

유한요소해석을 이용한 전후방 압출공정에 관한 연구 A study of Forward and Backward Extrusion process Using of FEA

*#박철우¹, 조호성², 김영호³

*#Chul Woo Park¹(p016535@empas.com), Ho-Sung Joe², Young-HO Kim³
¹한국과학기술정보연구원, ²부산대학교 정밀기계대학원, ³부산대학교 기계공학부

Key words : Forward and Backward extrusion, Forming load, FEA

1. 서론

제품의 생산을 위하여 소성가공 공정의 개선과 새로운 가공법의 개발, 그리고 소성가공 공정 문제에 대한 새로운 해석방법의 연구가 활발하다.⁽¹⁾

소성가공은 재료의 손실을 최소로 줄이면서 목적하는 형상과 성질을 얻을 수 있으며 대량, 고속 가공에 의한 제조비용의 절감 효과를 가져 올 수 있다는 점에서 널리 사용되고 있다. 문제를 해결하기 위한 방법으로 금형 소재 및 가공 조건이 개발과 새로운 가공법 개발 등의 여러 측면에서 연구가 진행되고 있다.⁽²⁾

토션 전후방압출공정은 펀치의 수직운동과 하부 콘테이너의 회전 운동을 조합한 공정으로 단순 전후방압출 공정시 발생하는 불균일 변형, 코너 캐비티, 비 변형 영역 등이 상당히 개선되며, 성형 하중의 감소를 가져온다고 알려져 있다.⁽³⁾

본 연구에서는 성형하중의 감소와 내부 조직의 개선을 얻기 위한 방법으로 토션을 이용한 전후방 압출공정을 수행하고자 한다. 단순 전후방압출공정과 토션 전후방압출공정의 시뮬레이션 해석을 통해서 비교 분석하고자 한다. DEFORM-3D를 이용해서 해석을 수행하겠다.

2. 유한요소해석

전후방 압출시의 응력과 속도 벡터를 해석한다. 토션을 가했을 때와 가하지 않았을 때의 하중의 감소효과를 확인하는 것을 목적으로 한다.

소재는 재료비용의 절감, 작은 용량의 프레스에서의 실험 가능 및 다이 제작이 용이하며 소재 내부의 유동 상태를 관찰 할 수 있는 점토 계통의 하나인 영국의 Harburt's Plasticine의 제품인 플라스틱인(Plasticine)을 모델 재료로 사용하여 전후방압

출 공정을 수행하였다.

유동 응력 $\bar{\sigma}$ 와 변형률 속도 $\dot{\epsilon}$ 의 선도에서 변형률 $\bar{\epsilon} = 0.05$ 에서의 구성방정식은 다음과 같다.⁽⁵⁾

$$\bar{\sigma} = 0.224\dot{\epsilon}^{0.117} \text{ [Mpa]} \quad (1)$$

시뮬레이션 모델의 형상에서의 펀치 및 다이의 치수는 실제 실험과 동일한 크기로 모델링 되었다.

Table. 1 Process conditions for the simulation in forward-backward extrusion

specimen size (mm)	punch stroke (mm)	punch velocity (mm/sec)	friction	angular velocity (rad/sec)
h=35 d=40	50	1	m=0.3	0
				0.04
				0.08
				0.12

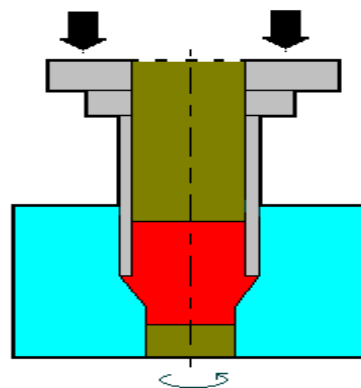


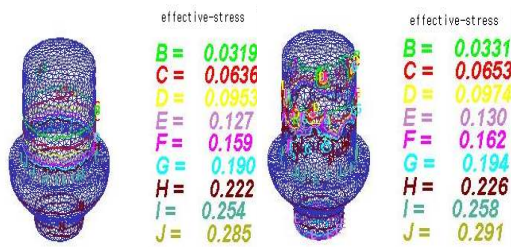
Fig. 1 simulation model

2.1 제품의 유효 응력 분포

Fig. 2의 (a),(b)는 단순, 토션 전후방압출 공정

의 유효 응력 분포를 소재의 응력 분포를 나타내어 보았다. 단순 전후방압출 공정에 비해 토션 전후방압출 공정의 경우 다이 벽면부 뿐만 아니라 제품 내부에까지 응력이 분포됨을 확인할 수 있다. 이는 다이 벽면부의 응력 집중 현상을 토션 공정으로 재료 내부에까지 응력을 분산시킬 수 있음을 의미한다.

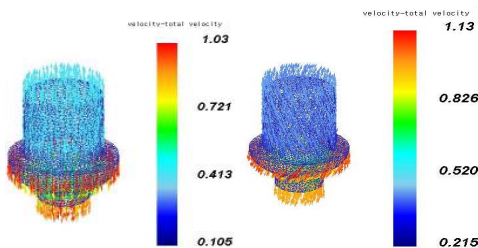
편치의 홀더 부분에 소재가 닿는 순간부터 유효 응력 분포가 나타난다. 편치와 맞닿은 부분에서 유효 응력이 가장 크게 나타난다. 토션의 영향으로 유효 응력의 정도가 차이가 있음을 알 수 있다.



(a) no-torsion (b) 0.04rad/sec (torsion)
Fig. 2 Effective-Stress distribution

2.2 제품 각 부위의 속도

Fig. 3의 (a),(b)는 단순, 토션 전후방압출 공정의 속도 벡터를 보여준다. (a)에서는 속도 벡터가 일직선상으로 이루어져서 재료의 토션이 거의 없다는 것을 볼 수 있지만, (b)의 경우 angular velocity를 0.04(rad/sec) 줬을 때는 다이 부분에 회전이 적용됨을 속도 분포로서 확인할 수 있다. 소재의 각 부위에서 토션의 영향으로 인하여 속도벡터가 사선 방향으로 휘어지는 현상이 나타난다.



(a) no-torsion (b) 0.04rad/sec (torsion)
Fig. 3 velocity vectors distribution

3. 해석결과 고찰

시뮬레이션의 결과 토션을 가한 전후방압출은 단순 후방압출에 비하여 하중 감소의 효과를 가져

온다. 성형 시의 소재 속도 벡터는 토션의 영향으로 사선방향으로 나타나고, 그로 인한 소재의 손상 부위는 국부적인 형태로 관찰되었다. 유효 응력분포는 소재 끝부분에서 가장 심한 형태로 나타난다. 유효 응력 정도가 균일하게 나타나지 않았는데 이것은 토션의 영향에 의해 소재에 미치는 하중이 분산되었기 때문이라고 생각된다.

토션을 주면 속도벡터가 사선 방향으로 휘어지는 것을 알 수 있었다. 이것은 곧 재료가 토션에 의해 휘어지고 있다는 것을 말한다.

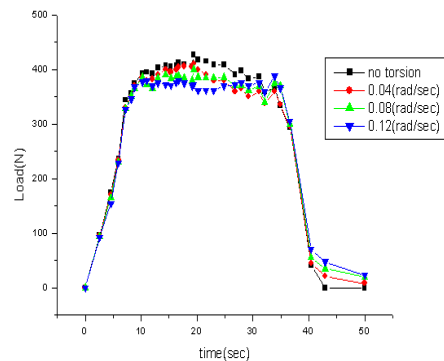


Fig. 4 load-time graph

4. 결론

본 연구에서는 토션의 변화에 따른 전후방압출을 유한요소해석을 이용해서 검증해보았다.

1. 시뮬레이션의 결과 토션을 가한 전후방압출은 단순 후방압출에 비하여 하중 감소의 효과를 가져 온다.
2. 유효 응력분포는 소재 끝부분에서 가장 심한 형태로 나타난다.

참고문헌

1. Dang Zhen, Wu Shichun, "Analysis of defects during backward extrusion by rigid-plastic finite element method", Journal of Materials Processing Technology, Vol 25, pp. 333~340, 1991.
2. E. G Thomsen, C. T. Yang, and S. Kobayashi, "mechanics of Plastic Deformation in Metal Processing", Macmillan, New York, 4, 1965.
3. Y. Qin, and R. Balendra, "FE simulation of the influence of die-elasticity on component dimensions in forward extrusion", Int. J. Mach. Tools Manufact, Vol. 73, pp.281~288, 1998.