

# 셀 요소를 이용한 차체 판넬 성형해석

## Forming Analysis for Automotive Panel by using Shell Element

\*정동원<sup>1</sup>, #이찬호<sup>2</sup>

\*D. W. Jung(jdwcheju@cheju.ac.kr)<sup>1</sup>, #C. H. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 제주대학교 기계전공, <sup>2</sup> 오토폼엔지니어링코리아

Key words : Sheet metal forming, AutoForm, Shell element, Membrane element, Bending effects

### 1. 서론

박판성형공정은 굽힘(Bending)보다는 대부분이 인장(Stretching)에 의하여 성형이 이루어지기 때문에 그 해석에 대해서는 굽힘과 판 두께 방향의 전단응력을 무시하거나, 최소한만 고려하는 해석방식인 박막 해석 법(membrane analysis method)를 많이 사용하고 있다. 그러나, 딥 드로잉(Deep Draw) 및 굽힘 가공 공정 등은 공정의 특징상 굽힘의 효과를 무시할 수 없는 공정이다. 이러한 공정의 해석에서는 적절한 방법을 사용하여 굽힘의 효과를 최대한 적용할 필요가 있다. 이번 연구에서는 굽힘이 지배적인 공정에 적용할 경우 부정확한 정보를 제공할 가능성이 큰 박막 요소를 사용한 해석법과 굽힘의 효과를 고려할 수 있고, 수식화가 매우 간단하다는 장점을 가지고는 있으나 3 차원 문제를 해석할 경우 과도한 계산시간과, 대용량의 기억용량이 요구되어 주로 축 대칭이나 평면 변형과 같은 2 차원 문제에 사용되는 연속체 해석 법(continuum analysis method), 이 두 가지 방법의 타협적인 해석 방법이라 할 수 있는 셀 요소(shell element) 해석 법을 이용하여 박판 성형공정에서 발생 할 수 있는 불량에 대해 예측 정확도와 신뢰도를 평가해 보았다.

### 2. 성형해석결과

실험에 사용된 재료는 CHSP35R 로 고장력 강판 중 가공용 강판이다. P 가 첨가된 고용 경화 강으로 가공성이 우수하여 자동차 판넬(center floor, bracket)등의 강도보강을 위해 사용한다.

<b>Young's : 2.1e+05</b>
<b>Poisson rate : 0.30</b>
<b>Specific weight : 7.8e-05</b>
<b>R-values : r<sub>0</sub> : 1.14</b>
r <sub>45</sub> : 0.82
r <sub>90</sub> : 1.70
<b>Thickness : 0.7mm</b>

Table 1. Material Property

실험에서는 드로잉 (Drawing), 트리밍(Trimming), 플랜징(Flanging)의 총 3 단계의 성형 해석이 행하여 졌으며, 드로잉에서는 BE-M 요소를 플랜징에서는 셀 요소를 사용하였다.

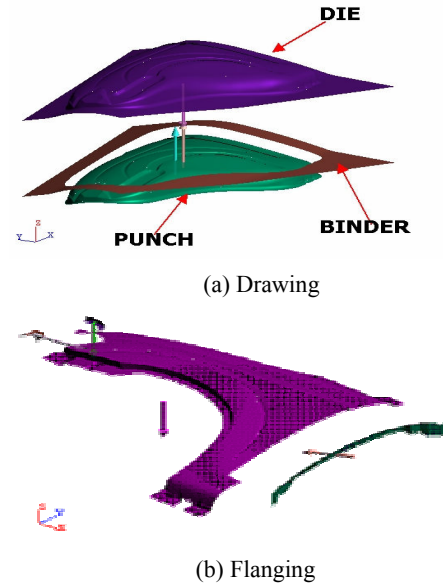


Fig. 1 Tool Setting

Fig. 2 는 해석 결과 그림에서 적색구간은 두께 분포도는 소재가 과도하게 유입된 부분이며, 주름 분포도에서는 성형 완료후 주름이 발생한 구간이다.

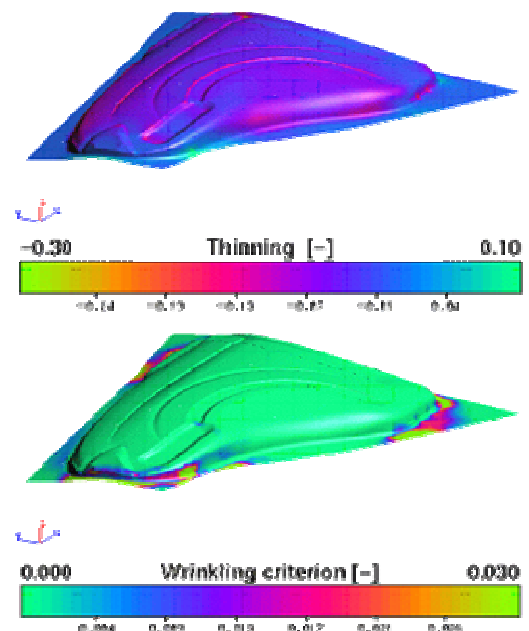


Fig. 2 Result of Analysis

### 3. 해석결과와 실제 실험결과의 비교, 검토

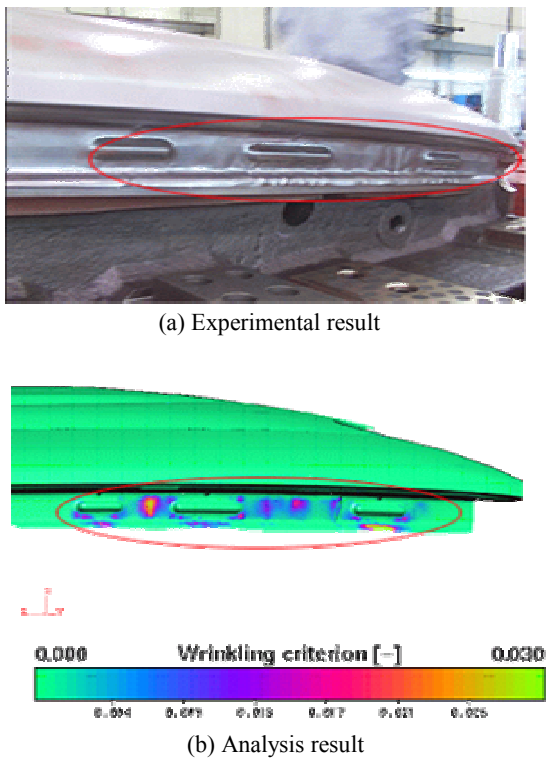


Fig. 3 Comparison between experimental result and analysis result

Fig. 3 에서 보면 성형해석결과에서 주름 발생 및 주름 발생 위험 지역인 적색과 청색 구간(적색 타원 내부)이 실제 실험한 성형 제품에서도 주름으로 나타나고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

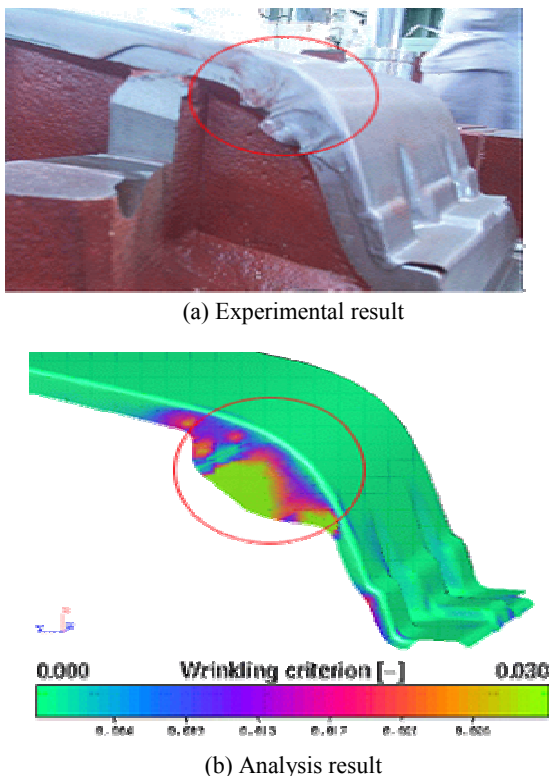


Fig. 4 Comparison between experimental result and analysis result

Fig. 4 은 굽힘이 심한 부위로 성형해석결과 실제 실험한

제품에서 발생하는 주름이 비교적 정확하게 예측되고 있으며, 성형해석의 중간 과정에서는 박막요소를 이용한 성형해석에서는 예측되기 힘들었던 주름의 변화까지도 상세히 예측할 수 있었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 쉘요소를 이용한 성형해석법을 AutoForm 전용소프트웨어를 활용하여 박판성형공정을 해석해 보았으며, 불량예측 성능을 평가하기 위해 실제 실험결과와 비교해 보았다. 이 연구로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

(1) 박막 해석의 경우는 심한 굽힘영역이 있는 경우 적당하지 않으며, 연속체 해석의 경우는 굽힘영역이 있는 경우에 가장 정밀한 해석이 가능하나 과다한 계산시간으로 인해 극히 정밀한 해석을 요구하지 않는다면 쉘해석법을 활용하는 것이 어느 정도의 정확도와 경제성을 동시에 얻을수 있는 효율적인 해석법이라 판단된다.

(2) 굽힘영역이 포함된 성형해석결과와 실제 실험결과를 비교해 볼 때 쉘요소를 이용한 불량예측부위와 실제 실험결과와 불량부위가 비교적 정확하게 일치하고 있어, 쉘해석법이 정확한 박판성형공정해석에 적합하다고 판단된다.

(3) 하지만, 굽힘영역이 포함되지 않은 단순 인장공정에서는 여전히 계산시간이 빠른 박막해석법을 사용하는 것이 훨씬 경제적이라 판단된다. 따라서, 단순 인장이 지배적인 드로잉 공정에서는 박막요소를, 굽힘공정이 지배적인 플랜징 및 캠 공정에서는 쉘요소를 사용하는 혼합적인 방법이 정확도와 경제성을 동시에 얻을수 있는 방법이라 예상된다.

### 참고문헌

1. 이재석, 1999, 가상실험기술, 충북대학교 건설기술연구소, pp.4-5.
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. D. W. Jung, J. S. Hwang and H. G. Ahn, June 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.
4. 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.
5. 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.
6. J. B. Kim, T. J. Kim, D. Y. Yang and D. J. Yoo, 2000, An Efficient analysis of wrinkling in the door inner stamping process by global analysis and subsequent local analysis, Transactions of Materials Processing, Vol. 9. No. 6. pp. 653-662.