

승객의 안락감에 미치는 럼버 서포트의 변형에 관한 연구

조재웅^{1*}, 민병상², 김기선¹, 최두석¹, 조찬기³
¹공주대학교 기계자동차공학부, ²공주대학교 대학원 기계공학과, ³(주)디에스시 기술연구소

A Study on the Displacement of Lumber Support Affecting the Comfortableness of Passenger

Jae-Ung Cho^{1*}, Byoung-Sang Min², Key-Sun Kim¹, Doo-Seuk Choi¹
and Chan Ki Cho³

¹Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University
²Dept. of Mechanical Engineering, Graduate School, Kongju University
³R&D Center, Daechang Seat Co., LTD.

요 약 럼버 서포트는 허리에 가해지는 압력을 지지하여 장시간 운전시 피로감을 해소하는 자동차 시트의 부품이다. 본 연구에서는 자동차 시트의 럼버 서포트를 모델링 하였으며, 해석은 럼버 서포트의 베드부분에 여러 가지의 비드를 보강하여 사람이 자동차 시트에 앉아 있을 때 작용하는 하중에 따른 변형에 대해 구조해석을 하여 안락성면에서 적합한 모델을 찾는 것이 주된 목적이다. 5줄 보강타입과 플타입이 5mm안쪽의 변형과 500 N의 접촉력이 나타나 승객의 안락감에 있어 가장 적합하고 내구성도 양호한 것으로 사료된다.

Abstract Lumber support as the part of automotive seat supports the pressure applied on waist by clearing the tiredness of passenger at long driving. In this study, lumbar support of automotive seat is modelled. Various bids are built up at its bed. The main purpose is to look for adequate model on comfortableness by calculating displacement according to applied force when some passenger sit at automotive seat. Full build-up type of 5 rows can be seen most suitable for passenger's comfortableness and its durability as the inner displacement of 5mm and contact force of 500 N.

Key Words : Lumber support, Total displacement, Passenger's comfortableness

1. 서론

전체적으로 럼버 서포트를 포함한 시트는 운전 중 안전 운전과 직접 관계가 있다는 점에서 일반 좌석과 엄격히 구분되는 중요함을 가지고 있다. 오늘날의 시트는 움직이는 기구의 발달과 인류문화의 향상으로 인하여, 단순 목적인 인체를 지지하는 것으로 그치지 않고 다양한 목적으로 많은 발전이 이루어지고 있다. 이에 대하여 자동차 시트가 갖추어야 할 중요한 요건은 다음과 같다[1, 2]. 첫째, 안전성을 들 수 있으며, 외부의 물리적 변화로부터

인체의 손상을 최소화하기 위해 견고하고, 차량 수명의 내구성을 구비하여야 한다. 또한 안락성면에서 장시간 탑승시 피로가 적고 쾌적성을 유지(접촉성, 충격의 흡수, 착좌 자세 및 쿠션성 등)해야 하며, 편의성의 측면에서 탑승자의 여러 신체 조건에 따라 시트를 조절하는 기능을 갖추고 이의 조절이 용이하여야 한다.

그리고 디자인의 관점에서 안정감이 있는 외관 및 오랜 기간 보고 사용해도 싫증나지 않도록 디자인을 고려해야 하고, 경제성에서도 차량의 특성에 적합한 상품성 및 저비용을 실현해야 한다. 이상과 같이 자동차 시트는

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

*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 10년 03월 09일

수정일 (1차 10년 04월 23일, 2차 10년 08월 19일)

게재확정일 10년 09월 08일

안전성, 안락성, 편리성, 디자인 등이 종합적으로 고려된 것이다 보니 일반 좌석과는 달리 인간공학과 감성공학이 깊게 반영되고 있다. 특히 럼버 서포트는 허리에 가해지는 압력을 지지하여 장시간 운전시 피로감을 해소하는 보조기구이다. 럼버 서포트는 골반을 지지하여 뒤쪽으로 넘어가는 것을 막아주며 허리 쪽의 척추를 지지하고 상체를 지지하는 역할을 한다[1-4].

시트쿠션은 체중을 이상적으로 배분하여야 하고 충격과 진동을 잘 흡수하여야 한다. 체중의 75%정도는 둔부에 의해 지지되며, 특히 좌골결절상 부분에 체중의 35% 정도 집중되며 이로 인한 혈액 순환 장애로 통증이나 마비 증세를 유발 할 수도 있다. 또한 장시간 운전은 하체의 혈액 순환을 방해하여 발을 부어 오르게 한다[5-7].

본 연구에서는 자동차 시트의 럼버 서포트를 모델링 하였으며, 해석은 럼버 서포트의 베드부분에 여러 가지의 비드를 보강하여 사람이 자동차 시트에 앉아 있을 때 작용하는 하중에 따른 변형에 대해 구조해석[8]을 하여 안락성면에서 가장 적합한 모델을 찾는 것이 주된 목적이다. 본 연구의 모델링은 승용자동차로서 CATIA[9]로 하였으며, 해석은 ANSYS[10]로 수행하였다.

2. 모델 및 조건

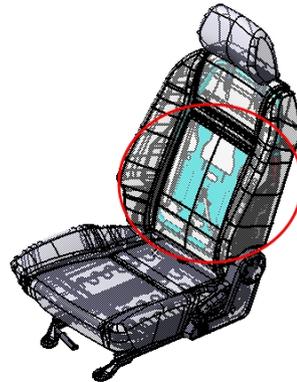
2.1 연구모델

그림 1은 사람이 자동차 시트에 착석한 모양으로 럼버 서포트가 허리부분을 지지하여 운전자의 피로감을 해소시키는 역할을 한다. 그림 2는 시트의 그림으로서 럼버 서포트는 운전자의 허리부분이 접촉되는 부분으로서 빨간색 원 내부에 있다. 본 연구의 모델은 그림 3과 같이 구성된 럼버 서포트 모델로서 취약점은 사람이 하중을 가하였을 때 변형이 많이 일어난다. 이점을 보완하기 위해 그림 4에서와 같이 (a) 타입은 럼버 서포트의 초기 기본 모델로 럼버 서포트의 베드부분에 아무 것도 보강하지 않은 모델이며, (b) 타입은 베드 뒷부분에 3줄의 비드를 설치한 모델이고, (c) 타입은 베드 뒷부분에 3줄의 비드를 설치후 양쪽에 한 줄씩 더 비드를 보강한 모델이다. 또한 (d) 타입은 (c) 타입에서 대각선으로 비드를 더 보강한 모델이고, (e) 타입은 (d) 타입에서 앞부분에 두 줄의 비드를 보강한 모델이다. 메시를 나누는 유한요소모델은 그림 5와 같으며, 상세한 메시의 형상은 빨간 색의 원 내부와 같이 사면체 요소이다. 이 형상은 럼버 서포트의 베드 및 베드와 접촉하는 부위로 구성되었으며 나머지 부분은 해석의 영향이 미치지 않도록 강제 조건을 주었다. 그리

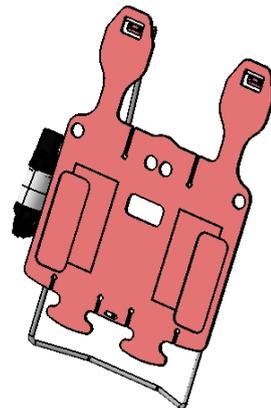
고 (a), (b), (c), (d) 및 (e) 타입의 비드형상에 따른 럼버 서포트 모델의 메시와 절점의 개수는 표 1과 같다. 또한 모델의 재료 특성은 각각 표 2로 나타냈다[11].



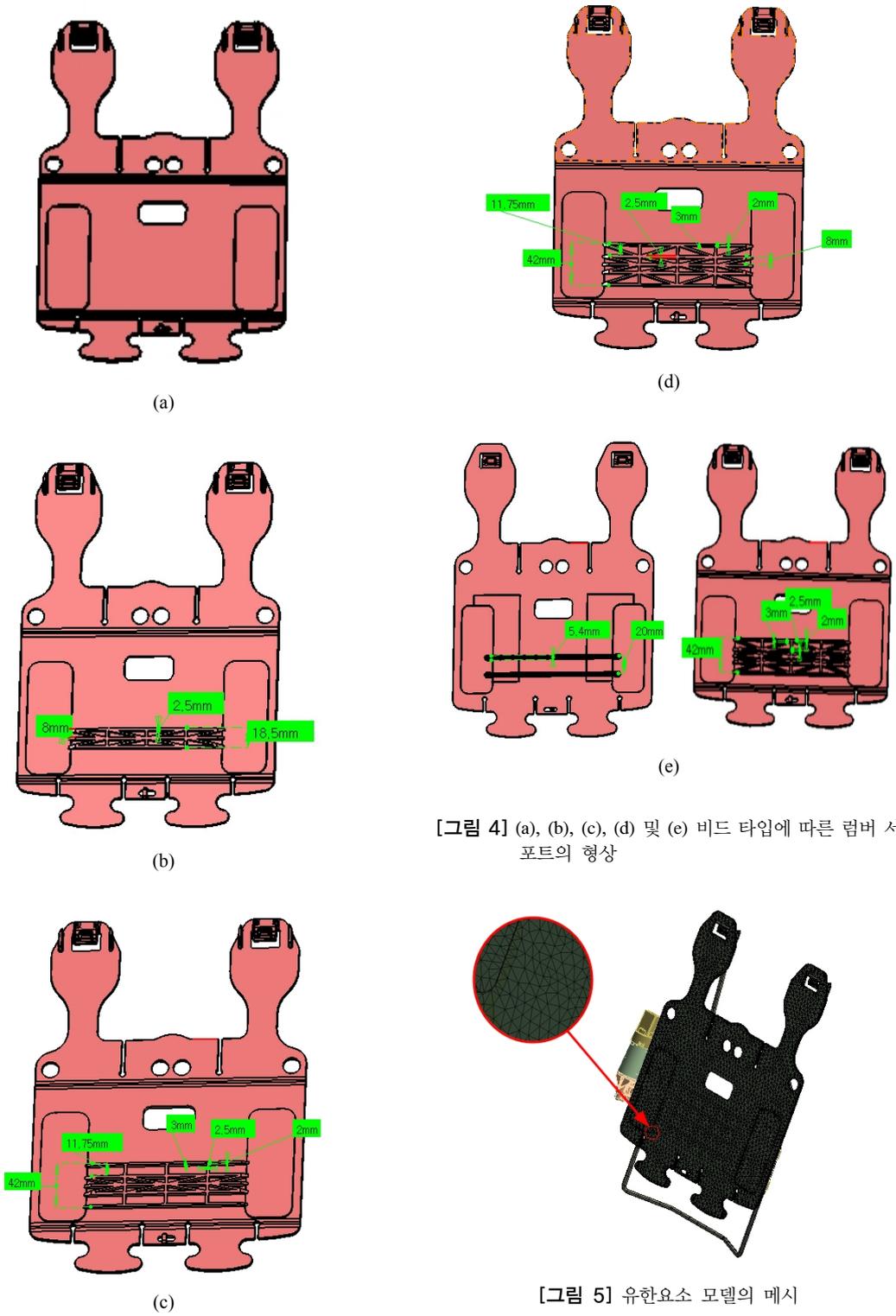
[그림 1] 럼버 서포트에 사람이 착석한 그림



[그림 2] 자동차 시트의 구성



[그림 3] 럼버 서포트의 모델



[그림 4] (a), (b), (c), (d) 및 (e) 비드 타입에 따른 림버 셔 포트의 형상

[그림 5] 유한요소 모델의 메시

[표 1] 비드 타입에 따른 럼버 서포트 모델의 메시들

Type	Nodes	Elements
(a): Basic Type	116548	59039
(b): 3 Row Type	120437	61136
(c): 5 Row Type	121768	62391
(d): 5 Row Build-up Type	123799	63152
(e): 5 Row Build-up Front Part of Bead Type	132238	68251

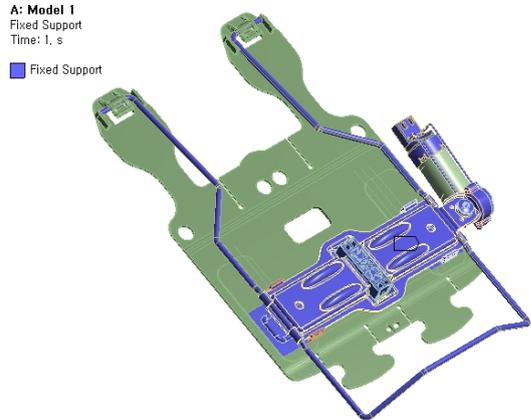
[표 2] 재료의 물성치

	Bed	Wire
Young's Modulus	1100 MPa	193000 MPa
Poisson's Ratio	0.42	0.31
Tensile Yield Strength	25 MPa	207 MPa
Compressive Yield Strength	0 MPa	207 MPa
Tensile Ultimate Strength	33 MPa	586 MPa
Compressive Ultimate Strength	0 MPa	0 MPa
Density	950	7750 Kg/m ³

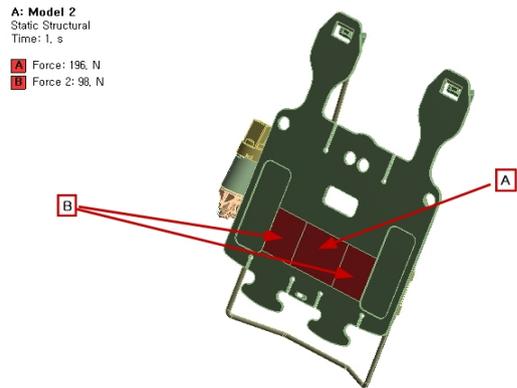
2.2 경계 조건

경계 조건으로서는 그림 6과 같이 베드의 뒷면 고정부 위와 와이어를 고정시켰다, 그리고 그림 7과 같이 하중으로서는 베드 앞면 중심면 (A) 부분에 196 N의 힘을 가해 주고, 베드 앞의 중심에서 양쪽 옆면의 (B) 부분에 98 N의 힘을 가하여 총 294 N을 작용해 주었다. 승용 자동차 시험 기술 스펙의 기준에 따르면 자동차 시트에 대한 체압 분포로서 럼버 서포트에 등을 기대는 부분에 대해서 고르게 분포되는지를 조사한 것으로서, 하중이 30 Kg 즉 294N을 기준으로 입력하는 것이 바람직하다고 나와 있다. 또한 키 175cm, 몸무게 73kg의 표준체형의 사람의 체압 분포를 실험했을 때, 약 30Kg의 하중수치가 나왔다는 실험결과를 바탕으로 본 연구에서는 30Kg의 수치를 정했으며, 30Kg을 N으로 환산하면 294N이 된다. 그리고 럼버 서포트에서 최대 12mm의 변형량이 되도록 힘을 가하여서 해석을 하였으며 이는 베드와 고정와이어의 간극

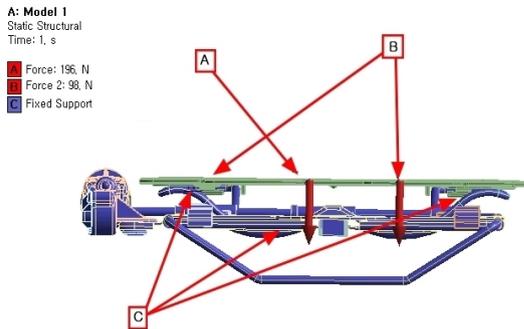
을 약 12mm로 맞추기 위함이다. 그림 8은 그림 6 및 그림 7에서의 구속 조건에 대하여 럼버 서포트를 측면으로 보았을 경우이다.



[그림 6] 모델에서 고정 지지부의 구속



[그림 7] 모델에서 힘의 조건

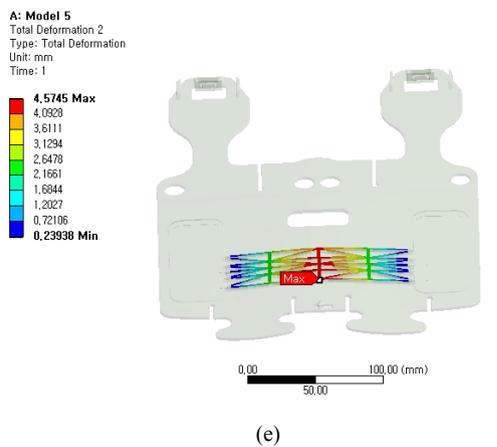
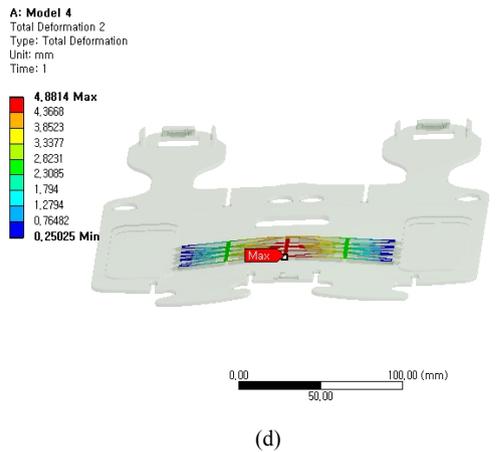
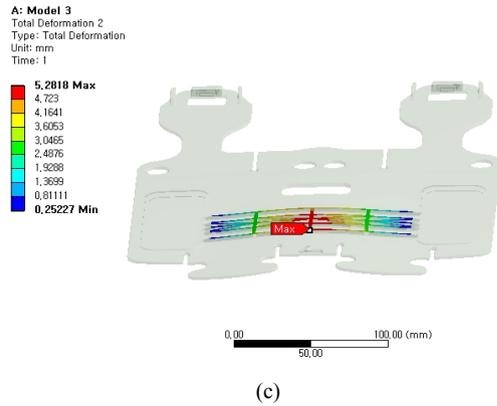
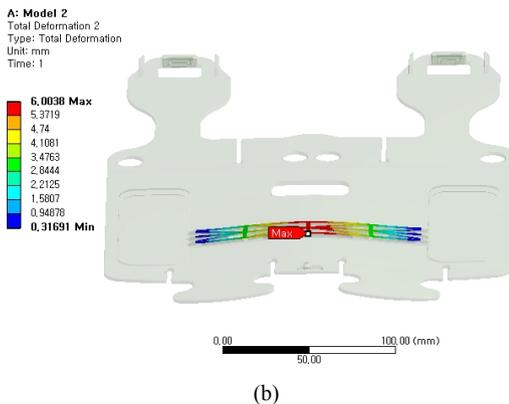
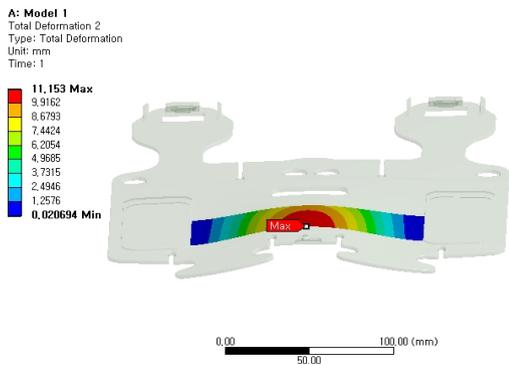


[그림 8] 측면에서 본 모델에서 고정 지지부 및 힘의 조건

3. 해석 결과

3.1 변형 해석

그림 9는 럼버 서포트에 294 N의 힘을 작용해 주었을 경우에 대한 각 타입별 변형에 대한 해석결과이다. 최대 변형량은 (a), (b), (c), (d) 및 (e) 타입들 모두, 베드에 보강된 비드의 밑 부분에서 고정 와이어까지 각각 11.153mm, 6.0038mm, 5.2818mm, 4.8814mm, 4.5745mm의 최대 변형이 나타났다. (d) 및 (e) 타입에서 거의 5mm의 변형량이 되는 것은 적당한 유연성을 줄 수 있는 설계 가이드로서 승차자가 최적인 승차감을 느끼도록 하고 안락감을 제일 편하게 할 수 있는 변형량이다. 이 변형량은 승용 자동차 차량에 있어서 너무 부드러워서 휘어지지 않게 하고, 너무 딱딱한 느낌을 주지 않도록 승차자가 민감도 면에 있어서 가장 편안한 감을 받을 수 있는 변형도이다. 따라서 본 연구에서는 (d) 및 (e) 타입이 승차감을 제일 편안하게 줄 수 있는 것으로 사료된다. 또한 그림 9에서 보는 바와 같이 이 두 타입들은 실제 자동차의 럼버 서포트를 만들기 전에 개발 단계부터 차량 시험 평가자의 요구 사항에 따라 패드와 비드 겹침량만큼 최대 5mm 이내의 변형량에 맞추었다.



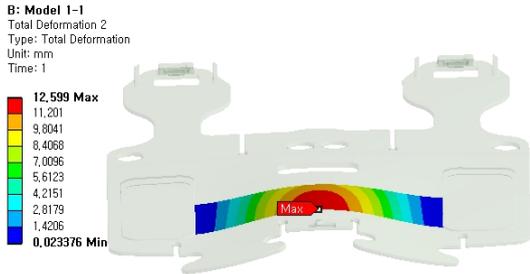
[그림 9] (a), (b), (c), (d) 및 (e) 타입의 럼버 서포트에서 294 N 작용 시에 전변형량의 등고선 그림들

또한 이 (d) 및 (e) 타입의 개발 모델들은 승용 자동차에서 정하는 설계 가이드를 만족한다. 그리고 경계성면에서는 이러한 기아 승용자동차의 특성에 적합한 상품성을

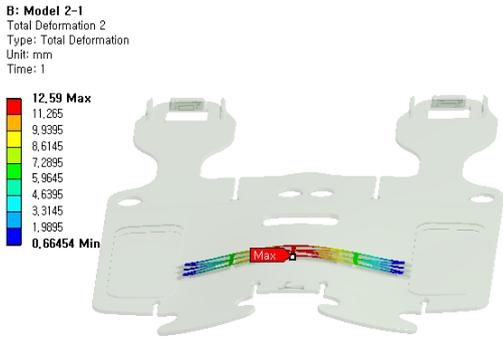
실현하였으며, 비용면에서는 그다지 (a), (b) 및 (c) 타입의 모델들에 비하여 비용이 더 들지 않았다.

3.2 접촉하중 해석

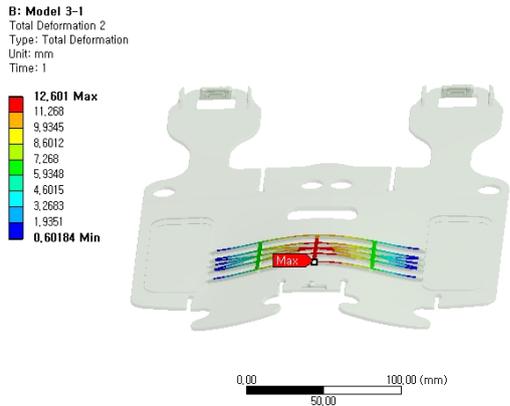
베드와 고정 와이어의 거리 즉 최대 변형량을 약 12mm로 되게 하여, 5가지의 모델들이 와이어에 접촉하는 하중으로 인한 변형량을 그림 10과 같이 정면 에서 본 변형량을 나타 내었다. 즉 (a)에서 (e)타입 모두 베드에 보강된 비드밑부분에서 고정 와이어까지 가장 큰 변형이 나타났다. (a) 타입에서는 332.1N일 때 12.599mm의 결과 나왔으며, (b) 타입은 616.5N일 때 12.59mm, (c) 타입에서는 701.4N일 때 12.601mm, (d) 타입에서는 756.9N일 때 12.602mm, (e) 타입에서는 810N일 때 12.603mm로 나타났다.



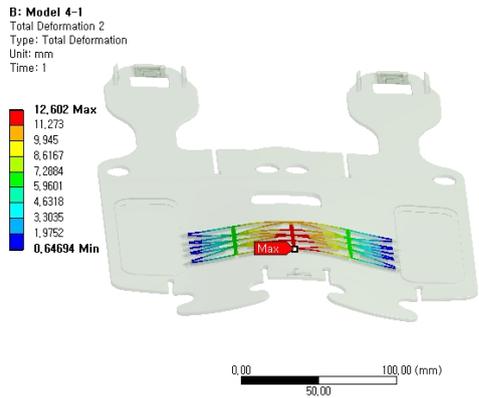
(a)



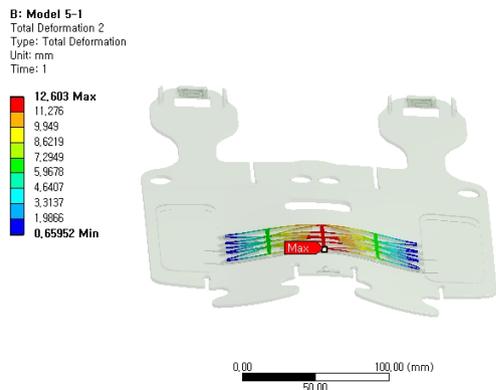
(b)



(c)



(d)



(e)

[그림 10] (a), (b), (c), (d) 및 (e) 타입의 럼버 서포트에서 12 mm의 최대 변형량 조건에서의 모델의 형상들



[그림 11] e 타입의 럼버 서포트에 대한 12 mm의 최대 변형량 조건에서의 모델의 측면형상

그림 11에서는 대표적으로 (e) 타입의 럼버 서포트에 대한 그림 10의 변형량을 측면으로 보았을 때이며, 럼버 서포트가 측면으로 변형이 일어나서 플레이트의 구동부에 간섭을 생기게 하는 변형량을 보여 주고 있다.

표 3은 럼버 서포트에서 294 N의 힘을 작용해 주었을 경우에 대한 각 타입별 변형 및 베드와 고정 와이어의 거리 즉 변형량을 12mm로 되게 하여, 5가지의 모델들이 와이어에 접촉하는 하중을 각각 나타내었다.

[표 3] (a), (b), (c), (d) 및 (e) 타입의 럼버 서포트에 따른 해석 결과 비교

Class	Maximum Deformation at Applying with 294 N	Contact Force at Fixed Condition of Maximum Total Deformation as 12 mm
a Type	11.153mm	332.1N
b Type	6.0038mm	616.5N
c Type	5.2818mm	701.4N
d Type	4.8814mm	756.9N
e Type	4.5745mm	810N

표 3에서와 같이, (e) 타입의 럼버 서포트에서 최대 변형량이 12mm일 때, 약 800N의 결과가 나왔다.그림 10에서 (e)와 같이, 럼버 서포트의 고정 와이어부분과 베드의 거리가 12.6mm이고, 이 두 개의 부품이 마찰 될 때의 하중을 계산한 수치로서 810N이 나왔다. 이 수치는 차량 시험 평가자가 요청한 사항으로서 얼마나 그 하중이 작용되었는가를 계산한 것이고, 플레이트의 구동부위가 럼버 서포트에 간섭이 될 때까지의 최대 하중이다. 즉 12 mm의 최대 변형량에서 어느 정도까지 그 하중이 작용이 되는 가를 본 것이며, 이 810 N의 하중 이상이 되면 고정된 와이어부분이 충격이 되거나 파괴가 일어나는 한계의 하중이 될 수 있다고 사료된다. 따라서 (e) 타입의 럼버 서포트 모델이 다른 모델들에 비하여 가장 큰 하중을 견딜 수 있어 내구성도 양호하다고 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 사람이 자동차시트에 앉아서 럼버 서포트에 힘이 작용되었을 때, 그 작용 하중으로 인한 장착된 매트 변형량 및 접촉하중을 해석 및 확인하였다. 이러한 해석결과들을 도출하여 얻은 결과들은 다음과 같다.

1. 럼버 서포트에 294 N을 작용해 주었을 경우에 대한 각 타입별 변형에 대한 해석결과, (a) 타입의 변형은 11.153mm로 나타났으며 (b) 타입이 6.0038mm, (c) 타입이 5.2818mm, (d) 타입이 4.8814mm (e) 타입이 4.5745mm로 나타났다.
2. 베드와 고정 와이어의 거리 즉 최대 변형량을 약 12mm로 되게 하여, 5가지의 모델들에 대하여 럼버 서포트의 베드부분이 고정와이어에 접촉할 때까지의 하중을 구하였을 때 (a) 타입이 332.1N으로 구해졌으며, (b) 타입이 616.5N, (c) 타입이 701.4N, (d) 타입이 756.9N, (e) 타입이 810N으로 나타났다.
3. 이 결과들을 종합해 볼 때, (e) 타입의 럼버 서포트가 5mm 안쪽의 변형이 나타나고 접촉하중은 800N 정도로서 승객의 안락감에 있어 가장 적합하고 내구성도 양호한 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 오승규, 황재호, “승객의 안전 및 전자화에 따른 자동차 시트의 개발 동향”, 한국자동차공학회 2007년도 춘계학술대회논문집, pp. 1253-1260, 2003.
- [2] 김영기, 허용정, "차량 충돌 시험 및 인체 상해 기준 지원 시스템 연구", "한국산학기술학회 2005년도 춘계학술발표논문집, pp. 48-50, 2005.
- [3] 황수환, 김석환, 이광노, 편종권, 김진규, 송명준, 양정태, 이인혁, “시트 동적 킴포트 성능 예측을 위한 기술 개발”, 한국자동차공학회 춘계 학술대회 논문집, Vol. 3, pp. 1137-1140, 2008.
- [4] 김영식, 박준규, 강태욱, 김수원, “자동차 Seat Lumbar Support의 정량적 평가 방법”, 한국자동차공학회 추계 학술대회 논문집, Vol. 2, pp. 987-992, 2006.
- [5] 박수찬, 이영신, 김동진, “허리지지대를 위한 사무용 의자 개발”, 대한기계학회 추계 학술대회 논문집, 제 2권, 제 1호, pp. 376-380, 2000.
- [6] 황수환, 김석환, 최형연, “인체모델을 활용한 차량용 시트의 허리지지대 설계”, 한국자동차공학회 추계 학술대회 논문집, pp. 586-586, 2008.
- [7] 나석희, 임성현, 정민근, “동적 체압 분포를 이용한 운전 자세 변화와 요추지지대의 정량적 평가”, 대한

인간공학회지, 제 22권, 제 3호, pp. 57-73, 2003.

- [8] 조재웅, 방승욱, 김기선, "스페이스 프레임을 가진 경주용 차량의 충돌에 관한 시뮬레이션 해석", "한국산학기술학회논문지, 제11권, 제7호, pp. 2341-2348, 2010.
- [9] CATIA V5R18, 다쏘시스템, 프랑스, 2007.
- [10] Swanson, J., "Ansys 11.0," Ansys Inc., 2008.
- [11] 최신우, 김석환, 편종권, 양정태, "시트 컴포트 해석을 이용한 백셋 및 허리지지대 돌출량 예측", 대한기계학회 추계학술대회 강연 및 논문 초록집, pp. 626-630, 2008.

조 재 웅(Jae-Ung Cho)

[정회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

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

민 병 상(Byoung-Sang Min)

[준회원]



- 2009년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부 금형설계 전공(공학사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계공학과 (공학석사)

<관심분야>

자동차 충돌 시 동적 해석, 프레스 금형

김 기 선(Key-Sun Kim)

[정회원]



- 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

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 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 Fame 및 Mechanism 설계 및 내구성 평가, Lumbar Support System 설계 및 평가