

건조설비 작업개선을 위한 안전관리 시스템 구축

- Building The Safety Mangement System of The Dryness Equipment -

김 병 석 *

Kim Byung Suk

Abstract

There is much dangerous machine in worksite. These make the rate of accidents increase. Specially, among them, dryness equipment work has the highest rate of accidents. Therefore, it has been managed by safety-health law.

It is very important to make a special study of work using the dangerous machine. In press work, it is also important to develop safety system program to improve productivity and work safely. In this reaserch. the safety mangement system is built for the work improvement of the Press.

I will try new development method about dangerous machine.

Keyword : safety management system of the dryness equipment

1. 서 론

건조설비 위험기계 작업에 있어서 보다 더 생산성을 증진시키고 안전하게 하기 위해서는 현재상태의 과정을 개선시키고자 하는 방법과 새로운 상태로 작업방법을 설계하여 개발하는 방법으로 분류 할 수 있다. 또한 이러한 문제를 해결하기위한 절차로서는 분석적 접근법(problem solviing procedure)과 설계적 접근법(design approach)이 있다.

첫째, 분석적 접근법은 건조설비 위험기계 작업에서 현상분석을 통해 대상 작업이나 대상공정의 구성을 명백히 정하고 정확한 목표를 설정한 후 검토를 통하여 정확한 문제(software 시스템) 해결대책을 수립하고자 하는 접근법으로서 개선이나 개량을 위해 쓰이는 기법이며, 두 번째, 설계적 접근법은 건조설비 위험기계 작업에서 사고의 문제를 좀더 근본적인 시각에서 바라보자는 것으로서 새로운 생산시스템, 작업시스템 또는 신제품개발에 있어서 각각의 세부 기능을 명확히 하고, 먼저 제약조건을 제거하여 이상적인 대안을 만들어 이를 기초로 하여 필요한 최소한도의 제약조건을 만족시킬 수 있는 현실적인 해결안을 만들자는 hardware 시스템이다.

* 충주대학교 안전공학과 교수

Hardware 시스템에서는 실제 시스템이나 대상물이 존재하지 않아도 해결이 가능하므로 주로 새로운 방법을 설계하는 데 많이 사용한다.

이상의 두 절차중에서 어느 한 가지 방법만을 고집하는 것은 바람직하지 못하며, 주어진 시스템의 목표와 제약조건에서 이 두가지를 효과적으로 선택 적용해야 한다.

건조설비 위험기계를 이용하는 작업에서 가장 알맞는 안전성과 생산성 시스템 모델을 개발하고 적극적으로 활용할 수 있도록 하기위해서는 많은 그에 맞는 가장 적합한 안전관리 시스템을 구축하는 것이 먼저 선행되어야 할것으로 판단된다.

많은 이러한 위험기계 들은 기업에서 재해율을 증가시키는 중요한 원인이 되고 있으며, 또한 산업안전법에서는 이러한 위험 기계들을 특별히 분류하여 법으로 관리하고 있다.

본 논문에서는 법으로 정한 많은 위험기계 중에서 기업에서 재해율을 높이는 데 가장 큰 원인이 되는 건조설비 작업을 선정하여 총체적인 안전 시스템 구축을 시도하였다.

2. 연구범위 및 방법

본 논문에서는 많은 여러 사고원인의 위험기계 중 기업에서 재해율이 높은 건조설비를 중심으로 연구하였다.

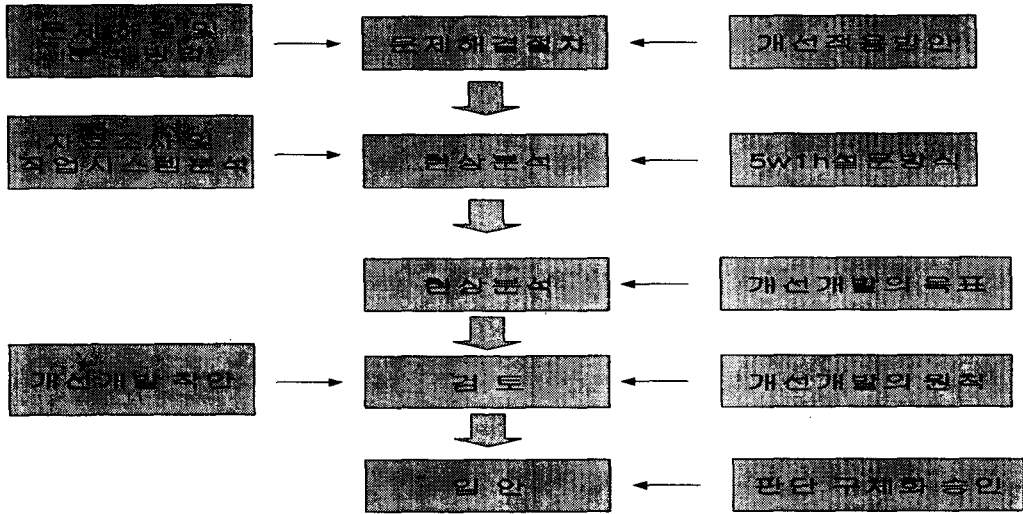
본 논문을 연구하기 위한 방법으로는 미국의 국방성 DOD(Dept Of Defense)의 기존 시스템의 이론과 제도방법을 분석검토하고 새로운 시스템을 구축하였다.

또한, 이 건조설비 작업의 안전시스템 프로그램을 구축하기 위하여 기존에 개발한 국내 총체적 농업안전 시스템 구축 모델(2003년 9월 제 5권)을 적용하였으며 프로그램 구축 국내 자료는 참고문헌을 통하였으며, 외국자료는 시스템 안전 2000의 기법들 중 선택 적용하였다.

3. 문제해결 분석방법 기초이론

기본적으로 과학적 접근법을 이용하여 작업의 생산성과 안전에 대한 문제를 해결하기 위하여 < 그림 1 >에서와 같은 절차와 방법으로 간단히 현재의 문제점에 대한 개선안의 입안사항을 발견할 수 있다.

여기에서는 전체의 작업과정 중에서 어떤 문제점을 어떻게 하여야 좋은 수준의 후보안이 될 수 있는지를 구체적으로 찾아내는 것이다.



< 그림 1 > 건조설비 위험기계작업 안전시스템의 문제해결 과정

4. 건조설비 위험기계 작업의 총체적 안전시스템의 구축방안

4.1 위험기계 작업에서의 안전공학과 안전관리 적용 우선순위 결정안

위험기계 작업에서 사고를 발생시킬 수 있는 사상들은 대단히 많이 있다. 크게 두 가지로 분류하면 첫째는 작업자의 작업방법 잘못으로 사고가 발생 할 수 있으며, 둘째는 기계의 결함으로 사고가 발생할 수가 있다.

전자의 작업자 에러를 줄일 수 있는 방법으로 훈련과 교육이 있으나 이 방법은 작업자가 인간이기 때문에 아무리 많은 훈련과 교육을 시키더라도 재해율을 어느 한계이상 줄일 수 없다는 문제점이 있다.

따라서 작업자의 실수를 줄이기 위한 방법보다 우선적으로 작업자가 실수를 범하더라도 기계에서 제어를 할 수 있는 적극적 시스템 개선 및 혁신(개발)이 더 중요하다고 볼 수 있다. 그리고, 동시에 작업자의 교육과 훈련이 같이 공조된다면 더 많은 재해율을 줄일 수 있다고 판단된다. < 표 1 참조 >

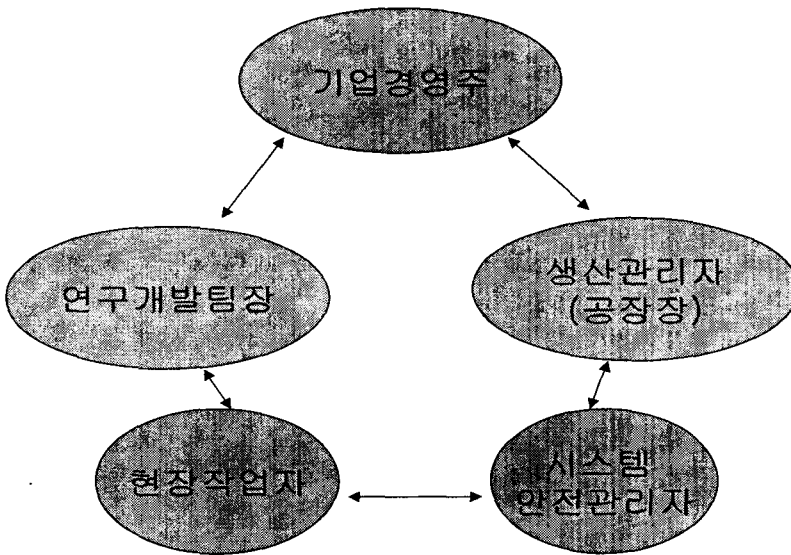
< 표 1 > 위험기계 작업에서의 안전공학과 안전관리 적용우선순위

적용 방법	적용 우선 순위	적 용 내 용	해 설
안전 공학 적용	1	위험상태를존재를 최소화	페일세이프 등 2중 3중 위험상태를 제어할 수 있는 장치 개발
	2	안전장치 부착	기계의 내부 및 외부에 부착(가급적 기계내부 부착 중점)
	3	경보장치 등 채용	기계에 부착이 어려울 때 위험신호 부착
안전 관리 적용	4	교육 훈련	기계제조 방법상 안전 공학적 미해결시 실시
	5	대 피	사고 발생시 응급상황 피난시설

4.2 프레스 위험기계 작업의 안전 프로그램을 개발하기 위한 팀 구성방안

총체적 안전 시스템을 구축하기 위한 프로그램 개발을 위해서는 기업경영주, 연구개발 팀장, 공장장, 현장 작업자 및 시스템 안전 프로젝트 개발 전문가 등 팀을 구성하여 정확한 정보를 획득하여야 한다. < 그림 2 참조 > 그리고, 이 팀의 구성은 각 파트별로 업무 영역이 다르게 느껴지면 총체적 안전 프로그램 개발이 하나로 통합되기 때문에 각각 서로의 밀접한 관계를 가지고 진행되도록 한다.

여기에서 각 영역 담당별 에러가 발생되면 총체적 시스템구축방법에 문제가 발생되기 때문에 팀구성은 대단히 중요한 역할을 한다. 특히 시스템 안전프로젝트개발자는 전체의 위험작용시스템을 여러 분석 기법들을 활용하여 위험의 문제점을 체계적이고 정확하게 분석하여야 한다.



< 그림 2 > 기업의 최적 안전시스템 개발을 위한 그룹

4.3 건조설비 위험기계 작업 안전시스템의 프로그램을 개발하기위한 기본구상

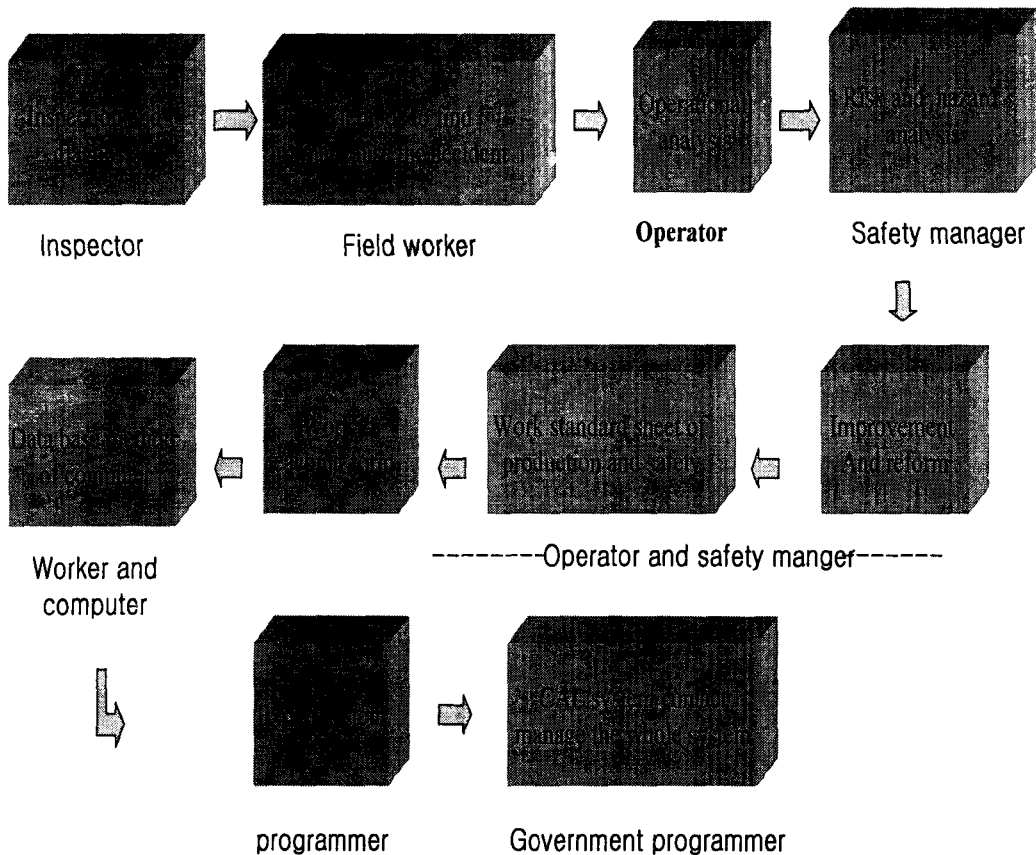
총체적 안전 시스템프로그램을 구축하기 위해서는 다음과 같은 사항들을 인지하고, 작업에 대한 기본구상을 검토하고 분석하여야 한다.

- 1) 사고를 발생시킬 수 있는 사상들을 찾기 위한 다양한 예비점검 및 진단
- 2) 예비위험을 확증 할 수 있는 정확한 작업분석 및 위험분석
- 3) 사고 예방을 하기 위한 작업장에 최적의 개선 및 혁신
- 4) 안전작업을 하기위한 안전작업표준화 작성

- 5) 작업자가 안전작업을 할 수 있도록 작업지도서 작성
- 6) 어떤 장소에서나 어떤 작업자들이 모두 사용할 수 있도록 안전하고 활용하기 쉬운 DB 구축
- 7) 신규 비전문가도 사고를 예측하고 활용할 수 있도록 시스템 구축
- 8) 어떤 작업장에서도 인터넷으로 서로 정보를 공유 활용할 수 있도록 프로그램 구축

5. 위험기계 중 건조설비 작업을 위한 총체적 안전시스템프로그램 구축안

또한 건조설비 작업을 위한 총체적 시스템을 분석하기 위한 프로그램방법을 다음 < 그림 3 > 과 같은 흐름도를 만들어 제시하고 각 부분 역할담당을 세부적으로 설명하였다.



< 그림 3 > 총체적 안전 시스템 프로그램 과정

또한 각 부분 역할 담당별로 총체적 안전시스템 프로그램을 구축하기 위한 방법들을 < 표 2 >에 제시하였다.

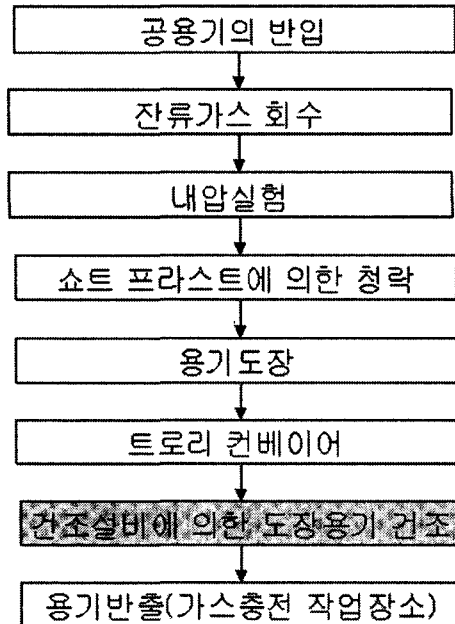
< 표 2 > 건조설비 작업을 위한 총체적 안전관리 프로그램해설

Contents	Explain
1. Inspection and diagnosis	<ol style="list-style-type: none"> 1) we have to know how the accident happened, where happened. 2) we select the largest accident event or frequent event. 3) we decide to search different kinds of methods. (I have studied two methods)
2. Methods to find what cause the accident	<ol style="list-style-type: none"> 1) making a note. 2) meeting workers and have a discussion. 3) we have to know the work process or the operational process of the machines
3. Operational analysis	<ol style="list-style-type: none"> 1) we record total process about problem at work place (where you want to study). 2) we select an extent of the largest accident or many accident. 3) we record detail analysis of work process or operational process of the machines. 4) this is operational analysis. 5) that is process of work.
4. Risk and hazard analysis	<ol style="list-style-type: none"> 1) we decide one event of operational analysis to risk and hazard analysis. 2) we must know one accident event which the accident happened. 3) we must study technique of hazard analysis. 4) there are many technique for hazard analysis. 5) we must select one technique and apply them.
5. Improvement and reform	<ol style="list-style-type: none"> 1) I can not decide the idea of improvement and reform from myself. 2) we have to decide the idea all together. 3) I studied technique to solve the problem. 4) it is two method.
6. Work standard sheet of production and safety	<ol style="list-style-type: none"> 1) we have to make work standard to do new work. 2) we record total of the large or many dangerous at work place. 3) we record dangerous process to do safety work. 4) we select one of the most dangerous department in dangerous process. 5) we adhere to understand in work place.
7. Work teaching form	<ol style="list-style-type: none"> 1) we have to make a safety teaching method for worker to do without any accident. 2) worker has to be touched (by) using work teaching form.
8. Data base method of computer	<ol style="list-style-type: none"> 1) we have to input in computer to do new work. 2) we can search the problem to easy. 3) so we can solve new accident and past accident.
9. Expert system	<ol style="list-style-type: none"> 1) we have to make a know-how (expert knowledge) to prevent the accident. 2) we have to save the know-how (expert knowledge) in the computer. 3) user can use know-how (expert knowledge) anywhere to prevent the accident.
10. CAL system contact manage the whole system	<ol style="list-style-type: none"> 1) know-how (expert knowledge) has to be contacted in the other workplace. (we can use know-how together) 2) we always have to save the accident data in the computer.

6. 건조설비 작업의 안전시스템 프로그램 구축

6.1 작업공정분석으로 생산저해요소와 위험부분 선택 <표 3, 4 참조>

< 표 3 > 작업공정도



< 표 4 > 문제되는 핵심과정

작업공정	생산저해요소 및 위험부분
건조설비에 의한 도장 용기건조	<ul style="list-style-type: none"> · 용기도장의 용제증기가 축만되어 점화시 폭발가능 · 건조설비의 열원연료인 프로판 가스가 연소실 내에 체류해서 버너 점화시 스파크 또는 화염 발생

6.2 작업시스템 분석 < 표 5 참조 >

< 표 5 > 작업시스템 분석

구분단위	공정	단위작업	요소작업	동작요소
내용	공용기의 반입 ↓ 잔류가스 회수 ↓ 내압실험 ↓ 쇼트 프라스트에 의한 청락 ↓ 용기도장 ↓ 트로리 컨베이어 ↓ 건조설비에 의한 도장용기 건조 ↓ 용기 반출	도장용기 넣음 ↓ 건조 ↓ 도장용기 꺼냄	프로판 가스 버너의 연소 가스를 직접 건조실 내에 순환 ↓ 점화	파이로트 버 너에서 메인 버너를 점화
분석기법	공정분석	작업분석		동작분석

6.3 위험분석(위험식별과 위험평가)

6.3.1 위험식별 < 표 6, 7, 8 참조 >

< 표 6 > 예비위험 리스트

preliminary hazard list(PHL)				
작업명 도장용기 건조		날짜 2004. 2. 10		
준비자 성명 김병석		페이지 2		
사용된 방법 : ◎비공식적인 면담 ◎체크리스트 검토 ◎ETBA ◎기타				
hazardous event (위험사건)	casual factors (위험요소)	system effects (시스템 효과)	rac(범주)	comments (제언)
건조설비의 폭발	전자변의 작동불량에 의한 연료공급관의 불완전 폐지	· 프로판 가스가 연소실 내에 체류해 버너 점화시 폭발 · 시스템 중대 피해, 근로자 중상	II(중대)	(위험수준을 낮출 수 있는 방법 예상조건) 특별한 조사나 보수가 없었다.

< 표 7 > 예비위험분석

preliminary hazard analysis(PHA)				
서브-시스템 요소			시스템 페이지	
고장 또는 바람직 하지 못한 사상	단계	원인	영향	분류
건조설비의 폭발	보전	전자변의 작동 불량	· 프로판가스 연소실 내에 체류 · 폭발, 시스템 약간손상, 근로자 증상	범주II 중대 (PHL을 확인)

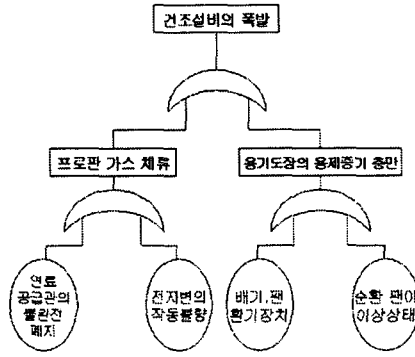
< 표 8 > 상세위험분석

상세위험분석(SSHA)						
서브-시스템 요소				시스템 페이지		
고장 또는 바람직하지 못한 사상	단계	원인	영향	분류		수정조치 및 최소화의 대 책
건조설비의 폭 발	보전	전자 변의 작동 불량	· 프로판가스연소실내에 체류해 버너 점화시 폭발 · 시스템 약간 손상, 근로자 증상	범 주 II 중 대	범 주 IV 무 시	· 안전장치 기능점검 실시 및 패일 세이프 · 건조기설비 작업주임 선임 및 안전교육 · 설비점검 · 작업의 지휘 등 법정 직무 이행

a. 보류 4가지 카테고리

- 범주 I (파국적) : 시스템 손실, 인원사망, 다수의 부상자
- 범주 II (중대) : 시스템 중대 피해, 인원 중대 피해
- 범주 III (한계) : 시스템 경미 피해, 인원 경미 피해
- 범주 IV (무시) : 시스템 인원 피해 없음

6.3.2 위험발생 예측평가 < 그림 4 참조 >



< 그림 4 > FT도 작성

발생확률을 예측할 수 없을 때는 FT도만 작성해도 재해발생원인의 흐름도를 파악할 수 있다.

6.4 개선과 개발(혁신)

프로젝트개발점을 구성하여 새로운 아이디어를 구성하여 방법을 제시하며, 새로운 작업방법 및 장치에 대하여 그룹토의 개선 및 개발한다.

6.5 안전작업표준서와 안전작업지도서 작성 < 표 9, 10 참조 >

< 표 9 > 안전작업표준서

번호	공장	계	설비	건조	작업	용기건조
작업 목적	공용기를 반입하여 잔류가스를 회수하고 용기도장 해서 건조하여 용기반출		용기도장	작업 조건 건조설비 안전담당자를 선임하여 작업지휘		
작업개시 전에 할 일	작업종료 후에 할 일					
안전장치 기능점검 실시	건조설비의 점검이나 보수					
작업 순서			작업의 급소			지그·공구 사용
No.	내용		급 소	이 유		
1	공용기의 반입		건조설비에 의한용기 건조	연소가스를 직접 건조설비내에 순환시키므로 주의		
2	↓ 잔류가스 회수					
3	↓ 내압실험					
4	↓ 소프트 프라스틱에 의한 청탁					
5	↓ 용기도장					
6	↓ 트로리 컨베이어					
7	↓ 건조설비에 의한 도장용기 건조					
8	↓ 용기반출					

< 표 10 > 안전작업지도서

견인	작성	표준작업서	재 질		기종	도면번호	
			소재규격	공정			품 명
No.	요소 작업	작업조건				작업요령 (품질, 안전, 능률)과 이유	
1	연소가스 순환					화염을 자외선 검출장치에 의해 검출	
2	점화					이상시 자동정지 시킴	· 표준시간

7. 결 론

위험기계인 건조설비작업의 안전관리 시스템구축은 기계설비, 공기구, 작업방법, 작업 환경, 근로자의 안전활동, 근무태도, 생활태도 등에 대한 잠재위험요인을 자세하게 진단·분석 하여 적절하고 신속한 조치를 시행하는 것이며, 안전에 대한 효율적인 관리를 행하는 것으로 보다 적극적·예방적 측면의 총체적 안전시스템 프로그램이다.

안전관리 시스템구축은 흔히 물적 조건에 중점을 두고 실시하는 것이다. 그러나 안전 프로그램이 갖는 신뢰성을 계획했던 기업의 목표가 적절하게 계획대로 추진되고 있는가를 인적, 물적, 환경적인 기업 전반의 안전 측면에서 상세히 조사·검토하는 것이 중요하다. 물적 요소에만 치우치다 보면 안전관리 시스템 구축은 결합사항만 나열하는 물적 시설현황만으로는 회사의 재해원인을 파악하기가 대단히 어렵다. 따라서 본 논문에서는 산업안전보건법상 가장위험한 기계로 분류된 건조설비작업의 안전시스템을 기업의 기계화 및 시설의 자동화 등의 증가로 인하여 발생하는 재해예방시스템을 체계적이고 효과적으로 위험성 기계의 재해발생율을 낮추기 위한 개선방안을 다음과 같이 제시하고자 하였다.

첫째 : 재해예방을 위한 기업의 위험기계기구 건조설비 작업의 점검 및 진단

둘째 : 위험성 높은 기계 위험 부분별 파악을 위한 시스템 분석

셋째 : 위험 기계 작업표준화 시스템 구축

넷째 : 작업방법 등의 사용 및 작업지침서 작성

다섯째 : 위험기계 위험부문 사전점검 예측을 위한 전문가 시스템 구축

또한 실질적인 재해예방 시스템으로 운영하고 있는 선진 산업안전시스템을 국내에 적용할 수 있도록 공학적·관리적·법률적 시스템이 공존화 하여야 한다고 판단된다.

8. 참 고 문 헌

- [1] 김병석, 산업안전과 생산성, 형설출판사, 2001. pp 135~295
- [2] 김병석, 시스템 안전공학, 형설출판사, 1999. pp 21~30
- [3] 이순요, 작업관리, 상조사, 1992. pp 223~237
- [4] 이진식, 설비관리, 형설출판사, 1997. pp 39~42
- [5] 김병석, “국내 총체적 농업안전 시스템 구축모델”, 안전경영과학회지 제5권 제3호, 2003
- [6] Hammer Willie, 1972. Handbook of System and product Safety. Englewood Cliffs. NJ: Prentice-Hall
- [7] Johnson William G, 1980. MORT Safety Assurance System. New York: Marce Dekker
- [8] Nationai Aeronautics and Space Administration. 1970. System Safety. NHB 1700.1 (V3). Washington, DC: Safety Office. NASA.
- [9] Queensland Government, Department of Employment, Training and Industrial Relations (DETIR) Workplace Health and Safety Act 1995, 2000, available URL: <http://www.whs.qld.gov.au/whsact/act95v1.pdf> (Accessed on 20 April 2002).
- [10] McCormic, E. J 1976. Human Factors in Engineering and Design. New York: McGraw Hill.

저 자 소 개

김 병 석 : 건국대학교 졸업하고, 연세대학교 대학원에서 식품공학, 동국대학교 대학원에서 안전관리 석사학위와 명지대학교 대학원에서 산업공학 (산업안전전공)으로 박사학위를 취득하였다.

현재 충주대학교 안전공학과 교수, 충주대학교 안전과학 연구소장, 안전경영과학회 부회장, 한국기업정책 연구소 책임연구위원
관심분야는 안전관리, 시스템 안전분석, 생산안전 운영시스템, 안전심리 분야이다.