

碩 士 學 位 論 文

指導教授 鄭 炳 榕

에어컨 공장의 인간공학적 진단 및
개선에 관한 연구

Ergonomic Investigation and Improvements of Workplaces
for an Air-conditioner Factory

2001年 12 月

漢城大學校 大學院

産 業 工 學 科

産 業 工 學 專 攻

梁 桂 領

碩 士 學 位 論 文

指導教授 鄭 炳 榕

에어컨 공장의 인간공학적 진단 및
개선에 관한 연구

Ergonomic Investigation and Improvements of Workplaces
for an Air-conditioner Factory

위 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2001年 12 月

漢城大學校 大學院

産 業 工 學 科

産 業 工 學 專 攻

梁 桂 領

梁桂領의 工學碩士學位 論文을 認定함

2 0 0 1 年 12 月

審査 委員長 (印)

審査 委員 (印)

審査 委員 (印)

目 次

1. 서 론	1
2. 연구 방법	3
3. 에어컨 공장의 실태분석	5
3.1 작업자의 실태	5
3.2 설문조사결과	6
3.3 작업 분석	11
3.4 작업자세에 대한 OWAS 평가	12
4. 작업장의 인간공학적 세부 개선안 도출.....	14
4.1 Conveyor라인의 검토 및 개선	14
4.2 작업 방법의 개선	17
4.3 중량물 취급 작업의 개선.....	23
4.4 부품 배치 및 부품상자의 개선.....	27
4.5 작업 도구의 개선	31
5. 결 론	34

참고문헌

表 目 次

<표 1> 중량물 이동 작업의 시간별 작업자세	14
<표 2> 현재의 작업 방법	17
<표 3> 개선된 작업 방법	18
<표 4> 도구의 손잡이 크기	33

그 립 목 차

<그림 1> 작업자의 성별 분포	5
<그림 2> 나이별 분포	6
<그림 3> 작업자의 공정 경력별 분포	6
<그림 4> 불편을 느낀 작업도구	7
<그림 5> 작업시 꺾임 · 비틀림 자세	8
<그림 6> 작업자의 체력에 따른 작업량.....	8
<그림 7> 작업 환경 요인	9
<그림 8> 작업장의 소음의 정도	10
<그림 9> 작업 전 · 후의 통증 부위 비율	10
<그림 10> 무거운 중량물의 운반	11
<그림 11> 작업자의 불편한 작업 자세	12
<그림 12> 중량물의 이동 작업	13
<그림 13> 라인의 형태	14
<그림 14> 움직이며 작업하는 작업자	15
<그림 15> 왼손 및 왼쪽 측면에서의 작업	16
<그림 16> 현재의 작업 형태	17
<그림 17> 작업 개선의 형태	18
<그림 18> PUMP 최종 관능 검사	19
<그림 19> PUMP 관능 검사 작업 개선	19

<그림 20> U-BEND삽입 작업 공정의 현황 및 문제점.....	20
<그림 21> U-BEND삽입 공정의 개선	21
<그림 22> GAS CHARGING 작업 현황	22
<그림 23> 밀기 작업의 개선	23
<그림 24> 중량물의 이동 현황 및 개선	24
<그림 25> 부품 상자의 권장 크기	25
<그림 26> 운반 대차의 현황	26
<그림 27> 대형화 된 대차로 인한 문제점	26
<그림 28> 대차의 개선	27
<그림 29> 부품 상자의 위치	28
<그림 30> 부품 상자의 크기	28
<그림 31> 부품상자 받침대 및 받침 틀 이용	29
<그림 32> 부품 상자의 개선	30
<그림 33> Electric Test공정의 개선 사항	30
<그림 34> Cluster 압착 작업 부품 상자의 개선	31
<그림 35> 직경 검사 도구의 개선	32
<그림 36> 공구의 개선	32

1. 서 론

오늘날 제조업의 제조형태는 자동화에 따른 작업의 분업화로 인하여 작업자의 작업이 단순 반복적인 형태를 이루고 있으며, 과도한 반복작업, 불편하고 부자연스러운 작업자세, 작업할 때 요구되는 과도한 힘, 충분하지 못한 휴식, 손발 등에 작용하는 진동, 작업환경의 불량 등으로 인하여 고통을 호소하는 작업자의 수가 증가하고 있다. 반복작업, 빠른 작업속도, 하중이 실린 작업은 작업자의 근육피로와 근육과 건에 염증 변화를 유발시켜서, 통증과 기능장애를 나타나게 한다고 추정하고 있으며,[2] 이와 같은 질환을 미국 등 선진국에서는 누적외상성질환(CTDs : Cumulative Trauma Disorders) 또는 직업성 근골격계질환(WMSDs : Work Related Musculoskeletal Disorders)으로 통칭되며 산업계 전반에 걸쳐 최대의 직업병으로 인식되고 있다.[2][8] 미국에서는 누적외상성질환이 전체 직업병의 절반정도를 차지하며, 2000년대에는 미국 전체 산재 비용의 50% 이상을 차지하고 있을 것으로 예상되고 있다.[8] 작업자들에게 누적외상성질환이 증가하고 있어 체계적인 작업환경 분석 및 작업 방법, 작업 자세에 대하여 인간공학적인 평가와 누적외상성질환과의 연관성을 규명하고 작업환경 개선 등 관리의 필요성이 증대되고 있다.

누적외상성질환은 어느 한가지의 특징적인 요인으로 인하여 발생하기보다는 여러 가지 복합적인 요인의 작용으로 발생한다.[3] Frederick(1992)의 발표에 의하면 상지중에서도 손과 손목의 질환이 가장 큰 발생 빈도를(23%) 보이며, 다음으로 목(17%), 팔(13%), 어깨(11%) 순으로 이루어진다고 보고하고 있다. Jensen et al.(1983)은 직종별로 누적외상성질환이 조립 및 생산직종이 23.8%, 건축 직종이 10.6%, 농업이 9.6% 순으로 나타내고 있다. Armstorong et al.(1987)의 보고에 의하면 누적외상성질환의 빈도수는 고도의 반복성과 고된 일을 하는 근로자가 낮은 반복성과 힘이 적게 필요로 하는 근로자 보다 29배나 큰 누적외상성질환의 빈도수를 나타내고 있다.

그 동안 가전제품 시장을 이끌어 왔던 냉장고, TV, 세탁기 등은 성장기를 지

나, 성숙기 또는 쇠퇴기로 접어 대체 수요의 확보 내지 기존 시장의 쟁탈이 치열하지만, 에어컨은 소득 수준의 향상과 함께 그 수요가 증가하여 새로운 가전 제품의 중심을 차지하고 있다.[5] 에어컨 공장은 반자동화 시스템으로 작업자의 반복적인 부품의 조립, 삽입, 중량물의 취급 등의 작업과 인간-기계시스템 작업이 주종을 이루고 있다.

본 연구는 누적외상성질환의 높은 비율을 차지하는 조립 및 생산직종의 대표적인 업종인 에어컨 제조 공장에서의 작업자 및 작업 방법 그리고 작업 환경과 작업설비의 실태에 대하여 인간공학적 측면에서 조사, 분석, 개선안을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 에어컨 제조 공장의 작업자 및 작업방법, 작업장의 작업환경과 작업의 설비 등의 현황을 파악하고 인간공학적 측면에서 작업 방법 및 작업 환경의 개선안을 도출하기 위하여 작업자를 대상으로 설문지 조사 및 작업자의 작업 방법 조사, 작업장의 환경 등을 조사하였다.

2.1 설문지 조사

총 149명의 현장 근로자를 대상으로 작업자의 작업 방법과 작업 환경에 관하여 설문을 조사하였다. 작업 공간, 작업 중 위험요소, 사용하고 있는 작업도구, 표시 장치 및 조정 스위치, 소음, 조도 작업후의 통증에 대한 내용이 포함되었다.

2.2 작업 방법의 조사

라인별로 각각의 공정에 대하여 작업자의 작업 방법을 4~5 사이클 정도 비디오 촬영과 디지털 카메라를 이용하여 촬영을 하였고, 작업자의 작업 시간을 측정하였다. 각 작업자가 사용하는 작업 도구 및 작업 방법을 분석하였고, 작업의 공정도를 작성하여 작업 공정을 파악하였다. 또한 작업자가 작업하는 중에 발생할 수 있는 위험 요소들을 파악하고 작업 방법과 생산성 향상을 위하여 개선할 수 있는 요소들을 도출 하고자 하였다.

2.3 작업자 및 환경 조사

각 라인의 작업 환경을 측정하기 위하여 작업자의 작업대 높이를 측정하였고,

컨베이어의 높이 및 작업자의 작업공간을 측정하였으며, 작업자의 휴식 시간, 소음 및 조도 측정, 좌식 작업자인 경우에는 의자의 높이, 발받침의 높이, 의자와 작업대의 간격 등을 측정하였다.

2.4 OWAS에 의한 작업 평가

인간공학적 작업분석 평가 기법의 하나인 OWAS를 이용하여 작업을 분석하고 평가하였다. OWAS는 몸통, 상지, 하지자세와 무게에 대하여 관찰하고 분석하여 시간에 따른 백분율로 나타내어 각각의 자세와 종합적인 자세에 대하여 평가 분석할 수 있는 평가 기법이다.

3. 에어컨 공장의 실태 분석

3.1 작업자의 실태

1) 작업자의 분포

작업장에 종사하는 작업자들은 남자가 여자에 비하여 월등하게 많은 것으로 나타났다(그림 1). 이는 에어컨 공장이 일반적인 전자 또는 전기 제조업에 비하여 중(重)작업이 많기 때문에 남성 근로자들이 많을 수밖에 없음을 나타내고 있다.

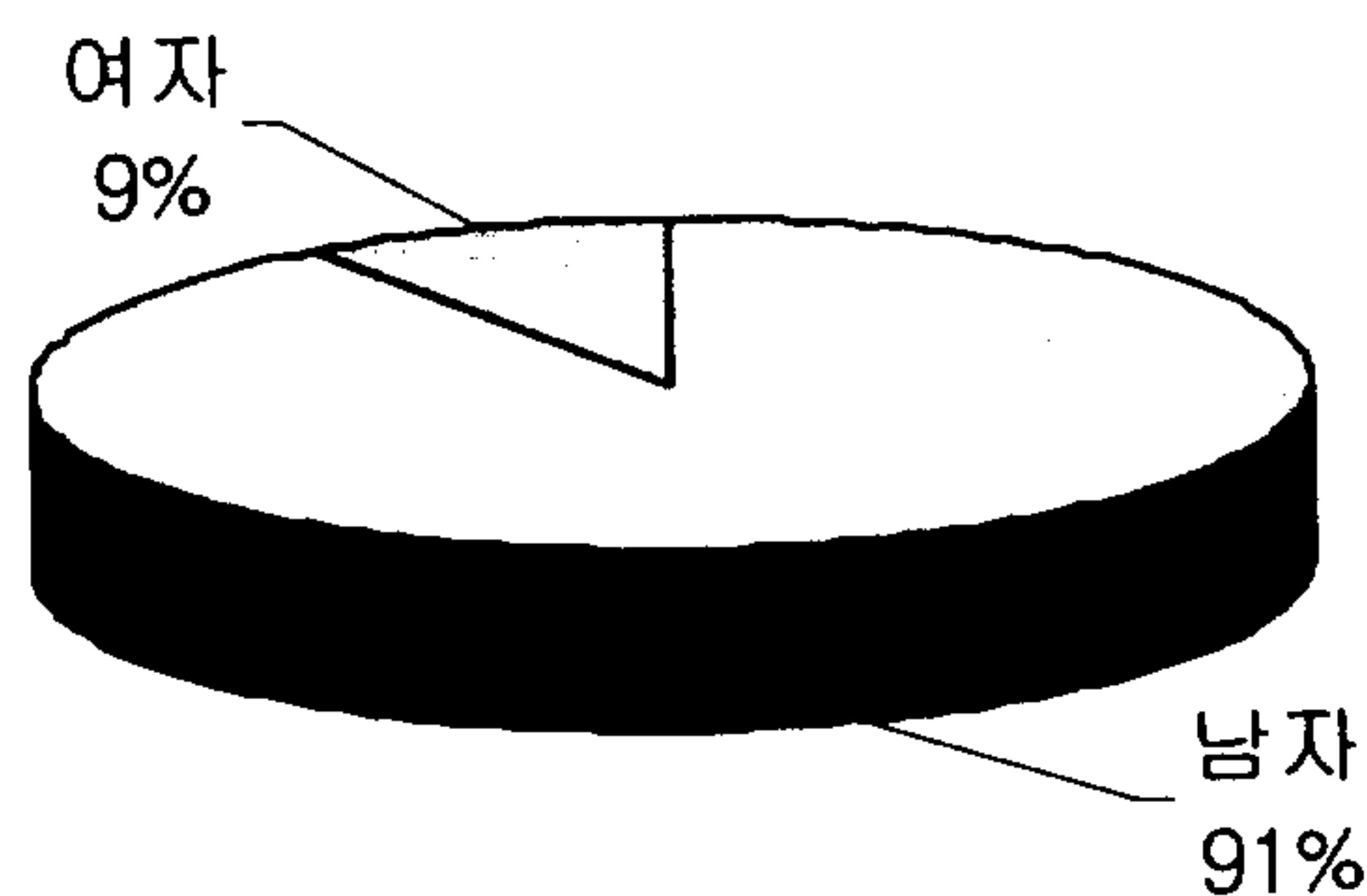


그림 1 작업자의 성별 분포

2) 나이 분포

나이별 분포를 보면 20-24세가 33%, 30세 이상이 33%, 25-30세가 27%, 20세 미만이 7%순으로 나타나(그림 2), 작업장의 전체 인원 중에서 20대가 60%로 가장 많이 차지하고 있음을 알 수 있다.

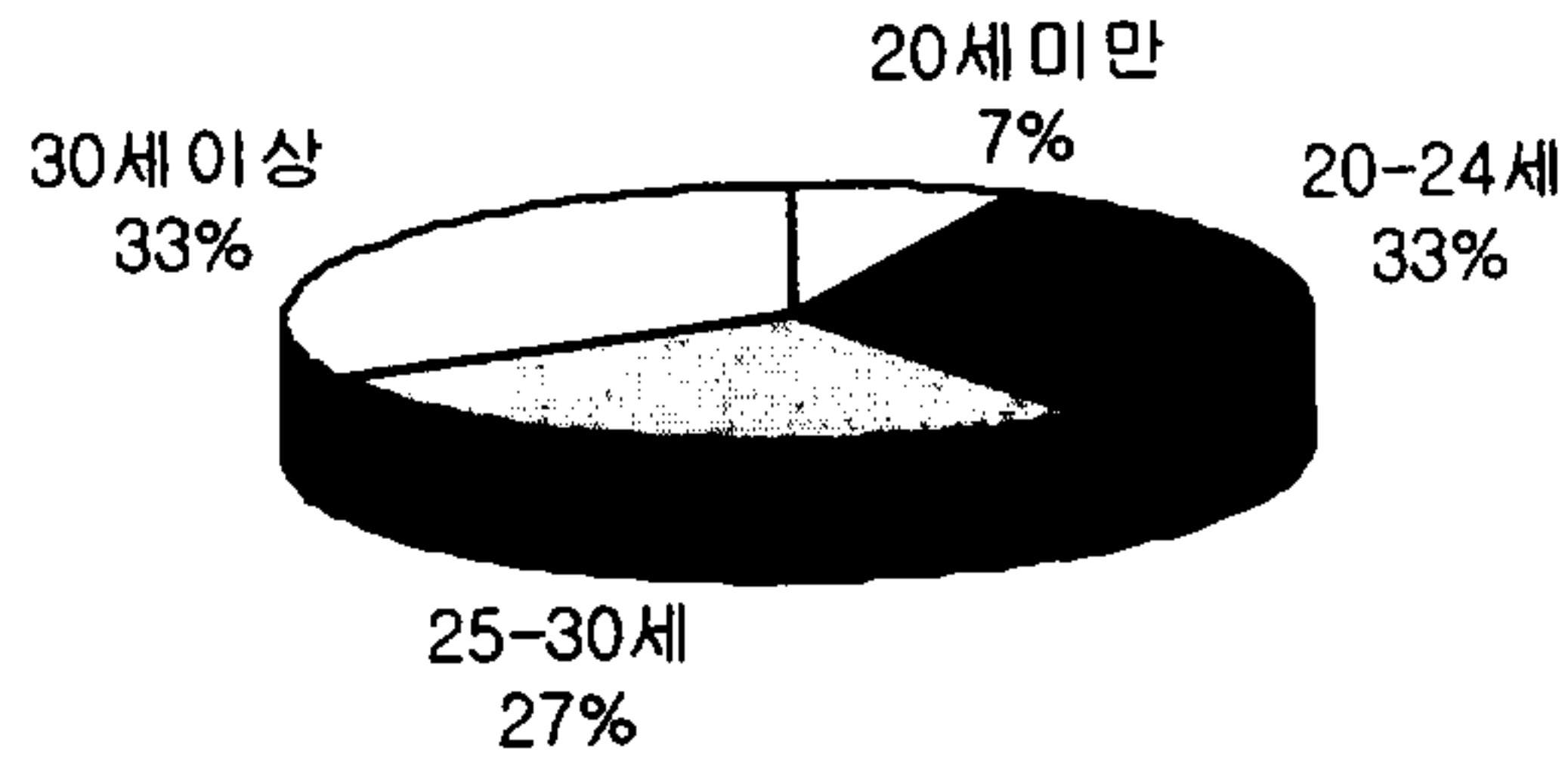


그림 2 나이별 분포

3) 현재 공정의 작업경력

작업자의 공정 경력별 분포를 보면 작업 경력이 1년 미만(54%), 3년 이상(25%), 1-2년(15%), 2-3년(6%)순으로 나타났다. 그림 3에서 보면 전체 작업자 중 54%가 경력이 1년 미만임을 알 수 있다.

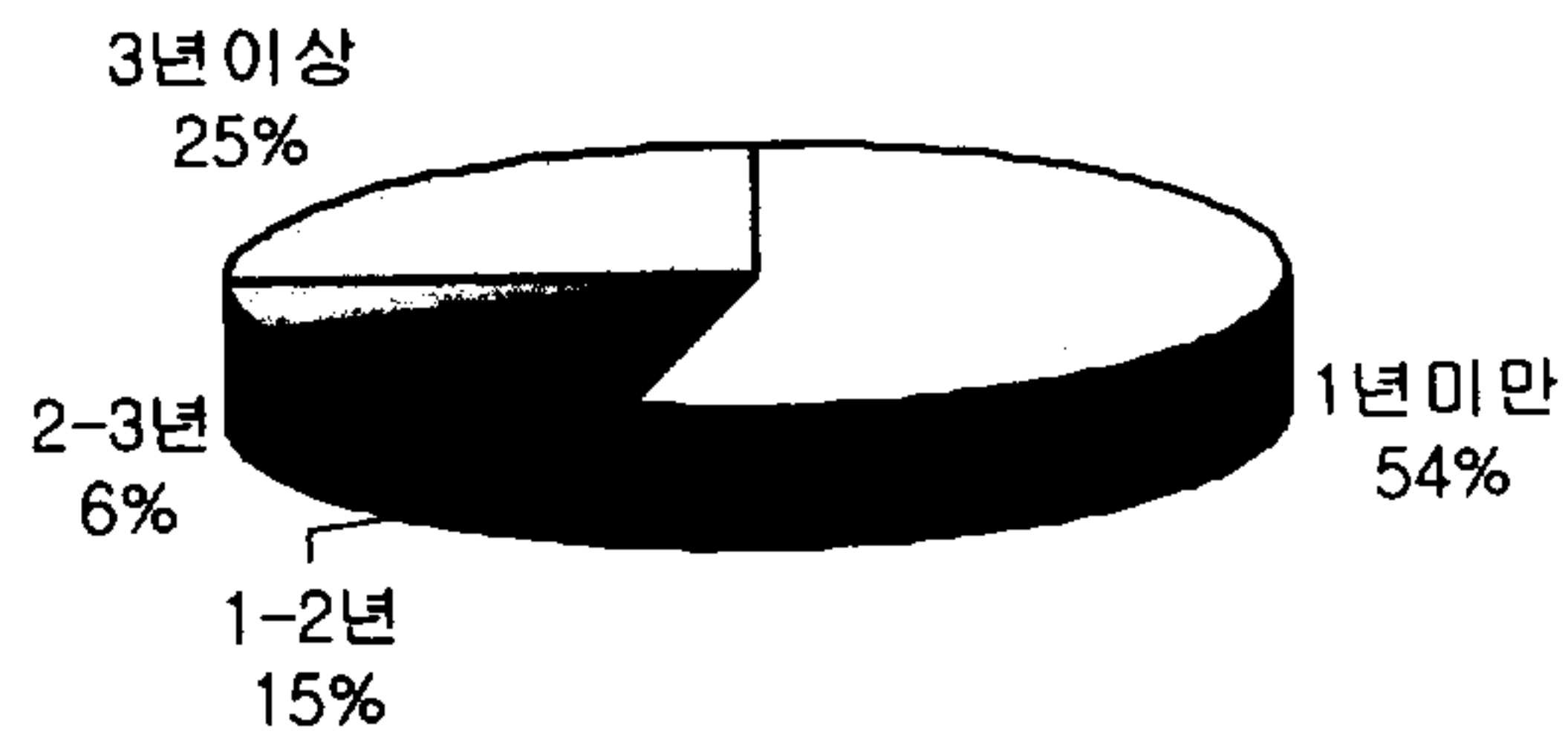


그림 3 작업자의 공정 경력별 분포

3.2 설문 조사 결과

1) 불편한 작업도구

사용하기 불편한 작업도구로는 운반도구(21%), 스위치(17%), 용접기(13%), 스크루드라이버(12%), 납땜기구(10%), 페달(4%), 라벨부착기(3%)순으로 나타났다 (그림 4).

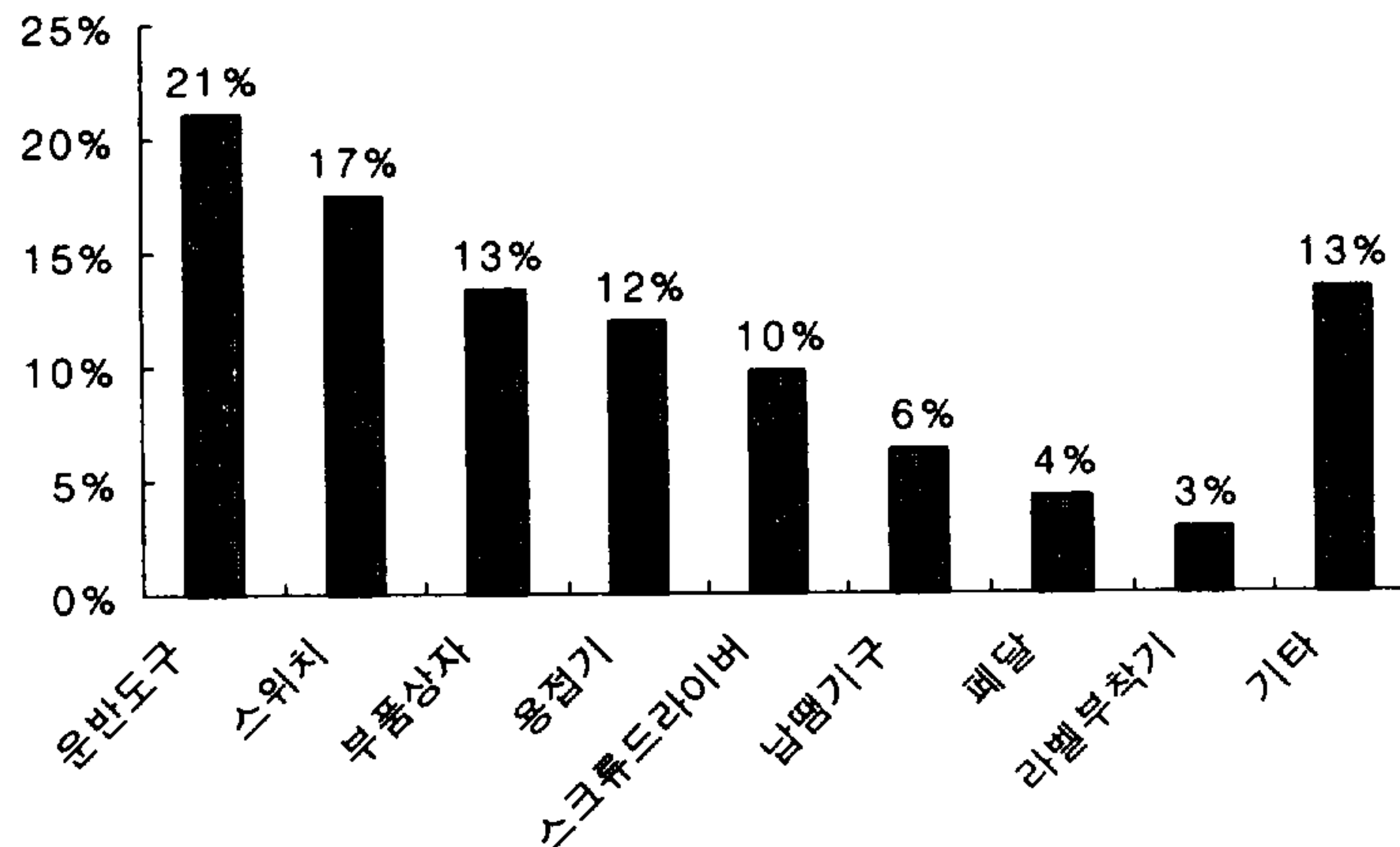


그림 4 불편을 느낀 작업 도구

2) 꺾임 · 비틀림 자세에 대한 설문 결과

그림 5는 전체 근로자에게 작업 중 꺾임 · 비틀림 자세에 대하여 설문 조사를 하여 그림으로 나타낸 것이다. 그림 7을 보면은 많다(54%), 적당하다(37%), 적다(9%)순으로 나타났다. 작업자세 중에서 꺾임 · 비틀림 자세가 많다는 것은 근로자가 쉽게 피로해질 수 있는데다가 지속적인 작업으로 인하여 작업자가 누적 외상성질환에 걸릴 수 있는 요인이 될 수 있다.

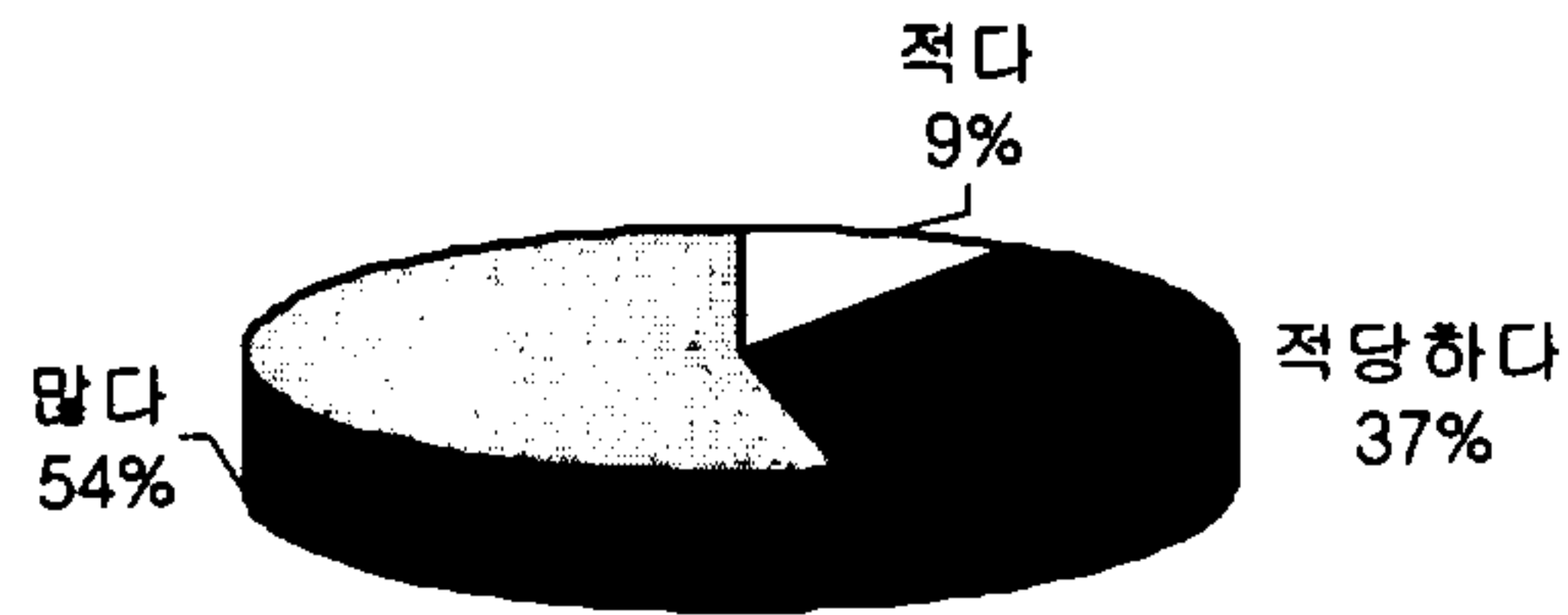


그림 5 작업시 격임 · 비틀림 자세

3) 작업량, 작업시간에 관한 설문 결과

그림 6은 현재 하루의 작업량, 작업시간이 자신의 체력에 비하여 어떠한가를 설문한 결과를 그림으로 나타낸 것이다. 그림 6에 나타난 전체 작업자의 작업량과 작업시간이 자신의 체력에 비하여 적당하다(70%), 많다(27%), 적다(3%)순으로 나타났다. 대부분의 작업자들이 느끼는 작업량과 작업시간에 대하여 적당하다고 느끼고 있다. 하지만 작업량과 작업시간이 자신의 체력에 비하여 많다고 느낀 사람도 27%로 결코 적지 않은 비율을 보여 주고 있다.

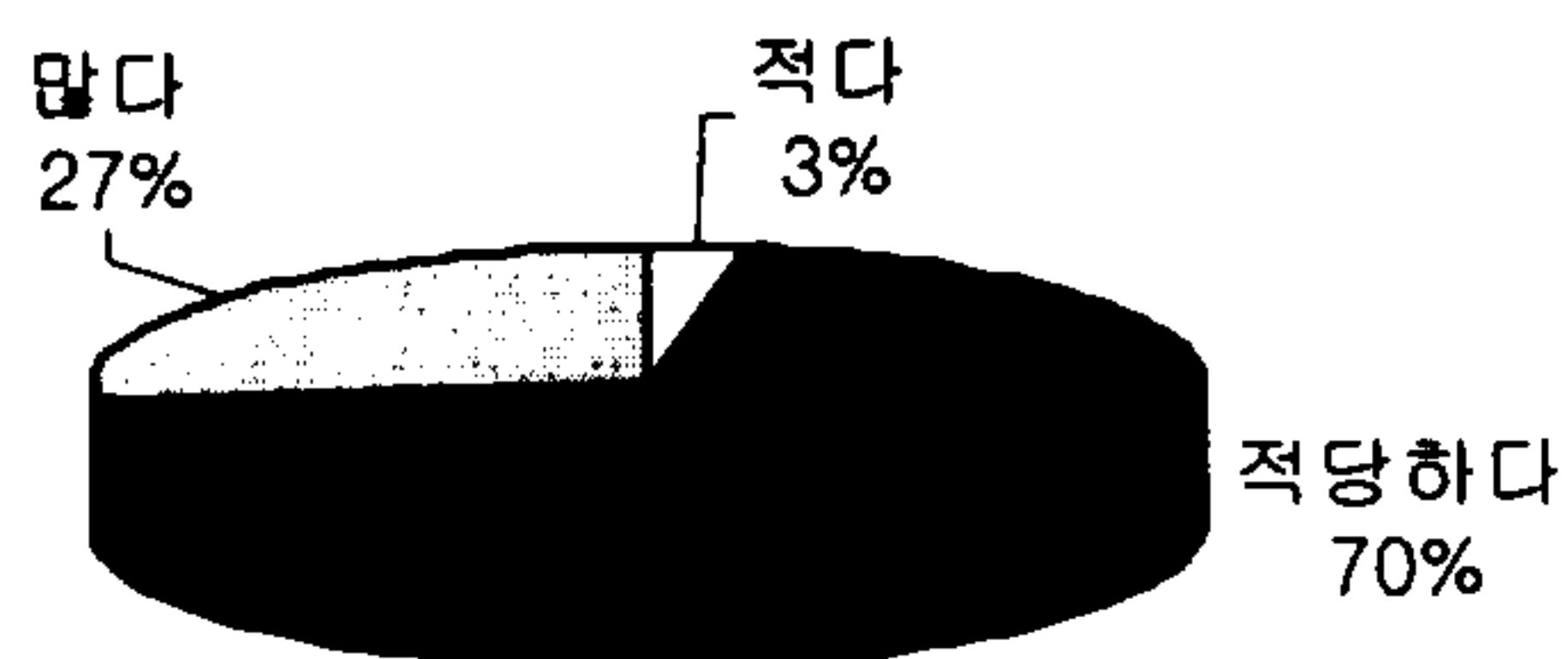


그림 6 작업자의 체력에 따른 작업량

4) 작업 환경 개선 사항

작업 환경에 대한 개선 사항에 대하여 소음(22.4%), 온도(20.8%), 도구/설비(18.9%), 작업공간(15.9%), 조명(7.8%), 중량물 취급(7.6%), 작업방법(6.5%)순으로 나타났다(그림 7).

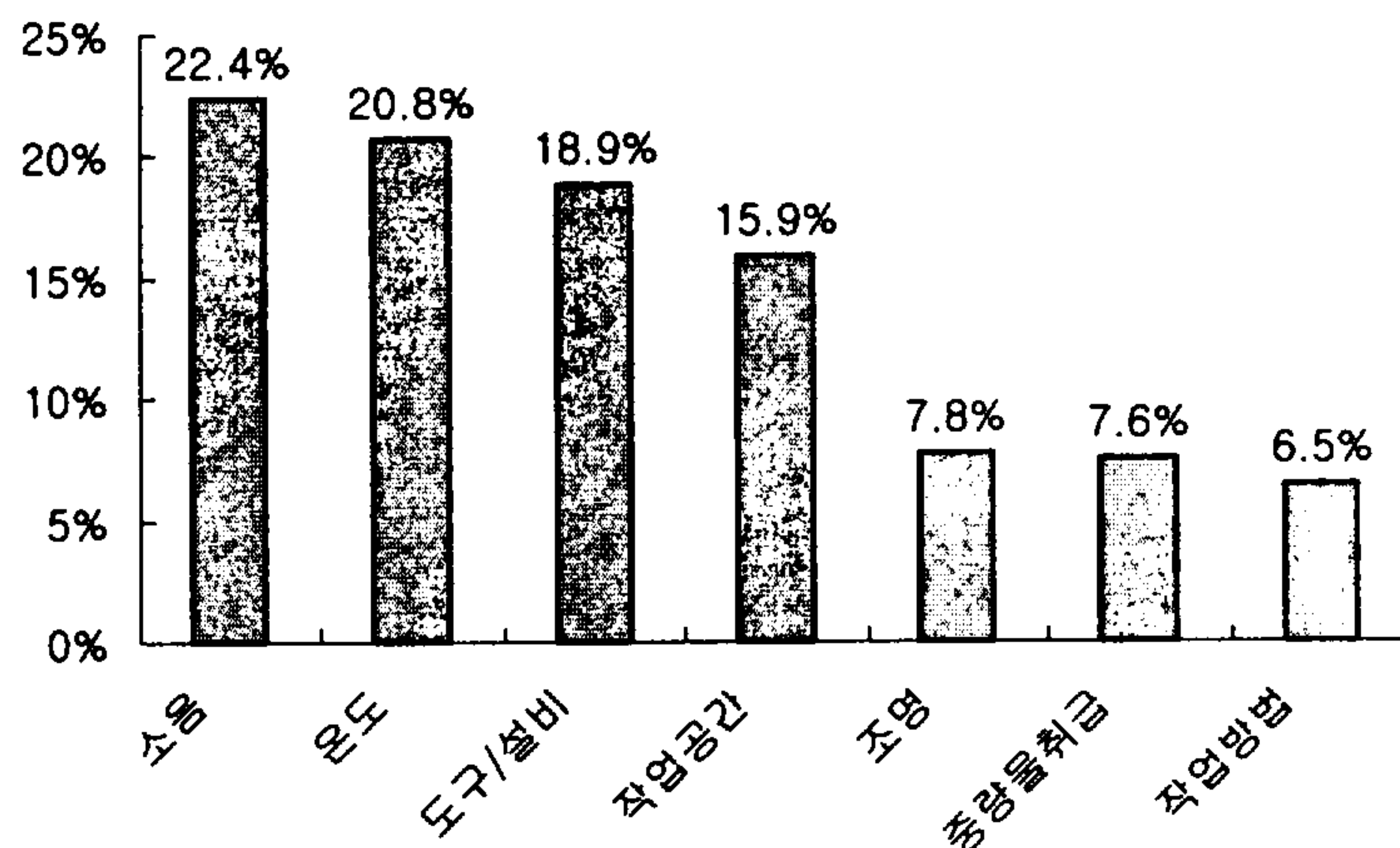


그림 7 작업 환경 요인

5) 소음

작업장의 소음에 대하여 시끄럽다(62%), 적당하다(20%), 참을 만하다(17%)순으로 나타났다(그림 8). 그림 8에서도 알 수 있듯이 시끄럽다가 62%로 월등히 많음을 보이고 있는데, 이는 에어컨 제조업종이 부피가 크고 또한 중량도 무거운 경우가 많기 때문에 에어컨 제조시 많은 소음이 일어날 수 있다. 이를 미연에 방지하기 위해서는 소음발생 밀도가 매우 큰 곳을 격리시키거나, 이것이 안 되면 작업자들에게 귀마개 등 보조도구를 사용하도록 해야만 한다.

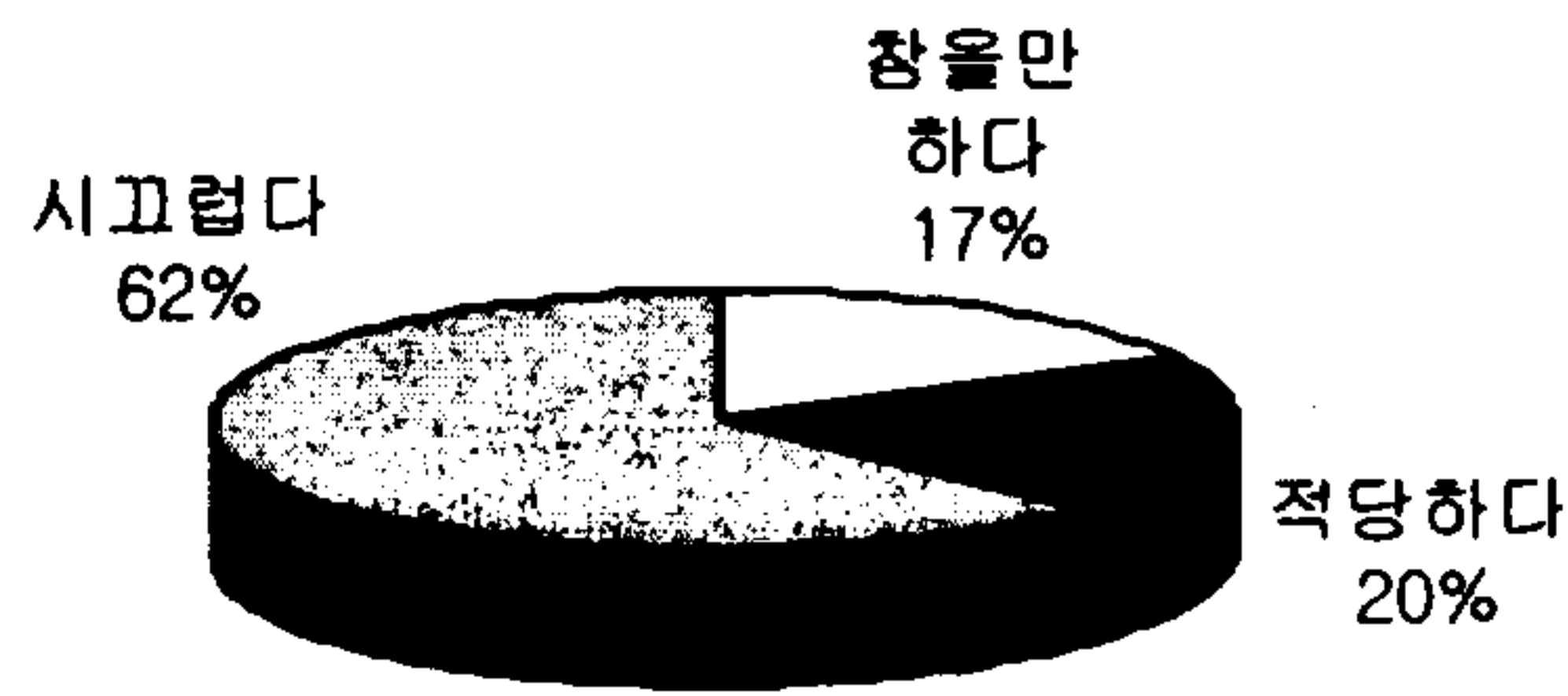


그림 8 작업장의 소음의 정도

6) 작업 전·후 통증 부위 설문 결과

작업 전·후 느끼는 통증부위에 대한 설문의 결과를 다음 그림 9에 나타내었다. 그림 9에 나타난 작업 전·후 통증 부위 비율은 손/손목(62%), 어깨(55%), 허리(52%), 다리(51%), 목(41%), 팔꿈치(13%) 순으로 나타났다.

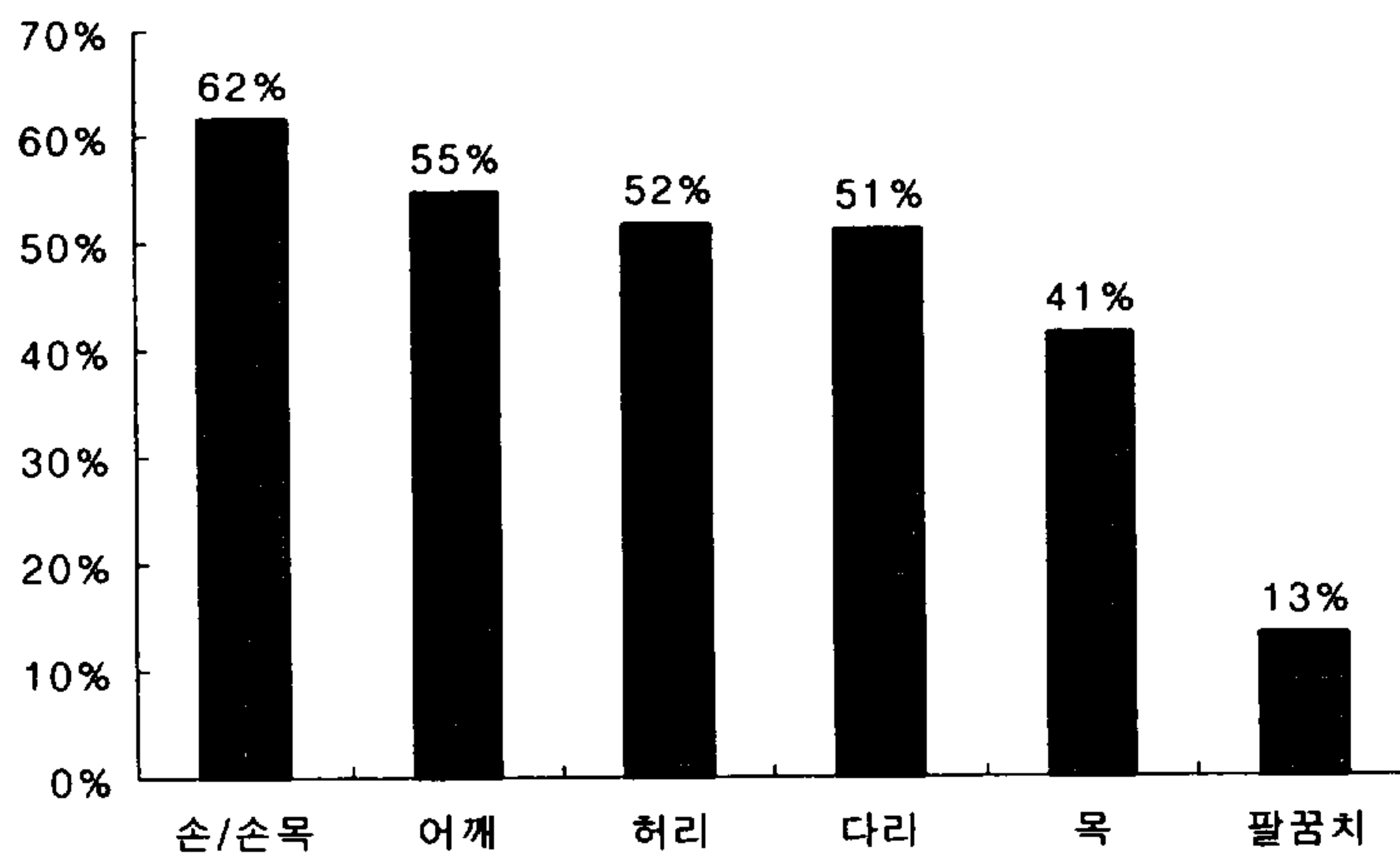


그림 9 작업 전·후 통증 부위 비율

3.3 작업 분석

1) 무거운 중량물의 운반

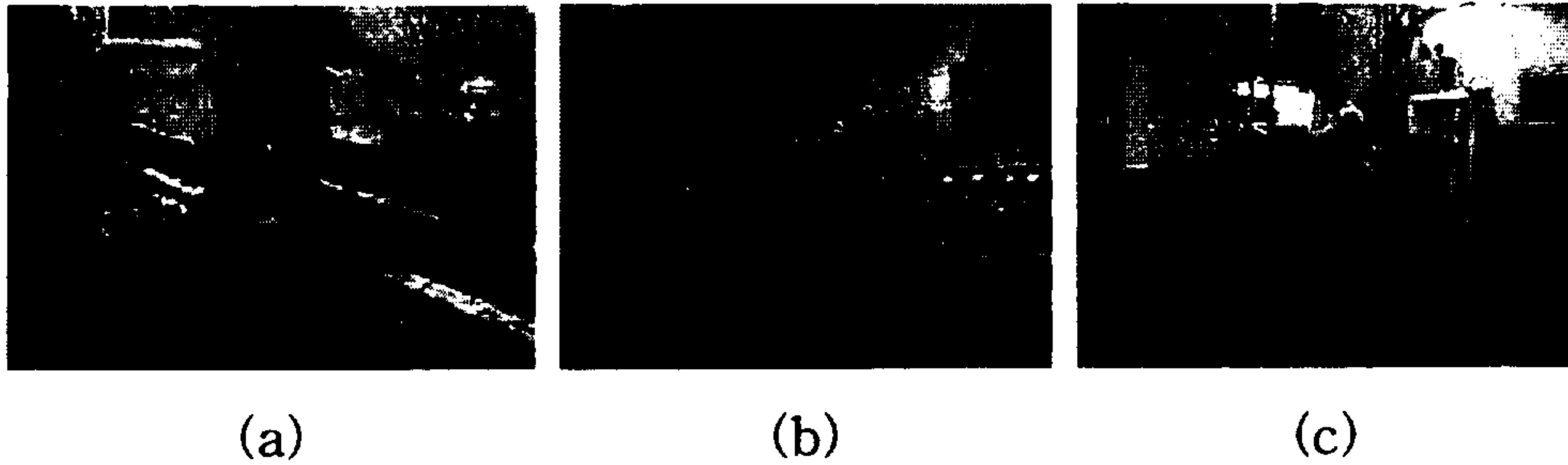


그림 10 무거운 중량물의 운반

그림 10-(a)를 보면 중량물을 몸 뒤쪽에서 작업자가 팔을 뻗쳐 이동시키는 것을 볼 수 있다. 몸 뒤쪽에서 중량물을 이동시키는 경우에는 작업자의 몸통의 회전 반경이 커지고 또한 팔을 뻗쳐서 이동을 하므로 팔은 물론이고 허리에도 무리가 갈 수 있다.

그림 10-(b)를 보면 중량물을 작업자가 높은 곳에서 들어서 내리는 것을 볼 수 있다. 이는 매우 위험한 작업으로서 작업자가 작업 도중에 부상을 당할 위험이 매우 크다. 그림 10-(c)를 보면 작업자가 부품을 손가락으로 들어서 운반하는 것을 볼 수 있다. 이러한 작업은 손가락이 아닌 손으로 이동하도록 개선해야 한다. 중량물의 이동에는 작업자의 몸에 무리가 갈 수 있으므로 가능한 자동으로 운반이 가능하도록 개선해야 하고, 자동화가 불가능 할 때에는 최소한 작업자의 몸에 무리가 가지 않도록 조치해야 한다.

2) 불편한 작업자세

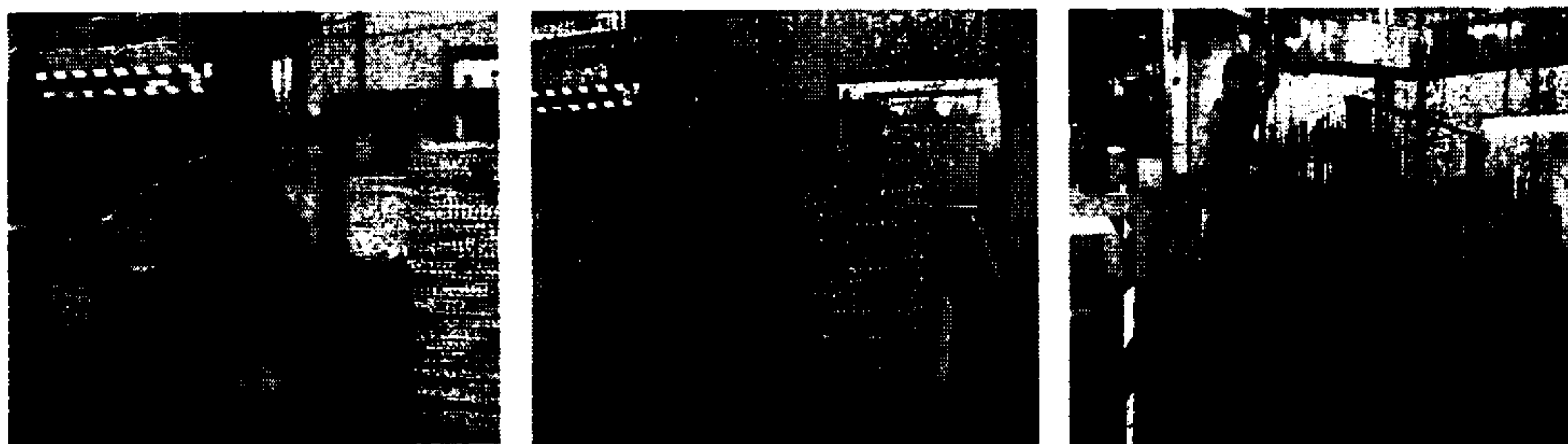


그림 11 작업자의 불편한 작업자세

그림 11에서 보면 작업자가 작업을 하는데 있어서 불편한 작업자세를 유지하고 있는 것을 볼 수 있다. 과도하게 뻗치는 작업 자세나, 팔을 어깨위로 들고 있는 작업자세는 작업자에게 있어서는 매우 부담이 많이 가는 작업 자세라고 할 수 있다. 과도하게 팔을 뻗치는 작업이나 팔을 어깨 위로 올리는 작업이 없도록 해야 한다.

3.4 작업자세에 대한 OWAS 평가

OWAS는 간단하고도 명확하게 자세를 인간공학적으로 분석 평가하는 기법이다. 기본적인 자세를 몸통자세, 팔 자세, 다리자세, 무게로 나누어서 시간에 따라서 관찰하고 기록한 다음에 이를 시간에 따른 백분율로 나타내어 작업 자세에 대하여 평가하고 이를 기준표에 비교하여 종합적인 자세를 평가하는 것이다.

1) 중량물 작업



그림 12 중량물의 이동작업

표 1은 중량물의 이동 작업(그림 12)에서 작업자가 작업하는데 있어서 시간에 따른 작업 자세를 나타낸 것이다. 몸통자세는 곧은 자세(1), 허리를 구부린 자세(2), 허리가 비틀린 자세(3), 허리가 비틀고 굽은 자세(4)로 나누어지며, 팔 자세는 두 팔이 아래로 내린 자세(1), 한 팔이 어깨 위에 있는 자세(2), 두 팔이 어깨 위에 있는 자세(3)로 나누어지고, 다리는 앉은 자세(1), 무릎을 편 채 두 다리에 하중을 실은 자세(2), 무릎을 편 채 한쪽 다리에 하중을 실은 자세(3), 무릎을 구부린 채 두 다리에 하중을 실은 자세(4), 무릎을 구부린 채 한쪽 다리에 하중을 실은 자세(5), 한쪽 또는 양쪽 무릎이 지면에 닿아있는 자세(6), 걷거나 움직이는 자세(7)로 나누어지며, 무게는 10kg미만(1), 10kg~20kg(2), 20kg이상(3)으로 분류되어 진다.

OWAS는 표준자세(1), 조금 유해한 자세(2), 유해한 자세(3), 매우 유해한 자세(4)로 나누어진다. 표1에 나타난 검사 작업자의 자세를 부위별로 분석하면 몸통 자세에서는 허리를 구부린 자세가 70%로 조금 유해한 자세로 나왔으며, 팔의 자세에서는 두 팔이 어깨 아래에 있는 자세가 100%으로 표준 자세가 나왔으며, 다리의 자세에서는 무릎을 구부린 채 두 다리에 하중을 실은 자세가 50%로 유해한 자세로 나왔다. 전체적인 자세에 대한 OWAS 코드는 몸통자세가 2, 팔 자세 1, 다리 자세는 무릎을 구부린 채 두 다리에 하중을 실은 자세로 3 이고 무게는 20kg이상으로 3이다. 따라서 OWAS 코드는 2133가 된다. 그러므로 OWAS 판정표에 따르면 유해한 작업자세(3)로 판정된다. 그러므로 허리를 곧게 펴서 작업을 할 수 있도록 하거나, 무게를 20kg미만의 작업으로 개선을 하면 표준 자세 또는, 약간의 유해한 작업자세(2)로 위험도를 낮출 수가 있다.

표 1 중량물 이동작업의 시간별 작업 자세

Obs	Obs	Trunk				Arms			Legs							Load		
No	Time	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
1	8:37		●			●					●					●		
2	8:49		●			●				●						●		
3	9:01		●			●					●							●
4	9:07	●				●				●						●		
5	9:42		●			●					●							●
6	9:55		●			●					●							●
7	10:03	●				●				●						●		
8	10:20		●			●					●							●
9	10:35		●			●				●						●		
10	10:55	●				●				●								●
SUM		30%	70%			100%				50%	50%					50%		50%

4. 작업장의 인간공학적 세부개선안 도출

4.1. Conveyor 라인의 검토 및 개선

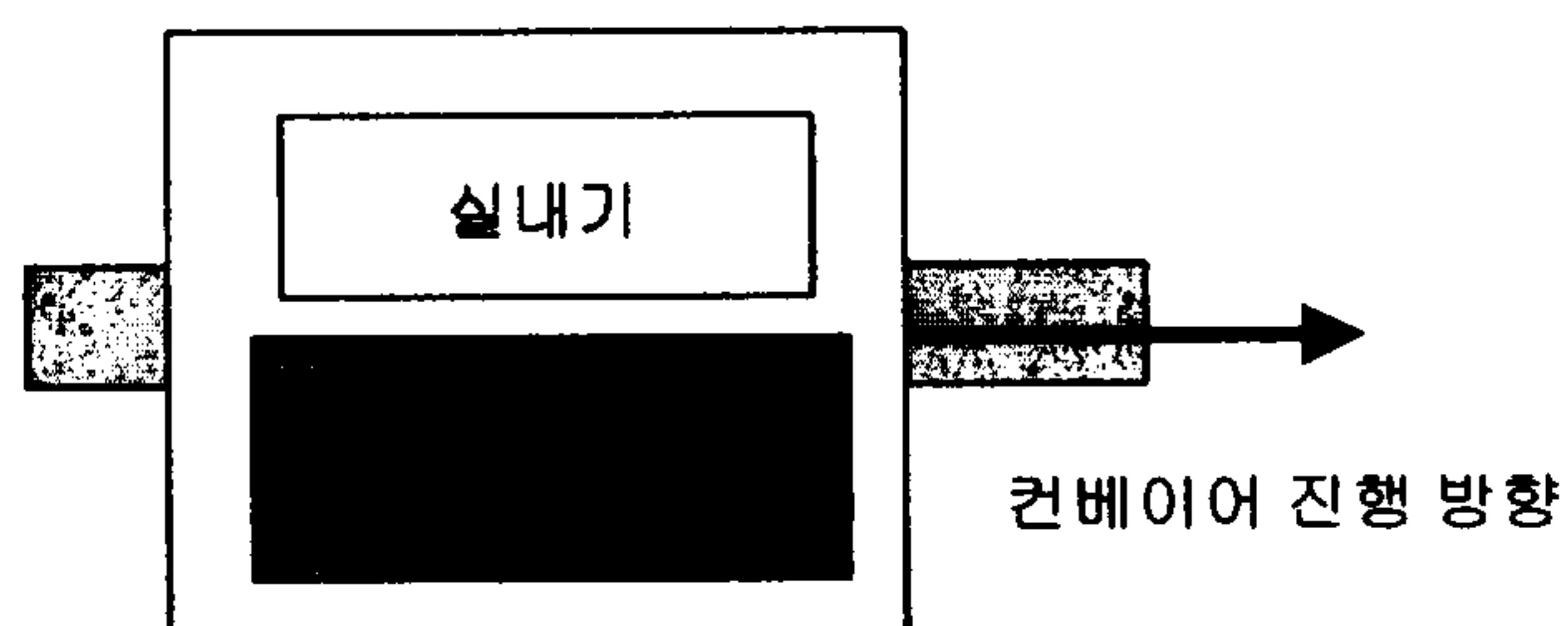


그림 13 라인의 형태

본 연구 대상 공장에서는 에어컨의 실내기와 실외기를 한 팔레트 위에 동시에

올려놓고 컨베이어를 통하여 이동을 시키면서 작업자가 작업을 하고 있다. 그러므로 2개의 라인을 돌릴 때보다 한 개의 라인만을 가동함으로 라인의 편성 및 운용의 비용을 절감하는 장점이 있다.

1) 작업하기 힘든 컨베이어라인



(a)



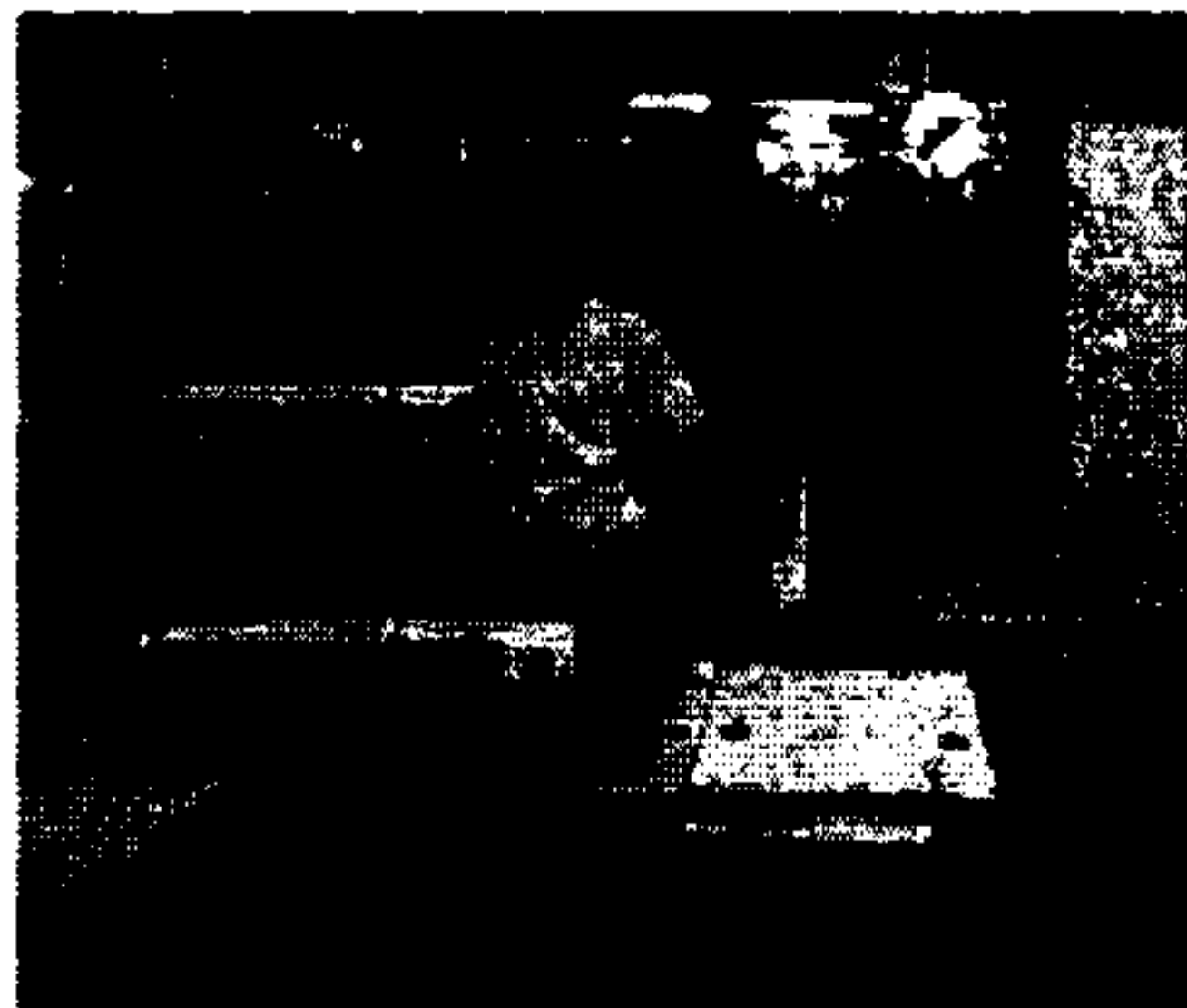
(b)

그림 14 움직이면 작업하는 작업자

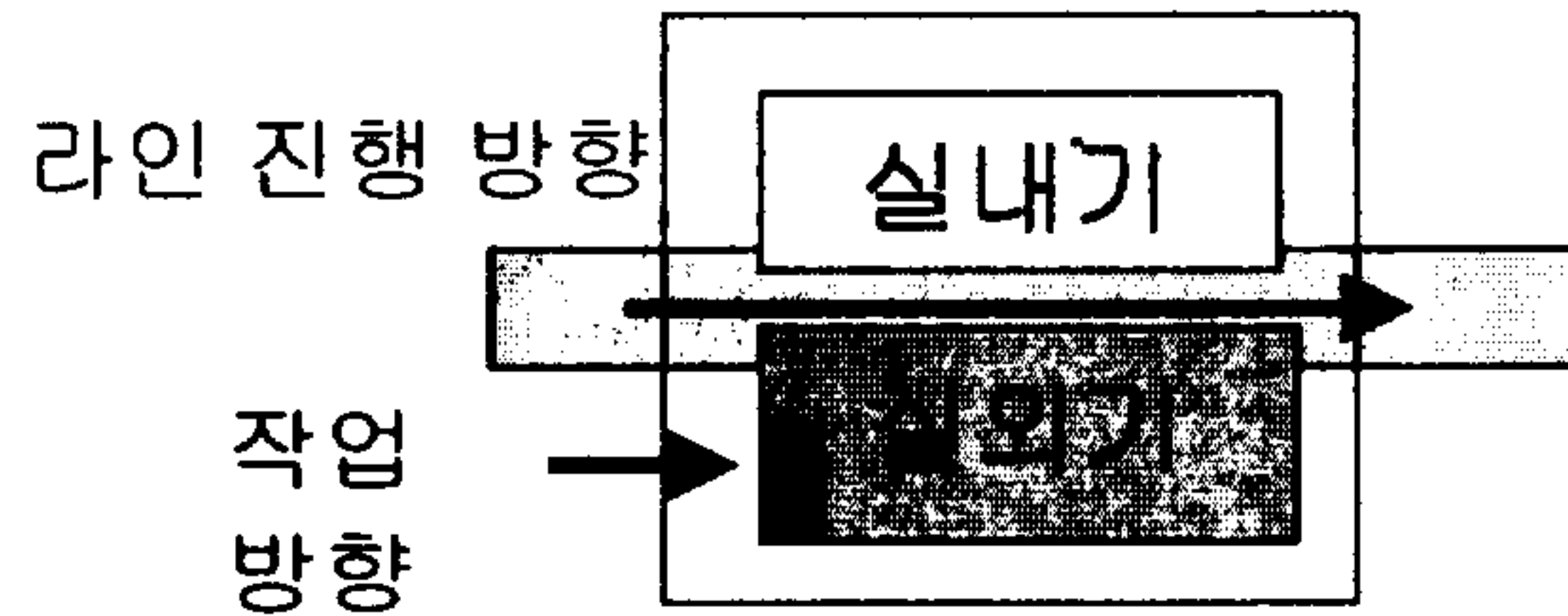
그림 14-(a)를 보면 작업자가 대형의 작업물에 대하여 허리를 굽히고 용접작업을 하고 있음을 알 수가 있다. 그림 14-b는 또다른 용접작업을 보여주고 있다. 용접작업자는 팔꿈치를 든 채로 고정 자세를 유지해야 하나, 라인 컨베이어가 계속적으로 움직이므로 뒷걸음을 치면서 정밀 용접 작업을 하고 있다. 팔꿈치를 가슴의 심장 높이 정도에서 정적 자세를 유지하는 것은 움직이면서 작업하는 동작보다 작업자의 신체에 주는 부담감이 크다. 더우기 컨베이어에 Stopper가 설치되지 않아 작업자가 흘러가는 컨베이어 라인에서 작업을 하기 때문에 움직이며 용접을 하는 불편함을 초래하게 되었다.

라인에서 작업을 하는 작업자는 힘들게 작업을 하고 있지만 나쁜 자세에서 작업을 함으로 인하여 작업자는 작업자대로 고생만 하고 제품의 생산성은 저하되고 품질은 품질대로 떨어지게 된다. 또한 움직여 가며 작업을 하기 때문에 움직임을 고려하여 개선하는 것은 기술적으로 더 힘든 문제이고 작업개선비용도 상대적으로 많이 소요가 된다. 그러므로 개선 활동이 위축이 되고 작업자는 더 힘들게 된다.

2) 왼손 및 왼쪽 측면의 작업 검토



(a)



(b)

그림 15 왼손 및 왼쪽 측면에서의 작업

위 그림 15-(a)을 보면 작업자가 컨베이어를 중심으로 실내기와 실외기를 양쪽에서 각각 작업을 하고 있음을 보여주고 있으며, 실외기의 작업자는 작업을 왼손으로 작업을 하고 있다.

라인의 설계를 할 때에는 생산작업에 관한 효율성을 검토할 필요성이 있다. 그림 15-(b) 왼손 작업자를 위주로 라인이 설계된 것으로서 실질적으로 오른손잡이가 90% 현 라인에서는 작업자의 작업효율이 떨어질 수밖에 없으며, 방향 전환장치가 필요하다. 그러므로 왼손 또는 양손 작업자를 배치하거나, 작업 방향과 라인의 흐름 방향을 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하게 설치를 하면 오른손잡이가 작업하기가 효과적이고 방향 전환장치가 필요가 없음을 알 수가 있다.

3) 개선안

새로운 라인을 형성할 때에는 Stopper를 설치하여 작업의 속도를 조절할 수 있어야 하며, 작업자의 90%가 오른손잡이이므로 가급적이면 왼손으로 작업이 이루어지지 않도록 설계하여야 하며, 왼손 작업은 방향 변환 장치를 고려하여 설계를 할 수 있도록 해야 한다. 또한 실외기 및 실내기의 작업시간을 균형 있게 설계를 해야 한다.

4.2 작업방법의 개선

1) Rivetting 공정 개선

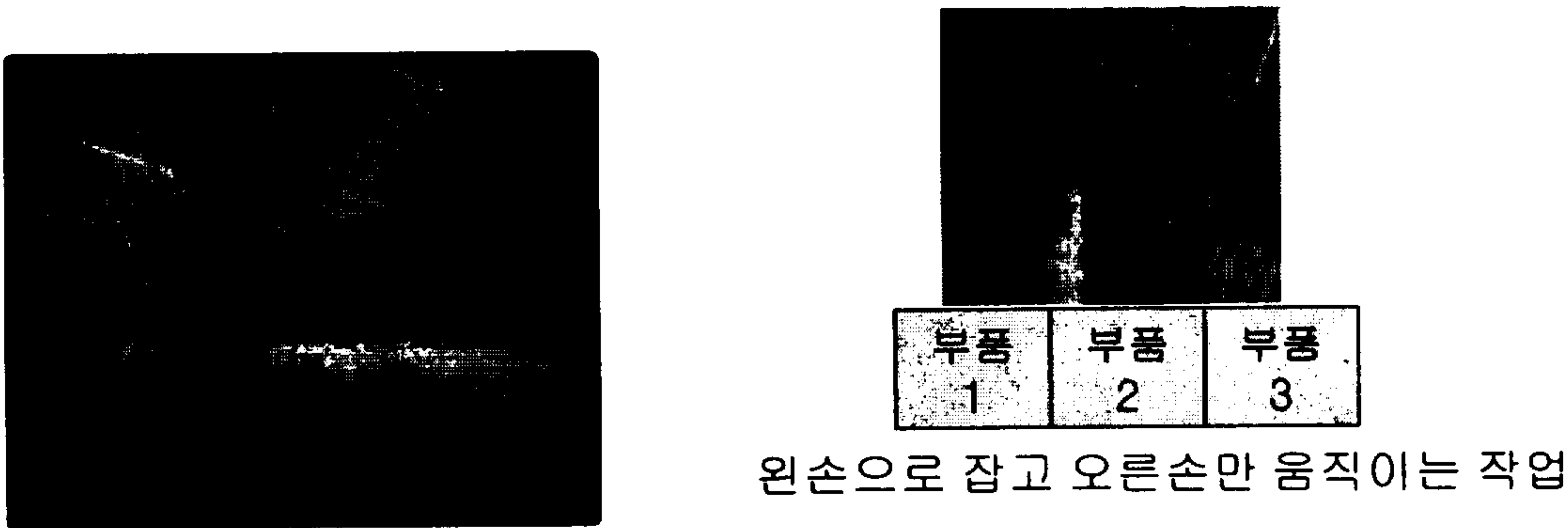


그림 16 현재의 작업 형태

표 2 현재의 작업방법

원손	오른손
제품 가져옴	
제품을 들고 있음	부품 1삽입
	부품 2삽입
	부품 3삽입

그림 16은 현재의 Rivetting 작업 형태를 나타내고 있다. 작업의 형태가 원손은 잡고있고 오른손으로만 부품을 끼우는 작업을 하고 있다.

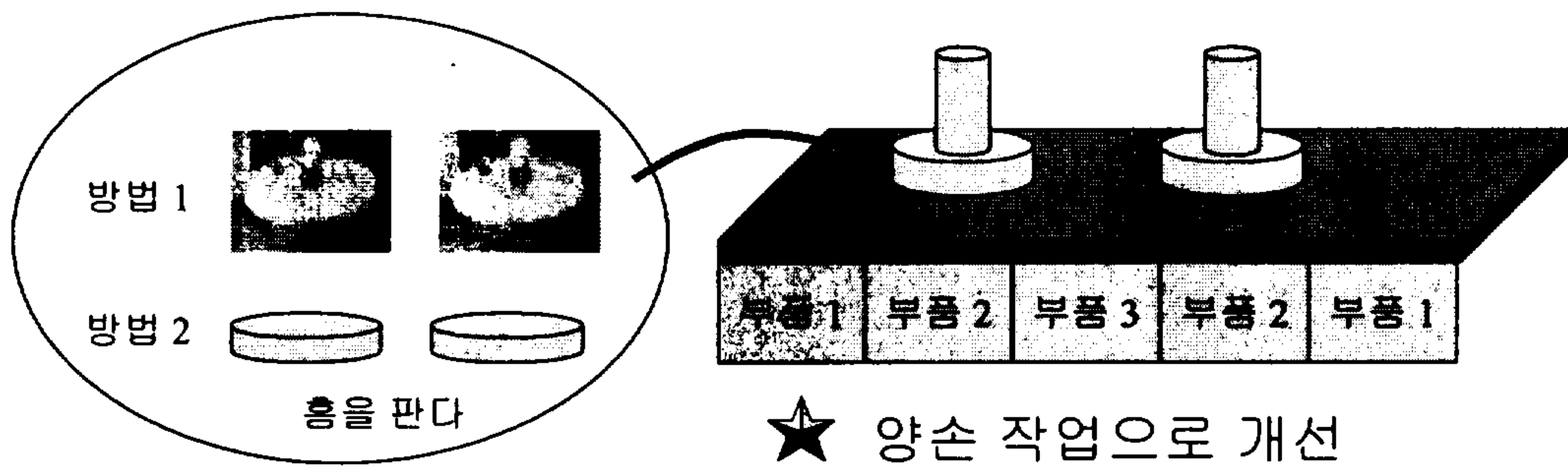


그림 17 작업 개선 형태

표 3 개선된 작업 방법

왼손	오른손
제품 가져옴	제품 가져옴
부품1삽입	부품1삽입
부품2삽입	부품2삽입
부품3삽입	부품3삽입

그림 17은 그림 16의 작업 형태를 개선한 것으로써 한 손으로만 작업을 하던 것을 작업 고정대를 마련함으로써 양손으로 작업을 할 수 있게 개선한 형태이다.

2) PUMP의 최종 관능검사

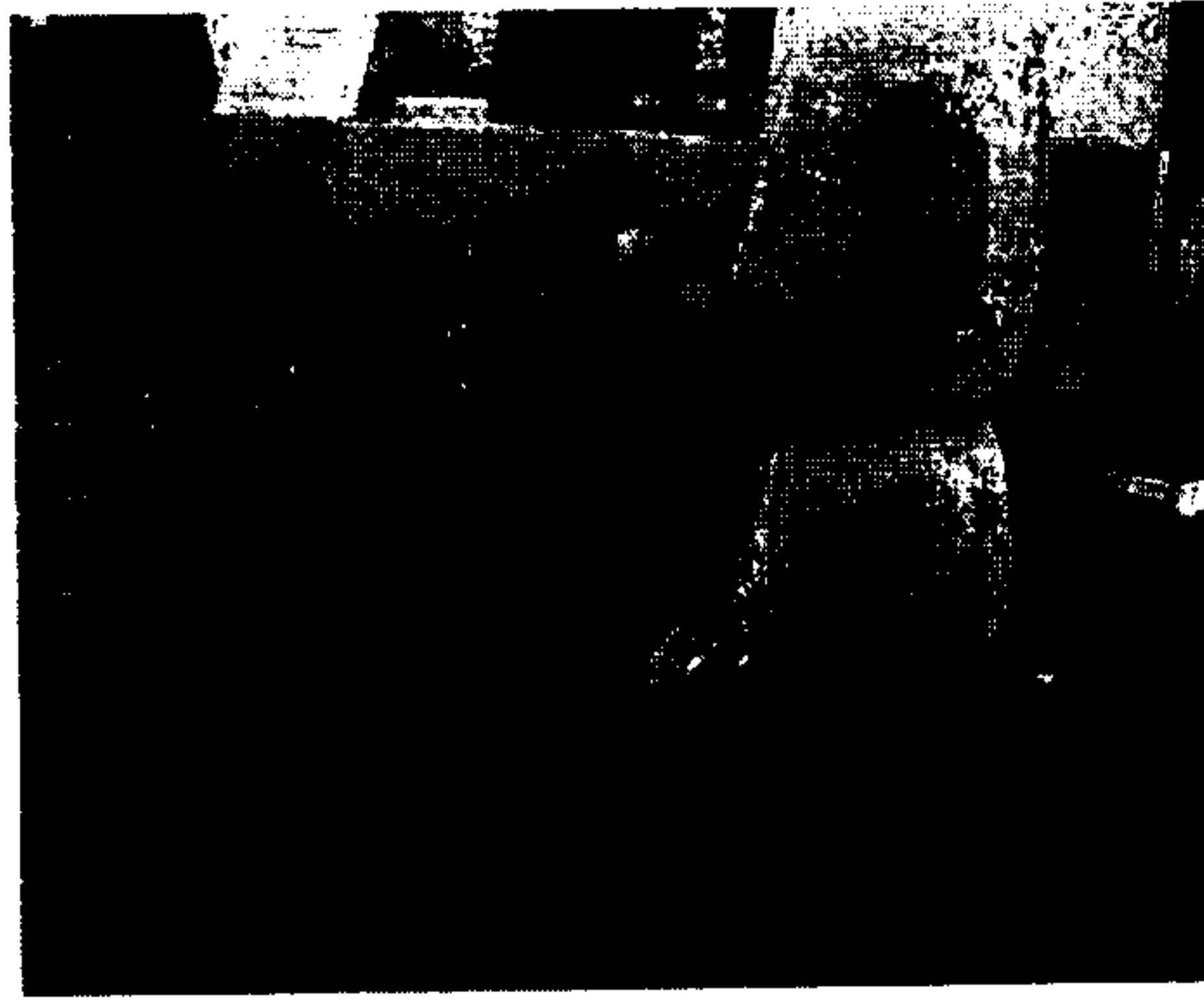


그림 18 PUMP 최종 관능 검사

그림 18을 보면 작업자가 작업을 하는데 있어서 PUMP를 왼손으로 지속적으로 들고 작업을 하고 있음을 알 수가 있으며, 철사의 고리가 엉켜있으므로 해서 작업시 효율이 떨어지고 있다.

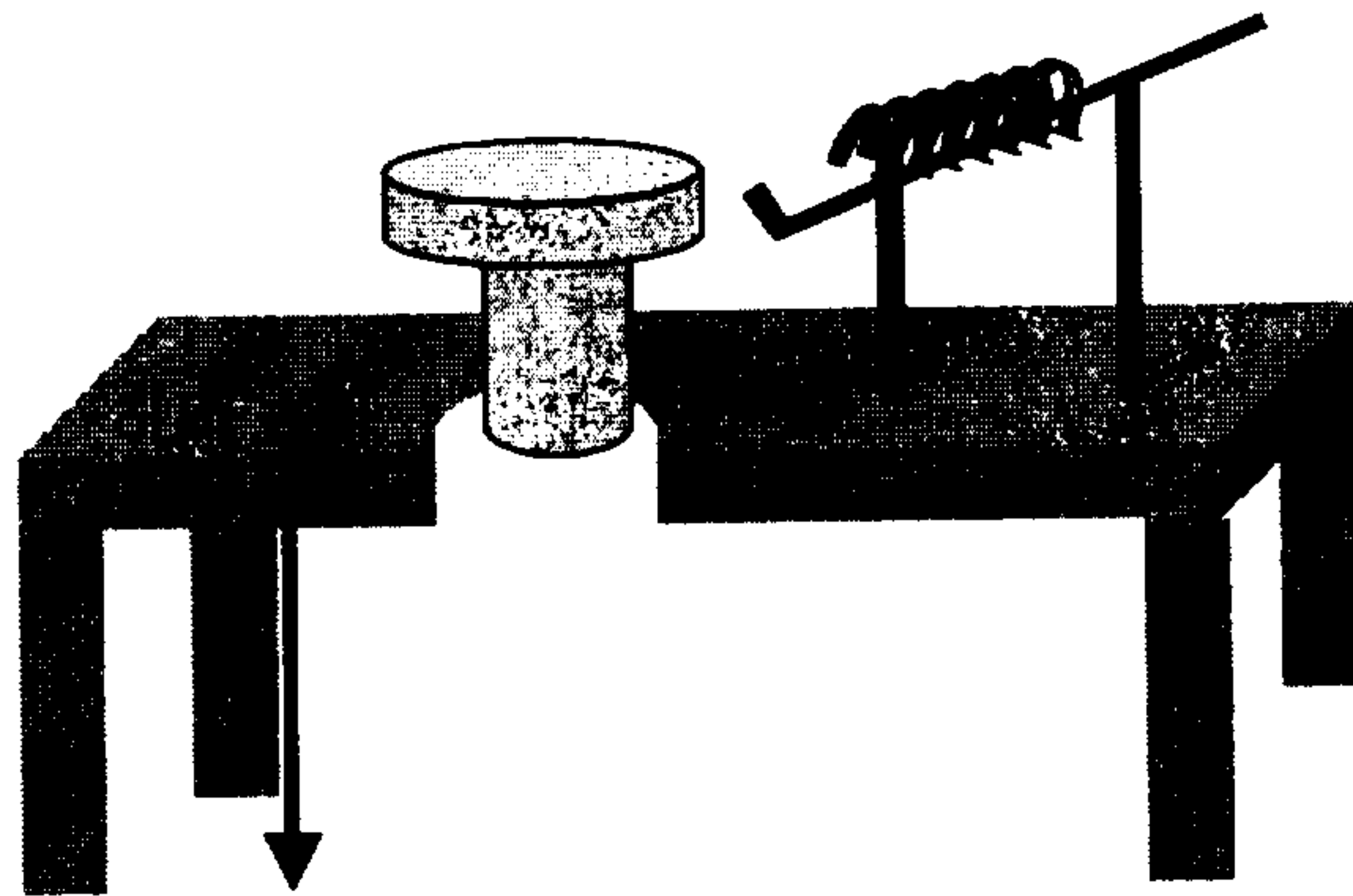


그림 19 PUMP 관능 검사 작업 개선

그림 19를 보면 작업자가 PUMP를 왼손으로 지속적으로 잡고 작업을 하는 것을 개선하고자 축 검사 받침대를 설치하여 작업자가 지속적으로 PUMP를 잡고 작업하는 것을 개선하였으며, 철사고리가 엉킴으로써 생기는 작업의 비효율을 철사고리 지지대를 설치하여 작업자가 작업을 하는데 있어서 좀더 효과적으로

작업을 할 수 있다.

3) U-BEND 삽입 작업 공정

가. U-BEND 삽입 작업공정의 현황 및 문제점

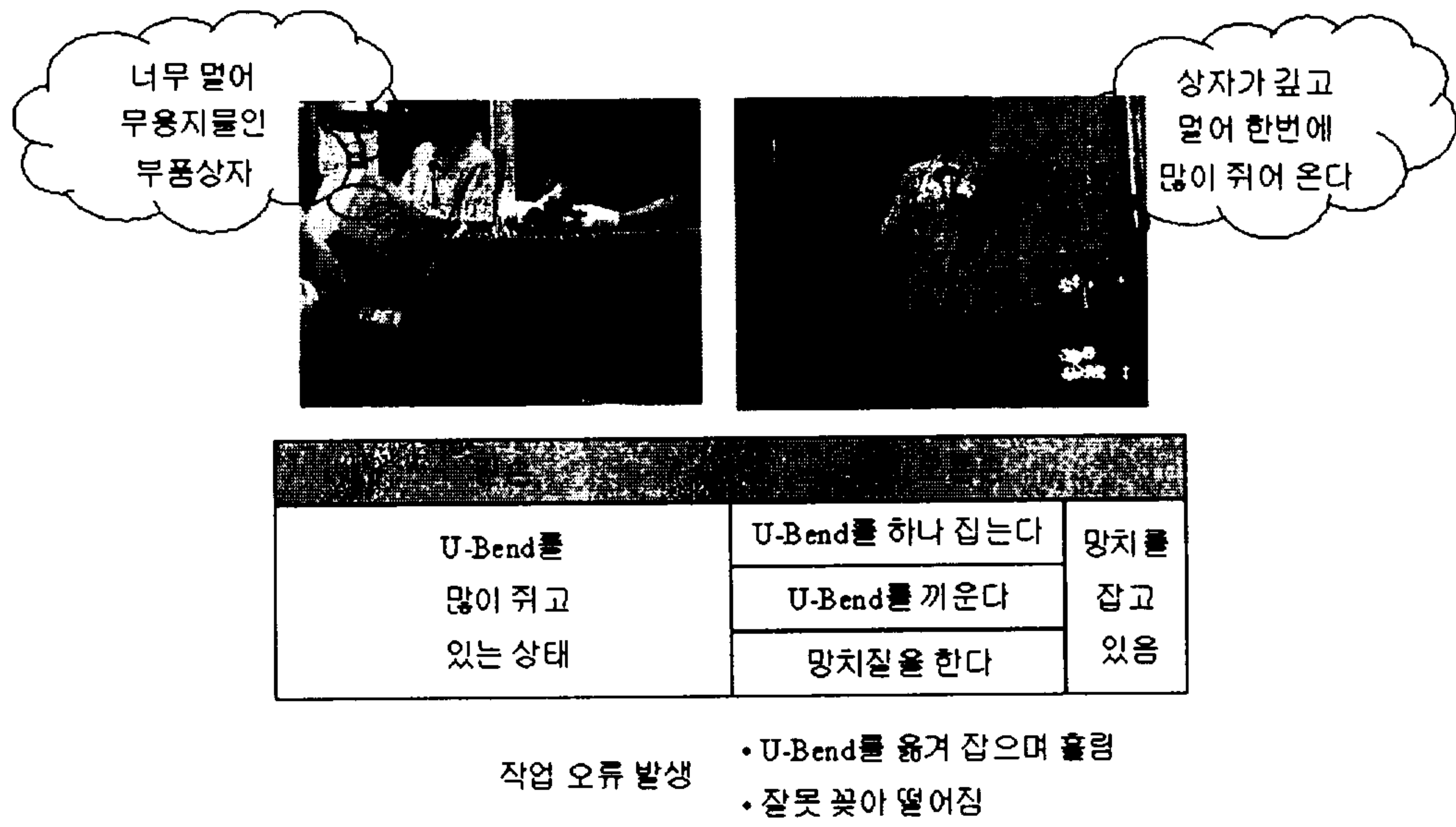


그림 20 U-BEND 삽입작업 공정의 현황 및 문제점

그림 20은 U-BEND삽입 작업 공정에서 문제점을 보여 주고 있다. 우선 작업자의 전면에 있는 부품상자는 거리가 멀어서 작업자가 거의 사용하고 있지않고 있고, 작업자의 왼쪽에 있는 부품상자는 깊어서 작업자의 손의 이동 거리가 길다. 또한 작업자는 오른손에는 지속적으로 망치를 들고 있고 왼손으로는 U-BEND를 한번에 많이 쥐어서 가져와서 이를 하나씩 오른손으로 옮겨 잡아서 부품을 삽입한 후에 오른손에 쥐어져 있는 망치로 망치질을 하는 작업을 하고있다. 작업자는 왼손에 많은 U-BEND를 잡고 오른손은 지속적으로 망치를 들고 있는 상태에서 왼손의 부품을 오른손으로 옮기는 과정에서 부품을 떨어뜨리는 상황이 발생하고, 또한 작업자는 양손 작업에 있어서 양손의 분할이 비효

을적이므로 작업의 효과적으로 이루어지고 있지 않는 상태이다.

나. U-BEND 삽입 작업 공정의 개선사항

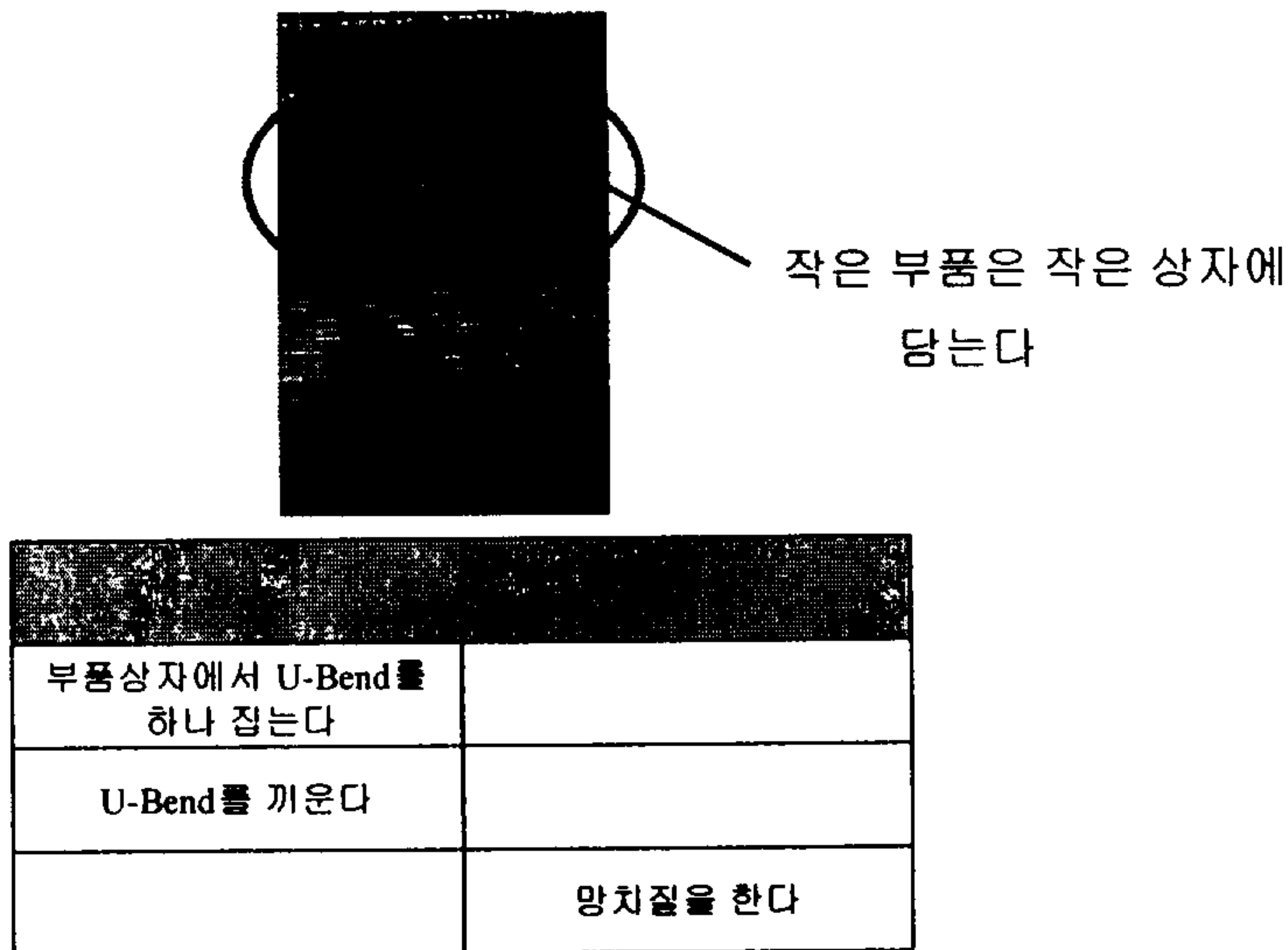


그림 21 U-BEND 삽입 작업 공정의 개선

U-BEND 삽입 작업 공정의 개선은 위의 그림 21에서 보면 알 수 있듯이 우선 부품 상자의 개선을 들 수가 있다. U-BEND 삽입 작업 공정에 사용하고 있는 부품 상자는 부품의 크기는 작는데 비하여 상자가 너무 큰 것을 사용하고 있다. 그러므로 부품의 크기에 맞는 부품상자를 사용하여 작업자의 손이 너무 깊이 들어감을 방지함으로써 작업자가 작업을 하는데 있어서 손의 이동거리를 줄임으로 작업의 효율을 높일 수 있고 또 부품 상자를 기울려 사용하는 것도 같은 효과를 가져올 수 있다. 그리고 왼손은 부품 상자에서 U-BEND를 집어와서 바로 U-BEND를 끼우고 오른손은 계속 망치질만 할 수 있게 개선함으로써 양손 작업 분할에 있어서 보다 효율적으로 작업을 할 수가 있다.

4) GAS CHARGING 공정



	작업자	실외기
5초	유휴	진입(5초)
10초	연결(5초)	연결(5초)
13초	실내기(3초)	자동 주입 (1분)
	유휴	
1분10초	배고 연결L (7초)	배고 연결 (7초)
1분17초		자동 주입 (15초)
	유휴	
1분32초	뱀(5초)	뱀(5초)
1분37초		진출 (5초)
1분42초	유휴	

* 작업자작업은 이동시간 포함

그림 22 GAS CHARGING 작업 현황

그림 22는 GAS CHARGING공정에서 작업하는 작업자의 작업 현황을 보여주고 있다. 작업자는 혼자서 3대의 기계를 담당하고 있으며, 실외기의 가스 주입 시간은 102초가 소요가 되며, 하나의 실내기와 실외기가 완성되는 주기 시간은(102(초)/3(대)=34초/세트)) 34초가 소요되고 있음을 알 수가 있다. 또한, 작업자가 작업을 하고 있는 시간은 20초가 소요되고 있으며 작업자 1명이 담당할 수 있는 기계의 수(102/20=5.1)는 5.1대이다. 그러므로 제품 생산 주기를 줄이려면 기계의 수를 증가하여 배치하면 가능하다. 기계의 수를 4대로 늘렸을 경우의 주기 시간은(102/4=25.5초) 25.5초이고 5대로 늘렸을 경우에는 20.4초이므로 여유율을 고려하여 기계의 수를 4대로 늘려도 가능하다.

5) 밀기 작업

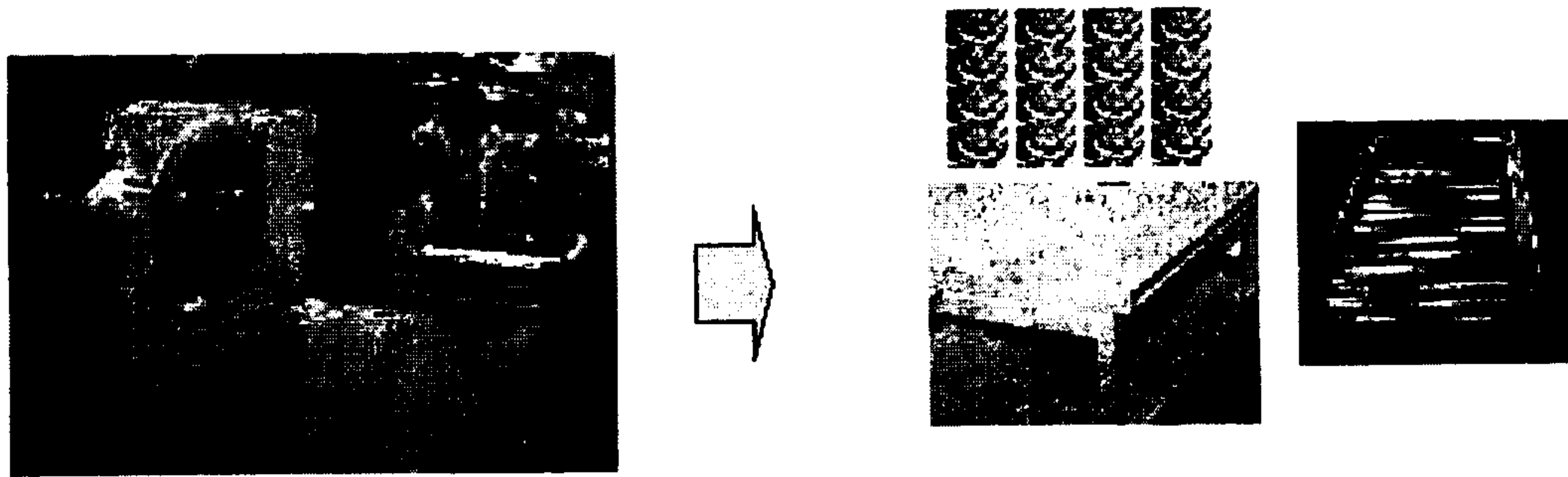


그림 23 밀기작업의 개선

그림 23의 왼쪽 그림을 보면 작업자가 실외기를 작업대에서 이동하는 데 있어 맨 바닥에서 부품을 밀어 이동을 하고 있음을 알 수가 있다. 이는 부품과 작업대간의 마찰로 인하여 작업자가 작업을 하는데 있어서 비효율적임을 보여주고 있다. 그러므로 이에 대한 개선사항으로 작업대의 바닥에 롤러나 구슬 등을 설치하여 바닥과 부품사이의 마찰을 줄일 수 있다.

4.3 중량물 취급작업의 개선

1) 중량물의 이동 현황 및 개선사항

작업 중에 중량물의 이동은 작업자가 작업을 하는데 있어서 끼임, 압착, 허리 요통, 어깨 걸림 등 많은 위험을 내포하고 있다. 그림 24는 작업자가 작업을 하는 도중에 중량물을 이동하는 작업을 보여 주고 있다.

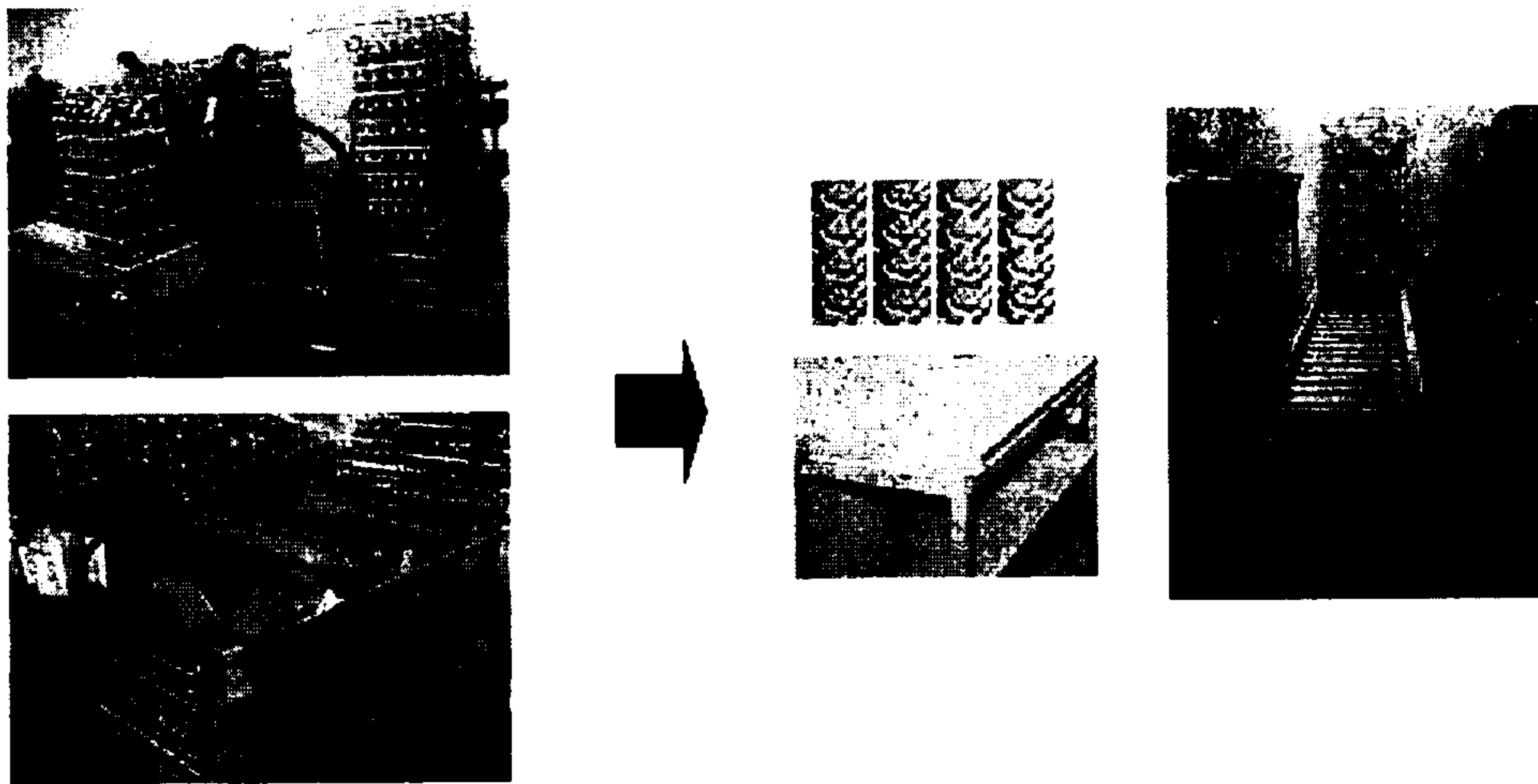


그림 24 중량물의 이동 현황 및 개선

그림 24의 좌측의 중량물 이동의 현황을 보면 작업자가 작업대 위에 있는 무거운 중량물을 밀어서 이동시키고 있음을 알 수가 있다. 마찰이 큰 맨 바닥에서 무거운 중량물을 손으로 밀어서 이동시키는 작업은 작업자에게 어깨, 허리 등에 무리를 줄 수 있으며 이를 개선할 수 있는 방법으로 작업대의 바닥에 구슬을 설치하여 중량물과 바닥의 마찰력을 줄일 수 있으며, 또한 이동식 롤러를 사용하여 작업자가 중량물을 이동시키는데 있어서 좀더 용이할 수 있다.

2) 부품 상자의 크기

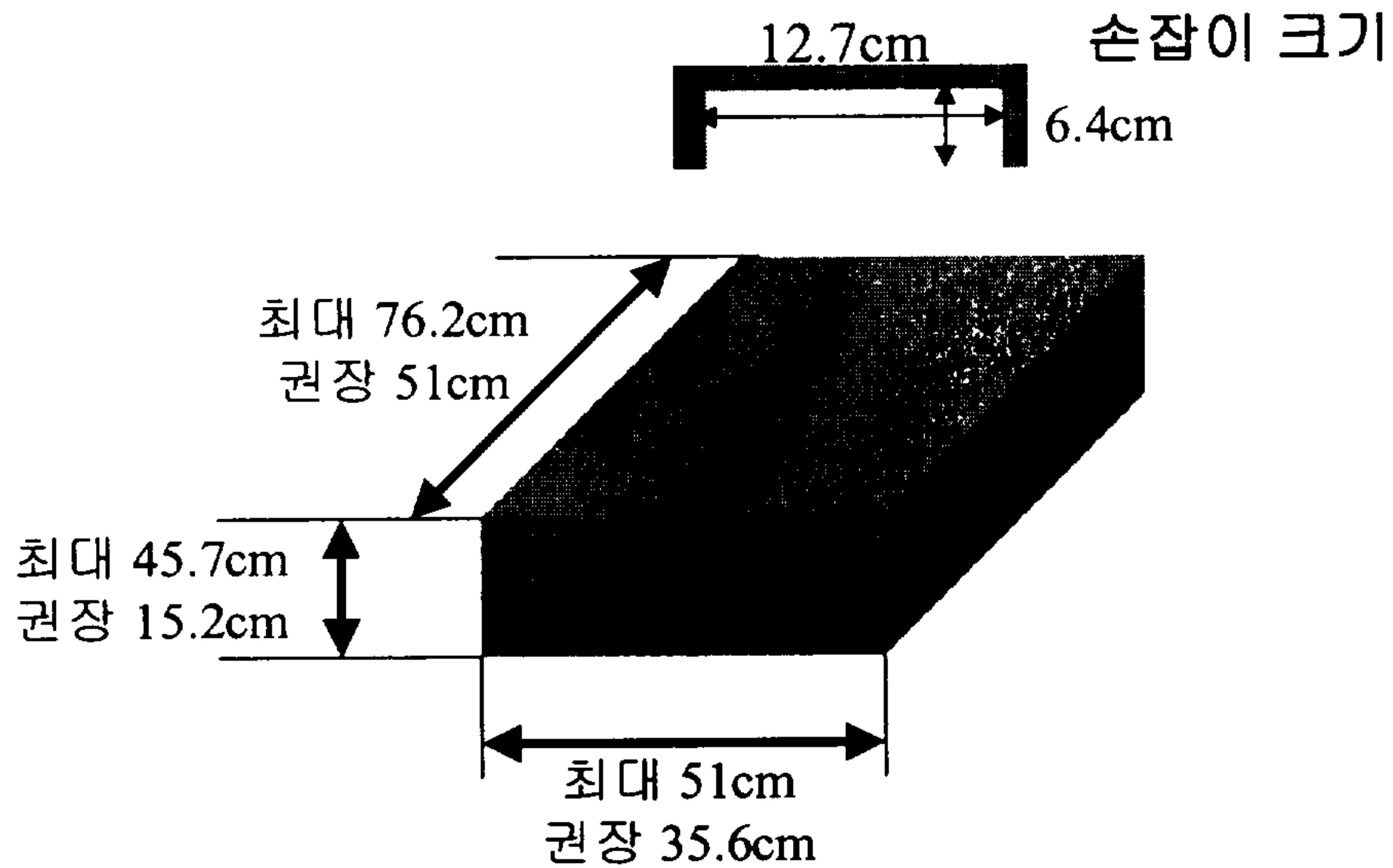


그림 25 부품 상자의 권장 크기

부품상자의 손잡이 크기는 큰 남자(남성의 95%)손이 충분히 들어갈 수 있는 크기이어야만 모든 작업자가 용이하게 작업을 할 수가 있다. 또한 부품 상자의 너비의 길이는 작업자의 몸쪽에서 너무 떨어지지 않도록 그림25처럼 크기가 적당해야 한다.

3) 운반 대차

가. 운반 대차의 현황



그림 26 운반 대차의 현황

그림 26에 나타난 것처럼 운반 대차의 현황은 대체적으로 점점 커지고 높아지고 있다. 운반 대차가 커지고 높아지면 그림 27에 보여진 것처럼 작업에 있어서 여러 가지 안전사고의 우려가 발생할 수 있다.

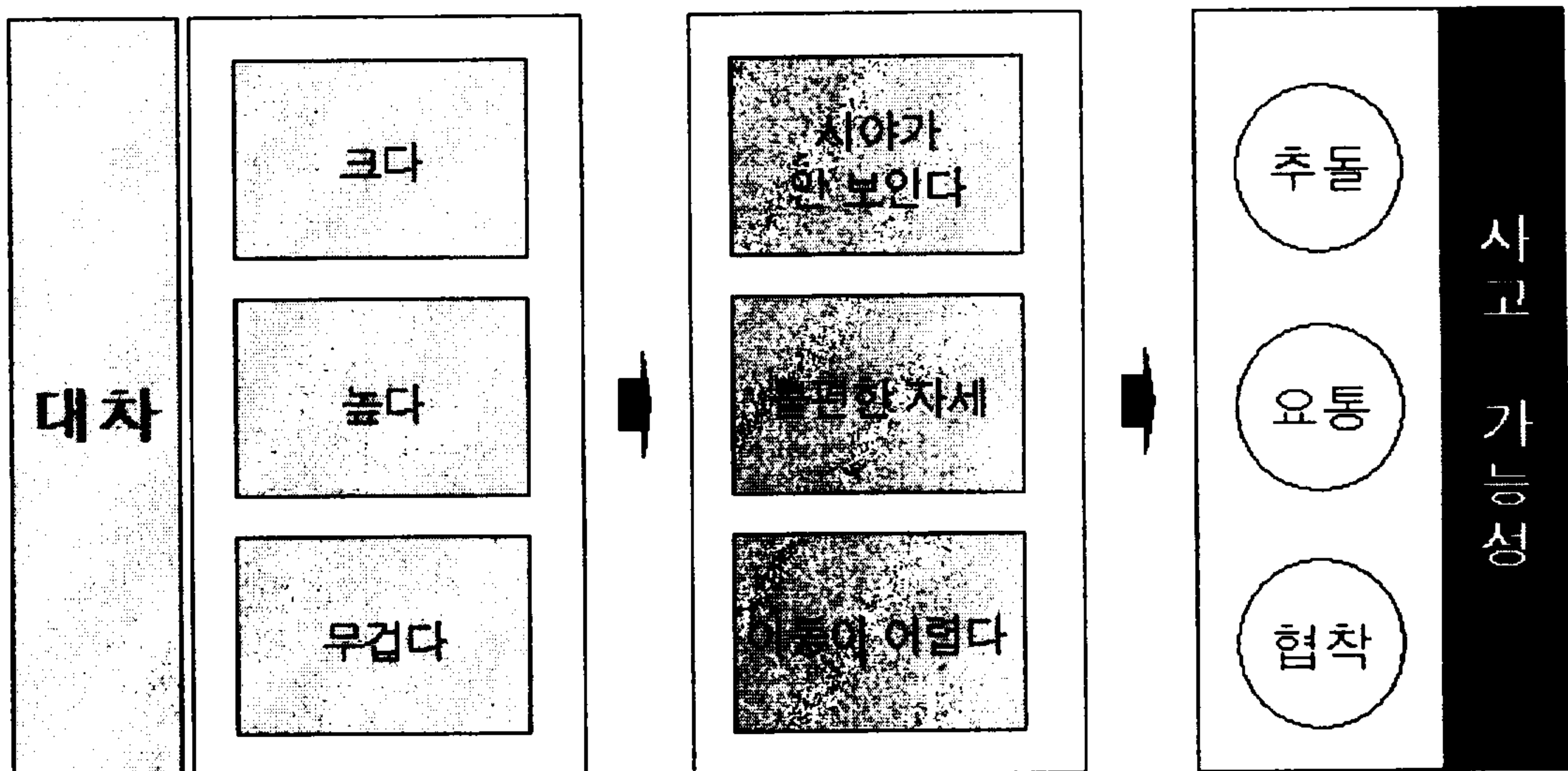


그림 27 대형화 된 대차로 인한 문제점

나. 외관검사 및 E/Tester 공정

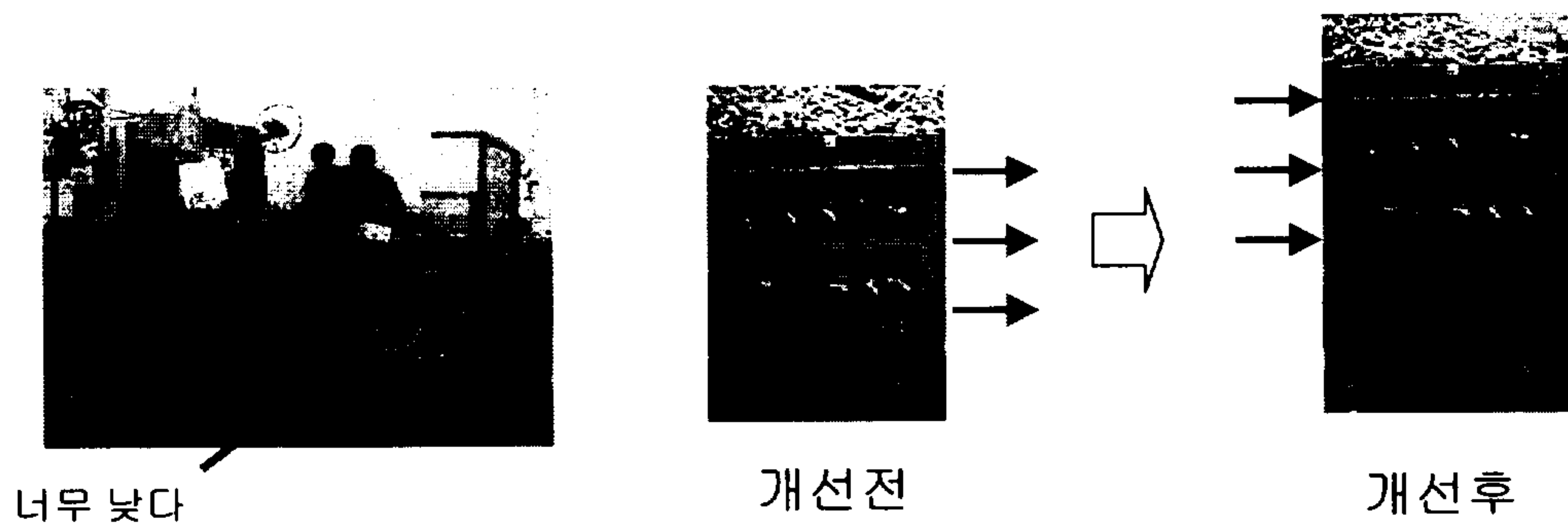


그림 28 대차의 개선

외관검사 및 E/Tester 공정에서 보면 대차에 적재된 부품의 위치가 매우 낮음을 알 수가 있다. 이는 작업자가 부품을 적재 또는 하역하는 작업을 하는데 있어서 허리에 부담을 느낄 수 있으며, 부품의 이동시 동선이 길어질 수밖에 없다. 그러므로 작업자가 작업을 하는데 있어서 비효율적이라 할 수 있다. 이를 개선하고자 한 것이 그림 28의 오른쪽 그림이다. 낮은 위치에 있던 판을 없애고 위로 판을 추가하여 작업자가 작업을 하는데 있어서 허리에 가는 부담감을 줄이고 또한 부품의 이동시 동선을 줄일 수 있어 작업자가 작업을 하는데 매우 효율적으로 작업을 할 수 있다.

4.4 부품 배치 및 부품상자의 개선

부품의 배치는 작업자가 작업을 하는데 있어서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 부품의 배치에 따라서 작업의 효율을 높일 수도 있고, 비효율적인 작업을 작업자가 할 수 있기 때문에 작업장에 있는 부품의 배치는 인간공학적으로 배치를 할 수 있도록 설계를 하여 작업자가 작업을 하는데 있어서 효율적으로 작업을 할 수 있도록 해야 한다.

1) 부품상자의 배치 및 설계

가. 부품상자의 배치

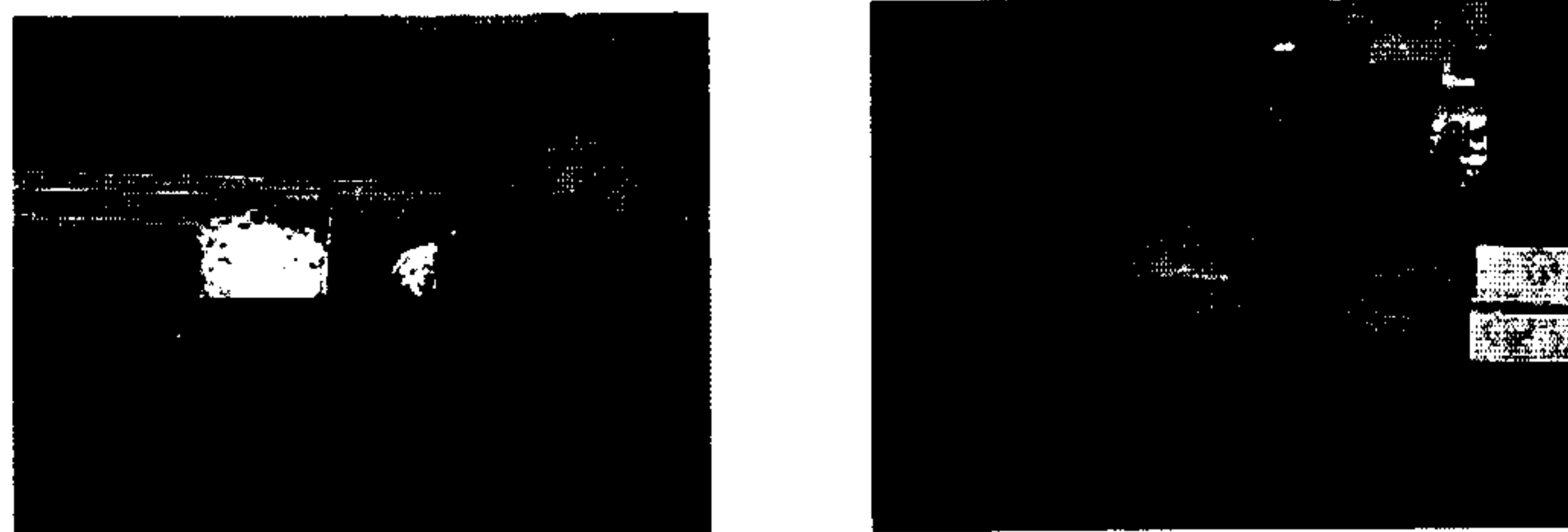


그림 29 부품 상자의 위치

작업자가 작업을 하는데 있어서 사용하는 부품은 작업자가 잡기 용이해야 한다. 그러므로 부품을 담은 부품 상자의 위치는 작업자가 부품을 잡기 편리한 위치에 자리를 배치하여야 한다.

나. 부품상자의 크기

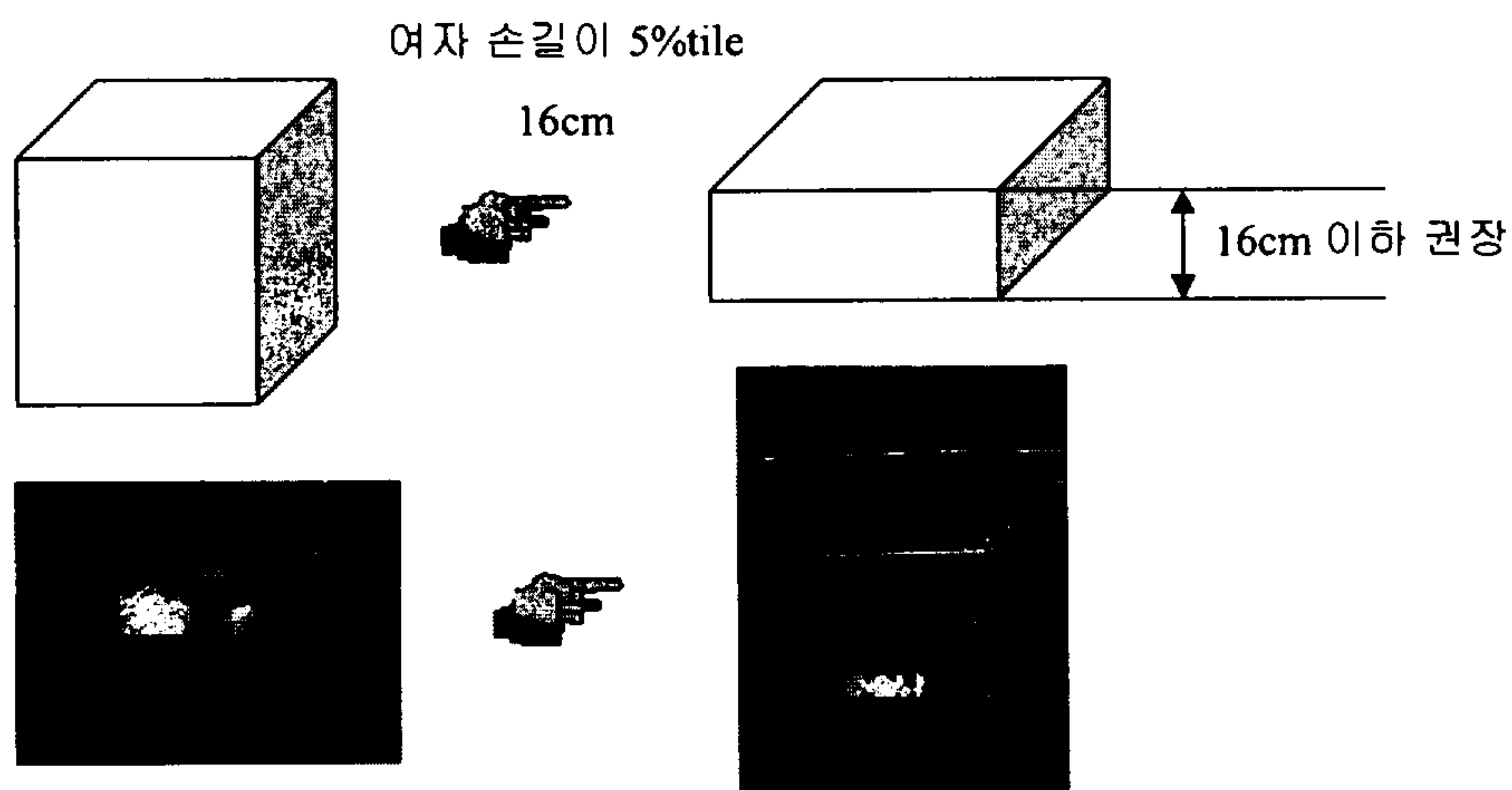


그림 30 부품상자의 크기

부품 상자의 크기는 부품의 크기에 맞게 설계가 되어야 한다. 또한 부품 상자

의 깊이가 작업자의 손길이 보다 깊을 경우에는 비효율적이므로 부품상자의 깊이는 손길이 보다 깊지 않게 설계를 해야한다.

부품 상자의 깊이는 여자 손 길이가 작은 사람(여성의 5%)보다 깊지 않도록 설계를 하여야 하며, 부품 봉지의 용량이 한 번에 들어갈 수 있도록 부품 상자의 크기를 가로×세로로 조정을 하여 설계를 한다.

다. 부품상자의 고려

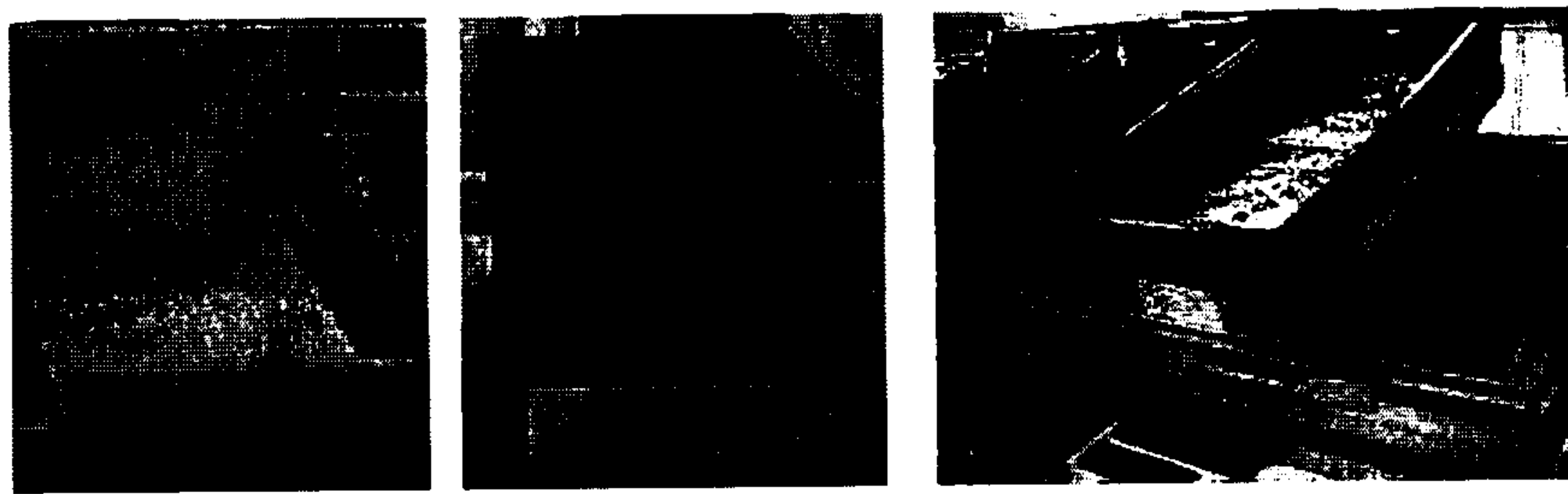


그림 31 부품 상자 받침대 및 받침 틀 이용

부품상자를 기울여서 배치하여 부품을 흘러내리게 하면 작업자가 작업을 하는데 있어서 손의 이동거리를 줄이는 효과를 가져 올 수 있다. 부품상자를 기울이는 방법은 경사 지지대를 만들어 부품상자의 받침대로 사용하거나, 부품 상자 받침틀을 이용하면 자연스럽게 부품상자를 기울일 수 있어 작업의 효율을 높일 수 있다.

2) Main inner tube 삽입 공정

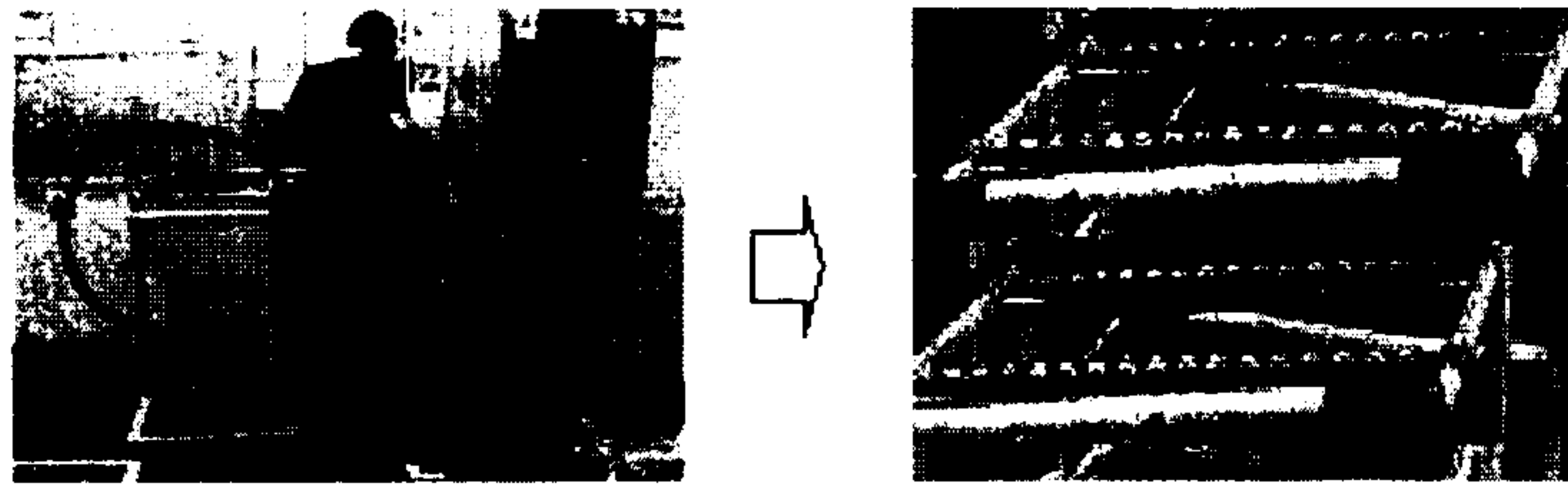


그림 32 부품 상자의 개선

그림 32에서 나타난 Main inner tube 작업에서 보면 부품 상자의 깊이가 부품의 크기 때문에 부품 상자의 깊이는 깊어질 수밖에 없다. 하지만 작업자의 입장에서 보면 작업을 할 때 손을 부품상자에 깊이 넣어야 하기 때문에 비효율적이라고 할 수 있다. 그러므로 부품의 크기에 맞는 부품상자를 기울려 줌으로써 작업의 비효율을 개선할 수 있다.

3) Electric test 공정

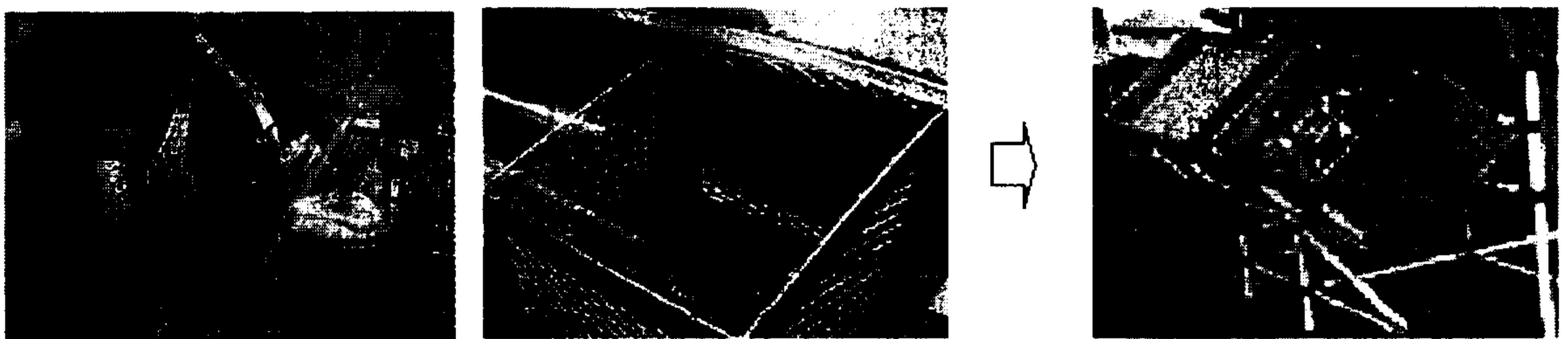


그림 33 Electric 공정의 개선 사항

그림 33의 왼쪽을 보면 부품의 위치가 매우 낮고 부품 상자의 깊이가 깊음을 알 수가 있다. Electric test 공정에서 부품상자를 기울려 줌으로써 부품의 위치를 높일 수 있으며, 또한 크기가 작은 부품을 흘러내릴 수 있도록 부품 상자에 지지대를 설계함으로써 작업자가 작업을 하는데 있어서 효율을 높일 수 있다.

4) Cluster 압착 작업

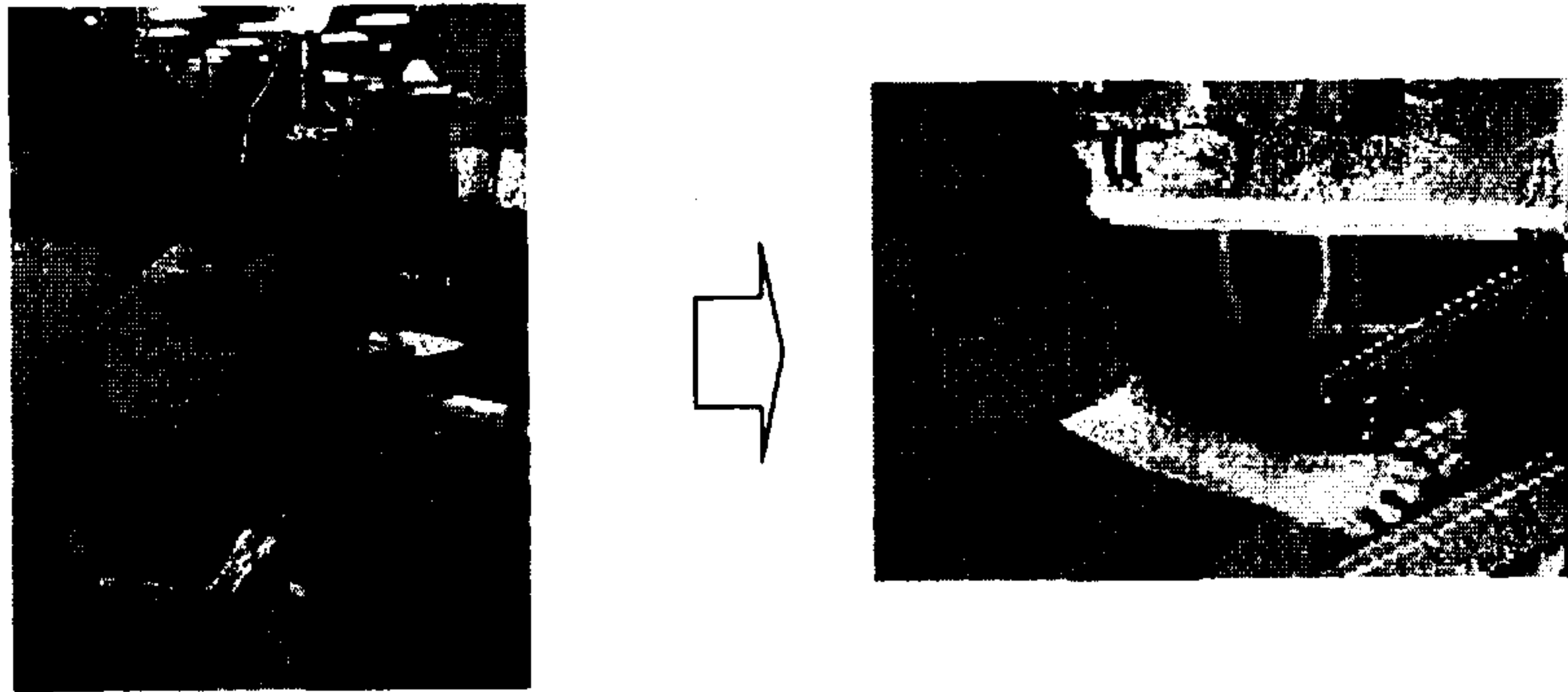


그림 34 Cluster 압착 작업 부품 상자의 개선

Cluster 압착 작업에 있어서 개선사항으로는 부품의 상자를 들 수가 있다 그림 34의 왼쪽 그림에 나타난 부품상자는 그 깊이가 작업자의 손길이 보다 깊다. 부품 상자의 깊이가 작업자의 손길이 보다 깊으면 작업자가 작업을 하는데 있어서 동선이 길어지고 또한 부품을 잡을 때 효율성이 떨어진다. 그러므로 작업자의 손길이 보다 깊지 않게 부품상자를 설계를 해야 한다. 이를 개선하고자 그림 34의 오른쪽 그림처럼 부품 상자의 깊이를 줄이고 또한, 부품의 크기가 그리 크지 않기 때문에 부품이 흘러내리도록 부품상자를 기울이고 지지대를 제공하므로 작업의 효율을 높일 수 있다.

4.5 작업도구의 개선

1) 직경 검사 도구의 개선

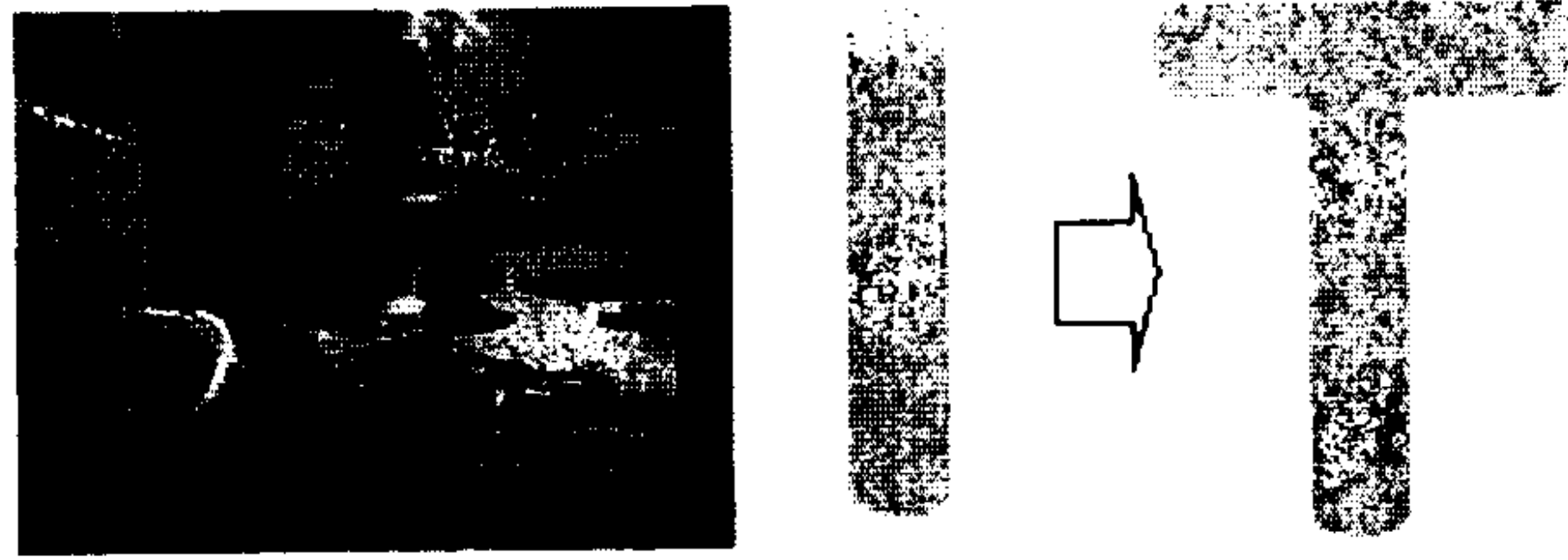


그림 35 직경 검사 도구의 개선

그림 35을 보면 작업자가 작업을 하는데 있어서 일자형 직경검사 도구를 사용하고 있음을 보여 주고 있다. 작업자가 일자형 도구를 사용하면서 작업을 하기 때문에 작업시에 작업자의 손목이 꺾임이 반복적으로 발생함으로 작업자의 손목에 무리가 갈 수 있다. 그러므로 직경 검사도구를 일자형에서 T자형으로 바꾸어 줌으로써 작업자의 손목이 꺾임을 방지함으로써 손목에 무리가 가는 것을 예방할 수가 있다.

2) Coil절단 작업

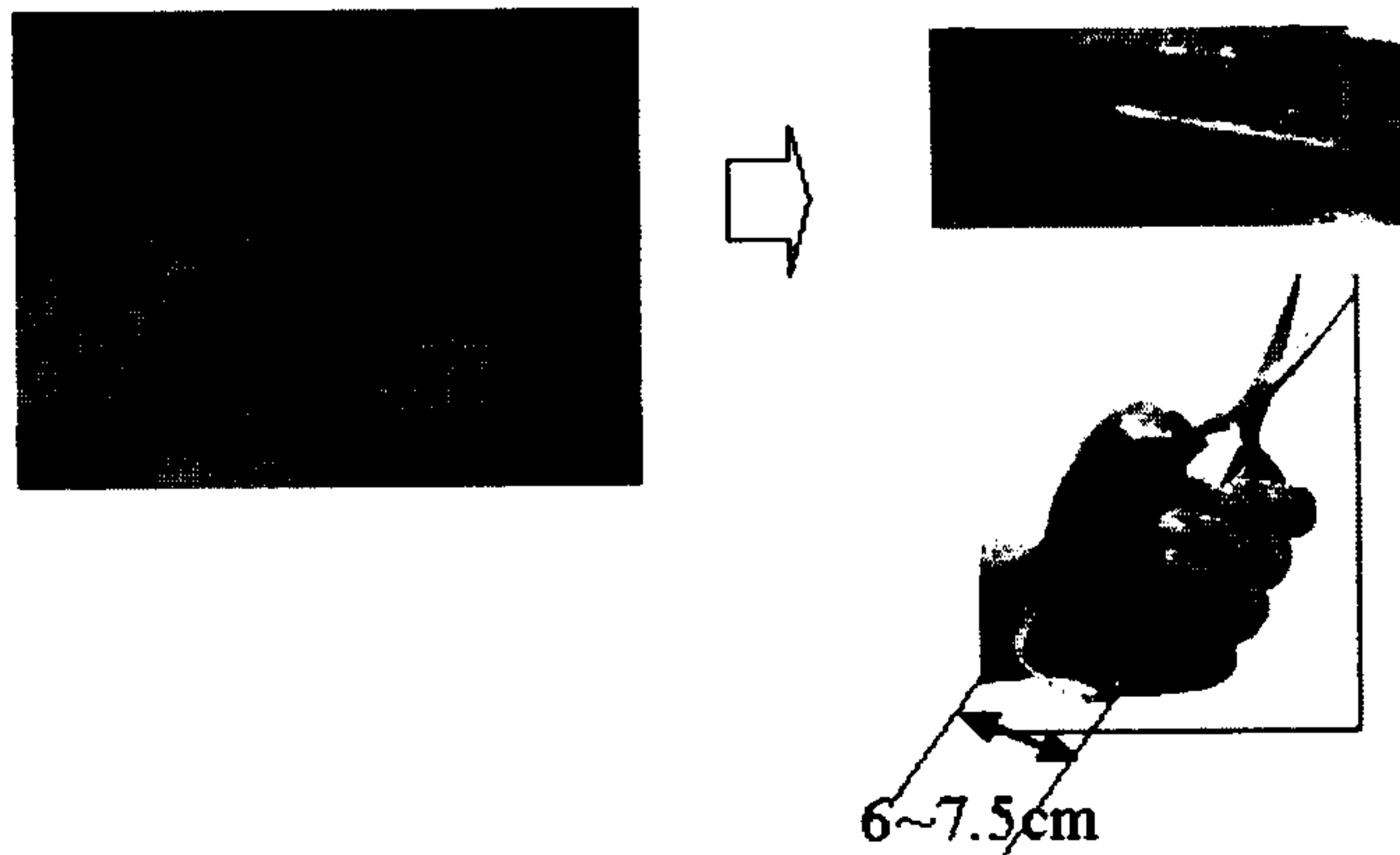


그림 36 공구의 개선

Coil절단 작업에서 작업자가 사용하는 도구는 일자형 송곳하고 손가락을 끼워

서 사용하는 일반적인 가위를 도구로 사용하고 있다. 일자형 송곳은 작업자가 작업을 하는데 있어서 반복 작업에 있어 손목 등에 무리가 갈 수 있기에 그림 38의 위에 보여지고있는 T자형 송곳으로 개선하여 작업자의 손목에 무리가 가는 것을 미연에 방지할 수 있다. 또한 손가락을 끼워서 사용하는 가위보다는 손가락을 끼우지 않고도 사용할 수 있는 가위로 대체하면 작업의 효율을 보다 높일 수 있다.

3) 도구의 손잡이의 크기

표 4 도구의 손잡이 크기

쥐기		최소	권장	최대
감싸 쥐기	길이	10cm	12.7cm	-
	직경	3.1cm	3.8cm	5.1cm
연필 쥐기	길이	10cm	12.7cm	-
	직경	0.76cm	1.14cm	1.52cm

작업자가 작업을 할 때 대부분 도구의 사용한다. 그러므로 도구의 손잡이는 작업자가 작업을 하는 데 있어서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다고 할 수 있다. 위 도표는 작업자가 작업을 할 때 도구의 손잡이 크기를 보여주고 있다. 손잡이의 지름이 3.8cm일 때 최적[7]이지만 도구 손잡이의 지름을 크게 하면 손잡이에 걸리는 토크가 커지고 반면에 도구 손잡이의 지름이 작아지면 작업자가 작업을 하는데 있어서 정밀 작업과 작업속도에서 유리하다. 이처럼 도구의 손잡이의 직경은 작업자가 작업을 하는데 있어서 직·간접적으로 작업자의 작업에 영향을 미친다.

5. 결 론

현재의 산업에서 가장 중요하다고 할 수 있는 자원이 바로 인적자원이라 말할 수 있다. 아무리 과학이 발달하고 자동화가 되었다 하여도 그것을 활용하고 이용하는 것들은 바로 사람이기 때문에 모든 산업에서 인간을 제외할 수 없다. 그러므로 라인 및 공정에 있어서 작업의 설계는 작업자 중심으로 설계가 되어야 한다. 그 동안 직업병이라 함은 보통 5~10년 정도의 기간 후에 걸리는 것으로 알려져 있지만, 새로운 직업병의 하나인 누적외상성질환은 작업의 빈도와 강도에 따라서는 2~3년내에도 발생할 수가 있다[3]. 현대의 산업에 있어서는 산재의 비용과 환경 개선의 비용이 증가하여 작업자의 안전을 생각지 않고 설계한 비인간공학적 설계는 사업주에 있어서는 오히려 비경제적일 수밖에 없다. 작업자 중심의 설계란 인간공학적 설계를 말하는 것이다. 작업자를 고려하지 않은 작업의 설계, 설비의 도입은 작업자의 작업 생산성을 떨어뜨리고, 작업자의 안전성과 설비의 유지 보수가 어려워지므로 이와 같이 산재 비용 및 환경 개선에 따른 비용은 인간공학적 설계 및 설비의 도입으로 줄 일 수가 있다.

근골격계질환을 초기에 예방하기 위해서는 회사에서 현장의 작업자들에게 근골격계질환에 대한 교육을 선행하여야 하며 작업자 스스로가 근골격계질환에 대하여 이해를 하고 있어야 한다. 또한 작업장의 작업 환경 및 작업 방법, 작업 자세 등을 인간공학적으로 분석하여 향후에 증가 할 수 있는 근골격계질환을 예방하여야 하며, 관리감독자는 작업자들의 작업자세와 작업대 및 사용하고 있는 도구에 대하여 작업자의 인체에 무리가 가지 않는 지를 지속적으로 인간공학적 관점에서 재평가하고, 검증하는 노력이 이루어져야 만이 근골격계질환 환자의 감소를 이룩할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 에어컨 공장의 작업장 및 작업방법에 관하여 실태를 인간공학적인 면에서 조사, 분석하여 개선안을 제시하였다. 그렇지만 본 연구에서 제시된 개선안은 현재 사업장에서 개선되고 있는 중이어서 경제적, 작업안전 측면에서 개선에 대한 효과 분석이 제시되지 못하였으나, 향후에 개선이 완료가 되

면 경제적, 작업안전 측면에 대하여 개선 효과에 대한 분석이 요구된다.

본 연구 자료는 동종업종에 대하여 인간 공학적 진단 및 개선에 대하여 유용하게 활용할 수 있으리라 여겨진다. 또한 다른 업종의 인간공학적 진단 개선에 대하여서도 어느 정도 활용이 가능하리라 보여진다.

참 고 문 헌

- [1] 카톨릭 대학교 산업의학 센타 박정일 외. “누적 외상성 질환의 선별 기준 마련을 위한 grip 및 pinch strength의 정상치에 관한 연구”, 대한 산업 의학 학회지 Vol 10 No3, 1998. 8
- [2] 한국산업안전공단. “근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 작업 분석 평가 기법”, 2001. 3
- [3] 이남식. 한정수. “VDT 작업현장에서의 누적 외상 질환에 관한 연구”, 추계 인간공학회 학술 논문집, 1996. 10
- [4] 김정룡. 박지수. 박창순. 편홍국. “작업자세에 따른 어깨근육의 작업부하측정”, 대한산업공학 학회지 Vol25 No 2, 1996 6
- [5] 윤원영. 성문현. 정석주. “에어컨 서비스데이터 신뢰도 분석”, IE Interfaces Vol 12 No 1, 1999. 3
- [6] 변승남. 이동훈. “신호봉 손잡이의 최적 굽기 결정에 관한 연구” 대한 인간 공학회지 Vol 16, No 1, 1997
- [7] 한국산업안전공단. “근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 기술지도 기법”, 2000. 5
- [8] 권영국. “누적외상병(CTD)의 인간공학적 고찰” 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, 1999 5
- [9] Scott GB, Lambe NR, Working practices in a perchery system, using the OVAKO working posture analysing system(OWAS), Applied Ergonomics, 1996, Vol. 27, No 4
- [10] Eva Hammarskjold, Jan Ekholm and Karin Harms-Ringdahl, "Reproducibility of work movements with carpenters' hand tools" Ergonomics, Vol. 32, No. 8, 1989

ABSTRACT

Ergonomic Investigation and Improvements of Workplaces for an Air-conditioner Factory

Yang, kei-reung

Major in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School of

Hansung University

Manufacturing business has been automated through industrialization. In keeping with this trend, workers have come to engage in simplified and routinized work. The number of workers is on the increase that present grievances and complaints caused by production-centered design such as uncomfortable and unnatural posture, insufficient break time, excessive repetitive work, poor working conditions and the like. Therefore, the task of reducing industrial accidents is emerging as the important problem in workplaces.

Cumulative trauma disorders(CTDs) and work-related musculoskeletal disorders(WMSDs) are new industrial diseases and being understood as the greatest industrial diseases throughout the industry. For that reason, the necessity for workplace management is on the increase such as a systematic analysis of the working environment, the ergonomic evaluation of the working method and the working posture, the investigation of their association with cumulative trauma disorders and the improvement of the working environment and so on.

Therefore, this study was intended to make an ergonomic investigation and analysis of the actual condition relating to the workers, the working method, the working environment and the working plant and equipment at workplaces of the air-conditioner factory and present their improvements.

감사의 글

지금까지 제가 살아오는 동안 저에게 많은 도움을 주신 분들에게 부족하지만 본 지면을 빌려 고마움과 감사의 마음을 전하고자 합니다.

언제나 따뜻한 미소로 저를 보살펴주시고 모자란 점에 대하여 항상 충고와 격려를 아끼시지 않으시고 새로운 학문에 올바르게 인도해주시고 이끌어 주신 정병용 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 또한 대학원 생활을 하면서 저에게 충고와 관심을 주신 이재득 교수님, 원형규 교수님, 김대홍 교수님, 박명환 교수님 위남숙 교수님, 유재건 교수님, 홍정완 교수님, 그리고 산업안전공단의 이동경 교수님께 감사 드립니다.

지난 2년간 같이 대학원에서 동고동락하면서 저에게 많은 칭찬과 따뜻한 충고와 많은 도움을 준 이정욱, 김영준, 곽대월, 김용철, 양승태 그리고 후배 김재영 그리고 안수영 선배님에게 고마움을 전합니다. 또한 항상 도와주고 지켜보아 와준 대학 동기이자 친구인 김성춘과 서영훈에게 고마움을 전합니다.

항상 저를 지켜봐주시고 믿어주시고 사랑을 아끼지 않으신 저의 부모님과 동생들 그리고 저를 알고 도와주신 모든 분들에게 다시 한번 감사를 드립니다.

2001 년 12 월

양 계령