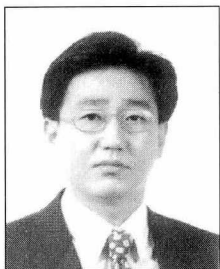


# 종합위험관리체계(IRMS)의 발전 방향



**백 종 배**

\* 중주대학교 안전공학과 교수

## 1. 종합위험관리의 배경

화학공업은 고도의 기술 집약적 장치산업으로서 기술의 발달에 따른 산업 성장은 산업과 우리 생활에 많은 유용한 제품들을 제공한다. 그러나 공장 내에는 여러 가지 고성능의 복잡한 공정을 포함하고 있을 뿐만 아니라 가연성 물질과 반응성이 매우 높은 물질 및 독성 물질 등과 같은 잠재적으로 유해한 화학물질들을 원료, 중간체, 제품의 형태로 사용·저장하고 있다. 특히 공정의 특성상 취급하는 대부분의 물질이 유체의 위험성 물질로서, 고온·고압의 반응 공정을 거쳐 제품을 생산하게 되므로 누출에 대한 잠재위험(hazard)이 많으며, 누출 시에는 화재·폭발 및 독극물 누출에 의한 피해를 일으킬 가능성이 매우 높다.

또한 화재·폭발이 갖는 보유 에너지는 매우 크고, 독성 물질이 누출되는 경우에는 매우 넓은

지역에까지 영향을 주기 때문에 중대사고(major accident)로 발전하기 쉽다. 따라서 이로 인해 공장 내에서 일하고 있는 근로자는 물론 공장 인근 주민들이 사상하고, 제 3자에게 막대한 재산 피해를 가져올 뿐만 아니라 공장 설비의 파괴에 따른 결과로 재산상 막대한 손실과 설비 복구 기간의 장기화로 관련 산업에 대한 원재료 수급 등의 차질을 가져와 중국에는 국가 경제에까지 나쁜 영향을 미치게 된다. 이로 인해 기업은 사회적으로 지탄을 받게 되어 기업의 명예가 실추되고 경영 자체가 곤란해지기도 하는 것이다.

중대사고를 미리 경험하여 이러한 것들의 중요성을 깨우쳐 알게 된 유럽 국가들 사이에서는 주요 위험설비에 대한 안전성을 확보하기 위한 규제가 강도높게 논의되기 시작하였다. 1982년에 유럽연합(EU)이 세베소지침을 발표하였는데, 그 주요 내용은 특정 화학물질을 취급하는 산업에 대하여 위험의 고지, 안전보고서 제출, 긴급 상황 발생시 비상대책 확립, 주민에 대한 위험정보 공개 등의 내용을 포함하고 있다. 유럽의 각국 정부들은 이 지침에 기초하여 국내법의 정비를 시도하였다. 그리고 1984년 Bophal에서의 사고가 미국에 큰 충격을 줌에 따라 주요 위험설비 주변의 지역주민 및 환경의 안전성에 대한 관심을 더욱 더 고조시켰다. 또한 긴급 상황 발생 시 대응 계획 및 위험에 대하여 Right-to-Know에 관한 입법의 필요성을 인식하여 Superfund법을 개정한 SARA(Superfund amendment and reauthorization act)를 1986년에 제정하였다. 특히

Title III(제3장)의 Emergency planning & community Right-to-know act를 추가하였으며, 각 주에 State Emergency Response Commission(SERC)을 설치하고, 그 밑에 지역별로 Local Emergency Planning Committee(LEPC)를 설립하여 화학 공장에서의 위험 물질 누출에 대한 잠재 위험성 및 대응 능력을 평가하여, 지역 사회에 긴급상황 발생시 대처 계획의 수립을 의무화하였다. 1992년에 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)는 “Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals(29 CFR 1919, 119)”를 확정하여 실시하고 있으며 1996년에 공포된 “Risk Management Program(40 CFR parts 68)”에 의해 특정물질의 사고로 인한 공장 외 지역의 영향 평가에 대해 보고서를 작성토록 하고 있다. 또한 UN의 산하 기구인 국제노동기구(ILO)에서는 중대산업사고예방을 위하여 Major Hazard Control System(MHCS)에 대한 국제 조약을 가맹국들에게 체결케 하였다.

여러 국가들에서는 수 차례의 시행착오를 통해 각자의 고유모델을 개발하여 공장 내 뿐만 아니라 공장 외 지역에도 적용하여 위험관리에 대한 통합추진을 수행하고 있다. 또한 우리 나라도 이들 요소들을 포괄적으로 수용할 수 있는 종합위험관리체계(Integrated Risk Management System, IRMS)를 구축 중이다. 특히 가연성, 인화성 및 독성물질 등을 일정수량 이상 사용하는 주요 위험설비가 밀집한 울산 등 공단지역을 대상으로 하여 종합위험관리체계의 일부를 시험 적용중에 있다.

## 2. 국내·외 종합위험관리의 실태

### 가. 국내 실태

1993년에 체결된 중대산업사고예방에 관한 협

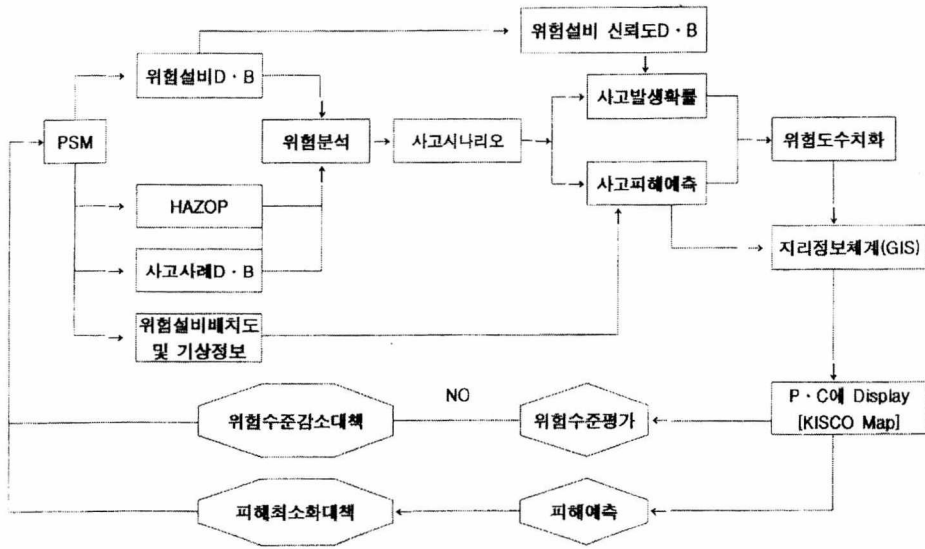
약인 ILO협약 제174호에서는 사업장의 위험성평가 및 공정안전보고서를 작성토록 요구하였으며, 위험설비의 종합관리체계 및 비상조치계획을 수립·시행하기 위한 가상사고 시나리오별 피해예측 등을 수행하도록 요구하고 있다.

화학물질사고예방지침(1992)인 OECD의 Environment Monograph No.51에서는 토지이용 계획 수립시 위험설비에 대하여 안전성을 평가하고 종합적으로 관리하며 정기적으로 감독하도록 요구하고 있다. 또한 위험성평가 뿐만 아니라 GIS(Geographic Information System)를 구축하여 비상조치계획을 수립·시행토록 하는 위험설비정보의 공유체계 구축 등을 요구하고 있다.

1988년에 지역사회의 대형사고예방 및 대응에 관한 내용인 UNEP의 APELL(Awareness and Preparedness for Emergency at Local Level)에서는 지역사회의 위험설비에 대한 위험성평가와 GIS를 통한 위험지도(risk map)를 작성토록 요구하고 있으며, 위험설비에 대한 잠재위험을 확인하고 사고 시나리오에 따른 대책과 비상조치계획을 수립·시행하도록 하고 있다.

이와 같은 요구에 따라 우리 나라는 종합위험관리체계의 구축과 관련된 국제기구의 요구 및 권장 사항에 응함은 물론 중대사고로부터 인명과 재산을 보호하기 위하여 1996년부터 우리 나라의 현실에 맞는 종합위험관리체계를 구축 중이다.

현재 국내에는 유럽연합에서 정한 규정 수량 이상의 유해·위험물질을 보유한 사업장 약 700여 개소가 주로 울산, 여천 등 공단지역에 밀집되어 있다. 따라서 우선적으로 공단지역에 위치하면서 PSM 심사가 끝난 사업장으로부터 위험설비 자료가 입력된 디스켓을 접수하여 위험설비에 대한 데이터 베이스를 구축 중이다. 위험설비에 대한 데이터베이스는 설비 신뢰도에 관해 약 50가지 설비에 대한 고장이력을 조사하여 자료화하고 있으며, 중대산업사고에 대한 데이터베이스는 OECD 양식을 참고하여 국내·외 사례를 대상으



(그림 2) 종합위험관리체계(IRMS)의 구성요소

로 구축하고 있다. 가상사고 시나리오 부분은 사업장에서 가장 심각하다고 판단할 최악의 사례(worst case) 시나리오에 대한 선정 지침을 공표하였다. 또한 위험설비의 위치를 나타내는 정보체계는 시범적으로 특정지역을 선정·적용하여 성공적인 결과를 획득함에 따라 주요 화학단지 확대 적용 중에 있다. 그리고 무엇보다도 중요한 것은 정확한 피해예측이라고 할 수 있는데 대상 지역에 대한 기상 정보 등을 실시간 데이터로 받을 수 있도록 하는 피해예측용 소프트웨어를 국산화하기 위하여 가능성 및 개발범위 등을 검토 중이다.

### 나. 외국 실태

유럽연합에서는 도식화된 위험지도를 작성하여 위험관리정보를 제공하고 있으며 체계적인 위험관리와 비상조치계획 및 토지 이용계획에 활용할 목적으로 지리정보체계(GIS)를 이용한 SPIRS(Seveso Plant Information Retrieval System)라는 프로젝트를 수행하고 있다. 그리고 이미 중대산업사고예방 규정인 Seveso I 을 1996년에 개정한 Seveso II 규정의 적용대상 사업장

(화학공장 등 위험물 취급 사업장) 중 10여개의 사업장으로부터 데이터를 받아 입력하고 있으며, 1999년 2월까지 유럽 각국의 자국법으로 시행토록 하였다.

또한 영국의 산업안전보건청(HSE)에서는 소프트웨어 전문회사인 RSK사의 기술지원을 받아 1994년 3개 지역을 대상으로 시범적으로 “위험설비위치정보시스템(일명 HSE Map)”을 개발하여 화학물질 취급사업장을 비롯한 가스배관 및 지하매설물 등의 위치와 화학물질의 사용량 등을 컴퓨터로 관리하고 있다. 그리고 위험설비에서 화재·폭발 또는 독성물질누출 사고가 발생할 경우 그 피해범위를 위험등고선(risk contour)으로 표현하고 있으며, 위험성을 사전에 예측하고 즉각 조치할 수 있도록 하고 있다. 또한 최근에는 HSE Map에 대한 신뢰도가 입증되어 약 70여개 지역으로 확대·적용하여 CIMAH regulation에 의한 토지이용 계획 등에도 적극적으로 활용하고 있다.

아울러 이와 같은 체계를 이용하여 위험설비 주변지역에 또 다른 위험설비나 주거용 건물 또

는 공공건물 등을 설치할 경우 위험성을 평가하여 안전한지의 여부를 확인한 후에 설치허가를 내주도록 하는 것을 제도화하고 있다. 선진국형 체계는 정부에 의한 측정 기준에 의한 목표관리에 집중하고 있으며, 수단 및 접근방법에 있어서는 각 기업의 자율적 능력을 보장하고 장려하도록 구축되어 있다고 할 수 있다.

### 3. 향후 전망과 과제

앞에서 언급한 것과 같이 우리 나라에서도 1998년부터 현재에 이르기까지 울산, 여천 화학 단지를 중심으로 주요 위험설비를 보유하고 있는 대규모 사업장들을 대상으로 종합위험관리체계(IRMS)의 기반구조를 구축 중에 있다.

이 체계는 앞으로 사업장의 잠재위험을 확인하여 위험성으로 보여줄 수 있으므로 위험설비에 대한 수치 비교가 가능하여 효율적인 사고예방대책을 수립하는데 많은 기여를 할 수 있을 것이며 위험설비 주변에 대한 위험성을 객관화하여 표현할 수 있으므로 주민들이 갖고 있는 막연한 위험에 대한 불안감을 해소하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

또한 국제 정세에 합리적인 대처를 요구받고 있는 주요 위험설비에 대하여 사업장과 국가의 관련 기관이 공동으로 자료를 활용할 수 있으므로 안전에 관련한 정보를 수집 분석하는데 소요되는 비용절감 효과도 대단히 클 것이다.

따라서 중대사고를 종합적이고 과학적으로 예방할 수 있는 종합위험관리체계(IRMS)를 발전시키기 위하여 우선적으로 정부에서는 지속적이고 충분한 재정적인 지원이 있어야 할 것이며, 관련 고급인력을 양성하는데도 힘써야 할 것이다.

또한 위험설비에 대한 정량적 위험관리 방법들을 총망라하여 통합하는데 있어서 다음과 같은 사항을 고려해야 할 것이다.

#### 가. 데이터의 신뢰성 확보

종합위험관리체계를 구축한 후 실제 주요 위험설비에 적용하는데 있어서 무엇보다도 중요한 것은 화재·폭발 및 독성물질 누출과 같은 사고의 영향이 어느 정도까지 미치는지를 평가하는 것이다. 그리고 위험설비의 주변에 대한 위험성을 표현하는 정량화된 수치의 신뢰성을 객관적으로 입증하는데 있다고 볼 수 있다.

따라서 신뢰도 데이터베이스에 대한 신뢰성은 정확한 데이터를 얼마나 많이 보유하고 있는냐에 따라 결정될 것이다.

신뢰도에 영향을 주는 요소는 기후조건, 지형 조건 등을 들 수 있는데 이 또한 중대사고 발생시 위험을 3차원으로 표현하고 실질적인 위험성 계산을 위해 중요한 요소로 작용을 하지만 데이터베이스 구축에 대한 어려움이 지배적이다. 따라서 보다 정확하고 객관적인 즉, 신뢰도가 높은 데이터베이스를 구축하기 위해서는 사람의 손을 거치지 않고 실시간으로 이미 구축된 데이터베이스로부터 조건에 맞는 데이터를 불러 사용할 수 있는 구조로 하는 것이 신뢰도를 더 높일 수 있는 방법이라 할 수 있다.

#### 나. GIS와 연계체계 구축

수치화된 위험성 및 가상사고 시나리오에 의한 피해결과를 객관적으로 표현하기 위해서는 기본적으로 전자화된 지리정보체계가 필요하다. 지리정보체계는 지형 공간으로부터 공간 정보를 수집·저장하여 지도를 전산 처리할 수 있도록 공간 데이터베이스로 구축하고 각 시설물에 대한 속성 정보들을 데이터베이스로 구축하여 지도상의 각 위험설비에 대한 공간 정보와 속성 정보를 연계시켜서 검색하고 관리할 수 있도록 하여야 할 것이다.

건설교통부가 주관하여 통합관리하고 있는 NGIS(National Geographic Information System)와 중복되는 부분이 많이 있으므로 건설

교통부와 긴밀한 협조를 통하여 기본적인 자료를 공유하여야 할 것이다. 그리고 더 나아가 가연성, 인화성 및 독성 물질을 적재한 탱크로리와 같은 움직이는 위험설비도 포함하여 관리할 수 있도록 하는 체계로 구축되어야 할 것이다.

#### 다. 사고시나리오의 절차 강구 및 데이터 갱신

가상사고 시나리오에 대한 기준이 체계적으로 마련되어 있지 않으면 사용자나 분석자에 따라 평가결과가 다양하게 나올 수 있으며, 공정에서 발생할 수 있는 사고의 이상원인을 정확하게 파악하지 못할 수도 있다. 따라서 가상사고 시나리오를 결정하는데 필요한 공정요소를 분석한 후, 분석결과에 따라 발생가능성 및 심각성이 클 것으로 예측되는 최악의 사례를 우선적으로 가상사고 시나리오로 선정할 수 있도록 하는 절차가 강구되어야 할 것이다.

그리고 IRMS의 구성요소인 공정장치에 대한 고장률 데이터, 주변 인구 밀집 지역에 대한 인구 데이터, 환경데이터 등과 같이 수시로 변화하는 데이터들의 관리를 게을리한다면 피해결과에 대한 신뢰성이 떨어질 것이다. 그러므로 정확한 결과 값을 얻기 위해서는 일정 주기를 정하여 새로운 데이터로 갱신하는 것을 의무화하는 것이 필요하다.

#### 라. 소프트웨어의 개발 및 비상대응의 자동화

피해결과 분석에 관한 사항으로 관련 소프트웨어는 주로 외국산으로 국내에서 신뢰성이 검증되지 않은 채 무분별하게 많은 사업장에서 사용되고 있다. 따라서 이들에 대한 신뢰성을 검증할 수 있는 제도를 만드는 것이 필요하다.

또한 소프트웨어의 개발계획이 좀 더 심도있게 수행될 수 있도록 많은 연구와 투자를 하여 우리나라의 특성에 맞는 기능을 갖도록 개발하여야 할 것이다.

비상 대응체계에 있어서는 위험상황이 발생할

때 피해가 예측되는 지역에 대하여 신속하고 정확하게 정보를 전달하여야 한다. 따라서 비상상황 발생시 비상대응을 하는 단계에서 시간적으로 손실을 줄이고 얼마큼 신속하고 정확한 대처를 하느냐 하는 것이 절대적으로 필요하다. 그러므로 실제상황의 변화가 빠른 경우나 중대사고와 같이 피해의 심각성이 시간의 변화에 민감한 경우에는 인적 착오에 의한 손실을 줄이기 위하여 자동화된 비상연락 체계 및 방재체계에 대한 직접적인 적용이 추가되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 국제연합환경계획/한국산업안전공단, “중대산업사고예방 국제워크샵”, 1996. 3.
- [2] 노동부/한국산업안전공단, “21세기를 대비한 산업안전보건정책방향”, 1999. 4.
- [3] 백중배, “화학공장에서의 정량적 위험성평가를 위한 기반구조 구축에 관한 연구”, 1995. 12.
- [4] 한국산업안전공단, “종합위험관리체계(IRMS) 구축을 위한 중간보고서”, 1998. 12.
- [5] AICHE/CCPS, “Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis”, 1989.
- [6] AICHE/CCPS, “Guideline for Safe Automation of Chemical Processes”, 1993.