

## 인간공학적 작업장 평가지수에 관한 연구

### - The Study on the Ergonomic Workplace Assessment Index -

이 윤 원 \*

Lee Yoon Won

이 동 경\*\*

Lee Dong Kyung

신 용 백\*\*\*

Shin Yong Back

#### Abstract

The prevention of accidents or diseases is one of the most profitable activities in any business. The useful tools to diagnose existing safety problems and to systematically guide the improvement of those deficiencies have been developed in the world. In the recent, however, the importance of the interface between workers and workplaces has been increasingly recognized. In order to audit the correlations of job environments and workers we developed the rating system called "Ergonomic Workplace Assessment Index" for ergonomic condition in this study. The auditors will measure the degree of compliance of the criteria using judgement techniques, checks and interviews with EWAI(Ergonomic Workplace Assessment Index) which involves 5 categories and total 50 elements.

#### 1. 서 론

인간공학적 작업장인증 평가지수 개발 연구논문은 국내에서는 처음으로 우리나라 사업장 실정에 적합하도록 시도된 연구로서 이번에 개발된 인간공학적 인증평가 지수를 사업장에서 자체적으로 적용하여 인간공학 수준을 측정하여 스스로 인증을 해봄으로서 사업장의 인간공학 수준을 단계적으로 높일 수 있도록 하기 위하여 연구된 것이다.

\* 공간안전평가연구원

\*\* 한국산업안전공단 산업안전연구원

\*\*\* 아주대학교 기계 및 시스템 공학부

지금 까지 대부분의 인간공학관련 서적들이 외국어로 되어있고 국내 자료들 또한 학자들을 위한 것이 주류를 이루고 있다. 그러나 이번에 연구 개발된 인간공학적 인증 평가 지수는 비전문가들이 쉽게 이해할 수 있고 현장 중심의 실제 적용 가능한 원칙들을 제시하여 사업장 스스로 문제점을 진단하고 평가 개선 할 수 있게 하였다는 점에서 그 의미가 매우 크다고 하겠다.

특히, 인간공학적 작업장 인증평가 지수는 다양한 외국의 규정과 자료들을 참조했지만 국내의 제조업 작업환경에 맞도록 구성되어 있다. [1], [2], [3]

우리나라에서의 인간공학관련 법규는 산업안전보건법에서 일부 규정하고 있으나 국제적 기준에 다소 미흡한 것으로 사료된다. 그러나 국제적 추세로 보아 보다 확실하고 강화된 관련 규정이 국내에서도 제정될 것으로 예상된다. 이번에 연구된 인증 평가 지수는 세계 어느 나라에서도 적용될 수 있도록 최선의 국제기준을 준용하였으며 향후 국내기업을 선도하는 모범적 인증평가 지수로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]

본 평가지수를 타 사업장에 적용하는데에는 처음에는 익숙지 않고 현상파악 및 개선에 때로는 많은 시간이 소요될 수도 있어 어려운 점이 있으리라 예상되나, 지속적인 노력으로 작업을 작업자에게 맞추어 줄 경우 안전성이 확보된 상태에서 편안한 작업환경이 조성되고 근로의욕이 증대될 뿐 아니라 생산성이 향상될 수 있어 기업에서 효율적인 평가 프로그램으로 자리잡게 될 것으로 판단 된다.

## 2. 인간공학 작업장 인증평가 지수의 개발방향

인간공학적 작업장 인증평가지수(EWAI:The Ergonomic Workplace Assessment Index)의 개발 방향은 인간공학적기법(The Ergonomic Workplace Analysis)을 이용하여 작업상에 잠재하고있는 위험요인을 정량적이고 객관성 있게 항목별로 세분화하여 평가·분석하여 개선대책을 제시함으로써 쾌적하고 안전한 작업조건을 조성하여 생산성 향상과 직결될 수 있도록 추진하는데 있다.

이 인증평가 지수는 크게 작업장 설계상태, Human Error 분석, 인력운반, 작업자세와 동작, 작업 방법등 5가지의 분야로 대분류하고 그것을 50여개의 중분류로 나누어 인증판정기준을 설정하고 각 항목별로 세부항목을 5가지로 나누어 계량화하여 사업장을 평가할 수 있도록 구성하였으며, 이를 토대로 작업장을 근로자 중심의 작업환경으로 구축해 나가는 인간공학적 종합평가를 통하여 문제점 개선에 근로자가 스스로 직접 참여할 수 있는 자율안전 체제를 정착시키고자 한다 .

### 3. 인간공학적 작업장 인증평가 지수의 개발

#### 3-1 인간공학적 작업장 인증평가 지수의 개발 알고리즘

##### 3-1-1 인간공학적 작업장 인증 평가 지수의 개괄적 알고리즘

인간공학적 작업장인증 평가지수의 알고리즘에 대한 개괄적 내용은 다음 표1과 같다.

<표 1>인간공학적 작업장인증 평가지수의 개괄적 알고리즘(총괄평가지수표)

구 분		배 점	비 고	
합 계		100		
대 항 목	1. 작업장 설계상태	60		
	중항목(30개)	1-1 일반사항(5)	(10)	
		1-2 작업공간(13)	(26)	
		1-3 조명(2)	(4)	
		1-4 온도(1)	(2)	
		1-5 소음(1)	(2)	
		1-6 수공구 및 장비상태(5)	(10)	
		1-7 운송통로(3)	(6)	
	2. Human Error 분석	20		
	중항목(10개)	2-1 표시 장치(3)	(6)	
		2-2 조절장치(4)	(8)	
		2-3조작장치등 기타(3)	(6)	
	3. 인력운반(중항목-3개)	6	4점이하 정밀평가	
	4. 작업자세와 동작(중항목-5개)	10	6점이하 정밀평가	
	5. 작업 방법 (중항목-2개)	4		

##### 3-1-2 인간공학적 작업장 인증 평가 지수 구성 세부 알고리즘

인간공학적 작업장인증 평가지수의 알고리즘에 대한 세부적인 내용은 다음 표2와 같다.  
[1] , [2]

<표 2>인간공학적 작업장인증 평가지수의 세부 알고리즘(세부평가지수표)

대항목(5)	중 항 목(50)	세부항목	배점	특점	확인
1. 작업장 설계상태 (30개-60 점)	1-1 규정, 지침서 확보·운용, 교육, 훈련등 일반사항(5)	1-1-1 사업부서장은 인간공학관련 규정 및 지침서 등을 확보하여 활용유무 1-1-2 구매, 설계, 공정변경, 설치 시 인간공학관련 표준이 적용되고 있음을 증명할 서류 유무 1-1-3 관리감독자들이 기초적인 인간공학원리에 대해 교육 훈련유무 1-1-4 인력운반작업 및 단순반복작업관련에서 근골격계질환예방을 위한 위험성 평가 작업이 수행되었고 문서로 기록(산업안전보건법 관련고시)적절성 1-1-5 개선계획수립시 작업자의 참여가 유무	10		
	1-2 작업공간(13)	1-2-1 분당 2회 이상 다루는 물건을 40 cm 이내의 거리에서 취급의 적절성 1-2-2 일반적인 조작범위의 적절성(조작범위는 어깨에서부터 남자의 경우 60 cm 여자의 경우 55cm 이내) 1-2-3 작업대 높이는 작업 특성에 따라 달리 적용되어 적합한 높이의 유지유무 1-2-4 필요한 경우 작업면의 높이가 다른 작업자가 사용할 시 조절 가능한 구조유무. 1-2-5 시거리(viewing distance)의 적합성(부품(물건)의 크기에 따라 비례하여야 함) 1-2-6 적절한 다리 공간의 확보 적절성 1-2-7 의자는 작업조건에 적합한 구조유무 1-2-8 의자의 기능은 적합성 1-2-9 오랫동안 서서 작업해야 하는 작업자에게 피로 방지 매트( 그 에 준하는 조치)의 제공유무 1-2-10 오랫동안 서서 작업해야 하는 작업자들을 위해 가끔 앉을 수 있도록 높은 의자의 제공유무 1-2-11 키가 작은 근로자가 자연스럽게 제어조작기나 부품집기를 할 수 있도록 설비 및 작업장이 설계여부 1-2-12 키가 가장 큰 작업자가 다리나 몸을 쉽게 움직일 수 있도록 충분한 공간을 확보여부 1-2-13 편안하게 휴식을 취할 수 있는 휴게실 및 음료제공시설 및 식당 등이 작업조건과 알맞은 형태로 제공여부	26		
	1-3 조명(2)	1-3-1 일반작업에서의 조명상태는 작업에 방해물 주지 않는지 여부 1-3-2 높은 정밀도가 요구되는 작업(검사작업)에서의 관찰대상물과 주위의 조도비가 적정유무	4		
	1-4 온도(1)	1-4-1 작업조건에 따라 적절한 온도를 유지여부	2		
	1-5 소음(1)	1-5-1 작업조건에 따라 적정수준의 소음기준준수 여부	2		
	1-6 수공구,장비 상태(무게의 적정성,손잡이 상태)(5)	1-6-1 공구는 손목이 스트레이트 된 자세로 잡은 상태에서 작업할 수 있는지 여부 1-6-2 수공구는 다루기 쉬운 손잡이가 알맞은 두께, 길이, 다루기 쉬운 형태의 구조를 가지고 있는지 여부 1-6-3 무게가 4.5 kg이상 나가는 공구는 평형 보조대를 사용하고 동일 장소에서 반복작업을 하는 경우 천정걸이식 보조장치를 사용하는지 여부 1-6-4 신경을 압박하거나 혈액순환을 방해하는 날카로운 가장자리 또는 돌기 같은 것이 없는지 여부 1-6-5 정밀공구 사용시 손지지대를 보급하고 진동이 최소화 되며 공기배출이 손으로 직접 나오지 않는 구조 여부	10		
	1-7 운송통로(3)	1-7-1 운송통로가 평탄하고 방해물이 없으며 미끄럽지 않도록 되어 있는지 여부 1-7-2 작업장내는 작은계단이나 갑작스런 굴곡대신 5 - 8% 의 작은 경사 구배 통로 구비 유무 1-7-3 피난통로를 표시하고 장애물이 막지 않았는지 여부	6		

대항목(5)	중 항 목(50)	세부항목	배점	특점	확인
2. Human Error 분석 (10개-20점)	2-1 표시장치(3)	2-1-1 표시장치는 잘 읽을 수 있는 상태여야 하고 불필요한 것이나 사용되지 않는 것이 남아있지 않은지 여부 2-1-2 라벨과 표시는 보고, 읽기 쉽게 되어 있어 이해하기 쉬워야 한다 2-1-3 안전과 관계되는 모든 설비의 표시장치 형태는 정목 동침형(moving-pointer)을 사용유무	6		
	2-2 조절장치(4)	2-2-1 조절장치는 서로 구별하기 쉽게 만들어져 있는지 여부 2-2-2 조절장치를 연속성 있게 배치되어 있는지 유무 2-2-3 조절장치의 운동 조작 방향이 기대하는 방향으로 설계되어 있는지 유무 2-2-4 조절장치를 조작 시 무리한 힘이 소요되지 않도록 한다. 큰 힘의 소요 시 페달형으로 대체한다	8		
	2-3 조작장치등 기타(3)	2-3-1 표시장치와 조절장치가 가까이 위치되어 있는지 여부 2-3-2 돌발적인 작동을 막기 위해 조작장치를 보호하고 있는지 여부 2-3-3 공정단계 사이에 긴 시간간격 피합, 주의를 끌기 위해 알맞은 음향이 나오는지 유무. 밝고 화려한 색으로 유쾌하고 호감 가는 작업장이 조성유무	6		
3. 인력운반 (3개-6점) (합계점수 4점이하시 정밀조사 : NIOSH LIFTING GUIDE, OSHA기준 참조)	3-1 들기 작업시 작업허용치 기준이하 중량 취급	3-1 들기작업시 작업허용치 기준 이하의 중량풀이 취급되고 있는지 유무	2		
	3-2 운반구 손잡이 적정성	3-2 운반구는 적절한 손잡이가 제공되고 있는지 유무	2		
	3-3 과도한 비틀기, 밀기, 당기기,나르기 통계	3-3 과도한 비틀기, 밀기, 당기기, 나르기 등은 적절히 통제되고 있는지 유무	2		
4. 작업자세 동작 (5개-10점) (합계점수 6점이하시 정밀조사: STRAIN INDEX, OWAS, ANSI기준 등 참조)	4-1 손/손목, 팔, 목의 중립 상태	4-1 손/손목, 팔/엘보, 목이 중립자세를 취할 수 있는지 유무	2		
	4-2 분당 2회 이상의 반복작업	4-2 분당 2회 이상 반복적으로 팔, 손목, 손가락을 움직이는 작업이 없었는지 유무	2		
	4-3 몸통을 올리거나 팔을 뻗는 작업	4-3 몸통을 올리거나 팔을 위로 뻗는 작업이 없었는지 유무	2		
	4-4 정적인 자세로 근육피로 직무 여부	4-4 움직임 없이 정적인 자세로 근육을 유지해야 하는 직부가 없었는지 유무	2		
	4-5 손목 손의 가장자리 접촉 여부	4-5 손목이나 손이 가장자리에 접촉되어 있거나 지지되지 못하고 있는 경우가 없었는지 유무	2		
5. 작업방법 (2개-4점)	5-1 기계페이스, 무리한 교대작업등	5-1 성과급제, 기계 - 페이스 작업 또는 할당제 작업, 무리한 교대작업 등은 피해야 하고 적절한 보완책이 강구되어있는지 유무	2		
	5-2 주의 집중도 80 %이상, 작업 순환여부	5-2 사이클당 관찰주의 집중도가 80%이상이고, 매우 높은 주의력을 요구하는 경우를 피해야 하며 쉬운 작업과 힘든 작업간의 순환작업이 이루어지고 있는지 유무	2		
총 계			100		

## 3-2 인간공학적 작업장 인증평가 지수의 평가항목 및 평가방법

### 3-2-1 평가 항목 설명

평가 항목별 내용은 다음과 같다.

가. 대항목: 다음의 5개의 대항목으로 크게 분류하였다.

- 1) 작업장 설계 상태 - 30개 중항목(일반사항: 5개 항목, 작업공간: 13개 항목, 조명: 2개 항목, 온도: 1개 항목, 소음: 1개 항목, 수공구·장비상태: 5개 항목, 운송통로: 3개 항목)
- 2) 휴먼 에러 분석-중항목 10개 항목
- 3) 인력운반-중항목 3개 항목
- 4) 작업자세동작-중항목 5개 항목
- 5) 작업방법 -중항목 2개 항목

나. 중항목: 상기에서 기술한 바와 같이 50개 항목으로 구성되어 있으며 1개 항목 당 2점 씩 배점하였다.

다. 세부항목 구성 및 점수 배점내용

세부항목의 내용 구성은 매우우수, 우수, 보통, 미흡, 불량, 매우불량으로 5등급으로 나누고 해당이 없는 경우에는 “해당무”로 분류하였다. “해당무”인 경우에는 그 항목을 빼고 계산하며, 해당이 있는 경우에는 “매우우수”는 2점, “우수”는 1.6점, “보통”은 1.2점, “불량”은 0.8점, “매우 불량”은 0.4점으로 배점하도록 하였다.

라. 획득 점수에 따른 인증등급 구분 및 설명 내용

- ① “인증등급80점이상 : 법의 준수 및 안전보건관리의 선진화 수준, 우수상태 즉, 인간공학적작업장 관리체계를 잘 갖춘상태, 법적요구수준 이상을 갖추고 동종업종 인간공학적작업장 관리수준이 평균수준보다 높은 수준을 나타내며, 자율적인 인간공학적경영체계가 안정적으로 구축·관리되고 있음. (계속 지속운영함으로써 더 높은 수준의 체계를 유지·발전효과를 거둘 수 있음)
- ② “인증등급80점미만~60점 이상 : 법의 준수 및 안전보건관리의 일반수준 평균상태 즉, 인간공학적작업장관리체계를 대체적으로 갖춘상태, 동종업종 인간공학적작업장관리수준이 평균수준을 갖추고 법적요구수준을 충실히 이행하고 있으며 인간공학적작업장관리체계가 대체로 갖추어져 있어 좀더 보완하면 안정적인 자율인간공학적작업장관리경영체계가 구축됨.(지속적인 인간공학적작업장관리경영체계 구축 및 철저이행이 요구되는 상태)

③ “인증등급60점미만~40점 미만 : 법의 준수 미흡 및 인간공학적작업장관리의 미흡상태 즉, 인간공학적작업장관리체계가 일부 구축되어 있으나, 동종업종 인간공학적작업장관리수준에 못 미치며 법적 요구수준을 이행하고 있으나 미흡한 부분이 있어, 체계구축을 위해 전문적인 기술지도 내지는 자문이 필요한 상태

④ “인증등급40점미만 : 법의 준수 불량 및 안전보건관리의 불량·매우미흡 상태 즉, 법적요구수준에 훨씬 못 미치며 인간공학적작업장관리체계가 잘 갖추어져있지 않아 인간공학적작업장관리수준이 아주 미흡한 상태로 체계구축을 위해 전문가의 전문적인 기술지도 및 자문이 시급히 필요함.

### 3-2-1 항목별 평가방법

총괄 및 세부평가지수표작성요령은 먼저 총괄평가지수표를 보고 항목별로 해당 유무를 판단하여 체크 작성한 후 세부 평가 지수표 (평가자용)를 가지고 각 항목별 평가 판단기준표를 참고로 하여 평가지수표를 작성한다.

본 연구에서 인간공학적 작업장인증 평가지수의 대항목은 5개 분야로 나누고 이에 따라 중항목도 기본적으로 포함되어야 할 평가항목을 근간으로 하여 구분하였으며 질적 향상을 위하여 평가항목을 더욱 세밀하게 분석 평가할 수 있도록 구분하였다. 즉, 평가항목을 크게 5개의 평가대항목으로 나누고 대항목을 다시 50개의 중항목으로 나누어 각각 2점씩의 점수를 주고 다시 이를 세부평가 항목을 5등급 즉, 매우우수, 우수, 보통, 불량, 매우불량등으로 분류하여 각 각 2점, 1.6점, 1.2점, 0.8점, 0.4점의 배점을 주어 배점합계를 100점 만점으로 하여 평균 80점 이상획득하면 인증에 합격한 것으로 평가한다. 또한 사업장 특성별로 해당되는 평가항목만을 배점계산하고 해당되지 않는 항목은 배점에서 제외하여 총합 계산하도록 한다.

특히 인간공학적 작업장 관리를 위해서 간과해서는 안될 중요한 부분의 하나가 종합적으로 평가하여 80점 이상이 되더라도 어느 한 항목이 평가점수가 낮으면 문제점이 있으므로 그 부분을 개선해야 하는 것도 매우 중요하다. 따라서 인증평가지 정확한 평가가 이루어 질 수 있도록 평가기준을 제시하거나 예시를 들어 누구나 쉽게 평가할 수 있도록 구성하여야 하고, 또한 평가점수가 기준치에 미달하는 항목의 경우에는 정밀평가를 할 필요가 있다. 따라서 대항목 중 “인력운반” 항목의 경우 합계점수가 기준점수 이하 즉, 4점 이하일 경우 NIOSH LIFTING GUIDE, OSHA기준을 평가 기법을 이용하여 정밀 평가하도록 하였으며 대항목“작업자세동작”항목의 경우 합계점수가 6점이하일 경우에는 STRAIN INDEX,OWAS, ANSI기준등 평가기법을 이용하여 정밀평가하도록 하여 정확도를 높이도록 변별력을 부가하였다. [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21]

본 인증평가지수는 부서별 또는 라인별등 현업 작업 현장 자율적으로 평가할 수 있으며 안전보건관리부서등 관련부서에서 총괄적 평가를 할 수도 있다. [1], [2]

#### 4. 결론 및 향후 과제

인간공학적 작업장평가지수(EWAI:Ergonomic Workplace Assessment Index)를 개발함으로써 인간공학적 작업장 분석기법(The Ergonomic Workplace Analysis)을 이용하여 작업상에 잠재하고있는 위험요인을 정량적이고 객관성 있게 항목별로 세분화하여 평가·분석하여 개선대책을 제시할 수 있는 다음과 같은 인증 평가 모델을 제시하였다.

첫째, 작업장 설계 상태를 분석 할 수 있도록 인간공학 관련 규정 지침· 증빙서류· 교육훈련· 작업자의 참여 사항, 작업공간, 온도, 소음, 운송통로 등 인증평가 항목으로 제시하였다.

둘째, 휴먼 에러를 분석할 수 있도록 표시장치, 조절장치, 조작장치 항목을 채택하였다.

셋째, 인력운반 항목을 평가할 수 있도록 들기 작업시 작업허용치기준이하 중량 취급, 운반구 손잡이 적정성유무, 과도한 비틀기· 밀기· 당기기· 나르기의 통제 유무 등을 평가 할 수 있도록 하였다.

넷째, 작업자세동작을 평가 할 수 있도록 손/손목· 엘보· 목의 중립 상태, 분당 2회 이상의 반복작업, 몸통을 올리거나 팔을 뻗는 작업, 정적인 자세로 근육피로 직무 여부, 손목 손의 가장자리 접촉여부 등의 항목을 채택하였다.

다섯째, 작업방법을 평가할 수 있도록 기계페이스, 무리한 교대작업등, 주의 집중도 80 %이상, 작업순환여부 등을 채택하였다.

이와 같이 인간공학적으로 작업장을 분석 평가할 수 있도록 종합적인 인간공학 항목들이 인증평가 지수항목으로 선정 채택하여 평가할 수 있게 됨으로써 쾌적하고 안전한 작업조건을 조성하여 생산성 향상과 직결될 수 있는 기반이 마련될 수 있고, 아울러 인간공학적으로 필요한 분석이 용이하게 됨으로써 더욱 더 효율적인 인간공학 검토 및 분석을 수행 할 수 있는 기대 효과가 있다.

그러나, 본 논문에서 설정한 평가기준 50개의 항목은 현재 국내에서 활용되는 다양한 점검항목을 분야별로 분류 설정하여 인간공학적인 기준들을 이해하고 지속적으로 작업관리를 할 수 있는 기본적인 규정들을 마련하고 있는 지를 확인 평가하는 것에 국한되어 있으며 구체적 세분화된 가중치 점수를 통한 종합점수에 큰 비중을 두지는 않았다. 따라서 향후 업종별 또는 규모별로 국내실정에 적합한 평가항목이 삽입되어 가중치가 다르게 적용될 수 있는 새로운 기준들의 추가 개발이 요구된다. 현재 본 논문의 평가시스템이 잘 운용되기 위해서는 평가자의 평가 수준이 평준화되고 객관화되는 것이 필요하고 그러기 위해서는 인간공학 전문심사원의 육성이 고려되어야 한다.



## 5. 참고문헌

- [1] 이윤원, 신용백 “인간공학적 작업장 평가 프로그램의 개발”, 안전경영과학회지 제 3권 제3호(2001. 9.)
- [2] 이윤원, 신용백 “생산성향상을 위한 제조업안전보건관리지수개발에 관한 연구”, 한국생산성학회 논집 제14권 제3호(2000. 12.)
- [3] “산업안전보건법 시행령개정” 노동부(2000. 8. 5)
- [4] “산업안전보건법 시행규칙개정”, 노동부(2000. 9. 28)
- [5] 노동부, '98~2000 산업재해통계, 1999-2001
- [6] 신용백, “경영자를 위한 경영관리포인트”, 범한, 1999
- [7] “단순반복작업근로자 작업관리지침”, 노동부고시 제98-15호(1998.2.28)
- [8] “영상표시단말기(VDT)취급근로자작업관리지침”, 노동부고시 제1997-8호(1997.5.12)
- [9] “산업안전기준에 관한 규칙개정”, 노동부(1997. 1. 11)
- [10] “산업안전보건법 개정”, 노동부(1996.12. 31)
- [11] “산업보건에 관한 규칙개정”, 노동부(1994. 3. 29)
- [12] Belcher, M. A., "Pelvic Stabilization Exercise Versus Conventional Weight Training Exercise During Reststance Training; Its Effect on the Development of Lumbar Extensien Strength", Doctoral Dissertation, The University of Southen Mississippi, UMI, 1998.
- [13] “Revised Voluntary Protection Programs (VPP) Policies and Procedures Manual”, OSHA Directive Ted 8.1a (1996)
- [14] ILO, Ergonomic Checklist, 1996.
- [15] Blheem p. Kattel, Tycho K. Federioks, Jeffery E. Fernandez, Dong C, Lee, "The Effect of upper extremity posture on maximum grip strength", International Journal of Industrial Ergonomics, 18, pp. 423-429, 1996.
- [16] Bernard, T, M., "Computerized dynamic biomechanical simulation of lifting verses inverse dynamics model : effects of task variables", Ph. D. Dissertation, Texas Tech University, pp, 25-91, 1995.
- [17] Binder-Macleod, S. A. & Snyder-Mackler, L, "Muscle Fatigue : Clinical Implications for Fatigue Assessment and Neuromuscular Electrical

- Stimulation", Physical therapy, 73, pp, 902-910, 1993.
- [18] Finnish Institute of Occupational Health Ergonomics Section, Ergonomics Workplace Analysis, 1989
- [19] Cailliet, R., "Low Back Pain Syndrome", Philadelphia : F, A. Duvis, pp, 45-62, 1981.
- [20] Chaffill, D. B., & Park. K.S., "A Longitudinal Study of Low-back Pain as Associated with Occupational Weight Lifting Factors", American Industrial Hygiene Association Journal, P7. 513-525. 1973.
- [21] Bigland, B. a Lippold, O., "The Relation Between Force, Velocity and Integrated Electrical Activity in Human Muscles", J Physiol, 123, pp. 214-224, 1954.

## 저 자 소 개

이윤원 : 아주대학교 대학원 산업공학과 박사과정 수료

현 공간안전평가연구원 원장

현 (사)한국안전인증원 연구위원

관심분야 : 안전보건경영시스템 및 인간공학분야

이동경 : 한국산업안전공단 산업안전연구원 교수

관심분야 : 인간공학분야

신용백 : 공장관리기술사, 공학박사

현 아주대학교 기계 및 시스템 공학부 정교수

현 노동부 기술자격제도심의회 전문위원

현 산업자원부 KS심의위원 겸 중소기업청 싱글PPM품질인증 심사위원

(사)한국품질관리학회 및 (사)한국산업시스템경영학회 부회장 역임

아주대학교 산업대학원 원장 보직 역임

(사)한국생산성학회 제16대 회장 역임

관심분야 : 제조공정설계 및 생산관리시스템 운영과 생산성관리

불량 LOSS관리와 품질경영시스템 개발