

무궁화호 열차 시트의 설계 개선 및 평가

정광태¹ · 최기섭² · 구재광²

¹한국기술교육대학교 디자인공학과 / ²대원강업(주) 설계기술팀

Design improvement and evaluation for the passenger seat of Mugunghwa-ho train

Kwang-Tae Jung · Ki-Seob Choi · Jae-Kwang Koo

Because passenger seat is one of the most important parts in the determination of passengers' satisfaction for train, it is absolutely important to design the passenger seat so that train passengers can satisfy. So, in the seat design it is necessary to consider passengers' characteristics, requirements, and dissatisfactions. However, passengers' dissatisfactions for the seat of Mugunghwa-ho train have been often raised through various routes. It is necessary to resolve their dissatisfactions to provide comfortable trip to passengers. So, we designed a new seat of Mugunghwa-ho train that resolved passengers' dissatisfactions. Our focusing design parts were the seat pan and the backrest of passenger seat. We investigated passengers' dissatisfactions for the seat of Mugunghwa-ho train through various methods and the human factors design guidelines through literature survey. We designed a new seat on the basis of investigated results. For newly designed seat, we evaluated comfort and sensible satisfaction in comparison with the existing seat. An experimental method and subjective methods were used in this evaluation. In all aspects, the new seat was superior to the existing.

1. 서론

1.1 연구목적

열차는 산업혁명 이후 인간의 주요 교통수단으로 이용되어 왔고, 특히 무궁화호 열차는 여러 종류의 열차 중에서도 가장 많은 국민들에 의하여 이용되고 있다. 또한, 열차에 있어 승객이 가장 많이 접하고 이용하는 부분은 시트이기 때문에, 시트는 승객의 쾌적감 및 만족도에 가장 큰 영향을 미치는 요소이고, 따라서 무궁화호 열차에 있어서도 승객의 쾌적감과 만족감을 향상시키기 위해서는 승객들이 만족할 수 있도록 시트를 설계하는 것이 필요하다. 특히, 최근 공학의 눈부신 발전에 힘입어 차량의 성능과 안락감 등은 크게 향상되고 있지만, 시트에 대한 성능과 안락함에 대해서는 많은 사람들이 관심을 소홀히 한 측면이 없지 않기 때문에 승객들이 만족할 수 있도록 시트를 설계하는 것은 더욱더 중요하다고 할 수 있다(이순요, 1997).

어떠한 제품이건 마찬가지이지만 무궁화호 열차의 시트설계에서도 사용자들의 특성을 파악하여 설계에 반영하고, 또한 사용자들이 요구하는 사항, 불만사항 등을 파악하여 설계에 반영함으로써 승객들의 만족감을 향상시킬 수 있을 것이다. 하지만, 시트의 설계에 승객들의 요구사항을 충분히 반영하지 못함으로써 발생하는 불만사항들이 종종 제기되고 있다. 예를 들어, 철도청의 인터넷 홈페이지 게시판에 보면 무궁화호 시트에 대한 몇 가지의 불만사항들이 제기되어 있는데, 대표적인 불만사항은 시트의 등받이에 대한 사항이다. 이와 같은 승객들의 불만사항을 시트 설계에서 개선함으로써 승객들의 만족감을 향상시킬 수 있을 것이다. 물론, 승객들은 신체적으로, 감각적으로, 심리적으로 다양한 특성들을 갖고 있기 때문에 승객 개개인을 모두 만족시킬 수 있는 시트를 설계하는 것은 불가능에 가깝겠지만, 승객들의 불만사항들을 충분히 고려하여 개선하고, 인간공학적 측면을 고려하여 시트를 설계한다면 그러한 문제점들을 상당히 개선할 수 있을 것이다. 이러한 필요성에 의하여, 본 연구에서는 무궁화호 열차의 승객들이 가장 많이 불만스러워하는 등받이와 좌판을 중심으로 무궁화호

열차에 장착될 시트를 새롭게 설계하였고, 그것이 인간에게 얼마나 안락한지 그리고 감성적으로 만족감을 주는지 기존의 무궁화호 열차 시트와 비교 평가하였다.

1.2 연구방법

본 연구에서는 무궁화호 열차의 시트에 대한 설계 개선 및 평가 작업을 수행하였는데, 설계 개선은 승객들의 불만사항들을 개선하는 방향으로 수행되었다. 설계의 초점은 시트의 등받이와 좌판이었는데, 이것은 시트에 대한 승객들의 불만 대부분이 등받이와 좌판에 대한 것이었기 때문이다. 설계 개선안에 대한 실제적 모델을 생산하기까지의 일정상의 문제에 의하여 시트의 프레임(frame)에 대한 변형은 연구범위에 포함되지 않았다. 따라서, 시트의 프레임을 변경하지 않는 범위안에서 등받이와 좌판 설계의 문제점을 개선하였고, 그 결과를 우선 그래픽 소프트웨어를 사용하여 컴퓨터상에 몇 개의 모델로 구현하였다. 물론, 구현된 모델들 중에서 가장 선호되는 모델을 선정하였고, 그 결과를 실제 모델로 제작하였다. 이와 같은 과정을 통하여 새롭게 제작된 시트와 기존 시트를 안락도, 감성만족도의 측면에서 비교 평가하였다.

1.2.1 시트의 안락도 평가

시트의 안락도 평가를 위하여 주관적 평가와 실험적 평가가 병행되었다. 주관적 평가에서는 안락도 평가를 위하여 개발된 설문지를 활용하여 잠재 승객들을 대상으로 설문조사가 수행되고, 그 결과를 토대로 시트에 대한 안락도가 비교 평가되었다.

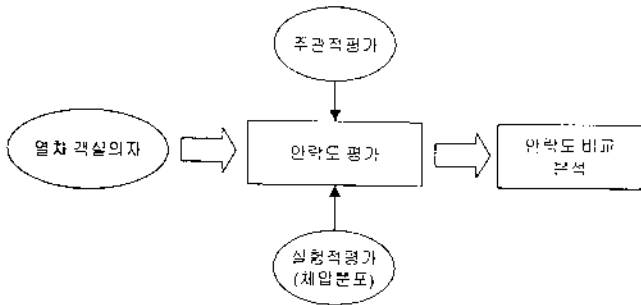


그림 1. 시트의 안락도 평가.

1.2.2 감성 만족도 평가

시트에 대한 감성만족도 평가의 목적은 디자인된 시트의 형태가 감성적 측면에서 사용자들에게 얼마나 만족스럽게 디자인되었는지를 알아보기 위한 것이다. 감성 만족도의 평가를 위하여 해당 제품에 대한 주관적 평가 실험이 수행되었다. 퍼지가중평가방법(Fuzzy Weighted Evaluation Method)(박경수와 정광태, 1996)을 통하여 각 종류의 시트가 감성적으로 얼마나 만족스러운지 평가하였다. 이상의 결과들을 얻기 위하여 설문조사를 통하여 잠재승객들의 감성적 측면에서의 의견을 수집하였다.

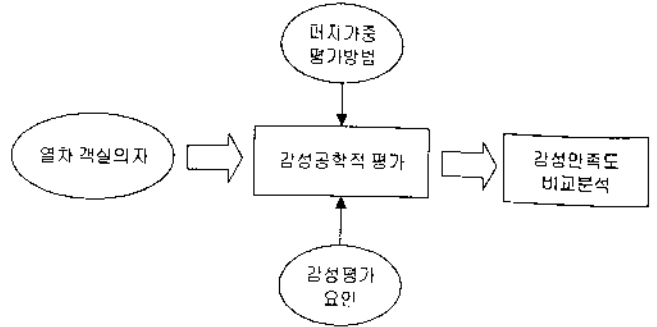


그림 2. 시트의 감성평가.

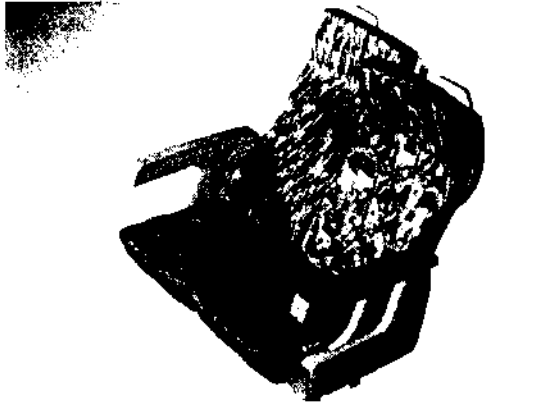
2. 신형 무궁화호 열차의 시트 개발

무궁화호 열차의 시트는 기본적으로 5개 부분으로 구성되어 있다. 즉, 좌판(searpan), 등판(backrest), 팔걸이(armrest), 발받침(footrest), 머리받침(headrest)이다. 하지만, 본 연구에서는 주로 좌판과 등판을 포함한 제한된 부분만을 고려한 설계 개발을 목적으로 하고 있다. 그 이유는 협력업체와의 연구개발 협의에서 시트의 프레임을 변형시키지 않는 범위 내에서 승객들의 불만이 가장 큰 등받이와 좌판 부분에 대한 변형만을 요구하였기 때문이다.

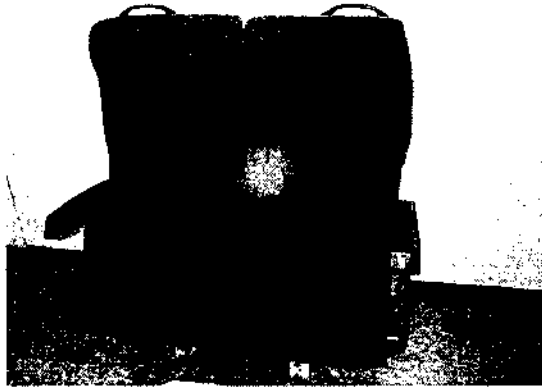
시트 등받이와 좌판의 개발을 위하여 우선 기존 시트에 대한 사용자 측면에서의 다양한 검토가 있었다. 다양한 계층의 사람들을 대상으로 기존 시트의 등받이와 좌판에 대한 불만사항들을 조사하였다. 이렇게 조사된 사용자들의 불만사항들과 인간공학 관련 자료들을 토대로 시트의 등받이와 좌판에 대한 설계에 착수하였다. 첫번째 단계는 개발된 설계안을 토대로 하여 신형 무궁화호 시트에 대한 몇 가지의 컴퓨터 프로토타입(Prototype)을 디자인하였고, 그것들 중에서 가장 적합한 모델을 선정하였다. 그 작업은 설문조사와 전문가 평가 등을 통하여 수행되었다. 그리고 선정된 모델을 실제로 제작하였는데, 다음 <그림 3>은 개발된 컴퓨터 프로토타입과 실제로 제작된 모델의 사진이다(실제 제작모델에서 프레임의 칼라는 아직 변경되지 않았다).

3. 시트 안락도 평가

앉아 있는 상태에서 안락도의 개념을 정의하기는 어려우나 일반적으로 '불편함이 없는 상태 (Absence of Discomfort)'를 안락한 상태로 정의한다. 따라서 안락한 시트의 설계를 위한 기본적인 접근방법은 불편함을 주는 요인을 제거하는 것이라 할 수 있다(정무영 등, 1992). 시트의 안락도는 주어진 환경 내에서 시트의 형태 및 사용 목적과 착석시간에 따라 달라진다. 그리고 동일한 시트라 하더라도 어떠한 목적으로 사용되느냐에 따라 안락감이 달라질 수 있다.



(a) 3D Max로 구현된 시트



(b) 실제로 제작된 시트

그림 3. 개발된 신형 무궁화호 시트



그림 4. 실험장면

하였다. 그 후에 피실험자는 안락도 평가를 위한 설문지를 작성하도록 하였다. 하나의 시트에 대한 실험이 끝나면 다른 시트를 설치하여 동일한 실험을 반복하였다.

3.1.1 안락도 평가 설문지

시트의 안락도에 대한 주관적 평가를 위하여 좌판, 등판, 요추지지, 복받침 등을 선정하여 각 부위에 대한 불편정도를 체크하도록 하였다. 이때, 불편함의 정도는 5개 수준(매우 불편, 불편, 보통, 편함, 매우 편함)으로 평가하도록 하였다.

3.1.2 체압분포 측정

체압분포 측정장비는 시트위에 얹을 수 있는 압력매트(Pressure Mat), 측정된 데이터를 아날로그에서 디지털로 바꾸어 주는 컨트롤러(Controller) 그리고 데이터의 저장 및 소프트웨어가 들어 있는 컴퓨터로 구성되어 있다(박세진, 1999). 기존 시트와 새로 디자인된 시트에 대한 차이점 최소화하기 위하여 두 시트의 좌판 각도, 등판각도, 엉덩이 위치를 가급적 동일하게 유지하도록 하여 동일 조건하에서의 체압분포를 측정하였다. 시트의 바람직한 체압분포는 좌골선선을 중심으로 등고선 형태를 이루어야 하고, 등판의 경우도 요추 부위에서 좌우 대칭으로 최대치를 보여주어야 한다(박경수, 1992). 이러한 측면에서 두 종류의 시트에 대한 체압에 의한 평가를 수행하였다.

신체와 시트 면사이의 체압분포가 시트 안락감에 영향을 미치는 가장 중요한 요인들 중의 하나라는 사실이 인간공학분야의 많은 연구들로부터 보고되어 왔다. 그리고 보통 체압분포는 그 패턴이 주는 의미를 조사하기 위하여 주관적 평가와 같이 사용되어 왔다. 본 연구에는 체압분포를 이용하여 기존 시트와 새롭게 디자인된 시트에 대한 안락감을 비교 평가하였고, 주관적으로 구해진 데이터들을 기준으로 피실험자들이 두 종류의 시트에 대해 어떤 것이 더 안락하게 느끼는 지에 대한 평가를 병행하였다. <그림 3>는 본 연구의 실험장면이다.

3.1 실험방법

대학생 20명(남자 11, 여자 9)을 대상으로 실험을 실시하였다. 평가를 위하여 준비된 실험실에서 실험을 실시하였는데, 우선 좌판과 등판의 체압분포를 측정하기 위하여 압력매트가 깔려 있는 시트에 앉아 1분간 가장 편안한 자세를 취하도록 하였다. 그리고 1분이 지난 후 등판과 좌판의 체압분포를 측정하였다. 등판의 각도는 등판을 완전히 세웠을 때와 완전히 뒤로 젖혔을 때의 두 각도를 대상으로 체압분포를 측정하였다. 그 후, 압력매트를 치운 후 30분간 시트에 앉아 신문이나 책을 보도록

3.2 시트 안락도의 평가결과

3.2.1 주관적 평가결과

(1) 전체적 안락도의 평가

기존 시트와 새롭게 디자인된 시트의 전체적 안락도에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 통계분석을 수행하였다. 분석결과를 보면 유의수준 0.01에서 기존 시트와 새롭게 디자인된 시트 사이에는 유의한 차이(p-value = 0.0002)가 존재한다는 것을 알 수 있다. 평균을 나타내는 그래프를 보면 새로 설계된 시트에 대해 피실험자들을 더 안락하게 느끼는 것을 알 수 있고, 평

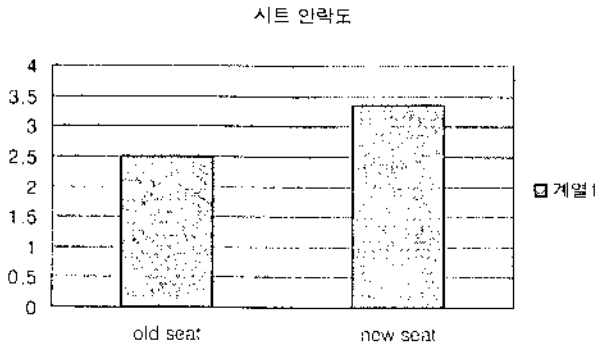


그림 5. 시트 안락도 평가의 평균값.

평균값이 3.35(3점이 보통임)이기 때문에 보통 이상으로 안락하게 느낀다고 할 수 있다.

(2) 시트 좌판에 대한 안락도 평가

시트의 좌판에 대한 안락도 평가를 보면 p-value가 0.1023으로 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 있다고는 말할 수 없다. 그것은 좌판의 안락도에 대한 주관적 평가치에 대한 평균값(old=3.2, new=3.5)을 보더라도 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 즉, 좌판의 안락도에 대해서는 별다른 차이를 보이고 있지 않음을 알 수 있다.

(3) 등판에 대한 안락도 평가

등판에 대한 안락도 평가를 보면 p-value가 0.0001로 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 있다고 할 수 있다. 그것은 등판의 안락도에 대한 주관적 평가치에 대한 평균값(old=2.35, new=3.4)을 보더라도 큰 차이가 있음을 알 수 있고, 기존 시트보다 새로 디자인된 시트에 대해 훨씬 안락하게 느끼는 것을 알 수 있다. 또한, 등판의 안락도 평균치가 3.4로서 보통이상의 안락감을 느끼는 것을 알 수 있다. 이것은 기존의 무궁화호 시트에 대해 승객들이 불편해 하였던 측면이 많이 해소되었기 때문인 것으로 해석된다.

(4) 목받침에 대한 안락도 평가

목받침에 대한 안락도 평가를 보면 p-value가 0.0002로 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 있다고 할 수 있다. 그것은 목받침의 안락도에 대한 주관적 평가치에 대한 평균값(old=1.85, new=2.8)을 보더라도 큰 차이가 있음을 알 수 있고, 기존 시트보다 새로 디자인된 시트에 대해 훨씬 안락하게 느끼는 것을 알 수 있다.

(5) 요추지지대에 대한 안락도 평가

요추지지대에 대한 안락도 평가를 보면 p-value가 0.0012로 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 있다고 할 수 있다. 그것은 요추지지대의 안락도에 대한 주관적 평가치에 대한 평균값(old=2.65, new=3.35)을 보더라도 큰 차이가 있음을 알 수 있고, 기존 시트보다 새로 디자인된 시트에 대해 훨씬 안락하게 느끼는 것을 알 수 있다.

(6) 상관관계 분석

• 안락도와 시트 설계요소간의 상관관계 분석

시트의 전체적 안락도와 시트 설계요소(좌판, 등판, 목받침, 요추지지, 팔걸이)간의 상관관계 분석을 수행하였다. 다음 <표 1>은 시트의 전체적 안락도와 시트 설계요소에 대한 불편도간의 상관관계를 나타낸다.

표 1. 시트의 전체적 안락도와 설계요소 불편도간의 상관관계

	좌판	등판	목받침	요추지지	팔걸이
안락도	0.25304* 0.0274	0.56274** 0.0001	0.43781** 0.0001	0.41587** 0.0002	0.17094 0.1398

* sig. at 0.05, ** sig. at 0.01

시트의 전체적 안락도와 가장 밀접한 연관성을 보이는 것은 등판으로 0.56의 상관성을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 그 다음에 목받침과 요추지지의 순서로 나타났다. 따라서 등판 설계의 적합성이 시트의 안락감에 많은 영향을 주는 것을 알 수 있다. 따라서, 기존 무궁화호 시트의 경우 등판의 불편을 호소하는 승객이 많이 있었고 설문조사에서도 그러한 결과가 나왔기 때문에, 기존 무궁화호 시트의 경우 그만큼 승객들이 불편하게 느낀다고 할 수 있다.

• 좌판안락도와 설계요소의 상관관계 분석

다음 <표 2>는 좌판 안락도와 좌판의 설계구성요소와의 상관계수인데, 표를 보면 좌판의 깊이가 좌판의 안락도와 가장 많은 관련이 있음을 알 수 있다.

표 2. 좌판안락도와 설계요소의 상관관계

	깊이	너비	높이	좌판각도	쿠션
좌판 안락도	0.25448* 0.0265	0.01620 0.8896	0.07862 0.4996	-0.05674 0.6264	0.16219 0.1616

* sig. at 0.05, ** sig. at 0.01

• 등판안락도와 설계요소의 상관관계 분석

다음 <표 3>은 등판의 안락도와 등판의 설계구성요소와의 상관성을 나타내는 표인데, 다른 요소에 비해 등판의 쿠션이 등판의 안락도와 많은 관련이 있다는 결과를 보이지만 그 상관성을 크지 않음을 알 수 있다.

표 3. 등판 안락도와 설계요소간의 상관관계

	높이	너비	쿠션
등판 안락도	0.04628 0.6913	0.14279 0.2185	0.23714 0.0391

* sig. at 0.05, ** sig. at 0.01

3.2.2 체압분포의 측정결과 분석

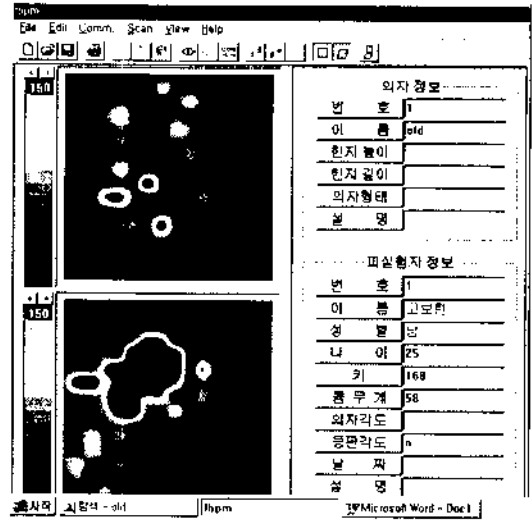
인간은 앉았을 때 체중이 주로 둔부의 좌골결절(ischial

tuberosity)에 실려야 편안하도록 진화되어 왔다. 주 체중은 좌골결절이 지탱해야 하지만 전체 체중이 한곳에 집중되어도 피부통증을 유발하므로, 둔부 주위로 갈수록 둔부에 걸리는 압력이 점차 감소하는 형태로 체중이 둔부 전체에 배분되어야 한다(박경수, 1992). 다시말해, 신체무게의 75%가 엉덩이에 의해 지지되며, 특히 높은 체압이 좌골결절의 25cm²에 집중되어 있어야 하고 신체무게의 18%가 각 좌골결절에 분포되는 시트의 쿠션이 바람직하다고 할 수 있다. 이와 같은 바람직한 체중 분포를 얻기 위해서는 적당한 두께의 쿠션을 깔아야 한다. 쿠션이 적은 시트는 체중이 좌골결절 부위에만 집중되어 오래 앉아 있으면 통증을 느끼게 되고, 너무 쿠션이 많은 시트는 전체 체중이 둔부 전체에 균등하게 배분되어 둔부 주위의 약한 부위에도 상당한 압력이 가해지게 되므로 둔부 주위에 통증을 느끼게 된다. 이러한 측면에서 각 평가시트에 대해 측정된 체압분포를 분석하였다.

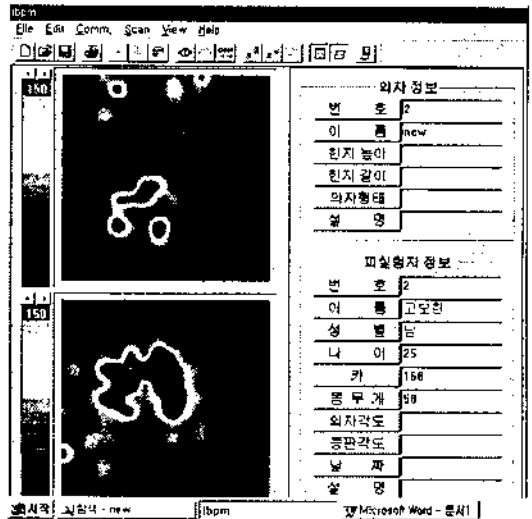
먼저, 체압분포도를 통한 분석결과를 보면 기존 시트의 경우 많은 피실험자들에게 있어 엉덩이 좌우에 대해 비대칭적 분포경향이 새로 설계된 시트보다 더 많이 나타나고 있으며, 전반적으로 대퇴부 부분에도 체압이 상당히 미치는 경향을 보이고 있다. 또한, 체압이 좌골결절 주위에 집중적으로 분포되어 있지 않고, 대퇴부까지 넓게 분포되어 있는 것으로 보아 전체적으로 새로 설계된 시트보다 체압이 균등하게 분포되었다고는 볼 수 없다. 이는 기존 시트의 경우 장시간 착좌시 한쪽의 체압과다와 대퇴부의 압력부담으로 인해 승객이 쉽게 피로를 느끼게 하는 원인이 될 수 있다. 하지만, 그러한 차이는 기존 시트와 새로 설계된 시트 사이에 아주 현격하게 나타나고 있지는 않다. 다음 <그림 6>은 한 피실험자의 기존 시트와 새로 설계된 시트에 대한 체압분포를 나타내고 있다. 그림에서 보는 것처럼 기존 시트의 경우 엉덩이의 체압분포가 고르게 분포되어 있지 않음을 알 수 있고 또한 등받이에 대한 지지도 제대로 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다. 하지만, 새로 설계된 시트의 경우 기존 시트보다 엉덩이의 체압분포가 좌골결절을 중심으로 더 고르게 분포되어 있음을 알 수 있다. 또한 등받이의 요추 지지도 기존 시트보다 훨씬 개선되었음을 알 수 있다.

4. 시트의 감성만족도 평가

새롭게 설계된 시트에 대한 피실험자의 감성만족도를 알아보기 위한 설문조사를 실시하였다. 시트에 대한 인간의 감성만족도는 여러 가지의 감성요인들의 복합적인 영향에 의하여 형성된다. 따라서, 감성 만족도 평가는 다음 <그림 7>과 같은 구조를 갖게 된다. <그림 7>에서의 평가요인들은 감성만족도를 형성하는 감성요인들이다. 따라서, 시트에 대한 감성만족도는 여러 감성 평가요인들의 평가점수를 구해 그들을 다음과 같은 수식을 통하여 결합함으로써 구하여질 수 있다(박경수와 정광태, 1996).



(a) 기존시트의 체압분포



(b) 새로 설계된 시트의 체압분포

그림 6. 한 피실험자의 체압분포 측정결과.

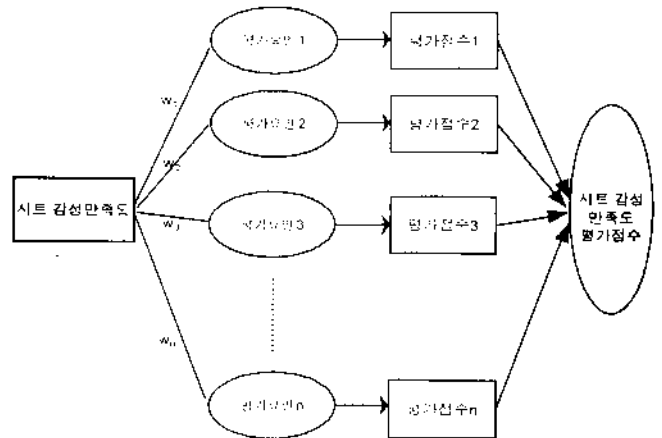


그림 7. 감성만족도 평가 구조.

디자인 평가 점수 = $\sum(\text{평가요인 가중치} \times \text{요인에 대한 평가점수})$

본 연구의 감성만족도 평가에서는 이상의 방법론을 적용하여 무궁화호 시트에 대한 감성만족도를 평가하였다.

4.1 감성만족도 평가요인의 결정

감성공학 전문가의 판단을 통하여 시트의 감성만족도 평가에서 중요한 평가요인을 8개 선정하였다. 평가요인의 선정을 위하여 먼저 차량용 시트의 감성을 표현할 수 있는 형용사 어휘들을 다양한 문헌 및 논문들을 조사 및 분석하여 유사한 의미를 갖고 있는 어휘들을 그룹화하고, 각 그룹을 대표하는 감성평가 요인을 정하였다. 그 후, 최종적으로 감성평가에 중요한 영향을 주는 8개의 평가요인을 선정하였다. 기본적으로는 많은 요인들이 차량용 시트의 감성에 영향을 주겠지만, 감성의 형성은 중요한 영향을 주는 몇개의 요인에 의하여 결정된다는 기본적 개념에 따라 8개로 확정하였다.

표 4. 무궁화호 시트의 감성 평가 요인

감성 평가요인	설 명
내구성	시트가 얼마나 견고한가
심미성	시트의 디자인이 얼마나 아름다운가
실용성	시트가 얼마나 실용적인가
고급감	시트가 얼마나 고급스러워 보이는가
조화성	시트 디자인이 얼마나 조화스러운가
안락감	시트가 얼마나 안락한가
안정감	시트가 얼마나 안정감을 주는가
창조성	얼마나 참신하게 디자인되었는가

4.2 감성만족도 평가 실험

20명의 대학생(남학생 11명, 여학생 9명)들을 대상으로 감성만족도 평가를 위한 실험을 실시하였다. 피실험자들은 우선 기존 시트와 새로 디자인된 시트에 각각 10분씩 앉아 사용해 보도록 하였다. 그리고, 감성 만족도 평가를 위한 설문지를 작성하도록 하였다. 설문지는 두 개로 구성되어 있는데 첫번째 설문지는 시트의 감성 만족도에 영향을 주는 평가요인들의 가중치를 결정하기 위한 것이었고, 두번째 설문지는 각 평가요인의 측면에서 해당되는 시트가 얼마나 감성적으로 만족스러운지에 대한 점수를 알아보기 위한 설문지였다.

4.3 무궁화호 시트에 대한 감성만족도 평가결과

각 시트가 감성적 측면에서 얼마나 만족스럽게 설계되었는지에 대한 분석을 감성평가 설문지에 답변한 결과들을 대상으로 실시하였다. 다음 수치는 각 감성만족도 평가 요인들에 대하여 피실험자들이 중요하게 생각하는 정도를 설문결과로부터 구한 것이다. 결과를 보면 피실험자들은 열차 시트의 경우

안정감과 안락감에 대해 가장 중요하게 생각하는 것을 알 수 있다. 물론, 여기서 일관성 지수(Consistency Index)가 0.1 이하인 피실험자들의 평가결과는 제외하였다.

내구성 : $w(1) = 0.15321$, 심미성 : $w(2) = 0.06413$
 실용성 : $w(3) = 0.14998$, 고급감 : $w(4) = 0.05297$
 조화성 : $w(5) = 0.07588$, 안락감 : $w(6) = 0.22498$
 안정감 : $w(7) = 0.22545$, 창조성 : $w(8) = 0.05340$

그리고, 다음 <표 5>는 20명의 피실험자들 중 첫번째 피실험자의 판단 결과인데, 이 피실험자는 새롭게 설계된 시트가 기존의 시트보다 감성적 측면에서 더 만족스럽다고 생각하고 있는 것을 알 수 있다.

표 5. 첫번째 피실험자의 평가결과

시트종류	Fuzzy Score	Median	순위	Approx.
Old Seat	[2.3462, 3.3462, 3.3462, 4.3462]	3.3462	2	medium
New Seat	[3.1721, 4.1721, 4.1721, 5.1721]	4.1721	1	fair

Best Seat = New Seat

<표 6>은 20명의 피실험자들의 판단결과 감성적 측면에서 각각의 시트가 다른 시트보다 감성적으로 만족스럽다고 선정된 횟수이다. 결과를 보면 새로 설계된 시트(New Seat)를 감성적 측면에서 더 만족스럽다고 판단한 인원이 14명으로 기존 시트(Old Seat)의 6명보다 훨씬 많은 것을 알 수 있다. 따라서, 기존의 시트보다 새로 디자인된 시트에 대해 더 감성적으로 더 만족스러워 하는 것을 알 수 있다.

표 6. 전체 피실험자 중 각 시트를 Best Seat로 판정한 인원

Alternative	Frequency
Old Seat	6
New Seat	14

그리고, <표 7>은 20명의 점수를 통합하여 얻어진 결과를 나타낸다. 결과를 보면 마찬가지로 새로 설계된 시트가 기존의 시트보다 더 높은 점수를 받은 것을 알 수 있다. 각 시트의 감성 만족도 평가 점수는 마지막 열에 있는 Approx.의 언어점수들이다. 즉, 새로 설계된 시트의 경우 'fair'로 판정되었기 때문에 '조금 좋다'의 감성만족도 점수를 나타내고 있다.

표 7. 시트의 감성만족도 평가의 종합된 결과

시트종류	Fuzzy Score	Median	순위	Approx.
Old Seat	[2.1546, 3.1519, 3.1519, 4.1443]	3.1507	2	medium
New Seat	[2.6280, 3.6253, 3.6253, 4.5889]	3.6169	1	fair

Best Seat = New Seat

5. 결론

본 연구에서는 산학연구의 일환으로 무궁화호 열차에 장착될 새로운 시트의 인간공학적 설계와 평가에 관한 주제를 다루었다. 시트는 승객의 쾌적감 및 만족도에 가장 큰 영향을 미치는 요소이기 때문에 승객들이 만족할 수 있도록 시트를 설계하는 것이 필요하다. 승객들의 만족감을 향상시켜줄 수 있는 시트를 설계하기 위해서는 승객들의 특성을 파악하여 설계에 반영하고 또한 사용자들이 요구하는 사항, 불만사항 등을 파악하여 설계에 반영하는 것이 필요할 것이다. 따라서, 본 연구에서는 이와 같은 승객들의 불만사항과 인간공학적 측면에서의 설계원칙들을 고려하여 무궁화호 열차의 시트를 설계하였고, 그 결과를 실험을 통하여 평가하였다.

일반적인 제품 디자인 절차와 마찬가지로, 본 연구에서도 다양한 방법(인터넷 게시판을 통한 의견청취, 설문조사 등)을 통하여 사용자들의 의견을 청취하였고, 문헌조사들을 통하여 시트 설계의 방향을 설정하고 개발하는 작업을 수행하였다. 또한, 개발된 시트가 기존시트와 비교하여 얼마나 개선되고 선호되는지에 대한 평가를 수행하였고, 그 결과를 다시 시트 설계에 반영하였다. 평가는 크게 두 가지로 구분되는데, 첫번째는 시트의 안락도 평가였다. 안락도 평가에서는 시트의 체압분포를 측정하여 그를 근거로 안락감을 평가하는 객관적 방법과 주관적 설문을 통하여 평가하는 주관적 평가방법이 병행되었다. 그리고 두번째는 감성만족도 평가였는데, 이것은 디자인된 시트가 감성적 측면에서 사용자들에게 얼마나 만족스럽게 디자인되었는지를 알아보기 위한 것이었다. 감성만족도의 평가를 위하여 해당 제품에 대한 주관적 평가 실험이 수행되었는데, 퍼지가중평가방법(Fuzzy Weighted Evaluation Method)을 통하여 각 종류의 시트가 감성적으로 얼마나 만족스러운지 평가하였다. 평가된 결과를 보면 안락도와 감성만족도 모두 새롭게 설계된 시트가 기존 시트보다 우수한 것으로 판명되었다.

하지만, 본 연구에서 평가된 결과는 현실적 측면에서 보완되어야 할 부분이 있다. 우선은, 시트의 정확한 안락감 평가를 위해서는 실제 사용환경과 동일한 환경에서 측정하여야 하는데, 본 연구에서는 시간의 부족 및 현실적 어려움에 의하여 그러한 방법을 통하여 측정하지 못하였다. 또한, 인간의 감성이 라는 것은 주위 환경에 의하여 많이 좌우될 수 있는데, 본 연구에서는 그러한 주위환경을 고려하지 못하였다. 하지만, 기존

제품과의 비교평가가 본 연구에서의 평가 목적이었기 때문에, 동일한 환경 조건하에서 평가를 수행하였다는 점에서는 본 연구의 평가방법론이나 결과는 아직도 타당하다고 할 수 있다.

그리고, 또 한가지 아쉬운 점은 협력업체의 요구사항에 의하여 시트의 프레임 부분은 변형시킬 수 없었기 못하였기 때문에, 개선되어야 할 부분이나 고객들의 불만사항들을 완전히 해소할 수는 없었다. 특히, 등받이의 윤곽(contour)을 변형시키는 데 있어서도 한계가 있을 수밖에 없었다. 그러한 부분은 보다 장기적인 계획을 가지고 추후에 연구되어야 할 것이다. 또한, 피실험자의 선정에 있어서도 시간적인 문제 때문에 대학생들을 대상으로 평가를 수행하였는데, 대학생들이 전체 승객을 대표한다고는 할 수 없기 때문에 평가결과에서 처럼 새롭게 설계된 시트가 여러 가지 측면에서 항상 더 우수하다고는 단언할 수는 없을 것이다. 따라서 그러한 부분에 대해서는 다양한 사용자 층을 대상으로 한 보완적인 연구가 수행되어야 할 것이다. 아무튼, 본 연구는 실제적인 산학연구과제로 기업에서 수행되는 과제에 전문가의 이론적 지식을 반영하여 제품을 개발하고, 평가하는 방법을 다루었다는 데 커다란 의미를 부여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 박경수 (1992), *인간공학*, 영지문화사.
- 박경수, 정광태 (1996), 모호가중점검목표를 이용한 제품의 감성파악, *대한인간공학회지*, 15(1).
- 박세진 등 (1998), *고속전철 시트의 인간공학적 설계에 관한 연구*, KRIS-98-084-1R, 대원강업(주).
- 박세진 등 (1999), *무궁화 열차 시트의 설계 및 디자인을 위한 제안*, 한국 표준과학연구원.
- 이순요, 양선모 (1997), *감성공학*, 청문각.
- 이현영, 박세진, 김한경, 한상관, 김지현 (1999), 고속전철 시트의 선호형상 디자인 특성분석, '99 *대한인간공학회 춘계학술대회 논문집*, 121-124.
- 정무영 등 (1992), *한국인 체형에 맞는 차량내 공간배치에 관한 조사연구*, 포항공과대학교.
- Grandjean, E. (1980), *Fitting the Task to the Man*, Taylor and Francis Ltd.
- Se Jin Park, Hyun Young Lee, Han Kyung Kim, Chun Jung Kim, Jae Gwang Gu (2000), Exploring the Optimum Train Seat Dimensions for Passengers' Comfort Postures, *IEA 2000/HFES 2000 Joint Conference*.
- Wesley, E. Woodson, Barry Tillman, and Peggy Tillman (1992), *Human Factors Design Handbook*, 2nd ed., McGraw-Hill, Inc.



정 광 태

고려대학교 산업공학과 학사
한국과학기술원 산업공학과 석사
한국과학기술원 산업공학과 박사
현재: 한국기술교육대학교 디자인공학과 조교수
관심분야: HCI, 인간공학, 감성공학



구 재 팡

서울산업대학교 기계공학과 학사
현재: 대원강업(주) 설계기술팀장(부장)
관심분야: 시트설계



최 기 섭

금오공과대학교 기계설계학과 학사
현재: 대원강업(주) 설계기술팀 차장
관심분야: 시트설계