

유해요인조사용 평가 소프트웨어 개발*

정병용** · 이종협*** · 김 국****

Development of Evaluation Softwares for Job Hazard Analysis

Byung Yong Jeong**, Jong Hyup Lee***, Kuk Kim****

ABSTRACT

Efforts to identify jobs or tasks having known risk factors for work-related musculoskeletal disorder can provide the groundwork for changes aimed at risk reduction. An effective identification method is the ergonomic job hazard analysis which breaks a job into its various elements or actions, describes them, measures and quantifies the ergonomics risk factors. Some analytical methods including OWAS, RULA, REBA, and NLE have been used as tools in quantifying the risk factors. But these traditional methods using worksheet or paper are difficult to explain to participants for performing the job hazard analysis in the field, and take a long time. We develop some software tools to implement the analytical methods using EXCEL programs or computer program. These tools developed in this study are faster and easier to perform the ergonomic job analysis than the traditional methods using worksheet.

Keyword: Job hazard analysis, MSDs, Analysis tool

1. 서 론

2003년 7월부터 산업안전보건법에서 '근골격계 부담작업'으로 인한 건강장해 예방을 위한 예방조치를 사업주에게 의무화함으로써, 부담작업을 보유하고 있는 모든 사업장에서는 근골격계질환 관련 '유해요인조사'를 매 3년마다 정기적으로 실시해야 한다(노동부, 2003).

유해요인조사의 내용은 작업장 상황 및 작업조건 조사, 근골격계질환 증상조사로 구성되는데, 유해요인조사에서 사용되는 대표적인 작업자세 평가 기법으로는 OWAS(Karhu, 1977), RULA(McAtamney and Corlett, 1993), REBA(Hignett and McAtamney, 2000) 등이 이용되고 있다.

각 사업장에서는 유해요인조사를 하는 과정에서 무수히 많은 데이터를 수집하게 된다. 그러나, 일부 기업이나 단체에서는 아직도 분석용지에 의한 수작업으로 유해요인조사를

함으로써 시간이 많이 걸릴 뿐만 아니라 평가 자료를 효과적으로 활용하거나 관리하지 못하고 있는 실정이다.

지금까지 개발된 작업평가용 전산 프로그램으로는 Temperere(1996)대학에서 개발한 WinOWAS와 NexGen Ergonomics에서 개발한 ErgoMaster, ErgoIntelligence 등이 있으나(1997), 교육용 정도로 현장에 직접 응용하기에는 효율성이 떨어질 뿐만 아니라, 효율성에 비해선 가격도 비싼 편이다. 따라서, 현장에서 쉽게 적용할 수 있고 기존의 사무 환경에서 유용하게 사용할 수 있는 유해요인조사용 분석 소프트웨어의 개발이 매우 필요한 실정이다.

본 연구에서는 회사의 규모나 특성에 맞는 체계적인 유해요인조사 자료의 관리에 관한 방법론을 제시하고 아울러 효율적인 평가를 위한 평가 소프트웨어를 개발하여 제시하고자 한다.

*본 연구는 2005년도 한성대학교 교내연구비 지원과제임.

한성대학교 산업시스템공학과, *인제대학교 정보통신공학과, ****서경대학교 산업공학과
교신저자: 정병용

주 소: 136-792 서울시 성북구 삼선동 3가 389, 전화: 02-760-4122, E-mail: byjeong@hansung.ac.kr

2. 교육용 EXCEL 프로그램 개발

유해요인조사에서 시간이 많이 걸리고, 복잡한 부분은 작업평가와 관련한 다양한 방법론을 어떻게 적용하고 응용할 것인가에 관한 문제이다. 법적 의무사항인 유해요인조사를 이행하면서 노사간에는 어떠한 작업평가 도구를 사용할 것인가에 대한 논란이 많았으며, 각 평가 방법은 신체 부위별 평가 항목에 따라 자세를 분류하고 평가표를 확인하여 점수를 배정하는 과정을 반복적으로 실행하여야 하므로 시간과 노력이 많이 소요되었다(오순영 외, 2005; 이인석 외, 2002).

본 연구에서는 그림 1, 2, 3과 같이 Excel을 이용하여 RULA, REBA, OWAS와 Strain Index, NLE, ANSI 등의 분석도구 등을 교육용으로 개발하였다.

EXCEL을 이용한 분석프로그램은 작업분석시 가장 시간이 많이 소요되는 표를 찾는 시간을 단축시켜주고, 계산의 오류를 줄여주는 장점이 존재한다.

그림 3. Excel 용 OWAS 틀

표 1. 평가 기법별 허리자세 분류표

평가 기법	허리자세
OWAS	곧바로 편 자세(서 있음)
	상체를 앞으로 20도 이상 굽힌자세
	바로서서 허리를 옆으로 20도 이상 비튼자세
	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼자세
RULA	앉은자세(허리 지지: 0 ~ -20도)
	앉은자세(지지 않됨: 0 ~ -20도)
	0 ~ -10도 뒤로 젖힘
	똑바로
	0~20도 굽힘
	20~60도 굽힘
REBA	60도 이상 굽힘
	비틀림
	옆으로 구부림
	-20도 이상 뒤로 젖힘
	0 ~ -20도 뒤로 젖힘
	똑바로
통합	0~20도 굽힘
	20~60도 굽힘
	60도 이상 굽힘
	비틀림 또는 옆으로 구부림
	-20도 이상 뒤로 젖힘
	-10 ~ -20도 뒤로 젖힘
통합	0 ~ -10도 뒤로 젖힘
	똑바로
	0~20도 굽힘
	20~60도 굽힘
	60도 이상 굽힘
	앉은자세(허리지지: 0 ~ -20도)
통합	앉은자세(지지않됨: 0 ~ -20도)
	비틀림
	옆으로 구부림
	비틀림

그림 1. Excel 용 RULA 분석 틀

그림 2. Excel 용 REBA 분석 틀

3. 통합용 EXCEL 프로그램 개발

본 연구에서는 유해요인조사에서 널리 이용되고 있는 OWAS, RULA, REBA 등을 대상으로 각 평가 기법이 갖고 있는 약점을 보완하고 각 기법을 통합하여 작업자에게 좀 더 편리하고 정확한 분석이 가능하도록 하기 위해 세 방법의 평가 결과를 동시에 제공하여 주는 평가 시스템을 구축하였다.

표 1은 OWAS, RULA, REBA에 대한 각 평가 기법의 허리 부위를 자세별로 분류하여 통합하여 요약한 것으로, 세 평가 방법을 통합하기 위하여 각 평가 방법별로 구분된 자세들을 세분한 뒤 통합된 자세 분류표로 요약하여 정리한 것이다.

본 연구에서는 허리, 목, 다리, 어깨(윗 팔), 팔꿈치(아래 팔), 손목, 손목 비틀림 여부, 부하/힘, 손잡이, Activity에 따라 평가 방법별로 분류를 통합하였으며, 그림 4는 항목별 분류표를 EXCEL의 메뉴 아이콘을 이용하여 나타낸 것이다.

위험 요인	구분	
허리	허리 자세	60도 이상 굽힘
	비틀림(+)	20도 이상 뒤로 굽힘 10도 ~ 20도 뒤로 굽힘
	앞으로 구부림(+)	0도 ~ 10도 뒤로 굽힘 뒤배굴 20 ~ 60도 굽힘 20도 이상 굽힘
목	목 자세	10도 ~ 20도 굽힘
	비틀림(+)	20도 이상 뒤로 굽힘 10 ~ 20도 뒤로 굽힘
	앞으로 구부림(+)	10도 ~ 20도 굽힘 20도 이상 굽힘
다리	다리 자세	앞굽 자세
	무릎 30~60도 굽힘	앞굽 자세
	무릎을 60도 이상 굽힘	앞굽 자세 무릎을 60도 이상 굽힘 무릎을 60도 이상 굽힘 무릎을 60도 이상 굽힘 무릎을 60도 이상 굽힘
어깨 (위팔)	어깨 자세	45 ~ 90도 앞으로
	위팔 뻗어지거나 회전	20도 이상 뒤로 20도 뒤로 ~ 20도 앞으로
	어깨 굽힘	45 ~ 80도 앞으로 45도 이상 뒤로 팔이 지지됨
팔꿈치 (아래팔)	팔꿈치 팔자세	10 ~ 90도 (어깨 수직선에서)
	팔이 몸 안쪽을 교차	10 ~ 90도 굽힘 100도 이상 굽힘
	팔이 몸밖을 벗어남	100도 이상
손목	손목 자세	15도 이상 굽힘
	앞으로 굽힘(deviation)	15도 이상 굽힘 중립자세 15도 이상 굽힘
	15도 이상 굽힘	15도 이상 굽힘
부하/힘	중량	5 ~ 10 kg(가슴)
	충격/갑작스런 힘	2.5g 2 ~ 6g(목적 자세/반복) 5 ~ 10g(정적 자세/반복)
	10 ~ 20kg	10 ~ 20kg 20kg 이상
손잡이	손잡이	나쁨(부적절한 손잡이) 중립(편평한 손잡이) 좋음(구멍이 있는 손잡이) 나쁨(부적절한 손잡이) 중립(구멍이 있는 손잡이)

그림 4. 통합된 작업자세 분류

본 연구에서 개발된 프로그램은 여러 방법에 의한 작업평가를 동시에 가능하도록 하여 다양한 각도에서 분석이 가능할 뿐만 아니라 절차의 편리성 때문에 분석시간이 기존 분석 시간보다 단축되는 효과를 가져왔다. 본 분석 프로그램은 사업장에서 쉽고 용이하게 적용할 수 있어, 유해요인조사의 다양한 각도에서의 시도에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

그림 5는 OWAS, RULA, REBA의 평가를 각각 따로 하는 것이 아니라 통합된 분류 방법으로 입력을 받아서 자동으로 각각의 조치가 나오도록 되어있는 교육용 분석 프로그램을 나타낸다.

그림 5. 통합용 EXCEL 프로그램

그림 6은 특정 작업에 대한 샘플링 자세를 각각 작업평가한 뒤 종합적으로 평가하는 실무형 통합 프로그램을 나타낸다. 그림 6의 EXCEL 프로그램은 작업 내용, 작업 도구 등과 자세 관련 사항 등과 Washington OSHA의 중량물 취

그림 6. 실무용 통합 프로그램 틀

급 가이드라인 등을 각각 샘플링 자세별로 단면적으로 평가하고, 종합적으로 ANSI 점수 등을 제공하여 준다.

그림 7은 작업자의 작업 내용을 샘플링하여 사진으로 표현하고, 분석틀에 의하여 분석한 Excel 파일을 관리하는 절차를 나타낸다. 중소기업의 회사의 유해요인조사 자료는 그림 7과 같이 각 작업자의 작업 내용을 샘플링한 작업사진과 Excel 파일을 모아 폴더로 만들고 작업자 폴더들을 모아 작업라인, 반, 팀 등을 구성하여 관리할 수 있다.

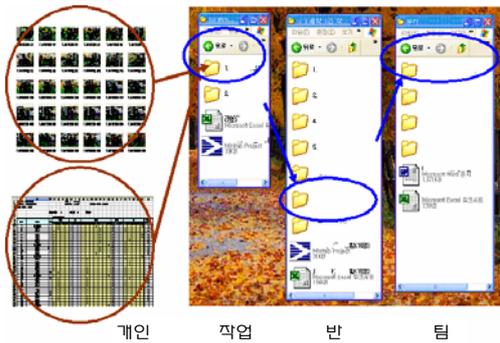


그림 7. 작업분석 자료의 관리형태

4. 유해요인조사용 분석 시스템 개발

대규모 회사에서는 유해요인조사 자료를 체계적으로 관리할 필요가 있다.

그림 8은 유해요인조사 관련 분석 시스템의 필요성을 나타낸다.

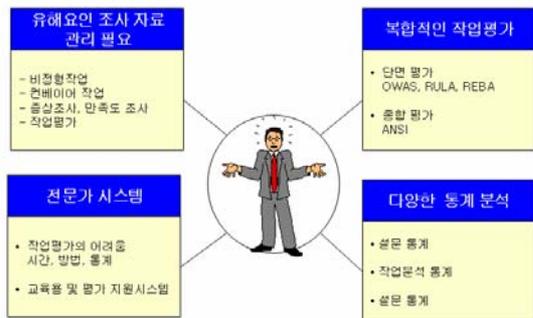


그림 8. 분석 시스템의 필요성

유해요인조사를 체계적으로 도와주는 전문가 시스템을 구축하고 관련 자료를 체계적으로 관리하기 위하여 본 연구에서는 그림 9과 같이 구성된 분석 시스템을 구축하였다.

기본 작업자 정보에는 설문날짜, 작업, 소속 이름, 성별,

연령, 입사 년도, 현 작업배치 년도, 근무형태, 총 근무시간, 식사시간, 휴식 시간을 입력한다. 작업관련 설문은 조사 작업자 스스로 느끼는 작업에 대한 스트레스 및 힘든 정도를 알아보기 위하여, 육체적·정신적 부담 정도 및 작업 방법이나 도구 등 다양한 문항을 입력한다.

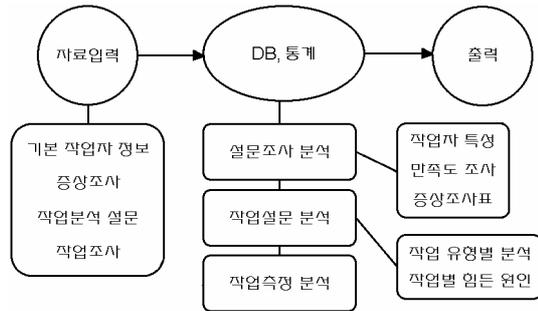


그림 9. 분석 시스템의 구성요소

그림 10은 시스템에서 작업자의 증상에 관한 설문 화면을 나타낸다. 작업증상에 대한 설문을 작성하면 통증호소자에 대한 분류 결과가 제공된다.

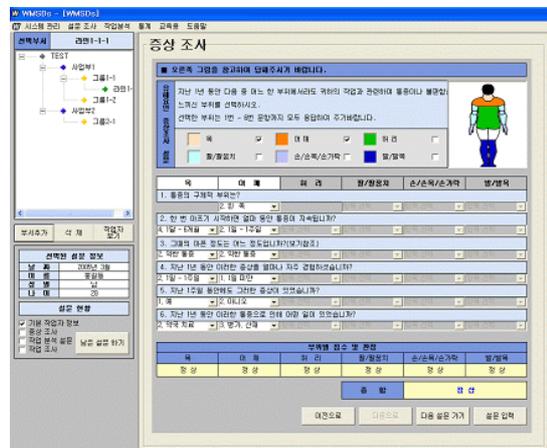


그림 10. 설문 등록 화면

그림 11은 작업평가 화면으로 통합형 자료 분석 방법에 따라 자료를 입력하여 OWAS, RULA, REBA, ANSI 평가 결과 값을 도출하여 저장할 수 있다. 컨베이어 작업과 비정형 작업에 따라 평가 틀이 제공된다.

설문 조사 및 작업평가 결과는 모든 작업 단위별로 통계 결과를 제공한다. 또한 모든 분석이나 통계자료는 EXCEL 파일로 변환하여 저장할 수 있어 분석하는데 편리함을 주도록 설계되어 있다.

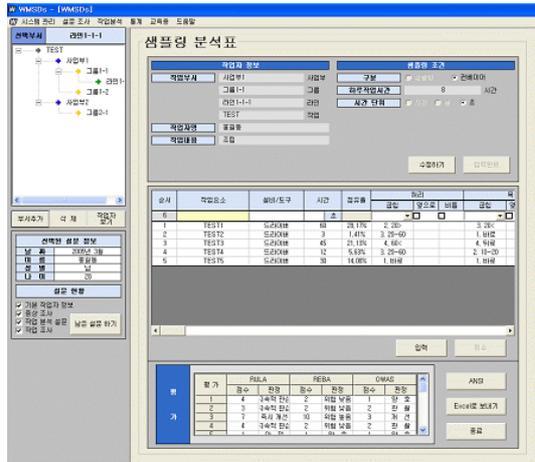


그림 11. 작업분석 및 평가 화면

5. 결론 및 검토

본 연구에서는 회사의 규모나 특성에 맞는 체계적인 유해요인조사 자료의 관리에 관한 방법론을 제시하였다. Excel을 이용한 교육용 프로그램과 작업평가용 자동 프로그램이 개발되었으며, 대규모 회사를 위한 전문 소프트웨어가 개발되었다.

기존의 작업평가에서는 작업자의 작업자세에 대하여 분석자가 일일이 평가표를 보고 확인하여 점수를 내고 결과를 판정하는 절차를 거침으로 인해 많은 시간이 소요되었을 뿐만 아니라, 각 방법을 모두 적용하기엔 너무 시간이 많이 걸려 적용 평가 방법 선택에 따른 논란이 많았다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 여러 방법에 의한 작업평가를 동시에 가능하도록 하여 다양한 각도에서 분석이 가능할 뿐만 아니라 절차의 편리성 때문에 분석시간이 기존 분석시간보다 단축되는 효과를 가져왔으며, 사업장에 간편하게 사용할 수 있도록 EXCEL을 이용하여 구축하였다.

본 분석 프로그램은 사업장에서 쉽고 용이하게 적용할 수 있어, 유해요인조사의 다양한 각도에서의 시도에 많은 기여를 할 것으로 기대되며, 개발된 다양한 소프트웨어는 회사 규모에 따라 효율적으로 유해요인조사 관련 자료를 관리하는데 기여할 것으로 여겨진다.

참고 문헌

노동부, *근골격계 부담작업으로 인한 건강장해 예방 시행지침*, 노동부, 2003.

오순영, 정병용, 조선업종의 유해요인조사 및 인간공학적 개선, *대한인간공학회지*, 24(1), 27-35pp., 2005.

이인석, 정민근, 기도형, 심물리학적 방법을 이용한 다양한 하지 자세의 부하 평가, *대한인간공학회지*, 21(4), 47-65, 2002.

한국산업안전공단, *근골격계 부담작업 유해요인조사 지침(KOSHA CODE H-30-2003)*, 한국산업안전공단, 2003.

Hignett, S. and McAtamney, L., Rapid entire body assessment(REBA), *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205 , 2000.

NexGen Ergonomics, [http://www.nexgenergo.com], 1997.

Karhu, O., Kansii, P. and Kuorinka, I., Correcting working postures in industry: a practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-200, 1977.

McAtamney, L. and Corlett, E. N., RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99, 1993.

Tampere University of Technology, *Users Manual for WinOWAS*, Tampere University of Technology, Occupational Safety Engineering, 1996.

◎ 저자 소개 ◎

❖ 정 병 용 ❖

현재 한성대학교 산업시스템공학과 교수
고려대학교 학사, KAIST 석사, 박사
관심분야: 근골격계질환 예방, 인간공학 진단 및 개선

❖ 이 종 협 ❖

현재 인제대학교 정보통신공학과 교수
고려대학교 학사, KAIST 석사, 박사
관심분야: Health Care Network & System, Network Protocols

❖ 김 국 ❖

현재 서경대학교 산업공학과 교수
서울대학교 학사, KAIST 석사, 박사
관심분야: 신뢰성공학, 인간공학

논문 접수 일 (Date Received) : 2005년 08월 16일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2005년 09월 26일