

## 화학사고 예방 및 대책에 대한 개선방안에 관한 연구

이덕재 · 이태형 · 신창현<sup>†</sup>

화학물질안전원 사고대응총괄과

### Study on Improvement Measures for Prevention and Countermeasure of Chemical Accident

Deok-Jae Lee · Tae-Hyung Lee · Chang-Hyun Shin<sup>†</sup>

National Institute of Chemical Safety, Accident Response Coordination Division

(Received September 9, 2016; Revised October 11, 2016; Accepted October 12, 2016)

#### 요 약

산업의 고도화, 다각화로 화학물질의 사용 증가와 더불어 화학사고도 증가 추세에 있으며 화학사고에 대한 효율적인 방재 및 대응을 위한 다각적인 노력이 필요하다. 본 연구에서는 현행 법령, 화학사고 사례, 물질안전보건자료 등을 통해서 화학사고 예방 및 대책에 대한 개선 방안에 대해서 연구하였다.

#### ABSTRACT

The use of chemicals is increasing due to industrial advancement and diversification. In addition, the number of chemical accidents are increasing at the same time. A multifaceted effort in chemical accidents is needed for efficient prevention and countermeasures. This paper presents, under the current Act, a chemical accident case, including the material safety data sheet (MSDS) through the chemical accident prevention and measures for improvement with regard to research.

**Keywords :** Prevention, Countermeasure, Chemical accident, MSDS

### 1. 서 론

재난 및 안전관리 기본법에서는 재난을 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 자연재난(태풍, 호우, 강풍 등)과 사회재난(화재, 붕괴, 폭발, 화재방사, 환경오염사고 등)으로 구분하였다<sup>(1,2)</sup>. 화학사고는 사회재난으로 분류되며 시설의 교체 등 작업 시 작업자의 과실, 시설 결함·노후화, 자연재해, 운송사고 등으로 인하여 화학물질이 사람이나 환경에 유·누출되어 발생하는 일체의 상황을 화학사고로 정의하고 있다<sup>(3)</sup>. 공개자료인 화학안전정보공유시스템<sup>(4)</sup>(CSC)에 따르면 2009년에서 2012년까지는 연간 20건 미만의 화학사고가 발생하였지만 화학사고에 대한 정확한 통계가 집계되지 않았다. 2012년 10월 경북 구미시에서 발생한 불산 유출사고를 계기로 동년 12월 환경부 화학물질안전원이 개원함에 따라 화학사고에 대한 체계적인 통계가 가능해졌다. Figure 1은 2012년부터 2016년 8월까지의 화학사고 발생현황을 도식

화하였다. 화학사고는 2013년부터 2016년 8월까지 총 367건이 발생하였으며 2013년 86건, 2014년 104건, 2015년 111건, 2016년 8월까지 66건으로 집계되었고 연도별 화학사고 발생건수는 증가 추세에 있다. 화학물질의 관리, 신고, 벌칙 강화를 기반으로 2015년 12월 1일부터 화학물질 관리법이 제정·시행되면서 사업장, 주민 등이 소규모 화학사고에도 적극적인 신고로 인해 화학사고 발생건수가 증가되었다. 화학 사고를 유형별로 정리하면 2016년 8월까지 총 367건의 화학사고 중 시설미흡 145건(40%), 취급부주의 142건(39%), 운송사고 80건(21%) 순으로 분석되었다.

화학사고 중 제조업·판매업 등 다양한 업종에서 유·누출에 의한 화학사고는 전체 화학사고 대비 약 66~77%로 발생하고 있어 주된 화학사고 유형으로 분석되었다. 그 다음으로 폭발·이상반응 순으로 사고빈도가 높았다. 각 화학사고 사례에 의하면 화학사고가 발생할 경우 인·물적 피해뿐만 아니라 환경에도 막대한 영향을 끼치는 것

<sup>†</sup>Corresponding Author, E-Mail: yjoy122@korea.kr  
TEL: +82-42-605-7022, FAX: +82-42-605-7035

ISSN: 1738-7167

DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2016.30.5.137>

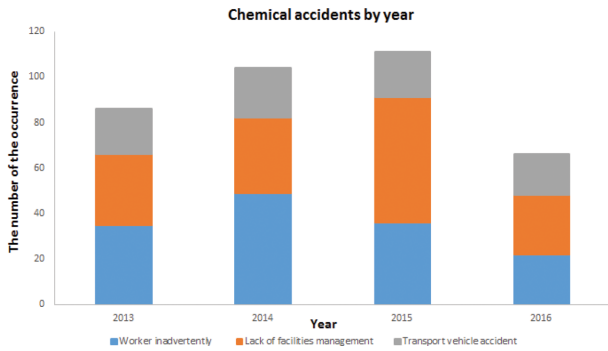


Figure 1. Chemical accidents by year (2013~2016.8).

을 확인되었다. 연도별 화학사고에 의한 인명피해 및 재산 피해는 2014년 사상자 238명과 재산피해 약 314억 원, 2015년 사상자 103명과 재산피해 약 6.7억 원, 2016년 8 월까지 사상자 119명과 재산피해는 집계 중에 있다. 인명 사고의 주요 요인으로 관행에 의한 작업 실시와 안전 불감 증 등을 꼽을 수 있었다. 또한 화학사고 발생 시 현장 대응인력의 전문성에 따라서 피해 영향 범위와 결과는 확연히 달라져 현장대응 인력의 방재와 대응 능력의 중요성을 재확인 할 수 있었다. 방재란 예방, 대비, 대응, 복구 등 4 단계로 구분되며 이미 일어난 일, 진행 중인 재난과 일어날 것이 확실시되는 경우에 그 재난을 막거나 대처하는 것을 의미한다<sup>(5)</sup>. 화학사고의 사고원인은 작업자의 안전의식과 화학사고 물질에 대한 정보 부족, 각종 방재약품·장비의 미구비와 부족, 반응로·배관·파열관 등 공정시설에 대한 형식적인 점검과 걸핍기식 보수 등 화학사고 발생 전에 충분히 대처할 수 있는 요인이 대부분이 있었다. 또한 대응이란 화학사고 발생 시 국가의 자원과 역량을 효율적으로 활용하고 신속하게 대처함으로써 피해를 최소화하고 2차 위기 발생 가능성을 감소시키는 일련의 활동으로 정의된다<sup>(6)</sup>. 화학사고가 발생한 각 사업장, 연구실 등은 초기에 경보, 대응을 할 수 있도록 경보시설, 소방시설, 응급·복구시설 등이 충분히 마련되어 있지 않았으며 현장 대응 인원의 화학사고 물질에 대한 정보부족 등으로 인해서 적

절한 방재장비·물품 등을 사용하지 못하여 2차, 3차 피해로 확산되는 경우를 여러 사례 연구에서 확인되었다. 특히 화학사고 발생 현장의 사업주, 연구실 책임자 등의 안이한 생각과 대처로 인해 화학사고의 피해범위가 확대되는 결정적인 요인으로 작용했던 사례도 확인할 수 있었다. 더불어 국내 화학물질 관련 법령의 산재, 물질안전보건자료의 다수 정보 수록으로 이용자의 신속한 정보 파악의 어려움 등 화학사고가 확대될 수 있는 간접적인 요인으로 꼽을 수 있다.

따라서 본 연구에서는 화학사고 발생에 따른 화학사고 예방 및 대책의 중요성을 화학사고 사례를 통해서 연구하였으며 화학물질 관련 국내 법령의 문제점과 개선 방향, 물질안전보건자료의 문제점, 개선방향을 고찰하였다. 또한 사업장, 연구실 등 각 작업자, 실험자의 화학사고 대응, 방재방법 등의 문제점을 실제 사례를 통해 도출하고 그에 따른 개선 방향에 대해서도 연구하였다.

## 2. 현행 화학사고 방재 및 대응

### 2.1 산재된 화학물질 관련 국내 법령

선행연구로 Yoo 등<sup>(7)</sup>, Lee 등<sup>(8)</sup>, Lee 등<sup>(9)</sup>은 화학물질 관련 법령을 연구하였으며 본 연구에서는 국내 화학물질 관련 법령을 시행 부처, 법령명, 관리물질로 재정리하였다. 대표적인 화학물질 관련 법령으로는 환경부의 화학물질관리법, 고용노동부의 산업안전보건법, 국민안전처의 위험물 안전관리법 등이 제정·시행되고 있다. Table 1은 국내 화학물질 관련 법령과 관리물질을 정리하였다.

주요 법령을 살펴보면 (1) 화학물질관리법의 목적은 화학물질로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 화학물질을 적절하게 관리, 화학물질로 인한 사고에 신속히 대응함으로써 화학물질로부터 모든 국민의 생명과 재산 또는 환경을 보호한다로 정의되어 있다. 화학물질을 ① 기존화학물질, ② 신규화학물질, ③ 유독물질, ④ 허가물질, ⑤ 제한물질, ⑥ 금지물질, ⑦ 사고대비물질 등 7개로 분류, 관리하고 있다<sup>(3)</sup>. (2) 산업안전보건법에서는 근로자의

Table 1. Chemical Substance Related Statutes

Organization concerned	Objective of Acts	Control substances
Ministry of Environment	Chemical substances control act	Hazardous substances (Accident preparedness substances 69 species)
Ministry of Employment and Labor	Industrial safety and health act	Hazardous substances
Ministry of Public Safety and Security	Dangerous substances safety control act	Dangerous substances, Explosives
Ministry of Science, ICT and Future Planning	Lab safety act	Dangerous substances
Ministry of Trade, Industry and Energy	High pressure gas safety control act	High pressure gas
	Liquefied petroleum gas act	Liquefied petroleum gas
Ministry of Oceans and Fisheries	Ship safety act	Explosive substances

1) The author of reconstruction on the basis of the Statute with related articles.

건강장해를 유발하는 화학물질을 유해인자로 정의하였다. 유해인자 분류 및 관리는 ① 금지물질, ② 허가물질, ③ 노출기준 설정 대상 유해인자 등 총 7개로 분류·관리한다<sup>(10)</sup>. (3) 위험물안전관리법에서는 위험물로 인한 위해를 방지하여 공공의 안전을 확보함을 목적으로 ① 위험물을 분류·관리하고 있다<sup>(11)</sup>. (4) 연구실안전법은 연구실의 안전 확보 등의 목적으로 ① 화학적·물리적 위험요인 등 사고를 발생시킬 가능성이 있는 인자를 유해인자로 정의·관리하고 있다<sup>(12)</sup>. 각 부처별 화학물질 관련 법령을 확인하였으며 주요 내용을 3가지로 정리할 수 있다.

1) 주요 법령의 목적과 관리물질을 화학물질 관리법위로 정리하면 화학물질관리법, 산업안전보건법, 위험물안전관리법, 연구실안전법 순으로 나열되며 각 법령 간에 중첩, 포함되는 요소가 존재하였다.

2) 각 법령별로 관리되는 화학물질의 종류가 다양하며 그 정의가 모호하였다. 대표적으로 화학물질관리법의 신규 화학물질(기존화학물질을 제외한 모든 화학물질), 연구실안전법의 유해인자 등 제시할 수 있다.

3) 각 법령이 제정, 시행됨에 따라 법 적용과 해석의 난해함과 어려움으로 인해서 별도의 해설서가 제작, 배포되는 악순환이 재발되었다. 대표적으로 화학물질관리법의 유해화학물질 취급시설 검사 및 안전진단 기준해설(미래에너지기초연구소), 위험물안전관리법의 위험물실무해설서(한국소방안전협회) 등을 제시할 수 있다.

화학사고 예방과 대응에 중심이 되는 화학물질관리법<sup>(3)</sup>은 법의 취지에 따라 화학사고 초기 대응체계 강화와 신고 의무(제43조)를 통해서 화학사고 발생 시 해당 화학물질의 취급자는 관할 지자체 등에 즉시 신고하고 사고의 원인·규모 등을 환경부 장관에게 통보하도록 제도화하였다. 또한 법 위반 사업장에 대한 제재수단 강화(제57조~제64조)로 (1) 금지물질 취급시 영업허가 취소, (2) 영업정지 처분을 갈음하여 해당 사업장 매출액의 100분 5 이하의 과징금 부과, (3) 업무상 과실 또는 중과실의 화학사고를 일으켜 사람을 사상에 이르게 한 경우 10년 이하의 금고나 2억 원 이하의 벌금과 기타 법 위반 시 5년 이하의 징역 또는 6개월 이하의 징역 또는 500만 원 이하의 벌금을 부과하도록 제재수단을 강화하였다. 하지만 화학물질관리법 시행 전후 화학사고 발생 건수가 2015년 111건, 2016년 8월까지 66건이 발생하여 증가세가 꺾이지 않는 경향을 보이고 있으며, 인체 및 환경에 막대한 영향을 끼쳤던 화학사고가

연이어 발생하여 법의 제정 목적과 취지가 달성되지 못하고 있다. 특히 화학사고 발생 시 초기대응체계 강화와 신고 의무를 강화했음에도 법 제정 이전보다 인명사고와 환경피해가 대규모로 발생한 화학사고가 발생하였으며 법의 강화에 따른 교육·훈련 등 부가적인 대책도 더불어 강화가 필요하다. 대표적인 화학사고 사례로 2016년 6월 4일 충청남도 금산군 불산 유출사고, 2016년 7월 15일 경기도 오산시 암모니아 누출사고, 2016년 8월 3일 울산광역시 남구 삼불화질소 유·누출사고를 통해서 인명사고와 환경피해를 규모를 확인할 수 있다.

2.2 사례별 화학사고 방재 및 대응의 문제점

화학안전정보공유시스템<sup>(4)</sup>에서 2015년에서 2016년까지 발생한 화학사고 중 방재 및 대응상 문제점을 사례연구를 통해서 분석하였다. 사례연구는 대표적으로 사업장과 실험실 화학사고에 대해서 살펴보았으며 각 사례별로 화학사고 방재 및 대응간 발생한 문제점 등을 도출하였으며 Table 2에 각 사례별로 주요 개요를 정리하였다.

2.2.1 강원도 삼척시 폐액 이상반응사고

1) 사고개요: 2015년 12월 18일 14시경 폐액 저장용기 18에서 미상의 물질이 이상 반응하여 폐액 유출 및 흠이 발생되어 경상 3명, 건물 내 학생 40여명 대피 등 인명피해가 발생하였다.

2) 문제점

(1) 실험자가 산성 및 염기성 폐액을 혼합, 보관으로 이상반응사고 발생하였다. 연구실안전관리법에는 폐액 처리에 대한 구체적인 지침이 마련되어 있지 않았다. 또한 해당 대학교의 안전정보시스템<sup>(13)</sup>에는 폐산, 폐알칼리, 폐유기용제 등 종류별로 구분 수집에 대한 내용은 명시되어 있으나 구체적인 수집, 보관방법까지는 제시되지 않았다. (2) 사고 당시 실험자는 개인보호구를 착용하지 않아 인명피해가 발생하는 원인이 되었다. 해당 대학교의 안전정보시스템에는 실험실 내 실험복, 보안경 착용은 명시되어 있으나 흠 발생 대비 양압의 자급식 공기호흡기 등 개인보호구 착용에 대한 구체적 지침이 미흡하였다. (3) 폐액에 의한 이상반응사고 후 실험자에 의한 1차 방재 조치가 이루어져야 하지만 화학사고 발생 직후의 안전조치가 미흡하였다. 해당 대학교의 안전정보시스템에는 사고 발생 후 비상연락망 활용 등 구체적인 행동 매뉴얼이 없어 실험 사고자

Table 2. Chemical Accident Case by Case Issues

No	Date	Substance (CAS No.)	Human Damage (Unit: people)	Details
1	15.12.18	Waste liquid (-)	Injury 3, Evacuation 40	Waste liquid mixing explosion
2	16.2.7	Magnesium (7439-95-4)	-	Reaction of water with metal
3	16.6.4	55% HF (7664-39-3)	Evacuation 40, Hospital care 14	Rupture disk breakage, Recovery pump failure
4	16.7.28	Sodium chlorite (7758-19-2)	Injury 2	Mixing explosion sodium chlorite with organics

에 의한 즉각적인 응급 행동을 숙달되지 못하였다.

### 2.2.2 충청북도 청주시 마그네슘 화재사고

1) 사고개요: 2016년 2월 17일 20시경에 보관창고에 있는 마그네슘 슬래그 폐기물 약 1.7톤을 건물 외부에 보관하는 등 보관상 부주의로 금수성 물질과 물의 접촉에 의한 금속화재가 발생하였고 건물 2동 등 4,000여만 원의 재산상 피해가 발생하였다.

#### 2) 문제점

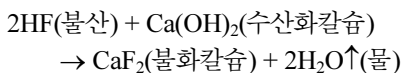
(1) 금속화재 발생 후 충분한 양의 방재물품 · 장비가 보유 · 사용되어 화재의 확대를 저지 해야 하지만 해당 사업장에는 사고 대응에 충분한 방재물품 · 장비가 부족하여 신속하게 연소 확대를 저지하지 못했다. (2) 해당 사업장의 근로자가 마그네슘의 물리적 특성 등 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet: MSDS)에 명시되어 있는 마그네슘의 물리적 특성, 누출방제요령, 화재 대응 정보 등 수록 정보에 대한 사전 교육과 작업자의 습득이 부족하여 마그네슘 슬래그 폐기물의 보관을 지붕 없는 실외에 보관하여 습기 등 물과의 접촉 개연성이 많은 환경이 조성되어 화학사고가 발생하였다. (3) 작업장 내에 물질안전보건자료 등 마그네슘에 대한 관련 정보가 작업장 곳곳에 비치되어 있지 않아 작업자가 쉽게 수시로 습득할 수 없는 환경으로 화학사고 발생의 간접적인 원인으로 작용하였다.

### 2.2.3 충청남도 금산군 불산 유출사고

1) 사고개요: 2016년 6월 4일 18시경에 55%의 불산 펌프실 내 필터하우징에서 파열판(압력해소용 디스크)이 파열로 연결되어 있던 배관을 통해 하역장 내 집수조로 유입되었고 집수조 내의 회수펌프가 작동되지 않아 55%의 불산이 건물 외부로 유출되었고 사업장 인근 마을의 주민 80명 대피와 병원진료 14명 등 피해가 발생하였다.

#### 2) 문제점

(1) 55%의 불산이 Pit로 넘쳐서 공장 외부로 노출되었을 때 사업장의 작업자가 소석회로 중화 작업하여 열과 흡이 발생하였고 불산과 수산화칼슘에 대한 화학반응식을 정리하였다.



(2) 해당 사업장은 이전에도 유사한 화학사고가 빈번하게 발생하였다. 2013년 7월 2일 비점오염 저감시설에서 55%의 불산 유출 후 인근 조정천에 유입되어 물고기가 폐사 사고와 2014년 5월 20일 질산 저장탱크의 이송펌프 레벨센서 오작동으로 공업용 70%의 질산 100t가 유출되어 작업자가 전신 화상을 입는 사고도 발생하였다. 또한 2014년 8월 24일 이동형 무수불산 탱크로리 교체 작업 중 약 7.2 kg 무수불산의 유출로 인해 지역 주민 7명이 호흡

기 등 경상을 입는 인명피해가 발생하였다. 2016년 6월 4일 불산 유출사고의 경우에도 작업 전 · 중 필터하우징 보호 장치, 회수펌프 등에 대한 점검 및 보수가 제대로 이루어지지 않아 화학사고 발생의 원인이 되었다. (3) 해당 사업장에는 불산 유출에 대비하여 물질안전보건자료에서 제시하고 있는 건토, 건사, 질석 등 비가연성 물질이 충분하게 구비되어 있지 않았으며 사고 현장에서는 불산 유출에 수산화칼슘[Ca(OH)<sub>2</sub>]를 사용하여 화학사고가 확대되는 계기가 되었다.

### 2.2.4 강원도 춘천시 아염소산나트륨 폭발사고

1) 사고개요: 2016년 7월 28일 15시경에 신제품 동물사료 원료 배합(유기물 + 아염소산나트륨) 과정 중 폭발사고가 발생하여 작업자 2명이 화상을 입는 인명피해가 발생하였다.

#### 2) 문제점

(1) 작업자가 물질안전보건자료에 명시되어 있는 물리적 특성(유기물 혼합의 경우 매우 인화성이 되며 마찰시 점화될 수 있음)과 위험물안전관리법의 혼재가능 기준(제1류 산화성고체 아염소산염류 + 제6류 산화성 액체)을 지키지 않고 원료를 배합 · 혼합하는 과정에서 마찰에 의한 폭발사고가 발생하였다. (2) 사고 당시 사업장의 근로자들은 아염소산나트륨의 물질안전보건자료에서 제시하고 있는 전면 보호의와 양압의 자급식 공기호흡기 등 개인보호구를 착용하지 않아 인명피해가 확대되는 계기가 되었다.

(3) 사고 사업장에는 아염소산나트륨의 물질안전보건자료를 수시로 확인할 수 있는 환경이 조성되어 있지 않아 간접적인 사고 발생 요인으로 작용하였다.

## 2.3 현행 물질안전보건자료(MSDS)의 문제점

1) 산업안전보건법<sup>(10)</sup>에서는 제41조 물질안전보건자료의 작성 · 비치 등 조항을 제정, 시행하고 있다. 물질안전보건자료에서 제공되는 내용은 (1) 대상 화학물질의 명칭, (2) 안전 · 보건상의 취급주의 사항, (3) 건강 유해성 및 물리적 위험성, (4) 그 밖에 고용노동부령으로 정하는 사항을 규정하고 있다. 이 법령에 따라 각 화학물질에 대해서 각 사업장, 실험실 등에 물질안전보건자료를 작성, 비치되어 활용하고 있으며 제공되는 항목은 (1) 물질 특성정보 (2) 사고 위험정보 (3) 안전 · 특수 대응정보를 제공되고 있다. Table 3에 산업안전보건법에서 규정하고 있는 정보 항목과 현행 물질안전보건자료에서 제공되는 항목을 비교, 정리하였다.

Table 3에서 확인할 수 있듯이 (1) 산업안전보건법에 따라 현행 물질안전보건자료에서 세부 항목으로 제공되는 정보가 17개 이상의 항목이 수록되어 있어 사용자가 한번에 모든 정보를 파악하기 어렵고 제공되는 내용도 전문 용어를 사용하여 사용자별 지식수준에 따라 습득의 차이가 발생하고 있다. 가령 폼알데하이드(50-00-0)의 물질안

**Table 3.** Compares the Supplied Item

Index	Items	
Industrial safety and health act	① The name of the target chemicals	
	② Handling precautions on safety and health	
	③ Health hazards and physical risks	
	④ Other matters as prescribed by ordinance of the ministry of employment and labor	
Under the current MSDS	① Information on material properties	
	① Name of substance	② Chemical structure
	③ Management information	④ Physical and chemical properties
	⑤ Material manufacturing information	⑥ Usage information
	⑦ Environmental behavior information	
	② Information on accident risk	
	① Physical and chemical hazard.	② Fire and explosion hazard characteristics
	③ Human hazard	④ Emergency medicine information
	⑤ Toxicity information	
	③ Information on safety and special response	
	① Accident response information	② Fire response information
	③ Handling Information	④ Regulatory information
	⑤ Exposure standards information	

전보건자료에서 연소·열분해 생성물, 반응하는 물질 등은 화학반응식으로 표현되지 않았으며 반응과정, 생성물, 반응물질 등을 한글로 설명하여 정확한 화학반응과정을 이해할 수 없어서 현장 활용의 가치가 저하되는 현상이 발생하였다.

2) 현행 제공되는 물질안전보건자료의 수록된 정보가 상호 상충되는 경우도 발생하고 있다. (1) 마그네슘(7439-95-4)의 경우 물질안전보건자료의 ‘화재 및 폭발 가능성’ 항목에서 마그네슘이 물과 접촉시 인화성 가스 생성과 폭발적 반응이 발생되어 물과 접촉을 금할 것을 제시되었다. 반면에 ‘방제약품 및 장비’ 항목에서는 물 스프레이 사용을 제시하여 현장 적용상 문제점이 발생할 것으로 예상된다. (2) 클로로설펜산(7790-94-5)의 물질안전보건자료에서 ‘화재 및 폭발 가능성’ 항목의 경우 물과 접촉시 격렬하게 반응하여 인화성, 독성 또는 부식성 가스 방출을 제시하였다. 하지만 ‘화재진압요령’ 항목에서는 소화에 물을 사용하지 말 것을 명시되어 있지만 ‘소화제 및 장비’ 항목의 경우 다량의 물을 이용하여 소화할 것을 제시되어 있어 상반된 내용이 표기되었다. (3) 사고대비물질인 다이보레인(19287-45-7)의 경우 ‘화재 및 폭발 가능성’ 항목에서 물과 접촉시 격렬하게 또는 폭발적으로 반응할 수 있음을 제시되어 피해야 할 조건으로 명시하고 있는 반면에 ‘방제약품 및 장비’와 ‘소화제 및 장비’ 항목에서는 물 스프레이와 물 분무 사용을 제시하였다. (4) 염화수소(7647-01-0)의 경우 ‘화재 및 폭발 가능성’, ‘반응성’ 항목에서 물과 반응시 부식성, 독성 가스 유출이 제시된 반면에 ‘방제약품 및 장

비’에서는 물 스프레이 또는 물 분무를 사용할 것을 권고하였다. 몇 가지 사례에서 살펴 본 것과 같이 화학물질별 물질안전보건자료에 수록된 항목간 내용에 대한 상호 비교, 검토가 필요하며 이에 대한 추가적인 연구가 조속히 이루어져야 한다.

3) 산업안전보건법 시행규칙의 ‘물질안전보건자료의 기재사항 및 게시·비치 방법 등’ 조항에서 (1) 대상 화학물질을 취급하는 근로자가 쉽게 보거나 접근할 수 있는 장소에 각 대상 화학물질에 대한 물질안전보건자료를 항상 게시하거나 갖추어 둘 것 (2) 대상 화학물질을 취급하는 근로자가 물질안전보건자료를 쉽게 확인할 수 있는 전산장비를 갖추어 둘 것으로 규정되었다. 하지만 법 적용상에 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소의 정의(수량 등), 확인할 수 있는 전산장비에 대한 명확한 정의(방법, 장소 등)가 구체적으로 명시되어 있지 않아 현장 적용 간에 문제점이 발생할 수 있다.

### 3. 화학사고 예방 및 대책에 대한 개선방향

#### 3.1 화학물질 관련 법령의 개선방향

현행 화학물질 관련 법령에서 여러 가지 문제점을 도출하였다. 이에 대한 개선방향을 정리하였다.

1) 각 법령별로 관리되는 화학물질을 정의, 분류하고 있는데 본 연구에서는 화학물질관리법을 중심으로 분류하는 것을 제안한다. 본 연구에서 제안하는 분류는 (1) 유독물질, (2) 허가물질, (3) 제한물질, (4) 금지물질, (5) 사고대

비물질 등 5가지로 분류 방안을 제시한다.

2) 각 법령에서 규정하고 있는 벌칙과 벌금 등 양벌규정에 대한 명확한 정의를 제안한다. 산업안전보건법에서 정의하고 있는 중대산업사고 공표 대상 사업장<sup>(10)</sup>은 (1) 연간 산업재해율이 규모별 같은 업종의 평균재해율 이상인 사업장 중 상위 10% 이내에 해당되는 사업장, (2) 산업재해로 연간 사망재해자가 2명 이상 발생한 사업장으로서 사망만인율(연간 근로자 1만 명당 발생하는 사망자수)이 규모별 같은 업종의 평균 사망만인율 이상인 사업장 (3) 산업재해의 발생에 관한 보고를 3년 이내 2회 이상 하지 않은 사업장 등의 사항으로 규정하고 있다. 이와 같이 각 법령에서 정하고 있는 양벌규정의 정의를 명확히 한다면 적용상의 혼란이 최소화될 것이다.

3) 현 법령에서 제정되고 있는 벌칙, 벌금, 양벌규정에 대해서 강화도 중요하지만 화학사고 예방에 대한 교육사항(교육 대상자, 교육방법, 훈련내용 및 시간, 훈련장 등)과 화학물질 관련 종사자의 관리방법 등 예방 및 교육에 대한 사항에 대해서 강화, 발전이 필요하다.

### 3.2 화학사고 예방을 위한 개선 방향

사업장, 실험실 등 화학물질을 주로 다루는 현장의 화학사고 방재와 화학사고시 신속한 대응을 위해서 본 연구에서는 3가지를 제안하고자 한다.

1) 근무 투입 전 해당 화학물질에 대한 기본 정보를 문자로 전송하는 방안을 제안한다. 국민안전처의 경우 폭염주의보·경보, 호우주의보·경보 등 기상특보와 지자체에서 발령한 비상상황을 이동통신기지국을 통해 동일 기지국 내에 있는 모든 단말기에 동시에 데이터를 전송하는 체계로 운영되고 있다. 이와 같은 개념을 차용하여 해당 사업장 등에서는 작업 투입 전·중 근로자, 실험자 등에게 대상 화학물질에 대한 기본 정보를 문자 메시지 등으로 제공함으로써 화학사고 예방 효과를 높일 수 있다. 사업장, 실험실 등에서 각 근로자, 실험자 등에게 제공되는 기본 화학물질 정보는 (1) 위험성, (2) 초기이격거리, (3) 물리적 특성, (4) 유출시 방재요령, (5) 화재 진압 요령 등에 대한 요약 정보 제공을 제안한다.

2) 근로자, 실험자 등이 항상 휴대하여 필요시 볼 수 있도록 해당 사업장, 실험실 등에서 사용 빈도가 높은 화학물질에 대한 기본 정보를 정리한 포켓용 정보집 제공을 제안한다.

3) 사업장, 실험실 등에서 폐액을 처리할 경우 일반적으로 폐산, 폐알칼리 등이 혼합되어 2차 화학사고가 발생하는 하는 경우가 다분한데 이를 방지하기 위한 방안으로 각 폐액의 종류별로 색깔을 지정하여 분리수거와 수집, 처리를 제안한다. 가령 폐산(빨간색), 폐알칼리(노란색), 폐유기용제(초록색), 폐유(파란색) 등 각 종류별로 수집하여 폐액 혼합 수거에 따른 이상반응 화학사고 발생이 감소될 것으로 예측된다.

### 3.3 물질안전보건자료의 개선 및 강화

현행 제공되는 물질안전보건자료의 경우 상호내용이 상충되는 문제점과 실질적으로 현장에서 필요한 이상반응, 혼합물의 반응, 물과의 반응시 생성물질에 대한 정보가 제공되지 않는 문제점이 도출되었다. 또한 물질안전보건자료의 게시 및 비치에 대한 명확하게 규정되어 있지 않는 점도 제기되었다.

1) 현행 물질안전보건자료에는 세부항목으로 17개 이상의 정보가 수록되어 사용자가 전체 정보를 파악하는데 많은 시간과 노력이 필요하다. 본 연구에서 제안하는 개선방향은 해당 화학물질의 핵심정보를 쉽게 파악할 수 있는 항목 수를 추가 연구를 통해 도출하고 현장의 의견을 청취하여 정보제공 항목수를 10개 이하로 줄여서 제공하는 것을 제안한다.

2) 현행 물질안전보건자료에는 화학물질과 물과의 반응성, 이상반응, 혼합물의 반응 등에서 발생할 수 있는 인화성, 폭발성, 생성물질(고체, 액체, 기체)에 대한 정보가 일부 제시되어 있지만 활용하기에는 이해하기 어렵고 활용성이 떨어진다. 본 연구에서 제시하는 개선 방향은 화학반응식을 제시를 제안한다. 가령 황산과 물의 화학반응식  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{황산}) + \text{H}_2\text{O}(\text{물}) \rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{황화수소})\uparrow + \text{H}_2\text{O}(\text{물}) + 2\text{O}_2(\text{산소})$ 에서 유독물질인 황화수소가 생성되는 것을 확인할 수 있어 화학물질 취급 및 반응시 예상되는 생성물과 반응과정을 확인할 수 있어 화학사고 예방에 유용하게 활용할 수 있다.

3) 현행 물질안전보건자료에서 정보간에 상충되는 정보의 검토 및 개선은 환경부 화학물질안전원을 중심으로 각 화학물질의 물질안전보건자료의 정보를 연구, 검토하여 개선하는 방안을 제안한다.

4) 물질안전보건자료의 게시 및 비치에 대한 명확한 규정 사항을 검토, 제시하기 위해서 화학물질관리법의 화학물질관리위원회<sup>(3)</sup>에서 통합검토 및 관리를 제안한다. 현행 화학물질관리법에 규정하고 있는 화학물질관리위원회는 위원장과 부위원장 각 1명을 포함한 30명 이내의 관리위원으로 구성된다. 화학물질관리위원회의 관리위원들은 화학·환경·보건 등 관련 분야의 전문가, 화학물질 관련 업계의 대표, 관련 공무원 등으로 구성되어 물질안전보건자료의 게시 및 비치에 대한 명확한 규정 등을 심도 있는 논의와 통합관리가 가능할 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 화학사고 예방 및 대책의 개선 및 효율화를 위해서 화학물질 관련 법령, 화학사고 사례를 통한 현장 대응 및 방재의 문제점 도출, 물질안전보건자료에 대한 개선의 필요성 및 개선방향을 제시하였다.

1) 현행 화학물질 법령에 대해서 비교, 연구한 결과 각 법령에서 관리되는 화학물질을 단순화, 통합이 필요하며

본 연구에서 제안하는 분류는 (1) 유독물질, (2) 허가물질, (3) 제한물질, (4) 금지물질, (5) 사고대비물질 등 5가지로 분류하는 방안과 양벌규정의 정의를 구체적으로 제시될 것을 제안한다. 특히 화학물질 관리의 중심이 되는 화학물질관리법 제정·시행에도 불구하고 화학사고의 발생은 증가세이다. 따라서 화학물질관리법 등 관련 법령에서 제재 수단의 강화와 더불어 화학사고 발생을 예방할 수 있는 교육, 훈련 등 사전적인 예방책도 더불어 강화가 필요하다.

2) 화학사고 사례를 통한 화학사고 방재 및 대응에 대해 문제점을 분석하였으며 개선방향도 제시하였다. 본 연구에서 제안하는 개선방향은 (1) 화학물질을 다루는 일선 취급자 등에게 화학물질에 대한 요약 정보(위험성, 초기이격거리 등 5가지 항목)에 대한 문자 전송, (2) 취급자가 수시로 활용할 수 있도록 포켓용 화학물질 정보 요약집 제공, (3) 폐액 혼합에 의한 이상반응 사고를 방지하기 위하여 종류별(폐산, 폐알칼리 등), 색상별(빨간색, 노란색 등 개별 수집통)로 분리수거와 수집, 처리를 제안한다. 폐액 관리상에 혼합에 의한 화학사고 발생이 감소될 것으로 예측된다.

3) 물질안전보건자료의 개선 방향으로 (1) 취급자가 신속하게 내용을 확인할 수 있게 수록 정보의 항목을 축소하는 방안으로 추가 연구와 현장의 의견을 청취하여 조속히 진행되어야 한다. (2) 물질안전보건자료에 수록된 내용 중 반응과정, 생성물 등이 한글로 표기되어 취급자가 쉽게 내용을 파악하기 어렵고 전문 용어를 다수 사용하여 취급자별 이해 정도에 따른 차이가 발생하였다. 본 연구에서 제안하는 개선방향은 화학반응식을 기입하고 반응물, 생성물에 한글로 병기 표기를 제안한다. (3) 현행 물질안전보건자료에 수록된 내용 간에 상충되는 경우가 발생하고 있다. 본 연구에서는 상충되는 항목의 내용을 검토하는 책임, 역할을 환경부 화학물질안전원이 중심으로 수정, 검토를 제안한다. (4) 물질안전보건자료의 게시 및 비치에 대한 규정이 명확하지 않기 때문에 추가적인 연구과 검토가 필요하며 그 역할을 화학물질관리법의 화학물질관리위원회에서 심도 있는 논의와 통합관리가 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제안한 상기 제언이 반영될 경우 화학사고 예방 및 대책이 보다 체계적이고 효율화되어 현장에서의 화학사고 발생을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

## References

1. Ministry of Public Safety and Security, "The Framework Act on Disaster and Safety Management", Article 3 Definitions (2016).
2. Jeonnam Fire Service, "The Nation Safe and Efficient Disaster Response System Research", The 26th National Security 119 Fire Policy Conference, pp. 9-13 (2014).
3. Ministry of Environment, "Chemical Substances Control Act" (2016).
4. NICS, "Chemical Safety Clearing-house(<http://csc.me.go.kr/main.do>)" (2016).
5. Korea Environment Corporation, "Safe Management of Harmful Chemicals and Personal Protective Equipment Selection Guide", pp. 171-176 (2016).
6. Ministry of Environment, etc., "Installation and Operation of a Joint Chemical Disaster Provisions Concerning Disaster Prevention Center", Article 2 Definitions (2016).
7. B. T. Yoo, J. M. Yang and K. H. Oh, "Trend Analysis and Activating Study on International Societal Security Standard for Chemical Accidents Prevention", Korean Society of Societal Security, Vol. 6, No. 2, pp. 9-14 (2013).
8. J. S. Lee and D. M. Choi, "A Study on the Improvement of Chemical Accident Response System in View of the National Disaster Management System", Fire Sci. Eng., Vol. 29, No. 5, pp. 73-78 (2015).
9. J. W. Lee and B. K. Jang, "Analysis of the Preparation and Response System for Chemical Accidents", Soonchunhyang J. Nat. Sci., Vol. 10, No. 2, pp. 155-170 (2004).
10. Ministry of Employment and Labor, "Industrial Safety and Health Act" (2015).
11. Ministry of Public Safety and Security, "Dangerous Substances Safety Control Act" (2016).
12. Ministry of Science, ICT and Future Planning, "Lab Safety Act" (2016).
13. Kangwon National University, "Lab Safety Information System (<http://safety.kangwon.ac.kr/>)" (2016).