

【13년】 *(00년 / 반복년도) *흑색(법령/일반서적) *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 테이블의 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 : 윤착 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 슷돌의 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, 슷돌은 고속으로 회전하기 때문에 연삭작업 중 슷돌이 파괴될 경우 작업자에게 큰 재해를 초래할 수 있다. 따라서 슷돌의 파괴원인을 정확히 알고 각 원인에 따른 방호대책을 정확히 아는 것은 안전한 연삭작업을 위해 반드시 필요한 사항이다.

2. 본 론

스�돌의 파괴원인은 슷돌의 강도 이상의 큰 힘이 작용했기 때문이지만 그 원인은 상당히 복잡하다. 그러나 일반적으로 널리 알려진 슷돌의 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 슷돌을 사용한 경우

(이는 슷돌의 운반 및 취급 관리상 결함에서 발생)

(3)축이 고속회전시 팽창하여 슷돌에 **균열**을 발생시킨 경우

(이는 축과 슷돌간의 여유가 없는 경우에 발생)

(4)스�돌이 지나치게 **고속**으로 회전하는 경우

(이는 슷돌의 **최고사용 원주속도**를 준수하지 않아 발생)

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

(이는 진동을 발생시켜 슷돌이 파괴된다)

(6)현저하게 **플랜지 지름**이 작은 경우

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

(7)일감으로 **스�돌의 측면**을 과도하게 가압했을 경우

(이는 특히 슷돌이 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, 슷돌의 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, 슷돌의 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, 슷돌의 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)스톨 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 연삭스톨의 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 연삭스톨에 충격을 가하지 않는다.
2. 작업 시작전 1분 이상 시운전, 슷돌 교체시에는 3분 이상 시운전을 실시하고 연삭스톨 제조 후 시운전시에는 규정 속도의 1.5배 속도로 시운전을 한다.
3. 시운전에 사용하는 연삭스톨은 작업 시작전에 육안에 의한 외관검사 및 타음검사 등을 통해 결함의 유무를 사전 확인 후 시운전을 한다.
4. 연삭스톨의 최고사용 원주속도를 초과하여 사용하지 않는다.
5. 측면을 사용하는 것을 목적으로 하는 연삭스톨 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.

※연삭스톨의 수정인 드레싱과 트루잉 설명

※연삭스톨의 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, 압력제한스위치 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 발생한 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 ‘매니퓰레이터의 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 매니퓰레이터의 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.