

碩 士 學 位 論 文
指 導 教 授 鄭 炳 榕

유지보수작업자의 인간공학적
작업평가에 관한연구

2 0 0 7 年

漢城大學校 一般大學院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

金 俊 植

碩 士 學 位 論 文
指導教授 鄭 炳 榕

유지보수작업자의 인간공학적
작업평가에 관한연구

A Study on Ergonomic Job Assessment
of Maintenance Workers

위 論文을 産業工學 碩士學位論文으로 提出함

2 0 0 6 年 12 月

漢城大學校 一般大學院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

金 俊 植

金 俊 植의 産業工學 碩士學位 論文을 認定함

2 0 0 6 年 12 月

심사 위원장 김대형 

심 사 위 원 정 병용 

심 사 위 원 이재득 

목 차

1. 서론	1
1.1. 연구의 배경	1
1.2. 연구의 필요성 및 목적	4
2. 연구 방법	6
2.1. 설문조사	6
2.2. 작업 측정	8
2.3. 분석 및 평가 방법	9
3. 연구 결과	11
3.1. 설문조사 결과	11
3.2. 작업위험 평가 결과	23
3.3. 작업특성 및 위험요인 도출	33
4. 결론 및 검토	43
참고문헌	45
ABSTRACT	52

표 목 차

표 1-1. 한국과 미국의 연도별 산업재해자수와 근골격계 질환자수	1
표 2-1. 설문참여자	6
표 2-2. 작업측정 대상 작업유형 수	8
표 2-2. 자각 증상에 의한 판정 기준	9
표 2-3. OWAS 작업자세 분류 체계	10
표 3-1. 작업자 특성	11
표 3-2. 요소작업 비율	24
표 3-3. 업체별 OWAS 분석결과	32
표 3-4. 위험요인 도출	33
표 3-5. 부자연스러운 허리 자세비율	34
표 3-6. Overhead작업 자세 비율	35
표 3-7. 부자연스러운 다리 자세비율	36

그 립 목 차

그림 1-1. 근골격계 질환 예방에 관한 법 제도	2
그림 1-2. 산업보건기준에 관한 규칙 제9장 요약	3
그림 3-1. 전체 요소작업 설문결과	12
그림 3-2. OO전자 요소작업 설문결과	12
그림 3-3. OO차량 요소작업 설문결과	12
그림 3-4. OO서비스 요소작업 설문결과	13
그림 3-5. 육체적 부담정도	13
그림 3-6. 업체별 육체적 부담정도	14
그림 3-7. 정신적 부담정도	15
그림 3-8. 업체별 정신적 부담정도	15
그림 3-9. 작업공간/작업대 불만족도	16
그림 3-10. 업체별 작업공간/작업대 불만족도	16
그림 3-11. 작업설비/도구 불만족도	17
그림 3-12. 작업설비/도구 불만족도 설문결과	17
그림 3-13. 작업환경 불만족도	18
그림 3-14. 작업환경 불만족도 설문결과	19
그림 3-15. 자각증상에 의한 분류	19
그림 3-16. OO전자 관리대상자/통증호소자 비율	20
그림 3-17. OO차량 관리대상자/통증호소자 비율	20
그림 3-18. 전체 힘든 원인 설문결과	21
그림 3-19. 업체별 힘든 원인 설문결과	21
그림 3-20. 작업불편사항/개선사항	22
그림 3-21. 머리/목 자세비율	25
그림 3-22. 업체별 머리/목 자세비율	26

그림 3-23. 허리 자세비율	27
그림 3-24. 업체별 허리 자세비율	27
그림 3-25. 팔 자세비율	28
그림 3-26. 업체별 팔 자세비율	28
그림 3-27. 다리 자세비율	29
그림 3-28. 업체별 다리 자세비율	30
그림 3-29. OWAS 분석결과	31
그림 3-30. 무릎 보호대	39
그림 3-31. 손목 보호도구	39
그림 3-32. 바람직한 수공구 grip형태	40
그림 3-33. 바람직한 수공구 손잡이형태	40
그림 3-34. 패딩용 보조도구	41
그림 3-35. 바람직한 수공구 손잡이 길이	41
그림 3-36. 손목격임을 줄여주는 손잡이 형태	42
그림 3-37. 목 받침대	42

1. 서 론

1.1. 연구의 배경

최근 작업관련성 근골격계질환(WMSDs:Work Related Musculo-skeletal Disorders)요양자가 급속하게 증가하고 있다. 우리나라를 비롯한 미국과 유럽의 근골격계 질환자 발생현황을 살펴보면, 1960년대 국제 노동기구에서 근골격계질환을 언급한 이래 미국에서는 1980년대 들어 근골격계질환 발생이 급증하여 전체 직업병의 약 65%를 차지하고 있으며(<http://www.bls.gov>), 2004년에는 전체 산업재해자 중 32.0%에 해당하는 402,700명의 근골격계 질환자로 나타났다(표 1-1).

표 1-1. 한국과 미국의 연도별 산업재해자수와 근골격계 질환자수

구 분	미 국			한 국		
	전체 재해자(명)	근골격계 질환자(명)	비율 (%)	전체 재해자(명)	근골격계 질환자(명)	비율 (%)
1993	2,252,600	762,700	33.9%	90,288	—	—
1994	2,236,600	755,600	33.8%	85,948	—	—
1995	2,040,900	695,800	34.1%	78,034	—	—
1996	1,880,500	647,400	34.4%	71,548	506	0.7%
1997	1,833,400	626,400	34.2%	66,770	221	0.3%
1998	1,730,500	592,500	34.2%	51,514	124	0.2%
1999	1,702,500	582,300	34.2%	55,405	344	0.6%
2000	1,644,018	577,800	34.7%	68,976	1,009	1.5%
2001	1,537,567	522,528	34.0%	81,434	1,634	2.0%
2002	1,436,194	487,900	34.0%	81,911	1,827	2.2%
2003	1,315,920	435,180	33.1%	94,924	4,532	4.8%
2004	1,259,320	402,700	32.0%	88,874	4,112	4.7%

(자료: 노동부, 미국 노동부의 노동통계국, 2004)

우리나라 근골격계질환은 1996년 한국통신공사 전화교환원의 경전완장해 집단발생(66명 산재승인)을 계기로 사회에 알려지기 시작하였다. 노동부에서 발간하는 산업재해 통계 자료를 바탕으로 질환자 발생 추이를 살펴보면, 2004년의 신체부담 작업으로 인한 질환, 요통을 포함한 근골격계 질환자 발생 건수는 4,112건으로 2000년 대비 약 407%가 넘는 폭발적인 증가세를 보이고 있다(산업안전공단, 1993-2004).

정부에서는 2003년 7월부터 근골격계질환 예방을 위하여 산업안전보건법 제24조(보건상의 조치) 제1항 제5호에 ‘단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업으로 인한 건강장애’를 신설하여 사업주에게 예방을 위한 조치의무를 부과하였다(그림 1-1).

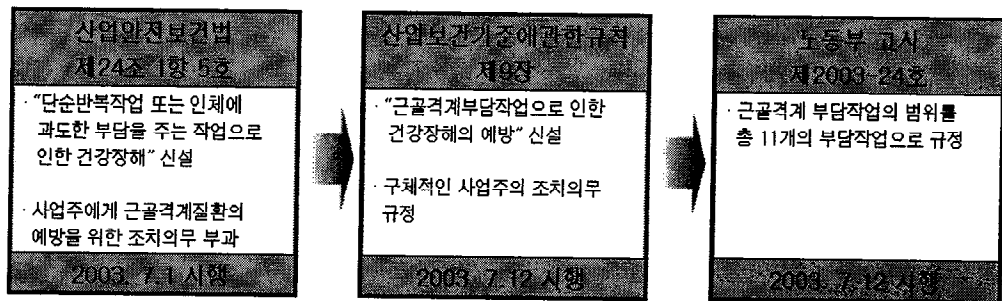


그림 1-1.근골격계 질환 예방에 관한 법 제도

산업안전보건법 제24조 제2항의 규정에 의하여 사업주의 구체적인 조치의무는 산업보건기준에 관한규칙에 정하도록 위임되어 있으며, 이에 따라 유해요인조사, 작업환경개선, 의학적 조치, 유해성 주지 및 근골격계질환 예방관리프로그램의 수립·시행을 규정하는 산업보건기준에 관한 규칙 제9장(근골격계 부담작업으로 인한 건강장애의 예방)이 신설되었으며, 노동부고시 제2003-24호에서는 근골격계 부담작업의 범위를 총11개로 규정하여 고시하였다.

근골격계 부담작업에 근로자를 종사하도록 하는 사업장들은 산업보건기준에 관한 규칙 9장에 의하여 3년마다 유해요인조사를 정기적으로 실시하

게 되어있다(그림 1-2).

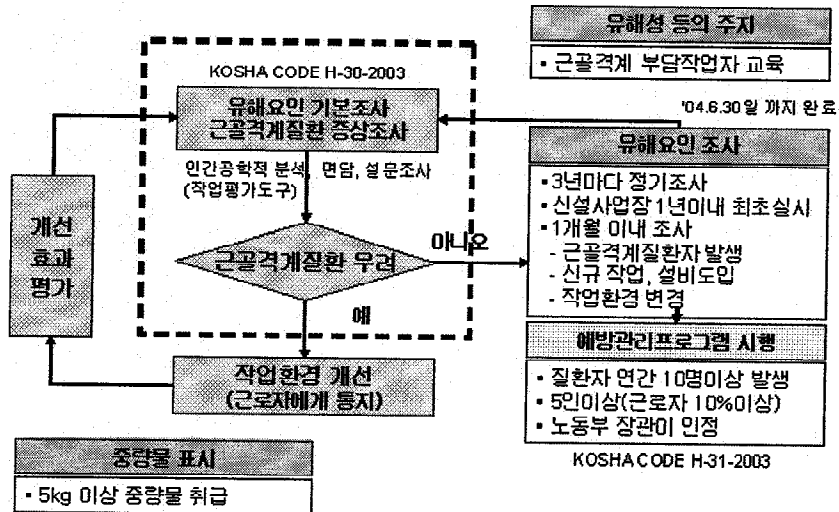


그림 1-2. 산업보건기준에 관한 규칙 제9장 요약

1.2. 연구의 필요성 및 목적

근골격계질환 관련 연구를 살펴보면 업종에 따라서 통증호소율 분석, 작업 위험성 분석 및 개선, 인간공학 프로그램관련 연구 등에 관한 연구가 진행되었다.

제조업에 관한 연구를 살펴보면, 국외 연구로는 자동차 제조공장 작업자에 관한 연구(Gold JE 외, 2005), 중국 주물공장 작업자에 관한 연구(Lei L 외, 2005), 건축업 철골조립공에 관한 연구(Forde MS 외, 2004), 건축업 작업자에 관한 연구(Paquet VL 외, 2001), 원자력 산업 작업자에 관한 연구(Guo L 외, 1996), 제지공장 작업자에 관한 연구(Silverstein BA 외, 1996)등 관련 연구가 있었고, 국내 연구로는 자동차 조립공정에 작업자에 관한 연구(서승록, 2006; 이경태 외, 2006; 최순영, 2005), 조선업종에 관한 연구(오순영 외, 2005; 정병용 외, 2004), 소형부품 자동화시스템에 관한 연구(나종관 외, 2005), 인쇄업종 작업자에 관한 연구(최호달 외, 2005), 지하철 정비 사업장에 관한 연구(김철홍 외, 2004)등 관련 연구가 있었다.

비제조업에 관한 연구를 살펴보면, 국외연구로는 VDU작업자에 관한 연구(Lindegard A외, 2005), 운송업자들의 전신진동에 관한 연구(Rehn B 외, 2005), 사설 요양원의 작업자에 관한 연구(Luime JJ외, 2004), 철도 기관사들의 전신진동에 관한 연구(Johanning E외, 2002), Inteladd의 VDT작업자에 관한 연구(Nanthavanij S, 1994), Health Care Context의 작업자에 관한 연구(Mcatamney L외, 1992)등 관련 연구가 있었고, 국내 연구로는 VDT작업에 관한 연구(이중호 외, 2006; 박경수 외, 2006), 병원 간호사에 관한 연구(정은희 외, 2006; 서순림외, 2005), 호텔 요리사에 관한 연구(안태훈 외, 2006), 아기양육자에 관한 연구(김수연 외, 2006), LP가스 배달 유형에 따른 작업 위험 분석(김완진 외,

2005), 집배원에 관한 연구(이창민 외, 2004)등 관련 연구가 있었다.

유지보수 작업은 정기 유지보수와 수시 유지보수로 크게 나눌 수 있다. 정기 유지보수작업은 일정 기간마다 설비의 고장 유무와는 관계없이 유지보수 작업을 하는 것이고, 수시 유지보수는 제품이나 설비의 고장이 발생하였을 때 유지보수 작업을 하는 형태이다. 수시 유지보수 작업의 설비와도 밀접한 관련이 있지만 우리의 일상생활에도 빈번하게 발생하고 있는 형태이다. 또한 최근 시스템이 복잡화되고 다양화되고 수명이 길어지면서 유지보수 작업의 중요성은 증가하는 추세이지만 지금까지의 근골격계관련 연구는 주로 제조업 및 개인서비스업 같은 업체를 대상으로 이루어져 왔다. 유지보수 작업 관련 연구는 국내외적으로 연구가 전무하다.

본 연구에서는 유지보수 작업 중 설비의 유지보수 작업을 대상으로 작업특성 및 작업에 존재하는 근골격계질환 관련 인간공학적 위험요인을 평가하고, 작업환경 개선요소들을 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 OO전자 업체의 유지보수 작업과 OO차량 업체의 유지보수 작업, 그리고 OO서비스 업체의 유지보수 작업을 대상으로 한다.

본 연구에서는 유지보수 작업의 작업특성과 작업위험요인, 개선요인들을 파악하기 위하여 설문조사와 작업측정을 실시하였다.

2.1. 설문조사

설문조사는 산업안전공단(2004)의 근골격계질환 증상조사표를 기초로 작성하여 이용하였다. OO전자 업체의 유지보수 작업자 27명, OO차량 업체의 작업자 37명, OO서비스 업체의 유지보수 작업자 29명을 대상으로 설문조사를 실시하여 분석하였다(표 2-1). 설문조사는 크게 작업자의 특성조사, 근골격계질환에 관한 자각 증상 조사, 작업자의 작업불편도 평가로 이루어졌다.

표 2-1. 설문참여자

OO전자 업체	OO차량 업체	OO서비스 업체	계
27명	37명	29명	93명

2.1.1. 작업자의 특성조사

작업자의 성별, 나이, 근무연수, 현재 공정에서의 작업경력, 1일 평균 작업시간 등을 조사하였다.

2.1.2. 근골격계질환에 관한 자각 증상 조사

작업자의 근골격계질환에 관한 자각 증상을 조사하기 위하여 목 부위, 어깨 부위, 허리 부위, 팔꿈치 부위, 손/손목 부위, 다리/무릎 부위 등으로 구분하여 통증의 발생 시기, 통증의 빈도, 통증의 지속기간, 통증의 강도 등을 조사하였다.

설문에서 통증의 발생 빈도(frequency)는 매일, 1주일에 한번, 1달에 한번, 2~3달에 한번, 6달 이상에 한번으로 구분하였다. 통증의 지속기간(duration)은 1일 미만, 1일~1주일 미만, 1주일~1달 미만, 1달~6개월 미만, 6개월 이상으로 구분하였다. 통증의 강도(severity)는 통증 없음, 약한 통증(약간 불편하거나 작업에 열중하면 못 느낀다), 중간 통증(작업 중 통증이 있으나 귀가 후 휴식을 취하면 괜찮다), 심한 통증(작업 중 통증이 비교적 심하고, 귀가 후에도 통증이 계속된다), 매우 심한 통증(통증 때문에 작업은 물론 일상생활을 하기가 어렵다) 으로 5점 척도를 이용하여 구분하도록 하였다.

2.1.3. 작업자의 작업불편도 평가

작업자가 담당하는 작업에 대한 전체적인 육체적/정신적 부담정도와 공간/설비/환경 불만족도를 5점 척도(매우 힘들/불만족)를 이용하여 평가하였다. 또한, 작업 방법, 작업 도구, 작업 환경, 관리적 측면 등에서 불편사항이나 개선할 사항을 직접 서술할 수 있도록 하였다.

2.2. 작업 측정

작업자의 작업 내용을 전반적으로 파악할 수 있도록 작업 방법, 작업 내용, 작업 도구, 신체 활동의 부담 정도 등을 파악하기 위한 측정이 실시되었다. 작업측정은 OO전자 업체(9개 작업), OO차량 업체(25개 작업), OO서비스 업체(22개 작업)별로 대표적인 작업 유형을 선정하여 유지보수 작업자를 대상으로 작업 내용을 30분씩 촬영하였다(표 2-2).

표 2-2. 작업측정 대상 작업유형 수

OO전자 업체	OO차량 업체	OO서비스 업체	계
9개	25개	22개	56개

촬영한 자료는 등간격으로 작업 내용을 30초 간격으로 샘플링한 후에 각 시점에서의 작업 자세 및 위험성 평가, 작업 내용 등을 분석하며 이러한 단면 평가를 토대로 전체 작업 내용에 대한 요소 작업별 구성 비율, 신체 부위별 위험성 요인을 평가한다. 작업 방법은 비디오 촬영 전 작업자와 충분한 토의를 통하여 결정하였으며, 작업 도구는 작업자가 사용하는 모든 도구를 대상으로 검토하였다. 대부분의 현장연구는 단지 몇 분만의 작업 내용을 촬영하거나 극단적인 작업 자세만을 대상으로 분석하여 왔으나, 본 연구에서는 충분한 작업 시간을 분석 대상으로 삼아 작업 위험성 평가에서 중요한 위험 요소의 노출 시간을 비교적 정확하게 산출할 수 있는 근거를 제시하여 연구의 신뢰성을 높이하고자 노력하였다.

2.3. 분석 및 평가 방법

2.3.1. 설문조사분석

본 연구에서는 자각 증상에 따라 통증호소자 및 관리대상자, 정상 등으로 분류하여 업종별, 작업 내용별로 분포를 파악하였다. 근골격계 증상 설문조사에서 ‘중간 정도’ 이상의 통증 강도(작업 중 통증이 있으나 쉬가 후 휴식을 취하면 괜찮다)를 호소하면서 통증의 지속기간(적어도 1주일 이상 통증이 지속)과 통증의 빈도(1달에 1번 이상 통증이 발생) 기준에 해당되는 사람은 관리대상자로 분류하였으며, 통증의 지속기간과 통증 빈도 기준에 둘 다 해당되고 통증 강도가 ‘심한 통증’ 또는 ‘매우 심한 통증’인 경우를 근골격계 질환관련 통증 호소자로 분류하였다(표 2-2).

표 2-2. 자각 증상에 의한 판정 기준

구분	자각 증상에 의한 판정 기준
관리대상자	통증이 적어도 1주일 이상 지속되고, 1달에 한번 이상으로 통증이 발생하며 통증의 강도가 ‘중간 정도’인 경우
통증호소자	통증이 적어도 1주일 이상 지속되고, 1달에 한번 이상으로 통증이 발생하며 통증의 강도가 ‘심한 통증’ 또는 ‘매우 심한 통증’인 경우

2.3.2. 작업 자세 분석

작업 자세 분석은 유해요인조사에서 사용되는 대표적인 인간공학적 정밀평가도구인 OWAS(Graham, 1996; Karhu, 1977; Hignett, 1994; Kant, 1990)를 이용하여 분석하였다.

OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)는 작업 자세를

일정간격으로 샘플링하여 작업 자세를 허리, 팔, 다리, 무게 등 4개 항목으로 나누어 자세코드에 기록하여 판정표를 보고 4등급으로 평가하는 기법이다(표 2-3). 관측시간동안 분석이 끝나면 신체 부위별로 자세의 특성을 파악하기 위하여 목, 허리, 팔, 다리 자세별로 누적비율을 조사하였다(Von Stoffert, 1985). 허리, 팔, 다리, 머리/목(개정 OWAS방법)의 신체 부위별로 자세 코드별 누적 비율에 따라 조치수준을 평가한다.

표 2-3. OWAS 작업자세 분류 체계

평가 항목	코드	자세 설명
몸통 (trunk)	1	곧바로 편 자세(서 있음)
	2	상체를 앞으로 20도 이상 굽힌 자세
	3	바로 서서 허리를 옆으로 20도 이상 비튼 자세
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세
팔 (upper limbs)	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세
다리 (lower limbs)	1	의자에 앉은 자세
	2	두 다리를 펴고 선 자세(양발 중심)
	3	두 다리를 펴고 한 다리에 중심을 두고 선 자세
	4	두 다리를 구부리고 양발 중심으로 선 자세
	5	두 다리를 구부리고 한 다리에 중심을 둔 자세
	6	무릎 꿇는 자세
	7	걸기
	8	엎드린 자세
	9	누운 자세
무게/힘 (weight/strength)	1	10kg 이하
	2	10~20kg
	3	20kg 이상
머리와 목 (head & neck)	1	곧바른/자유 자세
	2	앞으로 20도 이상 굽은 자세
	3	옆으로 20도 이상 굽은 자세
	4	뒤로 20도 이상 굽은 자세
	5	비틀림

3. 연구 결과

3.1. 설문조사 결과

3.1.1. 작업자 특성

본 연구의 설문조사에서 분석대상에 포함된 작업자는 총 93명으로 평균 나이는 35.1세로 나타났고 현 작업 근무 년수 평균은 5.6년으로 나타났다. OO차량 업체의 작업자의 평균나이와 현 작업 근무 년수가 다른 업종에 비해 높게 나타났다(표 3-1).

표 3-1. 작업자 특성

특성 업체	나이			현 작업 근무개월수		
	응답자 (명)	평균 (세)	표준 편차	응답자 (명)	평균 (년)	표준 편차
OO진자	27	29.0	5.93	27	2.9	2.12
OO차량	34	44.2	8.39	37	9.0	7.03
OO서비스	27	29.7	4.40	28	4.9	3.91
계	88	35.1	6.36	92	5.6	4.80

3.1.2. 작업내용 분포

작업내용에 관련된 작업자 전체의 설문결과를 살펴보면, 확인/검사 작업이 32.8%로 가장 높게 나타났고, 분해/조립 작업이 22.3%로 나타났다(그림 3-1).

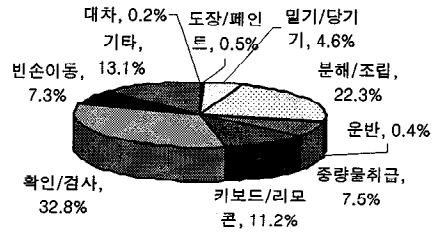


그림 3-1. 전체 요소작업 설문결과

OO전자 업체는 확인/검사 작업, 키보드/리모콘 작업, 분해/조립 작업, 계측 작업과 크리닝 작업의 비율이 높게 나타났다(그림 3-2).

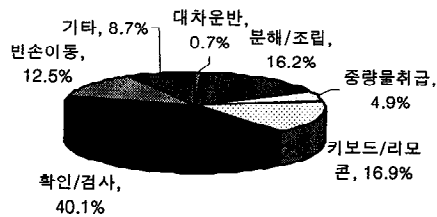


그림 3-2. OO전자 요소작업 설문결과

OO차량 업체는 확인/검사 작업, 밀기/당기기 작업과 중량물 취급 작업의 비율이 높게 나타났다(그림 3-3).

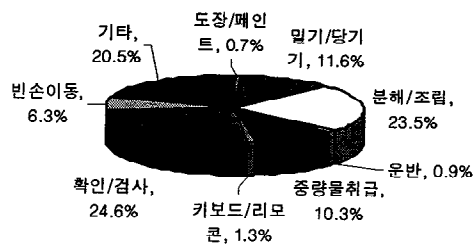


그림 3-3. OO차량 요소작업 설문결과

OO서비스 업체는 확인/검사 작업, 분해/조립 작업과 키보드/리모콘 작업의 비율이 높게 나타났다(그림 3-4).

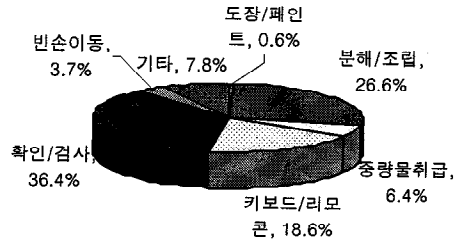


그림 3-4. OO서비스 요소작업 설문결과

3.1.3. 작업불만족 지수

1) 육체적 부담정도

육체적 부담정도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, ‘매우 힘들’ 이라고 응답한 비율이 2.2%로 나타났고, ‘힘들’ 33.0%, ‘보통’ 60.4%, ‘힘들지 않음’ 4.4%로 나타났다. 전체 유지보수 작업자의 35% 이상이 육체적으로 부담을 느낀다고 응답하였다(그림 3-5).

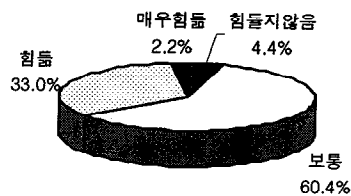


그림 3-5. 육체적 부담정도

업체별로 살펴보면 육체적 부담정도가 ‘힘듦’ 이상이라고 응답한 비율이 00전자 업체 33%, 00차량 업체 40%, 00서비스 업체 32%로 나타났다. 차량 업체의 작업자가 전자 업체나 서비스 업체의 작업자에 비해서 육체적으로 부담을 느낀다고 응답한 비율이 높았고 전자 업체와 서비스 업체의 비율은 비슷하게 나타났다(그림 3-6).

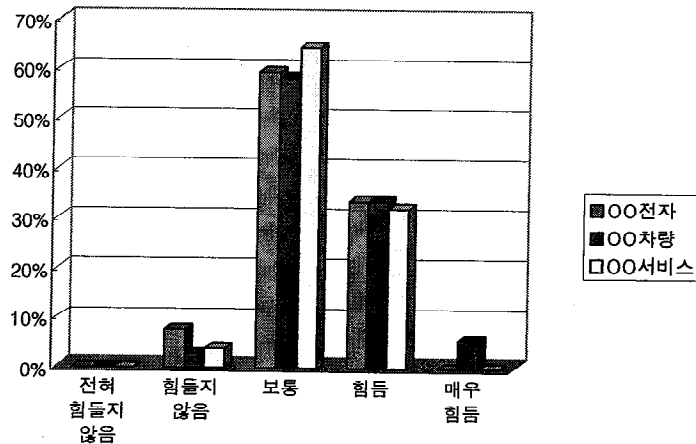


그림 3-6. 업체별 육체적 부담정도

2) 정신적 부담정도

정신적 부담정도에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, ‘매우 힘들’ 이라고 응답한 비율이 3.3%로 나타났고, ‘힘듦’ 35.2%, ‘보통’ 57.1%, ‘힘들지 않음’ 4.4%로 나타났다. 전체 유지보수 작업자의 40% 정도가 정신적으로 부담을 느끼고 있다고 응답하였다(그림 3-7).

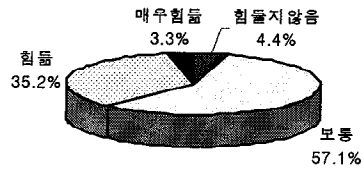


그림 3-7. 정신적 부담정도

업체별로 살펴보면 정신적 부담정도가 ‘힘들’ 이상이라고 응답한 비율이 OO전자 업체 15%, OO차량 업체 53%, OO서비스 업체 43%로 나타났다. 전자 업체의 작업자에 비해 차량 업체와 서비스 업체 작업자가 정신적으로 부담을 느끼는 비율이 높게 나타났다(그림 3-8).

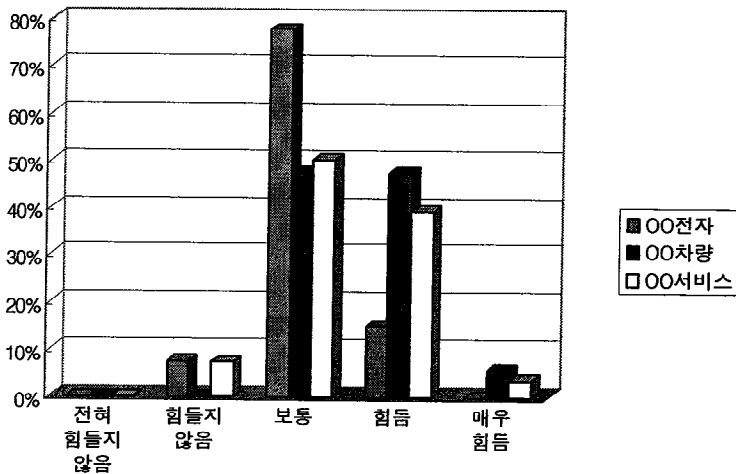


그림 3-8. 업체별 정신적 부담정도

3) 작업공간/작업대 불만족도

작업공간/작업대에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, ‘매우 불

만족' 이라고 응답한 비율이 20.9%로 나타났고, '약간 불만족' 41.8%, '보통' 33.0%, '약간 만족' 4.4%로 나타났다. 전체의 60%이상이 작업공간/작업대에 불만족을 느끼고 있다고 응답하였다(그림 3-9).

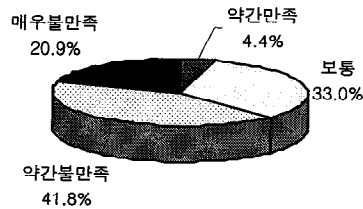


그림 3-9. 작업공간/작업대 불만족도

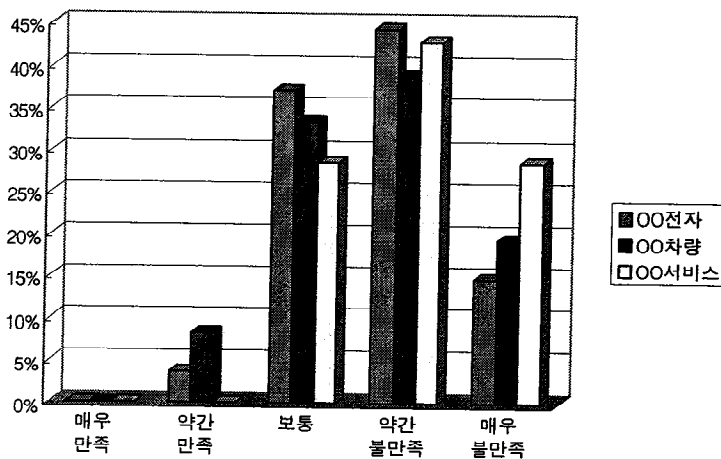


그림 3-10. 업체별 작업공간/작업대 불만족도

업체별로 살펴보면 작업공간/작업대 불만족도가 '약간 불만족' 이상이 라고 응답한 비율이 OO전자 업체 59%, OO차량 업체 59%, OO서비스 업체 71%로 나타났다. 작업공간/작업대에 관해 서비스 업체에서 불만족을 느끼는 작업자의 비율이 가장 높았으며, 전자업체와 차량업체의 작업자

는 같은 비율을 보였다(그림 3-10).

4) 작업설비/도구 불만족도

작업공간/작업대에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, ‘매우 불만족’ 이라고 응답한 비율이 9.8%로 나타났고, ‘약간 불만족’ 37.0%, ‘보통’ 46.7%, ‘약간 만족’ 6.5%로 나타났다. 전체의 45%이상이 작업공간/작업대에 불만족을 느끼고 있다고 응답하였다(그림 3-11).

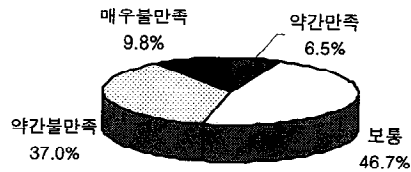


그림 3-11. 작업설비/도구 불만족도

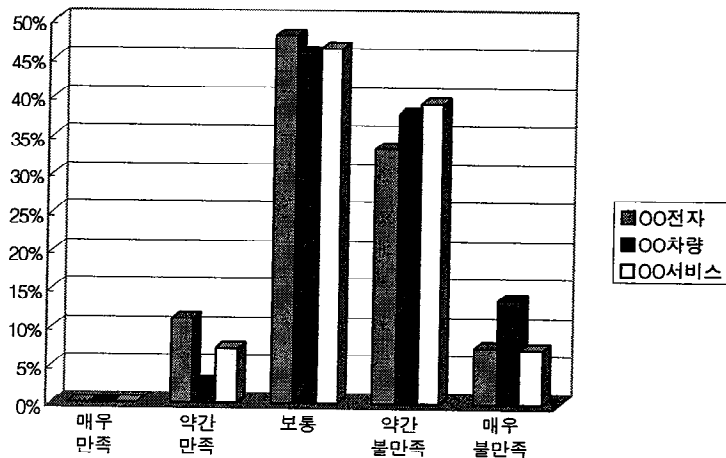


그림 3-12. 작업설비/도구 불만족도 설문결과

업체별로 살펴보면 작업설비/도구 불만족도가 ‘약간 불만족’ 이상이라고 응답한 비율이 OO전자 업체 40%, OO차량 업체 52%, OO서비스 업체 46%로 나타났다. 차량 업체가 작업설비/도구에 불만족을 느낀다고 응답한 작업자의 비율이 높게 나타났고, 서비스업체의 작업자, 전자업체의 작업자 순으로 나타났다(그림 3-12).

5) 작업환경 불만족도

작업환경에 대한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, ‘매우 불만족’이라고 응답한 비율이 14.1%로 나타났고, ‘약간 불만족’ 32.6%, ‘보통’ 44.6%, ‘약간 만족’ 7.6%, ‘매우 만족’ 1.1%로 나타났다. 전체의 45%이상이 작업환경에 불만족을 느끼고 있다고 응답하였다(그림 3-13).

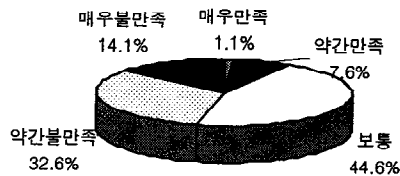


그림 3-13. 작업환경 불만족도

업체별로 살펴보면 작업환경 불만족도가 ‘약간 불만족’ 이상이라고 응답한 비율이 OO전자 업체 29%, OO차량 업체 49%, OO서비스 업체 60%로 나타났다. 서비스 업체가 작업설비/도구에 불만족을 느낀다고 응답한 작업자의 비율이 높게 나타났고, 차량업체의 작업자, 전자업체의 작업자 순으로 나타났다(그림 3-14).

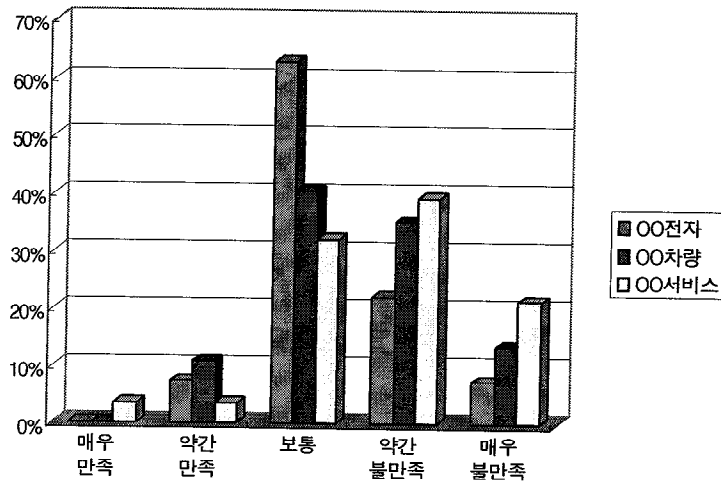


그림 3-14. 작업환경 불만족도 설문결과

3.1.4. 관리대상자/통증호소자 분포

자각증상에 의한 관리대상자와 통증호소자의 분포를 살펴보면 통증호소자가 8.6%로 나타났고, 관리대상자는 4.3%로 나타났다(그림 3-15).

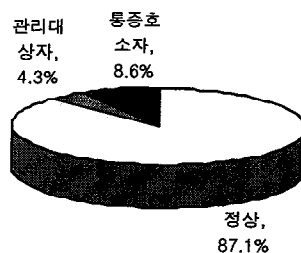


그림 3-15. 자각증상에 의한 분류

업체별로 살펴보면, OO전자 전체적으로는 통증호소자가 18.5%로 나타났고, 관리대상자는 나타나지 않았다. 부위별로 보면 어깨와 팔부위에서 11.1%로 통증호소자가 가장 높게 나타났고, 손/손목 부위, 허리 부위

7.4%, 목 부위 3.7%로 나타났다(그림 3-16).

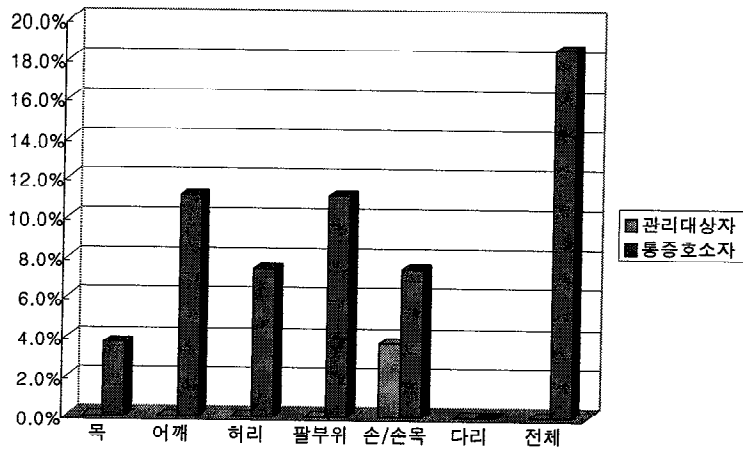


그림 3-16. OO전자 관리대상자/통증호소자 비율

OO차량 업체는 전체적으로는 통증호소자가 8.1%, 관리대상자 10.8%로 나타났고, 부위별로 보면 다리 부위에서 5.4%로 통증호소자 비율이 가장 높았고 목, 어깨, 허리 부위에서 각각 2.7%로 나타났다(그림 3-17).

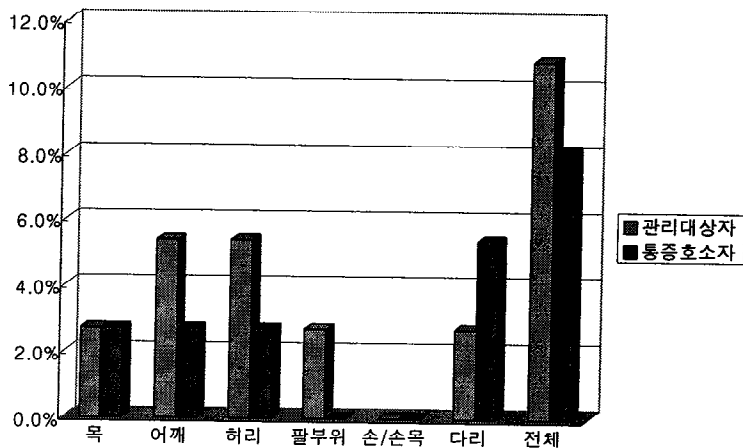


그림 3-17. OO차량 관리대상자/통증호소자 비율

OO서비스 업체는 관리대상자와 통증호소자는 나타나지 않았다.

3.1.5. 작업이 힘든 원인

작업이 힘든 원인에 대한 전체 작업자의 설문 결과를 살펴보면, 작업환경 때문이라고 응답한 비율이 가장 높았고, 작업장설비/도구, 작업속도/작업량때문이라고 응답한 비율이 높게 나타났다(그림 3-18).

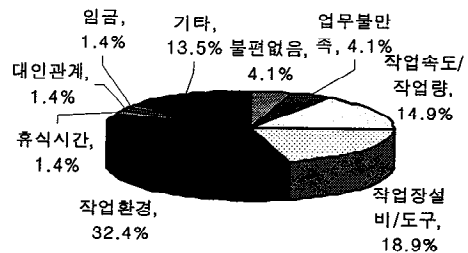


그림 3-18. 전체 힘든 원인 설문결과

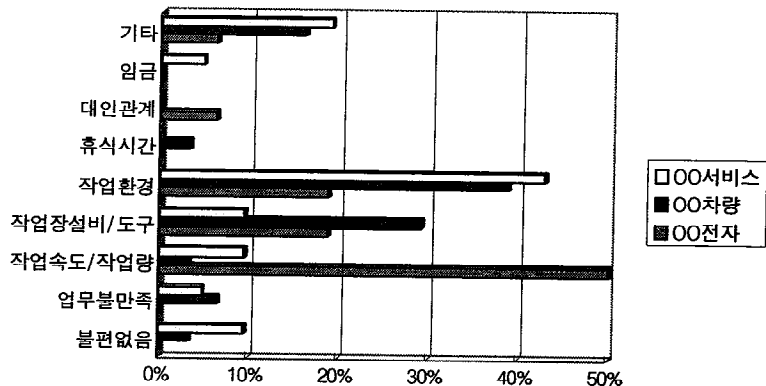


그림 3-19. 업체별 힘든 원인 설문결과

작업이 힘든 원인에 관한 설문 결과를 보면 전자 업체는 작업속도/작업량 때문이라고 응답한 비율이 가장 높게 나타난 반면 차량 업체와 서비스 업체에서는 작업환경 때문이라고 응답한 비율이 높게 나타났다(그림 3-19).

작업불편사항/개선사항에 관한 전체 응답자의 설문결과를 살펴보면, 작업방법 측면에서는 중량물 취급, 반복 작업, 작업 속도, 쪼그려 앉아 작업 등의 불편사항이 있다고 응답하였다. 작업설비/도구 측면에서는 부적절한 치공구, 작업도구의 노후화, 보조도구의 미흡 등의 불편사항이 있다고 응답하였고, 작업환경 측면에서는 어두운 작업환경, 소음, 환기시설의 부족, 작업공간의 협소, 작업동선 등의 불편사항이 있다고 응답하였다. 관리적 측면에서는 보조작업자가 필요하고 휴식시간이 부족하다고 응답하였다(그림 3-20).

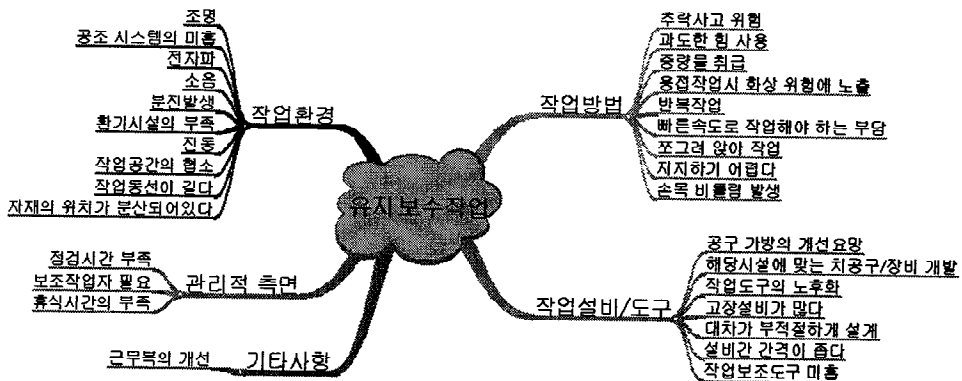


그림 3-20. 작업불편사항/개선사항

3.2. 작업위험 평가 결과

OO전자 업체 9작업, OO차량 업체의 25작업, OO서비스 업체의 22작업, 총 56개의 비정형 작업자군에 대한 작업들을 대상으로 30분씩 촬영한 작업자들의 작업내용을 30초씩 등간격으로 샘플링한 후에 각 시점에서 OWAS에 의하여 작업 자세 및 위험성 평가를 하였으며, 작업 중에 작업자들이 취한 자세를 신체 부위별로 자세를 분류하여 비율로 나타내었다.

3.2.1. 작업특성 분포

전체적으로 유지보수 작업자의 요소작업 비율을 분석한 결과 분해조립 작업과 확인/검사, 시설관리의 작업비율이 전체 작업비율의 60%이상 차지하는 것으로 나타났다.

OO전자 업체에서는 확인/검사 작업과 분해/조립 작업비율이 높게 나타났고, OO차량 업체에서는 분해/조립 작업과, 확인/검사 작업비율이 높게 나타났다. OO서비스 업체에서는 확인/검사 작업과 분해/조립 작업, 시설관리 작업비율이 높게 나타났다(표 3-2).

각 업체의 작업조건 및 환경이 다르지만 분해/조립 작업과 확인/검사 작업의 비율은 각 업체별로도 높게 나타나 유지보수 작업의 특징을 설명하고 있다.

표 3-2. 요소작업 비율

요소작업	빈도(%)			계
	OO전자	OO차량	OO서비스	
대차운반	5.1%	4.3%		2.7%
들기/내리기	7.5%		1.8%	1.9%
밀기/당기기		0.7%	0.4%	0.5%
분해조립	21.1%	34.2%	13.0%	23.8%
시설관리		5.4%	20.9%	10.6%
운반			2.4%	0.9%
이동	11.3%	12.2%	16.9%	13.9%
중량물취급		1.7%	1.5%	1.3%
패널/키보드/ 마우스/리모콘	0.6%	2.4%	3.6%	2.6%
확인/검사	43.1%	23.8%	25.6%	27.6%
대기	4.2%	6.7%	2.4%	4.6%
대화	0.9%	5.6%	1.2%	3.1%
전화	0.9%		0.7%	0.4%
기타	5.3%	3.0%	9.7%	6.0%
계	100%	100%	100%	100%

3.2.2. 자세분포 분석

1) 머리/목 자세

전체적으로 유지보수 작업자들의 머리와 목(head & neck)의 누적 비율을 살펴보면, 앞으로 20도 이상 굽히거나, 뒤로 20도 이상 젖히거나, 옆으로 20도 이상 굽히거나, 비틀린 자세비율이 40.4%로 높게 나타났다(그림 3-21).

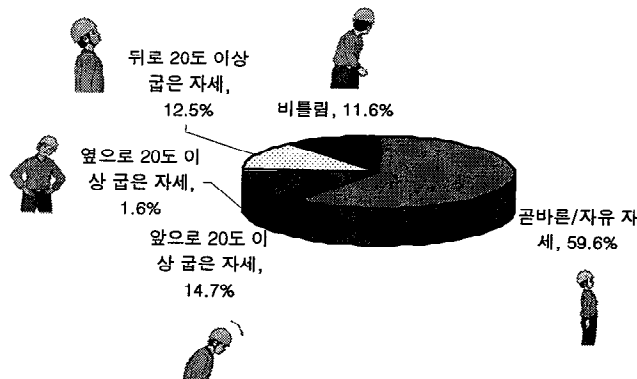


그림 3-21. 머리/목 자세비율

업체별로 부적절한 자세비율을 살펴보면, OO전자 업체와 OO차량 업체는 앞으로 20도 이상 굽은 자세와 비틀림 자세 비율이 높았고, OO서비스 업체는 뒤로 20도 이상 젖힌 자세 비율이 높게 나타났다. OO전자 업체는 앞으로 20도 이상 굽히거나, 뒤로 20도 이상 젖히거나, 옆으로 20도 이상 굽히거나, 비틀린 자세비율이 62.6%로 나타났고, OO차량 업체는 20도 이상 굽히거나, 뒤로 20도 이상 젖히거나, 옆으로 20도 이상 굽히거나, 비틀림 자세비율이 31.8%로 나타났으며, OO서비스 업체는 20도 이상 굽히거나, 뒤로 20도 이상 젖히거나, 옆으로 20도 이상 굽히거나, 비

틀린 자세비율이 41.0%로 나타났다. 머리/목 자세 비율에서는 OO전자 업체의 작업자가 다른 업체의 작업자에 비해 부적절한 목 자세 비율이 높게 나타났다(그림 3-22).

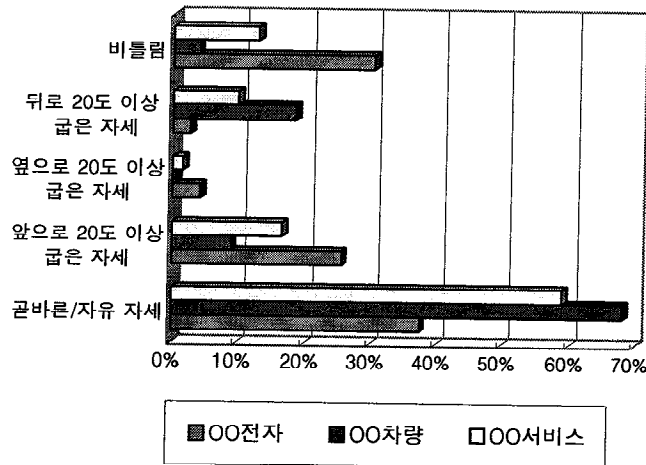


그림 3-22. 업체별 머리/목 자세비율

2) 허리 자세비율

전체적으로 유지보수 작업자들의 허리(trunk)의 누적 비율을 살펴보면, 앞으로 20도 이상 굽히거나, 비틀거나, 굽히고 비튼 자세비율이 44.5%로 높게 나타났다(그림 3-23).

업체별로 부적절한 자세비율을 살펴보면, OO전자 업체와 OO차량 업체, OO서비스 업체에서 상체를 앞으로 20도 이상 굽힌 자세의 비율이 높게 나타났다. OO전자 업체는 앞으로 20도 이상 굽히거나, 비틀거나, 굽히고 비튼 자세비율이 44.7%로 나타났고, OO차량 업체는 앞으로 20도 이상 굽히거나, 비틀거나, 굽히고 비튼 자세비율이 54.6%로 나타났으며, OO서비스 업체는 앞으로 20도 이상 굽히거나, 비틀거나, 굽히고 비튼 자세비율이 36.6%로 나타났다. 허리 자세 비율에서는 OO차량 업체의 작업자가

다른 업체의 작업자에 비해 부적절한 허리 자세비율이 높게 나타났다(그림 3-24).

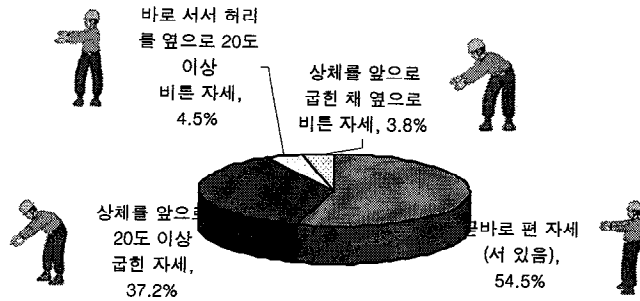


그림 3-23. 허리 자세비율

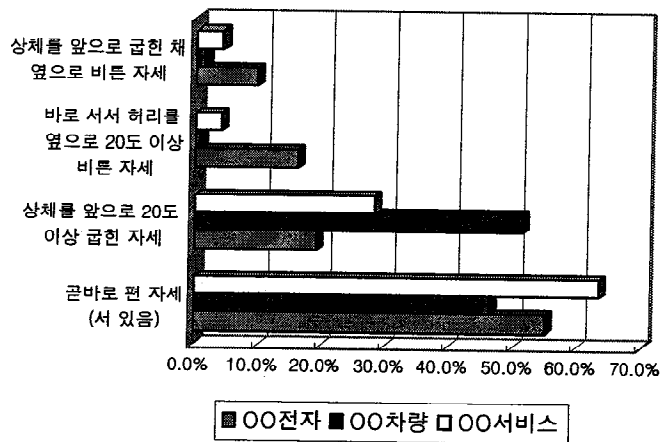


그림 3-24. 업체별 허리 자세비율

3) 팔 자세비율

전체적으로 유지보수 작업자들의 팔(upper limbs)의 누적 비율을 살펴

보면, 한 손 이상 어깨 위로 올린 자세의 비율이 27.2%로 나타났다(그림 3-25).

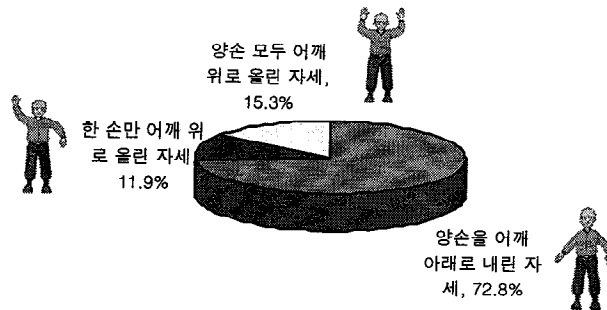


그림 3-25. 팔 자세비율

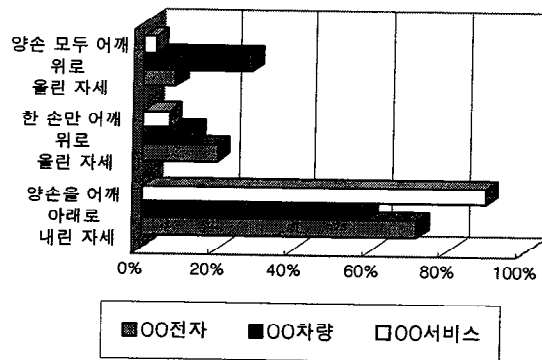


그림 3-26. 업체별 팔 자세비율

업체별로 부적절한 자세비율을 살펴보면, OO차량 업체에서는 양손 모두 어깨 위로 올린 자세 비율이 높게 나타났고, OO전자 업체는 한 손 어깨위로 올린 자세 비율이 높게 나타났으며, OO서비스 업체는 비교적 낮게 나타났다. OO전자 업체는 한 손 이상 어깨위로 올린 자세비율이 28.2%로

나타났고, OO차량 업체는 한 손 이상 어깨위로 올린 자세비율이 41.7%로 나타났으며, OO서비스 업체는 한 손 이상 어깨위로 올린 자세비율이 10.3%로 나타났다. 팔 자세 비율에서는 OO차량 업체의 작업자가 다른 업체의 작업자에 비해 부적절한 팔 자세비율이 매우 높게 나타났다(그림 3-26).

4) 다리 자세비율

전체적으로 유지보수 작업자들의 다리(lower limbs)의 누적 비율을 살펴보면, 한 다리 이상 무릎을 구부리거나 무릎을 꿇거나 엎드리거나 누운 자세비율이 36.2%로 나타났다(그림 3-27).

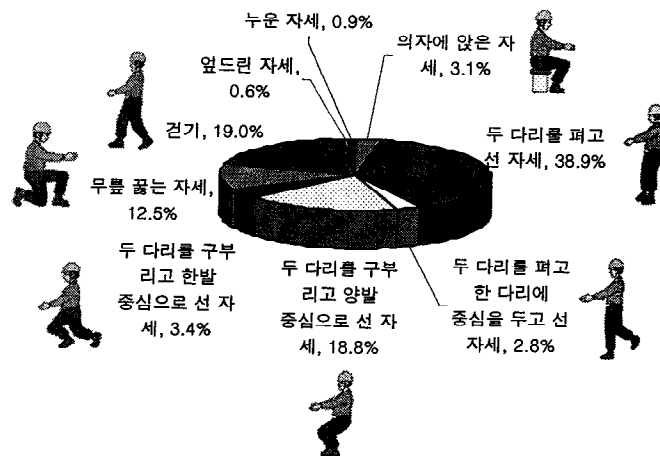


그림 3-27. 다리 자세비율

업체별로 부적절한 자세비율을 살펴보면, OO전자 업체와 OO서비스 업체는 부적절한 자세 비율이 비교적 높게 나타나지 않았고, OO차량 업체는 두 다리를 구부리거나 무릎꿇는 자세 비율이 비교적 높게 나타났다. OO전자 업체는 한 다리 이상 무릎을 구부리거나 무릎을 꿇거나 엎드리거나 누

운 자세비율이 8.5%로 나타났고, OO차량 업체는 한 다리 이상 무릎을 구부리거나 무릎을 꿇거나 엎드리거나 누운 자세비율이 57.4%로 나타났으며, OO서비스 업체는 한 다리 이상 무릎을 구부리거나 무릎을 꿇거나 엎드리거나 누운 자세비율이 23.4%로 나타났다. 다리 자세 비율에서는 OO차량 업체의 작업자가 다른 업체의 작업자에 비해 부적절한 다리 자세비율이 높게 나타났다(그림 3-28).

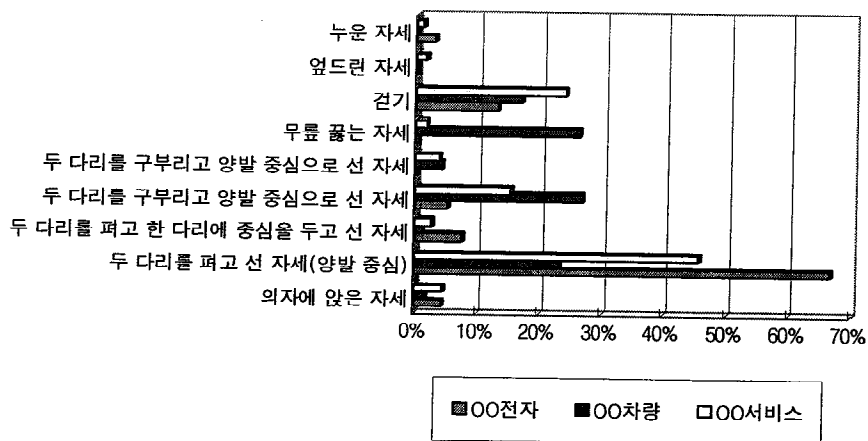


그림 3-28. 업체별 다리 자세비율

3.2.3. 작업위험 평가

전체적으로 OWAS 분석결과를 살펴보면 3등급 이상 자세 비율이 18.0%로 개선을 요하는 자세 비율이 높게 나타났다(그림 3-29).

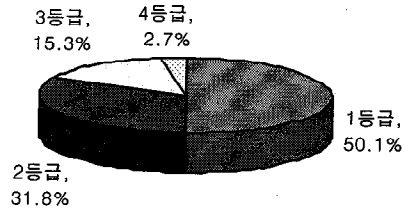


그림 3-29. OWAS 분석결과

업체별 결과를 보면, OO전자 업체는 확인/검사 작업과 들기/내리기 작업에서 개선을 요하는 비율이 높게 나타났고, 차량 업체는 대부분의 작업에서 개선을 요하는 비율이 높게 나타났으며, OO서비스 업체는 들기/내리기 작업, 분해/조립 작업, 확인/검사 작업, 중량물 취급 작업등에서 개선을 요하는 비율이 높게 나타났다(표 3-3).

적절한 작업대가 없고, 대부분의 공간이 협소하고 고정형이기 때문에 확인/검사, 들기/내리기, 분해/조립 등의 작업에서 개선을 요하는 작업 비율이 높게 나타난 것으로 판단된다.

표 3-3. 업체별 OWAS 분석결과

요소작업	OWAS(등급)											
	OO전자				OO차량				OO서비스			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
대차운반	92.6%	7.4%	0	0								
들기/내리기	56.5%	30.4%	10.9%	2.2%	26.5%	44.9%	28.6%	0	15.4%	53.9%	23.1%	7.7%
밀기/당기기					25.0%	37.5%	0	37.5%	100%	0	0	0
분해조립	66.2%	32.5%	0.7%	0.7%	33.4%	23.9%	34.1%	8.6%	17.7%	52.9%	23.5%	5.9%
시설관리									40.2%	31.4%	21.6%	6.8%
운반					93.8%	6.3%	0	0	89.1%	6.9%	4.0%	0
이동					0	66.7%	33.3%	0	52.4%	14.3%	33.3%	0
중량물취급	100%	0	0	0	52.1%	37.5%	10.4%	0	88.5%	11.5%	0	0
패널/키보드/ 마우스/리모콘	63.5%	32.8%	3.2%	0.5%	35.7%	40.4%	23.7%	0.2%	29.7%	50.2%	15.4%	4.6%
확인/검사	100%	0	0	0	63.4%	32.5%	4.1%	0	88.6%	11.4%	0	0
대기	100%	0	0	0	69.0%	8.4%	22.6%	0	88.2%	11.8%	0	0
대화	100%	0	0	0	82.7%	15.9%	1.2%	0	79.8%	18.5%	1.7%	0
전화	100%	0	0	0					70.0%	10.0%	0	20.0%
기타	68.8%	31.3%	0	0	38.1%	36.9%	25.0%	0	64.8%	28.8%	5.8%	0.7%

3.3. 작업특성 및 위험요인 도출

유지보수 작업은 설비를 항상 최상의 상태로 유지하기 위하여 조정, 수리, 복구 하는데 목적이 있기 때문에 수시로 설비를 확인/검사 하고 문제 발생 시 수리하여야 한다. 유지보수 작업분석 결과 유지보수 작업의 특징은 다음과 같다.

- ① 작업 발생의 불규칙성이 크고 작업속도를 스스로 조절하기 힘들다.
- ② 가동률에 영향을 주는 경우 설비를 멈추기 힘들다.
- ③ 설비가 고정형이고 설비간 간격이 좁아서 부적절한 자세가 많이 발생한다.
- ④ 적절한 작업대가 없고, 작업도구를 설비까지 손으로 들고 운반하여야 한다.

유지보수 작업 중 주로 발생되고 위험요인이 존재하는 작업에 대해 원인을 분석한 결과가 다음과 같다(표 3-4).

표 3-4. 위험요인 도출

작업유형	위험요인	위험형태
들기/내리기	· 적절한 보관함이 없어 바닥에 도구나 부품을 내려놓고 작업	· 허리를 굽힘 · 무릎 굽힘
분해/조립	· 설비안으로 들어가서 작업하거나 아랫 부분이나 윗부분을 수리	· 엎드림/누움 자세 · 무릎 굽힘 · 목을 굽히거나 뒤로 젖힘 · 반복작업 · 한 손 어깨위
중량물취급	· 설비의 부품이 중량물인 경우가 많으나 혼자서 작업	· 과도한 힘
확인/검사	· 작업대가 없어서 부품을 손으로 들고 확인/검사 · 표시장치가 읽기 어렵게 설계	· 목 굽힘 · 허리 굽히거나 비틀림

3.3.1. 부자연스러운 자세의 유형

작업분석 결과 유지보수 작업 시 나타나는 부자연스러운 작업 자세는 다음과 같이 분류되었다.

1) 부자연스러운 허리 자세

유지보수 작업자들을 샘플링한 결과 전체 자세비율 중에서 허리를 굽히거나 비틀거나 굽히고 비튼 자세의 비율이 43.5%로 매우 높게 나타났다. 이와 같은 자세는 주로 확인/검사, 들기/내리기 작업에서 발생한다(표 3-5).

표 3-5. 부자연스러운 허리 자세비율

자세 설명	점유비율
상체를 앞으로 20도 이상 굽힌 자세	35.2%
바로 서서 허리를 옆으로 20도 이상 비튼 자세	4.5%
상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	3.8%
계	43.5%

다음과 같은 원인이 유지보수 작업자가 작업시 부자연스러운 허리자세를 유발하는 것으로 판단된다.

- 계측 작업 시 표시장치가 바닥에 있거나 낮게 설계되어 있고, 읽기 어렵게 설계되어있다.
- 바닥에서 들기/내리기 작업이 주로 이루어진다.
- 유지보수 작업의 작업점이 아랫부분에 있는 경우가 많다.

2) Overhead 작업

유지보수 작업자들을 샘플링한 결과 전체 자세비율 중에서 한 팔 이상 어깨위로 올라간 자세비율이 27.2%로 높게 나타났다. 이와 같은 자세는 주로 확인/검사, 분해/조립 작업에서 발생한다(표 3-6).

팔이 어깨위로 올라간 자세는 머리와 목이 젖혀지는 자세를 유발하고, 이러한 상태로 장시간 정적자세를 유지하여야 한다.

표 3-6. Overhead작업 자세 비율

자세 설명	점유비율
한 손만 어깨 위로 올린 자세	11.9%
양손 모두 어깨 위로 올린 자세	15.3%
계	27.2%

다음과 같은 원인이 유지보수 작업자가 작업시 부자연스러운 팔 자세를 유발하는 것으로 판단된다.

- 설비 안이나 밑으로 들어가서 유지보수를 하여야 한다.
- 설비 윗부분을 보수하여야 하거나 적절한 발받침대가 없다.

3) 부자연스러운 다리 자세

유지보수 작업자들을 샘플링한 결과 전체 자세비율 중에서 다리를 구부리거나 무릎을 꿇는 자세비율이 34.7%로 높게 나타났다. 이와 같은 자세는 주로 분해/조립 작업에서 발생한다(표 3-7).

무릎을 굽히거나 꿇는 자세는 무릎, 발목, 허벅지 등에 압박을 준다. 또한 적절한 의자가 없기 때문에 장시간 쪼그리고 앉아서 작업을 하거나 엉

덩이를 바닥에 대고 작업을 하여야 한다.

표 3-7. 부자연스러운 다리 자세비율

자세 설명	점유비율
두 다리를 구부리고 양발 중심으로 선 자세	18.8%
두 다리를 구부리고 한발 중심으로 선 자세	3.4%
무릎 꿇는 자세	12.5%
계	34.7%

- 설비의 아랫부분 유지보수 작업이 많다.
- 부품을 분해/조립 할 경우 작업대가 없기 때문에 바닥에 쪼그리고 앉아서 장시간 작업을 한다.

4) 작업공간이 협소

- 유지보수 작업의 특성상 대부분의 작업공간이 협소
- 목을 굽히거나 비트는 자세, 뒤로 젖히는 자세 등의 자세 발생
- 장시간 협소한 공간에서 작업하기 때문에 신체 압박이 발생
- 근력 발휘에 제한을 둔다.
- 시야 확보에 어려움

5) 과도한 뺨침 자세

- 크리닝, 마킹/테이핑 작업 등에서 주로 발생
- 대형설비가 많고 여유공간이 없기 때문에 최대작업역을 벗어나서 하는 작업이 많이 발생
- 중심이 한발에 있는 경우가 많기 때문에 자세가 불안정

6) 어두운 작업환경

- 설비 안이나 밑으로 들어가서 유지보수를 하는 경우
- 어두운 작업환경이지만 조명을 따로 설치하는 데는 한계가 있다.

7) 옆드리거나 누운 자세 발생

- 확인/검사 작업, 분해/조립 작업에서 주로 발생
- 설비 밑 부분 수리 시 공간이 충분하지 않기 때문에 옆드리거나 누워서 작업

3.3.2. 개선안 도출

1) 작업장 설계 보완

유지보수 작업에서 부적절한 자세는 설비가 고정형이기 때문에도 많이 발생하지만, 협소한 작업공간으로 인하여 부적절한 자세(허리를 굽힘 작업, 쪼그리기 작업, 무릎 꿇기 작업)가 발생하고 있고, 작업의 동선이 길다고 호소하는 작업자가 많기 때문에 작업설비의 재배치를 통해 부적절한 자세 빈도가 줄어들 수 있다. 또한, 작업대의 높이를 몸쪽에 가깝게, 허리 높이에서 작업이 이루어지도록 배치하여야 하며 가능한 자주하는 작업은 정상작업역 안에 위치하도록 하는 것이 바람직하다. 전자파와 조명에 관해서는 전자파차단막을 설치하고 조명을 적정주준을 유지하는 것이 바람직하며, 그렇지 못할 경우 보조 조명을 이용하도록 한다.

2) 쪼그리고 앉는 자세의 개선

유지보수 작업은 작업점이 바닥인 경우는 부적절한 자세(허리 굽힘/비틀림 작업, 쪼그리기 작업, 무릎 꿇기 작업)로 작업을 하여야 하기 때문에 허리와 목 부위의 과도한 부담을 느끼고, 무릎부위의 눌림에 의한 압박이 발생하고 있다. 신체적 압박은 날카롭고 단단한 면이나 물체가 신체와 접촉하는 경우에 발생한다. 신체의 손가락, 손바닥, 손목, 전완, 팔꿈치, 무릎, 앉은 자세에서의 허벅지의 부드러운 조직 등은 신경과 건, 혈관 등이 피부와 가까워 신체적 압박에 민감하다. 무릎이나 팔꿈치, 허벅지등에 가해지는 장시간의 반복적인 압박은 피부에 해를 입힐 수 있고, 근육의 기초를 이루는 건에 해를 입히거나 신경의 기능을 손상시킬 수 있다.

부적절한 자세는 작업자의 교육을 통해 바꿀 수 있지만 작업환경으로

4. 결론 및 검토

본 연구에서는 유지보수 작업에 대상으로 인간공학적 작업평가를 실시하였고 개선 검토사항을 도출하였다.

실문 분석결과 유지보수 작업자들은 협소한 작업공간과 작업공간 확보의 어려움으로 인하여 작업공간에 대한 불만족도가 작업환경, 설비, 육체적/정신적 불만족도에 비해 높게 나타났다.

유지보수 작업 중 분해/조립 작업과 확인/검사 작업이 유지보수 작업중 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 작업 분석결과에 의하면 목 자세에서 전체 45%이상이 목을 굽히거나 젖히거나 비틀림 자세로 나타났다. 허리 자세에는 굽히거나 비튼 자세의 비율이 44%로 나타났고, 팔 자세에서는 한 손 이상 어깨위로 올라간 자세의 비율이 14%로 나타났다. 다리 자세의 경우 30%가 한 다리 이상 무릎을 구부리거나 무릎을 꿇거나 엎드리거나 누운 자세로 나타나 비교적 부적절한 자세의 비율이 높게 나타났다.

OWAS분석 결과를 보면 개선을 요하는 3등급 이상 자세 비율이 20.6%로 높게 나타났고, 지속적 관리를 요하는 2등급 이상 자세 비율까지 모두 고려하면 43.2%로 매우 높게 나타났다.

본 연구의 작업 분석 결과에 의하면 작업공간 확보를 고려한 설비의 배치が必要하며, 작업대의 높이를 몸쪽에 가깝게, 허리 높이에서 작업이 이루어지도록 배치하여야 하며 가능한 자주하는 작업은 정상작업역 안에 위치하도록 하는 것이 바람직하다. 전자파와 조명에 관해서는 전자파차단막을 설치하고 조명을 적정수준을 유지하는 것이 바람직하며, 그렇지 못할 경우 보조 조명을 이용하도록 한다. 신체에 가해지는 압박은 작업장의 개선을 통하여 자세를 변경할 수 있는 경우도 있지만 쪼그려 앉거나 무릎을 꿇고 작업을 할 수밖에 없는 작업자들의 위험을 줄이기 위하여 작업에 필

요한 보조도구의 활용과 작업을 편하게 수행할 수 있는 환경을 제공하고, 인간공학적 수공구의 제공이 바람직하다.

본 연구에서 분석된 결과와 개선안 등은 유지보수 작업에 적합한 인간공학적인 작업환경을 구축하는데 중요한 기초자료로 효율적으로 이용될 수 있을 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

- 김수연, 한현미, 이동경, “아기양육자의 근골격계증상과 위험요인에 관한 연구”, *대한인간공학회지*, 25(2):181-186, 2006
- 김철홍, 권영준, 백승렬, 손경일, “국내 지하철 정비 사업장의 근골격계질환 실태조사에 관한 연구”, *대한인간공학회지*, 23(3): 121-134, 2004
- 나종관, 박민용, “소형 부품 자동화 조립시스템의 근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 개선안 연구”, *대한인간공학회지*, 24(2):57-63, 2005
- 노동부, 2004년도 산업재해 현황분석, 2004
- 노동부, 근골격계 부담작업으로 인한 건강장해 예방 시행지침, 2003
- 노동부, 근골격계질환 예방업무 편람, 2004
- 미국 노동부, 산업재해통계, 1993-2004; <http://www.bls.gov>.
- 박경수, 홍기범, 김상수, 조일행, “VDT작업에서의 근골격계 질환 예방을 위한 새로운 팔 지지대 제안”, *대한인간공학회지*, 25(2):1-9, 2006
- 서순림, 기도형, “종합병원 간호사의 근골격계질환 실태 조사”, *대한인간공학회지*, 24(2):17-24, 2005
- 서승록, “자동차 조립공정에 대한 작업자세 평가도구의 비교”, *대한인간공학회지*, 25(3):61-66, 2006
- 안태훈, 김준식, 정병용, “호텔 요리사의 인간공학적 작업 위험성 평가”, *대한인간공학회지*, 25(3):105-111, 2006
- 오순영, 정병용, “조선업종의 유해요인조사 및 인간공학적 개선”, *대한인간공학회지*, 24(1):27-35, 2005
- 이중호, 송영용, 나석희, 정민근, “VDT 모니터링 작업에서 근골격계 부담도 및 선호도에 근거한 모니터 높이 결정”, *대한산업공학회지*,

- 32(3):236-241, 2006
- 이창민, 오연주, “집배원 근골격계 질환 예방을 위한 수구분대 개선에 관한 연구”, *대한인간공학회지*, 23(4):35-43, 2004
- 정병용, 이동경, *현대인간공학*, 민영사, 2005.
- 정병용, 이종협, 김국, “유해요인조사용 평가 소프트웨어 개발”, *대한인간공학회지*, 24(4):79-83, 2005
- 정은희, 구정완, “일개 대학병원 간호사의 근골격계 부담작업 분석”, *대한인간공학회지*, 25(3):97-103, 2006
- 최순영, 김현성, 김태현, 박동현, “자동차 제조업 근로자의 직무스트레스와 근골격계질환 자각증상에 대한 연구”, *대한인간공학회지*, 24(3):202-211, 2005
- 한국산업안전공단(KOSHA), *근골격계부담작업 유해요인 조사지침*, 2003.
- 한국산업안전공단(KOSHA), *사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램 지침*, 2003.
- Forde MS , Buchholz B, “Task content and physical ergonomic risk factors in construction ironwork” , *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(4):319-333, 2004
- Gold JE , Punnett L , Cherniack M , Wegman DH, “Digital vibration threshold testing and ergonomic stressors in automobile manufacturing workers: a cross-sectional assessment” , *Ergonomics*, 48(1):66-77, 2005
- Guo L ,Genaidy A ,Christensen D ,Huntington K, “Macro-ergonomic risk assessment in nuclear remediation industry” , *Applied Ergonomics*, 27(4):241-254, 1996
- Johanning E , Fischer S , Christ E , Landsbergis P, Whole-Body “Vibration Exposure Study in U.S. Railroad Locomotives-An

- Ergonomic Risk Assessment” , *American Industrial Hygiene Association Journal*, 63(4):439–446, 2002
- Lei L , Dempsey PG , Xu J , Ge L , Liang Y, “Risk factors for the prevalence of musculoskeletal disorders among chinese foundry workers” , *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(3):197–204, 2005
- Lindgard A , Karlberg C , Tornqvist EW , Toomingas A , Hagberg M, “Concordance between VDU-users ratings of comfort and perceived exertion with experts observations of workplace layout and working postures” , *Applied Ergonomics*, 36(3):319–325, 2005
- Luime JJ , Kuiper JI , Koes BW , Verhaar JAN , Miedema HS , Burdorf A, “Work-related risk factors for the incidence and recurrence of shoulder and neck complaints among nursing-home and elderly-care workers” , *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 30(4):279–286, 2004
- Mcatamney L , Corlett EN, “Ergonomics Workplace Assessment in a Health Care Context” , *Ergonomics*, 35(9):965–978, 1992
- Nanthavanij S, “Ergonomic assessment of fixed-height, partially adjustable, and fully adjustable VDT workstations by IntelAd” , *Computers and Industrial Engineering*, 27(1–3):361–364, 1994
- Paquet VL , Punnett L , Buchholz B, “Validity of fixed-interval observations for postural assessment in construction work” , *Applied Ergonomics*, 32(2):215–224, 2001

- Rehn B , Lundstrom R , Nilsson L , Liljelind I , Jarvholm B,
“Variation in exposure to whole-body vibration for operators
of forwarder vehicles—aspects on measurement strategies and
prevention” , *International Journal of Industrial Ergonomics*,
35(9):831–842, 2005
- Silverstein BA ,Hughes RE, “Upper extremity musculoskeletal
disorders at a pulp and paper mill” , *Applied Ergonomics*,
27(3):189–194, 1996

감사의 글

‘대학원’이란 저에게 있어 쉽지 않은 선택이었습니다. 어렵게 결정한 대학원 생활이었던 만큼 누구보다 욕심도 많았었고 많은 것을 얻으려 앞만 보며 달려온 것 같습니다. 포기하고 싶었던 순간도 있었지만, ‘후회 없는 2년을 보내자’라고 많은 다짐을 했었고, 그런 다짐이 흔들릴 때마다 저를 지켜주었던 사랑하는 많은 사람들과 인연이라는 끈을 맺어온 모든 분들에게 감사의 마음을 전하고자 합니다.

무엇보다도, 부족하고 실수하는 저에게 바른 길을 제시하여주시고 저에게 물고기를 주신 것이 아니라 아닌 물고기를 잡는 방법을 가르쳐 주신 저의 지도 교수님이신 정병용 교수님께 진심어린 감사를 드립니다. 지난 2년간 교수님의 세심한 배려와 가르침으로 인해 제가 많은 발전이 있었습니다. 정말 감사드립니다.

강의에 대한 열정만은 한국 최고라고 생각되는 김성한 교수님 정말 감사합니다. 교수님의 학문에 대한 열정은 제가 항상 본받고자 노력하는 부분입니다. 언제나 저를 웃는 얼굴로 반겨주시는 이동경 교수님 교수님의 좋은 말씀과 편안한 미소가 저의 대학원 생활에 활력이 되었습니다. 감사합니다.

학부생 때부터 항상 저에게 조언을 아끼지 않으시고 누구보다도 진보를 먼저 받아들이시는 교수님의 열정과 바쁘신 와중에도 부족한 저의 논문을 심사하여주신 김대홍 교수님 정말 감사드립니다. 산업공학과 교수님 중 가장 먼저 알게 되었고, 항상 학교를 사랑하시고 아끼셨던 이재득 교수님께 정말 감사드립니다.

직업의 특성 때문인지 누구보다 호탕하시고 항상 저를 ‘선생님’이라고 부르시며 존중해 주신 오순영 박사님께도 감사의 뜻을 전합니다. 박사님의 격려는 저에게 자신감을 갖게 해주셨습니다. 감사합니다.

비록 저보다는 늦게 대학원에 들어오셨지만 항상 저의 본보기가 되셨던 표연 과장님 감사합니다. 그리고 비록 많은 시간을 함께 공유하지 못했지만 뛰어난 패션 감각과 재치가 넘치시는 김이호 과장님 감사합니다.

저에게 대학원생의 마음가짐과 자세에 대해 충고하여 주셨던 유운식, 이정옥, 양계령, 양승태 선배님들 너무 감사합니다. 힘들때 사주시던 선배님들의 술한잔과 충고, 격려가 저에게는 너무나도 큰힘이 되었습니다.

서로의 개성이 너무나도 강했던 나의 동기들.....원준이형, 향기형, 현호 그리고 동기나 다름없었던 1학기 후배 충규와 석기형...너무 고맙습니다. 도저히 어울릴 수 없을 것만 같았던 우리인데 길지 않았던 시간동안 너무나도 멋진 조화를 만들어냈고, 힘든 기억과 좋은 추억을 많이 공유한 것 같아 더더욱 사랑할 수밖에 없는 동기들이 있기에 오늘의 김준식이 있는 것 같습니다.^^

갑자기 몰려든 많은 후배들.....성완이형, 규태, 현진, 경수, 용수, 만기, 병철이까지.....갑자기 많이 몰려들어서 놀라기도 했지만 지금까지 보여준 열정은 졸업후까지 가져가길 바라고, 우리 연구실을 빛내주시길 바랍니다.

그리고 대학교생활에 적응하지 못하던 나를 대학교 생활의 매력에 푹 빠지게 만들어준 97학번 선배님들 감사합니다. 특히 항상 형이 있었으면 하던 저에게 진짜 형처럼 대해준 진선이형, 수현이형, 강일이형 감사합니다. 그리고 대학교 재학 중에 그림자처럼 붙어 다녔던 우리 ‘더해바’ 친구들...혁성이, 찬이, 진호, 윤성이 너무 고맙다. 끝까지 좋은 관계로 남길 바래~

시간 없다며 매번 약속을 어겨도 언제나 웃으면서 이해해주던 나의 고등학교 친구들...성욱이, 병호, 재성이, 동원이, 영준이.....고맙다.

끝으로 오늘날의 제가 있게 해주신 어머님께 진심으로 감사를 드립니다. 제가 선택한 길을 옳은 길이라며 믿어주셔서 너무 감사했습니다. 사랑하는 어머님께 이 논문을 바치고 싶습니다. 그리고 철없는 막내의 투정을 다 이

해하고 항상 저의 입장에서 생각하며 물신양면으로 도와준 누나들과 매형
들.....너무 감사합니다. 어머님과 누나들, 매형들에게 부끄럽지 않은 김준
식이 되도록 더욱더 노력하겠습니다. 사랑합니다.

2006. 12 김준식

ABSTRACT

A Study on Ergonomic Job Assessment of Maintenance Workers

Kim, Jun-sik

Major in Industrial Engineering

Dept. of Industrial Engineering

Graduate School of

Hansung University

The purpose of this study describes a practical ergonomic approach for the maintenance workers. The maintenance operations were surveyed in order to determine the presence of risk factors and make recommendations to reduce the risk of work-related musculoskeletal disorders in electron industry, railway industry and service industry. This study used interviews, document analysis, video analysis, and OWAS postural analysis to identify and quantify ergonomic risk factors. Some ergonomics actions were performed to solve the problems identified in the risk factor analysis. The ergonomic solutions developed in this study could be applied to other sectors of industry that share common features of work with maintenance workers.