

자동차 루프랙의 형상에 따른 구조 해석을 통한 융합 연구

최계광¹, 조재웅^{2*}

¹공주대학교 금형설계공학과 교수, ²공주대학교 기계자동차공학부 교수

A Convergence Study through the Structural Analysis due to the Shape of Automotive Roof Rack

Kye-Kwang Choi¹, Jae-Ung Cho^{2*}

¹Professor, Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju national University

²Professor, Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요약 최근 취미로 다양한 레포츠를 즐기는 인구가 증가하였다. 그에 따라 차량 지붕위에 다양한 물건들을 적재한 차량들을 거리에서 쉽게 볼 수가 있다. 차량 지붕위에 적재를 할 수 있게 하는 장치는 랙이라는 장치이며 차량마다 각기 다른 형상을 가지고 있다. 다양한 종류들이 있지만 무거운 짐을 적재하기 위해 강도 및 내구성을 가져야 한다. 본 연구에서는 루프랙의 지지대 방식과 고정대의 형상에 따른 구조 해석을 하였다. 세 가지의 모델들 중, Model C가 가장 좋은 내구성을 가지고 있음을 보였다. 따라서 어떤 형상을 가진 루프랙이 가장 안정성이 있는 것을 본 연구 결과로서 알 수 있다. 본 결과를 토대로 얻은 자동차 루프랙의 형상에 따른 구조 해석에 통한 융합 연구에 대한 설계데이터를 활용함으로써 실생활에서의 자동차 부품에 융합하여 그 미감을 보일 수 있다.

주제어 : 루프랙, 구조해석, 융합, 내구성, 등가응력, 전변형량

Abstract Recently, the number of people enjoying various leisure sports has increased. As a result, the vehicles with various items loaded onto the roof can be easily seen on the street. The device that enables loading on the vehicle roof is called by a rack, and each vehicle has its own different shape. There are various types of roof racks but they must have the strength and durability to load heavy loads. In this study, the structural analysis was performed according to the support method of the roof rack and the shape of the fixture. Of three models, it was shown that model C had the best durability. Therefore, this study result shows which shape of the roof rack is most stable among the models. By utilizing the design data about a convergence study through the structural analysis due to the shape of automotive roof rack obtained on the basis of this result, the esthetic feeling can be shown by being converged onto the part of automobile at actual life.

Key Words : Roof rack, Structural analysis, Convergence, Durability, Equivalent stress, Total deformation

1. 서론

최근 취미로 다양한 레포츠를 즐기는 인구가 증가하고 있다. 그에 따라 차량 지붕위에 다양한 물건들을 적재한

차량들이 주변에 많이 있다. 차량의 지붕위에 적재를 할 수 있게 하는 장치는 랙이라는 장치이며 차량마다 각기 다른 형상을 가지고 있으며 용도에 따라서 형상을 달리 하고 있다. 루프랙은 자동차 제조회사에서 정한 규정으로

*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)

Received August 19, 2019

Accepted December 20, 2019

Revised September 6, 2019

Published December 28, 2019

만들어지기도 하지만 추가적으로 다른 제조회사의 랙을 사용하는 방법도 있다. 랙은 다양한 종류들이 있지만 무거운 짐을 적재하기 위해 강도 및 내구성은 관련 법규를 준수해야만 한다. 따라서 무조건 가볍고 용도의 쉽게 제작해서는 안 된다. 이미 미국과 유럽 등 해외국가들은 루프랙의 사용이 많아 더 다양한 루프랙의 종류들과 시스템을 구축하고 있다. 루프랙은 기존 차량에 차의 수직된 방향으로 차 자체에 탑재되어 결합된 방식이다. 루프랙은 상당한 무게의 하중들을 견뎌야 하는 극한의 상황에 놓여 있기도 하는데 이를 견뎌 내지 못한다면 대형사고로 이어질 수 있기 때문에 안전과 직결되어 있다. 따라서 이러한 다양한 자동차 부품들의 안전성에 관한 형상 개발 연구들이 있다[1-10]. 본 연구에서는 루프랙 형상에 따라 구조해석 결과를 분석한다[11-14]. 따라서 본 연구 결과를 종합하면 안전한 루프랙의 형상을 구현하는 데에 기여를 할 수 있다고 보인다[15-18]. 해석에서는 3개의 루프랙 모델들을 설계하였다. 3가지 모델 모두 가장 대표적인 루프랙의 형상들이며 Model A는 지지대가 고정대 방향까지만 뻗은 형상이다. Model B는 지지대가 고정대 부분을 넘어섰으며 사각진 형태의 마운트 부분이 특징이다. Model C는 B와 같이 지지대가 고정대 부분을 지나며, B와는 다르게 고정대 부분이 삼각형 모양의 형상을 가진다. 본 연구에서는 CATIA 프로그램으로 모델링을 하였으며 ANSYS 프로그램을 사용하여 구조해석을 수행하였다. 또한 본 연구의 시뮬레이션 해석 결과로서 설계에 적용시 실험을 하지 않고도 그 결과를 예측할 수가 있어서 본 논문의 해석 결과를 잘 이용할 수 있다고 사료된다. 본 결과를 토대로 얻은 자동차 루프랙의 형상에 따른 구조 해석에 통한 융합 연구에 대한 설계데이터를 활용함으로써 실생활에서의 자동차 부품에 융합하여 그 미감을 보일 수 있다.

2. 본론

2.1 연구 모델

본 연구에 사용될 루프랙 모델은 구조용 강으로서 현재 사용되고 있고 가장 쉽게 볼 수 있는 3가지 Type의 모델들을 선택하였다. Fig. 1과 같이 실제 치수와 동일한 크기로 모델링을 실시하였으며 세 가지 Model들의 크기는 1200×50×150(가로×세로×높이)이내의 형상들을 가지고 있고 중심을 기준으로 양쪽에 고정대를 가지고 있다. 각각의 Model들은 같은 폭의 지지대로서 지지대

가 고정대를 넘어선 형상과 고정대의 형상을 달리한 차이점을 가지고 있다 Fig. 2와 같이 구조 해석을 하기 위한 3가지 Model들의 메시 형상들은 4만개의 가깝거나 그 이상의 Mesh를 가지고 있다. Table 1에서는 각 모델들의 요소수와 절점수를 나타내었다.

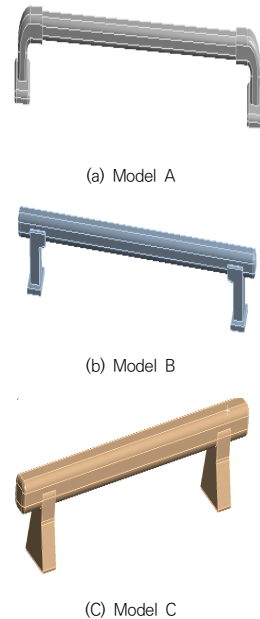


Fig. 1. Configurations of models

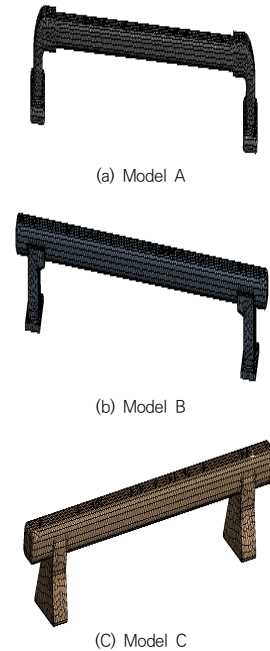


Fig. 2. Mesh configurations of models

Table 1. List of side roof rack model of A, B, C

	Nodes	Elements
Model A	67715	43632
Model B	62567	39916
Model C	63164	40677

2.2 해석 조건

Fig. 3 및 4는 각각의 Model에 대한 구속조건들을 나타낸 그림들이다. 루프랙의 지지대 부분에는 적재하는 짐의 하중을 9800N으로 가정하여 지지대 상단부분에 받는다고 가정하였다. 차량과 루프랙이 고정되는 부분인 고정대의 밑바닥을 Fixed Support로 구석을 부여했다.

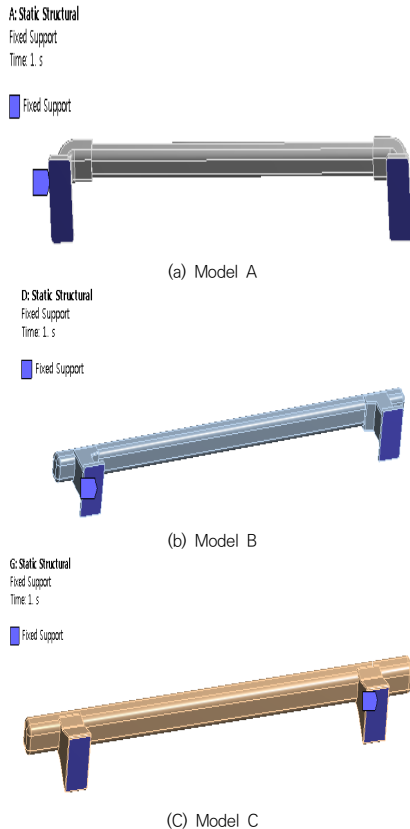


Fig. 3. Fixed parts of models

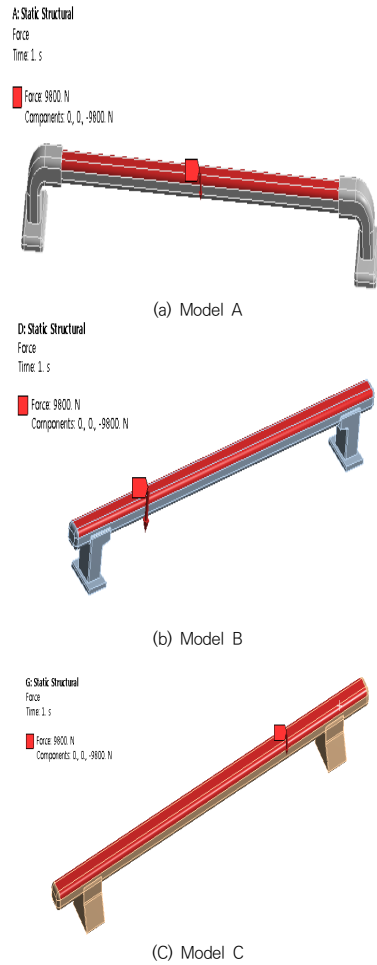


Fig. 4. Force conditions of models

2.3 해석 결과

해석 결과로서 Fig. 5는 3가지 Model들에 대한 최대 변형량을 나타낸 그림들이다. 또한 Fig. 6은 3가지 Model들에 대한 등가 응력들을 나타낸 그림이다. Fig. 5에서 Model A의 최대 변형량은 0.94832mm이며, Model B는 0.48692mm이고, Model C는 0.32682mm이다. 이 결과를 보았을 때 Model C의 변형량이 가장 적고 Model B, Model A순으로 구조강도가 더 좋다고 볼 수 있다. 그리고 Fig. 6은 Model A, B, C에 최대등가응력이 각각 88.454MPa, 61.896MPa, 48.594MPa를 나타내는 그림들이다. 따라서 구조강도에서는 C, B, A순으로 높은 구조강도의 수치를 나타낸다.

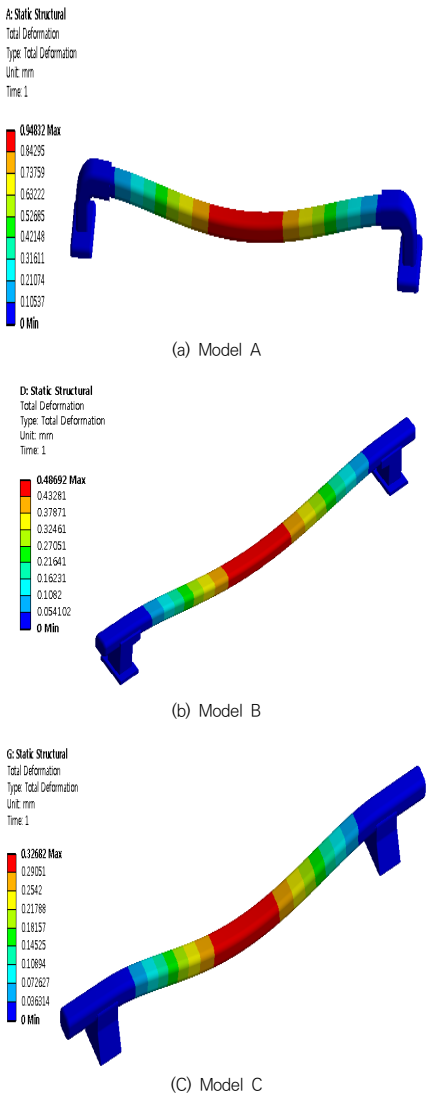


Fig. 5. Total deformations at structural analysis

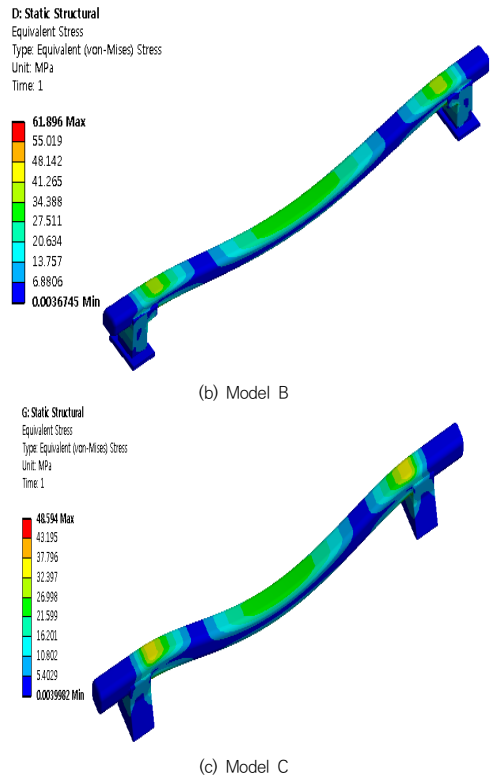
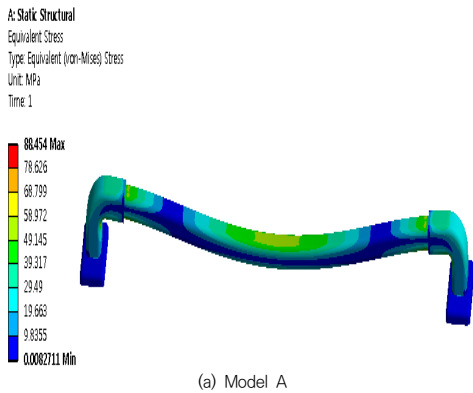


Fig. 6. Equivalent stresses at structural analysis

3. 결론

본 연구에서는 루프랙 형상에 따른 구조 및 진동해석을 하였고 그 연구결과는 다음과 같다

1. 구조 해석 결과 Model A의 최대 변형량은 0.94832mm이며, Model B는 0.48692mm이고, Model C는 0.32682mm이다. 결과를 보았을 때 Model C의 변형량이 가장 적고 Model B, Model A순으로 구조강도가 더 좋다고 볼 수 있다.
2. Roof rack의 최대 등가응력은 88.454MPa, 61.896MPa, 48.594MPa이며, 구조강도에서는 C, B, A순으로 높은 구조강도의 수치를 나타낸다.
3. 본 연구 결과로 종합하여 보면, 같은 힘을 주었을 경우에는 지지대가 고정대 부분을 지나 뻗어있는 형상과 고정대의 형상이 삼각형의 형상을 가진 루프랙이 가장 안정적인 구조임을 알 수 있었다.
4. 본 결과를 토대로 얻은 자동차 루프랙의 형상에 따른 구조 해석에 통한 융합 연구에 대한 설계데이터

를 활용함으로써 실생활에서의 자동차 부품에 융합하여 그 미감을 보일 수 있다.

REFERENCES

- [1] J. U. Cho. (2014). Durability Study through Structural and Fatigue Analyses of Brake Pads with Different Configurations. *The Korean Society of Automotive Engineers*, 22(6), 128-133.
DOI: 10.7467/KSAE.2014.22.6.128
- [2] H. M. Shick & J. U. Cho. (2014). A Study on Durability of Under Bar at Car through Structural and Fatigue Analyses. *Korean Society of Mechanical Engineering*, 14(2), 44-50.
DOI: 10.14775/ksmpe.2015.14.2.044
- [3] M. S. Han & J. U. Cho. (2013). Structural Strength Analysis on Recliner Case of Automotive Seat. *The Korean Society of Automotive Engineers*, 22(4), 82-88.
DOI: 10.7467/KSAE.2014.22.4.082
- [4] J. U. Cho. (2014). Durability Study through Structural and Fatigue Analyses of Brake Pads with Different Configurations. *The Korean Society of Automotive Engineers*, 22(6), 128-133.
DOI: 10.7467/KSAE.2014.22.6.128
- [5] M. S. Han & J. U. Choi. (2012). Structural Analysis of Engine Mounting Bracket. *The Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, 21(4), 525-531.
DOI: 10.7735/ksmte.2012.21.4.525
- [6] I. S. Hwang, S. J. Park, J. S. Ra & Y. L. Lee. (2014). A Nonlinear Structural Analysis for Improvement of lead density in COF Bonding. *Journal of Korean Society Mechanical Technology*, 17(1), 83-89.
- [7] B. L. Choi. (2015). Structural analysis on considering fatigue assessment of welded joints in a chassis frame. *Journal of Korean Society Mechanical Technology*, 17(4), 739-744.
- [8] B. G. Jung, J. W. Kim & B. H. Jeong. (2017). A Study of Structural Analysis Simulation for Squat Exercise Foot Plate. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(9), 365-372.
DOI: 10.15207/JKCS.2017.8.9.365
- [9] J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis on the Axle of Railway Vehicle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(1), 93-101.
DOI: 10.15207/JKCS.2015.6.1.093
- [10] J. U. Cho. (2014). A Study on Structural Safety and Fatigue Failure of End Mill. *Journal of the Korea Convergence Society*, 5(3), 17-22.
DOI: 10.15207/JKCS.2014.5.3.017
- [11] J. I. Lee. (2017). The Convergence Design for Stiffness and Structure Advancement of Automotive Body. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(4), 189-197.
DOI: 10.15207/JKCS.2017.8.4.189
- [12] J. S. Lee. (2018). Structural Analysis of a 24 Person Elevator Emergency Brake. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(12), 189-194.
DOI: 10.15207/JKCS.2018.9.12.189
- [13] D. S. Kang, E. I. Jung, K. H. Kim, I. C. Baek & C. S. Yi. (2019). Structural Analysis of a Carriage Shuttle System : A Material Supply Device for Small-Scale Machine Tools. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 18(4), 62-68.
- [14] M. S. Han & J. U. Cho. (2019). Durability Study of Subway Brake Disc and Wheel-type Brake. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 18(7), 22-28.
- [15] J. H. Hyeon, Y. H. Moon & S. W. Ha. (2018). Development of Automation Software for Corner Radius Analysis of Composite Laminated Structure. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(3), 107-114.
- [16] J. L. Cui, M. H. Chey & S. I. Kim. (2016). Seismic Performance of Urban Structures with Various Horizontal Irregularities using Equivalent Static Analysis. *Journal of Convergence for Information Technology*, 6(1), 25-32.
- [17] M. S. Koh, S. K. Kwon & S. Lee. (2015). A Study for the Dynamic Characteristics and Correlation with Test Result of Gantry Robot based on Finite Element Analysis. *Journal of Digital Convergence*, 13(1), 269-274.
- [18] W. B. Lee, S. H. Ryu, W. Y. Hao & B. P. Kyung. (2015). Dismantling Simulation of Nuclear Reactor Using Partial Mesh Cutting Method for 3D Model. *Journal of Digital Convergence*, 13(4), 303-310.

최 계 광(Kye-Kwang Choi)

[정회원]



- 1993년 2월 : Pusan University of Technology Metal mold Engineering (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계 설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계 설계학과 (공학박사)
- 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
- 2006년 5월 ~ 현재 : 공주대학교 금형설계공학과 교수
- 관심분야 : 3D CAD, CAM Programing
- E-Mail : ckkwang@kongju.ac.kr

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[종신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기

계·자동차공학부 교수

- 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석
- E-Mail : jucho@kongju.ac.kr