

모바일기기 외장재 정밀 성형을 위한 마그네슘 판재의 온간 스프링백 특성 분석

Analysis of Warm Springback Behavior of Mg Sheet for Exterior Part of Mobile Device

김홍규^{a*}, 정대근^b, 최병현^b, 임태홍^c

^{a*}한국생산기술연구원 금형·성형연구그룹(E-mail:xxx@naver.com), ^b한국생산기술연구원 금형·성형연구그룹,
^c한국생산기술연구원 열·표면연구그룹

초 록: 마그네슘 판재의 온간 스프링백 거동 예측을 위한 재료 거동 모델을 고찰하였다. V-굽힘 시험에 관한 기존 문헌의 결과와 비교하여 재료 모델의 타당성을 토하였다. 스프링백 거동의 정량화를 위해 온간 S-rail 프레스금형에 의한 성형 시험을 수행하였다. 성형 시험은 다양한 온도, 속도, 성형깊이 조건에서 수행하였으며 시험 결과를 서로 비교하였다. 재료 모델을 사용하여 S-레일 성형에 따른 스프링백 예측을 위한 유한요소해석을 수행하고 그 결과를 시험 측정값과 비교하였다. 이로부터 재료 모델의 한계와 가능성을 고찰하였다.

1. 서론

마그네슘 판재를 프레스성형 공정에 적용할 경우, 낮은 성형성의 문제를 극복하기 위해 보통 200~300℃로 가열된 금형에서 성형을 수행한다. 그런데, 상온이 아닌 높은 온도 영역에서 성형을 수행하기 때문에 판재 성형 후 발생하는 스프링백은 성형 온도의 영향을 받게 된다. 특히, 재료 특성을 고려할 때, 마그네슘 판재의 경우에는 스프링백의 정확한 예측을 위해 성형 온도는 물론 변형률속도의 영향까지 고려할 필요가 있다.

본 논문에서는 우선 온도와 변형률속도를 변수로 하는 마그네슘 판재에 대한 스프링백 예측 모델을 검토하였다. 이를 토대로 기존 문헌의 V-굽힘 시험 데이터와의 비교를 통해 타당성을 살펴보았다. 그리고, 자동차용 강판의 스프링백 거동 정량화와 평가를 위해 널리 적용되는 S-레일 형상에 대한 온간 프레스 성형을 수행하였다. 금형은 NUMISHEET'08의 S-레일 금형을 참조하되, 사용 가능한 프레스와 마그네슘 판재 사양을 감안하여 금형 치수를 결정하였다. 마그네슘 판재로는 AZ31B 합금 판재를 사용하였다. 마그네슘의 온도 및 성형속도 민감성을 고려하여 온도, 윤활, 속도, 깊이를 변화시키며 성형 시험을 수행하였다. 성형해석과의 비교를 통해 마그네슘 판재의 스프링백 거동 예측을 위한 재료 모델의 타당성과 한계점을 고찰하였다.

2. 본론

마그네슘 판재의 스프링백 예측을 위한 재료 모델을 검토하였다. 온도별 인장시험 데이터를 토대로 변형률속도를 고려할 수 있는 Power Law 유동응력식을 모델링하였다. 마그네슘합금인 AZ31B 판재의 온도별 스프링백 변화량을 보기 위하여 V-벤딩 시험에 관한 문헌 데이터를 참고하였다. 유동응력식을 사용한 V-굽힘 후 스프링백 예측값과 시험 데이터를 비교하였다. (Fig. 1)

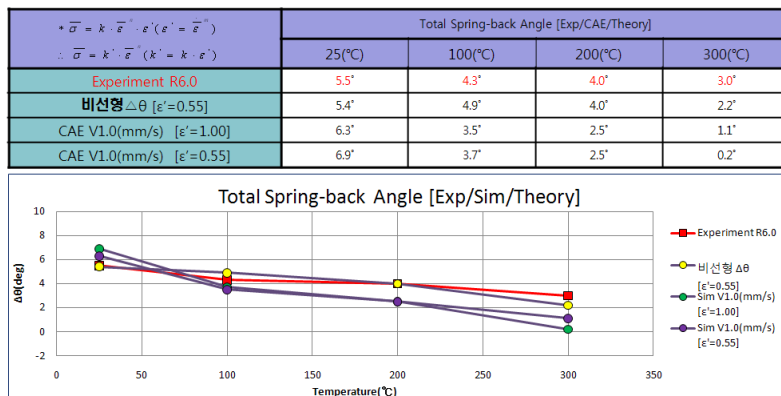


Fig. 1. Comparison of springback data with predictions

S-레일 금형의 경우 NUMISHEET'08의 벤치마크용 설계에 따르되, 판재 두께와 프레스 용량을 고려하여 비례적으로 축소 제작하였다. 제작한 S-레일 금형을 H1F200 서보 프레스에 장착한 뒤 온도별 성형특성을 살펴보기 위해 상온에서부터 250℃까지 50℃ 간격의 온도 조건들에서 시험을 수행하였다. 윤활의 영향을 고려하기 위해 블랭크에 대해 윤활제를 도포한 경우와 윤활제를 사용하지 않은 경우를 모두 시험하였다. 윤활제로는 흑연 스프레이 윤활제를 사용하였다. 온간 성형 조건에서는 상온에 비해 성형속도에 영향을 많이 받기 때문에 서보프레스 설정 속도 기준으로 1~5% 범위의 속도 조건에서 성형 시험을 수행하였다. 서보프레스의 슬라이드 높이를 조절함으로써 10~50mm의 범위에서 성형 가능 여부를 살펴보았다.

온도별 성형 결과를 비교한 결과로부터 윤활과 무윤활 두 경우 모두 150℃에서 파단이나 크랙 없이 성형이 완료된 것을 확인할 수 있었다. 윤활과 무윤활을 비교해 본 결과 두 가지 경우 파단 시점에서는 큰 차이점을 보이지 않았다. 성형 후에 발생하는 스프링백 정량화를 위해 S-레일 성형품에 대한 치수 측정을 수행하였고 유한요소해석에 의한 예측과 비교 평가하였다.

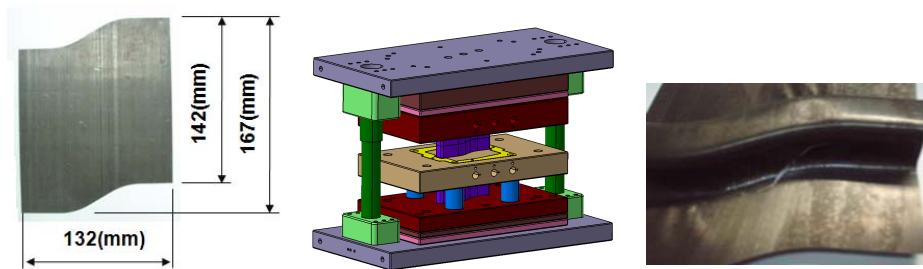


Fig. S-rail forming test of magnesium alloy AZ31B sheet

3. 결론

본 논문에서는 마그네슘 판재의 스프링백 거동 예측을 위한 재료 모델을 검토하였고, S-레일 성형용 온간 금형을 제작하여 윤활조건, 온도, 속도, 깊이를 변화에 따른 마그네슘 판재의 스프링백 데이터를 측정하였다. 재료 모델에 기반한 스프링백 예측 값을 실제 S-레일 성형시험에 의한 측정 결과와 비교하였다. 이를 통해 마그네슘 판재의 스프링백 예측을 위한 재료 모델의 타당성 검증은 시도하였다. S-레일 성형품은 판재성형에 의해 발생하는 매우 다양한 스프링백 모드를 포함하고 있기 때문에, 공정조건에 따른 스프링백 결과를 정량화함으로써 마그네슘 판재의 온간 스프링백 거동 평가 및 예측을 위한 중요 자료로 활용될 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업 “난성형성 경량합금 판재 정밀성형 기술” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 최선철, 이한수, 김형중, 이경택, 김현영, 한국소성가공학회 춘계학술대회, (2007) 60.
2. 정대근, 김홍규, 한국정밀공학회 추계학술대회, (2010) 871.
3. 김홍규, 송민재, 정대근, 채보혜, 임태홍, 엄요섭, 한국소성가공학회 추계학술대회 (2010) 390.