

[Research Paper]

## 화학사고 예방을 위한 유해화학물질 관리 개선 연구

이덕재 · 이태형 · 신창현<sup>†</sup>

화학물질안전원 사고대응총괄과

### Study of the Improvement of Hazardous Chemical Management for Chemical Accident Prevention

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

National Institute of Chemical Safety, Accident Response Coordination Division

(Received November 22, 2016; Revised December 20, 2016; Accepted December 26, 2016)

#### 요 약

화학물질은 사람에게 편리함을 주지만 적절하게 관리되지 않을 경우 화학물질의 유해 위험성으로 발생하는 피해는 다양하고 크다. 화학물질관리법에서는 유해화학물질의 안전한 관리와 취급시설에 대한 관리체계를 강화하였다. 하지만, 최근 4년 동안에 발생한 화학사고를 분석한 결과 취급시설에서 발생한 화학사고는 증가 추세에 있으며, 이에 대한 예방대책이 추가적으로 필요한 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 유해화학물질의 화학사고를 예방하기 위해서 최근 화학사고 사례연구를 통해 사고원인과 문제점을 분석하고 개선대책을 제시하였다.

#### ABSTRACT

Chemicals are convenient for humans but the damage caused by hazardous chemicals can be widespread if they are not managed properly. The Chemical Substance Management Act strengthened the management of hazardous chemicals and the management of handling facilities. On the other hand, an analysis of chemical accidents occurring in the past 4 years showed that chemical accidents occurring at the handling facilities are increasing, and additional preventive measures are needed. In this study, to prevent chemical accidents of hazardous chemicals, the causes and problems of accidents were analyzed through the case study of chemical accidents and measures for improvement are proposed.

**Keywords** : Chemical accident, Hazardous chemicals, Handling facilities

### 1. 서 론

유해화학물질<sup>(1,12)</sup>이란 유해성 또는 위해성이 있거나 그러한 우려가 있는 화학물질로 물리적 위험성, 건강 및 환경 유해성에 따라 분류되며 국내에는 유독물질 720종, 제한물질 20종, 금지물질 64종, 사고대비물질 69종 등으로 관리하고 있다. 2014년 2월 13일 경기도 남양주 소재의 암모니아 취급 공장에서 급속냉동실 내부의 암모니아 공정 폭발 때문에 배관 파손되어 암모니아 누출사고가 발생하였다. 이 사고로 사망 1명, 부상 3명과 약 50억 원의 재산상 피해가 발생하였다. Table 1은 공개 정보 자료인 화학안전정보공유시스템(CSC)<sup>(2)</sup>에 근거하여 2013년부터 2016년 8월까지 인명피해가 발생한 연도별 주요 화학사고를 정리하였다. Table 1에서 확인할 수 있듯이 유해화학물질에 의한 화학

사고의 경우 큰 인명피해가 발생하며 사고 발생 원인에 대한 2)다각적인 접근을 통해 화학사고 예방 대책이 필요하다. 선행연구로 Shin 등<sup>(3)</sup>은 유해화학물질 취급시설 안전관리 체계와 검사 제도를 연구하여 현 제도의 한계점을 도출하고 정책적 제언을 하였다. Shin 등<sup>(4)</sup>은 사고 유출 화학물질 중 강산에 대한 사고 사례 분석을 통해서 화학사고의 원인에 대해서 분류 연구를 하였다. You 등<sup>(5)</sup>은 유해화학물질 유출의 사례분석을 통해서 대응체계에 대해서 연구하였다. Eom 등<sup>(6)</sup>은 근본 원인분석 기법을 활용한 실험실 사고 분석을 통해서 실험실 사고 원인에 따른 권고사항을 제시하였다. 또한, Jeong 등<sup>(7)</sup>은 유해화학물질 취급 작업의 안전관리 개선에 관한 연구에서 초기대응 개선방안과 안전관리 개선 방안을 제시하였으며 본 연구에 참고하여 활용하였다. 본 연구에서는 국내에서 발생한 연도별 화학사고 통계

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

Copyright © 2017 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

**Table 1.** The Major Chemical Accident Cases in the Last 5 Years

Index	Date	Substance (CAS No.)	Human damage (Unit : people)	Classification	Cause
○○○	13.1.27	HF (7664-39-3)	Dead 1, Injury 4	Plumbing repairs on leak	Facility management insufficiency
○○○	15.12.31	sodium silicate (1344-09-8)	Dead 1, Injury 1	Explosion overpressure filter	
○○○	12.9.27	HF (7664-39-3)	Dead 5, Injury 18, Health diagnostic 12,000	Leak during feed preparation	Worker inadvertently
○○○	13.3.14	HDPE* dust (9002-88-4)	Dead 6, Injury 11	Silo explosion during maintenance work	
○○○	14.2.13	Ammonia (7664-41-7)	Dead 1, Injury 3	Tubing breakage gas leak	
Yeosu city Haesan-dong road	14.9.13	Hydrogen chloride (7647-01-0)	Dead 1, Injury 6	Vehicle accident and spill	Transportation vehicle accidents
Yangsan city Ho-po station	16.8.6	Sulfuric acid (7664-93-9)	Dead 1, Injury 2	Spill during transfer work	

\* HDPE(High Density Polyethylene)

**Table 2.** Classification According to the Type of Chemical Accident

Index	Details	
1) Facility management insufficiency	1-1) Corrosion / Fatigue cracks	1-2) Vessel breakage
	1-3) Over reaction	1-4) Control unit malfunction
	1-5) Electric leakage	1-6) Other
2) Worker inadvertently	2-1) Management insufficiency	2-2) Maintenance, repair insufficiency
	2-3) Manufacturing insufficiency	2-4) Installation error
	2-5) Lack of education and training	2-6) Other
3) Transportation vehicle accidents	3-1) Mismanagement	3-2) Driving an immature
	3-3) Drowsiness and driving	3-4) Drunk driving
	3-5) Other	

를 활용하여 사고원인에 따른 세부 사고유형으로 분류·분석하였다. 사고 원인별로 분류된 화학사고 사례 중에서 대표적인 유해화학물질의 화학사고 사례를 중심으로 유해화학물질 취급시설에서 발생한 화학사고 발생 시 문제점을 분석하였다. 이를 토대로 화학사고 예방을 위한 유해화학물질 취급시설의 개선방향을 제시하는데 목적을 두고 연구를 수행하였다.

## 2. 유해화학물질의 분류 체계와 취급시설의 문제점

### 2.1 유해화학물질의 분류 체계

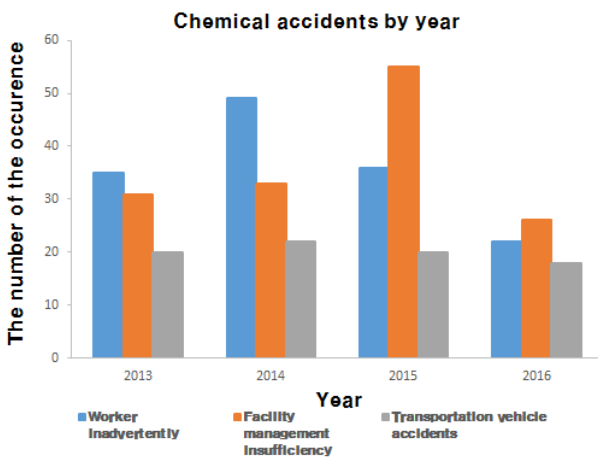
화학물질관리법<sup>(1)</sup>에서는 취급시설 기준을 유해화학물질 취급시설·설비의 설치 및 관리, 제조·사용, 실내 저장·보관, 실외 저장·보관, 지하 저장·보관, 차량운반, 이송배관

등 6가지로 세분화하여 화학사고 예방을 강화하였다. 화학물질관리법의 취급시설 기준에 따라 화학안전정보공유시스템에서는 사고원인을 1) 시설관리 미흡, 2) 작업자 부주의, 3) 운송 차량 사고 등 3가지로 화학사고를 분류하고 있다. Table 1의 연도별 주요 화학사고를 3가지의 사고원인으로 분류하였고 화학사고 원인에 따라 ① 과압에 의해 여과기 폭발 등의 화학사고는 시설관리 미흡으로 분류되며 ② 탱크로리 운반 차량 등 교통사고로 인한 유해화학물질 유·누출 사고는 운송차량사고로 ③ 유해화학물질을 이송·소분 과정에서 발생한 화학사고 유형은 작업자의 부주의로 인한 화학사고로 대표적으로 분류된다.

이태형 등<sup>(8)</sup>은 국내 화학물질 사고 특성 분석에서 화학사고를 사고유형과 사고원인으로 분류하는 연구하였으며, 본 연구에서 연구 내용을 참고하였다. Table 2는 화학안전정보공유시스템에 근거하여 본 연구에서 활용한 사고원인

**Table 3.** Classification According to Details Type of Chemical Accident

Index		Total	2016.8	2015	2014	2013
Total		367	66	111	104	86
1) Facility management insufficiency (145)	1-1) Corrosion / Fatigue cracks	36	4	9	11	12
	1-2) Vessel breakage	28	3	11	8	6
	1-3) Over reaction	25	5	13	3	4
	1-4) Control unit malfunction	19	3	7	0	9
	1-5) Electric leakage	1	0	1	0	0
	1-6) Other	36	11	14	11	0
2) Worker inadvertently (142)	2-1) Management insufficiency	82	10	10	35	27
	2-2) Maintenance, repair insufficiency	28	5	9	11	3
	2-3) Manufacturing insufficiency	12	4	4	0	4
	2-4) Installation error	8	0	5	3	0
	2-5) Lack of education and training	2	0	1	0	1
	2-6) Other	10	3	7	0	0
3) Transportation vehicle accidents (80)	3-1) Mismanagement	40	5	5	18	12
	3-2) Driving an immature	17	4	4	1	8
	3-3) Drowsiness and driving	4	1	1	2	0
	3-4) Drunk driving	0	0	0	0	0
	3-5) Other	19	8	10	1	0



**Figure 1.** Domestic chemical accident statistics (2013~2016.8).

에 따른 세부 사고 유형을 정리하였다. 화학사고를 1) 시설 관리 미흡, 2) 작업자 부주의, 3) 운송 차량 사고로 대분류 하였고 시설관리 미흡에는 1-1) 부식·피로균열 1-2) 용기파손 1-3) 과잉반응 1-4) 제어장치 오작동 1-5) 누전 1-6) 기타로 구분하였다. 작업자 부주의는 2-1) 관리부실 2-2) 유지·보수부실 2-3) 제조부실 2-4) 설치오류 2-5) 교육·훈련 미흡 2-6) 기타로 세분화하였다. 운송 차량 사고는 3-1) 관리소홀 3-2) 운전미숙 3-3) 졸음운전 3-4) 음주운전 3-5) 기타로 조사되었다.

**2.2 연도별 화학사고 발생 현황**

Ahn 등<sup>9)</sup>은 화학안전정보공유시스템(CSC)을 통해 화학사고 통계를 조사하여 2013년부터 2016년 8월까지 최근 4년간 발생한 화학사고를 Figure 1에 도식화하고 그 대응방안을 제시하였다. 해당 기간에 발생한 화학사고는 총 367건이 발생했으며 연평균 100여 건이 발생하였다. 특히, 2015년부터 시행된 화학물질관리법<sup>1)</sup> 제49조(화학사고 즉시 신고 등)에 따르면, 화학사고가 발생하면 화학물질별 유출량·누출량 등을 고려하여 환경부 장관이 정한 기준 이상이 유·누출된 경우 즉시 신고하는 기준을 명문화하였다. 환경부 장관이 명시한 즉시 신고 기준 화학사고 발생 후 15분 내로 정하여 시행되고 있다. 즉시 신고 기준 위반 시 강화된 벌칙 적용과 언론에 보도된 화학사고에 대한 피해의 심각함을 국민이 인식하게 됨에 따라 소규모 사고도 신고된 관계로 화학사고 신고 건수는 증가하였으며, 통계상의 발생 건수도 오름세에 있다. Figure 1에는 화학사고를 원인별로 분류하였으며, 시설관리 미흡 145건(40%), 취급 부주의 142건(39%), 운송 차량 사고 80건(21%)순으로 나타났다. 특히 2015년 이후부터 취급 부주의에 의한 화학사고가 점차 증가하였다. 이는 유해화학물질 취급시설에서 작업 투입 전 교육, 상시 비상대비훈련 부족, 개인보호장구 착용 미흡 등 다양한 원인이 복합적으로 작용한 것으로 분석된다.

화학사고를 원인에 따라 세부 유형별로 분석한 결과는 Table 3과 같다. 시설관리 미흡 145건 중 1) 부식·피로균열 36건(25%), 2) 용기파손 28건(19%), 3) 과잉반응 25건(17%),

**Table 4.** Classification According to Region of Chemical Accident

Index	Total	Classification															
		Seoul	Pusan	Daegu	Inchon	Gwangju	Daejeon	Ulsan	Sejong	Gyeonggi	Gangwon	Chungbuk	Chungnam	Jeon buk	Jeon nam	Gyeongbuk	Gyeongnam
2013	86	4	2	2	4	1	0	6	1	27	5	8	6	5	6	5	4
2014	104	9	3	6	4	1	6	6	1	36	0	4	7	3	6	10	2
2015	111	5	6	1	7	2	2	8	0	36	3	9	6	5	7	9	5
2016	66	0	4	0	4	1	4	4	2	13	2	2	8	4	4	9	5
Total (%)	367 (100)	18 (4.9)	15 (4.09)	9 (2.45)	19 (5.18)	5 (1.36)	12 (3.27)	24 (6.54)	4 (1.09)	112 (30.5)	10 (2.72)	23 (6.27)	27 (7.36)	17 (4.63)	23 (6.27)	33 (8.99)	16 (4.36)

**Table 5.** Chemical Accident Case by Case Issues

Index	Date	Substance (CAS No.)	Human Damage (Unit : people)	Classification	Cause
Mungyeong-saejae tunnel road	16.1.13	Hydrogen chloride (7647-01-0)	Injury 1 (Traffic accident)	Back wheel broken, Vehicles collide	Transportation vehicle accidents
○○○	16.6.4	55% HF (7664-39-3)	Evacuation 4 Health care 14	Rupture disk breakage, Recovery pump failure	Facility management insufficiency
○○○	16.6.28	Sulfuric acid (7664-93-9)	Injury 2	Plumbing the residual sulfuric acid spill	Worker inadvertently

4) 제어장치 오작동 19건(13%) 순으로 분석되었으며, 이 중 큰 비중을 차지하는 것은 노후화된 설비를 주기적으로 점검·관리하지 않은 이유로 조사되었다. 다음으로 작업자 부주의로 분류된 142건을 세부 유형별로 분석하면 1) 관리부실이 82건(58%)으로 절반 이상을 차지하고 있으며, 2) 유지·보수부실 28건(20%), 3) 제조부실 12건(8%), 4) 설치오류 8건(6%) 순으로 나타났다. 작업자 부주의에 의한 화학사고는 작업자가 규정된 안전규정을 준수하지 않아 화학사고로 이어진 경우가 많았다. 운송 차량 사고 80건 중 1) 관리소홀 40건(50%), 2) 운전미숙 17건(21%), 3) 졸음운전 4건(5%) 순으로 집계되었다. 운송 차량 사고는 시설·장비의 결함보다는 운전자의 과로, 과속 등 운전자 부주의로 인한 교통사고가 많았고 이에 따른 2차 피해로 유·누출이 발생한 사고 비율이 높았다.

장소별 화학사고 발생현황도 함께 분석하였다. 1) 사업장에서 221건(60.22%), 2) 운송 차량 사고 83건(22.62%), 3) 연구실 37건(10.08%), 4) 선박 3건(0.82%), 5) 기타(병원, 주택, 공사장 등) 23건(6.26%) 순으로 발생하였다. 지역별 화학사고 발생현황을 Table 4에 정리하였으며, 최근 4년 연속으로 경기도(112건, 30.5%)에서 가장 많은 화학사고가 발생했으며, 다음으로 경상북도 33건(8.99%), 충청남도 27건(7.36%) 순으로 집계되었다. 경기도에서 가장 많은 화학사고가 발생한 원인은 한국산업단지공단 클러스터 산업단지 통계자료<sup>(10)</sup>에 따르면 경기도는 국가산업단지 2곳, 일반산업단지 116곳 등 총 120여 곳의 산업단지가 있고, 안전관리가 취약한 소규모 사업장이 산재<sup>(11)</sup>하고 있어 타 대도시 및 도에서 발생한 화학사고 발생비율이 높은 것으로 분석된다.

화학사고를 원인물질별로 분석한 결과, 1) 염산 32건(8.7%), 2) 암모니아 28건(7.6%), 3) 질산 27건(7.4), 4) 황산 18건(4.9%), 5) 불산 11건(3.0%) 순으로 분석되었고 화학사고 발생빈도가 높은 유해화학물질은 대부분 사고대비물질로 관리되고 있다.

연도별 화학사고에 의한 인명피해 및 재산피해는 2013년 사상자 81명과 재산피해 약 50억 원, 2014년 사상자 238명과 재산피해 약 314억 원, 2015년 사상자 103명과 재산피해 약 6.7억 원, 2016년 8월까지 사상자 119명과 재산피해는 집계 중이다. 주요 인명사고의 요인은 1) 배관·밸브 등 위험시설 도급 작업 시 밸브 잠금 상태 확인, 비상벨 등 비상경보장치 작동상태 확인과 같은 기본적인 안전규정과 안전조치가 미흡하여 화학사고가 발생하였다. 다음으로 2) 작업 간 화학물질 유출에 대비한 개인 보호 장구 착용 미흡과 착용 후 작업 간 행동의 제약, 습기로 인한 시야 가림과 열 축적 등의 이유로 작업 도중 탈착 또는 미착용하여 화학사고 시 피해가 확대되는 등 사고 확대의 주요인으로 분석되었다. 아울러 3) 운반 차량 사고의 경우 기상악화에 따른 안전운전 미준수, 운전미숙 등 운전자 부주의에 의한 화학사고가 주원인으로 조사되었다.

연도별 화학사고에 의한 인명피해 및 재산피해는 2013년 사상자 81명과 재산피해 약 50억 원, 2014년 사상자 238명과 재산피해 약 314억 원, 2015년 사상자 103명과 재산피해 약 6.7억 원, 2016년 8월까지 사상자 119명과 재산피해는 집계 중이다. 주요 인명사고의 요인은 1) 배관·밸브 등 위험시설 도급 작업 시 밸브 잠금 상태 확인, 비상벨 등 비상경보장치 작동상태 확인과 같은 기본적인 안전규정과 안전조치가 미흡하여 화학사고가 발생하였다. 다음으로 2) 작업 간 화학물질 유출에 대비한 개인 보호 장구 착용 미흡과 착용 후 작업 간 행동의 제약, 습기로 인한 시야 가림과 열 축적 등의 이유로 작업 도중 탈착 또는 미착용하여 화학사고 시 피해가 확대되는 등 사고 확대의 주요인으로 분석되었다. 아울러 3) 운반 차량 사고의 경우 기상악화에 따른 안전운전 미준수, 운전미숙 등 운전자 부주의에 의한 화학사고가 주원인으로 조사되었다.

**2.3 화학사고 사례연구**

유해화학물질 취급시설에서 발생한 화학사고 사례를 통

해 예방과 대응에 대한 개선방향을 도출하였다. 유해화학물질 취급시설과 관련된 화학사고 사례는 화학안전정보공유시스템(CSC)<sup>(2)</sup>에서 2016년에 발생한 사례를 중심으로 연구하였다. Table 5는 본 연구에서 분석한 각 화학사고 사례에 대한 주요 개요를 정리하였다.

### 2.3.1 중부내륙고속도로 문경새재터널 염산 유출사고

(1) 사고개요 : 2016년 1월 13일 02시경 중부내륙고속도로 문경새재터널 내에서 22 t 염산 탱크로리가 뒷바퀴 고장으로 갓길에 정차해 있던 트럭 후면 추돌 후 탱크로리 옆면이 찍히면서 염산(35%) 약 4.5 t이 유출된 화학사고가 발생하였으며 교통사고로 운전자 1명이 부상을 입었다.

#### (2) 사고원인 및 문제점

- (a) 졸음운전으로 교통사고가 최초 발생하였으며 2차 충격으로 탱크로리 옆면이 파손되면서 염산이 유출되었다.
- (b) 화학사고 발생에 따른 화학물질관리법 준수 여부 확인 결과, 일부 항목에서 부적합하였다. 화학물질관리법 제15조 ‘운반계획서 제출 여부’, 제33조 ‘유해화학물질 안전교육 이수여부’ 항목에서 사전 조치가 미흡하였다.
- (c) 화학물질관리법 제15조를 위반했을 경우에는 행정처분이 부과되며 ① 1차 위반(경고) ② 2차 위반(경고) ③ 3차 위반(영업정지 5일) ④ 4차 위반(영업정지 1개월)으로 세분되어 부과된다. 또한 화학물질관리법 제33조를 어겼을 경우에는 과태료가 부과되며 1차 위반(180만 원), 2차 위반(240만 원), 3차 위반(300만 원)으로 구분되었다. 하지만 타 법규의 벌칙과 비교하면 처벌수위가 낮다. 가령 화학물질관리법 제13조 ‘유해화학물질 취급기준 준수 여부’와 제16조 ‘유해화학물질의 표시 적합 여부’를 위반했을 경우에는 벌칙으로 3년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금 부과 명시되었다.

### 2.3.2 충남 금산군 ○○○ 불산 유출사고

(1) 사고개요 : 2016년 6월 4일 18시경 불산(55%) 여과과정에서 파열판이 터지면서 배관을 통해 하역장 내 집수조로 유입되었으나 집수조 자동펌프가 작동하지 않아 약 100~500 kg 불산이 넘쳐 하역장 외부로 유출된 사고가 발생하였으며 인근 주민 대피와 61명이 병원 진료를 받았다.

#### (2) 사고원인 및 문제점

- (a) 화학사고가 발생한 사업장은 2015년 사업장 안전 정기검사에서 적합 판정을 받았으나 이후 각종 부속 및 설비에 대한 보수, 예방정비 등에 부실하게 관리되어 해당 화학사고 발생 시 안전장치 미작동 등 전반적인 시설관리가 미흡하였다.
- (b) 해당 사업장은 화학사고 발생 즉시 환경부 장관이 고시한 사고발생 15분 이내에 즉시 신고 규정을 위반하였으며 30분이 넘어서 소방에 누장 신고하여 화학사

고가 확대되는 계기가 되었다.

- (c) 2014년 8월 해당 사업장에서 무수불산 유출사고 발생 등 즉시신고 규정을 총 2회 위반하였다. 현행 화학물질관리법의 제43조 ‘화학사고 발생신고 즉시신고’ 위반 시 ① 1차 위반(경고) ② 2차 위반(경고) ③ 3차 위반(영업정지 5일) ④ 4차 위반(영업정지 1개월)으로 구분되어 부과되며 실제 최종 행정처분은 ‘경고’로 낮은 수위로 처벌되었다.

### 2.3.3 울산 울주군 ○○○ 황산 유출사고

(1) 사고개요 : 2016년 6월 28일 09시경 황산 제조시설 보수를 위해 배관 플랜지 개방 작업 중 흡수탑 내부에 남아 있던 황산이 유출 후 방류벽 내에서 회수되었지만, 인근에서 작업하던 작업자에게 황산이 노출되어 사망 2명, 중·경상 4명의 인명사고가 발생하였다.

#### (2) 사고원인 및 문제점

- (a) 사업장의 하·도급 과정에서 안전관리 규정 위반으로 인명 피해가 발생하였다. 도급 사업장인 ○○○은 도급신고를 이행하지 않았고 작업을 담당하는 수급 회사에 설비 내 황산 유무에 대한 정확한 정보를 미제공하여 인명사고 발생의 원인이 되었다.
- (b) 유해화학물질 안전관리 및 개인보호장구 선정 안내서<sup>(12)</sup>에 따르면 황산 등 유출에 대비하여 전면형 방독·방진 겸용 마스크와 전신 내산용보호복 착용을 권고하고 있다. 하지만 수급 회사는 해당 공정의 작업자에게 황산 등 유해화학물질 유출에 대비한 방독 마스크, 내산용보호복 등을 미지급하여 전반적인 안전조치 및 관리가 미흡하였다.

### 2.3.4 사례연구를 통한 시사점

- (1) 화학사고 예방을 위해서는 평상시 사업장, 작업자, 운전자 등의 자발적인 안전점검 활동과 작업 전·중 안전교육이 중요하다.
- (2) 정비·보수 작업 시 화학사고에 의한 사상자 발생 위험이 크므로 안전작업 절차의 철저한 이행을 강조해야 한다.
- (3) 반복사고 방지를 위하여 사고 재발 사업장에 대한 관리·감독을 강화하고 위법성보다 행정처분, 과태료 등 낮은 처벌 법규·규정에 대해서는 개정을 통한 강화와 개선이 필요하다.
- (4) 하·도급 작업에 대한 안전관리와 감독을 관련 정부 기관에서 강화하고 개인보호장구 미착용 등 위반 사항에 대한 관련 법규·규정 개선과 현장 적용상에 어려움이 없는지 등도 검토하여야 한다.

## 3. 화학사고 예방을 위한 개선방향

### 3.1 법규 위반에 대한 낮은 처벌 수준의 강화

- (1) 기초 안전관리 소홀 사고의 경우 ‘중과실’을 적용하

여 처벌 규정을 강화하는 것이 필요하다. 화학물질관리법의 제33조 ‘유해화학물질 안전교육 이수 여부’ 위반의 경우 과태료의 상향조정을 통하여 안전운전에 대한 인식을 고취할 수 있다. 본 연구에서는 교육의 중요성이 안정되므로 과태료 부과 수준을 종전 ① 1차 위반(180만 원) ② 2차 위반(240만 원) ③ 3차 위반(300만 원)을 타 법규·규정의 벌금 수준과 형평성을 맞춰서 현행보다 상향할 것을 제안한다.

(2) 화학사고가 재발하지 않도록 경각심 향상을 위해서 화학물질관리법 제13조, 제15조, 제43조 미이행에 대한 삼진 아웃제 도입하여 관련 법규·규정 강화를 제안한다. 화학물질관리법 제13조 ‘유해화학물질 취급기준 준수 여부’, 제15조 운반계획서 제출 여부’, 제43조 ‘화학사고 발생신고 즉시 신고 여부’를 미준수할 경우 현행에서는 행정처분 부과 및 1~4차 위반으로 구분되어 최소 ‘경고’에서 최대 ‘영업정지 1개월’로 낮은 처벌 수위가 부과되고 있다. 본 연구에서는 예방제도의 미이행의 행정처분의 경우 현행 ‘1~4차 위반’을 ‘1~3차 위반’으로 줄이고 2차 위반 시 ‘영업정지 1개월’, 3차 위반 시 ‘영업정지 3개월’ 등으로 행정처분 기준을 강화할 것을 제안한다.

### 3.2 사업장 자체 안전관리 강화

(1) 근로자에 대한 작업지침, 안전운전절차, 위험성 평가 결과 등 안전교육을 강화할 것을 제안한다. 설비 가동 전 대상 공정 및 안전장치에 대한 철저한 안전교육을 통해서 해당 취급시설에서 어떤 유해화학물질을 사용 여부, 관련 물질 안전보건자료의 정보 습득 등 화학사고 발생 시 대응 능력을 향상시킬 수 있도록 사전 안전교육 강화가 필요하다.

(2) 협력업체를 포함하여 실질적이고 실효성 있는 비상조치 계획수립, 반복 훈련 등 사업장 내 자체 훈련 활성화를 제안한다. 유해화학물질 유·누출에 의한 화학사고에 대비하기 위해서 사업장 및 협력업체 직원을 포함하여 발생 가능한 다양한 시나리오를 수립하여 주기적으로 반복·숙달 훈련하는 것이 중요하다. 사업장의 자발적인 동참을 유발하기 위해서 환경부, 고용노동부 등 정부 기관의 안전 점검 시 가점을 부여하는 등 다양한 동기부여 대책이 요구된다. 이를 통해서 화학사고 발생 시 개인·팀 임무에 따른 즉각 대응 행동이 나올 수 있도록 훈련이 요구된다.

(3) 부식·균열, 정비 불량 등에 의한 화학사고 이력이 있는 사업장 등은 사업장 내 물질안전보건자료(MSDS) 비치 여부를 찾아보기 어렵고 주 1회 자체 점검 제도를 형식적으로 운영하는 경우가 많았다. 따라서 사업장 내 실효성 있는 내부 안전관리 분위기 형성을 위해서는 회사 대표 등 관리자의 안전의식 고양이 중요하며 이를 위해 관련 정부 기관의 지속적인 점검·관리와 정기적인 워크숍 등 교육·훈련이 필요하다.

### 3.3 화학사고 반복 사업장에 대한 관리 강화

(1) 국세청에서는 ‘고객 상습 체납자’, ‘조세 포탈범’, ‘불

성실 기부금 수령단체’ 등에 대한 명단을 홈페이지를 통해서 공개하고 있다. 또한, 여성가족부는 ‘성범죄자 알림e’의 별도의 홈페이지를 통해서 성범죄 관련 제도, 피해예방 교육자료, 성범죄자가 거주 위치를 지도검색과 조건검색을 통해서 쉽게 확인할 수 있는 등 국민의 알 권리를 보장하고 있다. 국세청, 여성가족부의 사례와 같이 화학사고를 총 2회 이상 발생한 사업장 등에 대해서는 명단 공개를 제안하고 위치와 주소 등 사용자 입장에서 쉽게 정보를 확인할 수 있도록 위성 지도 검색, 단어·우편번호 등 다양한 조건에서 검색할 수 있도록 시스템을 탑재하여 화학사고에 대한 예방이 강화될 수 있다.

(2) 2회 이상 화학사고가 발생한 유해화학물질 취급시설의 경우 환경부, 고용노동부 등 관련 관계기관과 통합으로 안전 지도점검 등 유해화학물질 관리, 화학사고 공정 등에 대한 중점 점검을 통해서 화학사고가 재발하지 않도록 제도를 강화하는 것이 필요하다.

### 3.4 현장 적용을 고려한 제도의 개선

(1) 화학사고 예방과 작업자 중심의 개인보호장구 착용에 대한 개선이 필요하다. 화학물질관리법 제9조 ‘취급자의 개인보호장구 착용’에서는 상황별, 물질별 등 구체적인 착용에 대한 지침이 마련되어 있지 않다. 이에 대한 관련 세부 규정이 조속히 마련되어야 하며 세부 규정 마련 시 화학사고 예방을 최우선 순위로 강조하되 최대한 사용자 입장에서 착용 후 작업 시 어려움이 최소화되는 원칙에서 접근이 필요하다.

(2) 하·도급 신고제도의 개선도 필요하다. 화학물질관리법 제32조 ‘유해화학물질 취급의 도급신고 등’에서는 유해화학물질 영업자가 해당 유해화학물질의 취급을 하·도급하는 경우에는 도급한 날부터 10일 이내에 도급신고서와 관련 자료를 지방 환경관서의 장에게 제출하도록 명시되어 있다. 사업장 입장에서는 도급신고서와 관련 자료 구비 및 제출에 필요한 기간이 촉박하고 많은 양의 자료를 구축하기 위한 인력, 자원의 수급에 어려움을 호소하고 있다. 본 연구에서 제안하는 개선방향은 도급신고서를 포함하여 필수 제출 서류 수를 최대한으로 줄이고 제출방법도 문서 제출 외 팩스, 인터넷 신고 등 다양한 방법 강구를 제안한다.

(3) 실효성 있는 도급제도 정착을 위해서 개인보호장구 착용, 취급 기준 등을 이해할 수 있는 역량을 갖춘 도급업체가 선정되어야 하고 반드시 사전교육을 통해서 작업 전 도급신고의 의무화, 위험한 작업의 경우 담당 공무원이 임회하여 현장을 확인하는 절차가 필요하다.

### 3.5 안전문화 정착 및 확산을 위한 정책 방향

(1) 대·중소기업 공동 안전 공동체 운영을 위해서 정부에서 인증한 독립기관에 의한 안전 컨설팅이 시행이 요구된다. 이를 통해 화학사고 발생 시 대·중소기업에 의한 공동대응, 연속적인 방제 지원 등 피해를 최소화할 수 있다.

(2) 환경부 등 관련 기관 주관으로 유해화학물질 취급시설 우수사례 발굴 사업 정책 시행과 최소 반기별 우수 사례 발표회를 통해서 안전문화 정착을 위한 노력이 요구된다.

(3) 국내 유해화학물질 사업장에서 근무하고 있는 외국인 근로자를 위해서 해당 외국어로 번역된 화학사고 발생 시 조치 요령 등 교육 자료 제작과 배포, 작업 유형별 위험 예방 교육 등이 주기적으로 필요하다.

(4) 유해화학물질 탱크로리 운전자에게 안전 운전을 강조하기 위하여 고속도로 전광판 등에 ‘안전운행 휴식운전’과 같은 광고로 안전운전 문화를 확산하는 것이 필요하다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 유해화학물질 취급시설에서 화학사고 예방을 위해서 연도별 화학사고를 사고 유형과 세부 원인으로 분류하였다. 또한, 최근 유해화학물질 취급시설에서 발생한 화학사고 사례를 통해서 사고 원인과 문제점을 분석하였으며 이를 통해 안전관리 제도의 개선방향을 제안하였다.

(1) 유해화학물질 취급시설에 대한 처벌 규정 중 낮은 수준의 행정처분과 과태료 부과와 경우 삼진 아웃제, 과태료 상향 등 개선을 통해 화학사고 예방에 밑거름이 될 것으로 예측된다.

(2) 사업장 자체의 안전관리 강화를 위해서 작업지침, 안전운전절차 등 안전교육 강화가 요구되면 협력업체 직원을 포함한 실질적이고 실효성 있는 비상조치 계획수립과 훈련이 정기적이고 반복적으로 진행되어야 하며 이를 통해 화학사고 발생 시 피해를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

(3) 2회 이상 화학사고를 재발하는 유해화학물질 취급시설의 경우 인터넷 등에 정보공개가 필요하여 국민이 쉽게 정보를 확인할 방법을 도입해야 한다. 또한, 해당 유해화학물질 취급시설에 대한 환경부, 고용노동부 등 관련 관계 기관과의 합동 중점 점검을 통해서 화학사고를 미리 방지하는 효과가 극대화될 수 있을 것으로 예측된다.

(4) 유해화학물질 취급시설의 부담을 줄이고 화학사고 예방을 위해서는 기존의 하·도급 신고제도 개선을 위해서 신고 기간, 제출 방법, 축소된 필수 신고서 등 도입이 필요하다. 또한, 개인 보호 장구 착용에 대한 세부지침 마련과 관련하여 화학사고 예방을 최우선으로 고려하되 착용 시 작업자의 부담감을 최소화하는 방향에서 제도 개선이 요구된다.

(5) 실효성 있는 도급제도 정착을 위해서 반드시 사전교육을 통해서 작업 전 도급신고의 의무화와 필요시 위험성을 확인하는 현장 검사가 필요하다.

(6) 안전문화 정착 및 확산을 위해서 환경부 등 관계기관에서 대·중소기업 안전 공동체 운영 등 다양한 정책 연구 및 도입이 요구된다.

이 연구결과는 화학사고 통계와 사례를 바탕으로 연구하였으며 화학사고 예방을 위한 유해화학물질 관리 개선에 대한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

#### References

1. Ministry of Environment, “Chemical Substances Control Act” (2016).
2. NICS, “Chemical Safety Clearing-house (<http://csc.me.go.kr/main.do>)” (2016).
3. C. H. Shin, C. S. Lee, J. E. Kang, B. C. Ma and Y. Yoon, “Analysis of the Preparation and Response System for Chemical Accidents”, *Crisis and Emergency Management: Theory and Praxis*, Vol. 11, No. 6, pp. 245-262 (2015).
4. D. Y. Shin, H. S. Moon, Y. Y. Yoon, U. Yun, Y. H. Lee, K. C. Ha and S. P. Hyun, “The Current Status of Strong Acids Production, Consumption, and Spill Cases in Korea”, *J. Soil Groundw. Environ.* Vol. 19, No. 6, p. 6-12, (2014).
5. J. S. You and Y. J. Chung, “Case Analysis of the Harmful Chemical Substances’ Spill”, *Fire Science and Engineering*, Vol. 28, No. 6, pp. 90-98, (2014).
6. S. H. Eom and S. K. Lee, “A Study on Analysis of Laboratory Accident with Root Cause Analysis”, *Journal of the Korean Institute of Gas*, Vol. 14, No. 4, pp. 1-5, (2010).
7. G. S. Jeong and E. S. Baik, “A Study on the Improvement of Safety Management of Hazardous Chemicals Handling in the Workplace”, *Fire Science and Engineering*, Vol. 28, No. 1, pp. 12-19 (2014).
8. T. H. Lee, J. D. Park, S. J. Lee, B. S. Bang, K. P. Kim, M. S. Kim and J. S. Park, “Characteristics of Chemical Substance Accident in Korea”, *Korean Journal of Hazardous Materials*, Vol. 3, No. 1, pp. 37-41 (2015).
9. S. R. Ahn, S. B. Kim, J. H. Lee and K. S. Chun, “Study on Chemical Incident Response Plan Identified as a Chemical Accident Statistics”, *Korean Journal of Hazardous Materials*, Vol. 2, No. 1, pp. 50-54 (2014).
10. Korea Industrial Complex Corporation, “Industrial Complex Statistics (<http://www.e-cluster.net>)” (2016).
11. C. H. Shin, C. S. Lee, J. E. Kang, B. C. Ma, Y. Yoon, J. H. Yoon and J. H. Park, “Review on the Safety Management System of Facilities Handling Hazardous Chemicals under the Chemicals Control Act”, *Crisis and Emergency Management: Theory and Praxis* Vol. 11, No. 7, pp. 19-33 (2015).
12. Korea Environment Corporation, “Safe Management of Hazardous Chemicals and Personal Protective Equipment Selection Guide”, pp. 3-4 (2015).