# 2. 프레스 가공의 기초지식

한 물체에 힘이 작용하여 그 형태가 변한 후 힘을 제거하여도 원래 모양으로 되돌아가지 않고 변형이 남아 있을 때 이것을 소성변형 또는 영구변형이라고 부른다. 이 현상은 비가역적이라는 점에서 탄성 변형과 대조적이다.

이원표
(주) 거양 기술이사

content

1. 소성가공용금속재료
2. 프레스가공의기초지식
3. 프레스금형설계
4. 프레스설비
5. 프레스가공에사용되는오일
6. 프레스가공에서생기는문제점
7. 금형설계를위한기초자료

## 지난 호에 이어서

### 4. 금형과 프레스 기계의 관계

프레스 가공은 앞에서 언급한 것과 같이 소재, 금형, 프레스 기계의 3가지가 갖추어져 있어야 원하는 제품을 만들어 낼 수가 있다. 이 중의 한 가지 요소인 금형은 <그림 10>과 같은 역할을 한다.

<그림 10>에서 보는 바와 같이 금형은 금형의 성형부품까지 소재의 안내를 맡는 부분과 원하는 부품을 만들어내는 성형부품과 만들어진 부품을 금형 밖으로 밀어내는 제품취출 부분의 3가지 기능을 갖추고 있다.

(1) 프레스기계의구조

프레스 가공에 이용되는 프레스 기계에는 기계식프레스와 유압프레스 2가지로 크게 분류되며 대부분의 가공에 있어서 기계식 프레스가

사용되고 있다. <그림11>은 언코일러에서부터 프레스까지 프레스 작업과정의 모든 것을 보여주고 있다.

프레스 기계에는 다종 다양한 구조가 있지만 통상적으로 많이 사용되는 C형 후레임을 갖고 있는 기계식 프레스의 구조는 <그림12>와 같으며 중요부품별 명칭과 기능은 다음과 같다.

• 크랭크 기구

프레스 기계의 슬라이드는 커넥팅 로드에 의해 크랭크축에 연결되어 있으며 크랭크축이 한 회전하면 0에서 360도까지 움직이게 되며 이 회전운동은 직선운동으로 변하여 하사점 부근에서 프레스 작업이 이루어지게 된다.

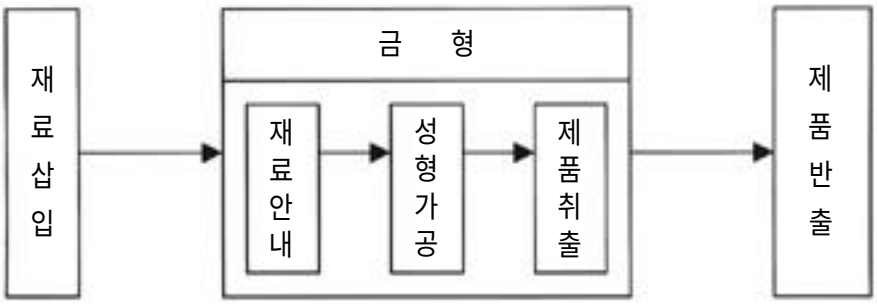
• 플라이 휘일

프레스 기계에 있어서 동력원(기계프레스에 있어서는 모타)을 슬라이드 구동에 전달하는 방법을 생각할 수 있는데 프레스 기계는 연속적으로 이용하는 경우와 간헐적으로 이용하는 경우가 있다.

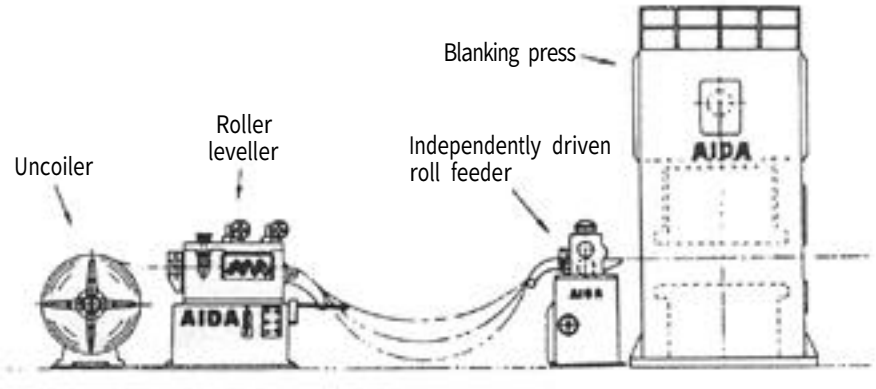
프레스 기계에 있어서 모타는 회전운동을 지속적으로 공급할 수는 있으나 프레스 기계가 필요로 하는 다량의 에너지를 보유할 수가 없다. 따라서 플라이 휘일을 이용하여 모타의 회전에너지를 플라이 휘일에 축적할 수가 있다.

• 슬라이드

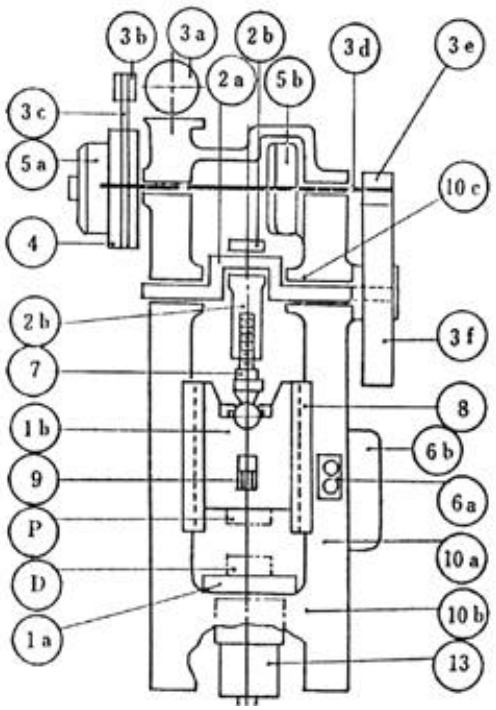
금형의 상측을 프레스에 고정할 수 있는 면적을 제공하며 고정된 금형을 상하운동을 하게 하는 역할을 하며 슬라이드는 후레임의 양측면에 지지되어 상하운동을 할 수 있게 되어 있으며 슬라이드 조절모타 또는 수동형 커넥




<그림 10> 금형의 기능




<그림 11> 블랭킹 작업라인




| 구 조 구 분 | 부품번호 | 부 품 명 |
|---|---|---|
| 1. 금형취부 | 1a | 볼스타 |
| | 1b | 슬라이드 |
| 2. 슬라이드 구동 | 2a | 크랭크 샤프트 |
| | 2b | 커넥팅 로드 |
| 3. 동력원과 동력전달 | 3a | 전동기 |
| | 3b | 벨트 풀리 |
| | 3c | V-벨트 |
| | 3d | 백샤프트 |
| | 3e, 3f | 소치차/주치차 |
| 4. 에너지축척 | 4 | 플라이 휘일 |
| 5. 클러치와 브레이크 | 5a, 5b | 클러치/브레이크 |
| 6. 클러치, 브레이크 조작 | 6a, 6b | 조작버튼, 제어반 · 조작반 전기회로, 공압기기 |
| 7. 슬라이드 조절 | 7 | 커넥팅 스크류 |
| 8. 슬라이드 안내 | 8 | 기브 |
| 9. 녹아웃 | 9 | 녹아웃 핀 |
| 10. 기공반력의 지지 | 10a, 10b, 10c | 후레임, 베드부분, 크랭크 샤프트 축수 |
| 13. 주름제어 | 13 | 다이쿠션 |

<그림 12> 프레스 기계의 각부 명칭

팅 로드가 부착되어 있으며 통상 주물로 만들어 진다.

• 볼스타

금형의 하측을 프레스에 고정시켜 주는 역할을 하며 또한 작업시 발생하는 힘을 프레스에 전달해주거나 힘을 떠받치는 역할을 한다.

⑵ 프레스 기계의3요소

대표적인 프레스 기계인 크랭크 프레스의 능력은 다음의 3가지로 정의된다.

• 압력능력(공칭능력)

프레스 기계가 기능적 손상을 입지 않고 가공을 행하기 위해 발생시킬 수 있는 최대 압력을 압력능력이라고 말한다.

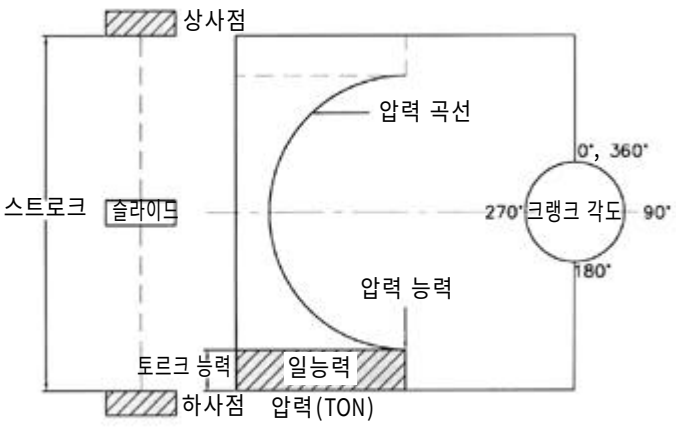
일반적으로 프레스 기계는 설계상 압력능력에 대하여 여유를 가지고 있지만, 프레스 가공에서는 피가공재료의 재질, 재료두께의 산포,이송미스등의 이유로 인한 이·삼중의 프레스 가공으로 인하여 과부하를 발생시킬 여지가 많으므로 반드시 허용최대압력을 준수하여 프레스를 선정하여야 한다.

<표 2>는 가공의 종류별 허용최대압력의 사용범위를 나타내고 있다. 예를 들어 어떤 제품을 만들기 위해 필요한 블랭킹의 압력이 55톤이 계산되었다면 이 제품을 생산하기 위해 필요한 프레스의 공칭능력은 최소 100톤이 되어야 한다는 것을 의미한다.

만약 컵형상의 드로잉 제품을 성형하기 위하여 필요한 힘이 80톤이라면 이 때 사용할 수 있는 프레스의 최소 공칭능력은 100톤 이상이 되어야 한다. 통상적으로 프레스를 선정할 때는 위 표의 값보다 10~15%정도 적게 허용최대압력을 낮춰 프레스를 선정하는 것이 바람직하다.

<표 2> 작업조건별 허용 최대압력

| 가공의 종류 | 허용 최대 압력 P(Ton) |
|---|---|
| 펀칭(블랭킹, 피어싱등) | 0.55P |
| 벤딩, 드로잉 | 0.80P |
| 압인가공 | 0.60P |




<그림13> 스트로크- 압력- 크랭크각도의 관계

• 토르크 능력

크랭크 기구의 관계로부터 슬라이드의 각 위치마다 발생되는 압력은 변화한다. 프레스가 최대 압력을 발생시킬 수 있는 하사점상의 최대거리는 토르크 능력이고, mm로 표시한다.

• 일 능력

이 능력은 유효작업 에너지에 관계하는 것으로 1회의 작업에 사용할 수 있는 작업량의 크기이며 단위는 Kg×m로 표시한다. <그림13>으로부터 일 능력은 다음과 같이 표기된다.

$$W = P \times S$$

W : 일 능력(ton×mm)
P : 압력능력(Ton)
S : 스트로크(mm)

⑶ 프레스기계의사양

금형설계 및 제작에 있어서 고려하

여 할 프레스 사양에는 다음과 같은 것이 있다.

• 슬라이드의 스트로크 길이(mm)

상사점 위치에서부터 하사점 위치까지의 슬라이드의 최대운동거리

• 매분 스트로크 수(Strokes Per Minutes)

• 연속 운전을 행하는 경우의 1분간 슬라이드가 왕복 운동하는 횟수로 가공횟수를 나타낸다.

• 다이 하이트(Die Height)

슬라이드 조절을 상한 값으로 한 상태에서 스트로크를 하사점까지 내렸을 때 슬라이드 하면과 볼스타 상면과의 직선거리를 다이 하이트라고 하며, 금형의 가능한 최대 높이는 이것에 의하여 결정된다.

• 셔트 하이트(Shut Height)

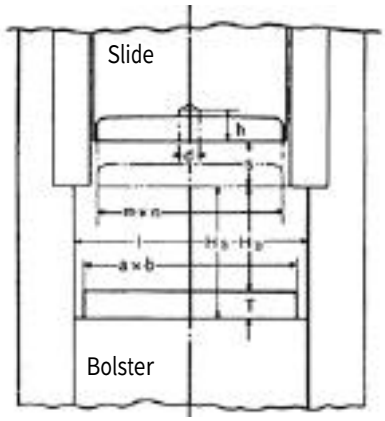
다이 하이트에 볼스타 두께를 더했을 때를 말한다.

$$HS = HD + T$$

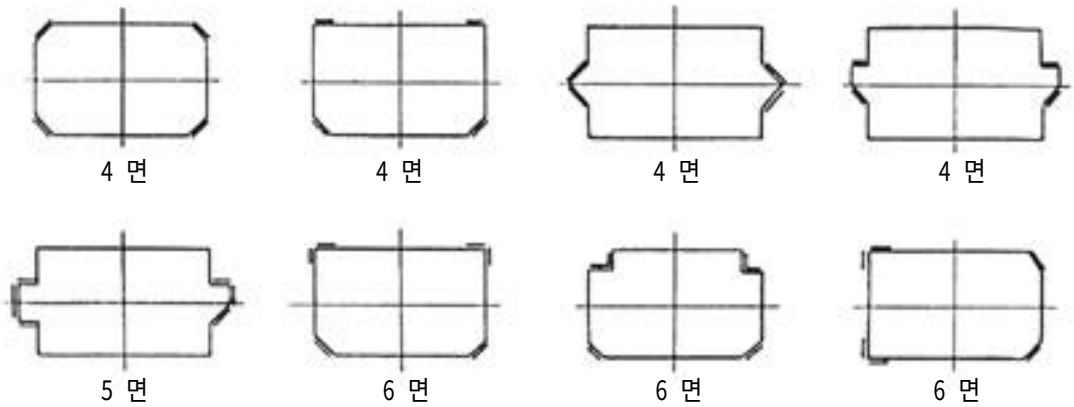
HS : 셔트 하이트
HD : 다이 하이트
T : 볼스타 두께

• 슬라이드 조절량

커넥팅 로드와 슬라이드간에 나사 조절장치를 설계하여 슬라이드 거리를 변화시켜 금형의




<그림14> 셔트하이트와 다이하이트의 관계



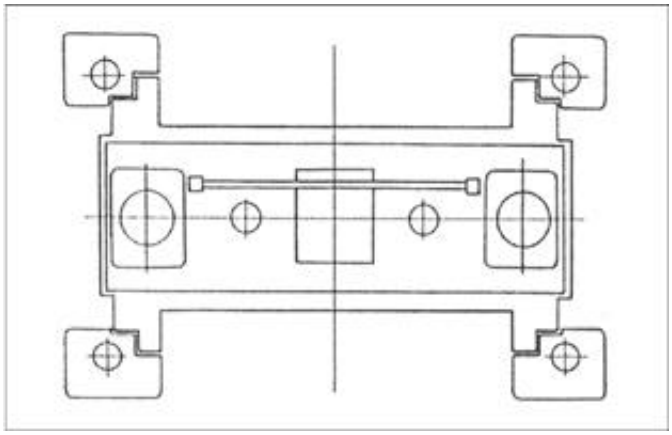

<그림 15> 각종 슬라이드 가이드 면의 종류

상면에 슬라이드 아랫면을 닿게 하여 금형세팅이 가능하도록 되어 있으며 이 조절량은 통상 톤 수에 따라 표준사양으로 정해져 있으나 특수한 경우에는 이를 변경해야 할 필요가 있을 수 있다.

• 슬라이드 면적과 볼스타 면적

금형의 상하형을 프레스에 매달기 위해 필요한 면적이며, 프레스 작업시 금형에서 발생하는 힘이 1차적으로 전달되는 곳 이기도 하다.

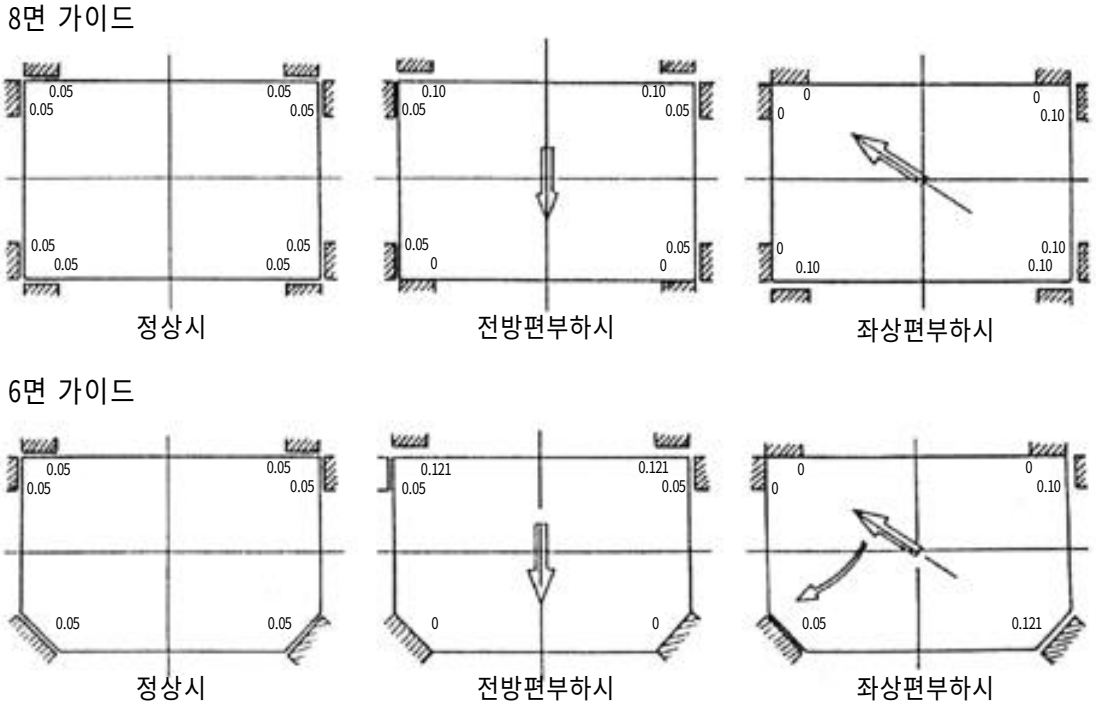
이 외에도 프레스 제작시 필요한 여러 가지 사양이 있으나 프레스 작업의 입장에서 보면 상기의 5가지 사양은 제품생산을 위해 프레스를 선정할 때 필수적으로 검토되는 중요한 사양들이다.



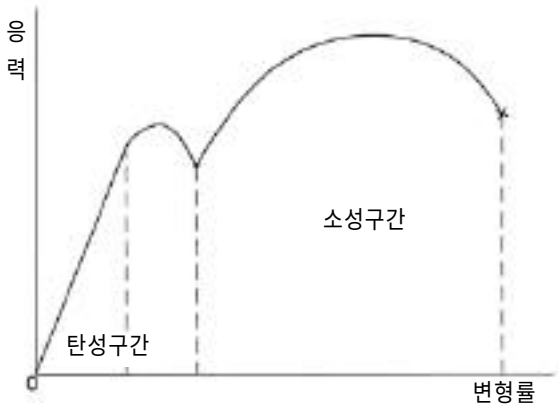
<그림 16> 슬라이드 기브(Gib) 의 예

## 5. 소성과 탄성

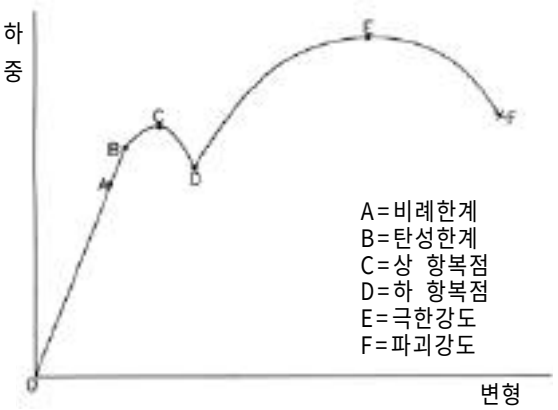
프레스 가공은 소성가공의 일부분으로 피가공재의 소성을 이용하는 가공법이며, 소성은 다음과 같이 정의할 수 있다.




<그림 17> 편부하에 의한 슬라이드 이동상태




<그림 18> 응력- 변형률선도




<그림 19> 하중- 변형선도

(1) 소성 <그림 18>

한 물체에 힘이 작용하여 그 형태가 변한 후 힘을 제거하여도 원래 모양으로 되돌아가지 않고 변형이 남아 있을 때 이것을 소성변형 또는 영구변형이라고 부른다. 이 현상은 비가역적이라는 점에서 탄성 변형과 대조적이다.

소성변형을 거시적으로 볼 때 압연, 신선, 좌굴, 압출 등과 같이 물체의 변형으로서 나타나나 결정내부의 구조에 있어서 원자의 배위에는 아무 변화도 없으며, 다만 외력에 의해서 결정격자면의 전단에 의한 슬립이 생겨 원자간의 거리의 정수배 만큼 접촉하는 두 면이 상대적으로 미끄러진 후 다시 처음과 똑같은 결정 격자를 형성한다.

이 때에 모든 원자가 새롭게 안정된 위치를 차지할 수 있는 것은 아니고 일부 미완성의 쌍이 남게 되므로 일반적으로 소성 변형을 받은 재료는 본래의 성질보다 강화되는 것이 보통이다.

(2) 탄성

프레스 가공에 사용되는 금속재료는 대부분 <그림 19>와 같은 거동을 하며 피가공재를 비가역 상태로 만들기 위해서는 탄성한계 이상의 힘을 피가공재에 가하여야 한다. 실제로 소성변형에 필요한 힘을 구하기 위해서 우리는 인장강도라는 소재별 특성값을 적용하여 타발력, 드로잉력 등을 계산해 낸다.

<그림 19>에서 보는 바와 같이 A점까지는 하중과 변형사이에 비례적인 관계가 작용하며 힘을 가했다가 제거하면 원래의 모양으로 되돌아가는 직선운동을 한다. A점에서 B점 구간은 직선변형을 하지는 않으나 힘을 제거하면 원래의 상태로 되돌아가는 구간으로 탄성변형내에 존재하는 구간이다.

탄성한계점 이상의 하중을 가했다가 제거하면 변형이 100% 원래 상태로 환원하지 않게 된다. 이러한 소성 변형을 이용하여 프레스 작업을 행하게 되며, 변형은 시간의 함수이기도 하기 때문에 파괴를 수반하지 않는 변형을 위해서는 소재가 변형을 일으키는 시간 이상으로 빠른 변형을 가할 수가 없다. 또한 우리가 다루는 소재는 상온에서의 변형을 고려하기 때문에 온도가 변할 경우 그 값이 다소 달라지게 된다. P·E

문의 (0345)499-2191