

BCP 기법을 활용한 화학공장에서의 사고대응 가이드라인 개발 방법에 관한 연구

양재모 · 설지우 · 용종원 · 고상욱 · 박철환 · 유병태* · 고재욱†

광운대학교 화학공학과
139-701 서울시 노원구 광운로 20
*안전행정부 국립재난안전연구원 안전연구실
121-719 서울시 마포구 마포대로 136
(2014년 4월 15일 접수, 2014년 6월 16일 수정본 접수, 2014년 6월 20일 채택)

A Method to Develop for Emergency Response Guidelines using Business Continuity Plan in Chemical Plant

Jae Mo Yang, Ji Woo Seol, Jong-Won Yong, Sang Wook Ko, Chulhwan Park, Byungtae Yoo* and Jae Wook Ko†

Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University, 20 Kwangwoon-ro, Nowon-gu, Seoul 139-701, Korea
*National Disaster Management Institute, Ministry of Security and Public Administration,
136 Mapo-daero, Mapo-gu, Seoul 121-719, Korea

(Received 20 April 2014; Received in revised form 16 June 2014; accepted 20 June 2014)

요 약

화학공장에서 사고를 예방하려는 많은 연구가 수행되었음에도 불구하고 지속적으로 사고가 발생하고 있다. 이러한 사고들은 규모가 크고, 초동 대응의 결과에 따라 인명, 재산 피해 규모가 달라진다. 따라서 사고 발생 이후 피해를 최소화하기 위한 사고대응 가이드라인이 필요하다. 본 연구에서는 기존에 존재하던 사고대응 가이드라인 작성법과 국내 법령 등에서 제시하는 가이드라인의 요구사항에 대하여 조사하고, 기존 사고대응 가이드라인 작성 방법에 BCP 기법을 적용하여, 가이드라인의 개발을 위한 구성 요소, 대응단계, 개선 절차 등을 제시하였다.

Abstract – Even if many studies for the prevention of accidents in chemical plant have been carried out, recently more severe accidents in chemical plants have occurred continuously. These have a large potential impact and the loss of casualties and economic can vary according to the activities of early emergency responses. Thus, in order to mitigate the impact of accidents, the studies preparing the guidelines for emergency response have to be urgently needed. In this study, the current emergency responses guidelines and regulations in Korea were investigated to find out the drawbacks. And, to tackle these, BCP(Business continuity plan) method was used to improve the activities of early emergency responses as suggesting the basic components, response steps, feedback and procedures of the emergency responses.

Key words: BCP, Accident Response, Guideline, Risk Management, Recovery

1. 서 론

화학 공장은 공정 사고 발생 시, 화재, 폭발, 유독 물질 누출현상으로 인하여 큰 피해를 유발할 수 있다. 1976년 Seveso, 1974년 Bophal 사고 등의 대형사고 발생 이후로, 화학공장 사고의 피해를 줄이기 위한 연구가 활발히 진행되었다. 이러한 연구를 통해 HAZOP, FMEA, ETA, FTA 등 잠재 위험을 발견하기 위한 여러 가지 기법들이 개발

되었고, 이를 기반으로 한 정성적, 정량적 위험성 평가 기법들이 개발되었다[1].

위험성 평가 기법들은 그 위험성의 정도에 따라 허용 가능한 위험 수준을 달성할 수 있도록, 설계, 건설 수행 시 경감(Mitigation)조치를 제시하고, 이를 기반으로 운영 단계에서 정비, 보수활동(Maintenance) 작업을 수행할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다.

그러나, 이러한 위험성 평가 및 경감조치, 유지보수 활동에도 불구하고 사고 발생이 완전히 예방되지 않으며, 일단 사고가 발생하면 화학공장의 물질적, 공정적 특성에 따라 공장 시설, 근무자 및 인근 주민, 주변 환경에 대하여 광범위하고 치명적인 피해를 입히게 된다. 따라서 본 연구에서는 이미 발생한 화학 사고에 대하여 적절한 대응을 수행하여 사고 영향을 최소화시키는 방법에 대한 연구를 수행하였다.

†To whom correspondence should be addressed.

E-mail: jwko@kw.ac.kr

‡이 논문은 서울대학교 윤인섭 교수님의 정년을 기념하여 투고되었습니다. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

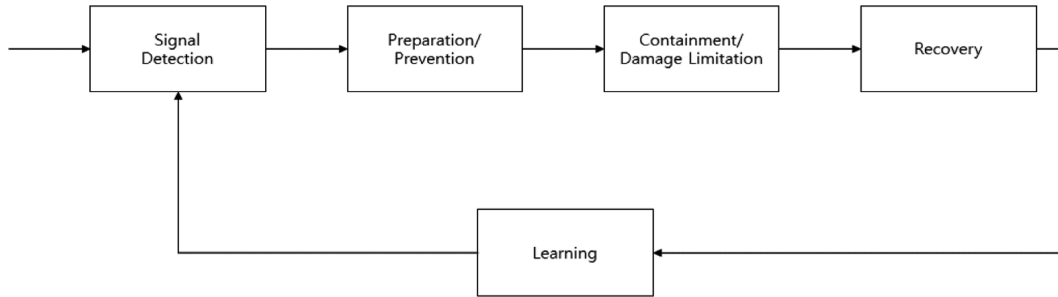


Fig. 1. Risk management procedure[4].

2. BCP(Business continuity plan)

IT 및 금융업계에서는 각종 사고 및 재해로 인한 업무 손실을 최소화하기 위하여, BCP(Business continuity plan) 기법을 사용하고 있다[2]. BCP는 핵심 업무를 신속하게 복구하고, 정상화가 될 때까지의 예상 필요 자원 및 피해 손실 방지 방안을 사전에 규정 및 계획함으로써, 정상화까지의 시간을 최소화 하는 것을 말한다.

2-1. 위기관리 5단계

BCP는 위기상황에 대한 대비, 대처를 위하여 5단계의 위기관리 Procedure를 적용하고 있다[3]. Fig. 2는 위기관리 5단계를 나타낸 것이다.

2-1-1. Signal detection(징후 감지)

어떤 위기상황이 발생하기 전에는 몇 가지의 징후가 발견된다. 이러한 징후를 추적 및 분석하여 위기로 발전되지 않는지 모니터링 한다.

2-1-2. Preparation/prevention(예방과 대비)

위기상황을 해결하기 위하여 사전에 시스템의 약점을 확인하고, 이에 대해 평가한다. 그리고 훈련 및 장비의 테스트를 통해 위기상황에 대한 대응을 준비한다.

2-1-3. Containment/damage Limitation

위기상황이 발생했을 경우, 피해의 확대를 막고, 온전한 부분이 위기상황에 영향 받지 않도록 한다.

2-1-4. Recovery

위기상황에 의해 손실된 주요 기능 및 세부 기능을 복구하고, 위기상황 이전의 상태로 회복되도록 조치를 수행한다.

2-1-5. Learning

위기상황이 종료된 후, 위기상황에 발생하였던 상황들을 반영하여, 다음에 찾아올 위기상황에 대비하기 위한 행동을 취한다. 이때 수행해야 하는 행동은 다음 위기상황에 대하여 대비를 할 전담 부서의 설립, 시스템 개선, 이해관계자의 긍정적인 참여 유도 등이다.

2-2. BCP의 구성 요소

IT, 금융에서의 BCP는 정보시스템을 중심으로 한 데이터 자동 백업과 시스템 진단에 초점이 맞추어져 있다. 이러한 BCP 기법을 적용한 각종 솔루션들은 데이터 분산을 통한 이중관리를 기본으로, 리

스크 평가, 상시운영계획, 대응 및 복구 활동, 훈련 및 학습, 위기 전달 등을 포함하고 있다.

다른 위기관리, 사고대응 가이드라인과 다른 BCP만의 구성 요소는 핵심 업무 관리와 절차별 예상 소요 시간의 개념이다.

2-2-1. 핵심 업무 관리

BCP에서는 기업의 핵심 업무를 정의하고, 이러한 핵심 업무의 수행 능력을 상실하는 것을 위기상황으로 정의한다. 때문에 직접적인 재해, 경제적 위기뿐만 아니라, 원재료 공급망 및 유통망의 상실, 중요 업무 담당자의 퇴사 등도 위기상황을 유발하는 원인으로 취급한다. BCP는 이러한 위기상황과 원인을 관리하기 위하여 BIA(Business Impact Assessment)를 수행하여 사전에 업무 우선순위를 부여하고, 동시에 여러 업무의 기능이 상실되었을 때, 우선순위에 따라 복구, 유지 활동을 수행하여 피해를 최소화 한다.

2-2-2. 절차별 예상 소요 시간

위기상황에 의해 핵심 업무 수행 능력을 상실하였을 때, 절차별 예상 소요 시간은 복구에 필요한 시간을 측정할 수 있게 해준다. 이는 사고 발생 이전에 예상 손실을 측정할 수 있게 되어 보다 사전에 사고에 대비할 수 있게 해준다. 또한 동일한 절차에 대한 소요 시간의 변화는 위기에 대한 대응이 얼마나 효율적이었는지를 나타내는 척도로서 쓰이기도 한다. Fig. 2은 BCP의 흐름도를 나타낸 것이다.

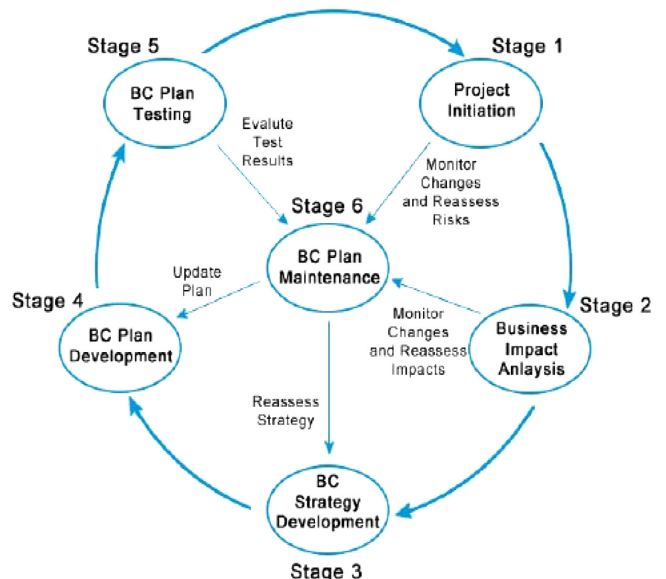


Fig. 2. Procedure of business continuity process.

2-3. BCP 적용 사례

일본의 전자제품 생산업체 중 하나인 후지쯔사는 급변하는 영업 환경 및 각종 재해(특히 대형 지진 및 홍수)에 대비하기 위하여 2008년 BCP를 도입하였다[5]. Fujitsu사의 BCP는 예측되지 않은 사태가 발생한다는 전제 하에 피해 거점에서 업무와 시스템을 재개하는 복구전략과 다른 장소에서 업무와 시스템을 연결하여 수행하는 대체 전략을 수립하였다. 2011년 3월 11일, 후지쯔사는 후쿠시마 원자력 발전소의 사고로 인한 생산 손실을 10일 만에 원상복구 하였고, 그 동안의 통상적인 생산라인 가동 소요기간인 2주와 비교하였을 때, 30% 정도 단축하였으며 이는 BCP의 도입 때문이라고 발표하였다.

3. 사고대응 가이드라인 작성 방안 개발

BCP 기법을 적용한 사고대응 가이드라인을 만들기 위하여, 다음 절차에 따라 연구를 수행하였다.

3-1. 자료 조사/분석 수행

사고대응 가이드라인을 개발하기 위하여 기존에 존재하는 가이드라인 개발 방법 및 현재 사용 중인 가이드라인 등을 조사하였다.

3-1-1. FEMA

FEMA(Federal Emergency Management Agency)에서는 각종 위 기상황(자연재해, 화재, 폭발 등)에 대한 대비 및 대응을 하기 위한 가이드라인 작성법을 제시하고 있다[6]. 위기 상황에 대한 계획을 작성하기 위해서 6개 단계를 거쳐야 한다. Fig. 3는 계획을 작성하기 위한 6개 단계를 도식화한 것이다.

① 계획 수립 팀 구성

계획 수립을 수행하는 팀을 구성한다. 이 과정에서, 예방(prevention) 및 보호(protection)를 실제로 수행할 현장 관리자 및 잠재위험을 감소시키기 위한 전문가(hazard mitigation expert)가 팀에 포함되는 것이 유리하다.

② 상황 이해

효과적인 대응을 및 상황의 해결을 위해서 잠재 위험을 확인한다.

위험성 평가 프로세스를 수행하여, 다음단계에서 필요한 정보를 수집한다.

③ 목표 및 최종 성과 설정

잠재위험의 정보를 기반으로 대응을 수행할 기간을 결정하고, 그 대응을 통해 대응자(responder), 생존자 및 지역사회에 대한 이상적인 위기 종료 상태를 설정한다. 그리고 이러한 위기 종료 상태를 달성하기 위한 세부 목표를 설정한다.

④ 계획 개발

각 세부 목표에 대하여 가능한 해결방법을 만들고, 비교하고, 선택한다. 각 해결방법들은 앞 단계에서 설정된 목표 및 최종성과에 맞게 구성되어야 하며, 각 해결방법 별로 필요한 세부 구성요소를 고려하여야 한다.

⑤ 계획의 준비, 리뷰, 개선

기초 계획을 수립하고, 설비의 기능적인 특성, 물질이 보유하고 있는 특별한 잠재위험 등 고려가 필요하다고 여겨지는 항목에 대한 항목 추가를 통해 계획 초안을 작성한다. 또한 작성된 계획을 법안 등과 비교하여 적용 가능하도록 수정한다.

⑥ 계획의 적용 및 유지보수

계획의 개발 이후, 해당 실무자들이 계획을 수행할 수 있도록 교육 및 모의훈련을 진행하여야 한다. 교육은 계획단계에서 수립된 내용을 익히고 모의훈련을 통해 계획상에서 고려되지 않았던 부분, 기존보다 더 나은 방법 등을 도출하여야 한다. 도출된 내용은 다음 계획 단계에서 반영되어야 한다.

또한 각 계획들은 대상에 대한 추가 정보의 획득, 모의 훈련에서 얻어진 결과, 잠재위험 식별 결과 등에 따라 지속적으로 재검토되고 수정되어야 한다.

3-1-2. WHO

WHO(World Health Organization)는 공공 건강에 영향을 줄 수 있는 위기 상황에 대한 대응을 위하여 Emergency Response Framework를 발간하고 있다. 다음 내용 및 Fig. 4는 WHO의 Emergency response flowchart를 나타낸 것이다.

① 사건의 영향력 정의

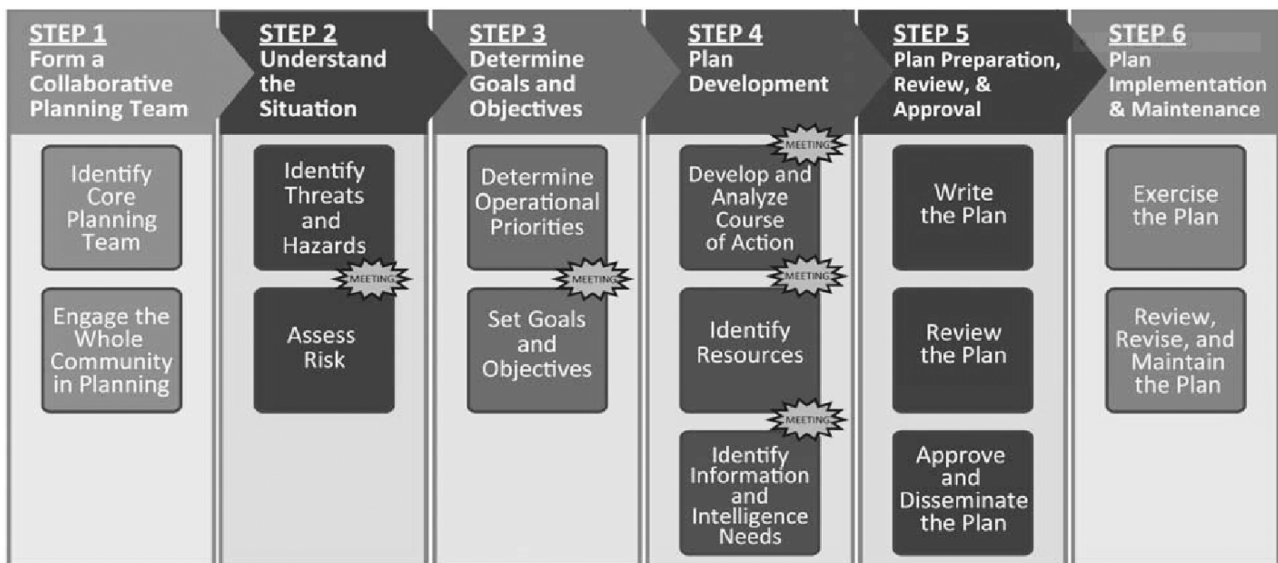


Fig. 3. FEMA's steps planning emergency response guidelines[7].

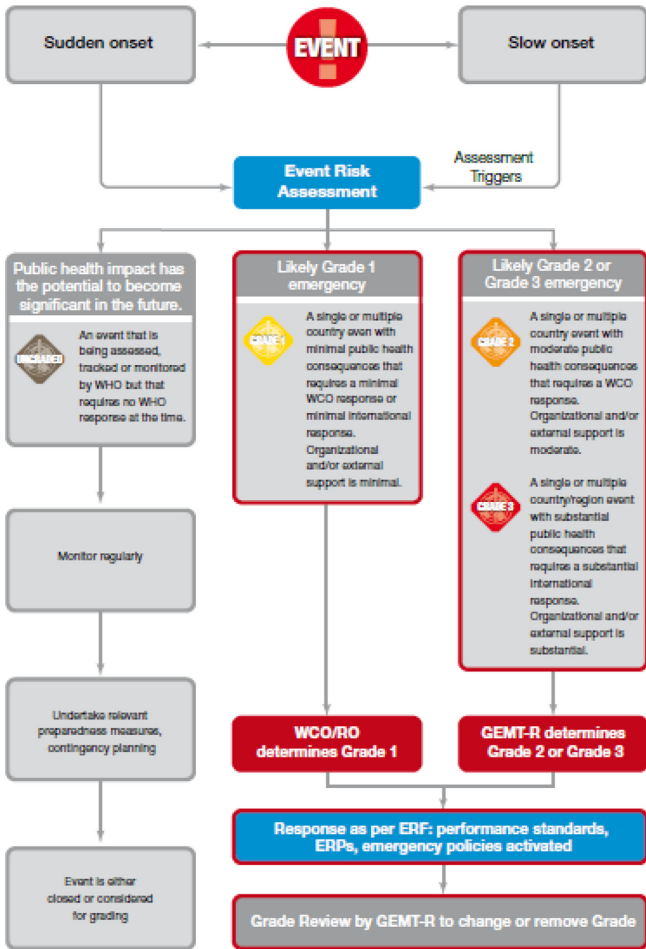


Fig. 4. Emergency response flowchart [8].

발생할 수 있는 각종 사건에 대하여 그 영향력을 지속적으로 모니터링하고 평가한다. 이러한 평가에는 새로운 기술 및 정보가 반영되어야 하며, 규모 및 긴급성에 대한 평가를 수행하여야 한다.

② 위기 상황에 대한 등급 부여

각 위기 상황에 대하여 적절하고, 효율적인 대응을 수행하기 위하여 4개 등급을 부여한다. 급성 사건에 대해서는 발생 후 하루 이내에 등급이 부여되어야 하며, 하루마다 등급에 대한 재평가가 이루어져야 한다. 만성 사건에 대해서는 5일 이내에 등급이 부여되어야 하고 5일마다 등급이 재평가되어야 한다.

③ 대응 수행

WHO의 위기 대응에는 4가지 핵심 사안을 기준으로 위기 대응 방안을 수립한다.

- Leadership : 해당 지역에 대한 보건 분야의 조직 구성 및 구역

조정에 대한 지원을 수행한다.

- Information : 건강에 영향을 줄 수 있는 다양한 요소에 대한 정보를 제공한다.
- Technical expertise : 위기 상황에 필요한 기술적인 사안에 대한 지원을 수행한다.
- Core Service : 물류, 사무실 구축, 인적 자원 관리, 공급 관리, 재정 등의 핵심 서비스에 대한 지원을 한다.

이러한 핵심 사안에 대하여 각각 사고 발생 후 시간에 따라 12시간, 48시간, 72시간, 5일, 7일, 15일, 60일 이내에 수행해야 하는 사안을 정의하여야 한다.

3-1-3. Guidelines for first response to a CBRN incident (NATO)

NATO에서는 CBRN(Chemical, Biological, Radiological and Nuclear) 사고에 대한 초동대응을 통한 피해 경감을 위하여 가이드라인을 제시하고 있다. 이 가이드라인은 사고가 발생하였을 때, 각 단계별로 수행해야 하는 절차, 보유하고 있어야 하는 수행 능력, 수행을 위해 필요한 장비에 대한 항목을 제시하고 있다[9]. 다음은 Guidelines for first response to a CBRN incident에서 제시하고 있는 주요 항목에 대한 것이다.

① 정보의 수집, 평가 및 전파

CBRN 사고는 매우 치명적이기 때문에, 사고가 발생한 지역에 대한 정보, 대응 방법, 위험 물질에 대한 식별 방안, 각종 징후 및 증세에 대한 정보를 수집, 평가하고 전파하여야 한다.

② 현장 관리

피해를 감소시키기 위하여, 현장은 외부와 격리되어야 한다. 효과적인 현장 관리는 사고 현장으로부터 피해자를 대피시키는 것 이외에, 구조대 등을 안전하게 하는 방법 등이 동반되어야 한다.

③ 인명 구조 및 보호

인명 구조는 사고 현장에서 가장 우선시 되어야 한다. 화학물질에 노출된 부상자는 현장의 판단에 의해 효과적인 구조가 될 수 있도록 하여야 하며, 제독 및 치료 과정이 준비되어야 한다. 이러한 과정은 빠른 시간 이내에 제공되는 것이 핵심적인 사안이다.

④ 추가 인력 및 전문가 지원

사고에 대하여 즉시 초동대응을 수행하였다면, 전문가를 통해 잠재위험의 식별 및 제독 수준에 대한 결정, 의료 지원, 부상자에 대한 치료 및 호송, 긴급 서비스에 필요한 자원의 공급 등을 수행하는 사고 영향 관리 단계에 들어가야 한다.

3-1-4. Chemical accident management (Council of Europe)

Chemical accident management는 화학 사고에 대하여 대비 및 대응하는 과정 및 준비 사항에 대한 가이드라인을 제공하고 있다[10]. 그 중 사고대응에 대해서는 다음 네 가지 항목을 핵심 요소로 제시

Table 1. Grade definitions of WHO

Type of support	Grade 1	Grade 2	Grade 3
Technical	Remote technical assistance from international level	Time-limited missions; remote input to strategic plans; technical advice	In-country on-going technical assistance through surge; issuance of hazardspecific and country specific guidance
Financial	Minimal to none (handled with financial resources available at country level)	Access to regional WHO financial resources; international resource mobilization on request	Access to global and regional WHO financial resources; international resource mobilization and donor outreach
Human Resources	Minimal to none (handled with human resources available at country level)	Surge of emergency experts, as required	Surge team deployed on a noregrets basis

Table 2. Requirements for emergency response guideline

Contents	Requirements
Toxic chemicals control act	<ul style="list-style-type: none"> · To enable all people to live in a healthy and comfortable environment · Maintaining appropriate facilities and equipment · Education of employees · Technical development and exchange of information
Act on Registration and Evaluation of Chemical Substances	<ul style="list-style-type: none"> · Protect all people health and environment from chemical substance · Information of chemical substance such as a use, stability, response to exposure
Recommended Practice in Emergency Service Organization Risk Management [12]	<ul style="list-style-type: none"> · Documentation of clear responsibility and authority policy · Loss prevention and fair solution for loss present · Distributed policy enforcement risks(insurance) · Distribute widely document of risk management plan · When changes are made to Revise risk management plan
Risk Management Guidelines for Deployment Considerations [13]	<ul style="list-style-type: none"> · Ongoing and actively support to risk management organization · Documentation of risk management policy · Set clear responsibility and authority · Provision of resources for risk management

하고 있다.

① 피해자에 대한 응급처치

사고 지역에서 다쳐서 처치가 필요한 사람들에게 대한 초기 대응 및 치료시설로의 후송은 피해자의 생존이나 영구적인 손상으로부터 보호하는데 중요한 요소이다. 피해자 치료는 다음과 같은 항목이 필요하다.

- 피해자를 화학물질에 노출되는 환경으로부터 벗어나게 한다.
- 사고 지역에서 취할 수 있는 응급처치 방법이 있다면, 시행한다.
- 부상자에 대한 처치는 일반적인 방법을 사용하여야 한다. 특별한 처치가 필요한 경우, 이에 대하여 기록하여야 한다.
- 유해화학물질에 노출된 피해자는 지속적으로 증세를 관찰하고 치료를 지원하여야 한다.

② 오염 제거(Decontamination)

오염 제거는 체계적이고, 순차적으로 진행되어야 한다. 흡입 또는 피부 접촉에 의한 2차 피해를 방지하기 위하여 오염된 보호 장비의 제거 등이 수행되어야 한다. 오염 제거는 유해한 폐기물을 발생시키므로, 이에 대한 처리 방안이 필요하다.

작업자 및 환경이 화학물질에 노출된 정도에 따라 다른 수준의 처리 방안이 필요하다.

③ 사고대응을 하는 개인에 대한 보호

사고대응을 하는 개인 또한 화재, 폭발 및 화학물질로부터 보호받아야 한다. 따라서 화학 보호의(chemical protective clothing, CPC) 및 호흡기 보호 장비(respiratory protective equipment, RPE)를 구비하여야 한다.

④ 지역사회와의 소통

공공시설물이나 산업으로 인하여 인근 지역사회에 영향을 끼치는 경우, 이에 대한 잠재 위험에 대한 내용 및 유사시 대응 방법에 대한 의사소통이 필요하다. 이러한 의사소통에는 다음 항목이 포함되어야 한다.

- 화학물질 노출을 피하기 위한 방법
- 의료, 보건 전문가의 제공
- 응급 상황에 대한 계획의 공유 및 훈련
- 사고 발생 시 사고에 대한 자세한 정보 제공

3-2. 가이드라인 작성 항목 도출

3-2-1. 요구사항 분석

사고대응 가이드라인은 국내법에서 지정한 요구사항을 충족하고

있어야 한다. 또한 이러한 요구사항들이 가이드라인의 최종 목표로 정의되어야 한다[11]. 따라서 국내 화학물질 관련 법령 및 리스크 관리에 관한 지침들에서 사고대응 가이드라인의 요구사항에 대하여 조사하였다. Table 2는 화학물질 관련 법령 및 국내 리스크 관리에 관한 지침들에서 요구하는 사고대응 가이드라인의 요구사항에 대하여 정리한 것이다.

3-2-2. 잠재 위험 정의

화학공장에 존재하는 잠재 위험에 대해서는 기존 위험성 평가 기법으로부터 분석된 잠재 위험 및 그 원인을 참조하였다[14]. Table 3는 화학공장에 존재하는 잠재 위험요소 및 그 원인을 정리한 것이다.

3-2-3. 가이드라인 구성 요소

기존에 존재하는 가이드라인 구성 요소[15,16]에 BCP의 구성 요소인 핵심 프로세스 평가 및 각 절차별 예상 소요시간 개념을 도입하였다.

Table 3. Hazards and causes in chemical plant

Hazard	Causes
Release	· Corrosion
	· Erosion
	· Leak
	· rupture
	· Puncture
	· Opening failure
Fire& Explosion	· Etc (Missile effect, sightglass rupture, etc)
	· Physical overpressure
	· Handling limit chemical material and dust
	· Ignition source
Injury	· Puncture
	· Opening failure
	· Etc (Ait contact, fuel trouble, etc)
Process trouble	· Unsafety condition (Physical causes)
	· Unsafety behavior (human error)
Operation	· Etc
	· Operation
	· Material
Etc	· Etc

Table 4. Example of object and critical process for accident response

Object	Critical process	Order	Description
Minimize accident propagation	Ensure power supply	1	Prevention accident propagation by In-process shutdown
	Ensure cooling water/steam supply	2	Prevent equipment failure, fire and explosion by changes in process temperature
	Ensure flow	4	Prevention equipment failure and accident propagation by ensure flow
	Storage tank management	3	Analyze the impact to the storage tank and Predict consequence when storage tanks were failed
Rescue people	Traffic control	8	Traffic control for activity of rescue team and evacuation of casualties.
	Scen management	6	Prevent further casualties by access control
	Management equipment and relief supplies	7	Management receipt and distribute of supplies
Recover	Decontamination	9	Decontamination by using appropriate removal tool and neutralizer
	Remove debris	10	Remove debris made by fire and explosion
etc,	Additional support management	5	Establish criteria of request additional support and hold contact of the agency

① 안전관리 대상에 대한 MSDS 정보 확보

가이드라인 개발 과정에서 쓰이게 될 공장/공정에 존재하는 물질의 물리적, 화학적 특성, 반응성, 독성에 대한 정보 및 안전한 취급방법에 대한 정보를 확보한다.

② 위험 분석

공장/공정에 존재하는 잠재 위험요소 및 그 위험성의 정도를 평가한다. 잠재 위험요소 식별 과정에서는 Table 3의 잠재 위험 요소를 유발할 수 있는 물질 특성이 존재하는지, 분석하여야 한다.

③ 예방 프로그램

전 단계에서 평가 및 분석된 잠재위험에 대하여 기준에 존재하는 예방 장치, 또는 프로그램에 대하여 기재하여야 한다.

④ 사고대응 전략 수립

사고대응 활동의 최종 목적을 설정하고, 이에 따라 반드시 정성적으로 기능하여야 하는 핵심 프로세스를 정의한다. 또한 정의된 핵심 프로세스는 그 중요도에 따라 우선순위를 부여하여야 한다. 최종 목적과 그에 따른 핵심 프로세스의 예는 Table 4에 정리하였다.

① 사고대응 계획 작성

위험과 사고대응 전략이 결정되면, 해당 사항에 대한 세부 계획을 작성한다. 각 항목에 대해서 담당자가 반드시 지정되어 있어야 하며, 과거 시범 적용 사례가 있다면, 각 계획의 예상 소요시간이 기록되어야 한다.

② 교육 및 훈련 실시

작성된 사고대응 계획에 대하여 교육 및 훈련을 실시한다. 이 과정에서 담당자가 사고대응을 계획대로 수행할 수 있도록 하며, 담당

자가 현실적으로 수행이 불가능한 계획을 수정하여야 한다. 또한 계획을 수행하는데 소요된 시간을 측정 및 기록하여 해당 계획의 유효성을 검증하여야 한다.

③ 지역 사회에 대한 대응 계획 수립

사고 발생 시 지역 기관이 사고에 대응할 수 있도록 사고 발생 사실 및 관련 정보를 알리는 절차를 수립하여야 한다.

3-2-4. 사고대응 등급 분류

사고 발생 시, 예상되는 피해 규모에 따라 사고대응 등급을 분류하였다. Table 5는 사고대응 등급을 나눈 것이다.

3-2-5. 시범 적용 및 개선

사고대응 가이드라인은 작성된 후, 시범 적용을 통해 각 항목에 배분된 시간 및 절차가 실현 가능하며 사고의 수습에 유효한 행동인지 검토하여야 하며, 그에 따른 개선을 수행하여야 한다.

① 잠재위험에 대한 검토

작성된 가이드라인의 내용 중, 누락된 잠재 위험이 없는지 검토하여야 한다.

② 개선된 기술·방법에 대한 검토

최신 기술, 정보에 의해서 기존의 방법을 대체하는 개선된 방법이 존재한다면 이에 대한 변경을 검토하여야 한다.

③ 실무자들에 대한 교육 시행

실무자들에게 가이드라인의 교육을 시행하여, 적용이 어려운 부분, 기존에 사용하고 있던 방법 등에 대하여 의견을 수렴하여야 한다.

Table 5. Emergency response level[17]

Level	Type	Definition	Response
Level 1	Non-surety emergency	Events are likely to occur or have occurred that may be perceived as a chemical agent material emergency	Reveiw possibility that another accident caused by an accident Check normal operation of key processes
Level 2	Limited area emergency	Events are likely to occur or have occurred that involve agent release outside engineering controls or approved chemical storage facilities with chemical effects expected to be confined to the chemical limited area	Operate response team Check normal operation of critical processes Perform life-saving activities
Level 3	Post only emergency	Events are likely to occur or have occurred that involve agent release with chemical effects beyond the chemical limited area	Operate response team Perform life-saving activities Maintain the function of critical process Evaluation accident scale
Level 4	Community emergency	Events are likely to occur or have occurred that involve agent release with chemical effects beyond the installation boundary	Operate response team Perform life-saving activities Maintain the function of critical process Request additional support Evaluation accident scale

④ 적용범위 확대 또는 축소에 대한 검토

가이드라인의 적용범위 확대 또는 축소는 정기적으로 또는 적용 대상의 변화가 있을 경우에 가이드라인의 목표 및 현실성 여부에 따라 결정되어야 한다.

⑤ 모의훈련

개발된 가이드라인은 모의훈련을 통해 실무자들이 시행 가능하도록 준비하여야 한다. 모의 훈련은 실무자가 개발된 가이드라인을 실제로 수행할 수 있도록 하고자 하는 의도뿐만 아니라 실무자, 작업 환경 등의 차이로 인해 실제로 수행할 수 없거나, 현실성이 떨어지는 예상 소요시간을 가지고 있는 계획을 찾아 수정하고자 하는 목적이 있으므로, 반드시 수행되어야 한다. 모의 훈련에서 얻어진 결과는 향후 가이드라인의 개선을 위해 기록되어야 한다.

4. 결 론

본 연구에서는 화학물질 사고에 대한 사고대응 가이드라인 작성 방법을 제시하기 위하여 사고대응 가이드라인의 요구사항, 주요 대응항목에 대한 분석을 수행하였다. 본 연구의 결과물로 개발된 사고대응 가이드라인 작성 방법은 현재로서 실무에 적용하기에는 용이하지 않다. 향후 적용성 연구를 통하여 상황별 대응 방안 등에 대한 보완이 필요하며, 보완된 연구 내용이 실무에 적용되면 많은 화학사고의 피해를 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 생각되며, 특히 안전에 많은 인력을 투입할 수 없는 소규모 공장에서 큰 차이를 보일 것으로 생각된다.

감 사

본 연구는 소방방재청의 재난안전기술개발기반구축사업인 '위험물 수송을 위한 이동식 탱크 차량 사고대응지원시스템 개발'[2013-NEMA15-016-01010001-2013] 과제의 지원으로 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다.

References

1. HSE, *Review of hazard identification techniques*, 1-6(2005).
2. BSI, *BSI 25999-1 Business Continuity Management. Code of*

Practice, London(2013).

3. BSI, *BS 25999-2:2007 Specification for Business Continuity Management*, London(2012).
4. William Rick Crandall, John A. Parnell, John E. Spillan, *Crisis Management : Leading in the New Strategy Landscape*, 2nd ed., SAGE(2014).
5. Takeshi Ito, Hideaki Oriksa, Tetsuya Yoshida, "Fujitsu's Business Continuity Plan Development Methodology," *Fujitsu. Sci. Tech. J.*, **43**(2), 168-177(2006).
6. FEMA, *National Response Framework*, 7-16(2013).
7. FEMA, *Developing and Maintaining Emergency Operations Plans*, 49-74(2010).
8. WHO, *Emergency Response Framework*, 15-30(2013).
9. Nato, *Guidelines For First Response To A Cbrn Incident*, 6-13(2007).
10. Victor Poyarkov, *Chemical Accident Management*, Council of Europe, 27-46(2000).
11. Young-jae Lee, *An Introduction to Business Continuity Planning*, 8-15(2004).
12. KOSHA, *X-30 Recommended Practice in Emergency Service Organization Risk Management*, 2-5(2012).
13. KOSHA, *X-37 Risk Management Guidelines for Deployment Considerations*, 2-7(2012).
14. Jae Min Lee et al, "A Study on Hazard Identification Method for Small and Medium Chemical Industries," *Korean Chem. Eng. Res.*, **45**(1), 103-108(2007).
15. National Institute of Environmental Research, *2012 Emergency Response Guideline Handbook*(2012).
16. Jaedeuk Park et al., "Development of a Web-based Emergency Preparedness Plan System in Korea," *Korean J. Chem. Eng.*, **28**(11), 2110-2115(2011).
17. Department of the Army (US), *Chemical Accident or Incident Response and Assistance (CAIRA) Operations*, 20(2003).