

LNG/LPG관련 해양사고 시나리오 구축에 대한 고찰

강유미* · 안정민** · † 임정빈

* **목포해양대학교 대학원, † 목포해양대학교 항해학부 교수

LNG/LPG marine accident scenarios considered relevant for building

Yu-Mi Kang · jeing-Min An** · † Jeong-Bin Yim*

***Graduated School of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea*

† Graduated School of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : LNG/LPG는 폭발가능성이 크기 때문에 매우 위험한 물질이다. LNG/LPG는 gas상태의 연료를 극 초저온에 고 압력 상태로 고농축한 액체 연료이다. 온도나 압력에 따라 물질의 상태가 변하기 때문에 폭발이나 화재가 일어날 수 있다. 하지만 무조건 사고가 일어나는 것은 아니며 현재까지도 화재나 폭발이 일어난 경우가 드물다. LNG/LPG선박은 충돌이나 파손 등 사고위기가 클수록 위험하다. 사고위기가 일어나는 요소로는 복잡한 항로, 많은 선박 수, 해마다 증가하는 LNG/LPG의 수요량 등이 있다. 본 연구에서는 LNG/LPG관련 해양사고 시나리오를 만들기 위해 사고 연계 고리(Accident chain)를 만들어 분석하였다. 해양사고의 연계 고리를 만들기 위해서는 story가 필요하다는 것을 알게 되었고, Risk를 통해 Peril과 Hazard를 분석 할 수 있었다. LNG/LPG의 위험성은 고압에 기인하는 위험, 화재위험, 동상위험, 화학반응의 위험, 질식 위험 등으로 분류 할 수 있었다. 아직까지는 LNG/LPG선박의 화재 및 폭발사고는 거의 일어나지 않았으나 매년 그 수요량이 증가하고 있고, 매우 위험한 물질임을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

핵심용어 : LNG, LPG, 연계 고리, 위기 요소, 연소범위,

KIN-PR 2015 Fall Seminar, Busan, Korea, 22-23 October 2015

LNG/LPG 관련 해양사고 시나리오 구축에 대한 고찰

LNG / LPG marine accident scenarios considered relevant for building

강유미* · 안정민** · † 임정빈
* **목포해양대학교 대학원, †목포해양대학교 대학원 항해학부 교수

Mokpo National Maritime University
Haeyangdaehag-Ro 91, Mokpo-si, Jeollanam-do, 530-729 Korea
kongsila25@naver.com

Contents

- 01. 연구배경 및 목적
- 02. 사고연계고리 (Accident chain)
- 03. LNG/LPG
- 04. 해양사고의 연계성 - Story
- 05. 고찰

Mokpo National Maritime University, KOREA



* 정회원, kongsila25@naver.com
 ** 정회원, dgcargo@dgcargo.co.kr
 † 교신저자 : 중신회원, jbyim@mmu.ac.kr

연구 배경 및 목적

- LNG/LPG는 폭발가능성이 크기 때문에 매우 위험한 물질이다.
- LNG/LPG는 gas상태의 연료를 극 초저온에 고 압력 상태로 고 농축한 액체 연료이다. 온도나 압력에 따라 물질의 상태가 변하기 때문에 폭발이나 화재가 일어날수 있다.
- 그렇다고 사고가 일어나는 것은 아니다. 현재까지도 화재나 폭발이 일어난 경우가 드물다. 충돌이나 파손 등의 사고위험이 클수록 위험해 질 수 있다. 사고위험이 일어나는 이유는 항로복잡, 선박수가 많거나 해마다 LNG/LPG 수요량이 증가 등의 위기요소가 있다.
- 해마다 증가하고 있는 LNG/LPG수요량에 따라 운송량도 증가하고 있다. 그렇다면 운송 중에 LNG/LPG에 의한 해양사고가 발생 할 수도 있고, 발생하지 않을 수도 있다.
- 본 연구의 목적으로는 만약에 LNG/LPG에 의한 해양사고가 발생한다면 발생 가능한 story를 통해 가상 시나리오를 구축하는 데에 있다.

Mokpo National Maritime University, KOREA

화학물질 분석(Chemical Analysis)

LNG (Liquefied Natural Gas)

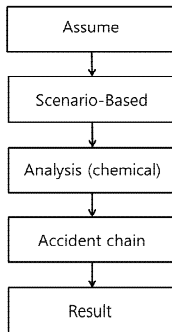
- 액화천연가스, 주성분은 메탄(Methane, CH_4)임
- 천연가스를 정제하여 -162°C 상태에서 약 600배로 압력을 가하여 액화
- 주성분인 메탄은 공기보다 가볍기 때문에 누출 시 대기 중에 쉽게 확산
- 열피지에 비해 상대적으로 안전함
- 도시가스, 산업용 연료, 시내버스 연료 등

LPG (Liquefied Petroleum Gas)

- 액화석유가스, 주성분은 프로판(Propane, C_3H_8)과 부탄(Butane, C_4H_{10})
- 원유 정제 시 생산 가스로 지상에서 기체상태, 지하에서는 액체상태로 존재
- 공기보다 비중이 커서 누출 시 밀으로 가라앉음
- 폭발의 위험성이 LNG보다 큼
- 순수한 LPG는 무색, 무취이며 사고를 예방하기 위해 화학물질을 섞어 누출 시 불쾌한 냄새를 발생시킴
- 가정용 연료, 소형차량, 가스라이터 등

Mokpo National Maritime University, KOREA

연구 방법



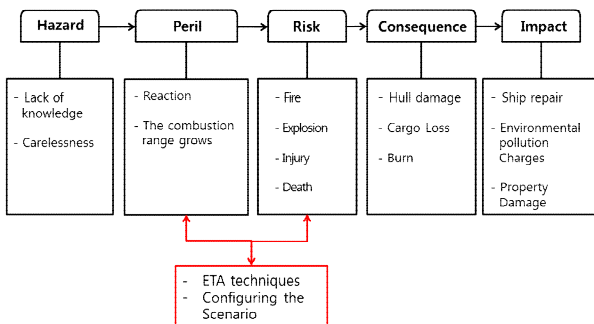
Mokpo National Maritime University, KOREA

화학물질 분석(Chemical Analysis)

	LNG	LPG
구분	Liquefied Natural Gas	Liquefied Petroleum Gas
주성분	메탄(Methane, CH_4)	프로판(Propane, C_3H_8) 부탄(Butane, C_4H_{10})
발화온도	537°C	프로판 450°C 부탄 287°C
액화온도	- 162°C	프로판 - 42.1°C 부탄 0.5°C
총 발열량	10,400 kcal/m ²	15,000 kcal/m ²
비중	0.625	1.33
연소속도	39~40 cm/sec	44.6 cm/sec
폭발범위	4.8%~14.5%	3.2%~14.7%

Mokpo National Maritime University, KOREA

사고연계고리 (accident chain)



Mokpo National Maritime University, KOREA

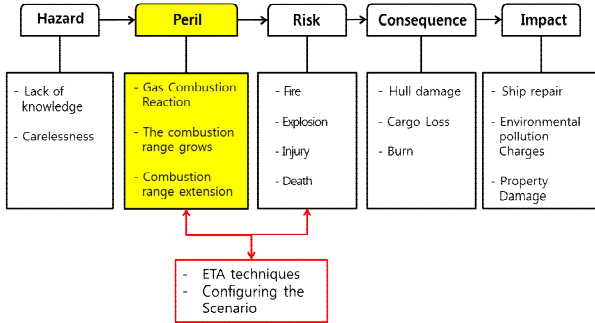
폭발 범위 (Explosion range)

(unit : %)

Gas name	Chemical Formula	Lower limit	Upper limit
Acetylene	C_2H_2	2.5	81
Hydrogen	H_2	4	75
Carbon monoxide	CO	12.5	74.2
Ammonia	NH_3	15	28
Methyl alcohol	CH_3OH	7.3	38.0
Methane	CH_4	5	15
Ethane	C_2H_6	3.2	12.4
Propane	C_3H_8	2.1	9.5
Butane	C_4H_{10}	1.8	8.4

Mokpo National Maritime University, KOREA

사고연계고리 (accident chain)



Mokpo National Maritime University, KOREA

고찰

- 어느 한 단계에서라도 사고연계고리를 차단하거나 억제 할 수 있다면 해양사고를 예방 할 수 있으므로 연계과정을 이해하는 것이 매우 중요함
- 해양사고의 연계고리를 만들기 위해서는 STORY가 필요함
- 본 연구에서는 Hazard를 분석하려면 Accident - Peril - Hazard 단계순서로 분석함
- 저장탱크(용기)내의 LNG의 압력은 온도상승에 따라 예민하게 상승하며 고압을 나타냄
- LNG/LPG는 위험성은 고압에 기인하는 위험, 화재 위험, 동상위험, 화학반응의 위험, 질식위험 등으로 분류 할 수 있음
- 아직까지 LNG/LPG선박의 화재 및 폭발사건은 거의 일어나지 않았으나 본 연구를 통해 매우 위험한 물질임을 알 수 있었음

Mokpo National Maritime University, KOREA

후기

본 논문은 해양수산부의 '해양안전사고 예방시스템 기반연구(2단계)'과제의 연구결과임을 밝힌다.

참고 문헌

- [1] 권영진, 손봉세, 이해평 (2009), 화재역학, 동화기술, PP.1-418
- [2] 임정빈, 양원재, 김홍태(2014), 해양사고 분석론, 제일기획, PP.1-392
- [3] 홍영호, 정낙진, 오양환, 선용호(2003), 화공·환경공정계산, 동화기획, PP.1-384
- [4] 고재선(2010), "LPG기화기의 화재·폭발사고 예측모델개발에 관한연구",KIGAS, Vol.14, No.1, February, 2010, pp.28-36

- [5] 임사환, 허용정(2010) "LPG자동차충전소에서 증기운폭발로 인한 인명피해예측에 관한연구" KIGAS, Vol. 14, No. 2, April, 2010, pp.15-21