한국소성가공학회 2004년도 추계학술대회 논문집 pp.120~123

멀티빌렛을 사용한 압출굽힘가공의 성형 해석

박대윤* · 진인태**

Forming Simulation of Extru-Bending Process Using Multi-Billets

D. Y. Park, I. T. Jin

Abstract

The bending phenomenon has been known to be occurred by the difference of velocity at the die exit. The difference of velocity at the die exit section can be obtained by the different velocity of billets inside die chamber after passing the multi-hole container. The curvature can be controlled by the two variables, the one of them is the different velocity of billets through the multi-hole container, the other is the difference of hole diameter. The bending phenomenon during extruding using four billets can be obtained by the difference of hole diameters in the multi-hole container or by the difference of relative velocity of billet inserted in the container. As results of DEFORM-3D analysis, it can be shown that bending can be obtained during extruding by the difference of relative velocity of two billets or by the difference of hole diameter, and the amount of curvature is increased by the difference of velocity and diameter. According to the shape of products, the curvature of rectangular section is bigger than the curvature of regular square section. And, it is estimated that, because the stress on the welding line is much higher than yield stress of material, the bonding of four billets can be obtained.

Key Words : Extru-bending Process, Multi-hole Container, Relative Velocity, Hole Diameter, Multi-billets, Curvature, Rectangular Curved tube, DEFORM-3D

1. 서 론

일정 단면을 가지는 튜브 제품의 굽힘에 있어서 발생하는 여러 결함을 제거하기 위하여 압출과 동시에 굽힘을 발생시키는 한 방법으로서 다이 출구부의 편심을 이용하였다.[1),2)] 그러나 다이 출구부의 편심을 이용한 방법은 제품의 굽힘곡률이 일정하기 때문에 제품의 길이 방향으로 곡률이 변하는 제품에는 적용할 수 없었다. 따라서 멀티 빌렛을 이용하여 제품의 굽힘곡률을 조절할 수 있는 압출굽힘 가공법을 제안하고 이에 대해서 모사 재료와 실제 금속 재료를 이용하여 확인한바 있다.[3),4),5),6)]

본 논문에서는 멀티 빌렛을 이용한 압출굽힘 가공법 중에서 챔버 부분에 유입되는 재료 양의 차이에 의한 굽힘을 해석하기 위하여 상대적 직경이 다른 멀티빌렛을 사용하는 방법과 펀치의 상대속도 차이를 이용하는 두 가지 압출굽힘 가공법에 대해서 DEFORM-3D™ 해석을 통해서 압출굽힘 변형을 확인 하고자 하며 또한 접합 부의 응력의 해석결과를 통해 재료의 결합력에 대해 유추해 보고자 한다.

* 부경대학교 대학원 기계공학과
** 부경대학교 기계공학부

2. 압출굽힘 원리

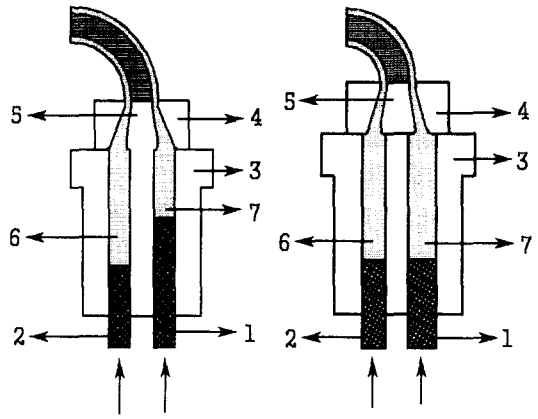

Fig. 1 The figure of extru-bending process.

Fig.1 은 두 가지의 압출굽힘 원리를 보여주는 그림으로 좌측의 그림은 펀치의 상대속도 차이를 이용한 것이고 우측의 그림은 콘테이너의 상대직경 차이를 이용한 것이다. 멀티빌렛을 사용할 때 다지형 펀치(1), (2)가 콘테이너에(3) 삽입될 때 좌측그림은 펀치의 상대 속도 차이에 의해서 우측의 빌렛(7)이 좌측의 빌렛(6) 속도보다 빠르게 챔버부분에 유입되어 금형(4)과 콘테이너의 경사형 프러그(5) 사이로 압출 되면서 유입량이 적은 왼쪽으로 굽어지게 되고, 우측그림은 빌렛의 상대직경이 큰 오른쪽 빌렛(7)이 상대직경이 작은 왼쪽 빌렛(6)보다 챔버에 유입되는 재료의 양이 많아져 다이(4)와 경사형 프러그(5)사이로 압출 될 때 유입량이 적은 왼쪽으로 굽어지게 된다.

3. 상대직경 차이를 이용한 압출굽힘가공 해석

정사각형 단면과 직사각형 단면을 가지는 튜브 제품의 해석을 위해서 실제 실험에 사용된 콘테이너와 다이 형상을 모델링하여 상대직경 차이가 2mm, 4mm, 6mm 일 경우로 해석하였다. Fig.2 는 상대직경의 차이가 2mm 일 때의 해석결과를 보여주는 그림으로 상대직경 차이에 의해 챔버 부분에 유입되는 재료의 양이 왼쪽 보다 오른쪽이 많아 제품이 왼쪽으로 압출굽힘되는 것을 보여주고 있다. 좌측의 그림은 제품의 단면 형상이 직사각형이고 우측의 그림은 단면 형상이 정사각형의 경우의 해석결과이다.

Fig. 2 The simulation of extru-bending process by the difference of diameter (2mm)

Fig.3 과 Fig.4 는 상대직경의 차이가 4mm, 6mm 일 때의 해석결과를 보여주고 있다.

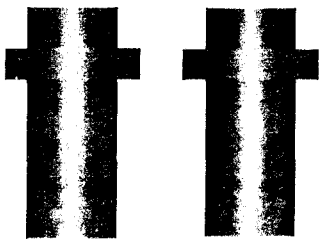

Fig. 3 The simulation of extru-bending process by the difference of diameter (4mm)

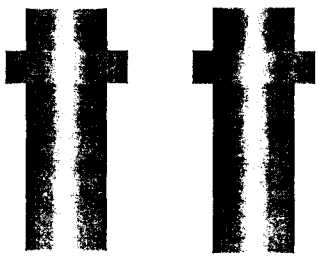

Fig. 4 The simulation of extru-bending process by the difference of diameter (6mm)

Fig.3 과 Fig.4 에서 제품의 단면 형상에 관계없이 상대직경 차이가 커짐에 따라 얻어지는 제품의 곡률의 크기가 더 증가함을 보여주고 있고, 단면 형상에 따라 직사각형 단면에서의 굽힘곡률이 더

큰 것을 알 수 있다.

4. 펀치의 상대속도 차이를 이용한 압출굽힘가공 해석

Fig.5, Fig.6 은 압출굽힘 가공법 중 펀치의 상대속도 차이에 의한 정사각형 단면과 직사각형 단면을 가진 튜브제품의 압출굽힘을 해석한 것으로 좌측의 그림은 직사각형 단면의 경우이고 우측의 그림은 정사각형 단면을 가진 제품 해석으로서 펀치의 상대 속도 차이가 2.54mm/sec, 7.62mm/sec 일 때의 해석결과이다.

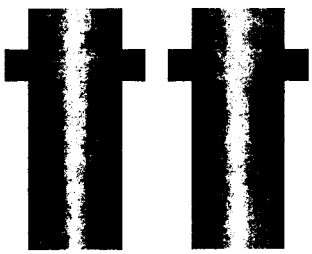

Fig. 5 The simulation of extru-bending process by the difference of relative velocity (2.54mm/sec)

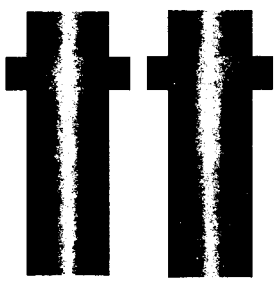

Fig. 6 The simulation of extru-bending process by the difference of relative velocity (7.62mm/sec)

제품의 단면 형상에 관계없이 펀치의 상대속도 차이가 클수록 제품의 곡률이 큰 것을 알 수 있고 같은 속도 차이에서는 직사각형 단면일 경우에 제품의 곡률이 더 큰 것을 알 수 있다.

5. 해석결과 고찰

5.1 상대직경 차이를 이용한 압출굽힘

Fig.7 은 상대직경 차이를 이용한 압출굽힘 가공 해석에서 상대직경 차이의 정도와 튜브제품의 단면의 형상에 따라 그 곡률의 정도를 보여주는 그래프로 상대직경의 차이가 클수록 제품의 곡률이 크며 정사각형 단면의 경우보다 직사각형 단면을 가진 튜브제품의 곡률이 더 큰 것을 보여주고 있다.

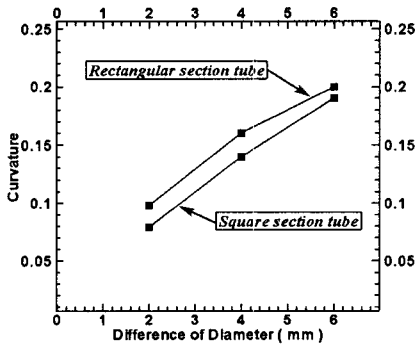

Fig. 7 The relation of curvature and difference of diameter

Fig.8 은 해석 결과로 얻은 접합부의 유효응력(Effective Stress)을 나타낸 것으로 유효응력 값이 해석시에 입력한 알루미늄 재료의 항복응력 값 3.5kg$_f$/mm^2 에 비해 더 크게 나오는 것으로 보아 실제 압출굽힘 가공에서 다중빌렛의 접합이 가능함을 알 수 있다.

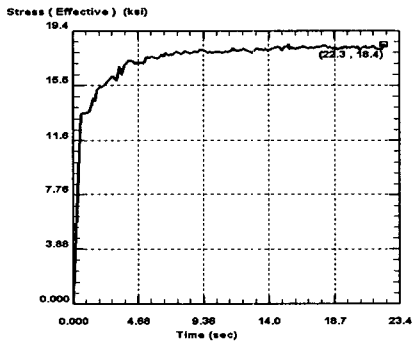

Fig.8 The effective stress on the welding line

5.2 펀치의 상대속도 차이를 이용한 압출굽힘

Fig.9 는 펀치의 상대속도 차이에 의한 제품의 곡률과 상대속도와의 상관관계를 나타내며

Fig.10 은 압출중의 유효응력(Effective Stress)을 보여주는 것으로 펀치의 상대 속도의 차이가 클수록 제품의 굽힘 곡률이 더 커지는 것을 알 수 있고 또한 상대직경 차이를 이용했을 경우와 마찬가지로 유효응력(Effective Stress)값이 재료의 항복응력 값 보다 더 크게 나오는 것으로 보아 다중빌렛의 접합이 가능함을 예측할 수 있다.

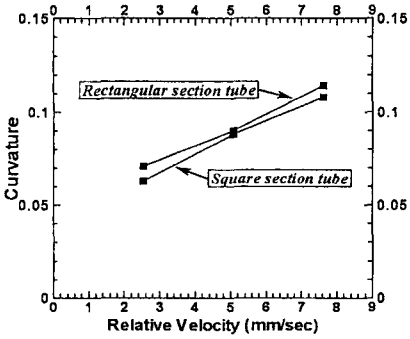

Fig. 9 The relation of curvature and relative velocity

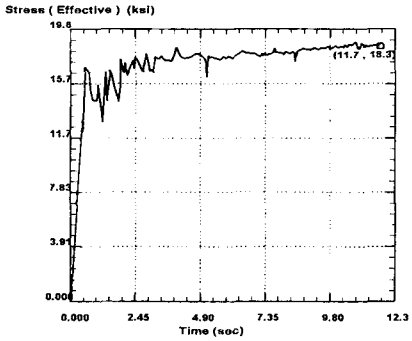

Fig.10 The effective stress on the welding line

6. 결 론

압출굽힘 가공 방법 중 상대직경을 이용한 방법과 펀치의 상대속도차이를 이용한 방법에 대하여 DEFORM-3D 를 이용한 해석을 통해서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 상대직경의 차이를 이용한 압출굽힘 해석에 있어서 상대직경의 차이가 클수록 곡률이 더 큰 제품을 얻을 수 있음을 확인하였다.

(2) 튜브제품의 단면 형상이 직사각형 일 때 정사각형 보다 더 큰 곡률을 얻을 수 있음을 해석을 통해 확인하였다.

(3) 펀치의 상대속도 차이를 이용한 압출굽힘 해석에 있어서 상대속도 차이가 클수록 굽힘곡률이 커짐을 알 수 있었다.

(4) 두 가지의 압출굽힘 가공법을 이용했을 경우에 접합부에 발생하는 유효응력(Effect Stress)이 재료의 항복응력 값 보다 크게 나오는 것으로 보아 다중 빌렛을 사용했을 경우에도 재료의 접합이 용이 함을 예측 할 수 있었다.

이상과 같은 결과로서 네 개의 빌렛을 다구멍 콘테이너에 삽입하여 압출굽힘 가공을 했을 경우에 상대직경 차이를 이용하는 경우와 펀치의 상대속도 차이를 이용할 경우의 압출굽힘의 해석을 통하여 압출가공시 굽힘이 발생할 수 있음을 확인 할 수 있었다.

후 기

본 연구는 두뇌한국 21 의 지원을 받아 수행된 것으로 이에 관계자 제위께 감사 드립니다.

참 고 문 헌

(1) 진인태, 1995, "원형제품의 압출가공시 제품의 굽힘현상에 관한 연구". 부산공업대학교논문집,제37집,pp.371~380

(2) Manabu Kiuchi, In-Tai Jin, Ken SHINTANI, 1996, "Prediction of Curvature of Extruded T-Shape Products", Journal of JSTP, Vol.30, No.336, pp.43~50.

(3) 박대윤, 진인태, 2001, "다지형 압출펀치의 상대이동속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속압출굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회 2001춘계학술대회논문집, pp.102~105.

(4) 박대윤, 진인태, 2002, "열간금속 압출굽힘기를 이용한 금속곡관의 압출굽힘가공에 관한연구", 한국소성가공학회지, Vol. 11. No.3, pp.262~268.

(5) 박대윤, 진인태, 2003, "알루미늄 중공 곡관제품의 열간압출굽힘가공", 한국소성가공학회 2003 춘계학술대회논문집, pp.359~362.

(6) 박대윤, 진인태, 2003, "사각단면을 가지는 알루미늄 튜브제품의 압출굽힘가공",한국소성가공학회 2003 추계학술대회논문집, pp.285~288.