

440MPa 급 강판을 사용한 S-rail 성형 시험 및 분석

An experimental study on S-rail forming using 440MPa grade steel sheet

*정대근^{1,2}, #김흥규¹, 김세호²

*D. G. Jung¹, #H. K. Kim(krystal@kitech.re.kr)², S. H. Kim²

¹ 한국생산기술연구원 금형·성형연구부, ² 대구대학교 자동차·산업·기계공학부

Key words : S-rail, Forming, 440MPa grade, Steel sheet

1. 서론

본 연구에서는 NUMISHEET 2008-BM02 에서 제시된 사양에 따라 S-레일 금형을 제작하고, SGARC440 강판을 사용하여 성형 시험을 수행하였다. 시험에 사용한 SGARC440 강판 소재의 물성 데이터는 인장시험을 통하여 구하였다. S-레일 성형 시험에 따른 판재의 유입량, 두께 분포, 스프링백을 측정하고 그 결과를 바탕으로 성형 특성을 평가하고자 하였다.

2. S-rail 성형 시험

2.1 S-레일 성형 시험 조건

본 논문의 S-레일 성형시험용 금형은 NUMISHEET 2008-BM02 을 참조하였고 그 설계 치수는 Fig.1 과 같다. S-레일 성형 시험을 위한 블랭크의 사이즈는 길이 250mm, 폭 164mm, R 값은 각각 150, 50 이다. 여기에 사용한 드로우비드는 Fig.2 와 같이 제작하였으며, 설치과정은 금형세트의 Holder 을 Fixed 시키고, Punch 세트를 DCH-300P2 상형에 장착시키고, Die 는 하형 50ton(4EA) 유압실린더에 장착한 후 Fig.3 과 같이 비드형상, 블랭크형상, 강종에 따른 S-레일 성형 시험을 각각 수행하였으며, 본 논문에서는 사각비드 형상에 따른 결과를 나타내었다.

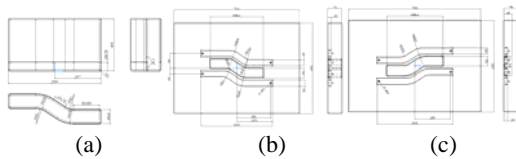


Fig. 1 Design of S-rail die system (a) punch (b) holder (c) die

시험 조건으로 블랭크홀더 가압력(blank hol

ding force:BHF)은 90kN 을 사용하였으며, 블랭크와 금형 사이에는 무윤활 조건으로 시험을 수행하였다.

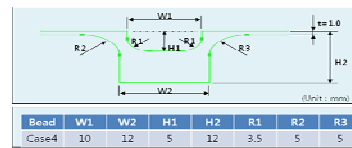


Fig. 2 Design of draw-bead

	CASE1		CASE2	
Without Bead				
SGCD1 (270)	○	○	○	○
SGARC 440	○	○	○	○
	CASE3 (R2.5)		CASE4 (R3.5)	
SGCD1 (270)	○	○	○	○
SGARC 440	○	○	○	○

Fig. 3 Experiment cases for S-rail forming

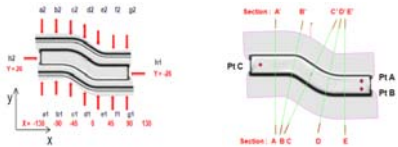
S-레일의 경우, 트리밍 이전 공정을 수행하였고, 설정한 드로잉 깊이는 40mm 였다. 인장시험으로 구한 SGARC440 강판의 유동응력식은 $\sigma = 726 (0.01 + \epsilon)^{0.145}$ 이었으며 그 밖의 자세한 물성 데이터는 Table1 에 나타낸 것과 같다.

Table 1 Material Properties of SGARC440 1.0t

해석강종 [SGARC440]				
인장 Curve Fitting			FLD_0	Thick' [mm]
σ (Mpa)	K(MPa)	n		
374.007	726.19	0.145	0.256	1.0
R				Friction
R ₀	R ₄₅	R ₉₀	R bar	
0.933	0.792	1.217	0.034	0.18

2.3 S-레일 치수 측정 위치

강관의 S-레일 성형 특성을 정량화하기 위하여 시험 후 Fig.4 에 나타낸 것과 같은 위치에 대해 S-레일 성형품의 외곽선의 유입량과 3 차원적인 스프링백을 측정하였다. 측정된 유입량과 스프링백 거동으로부터 성형품에 발생한 변형량을 간접적으로 추정할 수 있다. 추가적으로 S-레일의 5 개 단면에서 두께 분포를 측정하여 비교하였다.



(a) measuring points for (b) measuring sections for edge draw-in spring-back data
 Fig. 4 Measuring locations of the edge draw-in and spring-back data



Fig. 5 S-rail tryout for case1 and case4

3. S-rail 성형 결과

여기서는 S-레일 성형 시험 중에서 Fig. 3 의 case4(rectangbead_r3.5)에 대한 결과만을 나타내었다. 구체적으로 Fig. 6 에는 유입량, Fig. 7 에는 스프링백양, Fig.8 에는 두께 분포를 각각 나타내었다.

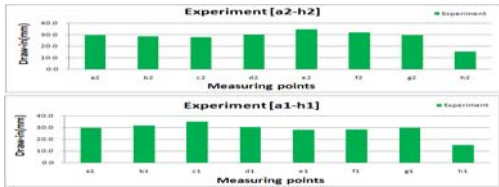


Fig. 6 Comparison of edge draw-in distribution

유입량의 경우 Fig. 6 에 나타낸 것과 같이 각각의 위치에 따른 차이를 비교하였다. 스프링백의 경우 S-레일 성형품을 역공학 방식으로 측정하여 스프링백양을 정량화하였다. 치수 측정을 위하여 일반적으로 측정구(C/F)를 사용하나 본 연구에서는 측정구를 활용하지 않아 자중치짐 등은 고려하지 못하였다. 이렇게 정량적으로 측정된 스프링백 결과를 Fig. 7 에 나타

내었다. 한편 S-레일 성형품의 각 단면에서의 두께 분포는 Fig.8 에 나타낸 것과 같았다. 이상의 시험 결과들은 440Mpa 급 강관의 성형 특성을 보여주는 기초 자료로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 유한요소해석의 신뢰성 검증 자료로도 이용될 수 있을 것이다.

POINT	A'	B'	C'	D'	E'
Before	0	0	0	0	0
After	0.57	1.16	1.09	0.48	1.38
POINT	A	B	C	D	E
Before	0	0	0	0	0
After	1.24	0.96	1.01	1.42	0.5

Fig.7 Comparison of springback distribution

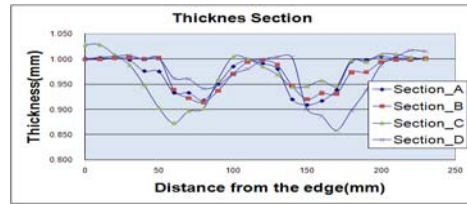


Fig. 8 Comparison of thickness distribution

4. 결론

440Mpa 급 강관을 사용한 S-레일 성형 시험으로부터 다음의 결과를 알 수 있었다.

- (1) 트림공정 전의 스프링백을 확인한 결과 드로우비드가 없을 때보다 드로우비드가 있을 경우 스프링백 양이 급격히 감소하였다.
- (2) 트림공정이 없는 성형공정에서 스프링백의 거동을 정확하게 예측하기 위해서는 3 차원 형상의 드로우비드를 사용한 유한요소해석이 효과적이다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 “자동차 핵심부품 생산기반공정 플랫폼 기술” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김세호, “440MPa 급 차체부품 프레스성형 지원 CAE 표준 D/B 구축,” 한국자동차공학회, 117-135, 2009.
2. Benchmark Numisheet 2008, “S-Rail Benchmark,” Proceedings of the 7th Int. Conference on Numerical Simulation of 3D sheet Metal forming Processes, Numisheet'08, 2008.