

도료산업의 자율안전관리를 위한 HPMA 시스템 개발

목연수 · 장성록[†] · 옥영석* · 전승현* · 이성준** · 이창언**

부경대학교 안전공학과 · *부경대학교 산업공학과 · **동주산업
(2003. 5. 27. 접수 / 2003. 9. 25. 채택)

Development of HPMA System for the Voluntary Safety Management of the Paint Industry

Yun-Soo Mok · Seong Rok Chang[†] · Young Seok Ock* · Seung Hyun Chun*
Seong Jon Lee** · Chang Eon Lee**

Department of Safety Engineering, Pukyong National University

*Department of Industrial Engineering, Pukyong National University

**DongJu Industrial Co., Ltd.

(Received May 27, 2003 / Accepted September 25, 2003)

Abstract : We developed a HPMA Information System to establish the voluntary safety management for the Paint Industry. HPMA System means that manager, supervisor and worker on the process-line find out the hazardous and/or unsafe potentials, make improvement of the field safety by the cooperation with top manager, safety staff and eventually put in the practice. HPMA Information System consists of functions to suggest and evaluate the safety concerns hierarchically from top manager to workers on internet or intranet.

We establish the safety management and sharing of the safety information and are able to find the unsafe potentials by the HPMA Information System. Also We are able to mine new safety information and establish accident prevention model by the Safety DATABASE.

Key Words : HPMA information system, safety management, unsafe potentials, safety database, internet, intranet

1. 서 론

도료 공장의 잠재적인 위험들은 작게는 인력 운반 작업에 의해 발생하는 근로자의 협착, 요통 등의 산업재해들과 크게는 공장뿐만 아니라 인근 주변까지 큰 피해를 미칠 수 있는 인화성 액체의 취급 부주의 등으로 인한 화재, 폭발 등의 중대 산업사고를 발생시킬 수 있는 것들을 포함하고 있다. 드럼 운반, 말통 이양, 원료 포대 취급 등의 중량물 취급을 많이 하는 도료산업의 특성으로 인하여 재해 통계 상 도료산업에서 가장 발생 빈도가 높은 위험 요인은 중량물 취급에 의한 근골격계 질환이다. 뿐만 아니라 도료제조공정에서 유해한 화학물질을 취급하는 작업장에서 작업환경조건 등의 열악 등으로 피부

질환과 중독에 의한 작업병의 발생 등이 위험요인으로 대두된다. 위와 같은 상황으로 미루어 볼 때 도료 산업은 다른 제조업체보다 잠재 위험성이 높다고 할 수 있다.

정부에서는 1995년부터 후진국형 산업재해를 근절하기 위한 안전문화정착의 범국민적 운동을 추진해 나가고 있으며 그 일환으로 산업안전보건법에서는 사업장이 스스로 자율안전관리를 실시해 나갈 수 있도록 유도하고 있다. 자율안전관리란 사업장의 안전을 확보하고 조업의 안전을 도모하기 위하여 최고 경영층에서부터 현장의 근로자까지 안전의 의의를 이해하고, 기본방침과 이의 실현을 위한 방책 및 구체적인 실시 계획에 따라 자율적으로 실행에 옮겨 안전을 확보하는 것이다.

이러한 연구를 살펴보면 다음과 같다. 이동훈 등¹⁾은 자율안전관리를 위한 실천기법인 HPMA 시스

[†]To whom correspondence should be addressed.
srchang@pknu.ac.kr

Table 1. Example of hazard potentials in synthetic resin manufacturing process

작업구분	세부작업	위험성	관리범례	작업구분	세부작업	위험성	관리범례
원료이송	공장내부로 이송	지게차 충돌	운송	분체원료 사입	반응기 질소가스 투입	누설시 산소결핍	기타
		타이어 마모로 인한 추돌 (미끄러짐)	운송		포대 절개	칼로 베임	취급물질 및 치공구
		후진경보기 고장으로 인한 후진시 충돌	운송		맨홀 조립	협착	기계
		원료낙하	운송		원료사입	타원료 사입으로 이상공정 발생	화학물질
	적재	원료전도 (포크 끝으로 들어 올림)·협착	운송	배관연결	작업자 실수(타배관 연결)	기타	
		원료누출(화재)	화재		접지선연결	착화위험성(접지선 비연결시)	전기
	운반(stage)	원료낙하	운반	Pump 및 Line 세척	배관내 잔존용제의 누출위험	화재	
		lift 낙하(폐쇄확인 후 작동 되도록)	기계		pumping 부스내 액체중기 잔류로 인한 화재 폭발	화재	
	액체원료 계량	원료전도·누출(화산·화재)	화재	원료 투입	타원료 사입으로 인한 이상공정	화학물질	
		요통	기타		유독물질 취급시, 보호구 미착용으로 건강장애	화학물질	
	응고원료 용해	원료전도·누출(화산)	화재		Pump gasket 마모로 인한 유해물질 누출, 건강장애	화학물질	
	고온반응 및 회석	맨홀 조립	spark 발생	전기	포장드럼 이송	지게차충돌(타이어 마모)	운송
			협착	기계		안전벨트 미착용, 충돌 또는 이탈	운송
		승은	급격한 온도상승(화재폭발)	화재		제품 낙하, 파손	운송
시료채취		위험물질 유출로 인한 화재폭발, 건강장애	화학물질 및 화재	저장탱크 이송	배관연결 상태불량 누출(화재)	화재	
		밸브 닫힘 불량으로 인한 누출	화학물질		타 배관 연결(작업자실수)	기타	
충돌로 인한 피부화상		기계	Drain 밸브 충돌, 위험물질 유출		화학물질		
시험기구 파손에 의한 손가락 부상		기타	overflow		화학물질 및 화재		
검사		유독 위험물질 취급시 보호구 미착용, 건강장애	화학물질	임펠러 보수작업	시건장치 설치	작업자 실수(미설치)	기타
		연결부위 누출	화학물질		보수작업	산소결핍	기타
Thinner Tank로 이동		overflow	화학물질 및 화재	탱크내부 보수작업	보수작업	산소결핍	기타
회석용제 투입	overflow	화학물질 및 화재	저온반응 및 회석	촉매 투입	추락(촉매를 들고 난간대 잡아야 함)	기계	
filter 세척	전선피복파손(감전)	전기		보수	충돌(머리부분)	기계	
	협착	기계		승은	과열	화재	
이송·여과	유기용제 폭로(보호구 미착용)로 인한 건강장애	화학물질		Dropping 검사	밸브고장으로 인한 급격한 droppng (화재, 폭발)	화재	
	정전기 발생	전기			누출(시료채취)	화학물질	
포장	Thinners 증기 누출, 화산	화재					
	접지불량(정전기 착화원)	전기					
	보호구 미착용, 건강장애	화학물질					

템에 관한 개념적인 연구가 수행되었고, 김두환²⁾은 자율안전관리를 활성화시키기 위하여 잠재위험 요인을 도출하고 처리하는 방안이 제시되었다. 이송 등³⁾은 건설업체에서 시행되고 있는 자율안전관리

제도의 운영현황에 대한 설문조사를 통하여 자율안전관리 제도의 문제점을 분석하고 개선방안을 제시함으로써 자율안전관리 제도의 새로운 방향을 제시하는 연구가 수행되었다. 정민근 등⁴⁾은 산업재해 관

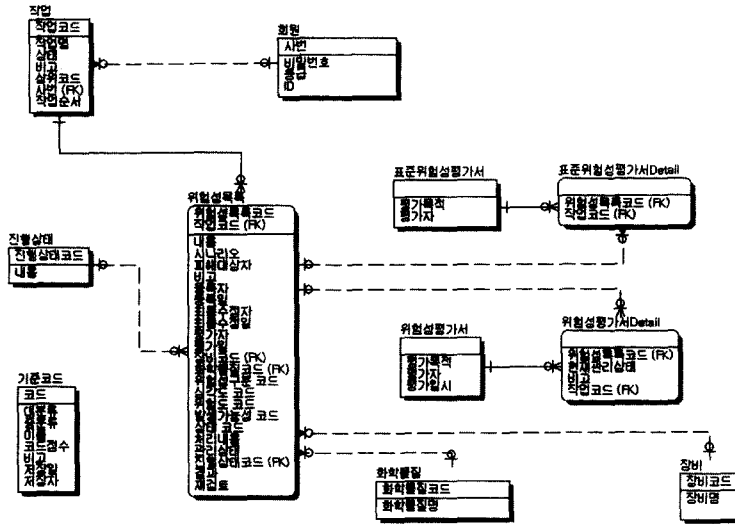


Fig. 1. E-R diagram for HPMA system of D industry

리 및 예방적 정책을 수립할 수 있도록 퍼스널 컴퓨터를 활용한 산업재해 정보시스템의 모형인 AIMS (Accident Information Management System)을 개발되었고, 김병주 등⁵⁾은 안전사고자료의 데이터베이스를 구축하여 안전사고자료를 관리하고 분석할 수 있는 안전정보시스템이 개발되었다. 고성석과 송혁⁶⁾은 건설현장에서 필요한 각 공정에 따른 안전정보를 재해사례와 연계하여 제공할 수 있는 안전정보시스템을 구축하였다. 장성록과 이성준⁷⁾이 도료공업에서 발생할 가능성이 있는 재해의 예방대책에 관한 연구가 수행되었다.

따라서 본 연구에서는 도료산업의 현장을 바탕으로 자율안전관리를 위한 잠재위험성 발굴 및 조치 방안 등을 포함한 실천적인 기법인 HPMA(Hazard Potentials in My Area) 시스템을 개발하여 보급함으로써 근원적인 산업재해 예방에 기여하고자 한다.

2. HPMA 시스템 구축절차

HPMA 시스템은 근로자를 비롯한 관리감독자가 자신이 담당하고 있는 설비 및 작업영역에 존재하는 잠재위험요소를 스스로 찾아내어 해결함과 동시에 안전스텝 및 경영인과도 추출된 잠재위험성을 공유하여 라인과 스텝의 정보교류와 함께 필요한 개선방안을 찾아 이를 개선해 나가는 기법이다. 이 기법이 성공적으로 정착되기 위한 관리체계를 지원하는 정보시스템을 구축하여 장소에 관계없이 관리

할 수 있는 실천적 안전활동기법으로 활용하고자 한다. 이를 위하여 먼저 과거 재해사례분석 및 현장 조사를 통하여 도료산업의 재해원인을 분석하고 재해원인별 위험성을 체계적으로 평가하여 HPMA 시스템 구축을 위한 기본 자료로 사용한다. 데이터베이스 구축을 위한 데이터 모델링을 한 후 HPMA 시스템을 위한 업무 프로세스를 설계하였다.

2.1. 도료산업의 잠재위험성 도출

대상업체인 D 산업(주)에 구축되어 있는 OSHAS 18001 매뉴얼 및 절차서, PSM 관리 매뉴얼 및 공장 배치도 및 현장에서 사용하는 체크리스트 및 현장 진단을 토대로 아래와 같이 합성수지 제조공정에 대한 위험성을 도출하였다.

2.2. 데이터 모델 설계

D 산업(주) 위험성 평가에 대한 문서의 분석 및 안전업무담당자를 인터뷰한 결과를 토대로 데이터 모델을 구축하였다. Fig. 1은 HPMA 시스템을 위한 논리적 E-R Diagram을 나타낸다. 중심이 되는 테이블은 위험성 목록이다. 위험성 목록과 연결되어 관련 정보를 제공해주는 작업, 회원, 화학물질, 장비 및 위험성의 진행상태를 나타내는 진행상태 테이블이 있다. 위험성 평가서, 표준위험성평가서, 위험성 평가서 detail 및 표준위험성평가서 detail 테이블은 위험성 평가서 출력을 위한 테이블들이다. 그리고 기준코드 관리를 위한 기준코드 테이블이 있다.

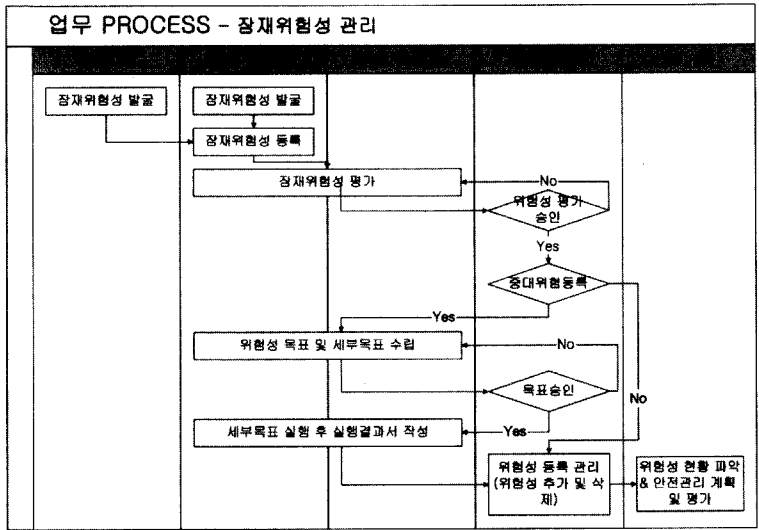


Fig. 2. Process of managing hazard potentials

2.3 HPMA 시스템 업무 설계

D 산업(주) OSHA 18001 매뉴얼 및 안전업무 담당자를 인터뷰한 결과를 토대로 HPMA 시스템에서 잠재위험성 관리에 대한 업무 프로세스를 Fig. 2와 같이 설계하였다. 잠재위험성 관리는 현장에서 작업자 또는 라인감독자가 잠재위험성을 찾아내면 라인감독자가 HPMA 시스템을 이용하여 위험성을 입력한다. 다음 입력된 위험성을 부서책임자가 평가하게 된다. 평가를 하게 되면 평가 점수가 위험성이 높은 것으로 평가된 4점 이상이거나 4점 미만이지만 관리해야 할 것 같은 위험성은 중대위험으로 등록된다. 안전 staff은 평가된 위험성을 승인 또는 재검토를 할 수 있다. 재검토 시 부서책임자가 위험성을 재평가하게 되고, 평가승인된 중대위험성에 대해서는 목표 및 세부목표를 수립하고 세부목표에 대한 실행 결과서를 작성해야 한다.

잠재위험성 관리를 통한 결과는 OSHAS 18001의 요구문서 양식으로 출력물을 제공한다.

2.4. 개발도구 선정

2가지 측면에서 Oracle 8i와 Powerbuilder를 사용하여 개발하기로 협의하여 결정하였다. 첫 번째는 Oracle은 기업정보시스템을 구축하는데 안정적이면서 효율적인 데이터베이스 관리 시스템이며 Powerbuilder는 Oracle과 연동하여서 개발하는데 효율적이면서 객체지향의 개념을 잘 구현하고 있는 개발도

구로서 재사용성 및 유지보수가 뛰어난 것으로 알려져 있다. 두 번째로 D 산업의 정보시스템이 현재 Oracle과 Powerbuilder를 사용하고 있어 추후 D 산업 정보시스템과 용이하게 연동하여 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

3. HPMA 시스템 구현 및 평가

전체 시스템을 위험성 평가/관리를 하는 HPMA 관련 부분과 공정 안전관리를 하는 2 부분으로 나누어서 구현하기로 하였다. HPMA 시스템 메뉴 구성은 Fig. 3과 같다.

HPMA 지원 정보 시스템은 잠재위험성 관리를 통한 안전업무와 관련된 HPMA, 공정안전관리 및 기준정보관리로 나뉜다.

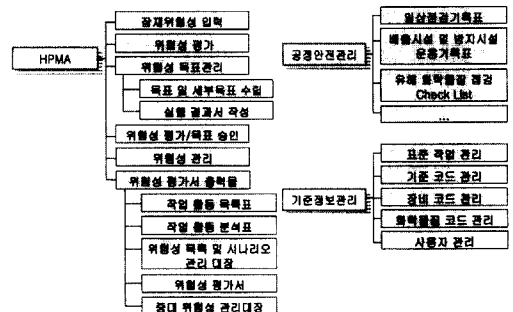


Fig. 3. Structure of HPMA system menu

잠재위험성 관리를 통한 안전업무와 관련된 HPMA 메뉴는 자율안전관리를 위하여 직급별 계층적으로 각각의 역할에 따라 수행할 수 있는 기능을 제공한다. 하부의 메뉴들을 각각 살펴보자. 잠재위험성 입력 메뉴에서는 라인 감독자가 현장의 작업자가 작업 도중 발견한 잠재위험성이나 아차사고를 보고하면 그 위험성을 입력한다. 위험성 평가는 입력된 위험성을 부서책임자가 평가하기 위해 사용한다. 여기서 평가 점수가 4점 이상인 위험성과 4점 미만이지만 관리를 필요로 하는 위험성은 중대위험으로 등록한다. 위험성 목표관리 메뉴에서는 안전스텝이 평가승인이 된 중대위험성에 대해 목표 및 세부목표를 수립하고 세부목표에 대한 실행 결과서를 작성할 수 있다. 위험성 평가/목표 승인은 안전스텝이 위험성 평가 이후 평가 승인을 하거나 위험성 목표 수립 이후 목표 승인을 할 때 사용된다. 위험성의 평가나 목표가 잘 못 되었을 경우 재검토를 지시할 수 있다.

위험성 관리는 안전 스텝이나 부서책임자가 전체적인 위험성의 관리상태를 확인할 수 있는 기능을 제공한다. 입력, 평가, 평가승인, 목표수립, 목표승인, 실행, 완료의 각 위험성 진행상태에 따라 위험성을 확인할 수 있고 부서책임자는 위험성 관리 메뉴를 통해 자신의 부서 외에 다른 부서의 위험성도 열람할 수 있다. 그리고 각각 부서별, 월별 목표관리실적을 나타내어 줌으로써 위험성 관리의 판단 기준을 제공한다.

위험성 출력물 메뉴는 단계별 활동을 통한 위험성들을 OSHAS 18001의 요구문서 인 작업활동목록표, 작업활동분석표, 위험성목록 및 시나리오 관리대장, 위험성 평가서 및 중대위험성 등록대장 등의 출력물을 제공한다.

공정안전관리는 현재 현장에서 실행하고 있는 여러 가지 점검기록표들을 작성, 관리, 출력할 수 있도록 기능을 제공한다.

마지막 기준정보관리는 HPMA System에서 필요한 모든 기준정보를 관리하는 기능을 담당한다. 표준작업, 기준코드, 장비코드, 화학물질 코드, 사용자의 관리기능을 제공한다.

4. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 HPMA 시스템 구축을 위한 기본 자료로서 도료산업의 위험성 평가를 위하여 과거

재해사례분석 및 현장조사를 통하여 도료산업의 재해원인을 분석하고 재해원인별 위험성을 체계적으로 평가할 수 있는 방법론을 구축하여 도료산업의 위험성 평가체계를 구축하였다. 또한 HPMA 시스템 구축을 위하여 도료산업의 안전관리체계를 구축하였다. 즉, 직급별, 부서별로 자율안전관리를 정착시킬 수 있는 안전관리 및 협조체계를 구축하였다.

HPMA 지원 정보시스템은 다음과 같은 원칙하에서 이루어졌다.

- 안전관리의 정보/계획/운영관리/평가 기능을 부여한다.
- 직급별로 안전관리 대상을 제공하고 평가방안을 제시한다.
- 자율안전관리제도를 정착시키기 위하여 근로자의 위험에 대한 감수성을 높이고, 안전 활동에 자발적으로 참여할 수 있도록 근로자의 담당업무에 대한 공정별 안전 관리대상을 제고하고, 잠재위험요소를 발굴하도록 한다.
- 안전스텝의 업무를 정보화함으로써 업무소요 시간을 줄이고 기획 및 평가 기능을 강화한다.

HPMA 지원 정보시스템은 인터넷 또는 인트라넷에서 사업장의 최고 경영자로부터 현장 작업자에 이르기까지 계층별로 관리 대상을 제시하고 평가하는 기능을 수행할 수 있도록 구성되어 있다. 시스템의 구성은 잠재위험성 관리와 안전정보관리, 설비관리 및 안전업무관리의 4개 부분으로 되어 있고, 특히 생산 현장의 자율안전관리가 이루어질 수 있도록 하였다. HPMA 시스템을 지원할 수 있는 데이터 모델링을 통하여 데이터베이스 구조를 설계하고 인터넷 또는 인트라넷에서 정보를 용이하게 입력하고 검색할 수 있는 웹 기반의 클라이언트/서버 형태의 정보시스템을 구축하였다. HPMA 지원 정보시스템을 통하여서 계층별로 안전정보를 제공함으로써 안전경영의 정착, 안전정보의 공유 및 잠재위험을 발굴할 수 있게 되었다. 또한 안전 데이터베이스의 구축을 통하여 새로운 안전정보의 발굴 및 재해예방 모델을 수립하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

추후 과제로는 기존 업무 시스템인 ERP와 연동을 시키는 방안과 안전정보를 여러 계층에서 쉽게 인지할 수 있는 안전 맵을 구현하여 안전에 관한 정보를 제공하고자 한다. 또한 도료산업 뿐만 아니라 다양한 산업에서 적합한 HPMA 지원 정보시스템의 구현 등이다.

감사의 글 : 이 논문은 2002년도 산학협동재단 연구비 지원에 의해 수행된 연구입니다.

참고문헌

- 1) 이동훈, 김승환, 장성록, 목연수, 이영섭, “자율안전관리 정착을 위한 HPMA System에 관한 연구”, 산업안전학회지, 제11권, 제2호, pp. 128~135, 1996.
- 2) 김두환, “자율안전관리 활성화를 위한 잠재위험요인 도출과 대책방안”, 한국산업안전학회 추계 학술발표회 논문집, pp. 203~208, 1997.
- 3) 이 송, 손기상, 최원일, 채점식, 오태상, “건설업체 자율안전관리능력 향상 방안 연구”, 산업안전학회지, 제15권, 제4호, pp. 112~118, 2000.
- 4) 정민근, 이중한, 강연석, “퍼스널 컴퓨터용 산업재해정보 시스템 AIMS의 개발”, 산업공학, 제2권, 제2호, pp. 1~12, 1989.
- 5) 김병주, 김미정, 한성호, 곽지영, 유승무, 송맹기, 어홍준, 홍상우, “안전정보시스템의 개발”, 대한산업공학회 추계학술대회논문집, pp. 301~306, 1995.
- 6) 고성석, 송 혁, “건설안전정보시스템에 관한 연구”, 산업안전학회지, 제16권, 제4호, pp. 140~146, 2001.
- 7) 장성록, 이성준, “도로공업의 재해예방대책에 관한 연구”, 한국산업안전학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 271~276, 1998.