

스쿠터 시트의 내구성 해석에 관한 융합 연구

오범석, 조재웅*
공주대학교 기계자동차공학부 교수

Convergence Study on Durability Analysis of Scooter Seat

Bum-Suk Oh, Jae-Ung Cho*
Professor, Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약 본 연구는 스쿠터 시트에 대해 구조해석과 진동해석을 하였다. 스쿠터는 주변에서 쉽게 접할 수 있고 거리에서 손쉽게 볼 수 있다. 이에 따라 본 연구는 스쿠터의 종류 중 비본A, 줄리오 B, 시티에이스 C, 3가지 종류를 비교하여 사람의 무게와 비슷한 힘을 스쿠터 시트에 가하고 구조해석을 통해 어떤 시트가 가장 변형이 많이 오는 가를 변형량을 서로 비교하고 사람에게 편안함을 줄 수 있는지 주행 중 진동을 흡수하여 탑승자에게 불편함을 주지 않을 지를 알아보았다. 구조해석 결과로서 모델 C가 전변형량이 가장 컸다. 그리고 모델 B가 변형이 많이 되면서 앉기 편하도록 변화되는 것을 알 수 있었다. 이 연구를 통해 어느 시트가 가장 편안하고 내구성이 강할지 확인해 볼 수 있었다. 본 연구결과를 토대로 얻은 스쿠터 시트 모델의 내구성 해석 결과 데이터를 활용함으로써 실생활에서의 기계나 구조물에 융합하여 그 미적 감각을 나타낼 수 있다.

주제어 : 스쿠터 시트, 구조해석, 내구성, 전변형량, 등가응력, 융합

Abstract This study carried out the structural analysis and vibration analysis on scooter seat. By comparing with three kinds of B-bone A, Julio B, and City Ace C, the load was applied to scooter seat as much as a weight of person. Through structural analysis, this study examined which seat is most deformed by comparing the deformation each other or affords passengers most convenience and does not afford passengers the inconvenience by absorbing the vibration during driving. Model C has the most total deformation at the structural analysis result and Model B is seen to be changed to be convenient to sit the deformation as it deforms largely. Through this study, which seat is most convenient and becomes strong on durability can be confirmed. As the durability analysis result data of scooter seat model obtained on the basis of this study result are utilized, the esthetic sense can be shown by being grafted onto the machine or structure at real life.

Key Words : Scooter seat, Structural analysis, Durability, Total deformation, Equivalent stress, Convergence

1. 서론

현재 시중에는 여러 모델의 스쿠터가 존재한다. 형상도 다양하며, 탑승자가 앉아서 변형되는 형상도 다양하지만 탑승자가 앉을 때 가장 편안하고 주행중에 불편함을

줄여주며 내구성이 좋아야 한다. 본 논문에서는 시중에서 사용하고 있는 스쿠터의 모델들 중 비본 A, 줄리오 B, 시티에이스 C의 3가지 종류를 사람의 무게와 비슷한 하중과 조건을 주었을 때 어떤 형태가 이상적인지, 가장 변형되는 것은 무엇이며, 사용할 경우 어떤 형태가 좋은지를

*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)
Received April 11, 2019
Accepted June 20, 2019

Revised April 30, 2019
Published June 28, 2019

보기 위하여 Ansys 프로그램을 사용하여 해석하였다. 또한 모델 A, B, C들 중 어떤 형태가 취약한 가를 시각적으로 이해할 수 있도록 하였다. 연구 모델들을 3가지로 나누어서 해석한 이유는 시중에 판매되는 대표적인 종류들이다. 이 모델들은 시중에서 자주 볼 수 있는데, 여러 스쿠터의 시트 모델을 해석해 봄으로써 어떤 형태의 시트가 나에게 적합한 가를 알게 하고 그 시트가 과연 얼마나 변형됨으로써 탑승자에게 편안함을 줌으로써 시트의 디자인이 과연 얼마나 탑승자에게 중요한지를 보게 하기 위함이 연구 목적이다. 또한 스쿠터의 시트 모델에 대하여 실제 형상과 비슷하게 하여 실제 실험을 하지 않고도 예측되는 결과를 잘 검증할 수가 있어서 본 논문 결과를 유용하게 스쿠터 시트 설계에 사용할 수 있다고 생각된다. 본 연구 결과를 종합하여 이륜차의 시트 설계에 응용한다면 강도 향상을 증가하고 편안함을 줄 수 있도록 설계가 가능할 것으로 보이며 디자인과의 융합으로 인하여 미적 감각이 좋은 설계가 될 것으로 사료된다[1-14].

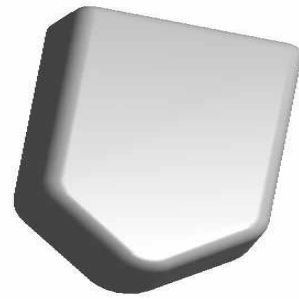
2. 본론

2.1 연구모델

본 연구에서는 스쿠터의 종류 중 비분 A, 줄리오 B, 시티에이스 C를 모델로 삼고 세 모델의 시트에 힘을 적용 시켜서 모델의 변형을 관찰하고 해석하였으며, CATIA를 이용하여 모델링을 진행했다. CATIA를 이용하여 설계한 모델은 실제 시중에서 판매되는 스쿠터에 사용되는 시트사이즈와 거의 일치하게 설계 하였다. 세 개의 모델의 형상 차이는 육안으로 보기에 명확한 차이가 있으며, 스쿠터의 종류 중 비분 A, 줄리오 B, 시티에이스 C를 본 논문에서는 ANSYS를 이용하여 CATIA로 설계한 모델링 파일을 이용해 사람의 무게와 비슷한 힘을 주었을 때, 변형을 볼 수 있는 구조 해석을 하였다. Model A, B, C의 형상들은 Fig. 1 (a), (b), (c)와 같다.



(a) Model A



(b) Model B

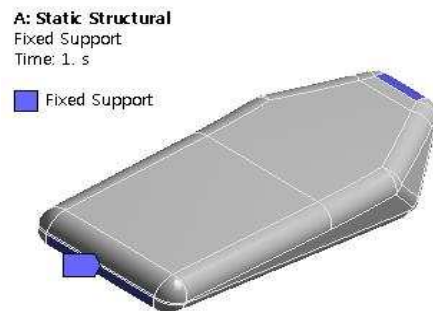


(c) Model C

Fig. 1. Study models

2.2 모델의 경계조건

이 모델들의 해석시의 구속 조건은 탑승자가 앉는 부분 즉, 아래 부분은 스쿠터 차체와 고정이 되므로 Fig. 2 (a)에서와 같이 고정 조건을 주었으며 Fig. 2 (b)에서와 같이 탑승자가 시트에 앉을 경우를 100N의 힘으로 가정하여 각각의 스쿠터의 시트 모델들에 가하였다. 탑승자의 무게에 따라 달라질 수 있겠지만 평균 남성의 몸무게를 힘으로 가정해서 가하였다.



(a) Fixed support of seat

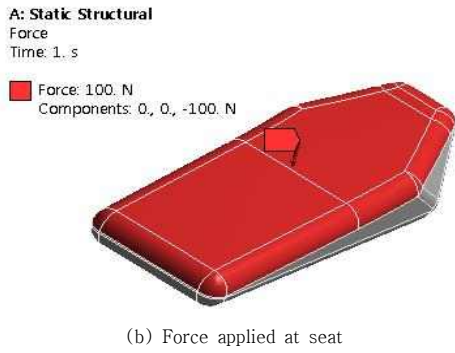


Fig. 2. Constraint conditions of model

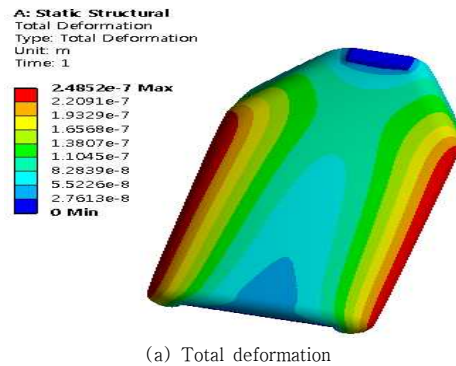
3. 해석 결과

구조 해석 결과, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5와 같이 모델 A, B, C에 대한 각각의 전변형량, 등가탄성 변형률과 등가응력의 등고선들을 나타내었다. 또한 이 결과들을 종합한 Table 1에서 보면, A는 2.4852×10^{-7} m의 최대 전변형량, 3.837×10^{-5} m/m의 최대 등가 탄성 변형률과 35444 Pa의 최대 등가 응력을 보이고 있다. B는 4.1777×10^{-7} m의 최대 전변형량, 3.4875×10^{-5} m/m의 최대 등가 탄성 변형률과 28762 Pa의 최대 등가응력을 보이고 있다. C는 9.5952×10^{-7} m의 최대 전변형량, 1.2983×10^{-4} m/m의 최대 등가 탄성 변형률과 1.0148×10^5 Pa의 최대 등가응력을 보이고 있다. 모델 A, B, C를 보면 A는 2.4852×10^{-7} m의 최대 전변형량, B는 4.1777×10^{-7} m의 최대 전변형량, C는 9.5952×10^{-7} m의 최대 전변형량을 가지고 있으므로, C가 가장 변형이 많이 되고, A보다는 약 4배 정도 변형되고 B보다는 2배의 변형이 많이 되는 것을 알 수 있다. 또한 A의 최대 등가 탄성 변형률은 3.837×10^{-5} m/m이고 B의 최대 등가 탄성 변형률은 3.4875×10^{-5} m/m이다. C의 최대 등가탄성 변형률은 1.2983×10^{-4} m/m이므로 A가 가장 크고, C와는 약 3배정도 차이가 남을 볼 수 있다[15-19].

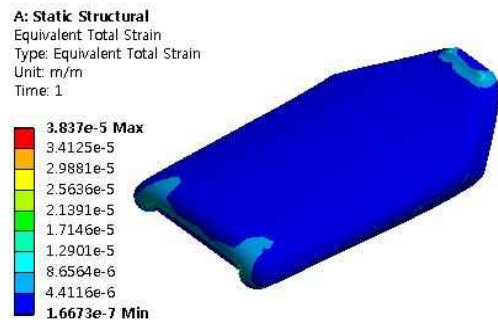
Table 1. Total Deformation Equivalent, Elastic Strain and Equivalent Stress at models

	Total Deformation (m)	Equivalent Elastic Strain (m/m)	Equivalent Stress (Pa)
A	2.4852×10^{-7}	3.837×10^{-5}	35444
B	4.1777×10^{-7}	3.4875×10^{-5}	28762
C	9.5952×10^{-7}	1.2983×10^{-4}	1.0148×10^5

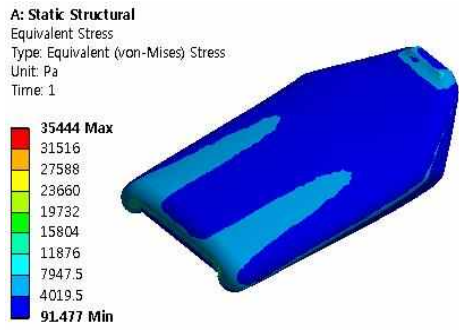
등가응력을 보게 되면 C가 A보다 3배 정도 차이 나는 것을 볼 수 있다. 모델들을 보게 되면 A는 앉는 부위가 커서 전체적으로 힘이 퍼지는 반면 B와 C는 앉는 면적이 A에 비해 작기 때문에, 변형량이 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한, 그와 반대로 등가 응력에서는 C가 현저히 낮은 수치를 보여 주고 있는데 A가 B, C 보다 넓게 퍼지면서 탑승자가 앉았을 때 전체적으로 눌러 앉게 되는 것을 알 수 있으며, 오래 사용할 수 있다는 것을 알 수 있다. A, B, C의 세 모델들을 보게 되면 뒷면에서 최대 변형량을 보여주고 있고 앞면에서는 최소 변형량이 나오는 것을 알 수 있다. 이로 인하여 A는 뒷면에 동그랗게 퍼지지만 B, C는 퍼지지 않고 일정 부분에 힘이 집중되는 것을 보여주면서 내구성이 A가 더 좋다는 것을 알 수 있다. 하지만 A보다 B, C가 더 많은 변형이 오면서 폭신하고 탑승자가 더 편안함을 줄 것으로 보인다. 단, 만약 사람의 무게가 달라지거나 안장의 크기가 달라지는 경우, 탑승자가 원하는 시트모양과 편안함이 다를 경우에는 선택이 달라질 수는 있다고 사료된다.



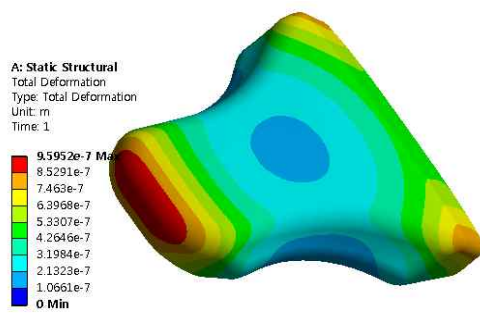
(a) Total deformation



(b) Equivalent elastic strain

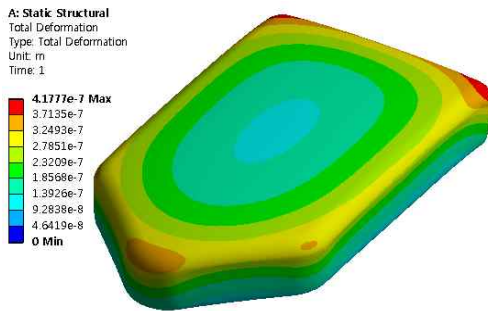


(c) Equivalent stress

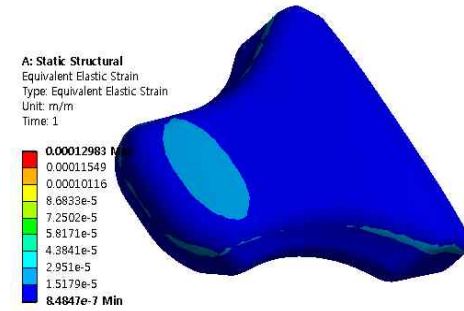


(a) Total deformation

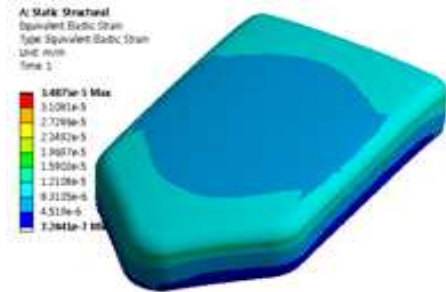
Fig. 3. Structural analysis of A



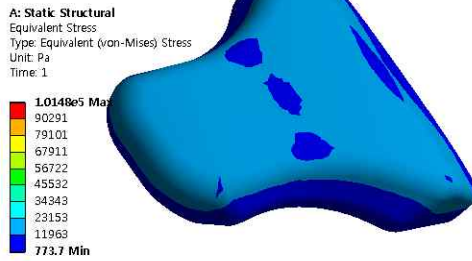
(a) Total deformation



(b) Equivalent elastic strain

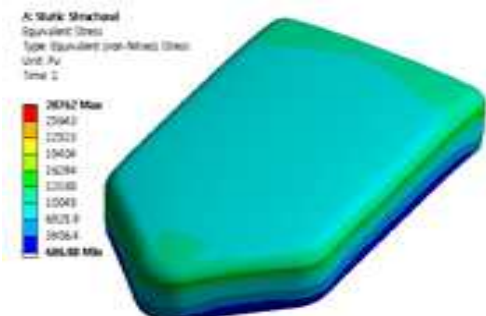


(b) Equivalent elastic strain



(c) Equivalent stress

Fig. 5. Structural analysis of C



(c) Equivalent stress

Fig. 4. Structural analysis of B

4. 결론

본 연구는 시중에 판매되는 스쿠터의 시트들을 3가지 정도로 간략화하여 비본 A, 줄리오 B, 시티에이스 C를 CATIA를 통하여 모델링을 한 후 ANSYS로 사람의 무게와 비슷한 힘을 가하여 모델 A, B, C를 구조해석, 진동해석을 통하여 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 1) 모델들을 보게 되면, A는 앉는 부위가 커서 전체적으로 힘이 퍼지는 반면 B와 C는 앉는 면적이 A에 비해 작기 때문에 변형량이 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한, A, B, C 모델 전부 등가 탄성 변형량과 등가응력 변형량이 앞면에서 최소이고, 뒷면에서 최대 인 것으로 보았을 때, 뒷면 즉, 시트 뒷면

이라면 스쿠터 차체에 연결되는 부위이기 때문에 스쿠터시트에 힘이 어떻게 가해지는지 알 수 있다. A는 전체적으로 전면적으로 뒷면에 힘이 분산되는 것을 알 수 있고, B, C는 힘이 집중되어서 힘이 가해지는 것을 알 수 있다.

- 2) 구조해석 결과들을 보면 C가 최대 전변형량이 낮음으로써 많은 변형이 나타나지 않아 편안함보다는 내구성이 좋다는 것을 알 수 있지만 C가 최대 전변형량이 크면서 편안함이 좋지만 내구성이 떨어진다는 것을 알 수 있다.
- 3) 본 해석을 통하여 실제 적용되었을 때, 예상되는 현상으로서 어떤 형태의 시트가 나에게 적합한가를 알게 하고 그 시트가 과연 얼마나 변형됨으로써 탑승자에게 편안함을 줌으로써 시트의 디자인을 예측할 수 있다는 특징을 가지고 있다.
- 4) 현재 시중에는 여러 모델의 스쿠터가 존재한다. 형상도 다양하며, 탑승자가 앉아서 변형되는 형상도 다양하지만 탑승자가 앉을 때 가장 편안하고 주행 중에 불편함을 줄여주며 내구성이 좋아야 한다. 본 연구에서는 시중에서 탑승할 수 있는 스쿠터의 시트 모델에 대하여 실제 형상과 비슷하게 하여 실제 실험을 하지 않고도 예측되는 결과를 잘 검증할 수가 있어서 본 논문 결과를 유용하게 스쿠터 이 시트 설계에 사용할 수 있다고 사료된다.
- 5) 본 연구 결과로 종합하여 보면, 사람과 비슷한 무게로 힘을 가하여서 비본 A, 줄리오 B, 시티에이스 C 모델들을 비교해 보았을 때 A는 편안함보다는 내구성이 좋다는 것을 알 수 있다. C는 편안함은 좋지만, 위험 진동수에 도달하면 변형이 크고 변형이 밀면의 한 부분에 집중되어서 힘이 가해진다는 것을 알 수 있다. 또한 B는 편안함이 가장 좋고, 위험 진동수일 때도 C보다는 적은 변형이 온다는 것을 알 수 있다. 이런 결과로 봤을 때 B형태가 가장 적합한 형태라는 걸 알 수 있으면, 디자인과의 융합으로 인한 설계가 좋은 효과를 가져 올 수 있을 것이라고 사료된다.

REFERENCES

- [1] 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.
- [2] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to the Configuration of Guitar. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(4), 9-14.
- [3] 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.
- [4] G. G. Choi & J. U. Cho. (2018). A Convergence Study through Durability Analysis due to the Configuration of Automotive Frame Butted. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(11), 271-276.
- [5] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to The Configuration of Door Hinge. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(3), 59-64.
- [6] 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.
- [7] S. Y. Oh. (2012). A Traffic Hazard Prediction Algorithm for Vehicle Safety Communications on a highway. *Journal of Digital Convergence*, 10(9), 319-324.
- [8] K. H. Ko. (2018). An Estimating Algorithm of Vehicle Collision Speed Through Images of Blackbox. *Journal of Digital Convergence*, 16(9), 173-178.
- [9] 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.
- [10] J. H. Ku. (2017). A Study on the Platform for Big Data Analysis of Manufacturing Process. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(5), 177-182.
- [11] M. J. Kang & J. U. Cho. (2014). A Study on Structural Durability due to the Configuration of Ripper at Excavator. *Journal of the Korea Convergence Society*, 5(2), 13-18.
- [12] G. G. Choi & J. U. Cho. (2018). A Convergence Study through Durability Analysis due to the Shaft Length of Automotive Constant Velocity Joint. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(8), 179-184.
- [13] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on the Convergent Life Evaluation due to the Bumper Configuration of Multipurpose Vehicle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(5), pp. 85-90.
- [14] J. U. Cho. (2014). Analytical Study on Durability due to the Load of Artificial Knee Joint. *Journal of the Korea Convergence Society*, 5(2), 7-11.
- [15] M. S. Kang, H. S. Park, J. H. Choi, J. M. Koo & C. S. Seok. (2012). Prediction of Fracture Strength of

Woven CFRP Laminates According to Fiber Orientation. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers-A*, 36(8), 881-887.

- [16] J. W. Park & J. U. Cho. (2017). Convergence Study on Composite Material of Unidirectional CFRP and SM 45C Sandwich Type that Differs in Stacking Angle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 231-236.
- [17] C. S. Seak & S. Y. Kim. (2000). Variation of the Fracture Resistance Curve with the Change of a Size in the CT Specimen. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - A*, 24(12), 2963-2971.
- [18] G. W. Hwang, J. U. Cho & C. D. Cho. (2016). A Property of Crack Propagation at the Specimen of CFRP with Layer Angle. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers - A*, 40(12), 1013-1019.
- [19] J. W. Park & J. U. Cho. (2017). Convergence Study on Composite Material of Unidirectional CFRP and SM 45C Sandwich Type that Differs in Stacking Angle. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 231-236.

오 범 석(Bum-Suk Oh)

[정회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1987년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수
- 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 의 강도평가 및 파손해석
- E-Mail : bumsuh@kongju.ac.kr

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[정회원]



- 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