

<기술논문>

차대차 충돌시 차량형상에 따른 범퍼 손상성 평가에 대한 연구

이상제* · 정윤석 · 구도희 · 이문용

(주)성우하이텍

A Study on Estimate of Bumper Damageability about Vehicle Shape on Car to Car Crash

Sangje Lee* · Yunseok Jeong · Dohoi Koo · Munyong Lee

Sungwoo Hitech Co. LTD., 940-15 Yerim-ri, Jungkwan-myeon, Gijang-Gun, Busan 619-961, Korea

(Received 9 January 2006 / Accepted 6 April 2006)

Abstract : The present low speed crash regulations and RCAR test for insurance estimate do not tend to reflect car crash occurred on a road. Therefore, car makers are trying to readjust test standard be similar to a real situation. Passenger cars and SUV vehicles on the market will be subject to this study for car to car crash. In addition, we will discuss improvement of test methods for a low speed crash and direction of bumper design by performing this impact analysis.

Key words : Low speed crash(저속충돌), RCAR(세계수리기술연구위원회), Passenger car(승용차량), SUV(스포츠형다목적차량), Domestic market(국내시장), Impact analysis(충돌해석)

1. 서론

자동차 메이커들은 저속 충돌 안전법규 및 보험료 평가시험에서 좋은 결과를 얻기 위해 설계단계에서 미리 그 성능을 고려하고 제품에 반영하고 있다. 그러나 이와같은 노력에도 불구하고 보험사가 지급하고 있는 평균 수리비 지급금액은 매년 증가하고 있는 실정이다. 그 원인은 시험평가 조건과 실제 사고 상황이 다르다는데 있으며, 실제 사고시 충돌조건이 약간만 바뀌어도 매우 다양한 결과를 초래하기도 한다. 따라서 현재의 시험평가 기준을 실제와 가깝게 재조정하려는 움직임이 보험협회 뿐만 아니라 자동차 메이커에서도 보이고 있다.

현재의 RCAR(Research Council for Automobile Repairs, 세계수리기술연구위원회) 시험이나 IHS

(Insurance Institute for Highway Safety, 고속도로안전보험협회) 평가 기준을 보면, 실제 도로상의 충돌사고 현상을 제대로 반영시키지 못하는 부분이 있다. 그 중에서 차대차 충돌사고 시 빈번하게 발생하는 언더라이드(Underide)나 오버라이드(Override) 현상이 가장 심각하다. Fig. 1과 같이 언더라이드의 경우, 추돌하는 차량은 상대차량의 범퍼 하단으로 들어가기 때문에 후드의 꺾임과 라디에이터 손상, 램프 파손 등 고가의 패넬부품 및 조명장치에 큰 손상을 입힐 우려가 있다.

각국의 법규 시험도 상황은 마찬가지다. 우리나라의 경우 국내안전기준 제93조, 미국 FMVSS PART 581, 유럽은 ECE R42에 시험방법 및 성능 만족 기준을 각각 설정해 놓고 있다(Table 1, Fig. 2). 그러나 법규 제정연도가 오래되었고, 이곳에 명시된 시험조건만으로는 실제 도로에서 발생하는 차대차

*Corresponding author, E-mail: chunduck2@hotmail.com

간 충돌현상들을 제대로 표현하지 못하고 있다.^{1,4)}

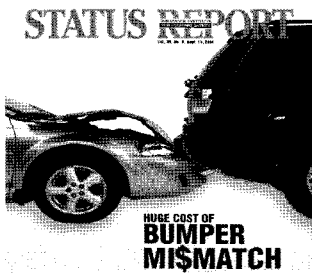
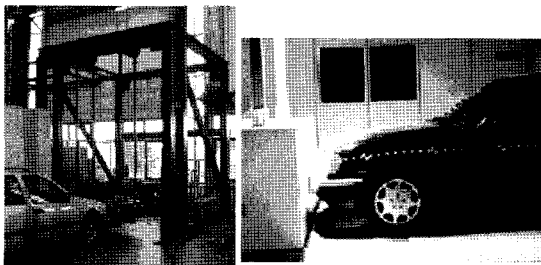


Fig. 1 범퍼 미스매치(Bumper Mismatch)에 의한 언더라이드 현상

Table 1 각국의 저속충돌 법규

국가	해당 법규	충돌 속도		
		Pendulum		Barrier
		정면	코너	
미국	FMVSS PART581	2.5MPH	1.5MPH	2.5MPH
캐나다	CMVSS 215	5.0MPH	3.0MPH	5.0MPH
유럽	ECE R42	2.5MPH	1.5MPH	없음
한국	국내안전 기준 93조	2.5MPH	1.5MPH	2.5MPH



(a) Pendulum test

(b) Barrier test

Fig. 2 저속충돌 시험 방법

본 연구에서는 실제 사고시 일어나는 범퍼 손상성을 좀더 현실화시키기 위하여 차대차간 충돌을 유도하고, 그에 따른 충돌해석을 수행함으로써 향후 저속 충돌시험 방법 개선 및 범퍼설계 방향에 대해서 논의해 보고자 한다.

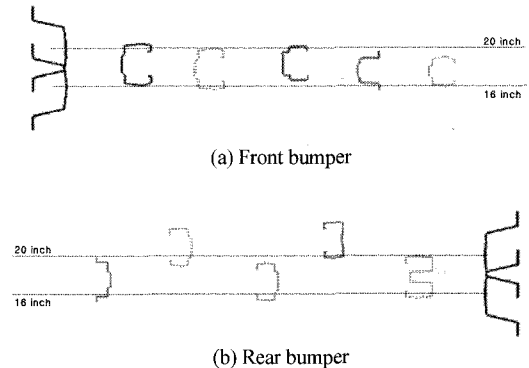
2. 본 론

2.1 범퍼빔 위치에 따른 영향

차량 충돌시 언더라이드와 같이 충돌편차가 발생하는 이유는 외관 디자인 및 급제동에 의한 노이즈

다이브(Nose dive) 현상과도 관련이 있지만, 그보다 범퍼 빔의 장착위치에 크게 좌우된다고 볼 수 있다. 따라서 차량들의 상대적인 범퍼 빔 위치를 살펴보면, 실제 충돌시 어떠한 영향을 미칠 것인가에 대한 예측이 가능하게 된다.

Fig. 3에 현재 국내 양산중인 승용 및 SUV 차량을 대상으로 범퍼 빔 위치를 충격 위치에 따라 나타내 보았다(강판 재질에 한함). 그림에서 보면, 프론트(Front)인 경우에는 충격위치가 각 차종간 큰 편차를 보이고 있지 않지만, 리어(Rear) 범퍼에서는 빔이 장착되는 위치가 일부 SUV 차량에서 크게 차이가 있음을 볼 수 있다.



(a) Front bumper

(b) Rear bumper

Fig. 3 국내 차량의 범퍼 빔 위치




우리나라의 자동차법규를 보면 범퍼가 지면으로부터 16~20인치 사이에 모두 장착되도록 승용차량의 범퍼 위치를 유도하고 있다. 이는 승용차량 간에는 적절하게 범퍼 매칭상태를 이루고 있다는 것을 의미한다. 범퍼가 서로 맞닿아 있기 때문에 차량 충돌이 발생하더라도 범퍼 빔에서 대부분의 충돌에너지를 흡수하고 기타 부품에는 큰 손상을 줄일 수 있는 것이다. 그러나 이와같은 법규 대상이 SUV나 픽업트럭 또는 미니밴 등에는 적용되지 않고 있기 때문에 이들 차량과 승용차량 사이에는 간혹 범퍼 미스매칭 상태가 발생하기도 한다. 이러한 문제가 실제 사고시에는 경미한 충돌이라 할지라도 높은 수리비 부담으로 이어지게 된다.^{5,6)}

2.2 차대차 충돌해석 수행

현재 국내 양산중인 범퍼 빔을 대상으로 실제 차

량간 충돌 시 손상성을 평가해 보기 위해 승용 대 승용, 승용 대 SUV 차량에 대해서 범퍼 충돌해석을 실시하였다. 충돌 속도는 현 법규 및 실제 저속 충돌상황을 고려하여 2.5MPH, 5.0MPH, 10MPH의 조건을 적용하였다. Table 2에 대상 차량의 중량 및 목표 성능, 범퍼 빔의 단면 형상 등을 나타내었다.

Table 2 차량별 중량 및 단면 형상

차량종류	준중형 승용	소형 SUV	대형 SUV
엔진배기량	1500cc	2000cc	2900cc
공차중량	1300 kg	1700 kg	2200 kg
충돌성능	CMVSS 215 (5MPH)	ECE R42 (2.5MPH)	IIHS (5MPH)
범퍼 재질	인장강도 80kgf	인장강도 80kgf	인장강도 120kgf
범퍼 단면			
	FR	FR RR	FR RR

본 해석에서는 시간 단축 및 해석 효율성을 감안하여 범퍼 커버를 제외시키고, 에너지 흡수재 (Energy absorber)와 범퍼 빔, 프론트 사이드 멤버의 일부만을 고려하였다. 승용차량과 SUV를 대상으로 각각 충돌 방법 및 속도를 달리하여 적용한 결과는 다음과 같다.

Fig. 4는 동일한 소형 SUV 두 대를 가지고, 한쪽은 고정시키고 다른 한쪽은 2.5MPH의 속도로 정면 충돌되는 상황을 설정하였다. 동일한 차량으로 실시한 이유는 동일 제작사 내에서의 범퍼 높이 매칭 상태를 우선적으로 검토해 보기 위해서이다. 해석 결과는 Fig. 5에 보이는 바와 같이, 프론트와 리어 범퍼 빔 사이의 높이차이가 심해 중심부에서는 미끌림 현상이 발생되었고, 코너부에서는 프론트측 고속 대응용 보강재에 의해 리어 범퍼 빔이 심하게 손상을 입는 결과를 초래하였다.

이와같이 동일 차량의 범퍼 매칭 상태가 프론트와 리어에서 큰 차이를 보이고 있다는 것은 자동차 메이커에서도 차대차간 저속 충돌 대응이 미흡하다는 지적이 될 수 있다.

다음은 대형 SUV의 리어 범퍼와 준중형 승용차의 프론트 범퍼 충돌시험을 진행하였다. Fig. 6은 도

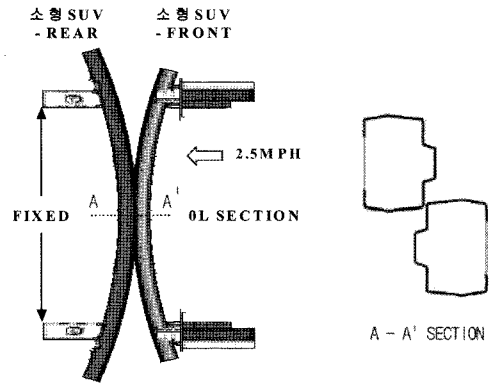


Fig. 4 충돌조건 및 0L 단면 (CASE1)

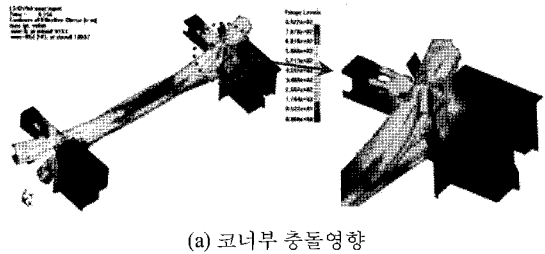


Fig. 5 CASE1 충돌해석 결과

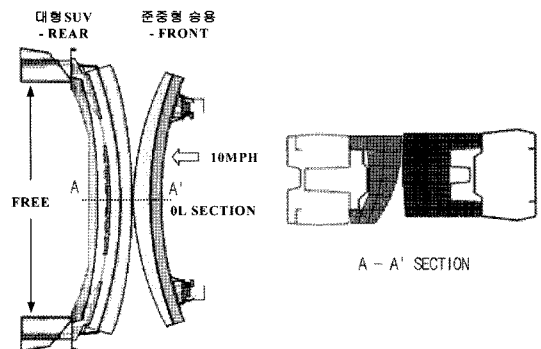


Fig. 6 충돌조건 및 0L 단면 (CASE2)

로상에 정지해 있는 SUV에 승용차가 10MPH의 속도로 부딪혔을 경우를 가정한 것이다. 이 경우, 범퍼 빔의 불균형에 의한 미끌림 현상은 없었지만,

범 자체적인 강도 및 소재 두께로 인해 승용차의 보강재 끝단 부위가 크게 변형되는 결과를 초래하였다. Fig. 7(a)는 충돌 전후의 범퍼 빔 변형형상이며, (b)는 충돌 중심부(OL)의 단면형상을 나타낸 그림이다.

가해 차량의 범퍼 빔이 충격에 의해 변형되면서 프론트 사이드멤버에도 영향을 미치는 것을 볼 수 있다. 범퍼 빔 중앙부의 꺾임 현상으로 인해 스테이 바깥쪽은 인장력을, 안쪽부분에서는 압축력을 받아 멤버가 경사지게 벌어지는 결과를 보였다.

실제 차량간 정면충돌에서 중심부와 중심부가 충돌하는 경우보다는, 운전자가 사고 순간 핸들을 돌리기 때문에 상대방의 차량과 빗겨 충돌하는 경우가 많이 발생된다. 따라서 Fig. 8의 CASE3 해석은 대형 SUV와 준중형 승용차간 40% 옵셋(Offset) 정면충돌을 나타낸 조건이며, 이때의 충돌속도는 5.0MPH로 설정하였다. 범퍼간 매칭 상태를 보면 SUV가 약 20mm 정도 높은 것을 알 수 있다.

Fig. 9와 같이 충돌접점 부위에서 SUV는 큰 변형이 없는데 반해, 승용차량은 전면부 함몰과 함께 빔 상하간이 벌어지는 결과를 보였다. 이런 경우와 같이 코너부의 변형이 많아지면 헤드램프 및 펜더의 손상정도가 심해져서 수리비용이 높게 책정되는 불리함이 있다.^{7,8)}

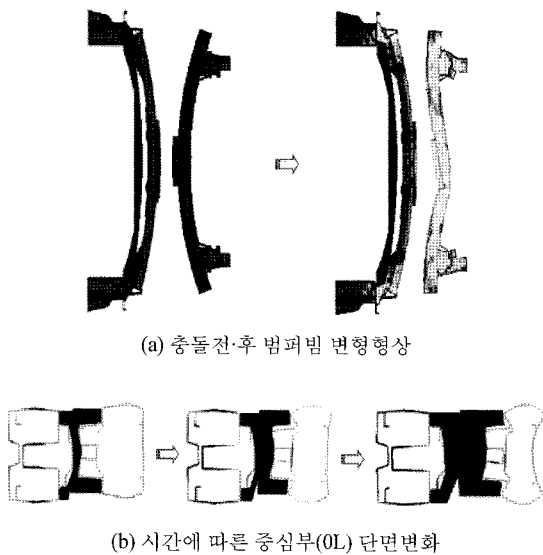


Fig. 7 CASE2 충돌해석 결과

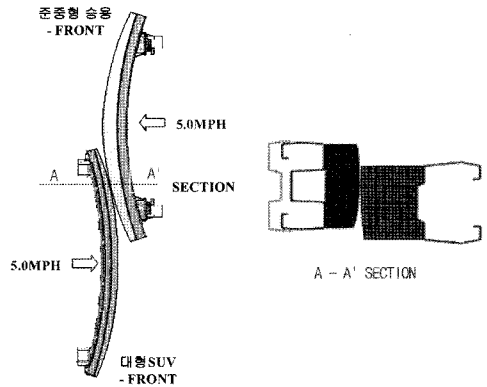


Fig. 8 충돌조건 및 OL 단면 (CASE3)

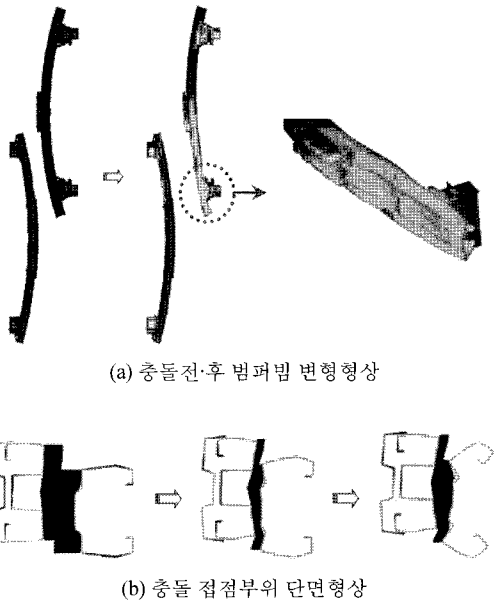


Fig. 9 CASE3 충돌해석 결과

3. 결론

본 논문에서는 과거의 규정된 지속 충돌 범규 시험 대신 실제 도로상에서 일어날 수 있는 차대차간 충돌을 고려하여 시험 조건을 구성하고, 그에 따른 충돌해석을 수행해 보았다. 그결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었으며, 향후 진행되어야 할 과제들을 정리해 보았다.

- 1) 기존 지속 충돌 시험 평가에 만족되는 범퍼라 할지라도 차대차 간 충돌시에는 큰 손상이 발생할 수 있음이 확인되었다. 따라서, 기존 범규의 시험 조건 강화 및 실제 차량 충돌에 맞는 새로운 평가

기준이 마련되어야 할 것이다.

- 2) 범퍼 코너부에 부착된 고속 충돌 대응용 에너지 흡수 보강재가 저속 충돌시에는 오히려 상대방의 차량에 큰 손상을 유발할 수도 있음이 확인되었다.
- 3) SUV 차량의 경우 범규항목에 적용되지는 않지만, 보험료 평가시험에 만족하기 위해서 차량중량 대비 범퍼 빔의 강도와 두께를 높이는 경우가 많다. 따라서 일반 승용차량과 충돌시 범퍼 빔의 높이차가 없다 하더라도 강도 차이에 의한 변형이 심각해질 수 있음이 확인되었다.
- 4) 차량의 범퍼 높이를 일정 범위 안에 들어오도록 설계 기준을 마련한다면, 충돌순간의 접촉이 범퍼끼리 이루어지기 때문에 차량 손상이 최소화되고 수리비 절감에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- 1) KART, RCAR 저속충돌시험기준 개정, 2004.
- 2) RCAR, SUV 차량의 손상성 수리성에 관한 연구, 2004.

- 3) JKC, 일본의 손상성, 수리성 연구활동, 2004.
- 4) J. H. Lim, I. S. Park and S. J. Heo, "A Study on Human Injury Characteristics and Vehicle Body Deformation with Car to Car Crash Test for Crash Compatability," Transactions of KSAE, Vol.13, No.6, pp.135-141, 2005.
- 5) 보험개발원, 세계각국의 자동차기술 연구 - 2004 RCAR 연례세미나 및 제 6회 한일 기술 교류회 발표자료, 2004.
- 6) I. S. Park, S. J. Heo and T. Y. Chung, "Damageability, Repairability and Safety of Vehicles at Low Speed 40% Offset Crash Test," Transactions of KSAE, Vol.7, No.9, pp.203-211, 1999.
- 7) J. H. Lim, I. S. Park and S. J. Heo, "A Study on Human Injury Characteristics with Car to Car Crash Test Car to Car Compatability," Spring Conference Proceedings, KSAE, pp.1160-1164, 2005.
- 8) Y. B. Chun and J. W. Lee, "Casestudy on Bumper Stay for Damageability & Repairability Improvement," Transactions of KSAE, Vol.13, No.2, pp.157-161, 2005.