

# 자동차 시트 쿠션의 Hold Feeling 평가

류상철<sup>1)</sup> · 전용두<sup>\*2)</sup>

공주대학교 기계공학과<sup>1)</sup> · 공주대학교 기계자동차공학부<sup>2)</sup>

## Hold Feeling Assessment of Vehicle Seat Cushions

Sangchul Ryu<sup>1)</sup> · Yongdu Jun<sup>\*2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Mechanical Engineering, Kongju University, Chungnam 32588, Korea

<sup>2)</sup>Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University, Chungnam 32588, Korea

(Received 28 June 2021 / Revised 29 July 2021 / Accepted 4 August 2021)

**Abstract** : As an approach to evaluate human comfort during driving conditions, an objective riding comfort evaluation measure is proposed. The related feeling due to vehicle motion associated with low-frequency roll and pitch motions is called ‘hold feeling’. We consider the degree of interference and the sense of unity between each part of a seated human body. The present approach is based on the dynamic pressure distribution measurements for a seated subject on a seesaw-type, roll motion simulator. According to the present experimental results for two selected commercial seats, a high-end seat(seat A) and a popular seat(seat B), the consistently higher temporal variation of segmental pressure ratio at the hip region is identified with seat B, which may negatively affect the level of comfort associated with higher SPD(seat pressure distribution) values. The proposed hold feeling evaluation method may be a good candidate as an objective measure to evaluate seat comfort in low-frequency, dynamic environments.

**Key words** : Vehicle seat(자동차 시트), Hold feeling(지지감), Dynamic comfort(동적 안락감), Load shift(하중 이동), Comfort evaluation method(안락감 평가방법)

### 1. 서론

최근 현대인들은 자동차에서 보내는 시간이 점차 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 자동차가 단순 이동 수단에서 하나의 생활공간으로 인식이 변화됨에 따라 시트의 안락감에 대한 소비자들의 요구수준은 점차 높아지고 있다.<sup>2)</sup> 하지만 안락감이란 정량적으로 표현되기보다 상대적 또는 정성적으로 표현되고 나이, 성별, 기호 등에 의해 그 정도가 다르므로 안락하다는 기준은 대개 불편함을 느끼는 신체 부위에 등급을 정하거나 비율을 주도록 하는 것에 초점을 두고 있다.<sup>3,4)</sup>

인체의 안락감과 같이 피부로 직접 전달되는 감성적 요소를 고려한 시트 쿠션을 개발하기 위해서는 쿠션 자체의 정적인 특성과 동적인 거동 상태에서 사람에게 전달되는 진동특성에 대한 심도 있는 접근이 필요하다.<sup>5)</sup> 시트에 대한 정적안락감은 시트 자체의 특성을 파악하

기 위해 SAE J2896<sup>6)</sup> 시험의 Overall load deflection, Hardness profile, 정적 체압분포(Static body pressure distribution)에 따라 평가되고 있지만, 동적 안락감의 평가에 있어서는 전체적으로 표준화된 절차가 없다. 다만, Inagaki 등<sup>7)</sup>은 동적 안락감에 대한 평가 개념을 제시한 바 있지만, 평가 방법에 대한 구체적인 내용을 제시하지 않았다.

동적 안락감 평가는 자동차 주행 시 운전자의 안락감에 대한 평가방법으로, 동적 체압분포 측정과 인체 진동 특성 분석으로 이루어지며 진동주파수 영역에 따라 Hold feeling, Cushion feeling, 그리고 Chattering feeling으로 구분할 수 있다.<sup>7)</sup> Cushion feeling은 도로와 엔진 등으로부터 전달되는 2~5 Hz의 진동을 완화해주는 정도를 주파수 응답 함수(FRF)로 나타내어 공진 주파수 대역을 확인하고 전달률을 평가한다. Chattering feeling은 5~100 Hz의 잔진동을 랜덤으로 가진하여 차체 바닥에서 전달

\*Corresponding author, E-mail: [yjun@kongju.ac.kr](mailto:yjun@kongju.ac.kr)

<sup>†</sup>This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

되는 진동이 시트를 통해 인체에 전달되는 진동의 절연성을 SEAT value로 나타낸다. 이는 주파수 대역별 에너지값으로 RMS 값을 비교하여 평가한다.<sup>8)</sup> Hold feeling은 Cushion feeling과 Chattering feeling과 다르게 평가방법이 명확히 제시되어있지 않다.

본 연구에서는 코너링이 요구되거나 고르지 못한 길을 지날 때 발생하는 0~2 Hz 저주파 Roll motion을 구현하고, 이때 착좌자와 시트 사이에 작용하는 동적 체압분포를 측정하여 신체 각 부위와 시트 사이의 상호간섭과 체압 중심의 이동 그리고 신체부위별 반응시간 지연을 일체감의 척도로 활용하는 Hold feeling 평가방법을 제시하고 그 타당성을 확인하고자 한다.<sup>9)</sup>

## 2. 접근 방법

시트에서 롤 모션이 발생할 때, 착좌자의 자세가 변하게 되고 이로 인하여 체압이 변화하는 것은 명백하다. 체압 변화는 동적 체압분포에 주목하고, 자세 변화는 착좌자의 체압중심 이동과 진동에 대한 인체의 반응시간을 관찰한다. 이렇게 정량화할 수 있는 데이터를 수집하는 과정은 객관적 평가에 효과적으로 기여한다.

### 2.1 체압중심 이동 거리

동적 체압분포 측정을 통한 시트 착좌자의 체압 중심 (Center of Pressure, CP)의 위치를 Fig. 1과 같이 추적함으로써, 동적 체압중심 이동 거리를 산출할 수 있다. 체압중심 이동 거리는 정적인 상태의 체압중심( $x_{cp,1}, y_{cp,1}$ )이 될 가짐에 따라 최대 이동한 체압중심( $x_{cp,2}, y_{cp,2}$ ) 사이의 평균 거리이고, 식 (1)에 의해 산출된다. 이는 시트와 인체의 상호작용으로 얻어진 값으로 시트와 인체의 일체성 정도를 나타낸다. 이동 거리가 짧을수록 인체와 시트는 하나의 물체처럼 느껴지고 반대로 이동 거리가 증가함에 따라 시트와 인체의 일체성은 낮아진다.

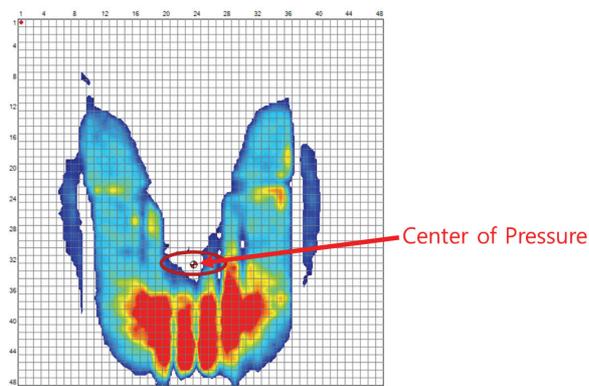


Fig. 1 Swing distance of center pressure point

$$d_s = \sqrt{(x_{cp,1} - x_{cp,2})^2 + (y_{cp,1} - y_{cp,2})^2} \quad (1)$$

### 2.2 부위별 하중 변화

안락감에 영향을 가장 많이 미치는 부위를 살펴보기 위해 부위별 하중이 변하는 정도를 확인하여 Fig. 2와 같이 인체와 시트의 접촉면을 Group 1-엉덩이(Hip), Group 2-넓적다리(Thigh), Group 3-무릎(Knee)으로 구분한다. 하중의 크기를 나타내는 색상은 값이 작을수록 청색을 띠고 하중이 클수록 적색을 띤다. 다음으로 시간에 따른 동적 체압의 변화를 확인하기 위해 인체와 접촉한 시트 분할면 단위별 체압비  $P_r$ 를 식 (2)와 같이 정의한다. 이를 통하여 Fig. 3과 같이 체압비를 시간에 따른 정현파 형태의 그래프로 얻을 수 있다. 일반적으로 접촉면의 부위별 체압비는 Group 1(hip) > Group 2(thigh) > Group 3(knee)의 순으로 나타나고, 이에 따라 체압비가 가장 큰

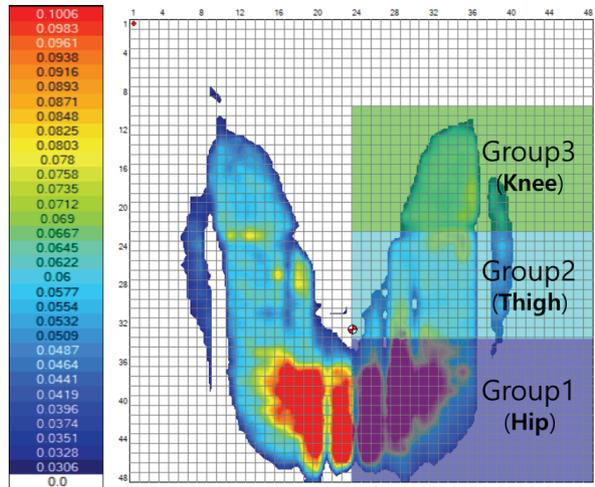


Fig. 2 Definition and designation of segmented areas for analysis

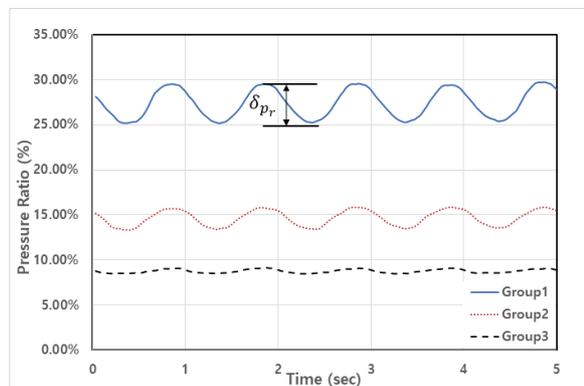


Fig. 3 Time pressure ratio variations of different segments (F=1 Hz)

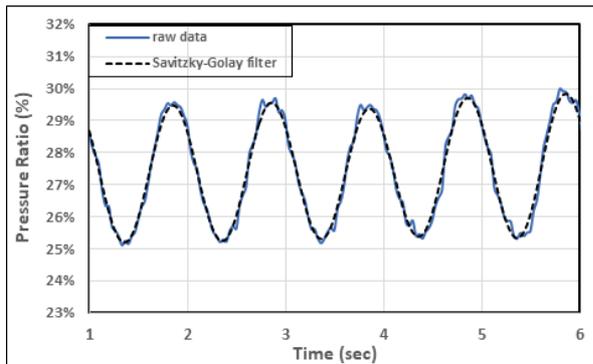
Group 1에서의 시간에 따른 체압비의 변화에 주목한다. 각 분할 면에 작용하는 체압비 변화  $\delta_{pr}$ 는 체압비의 최댓값과 최솟값의 차이로 정의되며 식 (3)과 같다. 체압비 변화가 클수록 착좌자는 더 큰 하중 부하를 느끼게 된다.

$$P_r = \frac{\sum \text{Segmented area Pressure}}{\sum \text{Total area Pressure}} \times 100 \quad (2)$$

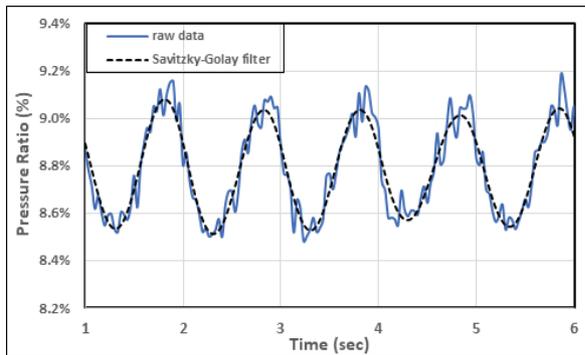
$$\delta_{pr} (\%) = P_{r, Max} - P_{r, Min} \quad (3)$$

### 2.3 신체부위별 상대 반응시간 지연

인체는 외부 방해로부터 안정된 자세를 유지하기 위해 노력한다. Fig. 5는 저주파 진동에 대한 인체의 부위별 반응시간을 도출하기 위해 Fig. 3에 나타난 각 부위 중 Group 1(hip)과 Group 3(knee)의 압력비 자료를 시간 변화율로 변환한 것이다. 시간 변화율을 이용하면 압력비의 변화 순간을 보다 명확하게 추출할 수 있다. Fig. 4에 보이는 바와 같이 측정자료에는 노이즈가 포함될 수



(a) Group 1



(b) Group 3

Fig. 4 Time pressure ratio variations of different segments (F=1 Hz, raw data vs Savitzky-Golay filtered data)

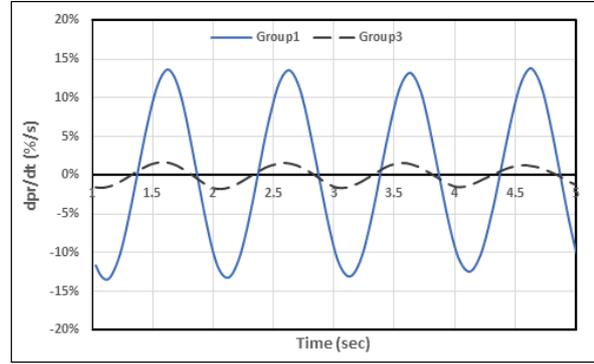


Fig. 5 Time delay of segmental load shift (Group 1 vs Group 3, F=1 Hz)

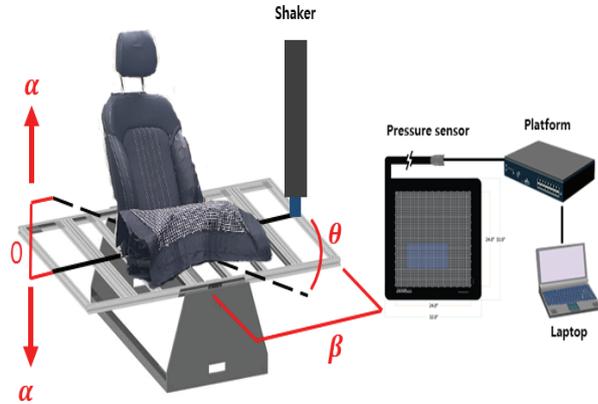
있으며, 이를 제거하기 위해 Savitzky-Golay filter(SG 필터)를 적용한다. SG 필터의 기본적인 아이디어는 최소 차승법을 활용해 신호를 다항식으로 근사화하여 Smoothing 하는 것으로서, Fig. 4는 가진 주파수가 1 Hz인 경우, Group 1과 Group 3의 압력비 자료에 4<sup>th</sup> order SG 필터를 2회 적용한 사례이다. 이때 필터 적용 시의 변수인 프레임 길이는 한 주기당 얻어지는 프레임 개수에 따라 홀수로 지정하였고, 충분한 Smoothing이 이루어질 때까지 반복 적용이 가능하다. Fig. 5는 Smoothing 된 압력비의 시간 변화율을 나타내며, 부위별 반응시간 지연은 변화율이 영(Zero)이 되는 시간 간격으로부터 구하게 된다. 부위별 반응시간 지연이 작다는 것은 시트의 자세 변화에 따른 착좌자 신체 부위가 하나의 물체와 같이 거동한다고 볼 수 있는 반면, 반응시간 지연이 크면 착좌자가 불편하거나 불안정함을 느껴 의도적으로 자세를 바로 잡으려 한다고 볼 수 있다.<sup>10)</sup>

## 3. 시험

앞서 나열한 3가지 접근 방법을 바탕으로 2종의 상용화된 승용차 시트에 대한 Hold feeling 분석을 시행하였다. 시험은 온도  $23 \pm 2$  °C, 상대습도  $50 \pm 5$  % 하에서 진행한다.

### 3.1 Roll Motion Simulator

본 연구에서는 거친 도로 주행 또는 요철로 인한 시트의 저주파 Roll motion을 구현하기 위해 Fig. 6에 제시된 시소(Seesaw) 형태의 지그를 이용한다. 지그의 중앙에 시험용 시트를 안착시키고, 시트의 Roll motion 구현을 위해 지그의 한쪽 끝단을 유압 변위 발생기를 통해 상하운동을 발생시키며, 지그 중심으로부터 Roll motion을 구현한다.



$\alpha$  : displacement, mm  
 $\beta$  : half length of zig, mm  
 $\theta$  : swing degree, °

Fig. 6 Configuration of experimental system

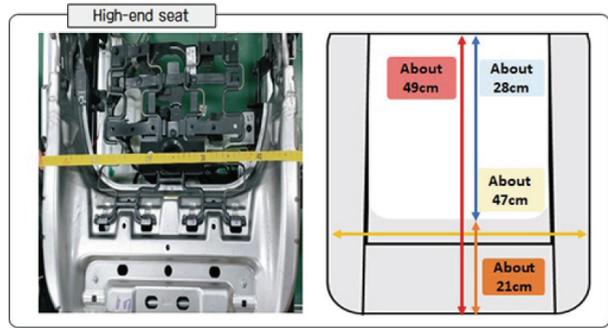
### 3.2 시험 시트

시험에 사용된 시트(Fig. 7)는 현재 시중에 판매 중인 국내 완성차 브랜드의 제품이며, 일반적으로 안락감에 대한 평가가 확연히 차이 나는 등급별 두 종류의 시트를 준비한다. 시트 A는 객관적 평가가 우수한 고급형 차량의 시트이며, 시트 B는 비교적 가격이 싼 보급형 차량의 시트이다. 두 시트 모두 인조가죽이 사용되었으며, 시트 프레임의 좌우 폭은 시트 A와 B가 각각 47 cm와 40 cm로 착좌부 크기에 있어 차이가 있고, 쿠션 패드의 경우 전후 길이와 좌우 폭에 있어 시트 A가 시트 B에 비해 각각 2.5 cm와 3 cm 크며, 최대두께에서는 시트 A가 시트 B에 비해 3 cm(약 30 % 정도) 두꺼움을 확인하였다. 시험용 시트의 시트 쿠션 폼 패드의 형상은 Fig. 7, 프레임 형상은 Fig. 8에 제시하였다. 시트 쿠션 폼 패드의 형상은 끝단, 엉덩이, 허벅지로 두 시트가 모두 3분할이 되어

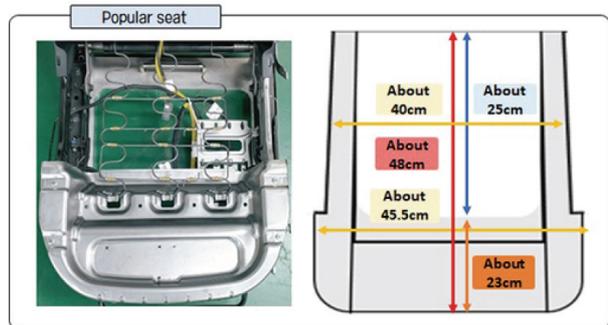


(a) Seat A (b) Seat B

Fig. 7 Test seats and seat cushion foam pads



(a) Seat A



(b) Seat B

Fig. 8 Frame shape and the major dimensions of tested seats

Table 1 Seat pad shape specification

	Seat A	Seat B
Brand	Korea (H)	Korea (K)
Seat leather material	Artificial leather	Artificial leather
Supporting structure	spring	spring
Seat frame horizontal length	47 cm	40 cm
Seat frame vertical length	49 cm	48 cm
Seat cushion horizontal length	54 cm	51 cm
Seat cushion vertical length	50.5 cm	48 cm
Max foam pad thickness	13.5 cm	10.5 cm

있지만, 볼스터의 형상에서는 보급형이 크게 돌출되어 있다. 시험 시트의 제원은 Table 1에 제시되어 있다.<sup>11)</sup>

### 3.3 피험자

한국인 인체치수조사기관인 ‘사이즈 코리아’의 자료<sup>12)</sup>를 참고하여 운전 경험이 있고 한국인 25~29세 평균 키의 상위 54%(172 cm), 몸무게 상위 42%(72 kg)에 해당

하는 건강한 남성으로 선정했다. 시험에 앞서서 피험자는 주머니를 비워 안락감과 체압분포 결과에 영향을 끼칠만한 요소들을 제거하였다. 또한, 피험자는 시험 전 본인만의 평가 기준을 세우기 위해서 모든 시트에 착석해 본 후 평가를 진행했다. 시험이 진행되는 동안에는 정면을 응시하여 체압의 분포가 시선에 따라서 변하는 것을 예방하고 양손을 무릎 위에 가지런히 두어 피험자의 자의적인 동작이나 행동이 발생하지 않도록 요구하였다.

### 3.4 시험조건 및 방법

Hold feeling을 측정하기 위한 시험장치 구성도는 Fig. 6과 같다. 우선 지그 상단 중심부에 시트를 고정하고 체압분포 시험기의 체압센서 패드(X-sensor사 SENSOR X3 Pro, Sensing area : 60.9 cm×60.9 cm, Sensor pad : 2304 EA, 공주대학교 미래 자동차 지능형 전장부품코어센터 지원)를 시트 위에 설치한다. 다음으로 지그의 우측 가장자리 중간 부분에 단축식 유압 가진기를 수직 방향으로 고정한다. 시트와 지그가 모두 고정된 상태에서 피험자는 시트에 착석한다. 이후 가진기를 ±30 mm (스윙 각도 2.5도)로 가동하여 지그 중앙을 중심으로 Roll motion을 구현한다. 이때의 가진 주파수는 0~1 Hz의 범위에서 0.2 Hz 간격으로 증가시키면서 구동하고, 순간 압력 분포는 1초에 30 frame의 데이터를 120초 동안 수집한다.

## 4. 시험 결과 및 논의

### 4.1 정적 특성

Fig. 9는 시트 안락감 평가를 위한 시험방법을 기술한 SAE J2896 기술서에 따른 정하중 시험 결과의 일부이다. 시험은 쿠션의 중앙에 200±20 mm/min의 속도로 반구형 프로브를 통해 하중을 0으로부터 최대 1100 N에 이를 때까지 가하면서 하중에 따른 처짐량을 측정하는 것이다. 시험 결과, 시트 A가 시트 B에 비해 최대 변위

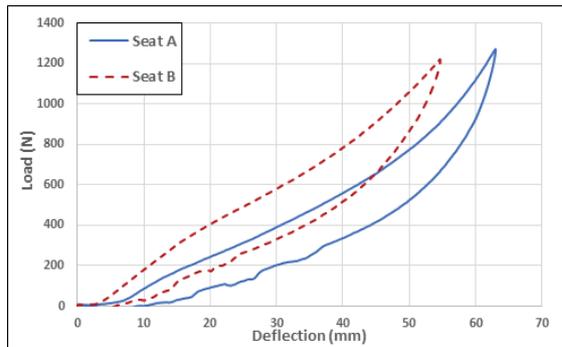


Fig. 9 Load-Deflection graph of seat A and B cushions

가 더 크고 기울기가 완만하여 가해지는 체압에 의한 하중을 잘 흡수할 수 있다는 것을 알 수 있으며, 초기 착좌(쿠션성)에 해당하는 하중 범위 100 N~200 N에서 매우 소프트하게 설계되었음을 알 수 있다.

정적인 상태에서의 피험자 체압분포(Fig. 10)는 신체와 시트의 접촉면을 신체부위별로 세 그룹으로 구분하였다. Group 1(Hip)은 체압 매트 하단 끝부터 피험자의 체압 중심(Cp)까지로 정하고, Group 2(Thigh)와 Group 3(Knee)는 반으로 나누었다. 시트 B의 경우 Group 1 부위에서 보다 넓은 면적에 걸쳐 높은 체압이 작용함을 알 수 있다.

시험 시트의 정적 특성인 각 센서에 걸리는 평균 압력과 최대압력, 접촉면적, SPD<sup>13)</sup>(Seat Pressure Distribution)를 Table 2에 정리하였다. SPD는 압력 분포의 분산을 평균 제곱으로 나눈 값으로 피험자의 압력 분포가 균일한 정도를 표현한 것으로 다음 식 (4)과 같이 정의된다.

$$SPD(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_m)^2}{nP_m^2} \times 100 \quad (4)$$

이때 n은 압력 측정점 개수,  $P_i$ 는 각 센서의 압력을 의미하고,  $P_m$ 은 전체 센서의 평균 압력을 의미하므로 SPD 값이 작을수록 시트 쿠션에 압력이 균일하게 분포

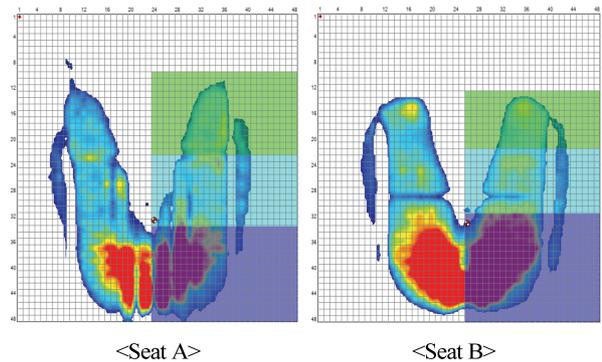


Fig. 10 Contacted area of seat A and seat B

Table 2 Static properties of the seat pads

	Seat A	Seat B
Average pressure of sensor cell	0.5171 kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup>	0.5173 kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup>
Peak pressure of sensor cell	0.989 kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup>	0.997 kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup>
Contact area	1254.8 cm <sup>2</sup>	1240.3 cm <sup>2</sup>
SPD	15.2 %	23.2 %

한 것을 의미한다.

일반적으로 평균 압력과 최대압력이 낮을수록, 접촉면적이 클수록, SPD가 낮을수록 피험자의 안락감이 높아지는 것으로 기대된다. Table 2의 자료에 따르면 정적인 하중 분포의 결과로부터 정적안락감 측면에서는 시트 A가 시트 B에 비해 보다 좋은 안락감을 제공할 수 있다고 할 수 있으며, 특히 SPD의 경우 시트 B가 시트 A의 약 1.5배 이상으로 나타나 안락감에 불리한 조건으로 판단된다.

## 4.2 Hold Feeling 측정 결과

### 4.2.1 체압중심 이동 거리

수집된 데이터 중 해당 주파수에서 대표하는 값을 찾기 위해서 안정적인 상태의 5개 사이클을 선택하여 체압중심 Peak 변위의 평균값을 비교한다. Fig. 11은 0.2 Hz에서 1.0 Hz까지 가진 주파수 증가에 따른 두 시트의 체압중심 이동 거리를 나타낸 것이다. 시험 가진 주파수 범위 내에서 체압중심 이동 거리는 가진 주파수의 증가에 따라 증가함을 확인하였으며, 두 시트 간 이동 거리에 대한 차이는 크게 나타나지 않았다. 그러나 시트 A의 경우 가진 주파수 증가에 따라 완만한 증가 추이를 보인 반면, 시트 B의 경우에는 0.6 Hz부터 이동 거리가 가파르게 증가하는 경향을 보였다. 두 시트의 체압중심 이동 거리의 차이가 적은 이유는 보급형 시트 B의 돌출된 볼스터가 피험자의 체압중심의 이동을 어느 정도 제약하는 역할을 한 것으로 판단된다.

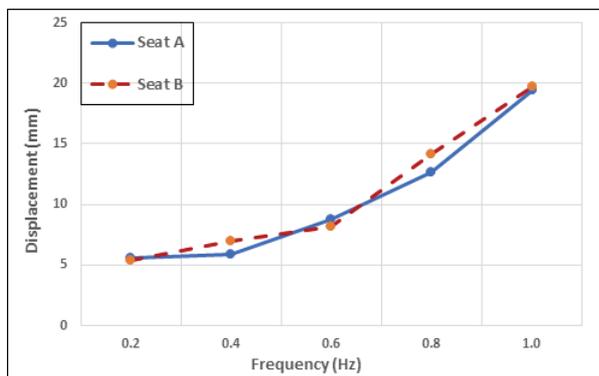
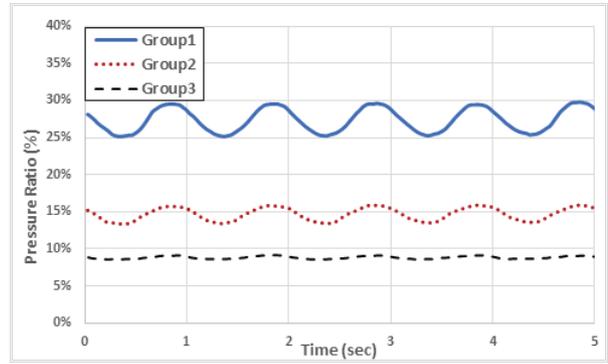


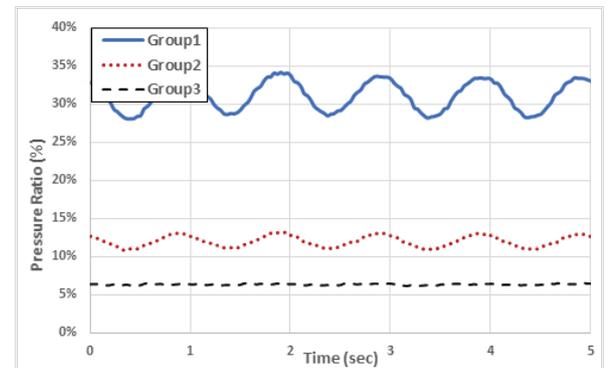
Fig. 11 Swing distance of center pressure point for the two test seats at different excitation frequencies

### 4.2.2 부위별 하중 변화

Fig. 12는 가진 주파수 1 Hz인 경우 시험 시트의 시간에 따른 부위별 하중 변화 그래프이다. 가장 높은 체압비를 보이는 부위는 엉덩이 부위(Group 1)로서 시트 A는 25~29%의 체압비를 보인 반면(Fig. 12(a)), 시트 B는 약 28~34%의 체압비를 보여(Fig. 12(b)) 3~5% 정도 더



(a) Seat A



(b) Seat B

Fig. 12 Time variation of pressure ratio for different segments (F=1 Hz)

높은 하중을 받음을 알 수 있다. 또한, 부위별 평균 하중비는 시트 A의 경우 엉덩이(27%)·허벅지(14%)·무릎(9%)과 비교하면 시트 B의 경우에는 엉덩이(31%)·허벅지(12%)·무릎(7%)으로 영역 간 최대 하중차이는 시트 B의 경우 24%(31% 엉덩이 - 7% 무릎)에 비해 시트 A는 18%(27% 엉덩이 - 9% 무릎)로 정하중 상태의 SPD와 마찬가지로 시트 B가 불리함을 알 수 있다.

시간 변화에 따른 부위별 체압비의 변화는 Fig. 13에 도시하였다. 체압비의 변화는 0.2 Hz에서 1 Hz까지 가진 주파수의 증가에 따라 1% 이내로부터 최대 4.5% 이상의 변화를 보였다. 부위별로는 전체 하중의 약 30%를 차지하는 엉덩이 부위(Group 1)에서 가장 큰 변화를 보여 엉덩이 부위의 체압비 변화에 주목할 필요가 있다. 시험 결과 엉덩이 부위의 체압비는 시험된 모든 가진 주파수에서 시트 A가 시트 B에 비해 0.7~0.8배 정도로 지속해서 낮은 값을 유지하여, 물 모션 시 가장 큰 하중을 받는 엉덩이 부위의 하중 변화가 적음을 확인하였다. 허벅지(Group 2)와 무릎(Group 3) 부위의 경우 하중 분포가 낮으며, 특히 무릎 부위의 체압비 변화는 매우 미미한 것으로 나타났다.

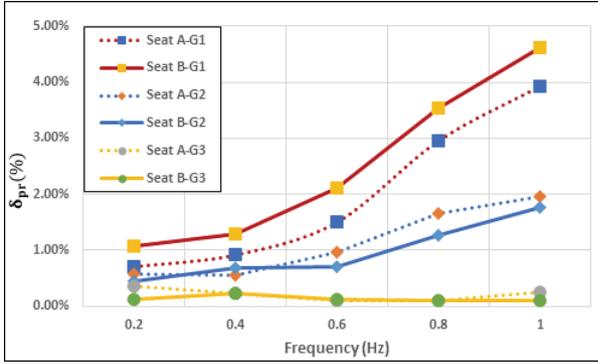


Fig. 13 Temporal variation of segmental pressure ratio at different excitation frequencies

#### 4.2.3 신체부위별 상대 반응시간 지연

신체부위별 반응시간 지연 분석 결과는 2.3절에 기술된 절차를 8~10개 사이클에 적용하여 추출하였다. Fig. 14는 신체부위별 상대 반응시간 지연의 평균값을 나타내고 있으며, 시트 A와 시트 B 모두 0.6 Hz까지는 반응시간 지연이 0.1초 수준으로 작은 값을 나타내나, 0.8 Hz에서 0.4초 수준으로 크게 증가했다가 1 Hz에서 다시 안정화되는 경향을 보였다. 시트별 반응시간 지연은 시트 B에 비해 시트 A가 전반적으로 다소 낮게 나타났다.

Fig. 15는 8~10개 사이클에서 나타나는 반응시간 지연 분포자료이다. 그림에서 시트 A, B 모두 매우 느린 주파수 대역인 0.2 Hz에서 분산 정도가 크게 나타난 것은 피험자가 시험 초기에 편한 자세를 위하여 임의로 자세를 조정했기 때문으로 보이며, 진동 때문에 반응한 움직임과 연관이 낮아 보인다. 시트 A는 대체로 분산이 시트 B에 비해 상대적으로 작게 나타나 안정적인 상태를 보이거나, 0.6 Hz에서는 분산이 크며, 이는 피험자의 신체가 비주기적으로 반응했다고 추론할 수 있다. Fig. 14와 Fig. 15로부터 시트 A와 시트 B는 모두 0.8 Hz에서 가장 큰

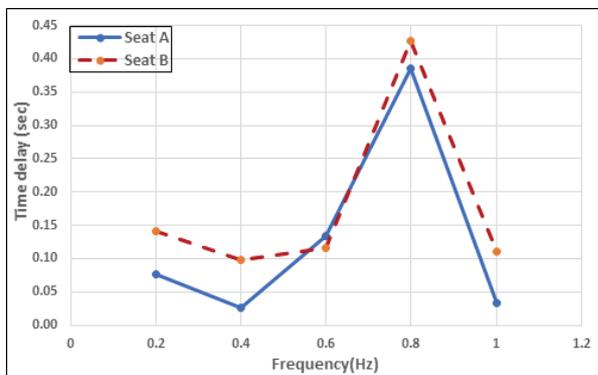
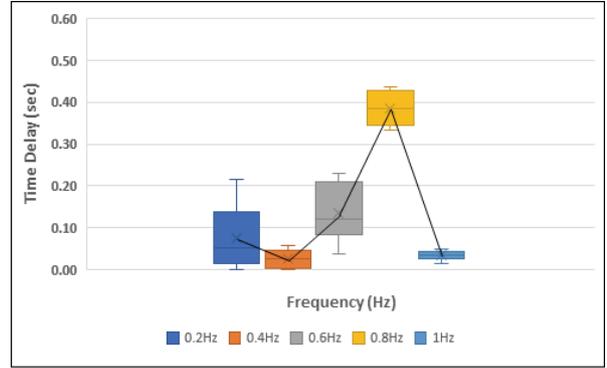
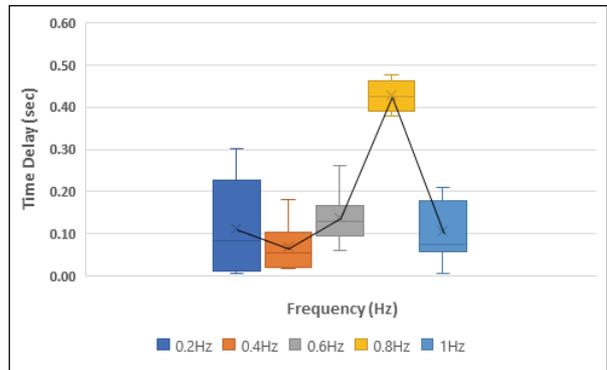


Fig. 14 Time delay of segmental load shift at different excitation frequencies (line graph)



(a) Seat A



(b) Seat B

Fig. 15 Time delay of segmental load shift at different excitation frequencies (box chart with line graph)

반응시간 지연을 보여, 가장 큰 신체 반응이 관여되고 있는 것으로 보인다. 본 시험 결과에 따르면 가진 주파수에 따른 인체 반응은 0.8 Hz까지 증가하나, 그 이후에는 다시 안정하게 되는 경향을 확인한바, 이는 인체의 고유 특성과 연관이 있을 것으로 추정된다. 참고로 안전벨트를 착용하지 않은 상태인 본 연구의 시험조건에서는 가진 주파수 1 Hz가 시험 가능한 상한 주파수이다.

## 5. 결론

자동차의 곡선 길이나 산길 주행 시 인체의 Hip을 중심으로 좌우로 흔들리게 되는데 이때 시트가 인체를 잘 잡아주어야 안정감 있고 안전한 운전이 가능하다. 이와 같은 움직임은 2 Hz 이하의 저주파 진동에 해당하며, 시트의 Hold feeling으로 표현된다. 본 연구에서는 신체 각 부위와 시트 사이의 상호간섭 및 일체감의 정도(Hold feeling)에 대한 운전자의 안락감을 객관적으로 평가하기 위해 가진기, 지그 그리고 체압 매트를 활용하여 시험환경을 구성하였다. 구성된 시험환경을 완성차 업체의 시트와 한국인 평균 인체 치수에 해당하는 피험자를

선정하여 적용하였다.

이를 위해 본 연구에서는 먼저 SAE J2896에 따른 정하중 시험을 통해 시트 쿠션 정적 특성을 살핀 후, 시트와 인체의 솔림에 대한 동적 체압 분포를 측정하여 시트 쿠션의 분할면 단위에 대한 체압의 비를 각각 도출하고 시간 영역에서의 체압비 변동과 체압중심 이동에 따른 특성을 분석하였다.

시험 결과 두 시트 간 이동 거리에 대한 차이가 크지는 않았으나 주파수가 증가함에 따라 체압 중심 이동 거리도 증가하는 경향을 확인하였고, 시트 B의 경우 돌출된 볼스터가 피험자의 체압 중심의 이동을 어느 정도 제한하는 역할을 하고 있음을 확인하였다. 시간에 따른 하중 변동 크기는 엉덩이(Group 1)에서 가장 큰 값을 보이며, 시트 A가 시트 B보다 지속적으로 낮은 값을 보여 동적 환경에서의 안락감 확보에 유리함을 확인할 수 있었다. 신체부위별 반응시간 지연은 시트 A와 B가 유사한 경향을 보이나, 시트 A의 평균값이 다소 작으며 및 분산의 정도가 낮아 안정적인 상태를 보인다. 시트 B는 전체적으로 시트 A보다 단일 최대값이 큰 값들이 얻어진 것으로 보아, 피험자의 신체가 비정규적인 반응을 했다고 알 수 있다.

본 연구를 통해 Hold feeling의 결과를 도출하였으며, Hold feeling 평가방법은 동적 상태의 시트 안락감 평가에 적절하다고 판단되며, 시트의 비교분석, 개발 및 설계에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 안락감 평가방법을 소개하기 위한 목적으로 수행한 것이고, 편의상 대한민국 인체치수 중간값에 가까운 피험자를 선정하였다. 특정 시트의 안락감 평가를 위해서는 연령별, 체형별, 성별 피험자를 대상으로 한 별도의 추가적인 연구가 필요하다.

## 후 기

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2018RID1A1B07048491). 본 연구 수행 과정에서 중소벤처기업부 지정 공주대학교 자동차의장 및 편의부품 지역혁신센터(과제번호: B0010790) NFEC-2013-09-182625 체압분포시험기(Body Pressure Distribution Measurement System) 장비의 지원을 받아 수행된 연구이며, 이에 감사드립니다.

## References

1) W. Y. Ryu and M. H. Park. "A Study on the Minimization of Transmissibility of Seat Foam in

Passenger Vehicles," Transactions of KSAE, Vol.5, No.4, pp.110-120, 1997.

- 2) J. Y. Lee, S. J. Ahn and W. B. Jeong, "Evaluation of Ride Comfort of the Passenger Vehicle Seat on idle vibration by Virtual Seat Method," Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol.23, No.7, pp.631-639, 2013.
- 3) E. N. Corlett and R. P. Bishop, "A Technique for Assessing Postural Discomfort," Ergonomics, Vol.19, pp.175-182, 1976.
- 4) Y. E. Nahm, Y. S. Lee, S. J. Park and B. C. Min. "A Study on the Development of Comfort Evaluation Method for Automotive Seat," Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol.25, No.1, pp.75-86, 1999.
- 5) C. H. Hong, H. S. Back, K. M. Kim, S. Y. Kim, S. M. Choi and T. W. Hwang, "Polyurethane Flexible Foam for Automotive Seat Cushion Having Both Superior Static and Dynamic Properties," Polymer, Vol.31, No.1, pp.47-52, 2007.
- 6) SAE International Surface Vehicle Recommended Practice, Surface Vehicle Recommended Process-Motor Vehicle Seat Comfort Performance Measures, SAE Standard J2896, Rev.Jan, 2012.
- 7) H. Inagaki, T. Tagichi, E. Yasuda and Y. Lizuka, "Evaluation of Riding Comfort: From the Viewpoint of Interaction of Humanbody and Seat for Static, Dynamic, and Long Time Driving," SAE 2000-01-0643, 2000.
- 8) Y. D. Jun, Y. J. Lee and B. H. Park, "Riding Comfort Evaluation Method for Automotive Seats," KSAE Spring Conference Proceedings, pp.827-830, 2016.
- 9) K. S. Seo, Y. D. Jun, Y. W. Yoon and B. Y. Park, "Hold Feeling Evaluation using Dynamic Body Pressure Measurement," KSAE Annual Conference Proceedings, pp.1370-1372, 2014.
- 10) Y. D. Jun, B. H. Park, K. S. Seo, T. H. Kim and M. J. Chae, "Objective Evaluation of Hold Feeling for Passenger Car Seats," SAE 2015-01-2271, 2015.
- 11) H. S. Ji, Effect of Static Characteristics of Passenger Car Seat Cushion, M. S. Thesis, Kongju University, Cheonan, 2020.
- 12) Size Korea, 7th Korean Human Body Dimension Survey Business Report, Institute of Technology Standards, 2010.
- 13) Y. D. Jun, E. Cho and S. H. Park. "Comfort Evaluation of a Coccyx Seating Mat based on Body Pressure Measurements," International Information Institute, Vol.20, No.5(B), pp.3657-3666. 2017.