

알루미늄 중공 곡관제품의 열간 압출굽힘가공

박대윤* · 진인태**

Hot Metal Extrusion-Bending Process for the Aluminum Curved Tube Product

D.Y. Park, and I.T. Jin

Abstract

The bending phenomenon has been known to be occurred by the different of velocity at the die exit. The difference of velocity at the die exit section can be obtained by the different velocity of billets through the multi-hole container and by the cohesion of billet inside the porthole die chamber. The bending phenomenon can be controlled by the different hole diameter. The experiments using aluminium material for the curved tube product had been done. The results of the experiment show that the curved tube product can be formed by the extrusion-bending process without the defects such as the distortion of section and the thickness change of the wall of tube and the folding and wrinkling. It is known that the welding and extruding of each billet has done simultaneously although the curved tube is extruded with four billets.

Key Words : Extrusion, Bending, Extrusion-Bending, Aluminium Extruded Product, Multi-hole container, Rectangular Curved Tube

1. 서론

압출 공정과 동시에 제품에 굽힘을 발생 하게 하기 위한 그 동안의 연구에서는 열간 압출 굽힘기와 플라스틱을 사용하였다. 실험결과로써 단면과 두께가 일정한 중공제품을 표면상의 굽힘 결함 없이 압출 할 수 있었다. 또한 사각단면과 원형단면을 가진 튜브 그리고, 편 불이 사각 단면을 가진 튜브와 편 불이 원형단면을 가진 튜브 등 굽힘가공이 어려운 형태의 제품에 대해서 압출과 동시에 굽힐 수가 있었다. 그러나 압출 굽힘에 금형

의 편심과 콘테이너 구멍의 상대적 크기, 한개 이상의 압출 펀치의 상대적 속도차이에 의한 굽힘원리를 사용하여 압출과 동시에 굽힐 수 있는 실험을 플라스틱 소재를 사용하여 했기 때문에 실제로 금속소재의 일종인 알루미늄을 사용해서도 이러한 실험결과가 동일 할 것인지는 여러 가지 이유로 확인되지 못하였다. 그러나 본 연구에서 알루미늄을 열간 압출하기 위하여 적절한 압출기 용량과 열간 상태의 압출을 위한 온도 조절장치를 부착한 실험장치를 구성하여 금속소재를 사용해서도 압출과 동시에 굽힘이 일어남을 확인하고자 한다. 그리고 압출과 동시에 굽히기 위하여 적용하는 굽힘 원리로서는 콘

* 부경대학교 대학원 기계공학과

** 부경대학교 기계공학부

테이너 구멍의 상대적 크기에 의한 굽힘원리를 적용하여 원형단면의 중공제품과 사각단면의 중공제품을 압출과 동시에 굽히는 실험을 통하여 확인하고자 한다.

2. 압출굽힘원리와 실험

2.1 두개의 빌렛의 상대적 크기 차이에 의한 압출굽힘원리

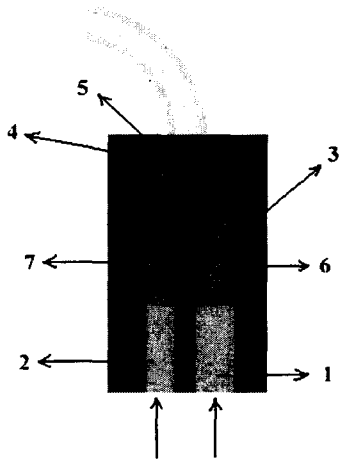


Fig. 1 The Principle of bending process by the difference of relative hole diameter of the container

Fig. 1에서 다구멍 콘테이너의 상대직경이 다른 경우 압출가공시 굽힘이 발생하는 원리를 보면 가열된 다른 직경의 빌렛을 다구멍콘테이너에 삽입한 후 상대직경이 다른 다지형 펀치(1), (2)에 가공하중을 가하면 같은 속도로 빌렛(6)과 (7)이 챔버로 이동하게 되지만 상대직경의 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 경사형 다이(4)와 경사형 플러그(5)의 사이를 지나면서 하나로 합쳐지면서 유입량이 적은 좌측방향으로 굽어져서 압출되게 된다. 이때 상하 축의 직경은 일정하게 되어 있으므로 상하방향으로의 굽힘은 발생하지 않게 되고 좌측방향으로만 굽어지면서 압출된다.

2.2 압출굽힘실험

2.2.1 압출굽힘기

Fig. 2는 실험에 사용된 열간 압출굽힘기로서 압출 하중(200ton)과 압출 속도를 조절할 수 있는 다지형 펀치 제어 컨트롤 박스와 압출시 경사형 플러그를 가진 상대

직경 차이가 있는 다구멍 콘테이너의 온도 조절을 위한 온도 제어장치, 유압회로장치 그리고 콘테이너에 삽입하기 전에 빌렛을 가열하는 전기로 등으로 구성되어있다.



Fig. 2 The photo of hot metal extrusion bending machine

2.2.2 압출굽힘금형 및 압출스텝

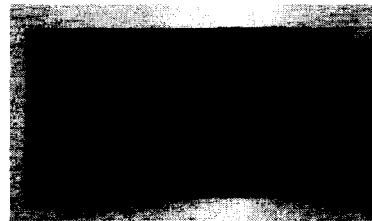


Fig. 3 The photo of rectangular conical die and Punches

Fig. 3은 압출굽힘실험에 사용된 금형과 압출스텝을 보여주는 사진으로 금형은 경사형 구조로 SKD61종 재료를 사용하여 가공하였고 외부를 압축 링을 제작 열박음 하여 파손을 방지 하였다. 압출 스텝은 SKD11종 재료를 사용하여 가공하였다. 금형과 압출스텝은 열간 압출굽힘실험에 맞게 열에 대한 변형을 고려하여 진공 열처리하였다.

2.2.3 원형 및 사각 단면 플러그를 가진 콘테이너와 방전가공용 전극

Fig.4는 실험에 사용된 경사형 플러그를 가진 콘테이너와 콘테이너의 경사형 플러그의 사각단면을 가공하기

위해 제작된 방전가공용 전극을 보여주는 것으로 원형튜브 제품을 위해서 원형단면을 가진 경사형 플러그, 사각단면을 위해서 사각단면을 가진 경사형 플러그를 상대직경 차이를 가지는 다구멍 콘테이너로 제작하였다.

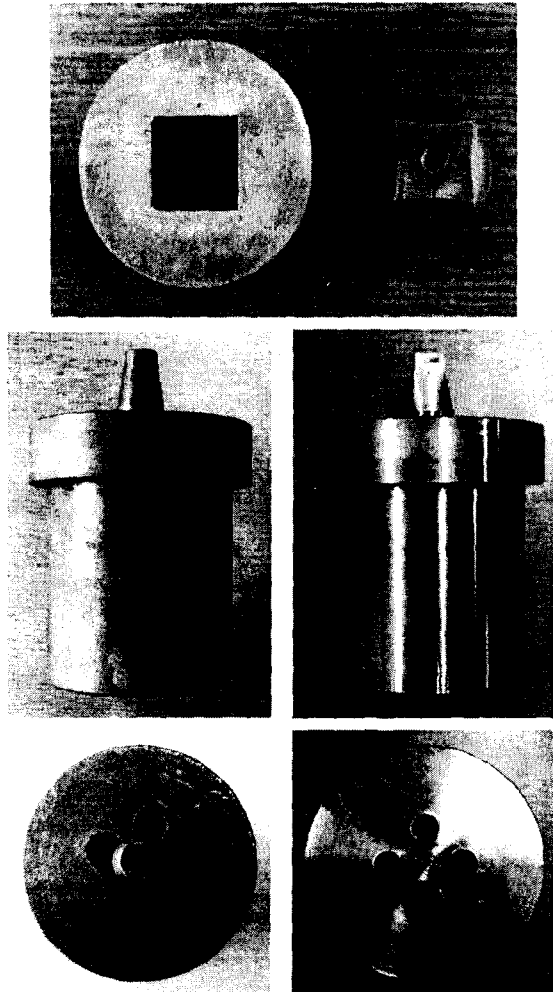


Fig. 4 The photo of multihole container with conical plug and rectangular conical plug and electrode of electric discharge machining

2.2.4 실험방법

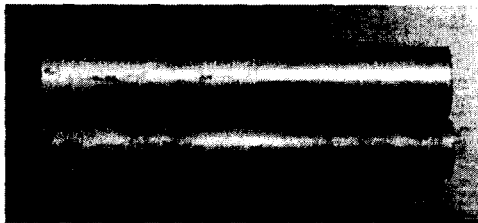
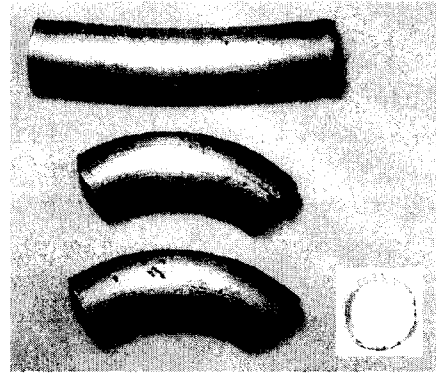


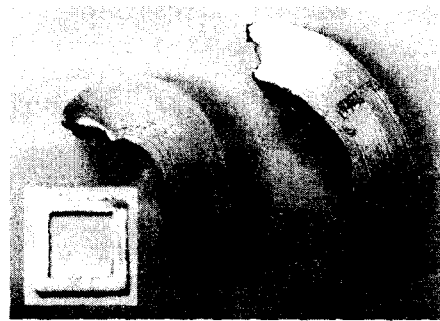
Fig. 5 The photo of billets

Fig. 5는 실험에 사용한 빌렛을 보여주는 것으로 직경 18 와 22 의 알루미늄 6063 재료를 가공하여 전기로에서 ϕ 500 $^{\circ}$ C로 가열하여 450 $^{\circ}$ C로 예열된 상태의 상대직경 차이가 있는 콘테이너에 삽입하여 압출굽힘실험을 수행하였다.

2.2.5 실험결과 및 고찰



a) The photo of the circular curved tube product



b) The photo of the rectangular curved tube product
Fig. 6 The photo of the circular and rectangular curved tube

Fig. 6은 압출굽힘실험에 의해서 만들어진 튜브 제품을 보여주는 것으로 상대직경 차이가 있는 콘테이너를 사용하여 챔버에 유입되는 유입량의 차이로 인해 일정한 곡률을 가지는 곡선 관을 얻을 수 있음을 보여주고 있다. a)그림에서 원형곡관제품은 압출횟수에 관계없이 다구멍 콘테이너 구멍의 상대직경의 차이에 의해서 일정한 곡률을 보여주고 있으며 이때에 제품 단면의 두께 또한 일정함을 보여주고 있다. b)그림에서는 사각곡관제품 또한 압출 후 제품의 단면 두께의 일정함을 보여주고 있다.

3. 결 론

플라스티신을 사용한 모의실험에서 얻은 결과를 바탕으로 실험 장치를 재구성 하여 금속 소재인 알루미늄 6063 소재를 사용하여 압출과 동시에 굽힐 수 있는 실험을 실행하였다. 중공 제품을 압출과 동시에 굽히기 위하여 상대직경 차이가 있는 다구명 컨테이너를 이용하여 네 개의 환봉소재를 가지고 각각의 환봉소재 중 대칭되는 환 봉소재의 크기를 다르게 하여 챔버내에 유입량의 차이로 인한 제품의 굽힘 압출을 확인 할 수 있었다.

이와 같은 결과로서 압출과 동시에 굽힘을 발생시키는 굽힘 원리 중의 하나인 대칭적으로 사용하는 소재들의 크기를 조절함으로써 금속소재의 일종인 알루미늄을 소재로 한 금속곡관을 얻을 수 있었다. 그리고 모의실험결과에서처럼 실제 알루미늄을 이용한 압출에서도 제품의 결함 없이 압출과 동시에 굽힘을 발생시킬 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- (1) 진인태, 1995, "원형제품의 압출가공시 제품의 굽힘 현상에 관한 연구", 부산공업대학교 논문집, 제37집, pp.371~380
- (2) 진인태, 최재찬, 1997, "사각형 단면의 편심압출시 제품의 굽힘현상에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol.6, No.1, pp.46~52
- (3) 박대윤, 진인태, 2001, "다지형 압출편치의 상대

이동속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001추계학술대회논문집, pp.102~105

- (4) 김민규, 박중원, 진인태, 2001, "편이 부착된 금속곡관제품의 열간압출 굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001 추계학술대회논문집, pp.204~207
- (5) 박대윤, 윤선홍, 진인태, 2001, "사각단면 금속곡관 제품의 열간압출 굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001추계학술대회논문집, pp.212~215
- (6) 김민규, 진인태, 정영득, 하만경, 2001, "포트홀 다이를 이용한 중공튜브 압출 제품의 다이챔버 형상에 따른 결합력에 대한 연구", 한국소성가공학회 2001 추계학술대회논문집, pp.110~114
- (7) 박대윤, 진인태, 2002, "열간금속 압출굽힘기를 이용한 금속곡관의 압출굽힘가공에 관한연구", 한국소성가공학회지, Vol. 11. No.3, pp262~268
- (8) Mansfield, Eric Harold, 1989, "The bending and stretching of plate"
- (9) Gillanders, John, 1984, "Pipe and tube bending manual"
- (10) T. Sheppard, 1999, "Extrusion of Aluminum Alloy -s", Kluwer Academic Publishers
- (11) Pradip K. Saha, 2000, "Aluminum Extrusion Technology", ASM International