

KOSHA GUIDE

M - 182 - 2015

## 유압절곡기 방호장치에 관한 기술지침

2015. 11

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 서울과학기술대학교 이근오 교수

o 제·개정 경과

- 2015년 11월 기계안전분야기준 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- British Standard Institution. "Safety of machine tools-Hydraulic press brakes". BS EN 12622:2009
- Canadian Standard Association. "Safeguarding of machinery". CSA Z432-04, 2005
- Canadian Standard Association. "Code for Power Press Operation: Health, Safety". CSA Z142-02
- Irsst(Institut de recherche Robert-Sauve en sante et en securite du travail). "Safeguarding of hydraulic power press brakes". 2010
- KS C IEC 60204-1:2015
- ISO 14120:2002. "Safety of machinery-Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards
- 고용노동부 / 위험 기계·기구 및 설비 가이드북

o 관련법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3절 프레스 및 전단기(제103조~제104조)

o 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2015년 12월 7일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 유압절곡기 방호장치에 관한 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제 103조(프레스 등의 위험방지)의 규정에 따라 유압절곡기의 방호장치에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용 범위

이 지침은 전단기와 구분하여 상부 램과 하부 램 사이에 금속 판재를 넣고 굽힘 가공하는 기계에 장착된 방호장치에 적용할 수 있다.

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “유압절곡기(Hydraulic press brake)”이라 함은 금속판을 상하 형틀에 끼워 압력을 가하여 굽히는 기계로서 형을 교체하여 여러 종류의 각도나 형상으로 가공하는 기계·빔 작동방식에 따라 하향식과 상향식이 있으나 대부분 하향식이 사용되는 것을 말한다.

(나) “기계 프레임(Machine frame)”이라 함은 기계의 틀을 말한다.

(다) “테이블(Table)”이라 함은 하부 금형(Die)를 지지하는 절곡기의 고정된 부분을 말한다.

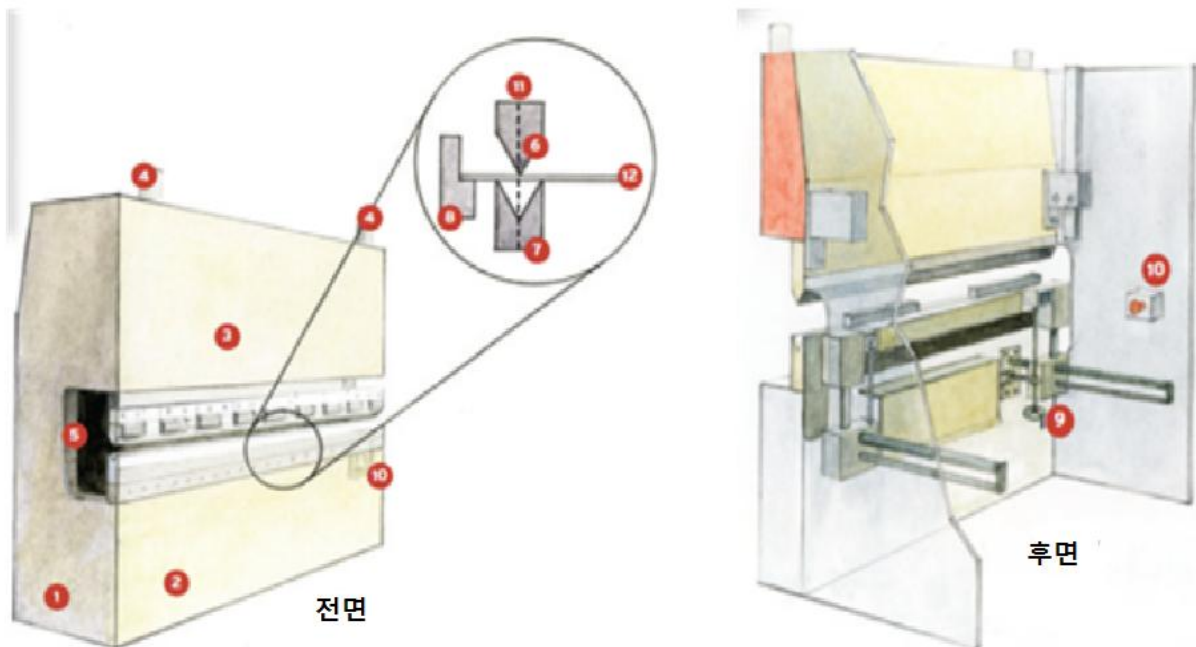
(라) “램(Ram)”라 함은 상부 금형을 지지하여 상하운동을 하는 이동식 부분을 말한다.

- (마) “압력 액추에이터(Pressure actuator)”라 함은 램의 작동을 위해 유체에너지를 사용하는 액추에이터를 말한다.
- (바) “디지털 제어판(Digital control panel)”이라 함은 유압절곡기의 제어를 위해 사용자와 기계장치와의 인터페이스(Interface: 인간과 기계사이의 상호정보교환이나 동작을 하기 위한 구조)를 말한다.
- (사) “금형(Die)”이라 함은 금속 재료의 굽힘을 위한 상·하로 구성된 공구(Tool)을 말한다.
- (아) “백 게이지(Back gauge)”이라 함은 금속재료를 굽히기 위해 금형의 뒤에 위치하여 재료를 지지하는 부품을 말한다.
- (자) “백 게이지 조정기구(Back gauge adjustment mechanism)”이라 함은 백 게이지를 조절하기 위한 기구를 말한다.
- (차) “전자감응식 장치(Electro sensitive device)”라 함은 사람 또는 장치 몸체의 부분들과 장치에 노출되는 사람에게 신호(Signal)를 보내 감지하여 위험을 줄일 의도를 가지는 제어시스템이다.
- (카) “이동식 연동가드(Movable guard with interlocking device)”라 함은 기계의 제어시스템과 함께 다음 기능이 수행되도록 연동식 장치가 결합된 가드를 말한다.
- 가드에 의해 “보호를 받는” 위험 기계의 기능이 가드가 닫히기 전까지는 작동할 수 없다.
  - 위험한 기계의 기능이 작동 중일 때 가드가 열리면 정지 명령이 내려진다.
  - 가드를 닫으면, 가드로 보호된 위험한 기계 기능이 수행 가능하게 되지만, 가드를 닫는 것만으로 위험한 기계 기능이 스스로 가동되지는 않는다.
- (타) “고정식 가드(Fixed guard)”라 함은 공구의 사용 없이 제거하거나 개봉할 수 없도록 만들어진 잠쇠(Fastener: 스크루, 너트 등) 또는 영구적인 방법(용접 등)에 의해 고정된 가드를 말한다.

(2) 그밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

#### 4. 유압절곡기의 주요구성요소

아래의 <그림 1>은 방호장치를 제외한 절곡기의 주요구성요소를 표시하고 있다.

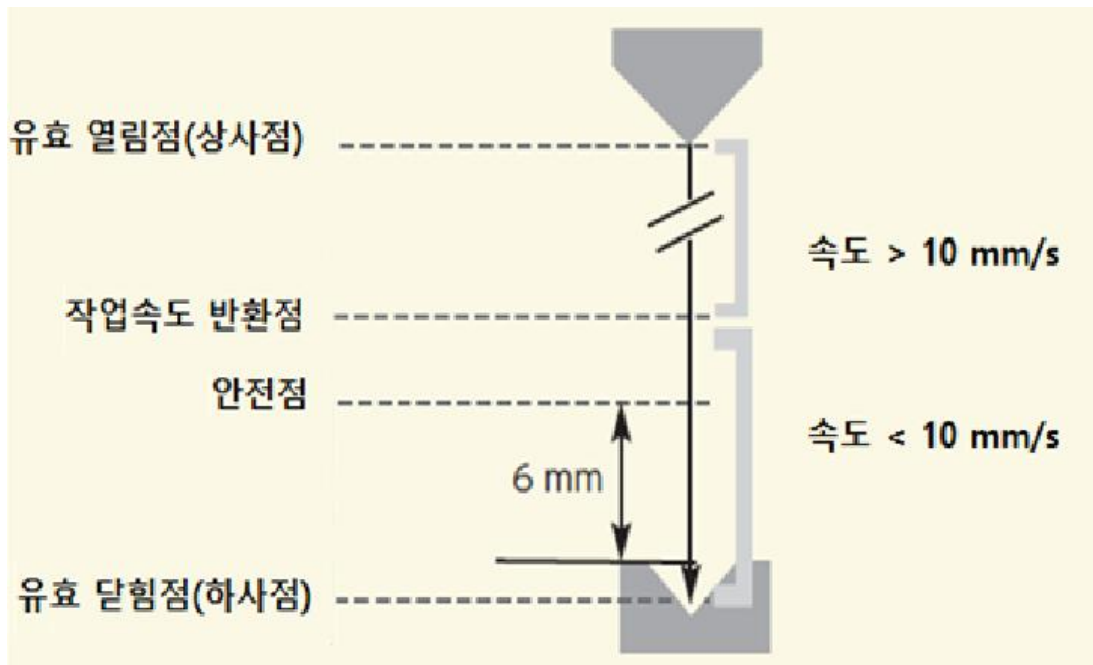


1. 기계 프레임(Machine frame)
2. 테이블(Table)
3. 램(Ram)
4. 압력 액추에이터(Pressure actuator)
5. 디지털 제어판(Digital control panel)
6. 상부금형(Upper die)

7. 하부금형(Lower die)
8. 백 게이지(Back gauge)
9. 백 게이지 조정기구(Back gauge adjustment mechanism)
10. 비상정지버튼
11. 굽힘 축(Bending axis)
12. 강판(Metal sheet)

<그림 1> 유압절곡기의 주요 구성요소

#### 4.1 램의 위치



<그림 2> 절곡기의 램 위치

- (1) 전자 감응식 방호장치(광전자식 방호장치, 레이저 빔 방호장치)에서 안전점 (safety point)은 일반적으로 굽힘재료 상부 6 mm에 위치하며 이 위치에서 램이 정지하도록 설정되어 있다. 판위 6 mm의 개념은 두께가 2 mm 이하인(금형사이 전체 열림이 8 mm) 부품(재료)에 대하여 허용한다.
- (2) 작업속도 변환점은 램의 속도가 접근속도(속도 > 10 mm/s)로부터 판재를 가공하기 위해 더 늦은 속도(속도 < 10 mm/s)로 바뀌는 점이다. 조절에 따라 작업속도 변환점과 안전점이 같을 수도 있다.

#### 4.2 위험요인과 관련 재해

유압절곡기는 <그림 3>과 같은 전면, 후면 및 측면영역 등 여러 영역에서 방호되어야 하며 각 위험요인에 대한 재해유형과 방호영역은 <표 1>과 같다.



<그림 3> 방호영역

<표 1> 유압절곡기의 위험요인과 재해유형

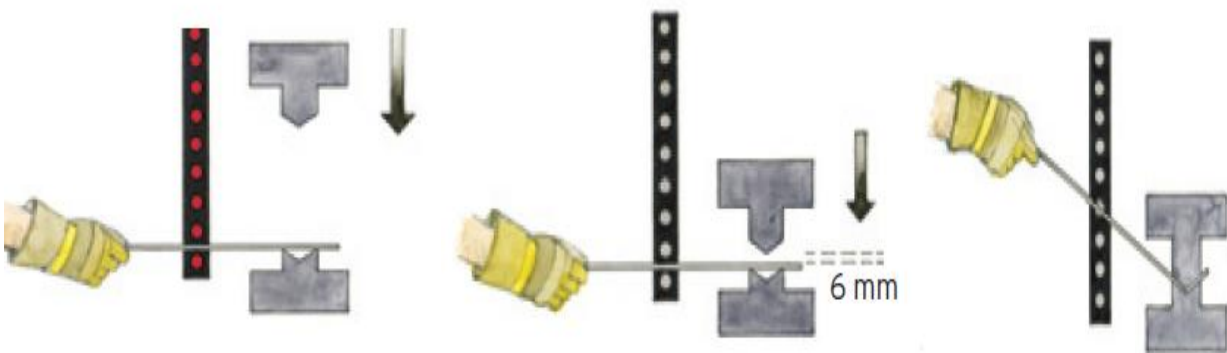
위험요인	위험한 상황	재해유형	방호영역
금형의 움직임과 절단 형상	상부 금형과 하부 금형 사이의 끼임점에 신체가 위치할 때	끼임(Crushing) 베임(Cuts) 절단(Amputation) 사망(Death)	전면영역 후면영역 측면영역
강판의 리턴운동	굽혀진 강판과 절곡기 쪽 사이에 근접하게 신체가 위치하고 있는 경우 강판의 리턴에 의해 사고발생	찰과상(Abrasions) 타박상/멍(Bruises) 베임	전면영역 측면영역
동력식 백 게이지의 이동	백게이지와 백게이지 구동기구 근처에 사람이 있을 때	찰과상 타박상 베임 골절(Fractures)	후면영역 측면영역

## 5. 방호장치

### 5.1 광전자식 방호장치

- (1) 광전자식 방호장치는 전면에 위치한 사람을 보호하기 위한 장치이다.
- (2) 광전자식 방호장치는 전자감응에 의해 작동되는 방호 장치이며, 투광기와 수광기로 구성되어 있고, 투광기(등거리로 분산)는 적외선 광선을 수광기에 전송한다. 이 방호장치는 사람의 몸이 빔을 차단하면 기계장치의 위험한 동작을 멈추게 하는 신호를 준다. 광전자식 방호장치의 분해능은 굽히는 재료의 두께 및 형상을 고려하여 선택되어진다.

#### 5.1.1 굽힘 모드(Bending modes)



1. 강재의 삽입

2. 램의 하강(6 mm 영역 안에서)시 미작동

3. 강재의 굽힘

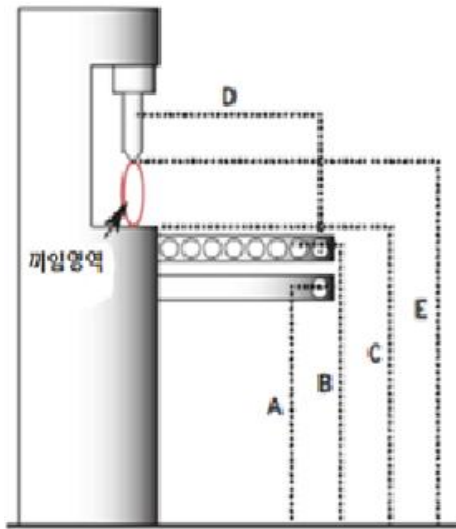
<그림 4> 테이블에 하강하는 램과 강재의 삽입

#### 5.1.2 광전자식 방호장치의 설정

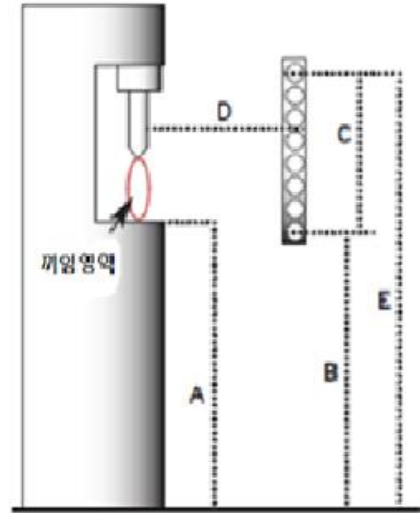
광전자식 방호장치는 수평 또는 수직으로 설치되어 지거나 가끔은 비스듬히 또는 두 가지를 결합한 형태로 설치한다.(기준 EN 12622:2001 참조)

모든 경우에 있어서 위험한 동작이 일어나는 영역에 작업자가 도착하기 전에 위험한 움직임을 멈출 수 있는 안전거리에 광전자식 방호장치를 설치하여야 한다.





- A: 광전자식 방호장치의 최하 높이  
 B: 광전자식 방호장치의 최대 높이  
 C: 금형이 없을 때 테이블의 높이  
 D: 안전거리  
 E: 가장 높은 끼임점



- A: 금형이 없을 때 테이블의 높이  
 B: 가장 낮은 광축(Detection cell)의 높이  
 C: 커튼의 가장 높은 광축과 가장 낮은  
 광축사이 거리  
 D: 허용되는 최소 안전거리  
 E: 가장 높은 광축의 높이

<그림 5> 광전자식 방호장치의 설정모드

### 5.1.3 광전자식 방호장치의 설치

#### 5.1.3.1 수직설치의 경우

(1) 광전자식 방호장치의 수직설치의 구조 및 성능은 방호장치 안전인증기준에 적합해야 한다.

(2) 설치 안전거리는 다음과 같다.

(가) 광전자식 방호장치를 설치한 절곡기 등의 광전자식 방호장치와 위험한계 사이의 거리(이하 “안전거리”라 한다)는 슬라이드 등의 하강속도가 최대가 되는 위치에서 다음 식에 따라 계산한 값 이상이어야 한다.

$$D=1600 \times (T_c + T_s)$$

D: 안전거리 (단위:mm)

T<sub>c</sub>: 방호장치의 작동시간[손이 광선을 차단했을 때부터 급정지기구가 작동을 개시할 때까지의 시간(초)]

T<sub>s</sub>: 절곡기의 최대정지시간[급정지기구가 작동을 개시했을 때부터 슬라이드등이 정지할 때까지의 시간(초)]

(나) (가)목에 따라 안전거리에 설치된 광전자식 방호장치는 절곡기의 본체나 구조물 등에 견고하게 고정되어야 하며, 임의로 옮길 수 없도록 해야 한다.

(다) (가)목에 따라 안전거리에 설치된 광전자식 방호장치와 위험한계 사이에는 운전자나 다른 사람이 들어갈 수 없는 구조이거나 들어가 있는 상태에서는 슬라이드 등이 작동할 수 없도록 한다.

#### 5.1.3.2 수평설치의 경우

(1) 베드의 높이가 800 mm 이상 1200 mm 이하인 경우에는 베드와 광전자 센서 하부간의 중첩 치수를 50 mm로 한다.

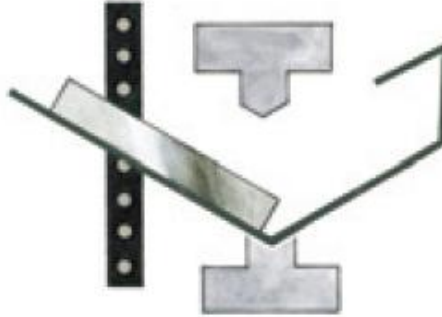
(2) 광전자식 방호장치의 총 반응시간이 200 ms 이하인 경우 최소안전거리(D)는 1000 mm 이상, 총 반응시간이 200 ms를 초과하는 경우에는 매 10 ms마다 20 mm를 더한다.

(3) 광전자식 방호장치의 수직 설치가 불가능한 경우에는 위험구역에 접근을 차단하기 위한 고정식 가드, 인터록 가드 또는 추가적인 광전자식 장치를 주변에 설치해야 한다.

#### 5.1.4 광전자식 방호장치의 주의사항

(1) 굽힘 작업 전에 빔에 감지되는 장애물을 제거한다.

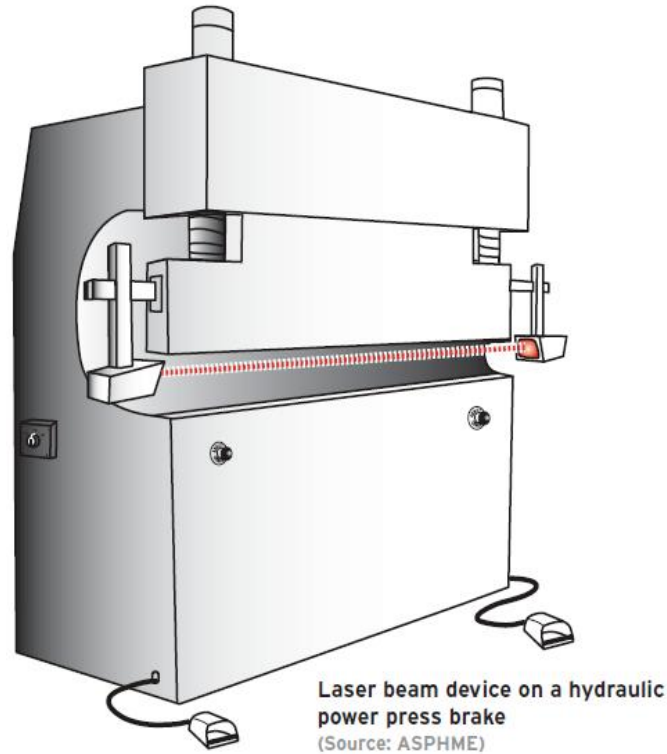
(2) 밴딩 박스(Bending box)를 동반한 강재를 삽입 시에는 절곡기가 작동하지 못하도록 프로그램 되어야 한다.



<그림 6> 유동 블랭킹(Floating blanking)

- (3) 시스템적인 명령으로 램이 정지될 때 광전자식 방호장치의 방호작동은 불필요 하게 한다.(안전거리의 이유로 시스템의 반응 시간이 증가할 때: 멀티 스캔)
- (4) 두 개의 광전자식 방호장치의 사용으로 상호 간섭이 발생하여 시각적 위험을 초 래하지 않아야 한다.(두 베드 사이의 빔의 코드(Beam coding)를 조정)
- (5) 굽힘 작업순서의 재조정이 요구될 때 굽힘 작업의 복합 구성이 광전자식 방호장 치의 작업선택 모드에 호환이 되어야 한다.
- (6) 복잡한 모양이나 상자(Box)의 굽힘 가공에는 일반적으로 광전자식 방호장치가 사용되어야 한다.

## 5.2 레이저 빔 방호장치(Laser beam device)

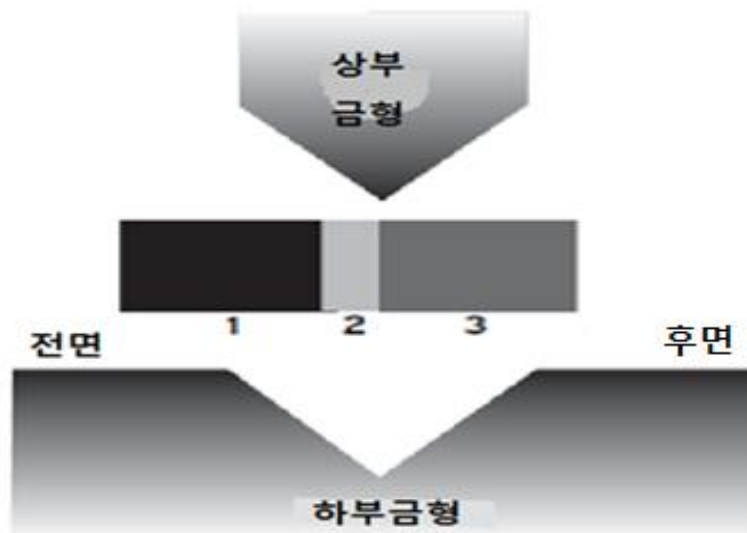


&lt;그림 7&gt; 유압절곡기의 레이저 빔 방호장치

- (1) 레이저 빔 방호장치 또는 카메라 시스템은 적외선을 이용한 레이저에 의한 전자 감응식 장비이며 레이저 빔이 판재 상부로부터 6 mm까지 상부금형과 하부금형 사이에 침입한 물체를 감지한다. 한편, 6 mm 이하가 되면 레이저 빔 방호장치는 작동되지 않는다.
- (2) 이 장치는 상부 테이블에 부착되어 높이를 조절할 수 있으며 램에 부착한 금형에 관한 위치에 대해서는 다음의 사항을 고려해야 한다.
  - (가) 가장 높은 레이저 빔과 상부 금형 지점사이의 거리는 감지되지 않고 손가락이 들어가서는 안 된다.
  - (나) 램의 정지거리를 고려해야 한다.

## 5.2.1 작동 모드

상부 금형아래 감지는 3가지 영역에서 이루어진다. 영역 1은 전면, 영역 2는 중앙 그리고 영역 3은 후면에 위치하고 작동 모드는 아래와 같다.



<그림 8> 레이저 빔 장치의 감지 영역

- (1) 세 감지영역이 작동하는 정상모드(Regular mode); 예를들면 1차 굽힘 동안에 가능하다. 이 모드는 작업자를 최대한 보호한다.
  - (2) 박스모드(Box mode); 수직굽힘(bend) 때문에 정지되는 것을 피하기 위해 전면영역이 비활성화 된다.
  - (3) 중앙영역만 작동하는 박스 및 백 게이지 모드(Box and back gauges mode); 모서리 근처의 굽힘과 같이 수직굽힘과 백게이지로 인한 멈춤을 피하기 위하여 전면과 후면을 비활성화 된다.
- (2)와 (3)는 절곡기가 안전성이 감소된 상태로 작동하고 있기 때문에 필요한 경우만 사용해야한다.

### 5.2.2 레이저 빔 방호장치의 주의사항

- (1) 임시설정은 주로 복잡한 부분에 대한 굽힘 작업을 할 때 굽힘 순서의 수정이 요구된다.
- (2) 아래의 각 변화에 대해 적절하게 높이가 조정되어야 한다.
  - (가) 금형의 변화
  - (나) 강재 두께의 변화
- (3) 강재가 고르지 않아 원하지 않는 정지가 일어날 때는 하부 테이블의 작업표면 위의 자석이 문제점을 감소시킬 수 있다.

### 5.3 양수조작식 방호장치(Two-hand control device)

- (1) 양수조작식 방호장치에는 버튼이 2개 장착되어 있으며, 이 2개를 동시에 누르면 유압절곡기의 램이 움직이기 시작한다.
- (2) 운용되는 보호 장치가 제 기능을 수행하기 위해서는 양수조작식 방호장치를 안전 거리에 설치해서 조작자가 위험한 절곡기 앞부분과 접촉하는 상황을 사전에 차단하는 것이 중요하다.
- (3) 제어장치를 사용하는 사람이 양손을 모두 사용하기 있기 때문에, 강재 지지대를 설치해 부품을 지지한다.

#### 5.3.1 양수조작식 방호장치 설치

- (1) 양수조작식 방호장치의 설치조건은 1 행정 1 정지기구를 갖추고 있어야 한다.
- (2) 양수조작식 방호장치의 구조 및 성능은 방호장치 안전인증기준에 적합해야 한다.
- (3) 양수조작식 제어장치의 설치 안전거리는 다음과 같다.

- (가) 양수조작식 제어장치를 설치한 프레스등의 누름버튼과 위험한계 사이의 거리 (이하 “안전거리”라 한다)는 슬라이드등의 하강속도가 최대로 되는 위치에서 다음 식에 따라 계산한 값 이상이어야 한다.

$$D=1600 \times (T_c + T_s)$$

D: 안전거리(단위:mm)

T<sub>c</sub>: 방호장치의 작동시간[손이 광선을 차단했을 때부터 급정지기구가 작동을 개시할 때까지의 시간(초)]

T<sub>s</sub>: 절곡기의 최대정지시간[급정지기구가 작동을 개시했을 때부터 슬라이드 등이 정지할 때까지의 시간(초)]

- (나) (가)목에 따른 안전거리에 설치된 양수조작식 방호장치는 설치 안전거리 이내로 이동할 수 없도록 해야 한다.

### 5.3.2 양수조작식 방호장치의 주의사항

- (1) 재료의 굽힘 작업 전 또는 작업하는 동안에 양손을 사용하여 굽힐 재료를 잡아야 하기 때문에 모든 형태의 부품을 굽히는데 사용할 수는 없다. 그러나 판재를 지지하는 장치(판재 지지대, 자석 등)를 같이 사용하는 것도 하나의 방법이다.
- (2) 버튼의 반복적인 누름이 원인이 되어 근골격계의 장애의 원인이 되므로 버튼의 반응성이 좋은(Touch-sensitive) 양수조작식 방호장치를 사용한다.
- (3) 제거 가능한 양수조작식 방호장치는 안전거리를 준수하여 설계되어야 한다.
- (4) 작업자만을 보호할 수 있으며 절곡기 주변의 다른 사람을 보호할 방안을 수립해야 한다.
- (5) 작업자가 2인 이상인 경우, 각자가 양수조작식 방호장치를 사용해야 하며, 제어판에는 선택 스위치를 장착해야 한다. 선택 스위치는 굽힘 작업에 참여하는 인원수와 이들 작업자 개개인이 각 작업 사이클에서 이 스위치를 누르기 위해 가하는 힘을 나타낸다.