

오토포 소프트웨어를 사용한 원통형상의 드로잉 공정 해석

정 동 원* · 고 형 훈** · 문 원 섭***

Study for Analyzing the Drawing Process of Cylindrical Shape by Using Autoform Software

Dong-Won Jung* · Hyung-Hoon Ko** · Won-Seop Moon**

ABSTRACT

Drawing process at the household goods until industrial site is used in the various filed. This study are drawing process analysis using Auto-Form software which used a Static-implicit time integration method. Analysis simulation result, it was possible to know that choice of a bead and blank size choice can be optimized through a forming analysis. By making apply this to an industrial site the productivity improvement and cost reduction etc. effect able was predicted.

Key Word : Forming Analysis, Static implicit finite element method, Drawing process, AutoForm software

1. 서 론

드로잉(drawing)공정은 평판 소재로부터 이음매가 없는 용기 등을 성형하는 공정으로, 일반적으로 제품의 측벽이 연속적(원형 및 사각 컵 등)이라는 것이 다른 포밍(forming)작업과 구분되는 점이다.

드로잉 공정은 얇은드로잉(shallow draw)과 딥드로잉(deep draw) 두 가지로 구분되며, 딥드로잉은 이

미 드로잉 된 제품을 보다 깊게 성형하기 위해 다시 드로잉 하는 재드로잉 공정이 한번이상 행해지는 것이며, 재드로잉 공정이 없는 것이 얇은 드로잉이다. 드로잉 작업을 위한 금형 설계의 영향인자로는 제품의 크기 및 소재의 타입과 두께, 직경 축소량, 생산량 등 다양하며 드로잉 공정에 있어서 소재는 연속적인 형상에 걸쳐 소성 유동을 받는다.

박판성형공정은 일반적으로 준정적과정(quasi-static)과정으로 이를 시뮬레이션 하기위해 정적-내연적(static-implicit), 정적-외연적(static-explicit), 동적-외연적(dynamic-explicit)의 방법이 쓰이고 있으며 세계적으로 범용화 되어있는 유한요소 소프트웨어의 경우 외연적 방법이 많이 적용되고 있다.

이는 판재성형에 존재하는 접촉문제를 수월하게 해결할 수 있고 단시간 내 해석이 가능하기 때문이다.

* 제주대학교 기계·에너지·시스템공학부
Faculty of Mechanical, Energy and Mechatronics Eng., Cheju Nat'l Univ.
** 제주대학교 대학원
Graduate School, Cheju Nat'l Univ.
*** (주)Dieart
Dieart Co., LTD.

본 연구에 적용된 정적-내연적 방법의 유한요소법은 성형의 전 변형과정을 여러 단계로 나누고 각 계산단계 내에서는 정적 상태라 가정하여 해석하는 방법으로, 사용되고 있는 내연적 소프트웨어로는 AutoForm이 있으며, 이 소프트웨어는 내연적 방법의 단점인 긴 해석 시간과 수렴 실패의 문제점을 보완하고 있다.

본 연구에서는 Autoform 프로그램을 사용하여 드로잉 공정을 유한요소해석 하였으며 현장적용의 가능성과 타당성을 검토하여 보았다.

II. 딥드로잉(Dep Drawing) 이론

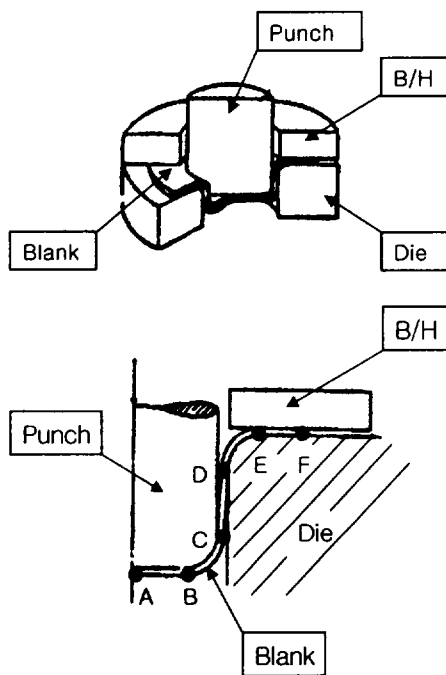


Fig. 1 Shape of Cup Drawing

Fig. 1은 컵 형상 딥드로잉의 형태이다. 그림에서 A-B구간은 양방향으로 인장응력이 발생하고, B-C구간은 양방향 인장응력과 굽힘 응력이 발생하며 D-E구간은 반경방향 인장응력과 굽힘 응력이 발생하는 구간으로 소재의 두께가 얇아지는 구간이다.

반면, E-F구간은 반경방향으로 인장 변형이 일어나며, 원주방향으로 압축 변형이 발생해 소재의 두께가 두꺼워 지는 구간이며, C-D구간은 주로 축 방향

인장응력과 원주 방향 인장응력이 발생하며 소재 두께 변화는 증가와 감소 중 하나가 존재한다.

III. 성형결과

산업체에서 많이 사용되고 있는 범용 박판성형해석용 소프트웨어인 오토폼 소프트웨어를 사용하여 원통형상을 3차원적으로 성형 해석하였다.

성형에 사용된 재료는 FeP04_1로 Fig. 2는 성형해석에 사용된 재료의 응력-변형율(가로-응력, 세로-변형율) 곡선과 성형 한계 곡선(내부 그래프)이며, Fig. 3은 성형한계곡선에서 성형성 분포를 나타내고 있다. 박판 성형 중 재료에 넥킹(necking)이나 파괴(crack)가 발생하게 될 때, 그 부분을 새롭게 설계하거나 제조방법을 바꾸어 변형율의 상태가 재료의 성형한계를 넘지 않도록 해야 한다. 성형 중 넥킹(necking)이나 파단(crack) 발생에 대비해 변형율의 상태가 재료의 성형한계를 넘지 않도록 주의하는 것이 좋다. 성형한계곡선 및 성형 한계도는 실험을 통해 결정되며, 이 방정계수는 방향에 따른 재료물성치의 변화정도를 나타내는 재료상수이다.

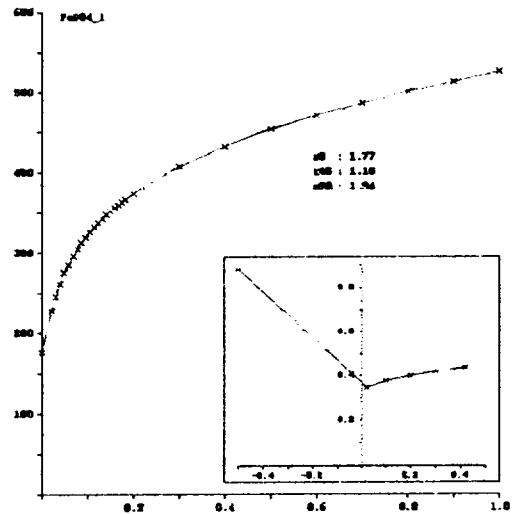


Fig. 2 Material properties

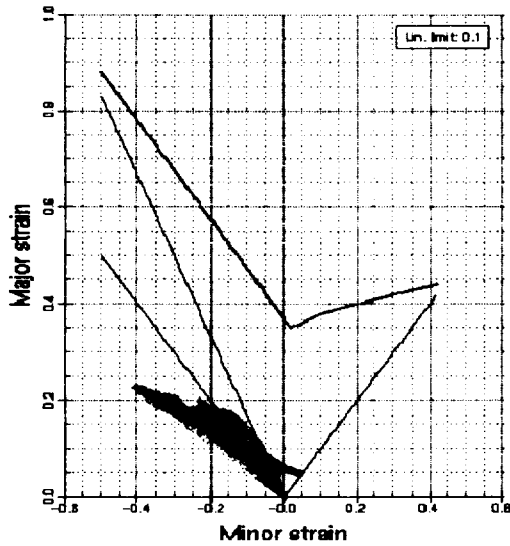


Fig. 3 Forming Limit Diagram

Fig. 4는 다이, 펀치 및 바인더의 Tool setting 상태를 나타내고 있다.

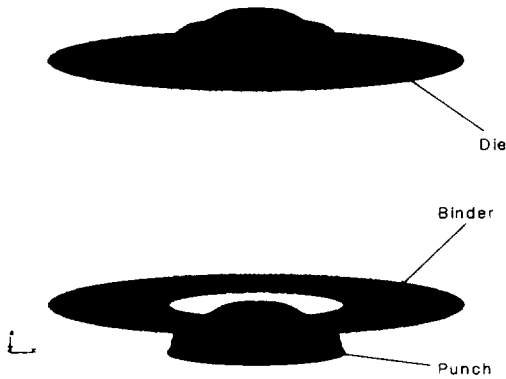


Fig. 4 Tool Setting

Fig. 5는 드로잉 성형 중 주름경향을 보여주고 있으며 제품의 성형부위는 양호한 상태에 들어가 있으나, 소재의 바깥쪽으로 갈수록 제품에 주름이 발생하고 있는 것을 볼 수 있으며, 제품의 안쪽 회색구간은 스트레칭이 필요한 구간이며, 드로우비드의 사용 및 초기소재의 축소 등을 통해 주름을 완화함으로써 보다 고품질의 제품 성형과 소재 절약을 할 수 있을 것으로 예상된다.

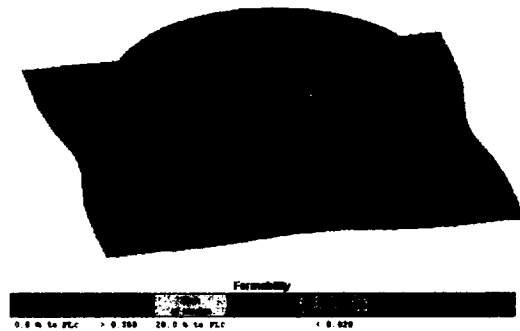
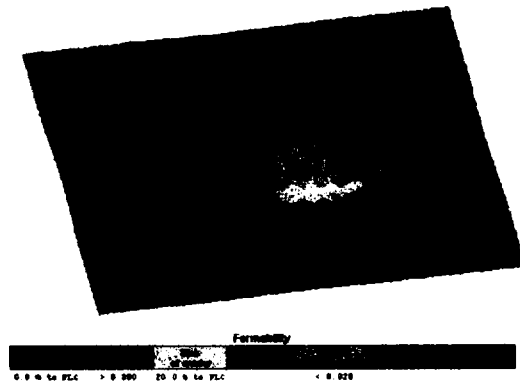


Fig. 5 Wrinkles tendency distribution

Fig. 6은 제품의 두께 변화율을 나타낸 것으로 전체적으로 두께 변화의 상태는 파단으로부터 안전한 상태에 있음을 알 수 있으며, 성형시 소재 바깥쪽 두께가 두꺼워져 주름 발생의 위험이 나타나고 있다.

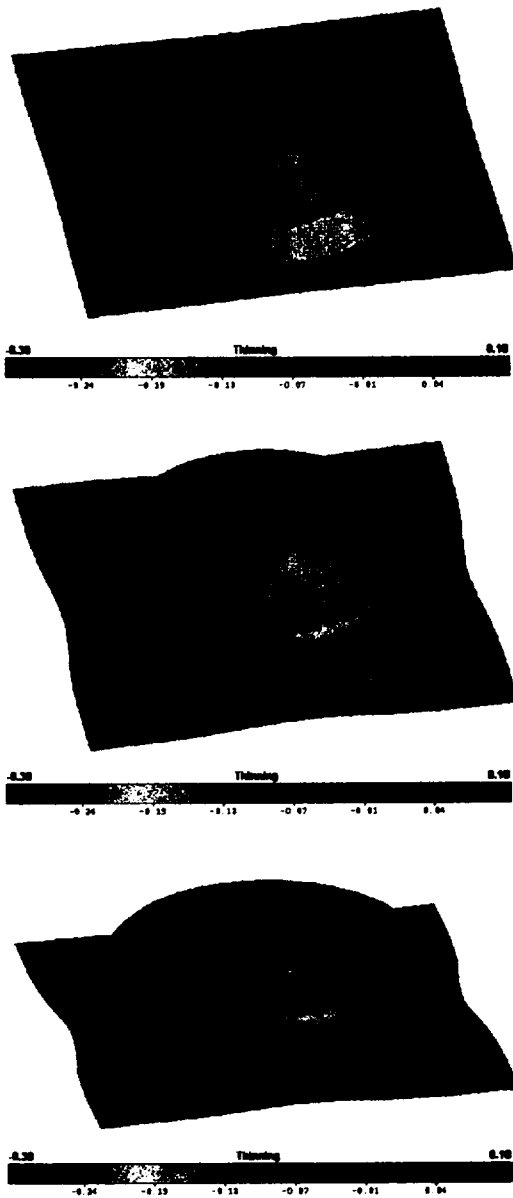


Fig. 6 Thinning distribution

IV. 결 론

본 연구에서는 드로잉 공정을 성형해석 소프트웨어를 이용하여 해석해 보았으며, 이를 통해 산업 현장에서의 드로잉 작업 시 사진 성형 해석을 통한 비드

의 선정 및 소재 크기 및 모양의 선정 등에 활용 할 수 있는 타당성을 검토 할 수 있었다.

유한요소해석법은 공학의 모든 분야에서 활용이 가능하다. 이러한 점을 백분 살릴 때 드로잉 공정을 비롯한 모든 포밍 작업에서 정확하고 효율적인 금형 설계 및 작업 공정의 선정에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 보여진다.

참고문헌

- 1) 정동원, 1999, 원형컵 드로잉 공정에 미치는 영향 인자에 관한 실험적 연구, 대한소성가공학회, 제 8 권 5호, pp.449-453.
- 2) D. W. Jung., D. J. Yoo., and D. Y. Yang., 1995, A dynamic explicit/rigid-plastic finite element formulation and its application to sheet metal forming processes, *Engineering Computations*, vol.12, pp.707-722.
- 3) K. Mattiason, 1985, Numerical Simulation of Stretching Processes, SIMO P-I, Editor Lange. K., Proc. of the 1. Int. Workshop, Stuttgart, pp.170-213.
- 4) H. B. Shim, D. Y. Yang. 1990, An elastic-plastic finite element analysis on hydrostatic bulging of rectangular diaphragms by using layered degenerated Shell Element, *Int. J. Mech. SDI*, Vol. 32, pp.49-64.
- 5) D. Y. Yang, D. W. Jung, I. S. Song, D. J. Yoo, and J. H. Lee, 1995, Comparative investigation into implicit, explicit and iterative implicit/explicit, schemes for the simulation of sheet-metal forming process, *J. Materials Processing Technology*, vol. 50, pp.39-53.
- 6) Dong-Won Jung, Jae-Sin Hwang and Hyun-Gil Ahn, 2004, A first study of developing stamping die of REF SILL OTR-R/L auto-body panel stamping processes, Reprinted from *Bulletin of the Marine and Environmental Research Institute Vol.28 No. 1 Cheju National*

University Jeju, Korea.

- 7) D. W. Jung., D. J. Yoo., and D. Y. Yang., 1995,
A dynamic explicit/rigid-plastic finite element
formulation and its application to sheet metal
forming processes, Engineering Computations,
vol.12, pp.707-722.