

# 공정안전관리체계를 기반으로 한 통합안전관리 시스템(S/W) 개발

김정원, 고재욱  
광운대학교 화학공학과

## Development of Integrated Risk Management System Based on Process Safety Management

Joung Won Kim, Jae Wook Ko  
Dept. of Chemical Engineering, Kwangwoon University

### 1. 서론

화학산업시설의 경우 가연성, 폭발성, 독성 물질을 대규모로 취급하기 때문에 사고 발생 시 사업장의 근로자뿐만 아니라 사업장 주변의 주민들에게까지 그 피해를 가져올 수 있다. 이러한 대형사고를 효과적으로 제어하고 대응하기 위해서는 국내 화학산업단지의 위험성을 객관적으로 가시화 시킬 수 있도록 화재, 폭발, 누출사고에 의하여 예상되는 피해 결과 및 사고발생빈도 Data를 다양한 Graphic 기능을 사용하여 표현할 수 있는 통합안전관리시스템 및 비상대응계획시스템이 구축되어야 한다.

이러한 취지를 바탕으로 국내 화학산업시설의 안전성 향상 및 사고 발생 시 피해 최소화를 위하여 개발이 진행된 “종합위험 관리체계(IRMS, Integrated Risk Management System) 사업”은 국내 산업시설에 성공적으로 정착되어 많은 부분 좋은 결과를 가져왔다. 그러나, IRMS 사업을 시행하면서 개발된 프로그램들은 처음 가졌던 기대와는 달리 현장성 부족 및 사용상의 한계성 등의 이유로 실제 산업현장에서 활발히 사용되지 못하고 있다.

본 연구에서는 현재 독립적으로 운영되고 있는 각종 프로그램(modules)과 Database를 통합시스템에서 운영할 수 있도록 보완·변경하고, 개발중인 통합시스템의 Menu를 PSM 체계에 맞도록 변형하여 산업체 종사자들이 손쉽게 IRMS에 접근할 수 있도록 하였으며, 산업단지(complex)의 위험성을 통합적으로 관리할 수 있는 기반을 제공하였다.

### 2. 연구내용

현재까지 개발된 종합위험 관리체계(IRMS) 관련 프로그램들을 분석하여 공정안전 관리제도(PSM, Process Safety Management) 체계에 맞도록 통합적으로

관리할 수 있도록 개선, 보완하는 것이 주요 목적이며, PSM 보고서를 통합시스템에서 작성할 수 있도록 기존의 각종 Database를 통합관리 및 작성할 수 있도록 하였다.

본 연구의 주요 내용 및 범위는 다음과 같다.

- 기존 개발 프로그램 사용상의 문제점 분석
- 통합 MDB를 통한 각종 Database의 통합관리
- 통합시스템의 현장 적용성 향상을 위해 PSM 체계로 구성
- 독립적인 D/B의 연결을 통한 기존 프로그램의 효용성 증대
- PSM Report Generator 지원
- 지속적인 유지, 보완을 위한 확장성 부여(upgrade)

각기 독립적인 연구기관에서 개발되어 통합 사용에 문제가 되었던 기존 프로그램들을 one-step으로 사용할 수 있도록 수정하였으며, 이를 위해서 각 프로그램의 D/B를 MDB(Main Database)로 통합하여 중복된 data로 인한 불편을 제거하였다. 또한, PSM 체계에 기초한 menu를 통해 현장에서 접근이 용이하도록 구성하였으며, PSM 보고서를 출력할 수 있는 PSM report generator 기능이 추가되었다.

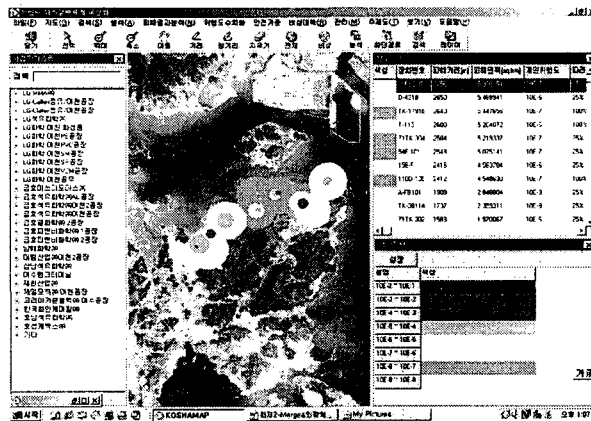


Fig 1. Risk Contours 예시화면

Fig. 1은 59건의 화재에 대한 가상사고 시나리오의 결과를 Individual Risk Contour로 KOSHAMAP III에 투영한 예시화면으로, 각 사업장 별로 GIS에 의한 지리정보 및 사업정보, 설비/기기 정보를 지속적으로 작성/수정/관리할 수 있다.

### 3. 통합시스템의 메뉴 구성체계

현재 독립적으로 사용되고 있는 program들과 database를 통합 시스템에서 운

영할 수 있도록 보완, 변경하였으며, 세부 메뉴 구성체계는 다음과 같다.

#### ■ IRMS 통합 menu

전체 메뉴는 공정정보, 위험성 평가, 안전운전절차, 비상조치계획의 PSM 4개 구성요소로 재배치하였으며, 현재 개발된 각종 프로그램을 관련 메뉴에서 작동할 수 있도록 하여, 별도의 항목으로 관리되고 있던 별도의 프로그램을 통합하였다.

#### ■ 공정정보 menu

PSM의 database를 원활하게 검색/관리/사용할 수 있도록 기존의 프로그램들을 통합하여 관리할 수 있도록 재구성하였다. database에는 다음과 같이 구성되어 있다.

- 공정정보 : 사업장, 플랜트와 관련된 기본적인 정보를 관리
- MSDS 정보 : 생산/사용/저장하고 있는 각종 화학물질의 관리
- 장치/설비 정보 : 공정 장치 및 설비에 대한 정보를 관리
- MAP 정보 : 사업장 및 주변지역에 대한 전자지도를 관리

#### ■ 위험성 평가 menu

PSM의 위험성평가를 One-step으로 진행할 수 있도록 각종 프로그램을 제공하며, 각각의 프로그램들의 In/out을 연결하여 사용할 수 있도록 사용자 편의성을 제공하였다.

- 사고시나리오 : 사업장에서 발생할 수 있는 사고 시나리오를 분석. KASGP(가상사고시나리오 S/W)를 통합시스템에서 가동할 수 있도록 수정, 보완
- HAZOP 분석 : 공정에서 발생할 수 있는 사고의 원인, 결과를 분석. K-HAZOP을 통합시스템에서 가동할 수 있도록 통합
- 피해예측 : 공정에서 발생 가능한 사고의 규모와 피해정도를 예측. CARM을 통합시스템에서 구동할 수 있도록 하며, 분석 결과를 KOSHAMAP에서 직접 Plotting할 수 있도록 수정/보완
- 사고발생확률 : 공정에서 발생 가능한 사고의 발생 가능성을 분석. K-Tree를 KOSHAMAP에서 가동할 수 있도록 통합

#### ■ 안전운전절차 menu

공정을 안전하게 운전하기 위하여 필요한 각종 절차서를 작성/관리할 수 있는 Database와 GUI를 제공하며, KOSHA Web에 있는 관련 Code를 HyperLink로 편리하게 검색할 수 있는 기능을 제공하였다.

- 안전운전표준 : 정상/비정상운전절차, Shutdown 및 Startup 절차
- 유지,관리,변경 표준 : 공정에서 발생하는 각종 유지, 관리, 변경사항에 대한 절차 작성/관리

- 사고조사표준 : 공정에서 발생한 사고조사에 대한 절차서 작성/관리
- 교육, 훈련표준 : 공정 조업자 교육과 훈련에 대한 절차서 작성/관리
- 자체감사표준 : 공정의 안전관리에 대한 자체감사 절차서 작성/관리

#### ■ 비상조치계획 menu

공정에서 사고가 발생할 경우 신속하게 대처할 수 있는 비상조치계획 시스템을 제공하며, 비상대피로와 유관기관의 소재 등을 통합시스템에 연동하여 제공할 수 있도록 수정/보완하였다.

- 비상조치표준 : 비상조치절차서 작성 표준 및 작성된 문서를 관리
- 비상조직도 : 비상사태 발생 시 운영되는 비상조직을 관리
- 비상조치 Tree : 사고 발생 후 시간대별 대처 시나리오를 제공. 기존 KOSHAMAP의 ERPTA를 통합하여 운영할 수 있도록 수정.
- 비상조치훈련 : 비상조치 절차서 및 조직도에 따른 비상사태 대비 훈련을 수행할 수 있는 각종 정보를 제공하는 메뉴
- 대피정보/유관기관 : 비상사태 발생시 일반 조업자 및 인근 주민의 대피경로와 인근 유관기관을 통합시스템에 투영시켜 제공하는 메뉴

#### ■ 관리 menu

PSM에는 포함되지 않지만 공정을 안전하게 운전하기 위해서는 반드시 필요한 각종 자료를 통합 관리할 수 있는 메뉴를 제공하였다.

- Safety Code : 안전과 관련된 각종 Technical Code를 자유로이 검색. 기존의 Safety Code 시스템을 통합시스템에 통합
- PSM 문서관리 : 공정정보, 위험성평가, 안전운전절차, 비상조치계획에서 작성된 자료를 토대로 PSM 보고서를 작성할 수 있는 메뉴
- 법규검사관리 : 고압가스설비, 정기검사설비 등 각종 법규를 요구하는 설비검사를 관리할 수 있는 메뉴
- 노후설비정보 : 노후화가 심한 설비, 설치가 오래된 설비 등 노후 현상이 발견될 수 있는 설비를 관리. 기존의 노후설비 관리 프로그램을 통합시스템에 통합

### 4. 공정안전보고서 Generator

입력된 각종 정보를 토대로 공정안전보고서를 자동적으로 작성/출력해주는 기능을 개발하였다.

Fig. 2는 프로젝트 관리 화면으로, 초기에 Setting한 DB에 모든 작업 정보가 입력되어 관리되며, 기간별로 작성되는 공정안전보고서의 특성을 고려하여 설계되었다. 프로젝트를 만들기 위하여 필요한 정보로는 지역, 업종, 사업장명, 공장 ID 번호, PSM 작성 년도 등이 있다.

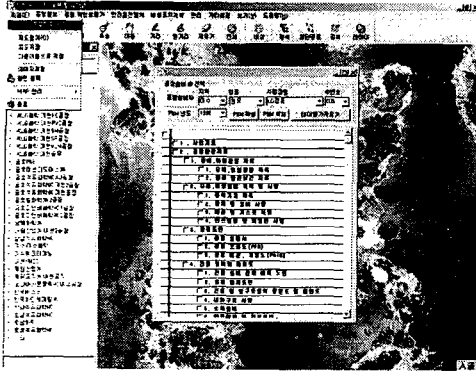


Fig 2. 프로젝트 관리 화면

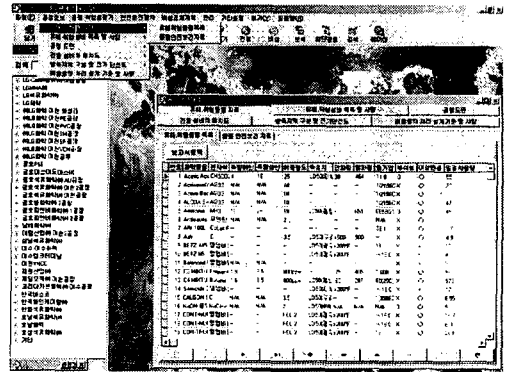


Fig 3. 유해/위험물질 관리 화면

“공정정보” 메뉴에 속해있는 정보는 유해/위험물질 자료, 유해/위험설비 목록 및 사양, 공정도면, 방폭지역 구분 및 전기단선도, 배출물의 처리설계 기준 및 사양으로 구분되며, Fig 3은 유해/위험물질 관리를 보여주는 화면이다.

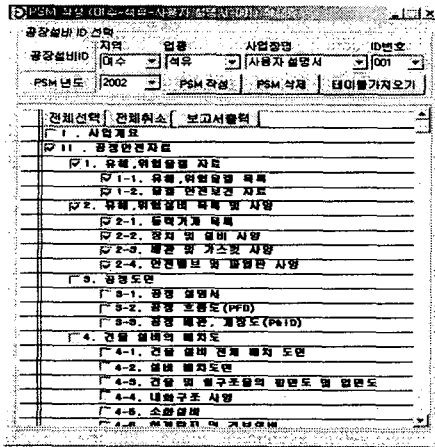


Fig 4. 프로젝트 Board를 이용한 PSM 보고서 출력화면

Fig 4는 PSM 프로젝트 Board 화면으로서, 공정안전보고서 format에 기초하여 구성되어 있으며, 구성요소를 check하여 필요한 요소만 열람/출력할 수 있다.

## 5. 결론 및 기대효과

본 연구에서는 기존의 IRMS(종합위험 관리체제)를 공정안전 관리체도(PSM) 체계를 기반으로 한 통합 시스템으로 보완하였다. 기대효과를 요약하면 다음과 같다.

- 국내 화학산업시설의 위험도를 지리정보시스템에 저장/관리하여, 상대적으로 높은 위험도를 갖는 사업장에 대하여 집중 안전관리를 할 수 있다.
- On-Site와 Off-Site 비상조치 수립 Guideline을 이용하여 사고 발생 시 예상되는 피해 규모를 최소화할 수 있으며, 화학산업시설에 대한 일반 대중의 호응을 크게 높일 수 있다.
- 위험성 감소 대책 Guideline을 이용하여 사업장내 위험설비들을 안전하고 체계적으로 관리할 수 있으며, 이를 토대로 국내 화학산업 시설의 안전성을 전체적으로 향상시킬 수 있다.
- 위험성 판정기준 D/B를 이용하여 국내 화학산업시설의 위험성을 상대적으로 평가할 수 있으며, 평가 결과를 토대로 산업특성별 위험성 판정 기준을 개발할 수 있다.
- PSM 체계에 맞도록 구성하여 현장에서 보다 쉽게 접근할 수 있으며, 통합 시스템을 통해 보다 효율적으로 안전관리를 수행할 수 있다.
- PSM Generator를 이용하여 PSM 문서 작성법에 의거한 D/B 및 PSM 보고서를 중점적으로 작성/관리할 수 있다.

결론적으로, 본 연구를 통하여 국내 화학산업시설의 안전성을 객관적으로 평가할 수 있으며, 이를 토대로 각종 안전대책 및 비상대응 전략을 PSM 규정에 의거하여 체계적, 합리적으로 수립할 수 있을 것으로 예상된다.

## 6. 참고문헌

1. CCPS, Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd edition, AIChE, New York, 2000.
2. CCPS, Guideline for Hazard Evaluation Procedure, AIChE, New York, 1989.
3. Crowl, D. A. and J. F. Louvar, Chemical Process Safety : Fundamentals with Applications, 2nd edition, Prentice-Hall, New Jersey, 2002.
4. CCPS, Guideline for Technical Planning for On-site Emergencies, AIChE, New York, 1995.
5. CCPS, Guidelines for Use of Vapor Cloud Dispersion Models. AIChE, New York, 1987.
6. CCPS, Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVEs. AIChE, New York, 1994.