

乗用車 再活用 범퍼의 衝擊吸收 性能에 關한 研究†

金智元 · *李昌植*

漢陽大學校 大學院, *漢陽大學校 機械工學部

A study on Shock Absorption Performance of Reused Bumper for Passenger Cars†

Jee Won Kim and *Chang Sik Lee*

Graduate School of Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

*Department of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

요 약

이 연구는 신개발 범퍼의 충격흡수성능 시험기준을 적용하여 재활용 범퍼의 충격흡수성능을 실험하고, 재활용 범퍼의 성능 특성을 비교한 것이다. 본 연구에서 적용된 범퍼는 유형이 다른 두 종류의 승용차 외장 범퍼를 선정하여 2종류의 재활용 범퍼를 자동차 안전 기준에 따라 충격흡수성능을 시험하였다. 재활용 범퍼의 충격 흡수성능 실험 결과 2.5마일 범퍼 충격 성능 특성은 동일한 차종의 신품 범퍼의 충격 성능 및 흡수 성능 특성과 거의 동등수준의 충격 성능 특성을 나타내었다.

주제어 : 충격흡수, 승용차, 재활용, 승용차 범퍼

Abstract

The purpose of this study is to investigate the performance of shock absorption of recycled bumper applied to the standard of shock absorption for newly-developed bumper. For the experiment, two different passenger cars which have different types of bumper were selected. In this work, two kinds of reused bumpers were tested in accordance with an automotive safety regulation to verify exterior bumpers' impact energy absorption performance. The performance results of reused bumper test show that the shock absorption performance indicated the almost same performance and similar characteristics of 2.5 miles bumper test compared to the absorption performance of new bumper of test vehicles.

Key words : Shock absorption, Passenger Car, Recycle, Bumper

1. 서 론

자동차의 범퍼는 “자동차 안전기준에 관한 규칙” 및 “시행세칙”¹⁾에 규정된 승용자동차 범퍼의 충격흡수성능 시험을 통해 범퍼의 성능기준인 2.5마일 범퍼사양을 만족하는지를 판정하고 있다. 이 기준은 차량의 안전운행과 사고시의 승객보호 및 차량 수리성에도 매우 중요한 설계인자가 되고 있다. 또한 자원재활용 측면에서 재활용범퍼의 성능향상은 에너지 리사이클 활성화 측면에서 매우 중요한 부분이므로 이를 입증하기 위한 연구^{2,3)}가

진행된 바 있다. 2005 년도 자동차보험 수리비 지급현황⁴⁾에 의하면 사고 시 앞 범퍼 교환율(해당부품 교환건수/총 수리건수)은 48.7%로 2위의 앞 펜더 교환율 22.6%보다 2배 이상 높은 수치를 나타내고 있다.^{4,7)} 이는 범퍼의 위치적인 특성과 함께 소비자가 경미한 손상임에도 불구하고 범퍼를 수리하기 보다는 교환을 택하는 경향이 높기 때문일 것으로 분석된다. 또한, 다른 저속충돌시험 연구결과에 의하면 동일한 등급의 차종에 장착된 범퍼라도 장착구조나 충격흡수성능에 따라 수리비의 차이는 최고 67%에 이르는 것으로 입증된 바 있다.^{5,9)} 범퍼의 주요 구성부품은 범퍼커버, 에너지 업소버, 백백 등 주요 3 부품으로 되어 있으며, 각각 별도로 제작, 공급되

† 2008년 7월 24일 접수, 2009년 2월 9일 수리

*E-mail: cslee@hanyang.ac.kr

는 것과 에너지 업소버와 백빔이 하나의 기능으로 합쳐진 형태로 성형되어 2 부품으로 제작, 공급되는 것이 있다. 본 시험에 사용된 범퍼는 두 종류 모두를 포함하는데 사고빈도가 높은 앞 범퍼를 대상으로 하였다. 본 연구는 국가공인기관에서 실시하는 승용자동차범퍼의 2.5마일 충격흡수성능시험을 통하여 재활용범퍼의 성능 특성을 분석하고 그 결과로부터 재활용 범퍼의 품질성능향상을 위한 개선방향을 제시하는 데 있다.

2. 실험 장치 및 방법

2.1. 실험 장치

실험 장치는 교통안전공단 자동차성능시험연구소의 펜듈럼 범퍼충격장치(Fig. 1, Fig. 2)를 사용하였다. 그림에서 승용차 앞 범퍼의 충격흡수시험은 차량이 정지된 상태에서 펜듈럼(㉔)으로 범퍼를 충격시킨 후 저속충돌 주행로에서 차량하부에 견인선을 연결시킨 다음 강제로 견인시켜 고정벽(㉑)에 충돌시키는 2단계 시험과정을 거쳐야 한다. 이 때 시험자동차의 엔진은 공회전상태이어야 하며, 엔진 이외의 장치는 시험 중 작동하지 않은 상태로 한다. 특히 변속기어는 중립위치로 하여야 한다.

펜듈럼(㉔,진자추)은 Fig. 1과 같이 지면과 수평을 유지하여야 하고 진자추의 중량은 차량의 중량과 동일하게 해야 한다. 진자추가 승용차 범퍼와 충돌하는 순간의 하중과 가속도 값에 대한 특성변화는 펜듈럼 충격기 프레임 측면에 장착된 데이터 집적장치(DAS : data acquisition system)에 집적되므로 이를 분석하면 시간대별로 특성변화를 알 수 있다.

2.2. 실험 방법

본 연구에서 적용한 실험조건은 자동차 안전기준에 관한 규칙 제 93조 및 시행세칙 제 13호 “범퍼 충격흡수 시험”에 근거하여 실험을 수행하였다. 시험기준은 Table 1

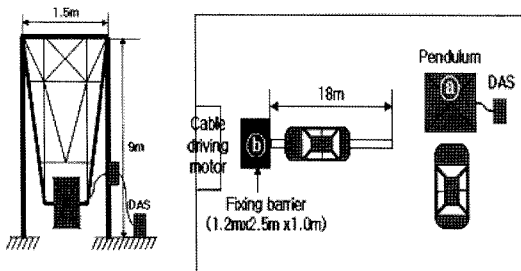


Fig. 1. Pendulum impact testing system used in the study.

과 같다.

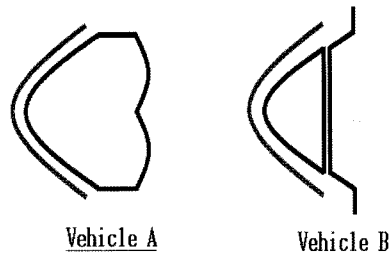
실험은 진자충격시험과 고정벽 충돌시험을 수행하여 성능을 평가하였다. 진자충격시험에서 진자의 면은 지면에 대하여 항상 수직을 유지하고 진자의 충격선상의 모든 점에 의해 형성되는 각호들은 범퍼의 앞면 및 뒷면 충격 시에는 자동차길이방향 수직면, 모서리 충격 시에는 자동차 길이 방향에 30도 경사진 수직면 내에 위치하며 진자의 길이는 3.35 m 이상 되게 하고 실험하였다.

시험장치의 유효충격중량은 시험자동차 중량과 같게 하고 충격시험 시 시험자동차는 평탄하고 단단한 표면 위에 정지 상태로 있도록 유지하였다. 진자충격시험에 사용한 시험기준은 Table 1과 같으며 고정벽 충돌시험 기준은 Table 2와 같다.

2.3. 실험 대상 자동차 범퍼

충격흡수성능 시험 대상 부품은 2대의 2000cc급 무손상 중고 승용차에 장착한 재활용 앞 범퍼이며 두 가지의 유형에 대해 충격시험을 실시하였다. 여기서 재활용 범퍼란 범퍼의 주요 구성부품인 범퍼 커버(Bumper cover, Bumper facia), 에너지 업소버(Energy absorber : 충격완충제), 백빔(back beam 혹은 Bumper rail, Bumper reinforcement : 보강제) 중 어느 하나라도 재활용되어 완제품으로 조립·유통되는 것을 의미하나 통상 재활용범퍼라 함은 범퍼 커버나 백빔이 재활용되어진 것을

Type 1 (Genuine bumper cover + Reused Back beam)



Type 2 (Recycled bumper cover + Reused Back beam)

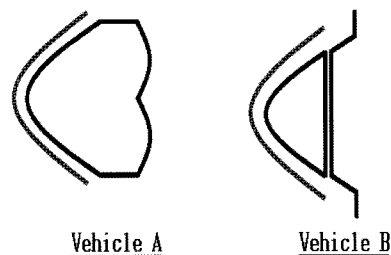


Fig. 2. Structure and type of tested bumpers

Table 1. A standard for pendulum test

Impact position	Test standard & impact speed				
	Must be no problem on lamps and vehicle after impact test, load besides impact area to be below 905 kgf.				
	Impact height (mm)	Impact speed (km/h)	Check items		Load besides impact area(kg)
		Lamps	Vehicle		
Front	508	4.1	must be no problem	must be no problem	0
Front right corner	508	2.4			0
Front offset	508	4.1			0
Front right corner	508	2.4			0

Table 2. A standard for fixed barrier crash test

Impact position	Test standard & impact speed		
	Must be no problem on lamps and vehicle after impact test		
	Impact speed(km/h)	Lamp condition	Vehicle condition
Front impact	3.9	To be no problem	To be no problem

의미한다.¹⁰⁾ 재활용은 재사용과 재생으로 구분한다. 재사용 범퍼는 무손상 중고부품을 그대로 사용하거나 혹은 수리하여 다시 사용하는 것을 의미하며 재생 범퍼는 폐범퍼 제품(주로 범퍼 커버)을 잘게 분쇄하여 원재료와 적당한 비율로 혼합하여 재성형한 것을 의미한다.

시험대상 범퍼는 아래 Fig. 2와 같다. Type 1은 순정품 범퍼커버에 무손상 중고 백빔을 장착하였고, Type 2는 재생 범퍼커버에 무손상 중고 백빔을 장착하였으며 차량 A와 차량 B에 장착된 시험품의 재질은 Table 3과 같으며 범퍼 완제품을 차량에 조립시 외관상 주변부품과의 Gap(간격), Offset(단차)의 문제는 거의 발생하지 않았다.

Table 3. The details of each bumper type

Veh.Type	Part name	Component	
A	1	Genuine cover	PC+PBT
		Reused back beam	PP+EPDM+Talk
	2	Recycled cover*	PC+PBT
		Reused back beam	PP+EPDM+Talk
B	1	Genuine cover	PP+EPDM
		Reused back beam	PC+PBT
	2	Recycled cover*	PP+EPDM
		Reused back beam	PC+PBT

Note) * The proportion of mixing ratio ; New material : Recycled material = 4 : 6

3. 실험 결과 및 고찰

3.1. 충격성능 시험결과와 분석

펜듈럼 충격시험에 의하여 앞, 뒤의 충격시험 부위인 앞우측 모서리, 오프셋부분에 충격시험하중을 가한 결과 등화장치 및 차량에 어떠한 문제나 손상이 나타나지 않았다. 두 차량에 대한 진자 충격시험결과는 Table 4와 같이 모두 기준을 만족하는 양호한 결과가 나타났다.

한편 고정벽 충돌시험결과를 살펴보면 Table 5에 제시한 재활용범퍼에 3.9 km/h의 충돌시험을 하였으나 등화장치 및 차량에 어떠한 영향을 미치는 손상도 발생하지 않았다. 특히 등화장치의 경우 뒤 컴비네이션 램프, 사이드표시등, 제동등, 회전신호등, 경고등 및 기타 램프류에 아무 문제가 발견되지 않았으며 차체, 도어, 후드, 트렁크, 연료장치, 냉각장치, 배기장치, 서스펜션, 변속기, 체결부품 등에도 손상이 발생하지 않았다.

3.2. 충격시험에 따른 하중 및 가속도 특성

충격시험에 따른 하중 및 가속도 특성을 살펴보면 다음과 같다. 충격회수는 아래 Figs. 3~10 내의 legend에 나타나 있듯이 펜듈럼으로 범퍼의 앞전방(Front Center), 앞우측 모서리(Front right corner), 앞전방편향(Front center offset), 앞좌측 모서리(Front left corner) 총 4회를 실시하였다.

3.2.1. 하중특성

Fig. 3 및 4는 2.5 mph의 진자 충격에서 차량 A에

Table 4. Pendulum test standards and result

Impact position	Test standard & impact speed				
	Must be no problem on lamps and vehicle after impact test, load besides impact area to be below 905kgf.				
	Impact height (mm)	impact speed (km/h)	Check items		Load besides impact area(kg)
Lamp			Vehicle		
Front	508	4.1	no problem	no problem	0
Front right corner	508	2.4			
Front offset	508	4.1			
Front right corner	508	2.4			

Table 5. Barrier test standards and results

Impact position	Test standard & impact speed		
	Must be no problem on lamps and vehicle after impact test		
	Impact speed(km/h)	Lamp condition	Vehicle condition
Front impact	3.9	no problem	no problem

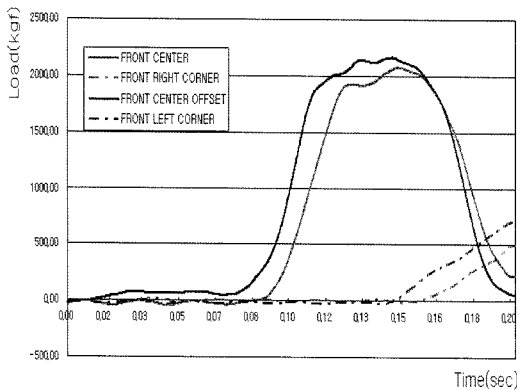


Fig. 3. Impact load shown in vehicle A-type 1.

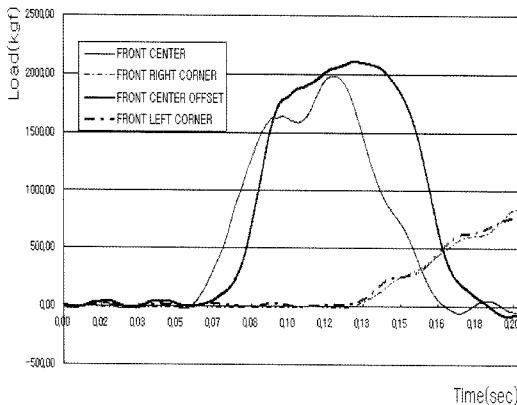


Fig. 4. Impact load shown in vehicle A-type 2.

대한 유형 1, 유형 2의 충격실험에서 얻은 하중과 시간과의 관계를 나타낸 것이다. 차량 A의 유형 1, 2에 나타난 정면중심방향의 최대충격하중은 각각 1976 kgf/0.121 sec, 2071 kgf/0.121 sec, Offset 방향의 최대충격하중은 2125f/0.14 sec, 2125f/0.127 sec이었다.

Fig. 5와 6은 차량 B의 유형 1, 유형 2의 충격 실험결과를 나타낸 것이다. 정면 Center방향 최대 충격하중은 각각 1928 kgf/0.11sec, 1739 kgf/0.115 sec였으며, Offset 방향 최대 충격하중은 1809 kgf/0.13 sec, 1652 kgf/0.15 sec를 나타냈다.

Figs. 3~6에서 나타낸 하중특성을 종합하여 분석하면 차량 A의 Center방향에서 유형 1과 유형 2의 차이는 -95 kg, 0sec, Offset 방향은 0 kg, +0.013 sec의 차이를 나타내고 있다. 또한 차량 B의 Center방향에서 유형 1과 유형 2의 차이는 +189 kg, +0.005 sec, Offset 방향은 +157 kg, -0.02 sec의 차이를 나타내고 있다. 따라서 차량 A의 유형 1과 2의 Center 방향 최대하중치 변화는 약 4.7%의 차이를 기록하였고 Offset 방향은 차이가 없었다. 차량 B에서는 유형 1과 2의 Center 방향 최대하중치 변화는 약 10.3%, Offset 방향은 약 9.3%의 차이를 나타냈고 두 차량의 각 유형별로 시간적인 차이는 미미한 상태였다.

두 차량에서 나타난 하중치의 변화로 볼 때 에너지 업소버는 동일한 무손상 중고부품을 사용하였기 때문에 동일한 충격흡수분담능력을 가졌다고 가정할 때 하중치의 차이는 범퍼커버가 분담하는 것으로 간주할 수 있다.

따라서 상기의 분석치로 보면 범퍼커버의 충격흡수 능력은 약 5.3%~10.3%로 간주할 수 있다.

3.2.2. 가속도 특성

Figs. 7~8은 차량 A에 대한 유형 1, 유형 2의 충격 실험에서 얻은 가속도와 시간과의 관계를 나타낸 것이다. 차량 A의 유형 1, 2에 나타난 정면 Center방향 최대 가속도 값은 각각 1.55 g/0.142 sec, 1.32 g/0.12 sec이며, Offset 방향 최대 가속도 값은 1.93 g/0.122 sec, 1.66 g/0.125 sec를 기록하였다.

Figs. 9~10은 차량 B의 유형 1, 유형 2의 충격 실험 결과를 나타낸 것이다. B차량의 유형 1, 2에 나타난 정면 Center방향 최대 가속도 값은 각각 1.04 g/0.13 sec, 1.28 g/0.104 sec이며, Offset 방향 최대 가속도 값은 1.30 g/0.12 sec, 1.07 g/0.13 sec를 기록하였다. Figs. 7~10의 가속도 특성을 종합하여 분석하면 차량 A의 Center방향에서 유형 1과 유형 2의 차이는 +0.23 g, +0.022 sec,

Offset 방향은 +0.27 g, -0.003 sec의 차이를 나타내고 있다. 또한, 차량 B의 Center방향에서 유형 1과 유형 2의 차이는 -0.24 g, +0.026 sec, Offset 방향은 +0.23 g, -0.01 sec의 차이를 나타내고 있다. 따라서, A 차량의 유

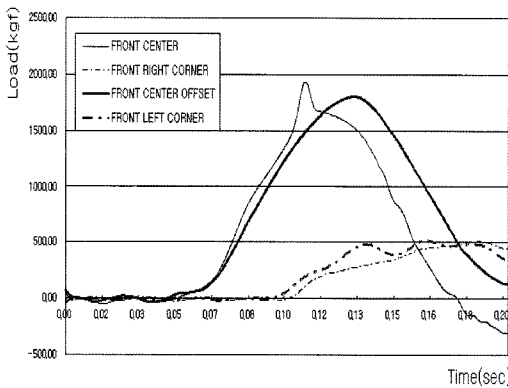


Fig. 5. Impact load shown in vehicle B-type 1.

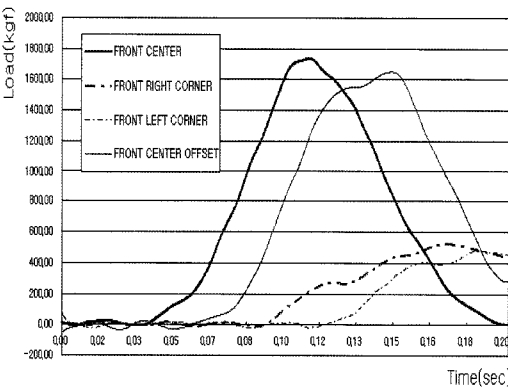


Fig. 6. Impact load shown in vehicle B-type 2.

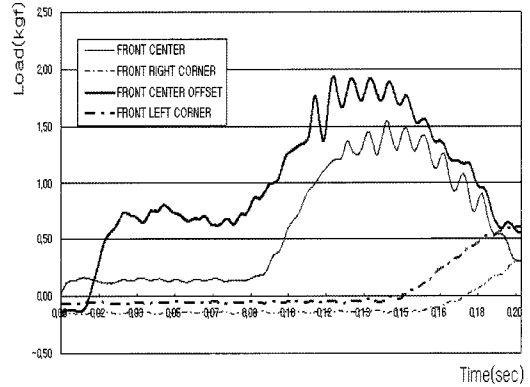


Fig. 7. g value shown in vehicle A-type 1.

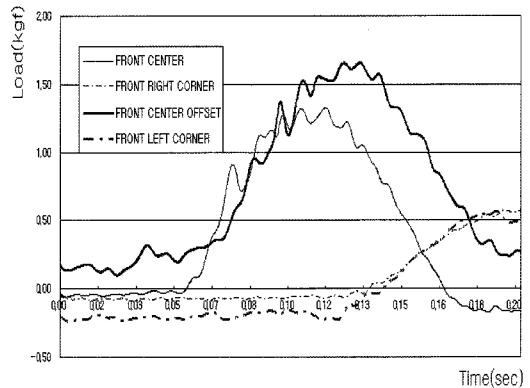


Fig. 8. g value shown in vehicle A-type 2.

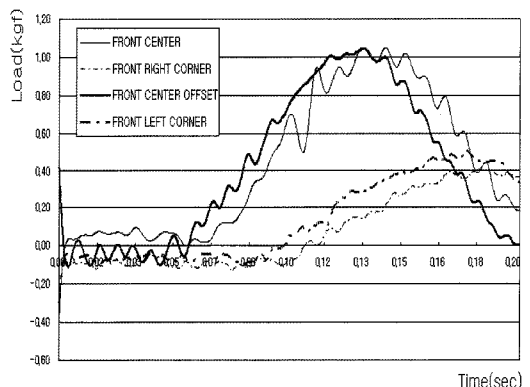


Fig. 9. g value shown in vehicle B-type 1.

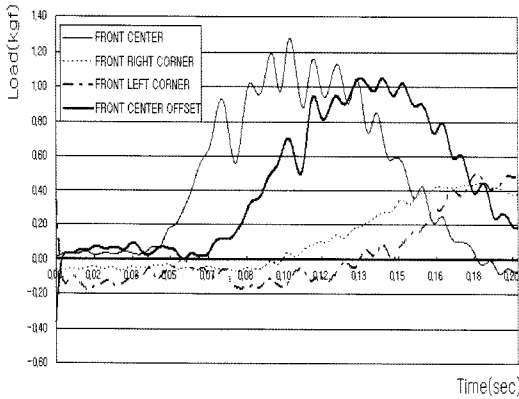


Fig. 10. g value shown in vehicle B-type 2.

형 1과 2의 Center 방향 최대 가속도 변화는 약 16%의 차이를 기록하였고 Offset 방향은 15% 차이를 기록하였다.

B차량에서는 유형 1과 2의 Center 방향 최대 가속도 변화는 약 20.6%, Offset 방향은 약 19.4%의 차이를 나타냈고 두 차량의 각 유형별로 시간적인 차이는 미미한 상태였다.

3.2.3. 안전성 상관관계 비교

“손상성, 수리성향을 위한 범퍼의 체결특성 규명”에 관한 연구보고서^{5,6)}에 의하면 전면 및 후면 15 km/h 40% Offset 저속충돌시험 시 측정된 머리, 가슴 HIC(Head Injury Criteria)치는 10 g~12 g, 흉부가속도는 10 g~14 g 가 기록되었다.

그리고, 뇌상해의 생명위험 가능성은 HIC가 400이하에서는 1% 이하로 나타나는 것으로 알려져 있고, 흉부 가속도의 계측치 10~14 g 정도는 AIS 3*(Abbreviated Injury Scale : 미국의 자동차 의학 진흥협회에서 구분한 머리와 흉부의 상해정도에 따른 약식상해 등급으로 Minor, Moderate, Serious, Severe, Critical, Maximum injury 등 6등급으로 나뉘어 지는데 AIS 3 등급은 Serious Injury에 해당함) 이상의 상해 가능성이 0.25%이하이고 시속 48.3 km의 속도로 고정벽에 정면충돌시킬 때 운전자석 및 전방 탑승자석에 착석시킨 인체모형의 머리, 흉부 등에 발생하는 충격이 머리상해 기준값(HIC)은 1000, 흉부 가속도(g)는 60 g를 초과하지 않도록 되어있다.^{8,11)} 따라서 범퍼충격흡수시험에서 나타난 g 값은 안전성 판명의 임계시험 속도라고 할 수 있는 저속 충돌 시험에 비해 10% 정도이고, 또한 각 범퍼 유형별 나타나는 0.23 g~0.27 g의 차이는 미미한 것으로 조사되었다.

Table 6. Max. g value, max. load & duration shown in each tested vehicle

Veh	speed /direction	Type	Max. g (X)	Max. load	Duration (sec)
A	2.5mph/Center	1	1.55 g @0.142sec	1976 kg @0.121sec	0.12
	2.5mph/Offset		1.93 g @0.122sec	2125 kg @0.14sec	0.12
	2.5mph/Center	2	1.32 g @0.12sec	2071 kg @0.121sec	0.10
	2.5mph/Offset		1.66 g @0.125sec	2125 kg @0.127ec	0.11
B	2.5mph/Center	1	1.04 g @0.13sec	1928 kg @0.11sec	0.14
	2.5mph/Offset		1.30 g @0.12sec	1809 kg @0.13sec	0.14
	2.5mph/Center	2	1.28 g @0.104sec	1739 kg @0.115sec	0.14
	2.5mph/Offset		1.07 g @0.13sec	1652 kg @0.15sec	0.14

Table 7. The details of each bumper type

Veh. Type	Part name	Condition	
A	1	Genuine cover	10 year old, No damage
		Recycled back beam	10 year old, No damage
	2	Recycled cover	Newly regenerated
		Recycled back beam	10 year old, No damage
B	1	Genuine cover	10 year old, No damage
		Recycled back beam	10 year old, No damage
	2	Recycled cover	Newly regenerated
		Recycled back beam	10 year old, No damage

3.2.4. 충돌지속시간의 비교

차량의 충돌이 일어나서 충돌현상이 완료되거나 종료되기까지의 지속시간(duration)은 인증시험에서는 차량 A는 유형 1과 유형 2 사이에서 Center 방향과 Offset 방향에서 각각 0.02 sec, 0.01 sec 차이가 나타났고, 차량 B는 차이가 없었다. 따라서, 각 차종별, 유형별 나타난 지속시간에 차이가 없다는 점은 충격흡수가 대부분 에너지 업소버에서 이루어지고 있음을 나타내며 동일한 조건의 에너지 업소버를 장착한 차량에서 범퍼 커버의 충격 흡수 능력이 크지 않다는 것을 나타내는 것이다. 이상의 승용차범퍼 충격흡수성능시험에 나타난 하중값, 가속도 값, 지속시간의 관계를 다시 한 번 요약 정리하면 Table 6과 같다.

4. 물질 Recycle에 대한 고찰

본 시험의 목적은 충격성능시험을 통해 재활용범퍼의 사용 적합성을 판단하는 데 있다. 2.3장의 Fig. 3에 나타난 시험대상 범퍼의 상태는 아래와 같았다.

4 종류의 시험대상 차종에 10년이 경과한 범퍼 무손상의 중고제품의 충격 흡수체(Back beam)가 공통으로 사용되었고, A-1, B-1 차량의 범퍼 커버에도 10년이 경과한 무손상 중고제품이 사용되었다. 그러나 A-2 차량과 B-2 차량은 새롭게 재생된 범퍼 커버가 사용되었는데 이는 신재료와 분쇄된 순정 중고범퍼를 60% : 40%로 혼합하여 재생형한 제품이었다. Table 6에서 분석된 바와 같이 안전성에 영향을 주는 중요 요소로 간주되는 하중값, 가속도값, 은 A-1 Type 차량과 A-2 Type 차량 간에는 각각 -0.23 g~-0.27 g, -48 kgf~316 kgf, +0.02 sec의 차이가 나타났으며, B-1 Type 차량과 B-2 Type 차량 간에는는 +0.24 g~-0.23 g, -189 kgf~157 kgf로 나타났다. 또한 충돌지속시간은 A-1 Type 차량과 A-2 Type 차량 간에는 -0.02 sec~-0.01 sec, B 차량에는 0으로 두 차량 간 큰 차이가 없었다. 하중 값, 가속도 값에서 음의 부호의 값이 나온다는 것은 Type 2가 Type 1에 비해 충격흡수 능력이 다소 우수하다는 것을 의미한다. 그 이유는 중고 정품 범퍼커버에 비해 신품의 재생 범퍼커버의 두께가 0.5 mm~1 mm 정도 두껍게 제작되기 때문인 것으로 추정된다.

따라서 범퍼 충격성능시험의 연구 결과치를 기본으로 하여 범퍼의 리사이클 측면을 고찰해보면 무손상일 경우 충격 흡수체는 10년 혹은 그 이상의 시간이 경과하더라도 충분히 최초 제품과 동일한 내구성을 유지할 수 있으며, 범퍼 커버의 경우도 약간의 안전치를 감안하여 재생성형하면 범퍼 커버도 순정범퍼와 동일하거나 그 이상의 성능을 발휘할 수 있다는 것을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

5. 결 론

“자동차 안전기준에 관한 규칙” 및 “시행세칙”에 규정된 범퍼 충격흡수성능시험과 물질 Recycle 측면에서 고찰해본 결과, 아래와 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1) 각 실험차량에 대해 충격 실험장치에서 기록된 세 종류의 주요 인자 즉 최대 하중치, g값의 피크치, 충격력 지속시간에는 큰 차이가 발생하지 않았고 모두 신차

범퍼의 충격흡수성능시험인 2.5마일 범퍼사양에 만족하는 것으로 보아 재활용 범퍼의 충격흡수 성능에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

2) 범퍼의 구성부품 중 충격력 흡수 분담능력은 에너지 업소버와 백빔에서 95.3%~89.7%로 대부분을 차지하였고 범퍼 커버는 4.7%~10.3% 정도로 미미한 수준이었다. 따라서 교환빈도가 가장 높은 승용차 범퍼는 충격력을 충분히 흡수하기 위해서는 무손상 상태의 에너지 업소버 및 백빔을 재활용하는 것이 충격흡수성능을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

3) 재활용 범퍼가 안전기준시험에는 만족하였지만 재생범퍼 커버가 외관부품으로서의 기본적인 물성을 지속적으로 보유하기 위해서는 동질 소재끼리의 분류체계를 유지하고 제조 시 지속적으로 공정개선 등을 통해 재생재질의 품질을 확보하는 것도 중요한 과제 중의 하나일 것으로 판단된다. 또한 재질의 균일성 확보를 위해서는 객관적인 기준 마련도 수반되어야 하는 바, 이를 위해서는 정부에서 시행하는 GR(Good Recycled) 인증획득과 같은 추가적인 연구활동을 통해 적법한 제품에 대해 객관적인 품질평가기준을 확보하는 길도 재활용 제품으로서의 가치인정과 더불어 자원재활용을 적극적으로 추진해 나갈 수 있는 좋은 방안이 될 수 있을 것으로 기대한다.

후 기

본 연구는 보험개발원 자동차기술연구소가 한국재활용범퍼협회의 연구용역에 의해 수행한 것 중 자동차 안전기준시험의 관점에서 본 연구결과를 주 대상으로 한 것으로서, 본 연구 외에도 타 기관에서 지정하는 재활용 인증시험에의 충족을 위해서는 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 판단됩니다. 본 연구를 지원하여 주신 관계 기관에 감사드립니다.

참고문헌

1. KATRI, 2002 : 자동차안전기준에 관한 규칙 제 93조 범퍼 및 시행세칙 제 13호 “범퍼충격흡수시험”
2. KIDI KART, 2002 : “재활용범퍼 충격흡수성능시험 연구용역보고서”
3. KATRI, 2002 : “재활용범퍼 비교시험 보고서”
4. KIDI KART, 2006 : “FY 2006 Fact book of automobile insurance repair cost”, pp. 3-10.
5. J. W. Kim, 2000 : “A Study on the verification of a bumper

mounting characteristics for improving a reparability and damageability,” 한양대학교 석사학위논문, pp. 22-54.

6. Y. B. Chun, and C. W. Lee, 2005 : “Casestudy on bumper stay for damageability & reparability improvement,” KSAE, Vol.13 no2, pp. 157-161.

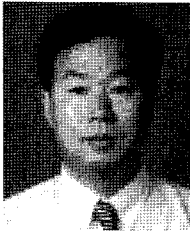
7. KIDI KART, 2005 : “세계각국의 자동차 기술연구”, pp. 106-112.

8. KIDI KART, 2006 : “세계각국의 자동차 기술연구”, pp. 26-35.

9. KIDI KART, 2007 : “세계각국의 자동차 기술연구”, pp. 59-80.

10. KIDI KART, 2005 : “최적의 손상성, 수리성개선을 위한 차량설계가이드”, pp. 3-12.

11. KIDI KART, 2007 : “목상해 연구결과보고서”, pp. 11-24.



金 智 元

- 1984 한양대학교 기계공학과 학사
- 2000 한양대학교 산업대학원 석사
- 현재 한양대학교 대학원 기계공학과 박사과정 졸업예정 (LG) V-ENS 시작기술팀장



李 昌 植

- 1967 한양대학교 기계공학과 학사
- 1974 한양대학교 대학원 석사
- 1980 한양대학교 대학원 박사
- 현재 한양대학교 공과대학 기계공학부 교수

學會誌 投稿 安內

種 類	內 容
論 說	提案, 意見, 批判, 時評
展望, 解説	現況과 將來의 견해, 研究 技術의 綜合解説, Review
技 術 報 告	實際的인 試驗, 調查의 報告
技術, 行政情報	價値있는 技術, 行政情報를 간결히 解説하고, comment를 붙인다.
見 聞 記	國際會義의 報告, 國內外的 研究 機關의 見學記 등
書 評	
談 話 室	會員相互의 情報交換, 會員 自由스러운 말, 隨霜 등
Group 紹介	企業, 研究機關, 大學 등의 紹介
研究論文	Original 研究論文으로 本 學會의 會誌에 掲載하는 것이 適當하다고 보여지는 것

수시로 원고를 접수하오니 많은 투고를 바랍니다.