

위험기계의 안전



글 • 이 병 곤 / 충북대학교 안전공학과, 교수
e-mail • bklee@chungbuk.ac.kr

이 글에서는 위험 기계에 대하여 각 기계의 위험성과 안전상 주의
하여야 할 점들을 요약하여 살펴보았다.

기계에 의한 재해는 구조적인 결함에 의한 재해, 작업 중에 발생하는 재해, 가공 중에 재료나 반제품의 운반, 이동시 일어나는 재해, 작업환경으로 인한 재해 등에 대한 안전을 총칭하며, 이러한 기계설비의 안전을 기하려면 그 기계의 구조 및 특성과 작업방법을 숙지하고 그 위험성을 면밀히 검토하여야 한다. 기계설비는 매우 다양하여 기계의 종류와 특성에 따라 위험요소가 다르다. 위험기계기구로 분류되는 금속가공기계들은 작업의 안전성이 크게 강조되는 반면, 동력기계 및 화학기계는 화재나 폭발의 위험성이 강조된다. 운반기계는 와이어로프의 절단 등 구조적인 안전이 요구되며 제철기계는 고온의 용융금속으로부터의 방호가 중요하다. 건설기계는 전도, 전기 기계는 감전이나 누전이 중요시 된다. 통계에 의하면, 프레스, 롤러기, 연삭기, 둥근톱, 크레인에 의한 재해가 기계설비 재해의 큰 비중을 차지한다. 프레스에서는 손가락 절단이 50%, 손가락 골절이 30%, 손가락의 타박상이 5%, 손의 골절이 4%로서 손가락과 손의 보호가 중요하다. 크레인에서는 발의 골절이 25%, 발가락 골절이 8%로서 발과 발가락의 보호가 중요하다.

기계의 위험점

기계의 위험점으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 협착점 : 왕복운동부와 고정부 사이에 놓이는 위험점으로서 프레스, 절단기 등에 많다.
- 물림점 : 반대방향으로 맞물려 회전하는 곳에는 손가락이 물려 들어가는 위험이 존재한다.
- 끼임점 : 고정부와 회전부 사이에 끼이는 위험점으로 연삭기, 회전기계의 날개 등이다.
- 절단점 : 회전하는 원형톱날과 같이 회전부에 의하여 절단되는 점이다.
- 접선물림점 : 벨트등과 같이 회전부의 접선방향으로 물려 들어가는 점이다.
- 회전말림점 : 회전부에 작업복 등이 말려드는 위험이 있는 곳이다.

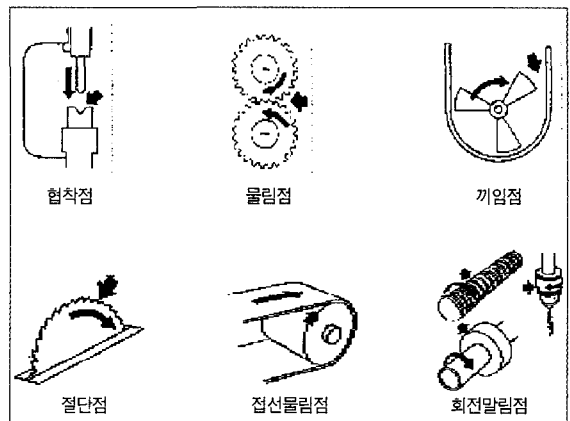


그림 1 기계의 위험점

방호장치

일반적인 방호의 원칙은 위험의 제거, 위험의 차단, 위험의 감소, 위험에 적응시키는 것 등이다.

○ 격리형 : 위험점과 작업자 사이에 접근되어 일어나는 재해를 방지하기 위해 차단벽이나 망을 설치하여 격리시키는 것으로서 벨트, 치차 등을 덮개로 씌우는 것이나, 고전압 설비 주위에 방책을 설치하는 것이다.

○ 위치제한형 : 조각자의 신체부위가 위험한계 밖에 떨어져 있도록 위치를 제한하는 것으로서 프레스의 양수조작식 누름버튼이 그 예이다.

○ 접근거부형 : 작업자가 위험한계 내로 접근하면 밀거나 당겨 접근을 거부하는 장치로서 예로 프레스의 손쳐내기식 방호장치가 있다.

○ 접근반응형 : 작업자의 신체부위가 위험한계내로 들어오면 이를 감지하여 기계를 정지시키는 형으로, 프레스의 광선식 안전장치가 그 예이다.

○ 감지형 : 비정상적인 온도나 압력, 과부하 등을 센서로 감지하여 안전한 상태로 조종하거나 작동을 중지시키는 장치이다.

○ 포집형 : 목재절단시 절단된 목재가 튀어오르는 것을 방지하기 위하여 설치하는 반발예방 장치와 같이 위험원을 어떤 곳으로 포집하는 장치이다.

프레스의 안전

프레스에 의한 재해는 재료를 송급하거나 재료를 올바르게 위치하려 할 때 슬라이드의 하강으로 인해 금형 사이에 손 또는 손가락이 들어가 절단 또는 골절되는 형태로서, 프레스

작업자들은 성한 손가락이 없을 정도로 대표적인 위험기계이다. 프레스의 재해를 방지하는 근본적인 대책은 자동화 등 본질적인 안전화이며, 이것이 어려울 때 안전장치를 사용한다.

프레스 클러치의 종류는 확동식과 마찰식이 있는데, 확동식은 슬라이드가 하강시 중간에서 급정지시킬 수가 없어서 이 형식은 제조, 사용을 금지하고 있다. 마찰식은 공압이나 유압브레이크와 결합하여 슬라이드가 하강시 중간에서 급정지시킬 수 있다.

○ 가드(guard)식 안전장치 : 리미트 스위치 등을 사용하여 가드를 닫지 않으면 작동시킬 수 없는 구조이다.

○ 양수조작식 안전장치 : 반드시 두 손으로 누름버튼을 눌러야 작동되는 구조로서 대부분의 프레스는 이 형식을 채택하고 있다. 누름버튼 간의 거리는 최소 300mm 이상, 작동 후 손이 위험구역에 들어가지 못하도록 안전한 거리만큼 떨어진 곳에 설치한다.

○ 광선식 안전장치 : 프레스 앞에 빛을 보내는 투광기 및 빛을 받는 수광기를 설치하여, 슬라이드 하강 중에 손이나 신체의 일부를 감지하면 급정지시키는 장치이다.

○ 수인식 안전장치 : 슬라이드의 하강을 이용하여 끈을 당기면 손목밴드를 착용한 작업자의 손을 금형 안에서 밖으로 끌어내는 장치이다. 현재는 잘 사용하지 않는다.

○ 손쳐내기식 안전장치 : 슬라이드에 레버를 사용해서 연결한 봉이 슬라이드의 하강에 의해 위험영역에 있는 손을 밖으로 쳐내는 장치이나, 이 역시 현재는 잘 사용하지 않는다.

○ 수공구의 활용 : 재료를 손으로 잡는 대신 여러 형태의 수공구를 사용한다.

○ 프레스가공의 자동화 : 프레스작업을 자동화함으로써 자동이송장치를 장치하거나,

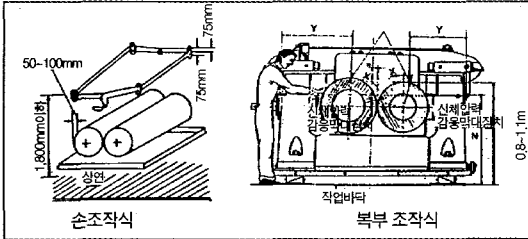


그림 2 급정지장치

순차적(progressive)금형을 사용하거나, 트랜스퍼(transfer)프레스를 사용하거나, 로봇을 이용하여 소재를 넣고 제품을 취출하는 것 등이 있다.

롤러기의 안전

롤러기란 고무나 합성수지 등을 롤 사이로 통과시키고 롤의 압력으로 소성변형 시키는 기계이다. 작업 도중에 손이나 팔이 롤러 사이로 협착될 위험이 크다.

롤러기는 위험시를 대비하여 급정지장치를 설치하여야 하는데, 쉽게 조작할 수 있도록 그림과 같은 손조작식이나 신체의 복부 압력으로 작동되는 복부조작식 등이 있다.

용접에서의 재해와 안전

현재 호황을 누리고 있는 조선소의 대부분이 아크용접이며, 그 외 중공업, 건설, 기계, 화학장치 등 모든 산업에 이용된다. 아크용접은 용접봉과 모재 사이에 발생하는 아크열로 용융시켜 접합하는 것으로서 아크는 고온의 열과 강한 빛을 방사한다.

○ 감전 : 아크용접기는 아크를 발생하지 않을 때에도 용접봉 홀더와 어스에 60~95볼트의 높은 전압이 걸려 있어 감전될 위험이 크다. 감전방지 대책으로 아크발생이 중단된

후 1초 이내에 전압을 25V 이하로 강하시키는 자동전격방지기를 사용하여야 한다. 절연홀더, 절연장갑을 사용하며 단자와 케이블에 접지 등으로 감전을 방지한다.

○ 눈의 손상 : 아크는 고온의 강열한 광선을 발산한다. 이 광선 중에 자외선과 적외선 등 유해한 광선을 차단하기 위하여 보안면과 보호안경을 착용하여야 한다. 보안면은 유해광선만 아니라 용접열에 의한 화상, 가열된 파편에 의한 화상도 방지한다. 다른 작업자에게 피해를 주지 않으려면 용접작업실을 격리시키는 것이 바람직하며, 불가피한 경우에는 차광막을 설치한다.

○ 유해가스 : 아크용접시는 슬래그나 용접봉의 피복재에서 각종 유해가스가 발생한다. 이러한 유해가스로 인한 중독을 방지하기 위해서는 환기시설 및 방진 마스크나 방독면, 또는 신선한 공기를 보내는 송기 마스크의 착용이 요구된다.

○ 피부의 손상 : 아크광선이 직접 피부에 닿거나 용접불꽃이 튀어서 화상을 입는 경우가 있다. 보호장갑, 앞치마를 착용하여 피부의 노출을 삼가고, 안전모 및 안전화 등 개인 보호구를 필히 착용해야 한다. 특히, 안전화는 발의 화상방지뿐만 아니라 공구, 재료 등의 낙하에 의한 위험 및 감전에도 효과적이다.

○ 화재 및 폭발 : 주위에 가연성물질이 있으면 아크불꽃에 의하여 화재, 폭발을 일으킬 수 있다. 작업 전에 가연성물질을 격리시키며, 탱크, 배관 등의 용접수리작업에는 내용물을 충분히 청소하고 위험성 물질을 완전히 제거해야 화재, 폭발의 위험을 방지할 수 있다.

○ 가스 역화방지 : 가연성가스 사용시에는 가스의 역류 및 역화를 방지할 수 있는 안전

기를 설치한다.

연삭기의 안전

연삭은 입자들을 결합제로 결합한 연삭숫돌을 고속도로 회전시켜 가공한다. 연삭숫돌의 원주속도가 점차 상승하면 원심력이 속도의 제곱에 비례하여 커지며, 숫돌의 결합강도를 초과하면 숫돌이 파괴된다. 연삭숫돌이 사용 중에 파괴될 때는 고속의 파편이 되어 비산하므로 매우 위험하다.

○ 연삭숫돌의 파괴 원인 : 숫돌에 균열이 있는 경우, 과도한 고속으로 회전하는 경우, 고정할 때 과도한 압력이 걸리는 경우, 숫돌과 공작물 사이에 물체가 떨어져 끼워졌을 때, 무거운 물체와 충돌했을 때, 숫돌의 측면을 가압했을 때, 숫돌과 공작물 사이에 압력이 증가하여 과열될 때 등이다.

○ 연삭숫돌의 검사 : 외관검사, 음향검사, 회전시험검사, 균형검사 등이 있다.

○ 숫돌의 덮개 : 숫돌이 회전 중 파괴되는 경우에 대비하기 위하여 연삭기의 종류, 형상 및 치수에 따라 알맞는 덮개를 씌워야 한다.

공작기계의 안전

선반, 밀링 등 공작기계는 NC, CNC 등 자동화한 기계가 많이 보급되어 위험이 감소하고 있으나, 수동식이나 자동화된 기계도 공구 교환, 가공물 착탈시에 위험이 여전히 존재한다.

○ 선반작업의 안전 : 칩이 끊어지지 않고 연속해서 나오게 되면, 가공물의 표면이 손상되고, 작업자에게도 위험하다. 칩이 짧게 끊어지도록 칩 브레이커를 사용하고, 가능하면 칩이 자동으로 제거되도록 한다. 칩이 튀는

것으로부터 눈을 보호하기 위하여 보안경을 착용하고 작업한다. 회전부에 소매나 옷, 장갑 등이 말려들어 가지 않도록 한다. 가공재의 길이가 길면 방진구를 사용하며, 치수 측정, 주유 및 청소시에는 운전을 정지한다.

○ 드릴 작업의 안전 : 손으로 가공재를 고정하는 것은 매우 위험하다. 바이스나 지그를 사용한다. 회전하는 드릴에 소매 등이 감기는 사고가 많다. 칩을 제거할 때에는 브러시를 사용한다. 칩이 날릴 경우에는 보안경을 사용한다.

○ 밀링작업의 안전 : 칩방지 투명판을 설치하거나 보호안경을 착용한다. 밀링커터나 회전부에 소매나 옷이 말려 들어가지 않도록 한다. 가공에 적합한 커터를 선정하고 커터에 떨림이나 과대한 절삭력이 걸리지 않도록 한다. 무거운 부속장치를 설치할 때는 안전한 하역장치를 이용한다. 칩 제거는 칩이 예리하므로 반드시 브러시를 사용한다. 장갑을 끼고 작업하지 말고, 손으로 가공면을 점검해서는 안 된다.

○ 플레이어와 세이퍼 작업의 안전 : 플레이어의 왕복 테이블의 이동거리 및 세이퍼의 램 이동거리 밖에는 출입을 금지하는 방책을 설치하여야 한다. 바이트에 무리한 절삭력이 걸리지 않도록 휘어져 있는(goose neck형) 바이트를 사용한다.

목재가공기계의 안전

원목이나 목재 등을 절단, 가공하는 기계로 원형톱, 띠톱, 목공선반 등이 있다.

○ 반발예방장치 : 원형톱 등 회전하는 톱날에서 앞부분에서는 목재를 밑으로 눌러서 고정되나, 뒷부분에서는 목재를 위로 올려서 목재가 절단된 후에 뒷날에 닿으면 고속으로

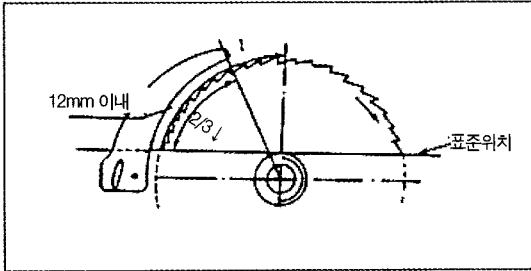


그림 3 분할날

위로 튀어 올라 반발하게 된다. 이러한 반발을 방지하기 위하여 그림과 같이 톱날의 폭보다 얇은 강판으로 원형톱날의 뒷부분의 2/3 이상에 분할날을 설치한다.

○ 날접촉예방장치 : 목재가공시 손이 회전하는 톱날에 접촉되는 것을 방지하기 위하여 가동식 또는 고정식 덮개를 설치한다.

양중기의 안전

양중기는 동력을 이용하여 사람 및 화물을 인상 또는 인하하는 기계로서, 크레인, 리프트, 승강기 등이다.

○ 와이어로프의 안전 : 안전율은 5~10 이상으로 한다. 달아매는 각도가 크면 하중이

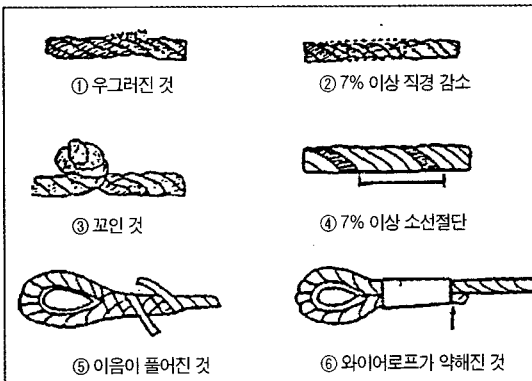


그림 4 와이어로프의 사용금지 예

커진다. 와이어로프의 끝은 크립 등으로 견고하게 고정하여야 한다.

○ 와이어로프의 사용금지 예 : 그림 4와 같은 경우는 사용이 금지되고, 즉시 교체해야 한다.

○ 과부하 방지기 : 정격하중 이상의 하중이 작용하면 경보를 울린다.

○ 권과방지장치 : 하중을 일정한 높이 이상으로 권상하지 못하도록 지정된 곳에서 리미트스위치를 사용하여 권상을 정지시키는 장치이다.

○ 과속방지장치 : 브레이크가 작동되지 않아 정격속도의 115%가 넘으면 비상브레이크가 작동한다.

○ 조속기 : 승강기에서 속도가 규정속도의 130% 이상을 넘으면 전자브레이크를 동작시켜 승강기를 정지시키는 장치.

○ 완충기 : 승강기에서 비상정지장치나 브레이크가 듣지 않아 추락할 때 바닥의 충격을 완화하는 장치로서, 스프링식과 유압식이 있다.

지게차의 안전

지게차가 전도되지 않고 안정하려면, 전도되려는 물체의 모멘트인 '화물의 중량(W) x 거리(a)' 보다 복원되려는 모멘트인 '차량중량(G) x 거리(b)' 가 커야 한다.

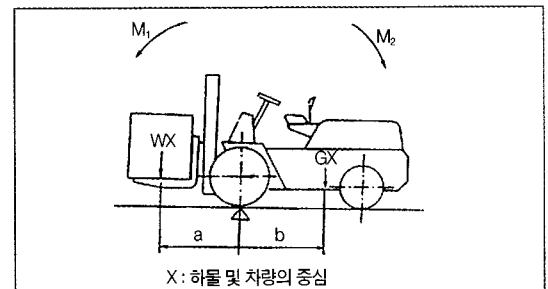


그림 5 지게차의 전복 안정도