

## 손상성·수리성 향상을 위한 범퍼 스테이 사례 연구

전 용 범<sup>\*1)</sup> · 이 종 원<sup>2)</sup>

보험개발원 부설 자동차기술연구소<sup>1)</sup> · 중앙대학교 기계공학부<sup>2)</sup>

### Casestudy on Bumper Stay for Damageability & Repairability Improvement

Youngbum Chun<sup>\*1)</sup> · Chongwon Lee<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Korea Automobile Insurance Repair Research & Training Center(KART),  
125-1 Susan2-ri Sulsung-myun Ichon-si, Gyeonggi 467-880, Korea

<sup>2)</sup>School of Mechanical Engineering, College of Engineering, Chung-ang University, Seoul 156-756, Korea  
(22 October 2004 Received / Accepted 5 January 2005)

**Abstract** : In the FY2003, the number of registered vehicles in Korea reached 14 million, which is 7.7% increase from the previous year. The increase of number of vehicles has caused a lot of social problem with enormous costs. The social costs related to the vehicles includes environmental costs resulting from pollution and scrapping of vehicles, those resulting from life-saving and repairing from car accidents and so on. There have been many efforts to reduce the social costs in many areas. As a part of the efforts, there are recent growing interests on the damageability & repairability in related industries.

In this study, we investigated the cases of two different types of bumper stay. Furthermore, we analyzed their effects on damageability & repairability and reduction of repair cost. So we found that if the manufacturers design new cars with good damageability & repairability, then the total repair cost in crash will be reduced.

**Key words** : Damageability(손상성), Repairability(수리성), RCAR(Research Council for Automobile Repairs : 세계자동차수리위원회), Bumper Stay(범퍼 스테이), Repair cost(수리비), Low speed crash test(저속 충돌 시험)

### 1. 서론

국내의 자동차 등록대수는 FY2003 현재 1,400 만대에 달하고 있으며, 이는 전년대비 7.7% 증가한 수치이다. 이렇듯 증가하는 차량으로 인해 발생하는 사회적 비용은 천문학적인 숫자에 달하여 사회적인 문제로 대두되고 있다. 이런 사회적 비용은 오염, 폐차 등에 따른 환경처리 비용, 차량 사고로 인한 인명구조 및 재산복구 비용 등 다양한 산업분야에 폭넓게 자리 잡고 있다. 이렇듯 많이 발생하는 사회적 비

용의 절감을 위하여 각 분야에서 다양한 노력이 진행되고 있으며, 최근 그 일환으로 손상성·수리성 분야에 대한 관련업계의 관심이 매우 높아지고 있다. 손상성이란 충돌로 인해 차량이 얼마나 덜 파손되는지를 나타내는 척도이고, 수리성이란 파손된 차량을 복원수리하기가 얼마나 용이한지를 나타내는 척도이다.<sup>1)</sup>

FY2002 국내의 수리비 총액은 약 1조 8,264 억원으로 전년대비 30% 큰 폭의 증가를 보였고 사고차량 1 대당 평균 수리비는 약 72 만원에 달하였다.<sup>2)</sup>

따라서, 자동차 제작사가 손상성·수리성의 개념을 신차 설계 당시부터 충분히 반영하여 5%의 개

<sup>\*</sup>To whom correspondence should be addressed.  
ybchun@kidi.or.kr

선효과를 보일 수 있다면 연간 약 900억원의 수리비 절감을 이룰 수 있으며, 이는 차량 소유자 뿐만 아니라 국가적인 차원에서 이득이 되는 것이다.

본 연구에서는 손상성·수리성 평가를 위한 RCAR 저속충돌 시험에 대해 알아보고, 개선된 범퍼 스테이의 적용사례가 손상성·수리성에 미치는 영향 및 그로 인한 복원수리비 절감효과에 대해서 분석하여 보았다.

## 2. 시험방법

### 2.1 RCAR 저속충돌시험

충돌사고는 매우 다양한 형태로 발생하지만 사고 유형을 분석하여 보면 정면 40.5%, 후면 25.8%, 측면 31.8%(좌측 16.2%, 우측 15.6%)로 나타난다. 전체 사고중 정면과 후면의 충돌사고가 66.3%에 달하는데 이런 충돌유형의 사고에서 제작사가 차량의 손상성·수리성을 개선시키면 수리비 절감이 이루어 질 수 있게 된다.

따라서, 세계수리기술위원회(RCAR)에서는 도시에서 빈번히 발생하는 충돌사고를 분석하여 차량의 손상성·수리성을 평가하기 위한 시험방법을 제시하였으며 현재 각국의 관련 기관들이 이 기준에 의해 차량의 손상성·수리성 평가를 실시하고 있다.

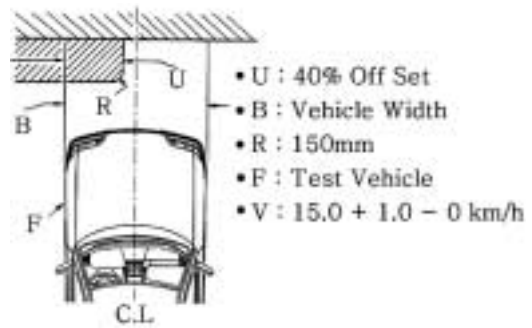
시험방법은 Fig.1에 나타난 바와 같이 정면의 경우 15km/h 40% 오프셋으로 고정벽에 충돌시험하여 실시하고, 후면의 경우는 15km/h 40% 오프셋으로 이동벽의 충돌로 실시한다.<sup>3-5)</sup>

### 2.2 시험차량 비교

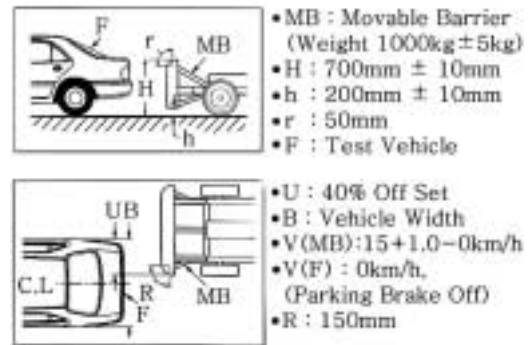
시험차량은 국내를 대표하는 두 제작사에서 99년에 출시한 동급사양의 중형 승용차로, A 차량은 일반적인 범퍼 스테이의 형상을 갖고 있으며 B 차량은 변형된 구조의 범퍼 스테이를 갖고 있다. 두 시험차량의 선택사양은 충돌시험으로 인한 손상성·수리성 평가에 영향을 미치지 않는 범위에서 가능한한 동일하게 선택되었다.

#### 2.2.1 주요 제원

시험차량의 주요제원 및 선택 사양은 Table 1과 같다.



(a) Frontal crash test



(a) Frontal crash test

Fig. 1 RCAR crash test for the damageability and repairability of vehicle<sup>3)</sup>

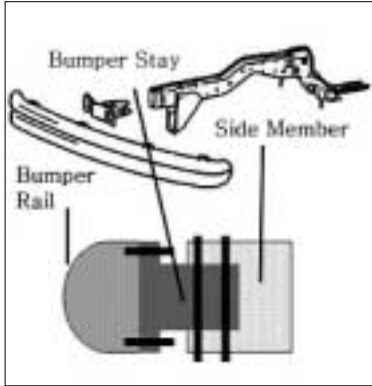
Table 1 Test vehicles dimensions and spec

Main features	Test vehicle A	Test vehicle B
Engine type	1.8DOHC	1.8DOHC
Mission type	Auto	Auto
Driving type	Front wheel drive	Front wheel drive
Overall length	4,700mm	4,671mm
Width	1,770mm	1,779mm
Height	1,405mm	1,437mm
Additional specs	-Driver's airbag -ABS -etc	-Driver's airbag -ABS -etc

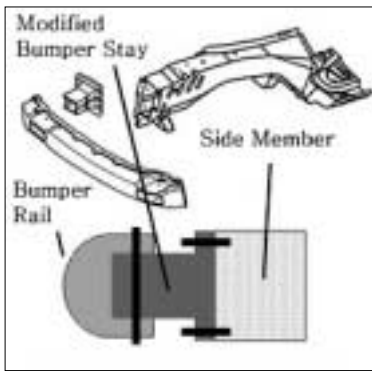
#### 2.2.2 범퍼 스테이 구조

시험차량 A와 B의 범퍼 스테이 구조를 상호 비교하여 보면, Fig. 2에서 볼 수 있듯이 A 차량의 경우 범퍼 스테이가 범퍼 레일에 볼트로 체결되고 사이드 멤버 내측으로 삽입되어 두 개의 볼트로 고정되어 있는 일반적인 구조의 범퍼 스테이를 적용하고 있다. 한편 B 차량의 경우는 특이하게도 범퍼 스테이

테이가 사이드멤버에 볼트로 체결되고 범퍼 레일 내측으로 삽입되어 하나의 볼트로 고정되는 구조로 되어 있다.



(a) Bumper stay structure of test vehicle A



(b) Bumper stay structure of test vehicle B

Fig. 2 Test vehicles' front bumper stay structure and profile

### 3. 손상성·수리성 비교분석

비교 대상인 A, B 차종의 범퍼 스테이는 앞범퍼에 만 서로 다른 유형이 적용되었기 때문에 RCAR의 정면 시험결과에 대한 분석만 실시하였고, 두 차종의 손상성·수리성을 상호 비교하기 위하여 손상형태 및 수리비에 대해 분석하였다.<sup>6)</sup>

#### 3.1 손상형태

A, B 차량의 주요 손상부품 및 작업 방법은 Table 2와 같은데 밑줄 친 부분은 손상부위가 다른 부분이며 굵은 글씨 부위는 파손정도가 다른 부위를 나타낸다.

Table 2 Damaged parts and repair work of each test vehicle

Main features	Damaged parts	
	Item	Repair method
Test vehicle A	Front bumper	Replacement
	Hood	Replacement
	Front panel	Repair
	Head lamp (LH)	Replacement
	Signal lamp (LH)	Replacement
	<u>Fog lamp (LH)</u>	Replacement
	Side member (LH)	<b>Partially Replacement</b>
Test vehicle B	Front bumper	Replacement
	Hood	Replacement
	Front panel	Repair
	Head lamp (LH)	Replacement
	Signal lamp (LH)	Replacement
	<u>Front fender (LH)</u>	Replacement
	Side member (LH)	<b>Repair</b>

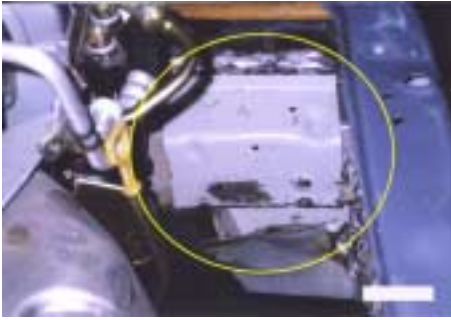
충돌시 차량이 받는 충격에너지는 대부분 사이드멤버가 손상되며 흡수되어 진다. 따라서, 저속에서의 충격흡수 능력은 사이드멤버가 큰 역할을 담당하게 되고, 이는 사이드멤버의 손상 정도로 차량이 받은 충격에너지를 파악할 수 있게 한다.

A 차량의 경우 저속충돌에서 충격에너지의 대부분을 흡수하는 사이드멤버에 대한 파손정도가 B 차량에 비해 심하게 나타났다. 이는 작업구분을 비교하여 그 정도를 유추할 수 있는데 B 차량이 판금 작업인데 반하여 A 차량은 부분교환 작업으로 복원수리가 이루어졌다.

부분교환을 하였다라는 의미는 손상이 심하여 판금 작업만으로는 복원수리를 하기 힘들다는 것으로, 부분교환을 하기 위하여는 일단 사이드멤버를 가능한한 당김작업하여 잔여 응력을 없애주고, 신부품의 사이드멤버를 구입하여 앞단을 재단하여 절단, 용접하는 복잡한 과정을 거쳐야 한다. 이에 반하여 판금작업은 경미하게 손상된 사이드멤버를 당김작업과 판금작업을 통해 원형으로 복원하는 비교적 간단한 작업이다.

#### 3.2 수리비

A, B 차량의 수리비 내역은 Table 3과 같다.<sup>7)</sup>



(a) Partially replaced side member of test vehicle A



(b) Repaired side member of test vehicle B

Photo. 1 Repair method between tested vehicle A and B

Table 3 Test vehicles' overall repair cost

Main features	Test vehicle A	Test vehicle B
Parts cost (won)	455,690	410,950
Labor cost (won)	251,860	213,740
Painting cost (won)	255,680	222,220
Total (won)	963,230	846,910

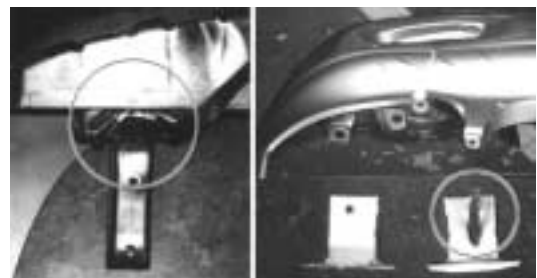
B 차량의 경우 부품비, 공임, 도장료 모두 전반적으로 A 차량에 비해 다소 낮게 나타났는데, 이는 사이드멤버의 손상이 상대적으로 경미하였기 때문이다. A 차량의 경우 사이드멤버의 부분교환으로 부품비가 추가 되었으며, 부분교환을 위한 추가 작업으로 B 차량의 관금작업 대비 2.3 시간 정도 작업시간이 더 소요되었다. 이에 공임이 상대적으로 더 상승하게 되었으며 부분교환에 따른 신부품의 도장면적 확대로 도장료도 높게 나타났다. 그래서, 전체 수리비의 경우 B 차량의 수리비가 A 차량에 비해 13.7% 정도 적게 소요되었다.

### 3.3 범퍼 스테이 성능

상기에서 볼 수 있듯이 B 차량의 손상성·수리성이 A 차량에 비해 우수한 것으로 나타났는데, 그 큰 이유는 바로 B 차량에 적용된 범퍼 스테이의 역할 때문이다.

Photo. 2의 좌측 사진(a)에서 볼 수 있듯이 일반적인 형태의 범퍼 스테이의 경우 정면충돌로 발생한 충격에너지를 범퍼 레일이 1차적으로 받아 손상된 후 범퍼 스테이와 사이드멤버로 전달되며 사이드멤버까지 충격에너지를 많이 전달되는데 반하여, 우측 사진(b)의 범퍼 스테이는 충격에너지의 일부를 흡수하도록 범퍼 스테이가 설계되어 범퍼 레일의 과손이후 사이드멤버로 전달되는 충격에너지가 A 차량에 비해 상대적으로 감소하였다. 이는 기존 차량에서 범퍼 스테이의 역할은 사이드멤버에 범퍼 레일을 지지해 주는 지지대의 역할뿐이었으나, B 차량에서는 범퍼 스테이 자체도 충격에너지의 일부를 흡수하도록 설계되었기 때문이다.

B 차량의 범퍼 스테이의 경우, 충격으로 범퍼 레일이 1차 손상을 받고 이후 뒤로 밀리는 동안에 범퍼 레일과 범퍼 스테이를 고정하고 있는 관통볼트가 범퍼 스테이를 찢으며 과손 되는 형태로 충격에너지의 일부를 흡수했다는 사실을 Photo. 2의 우측 사진(b) 하단에 보여진 무손상 범퍼 스테이와 손상 범퍼 스테이의 비교로써 알 수 있다.



(a) Test vehicle A

(b) Test vehicle B

Photo. 2 Damaged bumper stay of test vehicles

### 4. 시험결과 및 통계자료 비교분석

두 시험차량의 RCAR 정면 저속충돌시험에 대한 손상성·수리성 결과가 과연 현실의 다양한 충돌사고에서의 손상성·수리성 결과와 부합되는지를 알

아보기 위하여 A, B 시험차량에 대한 수리비 통계자료를 분석하여 보았다. 이를 위하여 보험개발원에서 집적하고 있는 통계자료중에서 A, B 차량에 대한 FY2000년도 총 지급수리비 및 수리건수를 추출하였고, 각 차량에 대한 평균수리비를 계산하였다. 시험차량에 대한 전체 수리비 및 수리건수, 평균수리비는 Table 4와 같다.

Table 4 Average repair cost for test vehicles in FY2000

Main features	Total repair cost (billion won)	Total repair number	Average repair cost (won)
Test vehicle A	21.4	28,000	740,000
Test vehicle B	12.3	18,000	670,000

## 5. 결론

시험차량이 출고되고서 1년이 경과한 후에 집적된 FY2000년 통계자료를 통해 분석한 A, B 시험차량의 평균수리비를 보면 A 차량의 평균수리비가 B 차량에 비해 9.29% 더 높은 것을 알 수 있다. 이런 결과는 RCAR 저속충돌시험으로 파악할 수 있는 차량별 손상성·수리성 정도가 다양한 실제 사고의 평균수리비에 반영되고 있다는 사실을 입증하는 사례이다. 따라서, 제작사가 신차를 설계하는 단계에서 시험 B 차량의 사례처럼 손상성·수리성의 개념을 적극 반영하여 차량을 설계한다면 사고로 인한 자동차 수리비의 큰 절감을 얻을 수 있다.<sup>8)</sup> 이렇게 절감되는 수리비는 비단 보험사의 지급 보험금의 절감 뿐만 아니라 소비자의 보험료 인하, 불필요한 부품의 사용억제로 쓰레기 문제, 환경 문제 등의 국가적 차원의 이득을 얻을 수 있게 된다.

따라서, 제작사는 신차 설계시에 다양한 설계개선을 통하여 적극적인 손상성·수리성 개선을 반영하여야 할 것이다.

## References

- 1) "Recommended Practice on Optimizing Damageability, Repairability and Serviceability and Theft Deterrence," SAE J1555, 1985.
- 2) "FY2002 자동차보험 수리비 지급현황," pp.25-38, 보험개발원, 2003.
- 3) "The Procedure for Conducting a Low Speed 15km/h Offset Insurance Crash Test to Determine the Damageability and Repairability Features of Motor Vehicles," RCAR, 1999.
- 4) A. J. Watts, "Low-Speed Automobile Accidents," Lawers & Judges Publishing Company Inc., Tucson (Arizona), 1998.
- 5) I. S. Park, S. J. Heo, T. Y. Chung, "Damageability, Repairability and Safety of Vehicles at How Speed 40% Offset Crash Test," Transactions of KSAE, Vol.7, No.9, pp.203-211, 1999.
- 6) KSAE, "Car Technology Handbook-2(design)," Korean Society of Automotive Engineers, 1996.
- 7) Dongbu Fire Insurance, "Car Repair Standard Work Time Table," Dongbu Fire Insurance Publish, Seoul, 1999.
- 8) J. A. Ribbens, "Designing for Optimum Damageability, Repairability and Insurability How Repair Costs Relate to Insurance Costs," SAE Paper No. 94049, 1994.