

【공작기계 안전기준 일반에 관한 기술상의 지침】

제18조(유공압장치 공통사항) *15년 9번 기출

- ① 정전 또는 전기적 고장이 발생하였을 경우에도 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없는 구조로 해야한다.
- ② 압력스위치를 설치하는 등 압력변동에 의한 위험을 방지하기 위한 조치가 강구되어 있어야 한다.
- ③ 안전하게 점검할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- ④ 어큐뮬레이터를 사용하는 회로는 전원이 차단되었을 경우에도 작동회로에 관계 없이 어큐뮬레이터가 필요로 하는 압력을 유지하도록 연동되어 있어야 한다.
- ⑤ 플렉시블 호스는 파손 시 근로자에게 위험하지 않도록 조치를 강구하는 것이 바람직하다.
- ⑥ 방향제어 밸브는 명판을 부착하는 등 작동방향을 표시하기 위한 조치가 강구되어 있어야 한다.
- ⑦ 압력계는 회로명 및 사용압력이 표시되어 있어야 한다.
- ⑧ 1미터 떨어진 위치에서 측정한 연속음이 소음수준(레벨)이 가능한 한 85데시벨[dB(A)]이하가 되어야 한다.

제19조(유압장치) : 온도 누 공기 정압 개별급

- ① 주위의 온도가 섭씨40도 이하인 경우, 가능한 한 유압유의 온도가 섭씨65도를 넘지 않는 회로 및 구조로 하여야 하며, 섭씨65도를 넘는 것에는 유압장치에 덮개를 설치하여야 한다.
- ② 유압유가 누설될 우려가 없는 구조로 하여야 한다.
- ③ 유압배관, 유압실린더 등은 공기를 쉽게 빨 수 있는 구조로 하여야 한다.
- ④ 호스 어셈블리에는 정격압력이 표시되어 있어야 한다.
- ⑤ 유압유를 다량으로 사용하는 개방형의 유압장치는 인화 또는 폭발의 우려가 없는 구조로 하고 또한 근로자가 보기 쉬운 곳에 취급상의 주의사항이 표시되어 있어야 한다.
- ⑥ 유압장치에는 안전밸브를 설치하여야 한다. 다만, 가변토출펌프를 사용하는 유압장치에 대하여는 그러하지 아니하다.
- ⑦ 급유구는 유압유를 쉽게 공급할 수 있는 위치에 설치하고 또한 급유구 가까이에는 사용하는 유압유의 종류를 표시하여야 한다.

【M-110-2012 / 회전기계의 진동감시 기술기준】

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) **진동 격렬도**”란 진동의 격렬한 정도를 포괄적으로 나타내는 양으로 기계의 진동격렬도는 베어링이나 부착대 위의 지정된 점에서 측정한 진동속도의 rms 값에 대한 최대값을 말한다.
- (나) **“진동 속도의 rms값**”이란 진동속도를 측정, 표현하는 실효값으로 제곱평균값의 제곱근이다.

[M-114-2012 / 윤활유 분석에 의한 고장진단 기술지침] *17년 1번 기출

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (다) “점도지수” 는 온도에 따른 석유제품의 점도변화를 **특정화**하기 위하여 높은 점도지수는 작은 점도변화를, 낮은 점도지수는 큰 점도변화를 나타내는데 사용되는 **일반적인 등급의 수**를 말한다.
- (라) “유동점” 이라 함은 시료를 45℃로 가열한 후 시료를 교반하지 않고 냉각했을 때 시료가 유동하는 **최저온도**이며 0℃를 기점으로 하여 2.5℃의 정수배로 표시한 수를 말한다.

4. 윤활유의 기능 : 마냉밀 방세웅

기계에 윤활유를 사용하는 것은 일반적으로 윤활유가 다음의 기능을 하기 때문이다.

4.1 마모방지작용

금속마찰면 사이에 윤활유막을 생성시킴으로써 고체마찰이 액체마찰로 바뀌어져 마찰을 감소시키고 마찰면의 마모를 방지하는 작용을 한다.

4.2 냉각작용

마찰이 있는 부위에는 마찰열이 발생되고 이것이 축적되면 온도가 올라가 윤활유의 점도가 저하되고 유막이 얇게 되어 고장의 원인이 되므로, 윤활유를 순환주입함으로써 발생한 마찰열을 제거하는 냉각작용을 하게 한다.

4.3 밀봉작용

작동부분에 유막을 형성하여 밀봉을 보조하는 작용을 한다.

4.4 방청작용

금속면이 부식되는 것은 물과 산소 때문이며 염분이 가해지면 부식은 더욱 심해진다. 윤활유는 금속표면에 유막을 만들고 공기와의 접촉을 방지함과 동시에 수분의 침입을 허용하지 않으므로 부식되는 것을 방지하는 작용을 한다.

4.5 세정작용

기계를 사용하면 윤활부위에 마모된 금속입자, 먼지, 미연소 탄소가루 등이 생성 또는 침투되므로, 윤활유는 이들을 용해 또는 분해하여 기름속에 분산시켜 마찰면을 청정하게 유지하는 작용을 한다.

4.6 응력분산작용

윤활부위에 국부적 또는 순간적 고압이 발생되면 접촉점에 큰 압력이 걸리고 금속내부에는 큰 응력이 생긴다. 이게 반복되면 금속이 피로하여 마모 또는 파손의 원인이 된다. 윤활유는 액체의 성질로 국부압력을 액 전체에 균등하게 분산시키는 응력분산작용을 한다.

5. 윤활유의 선정기준 : 윤성열 마미부 반응성 내내발열 물친분

기계에 적합한 윤활유를 선정할 때에는 다음의 성질을 고려한다.

5.1 윤활성과 열전달 성질

마모방지작용과 냉각작용이 좋은 윤활유를 선정한다.

5.2 마모된 금속입자 또는 미연소 탄소가루 등을 부유 시키는 성질

세정작용이 좋은 윤활유를 선정한다.

5.3 반응성

윤활유가 산성이나 알칼리성 물질이 될 경우에는 접촉하는 금속표면과 반응을 일으켜 부식이 발생하고 윤활성능이 저하되므로 기계 재료와의 반응성을 고려한다.

5.4 내산성

윤활유에 산성물질이 포함되면 윤활유를 변질시키거나 기계재료를 부식시켜 위험물질을 누출시킬 위험이 있으므로, 산성물질을 조절하는 성질이 필요하다.

5.5 물과의 친화성 및 분리성

(1) 물은 기계재료의 부식원인이 되므로 윤활유가 물과 혼합되는 성질을 가지면 부식방지 능력이 향상된다.

(2) 절삭유, 압연유, 불연성작동유 등에는 물과의 친화성이 있는 윤활유를 사용한다.

(3) 물과 분리되는 성질의 윤활유는 스팀터빈이나 엔진 등 수증기를 취급하는 기계에 사용한다.

5.6 발포성

윤활유 사용 중 거품이 일어나면 산화를 촉진하고 윤활유 펌프의 기능을 감소시키며 윤활능력, 냉각능력을 저하시켜 정상운전을 할 수 없게 하므로 발포성이 적은 윤활유를 사용한다.

5.7 내산화성

(1) 윤활유는 사용 중 공기중 산소와 산화작용을 일으키고, 열과 압력, 수분 또는 금속입자 등의 오염에 의하여 산화속도가 증가된다.

(2) 산화작용은 윤활유를 열화시켜 기계의 원활한 운전을 방해하므로 산화에 대한 저항성이 큰 윤활유를 사용한다.

5.8 열안정도

(1) 윤활유는 고온에서 열분해를 일으켜 산화, 증발, 중합, 축합 등의 작용을 하고 슬러지를 발생시킨다.

(2) 열안정도가 나쁜 윤활유를 사용하면 쉽게 열화되고 슬러지가 발생되어 기계를 오염시키고 윤활·냉각 성능이 저하되어 고장의 원인이 된다.

6. 윤활유 품질관리

- (1) 부적합한 윤활유가 섞이거나 투입되면 기계의 정상 성능 발휘에 문제가 생기며, 적정 윤활유와 물리적·화학적으로 반응을 일으키게 되므로 저장 탱크에 투입시 주의한다.
- (2) 하나의 설비에서는 사용하는 윤활유의 종류를 최소화한다.
- (3) 설비제작자가 요구하는 윤활유의 사양과 윤활유 제작자의 성분표시표를 참조하여 윤활유의 작용을 검토하면 설비에 적합한 단일 윤활유를 선택할 수 있다.
- (4) 새로운 장비를 설치할 때에는 이미 사용되고 있는 윤활유를 사용할 수 있도록 장비사양서에 기록하여 발주한다.
- (5) 윤활유 저장탱크 투입구, 윤활유 보관 용기에는 사용 또는 저장되는 윤활유의 이름을 표시한다.
- (6) 기계·장비 이력서 또는 기계관리 대장에는 윤활유의 종류와 윤활유 공급방법 및 시기 등이 기록되어 있어야 한다.
- (7) 새로 구매되어 반입된 윤활유는 시료를 채취하고 분석하여 잘못된 제품의 공급을 막고, 사용한 윤활유를 분석함으로써 새로운 윤활유에서 얻어지는 결과를 기존 윤활유의 성질과 비교한다.
- (8) 윤활유 공급장치를 사용해 기계적으로 저장탱크에서 일정량을 공급할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

7. 윤활유 분석

7.1 분석목적

7.1.1 기계상태 파악

- (1) 마모된 금속입자 수나 성분을 분석함으로써 진동이나 온도분석에 의하여 감지되는 것보다 많은 종류의 기계손상을 먼저 알 수 있다.
- (2) 물, 연료, 기타 다른 이물질에 의하여 오염되어 있으면 기계의 파손 및 그 위치 등 기계의 상태를 알 수 있다.

7.1.2 윤활기능 유지

윤활유의 상태 감시는 최적의 교환, 기능의 보완 등 윤활유의 품질을 최소의 경비로 유지할 수 있게 한다.

7.2 시료채취

- (1) 시료를 분석하는 실험실에서 요구하는 절차에 따라 시료를 채취한다.
- (2) 시료는 일반적으로 기계 작동온도에서 윤활유가 정제하지 않고 흐르는 부분에서 채취한다.
윤활펌프의 출구 또는 필터나 스트레이너의 전 부분에서 채취한다.
- (3) 시료는 청결한 용기에 채취한다.
- (4) 대상기계가 정상적으로 가동되는 동안이나 기계가 정지한 후 15분 내에 채취한다.
- (5) 시료채취는 항상 같은 방법으로 한다.

7.5 윤활유 분석 결과조치

- (1) 윤활유를 필터링한다.
- (2) 같은 윤활유 또는 다른 사양의 윤활유로 교체한다.
- (3) 윤활유 첨가제의 상실된 기능을 보충한다.
- (4) 유체의 누출 등으로 인한 오염의 근원을 조사한다.
- (5) 기계를 분해하여 마모된 입자의 근원을 찾아 원인을 시정한다.

8. 윤활유 분석 시험 종류 : 점점 유인연 냉연물 생산질 전염산입 부스마 시험

8.1 점도분석

- (1) 점도는 가장 중요한 윤활의 성질이며 쉽게 측정이 가능하다.
- (2) 윤활유는 높은 압력과 온도의 상태에서 유막을 유지할 수 있도록 충분한 점도를 가져야 한다.
- (3) 점도가 너무 높으면 유동성이 적어 윤활기능이 나빠진다.
- (4) 점도의 증가는 산화되거나 먼지·수분·높은 점도유체에 오염되었을 때 나타난다.
- (5) 점도의 감소는 점도가 낮은 유체에 오염되었을 때 나타난다.
- (6) 일반적으로 점도가 정상보다 10% 이상 변화되면 윤활유를 교환한다.

8.2 점도지수

- (1) 점도지수는 온도에 따른 점도의 변화를 나타내는 수치이며 일반적으로 온도가 올라가면 점도는 떨어진다.
- (2) 윤활유의 사용온도는 반드시 일정하지 않고 사용조건에 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.

8.3 유동점

- (1) 유동점이란 윤활유를 저어주지 않고 냉각하였을 때 흐를 수 있는 최저의 온도이다.
- (2) 냉동장치나 저온환경에서 윤활유의 사용 유무와 저장 공급을 결정하는데 중요하다.
- (3) 높은 유동점을 가진 윤활유를 예비로 설치된 기계나 낮은 온도에서 사용할 때에는 저장탱크에 가열장치를 설치한다.

8.4 인화점 및 연소점

8.5 냉각제 오염

8.6 물오염

- (1) 스팀터빈 등에서는 물오염에 대한 문제가 자주 발생한다.
- (2) 물은 공기 중에서 응축되거나 냉각기에서 누출되어 윤활시스템에 침투된다.
- (3) 윤활유에 포함된 물 양의 미세한 변화를 측정하는 시험방법은 여러 가지가 있으나 하나의 설비에는 그 설비에 적합한 시험방법과 결과 해석법이 정립되어 있어야 한다. 냉동압축기 윤활유의 경우에는 매우 정밀한 시험을 하여야 한다.

- (4)일반적으로 수분함량이 0.2 %보다 큰 경우에는 윤활유 교환 등 조치를 취하여야 한다.
- (5)심한 응력을 받는 구름베어링의 경우는 0.01 %의 수분오염에도 수명이 절반으로 감소될 수 있다.

8.7 연료희석

- (1)내연기관 등의 윤활유 분석에 중요한 시험이다.
- (2)윤활유에 연료가 혼입되면 많은 성질이 변화한다.
- (3)디젤엔진 윤활유 경우에는 미연소 탄소가루 오염에 대한 시험을 실시하며, 이 시험은 엔진운전 효율과 상태를 측정하는데 도움을 준다.

8.8 생산제품 오염

8.9 산화 및 질화

- (1)윤활유에 포함된 첨가제가 산화를 방지하고 있으나 첨가제가 소모되거나 변화되면 윤활유가 산화되기 시작한다.
- (2)산화가 시작되면 윤활유의 막이 두꺼워지고 침전물과 부식성 물질이 생성된다.
- (3)질화는 내연기관에서 특히 발생되며 분체를 생성하여 침전시키고 산화를 가속화시킨다.
- (4)윤활유에 산화와 질화가 측정되면 즉시 대책을 세워 조치하여야 한다.

8.10 전산가 (Total acid number)

8.11 전염기가(Total base number)

8.12 입자수

8.13 부식시험

8.14 스펙트럼 분석

8.15 마모입자 분석 : ①철분 분포 측정 ②철분 입도 분석

8.16 시료윤활유의 현장시험

[M-148-2012 / 기어 및 감속기의 유지보수에 관한 기술지침] *13년 4번 / 22년 7번 기출

4. 기어의 안전한 사용

- (1) 설계 허용치 보다 높은 하중이나 빠른 속도에서 사용하여서는 아니된다.
- (2) 기어의 정격 동력을 초과하는 구동설비를 사용하여서는 아니된다.
- (3) 여러대의 감속기로 설비를 구동하는 경우 각 감속기는 예상되는 최대전달하중의 110%이상을 전달할 수 있는 정격 능력을 갖도록 설계되어야 한다.

4. 기어의 손상과 손상방지

4.1 손상방지 주요 요건

- (1) 과부하나 피로에 의한 손상을 방지할 수 있는 강도를 유지하여야 한다. 이를 위하여 용도에 따라 아래의 “하중계수(Service factor)”를 설계에 반영한다.

부하의 종류	용 도	하 중 계 수	
		전동기 구동	터빈 또는 엔진구동
정속 운전	발전기, 팬 등	1.25	1.5
중간정도의 충격	원심식·로타리 펌프 및 압축기, 제지기계, 카렌더 등	1.5	1.75
심한 충격	왕복동식 압축기, 압출기, 파쇄기, 압연기, 대형믹서, 킬른 등	2.0	2.25

- (2) 피팅(Pitting), 박리, 마멸 등을 방지할 수 있는 면압강도를 유지하여야 한다.
- (3) 과열 등에 의한 손상 및 열에 의한 직·간접적 영향을 방지하기 위하여 적절한 열방산 또는 냉각 등을 유지하여야 한다.

4.2 손상의 종류와 손상방지 : 2013년 4번 기출

- 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.

8)소입균열 : 열처리 부적정, 절삭자국 등에 의해 이뿌리 또는 이 끝에 나타난 검은 균열자국이다

*대책 : 소입시방서에 따라 적정 열처리하고 절삭자국 등을 제거한다.

5. 기어의 윤활

(1)윤활은 기어의 성능유지에 지대한 영향을 미치므로 적합한 윤활방식을 채택하고 수시로 윤활유 레벨 및 윤활유 상태를 점검하여 주기적으로 교체하여야 한다.

(2)개방기어는 일반적으로 점도가 높은 기름이나 그리스를 윤활제로 사용한다.

(3)감속기 내의 윤활은 일반적으로 윤활유에 잠겨있는 기어가 회전하면서 윤활유를 분산시켜 윤활하는 방법을 이용한다

(4)고마력, 고속의 기어는 분사 노즐을 부착하여 펌프로 윤활유를 압송하는 순환급유시스템을 이용한다. 각 감속기마다 펌프를 설치하여 개별적으로 급유하는 개별급유방법과 중앙에 펌프와 윤활유 탱크를 두고 여러 기어장치에 윤활유를 보내는 중앙공급방식이 있다.

(5)베어링의 발열 등 윤활에 문제가 발생되면 경고 및 운전의 정지가 이루어지는 안전장치의 설치가 바람직하다.

7.1 분해검사 시기

(1)개방기어는 연 1회 이상의 분해검사를 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(2)심한 충격하중이 가해지는 감속기는 치면의 마멸형태가 안정화될 때까지는 분기별로 분해검사를 실시하고, 안정화되고 나면 1년 주기로 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(3)중간 및 가벼운 충격하중이 가해지는 감속기는 운전시간이 17,000시간에 도래하거나 가동 후 3년 시점 중 먼저 도래하는 때에 분해검사를 실시하는 것을 원칙으로 한다.

(4)모든 기어의 분해검사 주기는 최대 3년을 초과하지 않는 것을 원칙으로 한다.

(5)가동중 육안검사, 마멸된 입자의 검사, 진동, 윤활유 온도 및 압력 등에서 이상징후가 발견되면 분해검사를 실시한다.

8. 보수시 유의사항 : 22년 7번 기출 (출제오류로 전원 25점 처리)

- (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 변경하거나 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 유발시킬 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.

[M-63-2012 / 10가지 소음억제 기술에 관한 기술지침]

4. 소음 제어기술

4.1 감쇠(Damping)

(1) 제진재를 판재금속 표면에 붙이는 개방층 감쇠

(2) 얇은 판 형태의 감쇠제를 판재금속 사이에 설치하는 폐쇄층 감쇠

4.2 웬(Fan)의 최적 설치 : 웬의 효율이 최대일 때 최소 소음 발생

4.3 덕트작업(Duct work)

4.4 웬 속도 감소 : 웬 속도 감소시 소음 감소

4.5 공기 배출 : 잘 설계된 소음기는 배압(Back pressure)을 증가시키지 않는다.

4.6 공기 노즐 교체 : 공기 노즐을 유입장치를 갖는 형태로 교체

4.7 진동 절연 패드 : 코르크가 부착된 고무패드 사용

4.8 설치 사용 중인 기계 가드 : 틈새가 최소화 되도록 개선

4.9 체인과 타이밍 벨트 : 조용한 타이밍 벨트로 교체

4.10 전기모터 : 웬, 펌프 등에 사용되는 전기모터를 저소음 모터로 교체 및 시스템에 내장

[M-61-2017 / 산업용 로봇의 사용 등에 관한 안전 기술지침]

3. 용어의 정의

- (가)"산업용 로봇" 이라 함은 매니퓰레이터 및 기억장치(가변 시퀀스 제어장치 및 고정 시퀀스 제어장치를 포함)를 가지고 기억장치 정보에 의해 매니퓰레이터의 굴신, 신축, 상하이동, 좌우 이동 또는 선회동작과 이러한 동작의 복합동작을 자동적으로 행할 수 있는 기계를 말한다.
- (나)"매니퓰레이터"라 함은 인간의 팔과 유사한 기능을 가지고, 다음 중 몇개의 작업을 실시할 수 있는 것을 말한다.
- 그 선단부에 맞는 메커니컬 핸드(Mechanical hand, 인간의 손에 해당하는 부분), 흡착 장치 등에 의해 물체를 파지하고 공간으로 이동시키는 작업
 - 그 선단부에 설치된 도장용 스프레이 건, 용접 토치 등의 공구에 의한 도장, 용접 등의 작업
- (다)"가동범위" 라 함은 기억장치의 정보에 근거하여 매니퓰레이터 및 그 밖의 산업용 로봇의 각 부분(매니퓰레이터의 선단부에 설치된 도구를 포함)이 구조상 움직일 수 있는 최대의 범위를 말한다. 단, 이 구조가 움직일 수 있는 최대의 범위 내에 전기적 또는 기계적 스톱퍼가 있는 경우에는 해당 스톱퍼에 의해 매니퓰레이터 및 그 밖의 산업용 로봇의 각 부를 작동할 수 없는 범위는 제외한다.
- (라)"교시 등" 이라 함은 산업용 로봇의 매니퓰레이터 동작의 순서, 위치 또는 속도 설정, 변경 또는 확인을 말한다

4.1.2 안전 기능

(1)산업용 로봇과 접촉에 의한 위험을 방지하기 위해 다음 기능을 가진다.

- (가)운전상태를 교시상태로 전환했을 경우에 매니퓰레이터의 작동속도가 자동적으로 감소할 것.
- (나)매니퓰레이터의 출력을 조정할 수 있는 것에 있어서는 운전 상태를 교시상태로 전환했을 경우에 당해 출력이 자동적으로 감소할 것.
- (다)다음 경우에는 근로자에게 위험이 발생할 우려가 없는 상태에서 자동으로 운전을 정지할 것.
- ①유압, 공압 또는 전압의 변동에 의해 오작동의 우려가 생겼을 경우
 - ②정전 등에 의해 구동원이 차단되었을 경우
 - ③관련 기기에 고장이 발생했을 경우
 - ④제어장치에 이상이 발생했을 경우

- (라)비상 정지장치 또는 (다)의 기능 작동에 의해 운전을 정지하는 경우, 사람이 재기동 조작을 하지 않으면 운전을 개시하지 않을 것.

(2)근로자 등이 접촉함으로써 매니퓰레이터에 충격력이 가해졌을 경우에 자동적으로 운전을 정지하는 기능을 가지는 것이 바람직하다.

4.1.4 조작반

(1) 공통사항

(가) 조작반의 다음 기능을 가진 스위치는 해당 스위치 기능을 알기 쉽게 표시 할 것.

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| ①전원의 켜기/끄기 | ②유압 또는 공압원의 켜기/끄기 |
| ③기동/정지 | ④운전 상태(자동, 수동, 교시, 확인 등)의 변환 |
| ⑤매니퓰레이터의 작동 속도의 설정 | ⑥매니퓰레이터의 작동 |
| ⑦비상 정지장치의 작동 | |

(나) 조작하기 쉬운 구조의 적색 비상 정지장치용의 스위치를 조작하기 쉬운 위치에 구비할 것.

(다) 비상정지장치용 스위치 주위에는 오조작에 의한 위험이 생길 우려가 있는 다른 스위치가 설치되지 않을 것.

(2) 고정형 조작반

(가) 자동/수동 운전 상태의 변환 스위치가 갖춰져 있을 것.

(나) 교시 또는 확인의 운전 상태(수동 운전 상태에 한함)로 전환하기 위한 스위치를 가지는 고정형 조작반에 있어서는 해당 운전 상태인 것을 나타낼 수 있는 램프 등을 구비할 것.

(다) 자동 운전 상태인 것을 나타낼 수 있는 램프 등이 갖춰져 있을 것.

(라) 접지용 단자가 설치되어 있을 것.

(마) 비상정지장치용의 스위치 이외의 스위치는 작업자의 의도하지 않는 접촉 등에 의한 산업용 로봇의 불의의 작동을 방지하기 위하여 덮개 등을 갖추고 있으며, 문힘형일 것.

(3) 이동식 조작반

(가) 이동식 조작반에 의해 산업용 로봇을 조작하고 있는 동안은 당해 조작반이외의 기기에 의해 당해 작업용 로봇의 조작(비상 정지장치의 조작을 제외함)을 실시할 수 없는 구조일 것.

(나) 교시 운전 상태에서 사용하는 매니퓰레이터를 작동시키기 위한 스위치는 당해 스위치로부터 손을 떼면 자동적으로 당해 산업용 로봇이 운전을 정지하는 구조일 것.

(다) 이동식 조작반에 접촉하는 이동전선은 그 손상에 의한 위험을 방지하기 위해서 필요한 강도 및 내마모성을 가질 것.

6. 사용

(2) 출입구를 설치하는 경우에 있어서는 다음 몇 가지 조치를 강구할 것.

(가) 출입구에 문 등을 설치하거나 로프, 쇠사슬 등을 설치하여, 이것들을 열거나 분리할 경우에 비상정지장치가 자동적으로 작동하는 기능(인터록기능)을 가지는 안전플러그 등을 설치할 것

(나) 출입구에 6.1.2의 광선식 안전장치 또는 안전 매트를 설치할 것

(다) 출입구에 운전 중 출입금지를 알리는 한편 근로자에게 그 취지를 알릴 것

[M-162-2013 / 양중기에 관한 일반 안전지침]

3. 용어의 정의

- (나) “**잠금/표지(Lock Out Tag Out, LOTO)**” 라 함은 기계설비의 정비 등 작업 중에 갑작스런 에너지(전기, 스팀, 인화성 물질 등)의 공급으로 기계설비가 작동하여 일어나는 재해를 예방하기 위해 에너지 차단장치에 열쇠 잠금 또는 경고표지를 부착하는 것을 말한다.

4. 양중기 재해 유형

양중기는 화물을 싣고 상하, 좌우 회전 등으로 이동하는 기계이기 때문에 항상 위험요인이 잠재되어 있고 작업자 또는 주변 사람들에게 아래와 같은 형태의 재해를 일으킨다.

- (1) 양중기 이동부(Moving part)와의 부딪힘
- (2) 화물 낙하에 의한 부딪힘
- (3) 신체 일부가 기계 구동부(롤러, 벨트체인 등)에 끼이는 끼임
- (4) 날카로운 모서리로부터 찢김, 긁힘, 절단
- (5) 양중기 이동부와 벽 등 고정설비 사이에 끼이는 끼임
- (6) 양중기로부터 전기적 감전
- (7) 양중기 또는 부품의 작동불량으로 화물에 맞음
- (8) 부식 및 재료의 열화에 의한 양중기의 무너짐
- (9) 운전자의 교육훈련 부족 또는 부적격자의 운전으로 인한 사고
- (10) 정비 불량에 의한 설비 및 부품의 신뢰도 저하로 잦은 고장에 의한 사고

5. 양중기 안전 고려사항

양중기를 사용할 때에는 양중기가 가지고 있는 잠재적 위험요소를 이해하고 재해예방을 위하여 아래의 안전사항을 고려하여야 한다.

- (1) 양중기는 인양목적으로 사용하는데 충분한 용량을 갖고 있으며 안정적이고 적절하여야 한다.
- (2) 화물 취급 시 화물의 추락이나 근로자와의 충돌 등 양중기에 의한 재해를 방지할 수 있도록 양중기에는 방호장치가 설치되어야 한다.
- (3) 양중기는 작업회전반경 내에는 방해물이 없는 위치에 안전하고 견고하게 설치되어야 한다. 특히 경사지에서는 제조자가 정한 경사각 범위 내에서 사용되어야 한다.
- (4) 양중기에는 정격하중 등 안전사용에 대한 정보가 작업자가 잘 볼 수 있는 곳에 표시되어야 하고, 부속장치인 슬링 및 클램프(Clamp)에도 최대 허용하중 등 안전정보가 표시되어야 한다.
- (5) 양중작업은 적격자(자격자)에 의해 작업계획서대로 안전한 방식으로 행해져야 하며, 필요시 작업현장의 관리감독자를 선임하여야 한다.
- (6) 양중기(이동식크레인 제외)가 사람을 태우는데 사용될 경우 이에 대한 표시와 추가적인 방호장치 및 안전경고 표지가 설치되어야 한다.
- (7) 양중기는 최초 사용 시 안전인증제품을 사용하여야 하며 사용하기 전 또는 최초 사용 시 법적 안전검사를 받아야 한다.
- (8) 안전검사 후 검사자는 검사결과를 사업주에 제출하여야 하며 사업주는 결과에 따른 적절한 개선조치를 하여야 한다.

6.1 양중기의 방호장치

- (1) 과부하 방지장치
- (2) 권과 방지장치
- (3) 비상정지장치 및 제동장치
- (4) 유압을 동력으로 사용하는 양중기는 압력 방출장치
- (5) 혹결이 사용 시 혹해지 장치

6.2 접촉위험이 있는 구동부의 방호조치

작업자의 안전을 확보하기 위하여 구동부에 접촉하지 못하도록 아래의 조치를 하여야 한다.

- (1) 위험한 구동부는 완전히 덮도록 고정식 덮개(볼트, 너트로 고정)를 설치하여야 한다. 필요한 경우 플라스틱 또는 적절한 구멍 크기의 철망 사용이 가능하다.
- (2) 구동부에 고정식 덮개를 사용할 수 없을 경우 다음의 조치를 취하여야 한다.
 - (가) 안전덮개와 인터록(Interlock) 기능을 설치하여 안전덮개가 닫히기 전에는 설비가 작동되지 않는 구조
 - (나) 양중작업 중에는 안전덮개를 열수 없는 구조
 - (다) 운전 중 덮개가 열릴 경우 양중기의 작동이 중지되는 트립(Trip) 시스템
- (3) 작업자에 대한 교육훈련, 제조자의 안전지침 정보제공 및 개인보호구 지급 등의 조치를 하여야 한다.

6.3 제어반의 안전조치

양중기의 제어반은 안전기능을 향상할 수 있도록 아래의 조치를 취하도록 한다.

- (1) 제어스위치(Control switch)는 그 기능을 분명히 스위치에 표시하고 색깔로 구분
- (2) 비상정지 제어장치는 푸쉬버튼(Push button)식으로 하고 운전석에서 손닿는 범위 내에 설치

[M-83-2017 / 타워크레인의 제한장치 및 지시장치에 관한 기술지침]

4. 제한장치와 지시장치

- (1) 9,800 N 이상의 정격용량이나 하중으로 인하여 40,000 N·m 이상의 전복모멘트를 갖는 모든 크레인에는 정격용량 및 모멘트 제한장치와 지시장치를 갖추어야 한다.
- (2) 수동으로 설정하는 방호장치에는 사고에 의한 설정 변경의 위험이 최소가 되도록 하여야 한다 (예, 잠금장치 또는 이중동시 작동금지 장치 등).
- (3) 제한장치나 지시장치를 설계하거나 설치할 때는 제한장치나 지시장치를 시험할 수 있는 방안이 고려되어야 한다. 만약 시험하는 동안 장치 일부분의 해체가 필요한 경우에는, 시험 후 이 장치들을 점검하거나 재설정할 수 있는 설비가 구비되어야 한다.
- (4) 정전이 되었을 경우에도 제한장치와 지시장치의 설정치는 유지되어야 한다.

5. 정격용량 제한장치

- (1) 타워크레인에는 다음 조건을 갖춘 정격용량 제한장치를 부착하여야 한다.
 - (가) 정격용량 제한장치는 크레인의 설치상태나 부하 위치로부터 발생하는 정격용량의 변화를 감지하여야 하며 하물의 인양 중에는 수동설정이나 재조정할 필요가 없어야 한다 (즉, 정격용량 제한장치는 하중을 들어 올린 후부터 내려놓을 때까지는 어떤 수동 설정이나 재조정 없이 그 성능을 유지하여야 한다).
 - (나) 정격용량 제한장치는 달기구(인양기구)에 걸린 하중이 정격용량을 초과할 때는 크레인 제어에 우선하여 다음 사항이 작동되어야 한다.
 - ① 과부하 조건을 더하는 임의의 움직임은 막는 작동
 - ② 하중을 들어올리는 임의의 움직임을 막는 작동
 - (다) 정격용량 제한장치는 운전자가 제어기 기능상실, 과부하를 감소시키는 행위 및 부하를 증가시키지 않으면서 하중을 경감시키는 기능을 방해해서는 안 된다.
- (2) 정격용량 제한장치는 정격용량의 102% 이상 110% 이하에서 작동하여야 한다.

6. 정격용량 지시장치 근접경보는 시청각 / 초과경보는 제어실에서는 시청각, 운전자 등은 청각적.

(1)타워크레인에는 다음 조건을 갖춘 정격용량 지시장치를 부착하여야 한다.

정격용량 지시장치가 장착되면 정격용량 제한장치와 같이 크레인의 설치 상태나 하중의 위치를 고려하여, 다음의 경보를 발하여야 한다.

(가)운전자에게 시청각적으로 하중이 정격용량에 근접했음을 경보

(나)운전자 또는 크레인 가까이에 있는 사람에게 시각적이나 음향으로 하중이 정격용량을 초과했음을 경보

(2)정격용량에 근접함에 따라 정격용량 지시장치는 명확하고 연속적인 시청각 경고를 운전자에게 제공하여야 한다. 경고는 정격용량의 90% 이상 95% 이하에서 시작하여야 한다.

(3)원격제어기(Remote control)가 설치된 타워크레인에 설치되는 정격용량 지시장치의 형식은 시각 정보신호이어야 한다.

(4)정격용량 지시장치는 정격용량이 초과되면 명확하고 연속적인 경보를 발하여야 한다.

경보는 운전자의 제어실에서는 시각적이어야 하고, 크레인 운전자 및 크레인 근처에 있는 사람들에게는 청각적이어야 한다. 경보는 정격용량의 102% 이상 110% 이하에서 발하여야 한다.

(5)지시장치가 정확히 작동되는지를 확인하기 위해 정기적인 기능검사를 실시할 수 있는 시스템이 갖추어져야 한다.

(6)청각적인 경보가 작동하고 있을 때, 시각적 및 청각적인 경보가 똑같은 상황에서 사용될 경우를 제외하고 크레인 운전자가 제어실의 청각적인 경보를 무효화할 수 없어야 한다. 청각적인 경보가 필요한 조건이 되면 경보는 자동적으로 작동되어야 한다.

(7)정격용량 접근 경보와 과부하 경보는 명확히 구별되어야 한다. 예를 들면, 시각적인 경보에서 정격용량 접근에 대한 경보와 과부하에 대한 경보를 구분하는 색을 사용해야 한다.

7.1 작동 제한장치 / 7.2 성능 제한장치

작동 제한장치	성능 제한장치
권 권선주 이모 기지로 횡 ①권상 제한장치 ②권하 제한장치 ③선회 제한장치 ④주행 제한장치 ⑤이동 운전실 제한장치 ⑥모멘트 제한장치 ⑦기복 제한장치 ⑧지브 당김 제한장치 ⑨로프 늘어짐 제한장치 ⑩횡행 제한 장치	속도가 자동제동 없이 최대 허용 속도를 초과할 수 있는 위험이 존재하는 경우 타워 크레인은 작동속도가 설계한도 내에 있도록 다음과 같은 성능 제한장치와 함께 장착하여야 한다. 권하기 속도 ①권상속도 제한장치 ②권하속도 제한장치 ③기복속도 제한장치(기복작동이 있는 경우)

8. 작동 및 성능 지시장치

(1)크레인의 중심선과 하물의 중심선 간의 수평거리를 표시하기 위하여 타워크레인에는

반지름 지시장치를 장착해야 한다. 지시장치는 두개의 연속적인 단계의 하중비가 1.5 : 1 이하가 되도록 정보를 표시해야 한다. 어떤 경우에서나 하중의 위치와 하물의 최대 반지름은 주어져야 한다.

[M-42-2012 / 천장주행크레인의 안전작업에 관한 기술지침]

4. 안전작업방법

- 4.2 운전실 조작식 천장주행크레인의 운전
- 4.3 지상조작식(펜던트 스위치 조작식) 천장주행크레인의 운전
- 4.4 무선조작식 천장주행크레인의 운전

5. 안전설비 설치기준 : 출경빔스 추종

- 5.1 계단 또는 사다리 입구 출입문 및 경보장치
- 5.2 크레인 본체 출입문 및 경보장치
- 5.3 접근 방지용 스톱퍼
- 5.4 충돌·협착 예방용 빔 센서
- 5.5 종합경보 수신반
- 5.6 추락방지용 안전대 걸이

[M-90-2011 / 천장주행크레인의 안전작업에 관한 기술지침]

5.1 로프 선정계수(C)의 산출 : $C = \sqrt{(Z/K \cdot R)}$

- *C : 로프 선정계수(최소값 / mm)
- *Z : 최소 실질사용계수(<표 2>참조)
- *K : 로프 구조에 따른 최소 파단하중의 실험계수(<표 1>참조 혹은 로프공급자가 공급한 값)
- *R : 와이어로프의 최소인장강도(N/mm²)

5.2 최소 로프지름 계산 : $d_{min} = C\sqrt{S}$

- *dmin : 최소 로프지름(mm)
- *C : 로프 선정계수(mm)
- *S : 로프의 최대장력(또는 응력 / 단위 N)

5.3 사용 로프 : 로프지름(d)은 dmin와 1.25×dmin의 범위 내 이어야 한다.

5.4 최소 파단하중 : $F_{min} = S \cdot Z$ *실제 선정된 로프의 최소 파단하중값은 이보다 작으면 안된다

- *S : 로프 최대장력(N)
- *Z: 최소 실질사용계수

[M-186-2015 / 크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용 와이어로프의 작업에 관한 기술지침]

3. 용어의 정의

- (타) “로프지름” 이라 함은 로프 임의의 단면에서 외접원의 지름을 말한다.
- (하) “정격하중” 은 크레인의 권상(호이스팅)하중에서 혹 또는 버킷(Bucket) 등 달기기구 중량에 상당하는 하중을 뺀 하중을 말한다. 다만, 지브(Jib)가 있는 크레인 등으로서 경사각의 위치에 따라 권상능력이 달라지는 것은 그 위치의 권상하중에서 달기기구의 중량을 뺀 하중을 말한다.

5.1 혹의 종류 및 구조

- (1) 혹은 모양에 따라 생크 혹(S)과 아이 혹(E)으로 분류한다.

6. 혹 해지장치

6.1 적용기준

중량물 운반시 사용되는 운반보조용 혹에는 와이어로프 등의 이탈을 방지하는 해지장치가 부착되어야 한다. 다만, 전용 달기기구로서 작업자 도움없이 줄걸이가 가능하며 작업경로에 작업자의 접근이 없는 경우는 예외로 할 수 있다.

6.2 구조

- (1)스프링에 의해 자동 복원되는 구조 또는 와이어로프나 러그를 삽입·인출시 손 협착 위험이 없는 구조인 **편심자중식 혹 해지장치**를 설치한다.
- (2)편심자중식 혹 해지장치는 **체결용 편을 중심으로** 무게중심이 편심이 되도록 하여 혹 외부에서 손잡이를 들어 주면 해지되고, 외력제거 시 편심자중에 의해 자동복귀 될 수 있는 구조로 한다.

7.1 달기기구의 안전계수 : (달기기구 파단하중의 값) / (달기기구에 걸리는 하중의 최대값)

양중기의 와이어로프 등 달기기구의 안전계수가 다음 각 호의 구분에 따른 기준에 맞지 아니한 경우에는 이를 사용해서는 아니 된다.

- (1)근로자가 탑승하는 운반구를 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우 : 10 이상
- (2)화물의 하중을 직접 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우 : 5 이상
- (3)혹(Hook), 샤클(Shackle), 클램프(Clamp), 리프팅 빔의 경우 : 3 이상
- (4)그 밖의 경우 : 4 이상
- (5)와이어로프를 절단하여 양중작업용구를 제작하는 경우 반드시 기계적인 방법으로 절단하여야 하며, 가스용단 등 열에 의한 방법으로 절단해서는 아니 된다.
- (6)아크(Arc), 화염, 고온부 접촉 등으로 인하여 열영향을 받는 와이어로프를 사용해서는 안된다.
- (7)혹 해지장치의 기능을 확인한다.
- (8)혹에 매다는 로프의 각도는 60° 이하로 한다.

7.2 와이어로프 관리방법

- (3) 와이어로프에는 다음 사항이 표시된 점검표를 부착한다 : **관정 점주내 입일자**
- ①관리번호 ②정격하중 ③점검주기 ④점검내용 ⑤입고일자 ⑥점검일자 ⑦점검자

8. 줄걸이용 와이어로프

(3)줄걸이용 와이어로프의 안전계수 계산 : $S = (F \cdot \eta \cdot n) / W \cdot C$

*F(파단하중 / ton), η (연결고정이음효율), n(줄수), W(최대사용하중 / ton), C(하중계수)

8.3 와이어로프의 연결고정법 (소록아 웨클) : 소켓 > 록 가공 > 아이스플라이스 > 웨지 > 클립

8.3.2 소켓(Socket) 가공법

- (1) 연결부에 금형 또는 소켓을 부착하여 용융금속을 주입하여 고정시킨다.
- (2) 반드시 와이어로프를 시이징(Seizing)처리 후 소선을 완전히 풀어헤친 상태에서 용융금속을 주입해야한다. 정확히 가공하면 이음효율이 100% / 개방형, 밀폐형, 브릿지형이 있음

8.3.3 록(Lock) 가공법

- (1) 파이프형태의 슬립(Slip)에 와이어로프를 넣고 압착하여 고정시킨다.
- (2) 로프의 절단하중과 거의 동등한 효율을 가지며 주로 슬링용(Sling) 로프에 많이 사용된다

8.3.1 아이 스플라이스(Eye splice) 가공법

- (1) 연결을 링 형태로 가공하는 방법으로 와이어로프의 모든 스트랜드를 3회 이상 끼워 째 후 각 스트랜드 소선의 절반을 절단하고 남은 소선을 다시 2회 이상 끼워 짜야 한다.
다만, 모든 스트랜드를 4회 이상 끼워 째 때에는 1회 이상 끼워 짜야 한다.
- (2) 아이(Eye)부위에 심블(Thimble)을 넣는 경우에는 심블이 반드시 용접된 상태 이어야 한다.

8.3.5 웨지(Wedge socket) 소켓법

8.3.4 클립(Clip) 체결법

- (1) 클립의 새들(Saddle)은 와이어로프의 힘이 걸리는 쪽에 있어야 한다.
- (2) 클립 수량과 간격은 로프 직경의 6배 이상, 수량은 최소 4개 이상일 것
*와이어로프의 지름(mm) 16이하 4개, 28이하 5개, 28초과 6개
- (3) 하중을 걸기 전 후에 단단하게 조여줄 것
- (4) 가능한 한 심블을 부착할 것
- (5) 남은 부분을 시이징 할 것
- (6) 심블을 사용할 경우에는 심블이 이탈되지 않도록 용접되어야 한다.

<부록> 줄걸이용 와이어로프의 적용 예시

1. 일반적인 경우

*아이 스플라이스 고정, 로프간의 수평 각 60° 로 2 톤을 양중 하고자 할 때 안전계수는?

단, 지름 12.5mm, 파단하중이 7.84톤 / 하중계수 : <그림 17>로부터 1.15 / 이음효율 : 70 %

$$\begin{aligned} \text{안전계수} &= (\text{로프 파단하중} \times \text{줄수} \times \text{이음효율}) / (\text{사용하중} \times \text{하중계수}) \\ &= (7.84 \times 2 \times 0.7) / (2 \times 1.15) = 4.77 \end{aligned}$$

2. 제조사에서 제조표시가 있는 경우

*로프 제조사에서 안전작업하중을 표시한 경우는 줄걸이 각도에 따른 하중계수만 고려

*안전작업하중 3톤용 와이어로프를 2줄로 각도 60° 로 하여 사용할 때 최대사용 하중은?

$$\text{최대사용하중} = (\text{안전작업하중} \times \text{줄수}) / \text{하중계수} = (3 \times 2) / 1.15 = 5.22(\text{톤})$$

[G-133-2020 / 와이어로프 슬링 사용 · 점검 등에 관한 기술지침]

3. 용어의 정의

(1)이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “기본 사용하중” 이라 함은 1줄의 와이어로프 슬링에 사용상 부하할 수 있는 최대하중을 말한다.

(나) “사용하중 (Working load)” 이라 함은 각종의 매다는 방법에 있어서 와이어로프 슬링에 사용상 부하할 수 있는 최대하중을 말한다.

(다) “모드계수 (Mode factor)” 이라 함은 매다는 줄 수와 매다는 각도에 따른 와이어 로프 슬링의 사용하중과 기본 사용하중의 비를 말한다.

(사) “심블 (Thimble)이라 함은 와이어로프 또는 각종 로프를 구부러서 사용할 때 마찰에 의한 마모 및 손상을 방지하기 위해 장치하는 금속 고리를 말한다.

4. 와이어로프 슬링의 종류

(1)와이어로프 슬링의 종류는 매다는 줄수, 심블의 유무 및 와이어로프와 마스터 링크, 중간 링크, 혹과의 조합 및 와이어로프의 구분 및 기호는 <표 1>에 따른다.

구 분	1줄형		2줄형	3줄형	4줄형	
	기본형	마스터 링크볼이	마스터 링크볼이	마스터 링크볼이	마스터 링크볼이	마스터 링크(P)/중간링크(Q) 볼이
양끝 심블 없음	SS	-	-	-	-	-
양끝 심블 있음	TT	PT	PT2	PT3	PT4	PTQ4
한끝 심블 있음	TS	PS	PS2	PS3	PS4	PSQ4
양끝심블, 한끝혹 있음	TH	PH	PH2	PH3	PH4	PHQ4

(2)마스터 링크의 종류 · 등급

(가)마스터 링크의 종류는 O형(O), 페어형(P), 페어조립형(PA), 둥근형(R)

(나)등급은 등급 M(400 MPa), S(630 MPa), T(800 MPa) 및 등급 V(1000MPa)로 한다.

7. 와이어로프 슬링의 점검 및 폐기기준

와이어로프 슬링을 사용할 때에는 다음 사항에 주의하여야 한다.

(11)조여 매달기(초크 매달기)를 하는 경우 깊이 조이지 않아야 하며, 각도는 120도를 유지하고, 작업 중에 떨어지지 않도록 두번 감기를 권장한다.

(22)화물은 균형되게 매달아야 하고, 화물과 와이어로프의 직경비는 25 : 1 이상이어야 한다.

8. 표시

(2)호칭 방법

로프 슬링의 호칭 방법은 표준명칭 또는 표준 번호 및 상품명, 로프 슬링의 구분 또는 그 기호, 로프 종류의 기호, 지름, 길이, 기본 사용 하중 및 매다는 각도에 의한 사용 하중에 따른다.

(가) 사례 1

1줄형, 양끝 심블 없음의 로프는 24G, 지름은 14 mm, 길이가 5m, 기본 사용하중 14 kN의 경우 ⇒ 와이어로프 슬링 / SS / 24G / 14mm × 5 m / 14 kN

[G-134-2020 / 체인 슬링 사용 · 점검 등에 관한 기술지침]

3. 용어의 정의

(1)이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(마) “그래브 훅(Grab hook)” 이라 함은 링크 체인에 직접 걸리게 된 구조의 훅을 말한다.

(바) “파운드리 훅 (Foundry hook)” 이라 함은 입의 벌림이 큰 훅을 말한다.

(아) “조립식(A)체인 슬링” 이라 함은 체인과 마스터 링크 등의 결합에 특수한 결합 쇠붙이를 사용한 체인 슬링을 말한다.(그림 1 ~ 3 참조)

(자) “용접식(W)체인 슬링” 이라 함은 체인과 마스터 링크 등의 결합에 용접한 링크를 사용한 체인 슬링을 말한다(그림 4 참조).

4. 종류

(1)체인 슬링의 종류는 체인, 마스터 링크, 훅, 파운드리 훅 및 그래브 훅의 조합과 등급에 따르는 것이며 다음과 같다.

(가)체인 슬링은 체인 양 끝에 마스터 링크 또는 훅 등을 결합한 것이며 체인의 줄 수에 따라 1줄, 2줄, 3줄 및 4줄 매달기로 한다(그림 1 ~ 4 참조).

(나)체인과 마스터 링크 등의 결합 방법은 조립식 (A)과 용접식 (W)으로 한다.

(다)체인 등급은 조립식(A)이 T급과 V급, 용접식 (W)은 M급과 S급으로 한다.

(4)체인 슬링에 사용하는 마스터 링크의 종류와 등급 등은 다음을 따른다.

(가)마스터 링크의 종류는 O형(O), 페어형(P), 페어 조립형(PA)으로 한다.

6. 치수와 재질

(1)체인 슬링의 모양과 치수는 다음에 따른다.

(나)길이 L은 1.5 m, 2 m 및 3 m을 기준으로 한다.

(다)길이의 공차는 링크 피치로 한다.

(라)복수 매달기 체인슬링의 각 길이에 대해 최장과 최단의 차는 2 m까지의 길이에 대하여는 10mm를 초과하지 않는 것으로 한다. 단, 2m를 초과하는 길이에 대해서는 5mm/m만큼 공차를 증가시키는 것으로 한다.

7. 체인 슬링의 사용 및 점검기준

(5)대강 매달기는 줄결이가 미끄러지거나 이탈되지 않도록 두번 감기를 하여야 하고, 모드 계수를 0.8을 초과하여 적용할 수 없다. 이 때 매달기 각도는 가능한 120° 이상이 되게 한다.

(15)화물은 균형되게 매달아야 하고, 화물과 체인의 직경비는 25 : 1 이상이어야 한다.

[M-127-2012 / 프레스의 등급에 따른 정비관리 지침]

5. 위험도에 영향을 미치는 인자 10가지 : 클 압재 노안사고 경생수

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| (2)클러치 형식 | (7)사고발생 빈도 |
| (1)프레스 및 전단기의 압입능력 | (5)고장발생 빈도 |
| (8)재해발생 강도 | (6)운전자 경력 |
| (4)설비 노후화 정도 | (9)기계고장 시에 생산에 미치는 영향 |
| (3)안전장치 부착상태 | (10)고장 시에 수리하는데 소요되는 시간 |

7. 위험등급 결정방법

효과적인 설비관리를 위하여 안전, 생산 및 정비 등의 각 관점에서 기계별 영향인자를 평가하여 S, A, B, C 4등급으로 구분하여 관리하며, 사업장 규모 및 각 공정의 상황에 따라 다음 평가 방법 중 한 가지 또는 병용해서 평가한다.

7.1 정량적 평가 : 위험등급 평가기준에 의거하여 평가한 평가점수별 등급

- (1)S등급 설비 : 50점 미만
설비의 고장이 발생한 후에 정비 등을 실시해도 무방한 등급의 설비
- (2)A등급 설비 : 50~69점
정기적인 정비 또는 점검 상태에 따라 정비 등을 요하는 등급의 설비
- (3)B등급 설비 : 70~89점
정기적인 정비를 반드시 실시하고 점검 상태에 따라 정비 등을 요하는 등급의 설비
- (4)C등급 설비 : 90점 이상
정기적인 정비와 점검 상태에 따른 정비 등을 반드시 요하는 등급의 설비

7.2 정성적 평가

- (1)안전, 생산, 품질 등의 영향정도를 기준으로 평가하며, 정량적평가결과를 보완하거나 정량평가가 불가능한 경우에 적용할 수 있다.
- (2) 등급별 평가방법은 다음과 같다
 - (가)S등급 설비
기계정지 또는 성능의 노후화가 안전, 생산, 품질에 영향이 없는 설비
 - (나)A등급 설비
기계정지 또는 성능 노후화가 재해를 발생시킬 가능성은 없지만 장시간 계속되면 생산설비 내의 공정에 영향이 있는 설비
 - (다)B등급 설비
기계정지~노후화가 재해를 발생시킬 가능성이 있거나 즉시 생산설비에 영향을 주는 설비
 - (라)C등급 설비
기계정지 또는 성능 노후화가 재해를 발생시켜 즉시 중대한 영향이 있는 설비와 생산·품질 상으로 타 공정에도 중대한 영향을 파급시키는 설비

8.1.2 위험등급 설비별 정비방법 결정

위험등급 설비별 정비방법의 설정기준은 <별표 2>를 참조하여 결정한다.

- (1) S등급 설비 : 사후정비(BDM)
- (2) A등급 설비 : 시간기준정비(TBM) 또는 상태기준정비(CBM)
- (3) B등급 설비 : 시간기준정비(TBM) 실시 후 상태기준정비(CBM) 부가 가능
- (4) C등급 : 시간기준정비(TBM)와 상태기준정비(CBM)동시 시행

㉓ 양수조작식

$$D = 1.6(T_e + T_s)$$

여기서, D : 안전거리(mm)

T_e : 누름버튼 등에서 손이 떨어질 때부터 급정지기구가 작동을 개시할 때까지의 시간(ms)

T_s : 급정지 기구가 작동을 개시한 때부터 슬라이드가 정지할 때까지의 시간(ms)

㉔ 양수기동식

$$D = 1.6 \times T_m$$

여기서, D : 안전거리(mm)

T_m : 양손으로 누름버튼을 눌렀을 때의 슬라이드가 하사점에 도달하기까지의 소요 최대시간(ms)

으로 다음과 같이 구별할 수 있다.

$$T_m (1/2 + 1/N) 6000/SPM(ms)$$

여기서, N : 화동식 클러치의 봉합개소수(클러치 맞물림 개소수)

※안전 일행정에 있어서의 급정지 무효범위

- 작업의 능률을 향상시키기 위해 슬라이드가 하사점에 근접했을 때 누름버튼에서 손을 떼어도 행정이 정지되지 않도록 하는 급정지 무효범위를 설정한다.
- 아래 그림처럼 급정지 무효점이 하사점 이전에 있기 때문에 비록 하사점 이전에 누름버튼에서 손을 떼어도 슬라이드는 정지하지 않고 상사점까지 운동을 계속한다.
- 따라서 무효점 설정시에는 안전거리를 유지하도록 주의해야 한다.

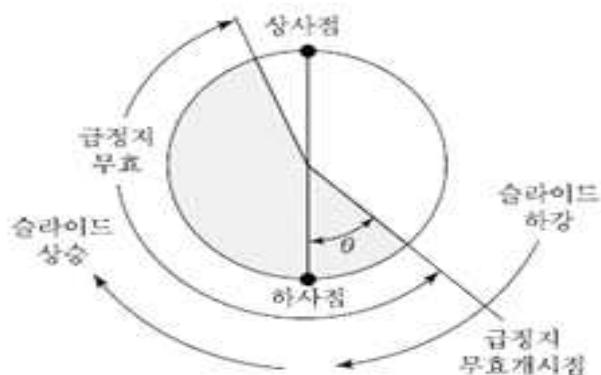


그림 3.33 급정지 무효범위

【M-140-2012 / 프레스의 레이저방식 방호장치 설치에 관한 기술지침】 *20년 6번 기출 유사

*안전인증 / 안전검사 고시와 비교 요망

4.1 방호장치의 원리

(가) 레이저빔 특성인 **단일파장을 이용**, 레이저빔의 **회절과 간섭이 거의 발생되지 않으므로** 방호장치 발광부에서 방사되는 빔을 단지 원하는 수광부에만 감지하게 하여 오동작의 가능성을 차단하는 성능을 갖게 된다.

(다) 방호장치에 레이저의 단파장을 이용함으로써 **외부 광선 및 전자파에 의하여 기존의 감응식 프레스 방호장치에서 발생될 수 있는 잡음을 방지할 수 있다.**

4.2 방호장치의 구조 : 발수지제

(1) 레이저 방식 방호장치의 구조는 다음과 같다.

(가) 레이저빔을 발생시키는 **레이저 발생부**

(나) 레이저빔을 수광하는 **레이저 수광부**

(다) 방호장치의 구조를 형성하고 지지하는 **지지부**

(라) 방호장치의 기능 작동을 위한 **제어부**

(2) 방호장치의 감지기능을 갖기 위한 레이저는 **1급 피폭방출한계를 넘은 피폭레이저방사 레벨**을 방출할 수 없는 반도체레이저를 사용한다.

(3) 방호장치의 제어부는 **90V~230V의 전압을 받아 DC5V로 전환하여** 방호장치를 작동시킨다.

(4) 방호장치의 정상적인 작동 점검을 위하여 **점검기능을 갖는다.**

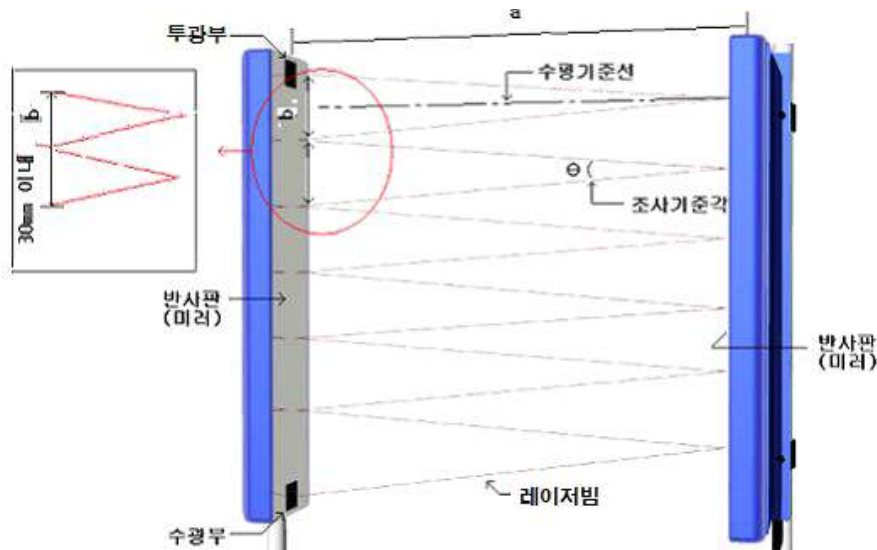
5.3 레이저빔의 조정작업

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

(나) 레이저 투광부에서 방사되는 레이저빔이 반사판에 반사되어 투광부면에 부착된 반사판에 다시 도달된다. 이 때의 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.



[M-185-2015 / 지게차의 안전작업에 관한 기술지침] *21년 7번 기출 참고

4. 적용 지게차

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| (1) 카운터밸런스형 (Counterbalance type) 지게차 | (2) 리치형 (Reach type) 지게차 |
| (3) 야지용 카운터밸런스형 지게차 | (4) 텔레스코픽식 지게차 |
| (5) 사이드형 지게차 | (6) 위키형/보행 작동용 전동지게차 |
| (7) 대형 지게차/컨테이너 핸들러 | |

5. 일반사항 : 작업계획서 작성시기 → 일구작운(일상상, 구설작방, 작장화상, 운전자)

- ① 일상작업은 최초 작업개시 전
- ② 작업장내 구조, 설비 및 작업방법이 변경되었을 때
- ③ 작업장소 또는 화물의 상태가 변경되었을 때
- ④ 지게차 운전자가 변경되었을 때

6.3 방호장치 : 21년 7번과 연관

- | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------|-------------|
| ① 전조등 및 후미등 | ② 헤드가드 | ③ 백레스트 | ④ 좌석안전띠 |
| ⑤ 안전문 설치 | ⑥ 경음기 및 방향지시기 | ⑦ 경광등 설치 | ⑧ 후방접근 경고장치 |
| ⑨ 후사경 | ⑩ 룸미러 | ⑪ 포크 위치 표시 | ⑫ 형광테이프 부착 |
| ⑬ 포크 받침대 수리 및 점검 시 등의 안전지주 또는 안전블록 | | | |

9. 안전작업방법

- (3) 포크의 간격은 적재상태 팔레트 폭(b)의 1/2이상, 3/4이하 정도 간격을 유지한다

[고용노동부 고시 2020-37호 / 위험기계기구 자율안전확인 고시 / 컨베이어]

※별표 6 컨베이어의 제작 및 안전기준 (15조 관련)

3. 화물 이탈 방지 등

- 가. 컨베이어에서 화물이 이탈할 우려가 없어야 한다.
- 나. 화물을 싣고 내리며 운반하는 곳에서 화물이 낙하할 우려가 없어야 한다.
- 다. 작업장 바닥 또는 통로의 위를 지나는 컨베이어에는 화물의 낙하를 방지하기 위한 장치를 설치해야 한다.
- 라. 경사 컨베이어, 수직 컨베이어는 정전, 전압강하 등에 의한 화물 또는 운반구 이탈 및 역주행을 방지하기 위한 장치를 설치해야 한다.
- 마. 동일선상에 구간별 설치된 컨베이어에 근로자가 출입하여 중량물을 운반하는 경우에는 중량물 충돌에 대비한 스톱퍼가 설치되어 있을 것

4. 고정장치

전동 또는 수동에 의해 작동하는 기복장치, 신축장치, 선회장치, 승강장치를 갖는 컨베이어에는 유지보수, 부품교환 등의 작업 시 기계의 불시기동을 방지하기 위한 고정장치를 설치해야 한다.

5. 기복장치

- 가. 기복장치에는 붐이 불시에 낙하되는 것을 방지하기 위한 장치 및 크랭크 반동을 방지하기 위한 장치를 설치해야 한다.
- 나. 붐의 위치를 조절하는 컨베이어에는 조절 가능한 범위를 제한하는 장치를 설치해야 한다.

6. 덮개 또는 울

가. 작업구역 및 통행구역에서 다음의 부위에는 덮개, 울, 물림보호물(nip guard), 감응형 방호장치(광전자식, 안전매트 등) 등을 설치해야 한다.

- 1) 컨베이어의 동력전달 부분
- 2) 컨베이어 벨트, 폴리, 롤러, 체인, 스프라켓, 스크류 등
- 3) 호퍼, 슈트의 개구부 및 장력 유지장치
- 4) 기타 가동부분과 정지부분 또는 다른 물건 사이 틈 등 작업자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부분. 다만, 그 틈이 5mm 이내인 경우에는 예외로 할 수 있다.
- 5) 운반되는 재료 또는 컨베이어가 화상 등을 일으킬 수 있는 구간. 다만, 이 경우 덮개나 울을 설치해야 한다.

9. 통로

가. 작업구역 및 통행구역에서 컨베이어를 건너는 작업자가 이송화물에 의한 위험에 노출되지 않도록 화물의 속도, 빈도, 작업자 이용 빈도 등을 고려하여 다음 중 어느 하나 이상의 조치를 하여야 한다.

- 1) 인필 플레이트(infill plate, 롤러·체인 등 이송장치 사이의 막음판) 횡단
- 2) 건널다리
- 3) 감응형 방호장치(광전자식, 안전매트 등)
- 4) 연동 가드
- 5) 정지/시작 장치

13. 연동장치

컨베이어에는 운전이 정지되는 등 이상이 발생된 경우, 다른 컨베이어로의 화물공급을 정지시키는 연동회로를 설치해야 한다.

14. 경보장치

조작자의 시야를 벗어난 작업구역이나 통행구역이 있는 경우 컨베이어에는 기동을 예고하는 경보장치(경보음과 경보등이 동시에 작동)를 설치해야 한다.

16. 벨트컨베이어 안전장치

- 가. 벨트 폭은 화물의 종류 및 운반량에 적합한 것으로 하며 필요한 경우에는 화물을 벨트 중앙에 적재하기 위한 장치를 설치해야 한다.
- 나. 벨트컨베이어에는 경사부에서 역주행을 방지하기 위한 장치를 부착해야 한다. 다만, 화물의 전체 적재량이 4900N(500kg) 이하이며 1개 화물 중량이 294N(30kgf)를 초과하지 않는 경우로서 벨트의 과속 또는 후진으로 인하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없는 경우에는 예외로 한다.
- 다. 벨트 또는 폴리에 점착되기 쉬운 화물을 운반하는 벨트 컨베이어에는 벨트 클리너, 폴리 스크레이퍼 등을 설치해야 한다.
- 라. 대형의 호퍼 및 슈트에는 점검구를 설치해야 한다.
- 마. 중력식 장력유지장치(take-up)에는 추의 낙하를 방지하기 위한 장치를 설치해야 한다.

20. 버킷 컨베이어 안전장치

- 가. 버킷 이동용 케이싱에는 다음 요건에 적합한 문을 설치해야 한다.
 - 1) 내부의 청소가 용이한 구조일 것
 - 2) 불시에 개방되지 않을 것
- 나. 유해한 화물을 운반하는 경우 버킷 엘리베이터의 케이싱은 밀폐구조로 하고 필요한 경우 국소 배기장치를 설치해야 한다.
- 다. 버킷컨베이어에는 역주행을 방지하기 위한 장치를 부착해야 한다. 다만, 화물의 전체 적재량이 2,940N(300kgf) 이하이고 스포로킷 또는 폴리 수직 축간 거리가 5m 이하인 경우로서 버킷의 과속 또는 후진으로 인하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없는 경우에는 예외로 한다.

[O-1-2011 / 설비보수용 용접재료 선정에 관한 기술지침] ※용접 분야는 출제된 적 없어 향후 출제 유력

3. 용어의 정의

(1)이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “**피복아크용접(Shielded metal arc welding, SMAW)**”이란 모재와 피복용접봉 사이에서 발생한 아크의 열에 의하여 피복된 용접봉이 녹으면서 용착 금속을 형성하는 용접을 말한다.

(나) “**P번호(P number)**”란 용접시공 또는 용접 후 열처리 등의 조건을 규정하기 위하여 정한 재료의 분류번호로서 모재의 화학성분, 용접성 및 기계적 성질을 기준으로 모재를 집단으로 구분한 분류번호를 말한다.

(다) “**동종의 모재(Similar base metal)**”란 용접하여야 할 두 모재가 같은 P번호에 포함되는 재료로서 화학성분 및 기계적 성질이 비슷한 모재를 말한다.

(라) “**이종의 모재(Dissimilar base metal)**”란 용접하여야 할 두 모재의 P번호가 달라서 두 모재의 화학성분 및 기계적 성질이 다른 모재를 말한다.

(마) “**덧살붙임 용접[Overlay(Cladding) welding]**”이란 모재 표면에 내식성 또는 내마모성을 향상시킬 목적으로 필요한 용접재료를 이용하여 용착하는 용접방법을 말한다.

(바) **내후성장**이란 구리, 인, 크롬 등을 강철에 첨가하여 보호피막 역할을 함으로서 대기중에서 부식에 저항할 수 있는 성질을 갖게 되는 강을 말한다.

4. 피복아크 용접봉의 표기법 및 종류

일반 탄소강의 피복아크 용접봉	합금용 피복아크 용접봉		내후성장용 피복아크 용접봉
	고온합금강용 피복아크용접봉	저온합금강용 피복아크용접봉	
E 4316	DT 2416	DL 5016-6A2	DA 5016P
E : 피복아크 용접봉 표시 (연강용 : E, 고강력강용 : D)	D : 피복아크 용접봉 T : 고온합금강용	D : 피복아크 용접봉 L : 저온합금강용 50: 용착금속의 최저인장강도 [kgf/mm ² (9.8 MPa)] 16 : 피복체의 계통 6 : 저온충격시험온도 *3(-30℃), 4(-45℃) 6(-60℃), 10(-105℃) A : 용접후 열처리 유무 *A(용접한채로 시험) P(용접후열처리하여시험) AP(용접상태 및 용접후 열처리후 시험)	D : 피복아크 용접봉 A : 내후성장용 50: 용착금속의 최저인장강도 [kgf/mm ² (9.8 MPa)] 16 : 피복체의 계통 P : 용착금속의 화학성분
43 : 용착금속의 최저인장 강도[kgf/mm ² (9.8 MPa)]	24: 적용강의 종류	2 : 용착금속 화학성분 DL 5016-6A2 : 용착금속에 Ni이 2~3 % 포함하고 용접한 채로 충격시험을 -60 ℃에서 행하여 흡수에너지 평균 27N-m(J)이상으로 최저인장 강도가 490 MPa(50Kgf/mm ²) 으로 저수소계 저온용 피복 아크용접봉	DA5016P : 용착금속에 0.4% 구리와 0.5% 크롬이 함유된 내후성장용으로 최저 인장강도가 490MPa (50Kgf/mm ²)인 저수소계 피복아크용접봉
16 : 피복체 계통	16 : 피복체 계통 및 전류 종류		
E 4316 : 용착금속의 인장 강도가 최저 43 kgf/mm ² (421 MPa)인 저수소계 피복아크 용접봉	DT 2416 : 용착금속에 2.25 % Cr과 1 % Mo이 함유된 고온 합금강용으로써 저수소계 피복아크용접봉		

<표 2> 일반 탄소강 피복아아크 용접봉의 종류

종류	피복제 계통	용접자세 ¹	전류의 종류 ²
E4301	일루미나이트계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E4303	라임티타니아계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E4311	고셀룰로오스계	F, V, O, H	AC 또는 DC(±)
E4313	고산화티탄계	F, V, O, H	AC 또는 DC(-)
E4316	저수소계	F, V, O, H	AC 또는 DC(+)
E4324	철분산화티탄계	F, H	AC 또는 DC(±)
E4326	철분저수소계	F, H	AC 또는 DC(+)
E4327	철분산화철계	F, V, O, H	F에서는 AC 또는 DC(±) H에서는 AC 또는 DC(-)
E4340	특수계	F, V, O, H 또는 어느자세	AC 또는 DC(±)

<비고 1> 용접자세에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

F : 아래보기 자세

V : 수직 자세

O : 위보기 자세

H : 수평자세 또는 수평 필릿용접

다만, <표 2>에 표시한 용접 자세 중, V 및 O는 원칙적으로 심선의 지름 (이하 봉 지름이라 한다)이 5.0 mm를 초과하는 것에는 적용하지 않는다.

E4324, E4326 및 E4327의 용접자세는 주로 수평 필릿 용접으로 한다.

<비고 2> 전류 종류에 사용된 기호의 의미는 다음과 같다.

AC : 교류, DC(±) : 직류(봉 플러스 및 봉 마이너스)

DC(-) : 직류(봉 마이너스), DC(+) : 직류(봉 플러스)

5. 용접재료의 선정 시 고려사항

적절한 피복아크 용접봉을 선정할 때에는 용착금속의 품질이 모재의 품질과 같도록 선정하는 것이 바람직하며 아래의 관점에서 검토하여야 한다.

- (1) 모재의 화학성분과 전 용착금속의 화학성분 및 탄소당량
- (2) 모재의 기계적 성질과 전 용착금속의 기계적 성질 (인장강도, 연신율, 충격치, 경도)
- (3) 모재 두께
- (4) 용접자세
- (5) 이음형태 및 이음형상
- (6) 확산수소량의 영향 (저수소계 용접봉)
- (7) 용접봉의 작업성 (아크안정성, 스파터 발생, 슬래그 박리성 및 비드외관)
- (8) 용접봉의 용접성 (용접결함 발생정도, 내균열성 정도 등)
- (9) 용접봉 제조사가 제공한 용접봉의 기술 데이터

[F-1-2020 / 용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지침]

4. 용접·용단 작업시 발생하는 비산불티의 특성

- (1) 용접·용단 작업 시 수천 개의 불티가 발생하고 비산된다.
- (2) 비산불티는 풍향, 풍속에 따라 비산거리가 달라진다.
- (3) 비산불티는 1,600℃ 이상의 고온체이다.
- (4) 발화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 직경이 0.3~3 mm 정도이다.
- (5) 가스용접시의 산소의 압력, 절단속도 및 절단방향에 따라 비산불티의 양과 크기가 달라질 수 있다.
- (6) 비산된 후 상당시간 경과 후에도 축열에 의하여 화재를 일으키는 경향이 있다.

5.1 화재감시자의 배치

다음과 같은 화재를 발생시킬 수 있는 장소에서 용접·용단 작업을 하도록 하는 경우에는 화재의 위험을 감시하고 화재 발생시 사업장 내 근로자 대피를 유도하는 업무만을 담당하는 화재감시자를 지정하여 용접·용단작업 장소에 배치하여야 한다. 다만, 같은 장소에서 상시·반복적으로 용접·용단작업을 할 때 경보용 설비·기구, 소화설비 또는 소화기가 갖추어진 경우에는 화재감시자를 지정·배치하지 않을 수 있다.

- (1) 작업 반경 11미터 이내에 건물구조 자체나 내부(개구부 등으로 개방된 부분을 포함한다)에 가연성물질이 있는 장소
- (2) 작업 반경 11미터 이내의 바닥 하부에 가연성물질이 11미터 이상 떨어져 있지만 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소
- (3) 가연성물질이 금속 칸막이, 벽, 천정 또는 지붕의 반대쪽 면에 인접하여 열전도 또는 열복사에 의해 발화될 수 있을 때
- (4) 밀폐된 공간에서 작업할 때
- (5) 기타 화재발생의 우려가 있는 장소에서 작업할 때

5.2 화재감시자의 임무

- (1) 화재감시자는 즉시 사용할 수 있는 소화설비를 갖추고 그 사용법을 숙지하여 화재를 진화할 수 있어야 하며 주위 인근 소화설비의 위치를 확인하여야 한다.
- (2) 화재감시자는 업무수행에 필요한 확성기, 휴대용 조명기구 및 방연 마스크 등 대피용 방연장비를 휴대하고, 비상경보설비를 작동할 수 있어야 한다.
- (3) 화재감시자는 용접·용단 작업이 끝난 후 30분 이상 계속하여 화재가 발생하지 않음을 확인하여야 한다.

[M-190-2015 / 연삭기 안전작업에 관한 기술지침]

(2) 슷돌 보강법

(가) 강화섬유 : 일반적으로 수지로 코팅된 유리 섬유매트로 대형의 연삭 및 절단 작업을 위한 유기물 슷돌에 사용된다. 슷돌이 높은 압력에 견디고, 사용 중 슷돌이 파열될 경우 조각들이 멀리 튀지 않도록 해준다.

(나) 강철팅(Steel ring) : 보어(Bore)에 가까운 슷돌에 설치되며, 슷돌이 폐기 사이즈 근처에 이르게 되어 파열이 발생하면 슷돌 조각들이 밖으로 튀지 않도록 하기 위한 것이다. 이것은 또한 슷돌의 과도한 마모를 방지하는데 사용될 수 있다.

(다) 안전보강물(Safety insert) : 나사홈 너트로 잠금톱니(Locking teeth)가 있으며, 휴대용 연삭에 사용되는 컵형 슷돌(Cupwheel)의 토대를 강화해주는 판재의 일부를 이룬다. 이것은 추가적인 방호장치로 가드를 대체할 수는 없다.

(라) 테이프 감기(Tape winding) : 얇은 두께의 컵 또는 실린더 슷돌을 강화하기 위해서 접착테이프, 유리 섬유, 또는 철제 와이어를 사용한다. 파열될 경우, 부서진 조각들이 튀지 않도록 해준다.

(마) 연마제 센터(Fine grit center) 또는 유사 장치 : 보어 주변에 연마제 센터를 설치하여 비트리 파이드 연삭스틀의 강도를 증가시킬 수 있다. 센터는 슷돌과 함께 성형된다. 보어 부분은 슷돌의 강도를 높이기 위해서 에폭시수지에 담가놓을 수 있다.

이런 두 가지 강화 조치는 원주속도 63 m/s에서 125 m/s로 작동하는 슷돌에 사용된다

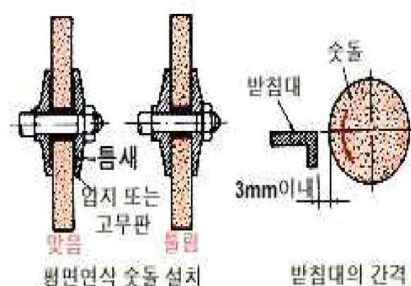
(5) 타음 검사

(바) 타음검사는 형태 또는 크기 때문에 다음과 같은 종류의 슷돌에는 적합하지 않으며, 따라서 외관검사 시 보다 더 주의를 기울여야 한다.

- ① 소형스틀 (지름 100 mm 이하) ② 콘(Cone)형 슷돌 ③ 탑재된 슷돌 (Mounted wheel)
- ④ 세그먼트(Segment)형 슷돌 ⑤ 판재에 탑재된 슷돌(plate-mounted wheel)
- ⑥ 너트 달린 디스크형(Inserted nut disc) 및 실린더형 슷돌

6. 탁상용 연삭기의 슷돌 설치 순서

- (1) 슷돌바퀴 구멍은 축 지름 보다 0.1 mm 정도 큰 것을 선정하여 설치한다.
- (2) 설치 전에는 육안 및 목재 해머로 슷돌의 흠, 균열을 점검한 후 설치한다. (탁음은 원인조사)
- (3) 축의 턱에 내측 플랜지, 압지 또는 고무판, 슷돌 순으로 끼운 후 외측에 압지 또는 고무판, 플랜지, 너트 순으로 조인다.
- (4) 가공물 받침대는 <그림 10>과 같이 슷돌 외주면과의 간격을 3 mm 이내로 하고 슷돌의 중심에 맞추어 연삭기에 견고히 고정한다.



<그림 10> 연삭스틀 설치 방법

[G-132-2020 / 벨트 슬링 사용점검 등에 관한 기술지침]

4. 벨트 슬링 종류 및 인장하중

(1) 벨트 슬링 형식은 다음 <표 1> 벨트 슬링 형식과 같이 분류 한다.

형 식	기 호	비 고
양 끝 고리형	E	양 끝에 고리가 있는 것
엔드리스형	N	엔드리스 모양인 것
쇠걸이붙이형	K	양 끝 또는 한쪽 끝의 고리에 링, 혹 등의 쇠걸이가 부착된 것

(3) 벨트 슬링의 색상 표시는 다음 <표 3> 색상 표시와 같이 분류한다.

<표 3> 색상 표시

너 비 (mm)	색 상
25	보라색
50	녹색
75	노란색
100	회색
125	적색
150	갈색
200	청색
250-300	주황색

6. 벨트 슬링의 사용기준

(가) 폴리프로필렌계로 된 것은 자외선에 비교적 약하므로 옥외에서의 사용을 피하여야 한다.

(2) 벨트 슬링의 파단하중을 사용하중으로 나눈 안전계수는 6.0 이상이어야 한다.

7. 벨트 슬링의 호칭 및 표시

(1) 벨트 슬링의 호칭방법은 표준명칭 또는 표준번호, 종류, 기본 사용하중 및 치수(너비 x 길이)에 따른다.

(2) 호칭 사례는 다음을 참조한다.

(가) 형식이 양끝 고리형, 매다는 방법이 곧게 1줄 매듭, 기본 사용하중이 9.8 kN, 너비가 50 mm, 길이가 3 m의 경우는 “벨트 슬링, E-50, 9.8 kN, 50 mm x 3 m” 라 호칭한다.

(3) 표시는 벨트 슬링의 적절한 곳에 다음 사항을 <그림 7> 벨트 슬링 표시 위치 사례, <표 6> 벨트 슬링 표시 사례 등과 같이 표시한다.

(가) 기본 사용하중 (나) 치수(너비 X 길이) (다) 제조자명 또는 그 약호 (라) 제조 연월일 또는 그 약호 (마) 원산지(한국 또는 Korea) (바) 기타 필요한 사항(주문자와 제조자 사이의 협의에 따른다.)

<표 6> 벨트 슬링 표시 사례

표시순서	표시의 보기
1. 기본 사용하중	9.8 kN
2. 치수 (너비 x 길이)	50 mm x 3 m
3. 제조자명 또는 약호	주식회사 안전
4. 제조 연월일 또는 약호	20200701
5. 원산지	대한민국
※ 기본 사용하중이 1.0 t, 너비가 50 mm, 길이가 3 m인 경우	

[G-17-2012 / 압축공기의 안전한 사용에 관한 기술지침]

3. 용어의 정의

(라) 압축기(Compressor)라 함은 기체를 압축하고 압축 후 압력이 압축전 기체 압력의 2배 이상, 또는 압축 후의 토출압력이 약 $1 \times 10^5 \text{Pa}$ 이상되는 유체기계이다.

소형 압축기	중형 압축기	대형 압축기
토출유량이 0.04mm ³ /s 이하	토출유량이 0.04~0.3mm ³ /s 이내	토출유량이 0.3mm ³ /s 이상

토출유량이 0.04mm³/s 이하인 것을 소형 압축기, 0.04~0.3mm³/s 이내의 것을 중형 압축기라 하고, 0.3mm³/s 이상 토출하는 압축기를 대형 압축기라 한다.

(차) 채찍현상(Whiplash)이라 함은 호스 또는 플라스틱 배관의 손상 및 절단 시, 누설되는 유체의 압력으로 인하여 채찍을 치는 것처럼 빠른 속도로 움직이는 현상을 말한다.

4.3.1 압축기의 위험요소 방지대책

- (1) 안전밸브 (2) 열 보호장치 (3) 냉각수 보호 (4) 윤활유 보호 (5) 폭발 보호
- (6) 압축기 소음은 작업장에서 안전보건 문제 중 하나로 다음과 같은 소음방지방안을 마련해야 한다.
 - (가) 압축기를 가능하면 작업장과 떨어지게 설치한다.
 - (나) 압축기에 소음방지용 덮개를 씌운다.
 - (다) 진동 방지장치가 마련되어야 한다.
 - (라) 소음기를 설치한다.

4.4.2 일상적 검사

- (3) 정기검사
 - (가) 주간 검사 : 매주 안전밸브를 검사해야 한다.
 - (나) 600시간 검사 : 제조자의 지침에 따라 압축기 크랭크 내의 오일량을 점검 / 필요시 교체
 - (다) 6개월 검사 : 오일 코크스 침전물이 발생할 여지가 있는 곳에서는 폭발 위험이 있으므로 이를 방지하기 위해서 전달 포트와 배관장치 그리고 청결상태에 대한 검사
- (4) 2000시간 혹은 연간 검사 : 압력용기, 플러그, 보호장치, 냉각기 등

4.4.3 유지 보수

- (1) 일상적 유지보수 : 균열여부 검사, 일과 후 응축된 물 배수 / 배수밸브 막히지 않도록 검사
- (2) 주간 유지 보수 : 윤활장치가 정확한 등급의 오일로 채워져 있는지 검사 / 문제시 교체
- (3) 월간 유지보수 : 모든 호스는 파손 및 오염 여부를 검사하고 필요시 교체
- (4) 3개월 단위 유지·보수 : 모든 인터록 밸브가 잘 작동되는지를 검사
- (5) 6개월 단위 유지보수 : 모든 스톱밸브 검사