

종합위험관리체제(IRMS)의 구축과 운영실태



권혁면 | 한국산업안전공단
기술위원, 공학박사

1. IRMS의 개발 배경

화학산업의 공정안전 및 손실방지분야에서 정의하는 위험관리(Risk Management)란 공정 내에서 잠재적 위험을 찾아내어 예상되는 피해의 크기를 결정하고, 현재의 공정시스템의 능력과 안전장치의 적절성을 확인하며 이 위험들을 예방하고 제어하기 위한 절차를 평가 관리하는 것이다.

대부분 위험관리분야의 연구는 주로 위험관리시스템을 구성하고 있는 개별요소들, 예를 들면 위험확인기법, 가상 사고시나리오 선정, 사고확률 계산 및 피해크기 산출 등에 대한 연구가 주로 이루어져 왔다. 만일 이 개별요소들을 통합하여 관리할 수 있는 시스템이 개발되면 훨씬 효율적인 방법으로 화학공장의 안전을 관리할 수 있을 것이다.

한국산업안전공단은 위험관리분야의 통합관리분야를 개척하고자 1997년부터 종합위험관리체제(Integrated Risk Management System : IRMS)를 개발하기 시작하여 2002년에 완성한 후 사업장 및 재난관리 기관에 보급하여 활용 중에 있다. 본 IRMS는 2001년 6월에 개최된 안전, 보건, 환경 및 품질의 통합관리를 위한 OECD워크샵의 결론으로 위험관리분야의 새로운 모델로 추천되었다.

2. IRMS의 개요

화학공장에서의 화재·폭발·위험물질 누출 등의 중대산업사고를 예방하기 위해서는 주요 위험설비에 대한 위험성 평가, 위험요소의 제거 및 통제방법 수립, 비상대책 등의 체계적인 안전대책을 수립하여야 한다.

특 집 | 위험관리 시스템의 도입과 운영에 관한 재조명

이를 위하여 한국산업안전공단은 공정안전관리 제도(PSM) 대상 사업장을 대상으로 종합위험관리 체제 개발을 완료하였다.

이 IRMS시스템은 위험설비 및 위험물질 데이터 관리 시스템, 사고 시나리오 선정 프로그램, 사고피해예측 프로그램 및 사고확률계산 프로그램, 위치정보체제를 기반으로 한 위험지도작성 프로그램 등 7개의 개별 모듈로 구성되어 있고 이 모듈들은 위험설비 위치정보모듈을 중심으로 통합되어 있으며 개별모듈별로도 운영이 가능하다.

IRMS는 다음과 같은 주요기능을 가지고 있다.

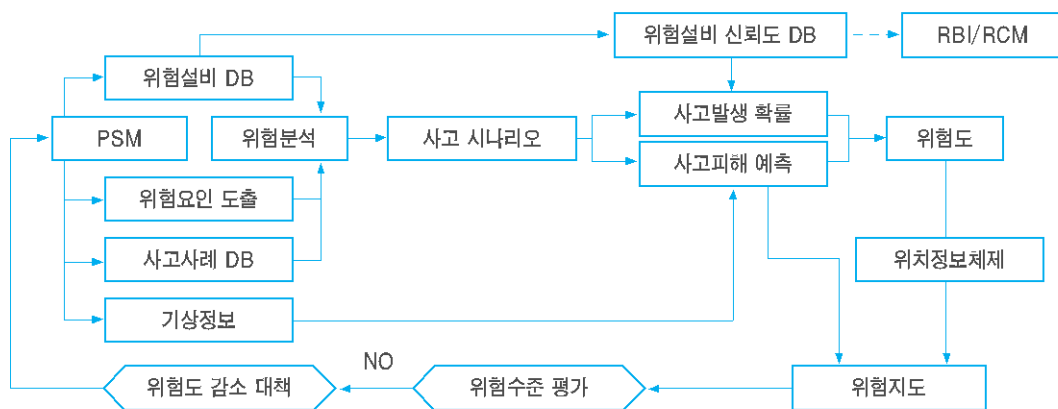
첫째, PSM 및 정량적 위험성 평가의 기본이 되는 위험설비 및 물질에 대한 실태를 파악하여 체계적으로 전산화함으로써 위험설비 및 물질에 대한 정보를 필요할 때 신속하고 정확히 파악할 수 있다.

둘째, 화학공장의 각종 위험설비별 고장률을 수집, 분석, 가공하고 위험설비의 신뢰도 데이터베이스를 구축하여 결합수 분석 및 사건수 분석 등과 같

은 정량분석을 통해 사고발생 빈도 등을 예측할 수 있는 동시에 위험기반정비(RCM), 위험기반검사(RBI) 체제 및 비용편익분석(CBA) 기초자료를 제공할 수 있다.

셋째, 가상사고 또는 사고발생에 따른 피해를 지역별 및 시간별로 과학적으로 예측하고, 주민 및 근로자의 대피로, 소방차, 구급차 등의 접근로 등을 지도 위에 정확히 표시하며, 위험설비 및 위험물질 보유 사업장을 위험등고선으로 표시하여 위험성 여부를 객관적으로 판단할 수 있다.

넷째, 위험성 평가 결과, 개선에 필요한 비용을 부담하거나 편익을 갖게 되는 사회 또는 지역에 거주하고 있는 모든 개인의 비용과 편익을 산정하여 의사결정을 하는 수단인 비용·편익분석기법을 수행하는 자료를 제공할 수 있으며, 만약 사업장의 위험도가 허용 가능한 범위 내에 있지 않는 경우에는 위험발생요인을 최소화하거나 또는 그 피해를 최소화할 수 있는 대책을 수립할 수 있다.



[도표 1] IRMS 체계도

3. IRMS구성 프로그램

가. 위험설비 및 위험물질 관리 프로그램(K-EdB)

PSM 대상 사업장에 대한 위험설비 데이터베이스가 구축된 K-EdB는 사업장 및 심사대상설비의 일반 정보, 원료 및 생산품 정보, 유해 및 위험물질 정보, 장치 및 설비 정보, 603종의 물질안전보건자료의 정보, API위험지수, 공정안전보고서 제출 및 심사현황 정보 등을 검색할 수 있으며 검색결과에 신뢰성 제고를 위한 자료의 가공 및 표준화작업을 지속적으로 실시할 계획이다.

K-EdB에서 검색할 수 있는 정보는 사업장 정보와 유해·위험물질 정보로 대별할 수 있으며 사업장 정보 및 지역정보로는 지역별 사업장, 사업장별 단위공정, 지역별 단위공정, 사업장별 회사명, 사업주명, 사업의 구분, 업종분류 등의 정보를 검색할 수 있다.

나. 중대산업사고 데이터베이스(K-AdB)

국내·외에서 매년 수십만 건의 중대산업사고가 발생하고 있으며, 종종 많은 인명피해와 재산피해를 가져온다. 이러한 재해를 예방하기 위해서는 이미 발생한 과거사고사례를 수집·분석하여 사고원인 등을 찾아 동종사고 예방에 활용하는 것이 무엇보다도 중요하다.

이에 따라 한국산업안전공단에서는 국내·외의 중대산업사고 사고사례를 수집한 후, 체계적이고 정밀하게 분석·가공, 데이터베이스화함으로써 이를 사업장에서 활용하여 동종 사고를 예방할 수 있도록 중대산업사고 정보관리 시스템을 개발하였다.

다. 가상사고 시나리오 선정 프로그램(ASGP)

화학공장에서 특성에 맞는 가장 신뢰성 있는 가상사고 시나리오를 도출할 수 있다면 사고의 예방에 많은 도움이 될 수 있을 것이다.

사고 시나리오 선정절차는 우선 대상공정의 위험설비 및 물질 정보를 입력하고 전문가의 경험과 유사 사고사례를 참고하여 가상사고 시나리오를 생성한 후 우선순위를 제공함으로써 공장에서 효율적으로 위험요인을 관리할 수 있도록 하였다.

라. 사고확률계산 프로그램

선정된 사고 시나리오에 대한 발생확률계산은 위험관리에 있어서 중요한 사항이다.

사고확률계산을 위해서는 신뢰도 자료가 필요한데 크게는 기기신뢰도 자료와 인간신뢰도 자료가 필요하며, 그 외의 신뢰도 자료로는 공통원인고장 자료, 시험 및 보수 자료, 사고 발생빈도 등이 있다. KOSHA에서는 정량적 위험성 평가의 한 방법인 결함수 분석(FTA)에서 기기 신뢰도 자료와 인간 신뢰도 자료를 사용할 수 있도록 필요한 방법과 소프트웨어(K-RdB)를 개발하였다.

K-RdB는 60 종류의 위험설비에 대한 고장률을 생성하여 데이터베이스를 구축하였으며 이 데이터는 사고확률 계산 프로그램과 자동 연결되어 사고빈도 계산시간을 획기적으로 줄이는 계기가 되었다.

마. 사고피해예측 프로그램(K-CARM)

가연성물질이나 독성가스 등 위험물질을 사용하는 사업장에서 화재·폭발·누출 등 위험물질에 의한 사고발생 위험은 항상 상존한다. 이러한 사고를 예방하고 피해를 최소화하는 비상대응 계획을 세우기 위해서는 사고피해의 크기를 정확히 알 필요가 있다.

사고피해예측 프로그램은 기존의 소프트웨어를

7개의 개별 프로그램으로 구성된 IRMS는
지리정보체계 등의 모든 기능을 종합적으로 연결하여
사고발생 확률 및 피해와 위험의 크기를 수치적으로 지도상에 나타내는 등
공정안전관리 대상사업장, 석유화학공단, 지방자치단체 및
소방서에 보급되어 활용되고 있다.

기초로 하여 누출모듈, 확산모듈, 화재/폭발모듈, 기상처리모듈, 주변지형시스템모듈, 물성, 데이터베이스모듈, 영향평가모듈, 공정데이터모듈 등으로 구성되며 서로 구조적으로 연계되어 있다.

주요기능은 첫째 바탕지도 입력 기능, 둘째 기상 자료 입력 및 풍향장 계산 기능, 셋째 혼합물질에 대한 계산기능, 넷째 건물 내에서의 누출과 확산에 대한 계산기능이 있다.

바. 사업장 위험도 수치화 프로그램 (KOSHAMap)

화학공장에서의 사고는 그 원인이 다양·복잡하고 사고형태가 예측하기 어렵기 때문에 이를 쉽게 파악할 수 있도록 가시화할 필요가 있으므로, 울산, 여수 등 화학공장 밀집지역에는 위험설비가 설치된 위치와 지역의 기상조건 등을 지도상에 나타내는 위험설비 위치정보체제가 구축되어 있다.

KOSHAMap에는 발화원, 위험설비 주변의 인구 밀도 등을 입력하고 화재·폭발·누출 등과 같은 가상사고 시나리오 또는 사고 발생시 사고 결과를 지도 위에 나타나게 하여 피해 예상 지역과 피해 결과 등을 스크린으로 보여줄 수 있도록 하였다. 또한 피해의 크기와 빈도를 조합하여 수치화된 위험도를 등고선 형태로 위치정보체계에 포함하여 지역별 상대적 위험도를 비교할 수 있게 하였다.

사. K-IRMS 프로그램

IRMS를 이용하여 공정안전보고서 작성 및 매년 변경되는 자료의 up-date기능은 IRMS의 시범운영 과정 중에 파악된 기능개선 요구사항 중 한 가지로 나타났다. 따라서 2003년에 기존의 IRMS 프로그램에 공정안전보고서 작성관련 기능을 추가, 시범운영을 거쳐 현재 보급단계에 와 있다.

4. 운영실태

사고 시나리오 선정, 피해예측 프로그램 등 7개의 개별 프로그램으로 구성된 IRMS는 울산, 여천, 온산 및 대산 석유화학공단과 인천지역의 사업장을 대상으로 하여 기본틀이 구축되었으며, 위험설비에 대한 정량적 위험성 평가 결과와 위험설비 DB, 피해확산 모듈, 위험설비신뢰도 DB, 그리고 지리정보체계 등 모든 기능을 종합적으로 연결하여 선진국에서와 같이 위험설비로부터 사고 발생시 또는 가상사고에 의해 사고발생 확률 및 예상되는 피해의 크기와 위험의 정도를 수치적으로 지도상에 나타나게 하는 위험지도 작성 프로그램을 완성하였다.

완성 과정에서 개발된 프로그램들은 사전에 선정된 시범 사업장에 시험적으로 설치하여 일정기간 운영하면서 발생된 문제점을 개선하고 보완하는 과정을 거쳤다. 현재 IRMS는 전국의 공정안전관리 대상

사업장(642개소) 및 여수, 울산, 대산, 석유화학공단의 위치한 지방자치단체 및 소방서에 보급되어 활용되고 있다.

한편 기본 IRMS에 공정안전보고서 작성 및 관리 기능을 추가한 K-IRMS는 사용자 매뉴얼이 준비 중에 있는데 3/4분기 중에는 보급이 시작될 예정이다.

5. IRMS의 활용

사업장에서는 IRMS를 공정안전보고서의 작성 및 갱신, 사고발생빈도 계산 및 감소대책 수립, 사고피해크기 예측 및 완화대책 수립 등 정량적 위험성평가 수행, 누출확산 물질의 진로예측 및 대피지역 선정, 공장주변지역의 인구, 도로, 비상대응기관에 대한 각종 정보활용 등 비상조치계획 수립, 위험성평가 등을 통한 공정안전교육 및 사고사례로부터 교훈습득 등 운전원 교육, 설비의 위험도에 기초한 검사체제 구축 및 설비 신뢰도 자료를 활용한 예측·예방정비체제 구축 등 설비 검사·정비체제의 선진화, 사업장의 R·C운동을 시행하는 도구로서 사용한다.

노동부 및 공단은 위험성평가서상의 사고빈도와 피해 범위계산 결과 검토 및 비상조치계획의 적합성 확인 등 PSM심사 및 확인, 주요 위험설비 및 취급위험물질 파악, 신뢰도 자료를 활용한 진단대상설비 파악 등 사업장 안전점검 및 안전진단, 위험도에 따른 사업장의 차등관리에 활용하고 있다.

지방자치단체, 소방서 등 비상대응기관에서는 지방자치단체의 중대산업사고 예방 및 사고시 비상대응 시스템 구축, 위험물질 및 설비의 데이터베이스를 이용하여 사업장의 위험설비 및 위험물질관리, 사고피해예측 프로그램을 이용하여 정량적으로 계산된 사고시 피해의 크기결과를 활용한 사업장별

위험수준 확보, 위험지도를 활용하여 경찰서, 소방서, 병원 등 비상대응기관과의 긴밀한 협조 및 지역사회의 비상대응체제 구축에 활용할 수 있다.

한편 기존 IRMS에 공정안전보고서 작성 및 관리 기능을 추가한 K-IRMS를 활용할 경우 보고서 작성이 수월해지고 다년간에 걸쳐 작성되어 자료 수정에 어려움이 있는 PSM보고서 관리에 많은 도움이 될 것이다.

IRMS의 보급 후에 파악된 활용상의 문제점은 사용자가 위험관리에 대한 기본적인 지식 없이 선진화된 시스템을 운영하는데 어려움이 있다는 것이다. 그동안 안전공단에서 지역별 집합교육, 교육원에 IRMS전문가 과정개설, 개별사업장 방문교육 등 다양한 교육과정을 통해 IRMS의 운영방법을 사업장 운영자들에게 전수하고 있으나 가장 중요한 것은 사용자의 의지라 하겠다. 🌐

【참고문헌】

1. CCPS of AIChE, "Plant Guidelines for Technical Management for Chemical Process Safety", pp. 65. 1995
2. ILO, "Safework a Global Programme on Safety and Health at Work", pp. 1. 1999.
3. CCPS and AIChE, "Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety", 1989.
4. OECD, "Report of the workshop on integrated management of Safety, Health, Environment and Quality ENV/JM/ACC, PP 15. 2001
5. CCPS of AIChE, "Guideline for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud, Explosions, Flash fires, and BLEVEs", 1994
6. Moon, I., D. Ko, Scott T. Probst and Gary J. Powers, "A Symbolic Model Verifier for Safe Chemical Process Control System", J. of Chem. Of Japan, Vol. 30, No. 1. 1997