

CM RF CTR 판넬 성형해석에 관한 2차 연구

정 동 원* · 안 현 길** · 고 형 훈**

Second-Step of Analyzing the Formability of CM RF CTR Panel

Dong-Won Jung* · Hyun-Gil Ahn** · Hyung-Hoon Ko**

ABSTRACT

The static implicit finite element method has been effectively applied to analyze total panel stamping processes, which include the forming stage. Complicated and abnormal large size panel was analyzed by using commercial program called AutoForm. Analysis results examining possibility and validity of the AutoForm software and the factor study are presented. Furthermore, the simulated results for the total panel stamping processes are shown and discussed. Its application is being increased especially in the automotive industry for the cost reduction, weight saving and improvement of strength.

Key Words : Static-implicit finite element method, auto- body panel, forming stage, AutoForm

1. 서 론

오늘날에는 단순한 접촉면의 미소 변화가 있는 박판 성형 공정을 수치적으로 정확하게 사전 예측하는 것이 가능해졌다. 복잡하고 불규칙적인 곡선형상들과 박판과 다이 사이의 비교적 큰 상대적인 변위 실질적인 산업현장 문제들을 해석하기 위하여 보다 신뢰성 있고 경제적인 해석방법이 요구되고 이런 효율적인 알고리즘을 개발하기 위해선 아직도 많은 노력이 필요하다.

박판성형 공정은 가공 중에 소재의 손실이 적고 가공

시간이 짧아 낮은 가격으로 대량생산이 가능하며, 무게에 비해 강도가 높고 표면특성이 우수한 장점이 있으므로 자동차산업, 항공산업, 전자부품산업과 주방용품 산업 등에서 중요한 제조공정 중의 하나이며 박판성형은 드로잉, 스트레칭, 굽힘, 아이어닝 및 이들의 조합으로 구성된 복잡한 변형모드를 포함하고 있을 뿐만 아니라, 재료 자체의 성형성(formability), 이방성(anisotropy) 등의 기계적 성질이나, 두께의 불균일, 공구각부의 조합, 표면 및 윤활 상태, 성형속도 등이 변형에 영향을 미치기 때문에 그 물리적 현상을 정량적으로 파악하기는 매우 어려우므로 복잡하고 불규칙적인 곡선 형상들과 박판과 다이 사이의 비교적 큰 상대적인 변위 등의 실질적인 산업현장 문제들을 해석하기 위하여 보다 신뢰성 있고 경제적인 해석방법이 요구되고 이런 효율적인 알고리즘을 개발하기 위해선 아직도 많은 노력이 필요하다. 해의 효율성과 강건성(robustness)은 매우 중요한 요인이다[1,2].

* 제주대학교 기계·에너지·메카트로닉스학부, 첨단기술연구소
Faculty of Mechanical, Energy & Mechatronics Eng., Res. Inst. of Adv. Tech., Cheju Nat'l Univ.

** 제주대학교 대학원
Graduate School, Cheju Nat'l Univ.

일반적으로 박판성형 공정은 준정적(quasi-static) 과정으로서 공구나 재료의 관성효과는 무시할 수 있는데, 이를 시뮬레이션 하기 위해서 세 가지 종류의 정적-내연적(static implicit, SI), 정적-외연적(static explicit, SE) 그리고 동적-외연적(dynamic explicit, DE) 방법 등이 쓰인다. 세계적으로, LS-DYNA3D, PAM-STAMP, ABAQUS/Explicit, RADIOSS, 등의 외연적(explicit) 소프트웨어들이 활발히 쓰이고 있는데, 이는 판재성형에 필수적으로 존재하는 접촉문제를 비교적 수월히 해결하며, 대형, 복잡한 문제를 비교적 단시간 내에 풀 수 있기 때문이다. 내연적(implicit) 소프트웨어로서 유럽의 일부 자동차회사에서 쓰여 지는 것으로 스위스의 Kubli교수가 개발한 Autoform이 있는데 내연적 방법임에도 불구하고 굽힘을 고려하는 박막요소와 적응자동요소생성(adaptive automatic mesh generation) 기술을 첨가하여 상당히 정확히 단시간 내에 해석할 수 있는 장점을 가지고 있다[3]. 적응자동요소 생성 기술은 판재금형 같이 넓고 부분적으로 작은 홈이나 필렛반경이 존재하는 문제에 있어서, 적응자동요소 생성 기술이 없는 경우에는 처음에서부터 이들을 묘사하기 위하여 작은 격자들을 사용할 필요성이 있는데 이를 감소시켜 해석시간의 상당한 단축을 가져오기 때문에 외연적 프로그램에도 첨가하는 것이 매우 바람직하다.

II. 성형해석

본 연구는 1차 성형해석결과의 단점을 보완하기 위해 쿠션스트로크 50mm로 성형해석 해 봄으로써 1차와 2차의 해석결과를 비교분석하여 그에 대한 문제점과 해결방안을 알아보고자 한다[4]. 상용해석프로그램 Autoform을 이용하여 성형해석을 수행하였으며 사용된 입력조건은 Fig. 1과 같다.

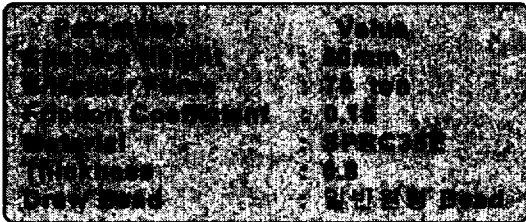
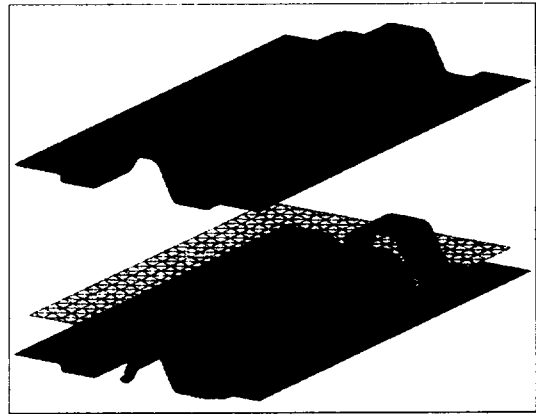
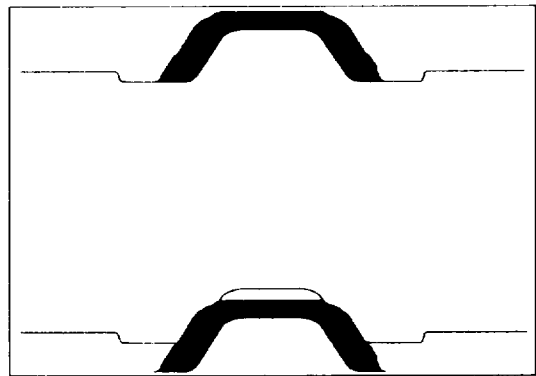


Fig. 1 Input condition.



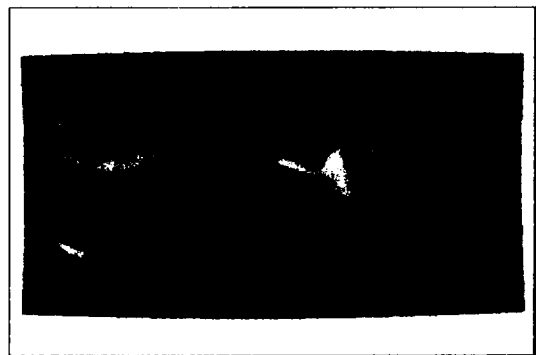
(a) Tool shape



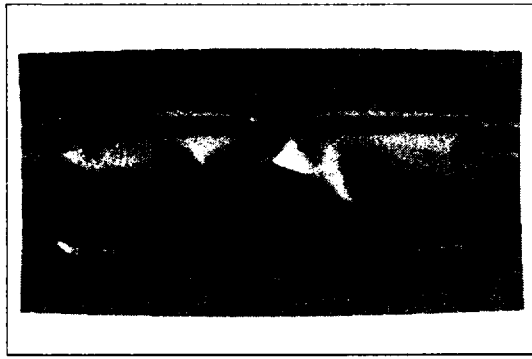
(b) Cushion Stroke = 50mm

Fig. 2 Tool setting.

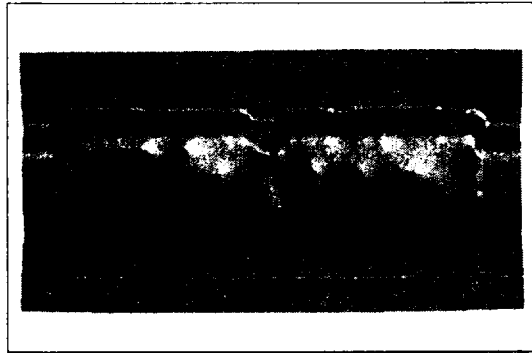
Fig. 2는 1차성형해석의 문제점을 보완하기 위해 쿠션스트로크를 50mm로 변화를 주었으며 a와 b는 Tool setting 과정을 보여주고 있다.



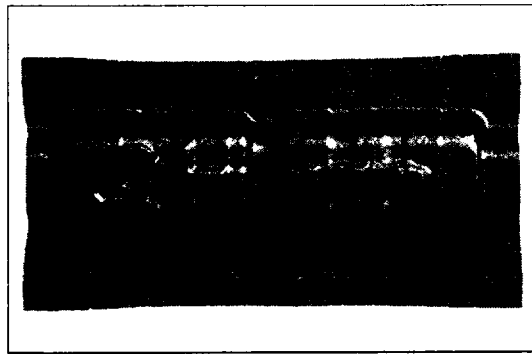
(a) Early binding result



(b) Before lower post point 40mm



(c) Before lower post point 20mm



(d) The final results of lowest point

Fig. 3 Deformed shape of each punch stroke.

Fig. 3에서는 펀치행정(STROKE)별 성형과정을 초기 Binding, 하사점 40mm 전, 하사점 20mm 전, 성형완료단계로 4차 성형해석 하였다.

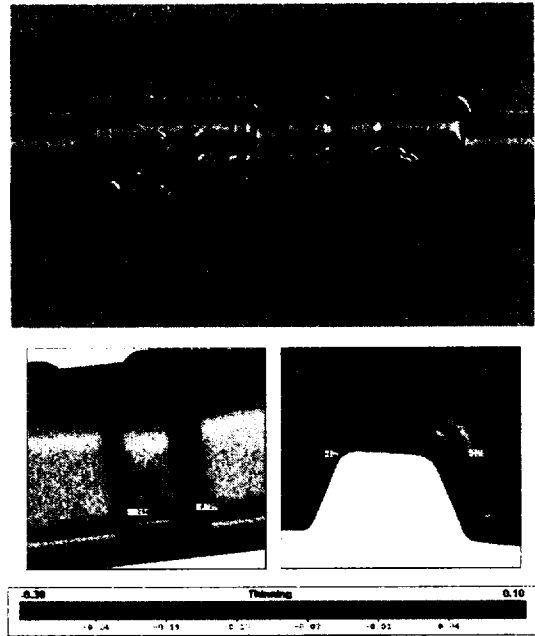


Fig. 4 The thinning distribution.

Fig. 4에서 파단은 각 코너부위에서 나타나며, 1차 성형해석의 결과보다 파단의 정도가 증가하는 것을 볼 수 있었고 현 상태에서 소재유입을 증가 시키면 강성부족과 주름발생으로 전체적인 제품품질의 저하가 예상된다.



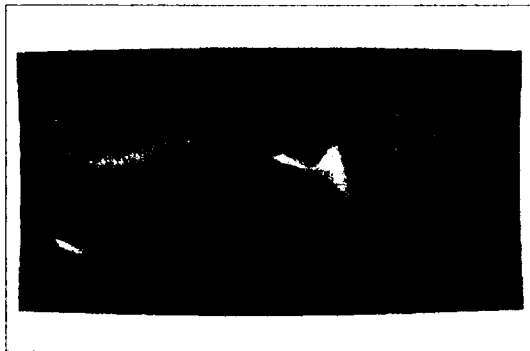
A

Fig. 5 Formability distribution.

Fig. 5는 1차 성형해석결과보다 외곽 다이페이스의 주름이 대체적으로 완화된 것을 보여주고 있지만 1차 성형해석에서 나타난 A구간과 같은 제품의 내부주름이 2차 성형해석에서도 여전히 발생하고 있음을 알 수 있다.



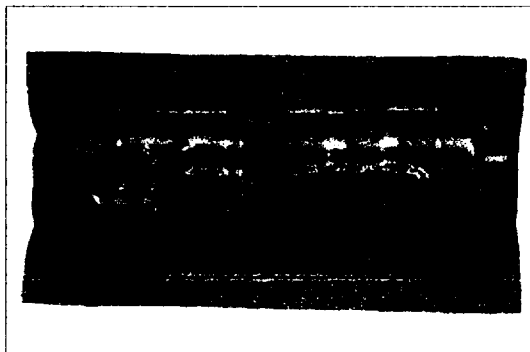
(a) Cushion Stroke 100mm



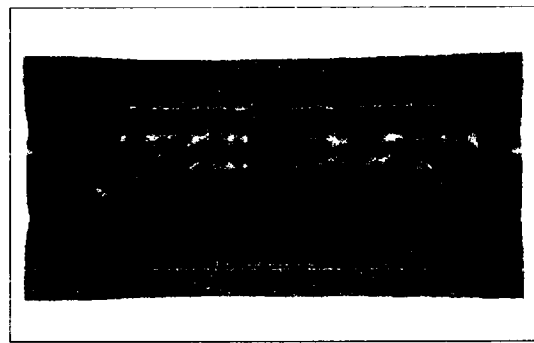
(b) Cushion Stroke 50mm

Fig. 6 The deformed shapes according to cushion stroke.

Fig. 6에서 쿠션스트로크 50mm와 100mm의 비교에서 알 수 있듯이 초기 소재의 원활한 안착과 Binding을 위해서는 쿠션스트로크를 적당히 줄이는 것이 성형에 유리한 것을 알 수 있다.



(a) Cushion Stroke 100mm



(b) Cushion Stroke 50mm

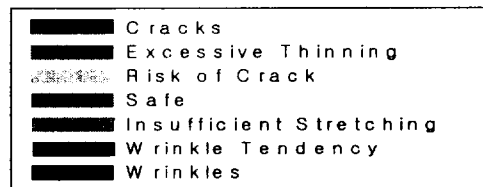


Fig. 7 Wrinkles valuation.

Fig. 7은 양쪽 모두 제품 내부에 주름이 발생하는 것을 볼 수 있으며, 플랜지 부위에서도 주름 경향이 강하게 나타났다. 그러나 상대적 비교로부터 쿠션스트로크 50mm의 경우가 주름에 조금 더 유리한 것을 알 수 있다.

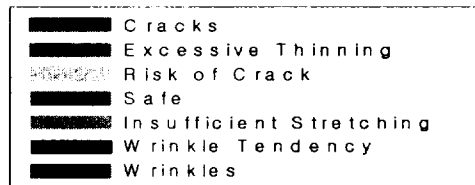
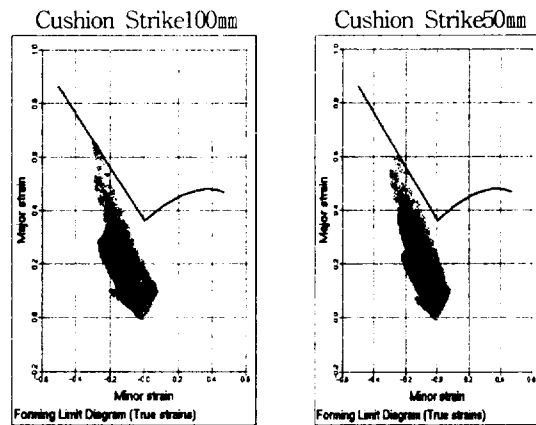


Fig. 8 Forming limit diagram.

Fig. 8의 성형한계곡선에서도 볼 수 있듯이 양쪽 모두 제품내부와 플랜지 부위에 주름이 발생함을 관찰할 수 있다. 성형한계곡선(FLD)에서도 마찬가지로 상대적으로 쿠션스트로크 50mm의 경우가 상대적으로 주름에 조금 더 유리함을 알 수 있다.

III. 결 론

본 연구에는 CM RF CTR 패널을 2차성형해석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 두께감소율에서는 파단이 각 코너부위에서 나타나며, 1차성형해석의 결과보다 파단의 정도가 증가하였다.
2. 쿠션스트로크 100mm와 50mm를 비교한 결과 초기 소재의 원활한 안착과 Binding을 위해서는 쿠션스트로크를 적당히 줄이는 것이 성형성에 유리한 것을 알 수 있었다.
3. 성형한계곡선(FLD)에서는 양쪽 모두 제품 내부에 주름이 발생하는 것을 볼 수 있었으며, 플랜지 부위에서도 주름 경향이 강하게 나타났다. 그러나 상대적인 비교로부터 Cushion Stroke 50mm의 경우가 주름에 조금 더 유리한 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1) 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, pp39-53.
- 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) 이재석, 1999, 가상실험기술, 충북대학교 건설기술연구소, pp.4-5.
- 4) D. W. Jung, H. G. Ahn, H. H. KO, 2005, First-Step of Analyzing Cm-rp-str Panel Using Static Implicit Finite Element Method, 제주대학교 기초과학연구소 심사 중.