

“ \wedge ”단면 앵글 구조재의 압출굽힘 가공에 관한 성형해석

이경국* · 진인태**

Forming Simulation of the Extrusion-Bending Process of the Angle Product with " \wedge " Section

K. K. Lee, I. T. Jin

Abstract

In the previous experimental study about extrusion-bending of angle product, the bending of extruded angle products with the ' \wedge ' section and ' Γ ' section can be obtained by the hot metal extrusion-bending machine with the two punches moving in the different velocity. The bending curvature can be controlled by the different velocity of billets through the two-hole container. This paper describes simulation of extrusion-bending process by the difference of punch velocities. The result of the forming simulation by DEFORMTM-3D shows that the bending phenomenon at the die exit during extrusion can be obtained by the two punches moving in the different velocity. And it is possible to design extrusion dies and to control the curvature of product through the simulation of extrusion-bending process by analysis

Key Words : Extrusion-bending Process, ' Γ ' Section Extruded Product, Multi-hole Container, Multi-punches, Multi-billet, Curvature, Relative Velocity

1. 서론

일반적으로 복잡한 단면의 이형재 제품을 일정한 곡률을 가진 제품으로 굽힘가공할 때 주름이 발생하든지 단면의 두께가 현저히 변화되어 굽어진 형상을 만들기 쉽지가 않다. 또한 그 형상이 굽히기가 힘든 단면을 가진 제품이라면 그 결함이 더 심하게 발생할 것이다. 선행의 실험논문에서 굽히기가 어려운 ' \wedge ' 단면을 가진 제품을 두 개의 펀치의 속도차를 이용하여 압출과 동시에 굽어지게 함으로써 굽힘 결함이 없이 일정한 곡률을 가지는 제품을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.^{1)~6)}

' \wedge ' 단면에 대하여 두 개의 펀치를 사용하여 좌우 펀치의 상대속도차이로 인하여 굽어지는 현상을 범용적인 상용 해석 소프트웨어로써 해석하여 압출다이의 설계등에 이용할 필요성이 있었다. 따라서 한 쌍의 펀치들의 상대편차속도차에 의해서 다이의 캠버내로 유입되어지는 재료의 양을 달리함으로써 압출가공시 굽어지는 원리에 대해서 상용 소프트웨어인 DEFORM-3D를 이용하여 확인하고 다이 설계를 최적화 하고자 한다. 또한 DEFORM-3D 결과를 통하여 두 펀치를 이용한 압출굽힘가공에서 상대편차속도차와 굽힘 곡률의 관계를 확인하여 보고자 한다.

* 부경대학교 대학원 기계공학과

** 부경대학교 기계공학부

2. 압출굽힘가공의 원리 및 해석모델

Fig. 1 의 그림에서 금속곡봉의 압출굽힘과정을 보면 우측의 속도를 빠르게 할 경우 우측방향의 가열된 빌렛의 속도가 좌측방향의 빌렛 보다 컨테이너 내부에서 빠르게 이동하게 되어 경사형 다이틀 통과할 때 서로 접합되어 합쳐지게 되면서 좌측방향으로 굽어져 압출되게 된다.

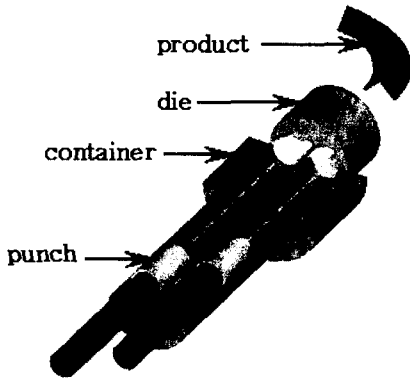


Fig. 1 The Principle of extru-bending process by the difference of relative velocity of the punches

Fig. 2 와 Fig. 3 은 경사형 다이로 각각 두 개의 빌렛이 유입될 수 있도록 설계되어있는 좌우대칭 ‘^’ 단면 및 좌우비대칭 ‘ㄱ’ 단면 다이의 입구부와 출구부의 형상을 나타내었으며, 실제 압출굽힘가공 해석에 사용되어진 모델의 형태이다. 이들은 각각 입구부에서 출구부까지 등각으로 연결한 원추형 표면을 가지고 있다.



(a) The inlet of die



(b) The outlet of die

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



(a) The inlet of die

(b) The outlet of die

Fig. 3 The figure of 'ㄱ' section conical die

3. 좌우대칭형 ‘^’ 단면 경사형 다이에서 해석

좌우대칭형 ‘^’ 단면의 앵글 구조재의 굽힘을 해석하기 위해서 상용소프트웨어인 DEFORM-3D를 이용하였고, 실제 실험에서 사용되어진 형상을 적용하여 모델링 하였다. Fig. 4 는 좌우대칭형 ‘^’ 단면형상에 대해서 동일한 직경을 지닌 두 개의 펀치의 같은 속도에 의한 압출굽힘가공한 해석 결과로서 펀치의 속도차이가 없기 때문에 직선으로 압출되어 나오는 형상이다. 이때 사용한 소재는 알루미늄 6063 이고 mesh 를 25000 개로 나누어 해석한 결과이다.

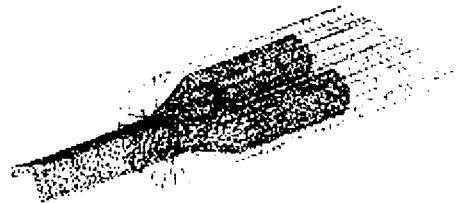


Fig. 4 The simulation of extru-bending process without difference of punch velocity

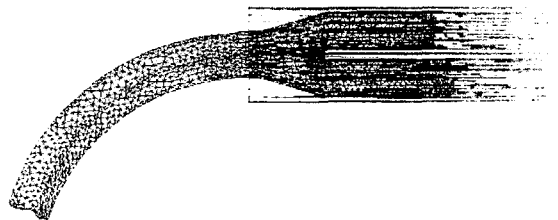


Fig. 5 The simulation of extru-bending process by the difference of velocity of punches

Fig. 5 는 좌우펀치의 상대속도편차에 의해서 굽힘이 발생하는 해석결과를 보여주는 그림으로

서 좌우대칭형 ‘^’ 단면 형상을 가진 제품을 압출할 때 두 개의 펀치의 상대속도편차로 인하여 일정한 곡률을 가진 제품을 압출할 수 있음을 해석을 통하여 알 수 있다.

4. 좌우비대칭형 ‘^’ 단면 경사형 다이에서 해석

좌우비대칭형 ‘^’ 단면형상의 해석에서는 압출되어지는 제품의 단면구조가 좌우상하 비대칭을 하고 있으므로 다이의 구조가 비대칭으로 설계되었고, 두 펀치가 서로 다른 형상의 단면을 가지게 설계되었다. Fig. 6 은 좌우비대칭형 ‘^’ 단면을 가진 제품생산에 있어서 서로 다른 형상을 지닌 두 개의 펀치에 의한 상대속도편차가 없는 압출굽힘가공 공정의 해석을 보여주고 있다.

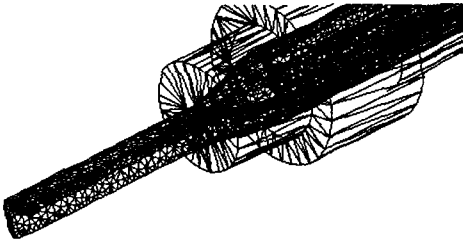


Fig. 6 The simulation of extru-bending process without difference of punch velocity

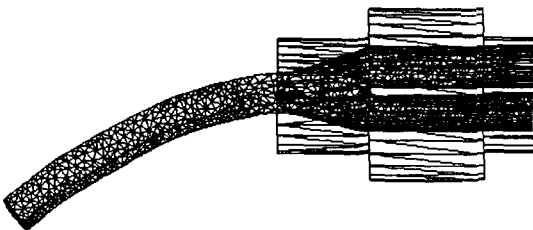


Fig. 7 The simulation of extru-bending process by the difference of punches

Fig. 7 은 서로 다른 형상을 지닌 두 펀치의 상대속도편차가 있는 경우의 해석결과를 보여주는 그림으로서 좌우비대칭형 ‘^’ 단면 형상을 가진 제품의 압출 굽힘에서도 두 개의 펀치에 의한 상대속도편차로 일정한 곡률을 가진 제품을 압출할 수 있음을 확인하였다.

5. 해석결과 및 고찰

5.1 좌우대칭형 ‘^’ 단면 경사형 다이에서 상대속도 편차와 곡률

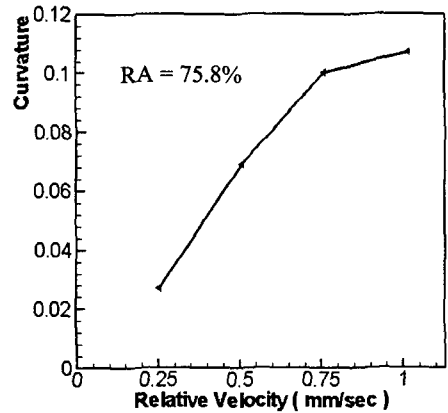


Fig. 8 The relation of the curvature and relative velocity (symmetrical ‘^’ shape)

Fig. 8 은 좌우대칭형 ‘^’ 단면 경사형 다이의 압출굽힘가공 해석에서 동일한 직경인 두 펀치의 상대속도편차에 따른 곡률의 크기를 나타내는 도표로서 두 펀치의 상대속도편차가 클수록 그 곡률의 정도가 증가하는 것을 해석결과로 알 수 있다.

5.2 좌우비대칭형 ‘^’ 단면 경사형 다이에서 상대속도 편차와 곡률

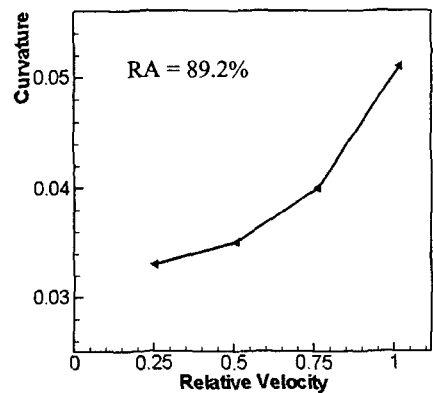


Fig. 9 The relation of the curvature and extrusion velocity (non symmetrical ‘^’ shape)

Fig. 9 는 좌우비대칭형 ‘^’ 단면 경사형 다이에서 압출굽힘가공 해석에서 서로 다른 형상의

두 펀치의 상대속도편차에 따른 곡률의 크기를 나타낸 그림이다. 두 펀치의 상대속도편차가 클수록 그 곡률의 정도가 증가하는 것을 해석결과로 알 수 있었다.

6. 결 론

본 연구는 좌우대칭 ‘^’ 단면과, 좌우비대칭 ‘ㄱ’ 단면을 가진 압출제품의 압출굽힘가공 해석을 위해서 DEFORM-3D 를 이용하여 굽힘해석하였고 상대속도차이에 따라 곡률의 크기가 다르게 됨을 다음과 같이 알 수 있었다.

(1) 각각의 압출펀치의 상대속도를 제어함으로써 압출제품의 곡률 및 굽힘 방향의 조절을 통하여 ‘^’, ‘ㄱ’ 단면을 가진 압출 제품의 곡선화가 가능함을 DEFORM-3D 해석을 통하여 확인할 수 있었다.

(2) 상대속도편차와 곡률의 관계는 펀치의 상대속도편차가 크면 클수록 증가함을 알 수 있었다.

(3) 각각의 좌우대칭 ‘^’ 단면과, 좌우비대칭 ‘ㄱ’ 단면을 가진 압출제품의 압출굽힘가공을 위해서는 다이의 형상, 컨테이너 및 펀치의 좌우대칭과 좌우비대칭 형상을 DEFORM-3D 해석 결과를 분석하여 최적의 형상을 찾을 수 있었다.

이상과 같은 결과에 따라 펀치의 상대속도편차를 이용하여 굽히기 힘든 좌우대칭 ‘^’ 단면과 비대칭 ‘ㄱ’ 단면의 봉재를 굽힐 수 있는 굽힘원리에 대해서 DEFORM-3D의 해석으로 확인할 수 있으며, 복잡한 단면형상을 가진 중실제품일지라도

경사형 다이의 설계와 펀치의 상대속도편차를 이용하면 굽히기 어려운 제품일지라도 압출과 동시에 굽힐 수 있음을 해석결과로써 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) 박대윤, 진인태 “다지형 압출펀치의 상대이동속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속 압출 굽힘가공에 관한 연구”, 한국소성학회 2001 춘계 학술대회논문집, pp.102~105, 2001.
- (2) 박중원, 진인태 “플랜지가 붙은 비대칭 단면형상 제품의 압출가공에 관한 연구”, 한국소성학회 2002 추계학술대회논문집, pp.78~81, 2002.
- (3) 이경국, 진인태 “ ‘ㄱ’ 단면 형상 제품의 압출굽힘가공에 관한 연구”, 한국소성학회 2003 춘계학술대회논문집, pp.371~374, 2003
- (4) 윤선홍, 이경국, 진인태 “ ‘ㄷ’ 단면형상의 알루미늄 제품의 열간 금속 압출굽힘가공에 관한 연구”, 한국 소성학회 2002 추계학술대회논문집, pp.86~89, 2002
- (5) 김진훈, 진인태, “편심압출굽힘가공법에 의한 사각형 단면을 가진 중공 튜브제품의 U형굽힘 가공에 관한 연구”, 한국소성가공학회지, Vol17, No5, 496~504, 1998.
- (6) 박대윤, 진인태 “열간금속 압출굽힘기를 이용한 금속 곡관의 압출굽힘가공에 관한 연구”, 한국 소성학회 2002 춘계학술대회논문집, pp.262~268, 2002.