

경량 범퍼 백빔의 웰드라인 제거를 위한 런너시스템 및 제품 설계

Design of Runner System and Product to Remove Weldlines of Lightweight Bumper Back Beam

*#안동규¹, 박근성²

*#D. G. Ahn¹(smart@chosun.ac.kr), K. S. Park²

¹조선대학교 기계공학과, ²㈜캡스

Key words : Bumper back beam, Design of runner system, Design of product, Removal of weldlines

1. 서론

자동차의 무게 감소와 소재의 재활용을 위하여 플라스틱 범퍼 시스템의 개발이 두드러지고 있다. 플라스틱 범퍼 시스템을 구성하는 부품 중 후방 보(Back beam)는 자동차에 추가되는 충격에너지를 굽힘변형으로 흡수하여, 자동차와 운전자로 전달되는 충격에너지를 최소화 시키는 주요 부품이다.¹ 사출성형 제품내 발생하는 웰드라인(Weldline)은 정/동하중하에서의 제품의 기계적 특성을 감소시킨다. 자동차용 플라스틱 범퍼 후방 보에 웰드라인이 발생할 경우, 차대차 또는 차대인 충돌에서 범퍼의 성능과 흡수 가능 충격 에너지가 현저 떨어진다.² 웰드 라인 은 사출성형 금형의 런너시스템과 제품 설계에 매우 의존적이다.^{3,4} 본 연구에서는 TPO (Thermoplastic polyolefin) 재료로 사출 성형하여 제작되는 경량 플라스틱 범퍼의 웰드 라인 제거를 위하여, 3 차원 사출성형 해석으로 금형내 런너시스템과 제품내 오버플로우 (Overflow) 를 설계하고자 한다.

2. 런너시스템과 오버 플로우 설계 및 사출성형 해석

본 연구의 대상인 TPO 재료로 사출성형 되는 범퍼 후방 보는 상단부와 하단부가 진동 융착으로 접합된 구조이다. 하중과 충격 에너지는 대부분 하단부에 의하여 지지/흡수 된다. 초기 설계된 범퍼 후방 보에 대한 진자

충돌 시험시 하단부 중앙의 웰드라인 발생으로 인한 후방 보의 파손과 규격 불만족이 발생하였다. 또한, 초기 설계에 대한 3 차원 사출성형 해석 결과 중앙부의 게이트와 런너에서 수지의 역류가 발생하였다.

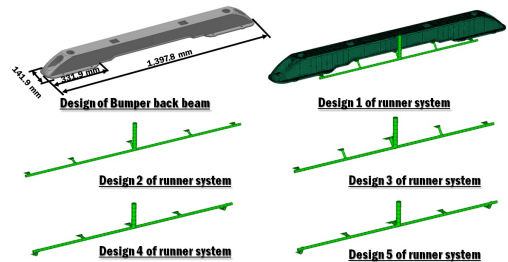


Fig. 1 Design of bumper back beam and design alternatives of runner system (bottom part)

수지 역류와 웰드라인 발생을 최소화하기 위하여 Fig. 1 과 같이 기존 설계(Design 1)를 수정하여 추가적인 4 가지 런너시스템 설계안을 도출하였다. Design 2 에서는 초기 런너 시스템 설계에서 게이트의 위치를 변경하였다. Design 3 에서는 Design 1 에서 중앙부 런너의 직경을 12 mm 에서 15 mm 로 증가시키고 게이트 폭을 2 배로 증가 시켰다. Design 4 에서는 Design 1 에서 연결 런너부의 위치를 수직 방향으로 25.6 mm 이동 하였다. Design 5 는 Design 3 과 Design 4 를 결합하여 도출하였다. 또한, 런너시스템 설계에 의하여 제거되지 않는 과도한 웰드라인들을 제거하기 위하여, 오버 플로우⁴ 를 제품내 다섯 곳에서 부가하였다.

3 차원 사출성형해석을 통하여 5 가지 런너 시스템과 오버 플로우가 부가된 제품 설계에 대한 유동 및 웰드라인 생성 특성을 분석하였다. 3 차원 사출성형해석에서는 MOLD FLOW V6.1 을 사용하였다.

4. 결과 및 고찰

사출성형해석 결과 금형 케비티내 수지의 충전 특성 및 제품 내부의 공기 트랩(air trap) 발생부는 런너시스템 설계와 관계없이 거의 비슷하게 나타났다. Design 2 경우 초기 설계 (Design 1) 보다 웰드라인 개수와 발생 영역이 증가되는 것을 알 수 있었다. 또한, 접촉각이 180° 인 과도한 웰드 라인들이 30-40 % 이상 증가하는 것을 알 수 있었다. Design 3, 4 및 5 의 경우 초기 설계보다 웰드라인이 적게 발생하고 과도한 웰드라인의 개수 감소하였다. 특히 Design 5 의 과도한 웰드라인 개수가 가장 적게 나타나고, 길이가 긴 웰드라인의 발생도 가장 적었다. 이 결과를 이용한 적절한 런너시스템 설계로 Design 5 를 선정하였다.

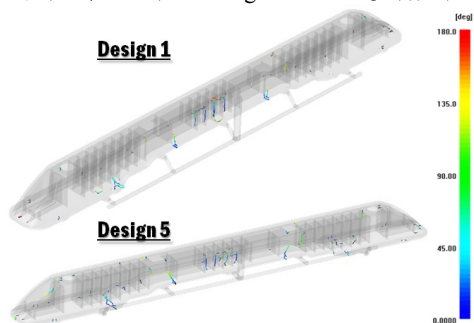


Fig. 2 Variation of the weldline formation according to design alternatives

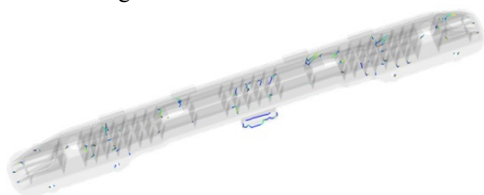


Fig. 3 Design of overflow and the formation of weldlines in overflow

Design 5 의 런너시스템 설계에서도 제품 중앙부에 다소 과도한 웰드라인이 남아 있었고, 좌/우 선단부에도 길이가 긴 웰드라인들이

남아 있음을 알 수 있었다. 그래서 제품의 중앙부와 좌/우 선단부에 Fig. 3 과 같은 오버 플로우를 설계/부착 하였다. 이 오버 플로우는 범퍼 후방 보의 제작 후, 제거하는 것으로 하였다. 오버 플로우가 부착된 경우 중앙부 웰드라인과 선단부에 생성되었던 웰드라인들 중 많은 개수가 오버 플로우로 이동하여 생성되는 것을 알 수 있었다. 특히 중앙부에 생성된 다소 과도한 웰드라인들이 중앙부 오버 플로우로 이동 하는 것을 확인 할 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 사출성형해석을 이용하여 제품내 웰드라인이 최소화 되는 플라스틱 범퍼 후방보의 런너시스템과 제품내 오버플로우를 설계에 대한 연구를 수행하였다. 해석 결과 초기 런너시스템 설계 보다 중앙부 런너의 직경을 3 mm 증가시키고 게이트 폭을 2 배로 증가 시켰으며, 연결 런너부의 위치를 수직 방향으로 25.6 mm 이동한 Design 5 를 적절한 런너시스템 설계로 선정 하였다. Design 5 에서도 잔존하고 있는 중앙 및 좌/우 선단부 웰드라인들을 제거하기 위하여 다섯곳의 오버 플로우를 설계하여 제품내에 부착하였다. 그 결과 중앙부의 웰드라인들이 오버 플로우로 많이 이동하는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Marzbanrad, J., Alijanpour, M., and Kiasat, M., "Design and Analysis of an Automotive Bumper Back Beam in Low-speed Frontal Crashes," *Thin-Walled Structures*, **47**, 902-911, 2009.
2. 황시현, 김철규, 지성대, 김명기, 문영배, 정영득, "자동차범퍼의 사출성형 해석결과와 실제 성형품의 비교 연구," 한국정밀공학회 2006 년도 춘계학술대회 논문집, 357-358, 2006.
3. Park, C. H., Pyo, B. G., Choi, D. H., and Koo, M. S., "Design Optimization of an Automotive Injection Molded Part for Minimizing Injection Pressure and Preventing Weldlines," *Transactions of KSAE*, **19**, 66-72, 2011.
4. Malloy, R. A., "Plastic Part Design for Injection Molding-An Introduction," Hanser, 66-72, 1994.