

## 비대칭 “ㄱ” 단면 앵글제품의 압출굽힘 가공에 관한 연구

이경국\* 진인태\*\*

### A Study on the Extrusion-Bending Process of the Angle Product with non-Symmetric "ㄱ" Section

K.K. Lee, I.T. Jin

#### Abstract

It was investigated that the 'ㄱ' type angle product could be bended with a curvature during extrusion by extrusion-bending process. The bending process for the 'ㄱ' type angle product can be developed by the hot metal extrusion-bending machine with the two punches moving in the different velocity. Because of non-symmetry of product, it is important to design the ruled surface contour of dies cavity for the welding and bending with two billets. So it is designed that the multi-hole container has two non-symmetric holes and non-symmetric contour of dies entrance. The results of the experiment show that 'ㄱ' type angle product can be bended by the extrusion process and that the curvature of the product can be controlled by the velocity of punch and that the defects such as the distortion of section and the thickness change of the product and the folding and wrinkling of the product did not happen after the bending processing by the extrusion bending machine.

**Key Words** : Extrusion-bending process, non-Symmetric 'ㄱ' type angle product, non-Symmetric two-hole container, non-Symmetric two punches

#### 1. 서 론

일반적으로 압출가공된 제품들 중에서는 입의의 곡률로써 굽히기 힘든 단면을 가진 제품들이 있다. 예를 들어 복잡한 편을 가진 단면, 중공 단면, 비대칭 단면 등은 굽히기가 힘든 압출제품이다. 그런 단면을 가진 형태의 제품을 일정 곡률의 제품으로 가공하기 위해서는 압출과 동시에 굽어지게 함으로써 가능하다.

기존의 연구에서 굽힘가공에서 발생하는 결점들을 제

거 및 보완하기 위하여 편심을 가진 경사형 다이로 수행한 압출가공에서 다이의 편차가 굽힘을 발생시키는 것이 확인되었고<sup>1),2),3)</sup>, 콘테이너 구멍을 네 개로 하여 압출편치의 상대속도 차이에 의한 금속 빌렛의 편차속도를 이용하여 편심이 없는 경사형 다이와 경사형 플러그를 사용하더라도 두 개의 가변속도 편치에 의해 압출가공중에 굽힘방향과 굽힘곡률을 임의로 조절할 수 있음을 알 수 있다.<sup>4),5),8)</sup> 또 경사형 다이를 이용하고 빌렛의 형상을 조절하여 비대칭 단면제품에 굽힘이 발생하도록 하는 것도

\* 부경대학교 대학원 정밀기계공학과

\*\* 부경대학교 기계공학부

보고 된 바 있다.<sup>6),7)</sup>

본 연구는 금속압출가공중 유입되는 빌렛의 유입량을 다르게 하기 위하여 특수한 펀치의 형상을 지닌 두 개의 펀치를 이용하고 상대편차속도의 차이를 이용한 굽힘원리를 적용하였다. 그리고 플러그가 없는 컨테이너를 사용하여 중실단면으로서 굽히기 힘든 단면 형상인 'ㄱ' 단면 앵글제품의 굽힘가공을 실험에 의해서 확인하고자 한다.

'ㄱ' 단면 앵글제품은 비대칭 중실단면으로서 일반적인 회전 굽힘기에서 굽힐 때 비틀어지거나 주름이 발생하며 또한 단면의 두께가 현저히 변화되어 굽어진 형상을 만들기가 쉽지 않다. 특히 굽힘곡률을 임의로 조정하여 원하는 굽힘형상을 자유자재로 만들기가 어려운 단면이다. 따라서 본 논문은 이런 단면을 가진 압출제품을 일반적인 회전굽힘기로서 굽힐 때 나타나는 결함이 없이 다양한 형태로 굽힐 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 실험장치

### 2.1 플라스틱인 압출굽힘기

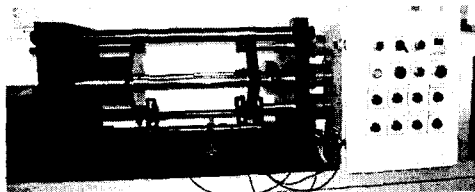
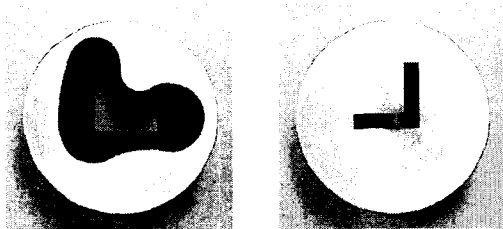


Fig. 1 The photo of plasticine extrusion machine

Fig.1은 본 실험에 사용된 플라스틱인 압출굽힘기로 각각 가변속을 할 수 있는 두 개의 펀치로 구성되어 있다. 본 실험에서는 각각 형상이 다른 두 개의 펀치를 장착하여 각각 이동속도에 따라 원하는 굽힘 방향과 곡률로써 굽힘가공을 할 수 있는 장치이다.

### 2.2 비대칭 'ㄱ' 단면 경사형 압출다이의 구조

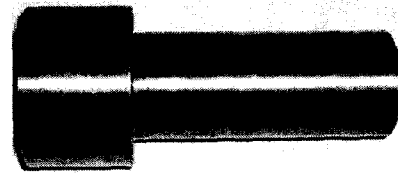


(a) The inlet of die (b) The outlet of die

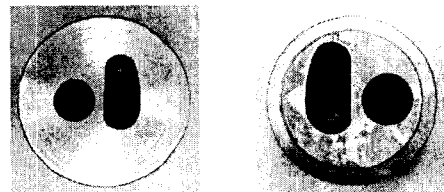
Fig. 2 The figure of 'ㄱ' section conical die

Fig. 2는 실험에 사용된 경사형 다이로 입구 부분에서 서로 다른 형상의 두개의 빌렛이 유입될 수 있도록 설계되어 있으며, 다이의 출구부분에서는 좌우상하 비대칭 'ㄱ'형상인 단면으로 설계되었다. 또한 컨테이너출구의 형태에 맞추어 설계된 다이의 입구 형상에서 제품의 형상과 같은 출구 형상을 여러 구간으로 나누어 등각으로 연결하는 면으로 구성된 원추형 다이다. 이 다이의 특징은 일반적인 압출기에 사용하는 평다이가 아니며, 비대칭 'ㄱ' 단면 형상을 하고 있는 입구 측에서 출구 측으로 원추형 단면을 구성하고 있어서 서로 형상이 다른 두개의 금속빌렛이 입구 측에서 삽입되어 출구 쪽으로 압출될 때 금속적으로 융합과 동시에 하나의 압출제품으로 압출되면서 굽어지는 특징을 가지고 있다.

### 2.3 서로 다른 형상을 지닌 쌍구멍 컨테이너



(a) The Container



(b) The outlet of container (c) The inlet of container

Fig. 3 The two-hole container with each different shape

Fig. 3은 실험에 사용된 컨테이너로 컨테이너의 출구 단면에 플러그가 부착되지 않아 중실제품을 압출할 수 있도록 제작되었으며, 비대칭 'ㄱ' 단면 앵글제품의 형상에 맞추어 서로 다른 형상인 두 개의 구멍을 가지고 있는 쌍구멍 컨테이너 형태를 하고 있다.

그리고 이 두 개의 컨테이너 구멍에 삽입되는 두 개의 빌렛이 경사형 압출다이에 합쳐지도록 경사형 다이의 입구형상과 일치하도록 배치되어 있다.

### 2.4 가변속도 조절을 위한 비대칭펀치 구조

Fig. 4는 일반적인 압출스텝과 달리 특수한 형상을 가진 두 개의 압출스텝으로 구성되어 있어 각각 다른 속도로 컨테이너의 두 구멍에 삽입되도록 되어 있다. 압출제품의 형상에 의해 다이의 압출과 압출 장치의 중심거리차를 극복하기 위하여 커넥터가 연결되어 있다. 이 각각

의 펀치는 두 개의 유압 실린더의 연결되어 다른 속도로 움직일 수 있도록 되어있다.

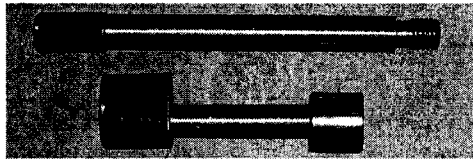


Fig. 4 Extrusion punches with different velocity

### 3. 실험방법

#### 3.1 실험재료

실험에 사용된 재료는 열간상태의 금속재료를 사용하여야하나 압출하중이 과도한 관계로 소성 모사재료를 사용하였다. 즉, 1000. C 열간 가공에서 연강과 유동특성이 유사한 플라스틱인을 이용하였다.

#### 3.2 펀치의 상대속도 차이에 의한 압출굽힘원리

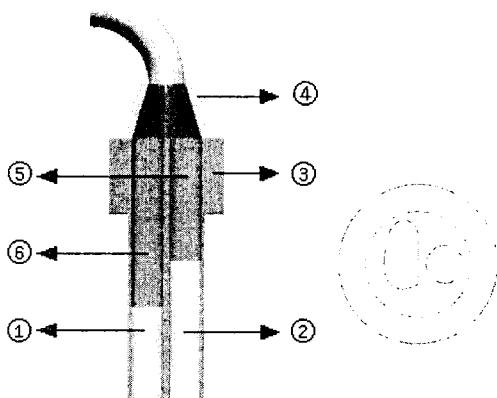


Fig. 5 The Principle of bending process by the difference of relative velocity of the punches

Fig. 5의 그림에서 앵글제품의 압출굽힘과정을 보면 가변속도펀치 ①의 속도를 느리게 할 경우 가변속도펀치가 부착된 좌측방향의 가열된 빌렛⑥의 속도가 우측방향의 빌렛⑤보다 컨테이너 내부에서 느리게 이동하게 되어 경사형 다이④를 통과할 때 서로 융합되어 합쳐지게 되면서 좌측방향으로 굽어져 압출되게 된다. 이 때 펀치는 양쪽 펀치만이 작용을 하므로 단지 좌측방향으로 굽어지면서 압출된다.

이와 반대로 가변속도펀치①의 속도를 빠르게 할 경우 굽힘 방향이 반대인 오른쪽으로 굽어지면서 압출되게 된다. 또 가변속도펀치①의 속도를 펀치②의 속도와 일치시킬 때는 굽힘이 발생하지 않으면서 직선형으로 압출

되어 종래의 압출가공과 같은 공정으로 일반적인 직선 형태의 제품을 압출하게 된다.

### 4. 실험결과 및 고찰

#### 4.1 펀치의 상대속도 차이에 의한 굽힘 실험결과 및 고찰

##### 4.1.1 압출굽힘가공 제품의 모양

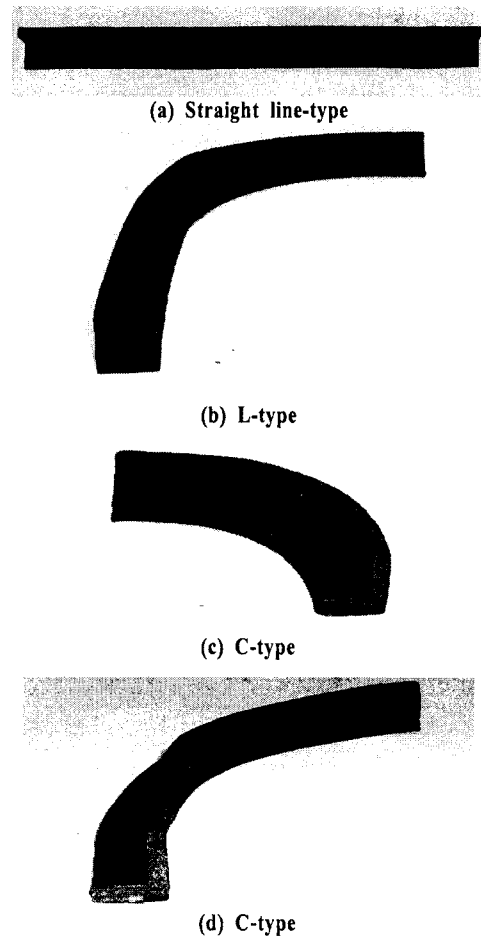


Fig. 6 Curved shape of 'Γ' section product

Fig. 6은 가변속도 펀치의 조절에 의한 'Γ'단면 형상을 가진 압출제품을 보여주는 것으로 가변속도펀치의 상대속도차에 의해 굽힘곡률이 다른 제품을 얻을 수 있음을 보여주고 있다. 또한 일반적으로 이런 형태의 제품을 굽힘가공 할 경우 일어나는 접힘 현상이나 형상의 저그러짐등의 굽힘결함이 나타나지 않음을 확인할 수 있다.

#### 4.1.2 펀치의 상대속도에 따른 굽힘곡률의 크기

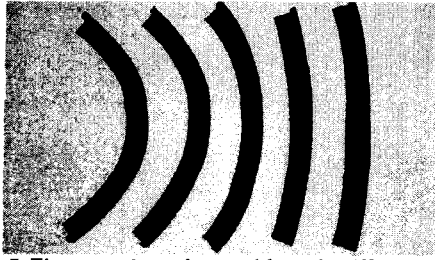


Fig.7 The curved products with each different curvature

Fig.7 은 각각의 상대속도 차이에 의해서 곡률이 변한 압출품의 모습으로 단면 형상의 변형 없이 일정한 곡률을 가지며 압출된 모습을 보여 준다.

#### 4.1.3 직선과 곡률을 가진 제품의 단면형상 및 접합부 비교



Fig. 8 The section of curved products of two kinds

Fig. 8은 두 개의 소재의 색상을 다르게 하여 두 빌렛의 접합부를 조사한 사진이다. 이 사진을 보게 되면 직선적으로 압출한 좌측의 경우 접합부의 선이 균일하게 되어 있어 유입되는 소재가 직선적으로 압출하기 위해서 균일하게 되는 것을 볼 수 있으나 우측의 굽힘이 발생하는 제품의 단면을 보면 검은색의 플라스틱과 흰색의 플라스틱의 비가 점점 차이가 나서 굽힘에 따라 소재의 유입이 점점 차이가 났음을 알 수 있고 이러한 소재의 유입차이가 굽힘을 발생시킴을 알 수 있으며, 중실제품이라 할지라도 두 개의 소재를 사용하여 접합과 동시에 굽힐 수 있음을 알 수 있다.

### 5. 결론

1. 비대칭 단면 형상을 가진 앵글제품을 압출굽힘가공하기 위해서 형상에 따른 다이의 설계와 두 개의 각각 스템의 형상이 다른 펀치를 구성하여 압출과 동시에 굽힘이 일어나게 할 수 있었다.

2. 압출굽힘기에서 두 개의 압출펀치의 상대속도를 제어함으로써 압출제품의 곡률 및 굽힘방향의 조절을 통하여 ‘ㄱ’단면 앵글제품의 곡선화가 가능함을 실험을 통하여 확인할 수 있었다.

3. 비대칭 ‘ㄱ’단면제품의 굽힘곡률은 펀치의 상대속도 차이가 크면 클수록 증가함을 알 수 있었다.

이상의 결과에 따라 펀치의 상대속도차를 이용한 방법으로 굽히기 힘든 비대칭 ‘ㄱ’단면 앵글제품을 굽힐 수 있었으며 두 개의 형상이 다른 빌렛을 사용하여 중실제품을 압출할 때 금속융합과 동시에 속도차이를 유발하여 상기 굽힘현상을 얻을 수 있음을 확인하였다. 따라서 복잡한 단면형상일지라도 경사형 다이의 적절한 설계와 펀치의 상대속도 차이를 이용하면 압출과 동시에 굽힘결합이 없이 굽힐 수 있음을 알 수 있었다.

### 참고 문헌

- (1) 木内 學, 陳 仁泰, 新谷 賢, 1996, "壓出しT形の曲がり 豫測", 塑性と加工, vol.37, No.426, pp.711~716, 1996
- (2) 진인태, 최재찬, "사각형 단면의 편심압출시 제품의 굽힘현상에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol.6, No.1, pp.46~52, 1997
- (3) 김진훈, 진인태, "편심압출굽힘가공법에 의한 사각형 단면을 가진 중공 튜브제품의 U형굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol7, No5, 496~504, 1998
- (4) 박대운, 진인태 "다지형 압출펀치의 상대이동 속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성학회 2001추계학술대회논문집, pp.102~105, 2001
- (5) 박대운, 진인태 "열간금속 압출굽힘기를 이용한 금속 곡관의 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성학회 2002추계학술대회논문집, pp.262~268, 2002
- (6) 박중원, 진인태 "플랜지가 붙은 비대칭 단면형상 제품의 압출가공에 관한 연구", 한국소성학회 2002추계학술대회논문집, pp.78~81, 2002
- (7) 윤선홍, 이경국, 진인태 " 'ㄷ' 단면형상의 알루미늄 제품의 열간 금속 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성학회 2002추계학술대회논문집, pp.86~89, 2002
- (8) 이경국, 진인태 " 'ㄱ' 단면 형상 제품의 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성학회 2003추계학술대회논문집, pp.371~374, 2003