

사각단면을 가진 압출제품의 비틀림굽힘 압출가공법에 대한 DEFORM™-3D 해석

진철호*,윤선홍*,진인태**

An Analysis of the Twisting and Bending Extrusion Process of the Product with the Rectangular Section by the DEFORM™-3D

Chul Ho Jin*,Sun Hong Yun*, In Tai Jin**

Abstract

The twisting and bending extrusion process is developed by the DEFORM™-3D. Because the rectangular section of the extruded product has the symmetry line of cross-section area, the twisting and the bending of extruded product has not occurred. The product with the rectangular section is applied to the twisting and bending extrusion process through the twisted die surface and eccentricity die section. It is shown that the twisting of extruded product is caused by the twisted die surfaces and the bending of extruded product is caused by the eccentricity between the die section. The results by the analysis show that the twisting angle and the curvature of extruded products increases by the die twisting angle, the eccentricity, but decreases by the die length, and friction condition.

Key words : Extrusion(압출), Twisting(비틀림), Bending(굽힘) Twisted Die Surface (비틀림 다이표면), Eccentricity(편심), DEFORM™-3D(디폼 소프트웨어)

1. 서 론

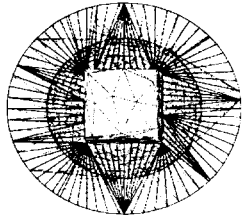
다이표면 형상에 따라 압출되어지는 제품의 비틀림 해석으로 Yang등에 의하여 비틀어진 다이표면 형상에 의한 타원단면과 헬리컬 단면을 가진 압출제품의 비틀림 해석이 있고^{1),2)} 굽힘해석으로서는 Jin에 의해 상계해로 원형단면 및 사각형 단면 그리고 T형 단면을 가진 제품의 편심압출에 의하여 제품의 굽힘 현상을 해석한바 있다.^{3),4)} 압출가공중에 발생하는 비틀림 및 굽힘의 원인으로는 비틀어진 다이표면형상과 다이입구에서의 편심등을 들 수 있는데^{5)~9)} 본 논문에서는 사각형상을 가진 압출다이의 비틀림과 편심에 따

른 압출제품의 굽힘과 비틀림현상이 동시에 나타남을 상용 Software인 DEFORM™-3D에 의해 해석하였다. 압출제품의 비틀림현상에서의 중요변수인 다이의 비틀림과 굽힘현상에서 중요변수인 편심을 이용하여 압출가공중 굽힘과 비틀림현상이 동시에 나타남을 확인하였다. 그리고 마찰상수와 다이길이에 따른 비틀림과 굽힘의 차이를 해석하였고, 압출가공시 굽어지면서 비틀어진 제품을 동시에 가공할 수 있는 비틀림 굽힘 압출가공법의 기초를 마련하였다.

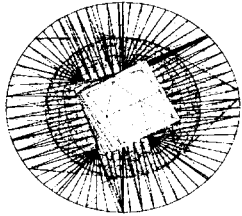
2. 비틀림 다이각도에 따른 비틀림 현상

Fig. 1 은 편심이 없을 때 비틀림현상의 주요 원인인 비틀어진 다이표면의 비틀림 각도에 따라 각각 비틀어진 정도를 나타낸다.

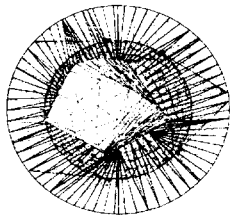
* 부경대학원 기계공학과
** 부경대학교 기계 자동차공학부



a) Twist angle 0°



b) Twist angle 15°

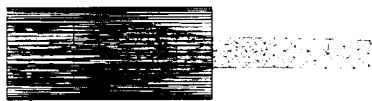


c) Twist angle 30°

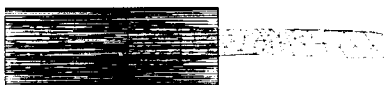
Fig. 1 The result of twisting analysis

3. 편심에 의한 굽힘현상

Fig. 2는 굽힘현상의 주요변수인 편심이 각각 다를때의 굽힘현상을 나타내고 있다.



a) Eccentricity 0mm



b) Eccentricity 6mm



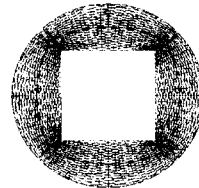
c) Eccentricity 9mm

Fig. 2 The result of bending analysis

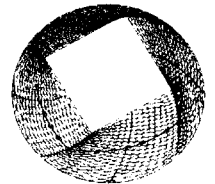
4. 비틀림 다이각도와 편심에 따른 비틀림 및 굽힘 현상

4.1 다이표면형상

Fig. 3은 비틀림과 편심이 없는 경우의 형상과 비틀림과 편심이 같이 주어져 있을 때의 다이 표면형상을 나타내고 있다.



a) Eccentricity 0mm, twisting angle 0°

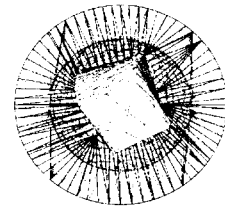


b) Eccentricity 9mm, twisting angle 30°

Fig. 3 The shape of die surface

4.2 편심이 6mm일 때의 비틀림 각도 변화에 따른 비틀림 현상

Fig. 4 와 Fig. 5에서 비틀림의 중요변수인 다이의 비틀림과 굽힘의 중요변수인 편심을 동시에 주어 비틀림과 굽힘현상이 동시에 일어남을 나타내며 비틀림 각이 클 때 많이 비틀어진다.

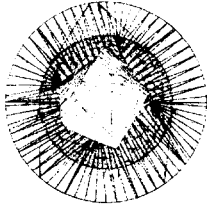


a) Twisting angle 15°

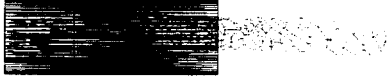


b) Eccentricity 6mm

Fig. 4 The result of twisting and bending analysis (twisting angle 15°)



a) Twisting angle 30°

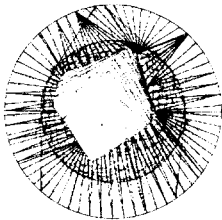


b) Eccentricity 6mm

Fig. 5 The result of twisting and bending analysis (twisting angle 30°)

4.3 편심이 9mm일 때의 비틀린 각도 변화에 따른 비틀림 현상

Fig. 6 과 Fig. 7에서 편심이 클 때는 Fig. 4 와 Fig. 5 의 그림보다 비틀림이 적게 나타난다.

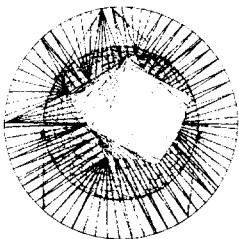


a) Twisting angle 15°



b) Eccentricity 9mm

Fig. 6 The result of twisting and bending analysis (twisting angle 15°)



a) Twisting angle 30°

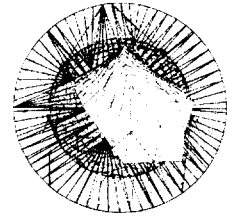


b) Eccentricity 9mm

Fig. 7 The result of twisting and bending analysis (twisting angle 30°)

4.4 마찰상수에 따른 비틀림 현상

마찰상수에 따른 변화에서 Fig. 8 과 Fig. 9를 비교하면 마찰상수가 클 때 굽힘과 비틀림 현상이 적게 나타남을 보여주고 있다.

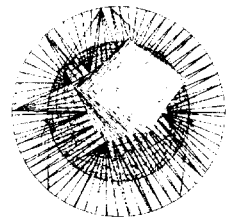


a) Twisting angle 30° , friction constant 0.0



b) Eccentricity 9mm, friction constant 0.0

Fig. 8 The result of twisting and bending analysis (friction constant 0.0)



a) Twisting angle 30° , friction constant 0.7

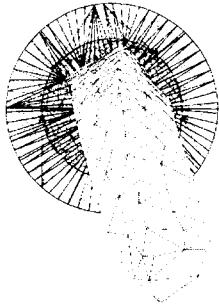


b) Eccentricity 9mm, friction constant 0.7

Fig. 9 The result of twisting and bending analysis (friction constant 0.7)

4.5 다이 길이 변화에 따른 굽힘과 비틀림 현상

Fig. 10 과 Fig. 11 은 같은 편심과 같은 비틀림상태에서 다이길이의 변화에 따른 굽힘과 비틀림현상을 나타내고 있다. 다이길이가 짧을수록 더 많이 비틀어지고 굽어짐을 보여준다.

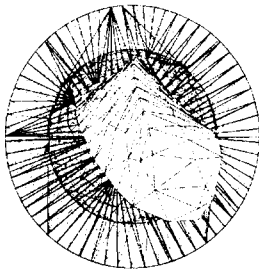


a) Twisting angle 30°, die length 40

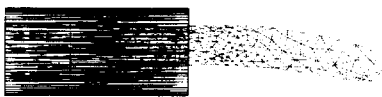


b) Eccentricity 9mm, die length 40

Fig. 10 The result of twisting and bending analysis (Die length 40mm)



a) Twisting angle 30°, die length 60



b) Eccentricity 9mm, Die length 60

Fig. 11 The result of twisting and bending analysis (Die length 60mm)

5. 결 론

압출다이의 비틀림과 굽힘현상에 대해서 상용 Software인 DEFORMTM-3D에 의해 해석하고 출구단면 형상이 사각형인 압출다이의 비틀림각도와 편심에 의한 압출제품의 비틀림과 굽힘현상을 살펴보았다. 비틀어지고 편심된 금형에 의해서 압출공정시 압출제품의 비틀림과 굽힘이 동시에 일어나며, 비틀림각과 편심이 클수록 비틀림과 굽힘이 크게 됨을 알 수 있었다. 그리고 금형길이는 짧을수록 비틀림과 굽힘이 커짐을 알 수 있었고, 같은 비틀림 각도에서는 편심이 있을수록 적게 비틀리며 또한 같은 편심에서는 비틀림각도가 있을수록 큰 차이가 나지는 않지만 적게 굽는 것을 알 수 있다.

참고문헌

- (1)D. Y. Yang, 1986, "Analytical and Experiment al Investigation Into Lubricated Three-Dimensional Extrusion of General Helical Sections", CIRP, Vol.15/1, p.169~172
- (2)Yang, D. Y., Kim, M. U. & Lee, C. H., 1978, "An Analysis for helical shapes from round billet", Int. J. Mech. Sci., 20, p.695
- (3)Manabu Kiuchi, In-Tai Jin, Ken SHINTANI, 1996, "Prediction of Curvature of Extruded T-Shape Products", Journal of the JSTP, Vol.37, No.426, p.711~716
- (4)진인태, 최재찬, 1997, "사각형 단면의 편심압출시 제품의 굽힘현상에 관한 연구", 한국소성가공학회지 Vol.6, No.1, p.46~52
- (5)Manabu Kiuchi, Michihiko Hoshino, Shigeo Iijima, 1989, "Simulation of Unsteady Flow of Workpiece in Non-Axisymmetric Extrusion Process 1", Journal of the JSTP, Vol.30, No.336, p.43~50
- (6)Toshihiro Imai, Manabu Kiuchi, Tsuyoshi Muramatsu, 1991, "Analyses of Helical Shaped Extrusion 1", Journal of the JSTP, Vol.32, No.370, p.1403
- (7)김한봉, 김진훈, 진인태, 1997, "원형빌렛으로부터 타원 단면 및 S단면을 가진 제품의 압출가공의 DEFORMTM-3D에 의한 비틀림 해석 비교", 한국소성가공학회 '97 춘계학술회의 논문집, p.136~139
- (8)박대윤, 진철호, 진인태, 1998, "압출다이의 랜드부 형상에 따른 압출제품의 비틀림과 굽힘 현상 해석", 한국소성가공학회 '98 춘계학술회의 논문집, p.254~257
- (9)김한봉, 진인태, 1998, "상계해법에 의한 압출가공의 비틀림 해석", 한국소성가공학회지 Vol.7, No.4, p.340~346