

차량용 Aluminum Rear Protector의 구조 해석에 관한 연구

A Study of Structural Analysis for Automotive Aluminum Rear Protector

*#서영수¹, 이형수¹, 양균의¹, 김연승¹, 유종남²

*Y. S. Seo(yseo@camtic.or.kr)¹, H. S. Lee¹, G. E. Yang¹, Y. S. Kim¹, J. N. Yu²

¹전북대학교자동차부품기술혁신센터, ²(유)비알엠

Key words : Truck, Rear Protector, Structural Analysis, Aluminum, Parameter study

1. 서론

차량용 rear protector는 중·대형 트럭의 후방에 장착되어 차량의 후방 추돌 시 추돌하는 자동차가 트럭 아래로 파고드는 것을 방지하는 역할과 차체를 보호해주는 역할을 하는 자동차용 부품이다. rear protector는 크게 빔(beam), 스테이(stay), 플레이트(plate), 레인포스(reinforce)로 구성되어 있으며, 이 중 rear protector 빔은 승용차의 범퍼 임팩트 빔과 같이 충돌 시 대부분의 충격을 흡수한다[1]. rear protector의 안전성 성능을 검증하기 위해서는 각국별로 제정된 안전기준을 만족하여야 하며 국내의 경우 자동차 안전기준 제96조를 만족해야 한다. 현재 많은 자동차 회사들에서는 안전기준을 만족하면서 경량화 된 rear protector를 개발하기 위하여 많은 연구를 수행하고 있다. 또한 제품의 구조성능 평가를 위하여 유한요소해석을 설계에 적용하여 활용하고 있으며 그 범위는 점차 넓어지고 있다[2].

기존의 rear protector의 경우 높은 강도 특성을 나타내고 있는 steel계열의 소재를 사용하고 있지만 밀도가 높아 무거워 경량화하기 어려운 단점이 있다.

그러므로 본 연구에서는 자동차의 경량화의 일환으로 차량용 rear protector의 소재를 aluminum으로 변경하여 구조적(두께, section 변화)인 측면에 대해 구조 해석을 통하여 그 결과를 분석하였다.

2. 기존 빔의 두께 및 소재 변경에 따른 결과 분석

국내에 적용되는 rear protector는 자동차 안전기준 제96조를 만족해야 하며 적용되는 하중 지점을 Fig. 1에 나타내었다. 여기서 P₁ 및 P₃은 차량 총 중량의 12.5% 또는 25 kN 중 작은 값을 적용하며 P₂는 차량 총 중량의 50% 또는 100 kN 중 작은 값으로 본 논문에서는 P₁ 및 P₃에는 25 kN, P₂에는

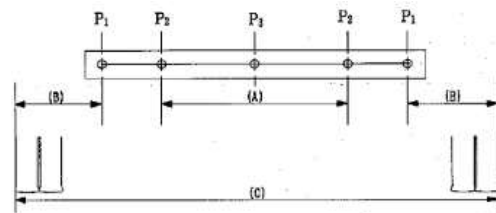


Fig. 1 In KMVSS article 96, load point of rear protector

100 kN을 적용하였다. 여기서 시험 하중 적용 후의 변위 결과가 50 mm이하이어야 적합 판정을 얻을 수 있다.

이에 따라 3개의 하중 지점 중 변위 결과가 크게 발생할 것으로 예상되는 하중 P₁에 대한 해석을 Nastran 상용 프로그램을 이용하여 수행하였다. 차량용 rear protector 빔의 두께는 3.4 mm, 4 mm, 4.5 mm, 5 mm의 4 case로 설정하였으며 3.4 mm는 기존의 rear protector 빔의 두께이다. Fig. 2는 빔의 유한요소 모델 및 하중/경계조건을 나타낸 것이며 유한요소 모델의 경우 22849개의 3절점 및 4절점 쉘요소를 사용하였다. 해석에 사용된 aluminum 6061의 물성치는 Table 1에 정리하였다.

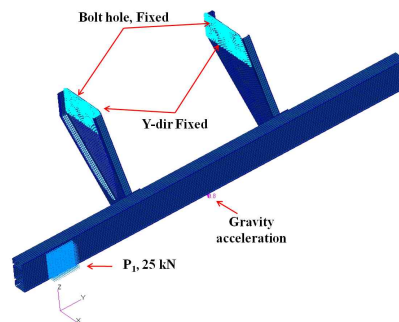


Fig. 2 Finite element model and boundary conditions of rear protector beam

Table 1 Material properties of aluminum 6061

Properties	Value
E	68.2 [GPa]
ρ	2,700 [kg/m ³]
ν	0.33

Table 2 Comparison of analysis results for aluminum rear protector beam

Thickness [mm]	Displacement [mm]	Mass [kg]
3.4	30.1	14.74
4	26.1	16.98
4.5	23.6	19.11
5	21.6	21.23

해석한 결과를 비교하면 두께가 두꺼워지면서 감소된 변위의 크기가 줄어드는 것으로 나타났다. 이에 반해 무게는 일정하게 증가되므로 빔의 두께를 적절하게 선택해야 하는 것을 알 수 있다.

3. 단면 형상 및 구조인자 변경에 따른 결과 분석

빔에 작용하는 하중에 의해 나타나게 되는 변위의 값은 빔 내부의 리브(rib)와 외형의 형상에 따라 달라지기 때문에 Fig. 3과 같이 단면의 형상을 변경하여 두께에 따른 변위 결과를 비교하였다.

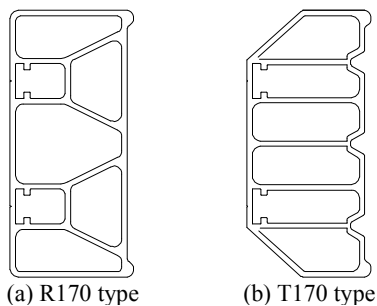


Fig. 3 Cross-section of 2 type for rear protector

변경된 단면 형상에 대한 해석은 P1 하중을 적용하고 rear protector 빔의 두께를 4 mm, 4.5 mm, 5 mm의 3 case로 설정하여 Nastran 상용 프로그램을 이용하여 해석을 수행하고 그 결과를 Table 3에 정리하여 나타내었다.

해석 결과를 살펴보면 T170 type의 단면보다 R170 type의 단면의 변위 해석 결과 값이 낮음을 확인하였다. 이는 리브의 개수보다 단면의 외곽 형상이 더욱 중요하는 것을 알 수 있다[3].

Table 3 Comparison of analysis results for two-type cross-section

Thickness [mm]	R170 type Displacement [mm]	T170 type Displacement [mm]
4	22.4	23.8
4.5	20.4	21.7
5	18.8	20.0

4. 결론

차량용 rear protector의 소재를 aluminum으로 변경하여 빔의 두께, 단면의 형상에 따른 변위 해석 결과를 비교하였으며 두께가 4.5 mm인 R170 type의 모델이 가장 효과적인 것을 알 수 있었다. 또한 기존의 steel 소재가 적용된 rear protector의 무게보다 1/3 수준으로 가볍기 때문에 기존 소재 대비 경량화 효과와 아울러 자동차 안전기준에 부합하는 제품 개선 사례임을 알 수 있다.

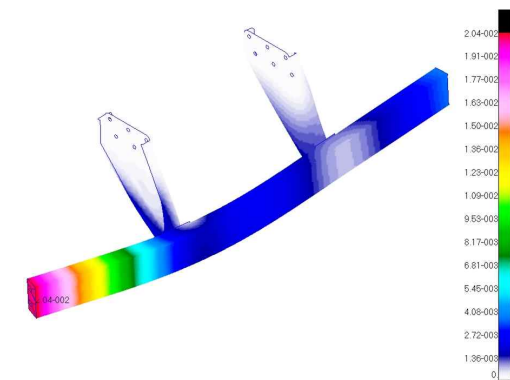


Fig. 4 Analysis result of displacement for R170 type

참고문헌

1. 김기주, 성창원, 원시태, “고강도강을 이용한 경량 차체 범퍼 임팩트 빔의 충돌 안전 설계 및 해석”, 한국정밀공학회 2008년도 춘계학술대회 논문집, 683-684, 2009
2. Lee, J. W., Yoon, K. H., Kang, Y. S., "Hood and Bumper Structure Design Methodology for Pedestrian Regulation", KSAE, 13(3), 162-170, 2005
3. 이승훈, 박상근, 조영호, “알루미늄 범퍼시스템 개발”, 한국자동차공학회 2000년도 추계학술대회 논문집, 919-924, 2000