

다양한 인체치수에 따른 산업차량의 핸들과 페달 위치에 관한 연구

최진봉* · 구락조* · 정명철** · 박 범**

*아주대학교 산업공학과

**아주대학교 산업정보시스템 공학부

A Study about Steering Wheel and Pedal Position of Industrial Vehicle by the Various Body Dimensions

Chin-Bong Choi* · Lock-Jo Koo* · Myung-Chul Jung** · Peom Park**

*Dept. of Industrial Engineering in Ajou Univ.

**Div. of Industrial and Information System Engineering in Ajou Univ.

This study determined the optimal positions of the movable steering wheel and pedal systems of industrial vehicle by various body dimensions. The position of objects and starting driving posture were measured by Martin-type anthropometer and goniometer. The X, Y and Z axis of movable steering wheel and pedal systems were measured horizon distance from right side to left side, horizon distance from front side to rear side and vertical distance from floor to ceiling. During the experiment in order to exclude learning effectiveness with forklift driving, 27 subjects who had male not experiences in driving a forklift used in the experiment. The relationship between the position of steering wheel and driver's posture with body dimensions was analyzed by using correlation relation and paired comparison t-test based on the measured data. The pedal location in X and Z axes was not related with various body dimensions. Also, the steering wheel was different among the angles of the right elbow and shoulder depending on the various body dimensions.

Keywords : Forklift, Seat Index Point, Convertible Steering Wheels, Convertible Pedals

1. 서 론

현대 산업 사회는 과학기술의 발달에 힘입어 인력에 의존하던 작업들이 기계화, 자동화되어 가고 있으며, 사람의 힘을 필요로 하는 작업들이 점점 사라져 가고 있는 실정이다. 대부분의 산업현장에서 제품의 선·하적 작업에는 더 이상 인력에 의존하기보다 단시간에 대량의 물건을 운반할 수 있는 산업차량이 널리 사용되고 있다. 이와 같이, 산업차량의 보급률이 증가하고 있지만, 그 이면에는 사고율 증가라는 문제점을 내포하고 있다. 산업차량의 사고율은 5대중 1대 꼴로 자동차 사

고율에 비해 월등히 높은 추세를 보이고 있다(포크인스 손해보험중개, 2005 ; 산업자원부, 2005).

이와 같이 산업차량의 사고율이 높은 이유는 여러 가지 있으나 그 중 하나가 산업차량 설계 시 인간-기계 시스템(Human-Machine Interface System : HMI System)을 인간공학적으로 충분히 고려하지 않았음에 기인한다. 구체적인 사례로 자동차의 운전석을 예로 들어보면 인간공학적 고려가 충분치 않은 인터페이스 설계로 인해 많은 사고들이 발생하고 있다(Godthelp et al., 1993). 또한, 교통사고의 주된 원인은 인간 행동이며, 90% 이상이 운전자에 의해 발생한다는 결과가 보고되어 있다

(Shinar, 1978 ; Gyi et al., 1999). 이와 같이 산업차량의 사고율이 높은 이유는 차량 설계 시 인간공학적이고 인지공학적 설계를 고려하기 보다는, 디자이너의 심미적 외관 위주 설계와 관련 공학 분야 설계자들의 기능적 설계를 기반으로 설계 및 제작되었기 때문이다(Van Cott, 1972 ; Wulff et al., 1999). 또한, 디자이너와 관련 공학자들이 인간공학 데이터를 발견하는 것도 어려우며 (Klein et al., 1986 ; Swierenga et al., 1990 ; Haslegrave et al., 1994), 발견한다 해도 인간공학 데이터를 디자이너들이 실제 제품의 설계에 적용하는 것은 더 어렵기 때문에(Klein et al., 1986 ; Swierenga et al., 1990), 충분한 인간공학적 요구사항들을 추출하고 반영한 설계, 즉, 인간중심 설계가 수행되기 어렵다. 즉, 디자이너와 공학자들의 심미적·기능적 설계를 통해 제품을 설계함으로써, 사용자들의 요구사항이나 인간공학적 데이터를 추출하여 반영하는 절차를 통해 제품을 개발하지 않았기 때문이라고 볼 수 있다(유승동, 2003).

최근 들어 자동차의 경우 인간공학적 인터페이스의 중요성을 인식하여 많은 산·학 연구가 진행되고 있다. 해외에서는 Weichenrieder와 Haldenwanger(1958)은 운전 자세에 대한 운전자의 관절을 10개의 관절 각도로 나누어 자세를 측정하였고, Wisner와 Rebiffe(1963)는 안락한 운전자세를 위한 각 관절 각도를 연구하였으며, 인체치수가 작은 사람부터 큰 사람에 이르는 운전자들을 모두 수용할 수 있는 운전대와 페달들에 대한 안락한 영역을 제시하였다. 또한, 국내의 경우는 신원경 등(1997)은 한국인 운전자의 선호 운전자세를 고려한 승용차 운전 공간에 대한 규격을 제안하였으며, 이정우 등(1999)은 안락한 운전좌석 설계를 위한 최적 운전자세를 제시하였다. 반면, 산업차량의 경우 소음과 진동분야에만 연구가 진행되고 있으며(김원형 외, 2004), 산업차량에 대한 각 조작 장치에 대한 인간공학적 인간 중심의 인터페이스(Interface)에 대한 연구는 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 운전자의 인체치수 변화에 따른 산업차량의 가변형 핸들과 페달 Mock-up System을 통해 운전자에게 보다 편안한 작업공간을 제공할 수 있는 산업차량 설계 가이드라인을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 실험설계 및 방법

2.1 피험자

피험자는 산업차량 운전경험이 없고 과거 어깨와 다리에 이상이 없는 대학생 및 대학원생 남자 27명(평균

나이 : 26.0±2.2세, 평균키 : 174.4±7.3cm, 평균몸무게 : 71.5±8.4)을 대상으로 측정하였으며 <표 1>과 같이 구성되어 있다. 산업차량 운전 경험이 없는 자를 피험자로 선정 한 이유는 선호하는 핸들과 페달의 위치를 찾는 데 있어 경험에 의한 학습효과를 배제하여 보다 정확한 데이터를 추출하기 위함이며, 실험 시 특정 산업차량이 아닌, 가변형 Mock-up을 통해 실험을 진행한 이유는 실제 산업차량에서는 핸들과 페달의 3(X, Y와 Z)축이 변할 수 없기에 특수 가변 장치를 제작하여 피험자가 선호하는 3축의 위치를 찾았다.

<표 1> 피험자 구성

분류	평균	표준 편차	백분위수(Percentile)			
			0~25	25~50	50~75	75~100
키	174.4cm	7.3cm	4명	6명	7명	10명

2.2 측정방법

2.2.1 측정변수 정의

본 연구에서 인체치수, 운전자세 및 Objects 위치와 관련하여 총 49개의 변수를 선정하여 측정하였다. 인체치수는 상지와 하지로 분류하였으며, 핸들과 페달을 조작하는데 사용되는 관절을 추출하였다. 또한, 핸들과 페달의 위치를 3축(X, Y 및 Z)으로 측정하였으며, Objects을 조작할 때의 운전자세를 측정하였다. 이는 <표 2>와 같다.

2.2.2 인체치수 측정

본 연구에서는 핸들과 페달에 관련하여 상지와 하지에 관계된 인체치수를 측정하였으며, 그 외 인체치수의 기준이 되는 키를 추가로 측정하였다. 인체치수는 마틴식 인체측정기를 이용하여 KS A 7003(인체측정용어)과 KS A 7004(인체측정방법)의 정의에 따라 측정하였다.

2.2.3 운전자세 측정

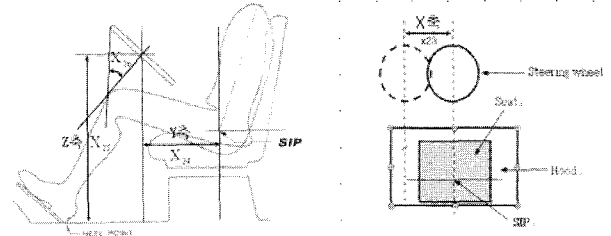
가변형 핸들과 페달 Mock-up System을 이용하여 피험자가 가장 선호하는 핸들과 페달의 위치를 조정하게 한 다음 각 변수들의 각도를 측정한다. 상지에서는 팔꿈치 각도와 어깨 각도를 측정하였으며, 하지에서는 발목각도·무릎각도·엉덩이 각도를 측정하였고, 그 외에 AHP(Accelerator Heel Point) 거리를 추가로 측정하였다. 운전자세에 대한 측정변수 중 SIP 높이를 제외한 이유는 시트 높이 조절이 불가능하고 시트 쿠션에 의한 피험자의 SIP 위치 변동이 없기 때문에 측정변수에서 제외시켰으며, 각 관절의 각은 Goniometer로 측정하였다.

<표 2> 측정변수

변수		변수명	
인체치수	공통	X1	키(상·하지 공통)
		X2	팔길이
		X3	몸통너비
	상지 관련 항목	X4	앞으로 뻗은 손끝길이
		X5	손길이
		X6	손너비
		X7	가운데 손가락 길이
		X8	앞은 키
		X9	앞은 어깨 높이
		X10	앞은 팔꿈치 높이
		X11	앞은 팔꿈치 벌린 너비
		X12	어깨점-팔꿈치 길이
		X13	팔꿈치-손목 길이
		하지 관련 항목	X14
	X15		앞은 오금 높이
	X16		앞은 넓적다리 두께
	X17		앞은 뒤 허리 발뒤꿈치 길이
	X18		앞은 엉덩이 무릎길이
	X19		앞은 엉덩이 오금길이
	X20		앞은 엉덩이 너비
	X21		발길이
	X22		발너비
핸들 위치	X축 방향	X23	SIP 기준으로 우측에서 좌측으로의 수평방향
	Y축 방향	X24	SIP 기준으로 앞쪽에서 뒤쪽으로의 수평방향
	Z축 방향	X25	SIP 기준으로 바닥에서 천정으로의 수평방향
상지 운전 자세	Tilting 각도	X26	핸들 자체의 Z축 전후 방향의 최대각도
		X27	어깨 각도
		X28	팔꿈치 각도
페달 위치	X축 방향	X29	인칭 페달
		X30	브레이크 페달
		X31	액셀레이터 페달
	Y축 방향	X32	인칭 페달과 브레이크 페달 간격
		X33	브레이크 페달과 액셀레이터 페달 간격
		X34	인칭 페달
	Z축 방향	X35	인칭 페달
		X36	브레이크 페달
		X37	액셀레이터 페달
하지 운전 자세	액셀 페달	X40	발목 각도
		X41	무릎 각도
		X42	엉덩이 각도
		X43	SIP에서 AHP까지 거리
	브레이크 페달	X44	발목 각도
		X45	무릎 각도
		X46	엉덩이 각도
	인칭 페달	X47	발목 각도
		X48	무릎 각도
X49		엉덩이 각도	
		SIP(Seat Index Point)	
		AHP(Accelerator Heel Point)	

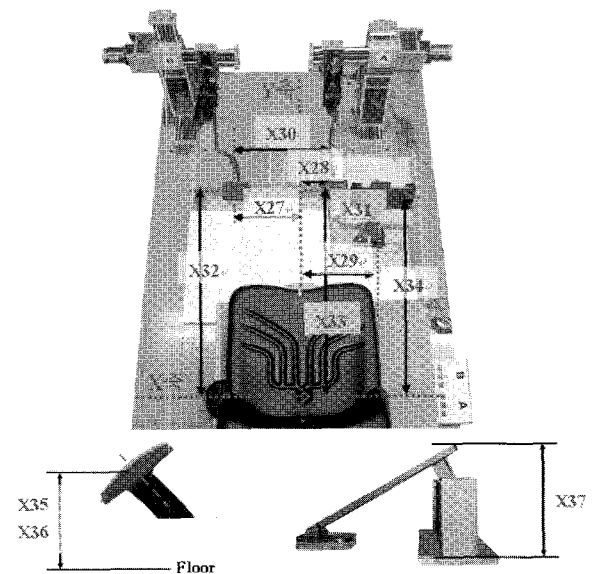
2.2.4 핸들과 페달의 위치 측정

산업차량 내부에서 인간과 차량의 관계를 추구하기 위한 기준점은 ISO 5353 기준에 따라 SIP를 인체기준점으로 잡았으며, 이를 기준으로 핸들과 페달의 거리를 측정하였다. 측정기준은 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 핸들 위치 측정(X, Y 및 Z축)

가변형 핸들과 페달 Mock-up System의 우측에서 좌측으로의 수평방향을 X축, 앞쪽에서 뒤쪽으로의 수평방향을 Y축, 그리고 바닥에서 천정으로의 수직 방향을 Z축으로 설정하여 3축 방향에 대한 핸들과 페달의 위치를 <그림 2>와 같이 측정하였다.



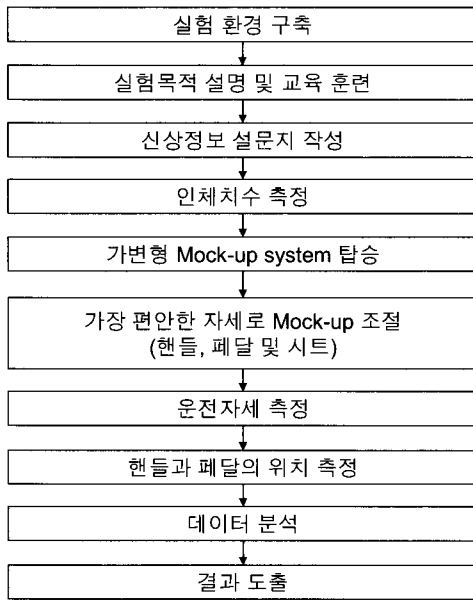
<그림 2> 페달 위치 측정(X, Y 및 Z 축)

2.3 실험방법

실험 전 피험자에게 본 연구의 목적과 방법 및 주의 사항 등을 상세히 교육한 후 피험자의 간단한 신상정보 조사 및 인체치수를 측정하였다. 다음으로 핸들과 페달 Mock-up System에 각각 착석하여 피험자가 선호하는 핸들과 페달의 위치로 조정하게 하였으며, 그에 따른 운

전자세를 유연도 측정기를 이용하여 어깨, 팔꿈치, 발목, 무릎, 엉덩이각도를 측정하였으며, 페달의 위치는 인체 기준점 SIP(Seat Index Point)을 기준으로 측정하였다.

이렇게 측정된 피험자들의 특성치는 운전자의 인체 치수 변화에 따른 산업차량의 Objects 위치와 운전자세 간의 객관적이고 보편적인 관계를 규명하는데 사용되었다. 위의 실험과정을 간단히 설명하면 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 실험 절차

3. 실험분석 결과

3.1 상관분석

피험자의 인체치수와 운전자세간의 관계, 인체치수와 Objects 간의 관계를 알아보기 위하여 상관분석을 하였다.

3.1.1 인체치수와 운전자세

피험자가 선호하는 운전자세(핸들 Z축 방향각도, 어깨각도, 팔꿈치각도, 발목각도, 무릎각도, 엉덩이각도와 AHP거리)와 인체치수와의 관계를 알아보기 위하여 상관관계 분석을 하였다. 분석 결과는 <표 3>과 같다.

분석결과 상지와 관련된 인체치수와 운전자세와의 상관관계는 없었으며, 하지와 관련된 인체치수와 운전자세와의 상관관계에서는 유의수준 5%에서 X40(액셀페달의 발목각도), X43(SIP에서 AHP까지 거리)와 X44(브레이크 페달의 발목각도)를 제외한 다른 변수는 상관관계가 없는 것으로 분석되었다. 즉, 하지의 인체치수와 페달 운전자세는 X40, X43과 X44를 제외한 변수에서는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

3.1.2 인체치수와 Objects 위치

피험자가 가장 선호하는 Objects의 위치와 인체치수와의 관계를 알아보기 위해 상관관계를 분석하였다. 분석결과는 <표 4>과 같다.

분석결과 상지와 관련된 인체치수와 핸들 위치의 상관관계는 유의수준 5%에서 X24(핸들위치의 Y축으로의 수평방향)의 핸들위치 변수에 대해 인체치수와의 유의한 결과 값을 가지는 것이 있으나 상관관계가 낮게 나타났다으며, 하지와 관련된 인체치수와 페달 위치와의 상관관계는 유의수준 5%에서 유의한 값을 가지는 결과들이 상당수 보이고 있지만 낮은 상관관계를 가지고 있는 것을 볼 수 있다.

즉, 피험자가 선호하는 페달의 거리와 인체치수와는 상관관계가 낮지만 전체적으로 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

3.2 쌍체비교 t-test

각 Objects 조작에 따른 운전자세에 유의한 차가 있는지 쌍체비교 t-test를 하였으며, 또한 운전자가 선호하

<표 3> 인체치수와 운전자세에 대한 상관관계

			X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22
운 전 자 세	하 지 운 전 자 세	X40	0.363 0.063	0.434 0.024	0.271 0.172	-0.048 0.814	0.260 0.190	0.203 0.311	0.094 0.642	0.418 0.030	0.319 0.105
		X43	0.606 0.001	0.496 0.009	0.278 0.161	-0.095 0.638	0.405 0.036	0.496 0.009	0.550 0.003	0.197 0.326	0.577 0.002
		X44	0.446 0.020	0.524 0.005	0.620 0.001	-0.011 0.956	0.325 0.098	0.391 0.044	0.241 0.226	0.098 0.627	0.305 0.121
		r (표본상관계수) p-value									

<표 4> 인체치수와 Objects 위치의 상관관계

		상지관련 인체치수													
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	
운전자세	핸들 위치	X24	0.398 0.040	0.421 0.029	0.094 0.642	0.391 0.044	0.052 0.798	0.046 0.820	0.209 0.297	0.319 0.104	0.263 0.186	-0.164 0.413	-0.053 0.794	0.319 0.105	0.220 0.270
			하지관련 인체치수												
			X1	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22			
	페달 위치	X29	0.527 0.005	0.585 0.001	0.404 0.037	0.044 0.828	0.633 0.000	0.438 0.022	0.356 0.068	0.545 0.003	0.345 0.078	-0.078 0.699			
		X30	0.525 0.005	0.585 0.001	0.419 0.030	0.010 0.961	0.619 0.000	0.436 0.023	0.331 0.091	0.540 0.004	0.338 0.085	-0.087 0.665			
		X34	0.668 0.000	0.578 0.001	0.434 0.024	-0.063 0.756	0.563 0.002	0.649 0.000	0.571 0.002	0.214 0.283	0.566 0.002	-0.047 0.816			
		X35	0.662 0.000	0.585 0.001	0.413 0.032	-0.032 0.876	0.557 0.003	0.651 0.000	0.522 0.005	0.229 0.252	0.601 0.000	-0.061 0.762			
		X36	0.657 0.000	0.619 0.001	0.419 0.029	-0.004 0.984	0.538 0.004	0.682 0.000	0.503 0.008	0.249 0.211	0.644 0.000	-0.032 0.876			
	r (표본상관계수) p-value														

는 각 페달의 위치에 대해서도 차이가 있는지 동일하게 분석하였다. 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 핸들과 페달의 거리 비교

3.2.1 Objects 조작에 따른 관절각 비교

상지에선 핸들 조작에 따른 왼쪽과 오른쪽 방향의 어깨각도와 팔꿈치각도를, 하지에선 액셀레이터·브레이크·인칭 페달 조작에 따른 발목·무릎·엉덩이 각도가 유의한 차이가 있는지 쌍체비교 t-test를 통해 분석하였다. 분석결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 핸들 조작에 따른 어깨각도

어깨각도	평균	분산	t 통계량	t기각치 양측검정
왼쪽	33.96	30.28	2.92	2.01
오른쪽	22.78	93.72		
a = 0.05, 양측검정				

분석 결과 어깨각도를 제외한 팔꿈치, 발목, 무릎, 엉덩이 각도는 유의차가 없는 것으로 분석되었다. 즉, 산업차량의 특성상 핸들 조작시 왼쪽 어깨만을 사용하는 운전자의 특성치가 반영되어 어깨각도에서 유의차가 있는 것을 알 수 있었다.

			평균	분산	t 통계량	t기각치 양측검정
핸들	SIP 기준	Y축 방향	41.84	24.07	-33	2.01
		Z축 방향	81.87	15.53		
페달	X축 방향	인칭 페달	21.40	21.21	-3.15	2.01
		액셀레이터 페달	25.49	24.48		
	X축 방향	브레이크 페달	19.21	27.03	-4.55	2.01
		액셀레이터 페달	25.49	24.48		
	Y축 방향	인칭 페달	77.03	41.84	6.16	2.01
		액셀레이터 페달				
	Y축 방향	브레이크 페달	79.00	43.25	7.17	2.01
		액셀레이터 페달	65.63	50.64		
	Z축 방향	인칭 페달	10.96	3.44	3.64	2.01
		브레이크 페달	9.17	3.01		
Z축 방향	브레이크 페달	9.17	3.01	-3.77	2.01	
	액셀레이터 페달	10.61	0.91			
a = 0.05, 양측검정						

3.2.2 Objects의 위치비교

피험자가 선호하는 각 Objects의 위치가 유의한 차가 있는지 인칭, 브레이크 및 액셀레이터 페달의 X, Y 및 Z축에 대해 쌍체비교 t-test를 통해 분석 하였다. 분석

즉, X축과 Y축에 있어서 액셀레이터 페달은 인칭 페달과 브레이크 페달의 X, Y축 거리와 유의한 차가 있는 것을 알 수 있으며, Z축에 있어서 브레이크 페달은 인칭페달과 액셀레이터 페달의 Z축 거리와 유의한 차

가 있는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 가변형 Mock-up System을 이용하여 운전자가 선호하는 핸들과 페달의 위치와 그에 따른 운전자세가 인체치수와 어떤 관계가 있는지 연구하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 인체치수를 기준으로 핸들, 페달 위치와 운전자세에 대해 상관관계를 살펴보았다. 그 결과 핸들, 페달 위치와 운전자세는 유의수준 5%에서 유의한 값을 가지는 결과들이 다소 보였지만, 전체적으로 상관관계가 낮게 분석되었다.

둘째, 운전자가 선호하는 핸들, 페달의 위치와 운전자세에 대한 데이터들의 평균값을 비교한 결과 각각의 핸들과 페달 조작에 따른 관절각에는 유의한 차이가 없었으나, 핸들의 SIP 기준점에 따른 Y축과 Z축 거리는 유의한 차가 있었으며, 페달의 X축과 Y축 거리는 인칭과 액셀레이터, 브레이크와 액셀레이터 페달만 유의한 차이가 있었다. 또한, Z축 거리는 인칭과 브레이크, 브레이크와 액셀레이터 페달만 유의한 차이가 있었다. 즉, 핸들의 경우 몸으로부터 가까워질수록 핸들의 높이는 낮아진다는 것을 파악할 수 있으며, 페달의 경우 인칭, 브레이크 및 액셀레이터 페달은 액셀레이터 페달을 기준으로 한 거리가 짧다는 점과 몸으로부터 떨어진 거리가 멀다는 것을 파악할 수 있으며, 브레이크 페달을 기준으로 한 인칭과 액셀레이터 페달의 높이가 낮다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 인체치수와 핸들, 페달 위치에 대해 인간공학적으로 연구한 결과, 핸들의 경우 운전자의 몸을 중심으로 왼쪽에 위치하는 것이 바람직하며, 페달의 경우 운전자를 중심으로 인칭 페달과 브레이크 페달이 서로 대칭을 이루도록 설계하는 것이 바람직하다. 피험자들은 브레이크 페달을 기준으로 인칭 페달과 액셀레이터 페달이 18mm 낮은 것을 선호하였다. 이는 피험자가 브레이크 페달과 액셀레이터 페달을 조작하는데 있어 액셀레이터 페달을 기준으로 브레이크 페달의 위치를 선정하고 Heel Point를 되도록 움직이지 않은 상태에서 두 페달의 높이를 조정함에 따라 이러한 차이가 나타난 것으로 드러났다.

본 연구에서는 인간공학적 접근이 이루어지지 않고 있는 산업용차량 중 산업차량을 대상으로 인체치수 변화에 따른 운전자세와 핸들과 페달의 위치에 대한 연구를 수행 하였으며 이는 인간공학을 적용한 산업용차량 설계 시 운전자에게 보다 편안한 작업공간을 설계하는

데 도움이 될 것이라 생각한다.

참고문헌

- [1] 김원형, 주원호, 김승규; “일체형 동력전달계를 가진 산업차량의 진동 특성 규명 및 저감”, 한국소음진동공학회 2004 춘계학술대회, pp. 912-918, 2004.
- [2] 산업자원부; 산업차량 Cockpit 개발을 위한 인간공학 적용모델 개발 및 설계 Guideline, 2005.
- [3] 신경원, 박민용; “한국인 운전자의 선호 운전자세를 고려한 승용차 운전 공간 규격제안”, 대한인간공학회 춘계학술대회, pp. 109-112, 1999.
- [4] 유승동; “인간-기계 인터페이스에 대한 사용자 인지지도 추출 및 모델 개발”, 아주대학교 박사학위논문, pp. 1-3, 2003.
- [5] 이정우, 권규식, 박세진; “한국인의 운전자세와 시트 조절량”, 대한산업공학회/한국공업경영학회 추계공동학술대회, pp. 190-193, 1999.
- [6] Dury, C. G. and Searle, J. A.; “A study of the seating and control position in commercial vehicle cabs,” Report No.1965-17, Motor Industry Research Association, Warwickshire England, 1965.
- [7] Gyi, D. E. and Porter, J. M.; “Interface pressure and the prediction of car seat discomfort,” *Applied Ergonomics*, 30(2) : 99-107, 1999.
- [8] Godthelp, H., Farber, B., Groeger, J., and Labiale, G.; “Chapter 2. Driving : Task and environment,” *Generic Intelligent Driver Support*, Taylor and Francis, London : Washington DC., p. 26, 1993.
- [9] Haslegrave, C. and Holmes, K.; “Integrating ergonomics and engineering in the technical design process,” *Applied Ergonomics*, 25(4) : 211-220, 1994.
- [10] INTERNATIONAL STANDARD ISO; Ref. No. ISO 5353-1978(E).
- [11] Klein, G. A. and Brezovic, C. P.; “Design engineers and the design process : decision strategies and human factors literature,” In *Proceedings of the Human Factors Society 30th Annual Meeting*, pp. 771-775, 1986.
- [12] Shinar, D.; *Psychology on the road : The human factor in traffic safety*, New York : Wiley, p. 111, 1978.
- [13] Swierenga, S. J., Morton, K., and Boff, K. R.; “Issues concerning the use of human engineering information : the system designer’s perspective,” In *IEEE International Conference on Systems Engineering*, pp. 881-885, 1990.
- [14] Van Cott, H. P. and Kinkade, R. G.; *Human Engin-*

- Engineering Guide to Equipment Design*, Revised Edition, McGraw-Hill, New York, 1972.
- [15] Weichenrieder, A. and Haldenwanger, H.; "The Best Function for the Seat of a Passenger Car," SAE paper 850484, Society of Automotive Engineers, 1985.
- [16] Wisner A. and Rebiffe, R.; "L'utilisation des donnees anthropometriques dans la conception du poste de travail," *Le Travail Humain*, XXVI : 193-217, 1963.
- [17] Wulff, I. A., Westgaard, R. H., and Rasmussen, B.; "Ergonomic criteria in large scale engineering design I. Management by documentation only Formal organization vs. designers' perceptions," *Applied Ergonomics*, 30(2) : 191-205, 1999.
- [18] WWW.forkliftin.com(포크인스운해보험중개).