

# 근골격계질환 예방을 위한 조선업종에서 인간공학 프로그램의 운영과 효과에 관한 연구

김유창<sup>†</sup> · 장성록<sup>\*</sup>

동의대학교 산업경영공학과 · <sup>\*</sup>부경대학교 안전공학부  
(2006. 10. 10. 접수 / 2006. 12. 4. 채택)

## The Effect and Management of the Ergonomics Program for the Prevention of WMSDs in a Shipbuilding Industry

Yu-Chang Kim<sup>†</sup> · Seong-Rok Chang<sup>\*</sup>

Department of Industrial Management Engineering, Dongeui University

<sup>\*</sup>Division of Safety Engineering, Pukyong National University

(Received October 10, 2006 / Accepted December 4, 2006)

**Abstract** : Importance of the work-related musculoskeletal disorders(WMSDs) has been increasing in the manufacturing industry such as the domestic shipbuilding industry and car industry. Recently, companies have implemented the risk factor investigation due to the amendment of the industrial safety and health law in 2003. At the same time, some large companies have introduced and implemented an ergonomics program for WMSDs. Yet, until now a study of the effect and management of the ergonomics program has not been conducted. In 2005, we audited an ergonomics program in a domestic shipbuilding company four times for 9-month period. The company implemented an ergonomics program from 2003 to 2005. From the investigation, this paper reveals the effects and problems of the ergonomics program implemented by the company and presents methods for its improvement. The findings described in this paper will help the companies to implement their ergonomics program for WMSDs in the future.

**Key Words** : shipbuilding industry, work-related musculoskeletal disorders(WMSDs), ergonomics program

### 1. 서론

작업관련 근골격계질환은 최근 몇 년간 사업장의 집단적인 발병, 산업재해자수의 급증 등으로 인하여 산업안전보건 분야의 주된 문제가 되고 있다. 특히, 선박, 자동차, 중공업 등의 제조업에서 이러한 문제는 노·시간의 갈등을 야기하는 주요인으로 작용하여 사회적 이슈로 대두 되었다<sup>1)</sup>. 사업장에서 근골격계질환이 큰 문제점으로 이슈화되었기 때문에 정부에서는 이러한 근골격계질환 예방이 권고만으로는 한계가 있다고 판단하여 근골격계질환 예방에 관한 법을 제정하였다.

정부의 입법화와 노조를 중심으로 한 근골격계질환 예방에 대한 작업자의 요구가 증가함에 따라 최

근 몇몇 대기업을 중심으로 인간공학적 작업환경개선과 인간공학 프로그램 도입 등 근골격계질환 예방 활동을 추진하기 위한 활발한 움직임을 보이고 있다.

본 연구의 대상인 조선업은 규모가 방대하고 주문생산에 따른 생산구조가 복잡하여 표준화가 어렵기 때문에 근골격계질환 예방 등 안전보건관리에 많은 한계성이 존재하고, 매우 다양한 공정과 작업요소로 구성되어 있으며, 대부분의 작업이 밀폐된 혹은 한정된 작업공간에서 이루어지기 때문에 다른 업종에 비해 부적절한 작업자세 및 무리한 작업, 반복작업 등으로 인한 근골격계질환 발생 위험성이 높은 것으로 알려져 있다.

2002년, 2003, 2004년 근로복지공단으로부터 산업재해보상보험법에 의거 산업재해로 인정받은 제조업 근골격계질환 중 조선업에서 차지하는 비율은 각각 34%(479명), 20%(735명), 19%(607명)로 조선업

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
yckim@deu.ac.kr

에서의 근골격계질환 발생률이 높은 실정이다<sup>2)</sup>.

선진 외국의 경우 대부분의 대기업에서는 인간공학 프로그램을 도입하여 체계적인 근골격계질환 관리를 실시하여 근골격계질환 예방에 상당한 효과를 보고 있다. 국외 인간공학 프로그램의 구축과 시행으로 인한 효과에 대하여 살펴보면, 인텔(Intel)은 인간공학 프로그램 도입 후 1994~1998년까지 근골격계질환의 비율이 72% 감소되었고, 직/간접비용은 약 \$1억 이상 절약되었다<sup>3)</sup>. 제록스(Xerox)의 경우에도 1992년 인간공학 프로그램 도입 후 근골격계질환자 수가 24% 감소되었고, 근골격계질환 관련 직접비용도 56%가 감소되었다고 보고한 바 있다<sup>4)</sup>. 나비스타 국제운송회사(Navistar International Transportation Corp.)는 인간공학 프로그램을 적용한 결과 근골격계질환 보상비는 시행 전 1993년도 \$139만에서 1996년 \$54.4만으로 61%, 건당 보상비용은 \$9,518에서 \$4,860으로 49%가 감소하였고, 작업손실일은 작업자 100명당 122일이 감소하였다고 보고하였다<sup>5)</sup>. 인간공학 프로그램의 도입은 근골격계질환 등에 따른 비용의 감소, 생산성 향상의 효과를 가져다준 많은 사례가 보고되었다.

최근 국내에서도 조선업에서의 근골격계질환 예방을 위한 인간공학 프로그램의 적용 사례에 관한 연구가 수행되고 있다<sup>6,7)</sup>. 그러나 조선업중에서의 인간공학 프로그램 적용 후 Audit를 통한 그 효과 파악에 관한 연구는 전무하다.

따라서 본 연구는 국내에서 최초로 인간공학 프로그램을 도입하여 3년간 시행해온 모 조선업체를 대상으로 2005년 4월~12월 동안 4차에 걸친 인간공학 프로그램 Audit를 실시하였으며, 이를 바탕으로 인간공학 프로그램 운영의 효과를 파악하였다. 또한, 인간공학담당자와의 면담 및 설문 조사를 통하여 인간공학 프로그램의 운영 중에 발생하는 문제점을 파악하고 개선방향을 제시하였다. 이러한 연구결과는 앞으로 인간공학 프로그램을 운영할 회사에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

## 2. 연구방법 및 과정

### 2.1. 인간공학 프로그램 개요

인간공학 프로그램이라 함은 유해요인조사, 작업환경개선, 의학적 관리, 교육·훈련, 평가에 관한 사항 등이 포함된 근골격계질환을 예방·관리하기 위한 종합적인 관리시스템을 말한다<sup>8)</sup>.

본 연구에서 사용된 인간공학 프로그램은 매뉴얼과 절차서로 구성되어 있다. 매뉴얼에서는 인간공학의 중요성, 사업주의 책임 및 작업자의 참여, 근골격계질환 예방을 위한 조직의 구성과 교육 등 회사의 근골격계질환 예방을 위한 기본 규정을 나타내고, 절차서는 인간공학적 작업환경 개선을 위한 절차를 나타내고 있다. 절차서는 5단계로 구성되며, 절차서 1은 “작업개선 우선순위 선정”, 절차서 2는 “작업스트레스 평가”, 절차서 3은 “해결방안의 개발 및 선택”, 절차서 4는 “해결방안의 실행”, 그리고 절차서 5는 “사후관리 및 프로그램 평가”에 관한 내용을 포함하고 있다.

### 2.2. 인간공학 프로그램 운영

본 연구에서 사용된 인간공학 프로그램은 국내 모 조선업체를 대상으로 2002년에 인간공학자 3명과 해당 업체의 TFT(Task Force Team)가 4개월에 걸쳐 개발하였으며, 2003년 2개 부서의 시범 적용을 통하여 수정·보완하여 완성되었다. 그 후 2004년 외부의 인간공학자와 함께 전사적으로 인간공학 프로그램을 운영하였으며, 2005년에는 회사 자체적으로 운영함과 동시에 외부 연구진은 Audit를 실시하였다.

본 사업장은 인간공학 프로그램의 원활한 운영을 위하여 총 32개 생산 현업부서에 부서별로 현장개선 위원회를 구성하였다. 현장개선위원회는 팀장, 운영파트장, 생산파트장 1명(대의원 2인 이상인 부서), 대의원 3명 이내(대의원 1명인 부서는 실직업자 1명 포함), 직·반장 중 1명, 부서 인간공학담당자로 구성된다. 그리고 현장개선위원회는 부서별로 1명의 인간공학담당자를 임명하고 회의에 참석하도록 하였다. 임명된 인간공학 담당자는 해당 조직의 인간공학적 작업장 개선을 위한 활동과 관련된 모든 내용을 문서로 기록하는 등 현장개선위원회 활동의 핵심요원으로 활동하였다.

인간공학 프로그램을 전사적으로 운영하기 전에 각 부서별 인간공학 담당자, 대의원, 부서장, 현장의 직/반장, 관리감독자를 대상으로 근골격계질환의 중요성, 인간공학 프로그램 등의 교육을 실시하여 근골격계질환 예방에 대한 관심과 참여를 유도하였다.

### 2.3. 인간공학 프로그램 Audit

본 연구는 근골격계질환 예방을 위한 인간공학 프로그램 Audit를 2005년 4월부터 12월까지 9개월 동안 총 4차에 걸쳐 실시하였다. 인간공학 프로그램 운

영과 근골격계질환 예방·관리 실패를 파악하기 위해서 실시된 Audit는 총 32개 생산 현업부서를 대상으로 실시하였으며, 1~3차 Audit는 전반적인 인간공학 프로그램 실시 현황, 작업장 개선 사례를 검토하고 개선 사항에 대하여 조언을 하기 위한 목적으로 실시되었다. 반면, 4차 Audit의 목적은 전사적으로 작업장 개선 사례를 재검토하고 인간공학 프로그램의 현황, 애로사항, 그리고 주요 효과를 파악하여 향후 인간공학 프로그램의 추진 방향 및 Audit 평가 기준을 제안하기 위한 목적으로 실시되었다.

인간공학 프로그램 Audit의 전반적인 진행은 각 부서별 인간공학담당자와의 면담, 설문 조사 및 서류평가를 실시하고, 현장을 방문하여 해당 작업자와의 면담, 촬영 및 평가를 거쳐 개선안을 제안하는 방식으로 이루어졌다.

### 3. 연구 결과

#### 3.1. 인간공학 프로그램 운영 효과

##### 1) 근골격계질환자수 감소

본 사업장에 2004년 인간공학 프로그램이 전사적으로 적용된 후, Fig. 1과 같이 근골격계질환자 승인 건수가 감소하는 경향을 보였다. 2003년 277명에 비하여 2004년에는 237명으로 2003년 대비 14.4%가 감소하였으며, 2005년에는 194명으로 2003년 대비 30.0%가 감소하였다. 사업장 구성원의 노력으로 인간공학 프로그램이 본 사업장에 전파되고, 인간공학 적 작업개선활동이 활발히 진행되면서 근골격계질환의 유해요인이 감소한 결과로 판단된다.

##### 2) 근골격계질환 요양 복귀자수 증가

근골격계질환자수의 감소와 함께 Fig. 2와 같이 근

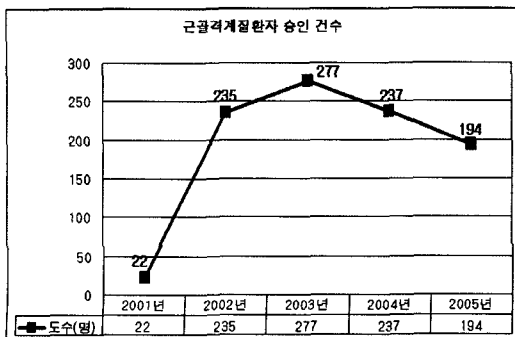


Fig. 1. The number of WMSDs cases per year.

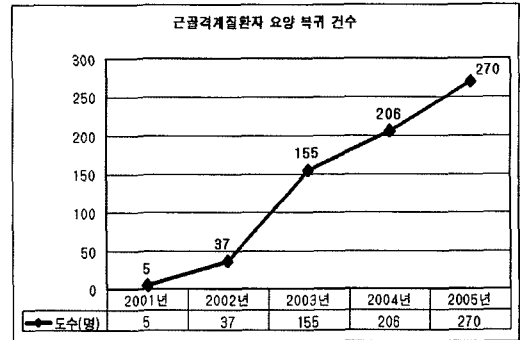


Fig. 2. The number of WMSDs sufferers returned to work per year.

골격계질환 요양 복귀자수가 증가하는 경향을 보였다. 2003년 155명에 비하여 2004년에는 206명으로 전년 대비 32.9%가 증가하였으며, 2005년에는 270명으로 2003년 대비 74.2%가 증가하였다. 이러한 결과는 인간공학 프로그램의 적용으로 활발한 작업장 개선활동이 전개되면서, 일하기 좋은 회사 분위기를 형성하고, 작업자의 만족도가 높아짐으로써, 예전에 비해 요양자들이 조기에 복귀한 결과로 판단된다.

##### 3) 근골격계질환자수 감소에 따른 재해 손실 비용 감소

김유창 등은 하인리히의 재해손실비용 모델(재해손실비용 = 직접비 + 간접비(직접비 : 간접비 = 1 : 4))에 의하여 한국에서 근골격계질환으로 인한 1인당 재해손실비용은 약 1억 5천만원(근골격계질환자수 1인당 평균 직접손실액을 29,732,408원으로 가정)으로 추산된다고 보고하였다<sup>9)</sup>. 이에 따르면 본 사업장의 근골격계질환으로 인한 총 재해손실비용은 Table 1과 같이 2002년 349억 4천만원, 2003년 411억 8천만원, 2004년 352억 3천만원, 그리고 2005년 288억 4천만원으로 추산된다.

본 사업장의 근골격계질환으로 인한 재해손실비용은 2004년 인간공학 프로그램이 전사적으로 적용

Table 1. The estimated industrial injury costs of WMSDs per year(direct cost : indirect cost = 1 : 4)

Year	No. of WMSDs (person)	Direct cost (10 million won)	Total cost (10 million won)
2002	235	699	3,494
2003	277	824	4,118
2004	237	705	3,523
2005	194	577	2,884
Sum	943	2,815	14,029

된 후 2003년 대비 59억 5천만원, 2005년에는 2003년 대비 123억 4천만원이 감소한 것으로 추산된다. 이러한 결과는 많은 외국사태와 같이 인간공학 프로그램의 효과적인 도입은 근골격계질환으로 인한 재해손실비용의 감소를 가져온다는 결과와 일치한다.

### 3.2. 인간공학 프로그램 운영의 주요 문제점

본 인간공학 프로그램 Audit 연구를 진행하는 동안 각 부서별로 인간공학 프로그램 활동 과정에서 나타나는 애로사항 및 문제점은 약간의 차이는 있었으나, 전사적 측면에서 공통적으로 파악된 인간공학 프로그램 운영의 주요 문제점은 아래와 같이 요약된다.

#### 1) 인간공학담당자 변경시 업무 인수인계 미흡

본 사업장에서는 2005년 한 해 동안에도 총 32개 부서 중 14개 부서의 인간공학담당자가 교체될 정도로 잦은 변경이 존재하였다. 그러나 업무의 인수인계가 미흡하고, 변경된 인간공학담당자를 대상으로 한 효과적인 인간공학 재교육이 이루어지고 있지 않아 인간공학 프로그램 운영에 어려움이 있었다.

#### 2) 작업장 개선사항에 대한 정보공유 부족

본 사업장 내의 동일 작업에 대한 인간공학적 개선 정도에 있어서도 각 부서별로 차이가 발생한다. 각 부서별 인간공학담당자의 인간공학적 작업장 개선에 대한 지식의 차이를 감안하더라도 이는 현업의 생산부서간 인간공학적 작업장 개선사항에 대한 정보 공유가 제대로 이루어지고 있지 않음을 나타낸다.

#### 3) 타 개선활동과 구분되지 않은 인간공학 프로그램 활동 추진

일부 부서의 인간공학담당자들이 서류업무의 과중으로 인하여 안전, 품질 및 생산혁신활동과의 구분을 명확히 하지 않아 인간공학 프로그램의 절차를 제대로 따르지 않고 있었다. 또한, 기타 개선활동과 인간공학 프로그램에서의 인간공학적 개선활동의 차이점을 명확하게 이해하지 못하였다.

#### 4) 작업장 개선의 설계상 한계

조선업종에 있어서 배의 블록(Block) 조립에 대한 공정설계가 이루어진 후에는 블록 내의 한정된 작업 공간에서 작업을 하여야 함으로써, 근골격계질환의 유해요인에 해당하는 부자연스러운 자세 등에 대한 개선에는 한계가 존재하였다.

## 4. 결론 및 토의

본 연구는 국내 모 조선업체를 대상으로 2005년 4차에 걸친 인간공학 프로그램 Audit를 실시한 결과를 기초로 한 것이다. 이를 바탕으로 인간공학 프로그램 활동의 효과를 도출하고, Audit를 진행하는 동안 발견한 문제점들을 기술하였다. 앞서 기술한 문제점들을 기반으로 인간공학 프로그램의 개선 방향을 제시하고자 한다.

본 연구에서 발견된 인간공학 프로그램의 긍정적인 효과로써, 근골격계질환자수가 2003년 277명에서 2005년 194명으로 30.0%가 감소하였고, 근골격계질환 요양 복귀자수가 2003년 155명에서 2005년 270명으로 74.2%가 증가하였다. 또한, 근골격계질환으로 인한 재해손실비용은 2004년에 2003년 대비 59억 5천만원, 2005년에는 2003년 대비 123억 4천만원이 감소한 것으로 추산된다. 인간공학 프로그램이 적용되는 동안 사업장은 인간공학 프로그램 활동 외에 안전, 품질 및 생산혁신활동을 동시에 전개하고 있었으며, 이러한 기타 개선활동들이 인간공학 프로그램 활동에 미친 간접적인 영향도 어느 정도 존재하였다고 판단된다.

인간공학 프로그램 Audit를 통하여 발견한 문제점들은 아래와 같다.

- 인간공학담당자 변경 시 업무 인수인계 미흡
- 작업장 개선사항에 대한 정보 공유 부족
- 타 개선활동과 구분되지 않은 인간공학 프로그램 활동 추진
- 작업장 개선의 설계상 한계

이상의 인간공학 프로그램 운영상의 문제점에 대해 다음과 같은 개선방향을 제시한다.

첫째, 인간공학 프로그램의 중추역할을 해야 하는 인간공학담당자가 업무의 인수인계와 인간공학 교육을 제대로 받지 못한다면 해당 부서의 인간공학 프로그램의 운영은 지체될 수밖에 없다. 인간공학담당자의 변경 시 업무 인수인계를 확실하게 할 수 있는 적정기간을 제공해야 하며, 새로운 인간공학담당자를 대상으로 근골격계질환과 관련된 작업위험인자 뿐만 아니라 인간공학적 작업개선의 기본 원칙 등의 내용이 포함된 인간공학 교육을 실시해야 한다.

둘째, 작업장 개선사항에 대한 정보 공유의 부족에 관한 문제점을 해결하기 위해서는 효율적인 정보 커뮤니티가 필요하다. 전사적으로 확대가 가능한 공

통개선사항에 대해서는 각 부서가 서로 정보를 공유하고 홍보할 수 있는 효율적인 전산시스템이 필요하다. 즉, 공통개선사항에 대하여 전사적으로 의견을 수렴할 수 있는 정보커뮤니티가 필요하다. 이러한 커뮤니티를 통하여 공통개선아이템에 대해서는 공동 구매를 통하여 개선비용의 절감효과 등도 가져올 수 있다.

셋째, 여러 개선 활동들이 구분되지 않고 시행될 때, 어떤 개선 활동들은 소기의 목적을 달성할 수 없게 된다. 인간공학 프로그램이 사업장에 확고히 정착될 때까지는 품질 및 생산혁신활동 등과 구분하지 않고 운영하는 것은 인간공학 프로그램이 실패로 끝날 가능성이 있을 뿐만 아니라, 현재까지의 노력과 성과가 사라질 가능성이 있으므로 타 활동과 인간공학 프로그램 활동을 반드시 구분하여 추진하여야 한다.

마지막으로, 현업의 생산부서에서 인간공학적 작업장 개선을 위해서는 한계가 있으므로, 설계단계에서부터 작업자를 고려한 인간공학적 설계를 통하여 작업장, 작업설비 및 도구, 작업 방법 등의 설계를 하는 것이 바람직하다. 미국의 Ford(Ford Motor Company)는 생산설비의 디자인을 계획 단계에서부터 근골격계질환과 관련될 수 있는 문제점을 고려하고 있다<sup>10)</sup>. 일본의 토요타(Toyota Motor Corporation)는 직무부담을 객관적으로 정량평가기 위해 TVAL(Toyota Verification of Assembly Line)을 개발·사용하였다<sup>11)</sup>. TVAL은 토요타의 생산기술부문이 개발한 조립공정의 인간공학적 평가시스템으로서 개별 작업자의 직무부담을 측정하고, 근골격계 부담작업이 있는 작업의 개선을 실시하여 조립라인을 설계하는데 이용되었다. 토요타의 TVAL 사례에서 볼 수 있듯이, 설계 및 생산기술 부문에 인간공학의 도입이 매우 중요하다.

## 참고문헌

- 1) 한국산업안전공단, “호텔 및 택배 업종의 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발”, 연구원 2005-80-548, pp. 4, 2005.
- 2) 노동부, 산업재해분석, 2003~2005.
- 3) Intel Corporation, “Intel corporation wins 1999 outstanding office ergonomics award”, Center for office technology, 1999.
- 4) Jack C. Azar, “Environment, Health & Safety, Summary section of Xerox’s comments on OSHA’s ergonomics standard”, Submitted Feb. 18, 2000.
- 5) General Accounting Office(GAO), “Worker protection: private sector ergonomics yield positive results”, pp. 97~99, August 1997.
- 6) 김유창, 이관석, 장성록, 임현교, 우동필, “인간공학프로그램 적용 사례에 관한 연구”, 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, 2004.
- 7) 오순영, 표연, 유운식, 정병용, 이동경, 나 건, “조선업종의 인간공학 프로그램 구축 사례”, 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 196~199, 2005.
- 8) 김유창, “근골격계질환 예방관리 프로그램 현황과 문제점”, 안전광장, pp. 94~99, 2005.10.
- 9) 김유창, 이관석, 장성록, 최은진, “한국에서의 근골격계질환 경제성 분석”, 대한인간공학회 창립 20주년 기념 학술대회 논문집, pp. 233~238, 2002.
- 10) Bradley S. Joseph, “Corporate ergonomics program at Ford Motor Company”, Applied Ergonomics, Vol. 34, pp. 23~28, 2003.
- 11) 윤진호, 주무현, “토요타 생산시스템의 진화와 노동의 인간화”, 한국산업노동학회, Vol. 7, No. 1, pp. 59~95, 2001.