

**N. 화학공정산업에서의 공정안전
정보시스템**

(주)아스프
김 운 화

화학공정산업에서의 공정안전 정보시스템

- 개발 현황 및 사례 중심으로 -

1. 공정안전 정보시스템의 필요성

21세기 뉴 밀레니엄(New Millennium) 시대가 도래하면서 화학공정산업에서의 정보 시스템이 차지하는 비중도 매우 커지게 되었다. 특히, 기존의 공정 최적화나 제어 등의 공장 자동화분야 뿐만 아니라 환경안전 분야의 정보시스템 구축도 매우 활발하게 진행되고 있다. 또한, 공정 안전분야의 각종 자료를 정보시스템으로 구현하여 실시간으로 제공하는 연구도 활발하게 진행되고 있다. 이와 같이 기존의 문서형태로 보관하던 각종 환경·안전 자료를 정보 시스템으로 구축하면서 얻어지는 인적·물적·시간적 절약 효과는 상상을 할 수 없을 정도이다.

외국의 경우 정보시스템의 필요성을 예견하고 각종 자료를 통합하여 관리할 수 있는 공정안전 정보시스템에 대한 연구를 많은 부분 수행하였으며, 그 결과를 토대로 상용화된 소프트웨어를 판매하고 있다. 실례로 미국의 Rebis사에서 판매하고 있는 PlantLife와 같은 제품은 상당히 고가임에도 불구하고 전세계적으로 많은 판매고를 올린 시스템이다. 근래에 들어와서는 Pavilion사의 PI(Plant Information) 시스템과 같이 공정의 실시간 데이터를 관리할 수 있는 정보관리시스템이 전세계적으로 보급되고 있다.

국내에서도 정보시스템의 중요성을 인식하고 1999년 한국가스안전공사가 SIMS(Safety Information and Management System)을 개발하여 관련 업체에 배포할 예정에 있으며, 몇몇 사기업에서 공정안전 정보시스템에 대한 연구와 개발을 진행중에 있다.

본 교재에서는 화학공정산업의 정보시스템 중에서 안전·환경·품질의 SEQ 분야에서 현재 개발 혹은 개발중인 공정안전 정보시스템에 대해서 간략하게 알아보도록 하겠다.

2. 국외 기술개발 동향

현재까지 개발된 정보관리 시스템의 대부분은 외국에서 개발되었다. 특히, 미국, 영국 및 네덜란드를 비롯한 선진 서방국가에서 개발한 시스템이 대부분이라고 해도 과언은 아니다. 실례로, 미국의 Rebis사와 영국의 AEA Technology, 그리고 네덜란드의 TNO의 경우 수년 전부터 정보관리 시스템 분야의 소프트웨어를 개발하고 있으며, 최근에 들어와서는 통합화된 형태의 성격을 갖는 소프트웨어를 개발하고 있다.

국내의 경우에 정보관리에 대한 관심이 증대되면서 몇몇 프로그램에 대한 개발이 시도되고 있으나, 대부분이 부분적인 정보관리 시스템을 지향하고 있기 때문에 실제 현장에 적용할 경우 많은 제한이 따르고 있다. 공정의 안전성 향상을 위한 종합적인 정보관리 시스템의 개발은 매우 미약한 형편이라고 할 수 있다.

본 교육에서는 공정안전 정보관리 시스템분야에서 현재까지 알려진 외국의 개발현황을 살펴봄으로써 국내 산업시설에서 효율적으로 사용할 수 있는 시스템을 알아보려고 한다.

2.1. Rebis의 PlantLife

미국의 Rebis사는 화학공장과 관련된 정보 시스템을 개발하는 회사로써 화학 플랜트 정보화를 통한 위험성 예방 프로그램에 많은 연구를 수행하고 있다. 특히, PlantLife는 대형 산업시설에 산재해 있는 각종 데이터 베이스를 중앙집중 형태로 통합하여 데이터 관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 개발된 매우 강력한 위험정보관리 시스템이라고 할 수 있으며, 주요 구성 요소는 다음과 같다.

■ 변경 관리 (Management of Change)

PlantLife는 OSHA의 1910.119에서 제시하고 있는 변경 관리에 대한 자료를 종합적으로 관리할 수 있는 tool을 제공하고 있다. 특히, 공정 정보와 관련된 그래픽 자료들을 CAD 지원하에 손쉽게 접근할 수 있도록 설계하였으며, 각종 관계 법규에 대한 지원도 매우 강력하다. 그러나, OSHA의 1910.119가 국내 법규와 일치하지 않기 때문에 국내에서 사용하기에는 약간의 수정작업이 필요하다.

■ 조업자 훈련 정보 (Operator Training Information)

PlantLife는 조업자 훈련과 관련된 모든 정보를 한눈에 파악할 수 있는 OTI 데이터베이스를 지원하고 있다. 특히, 전직원에 대한 모든 정보를 동시에 저장하고 있다.

■ 사고조사 정보 (Incident Investigation Information)

PlantLife는 사고와 관련된 각종 정보를 통합적으로 관리할 수 있도록 설계되어 있다. 특히, 각종 사고와 관련된 야차사고에 대한 통계 분석도 수행할 수 있도록 설계되어 있으며, 인적 오류 및 관련 장비의 결함에 대한 자료도 관리할 수 있도록 설계되어 있다.

■ 자료 및 그래픽 통합

PlantLife의 가장 큰 특징은 CAD 파일을 완벽하게 지원한다는 것이다. 또한, 각각의 장치에 대한 그래픽 지원도 매우 우수하게 지원하고 있으며, 기존의 다양한 포맷의 Windows 그래픽 형태를 지원한다.

■ 기타 OSHA 1910.119 요구사항

PlantLife는 앞에서 열거한 특징이외에도 아래와 같이 OSHA 1910.119의 모든 요소에 대하여 완벽한 문서 관리 및 정보 관리를 지원한다.

- Operating procedures
- Emergency preparedness
- Process Hazard Analysis (HAZOP method)
- Contractors
- Compliance audits
- Mechanical integrity

2.2. Pavilion의 PI(Plant Information) System

Pavilion사에서 개발한 PI(Plant Information) System은 공장 정보의 수집, 보관, 출력, 그리고 배포에 대한 자동화된 package를 제공하고 있으며, 개방된 Server/Client 구조의 특성을 가지고 있어서 네트워크를 이용한 개인용 컴퓨터간의 자료 공유를 지원하고 있다.

PI System Data Archive는 수년에 걸쳐 모든 공장 데이터를 저장할 수 있

으며, 다른 시스템과 공유할 수 있도록 매우 다양한 데이터 변환 Tool들을 지원하고 있다.

PI는 공정의 각종 정보를 문서 혹은 그래픽 자료로 관리할 수 있는 막강한 시스템이며, 각종 자료의 효율적인 연계를 통하여 시스템의 최적화를 구성한 프로그램이다. PI System의 주요 구성 요소에 대해서 간단하게 살펴보면 다음과 같다.

■ Process Book

PI-Process Book은 "Windows 95"의 GUI에 적합하게 설계되었으며, 이러한 사용자 인터페이스는 사용자의 작업 고유의 기능을 지원하고 있다. 또한, 화면출력, 보고서출력, 분석 등은 사용하기 쉬운 Workbook 포맷으로 구성되어 있다.

■ Process Graphics

공정의 각종 데이터를 공정 그래픽, trend, 통계학적 분포도, 표, 차트 등의 다양한 포맷으로 출력할 수 있으며, 인터넷으로 접속하는 모든 이용자에게 똑같이 포맷으로 출력하는 기능을 갖고 있다.

■ ODBC Client

다양한 ODBC Client 응용 프로그램을 지원하고 있으며, PI에서 생성된 각종 데이터를 다른 소스 또는 데이터베이스의 자료와 쉽게 종합하여 편집할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

■ DataLink

DataLink는 PI System Database와 스프레드시트 응용 프로그램 사이의 긴밀한 연결을 제공해준다. 또한, Add-in 기능을 이용하여 사용자들이 쉽고 빠르게 실시간 데이터 혹은 과거의 작성한 데이터에 접근할 수 있도록 지원하고 있다.

■ PI-API

PI에서 생성된 데이터들은 API(Application Programming Interface)를 통하여 데이터베이스 엔진에 손쉽게 저장할 수 있으며, 과거에 작성된 자료들도 API를 통하여 손쉽게 접근할 수 있다.

■ Process Data Interface

PI의 가장 큰 특징중의 하나가 DCS(Distributed control system), Lab systems, 혹은 SCADA systems 등에 의하여 발생된 자료를 PI의 데이터 베이스에 자동입력할 수 있다는 것이다. 따라서 공정에서 생성되는 각종 정보를 실시간대로 검색·관리할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

3. 공정안전 정보시스템

공정안전 정보시스템이란 공정과 관련하여 발생되어지는 각종 상해와 사고를 예방하기 위하여 공정의 위험사항을 파악하고 이를 통제하는데 있어 관리원칙과 관리시스템을 적용하는 것이라고 말할 수 있다.

국내에서 시행하고 있는 PSM(Process Safety Management) 제도와 SMS(Safety Management System) 제도에서 요구하고 있는 공정안전 관리분야의 12개의 주요 구성요소는 다음과 같다.

- 1) 경영방침
- 2) 안전관리조직
- 3) 공정안전 정보기술
- 4) 위험성평가
- 5) 변경관리
- 6) 공정 및 장치의 완전성
- 7) 인적요소
- 8) 교육훈련
- 9) 사고조사
- 10) 비상 조치 및 대책
- 11) 기준·규정 및 코드
- 12) 안전감사

위에 열거한 12개의 주요 구성요소를 효과적으로 관리할 수 있는 대표적인 정보시스템으로는 한국가스안전공사에서 개발한 SIMS 시스템이 있다. 그러나, 효율적인 공정안전 정보시스템을 구현하기 위해서는 위에 열거한 12개 항목 외에 해당 업체에서 필요로 하는 각종 정보를 효율적으로 관리할 수 있는 시스템으로 개발하여야 한다.

3.1. 공정안전 정보시스템 구성 요소

본 교재에서는 앞에서 열거한 12개 항목중에서 대표적인 몇 가지 항목에 대하여 간략하게 되짚어 보도록 하겠다.

3.1.1. 공정안전 정보기술

공정안전 프로그램이란 제품 생산/처리 시설에 중요한 운전 경험과 기술적인 전문지식을 신입직원이나 경력사원 등 다른 사람들이 적절한 방법으로 검색 및 활용할 수 있도록 구체적으로 설명하는 것이다. 따라서, 공정안전 정보시스템의 모든 요소가 공정과 관련한 지식과 문서를 통하여 저장되고 보존된다.

공정안전 정보시스템에서는 화학 제품 생산/처리 시설에 중요한 운전 경험과 기술적인 전문 지식을 검색 및 활용할 수 있도록 구체적으로 설명하여야 하며, 이러한 화학공정 안전 프로그램의 모든 요소는 공정 지식의 기술적인 관리 및 문서화를 통하여 보장되고 보존되어야 한다.

공정안전과 관련된 각종 정보는 공장의 수명 주기 내내 생성된다. 예를 들어, 기존의 운전 과정에서 변경을 요하는 상황일 경우 과거의 데이터, 정보 및 설계의도 혹은 이전에 변경이 이루어진 시점에 있었던 의사결정에 대한 근거 등을 검토하게 된다. 공정흐름도(P&ID)가 변경될 때는 항상 변경 사항들을 전달할 수 있도록 갱신해두어야 하며, 이러한 공정 정보가 수록되어 있는 문서 파일은 공장내 변경량에 따라 일정한 간격으로 갱신하여야 한다.

관리 시스템에는 공장에서 처리할 물질의 위험에 관한 최신 정보가 포함되어 있어야 하며, 각 물질에 대해 물질안전자료 (Material Safety Data Sheet : MSDS)가 있어야 한다.

공장 운전 중 공정과 장치에는 수많은 수정이 이루어진다. 공정 안전 설계가 대충 이루어지는 일이 없도록 하려면 모든 변경에 대한 평가가 이루어져야 하며, 모든 변경에 대한 이유는 기록을 해두어야 한다.

연구, 운전, 정비 및 필요한 기술 지원 부서들로부터 자료가 입수되어야 한다. 공정 및 또는 장치 수정 사항은 문서화되어야 하고, 정보는 공장이나 조직내에서 공정 문서를 유지관리하는 일을 담당하는 모든 사람들에게 전달되어야 한다.

3.1.2. 공정 위험 관리

공정위험 관리의 주목적은 공정내에 잠재해 있는 각종 위험 요소들을 분석하여 예방하고 통제하기 위한 절차를 평가할 수 있는 도구를 제공하는데 있다. 일반적으로 공정위험 관리평가의 주기는 3~5년으로 하는 것이 바람직하다. 공정위험관리(PRM) 평가를 이행하는 시간은 공정의 규모와 복잡성에 따라 달라질 것이며, 위험평가의 주기는 우발적인 사건이나 사고, 공정 변경 등에 따라서도 영향을 받을 수 있다.

현재 가장 널리 이용되는 위험 요소 분석 방법으로는 Checklist, FMEA, HAZOP, What-if 같은 분석 방법이 있다.

■ 운전상의 위험분석

위험요소 확인 후에는 정성적 분석 또는 정량적 분석법으로 위험 요소를 평가할 필요가 있다. 위험성 평가는 직원, 환경, 주변 지역사회의 안전과 보건 및 운전의 지속성에 영향을 미칠 수 있는 위험들을 분석하는 목적을 가지고 있다.

■ 위험요소 감소대책

공정상 위험요소를 확인하고 그러한 위험요소의 효과에 대해 분석이 이루어지고 나면, 가동할 수 있는 모든 관리시스템을 동원하여 위험을 경감시키기 위한 실제적인 조치가 이루어져야 한다. 또한, 위험분석 결과 제시되는 모든 권장 사항에 대한 근거와 해결책에 대한 적절한 문서화 작업이 필수적이다.

위험 요소에 대해 등급을 매김으로써 위험을 감소시키고 결과를 완화시키며 잔존 위험을 관리하거나 경우에 따라 운전을 중단시키기 위하여 추가 조치 (자원 및/또는 자본의 투입)가 필요한지를 결정하는 것도 유익하다.

■ 잔존 위험 관리

‘잔존 위험’을 관리하기 위해서는 공장 관리자들이 공장에 있는 화학 공정과 관련된 위험 요소 및 대형 참사 예방을 위한 이론적 근거에 대해 완벽한 지식을 가지고 있어야 한다. 이러한 정보는 원래 설계에 관한 문서 파일에 보관되어 있어야 한다. 또한 공장이나 공정에 대한 모든 주요 변경 사항이나 추가 사항을 원래의 설계에 반영되어 있는 공정 안전에 대한 이론적 근거와 대비하여 평가하는 것이 극히 중요하다. 공장 관리자는 공장이 외부 지역사회에 미칠 가능성이 있는 영향에 대해 잘 알고 있어야 한다.

다.

■ 비상시 공정 관리

불안정한 공정 상태의 효과를 최소화하기 위해 실행하여야 하고 최소한 매년 시험하여야 할 필요가 있는 시스템과 조치에 대해 설명한다. 공정을 비상 계획에 명시되어 있는 대로 통제할 필요도 있다.

3.1.3. 변경 관리

공장에서의 대부분의 변경은 정비 및 운전 요원에 의해 이루어진다. 이 경우 중요한 점은 이러한 변경으로 인해 이미 설정된 안전 운전 범위를 벗어나 운전되는 결과가 초래해서는 안 된다는 것이다. 공장이나 공정의 변경 내용에 대해 위험을 평가하고 위험을 최소화하는데 필요한 조치를 취하고 검사나 사후 관리 시스템을 마련하는 등 지식이 풍부한 직원들에 의해 검토 및 집행될 수 있도록 하는데 필요한 각종 필요한 조치를 마련하기 위한 공장 절차가 필요하다.

화학 공장에서 발생한 대형 사고 가운데 상당수는 공장에서 이루어진 변경들이 불안정한 조건을 초래한데 기인한 것들이었다. 불안정한 조건을 초래할 수 있고 그로 인해 나중에 위험을 증대시킬 수 있는 변경들을 확인하는데 도움이 될 수 있는 공장 관리 시스템이 필요하다. 이 변경관리 시스템은 공장 관리자들로 하여금 변경이 이루어질 때 적절한 조치를 취함으로써 위험을 최소화시키고 공정을 안전 운전 범위 내로 유지할 수 있도록 하는데 도움이 된다.

공장의 모든 변경 시스템 관리에는 기술적 배경과 전문 지식을 갖춘 직원들을 참여시킴으로써 제안된 변경을 검토할 수 있어야 하고 또한 변경을 하더라도 이미 설정해 놓은 안전 운전 범위를 벗어나 운전되는 결과가 초래되지 않도록 해야 한다. 가장 중요한 점은 변경 시스템 관리를 통하여 필요한 검토 및 승인 수준을 정해 두어야 한다는 것이다. 위험을 증대시킬 수 있는 변경에 대해서는 분명히 각 기능 부서 전체 또는 일부에게서 평가 및 승인을 받아야 한다.

■ 공정 기술의 변경

설계 단계에서 공정에 각종 안전 조치를 강구함으로써 불안정한 조건을 방지하고 공정이 안전 운전 범위를 초과하지 않도록 한다. 공정상 문제점이 있어 변경을 가해야 비로서 운전의 지속성이 유지될 수 있는 것으로 확인

될 경우, 중요한 점은 이러한 변경으로 인해 공정 안전 통제 장치가 약화되지 않도록 하는 것이다. 공정 기술 변경이 안전하게 수행될 수 있도록 하려면, 위험 물질, 인화성, 폭발성, 반응성 또는 독성 물질을 취급하는 모든 공정에 대해 담당자의 검토를 받아야 하는 관리 시스템을 실행하도록 하여야 한다. 이러한 관리 시스템에는 문서화, 통신 및 교육 방법이 포함되어야 한다.

■ 시설 변경

장치를 변경하면 추가 위험 요소가 발생하거나 위험이 증대될 수 있다. 때로는 장치의 변경으로 인해 새로운 공정 안전 위험 요소가 초래될 수가 있다. 따라서, 위험한 운전 요소에 대해서는 위험에 대한 평가가 필요한 관리 시스템을 반드시 고려하여야 한다.

■ 조직 변경

조직 변경은 새로운 직무에 직원들을 배치하거나 직원을 증원하거나 감원함으로써 발생하는 것이다. 직원들이 변경되더라도, 필요한 전문 기술을 갖고 있는 새로운 사람들을 발굴하거나 또는 “변경 관리” 절차에 관한 전문 기술을 개발하기 위하여 직원들을 적절한 교육시킴으로써 공정 안전 관리에 대한 전문 지식을 유지하고 있어야 한다. 공정 고유의 위험에 관한 문서는 최신 자료로 갱신되어야 한다. 직원의 재배치도 “변경”으로 인식되어야 하며 재배치된 직원들은 새로운 책임을 수행하는데 필요한 안전 관련 지식을 습득하여야 한다.

■ 변경 절차

운전 감독자 또는 정비 관리자가 표준 절차 (운전 또는 설계 관련)에서 벗어나고 싶어 할 때가 있을 수 있다는 점을 인정하는 관리 시스템이 반드시 적합한 관리 시스템이다. 관리 시스템에는 유능하고 지식이 풍부하고 자질과 지식을 갖춘 요원에 의한 표준 절차와 편차가 있는 운영에 대한 철저한 조사 권한과 연관된 절차도 포함되어야 한다. 어떤 변경 절차가 승인되기 전에는 반드시 전 단계의 인가가 있어야 한다. 승인된 모든 변경 절차는 완전히 문서로 기록하고 정보 교환이 이루어져야 한다. 운전과 관련 있는 모든 직원들에게는 필요한 교육 내용을 제공해야 한다.

■ 영구 변경

공장이나 공정에서 영구적인 변경이 이루어질 경우, 항상 관리 시스템과

관리 절차를 거치도록 함으로써 위험 요소와 위험을 확인받도록 하고 이러한 위험을 최소화시킬 수 있는 적절한 사전 조치를 위하도록 하여야 한다. 이론적 근거와 공정 안전 고려 사항에 관한 문서를 보관하고, 공정 안전도가 떨어지지 않도록 정기적인 검사를 시행해야 한다.

■ 임시 변경

일시적인 변경이 대 참사로 연결될 수 있다. 따라서 임시 변경 승인 이전에는 반드시 모든 공정 안전 고려 사항을 규명하여야 한다. 임시 변경을 고려할 경우, 영구 변경 절차에 관한 모든 규정을 이행할 필요성은 없다고 하더라도, 영구 변경 절차에 대한 모든 규정을 검토하여야 한다. 임시 변경에는 반드시 사전에 정해 놓은 제한 시간이 있어야 하고 적절히 문서화시켜 두어야 한다. 임시 변경 제한 시간을 갱신할 경우에는 적절한 예방책의 유지를 위해 반드시 이에 대한 검토가 수반되어야 한다.

3.1.4. 공정 유지 보수 관리

모든 공정 장치가 설계 규격에 따라 제작, 설치될 수 있는 관리 시스템이 공정 안전 프로그램에 필수적이다. 신규 또는 교체 장치를 포함하여 모든 장치에 대해서는 문서화된 파일을 유지관리하여야 한다. 화학 업계의 손실액 중 상당 부분은 정비나 교체가 적절하게 이루어지지 않은 장치 또는 규정이나 기준에 부합하지 않는 장치를 신규로 설치함으로써 인해 발생한다. 관리 시스템에는 생산라인 관리자들이 장치의 설계 규격을 완벽하게 이해할 수 있도록 교육시킴으로써 이들이 장치가 적절히 운전, 정비되고 있는지를 확인할 수 있도록 하는 조치가 포함되어야 한다. 예를 들면, 생산라인 관리자들은 전기 구분 지역, 지하 배관의 위치 및 인터록 시스템에 대하여 알고 있어야 하며, 특히 공장 내 어디에서 이러한 정보를 얻을 것인지에 대해 알고 있어야 한다.

부적합한 물질이나 장치가 우연하게 사용되는 일이 없도록 예방하는데 있어서는 공장 설계 변경 내용을 관리하는 것이 중요하다. ‘근본적인 교체’를 하기 위하여 다른 것으로 교체하는 일이 있을 수 있다. 이러한 일은 제작 재료에 대한 대체품이 상이하면서도 본질적으로 원래의 물질과 동일한 외관을 갖고 있는 경우에 가장 빈번히 발생할 수 있다. 이러한 것들로는 상이한 물질로 된 볼트, 일부 가스켓, O-링, 특정 물질이 들어가야 하는 차동 압력 전달 장치와 같은 계장 기기 등이 있다. 효율적인 시스템이 될 수 있으려면 최소한 정비 업무 계획을 수립하고 물질이 보관되어 있는 창고를

통하여 물질을 출고하는 사람에서부터 장치를 요청하고 설치하는 정비 요원에 이르기까지 모든 관련자들이 명시되어 있어야 한다.

3.1.5. 교육 훈련

모든 직원들이 각자의 직무와 관련된 화학 공정 안전상의 위험 요소 및 예기치 못한 사고를 예방하는데 필요한 주의 사항을 이해할 수 있도록 하려면 현장의 특성에 맞는 교육 프로그램을 실행한다는 것이 관리 시스템에 있어 필수적인 요소이다. 모든 교육 프로그램은 문서화할 필요가 있으며, 교육 프로그램이 안전한 운전을 위한 공장 관리 목적과 부합될 수 있도록 하기 위하여 평가 절차를 포함한 공장 관리에 있어 피드백 시스템이 구축되어 있어야 한다. 교육 프로그램은 기술 인력, 화학 공정 운전자, 정비 요원, 감독자, 환경, 보건 및 안전 요원 등과 같은 공장 내 여러 가지 기능이나 직무에 맞게 설계되어야 한다. 교육 프로그램은 또한 보강해나가야 할 필요도 있다. 그러므로, 관리 시스템에는 반드시 주기적인 재교육 과정이 포함되어 있어야 한다. 또한 각종 변경 사항이나 새로운 정보 및 화학 공정 사고를 통해 얻는 교훈들을 항상 직원들에게 전달해주고 이를 교육 프로그램에 반영해 넣는 시스템을 마련하여야 한다.

3.1.6. 사고 조사

화재, 폭발, 통제가 어려운 반응 또는 독성이나 가연성이 높은 물질의 유출과 같이 공정 안전에 영향을 미치는 예기치 못한 일을 초래할 수 있는 사고에 대해서는 조사를 하여야 한다. 공정 안전 사고의 재발을 방지하기 위하여 적절한 교정 조치가 이루어질 수 있도록 하는 관리 시스템이 있어야 한다.

예기치 못한 사고의 원인에 관한 정보는 적절한 교정 활동에 대한 근거를 제공해줄 뿐만 아니라 향후에 도움이 될 수 있는 유익한 정보도 제공해주며, 이를 통해 공장의 화학 공정 안전 관리 시스템을 개선할 수 있게 된다. 사고 조사를 위한 공장 관리 시스템에는 관련 공정 및 기술 부문 직원을 포함하여 필요한 모든 직원과 자원을 포함시켜 사고가 어떻게 발생하였으며 향후 어떻게 재발을 방지할 수 있는지에 관한 모든 문제에 대해 해답을 얻을 수 있도록 하여야 한다. 물론 이러한 시스템에 화학 공정 안전을 책임지고 있는 사람도 포함되어야 한다. 관리 시스템에는 또한 확인 사항이나 추천 사항에 대한 사후관리와 해결, 사고 추세의 분석 및 공장 내 다른

사람들이나 부서에 이러한 정보의 전달 여부를 확인할 수 있어야 한다. 예기치 못한 사고의 방지는 공장의 '라인 관리자'가 직접 책임질 사항이기 때문에 사고 조사 과정에서 관리자들이 교육받았는지를 확인할 수 있어야 한다.

손해, 상해 또는 환경에 미치는 영향이 경미한 것이라 하더라도 모든 예기치 못한 사고에 대해서는 조사를 실시하여야 하며 재발 방지를 위한 교정 조치를 취하여야 한다.

3.1.7. 안전 감사

공정안전관리 시스템 및 공정 안전에 관한 기술적인 요소에 대한 감사 프로그램을 관리하는 목적은 다음과 같이 공정 안전 활동들을 feedback 시키기 위한 것이다.

- 설정된 절차들의 시기가 적절하고 완벽하며 최신의 것들이며 해당 정부 규정, 회사 정책 및 훌륭한 공정 안전 활동에 부합되는 것인지를 결정
- 안전 관리에 기울이는 노력에 대비하여 목표 또는 목표 달성을 위한 제반 과정의 상태와 효율성을 판단

공정 안전을 관리하는 과정에서 현장의 제반 활동들을 주기적으로 검토하고 문서화하는 것은 대부분의 회사 정책상 반드시 필요한 것이다. 더구나, 감사는 경영진에게 안전에 기울이는 여러 가지 노력에 대한 상태를 알려주고 효율성 측정 기회를 제공해주며 이러한 노력에 대해 적절한 통제를 가능하게 해주는 피드백 메카니즘이다.

현장 감사 프로그램은 공정안전관리 프로그램을 여러 구성요소로 구분하고 각 부분을 감사하여 효율적인 실제치와 계획치를 판정하며 교정 활동을 하여 업적이 개선되도록 하고 이러한 과정에서 발견되는 사항과 사후 통제 내용들을 보고하고 문서화시키는 일로 구성된다. 이러한 감사 활동은 공정 안전 관리를 개선하는 것 외에 현장의 운전, 정비 및 엔지니어링 측면에서 개선의 기회를 제공한다.

3.2. 공정안전 정보시스템 구현 절차 및 방법

앞에서 제시한 12개의 일반적인 공정안전과 관련된 항목을 효율적으로 점

검·관리하기 위해서는 정보시스템의 구현을 필수 불가결한 사항이다. 본 교재에서는 위에서 열거한 항목들을 정보시스템으로 구현하는 절차와 방법에 대해서 언급하도록 하겠다.

일반적으로 정보 시스템을 구현하기 위해서는 그림 1과 같이 6단계의 절차를 거치게 된다. 정보시스템을 구현하는데 있어서 가장 중요한 부분은 현 업무의 분석을 통한 관리 체계의 문제점 도출과 정보시스템을 구축한 후 현 업무 및 다른 사업장과의 비교·분석을 통한 차이점 분석을 통하여 정보시스템의 효율성을 증대시킬 수 있는 방안을 모색하는 단계라고 할 수 있다.

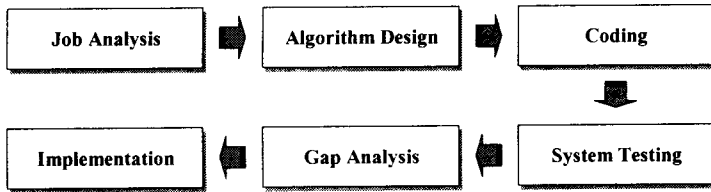


그림 1. 공정안전 정보시스템 구현 단계.

3.2.1. Job Analysis

공정안전 정보시스템에 구성하고자 하는 관련 업무를 분석하는 단계이며, 현 업무에 포함되는 각종 데이터베이스의 수집 및 분석을 통하여 초기 시스템을 설계하는 기본 자료로 사용하게 된다. 보통 이 단계에서 현 업무의 문제점등을 도출할 수 있다. 앞에서 설명한바와 같이 설계중인 시스템의 효율성에 가장 큰 영향력을 주는 단계라고 할 수 있으며, 가장 많은 시간과 관계자 회의가 집중되는 단계라고 할 수 있다.

Job Analysis 단계에서 수행하여야 하는 세부 업무로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 현 업무 분석 및 문제점 도출
- 관련 자료 수집 및 분석

- 시스템 초기 알고리즘 설계
- 시스템을 장착할 Hardware 구성 체계 분석
- 정보시스템 구축 방향 설정

3.2.2. Algorithm Design & Coding

Algorithm Design 단계는 개발하고자 하는 시스템의 논리적인 흐름 및 데이터베이스의 연결(Liking)등을 설계하는 과정이라고 할 수 있다. 알고리즘 설계 단계에서 특히 주의깊이 살펴보아야 할 요소들은 다음과 같다.

- 최적은 Algorithm 구상을 위한 Job Analysis 결과 분석
- User Authorization 구분 및 보완 설정
- Database Linking의 최적화 및 관리 방안 검토
- Database의 용량 분석 및 관련 Server의 Overload 점검

Coding 단계는 설계된 정보시스템의 Algorithm을 토대로 Programming하는 단계이다. 현재 주로 사용하는 Development Tools로는 MicroSoft의 MFC와 Visual Basic등의 4GL 계열의 언어라고 할 수 있다.

또한, 정보를 저장하고 관리하는 Database Engine으로는 가장 널리 이용되는 것이 Oracle Series와 MicroSoft사의 MS SQL Series라고 할 수 있다.

3.2.3. System Testing

Job Analysis와 Algorithm Design 및 Coding 단계를 거쳐 공정안전 정보시스템의 초기 모델이 구축되었다면, Hardware에 개발 모델을 장착하여 가동하여 보는 단계이다. 이 단계에서 겪게되는 가장 큰 어려움중의 하나가 사용자 수의 파악을 소홀히 하여 발생될 수 있는 통신상의 과부하라고 할 수 있다. 이러한 문제점을 미연에 방지하기 위해서는 Job Analysis 단계에서 정보시스템을 사용할 사용자 파악과 더불어 그에 합당한 Server의 선택이 매우 중요하다고 할 수 있다.

가장 중요한 것은 System Testing 단계에서 실제 사용자가 사용하면서 겪게되는 각종 문제점 및 개선사항 등을 토대로 System 보완작업을 수행하여야 한다는 것이다.

3.2.4. Gap Analysis

앞에서 열거한 정보시스템 구현되고, System Testing이 끝나면 다음과 같

은 Gap Analysis를 통하여 추가 보완이나 재 설계 등을 통하여 시스템의 성능을 한층 강화하여야 한다.

- 구현된 정보시스템과 기존 업무와의 비교·검토
- 구현된 정보시스템과 타 사업체의 Task Flow와의 비교·검토

위에 제시한 두 가지 방법을 통하여 구현된 정보시스템의 효용성과 신뢰성을 검토하여야 하며, 정보시스템의 가장 문제점이라고 지적할 수 있는 보완 유지가 원활하게 가동되는지 점검하여야 한다. Gap Analysis에서 특히 주위 깊게 분석할 내용으로는 인력 절감효과와 그에 따른 관리 시간의 단축 등이 기존 Task Flow와 얼마나 차이 나는지를 비교해 봄으로써 정보시스템의 효율성을 진단할 수 있다.

4. 공정안전 정보시스템 구축사례

국내에서 현재 진행중 혹은 개발된 정보시스템을 검토하고, 추후 개발 계획 등에 대하여 간단하게 소개하고자 한다. 본 교육에서 소개하고자 하는 공정안전 정보시스템은 한국가스안전공사에서 개발한 SIMS와 OO 주식회사에서 개발한 Web 기반의 정보시스템이다.

- Web 기반의 OO 주식회사
- TCP/IP 기반의 SIMS [한국가스안전공사]

4.1. TCP/IP 기반의 SIMS

SIMS(Safety Information and Management System)의 가장 큰 특징은 산업시설에 근무하는 일반 조업자가 손쉽게 사용할 수 있도록 Windows 환경에 적합하게 개발하였다는 점이다. 특히, 시스템을 최적화하여 설계하였기 때문에 비교적 낮은 사양의 개인용 컴퓨터에서도 충분히 구동할 수 있도록 하였으며, 다수의 사용자가 인트라 네트워크를 이용하여 동시 사용할 수 있도록 네트워크 기술을 지원하고 있다. 네트워크 전송 방법은 현재 가장 널리 이용되는 TCP/IP 방식을 채택하였다. 문서의 양이 방대해질 경우를 대비하여 신속한 검색을 통하여 기존 자료를 검색·수정·관리할

수 있도록 하였으며, ActiveX Report Generator를 이용하여 완벽한 보고서를 자동적으로 생성하도록 개발하였다.

SIMS 개발 사양을 간략하게 요약하면 다음과 같다.

- 컴퓨터 사양
 - Server : 펜티엄 II 프로세서 이상, RAM 64M 이상
 - Client : 펜티엄 프로세서 이상, RAM 32M 이상
- 운영 시스템
 - Server : Windows NT 시리즈
 - Client : Windows NT, 9x, 2000 시리즈
- 개발 언어
 - GUI Form : Visual Basic 6.0
 - 마이크로소프트 MFC 6.0
- 데이터베이스 엔진
 - Server : MS SQL 엔진
 - Client : MS ADO 엔진
- 보고서 생성기
 - MS ActiveX Report

SIMS는 TCP/IP를 이용한 네트워크 환경에서 구동할 수 있도록 개발하였기 때문에, 일반 사용자에 대한 접근을 제한하고 있다. 사용자 제한을 한 이유는 다수의 사용자가 사용함으로써 발생할 수 있는 자료의 변형이나 손실을 방지하기 위함이다.

- 데이터 무결성 확보
- 데이터 손상/손실 방지
- 프로그램 사용자에 대한 history 보관

4.1.1. SIMS 구성요소

공정안전 정보관리 시스템 SIMS는 다음과 같이 크게 8가지의 항목으로 구성되어 있으며, 그림 2는 SIMS를 실행했을 때 초기화면을 보여주고 있다.

- 관련법규
- 문서관리

- 공정안전정보
- 안전성평가
- 안전운전정보
- 비상조치
- 사고조사
- 자체감사



그림 2. SIMS 초기화면.

SIMS는 Windows 환경에 익숙해져 있는 사용자들이 손쉽게 사용할 수 있도록 모든 명령체제를 버튼 형태로 구성하였다.

SIMS에서 사용되는 버튼과 실행 내용은 다음과 같다.



기존 데이터 열기



새로운 데이터 저장하기



문서 편집기로 편집하기



데이터 삭제하기



프로그램 끝내기

SIMS에 대한 자세한 정보는 『한국가스안전공사 진단처』에 의뢰하면 관련 자료를 받을 수 있다. 본 교육에서는 지면 관계상 SIMS의 8개 항목중 공정안전정보와 관련된 내용에 대해서만 간략하게 언급하도록 하겠다.

4.1.2. 공정안전정보

대형 화학플랜트 및 가스시설의 경우 각종 물질 및 장비에 대한 자료가 매우 방대하다. 특히, 각종 장비의 경우 효율적인 관리를 위하여 데이터베이스의 지원은 필수적이다. 이러한 이유로 SIMS에서는 각종 장비에 대한 효율적인 검사 및 원활한 구매 등을 위하여 공정안전정보와 관련된 각종 자료를 효율적으로 관리할 수 있도록 하였다.

SIMS에서 지원하는 공정안전정보와 관련된 항목은 다음과 같이 8 가지로 구성되어 있으며, 그림 3은 공정안전정보에 관련된 항목들을 보여주고 있으며, 그림 4와 5는 공정안전정보와 관련된 항목중 대표적인 화면을 보여주고 있다.

- MSDS
- 장치 및 설비
- 배관 및 가스켓
- 플레어스택
- 동력기계목록
- 안전밸브 및 파열판
- 가스 검지기
- 도면관리

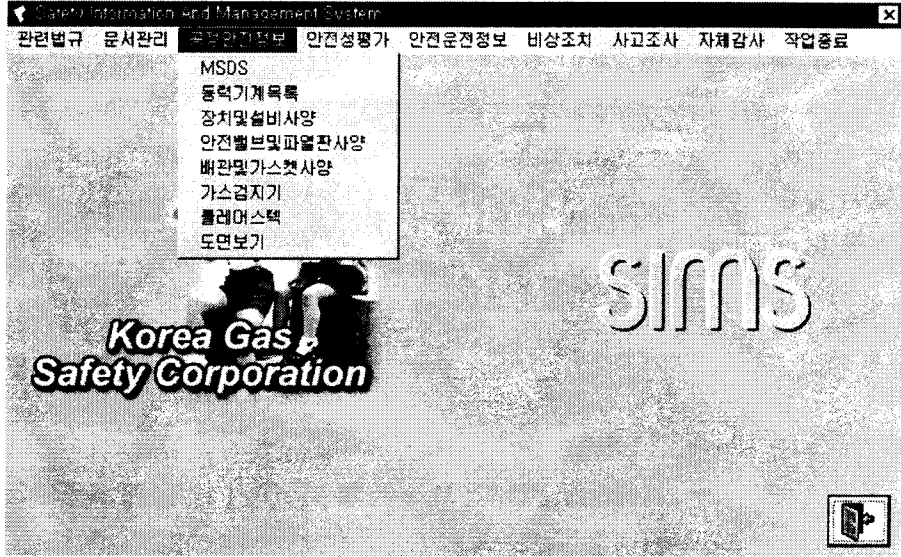


그림 3. 공정안전정보 관련 항목.

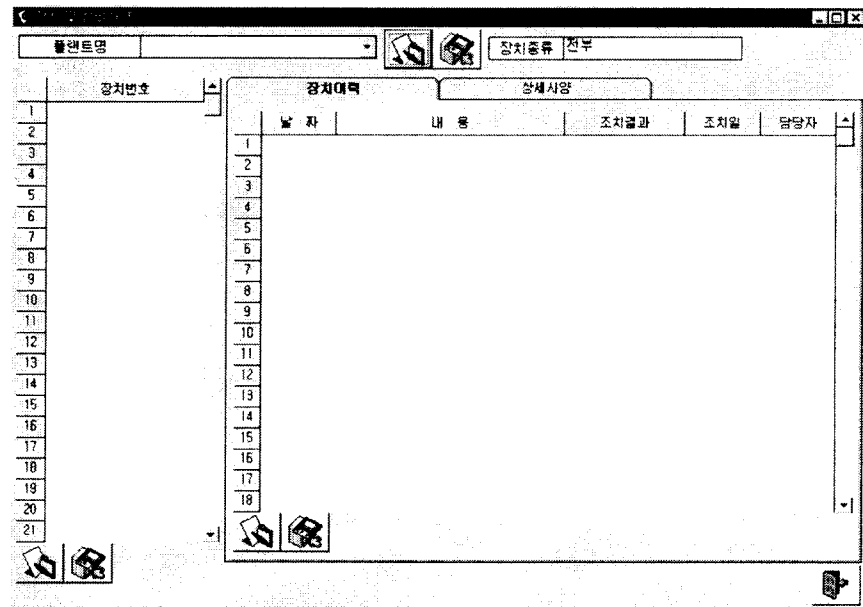


그림 4. 장치 및 설비 사양에 대한 검색 화면.

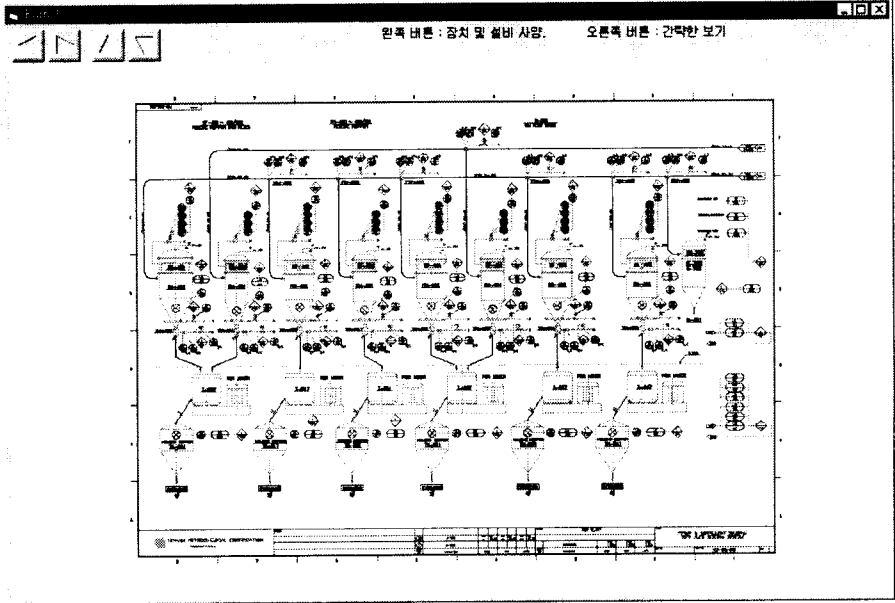


그림 5. 장치와 관련된 도면 관리 화면.

3.2. Web 기반의 OO 주식회사

업체 A에서 현재 개발중에 있는 공정안전 정보관리 시스템은 기존의 Stand-Alone 방식의 정보관리 시스템에서 한 단계 발전된 Web 기반의 정보관리 시스템이라는 점이다. 특히, 기존의 문서(Document) 형태로 전달되던 각종 작업관련 문서가 Web 상에서 이루어지며, 관계자 교육 및 관련 공지사항이 Web 상에서 이루어지도록 설계되어 있다.

현재 개발중에 있는 Web 기반의 OO 주식회사의 공정안전 정보시스템의 특징을 간단하게 소개하면 다음과 같다.

- Web 기반을 바탕으로 다수의 사용자가 동시에 사용 가능
- Plug-in Program을 이용한 Multimedia 지원
- User Verification에 의한 자료 관리
- 주요 구성 시스템
 - Audit 프로그램
 - Emergency Response Planning System
 - Near Miss Management System
 - 총 27개 Elements에 대한 Web 기반 시스템 구축

그림 6은 Web 기반의 정보시스템을 구현하는 Hardware 및 Network 구성도를 보여주고 있으며, 그림 7은 개발중인 응용 Software의 전달체계에 대해서 간략하게 보여주고 있다. 그림 8은 현재 OO 주식회사에서 개발중에 있는 정보시스템의 각종 항목들이 구성되어 있는 모습을 보여주고 있다.

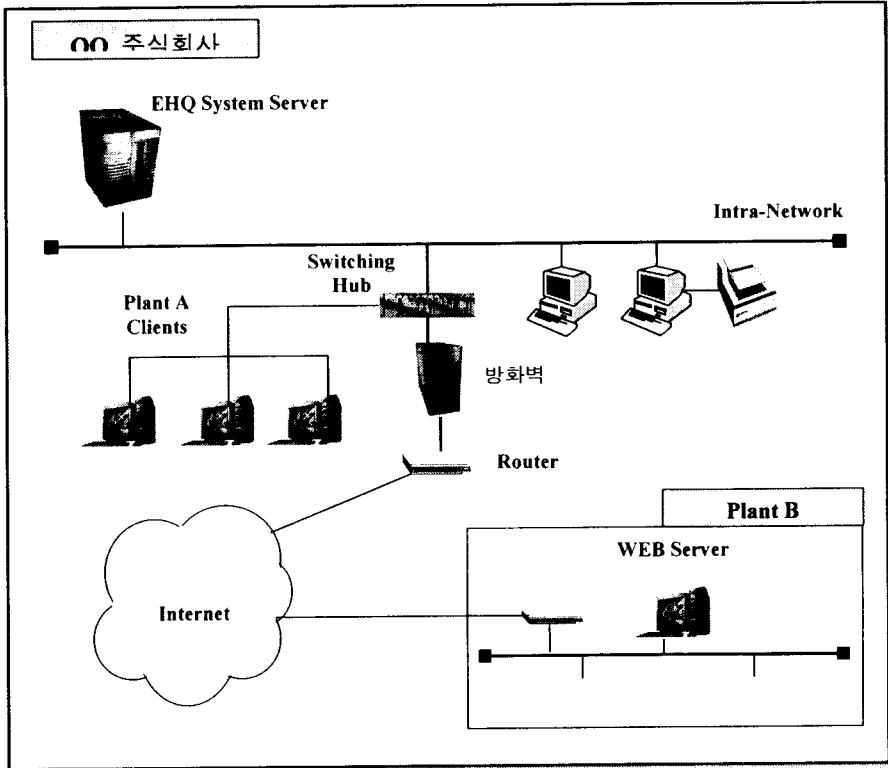


그림 6. OO 주식회사의 공정안전 정보시스템 Hardware 구성도.

0000 주식회사

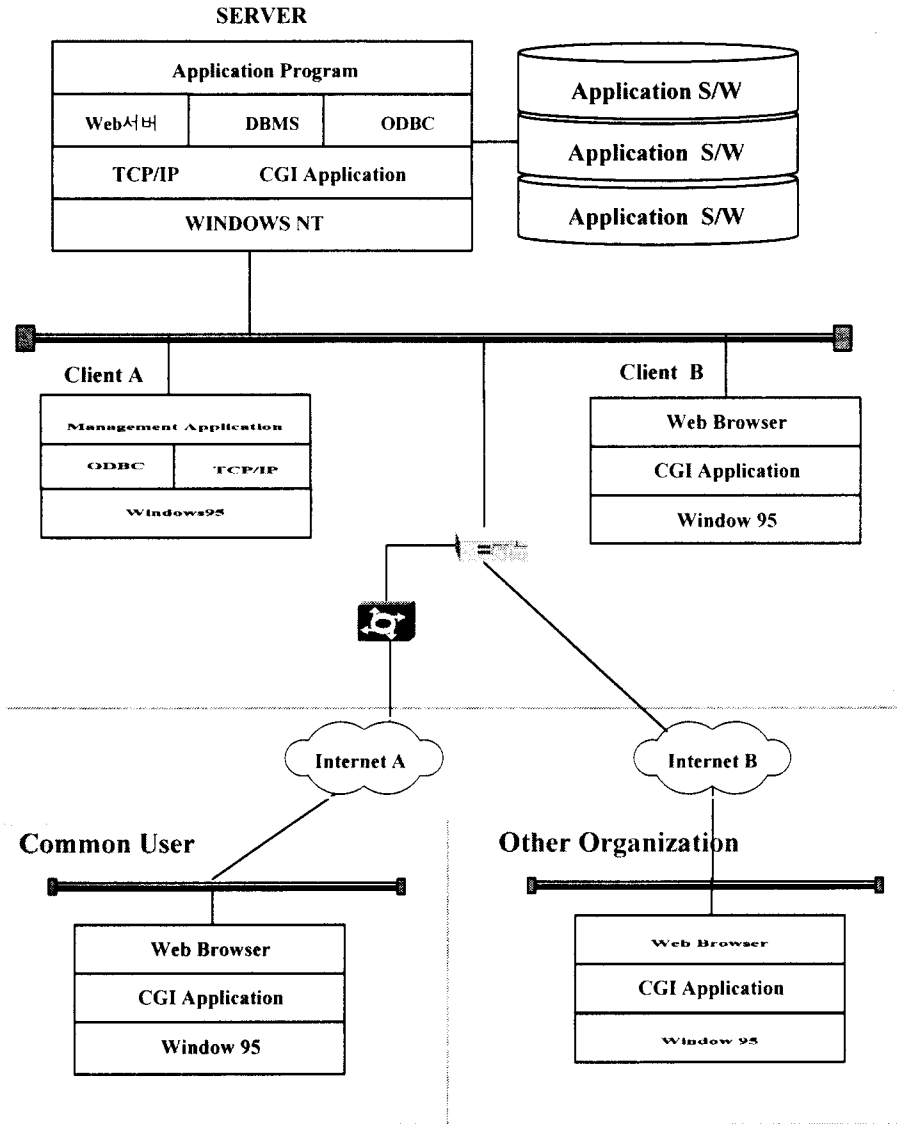


그림 7. 00 주식회사 정보시스템 Software 구성도.

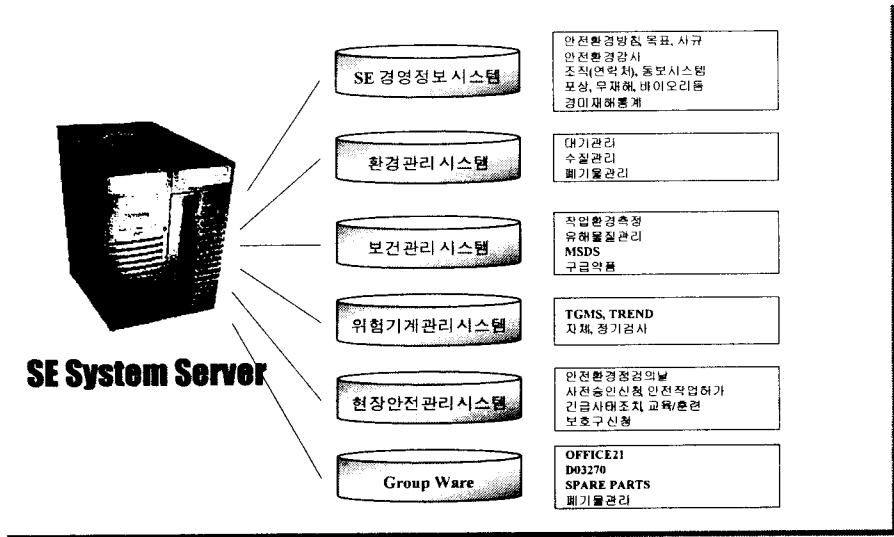


그림 8. OO 주식회사 공정안전 정보시스템 프로그램 구성도.

4. 결론 및 향후 전망

지금까지 국내·외에서 개발한 공정안전 정보시스템에 대하여 계략적으로 살펴보았다. 국내 개발사례에서 많은 부분 관련 내용을 수록하지 못한 점은 개발업체의 Know-How 및 배포에 대한 권리를 존중하였기 때문이다.

현재까지 공정안전 정보시스템을 현장에 직접적으로 응용하면서 얻어지는 효과로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 공정안전 업무의 효율적 운영 [시간적, 인적 절감효과]
- 공정안전 관리에 대한 전사적인 공감대 형성
- 과거 자료의 체계적인 관리 및 검색
- 능동적인 공정안전 관리체계의 구축 가능
- P&ID, PFD 등의 그래픽 자료의 체계적 관리
- 공정의 변경, 점검 및 기타 위험 작업에 대한 안전성 확보

이와 같이 공정안전 정보시스템을 각종 산업시설에 적용함으로써 산업체의 대외 경쟁력을 확보할 수 있으며, 능동적이고 적극적인 안전관리를 토대로

공장 전체에 대한 안전성을 극대화시킬 수 있다.

공정안전 정보시스템의 향후 개발 방향은 현재 많은 부분이 연구가 진행된 GIS, GPS 등의 첨단 기술의 흡수와 기존의 공장 자동화와 관련된 각종 정보와의 완벽한 호환에 대한 연구가 주요 테마로 등장할 것으로 보인다.