을 줄이거나 마찰면에서 발생하는 마찰열을 분산시킬 목적으로 사용하는 석탄계 광물유를 말한다. 윤활유의 주요 기능은 마모방지, 냉각 및 밀봉작용, 방청작용, 세정작용 및 응력분산작용 등인데 이때 윤활유가 정상적인 윤활기능을 발휘하기 위해서는 점도지수가 중요한데 그 세부 내용은 다음과 같다

2. 윤활유의 점도지수

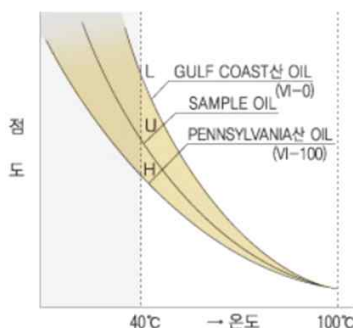
- 1) 점도지수는 온도에 따른 점도의 변화를 나타내는 수치이며 일반적으로 온도가 올라가면 점도는 떨어진다.
- 2) 윤활유의 사용 온도는 반드시 일정하지 않고 사용 조건에 의하여 대폭적으로 변동될 수 있으므로 그에 따른 점도 변화가 되도록 적은 것이 좋다.
- 3) 중합체 첨가제는 점도·온도 관계를 조정하므로, 첨가제가 운전 중 변화되면 윤활유의 성능에 이상이 발생한다.
- 4) 점도지수는 윤활유의 점도와 온도 관계를 지수로 나타내는 실험치로서 40℃와 100℃에서의 동점도를 비교한 값이다.
점도지수가 높다는 것은 온도에 대한 점도의 변화가 적다는 것을 나타낸다.
- 5) 계산방법은 KS M 2014 “원유 및 석유제품의 동점도 시험방법 및 석유 제품 점도지수” 계산방법에 따른다.

(3. 윤활유의 점도분석) 추가

- 1) 점도는 가장 중요한 윤활의 성질이며 쉽게 측정이 가능하다.
- 2) 윤활유는 높은 압력과 온도에서 유막을 유지할 수 있도록 충분한 점도를 가져야 한다.
- 3) 점도가 너무 높으면 유동성이 적어 윤활기능이 나빠진다.
- 4) 점도의 증가는 산화되거나 먼지·수분 및 높은 점도의 유체에 오염되었을 때 나타난다.
- 5) 점도의 감소는 점도가 낮은 유체에 오염되었을 때 나타난다.
- 6) 일반적으로 점도가 정상보다 10% 이상 변화되면 윤활유를 교환한다.
- 7) 시험방법은 KS M 2014 “원유 및 석유제품의 동점도 시험방법 및 석유제품 점도지수” 계산 방법에 따른다.

4. 결 론

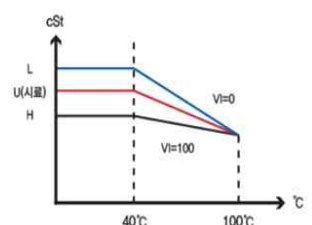
윤활유를 사용하는 기계의 윤활부위에 손상이 발생했을 때는 심각한 손실을 초래 할 수 있다. 따라서 윤활유를 사용하는 기계·설비에 대해서는 평시 일일점검을 통해 윤활유의 주요 기능인 마모방지, 냉각, 밀봉, 방청, 응력분산 작용 등이 원활히 이뤄 질 수 있도록 관리해야 하겠다.



2) 점도지수 계산법

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

L : 점도지수(VI) = 0인 기름의 40℃ 동점도
U : 시료 40℃에서의 동점도(cSt) {mm²/s}
H : 점도지수(VI) = 100인 기름의 40℃ 동점도





2. 기준규칙상 고소작업대 사용시 작업시작 전 점검사항 5가지 기재(16/19) (기준규칙 별표 3)

1. 개 요

고소작업대는 높은 곳에서 작업이 필요할 경우 작업자를 안전하게 높은 곳으로 이동시켜 주는 장비로 일반적으로 차량 탑재형, 자체 추진형, 보행자 제어형 등이 있다. 특히, 고소작업대는 무게중심이 높아 지면의 불균형 및 외부 충격 등 이상상황 발생시 장비의 전도 위험과 작업자 추락 위험이 높아 안전작업에 관심이 요망된다. 또한 이런 위험성 등으로 인해 안전보건기준 규칙에는 고소작업대 사용시 작업시작전 점검사항이 규정되어 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 고소작업대 사용시 작업시작 전 점검사항

- 1)비상정지장치 및 비상하강 방지장치 기능의 이상 유무
- 2)과부하 방지장치의 작동 유무(와이어로프 또는 체인구동방식의 경우)
- 3)아웃트리거 또는 바퀴의 이상 유무
- 4)작업면의 기울기 또는 요철 유무
- 5)활선작업용 장치의 경우 흠·균열·파손 등 그 밖의 손상 유무

3. 고속회전체 회전시험시 파괴위험 방지를 위한 안전기준과 비파괴검사 대상 기재

(기준규칙114, 115조)

1. 개 요

산업안전보건기준규칙에서는 고속회전체의 회전시험 대상을 규정하고 있는데 그 이유는 회전시험의 경우 회전체가 파괴되고 파편이 비산되어 시험자들에게 위험을 초래할 우려가 있기 때문이다. 또한 회전시험시 파괴위험 방지를 위한 안전기준과 비파괴검사 대상도 규정하고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 파괴위험 방지를 위한 안전기준

- 1)사업주는 고속회전체(터빈로터·원심분리기의 버킷 등의 회전체로서 원주속도가 초당 25미터를 초과하는 것으로 한정)의 회전시험을 하는 경우 고속회전체의 파괴로 인한 위험을 방지하기 위하여 전용의 견고한 시설물의 내부 또는 견고한 장벽 등으로 격리된 장소에서 하여야 한다.
- 2)다만, 고속회전체(3.의 고속회전체는 제외)의 회전시험으로서 시험설비에 견고한 덮개를 설치하는 등 그 고속회전체의 파괴에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 한 경우에는 그러하지 않다.

3. 비파괴검사 대상

- 1)사업주는 고속회전체(회전축의 중량이 1톤을 초과하고 원주속도가 초당 120미터 이상인 것으로 한정)의 회전시험을 할 경우 미리 회전축의 재질 및 형상 등에 상응하는 종류의 비파괴검사를 해서 결함 유무(有無)를 확인하여야 한다.

4. 로봇 및 자동화기계설비에 사용되는 물체 감지용 센서 종류 3가지 기재(13~20) (+p.430)

1. 개 요

로봇 및 자동화기계설비는 통상 작업을 수행하는 구동부와 구동부를 제어하는 제어부, 제어에 필요한 정보를 전달하는 검출부와 전체 설비에 에너지를 공급하는 동력원 등의 4가지로 구성된다. 특히 검출부는 자체 가동부를 감시하는 내계 계측기능, 작업대상을 감시하는 외계 계측·인식기능, 주변기기 등 다른 기계장치를 감시하는 제어정보 교환 기능, 자체의 정상 가동상태를 파악하는 진단기능 등의 4가지 기능을 갖고 있으며, 이 중에서 외계 계측·인식기능에 사용되는 부품이 물체 감지용 센서인데 그 종류는 다양한데 대표적인 센서는 다음과 같다.

2. 물체 감지용 센서의 종류

- 1) 근접센서 : 비접촉으로 대상물의 근접을 검출하는 센서로 크게 자기의 영향으로 내부 전류의 변화를 검출하는 방식, 램프나 발광다이오드와 광센서를 결합시키는 방식, 정전 용량의 변화를 검출하는 방식 등이 있다.
- 2) 광전센서 : 빛을 검출매체로 응용한 센서로 물체의 존재여부, 통과여부, 정위치 등의 검출을 할 수 있고, 정밀 광전센서는 물체의 대소 및 형상, 색상차이까지 검출 할 수 있어서 로봇을 포함한 자동화기계설비에 많이 응용된다. 종류로는 투광기와 수광기가 분리된 투과형과 일체인 반사형 광전센서가 있다.
- 3) 접촉센서 : 마이크로 스위치를 내장한 리미트 스위치를 사용하여 기계적 보호가 필요한 자동화설비에 사용된다. 물체가 리미트 스위치의 접촉부에 접촉함으로써 내장 스위치를 작동시키는 구조로, 위치·액면·온도·압력 등의 검출에 사용되나 특히 위치 검출에 많이 이용된다.

5. 기준규칙상 중량물 취급작업시 작성하는 작업계획서 내용 5가지 기재(18) (기준규칙 별표4)

1. 개 요

일반적으로 중량물이란 부피에 비해 무게가 많이 나가는 물건을 말하며 중량물 취급작업은 산업현장에서 위치를 이동하거나 들어올리기 위해 양중기 또는 하역운반기계 등이 필요한 작업을 말하며, 넓은 의미에서는 물건을 인력으로 운반하거나 드는 작업도 포함된다. 산업안전보건 기준에 관한 규칙에서는 중량물 취급작업시 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대한 사전조사를 실시하고 그 결과를 고려하여 작업계획서를 작성하도록 규정되어 있는데 포함내용은 다음과 같다.

2. 작업계획서 포함내용

- 1) 추락위험을 예방할 수 있는 안전대책
- 2) 낙하위험을 예방할 수 있는 안전대책
- 3) 전도위험을 예방할 수 있는 안전대책
- 4) 협착위험을 예방할 수 있는 안전대책
- 5) 붕괴위험을 예방할 수 있는 안전대책

❖ 논술 필수 2문제 (50점)

6. 평와셔 용도 기재, 너트 풀림방지법 5가지와 설명 기재(13) (220)

(코사 M-41-2012)

1. 개 요

결합용 나사의 리드각은 나사면 마찰각 보다 작게하여 자립의 상태를 유지할 수 있도록 설계되어 있으므로 나사의 축방향에 하중이 걸려도 이론적으로 체결된 나사가 회전하여 볼트와 너트가 풀리지 않는다. 그러나 실제의 경우 운전 중 진동과 충격 등이 발생하여 기계에서 흔히 너트의 고정이 불완전하고 어느 순간에 이르러서 너트는 풀어지게 된다. 그러므로 체결된 볼트와 너트의 풀림 원인과 와셔 등을 이용한 풀림 방지방법을 알고 이를 현장에 적용하는 것은 안전관리에 필수적이며 그 내용은 다음과 같다.

2. 평와셔 용도 : 압면보함구 + 풀림방지

와셔는 볼트 및 너트와 체결부와의 사이에 넣는 부품으로 종류로는 평와셔와 스프링 와셔, 고무 와셔, 혀붙이 와셔, 톱니붙이 와셔 등의 특수 와셔가 있으며, 이중 **평와셔는 풀림방지 기능보다는 재료를 보호하는 기능이 강한데** 그 용도는 다음과 같다.

- 1)주로 연질 재료에 있어서 **볼트와 닿는 부분의 접촉면적을 넓혀 압력을 분산**하는 기능
- 2)주로 연질 재료에 있어서 **면압을 낮추어** 볼트가 표면을 파고 들어가거나 흠집을 내지 않도록 **재료의 표면을 보호하는 기능 (재료의 함열 방지)**
- 3)볼트나 너트의 머리가 체결부의 구멍보다 **상대적으로 작을 경우 이를 보완**하기 위함

3. 너트 풀림방지 방법 : 록 세트 와 나일론 핀 강선 / 본드 용접

너트의 풀림원인은 일반적으로

- 1)너트의 길이가 짧아 접촉압력이 작을 경우
- 2)주변의 진동, 충격을 받아 순간적으로 접촉압력이 감소되는 경우
- 3)나사 접합부에서 미끄럼이 반복되어 미동 마멸이 생긴 경우
- 4)주변 온도의 변화로 나사가 수축, 팽창되어 나사의 이음이 약해지는 경우 등이며

풀림 방지방법은 다음과 같다.

- 1)**와셔**를 사용하는 방법 : 볼트와 너트를 체결할 때 스프링 와셔, 고무 와셔, 혀붙이 와셔, 톱니붙이 와셔 등의 특수 와셔를 사용하여 너트가 풀어지지 않게 한다
- 2)**록너트**를 사용하는 방법 : 2개의 너트를 사용하여 서로 졸라매어 너트 사이를 서로 미는 상태로 하면 외부 진동에도 항상 하중이 작용되며, 나사로서의 하중은 바깥쪽 너트가 받으므로 **바깥쪽 너트를 더 두껍게** 한다. 너트 사이를 상호 미는 역할을 하는 안쪽 너트를 록너트라 한다.
- 3)**자동 잠 너트** : 자동 잠 너트는 갈라진 부분이 안쪽으로 휘어져서 볼트를 압축하여 너트가 풀어지지 않게 한다.
- 4)**세트 스크류**를 사용하는 방법 : 볼트와 너트를 체결 후 세트 스크류(작은 나사)를 사용하여 너트가 풀어지지 않게 한다.
- 5)**핀**을 사용하는 방법 : 볼트와 너트를 체결할 때 분할 핀, 평행 핀, 테이퍼 핀 등을 사용하여 너트가 풀어지지 않게 한다.
- 6)**나일론 너트**를 사용하는 방법 : 너트 내부에 나일론을 넣어 수나사가 나일론을 파고들어가 변형시킴으로서 풀림을 방지한다
- 7)너트에 풀림방지를 위한 수지, 본드 등을 도포하는 방법



- 8)너트에 용접을 하는 방법
- 9)너트에 코킹을 하는 방법
- 10)강선으로 주위 너트를 서로 묶어서 고정하는 방법

3. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 볼트·너트의 풀림 원인은 다양하며 이 중 몇가지 원인이 복합되어 볼트와 너트의 풀림이 발생되기도 한다. 이를 아주 작은 문제로 간과할 수 있으나 현실상 한 개의 볼트와 너트가 풀려서 설비의 성능저하나 혹은 고속회전체에서 부품 이 튀어나와 인적·물적 재해가 발생하거나 큰 사고로 이어지는 경우는 많이 있다. 이런 사태를 방지하기 위해서는 설계 및 제작시에 볼트와 너트의 풀림을 방지할 수 있는 기술을 적용해야 하며, 볼트와 너트 체결시에도 현장 상황에 부합한 풀림방지 방법을 적용해야 하겠다.



7. **산업용 로봇**의 위험성과 방호장치 종류, 사용단계 안전대책 기재(13~20) (+429)

1. 개 요

과학발전과 공장자동화 추세를 고려시 산업용 로봇의 소요는 갈수록 증가하고 있으며, 그에 따른 안전사고도 증가하고 있다. 이런 안전사고를 감소시키기 위해서는 로봇의 위험성과 방호장치의 종류를 알아야 하며, 산업현장에서는 로봇의 교시, 사용, 수리 및 점검시 등 사용단계에서 안전대책이 강구되어야 하는데 그 핵심내용은 다음과 같다

2. 산업용 로봇의 위험성

- 1)일반적인 기계·설비들과는 달리 산업용 로봇의 구조 및 제어는 복잡하고 고도화 되어 로봇의 취급에는 상당한 전문지식이 필요한데 취급자에게 이런 전문성이 부족할 경우 로봇 오조작 등 불안전 행동으로 사고가 발생 될 우려가 높다.
- 2)산업용 로봇은 본체 외부의 공간에서 작업하는 매니퓰레이터가 있고, 그 동작이 강하고 빨라 매니퓰레이터의 작동범위와 방향을 판단하기 어려워 사고가 발생 될 우려가 있다.
- 3)산업용 로봇에 사용되는 부품의 신뢰성, 설치조건, 작업환경에 따라 노이즈 등에 의한 로봇의 이상작동이 발생하고 이로 인한 사고가 발생 될 우려가 있다.

3. 방호장치의 종류 : 방책매트 광동비 플러그

1)높이 1.8m이상의 방책

- ①작업중에 발생하는 진동, 충격, 접촉 등에 견딜수 있는 강도를 보유할 것
- ②원칙적으로 조정 및 철거 등이 불가능 한 고정식 구조일 것
- ③날카로운 부분, 예리한 돌기 등의 위험 부분이 없을 것
- ④방책에 출입문을 설치할 경우 안전플러그 설치 등을 통해 출입문 개방시 로봇이 정지하는 연동구조로 할 것

2)안전매트

- ①위험한계 범위 이내를 충분히 방호할 수 있는 크기로 설치 할 것
- ②운전을 정지할 경우 재가동 조작을 하지 않으면 운전이 개시되지 않을 것

3)비상정지장치

- ①비상정지장치 작동시 로봇을 빠르고 확실하게 정지시킬 것
- ②작업자가 작업위치를 떠나지 않고도 쉽게 작동할 수 있는 위치에 있을 것
- ③비상정지장치 작동 후 재가동 조작을 하지 않으면 운전이 개시되지 않을 것
- ④작업자가 쉽게 확인 가능하도록 조작버튼은 적색, 바탕은 노란색으로 할 것

4)동력차단장치

- ①진동, 충격, 접촉 등에 의해 갑자기 작동되지 않을 것
- ②부속기구 제어스위치, 유공압 제어밸브 등 다른 기기와는 독립되어 있을 것
- ③작동 후 재가동 조작을 하지 않으면 작동하지 않을 것

5)기타 페일 세이프 기능(참고)

- ①작업자가 로봇의 작동범위 내로 침입할 경우 감지해서 자동으로 정지할 것
- ②오작동에 의한 위험 방지를 위해 제어장치의 이상을 검출해 자동으로 정지할 것
- ③유공압 및 전압 변동에 의한 오작동이 발생할 경우 자동으로 정지할 것
- ④로봇 및 관련 기기에 고장 발생시 자동으로 정지하고 이를 외부에 알릴수 있을 것



4. 사용단계에서의 안전방호 조치사항 (사용단계가 운전 단계라면 1)과 3) 생략)

1)교시 등의 작업시 : 조/작/2/이상/이상/재가동/그밖에

사업주는 산업용 로봇(이하 "로봇"이라 한다)의 작동범위에서 해당 로봇에 대하여 교시 등의 작업을 하는 경우에는 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위해 다음 각 호의 조치를 해야한다. 다만, 로봇의 구동원을 차단하고 작업을 하는 경우에는 제2호와 제3호의 조치를 하지 아니할 수 있다.

(1)다음 각 목의 사항에 관한 지침을 정하고 그 지침에 따라 작업을 시킬 것

- ①로봇의 조작방법 및 순서
- ②작업 중의 매니퓰레이터의 속도
- ③2명 이상의 근로자에게 작업을 시킬 경우의 신호방법
- ④이상을 발견한 경우의 조치
- ⑤이상을 발견하여 로봇의 운전을 정지시킨 후 이를 재가동시킬 경우의 조치
- ⑥그 밖에 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치

(2)작업에 종사하고 있는 근로자 또는 그 근로자를 감시하는 사람은 이상을 발견하면 즉시 로봇의 운전을 정지시키기 위한 조치를 할 것

(3)작업하는 동안 로봇의 기동 스위치 등에 작업 중이라는 표시를 하는 등 작업에 종사하고있는 근로자가 아닌 사람이 그 스위치 등을 조작할 수 없도록 필요한 조치를 할 것

2)운전 중 위험 방지 : 울매 광전감응

사업주는 로봇의 운전(교시 등과 수리 등 작업을 위한 로봇의 운전은 제외)으로 인하여 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8미터 이상의 울타리(로봇의 가동범위 등을 고려, 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절 가능)를 설치하여야 하며, 컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치 할 수 없는 일부 구간에 대해서는 안전매트 또는 광전자식 방호장치 등 감응형 방호장치를 설치하여야 한다. 다만, 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 그 조치를 하지 않을 수 있다.

3)수리 등 작업 시의 조치 : 수금조청급 토설 확인작업 정지 스위치 표지판

사업주는 로봇의 작동범위에서 해당 로봇의 수리·검사·조정(교시 등에 해당하는 것은 제외)·청소·급유 또는 결과에 대한 확인작업을 하는 경우 해당 로봇의 운전을 정지함과 동시에 그 작업을 하는 동안 로봇의 기동스위치를 열쇠로 잠근 후 열쇠를 별도 관리하거나 해당 로봇의 기동스위치에 작업 중이란 내용의 표지판을 부착하는 등 해당 작업에 종사하고 있는 근로자가 아닌 사람이 해당 기동스위치를 조작할 수 없도록 필요한 조치를 하여야 한다. 다만, 로봇의 운전 중에 작업을 하지 아니하면 안되는 경우로서 해당 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험을 방지하기 위하여 1)의 교시 등의 작업시 조치를 한 경우에는 그렇지 않다.

3. 결 론

위에서 기술한 바와 같이 산업용 로봇은 일반 기계·설비들과는 다른 특성을 가지므로 그 위험성을 잘 이해해야 한다. 그리고 방호장치가 다양하지만 그 방호장치를 운영·통제하는 것은 결국 사람이므로 로봇을 사용하는 현장에서는 작업간 이런 방호장치를 임의로 해체하는 일이 없어야 하며, 사용간 안전대책도 철저히 준수 되도록 생활화 해야 하겠다.



※로봇 작업간 발생 가능한 재해유형을 기술

1. 개 요 (생략)

2. 재해유형

산업용 로봇 작업간 발생 가능한 재해도 역시 작업자(인간)의 불안전한 행동과 주변환경의 불안전한 상태에 의한 유형으로 구분할 수 있는데 그 유형은 다음과 같다

불안전한 행동으로 인한 재해	①무의식중 작동버튼 접촉 등 작업자의 실수로 로봇을 작동시켜 재해 발생
	②작업자가 로봇 작동중 문제점을 발견 후 순간적으로 이를 처리 하려다 재해 발생
	③로봇이 작동중임을 모르고 작업영역 내로 진입하여 로봇과 접촉하여 재해 발생
	④로봇이 일시정지(대기)상태인데 작업자가 이를 모르고 접근한 경우 로봇이 재가동 되어 재해 발생
불안전한 상태로 인한 재해	①사람이 들어갈 정도로 방책 하단부가 지면과 이격되어 작업자의 무단 출입에 의한 재해 발생
	②로봇 제어시스템의 소프트웨어 결함 등 로봇의 내재적인 결함에 의한 갑작스러운 작동으로 인한 재해
	③전자기파 또는 라디오파의 신호 교란에 의한 재해
	④전압 불안정 또는 정전시 공압 및 유압장치 등의 이상에 의한 재해



❖ **논술 선택형 1문제(25점)**

8. 기준규칙상 안전난간의 구조 및 설치요건 5가지 기재 (기준규칙)

1. 개 요

산업안전보건기준에 관한 규칙에는 근로자의 추락 등의 위험을 방지하기 위하여 추락의 위험이 있는 곳에는 안전난간을 설치하도록 규정하고 있다. 실제 각종 언론을 통해 가장 많이 접하는 재해사례 중 하나가 추락사고이며, 추락사고는 제조업, 건설업, 서비스업 등 분야를 가리지 않고 많이 발생하는 데 이를 방지하는 최소한의 대책이 안전난간이라 할 수 있다. 안전난간의 구조 및 설치요령은 다음과 같다.

2. 안전난간의 구조 및 설치요건

- 1)상부 난간대, 중간 난간대, 발끝막이판 및 난간기둥으로 구성할 것. 다만, 중간 난간대, 발끝막이판 및 난간기둥은 이와 비슷한 구조와 성능을 가진 것으로 대체할 수 있다.
- 2)상부 난간대는 바닥면·발판 또는 경사로의 표면으로부터 90센티미터 이상 지점에 설치하고, 상부 난간대를 120센티미터 이하에 설치하는 경우에는 중간 난간대는 상부 난간대와 바닥면등의 중간에 설치하여야 하며, 120센티미터 이상 지점에 설치하는 경우에는 중간 난간대를 2단 이상으로 균등하게 설치하고 난간의 상하 간격은 60센티미터 이하가 되도록 할 것. 다만, 계단의 개방된 측면에 설치된 난간기둥 간의 간격이 25센티미터 이하인 경우에는 중간 난간대를 설치하지 않을 수 있다.
- 3)발끝막이판은 바닥면등으로부터 10센티미터 이상의 높이를 유지할 것. 다만, 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 없거나 그 위험을 방지할 수 있는 망을 설치하는 등 필요한 예방 조치를 한 장소는 제외한다.
- 4)난간기둥은 상부 난간대와 중간 난간대를 견고하게 떠받칠 수 있도록 적절한 간격을 유지할 것
- 5)상부 난간대와 중간 난간대는 난간 길이 전체에 걸쳐 바닥면등과 평행을 유지할 것
- 6)난간대는 지름 2.7센티미터 이상의 금속제 파이프나 그 이상의 강도가 있는 재료일 것
- 7)안전난간은 구조적으로 가장 취약한 지점에서 가장 취약한 방향으로 작용하는 100킬로그램 이상의 하중에 견딜 수 있는 튼튼한 구조일 것

3. 결 론

최근 TV에서 산업재해 예방을 위한 광고가 많이 나오는데 이는 안전사고가 여전히 발생하고 있다는 반증이라 생각된다. 현대의 핵가족 사회에서 작업자 한 사람의 재해는 가족 전체의 생계문제와도 직결되는 사회적 문제로 그 어느때 보다 국민의 관심이 높다. 전술한 바와 같이 안전난간을 규정대로 설치하고 점검하여 더 이상의 추락재해는 없어야 하겠다.



※산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하고 있는 안전난간 설치 장소(약 12개소)

- ①가설통로 중 추락 위험이 있는 장소 ②높이 1미터 이상인 계단의 개방된 측면
- ③작업발판 및 통로의 끝이나 개구부로서 근로자가 추락할 위험이 있는 장소
- ④각종 비계 설치시 높이가 2미터 이상 등 추락의 위험이 있는 장소
- ⑤크레인에 전용 탑승설비를 설치할 경우 ⑥곤돌라 운반구에 근로자를 탑승시킬 경우
- ⑦각종 기계·설비에 건널다리를 설치할 경우
- ⑧콘크리트 타설작업을 위해 콘크리트 펌프 등을 사용하는 경우에서 건축물 난간 등에서 작업하는 근로자가 추락의 위험이 있을 경우
- ⑨부두·안벽 등의 하역작업 장소에서 다리 등의 갑문을 넘는 보도 등의 위험한 부분
- ⑩궤도 작업차량에서 근로자가 추락할 위험이 있는 경우
- ⑪입환기를 사용하는 작업에서 근로자가 탑승하는 위치
- ⑫교량에서 궤도 관련 설비의 보수 등을 하는 경우,

9. 공장자동화 기계설비의 PLC 기능에 관하여 5가지 기재(14) (p.307)

1. 개 요

PLC는 Programmable Logic Controller의 약자로 프로그래밍 가능한 논리 제어기 라는 의미로 볼 수 있다. 이는 설비가 수행할 동작과 순서, 이상시 조치 등을 제어장치에 입력 해 두고 제어장치의 신호에 따라 가동을 진행하는 제어장치를 말한다. 기존의 릴레이와 접촉기, 타이머 등을 사용했던 시퀀스회로와 비교시 시퀀스 로직 변경의 용이성, 소형화, 처리속도 향상 등 다수의 장점이 있는데 PLC의 기능을 정리하면 다음과 같다.

2. PLC 기능

- 1)분기기능 : 릴레이 코일 1개의 입력 신호에 대해 출력접점 수를 늘림으로 신호 분기로 동시에 다수의 기기를 제어할 수 있다. 입력신호 1회로에 의해 4개의 출력신호가 얻어지기도 한다.
- 2)증폭기능 : 릴레이 코일에 흐르는 전류를 ON, OFF하여 출력접점 회로에서 큰 전류를 개폐할 수 있다. 코일의 소비전력을 입력으로 할 때 출력인 접점에는 입력의 몇십 배에 해당하는 전류를 인가할 수 있다.
- 3)변환기능 : 릴레이의 코일부와 접점부는 전기적으로 분리되어 있으므로 각각 다른 성질의 신호를 취급할 수 있다. 일례로 입력은 DC전원으로 ,출력은 AC전원으로 사용하고 있기 때문에 직류신호를 교류신호로 변환하는 꼴이다.
- 4)반전기능 : 릴레이의 b 접점을 이용하면 입력이 OFF일 때 출력은 ON이 되고, 입력이 ON일 때 출력은 OFF가 되어 신호를 반전할 수 있다.
- 5)메모리 기능 : 릴레이는 자신의 접점에 의해 입력상태의 유지가 가능하여 동작 신호를 기억할 수 있다. 이 기능은 릴레이의 a접점을 사용하여 자기유지 회로를 구성함으로써 얻어진다

2. PLC 기능 (문제의 기능이 어떤 기능을 의미하는지 애매함)

- 1)Sequencing : 디지털 입·출력 제어(각종 스위치, 센서느이 on/off)
- 2)로직(Logic) 연산 : AND, OR, NOT, XOR (Bit 및 Word 단위로 연산)
- 3)산술연산 : ADD, SUB, MUL, DIV, PID 연산 등
(이는 실수의 가감승제, 삼각함수 연산 등)
- 4)Timer : TON, TOF, TMR, TRTG, TP, 시간정지 펄스 등
(시간지연, 시간적산, 펄스신호 등)
- 5)COUNTER : CTU, CTD, CTUD, CTR, 입력펄스의 수 카운팅 등
(저속의 접점 개폐수 카운팅 등)
- 6)아날로그 입력 : 전류, 전압, 온도 등 (아날로그 신호를 받아 디지털 수치화)
- 7)고속펄스 입력 : 고속으로 입력되는 펄스의 수 카운팅 등
(HSC 모듈, Encoder와 Pulse Generator 등의 고속펄스 입력)
- 8)펄스 입·출력 : Stepping, Servo 모터 제어 등
(Stepping / Servo 모터 드라이버 구동펄스)
- 9)통신 : 통신을 이용한 데이터의 이동 및 제어 등
(Ethernet 등을 이용하여 원거리 기기 제어)



3. 결 론

자동화설비들을 효율적으로 제어하기 위해 기존 릴레이 등을 사용한 시퀀스제어 체계에서 PLC제어 체계로 변화하였다. PLC제어 체계는 기존 릴레이 등을 사용한 시퀀스체계보다 로직변경의 용이성, 무접점 고속제어, 소형화 등을 특징으로 한다. 그러나 산업현장의 작업자들 기술수준은 이와같은 설비의 발전속도를 따라가지 못하는 것이 현실이다. 따라서 작업자들의 설비에 대한 애착심과 근로의욕 고취, 이상 발생시 긴급조치 등을 위해서는 이런 첨단 설비에 대한 직무교육이 강화되어야 하겠다.

※기존 시퀀스 제어장치와 비교시 PLC 제어장치의 효과(장점)을 기술 (308)

- 1)소형화 및 표준화 : 반도체 소자를 이용하여 릴레이 컨트롤 판넬 크기에 비해 현저하게 소형화 가능하고 제품의 표준화 가능
- 2)설계의 단순화 : 부품배치도의 간략화와 시퀀스 설계의 용이성, 시운전 및 조정의 용이성 등으로 인해 설계의 단순화 가능
- 3)신뢰성 향상 : 무접점 회로 사용으로 릴레이, 접촉기, 타이머 등에서 발생하는 하드웨어적 접점사고에 의한 문제 감소 및 신뢰성 향상
- 4)정비의 용이성 : PLC는 동작표시 기능, 자가진단 기능, 감시기능 등의 상태표시 기능을 내장하고 있어 이상상황 파악 및 정비 용이
- 5)제어내용 보존성 향상 : 제어내용을 디스크나 롬(Rom) 등의 외부 기기에 쉽게 보존할 수 있어 유사한 로직의 구성시 응용 가능



【18년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(교사가이드 등)

❖단답형

1. 기준규칙상 **로봇** 운전(교사·수리 등 제외) 중 위험방지 위한 조치사항 기재(13~20)

(기준규칙 223조)

1. 개 요

과학발전과 공장자동화 추세를 고려시 산업용 로봇의 소요는 갈수록 증가하고 있으며, 그에 따른 안전사고도 증가하고 있다. 이런 안전사고를 감소시키기 위해서는 로봇의 설계, 계획단계에서부터 로봇의 특성을 고려한 본질적 안전화가 반영되어야 하며, 산업현장에서는 로봇 사용간 위험방지 대책이 확실히 수행되어야 하는데 그 핵심내용은 다음과 같다

2. 로봇 운전시 위험방지 조치사항

- 1)사업주는 로봇의 운전으로 인해 근로자에게 발생할 수 있는 부상 등의 위험을 방지하기 위하여 높이 1.8미터 이상의 울타리(로봇의 가동범위 등을 고려, 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절 가능)를 설치해야 하며,
- 2)컨베이어 시스템의 설치 등으로 울타리를 설치 할 수 없는 일부 구간은 안전매트 또는 광전자식 방호 장치 등 감응형 방호장치를 설치하여야 한다. 다만, 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우는 그 조치를 하지 않을 수 있다.

2. 기준규칙상 과부하방지장치, 권과방지장치, 비상정지장치, 제동장치, 그밖의 방호장치가 정상적으로 작동 될 수 있도록 미리 조정해 뒀야하는 양중기 5종 기재 (기준규칙 134조)

1. 개 요

산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 양중기에 대한 정의를 하고 있으며, 이에 해당하는 양중기는 산업재해 방지를 위해 각종 방호장치들이 정상적으로 작동될 수 있도록 미리 조정해 둘 것을 규정하고 있는데 이에 해당하는 양중기는 다음과 같다.

2. 양중기 종류

- 1)크레인(호이스트 포함)
- 2)이동식 크레인
 - *건설기계관리법을 적용받는 기중기 또는 자동차 관리법에 따른 화물·특수자동차의 작업부에 탑재하여 화물 운반등에 사용하는 기계 또는 기계장치
- 3)리프트
 - *이삿짐 운반용 리프트의 경우에는 적재하중이 0.1톤 이상인 것으로 한정
- 4)곤돌라
- 5)승강기
 - *승객용엘리베이터, 승객화물용 엘리베이터, 화물용 엘리베이터(적재용량 300Kg미만은 제외), 소형화물용 엘리베이터, 에스컬레이터

3. 프레스 및 전단기의 방호장치 5가지 기재(13/20) (p.80)(+p.106)

1. 개 요

프레스 및 전단기는 금속가공 현장에서 가장 많이 볼수 있는 설비로 과학기술 발전으로 점차 대형화, 고속화 되고 있다. 그러나 이들 설비에는 슬라이드와 칼날이라는 위험점이 항상 존재하므로 방심할 경우는 바로 산업재해로 연결될 우려가 큰 설비이므로 방호장치 선정이 그 무엇보다도 중요한데 그 내용은 다음과 같다.

2. 방호장치

- 1)수인식 : 작업자 손과 프레스 운동부를 케이블, 로프 등으로 연결하여 손이 위험점에 들어가지 않도록 손의 위치(운동범위)를 구속하는 장치
- 2)손쳐내기식 : 프레스가 작동시 레버, 링크 혹은 캠 등에 연결된 제수봉이 슬라이드 동작에 맞춰 작업자 손을 좌우로 쳐 내는 방식
- 3)양수조작식 : 프레스 가동시 양손으로 스위치 또는 레버 2개를 동시에 누르도록 한 장치로 양손을 사용하므로 위험점에 손이 들어가지 않도록 한 장치
 - (1)양수조작식 : 급정지 기구가 설치된 프레스에 적합한 장치로 양손으로 스위치 2개를 누르고 있으면 기계는 계속 작동하지만 어느 한 손이라도 떼면 기계는 즉시 정지하는 장치
 - (2)양수기동식 : 급정지 기구가 없는 확동식 클러치 프레스에 적합한 장치로 양손으로 스위치 2개를 동시에 누르면 프레스가 1행정을 마친 후 정지하는 프레스로 손이 푸시버튼에서 떨어져 형틀의 위험한계에 도달하기 전에 슬라이드가 하사점에 도달하는 프레스로 120SPM 이상의 프레스에 사용된다.
- 4)게이트 가드식 : 가드와 구동부를 연동시켜 슬라이드 작동 중에는 가드를 열 수 없고 또한 가드가 닫혀야만 슬라이드가 작동하는 안전장치다.
- 5)광전자식 : 작업자 신체 일부가 위험구역 내에 접근시 센서에 의해 감지되고 동력전달 장치로 전달되어 슬라이드를 급정지시킨다. 슬라이드 정지 이후 자동으로 재동작해서는 안되므로 재동작 조작이 필요하다.

〈참고〉

※안전1행정방식

- 슬라이드의 하강중 작업자의 실수로 상형과 하형 사이에 손이 들어가는 위험을 방지하는 것이 목적으로, 양수버튼 또는 조작레버에서 손을 떼면 슬라이드가 정지하는 방식
- 작업자가 푸시버튼을 누르고 슬라이드가 하사점 가까이 까지 하강하는 스트로크에서 조작버튼으로부터 손을 떼면 슬라이드의 하강은 어디서나 정지한다.
- 마찰식 클러치 프레스는 대부분 안전1행정방식의 조작을 할 수 있도록 되어있다.

※1행정1정지 기구

- 푸시버튼을 계속 눌러도(또는 클러치 페달을 밟고 있어도) 슬라이드는 1행정을 실시한 뒤 반드시 클러치가 해제되어 정위치(통상 상사점)에서 정지하는 기구를 말한다.
- 일명 논 리피트(non repeat)기구라고도 한다.



4. 기계·기구·설비에 주로 사용되는 폴 프루프의 종류 5가지 기재(16/20) (p.31)

1. 개 요

생산성 향상을 위해 생산시설은 급격히 진보하고 있으나 완벽한 기계는 있을 수 없다. 또한 그 시설을 통제 및 관리하는 인간도 여전히 불안전 요소를 내포하고 있다. 그래서 기계·기구·설비의 고장 등과 인간의 휴먼에러가 발생하더라도 사고 또는 재해로 연결되지 않도록 하는 본질적 안전화를 추구하고 있다. 이런 본질적 안전화의 수단 중 하나가 폴 프루프이며 이는 기계·기구·설비 등의 사용간 인간의 휴먼에러를 인정하고 이에 대비한 안전화를 추구하는 개념이며 기계·기구·설비에 주로 사용되는 폴 프루프의 종류는 다음과 같다

2. 주로 사용되는 폴 프루프의 종류

- 1)가드 : 위험영역에 손 등의 신체 부위가 들어가지 않게 한다
- 2)양수조작식 : 두손으로 동시에 스위치를 눌러야 하기에 손이 위험영역에 접근 할 수 없도록 한다
- 3)락기구 : 기계식·전기식·유공압식 또는 이들의 조합으로 2개 이상의 부분이 상호 구속하여 위험을 방지
- 4)트립기구 : 신체의 일부가 위험영역에 접근하면 기계가 정지 또는 역전 복귀토록 한다. 접촉판·접촉봉을 사용하는 접촉식과 광선식·정전용량식의 비접촉식 트립기구가 있다.
- 5)오버런 기구 : 관성운동과 잔류전하 등을 검지하여 위험이 있는 일정시간 동안 가드 등이 열리지 않게한다.
- 6)밀어내기 기구 : 위험한 상태가 되기 전에 신체의 일부를 위험지역 밖으로 밀어낸다.
- 7)기동방지 기구 : 기계의 기동을 기계적으로 방지하거나, 회로의 접점을 차단하여 위험을 방지한다.

5. 기준규칙상 국소배기장치(이동식 제외)의 덕트 설치기준 5가지 기재 (기준규칙 73조)

1. 개 요

국소배기장치는 유해한 분진, 가스, 흠, 미스트 등의 유해 오염물질 발생원이 있을 때, 이것이 실내에서 확산되지 않도록 그 발생원을 후드(hood)등으로 둘러싸고, 발생원의 국부에서 포착하여, 팬과 덕트를 통해 옥외로 배출하는 장치를 말한다. 이런 국소박이 장치를 설치 할 경우 덕트의 설치기준은 다음과 같다.

2. 덕트 설치기준

- 1)가능하면 길이는 짧게 하고 굴곡부의 수는 적게 할 것
- 2)접속부의 안쪽은 돌출된 부분이 없도록 할 것
- 3)청소구를 설치하는 등 청소하기 쉬운 구조로 할 것
- 4)덕트 내부에 오염물질이 쌓이지 않도록 이송속도를 유지할 것
- 5)연결 부위 등은 외부 공기가 들어오지 않도록 할 것



〈참 고〉

※국소배기장치 (local ventilation system)

- 1)근로자가 작업하고 있는 옥내 직장영역 안에 유해한 분진, 가스, 증기 등의 발생원이 존재하고 있을때, 이것들이 실내에 확산되지 않도록 후드(hood) 기타에 의해서 둘러싸고, 그 유해오염물질을 그 발생원의 국부(局部)에서 포착하여, 이것을 덕트(duct)에 의해 송풍기(fan)로 이끌어 옥외로 배출하는 장치를 말한다. 국소배기장치는 후드, 흡입덕트, 공기청정장치, fan, 배기덕트 및 배기구의 각 부분으로 구성되어 있다.
- 2)후드(hood) : 오염물이 발생하는 근원을 되도록 포위하도록 설치되는 울이며, 또는 포위할 수 없을 때는 되도록 발생하는 근원에 근접시켜서 설치된 개구(開口)의 어느 것에 흡입하는 기류를 일으켜서 오염공기를 이 안으로 향해서 유입시키는 것이며, 국소배기장치의 입구부분이다.
- 3)덕트(duct) : 오염공기를 후드로부터 공기청정장치를 통해 fan까지 반송하는 도관(흡입 덕트) 및 fan으로부터 배기구까지 반송하는 도관(배기덕트)을 말하는 것이다.
덕트에 대해서는 분진이 퇴적하지 않도록 최소풍속(반송속도라 한다.)을 얻기 위한 단면적의 크기 계산, 부식하기 어려운 재료의 선택, 압력손실을 증대시키지 않기 위한 공작방법 등이 문제가 된다.
- 4)공기청정장치 : 후드, 흡입덕트에서 수집한 오염공기를 외기(外氣)에 방출하기 전에 청정하게 만드는 장치를 말한다. 이 장치는 분진을 제거하기 위한 제진(除塵)장치와 가스, 증기를 제거하기 위한 배기가스 처리장치로 대별된다.
- 5)Fan : 오염된 공기를 덕트를 통해서 배기하기 위해 필요한 에너지를 주는 기계다.
fan은 소요 배풍량, 압력손실에 알 맞는 것을 선택해야 한다. 또, 그 형식은 원심식과 축류식으로 대별된다.
- 6)배기구 : 덕트 안 공기를 대기로 방출하는 부분을 말한다. 배기구는 통상 비나 이슬이 침입하지 않도록 하는 구조로 되어 있다. 이 시설에 대해서는 보건규칙에 규정되어 있다.[네이버 지식백과] (산업안전대사전, 2004. 5. 10., 최상복)



❖ 논술 필수 2문제 (50점)

6. 기계·기구의 고장률과 사용시간의 관계를 나타내는 욕조곡선의 고장종류 3가지와 그 정의, 이와 연관된 고장유형 기재(20) (p.332) (+p.453)

1. 개 요

욕조곡선은 설비를 사용하기 시작하여 폐기하기 까지의 고장 발생상태를 그림으로 나타낸 것으로 사용시간과 고장발생 빈도의 관계를 도시한 곡선이다. 다시말해 설비를 사용함에 있어 일반적으로 나타나는 고장률을 시간의 함수로 나타낸 곡선이다. 여기에는 3가지의 고장유형이 있는데 이와 관련된 세부 내용은 다음과 같다.

2. 욕조곡선의 고장종류와 정의, 연관된 고장유형

1)초기고장

(1)정의 : 기계·기구의 설계, 제작, 설치시 결함 또는 재료의 결함 등 제작시 품질관리 미흡으로 인해 신규설치 직후 1~2년 사이 또는 오버홀 직후 등에 발생하는 고장으로 감소형이다.

(2)연관된 고장유형 : 베어링부의 길들임 불량, 기계의 장치들 간의 언매칭(간섭), 미스얼라이먼트에 의한 베어링 파손 등

2)우발고장

(1)정의 : 기계·기구를 사용한 후 수년이 경과하면 안전가동 영역에 들어가는데 이때 발생하는 불의의 고장으로 일정형이다.

(2)연관된 고장유형 : 과부하 운전으로 인한 고장, 작업자의 오조작에 의한 고장, 외부 충격 등으로 인한 고장, 온도·습도·진동관리 등 작업환경에 의한 고장 등

3)마모고장

(1)정의 : 우발고장기를 지나 기계·기구가 서서히 열화되기 시작하면서 나타나고 급격한 증가율을 보이는 고장으로 각 부품에 따라 고장률 경향이 다르기 때문에 수명 추정이 어렵고 고장발견을 위한 설비진단 기술을 적용해도 효과가 미약하다.

(2)연관된 고장유형 : 베어링 등 기계적 부품의 마모, 각 부분의 부식 또는 산화 등

3. 결 론

모든 기계·기구는 설치 이후 시간이 경과함에 따라 다양한 고장이 발생하지만 그 원인은 다양하다. 따라서 산업현장에서는 시간의 경과에 따라 나타나는 고장 특성을 잘 인지하고 각각의 상황에 맞는 합리적인 보전활동을 수행해야 한다. 그래야만 지속적인 생산성 향상을 추구할 수 있고 그에따른 안전사고도 감소시킬 수 있을 것이다.

〈참 고〉

※각 고장의 종류별 감소 및 방지방법

- 1)초기고장 : 기계의 결함을 찾아내어 고장률을 안정시키는 과정인 디버깅, 제품을 실제로 장시간 가동하여 고장원인을 제거하고 안정화시키는 번인, 기타 시운전 가동 등으로 방지
- 2)우발고장 : 작업 시작전 시운전, 일상점검 등을 통해 방지 가능하다. 이 시기는 안정된 작동을 하는 시기인 만큼 설비진단 기술을 적용해도 고장징후를 찾기 힘들고 수년에 걸쳐 정기진단을 반복해도 데이터의 변화가 거의 없는 시기로 중요 설비 및 부품만을 압축하여 정기진단을 실시하는 것이 효과적이다. 또한, 설계단계에서는 극한상황 고려한 설계, 안전계수 고려한 설계(하중에 비해 재료의 강도 높임), 병렬구조 설계 등이 있다.
- 3)마모고장 : 설비진단 기술 적용으로 효과적인 보전이 가능한 시기이다. 고장의 징후를 정확히 파악하여 보수계획의 우선순위를 설정하고 설비갱신의 참고자료로 활용하면 합리적 보전계획을 수립 할 수 있다.

※신뢰성 개념과 육조곡선 (특히 일정형에 주의)

- 1)신뢰도 R : 시스템·기가·부품 등이 정해진 사용조건에서 의도하는 기간에 정해진 기능을 수행할 확률
- 2)누적고장률 함수 F(t) : 처음부터 임의의 시점까지 고장이 발생할 확률을 나타내는 함수
- 3)고장밀도 함수 f(t) : 시간당 어떤 비율로 고장이 발생하는지를 나타내는 함수
 - * $f(t) = \lambda(t) \cdot R(t) = \lambda e^{-\lambda(t)} = 1/\theta e^{-t/\theta}$ (단, θ 는 t_0 라고도 하며 모수로서 평균)
- 4)고장률 h(t) : 현재 고장이 발생하지 않은 제품 중 앞으로의 단위시간 동안 고장이 발생할 제품의 비율

5)신뢰도 함수 $R(t) = 1 - F(t) = e^{-\lambda(t)} = e^{-t/\theta}$ (단, $\theta = 1/\lambda$)

*임의의 시점에서 고장을 일으키지 않고 남아있는 제품의 비율로 $1 - F(t)$ 로 정의된다.

6)불신뢰도(=누적고장확률) 함수 $F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\lambda(t)}$

7)고장률 함수 $\lambda(t) = f(t)/R(t) = \lambda$

*일정형에서는 고장률함수 λ 가 상수로 시간변화에 관계없이 고장률이 일정하다

*고장률이 일정하면 고장밀도함수 f(t)는 지수분포를 따른다.

8)평균수명 : 수리 가능시 MTBF, 수리 불가시 MTTF



7. 기준규칙상 화학설비와 부속설비를 사용하는 작업시 사업주가 근로자 위험을 방지하기 위해 작성하는 작업계획서 내용 10가지 기재(17) (기준규칙 별표4, 별표7)

1. 개 요

산업안전보건기준에서는 화학설비와 그 부속설비를 사용하는 작업은 근로자의 위험을 방지하기 위해 작업시작 전에 미리 작업계획서를 작성하고, 그 계획에 따라 작업을 하도록 규정하고 있다. 이때 그 작업계획서에 포함 되어야 할 사항은 다음과 같다.

2. 작업계획서 포함사항

- 1)밸브·콧 등의 조작(해당 화학설비에 원재료를 공급하거나 해당 화학설비에서 제품 등을 꺼내는 경우만 해당)
- 2)냉각장치·가열장치·교반장치 및 압축장치의 조작
- 3)계측장치 및 제어장치의 감시 및 조정
- 4)안전밸브, 긴급차단장치, 그 밖의 방호장치 및 자동경보장치의 조정
- 5)덮개판·플랜지·밸브·콧 등의 접합부에서 위험물 등의 누출 여부에 대한 점검
- 6)시료의 채취
- 7)화학설비에서는 그 운전이 일시적 또는 부분적으로 중단된 경우의 작업방법 또는 운전재개 시의 작업방법
- 8)이상 상태가 발생한 경우의 응급조치
- 9)위험물 누출 시의 조치
- 10)그 밖에 폭발·화재를 방지하기 위하여 필요한 조치

3. 결 론

화학설비와 부속설비는 유해한 물질을 취급하므로 화재·폭발·누출 등 이상상황 발생시 작업자 뿐만 아니라 주변 작업자들과 인근 지역에 까지 피해를 줄 수 있으므로 작업 계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 해야한다. 따라서 작업현장에서는 상기 작업 계획서를 내실있게 작성하고 준수하여 안전사고를 방지해야 하겠다,

❖ 논술 선택형 1문제(25점)

8. 자동제어장치의 주요 구성요소 3가지 기재

1. 개 요

일반적으로 제어란 어떤 목적에 적합하도록 제어대상에 적당한 조작 또는 동작을 주는 것이며, 이 제어를 사람이 개입하여 하면 수동제어라 하고, 사람의 개입 없이 제어장치에 의해 자동적으로 수행되는 것을 자동제어라 한다. 또한 여기에 사용되는 기계장치를 제어장치라고 하는데 자동제어장치의 주요 구성요소는 다음과 같다.

2. 자동제어장치의 주요 구성요소

일반적으로 자동제어장치의 구성요소는 감지장치(센서), 처리장치(프로세서), 작동장치(액츄에이터) 등이 있는데 그 내용은 다음과 같다

- 1)감지장치(센서) : 제어에 필요한 제어량을 계측하고, 작동장치의 작업완료 여부 및 작업상태를 감지하여 처리장치에 보고하는 부분
- 2)처리장치(프로세서) : 감지장치로부터 입력된 제어정보와 실제값을 비교, 분석, 처리하여 필요한 제어출력을 작동장치에 보내는 부분
- 3)작동장치(액츄에이터) : 외부의 에너지를 공급받아 출력받은 작업을 수행하는 부분

3. 결 론

실제 전 세계적으로 자동제어장치는 산업현장 뿐만 아니라 사회시스템, 우주항공분야, 자원탐사나 환경보전과 관련된 시스템에 이르기까지 도입분야가 확대되었다. 따라서 자동제어와 관련된 기술은 단순히 산업현장에서 생산성 향상을 위한 수단인 것이 아니라 미래 국가의 경쟁력 향상을 위한 과학기술로 인식하고 관련 전문가 향상을 위해 노력해야 하겠다.

<참 고>

※개방 루프 시스템

- 1)개방 루프 시스템은 제어 과정에서 출력이 입력에 영향을 미치지 않는 시스템입니다. 선풍기는 언제나 우리가 정한 속도만큼 회전을 합니다. 정한 속도만큼 정확히 회전하기 위해서 Calibration이라는 보정능력이 요구되며 일반적으로 불안정성 문제를 야기하지는 않습니다. 시스템은 처음부터 안정해야 하기 때문입니다.
- 2)하지만 폐쇄 루프 시스템은 출력 정보를 피드백 받아서 입력에 영향을 줍니다. 시스템의 기능, 작업은 결과에 많이 의존합니다. 에어컨을 생각해봅시다. 우리는 26도를 원합니다. 그런데 지금은 27도입니다. 에어컨은 27도와 지금 회전하는 속도를 고려해서 26도를 만들기 위해 더 빨리 회전할 것입니다. 반대로 집이 24도 일 때는 현재 회전하는 속도를 고려하여 좀 더 천천히 혹은 회전을 멈출 것입니다. 루프를 닫는 것은 자동 제어가 영향을 받는 것을 가능하게 하는 것입니다. 시스템의 입출력 동작을 변형할 수 있는 것이지요.
- 3)폐쇄 루프 시스템의 주요 특성
 - ①정확성이 증가된다.
 - ②외부 장애와 시스템 변수의 내부 변화에 따른 민감도를 감소 시킨다.
 - ③비선형성과 왜곡의 효과를 감소 시킨다.
 - ④대역폭을 증가 시킨다
(시스템의 대역폭은 시스템의 응답을 만족 시키는 동안의 입력 주파수 범위)
 - ⑤제대로 수행하지 않을 경우 불안정을 초래할 수 있다.



9. 산안법상 **로봇** 작업시 특별안전보건교육 4가지 기재(13~20) (규칙별표 5)

*단, 채용시와 작업내용 변경시 교육내용 제외

1. 개 요

과학발전과 공장자동화 추세를 고려시 산업용 로봇의 소요는 갈수록 증가하고 있으며, 그에 따른 안전사고도 증가하고 있다. 이러한 안전사고를 감소시키기 위해서는 먼저 로봇의 설계, 계획단계에서부터 로봇의 위험성을 고려한 본질적 안전화가 반영되어야 하겠지만, 산업현장에서 로봇의 교시, 사용, 수리 및 점검과 관련된 안전보건교육도 내실있게 진행되어야 한다. 로봇 작업과 관련된 특별안전보건교육 내용은 다음과 같다.

2. 특별안전보건교육 내용

- 1)로봇의 기본원리·구조 및 작업방법에 관한 사항
- 2)이상 발생 시 응급조치에 관한 사항
- 3)안전시설 및 안전기준에 관한 사항
- 4)조작방법 및 작업순서에 관한 사항

3. 결 론

산업용 로봇으로 인한 재해는 크게 가동중인 로봇의 가동범위 내에 작업자가 임의로 침입하는 경우와 교시작업, 로봇의 수리·검사 등 유지보수 작업시 등 3가지의 경우에 많이 발생한다. 따라서 산업현장에서는 로봇과 관련된 업무를 하는 근로자들을 대상으로 인간의 망각주기를 고려하여 주기적인 특별 안전교육을 실시토록 해야 하겠다.



【19년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(코사 가이드 등)

❖ 단답형

1. 위험기계기구 안전인증고시상 고소작업대 무게중심 및 주행장치를 분류하고 설명(16/17)

1. 개 요

고소작업대란 작업대, 연장구조물, 차대로 구성되며 사람을 작업위치로 이동시켜주는 설비를 말하며 일반적으로 차량 탑재형, 자체 추진형, 보행자 제어형 등이 있다. 특히, 고소작업대는 무게중심이 높아 지면의 불균형 및 외부 충격 등 이상상황 발생시 장비의 전도위험과 작업자 추락 위험이 높아 안전작업에 관심이 요망된다. 또한 이런 위험성 등으로 인해 고소작업대는 무게중심 및 주행장치에 따라 분류하고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 무게중심에 의한 분류

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

3. 주행 장치에 따른 분류

- 1) 제1종 : 적재위치(stowed position)에서만 주행할 수 있는 고소작업대
- 2) 제2종 : 차대의 제어위치에서 조작하여 작업대를 상승한 상태로 주행할 수 있는 고소작업대
- 3) 제3종 : 작업대의 제어위치에서 조작하여 작업대를 상승한 상태로 주행할 수 있는 고소작업대

2. 기계·기구·설비의 설계 제작에 관련된 **응력집중** 계수에 관해 기재

1. 개 요

물체가 외부에서 힘을 받았을 때 그 힘을 외력이라 하고, 재료에 가해진 외력을 하중이라 하며, 어떤 물체에 하중이 작용하면 그 물체 내부에는 저항하는 힘이 생겨 균형을 이루려고 한다. 이 저항력을 응력이라 하며 응력은 재료의 강도 저하, 파손 등을 야기시키므로 응력을 잘 이해하는 것은 안전을 위해 중요하며, 응력과 관련된 여러 개념 중 응력집중 계수는 다음과 같다.

2. 응력집중 계수

- 1) 균일 단면에 축하중이 작용하면 응력은 그 단면에 균일하게 분포하는데 흠(노치)이나 홀(구멍) 등이 있으면 그 단면에는 불규칙하고 부분적으로 큰 응력이 발생되는데 이것을 응력집중이라 한다.
- 2) 이렇게 응력집중이 발생될때 최대 응력과 평균 응력을 구할 수 있는데 이렇게 구해진 최대 응력을 Q_{max} 라 하고, 평균응력을 Q_n 이라 할 때 최대 응력과 평균응력의 비를 응력집중계수 또는 형상계수라 한다.
- 3) 응력집중 계수를 α_k 라고 하면 $\alpha_k = Q_{max}/Q_n$ 이다.



3. 기준규칙상 다음 재해를 예방하기 위해 지게차에 있어야 하는 장치명칭과 3가지

설치기준 기재(20) (기준규칙 180조)

*좌승식 전동지게차에 의한 중대재해가 발행하여 현장을 확인하니 지게차에는 화물이 적재되어 있지 않은 상태였으며, 목격자 진술에 의하면 현장에 적재된 화물이 지게차 운전자에 낙하되어 재해가 발생했다고 진술

1. 개 요

상기 재해는 지게차에 적재된 화물이 지게차 운전자에게 낙하되어 일어난 사고로 판단되며, 이런 재해를 예방하기 위해 지게차에 있어야 할 장치와 설치기준은 다음과 같다.

2. 장치명칭 : 헤드가드

3. 설치기준

- 1)강도는 지게차의 최대하중의 2배 값(4톤을 넘는 값에 대해서는 4톤으로 한다)의 등분포정하중에 견딜 수 있을 것
- 2)상부틀의 각 개구의 폭 또는 길이가 16센티미터 미만일 것
- 3)운전자가 앉아서 조작하거나 서서 조작하는 지게차의 헤드가드는 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하는 높이 기준 이상일 것

4. 기준규칙상 용접용단, 가열에 사용되는 가스 등의 용기를 취급하는 경우 사용·설치·저장 또는 방치하지 않아야 할 3가지 장소 기재 (기준규칙 234조)

1. 개 요

용접용단, 가열에 사용되는 가스 등의 용기는 취급부주의로 내용물이 누출되거나 충격을 받아 넘어질 경우 화재·폭발 등 대형 재해의 위험이 있으므로 관리에 관심이 요망되며 특히, 사용·설치·저장 또는 방치하지 않아야 할 장소는 다음과 같다.

2. 장 소

- 1)통풍이나 환기가 불충분한 장소
- 2)화기를 사용하는 장소 및 그 부근
- 3)위험물 또는 인화성 액체를 취급하는 장소 및 그 부근



5. 다음과 같은 펌프에서 발생 가능한 문제를 방지하기 위한 5가지 대책 기재

*저장조에 저장된 물질을 운반하기 위한 원심펌프가 설치된 제조업 현장을 점검한 결과 펌프의 설치위치가 흡수면으로부터 약 6m 정도 높게 설치되었고 흡입배관의 설치형태가 복잡하게 설치되어 있음

구 분	캐비테이션	서징(맥동)현상	수격현상
정 의	유체의 속도변화에 의한 압력변화로 유체 내에 공동이 생기는 현상. 즉, 유체가 빠른 속도로 운동할 때 액체의 압력(정압)이 포화증기압 이하로 낮아져 액체 내에 증기, 기포 등이 발생하는 현상. 유효 흡입수두(NPSHav)가 필요흡입수두(NPSHre)보다 작을 때 발생.	펌프 가동중 진공계·압력계의 눈금이 어떤 주기를 가지고 큰 폭으로 떨리고, 동시에 토출량도 주기적으로 변동하는 현상 * $NPSH_{av} = 10.3 \pm H_h - H_f - H_v > 0$ - H_h (수두) - H_f (마찰환산 수두) - H_v (포화증기압환산 수두) (설치조건에 의해 결정되는 값)	관내 유속이 급격하게 변경되면서 유체의 운동에너지가 압력에너지로 변환되고 관내 압력이 상승하여 배관과 펌프에 손상을 주는 현상 * $NPSH_{re}$: 임펠러에서 가압되기 직전 일시적 압력강하 발생시에 해당하는 수두 (제조자에 의해 정해지는 고유값)
현 상	①기포가 임펠러에 부딪혀 진동과 소음 발생 ②이 진동은 펌프의 피로를 누적시켜 임펠러, 샤프트, 실 등의 수명을 단축 ③압력이 다시 높아질 경우 기포가 붕괴되면서 임펠러 침식 야기 ④임펠러 회전에 문제발생으로 펌프의 기능 저하	①흡입 및 토출배관의 주기적인 진동과 소음 발생 ②한번 발생하면 그 변동주기는 일정하고, 토출량을 조작하여 인위적으로 운전상태를 바꾸지 않는 한 이 상태가 지속	①소음과 진동 발생 ②압력상승에 의해 펌프, 밸브, 플랜지, 관로 등 파손 ③압력강하로 관로 압괴, 수주 분리로 재결합시 발생하는 충격파로 관로 파손 ④주기적인 압력변동으로 자동 제어계 등 기기의 난조 발생
원 인	①펌프보다 수원이 낮아 펌프의 수두차가 클 때 ②펌프의 임펠러(회전차)의 속도가 빠를 때 ③흡입배관의 마찰이 클 때 ④펌프의 흡입관경이 작을 때 ⑤펌프의 흡입측 유속이 빠를 때 ⑥수온인 높을 때 (분자간 응집력 감소로 기포 발생)	①펌프 특성(H-Q)곡선이 오른쪽 상향구배의 특성을 가질 때 ②펌프 토출배관이 길고, 배관의 중간에 수조 또는 기체부분이 있을 때 ③수조 또는 기체부분의 하류측 밸브로 토출량 조절시	①정전 등에 의한 갑작스러운 펌프 정지 및 재가동 ②밸브를 급하게 개폐할 경우 ③펌프 정상운전시에 유체의 압력변화가 있는 경우
방 지 대책	①펌프의 설치위치를 낮게하여 수두차를 줄임. 즉 유효흡입수두(NPSHav)를 크게한다. ③임펠러 회전속도를 낮춰 흡입비속도를 작게한다. ②흡입배관 길이를 짧게, 형태는 단순화하여 마찰손실을 감소 ④흡입관경을 크게하여 손실수두를 작게한다. ⑤단흡입으로 필요흡입수두(NPSHre)가 만족되지 않을 경우 양흡입펌프 설치한다 ⑥흡입측 배관을 유속을 낮춘다 ⑦수온을 낮춰 유체의 분자간 응집력 유지(기포발생 억제)한다 ⑧캐비테이션에 의한 부식·침식 등에 강한 재료 사용 ⑨회전차를 유체속에 완전히 잠기게 한다	①펌프 특성곡선이 오른쪽 하향구배 특성을 가진 펌프 사용 ②회전차나 안내깃의 형상 치수를 바꾸어 그 특성을 변화시킨다. ③바이패스관을 사용하여 운전점이 특성곡선 오른쪽 하향구배 특성 범위에 있도록 한다. ④배관의 중간에 수조 또는 기체부분이 없도록 한다. ⑤배관 길이를 짧게 하고 단면적, 유속, 저항 등을 바꾼다. ⑥유량조절밸브를 펌프 토출측 직후에 설치한다.	①유속변화가 크지않게 조절 ②관경을 크게하여 유속 감소 ③유량을 감소시켜 유속 감소 ④펌프 토출측 직후방에 유량조절 밸브 설치 ⑤펌프 회전축에 플라이휠을 설치, 펌프의 급격한 속도변화 방지 ⑥펌프에 수격방지기 또는 에어 챔버를 설치하고 완충작용으로 수격현상 방지 ⑦조압수조(서지탱크)를 설치하여 관내 적절한 압력 유지 ⑧펌프 토출측에 스모렌스키 체크 밸브를 설치하여 역류와 워터 해머 방지



1. 개 요

상기 상황은 펌프의 위치가 흡수면보다 상당히 높아 흡입측 수두차가 크고, 흡입배관이 복잡하게 설치되어 마찰손실이 크기 때문에 발생한 캐비테이션이 발생한 것으로 보인다. 캐비테이션은 유체의 속도변화에 의한 압력변화로 유체 내부에 공동(기포)이 발생하는 현상으로 공동현상이라고도 한다.

펌프 내부에 기포가 발생할 경우 발생하는 문제점은

- 1)임펠러 회전력에 문제발생 (유체를 밀던 힘이 공기와 만나 힘에 변화 발생)
- 2)기포가 임펠러에 부딪혀 진동과 소음이 발생되며 특히, 진동은 펌프의 피로를 누적시켜 임펠러, 샤프트, 씰 등의 수명을 단축시킬 우려가 있다.
- 3)압력이 다시 높아질 경우 기포가 붕괴되면서 임펠러 침식 야기

2. 방지대책

- 1)펌프 선정시 실제 사용할 곳의 흡입압력을 정확히 파악하여 적정 펌프를 선정한다.
- 1)펌프의 설치 위치를 낮게하여 유효흡입 수두를 크게한다.
- 2)흡입배관 형태를 단순화하여 마찰손실을 감소시킨다.
- 3)임펠러 회전속도를 낮추고 흡입비속도를 적게한다.
- 4)흡입배관의 관경을 크게하여 손실 수두를 줄인다.
- 5)단흡입으로 필요 흡입수두가 만족되지 않을 경우 양흡입 펌프를 설치한다.

<참 고>

※캐비테이션 정의

유체의 속도 변화에 의한 압력변화로 유체 내에 공동이 생기는 현상이다. 공동현상은 액체가 빠른 속도로 운동할 때 액체의 압력이 증기압 이하로 낮아져 액체 내에 증기, 기포 등이 발생하는 현상이다. 증기 기포가 벽에 닿으면 부식이나 소음 등이 발생한다. 공동현상이란 문자 그대로 물속에 빈 곳(공동)이 생긴다는 뜻이다. 이렇게 부르는 것은 물과 수증기의 밀도가 약 1000:1인 것을 감안할 때 공동의 내부는 상대적으로 빈곳이라 할 수 있기 때문이다.

공동은 유체의 속도가 빨라지면 관 내의 압력이 낮아지고 유체의 압력이 포화수증기압 이하로 낮아지게 되어 액체가 기체로 바뀌기 때문에 발생한다. 유체의 속도가 빨라져 발생한 기포가 다시 유체의 압력이 포화수증기압 보다 높아질 경우 급격히 액체로 변하게 되는데 그로 인해 높아진 압력에 의해 배의 프로펠러나 펌프의 임펠러 등에 충격을 주고 소음과 진동 및 마모현상을 야기한다.

※펌프에서 캐비테이션 발생원인

- 1)펌프의 흡입측에서 수두차가 클 경우
- 2)펌프의 마찰손실이 클 경우
- 3)펌프의 흡입관경이 유체의 증기압보다 낮은 경우

❖ 논술 필수 2문제 (50점)

6. 기준규칙상 공기압축기 작업전 관리감독자가 확인할 점검사항 기재

1. 개 요

공기압축기는 공기를 일정 압력 이상으로 압축하여 고압 탱크에 저장시키는 장치로 압축하는 공기를 생산하는 방식에 따라 피스톤식과 베인식으로 구분한다. 공기압축기의 위험성은 일반적으로 과압에 의한 공기 저장탱크의 폭발, 가연성물질 사용에 따른 화재, 동력전달부에 접촉시 끼임의 위험이다. 따라서 산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 관리감독자가 공기압축기 작업전 점검해야 할 사항을 규정하고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 작업전 관리감독자가 확인할 점검사항

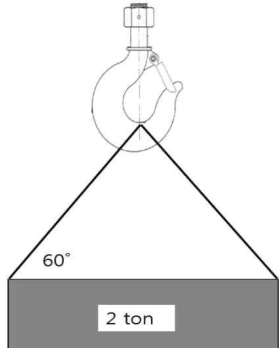
- 1)공기저장 압력용기의 외관 상태
- 2)드레인밸브의 조작 및 배수
- 3)압력방출장치의 기능
- 4)언로드밸브의 기능
- 5)윤활유의 상태
- 6)회전부의 덮개 또는 울
- 7)그 밖의 연결 부위의 이상 유무

〈참 고〉

※언로드 밸브

- 콤프레샤를 사용하면 일정 압력 이상이 되면 펌프를 무부하 상태로 변경해 주는 언로드밸브가 있어요.언로드 밸브는 흡입밸브라고 합니다. 탱크가 압력이 다 찼는데도 불구하고 계속 공기가 주입된다면 어떻게 될까요? 터질 수 있겠죠. 그리고 압력이 더이상 차지 않았는데 엔진이 최대 출력으로 계속 돌아가게 되면 연비가 좋지 않을 거예요. 이런 부분들을 보안하기 위해 언로드 밸브가 필요합니다.
[출처] 콤프레샤의 압력제어하는 언로드 밸브|작성자 우진에어텍 콤프레샤

7. 아래 그림과 같이 크레인을 이용한 작업시 다음 물음에 답하시오

	1) 줄걸이용 와이어 로프의 안전계수를 구하고, 기준규칙상 줄걸이용으로 사용가능 여부를 판단하라. (단, 로프 절단하중은 8t, 단말고정 이음효율 70%, 소수점 셋째자리에서 반올림 하여 둘째자리 까지 구한다)(13/14/20) 2) 기준규칙상 줄걸이용 와이어 로프 고리부분을 꼬아넣기(아이스플라이스)로 제작하는 방법 기재(13/14)
---	---

문제 1)

1) 안전계수 : 달기구 절단하중 값을 달기구에 걸리는 하중의 최대값으로 나눈 값으로 화물의 하중을 직접 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우 : 5이상

① 와이어 로프 1가닥에 걸리는 하중 : $2t/2 / \cos(60/2)^\circ = 1.1547t$

② 안전계수 : $8t/1.1547t$ (절단하중/사용하중) = 6.9282 → 약 6.93(3째자리서 반올림)

2) 판단 : 사용가능(화물의 하중을 직접 지지하는 달기와이어로프 안전율은 5이상 이므로)

<참 고>

※ 절단하중이 주어지지 않을 경우 안전율(S) = $(F \cdot \eta \cdot n) / (W \cdot C)$

* F=파단하중(톤), η =단말고정 이음효율, n=줄 수, W=사용하중(톤), C=하중계수

* F=파단하중(톤) = (로프직경mm)²÷20

*예) 줄걸이용 와이어로프를 ‘꼬아넣기법’으로 단말고정(효율 70%)하여 줄걸이용 와이어 로프(직경16mm/2줄)간의 수평각 60도로 2톤을 양중할때 안전율(S)은 얼마인가?

*풀이) 각 요소를 구하면 → $F=(16)^2/20 = 12.8$

→ $\eta=0.7$

→ $n=2$

→ $W=2t$

→ $C= 2/2 / \cos(60/2)^\circ = 1.15$ (소수점 3째자리에서 반올림)

$S = (F \cdot \eta \cdot n) / (W \cdot C)$ 이므로 $(12.8 \times 0.7 \times 2) / (2 \times 1.15) = 7.79$

문제 2)

1) 와이어로프의 모든 꼬임을 3회 이상 끼워 짤 후 각각의 꼬임의 소선 절반을 잘라내고 남은 소선을 다시 2회 이상(모든 꼬임을 4회 이상 끼워 짤 경우에는 1회 이상) 끼워 짜야 한다.



❖ 논술 선택형 1문제(25점)

8. 공장 자동화에 필요한 **산업용 로봇**의 4가지 구성요소 기재(13~20)

1. 개 요

공장자동화란 생산공정에서 사람의 손을 거치지 않고 기계로 가공물을 운반하고 이송하며, 자동제어에 의해 자동적으로 생산하는 개념이다. 이런 공장자동화 기기로는 수치제어(NC : Numerical Control) 공작기계, 컴퓨터 수치제어(CNC : Computer NC) 공작기계, 직접수치제어(DNC : Direct NC) 공작기계, 머시닝 센터 (MC : Machining Center), 산업용 로봇 등이 대표적이다.

2. 산업용 로봇의 구성요소

산업용 로봇은 용도에 따른 분류, 동작특성에 따른 분류 등 여러 가지 기준에 따라 분류할 수 있다. 그러나 이런 다양한 분류 기준에도 불구하고 일반적으로 로봇은 생산을 위한 로봇의 고유기능을 수행할 수 있도록 공통적인 구성요소를 가지고 있는데 그 대표적인 구성요소는 다음과 같다.

- 1)구동부(가동부) : 손과 팔, 그리고 발 부분으로 주로 동작을 담당하고 있는 부분이다. 즉, 제어부에서 신호를 받아 동작을 행하는 장치로 링크 및 관절로 구성된 몸체, 사람의 팔과 손에 해당하는 매니플레이터, 그리퍼 등의 말단장치, 그리고 전기모터, 유압모터, 공압 및 유압 실린더 등과 같은 구동장치가 해당된다.
- 2)제어부 : 구동부의 동작을 제어하기 위한 요소로 검출부가 송출하는 물리정보나 그 처리신호를 받아 로봇의 실제 움직임과 원하는 움직임이 일치하도록 출력 구동신호를 주는 부분이다. 제어기, 처리기, 제어 응용 소프트웨어 등이 해당된다. 일반적으로 서보(servo) 제어를 페루프 시스템이라 하고, 비서보(non servo) 제어를 개루프 시스템이라고 한다.
- 3)검출부 : 제어부의 기능 달성을 위한 요소로 다양한 센서로 구성되며 검출부의 기능은
 - (1)자체 가동부를 감시하는 내계 계측기능
 - (2)작업대상을 감시하는 외계 계측 인식기능
 - (3)다른 기계장치 및 주변기기를 감시하는 제어정보 교환기능
 - (4)자체 정상가동상태를 진단하는 진단기능 등의 4가지로 요약된다.
 그러나, 검출부가 필요없는 로봇도 있는데 이런 로봇은 단순 오픈 루프에 해당된다.
- 4)동력원 : 구동부, 제어부, 검출부 등 다른 구성요소를 작동시키는데 필요한 에너지를 공급하고 조절하는 장치다. 로봇의 용도와 에너지원에 따라 전기식, 유압식, 공압식이 있으며, 이중 몇가지를 같이 사용하기도 한다.

3. 결 론

과학기술의 발전과 더불어 로봇은 다양한 형태와 능력을 가지게 되었으며, 실제 산업현장에서는 인간이 극복할 수 없는 위험상황에서도 정확하고 정밀한 업무를 추진 할 수 있다. 그러나, 로봇의 설계, 배치, 점검, 보전 등은 여전히 인간의 관리를 받아야 하는데 로봇의 발전속도에 비해 실제 현장에서 이를 관리하는 작업자들의 로봇 관련 지식 및 운용기술은 낮은 편이다. 이런 현상이 지속된다면 로봇의 사용 및 점검간 근로자들에게 신체적 위험 뿐만 아니라 근로의욕 저하마저 유발 할 수 있으므로 로봇과 관련된 전문화교육을 강화해야 하겠다.

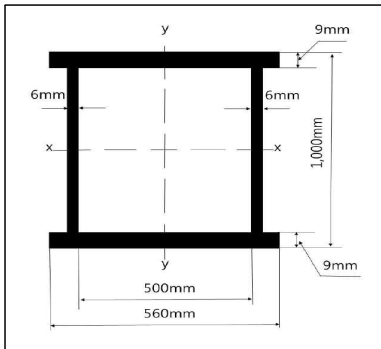


※ 생산공정에 이용되는 자동화기기

구 분	내 용
1. 수치제어 (NC : Numerical Control) 공작기계	일감의 고정, 가공위치, 순서, 조건 등에 관한 정보를 편칭한 테이프를 수치제어장치에 넣으면 정보처리회로가 이 지시를 판독하여 명령에 따라 자동적으로 필요한 가공을 하는 공작기계로 선반, 연삭기, 밀링머신, 드릴링머신, 보링머신 등의 수치제어 공작기계가 있다.
2. 컴퓨터 수치제어 (CNC : Computer NC) 공작기계	NC공작기계가 테이퍼방식을 이용하는 것에 비해 프로그램 기억방식인 컴퓨터를 NC공작기계로 적용한 것이다. CNC 공작기계는 한 공정의 공작기계와 다른 기계와의 조정을 위한 정보교환으로 오차의 수정, 고장진단처리, 기계작동이상탐지, 치공구의 배치, 부품의 형상, 검색 등을 자동제어하는 공작기계이다.
3. 직접수치제어 (DNC : Direct NC) 공작기계	여러대에서 수십대의 NC공작기계를 한대의 컴퓨터로 제어하는 방법을 이용한 것으로, 제어뿐만 아니라 생산계획, 공정의 진척상황 등을 확인하고 필요한 처리를 자동으로 하는 등 생산관리도 동시에 수행하는 기능을 가진 공작기계이다.
4. 머시닝 센터 (MC : Machining Center)	NC공작기계는 작업부(작동공구날 쪽)만을 제어하는데 비해 머시닝 센터는 이를 개선하여 공구의 자동선정 및 자동교환이 가능하도록 고안된 것이다. 공구의 선정과 교환이 미리 프로그램화되어있으므로 가공물을 다음 단계로 보내지 않고 한 대의 NC공작기계에서 여러 가공공정을 수행하므로 공정을 단축시키고 작업준비 시간과 가공시간이 단축된다.
5. 산업용 로봇	산업용 로봇은 사람의 손이나 팔의 기능과 유사한 기구를 갖추고 용접, 도장과 같은 동일한 작업이나 프레스 공정과 같은 반복작업 등의 단순한 작업의 기계화를 가져와 생산성 향상에 기여해 왔으며, 앞으로도 모든 분야에 널리 이용될 전망이다. 산업용 로봇의 구동력은 유압, 공압, 전기를 이용하고 있으며, 3가지 형태 중에 2가지 이상을 복합적으로 사용하기도 한다.



9. 중량물 운반을 위해 작업장내 설치된 천장주행크레인의 거더 단면 형상이 아래와 같을 때, 단면 2차 모멘트(I_x , I_y)와 단면계수(Z_x , Z_y)의 값을 구하라



(단, 단위는 I_x , I_y 는 mm^4 , Z_x , Z_y 는 mm^3 이며, 값은 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 구한다)

1. $I_x =$



【20년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(교사가이드 등)

❖단답형

1. 기준규칙상 **로봇** 작동범위에서 로봇에 관하여 교시 등(로봇 동력원을 차단하고 하는 것은 제외)의 작업을 할 때, 작업 시작전 점검사항 3가지 기재(13~20) (기준규칙 별표3)

1. 개 요

로봇에 어떤 작업을 지시할때는 먼저 그 작업을 어떤 동작과 어떤 순서로 할 것인가를 작업자가 로봇에게 입력시켜야 한다. 이를 로봇의 작업교시 또는 티칭(teaching)이라고 하며 산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 교시를 ‘매니플레이터의 작동순서, 위치·속도의 설정 및 변경, 또는 그 결과를 확인하는 것’이라 설명한다. 그러나 이와같은 교시 중에는 로봇의 예기치 못한 작동 또는 오조작에 의한 위험이 발생할 수 있어 교시 등의 작업시 작업 시작전 점검사항은 전보건기준에도 명확히 반영되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

2. 작업시작전 점검사항

- 1)외부 전선의 피복 또는 외장의 손상 유무
- 2)매니플레이터(manipulator) 작동의 이상 유무
- 3)제동장치 및 비상정지장치의 기능

2. 생산공정 자동화에 이용되는 **수치제어(NC : numerical control)** 공작기계의 작동원리에 대하여 기재 (p.295)

1. 수치제어 공작기계의 작동원리

- 1)일감의 고정, 가공작업의 위치, 순서, 조건 등에 관한 정보를 편칭한 테이프를 수치제어 장치에 넣으면 정보처리 회로가 이 지시를 판독하여 명령에 따라 자동적으로 필요한 가공을 하는 공작기계로서 선반, 밀링, 연삭기, 드릴링머신, 보링머신 등이 있다.
- 2)제어방식은 위치결정 제어, 직선절삭 제어, 윤곽절삭 제어 등이 있으며,
- 2)이런 작동을 가능하게 하는 제어 시스템은 개방회로 방식, 반폐쇄회로 방식, 폐쇄회로 방식, 복합제어 방식 등이 있다.



3. 유압시스템의 고장증상 중 유압의 저하(실린더 추력의 감소) 원인 5가지 기재 (인터넷)

1. 개 요

유압시스템은 오일과 같은 비압축성 유체를 통하여 동력 또는 힘을 전달하는 유체 동력 장치로 큰 출력밀도를 제공하고 고압에서 높은 성능을 발휘한다. 그러나 유압시스템의 단점 중 하나는 밸브 및 배관 시스템을 통해 비탄성 오일을 운반하는 과정에서 문제가 발생하는 것이다. 그중에서 실린더에서 유압의 저하가 발생하는 원인을 살펴보면 다음과 같다.

2. 유압의 저하 원인

- 1) 실린더 등의 밀봉작용을 하는 씰(seal)이 손상 또는 부식되어 유압 저하
- 2) 회로내의 밸브 등을 통한 유압유의 누설로 인한 유압 저하
- 3) 비압축성 유체 대신 압축성 유체를 사용하여 유체의 압축으로 인한 유압 저하
- 4) 유압장치의 운전온도 범위를 벗어난 경우로 유압유의 점도 변화가 있을 경우
- 5) 유압유 점도 저하로 인한 누유
- 6) 유체 내부에 기포가 발생하여 추력 감소
- 7) 유체 내부에 설비의 부식, 녹 발생, 열화 등으로 인한 수분, 철분 등의 불순물 발생
- 8) 관로저항이 높아져 순환성 및 유동성 등의 저하
- 9) 유량조절 밸브의 기능 불량

4. 기계의 고장률 추이를 나타내는 욕조곡선(bath-tub curve)의 3가지 구간 쓰고, 전동기 베어링이 미스얼라이먼트(misalignment)로 파손되었다면 이것은 곡선의 어느 구간에 속하는지 기재(18) (333)

1. 개 요

욕조곡선은 제품의 설치 이후 시간의 경과에 따른 설비의 고장률 및 수명을 나타내는 곡선으로 크게 3가지 구간으로 구분되는데 그 내용은 다음과 같다.

2. 3가지 구간

- 1) 초기 고장기 : 제품의 잘못된 설계, 제작시의 오류, 설치시의 과오, 또는 재료의 결함 등으로 고장이 발생하는 기간으로 감소형이다.
- 2) 우발 고장기 : 작업자의 잘못된 조작, 과부하 운전, 외부로부터의 충격 등 예기치 않은 고장이 발생하는 기간으로 일정형이다.
- 3) 마모 고장기 : 사용시간 경과에 따라 설비를 구성하는 각 부품의 마모, 부식, 열화 등으로 인해 고장이 발생하는 기간으로 증가형이다.

3. 전동기 베어링이 미스얼라이먼트로 파손 : 초기 고장기에 해당



5. 다음 각각의 현상에 대한 용어를 기재(14)

1)하중이 1회 작용하여서는 부품이 파단되지 않았지만 그 하중이 반복하여 작용함에 따라 균열이 발생하고, 성장하여 부품이 파단되는 현상
답 : 피로파괴

2)하중을 더 증가시키지 않고 유지만 하여도 부품의 변형이 계속 증가하는 현상으로 주로 고온에서 발생
답 : 크리프

<참 고>

※피로(파괴) 관련자료

1)피로, 피로파괴

기계나 구조물 중 피스톤이나 커넥팅 로드 등과 같이 인장과 압축을 되풀이해서 받는 부분이 있는데 이러한 경우 그 응력이 인장 또는 압축강도 보다 훨씬 작아도 이것을 오랜 시간동안 연속적으로 되풀이하면 마침내 파괴되는데, 이와 같은 현상을 재료가 피로를 일으켰다고 하며, 이 파괴현상을 피로파괴라 한다.

2)피로한도(피로강도)

어느 응력에 대해 되풀이 횟수가 무한대가 되는 한계가 있는데 이같은 응력의 최대값을 피로한도라고 한다.

3)피로한도에 영향을 주는 인자 (저하 / 악영향 인자)

(1)치수효과 : 부재의 치수가 커지면 피로한도가 낮아진다.

(2)표면효과 : 부재의 표면 다듬질이 거칠면 피로한도가 낮아진다.

(3)노치효과 : 단면치수나 형상 등이 갑자기 변하는 것에 응력집중이 되고 피로한도가 급격히 낮아진다.

*노치계수 = 노치가 없는 경우 피로한도 / 노치가 있는 경우 피로한도

*응력집중계수 = 피로응력 / 공칭응력

(4)압입효과 : 강압 끼워맞춤, 때려박음 등에 의해 피로한도가 낮아진다.

4)피로한도(강도)를 상승시키는 인자

(1)고주파 열처리

(2)침탄 / 질화 열처리

(3)롤러 압연

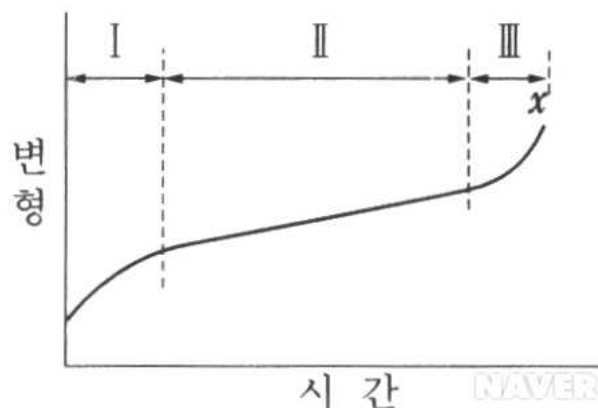
(4)Shot peening / Sand Blasting

(5)표층부 압축 잔류응력이 생기는 각종 처리

〈참 고〉

※크리프

- 외력이 일정하게 유지되어 있을 때, 시간이 흐름에 따라 재료의 변형이 증대하는 현상.
- 크리프의 예를 들면, 고무줄에 추를 매달면 순간적으로 고무는 늘어나지만 그대로 방치해두면 시간이 흐름에 따라 고무는 서서히 늘어난다. 이와 같은 현상은 고분자물질인 플라스틱에서 현저히 나타나지만, 철강과 같은 금속재료 또는 콘크리트 등에서도 일어난다.
- 금속재료에서는 상온에서는 거의 느낄 수가 없으나, 고온에서는 무시할 수 없다. 고온·고하중의 경우 처음에는 변형이 급속도로 진행하고, 다음에는 변형의 시간적인 변화가 거의 일정해지며, 최후에는 다시 변형이 급속도로 진행하여 파단하게 된다. 최초 부분을 제1기 크리프, 중간을 제2기 크리프, 최후의 부분을 제3기 크리프라고 한다. 가스터빈·로켓엔진과 같이 고온에서 운전되는 것에는, 설계할 때 크리프에 대해 고려할 필요가 있다. 갖가지 재료의 내(耐)크리프성(性), 크리프 한도 등을 알기 위한 시험을 크리프 시험이라고 한다. 크리프 곡선의 형(型)은 온도나 변형력(응력)에 따라 다르다.
- 그림에서 보듯이,
Ⅰ의 영역을 천이 크리프, Ⅱ의 영역을 정상 크리프, Ⅲ의 영역을 가속 크리프라 하고, x표 부분에서 파괴에 이른다. ϵ_0 는 초기변형 또는 순간변형이라 한다.



- 크리프 현상에 의해 변형이 일시적으로 증가해도, 일정 한계의 응력 이하에서는 변형이 그 이상 증가하지 않는다. 이와 같은 응력의 최댓값을 크리프 한도라고 한다

❖ 논술 필수 2문제 (50점)

6. 프레스의 광전자식 방호장치를 레이저식으로 설치하는 경우 설치기준 2가지와 시험 만족 기준 3가지를 기재(13/18) (고시 2020-41호) ***소송에 휘말린 문제**

1. 개 요 : 생략

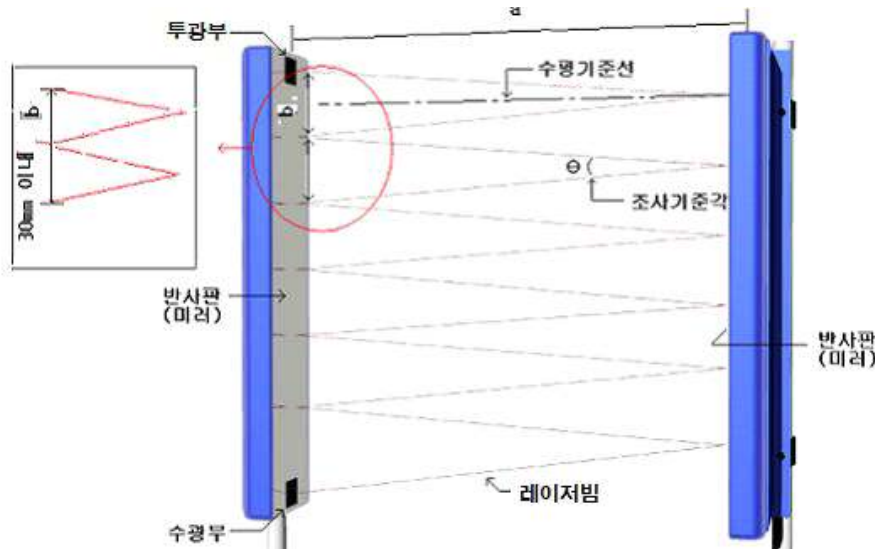
2. 설치기준 (총 3가지)

(가)레이저빔을 방사하는 투광부, 레이저빔을 수광하는 수광부 및 방사된 레이저빔을 반사하는 반사판이 동시에 설치되어 있는 투수광부반사판과 반사판만 설치되어 있는 반사판은 지면과 수직상태로 설치되어야 한다.

(나)레이저 투광부에서 방사되는 레이저빔이 반사판에 반사되어 투광부면에 부착된 반사판에 다시 도달된다. 이때의 투광부에서 방사되는 레이저빔과 투수광부반사판에 도달되는 레이저빔의 지점과의 거리를 나타내는 최대로 벌어진 부분의 레이저빔의 사이간격을 b로 정한다.

이때 b는 기존의 광전자식 방호장치 검정기준인 연속차광폭 30 mm의 이내로 설치되어야 한다.

(다)방호장치 설치시 방호장치의 투광부에서 조사 및 반사판에 반사되어 최종으로 수광부에 도달된 레이저빔은 수광부 조준면의 중앙부분에 조사되도록 한다.



3. 시험 만족기준 3가지 (총 14가지)

7	방호높이변화량 시험	100분의 15 이내이어야 한다.
8	광봉의 이동속도에 대한 시험	정해진 속도에서 출력신호 개폐장치를 꺼진 상태로 하여야 한다.
10	지동시간 시험	20ms 이하이어야 한다.
※기타 시험의 종류(세부 내용은 방호장치 안전인증고시 별표 1 참고)		
6. 연속차광폭 시험	9.유효구경각(EAA) 시험	11.타광원 시험
12.전기적교란	13. 방진 및 내진시험	14.내구성 시험
15.온도상승 시험	16.내한성 시험	17. 내열성 시험
18.접촉기 용착시험	19.클러치 개조 성능시험 (A-2형에 한한다)	

7. 설비의 신뢰성을 나타내는 척도로 신뢰도, 평균 고장간격 시간, 평균 고장수리 시간, 고장률이 있다. 다음 물음에 답하시오. (18)

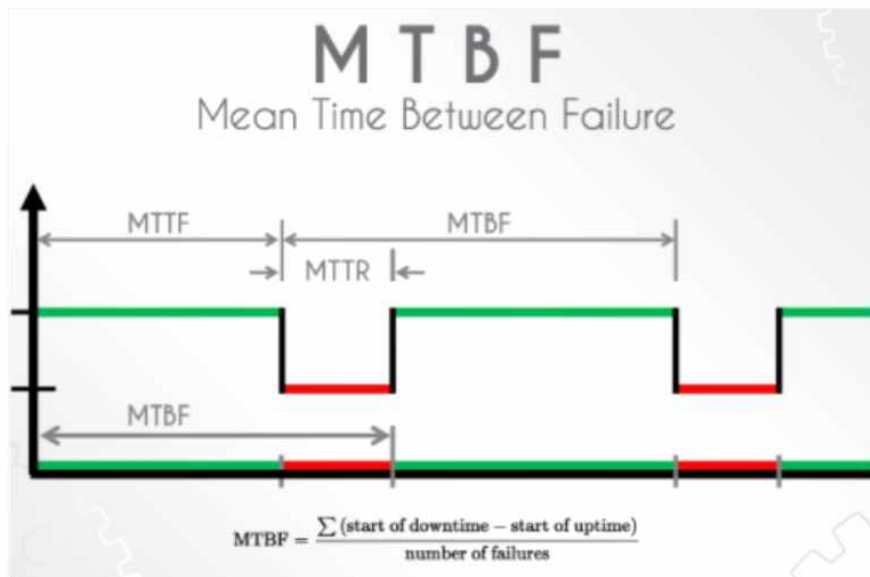
- 1) 신뢰도, 평균 고장간격 시간, 평균 고장수리 시간, 고장률 각각의 정의 기재
- 2) 평균 고장간격 시간과 고장률은 어떤 관계인지 기재

1) 답(용어의 정의)

- (1)신뢰도 : 체계 또는 부품이 주어진 운용조건하에서 의도하는 사용기간 중에 의도한 목적에 만족스럽게 작동할 확률
- (2)평균 고장간격 시간 : 고장이 발생되어도 수리해서 쓸 수 있는 설비에서 고장발생 시점부터 다음 고장 발생시 까지의 평균시간이다. 즉, 평균고장 발생의 시간 길이로 수리하면서 사용하는 제품의 신뢰도 척도로 길수록 유리하다.
- (3)평균 고장수리 시간 : 설비의 고장발생 순간부터 수리가 완료되어 정상적으로 작동을 시작하기까지의 평균 고장시간이며, 수리하는데 걸리는 시간을 의미하며, 짧을수록 유리하다.
- (4)고장률 : 현재 고장이 발생하지 않은 제품 중 앞으로의 단위시간 동안 고장이 발생할 체계 또는 부품의 비율

2) 답 (평균 고장간격 시간과 고장률은 어떤 관계인지 기재)

- (1)평균고장간격 시간은 MTBF로, 고장률은 λ 로 할 때,
- (2)고장률은 고장건수/총가동시간 으로 정의되고, $MTBF = 1/\lambda$ 의 관계이다.
- (3)따라서, 평균 고장간격 시간(MTBF)는 고장률과 **반비례 관계**에 있다.
- (4)즉, 고장률(λ)이 높아지면 평균 고장간격 시간(MTBF)은 감소하고
고장률(λ)이 낮아지면 평균 고장간격 시간(MTBF)은 증가한다.
- (5)이는 고장률(λ)이 낮아지면 평균 고장간격 시간(MTBF)이 증가하여 제품의 수명이 길고 유리하다는 의미이다.





MTBF	Mean Time Between Failure	평균고장간격 - 수리할 수 있는 시스템 또는 장비의 고장 발생 시점부터 다음 고장 발생 시점까지의 평균 시간 - 수리가능한 장비의 예상 수명기간을 계산 - 값수록 유리	$MTBF = MTF + MTTR$ $\text{고장률} = \text{고장전수} / \text{총가동시간}$ $\text{MTBF} = 1 / \text{고장률}$
MTTF	Mean Time To Failure	평균고장시간 - 수리하지 않는 시스템, 설비 또는 제품 등의 사용 시작으로부터 고장 날 때까지의 평균 시간 - 수리할 수 없는 장비의 예상 수명기간을 계산 - 값수록 유리	$MTTF = \text{총가동시간} / \text{고장전수}$
MTTR	Mean Time To Repair	평균수리시간 - 고장이 일어난 시점부터 수리가 완료된 시점까지의 평균 시간 - 수리하는데 얼마나 오래 걸리는지 계산 - 값수록 유리	$MTTR = \text{총고장시간} / \text{고장전수}$
가용도	Availability	가용도 - 시스템 전체 운영시간에서 고장 없이 운영되는 시간의 비율	$\text{가용도(A)} = MTTF / (MTTF + MTTR)$ $= MTTF / (MTTF + MTTR)$

MTBF, MTTF, MTTR, 가용도 계산 예제

예제)

상태	가동1	고장1	가동2	고장2	가동3	고장3
시간(hrs)	10	2	9	4	8	3

$$* MTTF = \text{총가동시간} / \text{고장전수} = (\text{가동 1} + \text{가동 2} + \text{가동 3}) / \text{고장전수} = (10+9+8) / 3 = 9 \text{ hrs}$$

$$* MTTR = \text{총고장시간} / \text{고장전수} = (\text{고장 1} + \text{고장 2} + \text{고장 3}) / \text{고장전수} = (2+4+3) / 3 = 3 \text{ hrs}$$

$$* MTBF = MTTF + MTTR = 9 + 3 = 12 \text{ hrs}$$

$$= \text{총가동시간 (수리 시간 포함)} / \text{고장전수} = (10+2+9+4+8+3) / 3 = 12 \text{ hrs}$$

$$* \text{가용도} = MTTF / (MTTF + MTTR) = MTTF / MTBF = 9 / 12 = 0.75$$

가동시간 비율	다운시간 비율	연간 장애 시간	주간 장애 시간
75%	25%	91.25일	1.75일
98%	2%	7.3일	3시간 22분
99%	1%	3.65일	1시간 41분
99.8%	0.2%	17시간 30분	20분 10초
99.9%	0.1%	8시간 45분	10분 5초
99.99%	0.01%	52분 30초	1분
99.999%	0.001%	5분 25초	6초

[가용도에 따른 장애시간]

- 가용도가 75%인 경우, 연간 장애 시간은 91.25일이며 주간 장애 시간은 1.75일을 의미함

- 가용도는 MTTF/MTBF로 계산되므로

평균고장시간(MTTF)이 길수록 평균수리시간(MTTR)이 짧을수록 유리함



❖ 논술 선택형 1문제(25점)

8. 기준규칙상 지게차 헤드가드 안전기준 2가지와 양중기용 와이어로프 등 달기구의 안전계수 기준 3가지 기재(13/14/19, 지게차 19)

*단, 지게차 헤드가드 안전기준 중 운전자가 앉아서 조작하거나 서서 조작하는 지게차의 헤드가드는 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하는 높이 기준 이상일 것과 양중기에 사용하는 와이어로프 등 달기구의 안전계수 기준 중 그 밖의 경우는 작성하지 말 것

1. 개 요

산업현장에서 사용하는 지게차와 양중기는 산업재해가 가장 많은 기계에 해당하는데, 이 기계들은 작업 특성상 중량물을 취급하므로 특히 중대재해 발생비율이 높다. 그러므로 지게차 헤드가드 안전기준과 양중기용 와이어로프 등 달기구의 안전계수는 꼭 알아야 할 사항이며, 그 내용은 다음과 같다.

2. 지게차 헤드가드 안전기준

- 1)강도는 지게차의 최대하중의 2배 값(4톤을 넘는 값에 대해서는 4톤으로 한다)의 등분포정하중에 견딜 수 있을 것
- 2)상부틀의 각 개구의 폭 또는 길이가 16센티미터 미만일 것

3. 와이어로프 등 달기구 안전계수 기준

- 1)근로자가 탑승하는 운반구를 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우 : 10 이상
- 2)화물의 하중을 직접 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우 : 5 이상
- 3)훅, 샤클, 클램프, 리프팅 빔의 경우 : 3 이상



9. 기계설비의 안전화 방안으로 폴 프루프와 페일 세이프가 있다. 다음 물음에 답하라. (16/18)
(p.31)

- 1) 폴 프루프와 페일 세이프 각각의 정의 기재
- 2) 폴 프루프와 페일 세이프에 해당하는 사례를 각각 3가지씩 기재

1. 개 요

생산성 향상을 위해 생산시설은 급격히 진보하고 있으나 완벽한 기계는 있을 수 없다. 또한 그 시설을 통제 및 관리하는 인간도 여전히 불안전 요소를 내포하고 있다. 그래서 우리는 기계·설비의 고장 등과 인간의 휴먼에러가 발생하더라도 사고 또는 재해로 연결되지 않도록 하는 본질적 안전화를 추구하고 있다. 이런 본질적 안전화의 대표적 개념이 폴 프루프와 페일 세이프이며, 그 정의와 해당하는 사례는 다음과 같다

2. 정의

1) 폴 프루프

작업자의 잘못된 행동을 미연에 방지하고 작업자의 실수에 의한 사고를 방지하는 개념으로 작업자가 오조작 또는 실수를 하더라도 사고나 재해로 이어지지 않도록 하여 안전을 확보하는 개념이다. 또한 인간이 실수를 일으키기 어렵게 하는 구조나 기능을 추가하는 것도 넓은 의미의 폴 프루프라 할 수 있다. 이런 폴 프루프를 달성하기 위한 수단으로는 첫째, 실수 자체를 예방하기 위해 미리 정보를 제공하는 방법이 있는데 공장 내 각종 감지기, 경보기 등을 예로 들수 있으며, 둘째는 실수를 해도 재해로 연결되지 않도록 하는 방법이 있는데 예를 들자면 반대방향으로 조작하면 운전이 멈추는 밸브 등이 이에 해당한다.

2) 페일 세이프

기계나 설비에서 고장이나 기능불량이 발생해도 사고 및 재해로 연결되지 않고 안전을 확보하는 기능이다. 또한 페일 세이프는 부품이 고장나면 기계·설비가 정지상태가 되는 fail passive, 경보를 울리고 단시간 운용이 가능한 fail active, 차후 정기점검 까지는 운전이 가능한 fail operational 로 구분된다. 폴 프루프가 인간의 휴먼에러를 인정하고 이에 대비한 안전화를 추구하는 개념인데 비해 페일 세이프는 기계·설비의 고장 및 기능이상에 대비하여 안전화를 추구하는 개념이라 할 수 있다.

3. 각각의 사례

1) 폴 프루프의 사례

- ①정격하중 이상의 부하가 감지되면 경보가 울리고 작동되지 않는 엘리베이터 과부하 방지장치
- ②프레스 금형에 작업자 손 등이 들어가는 것을 방지하기 위해 양손으로 조작스위치를 누르도록 한 양수조작식 프레스
- ③파쇄기 등의 블레이드에 손이 닿지 않도록 투입 및 배출구에 설치한 가드
- ④CNC 선반에서 가공물, 절삭유 등의 위험물로부터 작업자를 보호하기 위해 방호문을 달아야만 선반이 작동되는 인터락 장치
- ⑤극성이 있는 코드의 경우 서로 반대방향으로 꽂지 않도록 형태가 다르게 제작된 코드
- ⑥가공물, 부품등의 비래에 의한 위험에 대비하여 가동을 중지해도 관성으로 회전하는 임펠러가 완전히 정지할 때 까지 열리지 않는 혼합기 도어



2)페일 세이프의 사례

- ①고장 발생시 반드시 적색등으로 변경되어 열차의 정지를 유도하는 철도 신호등
- ②엘리베이터의 케이블 절단시 저절로 작동되는 기계식 브레이크
- ③정전 등 전력 미공급시 전자석의 제어봉이 저절로 노심으로 들어가 핵분열을 멈추게 하는 원자로의 전자석 장치
- ④에어식 브레이크 고장시 저절로 작동되는 대형 화물차의 기계식 브레이크 장치
- ⑤전원이 끊어지면 자동으로 내려와 구획을 차단하는 방화셔터
- ⑥대형 화물차 및 버스의 에어 브레이크 고장시 자동으로 작동하는 스프링 브레이크

4. 결 론

생산현장에서는 휴먼에러 뿐만 아니라 기계·설비의 고장 및 기능이상으로 인한 재해도 빈번하므로 기계·기구의 설계 및 제작시부터 위험성이 없도록 본질적 안전화를 추구해야 한다. 또한 산업현장에서는 이러한 풀 프루프와 페일 세이프 개념이 반영된 각종 방호 수단이 원활하게 기능발휘 될 수 있도록 관심을 기울여야 하겠다.



❖ 단답형

1. 절삭가공에서 절삭제의 사용목적 3가지를 기재(17)(p.171 노란책) * 냉냉윤마칩
 - 1) 공구인선 냉각으로 공구 온도상승에 따른 경도저하 방지
 - 2) 가공물 냉각으로 온도 상승에 따른 가공 정밀도 저하 방지
 - 3) 공구인선과 칩 사이 윤활작용으로 공구 마모 방지, 가공표면 양호
 - 4) 마찰력 감소로 절삭저항 감소 및 가공표면 양호
 - 5) 칩 제거작용으로 절삭작업 용이

2. 기계·기구·설비의 설계 제작에 관련된 사용응력 및 허용응력에 관하여 기재(p.312)
 - 1) 사용응력은 설치된 구조물이나 운전중인 기계와 같이 실제로 안전한 범위 내에서 작용하고있는 응력이며, 허용응력이란 이런 구조물이나 기계의 일부로 어떤 재료를 사용할 때 허용할 수 있는 최대 응력을 말한다.
 - 2) 사용응력은 허용응력 및 탄성한도 내에 있어야하며, 그래야 하중을 가하고 난 후 이런 하중을 제거했을 때 영구변형이 생기지 않는다.
이를 요약하면 「사용응력 ≤ 허용응력 ≤ 탄성한도」의 관계라 할 수 있다.



3. 산업안전보건기준에 관한 규칙상 진동작업에 해당하는 작업 3가지 기재(512조)

“진동작업”이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기계·기구를 사용하는 작업을 말한다.

- 1)착암기
- 2)동력을 이용한 해머
- 3)체인톱
- 4)엔진 커터(engine cutter)
- 5)동력을 이용한 연삭기
- 6)임팩트 렌치(impact wrench)
- 7)그 밖에 진동으로 인하여 건강장해를 유발할 수 있는 기계·기구

4. 산업용 로봇을 동작형태별로 분류할 때 그 종류 4가지 기재 (로봇은 매년 출제)

구 분	축	장 점	단 점
직교좌표로봇	-XYZ의 직선운동 3축으로만 구성 -방향전환을 위해 로봇 선단에 회전축 부착하는 경우 있음(4축)	-튼튼하고 안정적 -위치정밀도 우수 -인간에게 익숙한 직교좌표계 사용으로 사용자가 쉽게 사용 가능	-동작영역에 비해 설치면적이 큼
원통좌표로봇	-원통 길이와 반지름 방향으로 움직이는 2개 직선축과 원주방향으로 움직이는 하나의 회전축으로 구성	-작업영역 넓고 설치면적 작음 -위치 정밀도 우수	-로봇 엔드이펙터에 과도한 하중이 걸리는 작업 및 일감의 중량이 크면 정밀도 떨어짐
극좌표로봇	-1개의 직선축과 2개의 회전축을 조합	-수직면에 대해 상하운동 특성 우수 -작업영역이 넓고 경사진 위치에서 작업 가능하여 용접, 도장작업에 적합	
수직다관절로봇	-관절 구동이 모두 회전축에 의해 수행되는 구조로 일반적으로 6개의 회전관절을 보유	-임의의 작업지점에 임의의 방향으로 접근이 가능 -속도가 빠르고 공간활용능력 우수 -설치면적과 본체의 체적이 작음	-회전관절만으로 구성되어 제어와 사용이 어려움
수평다관절로봇	-스카라 로봇이라고도 함 -3개의 회전축과 하나의 직선축으로 구성된 다관절로봇 -1,2축은 수평회전운동, 3축은 수직 상하운동, 4축은 다시 회전운동	-수평면상의 운동특성을 가져 조립작업, 팔레타이징 작업에 적합	



5. 안전보건기준규칙상 향타기 또는 향발기를 조립할 때 점검사항 3가지(207조)

- 1)본체 연결부의 풀림 또는 손상의 유무
- 2)권상용 와이어로프 · 드럼 및 도르래의 부착상태의 이상 유무
- 3)권상장치의 브레이크 및 빼기장치 기능의 이상 유무
- 4)권상기의 설치상태의 이상 유무
- 5)버팀의 방법 및 고정상태의 이상 유무



❖ 논술형 필수

6. 안전보건기준규칙상 용접·용단작업 등의 화재위험작업을 할 때 작업을 시작하기 전에 관리감독자가 확인할 점검사항 5가지(별표3 14의2 / 241조)
- 1)작업 준비 및 작업 절차 수립 여부
 - 2)화기작업에 따른 인근 가연성물질에 대한 방호조치 및 소화기구 비치 여부
 - 3)용접불티 비산방지덮개 또는 용접방화포 등 불꽃· 불티 등의 비산을 방지하기 위한 조치 여부
 - 4)인화성 액체의 증기 또는 인화성 가스가 남아 있지 않도록 하는 환기 조치 여부
 - 5)작업근로자에 대한 화재예방 및 피난교육 등 비상조치 여부

7. 지게차 재해방지대책 중 방호장치 5가지를 쓰고 각 장치에 관해 설명(179조~183조)

1)179조(전조등 등의 설치)

- (1)사업주는 전조등과 후미등을 갖추지 아니한 지게차를 사용해서는 아니 된다. 다만, 작업을 안전하게 수행하기 위하여 필요한 조명이 확보되어 있는 장소에서 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- (2)사업주는 지게차 작업 중 근로자와 충돌할 위험이 있는 경우에는 지게차에 후진경보기와 경광등을 설치하거나 후방감지기를 설치하는 등 후방을 확인할 수 있는 조치를 해야한다.

2)180조(헤드가드)

사업주는 다음 각 호에 따른 적합한 헤드가드(head guard)를 갖추지 아니한 지게차를 사용해서는 아니 된다. 다만, 화물의 낙하에 의하여 지게차의 운전자에게 위험을 미칠 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니하다.

- (1)강도는 지게차의 최대하중의 2배 값(4톤을 넘는 값에 대해서는 4톤으로 한다)의 등분포정하중에 견딜 수 있을 것
- (2)상부틀의 각 개구의 폭 또는 길이가 16센티미터 미만일 것
- (3)운전자가 앉아서 조작하거나 서서 조작하는 지게차의 헤드가드는 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하는 높이 기준 이상일 것

3)181조(백레스트)

사업주는 백레스트(backrest)를 갖추지 아니한 지게차를 사용해서는 아니 된다. 다만, 마스트의 후방에서 화물이 낙하함으로써 근로자가 위험해질 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니하다.

4)182조(팔레트 등)

사업주는 지게차에 의한 하역운반작업에 사용하는 팔레트(pallet) 또는 스킴드(skid)는 다음 각 호에 해당하는 것을 사용하여야 한다.

- (1)적재하는 화물의 중량에 따른 충분한 강도를 가질 것
- (2)심한 손상·변형 또는 부식이 없을 것

5)183조(좌석 안전띠의 착용 등)

- (1)사업주는 앉아서 조작하는 방식의 지게차를 운전하는 근로자에게 좌석 안전띠를 착용하도록 하여야 한다.
- (2)제1항에 따른 지게차를 운전하는 근로자는 좌석 안전띠를 착용하여야 한다.

❖ 논술형 선택

8. 안전보건기준규칙상 건축물이나 고정된 시설물에 설치되어 일정한 경로에 따라 사람이나 화물을 승강장으로 옮기는데 사용되는 설비 5가지 쓰고 설명(132조)

1)승객용 엘리베이터 : 사람의 운송에 적합하게 제조·설치된 엘리베이터

2)승객화물용 엘리베이터 : 사람의 운송과 화물 운반을 겸용하는데 적합하게 제조·설치된 엘리베이터

3)화물용 엘리베이터 : 화물 운반에 적합하게 제조·설치된 엘리베이터로서 조작자 또는 화물취급자 1명은 탑승할 수 있는 것(적재용량이 300킬로그램 미만인 것은 제외)

4)소형화물용 엘리베이터 : 음식물이나 서적 등 소형 화물의 운반에 적합하게 제조·설치된 엘리베이터로서 사람의 탑승이 금지된 것

5)에스컬레이터 : 일정한 경사로 또는 수평로를 따라 위·아래 또는 옆으로 움직이는 디딤판을 통해 사람이나 화물을 승강장으로 운송시키는 설비

9. 기계의 운동형태에 따라 기계설비의 위험점을 분류할 때 6가지 위험점 설명

* 13년 1번 참고



【22년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/기본교재) *보라색(전공서적) *청색(교사가이드 등)

❖단답형

1. 위험기계·기구 자율안전확인 고시에 따라 산업용 로봇의 보기 쉬운 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 표시해야 하는 사항 중 5가지를 쓰시오 (고시 2020-32. #2, 18호) / 신출
 - 1)제조자의 이름과 주소, 모델번호 및 제조 일련번호, 제조연월
 - 2)중량
 - 3)전기 또는 유·공압시스템에 대한 공급 사양
 - 4)이동 및 설치를 위한 인양지점
 - 5)부하능력
2. 압연가공시 위험요인 4가지를 쓰시오(노란책 p.96) / 신출
 - 1)롤러와 소재 진행방향에서 배출되는 소재에 협착
 - 2)열간작업시 고온 스케일 및 윤활제의 비산에 의한 화상
 - 3)롤러 교환시 롤러와 충돌
 - 4)회전하는 롤러 사이에 물려들음

※ 교재 외에도 답이 될 만한 요소는 많음
3. 산업안전보건기준에 관한 규칙상 기계설비 설치를 위하여 사업주가 사다리식 통로 등을 설치하는 경우 준수해야 하는 사항에 관하여 다음 (㉠) ~ (㉤)에 들어갈 숫자를 쓰시오 / 신출

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 발판과 벽과의 사이는 (15)센티미터 이상의 간격을 유지 할 것 ○ 폭은 (30)센티미터 이상으로 할 것 ○ 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 (60)센티미터 이상 올라가도록 할 것 ○ 사다리식 통로의 길이가 10미터 이상인 경우에는 (5)미터 이내마다 계단참을 설치 할 것 ○ 사다리식 통로의 기울기는 (75)도 이하로 할 것. 다만, 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90도 이하로 하고, 그 높이가 7미터 이상인 경우에는 바닥으로부터 높이가 2.5미터 되는 지점부터 등받이울을 설치 할 것 |
|---|



4. 공장자동화 추진 시 안전을 위한 방호대책 중 5가지를 쓰시오(14) (기본교재 p.426)

1) 컨베이어 시스템의 재검토

*단순작업을 불가피하게 하는 컨베이어 시스템은 라운드 테이블 방식 등으로 대처하도록 하는 것이 바람직하다. 이때 자동화의 최대 이점인 생산성의 향상, 품질, 정밀도, 안전성과의 조정이 필요하다.

2) 방책 등의 설치

*자동화 라인에 부속장치의 운동이나 이송장치 등에 의한 많은 위험부분이 있으므로 원칙적으로 작동 중에는 사람이 들어갈 수 없는 방책(방벽) 등을 설치하고, 준비, 조정의 목적을 위해 그 방책 내에 들어갈 필요가 있을 때는 출입구에 저속운전이 되는 운전할 수 없는 인터록 장치를 설치해야 한다.

3) 점검의 원활화

*자동기계에는 집중운환시스템을 비치하고, 보전용 점검회로를 설치하며, 마모 또는 고장부분의 교환을 쉽게 하기 위해서는 유닛 시스템을 채택이 바람직하다.

4) 고장방지

*자동기계의 고장에 의한 재해를 방지하기 위해 중요한 부품에는 신뢰성이 높은 것을 사용하고, 정전 또는 공유압원의 이상으로 일감이나 공구 등이 낙하 혹은 튀어나오지 않도록 대책을 취해야 한다.

5) 이상시 작업기준의 확립

*자동화 시스템이라 해도 관리는 인간에게 의존하고 있어 오조작, 특히 이상시 오조작에 의한 위험은 대단히 크다. 그래서 운전·점검·보전이나 특히 이상시에 대한 작업기준의 확립이 필요하다.

6) 기술교육

*자동화 시스템은 일반적으로 복잡하여 시스템의 수리 등은 제조자 또는 전문업자에게 위임되는 경우가 많은데, 작업기준의 준수나 이상시 대책뿐만 아니라 작업자 근로의욕의 저하를 방지하기 위해서 가능한 시스템의 구성·기능·보전 등에 관해 작업자에게도 교육을 하고, 수리시에 입회시키는 등의 배려가 필요하다.

7) 초기단계의 안전화

*자동화 시스템이 대형화되면 될수록 완성시의 안전대책은 그 효과가 적다. 따라서 계획·설계단계에서 안전상의 시방을 정하고 제조자와 협력하여 시스템의 안전화를 도모할 필요가 있기 때문에 시스템 안전의 각종 방법이 이용되어야 한다.



5. 기계·기구·설비를 설계할 때 사용하는 S-N 곡선과 관련하여 다음 물음에

답하시오(20) (p.426)

1) S-N 곡선의 가로축의 의미를 쓰시오.

*재료가 여러번 반복해서 작용하는 응력을 받으면 더 빨리 파괴되는데, 가로축은 이렇게 파괴되기까지의 반복횟수를 의미한다.

2) S-N 곡선이 세로축의 의미를 쓰시오.

*세로축은 재료에 가해지는 응력진폭을 의미한다.

3) S-N 곡선의 수평부분에 해당하는 세로축 값을 무엇이라 부르는지 쓰시오.

*응력진폭이 어느 값 이하가 되면 무한히 반복하더라도 파괴되지 않는다. 이와 같이 파괴되지 않는 부분은 수평으로 나타나는데 S-N곡선에 있어 곡선이 수평이 되는 한계의 응력을 재료의 피로한도 또는 내구한도라고 한다.

*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 들러 10^7 회 까지 파괴되지 않는 응력진폭이라는 의미에서 10^7 시간 강도라고도 표현한다.



6. 보일러 가동시 발생증기 이상 요인으로서 프라이밍(Priming), 포밍(Foaming), 캐리오버(Carry over) 현상에 대해 각각 설명하고, 캐리오버(Carry over) 방지대책 중 5가지를 쓰시오(13) (기본교재 p.296 / 인터넷)

- 1) 프라이밍 : 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 속 불순물도 동시에 송출되어 수격 현상을 초래한다거나, 증기 배관이 오염되거나, 과열기가 있는 보일러에서는 과열기의 오손·과열 증기의 과열도 저하 등 많은 문제를 유발한다.[네이버 지식백과]
- 2) 포밍 : 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]
- 3) 캐리오버 : 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 나눈다. 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]

4) 캐리오버 방지대책

- (1) 보일러 수위를 너무 높게하지 않는다.
- (2) 보일러수의 농축을 방지하기 위해 적절한 브로다운을 행한다.
- (3) 유지분이나 불순물이 많은 물을 사용하지 않는다.
- (4) 무리한 연소를 하지 않는다.
- (5) 증기밸브를 급격하게 열지 않는다.
- (6) 심한 부하변동 발생요인을 제거한다.
- (7) 기수분리기(스팀 세퍼레이터)를 이용한다.
- (8) 응축수를 회수하여 사용할 경우에는 설비결함에 의해 이물이 혼입하기 때문에 특별히 주의한다.

※ 교재에는 내용이 조금 부족한 면이 있던 인터넷 등의 보일러 전문자료를 첨부하니 참고바랍니다. 프라이밍은 기계의 과부한 운전, 포밍은 보일러수 자체의 문제로 발생하는 것이 핵심입니다.



캐리오버 방지대책 (인터넷 자료)

캐리오버는 기수공발로도 불린다. 보일러수 중에 용해 또는 부유하고 있는 고형물이나 수적(水滴, 액적)이 보일러에서 발생한 증기에 혼입하여 보일러 밖으로 운반되어져 나오는 것을 말한다. 일반적으로 이 현상을 캐리오버라고 말한다. 증기의 사용장소에 악영향을 미치기 때문에 발생되지 않도록 주의를 기울여야 한다.

캐리오버는 기계적 캐리오버와 실리카만 운반되어 나오는 실리카의 선택적 캐리오버로 나뉘어진다. 캐리오버 현상의 개요에 대하여 설명한다.

1. 캐리오버의 종류

(1) 기계적 캐리오버

①프라이밍 : 증기유량이 급증했을 경우 기타 드럼 수면이 변동했을 때 보일러수가 액적의 상태에서 증기측으로 캐리오버하는 현상. 일반적으로 어느 정도 연속하여 발생한다.

②포밍 : 수면에 안정한 기포가 발생하고 더군다나 기포가 증가하여 드럼내 전체로 퍼지는 현상. 증기로 수분이 혼입되어 캐리오버 하는 것. 거품은 보일러수에 용해고형물 등이 과도하게 농축하였거나 유기물 등이 존재할 경우에 일어나기 쉽다.

(2) 실리카의 선택적 캐리오버

*보일러수 중에 들어있는 각종의 고형물 중에서 실리카는 선택적으로 증기중에 용해된 상태로 운반된다. 이 현상을 실리카의 선택적 캐리오버라고 한다. 실리카의 포화증기에 대한 용해도는 증기압력 및 보일러 수중의 실리카 농도가 높을수록 증가한다.

2. 캐리오버의 장애

캐리오버의 장애는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

(1) 증기의 순도를 저하시킨다.

(2) 보일러수 전체가 현저하게 요동하여 수면계의 수위를 확인하기가 어려워진다.

(3) 안전밸브가 오염된다거나 압력계의 연락구멍에 스케일이나 이물이 낀다거나 또는 수면계의 통기 구멍에보일러수가 들어온다거나 하여 이것들의 성능을 저해한다.

(4) 증기과열기에 보일러수가 들어가고 증기온도나 과열도가 저하한다. 또한 과열기를 오염시켜 부식을 초래한다

(5) 자동제어관계의 검출단 (차압식 증기 유량계, 수위 조절기, 압력제한 및 조절기, 기타)의 개구부 및 연락배관의 폐쇄 또는 기능장애를 가져온다.

(6) 증기와 함께 보일러수에서 나온 수분이 배관 내에 고이거나 워터해머를 일으켜 배관, 밸브, 이음, 증기기관 등에 손상을 주게된다.

(7) 포밍이나 프라이밍이 급박하게 일어나면 보일러 내의 수위가 급속하게 저하하여 저수위 사고를 일으키기도 한다.

(8) 식품공장 또는 제품가공 공장처럼 직접 증기와 접촉하는 제품의 경우는 제품의 오염, 기타 냄새 등의 악영향을 일으킬 수도 있다.

(9) 실리카는 고온·고압이 될수록 증기중으로의 용해도가 증대하여 터빈에 실리카 스케일로서 석출하고 터빈의 이상진동이나 효율저하를 초래한다.



3. 캐리오버의 원인

- (1) 운전관리에 의한 것
 - ① 증기부하의 과대, 급박한 증가
 - ② 고수위 운전(수면과 증기 취출구의 거리가 근접하고 수면이 좁게 된다).
 - ③ 증기역류방지밸브를 급하게 여는 경우
- (2) 수질관리에 의한 것
 - ① 보일러수가 과도하게 농축된 것
 - ② 보일러수에 부유물, 유지, 불순물을 많이 포함하고 있는 것
 - ③ M알칼리도의 표준치가 전 증기잔유물에 대하여 높은 것
 - ④ 보일러수 중의 실리카 농도가 표준치보다 높은 것
- (3) 기계구조에 의한 것
 - ① 기수분리기의 부조화

4. 캐리오버 방지대책

- (1) 보일러 수위를 너무 높게하지 않는다.
- (2) 보일러수의 농축을 방지하기 위해 적절한 브로다운을 행한다.
- (3) 유지분이나 불순물이 많은 물을 사용하지 않는다.
- (4) 무리한 연소를 하지 않는다.
- (5) 증기밸브를 급격하게 열지 않는다.
- (6) 심한 부하변동 발생요인을 제거한다.
- (7) 기수분리기(스팀 세퍼레이터)를 이용한다.
- (8) 응축수를 회수하여 사용할 경우에는 설비결함에 의해 이물이 혼입하기 때문에 특별히 주의한다.



5. 캐리오버 <사례 1> : 급격한 부하의 증대에 의한 보일러수의 캐리오버

(1) 설비의 개요

- ① 보일러 형식:노통연관 보일러
- ② 최고사용압력: 10kg/cm^2 {1MPa} *사용압력: $5\sim 8\text{kg/cm}^2$ {0.5~0.8MPa}
- ③ 최대증발량(환산):18T/H
- ④ 급수:연화수(수동식)
- ⑤ 운전상황: 급수량 $13\sim 21\text{t/h}$ *블로우량: $12\sim 40\text{kg/h}$

(2) 사고의 상황

- ① 발견 경위:보일러의 블로우량이 적어졌음에도 불구하고 보일러수의 농도가 저하하고 있다는 것을 알게되어原因的 **조사를 행했다.
- ② 조사결과:보일러의 부하변동이 크고 급수량이 보일러의 정격출력을 대폭적으로 상회했다. 또한, 보일러의 고수위경보장치가 빈번하게 작동하였다. 보일러수의 수질과 드레인의 수질이 대체로 같은 값이 되었다.

(3) 원인

캐리오버의 주요 원인은 부하의 급격한 증대에 의해 압력저하를 초래하고 기수면이 급격히 상승하여 고수위가 되었기 때문이다.

(4) 대책

캐리오버는 다음과 같은 상태가 되었을 때 발생하기 때문에 이와 같은 상태가 되지 않도록 보일러를 운전하지 않으면 안된다.

① 부하의 급격한 증대

부하의 급격한 증대가 일어나면 보일러의 압력은 급격하게 저하한다. 그 압력저하에 상당하는 양 만큼 보일러수의 비등***점이 낮아진다. 보일러수의 실제온도는 이 비등점보다도 높기 때문에 보일러수는 과열상태가 되며 평형상태보다도 여분의 열에너지를 보유하게 된다. 이 여분의 열에너지는 보일러수의 기화에 사용되어지기 때문에 보일러수는 급격하게 증발한다. 그 때 현저하게 다량의 기포를 발생하여 기수면은 급격하게 상승하고 캐리오버가 일어나게 된다.

② 저압력

보일러수가 증기가 되었을 때의 비등점의 증가비율은 저압인 경우가 고압인 경우보다도 크다. 때문에 캐리오버는 저압인* 경우에 있어서 현저하다.

③ 고수위

고수위인 경우는 증기실 부하가 높아지거나 캐리오버를 일으키기 쉽다.



1 캐리오버(carry over)

1) 정의

- 보일러수 속에 용해되어 있는 고형물이 증기의 흐름과 함께 증기사용 시스템으로 넘어가는 현상.
- 용존고형물에는 염화나트륨, 황산나트륨, 수산화나트륨이 있으며 점착성으로 인해 다른 불순물과 함께 부착되기도 한다.

2) 캐리오버에 의한 장애

- 증기의 건도가 나빠져 증기시스템의
- 증기밸브시트, 터빈날개등에 석출물이 부착되어 운전이 불량해진다.
- 보일러 동체 수위의 상하진동이 심해 정확한 수위제어가 어렵다.
- 증기건도가 저하되어 제품 품질을 저하시키고 과열기를 팽창 파열시킨다. 열사용설비가 고형물 부착에 의한 효율감소가 발생한다.

3) 캐리오버의 방지

- 증기드럼에 기수분리장치가 설치한다.
- 수면이 비정상적으로 높게 유지되지 않도록한다.
- 보일러 운전압력을 당초 설계조건대로 유진한다.
- 부하를 급격하게 발생하는등의 운전은 지양한다.
- 보일러수의 혼탁농도를 일정 이하로 유지한다.

2 포밍(foaming)

1) 정의

- 보일러수 속의 유지(油脂)류, 용해 고형물, 부유물 등의 농도가 높아지면 드럼 수면에 안정한 거품이 발생하고, 또한 거품이 증가하여 드럼의 기실(氣室)에 전체로 확대되는 현상
- 증기에 수분이 혼입하여 캐리오버하게 된다.

2) 포밍 방지

- 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 및 유기물 현탁고형물의 농도를 일정량이하로 관리한다.
- 거품을 파괴할 수 있는 염화나트륨을 이용한다.



3 프라이밍(priming)

1) 정의

- 보일러수가 미세한 수분이나 거품상태로 다량 발생하여 증기와 더불어 보일러 밖으로 송출되는 현상
- 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 초래한대거나, 증기 배관이 오염된다거나, 과열기가 있는 보일러에서는 과열기의 오손·과열 증기의 과열도 저하 등 많은 문제를 유발한다.

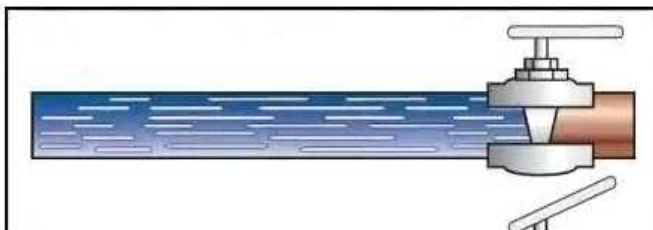
2) 원인

- 보일러부하의 급변이나 수위의 급격한 상승으로 발생한다.
- 보일러 부하를 급증했을 때, 보일러 수위가 너무 높아졌을 때, 보일러 청정제를 한꺼번에 다량 투입했을 때

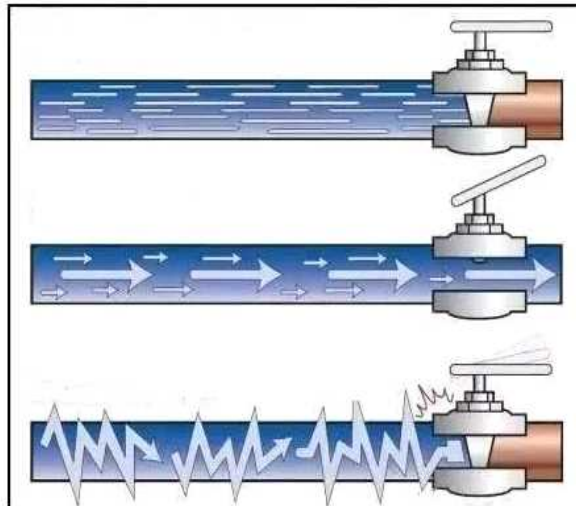
3) 방지대책

- 급격한 운전을 피한다.
- 보일러수위를 일정하게 유지한다.

4 수격작용(water hammer)



4 수격작용(water hammer)



수격 작용 혹은 워터 해머는 물 배관이나 스팀 배관처럼 배관 내에 물이 존재하는 경우에 잠겨져 있던 밸브를 처음 열 때나 스팀 보일러가 처음 가동될 때 공급되는 물이나 스팀이 급격하게 빠른 속도로 이동하면서 정체되어 있던 물을 밀어 내면서 그 정체되어 있던 물이 해머 역할을 하면서 흐름을 막는 배관에 설치된 엘보나 배관 자재들에 강하게 부딪히면서 땅땅 소리를 내게 되는 데 그 때의 현상을 수격작용 혹은 워터해머라 하는 데 이 현상에 대해서 살펴 보겠습니다.

◆ 수격작용 일반사항

(1) 수격작용은 물이 급수관내를 빠른 속도로 유동하는 경우, 관내의 굴곡부나 중간밸브류 등에 강하게 부딪쳐서 그 충격으로 손상이 생기는데, 심한 경우에는 이것들을 파괴하기도 한다. 더구나 증기 배관 내에 응축수가 고여 있을 때 증기밸브를 급개하여 증기를 빠른 속도로 보내면, 관내의 드레인을 수괴로 만들어 관의 굴곡부나 밸브류 등에 강하게 충돌해서 손상을 주거나 파괴하는 경우도 있다.

(2) 물이 과상으로 되어, 급수관이나 증기관 등 내부의 굴곡부나 밸브류 등이 강하게 충돌하여 마치 수괴가 힘차게 때리는 것과 같은 작용을 하기 때문에 워터해머라고도 한다.



◆ 수격작용 일반사항

(1) 수격작용은 물이 급수관내를 빠른 속도로 유동하는 경우, 관내의 곡부나 중간밸브류 등에 강하게 부딪쳐서 그 충격으로 손상이 생기는데, 심한 경우에는 이것들을 파괴하기도 한다. 더구나 증기 배관 내 에 응축수가 고여 있을 때 증기밸브를 급개하여 증기를 빠른 속도로 보내면, 관내의 드레인을 수괴로 만들어 관의 굴곡부나 밸브류 등에 강하게 충돌해서 손상을 주거나 파괴하는 경우도 있다.

(2) 물이 괴상으로 되어, 급수관이나 증기관 등 내부의 굴곡부나 밸브류 등이 강하게 충돌하여 마치 수괴가 힘차게 때리는 것과 같은 작용을 하기 때문에 워터해머라고도 한다.

(3) 수격작용이 일어나면 관이나 증간의 밸브류 등이 파괴되거나, 관의 조인트가 느슨해지기도 하며 또는 이들이 완전히 파괴되는 일도 있고 특히 주철제 파이프나 밸브는 그 재질상 파괴되기 쉬우므로 주의하여야 한다.

◆ 급수관 계통에서 수격작용

(1) 급수관내에 증기가 스며든 경우, 혹은 공기가 들어가서 물이 급격히 이동한 경우 또는 고압수를 처음 통과시킬 때 급격히 한 경우나 급수관 계통의 밸브를 급히 개폐하는 경우 등에 고속도로 관내를 흐르는 물이 관의 곡부나 밸브류에 강하게 부딪쳐서 그 반격이나 충격으로 이러한 개소를 손상시키거나 파괴시키기도 한다.

(2) 급수예열기 내에 공기가 고여 있거나 증기가 발생하여 상부에 모여 있어서 막혀 있었던 물이 갑자기 유동하여 수격작용을 일으키 기도 한다.

(3) 급수관 계통의 수격작용을 예방하려면 급수펌프나 흡입관 등에서 공기가 흡입되지 않도록 하고, 배관에는 급각도의 굴곡을 피한다. 배관부의 높은 곳엔 공기빼기 밸브를 장치하고 공기가 누입된 것 같은 의심이 날 때에는 공기를 꼭 빼야 하며, 급격한 급수방법을 피하고 또 밸브의 개폐도 천천히 하여야 한다.

◆ 증기관 계통에서 수격작용 발생원인

(1) 관내의 오목부 혹은 낮은 부분이나 밸브류의 오목부에 드레인이 고여있을 때에 증기를 보내면 증기는 드레인에 닿아서 냉각되고 응축되어서 그 부분이 진공상태가 된다. 이 진공부에 드레인이 강력한 힘으로 흡인되기 때문에 그 드레인이 수괴가 되어 관의 곡부나 밸브류에 충돌한다. 관의 드레인이 고속증기에 의해 힘차게 날리는 모양으로 충돌한다.

(2) 관내에 드레인온 전혀 없더라도 관이 냉각되어 있는 경우에 송기하면, 그 증기가 차가운 관때문에 냉각되어서



◆ 증기관 계통에서 수격작용 발생원인

(1) 관내의 오목부 혹은 낮은 부분이나 밸브류의 오목부에 드레인이 고여있을 때에 증기를 보내면 증기는 드레인에 닿아서 냉각되고 응축되어서 그 부분이 진공상태가 된다. 이 진공부에 드레인이 강력한 힘으로 흡인되기 때문에 그 드레인이 수괴가 되어 관의 곡부나 밸브류에 충돌한다. 관의 드레인이 고속증기에 의해 힘차게 날리는 모양으로 충돌한다.

(2) 관내에 드레인은 전혀 없더라도 관이 냉각되어 있는 경우에 송기하면, 그 증기가 차가운 관때문에 냉각되어서 급속히 응축하여 드레인화 되어서 진공을 만드는 작용과 드레인화의 작용이 얹히어 드레인이 충돌한다.

(3) 캐리오버를 일으킨 경우에 보일러수가 수격 모양으로 되어 증기와 함께 관내를 흐르기 때문에 이때 수분이 충돌한다.

◆ 취급시 수격작용 예방조치

(1) 송기에 앞서서 증기관의 드레인 빼기장치로 관내의 드레인을 완전히 배출한다.

(2) 송기에 앞서서 관을 충분히 데운다. 즉 난관을 한다.

(3) 송기할 때에는 주증기밸브는 절대로 급히 열지 않거나 급히 증기를 보내서는 안되며, 반드시 주증기 밸브를 조용히 그리고 천천히 열어서 관내에 골고루 증기가 퍼진 후에 이 밸브를 크게 열고 본격적으로 송기를 시작한다.

(4) 송기 이외의 경우라도 증기관 계통의 밸브개폐는 조용히 그리고 서서히 조작한다.

◆ 설비면에서 수격작용의 예방조치

(1) 증기배관에는 충분한 보온을 취한다.

(2) 증기관에는 증관을 낮게 하는 배관방법은 드레인이 고이기 쉬우므로 피해야 한다.

(3) 증기관은 증기가 흐르는 방향으로 경사가 지도록 한다. 증기관 속에 드레인이 고이게 되는 배관방법은 피해야 한다.

(4) 대형밸브나 증기 헤더에도 충분한 드레인 배출장치를 설치한다.



5 역화 (Back Fire)

불꽃이 토치 안 쪽으로 밀려들어가면서 뱅뱅 거리며서, 불꽃이 꺼졌다가 다시 나타나는 현상
불이 들어가는 것이라서 Fire

6 블로우다운(blow-down)

1) 블로우다운 정의

- 보일러수의 주기적인 배출과 보충을 통해 보일러수 내의 불순물 농도를 적정치 이내로 조정하는 것
- 보일러수의 수질을 개선해주지 않으면 부식이나 스케일 캐리오버등 여러가지 문제들을 일으킬 수 있다.

2) 블로우 다운의 조절대상

- 염소이온 농도
- 보일러 관수의 pH
- 부착 또는 침전된 고형물질

5 보일러 안전사고

1) 보일러 안전사고의 발생

- 보일러 등체 파열
- 보일러 연소실 내 미연소가스 체류로 인한 가스폭발
- 보일러가스 유입에 따른 중독사고

2) 산업용 보일러의 안전장치 종류

- 안전밸브
- 압력제한 장치(압력차단 SW)
- 과열방지 스위치
- * 설정온도(최고사용 압력하의 포화온도 + 10도)에서 전원을 차단하는 방식
- 저수위 차단장치
- 연소 안전장치(프로텍트 릴레이 기능)



- 보일러 연소실 내 미연소가스 체류로 인한 가스폭발
- 보일러가스 유입에 따른 중독사고

2) 산업용 보일러의 안전장치 종류

- 안전밸브
- 압력제한 장치(압력차단 SW)
- 과열방지 스위치
 - * 설정온도(최고사용 압력하의 포화온도 + 10도)에서 전원을 차단하는 방식
- 저수위 차단장치
- 연소 안전장치(프로텍트 릴레이 기능)
- 연료공급 안정장치(가스버너 적용)
 - * 가스압력 부족시 안전차단(가스압 하한 SW)
 - * 가스공급 압력초과시 안전차단(가스압 상한 SW)
- 가스누설안전장치
- 미연소 가스 배출 안전장치

#핫플탐방

경주시 아이브필라테스
 모던&클래식필라테스 조화
 바른자세다이어트지도자과정
 리뷰 100 >

광고 ⓘ

<

1 / 6

>



7. 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 기어 및 감속기 유지보수에 관한 기술지침상

“기어 및 감속기의 보수시 유의사항” 중 5가지를 쓰시오(13) (코샤가이드 M-148-2012)

출제 오류가 인정되어 전원 만점 처리

※ 안전보건기준에 관한 규칙에 따른 기어 및 감속기 유지보수에 관한 기술지침은 없음.

- ❖ 안전보건기준에 관한 규칙의 내용중에 이런 지침이 있다는 오해를 불러 일으킬 수 있는 문제로 상기 기술지침은 단지 코샤 가이드의 한 부분일 뿐. 수많은 수험생들이 국민신문고, 안전보건공단, 인력공단 등에 민원을 제기하여 결국 만점처리.
- ❖ 상식적으로 보면 그냥 풀 수도 있는 문제이나 국가고시인 만큼 출제도 엄격해야 함을 보여주는 사례로 향후 이런 오류를 없애기 위해 답이 명확한 문제를 출제할 가능성 높음

- 1) 과부하 등의 문제가 발생되면 부하에 견딜 수 있는 기어로 교체하거나 부하를 줄여 주어야 한다.
- 2) 감속기의 용량과 각 부품에 미칠 수 있는 영향을 고려하지 않고 기어 재료를 변경하게 되면 기어에 전달되는 부하의 분배가 변경될 수 있으므로, 임의로 기어 재료를 변경 하거나 추가하지 아니한다.
- 3) 용접이나 그라인딩 등 열이 가해지는 보수작업은 기어재료에 영향을 주어 성능이 저하될 수 있으므로 주의하여야 한다.
- 4) 윤활유의 성분을 조정하거나 첨가제를 넣어 피팅, 용착, 부식현상 등을 개선할 수 있으나, 베어링과 분사 노즐 등에서의 원활한 흐름을 저해할 수도 있으므로 종합적으로 검토한 후 조치하여야 한다.
- 5) 국부적인 과부하를 해소하기 위한 치면 연마는 피이닝, 용착, 피팅, 균열 등의 문제를 해결할 수는 있으나, 치면 형상의 변경으로 인하여 예기치 않은 부위에 과부하를 유발 시킬 수도 있으므로 충분한 검토가 필요하다.
- 6) 잔류응력 제거나 재료의 성질 개선을 위한 열처리 시에는 뒤틀림이 발생되지 않도록 주의하여야 한다.
- 7) 기어의 기하학적 형상과 작은 틈새로 인하여 기어에 손상이 발생되면 손상이 빠른 속도로 확산될 수 있으므로 엄격한 검사와 유지보수가 필요하다.
- 8) 대형 기어의 경우 조달하는 데 많은 시간이 소요되므로 일정한 주기마다 철저한 점검을 필요로 한다.
- 9) 한 쌍의 기어중에서 한 쪽이 손상되었을 경우 치합 등을 고려하여 양 기어를 동시에 교체하는 것이 바람직하다.

❖ 2013년 단답형 4번 문제로 기어 손상의 종류 5가지와 각각에 대한 손상방지대책을 간단히 기재하라는 문제가 출제 되었습니다. 따라서 기출문제에 출제된 코샤 가이드는 반드시 읽어 보고 앞뒤쪽 부분도 같이 봐야 합니다.



8. 컨베이어에 관하여 다음 물음에 답하시오. **신출**

1) 컨베이어의 종류 중 5가지를 쓰시오. (고시 제2022-69호 별표 2, 6호)

- (1) 벨트 또는 체인컨베이어
- (2) 롤러 컨베이어
- (3) 트롤리 컨베이어
- (4) 버킷 컨베이어
- (5) 나사 컨베이어

2) 컨베이어 작업 시작 전 점검사항 4가지를 쓰시오. (안전보건기준규칙 별표 3, 13호)

- (1) 원동기 및 풀리 기능의 이상유무 (기본교재 P.389)
- (2) 이탈 등의 방지장치 기능의 이상유무
- (3) 비상정지장치 기능의 이상유무
- (4) 원동기·회전축·기어 및 풀리 등의 덮개 또는 울 등의 이상유무

3) 컨베이어 작업 시 안전작업수칙 중 5가지를 쓰시오. (기본교재 P.389)

- (1) 작업 중 컨베이어를 타고 넘기 위해서 기계에 올라타는 일이 없도록 할 것
- (2) 덮개 등이 있을 경우, 이것을 벗긴 채로 작업하지 말 것
- (3) 운전 중 컨베이어에 근로자의 탑승을 금지 할 것(안전보건규칙 86조). 단, 근로자를 운반할 수 있는 구조를 갖춘 컨베이어 등의 추락, 접촉 등에 의한 위험을 방지 할 수 있는 조치를 취한 경우는 제외
- (4) 스위치를 넣을 때는 미리 분명한 신호를 할 것
- (5) 운전상태에서는 벨트나 기계 부분을 청소하지 말 것

❖ 안전작업수칙은 서적 외 공단 OPL, 팜플렛 등 여러 군데에 나와 있으므로
상식적으로 기재시 다양하게 인정



9. 산업안전보건기준에 관한 규칙상 동력을 사용하는 향타기 또는 향발기에 대하여 무너짐을 방지하기 위하여 사업주가 준수하여야 하는 사항 중 5가지를 쓰시오 (21/22)

(안전보건규칙 209조)

- 1) 연약한 지반에 설치하는 경우에는 각부(脚部)나 가대(架臺)의 침하를 방지하기 위하여 깔판·갈목 등을 사용할 것
- 2) 시설 또는 가설물 등에 설치하는 경우에는 그 내력을 확인하고 내력이 부족하면 그 내력을 보강할 것
- 3) 각부나 가대가 미끄러질 우려가 있는 경우에는 말뚝 또는 쐐기 등을 사용하여 각부나 가대를 고정시킬 것
- 4) 궤도 또는 차로 이동하는 향타기 또는 향발기에 대해서는 불시에 이동하는 것을 방지하기 위하여 레일 클램프(rail clamp) 및 쐐기 등으로 고정시킬 것
- 5) 버팀대만으로 상단부분을 안정시키는 경우에는 버팀대는 3개 이상으로 하고 그 하단 부분은 견고한 버팀·말뚝 또는 철골 등으로 고정시킬 것
- 6) 버팀줄만으로 상단 부분을 안정시키는 경우에는 버팀줄을 3개 이상으로 하고 같은 간격으로 배치할 것
- 7) 평형추를 사용하여 안정시키는 경우에는 평형추의 이동을 방지하기 위하여 가대에 견고하게 부착시킬 것