

자동차용 사이드 멤버 일체복합성형시 보강판재의 형상 및 위치 결정

김현영^{1#}, 황상희¹, 김관희², 윤재정², 송종호³

Determination of Shape and Position for Reinforcement Blank at Simultaneous Forming of Automotive Side Member

H. Y. Kim^{1#}, S. H. Hwang¹, K. H. Kim², J. J. Yun², J. H. Song³

Abstract

New forming technologies are being introduced to automotive manufacturing processes. Among them, a simultaneous forming is one of the innovative forming technologies to be able to reduce production time and cost. Several parts can be simultaneously manufactured by the process, while the conventional stamping demands the same number of die sets with the number of parts. In this study, the automotive rear floor side member was manufactured by the simultaneous forming. The position and the size of initial blank were determined by forming analyses and try-outs, and the blank movement during the forming was controlled by introducing the spotweld.

Key Words : Simultaneous Forming(일체복합성형), Rea Floor Side Member(리어 플로어 사이드 멤버), Blank Size(판재 크기), Spotweld(점용접)

1. 서론

최근 들어 자동차 개발은 지구 온난화, 고유가 시대, 높아진 소비자들의 욕구 충족 등 여러 문제에 직면해있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 자동차 업체들은 연비 향상 및 가격대비 고성능을 위한 차량개발을 위하여 새로운 공정 및 부품 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다.

일체복합성형(simultaneous forming)은 2개 이상의 동종 또는 이종 재질 및 두께로 구성된 부품을 성형하기 위하여 기존 개별 프레스 성형을 거쳐 접합, 조립하던 방식과 달리 최종 조립상태를 고려하여 2장 이상의 판재를 한 번에 성형하여 제품을 완성하는 기술이다. 일체복합성형은 기존 개

별 프레스 공정보다 적은 가공공정을 통하여 최종 형상으로 생산할 수 있기 때문에 공정 단축, 재료비 절감, 제품 생산시간 단축을 기대할 수 있다. 또한 제품의 내구 수명에 영향을 미치는 볼트, 너트의 결합부위가 개별 프레스 공정에서 생산된 제품에 비해 현저히 줄어들기 때문에 부품의 강도 및 내구성능이 향상되는 효과도 함께 얻을 수 있다. 이러한 장점 때문에 일체복합성형법이 프레스 공정이 널리 사용되고 있는 자동차 부품산업에서 생산성 및 경쟁력 향상의 일환으로 그 관심도가 증대되고 있는 추세이다[1~2].

본 연구에서는 리어 플로어 사이드 멤버(rear floor side member)에 일체복합성형공정을 적용하였으며, 일체복합성형시 공정간에 발생할 수 있는

1. 강원대학교 기계메카트로닉스공학부
2. ㈜ 세원정공
3. 자동차부품연구원
E-mail : khy@kangwon.ac.kr

문제점들을 성형해석을 통해 검토하였다. 또한 일체복합성형이 적용되는 판재의 형상 및 위치를 선정하였으며 이를 실제공정에 반영하여 성형해석과 실제 시제품을 비교, 분석하였다.

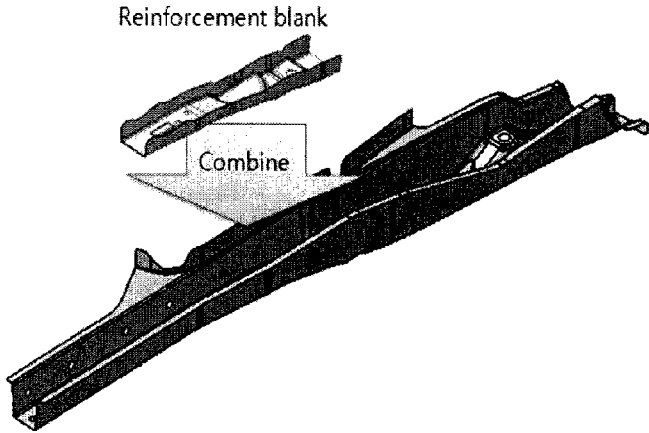


Fig. 1 Shape of rear floor side member

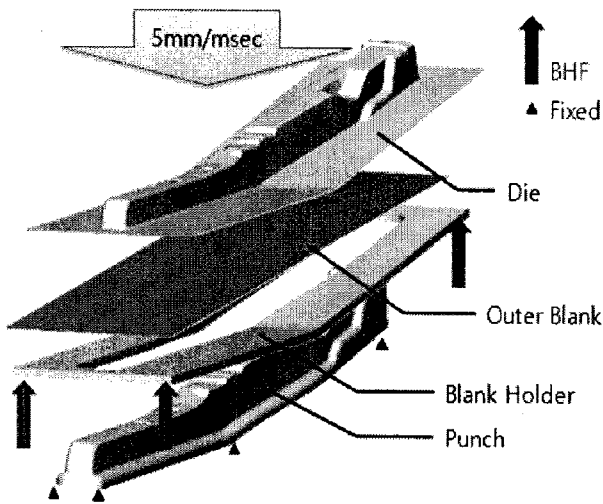


Fig. 2 Stamping die of rear floor side member

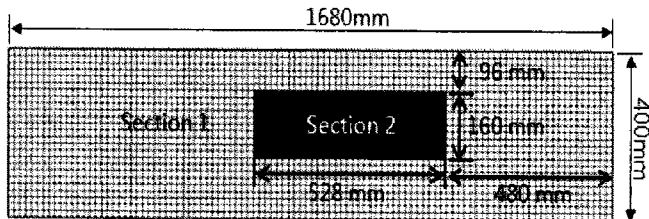


Fig. 3 Finite element model of outer blank

2. 리어 플로어 사이드 멤버

리어 플로어 사이드 멤버는 차체 구조 중 언더바디(under body)의 한 부분으로 프론트 사이드 멤버,

크로스 멤버, 플로어 패널과 함께 엔진 및 서스펜션, 구동장치의 지지와 차체의 뒤틀림, 구부러짐을 막아주며 강도 및 강성 보완을 위해 보강판재가 사용된다(Fig. 1). 기존 개별 프레스 공정에서는 외판재와 보강판재가 각각 개별로 제작되어 조립, 용접되나 일체복합성형은 하나의 프레스 공정으로 성형 및 조립을 완료하고자 한다.

외판재의 경우 합금화용융아연도금판재(Steel GALvanized Rephosphorized Cold rolled)인 SGARC340을 사용하였으며, 보강판재는 전기아연도금판재(Electroplated Zn-Fe Cold rolled Commercial)인 EZFCC590 소재가 사용되었다.

3. 성형공정해석

3.1 외판재 및 보강판재 초기위치 선정

Fig. 2는 다이, 블랭크 홀더, 펀치 및 블랭크를 나열한 성형해석 모델이다. 펀치 구속, 490KN의 블랭크 홀딩력과 5mm/msec의 다이속도로 성형해석을 진행하였다. 보강판재의 초기위치를 선정하기 위하여 보강판재를 제외한 외판재만으로 성형해석을 수행한다. 외판재의 유한요소모델은 Fig. 3 과 같으며, 외판재에 위치하는 보강판재의 초기 위치를 결정하기 위해 기존 제품에서 보강판재가 위치하는 부분을 예측하여 외판재의 중앙부분을 바깥부분과 다른 색상으로 모델링을 하여 성형해석을 진행하였다. 외판재의 성형해석 결과에 보강판재의 형상 데이터를 Fig. 4와 같이 위치시켜 외판재의 영역 2(Section 2) 부분과 보강판재의 높이차이를 측정하여 외판재 내부에 위치하는 보강판재의 초기위치를 Fig. 5의 치수로 결정하였으며 최대 두께 변형률 21%로 주름이나 파단없이 성형됨을 확인하였다.

3.2 점용접 및 단차 적용

보강판재의 초기 위치 결정 후 외판재와 보강판재를 겹쳐 성형해석을 진행하려 하였으나 제품의 특성상 보강판재가 외판재의 내부에 위치하기 때문에 성형시 외판재의 아래면에 보강판재가 위치하게 된다.

또한 Fig. 6과 같이 보강판재의 작은 형상으로 인해 블랭크 홀더에 안착을 할 수 없기 때문에 성형이 불가능하다. 보강판재를 펀치에 위치시키고 성형해석을 진행하였으나 보강판재의 정확한 초기 위치 선정 및 블랭크 홀더에 의한 소재의 유동체가 불가능하기 때문에 보강판재의 움직임을 제

어할 방법이 필요하다. 이와 같은 보강판재의 움직임 방지 및 원활한 성형을 위해 Fig. 7과 같이 점용접(spotweld)을 적용하여 외판재와 보강판재를 고정하였으며 외판재에 속하는 보강판재의 초기 위치는 Fig. 5와 같다. 외판재와 보강판재가 겹쳐지는 부분의 원활한 성형을 위해서 Fig. 8과 같이 보강판재와 펀치가 접촉하는 부분에 보강판재의 두께와 동일한 1.2mm의 단차를 적용하였다.

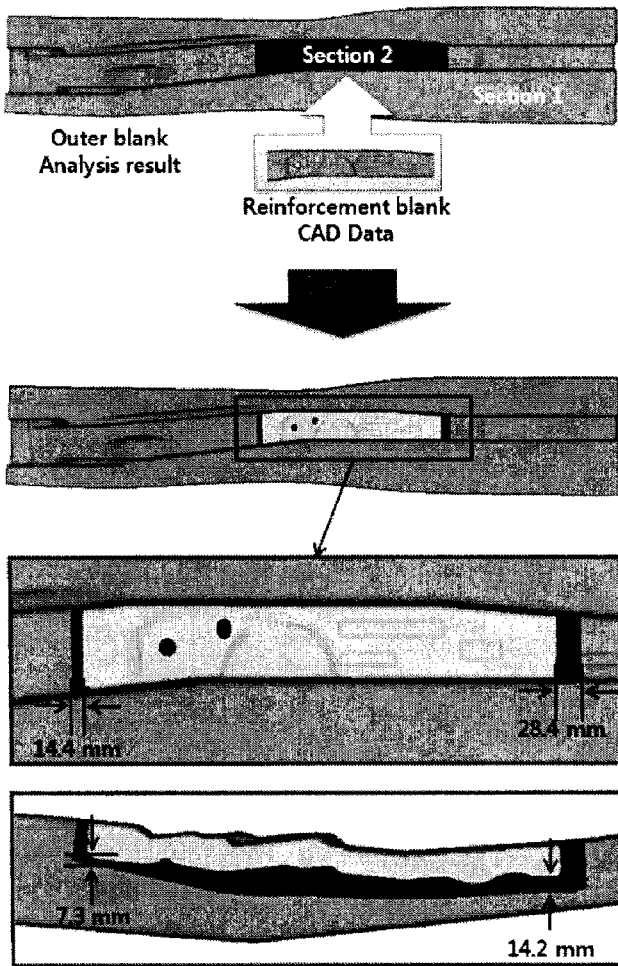


Fig. 4 Determination of reinforcement blank position

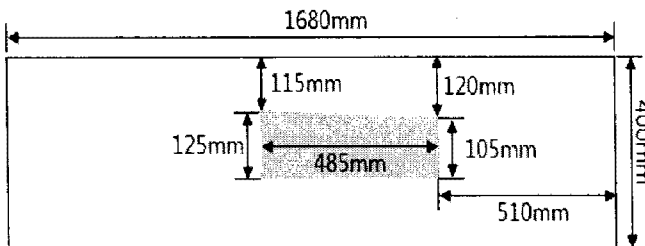


Fig. 5 Initial position of reinforcement blank

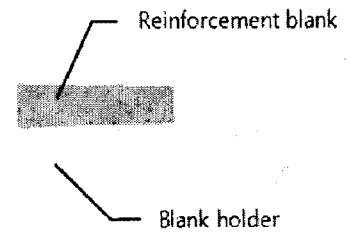


Fig. 6 Shape of blank holder and reinforcement blank

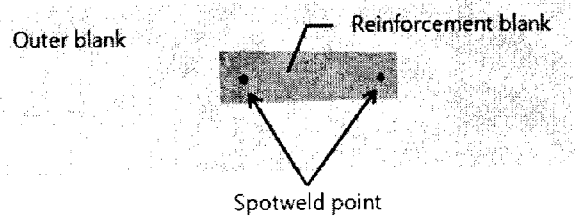


Fig. 7 Spotwelding point between reinforcement and outer blank

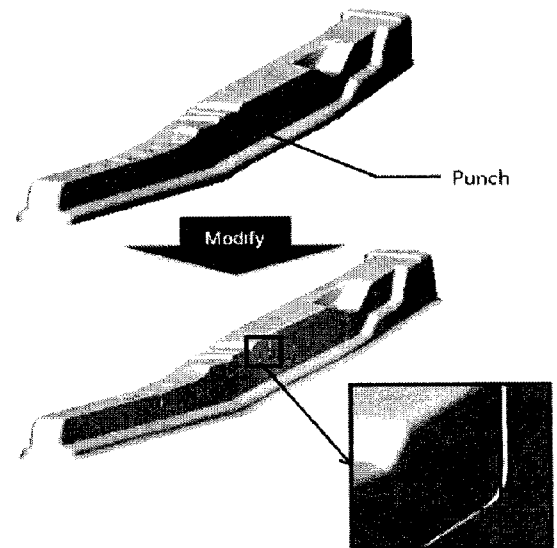
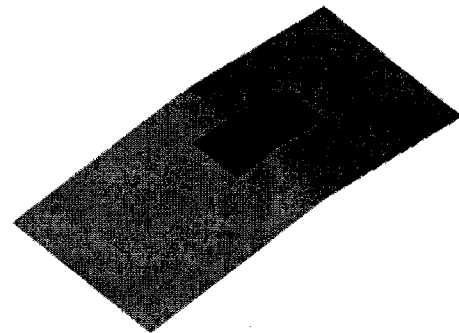
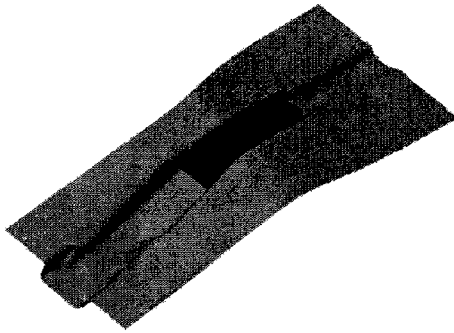


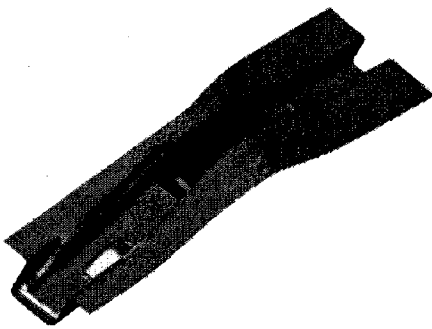
Fig. 8 Modified die shape using step height



(a) Initial step



(b) Middle step



(c) End step

Fig. 9 Deformed shape of simultaneous forming process

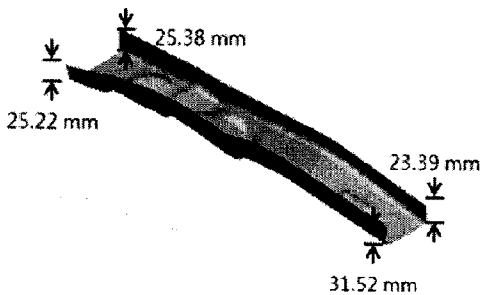
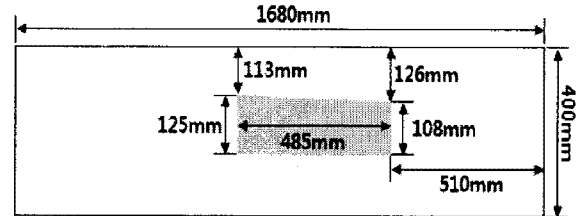


Fig. 10 Corner height of initial reinforcement blank

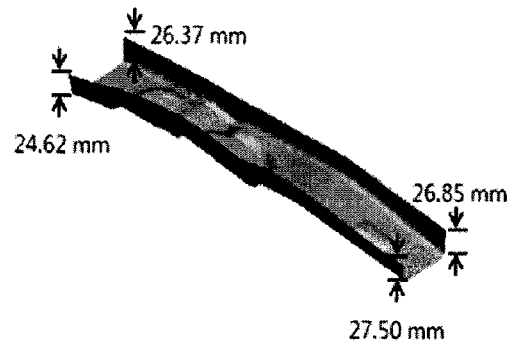
3.3 보강판재의 형상 및 위치 결정

Fig. 9는 외판재와 보강판재를 동시에 성형했을 때 단계별 변형양상을 나타낸다. 보강판재는 미리 점용접으로 고정되어있기 때문에 성형 중 움직임은 없었으나 해석결과 Fig. 10과 같이 보강판재의 모서리 높이 차이를 확인할 수 있었다. 점용접으로 인하여 성형시 보강판재의 움직임이 없었기 때문

에 외판재에 위치하는 초기 보강판재 형상과 크기를 수정하여 보강판재의 모서리 높이를 조절하였다. 몇 번의 성형해석 결과로부터 초기 보강판재의 형상과 크기를 Fig. 11(a)와 같이 수정하였을 때, 균일한 보강판재 모서리 높이를 얻을 수 있었다(Fig. 11(b)).



(a) Modified position of reinforcement blank



(b) Corner height of modified reinforcement blank

Fig. 11 Modified position of reinforcement blank and deformed shape

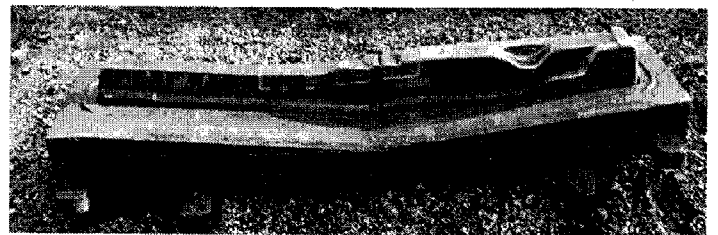


Fig. 12 Die set for simultaneous forming

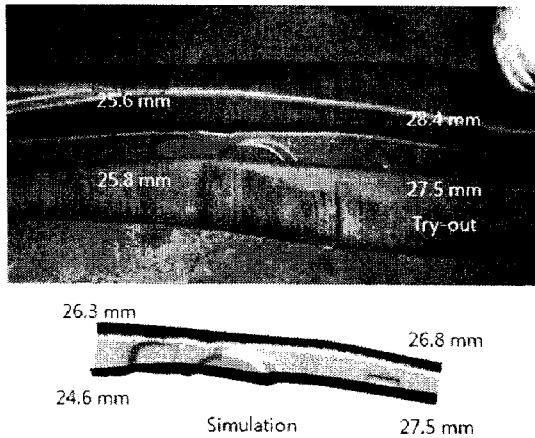


Fig. 13 Comparison of corner height between tryout and simulation

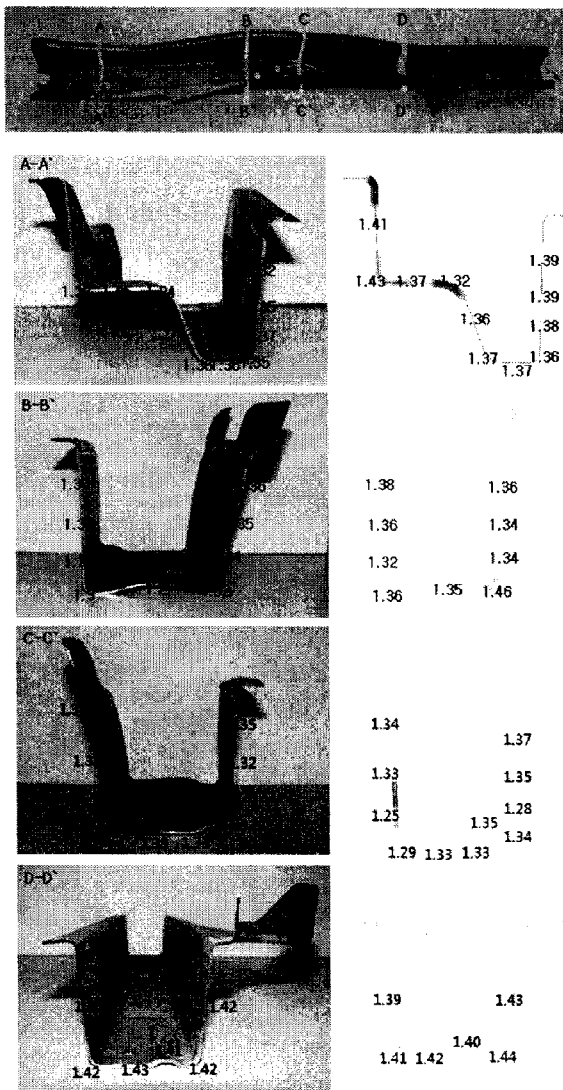


Fig. 14 Comparison of cross section between tryout and simulation

4. 성형해석과 트라이아웃 비교분석

Fig. 12는 리어 플로어 사이드 멤버의 일체복합금형이며, 성형조건 및 공정 순서는 성형공정 해석결과를 이용하였다. Fig. 13은 리어 플로어 사이드 멤버 보강판재의 모서리의 높이를 비교한 것이다. 성형해석 결과와 마찬가지로 균일한 모서리 높이가짐을 확인하였으며 성형해석결과와 최대 1.6mm의 오차를 보이고 있다. 또한 리어 플로어 사이드 멤버의 단면을 4개의 영역으로 나누어 Fig. 14와 같이 비교하였으며 단면의 두께와 형상이 트라이아웃과 성형해석결과가 유사함을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 리어 플로어 사이드 멤버에 일체복합성형을 적용하였으며 두 판재의 초기위치를 성형해석을 통해 결정, 성형공정시 발생하는 판재움직임의 문제점을 해결하였다.

(1) 외판재에 속하여지는 보강판재의 초기 위치를 결정하기 위해 외판재의 유한요소모델을 두 색으로 나누어 성형해석을 진행하였으며 성형해석결과와 보강판재의 제품 형상을 비교하여 보강판재의 초기 위치를 결정하였다.

(2) 제품 특성상 외판재의 아래면에 위치하는 보강판재를 점용접을 사용하여 보강판재의 초기위치 고정 및 유동현상을 제어하였다.

(3) 성형해석을 통하여 모서리 높이가 균일한 보강판재의 형상 및 위치를 결정하였으며 시제품의 보강판재와 모서리 높이가 유사함을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] 권승렬, 이종길, 2005, "유한요소해석을 이용한 일체복합성형성에 대한 연구", 한국 소성가공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 171-175
- [2] 김현영, 오인석, 2006, "자동차용 서브프레임의 일체복합성형 해석 및 재료유동 제어", 한국 소성가공학회 추계학술대회 논문집, pp. 276-279
- [3] J. L. Duncan, R. Sowerby & E. Chu, 1985 "The development of sheet metal modeling", in "Computer Modeling of Sheet Metal Forming Process", edited by N. M. Wang & S. C. Tang, pp1-11.