

대형트럭에서의 판스프링의 구조해석에 관한 융합 연구

최계광¹, 조재웅^{2*}

¹공주대학교 금형설계공학과 교수, ²공주대학교 기계자동차공학부 교수

A Convergent Investigation on the Structural Analysis of Leaf Spring at Large Truck

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 본 연구에서는 대형트럭의 판스프링의 개수에 대한 구조 해석을 수행하였다. 변형량은 4가지 모델들이 공히 작게 나왔다. Model A의 응력이 가장 큰 것으로 나타났고 Model D의 응력이 가장 작은 것으로 나타났다. Model A의 최대 응력이 Model D에 비하여 약 1.87배로 크게 나왔고 Model B에 비하여 약 1.52배 정도로 크게 나타났다. Model C와 Model D의 최대응력은 적게 나왔다. Model D가 Model C에 비하여 겹판 스프링을 한 개 더 보강한 효과로 보면 그 강도의 향상의 효과는 작게 나타났다. 따라서 겹판 스프링 3개인 Model C가 설계상 효율적이고 강도 면에서도 좋다고 사료된다. 본 연구 결과를 대형트럭에서의 판스프링에 적용함으로써 판스프링의 구조 강도를 평가할 수 있고 그리고 그 결과가 대형트럭에서의 내구성이 있는 판스프링의 설계와 미적인 융합이 될 수 있다고 보인다.

주제어 : 판 스프링, 대형트럭, 구조 해석, 변형량, 응력, 융합

Abstract In this study, the structural analyses were performed on the number of leaf springs in large truck. The deformations were small for all four models. The maximum stress of model A was found to be the largest, and that of model D was the smallest. Model A was seen about 1.87 times larger than model D and about 1.52 times larger than model B. The maximum stresses of models C and D were seen to be less. In terms of the effect to reinforce one more overlapping spring, The effect of the enhancement of the strength of model D was shown to be small by comparing with model C. Therefore, model C with three overlapping springs is thought to be efficient in design and good in strength. The structural strength of leaf spring can be evaluated by applying this study result to the leaf spring at large truck. And it is seen that the result can be the design of the leaf spring with durability at large truck and the aesthetic convergence.

Key Words : Leaf spring, Large truck, Structural analysis, Deformation, Stress, Convergence

1. 서론

현가시스템은 스프링 작용에 의해 차체의 중량을 지지함과 동시에 차륜의 상하 진동을 완화함으로써 승차감을

좋게 하고, 화물의 충격으로 인한 파손을 방지하며 각부에 과대 부하가 가해지지 않도록 하기 위한 장치이다. 현가시스템의 한 부품인 판스프링은 차체 하중을 지탱하고 충격을 흡수하기 위해 판 모양의 스프링 강을 몇 장 겹쳐

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

Received August 18, 2020

Accepted December 20, 2020

Revised September 11, 2020

Published December 28, 2020

그 중심에서 센터 볼트로 체결한 것이며, 주 스프링 판의 양 끝에는 아이부를 두어 샤클 핀을 통하여 차체에 설치하게 되어 있다. 스프링 아이의 중심간의 거리는 스패인이라고 하며 차체의 한쪽 끝은 샤클 핀을 통하여 설치하며, 다른 한 쪽은 스패인의 길이 변화가 가능하게 하기 위하여 샤클을 두고 설치되어 있다. 본 논문에서는 상용차량의 고중량의 짐들을 옮기기 위한 특수 목적 차량의 현가장치 중 판 스프링의 내구성을 연구한다. 상용트럭의 판스프링은 종종 판스프링의 파손으로 인해 대형사고가 일어나기도 하는데 이러한 현상을 방지하기 위해 판스프링의 개수의 따른 모델링을 하고 해석하였다[1-5]. 판 개수에 따른 판스프링의 변형량과 응력 해석을 하여 각각의 모델에 따른 해석 결과들을 연구하였다[6-10]. 본 연구의 해석 결과를 이용하면 실제로 대형트럭에서의 판스프링의 구조 강도를 시험하지 않고서도 그 내구성을 판정할 수 있다고 사료된다. 그리고 그 결과가 내구성이 있는 대형트럭에서의 판스프링의 설계와 미적인 융합이 될 수 있다고 보인다[11-15].

2. 연구 모델 및 구조 해석 조건

본 연구에서는 판스프링의 판의 개수를 다르게 하여 총 4가지의 모델을 비교하였다. Fig. 1과 같이 실제 대형 상용 차량에 쓰이는 4가지의 판 스프링 형상들을 CATIA를 활용하여 설계하고 ANSYS 해석을 위한 메시를 나타내고 있다.

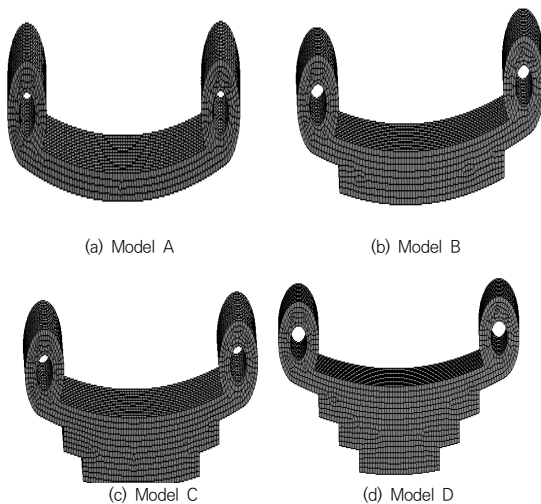


Fig. 1. Configurations with meshes of models

Table 1. Meshes of models A, B, C, D

	Number of nodes	Number of elements
Model A	40903	8463
Model B	55174	11778
Model C	65856	14235
Model D	73734	16068

Table 2. Material property

Young's modulus	$2 \times 10^{11} \text{Pa}$
Poisson's ratio	0.3
Density	7850kg/m^3
Tensile yield strength	$2.5 \times 10^8 \text{Pa}$
Compressive yield strength	$2.5 \times 10^8 \text{Pa}$
Tensile ultimate strength	$4.6 \times 10^8 \text{Pa}$

Model A, B, C, D는 판의 갯수가 각각 1개, 2개, 3개 및 4개인 겹판 스프링 모델들로 되어 있다. Table 1은 4가지 모델들에 대한 메시들의 절점 및 요소수를 나타낸다[6-10]. 그리고 본 연구 모델의 물성치는 구조용 강으로서 Table 2에서와 같다. 구조해석을 위한 구속조건으로는 대표적으로 Model D에서 Fig. 2와 같이 아래 방향에서 고정을 하고 25000N의 힘을 가하였다. Model A, B, C고 같이 그 구속조건을 적용하였다.

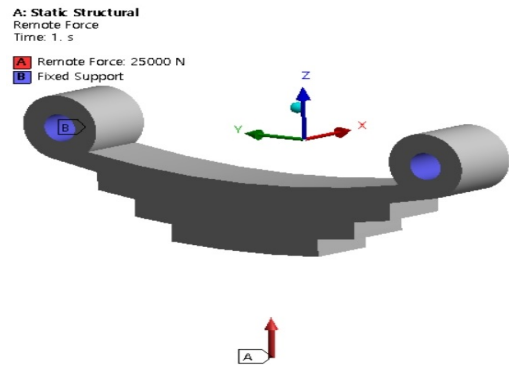
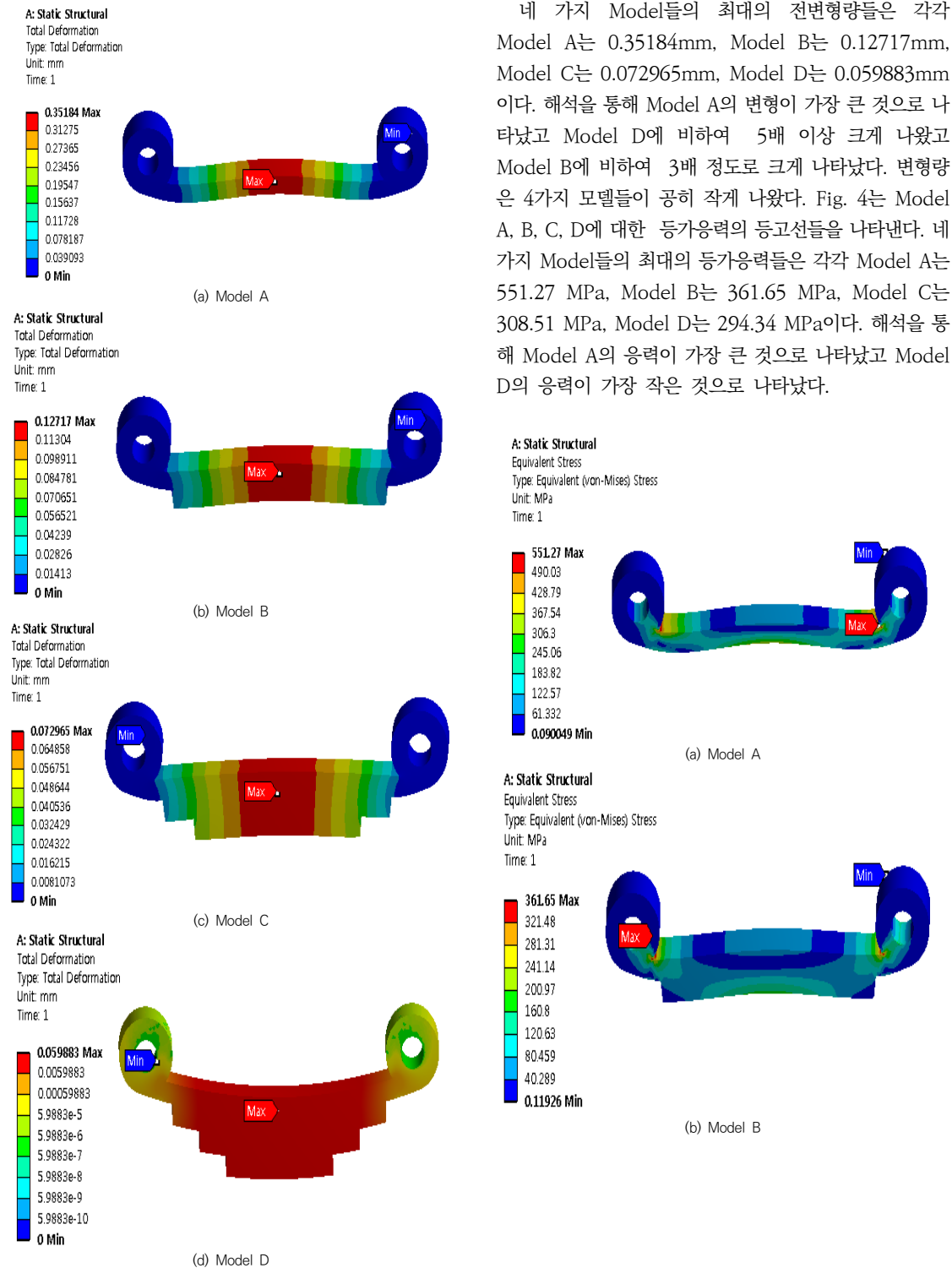


Fig. 2. Constraint condition of model

3. 해석결과

Fig. 3은 Model A, B, C, D에 대한 구조해석의 결과로서 각각의 모델들에 대한 전변형량의 등고선들을 나타낸다. 에 대한 전체적인 모습을 등고선으로 나타낸 것이다.



네 가지 Model들의 최대의 전변형량들은 각각 Model A는 0.35184mm, Model B는 0.12717mm, Model C는 0.072965mm, Model D는 0.059883mm이다. 해석을 통해 Model A의 변형이 가장 큰 것으로 나타났고 Model D에 비하여 5배 이상 크게 나왔고 Model B에 비하여 3배 정도로 크게 나타났다. 변형량은 4가지 모델들이 공히 작게 나왔다. Fig. 4는 Model A, B, C, D에 대한 등가응력의 등고선들을 나타낸다. 네 가지 Model들의 최대의 등가응력들은 각각 Model A는 551.27 MPa, Model B는 361.65 MPa, Model C는 308.51 MPa, Model D는 294.34 MPa이다. 해석을 통해 Model A의 응력이 가장 큰 것으로 나타났고 Model D의 응력이 가장 작은 것으로 나타났다.

Fig. 3. Contours on total deformations of models

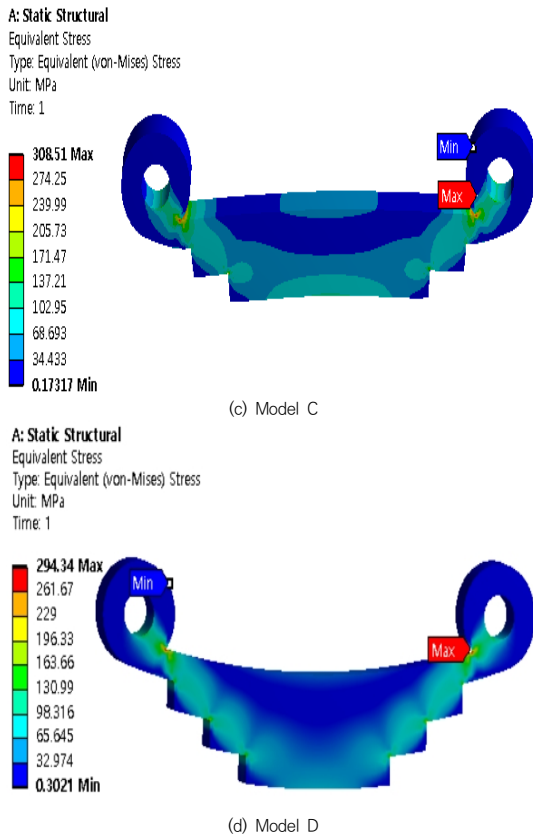


Fig. 4. Contours on equivalent stresses of models

Model A가 Model D에 비하여 약 1.87배로 크게 나왔고 Model B에 비하여 약 1.52배 정도로 크게 나타났다. Model C와 Model D의 최대응력은 적게 나왔다. Model A와 Model B는 최대 응력이 항복 응력강도를 넘어서 극한 강도를 이미 파괴가 진행되고 있다. Model C와 Model D는 항복 강도를 넘어서 있지만 전변형량은 상당히 작게 나와 있어 그 하중에 견디고 있다고 보인다. Model C와 Model D는 최대 응력이 비슷하게 적게 나와 있다. Model D가 Model C에 비하여 접판 스프링을 한 개 더 보강한 효과로 보면 그 강도의 향상의 효과는 작게 나타났다. 따라서 접판 스프링 3개인 Model C가 설계상 효율적이고 강도 면에서도 좋다고 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 대형트럭의 판스프링의 개수에 따른 구조 해석을 수행하였다. 해석 결과에서 도출된 내용들은

다음과 같다.

1. Model A의 변형이 가장 큰 것으로 나타났고 Model D에 비하여 5배 이상 크게 나왔고 Model B에 비하여 3배 정도로 크게 나타났다. 변형량은 4가지 모델들이 공히 작게 나왔다.
2. Model A의 응력이 가장 큰 것으로 나타났고 Model D의 응력이 가장 작은 것으로 나타났다. Model A가 Model D에 비하여 약 1.87배로 크게 나왔고 Model B에 비하여 약 1.52배 정도로 크게 나타났다. Model C와 Model D의 최대응력은 적게 나왔다.
3. Model C와 Model D는 최대 응력이 비슷하게 적게 나와 있다. Model D가 Model C에 비하여 접판 스프링을 한 개 더 보강한 효과로 보면 그 강도의 향상의 효과는 작게 나타났다. 따라서 접판 스프링 3개인 Model C가 설계상 효율적이고 강도 면에서도 좋다고 사료된다. 그리고 그 결과가 내구성이 있는 대형트럭에서의 판스프링의 설계와 미적인 융합이 될 수 있다고 보인다.

REFERENCES

- [1] S. W. Choo & S. H. Jeong. (2017). Structural and Dynamic Characteristic Analysis of a Feeder for an Automatic Assembly System of an LED Convergent Lighting Module. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 16(1), 124-133. DOI : 10.14775/ksmpe.2016.16.1.124
- [2] 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
- [3] Y. Y. Her & Y. J. Yang. (2017). Structural Analysis on Development of Roller Jig for Peeling Machine. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology*, 19(2), 242-248. DOI : 10.17958/ksmt.19.2.201704.242
- [4] H. J. Yoon, T. Y. Kim, Y. W. Nam & K. R. Kim. (2020). A Study on the Durability Improvement of the Leaf Spring Using Field Data Analysis. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology*, 22(1), 146-151. DOI : 10.17958/ksmt.22.1.202002.146
- [5] 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

- [6] 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
- [7] J. H. Yoo, J. H. Choi, I. Lee, J. H. Han, S. M. Jeon & J. H. Kim. (2004). Transient Heat Transfer and Structural Analyses for the Turbopump Turbine of a Liquid Rocket Engine. *Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, 32(3), 58-65.
DOI : 10.5139/JKSAS.2004.32.3.058
- [8] 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
- [9] 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
- [10] J. W. Park. (2017). Structural Analysis of a Tractor Cabin Considering Structure Production Error. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(5), 155-160.
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.5.155
- [11] 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
- [12] 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
- [13] 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
- [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] H. J. Jung. (2015). The Analysis of Data on the basis of Software Test Data. *Journal of Digital Convergence*, 13(10), 1-7.
DOI : 10.14400/JDC.2015.13.10.1

최 계 광(Kye-Kwang Choi)

[정회원]



- 1993년 2월 : Pusan University of Technology Metal Mold 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 응(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