

## 원형빌렛으로부터 타원단면 및 S단면을 가진제품의 압출가공의 DEFORM-3D™ 에 의한 비틀림 해석비교

김진훈\*, 김한봉\*, 진인태\*\*

\*부경대학원 기계공학과, \*\*부경대학교 기계공학과

### A Comparison of the Twisting of Extrusion of Elliptical Shape with that of S shape from Round Billet by DEFORM-3D™ Software

Jin Hun Kim\*, Han Bong Kim\*, In Tai Jin\*\*

\*Graduate school, Pukyong National University

\*\*Dept. of Mechanical Engineering, Pukyong National University

#### ABSTRACTS

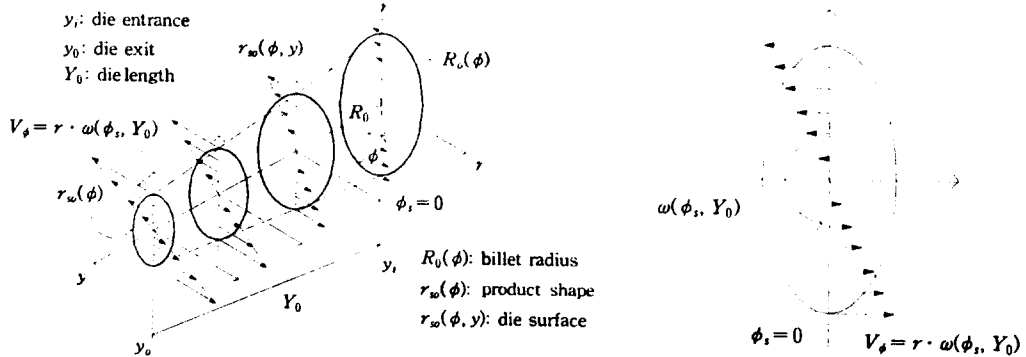
Applications of commercial software DEFORM-3D™ for 3-D simulation in extrusion process are developed for the analysis of twisting of extruded products. Because the elliptical shape has at least one line symmetry, the twisting is not occurred during the extrusion. But, the results of extrusion simulation of the elliptical shape show that the twisted boundary of the die surface makes the material inside die surface rotate with the constant angular velocity. Otherwise, the simulation results of the S shaped product show that the twisting can be occurred by the only 180° rotation symmetry of S shape without no line symmetry and show that the angular velocity increases by the only 180° rotation symmetry without no twisted die surface between on the die entrance section and on the die exit section. The results of the analysis show that the angular velocity of the extruded product changes with die length and friction condition.

#### 1. 서 론

압출공정 중에 발생하는 비틀림 현상의 원인을 해석하기 위하여 다이내부의 피가공재의 3차원 소성유동을 정확히 해석할 필요가 있다. 비틀림의 주요원인으로서 비틀어진 다이표면을 들 수 있는데 Yang<sup>1)</sup> 등이 원형빌렛으로부터 타원단면을 가진 압출제품의 해석에서 비틀어진 다이를 사용한 타원제품의 압출해석을 수행한바 있다. 木内<sup>2)</sup> 등은 나선상부품의 압출해석을 UBET을 사용하여 해석한바 있다. 본 연구는 S형 단면의 압출가공 시 비틀어지지 않은 경사면다이를 사용한 DEFORM-3D™ 의 해석에 의하여 제품의 형상에 의해서도 비틀림이 발생함을 확인하였다. 또한 타원형 단면의 압출가공 시 발생하는 비틀림에 대하여서도 비틀어진 다이를 사용한 DEFORM-3D™ 의 해석에서 확인하였으며 타원형 단면 및 S형단면을 가진 압출제품의 회전각도와 다이길이의 관계 및 회전각도와 마찰조건과의 관계를 기술한다.

## 2. DEFORM-3D™에 의한 타원형 단면의 비틀림 해석

제품의 형상은 선대칭면을 가지고 있기 때문에 형상만으로는 비틀림이 발생하지 않고 비틀어진 다이면에 의하여 비틀어지는 경우이다. 이 때 다이 출구에 있어서 제품의 비틀림 회전각속도는 Fig.1(a) 처럼 경사형 다이입구에서부터 발생하여 경사형다이 출구까지 일정한 회전각속도를 가지며 비틀어진다. 다이출구에서의 회전속도는 Fig.1(b)처럼 일정한 회전방향으로 각속도에의해 출구의 해석중심으로부터 선형적으로 증가된 회전속도분포에 의해서 발생한다. 그리고 Fig.2는 비틀어진 타원형모양과 다이표면 형상이고 Fig.3은 다이표면형상이고 Fig.4는 DEFORM에 의한 해석 결과이다.



(a) Angular velocity in die section (b) Rotational velocity on die exit

Fig.1 Velocity distribution in elliptical die section and on die exit

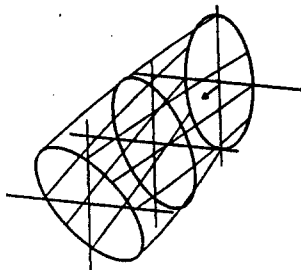


Fig.2 Helical shape product of elliptical section

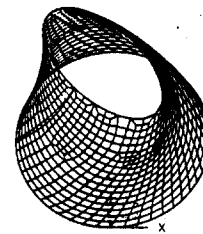
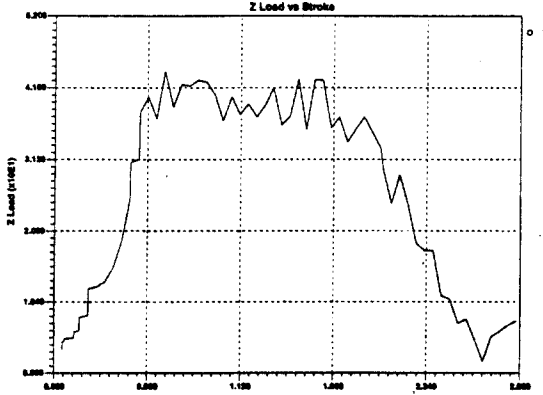
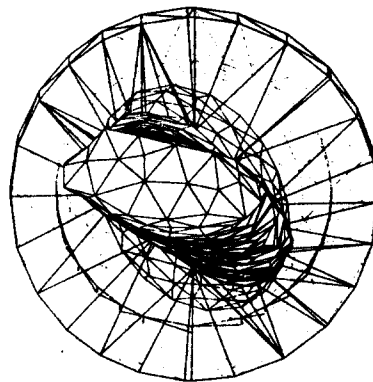


Fig.3 Twisted elliptical die surface



(a) Die load and punch stroke

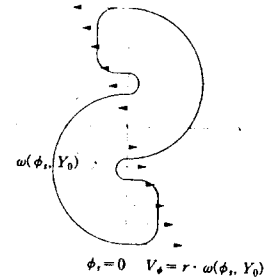
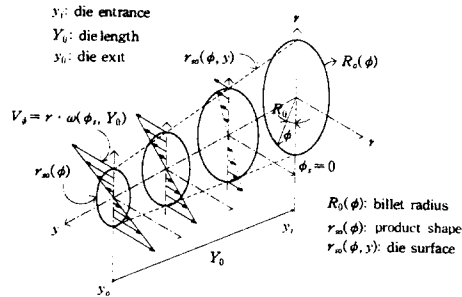


(b) Simulation result of twisted product

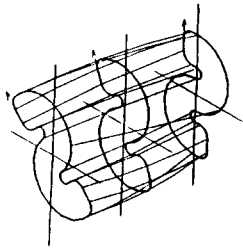
Fig.4 Simulation result of helical shape of product of elliptical section

### 3. DEFORM-3D™에 의한 S형 단면의 비틀림 해석

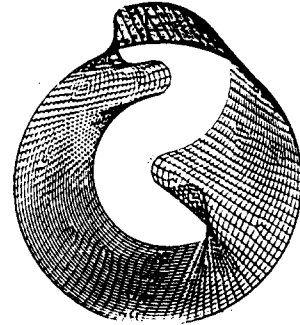
제품의 형상은 회전대칭축을 가지고 있기 때문에 비틀어진 다이면에 의하여 비틀어지는 경우가 아니고 형상만으로는 비틀림이 발생하고 이다. 이 때 다이 출구에 있어서 제품의 비틀림 회전각속도는 Fig.5(a)처럼 경사형 다이입구에서는 제로이다가 경사형다이 출구까지 회전각속도가 증가하며 비틀어진다. 다이출구에서의 회전속도는 Fig.5(b)와 같고 Fig.6은 제품의 형상, Fig.7은 다이의표면형상을 나타내며 Fig.8은 DEFORM에 의한 해석결과이다.



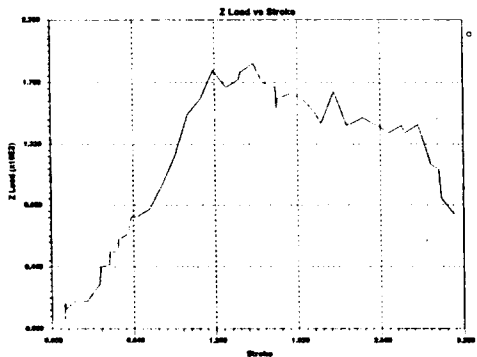
(a) Angular velocity in die section    (b) Rotational velocity on die exit  
**Fig.5** Velocity distribution in the S shape die section and on the die exit



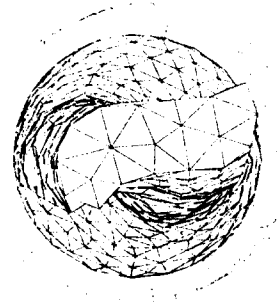
**Fig.6** Helical shape product of S section



**Fig.7** Twisted S shape die surface



(a) Die load and punch stroke



(b) Simulation result of twisted product

**Fig.8** Simulation result of helical shape of product of S section(m=0.01).

## 4. 해석결과 및 고찰

### 4.1 타원형단면의 다이길이와 제품의 비틀림 회전각도

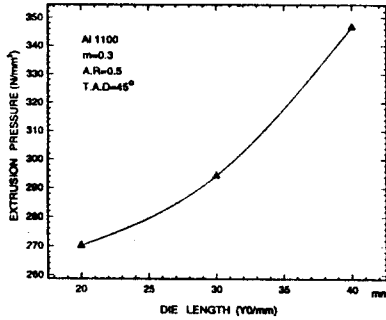


Fig. 9 Die length and pressure

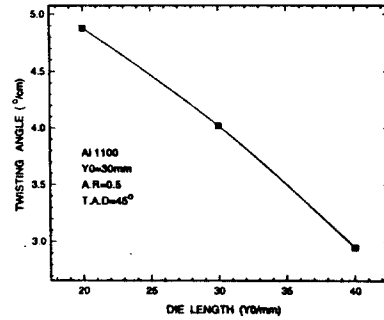


Fig. 10 Die length and twist angle

### 4.2 S형 단면의 마찰상수와 제품의 비틀림 회전각도

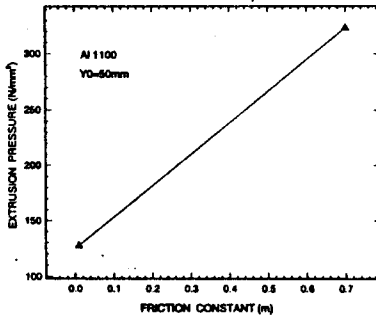


Fig. 11 Friction constant and pressure

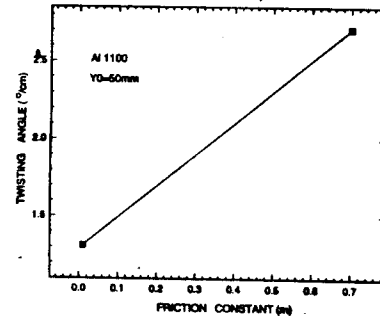


Fig. 12 Friction constant and twist angle

## 5. 결론

타원단면을 가진 제품은 다이표면을 비틀게 함으로써 제품의 비틀림이 발생하고 S형 단면을 가진 이형재의 압출제품의 비틀림은 제품의 형상에 의해서도 비틀림이 발생할 수 있음을 확인하였다. 그리고 타원단면은 그 다이길이가 작을 수록 비틀림각도가 커짐을 알 수 있었으며, S단면은 마찰상수가 크게 되면 비틀림각도가 크게 됨을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- (1) Yang, D. Y., Kim, M. U. & Lee, C. H., 1978, "An Analysis for extrusion of helical shapes from round billet", Int. J. Mech. Sci., 20, p. 695
- (2) 今井 敏博, 木内 學, 村松 勤, 船田 雅之, 1991, "螺旋狀部品の押し出し加工の解析1", 塑性と加工, Vol. 32, No. 370, p. 1403.