

사각단면을 가지는 알루미늄 튜브제품의 압출굽힘가공

박대윤* · 진인태**

Extru-Bending Process for Aluminum Tube Products with Rectangular Sections

D.Y. Park, I.T. Jin

Abstract

The bending phenomenon during extruding one product using four billets can be obtain by the difference of hole diameters in the multi-hole container. The difference of hole diameter caused the difference of billet amount inserted in the die cavity. As results, it can bend during extruding products by the different amount of two billets and by the cohesion of billets in the porthole dies cavity. And the bending curvature can be controlled by the size of holes and billets. The experiments using aluminium material had been done for the rectangular and square curved tube product. The results of the experiment show that the curved aluminum tube product can be bended by the extru-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. The curvature of product is affected by shape of cross section and the difference of billet diameters. It is known that the welding and extruding and bending can be done simultaneously in the die cavity when a rectangular hollow curved tube would be extruded by porthole dies using four different size billets made of aluminum material.

Key Words : Extru-Bending Process, Multi-hole container, Pothole die, Four aluminum billets
Extruded product, Rectangular curved tube

1. 서론

중공 튜브 제품의 굽힘 가공시에 발생하는 여러 가지 결함을 제거 하기 위한 압출굽힘공정이 시도되고 있다. 이러한 방법에는 펀치의 상대 속도 차이에 의한 압출굽힘 방법과 다구멍 콘테이너의 상대직경 차이에 의한 압출굽힘 방법으로 가능하다는 것이 보고 되어 왔다.^{5~7)}

그러나 사용되는 소재가 PLASTICINE을 사용한 모사재료를 사용하였기 때문에 실제 금속 재료를 사용했을 경우에도 압출굽힘가공으로써 중공튜브를 압출과 동시에 굽힐수 있음을 선행 연구에서 보고한바 있다.⁸⁾ 그러나 압출굽힘공정을 실제 현장에 적용하기 위해서 그 방법의 하나인 상대직경 차이를 이용한 압출굽힘을 사용할 경우 상대직경 차이에 의한 압출굽힘이 어느 정도 발생하는

* 부경대학교 대학원 기계공학과

** 부경대학교 기계공학부

와 단면의 형태에 따라서 압출굽힘의 경향이 어느 정도 차이가 나는지에 대해서 정량적인 데이터가 필요하게 되었다. 이에 본 연구에서는 정사각형 단면을 가지는 튜브 제품과 직사각형 단면을 가지는 튜브제품의 형태에 따른 굽힘 곡률의 정도를 비교하고자 한다.

2. 압출굽힘 및 실험방법

2.1 압출굽힘과정

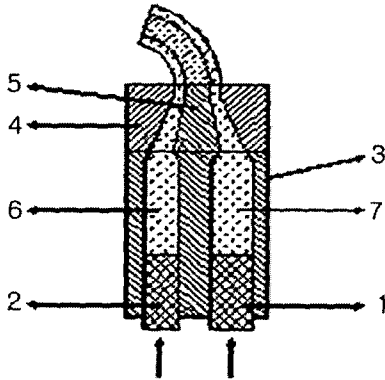


Fig. 1 The figure of extru-bending process.

Fig. 1에서 다구멍 콘테이너의 상대직경이 다른 경우 압출가공시 굽힘이 발생하는 과정을 보여주고 있다. 가열된 각각 다른 직경의 빌렛을 다구멍콘테이너(3)에 삽입한 후 상대직경이 다른 다지형 펀치(1,2)로써 가공하중을 가하도록 되어있다. 이때에 4개의 빌렛이 챔버로 이동하게 되지만 대칭되는 2개의 빌렛의 상대직경의 차이로 상대직경이 큰 빌렛(7)의 양이 상대직경이 작은 빌렛(6)의 양보다 크게 되어서 챔버의 좌우에 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 압출굽힘기

Fig. 2는 실험에 사용된 200ton 열간 압출굽힘기로서 압출 하중과 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.

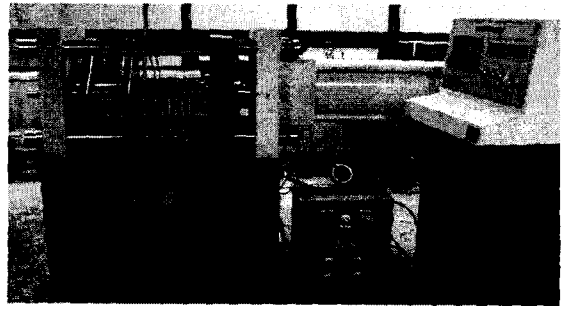


Fig. 2 The photo of hot metal extru-bending machine

2.3 정사각형 단면의 제품 가공용 압출금형과 다구멍콘테이너

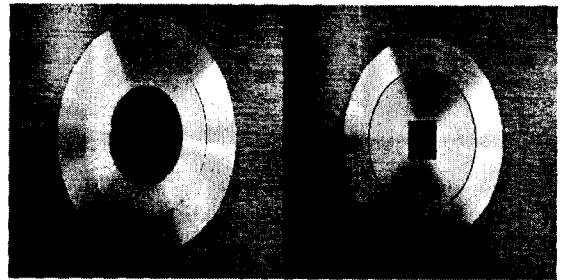


Fig. 3 The photo of square conical die

Fig. 3은 정사각형 단면을 가지는 튜브제품의 압출굽힘실험에 사용된 금형을 보여주는 사진으로 금형의 입구부터 출구까지가 등각 표면으로 이루어진 경사형 구조의 압출금형이다. SKD61종 재료를 사용하여 와이컷 가공하였고 외부를 압축 링을 제작, 열박음 하여 파손을 방지하였다.

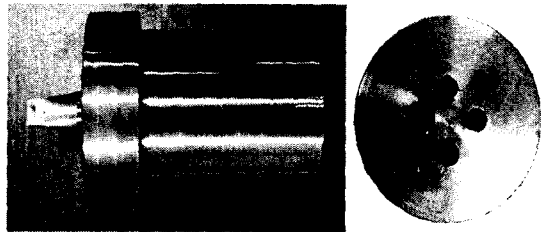


Fig. 4 The photo of multihole container with square conical plug

Fig.4는 정사각형 단면을 가진 튜브제품의 실험에 사용된 경사형 플러그를 가진 콘테이너를 보여주는 그림으로 우측 그림에서 보면 상·하의 구멍은 크기가 동일하고 좌·우측의 구멍은 상대직경 차이를 가지게 하여 구멍이 큰 왼쪽에서 작은 오른쪽으로 압출굽힘이 발생하도록 제작하였다. 그리고 플러그의 표면은 플러그의 밑단에서부터 끝단까지 등각으로 연결한 표면으로 구성되어 있으며 방전가공으로 표면 처리하였다.

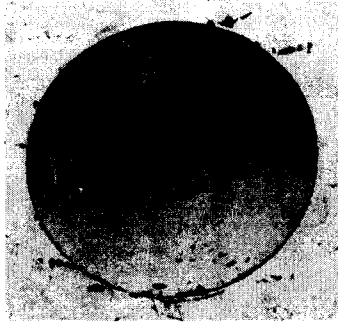


Fig. 5 The photo of extru-bending product

Fig. 5는 위의 정사각형 단면을 가진 금형과 정사각형 단면의 경사형 플러그를 가진 다구멍 콘테이너를 사용하여 압출굽힘되어져 나오는 정사각형 단면을 가진 튜브 제품의 압출굽힘 모습을 보여주고 있다.

2.3 직사각형 단면의 제품 가공용 압출금형과 다구멍콘테이너

Fig. 6은 정사각형 단면을 가지는 튜브제품과 압축굽힘 곡률을 비교하기 위하여 제작한 직사각형 단면을 가진 튜브제품의 압출굽힘실험에 사용된 금형을 보여주는 것으로 가로 20mm, 세로 22mm로써 비교적 정사각형에 가까운 직사각형을 실험에 사용하였다. 금형의 재료는 정사각형과 동일하고 단면감소를 또한 동일하게 제작하였다.

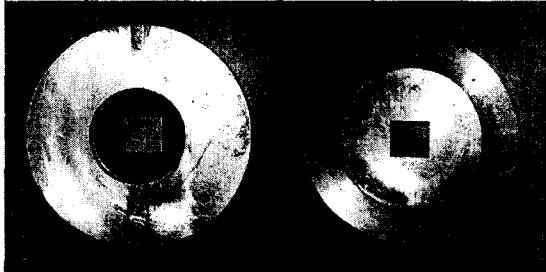


Fig. 6 The photo of rectangular conical die

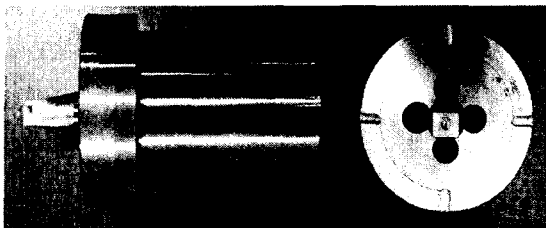


Fig. 7 The photo of multihole container with rectangular conical plug

Fig. 7은 직사각형 단면을 가진 튜브제품의 압출굽힘에

사용된 경사형 플러그를 가진 콘테이너를 보여주고 있다.

3. 압출굽힘실험결과 및 고찰

3.1 정사각형 튜브 제품의 압출굽힘실험결과



Fig. 8 The photo of the rectangular curved tube product

Fig. 8은 다구멍 콘테이너의 상대직경의 차이가 2mm일 때 정사각형 단면을 가진 튜브제품을 보여주는 것이다.

3.2 직사각형 튜브 제품의 압출굽힘실험결과

Fig. 9는 상대직경의 차이가 2mm이고 직사각형 단면을 가지는 튜브제품의 모습을 보여주고 있다.



Fig. 9 The photo of the rectangular curved tube product

3.3 대칭되는 좌우 두개의 소재의 직경차이에 따른 굽힘정도

Fig. 10은 상대직경 차이에 의한 압출굽힘 제품의 상대 직경차이가 각각 2mm, 4mm일 때 따라 정사각형 단면을 가지는 튜브제품의 곡률차이를 보여주는 것으로 상대직경의 차이가 크면 제품의 굽힘 또한 커짐을 알 수 있다. 직경차이가 2mm일 경우는 4.14×10^{-3} 이고 4mm일 경우는 곡률이 19.2×10^{-3} 이다.

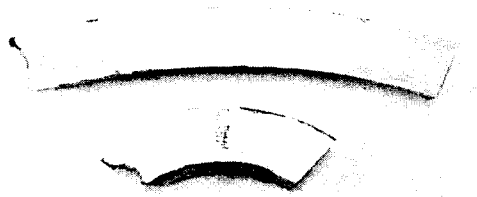


Fig. 10 The relation of curvature by different diameter

3.4 정사각형과 직사각형 단면의 형태에 따른 곡률비교



Fig. 11 The relation of curvature by cross section

Fig. 11은 상대직경 차이와 단면감소율이 같은 경우에 압출굽힘 제품의 단면 형상에 따른 제품의 곡률의 차이를 보여주는 것으로 정사각형 단면 제품의 경우에는 곡률이 4.14×10^{-3} 이고, 직사각형 단면제품의 경우에는 곡률이 6.25×10^{-3} 으로 직사각형의 경우에 더 곡률이 큰 것을 알 수 있다.

4. 결 론

압출과 동시에 굽힘이 가능한 압출굽힘가공의 방법중의 하나인 상대직경차이를 이용한 방법으로써 실제 금속 재료를 사용한 압출굽힘가공으로 일반적인 튜브제품의 굽힘에서 발생하는 여러 굽힘 결함이 없이 압출굽힘가공할 수 있었으며 알루미늄6063 재료를 사용한 압출굽힘가공실험에 있어서 상대직경차이에 따른 곡률의 변화나 제품의 형상에 따른 곡률의 변화를 다음과 같이 확인 하였다.

1. 정사각형 단면을 가진 제품의 경우에 상대직경차이가 2mm, 4mm인 경우의 실험의 결과에서 4mm인 경우에 있어서 더 많이 굽어짐을 알 수 있었다.
2. 단면감소율이 같을 때 단면 형상에 따라 정사각형 단면일 때의 경우와 직사각형 단면일 경우에 직사각형의 경우가 더 많이 굽어짐을 알 수 있었다.

이상과 같이 알루미늄6063 재료를 사용하여 압출굽힘실험한 결과 사용하는 4개의 소재 중에서 대칭되는 좌우 2개의 소재의 직경의 차이에 따라 굽힘곡률을 조정 할 수

있음을 알 수 있었고 가공하고자 하는 제품의 형상에 따라서 굽힘곡률이 달라짐을 알 수 있었다. 따라서 알루미늄6063 소재를 사용하여 압출굽힘 실험을 체계적으로 실행하게 되면 얻고자 하는 굽힘곡률과 사용되는 좌우 2개의 대칭되는 빌렛의 직경차이와의 상관관계를 얻을 수 있게 됨을 알 수 있었다.

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) 박대운, 진인태, 2001, "다지형 압출편치의 상대 이동속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속 압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001추계학술대회논문집, pp.102~105
- (4) 김민규, 박중원, 진인태, 2001, "핀이 부착된 금속곡관제품의 열간압출 굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001 추계학술대회논문집, pp.204~207
- (5) 박대운, 윤선홍, 진인태, 2001, "사각단면 금속곡관제품의 열간압출 굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001추계학술대회논문집, pp.212~215
- (6) 김민규, 진인태, 정영득, 하만경, 2001, "포트홀 다이를 이용한 중공튜브 압출 제품의 다이 챔버 형상에 따른 결합력에 대한 연구", 한국소성가공학회 2001 추계학술대회논문집, pp.110~114
- (7) 박대운, 진인태, 2002, "열간금속 압출굽힘기를 이용한 금속곡관의 압출굽힘가공에 관한연구", 한국소성가공학회지, Vol. 11. No.3, pp.262~268
- (8) 박대운, 진인태, 2003, "알루미늄 중공 곡관제품의 열간 압출굽힘가공", 한국소성가공학회 2003추계학술대회논문집, pp.359~362
- (9) Mansfield, Eric Harold, 1989, "The bending and stretching of plate"
- (10) Gillanders, John, 1984, "Pipe and tube bending manual"
- (11) T. Sheppard, 1999, "Extrusion of Aluminum Alloy -s", Kluwer Academic Publishers
- (12) Pradip K. Saha, 2000, "Aluminum Extrusion Technology", ASM International