

체압 분포를 고려한 자동차 시트용 플라스틱 서스펜션에 대한 기초적 연구

박대민¹, 김기선¹, 최두석¹, 김세환¹, 박원식², 조재웅^{1*}
¹공주대학교 기계자동차공학부, ²(주)디에스시

A Basic Study on Plastic Suspension System for Automotive Seat under Consideration of Body Pressure Distribution

Daemin Park¹, Keysun Kim¹, Dooseuk Choi¹, Seiwhan Kim¹
Wonsik Park² and Jaeung Cho^{1*}

¹Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

²Daechang Seat Co. LTD

요약 본 연구는 자동차용 시트 Back frame 내부에 설치하여 탑승자의 등부분을 지지하며 편안한 승차감을 제공하는 시트용 서스펜션 시스템에 대한 연구이다. 운전자의 등 전체를 고르게 지지하는 구조로 설계하고 시트 백 프레임과 플라스틱 서스펜션의 조립을 효과적으로 할 수 있는 구조로 개발하고자 한다. 서스펜션 단품은 운전자의 체압 분포를 고려하여 설계하고 시뮬레이션 해석에 있어서는 실제 모델과 같은 크기를 가지고 하였다. 플라스틱 서스펜션의 해석결과가 실제 측정값에 근접함을 확인하였으며 기존 Wire Type에 비해 양호한 체압분포를 얻을 수 있었다.

Abstract This study investigates the plastic suspension assembly which is installed on inside of vehicle seat and support passenger's back to supply the comfortable ride performance. It aims to develop the structural design in order to support driver's back uniformly and assemble seat back frame with plastic suspension effectively. The part of suspension is designed by considering the body pressure distribution of driver and it has the same size as the practical model on simulation analysis. It is confirmed that the analysis result of plastic suspension approaches the practical measured values and the better body pressure distribution can be obtained as compared with the existing wire type.

Key Words : Car suspension, Plastic suspension, Suspension for seat back, Body pressure, Element analysis

1. 서론

자동차 시트는 장시간의 승차 시간 동안 여러 범위의 신체 크기를 가진 운전자나 승차자를 수용해야 하고, 진동이나 어떤 충격으로부터 승차자를 보호해야 한다. 또한 자동차 시트는 단순히 인체를 지지하는 것에 그치지 않고 안정성, 안락성, 편리성 등이 복합적으로 고려해야 하는 인간공학과 감성공학의 복합적 관계에 있다[1]. 따라서 이러한 상황을 만족시키기 위해 자동차 시트의 설계에 있어 등판각도 조절장치, 요추지지대 및 다축 조정기

등의 발전이 있었다. 그러나 이 추가 장치들은 추가적인 비용의 증가를 불러왔고, 제한된 경우에만 사용하게 되어 많은 운전자들이 자동차 시트에 대한 불편을 토로하고 있는 상황이다. 시트 쿠션은 충격과 진동을 잘 흡수하여야 하고 체중을 이상적으로 배분하여야 한다[2]. 체중의 75% 정도는 둔부에 의해 지지되며, 특히 좌골결절상 부분에 체중의 35% 정도가 집중된다. 이로 인한 혈액 순환 장애로 통증이나 마비 증세를 유발할 수도 있다. 탑승자의 승차감 향상을 목적으로 하는 시트시스템에 관련된 기존 연구는 크게 승차감과 시트 물성치에 관한 연구 그

본 연구는 지식경제부 지정 공주대학교 자동차 의장 및 편의부품 지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.

*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 11년 10월 12일

수정일 (1차 11년 11월 02일, 2차 11년 11월 05일)

게재확정일 11년 11월 10일

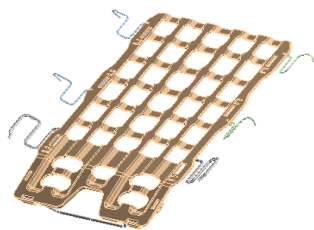
리고 시트 각종편의장치에 관한 연구가 이루어지고 있다 [3].

본 연구에서는 새로 개발된 플라스틱 서스펜션[4-6]을 유한요소로 모델링하고 구조 해석을 통하여 하중에 의한 변형을 해석하였고, 실험을 통하여 측정된 값과 유한요소 해석을 한 결과가 유사한지를 확인 하였다. 모델링은 CATIA V5를 이용하였고, 해석에는 ANSYS 12.0을 사용하였다.

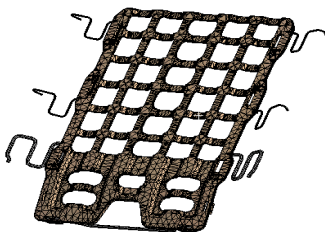
2. 연구 모델 및 경계조건

2.1 해석 모델

플라스틱 서스펜션의 럼버 플레이트와 탄성 와이어를 실제 크기로 그림 1과 같이 모델링을 하였다. 모델링은 CATIA V5로 모델링을 하였다. 사용된 요소의 종류는 사면체 요소(Tetrahedral Element)이며, 해석모델의 절점 및 요소들의 개수는 각각 160948 및 83906개이고, 요소의 모습은 그림 2와 같이 나와 있다[7,8]. 또한 럼버 플레이트 및 탄성 와이어의 재질은 각각 POM(Polyoxymethylene)과 경강선(SW-C)으로서 제작업체의 데이터를 참고하였으며 각각의 물성치는 표 1에 나타나 있다[4].



[그림 1] 해석 모델
[Fig. 1] Analysis model



[그림 2] 메쉬 모델
[Fig. 2] Mesh Model

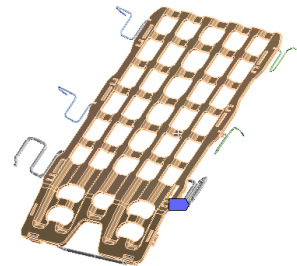
[표 1] 재료 물성치

[Table 1] Material property

	POM	SW-C
Density(kg/mm ³)	1.35×10 ⁻⁶	7.85×10 ⁻⁶
Poisson's Ratio	0.39	0.31
Young's Modulus(MPa)	2000	78400
Tensile Yield Strength(MPa)	43	250
Tensile Ultimate Strength(MPa)	51	460

2.2 경계조건

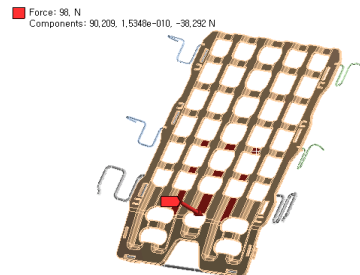
구속 조건은 서스펜션이 시트 백프레임에 고정 되어 있으므로 그림 3과 같이 탄성와이어 끝 부분에 구속을 주었다.



[그림 3] 모델의 구속 조건
[Fig. 3] Constraint condition of model

하중은 체압분포를 고려하여 그림 4와 같이 주었고, 하중의 크기는 실험에서와 같이 10Kg을 주었다. 식 (1)에 의해서

$$10 \times 9.8 = 98N \quad (1)$$



[그림 4] 모델의 하중 조건
[Fig. 4] Force condition of model

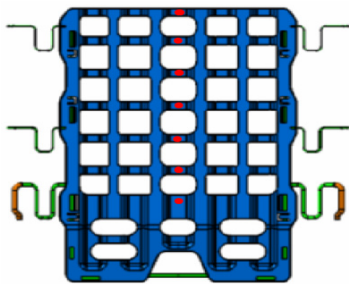
98N의 하중을 주었고, 접촉 조건은 해석시 슬라이딩이 발생할 수 있으므로 분리 없음(No separation)으로 정

의하였다.

3. 구조해석 및 측정 실험

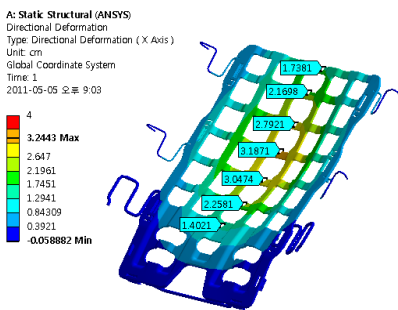
3.1 구조해석

모델의 서스펜션이 시트 백 프레임에 고정 되어있다고 가정하여 구조해석을 하였다[4-6]. 서스펜션에 작용하는 체압은 98N을 가하였고, 7가지 지점을 지정하여 변형량을 분석하였다. 해석지점은 그림 5에 있는 붉은 점이 있는 7지점들의 변형량 값을 분석하였다.



[그림 5] 해석 점
[Fig. 5] Analysis point

구조 해석 결과 그림 6과 같이 4지점에서 가장 높은 변형값인 4.1871mm의 변형값이 발생 하였다. 또한 1지점과 7지점이 낮은 변형량 값을 나타내었다.



[그림 6] 각각의 하중점에서의 변형
[Fig. 6] Deformation on each loading point

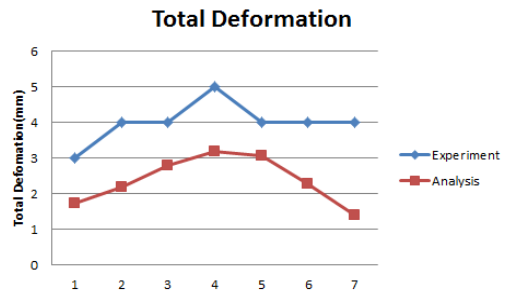
3.2 측정실험

실제 하중 작용에 따른 변형량을 측정하기 위한 플라스틱 서스펜션을 장착하고 (주)DSC에서 개발한 장비로서 그림 7과 같이 같은 하중을 실험 장치로 실험을 하였다.



[그림 7] 서스펜션에서의 변형량 측정 실험
[Fig. 7] Experiment of displacement measurement at suspension

실험 조건은 10 kg으로의 정적 하중 조건으로서 서스펜션에 하중을 주고 발생하는 변형량을 측정한 후, 해석 지점과 같은 7지점에 대한 변형량을 측정하였고 측정 실험 및 해석 데이터를 그림 8과 같이 비교하였다. 실험시에는 자동차의 시트부분과 체압 분포를 고려하여 해석을 하였기 때문에 힘의 분포에 있어 오차가 나타났으나, 서스펜션에 앞부분에 위치한 패드를 고려하면, 더욱 정확한 해석을 할 수 있다. 그러나 실제 실험과의 결과의 형상으로 보면 그 변형량의 모습은 거의 유사하였다.

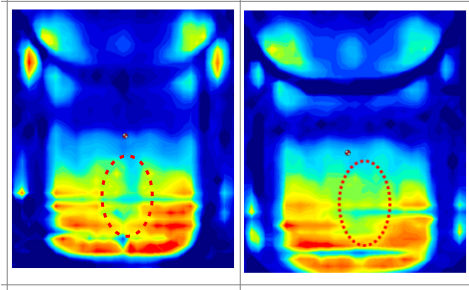


[그림 8] 서스펜션에서의 실험과 해석에 대한 변형량들에 대한 비교
[Fig. 8] Comparison between two results of experiment and analysis on displacement at suspension

3.3 체압분포 실험

그림 9는 체압분포측정시스템으로서 체압 분포를 실험한 결과의 그림으로서 왼쪽과 오른쪽 그림들은 각각 기존 Wire Type과 Plastic Suspension Type이다. 이러한 정적/동적 압력 분포를 측정하여 압력 편중으로 인한 승차자의 불편감을 예측할 수 있어 평가할 수 있다. 횡방향 센터부 지지부들을 각각 원으로 표시하였다. 이 지지부인 원의 안쪽들을 보면 왼쪽에 있는 기존 Wire Type에서는 압력 분포가 불규칙적으로 발생하여 불편한 면이 있어

미흡하게 나타났지만 오른쪽에 있는 Plastic Suspension Type에서는 압력 분포가 고르게 더 분포되어 가는 양상을 보여 그 지지부가 양호하게 나타났다. 또한 측정 실험과 구조해석 결과가 거의 유사하므로 체압의 크기를 다르게 한 결과도 그 예측이 가능하다고 사료된다.



[그림 9] 기존 Wire Type과 Plastic Suspension Type에서의 체압 분포에 대한 실험 그림들

[Fig. 9] Experimental figures on body pressure distribution at existing wire and plastic suspension types

4. 결론

본 논문에서는 체압 분포를 고려한 플라스틱 서스펜션을 유한요소로 모델링하고 구조해석을 수행하였다. 또한, 실제 측정 실험과 해석결과의 비교를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 플라스틱 서스펜션의 해석 결과는 실제 실험과의 결과의 형상으로 보면 그 변형량의 모습은 거의 유사하다.
2. 체압분포 실험결과 Plastic Suspension Type의 경우, 기존 Wire Type에 비해 횡방향 센터부 지지가 훨씬 더 양호한 것을 확인하였다.
3. 체압 분포를 고려한 자동차 시트용 플라스틱 서스펜션에 대한 변형량 측정 실험과 구조해석 결과가 거의 유사하므로 체압의 크기를 다르게 한 결과도 그 예측이 가능하다.

References

[1] Park, S. N., "Development Trend of Car Seat Technology", Transactions of KSAE, Vol. 31, No. 4, pp. 26-33, 2009.

[2] Kim, J. H., Park, D. U., Lee, J. H., Kim, M. G., and Yoo, W. S., "Evaluation of Ride Comfort

Considering Seat Vibration", 2002 Spring Conference Proceeding of KSAE, Vol. 2, pp. 933-938, 2002.

- [3] Hwang, S. W., Lee, K. N., Park, S. D., and Pyun, J. K., "Driving Adaptive Control System Development for Air-Bladder Seat", 2007 Spring Conference Proceeding of KSAE, pp. 2237-2244, 2007.
- [4] Cho, J. U., Bang, S. O., and Cho, C. K., "A Study on the Development of Suspension System for Automotive Seat", 2010 Spring Conference Proceeding of KSAE, pp. 2660-2662, 2010.
- [5] Lee, H. C., Park, H. M., Na, H. H., Kim, J. J., and Cho, H. I., "A Study on the Comfort Evaluation Method for Automotive Seat", 2007 Spring Conference Proceeding of KSAE pp. 1412-1416, 2007.
- [6] Park, W. T., and Choi, J. J., "Study on the Analysis of Orthotropic Thin Plates and Orthotropic Thick Plates", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 4, No. 2, pp. 76-80, 2003.
- [7] Lee, S. W., Shim, U. T., Lee, K. S., Woo, D. U., and Kim, J. H., "Gravitational deflection analysis for the shielded slot plate with many tiny structures", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 7, No. 3, pp. 291-297, 2006.
- [8] Cho, J. U., Min, B. S., Kim, K. S., Choi, D. S., and Cho, C. K., "Analysis on Displacement of Lumber Support Affecting Comfortableness of Passenger", Proceedings of the KAIS Fall Conference(II), Vol. 11, No. 2. pp. 618-621, 2010.

박 대 민(Dae-Min Park)

[준회원]



- 2005년 2월 : 원미고등학교 졸업
- 2005년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 학부생

<관심분야>

기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 구조해석 및 충돌 시 동적 해석

김 기 선(Key-Sun Kim)

[종신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1983년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1994년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 7월 : 기계제작 기술사
- 1994년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

자동차 내장 및 시트 부품, 자동차 내외장부품 제조공정

박 원 식(Won-Sik Park)

[정회원]



- 1984년 2월 : 아주대학교 기계공학과 (공학사)
- 1984년 3월 ~ 1997년 9월 : 쌍용자동차 기술연구소 근무
- 1997~ 2004년 8월 : Lear Korea 기술연구소 근무
- 2011년 8월 ~ 현재 : 디에스시 기술연구소 연구소장

<관심분야>

기계 및 자동차 부품 설계, 자동차용 립버서포트

최 두 석(Doo-Seuk Choi)

[정회원]



- 1981년 2월 : 충남대학교 기계공학과(공학사)
- 1984년 2월 : 충남대학교 기계공학과(공학석사)
- 1996년 8월 : 충남대학교 기계공학과(공학박사)
- 2010년 1월 ~ 현재 : 한국자동차공학회 대전-충청지부 지부장

- 2010년 2월 ~ 현재 : 공주대학교 그린카기술연구소 소장
- 2006년 6월 ~ 2008년 6월 : 공주대학교 산학협력단장
- 1994년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

자동차 배기계 및 대체 연료, 미래형 자동차

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

김 세 환(Sei-Hwan Kim)

[종신회원]



- 1971년 2월 : 수도공과대학 기계공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 1979년 2월 : (주) 삼아 공장장
- 1982년 3월 : 천안공업대학 금형설계과 교수

- 2010년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

프레스 금형, 단조가공, 금형열처리