

운전자의 인체치수변화에 따른 지게차 페달 위치에 관한 연구

손제성, 유승동, 박 범
아주대학교 산업공학과

A study on the pedal placement of forklift according to the various body dimensions

Je Sung Son, Seung Dong Yu, Peom Park
Department of Industrial Engineering Ajou University

Abstract

This paper is a study on the pedal placement and driving position of forklift according to the various body dimensions. Comfortable driving position were measured angles of joint(ankle, knee, hip) by Goniometer. From SIP(seat index point) to basis of pedals were measured about X and Y axes. In addition, Z axes were gauged between floor and pedals. In this paper, The 27 male subjects with no experience in driving forklift were measured in the test in order to exclusion of learning effect. Therefore the subjects have a preference for pedal location to the body dimensions, if as long as their body dimensions was very long, they would required each pedal's location of Y axis to increase. However, driving position is no influence. The pedal location of X and Z axes weren't related with various body dimensions and subjects have symmetrical location to the pedals of inching and break and hight of brake pedal is lower than the others. they hope that the brake pedal is lower than others.

keyword : 지게차, 페달, 인체치수, 운전자세

1. 서론

인간-기계 인터페이스의 설계에 있어서 인간공학적으로 빈약하게 고려된 제품의 개발은 많은 문제들을 유발하게 된다. 자동차의 운전석을 예로 들어보면 인간공학적 고려가 충분치 않은 인터페이스 설계로 인해 많은 사고들이 발생하고 있으며[Godthelp et al., 1993], 또한

교통사고의 주된 원인이 인간 행동이며 이의 원인의 90% 이상이 운전자에 의해 발생한다는 결과가 보도 되어 있다[Shinar, 1978]. 또한 의료 장비들에 대한 인터페이스들의 예를 들어보면 빈약하게 설계된 의료장비들의 인간-기계 인터페이스들은 인적 오류에 대한 위험을 증가시킨다[Hyman, 1994][Obradovich et al., 1996]. 실제로 의료장비들의 사용 시 부수적이고 실수

에 가까운 사고들의 횡수는 공식적으로 보고되는 횡수보다 더 많은 실정이다. 지게차의 경우 ILO(International Labor Organization)에서 인터넷을 통해 제공하고 있는 International Hazards Datasheets on Occupations의 자료를 인용하자면 지게차 운전에서 있어 직업적인 위험 요소들로 인간공학적으로 부적절한 운전석에서의 장시간 운전을 원인으로 들었으며 이로 인해 많은 사고를 유발할 뿐만 아니라 근골격계 질환 등 운전자에게 건강장해를 유발할 수 있다고 지적하였다.

최근 들어 자동차의 경우 인간공학적인 인터페이스의 중요성을 인지하여 많은 연구가 진행되고 있지만 지게차의 경우는 소음과 진동분야에 있어서 연구가 진행[이승구 et al., 1996] 될 뿐 내장설계에 대한 연구는 미비한 실정이다. 더욱이 산업화가 진행되면서 Man-machine system 내에서의 인간에게 요구되는 작업이 증가되고 이에 따라 운전자에게 요구하는 작업도 증가하였지만 산업차량에 대한 인간공학적인 접근은 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 지게차 운전자의 인체치수 변화에 따른 운전자세와 페달의 위치와의 관계에 대한 연구를 통하여 지게차 내장 설계 시 운전자에게 보다 편안한 작업공간을 설계하는데 도움을 주고자 한다.

2. 실험설계 및 방법

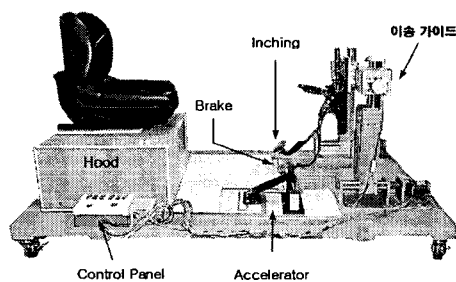
2.1 피험자

피험자는 지게차 운전경험이 없는 대학생 및 대학원생 남자 27명(평균나이: 26세, 평균키: 174cm)을 대상으로 실험을 하였다. 지게차 운전경험이 없는 자를 피험자로 한 이유는 선호하는 페달의 위치를 찾는 데 있어 경험에 의한 학습효과를 배제하여 보다 정확한 데이터를 도출하기 위해서이다.

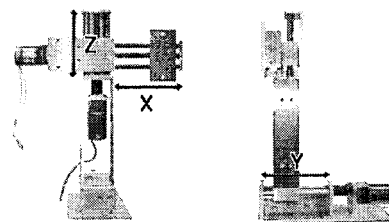
2.2 가변형 페달 시스템

피험자가 선호하는 페달의 위치 및 운전자세를 측정하기 위하여 가변형 페달 시스템을 제작하였으며 [그림 1]과 같다. 가변형 페달 시스템은 2개의 페달 이송 가이드와 Control Panel, Seat, Pedal로 구성되어 있으며 피험자는 Control Panel을 사용하여 이송 가이드[그림 2]의 3개의 모터를 조절하여 인칭 페달과 브레이크 페달의 위치를 제어할 수 있도록 설계하였다. 이송 가이드의 이동범위는 [표 1]과 같다.

악셀레이터 페달의 경우는 바닥에 벨크로를 붙여 위치를 자유롭게 변경할 수 있게 하였으며 각 페달의 크기는 [표 2]에 정의하였다. 그 외의 SIP(Seat Index Point)의 위치를 결정짓는 후드(Hood) 높이와 시트는 D사의 2.5 ton 디젤차량과 동일하게 제작하였다.



[그림 1] 가변형 페달 시스템



[그림 2] 페달 이송 가이드

[표 1] 페달 이송 가이드의 이동범위

Variables	이동범위
X(좌우)	0~18cm
Y(전후)	0~18cm
Z(상하)	0~11.5cm

[표 2] 페달의 크기

Pedal	Width(cm)	Length(cm)
Accelerator	8	22
Brake	10.5	7.5
lching	10.5	7.5

2.3 측정방법

2.3.1 측정변수 정의

본 연구에서는 인체치수와 운전자세, 그리고 페달의 위치와 관련하여 총 31개의 변수를 측정하였다. 측정변수는 [표 3]과 같다.

[표 3] 측정변수

변수	변수명	
인체치수	x1 키	
	x2 앞은무릎높이	
	x3 앞은오금높이	
	x4 앞은넙적다리두께	
	x5 앞은뒤허리발뒤꿈치길이	
	x6 앞은엉덩이무릎길이	
	x7 앞은엉덩이오금길이	
	x8 앞은엉덩이너비	
	x9 발길이	
	x10 발너비	
운전자세	악셀레이터	x11 발목각도
		x12 무릎각도
		x13 엉덩이각도
		x14 SIP에서 AHP까지 거리
	브레이크	x15 발목각도
		x16 무릎각도
		x17 엉덩이각도
인칭페달	x18 발목각도	
	x19 무릎각도	
	x20 엉덩이각도	
페달위치	X축방향	x21 인칭 페달
		x22 브레이크 페달
		x23 악셀레이터 페달
		x24 인칭과 브레이크 페달 간격
		x25 브레이크와 악셀레이터 페달 간격
	Y축방향	x26 인칭 페달
		x27 브레이크 페달
		x28 악셀레이터 페달
	Z축방향	x29 인칭 페달
		x30 브레이크 페달
x31 악셀레이터 페달		
SIP (Seat Index Point)		
AHP (Accelerator Heel Point)		

2.3.2 인체치수 측정

본 연구에서는 페달 관련하여 하지에 관계된 인체치수를 측정하였으며 그 외 인체치수의 기준이 되는 키를 추가로 측정하였다. 인체치수

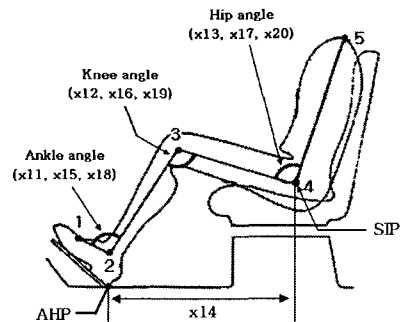
는 마틴식 인체측정기를 이용하여 KS A 7003(인체측정용어)과 KS A 7004(측정방법)의 정의에 따라 측정하였다.

2.3.3 운전자세 측정

가변형 페달 시스템을 이용하여 피험자가 가장 선호하는 페달의 위치를 조정하게 한 다음 각 페달에 발을 올려놓았을 때의 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 위치가 변동이 없기 때문에 측정변수에서 제외시켰다. 관절의 각은 유연도 측정기를 이용하여 측정하였으며 관절의 각을 측정하기 위한 기준점은 [표 4]와 [그림 3]에 정의하였다.

[표 4] 관절각 측정 기준점

분류	측정점
발목각도	중족지절관절 (Metatarsophalangeal joints)
	거골외측돌기 (Lateral process of talus)
	경골외측과 (Lateral condyle of Tibia)
무릎각도	거골외측돌기 (Lateral process of talus)
	경골외측과 (Lateral condyle of Tibia)
	장골 (Ilium)
엉덩이각도	경골외측과 (Lateral condyle of Tibia)
	장골 (Ilium)
	어깨뼈봉우리 (Acromion process)

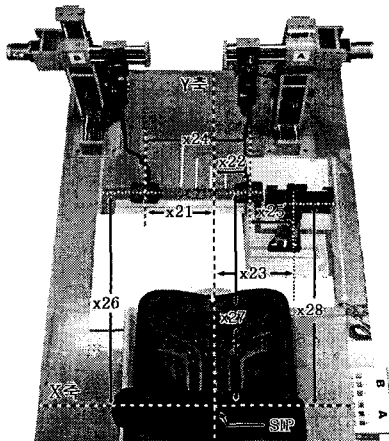


1. 중족지절관절 (Metatarsophalangeal joints)
2. 거골외측돌기 (Lateral process of talus)
3. 경골외측과 (Lateral condyle of Tibia)
4. 장골 (Ilium)
5. 어깨뼈봉우리 (Acromion process)

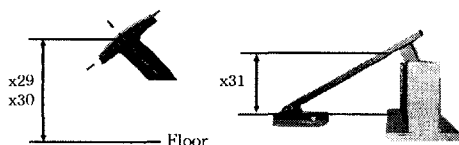
[그림 3] 관절각 측정 기준점

2.3.4 페달위치 측정

지게차 내부에서 인간과 차량의 관계를 추구하기 위한 기준점은 ISO (International Standard Organization) 5353 기준에 따라 SIP(Seat Index Point)를 인체기준점으로 잡았으며 이를 기준으로 페달의 위치를 측정하였다. 가변형 페달 시스템의 우측에서 좌측으로의 수평방향을 X축, 앞쪽에서 뒤쪽으로의 수평방향을 Y축, 그리고 바닥에서 천정으로의 수직방향을 Z축으로 설정하여 페달의 위치를 측정하였다. 페달의 X축 거리와 Y축 거리는 [그림 4]와 같이 인체기준점 SIP에서 각 페달의 기준점까지 측정하였으며 Z축 거리는 [그림 5]와 같이 바닥(Floor)에서 페달의 기준점까지 측정하였다. 페달의 Z축(높이)거리 측정 시 바닥을 기준으로 정한 이유는 시트의 높이 조절이 불가능하고 시트의 쿠션에 인한 피험자의 SIP 위치가 변동이 거의 없기 때문에 Floor를 기준으로 측정하였으며 페달의 기준점은 페달을 밟을 시 신체의 하중을 효과적으로 실릴 수 있는 부분인 근위지질관절이 페달에 놓이는 부분의 지점을 측정하였다.



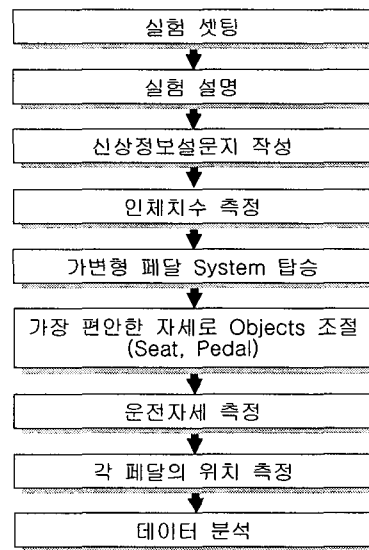
[그림 4] 페달위치 측정(X축, Y축 방향)



[그림 5] 페달위치 측정(Z축 방향)

2.4 실험방법

실험 전 피험자에게 본 연구의 목적과 방법 및 주의사항 등을 상세히 교육한 후 피험자의 간단한 신상정보 조사와 인체치수를 측정하였다. 다음으로 가변형 페달 시스템에 착석시켜 피험자가 선호하는 페달의 위치와 그에 따른 운전자세를 측정하였다. 실험과정을 간단히 나타내면 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 실험절차

3. 실험분석 및 결과

3.1 상관관계(Correlation Analysis)

추출된 운전자세와 페달의 위치에 대한 데이터들이 피험자들의 인체치수와 어떤 관계가 있는지 알아보기 위하여 상관관계를 분석해 보았다. 분석결과는 [표 5]과 같으며 [표 5]에서 보는 바와 같이 인체치수와 운전자세의 상관관계 분석결과 유의수준 5%에서 유의한 값을 가지는 결과들이 다소 보이지만 상관관계가 낮게 나타났다. 인체치수와 페달위치와의 상관관계도 마찬가지로 상관관계가 낮았다.

3.2 중앙값 검정(Median Test)

1999년 인체치수 데이터의 25-39세의 50 percentile 키(170.8cm)를 기준으로 피험자 27

명을 두 집단으로 나누어 집단간의 유의한 차이가 있는 지 분석하였다. 키를 기준으로 집단을 나눈 것은 상관관계분석 결과 다른 인체치수 측정변수에 비해 상관관계가 높게 나왔고 인체치수 항목 중 대표적인 항목으로 볼 수 있기 때문에 키를 기준으로 두 집단을 나누었다.

두 집단의 구성원은 각각 10명(50 percentile 미만)과 17명(50 percentile 이상)으로 구성되었다.

3.2.1 운전자세 비교

두 집단간의 페달 조작에 따른 운전자세가 유의한 차이가 있는지 중앙값 검정을 하였다.

그 결과는 [표 6]과 같으며 [표 6]에서 볼 수 있듯이 유의수준 5%에서 SIP에서 AHP까지의 거리에 대하여 두 집단간에는 유의한 차이가 있었으며 그 외 각 페달의 조작에 따른 발목각도, 무릎각도, 엉덩이각도는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3.2.2 페달위치 비교

다음으로 두 집단간의 페달위치가 유의한 차이가 있는지 중앙값 검정을 하였다. 그 결과는 [표 7]과 같으며 [표 7]에서 볼 수 있듯이 유의수준 5%에서 인칭, 브레이크, 악셀레이터 페달의 Y축 거리에 대하여 두 집단간에 유의한 차

[표 5] 상관관계 계수표

		인체치수 변수									
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
운 전 자 세	x11	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	0.322 0.102
	x12	-0.100 0.619	-0.009 0.963	-0.047 0.816	-0.098 0.625	-0.171 0.395	0.064 0.752	-0.178 0.374	-0.040 0.843	0.530 0.794	-0.015 0.940
	x13	-0.270 0.174	-0.172 0.391	-0.176 0.381	0.247 0.215	-0.217 0.277	-0.105 0.601	-0.238 0.231	-0.030 0.883	-0.242 0.225	0.274 0.167
	x14	0.618 0.001	0.503 0.007	0.306 0.121	-0.104 0.605	0.407 0.035	0.499 0.008	0.558 0.002	0.188 0.347	0.574 0.002	0.177 0.376
	x15	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	0.213 0.287
	x16	0.384 0.867	0.085 0.674	0.092 0.648	-0.193 0.334	-0.114 0.572	0.015 0.941	-0.334 0.088	-0.080 0.691	0.111 0.581	0.087 0.667
	x17	-0.334 0.088	-0.241 0.226	-0.265 0.182	0.304 0.123	-0.259 0.192	-0.138 0.491	-0.271 0.172	-0.001 0.995	-0.270 0.174	0.235 0.239
	x18	0.237 0.233	0.213 0.287	0.188 0.346	-0.121 0.548	0.108 0.590	0.330 0.093	0.041 0.840	-0.025 0.902	0.217 0.276	-0.113 0.575
	x19	-0.095 0.637	-0.134 0.506	-0.010 0.960	-0.276 0.163	-0.246 0.217	-0.141 0.482	-0.148 0.462	-0.126 0.530	-0.116 0.565	0.139 0.490
	x20	-0.275 0.165	-0.183 0.361	-0.150 0.454	0.231 0.245	-0.212 0.289	-0.11 0.585	-0.233 0.243	-0.063 0.755	-0.262 0.187	0.217 0.277
페 달 위 치	x21	0.369 0.058	0.422 0.028	0.175 0.384	0.181 0.366	0.547 0.003	0.355 0.087	0.334 0.089	0.431 0.025	0.203 0.310	-0.187 0.352
	x22	0.526 0.005	0.448 0.019	0.349 0.075	-0.184 0.358	0.518 0.006	0.348 0.075	0.412 0.033	0.304 0.123	0.308 0.118	-0.068 0.737
	x23	0.526 0.005	0.481 0.011	0.391 0.044	-0.289 0.144	0.447 0.019	0.348 0.076	0.397 0.040	0.327 0.096	0.364 0.062	0.086 0.670
	x24	0.479 0.011	0.462 0.015	0.283 0.153	-0.013 0.947	0.564 0.002	0.362 0.063	0.398 0.040	0.385 0.047	0.274 0.166	-0.131 0.515
	x25	-0.068 0.737	0.026 0.899	0.062 0.757	-0.247 0.215	-0.253 0.203	-0.047 0.817	-0.091 0.652	0.018 0.927	0.104 0.607	0.407 0.035
	x26	0.599 0.001	0.509 0.007	0.315 0.110	-0.029 0.885	0.488 0.010	0.620 0.001	0.506 0.007	0.160 0.426	0.561 0.002	-0.051 0.801
	x27	0.665 0.000	0.640 0.000	0.457 0.017	0.132 0.513	0.625 0.000	0.678 0.000	0.549 0.003	0.303 0.125	0.579 0.002	-0.075 0.712
	x28	0.657 0.000	0.619 0.001	0.419 0.029	-0.004 0.984	0.538 0.004	0.683 0.000	0.503 0.008	0.249 0.211	0.644 0.000	-0.031 0.876
	x29	-0.044 0.827	-0.144 0.474	-0.025 0.902	-0.415 0.032	-0.268 0.176	-0.196 0.328	0.025 0.903	-0.280 0.158	-0.062 0.759	0.078 0.698
	x30	-0.181 0.365	-0.241 0.226	-0.448 0.019	0.052 0.795	-0.184 0.358	-0.069 0.731	-0.120 0.551	-0.178 0.374	-0.071 0.725	-0.100 0.618
	x31	0.011 0.956	-0.076 0.706	-0.163 0.417	-0.011 0.955	0.067 0.741	0.113 0.576	0.199 0.321	-0.163 0.417	0.044 0.829	-0.058 0.772

r (표본상관계수)
P-Value

이가 있는 것으로 나타났으며 그 외의 X축 방향과 Z축 방향에 대하여는 집단간에 유의한 차이가 없었다.

[표 6] 중앙값 검정(운전자세)

분류		Chi-Square	DF	Pr>Chi-Square	
운전자세	악셀 페달	발목각도	0.2199	1	0.6391
		무릎각도	0.4067	1	0.5236
		엉덩이각도	0.2199	1	0.6391
		SIP to AHP	0.6891	1	0.0220
	브레이크	발목각도	0.6250	1	0.4292
		무릎각도	0.0210	1	0.8848
		엉덩이각도	0.6891	1	0.4065
	인칭	발목각도	0.0656	1	0.7979
		무릎각도	0.0233	1	0.8786
엉덩이각도		0.0210	1	0.8848	

[표 7] 중앙값 정리 (페달위치)

분류		Chi-Square	DF	Pr>Chi-Square	
페달위치	X축	인칭	2.0176	1	0.1555
		브레이크	2.0176	1	0.1555
		악셀레이터	2.017	1	0.155
		인칭과 브레이크 간격	0.406	1	0.523
		브레이크와 악셀레이터 간격	0.021	1	0.884
	Y축	인칭	4.8538	1	0.0276
		브레이크	4.8538	1	0.0276
		악셀레이터	5.242	1	0.022
	Z축	인칭	0.0210	1	0.8848
		브레이크	0.0210	1	0.8848
	악셀레이터	0.021	1	0.884	

[표 8] 평균에 대한 T-검정 (운전자세)

		악셀레이터	브레이크	악셀레이터	인칭	브레이크	인칭
비교	평균	94.85	95.78	94.85	94.41	95.78	94.41
	분산	96.98	42.49	96.98	81.87	42.49	81.87
	관측수	27	27	27	27	27	27
	공동(Pooled) 분산	69.73		89.42		62.18	
	가설 평균차	0		0		0	
	자유도	52		52		52	
	t 통계량	-0.41		0.17		0.64	
	P(T<=t) 양측 검정	0.69		0.86		0.53	
	t 기각치 양측 검정	2.01		2.01		2.01	
	무릎각도	평균	117.37	117.78	117.37	113.96	117.78
분산		133.86	165.03	133.86	95.19	165.03	95.19
관측수		27	27	27	27	27	27
공동(Pooled) 분산		149.44		114.52		130.11	
가설 평균차		0		0		0	
자유도		52		52		52	
t 통계량		-0.12		1.17		1.23	
P(T<=t) 양측 검정		0.90		0.25		0.22	
t 기각치 양측 검정		2.01		2.01		2.01	
엉덩이각도		평균	112.96	111.48	112.96	112.63	111.48
	분산	39.65	37.18	39.65	36.70	37.18	36.70
	관측수	27	27	27	27	27	27
	공동(Pooled) 분산	38.42		38.18		36.94	
	가설 평균차	0		0		0	
	자유도	52		52		52	
	t 통계량	0.88		0.20		-0.69	
	P(T<=t) 양측 검정	0.38		0.84		0.49	
	t 기각치 양측 검정	2.01		2.01		2.01	

α = 0.05, 양측검정

3.3 T-검정 (평균에 대한 검정)

다음으로 운전자가 선호하는 운전자세와 페달위치 데이터들의 평균값을 비교하였다. 우선 각 페달 조작에 따른 발목각도, 무릎각도, 엉덩이각도가 유의한 차이가 있는지 운전자세에 대하여 평균에 대한 T-검정을 하였다.

3.3.1 운전자세 비교

악셀레이터 페달, 브레이크 페달, 인칭 페달 조작에 따른 발목각도, 무릎각도, 엉덩이각도가 유의한 차이가 있는지 등분산 가정 T검정을 한 결과는 [표 8]와 같다. [표 8]에서 볼 수 있듯이 유의수준 5%내에서 각 페달 조작에 따른 발목각도, 무릎각도, 엉덩이각도는 유의한 차이가 없었다.

3.3.2 페달의 위치 비교

다음으로 피험자가 선호하는 각 페달의 위치가 유의한 차이가 있는지 평균에 대한 T-검정을 하였다. 그 결과는 [표 9]와 같으며 [표 9]에서 볼 수 있듯이 X축과 Y축 방향의 경우 인칭과 브레이크 페달의 위치는 유의한 차이가

없었지만 악셀레이터와 인칭, 악셀레이터와 브레이크 페달의 위치에 대해서는 유의한 차이를 나타냈다. 즉 페달의 X축과 Y축 거리에 있어서 악셀레이터 페달은 다른 두 페달과 유의한 차이가 있었다. Z축 방향의 경우는 브레이크 페달만 유의한 차이가 나타났다.

4. 결론

본 논문에서는 가변형 페달 시스템을 이용하여 운전자가 선호하는 페달의 위치와 그에 따른 운전자세가 인체치수와 어떠한 관계가 있는지 연구하였으며 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫 번째로 인체치수를 기준으로 운전자세와 페달위치에 대하여 상관관계를 살펴보았다. 그 결과 운전자세와 페달의 위치는 인체치수와 상관관계가 낮게 나타났다. 다음으로 50 percentile의 키를 기준으로 구분한 두 집단간의 선호하는 페달의 위치와 운전자세를 비교하였다. 그 결과 페달의 위치의 경우 세 개의 페달 모두

Y축(전후) 위치에 대하여 두 집단간에 유의한 차이가 나타났으며 운전자세의 경우는 AHP 거리에 대해서만 두 집단간의 유의한 차이가 있었다. 마지막으로 운전자가 선호하는 페달의 위치와 운전자세에 대한 데이터들의 평균값을 비교한 결과 각 페달 조작에 따른 관절각에는 모두 유의한 차이가 없었으나 페달의 X축과 Y축 거리는 악셀레이터 페달만 유의한 차이가 있었으며 Z축 거리는 브레이크 페달만 다른 두 페달에 대하여 유의한 차이가 있었다.

본 연구에서는 인체치수와 페달위치에 대하여 상관분석을 한 결과 상관관계가 낮다는 것을 알 수 있었지만 키와 페달의 Y축 거리의 경우 표본상관계수가 0.6-0.67로 다소 높게 나왔으며 키를 기준으로 나눈 두 집단간의 비교를 통해서도 페달의 Y축 거리에 대해서만 유의한 차이가 나타난 것으로 보아 운전자가 선호하는 페달의 Y축 거리는 인체치수가 커질수록 증가하는 것을 알 수 있었다.

그 외 페달의 X축, Z축 거리는 인체치수 변화와 관계는 적지만 지게차 페달 설계 시 인칭

[표 9] 평균에 대한 T-검정 (페달위치)

		인칭	브레이크	인칭	악셀레이터	브레이크	악셀레이터
X 축 방 향	평균	21.40	19.21	21.40	25.49	19.21	25.49
	분산	21.21	27.03	21.21	24.48	27.03	24.48
	관측수	27	27	27	27	27	27
	공동(Pooled) 분산	24.12		22.84		25.75	
	가설 평균차	0		0		0	
	자유도	52		52		52	
	t 통계량	1.63		-3.15		-4.55	
	P(T<=t) 양측 검정	0.11		0.00		3.3E-05	
t 기각치 양측 검정	2.01		2.01		2.01		
Y 축 방 향	평균	77.03	79.00	77.03	65.63	79.00	65.63
	분산	41.84	43.25	41.84	50.64	43.25	50.64
	관측수	27	27	27	27	27	27
	공동(Pooled) 분산	42.54		46.24		46.95	
	가설 평균차	0		0		0	
	자유도	52		52		52	
	t 통계량	-1.11		6.16		7.17	
	P(T<=t) 양측 검정	0.27		1.1E-07		2.7E-09	
t 기각치 양측 검정	2.01		2.01		2.01		
Z 축 방 향	평균	10.96	9.17	10.96	10.61	9.17	10.61
	분산	3.44	3.01	3.44	0.91	3.01	0.91
	관측수	27	27	27	27	27	27
	공동(Pooled) 분산	3.23		2.18		1.96	
	가설 평균차	0		0		0	
	자유도	52		52		52	
	t 통계량	3.64		0.86		-3.77	
	P(T<=t) 양측 검정	0.001		0.39		0.00	
t 기각치 양측 검정	2.01		2.01		2.01		
$\alpha = 0.05$, 양측검정							

페달과 브레이크 페달의 경우는 운전자를 중심으로 서로 대칭을 이루도록 설계하는 것이 바람직하며 높이는 브레이크 페달이 인칭 페달과 악셀레이터 페달보다 1.8 cm 정도 낮은 것을 선호하였다. 이는 피험자가 브레이크 페달과 악셀레이터 페달을 조작하는 데 있어 악셀레이터 페달을 기준으로 브레이크 페달의 위치를 선정하고 Heel Point를 되도록 움직이지 않은 상태에서 두 페달의 높이를 조정함에 따라 이러한 차이가 나타난 것으로 분석되었다.

본 논문에서는 인간공학적 접근이 이루어지지 않고 있는 산업차량 중 지게차를 대상으로 하지 관련하여 페달에 대한 연구를 수행하였으며 이는 지게차 내장 설계 시 운전자에게 보다 편안한 작업공간을 설계하는 데 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 김수근, “직업별 유해성 자료목록 23: 지게차 운전원”, 산업보건, 164권, pp. 9-15, 2001
- [2] 이동일, 민경필, 김낙인, 이승구, “산업용 지게차 조향 휠 및 차체 진동 저감”, 한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집, pp.553-538, 1999
- [3] 유승동, 인간-기계 인터페이스에 대한 사용자 인지지도 추출 및 모델 개발, 아주대학교 박사학위논문, pp. 1-2, 2003
- [4] 이영숙, 제품설계를 위한 한국남성의 인체 치수 데이터, 새봄출판사, 1999
- [5] 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.
- [6] Godthelp, H., Farber, B., Groeger, J., and Labiale, G., “Chaper 2. Driving: Task and environment”, Generic Intelligent Driver Support, Taylor and Francis, London: Washington, DC., p.26, 1993.
- [7] Hyman, W.A., “Errors in the use of medical equipment”, In Bogner, M.S.(Ed.), “Human Error in Medicine”, Lawrence Erlbaum Associates Inc., New Jersey, pp. 327-347, 1994.
- [8] Obradovich, J.H., and Woods, D.D., “Users as designers: how people cope with poor HCI design in computer-based medical devices”, Human Factors, Vol. 38, pp. 574-592, 1996
- [9] Sanders, M., and McCormick, E., “HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN (7th Ed.)”, McGraw-Hill, Inc., New York, 1993
- [10] Schneider, L.W., Anderson, C.K., and Olson, P.L., “Driver anthropometry and vehicle design characteristics related to seat positions selected under driving and non-driving conditions”, SAE Paper No. 790384, 1979.
- [11] Shinar, D., “Psychology on the road : The human factor in traffic safety”, New York : Wiley, pp. 111, 1978
- [12] Weichenrieder, A. and Haldenwanger, H., “The Best Function for the Seat of a Passenger Car”, SAE paper 850484, Society of Automotive Engineers, 1985
- [13] Wisner A. and Rebiffe, R., “L’utilisation des donnees anthropometriques dans la conception du poste de travail”, Le Travail Humain, XXVI, pp. 193-217, 1963