

핀이 부착된 금속곡관 제품의 열간압출 굽힘가공에 관한 연구

김민규* · 박중원** · 진인태***

A Study on the Bending Process for the Circular Curved Tube and Rectangular Curved Tube with Fins

M. G. Kim, J. W. Park and I. T. Jin

Abstract

The bending process for the circular curved tube and rectangular curved tube with fins can be developed by the hot metal extrusion machine with the multiple punches moving in the different velocity. The bending phenomenon can be controlled by the two variables. The one of them is the difference of velocity at the die exit section by the different velocity of billets through the multi-hole container. The other is the one by the different hole diameter. The results of the experiment show that the circular curved tube with fins and rectangular curved tube with pins can be formed by the extrusion process and that the curvature of the product can be controlled by the velocity of punch and diameter of container hole and that the defects such as the distortion of section and the thickness change of the wall of tube the folding and wrinkling of thin tube and fins did not happen after the bending processing by the extrusion bending machine.

Key Words : Extrusion Bending Process(압출굽힘공정), Circular Curved Tube with Fins (핀붙이 원형튜브), Rectangular Curved Tube with Fins(핀붙이 사각튜브), Multi-hole container(다구멍 콘테이너), Multiple punches(다지형 펀치)

1. 서 론

종래의 굽힘가공에서의 결점을 제거하기 위하여 편심을 가진 경사형 다이로 수행한 압출 가공 연구에서 속도의 편차가 굽힘을 발생시키는 것을 확인하였고^{1),3),4)} 이 편차속도를 이용하는 열간 압출 굽힘기를 제작하여 다이의 편심이 없는 경사형다이와 경사형 플러그를 가진 콘

테이너에 가변속도 펀치에 의해 압출가공중에 굽힘방향과 굽힘곡률을 임의로 조절이 가능함을 연구를 통해서 알 수 있었다.^{2),5),6)}

본 연구는 금속압출가공중 유입되는 빌렛의 유입량을 다르게 하기 위하여 콘테이너의 상대 직경의 차이를 이용한 굽힘원리와 상대 편차속도의 차이를 이용한 굽힘원리를 핀붙이 제품에 적용하여 굽힘가공에 관한 연구를

* 부경대학교 대학원 기계공학과

** 부경대학교 대학원 정밀기계공학부

*** 부경대학교 기계공학부

수행하였으며 각각의 굽힘원리에 따라 핀불이원형과 핀불이사각형의 굽힘곡률을 측정하여 그 결과 값을 비교하였다.

2. 실험장치

2.1 열간 금속압출굽힘기

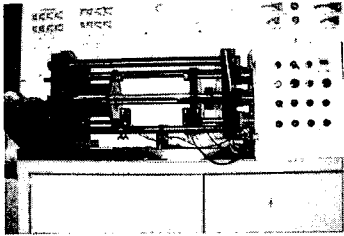


Fig. 1 The photo of hot metal extrusion bending machine

Fig.1은 실험에 사용된 열간 압출 굽힘기로 3개의 일정 속도를 가진 다지형 펀치와 가변속도로 조정 할 수 있는 하나의 가변속도펀치로 구성되어 있으며 상대직경이 다른 컨테이너를 사용할 경우에는 4개의 일정한 속도를 가지는 다지형 펀치를 장착 할 수 있는 구조로 되어 있다.

2.2 핀불이원형 단면과 핀불이사각형 단면의 경사형 압출 다이의 구조

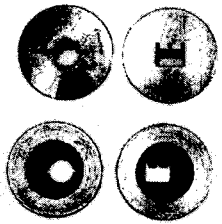


Fig. 2 The photo of pin with circular conical die

Fig. 2는 실험에 사용된 경사형 다이로 다이의 출구 단면이 핀불이원형과 핀불이사각형의 모양을 가진 다이를 나타낸다.

2.3 핀불이사각형 단면과 핀불이원형 단면의 경사형 프리그가 부착된 상대직경의 차이가 없는 다구멍 컨테이너의 구조

Fig. 3은 실험에 사용된 핀불이사각형 단면과 핀불이원형 단면에서 경사형 프리그가 부착된 다구멍 컨테이너로 다지형 펀치와 가변속도 펀치에 의한 재료의 유입 속도 차이에 의해 압출 가공 중에 제품의 굽힘 가공을 발생하도록 되어 있다.



Fig. 3 The figure of pin with circular conical plug and rectangular multihole container with no difference of hole diameter

2.4 경사형 프리그가 부착된 상대직경의 차이가 있는 다구멍 컨테이너의 구조



Fig. 4 The figure of pin with circular conical plug and multihole container with difference of hole diameter

Fig. 4는 압출가공 중에 굽힘을 발생시키는 상대직경의 차이가 있는 구멍을 가지고 있는 다구멍 컨테이너로서 다구멍 컨테이너의 상대직경의 차이에 의한 좌우 구멍에서 유입되는 빌렛의 양의 차이에 의해 굽힘을 발생하도록 하였다.

3. 실험방법

3.1 실험재료

실험에 사용된 재료는 1000 °C 열간 가공에서 연강과 유동특성이 유사한 플라스틱을 사용하였으며 경사형 프리그를 가진 컨테이너에 삽입하기 위해 $\phi 15\text{mm}$ 와 $\phi 17\text{mm}$ 로 재료 내 공기를 뺀 후 사용하였다.

3.2 가변속도 펀치의 상대속도 차이에 의한 압출굽힘원리

Fig. 5의 그림에서 금속곡관의 압출굽힘과정을 보면 가변속도펀치(2)의 속도를 느리게 할 경우 가변속도펀치가 부착된 좌측방향의 가열된 빌렛(7)의 속도가 우측방향의 가열된 빌렛(6)보다 컨테이너내부에서 느리게 이동하게 되어 경사형 다이(4)와 경사형 프리그(5)의 사이를 통과할 때 급속적으로 융합되어 합쳐지게 되면서 좌측방향으로 굽어져 압출되게 된다. 이 때 상하펀치는 상대속도의 차이가 없으므로 상하방향으로는 굽어지지 않고 단

지 우측방향으로 굽어지면서 압출된다.

이와 반대로 가변속도펀치(2)의 속도를 빠르게 할 경우 좌측방향의 가열된 빌렛이 빠르게 이동하면서 상기의 압출굽힘과정의 굽힘 방향이 반대인 오른쪽으로 굽어지면서 압출되게 된다. 만약 가변속도펀치(2)의 속도를 다지형펀치(1)의 속도와 일치시킬 때는 굽힘이 발생하지 않으면서 직선형으로 압출되어 종래의 압출가공과 같은 공정으로 일반적인 직선 관을 가공하게 된다.

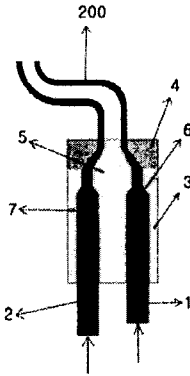


Fig. 5 The Principle of bending process by the difference of relative velocity of the punches

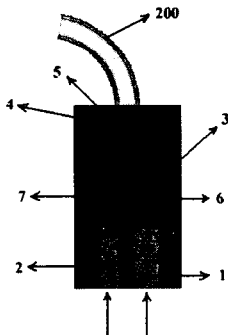


Fig. 6 The Principle of bending process by the difference of relative hole diameter of the container

Fig. 6에서 다구멍 컨테이너의 상대직경이 다른 경우 압출가공시 굽힘이 발생하는 원리를 보면 가열된 직경이 다른 빌렛을 다구멍컨테이너에 삽입한 후 상대직경이 다른 빌렛을 다구멍컨테이너에 삽입한 수 상대직경이 다른 다지형 펀치(1), (2)에 가공하중을 가하면 같은 속도로 빌렛(6)과 (7)이 챔버에 이동하게 되지만 상대직경이 큰 빌렛(6)의 차이로 챔버에 유입되는 양은 상대직경이 큰 빌렛(6)의 양이 크고 상대직경이 작은 빌렛(7)의 양은 적게 되어서 챔버에 유입되는 양의 차이가 생기게 되고 경

사형 다이(4)와 경사형 프러그(5)의 사이를 지나면서 하나로 합쳐지면서 유입 량이 적은 좌측방향으로 굽어져서 압출되게 된다. 이때 상하 축의 직경은 일정하게 되어 있으므로 상하방향으로의 굽힘은 발생하지 않게 되고 좌측방향으로만 굽어지면서 압출된다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 펀치의 상대속도 차이에 의한 굽힘 실험결과 및 고찰

4.1.1 압출 굽힘 가공 제품의 모양

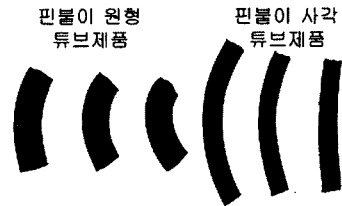


Fig. 7 The photo of the curved tube with pins

Fig. 7은 가변속도 펀치의 조절에 의한 핀불이원형 단면과 핀불이사각형 단면을 가진 튜브 압출 제품을 보여주는 것으로 가변속도펀치의 상대속도차이에 의해 곡률을 가진 제품을 얻을 수 있음을 보여주고 있다.

4.1.2 압출 굽힘 제품의 곡률

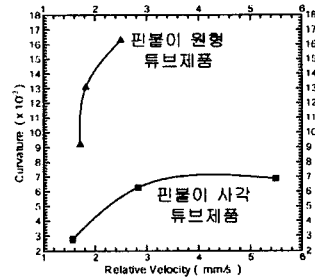


Fig. 8 The Relation of relative velocity and curvature

Fig. 8은 가변속도 펀치의 속도 조절에 의해서 얻은 제품의 굽힘 곡률과 속도와의 관계를 보여주는 것으로 속도가 클수록 제품의 곡률이 커짐을 알 수 있다.

4.2 다구멍 컨테이너의 구멍 크기의 차이에 의한 실험결과 및 고찰

4.2.1 압출 굽힘 가공 제품의 모양

Fig. 9는 다구멍 컨테이너의 구멍 크기의 차이로 얻은 핀불이원형 및 핀불이사각형 단면을 가진 튜브 제품으로

콘테이너의 상대직경의 차이로도 곡률을 가진 제품을 얻을 수 있음을 보여주고 있다.

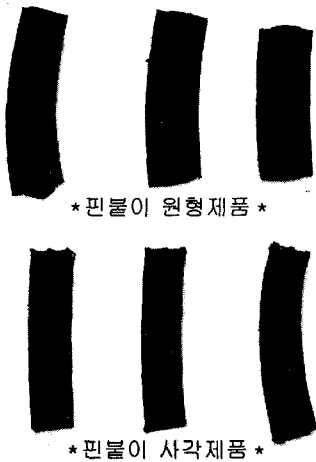


Fig. 9 The photo of the curved tube with pins

4.2.2 압출 굽힘 제품의 곡률

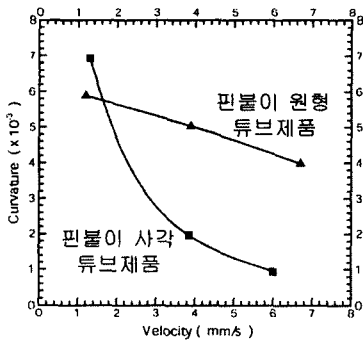


Fig. 10 The relation of difference velocity and curvature

Fig. 10은 상대직경의 차이에 따른 핀불이원형 및 핀불이사각형 단면을 가진 튜브제품의 곡률을 나타낸 것으로 속도가 클수록 곡률이 작아짐을 보여주고 있다.

5. 결 론

임의의 단면을 가진 금속관을 압출가공과 동시에 굽힘이 발생하도록 하는 새로운 열간압출굽힘장치를 구성하여 압출가공으로써 핀불이 단면을 가진제품의 단면의 변화와 표면의 주름이 없는 금속곡관을 가공할 수 있는 방

법을 플라스틱을 사용한 모의 실험을 통하여 확인 할 수 있었다.

(1) 압출굽힘기에서 각각의 압출편치의 상대 속도를 제어함으로써 압출제품의 곡률 및 굽힘 방향의 조절을 통하여 핀불은 단면을 가진 압출제품의 곡선화가 가능함을 실험을 통하여 확인 할 수 있었다.

(2) 압출시의 압출편치의 상대 속도를 제어하는 방법 뿐 아니라 상대직경을 변화시켜 유입 량을 다르게 함으로써도 압출 제품의 곡선화가 가능함을 알 수 있었다.

(3) 상대속도차가 클수록 제품의 곡률이 커짐을 알 수 있었고, 핀불이 원형단면이 잘 굽어짐을 알 수 있었다.

(4) 핀불이 제품의 경우 상대직경의 차이로 굽어지는 경우에는 압출 속도가 클수록 굽힘이 적게 발생함을 알 수 있었다.

이상과 같은 결과로서 상대속도 차이에 의한 방법과 상대직경을 이용한 압출굽힘방법으로 핀불이 제품은 굽힐 수가 있었고 굽힘곡률을 조정할 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) 진인태, 1995, "원형제품의 압출가공시 제품의 굽힘 현상에 관한 연구", 부산공업대학교 논문집, 제37집, pp.371~380.
- (2) 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.
- (3) 진인태, 최재찬, 1997 "사각형 단면의 편심압출시 제품의 굽힘 현상에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol.6, No.1, pp.46~52.
- (4) 김진훈, 진인태, 1998, "편심압출굽힘가공법에 의한 사각형 단면을 가진 중공 튜브제품의 U형굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol7, No5, 496~504.
- (5) 박대운, 진인태, 2001, "다지형 압출편치의 상대이동 속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성학회 2001춘계학술대회 논문집, pp.102~105.
- (6) 김민규, 진인태, 정영득, 하만경, 2001 "포트홀 다이를 이용한 중공튜브 압출제품의 다이 챔버 형상에 따른 결합력에 대한 연구", 한국소성학회 2001, 춘계 학술대회 논문집, pp.110~114.