Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 9, pp. 169-173, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.169

자동차 서포트빔의 구조해석에 대한 융합 연구

최계광[1], 조재웅[2*]
[1]공주대학교 금형설계공학과 교수, [2]공주대학교 기계자동차공학부 교수

A Convergent Study on the Structural Analysis of Automotive Support Beam

Kye-Kwang Choi[1], Jae-Ung Cho[2*]
[1]Professor, Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju national University
[2]Professor, Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약 본 연구에서는 Model A와 Model B 그리고 Model C의 총 3가지의 차축 모델을 이용하여 차축에 하중이 가해졌을 때의 차량 서포트빔에 대한 구조해석을 하였다. 3가지의 Model A, B, C를 비교해 보았을 때 등가응력은 Model C가 재료의 항복 응력보다 작게 나와서 그 내구성면에서 좋다고 사료된다. Model A와 Model B에서 발생한 최대 등가응력들은 항복응력보다 각각 1.8배와 2.5배이상 발생되어 재료가 파단됨을 보여 주고 있어 서포트빔으로서는 효율적으로 보이지 않는다. Model C가 Model A와 Model B에 비하여 그 내구성면에 있어서 효율적으로 차축 서포트빔의 설계 향상에 응용할 수 있다. 본 연구 결과를 자동차 부품에 적용함으로서 자동차 서포트빔의 강도를 평가할 수 있다. 그리고 본 연구가 실제적으로 효율적인 설계와 미적인 융합에 적합하다고 보인다.

주제어 : 자동차 서포트빔, 등가응력, 전변형량, 구조해석, 융합

Abstract The structural analysis was performed at this study when the axle was loaded by using a total of three automotive support beam models, models A, B and C. Comparing with three models A, B, and C, the equivalent stress is considered to be good for its durability because model C is less than the yield stress of the material. The maximum equivalent stresses happening at models A and B are 1.8 times and 2.5 times higher than the yield stress, respectively, indicating that the material is fractured. So, it does not seem to be efficient as a support beam. Model C can be applied efficiently to the improvement design of axle support beams in terms of durability compared to models A and B. The strength of automotive support beam can be evaluated by applying this research result to the automotive part. And it is seen that this study is adequate at the efficient design and aesthetic convergence practically.

Key Words : Automotive support beam, Equivalent stress, Total deformation, Structural analysis, Convergence

1. 서론

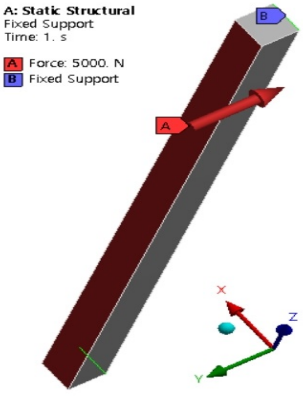
요즘 자동차 시장의 경향은 저연비, 그리고 고성능 자동차이다. 그에 따라 다양한 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 이에 따라 재료분야에서는 자동차에 사용되는 재료를 더 얇게, 그리고 더 가볍게 만들기 위해 끊임없는

*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)
Received June 8, 2020 Revised July 23, 2020
Accepted September 20, 2020 Published September 28, 2020

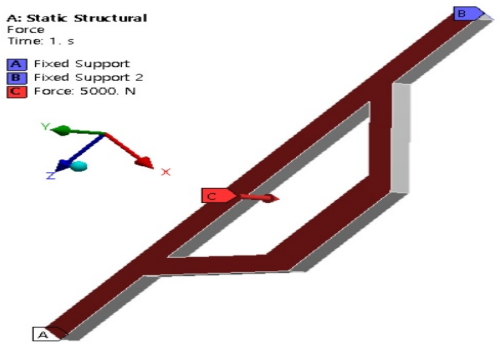
노력을 하고 있다. 그러나 재료가 얇게 되면 될수록 하중을 받았을 때 쉽게 파손이 될 수 있다. 이런 단점을 보안하기 위하여 여러 분야에서의 공학자들[1-7]이 연구를 진행하고 있다. 실제로 차량을 이용하여 실험을 하기도 하지만 모든 부품에 대하여 실험을 진행하기에는 많은 시간과 비용이 투자되므로 연구자들은 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 자동차의 부품들에 대해 구조 해석 등을 진행하고 있다[8-13]. 이에 따라 차축에 힘이 가해졌을 때, 서포트빔이 얼마나 변형되는지에 대한 구조 해석을 하여 그 내구성을 고찰하였다. 본 연구의 해석 결과를 이용하면 실제적으로 자동차 서포트빔의 강도와 내구성을 실험하지 않고서도 평가할 수 있다고 사료된다. 그리고 본 연구가 실제적으로 효율적인 설계와 미적인 융합에 적합하다고 보인다[14,15].

2. 모델링 및 구속 조건

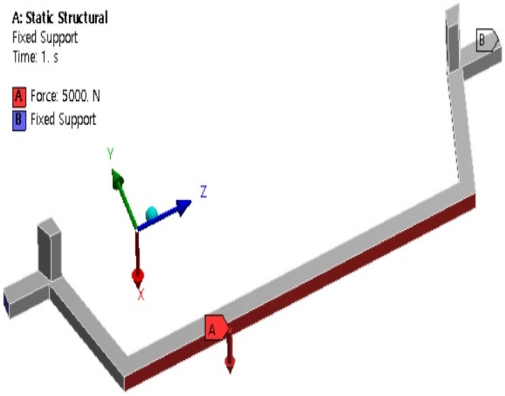
자동차 부품에 있어서의 3가지 설계 모델들로서, Model A는 단순모델, Model B는 서포트빔이 적용된 모델, Model C는 화물차에 주로 사용되는 모델을 기초로 하여 모델링하였다. Fig. 1에서와 같이 모델은 Model A, Model B, Model C의 총 3가지의 모델을 사용하였다. 그 구속 조건으로서 Model A, Model B, Model C에 모두 5000N의 힘을 가하고 반대편에 고정하여 주었다. 본 연구 모델의 재료는 구조용 강으로서 Table 1에 그 물성치를 나타내었다. Model A와 Model B의 절점수와 요소수는 Table 2와 같다.



(a) Model A



(b) Model B



(c) Model C

Fig. 1. Constraint conditions of models

Table 1. Material property

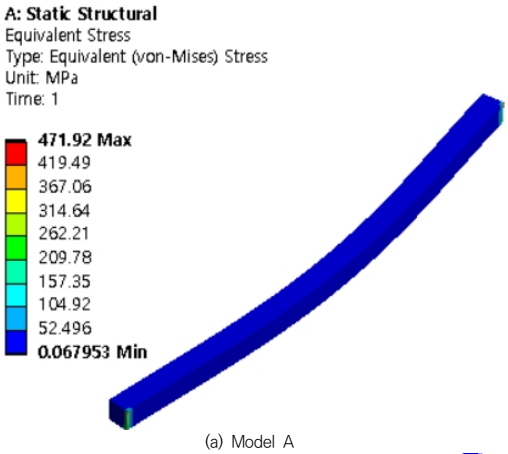
Parameter	Values
Young's Modules	2×10^5 MPa
Poisson's Ratio	0.3
Density	7850 kg/m^3
Tensile Yield Strength	250 MPa
Compressive Yield Strength	250 MPa
Tensile Ultimate Strength	460 MPa

Table 2. Meshes of models 1, 2 and 3

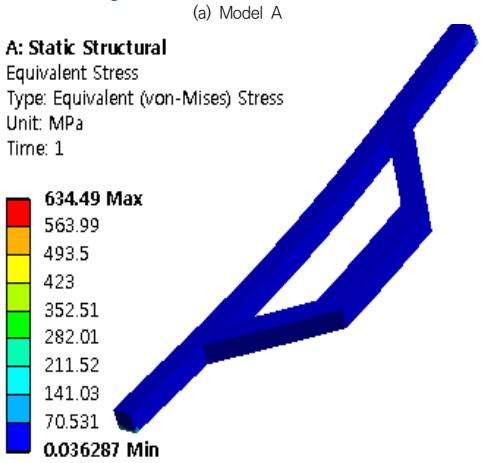
	Numbers of Nodes	Numbers of Elements
Model A	115841	25000
Model B	110413	23288
Model C	33882	17351

3. 해석결과

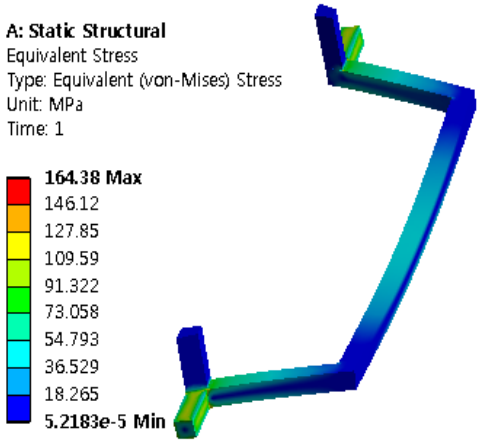
Fig. 2는 Model A와 Mode B, Model C의 중심부에 5000N의 힘을 가했을 때의 Equivalent Stress(등가응력)를 나타낸 것이다. 등가응력은 어떤 지점에 작용하는 응력의 축이 여러 개인 상태일 때, 응력의 크기를 같은 값의 단축 인장응력으로 나타낸 것으로 힘이나 하중이 가해졌을 때 응력의 값이 적을수록 좋다. 이를 통해 등가응력을 이용하여 재료의 구조해석 결과에서 항복의 발생 여부를 판단할 수 있다. 먼저 Model A의 Equivalent Stress는 최대값 471.92 MPa, 최소값 0.067953 MPa인것을 볼 수 있다. Model B의 Equivalent Stress는 최대값 634.49 MPa, 최소값 0.036287 MPa로 해석되었다. 마지막으로 Model C의 Equivalent Stress는 최대값 164.38 MPa, 최소값 0.000052183 MPa로 해석되었다. 이 3가지의 Model A, B, C를 비교해 보았을 때, Equivalent Stress는 Model C가 재료의 소성 응력보다 작게 나와서 그 내구성면에서 좋다고 사료된다.



(a) Model A



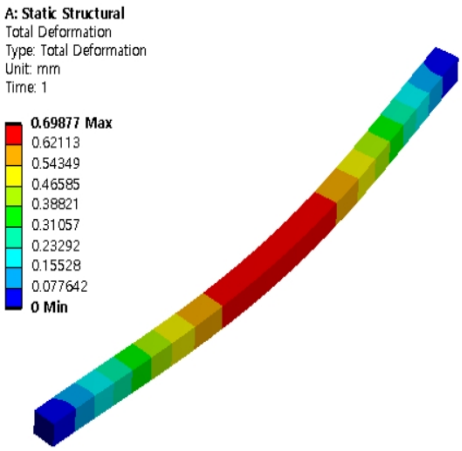
(b) Model B



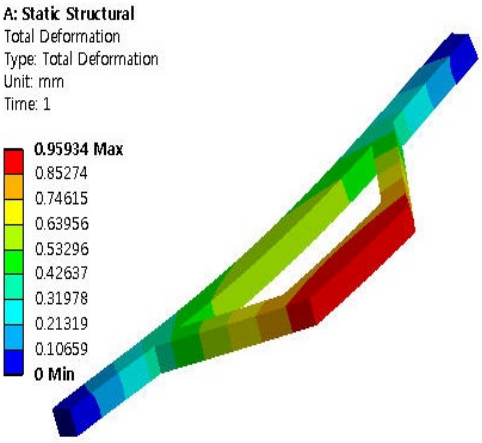
(c) Model C

Fig. 2. Contours of equivalent stresses

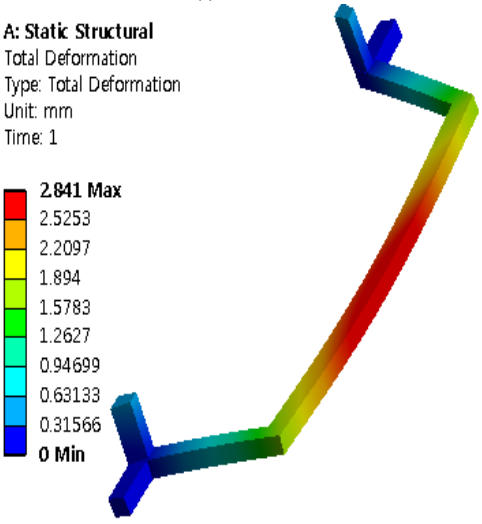
따라서 Model A와 Model B에서 발생한 Equivalent Stress들은 항복응력보다 각각 1.8배와 2.5배이상 발생되어 재료가 파단됨을 보여 주고 있어 서포트빔으로서 효율적으로 보이지 않는다. Fig. 3은 Model A와 Model B, Model C의 중심부에 5000N의 힘을 가해주었을 때의 Total Deformation(전변형량)값을 나타낸 것이다. Total Deformation은 값이 적을수록 더 좋은 성능을 나타낸다. 먼저 Model A의 Total Deformation은 최대값 0.69877 mm, 최소값 0mm의 변형량을 보여주고 있다. 다음으로 Model B의 Total Deformation은 최대값 0.95934 mm, 최소값 0 mm의 변형이 되었다.



(a) Model A



(b) Model B



(c) Model C

Fig. 3. Contours of total deformations

마지막으로 Model C의 Total Deformation은 2.841 mm의 최대의 변형이, 그리고 0mm의 최소의 변형을 보였다. 이 3가지의 Model A, B, C들 중에서 Model A가 전변형량이 가장 적게 나왔다. Model B와 Model C는 최대의 전변형량이 Model A에 비하여 다소 크게 나타났다. 그러나 이러한 미소 변형량들은 차축서포트 빔으로서 그 하중에 대하여는 그 부품의 구조상 그 영향이 없다고 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 Model A와 Model B 그리고 Model C의 총 3가지의 차축 모델을 이용하여 차축에 하중이 가해졌을 때의 차량 서포트빔에 대한 구조해석을 한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 3가지의 Model A, B, C를 비교해 보았을 때 Equivalent Stress는 Model C가 재료의 항복 응력보다 작게 나와서 그 내구성면에서 좋다고 사료된다. Model A와 Model B에서 발생한 Equivalent Stress들은 항복응력보다 각각 1.8배와 2.5배이상 발생되어 재료가 파단됨을 보여 주고 있어 서포트빔으로서 효율적으로 보이지 않는다.
2. Model B와 Model C는 최대의 전변형량이 Model A에 비하여 다소 크게 나타났다. 그러나 이러한 미소 변형량들은 차축서포트 빔으로서 그 하중에 대하여는 그 부품의 구조상 그 영향이 없다고 사료된다.
3. Model C가 Model A와 Model B에 비하여 그 내구성면에 있어서 실제적으로 차축 서포트 빔의 설계를 향상할 수 있다고 사료된다. 그리고 본 연구가 실제적으로 효율적인 설계와 미적인 융합에 적합하다고 보인다.

REFERENCES

[1] K. S. Moon, K. S. Jung, J. H. Sang & J. P. Gyung. (2007). Structural analysis and optimization of a low-speed vehicle body. *Journal of Automobile Engineering, 221(3),* 313-326.
DOI : 10.1243/09544070JAUTO36

[2] S. R. Park, D. C. Shim, D. Kim & M. Y. Lyu. (2010). A Study on the Structural Analysis for Plastic Door Handle of Automobile. *Transactions of Materials Processing, 19(3),* 185-190.
DOI : 10.5228/KSPP.2010.19.3.185

[3] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique due to the Shape of Cruiser Board through Structural Analysis. *Journal of the Korea Convergence Society, 6(4),* 99-105.
DOI : 10.15207/jkcs.2015.6.4.099

[4] B. Y. Kang, Y. H. Kim, D. W. Kim, M. H. Kim, J. Y. Han & C. H. Hong. (2011). A Study of the FE Analysis Technique of Hybrid Blades for Large Scale Wind-Turbine. *Journal of Ocean Engineering and Technology, 25(1),* 61-66.
DOI : 10.5574/KSOE.2011.25.1.061

[5] J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Strength Analysis of Stabilizer Link by Type. *Journal of the Korea Convergence Society, 6(1),* 57-63.

DOI : 10.15207/JKCS.2015.6.1.057

[6] Y. K. Park & B. G. Lee. (2018). A Study on the Structural Analysis of the Spindle of Swiss Turn Type Lathe for Ultra Precision Convergence Machining. *Journal of the Korea Convergence Society, 9(5),* 145-150.
DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.5.145

[7] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to the Height of the Walker, *Journal of the Korea Convergence Society, 6(2),* 19-24.
DOI : 10.15207/jkcs.2015.6.2.019

[8] 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

[9] 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

[10] Y. T. Oh. (2017). Study on the Structural Analysis of SCARA Industrial Robot. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology, 19(6),* 866-871.
DOI : 10.17958/ksmt.19.6.201712.866

[11] Y. S. Lee & Y. Y. Yang. (2017). Study on Structural Analysis of Variable Roll Unit for Drawing Process of SUS Hexagonal Bar. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology, 19(6),* 827-833.
DOI : 10.17958/ksmt.19.6.201712.827

[12] J. H. Ko & D. M. Kang. (2014). CAE Analysis on Strength and Fatigue of Rear Door of Passenger Car. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 13(3),* 63-69.
DOI : 10.14775/ksmpe.2014.13.3.063

[13] S. H. Ha, S. J. Kim & J. I. Song. (2014). Structure Analysis and Torque Reduction Design of Industrial Ball Valve. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 13(6),* 37-45.
DOI : 10.14775/ksmpe.2014.13.6.037

[14] 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.

[15] 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 Metalmold Engineering (공학사)
· 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
· 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
· 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
· 2006년 5월 ~ 현재 : 공주대학교 금형설계공학과 교수
· 2013년 1월 ~ 현재 : 공주대학교 글로벌 금형 기술 연구소 소장
· 관심분야 : 3D CAD, CAM Programing
· E-Mail : ckkwang@kongju.ac.kr

조 재 웅(Jae-Ung Cho) [종신회원]

· 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
· 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
· 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과 (공학박사)
· 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수
· 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석
· E-Mail : jucho@kongju.ac.kr