

사고대비물질 취급시설 관리방안 연구

김성범[†] · 박춘화 · 조문식 · 이진선 · 김정민 · 노혜란 · 석광설

국립환경과학원 화학물질연구과
(2011. 12. 19. 접수 / 2012. 5. 18. 채택)

A Study on Improving Management of Substances Requiring Preparation for Accidents Facilities

S.B. Kim[†] · C.H. Park · M.S. Cho · J.S. Lee · J.M. Kim · H.R. Noh · G.S. Seok

National Institute of Environmental Research

(Received December 19, 2011 / Accepted May 18, 2012)

Abstract : The leakage of toxic chemicals impact seriously on human being and environment, therefore during their treatment process, a proper management system is necessary to control their toxic effect. This study was designed to suggest the management regulation that supports business managers and facilities management. There are no extra regulation to control emergency accidents and terrors in chemical facilities. Developed countries like USA operate the management standards to control the toxic chemical and facilities according to their toxicity and processes. In order to solve this problem, we have analysed the advanced nations standard methods of security in chemical plants to study the new security management regulation which helps to prevent the chemical accidents. Especially, in USA, CCPS (Center for Chemical Process Safety), SVA (Security Vulnerability Assessment) and RBPSs (Risk-Based Performance Standards) of DHS (Department of Homeland Security) were invest I gated. On the basi of the results, we have suggested the application methods of the security and safety regulation in Korea.

Key Words : emergency preparedness plan, prevention, chemical accidents

1. 서론

유해화학물질 유출은 인체 및 환경에 직접 피해를 미치므로 취급 전 과정에서 적정 관리기준을 마련하여 추진하는 것이 필요하다. 현행 유해화학물질관리법에서 유독물 영업의 업종에 따라 취급시설 기준을 마련하고 있으나, 유해성 및 취급공정 특성에 구분 없이 포괄적으로 적용하여 사고 또는 환경으로의 배출 관리에는 한계가 있다. 특히, 급성독성·폭발성 등이 강하여 사고 개연성이 높은 화학물질을 사고대비물질로 지정하고 있으나, 일정규모이상의 취급자에 대한 “자체방재계획서”의 작성 의무만을 규정하고 별도의 관리기준이 없어 화학적 비상상태(사고, 테러 등)의 발생 가능성에 상시 노출되어 있으므로 사고대비물질 취급자 관리와 사고·테러 등에 대비한 취급 시설기준을 마련하는 것이 시급하다. 미국 등 선진국에서는 화학물질 유해성 또는 취급시설 공정

특성에 따라 위험도가 높은 화학물질이나 취급시설은 별도의 관리기준을 마련하여 운영하고 있으므로, 이를 참고하여 국내 실정에 맞는 운영 방안이 모색되어야 한다.

2. 연구 결과

2.1. 국내 유해화학물질 관리현황 조사

관련 법령에서는 화학물질을 이용목적 및 성상에 따라 소관부처는 7개이며, 관련법률은 13개로 관리하고 있다.

유해화학물질관리법은 유해화학물질로 인한 사람의 건강 및 환경을 보호하는데 그 목적이 있으며, 유독물 관리의 전반적인 틀을 마련하여 사업장 자율에 의한 관리를 유도하고 있다. 그러나 일부 사업장의 경우에는 자율관리 기준을 더 어렵게 생각하여 기준을 제대로 이행하지 못하고 있고, 기준이 구체적이지 못하여 민원발생의 가능성이 높은 단점이 있다. 또한 유독물 취급시설기준 및 관리기준이 유독물의 특성이나 취급공정의 특성에 따라 분류되지 않고 일

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

Table 1. Chemicals control acts

관리대상	소관부처	근거법령	법의 목적
유독물	환경부	유해화학물질 관리법	유해화학물질로 인한 사람의 건강 및 환경보호
건강 장해물질	고용 노동부	산업안전 보건법	산업재해예방, 근로자의 안전과 보건 유지·증진
의약품, 화장품, 마약류	보건 복지부	약사법, 화장품법, 마약류 등에 관한 법률	의약품 등의 적정관리를 통한 국민건강 향상
식품첨가물	보건 복지부	식품위생법	식품으로 인한 위해방지 및 영양의 질적 향상
위험물, 화약류	행정 안전부	소방법, 총포, 도검, 화약류 등 단속법	재난상황에서 국민생명, 재산보호 위협과 재해방지
고압가스	지식 경제부	고압가스 안전관리법	고압가스로 인한 공공의 안전 확보
방사성물질	과학 기술부	원자력법	원자력이용과 안전관리

괄적으로 제시되어 있어서 일부 규정은 현장적용이 어려운 경우가 발생하고 있다.

2.2. 국외 화학물질 안전 및 보안관리 현황 조사

선진 외국의 유해화학물질관리 현황을 파악하기 위해 관련법령 및 제도를 조사하였다. 조사결과 우리나라와 같이 특정 유독물을 지정하고 이들에게 포괄적으로 적용되는 관리기준 및 취급시설 기준을 갖고 있는 나라는 없었다. 그러나 일부 환경 관리 측면에서 사고가 다발하거나, 사고위험성이 높은 부문(예: 지하 저장탱크 시설, 유해폐기물처리 저장시설 등)에 대해서 구체적 시설관리기준이 있었고 산업 안전 보건 측면에서 특정 위험물질군(가연성물질, 질소산화물 등 유해물질)에 대해 유지, 작동, 취급, 저장에 대해 기준을 정하고 있으며, 유해도가 높은 화학물질(독성, 반응성, 인화성, 폭발성 화학물질)과 중대사고 우려가 있는 화학물질에 대해서는 공정안전 관리제도(PSM)를 시행하고 있는 경우가 대부분이었다^{2,6)}.

2.3. 사고대비물질 물질유형별 분류 및 정비방안 연구

환경부에서는 유해화학물질의 유형을 7개의 대분류, 33개의 중분류로 나누어 구분하고 있으며, 이를 기준으로 사고대비물질 56종을 분류하였다. 분석결과 가스류 15종, 인화성 액체류 21종, 인화성 고체류 6종, 산화성 물질류 및 유기과산화물류가 2종, 독

성물질류 12종으로 구분하고 있다⁹⁾.

가. 화재나 폭발 위험이 큰 화학물질

가연성이 매우 큰 4등급은 11종, 발화가능성이 높은 3등급은 20종이 나왔으며, 이는 전체 사고대비물질에 절반에 육박하는 숫자로 많은 사고대비물질이 화재 위험성을 내포하고 있다. 또한 반응위험성은 폭발성이 매우 큰 4등급 1종, 폭발가능성이 높은 3등급은 4종이 나와 상대적으로 화재위험성보다는 적은 수의 물질이 포함됨을 확인 할 수 있었다.

나. 누출 시 인체에 심각한 위험을 미치는 화학물질

NFPA 위험물확인 기준의 보건위험성 등급을 분류하였으며, 인체에 치명적인 4등급은 21종, 아주 위험한 3등급은 26종이 나왔으며, 사고대비물질에 절반에 80%가 넘는 수치이며, 이는 사고대비물질이 화재위험성을 내포하고 있다는 것을 의미한다.

다. 화학테러 등 불법적인 용도로 전용될 수 있는 화학물질 등

미국 DHS에서는 테러가능물질 325종을 COI (Chemical Of Interest)로 지정하여 관리하고 있다. 테러가능 시나리오는 크게 Release, Theft, Sabotage 3개로 구분할 수 있으며, Release는 toxic, flammable, explosive 3가지의 세부 시나리오로 구분된다^{7,9)}.

2.4. 사고 위험성 및 환경 유해성을 고려 현행 사고대비물질 재정비

사고대비물질 재정비를 위해 고려하여야 할 요소는 해당 화학물질의 독성, 증기압 등의 물리화학적 특성을 포함하여 취득의 용이성, 과거 사용사례 등 여러 가지가 있다. 특히 특정 개인이나 집단에 의해 자행될 수 있는 화학테러는 목적이나 대상, 방법 등 발생되는 테러의 유형과 의도하는 테러의 목적을 효과적으로 달성 할 수 있도록 테러에 사용되는 화학물질의 종류는 다양하게 적용될 수 있다. 본 연구에서 탈취 및 전용 위험이 높은 물질선정 및 사고대비물질 56종을 재정비를 위한 전체적인 알고리즘은 아래 Fig. 1과 같다^{7,9)}.

2.5. 사고대비물질 취급시설·설비 유형분류

가. 사고대비물질의 취급시설 현황조사

전국의 423개소 사업장(2개 이상의 사고대비물질 취급 사업장: 150여개)에서 작성하여 제출한 자체방재계획서를 분석하였고, 취급하고 있는 사고대

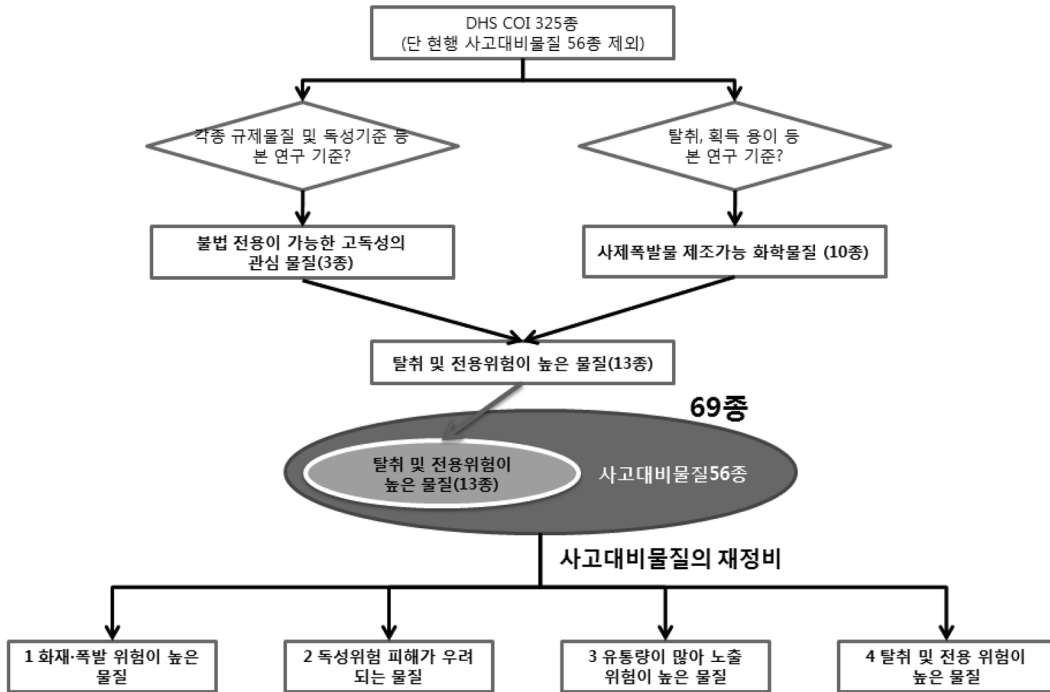


Fig. 1. The algorithm for an substances requiring preparation for accidents rearrangement.

Table 2. Substances requiring preparation for accidents manufacture · use · storage facility status

구 분	수도권	경남권	충청권	전남권	강원권	경북권	전북권	Total
제 조	3	3	3	4	0	5	3	21
사 용	82	35	28	6	3	23	18	195
보관·저장	147	42	30	16	2	35	13	285
합 계	232	80	61	26	5	63	34	501

비물질의 분포를 알아보았다^{3,4)}.

2.6. 사고대비물질 관리 및 취급시설 기준(안) 마련

가. 사고대비물질의 유통현황 기록 등의 대상업체 관리방안 제시

사고대비물질도 영업등록 등으로 규제를 하는 것이 이상적이지만, 기업 활동을 저해하거나 행정활동이 많아져 효과적인 경제활동이 어려워지므로, 최소한의 관리가 될 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해 사고대비물질을 취급하는 자는 취급물질에 대하여 보고·검사, 기록·보존 등에 대한 내용을 준수하여야 할 필요가 있다.

나. 사고대비물질 유형에 따른 사고대응 관리기준(안)

탈취 및 전용위험이 높은 물질은 불법용으로 전용 가능, 시설물 보안위험 가능 등 2가지로 분류하였

다. 각 사고대비물질 유형에 따른 보안조치는 미국 RBPS (Risk-Based Performance Standards)에 있는 보안 조치 내용을 바탕으로 국내에 적용 가능한 형태의 사고대응 관리기준을 선정하였으며, 아래 Table 3 과 같이 사고대응 관리기준을 총 10가지로 분류하였다¹⁾. 사고대비물질 유형별로 적용 가능한 관리기준은 “√” 표시 하였고, “□” 상자는 권고사항을 나타내며, 공란은 의무가 없는 관리기준을 나타낸다.

다. 보안시설 취약성평가(1)

유해화학물질관리법에서는 사고대비물질을 지정수량 이상 취급하는 사업장에 대하여 자체방재계획서를 관리기관에 제출하도록 규정 하고 있다. 현재 제출되고 있는 자체방재계획서 내용에 공장이 주거지역 내에 있는가?, 공장이 상업지역 또는 공업지역 내에 있는가?, 공장이 녹지지역 내에 있는가? 와 같

Table 3. Accident respond management criterion

사고대응 관리기준	내 용
1) 주변방벽	방류벽, 방어벽, 울타리
2) 원격 감시 시스템	CCTV 카메라, 진동 감지센서, 적외선 센서, 음향 센서, 비디오 모션 탐지
3) 내·외부인 출입자 승인	내·외부인 출입자의 접근 가능 유무 판별이 가능한 신분증, 시각적 정밀검사, 출입 허가 절차, 신분증 확인, 자동차 확인 시스템
4) 제품 출입 및 재고관리	운송 주소가 정확한지 여부 확인, 제품의 유통기한 확인, 위험물질 수령을 위한 신분증 및 거래 확인, 위험물질 목록, 물질 명, 물질 양, 물질 위치, 판매업체, 유통기한 등 정보 관리
5) 시건장치	사슬 및 시건장치
6) 비상대응계획 및 경보시스템	비상대응계획, 라디오, 사이렌, 보안등, 경보장치
7) 누출감지시스템	가스누출감지경보기, 가스 디텍터, 감지센서
8) 환기 및 폐수 시설	환풍기, 후드, 폐수장치, Drain valve, 배수설비
9) 소화설비 및 폭발억제장치	소화기, 소화전, 화재탐지설비, 방폭벽, 제전기
10) 개인보호구	방독면, 보호장갑, 보호신발, 보호의 및 보호안경

Table 4. Security facility vulnerability evaluation (2)

사고대비물질 유형	필수 보안 및 사고대응 지침
1. 화재·폭발 위험이 높은 물질	9) 소화설비 및 폭발억제장치 10) 개인보호구
2. 독성위험 피해가 우려되는 물질	7) 누출감지 시스템 8) 환기 및 폐수시설 9) 개인보호구
3. 유통량이 많아 노출 위험이 높은 물질	3) 내·외부인 출입자 확인 4) 제품 출입승인 및 재고관리 5) 시건장치
4. 탈취 및 전용 위험이 높은 물질	2) 원격감시 시스템 3) 내·외부인 출입자 확인 4) 제품 출입승인 및 재고관리 5) 시건장치
◆ 보안시설 취약성평가(2)는 사고대비물질 유형별 필수 보안 및 사고대응 지침항목을 만족하는 정도에 따라 보안등급을 산정	
1. 화재·폭발 위험이 높은 물질 - 1등급 사업장: 0개 만족 - 2등급 사업장: 1개 만족 - 3등급 사업장: 2개 만족	2. 독성위험 피해가 우려되는 물질 - 1등급 사업장: 0~1개 만족 - 2등급 사업장: 2개 만족 - 3등급 사업장: 3개 만족
3. 유통량이 많아 노출 위험이 높은 물질 - 1등급 사업장: 0~1개 만족 - 2등급 사업장: 2개 만족 - 3등급 사업장: 3개 만족	4. 탈취 및 전용 위험이 높은 물질 - 1등급 사업장: 0~1개 만족 - 2등급 사업장: 2개 만족 - 3등급 사업장: 3~4개 만족

은 보안 설문조사 항목을 추가하여 화학시설에 대한 보안등급을 선정하고, 보안등급에 따른 보안조치를 수행하도록 한다. 주거지역 내에 있는 공장은 사고가 발생할 경우, 인근주민에 대한 피해가 매우 크므로 1등급, 상업지역이나 공업지역 내에 있는 공장은 2등급, 녹지지역 내 공장은 3등급 사업장으로 분류하며, 이를 통해 공장 주변 지역에 대한 정보를 확인할 수 있다.

라. 보안시설 취약성평가(2)

Table 4는 사고대비물질을 유형에 따른 필수보안 및 사고대응 지침을 나타낸다. 사고대비물질을

취급하는 사업장은 해당 사고대비물질 유형에 따라 필수보안 및 사고대응 지침을 설치하여야 한다. 보안시설 취약성평가(1)에서 보안등급을 1등급으로 선정된 사업장은 보안시설 취약성평가(2)의 결과에 상관없이, 취급하는 사고대비물질 유형에 따른 1등급에 해당하는 사고대응 관리기준을 설치하여야 한다. 보안시설 취약성평가(2)는 사고대비물질 유형별 사고대응 관리기준 항목을 만족하는 정도에 따라 보안등급을 산정한다.

2.7. 유해화학물질관리법 개선방안 제시

현행 유해화학물질관리법에는 유독물영업자의

취급시설기준을 따로 두어 관리하고 있으며, 업종별로 시설에 따른 기준을 제시하고 있다. 보안시설에 대한 내용은 옥내 보관시설 중 창문이 있는 경우 창문에는 보호철망이 있어야 하고, 옥외 보관시설에는 관계자가 아닌 자의 출입을 통제할 수 있는 울타리 등을 설치하여야 한다는 내용만 포함이 되어 있어, 탈취 및 전용위험이 높은 물질에 대한 보안시설 규정이 없다. 따라서 유해화학물질관리법을 개정하여 보안시설 규정을 추가할 필요가 있다.

2.8. 비용편익 분석

사고대비물질을 저장·제조·취급하는 기업에서의 ‘자체방제계획서’ 준수에 따른 추가 소요 비용을 추정하였다. 보안 및 사고대응 지침 준수에 따른 비용은 원격 감시시스템, 경보시스템 등을 제외하고는 추가로 설치비용이 발생하지 않는다고 볼 수 있다. 설비 기준에 대해서는 기 설치된 시설 기준을 현실화하거나 구체적인 예시를 제시한 것에 불과하고, 타법(산업안전보건법 및 위험물안전관리법)의 기 적용사항에 해당되어, 별도의 비용이 발생되지 않으며, 외부 출입자 확인 등은 사업장에서 기본적으로 수행하는 업무에 해당되어, 별도의 비용이 발생되지 않으며, 소화설비에 대해서도 타법(위험물안전관리법)에서 의무 사항으로 규정하고 있기 때문에 추가 비용이 소요되지 않는다.

3. 결론

사고대비물질 관리 및 취급시설 기준 연구는 현행 유해화학물질관리법에서 유독물 영업의 업종에 따라 취급시설 기준을 마련하고 있으나, 유해성 및 취급공정 특성에 구분 없이 포괄적으로 적용하여 사고 또는 환경으로의 배출 관리에는 한계가 있다. 특히, 급성독성·폭발성 등이 강하여 사고 개연성이 높은 화학물질을 사고대비물질로 지정하고 있으나, 일정규모이상의 취급자에 대한 “자체방제계획서”의 작성 의무만을 규정하고 별도의 관리기준이 없어 화학적 비상사태(사고, 테러 등)의 발생 가능성에 상시 노출되어 있으므로 사고대비물질 취급자 관리와 사고·테러 등에 대비한 취급 시설기준을 마련하는 것이 필요하다. 미국의 고위험 화학물질 및 위험시설·설비에 대한 RBPS (Risk-Based Performance Standards) 규정을 참고하여 사고대비물질의 분류유형에 따른 필수적인 보안강화 사항 및 사고대응 지침항목을 제정하여 사고대비물질의 안전관리(안)을 제시하

고자 한다.

3.1. 사고대비물질 물질유형별 분류 및 정비방안 제시

유해화학물질관리법 제39조에서 규정하고 있는 사고대비물질에 대하여 성상별, 물질유형별, 발암력, 환경기준, 노출농도기준 등 각 물질별 특성을 조사하여, 화재·폭발 위험이 높은 물질, 독성 위험피해가 우려되는 물질, 유통량이 많아 노출위험이 높은 물질, 탈취 및 전용 위험이 높은 물질로 분류하는 방안을 제시하였다.

3.2. 사고대비물질 취급시설·설비 유형분류에 따른 사고대응 관리기준(안)

국내 화학물질의 사고현황 및 유통현황 조사와 취급시설·설비별 사고현황을 조사를 통해 취급시설·설비별 취약성을 분석하였다. 사고대비물질 유형에 따른 사고대응 관리기준은 1) 주변방벽, 2) 원격감시시스템, 3) 내·외부인 출입자승인, 4) 제품출입 및 재고관리, 5) 시건장치, 6) 비상대응계획 및 경보시스템, 7) 누출감지시스템, 8) 환기 및 폐수시설, 9) 소화설비 및 폭발억제장치, 10) 개인보호구 항목이며, 각 항목에 따른 세부 관리기준 제시를 통해 사고대응을 강화하고자 한다.

3.3. 사고대비물질 관리 및 취급시설 기준(안) 마련

국내에서의 누출, 화재, 폭발 등 물질에 따른 사고유형별 보안대책 및 관리기준의 문제점을 보완할 수 있는 방안으로 미국 국토안보부(DHS)의 RBPS를 조사하여, 국내 실정에 맞는 사고 시나리오와 보안 대응 방안을 제시하였다. 또한 사고대응 관리기준(안) 세부항목 내용을 보완하기 위해서 원격감시시스템, 경보시스템에서 비용이 일부 발생한다. 이를 제도화하기 위해서는 유해화학물질관리법을 개정하여 보안시설 규정을 추가할 필요가 있다.

참고문헌

- 1) 화학공장의 보안 취약성 분석 및 관리지침, 미국 화학공정안전센터(CCPS), 2004.
- 2) 유독물의 관리기준 및 취급시설 기준 개선방안 연구, 국립환경과학원, 2007.
- 3) 자체방제계획서 작성지침 프로그램 기반연구, 국립환경과학원, 2008.
- 4) 사고대비물질 관리방안 및 대응지침개발 연구,

- 국립환경과학원, 2004.
- 5) 화학사고 및 테러 예방을 위한 사업장의 화학물질 관리방안, 환경부, 2007.
 - 6) 공정안전관리 제도의 효과분석 및 발전방향, 한국산업안전공단, 2001.
 - 7) Risk-Based Performance Standards Guidance, US DHS (CFATS), 2009.
 - 8) CSAT Top-Screen, US DHS, 2009.
 - 9) Appendix to Chemical Facility Anti-Terrorism Standards; Final Rule, US DHS, 2007.