

자동차용 Rear cross-member 성형 안정화 금형 설계를 위한 해석 기술 The CAE for Mold Design of the Rear Cross-Member for Automobile

*장성호¹, #허영무¹, 신광호¹, 정우철¹, 박찬교²

*S. H. Chang(shchang@kitech.re.kr)¹, #Y. M. Heo¹, K. H. Shin¹, W. C. Jung¹, C. G. Park¹

¹ 한국생산기술연구원 금형성형기술연구부

² 한국씨마트론기술(주) 기술마케팅

Key words : Subframe, Cross member, Cimatron E, Blanking process, Drawing process, Cam-piercing process

1. 서론

자동차용 새시(Chassis)는 여러 개의 서브프레임(sub-frame)과 관형 부품 등으로 이루어져 차체를 지탱하는 동시에 주행에 필요한 엔진, 서스펜션, 기름통 등 주요 부품을 고정하는 역할을 하며 엔진 소음과 진동을 막아 쾌적한 실내공간을 만들고 외관상의 스타일링 구현에서도 큰 몫을 차지한다. 새시는 차의 모양과 구조, 특성에 따라 형태와 구조적 특징, 소재가 달라지는데 크게 프레임에 차체를 얹은 프레임 온 보디(frame-on body)와 프레임과 보디가 하나로 된 모노코크(monocoque)로 나뉜다. 프레임은 두 개의 굽은 프레임이 차체 바닥 양쪽을 가로지르고 가로 보강재인 크로스 멤버(cross member)로 연결시켜 사다리꼴을 이루며, 이중에서 지원 개발대상 부품은 후방 첫번째 크로스멤버(No.1 cross member)로 자동차 후단부에 장착되어 현가계를 구성하는 부품인 Arm 류, Stabilizer Bar 등을 고정 및 지지하는 역할을 하는 부품으로 좌/우 사이드 멤버와 아아크 용접을 통해 결합되어 서브프레임이 완성된다. 이 크로스멤버 부품은 프레스 성형된 상/하 판넬을 Boxing 공정, 즉 지그로 두 판넬을 결합 고정하고 아아크 용접 공정으로 제작되는데 프레스 성형된 상/하 판넬을 결합할 때 결합부의 치수가 요구 사양에 정확하게 일치하여야 하고, 사이드 멤버와 결합되는 양 끝단에서의 형상이 정확하여야 하나, 단품의 프레스 성형 공정에서의 변형으로 인해 결합부의 정밀도가 떨어져 이로 인한 후공정(용접 공정)에서의 어려움 겪고 있다. Fig. 1 에서 Boxing 공정과 용접공정에서의 불량 양상 분석 내용을 보여주고 있다.

따라서 본 연구에서는 프레스 성형된 상/하 판넬을 Boxing 공정에서 지그에 결합하여 용접할 때 용접 신뢰성 및 제품 생산성을 높이기 위해서 초기 상/하 판넬을 제작하는 프레스 공정에서 금속판재에 대한 성형해석 기술을 활용하여 그 결과를 금형설계에 반영함으로써 성형품의 치수 정밀도를 높이는 데에 그 목적이 있다.



Fig. 1 Various problems in the boxing and welding process

2. 공정분석 및 해석모델링

Fig. 2 에 크로스멤버 상판(upper panel)의 성형 공정을 보여주고 있다. 성형공정은 블랭킹, 드로잉, 캠-피어싱 순이며, 실제에서는 마지막 공정으로 양 끝단부 전단 공정이 있으

나 해석 작업에서는 고려하지 않았다.

그리고, Fig 3 에 크로스멤버 상판넬의 해석 3D 모델을 보여주고 있고, Table 1 에는 사용소재의 물성 데이터를 나타내었다. 해석 프로그램은 Cimatron E 를 사용하였다.

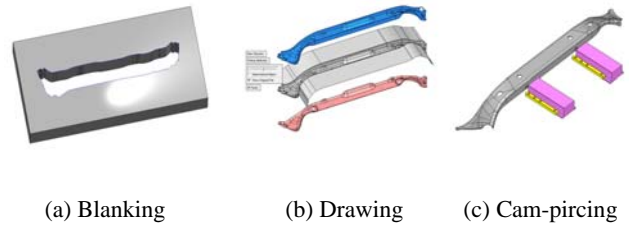


Fig. 2 Upper panel of cross-member forming process

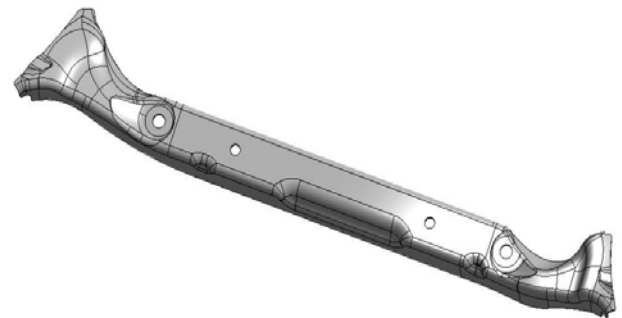


Fig. 3 3D model of the cross-member

Table 1 Material properties of the applied metal sheet

Metal sheet	SPH440	
n-Value	-	0.164
r-Value	-	0.880
Young's Modulus	GPa	210
Poisson's ratio	-	0.3
Yield stress	MPa	330

3. 해석 결과

Fig. 4 는 공정해석 결과로 예측된 블랭크 형상(위)을 보여주고 있다. 그리고, 실제 블랭킹 시금형의 블랭크 형상 CAD line 과 해석으로 예측된 블랭크 형상 외곽선을 중첩하여 비교(아래)하였고, 이를 블랭킹 시금형에 적용하여 연구를 계속 진행 중에 있다.

Fig. 5 는 드로잉 공정 후에 두께 분포를 예측한 해석 결과이다. 여기에서 20 % 정도의 Thinning 예측부가 있음을 알 수 있는데 이를 해결하기 위해서 드로잉 공정 다음으로 restriking 공정을 추가하여 파단 예측부를 한번에 성형하지 않고 두 번에 성형하는 방안을 제안하였다.

Fig. 6 은 주름현상을 예측한 결과이다. 결과를 보면, 좌측 홀 주변에 심한 주름 발생이 예측되었다. 이러한 주름 발생은 펀치 중앙부에서 드로잉 단면이 줄어드는 부위에서 발생하는 일명 안장형 주름 현상으로 자동차 부품 중 side member, front floor, dash upper, fuel tank 등을 성형할 때 주로

나타날 수 있으며, 이로 인해 후공정에서 위치 결정이 어려워지고, 용접 불량률 유발되는 등 최종제품의 불량 원인이 될 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로는 프레스 조건에서 블랭크홀딩력(BHF)를 조정하거나, 균형점검을 하고 펀치-다이 맞춤을 개선, 프레스 속도 조정하는 등의 방법이 있고, 금형 설계 측면에서는 블랭크 형상 수정, 패드의 누름 압력 증가, 하사점에서의 충분한 가압, 블랭크홀더와 다이 간격을 좁게 조정, 형의 마찰조화 및 표면사상, 주름 발생부의 예압, 비드의 위치 및 형상 수정, 다이 형상반경의 적정화, 다이 횡단면 형상의 적정화, 펀치 종단면 형상의 적정화, STEP DRAW 활용 등을 고려하여야 한다¹⁻³.

4. 결론

자동차용 서브프레임용 크로스멤버에 대해 역공정 해석 툴인 Cimatron E 를 사용하여 최종 블랭크 형상을 예측하고 드로잉 공정과 캠 피어싱 공정 후 두께분포와 주름 발생영역을 예측하였다. 그 결과는 프레스 시금형으로 성형한 판넬 부품과 비교하였을 때 상당부분 유사하였다. 이러한 해석 결과를 고려하여 프레스 시금형 설계에 반영하는 연구를 계속 진행 중에 있으며, 프레스 성형 안정화에 따른 제품 품질 개선 결과로 용접 공정에서 용접 부 신뢰성을 높이고 불량률을 낮출 수 있을 것으로 기대한다.

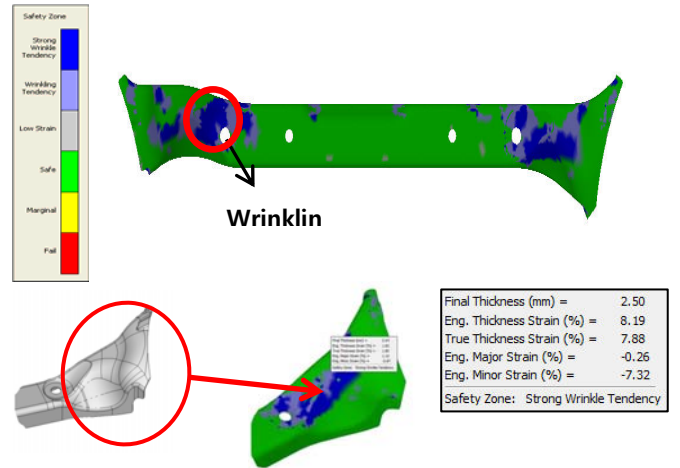


Fig. 6 Predicted result of the safety zone(wrinkling tendency)

후기

본 논문은 부품소재전문기업기술지원사업으로 지원한 연구 성과 내용의 일부로 게재되었습니다.

참고문헌

1. 日本薄鋼板成型技術研究會編, Press 成型難易 Hand book, 日刊工業新聞社, 85-153, 1987
2. 日本薄鋼板成型技術研究會, Press 技術, 9-12, 1971
3. 박관금속의 성형, C.E.Dieter 著, 전기찬 譯, 반도출판사, 1993.
4. Cimatron E, 한국씨마트론기술(주)

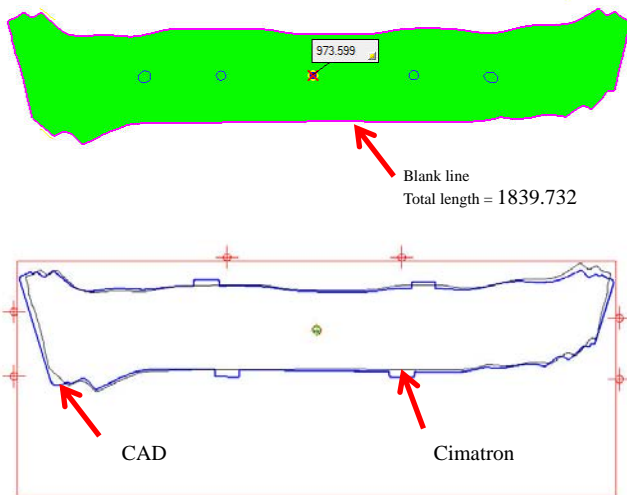


Fig. 4 Predicted result of the blank shape(upper) and the comparison with CAD line(lower)

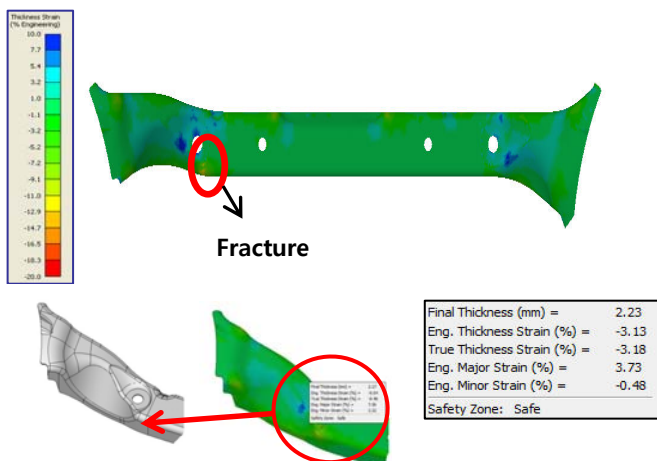


Fig. 5 Predicted result of the thickness strain