

# QFD를 이용한 산업용차량의 산업재해 예방에 관한 연구

-페달과 유압 컨트롤 레버를 중심으로-

A study on industrial accident prevention of  
industrial vehicle using QFD

정재연 \*

Jung Jae Youn

박범 \*\*

Park Peom

## Abstract

Forklift achieves transportation of freight and continues loading and unloading work repeatedly long for hours in industry spot. Therefore, drivers feel tired make a mistake for wrong operation of vehicle caused by continuous work. These components are resulted in CTDs, some industrial accident. That is the forklift need to ergonomics access. So, in this paper, requirements of forklift user were abstracted using questionnaire, produced important design factor for pedal and lever using QFD(Quality Function Deployment), and then suggested ergonomic considerations for industrial accident prevention.

**Keywords** : QFD, CTDs

## 1. 서론

산업현장에서 지게차는 화물의 적재 및 하역작업을 장시간 반복적으로 수행하고 있다. 따라서 운전자가 장시간 작업을 할 경우 피로감을 느끼게 되고 이로 인한 조작미숙으로 오작동을 일으키게 된다[4]. 영국 Loughborough 대학의 차량 인간공학 그룹에

\* 아주대학교 산업공학과 석사과정

\*\* 아주대학교 산업공학과 교수

2006년 1월 접수 2006년 2월 15일 수정본 접수 2006년 3월 게재 확정

서는 1981년 이후 운전자의 불편성을 조사하였다. 그 결과 장시간 운전을 할 경우 허리 통증과 더불어 우측발/발목의 불편성이 큰 비중을 차지함을 알 수 있었다[3]. 또한 한국산업안전공단의 지게차와 관련된 산업재해 조사 자료에 의하면 2000년도에서 2002년까지 발생한 중대 재해 중 지게차로 기인하여 발생한 재해가 79건으로 전체 발생의 71.5%를 차지하고 있어 지게차 산업재해 발생의 심각성을 보여주고 있다. 2003년 한국산업안전공단 통계자료에 의하면 년도 별 중대재해 발생현황과 지게차로 인한 중대재해 발생현황은 <표1>과 같다[4].

<표1> 년도 별 중대재해 발생 현황

년도	중대재해 조사건수	지게차 중대재해	비율(%)
2000	360	30	8.3
2001	366	17	4.6
2002	379	32	8.4
계	1,105	79	7.15

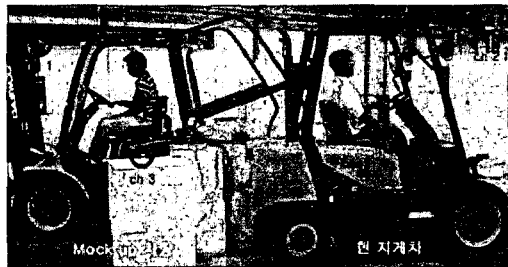
지게차의 경우 어두운 작업장에서 작업을 수행하기도 하며 좁은 공간에서 작업을 수행하므로 조작미숙으로 인한 오작동이 산업재해의 원인이 된다. 2003년 11월 노동부 내부 통계자료에 의하면 운전자의 조작미숙으로 인한 오작동이 중대 산업재해의 주요한 원인 중 하나로 파악되었다[1]. 조작 미숙으로 인한 오작동은 화물의 낙하 또는 보행자와의 접촉에 기인하며 이는 산업용 차량인 지게차에 인간공학적 접근이 부족함을 보여주고 있다. 따라서 본 연구에서는 지게차의 페달과 유압 컨트롤 레버의 인간공학적 설계를 위한 방법으로 QFD를 이용하였다. QFD는 추상적인 소비자의 요구를 제품 디자인에 반영하기 위해 품질의 집(House of Quality : HOQ)이라는 도표를 통하여 이에 대응 되는 기술적인 요구로 전환하고, 이를 충족시키기 위한 부품특성을 정하는 기법이며 소비자 요구사항의 중요도를 도출하는데 유용한 방법이다[2]. 기존의 연구자들은 QFD를 이용하여 건설분야, 제품설계 분야, 서비스 분야, 식품의 디자인에까지 다양한 분야에서 이용하였다. 본 연구에서는 사용자의 불편사항을 추출하기 위하여 설문지를 이용하여 페달과 유압 컨트롤 레버와 관련된 운전자의 불편사항을 파악하고 QFD(Quality Function Deployment)를 이용하여 분석하였다. 분석결과는 엑셀 페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버로 나누었고 각 설계요소에 대한 중요도를 산출하였으며 지게차의 산업재해를 예방하기 위한 인간공학적 연구를 실시하였다.

## 2. 실험

본 실험은 인간공학적 접근을 통하여 지게차 관련 산업재해 예방을 위해 지게차의 엑셀 페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버의 문제점을 도출하기 위하여 실시하였다.

### 2.1 실험환경

실험환경의 구성은 피험자가 엑셀페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버 조작 시 피험자 동작특성을 파악하기 위하여 4분할 측정기를 페달과 유압 컨트롤 레버의 높이에 맞게 위치시키고 피험자의 세밀한 동작 특성은 캠코더를 이용하여 촬영하였다. 실험환경은 <그림1>과 같다.



<그림1> 실험 환경

실험에 참여한 피험자는 과거 근골격계 질환을 경험한 적이 없는 대학생 및 대학원생으로 학습효과를 배제하기 위하여 지게차 운전 경험이 없는 사람을 대상으로 하였으며 <표2>과 같다.

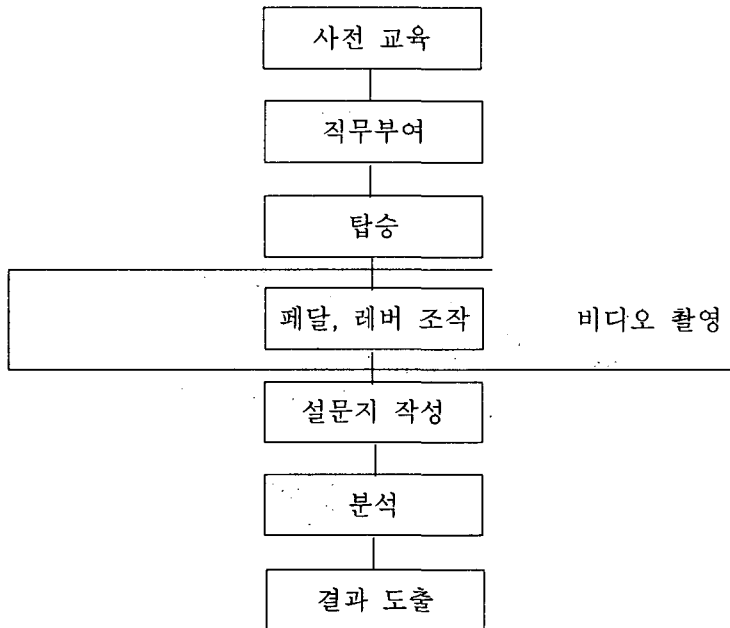
<표2> 피험자

인원	평균 나이	평균 신장	앉은키
20명	22.9세	172.2cm	94.4cm

### 2.2 실험 절차

실험의 절차는 먼저 피험자에게 본 실험의 목적에 대한 사전 교육을 실시하였다. 그리고 피험자의 이름, 성별, 나이, 신체치수 등 간단한 내용을 기입 할 수 있는 신상정보에 관한 설문지를 작성하도록 하였다. 또한 피험자가 페달을 조작 할 경우 신발의 높이에 따른 영향을 배제하기 위하여 신발은 벗고 지게차에 탑승하도록 하였으며 피험자가 지게차에 탑승한 후에는 엑셀페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버를 자연스

럽게 작동 할 수 있도록 직무부여를 하였다. 그리고 피험자의 동작특성을 파악하기 위하여 캠코더로 피험자의 동작을 녹화하였다. 조작 후 불편함에 대한 설문지의 작성은 직무부여가 끝난 후 곧 바로 체크하도록 하였다. 설문지는 엑셀 페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버의 설계요소와 관련된 크기, 각도, 위치, 질감, 페달간 거리, 레버간 거리, 답력 등으로 구성하였으며 전체적인 실험의 절차는 <그림2>와 같다.

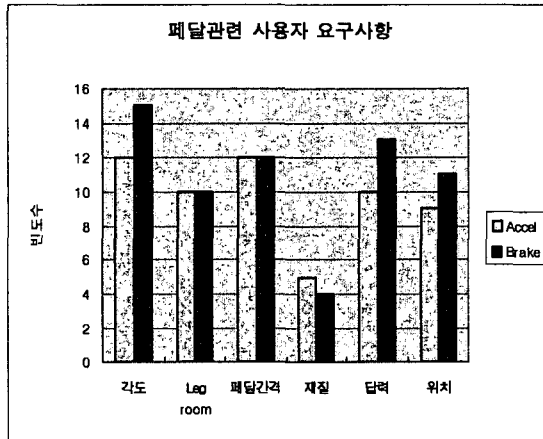


<그림2> 실험 절차

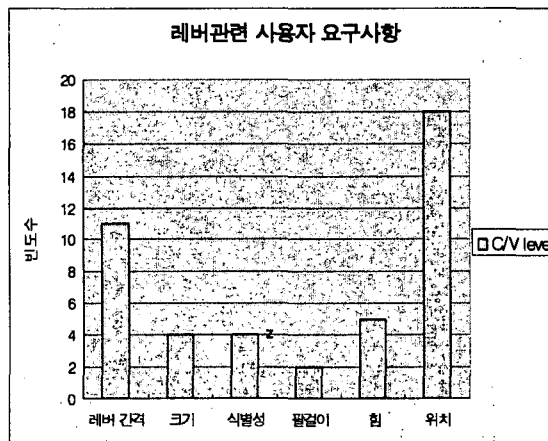
### 3. 분석

본 실험결과 엑셀페달과 브레이크 페달의 설계요소인 크기, 위치, 각도, 답력, 재질, Leg Room의 크기에서 피험자의 불편요소를 추출할 수 있었으며 유압 컨트롤 레버와 관련된 피험자의 불편사항으로 레버 간 간격, 크기, 각도, 위치, 레버의 식별성, 조작하는데 드는 힘을 불편 요소로 추출 할 수 있었다. 실험의 결과값은 피험자 요구사항의 빈도수를 이용하여 분석하였다. 엑셀페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버를 조작 할 경우 피험자의 불편사항을 분석한 결과 엑셀 페달의 경우 페달의 각도와 페달 간 간격이 1순위로 가장 불편한 요소로 파악되었으며 답력과 Leg Room의 크기가 2순위, 위치가 3순위, 재질이 가장 낮은 순위를 차지하였다. 또한 브레이크 페달의 경우 페달의 각도가 1순위, 답력이 2순위, 페달간 간격, 위치, Leg Room의 크기, 재질 순으로 분석 되었다. 유압 컨트롤 레버의 경우 위치가 1순위, 레버간 간격이 2순위, 조작하는데 드는 힘이 3순위를 차지하였으며 그 밖에 레버의 크기, 레버의 식별성, 팔걸이의

유무 순으로 분석되었다. 여러 가지 불편 요소 중 유압 컨트롤 레버의 식별성이라는 항목은 실험에 이용된 지게차의 하물을 싣고 내리는데 이용되는 유압 컨트롤레버가 같은 형태와 같은 색으로 구성되어 있어 각각의 유압 컨트롤 레버가 어떤 기능을 수행하는지 인지하는데 어려움이 있었음을 나타낸다. 설문지 내용에 포함되었던 엑셀페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버와 관련된 설계요소 외에 그 밖의 요구사항에 대한 결과값은 <그림3> <그림4>과 같다.



<그림3> 페달관련 사용자 요구사항



<그림4> 레버관련 사용자 요구사항

추출된 운전자의 요구사항은 QFD를 이용하여 분석하였다. QFD는 추상적인 소비자의 요구를 제품 디자인에 반영하기 위해 품질의 집(House of Quality : HOQ)이라는 도표를 통하여 이에 대응 되는 기술적인 요구로 전환하고, 이를 충족시키기 위한 부품특성을 정하는 기법이며 소비자 요구사항의 중요도를 도출하는데 유용한 방법이다[2]. 분석을 하기 위해 먼저 피험자가 느끼는 불편사항의 중요도를 산출하여야 한다. 중요도를

산출하기 위하여 실험에서 추출된 피험자의 불편요소를 빈도수를 이용하였다. 중요도는 엑셀 페달, 브레이크 페달, 유압 컨트롤 레버 별로 각 오브젝트(Object)의 전체적인 불편사항의 빈도수와 피험자 불편사항의 빈도수의 비율을 이용하여 산출 하였다. 그리고 피험자의 불편사항을 만족시키기 위한 설계 특성치의 우선순위를 산출하기 위하여 피험자의 불편사항과 설계 특성치의 상관정도를 강한 상관, 중간 상관, 약한 상관, 관련 없음의 순으로 9, 3, 1, 0로 표시하였다. 상관의 정도는 인간공학 전문가를 통한 브레인스토밍(Brainstorming)을 이용하였다. 최종적으로 피험자의 불편사항을 만족시키기 위한 각 오브젝트(Object)와 관련된 설계특성치의 중요도 순위를 산출하였다. 산출 방법은 다음과 같다. 먼저 산출된 피험자 불편사항의 중요도와 이에 상응하는 설계특성치의 상관성의 곱을 구한다. 그리고 각 열의 합을 산출하여 각 오브젝트의 중요도 순위를 산출한다. 그 결과 엑셀 페달과 브레이크 페달을 고려한 페달 관련된 설계 특성치 중요도의 우선순위는 페달의 각도, 페달 간 간격, Leg Room의 크기, 답력, 크기, 재질의 순이었으며 유압 컨트롤 레버와 관련된 설계 특성치 중요도 순위는 레버 간 간격, 레버의 크기, 레버의 식별성, 조작하는 데 드는 힘, 팔걸이의 유무 순으로 분석되었다. 분석결과는 <표3>와 같다.

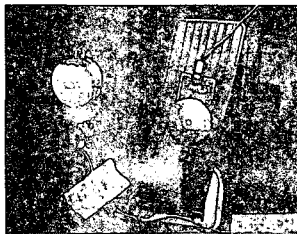
<표3> 분석결과

			페달의 조작성					C/V레버의 조작성						
			관련없음	0점	페달의 각도	발판공간의 크기	발판의 식별성	발판의 크기	발판의 간격	발판의 크기	레버의 크기	레버 Force	팔걸이의 유무	레버의 식별성
	관련 약간 존재	△=1점												
	관련 보통 존재	○=3점												
	관련 많이 존재	●=9점												
	사용자 요구사항	중요도 순위												
Accel	발목에 무리가 없을것	0.422	1	9		3			1					
	충분한 발판 공간	0.244	3		9				3					
	간섭현상이 없을것	0.267	2	3	3				9					
	미끄러짐 방지할것	0.022	5				9	3						
Brake	적당한 답력으로 할것	0.044	4			9								
	발목에 무리가 없을것	0.444	1	9		3			1					
	충분한 발판 공간	0.204	3		9									
	간섭현상이 없을것	0.222	2	3				3	9					
	미끄러짐을 방지할것	0.037	5				9	3						
C/V lever	적당한 크기로 할 것	0.056	4					9						
	적당한 답력으로 할것	0.037	5			9								
	간섭 현상이 없을것	0.784	1						9	3				
	적당한 크기로 할 것	0.081	2						9					
	식별 가능하도록 할것	0.081	2										9	
	팔걸이가 있을 것	0.027	3									9		
	적절한 Force로 할 것	0.027	3							9				
	설계요인의 중요도	절대값		9.3	4	3.3	0.5	1.3	6	7.1	3.1	0.2	0.2	0.7
	순위			1	3	4	6	5	2	1	2	4	5	3

## 4. 토 의

### 4.1 페 달

실험에 이용된 차량의 경우 전동식의 지게차로 엑셀 페달과 브레이크 페달 2가지로 구성되어 있었으며 <그림5>와 같다.



<그림5> 엑셀 페달과 브레이크 페달

실험을 통하여 도출된 엑셀 페달, 브레이크 페달과 관련된 불편 요소들을 고려하여 문제점을 해결하기 위하여 위에서 페달 관련 설계특성치의 중요도 순위를 결정하였다. 그 결과는 다음의 <표4>와 같다.

<표4> 페달 관련 설계 특성치의 중요도 순위

중요도 순위	설계 특성치
1	페달의 각도
2	페달 간 간격
3	Leg Room의 크기
4	페달의 답력
5	페달의 크기
6	페달의 재질

실험에 이용된 지게차의 경우 엑셀 페달의 각도는 약 16° 브레이크 페달의 각도는 약 25°였다. 그리고 페달 간 수평간격(Horizontal Pedal Distance)은 7cm였다. 페달 관련 설계 특성치 중 1순위와 2순위로 도출된 페달의 각도와 페달 간 간격의 문제를 분석하기 위해서는 현재 우리나라의 경제 활동 연령을 고려한 발 너비(Foot Breadth, horizontal)와 발 직선길이(Foot Length)를 알아야 하며 현재 우리나라의 경제활동 연령인 20~59세를 기준으로 한 발 너비 (Foot Breadth, horizontal)는 <표5>과 같다[6].

<표5> 경제 활동 연령을 고려한 발 너비 (단위:mm)

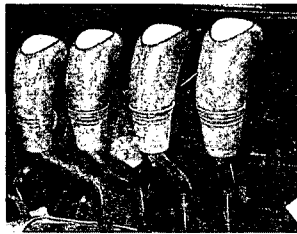
	5%	50%	95%
20세~24세	90	100	109
25세~29세	91	99	110
30세~34세	89	99	109
35세~39세	90	100	110
40세~49세	90	99	108
50세~59세	90	99	108

경제 활동 연령을 고려한 발 너비의 경우 5퍼센타일(Percentile)에 해당하는 사람의 경우 최소 90mm 95퍼센타일(Percentile)에 해당하는 사람의 경우 최대 110mm로 파악되었다. 따라서 페달 간의 간섭효과로 인한 오조작을 줄이기 위해서는 페달 간 수평간격을 110mm이상으로 설계하는 것이 이상적이다. 그러나 Reinhart은(1995)차량의 내부공간을 고려 할 때 페달 간 간격을 변경 시킬 수 있는 범위는 제약되어있으며 Pollard은(1989)페달 간 간격을 넓게 할 경우 급제동시 브레이크 페달을 밟는데 걸리는 시간이 증가할 수 있으므로 유의해야 한다고 하였다[8][7]. 또한 Schmidt는(1993)페달 사이의 수평간격이 작으면 페달의 오조작 가능성이 커진다고 하였다[10]. 페달 간 각도 차이의 경우 페달 간 수직간격(Vertical Pedal Offset)으로 설명이 가능하다. 페달 간 수직간격은(Vertical Pedal Offset)은 브레이크 페달의 유격에 따른 브레이크 페달과 가속 페달간의 수직 간격을 의미한다. Pollard은(1989)은 페달 사이의 수직간격이 작으면 페달의 오조작 가능성이 커질 수 있다고 하였다[7]. Schmidt(1993)역시 페달 사이의 수직 간격이 작으면 페달의 오조작 가능성이 커진다고 하였으나, 실제 차량의 경우에는 자동차 종류에 따라 페달 사이의 수직 간격이 페달 오조작에 서로 상반된 영향을 끼치는 경우도 있다고 보고하였다[10]. 또한 페달의 설계 문제에 있어서 Pollard(1989)는 CVO(Critical Vertical Offset)를 사용하는 것이 자동차 페달의 특성을 이용한 새롭고 실용적인 접근이라고 하였다. CVO란 브레이크 페달을 최대한 밟았을 때 가속 페달과의 수직 간격으로, 페달이 사용되지 않는 상태에서 측정하는 페달 수직 간격(Vertical Pedal Offset)과는 달리 브레이크 페달을 밟고 있는 동적인 환경에서 측정하는 것이며, 각 페달의 답력/변위량(Force/Distancement)특성까지 반영하기 때문에 유용하다고 하였다[7]. Pollard(1989)는 그의 연구 결과에서 페달의 수평간격이 작을 때와 CVO가 작을 경우 페달 오조작이 발생할 수 있다고 하였다. 예를 들어 CVO 값이 1.5cm 보다 작고 수평간격이 8cm 보다 작을 경우 오조작의 가능성이 크다고 하였다. Reinhart(1995) 역시 두 페달 사이의 수평 간격이 좁고 CVO가 낮을 경우에는 오조작이 일어날 가능성이 있다고 하였다[9]. 또한 페달의 크기와 재질에 따른 오조작의 문제를 방지하기 위해 미국 직업 안전 건강 연구소(NIOSH)에서는 작업 현장에서 착용하는 안전화의 크기를 고려한 페달의 크기는 최대 29.94cm, 최소 7.62cm로 설계 할 것을 권고하고 있으며 미끄러짐을 방지하기 위하여 페달 밑단에 발을 고정 할 수 있는 Bar를 설치할 것을 권고 하고 있다.



## 4.2 유압 컨트롤 레버

유압 컨트롤 레버는 하물을 싣고 내리는 작업을 수행하는데 이용되고 있으며 총 4개의 레버로 구성되어 있으며 <그림6>과 같다.



<그림6> 유압 컨트롤 레버

앞서 실험을 통하여 도출된 유압 컨트롤 레버와 관련된 불편 요소의 관련 설계특성치의 중요도 순위를 결정하였으며, 그 결과는 다음의 <표5>와 같다.

<표5> 유압 컨트롤 레버 관련 설계 특성치의 중요도 순위

중요도 순위	설계 특성치
1	레버 간 간격
2	레버의 크기
3	레버의 식별성
4	레버 Force
5	팔걸이의 유무

실험에 이용되었던 지게차의 유압 컨트롤 레버는 총 4개로 구성되어 있으며 각 레버의 넓이는 약 3cm정도 이며 레버간의 간격은 약 1.8cm였다. 현재 우리나라의 경제활동 연령인 20~59세를 기준으로 한 손 너비 (Hand Breadth with Thumb)는 <표6>과 같다[6].

<표6> 경제활동 연령을 고려한 손 너비 (단위: mm)

	5%	50%	95%
20세~24세	75	83	90
25세~29세	77	83	90
30세~34세	77	84	90
35세~39세	78	85	92
40세~49세	77	84	91
50세~59세	79	84	90

본 실험에 응한 피험자의 경우 평균 나이는 22.9세였으며 키는 172.2로 평균치인 50%에 속한다. 따라서 실험에 응한 피험자의 손 너비는 83mm로 추정이 가능하다. 또한 피험자가 한 개의 레버만을 조작하기 위해서는 레버의 너비인 3cm를 제외한 좌우 2.6cm의 공간이 필요함을 알 수 있다. 그러나 실험에 사용된 지게차의 경우 레버 간의 간격이 1.8cm 정도였다. 이는 피험자가 하나의 레버 조작 시 동시에 좌우의 레버가 조작 되어 지게차의 오작동에 기인하는 원인이 될 수 있다는 것을 의미한다. 레버간의 간격에 따른 불편 요소에 대한 또 다른 한 가지 문제점은 피험자들이 레버 간 간섭효과를 의식적으로 피하기 위하여 부적절한 자세로 작업을 반복한다는 것이다. 그에 따라 대부분의 피험자는 손목 부위의 통증을 호소하였다. 이러한 현상이 지속 될 경우 수근관 증후군(Carpal Tunnel Syndrome)과 같은 근골격계 질환의 원인이 된다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 경제활동 연령의 최대 손 너비가 9.2cm임을 고려하여 레버 간 간격은 최소 3.1cm로 설계해야 한다. 지게차의 경우 작업의 특성상 하물을 반복적으로 싣고 내리기를 반복한다. 그리고 작업을 수행하기 위하여 여러 가지의 유압 컨트롤 레버를 이용하고 있었다. 본 실험에 이용된 지게차의 경우 모든 레버가 같은 형태와 색을 띠며 높이 또한 같았다. 따라서 피험자는 각 레버의 정확한 기능을 인지 할 수 없었다. 따라서 레버의 형태와 색은 기능별로 다르게 해야 한다. 또한 지게차는 레버를 조작하기 위해 장시간 동안 지속적으로 어깨를 들어 올린 상태에서 작업을 수행하므로 근골격계 질환의 하나인 근막통증후군(Myofascial pain syndrome)에 노출되어 있다. 근막통증후군은 근육이 딱딱하게 뭉쳐지면서 통증을 유발하는 질환으로 주로 잘못된 자세와 스트레스에 의해 나타난다. 따라서 레버를 조작하는 작업을 수행하는 동안 팔과 지면이 수평이 될 수 있도록 팔걸이(Arm rest)를 설치해야 한다. 지게차의 레버와 페달 설계 시 고려해야 할 사항을 요약하면 다음과 같다.

#### ● 페달

1. 페달 간 수평간격은 8cm 이상이 되도록 설계해야 한다.
2. CVO(Critical Vertical Offset)는 1.5cm 이상 되도록 설계해야 한다.
3. 페달의 크기는 최대 29.94cm, 최소 7.62cm로 설계해야 한다.
4. 페달은 미끄러짐이 없는 재질로 해야 한다.
5. Leg Room의 크기는 안전화의 크기를 고려해서 설계해야 한다.

#### ● 레버

1. 레버의 너비를 3cm로 설계 할 경우 레버 간 간격은 최소 3.1cm가 되어야 한다.
2. 손잡이는 차량의 진동을 흡수할 수 있는 소재로 만들어야 한다.
3. 손잡이는 손목의 꺾임이 없도록 설계되어야 한다.
4. 손잡이의 모서리는 손을 보호 할 수 있는 형태로 설계되어야 한다.
5. 레버의 형태는 정확한 기능을 인지 할 수 있도록 각각 다르게 설계되어야 한다.
6. 레버를 조작 할 경우 팔과 지면이 수평이 될 수 있도록 팔걸이 (Arm rest)를 설치해야 한다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 산업용 차량인 지게차와 관련된 산업재해를 예방하기 위하여 페달과 유압 컨트롤 레버를 중심으로 연구를 수행하였다. 실험을 통하여 지게차와 관련된 운전자의 요구사항을 파악하였으며 QFD를 이용하여 요구사항의 중요도 순위를 산출하였다. 그 결과 페달과 관련된 설계특성치의 중요도 순위는 페달의 각도, 페달 간 간격, Leg Room의 크기, 페달의 답력, 페달의 크기, 페달의 재질 순으로 분석되었다. 또한 유압컨트롤 레버와 관련된 설계특성치의 중요도 순위는 레버 간 간격, 레버의 크기, 레버의 식별성, 레버 Force, 팔걸이의 유무 순으로 분석되었다. 본 연구에서는 실험의 결과를 토대로 기존의 관련 연구를 분석하였으며 경제활동 연령을 고려한 인체치수를 이용하여 지게차의 페달과 유압 컨트롤 레버의 인간공학적 고려사항을 제시하였다. 위에서 제시된 11가지의 인간공학적 고려사항은 오조작으로 인한 산업재해와 근골격계 질환을 예방하는데 기여 할 수 있을 것으로 사료된다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1]문근찬, "현대 생산관리의 이해", Kpice, (2005), pp128-132
- [2]박윤규, "산업재해분석과 예방에 관한 연구", 대한산업안전협회지, (2004), pp12-17
- [3]이순룡, "생산관리론", 법문사, (2001), pp211-213
- [4]KISA, "운전과 근골격계의 보건", 대한산업안전 협회지, (2003), pp8-13
- [5]KISA, "지게차 안전운행", 대한산업안전협회지,(2004), pp 92-107
- [6]"제5차 한국인 인체치수 조사사업 보고서", Size Korea,(2004)
- [7]Pollard, J. An examination of sudden acceleration. Transportation Systems Center. technical report No. DOT-HS-807-367. (1989)
- [8]Reinhart,W Engineering analysis action report EA78-110(1973-1986 GM passenger cars). NHTSA. (1986)
- [9]Reinhart, W. The effect of counter measures to reduce the incidence of unintended acceleration accidents, NHTSA, 94-S5-O-07. (1995)
- [10]Schmidt, R.A. Unintended acceleration : Human performance considerations, in Peacock, B. andKarwowski, W.(Ed.), *Automotive ergonomics*, (1993),pp431-451

## 저 자 소 개

**정 재 연** : 조선대학교 산업공학과를 졸업하고 현재 아주대학교 산업공학과 석사과정에 재학중이다. 주요 관심분야는 인간공학, 산업안전, 감성공학, HCI등이다.

**박 범** : 아주대학교 산업공학과를 졸업하고 미국 Ohio Univ. 산업공학 석사, Iowa State Univ.에서 산업공학 박사학위를 취득하였고, 한국 전자통신연구소에서 Human-machine Interface 업무에 선임 연구원('93-95')을 역임하였으며, 현재 아주대학교산업공학과 정교수로 재직중이다. 주요 관심분야는 인간공학, 감성공학, HCI, 설비안전이다.