

자동차 패널 전 스탬핑 공정의 시뮬레이션과 현장 트라이 아웃

정기욱* · 이종문** · 금영탁*** · 이승열**** · 안인혁***** · 황의정***** · 박진수*****

Simulation and Field Try-out of Auto Panel Stamping Processes

K. W. Chung, J. M. Lee, Y. T. Keum, S. Y. Lee, I. H. Ahn, E. J. Hwang, J. S. Park

Abstract

The draw, trim, flange, and cam forming processes of automotive fender panel are simulated, focused on the springbacks. Simulation results are compared with field try-out. In order to compensate the differences between simulation and try-out, the draw bead shapes in the simulation are modified and the accuracy of the simulation is improved by comparing blank draw-in amounts. The spring-backs after formings are also found in the simulation. Finally, the simulation procedures for analyzing the springbacks in all stamping processes are established.

Key Words : Springback(스프링백), Fender Panel(펜더 패널), Stamping Process(스탬핑 공정), Drawbead(드로우비드), Tryout(트라이아웃)

1. 서론

컴퓨터 모사를 통한 예비성형은 현장 트라이아웃 전에 성형 트러블을 예측 가능하게 하고 이를 설계에 반영함으로써 현장 트라이아웃 시 발생하는 크랙(crack), 주름(winkling), 스프링백(springback) 등의 문제점을 최소화하고 최적의 공정조건을 제시함으로써 개발비용과 시간을 절약할 수 있다.

프레스 가공에서의 불구합 현상들 중에 치수 정밀도 불량은 각도변화, 펀치 측벽부로의 짓힘, 비틀림, 펀치 위로의 짓힘, 펀치 상단부에서의 형상불량 등으로 나타나는데 특히 스프링백 현상은 치수정밀도 불량에 전반적으로 발생하는 현상으로써 박판이 금형에 의하여 강제적으로 변형을

거은 후 금형으로부터 이탈되었을 때 박판 내부의 응력이 정적 평형상태를 유지하기 위해 탄성적으로 재편되면서 발생하는 현상이다. 스프링백 현상은 제품의 치수정밀도를 떨어뜨려 자동차 각 부품사이의 조립불량의 원인이 된다. 특히, 외판(outer panel)의 경우 스프링백에 의한 조립불량은 치명적이다.

본 연구에서는 스탬핑 상용해석 프로그램을 사용하여 자동차의 펜더 패널(fender panel)에 대하여 전공정 해석을 수행하였다. 보다 정확한 성형 해석을 위하여 비드(bead)의 형상조절을 통해 블랭크 유입량을 실제 트라이아웃용 패널의 블랭크 유입량과 같도록 조절하였고, 이후 공정에서의 스프링백량을 측정하여 실제 형상과 해석결과를 비교하였다.

* 한양대학교 일반대학원 정밀기계과

** CE & T

*** 한양대학교 CPRC 기계공학부

**** PFTech

***** GM Daewoo auto & technology

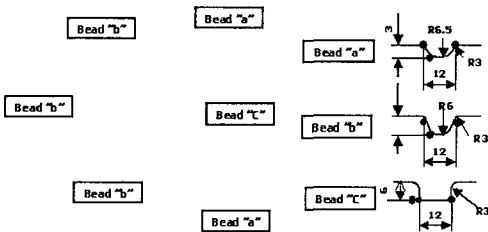
2. 설계해석과 현장 트라이 아웃

2.1 드로우 공정 실험 및 해석

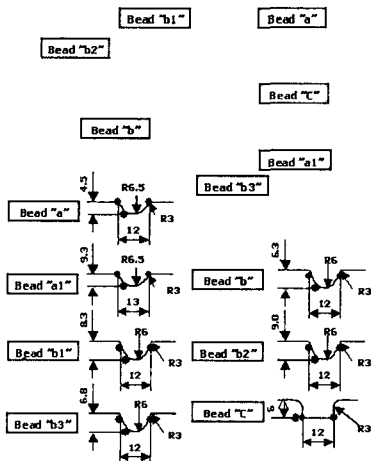
펜더 패널의 성형해석은 중력처짐, 홀딩, 스텝핑 공정을 통해 이루어지며 Table 1 는 성형 해석에서 사용되는 성형조건을 나타내고 있다. 마찰계수는 일반적으로 건조한 상태에서 0.12 가 쓰이나 여기서는 악조건인 경우를 감안하여 0.15 로 설정되었고, BHF(blank holding force)는 실제 트라이 아웃 성형공정에서 수행된 값으로 설정하였다.

Table 1 Forming condition for stamping simulation

Holding velocity	2 mm/msec
Punch velocity	10 mm/msec
Friction coeff.	0.15
Blank holding force	75 ton



(a) Initial bead position and shape



(b) Modified bead position and shape

Fig. 1 Bead position and bead shape

2.1.1 해석 결과 유입량 측정

해석된 패널의 트라이아웃 패널에 대한 보다 근접한 전사모사를 위해 드로잉후 블랭크 유입량을 측정하여 실제유입량과의 차이를 비교하였다. 이를 보정하여 해석에 의한 블랭크 유입량을 실제 블랭크 유입량에 근접하게 맞추기 위하여 설계에서 제시된 드로우 비드 형상을 변경하여 해석을 수행하였다. 먼저 비드력의 조절을 통한 유입량의 변화를 비교하였고, 최종적 가장 근사한 비드력에 대한 드로우 비드 형상을 구하여 이를 사용하였다. Fig.1 은 기존의 bead 와 수정된 bead 의 위치와 형상을 나타내고 있고, Fig.2 는 실제 트라이 아웃에서 블랭크 유입량과 수정된 비드에서의 블랭크 유입량을 비교한 것으로 실제와 해석상의 유입량이 유사함을 알 수 있다.

2.1.2 해석결과와 트라이 아웃 결과의 변형률 비교

비드 형상을 수정하여 블랭크 유입량이 보정된 패널의 변형률을 실제 트라이 아웃 패널의 변형률과 비교하였다. 측정은 Hitchcock-Manthey, LLC 사의 GPA(grid pattern analyzer)를 이용하여 100mm 간격으로 측정 하였으며 Fig.3 은 측정된 변형률의 측정 위치를 Y 축과 X 축을 기준으로 각각 나타낸 것이다. 변형률의 측정은 2.54mm 사각 그리드(grid) 패턴의 스텐실(stencil)을 사용하였다. 실제 패널과 해석상 패널의 변형률은 전체적으로 유사한 변형률 값을 나타내고 있으며, 변형률의 측정결과를 Fig.4 에서 나타내고 있다.

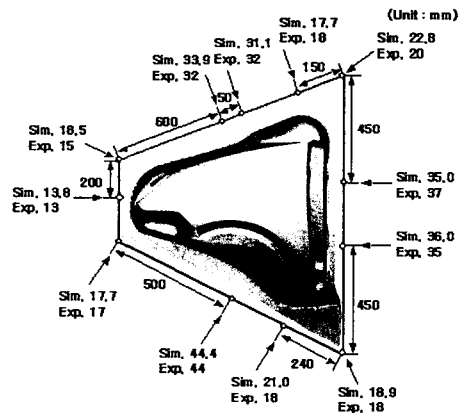


Fig. 2 Comparison of draw-in amount between simulation and field try-out

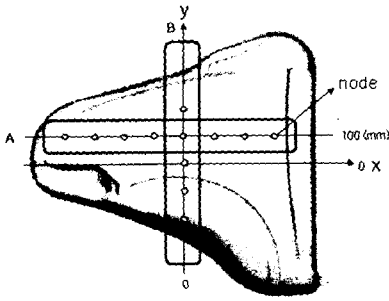


Fig. 3 Sections for measuring strains

2.2 트림 공정 해석

트림(Trim)공정은 3D 곡선으로 주어진 트리밍 라인을 이용하여 해석이 진행되었으며 실제 패널의 스프링백 측정시 고정되는 점을 스프링백 해석시 고정 기준으로 삼아 클램프(clamp), 언클램프(unclamp) 두가지 경우에 대한 스프링백 해석을 수행하였다. Fig.5 에서는 트리밍 공정후 해석된 패널의 스프링백 분포를 나타내고 있다.

2.3 캠 리스트라이크 공정 해석

캠 리스트라이크 (cam restrike) 공정은 관재를 90° 굽히는 플랜지 작업과 리스트라이크 작업이 함께 이루어지는 공정으로 외관 품질에 큰 영향을 미치는 공정이다. 캠 리스트라이크 공정에서 패딩력은 100ton 으로 하였고, 마찰계수는 드로우 공정과 동일한 0.15 로 하였다. Fig.6 은 클램프, 언클램프 조건으로 해석된 캠 리스트라이크 공정에서의 스프링백 분포를 나타내고 있다.

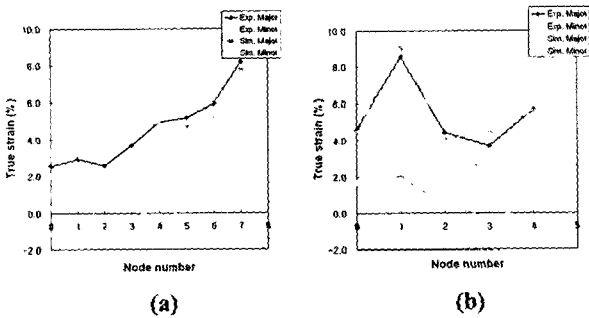


Fig.4 Comparison of major strain and minor strain in (a) section A and (b) section B shown in Fig.3

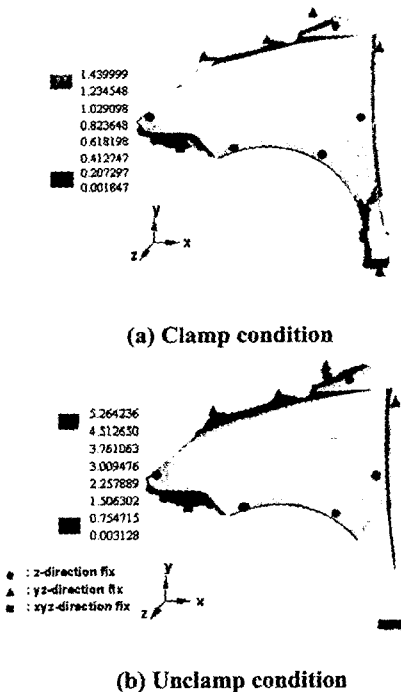


Fig. 5 Springback distribution after trim process

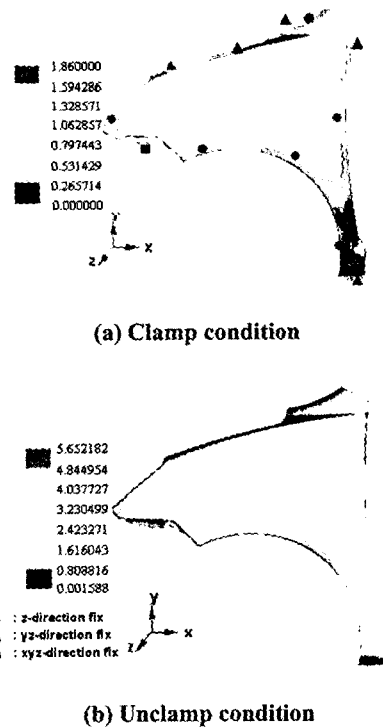


Fig. 6 Springback distribution after cam restrike process

2.4 캠 플랜지 공정 해석

캠 플랜지(cam flange) 공정은 캠 리스트라이크 공정에 이어지는 공정으로 실제 금형 구조상 캠 리스트라이크 공정의 플랜지 작업에서 수행할 수 없는 캠 플랜지 작업을 추가적으로 수행하는 공정이다. Fig.7 에서 해석 결과의 스프링백 분포와 실제 트라이아웃 패넬의 스프링백량을 비교하고 있다. 여기에서 실험치 측정 값은 CMM(Coordinate Measuring Machine)을 이용한 3 차원 측정 방식으로 측정되었고, 스프링백 해석시 고정점의 위치는 트림, 캠 리스트라이크 공정과 동일하다.

성형조건은 패딩력 100ton, 마찰계수는 0.15 로 하였다.

3. 결론

향후 스탬핑 공정의 해석에 있어서 성형 전 공정 뿐만 아니라 성형 후 공정의 해석이 수행되어야 할 것이며, 현장 트라이 아웃 패넬과의 비교를 통한 보정 작업으로 패넬의 형상을 가장 잘 나타낼 수 있는 조건을 찾아 이를 바탕으로 해석이 수행되어야 할 것이다.

본 연구에서는 현장 트라이 아웃 및 전산해석의 유입량과 변형률, 스프링백 결과를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 설계상의 값을 그대로 해석데이터로 입력하여 사용하였을 경우 실제결과와 해석결과는 블랭크 유입량에서 차이가 있었으며 이는 해석상의 드로우 비드형상의 변화를 통한 드로우비드력의 조절로 유입되는 양을 실제 결과에 맞춰주어야 함을 알 수 있었다.

(2) 비드력 조절을 통한 유입량의 조절이후 실제와 해석상의 변형율의 크기는 유사한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

(3) Cam flange 공정 후 스프링백 값을 CMM 측정결과와 비교한 결과 clamp 조건일 경우에는 해석값이 저평가 되었지만 유사한 경향을 나타내고 있었고, unclamp 조건일 경우에는 스프링백 값이 상대적으로 차이를 보였다. 이는 초기 금형모델의 최초 트라이 아웃에 의한 영향으로 사료되며 추후 양산체제에 맞춰진 스탬핑공정에 대해 해석이 진행될 예정이다.

참고 문헌

- (1) K.Mattiasson, A.Strange, P.Thilderkvist and A. Samuelsson, 1995, "Springback in sheet metal forming", NUMIFORM '95, pp.115~124.
- (2) F.Pourboghrat and E. Chu, 1995, "Prediction of springback and sidewall curl in 2D-draw bending" Journal of Materials Processing Technology, Vol 50, Issues 1-4, pp.361~374.
- (3) N. He and R. H. Wagoner, 1996, "Springback simulation in sheet metal forming", NUMISHEET '96, pp.308~315.

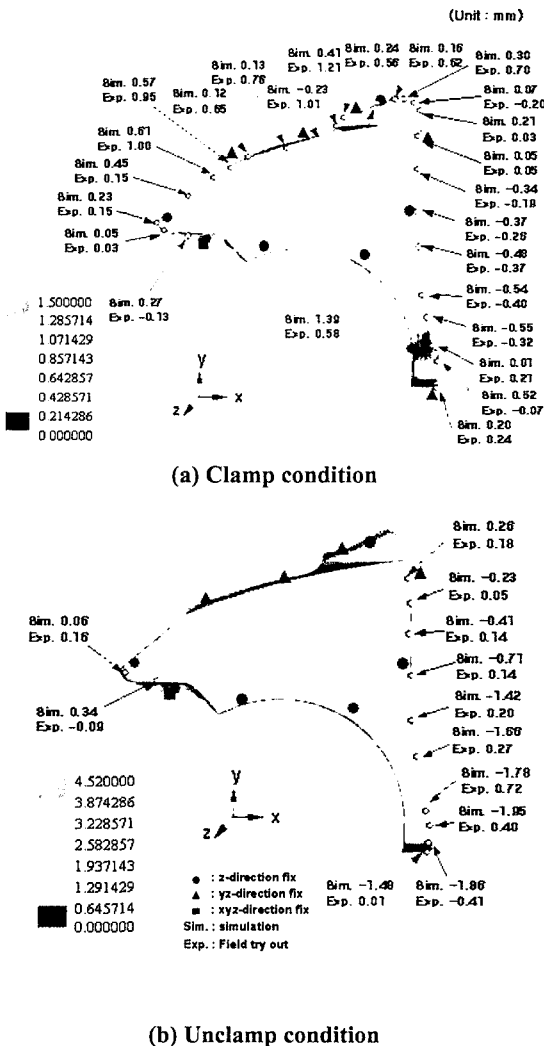


Fig. 7 Springback distribution after cam flange process