

# 제조업 산업재해 및 기계 작업 안전 관리

## CONTENTS

### 1. 제조업 산업재해 사례 및 안전관리

- 제조업의 산업재해란
- 끼임, 떨어짐 사례 및 안전관리
- 화재, 맞음, 부딪힘 사례 및 안전관리

### 2. 기계 작업 안전 관리

- 기계설비의 정의 및 분류
- 기계설비에 의한 위험
- 기계설비 안전의 원칙

## part 1. 제조업 산업재해 사례 및 안전관리

### 1. 제조업의 산업재해란

#### 1) 개념

가. 산업재해의 위험성

- 다양한 기계를 사용하는 제조업의 경우 재해 발생 위험성이 높음
- 제조업에서 사용하는 기계 중 산업안전보건법에서 유해·위험 기계로 지정되는 기계도 있음

나. 제조업의 의미

- 각종 원료를 가공하고 제조하는 공업
- 기계와 기구가 필요함
- 올바른 사용법과 안전관리 방법을 지킬 경우 유용
- 올바른 안전관리를 하지 못했을 경우 위험이 될 수 있음

#### 2) 산업재해 정의

- 산업재해란
- 근로자가 업무에 관계되는 건설물, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것
- 업무와 관련되어 근로자가 재해를 입게 된 경우를 의미
- 중대 재해란
- 산업재해 중에서 사망 등 재해의 정도가 심한 것
- 사망자가 1인 이상 발생한 재해
- 3개월 이상의 요양을 필요로 하는 부상자가 동시에 2인 이상 발생한 재해
- 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 10명 이상 발생한 재해

#### 3) 산업재해 발생 원인

가. 불안정한 상태

- 설비 자체의 결함
- 설비 배치 및 작업장소 불량
- 방호조치의 결함
- 보호구의 결함
- 작업 환경의 결함

- 작업방법의 결함

#### 나. 불안전한 행동

- 안전장치의 무효화
- 안전조치의 불이행
- 위험장소에서의 접근
- 기계 작동 중 점검 실시
- 기계 · 공구 등의 목적 외 사용
- 위험한 상태로 장치 동작
- 보호구의 선택 및 사용방법 불량

### 4) 제조업 산업재해의 위험성

#### 가. 산업재해 재해자, 사망자 발생 현황

- 가장 높은 재해자가 발생한 업종은 제조업
- 매우 압도적인 비율로 재해자 발생 수가 높은 것을 통해 제조업에서는 재해가 자주 발생하는 편
- 가장 높은 재해사망자를 기록한 업종은 건설업
- 제조업은 재해가 자주 발생하며 동시에 사망자도 많이 발생함

### 5) 제조업 산업재해 유형

#### 가. 제조업 5대 재해 유형

- 끼임, 떨어짐, 물체에 맞음, 부딪힘, 화재 · 폭발 · 파열 · 누출

#### 나. 제조업 5대 작업 유형

- 크레인, 지게차, 사다리, 컨베이어, 리프트

### 6) 산업재해 발생 시 의무

#### 가. 사업주

- 산업재해가 발생할 위험이 있거나 중대 재해가 발생했을 때 즉시 작업을 중지시키고 근로자를 작업장소로부터 대피시키는 등의 필요한 안전 · 보건상의 조치를 한 후 작업을 다시 시작해야 함
- 산업재해가 발생할 매우 급한 위험이 있다고 믿을 만한 합리적인 근거가 있을 때는 작업을 중지하고 근로자에 대하여 이를 이유로 해고나 그 밖의 불리한

처우를 하여서는 아니 됨

#### 나. 근로자

- 산업재해가 발생할 매우 급한 위험으로 인하여 작업을 중지하고 대피하였을 때에는 바로 그 사실을 바로 위 상급자에게 보고해야 함

#### 다. 고용노동부 장관

- 중대 재해가 발생했을 때 그 원인 규명 또는 예방대책 수립을 위하여 중대 재해 발생원인을 조사하고, 근로감독관으로 하여금 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 안전보건개선계획의 수립·시행이나 그 밖에 필요한 조치를 하도록 할 수 있다.

### 7) 안전조치 미실시 벌칙

- 7년 이하의 징역 또는 1억 원 이하의 벌금

## 2. 끼임, 떨어짐 사례 및 안전관리

### 1) 끼임

#### 가. 끼임 재해

- 기계나 설비의 작업점, 기어나 롤러 등의 말림점, 동력전달부 등에 신체 일부가 끼면서 발생하는 재해를 의미
- 실생활에서도 자주 발생하는 재해
- 제조업 전체 사고의 약 24.2%를 차지하는 재해

#### 나. 끼임 재해 사례

- ① 컨베이어를 이용하는 작업장에서 컨베이어에 떨어진 불순물을 제거하기 위해 신체를 넣음 → 컨베이어는 계속해서 작동 중 → 컨베이어의 작동으로 렉과 기둥 사이에 재해자의 머리가 끼여 사망
- ② 재단기를 이용해 작업하는 사업장에서 작업을 하기 위해 작동 중인 재단기로 다가간 재해자 → 기계의 동력차단장치가 재해자의 작업위치에서 멀어 작동이 어려움 → 재단기의 권취롤러와 필름 사이에 왼손이 말려 들어가 재해자 사망
- ③ 일반작업용 리프트로 베란다에서 작업을 하던 도중 느슨해진 와이어로프의 상태 → 부직포 심지를 빼기 위해 운반구 안으로 머리를 넣어 리프트 하강버튼을 누른 재해자 → 느슨해진 와이어로프가 풀려 리프트가 낙하, 베란다와 운반구

사이에 머리가 끼어 사망

#### 다. 끼임 재해 원인과 예방대책

##### ① 전원 차단

- 기계에 이상이 발생했을 때는 전원을 차단하는 등의 안전조치를 한 후 작업 수행하기
- 점검이나 정비와 같은 작업을 실시할 때는 '점검 중 조작금지' 같은 표지판 부착하기

##### ② 비상정지장치 사전설치

- 작업 중인 근로자에게 위험한 상황이 발생했을 때 즉시 기계의 작동을 정지시킬 수 있는 비상정지장치 사전에 설치하기

##### ③ 방호울 설치

- 재해가 자주 발생하는 곳에는 방호울을 설치해 재해 예방하기

##### ④ 방호장치 설치 및 방호구 착용

- 사업주는 운반구, 화물의 낙하 등에 의한 재해를 예방하기 위한 적절한 방호장치

를 설치하고 사용해 재해 예방하기

- 벨트, 체인 등의 동력전달부와 기어, 롤러의 말림점에는 방호덮개 설치하기
- 기계·설비 작업점에는 센서, 덮개 등의 방호장치 설치하기
- 회전체 취급 작업 시에는 면장갑 착용을 금지하고 적절한 작업복을 착용하기

##### ⑤ 위험한 장소 출입금지 조치

- 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에 근로자 출입을 금지시키기
- 화물반 입구 등 눈에 잘 보이는 장소에 출입금지 표시 부착하기

## 2) 떨어짐

#### 가. 떨어진 재해

- 추락이라고도 함
- 제조업 전체의 사망 재해 중 약 17% 차지

#### 나. 떨어진 재해 사례

- ① 화물자동차 적재 작업 중 발생한 떨어짐 → 작업 중 불편함으로 안전모를 벗고 작업을 진행함 → 작업을 마친 재해자가 바닥으로 뛰어 내림 → 적재함 바닥 팔레트에 재해자의 왼발이 걸려 머리가 먼저 떨어지게 되며 사망

- ② 프레스 상부 작동유 탱크 위에서 작동유 보충작업 중 떨어짐 → 재해자가 작동유 탱크 위에서 천장크레인을 조작하는 작업 필요 → 재해자는 작업을 위해 안전난간이 없는 작동유 탱크 상부로 이동함 → 상부가 미끄러워 몸의 중심을 잃으며 작업장 바닥으로 재해자가 떨어져 사망
- ③ 공장 지붕 보수공사 작업에서 발생한 재해 → 지붕 스퀘어 해체 작업을 위해 지붕에 오른 재해자 → 지붕에서 이동하는 도중 선라이트가 파손되며 재해자가 떨어져 사망

#### 다. 떨어진 재해 원인과 예방대책

- ① 승강설비나 발판 설치
  - 화물자동차 적재함에서 적재 작업 시 근로자의 안전한 승하차를 위해 승강설비나 발판 설치하기
- ② 근로자 보호구 착용
  - 추락 위험이 높은 장소에서 작업 시 근로자는 안전모와 같은 개인 보호구를 반드시 착용한 후 작업 실시하기
- ③ 작업계획서 작성
  - 차량계 하역 운반기계 작업 시 떨어짐, 넘어짐 등의 재해를 예방할 수 있는 안전대책이 포함된 작업계획서 작성하기
- ④ 안전난간과 같은 떨어짐 예방조치
  - 작업 전 청소 등 미끄럼 방지조치 후 작업 실시하기
  - 충분한 강도를 가진 안전난간을 설치한 후에 작업하기
  - 안전난간 설치가 어려울 경우 안전대를 착용하는 등의 추락 위험에 필요한 다른 조치 취하기

### 3. 화재, 맞음, 부딪힘 사례 및 안전관리

#### 1) 화재 · 폭발 (파열 · 누출)

##### 가. 화재 · 폭발 (파열 · 누출) 재해 발생

- 인화성 물질이 남은 페드럼 절단 작업
- 환기가 충분하지 않은 탱크 내부 등에서의 화기 작업
- 용접 작업 중 불티가 비산한 경우
- 화학 설비에서 인화성 물질이 누출된 경우

##### 나. 화재 · 폭발 사고 재해 사례

- 공장 생산실에서 발생한 폭발 사고 재해 → 재해자는 암모니아 냄새를 맡고 원인조사를 시작함 → 암모니아 누출 예상 장소에서 희석 작업 진행 → 갑작스러운 폭발로 날아온 벽체 및 기둥에 맞아 재해자 사망

#### 다. 화재·폭발 (파열·누출) 재해 원인과 예방대책

##### ① 인화성 물질 잔존 여부 확인

- 위험물 취급용이던 페드럼은 반드시 마개를 개방하여 내부 위험물을 완전히 제거

하고 작업하기

- 물 등을 이용해 내부를 충분히 세척하기
- 필요에 따라 불활성 가스 등으로 치환 후 작업을 진행해도 괜찮음
- 사용 이력이 확인되지 않은 페드럼을 용접·용단하는 것은 위험하므로 자제하기

##### ② 폭발 위험장소의 안전조치 실시

- 사업주는 인화성 액체의 증기나 인화성 가스 등을 제조·취급 또는 사용하는 장소에 관하여 가스폭발 위험장소 또는 분진폭발 위험장소로 설정하고 관리하기
- 사업주는 폭발위험장소의 구분도를 작성·관리 하여야 함
- 인화성 물질의 누출 파악이 쉽도록 경보장치 등을 설치하기
- 용접 작업 시 불티 비산방지 조치 및 소화기 비치하기
- 밀폐공간은 인화성 액체나 증기가 남아 있지 않도록 환기 등의 조치 후 화기 작업 실시하기

##### ③ 안전한 장소로 대피

- 사업주는 폭발이나 화재에 의한 산업재해 발생의 매우 급한 위험이 있는 경우에는 즉시 작업을 중지하고 근로자를 안전한 장소로 대피시켜야 함
- 사업주는 근로자가 산업재해를 입을 우려가 없음이 확인될 때까지 해당 작업장에 관계자가 아닌 사람의 출입을 금지해야 함
- 출입금지 표시는 보기 쉬운 장소에 표시하기

## 2) 맞음

### 가. 맞음 재해 문제점

- 적절한 포장기 없는 중량물을 지게차로 운반
- 고속 회전체인 슛돌의 파손
- 크레인의 와이어로프 파손 및 달기기구 이탈
- 과도한 높이로 불안정하게 적재된 적재물

#### 나. 맞음 재해 사고 사례

- 철강재 용단 작업장에서 발생한 재해 → 2줄 걸이 크레인을 이용해 박스를 교체하는 작업 중이던 재해자 → 체인슬링의 훅이 박스 구멍에서 이탈해 날아감 → 이탈된 훅에 재해자가 머리를 맞아 사망

#### 다. 맞음 재해 원인과 예방대책

##### ① 적절한 용구 사용

- 걸이 방법(십자걸이) 및 적합한 보조기구 사용 등 결정
- 안전한 걸이 방법 사용
- 사용 중인 훅, 줄걸이 로프, 보조요구 등 상태 수시 점검
- 걸이작업 후 걸이 상태도 안전한지 확인-훅 해지 장치 포함

##### ② 방호조치

- 방호조치를 지키지 않으면 재해가 일어날 가능성이 큼
- 기계에 직접 설치해 날아오는 작업물을 막는 방호장치의 설치와 이미 날아온 가공물로부터 근로자의 신체를 보호해주는 개인용 보호구 착용이 있음

##### ③ 적재 작업 시

- 적재물의 낙하 때문에 적절한 포장조치를 취하지 않고 지게차로 중량물을 옮기는 경우 발생
- 운반물은 전용 팔레트에 적치하고, 낙하되지 않도록 포장하여 운반하여야 하며, 중량물을 적재할 때에는 운전자의 시야를 가리지 않도록 적재
- 중량물을 적재하는 동안에는 높이가 높든 낮든 상관없이 언제나 적재물 낙하의 위험이 있으므로 작업변경 내에 관계 근로자 외 출입을 금지하도록 해야 함

### 3) 부딪힘

#### 가. 부딪힘 재해가 자주 발생하는 작업

- 지게차의 운반작업
- 크레인의 중량물 운반작업
- 차량계 하역 운반기계의 운행
- 산업용 로봇의 작업 범위 내 접근

#### 나. 부딪힘 재해 사례

- ① 사업장 내 도로에서 이동하던 재해자 → 적재물을 높게 적재한 상태로 재해자에

게 다가오는 지게차 → 시야 확보를 위해 포크 조작을 실시하던 운전자 → 낮은 시야 확보로 재해자와 충돌하며 재해자 사망

- ② 지게차 화물 하역 및 운반 작업 현장에 있던 재해자 → 작업현장은 복합소음이 발생하는 시끄러운 장소 → 지게차 한 대가 후진을 하며 재해자의 방향으로 달려옴 → 후진 경보음을 듣지 못한 재해자와 지게차가 부딪혀 사망

#### 다. 부딪힘 재해 원인과 예방대책

##### ① 충분한 시야 확보

- 지게차 운전자의 시야가 충분히 확보될 수 있도록 화물을 적정 높이로 적재하여 운반하기
- 지게차 후진 시 후방 시야 확보하기

##### ② 지게차와 근로자의 안전거리 확보

- 지게차나 화물차가 수시로 운행되는 장소에는 보행 근로자가 안전하게通行할 수 있는 통로를 설치하기
- 지게차 운행 중 접촉 및 부딪힐 위험이 있는 장소에 근로자 출입 금지하기
- 지게차의 구내 속도 규정을 준수하여 항상 안전거리를 유지할 수 있도록 하기

##### ③ 작업계획서 작성

- 위험 예방대책을 포함한 작업계획서를 작성하기
- 작업 지휘자를 지정하여 그 계획에 따라 작업을 하도록 하기

#### 라. 산업용 로봇 재해 안전대책

- ① 산업용 로봇 운전 중 접촉방지 조치 실시
- ② 산업용 로봇의 수리 등 작업 시 안전조치 시행

## part 2. 기계 작업 안전 관리

### 1. 기계설비의 정의 및 분류

#### 1) 기계설비의 정의

##### 가. 기계

- 서로 다른 2개 이상의 부품이 결합되어 외부로부터 에너지나 동력을 공급받아 스스로 움직이면서 유용한 일을 하는 것을 말함

##### 나. 기계설비

- 작업을 하기 위해 필요한 기계 또는 이와 유사한 부대시설이나 장치 등이 모두 합쳐진 하나의 시스템 전체를 의미함

## 2) 기계설비의 분류

### 가. 종류별 분류

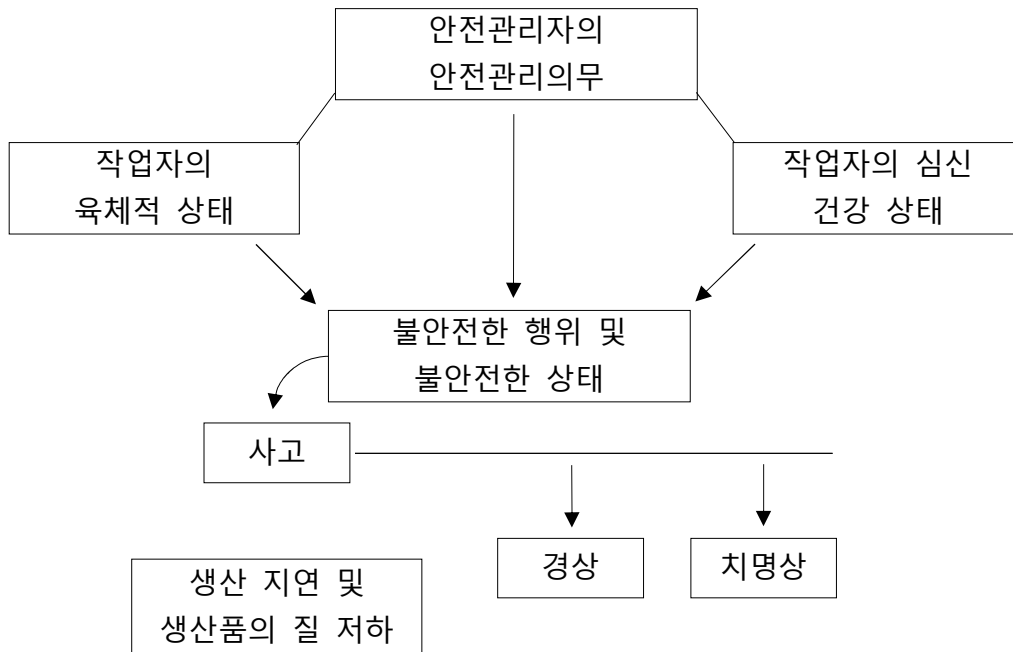
생산기계	선반, 프레스, 밀링, 연삭기 등
건설기계	불도저, 믹서, 로드로울러 등
수송기계	자동차, 엘리베이터 등
산업기계	컨베이어, 크레인 등
농업기계	이앙기, 경운기, 트랙터 등

### 나. 용도별 분류

공작기계	선반, 밀링 드릴링, 연삭기 등
금속가공기계	프레스, 전단기, 용접기, 전조기 등
제강기계	압연기, 인발기, 단조기, 열처리로 등
목공기계	목공선반, 띠톱, 루터기, 기계대패 등
운반하역기계	지게차, 크레인, 로더 등
수송기계	자동차, 엘리베이터, 에스컬레이터 등
섬유기계	제면기, 제사기, 방적기, 제직기 등
화학기계	열교환기, 증류탑, 압력용기 및 화학플랜트의 설비
열유체기계	보일러, 펌프, 송풍기, 공기압축기, 냉동기, 터빈 등
전기기계	모터, 발전기, 차단기 등
건설기계	불도저, 해머, 도로포장기계, 준설선 등

## 2. 기계설비에 의한 위험

### 1) 사고 흐름도



### 2) 사고 체인의 구성요소

- 1요소(함정) - 기계의 운동에 의해서 트랩점이 발생할 가능성이 있는가?
- 2요소(충격) - 운동하는 어떤 기계요소들과 사람이 부딪쳐 그 요소의 운동에너지에 의해 사고가 일어날 가능성은 없는가?
- 3요소(접촉) - 날카롭거나, 차갑거나 또는 전류가 흐름으로서 접촉 시 상해가 일어날 요소들이 있는가?
- 4요소(얽힘, 말림) - 작업자가 기계설비에 말려들어갈 염려는 없는가?
- 5요소(튀어나옴) - 기계부품이나 피가공재가 기계로부터 튀어나올 염려는 없는가?

### 3) 기계설비의 위험성

가. 기계적인 작업과 동작의 형태를 기준으로 위험 분류

- 회전동작: 플라이휠, 팬, 풀리, 축 등과 같이 회전운동을 하는 부위는 접촉 및 말림, 끼임, 협착 등의 위험성이 잠재되어 있음
- 횡축동작: 운동부와 고정부 사이에 위험이 형성되며 작업점과 기계적 결합부분에

잠재위험이 있음

- 왕복동작: 운동부와 고정부 사이에 위험이 형성되며 운동부 전후, 좌우 등에 적절한 조치가 필요함

나. 기계설비에 의해 형성되는 위험점

가) 협착점

- 왕복 운동하는 운동부와 고정부 사이에서 형성되는 위험점

나) 끼임점

- 기계의 고정부분과 회전 또는 직선운동 부분이 함께 형성하는 위험점

다) 절단점

- 운동부분과 고정부분이 만드는 위험점이 아니고 회전 운동하는 기계 자체에서 생기는 위험점

라) 물림점

- 회전하는 두 개의 회전축에 물려 들어갈 위험성이 있는 곳

마) 접선 물림점

- 회전하는 부분의 접선방향으로 물려 들어갈 위험이 형성되는 곳

바) 회전 말림점

- 회전하는 물체의 길이, 굵기, 속도 등의 불규칙 부위와 돌기회전부에 의해 장갑 등이 말려들 위험이 있는 곳

### 3. 기계설비 안전의 원칙

#### 1) 외관상의 안전화

- 노출된 위험부위에 커버 또는 인터록 장치를 부착하여 접근을 차단함
- 가동 중 발생한 예리한 모서리, 버어 등은 연삭기로 라운딩 처리함
- 작업장의 통로나 통로에 근접 설치된 기계에 의해 재해를 입지 않도록 하고, 타 작업자들의 불의에 의한 접촉 및 오동작이 발생되지 않도록 조치해야함
- 감전의 위험이 있는 전기배선 및 전기기구에 커버 등을 설치해야함
- 작업장 내의 채색, 기동, 정지 및 급정지 스위치의 명확한 채색구분

#### 2) 기능상의 안전화

가. 자동화된 기계설비

- 기계 및 설비는 전기나 압력에 의해 반자동이나 자동제어 기능을 갖춘 것이 많음
  - 자동화된 기계설비는 재해 측면으로는 불리한 조건이 포함되어 있는 경우가 많음
- 전압의 강하, 정전 시의 기계오동작

- 단락스위치나 릴레이 고장 시의 오동작
- 사용압력 변동 시의 오동작
- 밸브계통의 고장에 따른 오동작
  - 이상사태 발생에 대비하여 미리 적절한 대책을 강구해야함

나. 대책방법

가) 소극적인 대책

- 이상 시 기계를 급정지시키거나 방호장치가 작동되도록 함

나) 적극적인 대책

- 전기회로를 개선하여 오동작을 방지하거나, 별도의 완전한 회로에 의해 정상기능을 찾을 수 있도록 함

### 3) 구조부분의 안전화

가. 재료의 선정

- 재료의 조직이나 성분에 결함이 내재된 경우 필요한 재료의 강도를 얻을 수 없음
- 가공 중에 발생한 미세한 균열은 사용과정에서 성장되어 파괴를 유발함

나. 설계의 안전화

- 설계 시 기계나 설비의 부재에 가해지는 최대하중을 예측하여 소재의 굽기, 두께 등 치수를 결정해야함
- 적절한 안전율을 고려해야함

다. 가공시 안전성

- 열처리가 불량 및 용접부위에 개재된 미세균열이나, 잔류응력 등에 의해 쉽게 파괴되기도 함
- 정해진 작업방법의 준수와 철저한 품질관리가 필요함

### 4) 근원적 안전화

가. 풀 프루프

- 미숙련자가 업무에 종사하여도 재해를 당하지 않도록 하는 것을 말함
- 기계 등에서 작업자가 기계조작을 잘못하거나 이상이 발생하거나 고장이 있어도 위험한 상태가 되지 않도록 안전화를 도모하려는 기본적인 개념임

나. 페일세이프

- 고장이 발생해도 기계설비가 항상 안전한 방향으로 작동하는 기능을 말함
- 부품이 고장나면 통상 기계는 정지하는 방향으로 이동하여야 하고, 부품이 고장나면 경보를 울리는 가운데 짧은 시간동안 운전이 가능하여야 하며, 부품고장이 있어도 기계는 추후 보수까지 안전한 기능을 유지해야 함

## 5) 인터록 장치의 이용

- 일반적으로 가드는 기계식, 전기식, 공압식 등의 방법으로 전체 기계시스템제어의 일부로 연동시킴
- 가드가 닫히기 전까지는 기계의 작동이 시작되면 안 됨
- 가드가 열리는 순간 기계의 작동이 멈추어져야 함
- 완전정지까지 시간이 걸리는 경우 지연 릴레이 장치를 설치하고, 예기치 않은 운동을 막기 위해 시동 제어와 결합되어 있어야 함
- 인터록가드를 미끄럼 운동을 할 수 있게 설치할 때에는 때때로 제거할 수 있어야 함
- 인터록가드는 작업자의 안전을 확신할 수 있어야 하며, 쉽게 근접할 수 있게 설치되어야 함
- 연결방법은 동력공급방식, 기계의 운전배열, 보호되어야 하는 위험의 정도, 그리고 방호장치의 작동불량에 따른 결과 등에 따라 선택될 수 있음
- 연결기구에는 동력에 의해 가드를 닫는 경우와 그 자체 운동으로 가드를 닫는 것으로 나눌 수 있으며, 인터록 장치의 종류로는 직접 수동스위치 인터록, 기계적인 인터록, 캠구동 제한 스위치, 캡티브인터록, 시간지연장치, 열쇠교육시스템 등이 있습니다.