

보론강을 이용한 경량 리어 범퍼 임팩트빔의 충돌 안전 설계 및 해석 Crash Safety Design and Simulation of Automotive Rear Bumper Impact Beam for Light-Weight Using Boron Steels

*김기주¹, 원시태², 이학주³, 최병익³, 김경식³

*K. J. Kim¹(kjkim@seojeong.ac.kr), S.-T. Won², H. J. Lee³, B.-I. Choi³, K. S. Kim³

¹서경대학 자동차과, ²서울산업대학교 금형설계과 ³한국기계연구원 나노역학팀

Key words : Automotive Body, Rear Bumper Impact Beam, Safety, Crush Simulation, Light-Weight

1. 서론

본 연구에서는 자동차 경량화의 일환으로 자동차용 리어 범퍼 임팩트빔의 구조적(구성설계부품 설계변경)인 측면과 보론(Boron)강으로 소재의 재질을 변경하였을 때의 정면 및 오프셋(off-set) 충돌 성능의 변화를 유한요소해석 기술로 고찰하여 경량화 가능성을 충돌 측면에서 심층 분석하였다.

2. CAE를 이용한 임팩트빔의 구조 인자 분석

Fig. 1에 범퍼 임팩트빔의 유한요소 모델 및 하중/경계조건을 나타내었다.



Fig. 1. Model and boundary conditions of bumper impact beam.

Fig. 2에 범퍼 임팩트빔의 설계 구조의 변화(스테이가 없거나 개수를 달리하여)에 따른 비틀림강성 해석결과를 비교하여 나타내었다. 오픈섹션에 비하여 스테이의 개수가 증가하는 것에 비례하여 비틀림강성이 증가하는 것을 확인할 수 있으며 임팩트빔의 뒤판을 완전히 밀폐시킬 경우 비틀림강성이 20배 이상 증가하는 것으로 나타났다[1].

3. 소재변경에 따른 경량화 및 충돌특성 분석

리어 범퍼 임팩트빔 소재는 기존 소재인 SPFC780(인장강도 780MPa)과 보론강(Boron steel; 인장강도 1500MPa)을 이용하였다. 고강도 소재를 채용하여 초기 설계모델인 밀폐형 섹션구조(□)를 오픈형구조(⊃)로 바꾸어 충돌 성능의 저하 없이 경량화가 가능할 지를 검토하였으며 충돌해석은

LS-Dyna 상용 프로그램을 이용하였다.

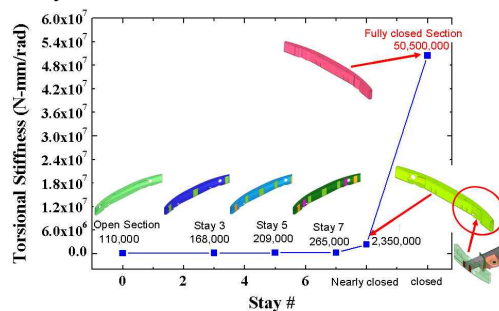


Fig. 2. Effect of stay portions on torsional stiffness[1].

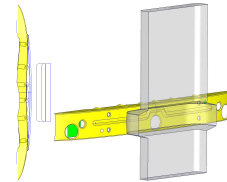
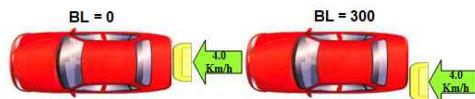
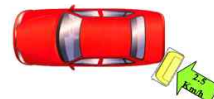


Fig. 3. FE-model for frontal crash simulation

Fig. 4(a)에 당 해석에서 사용한 충돌해석 조건을 나타내었는데, BL=0인 경우가 정면충돌을, BL=300인 경우가 오프셋충돌(Offset crush)의 하중충돌조건임을 표기한 것이며 Fig. 4(b)에 코너 임팩트 충돌조건을 나타내었다.



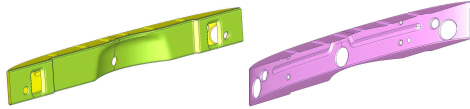
(a) longitudinal impact case



(b) corner impact case

Fig. 4. Impact conditions (speed and loading regions).

Fig. 5(a) 및 Fig. 5(b)에 밀폐형구조(口)를 갖는 SPFC780 소재 및 오픈형구조(ㄷ)를 갖는 보론강으로 모델링한 리어 범퍼임팩트빔을 나타내었다.



(a) with SPFC780 (b) with Boron steel
Fig. 5. Models of rear bumper.

밀폐형구조(口)를 갖는 SPFC780 소재의 리어 범퍼의 정면 충돌해석 후 시간에 따른 차량의 길이 방향 변위(X-direction)의 변화를 계산시 최대 침입양(intrusion)은 26.3 mm 이었다. Fig. 6에 보론강 소재의 Fig. 7과 같은 구조를 갖는 개선된 임팩트빔의 정면 충돌해석 결과를 나타내었으며 최대 침입양은 31.7 mm로 밀폐형구조(口)를 갖는 SPFC780 보다 높게 나타났다. 이는 Fig. 7과 같이 기존의 Boron steel 소재의 오픈형 범퍼에 스테이를 5개 추가하는 설계구조로 수정한 것이며 이의 변위변화(BL=300인 경우)를 Fig. 8에 나타내었다. 읍셋 충돌 해석결과 개선된 임팩트빔의 침입양은 35.3 mm로 밀폐형구조를 갖는 SPFC780 적용 임팩트빔의 침입양과 유사한 충돌성능을 갖는 것으로 나타났다. 상기 결과들을 Table 1(a), (b)에 정리하여 나타내었으며 본 논문에서의 설계변경으로 경량화 효과와 아울러 전방 및 읍셋 충돌 성능도 만족할 수 있는 개선 사례임을 알 수 있다.

4. 결론

밀폐형 섹션을 지닌 임팩트빔을 오픈형 섹션 구조형태로 설계 변경하여 임팩트빔의 소재를 보론강으로 교체 후 경량화 효과 분석과 함께 정면 및 읍셋 충돌특성을 모사하였다. 해석결과 5개의 스테이를 추가한 경우, BL=0인 경우 임팩트빔의 침입양은 21.2mm로 SPFC780 임팩트빔(口)과 비교해 99.4%의 값을 나타내었으며 BL=300인 읍셋 충돌의 경우 SPFC780 임팩트빔(口)과 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부의 21 세기 프론티어기술 개발사업의 일환인 '차세대소재성형기술개발사업단' 의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

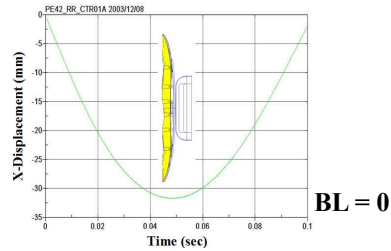


Fig. 6. Impact Intrusion of boron steel(5stays), (Max: 31.7 mm)

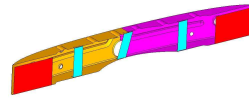


Fig. 7. Modified bumper impact beam as including 5 stays

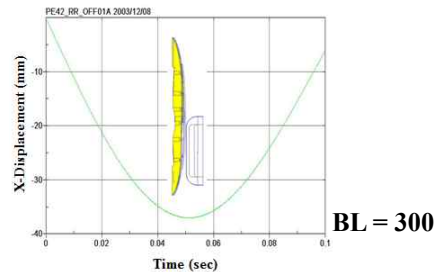


Fig. 8. Impact Intrusion of boron steel(5stays), (Max: 35.3 mm)

Table 1(a). Summary of analysis results and weight (BL=0).

Materials (Section)	Maximum Intrusion (mm)
SPFC780 (口)	26.2 (100%)
SPFC780 (ㄷ)	49.8 (190%)
Boron Steel (ㄷ)	38.3 (146%)
Boron Steel (5 stays)	31.7 (121%)

Table 1(b). Summary of analysis results and weight.

Materials (Section)	BL=300	Corner
SPFC780 (口)	33.6 (100%)	19.7 (100%)
SPFC780 (ㄷ)	-	-
Boron Steel (ㄷ)	42.9 (128%)	16.3 (83%)
Boron Steel (5 stays)	35.3 (105%)	16.0 (81%)

참고문헌

1. K. J. Kim, S.-T. Won, "Effect of Structural Variables on Automotive Body Bumper Impact Beam", Inter. J. of Auto. Tech. 9(6) 713-717 2008.