

건축공사 목공 및 철근공의 수작업 부하 평가에 관한 연구

A Study on Workload Evaluation of Hand-intensive tasks of carpenters and structural steel workers

이 준 복* 조 창 연**

Lee, Junbok Cho, Chang-Yeon

요 약

건축공사에서 종사하는 기능인력의 근골격계질환은 직업병으로서 매우 심각하다. 이와 같은 질환은 반복되거나 불편한 작업자세 및 방법에 기인한 것으로서 본 연구의 목적은 건축공사의 대표직종인 목공과 철근공을 대상으로 수작업 부하를 측정하여 부하정도를 분석하고자 한다. 또한 부하정도를 평가하기 위하여 건강한 대학원생을 대상으로 동일한 작업자세에서의 부하정도를 측정하는 실험을 실시한다. 본 연구의 결과는 근골격계부담작업의 개선을 위한 작업형태 및 작업자세의 개선, 사용하는 수공구의 인간공학적 기술 개선을 위한 매우 소중한 기초자료로 활용될 수 있다.

키워드 : 근골격계질환, 부담작업, 수공구, 부하 평가, 건설안전

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업은 고유의 특성상 아직도 인력 의존 형태의 옥외 작업이 매우 중요하게 여겨지고 있다. 따라서, 기능공의 작업형태와 작업환경에 따라 안전도는 매우 달라지게 된다. 건설안전은 안전한 작업방법 및 작업환경을 제공하는 것으로부터 시작된다고 해도 과언이 아니다. 이를 위하여 다양한 첨단 수공구 및 기계장비를 제공하고 교육도 실시하고 있으나 여전히 건설산업의 재해는 높게 나타나고 있는 실정이다.

한국산업안전공단 2005년도 산업재해 통계자료에 의하면, 전체 산업 재해자 85,411명 중 건설업이 차지하는 비율은 18.6%로 15,918명인 것으로 조사되었으며 산업재해가 점차적으로 감소하고 있는 추세이지만 여전히 제조업 다음으로 높은 재해율을 보이고 있다. 본 연구는 업무상 질병 중 근골격계질환에 초점을 맞추고 있다. 업무상 질병 요양자 분포를 조사한 결과를 살펴보면 2005년도 전산업의 업무상 질병 요양자는 총 6,400명이었으며, 그 중 작업관련성 질병으로 인한 요양자는 4,331명이었다.

작업관련성 질병 중 신체부담작업은 1,926명으로 44.5%를 차지하고 있으며, 이는 뇌·심혈관질환자(28.3%)보다도 훨씬 높은 분포를 보이고 있다.

2005년 조사 내용 중 건설업의 작업관련성 질병으로 요양한 자에 대한 조사결과는 뇌·심혈관질환(66.7%)에 이어 신체부담작업(16.4%) 대상자가 많은 것으로 나타났다. 이는 요양자 기준으로 조사된 것으로서 신체부담작업에 의한 근골격계질환을 앓고 있는 숫자는 설문조사 결과(이은동 외, 2006) 훨씬 많을 것으로 예상된다.

근골격계부담작업(혹은 부담작업)은 “단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업으로 작업량, 작업속도, 작업강도 및 작업장 구조 등에 따라 노동부 장관이 정하여 고시하는 작업”으로 정의되고 있다(보건규칙 제142조제1호). 이에 따라 부담작업의 기준을 단기간작업 또는 간헐적인 작업에 해당되지 않는 작업으로서 11가지 기준에 해당하는 작업으로 분류하여 각각 주당 1회 이상 지속적으로 행해지거나 연간 총 60일 이상 행해지는 작업으로 정하고 있다(노동부고시 제2003-24호).

본 연구의 주요 목적은 노동부고시 「부담작업」과 가장 밀접한 관계가 있다고 판단되는 건축공사의 대표 직종인 목공 및 철근공을 대상으로 수작업 부하를 측정, 평가하고 이로 인한 근골격계질환 관련 작업부담의 정도를 분석하고자 한다. 이를 위해 목공 및 철근공의 작업분석을 실시하고, 동일한 작업자세를 가정하여 대학원생을 대상으로 실험을 실시함으로써 주관적 불편도를 측정하여 작업부하를 예측하고자 한다. 작업부하 측정 결과

* 종신회원, 경희대학교 토목건축대학 교수, 공학박사, (전)홍익대학교 교수, leejb@khu.ac.kr

** 일반회원, 홍익대학교 대학원 박사과정(교신저자), yms09d@hanmail.net
이 논문은 2004년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2004-003-D00451)

를 토대로 목공 및 철근공의 근골격계부담 관련 작업의 작업자 세 및 작업방법에 관한 제안을 함으로써 인간공학적 접근을 통한 작업의 개선 방안 수립 및 안전작업지침 마련을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

1.2 연구의 주요 내용 및 절차

본 연구의 범위는 건축공사 중 공동주택공사를 대상으로 목공과 철근공으로 국한한다. 이는 「건축공사 기능인력의 안전과 수공구의 상관관계에 관한 조사 연구」(이은동 외, 2006) 결과 작업과 근골격계부담작업과의 상관관계가 가장 높은 직종이 목공과 철근공으로 분석된 것을 근거로 설정하였다.

본 연구의 주요 내용과 진행방법은 그림 1과 같이 두가지로 구분할 수 있다. 주요 내용은 목공의 반복적 작업과 철근공의 쪼그려 앉기 혹은 허리 굽힘 자세에 초점을 맞추어 수작업 부담 정도를 측정하고자 한다. 이를 위해서 다음과 같이 연구를 진행한다. 첫째, 목공 및 철근공의 작업측정 및 분석을 통한 수작업 실태를 조사, 측정하고 수작업 부하를 분석함으로써 근골격계질환과의 관계를 규명한다. 둘째, 현장에서 조사된 목공 및 철근공의 수작업과 유사한 작업 자세하에서 대학원생을 대상으로 작업부하 실

험을 실시하여 부하를 측정, 평가하는 것이다. 이와 같은 2가지 조사 결과를 토대로 수공구에 의한 근골격계부담작업의 부하를 감소시킬 수 있는 기술적 개선방향의 제시 및 안전작업지침 마련을 위한 기본 아이디어를 제시하는 것이 본 연구의 주요 골자이다.

2. 작업부하 평가 방법

전 산업 중에 인력에 의해 수행되는 작업의존도가 높은 건설 산업에서 근골격계질환은 보건·안전 및 경제적인 측면에서도 문제를 야기하게 된다. 인력 작업은 취급되는 자재의 무게, 작업 방법, 작업자세에 따라 과부하가 발생되기도 하며, 피로도 및 불편도로 지각되기도 한다. 이와 같은 현상이 근골격계질환을 유발할 수 있다는 것이 여러 연구자의 연구결과 증명되고 있는 것도한 사실이다. 본 연구에서는 근골격계 질환을 유발하는 작업 부하를 평가하는 기존의 방법에 대하여 조사하여 본 연구에서 적용할 방법을 모색하고자 한다.

2.1 수작업의 반복성 평가 방법

수작업의 주기적인 성질을 나타내는 반복성의 문제는 상지의

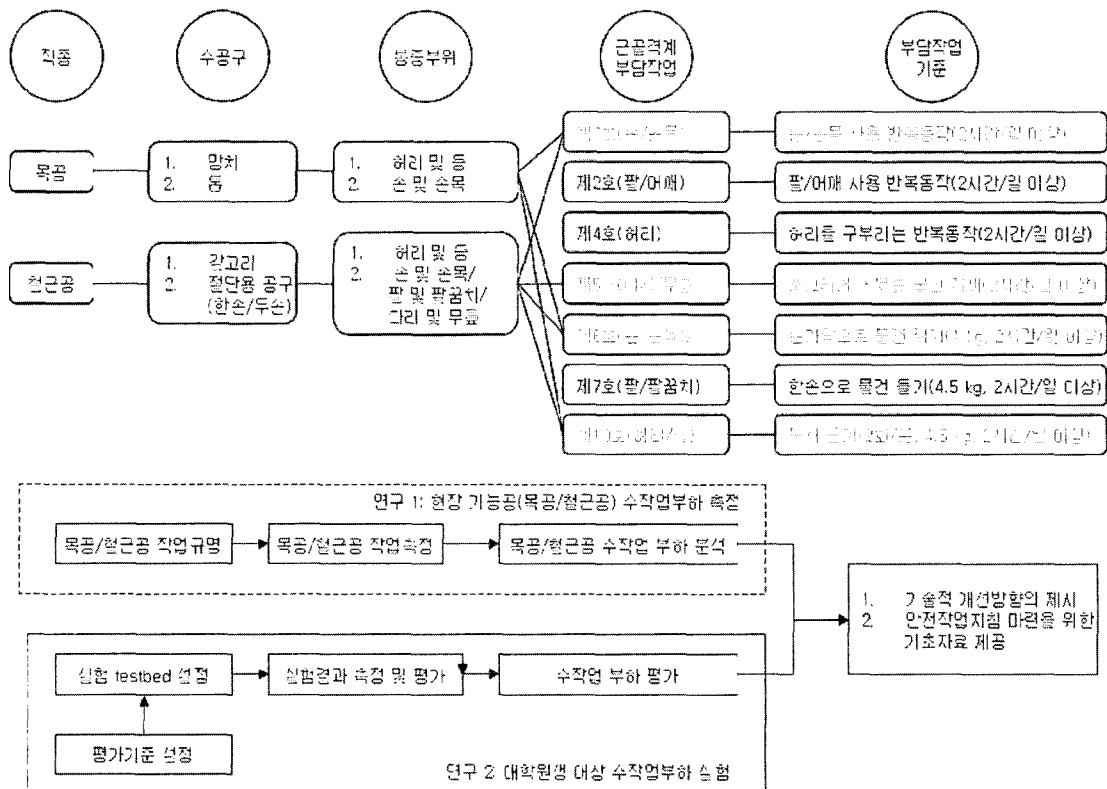


그림 1. 연구 주요 내용 및 방법

질환에 막대한 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려지고 있다 (Colombini, 1998). 이와 관련하여 반복성의 문제와 상지의 힘줄과 신경질환과의 연관성을 규명하는 연구는 1980~1990년대에 인간공학 분야에서 활발히 진행되었고 인과관계를 규명하였다(권오채 외, 2003).

반복성이란 동일한 작업이나 동작이 반복적으로 수행되는 정도를 의미하는 것으로 관절운동, 몸 동작, 힘 적용의 세가지로 구분된다(권오채 외, 2003). 수작업의 반복성을 평가할 때 사용되는 기준 및 척도의 유형은 크게 주기시간(cycle time)과 빈도수(frequency)로 분류된다. 주기시간은 작업의 주기시간이 일정 시간(분 혹은 초 단위) 이상이거나 동일한 작업의 비중이 일정율 이상일 경우 반복성이 높은 작업이라고 정의하는 방법으로 학자별로 그 기준은 차이를 보이고 있다. 빈도수는 보통 일정시간내의 몸 및 특정 관절의 운동횟수를 측정하는 방법으로서 예를 들면 동일한 작업을 위한 손동작을 분당 횟수로서 측정하는 것이다. 평가기준은 학자별로 차이가 있으나 대체로 분당 20회 정도가 넘으면 반복성이 높은 작업으로 간주하는 것으로 조사되었다. 국내 노동부에서 고시하고 있는 근골격계부담작업 제2호에 의하면 어깨는 분당 2.5회, 팔꿈치는 분당 10회, 손목 및 손은 분당 10회 이상 반복적인 작업이 이루어지면 부담작업으로 판단하는 측정기준으로 사용되고 있다. 권오채 외(2003)에 의하면 5년간 (1997-2002) 반복성 평가 관련 논문을 분석한 결과 빈도수 척도가 주기시간 척도에 비해 2.7배 이상 많이 사용되었으며 손목 운동의 횟수가 32%로 가장 많이 사용되었다.

2.2 쪼그려 앉은 자세에서의 작업부하 평가 방법

부적절한 작업자세 중 쪼그려 앉은 작업자세는 작업특성상 오랜 기간동안 반복적으로 같은 자세를 지속하게 되며, 중량물 취급 등의 작업에 비해 순간적인 작업부하량은 크지 않더라도 장기간 지속함으로써 작업자의 근골격계에 좋지 않은 영향을 미칠 것으로 예상된다(이인석 외, 1998). 특히, 우리나라 및 동양에서는 쪼그리는 자세의 작업자세가 많은 산업에서 일반화되어 있어 피로도 및 불편도에 대한 평가가 제대로 이루어져야 한다.

쪼그려 앉은 작업 자세에서의 피로도 및 불편도를 측정하는 방법으로 주관적 불편도 측정기법이 사용된다. 주관적 불편도 측정은 강도추정(magnitude estimation)기법을 활용할 수 있다. 강도추정기법은 Stevens에 의해 개발된 정신물리적 방법으로서 특정 자극의 주관적 강도에 숫자를 비율적으로 할당하는 것으로 특정 자극의 강도에 대한 감각강도의 기준값을 수치로 정한 뒤에, 비교하는 자극에 대한 감각강도를 비율적인 수치로서 산출하는 방법이다.

3. 주요 직종의 수작업 부하 평가

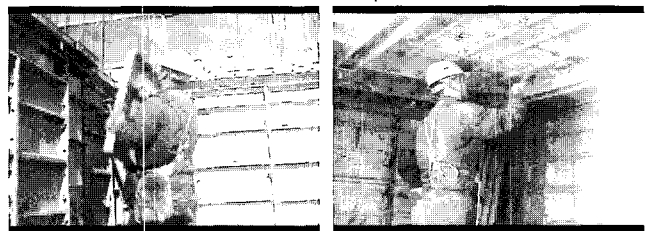
본 연구의 선행연구인「건축공사 기능인력의 안전과 수공구의 상관관계에 관한 조사 연구」(이은동 외, 2006)에서 실시되었던 목공 및 철근공의 통증부위를 조사한 결과는 다음 표 1과 같이 요약할 수 있다. 가장 많은 통증 부위는 '허리 및 등' 부위이고 다음으로 목공과 철근공은 조금 다르게 통증 부위가 조사되었다. 목공은 '손 및 손목', 철근공은 '다리 및 무릎', '손 및 손목', '팔 및 팔꿈치'가 동일하게 조사되었다. 이와 같이 목공과 철근공의 통증부위가 다르게 인식되는 것은 작업의 특성 차이도 있으나 그로 인한 다른 작업자세로부터 기인하는 바가 크다고 할 수 있다.

표 1. 주요 직종별 통증부위 분포표 (단위 : %)

구분	목	어깨	팔 및 팔꿈치	손 및 손목	허리 및 등	다리 및 무릎	기타	합계
목공	1	19	9	21	35	14	1	100
철근공	0	4	12	12	56	12	4	100

3.1 목공의 반복적 수작업 부하 측정

본 연구에서는 공동주택 현장에서 벽체 및 천장용 알루미늄 거푸집 설치 공사를 하고 있는 목공의 망치사용 작업의 반복성에 의한 수작업 부하를 측정하였다. 그림 2(a)는 거푸집을 들어 올리는 작업이며, 2(b)는 눈높이 보다 높은 곳의 반복적인 망치질을 하고 있는 사진이다.



(a) 거푸집 이동 (b) 거푸집 설치

그림 2. 알루미늄 거푸집 설치 작업(목공)

표 2. 작업별 망치 반복사용 횟수(목공)

작업명	자세	작업도구	사용 횟수	시간(분)	비고
거푸집 다듬기	비계 위에서 시선 아래	망치	60회	30	이물질 제거
거푸집 고정	천장, 벽	망치	55회	30	두드리기
거푸집 설치(핀)	천장, 벽	망치, 길이 날	624회	30	82개 핀 설치
동바리 설치	구부린 자세	망치	92회	30	6개 설치

작업별 망치 사용횟수 측정 결과는 표 2와 표 3과 같다. 표 2는 목공의 세부작업별 내용, 사용 수공구, 수공구의 사용횟수, 소요시간을 측정된 결과이다. 망치 사용이 가장 많은 세부작업은 거푸집 설치로서 분당 20.8회로서 가장 부담이 많은 작업으로 분석된다.

표 3은 거푸집 설치 관련 목공작업 중 거푸집 설치에 가장 반복적인 작업이 수행되고 있어 이에 대한 상세한 조사를 실시한 결과이다. 즉, 알루미늄 거푸집을 설치함에 있어 반복적으로 망치를 사용한 횟수를 1시간을 기준으로 측정하였다. 주요 작업은 천장과 벽체 거푸집 설치로서 각각 60분 작업에 5분과 12분 휴식을 포함하고 있다. 즉, 휴식시간을 제외하고 천장거푸집 설치를 위해서는 30.2회/분, 벽체거푸집 설치를 위해서는 32.9회/분의 반복작업을 수행한 것으로 조사되었다.

표 3. 망치 사용 횟수 측정 결과(2시간 작업)

작업명	작업도구	사용횟수	시간(분)
천장거푸집 설치	망치	1,662회	60분 작업/5분 휴식
벽체거푸집 설치	망치	1,580회	60분 작업/12분 휴식
총계		3,242회	120분 작업/17분 휴식

이는 보건규칙 제142조제1호의 규정에 따라 근골격계부담작업의 범위(노동부고시 제 2003-24호)에 의한 근골격계부담작업 제2호의 측정기준(표 4 참조)을 3배 이상 초과하는 수준으로 많은 부담을 가질 수밖에 없음을 확인할 수 있다.

표 4. 근골격계 부담작업 제2호

구분	측정항목	측정기준		
근골격계 부담작업 제2호	하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업	어깨	팔꿈치	손목/손
		2.5회 /분	10회 /분	10회 /분

3.2 철근공의 쪼그려 앉은 자세에서의 수작업 부하 실험

본 연구에서 선정한 철근공의 슬래브 철근 배근을 위한 작업 프로세스는 철근의 운반 및 이동, 철근의 배근, 스페이서 고정 및 결속선 이음 순으로 이루어지며 각각의 작업은 그림 3과 같다. 본 연구에서는 그림 3(c)와 그림 3(d)의 작업자세에 대한 조사에 초점을 맞추고 있다. 즉, 허리 굽힘 자세 혹은 쪼그려 앉은 자세로 철근작업을 수행하는 시간을 측정하였다.

철근공의 작업을 2시간동안 관찰하여 노무자의 자세, 작업도구, 작업내용을 분 단위로 측정하였다. 측정결과는 표 5와 같다. 2시간 동안의 작업 중 5분간의 휴식시간을 포함하고 있어 95.8%의 작업효율을 보이고 있다. 또한, 허리를 굽히거나 쪼그리고 앉아서 작업하는 시간은 전체 2시간 중 88분으로서 73%의 작업시간을 차지하고 있다. 철근배근은 허리를 굽힌 자세(그림

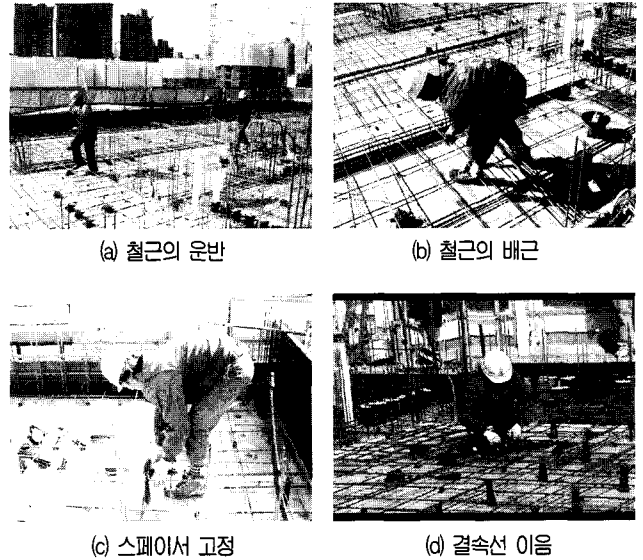


그림 3. 바닥 슬래브 철근배근 작업(철근공)

3(b))로 작업을 하고 있으며, 스페이서 고정 및 결속선이음 작업은 허리를 굽히거나 혹은 쪼그리고 앉아서 작업하는 형태(그림 3(c), 3(d))로 조사되었다. 현장조사에 참여한 철근공을 대상으로 작업과 관련하여 신체 중 가장 불편한 곳을 묻는 질문에 대한 응답은 '허리 및 무릎'이었다. 이는 이은동 외(2006)가 수행한 연구의 직종별 통증부위 설문조사 결과와도 동일하다.

표 5. 철근공의 수작업 측정 결과

작업명	자세	시간(분)	비고
철근운반	일어서서 손으로 운반	27	9회 운반
철근배근	허리 굽힘	50	
결속선이음	허리 굽힘/쪼그리고 앉기	30	갈고리 사용 896개 작업
스페이서고정	허리 굽힘/쪼그리고 앉기	8	236개 작업
휴식	허리 펴기	5	1회 휴식
소계		120	

조사 결과를 토대로 하루 8시간 작업시간을 적용하여 환산한다면 하루 평균 5.9시간동안 부담작업을 수행한다고 유추할 수 있다. 이와 같은 조사 결과는 근골격계부담작업 제4호 및 제5호의 측정기준(표 6 참조)인 하루 총 2시간이상 허리를 구부리거나 쪼그리고 앉은 자세를 규제하고 있는 것을 초과하는 과부하이다.

3.3 부담작업 부하 평가

(1) 목공의 반복적 수작업 부하

본 연구에서는 목공의 거푸집 설치를 위한 망치를 이용한 수작업의 반복성으로 인한 작업부하를 측정하기 위하여 대학원생

표 6. 근골격계 부담작업 제4호, 제5호

구분	측정항목	측정기준
근골격계 부담작업 제4호	하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업	특별한 사정이 없는 한 수직상태를 기준으로 목이나 허리를 전방으로 20도 이상 구부리거나 허리를 후방으로 20도 이상 제치는 경우
근골격계 부담작업 제5호	하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업	수직상태를 기준으로 무릎이 발끝보다 앞으로 나오는 자세 이상으로 무릎을 구부린 상태에서 발이 체중의 대부분을 지탱하고 있는 상태

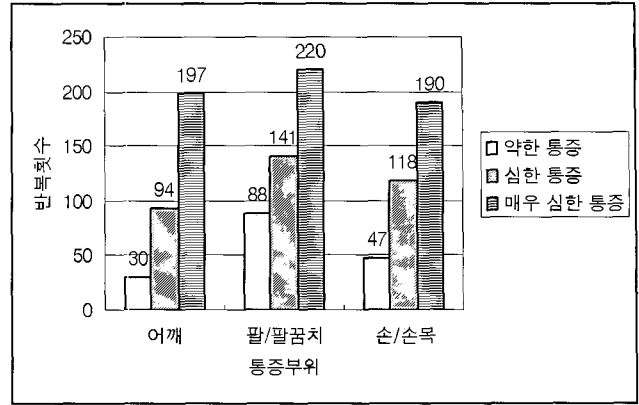


그림 4. 목공의 반복적 망치작업 실험 결과

들을 대상으로 유사한 작업자세로 작업을 실시하여 주관적 불편도를 측정함으로써 작업부하를 유추하고자 하였다(그림 5 참조). 실험의 개요는 표 7과 같다. 주관적 불편도는 3가지 척도로서 약한 통증(1), 심한통증(3), 매우 심한통증(5)으로 구분하여 설정하였다. 평균 반복횟수는 44.3회/분으로서 근골격계 부담작업 제2호의 측정기준인 10회/분을 초과하고 있다. 이에 따른 주관적 불편도는 반복횟수를 기준으로 측정된 시간 결과를 토대로 보면 신체적 한계인 매우 심한통증을 느끼는 부위가 손/손목(190회), 어깨(197회), 팔/팔꿈치(220회)의 순으로 나타난 것으로 분석되었다(그림 4 참조). 이는 표 1의 목공을 대상으로 실시한 조사 결과와도 일치하는 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.



그림 5. 반복적 망치작업의 실험 사진

표 7. 반복적 수작업의 주관적 불편도 조사 결과(망치작업)

피실험자	반복횟수	소요시간	평균반복횟수	통증부위(우선순위)	
					성별
남	30	200	4분 23초	45.6회/분	팔/손가락/어깨
남	28	170	4분 10초	40.8회/분	팔/어깨/손가락
남	28	250	5분 30초	45.4회/분	팔/어깨/손목
남	27	260	6분 10초	40회/분	손가락/손목/어깨
남	27	300	6분 3초	49.6회/분	팔/어깨/손목

(2) 철근공의 쪼그리고 앉기 혹은 허리 굽힌 자세의 부하

본 실험은 평균 27.4세(25~31세)의 건강한 남녀 대학원생 7인(남 5인, 여 2인)을 대상으로 실시되었다(그림 6 참조). 실험은 현장에서 철근공의 철근 배근 및 결속선 이음작업을 위한 작업자세인 쪼그려 앉기 및 허리굽힘 상태에서의 주관적 불편도를 측정함으로써 부담정도를 측정하는 것이었다. 표 8에서 보듯 허리굽힘 자세로 평균 10분 42초만에 포기한 것으로 측정되어 쪼그려 앉기(16분 37초)보다 불편도가 더욱 심한 것으로 분석되

었다. 허리 굽힘 자세에서 불편한 신체 부위는 허리 및 등(35%), 허벅지(25%), 종아리(22.5%), 무릎(17.5%)의 순으로 조사되었다. 반면, 쪼그려 앉기 자세에서는 발목(41.3%), 무릎(29.4%), 종아리(17.6%), 허벅지(11.7%)의 순으로 불편도가 높은 것으로 조사되었다. 이는 현장조사 결과 철근공의 작업에 의한 통증부위가 허리 및 등(56%), 다리 및 무릎(12%), 손 및 손목(12%), 팔 및 팔꿈치(12%)의 순으로 조사된 것(표 1 참조)과 동일하게 허리 및 등 부위가 가장 부담이 많음을 알 수 있다.

표 8. 철근공과 유사한 작업자세 실험 결과

자세	평균 포기 시간	불편도 측정 결과	
		통증부위	불편도(%)
쪼그려 앉기	16분 37초	발목	41.3
		무릎	29.4
		종아리	17.6
		허벅지	11.7
허리 굽힘	10분 42초	허리 및 등	35.0
		허벅지	25.0
		종아리	22.5
		무릎	17.5

실험은 동일한 작업자세를 지속하면서 피실험자의 주관적 불편도를 3단계(약한 통증(1), 심한 통증(3), 매우 심한통증(5))로 구분하여 응답하도록 하였다. 통증을 호소할 시점에서의 시간을

표 9. 쪼그려 앉기 작업의 불편도 측정 결과

(단위 : 분)

주관적 불편도	종아리	무릎	발목
약한통증(1)	3.3	4.6	3.0
심한통증(3)	10.4	13.3	11.7
매우 심한통증(5)	16.3	17.3	16.2



그림 6. 쪼그려 앉기 실험 사진

측정하여 분석하였으며, 신체의 부담에 한계를 느껴 포기할 때까지 지속되었다. 쪼그려 앉기 작업의 불편도에 대한 응답 시간은 표 9와 그림 7과 같다.

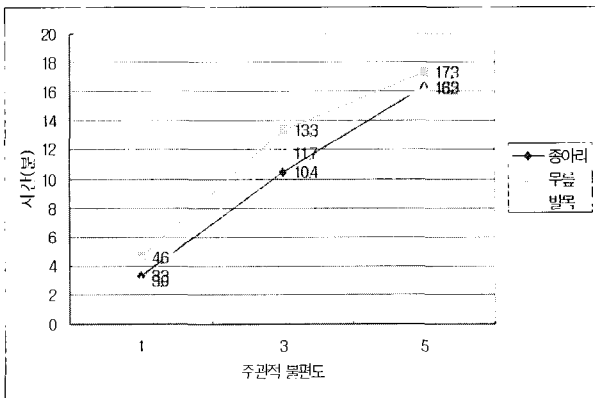


그림 7. 쪼그려 앉기 작업의 불편도

그림 7은 시간의 흐름에 따른 부위별 주관적 불편도의 추이를 나타내는 그래프이다. 발목이 가장 빨리 불편함을 느껴며 또한 가장 빠른 시간내에 매우 심한통증에 이르러 가장 높은 불편도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

허리 굽힘 자세에서의 작업도 쪼그려 앉기 자세와 동일한 방법으로 측정되었다. 실험 결과는 표 10과 그림 8과 같다. 초기 불편도는 '무릎'이 가장 높았으나 '허리 및 등' 부위가 가장 빠른 시간내에 한계인 매우 심한통증에 이른 것으로 분석된다. 즉, '허리 및 등' 부위는 약한 통증이 감지되어 매우 심한 통증으로

표 10. 허리굽힘 작업의 불편도 측정 결과

(단위 : 분)

주관적 불편도	허리/등	허벅지	종아리	무릎
약한 통증(1)	5.1	2.8	2.3	2
심한 통증(3)	8.4	7.2	9.3	9
매우 심한 통증(5)	10.3	10.8	12.7	11

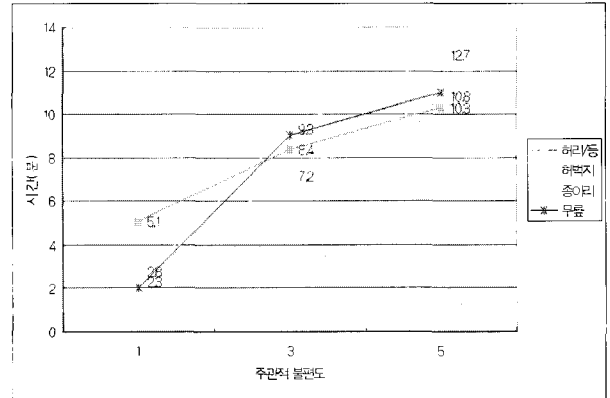


그림 8. 허리굽힘 작업의 불편도

진전되면서 한계를 느끼는 소요시간(5.2분)이 가장 짧아 부담이 급속히 진전되고 있음을 알 수 있다.

3.4 결과 및 논의

건축공사에서 근골격계질환 관련 부담작업을 가장 많이 포함하고 있는 대표직종인 목공과 철근공을 대상으로 수작업 부하 정도를 평가하는 연구의 주요 결과를 요약하고 이를 토대로 부담작업을 완화하고 궁극적으로는 안전도를 높이기 위한 제언을 하고자 한다. 본 연구의 주요한 결과는 다음과 같다.

- ① 목공의 경우 거푸집 작업과 관련하여 평균 분당 30회 이상의 반복적인 수작업(망치작업)을 실시하고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 실험을 통하여 건강한 20대 청년들에게도 분당 44회, 6분정도의 반복작업으로 인해 매우 심한통증을 호소하고 있음을 확인하였으며 근골격계 부담작업 제2호의 측정기준인 분당 10회를 훨씬 넘고 있어 반복적 수작업으로 인한 과부하로서 부담작업임을 입증할 수 있다.
- ② 철근공의 경우 쪼그리고 앉기 혹은 허리 굽힘 자세에서의 바닥슬래브 철근 배근관련 작업 수행을 대상으로 부하를 측정하였다. 2시간의 측정결과 88분간의 쪼그리고 앉기 혹은 허리 굽힘자세에서의 작업이 이루어지고 있어 이를 하루 8시간 기준으로 환산한다면 약 5.9시간의 작업을 수행하는 것으로 추정이 가능하여 근골격계부담작업 제4호의 '하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상'

태에서 이루어지는 작업', 혹은 제5호의 '하루 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세'에서 규정하고 있는 측정기준을 초과하고 있어 '허리 및 등', '무릎'에 과부하가 되는 것은 당연하다고 할 수 있다. 이는 실험을 통해서도 쪼그리고 앉기 혹은 허리굽힘 자세에서 약 10~17분 정도면 다리 및 무릎부위에 매우 심한통증을 느끼는 것으로 조사되어 작업부하가 매우 심각하다고 판단할 수 있다.

이상의 연구 결과 도출된 작업부하를 저감하기 위해서는 크게 두 가지의 해결방안 및 후속연구가 필요하다고 하겠다.

첫째, 부담작업 측정기준에 적합하게 작업을 하도록 적극 지도 및 교육하는 방법이다.

근골격계질환 유발 작업의 작업부하 발생은 앞서 언급한바와 같이 작업주기시간(Cycle Time)과 빈도수(frequency)에 기인하기 때문에, 주기시간과 빈도수를 인체가 감당할 수 있는 수준에서 유지할 수 있도록 현장 감독자 및 작업자들에게 교육을 하는 방법이다. 작업 빈도수에 대한 교육 및 작업 자세 교정은 근골격계 질환 발생이 적은 숙련공들의 작업자세 및 작업요령에 대한 연구를 통해 비숙련공에게 이러한 작업자세와 작업요령을 교육하는 것이며, 작업 주기시간과 관련된 교육으로는 작업 중 휴식 시간과 인체부담을 줄이기 위한 휴식주기를 도출하고, 이에 대한 기능공별 적정 휴식주기 및 휴식시간을 교육하는 등의 방법이라 할 수 있다.

그러나, 이 경우 건설현장의 작업특성상 노무자의 작업시간과 작업능력은 현장작업의 일정 및 생산성과 밀접한 관련이 있기 때문에 산학간 연계연구를 통해 새로운 노무자의 작업부담완화 방식의 도입이 생산성·품질 등에 차질을 발생시키지 않도록 하는 세밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

둘째, 사용 수공구 및 작업자세·방법의 개선을 통한 부담작업의 근원적 제거 방안 등이 고려될 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이 근골격계부담작업은 작업 형태에 따라 특정 부위의 근육이나 골격계를 과도하게 사용하는 것에서 유발되는 질병이다. 현재 사용되고 있는 수공구는 현행의 작업자세를 유지하면서 해당 작업의 효율성을 증진시키는 쪽으로 개선이 되어왔다. 이는 작업형태에서 기인하는 인체부담을 완화시키는 것에는 한계를 나타낼 수 밖에 없으며, 따라서 현재와 비슷하거나 더 나은 수준의 작업수준을 유지하면서 인체부담은 완화시킬 수 있는 수공구에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 이러한 연구를 통해 수공구의 사용에 따른 작업형태가 변화하게 되면 이는 근골격계 질병감소를 위해 첫 번째 방법보다도 능동적인 해결책을 제시할 수 있다고 사료된다. 그러나, 이와 같은 연구개발을 완성하기 위해서는 대상작업별로 작업특성, 작업

형태 및 자세에 대한 심도있는 연구가 선행되어야 하며, 부담작업을 해소할 수 있는 수공구 및 보조장치의 개발이 수행되어야 한다.

4. 결론

건축공사의 기능인력 안전문제는 매우 심각하며 작업특성상 근골격계질환의 발병 가능성이 매우 크다. 이는 항시 근골격계 부담작업에 노출되어 있는 건축공사의 특성에 기인한다. 본 연구에서는 근골격계질환의 주요 원인인 수작업 부하를 측정하여 그 정도를 파악하였다. 본 연구는 선행연구인 「건축공사 기능인력의 안전과 수공구의 상관관계에 관한 조사 연구」 결과를 토대로 목공 및 철근공을 대상으로 수작업 부하 평가를 실시하였다.

본 연구는 부담작업에 대한 주관적 판단에 기초한 조사 및 실험을 토대로 결과를 도출하였다. 그 결과 목공의 경우 반복적 수작업의 과부하가 입증되었으며, 철근공의 경우 쪼그리고 앉거나 허리를 굽힌 자세에서의 작업 과부하가 측정되어 이로 인한 근골격계관련 통증 및 질환이 밀접한 연관성이 있음을 확인하였다. 그러나 본 연구에서 도출된 결과는 특정 현장에서 종사하고 있는 소수의 기능인력을 대상으로 조사되었으며 실험을 충분한 인원을 대상으로 하지 못하여 보편타당한 대표성을 지니기에는 한계가 있다. 따라서, 본 연구결과의 객관성을 확보하기 위해서는 보다 많은 대상자를 선정하여 광범위하게 조사 및 측정을 실시하고, 많고 다양한 피실험자를 대상으로 실험을 실시하여 결과의 신뢰도를 높이고 보편성을 확보할 필요가 있다. 또한, 인간공학작업부하를 측정하는 전문기구를 활용한 실시간 신체적 피로도를 과학적으로 측정하는 등 정성적·정량적 분석을 실시하여 수작업에 의한 부하의 심도있는 측정 및 평가가 추후에 지속적으로 연구될 필요가 있다.

본 연구는 건설기능인력의 작업 안전도 확보를 위한 인간공학적 측면에서의 작업개선 관련 조사연구로서 도출된 결과는 부담작업의 부하를 저감하기 위한 대상을 선정하고 대안을 제시하기 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 갈원모 외 5명(2001), 인간공학, 1판, 신광출판사, 서울, pp 310~315
2. 권호채, 유희천(2003), "수작업의 반복성 평가 방법 조사", Vol. 22, No. 3, 대한인간공학회, pp. 75~91
3. 기도형(2003), "우리나라 근골격계질환의 추이와 산업체 안전

- 담장자의 인식 실태 조사”, 제4권, 대한인간공학회, pp. 79~90
4. 노동부(2004), 근골격계 예방업무편람, 2004. 4
5. 노동부(1996~2003), 산업재해분석, 노동부, 각 연도
6. 이은동, 조창연, 이준복(2006), “건축공사 기능인력의 안전과 수공구의 상관관계에 관한 조사 연구”, 건설관리 제7권 제4호, 한국건설관리학회, pp. 61-68.
7. 이인석, 정민근(1998), “쪼그려 앉은 자세에서의 작업부하 평가”, Vol. 24., No. 2, 대한산업공학회, pp. 167~173
8. 전국민주노동조합총연맹(2003), “근골격계 직업병과 노동조합 활동 지침서”, <<http://www.nodong.org>>, 2005.10.23
9. Colombini, D.(1998), An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs, Ergonomics, 41(9), pp. 1261-1289

논문제출일: 2007.04.03

심사완료일: 2007.04.17

Abstract

It is crucial that the WRMSD is realized as a critical job-related diseases for the construction workers. It is caused by the characteristics of repetitive work, uncomfortable work methods and continuous unsuitable physical posture. The objective of this research is to evaluate the workload for the carpenters and structural steel workers. Investigation on the posture and behavior for the workers as well as personal sensitivity to the workload is conducted. The laboratory tests with graduate students are conducted to estimate inconvenience in terms of personal sensitivity to the workload. The results of this research will be used to perform the further researches on ergonomic and technological approaches to improvements of the hand-intensive tasks in the construction industry.

Keywords : WRMSD, overload-work, hand tools, workload evaluation, construction safety
