

사고대비물질 취급자의 비상대응계획 작성 프로그램 연구

김성범[†] · 노혜란 · 석광설 · 박재득^{*}

국립환경과학원 화학물질연구과 · ^{*}연세대학교 화공생명공학과
(2011. 8. 24. 접수 / 2011. 10. 12. 채택)

Development of a Supporting Program for the Emergency Preparedness Plan

Sung-Bum Kim[†] · Hye-Ran Noh · Gwang-Seol Seok · Jae-Deuk Park^{*}

National Institute of Environmental Research

^{*}Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University

(Received August 24, 2011 / Accepted October 12, 2011)

Abstract : Emergency preparedness plan(EPP) is the systematic management of activities that involve a material degree of risk of loss or other damage to the surroundings(people, property and environment), and the boundary of accident recovery plan(ARP). The main purpose of the program is to provide a safety management system to each facility in order to enable to prevent accident and to control accident immediately. The EPP includes not only typical safety-related documentations such as material safety data sheet(MSDS), standard operation procedure(SOP), emergency response plan(ERP). EPP is established basis of the preliminary safety analysis involving risk identification, assessment and prevention plans. The program is also helpful for government or related agencies to control a number of accidents in small-scale companies in the whole country.

Key Words : emergency preparedness plan, prevention, standard operation procedure

1. 서론

화학공장은 인화성액체, 가연성가스 및 독성물질 등 유해하고 위험한 화학물질을 다량으로 취급하고 있으므로 화재, 폭발 및 위험물질의 누출 등 잠재 위험성이 매우 높다. 지난 1984년 12월 인도 중부 도시인 보팔에서 발생한 농약 공장의 원료 탱크 파손으로 인한 유독가스 중독은 최악의 산업재해 중 하나이다. 이 사고를 계기로 세계 각 나라에서는 유해화학물질 사고에 대한 민감한 반응을 보이고 있으며 그 발생 가능성에 대해 항상 우려 높은 목소리를 가지고 있는 것이 현실이다. 이에 미국, 유럽, 일본 등 선진국들은 유해화학물질의 물성과 독성, 반응성, 위험성 등 물질의 물리 화학적 특성을 고려하여 물질을 분류하고 있다^{1,2)}. 이를 통해 사고시나리오를 작성하고 방제 지침을 마련하여 사고로 인한 응급상황 시 현장에서 활용가능 하도

록 자료를 구축하게 하는 관련 관리제도(Process Safety Management, Risk Management Plan 등)³⁾ 등을 강화하고 있다. 특히 Chemical Safety and Hazard Investigation Board에서 조사한 1987년에서 1996년 사이에 발생한 605,000건의 화학사고의 종류별 분포를 살펴보면 수송사고와 다음으로 고정시설사고가 42%나 차지하는 것을 볼 때 화학공장에서의 사고 위험성은 더욱 관심을 가지고 살펴봐야 한다.

우리나라의 경우 화학물질생산량이 급격히 증가하고 있으며, 화학공장이 산업단지내에 비계획적으로 위치하거나, 주변 주거지역이 발달되어 있어 화재, 폭발, 누출과 같은 중대산업사고가 발생할 경우 엄청난 인명, 경제적 손실과 사회적 물의를 일으킬 수 있다^{4,6)}. 이런 잠재위험성을 최소화하기 위해 유해·위험물질을 취급·저장하는 설비와 운전 자료를 확보하고, 위험요인을 찾아 이에 대한 적절한 대책을 수립하는 것이 매우 중요하다.

이에 유해화학물질관리법⁷⁾에서는 일정량 이상 사고대비물질을 취급하는 자는 사고 발생에 대비하여 사업장 내의 비상연락망, 방제조치계획, 주민대피

[†] To whom correspondence should be addressed.
bunking@korea.kr

등의 자체방제계획서를 수립·시행하도록 규정하고 있다. 하지만 자체방제계획서 제출대상 업체의 대부분이 중·소기업 사업장으로서 자체방제계획서의 독자적인 작성에 어려움이 있으므로, 작성을 용이하게 하고 실효성을 극대화 할 수 있는 프로그램 개발이 필요하다. 또한 사용자 편의를 위해 기존 작성방법과는 다른 차별성을 갖추어야 한다.

2. 연구 목적

환경부에서는 유해화학물질관리법 제39조에 근거하여 사고대비물질을 대통령령이 정하는 수량 이상 취급하는 사업장의 경우 취급하는 사고대비물질의 유해성에 관한 자료, 방제시설 및 장비의 보유현황, 화학물질 안전관리 조직의 인력 및 구성도, 사고시 응급조치 계획, 사고시 피해가 예상되는 인근주민(인근 사업장에 종사하는 사람을 포함한다)의 범위 및 소산계획, 그 밖에 사고대비물질의 안전관리에 필요한 사항을 작성하여 사업장 내외의 중대한 악영향이 미치지 않도록 하는 자체방제계획서를 수립하게 하고 있다⁷⁾. 하지만 자체방제계획서가 2006년 새롭게 개정된 이래 이행실태조사를 수행해본결과 대상 업체의 70~80%가 중·소기업 사업장으로 자체방제계획서의 독자적인 작성에 어려움을 갖고 있으며 또한 일부 업체는 사용 불가능한 비상대응계획을 수립하여 제출하기 때문에 실효성 향상을 위한 방안이 모색되어야 할 필요성이 있다^{8,9)}. 따라서 본 연구에서는 자체방제계획제도의 효과적인 시행과 정착을 할 수 있도록 자체방제계획서 작성지원 프로그램을 개발하였다(Fig. 1). 이를 통해 기존에 발견된 문제점을 파악하여 작성자의

편의제공 및 시간적 낭비를 최소화하고, 제출 받는 담당기관의 효율적인 관리를 할 수 있다.

3. 연구 결과

3.1. 프로그램 개발 환경

3.1.1. Flex/AIR를 사용한 프로그램 구동 환경

Flex 어플리케이션은 Adobe® Flash® Player 9를 이용하여 브라우저 기능의 심리스인 확장, 기능성과 응답성이 뛰어난 클라이언트 사이드 어플리케이션의 제공 및 서버 사이드의 기능이나 서비스 지향 아키텍처와의 통합을 가능하게 한다.

3.1.2. LiteSQL을 사용한 프로그램 구동 환경

LiteSQL은 오픈소스의 C++ Object Relational Mapping 라이브러리로, SQLite3, PostgreSQL, MySQL등을 서포트 할 수 있는 시스템으로 이를 LiteSQL로 맵핑하여 사용하게 된다.

3.2. 사업장 규모를 고려한 PC사양

자체방제계획서 작성대상 사업장 규모를 고려하여 PC 권장사양 이상의 컴퓨터에서 가동될 수 있도록 프로그램을 개발하였다. 일반적인 CPU사양 중에 상대적 낮은 수준의 사양으로, 설치한지 5년 이상 된 컴퓨터에도 해당될 수 있는 일반적인 사양이다.

3.3. 프로그램 설계

자체방제계획서 작성 프로그램은 총 6개의 모듈(사용자 등록 및 로그인, MSDS DB, 비상대응, 보고서 작성, 위험성 평가, 관리자)로 구성되어 있다. 자

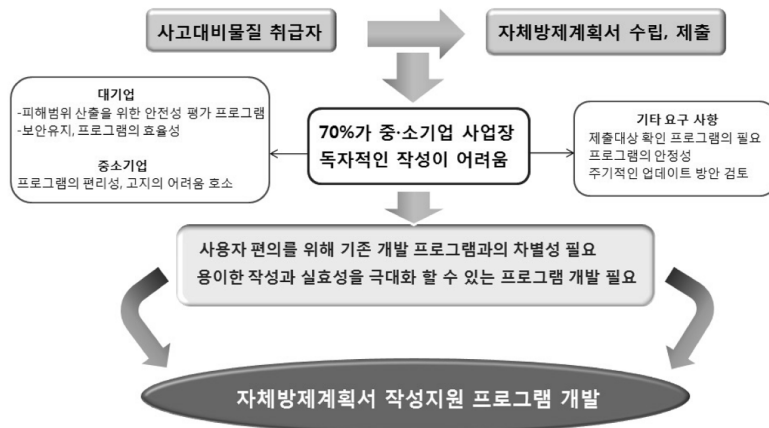


Fig. 1. Development of a Supporting Program for the Emergency Preparedness Plan.

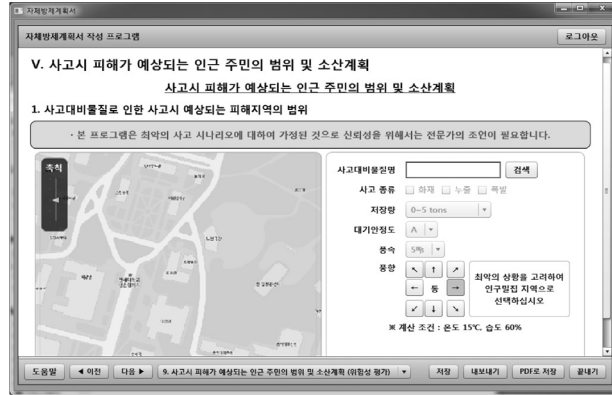


Fig. 2. Map data search information,

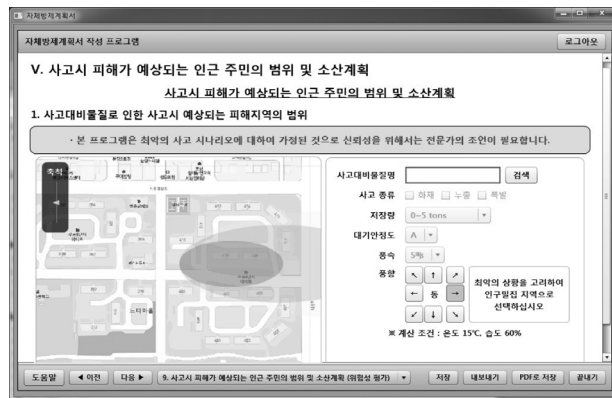


Fig. 3. Risk assessment output function,

체방재계획서 작성자 로그인 인터페이스의 경우 자체방재계획서를 제출하는 회사의 정보 및 담당자 연락처를 알기위한 GUI를 구성하였다. 작성내용의 보안을 위한 패스워드 시스템을 탑재하고, 기존에 작업중인 문서파일을 불러오거나, 새로운 자체방재계획서를 작성할 수 있는 기능을 탑재하였다. 사고대비물질에 대한 정보는 한국산업안전보건공단의 안전보건정보서비스(<http://www.kosha.net>)에서 제공하는 ‘물질안전보건자료(MSDS)’¹⁰ 데이터베이스를 바탕으로 구성하였다. 얻어진 MSDS자료를 바탕으로 사용자에게 사고대비물질에 대한 정보를 이용할 수 있도록 하였다. 사업장 전체 배치도 및 사고대비물질 취급시설, 방제시설 및 장비의 위치도의 경우, 도면을 그려야 하므로 상기 항목 중 언급한 일반 속성만을 가지고 이를 정의하기 부적합하다. 따라서 이미지 형태의 도면 입력과 사용자의 입력에 의한 드로잉 기능을 동시에 지원하는 GUI의 구현을 실행하였으며, 방제물품을 손쉽게 배치할 수 있는 상호작용형 인터페이스를 구현하였다.

3.3. 위험성평가 시나리오 값과 지도데이터의 연결

사업장 정보 입력시 위치정보를 정확하게 입력하여 자동으로 지도 데이터가 화면에 표시되도록 구현하였다. 지도 API를 사용하였으며, <http://dev.naver.com/openapi/apis/map/flash/tutorial>에서 확인할 수 있다. 지도를 담는 객체는 ID가 mapContainer인 UIC-component이다. 지도 위의 예상 피해범위 도형은 DB에 저장되어 있는 데이터를 이용하여 Flex의 Graphics 객체로 그렸다.

사용자가 입력한 물질별, 누출유형별 위험성평가¹¹ 시나리오의 값에 따라 피해 범위를 지도상에 표시할 수 있는 기능을 제공한다. 다양한 입력값에 따라 계산된 피해범위가 축적에 맞게 지도 위에 디스플레이 되도록 하였다. 현재 사업장의 위치를 자동적으로 표시하여 이를 기준으로 피해범위를 나타내게 된다. Fig. 3은 현재 구현된 사업장의 실제 지도데이터 상에 피해범위를 출력할 수 있는 기능 구현을 나타낸다.



Fig. 4. Accident precaution chemicals selection.

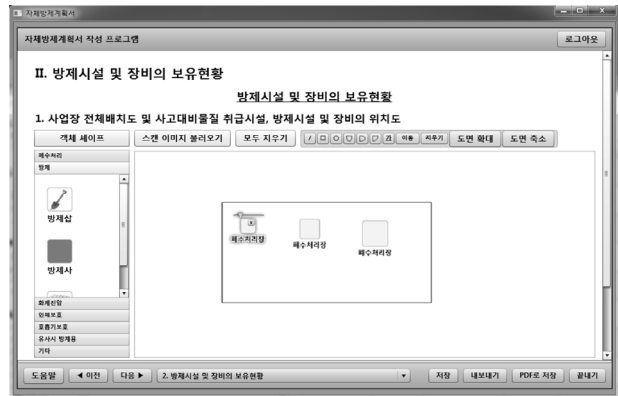


Fig. 5. Icon size control.

3.4. 여러 종류의 사고대비물질 내용 동시 입력 · 출력

하나의 자체방제계획서 안에서 여러 종류의 사고 대비물질 목록¹²⁾을 작성하도록 프로그램을 작성하였다. 로그인 후, 자체방제계획서 작성시에 ‘사고대비물질’부분을 Fig. 4와 같이 추가한다.

3.5. 방제시설 아이콘 크기 조절

사업체에서 사용하는 도면의 배율과 사업장의 크기가 다르고, 사업장 도면에 위치하는 객체 세이프의 크기도 다를 수 있기 때문에 각 객체 아이콘의 크기를 조정할 수 있도록 구성하였다.

3.6. 자체방제계획서 저장

자체방제계획서 작성이 완료된 후 ‘내보내기’ 버튼을 누르면 현재 작성된 내용을 파일로 저장할 수 있다. 작성중인 컴퓨터의 폴더가 뜨고, 사용자가 원하는 위치에 파일을 저장할 수 있다. 취급업체 담당자는 이 파일을 관리자(지자체, 환경청)에게 보내도록 한다.

3.7. 관리자 모드

3.7.1. 자체방제계획서 목록 열람

관리자는 제출된 자체방제계획서 파일을 임의의 폴더에 저장한 후, 관리자 프로그램에서 그 파일들이 있는 폴더를 문서폴더로 설정하면, 보내온 자체방제계획서 목록을 열람 · 관리 할 수 있다.

3.7.2. 관리자 통계기능

관리자는 통계 기능을 통하여 회사별 및 지역별 통계정보를 확인할 수 있다. 회사별 통계에서는 사업자등록번호, 사업장명, 주소, 관리자, 담당자 연락처 정보를 확인할 수 있다. 지역별 통계에서는 지역현황, 회사 개소 등에 대한 정보를 확인할 수 있다.

3.8. 프로그램 구현 방향

실제로 다수의 사용자가 사용하는 프로그램임으로 안정성 및 정확성을 최우선으로 하였다. 처음부터 에러가 없는 시스템을 지양하지만, 혹시 프로그램을 사용하다가 발견되는 에러가 있을 경우, 이

에 대해서는 빠른 속도로 개선 및 조치될 수 있도록 개발하였다.

3.9. 교육자료 및 사용자 매뉴얼 작성

프로그램 매뉴얼은 사용자·관리자 모드로 분류하여 작성하였다. 사용자 매뉴얼은 프로그램 개요, 설치방법, 사용방법 등으로 구분하여 작성하였다. 또한, 매뉴얼의 문구는 사용자가 보기 쉽게 공식적인 용어로 통일하였다. 매뉴얼은 작성 및 열람 작업시 순차적인 작업을 모두 매뉴얼에 자세히 담음으로써 처음 사용하는 사용자가 손쉽게 작성이 가능하도록 하였다.

3.9.1. 자체방제계획서 작성지원 프로그램 개발

- ① 프로그램 구동 및 배포환경, 데이터베이스의 내용 및 검색 기능 개선, 관리자 모드, 보안 인증을 개발하였다.
- ② 위험성평가 시나리오 값과 인터넷(네이버)지도 연결을 위해 사용자 위치에 따른 지도 데이터 자동 검색, 위험성평가 시나리오 값을 지도상에 표현할 수 있도록 하였다.
- ③ 개발된 프로그램을 사업장의 사용자에게 제공할 수 있도록 하였으며, PDF 파일로 변환 및 출력 가능하도록 기능을 구성하였다.

3.9.2. 프로그램 사용 환경

- ① Graphical User Interface(GUI) 개선을 위해 사용자 편의성을 고려한 프로그램 인터페이스 개선, 지자체, 관공서, MSDS, GHS 등에 대한 정보를 수록하여 프로그램을 개발 하였다.
- ② 프로그램의 안정성, 정확성 및 확장성을 전제로 개발하였다.
- ③ 자체방제계획서 업무 담당공무원을 위한 관리기능 추가하였으며, 자체방제계획서의 열람 기능, PDF 전환 기능, 통계기능 등을 추가하였다.

3.10. 프로그램 시범운영

자체방제계획서 작성지원 프로그램에 대한 의견 수렴을 위하여 전국의 사업장 및 정부기관을 대상으로 프로그램을 시범운영하였다. 시범운영 결과 대다수의 사업장 및 정부기관에서 프로그램의 사용에 대한 긍정적인 의견이 나타났다. 특히, 사업장의 경우 자체방제계획서 작성시 가장 어려운 부분인 위험성평가와 안전관리조직 작성 항목 등을 최소화

의 시간에 편리하게 작성할 수 있다. 또한, 정부기관의 경우 사업장에서 제출된 자체방제계획서를 시스템 상에서 편리하고 정확하게 관리할 수 있다.

4. 결론

자체방제계획서 작성 프로그램은 유해화학물질관리법 제39조에서 정하고 있는 사고대비물질을 취급하고 있는 사업장이 자체방제계획서를 작성할 시 작성자의 편의제공 및 시간적 낭비를 최소화하고, 이를 제출받는 관리기관의 효율적인 업무를 위한 연구이다.

프로그램 운영환경은 오프라인으로 구성하였으며, 개발된 프로그램은 사업장의 사용자에게 제공할 수 있도록 홈페이지에 게재하였으며, 작성된 자체방제계획서를 시·도 및 환경청에 제출할 수 있도록 하였다. 개발된 프로그램은 시범 테스트를 통해 의견을 수렴하여 프로그램을 수정하였고, 사용자가 프로그램을 쉽게 사용할 수 있도록 매뉴얼 등을 작성하여 제공하였다.

이를 통해 자체방제계획서 작성시 작성자에게 편의를 제공하고, 시간적 낭비를 최소화하여 자체방제계획서의 효과적인 시행 및 정착을 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) Cefic. Distribution Emergency Response Guidelines to use of Material Safety Data Sheets(MSDS), 1993.
- 2) Cefic. Distribution Emergency Response Guidelines for use by the Chemical industry, 1993.
- 3) 공정안전관리 제도의 효과분석 및 발전방향, 한국산업안전공단, 2001.
- 4) 산업안전보건법, 고용노동부, 2010.
- 5) 고압가스안전관리법, 지식경제부, 2010.
- 6) 조은구, SMS제도의 도입 및 추진현황, 한국안전전문기관 협의회, 1997.
- 7) 유해화학물질관리법, 환경부, 2010.
- 8) 자체방제계획서 이행방안 연구, 국립환경과학원, 2005.
- 9) 사고대비물질 관리방안 및 대응지침개발 연구, 국립환경과학원, 2004.
- 10) 물질안전보건자료, 한국산업안전보건공단, 2005.
- 11) 가스안전관리시스템 모델(안) 개발, 한국가스안전공사, 1995.
- 12) 사고대비물질 Key Info Guide, 국립환경과학원, 2007.