

승합차 시트용 고강도 롱레일을 위한 롤포밍 성형기술 개발 Development of the Roll Forming for High Strength Long Rail

*#배원락¹, 심보경¹, 조용², 정창식³

*#W. R. Bae(wrbae@ghi.re.kr)¹, B. K. Shim¹, Y. Jo², C. S. Jung³

¹(재)경북하이브리드부품연구원, ²한국수자원공사, ³(주)금강 기술연구소

Key words : High Strength steel, Roll Forming, Long Rail

1. 서론

본 연구의 대상 제품인 자동차 시트용 슬라이딩 레일(sliding rail)은 시트 이동이 가능한 모든 차량에 적용되는 부품으로서 자동차 시트 어셈블리의 하단과 조립되어 시트의 전후 이동을 지지하는 부품이다. 일반적으로 승용차에는 길이 450 mm 가량의 짧은 레일이 설치되고 있으며, 승합차의 경우에는 운전석과 조수석을 제외한 일반 승객석의 전후 이동은 불가능하였다. 그러나 최근 승합차에도 승객석의 전후 이동을 통하여 승차 공간 또는 적재 공간을 효율적으로 확보할 수 있는 다양한 시트 배리어이션 기능이 추가되고 있다. 최근 출시되고 있는 승합차의 경우 일반적인 승차모드 외에도 화물적재모드, 승강모드, 대항대좌모드 등 다양한 시트 레이아웃을 전개할 수 있으며, 이러한 시트 배열 기능은 승객의 탑승부터 화물의 적재, 고품위 리무진 수준의 안락성 제공 등 다양한 범위의 수요를 가지고 있는 승합차량의 필수 기능으로 인식되고 있다. Fig. 1은 승합차의 시트 슬라이딩 구조의 예를 보여주고 있으며, 다양한 시트 레이아웃의 구현을 위해서는 일반 승용차나 기존의 승합차보다 훨씬 폭넓은 시트의 위치 이동이 가능해야 한다. 따라서 최근 출시되는 승합차의 경우에는 일반 승객석에도 시트 슬라이딩 기구가 설치되어 있으며, 좌석의 전후 이동 거리 역시 대폭 증가되고 있는 추세이다.



(a) Seat Lay-out (b) Arrangement of Sliding Seat

Fig.1 [그림 2] Sliding Seat of Van

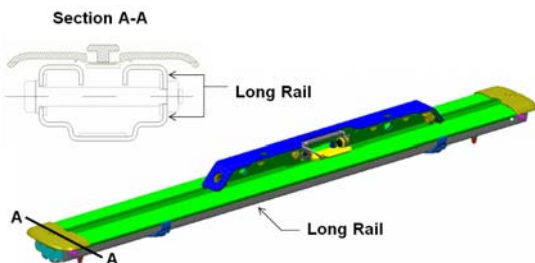


Fig. 2 Sliding Rail Assembly for the Van seat

시트 어셈블리의 직선 슬라이딩 운동을 지지하는 역할을 하는 슬라이딩 레일의 경우, 기존 승용차에는 일반적으로 500 mm 내외의 부품이 장착되고 있지만 최근 출시되는 승합차에는 길이가 500~2,000 mm 범위의 부품이 장착되고 있으며 이러한 긴 슬라이딩 레일을 롱레일(long-rail)이라 한다.

승합차용 시트의 레일 어셈블리 형상을 Fig. 3에 나타내었으며, 롱레일은 그림에 별도로 명칭을 표기하였다. 그림에 나타난

바와 같이 제품 상면에 시트가 조립되어 레일을 따라 직선 운동을 하게 된다. 따라서 슬라이딩 롱레일에 요구되는 가장 중요한 검사 항목으로서 제품 단면의 형상 정밀도와 진직도, 시트 및 차체와의 조립 시 활용되는 각종 조립 홀의 위치 정밀도, 그리고 강도를 꼽을 수 있다.

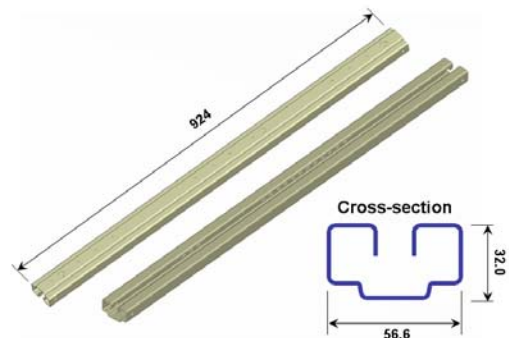


Fig. 3 Cross-Section of the Long Rail

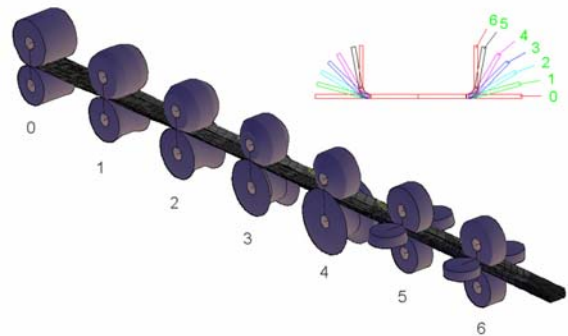


Fig. 4 Processes of Roll Forming

현재 길이 500 mm 이하의 짧은 레일의 경우에는 프레스 성형을 통하여 생산되고 있지만, 단순한 단면 형상에만 적용이 가능하며 생산 효율성이 떨어진다.

반면, 롤 포밍(roll forming) 성형 공정의 경우 Fig. 4에서 보듯 연속적인 공정이어서 레일의 길이에 무관하며 생산 효율성이 높을 뿐만 아니라 복잡한 단면형상에도 적용이 가능하다. 현재 출시되고 있는 신형 승합차량에 장착되고 있는 롱레일 제품 역시 롤 포밍 공정으로 생산되어 수입된 제품들이다.

롤 포밍 공정은 평판을 다수 개의 롤을 통과시켜 단계적인 변형을 가하여 원하는 단면 형상을 갖는 제품으로 성형하는 공정으로서 복잡한 단면 형상을 갖는 판재의 대량생산에 사용된다. 일반적으로 “U”자형과 같이 비교적 단순한 형상의 경우에도 10 단계 이상의 성형이 필요한 것으로 알려져 있으며, 실제 생산 현장에서는 성형 단계수가 20~30단에 이르는 롤 성형기가 사용되고 있다. 롤 포밍 공정의 핵심 기술은 성형 롤의 적절한 배치와 설계이며, 공차와 스프링백(spring-back), 판재의 찢어짐, 버클링(buckling) 등이 고려되어 설계가 되어야 한다. 만약, 양산 시 적절한 성형조건이 설정되지 못하면 판재의 휘어짐, 치수 오차 등의 불량 발생할 수 있다. 롱레일 제품의 경우 두께가 1.8~2.0 mm 범위로 비교적 두꺼운 편에 속하여 굽힘 성형 시 탄성복원을 고려한 롤의 설계가 요구되며, 적절한 공정조건의 설정을 통하여 상대물과의 조립을 위한 조립 홀(hole)의 치수 정밀도가 허용

공차를 만족시켜야 한다.

따라서 본 연구에서는 부품의 국산화와 높은 수준의 성형기술 확보가 가장 중요한 목적으로서 자동차 시트용 슬라이딩 롱레일의 롤 포밍 기술을 개발하여 자동차 시트용 슬라이딩 레일을 제작하고자 한다.

연구는 아래와 같이 크게 3단계로 나누어 진행예정이며, 본 논문에서 롤 포밍 설계와 성형해석에 적용에 대하여 기술하고자 한다.

- (1) 롤 포밍 설계기술 습득 및 시제품 제작
- (2) 장비 도입에 의한 최종 시제품 제작 및 생산기술 습득
- (3) 공정조건 최적화 및 양산적용

2. 롤 포밍 설계

롱레일 성형을 위한 롤 다면 형상은 1차 시제품에서는 장비 스펙 및 고강도 소재임을 고려하여 25단으로 설계되었다. Fig. 5는 플라워도(Flower ratio)-단계별 성형량-에 따른 단계별 다면 형상을 나타내었다. Fig. 6은 다면 형상에 따른 금형 형상을 보여주며 롤 단계별 피딩 치수와 상세치수는 주요 공정 변수이기에 본 논문에서는 표기하지 아니하였다.

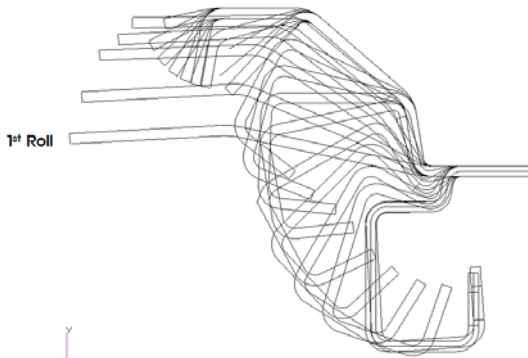


Fig. 5 Cross Section by the Roll Processes

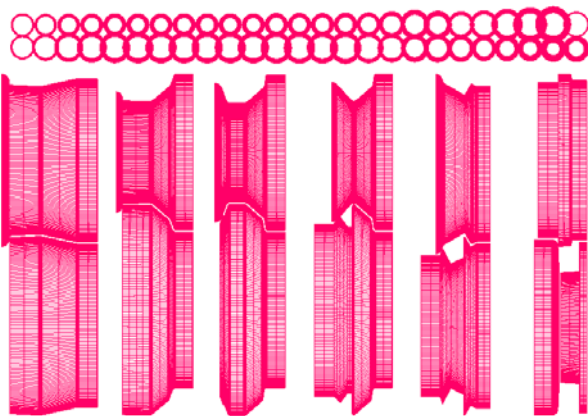


Fig. 6 Die shape by the Roll Processes

3. 롤 포밍 해석

롤 포밍 해석은 비선형 접촉해석을 위한 상용프로그램인 MSC.Marc를 사용하였으며 재료 물성치는 시작품 제작을 위하여 국내 소재와 외산 소재를 직접 인장시험을 실시하여 획득하였으며 Table 1과 fig. 7에 나타내었다.

Table 1 Mechanical Material properties of SPFC980

Yield Strength	980 MPa
Young's Modulus	210GPa
Poisson ratio	Poisson 0.3

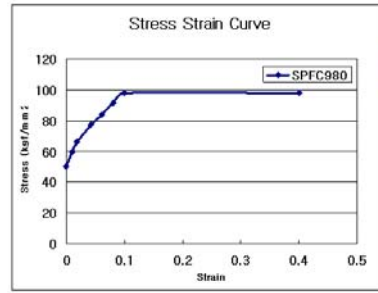


Fig 7 Strain-Stress Curve of SPFC980



해석에 모델은 변형 후 형상을 고려하여 요소를 생성하였으며 Shell(Quad4)요소를 사용하여 모델링하였다

- 1) 요소수 : 4,400개, 노드수 : 4,545개 (Quad4)
- 2) 소재길이 : 1000mm, 소재 두께 : 1.8t

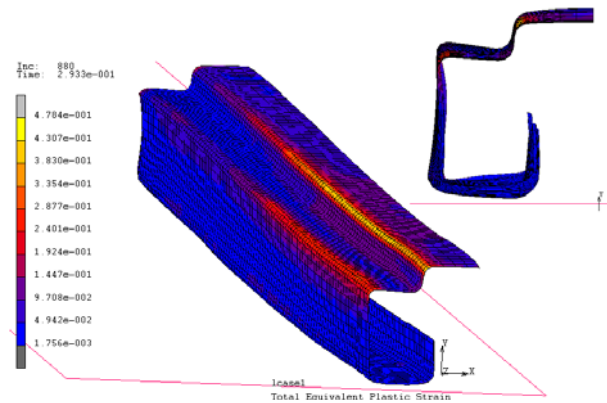


Fig. 8 Equivalent Plastic Strain Distribution



Fig. 9 Proto Sample of Long Rail

Fig. 8은 성형 해석 후 변형을 분포도를 나타내고 있다. 실제 제품과 비교하였을 경우 아직 많은 차이가 발생하나 해석 조건 변경 및 실제 공정에서 공정 완료 후 교정 작업을 실시하는 것을 고려하면 성형 완성도를 판단하는 데는 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 그러므로 향후에는 현재 고려되고 있는 40단 성형 및 강건한 모델을 완성하기 위하여 실제 공정과 지속적인 비교 수정을 통하여 수학적 모델을 완성 시킬 예정이다.

후기

본 연구는 중소기업기술개발지원사업 “승합자동차 시트용 슬라이딩 롱레일의 롤포밍 성형기술 개발”의 연구결과 중 일부를 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Prof. Dr.-lig. D. Schmoekkel, B. Sitzmann, "Integration of The FE-Simulation in A Planning System For Roll Forming"
2. 이택성, 김건완, "스테인리스 슬라이드 레일의 정밀 롤 포밍을 위한 유한요소해석", 한국정밀공학회지, 26, 96-103, 2009.