

## 고속전철 객실의자의 인간공학적 설계를 위한 체계적 접근방법

### A Systematic Approach to Ergonomic Seat Design for a Highspeed Train

정 의승\*· 한 성호\*· 최 재호\*· 강 동석\*· 안 정희\*· 신 용탁\*

#### Abstract

Proper ergonomic design of a passenger seat for the highspeed train is one of the essential design components that is directly related to passenger comfort. This study investigated a systematic approach to the ergonomic passenger seat design and evaluation for the Korean highspeed train. To design an ergonomic passenger seat that improves passenger comfort, Korean anthropometric data, passenger activities in the coach, body postures, body contours and seat dimensions were considered. By analyzing the interrelationship of such factors, resultant seat dimensions were suggested. To properly evaluate the suggested dimensions, four prototypes were subsequently made and iteratively tested in the laboratory. It is expected that this approach is readily applicable to the passenger seat design of other transport vehicles as well as a train.

#### I. 서 론

한국형 고속전철의 승객 안락도 제고를 위해서는 한국인의 체형에 맞는 객실내장의 설계가 요구되며, 설계기술의 축적을 위한 체계적인 설계 제원화 과정의 연구가 필요하다. 특히 고속전철 객실내장에 있어서 객

실의자(Passenger Seat)는 승객이 여행시 신체와 직접 접하는 부분으로서 탑승 안락도에 가장 큰 영향을 미치는 요소이므로 객실 내장설계시 가장 중요시 고려되어야 할 부분이다.

객실의자는 착석하여 특정한 작업을 수행하기 위한 용도로서 보다는 객실내에 승객

\* 포항공과대학교 산업공학과

들이 행하는 행동범위 내에서 쾌적한 휴식을 취할수 있도록 착석 안락도를 최대화 하는 것이 바람직하다. 이러한 설계 요구사항을 만족시키기 위해서는 사용자와 사용 목적이 명확히 정의되어야 하나 객실의자는 사용자가 불특정 다수의 승객으로 명확하게 정의 될수 없고 객실내 승객들의 행동 또한 다양하여 목적 및 자세등을 정의하기가 불가능하다. 따라서 사용목적과 대상 사용자가 제시되는 Functional Chair의 설계와는 기본적으로 다른 특성을 지니고 있으므로 객실의자의 설계를 위한 설계절차 및 접근방법의 체계화가 요구된다. 즉, 대상 승객층과 객실내에서의 승객들의 행동, 자세 등의 변화를 수용하면서 동시에 착석 안락도를 최대화 할수 있도록 설계되어야 한다.

기존의 의자 설계에 대한 연구들은 주로 Functional Chair의 설계를 위주로 사무작업자의 작업수행도 향상이나 운전석등의 안락도 제고를 목적으로 수행되었다. Grandjean (1980), Zacharkov(1988)등이 Easy Chair의 Design Recommendation을 제시한바 있으며 Levis(1978), Roebuck, Kroemer and Thomson (1975)등의 승객용의자에 대한 연구가 보고되었으나, 이들은 모두 서양인의 인체치수를 기준으로 설계되었고, 제원 결정과정에서 고려되어야할 요소들과 이들간 연관관계 등의 체계적 접근방법을 제시하지 않아 인체치수 및 체형이 다른 한국인 승객에 적합한 객실의자의 설계에 직접 적용하기가 어렵다.

## II. 객실의자의 설계절차

최적의 객실의자 설계를 위해서는 객실의자를 구성하는 설계요소의 파악 및 설계요소간의 연관관계, 한국인 인체측정자료와 승객 행동별 최적자세, 설계요소별 안락 민감도 등이 체계적으로 고려되어야 한다. 또한 인간공학 이론을 근간으로 설계요소의 최적화

를 도모하기 위해서는 실험 및 평가과정이 필수적이며, 이를 위하여 객실의자 Prototype의 제작이 요구된다.

본 연구에서 수행된 객실의자의 설계절차는 그림 1과 같다. 그림 1에 나타난 바와 같이 객실의자의 설계절차는 설계요소들을 추출한 후, 설계요소와 관련된 해당 인체측정자료를 분류, 분석하였으며, 인체의 굴곡형상을 측정하였다. 또한, 승객행동별 최적자세에 따른 객실의자의 최적형태를 결정하기 위한 승객 행동 및 자세를 측정, 분석하였다.

승객의 객실내 행동 및 자세에 따라 안락도를 향상시킬 수 있는 객실의자의 기본 형태를 결정하였으며, 각 설계요소들이 안락도에 미치는 영향 및 요소간의 연관성을 파악하고, 제원결정의 선후관계를 설정하였다.

인체측정자료 및 승객행동, 자세분석으로부터 설계요소의 가변도 및 민감도를 분석하여 객실의자의 조절부위를 선정하였으며, 자세분석으로부터 유추된 최적 인체자세와 승객의 개인공간에 대한 여유율등을 고려하

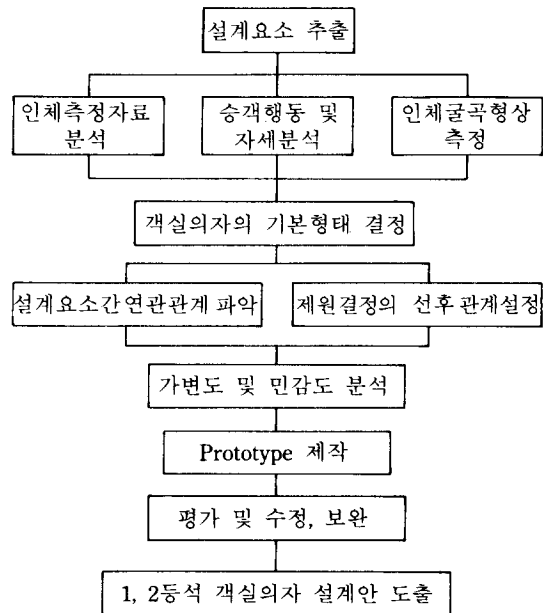


그림 1. 객실의자의 설계절차

고, 객실의자 설계요소와 관련된 인체측정자료를 토대로 각 설계요소의 기본제원을 결정하였다. 결정된 기본제원 중 신체 크기에 따른 인체측정자료의 범위가 큰 경우(예를 들면, 머리받침의 높이)는 특정 승객의 안락도를 최대화 하기보다는 전체 승객의 불편을 최소화 하도록 제원을 결정하였다.

결정된 객실의자의 제원을 기준으로 Prototype을 제작하고, 실험평가를 통한 수정, 보완과정 거쳐 고속전철 1, 2등석 객실의자의 최종 설계안을 도출하였다.

표 1. 객실의자의 구성요소 및 세부 설계요소

구 성 요 소	설 계 요 소
머리받침(Headrest)	높이, 길이, 각도, 굴곡형상(측면, 평면)
등판(Backrest)	높이, 폭, 각도, 굴곡형상(측면, 평면)
허리받침(Lumbar Support)	높이, 수평높이, 굴곡형상(측면, 평면)
좌판(Seatpan)	높이, 폭, 깊이, 각도, 굴곡형상(측면, 평면)
팔걸이(Armrest)	높이, 폭, 각도, 팔걸이간 간격
발받침(Footrest)	높이, 거리, 폭, 깊이, 각도

### 3-2. 인체측정자료

작성시 승객이 안락함을 느끼기 위해서는 객실의자의 제원이 승객의 인체치수에 적합하게 설계되어야 함은 기본이다. 따라서 앞에서 제시된 객실의자 설계요소들과 인체측정자료의 연관성을 파악하여, 한국인 인체측정자료로부터 고려되어야할 인체측정자료를 추출하였으며, 대상 승객층을 수용할수 있는 여자 5percentile 부터 남자 95 percentile 까지의 인체치수의 범위를 산출하였다. 본 연구에서는 ‘국민표준체위 조사(공업진흥청, 1986)’의 측정자료를 사용하였으며, 추출된 인체치수 및 범위는 표 2와 같다. 본 연구가 수행된 후 새로이 ‘국민표준체위 조사 보고서(공업진흥청, 1992)’가 이용가능하게 되었으며, 본 연구에서 사용된 자료와는 약간의 차이가 있을 수 있다.

## III. 객실의자 설계의 고려요소

### 3-1. 객실의자의 설계요소

객실의자의 설계를 위해서는 객실의자의 구성요소와 각 구성요소별 설계요소의 파악이 선행되어야 한다. 이를 위하여 문헌 및 현행 대중교통수단의 현장조사를 통하여 객실의자를 제작하기 위해 필요한 모든 설계요소들을 추출한 후, 이 중 승객의 안락도에 영향을 미치는 요소들만을 재선정하여 표 1에 나타내었다.

### 3-3. 승객행동 및 자세

객실의자의 안락도를 저하시키는 중요한 요인중의 하나는 승객행동의 제약이다. 승객행동의 제약을 최소화하기 위해서는 각 설계요소들의 제원 결정시 인체치수에 행동의 여유율을 반영함으로써 작성시 행동이 자유롭도록 설계되어야 하며, 또한 다양한 자세의 변화에도 안정감 있고 편안함이 느껴질 수 있도록 하여야 한다.

일반적으로 객실내 승객의 행동은 동적인 행동보다는 휴식을 취하거나 책을 보는등의 정적인 자세의 유지가 대부분이다. 따라서 객실의자의 설계에서는 앉은 자세에서의 행동 및 자세의 변화가 우선적으로 고려되어야 한다.

객실내에서 승객이 행하는 행동은 수면, 음악감상, 비디오시청, 신문읽기, 독서, 대화,

표 2. 관련 인체측정자료 ('86 국민표준체위 조사보고서)

(단위 : cm)

측 정 부 위	남 자		여 자	
	95%ile	5%ile	95%ile	5%ile
앉은키	95.7	86.2	88.2	78.8
앉은 눈높이	84.9	75.7	78.5	69.2
앉은 어깨높이	64.6	56.4	58.6	50.8
앉은 팔꿈치높이	31.1	23.5	27.8	21.0
마루-대퇴위높이	54.5	48.4	52.1	46.9
마루-대퇴밑높이	41.2	35.2	36.7	31.8
앉은 엉덩이너비	34.1	29.3	35.2	30.4
엉덩이 무릎굽힌 앞길이	59.0	51.4	56.5	48.8
엉덩이 무릎굽힌 뒷길이	49.8	42.3	48.0	40.8
몸통 너비	47.5	40.3	43.1	36.8

사무, 식사 등의 8가지 행동으로 대표될 수 있다. 각 행동시 유지되는 자세는 개인에 따라 차이가 있으나, 엉덩이관절(Hip joint)의 각도에 따라 표 3과 같이 수면이나 음악감상시의 확장자세(Extended Posture), 신문읽기나 독서시의 여유자세(Relaxed Posture)와 사무자세등과 같은 제한자세(Restricted Posture)로 대별할 수 있다. 이들 각 자세에서의 특징은

그림 2에 나타난 바와 같으며, 행동의 변화에 따른 신체 6개 주요 관절각의 범위를 측정하여 제시하였다. 관절각의 측정은 샘플링에 의한 것으로 이를 전체 승객층에 대한 범위로 보정하기 위해 한국인 인체모형을 이용하였다. 컴퓨터를 이용한 인체모형의 시뮬레이션의 예가 그림 3에 나타나 있으며, 이 결과가 표 4에 요약되었다.

표 3. 승객행동의 분류

확 장 자 세 (Extended Posture)	여 유 자 세 (Relaxed Posture)	제 한 자 세 (Restricted Posture)
수 면	신문읽기	사 무
음악감상	독 서	식 사
비디오시청	대 화	기기이용

표 4. 승객행동 변화에 따른 신체 관절각의 범위

관절\행동	수면	신문읽기	사무
엉덩이 각도	110°	—————	95°
무릎 각도	135°	—————	95°
발목 각도	90°	—————	100°
목 각도	0°	—————	30°
어깨 굴곡 (Shoulder Flexion)	0°	—————	25°
어깨 외전 (Shoulder Abduction)	15°	20°	15°

확장자세	상체의 각도	제한자세
← 증가		→ 감소
← 앞으로 미끄러짐 엉덩이		→ 뒤로 밀착
← 뒤로 기댄	머리	→ 세움
← 뻗음	무릎	→ 굽힘

그림 2. 승객 자세분류별 특징

### 3-4. 인체굴곡형상

인체는 복잡한 굴곡형태로 이루어져 있으며 이러한 굴곡면을 통해 신체의 하중이 의자에 전달된다. 착석시 신체 하중의 고른 분포는 국소빈혈등을 방지함으로서 승객의 안락도를 제고시키는 중요 요인이며, 사람의 척추는 S형태의 굴곡을 이루고 있어 착석시

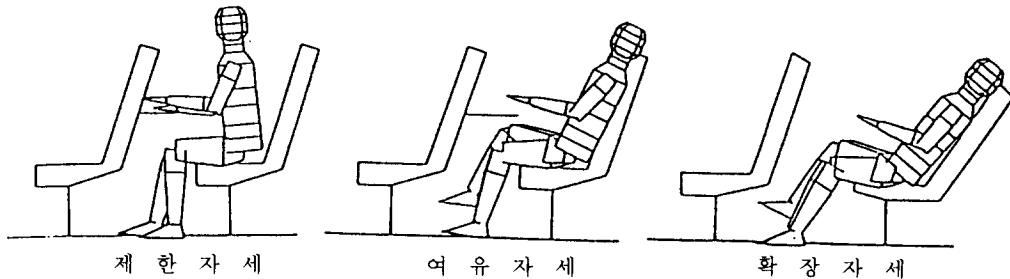


그림 3. 승객 행동 및 자세 패턴에 따른 인체모형 시물레이션

에도 이러한 형태를 유지할수 있어야 피로를 느끼지 않고 쾌적함을 지속할수 있다(Chaffin, 1984). 따라서 안락한 객실의자는 인체의 굴곡형상을 유지시켜주면서 신체의 하중을 넓게 분산시킬 수 있어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 비만으로 판단되지 않는 정상적인 체형의 남자 3명(5 percentile, 50 percentile, 95 percentile), 여자 2명(50 percentile, 95 percentile)의 굴곡형상을 측정하였다. 측정대상자들이 얇은 옷만을 착용한 상태에서 운형자를 사용하여 머리, 등, 허리, 엉덩이, 허벅지 부위의 굴곡형상을 측정하였다. 측정된 굴곡형상은 객실의자의 형상을 결정하기 위한 기본 자료로서, 인체치수의 percentile에 의한 치수의 개념보다는 인체굴곡의 비례적 형상(비례에 의한 R값의 도출)을 객실의자의 설계에 반영되도록 하였다.

### 3-5. 객실의자의 형태분석

객실의자는 승객의 신체와 직접 접하는

부위로서 안락도에 영향을 미칠 뿐만 아니라 좌판과 등판의 굴곡형태 및 기능에 따라 Pitch 결정에 영향을 미치며, 형태(Type)에 따라 제반 설계요소들이 변화하게 된다. 따라서 안락한 객실의자의 설계를 위해서는 객실의자의 형태를 비교분석하여, 승객의 안락도를 향상시킬 수 있는 형태를 결정하고, 이미 행해진 승객의 행동분석과 자세분석을 연계, 분석함으로써, 객실내 승객의 최적자세와 승객행동의 안락도를 보장하도록 설계가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 승객이 행할 수 있는 여러 가지 행동에 대한 등판의 각도, 좌판의 각도, 등판과 좌판사이의 각도를 문헌조사를 통하여 수집하여 그 내용을 표 5에 요약하였다(Diffrient, 1981; Grandjean, 1980; Chaffin, 1984; Zacharkov, 1988).

표 5에 나타난 바와 같이, 사무, 휴식과 같은 행동에서는 등판과 좌판사이의 각도가 95°-110°의 범위로 제안되어 있으나 열차 내에서 빈도수가 적은 사무작업을 제외하면

표 5. 제안된 행동별 객실의자의 각도

자세\행동	사 무	기본자세	휴 식
등판각도	95°-105°	103°-130°	120°-134°
좌판각도	9°-7°	14°-24°	23°-26°
등판-좌판각도	95°-105°	105°-110°	101°-110°

등판과 좌판사이의 각도는 105°-110° 정도

표 6. 객실의자 형태의 비교

		Fixed Angle Seat	Fixed Seatpan Seat
사 독 신 대 영 화 수	장 점	큰 차이없음	
		상체의 안정성 확보 고른 체압분포	편안한 자세 확보
		허리 받침의 역할증대	—
	단 점	착석, 이석시 불편	엉덩이의 미끄러짐에 따른 객실 의자 접촉부위의 불편함 증대
		발받침대가 필수적	

표 6에 나타난 바와 같이 Fixed Seatpan 형태의 의자는 사무작업과 같이 등판이 곧게 서있는 경우에는 승객의 안락도를 유지시켜 줄 수 있으나, 등판을 뒤로 젖혔을 경우 등판과 좌판 사이각의 증가에 따라 엉덩이가 미끄러짐으로써, 허벅지 부위로 체중이 집중되어 피의 순환이 용이하지 않아 국소빈혈 증상이 나타날 수 있으며, 허리가 허리받침(Lumbar Support)으로부터 떨어져 요추부위의 불편함을 가중시키는 결과를 가져온다. 이에 반해 Fixed Angle 형태의 의자는 등판을 뒤로 젖혔을 경우 좌판의 각도 또한 변화하여 항상 등판과 좌판의 각도를 일정하게 유지시켜 주므로, 엉덩이의 미끄러짐을 방지하고 객실 의자와 승객 신체의 접촉부위를 증가시켜 체중을 등판과 좌판에 고르게 분산시킴으로써, 고른 체압분포를 유지할 수 있는 장점이 있다. 더불어, 허리받침의 기능이 더욱 강조되어 승객의 척추굴곡을 적절히 유지시켜 허리의 부하를 감소시키며, 그 결과 승객의 안락도를 증가시킬 수 있다. 이상과 같은 분

에서 대부분의 행동에 대한 편안한 자세를 유지시킬 수 있다. 따라서 등판의 각도를 고정시키고 의자전체를 짓히는 방식의 의자형태(Fixed Angle)가 요구된다. 이러한 형태의 의자와 일반적인 객실의자 형태인 좌판의 각도가 고정된 형태에서 등판만이 움직이는 의자형태(Fixed Seatpan)의 장단점을 인간공학 적 측면에서 비교하면 표 6과 같이 요약할 수 있다.

석결과에 따라, 본 연구에서는 객실의자의 형태를 좌판과 등판의 각도가 110°로 고정된 Fixed Angle 형태로 채택하여 설계제원 결정의 기초로 사용하였다.

#### IV. 설계요소간 연관관계 및 조절부위 선정

객실의자 각 설계요소의 제원은 앞서 제시된 요소들이 안락도에 미치는 영향을 고려하여 결정되어야 한다. 그러나 이들 설계요소의 제원이 안락도에 미치는 영향은 서로 독립적이 아니라 상호 연관성을 지니고 있으므로, 제원을 결정하기 위해 요소들간의 연관관계가 우선 파악되어야 한다.

##### 4-1. 설계요소간 연관관계

설계요소들 간에는 연관성이 있어 한 설계요소의 변동이 다른 설계요소의 제원 결

정에 영향을 미치게 된다. 이러한 연관관계는 타 설계요소의 제원이 결정된 후에 이에 의거하여 정해질 수 있는 선후관계, 다른 설계요소와 동시에 고려되어 결정되어야 하는 대등관계, 한 설계요소의 제원이 다른 설계요소의 제원범위 이내에 국한되는 제한관계

등이 있으며, 이러한 연관관계 분석을 토대로 그림 4와 같은 각 설계요소간의 연관도를 도출하였다. 그림 4에 나타나지 않은 설계요소들은 타 요소들과의 연관성이 적어 독립적으로 제원을 결정할수 있거나, 다른 설계요소에 영향을 주지 않는 것들이다.

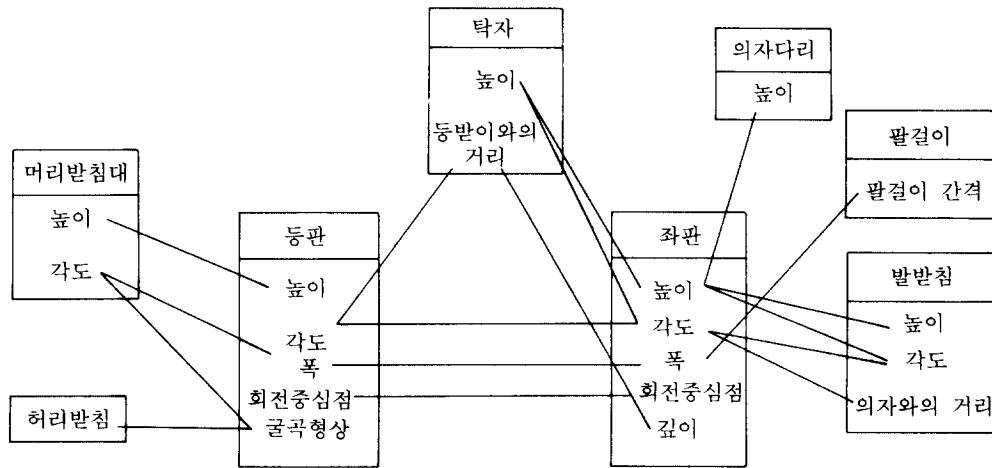


그림 4. 설계요소들간의 상관관계

#### 4-2. 설계요소 제원결정의 선후관계

각 설계요소의 제원을 결정하기 위하여 그림 4의 설계요소간 연관관계로 부터 제원결정의 선후관계를 도출하여 그림 5에 나타내었다. 각 화살표 우측의 항목은 좌측의 연관된 설계요소들의 제원이 결정된 후에 정해질수 있는 요소임을 의미하며, 첫번째 좌측열의 항목들은 타 설계요소로 부터 영향을 받지 않아 독립적으로 제원을 결정할수 있으나 자신의 제원은 다른 요소의 제원에 영향을 미치는 요소들을 나타낸다.

#### 4-3. 가변도 및 민감도 분석에 의한 조절부위 선정

가장 안락한 객실의자는 모든 승객의 체형

및 자세에 적합하게 조절할 수 있는 것이나, 제작비용 및 조작의 어려움 등을 고려할때 대부분의 설계요소는 승객들이 안락함을 느낄수 있는 제원으로 고정시키고 조절가능한 부위의 수를 최소화 하는 것이 바람직하다. 조절가능한 부위로 설계되어야할 요소로는 대상 승객의 인체치수의 범위, 즉 가변도(Anthropometric Variability)가 커서 고정된 제원으로는 대부분의 승객에게 안락감을 제공할수 없는 경우와, 가변도는 작지만 작은 제원의 변화에도 승객이 느끼는 안락도의 차이가 큰, 즉 민감도(Comfort Sensitivity)가 큰 경우이다. 따라서 조절부위의 선정을 위해서 인체측정자료의 가변도와 민감도에 대한 분석이 수행되었다. 표 7과 표 8은 가변도와 민감도 분석을 통해 선정된 조절대상 부위들로서, 이들중 조작성 및 제작비용 등을 고려하여

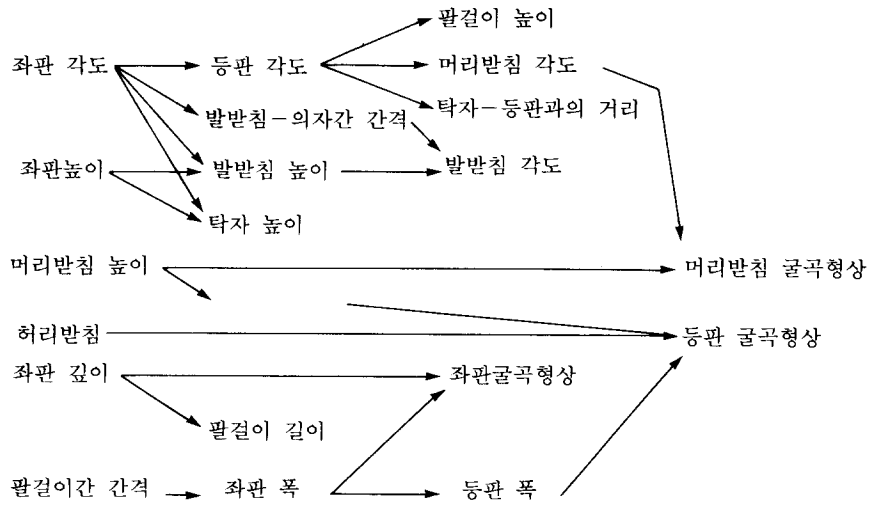


그림 5. 설계요소들간의 선후도

조절부위를 결정하여야 한다. 표 7과 표 8에 나타난 바와 같이 머리받침의 각도와 머리받침의 높이는 가변도와 민감도가 큰 설계 요소로서, 두가지 측면에서 모두 조절대상으로 선정되었다.

표 7. 가변도(Variability)에 따른 조절대상 설계요소의 선정

설계요소	관련 인체측정자료	범위
등판 각도	자세에 따른 엉덩이 각도	95° - 134°
좌관 각도	자세에 따른 엉덩이 각도	0° - 26°
머리받침 각도	자세에 따른 목 각도	0° - 30°
머리받침 높이	앉은 눈높이	692 - 849mm
팔걸이 높이	앉은 팔꿈치 높이	210 - 311mm
팔걸이간 간격	몸통 너비	368 - 475mm

표 8. 민감도(Sensitivity)에 따른 조절대상 설계요소의 선정

설계요소	관련 인체측정자료	범위
머리받침 높이	앉은 눈높이	692 - 849mm
허리받침	앉은 배꼽높이	177 - 243mm
머리받침 각도	자세에 따른 목 각도	0 - 30°
발받침 높이	마루 - 대퇴밑 높이	318 - 412mm
탁자 - 의자간 간격	배꼽수준두께	142 - 196mm



## V. Prototype 제작

파악된 고려요소와 요소간 연관관계를 토대로 각 설계요소의 제원과 의자 굴곡형상을 결정하여 객실의자의 Prototype을 제작하였다.

### 5-1. Prototype의 제원 결정

Prototype의 제원은 설계요소간 선후관계도로부터 나타난 결정 우선순위에 의하여 순차적으로 결정하였으며, 관련 인체측정자료와 자세분석을 통해 추출한 관절각을 고려하여 승객이 안락한 자세를 유지할수 있도록 하였다. 그러나 인체측정치수들은 옷을 입지않고 고정된 자세에서 측정한 값들이므로 실제 상황에 적합하도록 구두높이, 엉덩이의 밀림등과 같은 실제상황을 반영하였으며, 기존 연구의 추천범위, 현행 교통수단의 현장조사에 의한 기존 객실의자의 제원 등을 고려하여 기본제원을 결정하였다. 본 연구에서는 제작비용 및 편의성 등을 고려하여 Fixed Angle형태로 좌판과 등판의 각도만 조절되고 기타 부위는 고정제원으로 설계하였다. 결정된 Prototype의 설계제원은 표 9와 같다.

### 5-2. Prototype 굴곡형상의 결정

실제 측정된 인체굴곡형태를 토대로 신체와 접하는 좌판과 등판, 머리받침의 굴곡형상을 결정하였다. 의자의 굴곡에 의한 안락도는 작은 사람을 감싸줌으로서 느끼는 안락함보다는 좁거나 돌출되어 느끼는 불편함이 크므로 전체 대상 승객의 불편함을 최소화하기 위하여 95 percentile 남자의 측정된 인체굴곡형태를 기준으로 행동 및 자세의 여유율을 고려하여 결정하였다.

### 5-3. 설계원칙의 요약

본 연구에서 객실의자의 설계를 위하여 고려된 설계원칙들을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 인체굴곡 형상을 고려한 고른 체압분포 및 요추의 lordosis 유지
- (2) 승객의 행동 및 자세분석을 통하여 심리적, 기능적 불만의 최소화
- (3) 여자 5 percentile부터 남자 95 percentile까지의 인체치수 고려
- (4) 특정 인체치수 승객의 만족 최대화

표 9. 객실의자 Prototype의 설계제원

(단위 mm)

의자설계요소		제 원	비 고
좌 판	각도	0° - 14°	조절가능
	높 이	370	
	깊 이	450	*
	폭	최대 650	
등 판	각 도	110° - 124°	조절가능
	길 이	850	*
	폭	최대 650	
머리받침	각 도	20°	*
팔 걸 이	길 이	410	*
	폭	88	*
	높 이	230	*

\* : 실험평가 후에 설계제원이 수정된 항목

다는 전체 대상승객의 불편을 최소화

(5) Fixed Angle 형태를 기준으로 등판-좌판 사이의 최적 각도 유지

(6) 여유자세(Relaxed posture)의 안락도 중시-객실내 승객행동분포의 조사결과 대부분의 승객이 독서 또는 대화를 행하는 것으로 파악되어 독서 또는 대화의 자세인 여유자세의 안락도 제고를 원칙으로 하였다.

(7) 1등석과 2등석의 차등 설계개념-1등석의자는 최대의 안락도를 만족시키고 고급감과 여유있는 느낌을 제공할 수 있도록 하였으며, 2등석은 불편함을 느끼지 않는 최소한의 제원을 만족시키며 단순하고 세련된 이미지를 원칙으로 설계하였다.

(8) 고정제원(Fixed dimension) 기준-가변도 및 민감도 분석을 통하여 조절 대상부위를 추출하였으나 본 연구에서는 제작비용등을 고려하여 고정제원을 기준으로 설계하였다.

## VI. Prototype의 평가

제작된 Prototype에 대해 실제 착석시 느끼는 안락도를 적절히 평가하기 위해서는 먼저 실험을 통해 평가하고, 평가내용을 반영한 Prototype의 수정, 재평가의 과정을 반복 수행하여 최종 객실의자의 설계안을 도출하여야 한다(Cushman and Rosenberg, 1991).

제작된 Prototype의 평가를 위하여 의자 각 설계요소의 제원이 조절가능한 실험용 의자를 제작하였으며, 이 실험용의자의 형태 및 제원은 그림 6과 같다. 실험용 의자위에 인체 굴곡형상을 고려하여 스타이로폼을 이용하여 제작된 Prototype의자를 설치하여 평가를 수행하였다.

평가는 대상승객층의 인체치수를 대표할수 있는 여자 5 percentile부터 남자 95 percentile에 해당하는 다양한 인체치수의 평가자들이 Prototype에 대한 안락도 및 개선사항을 설문조사 기법을 이용하여 평가하도록 하였

다. 설문은 평가자가 의자의 각 부위별 설계 요소에 대해 개별적으로 안락도를 평가하는 방법인 Seat Feature Checklist를 사용하였으며, 부위별 안락도를 Likert의 5단계 평가기법(Likert Rating Scale)을 이용하여 평가할수 있도록 작성되었다(Zacharkov, 1988). 평가자는 Prototype에 앉아 표 3에 제시된 각 행동을 수행하면서 의자의 각 부위에 대한 안락도를 '매우 편하다, 편하다, 그저그렇다, 불편하다, 매우 불편하다'의 5단계로 나누어 평가하도록 한 후, 평가자들의 의견 및 개선사항등을 기록하였다.

설문평가를 통해 Prototype의 문제점을 파악하고 이를 토대로 개선된 Prototype의 설계안을 수립하였다. 평가과정에서 제기된 문제점은 설계요소별로 분류하여 공통적인 의견과 상반되는 의견으로 분류하였다. 공통적으로 제기된 문제점에 대해서는 Prototype의 제원과 평가자들의 인체측정치를 비교하고 원인을 파악하여 제원을 조정하였다. 평가자들간에 상반되게 나타난 의견에 대해서는 인체측정치의 차이에 의한 것과 개인적 성향에 따른 것으로 분류하여, 인체측정치에 의한 차이는 불편함을 줄이는 방향으로 조정하였으며, 개인적 성향의 차이는 다수의 의견을 중시하여 반영하였다. 예를 들어 등받침의 굴곡을 크게하여 감싸주는 느낌을 선호하는 경우와 굴곡을 작게하여 행동의 제약이 적은것을 선호하는 상반되는 견해가 나타났으나, 이 경우 큰 인체치수의 승객행동에 불편을 주지 않는 범위에서 감싸주는 느낌을 주도록 설계하여 전체승객의 불편을 줄이면서 선호도를 반영하도록 하였다. 이와 같은 Prototype제작, 평가, 수정과정을 총 4회 반복수행하여 최종 객실의자의 설계안을 도출하였다.

본 연구에서 제작된 Prototype은 Fixed Angle형태로 좌판과 등판의 각도만 조절되고 기타 부위는 고정제원으로 제작되었다. 이는 제한된 제작비용등의 조건하에서 안락도를 최대화할 수 있는 설계를 제시하기 위한 것

이며, 표 7과 표 8에 제시된 바와 의해 조절부위의 대상을 늘림으로써 승객의 만족도를 보다 제고시킬 수 있을 것이다. 추후 조절가능한 의자의 제작을 위해서 선정된 조절부위의 조절범위를 표 10에 제시하였다.

표 10. 조절부위의 범위

조절부위	조절범위
머리받침 높이	600mm - 800mm
머리받침 각도	0° - 24°
좌판 각도	0° - 14°
등판 각도	90° - 114°
허리받침 높이	120mm - 230mm

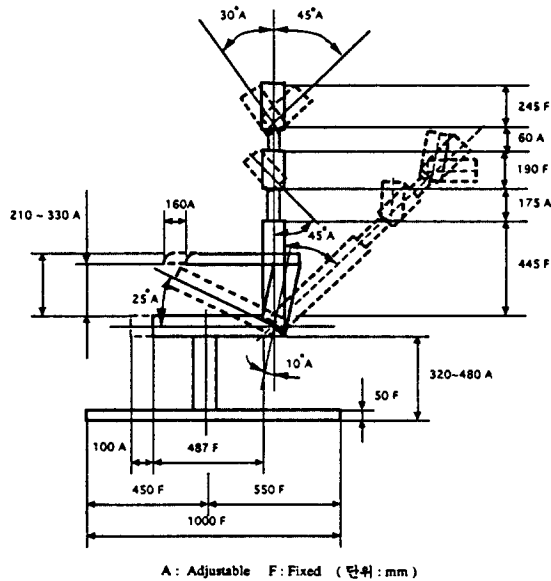


그림 6. 실험용의자의 제원

### VII. 객실의자의 설계안

본 연구에서는 총 4회의 Prototype 제작, 평가, 수정 과정을 거쳐 최적 객실의자 설계안을 도출하였으며 이로부터 고속전철 1등석과 2등석의 객실의자 설계안을 제시하였다.

최종 제안된 1,2등석 객실의자의 제원 및 곡곡형상과 제작된 객실의자의 Prototype은 그림 7,8,9와 같다. 그림 8과 그림 9의 (a)에서 실선은 객실의자의 측면 형태를 나타내며, 점선으로 나타난 형상은 머리받침의 중앙부의 단면형태이다.

1등석과 2등석의 객실의자는 기본 설계개념을 차등화하여 승객의 객실에 대한 인지도를 차별화하도록 하였다. 1등석 객실의자의 경우 안락한 여행을 위하여 요구되는 조건을 최대한 만족시킬 수 있도록 제원을 결정하였으며, 고급스럽고 여유있는 느낌을 주기위해 머리받침과 등받이의 형태를 2등석에 비해 크고 부피감있게 디자인 하였다. 2등석의 경우 불편함을 느끼지 않는 최소한의 기능과 요구제원을 만족시켜 안락감을 저해하지 않

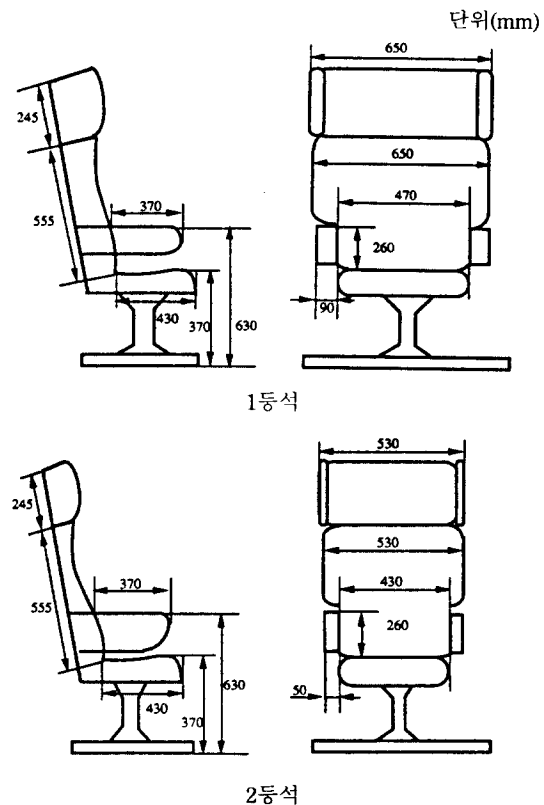
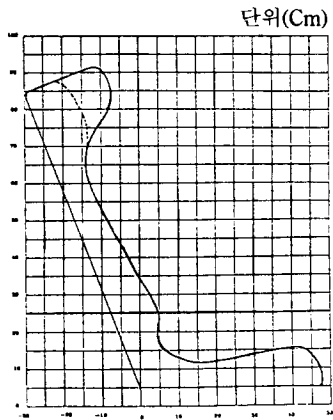
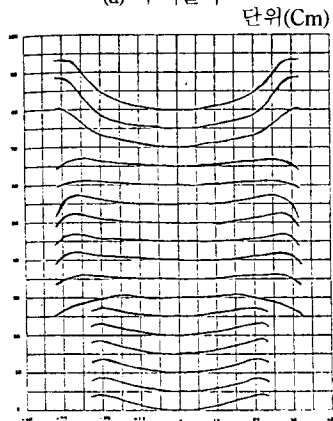


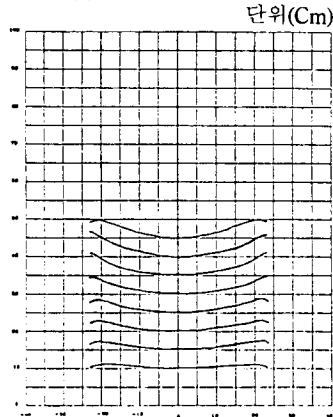
그림 7. 1등석, 2등석 객실의자의 제원



(a) 수직굴곡

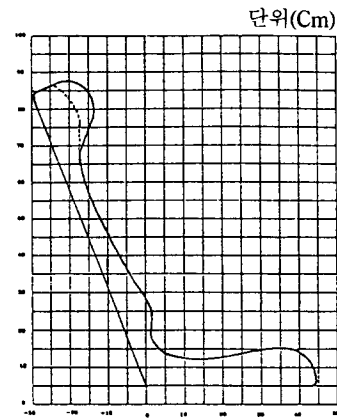


(b) 등판의 수평굴곡

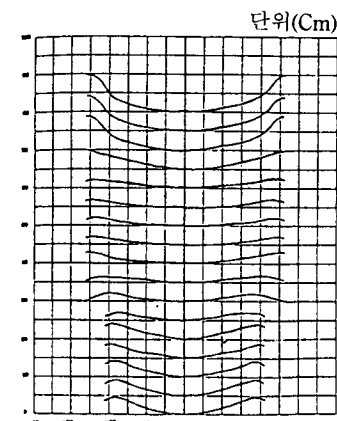


(c) 좌판의 수평굴곡

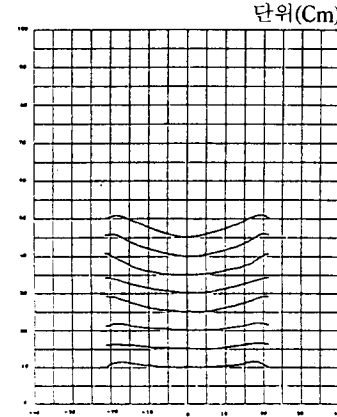
그림 8. 1등석 객실의자의 굴곡형상  
(- · - · - : 머리받침 중앙부의 굴곡)



(a) 수직굴곡



(b) 등판의 수평굴곡



(c) 좌판의 수평굴곡

그림 9. 2등석 객실의자의 굴곡형상  
(- · - · - : 머리받침 중앙부의 굴곡)

는 범위에서 경제성을 추구하였으며, 1등석에 비해 단순하고 세련된 이미지를 갖도록 디자인 하였다.

본 연구를 통해 제작된 고속전철 객실의사의 부위별 형태는 그림 10과 같으며, 각 부위의 특성 및 기능을 요약하면 다음과 같다.

(1) 좌판은 엉덩이와 허벅지의 굴곡형태를 반영하여 신체하중이 고르게 분산되도록 하였으며 엉덩이의 밀림을 최대한 방지하고 다리의 움직임을 제한하지 않도록 설계되었다(그림 10.a 원내부분 참조).

(2) 등판의 굴곡은 척추의 굴곡형상을 유지하면서 접촉면적을 최대로 할 수 있도록 설계하였으며, 어깨와 상지의 움직임에 제약이 없도록 하였다(그림 10.b 원내부분 참조).

(3) 머리받침은 안정감을 제공하고 감싸주는 느낌을 줄 수 있도록 제작하였다(그림 10.c 원내부분 참조).

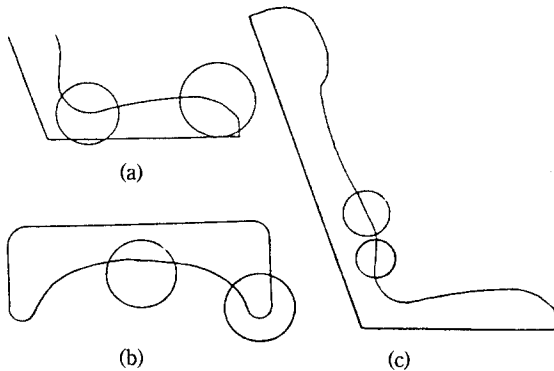


그림 10. 제작된 객실의사의 부위별 형태  
(○ : 객실의사의 특징이 강조된 부분)

### VIII. 결 론

본 연구에서 제안된 접근방법은 승객 안락도에 영향을 미치는 요인들과 이들의 유기적 관계를 파악함으로써 최적의 객실의자를 설계하는 것을 목표하였다. 또한 인간공학적 이론 및 체계적 접근방법을 통하여 객

실의자 설계의 기본 원칙을 제시하였으며, 한국인 인체측정자료의 분석을 기준으로 한국인 체형에 적합한 객실의사의 제원을 도출하였고, 이론적 근거 및 실험을 통하여 승객의 안락도를 최대화할 수 있는 객실의자를 설계하였다.

본 연구에서 제시된 객실의자 설계의 체계적 접근방식은 선진국으로부터 기술을 도입하여 건설되는 고속전철의 상황에서 그들의 설계제원화 과정을 파악하고, 구체적인 설계사양을 결정함에 있어 한국인에 적합하지 않은 설계요소를 수정하여 합리적으로 설계제원을 확정할수 있는 근거로 사용될수 있을 것이다. 또한 고속전철 뿐만 아니라 기타 대중교통수단에도 적용하여 안락한 객실의자의 설계의 기준으로 사용되어질수 있을 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 공업진흥청, 국민표준체위 조사보고서, 1986.
- [2] Chaffin, D.B. and Andersson, G.B., Occupational Biomechanics, John Wiley & Sons, New York, 1984.
- [3] Corlett, E.N. and Bishop, R.P., "A technique for assessing postural discomfort", Ergonomics, Vol.19, pp.175-182, 1976.
- [4] Corlett, E.N. and Manenica, I., "The effect and measurement of working postures", Applied Ergonomics, Vol.11, No.1 pp.7-16, 1980.
- [5] Cushman, W.H. and Rosenberg, D.J., Human Factors in Product Design, Elsevier, 1991.
- [6] Diffrient, N., Tilley, A.R. and Harman, D., Humanscale, The MIT Press, Mass, 1981.

- [7] Drury, C.G. and Coury, B.G., "A methodology for chair evaluation", *Applied Ergonomics*, Vol.13, pp.195-202, 1982.
- [8] Floyd, W.F. and Roberts, D.F., "Anatomical and physiological principles in chair and table design", *Ergonomics*, Vol.2, 1958.
- [9] Grandjean, E., *Fitting the task to the man*, Taylor & Francis Ltd, 1980.
- [10] Holden, J.M and Fernie, G. "Specifications for a mass producible static lounge chair for the elderly", *Applied Ergonomics*, Vol.20, No.1, pp.39-45, 1989.
- [11] Levis, J.A., "The seated bus passenger - A review", *Applied Ergonomics*, Vol.9, 1978.
- [12] Orbone, D. J., and Levis, J. A., *Human Factors in Transport Research*, Vol.1,2, Academic Press, 1980.
- [13] Roebuck, J.A., Kroemer, K.H.E, and Thomson, W.G., *Engineering Anthropometry Method*, John Wiley & Sons, 1975.
- [14] Zacharkov, D., *Posture : Sitting, Standing, Chair Design & Exercises*, Charies & Toms Publisher, 1988.
-