

석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램에 관한 연구* **

김기형***

석유화학산업은 수많은 종류의 위험물질을 다량으로 취급하는 시설들이 밀집되어 있어 재난 발생 시 대형재난으로 확대될 위험성이 높다. 미국, 영국, 일본 등 선진국에서는 다양한 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 교육훈련 시설 및 프로그램을 운영하고 있다. 그러나 국내의 경우 아직까지 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 교육훈련 시설 및 프로그램은 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 제안하려 하였다. 이를 위해 본 연구는 국내·외 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설 현황을 검토하고, 이를 토대로 전문가를 대상으로 델파이 조사를 실시·분석한 후, 구체적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설 및 프로그램을 제시하였다.

주제어: 석유화학, 재난대응, 교육훈련

I. 서 론

국내 석유화학산업¹⁾의 역사는 약 40여년에 불과하지만 그동안 높은 경제성장

* 본 연구는 2009년 소방방재청의 인적재난안전기술개발사업(구 안전관리기술개발사업) 과제인 「석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로젝트 개발 연구」의 일부내용을 수정·보완한 것입니다(NEMA-인적-2009-22).

** 본 논문에 유익한 조언을 해주신 익명의 심사위원들께 감사드립니다.

*** 고려대학교에서 행정학 박사학위를 취득하고, 현재 고려대학교 정부학연구소 선임연구원으로 있다. 주요 관심분야는 정책이론, 행정학연구방법론, 복지행정 등이다(kkhyung@hanmail.net).

1) 석유화학산업이란 석유(Naphtha 등) 또는 천연가스 등을 원료로 합성수지(플라스틱), 합성섬유(Polyester, Nylon) 원료, 합성고무 및 각종 기초 화학제품을 생산하는 산업을 말한다(한국석유화학공업협회 홈페이지).

과 정부의 적극적인 지원정책에 힘입어 빠른 성장을 달성하였다.²⁾ 현재 석유화학 산업은 수출 효자산업으로서 그리고 국내 경제성장을 견인한 중추 산업으로서의 입지를 확고히 하고 있다.

석유화학산업은 자동차, 전자, 건설, 섬유 산업 등 다른 산업에 원료를 공급하는 기초소재산업으로서 산업전체에 미치는 전방효과 및 후방효과가 크기 때문에 국가 전체적으로 막대한 부가가치를 창출할 수 있다는 특성을 가지고 있다. 그러나 동시에 석유화학산업은 기술적으로 연관이 있는 여러 생산 부문이 서로 가까이 인접하여 이루어진 기업들의 지역적 결합체인 콤비나트 산업이라는 특징을 가지고 있다. 석유화학산업은 콤비나트 형성을 통해 원재료 확보, 생산 집중화, 유통과정의 합리화 등으로 원가를 절감하는 장점이 있으나, 동시에 수많은 종류의 유해물질 및 위험물질을 다량으로 취급하는 고온·고압의 시설들이 밀집되어 있어 재난 발생 시 대규모의 인명피해와 재산피해 및 환경오염 등이 초래되는 대형재난으로 확대될 위험성이 매우 높다.³⁾

2) 1960년대에는 정부의 경공업 육성정책에 따라 기초소재 자급화 차원에서 석유화학산업을 육성할 필요성이 증가하였다. 즉 정부의 경공업 육성정책이 성공적으로 수행됨에 따라 수요가 증가하는 산업용 기초소재의 수입대체가 최대 현안으로 등장하게 되었고, 이에 따라 정부는 석유화학산업을 육성시켜 원료수입을 대체한다는 계획을 수립한 후, 정부주도의 일괄적인 사업추진과 적극적인 지원을 시작하였다. 정부의 이러한 지원정책에 따라 1972년에는 울산 석유화학공업단지, 1979년에는 여천(현재 여수) 석유화학공업단지가, 1992년에는 대산 석유화학 단지가 완공되어 가동되고 있다. 이에 따라 우리나라의 석유화학산업도 급속히 성장하여 1982년에는 세계 15위의 에틸렌 생산국이 되었고, 2009년에는 미국, 일본, 사우디, 중국에 이어 세계 5위의 에틸렌 생산국으로 성장하였다. 국내 경제에서 차지하는 비중도 높아, 석유화학산업은 2008년 국내 제조업 생산액의 5.8%(66조원)를 생산하여 4위를 기록하였고, 2009년에는 국내 총 수출액의 6.5%(274억달러)를 수출하여 5위를 기록하였다(한국석유화학공업협회, 2009: 72-79; 한국석유화학공업협회 홈페이지, 2011.7).

3) 석유화학 관련 국내·외의 주요 재난 및 사고사례는 다음과 같다. 일본의 室蘭(무로란)항 탱크 화재(1965년 5월 23일, 원유 누출 및 폭발 화재, 27일 후 진화, 13명 사망, 8명 부상), 영국의 플릭스보로(Flixborough) 폭발사고(1974년 6월 1일, 증기운폭발(VCE), 사망 28명, 부상 36명, 1.7억\$의 재산피해), 일본의 雄洋丸(유요丸) 충돌 사고(1974년 11월 9일, 선박에서의 화재·폭발, 사망 33명, 부상 34명), 일본의 三菱(미쯔비시)석유(주) 水島(미즈시마) 제유소 중유 유출 사고(1974년 12월 18일, 유출 및 해상환경오염, 168억엔의 재산피해), 이탈리아의 세베소 다이옥신 누출사고(1976년 7월 10일, 위험물질 누출 및 환경오염, 22만명 오염피해, 1,807ha 지역 오염, 약 2,173마리의 가축이 죽고 83,231마리 도축), 멕시코의 멕시코시티 LPG 저장탱크 BLEVE 사고(1984년 11월 19일, 비등액체팽창증기폭발(BLEVE), 사망 500명, 부상 7,000명, 구형탱크 4기 완파, 구형탱크 2기와 형형실린더 탱크 48기 손상), 인도의 보팔 MIC 누출 사고(1984년 12월 3일, 위험물

따라서 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 전문적이고 체계적인 종합교육훈련 프로그램 및 시설은 필수적이라 할 수 있으며, 이러한 맥락에서 미국, 영국, 일본 등 선진국에서는 석유화학 재난관련 교육훈련 시설 및 프로그램을 운영하여 석유화학 재난에 적절하게 대응할 수 있는 교육훈련을 실시하고 있다.

그러나 우리나라의 경우 아직까지 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 교육훈련 시설 및 프로그램은 미비하다고 할 수 있다. 현재 중앙소방학교, 국립환경과학원(국립환경인력개발원), GS칼텍스 등에서 일부 교육과정 및 시설을 운영하면서 석유화학 관련 재난대응 교육훈련을 실시하고 있다. 그러나 중앙소방학교의 경우 일반적인 소방방재 교육훈련의 일부로 구성되어 있기 때문에, 석유화학산업의 특성에 맞는 전문적이고 체계적인 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설로는 보기 어렵다. 국립환경과학원(국립환경인력개발원)의 경우에도 화학재난 대응 중심의 교육으로 현장훈련보다는 이론교육에 비중을 두고 있다. 이러한 상황에서 민간기업인 GS칼텍스가 국내에서는 유일하게 석유화학 관련 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설을 운영하고 있으나, 이 역시 소규모 교육장에서 내부 직원들 중심으로 일부 석유화학 관련 재난에만 한정하여 이루어지고 있다.

누출 및 확산, 사망 2500명, 10만명 부상), 미국의 필립스 파사디나 HDPE Plant 사고(1989년 10월 23일, 증기운폭발(VCE)후 화재, 사망 23명, 부상 130명, 약 8억\$의 재산피해), 영국의 ConocoPhillips Humber Refinery 사고(2001년 4월 16일, 증기운폭발 후 화재, 부상 74명, 공장 주변 1km 이내의 건물 손실), 미국의 BP 정유공장 폭발사고(2005년 3월 25일, 증기운폭발, 사망 15명, 부상 100명 이상, 약 10억\$의 재산피해), 영국의 Buncefield Oil Storage Depot 사고(2005년 12월 11일, 증기운폭발 후 화재, 부상 43명, 주변 80여개 업체 건물 파손), 일본의 미츠비시 공장화재 사고(2007년 12월 21일, 누출 및 화재, 사망 4명) 등이다. 이러한 사례에서 알 수 있듯이, 화재·폭발이나 누출로 인한 석유화학 관련 사고는 인류에게 엄청난 인명피해와 재산피해 및 환경오염으로 인한 피해를 줄 수 있다. 이러한 석유화학 관련 사고는 우리나라의 경우도 예외가 아니다. 1999년 5월 13일 울산의 중질유 분해공장 폭발사고(4명 화상, 약 1천억원의 재산피해), 2000년 8월 24일 여수의 MEK-PO 폭발사고(사망 6명, 부상 19명, 약 60억원의 재산피해), 2003년 10월 3일 여수의 핵산 누출 사고(증기운폭발 후 화재, 사망 1명, 부상 6명, 수십억원대의 재산피해), 2003년 10월 20일 울산의 중질유분해공장(HOU) 공정 반응기 화재사고(누출 화재, 약 2억 3천만원의 재산피해), 2004년 4월 9일 여수의 원료저장탱크 폭발(2명 중화상), 2004년 8월 25일 여수의 황제거 반응기 폭발사고(자기분해반응 폭발, 사망 1명, 부상 1명), 2005년 7월 16일 여수의 독성물질 누출 사고(경상 68명), 2006년 1월 6일 여수의 가솔린 분리기 하부 급냉오일(Quench Oil) 누출사고(3명 경화상), 2006년 3월 28일 울산의 이상반응으로 인한 탱크 폭발사고(탱크가 파손되고 근로자 1명 상해), 2008년 7월 30일 울산의 원유탱크 화재(탱크 일부 소실) 등은 우리에게 수많은 인명피해와 재산피해 및 환경오염 피해를 주었다.

따라서 대규모의 인명피해와 재산피해 및 환경오염 등 대형재난으로 확대될 위험성이 큰 석유화학 관련 재난에 대해 공무원, 석유화학산업 종사자, 재난·안전관련 전문가, 그리고 관련 국민(시민, 지역주민)들의 재난대응 능력을 제고할 수 있는 “석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설”을 개발할 필요가 있다.⁴⁾ 더욱이 이러한 석유화학 재난대응 종합 교육훈련 프로그램 및 시설이 세계적인 수준의 전문적인 종합교육훈련 프로그램 및 시설이라는 국제적 브랜드를 갖출 경우, 석유화학 관련 재난에 대응할 수 있는 교육훈련 프로그램 및 시설이 없는 인근 국가들이 우리나라에서 교육훈련을 받을 가능성이 매우 크다는 점에서 국부의 창출 및 국가 선진화 작업에도 부합할 것이라 판단된다.

본 연구는 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 개발하기 위한 방안을 제시하는데 목적이 있다. 이를 위해 먼저, 석유화학 재난대응 교육훈련 관련 이론적 논의와 선행연구를 검토한다. 둘째, 국내·외 석유화학 관련 재난대응 교육훈련 현황을 조사·분석한다. 셋째, 조사·분석한 결과를 기초로 관련 전문가들을 대상으로 하는 델파이 조사 및 분석을 실시한다. 넷째, 델파이 조사·분석의 결과를 토대로 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 제시하기로 한다.

Ⅱ. 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설 개발을 위한 이론적 논의

1. 재난대응의 개념과 특성

1) 재난의 개념

일반적으로 재난(災難, disaster)의 개념은 홍수, 지진과 같은 대규모의 자연재난(natural disaster)을 지칭하는 것이었으나, 산업화·도시화 등에 따른 과학 기술의 발

4) 현재 우리나라의 교육훈련 예상인원만 하더라도 소방공무원 약 3만 명, 석유화학단지 종사자 약 5만 명, 가스 및 유해화학물질 등 종사자 약 3~4만 명 등 총 11~12만 명 정도가 된다.

달로 현대 사회에서는 대규모 인위재난(man-made disaster)의 결과가 자연재난을 능가함에 따라 자연재난 뿐만 아니라 인위재난까지 포괄하는 개념으로 사용되고 있다(이재은 외, 2006: 109-110).⁵⁾ 우리나라의 경우 재난 및 안전관리기본법(법률 제10467호 일부개정 2011. 03. 29) 제3조 제1항에서 재난을 다음과 같이 정의하고 있다. “재난이라 함은 국민의 생명·신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각 목의 것을 말한다. 가. 태풍·홍수·호우(豪雨)·강풍·풍랑·해일(海溢)·대설·낙뢰·가뭄·지진·황사(黃砂)·적조 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해. 나. 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 그 밖에 이와 유사한 사고로 대통령령이 정하는 규모 이상의 피해. 다. 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비와 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병, 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병 확산 등으로 인한 피해”이다. 여기에서 가목은 자연재난(재해), 나목은 인위재난, 다목은 사회재난으로 구분할 수 있다. 따라서 우리나라의 경우 재난의 개념은 자연재난(재해)을 포함하는 보다 포괄적인 개념으로 인위재난과 사회재난을 포함하고 있다. 본 연구에서도 재난의 개념을 재난 및 안전관리기본법 제3조 1항에서와 같이 자연재난과 인위재난 및 사회재난을 모두 포함하는 의미로 사용하기로 한다.

2) 재난관리의 개념과 과정

재난은 간헐적으로(rarely) 발생하기는 하나, 일단 발현되면 인명과 재산에 막대한 피해를 주는 것으로써 가능한 피해의 발생을 미연에 방지하고 재난이 발생하

5) 이외에도 미국의 연방위기관리청(Federal Emergency Management Agency: FEMA)은 “재난이란 통상 사망과 상해 및 재산 피해를 가져오고, 또한 일상적인 절차나 정부의 자원으로는 관리할 수 없는 심각하고 규모가 큰 사건으로, 이러한 사건은 보통 돌발적으로 일어나기 때문에 정부와 민간조직이 인간의 기본적 수요를 충족시키고 복구를 신속하게 하고자 할 때 이에 대해 즉각적이고 체계적으로 대처해야 하는 사건”으로 규정한 바 있다(채경석, 2007: 36). 일본의 재해대책기본법 제2조 제1항에서는 “재난을 태풍, 호우, 폭설, 홍수, 해일, 지진, 쓰나미, 화산 폭발, 그 밖의 이상한 자연현상 또는 대규모 화재, 폭발 기타의 원인에 의해서 생기는 피해”로 정의하고 있다(防災行政研究會, 平成 14年: 50). 유엔개발계획(UNDP)은 “재난을 사회의 기본 조직 및 정상 기능을 와해시키는 갑작스러운 사건이나 큰 재난으로서 재난의 영향을 받는 사회가 외부의 도움 없이 극복할 수 없고, 정상적인 능력으로 처리할 수 있는 범위를 벗어나는 재산, 사회간접시설, 생활 수단의 피해를 일으키는 단일 또는 일련의 사건”이라고 정의하고 있다(<http://www.undp.org>).

였을 경우에는 적극적인 대응전략을 구사하여 피해를 최소화(혹은 경감)시키는 관리를 필요로 한다. 즉, 재난은 적극적인 관리의 대상(domain of management)으로 취급된다.

관리적 차원에서 재난에 대한 연구는 각각의 재난 유형이 지니고 있는 특성에 의거하여 재난관리 방법을 모색하는 것으로 이해되어 왔다. 따라서 재난관리 연구의 대부분은 주로 자연재난을 대상으로 하였던 반면(Zimmerman, 1985: 29), 인위 재난과 사회재난에 대한 연구는 경시되어 왔다. 그러나 사회가 점점 더 복잡해지고 대형화되는 추세에 따라 재난 역시 인위재난이나 사회재난의 발생이 증가하고 있다. 그러므로 국민의 안전권(safety right)을 보장하기 위해서는 자연재난뿐만 아니라 인위재난과 사회재난 모두에 대한 관리 노력이 요구된다. 특히, 국가는 민간 부문이나 공공 부문에 의해서는 관리될 수 없는 부분을 관리해야 할 책무를 지니고 있기 때문에 국가 재난관리의 책임과 필요성이 강조된다(Waldo, 1980: 185-186; 이재은 외, 2006: 62-63).

정부의 가장 기본적이고 중요한 임무가 국민의 생명과 재산을 보호하는 것이라면, 재난관리는 “위기로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 위협을 극복하기 위한 사업계획을 집행하는 일상화된 과정”으로 정의할 수 있다(Giuffrida, 1985: 2; Cigler, 1988: 5; 이재은 외, 2006: 62-63).⁶⁾ Kasperson & Pijawka(1985: 7)는 재난관리를 ‘재난에 대해 미리 알고, 그것에 대해 무엇인가를 결정하고, 재난의 피해를 완화하거나 통제하기 위한 집행수단을 강구하는 의도적인 활동’으로 정의하고 있다. 이와 같은 재난관리의 정의들은 재난관리가 특정시점에서 달성될 수 없음을 의미하는 것으로 과정적인 판단과 사전준비가 없이는 불가능함을 의미한다. 이러한 맥락에서 우리나라의 재난 및 안전관리기본법 제3조 제3항에서도 ‘재난관리’를 “재난의 예방·대비·대응 및 복구를 위하여 행하는 모든 활동을 말한다.”고 규정하고 있다.

재난관리의 과정은 보는 시각에 따라 여러 단계로 나눌 수 있으나, 일반적으로 재난발생 시점을 기준으로 4단계로 나누어진다. 재난의 발생을 중심으로 재난발

6) 재난관리(disaster management)는 위기관리(crisis management), 비상관리(emergency management), 위험관리(risk management), 안전관리(safety management) 등의 유사용어들과 혼용되고 있다. 이러한 용어들 중 위기관리가 재난관리를 비롯한 유사개념을 포함하는 가장 넓은 의미로 사용되고 있다(채경석, 2007: 48).

생 이전(pre-disaster)의 국면과 재난발생 이후(post-disaster)의 국면으로 나누고, 재난발생 이전의 국면은 예방과 완화(prevention and mitigation) 단계와 대비(preparedness) 단계로, 재난발생 이후의 국면은 대응(response) 단계와 복구(recovery) 단계로 분류한다. 이 과정들은 서로 독립적이라기보다는 상호 유기적이며 순환적인 관계를 갖고 있다(McLaughlin, 1985: 166; Petak, 1985: 3; 채경석, 2007: 58).

재난의 예방과 완화는 사회의 건강·안전·복지에 대한 위협이 존재하는 영역에서 무엇을 해야 할 것인지를 결정하고, 위협감소를 위해 노력하는 단계이다. 재난의 대비는 재난대응을 위해 사전에 운영 능력을 개발하는 활동으로, 구체적으로는 중요 자원들을 미리 확인하고 지역 내외에 있는 대응기관들의 협조와 동의를 구하며, 재난 손실과 인명구조 활동가를 훈련시키며 대응계획을 개발한다. 재난의 대응은 재난발생시 재난관리 기관이 수행해야 할 각종 임무 및 기능을 실제 적용하는 과정이며 동시에 제2의 손실발생 가능성을 감소시킴으로써 복구단계에서 발생 가능한 문제들을 최소화시키는 재난관리의 실제적 활동 단계이다. 재난의 복구는 재난이 발생한 후부터 피해 지역이 원상으로 회복되는 장기적인 과정이자 초기 회복기간으로부터 해당 지역이 정상 상태로 돌아올 때까지 지원을 제공하는 지속적 과정이다(이재은 외, 2006: 30-32; 채경석, 2007: 58-63; 박동균 외, 2009: 15; 위금숙 외, 2009: 23).

3) 재난대응의 개념과 재난대응체제의 특성

예방과 완화, 대비, 대응, 복구 등 재난관리의 모든 과정은 효과적인 재난관리를 이루는 데 필수적인 것으로, 예방과 완화 및 대비 단계가 완벽하게 수행된다면 위기발생 자체를 억제할 수 있을 것이다. 그러나 재난은 복잡성, 역동성, 불확실성 등을 특성으로 하기 때문에 그 발생을 예측할 수 없는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 재난 발생의 불확실성을 가정하고 재난의 유형에 관계없이 재난관리에 공통적으로 요구되는 재난대응 단계를 보다 중점적으로 살펴보고자 한다. 전술한 바와 같이 재난대응은 재난발생시 재난관리 기관이 수행해야 할 각종 임무 및 기능을 실제 적용하는 과정이면서 제2의 손실발생 가능성을 감소시킴으로써 복구단계에서 발생 가능한 문제들을 최소화시키는 재난관리의 실제적 활동 단

계이다.⁷⁾

재난발생시 재난관리 기관이 수행하여야 할 각종 임무 및 기능을 실제 적용하는 과정인 재난대응체제는 재난, 재난관리, 또는 재난관리체제⁸⁾의 특성을 내포하고 있다. 채경석(2007: 48-56)은 이러한 특성으로 공공재, 경계성·가외성, 결과위주, 현장위주, 불확실성, 상호작용성, 복잡성, 누적성 등을 들고 있고,⁹⁾ 이재은 외(2006: 61-62)는 해결의 어려움, 돌발사건적 성격, 대상의 광범위성, 반복성, 시·공간의 무제약성, 발생원인의 복잡·다양성 등을 들고 있으며, Perry(1991: 201)는 불확실성

7) 이외에도 학자들의 재난대응에 관한 정의를 살펴보면 다음과 같다. Petak(1985: 3)은 재난대응을 “제2의 손실발생 가능성을 감소시킴으로써 복구단계에서 발생가능한 문제들을 최소화시키는 재난관리의 실제적 활동 국면”이라고 하였다. 황윤원(1989: 156)은 “돌발사건의 발생 직전·중·후에 취하는 활동들을 포함하는 국면으로서, 인명구조, 재산피해의 최소화 혹은 복구를 촉진시킬 수 있는 제반 행정활동들”로 설명하고 있다. 정운수(1994: 70)는 “재난대응 단계에서는 이전에 세워 놓았던 비상계획이 실행되며, 응급의료체계가 가동되고, 재해대책본부와 같은 비상기구가 작동되는 단계”로 설명하고 있다. 그리고 이재은(1998: 232)은 “재난대응은 재난발생시 재난관리 기관이 수행하여야 할 각종 임무 및 기능을 실제 적용하는 과정”이라고 하였다(류상일, 2007: 20).

8) 재난관리체제(disaster management system)는 재난을 예방하고 그 위험으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 재난위험시설의 안전관리와 재난의 조기 수습 대응 체계를 구축해 재난 발생시 신속한 초동 대처로 각종 피해의 최소화를 궁극적인 목표로 하는 체제이다(이재은 외, 2006: 220).

9) 공공재적 특성이란 재난관리가 비배재성과 비경합성을 지닌 공공재적 특성을 지닌다는 것이다. 경계성이란 재난을 관리하는 경우 최악을 대비할 수 있는 모든 장비·기술·인력을 갖추고 있으면서도 그것을 전혀 쓰지 않도록 유도하는 경계성(alertness)의 원리를 의미하며, 가외성(redundancy)이란 여러 기관에 한 가지 기능이 혼합되는 중첩성(overlapping)과 동일 기능이 여러 기관에서 독립적으로 수행되는 중복성(duplication), 기관 내에서 주된 조직단위의 기능이 작동하지 않을 때 다른 보조 단위기관들이 주된 단위의 기능을 인수해서 수행하는 동등잠재력(equi-potentiality) 등을 포괄하는 개념이다. 결과위주는 재난대응을 위해 재난관리자에게 최대한의 재량권을 허용해 필요한 조치를 취할 수 있도록 함으로써 재난관리조직이 결과위주로 운영되어야 한다는 것이다. 현장위주는 재난관리가 대부분 재난현장에서 사태의 진전에 따라 대응방법을 즉각적으로 모색해야 한다는 것이다. 불확실성은 실제로 재난이 발생할 확률·규모·시기가 사전에 알려지지 않은 상태를 의미하며, 따라서 재난관리체제는 불확실성 속에서 재난발생의 환경을 관리해야 하는 어려움이 있다. 상호작용성이란 실제로 재난이 발생한 경우 재난 자체와 피해주민 및 피해지역의 기반시설이 서로 영향을 미치면서 여러 가지 사건이 전개될 수 있다는 것을 의미한다. 복잡성이란 불확실성과 상호작용의 산물로서 이들 두 요인이 복합적으로 작용하여 행정체제가 처리해야 할 업무를 사전에 전부 파악하는 것이 불가능하다는 것이다. 누적성이란 위기는 갑작스럽게 돌발적으로 발생하는 것 같지만, 사실 그것은 가시적인 발생 이전부터 오랜 시간동안 누적되어 온 위험요인들이 특정한 시점에서 표출된 결과라는 것이다. 각 특성의 구체적인 내용은 채경석(2007: 48-56)을 참고하기 바란다.

(uncertainty), 긴급성(urgency), 집중성(convergence), 비상합의(emergency consensus), 주민 역할 변화, 계약과 일반적인 관계의 붕괴나 약화 등을 들고 있다.¹⁰⁾

일반적으로 재난대응단계에서는 관할권 분쟁, 표준절차의 부재, 대응기관의 다양성, 각기 분산된 대응활동이 문제점으로 지적되고 있는데(Drabek, 1985: 85-86), 이러한 문제점은 주로 전술한 재난대응체제의 특성에 기인하고 있다고 볼 수 있다. 이러한 재난대응체제의 특성을 고려하여 재난대응체제가 갖추어야 할 일반적인 구조적 특성으로는 통합성, 유기성, 협력성, 학습성 등을 들 수 있다.¹¹⁾

이러한 논의를 바탕으로 본 연구의 주 대상인 석유화학 재난대응체제의 구조적 특성에 대해 논의하면 다음과 같다. 모든 석유화학 재난대응체제는 Network로 연결되어 상호 유기적이며 협력적인 특성을 갖는다. 또한 석유화학 재난대응체제는 통합관리방식에 따라 소방방재청이 재난관리의 전체과정(예방-대비-대응-복구)을 종합적으로 관리하면서 그 하나의 과정으로서 재난대응과정도 종합적으로 관리하게 된다. 이때 종합적 관리의 개념은 모든 자원을 통합·관리한다는 의미가 아니라, 기능별 책임기관을 지정하고 그들을 조정·통제한다는 의미이다. 이러한 석유화학 재난대응체제는 현장 중심의 경험적 학습을 통해 새로운 환경에 적응하며

10) 불확실성은 재난의 강도와 종류, 결과 등에 따른 불확실성도 있지만 새로운 대응조직을 구성하고 활동해야 하는데서 오는 불확실성은 궁극적으로 대응의 긴급성에서 기인한다. 집중성은 대응 및 지원 활동이 현장에 집중되는 현상을 말하고, 비상합의는 비상시 인명과 재산 보호하는 공감대가 쉽게 형성되어 신속히 의사결정이 이루어지는 것을 의미한다. 주민 역할 변화는 주민을 결속시켜 재난 대응을 도우며, 정부에 평상시보다 강력한 조치와 리더십을 요구하게 한다. 또한 비상 조치를 통해 개인의 행위와 재산에 강제력을 발동하는 등 평시의 계약과 일반적인 관계가 크게 약화된다(Wolensky & Miller, 1981: 483-504; 이재은 외, 2006: 170).

11) 통합적 구조(통합성)이란 미국 FEMA 창설의 이론적 근거로 제시된 것으로 재난관리의 전체과정(예방-준비-대응-복구)을 '종합적으로' 관리한다는 의미를 지닌다. 이 때 종합적 관리의 개념은 모든 자원을 통합·관리한다는 의미가 아니라, 기능별 책임기관을 지정하고 그들을 조정·통제한다는 의미이다. 유기적 구조(유기성)란 중앙집중도나 공식화의 정도가 낮고 구성원의 활발한 참여가 이루어지는 특성을 지니는 조직이다. 이러한 유기적 구조는 중첩성과 분권성을 중요한 특성으로 한다. 협력적 구조(협력성)는 위기도래시 어떤 하나의 조직이나 단일기관으로서 위기를 해결하기 어려우므로, 효과적인 위기대응을 위해 위기관리를 담당하는 조직과 중앙 및 지방정부 그리고 다수의 유관기관들 간에 상호 협조와 조정이 원활히 이루어지는 조직구조를 의미한다. 학습적 구조(학습성)란 국가위기관리체제는 하나의 경직되고 폐쇄적인 행정체제가 아니라 학습을 통해 새롭게 변화하는 환경에 적응하며 환경을 제어에 나가는 능력을 구비할 수 있는 조직 구조를 의미한다. 각 구조(특성)의 구체적인 내용은 채경석(2007: 40-47)을 참고하기 바란다.

환경을 제어해 나가는 능력을 구비할 수 있도록 해야 할 것이다.

석유화학 재난대응체제에서 중앙정부는 지역별 소방본부 및 지방자치단체와 협력하여 지역중심 혹은 현장중심의 재난대응체제를 지원하는 기능을 수행한다. 석유화학 재난대응체제에서 핵심적인 역할을 수행하는 것은 지역별 소방본부와 그 아래의 소방관서, 그리고 석유화학 산업체들이 된다. 여기에 경찰, 군, 지역병원, 지역주민 등이 재난대응활동에 참여하게 된다. 그리고 석유화학 재난대응체제를 구성하는 모든 구성요소들 간 정보와 지식 및 의사소통이 원활하게 이루어지도록 하기 위하여 통합된 재난대응 정보체제를 구축한다. 현장중심의 재난대응을 위해서는 하나의 석유화학 산업체만이 소방관서와 네트워크를 구축하는 것이 아니라, 인근 석유화학 산업체들 간 그리고 광역과 지역 소방관서 및 지방자치단체들과 공동재난대응체제를 구축하여야 할 것이다.

이렇게 상호 유기적이고 협력적이며 통합된 방식으로 네트워크화된 석유화학 재난대응체제는 끊임없는 학습을 통해 새롭게 변화하며 재난에 대응하기 위한 준비를 해야 한다. 특히 지역별 소방본부와 석유화학 산업체들은 공동으로 재난에 대응하기 위하여 필요한 장비를 보유해야 할 뿐만 아니라 특수위험물에 대한 전문성도 확보하고 있어야 한다. 네트워크로 연결되어 상호 유기적이고 협력적이며 통합된 석유화학 재난대응체제가 실제 재난발생시 효과적으로 운영되기 위해서는 지속적이고 전문성을 확보한 석유화학 재난대응 종합교육훈련이 필수적이라 할 수 있다.

2. 석유화학 재난대응 교육훈련에 관한 선행연구의 검토

본 연구의 목적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설에 관한 선행연구는 거의 발견되지 않는다. 따라서 어느 정도 유사한 연구로 판단할 수 있는 석유화학 방재 관련 연구들과 재난대응 관련 교육훈련에 관한 연구들을 검토하기로 한다.

먼저, 최근에 수행된 석유화학 방재관련 연구로는 소방방재청(2008a)의 《석유화학콤비나트 방재대책 제고방안》, 소방방재청(2009a)의 《석유화학콤비나트 방재기준 등에 관한 연구》 등을 들 수 있다.

소방방재청(2008a)의 《석유화학콤비나트 방재대책 제고방안》은 국내 석유화학콤비나트 재난예방관리 실태, 국내·외 석유화학콤비나트의 재해사례, 국내 석유화학콤비나트의 기업체 방재·진압 실태 등을 조사·분석하고, 국내·외 석유화학콤비나트 재난관리를 위한 제도(법령) 및 미국, 일본, 독일 등 선진국의 재난관리시스템을 조사·분석하여 국내 석유화학콤비나트 재난방재대책의 문제점과 시사점을 도출한 후, 우리나라 석유화학콤비나트 안전관리체계 개선을 위한 법제화방안으로 '석유화학콤비나트 방재대책법(안)'을 제시하였다. 이외에도 석유화학콤비나트에서 취급하는 위험물질의 특성과 종류를 설명하고, 위험물질별 방재대책을 정리하였으며, 석유화학콤비나트의 안전관리를 위한 장·단기적 대책을 제시하였다. 소방방재청(2009b)의 《석유화학콤비나트 방재기준 등에 관한 연구》는 석유화학콤비나트 재난시 신속한 대응과 피해 최소화를 가능하도록 하는 재난관리체계 구축을 위한 방재기준을 마련하는 것을 목적으로, 국내외 재난대응체계 및 정보공유체계를 조사·분석하여 국제적 수준의 재난관리와 대응을 위한 정보공유체계 구축방안 제시, 석유화학콤비나트 재난관리정보종합시스템 구축 모델 개발 및 활용방안 제시, 국내외 석유화학콤비나트 피해사례 및 석유화학콤비나트 「피해경감 및 대응대책계획서」 수립 방안(지침) 개발, 「석유화학콤비나트 방재대책법」 하위법령 연구 등을 수행하였다.

그러나, 이러한 석유화학 재난 관련 선행연구들은 석유화학콤비나트의 방재대책만을 중심으로 연구가 이루어져 본 연구의 목적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련에 관한 내용은 연구가 이루어지지 않고 있다.

다음으로 최근에 수행된 재난대응 교육훈련에 관한 연구로는 행정안전부(2008)의 《재난대응 역량 강화를 위한 교육훈련방안》, 소방방재청(2006a)의 《국가재난대응종합훈련 평가지표 개발연구》, 소방방재청(2008b)의 《민간 방재역량 강화를 위한 교육프로그램 개발 연구》, 소방방재청(2009a)의 《소방공무원 교육훈련 커리큘럼 재설계를 위한 계급별 직무분석》, 환경부(2007)의 《화학재난 대응 교육프로그램 개발 I》, 환경부(2008)의 《화학재난 대응교육프로그램 개발 II》 등을 들 수 있다.

행정안전부(2008)의 《재난대응 역량 강화를 위한 교육훈련방안》은 재난관리 교육훈련이 요구되는 환경요인 분석, 재난관리 교육훈련의 국내·외 사례검토, 재

난관리 종사자에 대한 교육·훈련 프로그램 개발, 전문 재난교육센터 설립방안 제시 등을 연구하였다. 소방방재청(2006a)의 《국가재난대응종합훈련 평가지표 개발연구》는 국가재난대응종합훈련 방안을 제시하고, 국가재난대응종합훈련의 해외사례를 검토한 후, 국가재난대응종합훈련 평가지표의 개발, 평가방법 및 활용, 평가서식 등을 제시하였다. 소방방재청(2008b)의 《민간 방재역량 강화를 위한 교육프로그램 개발 연구》는 외국방재프로그램의 사례를 검토하고 우리나라의 기존 방재교육의 현황을 분석한 후, 교육프로그램 개발을 위한 실태조사를 실시하고 지역자율방재단 교육프로그램을 개발하였으며, 이외에 민간의 방재 교육 기회 확대를 위한 교육기관 및 교수 확충방안, 자율방재단과 타조직간 임무 등에 대한 분석 및 역할정립 방안을 제시하였다. 소방방재청(2009b)의 《소방공무원 교육훈련 커리큘럼 재설계를 위한 계급별 직무분석》은 소방공무원 교육훈련 커리큘럼을 재설계하기 위해 소방공무원의 계급별 직무분석을 실시하고 직무수행특성을 분석한 후, 기존의 중앙(지방)소방학교, 해외소방교육훈련기관, 국내 교육훈련기관 커리큘럼을 비교분석하여 교육훈련 프로그램 표준(안) 및 도입방안을 제시하였다. 환경부(2007)의 《화학재난 대응교육프로그램 개발 I》은 국내 화학재난 대응교육현황과 국외 화학재난 교육현황을 분석한 후, 국내외 교육현황을 비교·검토하여 화학재난 대응자 표준교육지침 및 대응 수준별 교육 커리큘럼을 개발하고, 화학재난 대응교육 확대방안과 초기 대응과정 교육자 표준 매뉴얼을 제시하였다. 환경부(2008)의 《화학재난 대응교육프로그램 개발 II》는 환경부(2007)의 후속연구로 전문 대응과정의 매뉴얼 및 교재작성, 환경전문과정의 매뉴얼 및 교재작성, 화학테러과정에 대한 교육 커리큘럼과 교육자용 매뉴얼 및 교재작성, 초기대응자를 위한 동영상 교육자료 개발 등에 관한 연구를 수행하였다.

그러나 이러한 재난대응 관련 교육훈련 선행연구들은 일반적인 재난관리, 소방·방재, 또는 화학재난 관련 교육훈련 연구들로 그 범위가 너무 광범위하여 본 연구의 주요 목적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련에 관한 구체적·전문적 내용은 논의가 되지 않고 있다.

이러한 문제의식 하에 본 연구에서는 구체적이고 전문적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 개발하기 위해 먼저, 국내·외의 석유화학 관련 교육훈련 프로그램 및 시설을 검토하여 비교·분석한 후 정책적 시사점을 도출하

기로 한다. 이후 이러한 비교·분석 결과를 토대로 관련 전문가들을 대상으로 하는 델파이 조사 및 분석을 실시한 후, 그 결과를 토대로 구체적이고 전문적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 제시하기로 한다.

Ⅲ. 국내·외 석유화학 재난대응 교육훈련 현황

1. 해외 석유화학 재난대응 교육훈련 현황¹²⁾

1) 미국

미국의 경우 대표적으로 TEEX(Texas Engineering Extension Service)에서 석유화학 재난대응 교육훈련이 이루어지고 있다. TEEX는 미국 텍사스 주의 Texas A&M University System의 소속 기관으로 미국 텍사스주의 College Station에 본부를 두고 있으며, 2009년 현재 연간 6000여개 이상, 250만 시간 이상의 교육훈련과정을 진행 중에 있다.

TEEX의 석유화학 재난대응 관련 교육훈련은 College Station에 위치한 Brayton Field Training Center를 중심으로 실시되며, 텍사스 주내의 Houston, Galveston 등의 지역 사무소에서도 진행하고 있다. 교육훈련 대상은 관련 산업계 종사자, 규제 관리 공적 기관, 소방 기관 및 민간 전문가들이다. TEEX는 석유화학 시설의 세부 분야별로 TEEX 내의 각 부서들이 특화된 교육 훈련 프로그램을 개발 및 제공하고 있다.

(1) 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 시설 현황

TEEX의 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 시설 현황을 살펴보면 다음과 같다.

12) 해외 석유화학 재난대응 교육훈련 현황은 미국의 경우 TEEX Homepage(2010, <http://www.teex.org/>)의 내용을 중심으로, 영국의 경우 Fire Service College Homepage(2010, <http://www.fireservicecollege.ac.uk/>)의 내용을 중심으로, 일본의 경우 海上災害防止センターホームページ(Maritime Disaster Prevention Center Homepage, 2010, <http://www.mdpc.or.jp/>)의 내용을 중심으로 정리하였다.

① 화학 콤플렉스(Chemical Complex): 이 다단계 시설은 교육훈련자들에게 다양한 수준의 화학 구조적 화재에 대해 하나 이상의 소방 시설을 사용할 때 필요한 기법과 조정을 가르치기 위하여 화학 작업 화재에 관한 모의 훈련을 제공한다. (화재 제어를 위한 물과 폼의 사용에 의한) 여러 개의 호스 라인, 개인 보호 및 연료 밸브 격리에 대한 지식이 필요하다. 건조 화학 소화기는 구조 내에서 고립된 화재를 소화하기 위한 조합에 사용할 수 있다.

② 프로세스 장치(Process Unit): 이 훈련 시설물은 정유 또는 화학공장에서 실제 프로세스 장치 화재로 발생할 수 있는 긴급상황들을 모의 훈련할 수 있게 설계되었다. 강력한 지상 화재, 시뮬레이션 라인 파열, 그리고 프로세스 펌프와 장비 주변 화재들을 만드는 액체탄화수소와 프로판의 연소에 대한 진화연습을 포함한다. 교육훈련자들은 고정식 및 이동식 모니터의 전문적 사용과 모니터와 핸드라인을 통한 포착과 통제를 학습하고 수행한다.

③ 파이프 랙(Pipe Rack): 이 시설은 전형적인 정유, 화학적 프로세스 장치, 또는 적재 랙/터미널 작업을 모의훈련하기 위하여 가연성 액체 격납과 이동식 플랫폼을 사용한다. 파이프 랙 시설은 전문 모니터 운영 및 핸드 라인을 통한 포착과 통제를 이용하여 강도 높은 훈련을 제공한다.

④ 항공기 구조 및 소방(Aircraft Rescue & Firefighting, ARFF): 72피트 항공기 동체 시설은 1등석과 보통석의 공간 구분, 이중 레벨의 날개, 기체 후미와 조종실 등 항공기 내의 모든 시설을 실제와 유사하게 설계하여 통합적인 화재 진압 및 구조 훈련을 제공하고 있다. 5,400 평방피트에서 이 시설은 미국에서 가장 큰 훈련 피트(pit) 화재 중 하나를 제공하며, 유출 지역, 휠/브레이크 어셈블리 화재, 그리고 동체 구조 시나리오 훈련에 이상적인 8,400평방피트로 확장할 수 있다. 교육훈련생들은 건조식 화학 소화 장비, 복합 소화 장비, 소방수 및 폼 제제의 소화 장비의 사용법을 익히게 된다.

⑤ 펌프 앨리(Pump Alley): 펌프 앨리는 밀폐 시설과 플랜지의 누수를 방지하기 위한 이중 펌프 시설을 실제로 묘사한 시설물이다. 오버헤드/엘리베이트 플랜지 누수를 작업하기 위하여 미터 루프(A meter loop), 모의압축공기실린더와 체인으로 연결된 수많은 밸브들은 이 시설의 복잡성을 증가시킨다. 교육훈련생들은 핸드라인과 모니터의 통합 및 탄화수소 누수의 포착과 제어의 중요성을 학습한다.

⑥ 공중 냉각기(Aerial Cooler): 액체 상태의 탄화수소와 프로판의 조합에 의해 연료를 공급받는 공중 냉각기는 세계에서 가장 큰 화재 장치이다. 정제 및 화학 산업의 프로세스 장치에 있는 구조물과 장비를 동일하게 구비하고 있는 이 시설물은 다양한 누수, 오버헤드 플랜지 누수, 소규모 공중 냉각기 튜브 파열, 대규모 공중 냉각기 플랜지 고장 등을 모의훈련 할 수 있는 이중 펌프 세트를 포함한다. 교육훈련생들은 지상 및 고층 건물에서의 화재 진화를 위한 소방수와 건식 화학 소화장비의 활용방법을 학습하게 된다.

⑦ 적재 터미널>Loading Terminal): 이 시설은 수많은 플랜지를 가지고 있는 다양한 고층 저장 베슬과 펌프로 구성된 적재 시설 지역 내에 약 2,400 평방피트에 걸쳐 얇은 조각으로 구성되어 있다. 이 훈련은 교육훈련생들에게 적재 터미널 시설에서 발생하는 긴급상황을 제어하고 소화하는데 필요한 개념, 하드웨어 그리고 기능의 기본적인 이해를 제공한다.

⑧ 철도 차량 적재 랙(Rail Car Loading Rack): 탱크차 시설은 다용도 철도 차량을 적재 또는 하역하는 동안 발생할 수 있는 상황을 모의훈련할 수 있도록 설계되었다. 화재와 유출 문제들은 개방형 돔 화재, 과다, 라인 누출 그리고/또는 분리를 포함한다. 액체탄화수소 누출과 프로판 누수는 모두 소화(화재진압)의 복잡성을 증가시킨다.

⑨ 탱크와 다이크(Tank & Dike): 이 시설은 다이크 화재와 몇 가지 중요한 누출을 가진 30피트 길이의 개방형 탱크 한 개와 12피트 길이의 개방 상단 탱크 2개로 구성되어 있다. 교육훈련생들은 가연성 있는 액화 과정 탱크와 두 개의 보다 작은 탱크를 둘러싼 누출 화재에 도전하게 된다. 교육훈련생들은 이 훈련을 통해 화재 진화를 위한 폼의 유형, 폼 응용 기술, 폼의 적합성, 장비 교육, 폼 노즐 및 조정 안개 노즐의 사용법 등을 학습하게 된다.

⑩ 해양 소방 및 구조(Marine Firefighting and Rescue): 이 시설은 완전히 밀폐된 3층 구조물로서 다양한 탄화수소와 보일러 전면 화재, 디젤엔진의 부서진 연료 라인, 이중 트레이너 누출 등을 포함하는 전기 화재 모의 훈련을 제공한다. 이 시설은 또한 연료 오일 정화기 화재, 선박 하단부 화재, 공기압축기 및 전기분배패널의 화재 상황에 대한 모의 훈련도 제공되고 있다. 화재 상황에 대한 훈련 시설은 엔진실, 조타실, 저장실, 기계실, 환풍실, 조리실 등 실제 선박과 동일하게 구성되어 있

다. 175피트 전방 갑판은 배럴 화재, 트렁크 팽창 화재, 복합 화재, 갑판 누출, 화물 탱크 화재 그리고 모의 전기화재 등 수많은 화재들이 발생할 수 있는 유조선의 화재에 대한 모의훈련을 제공한다.

① 위험물질 훈련 시설(HazMat Training Props): TEEEX에 위치한 위험물질 훈련 시설은 저장소, 열차 전복 상황, 고속도로 운송용 컨테이너, 산업단지 시설, 송유관 시설, 공기 모니터링 실험실 등이다. TEEEX는 이러한 시설 외에도, 위험물질 전문가들을 대상으로 하는 화학 콤플렉스(Chemical Complex)를 갖추고 있는데, 이 시설물에는 송유관, 파이프, 펌프 등 다양한 상황에서의 유출 사고 및 산업 환경에서 빈번하게 마주칠 수 있는 유출 사고 등의 환경을 재현해 놓고 있다. 석유화학물질의 운송 시 발생하는 위험에 대비할 목적으로 열차 및 도로 교통수단의 사고 발생에 대한 모의훈련도 제공하고 있는데, 여기에는 열차의 궤도 이탈, 차량 손실, 운송 컨테이너의 전복과 같은 사고 현장의 재현과 이에 대비하는 훈련들이 포함되어 있다.

(2) 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 프로그램 현황

TEEEX에서 제공하는 교육훈련 프로그램들은 다양하다.¹³⁾ 이들 중 석유화학 재난대응과 관련된 대표적인 교육훈련 프로그램들에는 위험물질(Hazardous Materials) 관련 교육훈련(위험물질 인지, 작업(대응), 기술자 훈련/사고지휘자훈련/기름누출대응훈련/파이프라인 안전 및 긴급대응 작업 훈련/수송 훈련 등), 기름 및 가스 입문, LPG 긴급대응 관리, 구조붕괴사고를 위한 사고지휘체제, LNG 누출 통제 및 화재 진화, 화학관련 교육훈련(Chemical Concepts, Chemical Mechanical Planarization, Chemical Vapor Deposition 등), 석유저장탱크(기초), 긴급대응자를 위한 기름 누출 통제 작업 및 사고 관리 훈련 등이 있다.

이들 교육훈련 프로그램은 2시간의 단기 교육이나 16시간~40시간 정도의 교육

13) TEEEX의 교육훈련 프로그램은 인증 및 공인 커리큘럼, 중앙 텍사스 경찰 학교, 충돌 조사와 재건, 중요 인프라/주요 자원 평가, 전력, 응급통신, 응급의료서비스, 환경, 환경보호청, 폭발 및 병기 대응 훈련(EOI), 화재, 화재 지휘관/관리자 개발, 일반서비스행정, 위험물질, 산업안전, 해상안전, 구조훈련, 안전 및 보건, 운전 등 크게 49가지로 구분되고 각 프로그램별로 하위 프로그램이 존재한다. 자세한 교육훈련 프로그램들은 TEEEX 홈페이지(<http://www.teex.com>) 내 Course Catalog를 참조하기 바란다.

시간을 가지며, College Station에서 대부분의 교육이 이루어지지만, 수강생의 필요에 따라서 Houston 등 다른 지역에서의 교육이나 온라인 상의 교육이 이루어지기도 한다. 교육훈련 프로그램의 내용도 석유화학물질에 관한 기본 지식이 부족한 현장작업자를 위한 기초 교육훈련 프로그램에서 전문적인 지식을 제공하기 위한 전문 교육훈련 프로그램 등 다양하게 구성되어 있다. 강의는 강의실 위주의 정보 전달 교육, 온라인을 통한 정보 교육, 모의 사고 상황을 가정한 환경에서의 체험 학습 및 시나리오 중심 교육 등 다양한 형태로 이루어진다. 강의 시간 100% 출석의 의무화 등 강의에 대한 학사 관리를 엄격하게 실행하고 있으며, 경우에 따라서는 특정 시간 내의 과제 완료, 과제 관련 시험 실시 등을 통하여 교육 참가자들이 교육 내용을 분명하게 숙지하도록 하고 있다.

석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램들 중 일부를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

① 위험물질 관련 교육훈련: 위험물질 관련 교육훈련 프로그램에는 위험물질 인지, 작업(대응), 기술자 훈련/사고지휘자훈련/기름누출대응훈련/파이프라인 안전 및 긴급대응 작업 훈련/수송 훈련 등이 있다.

첫째, 위험물질의 인지, 작업(대응), 기술자 훈련과 관련한 주요 교과목은 다음과 같다. 초기 대응자 인식 및 작업(대응) 훈련, 위험물질 긴급대응 기술자 훈련(초급 및 상급 코스), 위험물질 기술자 보충훈련, 제거 작업을 위한 HazWoper (Hazardous Waste Operations and Emergency Response: 위험폐기물 작업 및 긴급 대응) 훈련, 제거 작업을 위한 HazWoper 보충훈련, NFPA(National Fire Protection Association) 472 위험물질 사고 지휘 훈련, 위험물질 대기 점검(Monitoring) 훈련, 위험물질 기술자 향상(Upgrade) 훈련, 염소 긴급대응 훈련, NFPA 472 위험물질 기술자 훈련, 80시간 위험물질 기술자 훈련, 위험물질 생산 통제 훈련, NFPA 472 위험물질 생산 통제 훈련, 위험물질/작업을 수행을 위한 대기 점검 특수 훈련, NFPA 472 위험물질/작업을 수행을 위한 대기 점검 특수 훈련 등이 있다.

둘째, 사고 지휘 훈련에는 NFPA 472 위험물질 사고 지휘 훈련, 사고 관리/통합 지휘 훈련, 상급 사고 관리/통합 지휘 훈련 등이 있다.

셋째, 기름 누출 대응 훈련에는 해안 기름 누출 통제 훈련(전략적·운영적 수준), 해안 기름 누출 통제 보충훈련, 상수원 누출 통제 훈련(전략적·운영적 수준), 상수

원 누출 통제 보충훈련(24시간) 등이 있다. 위험 대비와 관련하여 상황대비계획의 작성, 긴급대응팀 훈련, 기름 누출 시 경로 탐색 및 억제 경로, 안전 및 사고 피해 보고 및 공공 관계, 기름 누출로 인한 해안 오염 억제 및 제거, 솔벤트 등의 화학적 억제제 활용법, 기름 누출 사고 방지 요령 등에 대한 내용을 각 교과목에서 다루고 있다.

넷째, 파이프라인 안전 및 긴급대응 작업 훈련에는 40시간의 위험물질 파이프라인 긴급 대응 기술자 훈련이 개설되어 있다. 강의의 주요 내용은 사고에 대한 액션 플랜의 작성, 사고 지휘 체계의 이해와 활용, 지상 및 지하 파이프라인 안전 관리, 장비 확인 및 검사, 파이프라인 관련 조직 관리 및 인력 관리 등이며, 8시간의 이론 교육과 16시간의 파이프라인 운영 실습 훈련, 16시간의 파이프라인 긴급 대응 실습 훈련으로 강의를 구성된다. 2,300피트의 지하 매설 파이프라인과 8개의 지상 파이프라인 시설은 현장 실습에 유용한 자원으로 활용되고 있다.

다섯째, 수송 훈련은 수송 차량의 종류 및 위험 평가, 수송 기법 및 관리 요령, 안전 교육 등으로 구성되어 있다. 세부 과목으로는 NFPA 472 위험물질 철도 전문가 훈련, NFPA 472 위험물질 도로 전문가 훈련, NFPA 472 위험물질 통합 전문가 훈련, 위험물질 수송 전문가 훈련 등이 있다.

② LNG 누출 통제 및 화재 진화: 이 프로그램은 TEEX의 응급서비스 훈련기관(Emergency Services Training Institute)에서 제공하고 있으며, 액화천연가스(LNG) 누출 및 사고 상황에 대한 안전 대응 및 통제 지침에 대한 정보 제공, 교육 훈련, 실전 연습 등을 주요 내용으로 하고 있다. 이 프로그램은 강의실 교육과 현장 실습을 적절하게 활용하고 있으며, 수강생들은 휴대용 건조 화학 소화기(portable dry chemical extinguishers), 이동식(wheeled) 건조 화학 소화기, 고압식 폼 발생기(high expansion foam generators) 등과 같은 다양한 화재 진화 장비의 요령을 학습하게 된다. 프로그램의 주요 내용은 액화천연가스의 특성, 육상 및 해상의 가스 누출 사고, 증기운(vapor cloud)의 양상과 대응 기법, 고압폼분사기의 활용, 증기운 제어를 위한 수막 활용법, LNG 화재 대비 분말소화기 사용법, LNG 사고 발생 시 기술적 우선순위 교육, 화재 진화 단계별 신속화 훈련 등이다.

③ 긴급대응자를 위한 기름 누출 통제 작업 및 사고 관리 훈련: 이 프로그램은 기름 누출 사고를 안전하고, 효율적이며, 효과적으로 처리할 수 있도록 산업, 정

부, 기타 민간 분야 전문가를 대상으로 TEEX에서 제공하는 교육훈련 프로그램이다. 다양한 응급 상황에서의 재난 대응 및 관리 능력 제고를 위하여 현장 실습 및 응용 훈련을 하는 것을 주요 특징으로 하고, 실제 상황에 근접하게 설정한 시나리오 훈련 프로그램을 통해 수강생들이 이론 교육에서 부족할 수 있는 현장 상황에서의 응용 지식과 기술을 습득할 수 있도록 하고 있다. 이 프로그램은 텍사스주의 주요 해안 도시 중 하나인 Galveston에 위치한 해양 훈련과 안전을 위한 훈련센터 (TEEX Center for Marine Training and Safety)에서 주로 진행된다. 프로그램의 진행 책임 부서는 TEEX 내의 TEEX Oil Spill Control School이다.

④ TEEX Oil & Gas and Petrochemical CSHO(Certified Safety and Health Official) Track: 이 프로그램은 TEEX가 원유, 가스, 석유화학에 특화하여 제공하고 있는 교육훈련 과정으로, 원유 및 가스 시설, 정제시설 및 화학처리 시설의 안전 및 보건 업무 담당자와 위와 같은 시설의 검사 및 감독 업무를 담당하는 인력들을 대상으로 한다. 이 프로그램은 이수를 위하여 1개의 선수교과, 6개의 필수핵심코스, 3개의 선택코스, 그리고 1개의 필수훈련자 코스를 이수해야 한다.¹⁴⁾

2) 영국

영국의 대표적인 재난대응 교육훈련 담당기관으로는 소방대학(The Fire Service College)을 들 수 있다. 영국소방대학(FSC)은 영국의 화재 및 구조 서비스(FRS : Fire and Rescue Service) 전반에 걸쳐 다양한 서비스를 제공하는 교육 훈련 기관 중의 하나이다. 영국 소방대학은 1966년 6월 14일 런던에서 약 270km 떨어진 Moreton-in-Marsh의 Home Office Training Centre 부지에 설립된 이후, 이 지역에서 화재 및 구조서비스 분야의 교육훈련을 지속적으로 진행해 오고 있다. 영국소방

14) 선수교과의 경우 2개 과목 중 1개 과목을 선택하면 되는데, 일반산업을 위한 표준 및 일반산업을 위한 직업 안전 및 보건 표준(석유와 가스 강조)을 선수교과로 지정하고 있다. 그리고 산업 위생, 석유와 가스 입문 또는 안전관리생존과정, 수소화화물(H2S) 지도자 개발, 위험물질, 석유 및 가스 탐사와 생산을 위한 환경 규제, 긴급의료구조 및 심폐소생술 훈련 등 6개의 필수 코스를 수강해야 하고, 사고조사 입문 등 17개 과목들 중 3개 코스를 선택 수강해야 하며, 필수훈련자 코스로 일반산업훈련자 코스가 있다. TEEX의 CSHO Program에는 TEEX Oil & Gas and Petrochemical CSHO Track 이외에도 TEEX Oil & Gas and Petrochemical - Drill & Well Service CSHO Track, TEEX Oil & Gas and Petrochemical - Pipeline CSHO Track, TEEX Oil & Gas and Petrochemical - Refinery CSHO Track 등이 있다(<http://www.teex.org/>, 2010).

대학은 영국 내에서 화재 및 구조 서비스 관련 운영 훈련(operational training) 분야 시장의 대략 45% 가량을 점유하고 있을 뿐만 아니라, 전 세계적으로도 확고한 국제적 브랜드를 구축함으로써, 화재 및 구조 서비스 분야에서 전문 교육훈련기관으로서 인정받고 있다.

(1) 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 시설 현황

영국소방대학에서 운영 중인 다양한 재난대응 교육훈련 시설¹⁵⁾ 중 석유화학 관련 재난대응과 연관성이 높은 시설들은 다음과 같다.

① Oil Rig: 이 시설은 서로 다른 수준, 설비, 작업 공간 등이 갖추어진 블럭 내에 특별히 설계된 교육훈련 시설이다. 실제 유류 관련 시설을 모의 체험할 수 있도록 서로 연결된 설비들이 설치되어 있으며, LPG 관련 화재 사고도 체험할 수 있도록 구성되어 있다. 이 시설에서는 화학물질 유출 및 방사성 물질 유출 사고뿐만 아니라 원유 관련 화재에 대응할 수 있는 훈련이 이루어진다.

② Gas Storage Tanks: 이 시설은 가스저장탱크에서 화재가 발생한 경우 소방관들에게 필요한 전문기술과 훈련을 제공한다. 무엇보다도 가스저장탱크에서 발생한 화재가 주변 시설로 확산되지 않도록, 인접한 가스저장탱크를 신속하고 효과적으로 냉각시키는 훈련을 받을 수 있다.

③ Marine & Ship Training: 이 시설은 기관실, 수직 사다리, 갑판, 좁은 진입 공간 등 실제 선박과 동일한 시설들로 구성되어 있다. 그리고 선박의 부두(항만) 입고 및 출고, 적재 및 하역, 수리 및 승선 등과 관련된 여러 가지 활동들이 시현된다. 선박 훈련은 선박에 탑재된 헬리콥터 등에서 발생하는 실화에 대응하는 훈련을 필요로 하는 군인들이나, 기타 여러 외부 기관들에서 파견된 소방대원들을 대상으로 이루어진다.

15) 영국소방대학의 시설로는 여가 및 숙박시설, 교습(Teaching & Learning)시설(Simulation Suite, Teaching Block, USAR Training Block), 사고대응훈련시설(Incident Ground) 등이 있다. 이들 중 사고대응훈련시설로는 Fire Investigation Units, M96 Motorway, Fire Behaviour Units, Domestic Building, Rail Incident Complex, Industrial Facility, Multi-Use Commercial Building, BA(Breathing Apparatus) School, Aircraft(Merlin Helicopter), Industrial/High Rise Facility, Urban Search & Rescue(USAR), Fire Screen, Aircraft(747 Training Rig) 등이 있다.

(2) 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 프로그램 현황

석유화학 재난대응 관련 대표적인 교육훈련 프로그램으로는 위험물질 관련 재난대응 프로그램을 들 수 있다.¹⁶⁾ 구체적인 교육훈련 프로그램은 다음과 같다.

① 위험물질 및 환경보호 코스(Hazardous Materials and Environmental Protection course): 이 과정은 수강생들로 하여금 위험물질 관리자 역할을 수행할 수 있도록 준비시키는 것을 목표로 한다.

② 위험물질 및 환경보호 갱신 코스(Revalidation course): 이 과정은 전술한 위험물질 및 환경보호 자격증을 이미 취득한 사람들을 대상으로 3년마다 갱신해주는 교육훈련 프로그램이다.

③ 위험물질 강사 코스(Hazmat Instructor Course): 이 과정은 수강생들로 하여금 자신들이 소속된 화재 및 구급 서비스 부서 내에서 동료 및 부하직원들을 훈련시킬 수 있도록, 최신의 위험물질 관련 절차적 지식 및 기술을 전수하는 교육훈련 프로그램이다.

④ 위험물질 초기 대응자 코스(Hazmat First Responder Course): 이 과정은 위험물질 관련 사고의 관리에 필요한 실용적 기술을 발전시키는 첫 단계라 할 수 있다. 이 과정은 소방관, 승무원 및 감독관 등 사고 발생 시 초기 대응자들에게 대응기술을 습득할 수 있도록 하기 위해 마련된 것으로, 위험물질 사고의 식별, 관련 물질의 확인, 위험수준의 결정, 효과적 통제 혹은 진압 수단의 집행 등과 같이 실제 대응에 필요한 지식과 기술을 학습한다.

⑤ 위험물질의 추적, 확인 및 점검 코스(Hazardous Materials Detection, Identification & Monitoring Course-Hazmat ID Initial): 이 과정은 수강생들로 하여금 휴대용 적외선 분석기(portable infrared analyser)의 작동방법을 습득하고, 사고 지휘자에게 조인할 수 있는 능력을 함양시키기 위해 마련된 교육훈련 과정이다.

⑥ 위험물질의 추적, 확인 및 점검 갱신 코스(Hazmat ID Initial Recertification) : 이 과정은 위험물질의 추적, 확인 및 점검과정을 이수한 사람들에게 일종의 보수교

16) 영국소방대학의 교육훈련 프로그램은 크게 사고지휘(incident command), 민간복원(civil resilience), 전문가 작업(specialist operations), 위험물질(hazardous materials), 훈련자 훈련(train the trainer), 소방 및 지역사회(공동체) 안전(fire and community safety), 로프, 물(수상) 그리고 관련 구조 기술(rope, water and associated rescue skills), 리더십 및 관리(leadership and management) 등으로 구분할 수 있다.

육을 제공하는 교육훈련 과정이다. 수료 후 주어지는 인증서의 갱신을 위해 2년마다 시행된다.

⑦ 위험물질 지휘자 코스(Hazmat Command Course): 이 과정은 위험물질 초기 대응자 과정에 이어 개발된 위험물질 관련 능력개발 과정 중의 하나로 작업(대응)수준에서 활동하는 사람들을 대상으로 만들어졌다. 이들은 주로 위험물질 관련사고 발생 시, 초기 단계에서 사고를 관리하며 전문가들의 지원을 기다려야 하거나, 아니면 부가적인 지원이 필요하지 않은 상황을 관리해야 하는 책임을 맡고 있다.

⑧ 대규모 제독 강사 코스(Mass Decontamination Instructor Course): 이 과정은 작업(대응) 수준에서 대규모의 제독 작업에 책임을 지는 사람들을 대상으로 고안된 교육훈련 과정이다.¹⁷⁾

3) 일본

일본의 경우 소방지도자에게 적합한 고도의 교육훈련실시를 목적으로 설치된 일본소방대학이 일반적인 재난 관련 교육훈련을 실시하고 있으나,¹⁸⁾ 전문적이고 체계적인 석유화학 재난대응 교육훈련을 실시하고 있지는 않다. 따라서 본 연구에서는 비록 해상 위주이지만 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 프로그램 및 시

17) 이외에도 위험물질의 추적, 확인 및 점검 갱신 과정(Hazardous Materials Detection, Identification & Monitoring Course)으로 Drager Tubes, Exploranium Instructor, Scenario 등이 있다.

18) 일본소방대학은 소방지도자에게 적합한 고도의 교육훈련실시를 목적으로 설치되어, 석유화학 재난대응 관련 교육훈련을 별도로 실시하고 있지만 않다. 일본소방대학의 교육훈련 프로그램을 간단하게 소개하면 다음과 같다. 종합교육(Integrated Education)으로 간부과정(Executive Course), 상급간부과정(Top-level Executive Course), 신입소방장·학교장과정(Course for Newly-Appointed Fire Chiefs and Fire Academy Principals), 소방단장과정(Course for volunteer Fire Chiefs) 등이 있다. 위기관리·방재교육(Risk Management/Disaster Preparedness Education)으로 상급관리과정(Top Management Course), 위기관리실무과정(Practical Risk Management Course), 국민보호과정(Public Protection Course), 자주방재조직육성과정(Self-Protection Organization Education Course) 등이 있다. 전과교육(Specialized Education)으로 경방과정(Fire Suppression Course), 구조과정(Rescue Course), 구급과정(Emergency Medical Services Course), 예방과정(Prevention Course), 위험물과정(Hazardous Materials Course), 화재조사과정(Fire Investigation Course), 신입교관과정(Course for Newly-Appointed Instructors) 등이 있다. 긴급소방원조대교육(Emergency Fire Response Team Education)으로 지휘대장과정(Commander Course), 항공대장과정(Air Squadron Leader Course), 항공대과정(Air Squadron Course: 2010년도 폐지예정), 고도구조과정(Advanced Rescue Course), NBC·특별고도구조과정(NBC/Special Advanced Rescue Course) 등이 있다(總務省消防廳, 2009: 3-8).

설이 갖추어진 해상방재훈련센터를 중심으로 설명하기로 한다.

해상방재훈련센터는 독립행정법인으로 神奈川현 横須賀시의 방재훈련소에서 ① 각종 탱크, 여객선 등의 선박 승무원, ② 석유 콤비나트, 전력·가스 회사 등의 방재 관계자, ③ 불특정 다수의 사람이 모인 시설 등의 방재 관계자, ④ 기름방재, 콤비나트·유조차 등 화재를 담당하는 지방공공단체 등의 소방 관계자, ⑤ 유해액체물질 취급 기업의 방재부문 관계자 등을 대상으로 각종 소방훈련, 기름방재훈련, 유해액체물질 방재훈련 등 여러 가지 방재훈련 코스를 개강하고 있다. 소방훈련 등에 대해서는 千葉현 富津沖(제2해보)의 소방연습장에서 실시하고 있다.

해상방재훈련센터의 해상방재 교육훈련 과정(프로그램)은 다음과 같다. ① 표준적인 해상방재훈련 과정은 선박화재, 해상화재, 기름유출 등의 긴급사태에 직면할 시 올바른 판단에 의해 재난을 최소한으로 억제하기 위한 지식을 습득하고 실습을 통해서 그것을 체득하는 훈련 과정이다. ② 소방실습만을 실시하는 훈련 과정은 기름, 액화 가스, 액체화학약품 등의 화재 소화를 실습하는 훈련 과정이다. ③ 기름 방재 전문훈련 과정은 연안과 항만에서의 탱크 사고에 따른 기름오염 및 연안해상에서의 기름유출에 따른 오염을 가정한 해상부유기름 및 연안 표착기름에의 대처, 중유 유출방지 긴급조치의 검토 및 평가, 실제 기름을 사용한 해안청소 실습 등 해양오염 사고 대응 중심의 교육훈련 과정이다. ④ 콤비나트 등 소방훈련 과정은 기름저장탱크, 연료탱크, 유조차, 액화가스저장탱크, 빌딩·위험물보관시설에 있는 발전기실과 사무실 등의 화재 재현시설, 또 암실·폐실 패닉 재현시설, 인명 수색·구조훈련실시 등을 이용하여 콤비나트 방재 관계자를 훈련시키는 과정이다. ⑤ 유해물질의 취급 등에 관한 훈련 과정은 유해액체물질을 취급하는 기업의 종업원과 화학 탱크 승무원 등을 대상으로 유해물질의 성질과 취급방법, 유해물질이 유출할 때의 대응요령 등을 학습하는 과정이다. ⑥ 여객선 승무원용 훈련 과정은 여객선, 대형 연락선 승무원을 대상으로 선내, 선실, 기관실 등의 화재에 대해서 소방방법과 피난유도 등의 훈련을 실시하는 과정이다. ⑦ 위탁 과정은 기름방재, 소방훈련 등에 대하여 회사가 희망하는 특정한 항목을 편성하여 실시하는 교육훈련 과정이다.

2. 국내 석유화학 재난대응 교육훈련 현황

1) 중앙소방학교

우리나라의 경우 재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 업무를 주로 담당하는 기관은 소방방재청이며, 이러한 업무를 수행하는 소방공무원의 교육훈련은 대부분 중앙소방학교에서 이루어진다. 중앙소방학교는 충청남도 천안에 위치하고 있으며, 소방공무원 및 소방공무원 임용예정자를 대상으로 소방직무에 관한 학습, 기술, 응용능력을 습득시키고 소방행정의 발전을 위한 조사와 연구 및 구조구급 훈련을 관장하는 역할을 한다.

(1) 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 시설 현황

중앙소방학교는 다양한 소방방재 교육훈련 프로그램 및 시설을 갖추고 있다. 이론교육 등 기본교육을 실시할 수 있는 본관, 소방종합훈련탑, 화재진압훈련장, 농연훈련장, 위험물 화재 진압 훈련장, 붕괴매몰 훈련장, 응급구조 훈련장 등이 어느 정도 석유화학 재난대응 교육훈련 시설과 관련이 있다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 교육훈련 시설은 일반적인 소방방재 교육훈련 또는 재난대응 교육훈련을 하기 위한 시설로 석유화학 재난대응 교육훈련을 실시할 수 있는 특화된 시설은 없는 실정이다. 석유화학산업의 시설 및 장치, 석유화학과 관련된 위험물의 특성 등을 고려하여 석유화학산업에서 재난발생시 대응할 수 있는 특화된 교육훈련 시설이 없다는 것이다. 굳이 관련성이 높은 교육훈련 시설을 찾는다면 위험물 화재 진압 훈련장이 가장 석유화학 재난대응 교육훈련 시설과 유사하다 할 수 있다.

(2) 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 프로그램 현황

중앙소방학교의 교육과정은 신입교육, 기본교육, 전문교육, 특별교육, 국제교육, 의용소방교육, 의무소방교육, 사회복지요원교육, 민간자원봉사교육 등 9개 과정별로 총 45개의 세부교육과정을 갖추고 있다. 이러한 교육과정들 중 신입교육, 기본교육, 전문교육 과정 등에서 석유화학 재난대응 교육훈련과 관련이 있는 교육과정을 찾아볼 수 있다.

첫째, 신입교육과정 중 석유화학 재난대응과 관련이 있는 교육과정은 유형별

대응 계획과 산업시찰 등을 들 수 있다.

둘째, 기본교육과정 중 소방정책관리자과정에서는 위기현장에서의 인간심리와 지휘통솔, 위기현장 지휘통제통신, 커뮤니케이션 스킬, 소방지휘론 등이 간접적이지만 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램과 관련이 있다고 볼 수 있다. 소방령 과정의 경우, 재난관련 법령해설과 소방지휘론 등이 직·간접적으로 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램과 관련이 있다. 소방경 과정의 경우, 재난관리론, 위험물 행정, 재난관련 법령해설, 현장지휘 등이 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램과 관련이 있다. 소방위 과정의 경우, 재난관리론, 위험물시설론, 위험물질론, 화재진압론 등이 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램이라 볼 수 있다.

셋째, 전문교육과정 중 석유화학 재난대응과 관련성이 높은 교육훈련 프로그램은 다음과 같다. ① “현장지휘 II” 과정의 대형화재 혁신사례, 재난현장 자원관리, 지휘훈련 시뮬레이션 실습 등, ② “현장지휘 III” 과정의 재난현장지휘사례, 통합재난대응체계의 이해, 통합지휘체계, 다수기관 조정통제, 통합적 재난관리체계 구축방안, 위기현장에서의 인간심리와 지휘통솔, 긴급구조통제단 구성 및 운영, 통합지휘훈련 시뮬레이션 매뉴얼 교육 및 실습 등, ③ “긴급대응 과정”의 긴급대응계획, 긴급대응사이버과정 I, 긴급대응사이버과정 II, ④ “대형화재대응” 과정의 대형화재재난 개요, 재난관리론, 긴급구조통제단 구성·운영, 대응활동 등, ⑤ “화생방재난대응” 과정의 화생방재난 개요, 재난관리론, 긴급구조통제단 구성·운영, 대응활동 등, ⑥ “화재조사관자격취득” 과정의 기초화학, 화재학, 화재패턴, 화학화재감식, 가스화재감식, 폭발화재감식, 화재조사 사례연구 등, ⑦ “화재폭발조사자격취득과정”의 Basic Methodology, Basic Fire Science, Fire Patterns, Building Systems, Electricity and Fire, Building Fuel Gas Systems 등, ⑧ “안전관리담당관” 과정의 재난현장지휘체계, 위험예지훈련, 위험물 안전관리 등, ⑨ “소방통신관리” 과정의 재난상황관리, 화재상황관리 등, ⑩ “예방행정전문가” 과정의 위험물시설론, 위험물행정, 위험물질론(위험물성상 및 안전관리), 위험물 도면검토 등, ⑪ “구조대장” 과정의 유형별 구조-화생방사고대응, 현장지휘-재난현장지휘론, 지휘시뮬레이션 등이다.

2) 국립환경과학원(국립환경인력개발원)

국립환경인력개발원은 환경부 산하의 환경관련 인력을 양성하는 기관으로 인천에 위치하고 있는 국립환경과학원내에 있다.¹⁹⁾ 국립환경인력개발원의 석유화학 재난대응 관련 교육훈련은 전문교육에서만 실시하고 있는데, 그 내용은 다음과 같다. 첫째, 화학사고 전문대응 과정으로 이 과정은 화학적 비상사태 시 유해화학물질의 대처 및 처리요령을 숙지하고 사고에 대응하기 위한 능력을 양성하기 위한 교육이다. 화학사고 전문대응 과정은 기초과정을 수료한 인원을 대상으로 한다. 둘째, 화학재난 대응기초 과정으로 이 과정은 화학재난 발생이후 전문적인 대응내용을 교육하기 보다는 초동대응기관들의 현장대응 능력을 배양하기 위한 교육훈련 위주로 이루어진다. 셋째, 유해화학물질 관리과정으로 이 과정은 화학물질과 관련한 일반적 내용을 교육하는 과정으로서 전반적인 화학물질의 특성 등을 학습한다.

3) GS칼텍스

GS칼텍스는 전남 여수의 GS칼텍스 정유공장 내에 국내 유일의 유류소방훈련 시설을 갖춘 소방훈련장을 보유하고 있다. 이 소방훈련장은 유류화재진화시설을 이해하고 실제로 유류화재 진압을 위한 교육훈련을 하기 위해 GS칼텍스에서 자체적으로 건설한 훈련장이다. GS칼텍스 종사자들이 주로 교육훈련을 받으나, 일부 지자체 공무원 및 소방공무원들도 위탁교육훈련을 받고 있다. 연간 훈련인원은 약 3,000명이며, 자체교육훈련인원은 연간 2,000명, 대외기관 훈련인원은 약 1,000명에 달한다.

19) 국립환경인력개발원의 교육과정은 크게 6부분으로 구별된다. 기본교육은 환경부 소속 공무원들을 대상으로 환경관련 법제 및 정책 등에 대한 교육을 실시하며, 전문교육의 경우 각 부문별 전문적 내용을 교육한다. 또한 법정교육과 산화기관교육, 학생교육, 특별교육 등이 있으며, 대부분의 교육훈련은 전문교육을 중심으로 이루어지고 있다. 전문교육은 다시 세부교육 분야로 분류되며 환경정책, 자연보전, 기후대기, 물환경, 상하수도, 자원순환, 환경관리, 측정분석, 사이버교육, 능력개발, 교원연수, 국제협력 등으로 구분된다.

(1) 교육시설 현황

GS칼텍스는 정유공장 내 약 1,000평의 부지에 자체 소방훈련시설을 갖추고 있다. 주요 훈련시설로는 소방교육 강의장(이론 교육), Oily Water Separator, 오일팬, 펌프, 유조차, 핀홀, 크리스마스트리, 반응탑, 십자형 오일팬, 오버헤드 파이프랙, 입상관, 콘루프(원추형)탱크, 부상식지붕탱크 등이 있다. GS칼텍스는 이러한 시설들을 이용하여 소화기, 폼, 강행침입을 이용한 유류화재진화 교육훈련을 하고 있다. GS칼텍스 소방훈련장은 산업안전보건교육, 소방경연대회, 협력사 방화감시자 교육, 소방관 유류화재 진압훈련 등에도 이용되고 있다. 이외에도 소방시설로 소화전, 호스릴, 하이드로 폼, 모니터, 소방호스, 가변노즐 등이 준비되어 있으며, 교보재로 소화기, Yard Hydrant, Catch Basin, Drain Hub, 스프링클러, 전기판넬, 가스계 소화설비 등이 있다.

(2) 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램

GS칼텍스의 경우 중앙소방학교나 국립환경과학원(국립환경인력개발원)과 같이 종합적이고 체계적인 교육훈련 프로그램은 갖추지 못한 것으로 파악된다. 그러나 국내에서는 유일하게 석유화학 재난대응 교육훈련을 현장에서 실습할 수 있는 시설이 설치되어 있는 만큼, 실제 석유화학 재난대응 프로그램의 효과성은 높다고 볼 수 있다. GS칼텍스의 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램은 다음과 같이 구성된다고 볼 수 있다. 첫째, 전문화된 소방훈련장을 이용하여 유류화재의 특성과 소화기, 강행침입, 폼을 이용한 화재진화기술 등의 이론교육을 실시한 후, 실제 유류화재 진화시설을 이용하여 실습한다. 둘째, GS칼텍스(주) 여수공장 안전팀에서는 다음과 같은 내용의 교육훈련을 실시하고 있다. ① 화재진화의 6단계(상황판단, 인명구조, 지원요청, 화재진화, 확인, 해제), ② 소방시설 및 장비(소화기, 호스릴(Live Hose Reel), 모니터(Fixed Monitor), 이동포말발사기, 살수장치(Fixed Water Spray System), 스팀링(Steam Dispersion Ring), ③ 화재진화 기본기술, ④ 유류저장탱크 화재 진화요령(탱크의 종류 및 구조, 포말소화설비, 원추형 지붕탱크 화재진화요령, 부상식 지붕탱크 화재진화요령), ⑤ LPG 탱크화재 진화요령, ⑥ 생산공정구역화재 진화요령, ⑦ 압력용기화재 진화요령, ⑧ 송유관화재 진화요령, ⑨ 적재대화재 진화요령, ⑩ 부두화재 진화요령 등이다.

3. 국내·외 석유화학 재난대응 교육훈련이 우리에게 주는 시사점

전술한 미국의 TEEEX, 영국의 소방대학, 일본의 해상방재훈련센터 등 해외 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설들이 본 연구의 목적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설의 개발에 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 석유화학 관련 재난에 대응하여 다양한 현장실습 교육훈련을 실시할 수 있는 시설들이 충분하게 준비되어 있으며, 현장대응능력을 높이는 현장실습교육훈련이 가능할 정도로 교육훈련 시설의 규모가 충분히 크다. 예를 들어, 미국 TEEEX의 경우 화학 콤플렉스, 프로세스 장치, 파이프 랙, 항공기 구조 및 소방, 펌프 엘리, 공중냉각기, 적재 터미널, 철도 차량 적재 랙, 탱크와 다이크, 해상 소방과 구조, 위험물질 훈련시설 등의 시설에서 다양한 석유화학 재난대응 교육훈련을 실시하고 있다. 또한 이러한 시설들의 규모도 충분히 커 교육훈련 시설물이 실제 크기와 동일하거나 작더라도 실제 크기와 거의 유사한 시설물을 설치하여 교육훈련을 실시할 수 있고 이는 곧 교육대상자들의 현장대응능력을 높일 수 있는 효과적인 교육훈련으로 이어질 가능성이 높다.

둘째, 다양한 석유화학 재난대응 교육훈련 시설을 이용하여 전문적이고 체계적으로 현장대응능력을 향상시킬 수 있는 교육훈련 프로그램이 운영되고 있다. 미국, 영국, 일본의 석유화학 재난대응 관련 교육훈련 프로그램은 석유화학 관련 재난유형별 및 산업시설별, 교육훈련대상자들의 수준별로 이루어지고 있다. 이에 따라 전문적이고 체계적인 교육훈련이 가능하여 실제 현장대응능력을 향상시키는 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램이 마련되어 있다고 판단된다.

셋째, 이에 비해 국내의 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설은 전문적이고 체계적으로 이루어지지 못하고 있다. 중앙소방대학과 국립환경과학원(국립환경인력개발원)은 소방방재 또는 환경과 관련된 일반적인 교육훈련 중심으로 일부 교육훈련 과정만이 석유화학 재난대응 교육훈련과 관련이 있다고 볼 수 있어 미흡하다고 할 수 있다. 또한 이러한 교육훈련 과정마저도 대부분 현장 실습훈련보다는 이론 중심의 강의식으로 교육훈련이 진행되고 있다. GS칼텍스의 경우, 비록 소규모이기는 하나 실습 위주의 교육훈련을 한다는 측면에서 의의가 있다. 그러나, GS칼텍스의 교육훈련은 이론 교육이 부족하고 실제 석유화학산업 시설

들에 비해 교육훈련 시설의 크기가 너무 작아, 재난대응 관련자들의 실제 현장대응능력을 향상시키는데 큰 도움이 되지 못하는 것으로 판단된다. 따라서 대형 재난의 위험성을 내포하고 있는 석유화학 관련 재난의 경우, 적절한 이론 교육과 함께 실제 현장에서 실습을 하면서 석유화학 재난에 대응할 수 있는 보다 체계적이고 실용적인 교육훈련 프로그램의 도입이 시급하다 하겠다.

IV. 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설의 개발 및 제안

본 연구에서는 전술한 국내·외 석유화학 관련 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설 현황을 토대로 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 개발·제안하기 위하여 델파이(Delphi) 조사를 실시하였다. 델파이 조사는 관련 전문가를 대상으로 두 차례에 걸쳐 실시하였다. 제1차 델파이 조사는 2010년 4월 12일부터 16일까지 재난관리 업무를 수행하거나 교육훈련을 담당하고 있는 공무원, 석유화학 관련업체 종사자, 재난관련 전문가 등 총 28명을 대상으로 실시하여 26명으로부터 응답을 받았다.²⁰⁾ 이후 제1차 델파이 분석 결과를 토대로 4월 19일부터 23일까지 총 26명의 전문가를 대상으로 제2차 델파이 조사를 실시하여 23명으로부터 응답을 받았다. 이하에서는 이러한 분석 결과를 토대로 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설 및 프로그램을 제안하기로 한다.

1. 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설(안)

1) 석유화학 재난대응 종합 교육훈련의 기본시설과 시설별 중요도

본 연구에서는 국내·외 석유화학 재난대응 교육훈련 시설에 대한 기초자료조

20) 구체적으로는 소방방재청 공무원 10명(소방공무원 5명, 중앙소방학교 5명), 중앙 및 지방자치단체 재난관리 담당 공무원 4명, 석유화학 관련업체 종사자 5명, 석유화학 재난관리 관련 전문가 6명(대학교수 3명, 연구원 3명), 소방방재관련 (공)기업과 학회인원 3명 등이다.

사를 토대로 강의시설, 현장실습 교육훈련시설, 숙박시설, 체육시설 및 여가시설, 행정시설 및 연구시설, 도서관 등을 기본적으로 필요한 시설로 선정하였다. 이후 제1차 델파이 조사에서 전문가들에게 추가적으로 필요한 교육훈련 시설들이 있으면 추천해 달라고 요구하여 기타 필요한 교육훈련 시설로 의무실, 탈의실 및 샤워실 등이 제시되었다. 추가적인 교육훈련 시설을 포함하여 실시한 제2차 델파이 조사 결과, 현장실습 교육훈련시설이 가장 중요한 교육훈련시설로 파악되었으며(중요도 171), 다음으로 강의시설이 거의 유사한 중요도를 가진 교육훈련 시설로 파악되었다(중요도 170). 이어지는 교육훈련 시설별 중요도는 숙박시설(중요도 98), 행정시설 및 연구시설(중요도 75), 의무시설(중요도 65), 체육시설 및 여가시설(중요도 61), 탈의실 및 샤워실(중요도 47), 도서관(중요도 32)으로 나타났다.²¹⁾

이 같은 델파이 조사 결과를 유사한 시설별로 분류하여 정리하면 교육 및 연구시설, 현장실습 교육훈련시설, 숙박시설로 구분할 수 있다. 첫째, 교육 및 연구시설은 강의시설, 연구시설, 행정시설, 의무시설 등을 포함한다. 둘째, 현장실습 교육훈련시설은 후술하는 교육훈련시설물들을 포함한다. 셋째, 숙박시설은 교육훈련대상자들의 숙박시설뿐만 아니라 체육시설 및 여가시설, 탈의실 및 샤워실, 그리고 식당 등을 포함한다. 결국 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설은 전술한 시설들을 기본적으로 포함해야 할 것으로 판단되며, 만약 비용이나 기타 이유로 제외할 시설이 있다면 중요도가 가장 낮은 시설부터 제외해야 할 것으로 생각된다.

2) 교육훈련 시설물의 중요도

본 연구에서는 현장실습 교육훈련 시설물에 대한 조사를 실시하였다. 먼저 본 연구의 기초자료조사 및 전문가들의 자문을 토대로 15개의 교육훈련 시설물을 선정 후 복수응답이 가능하도록 하여 그 빈도를 중요도로 계산하였다. 선정된 교육훈련 시설물은 ① Oily Water Separator, ② 오일팬(Oil Pan), ③ Curved Pan, ④ 펌프

21) 중요도는 전문가들이 응답한 우선순위에 가중치를 곱하여 합산하였다. 제1차 델파이 조사의 경우 6개의 교육훈련시설과 기타 교육훈련시설을 제시하였으므로, 1순위에 7, 2순위에 6, 3순위에 5, 4순위에 4, 5순위에 3, 6순위에 2, 7순위에 1을 곱한 후 각 값을 합산하였다. 제2차 델파이 조사의 경우 제1차 델파이 조사에서 제시된 의무시설 항목과 탈의실 및 샤워실 항목을 포함시킴에 따라 8개의 교육훈련시설을 제시하여 1순위에 8, 2순위에 7, 3순위에 6, 4순위에 5, 5순위에 4, 6순위에 3, 7순위에 2, 8순위에 1을 곱한 후 각 값을 합산하여 중요도를 계산하였다.

(Pump), ⑤ 수직배관(Vertical Flange), ⑥ 수평배관(Overhead Flange), ⑦ 수직조(Vertical Vessel), ⑧ 수평조(Horizon Vessel), ⑨ 핀홀(Pin Hole), ⑩ 부상식지붕탱크(Open Floating Roof Tank), ⑪ 내부부상식지붕탱크(Internal or Covered Floating Tank), ⑫ 원추형지붕탱크(Cone Roof Tank), ⑬ LPG 탱크(LPG Tank), ⑭ 유조차, ⑮ Christmas Tree 등이고, 이를 토대로 제1차 델파이 조사를 실시한 결과 포소화설비, 고정포 방출구, 환경오염방지장치(유수분리장치, 대기오염저감설비), Pipe Rack, Aerial Cooler, Loading Terminal, Rail Car Loading Rack, Tank & Dike, Marine Firefighting and Rescue 등이 추가적인 교육훈련 시설물들로 제시되었다.

추가적인 교육훈련 시설물을 포함하여 실시한 델파이 조사 결과, Oily Water Separator와 수평배관(Overhead Flange)이 중요도 18을 기록하여 가장 중요한 시설물로 나타났다. 이어서 오일팬(중요도 17), 유조차(중요도 17), 수직배관(중요도 16), 원추형지붕탱크(중요도 16), LPG 탱크(중요도 16), Curved Pan(중요도 15), 수평조(중요도 15), 펌프(중요도 14), 수직조(중요도 14), 핀홀(중요도 13), 부상식지붕탱크(중요도 13), 내부부상식지붕탱크(중요도 13), 포소화설비(중요도 11) 등이 상대적으로 중요한 교육훈련 시설물로 파악되었다.²²⁾ 결국, 현장실습 교육훈련장에서 필요한 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설물의 경우 모든 시설물 갖추기 어렵다면 중요도 순으로 우선순위를 두어 설치하는 것이 바람직하다고 판단된다.

2. 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램(안)

1) 석유화학 재난대응 종합 교육훈련안의 기초 조사

(1) 이론과 실습의 비율

석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램을 구성함에 있어 이론과 실습의 비율에 대한 델파이 조사 결과, 제1차와 제2차 델파이 분석 모두 전문가들은 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램의 이론과 실습 비율을 35% 대 65%로 구성하

22) 기타 교육훈련 시설물별의 중요도는 환경오염방지장치(중요도 8), 고정포 방출구(중요도 7), Pipe Rack(중요도 7), Marine Firefighting and Rescue(중요도 6), Christmas Tree(중요도 5), Tank & Dike(중요도 5), Aerial Cooler(중요도 4), Loading Terminal(중요도 4), Rail Car Loading Rack(중요도 3) 등으로 나타났다.

는 것을 선호하고 있었다. 전문가들은 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램이 이론 위주의 교육훈련보다 실습 위주의 교육훈련으로 구성되는 것이 바람직하다고 인식하고 있는데, 본 연구의 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램안도 이러한 선호를 반영하여 이론과 실습의 비율(교육훈련시간)을 40% 대 60%로 구성하기로 한다.

(2) 석유화학 재난유형별 대응교육훈련 프로그램

석유화학 재난유형별 대응 교육훈련 프로그램은 소방방재청의 석유화학단지 표준대응 매뉴얼에 따라 화재·폭발 사고, 누출사고, 지진 등 자연재해로 크게 구분한 후 델파이 조사를 실시하였다. 제1차 델파이 조사의 분석 결과 모든 전문가들은 이에 동의하면서도, 추가적으로 ① 침수와 폭우, 테러, ② 누유(육상, 해상)사고, ③ 정전사고, ④ 독성가스 및 유해화학물질 등을 제시하였다. 이러한 내용을 정리한 결과 침수와 폭우는 지진 등 자연재해에, 누유(육상, 해상)사고는 누출사고에, 기타 테러, 정전사고, 독성가스 및 유해화학물질은 화재·폭발 사고와 누출 사고 및 지진 등 자연재해에 각각 포함하기로 하였다. 이러한 분석 결과를 알려주고 실시한 제2차 델파이 조사에서 모든 전문가들은 이에 동의하였다.

(3) 석유화학 재난대응 단계별 교육훈련 프로그램

전술한 바와 같이 재난관리의 단계(과정)는 예방, 대비, 대응, 복구의 4단계로 크게 구분할 수 있다. 이러한 단계들 중 본 연구의 주 대상인 재난대응 단계는 ① 상황의 접수 및 전파, ② 초동조치, ③ 현장대응, ④ 사후관리의 4단계로 구분할 수 있다(소방방재청, 2008c: 9-16). 이러한 내용을 토대로 제1차 델파이 조사를 실시한 결과, 전문가들은 추가적으로 접수 전 인지과정, 조사와 정리 및 복구과정, 주요공정의 비상운전절차 숙지와 대피 절차 및 대피경로 과정, 주민 통제와 피난과정, 석유화학단지 내 민간소방대와의 협조과정 등을 제시하였다. 전문가들의 추천내용을 정리한 결과 접수 전 인지과정은 ① 상황의 접수 및 전파 과정에, 조사와 정리 및 복구는 ④ 사후관리 과정에, 주요공정의 비상운전절차 숙지와 대피 절차 및 대피경로 과정은 ② 초동조치 과정에, 주민 통제와 피난과정 및 석유화학단지 내 민간소방대와의 협조과정은 ③ 현장대응 과정에 포함시킬 수 있었다. 이러한 결과

를 알려주고 실시한 제2차 델파이 조사에서 모든 전문가들이 이에 동의하였고, 이에 따라 본 연구에서 제시하는 석유화학 재난대응 종합 교육훈련의 단계별 프로그램은 이러한 단계에 따라 구성하기로 하였다.

(4) 석유화학 재난대응 종합교육훈련의 수준별·대상자별 분류

석유화학 재난대응 종합 교육훈련의 수준별 분류를 위하여 본 연구에서는 먼저, 초급, 중급, 고급과정의 3과정으로 분류하는 방안과 초급과 전문 대응과정의 2과정으로 분류하는 방안을 도출한 후, 전문가들에게 델파이 조사를 실시하였다. 델파이 조사의 분석 결과, 91.3%의 전문가들이 초급대응과정과 전문대응과정의 수준별 분류에 응답하였고, 이에 따라 본 연구에서도 2단계 수준별 분류에 따라 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램을 구성하기로 하였다.

그리고 석유화학 재난대응 종합교육훈련의 대상자별 분류를 위해 본 연구에서는 전문가들의 자문을 토대로 공무원, 석유화학 관련업체 종사자, 관련전문가 등을 주요 대상 집단으로 선정한 후 델파이 조사를 실시하였다. 델파이 분석 결과 전문가들은 석유화학 재난대응 종합 교육훈련의 주요 대상 집단으로 석유화학산업 종사자(31.5%)와 소방방재관련 공무원(28.8%) 및 관련 전문가(16.4%) 등을 중요하게 인식하고 있었다.²³⁾ 이러한 결과를 토대로 본 연구에서는 석유화학 재난대응 종합 교육훈련의 주요 대상 집단으로 석유화학산업 종사자, 관련 공무원, 관련 전문가 등 3집단을 선정한 후, 관련 공무원의 경우 소방공무원과 지방자치단체 재난 업무관련 공무원으로 구분하여 제시하기로 한다.

23) 이외에도 전문가들은 석유화학단지 주변지역의 일반직 공무원(10.9%), 석유화학단지 주변지역 주민(9.6%), 일반국민(1.4%), 그리고 의용소방대원(1.4%) 등을 석유화학 재난대응 종합교육훈련의 주요 대상 집단으로 인식하고 있었다. 그런데, 본 연구에서 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설 및 프로그램이 유료로 운영되는 것을 가정하고 있기 때문에, 공무원과 석유화학산업 종사자들을 제외한 나머지 집단들의 경우 비용부담의 문제가 발생할 가능성이 크다. 즉 석유화학단지 주변지역 주민이나 일반국민 등의 경우 이들이 자신들의 안전을 위하여 직접 비용을 지불할 것으로 생각되지는 않으며, 국가가 무조건 비용을 부담하는 것 또한 문제가 있을 것으로 보인다. 따라서 석유화학단지 주변지역 주민, 일반국민, 의용소방대원 등에 대한 석유화학 재난대응 종합교육훈련은 본 연구에서 제시하고 있는 프로그램과 시설들이 어느 정도 안정화 된 이후에 논의하기로 하고, 이들에 대한 별도의 교육훈련과정은 생략하기로 한다.

2) 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램안의 제시

본 연구에서 최종적으로 제시하는 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램안은 크게 이론위주의 공통 교육과정과 현장실습 교육훈련과정으로 분류할 수 있다.²⁴⁾

(1) 이론 위주의 공통 교육과정안

석유화학 재난대응 종합 교육훈련의 공통 교육과정안은 6개의 모듈과 18개의 교과목으로 구성된다.

<표 1> 석유화학 재난대응 공통 교육과정

모듈	교육과목
I. 석유화학재난의 이해	1. 석유화학산업의 이해 2. 석유화학 재난의 특성과 유형
II. 석유화학 재난대응체제의 이해	1. 관련법령 2. 석유화학 재난대응체제 3. 현장지휘체제(ICS)
III. 상황 접수 및 위험성 평가	1. 상황분석 2. 재난현장에서 대응에 필요한 정보의 수집방법 3. 재난현장에서의 위험성 평가 4. 시나리오 훈련(I)
IV. 초등대응활동	1. 현장접수 및 초등조치 2. 재난대응 장비활용 방법(I) 3. 재난대응 장비활용 방법(II) 4. 시나리오 훈련(II)
V. 현장 재난대응활동	1. 재난대응전략 2. 현장 재난대응방법 3. 제독활동 4. 시뮬레이션을 이용한 시나리오 훈련(III)
VI. 사후관리	1. 사후관리

24) 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램(안) 교과목의 세부적인 교육내용에 대해서는 소방방재청(2010: 380-404)을 참조하기 바란다.

(2) 현장실습 교육훈련과정안

석유화학 재난유형별 대응 교육훈련과정안은 3개의 모듈과 21개의 교과목으로 구성된다.

<표 2> 현장실습 교육과정안

모듈	교육과목
I. 화재·폭발사고 대응 교육훈련	1. 화재·폭발사고 공통 대응활동 교육훈련 2. 유류저장탱크 화재·폭발 대응 교육훈련 3. LPG탱크 화재·폭발 대응 교육훈련 4. 플랜트 설비 화재·폭발 대응 교육훈련 5. 압력용기 화재·폭발 대응 교육훈련 6. 송유관 화재·폭발 대응 교육훈련 7. 적재대 화재 대응 교육훈련 8. 부두화재 대응 교육훈련 9. 선박화재 대응 교육훈련 10. 화재·폭발 대응체제 교육훈련
II. 누출사고 대응 교육훈련	1. 누출 물질의 종류별 대응 교육훈련 2. 유류저장탱크 누출 대응 교육훈련 3. LPG탱크 누출 대응 교육훈련 4. 플랜트 설비 누출 대응 교육훈련 5. 압력용기 누출 대응 교육훈련 6. 송유관 누출 대응 교육훈련 7. 적재대 누출 대응 교육훈련 8. 부두누출 대응 교육훈련 9. 선박누출 대응 교육훈련 10. 누출 대응체제 교육훈련
III. 지진과 낙뢰 등 자연재해로 인한 재난대응 교육훈련	1. 지진과 낙뢰 등 자연재해로 인한 재난대응 교육훈련

(3) 수준별·대상자별 교육과정안

<표 3> 수준별·대상자별 교육과정안

교육과목	대응수준 및 대상자	○초등대응과정		●전문대응과정	
		공무원		석유화학 산업관련 종사자	관련 전문가
		소방 공무원	지자체 재난업무관 련 공무원		
석유화학산업의 이해		○	○	○	○
석유화학 재난의 특성과 유형		○	○	○	○
관련법령		○	○	○	○
석유화학 재난대응체제		○	○	○	○
현장지휘체제(ICS)		●	●	●	
상황분석		○	○	○	○
재난현장에서 대응에 필요한 정보의 수집방법		●		●	
재난현장에서의 위험성 평가		●	●	●	●
시나리오 훈련(Ⅰ)		●		●	
현장접수 및 초등조치		○		○	
재난대응 장비활용 방법(Ⅰ)		○	○	○	
재난대응 장비활용 방법(Ⅱ)		●		●	
시나리오 훈련(Ⅱ)		●		●	
재난대응전략		○	○	○	○
현장 재난대응방법		○	○	○	○
제독활동		●		●	●
시뮬레이션을 이용한 시나리오 훈련(Ⅲ)		●	●	●	●
사후관리		○	○	○	
화재·폭발사고 공통 대응활동 교육훈련		○	○	○	○
누출 물질의 종류별 대응 교육훈련		○		○	○
유류저장탱크 화재·폭발 및 누출 대응 교육훈련		●		●	●
LPG탱크 화재·폭발 및 누출 대응 교육훈련		●		●	●
플랜트 설비 화재·폭발 대응 교육훈련		●		●	●
압력용기 화재·폭발 대응 교육훈련		●		●	●
송유관 화재·폭발 대응 교육훈련		●		●	●
적재대 화재 대응 교육훈련		●		●	●
부두화재 대응 교육훈련		●		●	●
선박화재 대응 교육훈련		●		●	●
화재·폭발 대응체제 교육훈련 및 누출 대응체제 교육훈련	재난대응 단계별 교육훈련	○	○	○	○
	현장지휘체제(ICS) 교육훈련	○		○	○

V. 결론

석유화학산업은 수많은 종류의 위험물질을 다량으로 취급하는 고온·고압의 시설들이 밀집되어 있어 재난 발생 시 대규모의 인명피해와 재산피해 및 환경오염 등이 초래되는 대형재난으로 확대될 위험성이 상존하고 있다. 미국, 영국, 일본 등 선진국에서는 석유화학 재난관련 교육훈련 시설 및 프로그램을 운영하여 석유화학 재난에 적절하게 대응할 수 있는 교육훈련을 실시하고 있으나, 우리나라의 경우 아직까지 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 교육훈련 시설 및 프로그램은 미흡하다고 할 수 있다. 현재 중앙소방학교, 국립환경과학원(국립환경인력개발원), GS칼텍스 등에서 일부 교육과정 및 시설을 운영하면서 석유화학 관련 재난대응 교육훈련을 실시하고 있으나 일반적인 소방방재 교육훈련의 일부로 구성되어 있거나 화학재난대응 중심의 교육으로 현장실습훈련보다는 이론교육이 주로 이루어지고 있다. 비록 GS칼텍스가 국내에서는 유일하게 석유화학 관련 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설을 운영하고 있으나, 이 역시 소규모 교육장에서 내부 직원들 중심으로 일부 석유화학 관련 재난에만 한정하여 이루어지고 있다.

따라서 석유화학 관련 재난에 적절하게 대응할 수 있는 전문적이고 체계적인 종합교육훈련 프로그램 및 시설이 필수적이라 할 수 있으며, 이러한 맥락에서 본 연구에서는 종합적이고 전문적이며 체계적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설을 제안하려 하였다. 본 연구에서는 국내외 석유화학 재난대응 교육훈련 프로그램 및 시설 현황을 검토하고, 이를 토대로 전문가를 대상으로 델파이 조사를 실시·분석한 후, 분석 결과를 중심으로 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설 및 프로그램을 제시하였다. 먼저 석유화학 재난대응 종합교육훈련의 기본시설로는 현장실습 교육훈련시설, 교육 및 연구시설(강의시설, 행정시설 및 연구시설, 의무시설, 도서관), 숙박시설(체육시설 및 여가시설, 탈의실 및 샤워실, 식당) 등을 제시하였고, 현장실습 교육훈련시설물로는 Oily Water Separator, 수평배관(Overhead Flange), 오일팬, 유조차, 수직배관, 원추형지붕탱크, LPG 탱크, Curved Pan, 수평조, 펌프, 수직조, 핀홀, 부상식지붕탱크, 내부부상식지붕탱크, 포 소화설비 등을 제시하였다.

그리고 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램(안)을 제시하였는데, 기본적으로 이론과 실습의 (교육시간)비율은 40% 대 60%로, 재난유형별 대응 교육훈련 프로그램은 화재·폭발 사고, 누출사고, 지진 등 자연재해로, 재난대응 단계별 교육훈련 프로그램은 상황의 접수 및 전파, 초등조치, 현장대응, 사후관리의 단계로, 종합교육훈련 프로그램의 수준은 초급대응과정과 전문대응과정으로, 대상자별 종합교육훈련 프로그램은 공무원(소방공무원, 지방자치단체 재난업무 관련 공무원), 석유화학산업 관련 종사자, 관련 전문가 등으로 구분하여 실시하는 방안을 제시하였다. 결국 최종적인 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램안은 6개의 모듈과 18개의 교과목으로 구성된 이론 위주의 공통 교육과정, 3개의 모듈과 21개의 교과목으로 구성된 현장실습 교육훈련과정, 그리고 수준별·대상자별 교육과정안으로 제시되었다.

향후 우리나라에 이러한 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설이 설치·운영된다면 석유화학과 관련한 재난 발생시 체계적이고 전문적이며 실제적인 교육훈련을 받은 관련 공무원과 석유화학산업 관련 종사자, 관련 전문가 등이 유기적으로 협력하여 그 피해를 최소화하고 대형재난으로 확대되는 것을 방지할 가능성은 커질 것이다. 이러한 가능성이 현실에서 확인된다면 그 교육훈련의 범위는 더욱 확대될 것이고, 따라서 더욱 다양하고 체계적인 교육훈련 프로그램 및 시설에서 보다 확대된 교육대상자들(지역주민, 일반시민 등)이 교육훈련을 받을 것이다.

또한 이러한 석유화학 재난대응 종합교육훈련 프로그램 및 시설이 지속적인 발전을 하여 세계적인 수준의 전문적인 종합교육훈련 프로그램 및 시설이라는 국제적 브랜드를 갖출 경우 우리나라는 국부의 창출 및 국질의 제고도 이룩할 수 있을 것이다. 미국 TEEX의 경우 텍사주를 포함한 미국 전역 및 세계 57개국에서 연간 22만 여명의 사람들이 교육훈련을 받고 있다. 영국소방학교의 경우 2009년 총 수입액의 약 20%정도가 외국수강생들이다. 우리나라의 소방공무원들도 석유화학 재난대응과 관련하여 미국의 TEEX에 가서 교육을 받고 있다. 이러한 사실은 우리나라에 전문적이고 체계적이며 종합적인 석유화학 재난대응 교육훈련 시설 및 프로그램이 설립 및 운영되어 세계적인 경쟁력을 확보한다면, 석유화학 재난대응 교육훈련이 필요한 많은 외국의 수강생들이 우리나라에 와서 교육훈련을 받을 것

이고, 이는 곧 국가의 부를 창출하고 국가의 질(Quality)도 높이는 일석이조의 효과를 거둘 것이기 때문이다.

마지막으로, 본 연구에서는 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설 및 프로그램 운영에는 매우 커다란 비용이 수반되는데, 이러한 비용의 부담방안과 설치 및 운영 주체에 대한 논의를 하지 못하였다. 그리고 이러한 석유화학 재난대응 종합교육훈련 시설을 어느 지역에 설치할 것이냐 하는 문제도 다양한 의견과 갈등이 예상된다. 현장실습 위주의 교육훈련으로 인해 석유화학 재난대응 종합교육훈련시설은 혐오시설로 인식되어 주민들이 반대할 가능성도 높다. 또한 교육훈련 대상자들의 지리적 접근성도 고려해야 할 것이며 저렴한 지가 등 경제성도 고려해야 할 것이다. 이러한 문제들은 추후 연구에서 보완하고자 한다.

▣ 참고문헌

- 김태운. 2000. 《국가 재해재난 관리체계 구축 방안연구》. 한국행정연구원.
- 남궁근. 1995. “재해관리행정체계의 국가간 비교연구: 미국과 한국의 사례를 중심으로.” 《한국행정학보》. 29(3): 957-981.
- 류상일. 2007. 《한국의 지방자치단체 재난대응체계: 정책네트워크 이론의 호혜성과 확산을 중심으로》. 충북대학교 대학원 박사학위논문.
- 박동균·박창근·송철호·오재호. 2009. 《지방자치단체의 재난대응론》. 대영문화사.
- 소방방재청 홈페이지(<http://www.nema.go.kr>)
- 소방방재청. 2006a. 《국가재난대응종합훈련 평가지표 개발연구》.
- 소방방재청. 2006b. 《석유화학단지 표준대응 매뉴얼》.
- 소방방재청. 2008a. 《석유화학콤비나트 방재대책 제고방안》.
- 소방방재청. 2008b. 《민간 방재역량 강화를 위한 교육프로그램 개발 연구》.
- 소방방재청. 2008c. 《석유화학단지 표준대응 매뉴얼》.
- 소방방재청. 2009a. 《소방공무원 교육훈련 커리큘럼 재설계를 위한 계급별 직무분석》.
- 소방방재청. 2009b. 《석유화학콤비나트 방재기준 등에 관한 연구》.
- 소방방재청. 2010. 《석유화학 재난대응 종합 교육·훈련 프로젝트 개발 연구》.
- 위금숙·백민호·권건주·양기근, 2009, 한국의 재난현장 대응체계, 대영문화사.
- 유 충. 1999. 《재난관리론》. 서울: 신문사.

- 이재은. 1998. “우리나라 위기관리 대응기능 개선 방안에 관한 연구: 위기관리 조직과 법규 분석을 통해”. 《한국정책학회보》7(2): 229-252.
- 이재은외 24인 공저. 2006. 《재난관리론》. 대영문화사.
- 임승태 외. 1996. 《재난종합관리체제에 관한 연구》. 한국지방행정연구원.
- 정윤수. 1994. “긴급구조와 위기관리”. 《한국행정연구》. 3(4): 67-85.
- 중앙소방학교 홈페이지. 2011. <http://www.fire.or.kr/>.
- 중앙소방학교. 2009. 《2009년도 과정별 교육계획 및 교과목·담당교수 지정(안) 보고》.
- 채경석. 2007. 《위기관리정책론(제2판)》. 대왕사.
- 한국석유화학공업협회(KPIA) 홈페이지. 2011. <http://www.kpia.or.kr/>.
- 한국석유화학공업협회. 2006. 《석유화학산업의 이해: 석유화학으로 만드는 세상》.
- 한국석유화학공업협회. 2009. 《석유화학산업의 이해: 석유화학으로 만드는 세상(개정판)》.
- 행정안전부. 2008. 《재난대응 역량 강화를 위한 교육훈련방안》.
- 환경부. 2007. 《화학재난 대응교육프로그램 개발 I》.
- 환경부. 2008. 《화학재난 대응교육프로그램 개발 II》.
- 황윤원. 1989. “돌발사고에 대한 위험대비행정의 분석.” 《한국행정학보》. 23(1): 149-173.
- Cigler. 1988. “Beverly A. Emergency Management and Public Administration”, Michael T. Charles & John Choon K. Kim(ed.). Crisis Management: A Casebook. Springfield, IL: Charles C Thomas Publisher, 5-19.
- Drabek, Thomas E. 1985. "Managing the Emergency Response." *Public Administration Review*. 45(Special Issue): 85-92.
- Fire Service College Homepage. 2010. <http://www.fireservicecollege.ac.uk/>.
- Giuffrida, Louis O. 1985. “FEMA: Its Mission, Its Partner”, *Public Administration Review*, 45.
- Kasperson, Roger E. & K. David Pijawka. 1985. "Societal Response to Hazards and Major Hazard Events: Comparing Natural and Technological Hazards", *Public Administration Review*. 45(Special Issue): 7-18.
- McLaughlin, David. 1985. "A Framework for Intergrated Emergency Management." *Public Administration Review*. 45(Special Issue): 165-172.
- Perry, Ronald W. 1985. *Comprehensive Emergency Management: Evacuating Threatened Populaions*. Greenwich, CT: JAI Press Inc.

- Perry, Ronald W. 1991. "Managing Disaster Response Operations". In Thomas E. Drabek & Gerard J. Hoetmer (eds.), *Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*, Washington, DC: International City Management Association.
- Petak, William J, 1985. "Emergency Management: A Challenge for Public Administration." *Public Administration Review*. 45(Special Issue): 3-7.
- Scanlon, Joseph T. 1991. "Reaching Out: Getting the Community Involved in Preparedness." In Thomas E. Drabek and Gerard J. Hoetmer(eds.). *Emergency Management: Principles and Practice for Local Government*. Washington, D.C.: International City Management Association.
- Sigel, Gilbert B. 1985. "Human Resource Development for Emergency Management." *Public Administration Review*. 45(Special Issue): 107-117.
- TEEX Homepage. 2010. <http://www.teex.org/>.
- UNDP homepage. 2010. <http://www.undp.org/>.
- Waldo, Dwight. 1980. *The Enterprise of Public Administration*. Novato, CA: Chandler and Sharp Publishers, Inc.
- Wallace, William A. and Frank De Balogh. 1985. "Decision Support Systems for Disaster Management." *Public Administration Review*. 45(Special Issue): 134-146.
- Zimmerman, Rae. 1985. "The Relationship of Emergency Management to Governmental Policies on Man-Made Technological Disasters", *Public Administration Review*, 45: 29-39.
- 防災行政研究會, 災害對策基本法, 50, ぎょうせい, 平成 14年.
- 總務省消防廳. 2009. 《消防大學校》.
- 海上災害防止センター ホームページ(Maritime Disaster Prevention Center Homepage). 2010. <http://www.mdpc.or.jp/>.