

유해화학물질 수송용 차량의 사고 대응 가이드라인에 관한 연구

설지우 · 용종원 · 채충근 · 태찬호 · †고재욱

광운대학교 화학공학과

(2015년 7월 10일 접수, 2015년 10월 22일 수정, 2015년 10월 23일 채택)

A Study on Accident Response Guidelines for Hazardous Materials(HAZMAT) Transport Vehicle

Ji Woo Seol · Jong Won Yong · Chung-Keun Chae · Chan Ho Tae · †Jae Wook Ko

Dept. of Chemical Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea

(Received July 10, 2015; Revised October 22, 2015; Accepted October 23, 2015)

요약

위험물 수송용 탱크 차량은 사고 발생 시, 화학물질 사고에 익숙하지 않은 소방대원들이 대응하게 된다. 그 결과 소방대원들이 2차 피해자가 되는 사례가 발생하고 있다. 소방대원들이 올바르게 대응하여 2차 피해자가 되는 것을 막기 위해 위험물 수송용 탱크차량 사고를 위한 사고대응 가이드라인이 필요하다.

본 연구에서는 사고 대응 가이드라인을 작성하기 위해 기존에 존재하는 위험성 평가 기법과, 가이드라인 작성 방법에 대한 조사를 진행하였고, 이에 따라 위험물 수송용 탱크 차량의 잠재 위험을 식별하고, 각각에 대하여 guideword를 부여하여 가이드라인 항목을 구성하였다. 또한 각 항목에 대한 자세한 방법, 국내 규정등을 이용하여 위험물 수송용 탱크 차량을 위한 가이드라인을 제시하였다.

Abstract - Accidents of HAZMAT transport vehicle are generally dealt by unskilled firefighters. As a result, firefighters became 2nd victims of accidents in some case because of this reason, and it is required to prepare an accident response guidelines against HAZMAT transport vehicle accidents.

In this study, risk assessment methods and making methods of guidelines were investigated to make accident response guidelines of HAZMAT transport vehicle accidents. and It identifies hazards and combines with guideword for making guideline items. At last, we determine criteria or detailed methods by referring survey regulations and existed methods.

Key words : HAZMAT transport, vehicles accidents, emergency response guidelines

1. 서론

국내의 유해화학물질 제조 설비는 원재료의 하역, 생산물의 적재 등 경제성 및 편의성 때문에 주로 해안가에 집중되어 있다. 이러한 해안에 있는 제조 설비로부터 생산된 유해화학물질들은 그 용도에 따라 철도 및 차량 등을 통해 내륙으로 운송되어 사용되고 있다. 이러한 유해화학물질 운송 수단들은 비교적 잘 통제되어 있는 화학공장에서 벗어나, 도로

를 통해 움직이게 되어, 공장 내에서 발생하는 것과는 다른 여러 사고 위험에 노출되게 된다. 특히 차량 운송 간에 발생하는 사고의 비중은 2008년 16%로 지정수량미만보유 사고를 제외하면 가장 높은 비율을 차지하고 있다[1].

이러한 유해화학물질을 다루고 있는 운송수단 사고 발생 시 인근 지역의 소방대원이 가장 먼저 사고를 다루게 되는데, 공장 내의 훈련된 직원들과 달리 유해화학물질에 대한 이해, 대처방안 등 사고 대응 능력이 부족하여 2차 피해를 입는 경우가 자주 발생하고 있다. 국내에서는 화학물질관리법, 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법) 등 화학물질

†Corresponding author:jwko@kw.ac.kr

Copyright © 2015 by The Korean Institute of Gas

사고를 예방하고자 법이 제정되기도 하였지만, 유해 화학물질 운송 사고에 대해서는 크게 개선된 사항은 없는 실정이다.

국내 소방대원들에게는 소방력 출동단계별 현장 대응 체계는 재난현장 표준작전절차(SOPs, Standard Operation Procedures)를 통해 유해화학물질 사고에 대한 행동절차를 제시하고 있다[2]. 각각의 재난 현장의 상황에 따라, 사고 특성 및 위험요인, 대응 절차 및 기준을 나타내었으며, 크게 첩보와 출동, 현장도착 및 현장활동, 사고 유형별 대응절차, 현장활동 종료단계로 나누고 있다. 유해화학물질 수송용 차량 사고와 관련된 SOP 항목은 SOP 306: 차량사고 대응절차와 SOP 310: 유해화학물질 사고차량 사고의 두 개 항목에서 다루고 있다. SOP 310에 따르면 탱크로리에 대한 사고 잠재위험은 차량에 의한 2차 사고, 발화 및 폭발, 독성 중독으로 나타나고 있다. 그러나 SOP에서는 누출되고 있는 물질이 무엇인지 항상 알고 있는 것으로 가정된 점, 독성과 관련하여 어느 정도의 개인 보호 장비를 착용해야 하는지에 대한 내용이 없는 점 등의 이유로 소방대원의 2차 피해를 방지해준다고 보기는 어려운 상황이다. Fig. 1.에 재난현장 표준작전절차 SOP 306: 차량사고 대응절차의 구성을 도식으로 나타내었다.

본 연구에서는 이러한 유해화학물질의 운송수단의 사고 중 차량을 사용한 수송 간에 발생한 사고에

대하여 소방대원들이 적절한 대응을 수행할 수 있도록 사고 대응 가이드라인을 개발하였다. 이러한 가이드라인을 개발하기 위하여 기존 소방대원들의 대응 방법들을 조사하였고, 해외 사고대응 가이드라인 작성 방법론을 참조하였다. 가이드라인은 위험성 평가 결과에 근거하여 작성하였으며, 현장에 맞추어 적절히 변경 및 사용할 수 있도록 필수적인 항목과 선택적 항목으로 분리하였고, 필요한 장비나 물자 및 필요한 교육, 훈련 정도도 같이 나타내었다.

II. 이 론

2.1 TRA(Transport Risk Assessment)

TRA 는 화학물질을 수송하는 방법들에 대한 위험성 평가를 수행하는 것을 말한다. TRA는 고정 설비에 대한 위험성 평가와 비교하였을 때, 절차는 유사하지만, 각각의 절차에 대하여 차이점이 있다. TRA의 절차는 다음과 같으며 Fig. 2.에서 도식으로 나타내었다[3].

- Scope Definition

TRA 분석의 목적, 분석 내용의 깊이, 위험성 단위, 위험성표현방법 및 특별한 고려사항 등을 정의한다.

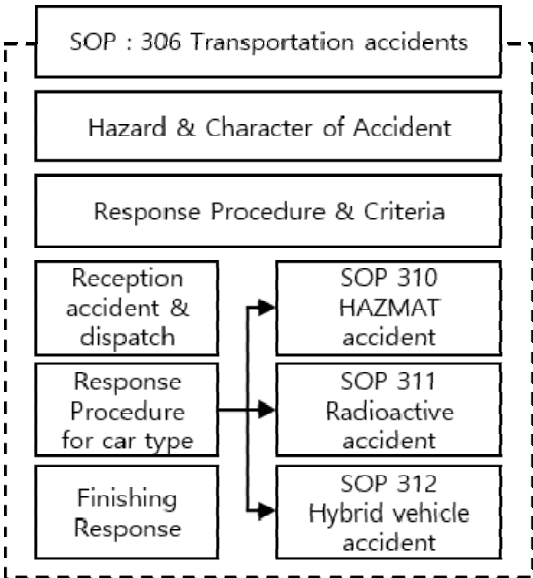


Fig. 1. Configuration of Central Fire Service SOP 306 : Transportation accidents.

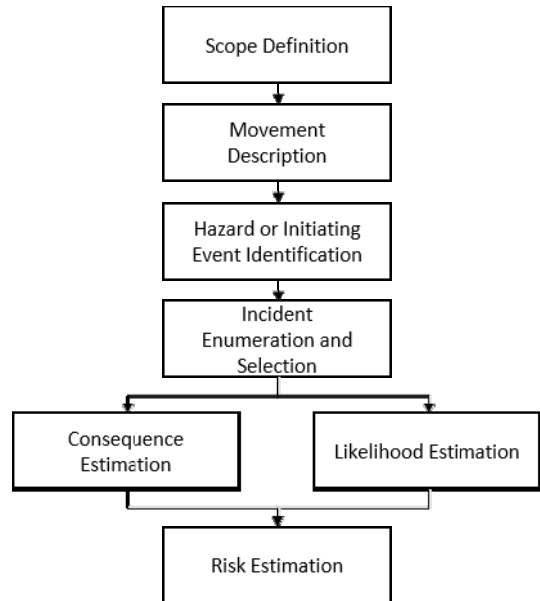


Fig. 2. Procedure of Transport Risk Assessment.

- Movement Description

경로를 설정하고, 이 경로를 따라 움직이는 화물의 규모 및 종류, 기상정보, 인구데이터 등을 수집한다.

- Hazard or Initiating Event Identification

수송 과정에서 잠재 위험 및 발생할 수 있는 초기 이벤트에 대한 분석을 진행한다. 교통사고로 인해 발생하지 않는 이벤트의 경우는 일반적인 잠재위험 분석 기법을 사용하여 분석이 가능하며, 교통사고로 인해 발생하는 이벤트의 경우는 사고 이력의 분석을 통해서 도출이 가능하다. 고정 설비에 대한 잠재위험 분석 결과에 비해서 제 3자에 의한 사고 또는 인적 오류에 한 결과 차이가 많이 도출되는 특징이 있다.

- Incident Enumeration and Selection

발생 가능한 Incident를 중요도나 초기 이벤트의 종류와 관계없이 나열한 후, 각각의 사건에 대해서 사고 결과를 도출한다.

- Consequence Estimation

Incident에 대하여 잠재적으로 발생할 수 있는 피해에 대한 분석을 수행한다. 이 경우에 고정 설비와 유사하게 증기운폭발(Vapor Cloud Explosion), BLEVE(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), Flash Fire 등의 현상이 발생

하며 독성물질의 확산 또한 고려하여야 한다. 정확히 어떠한 지점에서 사고가 발생할 지는 미리 알 수 없으므로, 각각의 구간마다 일반화된 수치를 이용해 분석하여야 한다.

- Likelihood Estimation

각각의 Incident가 발생할 확률 또는 빈도를 분석한다. 고정설비와 동일하게 FTA(Fault Tree Analysis), ETA(Event Tree Analysis)등을 적용할 수 있다.

- Risk Estimation

Consequence와 Likelihood를 조합하여 Risk를 처음에 정의한 단위에 맞게 나타낸다.

2.2 Emergency Response Guidelines

2.2.1 FEMA(Federal Emergency Management Agency)

미국 FEMA에서는 각종 위기상황에 대한 대비 및 대응 가이드라인 작성을 위한 절차 및 구성요소들을 제시하고 있다[4]. Fig. 3. 에서 가이드라인 작성 절차를 도식으로 나타내었다. FEMA의 절차들은 위험성 평가를 기반으로 하여 이에 대한 대응을 계획하고, 필요한 물자 또는 교육을 준비하는 과정으로 작성되어 있으며, PDCA(Plan, Do, Check, Action) Cycle에 따라 계획을 지속적으로 유지 보수할 것을 요구하고 있다.

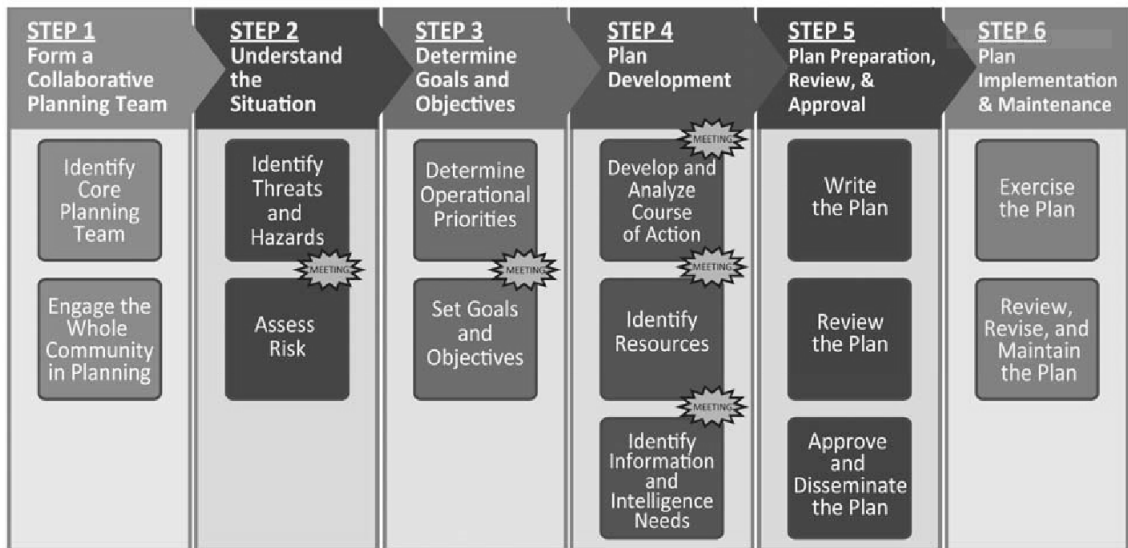


Fig. 3. FEMA's steps of planning emergency response guidelines.

Table 1. NATO's CBRN incident guideline elements

| Step | Procedure |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Information Gathering | Call Center |
| | First Responders Approach at Scene |
| Scene Management | Initial Steps |
| | Containment |
| | Considerations |
| Saving and Protecting Lives | Saving Lives |
| | Giving Warnings |
| | Managing Evacuation |
| Additional Consideration | Specialist Support |
| | Notification at Local |
| | Impact Assessment |
| | Victim/Casualty support |
| | Information to Public |
| | Site decontamination |
| | Long term consideration |

FEMA에서 제시하고 있는 위기대응 가이드라인은 여섯 가지의 구성 요소로 되어있다. 각 구성요소는 다음과 같다.

- 잠재 위험 및 위험 특징
사고 대응을 하는데 있어 영향을 미칠 수 있는 잠재위험 및 위험의 특징
- 현재의 상태
사고 대응에 필요한 구성요소의 현재 상태(훈련, 서비스가능성, 양적 요소 등)
- 가정
사고 대응에 영향을 줄 수 있는 모든 가정
- 행동 절차
사고에 대응하는 절차 및 기준으로 선행되는 절차 또는 현상, 무엇을, 누가, 언제, 어떻게 해야하는지에 관한 내용과 목표로 하고 있는 결과를 포함한 목록

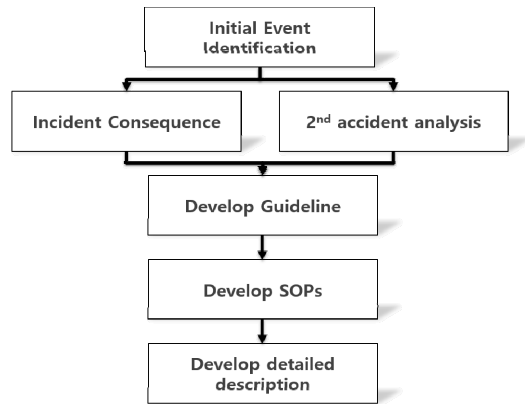


Fig. 4. Flow of developing guidelines and SOPs.

- 각각의 행동절차에 대한 평가항목
향후에 계획을 수정 및 보완하기 위하여 필요한 평가항목
- 행동 비교 및 순서 부여
각각의 행동절차를 비교하고, 이에 대한 순서를 부여
- 권고사항
각각의 행동 절차에 대한 가장 바람직한 수행 절차를 제시하여 구성요소의 부족을 식별하고, 그로 인한 손실을 기능적인 관점에서 보완할 수 있도록 함

2.2.2 NATO-Civil Emergency Planning

유럽 NATO에서는 화학, 생물학, 방사능 및 핵 사고(Chemical, Biological, Radiational and Nuclear Incidents, CBRN incidents)에 대하여 사고 초기(20분) 이내에 취해야 하는 행동에 대하여 4단계의 절차를 제시하고 있다[5]. 각각의 절차는 다시 2~3가지의 절차로 나누어지며, 각각 필요한 장비 및 정보 수준에 대한 자료를 담고 있다. Table 1.에서 가이드라인의 구성요소를 요약하였다.

III. 연구 내용

3.1 Scope

사고 대응 가이드라인을 작성하기 전에 가이드라인의 목적 및 가정을 설정하였다.

- 목적
본 사고 대응 가이드라인의 목적은 화학물질 수

Table 2. Initial event of HAZMAT transportation accidents

| Group | Deviation | Causes | Consequence |
|----------------------|--------------------------|--|---------------------------------|
| Accident Related | Over Turning | Driver Error | Material Release |
| | Collision Grade Crossing | Vehicle Crash | Material Release |
| | High Temperature | Other Fire | BLEVE |
| Non-accident related | Equipment Failure | Corrosion | Material Release |
| | High Temperature | Overheating Loss of Refrigeration Freezing | Jet Fire Flash Fire BLEVE |
| | High Pressure | Overfilling Weather | Explosion Material Release |

Table 3. Second accident hazard of vehicles

| Deviation | Causes | Consequence |
|-----------------|---|---------------|
| Car Slip | Rain & Snow Material Pool Tire Blowouts | Vehicle Crash |
| Driver Overlook | Driver Error Night Overspeed Curve | |

송용 차량의 사고에 대해서 소방대원들이 안전하게 구조활동을 수행할 수 있게 하는 것이다.

- 가정

화학물질 수송용 차량은 이미 초기 사건이 발생하여 도로위에 정차한 상태이다. 화학물질의 누출 상태, 구조가 필요한 생존자의 존재 여부는 알수 없다.

3.2 잠재위험 식별

사고 대응 가이드라인을 작성하기 위하여 사고가 발생한 화학물질 수송용 차량에 대한 잠재위험을 식별하였다. 여기에서 잠재 위험은 초기 사건에 의해

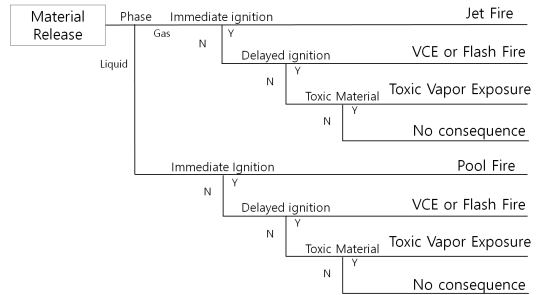


Fig. 5. Event tree of HAZMAT incidents.

발생할 수 있는 결과, 외부 요인에 의한 2차 사고 위험이라고 정의하였다[6]. 분석된 잠재위험을 기반으로 가이드라인과 SOP를 작성하였다. Fig. 4에 가이드라인 및 SOP의 작성 flow를 나타내었다.

3.2.1 초기 사건 분석

화학물질 수송용 차량은 초기 사건에 의해서 사고가 발생하게 되며, 그 초기 사건에 따라 사고의 형태에 차이가 발생하게 된다. 그래서 초기 사건에 대한 분석을 수행하였다. 각각의 초기 사건들은 차량 사고에 의해 발생하였는지, 아닌지에 따라 두 그룹으로 나눌 수 있었으며, 사고결과는 대부분 물질의 누출로 나타났고, 과열이나 냉각기능의 손상 등에 의한 화재, 폭발이 예외적으로 발생할 수 있었다. 분석 결과를 Table 2.에 나타내었다[7-8].

3.2.2 사고 결과 분석

도출한 초기 사건들 중 물질의 누출로부터 사고의 결과가 어떠한 형태로 전개되는지 Event Tree를 사용하여 분석을 수행하였다. 사고의 결과는 물질의 상과 즉시 점화 또는 지연 점화 여부, 그리고 물질이 독성인지 여부에 따라서 달라진다고 보았다.

분석 결과, 사고의 형태는 Jet Fire, VCE, Flash fire, Pool fire 등의 화재가 발생할 수 있었고 이 경우, 초기 사건에 있는 BLEVE 가능성도 존재하고 있었다.

화재가 발생하지 않은 경우, 물질의 독성의 존재 여부에 따라 독성 증기 누출과 피해 없음의 두 가지 형태로 나타날 수 있었다. Fig. 5.에 Event Tree를 사용하여 분석한 결과를 나타내었다.

3.2.3 2차 사고 요인 분석

화학물질 수송용 차량은 화학물질이 저장된 탱크가 가진 잠재위험 이외에도, 도로를 주행하고 있는 차량에 의한 2차 사고가 발생할 수 있다. 2차 사고는 차량의 충돌의 형태로 나타나게 되며, 그 원인은 운

전자의 부주의, 날씨, 누출된 물질 등에 의해서 발생할 수 있다. Table 3.에서 화학물질 수송용 차량에 대한 2차 사고 잠재위험들을 나타내었다[9].

3.3 사고 대응 가이드라인 작성

각각의 사고 결과에 대하여 사고 대응 가이드라인을 작성하였다. 분석된 잠재위험에 대하여, 각각 잠재위험과 그 피해 대상을 정의하여, 회피 및 제거, 경감의 두가지 risk 관리 기초 전략을 적용하는 방법으로 가이드라인을 도출하였다[9]. 그 결과는 Table 4.와 같다.

3.3.1 SOP 작성

작성된 가이드라인을 SOP의 형태로 작성하였다. SOP의 작성과정은 Table 4.의 각각의 가이드라인에 대하여 Fig. 3.의 방법을 따라 관련된 대책들을 기입하여 넣는 방법으로 진행되었으며, 각각의 대책들에 대하여 필요한 정보, 요구사항들을 별도로 정리하였다. Table 5.에서 작성된 SOP를 나타내었다.

- Strategy Object

사고 대응 팀은 활동하는 동안 일관된 전략 목표를 가지고 있어야한다. 이러한 전략 목표는 생존자에 대한 구조, 인근 주민에 대한 통보 및 대피, 현장 통제 등이 포함된다. 전략 목표를 수립하는 과정에서 부상당하지 않은 인원의 회생이 요구되어서는 안된다.

- Step 2 : Call Center

사고를 접수하는 사고접수센터에서는 이후에 진행될 효과적인 대응을 위하여 신고자로부터 유용한 정보를 최대한 이끌어 내야 한다. 이를 위하여 사고접수센터에서는 사전에 수집할 정보에 대한 리스트가 존재하여야 하며, 쉽게 대답할 수 있는 질문을 통해 사고 현장의 상황을 가능한 한 명확하게 이해할 수 있도록 하여야 한다.

- Step 3 : Scene Arrive

사고 대응 팀이 현장에 도착하면 현장 평가 도구(탐지 장비, 탱크의 모양, 동식물 영향) 등을 활용하여 사고 현장의 상태를 규명하여야 한다. 현장 평가를 통해 안전한 구역을 식별하고 명령/지휘체계를 확립하여 지원 인력과 협업에 대비하여야 한다. 추가적으로 물질이 강/하수도 등으로 흘러가지 않게 방지책을 적용한다.

- Step 4 : Scen Management

사고 대응 팀은 현장에서 활동하는 내내 사고 현장 통제를 수행하여야 한다. 이러한 사고 현장 통제는 사고 현장 출입 통제, 사고 확대 방지, 화학물질의 수거 및 방제, 후속 지원 차량(구급차, 소방차, 제독차 등)의 원활한 활동을 위한 교통 통제 등이 포함된다.

- Step 5 : Save lives

사고 현장에 대한 통제가 이루어져 추가 피해 발생 가능성을 차단하면서 생존자에 대한 구조를 수행한다. 전략 목표에서 제시된 바와 같이 구조 대원의 안전이 우선되어야 한다.

3.3.2 세부항목 작성

작성된 SOP의 요구사항에 대하여 세부내용을 첨부하였다. Table 6.에서 SOP요구사항에 대한 필요한 세부사항을 작성하였고, Table 7.에서 개인보호장비에 관한 내용, Table 8.에서 탱크 모양을 기반으로 한 물질 예측 방법에 대하여 나타내었다.

IV. 결론

본 연구에서 유해화학물질 수송용 차량의 사고 대응 가이드라인을 개발하기 위하여 기존에 개발되어 있는 사고 대응 가이드라인, 잠재 위험에 대한 분석을 수행하였다. 본 연구에서 개발된 가이드라인은 유관기관 협조체계나 법적인 제한사항을 제외하면 바로 사용될 수 있는 수준을 지향하였다. 그러나 소방서 마다 장비나 가용한 자원, 인력 등에 차이가 있어 곧바로 적용하기에는 어려울 수 있다. 그러나 본 연구 결과를 바탕으로 유해화학물질 수송용 차량의 사고 대응 방안을 지속적으로 연구한다면, 그 피해를 최소화 시킬 수 있는 방안이 개발될 것이라고 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국민안전처 재난안전기술개발기반구축사업 ("2013-NEMA15-016-01010000-2013")의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Fact sheet of dangerous substance accident, National Emergency Management Agency, (2009)
- [2] Fire fighting tactics, National Fire Service Aca-

- demy, (2013)
- [3] CCPS, *Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis*, AIChE, ((1995)
- [4] *Developing and Maintaining Emergency Operations Plans*, FEMA, (2010)
- [5] Civil Emergency Planning, *Operations Division, Guidelines for First Response to a Chemical, Biological, Radiological and Nuclear(CBRN) Incidents*, Nato, (2007)
- [6] CCPS, *Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis, safety, Security, and Risk Management*, 2nd ed., (2008)
- [7] K.M. Bae, C.Y. Lee, "Development of Tank Lorry Monitoring System for Safety Using Intelligent Computing Device", *Journal of Korean Institute of Gas*, 12(2), 42-47, (2008)
- [8] J.J. Lee, J.W. Ko, "A study on the risk assessment in LPG transportation by Tank Lorry", *Journal of KIIS*, 12(3), 86-92, (1997)
- [9] *Unified Process Practice Guide-Risk Management*, Centers for Disease Control and Prevention (2006)

Table 4. Guidelines for HAZMAT transportation hazard

| Event | Guideword | Parameter | Guideline |
|----------------------|----------------------|-----------|---|
| Toxic Vapor exposure | Eliminating or Avoid | Target | - Do not approach affected area - Should not attempt Identification of a hazardous material without PPEs |
| | | Hazard | - Remove toxic materials |
| | Mitigate | Target | - Equip PPEs(Personal Protection Equipments) - Approach with upwind |
| | | Hazard | - Using absorbent or neutralizing agents |
| VCE & Flash Fire | Eliminating or Avoid | Target | - Do not approach affected area - Set safety zone(hot, warm, cold) |
| | | Hazard | - Eliminate all of ignition sources |
| | Mitigating | Target | - Approach with upwind |
| | | Hazard | - Spray water to a tank for cooling |
| Jet Fire & Pool Fire | Eliminating or Avoid | Target | - Do not approach affected area - Set safety zone(hot, warm, cold) |
| | | Hazard | - Eliminate all of ignition sources |
| | Mitigate | Target | - Equip PPEs(Person Protection Equipments) - Approach with upwind |
| | | Hazard | - Wait for exhaust material - Spray water to a tank or nozzle for cooling |
| Driver Overlook | Eliminating or Avoid | Target | - Move away tanks from road |
| | | Hazard | - Establish Traffic cordon |
| | Mitigating | Target | - Block tank from other vehicles with operation vehicles - Set traffic safety agent with light |
| | | Hazard | - Set roadway safety materials(Warning Triangle, Wheel stopper, rope etc) |
| Car Slip | Eliminating or Avoid | Target | - Move away tanks from road |
| | | Hazard | - Establish Traffic cordon |
| | Mitigating | Hazard | - Housekeeping vicinity |

Table 5. Standard Operation Plan of HAZMAT transport vehicle accidents – Basic plan

| Steps | Description | Note |
|------------------|---|--|
| Strategy Object | <ul style="list-style-type: none"> • Responder must be safe • Rescue of survivor • Provide information to nearby residents • Site control until the termination conditions | <ul style="list-style-type: none"> • Safety of people non-injury must be first |
| Call Center | <ul style="list-style-type: none"> • Gather all available information to first reporter • Identify Hazards. • Establish an overview of the affected area. • Determine pre-determined level of response to HAZMAT incidents. • If necessary, call reinforcement (Police, Army, etc). | <ul style="list-style-type: none"> • Information list Location, Material, Labeling information. • Toxic, Fire & Explosion Hazards. • Expect initial separation distance. • Response Plan must to be determined. |
| Scene Arrive | <ul style="list-style-type: none"> • Approach scen with upwind • Carry out scene assessment & set separation distance. • Establish Incident Command • Do not approach or touch tank and packages. • Do not operate radios, mobile phones or other electronic devices within vicinity. • Set safety zone(Hot, Warm, Cold zone) • Set dike to sew and river. | <ul style="list-style-type: none"> • Need weather information • Shape of Tanks, Detection Equipment, etc. • Hot zone, Warm zone, Cold zone • Responder must full protection until assess is done |
| Scene Management | <ul style="list-style-type: none"> • Establish traffic cordon • Decontamination with absorbents and neutralizing agents • Contain contamination material liquid • Spray water to tank if there are fire for cooling • Eliminate all of ignition sources • Housekeeping vicinity • Set roadway safety materials(Warning triangle, Wheel stopper, rope, etc. • Set traffic safety agent with light(Night) | <ul style="list-style-type: none"> • Get additional material information (neutralizing agents, water reactivity) from center • Do not inject water to tank • Electronic device can be ignition sources • Even all of ignition sources were eliminated, but still remain power system of vehicles |
| Save lives | <ul style="list-style-type: none"> • Evacuate inner cordon • Evacuate nearby residents in wind direction • Provide safe working methods for rescuers • Carry out necessary rescues • Implement personal decontamination (responder/rescuer) • If sign of explosion is found, evacuate immediately | <ul style="list-style-type: none"> • Put safety of responder above it of rescuer • Sign of explosion : sounds of gas release, odour of chemical |

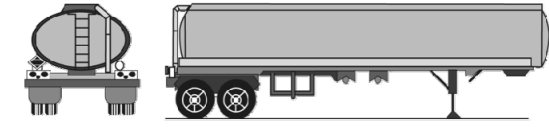
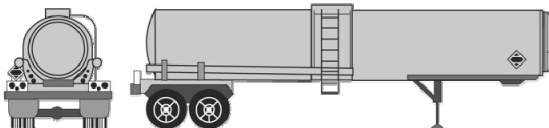

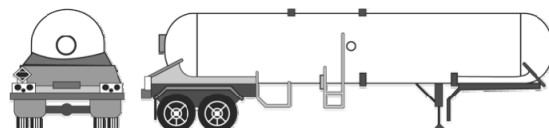
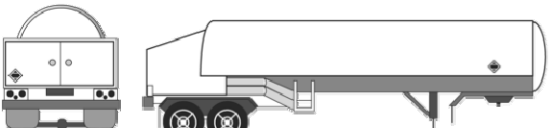
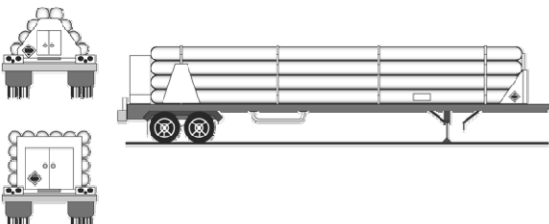
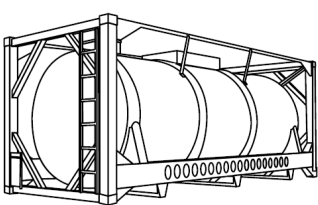
Table 6. Standard Operation Plan of HAZMAT transport vehicle accidents – Supporting annexes

| Functions | Description | |
|------------------------|---|---|
| Collect Information | <ul style="list-style-type: none"> • Location of accident occurred • Existence of survivor • Name of a reporter • A number of reporter • Material • GHS Diagram | <ul style="list-style-type: none"> • Sign of Tanks • Shape of Tanks • Fire & Gas Release • Weather • Geometry(hill, river) • Material release condition existence |
| Call Center Assessment | <ul style="list-style-type: none"> • Assess safety zone by dispersion prediction • Additional support assessment | <ul style="list-style-type: none"> • Determine decontamination Methods • Determine scale of accident(Large, Small) |
| Scene Assessment | <ul style="list-style-type: none"> • Predict material from Tank(see Table 8.) • Reset safety zone by wind direction and dispersion area assessed | <ul style="list-style-type: none"> • Identify sites/location to accommodate large numbers of multi-agency vehicles and resources |

Table 7. Standard Operation Plan of HAZMAT transport vehicle accidents – PPEs list

| Level | Description | Note |
|-------|---|----------------|
| A | Self-Contained Breating Apparatus Fully encapsulating chemical protective suit Gloves with chemical resistant Boots with chemical resistant | Hot zone |
| B | Self-Contained Breating Apparatus Chemical Resistant Clothing Gloves with chemical resistant Boots with chemical resistant | Warm Zone |
| C | Air Purifying Respirator with Full face mask or half mask Chemical Resistant Clothing Gloves with chemical resistant Boots with chemical resistant | Warm Zone |
| D | Coveralls and safety boots other equipment is used by situation(example-gloves) | Cold Zone only |

Table 8. Predict material methods by tank shape

| Tank Type | Tank shape | Materials |
|---------------------------|---|---|
| MC306/406 |  | Flammable and combustible liquids and Class B poisons |
| MC307/407 |  | Flammable and combustible liquids and Class B poisons and chemicals with a vapor pressure of 124.1 kPa at 37.8°C or greater but not more than 275.8 kPa at 21.1°C |
| MC312/412 |  | Corrosive liquids |
| MC331 |  | Liquefied gases (LPG, Chlorine, Ammonia) |
| MC338 |  | Cryogenic gases |
| Tube Trailers |  | Helium, Hydrogen, Nitrogen, Oxygen |
| Intermodal Tank container |  | Various material (Any materials can stored) |