

## 고장력 강판으로 된 자동차 시트 리크라이너 하우징에 대한 구조 해석

조호선<sup>1</sup>, 김기선<sup>2</sup>, 최두석<sup>2</sup>, 김영춘<sup>2</sup>, 박상흠<sup>2</sup>, 오범석<sup>2</sup>, 조재웅<sup>2\*</sup>, 국정한<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>공주대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup>공주대학교 기계자동차공학부  
<sup>3</sup>한국기술교육대학교 기계공학부

### Structure Analysis on Automotive Seat Recliner Housing with High Tension Steel Plate

Ho-Sun Cho<sup>1</sup>, Key-Sun Kim<sup>2</sup>, Doo-Seuk Choi<sup>2</sup>, Young-Chun Kim<sup>2</sup>,  
Sang-Heup Park<sup>2</sup>, Bum-Suk Oh<sup>2</sup>, Jae-Ung Cho<sup>2\*</sup> and Jeong-Han Kook<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Division of Mechanical Engineering, Graduate School, Kongju University

<sup>2</sup>Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

<sup>3</sup>School of Mechanical Engineering, Korea University of Technology and Education

**요약** 자동차 시트 리크라이너는 시트 등받이의 각도를 조절하는 기능을 가지며, 시트의 안전성과 밀접한 영향이 있다. 따라서 리크라이너를 구성하는 각 부품들은 매우 중요하며, 이러한 부품들을 각종 동적 하중들로부터 보호할 수 있는 리크라이너 하우징 역시 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 고장력강판(SPFC 980)으로 제작된 t=3mm 리크라이너 하우징을 실제 차량 시트에 적용한다. 또한 내구 실험기를 통하여 변형량을 조사하였으며, 실험과 동일한 조건하에서 시뮬레이션 해석을 수행하여 변형량과 등가응력을 분석하였다. 실험값과 해석값을 토대로 하여 1mm 및 2mm 두께의 리크라이너들을 모델링 한 후 구조해석을 통하여 변형량 및 등가응력을 알아보았다.

**Abstract** Automotive seat recliner has the function to control the angle at the back of chair and has the relation close to the safety of seat. Therefore each of parts constituting the recliner is important and the recliner housing to protect these parts from various dynamic loads is also important. In this study, the recliner housing with t=3mm which is made of high tension steel plate(SPFC 980) is applied to actual automotive seat. The deformation is investigated through the durability tester. Deformation and equivalent stress are also analyzed by simulation analysis under the same condition with experiment. After recliners with thicknesses of 1mm and 2mm are modeled by bases of experimental and analysis values, deformation and equivalent stress are investigated through structural analysis.

**Key Words** : Durability tester, Equivalent stress, Recliner housing, SPFC 980, Structural safety, Total deformation

### 1. 서론

오늘날의 자동차 시트는 승객과 항상 같이 움직이며 호흡할 수 있는 제품으로 다양한 기능 및 성능이 요구된다.

다. 자동차 시트는 단순히 인체를 지지하는 것에 그치지 않고 안전성, 안락성, 편리성, 디자인 등이 종합적으로 고려된 것으로 일반 좌석과는 다르게 인간공학과 감성공학이 깊게 반영되고 있으며, 안락성 측면에서 장시간 탑승

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

\*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(Kongju Univ.)

Tel: +82-41-521-9271 email: jucho@kongju.ac.kr

Received July 9, 2013

Revised August 5, 2013

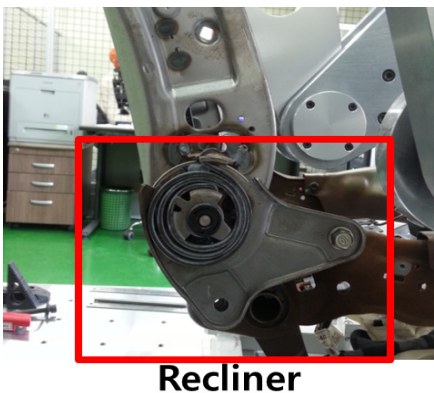
Accepted August 7, 2013

시 피로가 적고 쾌적성을 유지하는 것이 중요하다[1-3]. 또한 자동차 시트는 쿠션 부와 철판 구조물로 이루어지며, 철판 구조물은 다시 백 프레임, 리크라이너, 시트 트랙으로 나누어진다. 이 중 리크라이너는 시트 등받이의 각도를 조절하는 기능을 가지며, 시트 트랙과 백 프레임을 연결하는 역할 때문에 시트의 안전성과 밀접한 영향이 있다[4-6]. 따라서 리크라이너를 구성하는 각 부품들은 매우 중요하다고 할 수 있으며, 이러한 부품들을 자동차의 주행 중에 발생하는 각종 충격들로부터 보호할 수 있는 리크라이너 하우징 역시 중요하다고 할 수 있겠다. 본 연구에서는 고장력강판이 적용된 리크라이너 하우징을 CATIA 프로그램을 사용하여 3D 모델링하였으며, 이를 유한요소 해석 프로그램을 사용하여 변형량 및 등가응력을 보기 위한 해석을 수행하였다. 또한 실제 시트에 적용된 리크라이너 하우징을 내구 시험기를 이용하여 변형량 테스트 수행하였고, 그 결과를 유한요소 해석과 비교하여 검증을 하였다. 시뮬레이션 해석에서는 ANSYS 프로그램[7]을 사용하였으며 자동차 시트에 일정한 하중이 가해졌을 시 리크라이너 하우징의 구조적 안전성에 대하여 연구하였다. 또한 고장력강판의 두께에 따른 리크라이너 하우징의 구조적 안전성을 조사하였다.

## 2. 연구 모델 및 경계조건

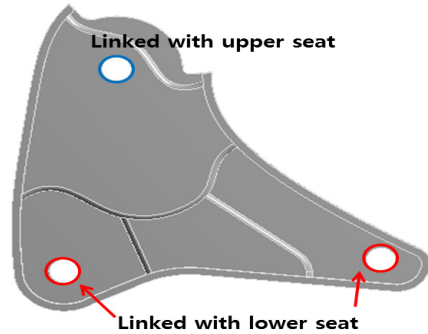
### 2.1 연구모델

Fig. 1은 실제 운전석 시트 트랙과 백프레임을 연결하는 리크라이너 하우징의 모습이다. Fig. 1에서 보이는 모델은 고장력강판 SPFC 980이 적용된 것이며, 리크라이너 하우징의 두께는 3mm이다.



[Fig. 1] Actual recliner model

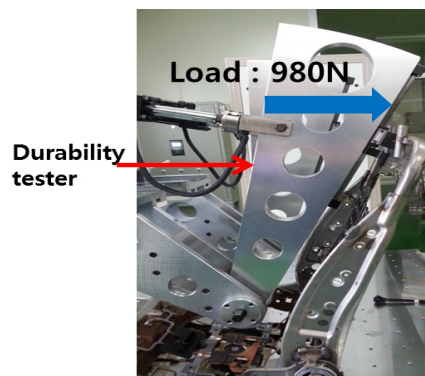
Fig. 2는 실제 리크라이너 하우징을 CATIA V5를 이용하여 3D모델링 한 것이고, 두께에 따른 구조적 안전성을 해석하기 위해 1mm부터 3mm까지 1mm간격으로 3가지 모델을 모델링을 하였다.



[Fig. 2] 3D model

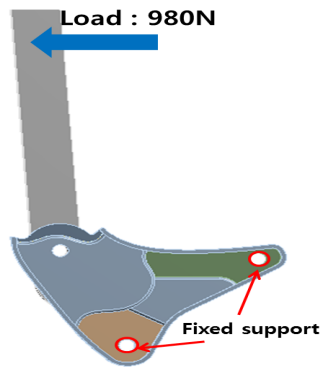
### 2.2 연구조건

백 프레임과 시트 트랙을 연결하고 있는 리크라이너 하우징에 대한 구조해석을 수행하기 전, 구조해석 결과 값에 대한 신빙성을 실어주기 위해 실제 차량과 동일한 조건하에 실험을 수행하였다. 실험에는 공주대학교 자동차 의장 및 편의부품 지역혁신 센터에 있는 내구성 시험기가 사용되었다. Fig. 3은 실험에 대한 조건을 나타내고 있다.



[Fig. 3] Durability tester and load condition

Fig. 3과 같이 시트는 실제 차량과 동일하게 고정되어 있으며 내구성 시험기가 약 980N의 힘으로 상부 시트에 힘을 가하는 조건하에 실험을 수행하였다. 이는 성인 남성 등받이에 가하는 힘과 같다. 다음 Fig. 4에서는 실제 실험과 동일한 조건하에서 유한요소 해석을 수행하기 위한 조건을 나타내고 있다.



[Fig. 4] Analysis condition

또한 1mm부터 3mm까지 1mm간격으로 두께에 차이를 두어 유한요소 해석을 수행하였다. 이는 고장력강판 SPFC 980의 두께에 따른 리크라이너의 구조적 안전성을 알아보기 위함이다. Table 1은 고장력강판 SPFC 980의 물성치를 나타내고 있다.

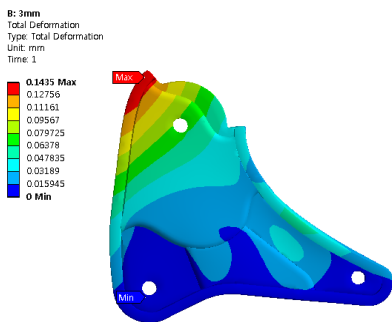
[Table 1] Property of SPFC 980

| Item                            | Value |
|---------------------------------|-------|
| Young's Modulus (GPa)           | 12.25 |
| Poisson's Ratio                 | 0.3   |
| Density (kg/m <sup>3</sup> )    | 7850  |
| Tensile Yield Strength(MPa)     | 980   |
| Compressive Yield Strength(MPa) | 250   |

### 3. 해석 및 결과

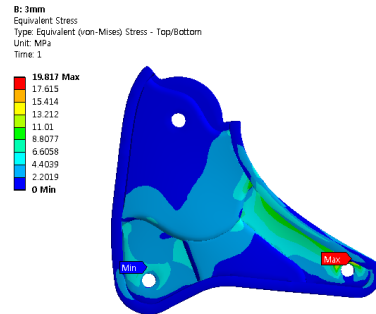
#### 3.1 3mm 리크라이너 해석 결과

실험 조건과 같이 시트 프레임에 100kg의 하중이 작용하였다고 하였을 시 해석 결과는 Fig. 5와 같다. 이때 최대 변형량은 약 0.14mm이다.



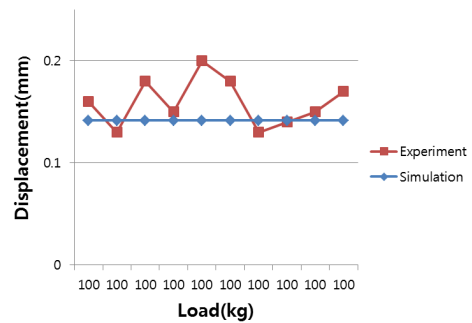
[Fig. 5] Total deformation of recliner t=3mm

같은 조건 하에 Fig. 6과 같이 등가응력은 시트 트랙에 고정되어 있는 리크라이너 오른쪽 하단 부에서 최대 응력이 나타나는 것을 볼 수 있으며, 최대 응력은 약 19.8MPa이다.



[Fig. 6] Equivalent stress of recliner t=3mm

Fig. 7은 실제 실험에서 100kg의 하중을 일정하게 주었을 때 리크라이너의 변형량과 같은 조건하에서 해석을 수행하였을 때, 리크라이너 변형량을 비교한 그래프이다.

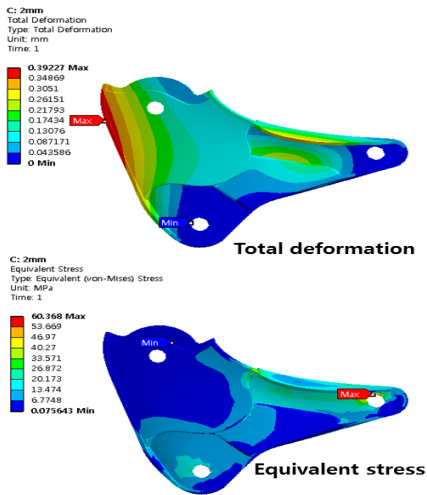


[Fig. 7] Graph of displacements at experiment and simulation

Fig. 7에서 보는 바와 같이 실제 실험에서 리크라이너의 변형량은 약 0.17mm 내외인 것을 알 수 있다. 이는 구조해석에서 나온 최대 변형량 값과 거의 일치한다고 볼 수 있지만 실제 실험에서 변형량은 일정한 하중 하에 변위량이 증가 감소가 반복적으로 이루어지고 있다. 이는 내구 실험기 자체 진동 때문에 생기는 현상으로 사료 된다.

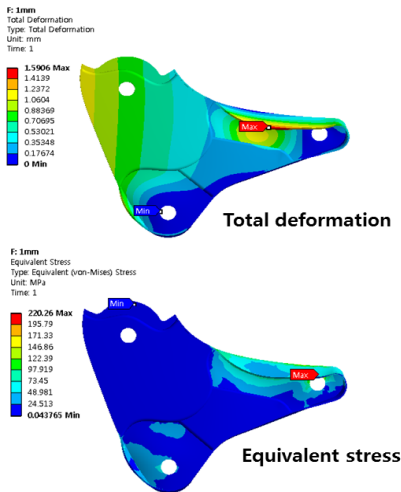
#### 3.2 2mm 리크라이너 해석 결과

SPFC 980이 적용된 두께 3mm 리크라이너의 구조해석 결과와 실험을 비교 한 결과 최대 변형량이 거의 일치함으로 이에 따라 두께를 2mm로 조정 후, SPFC 980을 적용하여 구조해석 결과를 알아보았다. Fig. 8은 두께가 2mm인 리크라이너의 구조해석 결과를 보여주고 있다.



[Fig. 8] Result of structure analysis at recliner t=2mm

Fig. 8에서 보는 바와 같이 t=2mm일 때 최대 변형량은 약 0.39mm인 것을 볼 수 있고, 최대 등가응력은 약 60.37MPa인 것을 알 수 있다.



[Fig. 9] Result of structure analysis at recliner t=1mm

### 3.3 1mm 리크라이너 해석 결과

SPFC 980이 적용된 두께 1mm의 리크라이너 해석결과와 Fig. 9와 같다. 두께 1mm의 리크라이너의 최대 변형량은 약 1.59mm이고 최대 등가응력은 약 220.26MPa이다.

## 4. 결론

본 연구에서는 일정 하중을 받는 리크라이너의 구조해

석과 실험을 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 내구 실험기를 이용하여 리크라이너 변형량을 조사한 결과 변형량은 약 0.17mm 내외인 것을 알 수 있다.
2. 두께가 3mm인 리크라이너 해석결과 최대 변형량은 약 0.14mm이고, 최대 등가응력은 시트트랙에 결합되어 있는 부분에서 약 19.8MPa인 것을 알 수 있다. 또한 내구 시험기를 이용하여 측정된 리크라이너의 변형량과 해석값이 일치함으로써 해석 결과 값에 신빙성을 둘 수 있다.
3. 위 실험과 해석의 변형량 결과 값을 토대로 두께 2mm의 리크라이너를 설계하여 해석한 결과 최대 변형량은 0.39mm이고 최대 등가 응력은 약 60.37MPa이다. 또한 두께 1mm 리크라이너의 최대 변형량은 약 1.59mm이고 최대 등가응력은 약 220.26MPa이다.
4. 고장력강판 SPFC 980을 가진 리크라이너는 기존의 리크라이너보다 가볍지만 리크라이너로서 하우징으로 사용되기에는 충분한 강성을 가지고 있다. 또한 1mm 두께의 고장력 강판으로 만들어진 리크라이너 또한 충분한 강성이 있기 때문에 두께 3mm 리크라이너를 대체 할 수 있어 이에 따른 생산 비용 절감 효과를 기대 할 수 있다.

## References

- [1] J. U. Cho, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, S. O. Bang and C. K. Cho, "Development of Plastic Suspension System for Automotive Seat", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 3, pp. 1091-1097, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.3.1091>
- [2] S. N. Park, "Development Trend of Car Seat Technology", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 31, No. 4, pp. 26-33, August, 2009.
- [3] J. H. Kim, D. U. Park, J. H. Lee, M. K. Kim and W. S. Yoo, "Evaluation of Ride Comfort considering Seat Vibration", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 1, No. 2, pp. 535-987, May, 2002.
- [4] H. Y. Kim, J. M. Kim, J. G. Choi, K. T. Lee and D. J. Lee, "Structural Analysis for the Development of Round Recliner", Journal of the Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 2, pp. 1361-1366, November, 2003.
- [5] J. F. Pywell, "Automotive Seat Design Affecting Comfort and Safety", SAE 930108, pp. 142-151, 1933.

DOI: <http://dx.doi.org/10.4271/930108>

- [6] D. M. Park, K. S. Kim, D. S. Choi, S. H. Kim, W. S. Park, J. U. Cho, "A basic study on plastic suspension system for automotive seat under consideration of body pressure distribution", Journal of KAIS, Vol. 12, No. 11, pp. 4751-4755, 2011.
- [7] Swanson, John., 2009, ANSYS 12.0, ANSYS Inc., U.S.A.

**조 호 선(Ho-Sun Cho)**

[준회원]



- 2013년 2월 : 공주대학교 자동차 공학과 (공학사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계공학과 (공학석사)

<관심분야>

기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 기계재료 성능 평가 방법 연구 및 특성 연구, 피로 또는 충돌 시 동적 해석

**김 기 선(Key-Sun Kim)**

[중신회원]



- 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 내외장 부품 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

**김 영 춘(Young-Chun Kim)**

[정회원]



- 1989년 8월 : 명지대학교 전기공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 명지대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 공과대학 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

전기자동차전력변환, 전장제어, 태양광에너지

**박 상 흠(Sang-Heup Park)**

[정회원]



- 1984년 2월 : 단국대학교 기계공학과 (공학사)
- 1986년 8월 : 단국대학교 기계공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 홍익대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1989년 4월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수

<관심분야>

용접 시공 및 용접 자동화, 비파괴 시험

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 부품의 강도평가 및 파손해석

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

국 정 한(Jeong-Han Kook)

[정회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1988년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1992년 1월 ~ 현재 : 한국기술대학교 기계공학부 교수

<관심분야>

용접공학, 파괴역학, 재료강도 등