

박판성형 공정에서의 불량 예측에 관한 연구

고형훈¹ · 이찬호² · 문원섭³ · 박영근³ · 정동원[#]

A Study of prediction problem to Sheet metal forming processing

Hyung-Hoon Ko , Chan-Ho Lee, Won-Sub Moon, Young-Keun Park, Dong-Won Jung

Abstract

The characteristic of sheet metal process is the few loss of material during process, the short processing time and the excellent price and strength. Such press-forming process are the used machine ability and the characteristic, used material, the accuracy of the part which becomes processing and side condition of a process are considered and the designed. The purpose of this study is apply efficiently sheet metal forming processing by 3D formation-analyzed program simulations in the site. By a study, forming process was simulation to drawing and trimming and cam process using static-implicit method software. By making apply this to an industrial site the productivity improvement and cost reduction etc. effect able was predicted.

Key Words : Static Implicit finite element method(정적-내연적 유한요소법), FEM(Finite Element Method, 유한요소해석), AutoForm(오토폼), forming analysis(성형해석)

1. 서론

차체 판넬의 가공은 드로잉(drawing), 스트레칭(stretching), 굽힘(bending) 등의 다양한 공정으로 이루어지고 있으며, 적용 소재의 성형성(formability) 및 이방성(anisotropy) 등 기계적 성질과 윤활상태, 성형 속도 등의 성형 조건 등에 따라 그 불량 또한 예측이 힘들다.

성형제품의 개발 초기 단계에는 제품을 올바르게 성형하기 위한 성형성 확보가 주된 관심일 수 있다. 금형개발 단계에서 이러한 성형성 확보를 위한 다이 개발 및 드로우 비드 조정과 바인딩 압력과 펀치 드로잉 압력 등 다양한 인자에

대한 연구가 이루어지고 있다. 초기 경험적 / 실험적 데이터 수집에 의한 금형의 설계 및 수정은 막대한 비용과 시간이 투자되어야 하는 반면에 신뢰도는 다소 떨어지며, 공정에서 나타나는 다양한 불량률의 요인에 대한 예측이 쉽지 않았다. 그러나 최근 컴퓨터 시뮬레이션 기술의 급속한 발전과 다양한 유한요소해석(FEA) 프로그램의 연구와 개발로 박판성형공정을 사전 성형 해석 해 봄으로서 실제 공정 시 발생할 수 있는 다양한 불량률 등과 그 해결점을 제시 해 낼 수 있게 되었다. 특히 이러한 소프트웨어를 사용함으로써 해서 가장 빈번히 발생하는 파단(crack) 및 주름(wrinkling) 등의 문제점을 최소화 할 수 있게 되었다. 또한 공정 시 재료의 유입 상태 및 인장 과정을 살펴 볼 수 있게 되어 성형 최적 조건(블랭크 홀딩력, 프레스 압, 드로우 비드, 블랭크 사이즈 및 형태)을 찾아 소재의 절약과 불량률 예측 및 해결 방안 제시를 통한 생산 시간 절약 등의 효과를 얻고있다.

1. 제주대학교 대학원
2. ㈜오토폼엔지니어링 코리아
3. ㈜Dieart
4. 제주대학교 기계에너지시스템공학부, 첨단기술연구소
제주대학교 공과대학 기계에너지시스템공학부,
jdwcheju@cheju.ac.kr

본 연구에서는 박판성형 공정의 해석에 사용되는 상용 프로그램인 오토폼(AutoForm) 소프트웨어를 사용하여 대형 차체 판넬을 성형 해석하여 보았다. 해석에 사용된 차체 판넬은 자동차 판넬 중 도어(door) 판넬로 중앙부에 돌출 형상이 없어 성형시 중앙부 재료 유입 및 인장상태에 문제가 발생 할 것으로 예측이 되며, 소프트웨어를 이용한 성형 해석을 통해 이 문제를 정확히 파악, 그 해결점을 제시해 보았다.

2. 입력 조건

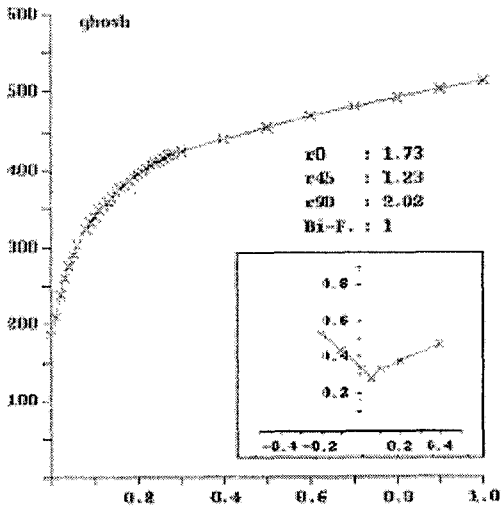


Fig. 1 Material Property

Fig. 1 는 본 연구에 사용된 소재의 성형 한계 곡선 (FLC)과 응력 - 변형 율 곡선이다.

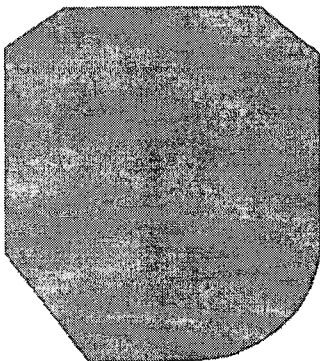


Fig. 2 Blank

Fig. 2 은 본 연구에 사용된 블랭크 형상이다.

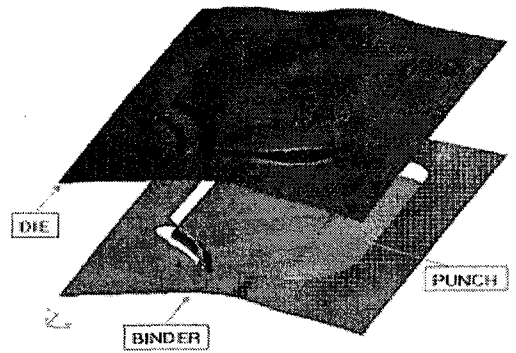


Fig. 3 (a) OP10 - Tool Setting

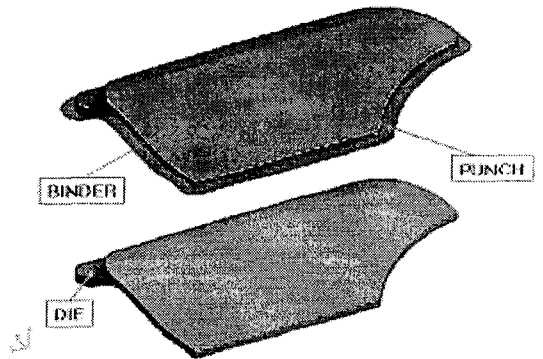


Fig. 3 (b) OP30 - Tool Setting

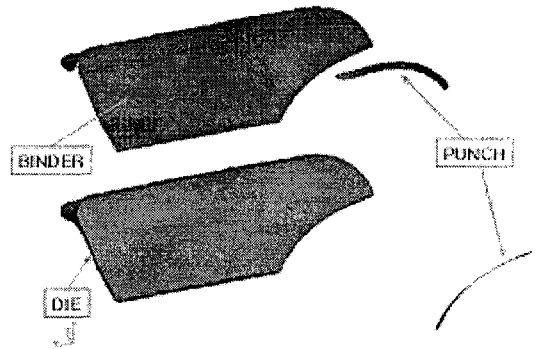


Fig. 3 (c) OP40 - Tool Setting

Fig. 3 은 본 연구의 각 공정별 툴 세팅 상태로 (a)는 드로잉, (b)는 트리밍, (c)는 캠(CAM)공정이다.

2. 해석결과

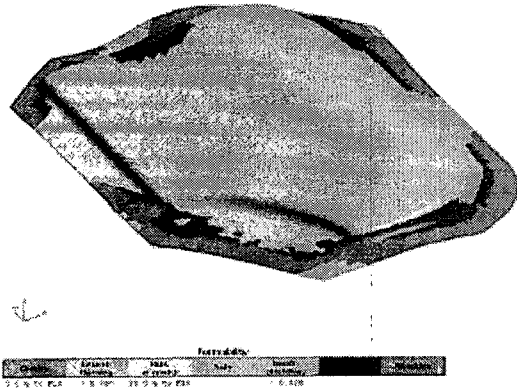


Fig. 4 (a) Formability01

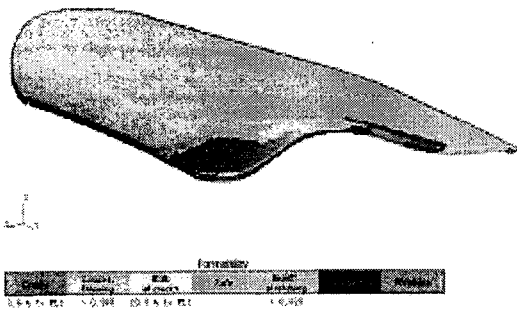


Fig. 4 (b) Formability03

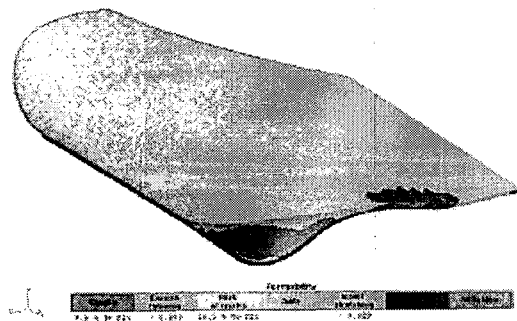


Fig. 4 (c) Formability04

Fig. 4 은 성형 해석 결과로 그림에서 회색 부분은 재료의 인장이 부족한 부분이다. 재료의 인장이 적어 두께가 다른 부분에 비해 두껍게 남아 최종제품 생산시 문제가 발생 할 것으로 판단되며, 실제 성형시 이 부분에 대한 인장성 향상을

위한 대책이 필요하다고 판단된다. 또한 (a)에서 제품 바깥 부분에 주름이 다량 발생하는 것을 확인할 수 있다.

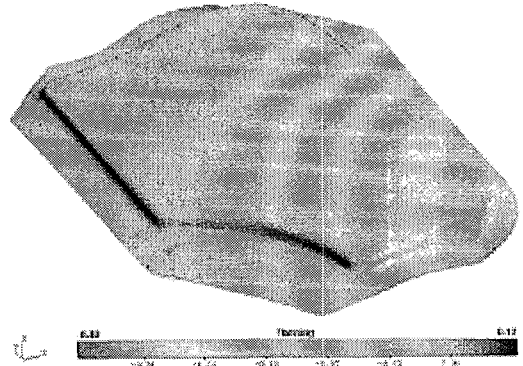


Fig. 5 The thickness reduction rate distribution01

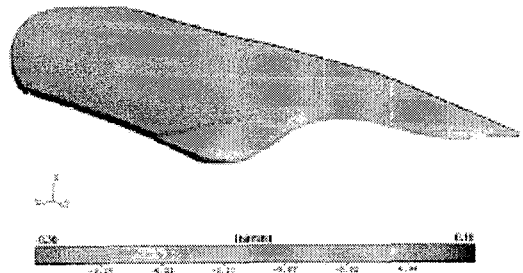


Fig. 5 The thickness reduction rate distribution03

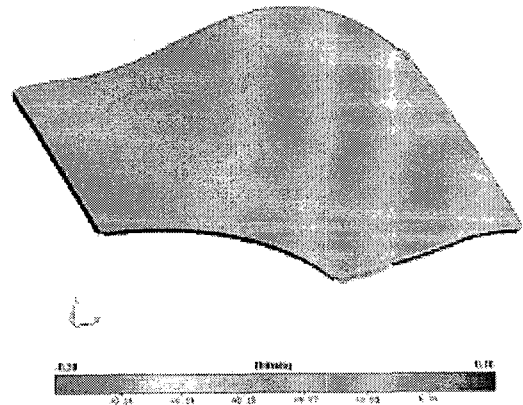


Fig. 5 The thickness reduction rate distribution04

Fig. 5 은 두께 변화율을 나타내는 그림으로 대체적으로 성형 상태는 좋으나 성형결과 그림에서도 볼 수 있었듯이 중앙부의 재료상태가 인장이 잘 이루어지지 않아 비교적 두껍게 나타나고 있다.

차체 판넬 성형의 효과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 이재석, 1999, 가상실험기술, 충북대학교 건설 기술 연구소, pp.4-5.
- [2] Jung, D. W., Yoo, D. J. and Yang, D. Y., 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] Mattiason, K., 1985, Numerical Simulation of Stretching Processes, SIMO P-I, Editor Lange. K., Proc. of the 1. Int. Workshop, Stuttgart, pp.170-213.
- [4] Shim, H. B., Yang, D. Y., 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] Wang, N. M., Tang, S. C., 1988, Analysis of Bending Effects in Sheet Forming Operations, Int. J. for Num. Mech. in Engng., vol.25, pp.253-367.
- [6] Yang, D. Y., Jung, D. W., Song, I. S., Yoo, investigation into implicit, explicit and iterative implicit/explicit, schemes for the simulation of sheet-metal forming process, J. Materials Processing Technology, vol. 50, pp39-53.
- [7] 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. June
- [8] 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.

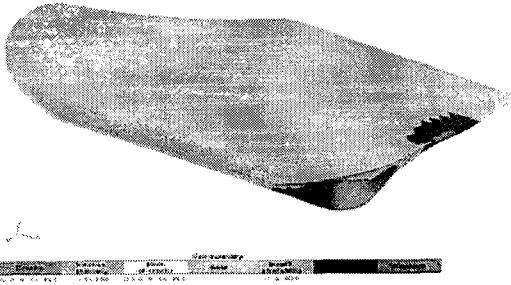


Fig. 6 (a) Trim Formability

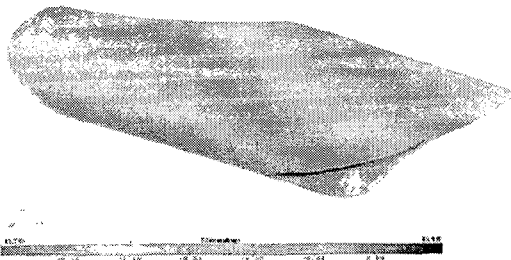


Fig. 6 (b) Trim-The thickness reduction rate distribution

Fig. 6 은 트리밍 작업후의 성형해석 그림으로 Fig. 4 과 Fig. 5 에서 볼 수 있는 제품 바깥 쪽 다량의 주름 발생 부분이 트리밍 작업을 통해 잘라내는 부분이라 최종 제품 생산에서는 문제가 되지 않음을 확인 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 차체 판넬의 성형 과정에서 발생할 수 있는 문제를 성형해석 소프트웨어를 통해 미리 예측해보았다.

[1]성형한계 실험에 의해 도출된 결과에 의해 인장이 부족해 두께가 두껍게 남는 부위를 파악할 수 있었으며, 차후 실제 제품 생산 시 이에 대한 대책을 미리 구상해 봄으로서 불필요한 금형 수정을 줄 일 수 있다.

[2]트리밍 작업 후의 주름 및 과도한 두께 감소로 인한 파단 부위를 성형해석을 통해 살펴 볼 수 있으므로, 제품 생산 시간과 비용 절감의 효과를 가져 올 수 있다.

이 연구에서 소프트웨어를 통한 가상실험으로 박판을 미리 성형 해석해 봄으로서 효율적인