碩 士 學 位 論 文

指導敎授 鄭 炳 榕

모니터 공장의 인간공학 진단 및 개선에 관한 연구

Ergonomic Investigation for Improvements of Workplaces in a Monitor Factory

2001年 6月

漢城大學校 大學院

産 業 工 學 科

産 業 工 學 專 攻

兪 云 植

碩 士 學 位 論 文

指導敎授 鄭 炳 榕

모니터 공장의 인간공학 진단 및 개선에 관한 연구

Ergonomic Investigation for Improvements of Workplaces in a Monitor Factory

위 論文을 産業工學 碩士學位 論文으로 提出함

2001年 6月

漢城大學校 大學院

産 業 工 學 科

産 業 工 學 專 攻

兪 云 植

兪云植의 工學碩士學位 論文을 認定함

２００１年　6月

審査 委員長　이 재 득 (印)

審 査 委 員　김 대 홍 (印)

審 査 委 員　정 병 용 (印)

目　　次

1. 서 론 1

2. 연구 방법 5

3. 작업자 및 작업장 실태분석 6

3.1 작업자 실태 6

3.2 작업 분석 8

3.3 작업 환경 14

3.4 작업 전후의 통증 경험 여부조사 16

4. 작업장의 인간공학적 개선안 도출 21

4.1 입식 작업의 피로 절감 대책 21

4.2 입식 및 좌식 작업의 선정 24

4.3 수삽 작업의 작업장 개선 25

4.4 라인 균형 개선 27

4.5 부품상자 28

4.6 표시 및 조정장치 33

5. 결 론 35

表 目 次

<표 1> 최근 4년간 근골격계 질환 발생현황 2

<표 2> 입식과 좌식 작업의 선택 기준 24

그 림 目 次

<그림 1> 인간공학을 작업장에 적용하는 이유 1
<그림 2> 업종별 근골격계질환 발생현황 3
<그림 3> 작업자의 연령 분포 6
<그림 4> 작업자의 남 여 비율 7
<그림 5> 작업자의 현재공정 작업경력 분포 8
<그림 6> 작업자세 중에서 비틀림이나 굽힘, 꺾임 자세가
많다고 느끼십니까? 9
<그림 7> PCB Line의 작업자 키의 분포 11
<그림 8> 조립 Line의 작업자 키의 분포 11
<그림 9> 불편함을 느끼는 작업도구는? 12
<그림 10> 작업자의 휴식 시간 12
<그림 11> 현재의 휴식 시간은 적당하다고 느끼십니까?
..... 13
<그림 12> 현재 하루의 작업량, 작업시간은 자신의 체력에
비하여 어떠한가? 13
<그림 13> 소음은 적당하다고 느끼십니까? 15
<그림 14> 조명은 적당하다고 느끼십니까? 15
<그림 15> Line별 작업전후 통증부위 16
<그림 16> 언제부터 증상을 느끼셨습니까? 17

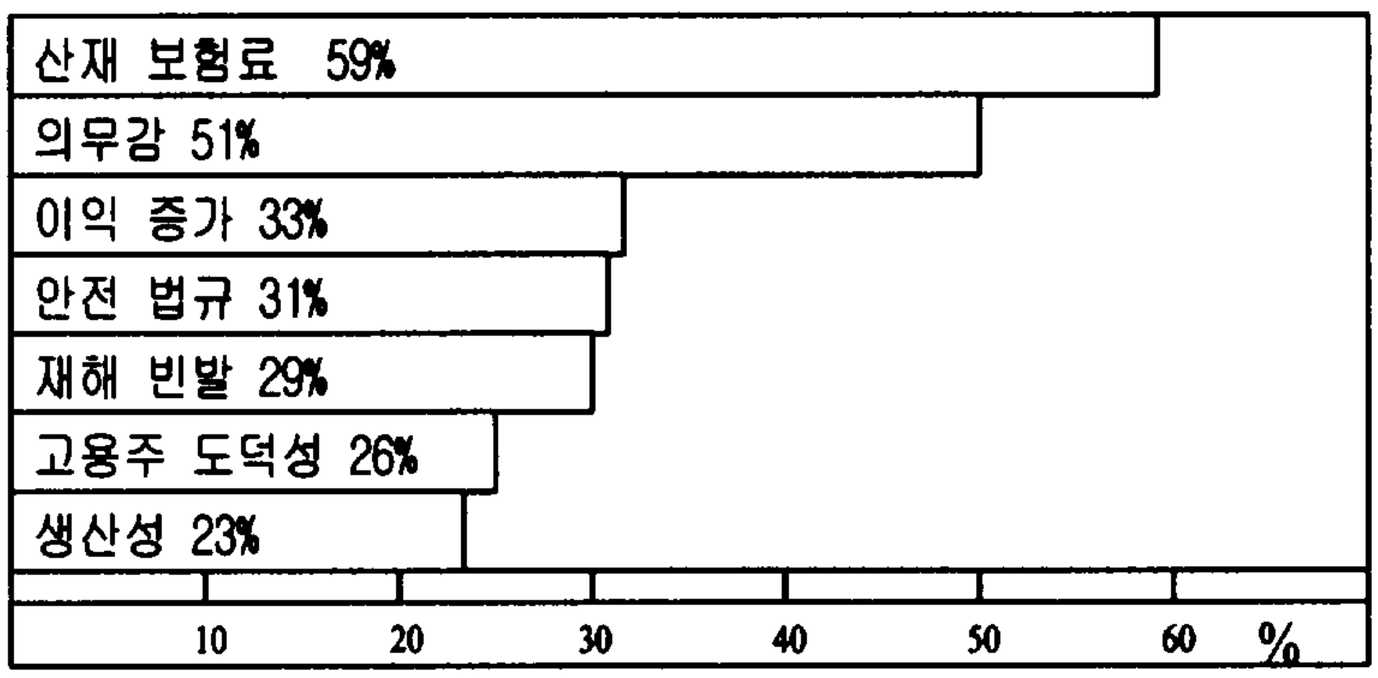
<그림 17> 증상이 얼마나 자주 발생합니까? 18
<그림 18> 통증의 원인은 무엇입니까? 18
<그림 19> 통증의 불편한 정도는? 19
<그림 20> 증상이 호전되기 위해서는 무엇이 필요한가?
..... 20
<그림 21> 작업대에 쿠션패드가 부착된 모습 22
<그림 22> 입식/좌식 겸용 의자의 예 22
<그림 23> 개발된 입식 의자 22
<그림 24> 작업장에 피로 방지용 매트를 설치 후 모습
..... 23
<그림 25> 작업대에 설치된 팔 지지대의 모습 23
<그림 26> 부품 삽입 순서 흐름의 예 25
<그림 27> 부품상자와 삽입위치의 연계 25
<그림 28> 작은 부품상자의 경우 26
<그림 29> 큰 작은 부품상자의 경우 26
<그림 30> 흘러내리지 않는 부품상자의 배치 27
<그림 31> 애로(bottle neck)공정 27
<그림 32> 동작검사 작업의 증설 위치 28
<그림 33> 부품상자의 권장 크기 29
<그림 34> 부품상자의 손잡이 제공 29
<그림 35> 부품상자의 손잡이 크기 30
<그림 36> 전동 드라이버의 직경 31

<그림 37> 작업장 내의 전동 드라이버의 종류 및 구성 31
<그림 38> 권총형 전동 드라이버의 종류와 손잡이의 권장 치수 32
<그림 39> 작업 방법에 따른 전동 드라이버의 선택 요령 32
<그림 40> 버튼 표시의 개선 33
<그림 41> 설명 또는 그림표시로의 개선 34

1. 서 론

오늘날 기술의 발달로 전자제품 제조업체의 작업이 자동화 공정이 증가되면서 근로자의 단순화된 반복작업이 증가하고 있으므로 작업자에게 나타나는 근골격계 질환의 문제가 대두되고 있다. 근골격계 질환이 나타나면 작업생산성, 안전성, 효율성에 영향을 미친다.

미국 OSHA의 "인간공학 프로그램" (Ergonomic Program Standard)는 근골격계 질환(MSDs: Musculo-skeletal disorders)에 관한 예방을 강조하였고, 작업위험분석 및 통제, 보고, 훈련, 관리, 평가 등에 관한 규정을 포함하고 있다. OSHA의 "Ergonomic Program Standard" 는 미국 의회에 보고되었고, 인간공학 프로그램(Ergonomic Program)을 기업에 적용함으로서 산재 보험료의 감소 효과를 나타내었다. 미국 OSHA에서 관리자들을 대상으로 인간공학을 작업장에 적용하고 있는 이유에 대하여 설문 조사를 하여 <그림 1>과 같이 '산재 보험료 때문에' 59%, '의무감 때문에' 51%, '이익의 증가' 33%, '안전법규' 31%, '재해빈발' 29%, '고용주 도덕성' 26%, '생산성' 23%로 나타났다(OSHA Ergonomic Program Standard).



<그림 1> 인간공학을 작업장에 적용하는 이유

누적 외상성 질환(Cumulative Trauma Disorder, CTD)은 고도로 분업화된 현대 산업환경에서 장기간에 걸친, 지속적인 반복 동작에 의하여 근육, 관절, 혈관, 신경 등에 미세한 손상이 발생되고, 이것이 누적되어 각종 컴퓨터 작업이나, 단순 조립작업 등 연속적인 반복동작을 필요로 하는 작업에 종사하는 근로자들에게서 나타나는 직업성 질환이다.

미국의 <OSHA 200 Logs>에 의해 집계된 직업병 통계(사기업 대상)를 보면 1981년도에 누적 외상성 질환건수가 23,000건이었던 것이 15년 후인 1995년도에는 약13.4배 증가한 308,200건으로 전체 직업병 건수에서 62.3%를 차지할 정도로 급속히 증가하여 산업보건의 가장 심각한 문제중의 하나로 자리 잡고 있다.(BLS, 1997) 국내에서 VDT 작업자중 최초로 누적외상성 질환을 공식적인 업무상 질병(직업병)으로 인정받은 사례로는 1986년 모 방송국에서 근무하는 타자수로 행정소송을 거쳐 직업병 인정과 손해배상 청구를 받은 경우이다.(이윤근, 1995)

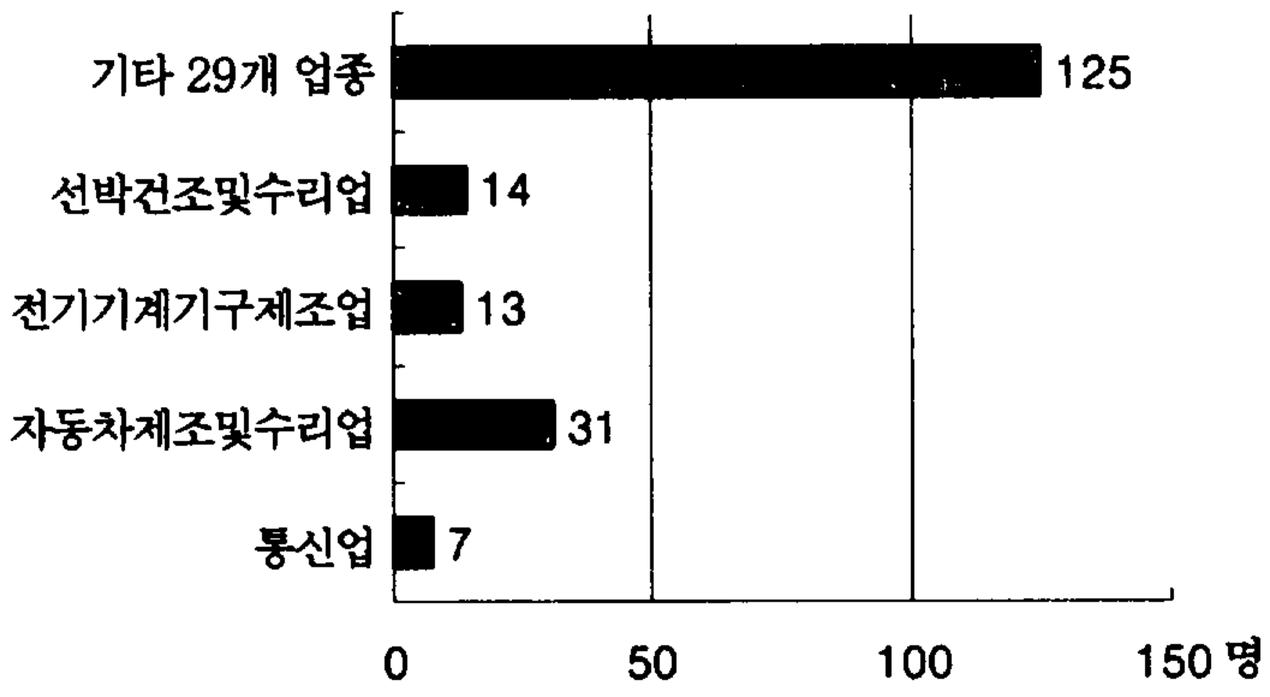
연도별 근골격계질환 발생현황은 <표 1>에서 보는 바와 같이 '96년도에는 신체부담작업에 의한 질환 345명, 요통 161명 등 506명이 발생하였고' 그 이후 '97년도와 98년도에는 그 발생 숫자가 감소하다가' 98년을 저점으로 하여 '99년부터는 다시 증가' 추세를 보인다.(유기호 2000. 12)

<표 1> 최근 4년간 근골격계 질환 발생현황 (단위: 명)

구분	96년도	97년도	98년도	99년도
계	506	221	124	190
신체부담작업	345	133	73	124
요통	161	88	51	66

이러한 근골격계 질환 발생증가 추세는 우리 사회가 그 동안 기업 구조 조정과 경쟁체제 강화에 따른 스트레스 증가와 근로 인구의 중, 고령화 등과 함께 공장 자동화에 따른 단순반복작업의 증가 등으로 인하여 지속적으로 증가될 전망이다.

99년에 발생한 근골격계질환자 190명에 대하여 발생원인을 분석한 결과 업종별 발생 현황은 <그림 2>에서 보는 바와 같이 '자동차 제조 및 수리업 31명(16%)', '선박 건조 및 수리업 14명(7%)', '전기기계기구제조업 13명(6%)'순으로 나타났다.(유기호 2000. 12)



<그림 2> 업종별 근골격계질환 발생현황

자동차 제조업종과 선박 건조업종은 중량물을 많이 취급하기 때문에 제품의 무게에 의해서 근골격계 질환이 나타날 수 있고, 전자 조립 업종과 통신업은 제품의 무게보다도 단순 반복작업에 의해서 근로자들에게 누적 외상성 질환이 많이 나타날 수 있으므로 관심을 가지고 개선하여야 한다.

근골격계 질환에 대한 산재요양신청이 국내에서 처음 이루어 졌다. "생산현장에서 근로자들이 단순반복작업 등으로 인해 근력의 약화와 같은 이

상 증세가 나타나는 근골격계 질환에 대한 산재요양승인이 국내 처음 이루어 졌다. 근로복지공단 울산지사는 현대자동차 5공장 근로자 56명이 근골격계 질환 요양신청을 낸 것과 관련, 이 가운데 41명은 업무상 질병으로 인정했으며, 나머지 15명은 특수검진 후 재판정하기로 2000년 11월 28일 밝혔다. 이에 따라 이와 비슷한 생산구조를 가진 이 회사 1~4공장과 기아, 대우 자동차 등 동종 업계 적잖은 영향을 미칠 것으로 판단된다." (무재해 2001. 01)

작업 현장을 인간공학적 측면에서 고려하면 작업자의 불필요한 행동, 잘못된 작업자세, 작업자의 피로, 작업장의 불합리한 공정 등을 개선 등을 통하여 제품의 생산성 향상과 제품 불량률의 감소와 작업자의 안전등에 기여 할 수 있다.(정병용 2000)

본 연구에서 모니터 공장의 작업장, 작업방법 및 작업자에 관한 실태를 인간공학적 측면에서 조사, 분석, 개선안을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 모니터 제조 공장의 작업자, 작업방법, 작업환경, 작업설비 등의 실태를 파악하고 인간공학 측면에서 개선안을 도출하기 위하여 작업자를 대상으로 한 설문지 조사, 작업 방법 조사, 작업장 및 환경 조사 등을 실시하였다.

2.1 설문지 조사

작업방법과 환경에 관한 설문조사로 작업공간, 작업 중 위험요소, 작업도구, 표시 장치 및 조정 스위치, 소음, 조도에 대해 조사하였고, 작업전후의 통증 경험 여부 조사로 통증 부위, 통증 부위 관련 역학적인 내용을 총 110명의 근로자에게 설문 조사하였다.

2.2 작업 방법 조사

작업자별 작업 내용 촬영을 4~5 cycle 정도 연속 촬영을 하였고, 작업자의 작업 시간을 측정하였다. 작업자별 작업분석에서 중점 분석 작업자 작업을 선정하여 작업도구 및 작업방법 분석, 작업 공정도 작성, 작업의 위험 요소 파악, 개선 요소 도출을 하였다.

2.3 작업장 및 환경 조사

작업자별 작업 환경 측정을 위해서 작업자의 작업장과 작업환경 요소 측정, 작업대 높이 측정, 작업공간 측정, 휴식 공간 측정, 소음 측정, 조도 측정을 하였다.

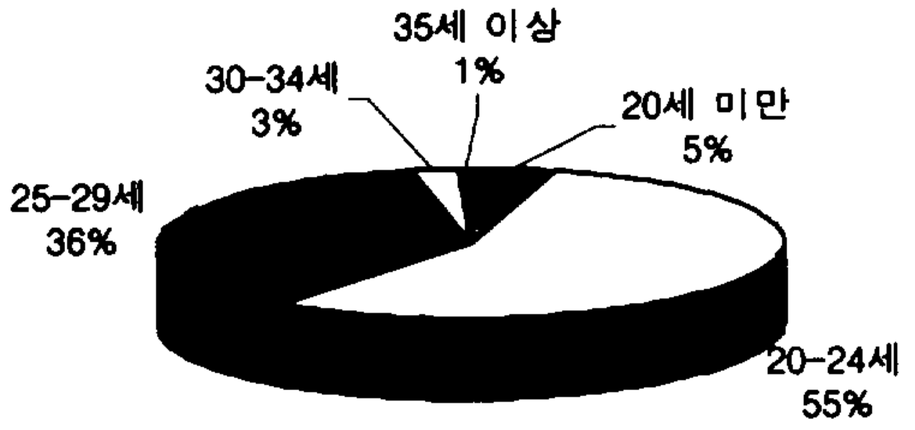
3. 작업자 및 작업장 실태분석

작업자 및 작업장 실태분석은 나이, 경력, 입식작업, 반복작업, 꺾임과 비틀림 및 굽힘의 작업자세, 작업대 높이, 작업자의 키, 작업도구, 휴식시간, 작업량, 소음, 조명, 통증경험, 통증부위, 통증을 느낀 시기, 증상 발생, 통증원인, 불편한 정도, 통증대책을 나타내었다. 작업자 실태에서는 3항목, 작업 분석에서는 7항목, 작업 환경에서는 소음과 조도, 작업 전후의 통증 경험여부에서는 7항목을 조사하여 나타내었다.

3.1 작업자 실태

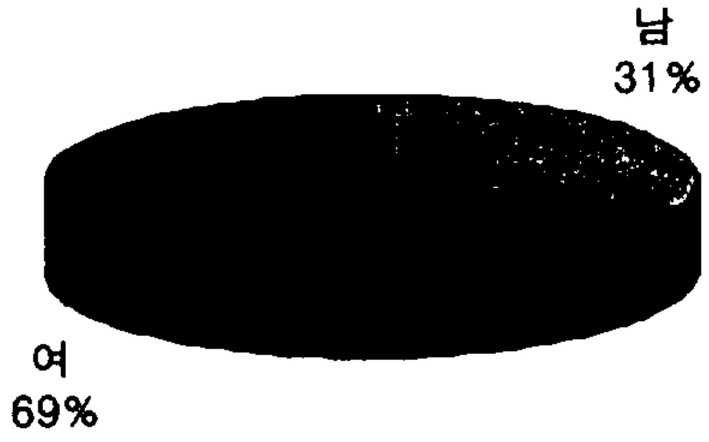
1) 20대 여성의 작업자

작업자의 연령 분포는 <그림 3>과 같다. 20세미만이 5%, 20세~24세가 55%, 25세~29세가 36%, 30세~34세가 3%, 35세 이상이 1%로 조사되었다. 이 결과로 보아 20대 작업자가 91%로 작업자 대부분을 차지하였고, 전체적으로 작업자 연령이 젊다는 것을 알 수 있다.



<그림 3> 작업자의 연령 분포

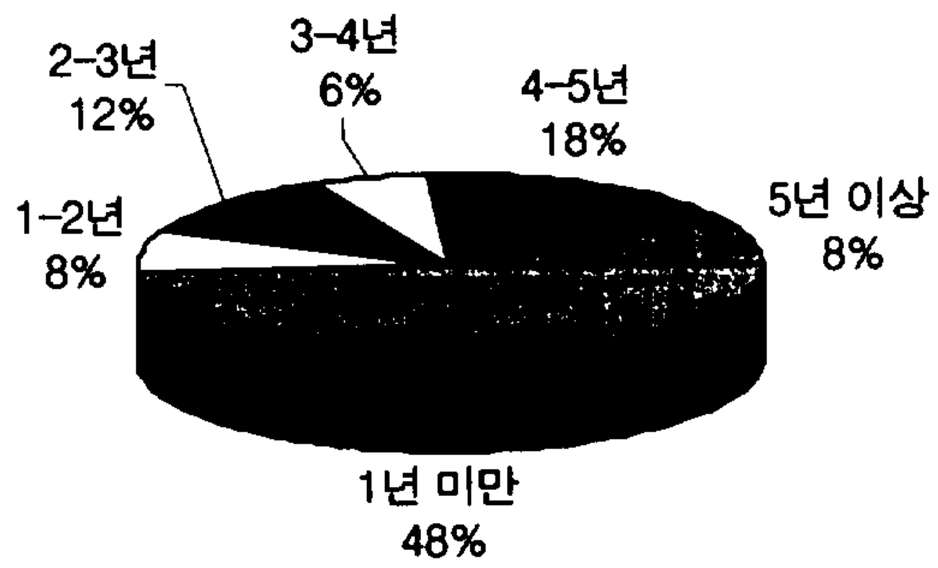
<그림 4>는 작업자의 남, 여 비율을 나타낸 것이다. '여자 69%', '남자 31%'로 조사되었다.



<그림 4> 작업자의 남 여 비율

2) 대부분이 경력 1년 미만의 초보자

작업자의 현재 공정 작업경력 분포는 <그림 5>와 같다. 1년 미만 작업자가 48%, 1년~2년 8%, 2년~3년 12%, 3년~4년 6%, 4년~5년 18%, 5년 이상 작업자가 8%로 조사되었다. 이 결과로 보아 1년 미만의 작업자가 48%로 거의 절반을 차지하고 있어 초보자의 비율이 높은 것을 알 수 있다.



<그림 5> 작업자의 현재공정 작업경력 분포

3.2 작업 분석

1) 대부분 입식작업이다.

입식 작업 현황을 보면 PCB작업장은 100% 입식 작업이고, 모니터 조립 Line을 보면 68.5%로 나타난다. 입식 작업과 좌식 작업에 대한 기준이 없고 관리자가 요구하는대로 하고 있다. 이에 작업특성을 반영한 선택 기준이 필요하다.

2) 단순 반복 작업이 많다.

본 공장의 작업자의 주기 시간이 PCB 작업자의 평균 주기시간은 21.2초, 조립 작업자의 평균 주기시간은 14.6초로 나타났다.

다음 작업자의 1일 작업 내용을 예시한 것이다. 1일 3,000개의 생산량으

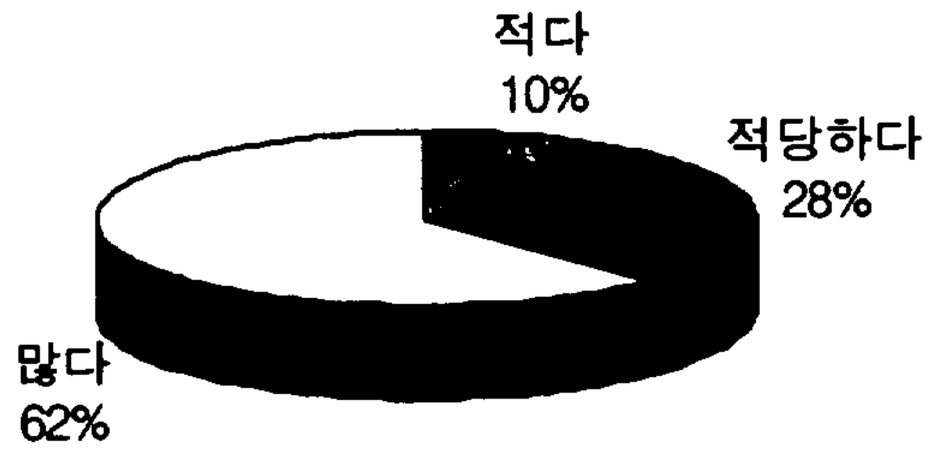
로 가정한다면 작업자 A는 생산 주기당 부품 가져오기를 10회씩 총 30,000회를 행하고 있다, 부품 꽂기를 10회씩 총 30,000회를, 작업자 B의 경우 생산 주기당 줄 끼우기가 3회씩 줄 끼우기가 총 9,000회, 전동 드라이버로 나사 체결이 6회씩 총 18,000회 동작을 하게 된다.

일반적으로 30초미만의 cycle time으로 구성된 작업이나, 생산율이 500단위/작업시간 이상인 경우, 근무 시간동안 20,000회 이상 유사동작이 있는 경우를 고도의 반복작업이라고 한다.

전자제품 조립공장은 다른 업종보다 고도의 단순 반복작업이 많다. 단순 반복작업이 많으면 누적 외상성 질환에 대하여 대책이 필요하다.

3) 꺾임과 비틀림, 굽힘의 자세

꺾임과 비틀림이나 굽힘의 자세가 많다고 느끼십니까? 라는 질문에 설문에 대한 결과는 <그림 6>과 같다. '적다' 10%, '적당하다' 28%, '많다' 62%로 조사되었다.



<그림 6> 작업자세 중에서 비틀림이나 굽힘, 꺾임이 많다고 느끼십니까?

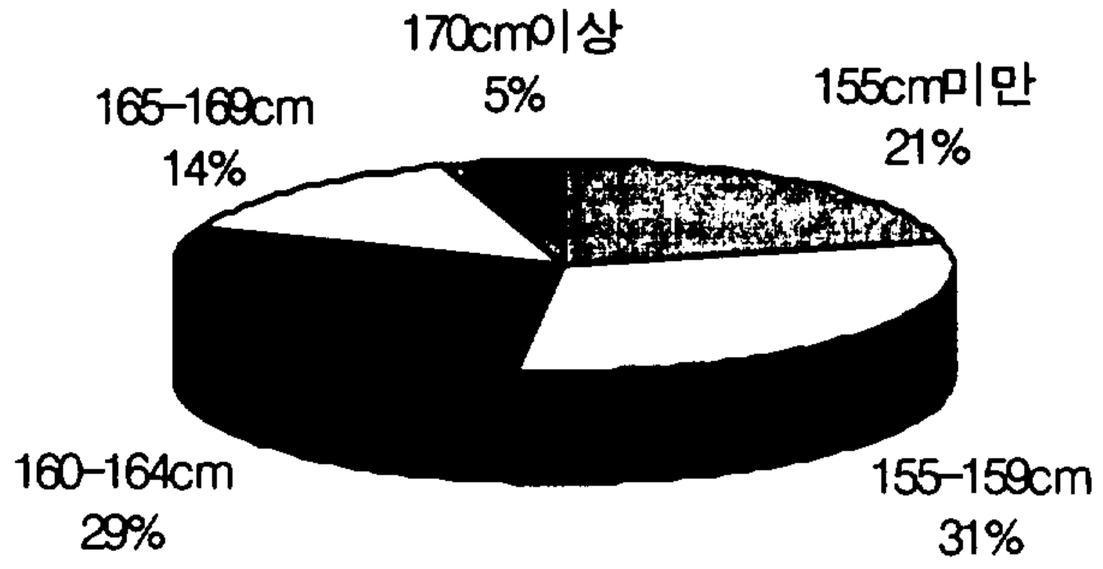
4) 부적절한 작업대 높이

작업자 키의 분포를 조사한 결과 PCB Line의 분포는 <그림 7>과 같이 나타났다. '155cm미만'이 21%, '155cm~159cm' 31%, '160cm~164cm' 29%, '165cm~169cm' 14%, '170cm이상'이 5%로 나타났다.

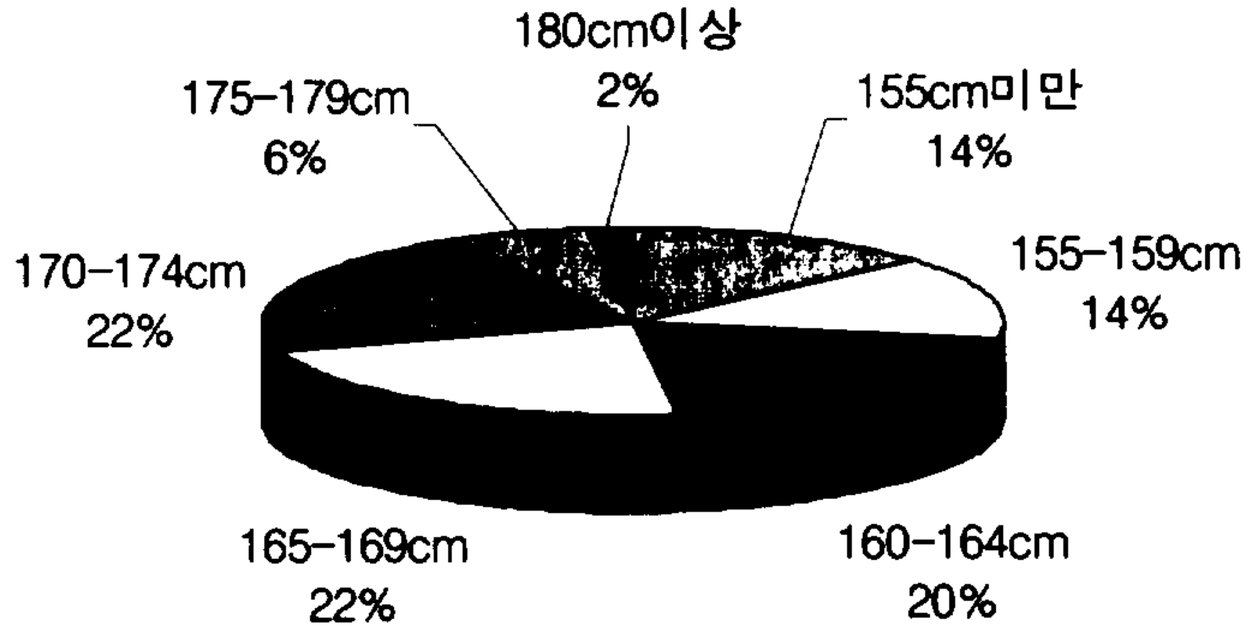
조립 Line의 작업자 키의 분포는 <그림 8>과 같이 나타났다. '155cm미만'이 14%, '155cm~159cm' 14%, '160cm~164cm' 20%, '165cm~169cm' 22%, '170cm~174cm' 22%, '175cm~179cm' 6%, '180cm이상'이 2%로 나타났다. 나타난 결과를 보면 작업자들의 키의 분포는 다양하다는 것을 알 수 있다.

작업대 높이의 실측 결과를 보면 PCB Line에서 수삽 작업대 높이가 95cm, 납땜검사 작업대 높이가 106cm, 최종 검사 작업대 높이가 90cm로 조사되었다. 조립 Line의 경우 제품 조립 작업대가 90cm, 제품조정 검사 작업대(좌식 작업)가 90cm로 입식 작업대와 좌식 작업대의 높이가 차이가 없음을 알 수 있다.

다양한 키를 가진 작업자들이 고정된 작업대 높이에서 작업하기 위해서는 큰 사람 기준으로 작업대 높이를 설계하고 나머지 작은 작업자들은 발판을 이용하는 것이 바람직하다.



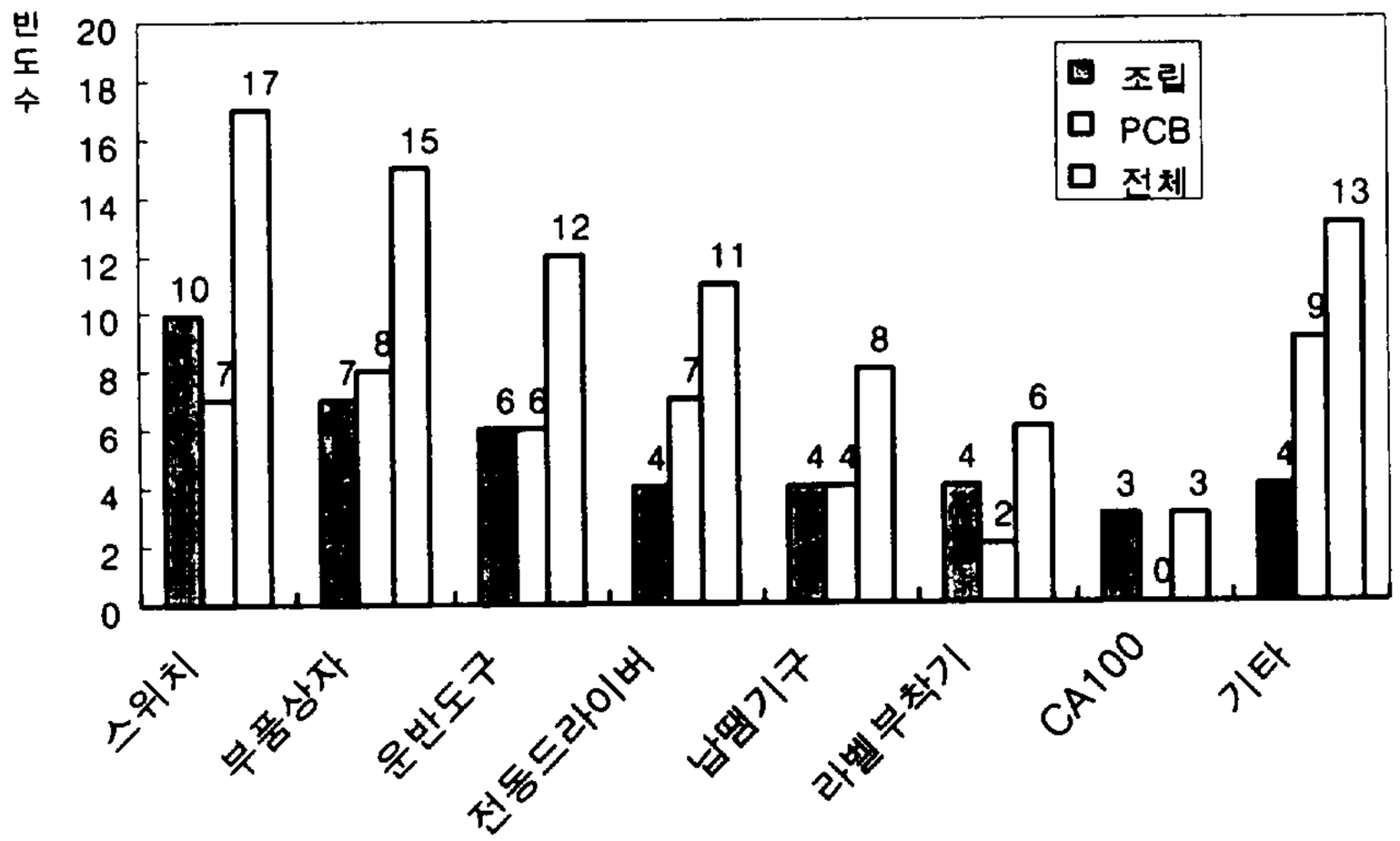
<그림 7> PCB Line의 작업자 키의 분포



<그림 8> 조립 Line의 작업자 키의 분포

5) 작업도구

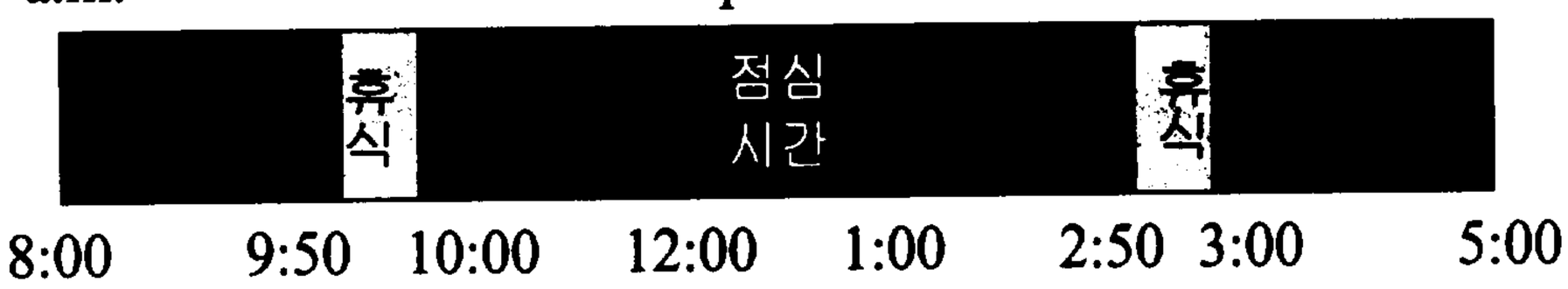
작업장에서 사용하는 작업도구를 조사한 결과 스위치, 부품상자, 운반도구, 전동 드라이버, 납땜기구, 라벨 부착기, 기타가 사용되는 것으로 조사되었다. <그림 9>는 작업시 불편함을 주는 작업도구를 나타낸 것이다.



<그림 9> 불편함을 느끼는 작업도구는?

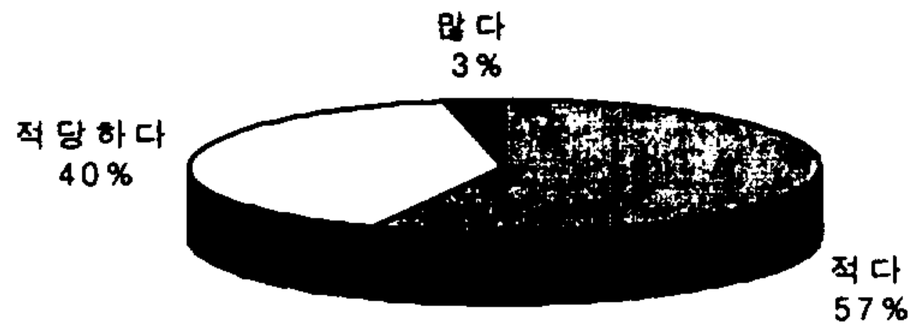
6) 휴식시간

<그림 10>은 본 작업장의 작업시간과 휴식 시간을 예시한 것이다.



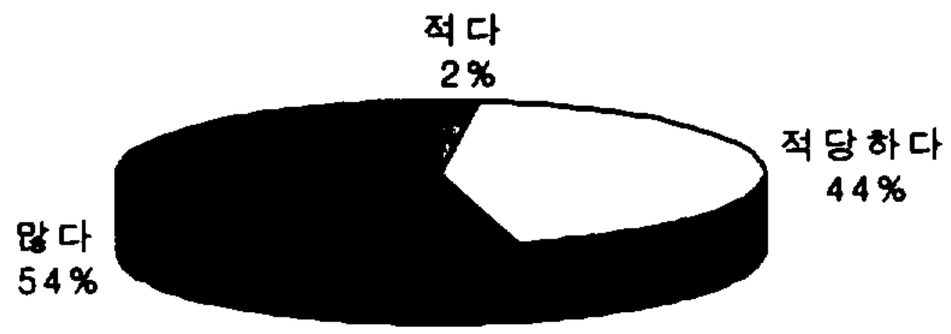
<그림 10> 작업자의 휴식 시간

'현재 휴식 시간은 적당하다고 느끼십니까?' 라는 설문에 <그림 11>과 같이 대답하였다. '적다' 57%, '적당하다' 40%, '많다' 3%로 나타났다. 휴식시간이 적다라고 느낀 작업자가 57%로 전체 작업자의 반 이상이 적다고 하였다.



<그림 11> 현재의 휴식 시간은 적당하다고 느끼십니까?

현재 하루의 작업량, 작업시간은 자신의 체력에 비하여 어떠한가? 라는 설문결과는 <그림 12>와 같이 나타났다. '많다' 54%, '적당하다' 44%, '적다' 2%로 나타났다.



<그림 12> 현재 하루의 작업량, 작업시간은 자신의 체력에 비하여 어떠한가?

한편 작업장에서 작업자들은 휴식 시간에 피로 회복을 위한 시설과 도구가 부족하여 작업자는 작업장 바닥이나 작업대에 기대앉은 작업자가 많은 것으로 나타났다.

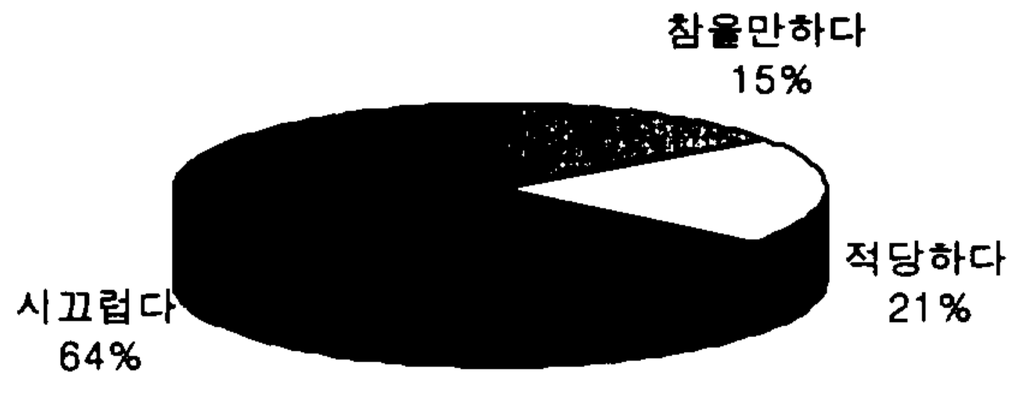
3.3 작업환경

1) 소음

미국의 직업 안전보건 관리국(OSHA)은 근로자를 소음의 신체 효과로부터 보호하기 위한 소음 노출 한계를 설정하였다. OSHA는 소음 통제에 대한 두 가지 기준을 권했다. 하나는 충격소음(impact noise)에 대한 것이다. 충격 소음은 일 초 이상의 간격으로 수준이 변하는 소음이다. 충격이나 자극적인 소음에 대한 노출은 최대 140dB 소리수준 압력을 초과해서는 안 된다.

두 번째 OSHA 기준은 지속적 소음(continuous noise)에 대한 것이다. 지속적인 소음은 일 초 이하의 간격으로 강도가 변하는 소음이다. 권장 최대 노출은 시끄러운 환경에서 소비되는 총 시간에 달려 있다. 현재 전체적인 지속적 소음 기준은 8시간의 근무시간 동안 90dB 이다. 그러나 청력 보존 프로그램은 근로자가 규칙적으로 85dB 이상으로 노출되는 곳에 실행되어야 한다(OSHA Ergonomics Guidelines).

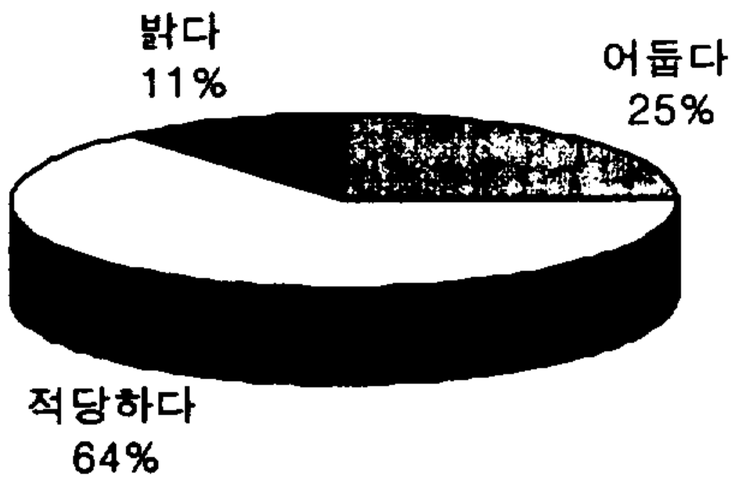
작업Line별 소음 평균치는 PCB Line 74.94dB, 조립1층 Line 79.3dB, 조립2층 Line 82.96dB로 조사되었다. '작업장 소음은 적당하다고 느끼십니까?' 라는 질문에 <그림 13>과 같이 '참을만하다' 15%, '적당하다' 21%, '시끄럽다' 64%로 나타났다.



<그림 13> 소음은 적당하다고 느끼십니까?

2) 조명

Line별 조도 평균치는 PCB Line이 눈높이 548.5lux 작업면 407.8lux, 조립 1층 Line이 눈높이 535.2lux 작업면 412lux, 조립 2층 Line이 눈높이 409.3lux 작업면 326.8lux로 조사되었다. 작업장 조명에 관한 설문에서 다음 <그림 14>와 같이 '밝다' 11%, '어둡다' 25%, '적당하다' 64%로 응답하였다.



<그림 14> 조명은 적당하다고 느끼십니까?

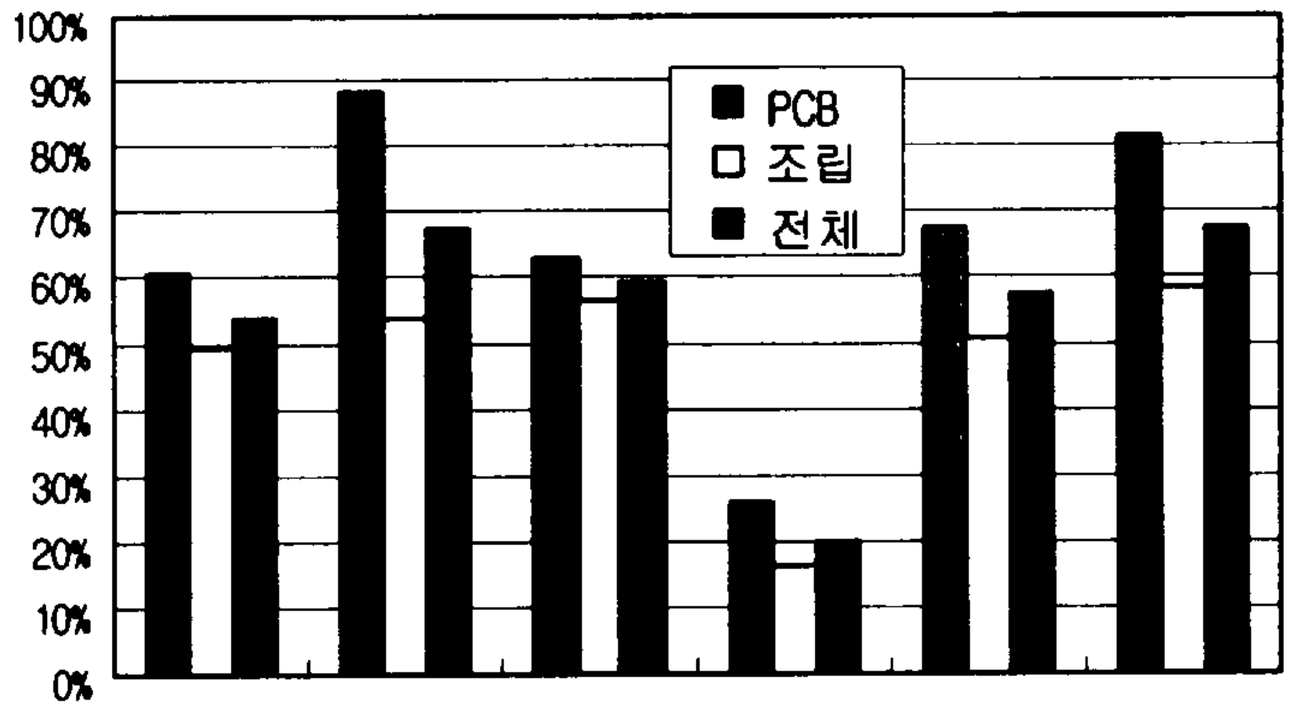
3.4 작업 전후의 통증 경험 여부 조사

1) 통증 경험 여부

'작업 전후에 통증이나 쑤심, 저림 등의 불편한 증상을 느낀 적이 있는 신체부위에 모두 표시하여 주십시오.' 라는 설문에 대하여 응답자의 9.1% 만이 '없다'라고 하였으므로 90.9%가 1개 부위 이상의 통증을 경험한 것으로 나타났다.

2) 통증 부위

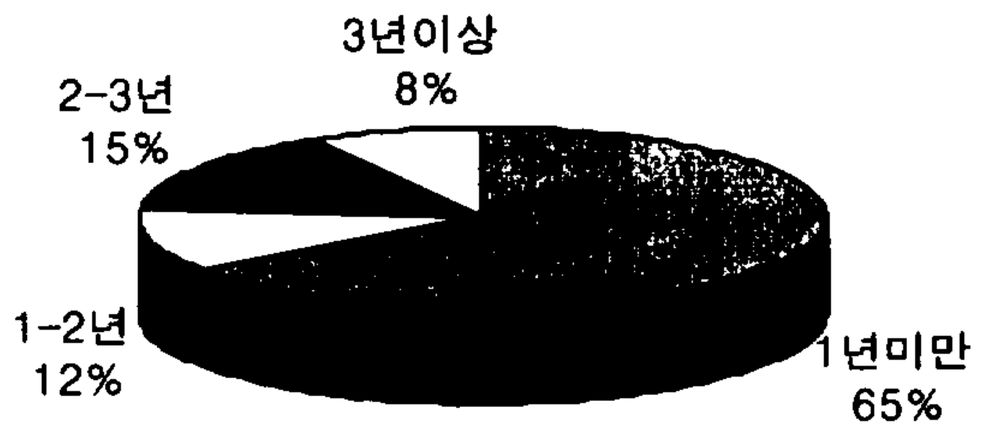
Line별로 작업 전후의 통증 부위는 <그림 15>와 같다. 통증을 호소한 부위는 작은 부품을 조립하는 PCB Line에서 어깨→ 다리→ 손/손목→ 허리→ 목→ 팔꿈치 순서로 나타났으며, 메인 조립 Line에서는 다리→ 허리→ 어깨→ 손/손목→ 목→ 팔꿈치 순으로 나타났다.



<그림 15> Line별 작업전후 통증 부위

3) 통증 느낀 시기

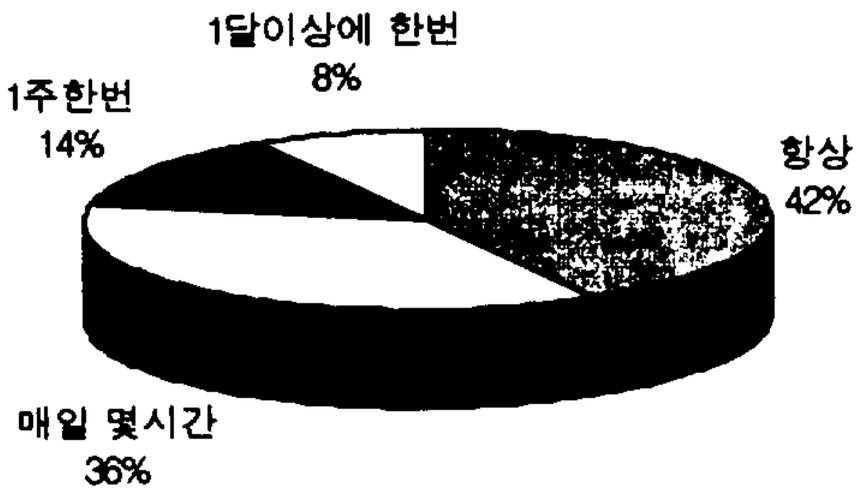
'통증을 느끼기 시작한 시기분포에서 언제부터 증상을 느끼셨습니까?' 라는 설문결과는 <그림 16>과 같다. '1년 미만'이 65%, '1년~2년' 12%, '2년~3년' 15%, '3년 이상'이 8%로 나타났다. 1년 미만이 65%로 높게 나타난 것은 경력이 1년 미만의 작업자가 많기 때문이다.



<그림 16> 언제부터 증상을 느끼셨습니까?

4) 증상 발생

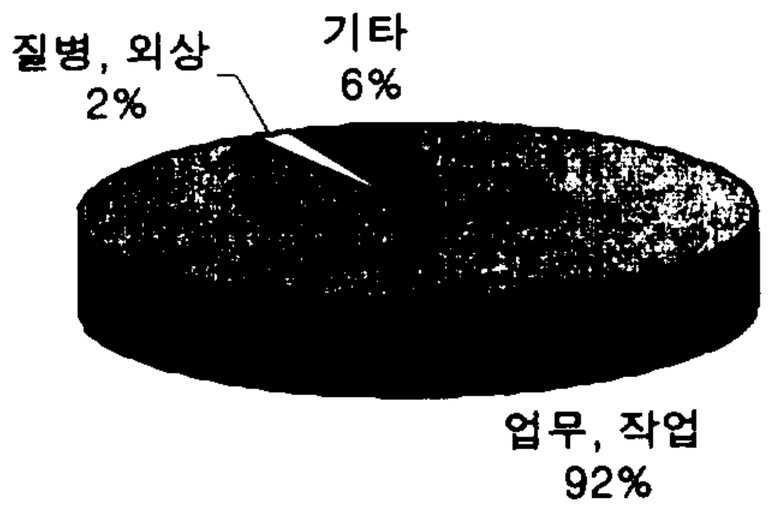
증상이 얼마나 자주 발생합니까? 라는 설문에 <그림 17>과 같이 나타났다. '항상 느낀다'가 42%, '매일 몇 시간씩 느낀다.' 36%, '1 주일에 한번정도 느낀다.' 14%, '1달 이상에 한번정도 느낀다.' 8%로 나타났다.



<그림 17> 증상이 얼마나 자주 발생합니까?

5) 통증 원인

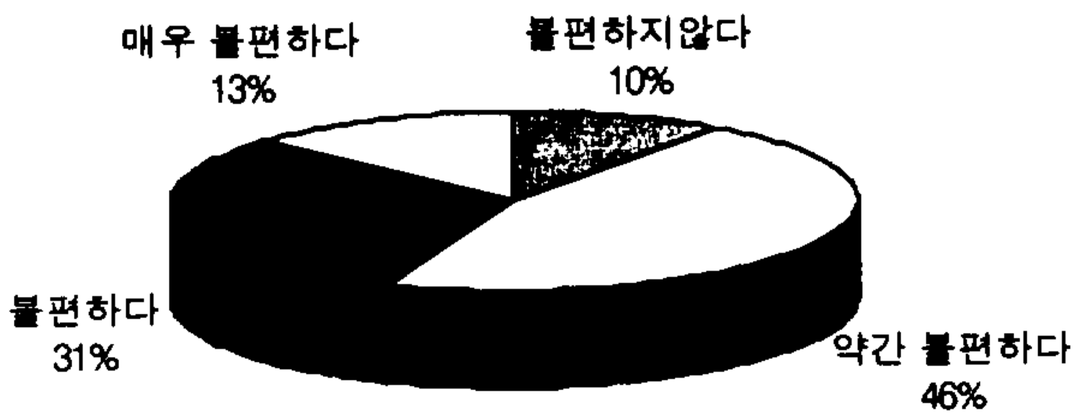
'통증의 원인은 무엇입니까?' 라는 설문에 대해서는 '업무 및 작업'이라는 응답자가 92%를 차지하였다(그림 18).



<그림 18> 통증의 원인은 무엇입니까?

6) 불편한 정도

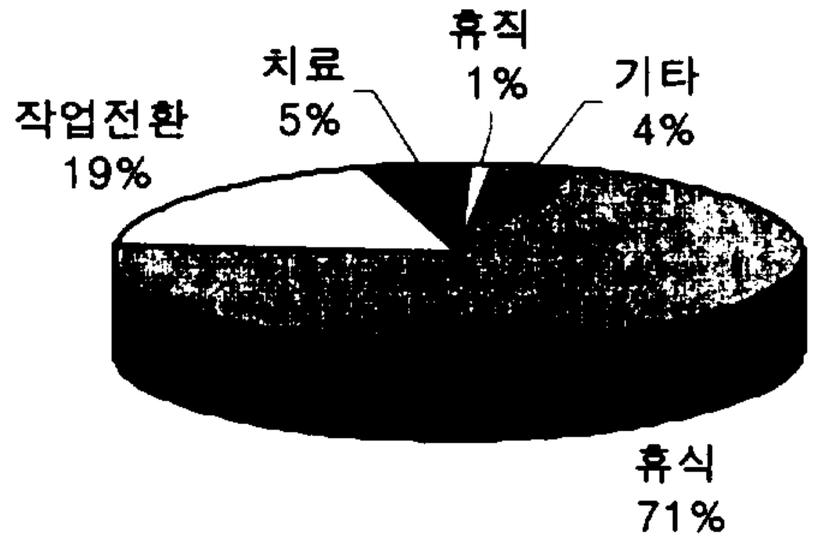
'통증의 불편한 정도는 어느 정도입니까?' 질문에는 '불편하지 않다' 10%, '약간 불편하다' 46%, '불편하다' 41%, '매우 불편하다' 13%로 조사되었다. 대부분의 작업자(90%)가 불편함을 느끼는 것으로 나타났다(그림 19).



<그림 19> 통증의 불편한 정도는?

7) 통증 대책

'증상이 호전되기 위해서는 무엇이 필요한가?' 라는 질문에 <그림 20>과 같이 대답하였다. 휴식이 71%, 작업전환 19%, 치료 5%, 휴직 1%, 기타 4%로 나타났다. 많은 작업자가 휴식을 취함으로서 증상이 호전될 수 있을 것으로 나타났다.



<그림 20> 중상이 호전되기 위해서는 무엇이 필요한가?

지금까지 나타난 결과들로 보면 작업자는 작업을 수행하는데 불편함을 느끼는 것은 작업장이 작업자에게 부적합한 환경(작업방법, 작업대 높이, 작업도구, 소음, 조명)과 휴식시간의 부족으로 나타났다. 이러한 작업여건으로 계속 작업을 한다면 결국 회사는 누적외상성질환, 인적 오류에 의한 사고 등에 의한 산업재해 보상비용의 증가, 작업자들의 이직, 작업자의 불성실한 작업자세로 생산성 하락, 구인난 등으로 회사의 이익추구에 영향을 끼칠 수 있으므로 인간공학을 적용하여 작업을 작업자에게 알맞게 개선하는 것이 생산성향상과 안전성 확보에 중요하다.

4. 작업장의 인간공학적 개선안 도출

작업장의 인간공학적 개선은 입식 작업자의 피로를 절감시킬 수 있는 쿠션 패드, 의자, 매트를 제시하였고, 수삽 작업의 개선은 부품삽입 순서의 흐름, 부품상자와 삽입위치의 연계, 부품상자의 배치를 개선, 조립 라인의 흐름을 개선, 부품상자의 개선, 사용공구의 개선, 표시 및 조정 장치의 개선을 하였다.

4.1 입식 작업의 피로 절감 대책

입식 조립 작업자들은 작업대에 기대서 작업을 하는 특성을 보인다. 또한 팔 또는 손목 지지대를 원하고 있다. 따라서 입식 작업자에 대한 피로 절감대책이 필요하다. 입식 작업자의 피로를 줄일 수 있는 방법은 다음과 같다.

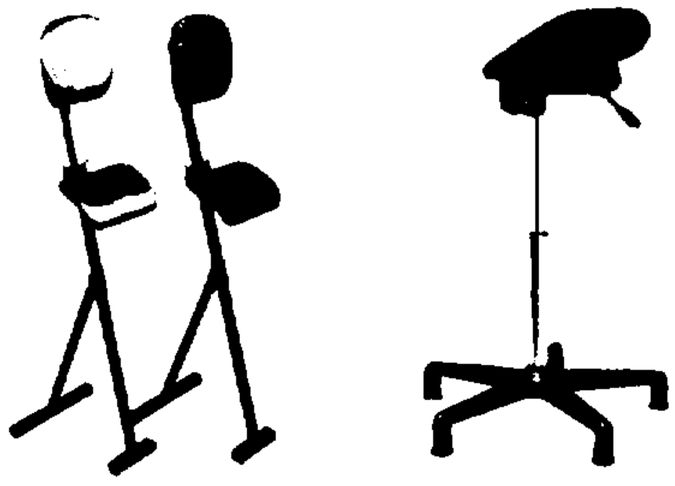
1) 기댈 수 있는 쿠션 패드의 부착

작업대에 서서 기댈 수 있는 쿠션패드를 부착하였다(<그림 21>). 쿠션패드를 부착하기 전의 작업대는 작업자 개인이 마분지 같은 것을 대고 작업을 하였다. 대부분의 작업자가 여성이기 때문에 아랫배가 닿는 부위에 쿠션패드를 부착하였다.

<그림 21> 작업대에 쿠션패드가
부착된 모습

2) 입식용 의자의 개발

<그림 22>는 입식/ 좌식 겸용 의자의 예를 나타낸 것이고, <그림 23>은 새로이 개발된 입식의자이다.

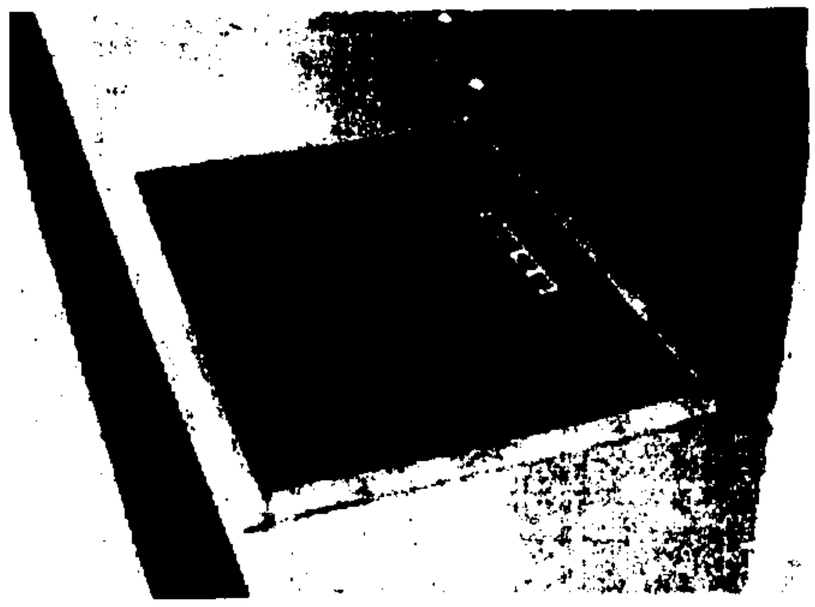


<그림 22> 입식/ 좌식 겸용
의자의 예

<그림 23>
개발된 입식의자

3) 피로 방지용 매트의 제공

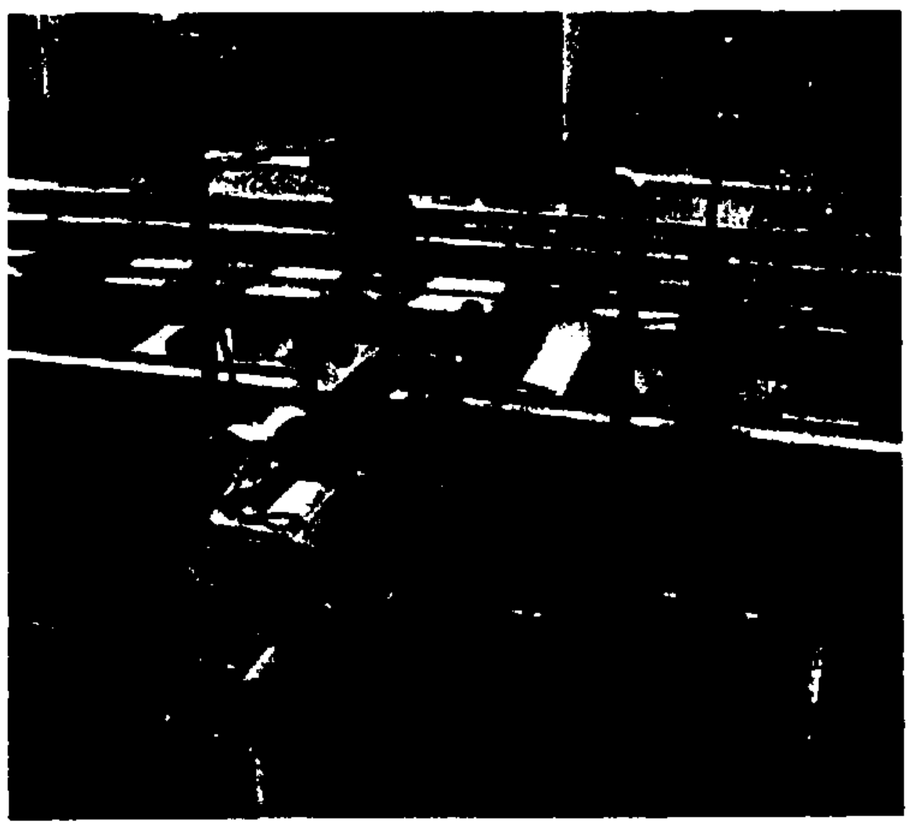
피로 방지용 매트나 쿠션 작업화를 제공한다(<그림 24>). 피로 방지용 매트가 설치되기 전에는 딱딱한 바닥에서 근로자가 작업을 하였다.



<그림 24> 작업장에 피로
방지용 매트를 설치 후 모습

4) 팔 지지대의 개발

팔 또는 손목 지지대를 제공한다(<그림 25>). 팔 지지대가 제공되기 전에는 검사봉을 들고 작업을 하여 어깨에 부담이 되었다.



<그림 25> 작업대에 설치된
팔 지지대의 모습

4.2 입식 및 좌식 작업의 선정

본 작업장의 작업자세는 생산되는 제품과 상관없이 대부분 입식작업으로 하고 있다. 전자 제조업은 무거운 중량의 제품 취급보다는 정확도를 요구하는 작업이 많으므로 입식 작업에서 좌식 작업으로의 전환이 필요하다.

<표 2>는 입식과 좌식 작업의 선택 기준을 나타낸다.(Ergonomics A Practical Guide, 2nd Edition, Chapter 5)

<표 2> 입식과 좌식 작업의 선택 기준

작업특성	입식	입식 및 좌식	좌식
여유공간	-	-	최소무릎공간 38cm 발 공간 50cm 필요
중량취급	4.5kg 이상 취급	-	4.5kg 미만 취급
파악거리	38cm이상 뻗을때	38cm이상 자주 뻗을때	-
시각집중	-	-	정교한 조작과 눈의 집중
취급높이	작업면에서 15cm이상 취급	15cm이상 자주취급	작업면에서 15cm미만 취급
작업요건	잦은 이동	입식/좌식작업	정확도 요구 작업
지속시간	간헐적	-	1시간이상 지속작업
발의사용	-	-	발조작 필요

4.3 수삽 작업의 작업장 개선

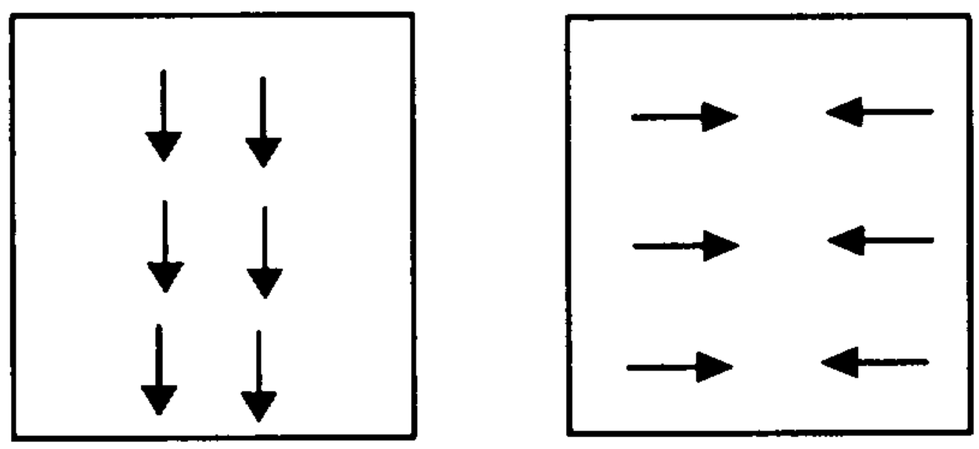
1) 부품 삽입 작업의 효율성 제고의 방안

(1) 작은 부품부터 삽입하고 큰 부품 순서로 부품을 삽입한다.

(2) 작은 높이의 부품을 삽입하고 큰 높이의 부품순서로 삽입한다.

(3) 가능한 양손을 이용한 부품삽입 작업이 가능하도록 설계한다.

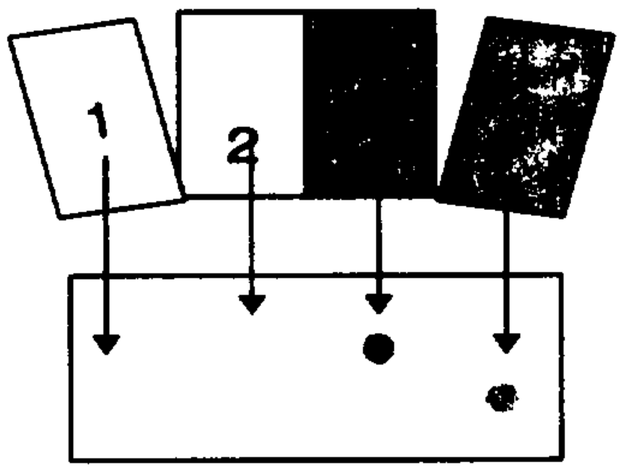
(4) 특정한 위에서 아래로, 바깥에서 안쪽으로 등의 부품 삽입순서가 흐름이 존재하도록 설계한다(<그림 26>).



<그림 26> 부품삽입 순서 흐름의 예

2) 부품 상자와 삽입 위치의 연계

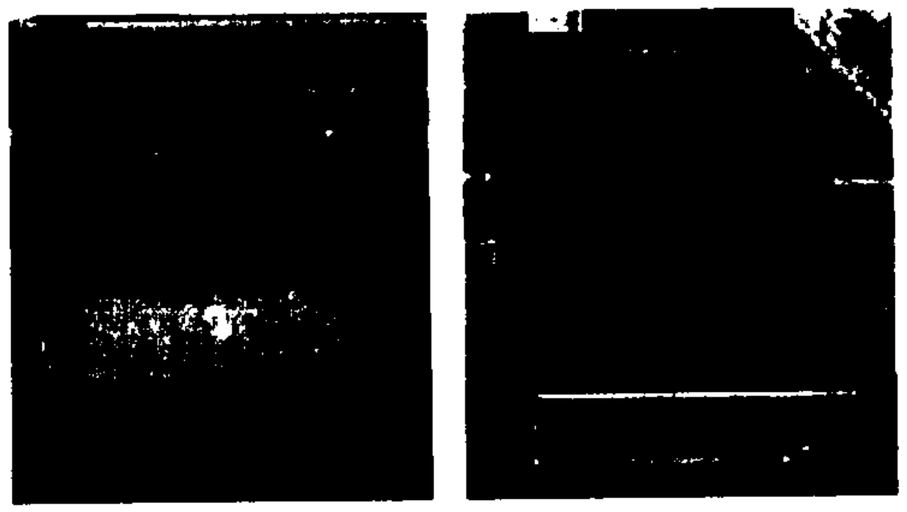
부품 삽입 위치와 부품상자 위치와의 연계가 되도록 하고 부품 잡기가 용이하도록 부품 상자를 배치한다(<그림 27>).



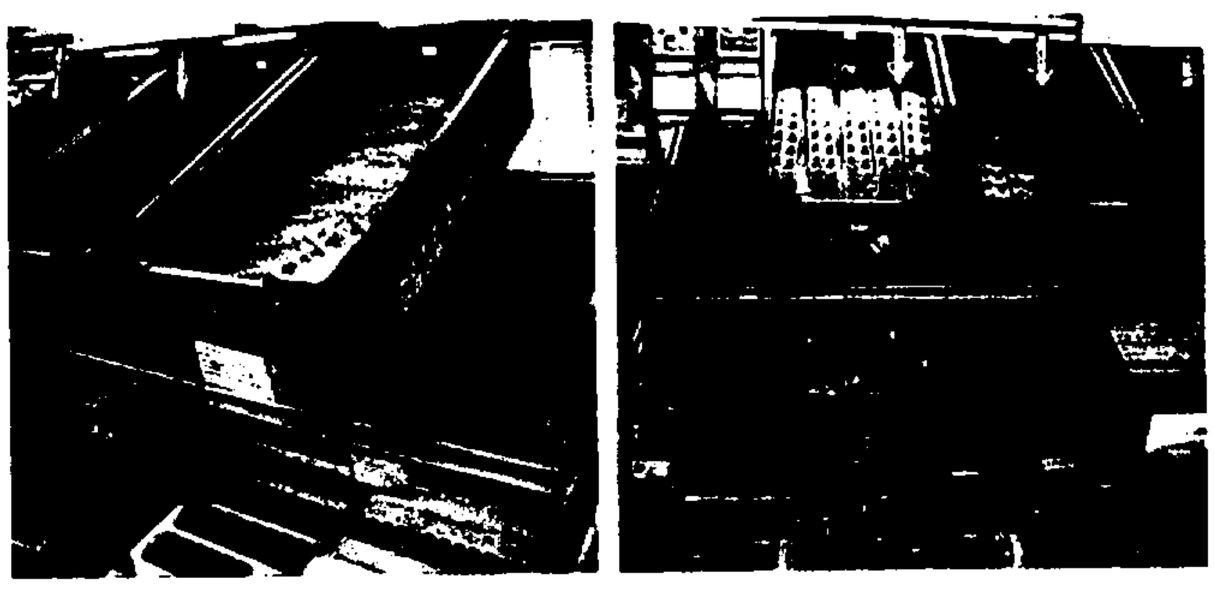
<그림 27> 부품상자와
삽입위치의 연계

3) 부품이 부품상자에서 흘러내리도록 부품상자를 기울여서 배치한다.

작업자 손의 이동 거리를 줄이기 위하여 경사 지지대를 만들어 받침대로 사용한다. 작은 부품상자인 경우(<그림 28>), 큰 부품상자인 경우(<그림 29>)에 따라 받침대나 지지대를 이용한다.



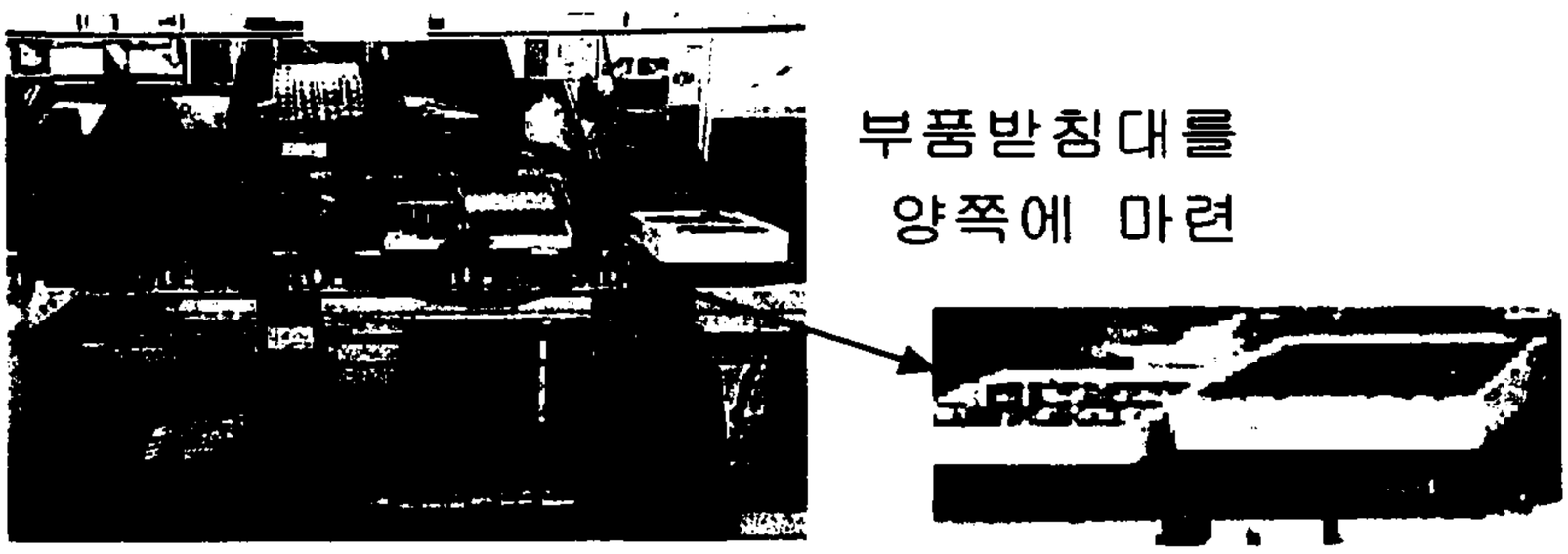
<그림 28> 작은 부품상자인 경우



<그림 29> 큰 부품상자인 경우

4) 흘러내리지 않는 부품 상자의 배치

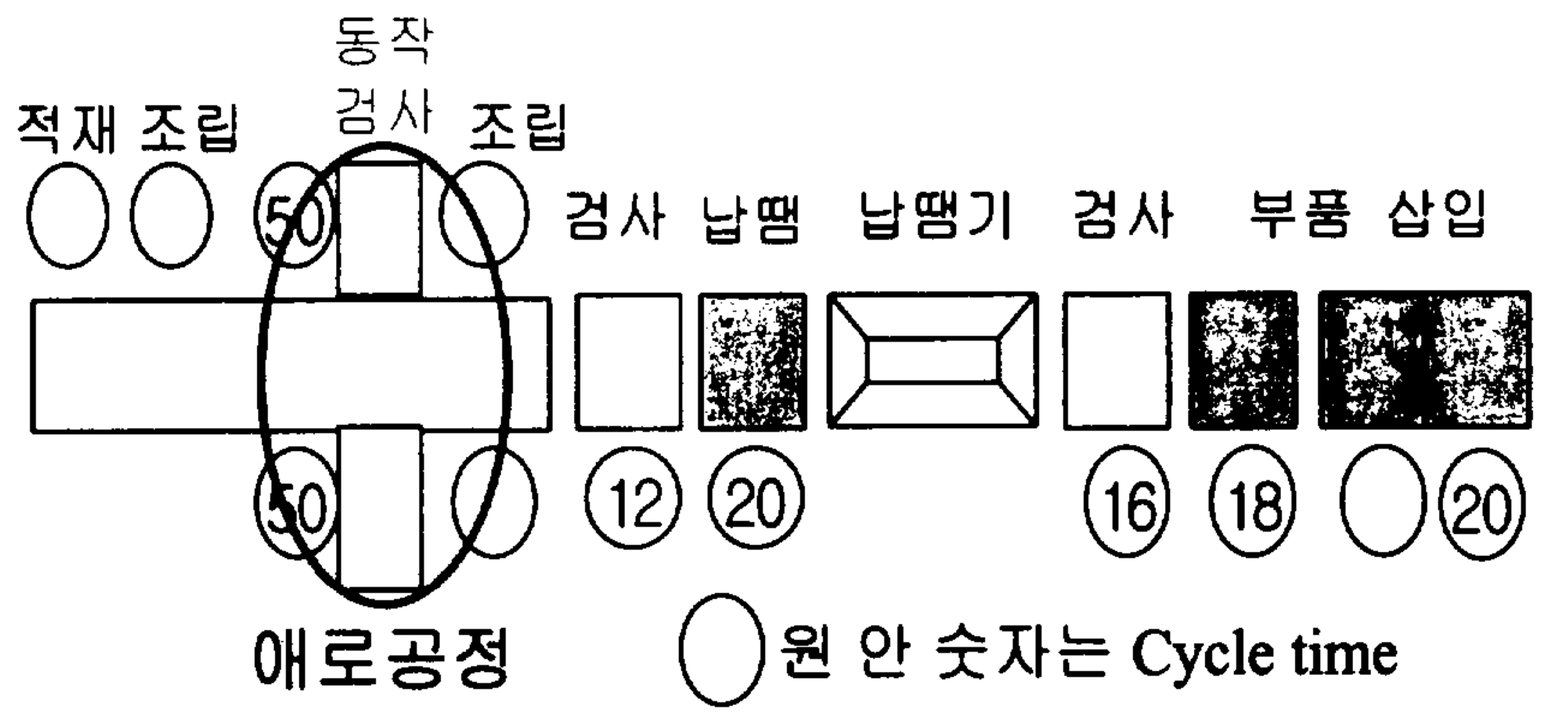
흘러내리지 않는 부품의 효율적인 취급은 손이 잘 닫지 않아 부품상자를 돌려놓아야 하거나 부품을 잡는데 불필요한 손실이 존재하므로 부품 취급시 부품상자를 손이 잘 닫는 위치에 배치한다(<그림 30>참조).



<그림 30> 흘러내리지 않는 부품상자의 배치

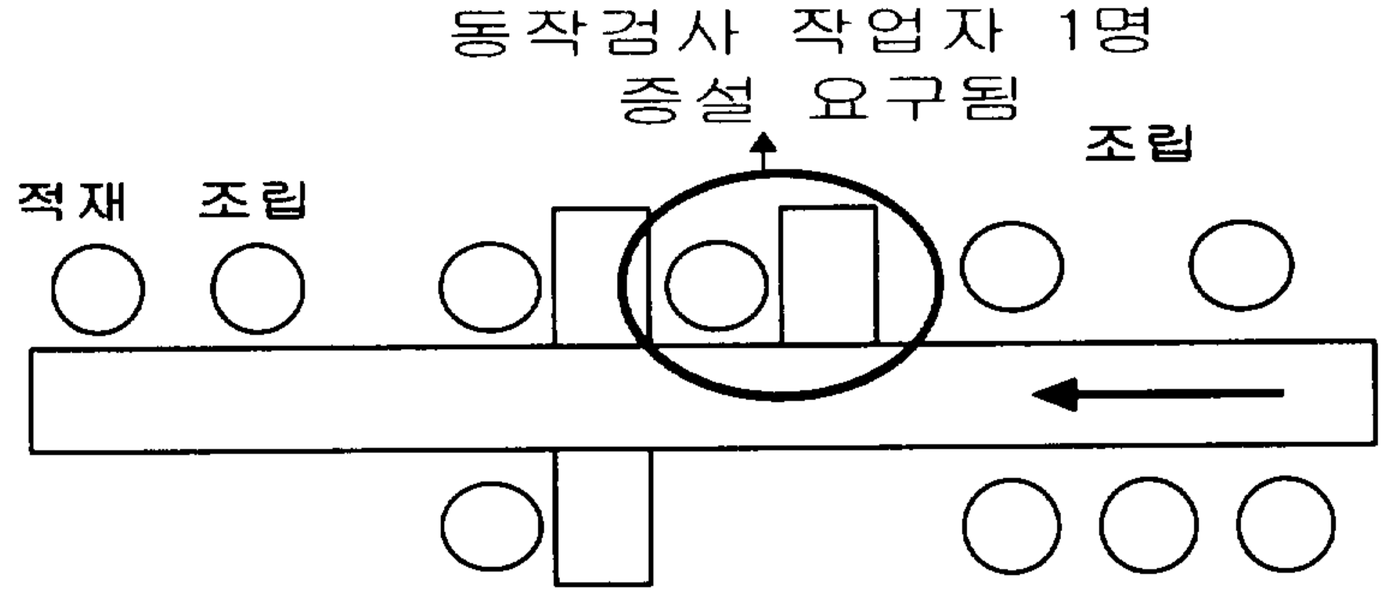
4.4 라인 균형 개선

<그림 31>은 PCB 작업장의 작업자별 작업 시간을 나타낸 것이다. 이 공정에서 동작검사는 애로 (bottle neck)공정으로 동작검사의 작업시간이 50초가 된다. 현재는 동작 검사 작업대가 2개로 구성되어 있으나 전체 공정의 cycle time을 줄이기 위해선 동작 검사대 1개의 추가 증설이 필요하다. 애로 (bottle neck)공정을 제거함으로서 작업 생산량을 높일 수 있다.



<그림 31> 애로(bottle neck) 공정

<그림 32>는 동작 검사대를 1대 추가함으로써 cycle time은 25초에서 20초로 감소되었다.



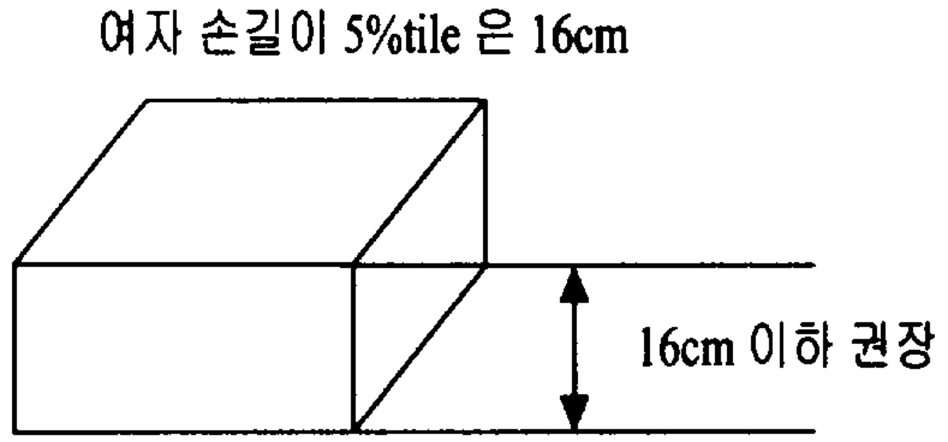
<그림 32> 동작 검사 작업의 증설 위치

4.5 부품상자

1) 불필요하게 깊은 부품상자

불필요하게 깊은 부품상자는 부품을 잡는데 불편하여 생산성이 떨어지고, 불필요한 공간의 차지로 부품상자의 운반과 보관에 불리하므로 부품의 크기 정도로 부품상자의 높이를 조정하여야 한다.

부품상자의 깊이는 여자의 손 길이가 작은 사람보다 깊지 않도록 설계한다. 우리 나라 성인 여자 손길이의 5%tile 은 16cm이므로 부품상자의 깊이는 16cm이하로 권장한다(<그림 33>).

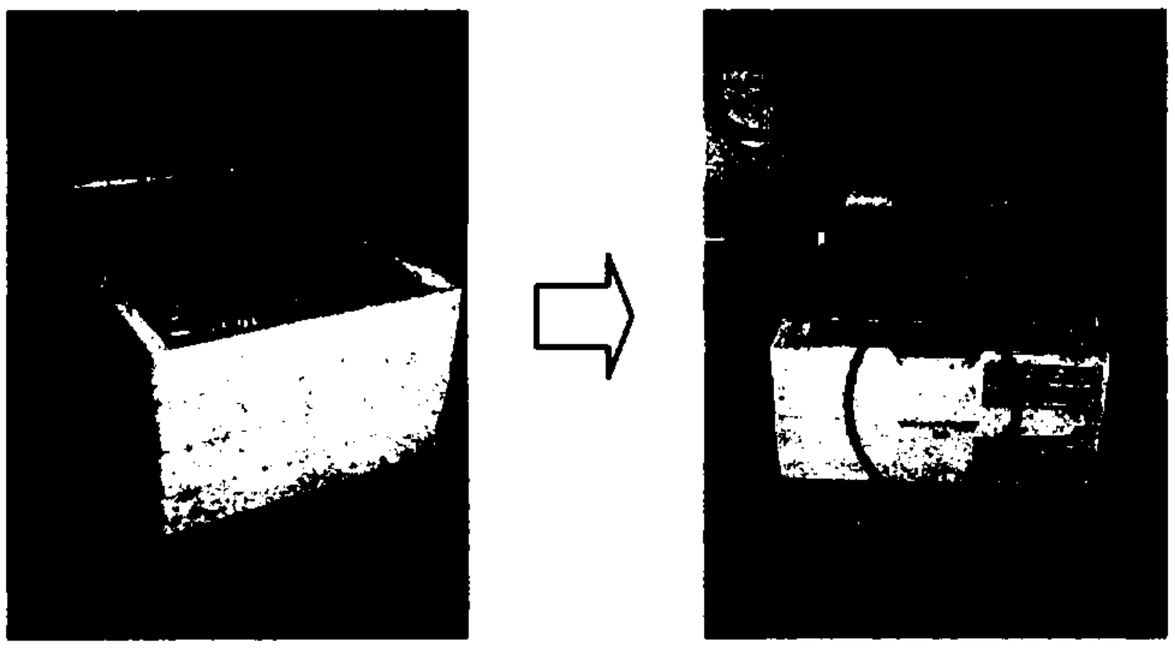


<그림 33> 부품상자의 권장 크기

사용하는 부품 한 봉지의 용량이 한번에 들어갈 수 있도록 사용하는 부품에 알맞게 부품상자의 크기를 가로, 세로 크기를 조정한다.

2) 운반이 용이하도록 부품상자 설계

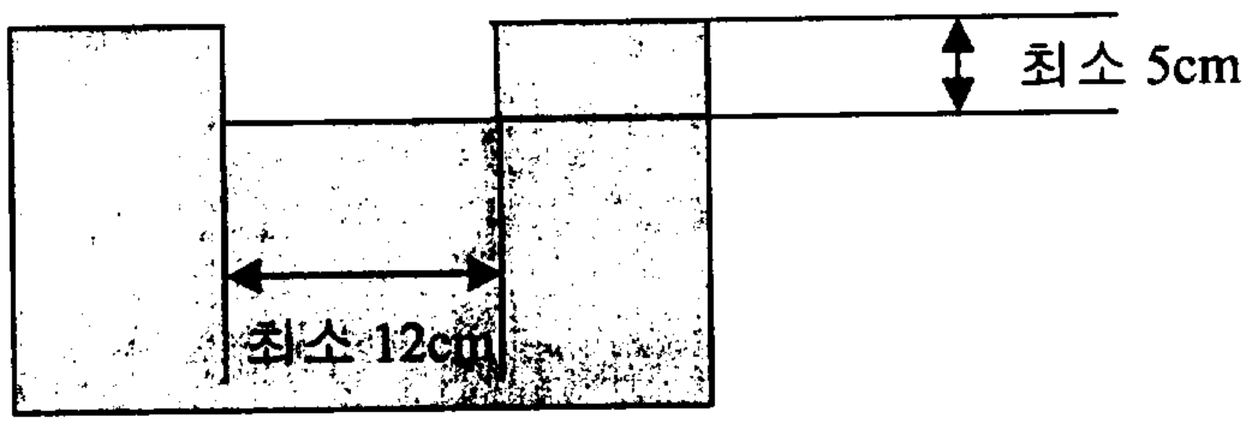
부품상자를 잡고 운반이 용이하도록 개선하는데 부품상자는 작업자가 잡기 편하도록 손잡이를 제공하여야 한다. <그림 34>에서 나타난 것과 같이 왼쪽의 부품상자는 부품이 차 있는 경우에 잡기가 매우 불편하므로 오른쪽의 부품상자와 같이 홈을 파서 부품상자를 잡기가 용이하게 하여야 한다.



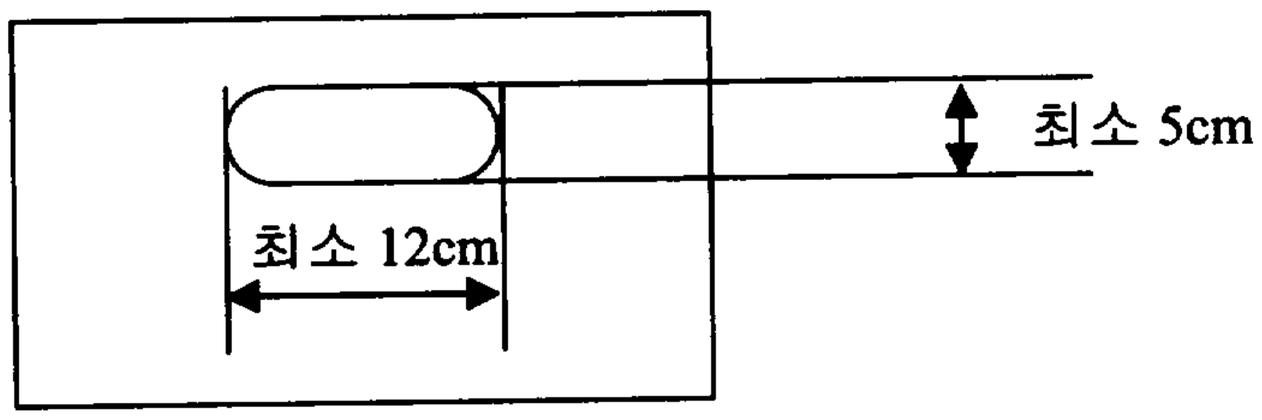
<그림 34> 부품상자의 손잡이 제공

부품상자의 손잡이 최소 크기는 큰사람을 기준 치수로 설계한다. 우리나라 성인 남자의 손 너비 95%tile치 12cm와 남자의 손 두께 95%tile치 5cm를 이용하여 설계한다(<그림 35>).

유형1) 부품 상자의 손잡이 홈 크기



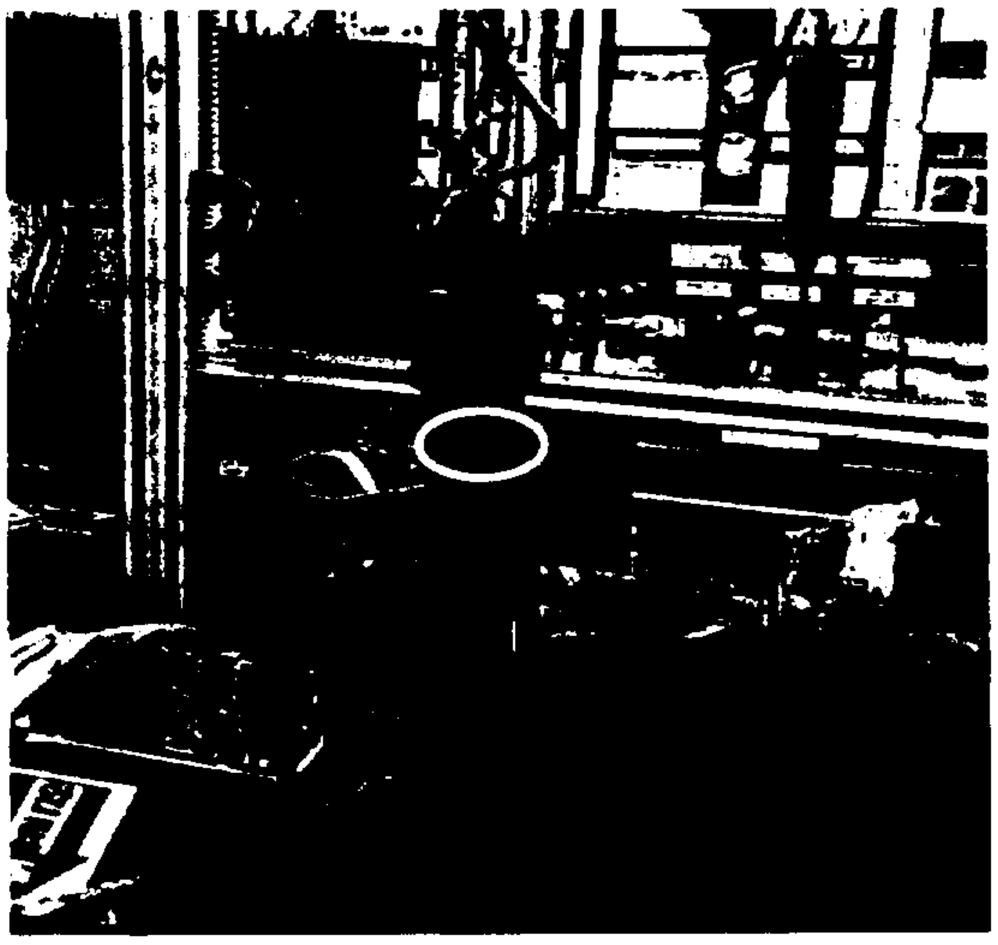
유형2) 부품 상자의 손잡이 크기



<그림 35> 부품상자의 손잡이 크기

3) 전동 드라이버의 손잡이 둘레

여자 작업자들도 잡기 편하게 작은 사람 치수를 기준으로 손잡이 두께를 설계하여야 하고 전동 드라이버를 매달 경우 팔꿈치 높이정도 오게 한다. 수공구의 손잡이 둘레는 작은 사람 치수를 기준으로 여자 5%tile값을 적용한다. 이 값을 이용하면, 수공구 손잡이의 직경은 4.5cm이하가 권장 치수가 된다(<그림 36>).



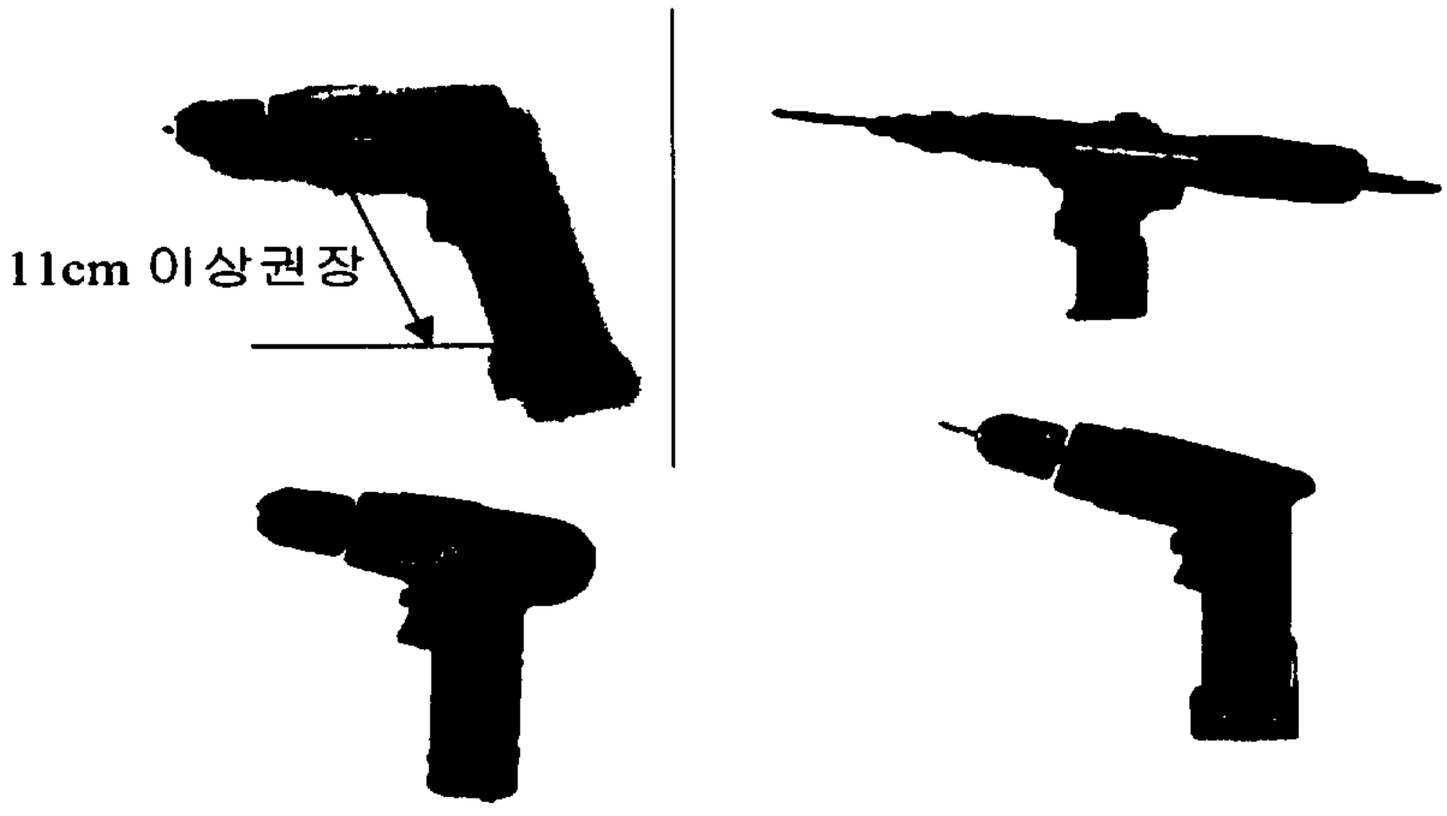
<그림 36> 전동드라이버의 손잡이
직경

본 작업장에서 사용중인 전동 드라이버의 종류도 다양하고 손잡이 두께도 모두 다르다. 전동 드라이버가 작업 방법에 상관없이 일률적으로 일자형 전동 드라이버로 구성 되어있다(<그림 37>).

작업 방법 및 특성에 따라 전동 드라이버를 선택하여 사용하여야 손목 꺾임을 방지 할 수 있다.

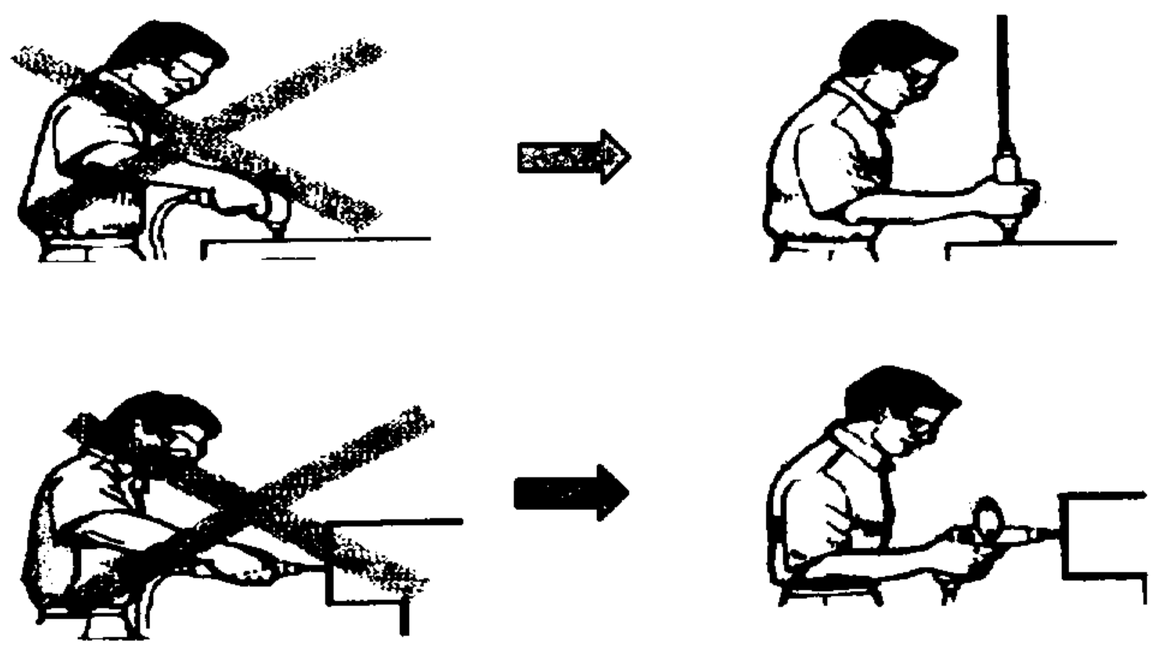
<그림 37> 작업장 내의 전동 드라이버의 종류 및 구성

<그림 38>은 권총형 전동 드라이버 손잡이 길이의 권장 치수를 나타낸 것이다.



<그림 38> 권총형 전동드라이버의 종류와 손잡이의 권장 치수

<그림 39>는 전동 드라이버의 작업방법에 따른 전동드라이버의 선택의 예이다.



<그림 39> 작업 방법에 따른 전동 드라이버의 선택요령

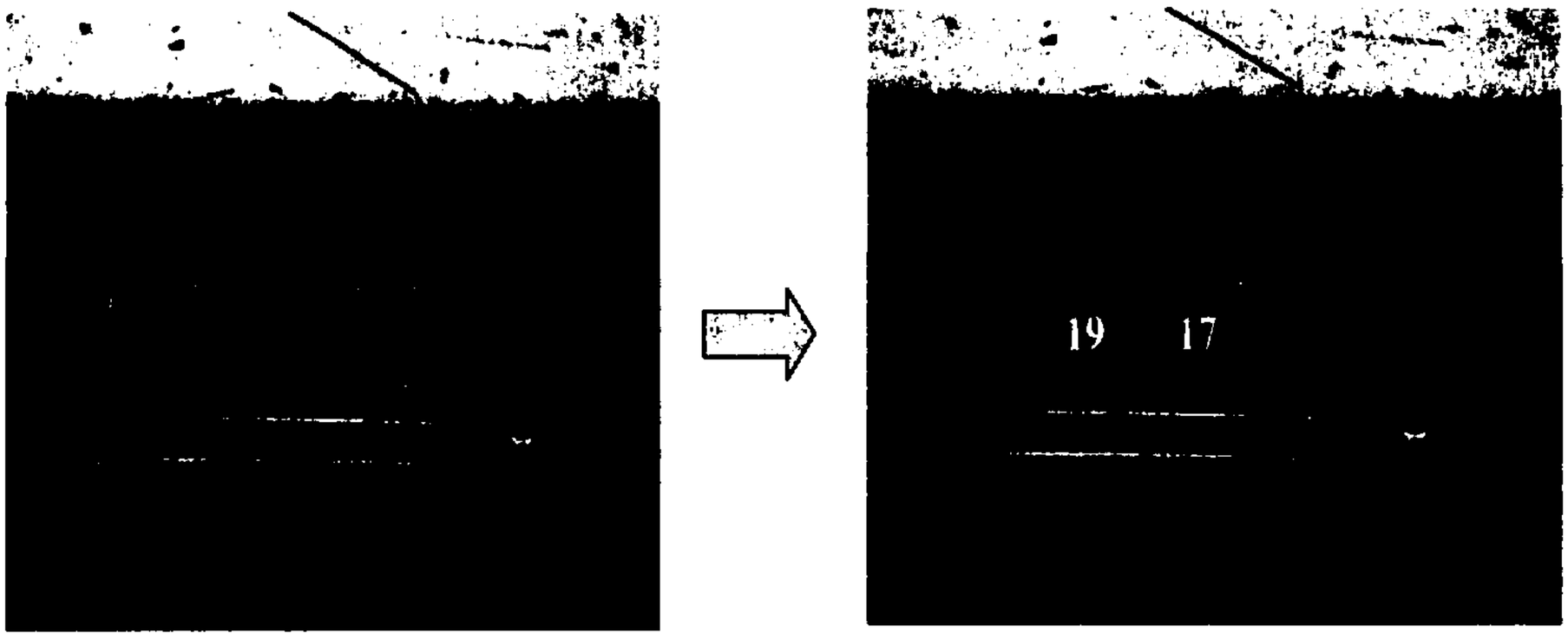
4.6. 표시 및 조정장치

1) 버튼의 인식

버튼의 인식을 용이하게 하기 위하여 모양, 크기, 색, 표면 감촉, 기능별로 그룹화를 하고 Label을 붙인다.

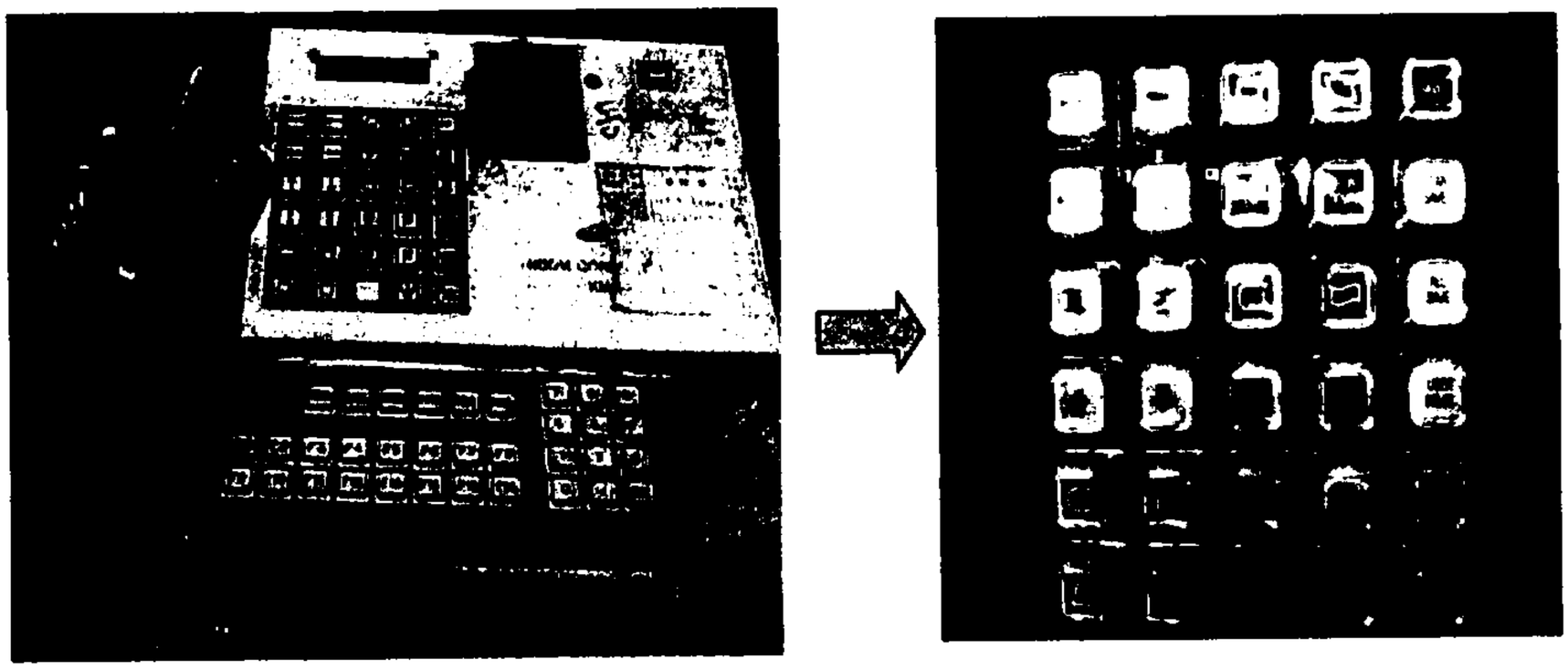
2) 버튼의 식별

버튼을 구별하기 쉽도록 색깔을 다르게 하고 실제 알기 쉬운 표시나 문자를 이용한다. <그림 40>는 Model 1, Model 2, Model 3을 19′, 17′, 14′로 개선 표시하였다.



<그림 40> 버튼 표시의 개선

5개 이상의 버튼에 대해서는 반드시 용도를 알려 주는 설명 또는 그림 표시가 필요하다. <그림 41>은 사용중인 버튼의 개선전과 개선후의 모습이다.



<그림 41> 인식을 높이기 위한 버튼의 표시 개선

5. 결 론

작업자 중심의 신체 특성을 고려한 작업, 작업방법, 작업도구, 작업환경 등 인간 공학적인 작업개선을 통하여 작업 생산성과 작업 안전성, 근로자의 작업 만족도 향상 및 근골격계 질환 예방에 기대 효과를 나타낼 수 있다.

작업자 중심의 작업설계로 생산성과 안전성의 확보와 근골격계 질환발생에 대비 하여야한다. 공장 자동화로 인한 단순반복작업의 증가와 라인증설로 인한 무리한 작업공간의 배치, 생산성 위주의 작업설계로 불편한 작업자세를 초래함으로서 오랜 작업에 의한 누적성 직업병 발생 가능성이 증가하고 차후에 근골격계 질환의 발생 가능성을 포함하고 있다.

작업자를 고려하지 않은 설비의 도입은 작업환경을 열악하게 만들고 작업자의 불편함을 초래하고 안전성 확보를 위한 보수유지의 어려움이 따르므로 산재비용 및 환경 개선 비용이 증가하여 안전성과 편리성이 확보된 제품이 오히려 더 경제적이다. 설비가 가동 후에는 설비의 교체가 어려우므로 POE System(Post Occupancy Evaluation) (설비의 도입 후 작업환경 평가)의 도입이 필요하다. 제품설계와 작업자와의 연계가 이루어지면 불필요한 작업의 감소와 부적절한 작업 자세의 감소로 생산성 향상의 효과가 나타난다.

근골격계 질환(MSDs: Musculoskeletal disorders)에 관한 예방을 강조하고 작업위험분석 및 통제, 보고, 훈련, 관리, 평가 등을 위해서는 인간공학 프로그램의 도입이 필요하다. 인간공학 프로그램(Ergonomic Program Standard)의 도입으로 단계별 작업위험 수준을 정의하고 목표에 도달하기 위한 지속적인 개선노력 및 관리 평가를 함으로써 향후에 늘어날 누적 외상성 질환에 관한 예방 및 대비를 하여야 한다.

본 연구에서는 모니터 공장의 작업장 및 작업방법에 관한 실태를 인간공학적 측면에서 조사, 분석, 개선안을 제시하였다. 이러한 개선 연구자료는 앞으로 동종업종의 인간공학 진단 및 개선에 관한 접근 시도시에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

1. 유기호 “근골격계질환 예방을 위한 공단의 대응전략” 안전보건 12권 12호
2. 이윤근 “DDT 작업자의 경견완장애 자각증상 호소율과 작업조건 및 작업환경 만족도와의 관련성에 관한 연구”, 서울대보건대학원 10주년 기념학술논문집. 1995
3. 정병용 “생산성 향상을 위한 인간공학적 진단 및 개선”. 2000
4. “Safety News” 무재해 2001년 1월
5. “Bureau of Labor Statistics”, U.S. Department of Labor, March 1997
6. “Ergonomics A Practical Guide 2nd Edition Chapter 5”, National Safety Council
7. “Ergonomic Program Standard” OSHA

ABSTRACT

Ergonomic Investigation for Improvements of Workplaces in a Monitor Factory

Yoo, Uoon Sik
Major of Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
The Graduate School of
Hansung University

As factory automations are increasing in electrical appliance industries due to advanced technology these days, workers are repeatedly doing simplified jobs.

CTD(Cumulative Trauma Disorder) is an occupational disease that can be found from workers who perform simple repetitive jobs on computers and assembly lines. In highly specialized today's industrial environment, continuous repetitive movement can cause an injury to muscle, articulation, blood vessel, and nerve. Accumulated minute injuries can cause CTD.

Because workers in electrical appliance assembly jobs are often exposed to CTD due to repetitive process rather than the weight of products, working environment should be monitored and improved with concern. Workers' unnecessary actions, improper working position,

tiredness, and irrational working processes can be corrected or improved by considering working environment from the ergonomic point of view and doing so can result in improving productivity, reducing defective ratio, and decreasing potential danger.

Ergonomic Program Standard should be introduced to establish grades of danger and to control or prevent CTD from by both endeavoring constantly to enhance and monitor the improvement process.

In this study, the actual state of working place and the methods in monitor factory are researched and analyzed from the ergonomic point of view and the suggestions for improvement are presented.

The result of this study might be stretched to the ergonomic evaluation of similar industry and applied for improvement.

감사의 글

지금까지 제가 살아오는데 도움을 주신 여러분들에게 짧지만 본 지면을 빌어서 감사와 고마운 마음을 전하고자 합니다.

항상 격려와 사랑으로 올바른 학문의 길로 인도하여주시고, 부족한 저를 새로운 학문의 길로 이끌어 주신 정병용 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다.

대학원 생활동안 많은 경험과 지식을 배울 수 있도록 성심성의로 가르쳐 주신 김대홍 교수님, 박명환 교수님, 홍윤기 교수님, 위남숙 교수님, 원형규 교수님, 이재득 교수님, 유재건 교수님, 홍정완 교수님 그리고 산업안전공단의 이동경 교수님께도 감사 드립니다.

대학원 생활을 함께 한 안전·인간공학 Lab실의 후배인 이정욱, 양계령, 양승태군과 곽대월, 김용철, 김영준, 김재영, 한찬덕군 에게 고마운 마음을 표합니다.

지금의 제가 있기까지 격려와 사랑으로 감싸주신 할머님, 아버님, 어머님, 바쁘다는 핑계로 많은 시간을 혼자서 지낸 처 송창연, 매형, 누나, 동생에게 감사의 말씀을 드립니다. 이번에 태어난 사랑스런 쌍둥이 한솔, 한지에게 밝고 건강하게 성장하기를 바라면서 저를 아는 모든분에게 고마운 마음을 전합니다.

2001년 6월

유 운 식