

가스공정의 웹기반 통합 안전, 보건, 환경 관리시스템 (WISHE)

한 경 훈 · 박 정 수 · 정 기 택 · 김 구 회 · 신 동 일^{*} · 윤 인 섭

서울대학교 응용화학부

*명지대학교 화학공학과

(2003년 12월 5일 접수, 2004년 3월 18일 채택)

Web-based Integrated Safety, Health and Environment Management System in Gas Industry

Kyounghoon Han, Jeong Su Park, Ki Taek Jung, Ku Hwoi Kim,
Dongil Shin[†] and En Sup Yoon

School of Chemical Engineering, Seoul National University

[†]Department of Chemical Engineering, Myongji University

(Received 5 December 2003 ; Accepted 18 March 2004)

요 약

본 연구는 기존의 통합 가스안전관리 시스템에 힌트를 얻어 가스 및 에너지·환경 공정에 있어서 웹을 기반으로 하여 안전, 보건, 환경 분야의 통합 시스템(WISHE; Web-based Integrated Safety, Health and Environment Management System)을 구축하는 것이다. 지금까지 산업현장에서 각종 규제와 법률에 따라 각각 관리되던 안전, 보건, 환경의 고유 업무 영역을 객체 위주의 정보 흐름도를 이용하여 면밀하게 분석하고, 통합 가능성을 파악한 후 및 장소에 구애를 받지 않는 웹의 장점을 이용하여 통합시스템을 만들었으며, 주위 모듈 및 각종 인증제도와 유기적으로 연계하여 관리인력 및 비용절감을 가능하게 하였다.

Abstract - In this paper, we showed Web-based Integrated Safety, Health and Environment management system(WISHE) in gas industry, which was inspired from the integrated gas safety management system. Using the object oriented information flow to analysis basic modules of safety, health and environment, we made web-based, which enables us to access system anywhere, integrated system and its modules that can meet various laws and rules. This system also can reduce man power and management cost.

Key words : web-based, integrated system, SHE(Safety, Health and Environment)

I. 서 론

국가 기간산업인 가스 및 에너지·화학 산업에 있어서 공정의 안정성과 이를 통한 품질향상의 노력을 통합위험관리체계(IRMS; Integrated Risk Management System)의 구축을 요하게 되었고, 또한 세계 표준화 추세에 따라 ISO(International Organization for

Standardization) 표준 및 각종 국내 규정에 맞추어 안전, 보건, 환경 관리의 통합 경영시스템은 현재 기업들의 주된 관심사가 되었다. 이에 따른 SHE 의 통합시스템 제안이 잇따르고 있고, 일부 기업에서는 그들 나름대로 프로그램을 만들어 운용하고 있으나, 각각의 기업 특성에 맞추어 개발하기 때문에 일반 기업들이 만족할 수 있는 통합구조는 아직

[†]주저자 : esyoon@pslab.snu.ac.kr

구현되지 못하고 있는 실정이다. 특히 최근 들어 국제 표준화기구에서 제정한 품질경영 시스템(ISO 9001), 환경영경영시스템(ISO 14001), 보건안전 경영시스템(OHSAS 18001) 및 미국 화학공학회(AIChE) 산하 화학공정 안전센터(CCPS)에서 시작되어 국내에서도 1996년부터 한국산업안전공단과 한국가스안전공사가 대형 화학공정을 중심으로 공정안전관리제도 (PSM; Process Safety Management)와 가스안전관리제도(SMS; Safety Management System)와 더불어 안전, 보건, 환경관리에 대한 각종 규제나 법률의 증가로 통합시스템이 이러한 문제도 동시에 해결해 주어야 하는 부담마저 지니게 되었다. 본 연구는 이러한 화학·에너지 산업의 안전, 보건, 환경의 지능형 통합관리 기술을 개발하고, Web을 기반으로 한 통합관리시스템의 운용기술 및 연계성을 개발하고자 하였으며 이 모두를 하나의 framework안에서 효율적으로 통합 관리함으로써 그 효율 향상을 통한 원가절감 및 생산관리시스템과의 시너지 효과를 이루려는 것이다.

II. 배 경

2.1. 안전, 보건, 환경 분야의 관리 시스템

우선 에너지·화학 산업에 있어서 안전, 보건, 환경 분야의 업무 및 관리 시스템을 먼저 분석해 봄야 한다.

2.1.1 안전 분야 (Safety)

다음의 그림1에서 보듯이 우선 각 산업체에 있어서 공정에 대한 정보를 체계적으로 데이터베이스화 하고나서, 각 공정의 위험요소를 파악한다. 현재는 안전하더라도 변화를 줄 경우에 안전하지 않은 경우가 있으므로 변경에 대한 관리를 동시에 수행하는데, 이에 따라 안전운행 절차라든지, 위험작업 허가 및 하도급업체 관리가 이어진다. 이제 정상적인 공정이 진행되는 중이라면, 예기치 않은 사고에 대비하기 위해 각 장치별 위험진단에 따른 비상조치를 세우고, 이에 맞게 운영자들을 교육 시키는데, 운영 전 체크와 자체감사를 통하여 사고를 사전에 방지하고, 기존의 사고통계를 통해 위험성을 미리 알 수 있도록 해준다. 사고가 났을 경우에는 신속한 비상대응과 원인분석을 통하여 이러한 사고를 방지

해야 한다. [1]

2.1.2 보건 분야 (Health)

보통 보건 분야는 따로 관리되어지기보다는 안전 분야에 맞물려 같이 관리되고 평가되다 보니, 자체적인 관리기술 개발이 부족한 실정이었다. 하지만, 직업병의 증가 및 환경

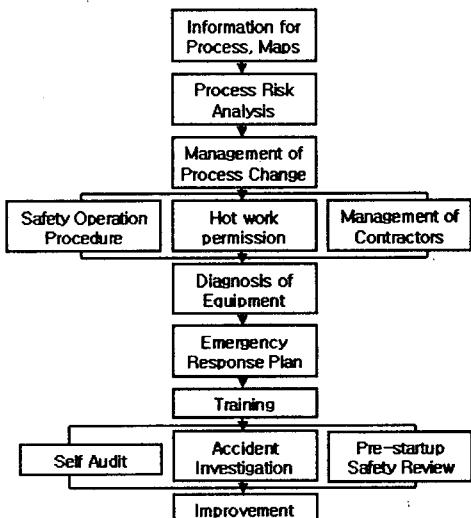


Fig. 1. Safety management.

호르몬 등이 사회적인 주목을 끌기 시작하면서 본인이 몸담고 있는 산업체에서 현재 본인에게 미치는 위해 물질들을 수치적으로 관찰해달라는 요구가 늘어남에 따라 체계적인 관리가 절실해져 가는 실정이다. 산업체에서 보건관리에 대해서는 무엇보다도 작업환경에 따른 직업병 예방과 건강검진 및 건강관리와 보호시스템 등이 중요 관심사가 된다.

그림2에서 보듯이 우선 현재 본인의 건강상태를 주기적으로 검사(Medical check up)를 통해 점검하고 본인이 속한 작업장에서 취급하는 위험물질에 대한 정보(MSDS)를 기준으로 작업환경측정에 의해 노출되기 쉬운 병에 대한 교육(Training)을 받으며, 예방접종(Vaccination)을 실시하게 된다. [2]

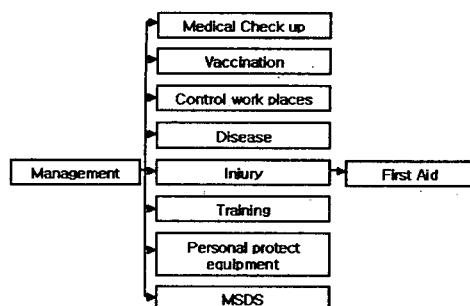


Fig. 2. Health management.

2.1.3 환경 분야 (Environment)

환경 분야에 있어서는 각 분야별 규제는 많은데, 이에 대해 체계적인 연계성이 적은 형편이다. 따라서 각 공정에서 배출되는 환경관련 물질들에 대해 최종적으로 집결되는 도착지를 기준으로 그림3에서 보여주듯이, 대기(Air), 해양(Sea), 토지(Earth)로 나누었는데, 각각 대기에는 대기오염, 소음, 악취 및 해양에는 폐수와 토양에는 토양오염 및 폐기물이 해당되며, 유해물질 배출은 이 세 가지의 경우 모두에 해당된다. 효과적인 환경관리를 위해 물질의 배출을 기준으로 공장 안팎의 배출량과 농도를 실시간 측정하여 모니터링하고, 위험수치에 이르지 않도록 권고해주는 시스템을 이루고 있다. [2]

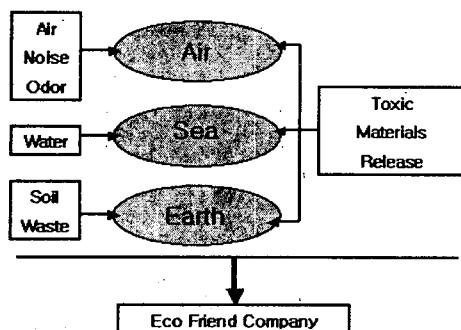


Fig. 3. Environment management.

2.2. 안전, 보건, 환경 분야의 인증제도 및 규제

현재 산업현장에서 안전, 보건, 환경 분야를 관리할 때는 업무 자체의 중요성과 효율성과 더불어 각종 규제와 인증에 맞는 시스템을 구축해 나가야 한다. 이에 따라 각 분야별로 해

당되는 인증제도와 규제를 만족시켜야 한다.

2.2.1 안전 분야

안전 분야에 해당되는 인증 및 규제내역으로는 PSM 및 SMS와 OHSAS 18000 시리즈, BS 8000(영국), 한국산업안전공단의 KOSHA 2000 등을 고려해야 한다. 관리자는 이러한 국제 인증 외에 산업안전보건법에서 규정하는 각종 안전관리 사항을 준수해야 하는 의무가 있다.

2.2.2 보건 분야

안전 분야와 함께 산업안전보건법 및 OHSAS 18000 시리즈 중 보건에 해당하는 분야를 따라야 한다. 특히 직업병에 대한 규제나 최근 환경법에서 지정하는 보건관련 분야에 대한 깊은 성찰이 요구된다.

2.2.3 환경 분야

국내 환경법 및 ISO 14000 시리즈를 따라야 하며 이외에 각종 지방단체 자체 규정 또한 준수해야 한다. 특히 환경 분야는 대민 문제가 민감하게 관련되어 있으므로 기업의 판단 하에 대민 공개의 가능성도 늘 고려해야 한다.

III. 본 론

3.1. 객체중심의 정보흐름도를 통한 안전, 환경, 보건 관리 시스템 파악

우선 상품을 기준으로 관심을 가지고 있는 공정을 System으로 규정하고 그 외의 부분을 Environment라고 가정하였다. 다음에 시스템의 관점에서 입력에 해당하는 것을 원료(Materials)와 경제적 투자(Money)로, 출력에 해당하는 것을 상품(Product)과 배출물(Emission)이라고 보았고, 공정에서 가장 관심을 가지고 있는 사고를 기준으로 사고를 일으킬 수 있는 외부적 요인을 외부요인(Outer effect)라 보고, 이를 포함하여 종합적인 결과로 발생하는 것을 사고(Accident)로 보아 각각 입력과 출력의 한 종류라 가정하였다.

이제 해당하는 부분들에 대하여 중요한 객체(Object)와 관계형 객체(Relative Object)로 정의하여 직접적인 연관과 간접적인 지원기관으로 나눌 수 있었다. 또 각각의 Object에 있어서는 상위개념인 정보(Information)와 하위개념인 관리(Administration)로 나누어 항목을 정리해 나갈 수 있고, 특히 공정 내부는 크게 장치(Equipment)와 인력(Human)으로 구분하여 이들의 관계와 외부영향이 조합되어 사고

가스공정의 웹기반 통합 안전, 보건, 환경 관리시스템 (WISHE)

가 발생한다고 본다. 이들 장치와 인력에 있어서도 마찬가지로 정보와 관리 항목으로 구분이 가능하는데, 관리항목은 또 한번 사고(Accident)의 시점을 기준으로 사고 전 관리와 사고 후 관리로 나누어진다. 이렇게 시스템의 관점에서 객체를 따라 정보의 흐름을 관찰해 보면 공정에서의 안전, 보건, 환경 관리의 범위가 더욱 선명해지며 서로 어떻게 연관되어지는지 파악하는데 많은 도움을 받을 수 있게 된다.

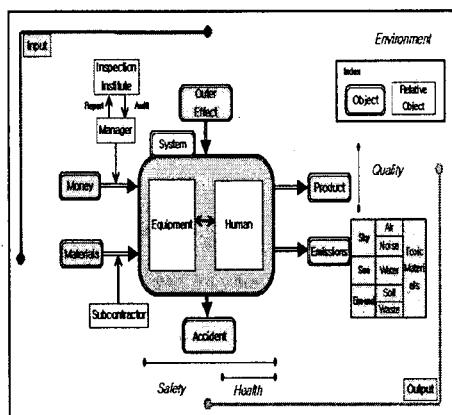


Fig. 4. Analysis of SHE through object oriented information flow.

Table 1. Information and administration of object and relative object.

구분	정보	객체	관리
입력	원단위계산	투자	비용
	MSDS	원료	MSDS
	기상, 지형정보	재해	재난
공정	공정도면	공정	시동 전 점검 등
	유해·위험설비 정보	설비	시설 등 비상 조치
	검질 결과 질병 정보	인력	예방 접종 등 비상 조직
출력	제품사양	제품	품질관리
	대민공개정보	배출	모니터링
	사고통계	사고	사고조사
관계	경영방침 사내표준	경영	일정, 코드
	법규, 규정	감사	MSDS
	업체정보	협력업체	작업허가

3.2. 인증과 규제에 따른 안전, 보건, 환경 경영 시스템

다음의 그림 5처럼 일반적으로 계획(Plan), 실행(Do), 점검 및 시행(Check), 개선(Action)의 P·D·C·A 단계로 구성되어 있으며 각각의 해당하는 내용을 유사하게 정리할 수 있었다. [2]

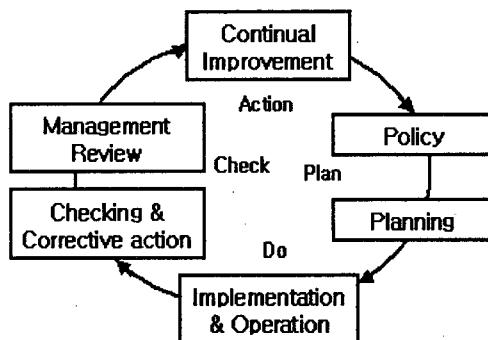


Fig. 5. General management system of SHE.

각각의 분야에 따른 세부 항목들을 위의 순서에 맞추어 나열해 보면 다음과 같다.

Table 2. Safety, Health and Environment regulations

분야	안전	안전/보건	환경	비고
인증	SMS / PSM	OHSAS 18001	ISO 14001	
Plan	공정안전자료 운전절차서 위험성평가 자동전점검 설비관리	방침 법규 안정성 평가	방침 법규 환경 영 향 평가 목표 조직 및 책임	Action
	교육, 훈련 협력업체관리 비상조치 계획	이행/교육 커뮤니케이션 협력업체 비상조치	이행/교육 커뮤니케이션 협력업체 비상조치	
	사고조사 자체감사	사고조사 내부감사	사고조사 내부감사	

3.3. 안전, 보건, 환경 경영시스템의 통합 모델

그림6에서처럼 안전, 보건, 환경의 고유 업무 외에 시설관리, 작업환경 관리 및 유해 · 위험물질 관리(MSDS)처럼 두 분야가 겹치는 영역을 확인할 수 있었다. 더불어 공정정보, 교육훈련, 비상대응, 감사보고, 사고관리, 협력업체, 비용관리 분야는 세 분야가 모두 공통적인 영역으로 실질적인 통합 가능성을 보여주고 있다.

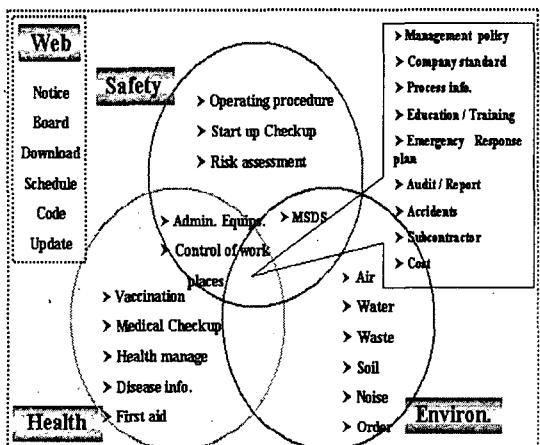


Fig. 6. Integration possibility of SHE management.

이러한 종합적인 통찰을 통하여 본 연구에서는 웹상에 다음의 통합구조와 시스템을 구축하였다.

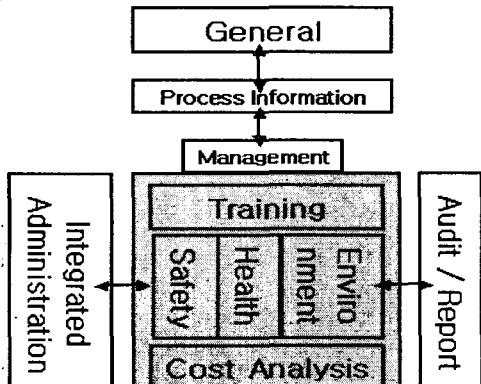


Fig. 7. Integrated management system of S.H.E.

우선 일반 모듈에서는 웹이 가지고 있는 최대한의 장점을 살려 공지사항, 게시판, 양식다운, 통합일정, 코드관리 등을 통하여 개개인 및 관리자가 각각 인증을 거쳐 각자의 계정으로 접근한 다음 종합적인 서비스를 받을 수 있게 해 주고 있다. 이어 공정에 필요 한 기본적인 정보를 공정정보를 통해 얻을 수 있으며 통합경영을 통하여 경영방침이라든지 비상시 취해야 하는 조직 및 조치를 확인해 볼 수 있다. 또한 각 해당하는 안전, 보건, 환경관리 모듈을 통해 자신의 분야의 업무를 관찰·수행할 수 있으며 경영진의 ERP(Enterprise Resource Plan) System과 연계될 수 있도록 비용관리 모듈을 추가로 가지고 있다. 마지막으로 각종 보고서와 계속되는 법률 및 규제 등의 업데이트 확인 및 각종 인증에 필수항목으로 들어가 있는 자체 감사 모듈이 들어가 있다. 다음의 그림8 에서는 이러한 시스템과 그 외의 모듈과의 관계를 설명해 주고 있는데, 보안 프로그램의 보호를 받으며, 실제 공정에 맞물려 데이터를 주고받으면서 경영진의 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 일반적으로 기업 내에서는 자체적으로 교육훈련, 회계 관리 프로그램을 가지고 있으므로 우리가 만드는 통합시스템에 또 다시 포함시킬 필요는 없다.

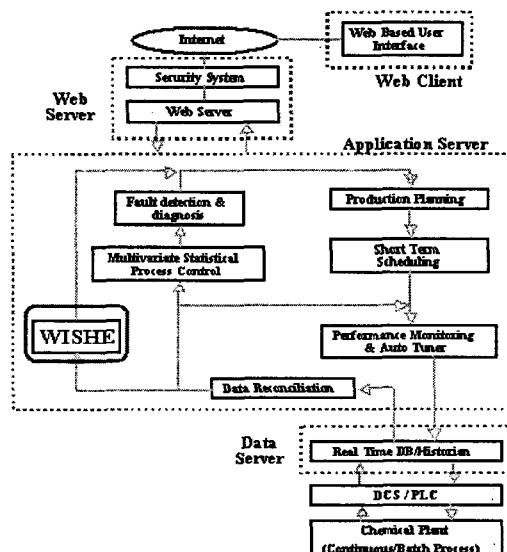


Fig. 8. Relationship between WISHE and other modules in the factory

가스공정의 웹기반 통합 안전, 보건, 환경 관리시스템 (WISHE)

이렇게 웹에서 통합시스템을 구현하기 위해서는 각각 개발되어 있는 프로그램들의 효과적인 연동 및 서버에서의 DB의 구현 및 각 정보와 서버의 보안을 유지하기 위한 실질적인 보안요소의 확립이 매우 중요하다. 여기서는 각 관리자와 사용자를 network를 통해서 서버에서 연결해 주고 있으며 이 서버는 각각 웹 서버와 DB서버로 구별되어 운영되는데, 웹 서버뿐만 아니라 전체 서버의 보안요소 확립이 특별히 중요하다.

다름의 그림9에서는 이 연구를 위해 실질적으로 구축된 시스템의 사양을 보여주고 있다.

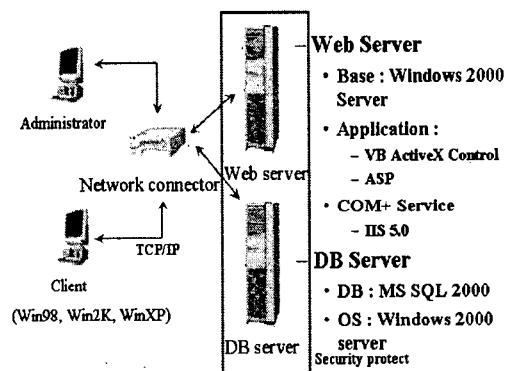


Fig. 9. Web-based equipments for WISHE.

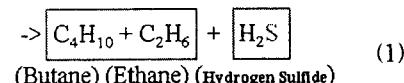
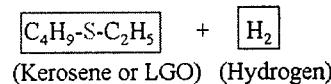
이제 이러한 시스템이 구축된 상태에서 지역에 관계없이 효과적으로 원거리에서 접근할 수 있도록 웹을 통해 (ASP; Active Server Pages 사용) 구현되었는데, 우선은 어느 공정에도 적용 될 수 있도록 관리자 모드로 만들었다. 각 공정에 따라 필요한 모델의 침삭을 할 수 있으며, 사용자에 따라 시스템 관리자 (전체 또는 모듈별), 경영진, 일반 사용자로 나뉘며, 각각에 대한 사용권한 설정이나 화면이 달라지게 된다.

IV. 사례 연구

4.1. 대상공정

본 연구의 대상공정은 울산에 위치한 한정유회사의 MDU(Middle Distillate hydrodesulfurization Unit) 공정으로 수소가

스를 이용한 석유의 탈황공정인데 하루에 6만 배럴을 처리하며 공정 반응식은 아래와 같다.



4.2. WISHE의 적용

4.2.1 일 반

일반정보에 대한 것들은 웹상에서 쉽게 구현할 수 있는 것으로 회사의 공지사항 및 사원들간의 게시판, 사원들의 노하우와 문서 양식을 다운 받을 수 있는 자료실과 더불어 안전, 보건, 환경 분야의 통합일정을 보여주고 그 외의 내용들을 보여주고 있다.

4.2.2 공정정보

아래의 그림10과 같이 공정도를 포함하여 MSDS 및 유해/위험설비 및 협력업체 정보를 입력하고 관리된다. 특히 공정도는 실제 회사에 설치되어 있는 프로그램을 웹상에서 공유할 수 있었기에 쉽게 접근이 가능했다.

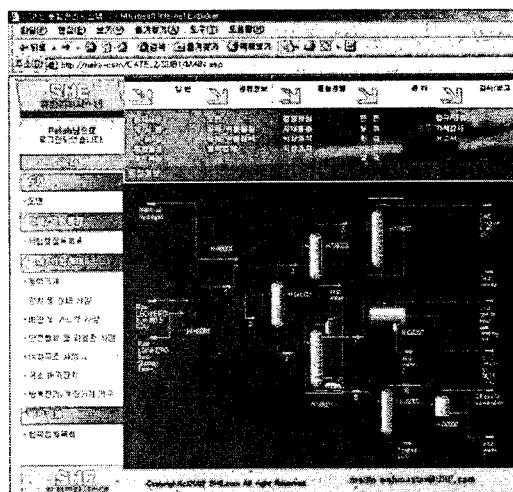


Fig. 10. Process Flow Diagram on WISHE

4.2.3 통합경영

안전, 보건, 환경에 대한 경영방침과 사내 표준이 포함되며 특히 사고전후로 비상조직 및 비상조치를 다루어 사원들의 신속한 대응 훈련을 꾀할 수 있도록 하였다.

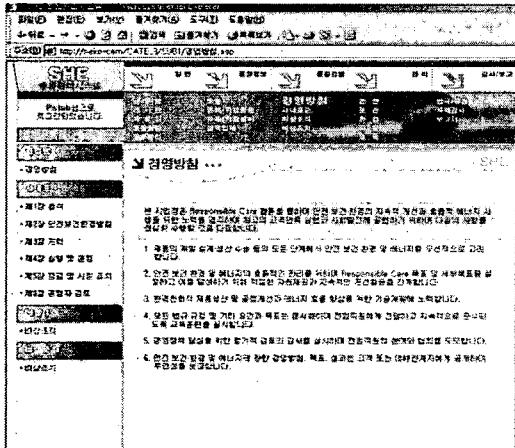


Fig. 11. Module of Integrated Administration

4.2.4 관리

이 시스템의 가장 핵심이 되는 부분으로
안전, 보건, 환경, 비용 및 교육관리로 나뉘며
각각 해당되는 고유분야를 잘 포함하고 있고,
특히 경제적 편익을 고려하여 비용분야와 교
육관리 분야가 이루어진다.

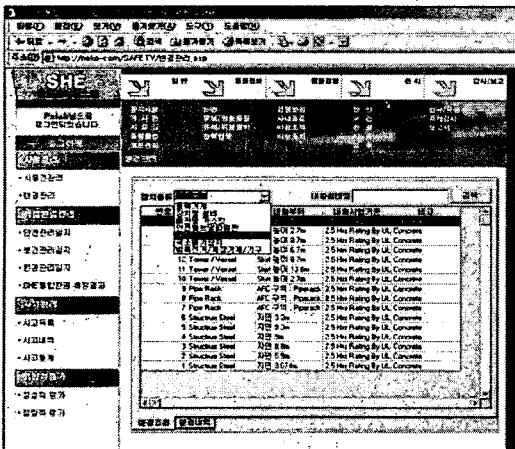


Fig. 12. Module of Safety Management

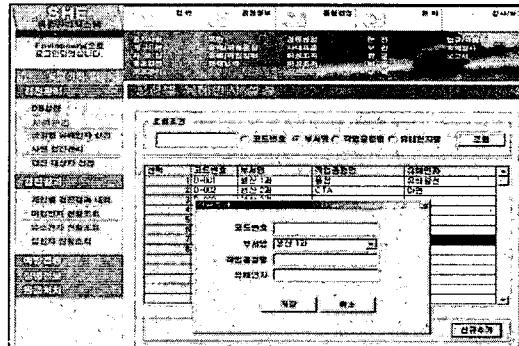


Fig. 13. Module of Health Management.

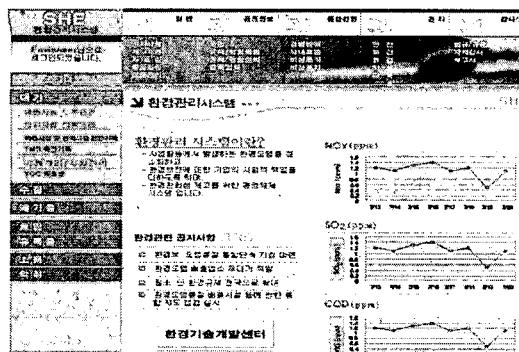


Fig. 14. Module of Environment Management.

4.2.5 감사 / 보고

이러한 정보시스템을 통한 관련된 법규/규정의 꾸준한 업데이트 제공 및 자체감사 내용 및 해당되는 보고서의 출력 기능들이 해당된다.

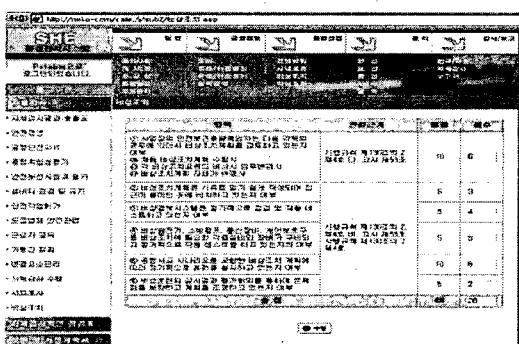


Fig. 15. Module of Audit / Report.

4.3. 향후 개선사항

본 연구를 수행하면서 몇 가지 어려운 면이 있었는데, 우선 보건관리 및 환경관리는 대부분이 인근 병원에 위탁을 주어 관리하고 있는 실정이므로 이러한 통합시스템을 구축할 경우 관련 기관들과의 유연한 연계성이 매우 중요하다는 것이고, System을 사고 발생이라는데 초점을 두어 장치와 인력으로 양분했는데 이 또한 정보흐름상의 내용이지 실질적으로는 같이 연동되어 조업을 하고 있으며, DB에 대한 정확한 고찰 위에 각 모듈간의 유기적인 연동성을 찾아내는 것이 가장 선행되어야 한다는 점이다. 더불어 전자결재 시스템 및 외부 모듈과의 충돌 없는 정보의 공유 또한 해결해야 할 문제가 된다.

감 사

본 연구는 교육인적자원부의 Brain Korea 21과 산업자원부의 “웹 기반 지능형 통합 안전, 보건, 환경, 품질 관리시스템 개발”의 지원에 의한 것이며 특히 보건관리와 환경관리에 각각 회사 엔바이오니아와 LG환경안전연구원의 도움이 있었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 한국산업안전공단, “공정안전관리업무편람”, (1996)

- [2] CCPS, “Guidelines for Integrating Process Safety Management, Environment, Safety, Health, and Quality”, CCPS of the AIChE, 8-31 (1996)
- [3] Management Utopia, “Loss Control Management; ISRS-OHSAS18001-PSM/SMS 비교분석”, (2001)
- [4] Management Utopia, “Loss Control Management; OHSAS18002”, 57-58, (2001)
- [5] 한국가스안전공사, “도시가스분야 SMS 구축모델”, (1996)
- [6] KOSHA, “화학공장의 종합적 안전·환경관리”, 제33회 산업안전보건 강조구간 기술세미나, (2002)
- [7] Bendixen, L. “Integrate EHS for better process design”, Chemical Engineering Progress, 98(2), 26-32, (2002)
- [8] James L. Lamprecht, “ISO 9000 Preparing For Registration”, ASQC Quality Press, (1992)
- [9] CCPS, “Guidelines for Auditing Process Safety Management Systems”, CCPS of the AIChE, (1993)
- [10] CCPS, “Guidelines for Implementing Process Safety Management Systems”, CCPS of the AIChE, (1994)