

# 도시철도차량 시트의 안락성 평가 및 분석

## The comfort evaluation and analysis of the urban rail vehicle

구재광\*  
Goo, Jae-Kwang

서우성\*\*  
Suh, Woo-Sung

최세화\*\*\*  
Choi, Se-Hwa

---

### ABSTRACT

In order to solve the problem of traffic holdups and environmental pollution(contamination), several metropolises are operating the subway and many local government plans hereafter the light rail vehicle operation and it is in the process of preparing. This point of time, it need to evaluate the comfortable characteristic of the seat which is closely connected with passenger and it should be reflected to the product design through the data analysis. The methods of the comfortable characteristic evaluation should be considered to various methods from physical factor to psychological factor. Among these, the most universal and possible quantitative measurement estimate through 'Body pressure measurement system'.

From this paper, it was measured the body pressure of the subway seat which is in the process of operating in a domestic and it will be compared and analyzed the material & seat shape, so we evaluated the comfortable characteristic of the short-distance transportation railway vehicle. It was operated the man and woman who belongs in standard shape of Korean, we compared and analyzed the Peak position where the body pressure is visible and body pressure spread out.

---

### 1. 서론

철도 차량에 있어서 승객과 가장 밀접한 관계에 있는 실내 설비가 바로 시트이다. 그렇기 때문에 승객으로 하여금 가장 빈번하게 지적받게 되고 그만큼 민감한 부품으로 인식되고 있어 설계에 신중을 기해야 하는 부품이다. 한편 시트는 사용 지역과 문화, 시대, 사용자에 따라 다양하게 변하기 때문에 그 설계 형태가 다양하고 명확한 정답을 제시하기 어려운 점이 있다. 하지만 다양한 외관 형태에도 불구하고 기본적으로 시트는 승객에 불편함을 주어서는 바른 구실을 할 수 없다. 이러한 이유로 시트의 안락성에 대해서 선진국에는 이미 수많은 인간공학적 연구가 수행되어져 왔고 그런 연구결과가 제품에 실현되어 오고 있다. 하지만 국내에서는 1990년대 이후부터 본격적으로 연구가 활성화 되었고 계속 진행 중 이므로 앞으로도 더 많은 산업분야에서 연구되고 보고 되어야 할 것이다.

그 동안 시트의 안락성에 대한 연구는 자동차 시트나 KTX, 새마을 등 주로 쿠션이 두꺼운 중장거리 객차에 대해 연구 되어 왔다. 그래서 금번 논문을 통해 도시형 철도차량 시트에 대한 안락성 평가를 실시하였다. 연구는 안락성을 평가하는 가장 중요한 방법이며 정량화하여 비교 분석할 수 있는 체압분포 측정을 통해 실시하였으며 각 체압분포 형태의 비교 및 각 부위별 체압비를 통해 객관적 데이터를 도출하려 노력하였다. 또한 시트의 굴곡형상 및 카바지 및 패드의 유무에 따른 체압분포 형태를 비교하여 그 결과를 알아보았다.

---

\* 대원강업(주), 설계기술팀, 비회원  
E-mail : l-dsgn3@dwku.com  
TEL : (041)580-4343 FAX : (041)580-4330

\*\* 대원강업(주), 설계기술팀

\*\*\* 대원강업(주), 설계기술팀

## 2. 시험개요

### 2.1 시트의 안락성과 체압분포

체압분포는 승객의 안락감에 영향을 미치는 매우 중요한 인자이며, 시트의 치수, 각도, 재질 및 스프링 상수의 분포 등과 연관성이 매우 높다. 체압은 승객과 시트 표면간의 접촉압력으로 정의되며 인체와 시트 표면간의 접촉압력이 어떻게 분포되어 있는가에 따라 양부가 판정된다. 인체는 강한 압박을 받아도 잘 견디는 부분(좌골 결절 등)과 견디지 못하는 부분(엉덩이 뒷부분 등)이 있다. 각 부분에 적당한 압력이 분포되지 않으면 혈액순환장애를 일으키거나 촉감이 좋지 않을 수 있다. 양호한 시트의 경우 체압분포가 좌우 대칭을 이루고 있으며 압박을 잘 견디는 좌골결절에서 최대치의 체압이 발생한다. 또한 적은 면적에 높은 체압이 걸리는 것보다 적당히 넓은 면적에 체압이 적절히 분포되어야 훨씬 편안한 시트가 된다.

체압은 사용자의 신체적 특성, 시트 접촉면 형상, 시트의 단단함 같은 시트 특성들을 포함하는 많은 요인들의 함수이다. 안락한 시트를 설계하기 위해 체압분포 측정을 통한 정량적 정보 파악과 분석이 하는 것이 필요하다. 그 주요 정보는 높은 체압이 발생하는 위치, 얼마나 높은 체압이 걸리는가 하는 정도, 영향 받는 영역의 크기 등이 포함된다.

### 2.2 시험 조건 및 방법

본 연구에서는 국내의 전동차, 경전철 등 도시형 대중교통수단에 사용되고 있는 시트에 대해 체압을 측정하였다. 측정된 시트에 대한 정보는 아래 도표1에 정리 하였다. 그리고 시트에 체압을 일으키는 피험자는 한국 표준 체형에 속하는 성인 남성 2명과 여성 1명을 선정하여 실시하였다. 그들의 신체 특성 또한 도표2 에 명기하였다. 체압 측정에 사용된 장비는 그림1 같이 시트 체압측정 전용장비인 Xsensor Pressure Mapping System(X3 Pro)을 사용하였으며 측정 부위별 체압의 비교를 위해 측정 매트 의 위치를 시트별로 동일 위치에 부착시켰다. 또한 시트의 안장 높이는  $420 \pm 5\text{mm}$ 로 일치시켰다. 시험에 사용된 모든 시트는 고정형임으로 자세의 변동은 고려하지 않았다. 측정된 체압과 시트 형상의 상관관계를 비교하기 위해 주요 시트 좌면의 굴곡형상을 다관절 측정기 또는 3D 데이터를 통하여 추출하였다.

도표 1. 측정 대상시트의 물리적 정보

시트 명	배열 방식	쿠션 유무	표면 재질	비고
S1	횡배열형	유	인조가죽	국내제품
S2		무	천	국내제품
S3		무	천	외국제품
S4		유	천	외국제품
S5		유	천	외국제품
S6	종배열형	유	천	국내제품
S7		무	스테인리스	국내제품
S8		유	천	국내제품
S9		유	천	국내제품

도표 2. 피험자 신체정보

명칭	신장 (cm)	체중 (kg)	비고
남성1	173	86	
남성2	177	73	
여성1	165	52	

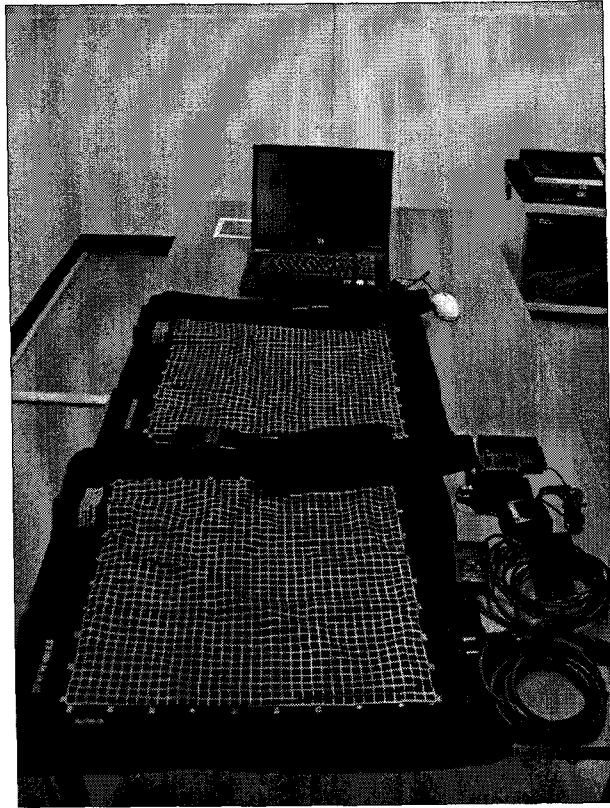


그림 1. 체압분포 측정 시스템

### 3. 시험결과

#### 3.1 시트의 굴곡형상 측정결과

일반적으로 시트의 굴곡 형상은 시트의 안락성을 결정하는 중요한 요소이며, 특히 쿠션이 적은 도시형 차량의 경량시트에서는 치명적으로 중요한 요소가 될 수 있다. 이에 아래와 같이 시트별 CENTER CONTOUR를 측정하였으며 가로 방향의 단면 형상도 100mm 간격으로 측정하였다. 이 CONTOUR는 체압분포 측정 자료와 연계하여 안락성의 비교 검토를 실시할 것이다.

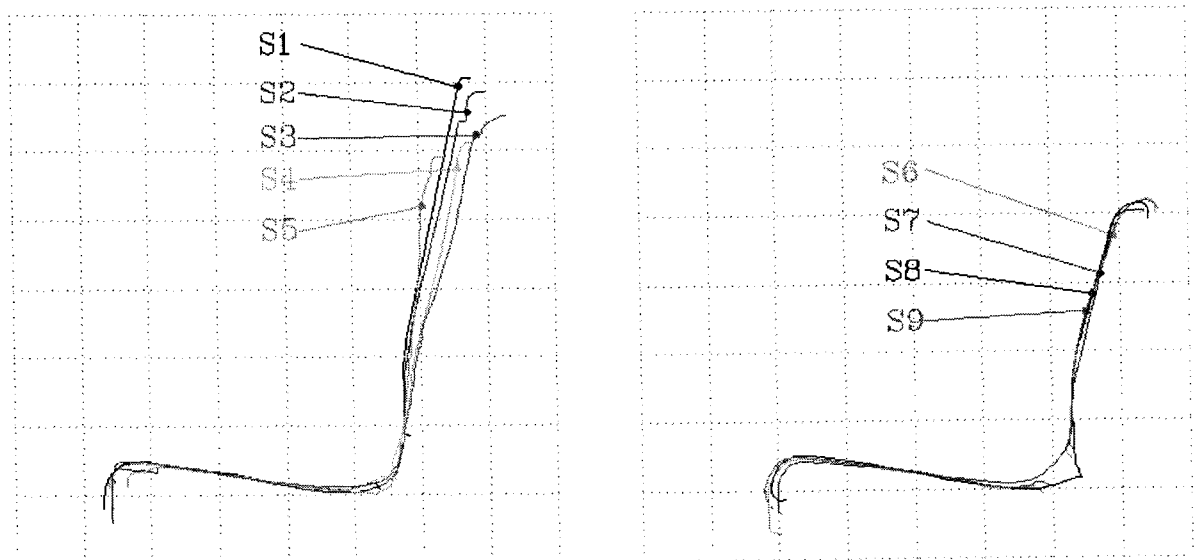


그림 2. 시트별 CENTER CONTOUR 측정

### 3.2 체압의 좌우 대칭성과 등고선의 비교

#### 1) 횡배열형 시트의 체압 분포도

아래 그림 3의 분포도에서와 같이 전반적으로 좌우 대칭성은 양호한 수준이었다. 하지만 좌골결절주위의 체압이 높게 형성되었으며 시트 S1, S4, S5의 경우 대퇴부 앞쪽에 상대적으로 체압이 높게 형성되어 시간이 지남에 따라 피로감이 느껴질 것으로 추측된다. 이는 체압분포 측정시 시트 높이가 다소 높게 형성되어 발생한 현상으로 사료된다. 분포도에 보면 S2, S3의 등 상단부의 어깨 쪽에 상대적으로 체압이 높게 형성되었음을 볼 수 있다. 이는 시트가 인체를 좌우로 지탱하기 위해 등 양쪽으로 BOLSTER를 형성한 것이 양 어깨부위에 영향을 주어 발생하는 현상으로 보인다. 향후 시트 설계에 등 상단부위의 이러한 문제점을 예상하여 형상을 구형해야 할 것이다. 전반적으로 S1, S4, S5가 안락하다는 평가를 받았는데 이는 시트의 굴곡 형상 외에 시트의 쿠션 성능에 기인한 것으로 보인다. S1, S4, S5의 경우 10mm이상의 쿠션이 있었고 S2, S3의 경우 플라스틱에 쿠션 없이 모켓트 만을 포장하여 제작된 제품이다.

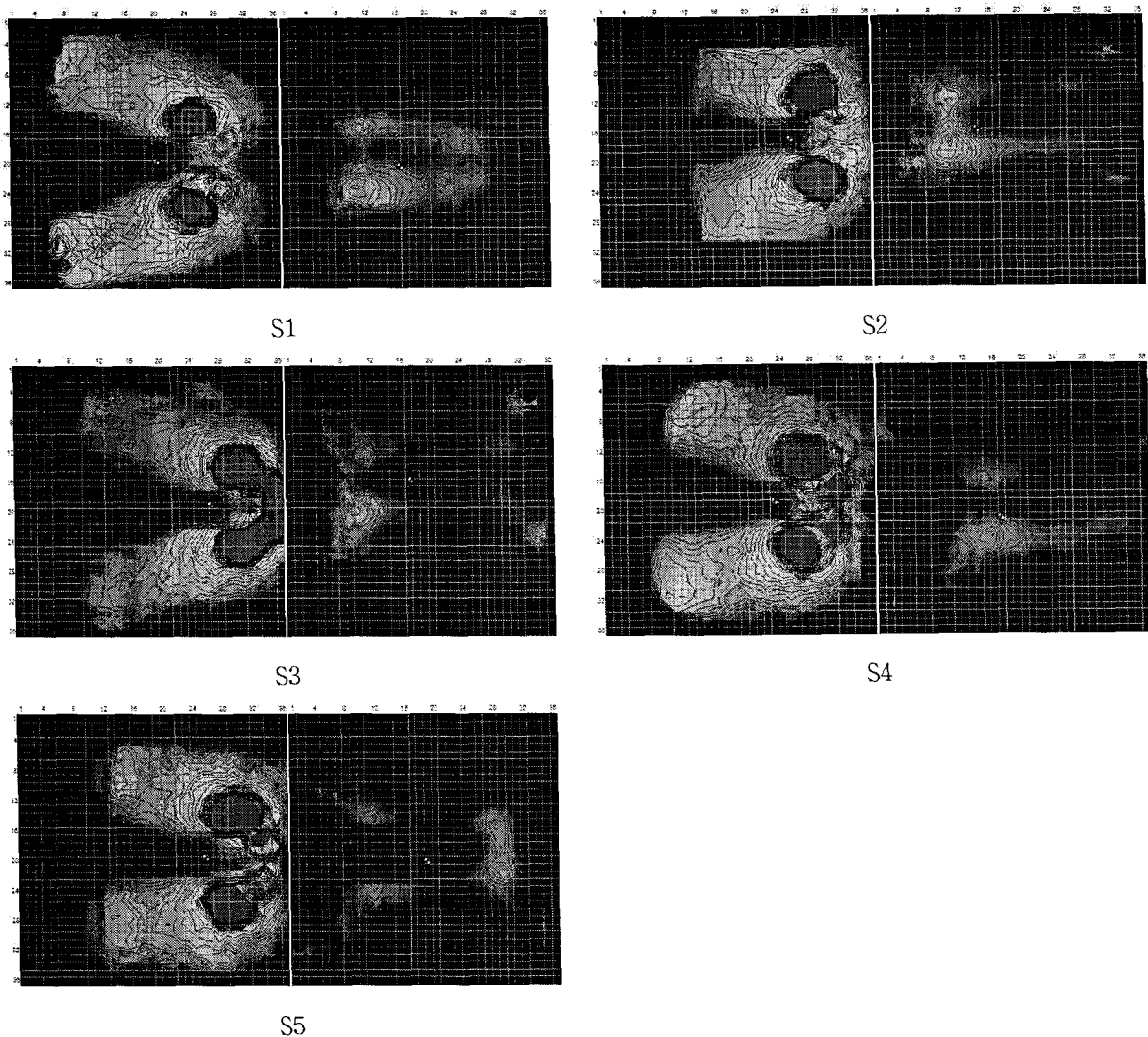


그림 3. 시트별 체압 분포도(횡배열)

#### 2) 종배열형 시트의 체압 분포도

종배열형 시트의 경우 횡배열형 시트에 비해 등의 높이가 낮기 때문에 어깨부분의 체압을 발생하지 않았다. 횡배열형과 마찬가지로 좌우대칭성은 양호하였으나 좌골결절부위에 높은 체압이 넓게 분포하고 있었다. S6과 S9의 경우 S7과 S8에 비해서 횡으로 굴곡 형상을 주어 등과 엉덩이의 체압을 넓게 분포시켜 안락성을 향상시키고 있었다. 이는 과하지 않은 적절한 굴곡 형상이 안락감을 향상시킨다는 것을 보여준다. S7은 쿠션과 카바지 없이 인체와 STAINLESS 재질이 직접 접촉하는 시트인데 체압 등고선이

고르지 않고 중간 중간에 오름이 생긴 것을 볼 수 있다. 이는 안락성의 저해 요소가 되며 접촉감도 좋지 않고 미끄러짐이 발생하게 된다.

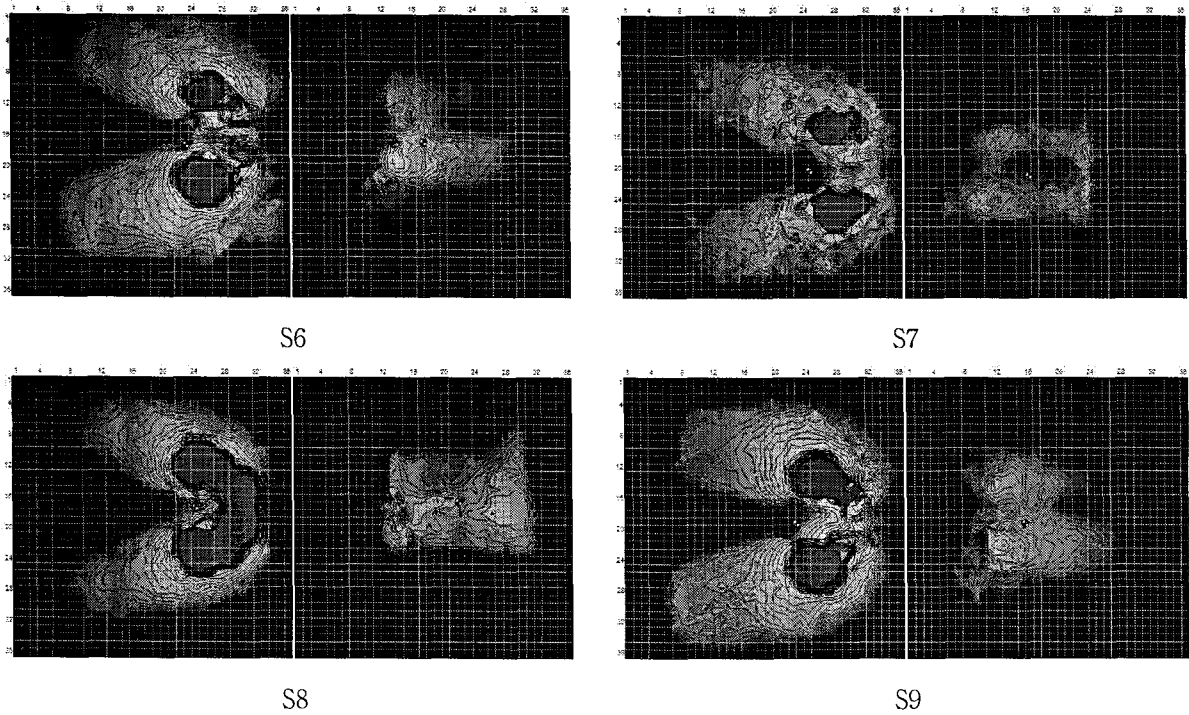


그림 4. 시트별 체압 분포도(중배열)

### 3.3 체압비를 통한 비교

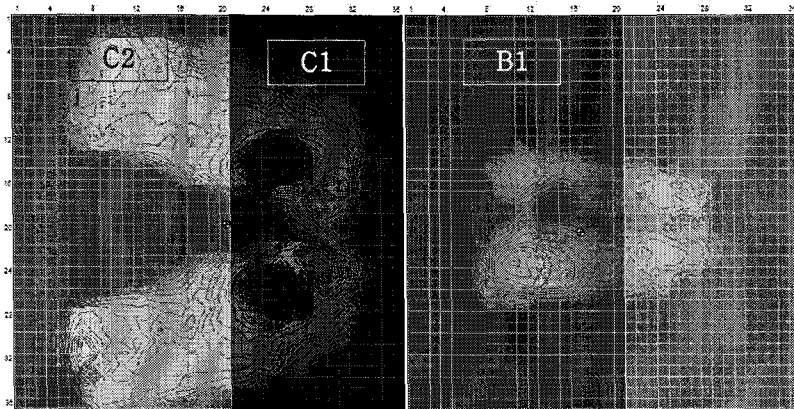
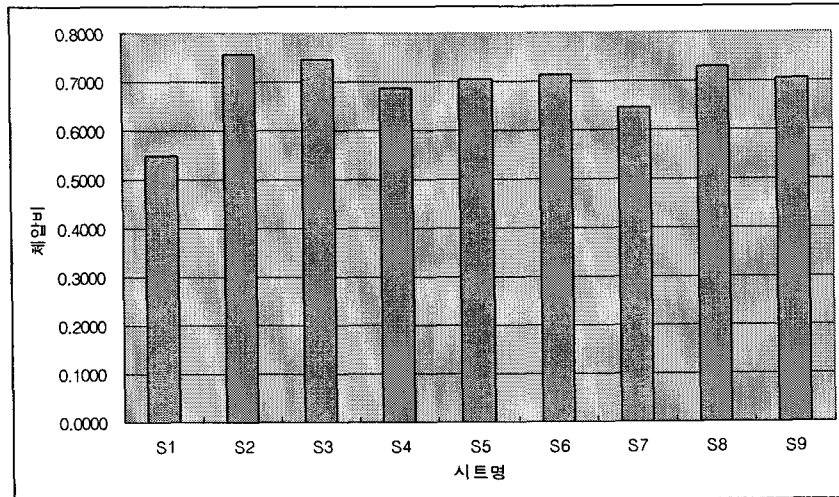


그림 5. 좌판과 등판의 구역 분할

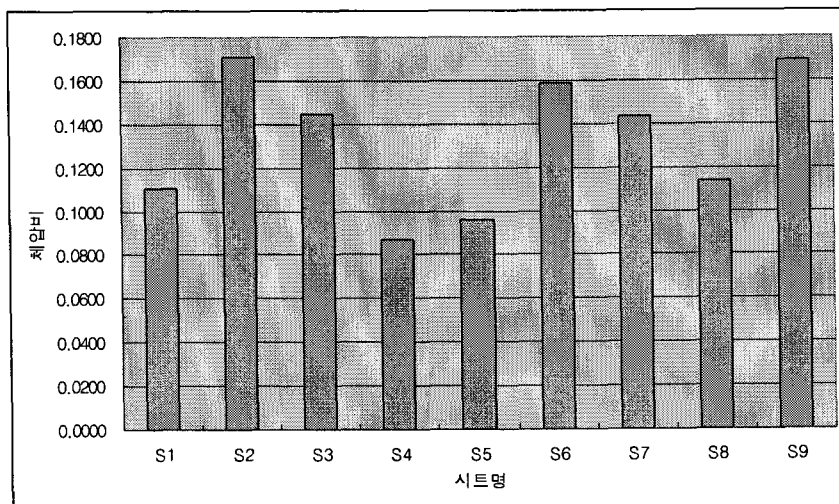
체압분포의 특성을 정량적으로 검토하기 위해 상기 그림5 에서와 같이 엉덩이(C1), 대퇴부(C2), 요추부(C3)로 구획을 나누고 좌판의 전체 체압에 대한 비율로 그 특성을 파악해 보았다. 아래 그래프는 피험자 3명의 평균 체압비를 구하여 작성한 것이다. 도표는 S1-S5를 횡배열형 그룹, S6-S9을 중배열형 그룹으로 구분하여 분석하였다. 또한 피험자의 주관적 평가에 의해 S1, S4, S5, S6, S9의 시트가 상대적으로 안락함을 전제로 분석하였다.

도표 3. 엉덩이(C1) 체압비



일반적으로 체압은 시트 접촉면에 넓고 골고루 분포될 때 안락하다고 판단할 수 있다. 이러한 관점에서 횡배열형 그룹을 보면 S1, S4, S5가 S2, S3에 비해 안락하다고 볼 수 있다. 또한 종배열형 그룹에서는 S7이 S6, S8, S9에 비해 안락하다고 볼 수 있다. 하지만 S7은 위 3.2 2)항에서도 언급하였듯이 쿠션이 없어 불편한 시트로 판단하였고 피험자들도 동일한 평가를 내렸다. 이것은 안락성을 평가할 때 단순히 한가지 체압특성만으로 판단할 수 없음을 나타낸다고 할 수 있다. 체압비 뿐만 아니라 체압분포도의 형태 등을 종합적으로 판단해야 할 것이다.

도표 4. 요추부(C3) 체압비



요추부의 체압비를 분석할 때도 마찬가지로 체압비가 작을 때 통상적으로 안락하다고 판단할 수 있다. 이는 체압이 좌골결절로부터 등고선을 이루며 고르게 분포하는 것이 좋기 때문이다. 동일 판단 기준으로 검토했을 때 횡배열형 그룹에서는 S1, S4, S5가 안락한 시트라고 판단할 수 있다. 하지만, 종배열형 그룹에서는 반대의 경향을 띄고 있다. 불편하다고 느껴지는 S7과 S8의 체압비가 낮게 나왔다. 이는 종배열형 그룹 시트들의 등 치수가 낮고 착좌하는 자세가 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다. 등이 낮은 시트는 어깨 부위를 받치는 부분이 없기 때문에 엉덩이를 안장 깊숙이 넣어 등을 요추부위에 의해 지탱하게 하거나 엉덩이를 앞으로 빼고 앉아 등 부분으로 의자에 기대게 앉게 된다. 전자의 경우 신체의 요추 부위와 시트의 요충받침 부분에서 높은 체압이 발생하게 되고 이러한 지지에 의해 편안함을 느낄 수 있다. 후자의 경우는 짧은 시간 동안은 편안함을 느낄 수 있지만 시간이 흐르면서 요추부에 무리를 주어 통증을 유발 할 수 있게 된다.

#### 4. 결론 및 고찰

그 동안 쿠션성이 있고 비교적 안락한 KTX, 새마을, 무궁화 시트에 대한 체압분포 연구는 여러 번 이루어져 왔다. 그래서 금번에 연구한 도시형 철도차량용 시트의 체압 분포를 통한 안락성 평가는 의미가 있는 것이었다. 시트의 특성상 좌골결절 등에서 큰 체압이 발생하였고 피험자의 자세에 따라 체압 측정결과가 많이 변동되었다. 결론적으로 경량형 시트에서는 안장 높이 등 치수와 좌면부의 곡면형상이 안락성에 많은 영향을 미쳤다. 또한 좌면이 재질에 따라서도 안락성이 평가될 수 있었다.

금번 시험을 하면서 피험자의 수가 부족하다는 것과 정확한 착좌 자세에 대한 전달이 필요하다는 것을 느꼈다. 피험자의 수가 부족하다 보니 측정 시 발생할 수 있는 오차에 대한 보정이 어려웠다. 차기 시험 진행 시에는 이러한 부분을 보다 구체적으로 계획하여 시험해야 할 것이다. 금번 시험에서는 정지된 상태의 체압만을 측정하였다. 그래서 다음 기회에는 운행 중에 발생하는 실질적 체압의 변화를 측정하여 시트 안락성 향상 연구에 보탬을 주고 싶다.

#### 참고문헌

1. 이장무, 염영하, 성명호, 신승훈 (1986년), “차량용 시트의 설계품질 향상을 위한 안전공학 및 인간공학에 관한 연구”, 대원기술보, No.6(1987), pp.28-40
2. 노로 가계유(1991년), “도해 에르고노믹스”, 한국공업표준협회.
3. 박세진, 이남식, 김철중, 이순요 (1992년), “체압분포측정기 개발에 관한 연구”, 대한인간공학회 논문집, pp.187-192
4. 박세진(1998년), “Riding comfort”, 한국표준과학연구원.
5. 박세진(1999년), “안락한 고속전철시트 설계방법 개발”, 한국표준과학연구원.
6. 박세진(2007년), “인간공학 연구 사례집(I)”, 한국표준과학연구원 보건그룹.