

## 차량의 변속형태에 의한 페달 위치에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석 연구

### Comparison of Driving Posture and Sensibility Differences between Transmission Modes and the Position of Pedals

전용욱\* · 차두원\* · 박 범\*\*

Yong-Wook Jeon\* · Doo-Won Cha\* · Poem Park\*\*

\*Department of Industrial Engineering, Ajou University.

\*\* Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Ajou University

**Abstract:** As a part of HMS(Human-Machine System), the car is very important thing in common life. It is also a significant part to study on the controllers of car that is intensively related with all sensibilities during driving. There are lots of controllers on seating buck of the car. However, there are few study on the sensibility analysis of them. Most of all, the foot controller could be easily overlooked because it could be invisible. This study was based on relationship that the controllers fitted to the driving posture in the drivers' sensibility difference of two transmission modes, automatic and manual transmission. The results show the driver's preference driving posture and sensibility in two kinds of transmission cars. Consequently, it should be designed the seating buck for two different types respectively to be taken comfort driving posture and improve the safety for drivers. Also, it could reduce the fatigue and discomfort in the task of driving. The design of the controllers strongly effects on the drivers' response time. Hereby this study was accessed to the sensibility of Korean with analyzing the relationship, quantitative data, and sensibility difference between two kinds of transmission cars.

**Key word:** pedal, transmission, sensibility, driving posture

**요약:** 자동차 제어장치의 연구는 운전자와 동승자의 생명과 자동차의 승차에서 느낄 수 있는 승차감이나 피로감 등 운전에서 오는 모든 감성과 밀접하게 연계되어 있다. 특히, 발 제어장치의 조작은 눈으로 쉽게 볼 수 없기 때문에 간과하기 쉬운 부분이나 차량의 제어와 연계된 결정적인 제어장치이다. 본 연구는 수동변속(M/T)차량과 자동변속(A/T)차량의 발조작 제어장치의 상이함에 따른 운전자세 비교 및 제어장치들의 연관성을 바탕으로 보다 객관적인 운전자의 감성 및 오감에 맞는 데이터 분석에 기반을 두었다. 두 종류의 차량간의 정량적 데이터 및 감성적 비교를 분석하고, 서로 연관성을 분석함으로써 한국인 운전자의 감성에 접근하고자 하였다. 본 연구의 결과 M/T(Manual Transmission) 차량과 A/T(Automatic Transmission) 차량간의 운전자의 선호 각도 및 거리가 다르게 나타났으며 운전자가 느끼는 감성도 유의한 차이가 발견되어, 두 차량간의 설계 시 각각 다른 운전석을 설계해야 한다는 결과가 도출되었다.

**주요어:** 페달, 변속, 감성, 운전자세

\* 아주대학교 산업공학과 대학원

E-mail: jyw0673@orgio.net, its@humanfactors.co.kr

\*\* 아주대학교 산업공학과 부교수

E-mail: ppark@madang.ajou.ac.kr

## 1. 서 론

차량을 변속형태에 따라 분류를 한다면, 클러치를 밟기 위해 두발을 모두 사용하는 M/T 차량과 클러치를 사용하지 않는 A/T 차량으로 나눌 수 있다. 그러나, 운전석의 설계 시 두 차량의 발조작 제어장치의 많은 상이함에도 불구하고, 현재 생산되고 있는 차량들은 설계 면에서 두 차량의 차이를 거의 고려하고 있지 않은 실정이며, M/T 차량의 경우 A/T 차량과는 달리 clutch 페달에 있어서 운전자의 운전자세에 많은 변화를 요구한다. 또한, M/T 차량을 운전할 경우 수동 변속기를 사용하면 자동 변속기일 때에 비하여 제어동작이 많아진다. 이에 조작 장치의 증가로 인한 운전자의 심리 상태에서도 많은 차이를 나타낸다는 것은 기정 사실이다. 특히, 차량의 정체상황에서처럼 제어동작의 실행 요구량이 많아지면 정신적 스트레스가 증가할 수 있다. Zeier(1979)는 스위스 Zurich에서, 두 변속기를 사용하여 14km를 주행하는 운전자에 대하여, 운전 과업중과 그 후의 몇 가지 생리적 척도를 조사하였다. 연구결과에 따르면, 두 가지 변속기 사용에 따라서 아드레날린 분비속도, SCR(Skin Conductance Activity), 심박수와 심박수의 변동에 상당한 차이가 있었다. 수동 변속기를 사용하여 운전하면 교감 신경계통이 크게 활성화되는데, 이는 스트레스 수준이 높음을 반영하는 것이라는 결론을 내렸다. 자동 변속기를 사용하여 스트레스가 감소하면, 운전자가 교통 상황에 더욱 집중할 수 있기 때문에, 결과적으로 귀중한 건강과 안전을 개선하는 것이라 밝혔다[11].

현재 국내에서 생산되는 대부분의 자동차들은 외국 자동차 표준에 기반을 두고 있는 실정이며, 한국인의 체형과 감성에 상이한 부분이 많다. 특히, 본 연구의 주요 대상인 페달의 경우도 미국 자동차 표준인 SAE(Society of Automotive Engineers)의 규격을 따르고 있다. SAE에서는 95 백분위수의 마네킹을 대상으로 표준규격을 제시하고 있으나 한국체형과는 상이하다. 따라서, 자동차를 제어하기 위해서는 운전자의 신체적 특성이나 오감특성에 맞는 제어장치의 연구가 선행되어야 한다.

자동차 제어장치는 운전자와 동승자의 생명과 자동

차의 주행에서 느낄 수 있는 모든 감성(感性) 및 감각(感覺)과 밀접하게 연계되어있다. 또, 각각의 관절들은 서로 독립적으로 운전자세에 미치는 것이 아니라 서로 연관성을 가지고 있다. 따라서, seating buck의 설계 시 제어장치들과 서로 긴밀한 연관성을 가지고 설계해야 보다 인간에 맞는 감성공학에 접근하는 설계가 이루어질 것이다. 올바른 시트 위치와 제어장치의 연구는 운전자의 전체적 반응시간에 중대한 영향을 행사할 것이다. 즉, 운전하는 동안 브레이킹 거리나 dash board에 위치한 여러 주변 제어장치들의 작동시간에 영향을 줄 것이다. 이에 본 연구는 M/T 차량과 A/T 차량과의 운전자세 비교 및 차량에 따른 감성형용사를 비교·분석하였으며, 정준상관관계분석(Canonical Correlation Analysis)을 통한 한국 운전자의 신체특성에 맞는 각 관절각도와 발조작 제어장치간의 관계를 규명하였다.

## 2. 피험자

M/T 차량과 A/T 차량의 운전자세 비교 및 페달의 감성차이분석 실험에 참여한 피험자들은 운전면허 소지자로서 남자 대학생 및 대학원생으로 구성되었으며, M/T 차량 15명(평균: 27.7세, 표준편차: 2.3, 연령범위 25~34세), A/T 차량 13명(평균: 27.5세, 표준편차: 2.6, 연령범위: 23~34세)을 대상으로 하였다. 피험자 중 11명은 M/T 차량 및 A/T 차량의 측정 실험에 모두 참여하였다.

운전자의 각 관절각도와 발조작 제어장치간의 관계 규명을 위하여 참여한 피험자는 남자 대학생 및 대학원생 20명이었으나 이 중 2명의 데이터는 측정 데이터 오류 등으로 18명의 데이터만 분석하였다(평균연령: 27.1세, 표준편차: 1.9, 연령범위: 23~32세). 피험자들은 운전면허증을 모두 소지하고 있으며, 평균 운전경력은 3.2년(표준편차: 2.6)이었다. 피험자들은 모두 과거에 다리 관절 및 타 관절에 부상경험이 없었으며, 피험자들 중 6명은 한국남성의 인체치수 데이터의 95 백분위수 이상의 신장이었으며, 나머지 12명은 50 백분위수 이상이었다[3].

### 3. 실험의 구성

#### 3.1 측정 시스템의 구성

M/T 차량과 A/T 차량의 운전자세 비교 및 감성차이 분석 실험을 위하여 D사의 중형 L차량 두 대(M/T, A/T)를 이용하였으며, 운전자의 각 관절각도와 발조작 제어장치간의 연구를 위하여 cabin으로만 구성된 시스템에 steering wheel과 가변형 페달을 장착한 H사의 중형승용차를 사용하였다. Martin식 인체측정기를 사용하여 피험자의 인체측정을 하였으며, 피험자의 각 관절각도를 측정하기 위해 3차원 동작 분석기인 Motion Tracking Sensor(Fastrak™)가 사용되었다. Motion Tracking Sensor는 3차원상의 공간좌표를 Transmission을 중심으로 'Receiver'로부터 각 위치의 X, Y, Z 축의 좌표를 얻을 수 있으며, 수집된 데이터를 수학적 계산을 통해 관절 각도를 산출하였다. Fig. 1은 Motion Tracking Sensor를 이용하여 데이터를 수집하는 장면을 보여준다.



Fig. 1. Data acquisition shot

#### 3.2 가변형 페달 제시기

본 연구에서 사용된 차량 실험시스템은 페달에 대한 운전자의 감성형용사 분석 및 운전자세 비교를 위하여 페달을 운전자 임의대로 위치와 각도 변경이 용이하도록 설계·개발되었다. 페달의 설계 변수는 페달을 밟을 때 느낄 수 있는 작동감으로 표현 할 수 있는 답력, 페달의 각도( $A_a$ ,  $A_b$ ), 전후( $L_a$ ,  $L_b$ ) 및 상하

( $V_a$ ,  $V_b$ )·좌우( $H_a$ ,  $H_b$ ) 위치로 선정하였다. Fig. 2는 변수의 표현 기준을 보여주고, 개발된 제시기에서 변경할 수 있는 변수의 크기를 Table 1에 표시하였다.

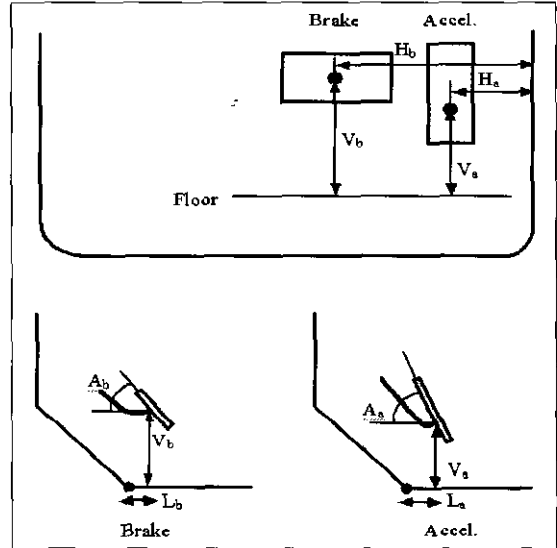


Fig. 2. Variables of convertible pedals

Table 1. Variable values of convertible pedal system

Variables	Accelerator	Brake pedal
H	3~21.5 cm	17.5~31.5 cm
V	5~25 cm	6~22 cm
L	-6~9 cm	-5~10 cm
A	0~90°	0~90°

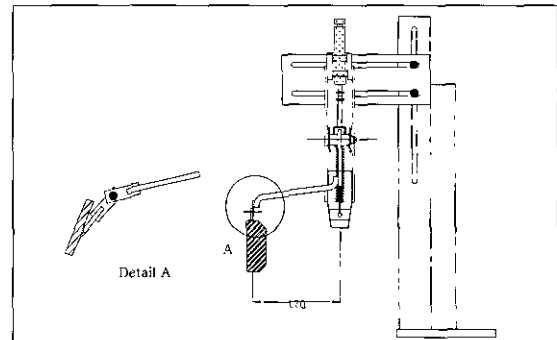
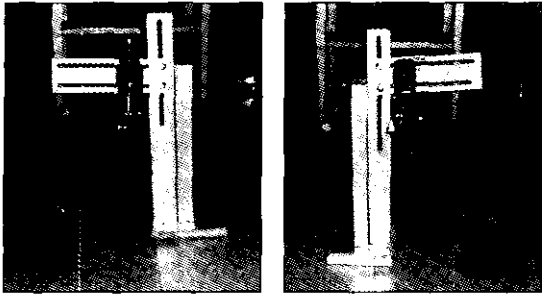


Fig. 3. Drawing of accelerator pedal system



(a) Accelerator pedal (b) Brake pedal

Fig. 4. Variable type pedal system

Table 2. Experimental conditions of peda

Pedal	Accelerator	Brake
Width (cm)	4.6	11.15
Length (cm)	15.2	6.15

Table 3. Experimental conditions of seat

시트	전후	높이
범위 (cm)	15.5	2

Fig. 3은 가변형 페달 시스템의 설계도를 보여주며, Fig. 4는 시스템의 실제 제작된 페달 시스템을 보여준다.

본 시스템에서 답력 조절은 유압실린더를 이용하여 조절할 수 있게 구성하였으며 위치나 각도 조절은 볼트 체결 시스템을 이용하여 조정한 후 고정할 수 있도록 설계되었다.

Table 2와 Table 3은 각각 실험에 사용된 페달의 치수와 운전석 시트의 작동범위를 나타내었다.

#### 4. 실험설계

##### 4.1 M/T 차량과 A/T 차량의 운전자세 측정

일반적으로 운전자가 시트를 보정할 때, 차량 정지 상태에서 시트를 맞춘 후, 주행 도중 운전자에 따라 시트를 조금씩 변화시키는 경우가 많다. 따라서, 본 연구는 실제적인 운전자의 운전자세의 파악을 위해 선행 연구들과는 달리 운전자세를 단순히 차량을 고정시킨 상태에서 운전자세를 측정하지 않고, 각 차량

에 대하여 10분 정도로 실제 도로 -90°이상의 회전과 30°이상의 굴곡이 있는 -주행 후 운전 자세를 측정함으로써 보다 현실적인 데이터 측정을 하였다.

##### 4.2 측정 변수 및 실험과정

피험자들에게 실험에 대해 충분히 설명한 후 실험 차량에 탑승시킨 다음, 피험자가 선호하는 운전자세와 페달의 위치, 거리 및 각도, 각 관절각도(shoulder, hip, knee) 등을 측정하였으며, 이러한 피험자들의 특성치를 이용하여 승용차 페달 및 시트와 운전자세간의 객관적이고 보편적인 관계를 규명하고자 하였다.

운전자세의 불편도를 평가하기 위해 신체의 각도들이 선택되었다. torso angle를 평가하기 위해 shoulder 및 hip angle 값이 측정되었고, 페달과 하지의 불편도를 측정하기 위해 knee angle을 측정하였다. 운전시의 발의 주관적 선호를 측정하기 위하여 페달의 위치 및 각도를 측정하였으며, 페달에 대한 감성평가를 실시하였다. 신체 각도 및 페달의 정량적 측정은 SAE handbook을 기반으로 측정하였다[10]. Fig. 5는 실험 과정을 나타내었다.

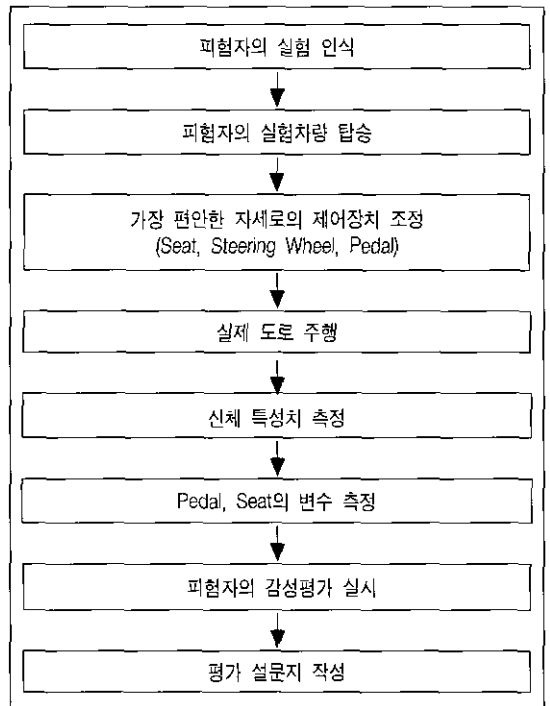


Fig. 5. Procedure of experiment

## 5. 결과 및 분석

### 5.1 페달에 대한 감성형용사 분석

선정된 감성형용사를 5단계의 평가척도로 SAS ver. 6.12를 사용하여 요인분석을 하였다. 최종 13개의 형용사로 집약시켰고, 4개의 대표형용사로 나타내어 결과를 Table 4에 명시하였다. Fig. 6은 M/T 및 A/T 차량의 페달에 대한 감성형용사를 SD 척도(Semantic Differential Method)로 나타낸 것을 보여준다.

Fig. 6을 보면, 감성형용사(편안하다, 안락하다, 여유롭다 등)에서 A/T 차량이 M/T 차량보다 높은 것으로 나타났는데, 이는 운전자들은 A/T 차량이 M/T 차량에 비하여 운전이라는 과업에 부담이 적다는 것을 알 수 있다. 또, '동적이다'에서는 M/T 차량이 높고, 사용성(단조롭다, 여유롭다 등)의 면에서는 A/T 차량이 높은 것으로 보아, 역동적인 차량은 두 발과 손을 사용하는 M/T 차량인 것을 알 수 있다.

Table 4. Adjectives about pedal

Factors	고유값	대표형용사	감성형용사
1	3.76	외관성	허전하다, 안락하다, 편안하다
2	3.21	사용성	단조롭다, 간편하다, 여유롭다, 조작감이있다, 불편하다
3	2.15	운전성	균형적이다, 피로하다, 속도감이 있다, 단순하다
4	1.43	역동성	동적이다

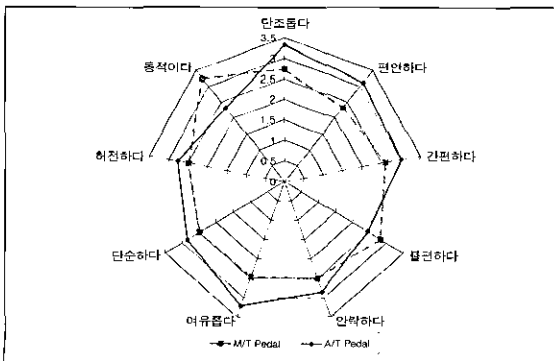


Fig. 6. SD of adjectives

### 5.2 M/T 및 A/T 차량의 운전자세 비교 및 분석

M/T 차량과 A/T 차량의 실험에 참여한 피험자들 간의 신체적 특성을 알아보기 위해 T-test를 실시해 본 결과 유의하지 않게 분석되었다( $p > 0.05$ ). M/T 차량과 A/T 차량간의 운전자세에서 공통된 부분은 hip angle과 knee angle이 타 연구와 마찬가지로 높은 상관성을 가졌다[7]. 브레이크 페달과 시트의 거리와 hip angle간의 관계는 거리가 증가할수록 hip angle는 줄어드는 경향을 나타내었고 steering wheel과 피험자간의 거리가 멀어질수록 무릎의 각도가 커짐을 알 수 있었다( $R^2 = 0.75$ ).

M/T 차량과 A/T 차량과의 운전자세 비교에서 차이는 차바닥과 앞시트의 높이, accelerator와 시트의 거리는 두 차량간에 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 또, 각 관절각도에서는 knee angle이 약  $9^\circ$ , hip angle은 약  $5^\circ$  정도 크게 나타났고, shoulder angle은 조금 줄어들었으며, steering wheel과 피험자의 거리는 약 10cm 정도 멀어짐을 알 수 있었다.

즉, A/T 차량이 M/T 차량보다 운전자들이 보다 편안히 느낀다는 것으로 생각할 수 있으며, 설문지를 통한 M/T 차량과 A/T 차량간의 피험자들이 느끼는 감성에서도 A/T 차량이 M/T 차량보다 편안함, 안락함 등을 느꼈다. Table 5는 본 연구 결과 변수들의 측정값을 범위로 나타내었다.

Table 5. Results of experiment

	M/T차량	A/T 차량
차바닥과 앞시트의 높이(cm)	26.3~30.6	28.7~34.3
Steering Wheel과 피험자간의 거리(cm)	31.8~44.6	41.4~52.7
어깨 각도(°) (Shoulder Angle)	19.1~58.9	17.0~46.6
엉덩이 각도(°) (Hip Angle)	101.3~150.8	96.6~131.9
무릎 각도(°) (Knee Angle)	71.5~121.4	100.5~121.7

### 5.3 정준상관관계분석(Canonical Correlation Analysis) 결과

본 실험은 M/T 차량 및 A/T의 정량적인 데이터를 SAS ver. 6.12를 사용하여 발 제어장치와 운전자세와의 관계를 규명하고자 하였다.

피험자가 실험 차량에 탑승한 후 시트 및 페달 등의 제어장치들을 피험자에게 맞도록 조절하고, 피험자가 편안하게 느끼는 상태에서 운전자와 제어장치들간의 거리(차바닥과 앞시트간의 높이(FSH), 차바닥과 뒤시트간의 높이(RSH), steering wheel과 피험자의 몸까지의 거리(SBD), accelerator와 시트와의 거리(ASD))와 운전자세각도(Shoulder(S), Hip(H), Knee(K))를 각각 Martin식 인체측정기와 Motion Tracking Sensor로 측정하였다.

독립변수의 집합(운전자세각도)과 종속변수의 집합(제어장치간의 거리)간의 관련성을 찾아내기 위해 정준상관관계분석을 실시하였다.

#### 5.3.1 M/T 차량

M/T 차량의 정준상관관계분석의 결과, 데이터들은 운전자의 각 관절각도간에 상관관계가 있을 뿐만 아니라 거리간의 서로 상관관계가 있으므로 정준상관관계분석이 타당하였다. M/T 차량 운전자의 각도와 각 거리간의 관련성을 설명하기 위해 정준식(equation... (1), (2))을 도출하였다.

$$U = 0.435 \cdot FSH + 0.829 \cdot RSH + 0.113 \cdot SBD - 0.060 \cdot ASD \quad \dots \text{equation (1)}$$

$$V = -0.044 \cdot S - 0.064 \cdot K + 0.094 \cdot H \quad \dots \text{equation (2)}$$

표준화된 계수에서는 차바닥과 뒤시트의 높이 및 knee angle이 가장 높은 것으로서 정준식을 설명하는 가장 중요한 변수임이 판명되었다. 측정된 거리 중에서, 차바닥과 뒤시트의 높이가 높은 자세는 accelerator와 시트와의 거리와 steering wheel과 몸까지의 거리가 상대적으로 낮아졌으며, 관절각도에서는 shoulder 및 knee angle이 낮아지면 hip angle이 커

진다는 것을 발견하였고, knee angle이 낮을수록 차바닥과 뒤시트의 높이가 커진다고 판명되었다. 즉, accelerator와 시트와의 거리, steering wheel과 몸까지의 거리가 줄어들수록 hip angle이 커진다고 나타났다. 결과적으로, 현재의 개념에서 서로 관계있는 변수들이 종속변수로는 차바닥과 앞시트의 높이와 독립변수로는 knee angle과 hip angle로 나타났다.

#### 5.3.2 A/T 차량

A/T 차량의 정준상관관계분석의 결과, M/T 차량과 같이 데이터들은 운전자의 각 관절각도간에 상관관계가 있을 뿐만 아니라 거리간의 서로 상관관계가 있으므로 정준상관관계분석의 실시가 타당하였다. 도출된 정준식(equation... (3), (4))은 A/T 차량 운전자의 각 관절각도와 각 거리간의 관련성을 나타내었다.

$$U = 0.449 \cdot FSH - 0.463 \cdot RSH + 0.121 \cdot SBD - 0.035 \cdot ASD \quad \dots \text{equation (3)}$$

$$V = 0.076 \cdot S + 0.120 \cdot K - 0.001 \cdot H \quad \dots \text{equation (4)}$$

분석결과, 표준화된 계수에서 차바닥과 앞시트의 높이 및 knee angle이 가장 높은 것으로 나타나 정준식을 설명하는 가장 중요한 변수임을 알 수 있다.

측정된 거리 중에서, 차바닥과 뒤시트의 높이가 높은 자세는 accelerator와 시트와의 거리와 steering wheel과 몸까지의 거리가 상대적으로 늘어났으며, 운전자세에서는 shoulder 및 knee angle이 커지면 hip angle이 작아진다는 것을 발견하였고, shoulder 및 knee angle이 높을수록 차바닥과 앞시트의 높이, accelerator와 시트와의 거리, steering wheel과 몸까지의 거리가 커진다는 것을 알 수 있었다. 이러한 의미에서 보면 서로간의 관계를 가장 잘 설명하는 중요한 변수로는, 종속변수로는 차바닥과 앞시트의 높이와 차바닥과 뒤시트의 높이 등이며 독립변수로는 shoulder angle과 knee angle임이 판명되었다.

#### 5.3.3 M/T와 A/T 차량의 비교

정준식을 가장 잘 설명하는 변수로는 M/T 차량에

서는 차바닥과 뒤시트의 높이와 knee angle임에 반하여 A/T 차량의 경우는 차바닥과 앞시트, knee angle로 나타났다. 또, 차바닥과 뒤시트가 높아질수록 M/T 차량에서는 accelerator와 시트의 거리, steering wheel과 몸까지의 거리가 멀어지는 반면, A/T 차량에서는 가까워지는 것으로 서로 상반되는 결과를 나타내었다. 이는 M/T 차량의 경우 피험자들이 clutch 페달을 밟아야 하기 때문에 운전석 안으로 보다 깊숙한 자세를 취하는 것으로 기인된다. 관절각도에서는 두 차량 모두 shoulder angle과 knee angle이 hip angle과 서로 상반되는 결과를 나타냈다. 그러나, 발 제어장치와 운전자세와의 관계를 가장 잘 규명하는 변수로는 두 차량 모두 차바닥과 앞시트의 높이였지만, 관절각도에서는 M/T 차량은 knee angle과 hip angle이었고, A/T 차량의 경우는 shoulder와 knee angle로 나타났다.

## 6. 결 론

본 연구는 운전자세와 각 제어장치간의 거리를 따로 분류하여 측정하지 않고, 서로간의 연관성을 바탕으로 운전자의 감성 및 오감에 맞는 운전자세 측정예 기반을 두었다. M/T 차량과 A/T 차량과의 주관적 선호 운전자세의 상이함을 비교하였고, 차량에 따른 감성형용사를 비교·분석하였으며, 정준상관관계분석을 통한 한국 운전자의 신체특성에 맞는 각 관절각도와 발조작 제어장치간의 연관성을 규명하였다. 본 연구의 결과, M/T 차량과 A/T 차량간의 운전자의 선호 각도 및 거리와 운전자가 느끼는 감성이 서로 다르게 나타났다. 즉, 두 차량간의 설계 시 각각 다른 seating buck을 설계해야 한다는 것이다. M/T 및 A/T 차량간의 발조작 제어장치의 상이함에도 불구하고 같은 설계 디자인은 인간의 감성에 맞지 않고, 인간을 기계에 맞추는(fit the man to the machine) 감성공학 및 인간공학을 접목시키지 않은 결과라 하겠다. 편안한 운전자세는 곧 운전자와 동승자의 안전한 운행을 의미하며, 운전이라는 직무를 가진 좁은 공간에서의 피로와 불편함을 줄일 수 있게 보다 안락하게 설계되어야 한다.

M/T 차량과 A/T 차량의 운전자세 비교 및 제어장치들의 연관성을 바탕으로 보다 객관적인 연구로서 생체신호 측정을 통한 운전 심리의 측정을 보다 가시적인 데이터로 나타내는 연구가 보완되어야 할 것이다. 자동차 기술의 발전, 자동차의 빠른 보급과 도로 환경의 발달은 도로를 주행하고 있는 자동차들의 속도를 증가시키고, 이에 따른 제동장치의 기술 발전에 발맞추어 페달의 감성공학적 설계 또한 자동차 연구에 있어서 중요한 변수로 지적할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 박성준, 강동석(1998), Ergonomic Human Model을 이용한 인간공학적 차량설계, 산업공학, 11-2, 125-137.
- [2] 이순요, 양선모(2000), 感性工學, 청문각.
- [3] 이영숙(1999), 제품설계를 위한 한국남성의 인체치수 데이터, 새봄출판사, 27~28.
- [4] 전용욱, 유승동, 박범(2000), 자동변속기차량과 수동변속기차량의 페달에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석, 한국감성과학회 춘계학술대회 논문집, 71-75.
- [5] 전용욱, 차두원, 유승동, 박범(2000), 가변적 페달제시기를 이용한 자동차 제어장치의 인간공학적인 연구, 대한산업공학회 추계학술대회.
- [6] 전용욱, 차두원, 박범의(2000), 가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 조작 특성에 관한 연구, 대한설비관리학회 논문지, 5-3, 69-79.
- [7] Judic, J. M., Cooper, J. A., Truchot, P., Effenterre, P. V., and Duchamp, R.(1993), More Objective for the Integration of Posture Comfort in Automotive Seat Design, SAE paper 930113, Society of Automotive Engineers.
- [8] Katja Nagel(1999), Comfort Evaluation as Ergonomic Tool with Application to Interior Concepts of Vehicles, SAE Technical Paper Series, 1999-01-1921.
- [9] P. A. Scott, P. D. Candler, and J.-C. Li.(1996), Stature and seat position as factors affecting fractionated response time in motor vehicle

- drivers, *Applied Ergonomics*, 27-6, 411-416.
- [10] SAE Handbook (1996), Vol. 9, Society of Automotive Engineers.
- [11] Sanders, Mark S. and McCormick, Ernest J.(1993), *Human factors in Engineering and Design*, 7th Edition, 710-713.
- [12] Weichenrieder, A. and Haldenwanger, H.(1985), The Best Function for the Seat of a Passenger Car, SAE paper 850484, Society of Automotive Engineers.
- [13] Zeier, H.(1979), Concurrent physiological activity of driver and passenger when driving with and without automatic transmission in heavy city traffic, *Ergonomics*, 20, 799-810.