

# 자동차 시트용 플라스틱 서스펜션 시스템 개발

조재웅<sup>1\*</sup>, 김기선<sup>1</sup>, 최두석<sup>1</sup>, 김세환<sup>1</sup>, 방승옥<sup>2</sup>, 조찬기<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>공주대학교 기계자동차공학부, <sup>2</sup>공주대학교 대학원 기계공학과, <sup>3</sup>(주)디에스시

## Development of Plastic Suspension System for Automotive Seat

Jae-Ung Cho<sup>1\*</sup>, Key-Sun Kim<sup>1</sup>, Doo-Seuk Choi<sup>1</sup>, Sei-Hwan Kim<sup>1</sup>, Seung-Ok Bang<sup>2</sup>  
and Chan-Ki Cho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

<sup>2</sup>Division of Mechanical Engineering, Graduate School, Kongju University

<sup>3</sup>Daechang Seat Co., LTD

**요약** 본 논문은 자동차용 시트의 내부에 설치되어 탑승자의 등 부위를 지지하여 편안한 승차감을 제공하는 자동차용 시트의 플라스틱 서스펜션 어셈블리 개발에 관한 것이다. 운전자의 허리를 균등하게 지지하여 주는 구조를 갖도록 설계하고 시트 백 프레임과 플라스틱 서스펜션이 원활하게 조합될 수 있는 구조로 개발하고자 한다. 체압 분포 특성을 고려하여 서스펜션의 단품을 설계하고 기능성을 평가하였다. 또한 실제와 동일한 사이즈의 서스펜션을 모델링하고 구조해석을 수행하였다. 기존 스프링 서스펜션과 새로 개발된 플라스틱 서스펜션의 해석결과 및 실제 측정값이 유사함을 확인하고 최적의 해석 및 설계를 확립하였다.

**Abstract** This study aims to develop the plastic suspension assembly which is installed on inside of vehicle seat and supports passenger's back to provide the comfortable feeling. This design is the suspension structure to support the back equally and assemble seat back frame and plastic suspension effectively. The parts of suspension are designed by considering the property of body pressure distribution. As analysis values are approached to measured values by comparing the deformations in the cases of existed spring suspension and developed plastic suspension, the optimum design can be established.

**Key Words** : Structural Analysis, Finite Element, Total Deformation, Plastic Suspension, Lumber Plate

### 1. 서론

오늘날의 자동차 시트는 단순히 인체를 지지하는 것에 그치지 않고 다양한 목적으로 많은 발전이 이루어지고 있다. 자동차 시트는 안전성, 안락성, 편리성, 디자인 등이 종합적으로 고려된 것이다 보니 일반 좌석과는 달리 인간공학과 감성공학이 깊게 반영되고 있다[1]. 그 중에서도 안락성 측면에서 장시간 탑승 시 피로가 적고 쾌적성을 유지(접촉성, 충격의 흡수, 착좌 자세 및 쿠션성 등) 하는 것이 중요하다[2].

시트쿠션은 체중을 이상적으로 배분하여야 하고 충격과 진동을 잘 흡수하여야 한다. 체중의 75% 정도는 둔부에 의해 지지되며, 특히 좌골결절상 부분에 체중의 35% 정도가 집중된다. 이로 인한 혈액 순환 장애로 통증이나 마비 증세를 유발할 수도 있다[3-5]. 시트 내에 설치되어 있는 서스펜션은 탑승자의 등 부위에 가해지는 압력을 지지하여 장시간 운전 시 피로감을 해소하며, 주행 중 발생하는 충격을 흡수하여 탑승자를 보호한다. 그러나 종래의 서스펜션 장치는 회전식 또는 래치(latch) 방식으로 장력 조절 스프링의 탄성력을 조절하여 시트의 쿠셔닝을

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

\*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 11년 02월 10일

수정일 11년 02월 21일

게재확정일 11년 03월 10일

조절하였으며, 이에 따라 구성이 복잡하여 적용되는 부품의 수가 많고, 고장률이 높을 뿐만 아니라 생산원가가 상승되는 문제점이 있다.

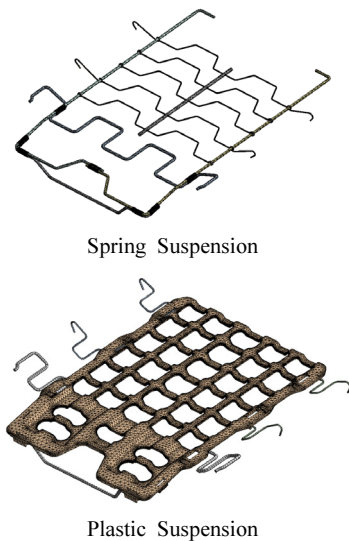
또한, 현재 고급차종의 경우에는 시트 내부에 차량 공조용 덕트가 연결되어, 냉기 또는 온기의 공급이 가능하게 구성되는데, 플레이트 형상의 서스펜션 장치의 경우 탑승자의 등 부위가 차량 공조용 덕트로부터 차단되어 냉·난방효율이 저하되는 문제가 있다.

본 연구에서는 새로 개발된 플라스틱 서스펜션을 유한요소로 모델링하고 구조해석을 통하여 하중에 따른 변형을 해석하였다[6,7]. 또한, 실험을 통하여 기존 스프링 서스펜션과 비교하고 실제 측정실험과 구조해석 결과가 유사한지를 확인하였다. 해석에는 ANSYS 12.0을 사용하였다.

## 2. 해석모델 및 구조해석

### 2.1 해석모델

스프링 및 플라스틱 서스펜션을 실제 크기로 모델링을 한 후 원활한 해석을 수행하기 위하여 그림 1과 같이 유한요소로 분할한다[8]. 사용된 요소의 종류는 사면체 요소이며, 해석모델의 절점 및 요소들의 개수는 스프링 서스펜션이 117248 및 58196, 플라스틱 서스펜션이 441406 및 245244 이다.



[그림 1] 스프링 및 플라스틱 서스펜션의 유한요소모델

럼버 플레이트 및 탄성 와이어의 재질은 각각 POM(Polyoxymethylene)과 경강선(SW-C)으로 제작업체

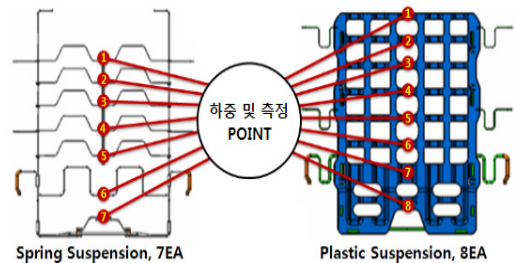
의 데이터를 참고하였으며 각각의 물성치는 표 1에 나타나 있다.

[표 1] 플라스틱 서스펜션 재질의 물성

	POM	경강선
Density(kg/mm <sup>3</sup> )	1.35×10 <sup>-6</sup>	7.85×10 <sup>-6</sup>
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

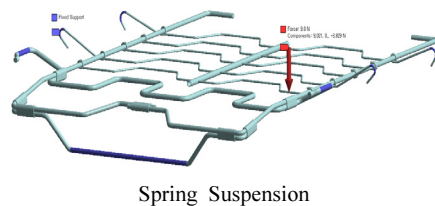
### 2.2 구조해석

스프링 및 플라스틱 서스펜션에 작용하는 하중과 변형량 측정위치는 그림 2와 같이 스프링 서스펜션이 7개, 플라스틱 서스펜션이 8개이며, 수직방향으로 1kg의 하중이 작용한다.

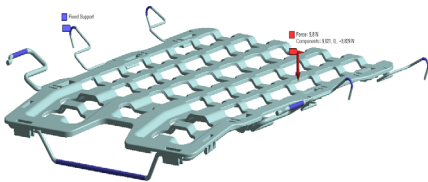


[그림 2] 럼버 플레이트에 작용하는 하중 위치

각각의 서스펜션이 시트 백 프레임에 장착되어 있다고 가정하기 위하여 그림 3과 같이 탄성 와이어의 끝부분에 구속조건을 주고 서스펜션에 작용하는 하중은 중력을 포함하여 9.8N으로 하였다. 또한, 연결부분에서 슬라이딩이 발생할 수 있으므로 세부 접촉 형태를 No Separation으로 정의하였다. 이와 같은 방법으로 각각의 서스펜션에 작용하는 하중 위치를 순차적으로 변경하고 그 지점에서 발생하는 변형들을 관찰하였다.



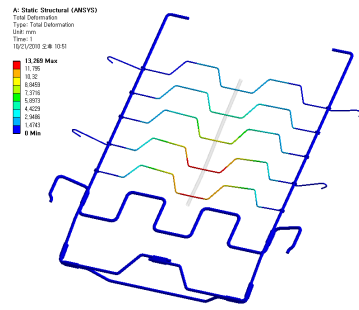
Spring Suspension



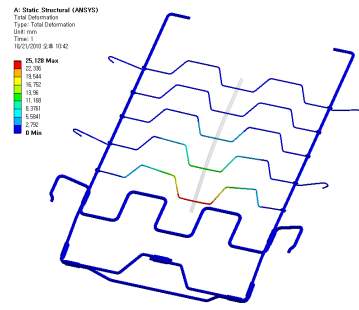
Plastic Suspension

[그림 3] 서스펜션의 구조 및 하중조건

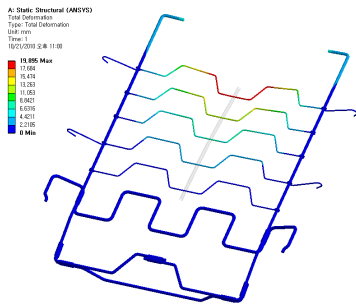
그림 4는 스프링 서스펜션의 상단에서 하단 방향으로 모두 7개의 지점에 각각 하중이 가해짐에 따라 발생하는 변형을 나타내고 있다.



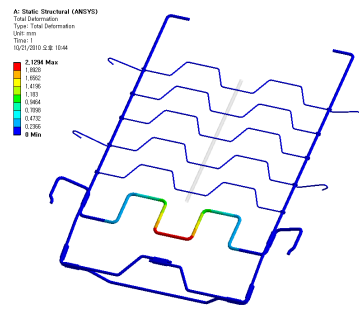
(d) 4 Point / 9.8 N



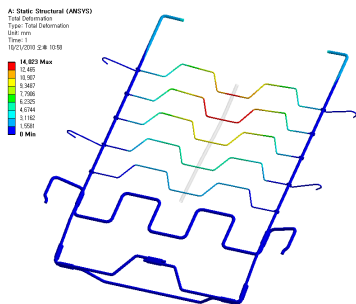
(e) 5 Point / 9.8 N



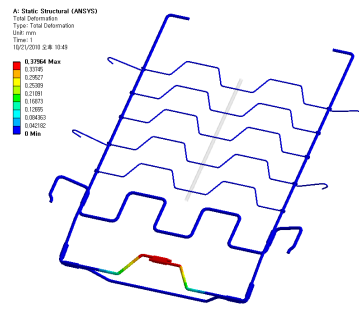
(a) 1 Point / 9.8 N



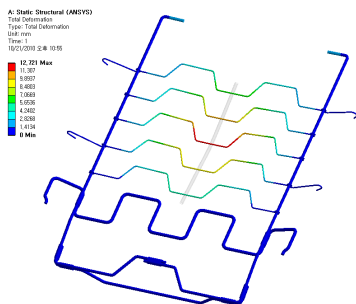
(f) 6 Point / 9.8 N



(b) 2 Point / 9.8 N



(g) 7 Point / 9.8 N

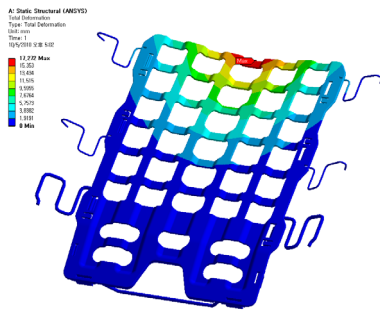


(c) 3 Point / 9.8 N

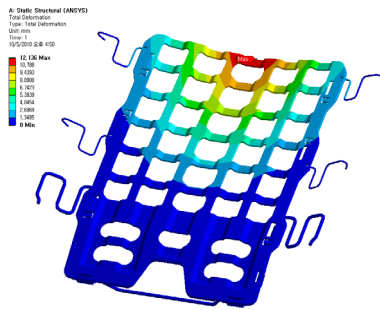
[그림 4] 하중을 받는 스프링 서스펜션의 변형

탄성 와이어의 직경이 2mm인 (b)~(d)지점에서는 평균 변형량이 13.3mm이며, (a)와 (e)지점에서는 20mm 이상의 큰 변형이 발생한다. 이는 탄성 와이어가 중앙에 끼워진 튜브의 양 끝단에 위치하여 지지능력이 작기 때문으로 판단된다.

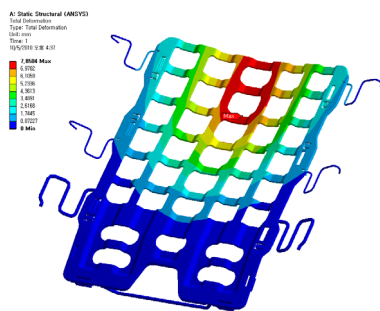
그림 5의 (a)~(h)는 플라스틱 서스펜션의 상단에서 하단 방향으로 모두 8개의 지점에서 발생하는 변형들을 나타내고 있다.



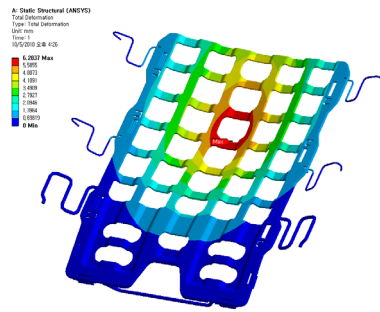
(a) 1 Point / 9.8 N



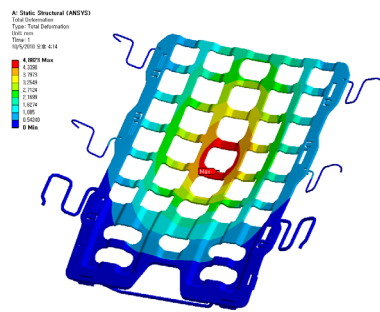
(b) 2 Point / 9.8 N



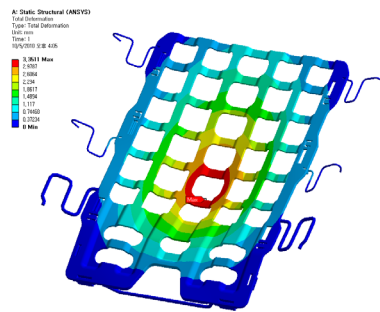
(c) 3 Point / 9.8 N



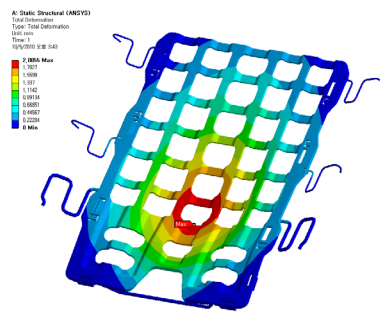
(d) 4 Point / 9.8 N



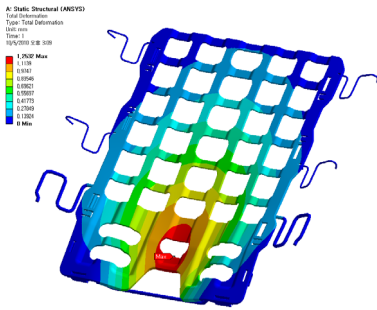
(e) 5 Point / 9.8 N



(f) 6 Point / 9.8 N



(g) 7 Point / 9.8 N



(h) 8 Point / 9.8 N

[그림 5] 하중을 받는 플라스틱 서스펜션의 변형

플라스틱 서스펜션의 평균 변형량은 6.7mm이고, (a)에서의 변형량이 17.3mm로 가장 크며 하단으로 갈수록 변형량이 작아진다.

### 3. 측정실험

#### 3.1 측정실험

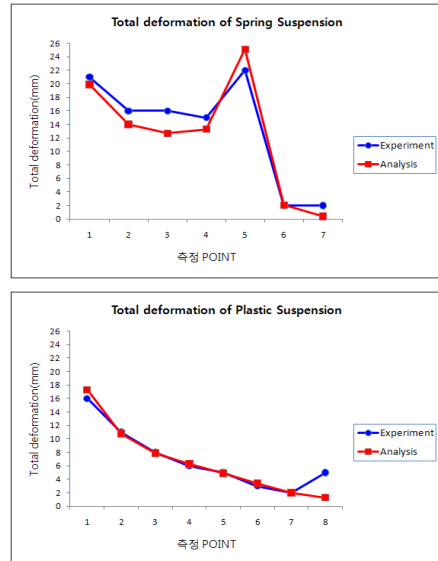
실제 하중 작용에 따른 변형량을 측정하기 위하여 시트 백 프레임에 스프링 서스펜션과 플라스틱 서스펜션을 각각 장착하고 그림 6과 같이 실험 장치로 실험을 하였다.



[그림 6] 서스펜션의 변형량 측정 실험

이와 같이 서스펜션의 각 지점에 하중을 주고 발생하

는 변형량을 측정한 후 측정 실험 및 해석 데이터를 그림 7과 같이 비교하였다.



[그림 7] 서스펜션의 변형량에 대한 실험 및 해석결과 비교

여기서 스프링 서스펜션의 2~5번 지점에 오차가 발생하였는데, 이는 순차적으로 하중을 주는 과정에서 탄성 와이어가 초기 위치로 복귀되지 않았기 때문으로 판단된다. 반면, 플라스틱 서스펜션의 림버 플레이트는 실제 측정 실험과 구조해석 결과가 유사한 것을 볼 수 있었다.

### 4. 결론

본 논문에서는 플라스틱 서스펜션 개발을 위하여 구조 해석을 수행한 후 실제 측정 실험과 해석결과의 비교를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 기존 스프링 서스펜션보다 플라스틱 서스펜션의 지지 능력이 더 높고 각 지점의 편차는 작다.
- 2) 서스펜션의 초기 위치 변화를 확인함으로써 측정 실험과 구조해석 결과의 오차를 감소시켜 정확도를 높이는 것이 필요하다.
- 3) 측정 실험과 구조해석 결과가 거의 일치하므로 체압 분포를 이용하여 실제 착좌상태에서의 서스펜션 변형량도 예측이 가능하다.

### 참고문헌

- [1] 박상남, “자동차 시트 기술 개발동향”, 한국자동차공학회지, 제31권, 제4호, pp. 26-33, 8월, 2009.
- [2] 김정훈, 박동운, 이정한, 김명규, 유완석, “시트 진동을 고려한 차량의 승차감 분석”, 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집(Ⅱ), pp. 933-938, 5월, 2002.
- [3] 이현철, 박현민, 나형현, 김종수, 조현일, 전오환, “자동차 시트의 체압 측정을 통한 안락감 평가 연구”, 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집(Ⅲ), pp. 1412-1416, 6월, 2007.
- [4] S. J. Park, C. B. Kim, C. J. Kim, J. W. Lee, “Comfortable Driving Postures for Koreans”, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 26, No. 4, pp. 489-497, March, 2000.
- [5] 황수환, 이광노, 박상도, 편종권, “차량 주행 적응형 시트 서포트 자동제어 시스템 개발”, 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집(Ⅳ), pp. 2237-2244, 6월, 2007.
- [6] 박원태, 최재진, “직교이방성 박판 및 후판의 해석연구”, 한국산학기술학회논문지, 제4권, 제2호, pp. 76-80, 6월, 2003.
- [7] 이상욱, 심언태, 이경수, 우동욱, 김정현, “미세 구조물이 성형된 실드슬롯판의 자중 처짐 해석”, 한국산학기술학회논문지, 제7권, 제3호, pp. 291-297, 3월, 2006.
- [8] 조재용, 민병상, 김기선, 최두석, 조찬기, “승객의 안락감에 미치는 림버 서포트의 변형에 관한 해석”, 한국산학기술학회 춘계학술대회 논문집(Ⅱ), 제11권, 제1호, pp. 618-621, 5월, 2010.

#### 조재용(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

#### 김기선(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 기계·자동차공학부 교수

<관심분야>

자동차 내장 및 시트 부품, 자동차 내외장부품 제조공정

#### 최두석(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 기계·자동차공학부 교수

<관심분야>

자동차 배기계 및 대체 연료, 미래형 자동차

**김 세 환**(Sei-Hwan Kim)

[**중신회원**]



- 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

**방 승 옥**(Seung-Ok Bang)

[**준회원**]



- 2010년 2월 : 공주대학교 자동차공학과 (공학사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계공학과 (공학석사)

<관심분야>

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

**조 찬 기**(Chan-Ki Cho)

[**정회원**]



- 1988년 2월 : 성균관대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1995년 2월 : 성균관대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1987년 12월 ~ 1991년 6월 : LG금속 기술연구소 주임연구원
- 1991년 7월 ~ 1997년 12월 : KIA자동차 기술연구소 선임연구원

- 2006년 4월 ~ 현재 : (주)DSC 기술연구소 소장

<관심분야>

자동차 Seat Frame 및 Mechanism 설계 및 내구성 평가, Lumber Support System 설계 및 평가