

성형해석을 통한 REF SILL OTR-R/L 차체판넬 금형개발

정동원[#], 이찬호¹, 문원섭²

The Die Development of REF SILL OTR-R/L Auto-Body Panel by using Forming Analysis

D. W. Jung, C. H. Lee, W. S. Moon

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. The sheet metal process with above characteristic is common used in industrial field, but in order to analysis irregular field problems the reliable and economical analysis method is demanded. Finite element method is very effective method to simulate the forming processes with good prediction of the deformation behaviour. Among Finite element method, The static-implicit finite element method is applied effectively to analyze real-size auto-body panel stamping processes, which include the forming stage. In this paper, it was focussed on the drawability factors on auto-body panel stamping by AUTOFORM with using tool planing alloy to reduce law price as well as high precision from Design Optimization of die. According to this study, the results of simulation will give engineers good information to access the Design Optimization of die.

Key Words : Finite element method, Auto-body panel stamping, Sheet metal, Tool planing, Design Optimization

1. 서 론

박판 금속성형은 금속 판재를 이용하여 다양하고, 비교적 복잡한 형상의 제품을 만드는 것으로서 저렴한 소재, 제품의 높은 비강도, 대량 생산성 등의 큰 장점으로 인해서 현대 산업에 폭넓게 적용되어지고 있는 분야이다. 하지만 대부분의 박판 성형물은 제조공정 중에 커다란 소성변형을 수반하게 되어 판재의 파단, 형상불량 등의 가공 결함이 발생하게 된다. 따라서 우수한 박판 성형물을 얻기 위해서는 합리적인 가공공정의 설계가 필수적이라 할 수 있다[1, 2]. 금형제작 과정

은 차체부품의 최적설계를 위한 제품 솔루션을 한 후 현재제품상태에서 전개할 수 있는 최적의 공정계획, 제품률, 생산라인 LOAD'G 조건, 성형성 확보 방안 등을 제안한 다음 성형해석을 위한 제품 펠렛팅, 다이모델링을 3 차원으로 모델링한다.

다음으로 해석시스템을 직접 수행함으로써 실제 트라이 아웃 상황에서 발생하는 모든 변수들을 데이터 입력 시 고려하여 실제상황에 최대한 근접한 가상 트라이 아웃을 구현할 수 있게 한 다음 초기공법계획에 성형해석시스템의 해석결과에 대한 기술적 대응방안을 사전에 반영함으로써 최적 다이 레이아웃을 완성한다.

1. 오토폼엔지니어링코리아

2. ㈜ DIEART

교신저자: 제주대학교 기계에너지시스템공학부,
E-mail: jdwcheju@cheju.ac.kr

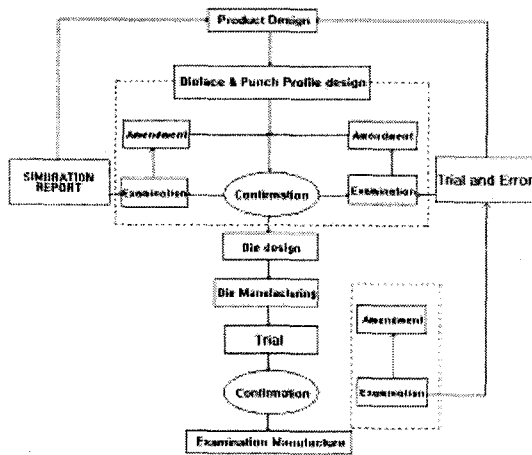


Fig. 1 Flow chart for die manufacturing

금형제작 과정과 마찬가지로 차체 판넬의 설계 제작 과정을 Fig. 1 에서 살펴보면, 제품도가 완성된 후에 펀치 프로파일과 다이 페이스를 얻기 위해서는 경험에 의한 데이터베이스를 이용하는 방법과 성형 시뮬레이션을 이용하는 두 가지 방법이 있다. 그러나 현재로서는 경험에 의한 설계가 지배적이며, 향후에는 성형 시뮬레이션으로 점차 변경 될 것으로 예상된다. 이러한 두 방법은 모두 수정과 검토 반복 작업이 이루어진다. 따라서 레이아웃의 변경에 따라, 금형 설계의 변경이 신속히 이루어져야한다[3-11].

본 논문에서는 실제 산업현장에서 사용되는 차체판넬 스템핑 공정의 유한 요소 해석에 있어서 중요한 과정 중에 하나인 금형형상의 모델링과 관련하여 성형해석을 통해 최적의 재질을 선택하고, 재질변경으로써 해결되지 않는 문제를 공법개발로 해결하는 것이 실제 산업현장에 적용가능성 및 타당성을 검토하고자 한다.

2. 성형해석결과

REF SILL OTR-R/L 차체판넬은 실제산업현장에서 쓰이고 있는 강판으로써 full name 은 Reinforce Sill Outer-Right/Left 이다.

2.1 최적의 재료 선정을 위한 성형해석 결과

Model = QW
 P/Name = REF SILL OTR-R/L
 Application = AutoForm(B/H+DR)

해석차수	1차	2/3차	4차	5차
Material	SP781-590	SP782-440	SP783-590	SP782-390
r-values	0.59	1.18	0.61	1.48
Thickness	1.6t	1.6t 1.8t	1.6t	1.8t
Drawing Pressure	90TON	70TON	70TON	70TON
Binder Pressure	1060TON	1000TON	1000TON	1000TON
Blank Size	1995mm X 390mm	1970mm X 350mm	1970mm X 350mm	1970mm X 350mm

Table 2 Input condition

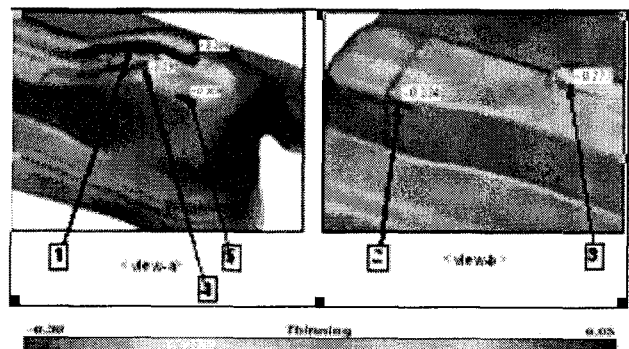


Fig. 2 (a) SP781-590 1.6t - Thickness reduction

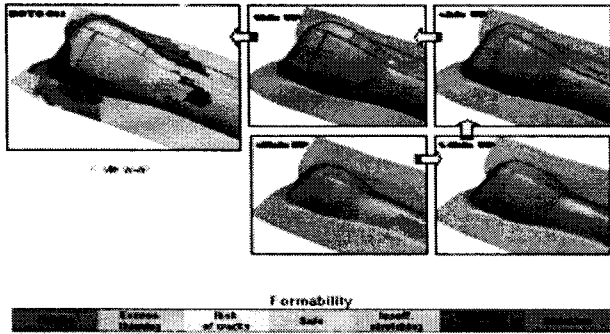


Fig. 2 (b) SP781-590 1.6t - Wrinkling

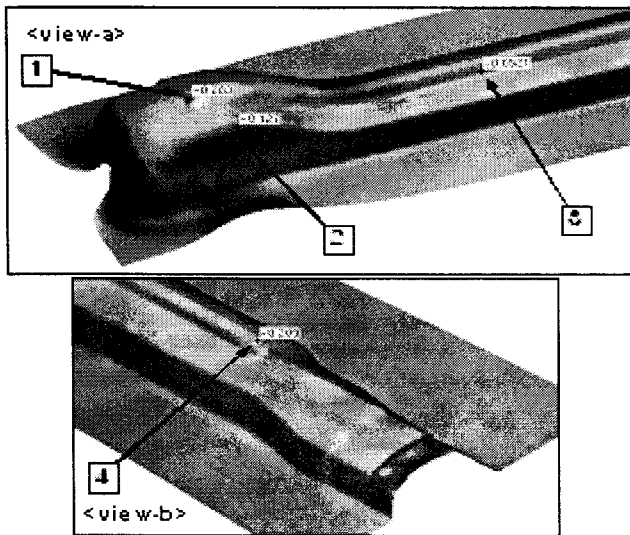


Fig. 3 (a) SP782-390 1.8t - Thickness reduction

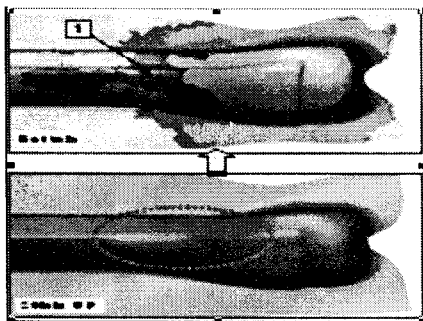


Fig. 3 (b) SP782-390 1.8t - Wrinkling

1 차에서 5 차까지 REF SILL OTR-R/L 차체판넬의 최적 재질의 선택을 위한 성형 해석을 하였으며, SP782-390 1.8t가 가장 이상적으로 성형이 되는 결과를 얻을 수 있었다.

3. SP782-390 1.8t 를 이용한 공법개발

최적 재료 선정과정에서 나타난 파단과 주름 문제 해결을 위해 1st DRAW 와 2nd DRAW 로 공법을 변경 후 성형해석 한 결과이다

Model = QW
 P/Name = REF SILL OTR-R/L
 Application = AutoForm(B/H+DR)
 Material = SP782-390
 R-value = 1.49
 Poisson's ratio = 0.3
 Young's modulus = 2.1×10^5 Mpa
 Thickness = 1.8
 1st draw Binder Pressure = 70 TON
 Drawing Pressure = 1000 TON
 2st draw Binder Pressure = 40 TON
 Drawing Pressure = 500 TON
 Blank Size = 1970 mm X 350 mm

Table 3 Input condition

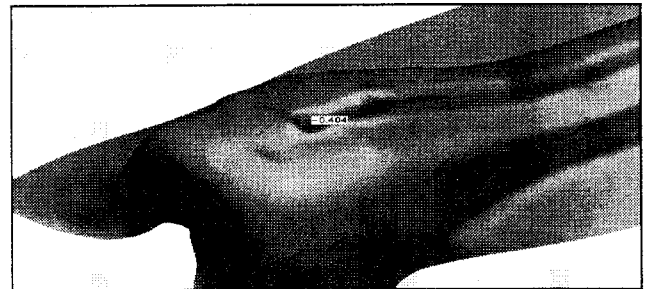


Fig. 4 (a) Thickness reduction

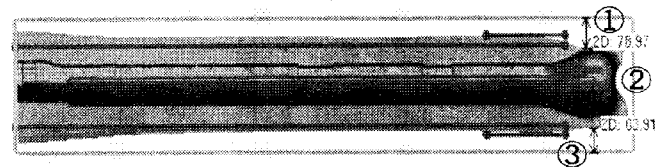
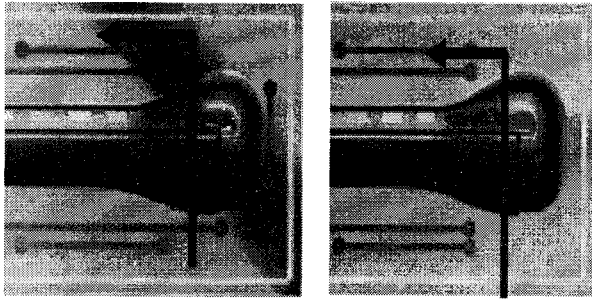


Fig. 4 (b) Metal Flow

주름 발생 개선을 위해 2 차에 나눠 성형을 하였지만 1 부분에서 과도한 소재 유입으로 인한 주름이 발생하여 이 부분에 대한 개선책이 필요함을 알 수 있었다.

4. 다이페이스 수정 공법의 개발

전 성형 해석에서의 문제 점을 해결을 위해 성형 깊이가 깊은 부분에 대한 문제(과단과 주름)를 해결하기 위해 대각선 방향의 다이페이스를 수정 변경하는 공법을 개발하였다. 다음은 그에 대한 결과들이다.



(a) New die face (b) old die face
Fig. 5 New and old die face

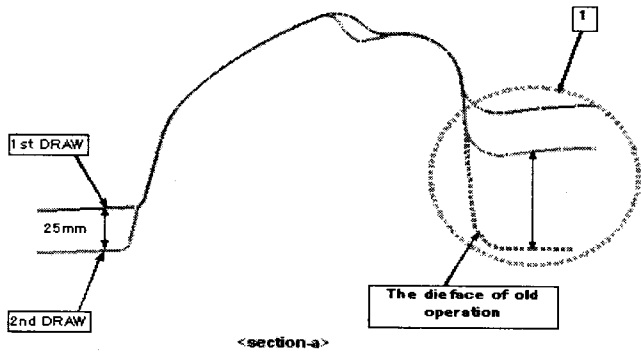


Fig. 6 New operation plan - section view

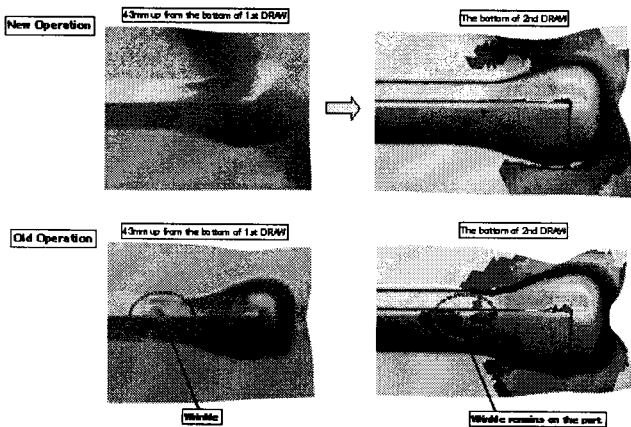


Fig. 7 Comparison

Fig. 7 에서는 2nd draw 의 바닥부분에서의 Old

operation plan(상)과 New operation plan(하)을 주름의 발생을 비교한 결과로, New operation plan 의 경우에서의 주름경향이 눈에 띄게 완화된 것을 볼 수 있었다.

5. 실험을 통한 생산품

다음은 New operation plan 으로 최종적인 성형 해석을 통한 금형을 제작하여 직접 REF SILL OTR-R/L 차체판넬을 제작해봄으로써 성형해석의 실용성을 검증하여 보았다.

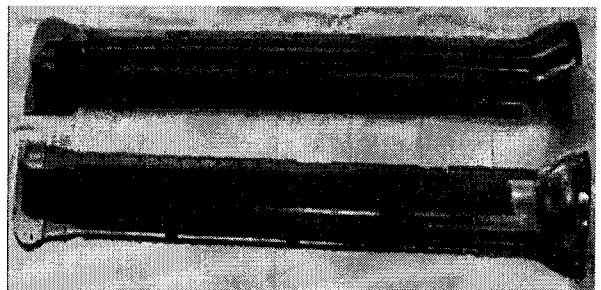
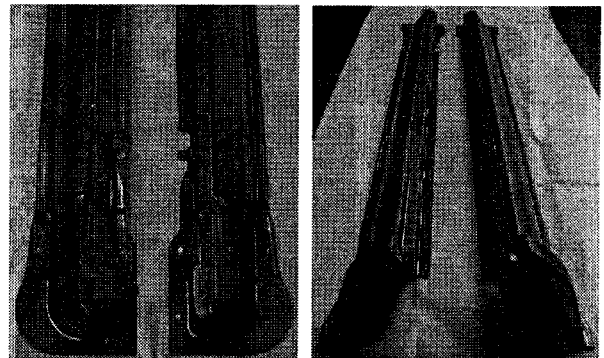
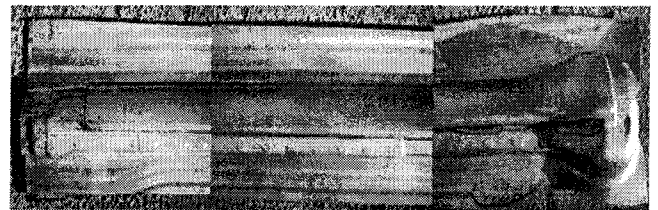


Fig. 8 Final photo of Try-out

6. 결론 및 고찰

본 연구에서는 실제 산업현장에서 사용되고 있는 차체 판넬의 스탬핑 공정에서 최적의 금형

설계를 위한 새로운 공법을 개발하여 두께감소와 주름경향을 성형해석하고 실용성을 검증하기 위한 성형해석을 바탕으로 금형을 제작하여 실제로 차체 판넬을 제작한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 성형성을 개선하기 위해 재질의 변경이 필요하다라는 것을 성형해석을 통해 검증하였으며, 재질의 변경으로 해결되지 않는 문제들은 공법을 통해 해결해야 한다는 것을 성형해석을 통해 알 수 있었다.

2. SP792-390 1.8t 를 새로운 공법을 사용하여 성형해석 한 결과 1nd DRAW 와 2nd DRAW 로 변경 후에도 여전히 크랙에 대한 문제와 주름이 문제가 되었으며, 성형 깊이가 깊은 부분에서 크랙에 대응하기 위해 재질변경을 해야 하며, 또한 2nd DRAW 로 인한 shock line 을 방지하기 위해 측면에 제품형상의 변경이 불가피하다는 것을 알 수가 있었다.

3. 이러한 성형 해석결과들을 바탕으로 금형을 제작하여 실제로 차체 판넬을 제작해 봄으로써 실용성과 타당성을 검증하였다.

4. 원활한 금형제작을 위해서는 각 제작공정의 고유기술과 더불어 적시에 적절한 업무를 투입시킬 수 있는 Project 관리기술이 뒷받침 되어야 하며 각 Project 고유의 Action Plan 을 기획, 이에 준한 업무를 추진함으로써 제작기간 중 발생할 수 있는 모든 종류의 리스크를 최소화하기 위한 해석공법의 개발이 절실하다.

참 고 문 헌

[1] 정효상, 이성수, "자동차 프레스 금형 자동 설계지원시스템", 한국정밀공학회 vol.19, no.8, pp. 194-202, 2002.
 [2] 정동원, 안동규, 양동열, 이장희, "강소성 외연적 유한요소법을 이용한 자동차 박판제

품의 성형공정에 대한 단면해석," 자동차공학회 vol.3 권 no.3, pp. 19-28, 1995.

- [3] H. Huh, S. S. Han and D. Y. Yang, "Elastic-Plastic Finite Element Analysis with Directional Reduced Integration in Sheet Metal Forming Process", 3rd ICTP, 1375 ~ 1381, 1991.
 [4] H. Sum aga and A Makinouchi, "Elastic-Plastic Finite Element Simulation of Sheet Metal Bending Process for Auto-Body Panels", 3rd ICTP, pp1525 ~ 1530, 1990.
 [5] Yamada, Y. and Yoshimura, N., "Plastic Stress-Strain Matrix and its Application for the Solution of Elastic-Plastic Problems by the Finite Element Method", Int. J. Mech. Sci., Vol. 10, pp. 343-354, 1968.
 [6] Cheng, J. H. and Kikuchi, N., "An Analysis of Metal Forming Processes using Large Deformation Elastic - Plastic Formulation", Comp. Meth. Appl. Eng., pp. 71-108, 1985.
 [7] Choi, T. H., "Numerical Simulations of Sheet Foriming Processes by an Elasto-Plastic Finite Element Method", KAIST MS thesis, pp. 6-18, 1993.
 [8] Chun, B. K., "Numerical Simulation of Bead Formation by an Elasto-Plastic Finite Element Method", KAIST MS thesis, pp. 7-23, 1992.
 [9] 김동원, "소성학", 청문각, pp. 87-108, 1997.
 [10] Kim, C. M., Im, Y. S., Heo, Y. M., Kim, N. S., Jung, G. C., Seo, D. G., "Finite-element analysis and experimental verification for drawbead drawing processes", J. of Materials Processing Technology, pp. 188-194, 1997.
 [11] 이재우, 금영탁, "박판 성형공정의 유한요소 해석을 위한 드로비드 전문모델 개발", 한국소성가공학회지 제 7 권 제 1 호, pp. 3-22, 1998.