

헤드레스트의 형상에 따른 충돌 및 피로해석을 통한 안전성 연구

한문식*, 조재웅**,#

*계명대학교 기계자동차공학과, **공주대학교 기계자동차공학부

A Safety Study Using Impact and Fatigue Analyses According to Headrest Shape

Moonsik Han*, Jaewung Cho**,#

*Department of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung UNIV.

**Division of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National UNIV.

(Received 31 March 2018; received in revised form 10 April 2018; accepted 14 April 2018)

ABSTRACT

The automotive headrest is intended to provide comfort, safety, convenience and durability to a vehicle's passengers and driver. In this study, impact and fatigue analyses were carried out for three headrest shape models—A, B and C. These models have the same material properties and the same force was applied to them. Impact and fatigue analyses demonstrated that all of the models obtained almost the exact same result values. This study found that all models had similar equivalent stress, deformation, fatigue life and main damage parts due to the fact that the shared same material properties. Better safety and fatigue life can be anticipated by changing the material of the headrest in order to secure more stable safety. An automotive headrest optimized for safety and durability is thought to have been developed through the impact and fatigue analyses of this study.

Key Words : Headrest Shape(헤드레스트), Impact Analysis(충돌 해석), Fatigue Analysis(피로 해석), Equivalent Stress(등가 응력), Safety(안전성), Durability(내구성)

1. 서 론

매해 전 세계에서는 수 만 건의 교통사고로 인해 수많은 사람들이 사망하거나 심각한 부상을 입고 살아가는 사람이 존재하고 있는 실정이다^[1]. 이와 같은 이유로 자동차 교통사고로 인한 사망자와 부

상자를 줄이기 위해 많은 연구와 시험 개발 등이 활발하게 이루어지고 있다^[2]. 헤드레스트란 시트의 머리 받침으로 충돌 사고 시 순간적으로 목이 뒤로 꺾여 목뼈가 손상되는 것을 미리 방지해 주기 위한 일종의 안전장치를 말한다. 자동차의 종류와 특징이 다양한 만큼 그 안에 들어있는 자동차 시트의 헤드레스트 또한 여러 가지 서로 다른 특징과 모양을 가지고 있다^[3-5]. 실제 물품을 가지고 시험하기 위해서 많은 시간과 비용이 필요하기 때문에 초기 설계단계에서 컴퓨터 해석프로그램을 이용하여 설

Corresponding Author : jucho@kongju.ac.kr

Tel: +82-41-521-9271, Fax:+82-41-555-9123

계를 보완한 뒤 실제 실험을 할 경우 시간과 비용을 줄일 수 있다^[6-8]. 본 연구에서는 헤드레스트에 머리와 같은 물체가 큰 힘으로 충돌하였을 경우를 가정한 충돌해석과 큰 힘이 아닌 작은 힘으로 계속해서 힘을 가했을 때의 피로해석을 CATIA로 모델링 하고, ANSYS로 해석을 수행하였다^[9-11].

2. 해석 모델 및 해석 조건

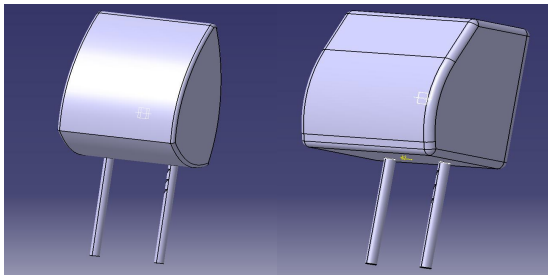
2.1 해석 모델

본 연구에서 사용된 자동차 헤드레스트는 실제와 같은 크기로 3D 모델링을 하였다. 3D 모델링 프로그램은 CATIA를 사용하였으며, 헤드레스트의 구조는 Fig. 1과 같다.

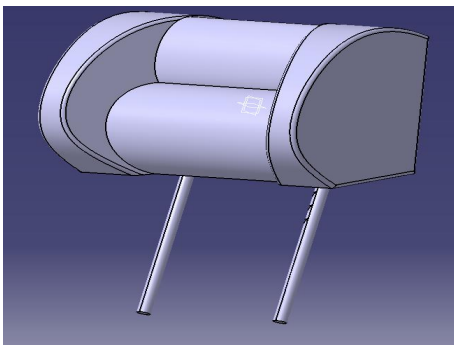
2.2 해석 조건

자동차 헤드레스트 충돌해석의 구속조건은 Fig. 2와 같이 헤드레스트의 프레임 부분에 Fixed Support

로서 고정시켰다. 사람이 자동차에 앉을 때, 또는 사고가 났을 경우 머리를 통하여 헤드레스트의 뒤쪽에 힘이 가해지게 된다. 따라서 헤드레스트에 사람의 머리가 닿는 부분을 선택하고 수직하게 힘을 가하였다. 그러므로 Pressure항목을 추가시키고, 수직 방향으로 5MPa의 Pressure을 가하였다. 힘을 받는 면은 헤드레스트의 전체가 아닌 헤드레스트가 머리와 접촉하는 면만 적용했다. Fig. 2는 모델 A와 B와 C에 Pressure을 가하는 그림이다.

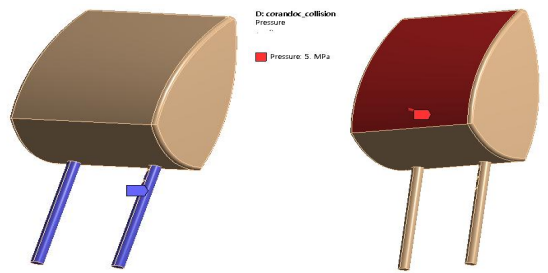


(a) Model A (b) Model B

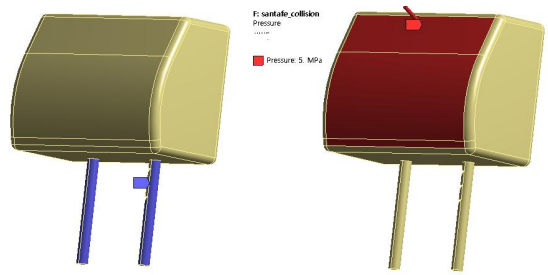


(c) Model C

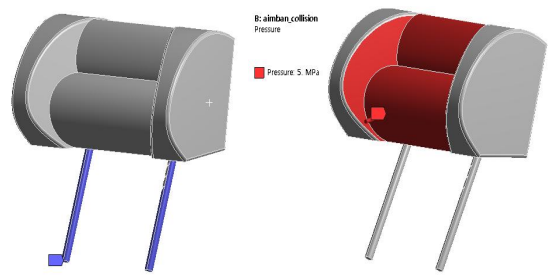
Fig. 1 Analysis model



(a) Model A



(b) Model B



(c) Model C

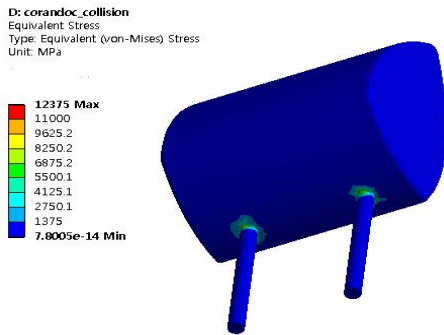
Fig. 2 Analysis condition

3. 해석결과

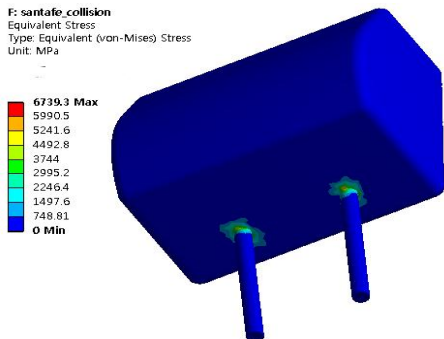
3.1 충돌해석 결과

검토할 결과에 대한 항목을 삽입하기 위해 Solution 탭을 선택하고 Equivalent Stress와 Total Deformation 항목을 삽입한 뒤, 해석을 실행하였다.

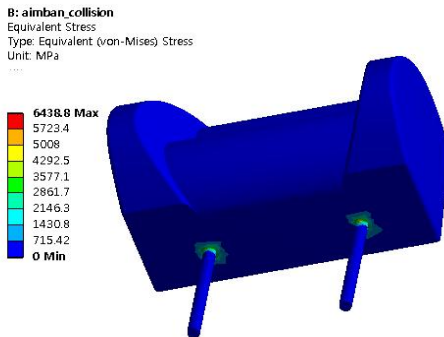
최대등가응력의 경우 Fig. 3에서 헤드레스트의 프레임 부분과 헤드 부분의 연결부위에서 가장 크게 나타났다. 최대 등가응력 값의 경우 모델 A의 값이, 모델 B의 값이나 모델 C의 값보다 1.8배 큰 것을 확인할 수 있다. 모델 B나 모델 C인 두 모델은 최대 등가응력 값은 거의 같을 수는 있지만 형상에 따라서 등가응력 값은 상당히 차이가 날 수 있다.



(a) Model A

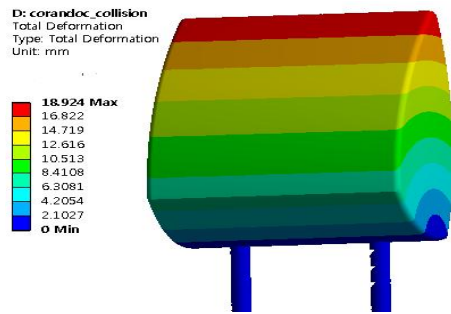


(b) Model B

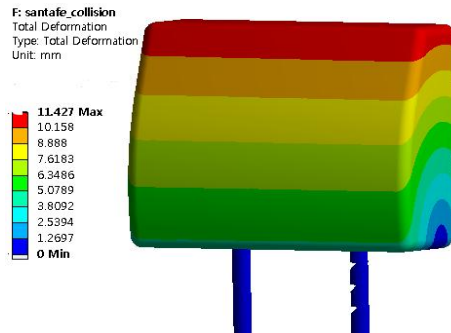


(c) Model C

Fig. 3 Equivalent stress at impact analysis



(a) Model A



(b) Model B



(c) Model C

Fig. 4 Total deformation at impact analysis

Fig 4와 같이 최대 변형량의 경우 세 가지 모델 모두 헤드레스트의 윗부분에서 가장 크게 나타났다. 그리고 모델 A와 모델 B, 모델 C에서 고정된 부분을 제외한 전반적인 부분에서 평균 이상의 변형이 나타났으며, 최대 변형량 값의 경우 모델 A는 18.924mm, 모델 B는 11.427mm, 모델 C는 11.909mm로 각각 나타났다. 세 모델의 최대 등가응력 값과 마찬가지로 헤드레스트의 형상에 따라 총 변형량의 값 또한 많이 차이가 나는 것을 확인하였다.

3.2 피로해석 결과

불규칙 진폭하중들인 ‘SAE bracket history’, ‘SAE transmission’, ‘Sample history’들의 하중들로서 비교 될 수 있는데, 모델 A, B 및 C에 대하여 사용 가능 수명에 대한 해석 결과들과 안전계수들을 Fig. 5와 Fig. 6에 각각 나타내었다. 해석상에서 외형이 비슷한 모델들은 동일 피로 하중조건에서는 Legend상에서 그 최대 및 최소의 수명의 수치 값이 같으나, 그 피로 수명의 등고선에서 불

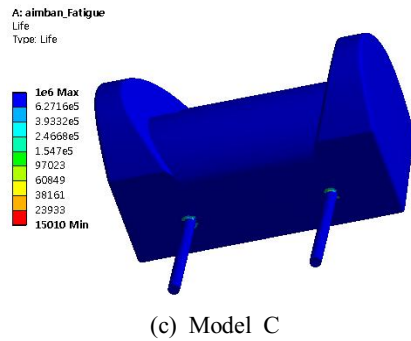


Fig. 5 Fatigue life at fatigue analysis

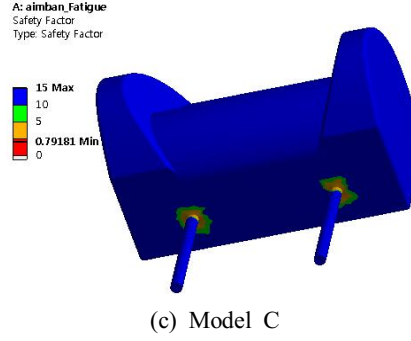
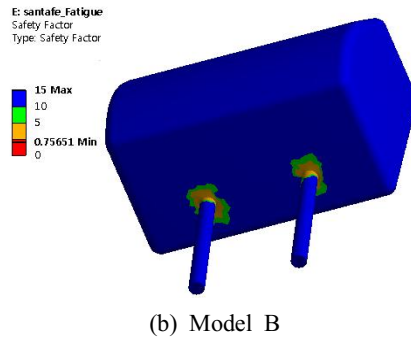
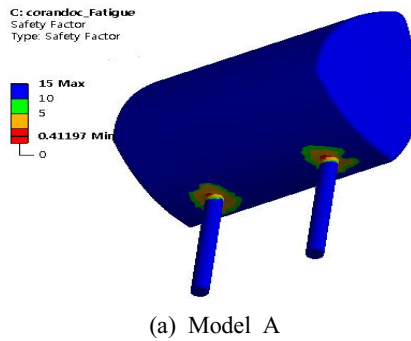
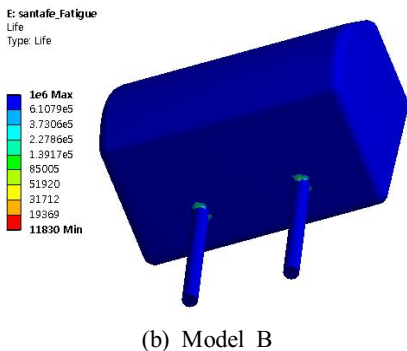
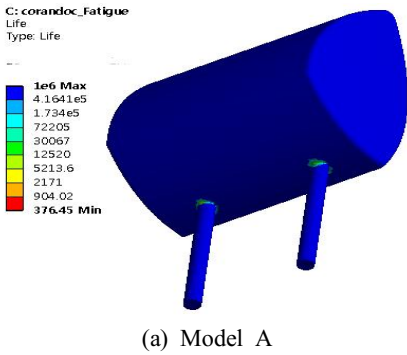


Fig. 6 Safety factor at fatigue analysis



수 있는 바와 같이, 모델의 A, B, C의 유형에 따라서 피로 수명의 분포가 모델의 부위 별 위치에 따라서 달라지지 않음을 확인했다. Fig. 5와 Fig. 6을 보면 모델 A의 경우 하중의 변화가 극심한 ‘SAE bracket’ 경우가 사용 가능한 최대 수명이 10^6 Cycle 정도로 나오고 있고, 다른 모델들의 값도 10^6 Cycle로 세 개의 모델이 모두 같다. 해석결과 세 모델이 헤드레스트의 다리와 헤드레스트의 본체의 연결부위가 가장 약한 모습을 보여주고 있으며 모델 A와 모델 B와 모델 C가 모두 비슷한 피로수명을 보여주고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 임의로 자동차 헤드레스트를 실제 형상과 비슷하게 CATIA V5를 사용하여 모델링했다. 그 후에 ANSYS 14.0을 사용하여 각각의 모델들을 일반 충돌해석과 피로해석을 수행하였다. 본 연구의 해석결과는 다음과 같다.

1. 충돌해석 결과 모델 A, B, C가 모두 같은 충격을 받게 된다면 가장 많은 변형이 생기는 부분은 전체 헤드레스트 부분에서 사람 머리가 닿는 부분인 헤드레스트의 위쪽이다. 또한, 헤드레스트의 몸통부분과 자동차 시트와 연결되는 다리 부분의 연결부위에서 가장 큰 부하가 생기는 것을 확인하였다.
2. 피로해석의 결과 모델 A, 모델 B, 모델 C가 모두 공통적으로 헤드레스트의 몸통부분과 자동차 시트와 연결되는 다리부분의 연결부위에서 수명이 가장 취약한 것으로 나타났다. 또한, 헤드레스트의 형상이 다름에 따라 비슷한 부위에 같은 힘을 가하더라도 주로 손상되는 부위가 같을 수 있음을 결과를 통해 알 수 있다. 충돌해석과 마찬가지로 모델 A, 모델 B, 모델 C 모두 피로수명부분에서는 구조적으로 비슷하게 안정적인 모습을 보였다.
3. 모델 A, 모델 B, 모델 C를 충돌해석과 피로해석을 통해 각 모델의 비교분석을 한 결과, 헤드레스트는 재질이 같고 똑같은 힘을 가하게 될 경우 형상이 달라짐에 따라 내구성과 안정성이 크게 달라지지 않음을 알 수 있다.

후 기

“본 연구는 산업통상자원부 지정 공주대학교 자동차 의장 및 편의부품 지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.”

REFERENCES

1. Cho, J. U., Min, B. S. and Han, M. S., "Basic Study on Impact Analysis of Automobile," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 8, No. 1, pp. 64-70, 2009.
2. Kim, D. E., Kim, J. H. and Kang, M. C., "Test and Evaluation based on Standard Regulation of USA Federal Automotive Safety of Assistant Driver's Seat Airbag at Low Risk Deployment Passenger Airbag using Passenger Protection Wrap," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 15, No. 1, pp. 61-67, 2016.
3. Park, D. H. and Kwon, H. H., "Development of Automotive Seat Rail Parts for Improving Shape Fixability of Ultra High Strength Steel of 980MPa," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 15, No. 5, pp. 137-144, 2016.
4. Han, M. S. and Cho, J. U., "Structural and Fatigue Analysis on Shock Absorber Mount of Automobile," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 125-133, 2012.
5. Han, M. S. and Cho, J. U., "A Study on Durability of Under Bar at Car through Structural and Fatigue Analysis," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, No. 2, pp. 44-50, 2015.
6. Ye, S. D. and Min, B. H., "Development of the Injection Molded Ball Seat for Automobile Suspension," Journal of the Korean Society of

- Manufacturing Process Engineers, Vol. 10, No. 4, pp. 50-56, 2011.
7. Han, M. S. and Cho, J. U., "Structural Safety Analysis on Bicycle Suspension Seat Post," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 4, pp. 72-81, 2012.
 8. Han, M. S. and Cho, J. U., "Structural Analysis on Flange Coupling due to Change of Bolt Numbers," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 5, pp. 57-66, 2012.
 9. Lee, H. Y., Lim, J. Y. and Bom, H. T., "A Study on the Structural Analysis of Car Seat Frame," Annual Conference of KSAE, Vol. 2, pp. 170-176, 1997.
 10. Hwang, S. H., Lee, K. N., Park, S. D. and Pyun, J. K., "Driving Adaptive control System Development for Air-Bladder Seat," Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 4, pp. 2237-2244, 2007.
 11. Han, M. S. and Cho, J. U., "A Study on the Durability due to Fork Shape of Excavator Bucket," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 17, No. 2, pp. 54-59, 2018.