

HINGE STRAP 다수 동시 성형 시스템 개발을 위한 Squire tube의 Roll 성형해석에 관한 연구

The Study on the Roll bending simulation for the Squire tube to Develop the HINGE STRAP forming system

*#장성호¹, 신광호¹

*S. H. Chang(shchang@kitech.re.kr)¹, K. H. Shin¹

¹ 한국생산기술연구원 금형성형연구부

Key words : Hinge strap, Squire tube, Roll bending, Springback

1. 서론

자동차용 부품인 Hinge strap은 자동차 트렁크 도어를 지지하고 개폐할 때 쓰이는 Decklid hinge ASM.의 핵심 구성 부품으로 현재 중소형 자동차용으로 일부 적용되고 있으며, Fig.1에 개발 대상 모듈의 부품들을 보여 주고 있다. 아래 그림에서 ①번 그림이 본 연구의 개발 대상 부품인 Hinge strap이다. Fig.2는 시스템 개발 전 Hinge strap 제작 공정을 보여주고 있다. 이러한 공정에서의 문제점은 형상 불량 과다로 인한 완성차 트렁크 조립 장애로 인한 전수 교정작업 및 불량폐기로 인한 손실이 발생하였고, 이러한 형상 불량 과다의 원인으로는 첫째, 2개의 사각파이프(square tube)를 밀착시켜 동시 투입에 따른 형상 압축 상호 작용에 따른 변형 불균일에 의한 것과 둘째, 유압 모터 방식의 벤딩 성형에 따른 구간별 속도 일정으로 성형 후 변형(Springback) 제어에 어려움이 많다는 것이다.

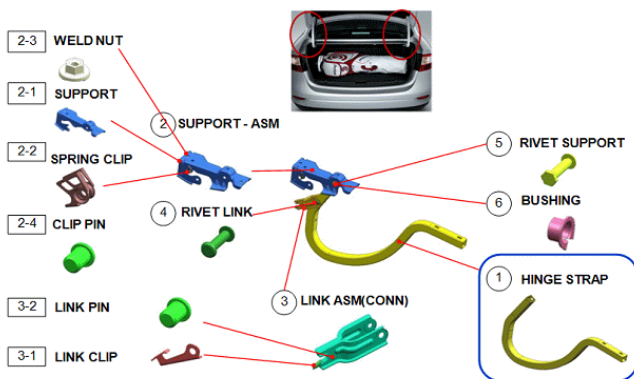


Fig. 1 Decklid hinge ASM.

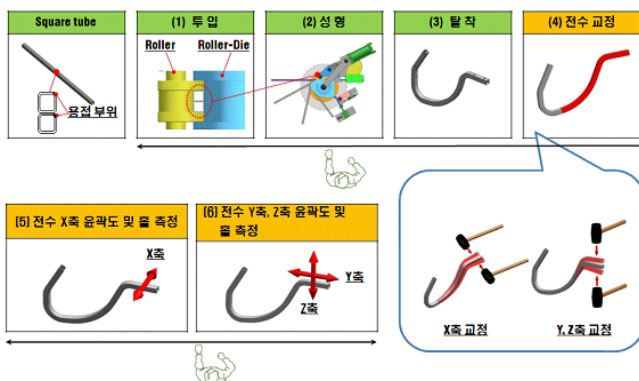


Fig. 2 Hinge strap forming process (at present)

본 연구에서는 기존 공정에서 2개 맞대고 동시 성형하는 시스템을 개선하여 생산성 향상을 위해 3개를 별도의 공간에서 동시 성형할 수 있는 시스템을 구축하고 불량률 저감을 위해 MSC Marc 해석 code를 활용한 엔지니어링 기

법을 적용하여 롤러 가압 유압펌프의 용량 선정을 위한 예측 해석 및 롤벤딩 성형 해석 후 스프링백 해석을 연속 수행하여 효과적인 Hinge strap 다수 동시 성형 시스템 개발 지원하고자 하였다.

2. 소재 물성 시험

먼저, 성형 해석을 위한 소재 물성 데이터 확보를 위해 다음과 같이 모재와 용접부에 대한 인장시험을 수행하였다. 롤벤딩에 사용되는 사각 파이프는 모재인 냉간압연강판(SPCC 1.6t)을 롤포밍 공정으로 원형으로 가공하고 이음부를 고주파 용접을 통해 관 형태로 완성하며 이후 사이징(sizing)을 통해 최종적으로 사각 형태로 제작한다. 따라서, 정확한 해석을 위해 모재와 용접부에 대한 인장시험을 각각 수행하여 각각의 유동응력식을 유도하였다.

인장시험편은 모재의 경우 KB B 0801 13B 호 규격에 따라 제작하였다. 그리고 용접부의 경우에는 ASTM E 8M subsize 규격을 참고로 하였고, 열영향부를 고려한 인장시험편 직선부 폭을 결정하기 위해 사각 파이프의 절단면에 대한 경도 시험을 수행하였다. Fig.3에서 경도 시험편과 경도 시험 결과를 보여주고 있다. 결과 그래프에서 보는 바와 같이 용접선 중심에서 좌우로 약 3mm 영역까지 용접열에 의해 재료가 단단해졌음을 알 수 있었고, 이를 바탕으로 용접부 물성 평가를 위한 인장시험편의 직선부 폭(w)은 6mm 결정하여 제작하였다.

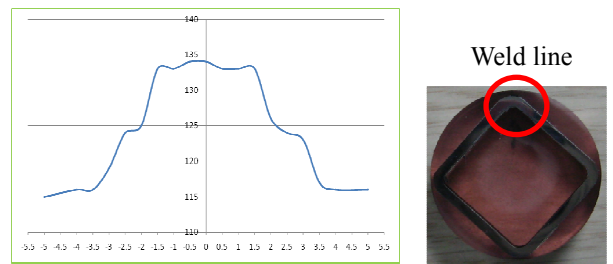


Fig. 3 Test results of the hardness around the weld-line

Fig.4와 Fig.5에는 모재와 용접부의 인장시험결과 곡선을 보여주고 있다. 이러한 결과로부터 소성이론식을 적용하여 얻어진 값을 성형 해석시 재료 물성 입력값으로 적용하여 수행하였다.

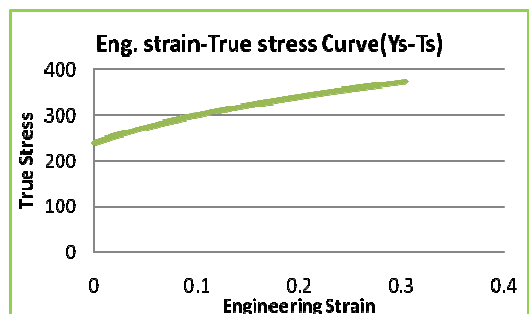


Fig. 4 S-S curve for the sheet of SPCC 1.6t

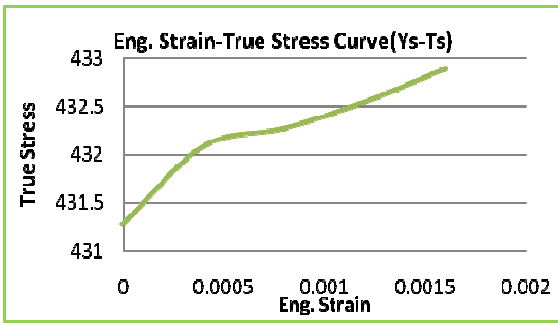


Fig. 5 S-S curve for the weld-line including HAZ

3. 성형 및 스프링백 해석 결과

모재와 용접부의 유동응력식을 통해 사각 파이프에 대한 Roll bending 공정에 대한 성형 해석과 스프링백 해석을 수행하였다. Fig. 6 는 성형 시스템에 대한 3D 모델과 해석을 위한 모델을 보여주고 있다.

롤 벤딩 공정은 롤러 다이가 고정되어 있고, 롤러 다이에 링크 방식으로 롤러가 연결되어 있으면서 서보 모터를 이용하여 롤러 다이 주위를 롤러가 반시계 방향으로 회전하는 방식으로 설계되었다. 롤러는 유압펌프에 의해 가압되며 유압펌프의 용량을 결정하기 위해 롤러에 발생하는 Body force 를 예측하였다. Fig. 7 은 강체인 Roller 의 전공정 5 steps 에서 받는 Body force 결과를 보여주는 결과이다. 여기에서 최대 하중은 4,460 kgf 로 예측되었다.

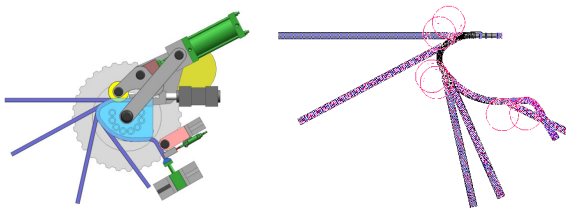


Fig. 6 3D roll bending system model and the Simulation mesh model for the roll-bending process

Table 1 Roll bending process time

Bending step	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	Total
Bending time (sec)	1	5	0.5	3.5	5	15

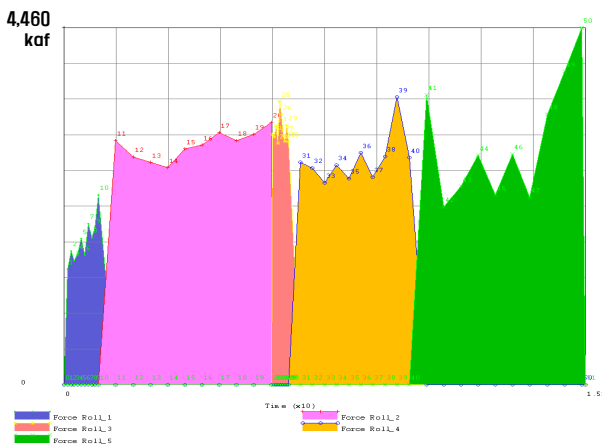


Fig. 7 Predicted results for the Body force of roller

그리고, 성형 해석 후 스프링백 정도를 예측하기 위한 해석을 수행하였으며, 그 결과를 Fig. 8 에 나타내었다. 결과로부터 스프링백 발생 전후 해석 결과를 비교하기 위해 동일 node 인 node A 와 node B 의 위치를 node A 를 기준으로

하였을 때 node B 의 위치는 (x, y, z) 좌표로 이동 정도는 (12.532, -8.7802, 0.5719)이었다. 이를 바탕으로 롤러 다이의 형상을 수정 설계하여 1 차 시스템을 설계 제작 중에 있으며, 향후 수정된 형상으로 해석을 다시 수행하여 그 결과를 1 차 시스템에 의해 제작된 시제품 형상과 비교 검토할 예정이다.

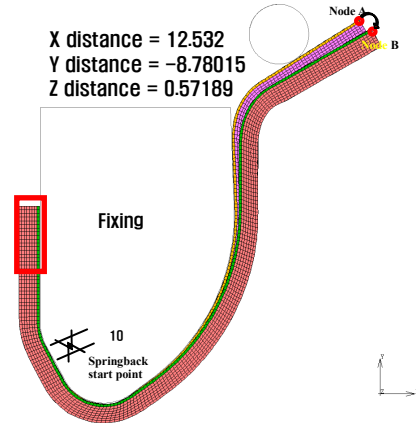


Fig. 8 Comparison of the deformed shape before springback with after springback

4. 결론

지금까지 Hinge strap 성형 시스템 개발을 위해 FEM code 를 이용하여 롤 벤딩 성형 해석 및 잔류응력에 의한 스프링백 해석을 통해 시스템의 핵심 요소인 유압펌프 용량 및 스프링백 정도를 예측하였다. 향후 시스템 제작 후 시성형품과 해석결과의 비교 검토 연구를 계속할 예정이다.

후기

본 연구는 한국산업단지공단, 남동단지혁신클러스터 추진 사업인 현장맞춤형 기술개발 사업의 연구 일부를 발표된 것이며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- 황범철, 배원병, 김철, "비틀림 진동감쇠기용 슬리브 스프링의 제조 공정 해석," 한국 정밀공학회지, 26, 94-101, 2009.
- Hu, W. and Wang, Z. R., "Theoretical Analysis and Experimental Study to Support the Development of a More Valuable Roll-bending Process," International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 41, No. 5, pp. 731-747, 2001.
- Lin, Y. H. and Hua, M., "Influence of Strain Hardening on Continuous Plate Roll-bending Process," International Journal of Non-linear Mechanics, Vol. 35, No. 5, pp. 883-896, 2000.
- Lange, K., "Handbook of Metal Forming," McGraw-Hill, pp. 19.3-19.7, 1985.