

단위작업공정에 대한 안전특성 전개

김순진* · 양현후* · 이강복* · 김건호** · 강경식***

*명지대학교 산업공학과 · **안산공과대학 산업경영과 · ***명지대학교 안전경영연구소

Safety characteristics deployment of the unit working process

Soon Jin Kim* · Hyun Hoo Yang* · Kang Bok Lee* · Geon Ho Kim** · Kyung Sik Kang***

*Myongji University Industrial Engineering · **Ansan College of Technology Industrial Management

***Safety Management Laboratory, Myongji University

Abstract

A study wish to present relation of safety characteristic deployment, which has the safety demand, safety characteristic, protection characteristic, safety regulation, safety education of unit work process.

Safety characteristic deployment will be used in safety management education system design with a method of safety management system construction of unit work process.

Keywords : Safety Characteristic Deployment, Safety Demand, Unit Work Process

1. 서론

최근 안전에 대한 사회적인 인식이 고조되어가고 있으나 기계·설비의 대형화, 설비·공정의 복잡하고 다양화, 건축물의 고층화, 유해화학물질의 사용량의 증가와 신규 화학물질의 개발 등의 추세로 인하여 안전사고는 수적인 증가와 더불어 그 발생형태도 다양하게 나타나고 있다.

단순 반복 재해나 시스템재해를 방지하기 위해서는 사업주나 근로자 모두 안전의 중요성을 인식하고 위험성을 평가하여 본질적으로 안전한 설비로 안전하게 작업하는 방법과 제조 기술이 조화를 이루어 근본적이고 구조적이며 기술적인 안전관리가 이루어져야 한다.

제품을 제조 생산하거나, 연구개발을 통한 Project 결과물을 출시하기 위해서는 원자재 투입을 시작으로 여러 단계의 공정이 진행되는 관계로 각각의 단위작업공정으로 구분되어진다.

본 논문은 여러 단위별 공정에 대한 안전관리 체계에서 개별 단위작업 공정의 안전관리 시스템 구축의 한 방안으로써, 단위작업공정의 안전요구, 안전특성, 보호특성, 안전규정 및 안전교육 요인들의 전개적인 관계

성을 제시함으로써, 향후 안전관리 교육시스템 설계에 활용하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 Heinrich의 도미노 사고이론

Heinrich 이론은 사고 발생의 연쇄성을 강조한 이론으로서 안전사고의 발생은 언제나 사고 요인의 연쇄반응의 결과로서 초래되며, 사고의 발생은 항상 불안정한 행동 또는 불안정한 상태에 기인한다는 것이다.

불안정한 행동과 상태는 개인의 결함에 의한 것이고 개인의 결함은 환경이나 유전에 의하여 얻어지며 도미노 놀이처럼 서로 맞닿는 연속성을 가지고 있어 연속적인 상호작용의 산물로 안전사고가 발생된다는 것이다.

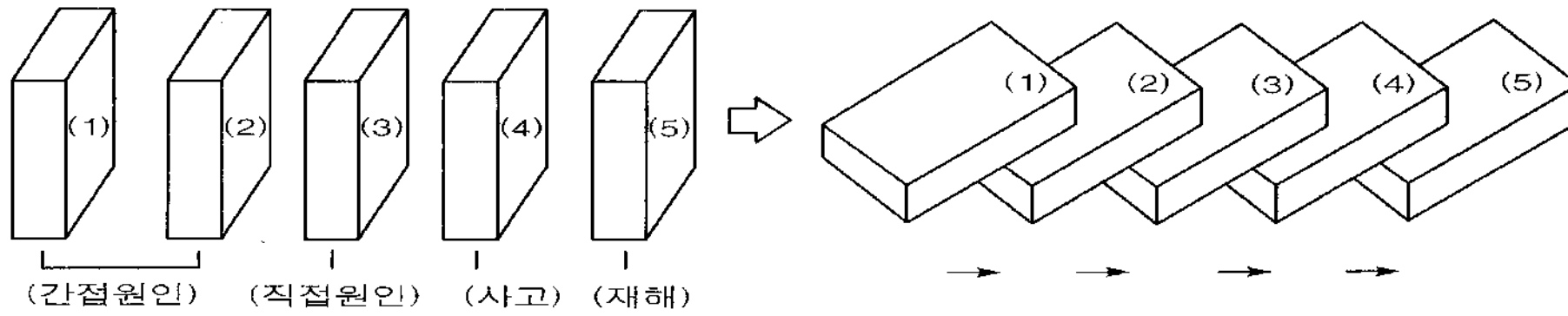
Heinrich이론에서 중요한 것은 불안정한 행동과 불안정한 상태로서, 직접적인 사고 원인이 된다. 불안정한 행동의 원인은 생리적원인, 심리적원인, 교육적원인, 환경적 원인으로 나누며 물리적요소로는 환경과 조건으로 대별할 수 있다.

본 논문은 명지대학교 안전경영연구소 협력에 의해 이루어진 논문임.

2007년 11월 접수; 2007년 12월 수정본 접수; 2007년 12월 게재확정

Heinrich는 <그림 1>과 같이 사고발생 과정 중 어느 하나라도 제거하면 사고와 연결되지 않는다는 도미노 이론을 제시하였으며, 사고의 발생 가능성은 개인적인 건강, 기능수준, 및 정서 상태의 불안정에 따른 개인적

요인들에 의해 일어나는 경향이 크므로, 개인적인 위험 요인을 미리 예방하거나 제거하면 사고를 효율적으로 예방할 수 있음을 나타내 준다.[3][6]



<그림 1> Heinrich의 도미노 이론

2.2 QFD(Quality Function Deployment)

품질기능전개는 신제품 개념정립, 설계, 부품계획, 공정계획 그리고 생산계획과 판매까지 모든 단계를 통해 고객의 요구가 최종 제품과 서비스에 충실히 반영되도록 하여 고객의 만족도를 극대화하는데 초점을 맞추고 있는 품질경영 방법론이다.

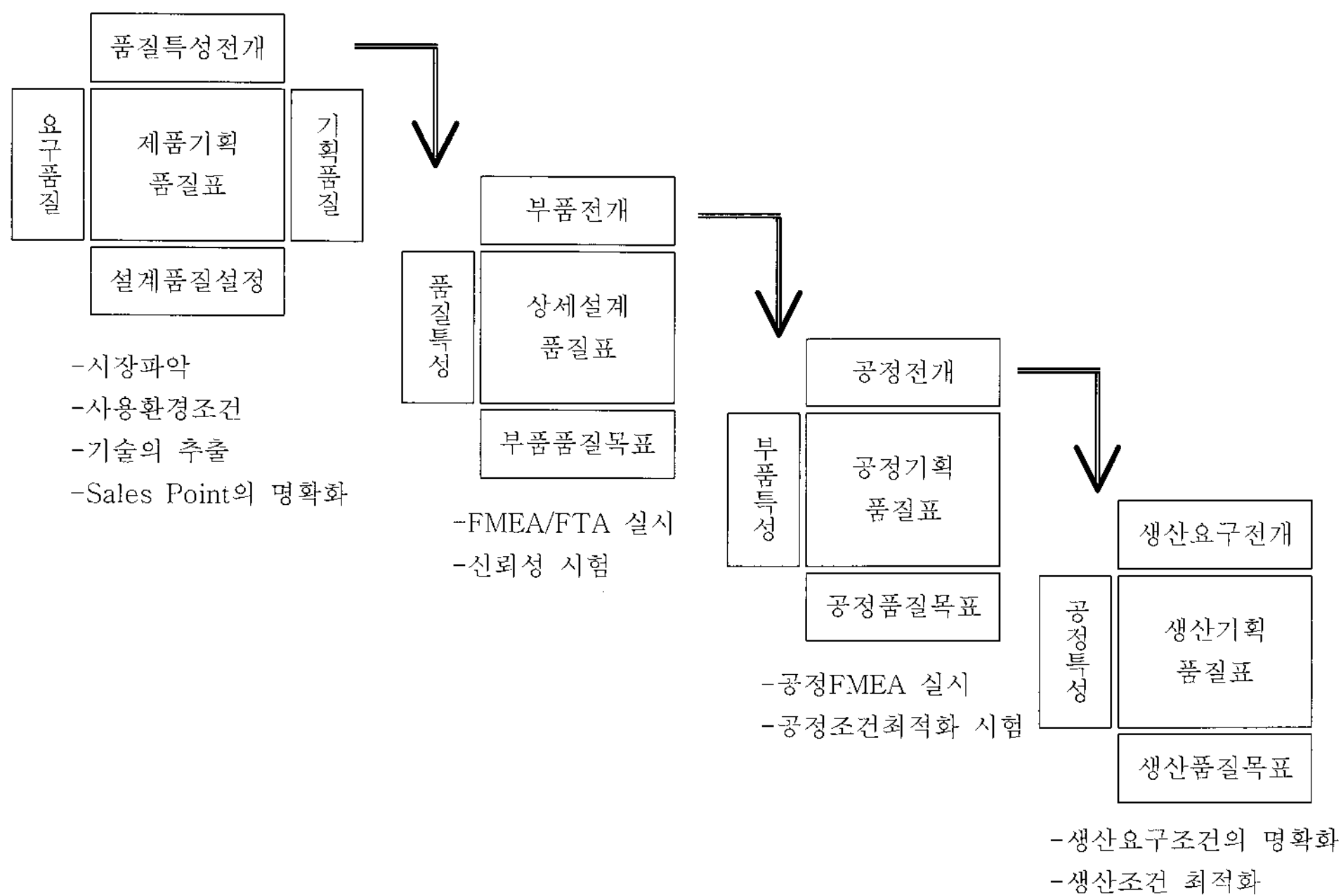
QFD(Quality Function Deployment)의 기본개념은 고객의 요구사항을 제품의 기술특성으로 변환하고, 이를 다시 부품특성과 공정특성, 그리고 생산에서의 구체적인 사양과 활동으로까지 변환하는 것으로 이를 통하여 신제품의 개발기간을 단축하고 동시에 제품의 품질을 향상시키는 것이다.

QFD는 1960년대 후반 일본의 아카오요지에 의해 연구되기 시작하여, 1972년 미쓰비시 중공업의 고베 조선

소에서 원양어선 제작에 처음 개발되어 사용되었다. 엄격한 정부의 규제조항과 고객의 요구사항을 설계과정에서 동시에 고려하기 위한 수단으로 미쓰비시의 기술자들이 사용했던 행렬형태의 도표가 QFD의 시초가 되었으며, 현재는 서비스업과 같은 비제조업 분야에서도 활발히 사용되어 오고 있다. 서비스 산업은 제공과정 자체가 최종상품이고 특히 다양한 고객 계층을 상대로 하고 있다는 면에서 제조업과는 다르다고 볼 수 있다.

그러나 고객의 요구가 신제품 개발에 최우선적으로 반영되어야 한다는 기본적인 측면은 기존 제조업의 경우와 동일하므로, QFD는 비제조업 분야에서도 효과적으로 사용되어질 수 있다.

현재까지 발표된 사례로는 자동차 정비관리, 고객 전화상담, 호텔경영, 교육제도, 국가보안, 환경보존 등 거의 영역의 제한 없이 폭넓게 사용되고 있다.[1][5]



<그림 2> 품질기능 전개도

3. 단위공정의 안전특성 전개

3.1 단위작업공정

사업장내 안전관리 시스템 효율화를 위한 방안으로 사업장 전체 안전관리 체계에서 단위작업 또는 단위공정에 대한 안전관리 체계로의 변화가 필요하다. 따라서

전체 작업공정이 아닌 단위작업공정에서의 작업분석을 통하여 필요한 안전요구 사항과 안전특성을 도출하도록 한다.

이에 대한 예로써, Paste 제조공정은 다음과 같은 단계별 공정으로 진행되고 있으며, 여기서는 Paste 제조공정의 단위작업인 Roller 공정에 대한 안전특성 전개를 예시하고자 한다.

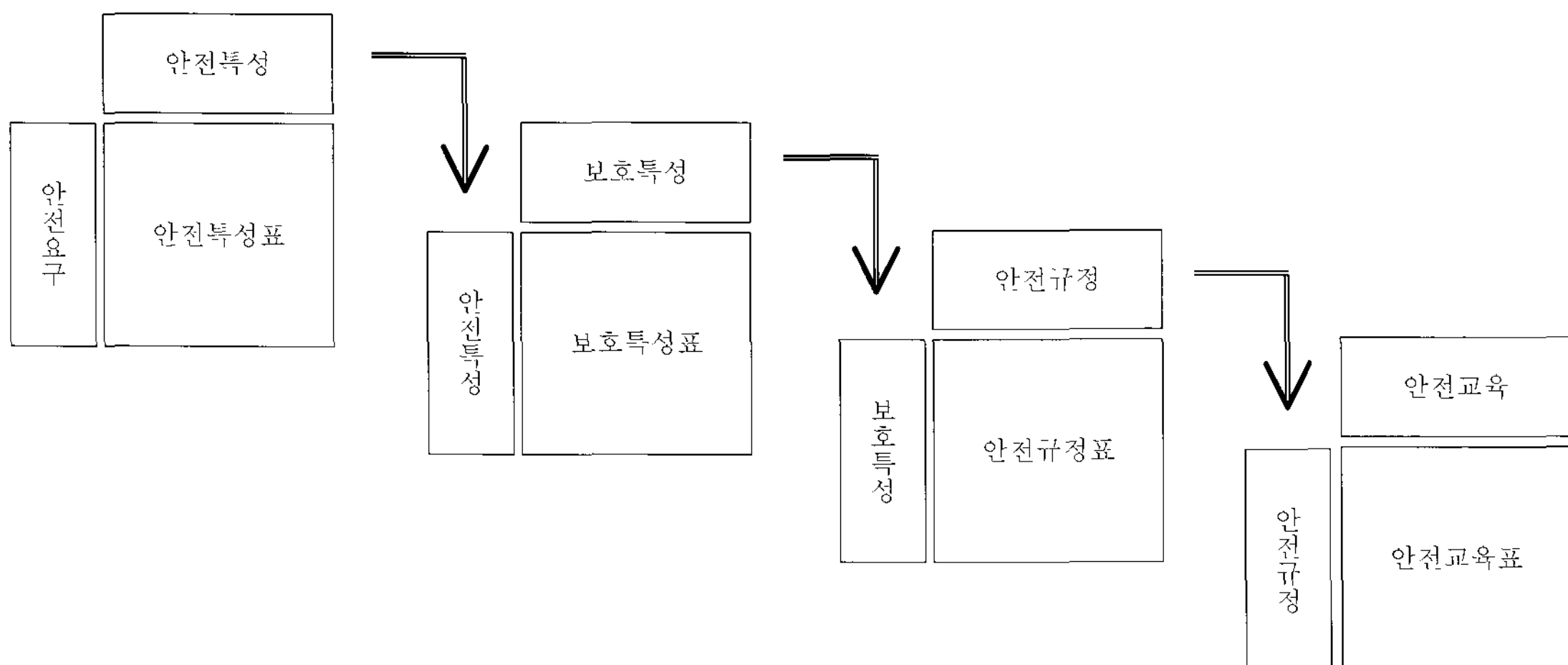
<표 1> Paste 제조공정 작업내역

Process	작업내역
형광체 칭량	필요 원재료를 취하여 전자저울로 칭량한다.
배합조 투입	사용될 원재료를 배합조에 투입한다.
Chemical 투입	배합조에 유기용제를 투입한다.
Mix	교반기를 이용하여 혼합한다.
Roller	혼합된 Paste를 롤러에 투입한다.
Paste 수거	입자가 균일해진 Paste를 용기에 수거한다.
Roller 세정	유기용제를 이용하여 Roller를 세정한다.

3.2 단위작업공정의 안전특성 전개표

단위작업공정에서 요구되는 안전특성은 <그림 2> 품질기능 전개도를 응용한 <그림 3>의 안전특성 전개도와 같이 안전요구와 안전특성, 안전특성과 보호특성, 보호특성과 안전규정 및 안전규정과 안전교육의 상호

연관되는 관계성을 가지고 전개된다.[2] 또한 안전특성표, 보호특성표, 안전규정표 및 안전교육표는 연관성 및 중요도에 따라서 배점을 차등 부가하도록 하며, 이때 배점 선정은 안전관리자 및 반장 등 생산관리자의 협의에 의해서 결정하도록 한다.



<그림 3> 안전특성 전개도

3.2.1 안전특성표

Roller 작업공정에서 요구되는 안전요구와 안전특성의 관계는 <표 2>와 같이 나타낼 수 있다. 안전요구는 작업공정에서의 안전상태 유지를 요구하며, 안전특성은 사고 및 재해를 예방하기 위한 작업공정 특성분류를 근거로 하고 있다. 예를 들어, Roller 작업 시 발생하는

협착사고를 예방하기 위한 안전요구 사항은 “롤러는 최소 개방되어야 한다”이며, 이에 대한 안전특성은 협착점을 차단하는 “차단성”과 관계가 높음을 나타내고 있다.

이와 같이 안전특성표는 안전요구와 안전특성간의 연관성을 제시하는 표를 말하며, 안전특성표에서 가장 높은 배점을 차지하는 특성은 차단성인 것으로 나타났다.

<표 2> 안전특성표

안전요구		안전특성									
		중 요 도	차 단	제 동	균 일	세 척	절 연	환 기	기 밀	조 도	청 결
롤러	롤러는 최소 개방되어야 한다.	5	◎					○	○		
	비상시 정지되어야 한다.	5		◎							
	회전속도는 일정해야 한다.	1			◎						
	회전방향은 일정해야 한다.	3			◎						
	세척이 용이해야 한다.	3				◎					
	신체와 이격되어야 한다.	5	◎								
	복장이 말리지 않아야 한다.	3	◎								
약품	감전되지 않아야 한다.	1					◎				
	약품 주입시 배기를 확보한다.	1						◎			
	약품이 유출되지 않아야 한다.	1							◎		
	약품이 비산되지 않아야 한다.	3							◎		
작업장	얼굴 등 신체 접촉 방지한다.	5	○								○
	적정조도를 확보 유지한다.	3								◎	
	바닥은 미끄럽지 않아야 한다.	3									◎
가중치			80	25	20	15	5	20	35	15	30

◎관련 높음(5점), ○관련 있음(3점), △관련 적음(1점)

3.2.2 보호특성표

안전특성은 사고 및 재해를 예방하기 위한 전반적인 작업공정 특성이며, 보호특성은 작업자를 보호하기 구체적인 특성을 나타낸다. 예를 들어, 협착사고를 예방하기 위한 “차단성, 제동성”과 관련이 높은 작업자의

보호특성은 “설비구조, 안전장치”인 것을 의미하고 있다.

이와 같이 보호특성표는 안전특성과 보호특성의 연관성을 제시하는 표를 말하며, 보호특성에서 가장 높은 배점을 차지하는 특성은 안전장치인 것으로 나타났다.

<표 3> 보호특성표

보호특성 \ 안전특성	중요도	설비구조	안전장치	복장보호구	작업위치	작업환경	작업방법	위험표시	속도조작
차단성	5	◎	◎						
제동성	5	○	◎						
균일성	3								
세척성	5								
절연성	1								
청결성	3								
가중치		40	50						

◎관련 높음(5점), ○관련 있음(3점), △관련 적음(1점)

3.2.3 안전규정표

안전규정표는 작업자의 보호특성과 안전규정과 의 연관성을 나타내는 표이며, 보호특성은 작업자를 보호하기 위한 특성을 말하며, 안전규정은 이를 준수하기 위한 문서화된 사업장내 규정을 말한다. 예를 들어, “설

비구조, 보호장치”의 작업자 보호특성은 사업장내 “기계설비 제작규정 및 안전장치 설치규정”과 관계가 높음을 알 수 있으며, 안전규정에서 또한 가장 높은 배점을 차지하고 있다.

<표 4> 안전규정표

안전규정 \ 보호특성	중요도	보호구관리	정리정돈	국소배기관리	기계설비제작	안전장치설치	작업환경관리	화학물질관리	위험기계관리
설비구조	5				◎	◎			○
보호장치	5				◎	◎			○
복장보호구	3								
작업위치	5								
작업환경	3								
속도조작	3								
가중치					50	50			30

◎관련 높음(5점), ○관련 있음(3점), △관련 적음(1점)

3.2.4 안전교육표

안전규정은 사고 및 재해를 예방하기 위한 사업장내 규정을 말하며, 안전교육은 단위작업공정에 종사하는 설비관리자, 공정사원, 생산관리자에 대한 안전교육 실시항목을 의미한다. 예를 들어, 협착 사고를 예방하기

위한 안전교육으로 설비관리자에게는 “기계설비 제작 규정 및 안전장치 설치규정”과 관련이 높은 “기계설비 점검”에 대한 안전교육이 우선시 되고 있음을 나타내고 있다. 또한, 공정사원에게는 “안전수칙 준수와 경험사고 사례”에 대한 안전교육을 우선되어 실시하여야 한다.

<표 5> 안전교육표

안전교육	중요도	설비관리자			공정사원			생산관리자		
		기계설비 점검	구조재질 선정	정비보존 표준	안전수칙 준수	경험사고 사례	표준작업방법	안전조작비	안전문서 정비	인원배치 관리
안전규정										
보호구 관리규정	3									
정리정돈 관리규정	5									
국소배기 관리규정	1									
기계설비 제작규정	5	◎	○		◎	◎	○			
안전장치 설치규정	5	◎	○		◎	◎	◎			
.....	3									
위험기계 관리규정	5									
가중치		50	30		50	50	40			30

◎관련 높음(5점), ○관련 있음(3점), △관련 적음(1점)

4. 결론

현재 운용되고 있는 사업장내 안전관리 시스템은 근로자 및 경영진의 안전의식 고취나 포괄적인 측면의 운영관리를 통한 안전사고 예방만을 목적으로 있기 때문에, 사업장 단위의 포괄적인 측면으로 운영되고 있어 세부 공정에서의 안전관리 효과를 기대하기는 미흡하다.

따라서 기존의 안전관리 시스템으로 운영되고 있는 사업장 단위의 운영 실태를 본 연구에서는 단위작업공정에 대한 작업자의 이해도를 제고하고 안전시스템의 활용도를 높이기 위한 방안으로 일반적인 전체 공정에 있어서의 안전관리 체계에서, 개별 단위작업공정의 특성을 감안하여 작업자의 안전요구, 안전특성, 보호특성, 안전규정 및 안전교육 요인들의 관계성을 QFD(Quality Function Deployment)의 기법을 활용하여 전개하였다.

향후 정량적인 안전관리 시스템의 구축 및 단위작업 공정별 안전관리 전개를 도입할 경우에는 안전기능전

개의 기본 틀을 활용하여 안전관리 교육시스템의 설계시간을 단축할 수 있으며, 각종 업종별·공정별 보다 세부적인 분류 항목에 있어서도 적용이 가능할 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- [1] 김건호外, 「혁신 품질경영론」, 지구문화사, 2004
- [2] 김건호, 이강복, 권상면, 김윤성, 강경식 「QFD를 활용한 안전 기능전개에 대한연구」 안전경영학회6권(1) 25~35P, 2004
- [3] 김병석 나승훈, 「시스템안전공학」 형설출판사, 2002
- [4] 대한산업안전협회, 「산업안전보건법」 노문사, 2005
- [5] 박영택, 품질기능전개의 확장에 관한 연구, 한국품질경영학회, 1997
- [6] 정국삼外, 「최신 안전공학개론」 동화기술, 2002
- [7] 한국산업안전공단(1999), 안전보건교육기법
- [8] 한국산업안전공단(1999), 안전보건경영시스템 추진실무

저 자 소 개

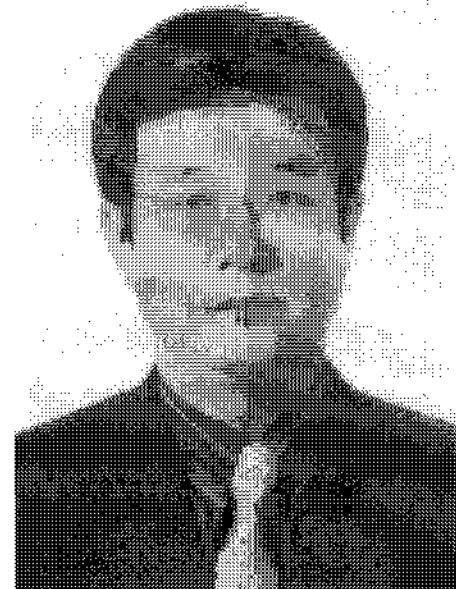
김 순 진



현재 명지대학교 산업공학과 박사과정 중이며, 한국체육대학교에서 체육학 석사학위를 취득하였고, 주요 관심분야는 작업피로 및 건강증진 등 산업보건 분야 전반이다.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산38-2 명지대학교 산업공학과

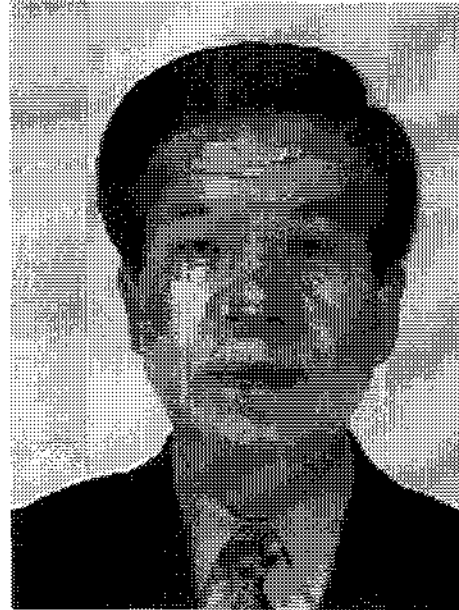
김 건 호



현재 안산공과대학 산업경영과 부교수로 재직중이며, 성균관대학교 수학과에서 이학박사 학위를 취득하고, 명지대학교 산업공학과 공학박사 학위를 취득했다. 주요 관심분야는 품질경영, 신뢰성공학, 안전보건경영시스템, 재난관리 등이다.

주소: 경기도 안산시 단원구 초지동 671번지 안산공과대학 산업경영과

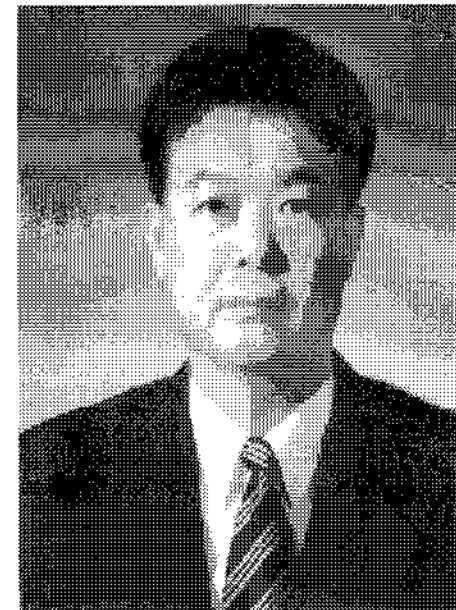
양 현 후



현재 명지대학교 산업공학과 박사과정 중이며, 한양대학교에서 공학석사 학위를 취득하였고 기계안전 기술사 자격 보유중으로, 주요 관심분야는 무재해 운동 및 안전교육 분야 등이다.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산38-2 명지대학교 산업공학과

강 경 식



현 명지대학교 산업공학과 교수, 명지대학교 안전경영연구소 소장, 명지대학교 산업대학원 원장, 대한안전경영과학회 회장, 경영학박사, 공학박사

주소: 경기도 성남시 분당구 정자1동 파크뷰 APT 611동 3103호

이 강 복



현재 명지대학교 산업공학과 박사과정 중이며, 명지대학교 산업시스템경영학과 공학석사 학위를 취득하고 국제/국내 안전보건경영시스템 심사원(보) 자격보유로 주요 관심분야는 작업환경관리 및 안전보건경영시스템 분야 등이다.

주소: 경기도 용인시 공세동 428-5 삼성SDI중앙연구소 경영지원팀