

# PP 복합소재를 적용한 트럭용 Rear Protector에 관한 연구 A Study on Rear Protector of Truck using PP Composite

\*#이형수<sup>1</sup>, 서영수<sup>1</sup>, 이상배<sup>2</sup>, 김연술<sup>1</sup>, 양균의<sup>3</sup>

\*#H. S.Lee(hslee@camtic.or.kr)<sup>1</sup>, Y. S. Seo<sup>1</sup>, S. B. Lee<sup>2</sup>, Y. S. Kim<sup>1</sup>, G. E. Yang<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>(사)전북대학교자동차·부품금형기술혁신센터, <sup>2</sup>가야미(주), <sup>3</sup>전북대학교 기계공학과

Key words : Truck, Rear Protector, Structural Analysis, PP Composite, Load Test

## 1. 서론

에너지와 재료의 절약을 위하여 차량구조물의 경량화에 대한 연구는 계속 되고 있으며 국내에서도 1980년 이후로 차량의 경량화를 계속 추진하고 있다.

Rear protector는 중·대형 트럭의 후방에 장착되어 차량의 후방 충돌 시 자동차가 트럭 하부로 침투하는 것을 방지하는 역할과 차체를 보호해주는 역할을 하는 자동차용 부품이다. Rear Protector는 크게 Beam, Stay, Plate, Reinforce로 구성되어 있으며, 이 중 Rear Protector Beam은 승용차의 범퍼 임팩트 빔과 같이 충돌 시 대부분의 충격을 흡수한다.

기존의 Rear Protector의 경우 높은 강도 특성을 나타내고 있는 Steel계열이나 Aluminum의 소재를 사용하고 있지만 Steel의 경우 밀도가 높아 경량화하기 어렵고, Aluminum의 경우 소재의 단가가 비싸다는 단점이 있다. 이에 따라 일반적인 차량의 경량화 기술로 재료 변경과 일체 성형화가 가장 기본적인 방법으로 사용되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 자동차 경량화의 일환으로 PP 복합소재를 적용한 트럭용 Rear Protector를 개발하기 위하여 구조 해석 및 하중 시험을 수행하고 그 결과를 분석하였다.

## 2. CAE를 이용한 Rear Protector의 구조 해석

Fig. 1에 Rear Protector의 유한요소 모델 및 하중/경계조건을 나타내었다. 그림에 나타난 것처럼 트럭의 프레임과 볼트에 의해 구속되는 경계조건을 적용하고 ANSYS 상용 프로그램으로 구조해석을 수행하였다. 적용된 하중은 Fig. 2에 나타난 자동차 안전기준 제96조에 의한 것이며 변형이 가장 크게 발생될 것으로 예상되는 P<sub>1</sub> 지점에 25 KN 하중을 적용하여 변위 및 응력을 계산하였다.

해석에 사용된 PP 복합소재의 물성치는 Table 1.에 정리하였으며 FEM 모델의 경우 1,953,120개의 Hex8 및 Tet4 요소를 사용되었다. 해석 결과 Rear Protector Beam의 최대 응력은 154.08 MPa, 최대 변위는 61.622mm가 발생하였으며 지면 관계상 최대 응력 결과만을 Fig. 3에 도시하였다.

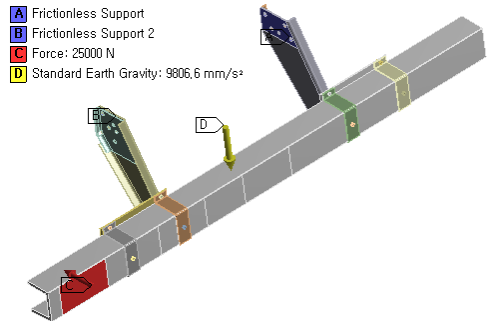


Fig. 1 Load&boundary conditions of rear protector

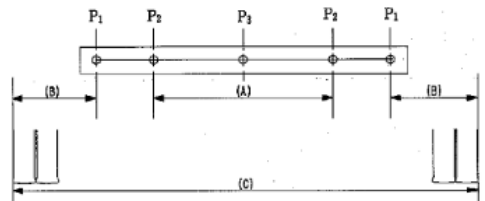


Fig. 2 In KMVSS article 96, load point of rear protector

Table 1. Material properties of PP Composite

Properties	Value
Young's modulus	10.0 [GPa]
Density	1,180 [kg/m <sup>3</sup> ]
Poisson's ratio	0.3
Yield strength	240 [MPa]

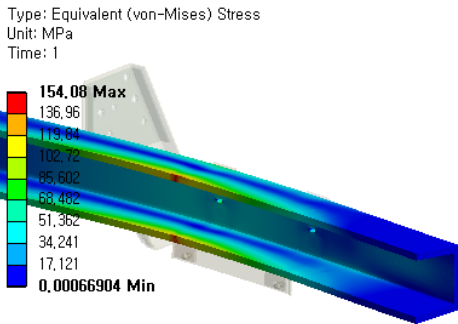


Fig. 3 Analysis result of stress for rear protector

### 3. Rear Protector 하중 시험

Rear Protector에 적용한 PP 복합소재의 경우 열 가소성 수지로 소재를 가열한 후 금형에 적층하여 프레스로 가압하여 제품을 성형하였다. 제품을 성형함에 있어 하나의 긴 소재가 아닌 두 부분으로 나뉜 소재를 이용하여 소재 적층 시 두 부분이 겹치도록 하였다. 본 연구에서는 2개의 Rear Protector를 가압시험평가를 진행하였다.

하중 시험을 수행하기 위하여 Fig. 4와 같이 Rig를 제작하여 적용하였으며 자동차 안전기준 제96조 및 시행세칙 제20호 “후부안전관 강도시험”에 근거하여 총 2회를 수행하였다.

Load test #1의 경우, 성형시 소재가 겹침으로 Weldline이 발생한 부분의 P<sub>1</sub>지점에 하중을 적용하였다. 하중의 크기를 19.33 kN까지 증가시켰을 때 최대 변위 61.40mm가 발생하였으며, 소재가 겹쳐져 적층된 부분에서 파단이 발생하였다. Load test #2의 경우, #1의 Weldline이 없는 P<sub>1</sub>지점에 하중을 적용하였다. 하중의 크기를 25.007 kN까지 증가시켰을 때 73mm의 변위가 발생하였으며, Load test #1과 해석상의 최대응력이 발생한 위치에서 파단이 발생하였으며 Fig. 5와 같은 결과를 도출하였다.



Fig. 4 Load testing system of rear protector

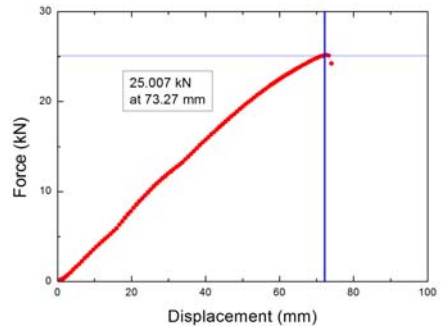


Fig. 5 Result of Load test #2

### 4. 결론

구조 해석의 경우 Rear Protector Beam의 최대 응력이 허용 응력 보다 낮아 제품에 문제가 발생하지 않을 것으로 판단되었지만, 하중 시험을 수행한 결과 12mm이상의 변위차를 보이며 해석상의 최대 응력이 발생한 위치에서 파단이 발생하였다. 이는 제품 성형 조건에 의해 제품의 물성이 달라진 것과 제품 성형 시 적층 조건에 따라 제품의 성능이 크게 달라지므로 제품 성형 조건의 중요성을 확인할 수 있는 대목이다. 이에 따라 PP복합소재의 균일한 물성 확보 및 소재 적층을 위해 최적의 성형 조건 기준에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

### 후기

본 연구는 한국산업단지공단 생산기술사업화 지원사업의 일환인 ‘고강도 복합소재를 적용한 중·대형 트럭용 Rear Protector 개발’의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 김기주, 성장원, 원시태, “고강도강을 이용한 경량 차체 범퍼 임팩트 빔의 충돌 안전 설계 및 해석”, 한국정밀공학회 2009년도 춘계학술대회 논문집, 683-684, 2009
2. 김지원, 이창식, “승용차 재활용 범퍼의 충격 흡수 성능에 관한 연구”, 한국자원리사이클링학회지, 18(1), 44-51, 2009
3. Lee, J. W., Yoon, K. H., Kang, Y. S., "Hood and Bumper Structure Design Methodology for Pedestrian Regulation", KSAE, 13(3), 162-170, 2005