

연구보고서

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

김동준·정승호·최영보·유상빈·박종민·김신의·한혜정·홍서현·권민정

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석”의 최종 연구결과 보고서로 제출합니다.

2021년 10월

연구진

연구기관 : **경일대학교 산학협력단**

연구책임자 : 김동준 (경일대학교 소방방재학과 교수)

공동연구원 : 정승호 (아주대학교 환경안전공학과 교수)

공동연구원 : 최영보 (충북대학교 안전공학과 교수)

연구보조원 : 유상빈 (굿컴퍼니 대표)

연구보조원 : 박중민 (대한산업안전협회 국장)

연구보조원 : 김신의 (아주대학교 환경안전공학과 석사 과정)

연구보조원 : 한혜정 (아주대학교 환경안전공학과 석사 과정)

보조원 : 홍서현 (아주대학교 환경안전공학과 학사 과정)

보조원 : 권민정 (아주대학교 환경안전공학과 행정조교)

요 약 문

- 연구 기간 2021년 04월 ~ 2021년 10월
- 핵심 단어 LPG, 안전성, PSM, 규정량, 위험성평가
- 연구과제명 연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

1. 연구배경

2021년 1월에 공정안전관리(이하 PSM) 보고서 제출 대상이 일부 개정되었다. 주요 내용은 메탄이 주성분인 도시가스(이하 NG)에 대하여 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급 받아 0.1 MPa 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄)는 취급 규정량이 5톤에서 50톤으로 완화되었다. 이에 따라, LPG 공급 업체로부터, PSM 대상 물질 중 LPG에 대해서도 동일하게 규정량을 완화하도록 요구가 증가하고 있다.

본 과업의 목표는 산업안전보건법 시행령의 별표 13의 공정안전관리(이하 PSM) 보고서 제출 대상 중 액화석유가스(이하 LPG) 규정량의 적절성을 검토하기 위함이다.

본 연구는 경제적 관점이 아닌 산업안전보건법 제1조 (목적)에 따라 노무를 제공하는 사람의 안전을 유지·증진함을 목적으로 사업장 근로자의 재해예방에 중점을 두었다.

본 연구에서는 객관성 및 합리성을 확보하면서, LPG 업체의 제안사항에 대한 검토와 함께, LPG와 NG가 사업장에 공급되는 공급방법 및 공정을 분석하여, 피해영향거리를 산정하고 위험성 평가를 통하여 규정량이 적절한지에 대해 검토하였다.

2. 주요 연구내용

LPG 업계에서 제안한 안전성 제고방안을 검토하였다. LPG 협회 보고서 “LPG 사용사업장에 대한 합리적인 PSM제도 적용기준 개발에 관한 연구”보고서에서 언급한 안전성 검토 결과, 4가지 항목에 대하여, 과학적 논리성을 검증하면서, 필요에 따라, 본 연구에서 조사한 결과를 포함하였다.

또한, LPG 업계에서 제안한 안전성 제고 방안으로 언급되고 있는 설비적 안전성 확보에 대해서도 검토를 실시하였다. 그 결과 설비적 안전성 확보와 근로자의 보호를 위한 안전대책 수립과는 차이가 있음이 파악되었다. 특히, 높은 안전성을 확보하는 설비가 도입되더라도, 작업자 실수나 설비의 오작동에 따른 사고 및 재해를 완전히 억제하기는 어렵다는 것이 재해사례 및 앙케트를 통하여 확인되었다.

또한, 일반적으로 LPG 공급형태는 탱크로리를 통하여 사업장내에 저장탱크에 충전 작업을 동반한다. 따라서, 본 연구에서는 LPG 충전시 동반되는 작업에 대하여 위험도를 분석하기 위해서, 먼저 표준작업절차(SOP)를 작성한 후, 작업위험성평가(JSA)를 실시하였다. 충전시 근로자의 재해발생 가능성을 가진 위험요소의 도출 및 근로자 보호를 위해서는 다양한 안전대책이 필요함을 확인하였다. 또한, 최근에 발생한 재해사례를 분석하여, 작업위험성평가의 타당성도 검증하였다.

본 연구에서는 규정량의 합리적인 근거 확보를 위해, LPG와 NG 설비의 위험성평가를 통해 두 물질의 위험성의 차이를 검토하였다. HAZOP을 통하여 위험성평가를 실시하여, 공급형태에 따라, 공정별로 위험요소들을 도출하였으며, 산업안전보건법 시행령의 별표 13의 적절성을 확인하였다. 또한, 사업장의 현실성을 고려하여, 물질의 상태와 사용 조건을 검토하여, 동일한 사고시나리오에 따라, PHAST를 활용하여 LPG와 NG의 누출 사고시 화재·폭발의 피해영향거리를 정량적으로 평가하여, 피해강도의 차이가 있음을 확인하였다.

마지막으로, LPG 업계에서 제안한 안전성 제고방안의 타 법 규제 분석을 검토하였다. 산업안전보건법 및 KOSHA GUIDE를 통해, LPG와 NG 설비의 위험성의 차이에 따라, 규정이 다르게 적용되는 사례를 정리하였고, 최종적으로 합리적 방안을 제안하였다.

3. 연구 활용방안

LPG와 NG의 물리, 화학적 위험요소 및 공정의 관리상의 위험요소 등을 정성적 및 정량적으로 파악하여, 근로자 보호를 위하여 산업안전보건법 시행령 [별표 13]의 규정량의 적절성을 판단하는데 활용할 수 있도록 하고자 한다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 경일대학교 소방방재학과 교수 김동준
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전연구실 부장 한우섭
 - ☎ 042) 869. 0331
 - E-mail hanpaule@kosha.or.kr

목 차

I. 연구개요	11
1. 연구 배경 및 목적	13
1) 연구 배경	13
2) 연구 목적	16
2. 연구 내용 및 방법	19
1) 연구 내용	19
2) 연구 방법	22
II. 연구 수행 내용	25
1. LPG업계에서 제안한 안전성 제고방안의 위험도 분석	27
1) '19년 LPG 협회 보고서 파악	27
2) 조사 분석 결과	29
2. LPG업계에서 제안한 안전성 제고방안의 기타 문제점 연구	39
1) LPG 협회의 안전설비 확충(안) 검토	39
2) 앙케트 실시	42
3. LPG업계에서 제안한 안전성 제고방안의 타 법 규제 분석	52
1) LPG 업계 언급한 타 법과 관련 내용	52
2) LPG협회 보고서 상세 검토	53
4. LPG 충전 등 작업시 위험도 분석	58
1) 충전시 표준작업절차(Standard Operating Procedure, SOP)	58
2) 충전 시 작업안전분석(Job Safety Analysis, JSA)	60

3) 최신의 근로자 재해 사례	61
5. LPG의 취급 형태(지하매몰식 저장탱크)에 따른 NG(배관)와의 위험성 비교 분석	63
1) 공정 분석	64
2) 위험성평가(HAZOP) 결과	68
6. LPG의 NG의 피해 영향 거리 평가	70
1) 지하매몰형 저장탱크기준	70
2) 사고시나리오	71
3) 수치계산결과	74
4) 계산 결과 분석	88
5) 개인적 위험도와 사회적 위험도	90
7. 자문회의 실시	105
Ⅲ. 결론	109
참고문헌	115
Abstract	116
부록 I	118
부록 II	141
부록 III	153

표 목차

〈표 I-1〉 산업안전보건법 시행령 [별표 13]	16
〈표 II-1〉 LPG 업계 보고서 목차	27
〈표 II-2〉 LPG 협회 보고서 내용 및 주요 검토사항	28
〈표 II-3〉 최근 5년간 가스 사고발생 현황 (단위: 건)	29
〈표 II-4〉 소비량 대비 사고 발생율	29
〈표 II-5〉 사고원인별 사고발생 건수 (단위: 건)	30
〈표 II-6〉 사고형태별 사고발생 건수 (단위: 건)	30
〈표 II-7〉 '20년도 LPG 협회 규정량 조정 건위 공문	39
〈표 II-8〉 LPG 협회 제안 8개 안전설비 관련 법 규정	40
〈표 II-9〉 LPG 타법 관련 보고서 내용 및 검토사항	52
〈표 II-10〉 화학물질관리법 시행규칙 별표 10 (일부 예)	56
〈표 II-11〉 충전 시 표준작업절차	59
〈표 II-12〉 작업안전분석	60
〈표 II-13〉 사업장 정압기 전후 가스 조건 및 사고시나리오 조건	67
〈표 II-14〉 공급형태 및 공정별 위험요소 갯수	69
〈표 II-15〉 사고시나리오	72
〈표 II-16〉 시나리오 선정에 관한 기술지침 누출공 선정	73
〈표 II-17〉 LPG와 NG 저장탱크 및 배관에서 누출 시 피해영향거리	74
〈표 II-18〉 LPG, NG 4 inch 누출 시나리오	92
〈표 II-19〉 LPG, NG 12 inch	93
〈표 II-20〉 LPG 시나리오	94
〈표 II-21〉 NG 시나리오	94
〈표 II-22〉 개인적 위험도 비교	99
〈표 II-23〉 공공에 대한 개인적 위험도 기준 (2개 조건)	100

〈표 II-24〉 공공에 대한 개인적 위험도 기준 (1개 조건)	100
〈표 II-25〉 No. 1 시나리오 F/N Curve 예시	102
〈표 II-26〉 자문위원	104
〈표 II-27〉 자문 목적 및 실시현황	105
〈표 II-28〉 자문 회의 결과	106

그림 목차

[그림 I-1] 공정안전보고서 업무처리 절차	13
[그림 I-2] 위험도 도출 과정	22
[그림 II-1] 근로자 재해발생 현황 (예)	31
[그림 II-2] 연도별 근로자 재해 발생 사고건수	32
[그림 II-3] LPG 및 NG 누출 시 확산 현황	37
[그림 II-4] No.1 설문결과	43
[그림 II-5] No.2-1 설문결과	44
[그림 II-6] No.2-1 설문 대상별 결과	44
[그림 II-7] No.2-2 설문결과	45
[그림 II-8] No.2-2 설문 대상별 결과	45
[그림 II-9] No.2-3 설문결과	46
[그림 II-10] No.2-3 설문 대상별 결과	46
[그림 II-11] No.3 설문결과	47
[그림 II-12] No.3 설문 대상별 결과	47
[그림 II-13] No.4 설문결과	48
[그림 II-14] No.4 설문 대상별 결과	48
[그림 II-15] No.5 설문결과	49
[그림 II-16] No.5 설문 대상별 결과	49
[그림 II-17] 최근 재해 발생 사례	62
[그림 II-18] NG와 LPG 공급 방식에 따른 공정개념도	63
[그림 II-19] 탱크로리에 의한 지상 저장탱크로의 LPG 공급 (Case 1)	64
[그림 II-20] 탱크로리에 의한 지하 매몰식 LPG 공급 (Case 2)	65
[그림 II-21] 탱크로리에 의한 지상 저장탱크의 LNG 공급 (Case 3)	65
[그림 II-22] 배관에 의한 NG 공급 (Case 4)	66

[그림 II-23] 위험성평가 대상 선정	67
[그림 II-24] 위험성 평가 결과 (예)	69
[그림 II-25] LPG 지하 매몰형 저장탱크	70
[그림 II-26] 배관식 NG 공급 모습	71
[그림 II-27] 가스 누출원 위치	72
[그림 II-28] 5 ton, 50 ton VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리	75
[그림 II-29] 5 ton, 50 ton LFL(20000 ppm)의 영향거리	76
[그림 II-30] 5 ton, 50 ton 5 kW/m ² 복사열 영향거리	76
[그림 II-31] 5톤과 50톤의 피해영향거리 비교	77
[그림 II-32] 액체, 기체상 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (2 inch 누출공)	78
[그림 II-33] 액체, 기체상 LFL(20000 ppm)의 영향거리 (2 inch 누출공)	78
[그림 II-34] 액체, 기체상 5 kW/m ² 복사열 영향거리 (2 inch 누출공)	78
[그림 II-35] 액체, 기체상 영향거리 비교 (2 inch 누출공)	79
[그림 II-36] 액체, 기체상 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (5.4 inch 누출공)	80
[그림 II-37] 액체, 기체상 LFL(20000 ppm)의 영향거리 (5.4 inch 누출공)	80
[그림 II-38] 액체, 기체상 5 kW/m ² 복사열 영향거리 (5.4 inch 누출공)	81
[그림 II-39] 누출원의 상태에 따른 피해영향 거리 (5.4 inch 누출공)	81
[그림 II-40] LPG, NG VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (2 inch 누출공)	82
[그림 II-41] LPG LFL(20000 ppm)의 영향거리 (2 inch 누출공)	83
[그림 II-42] NG LFL(44000 ppm)의 영향거리 (2 inch 누출공)	83
[그림 II-43] LPG, NG 5 kW/m ² 복사열 영향거리 (2 inch 누출공)	83
[그림 II-44] LPG, NG 피해영향 거리 (2 inch 누출공)	84
[그림 II-45] LPG, NG VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (5.4 inch 누출공)	85
[그림 II-46] LPG LFL(20000 ppm)의 영향거리 (5.4 inch 누출공)	85

그림 목차

[그림 II-47] NG LFL(44000 ppm)의 영향거리 (5.4 inch 누출공)	85
[그림 II-48] LPG, NG 5 kW/m ² 복사열 영향거리 (5.4 inch 누출공)	86
[그림 II-49] LPG, NG 피해영향 거리 (5.4 inch 누출공)	86
[그림 II-50] 5 ton, 50 ton BLEVE의 1 psi 폭발과압 영향거리	87
[그림 II-51] 5 ton, 50 ton BLEVE의 5 kW/m ² 복사열 영향거리	87
[그림 II-52] 5톤과 50톤의 BLEVE에 의한 영향	88
[그림 II-53] 누출공 크기변화에 따른 누출량(좌)와 가연하한 거리(우)	89
[그림 II-54] 누출공 크기변화에 따른 복사열(좌)와 폭발압 도달 거리(우)	89
[그림 II-55] No. 1 의 2 inch leak (세부 시나리오) Jet Fire 영향거리	95
[그림 II-56] No. 1 의 2 inch leak (세부 시나리오) Flash Fire 영향거리	95
[그림 II-57] No. 1 의 2 inch leak (세부 시나리오) 폭발과압 영향거리	95
[그림 II-58] No. 1 의 시나리오의 개인적 위험도	96
[그림 II-59] No. 2 의 시나리오의 개인적 위험도	97
[그림 II-60] No. 3 의 시나리오의 개인적 위험도	97
[그림 II-61] No. 4 의 시나리오의 개인적 위험도	98
[그림 II-62] No. 5 의 시나리오의 개인적 위험도	98
[그림 II-63] No. 6 의 시나리오의 개인적 위험도	99
[그림 II-64] 4 inch 누출공에 의한 FN curve	102
[그림 II-65] 12 inch 누출공에 의한 FN curve	103

I . 연구개요

.....

I. 연구개요

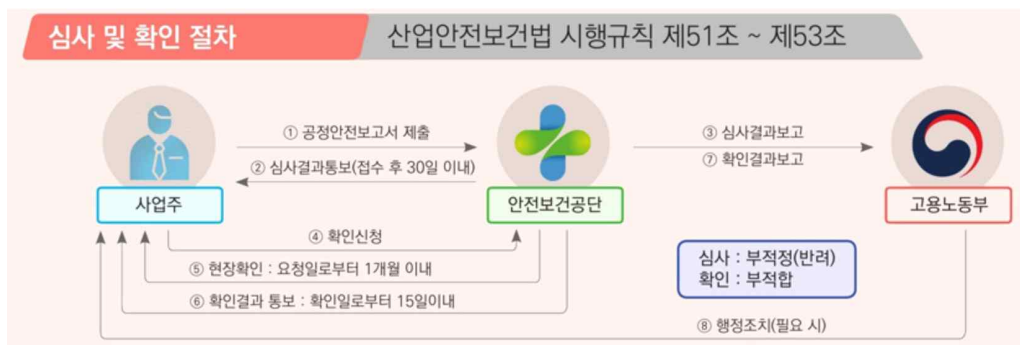
1. 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

공정안전관리(PSM, Process Safety Management) 제도는 산업안전보건법 제44조(공정안전보고서의 작성·제출) 규정에 따라 석유화학공장 등 중대산업사고를 일으킬 가능성이 높은 유해·위험 설비를 보유한 사업장에서 사고를 예방하고, 사고 발생 시 그로 인한 피해를 최소화하기 위한 목적으로 1996년에 도입되었다.

유해·위험설비를 보유한 PSM 대상사업장은 안전보건공단에 공정안전보고서를 작성하여 제출하고, 안전보건공단과 고용노동부가 이를 심사(서류), 확인(현장), 평가(이행수준) 및 점검(이행실태)하여 대상사업장이 화학사고 예방시스템을 자율적으로 구축·운영하도록 하고 있다.

(https://kosha.or.kr/kosha/business/screening_a.do)



[그림 I-1] 공정안전보고서 업무처리 절차

1996년 도입 이후, 수많은 개정이 있었으며, 최근에는 2021년 1월에 공정안전관리(이하 PSM) 보고서 제출 대상에 일부 개정되었다.

본 연구의 배경이 되는 주요 변경 내용은 산업안전보건법 시행령의 별표 13에서, 메탄이 주성분인 도시가스(이하 NG)에 대하여 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급 받아 0.1 MPa 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄)는 취급 규정량이 5톤에서 50톤으로 완화되었다. 이에 따라, LPG 공급 업계로 부터, PSM 대상 물질 중 LPG에 대하여서도 동일하게 규정량을 완화하도록 요구가 증가하고 있다. 이러한 LPG에 대한 규정량 완화 요구가 증가함에 따라 (김태옥 등, 2019), 정부도 합리적인 대책 마련을 위해 노력하고 있다. (김태옥 등 2016, 정승호 등 2020)

현재 연료용 액화석유가스(LPG)의 공정안전관리(PSM) 규정량 조정에 대한 LPG 업계의 입장과 정부의 입장을 살펴보면 다음과 같다.

LPG업계는 공급자가 사용사업장에 저장탱크를 설치하며, 공급방식이 NG와 동일하고 위험성에도 차이가 없음에도 연료시장에서 경쟁관계에 있는 NG만을 규제 완화하는 것은 경쟁을 저해하므로 LPG도 동일하게 규정량 완화가 필요하다는 입장을 가지고 있다. (김태옥 등 2019)

여기서, 잠시 용어 정리가 필요하다. 메탄, 프로판, 천연가스, 도시가스, LPG, LNG, NG 등의 용어가 혼용되고 있어, 본 연구는 용어 사용에 정확성을 높이기 위해 노력하였다. 메탄은 CH_4 의 분자구조를 가진 상온에서 가연성 기체이고, 프로판은 C_3H_8 의 분자구조를 가진 가연성 기체이고, 천연가스는 주성분이 메탄으로 이루어진 가연성 가스를 의미하며 NG로 표기한다. 도시가스는 과거에는 프로판을 사용한 사례가 있으나, 현재 국내에서는 대부분의 도시가스가 주성분이 메탄인 기체상태 물질을 말하며, 천연가스와 NG가 동일한 의미를 가진다. LPG는 주성분이 프로판으로 이루어진 액체상태의 가연성물질이며, LNG는 액체상태의 NG를 의미한다. 따라서, LNG 사용 사업장은 액체상태의 저장탱크가 존재하며, LPG와 동일하게 규정량이 5톤/일이 된다.

본 연구의 대상은 LPG와 NG 설비이며, 용어정의에 따라 보고서를 작성하였다.

이에 반해 정부의 입장은 KOSHA GUIDE (KS C IEC 60079-10) 등 문헌에서 확인이 되는 것처럼, NG는 누출시 가스 상태이며, 비중이 약 0.7로 누출 시 대기 중으로 확산이 일어나므로, 누출된 가스가 공기와 혼합하여, 혼합가스가 가연하한계

(LFL)에 도달하기가 어렵다. 그에 반해서, LPG는 비중이 약 1.9로 공기보다 무겁기 때문에, 하부에 적체되어 가연범위내의 혼합기를 형성하기 쉬운 특성을 가지고 있다. 일반적으로 NG는 사업장 외부에서 배관을 통해 공급하므로 누출 사고 발생 시 즉시 차단이 가능하여 사업장내 체류하는 NG의 양이 적어 착화시 화재·폭발에 의한 피해를 최소화 할 수 있지만 LPG는 사업장내 저장탱크를 설치하여 사용시설에 공급하므로 사고 시 저장탱크까지 화염이 전파될 가능성이 있어, 화재·폭발로 인해 다수의 근로자가 재해를 입을 가능성이 있다. 또한, 일반적으로 LPG는 탱크로리로 공급되어 사업장내 저장탱크에 충전하는 작업을 동반한다. 따라서, 충전 작업시 휴먼에러 등에 의한 사고 발생 가능성이 높다는 것이 LPG 설비와 NG 설비의 가장 큰 차이라고 판단된다.

이와 같은 업계와 정부 입장이 가지는 의견을 검토하고 연구자로서 중립적인 입장을 취하여 사실 확인과, 논리성에 주의하면서, 본 연구를 통해 사업장에 대한 PSM제도의 합리적인 적용기준을 마련하여 제시하고자 한다.

연구 배경을 정리하면 다음과 같다.

- LPG 업계가 안전성 제고방안을 마련하여 LPG의 PSM 규정량 조정을 요청.
 - 2019년 4월 (사)대한 LPG협회에서 “LPG 사용사업장에 대한 합리적인 PSM 제도 적용기준 개발에 관한 연구” 보고서 (이하 LPG 협회 보고서)를 작성함. 주요 내용은 ‘산업안전보건법 시행령 [별표 13]의 유해·위험물질 규정량’의 제조·취급의 5,000 kg을 50,000 kg으로 규제를 완화할 것을 주장함.
- '20년 국정감사에서 제기된 LPG 규정량 조정 요청에 대해 안전성을 검토하여 적정여부의 판단이 필요.
 - 국정감사에서 언급된 LPG 협회의 보고서의 내용을 검토하여, 규정량의 적정성을 판단하기 위한 근거를 만들 필요가 대두됨.
 - 특히, 2019년 12월 산업안전보건연구원의 연구용역으로 “LPG의 PSM 규정량 조정에 대한 안전성 연구”에서 실시한 연구 내용 및 규정량 조정에 대한 제안한 사항을 검토하여, LPG 협회 보고서를 비교 분석할 필요성이 대두됨.
- 이에 본 연구용역을 통하여 적정성 여부 판단 후에 필요시 산업안전보건법 시행령 별표 13의 개정에 반영.

본 연구는 현재 시행되고 있는 연료용 액화석유가스(LPG)의 공정안전관리(Process

Safety Management, PSM) 규정량을 조정하는 데에 있어 합리적인 적용기준을 마련하고자 한다.

2) 연구 목적

PSM제도의 법적근거는 다음과 같다. 「산업안전보건법(이하 산안법)」 제44조(공정 안전보고서의 작성·제출)에 따라 산업안전보건법 시행령 별표 13(유해·위험물질 규정량, 제43조 제1항 관련)에 의하여 51개 유해·위험물질을 규정량 이상 제조 취급 사용 저장하는 설비 및 당해 설비의 운영에 관련된 일체의 공정설비를 갖춘 사업장에 대해 적용하고 있다.

본 연구의 대상 물질인 액화석유가스(Liquefied Petroleum Gas, LPG)는 프로판이 주성분이며 이는 메탄이 주성분인 천연가스(Natural Gas, NG)와 함께 「산업안전보건법」 시행령 별표 13에서 분류한 인화성 가스에 해당된다. 여기서, “인화성 가스”란 인화한계 농도의 최저한도가 13% 이하 또는 최고한도와 최저한도의 차가 12% 이상인 것으로서 표준압력(101.3 kPa)에서 20℃에서 가스 상태인 물질을 말한다. 따라서, 도시가스와 LPG를 사용하는 사업장은 PSM 적용대상 사업장으로 분류되며, 인화성 가스의 규정량은 제조·취급이 5,000 kg이며, 저장은 200,000 kg이 적용된다.

하지만, '21년 1월 16일 개정된 시행령에 의하면, 별표 13(유해·위험물질 규정량, 제43조 제1항 관련)의 비고2에서 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 최초 압력 조정기 후단 이후의 압력이 0.1 MPa(계기압력) 미만으로 취급되는 사업장의 연료용 도시가스(메탄 중량성분 85% 이상으로 이 표에 따른 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한정한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 정하고 있다. 사실상, 연료로 사용하는 경우의 도시가스는 규정량이 50톤으로 규제가 완화되었다.

〈표 I-1〉 산업안전보건법 시행령 [별표 13]

유해·위험물질 규정량 (제43조제1항 관련)

번호	유해·위험물질	CAS번호	규정량(kg)
----	---------	-------	---------

1	인화성 가스	-	제조·취급: 5,000(저장: 200,000)
2	인화성 액체	-	제조·취급: 5,000(저장: 200,000)
3	메틸 이소시아네이트	624-83-9	제조·취급·저장: 1,000
4	포스겐	75-44-5	제조·취급·저장: 500
5	아크릴로니트릴	107-13-1	제조·취급·저장: 10,000
6	암모니아	7664-41-7	제조·취급·저장: 10,000
7	염소	7782-50-5	제조·취급·저장: 1,500
8	이산화황	7446-09-5	제조·취급·저장: 10,000
9	삼산화황	7446-11-9	제조·취급·저장: 10,000
10	이황화탄소	75-15-0	제조·취급·저장: 10,000
11	시아나화수소	74-90-8	제조·취급·저장: 500
12	불화수소(무수불산)	7664-39-3	제조·취급·저장: 1,000
13	염화수소(무수염산)	7647-01-0	제조·취급·저장: 10,000
14	황화수소	7783-06-4	제조·취급·저장: 1,000
15	질산암모늄	6484-52-2	제조·취급·저장: 500,000
16	니트로글리세린	55-63-0	제조·취급·저장: 10,000
17	트리니트로톨루엔	118-96-7	제조·취급·저장: 50,000
18	수소	1333-74-0	제조·취급·저장: 5,000
19	산화에틸렌	75-21-8	제조·취급·저장: 1,000
20	포스핀	7803-51-2	제조·취급·저장: 500
21	실란(Silane)	7803-62-5	제조·취급·저장: 1,000
22	질산(중량 94.5% 이상)	7697-37-2	제조·취급·저장: 50,000
23	발연황산 (삼산화황 중량 65% 이상 80% 미만)	8014-95-7	제조·취급·저장: 20,000
24	과산화수소(중량 52% 이상)	7722-84-1	제조·취급·저장: 10,000
25	톨루엔다이소시아네이트	91-08-7, 584-84-9, 26471-62-5	제조·취급·저장: 2,000
26	클로로술폰산	7790-94-5	제조·취급·저장: 10,000
27	브롬화수소	10035-10-6	제조·취급·저장: 10,000
28	삼염화인	7719-12-2	제조·취급·저장: 10,000
29	염화 벤질	100-44-7	제조·취급·저장: 2,000
30	이산화염소	10049-04-4	제조·취급·저장: 500
31	염화 티오닐	7719-09-7	제조·취급·저장: 10,000
32	브롬	7726-95-6	제조·취급·저장: 1,000
33	일산화질소	10102-43-9	제조·취급·저장: 10,000
34	붕소 트리염화물	10294-34-5	제조·취급·저장: 10,000
35	메틸에틸케톤과산화물	1338-23-4	제조·취급·저장: 10,000
36	삼불화 붕소	7637-07-2	제조·취급·저장: 1,000
37	니트로아닐린	88-74-4, 99-09-2, 100-01-6,	제조·취급·저장: 2,500

		29757-24-2	
38	염소 트리플루오르화	7790-91-2	제조·취급·저장: 1,000
39	불소	7782-41-4	제조·취급·저장: 500
40	시아누르 플루오르화물	675-14-9	제조·취급·저장: 2,000
41	질소 트리플루오르화물	7783-54-2	제조·취급·저장: 20,000
42	니트로 셀룰로오스(질소 함유량 12.6% 이상)	9004-70-0	제조·취급·저장: 100,000
43	과산화벤조일	94-36-0	제조·취급·저장: 3,500
44	과염소산 암모늄	7790-98-9	제조·취급·저장: 3,500
45	디클로로실란	4109-96-0	제조·취급·저장: 1,000
46	디에틸 알루미늄 염화물	96-10-6	제조·취급·저장: 10,000
47	디이소프로필 퍼옥시디카보네이트	105-64-6	제조·취급·저장: 3,500
48	불산(중량 10% 이상)	7664-39-3	제조·취급·저장: 10,000
49	염산(중량 20% 이상)	7647-01-0	제조·취급·저장: 20,000
50	황산(중량 20% 이상)	7664-93-9	제조·취급·저장: 20,000
51	암모니아수(중량 20% 이상)	1336-21-6	제조·취급·저장: 50,000

비고

1. 인화성 가스란 인화한계 농도의 최저한도가 13퍼센트 이하 또는 최고한도와 최저한도의 차가 12퍼센트 이상인 것으로서 표준압력(101.3 kPa) 하의 20℃에서 가스 상태인 물질을 말한다.
2. 인화성 가스 중 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄 중량성분 85% 이상으로 동 별표 유해·위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 한다. (제조: 5,000 kg)(취급: 50,000 kg)(저장: 200,000 kg)
3. 인화성 액체란 표준압력(101.3 kPa) 하에서 인화점이 60℃ 이하이거나 고온·고압의 공정운전 조건으로 인하여 화재·폭발위험이 있는 상태에서 취급되는 가연성 물질을 말한다.
4. 인화점의 수치는 타구밀폐식 또는 펜스키말테식 등의 인화점 측정기로 표준압력(101.3 kPa)에서 측정한 수치 중 작은 수치를 말한다.
5. 유해·위험물질의 규정량이란 제조·취급·저장 설비에서 공정과정 중에 저장되는 양을 포함하여 하루 동안 최대로 제조·취급 또는 저장할 수 있는 양을 말한다.
6. 규정량은 화학물질의 순도 100퍼센트를 기준으로 산출하되, 농도가 규정되어 있는 화학물질은 해당 농도를 기준으로 한다.
7. 사업장에서 다음 각 목의 구분에 따라 해당 유해·위험물질을 그 규정량 이상 제조·취급·저장하는 경우에는 유해·위험설비로 본다.
 - 가. 한 종류의 유해·위험물질을 제조·취급·저장하는 경우: 해당 유해·위험물질의 규정량 대비 하루 동안 제조·취급 또는 저장할 수 있는 최대치 중 가장 큰 값($\frac{C}{T}$)이 1 이상인 경우
 - 나. 두 종류 이상의 유해·위험물질을 제조·취급·저장하는 경우: 유해·위험물질별로 가목에 따른 가장 큰 값($\frac{C}{T}$)을 각각 구하여 합산한 값(R)이 1 이상인 경우로, 그 산식은 다음과 같다.

$$R = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

주) C_n : 유해·위험물질별(n) 규정량과 비교하여 하루 동안 제조·취급 또는 저장할 수 있는 최대치 중 가장 큰 값

T_n : 유해·위험물질별(n) 규정량

8. 가스를 전문으로 저장·판매하는 시설 내의 가스는 제외한다.

별표 13의 비고 2가 새롭게 개정됨에 따라, 신규 사업장에서는 PSM 대상인 LPG 보다는 배관으로 공급받는 NG를 선호하게 되어, LPG 업계 입자에서는 큰 타격을 받게 되었다.

이에 2019년 4월 LPG 협회 보고서를 작성하여, 화재·폭발로 이어지는 메탄과 프로판의 물리적 화학적 위험성과 국내외 타법과의 비교분석을 통하여, 두 가지 물질의 화재폭발위험성이 크게 차이나지 않음을 주장하였다.

이에, 2019년 12월 산업안전보건연구원의 연구용역으로 “LPG의 PSM 규정량 조정에 대한 안전성 연구”(정승호 등, 이하 ‘19년 연구 용역)를 통하여, 안전관리에 있어 여러 조건을 가정하여 규정량 완화를 고려할 수도 있다고 보고하고 있다. 여기서 안전관리 상의 조건이란, 제조·시설의 안전관리(설비안전), 작업자의 안전관리(인적 오류) 등에 관하여 조건을 제시하고 있다.

이 ‘19년 연구용역은 매우 짧은 기간에 실시되어 안전관리상의 조건을 명확히 하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 충분한 시간을 가지고 50톤으로 완화 할 수 있는지에 대하여 LPG 업계에서 제안한 안전성 제고방안의 위험을 분석함과 동시에 ‘19년 연구 용역에서 언급된 설비적, 인적 위험 요소를 포함한 위험성평가를 실시하여, 적절한 규정량을 도출하는 것을 목적으로 연구를 진행하였다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구는 경제적 관점이 아닌 산업안전보건법 제1조 (목적)에 따라 노무를 제공하는 사람의 안전을 유지·증진함을 목적으로 사업장 근로자의 재해예방에 중점을 두어, 다음과 같은 연구 내용 및 연구방법을 구성하였다.

1) 연구 내용

(1) LPG 업계에서 제안한 안전성 제고방안의 위험도 분석

먼저 '19년 LPG 협회 보고서를 파악하였다. 2019년 4월 (사)대한 LPG협회에서 “LPG 사용사업장에 대한 합리적인 PSM제도 적용기준 개발에 관한 연구” 보고서 (이하 LPG 협회 보고서)를 작성하였다. 주요 내용은 ‘산업안전보건법 시행령 [별표 13]의 유해·위험물질 규정량’에서 취급량을 5,000 kg을 50,000 kg으로 규제를 완화할 것을 주장하고 있다.

본 연구는 위 보고서의 결론에서 언급한 4가지 항목에 도달하는 과정의 과학적 논리성 및 합리성을 확인했다. LPG 협회 보고서의 4가지 결론에 대한 주요 검토사항은 다음과 같다. 또한, 관련 전문가 회의를 실시하여 아래 검토 사항의 타당성을 확인하였다.

(2) LPG 업계에서 제안한 안전성 제고방안의 기타 문제점 연구

LPG 업계 보고서에 의하면, 국내외 타 법과의 비교 등을 통한 형평성을 언급하고 있다. 본 연구에서는 국내외 타 법과의 비교를 통해 LPG와 NG의 법적 차별성을 확인할 수 있었다. 이러한 차별성은 각각의 법이 다른 목적을 가지고 수립되어 실시되기 때문에 상세 내용이 다를 수 밖에 없으며, 가장 기본이 되는 안전이라는 단어는 같으나, 해당 법에서 보호하는 대상이 다르기 때문이라 판단된다.

특히, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법(액법)에서 연료용 LPG 사용 시설의 설비안전 관리를 실시하는 부분이 있다. 이 액법에서는 시공감리부터 완성검사, 정기검사 등 다양한 방법으로 안전관리를 실시하고 있다. 하지만, 산업안전보건법(산안법)에서의 PSM은 12개 관리 요소를 포함하는 안전관리를 실시하지는 않고 있다.

근본적 차이점은 액법 제1조 (목적)은 액화석유가스의 수출입·충전·저장·판매·사용 및 가스용품의 안전 관리에 관한 사항을 정하여 공공의 안전을 확보하고 액화석유가스사업을 합리적으로 조정하여 액화석유가스를 적절히 공급·사용하게 함을 목적으로 한다.

따라서, 공공의 안전 및 안정적으로 가스를 공급하기 위한 것으로써, 근로자의 안전 확보를 목적으로 하지 않으며, 목적이 다름에 따라, 액법과 산안법과 비교하면 그 내용이 차이가 있을 수 밖에 없다.

예를 들어, 가스의 누출 사고를 생각하면 액법은 가스의 누출로 인해 생산성이 떨어지며, 소비자에게 원활한 생산 및 공급이 어렵게 되는 것을 방지하기 위한 누출 사고 방지를 위한 생산과 공급에 중점을 두는 안전관리이며, 산안법은 가스 누출로 인하여 독성, 화재, 폭발로 인해 최종적으로 근로자 재해 발생을 예방하기 위한 목적을 가지고 있다. 안전관리의 목적이 다른 안전성확보를 위한 대책도 있음을 의미한다.

화학물질관리법 또는 고압가스안전관리법도 안전을 위해서라는 단어는 같으나 보호해야 하는 대상이 다르기 때문에, 대책도 달라질 수밖에 없다.

(3) LPG 충전 등 작업 시 위험도 분석

- 사업장내 LPG 탱크에 충전하는 작업을 대상으로 LPG 탱크로리가 사업장 진입에서부터 충전 후 사업장을 벗어나는 모든 공정에 대하여 위험성 평가를 HAZOP으로 실시하였다. 평가의 대상은 지상과 매몰식 저장탱크를 포함하여, 평가를 실시하였으며, 충전시의 표준작업절차와 작업안전성평가도 작성하였다.
- 위험도는 사고발생 가능성과 피해의 강도로 평가된다.
 - 사고 발생 가능성 (빈도)

실제 연료용으로 LPG를 취급하는 사업장을 방문하여, 누출, 화재폭발 위험요소를 발굴하여 위험도 도출을 위한 발생 가능성을 검토하였다. 본 연구에서는 HAZOP에 의해 공급형태별과 공정별로 위험요소를 도출하였다.
 - 피해 영향 (강도)

사고 시나리오 선정 KOSHA GUIDE P - 107 - 2020, '최악 및 대안의 사고시나리오 선정에 관한 기술지침'에 따라, 사고 시나리오를 선정하였다. (대상, 누출공, 누출량 등). 주요 평가 대상은 화재시 복사열, 폭발시의 압력을 평가하여, 안전거리를 평가하였다. 평가 툴로는 PHAST를 활용하였으며, 개인적/사회적 위험도도 평가하였다.
- 본 연구에서는 매몰형 지하탱크, 5톤, 50톤의 탱크의 취급하는 사업을 각각 방문하여, 위험성평가를 실시하였다.

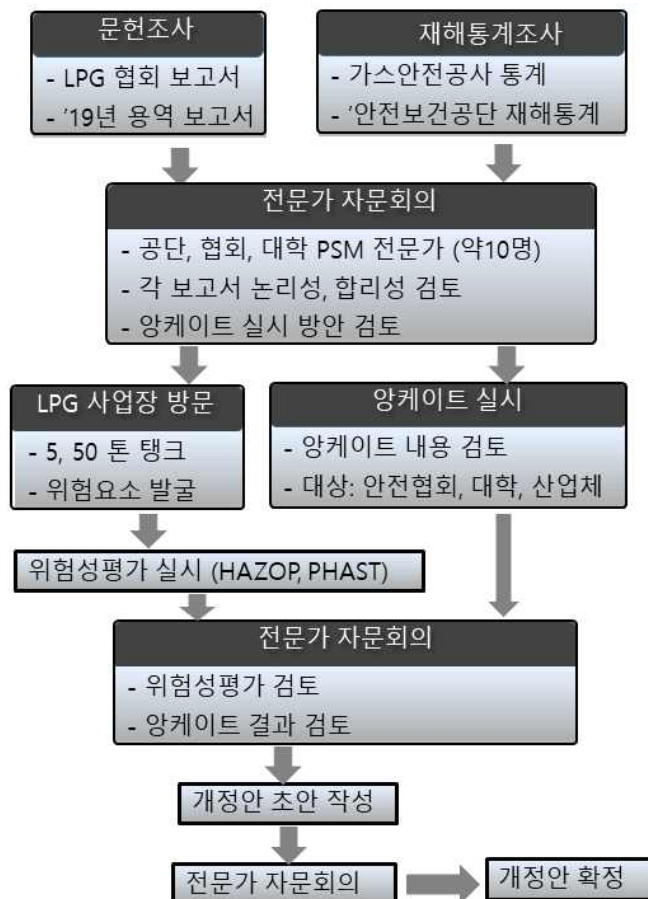
(4) LPG 업계에서 제안한 안전성 제고방안의 타 법 규제 분석

LPG 업계에서 검토한 타법으로는 국내에는 산업안전보건법, 화학물질관리법, 고압가스안전관리법, 도시가스사업법, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법이며, 국외에는 미국 PSM, 미국 RMP, 영국 COMAH 등을 검토하였다.

LPG 업계의 검토 결과는 타 법과의 형평성 및 위험성을 검토한 결과 NG와 LPG는 동일한 규정량을 가져야 함을 주장하고 있다.

본 연구에서는 LPG 업계의 주장에 대하여 관련법 조항을 분석하여, 분석결과는 자문회의를 통해 검증함으로써, 객관성을 확보하기 위해 노력하였다.

2) 연구 방법



[그림 I-2] 위험도 도출 과정

본 연구의 흐름을 그림 I-2에 표시한다.

(1) 문헌조사

먼저 문헌조사를 실시한다.

'19년도의 LPG 업계보고서 “LPG사용 사업장에 대한 합리적인 제도 적용기준 개발에 관한 연구”와 '19년도 공단의 용역보고서인 “LPG의 PSM 규정량 조정에 대한 안전성 연구”를 중점으로 문헌조사를 실시하였다. 특히, LPG 업계의 보고서 결론을 검증하기 위해 필요한 정보를 수집하였다.

(2) 재해통계조사

가연성 가스 관련 사고·재해 사례를 조사하였다. 매년 가스안전공사에서 가스설비 사고 통계가 보고되고 있다. 또한, 안전보건공단에서 파악하고 있는 사업장 근로자의 재해통계를 조사하였다. 이러한 통계로 인해 위험요소의 발굴 및 LPG와 NG의 위험성 차이를 명확히 확인할 수 있었다.

(3) 전문가 자문 회의 개최

전문가 자문 회의를 3회에 걸쳐 실시하였다. 1회는 본 연구의 방향 및 LPG 업계의 주장에 대하여 본 연구진의 검토 결과에 대하여 의견을 교환을 실시했다. 2회는 본 연구에서 실시한 위험성평가 및 앙케트 결과에 대하여 자문회의를 실시했다. 3회는 최종 결과로 개정안을 확정하기 위해 본 연구의 성과물과 연구진의 논리에 대하여 자문회의를 실시했다.

(4) 사업장 방문

LPG 및 NG 사업장을 방문하여, 위험성 평가 실시 및 사고 시나리오 선정을 위해 필요한 정보를 수집하였다.

(5) 앙케트 실시

LPG 업계의 주장에 대하여 객관적 검증을 위하여, 학계, 산업계, 협회, 공공기관에 대하여 앙케트를 실시하여, 다방면의 전문가 의견을 수렴하였다.

(6) 위험성평가 실시

위험요소의 발굴 및 피해영향평가를 위하여, 작업위험성평가, HAZOP, PHAST(Process Hazard Analysis Software) 등을 활용하였다.

PHAST는 Process Hazard Analysis Software 로, Consequence Analysis (CA)를 수행하는데 가장 일반적으로 인정을 받는 소프트웨어이다. 기존 연구보고서('19년 LPG 협회(김태옥 등, 2019)의 연구보고서와 '19년 공단 연구보고서(정승호 등)에서 사용하였기에 본 연구에서도 기존 연구결과와의 비교를 위해 동일한 연구 툴을 사용하였다.

이러한 일련의 조사 결과 및 연구 결과물은 본 연구에서 구성한 전문가 자문회의를 통하여 타당성과 논리성을 확인하면서 연구를 실시하였다.

Ⅱ. 연구 수행 내용

.....

II. 연구 수행 내용

1. LPG업계에서 제안한 안전성 제고방안의 위험도 분석

1) '19년 LPG 협회 보고서 파악

2019년 4월 (사)대한 LPG협회에서 “LPG 사용사업장에 대한 합리적인 PSM제도 적용기준 개발에 관한 연구” 보고서 (이하 LPG 협회 보고서)를 작성하였다. 주요 내용은 ‘산업안전보건법 시행령 [별표 13]의 유해·위험물질 규정량’의 제조·취급의 5,000 kg을 50,000 kg으로 규제를 완화할 것을 주장하고 있다.

〈표 II-1〉 LPG 업계 보고서 목차

LPG사용사업장에 대한 합리적인 PSM제도 적용기준 개발에 관한 연구 2019. 04. (사)대한LPG협회	목 차 제1장 서 론 1-1. 연구 배경 및 목적 1-2. 연구 내용 및 방법 1-3. 연구추진체계 1-4. 활용방안 및 기대효과 제2장 선행 연구사례 및 사고사례 분석 2-1. 선행 연구사례 분석 2-2. LPG 사고사례 분석 2-3. 분석결과 검토 제3장 국내·외 PSM 관련 법규의 규정량 조사 및 검토 3-1. 국내 법규의 규정량 조사 및 검토 3-2. 국외 법규의 규정량 조사 및 검토 3-3. 분석결과 검토 제4장 LPG의 위험성 및 LPG 사용시설의 안전성 검토 4-1. LPG의 위험성 검토 4-2. LPG 사용시설의 위험성 검토 4-3. LPG 사용시설의 안전성 검토 4-4. 분석결과 검토 제5장 LPG사용사업장에 대한 PSM제도의 합리적인 적용기준 마련 5-1. LPG의 합리적인 PSM제도 적용기준 마련의 필요성 5-2. LPG의 PSM제도 적용기준(안) 및 제도개선(안) 제6장 결 론 6-1. 선행 연구사례 및 LPG 사고사례 분석결과 6-2. PSM 관련 제도의 규정량 비교·분석결과 6-3. LPG의 위험성 및 LPG 사용시설의 안전성 검토결과 6-4. LPG사용사업장에 대한 PSM제도의 합리적인 적용기준 마련 및 제도개선(안) 제안
--	--

본 연구에서는 '19년 LPG 업계 보고서 제6장 결론에서 언급한 4가지 항목에 대하여 검토를 실시하였다. LPG 업계 보고서 결론과 본 연구진의 검토 결과를 요약한 내용을 표 II-2에 수록하였다.

〈표 II-2〉 LPG 협회 보고서 내용 및 주요 검토사항

LPG 협회 보고서의 4가지 결론	본 연구 검토 결과
① 선행 연구사례 및 LPG 사고사례 분석 - LPG 시설에서 사고 발생 빈도가 매우 낮고, 피해도 매우 경미하다고 언급하며 규제완화를 제안	- 1995년 대구 상인동(사망자 101명) - 1998년 경기도 부천(BLEVE 발생) - 최근에도 LPG 시설에서의 근로자 재해사례가 지속적으로 발생함.
② PSM 규정량에 대한 외국 사례 분석 - 미국은 잔류량으로 약 5톤이고, 영국은 하층 규모대상으로 약50톤임. 유럽기준으로 상향을 제안	외국법과 비교하면, 50톤으로 완화하는 것이 가능함. (자율안전 중시, 높은 수준의 안전관리 실시)
③ LPG의 위험성 및 LPG 사용시설의 안전성 검토결과 - 메탄과 프로판의 화재폭발위험성은 비슷함. - 스팀 보일러 연료용 LPG 사용시설은 위험도가 낮아 높은 안정성을 유지함. - 저압에 따른 누출 시 대형 사고가능성 낮음.	- LPG와 NG 공정에 대하여 위험성평가를 실시한 결과, 많은 위험요소가 존재함. (공급방식별 및 공정별 HAZOP 실시) - LPG가 NG보다 화재폭발에 의해 피해영향거리가 넓음. (PHAST에 의한 복사열, 폭발압력 평가) - LPG 비중이 1보다 크므로, 누출 시 지면에 따라 이동하며, 고임 현상으로 인한 예혼합기 형성 가능성이 높음. (사고사례조사)
④ LPG사용사업장에 대한 PSM제도의 합리적인 적용기준 마련 및 제도개선(안) - 규정량인 5,000 kg을 50,000 kg으로 변경하되, 유해·위험물질이 없는 공정의 스팀보일러에 공급되는 연료용 액화석유가스로 한정하는 제도개선 방안을 제안	상기의 3가지 결론의 검토결과에 따른 타당성 검토

이상의 표에서 언급한 상세 내용은 다음의 분석결과에 나타낸다.

2) 조사 분석 결과

(1) 사고사례분석

가) 가스안전공사 사고사례

본 연구에서는 가스안전공사 사고사례를 통하여 LPG 사고 발생요인을 분석하였다. (가스안전공사, 2020 가스사고년감)

최근 5년간 사고사례 중 LPG에 의한 사고 점유율이 약 47%로 나타났다. NG에 의한 사고는 20%로 약 2배 이상 높았다. LPG는 타 인화성가스보다 높은 사고율을 나타내고 있음이 확인되었다.

〈표 II-3〉 최근 5년간 가스 사고발생 현황 (단위: 건)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	계	점유율(%)
전체사고	101	98	121	101	98	519	100
LPG	48	53	46	53	43	243	46.8
NG	18	19	27	21	23	108	20.8
고압가스	17	11	24	9	10	71	13.7
이동식부탄	18	15	24	18	22	97	18.7

표 II-3은 단순한 사고 건수이다. 가스 소비량 대비 사고 건수를 조사할 필요가 있다. 다음 표 II-4는 NG와 LPG 가스의 소비량과 천톤당 사고발생 건수를 나타낸다. NG가 LPG 보다 소비량이 3배 이상 많음이 확인된다. 표 II-4의 가스소비량과 표 II-3의 사고건수를 이용하여, 5년간 평균 천톤당 사고발생 건수는 산출하였다. NG는 0.0006이며, LPG는 0.0050을 나타내어 8배 이상 차이가 나는 것으로 확인되었다.

〈표 II-4〉 소비량 대비 사고 발생율

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	5년 평균
가스소비량 (천톤)	LPG	9,340	8,986	9,381	10,362	10,334	9,681
	NG	34,032	34,396	38,588	35,908	35,082	35,601
사고건수/사용량 (건/천톤)	LPG	0.0051	0.0059	0.0049	0.0051	0.0042	0.0050
	NG	0.0005	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006

다음으로 사고원인을 조사한 결과를 표 II-5에 나타낸다. 인적 부주의 및 시설미비가 전체 사고의 과반 이상을 차지하고 있다. 추후 위험성평가 시 휴먼에러 및 시설미비에 의한 사고발생 가능성을 높게 평가해야함을 의미한다.

〈표 II-5〉 사고원인별 사고발생 건수 (단위: 건)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	계	점유율(%)	
계		101	98	121	101	98	519	100	
인적 오류	사용자 취급부주의	38	31	23	25	23	140	27	30
	공급자 취급부주의	3	3	6	1	2	15	3	
타공사		8	7	6	14	11	46	9	
시설미비		26	29	34	29	27	145	28	
제품노후 (고장)		12	14	34	14	16	90	17	
교통사고		1	1	-	2	1	5	1	
기타		13	13	18	16	18	78	15	

특히 LPG 가스로 인한 사고형태별 분류를 조사한 결과, 전체 사고 중 화재와 폭발로 이어지는 사고 33%와 51%의 점유율을 나타낸다. 이것은 LPG로 인한 사고는 주변의 근로자에 피해를 줄 가능성이 매우 높다는 것을 의미한다.

〈표 II-6〉 사고형태별 사고발생 건수 (단위: 건)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	계	점유율(%)
계	47	49	47	51	43	237	100
누출	4	5	2	5	2	18	8
폭발	28	21	27	21	23	120	51
화재	11	17	15	21	14	78	33
CO중독	2	4	2	3	3	14	6
산소결핍	-	1	-	-	1	2	1
파열	2	1	1	1	-	5	2
기타	-	-	-	-	-	-	-

나) 안전보건공단 근로자 재해 발생 현황

가연성 가스에 관한 사고조사는 가스안전공사, 소방청, 산업안전보건공단 등에서 조사를 하여 사고 통계를 발표하고 있다. 본 연구는 근로자의 안전을 확보하기 위한 연구로써, 근로자가 실제로 재해를 입은 사례를 조사하기 위해서 산업안전보건공단의 재해사례를 조사하였다.

■ 조사방법

재해자가 근로복지공단에 요양급여 신청을 하기 위해 작성하는 요양급여신청서를 통해 조사하였다. 매년 안전보건공단에서 이 신청서를 분석하여, 재해통계를 작성하고 있다. 본 연구에서는 요양급여신청서의 재해발생경위를 분석하였다.

■ 재해통계 산출

재해발생경위의 작성방식은 어디에서 무엇을 하기 위해, 무엇을 사용하여, 어떻게 하다가, 어떤 이유 때문에 어떻게 재해를 당하였는지를 작성하도록 안내하고 있다.

재해일자	산재관리번호	사업개시번호	노동지청	대업종	규모	발생형태	기인물(대)	재해개요	재해자 사망자
20100828	60981046846	90805897557	서울청	건설업	100인 ~ 199인	화재	설비-기계	2010년08월28일 토요일 오전11시경 골조공사 협력업체인(주) 1	1
20101018	60981262046	91005203807	양산청	건설업	5인 미만	폭발-파열	작업환경, 대기여	메리번전소(경남 김해시 상동면 메리 산 901-1)의 #3 M. Tr 1	1
20100608	61481087976	91005535577	대전청	건설업	5인 미만	화재	작업환경, 대기여	대전시 동구 성남동 506번지에 소재하고 있는 건물 집합계 2	2
20101119	90900409477	91005807807	충청청	건설업	5인 미만	화재	부품, 부속물 및	충청남도 홍성군 선대 전라구 케이볼 보수공사에 투입되어 맨 1	1
20100827	21982004636	91000945497	전주청	건설업	5인 미만	화학물질누출	화학물질 및 화학	2010년 소하임도설치사업(순창 북촌)현장에서 2010.08.27. 1	1
20101113	91100278637	00000000000	구미청	건설업	5인 미만	화학물질누출	용기, 용품, 가구	2010.11.13. 10:00경 경북 구미 현장에서 바닥 콘크리트 타설 1	1
20100302	13481287276	91000830797	안산청	건설업	5인 미만	화학물질누출	부품, 부속물 및	시화공단내 단석산업에서 축로 시공을 위해 바닥에 불어있는 1	1
20100507	91003141907	00000000000	전주청	건설업	5인 미만	파열('13년	설비-기계	가스를 메인파이프에서 장비로 연결해주는 작업을 완료하고 1	1
20100804	51281044686	91003058187	대구서부청	건설업	5인 ~ 9인	화재	용기, 용품, 가구	철곡군인 발주하고 한화건설이 시공하는 철곡군 동명면 기성 1	1
20100114	12802714286	91000207097	고양청	건설업	5인 미만	폭발-파열	부품, 부속물 및	피해근로자 임길재가 2010.1.14 16:30경 광안현장에서 계량 1	1
20100420	13481706466	91002180927	대전청	건설업	5인 미만	화재	작업환경, 대기여	계량기를 교체하던 중 인입 전류를 착오로 하여 380v전선의 1	1
20100707	13524486310	00000000000	서울서부청	건설업	5인 미만	화재	용기, 용품, 가구	건설현장에서 야간작업중 로우더에 주유하다가 화재발생(본 1	1
20100816	50607222720	00000000000	포항청	건설업	5인 미만	폭발-파열	부품, 부속물 및	2010.8.16. 10:30경 경북03고5342호 페이로터 우측 뒤 타이 1	1
20101106	22681016860	00000000000	강릉청	운수-철도	100인 ~ 199인	파열('13년	부품, 부속물 및	피해자가 강릉시 입암동 소재 동진버스(주)에서 새벽 당직 1	1
20101020	90724164957	90739093577	대구청	운수-철도	16인 ~ 29인	화재	설비-기계	TBC 대구방송 지하작업장에서 천정 슬라브에 불온 철로 및 1	1
20101223	90681257610	00000000000	대전청	운수-철도	5인 ~ 9인	화학물질누출	화학물질 및 화학	경북 봉화군 석포제련소 봉화 출하원에서 황산을 상차하고 1	1
20100716	61081830730	00000000000	울산청	운수-철도	5인 ~ 9인	화학물질누출	화학물질 및 화학	전남여수 GS칼텍스 공장에서 아스팔트를 적재하여 16일 08 1	1
20100117	11705476520	00000000000	서울남부청	운수-철도	5인 미만	화재	교통수단	경기도 화성 국제도도라에서 하차를 하고 차조인트가 부러지 1	1
20100711	61690554080	00000000000	제주청	여객-운수	5인 ~ 9인	화학물질누출	화학물질 및 화학	수조안에서 수조청결을 목적으로 맨발에 양말을 착용하여 청 1	1
20100418	61082029490	00000000000	보령청	농업	5인 ~ 9인	화재	설비-기계	2010년 4월 18일 23:30분경 온화영농 보일러실에서 하우스 1	1

[그림 II-1] 근로자 재해발생 현황 (예)

본 연구에서는 2010년 1월부터 2019년 12월 31일까지의 신청서 약 9300건의 재해발생경위를 컴퓨터에 입력하여, 「화재, 폭발, 파열, 화학물질 누출, 접촉, LPG, NG, 도시가스」의 단어로 검색한 결과, 2900여건의 재해가 검출되었다. 본 연구에서는 재해개요를 분석하여 NG 및 LPG설비에서 발생한 근로자 재해는 총 195건(LPG 189건, NG 6건)을 추출하였다.

참고로, 산재관리번호, 노동지청, 재해일자, 재해시각이 동일한 경우는 1건으로 처

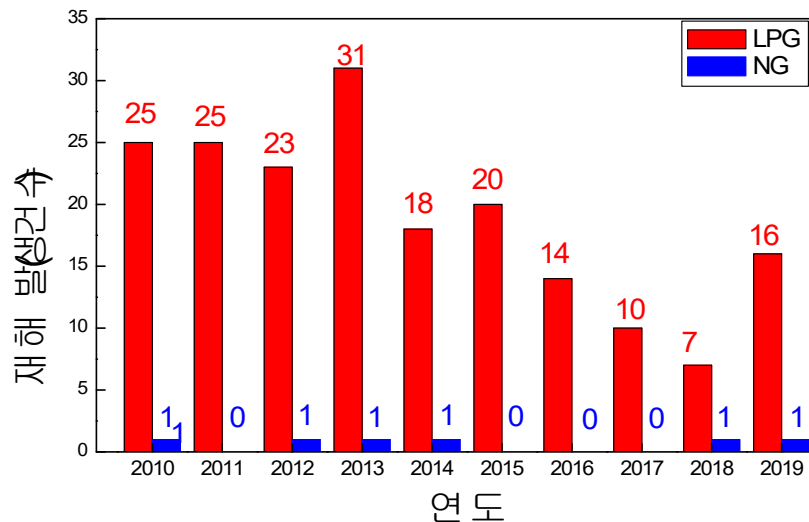
리하였다.

■ 정성적 분석 결과

추출된 295건의 재해 (LPG 189건, NG 6건)를 상세 분석한 결과, LPG 재해는 화재 및 폭발 사고가 발생하여, 그로 인한 근로자 재해가 발생하는 경우가 대부분을 차지하고 있으나, NG 재해는 화재 폭발로 이어지지 않았으며, 대부분이 배관에 대한 신축, 유지보수, 폐기 등에 따른 근로자에 의한 작업 중에 낙하, 넘어짐 등에 의해 재해가 발생하였다. NG 설비에서의 화재 폭발에 의한 근로자 재해가 발생하지 않고 있다는 결과는 NG 설비에서의 누출사고시 비중이 낮아 상충부로 확산되어 화재·폭발사고가 발생할 가능성이 매우 낮기 때문이라고 생각된다.

■ 정량적 분석

그림 II-2에 LPG와 NG의 근로자 재해가 발생하는 사고 건수이다. 최근 감소 경향을 나타내고 있으나, 지속적으로 재해자가 발생하고 있음이 확인된다. NG에 의한 재해발생은 매우 적으며, 대부분이 LPG 사업장에서 재해가 발생하고 있음이 확인된다.



[그림 II-2] 연도별 근로자 재해 발생 사고건수

마지막으로 동 기간동안(2010.01.01. ~ 2019.12.31.)의 근로자 사망자수를 조사한 결과, NG 취급 사업장에서 사망자수는 2명인 반면, LPG 취급 사업장에서는 20명으로 10배의 차이가 났다.

다) 재해 통계 분석 결과

가스안전공사의 사고통계 조사 결과, LPG가 NG 보다 사고 발생 건수 2배 이상 많음이 나타났다. 또한 NG 사용량이 LPG 보다 사용량이 약 4배 정도 많았다. 따라서, 가스소비량을 고려하면, LPG가 NG 보다 약 8배 정도 사고가 많이 일어남을 뜻한다. 이것은 위험성평가 실시할 때, 사고 발생 빈도가 고려되며, LPG가 NG 보다 8배 정도 위험하다는 것을 의미한다.

또한, 실제로 근로자가 재해를 입은 사례도 조사하였다. 근로자의 재해 발생건수는 NG에서는 거의 발생하지 않으며, LPG에서는 많은 재해 발생건수가 있으며, 근로자 사망자 수도 동일한 경향을 나타내고 있다.

이러한 이유는 표 II_5에서 사고원인으로 인적오류가 30%(사용자 부주의 27%와 공급자부주의 3%)로 가장 높은 비율을 차지하고 있어, 대부분의 사고는 인적오류에 의해 발생한다는 점과, NG 보다 LPG 설비에 있어 근로자에 의한 작업공정이 다수 존재한다는 점에 의해, 표 II-3 과 4와 같이 NG보다 LPG 설비에서 사고가 많이 나타나고 그 결과 그림 II-2와 같이 근로자 재해가 많이 발생하는 것으로 분석된다.

또한, NG는 누출 시 비중이 낮아 예혼합기를 형성하기 어려운 반면, LPG는 지면에 따른 확산으로 화재 및 폭발로 이어지고, 그로인해 근로자가 재해를 발생시킬 가능성이 매우 큼에 따라 근로자 재해 발생에 영향을 미친다고 분석된다.

추후, 위험성 평가를 실시할 때, 사고 발생가능성과 그로인한 피해 정도를 평가할 때 이러한 통계는 크게 도움이 될 것이다.

(2) PSM 규정량에 대한 외국 사례분석

규정량에 관한 주요 선진국의 법규로 미국 29 CFR 1910.119(PSM)과 영국의 COMAH(Control of Major Accident Hazards)와 관련된 법규를 조사하였다. (정승호 등, 2019)

가) 미국 29 CFR 1910.119(PSM)

미국의 PSM은 안전보건청(Occupational Safety & Health Administration: OSHA)의 연방법 29 CFR 1910.119에 의해 사업주의 의무사항으로 규정되어 있다. PSM은 화학물질의 화재, 폭발, 반응성 및 독성의 큰 누출영향을 최소화하거나, 재해를 예방하기 위해서 실행되고 있다. PSM 규제대상은 법에서 정하는 화학물질의 기준수량(29 CFR 1910.119,) 이상을 보유하는 사업장과 한 장소에서 양이 10,000파운드 이상이며, category 1(29 CFR 1910.1200)의 인화성 가스 또는 인화점이 100°F(37.8°C) 이하인 인화성 액체가 모두 포함된다.

이 규정에 대한 직접적인 문구는 다음과 같다.

1910.119(a)(1)(ii)

A process which involves a Category 1 flammable gas (as defined in 1910.1200(c)) or a flammable liquid with a flashpoint below 100 °F (37.8 °C) on site in one location, in a quantity of 10,000 pounds (4535.9 kg) or more except for:

위와 같이 미국의 PSM제도에서는 다음과 같이 카테고리 1 인화성 기체로 규정되는 물질에 대해서 PSM을 동일하게 적용한다. 즉, 한 사업장에서 10,000파운드(약 5톤) 이상의 인화성 기체 혹은 액체를 공정에서 취급할 경우 PSM 규제 대상물질이 되는 것이며 LPG와 NG는 모두 카테고리 1 인화성 기체에 해당한다. 다만 이 1910.119의 문구 마지막에 “except for”와 같이 연료용으로 사용되는 탄화수소 물질에 대해서는 ‘예외’를 적용하고 있는데 이 예외조항의 직접적인 문구는 다음과 같다.

1910.119(a)(1)(ii)(A)

Hydrocarbon fuels used solely for workplace consumption as a fuel (e.g., propane used for comfort heating, gasoline for vehicle refueling), if such fuels are not a part of a process containing another highly hazardous chemical covered by this standard;

탄화수소 물질이 한 사업장에서 모두 소비되고 연료용(예: 난방, 운송수단 연료 등)으로 사용된다면 PSM 규제 대상에서 제외시켜 주고 있다. 단, 이 경우에도 다른 PSM 대상물질을 사용하고 있지 않은 사업장에서만 예외를 적용하고 있다. 즉, 고위

험물질(PSM 대상물질)이 있는 PSM 공정과 연결되는 경우 10,000파운드(약 5톤) 이상 기준은 예외없이 적용된다. 여기서 fuel의 정의는 OSHA PSM을 준용하는 미국 EPA에 의해 정의된 바 있으며, 다음과 같이 연소에 의해 열과 동력을 얻는데 쓰이는 물질을 일컫는다. “There is no regulatory definition of fuel; however, EPA considers a fuel to be a material used to produce heat or power by burning.”(<https://www.epa.gov/rmp/definition-fuel>, 2021.10)

나) 영국 COMAH

영국의 COMAH(Control of Major Accident Hazards)는 Seveso II의 안전관리시스템(Safety Management System)을 제도로 도입하였다. 그리고 EU 각국은 각 나라의 사정과 형편에 맞게 다른 수준으로 이를 적용하고 있다. COMAH에는 사고예방프로그램에 관리정책 또한 포함하고 있다.

COMAH 7의 규정에 따라, 규정량에 따른 대상사업장을 저위험군 사업장(lower tier, 이하 LT)과 고위험군 사업장(upper tier, 이하 UT)으로 구분되고, 안전보고서(safety report)를 관할기관(Competent Authority, CA)에 제출하고, 평가를 받아야 한다. 이 규정은 LT 사업장과 UT 사업장으로 구분한후, 4개 물질군과 48종의 물질에 대한 규정량을 제시하였다. 그리고 일반적인 인화성 gas와 폭발성 물질의 규정량은 10톤과 50톤을 기준으로 저·고위험 사업장을 구분했다. NG와 LPG의 규정량은 일반적인 10톤/50톤 규정보다 완화된 50톤과 200톤을 기준으로 저·고위험 사업장을 구분했다.

다) 일본 고압가스보안법

일본은 PSM을 도입하고 있지 않다. 소방법, 고압가스보안법, 콤비나이트 등 보안법을 통해 사업장 안전성 확보를 규제하고 있다.

규정량에 따라 높은 수준의 안전을 요구하는 형태는 우리와 동일하다. 특히, 제조설비에 대한 규제 내용을 살펴보면, 일일 제조량이 1000 m³ 이상을 제1종제조소, 미만을 제2종제조소로 나누어 규제를 차별화하고 있다. (일본고압가스보안법 제5조)

이러한 일본의 일일 사용량으로 기준을 정하는 개념이 한국의 고압가스안전관리법에 적용되었으며, 이러한 배경이 한국이 미국의 PSM 제도 도입 시에 고려되었다고 알려져 있다. 제조량보다 저장량이 크다는 일반적 상식을 유지하면서 소비량을 정할

때 제조량과 동일하게 되었다고 판단된다.

라) 소결

외국의 규정량을 검토한 결과, 미국, 영국, 일본 그 어디에도 법정 규정량에 대해서는 LPG와 NG에 대하여 동일하게 적용하고 있다. 미국은 5톤이며, 영국은 사업장 대상으로 하고 있어 lower-tier 50톤과 upper-tier 200톤으로 규정량을 정의하고 있어, 나라에 따라 규정량에는 차이가 있기는 하나, 동일한 카테고리 묶어서 취급하고 있다. 우리의 산업안전보건법 시행령 [별표13]에서도 NG와 LPG의 제조·취급 규정량이 5톤으로 동일한 규정량을 지정하고 있는 있어 동일하게 취급하고 있다.

단지, 비고 2에서 메탄만을 일정 조건을 전제로 예외조항이 있다. 법적 형평성만을 고려한다면, 비고 2에 연료용 도시가스 만이 아니라, LPG에 대해서도 예외 조항이 있어야 할 것이다. 또한, 수소를 포함하여 모든 인화성 가스에 대해 예외규정이 있어야 형평성을 갖출 수 있을 것이다, LPG에 대한 예외조항을 어떻게 할 것인가는 물질의 특성 등을 반영한 조항이 되어야 할 것이다. 이러한 상황도 고려하여 결론에 정리하였다.

또한, 미국은 규정량이 5톤이고 영국은 50톤으로 규정량이 나라에 따라 다르다. 이러한 규정량의 차이는 각 나라의 문화, 경제적, 지형적 특징 등에 의해 다양한 형태로 존재할 것이다. 안전관리의 선진국의 사례를 조사해 보면, 법은 최소한의 규제이며, 실제 현장을 고려하여, 높은 자율안전 대책을 강구하고 있었다. 실제 미국과 일본의 산업현장 안전관리자들과의 브레인스토밍 결과에 따라, 법에 의해 정해진 규정의 준수는 기본이며, 자율안전관리를 중요시하여, 자체 위험성평가를 통해 필요시 높은 수준의 안전관리를 실시하고 있었다.

미국사례로는 LPG의 누출 시 폭발에 의해 피해영향거리가 크므로, NG에 비해서 LPG는 넓은 자유 공간을 확보하고 있었으며, 일본사례로는 밸브 점검 시에 언제 어디까지 점검을 할 것인가는 자체 위험성평가를 통해 위험도가 높은 것을 점검 빈도를 늘리며, 점검내용도, 단순한 육안에 의한 점검만이 아니라, 필요시 섀다운(shutdown)하여 설비를 분해하여, 밸브의 기능점검까지 실시하고 있었다. 안전관리는 문화, 경제적, 지형적 특징을 고려하여, 사업장 특성에 맞추어 실시되어야 할 것이다.

(3) LPG의 위험성 및 LPG 사용시설의 안전성 검토

가) LPG와 NG의 화재폭발 위험성 검토

- 화재폭발에 의한 피해영향거리를 평가하기 위하여, 본 연구에서는 KOSHA GUIDE의 사고 시나리오에 따라, PHAST를 활용하여 복사열과 폭풍압에 의한 피해영향거리를 평가하였다. (다음 장에서 자세히 기술함.)
- LPG와 NG 공정에 대하여 공급방식 및 공정을 분류하여, HAZOP 방식으로 위험성평가를 실시하였다. (다음 장에서 자세히 기술함.)
- LPG는 비중이 1보다 크므로, 누출 시 지면에 따라 이동하며, 고임 현상으로 인한 예혼합기가 형성되기 쉽다. 이러한 현상 때문에 KOSHA GUIDE(KS C IEC 60079-10)에 LPG는 각별히 주의해야함을 명시하고 있다.

그림 II-3에 누출 시 LPG와 NG의 확산 현상을 나타내고 있다. 실제로 누출 시 NG는 상층부로 확산하며, LPG는 지면을 따라 확산되는 것이 확인된다. (LPG: <https://youtu.be/szD1eGlzj4g>, NG: <https://youtu.be/D0F450ESHp8>)



[그림 II-3] LPG 및 NG 누출 시 확산 현황

KS C IEC 60079-10

6.3.3 액화가스

프로판, 부탄 등과 같은 가스는 압력을 가하면 액화되며, 이러한 액화 상태에서 저장되고 이송된다.

가압된 액화가스가 용기에서 누설되었을 때, 가장 가능성이 높은 시나리오는 용기 내 증기 공간 또는 배관 내의 물질이 가스 상태로 새어나가는 것이다. 누출점에서의 빠른 증발은 큰 냉각현상을 일으켜 대기 중의 수증기의 응축 및 결빙현상이 있을 수 있다.

액체의 누출은 누출점에서 부분적으로 증발하는데, 이를 플래시 증발(flash evaporation)이라고도 한다. 증발되는 액체는 자신과 주위의 대기로부터의 에너지를 흡수하여 누출된 유체를 냉각시킨다. 유체가 냉각되면 전체가 증발되지 않고 일부는 에어로졸 형태가 된다. 누출이 충분히 많다면 냉각된 유체 풀(pool of fluid)이 지면에 축적될 수 있고, 시간이 지남에 따라 누출된 가스는 증발하게 된다.

냉각된 에어로졸 운은 짙은 가스처럼 행동한다. 가압된 액체 누출은 증발 냉각 효과가 주위 습기를 응축시켜 눈에 보이는 운(cloud)을 형성하는 것으로 보여지기도 한다.

이러한 LPG의 특징에 의해 발생하는 현상의 결과는 앞장에서 언급한 사고사례 및 재해사례를 통해 얻은 견해와 서로 정합성을 가지고 있다.

(4) LPG 사용 사업장에 대한 PSM 제도의 합리적 적용기준

LPG 사용 사업장에 대한 PSM 제도의 합리적 기준은 그 위험성을 충분히 검토하여 정해져야 될 것이다. 앞의 1번부터 3번까지의 모든 내용을 정리하여 본 연구에서 최종적인 결론을 검토한다.

2. LPG업계에서 제안한 안전성 제고방안의 기타 문제점 연구

1) LPG 협회의 안전설비 확충(안) 검토

'20년도 LPG 협회 제안 사항으로는 높은 안전성 확보를 위해 8개 안전 설비(이하, 8개 안전설비)를 추가함으로써, 높은 수준의 안전성을 확보하게 되며, 이로 인해, 합리적 규제를 위하여, 규제완화를 제안하고 있다.

〈표 II-7〉 '20년도 LPG 협회 규정량 조정 건의 공문

LPG업계 4차 공동건의문

한국LPG산업협회 ☎ (02) 3411 - 5111 / 한국LPG가스판매협회중앙회 ☎ (02) 555 - 3114
/ 대한LPG협회 ☎ (02) 5474 - 5551 / 한국LPG배관망사업단 ☎ (044) 803 - 6880

문서번호 LPG산업협회 2020 - 14

LPG판매협회 2020 - 43

LPG협회 2020 - 14

LPG배관망사업단 2020 - 01

시행일자 2020. 02. 12

수 신 처 고용노동부 장관

참 조 고용노동부 산재예방보상정책국장, 화학사고예방과장

발 신 처 한국LPG산업협회, 한국LPG가스판매협회중앙회, 대한LPG협회, 한국LPG배관망사업단

제 목 LPG에 대한 공정안전보고서(PSM) 대상 규정량 조정 건의

1. 귀부의 무공한 발전과 산업안전성을 기원드리며 '연료용 LPG(프로판)의 PSM 규정량 조정에 대한 안전성 연구'와 연구용역 결과 간담회시 LPG 업계의 고충과 의견을 경청하여 주셔서 감사를 드립니다.

2. LPG업계를 대표하여, 대통령령 제30266호(2019.12.24)에 의해 개정된 산업안전보건법 시행령상 PSM 제출 대상의 기준이 되는 [별표13] 유해·위험물질 규정량(제43조1항) 관련하여 LPG(프로판)에 대한 규정량 조정 건의를 아래(요약) 및 첨부(상세)와 같이 건의 드립니다.

- 아 래 -

■ 저장시설 안전성 제고와 연계한 LPG PSM 규정량 조정 건의(안)

구분	'저장' 규정량		'제조·취급' 규정량	
	조정 전	조정 후	조정 전	조정 후
지하매몰식 탱크 설치	200,000 Kg	200,000 Kg	5,000 Kg	50,000 Kg
기타 안전성 제고 방안 설치*	200,000 Kg	100,000 Kg	5,000 Kg	50,000 Kg

※ * 상세내역은 첨부1 참조 요망 : 기타 안전성 제고방안 중 사업장 현장여건에 따라 어느 하나 이상 설치 시 적용

LPG PSM 규정량 조정을 위한 LPG 저장시설 안전성 제고 방안(안)

역법 및 가스안전공사의 기술코드 등에 의해 LPG 저장시설의 안전성이 확보가 되고 있으나 연구용역 및 간담회 시, 연구진 및 고용노동부, 산업안전관리보건공단이 표명한 저장탱크에 의한 LPG 공급시설에 대한 안전성 우려사항을 결하여 받아들이 LPG 저장시설 안전성 제고방안을 검토하여 대안 마련에 반영하고자 함.

1. 기존 LPG 저장설비의 안전성 (역확석유가스 안전관리 및 사업법)

구분	주요 설치 장비	비고
사고예방설비	과압안전장치	안전밸브 등
	가스누출경보 및 자동차단장치	지하공간 가스공급 경우 누출시 자동차단
	간접차단장치	저장탱크에 부착된 역상 주공급배관에 설치
	전기방폭설비	전기/계장설비 방폭구조 적용
	환기설비	
	부식방지설비	탱크 및 배관 부식방지 조치
피해저감설비	정전기제거설비	저장탱크 및 이송관설비 등
	방류독	저장능력 1,000톤 이상 적용
	방호벽	
	살수장치	저장탱크, 배관 냉각용
	가스공급차단장치	위험요인 발생시 가스공급배관 긴급차단
	소화설비	
공통 및 기타	온도승압방지장치	배관 40℃이하 유지
	배치기준으로 적정 화기와의 거리, 사업소 경계와의 거리 확보	
	기초기준으로 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비	
	배관설비기준으로 배관 재료/두께/접합/신축성률수조치로 배관안전성 확보	
	이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리/점검으로 통한 안전성 확보	
	인허가전 기술검토, 중간검사, 완성검사, 수시검사, 정기검사를 통한 안전성 확보	

LPG 저장시설 안전성 제고방안

공문

하지만, 본 연구에서 조사한 결과, LPG 협회의 주장에서 언급한 확충 설비 중 7개 설비는 기존의 법에 의해 설치가 의무 시 되고 있는 것이며, 나머지 하나는 근로자 안전과는 무관한 설비로 판단된다.

〈표 II-8〉 LPG 협회 제안 8개 안전설비 관련 법 규정

1	주 공급 배관 긴급차단밸브 Auto/원격차단 기능 추가	산업안전보건법 기준에 관한 규칙 제275조
2	저장탱크 부근 방호벽/방화벽 추가 설치	산업안전보건법 기준에 관한 규칙 제271조
3	LPG저장탱크 온도와 연동한 살수장치 가동 및 온도관리 강화	액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제8조 관련 KGS FU331 [2.9.3 살수장치설치]
4	불꽃감지기 및 경보기능 추가	액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제8조 KGS FU331 [2.8.2.1 가스누출경보기 설치]
5	탱크로리 이·충전 장소 살수장치 설치	산업안전보건법 규칙 제243조
6	이·충전시Auto긴급 차단밸브(ESV) 설치	액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제8조
7	가스누출과 연계한 가스압축기 Auto trip interlock 기능 추가	- 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 시행규칙 [별표 20] - 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제8조 KGS FU331 [2.8.2.2 가스누출자동차단장치 설치]
8	로딩암 이중화로 예비설비 확보	

각각의 설비에 대한 상세한 조사 결과는 다음과 같다.

(1) 주 공급 배관 긴급차단밸브 Auto/원격차단기능 추가

- 산업안전보건법 기준에 관한 규칙에 의해 설치는 의무사항임.
- 제275조(긴급차단장치의 설치 등)

사업주는 특수화학설비를 설치하는 경우에는 이상 상태의 발생에 따른 폭발·화재 또는 위험물의 누출을 방지하기 위하여 원재료 공급의 긴급차단, 제품 등의 방출, 불활성가스의 주입이나 냉각용수 등의 공급을 위하여 필요한 장치 등을 설치하여야 한다.

(2) 저장탱크 부근 방호벽/방화벽 추가 설치

- 산업안전보건법 기준에 관한 규칙에 의해 설치가 의무사항임

■ 제271조(안전거리)

사업주는 위험물을 저장·취급하는 화학설비 및 그 부속설비를 설치하는 경우에는 폭발이나 화재에 따른 피해를 줄일 수 있도록 별표 8에 따라 설비 및 시설 간에 충분한 안전거리를 유지하여야 한다.

(3) LPG저장탱크 온도와 연동한 살수장치 가동 및 온도관리 강화

■ 액법 제8조 관련하여, 설치가 의무사항임.

■ KGS FU331 (저장탱크에 의한 액화석유가스 저장소의 시설·기술·검사·정밀 안전진단·안전성평가 기준)

[2.9.3 살수장치 설치]

저장탱크(지하에 매설하는 경우는 제외한다) 또는 가스설비에는 소화를 위하여 다음 기준에 따라 살수장치·물분무장치 또는 이와 같은 수준 이상의 소화능력을 가지는 설비를 설치한다.

[2.9.9 온도상승방지장치]

설치 배관에는 그 배관을 보호할 수 있도록 온도를 항상 40℃ 이하로 유지할 수 있는 조치를 한다.

(4) 불꽃감지기 및 경보기능 추가

■ 액법 제8조 관련 하여 경보기능 설치는 의무이며, 불꽃감지기와 근로자 안전성 확보와의 관계가 명확하지 않음

■ KGS FU331 (저장탱크에 의한 액화석유가스 저장소의 시설·기술·검사·정밀 안전진단·안전성평가 기준)

[2.8.2.1 가스누출경보기 설치]

저장설비실과 가스설비실에는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 감지하여 효과적으로 대응할 수 있도록 다음 기준에 따라 가스누출경보기를 설치한다.

(5) 탱크로리 이·충전 장소 살수장치 설치

■ 산업안전보건법 기준에 관한 규칙에 의해 설치가 의무사항임

■ 제243조(소화설비)

사업주는 건축물, 별표 7의 화학설비 또는 제5절의 위험물 건조설비가 있는 장소, 그 밖에 위험물이 아닌 인화성 유류 등 폭발이나 화재의 원인이 될 우려가 있는 물질을 취급하는 장소에는 소화설비를 설치하여야 한다.

(6) 이 · 충전 시 Auto긴급 차단밸브(ESV) 설치

- 액법 제8조 관련하여, 설치가 의무사항임.
- KGS FU331 (저장탱크에 의한 액화석유가스 저장소의 시설 · 기술 · 검사 · 정밀 안전진단 · 안전성평가 기준)

[2.8.3.1 긴급차단장치]

저장탱크에 긴급차단장치 설치 저장탱크에 부착된 배관에는 긴급 시 가스의 누출을 효과적으로 차단할 수 있도록 다음 기준에 따라 긴급차단장치를 설치한다.

(7) 가스누출과 연계한 가스압축기Auto trip interlock 기능 추가

- 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 별표 20에 설치와 관련된 사항이 있음.
- [별표 20] 1. 6) 나) 액화석유가스 특정 사용시설에는 가스의 누출 및 폭발을 방지하기 위하여 사용시설의 종류에 따라 필요한 경우에는 누출된 가스를 알아차려 자동으로 가스공급을 차단할 수 있는 장치를 설치하거나 이에 상응하는 조치를 할 것.

(8) 로딩암 이중화로 예비설비 확보

- 로딩암 이중화로 인한 근로자 안전성 확보와의 관련성을 판단하기가 어려움.

2) 앙케트 실시

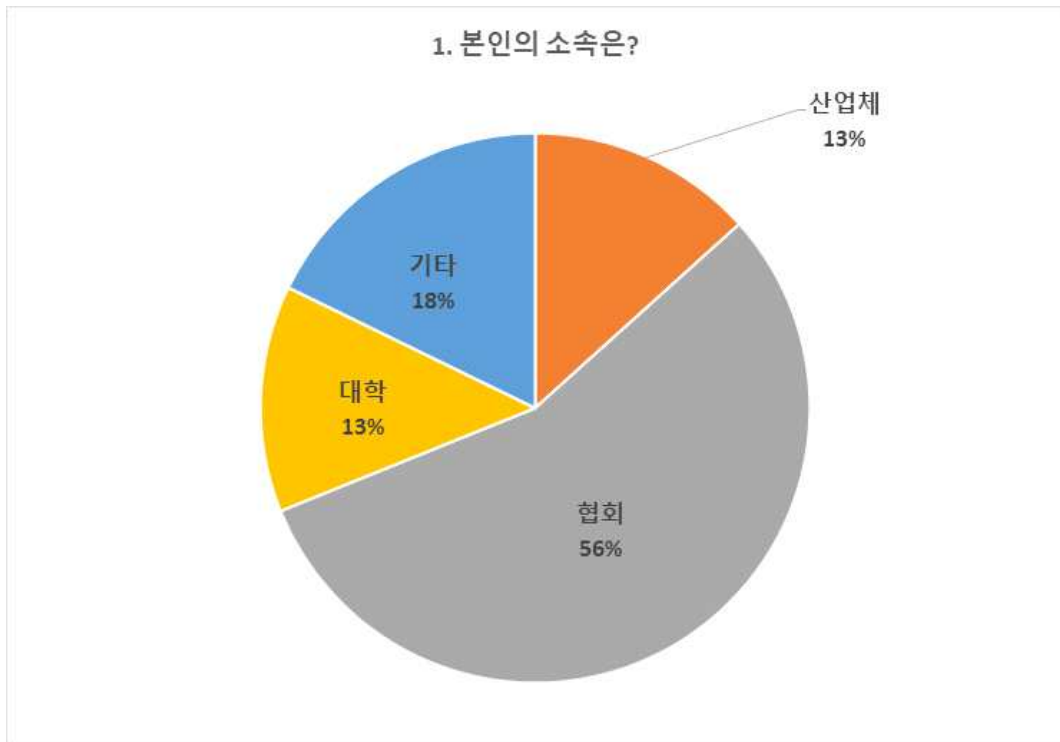
이상의 LPG 업계에서 언급한 8개 안전설비에 대하여 분석을 심시함과 동시에, 위 8개 안전설비가 PSM 보고서의 시스템의 의도와의 적합성 및 근로자 안전확보와의

연계 가능성을 관련 전문가에게 앙케트 조사를 실시하였다. (회수된 설문지는 부록 I에 첨부함)

(1) 설문지 결과

■ 설문조사 대상

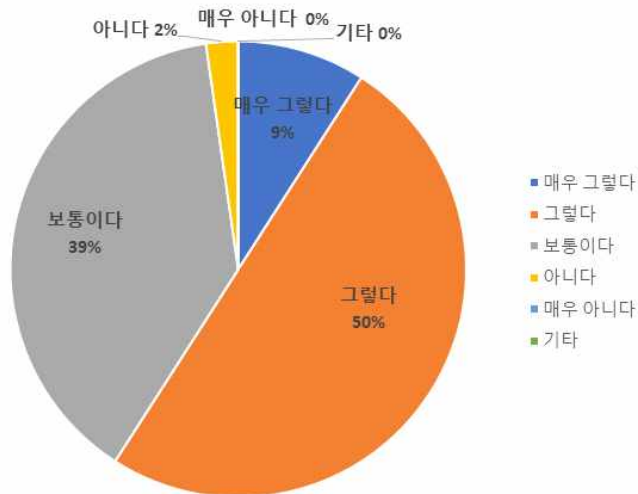
설문조사 대상은 산업체 (LPG 사업장 3건, NG 사업장 3건), 협회(25건), 대학(6건), 공공기관 (9건)에 대하여 설문지 답신을 얻을 수 있었다. 설문대상 분포는 그림 II-4와 같다.



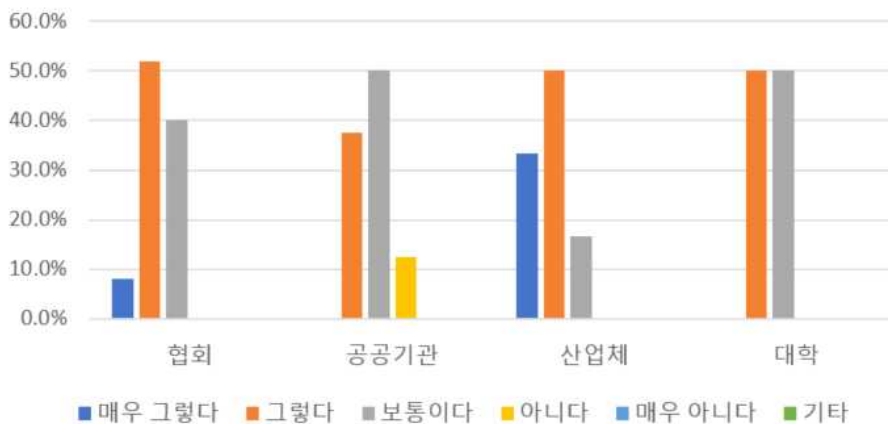
[그림 II-4] No.1 설문결과

- 8개 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? 라는 질문에 대한 응답 결과가 그림 II-5와 같아 나타났다. 질문에 55%가 긍정의 대답을 하였고 부정적인 의견은 3%뿐이다. 이는 현재 LPG 취급시설의 안전설비가 사업장에 비교적 잘 구비되어 있는 것을 의미한다.

2-1 상기표의 lpg 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?



[그림 II-5] No.2-1 설문결과

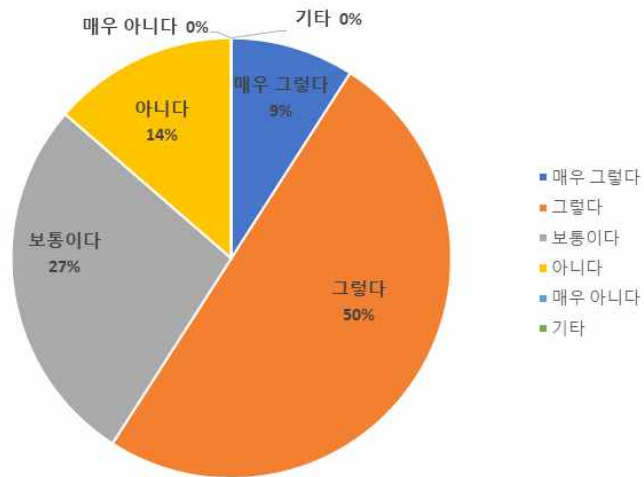


[그림 II-6] No.2-1 설문 대상별 결과

- 8개 안전설비가 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까? 라는 질문에 대한 응답 결과가 그림 II-7과 같이 나타났다. 응답자의 60%가 공정안전관리제도(PSM)의 기본 취지에 부합한다고 생각하고 있으며, 16%는 부정적인 의견을 보였다.

(PSM의 기본취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해/위험물질 취급 설비뿐만 아니라, 운전·작업간에도 근로자 안전을 확보하고자 함.)

2-2 상기표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리제도(PSM)의 기본취지와 부합하다고 생각하십니까?



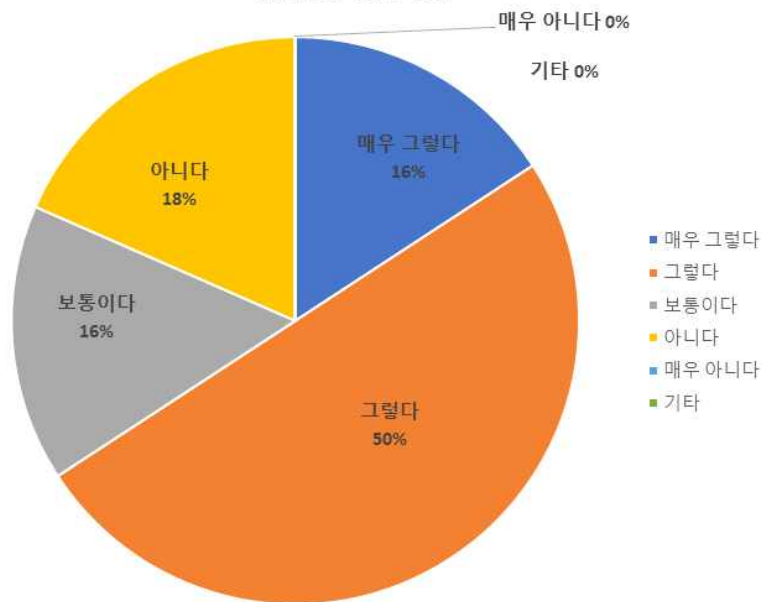
[그림 II-7] No.2-2 설문결과



[그림 II-8] No.2-2 설문 대상별 결과

- 8개 안전설비가 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? 라는 질문에 대한 응답 결과가 그림 II-9과 같이 나타났다.
응답자의 66%가 긍정적인 대답을 하였고, 18%가 부정적인 의견을 제시하였다.
즉, 8개 안전설비가 사업장 근로자 안전 확보에 도움이 된다고 응답하였다.

2-3 상기표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?



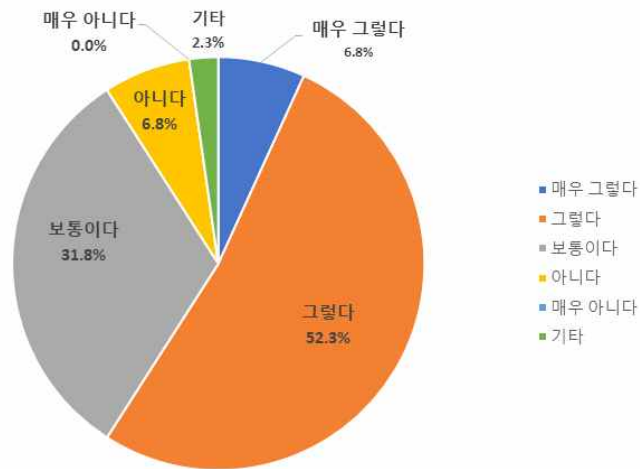
[그림 II-9] No.2-3 설문결과



[그림 II-10] No.2-3 설문 대상별 결과

- ‘액화석유가스 안전관리 및 사업법’ 및 ‘한국가스안전공사의 관련 기술코드’를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? 라는 질문에 대해서는 그림 II-11과 같이 57.9%의 전문가들이 긍정적인 답변을 하였으며 7.9%의 전문가는 부정적인 의견을 보였다. 각종 규제가 근로자 안전에 도움이 된다는 의견이 많았다.

3. ‘액화석유가스 안전관리 및 사업법’ 및 ‘한국가스안전공사의 관련 기술코드’를 통해 LPG 취급시설의 설비 측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자 안전이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

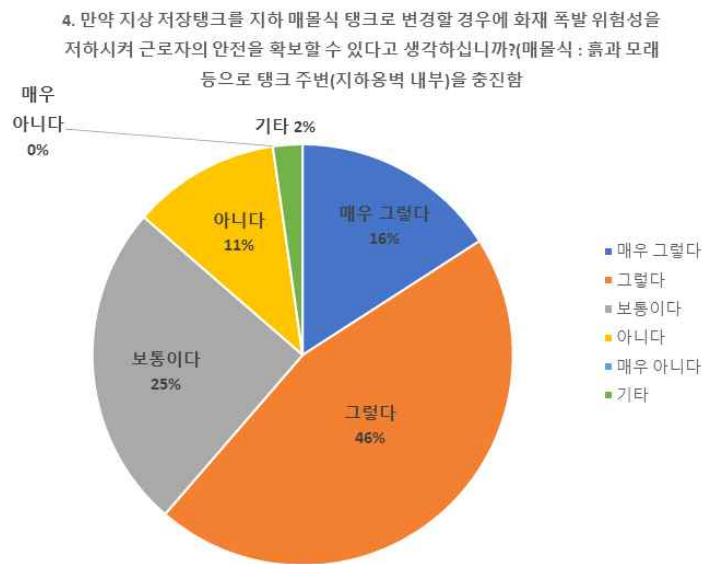


[그림 II-11] No.3 설문결과

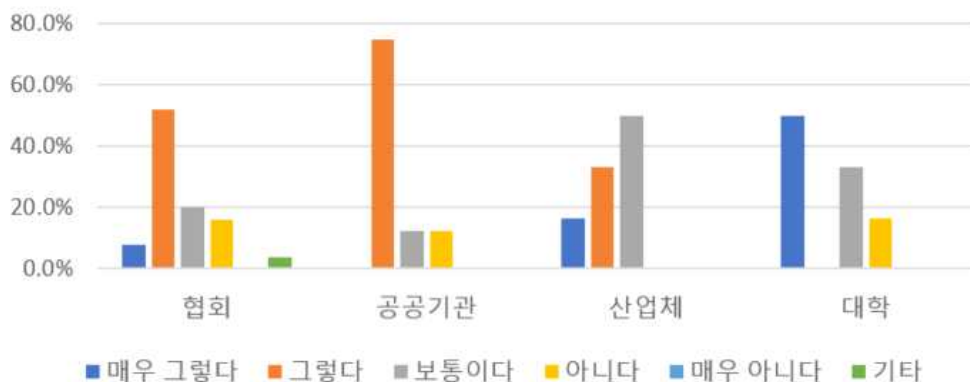


[그림 II-12] No.3 설문 대상별 결과

- 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크실로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? 라는 질문에 그림 II-13과 같이 60%의 전문가들은 매몰식 탱크실이 화재 폭발로부터 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 대답하였고, 부정적인 답변은 13%에 불과하였다. 지상보다 매몰식 저장탱크가 근로자 안전에 도움이 된다는 의견이 많았다.



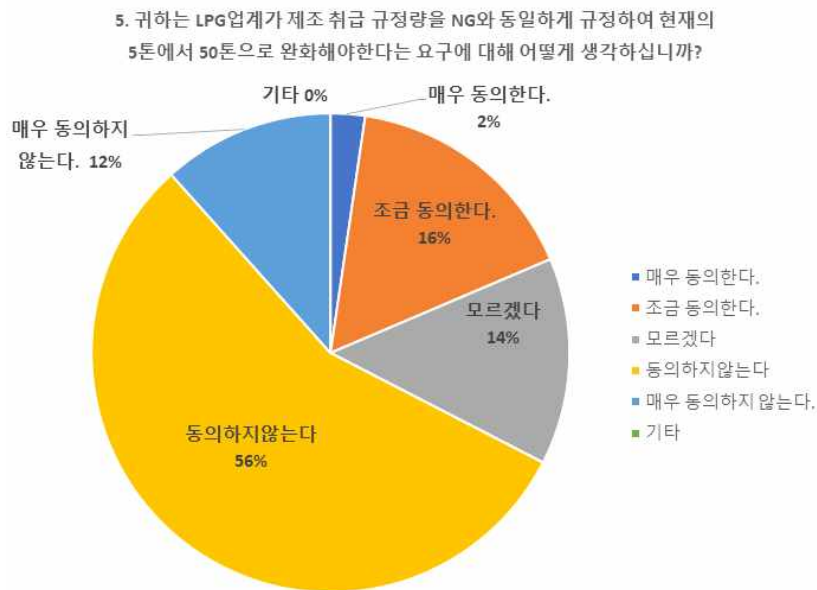
[그림 II-13] No.4 설문결과



[그림 II-14] No.4 설문 대상별 결과

■ 종합적으로 규제완화에 대한 의견을 질문하였다.

LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? 라는 질문에 대한 응답결과를 그림 II-15에 나타낸다. 응답자의 65%가 부정적인 답변을 하였고 22%만이 LPG와 NG의 제조 취급량을 동일하게 하는 규정에 대해 동의하였다.



[그림 II-15] No.5 설문결과



[그림 II-16] No.5 설문 대상별 결과

- 마지막으로 다음과 같이 언급하면서 최종적으로 기타 자유 의견을 수렴하였다. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? 라는 질문을 하였다. 여기에 대하여 서술형으로 답을 하도록 하였으며 동일한 규제에 대한 반대 의견들을 요약하면 다음과 같다.

1. 가연범위로 인한 위험도는 LPG가 1.75배 큼.
2. 분자량이 높아 가라앉으므로 메탄과 같이 할 수 없음. (LPG는 공기보다 무거움. 메탄은 공기보다 가벼움.)
3. 세 가지가 있음.
 - LPG 탱크로리에 의한 충전 작업(Unloadiing 등)의 위험성
 - BLEVE의 위험성 (2차 피해의 위험성 포함, 비상시 피해 억제 방안 강구 곤란)
 - 설비 추가에 따른 관리 point 증가에 따른 위험성 (특히 BLEVE에 의한 위험성이 가장 크며, 보통 외부화재 발생시 BLEVE가 일어나기까지 20분이 채 걸리지 않음. 이에 따라 안전대책으로는 20 이내에 전체량을 배출할 수 있는 충분한 용량의 PSV설치 등이 필요하지만, 현실적으로 불가능한 부분이 존재하므로, 단순한 수치상으로 도시가스와 동일한 규제를 적용하는 것은 무리가 있다고 생각됨.)
4. 좁은 공간에 밀집되어 있는 산업현장과 공급 프로세스가 저장시설에 기반될 때에는 제조취급설비의 규제완화가 적절하지 않음. (LPG도 도시가스도 동일한 저장시설에 기반되면 동일한 규제가 필요함)

(2) 소결

LPG 협회에서 언급한 안전성 확보를 위한 8개 안전설비에 대한 앙케트 조사결과를 정리하면 다음과 같다.

- 8개 안전설비가 실제로 적절하게 설치되어 있으며, PSM 기본취지와 부합되므

로, 근로자 안전확보에 도움이 된다는 의견이 많았다.

- 각종 안전관련 법규 준수가 근로자 안전확보에 도움이 되며, LPG 탱크가 지하식이 된다는 것 또한 안전성 확보에 도움이 된다는 의견이 많았다.
- 하지만, 이상의 8기 안전설비 확충과 설비적 안전장치의 규정준수 등으로 설비적 안전성이 확보한다고 하더라도, 마지막 질문에서 LPG와 NG는 동일한 규정량을 가지는 것에 대부분이 응답자가 반대 의견을 가지고 있었다. 이러한 결과는 기타 자유의견 등을 통해 분석해 보면, 설비적 안전성 확보를 높인다고 하더라도, 근원적으로 물질의 물성 특징과, 취급에 있어서의 공정의 특성으로 인해 근로자의 안전 확보를 위해서는 현재 일반적인 공급 형태로 사용되고 있는 LPG와 NG 사업장에 대해 동등한 규정량으로 하자는 의견에는 반대하는 의견이 많다고 분석된다.

3. LPG업계에서 제안한 안전성 제고방안의 타 법 규제 분석

1) LPG 업계 언급한 타 법과 관련 내용

LPG 업계에서 타법과 관련하여 분석한 내용을 정리한 후, 본 연구에서의 검토 결과 정리하면 다음과 같다.

〈표 II-9〉 LPG 타법 관련 보고서 내용 및 검토사항

LPG 업계 보고서 ('19년 04월)	본 연구에서의 주요 검토사항
① 현재 국내 PSM제도의 경우 LPG(프로판)와 도시가스(NG)는 인화성 가스로 분류되어 규정량이 제조·취급 5,000 kg과 저장 200,000 kg을 적용 받고 있음.	2021년 1월에 개정되어, 연료용 도시가스는 제조, 취급에 50,000 kg이 되었음. LPG는 변함없음.
② 미국 OSHA의 PSM제도와 EPA의 RMP제도에서는 메탄과 프로판을 동일하게 적용하고 있음.	폭발위험분위기 관련 국제표준(IEC 60079-10-1)에 메탄과 프로판을 차별화 두고 있음. (현재 LPG 0.01 MPa, NG 0.1 MPa 이상은 방폭대상임.)
③ 미국의 경우는 단시간에 최대 누출량, 즉 공정내의 잔류량을 기준으로 하였으나, 국내 PSM제도에서는 1일 사용량으로 산정하여 적은 양의 가스를 사용하는 경우에도 규정량에 해당할 수 있음.	미국, 영국의 규제는 최소한의 안전확보를 위한 규제임(법의 최소화). 실제로는 각 사업장 특성을 고려한 엄격한 자율적 안전관리를 실시하고 있음.
④ 영국에서는 LPG와 천연가스의 규정량을 하층구조(lower tier) 사업장은 50 ton, 상층구조(upper tier) 사업장은 200 ton으로, 다른 가스에 비해 위험성을 상대적으로 낮게 적용하고 있음.	국내사업장은 법에 따른 안전관리를 실시하고 있음. 각 사업장 특성을 고려한 자율적 안전관리 실시 실적이 저조함.
⑤ 국내의 PSM제도와 위해관리제도에서만 인화성 가스와 인화성 액체의 규정량을 제조·취급과 저장으로 구분하였을 뿐만 아니라, 「화학물질관리법」에서는 보관·저장량이 제조·사용수량보다 낮게 규정되어 있으나, PSM 제도에서는 저장의 규정량이 제조·취급 규정량보다 높게 규정되어 있음.	위해관리제도의 제조·취급량은 연간임. PSM제도는 일일취급량임.
⑥ 국내 PSM제도에서는 사업장내에서 사용하는 난방용 연료의 저장설비 및 사용설비와 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」에 따른 액화석유가스의 충전·저장시설은 유해·위험설비로 보지 않기 때문에 이들 시설은 PSM 대상에서 제외하고 있음.	PSM제도는 산업용 생산설비에 관한 것임.
⑦ 국내 환경부의 위해관리계획서에서도 LPG(프로판)와 도시가스(메탄)는 사고대비물질에 포함하지 않고 있음.	LPG와 NG는 화재폭발에 따른 위험성이 있으며, 독성에 따른 유해성은 미비함. 환경부 사고대비물질은 타 법에서 관리되고 있는 인화성물질의 대부분을 포함하고 있지 않음. (수소도 제외됨)

2) LPG협회 보고서 상세 검토

(1) 현 LPG와 NG 규정량 현황

산업안전보건법 시행령 별표 13에 유해·위험물질 규정량을 보면, LPG와 NG와 같은 인화성 가스의 규정량은 제조취급 5톤이며 저장은 200톤이다. 단지, 비고 2에 NG에 대해서는 사업장 외부로부터 배관으로 공급되는 연료용 NG에 대해서는 취급 규정량이 50톤으로 조건부로 NG만 2021년 1월에 규정이 완화되었다.

(2) 메탄과 프로판에 대한 차별화 규정 사례

가) 차별된 규정에 대하여

외국의 사례를 통해, 메탄과 프로판을 동일한 규정량이 되어야 한다고 언급하고 있다. 앞장(II.2).(2).라))에서 언급한 것처럼, 법정 규정량은 동일하게 취급하고 있다. 단지 비고 2에서 일정 조건을 전제로 예외조항이 있을 뿐이다.

이러한 차별은 공정의 차이, 물성의 차이에서 나타나며, 기존의 안전관련 법 규정을 조사해 LPG와 NG를 차별화하고 있는 사례는 적지 않게 발견된다. 예를 들어, 도시기상사업법과 KOSHA GUIDE에 다음과 같은 사항이 확인된다. 위험성의 차이에 따라 차별화된 규정이 적용되고 있음을 확인 할 수 있다.(KS C IEC 60079-10-1, 2015.)

나) 저압의 기준

도시기상사업법 시행규칙 제2조(정의)에 따라, 프로판은 메탄의 경우 0.1 MPa 이하가 저압이며, 프로판은 0.01MPa 이하가 저압이 된다.

■ 도시기상사업법 시행규칙 제2조(정의)

“저압”이란 0.1 MPa 미만의 압력을 말한다. 다만, 액화가스가 기화(氣化)되고 다른 물질과 혼합되지 아니한 경우에는 0.01 MPa 미만의 압력을 말한다.

다) 방폭대상

저압과 고압에 따라 방폭대상이 달라진다. KOSHA GUIDE(KS C IEC

60079-10-1)에 의해 저압의 연료가스나 취사, 물의 가열, 기타 유사한 용도로 사용되는 상업용 및 산업용 기기에는 방폭대상에서 제외하고 있으며, 도시가스의 경우 “저압”은 도시가스사업법 시행규칙 제2조(정의)에 의해 0.1 MPa 미만이고, 프로판은 0.01MPa미만이 방폭대상에서 제외된다. 이와 같이 프로판과 메탄은 방폭대상을 선정할 때 차별화를 두고 있다.

라) 방폭기준

이상과 같이 방폭기준은 해당 물질의 위험성 차이에 따라, 도시가스(메탄)은 0.1 MPa 이하임에 반해, LPG(프로판)은 0.01 MPa 이하에서 방폭구조 제외하고 있을 뿐만이 아니라, 폭발위험장소에도 차이가 있다.

LPG에 대해서는 KOSHA GUIDE(KS C IEC 60079-10)에서 폭발위험장소의 범위로 안전율을 고려할 때, 다음과 같은 사항을 주의하여 안전율을 설정 시 LPG와 NG는 차이를 두도록 명시하고 있다.

KOSHA GUIDE(KS C IEC 60079-10)

폭발위험장소의 범위: 공기 중 인화성 물질의 농도가 인화하한 이하로 희석되기 전, 폭발성 분위기가 존재하는 추정 또는 계산된 거리. 위험장소 범위의 결정은 불확실성의 평가수준을 고려한 안전율을 적용함.

[검토 사항]

가벼운 물질은 누출이 진행되는 동안에도 더 짧은 거리에 누출이 된다.

공기보다 무거운 가스 및 증기는 쏟아지는 액체처럼 지면 위의 플랜트 내 배수구 또는 배관 트렌치 내로 흘러 들어 갈 수 있으며, 원래의 누출 지점으로부터 멀리 떨어진 곳에서 점화되어 넓은 플랜트 전역이 위협해질 수도 있다.

(3) 규정량이 1일 사용량으로 규정하는 것에 대하여

일본 고압가스보안법에서 고압가스 제조설비에 대한 규제 내용을 살펴보면, 일일 제조량이 1000 m³ 이상을 제1종제조소, 미만을 제2종제조소로 나누어 규제하고 있다. (일본 고압가스보안법)

이러한 일본의 일일 사용량으로 기준을 정하는 개념이 한국의 고압가스안전관리법에 적용되어, 그 흔적이 미국의 PSM 제도 도입 시, 고려되었다고 판단된다. 제조량보다 저장량이 크다는 일반적 상식을 유지하면서 소비량을 정할 때 제조량과 동일하게 되었다고 알려져 있다. 각 국가의 사회적 개념, 경제적 상황에 따라, 다르게 규정되고 있다.

(4) 외국 사례 통한 규정량 완화에 대하여

영국의 규정량은 LPG와 NG 모두 동일한 규정량을 가지며, 정량적인 규정량 또한 50톤으로 산안법의 5톤보다 완화되어 있기에 우리도 규정량을 완화해야한다고 주장하고 있다. 산안법에서 5톤인 것은 외국과 비교하여 엄격한 기준이므로 규제완화를 요구하고 있다.

외국 법과 우리의 법이 다르므로, 동일하게 해야 한다는 논리가 일반적이라면, LPG업계의 규제완화에 대하여 어떤 반대 의견도 없다.

본 연구진 및 자문위원들 대부분이 공학도로써, 법의 논리를 본 연구에서는 검토하지 않았으며, 오직 LPG와 NG설비의 공정상 위험성을 평가하여 높은 수준의 안전관리를 위한 정책 제언에 초점을 맞추었다.

(5) 화관법과 산안법 규정량 비교

화학물질관리법 시행규칙 별표 10에는 사고대비 물질별 수량 기준이 있다.

LPG 업계의 주장은 화관법에서는 제조·사용량이 보관·저장량보다 크며, PSM 규정량은 제조·사용량이 보관·저장보다 적다는 것이다.

하지만, 화관법은 제조 사용수량이 연간임에 비해, PSM에서는 일일 사용량이 되므로, 비교하기 위한 기준이 다르다. 비교를 위해서는 일일 사용량으로 환산할 필요가 있다. 표 II-9에 화관법 시행규칙 별표 10의 제조/사용 수량은 연간의 단위로 표시됨이 확인되었다.

〈표 II-10〉 화학물질관리법 시행규칙 별표 10 (일부 예)

사고대비물질별 수량 기준(제45조 관련)

(단위: kg)

번호	사고대비물질명	적용범위	CAS 번호	제조·사용 수량(연간)	보관·저장 수량
1	포름알데하이드 (Formaldehyde)	포름알데하이드 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000050-00-0	1,500,000	200,000
2	메틸 하이드라진 (Methyl hydrazine)	메틸 하이드라진 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	000060-34-4	300,000	10,000
3	포름산 (Formic acid)	포름산 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	000064-18-6	1,500,000	20,000

(6) 국내 PSM제도에서의 유해·위험설비 제외설비와 관련하여

LPG 업계에서 주장하는 논리는 산업안전보건법 시행령 제43조에 따라 『난방용 연료 설비로 사용하는 경우』와 『액화석유가스의 안전관리 및 사업법에 따라 LPG는 충전·저장시설』은 유해·위험설비로 보지 않으므로, PSM 대상 설비에서 제외되는 것이다. 하지만, 본 연구에서는 제43조 ② 3과 6의 사항에 대해서 산업체 안전관리자 및 안전컨설팅 업체의 전문가에게 의견 청취한 결과 사업장 현장에서는 다음과 같은 개념으로 법 조항을 인식하고 있었다는 것이 확인되었다.

- 제43조 ② 3항: 사업주가 해당 사업장 내에서 직접 사용하기 위한 난방용 연료의 저장설비 및 사용설비
 - 이 조항은 난방용 연료란 취사를 위하여, 또는 겨울철 난방을 위해서 사용하는 설비이며, 이 경우 LPG 사용량은 매우 적어 PSM 대상 사용량에 고려하지 않음.
 - 또한, PSM의 대상 규정량은 생산과 관련된 설비를 대상으로 하고 있으며, 부수적인 LPG 사용은 대상 규정량에서 제외함을 뜻한다.
- 제43조 ② 6항: 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」에 따른 액화석유가스의 충전·저장시설

- 액법에서 설비적 안전성이 확보된 경우, PSM 대상에서 제외함으로써, 이중 규제를 하지 않기 위함.
- 여기서 말하는 충전/저장 시설이란, 예를 들어, 자동차용 LPG 가스충전소와 같이, 충전을 위하여 저장하고 있으며, 소비의 형태가 충전으로 이루어지는 사업장을 의미한다.

이상과 같이 사업장에서 생산을 위해 사용하는 LPG설비는 예외조항 제43조 ② 3과 6에 해당하지 않는다고 판단된다.

산업안전보건법 시행령

제43조(공정안전보고서의 제출 대상)

② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 설비는 유해하거나 위험한 설비로 보지 않는다.

1. 원자력 설비

2. 군사시설

3. 사업주가 해당 사업장 내에서 직접 사용하기 위한 난방용 연료의 저장설비 및 사용설비

4. 도매·소매시설

5. 차량 등의 운송설비

6. 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」에 따른 액화석유가스의 충전·저장시설

7. 「도시가스사업법」에 따른 가스공급시설

8. 그 밖에 고용노동부장관이 누출·화재·폭발 등의 사고가 있더라도 그에 따른 피해의 정도가 크지 않다고 인정하여 고시하는 설비

(7) 화학물질관리법의 사고대비물질

화학물질관리법의 대상은 동법 제1조에 의해 다음과 같이 정의되고 있다.

화학물질관리법

제1조(목적) 이 법은 화학물질로 인한 국민건강 및 환경상의 위해(危害)를 예방하고 화학물질을 적절하게 관리하는 한편, 화학물질로 인하여 발생하는 사고에 신속히 대응함으로써 화학물질로부터 모든 국민의 생명과 재산 또는 환경을 보호하는 것을 목적으로 한다.

화학물질관리법의 주요 관리 대상은 사람의 건강에 위해한 물질이며, 인화성 물질의 화재폭발에 의한 복사열 및 폭발압력에 의해 피해는 주요 예방대상이 아니라고 판단된다. 따라서, 화학물질관리법 시행규칙 [별표 3의2]에 97개의 사고대비물질을 지정하고 있으나, LPG와 NG만이 아니라, 수소, 아세틸렌 같이 화재폭발 위험성이 큰 물질 또한 대상에서 제외되었다고 생각된다. 법의 설립 취지에 따라 내용은 달라질 수 밖에 없다.

4. LPG 충전 등 작업시 위험도 분석

NG 설비는 사업장 외부에서부터 배관으로 공급받아 정압기를 걸쳐 사용설비로 공급되는 반면, LPG 설비의 특징은 탱크로리에 의해 사업장에서 저장탱크로 충전 작업을 동반하게 된다. 이러한 충전 작업의 위험도를 분석하기 위해 본 연구에서는 사업장을 방문하여 표준작업절차를 작성하였으며, 그와 동시에 작업안전분석을 실시함으로써, 충전 작업 시 안전관리를 점검해 보았다.

1) 충전시 표준작업절차(Standard Operating Procedure, SOP)

본 연구에서는 LPG 충전 작업의 위험도 분석을 위하여, 먼저, 표준작업절차를 작성하였다. 결과는 다음과 같다.

〈표 II-11〉 충전 시 표준작업절차

 1. 탱크로리 도착	① 안전관리자 또는 작업자(이하 이 절차서에는 "안전관리자" 이하 한다)는 Tanklorry가 충전소에 도착하면 Tanklorry를 노란펜인트로 표시된 진입로를 따라 충전장으로 진입 시키기 전에 탱크검사기간 경과여부 및 운반책임자의 자격여부 등을 확인한 후 바자에 표시된 노란펜인트 진입로에 따라 진입을 유도한다. ② 운전자는 차량의 엔진 시동을 정지시킨다. ③ 운전자는 엔진key를 빼내고 사이드 브레이크가 걸려있는가 확인한다. ④ 운전자는 Tanklorry 바퀴 고임목을 전, 후 4개소에 설치한다.
 2. 충전 준비(현장 확인)	① 운전자는 Tanklorry Unloading 작업 시 접지 조치한다. ② 안전관리자는 경계표지를 차량 주변에 설치한다. ③ 안전관리자는 소화기 등 소화설비를 비치한다. ④ 안전관리자는 Tanklorry의 압력을 확인하여 가스의 종류(프로판, 부탄)를 구분한다. ⑤ 안전관리자는 저장탱크의 저장량을 확인한다. ⑥ (저장탱크 LPG용적은 항상 90% 이내로 유지하여야 한다. 충전량+재고량≤저장탱크의 내용적 90% 이하)
 3. 충전 준비(설비 확인)	① 안전관리자는 Tanklorry 조작상자의 덮개를 열고 인근에 화기가 없는지를 확인후 Tanklorry에 접지선을 연결한다. ② 안전관리자는 저장탱크 밸브 및 Tanklorry 밸브의 누설유무를 확인한다. ③ 안전관리자는 저장탱크 및 Tanklorry의 통기밸브를 열고 내압제거 후 통기밸브를 폐쇄한 다음 Coupling 의 Cap을 분리한다. ④ 안전관리자는 Tanklorry호스를 연결한다. ⑤ 안전관리자는 Tanklorry호스 접속 후 흔들어 접속유무 및 Coupling 부위의 가스누설을 확인한다.
 4. 충전 시작	① 안전관리자는 저장탱크 밸브 및 배관의 밸브를 개방한다. ② 안전관리자는 Tanklorry의 긴급차단밸브를 개방한다. ③ 안전관리자는 Tanklorry의 밸브를 서서히 개방한 다음 기체라인으로 액의 유입이 없는가 확인한다. ④ 안전관리자는 압축기 액트립의 드레인 밸브를 개폐하여 액의 혼입을 확인한다.

 5. 충전 실시	① 안전관리자는 저장탱크와 Tanklorry의 균압상태를 확인한다. ② 안전관리자는 4way 밸브의 위치가 이송작업 방향과 일치하는가 확인한 후 가스 압축기 스위치 ON을 누른다. ③ 운전자는 Tanklorry 이송작업도중 차량의 조작 및 정비행위를 금한다. ④ 이송작업 중 운전자와 안전관리자는 작업장을 떠나서는 안 된다. ⑤ 안전관리자는 저장탱크 레벨을 수시로 확인하여 90% 이상 충전되지 않도록 주의하며 90%를 넘을 경우 즉시 이송작업을 중단한다.
 6. 충전 종료	① 안전관리자는 이송작업이 완료되어 Tanklorry의 기체 회수 작업 시에는 가스 압축기를 정지시키고 액라인의 Tanklorry호스를 접속 순서의 역순으로 분리한 다음 4way밸브의 위치를 변동시켜 가스압축기를 재가동시킨다. ② 안전관리자는 이송작업 완료 후 타작업자와 함께 가스체류 여부, 작업완료 상태 등 제반 상태에 대하여 점검 및 확인을 한다. ③ 안전관리자는 차량출발 직전에 고임목을 제거하고 타이어 등 차량상태 이상유무를 확인한 후 차량을 출발시킨다.

2) 충전 시 작업안전분석(Job Safety Analysis, JSA)

작업안전분석 결과는 다음과 같다.

〈표 II-12〉 작업안전분석

작업단계	유해위험요인	안전 대책
충전작업	충돌 위험	Bulk Lorry 정위치 주차 확인
		충전 중 경계표시 고임목 설치 확인
	Spark (화재 발생)	정전기제거용 접지클립접지용접속금구 연결
		블리더 밸브 개방 잔가스 제거
		소화기 배치 (대형분말소화기20KG)
		살수장치 수동 동작
		비상조치 훈련 실시 (연 2회)

작업단계	유해위험요인	안전 대책
	누설 (동상)	Bulk Lorry축 밸브 및 탱크 메인밸브 차단
		긴급차단레바 동작, 비상스위치 동작
		압축기 정지
		안전보호구 착용 (장갑 등)
	청력손상	귀덮개, 귀마개 착용
충전완료 후	Spark (화재 발생)	잔가스 회수 확인
	위험요인 발견	현장조치
		도급업체수리요청
		설비팀수리요청

이상과 같이 충전 시에는 주로 충돌, 화재, 동상 등 많은 위험요소가 있으며, 그에 따른 여러 안전관리대책이 요구된다.

3) 최신의 근로자 재해 사례

- 사고 일시 및 장소 : 2021년 07월 15일(목) 14시 부산광역시 강서구
- 사고 개요
가스공급업체 작업자가 LPG 탱크로리(10톤)에서 저장탱크(4.9톤)로 Unloading (화역)작업을 하는 과정에서 인근에서 프랜지를 실은 트레일러(25톤)가 계근대 위로 후진하던 중 주입호스와의 충돌로 인하여 호스접속부 이탈로 LPG가스가 누출되어 미상의 점화원에 의해 화재가 발생.
- 재해 : 운전자 전신화재 (누출 시 불 끄려다가 전신 2~3도 화상)

		
충전 중 다른 차량 진입으로 호스 접속부 이탈절단	지면을 따라 확산이 확인됨	미상의 점화원에 의한 폭발
(A) PSM 대상 사업장 충전시 재해사례 1		



[그림 II-17] 최근 재해 발생 사례

■ 재해 사례2)

- 사고 일시 및 장소 : 2021년 08월 31일(화) 10시 제주특별자치도
- 사고 개요

LPG 운송 차량이 식당에 가스를 공급하는 과정에서 화재 발생. LPG 운송차량에 의해 건물 외부에 있는 250kg LPG 탱크에 가스를 공급하는 도중에 누출가스가 착화 LPG 운송 차량 운전자 화상.

- 재해 : 운송 근로자 1명 화상

■ 분석 결과

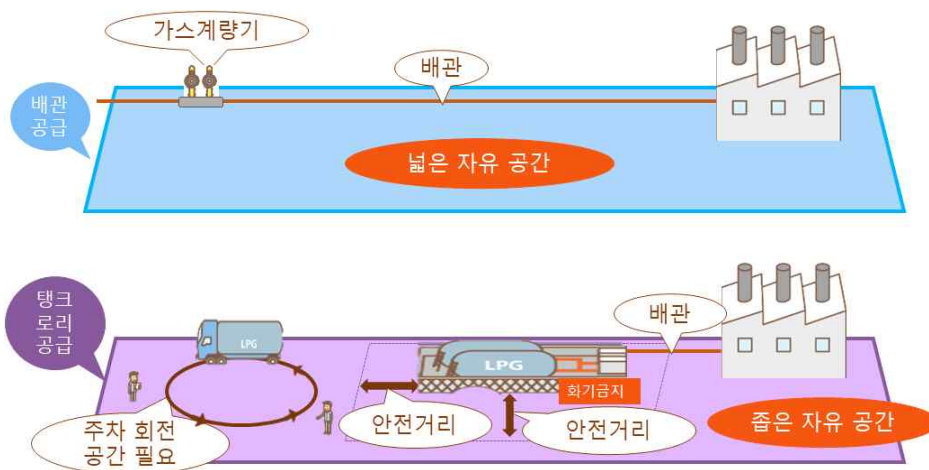
- 충전시 작업절차 및 방법에 있어 위험요소 다수 잠재함.
- 충전 시 많은 안전대책이 강구하고 있으나, 인적오류는 지속됨.
- LPG는 지면을 따라 확산되어 다량의 예혼합기를 형성함.
- 다양한 에너지원(점화원)에 의해 폭발 발생 가능성이 높음.

이상과 같이 LPG 충전에 따른 재해사례는 지속적으로 발생하고 있음이 확인되며, 본 연구에서 작성한 표 II-11 작업안전분석의 적절성이 확인되었다. 동표에서 언급한 내용으로, 충전 중 경계표시 및 비상조치훈련 등이 원만히 이루어졌다면 사고를 방지할 수 있었다고 판단된다.

많은 안전대책이 철저히 준수되어야 한다는 것은, 근로자 및 안전관리자에게 많은

부담이 된다. 따라서, 휴먼에러를 근본적으로 억제하지 못한다면, 잠재적 위험요소가 항상 존재함을 의미한다.

마지막으로 전형적인 LPG 공급형태와 NG 공급의 사업장내 공급 상황을 중심으로 개념도를 그림 II-18에 나타낸다. 배관식 공급은 사업장내 넓은 자유 공간이 존재하는 반면, 탱크로리 공급은 차량의 이동구간, 위험물의 안전거리 등이 존재하기 때문에, (근로자 재해는 직접원인이 되는 위험요소와 근로자와의 접촉에 의해 발생한다는 것을 고려하면,) 위험요소와 근로자와의 접촉기회가 높다는 것은 재해가 발생할 가능성이 크다는 것을 의미한다.



[그림 II-18] NG와 LPG 공급 방식에 따른 공정개념도

5. LPG의 취급 형태(지하매몰식 저장탱크)에 따른 NG(배관)와의 위험성 비교 분석

LPG와 NG의 공급 방식이 일반적으로 다르므로, 본 연구에서는 사업장으로의 가스 공급 방식에 따라, 위험성평가를 실시하였다. 또한, 위험성평가를 실시하기 위해서는 평가 대상을 선정해야 하며, 평가 대상을 충전, 공급, 사용 설비로 3단계로 나누어 실시하였다.

1) 공정 분석

(1) 공급 형태 분석

가) 탱크로리에 의한 지상저장탱크로의 LPG 공급 (Case 1)

일반적인 LPG 공급에서 사용까지의 공정(=Case 1)을 그림 II-19에 나타낸다. 일반적으로 LPG는 탱크로리를 사용하여, 사업장에 공급된다. 또한, 사업장내 저장탱크는 지하시 보다는 지상식 저장탱크를 사용하는 사업장이 일반적이다. 지상식 탱크로리와 사업장내의 저장탱크와는 근로자가 호스로 연결하여 저장탱크로의 충전작업을 실시한다. 저장 탱크내 LPG는 기화기를 거쳐 액체상태에서 기체 상태로 변화한 후, 정압기를 통해 일정압력을 유지하면서, 연료 사용설비로 공급이 실시된다.

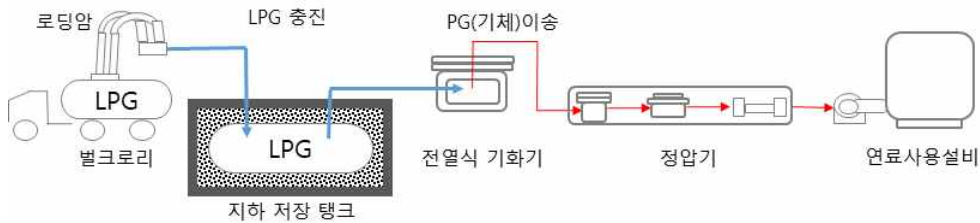


[그림 II-19] 탱크로리에 의한 지상 저장탱크로의 LPG 공급 (Case 1)

이상의 Case 1의 공급형태가 LPG 사용 사업장에서 가장 일반적인 공급형태이다. 따라서, 일반적으로 LPG 공급은 사람에 위한 충전 작업을 포함하기 때문에, 설비안전만이 아니라, 휴먼에러를 포함한 안전관리가 중요하다.

나) 탱크로리에 의한 지하 매몰식 저장탱크로의 LPG 공급

일부 LPG 사업장에서 지하 매몰식 저장탱크를 사용하는 경우가 있다. 지하 매몰식 저장탱크를 사용하는 경우의 공정(=Case 2)을 그림 II-20에 나타낸다. Case 1과의 차이는 사업장내 저장탱크가 지하 매몰식인 것이며 다른 공정은 Case 1과 동일하다.



[그림 II-20] 탱크로리에 의한 지하 매몰식 LPG 공급 (Case 2)

다) 탱크로리에 의한 지상 저장탱크로의 LNG 공급 (Case 3)

LNG를 탱크로리를 활용하여 사업장에 공급되는 사용하는 공정(Case 3)을 그림 II-21에 나타낸다. LPG 공급의 형태인 Case 1과 LNG 공급의 형태인 Case 3와는 공정이 거의 대부분 동일하다는 것이 확인된다. 기본적으로, LPG설비와 LNG 설비는 가스 누출 감지기의 설치위치가 다를 뿐 일반적으로 안전설비 및 안전관리 실시에 있어, 비슷하다는 사업장 안전관리자들로 부터의 의견청취가 있었다.

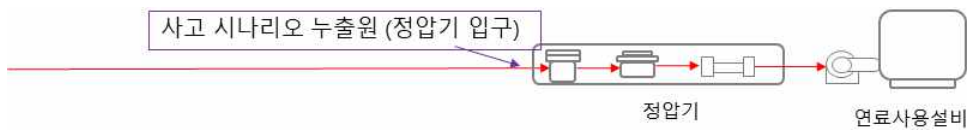
설비적 면에서 LPG와 다른 점은 LNG는 저온의 액체이므로, 저장탱크는 단열을 위해 이중단열(Dewar)용기의 형태를 가진다. 따라서, LNG 저장탱크는 LPG 저장용기와 달리 BLEVE가 발생 가능성이 배제된다.



[그림 II-21] 탱크로리에 의한 지상 저장탱크의 LNG 공급 (Case 3)

라) 배관에 의한 NG 공급 (Case 4)

일반적인 NG 사용 사업장의 가스공급 형태(Case 4)를 그림 II-22에 나타낸다. NG는 사업장 외부로부터 사업장내로 배관으로 공급되어 정압기를 거쳐 사용설비에 공급된다. 따라서, 저장탱크가 없기 때문에 탱크로리에 의한 충전작업도 필요없게 된다. Case 1과 비교하면 매우 간단한 공정이 되며 이는 위험요소의 감소로 사고발생 가능성이 낮아짐을 의미한다.



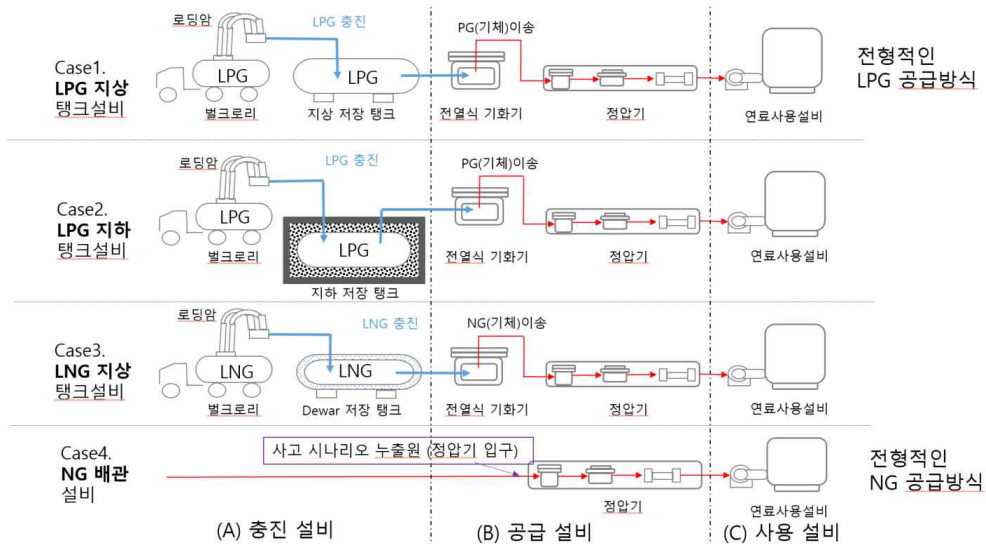
[그림 II-22] 배관에 의한 NG 공급 (Case 4)

(2) 위험성평가 대상 선정

가) HAZOP 위험성 평가 대상

위험성평가를 실시하기 위해서는 먼저 대상공정을 선정해야 한다. 본 연구에서는 탱크로리의 이동 및 저장탱크에 충전하는 과정을 충전설비로, 저장탱크에서 기화기와 정압기까지를 공급설비로, 정압기에서 연료사용설비를 사용설비로 정의하며 위험성평가 대상을 선정하였다.

LPG와 NG의 사업장 공급형태에 따른 분류와 그에 따른 위험성평가 대상을 그림 II-23과 같이 나타낸다.



[그림 II-23] 위험성평가 대상 선정

참고로, 사용설비에서의 위험성평가 결과는 Case 1에서 4까지 모두 동일하다. 그 이유는 LPG 및 NG의 가스가 다르더라도 앞에서 언급하였듯이, 가스감지기의 위치가 다를 뿐 다른 설비는 모두 동일하기 때문에 위험성평가 결과도 동일하다.

나) 사고 시나리오 대상 선정

정량적 위험성평가를 위해서는 누출에 따른 화재·폭발 사고가 발생 시 주변으로의 피해를 평가할 필요가 있다. 피해 평가를 위해서는 누출이 발생하는 사고 시나리오가 선정이 필요하며, 사고시나리오 선정에는 공정의 특성을 반영해야 한다.

사업장을 방문하여, 의견 청취를 통해, 다음과 같은 정리하였다.

- 정압기에서부터 사용설비는 모든 가스의 종류 및 공급형태에 있어서 동일한 조건을 가진다. 동일한 설비(동일한 배관 직경 및 압력)를 사용하고 있다.
- 정압기의 전후의 배관의 직경과 배관내 압력을 표 II-12에 나타낸다.
- 본 연구에서는 피해영향범위를 평가하기 위한 5장에서의 사고 시나리오는 정압기 직전의 배관을 대상으로 직경 변화와 압력 변화를 변수로 가정하여 평가를 실시하였다. 그림 II-22 배관에 의한 NG 공급(Case 4)에 사고 시나리오에 선정한 누출원을 나타낸다.

〈표 II-13〉 사업장 정압기 전후 가스 조건 및 사고시나리오 조건

	정압기 전	정압기 후	사고 시나리오
배관 직경(mm)	80~100	100~300	101(4 inch) & 304(12 inch)
배관 압력(kPa)	500~600	50~60	500 & 850

※ 참고) 사업장 현장 관리자들과의 의견 청취 요약

- 1) 일반 사업장의 경우 정압기 이전 배관 직경은 80~100 A 정도이며 압력은 500~700 kPa 정도임.
- 2) 정압기 이후 배관 직경은 100~300 A 사이가 대부분임. 후단 사용설비까지의 거리, 사용설비의 수량 및 유량에 따라 차이가 있음. 정압기 후단 1차 압력은 일반 사업장의 경우 50~90 kPa(80 kPa이 많음)로 감압하여 사용설비 전단에서 다시 1~2회 추가 감압 후 사용함.
- 3) 유량은 후단 사용설비의 부하에 따라 다름. PSM 사업장 범위 최저는 NG의 경우 약 6,200 Nm³/day(5,000 kg/day) 이상부터 해당함.
- 4) 위 조건은 LPG, LNG 동일함.

2) 위험성평가(HAZOP) 결과

본 연구에서는 공정안전관리에서 위험성평가를 실시할 때 사업장에서 가장 많이 사용하는 HAZOP방법을 사용하여 위험성평가를 실시하였다.

공급형태별 Case 1 ~ Case 4에 대하여, 충전, 공급, 사용 설비에 대상으로 위험성평가를 실시하였다. 전체 HAZOP 위험성평가 결과는 부록 II 에 나타낸다.

참고로, Case 4의 결과는 배관에 의한 공급이므로, 공급설비로는 오직 정압기만을 대상으로 실시하였다. 또한, 사용설비 대상의 위험성평가는 Case 1~4까지 동일한 결과이다. 그 이유는 사용 설비가 동일하기 때문에, LPG와 NG 가스 차이에 의한 HAZOP 위험성평가 결과는 차이가 없는 것으로 나타났다. 오직 사용설비에서만 HAZOP 위험성평가에 차이가 없음을 뜻한다.

위험성평가 결과의 예를 그림 II-24에 나타낸다.

이동현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계역도 ; 15ton/hr, 0.52MPag, AMB 공급, Level 90%/max							
Level	More	■ LT-101A/B 오작동  원인을 위험요소로 칭함 ■ Tank 파열/누출/화재 폭발 ■ LPG 기 Compressor 쪽으로 넘어가서 Compressor 파손 ■ PSV-101A/B, 102A/B ■ Compressor 에 과부하 Trip 장치기 되어 있음 ■ 2인 1조 중진작업 ■ Local Level Gauge ■ Local Pressure Gauge ■ Tank 압력여 Panel 에 표시되고 High Set 적에서 경보발령 ■ Tank 2 기가 Tie-in 되어 있고 각 Tank 에 LT 기 독립적으로 설치되어 있음 ■ 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치 1 4 3					

[그림 II-24] 위험성 평가 결과 (예)

본 연구에서는 HAZOP 위험성 평가표에서의 원인 부분을 위험요소로 선정하였다. 이것을 하나의 위험요소라고 정의하며, 각 공급형태별과 위험성평가 대상별로 합계한 숫자를 표 II-13에 나타낸다.

〈표 II-14〉 공급형태 및 공정별 위험요소 갯수

	(A) 충전	(B) 공급 (기화 & 정압설비)	(C)사용설비	합계	비고
Case 1. LPG 지상 탱크	13	6	6	25	PSM 대상
Case 2. LPG 지하 탱크	10	6	6	22	PSM 대상
Case 3. LNG 지상 탱크	11	5	6	22	PSM 대상
Case 4. NG 배관	0	4 (Only정압설비)	6	10	PSM 제외

Case 1은 일반적인 LPG 공급형태로 위험요소가 합계가 25이며, Case 4는 일반

적인 NG 공급형태로 위험요소의 합계가 10이다. 이러한 결과는 일반적인 사업장 공급형태에 있어서는 LPG가 NG 보다 위험요소가 2.5배 많다는 것을 뜻한다.

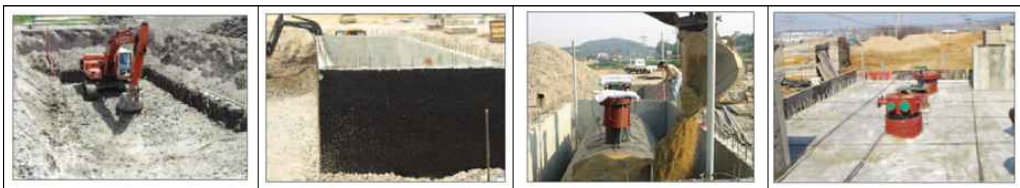
이상의 결과는 현재의 산업안전보건법 시행령 [별표 13]에서 NG는 PSM 보고서 제출대상에서 제외하고, LPG 공급형태는 PSM 대상에 포함된다는 것은 각 공정에서 잠재하고 있는 위험성의 차이에 의해 차별화된 규제를 적용한다는 것이 합리적이라고 판단된다.

Case 2와 Case 3은 LPG 매몰식 저장탱크와 LPG 탱크로리 공급 방식으로 두 경우에 있어서 동일하게 22개의 위험요소 개수를 나타내고 있다. Case 1의 전형적인 LPG 공급형태와 비교하면 위험요소 개수가 3개 줄어들었지만, 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 결과에 따라 이들 두 가지 공급 형태가 모두 PSM 대상이라는 현재의 산업안전보건법 시행령 [별표 13]이 합리적이라고 판단된다.

6. LPG의 NG의 피해 영향 거리 평가

1) 지하매몰형 저장탱크기준

지하매몰형 저장탱크는 일반적으로 10~50톤이 있으며, LPG 충전소 및 일부 집단 공급시설에 사용되고 있다.



[그림 II-25] LPG 지하 매몰형 저장탱크

영국 HSE 보고서에 의하면 지하 저장탱크는 BLEVE 가능성을 무시하고 있어 일반적으로 저장탱크의 위험성평가 실시시 BLEVE는 고려하지 않는 경향이 있다 (정승호 등, 2019). 본 연구에서는 사고는 배관에 의한 누출 사고를 고려하였다.

대부분의 공급 배관은 지하매몰형으로 사업장에 공급되고 있으나, 일부는 외부에

노출되는 부분이 있다 (SK가스, LPG LNG 실무, 2006). 본 연구의 사고시나리오는 노출된 배관에서의 사고를 상정하였다.



[그림 II-26] 배관식 NG 공급 모습

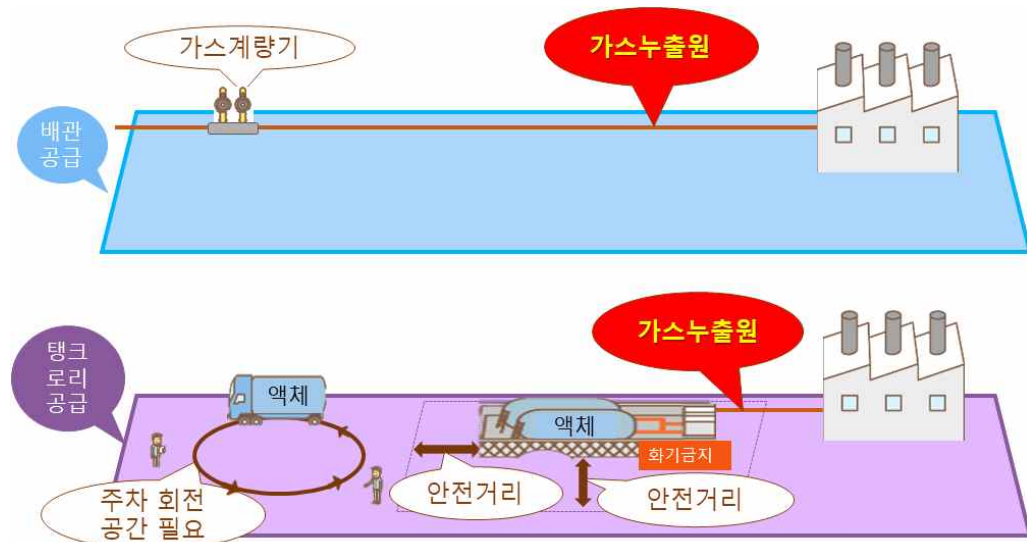
2) 사고시나리오

사고시나리오는 일반적으로 HAZOP 등 정성적 위험성 평가를 실시한 후 발견된 위험요소에 대하여 피해영향평가를 실시해야한다. 하지만, 본 용역에서는 두가지 관점을 고려하면서 위험도 평가를 실시하였다.

하나, 본 연구는 공단에서 실시한 '19년도 연구 용역의 타당성을 검증하기 위하여 연구를 진행 할 필요가 있었다. 동일한 사고시나리오를 산정하였다.

둘, NG와 LPG의 동일한 조건에서 위험도를 평가할 필요가 있었다. ('19년도에는 배관내 압력, 직경, 길이 등에 차별을 두고 위험도를 평가하였음). 단, BLEVE는 NG 설비에 대해서는 무시하고 LPG에 대해서만 검토하였다.

기본적으로 본 연구에서 사고시나리오는 KOSHA GUIDE에 따라 다음과 같이 선정하였다. 사고는 탱크가 파열되어 탱크내 전량이 방출되는 것과, 배관에 크랙(crack)이 발생하여 누출공에 의해 방출되는 것을 상정하였다.



[그림 II-27] 가스 누출원 위치

가스 누출원은 정압기의 전단으로 선정하였다. 가스가 정압기로 들어가는 배관에서의 누출을 산정하였다. 그림 II-27에 누출원을 나타낸다. 착화지점 또한 누출원의 위치로 선정하였다.

〈표 II-15〉 사고시나리오

물질	LPG						NG	
상태	액체		액체		기체		기체	
누출원	Tank		10m 배관		90m 배관		200m 배관	
누출량	5톤	50톤	누출공 지름 0.16~5.4 inch					
배관직경	-	-	4 inch	12 inch	4 inch	12 inch	4 inch	12 inch
압력	0.85 MPa				0.50 MPa			
온도	25℃							
바람속도(m/s) /대기안정도	1.5 F							

LPG의 저장탱크는 50톤과 액화가스라인의 경우 길이 10m, 압력 0.85 MPa, 가스 라인의 경우 길이 90 m, 압력 0.5 MPa로 설정하였다. NG의 경우 외부에서 배관을 통해 공급되는 경우가 대부분이므로 배관길이 200m, 압력 0.5 MPa를 기준으로

로 하였다. 배관의 직경은 일반 사업장 배관 사용현황(100~300 A)을 고려하여 4 inch와 12 inch를 기준으로 위험성 평가를 진행하였다. LPG와 NG의 저장탱크 및 배관의 규격 등 세부 사항은 표 II-15와 같다.

계산을 위한 소프트웨어는 PHAST를 활용하였다. PHAST는 화재·폭발의 위력평가에 대하여 실험과 계산결과의 비교를 통해 기존 연구에서 충분히 활용도의 적절성이 확인되었다고 판단된다. (Henk W. M. W. 등)

가연하한의 도달거리, 5 kW/m²의 복사열 영향거리, 1 psi의 VCE 폭발시 과압 1 psi 도달거리, 그리고, LPG의 BLEVE 발생 시의 피해거리를 평가하였다.

〈표 II-16〉 시나리오 선정에 관한 기술지침 누출공 선정

배관지름	KOSHA GUIDE (P-92)		KOSHA GUIDE (P-110)			API RP 581 (2008)				대안의 누출사고의 누출공 선정 기준		
	(최악의 사고기준: 10분간 전량누출)		A형	B형	C형	표 7.3 및 7.3.1 항 (RBI 분석용)						
			1/5내경	1/10 내경	1/25내경	소형	중형	대형	과열형			
인치	인치	기준	인치			인치				인치	적용근거	참고 기준
0.5	0.5	배관의 단면적	0.1	0.05	0.02	1/4			0.5	0.5	배관의 단면적	P-92, API RP 581 기준
0.75	0.75		0.15	0.08	0.03	1/4			0.75	0.75		
1	1		0.2	0.1	0.04	1/4	1		1	1		
1.5	1.5	2"배관 단면적	0.3	0.15	0.06	1/4	1		1.5	1	API RP 581	API RP 581 기준
2	2		0.4	0.2	0.08	1/4	1		4	1		
3	2		0.6	0.3	0.12	1/4	1		3	1.2		
4	2	배관 단면적의 20%	0.8	0.4	0.16	1/4	1		4	1.4	일정 비율 조정	1"와 2" 사이의 등간격 조정
5	2.2		1	0.5	0.2	1/4	1	4	5	1.5		
6	2.7		1.2	0.6	0.24	1/4	1	4	6	1.6		
8	3.6		1.6	0.8	0.32	1/4	1	4	8	1.8		
10	4.5		2	1	0.4	1/4	1	4	10	2		
12	5.4		2.4	1.2	0.48	1/4	1	4	12	2.4		
16	7.2		3.2	1.6	0.64	1/4	1	4	16	3.2		
18	8		3.6	1.8	0.72	1/4	1	4	16	3.6		
20	8.9	배관 지름의 20%	4	2	0.8	1/4	1	4	16	4	배관 지름의 20%	P-110 (A형)
22	9.8		4.4	2.2	0.88	1/4	1	4	16	4		
24	10.7		4.8	2.4	0.96	1/4	1	4	16	4		
24 초과	비율 적용		비율 적용	비율 적용	비율 적용	1/4	1	4	16	4		
											API RP 581	API RP 581 기준

(1) 누출공의 크기

누출공의 크기는 표 II-15 최악 및 대안의 누출시나리오 선정에 관한 기술 지침 (KOSHA GIUDE P-107-2020)의 기준을 적용하였다. 각각의 해당하는 배관지름에

대하여 최악의 사고시나리오로써 10분간 전량누출을 가정하였다. 대안의 누출사고의 누출공 선정기준으로는 KOSHA 기준을 이용하였다. 표 II-16와 같이 4 inch 배관의 경우 0.16, 0.4, 0.8, 2 inch 누출공으로 선정하였고, 12 inch 배관의 경우 0.48, 1.2, 2.4, 5.4 inch 누출공으로 선정하였다.

(2) 사고시 환경 조건

사고시나리오 선정에 관한 기술지침에 따라 표준 조건인 바람 속도 1.5 m/sec, 대기 안정도는 F(대기안정도)를 선정하였다. 바람의 영향을 받는 배관 높이는 지면으로부터 1미터로 가정하였다.

3) 수치계산결과

LPG와 NG의 배관에서 누출공에 따른 계산 결과를 다음 표 II-16에 나타낸다. 공정온도는 25℃, 공정압력은 액체상태의 경우 0.85Mpa, 기체상태의 경우 0.5 Mpa로 하였다.

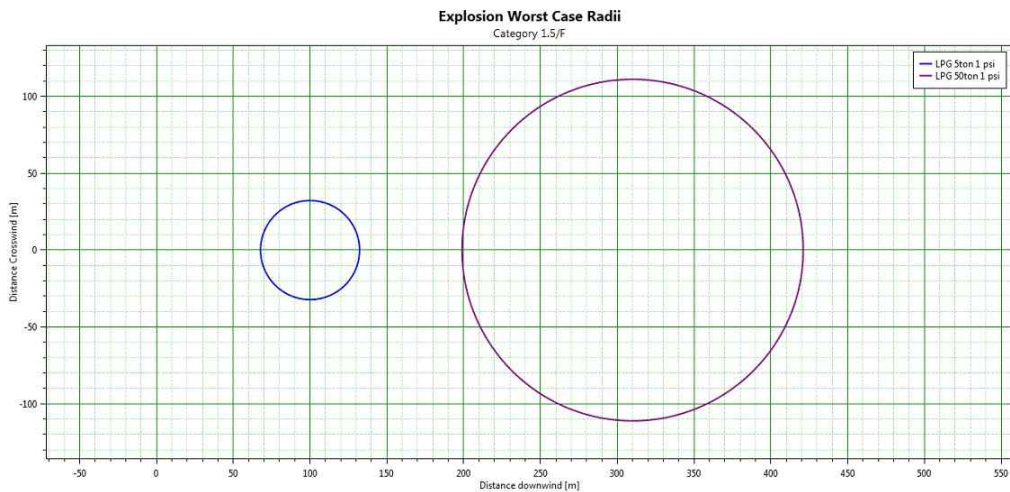
〈표 II-17〉 LPG와 NG 저장탱크 및 배관에서 누출 시 피해영향거리

종류	누출원	누출공 조건 (m)	누출률 (kg/s)	10분 누출량 (kg)	10분 누출량 (m³)	복사열, (5 kW/m²)	LFL 도달거리 (m)	증기운폭발 (1 psi 도달 거리, m)
LPG 탱크	5 ton(액체) (0.85 MPa)	10분 전량방출	8.47	5 ton	2540	66	46	35
	50 ton(액체) (0.85 MPa)	10분 전량방출	84.67	50 ton	25397	186	165	110
LPG 배관	LPG(액체) 4인치 배관 (0.85 MPa)	0.16	0.23	138	70	12	-	-
		0.4	1.47	882	448	28	-	11
		0.8	5.89	3534	1795	53	35	26
		2	36.85	22110	11234	121	105	73
	LPG(액체) 12인치 배관 (0.85 MPa)	0.48	2.12	1272	646	33	-	15
		1.2	13.27	7962	4045	76	60	45
		2.4	53.07	31842	1617	143	124	96.5
		5.4	268.65	161190	81863	296	203	200
	LPG(기체)	0.16	0.02	11	6	-	-	-

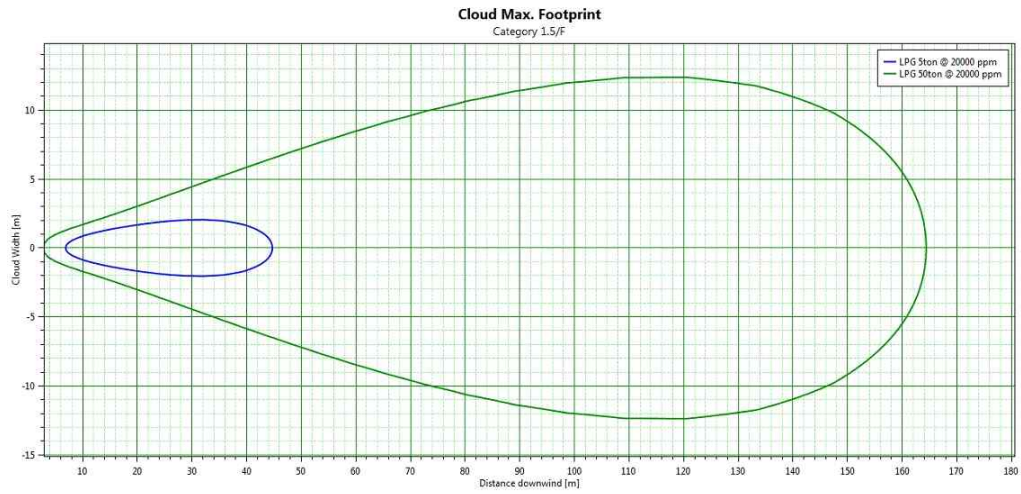
	4인치 배관 (0.5 MPa)	0.4	0.12	70	36	5	-	-
		0.8	0.47	281	143	11	6	5
		2	2.93	1757	893	29	16	13
	LPG(기체) 12인치 배관 (0.5 MPa)	0.48	0.17	101	52	6	-	-
		1.2	1.05	632	321	18	-	8
		2.4	4.24	2545	1293	37	20	17
		5.4	21.35	12810	6507	80	55	43
	NG 배관	NG(기체) 4인치 배관 (0.5 MPa)	0.16	0.01	7	10	-	-
			0.4	0.07	43	59	-	-
			0.8	0.28	170	238	8	4
			2	1.77	1064	1486	21	11
		NG(기체) 12인치 배관 (0.5 MPa)	0.48	0.10	61	85	4	-
			1.2	0.64	383	535	12	-
			2.4	2.55	1532	2140	26	13
			5.4	12.93	7759	10836	57	36

(1) LPG 지상저장탱크 누출

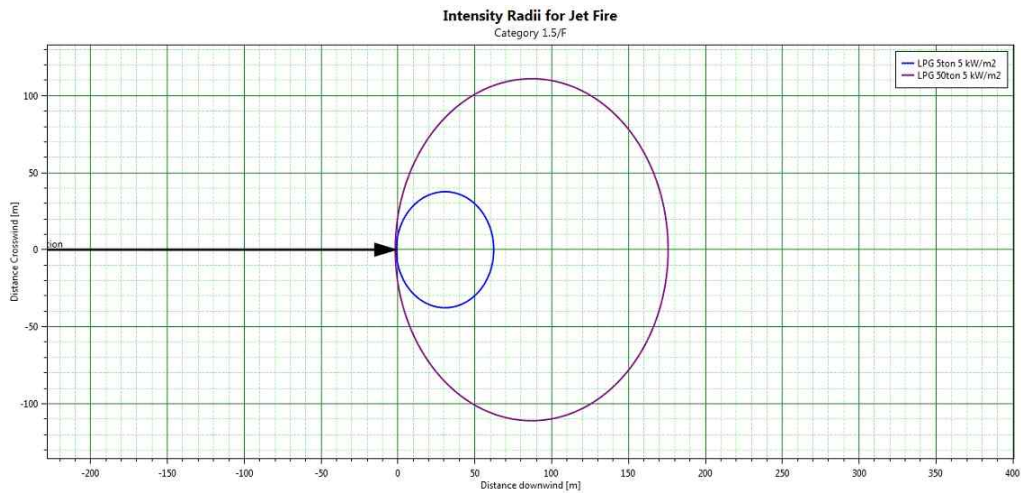
LPG 탱크가 파열되어 10분 동안 전량이 방출되었다는 시나리오를 바탕으로 5 ton 탱크와 50 ton 탱크에 해당하는 각각의 피해영향거리를 산출하였다.



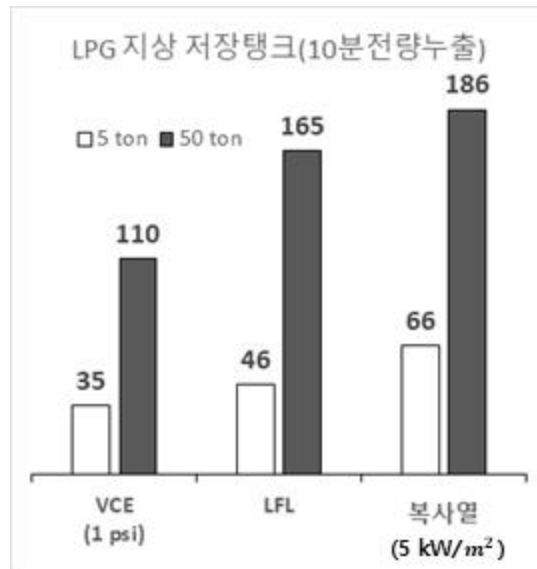
[그림 II-28] 5 ton, 50 ton VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리



[그림 II-29] 5 ton, 50 ton LFL(20000 ppm)의 영향거리



[그림 II-30] 5 ton, 50 ton 5 kW/m² 복사열 영향거리



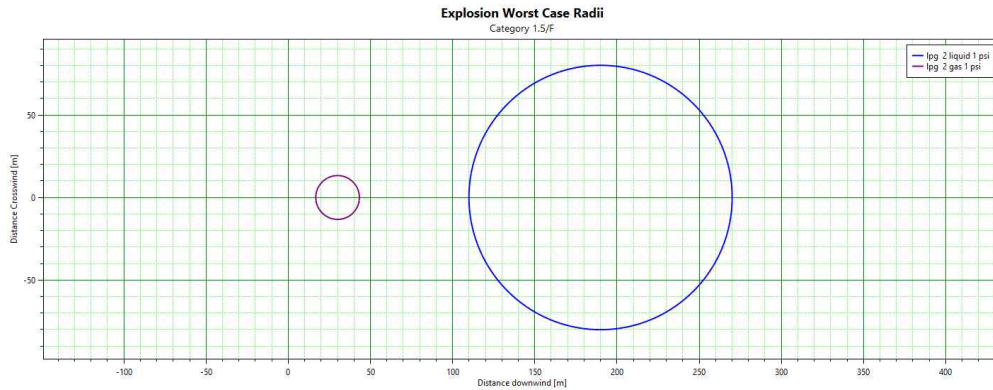
[그림 II-31] 5톤과 50톤의 피해영향거리 비교

그림 II-28은 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리를 나타낸 그래프이고, 5 ton 탱크의 영향거리는 35 m, 50 ton 탱크의 영향거리는 110 m이다. 그림 II-28은 증기운이 풍하방향으로 이동한 후 점화되었을 때 가장 멀리 1 psi의 폭발과압이 도달하는 것을 기준으로 작성된 것이다. 그림 II-29는 LFL (20000 ppm)의 도달거리를 나타낸 그림이고, 5 ton 탱크의 경우 46 m, 50 ton 탱크의 경우 165 m이다. 그림 II-30은 5 kW/m² 복사열 영향거리를 나타낸 그림이고, 5 ton 탱크의 경우 66 m, 50 ton 탱크의 경우 186 m이다. 현재 사용량인 5톤에서 50톤으로 규제와 완화될 경우 현재 보다 약 3~4배의 피해영향거리가 증가하는 것으로 나타났다.

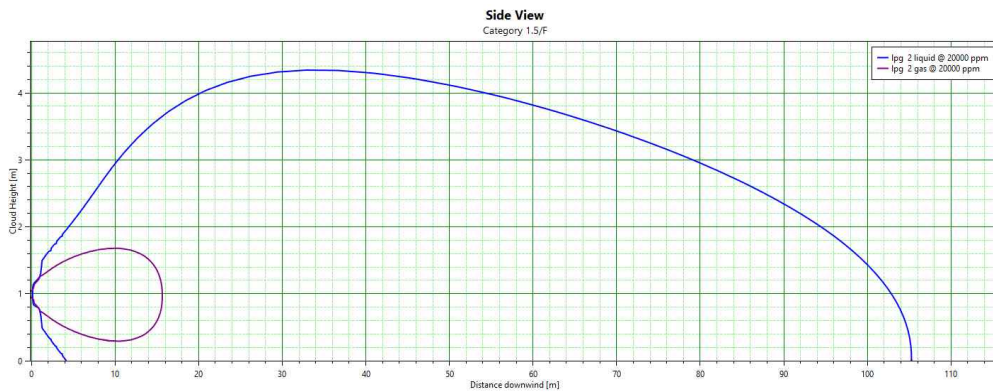
(2) LPG 상태 변화에 따른 피해거리

LPG가 기체(25℃, 0.5 MPa), 액체(25℃, 0.85 MPa)상태일 경우에 대해 4 inch와 12 inch 배관에서 누출공 발생 시 영향거리를 평가하였다.

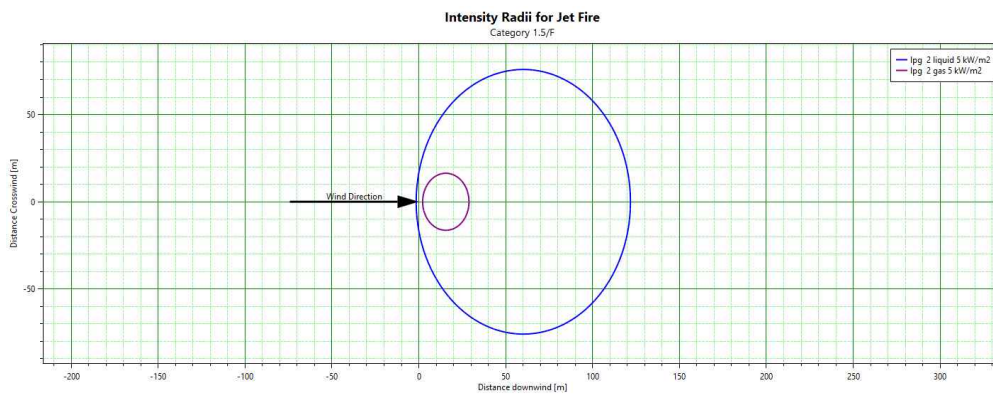
가) 4 inch 배관에서 누출공(2 inch) 발생 시 영향거리 평가



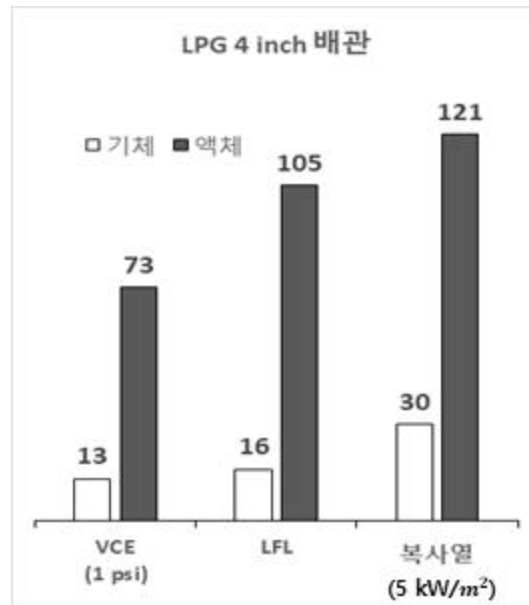
[그림 II-32] 액체, 기체상 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (2 inch 누출공)



[그림 II-33] 액체, 기체상 LFL(20000 ppm)의 영향거리 (2 inch 누출공)



[그림 II-34] 액체, 기체상 5 kW/m² 복사열 영향거리 (2 inch 누출공)

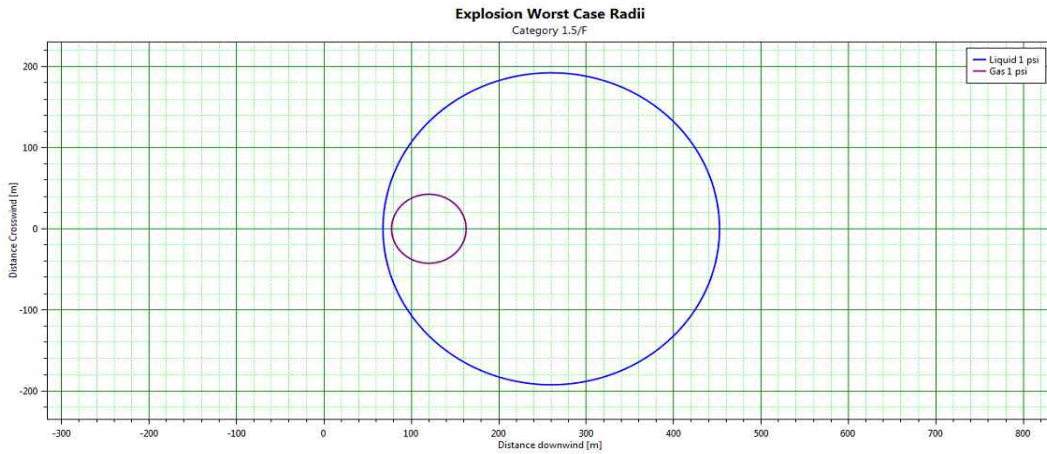


[그림 II-35] 액체, 기체상 영향거리 비교 (2 inch 누출공)

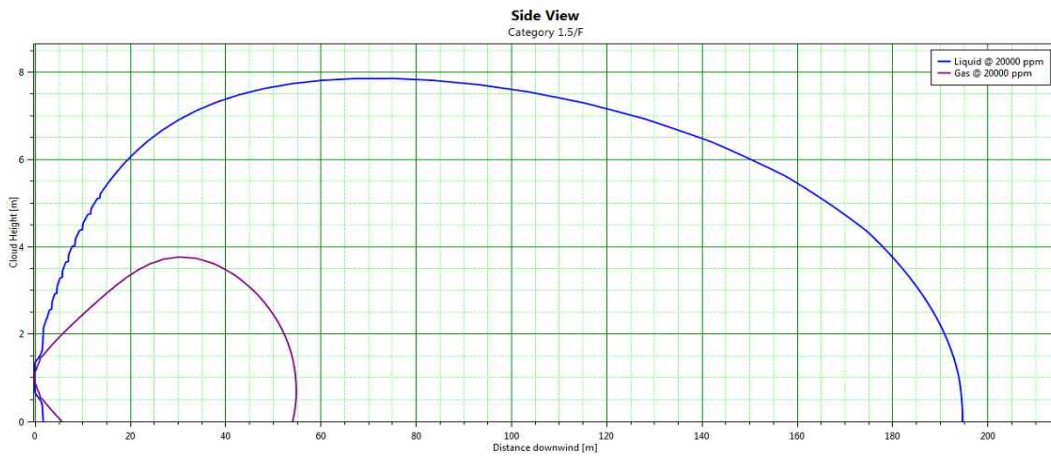
그림 II-32는 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리를 나타낸 그래프이고, LPG 기체의 거리는 13 m, LPG 액체의 영향거리는 73 m이다. 그림 II-33은 LFL(20000 ppm)의 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG 기체의 경우 16 m, LPG 액체의 경우 105 m이다. 그림 II-34는 5 kW/m² 복사열 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG 기체의 경우 30 m, LPG 액체의 경우 121 m이다. LPG 액체 상태일 때 거리는 기체 상태의 영향거리보다 약 4~6배 크게 나오는 것이 확인되었다.

이상과 같은 결과는 현재 사업장에서 액체 상태의 LPG를 사용함에 따라 존재하는 위험도가 높으며, 만약 외부로부터 기화된 상태의 배관공급으로 설비가 변환된다면, 사업장내에는 기체 상태의 연료만이 존재하게 되어 사고발생시 약 4~6배로 피해 영향거리가 감소함을 의미한다. 배관공급방식이 안전성 확보에 큰 도움이 됨이 확인된다.

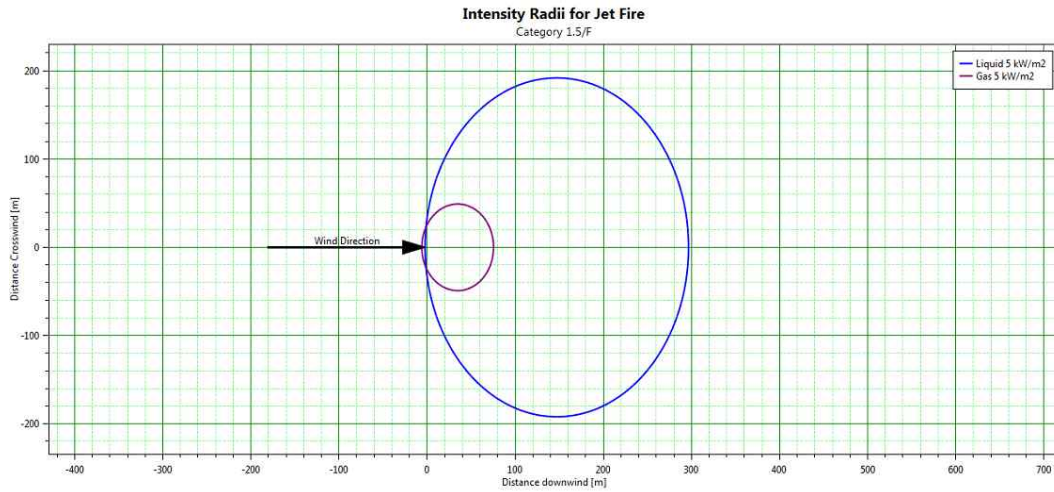
나) 12 inch 배관에서 누출공(5.4 inch) 발생 시 영향거리 평가



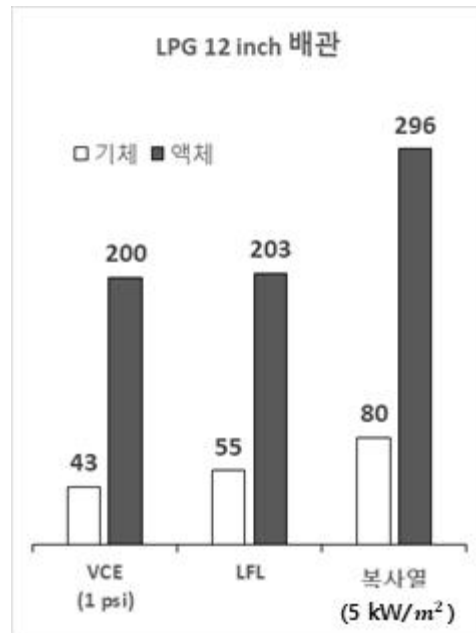
[그림 II-36] 액체, 기체상 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (5.4 inch 누출공)



[그림 II-37] 액체, 기체상 LFL(20000 ppm)의 영향거리 (5.4 inch 누출공)



[그림 II-38] 액체, 기체상 5 kW/m² 복사열 영향거리 (5.4 inch 누출공)



[그림 II-39] 누출원의 상태에 따른 피해영향 거리 (5.4 inch 누출공)

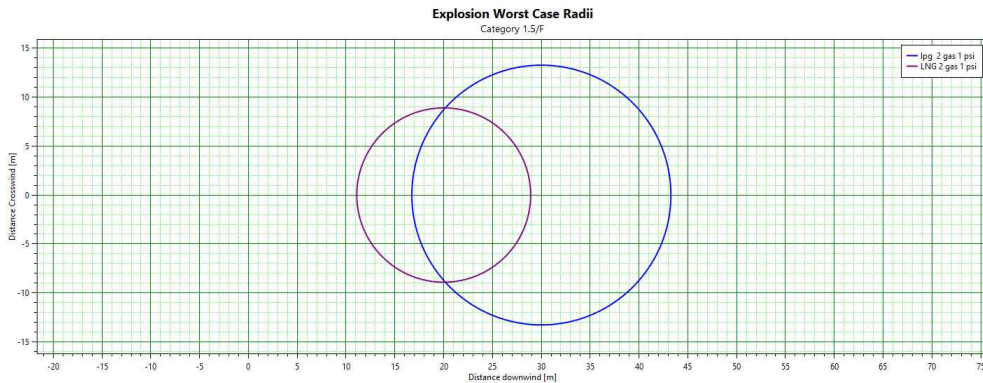
그림 II-36은 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리를 나타낸 그래프이고, LPG 기체

의 거리는 43 m, LPG 액체의 영향거리는 200 m이다. 그림 II-37은 LFL(20000 ppm)의 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG 기체의 경우 55 m, LPG 액체의 경우 203 m이다. 그림 II-38은 5 kW/m² 복사열 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG 기체의 경우 80 m, LPG 액체의 경우 296 m이다. LPG가 액체 상태일 때 거리는 기체 상태의 영향거리보다 약 4~5배 큼을 나타낸다. 누출공 직경의 변화에 따른 피해 영향거리 변화율은 큰 변화가 없음이 확인된다.

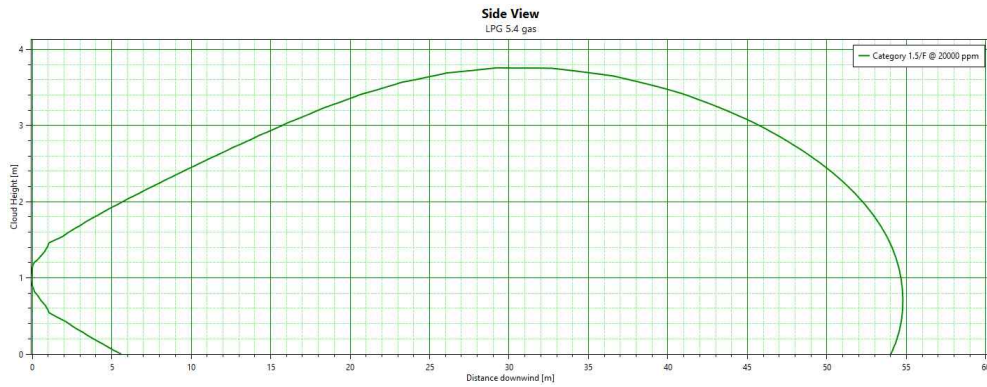
(3) 동일조건하 LPG(기체상태)와 NG(기체상태)의 영향거리

LPG와 NG의 피해 영향거리를 비교하기 위해서, 동일조건(25℃, 0.5 MPa)에서 LPG, NG의 4 inch 배관과 LPG, NG의 12 inch 배관에서 누출공 발생 시 영향거리를 평가하였다.

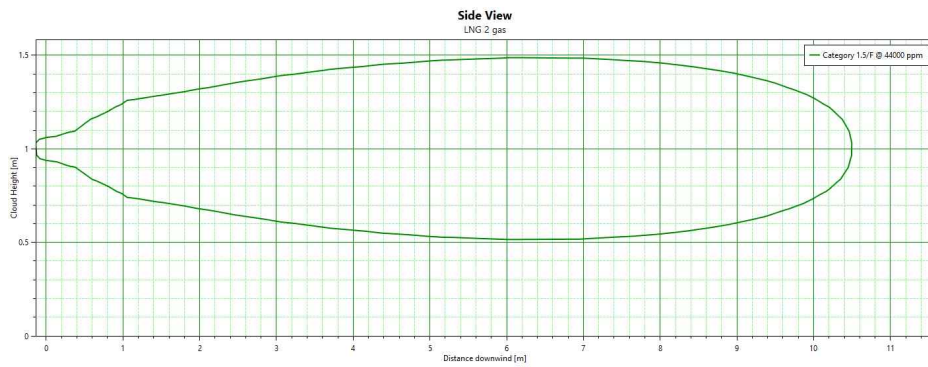
가) 4 inch 배관에서 누출공(2 inch) 발생 시 영향거리 평가



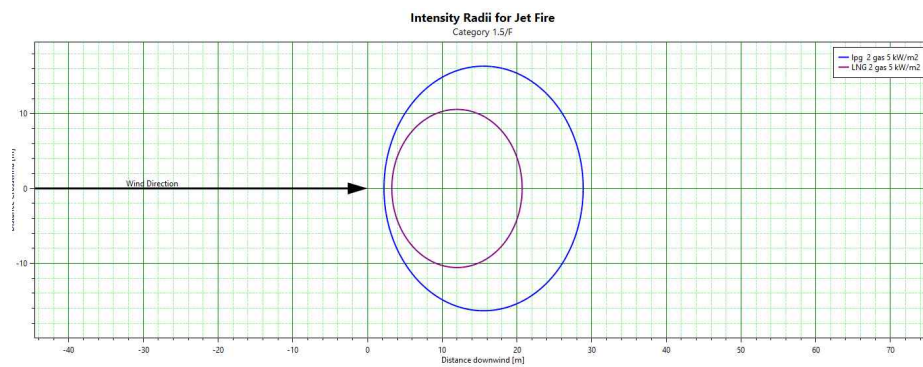
[그림 II-40] LPG, NG VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (2 inch 누출공)



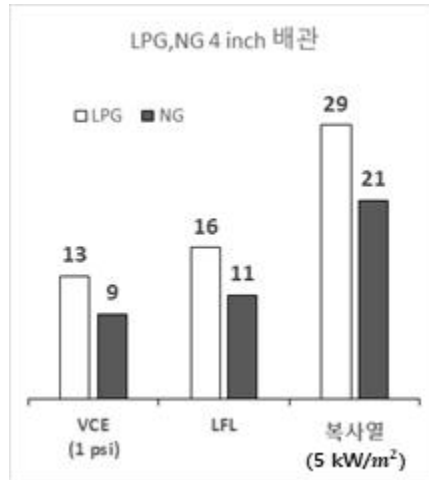
[그림 II-41] LPG LFL(20000 ppm)의 영향거리 (2 inch 누출공)



[그림 II-42] NG LFL(44000 ppm)의 영향거리 (2 inch 누출공)



[그림 II-43] LPG, NG 5 kW/m² 복사열 영향거리 (2 inch 누출공)

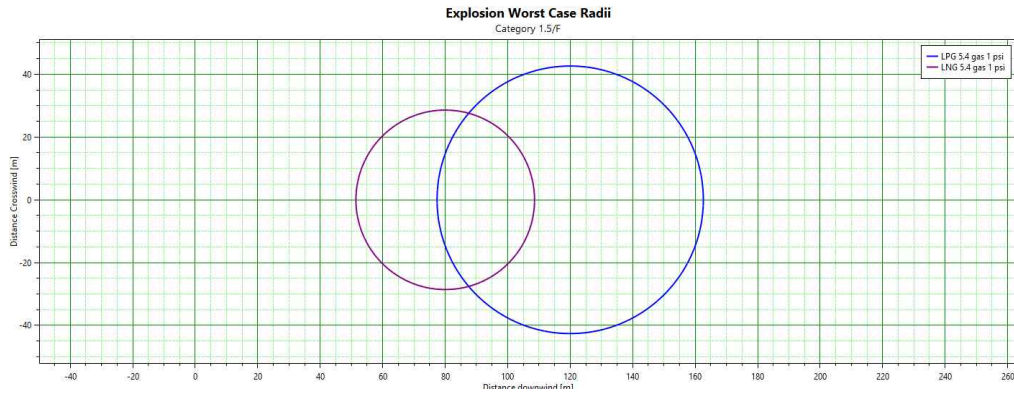


[그림 II-44] LPG, NG 피해영향 거리 (2 inch 누출공)

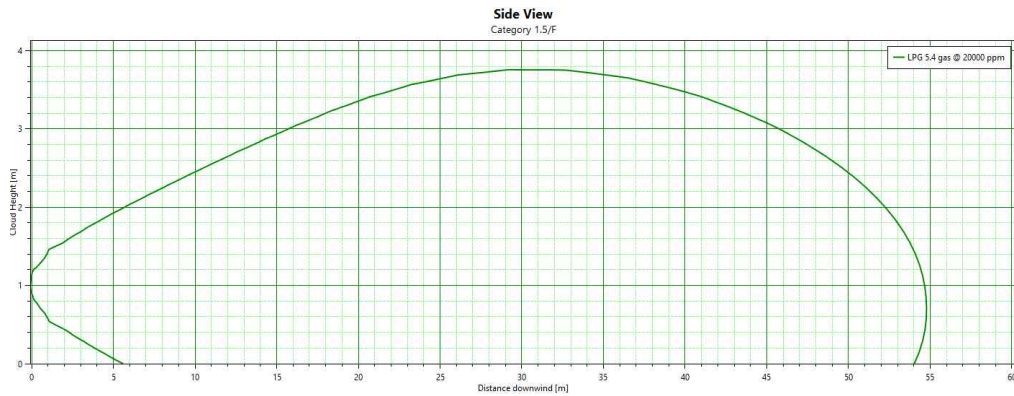
그림 II-40은 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리를 나타낸 그래프이고, LPG의 거리는 13 m, NG의 영향거리는 9 m이다. 그림 II-41, II-42는 LFL(LPG 20000 ppm, NG 44000 ppm)의 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG의 경우 16 m, NG의 경우 11 m이다. 그림 II-43은 5 kW/m² 복사열 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG의 경우 29 m, NG의 경우 21 m이다. 동일조건(25℃, 0.5 MPa, 기체상태)에서 누출 시 NG 보다 LPG가 약 1.5배 정도 피해거리가 크다는 것이 확인되었다.

이상의 결과는 NG와 LPG가 동일한 조건이라도 피해영향거리가 같지 않다. LPG가 훨씬 크다는 것을 의미한다.

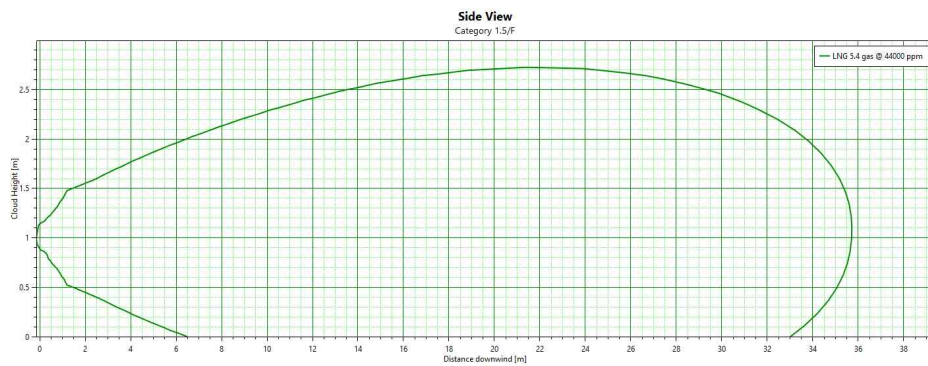
나) 12 inch 배관에서 누출공(5.4 inch) 발생 시 영향거리 평가



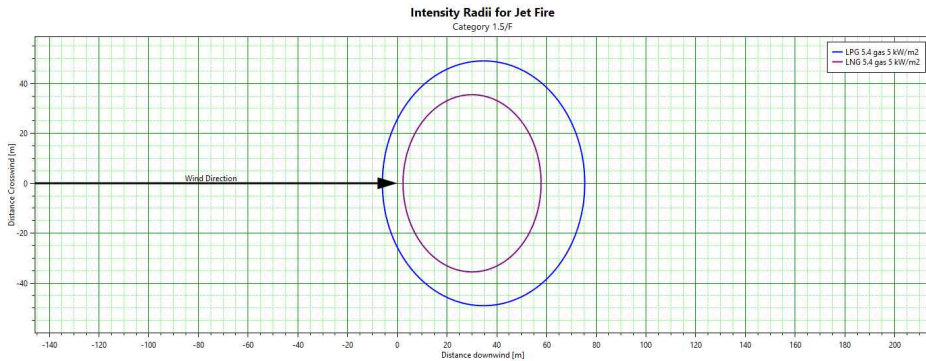
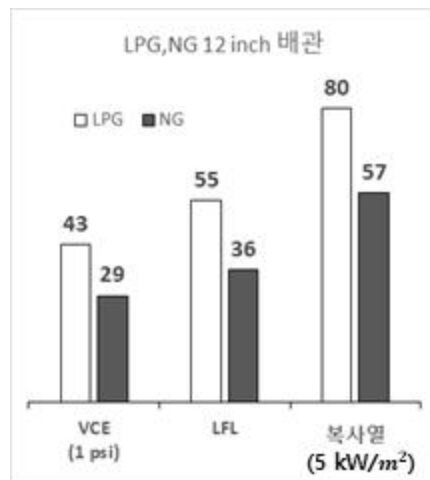
[그림 II-45] LPG, NG VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리 (5.4 inch 누출공)



[그림 II-46] LPG LFL(20000 ppm)의 영향거리 (5.4 inch 누출공)



[그림 II-47] NG LFL(44000 ppm)의 영향거리 (5.4 inch 누출공)

[그림 II-48] LPG, NG 5 kW/m² 복사열 영향거리 (5.4 inch 누출공)

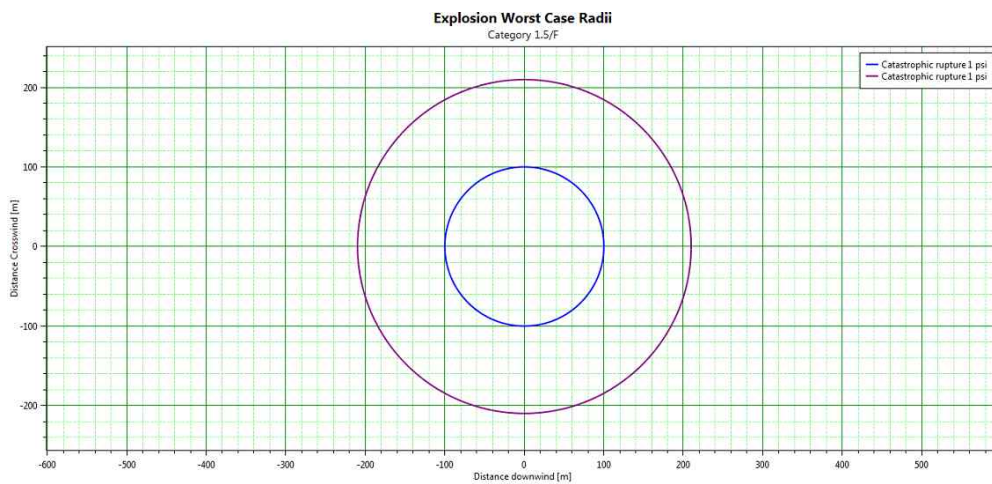
[그림 II-49] LPG, NG 피해영향 거리 (5.4 inch 누출공)

그림 II-45는 VCE의 1 psi 폭발과압 영향거리를 나타낸 그래프이고, LPG의 거리는 43 m, NG의 영향거리는 29 m이다. 그림 II-46, II-47은 LFL(LPG 20000 ppm, NG 44000 ppm)의 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG의 경우 55 m, NG의 경우 36 m이다. 그림 II-48은 5 kW/m² 복사열 영향거리를 나타낸 그림이고, LPG의 경우 80 m, NG의 경우 57 m이다. 50톤 탱크의 영향거리는 5톤 탱크의 영향거리보다 3~4배 크게 나오는 것이 확인되었다. 누출원이 액체인 경우가 약 20% 영향거리가 증가하는 것이 확인되었다. 동일조건(25℃, 0.5 MPa, 기체상태)에서 누출 시 NG 보다 LPG가 약 1.5배 정도 피해거리가 크다는 것이 확인되었다.

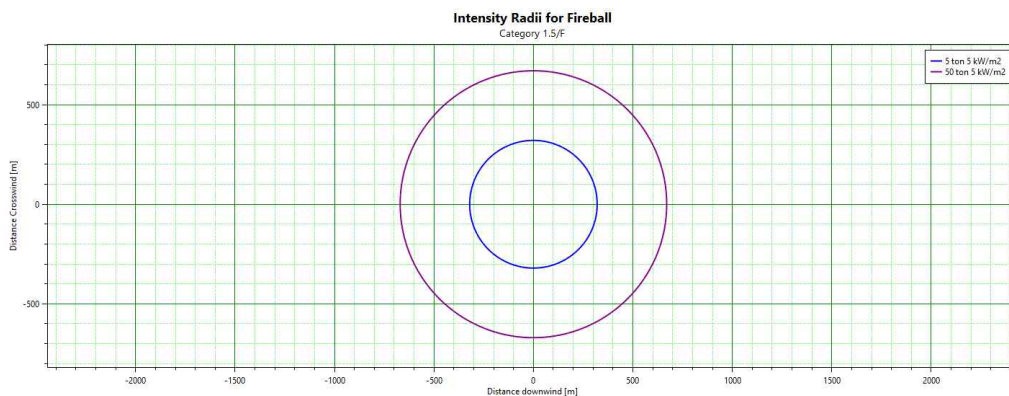
이상의 결과는 누출공의 변화가 피해거리의 변화율에는 큰 영향을 미치지 않음을 의미한다.

(4) LPG의 BLEVE에 의한 피해거리

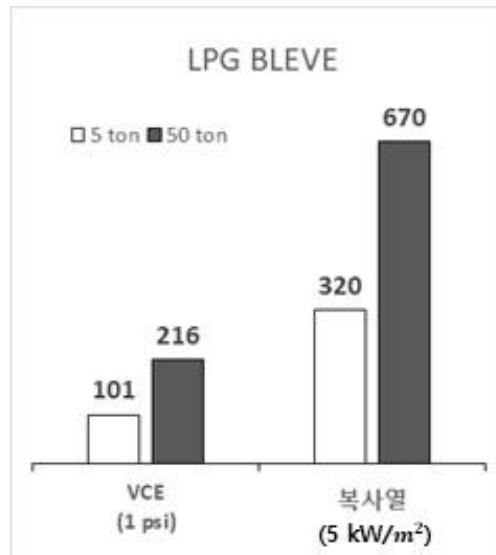
최악의 시나리오로 LPG 지상 저장탱크의 BLEVE 발생 시의 피해거리를 평가하였다. 과열한계농도를 고려하여 온도는 56도, 내부압력 1.84 MPa, 착화지점은 0 m으로 탱크가 직접 폭발하는 것을 가정하였다.



[그림 II-50] 5 ton, 50 ton BLEVE의 1 psi 폭발과압 영향거리



[그림 II-51] 5 ton, 50 ton BLEVE의 5 kW/m² 복사열 영향거리



[그림 II-52] 5톤과 50톤의 BLEVE에 의한 영향

그림 II-50은 BLEVE의 1 psi 폭발과압 영향거리를 나타낸 그래프이고, 5 ton 탱크의 영향거리는 101 m, 50 ton 탱크의 영향거리는 216 m이다. 그림 II-51은 5 kW/m² 복사열 영향거리를 나타낸 그림이고, 5 ton 탱크의 경우 320 m, 50 ton 탱크의 경우 670 m이다. 50톤 탱크의 영향거리는 5톤 탱크의 영향거리의 약 2배로 나타났다. 이상과 같이 LPG 탱크설치시, 사고발생빈도는 매우 낮지만 BLEVE가 발생할 경우 영향거리는 수백미터에 달하게 된다.

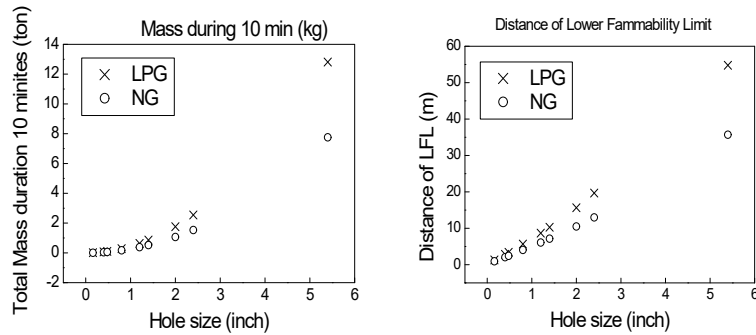
4) 계산 결과 분석

(1) PHAST의 타당성 검토

본 연구에서는 누출 및 화재폭발 시 피해거리 산출의 타당성을 문헌을 통해 확인하였다.

(2) 누출공 사이즈 변화에 따른 피해 영향 거리 변화

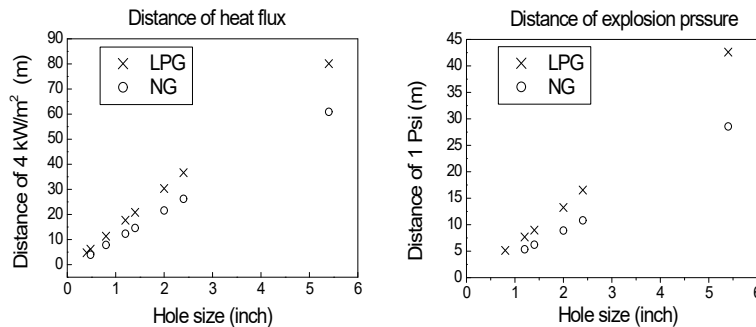
누출공 증가에 따라, 누출량, 가연하한거리의 변화를 나타내면 다음과 같다.



[그림 II-53] 누출공 크기변화에 따른 누출량(좌)와 가연한한 거리(우)

동일한 초기조건(압력, 온도, 습도 등)에서 NG보다 LPG의 누출량이 크다. 이것은 분자량의 차이로 인해 발생하는 현상이라 생각된다. 또한, 누출공의 증가에 따라 가연한도 크게 증가되는 것이 확인된다. 이것은 누출 후 확산 시 LPG는 지면을 따라 확산하여 혼합기를 형성하기 쉽기 때문이라 생각된다.

예혼합기를 형성하여 화재·폭발이 발생하면, 주변으로 복사 또는 폭발파에 의해 주변에 피해를 발생시킨다. KOSHA CODE “사고시나리오에 따른 비상대응계획 작성에 관한 기술지침”에 따라 복사는 5 kW/m^2 로 폭발압력은 1 psi에 대한 평가를 실시하였다. 표 II-54에 5 kW/m^2 의 복사열 도달거리와, 1 psi 압력의 도달거리를 나타낸다. 화염온도 및 화학양론비의 차이에 따라 LPG가 피해거리가 크다고 고려된다. 본 수치계산결과에서는 누출공 직경의 증가에 따라 LPG가 피해거리가 크게 증가됨이 확인된다.



[그림 II-54] 누출공 크기변화에 따른 복사열(좌)와 폭발압 도달 거리(우)

5) 개인적 위험도와 사회적 위험도

'19년도 공단 보고서를 검토하면, LPG와 NG 계산에 있어서 차이를 두어서 계산을 실시하였다. 본 연구에서는 배관 사이즈, 누출공, 증기운 폭발 조건 등에 있어 동일한 조건으로 두 물질의 비교를 목적으로 위험도를 계산하였다.

(1) 사용프로그램

산업계에서 널리 사용되고 있는 사고피해 예측 프로그램인 DNV GL사의 SAFETI 8.0을 이용하여 LPG, NG 누출사고 시나리오에 의한 화재 및 폭발사고의 피해범위를 산출하였다. (고재옥 등, 2020)

(2) 빈도 설정

아래는 네덜란드 TNO 기관의 Purple Book에서 정하는 최악의 시나리오 빈도에 대한 설명이다.

1. Vessel 또는 탱크는 vessel 벽, 용접된 부분, 설치판, 기계 파이프를 포함한 것을 일컫는다. LOCs는 vessel 및 탱크의 고장과 그와 관련된 기계 파이프의 고장을 다룬다. vessel 및 탱크에 연결된 파이프의 고장은 별도로 고려해야한다.
2. 여기에 주어진 고장 빈도는 부식, 진동, 작동 오류, 외부 충격 등은 제외되는 상황을 기준으로 한 기본 고장 빈도이다. 특정한 경우 기본 고장 빈도에서 편차 고려 가능하다.
 - 특별한 조항으로 규정되는 탱크와 vessel의 경우에는 더 낮은 고장 빈도를 사용할 수 있다. 예를 들어, 논쟁의 여지가 없이 고장 감소효과가 있는 설계에 따른 경우가 이에 해당한다. 단, 전체 저장량이 방출되는 빈도는 연간 1×10^{-7} 이상이어야 한다.
 - 표준 조항이 없거나 혼하지 않은 상황의 경우 더 높은 빈도를 사용해야한다. 외부 충격이나 작동 오류를 배제할 수 없는 경우 LOC G.1(Instantaneous)에 연간 5×10^{-6} 의 추가 고장빈도를 추가해야하며, LOC G.2(Continuous, 10 min)에 연간 5×10^{-6} 의 고장빈도를 추가해야한다.
3. Vessel 또는 탱크가 (부분적으로) 지면 밑에 있거나 건물의 내부 또는 외부에

위치할 수 있다. LOCs와 그 빈도는 상황에 따라 달라지지 않는다. 건물 내부에서 누출되는 모델은 Chapter 4에 나타내었다.

저장 탱크는 다른 시간에 다른 물질의 저장을 위해 사용할 수 있다. 많은 양의 다른 종류의 물질들을 이송하는 경우, 물질을 분류하고 QRA의 각 카테고리에 있는 샘플 물질을 사용하는 것이 유용하다. 이송된 총량 중 특정 물질이 많은 부분을 차지한다면 그 물질 자체를 계산에 사용해야한다는 점에 유의해야한다.

4. 저장탱크는 절대압력 1 bar 이상일 수 있다. 이러한 탱크는 대기저장탱크로 간주되어야한다. 예로 극저온 탱크와 질소로 blanketing 한 대기저장탱크가 있다.

5. 두 개 이상의 탱크가 사고 날 수 있는 잠재적 결과를 고려해야한다. 예를 들어 여러 개의 탱크가 서로 가까이 위치한 경우 한 탱크의 BLEVE가 다른 탱크의 사고를 일으킬 수 있다. 여러 개의 탱크가 하나의 방류벽에 위치한 경우, 이 방류벽의 크기는 모든 탱크의 액체를 포함할 수 있도록 충분해야한다. 그렇지 않으면 두 개 이상의 탱크가 동시에 고장날 시 방류벽 바깥으로 유출될 수 있다.

6. 공정 및 반응기 vessel의 고장빈도는 압력 vessel의 고장빈도보다 10배 더 높다. 이 factor는 화학 공정에서 제기될 수 있는 위험을 포함한다. 예를 들어 공정 분석에서 확인되지 않은 폭발반응이 있다. 하지만 그 위험성을 확인하기 위해 그 공정은 HAZOP, “what/if” 및 체크리스트 등을 이용하여 분석하고 적절한 조치가 이루어져야 한다.

위의 해외 적용 빈도 값을 토대로 10분 전량방출 시나리오 사고 빈도율은 10-7/yr를 사용하였다. 10-7/yr로 빈도 값을 적용한 것은 우리나라의 LPG 저장탱크 주변에는 가스감지기, 살수 장치 등 안전장치가 잘 설치되어 있기 때문에 Purple Book에서 언급된 바와 같이 전체 전량방출 빈도의 하한값이 더 낮은 10-7/yr 빈도 값을 가정하였다.

LPG와 NG의 배관에 따른 위험성 평가를 위한 빈도분석은 화학사고 위험도 분석 기법 중의 하나인 OGP(Oil & Gas Producers)의 빈도를 이용하였다. 연결배관의 직경과 누출공 크기를 고려하여 개시사건의 발생빈도를 적용하는 방법이다.

(3) 시뮬레이션조건

개인적 사회적 위험도 분석을 위한 누출 시나리오를 표 II-18과 19에 나타내었

다.

〈표 II-18〉 LPG, NG 4 inch 시뮬레이션조건

물질	LPG(Propane)								NG(Methane)				
상태	Liquid				Gas				Gas				
저장량(사용량)	5/50 톤				-				-				
배관 직경(in)	4												
배관 길이(m)	10				90				200				
모사압력(Mpa)	0.85				0.5				0.5				
온도(℃)	25												
누출공 직경(in)	10분 전량 방출	0.16	0.4	0.8	2	0.16	0.4	0.8	2	0.16	0.4	0.8	2
빈도(/yr)*	1E-07	1.33E-04	4.85E-05	4.85E-05	4.85E-05	1.19E-03	4.37E-04	4.37E-04	4.37E-04	2.65E-03	9.7E-04	9.7E-04	9.7E-04
바람속도(m/s) /대기안정도	1.5/F												
누출높이(m)	1												

〈표 II-19〉 LPG, NG 12 inch 시뮬레이션조건

물질	LPG(Propane)									NG(Methane)				
상태	Liquid					Gas				Gas				
저장량(사용량)	5/50 톤					-				-				
배관 직경(in)	12													
배관 길이(m)	10					90				200				
모사압력(Mpa)	0.85					0.5				0.5				
온도(℃)	25													
누출공 직경(in)	10분 전량 방출	0.48	1.2	2.4	5.4	0.48	1.2	2.4	5.4	0.48	1.2	2.4	5.4	
빈도(/yr)*	1E-07	24E-05	24E-05	3.7E-06	3.7E-06	2.16E-04	2.16E-04	3.33E-05	3.33E-05	4.8E-04	4.8E-04	7.4E-05	7.4E-05	
바람속도(m/s) /대기안정도	1.5/F													
누출높이(m)	1													

(4) 인구밀도

인구밀도는 전국 산업단지 현황 통계를 바탕으로 산업시설구역 전체면적 470,886,000 m²당 고용인 2,170,144명으로 나눈 값인 3,234명/km²로 하였다.

(5) 시나리오 가정

시나리오는 총 6가지로 LPG 5 ton(4 inch 배관), LPG 5 ton(12 inch 배관), LPG 50 ton(4 inch 배관), LPG 50 ton(12 inch 배관), NG 4 inch 배관, NG 12 inch 배관으로 총 6가지로 나누어 위험성 평가를 실시하였다. 자세한 시나리오 조건은 표 II-20, 21에 나타내었다.

〈표 II-20〉 LPG 시나리오

시나리오	LPG 탱크	LPG 10 m 배관-액체	LPG 90 m 배관-기체	인구 밀도
No. 1	5 ton 탱크 10분 전량방출	직경 4 inch 배관		3,234 명/km ²
No. 2	5 ton 탱크 10분 전량방출	직경 12 inch 배관		
No. 3	50 ton 탱크 10분 전량방출	직경 4 inch 배관		
No. 4	50 ton 탱크 10분 전량방출	직경 12 inch 배관		

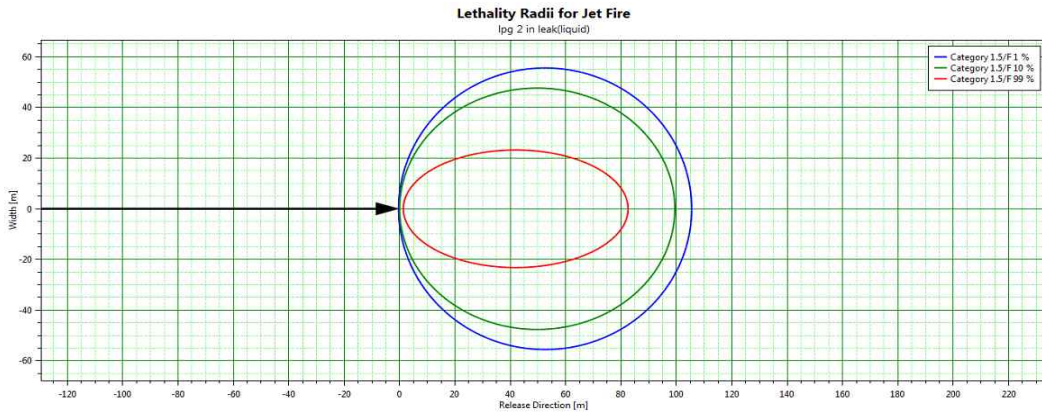
〈표 II-21〉 NG 시나리오

시나리오	NG 200 m 배관-기체	인구 밀도
No. 5	직경 4 inch 배관	3,234 명/km ²
No. 6	직경 12 inch 배관	

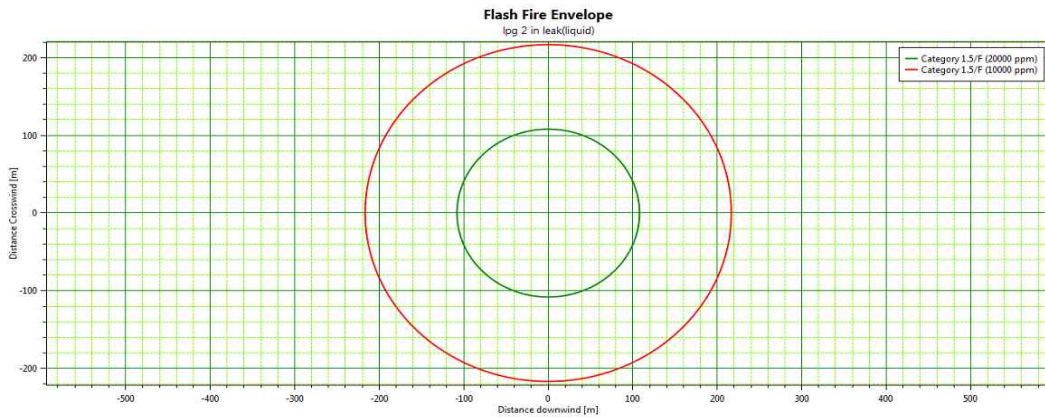
(6) 개인적위험도, 사회적위험도 결과

가) 개인적 위험도

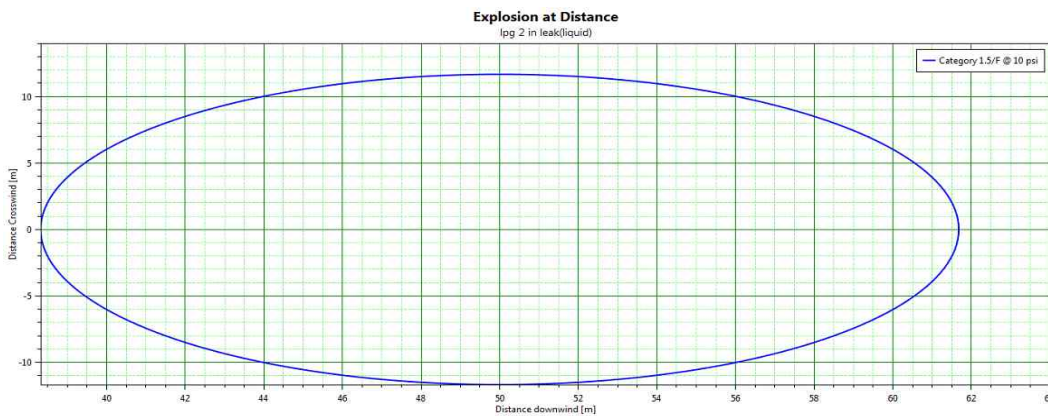
누출지점을 기준으로 하여 사망률이 $10^{-6}/\text{yr}$ 에 달하는 지점까지의 거리를 구하였고 같은 위험도의 등고선을 그려 비교하였다. 개인적 위험도 산출방법은 다음과 같다.



[그림 II-55] No. 1의 2 inch leak(세부 시나리오) Jet Fire 영향거리

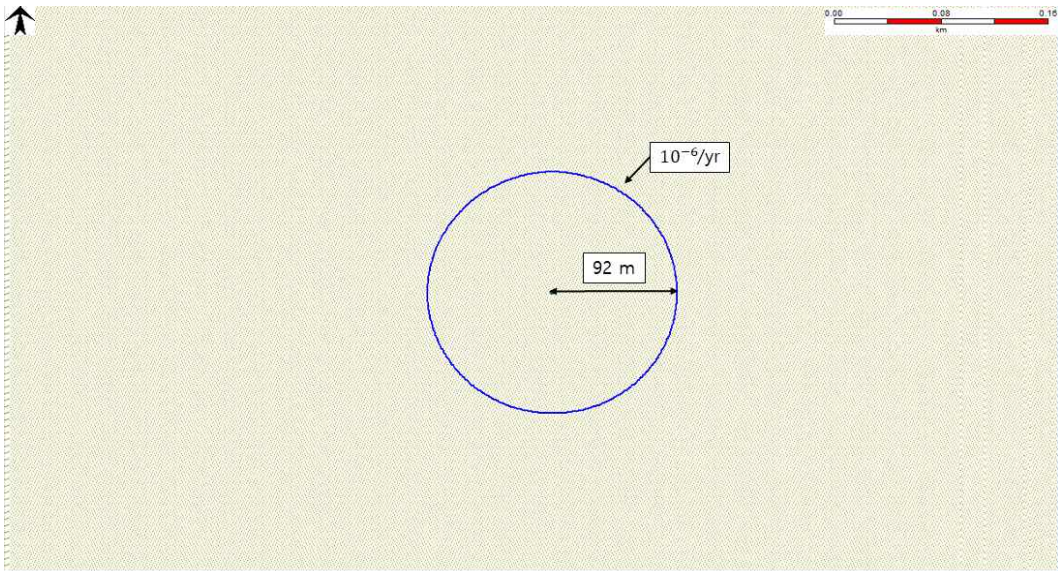


[그림 II-56] No. 1의 2 inch leak(세부 시나리오) Flash Fire 영향거리

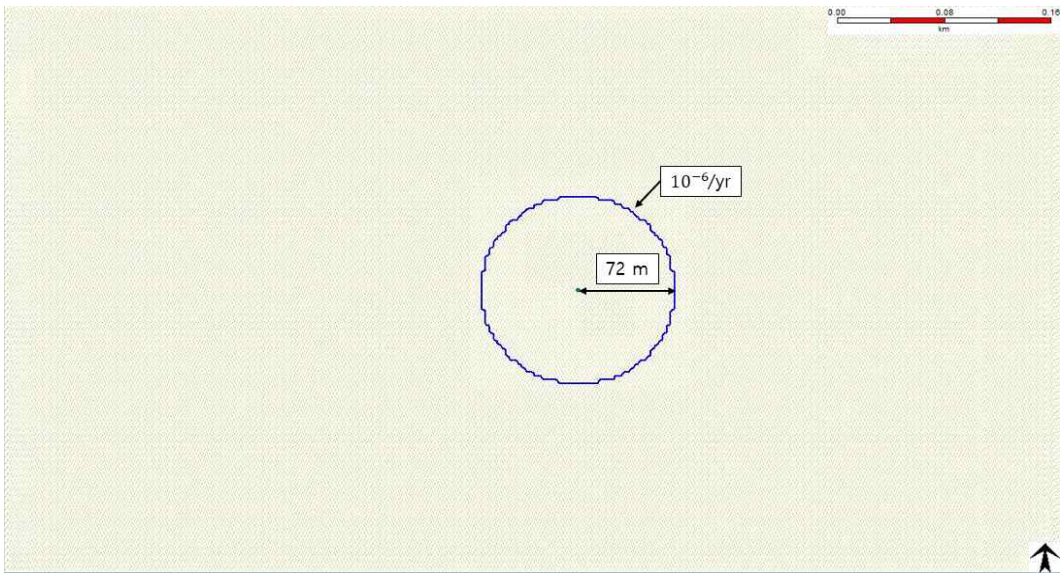


[그림 II-57] No. 1의 2 inch leak(세부 시나리오) 폭발과압 영향거리

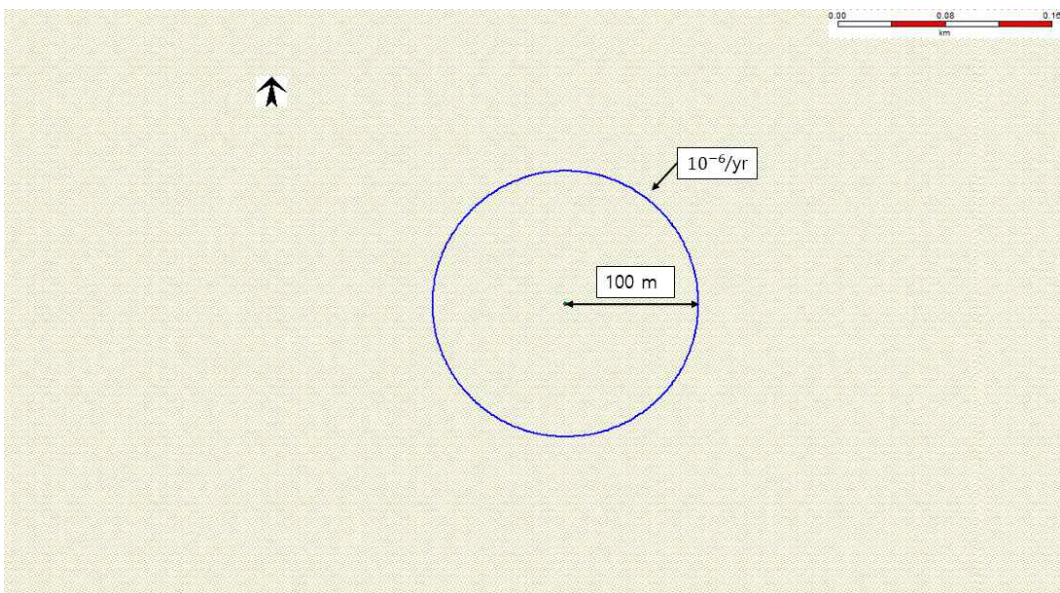
위의 그림 II-55,56,57은 No. 1의 세부 시나리오 2 inch leak에 대한 Jet fire, Flash fire, 폭발과압 영향범위 그래프이다. 예를 들어 2인치 누출 사고시나리오 시 즉시점화의 경우 제트화재, 지연점화 시 Flash fire나 증기운 폭발, 점화하지 않을 경우 독성이 없으므로 아무 영향결과 없음으로 나눌 수 있다. 여기서 그림55는 제트화재 시 사망확률을 거리별로 나타낸 것이며 그림 56은 Flash fire 발생 시 100% 사망이 발생할 수 있는 LFL 확산 거리(녹색)를 나타낸 것이고 증기운폭발 시 폭발과압에 의해서 사망하거나 다칠 수 있는 영향범위는 그림57에 표시하였다. 이러한 사망확률과 관련있는 영향범위가 최초의 누출빈도 및 점화확률(15% Phast default), 각 풍향의 확률등과 결합하여 $10^{-6}/\text{yr}$ 의 등고선을 생성하게 된다. Case 1의 세부 시나리오는 9개로 각각의 세부 시나리오에 대한 영향범위내 사망확률과 사고빈도를 곱하고 합산하여 아래와 같이 $10^{-6}/\text{yr}$ 의 등고선으로 개인적위험도를 산출한다.



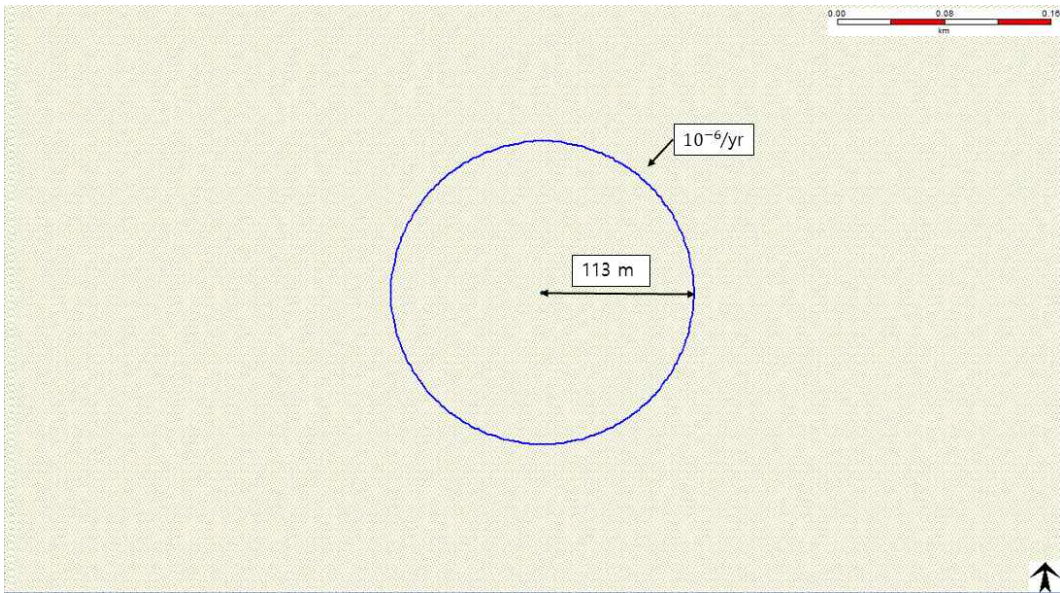
[그림 II-58] No. 1 시나리오의 개인적 위험도



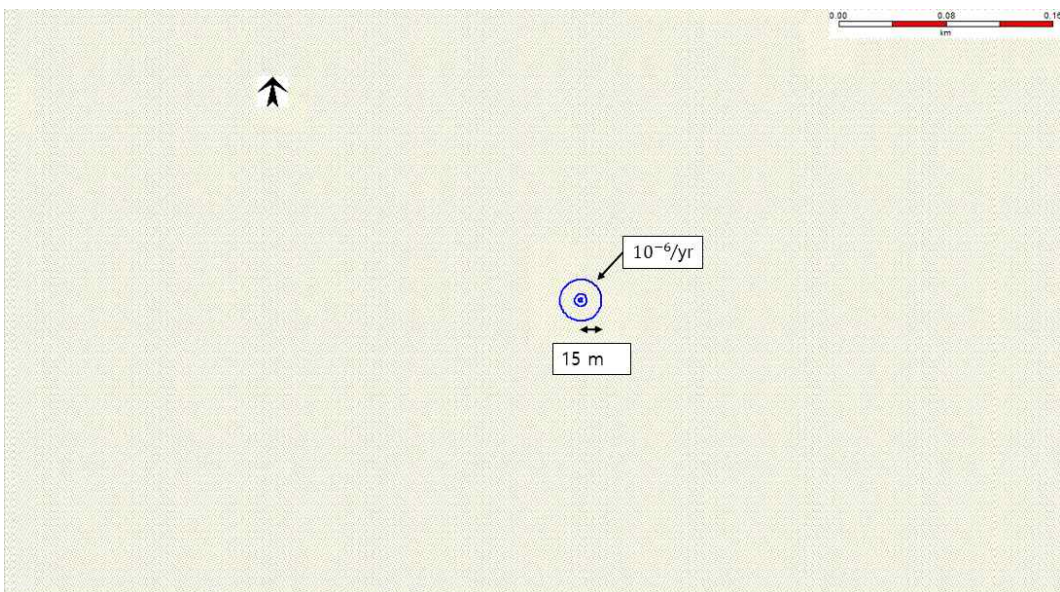
[그림 II-59] No. 2 시나리오의 개인적 위험도



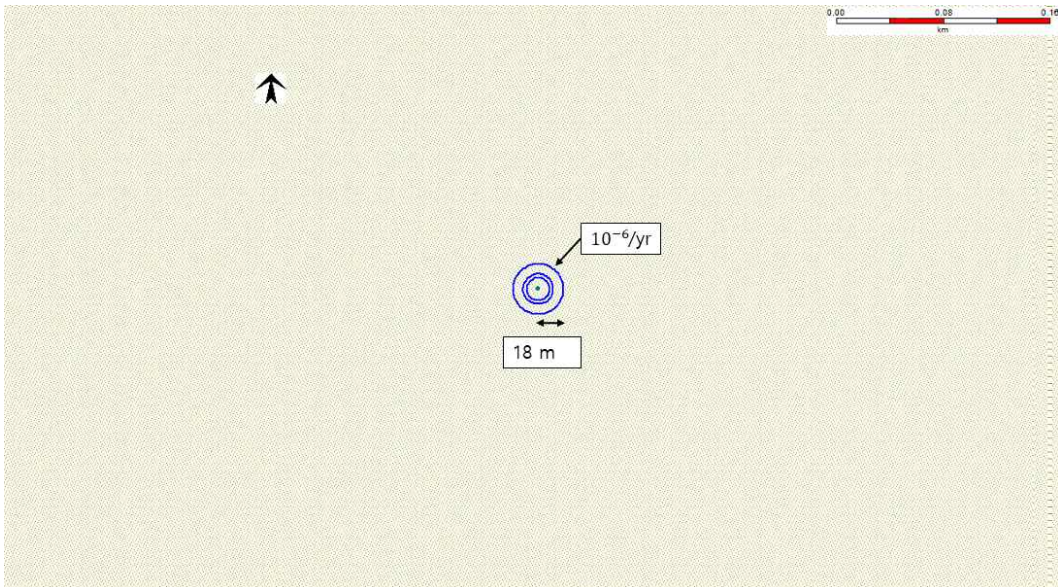
[그림 II-60] No. 3 시나리오의 개인적 위험도



[그림 II-61] No. 4 시나리오의 개인적 위험도



[그림 II-62] No. 5 시나리오의 개인적 위험도



[그림 II-63] No. 6 시나리오의 개인적 위험도

〈표 II-22〉 개인적 위험도 비교

시나리오		10E-6/yr
LPG	No. 1	92 m
	No. 2	72 m
	No. 3	100 m
	No. 4	113 m
NG	No. 5	15 m
	No. 6	18 m

시나리오별 개인적 위험도 결과에서 LPG의 경우 NG보다 $10^{-6}/\text{yr}$ 의 위험도 도 달거리가 4~6배 정도로 계산되었다.

참고로 이런 결과는 안전설비가 완전히 무시한 조건이며, 거주지 안전확보를 위한 기준임을 명시한다. 또한, 표 II-21과 II-22에 나타나듯이, 개인적 위험도의 기준은 국가에 따라 대상 공공설비에 따라 차이가 있다. [4,11]

본 연구결과는 절대적 위험성 비교가 아닌 NG와 LPG의 상대적 위험성 비교로만 쓰여야 한다.

〈표 II-23〉 공공에 대한 개인적 위험도 기준 (2개 조건)

국가(지역)	연간 사망률		적용 대상 및 비교
	상한 값	하한 값	
전제 조건 2개 적용			
브라질 상파울루 히우그란지두술	10^{-4} 10^{-4}	10^{-5}	송유관
영국(HSE)	10^{-4}	10^{-6}	공장 및 위험물 운송
국제해사기구(IMO)	10^{-4}	10^{-6}	승객, 주민 (기존선박)
	10^{-5}	10^{-6}	승객, 주민 (기존선박)
호주 빅토리아 뉴사우스 웨일즈 퀸즈랜드 웨스턴오스트레일리아	10^{-5}	10^{-6}	신설 적용(기존 공장 10^{-5} 암사망 자/년 초과 시 적용대상임) 하한 값 : 의무적용대상 아니며, 안전한 조건임
	10^{-6}	10^{-6} 10^{-4}	신규, 기존공장 : 5×10^{-5} 적용
	5×10^{-5}		
브라질 상파울루	10^{-5}	10^{-6}	화학공장/정유회사
	10^{-5}	10^{-6}	
USA 뉴저지 (공기 허용 지수프로그램)	1.4×10^{-6}	1.4×10^{-8}	상한 값 : 수명 70년 기준 암 발생확률 적용 (10^{-4} 암사망자 /lifetime) 하한 값 : 수명 70년 기준 암 발생확률 무시함 (10^{-6} 암사망 자/lifetime)

Source : GUIDELINES FOR DEVELOPING QUANTITATIVE SAFETY RISK CRITERIA

〈표 II-24〉 공공에 대한 개인적 위험도 기준 (1개 조건)

전제 조건 1개 적용		
국가(지역)	연간 사망률	적용 대상 및 비교
	상한 값	

전제 조건 1개 적용		
국가(지역)	연간 사망률	적용 대상 및 비교
	상한 값	
호주 뉴사우스웨일즈	10^{-6}	신규공장 설립 시 상한 값 적용. 기존 공장도 신규 공장 수준으로 위험도 감소노력을 하여야 함 최소값 사망률/년 적용, 민감도 노출 적용
	퀸즈랜드	5×10^{-5}
싱가폴	5×10^{-5} 5×10^{-6}	
홍콩	10^{-5}	
네덜란드	10^{-5} 10^{-6}	
캐나다 MIACC	10^{-5}	
체코	10^{-5} 10^{-6}	기존시설 신규시설
브라질 리우데자네이루	10^{-5} 10^{-6}	기존시설 신규시설
싱가폴	5×10^{-5} 10^{-6}	
USA 캘리포니아 (산타바바라)	10^{-6}	
	EPA 1.4×10^{-7}	
	NIRC 10^{-7}	
	FDA 1.4×10^{-8}	

Source : GUIDELINES FOR DEVELOPING QUANTITATIVE SAFETY RISK CRITERIA

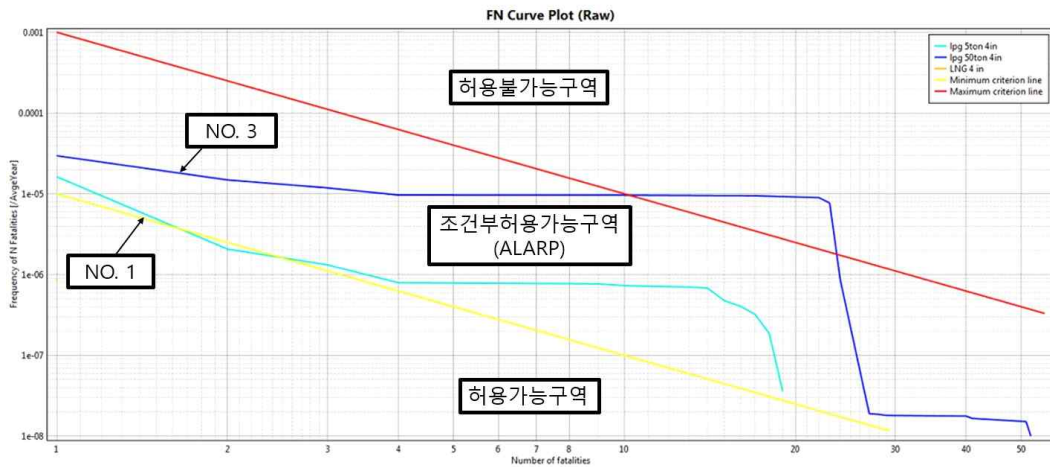
나) 사회적 위험도

시나리오별 시뮬레이션 조건에서 Safeti 8.0을 사용하여 LPG와 NG의 누출사고에 대한 사고결과 분석(consequence analysis)을 수행하여 사고 피해범위를 예측하였다. 또한 사회적 위험도 비교를 위해 FN Curve를 그려 분석하였다. 사회적 위험도는 그래프 내에 사고빈도의 누적확률인 F와 각 사고시나리오의 사망자 수 N을 결합하여 그래프에 나타낸 것이다.

〈표 II-25〉 No. 1 시나리오 F/N Curve 예시

세부 시나리오	누적빈도(/year)	(시나리오 최대) 사망자수(N)
10분전량방출	1.5E-08	54
2 inch 누출공	7.68E-06	23
0.8 in 누출공	1.18E-05	3
0.4 in 누출공	-	<1
0.16 in 누출공	-	-

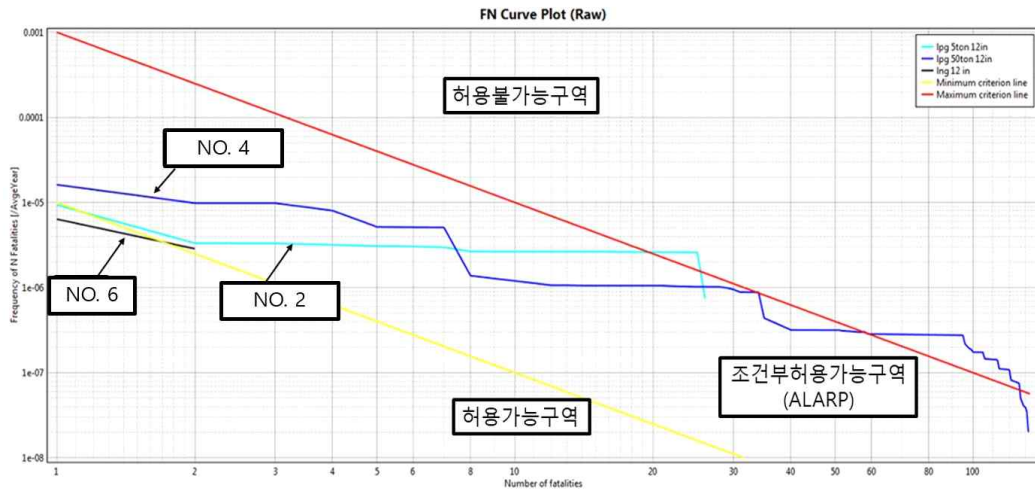
예를 들어 표 II-24에서 No. 1 세부 시나리오의 누적빈도(/year)과 사망자 수(N)를 산출하여 그래프를 작도한다면 그림 II-61의 No. 1 과 유사한 그래프가 그려질 것이다. 다만 Safeti 프로그램은 세부 시나리오 내에서 Jet fire, Flash Fire, Explosions 등 영향평가를 계산하므로 F/N 커브의 형태가 단순한 직선이 아닌 복잡한 Smooth 형태로 도출된다.



[그림 II-64] 4 inch 누출공에 의한 FN curve

그림 II-64는 4 inch 누출공에 의한 누출시 FN curve를 나타낸다. No. 1(LPG 5 ton 4 inch 배관)의 경우 조건부 허용 가능구역으로 최대 사망자수(N)는 19명이고, No. 3 (LPG 50 ton 4 inch 배관)은 허용불가능구역으로 최대 사망자수(N)는

약 50명의 결과가 나왔다. No. 5(NG 4 inch 배관)는 위험도가 낮아 그래프에 나타나지 않았다. 빈도의 경우 0.8 in 누출공 시나리오에서 가장 높은 값을 나타내었고, 사망자수의 경우 10분전량방출 시나리오에서 가장 크게 나타났다. 자세한 보고서의 내용은 「부록 III」에 포함되어있다.



[그림 II-65] 12 inch 누출공에 의한 FN curve

그림 II-62는 12 inch 누출공에서 누출 시 FN Curve를 나타낸다. LPG 5톤은 일부 허용 불가능 부분이 존재하며 최대 사망자수(N)는 26명이고, LPG 50톤은 허용불가능구역으로 최대 사망자수(N)는 약 130명의 결과가 나왔다. 그에 비해, NG는 허용가능 범위에 있음이 확인되고 빈도 또한 LPG의 경우에 비해 낮음을 알 수 있다. 빈도의 경우 1.2 in 누출공 시나리오에서 가장 높은 값을 나타내었고, 사망자수의 경우 10분전량 방출의 시나리오에서 가장 크게 나타났다. 자세한 보고서의 내용은 「부록 III」에 포함되어있다. 사회적 위험도 결과가 이전 '19년도의 보고서보다 매우 높게 나온 이유는 본 연구에서는 안전장치가 설치되지 않았다고 가정하고 계산을 수행했기 때문이다.

이상과 같이 동일 조건에서 FN Curve를 비교한 결과, 전반적으로, NG의 경우 완전허용가능 구역인 low dutch curve line 아래에 생성되었고, LPG는 조건부허용가능구역(ALARP) 또는 일부분 허용불가능 구역에 생성되었다.

그림 II-62는 12 inch 누출공에서 누출 시 FN Curve를 나타낸다. No. 2(LPG 5

ton 12 inch 배관)는 일부 허용 불가능 부분이 존재하며 최대 사망자수(N)는 26명이고, No. 4(LPG 50 ton 12 inch 배관)는 허용불가능구역으로 최대 사망자수(N)는 약 130명의 결과가 나왔다. 그에 비해, No. 6(NG 12 inch 배관)은 허용가능 범위에 있음이 확인되고 빈도 또한 LPG의 경우에 비해 낮음을 알 수 있다. 빈도의 경우 1.2 in 누출공 시나리오에서 가장 높은 값을 나타내었고, 사망자수의 경우 10분 전량방출의 시나리오에서 가장 크게 나타났다. 자세한 보고서의 내용은 「부록 III」에 포함되어있다. 사회적 위험도 결과가 이전 '19년도의 보고서보다 매우 높게 나온 이유는 본 연구에서는 안전장치가 설치되지 않았다고 가정하고 계산을 수행했기 때문이다.

이상과 같이 동일 조건에서 FN Curve를 비교한 결과, 전반적으로, NG의 경우 완전허용가능 구역인 low dutch curve line 아래에 생성되었고, LPG는 조건부허용가능구역(ALARP) 또는 일부분 허용불가능 구역에 생성되었다.

7. 자문회의 실시

본 연구의 흐름 및 연구 결과의 타당성을 확보하기 위해, 3회에 걸쳐 자문회의를 실시하였다. 자문위원은 학계, 공공기관, 산업계, 협회 등 다양한 분야의 전문가로 구성하였다.

1회와 2회는 총 10명의 전문가로 3회는 12명의 자문가로 위원회를 구성하였다. (부록 IV. 자문회의 공문 첨부)

회의는 코로나로 인해 대면 회의가 아닌 ZOOM에 의한 온라인 회의를 실시하였다. 또한 불참 위원에게는 따로 자료 송부 후 의견 청취를 실시하였다.

〈표 II-26〉 자문위원

구분	성명	소속/직책	1차	2차	3차
학계	위원01	서울과학기술대학교 안전공학과 교수 한국안전학회 부회장	○	○	○
	위원02	한국교통대학교 안전공학부 교수 한국가스학회 총무이사	○	○	○

	위원03	호서대학교 안전소방학부 교수 위험물학회 이사 & 화재소방학회 부회장	○	○	○
	위원04	부경대학교 안전공학과 교수 한국안전학회 이사 & 한국연소학회 편집	○	○	○
	위원05	한국교통대학교 안전공학과 교수 한국가스학회 총무이사			○
	위원06	한라대학교 소방방재학과 교수			○
공공기관	위원07	국립재난안전연구원 안전연구실 공업연구관	○	○	○
	위원08	국립소방연구원 소방정책연구실 공업연구사	○	○	○
산업계	위원09	포스코케미컬EHS팀장 (NG 사업장)	○	○	○
	위원10	화인베스틸안전팀 차장 (LPG 사업장)	○	○	○
협회	위원11	대한산업안전협회 안전진단본부 국장	○	○	○
	위원12	한국화재보험협회 방재시험연구원 융합방재연구센터 수석연구원	○	○	○

자문의 주요 목적과 실시현황은 다음과 같다.

〈표 II-27〉 자문 목적 및 실시현황

[1차 자문] - 본 연구의 소개 및 연구 흐름의 타당성 파악 - 앙케트 초안의 검토 - 기타 자문위원의 자유 토론	
[2차 자문] - 본 연구의 진행 방향 및 진행 내용 타당성 검토 - 앙케트 결과에 대한 의견 교환 - 기타 자문위원의 자유 토론	

[3차 자문]

- 본 연구 결과 보고 및 자유 토론



■ 자문 회의 결과

3회에 걸쳐 실시한 자문회의에서 언급된 자문위원의 주요 의견과 본 연구에서의 조치 사항을 다음과 같이 정리하였다. 본 연구의 객관성 확보에 많은 도움이 되었으며, 특히 3차 회의에서는 대부분의 위원들이 본 연구의 합리성과 객관성을 확인해 주었다. 특히, 보고서의 최종 제안 사항에 대해서도 이견이 없었다.

〈표 II-27〉 자문회의 결과

차수	자문위원 의견	본 연구 조치 사항
1차	피해영향평가 시 시뮬레이션을 활용할 것이라면, 시뮬레이션의 신뢰성을 확보할 것.	본 연구에서 사용한 PHAST 소프트웨어의 타당성을 확인하기 위해, 관련 문헌 조사를 실시하여, 타당성을 검증하였음. (보고서 내용 추가).
	미국에서 5톤의 규정량의 근거가 있을 것이다. (예, 1 psi 압력)	미국의 5톤 규정량의 근거 확보를 위해 문헌조사를 실시하였으나, 명확한 근거는 불명확함.
	도시가스 50톤의 승인 과정. 그 근거는 무엇인가?	문헌조사 결과, 관련 문헌³⁾은 있으나, 명확한 근거는 불명확함.
	사고사례 조사가 필요함.	가스안전공사의 사고통계와 산업안전보건공단 재해통계를 조사하였음. (보고서 내용 추가).
	5톤과 50톤의 피해강도가 얼마나 달라지는지 검토가 필요함.	PHAST 소프트웨어를 통하여 정량적 피해강도를 조사하였음. (보고서 내용 추가).
	NG와 LPG를 사용하고 있는 사업장 안전관리자는 동일한 위험으로 동일한 안전관리를 실시하고 있음.	현장 안전관리에 있어, NG와 LPG의 설비적, 관리적 차이점은 미비함. (감지기 설치 위치, 충전 작업등 차이점 확인).
	2차피해 또한 중요함. (예, BLEVE 사고발생시 대응 곤란)	BLEAVE 발생시 대응 매뉴얼 등이 미비하여, 2차 피해 가능성 높음을 확인.
	위험물안전관리법에서도 인화점으로 물질에 따라 차등대응	NG와 LPG의 규제상의 차별을 확인.
2차	양케트 마지막 설문조사의 LPG 설비에 대해 취급하고 작업하시는 것	자유토론을 점검한 결과, 설비를 통한 안전성 확보는 PSM의 목적인 근로자 안전확보를 위한

차수	자문위원 의견	본 연구 조치 사항
	에 대해 왜 반대하는지 확인하는 것이 필요함.	안전관리에 도움이 되지만, 이것만으로는 충분하지 않다는 의견이 지배적인 것으로 나타남.
	설비가 향상된다고 해서 안전도가 향상된다고는 생각하지 않는다. 근로자 안전성평가를 위해서 성능에 대한 신뢰성 문제, 작동에 대한 신뢰성 문제를 다루어 졌으면 좋겠다.	설비의 신뢰성 등에 문제가 있음이 확인됨. 설비 자체와 설비 운전의 불안정성에 따라 안전고나리의 중요성이 더욱 강조됨.
	앙케이트 결과가 흥미로움. 마지막 앙케이트의 반전에 어떤 해석이 필요할 것으로 생각됨.	앙케트 자유의견을 분석한 결과, 설비적 안전성이 향상되더라도, 근로자 안전확보를 위한 안전관리는 동일하지 않은 것으로 파악됨.
	LPG설비도 안전관리가 잘되고 있다고 생각하고 있다. (부취제, 설비관리, 설비, 안전관리, 비상훈련 등)	LPG 설비의 위험성을 인식하여, 법 규정보다 높은 수준의 안전관리를 실시하는 사업장이 존재함.
3차	최종적으로 본 연구내용의 확인 및 제안 사항에 대하여 회의를 실시하였음. 특이한 다른 의견 없이, 자문위원 대부분이 본 연구 흐름 및 결과의 합리성에 대부분 동의를 표현하였음. 특히 보고서의 최종 제안 내용도 적절하다고 판단하였음. 참고로, 자문위원 중 두 분의 의견을 아래와 같이 기술함. - 위원1: 최근 NG를 5톤에서 50톤으로 완화된 것을 재검토할 필요가 있음. PSM은 안전관리를 통한 근로자의 안전 확보를 목표로 함. 설비적인 조건으로 규제를 완화하는 것은 적절하지 못함. - 위원2: 본 용역의 대상인 NG와 LPG는 물질의 차이만이 아니라, 공급과정(LPG는 충전과정을 포함하고 있으며, 배관 공급방식에 어려움이 있음)상의 특징을 포함하고 있어, 이러한 설비적 차이 때문에, 처음부터 비교가 불가능한 것임. 본 용역 결과와 같이 위험성의 차이가 나는 것은 당연한 것임.	

Ⅲ. 결론

.....

III. 결론

본 연구에서는 현재 산업안전보건법 시행령의 별표 13의 공정안전보고서 제출 대상 중 액화석유가스 규정량의 적절성을 검토하기 위해 연구를 실시하였다. 특히, NG와 LPG의 형평성을 확인하기 위해, LPG 업계의 보고서 및 관련 연구 보고서를 검토함과 동시에, NG와 LPG 공급 및 사용상의 위험성을 평가하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 연구 결과

- (1) NG와 LPG설비의 동등한 위험성을 주장하고 있는 LPG 업계 보고서를 검토한 결과, 법적 형평성 측면으로는 타 법에서 LPG와 NG에 대하여 차별 사례가 다수 확인되었으며 설비적 측면에서는 앙케트 실시를 통해 높은 수준의 설비적 확충되더라도, LPG와 NG의 동일한 규제 적용에는 부정적인 의견이 많았다.
- (2) 사고 및 재해 통계를 조사한 결과, NG 사업장에서보다 LPG사업장에서 사고 발생 빈도 및 근로자 재해 사례가 다수 확인되었다.
- (3) LPG와 NG의 공급형태별 및 각 공정에서의 위험성평가(HAZOP)를 실시한 결과, LPG가 탱크로리를 이용하여 사업장 저장탱크에 공급되는 설비에서 많은 위험요소가 존재함이 확인되었으며, 매몰식 저장탱크에 대해서도 위험요소 숫자의 변화가 크지 않았다.
- (4) 저장탱크에 충전 작업시의 표준작업절차와 작업위험성평가를 실시한 결과 충전 작업시 다양한 안전대책이 요구되는 것이 확인되었다.
- (5) LPG와 NG의 화재폭발 시 피해영향거리를 평가할 결과 액체 상태의 LPG를 기체상태로 공급할 경우 피해영향거리가 수배 작아져 안전성이 높아지는 것을 확인하였다. 또한, 기체상태의 프로판의 위력이 NG보다 피해영향거리가 약 1.5배 큼을 확인하였다.
- (6) 전형적 공급방식을 가진 NG와 LPG 설비에 대하여 개인적 및 사회적 위험도를 평가한 결과 개인적 위험도($1 \times 10^{-6}/\text{yr}$ 의 위험도에 해당하는 거리)는 약

4~5배, 사회적 위험도 역시 LPG를 사용하는 사업장이 NG 사업장보다 높게 나타났다.

2) 종합적 분석

근로자 재해통계를 조사한 결과 LPG 사업장에서 재해가 다수 발생하고 있는 반면, NG 설비에서 화재·폭발에 의한 재해는 확인되지 않고 있다. 이러한 이유는 크게 두 가지 측면으로 그 원인을 정리할 수 있다.

하나는 LPG 공급 방식 특성상 위험요소가 다수 존재한다. LPG는 일반적으로 탱크로리로 공급이 되며, 그에 따라 사업장내에 저장탱크로 충전 작업을 동반하게 된다. 충전작업 시에는 다양한 위험요소가 존재하며, 많은 안전대책이 요구된다. 또한, 사고통계에서 작업자의 실수에 의해 사고가 다수 발생하고 있음이 확인된다. 충전 시 근로자에 의한 작업을 동반하게 되면 사고 발생 가능성이 높아진다.

또 다른 측면은 사고에 의해 누출된 가스가 NG와는 달리 LPG는 기화되면서 낮은 온도와 비중이 높아 지면에 따라 확산이 일어난다. 따라서 다량의 예혼합기를 형성하기 쉬우며, 착화 시 화재·폭발에 의해 넓은 범위에 걸쳐 피해를 발생시킨다. 또한, 큰 사회적 이슈가 될 수 있는 BLEVE 발생 가능성이 잠재적으로 존재한다.

이러한 견해는 NG와 LPG 업계에 중립적인 전문가들의 의견청취에서도 대동소이한 의견이 많았으며, 그로 인해, 현 상황에서 NG와 LPG가 동일한 규제를 적용한다는 것에 부정적인 의견이 많았다.

마지막으로 LPG업계에서 주장하는 법적 형평성만을 고려하면, 시행령 별표13. 비고 2에 도시가스에 대해 예외조항이 있는 것처럼, LPG에 대해서도 예외조항이 필요할 수도 있다. 하지만, 현실적으로 수소를 시작으로 모든 가연성 가스에 대해 예외조항을 만드는 것을 불가능에 가깝다. 법적 형평성만을 고려한다면, 비고 2에 언급된 도시가스에 대한 예외조항을 수정하는 것이 근로자의 안전을 확보와 동시에 법적 형평성까지 확보할 수 있을 것이다.

3) 제안

이상의 종합적 분석 결과에 따라, 산업안전보건법 제1조 (목적)에 따라 노무를 제공하는 사람의 안전을 유지·증진함을 목적으로 다음과 같이 제안한다.

사업장내 저장탱크에 존재하는 NG와 LPG 설비에 대하여 동일한 규제를 적용하고 있는 등, 현재의 규정량에 불합리한 점을 발견할 수 없었기에, 현재의 규정량을 유지하는 것이 근로자 안전 확보에 도움이 된다고 판단된다.

4) 향후 연구과제

산업의 지속적인 발전을 위해서는 다양한 에너지원의 확보가 필수불가결이다. 따라서, LPG 산업의 위험성을 최대한 억제하여 LPG 산업의 지속적 발전을 도모해야 할 것이다.

규제완화를 위해 LPG 설비의 안전성을 높이기 위해서는 사고 시 누출 가스의 고임현상이 발생하지 않도록,

- 사고 가능성이 높은 충전 작업을 제거하기 위해 배관공급방식으로 전환하는 근본적인 안전 대책 확보,
- 누출 시 피해 억제를 위하여, 가스 감지 설비의 고도화와 신뢰성에 관한 연구와 함께, 저장탱크 설치 시 자연환기 및 환기설비 등을 통한 고임현상 방지를 위한 안전대책 확보

등에 관한 연구가 필요하며, 이러한 연구 결과에 따라 LPG 설비에 대한 정량적 안전성 향상과 제조·취급량과의 관계를 검토할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

https://kosha.or.kr/kosha/business/screening_a.do

김태옥 등, LPG사용사업장에 대한 합리적인 PSM제도 적용기준 개발에 관한 연구, 대한LPG협회, 2019.

김태옥 등, PSM 대상물질 규정량 합리화 및 중복규제 해소방안에 대한 연구, 안전보건공단, 2016.

정승호, 등, 연료용 액화석유가스(LPG)의 공정안전관리(PSM) 규정량 조정에 대한 안전성 연구, 안전보건공단, 2020.

가스안전공사, 2020 가스사고년감.

<http://www.kgs.or.kr/kgsmain/GasAccident.do?method=list>

일본 고압가스보안법 제5조.

산업표준심의회, 폭발성 분위기 장소 구분, KS C IEC 60079-10-1, 2015.

SK가스, LPG LNG 실무, 2006.

Henk W. M. W. etc, Validation of Phast dispersion model as required for USA LNG siting applications, Chemical engineering transactions, Vol.31, 2013.

Henk W. M. W. etc, Verification and validation of Phast consequence models for accidental releases of toxic or flammable chemicals to the atmosphere, J. Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 55. 457-470 2018.

고재욱, 권혁면, 정창모, 이현진, 임동휘, 정수민, 정량적 위험성평가(CPQRA) 방법 도입 방안 마련 연구, 안전보건공단, 2020.

ABSTRACT

Risk assesment on safety improvement of liquefied petroleum gas (LPG) for fuel

Dongjoon Kim

Department of Fire Safety Engineering, Kyungil University, Kyeongsan-si,
Gyeongbuk, 38428, Korea

Objectives : The purpose of this research is to review the amount of liquefied petroleum gas (LPG) for fuel in connection with the revision of the regulations for process safety management (PSM) under the Industrial Safety and Health Act legislation in January 2021. In this revision, it allows to change the quantity for NG from 5 tons/day to 50 tons/day for some specific cases. LPG association has been requesting the same legislation as compared with NG, because the risk of LPG and NG are similar.

In most cases, LPG is supplied by using an onsite storage tank for fuel, contrary to NG, which is supplied from pipelines offsite. Thus, comparisons of supply mode and risk assessment for LPG and NG equipments are needed to decide what amount is appropriate for LPG in compare to NG.

Methods : There is the report, which the LPG association claims that the risk of LPG and NG are similar. This study has investigated the validity of the report contents by the literature reviews and the statistics of the accident and the disaster.

The storage tank in the workplace was charged by the tank lorry

which is the one of the process features of LPG equipment. In this study that the risk of the filling operation was investigated. First of all, the standard operation procedure(SOP) and job safety analysis(JSA) are carried out in order to confirm some hazards and their countermeasures. And then, HAZOP is carried out for the supply type and each process.

The four supply type was investigated. First type is typical LPG supply type using filling an ground storage tank with fuel in an tank lorry. Second type is LPG supply type using filling an underground storage tank by an tank lorry. Third type is NG supply type using filling an ground storage tank with fuel in an tank lorry. Fourth type is typical NG supply type using pipe lines. The numbers of hazards are counted for each supply type. The rationality of the legislation is examined by the number of the hazards.

Finally, this study was carried out to estimate the damage impact distance by applying the same accident scenario conditions. The risk assessment was also evaluated using LPG and NG, respectively. The results were compared with a quantitative assessment in respect to both individual risk and societal risk.

Results : This study has been investigated about the risk assessment for NG and LPG supply equipments. The following results were found.

1. The result of reviewing the report of the LPG association show that the risk of NG and LPG are not the same.
2. The statistics of the accidents and labor disasters show that LPG is higher than NG.
3. The filling operation for the storage tank carries a greater risk. Some measures for safety management are required.

4. HAZOP results for the supply types shows that typical LPG supply type has higher risk than typical NG supply type.
5. The damage impact distance for radiation and blast pressure are also investigated. The results shows that LPG has much further impact distances than NG.
6. The results of individual risk assessment show that the distance of annual death rate of 10^{-6} /yr is several times further for LPG than for NG. The FN curve for social risk assessment also shows that LPG curve is located below as low as reasonably practicable (ALARP) zone and NG is located in the acceptable zone, which has less risk.

Conclusion : Due to present study, it can be two proposals.

The one is a status quo. There is no absurdity in Industrial Safety and Health Act legislation in January 2021, especially for LPG. Therefore, the current regulation should be maintained in order to protect the labor disasters from the danger.

Another is a conditional permission. if LPG is supplied by a pipe line, and if some measures that a leak gas does not stagnant are taken sufficiently, it could be changed the quantity for LPG from 5 tons/day to 50 tons/day for those specific cases.

Keyword : LPG, NG, safety management, risk assessment, PSM

부록 I

■ 앙케트 설문지

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 앙케트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)

산업안전보건법 시행령 [별표 13] 유해·위험공정 규정량

- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄 중량성분 85% 이상으로 동 별표 유해·위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 한다.

- LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
- LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설치 설비
사고예방설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감설비	방류둑, 방호벽, 살수장치, 가스공급차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신축성 흡수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리점검으로 안전성 확보 • 인허가전 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어있다고 생각하십니까?

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
⑥ 기타 :

2-2 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하다고 생각하십니까? (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
⑥ 기타 :

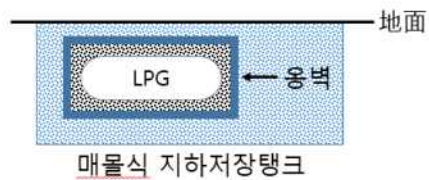
2-3 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
⑥ 기타 :

3. ‘액화석유가스 안전관리 및 사업법’ 및 ‘한국가스안전공사의 관련 기술코드’를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크실로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하옹벽 내부)을 충전함)



- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

- ① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.
⑤ 매우 동의하지 않는다.
⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 자유롭게 기술)

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
 [매질]
 * 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
 - 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정항
 - 인화성가스 PSM 규정항 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
 - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등·별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
 * LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
 * LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 복원권 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 진압차단장치, 전기방폭장치, 완기설비, 복수방지설비, 절연기 제거설비
피해저감 설비	방류류, 방호벽, 살수장치, 가스흡입차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	- 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 - 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 - 배관 재료/두께/절단/신축성 등수준으로 배관안전성 확보 - 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리기준으로 안전성 확보 - 인화기전 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 중정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?
 (중정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 중정 아니라 충전·작업단계도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-4. '연료용 도시가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 안전 기술요령'을 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 프로판 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매질식: 유과 보배 등소로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

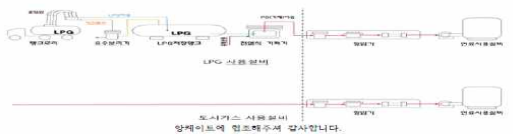


5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 50톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다 ② 조금 동의한다 ③ 보통이다 ④ 동의하지 않는다 ⑤ 매우 동의하지 않는다

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별적 기술**)

- 과거 LPG 취급시설에서 발생된 사고사례를 살펴보면, LPG 누출·폭발로 인한 인명 및 재산피해는 매우 큰 것으로 판단되고, 최근에도 LPG를 취급하는 과정에서 종종 사고 발생하는 경향이 있음
- 기본적으로 LPG와 도시가스(메탄)의 물질 자체의 위험성에 차이가 있음. LPG가 도시가스(메탄)보다 훨씬 위험함
- 미국 PSM 제도를 벤치마킹하여 국내에 도입한 PSM제도에서 최근에 도시가스(메탄) 규정이 왜 완화되었는지 이해가 안됨. 미국에서는 메탄의 규정량을 완화시켜 프로판의 규정량도 완화시키지 않음.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
 [매질]
 * 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
 - 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정항
 - 인화성가스 PSM 규정항 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
 - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등·별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
 * LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
 * LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 복원권 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 진압차단장치, 전기방폭장치, 완기설비, 복수방지설비, 절연기 제거설비
피해저감 설비	방류류, 방호벽, 살수장치, 가스흡입차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	- 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 - 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 - 배관 재료/두께/절단/신축성 등수준으로 배관안전성 확보 - 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리기준으로 안전성 확보 - 인화기전 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

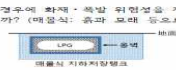
2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 중정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?
 (중정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 중정 아니라 충전·작업단계도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-4. '연료용 도시가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 안전 기술요령'을 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '연료용 도시가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 안전 기술요령'을 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 프로판 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매질식: 유과 보배 등소로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

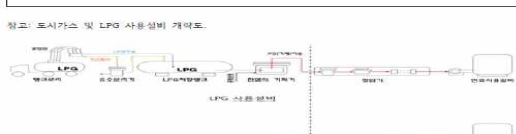


5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 50톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다 ② 조금 동의한다 ③ 보통이다 ④ 동의하지 않는다 ⑤ 매우 동의하지 않는다

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별적 기술**)

- LPG와 도시가스는 위험성이 다르므로 동일하게 규제를 적용하는 것은 부적절함. 다만, 연료가스로 사용되고 공정설비가 아닌 경우에는 규제를 완화할 필요가 있음.
- 설비의 종류와 사용성에 따라 위험성평가를 통해 LPG와 도시가스와 동일하게 규제를 완화할 필요는 없지만, 연소열에 따라 일부 설비에 용량에 대해서는 LPG를 사용에 대해서 완화할 필요가 있음.
- 발전소 연료용으로 다량 들어가는 가스의 경우에는 규정을 완화할 필요가 있음.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경]	다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정이 정정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)	• 최근 2021년 1월 PSM 규정이 정정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
• 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 취급량	• 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 취급량
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)	- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 밀도 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.	- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 밀도 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)과 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.	• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)과 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
• LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?	• LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은? 4	1. 본인은 소속은?
2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.	2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.
주요설비	주요설비
사출배출설비	사출배출설비
피해예방설비	피해예방설비
기타	기타

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공장안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까? 2

(공장안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업장에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? 1

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함) 1

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? 4

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우를 기술했다)

LPG와 NG는 부등간 밀도임이나 가지고 있는 에너지가 통기 시 매우 동일한 유체를 적용하는 것은 다소 부적절하다고 생각되지만, 부등간으로 후 밀도의 유체를 중 밀도를 동일하게 적용하는 것은 바람직하다고 생각됨. 또한, NG는 NO 한미안에서부터 다액체로 공급되고 (중간에 정압기를 거침), LPG는 직접 도시가스나 저수저역 주변에 차량을 통해 이송되고 저장되기 때문에, 동일한 설비 적용을 한다고 규정하는 것은 문제가 있는 것으로 판단됨.

5. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? 1

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함) 1

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? 4

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우를 기술했다)

LPG와 NG는 부등간 밀도임이나 가지고 있는 에너지가 통기 시 매우 동일한 유체를 적용하는 것은 다소 부적절하다고 생각되지만, 부등간으로 후 밀도의 유체를 중 밀도를 동일하게 적용하는 것은 바람직하다고 생각됨. 또한, NG는 NO 한미안에서부터 다액체로 공급되고 (중간에 정압기를 거침), LPG는 직접 도시가스나 저수저역 주변에 차량을 통해 이송되고 저장되기 때문에, 동일한 설비 적용을 한다고 규정하는 것은 문제가 있는 것으로 판단됨.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경]	다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정이 정정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)	• 최근 2021년 1월 PSM 규정이 정정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
• 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 취급량	• 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 취급량
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)	- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 밀도 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.	- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 밀도 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)과 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.	• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)과 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
• LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?	• LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?	1. 본인은 소속은?
2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.	2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.
주요설비	주요설비
사출배출설비	사출배출설비
피해예방설비	피해예방설비
기타	기타

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공장안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까? 2

(공장안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업장에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? 1

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함) 1

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? 4

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우를 기술했다)

LPG와 NG는 부등간 밀도임이나 가지고 있는 에너지가 통기 시 매우 동일한 유체를 적용하는 것은 다소 부적절하다고 생각되지만, 부등간으로 후 밀도의 유체를 중 밀도를 동일하게 적용하는 것은 바람직하다고 생각됨. 또한, NG는 NO 한미안에서부터 다액체로 공급되고 (중간에 정압기를 거침), LPG는 직접 도시가스나 저수저역 주변에 차량을 통해 이송되고 저장되기 때문에, 동일한 설비 적용을 한다고 규정하는 것은 문제가 있는 것으로 판단됨.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

도시가스 사용설비
알케이트에 참조해서 갑사합니다.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 **근로자 안전성 확보**를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)

산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고②: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중앙성분 85% 이상으로 등 필요 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)

• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.

• LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알려주세요.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류류, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 등유조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화성 가스검출, 충전검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

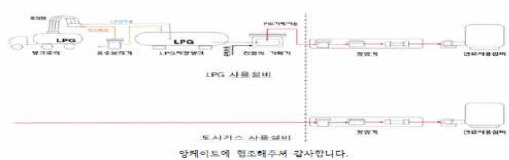
⑤ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **자유응답** 기술)

LPG의 물성 특성상 공기보다 무거워 바닥의 위험이 크므로 도시가스(메탄)와 위험성이 같다고 보기는 어려울 것으로 판단된다. 또한 '영토'를 이용하여 공중에는 LPG의 경우에는 이상 중에 일어날 수 있는 사고의 위험이 작을 것으로 더 높을 것으로 판단된다.

한편 LPG와 같은 법적 규제를 적용한다면, 두 가지 모두 일정한 기준으로 적용할 때 동일한 규제를 적용하여 효율적인 관리가 이루어질 수 있도록 하는 것이 옳다고 판단된다. 하지만 조건 없이 도시가스와 같은 기준으로 관리하는 것보다는 LPG의 법적 규제를 50%로 변경하는 것이 적정안지의 다양한 검토가 필요할 것이다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 : 근로자의 안전 확보는 하지만 부식 등이 관리가 어렵고, 이로 인해 2차적인 안전성 문제가 발생할 수 있을 것으로 판단됨

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 보통이다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 **근로자 안전성 확보**를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)

산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고②: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중앙성분 85% 이상으로 등 필요 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)

• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.

• LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알려주세요.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류류, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 등유조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화성 가스검출, 충전검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 보통이다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **자유응답** 기술)

한편 저장탱크 메탄과 프로판의 발생은 큰 차이가 없음.

한편 부피(용량) 메탄과 프로판의 발생량은 프로판이 메탄의 3배 정도.

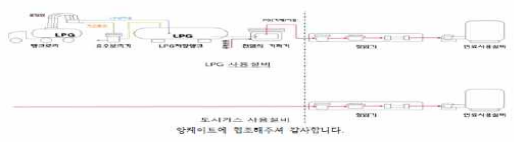
메탄의 낮은 분자량으로 인하여 메탄의 확산계수는 프로판보다 높고 이에 따라 가스가 새는 경우 많은 양의 메탄이 누출되기 쉬움.

따라서, 가스 누출이 된 경우의 피해는 프로판과 메탄이 크게 다르지 않을 것으로 사료됨.

하재의 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도와 같이 LPG 취급 설비의 경우에는 상대적으로 많은 채굴부위 가 있어 채굴부위에서 발생하는 누출은 LPG의 경우가 확률상 많을 것으로 사료됨.

위험 규제는 LPG와 LNG의 제조/취급 규정량이 매우 차이가 많이 나며, 위의 내용으로 미루어보아 LPG의 제조/취급 규정량을 LNG의 규정량과 동일, 또는 가스 설비의 특성을 고려하여 LNG의 규정량보다 조금 적은 양 정도로 규제를 완화할 필요가 있다고 사료됨.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한アンケート

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
- 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
 - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
 - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 비표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
- LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
- LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스공급차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 등 수중으로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리점검으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층벽 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



5. 위하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 오히려 반대. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

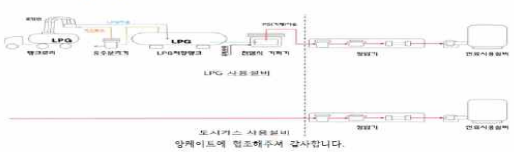
6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차이있게 기술**)

○ 기본적으로 LPG가 도시가스(메탄)보다 훨씬 위험성이 크고,

○ 과거부터 현재까지 LPG의 취급 등을 하는 과정에서 종종 사고 발생하는 경향이 있으며, 또한 LPG 누출·폭발로 인한 인명 및 재산피해는 매우 크므로,

○ 최근 LPG업계에서 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있는 것은, 산업안전의 측면에서 고려의 대상이 아니라도 생각함.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한アンケート

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
- 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
 - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
 - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 비표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
- LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
- LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스공급차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 등 수중으로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리점검으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층벽 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



5. 위하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 오히려 반대. ④ 동의하지 않는다.

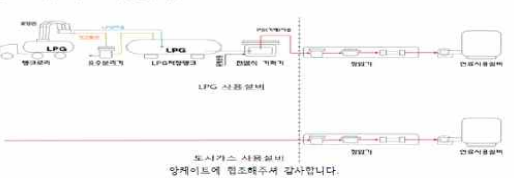
⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차이있게 기술**)

LPG와 도시가스(NG)의 가장 큰 차이는 공기중에 누설시 LPG는 공기보다 무거워 하부 측에 체류하여 주변 정화원에 의한 폭발 위험이 높고, 반대로 NG는 공기보다 가벼워 대기 확산으로 상대적으로 폭발 위험이 낮은 물리적인 특성을 지니고 있음. 따라서 상기 2가지 가스(연료)는 안전규정이 서로 상이하여 당연히 그에 따른 저장량과 안전설비 등 적용상에 차이를 두고 있으므로 동일한 법적 규제를 적용하는 것은 바람직하지 않다고 사료됨.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. • LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?
--

1. 본인은 소속은?	
2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.	
구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과방안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류통, 방호벽, 살수장치, 가스공급 차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대피 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하다고 생각하십니까?
(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술도'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다
④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

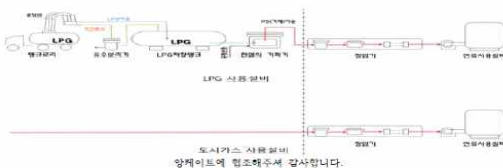


5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.
⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 자율롭게 기술)

LPG는 도시가스에 비해 비중이 커 누설시 오프엔드 곳에 축적될 수 있으며 연소범위에 도달시 다양한 환경에서 존재하는 점화원에 의해 화재·폭발로 이루어 질수 있음. 그러나 도시가스의 경우 비중이 공기보다 작아 누설시 대기중으로 희석되어 연소범위에 도달할 확률이 LPG보다는 상대적으로 낮음. 이러한 두 가스의 대표적 물리적 특성과 과거 사고사례 발생 통계를 볼 때 도시가스와 동일하게 규제 완화는 부적합하다고 판단됨.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. • LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?
--

1. 본인은 소속은?	
2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.	
구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과방안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류통, 방호벽, 살수장치, 가스공급 차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대피 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하다고 생각하십니까?
(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술도'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다
④ 아니다 ⑤ 매우 아니다



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.
⑤ 매우 동의하지 않는다.

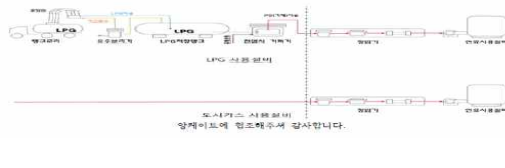
6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 자율롭게 기술)

○ 과거 LPG 취급시설에서 발생된 사고사례를 살펴보면, LPG는 누출시 공기보다 무거운 특성상 지상이나 사용처에 밀집되어 대형 폭발로 이어진 사례가 있음

○ LPG와 도시가스(메탄)의 자체의 위험성에 차이가 있음. LPG는 연소열이 높고 액화되어 취급되므로 이용관리상 배관으로 공급되는 도시가스(메탄)보다 전체적인 시스템상 위험도가 높다고 할 수 있음.

○ 외국사례로 비취볼 때 프로판의 규정량을 완화할 것이 아니라 메탄의 규정을 강화하는 것이 국내에 도입한 PSM에서도 근로자의 안전을 고려하는 방향이 될 것임.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한アンケート

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
- 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
 - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
 - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
- LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
- LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류목, 방류벽, 살수장치, 가스공급차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	- 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 - 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대피 - 배관 재료/두께/접합/신속성 준수조치로 배관안전성 확보 - 이입 및 출전기, 저장설비 및 가스설비 유지관리정검으로 안전성 확보 - 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? ()

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 : 환단이 어려움

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 종업안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까? ()

(중장안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? ()

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? ()

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층) 내부)를 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층) 내부)를 충전함)

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 자율롭게 기술)

단순히 LNG 제조·취급 규정량을 일부 완화한 것으로 LPG 규정량도 동일하게 완화해야 한다는 것은 적정성에 한계가 있음.(완화를 위한 합리적 근거가 필요할 것임)

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한アンケート

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
- 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
 - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
 - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
- LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
- LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류목, 방류벽, 살수장치, 가스공급차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	- 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 - 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대피 - 배관 재료/두께/접합/신속성 준수조치로 배관안전성 확보 - 이입 및 출전기, 저장설비 및 가스설비 유지관리정검으로 안전성 확보 - 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? ()

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 종업안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까? ()

(중장안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? ()

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? ()

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층) 내부)를 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층) 내부)를 충전함)

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

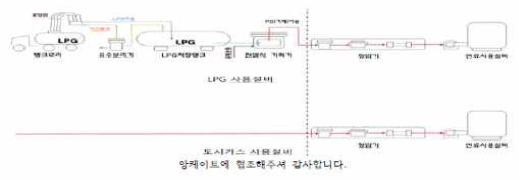
⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 자율롭게 기술)

도시가스는 제조 및 정제과정에서 발열량이 조정된 가스로서 안정성 측면에서 최우선 고려사항인 폭발성이 LPG에 비하여 낮으므로, 동일한 규제 적용은 비합리적인. 또한 가스 이동이나 저장탱크 운영 등 상대적으로 공기 누출 가능성이 높은 LPG 사용설비 특성상 도시가스 설비와 차별화된 유지관리 방안 수립이 필요함.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)

산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량

- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병류 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.

LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.

LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비상 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류둑, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술기준, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?
(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우관계 기술)

우리나라 지리적 특성 및 면적대비 인구밀도를 고려했을 때 미국, 영국과의 동일한 법적 규제는 동의하지 않습니다. 우리나라는 OECD국가 중 인구밀도가 1위입니다. 특히, 안전의 위험이 있는 LPG 및 도시가스와 같은 법적 규제는 미국, 영국과는 다르게 완화한 한이라고 생각합니다.

→ 하계 시 제초제 안전사고가 발생될 수 있음

→ LPG 사고는 특히, 시민들의 안전과 인명피해는 높은 사고율(2021년 84.8% 비대응시점에서 가스사고발생비고) 위험대상 또한 5톤에서 50톤이 된다면 한변에 대한 사각지대가 더 확대될 것이라는 생각이 듭니다.

→ 많은 보유량으로 화재가 발생 된다면, 가스폭발로 인한 BLEVE(Bolting Liquid Expanding Vapor Explosions) 현상, 합류유기의 파손으로 인명피해가 있을 수 있음 수 있어 완화보다는 규제를 해야 한다고 생각합니다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 PSM 규정이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)

산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량

- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병류 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.

LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.

LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비상 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류둑, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술기준, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?
(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우관계 기술)

우리나라 지리적 특성 및 면적대비 인구밀도를 고려했을 때 미국, 영국과의 동일한 법적 규제는 동의하지 않습니다. 우리나라는 OECD국가 중 인구밀도가 1위입니다. 특히, 안전의 위험이 있는 LPG 및 도시가스와 같은 법적 규제는 미국, 영국과는 다르게 완화한 한이라고 생각합니다.

→ 하계 시 제초제 안전사고가 발생될 수 있음

→ LPG 사고는 특히, 시민들의 안전과 인명피해는 높은 사고율(2021년 84.8% 비대응시점에서 가스사고발생비고) 위험대상 또한 5톤에서 50톤이 된다면 한변에 대한 사각지대가 더 확대될 것이라는 생각이 듭니다.

→ 많은 보유량으로 화재가 발생 된다면, 가스폭발로 인한 BLEVE(Bolting Liquid Expanding Vapor Explosions) 현상, 합류유기의 파손으로 인명피해가 있을 수 있음 수 있어 완화보다는 규제를 해야 한다고 생각합니다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비교2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병류 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?
--

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스흡착차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화성 가스 기준, 충전설비, 환설설비, 정기검사를 통한 안전성 확보

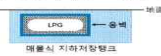
2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?
(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크 주변(지하층 내부)을 충전함)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

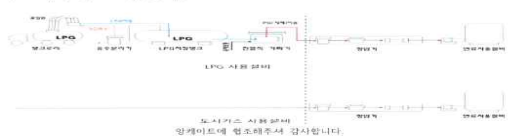


5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

— 국내 고압가스사업에 대한 특성이, 병류도 병류비율에 따라 다르다. 즉, 병류비율에 따라 고압가스사업에 대한 규제를 다르게 해야 한다고 생각한다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도



양케이트에 참조해 주십시오.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다. [배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비교2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병류 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?
--

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스흡착차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화성 가스 기준, 충전설비, 환설설비, 정기검사를 통한 안전성 확보

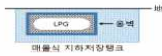
2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?
(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크 주변(지하층 내부)을 충전함)
① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

LPG(프로판 기준)는 비중(공기 대비)을 제외하고 도시가스(메탄)의 용점과 거의 비슷하고, 제화점성 물질로 분류되기 때문에 도시가스와 동일한 법적 규제를 적용하는 것이 타당하다고 생각합니다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도



양케이트에 참조해 주십시오.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
• 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
• LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술품, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?

(중정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. "액화석유가스 안전관리 및 사업법" 및 "한국가스안전공사의 관련 기술코드"를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 50톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차이있게 기술**)

• CH₄, C₂H₆의 극성특성에 따른 가스 저장, 취급, 안전대책이 쉽게 적용되며, 관련 법적 규제 완화와 안전성문 제고하게 수용해야 하는 필요성이 있다고 사료함.

• 즉, 예전에 관련 연구 위해 개제된 타사에는 측면이 천 배이상씩 바뀌어 있어 안전성에는 크게 문제가 없는 것 같음.

「규제 완화」가 안전성 확보에 이바지하고 있는 것 같음.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
• 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 별표 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
• LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술품, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?

(중정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. "액화석유가스 안전관리 및 사업법" 및 "한국가스안전공사의 관련 기술코드"를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충전함)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 50톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차이있게 기술**)

• CH₄, C₂H₆의 극성특성에 따른 가스 저장, 취급, 안전대책이 쉽게 적용되며, 관련 법적 규제 완화와 안전성문 제고하게 수용해야 하는 필요성이 있다고 사료함.

• 즉, 예전에 관련 연구 위해 개제된 타사에는 측면이 천 배이상씩 바뀌어 있어 안전성에는 크게 문제가 없는 것 같음.

「규제 완화」가 안전성 확보에 이바지하고 있는 것 같음.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 한다. • LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스풍파차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 흡수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? ㉠

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까? ㉡

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? ㉢

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화성가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? ㉣

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 메몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (메몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충전함) ㉤

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? ㉥

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다. ⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**) ㉦

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.

양케이트에 참조해주시 감사합니다.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 한다. • LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스풍파차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 시공으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 흡수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? ㉠

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까? ㉡

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? ㉢

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화성가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? ㉣

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 메몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (메몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충전함) ㉤

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? ㉥

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다. ⑥ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**) ㉦

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **작업용계 기준**)

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



양케이트에 참조해주시 감사합니다.

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경] * 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 한다. * LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. * LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	* 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 * 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 * 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 * 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 * 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

- 2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
- 2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 생각하십니까?
 (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
- 2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
4. 만약 저장 저장탱크를 지하 메몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (메몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충진함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
5. 귀하는 LPG입계 게 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.
6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우롭게 기술)

LPG 특성 때문에 AS와 이 정도로는 안전성이 확보된다고 생각합니다.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경] * 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정량을 50,000 kg으로 한다. * LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. * LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	* 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 * 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 * 배관 재료/두께/접합/신속성 응수조치로 배관안전성 확보 * 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 * 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

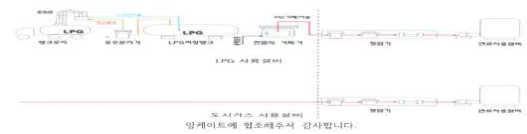
- 2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
- 2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 생각하십니까?
 (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
- 2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
4. 만약 저장 저장탱크를 지하 메몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (메몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충진함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
5. 귀하는 LPG입계 게 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.
6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우롭게 기술)

방사선 평가 위험도 평가에 있어 관련성 높은 위험성 평가는 매우 어렵다. LPG의 경우 도시가스 대비 높은 위험도 평가가 필요하다. 같은 위험성이라도 LPG의 사용처와 도시가스(메탄)의 사용처가 다르기 때문에 평가가 다를 수 있다. 그러나 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물질특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우롭게 기술)

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 앙케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재폭발 사고로 인한 **근로자 안전성 확보**를 위한
구체적 검토를 위한 **취급기준**을 위한 것이다.

[배경]

다음은 2021년 1월 LPG 규정이 개정되어, 현행용 도시가스(메탄)는 취급규정이
50kg으로 일부 완화됨(2021.01)

산업안전보건법 시행령 (별표13) 유해·위험물질 규정한

- 인화성가스 PSM 규정한 (메탄, 프로판, 메탄 200배)
- 비산화: 인화성 가스 중 인화열 및 휘발부피를 배합을 통해 공급압인 0.1 MPa(제압)
압력) 미만의 압력으로 취급하는 **도시가스**(메탄)의 충당성능 85% 이상으로 중 점보
유해 위험성이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 **취급 규정이 50,000 kg으로**
완화됨

○ LPG 취급시설에서는 LPG의 PSM 규정을 도시가스에(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 한
확을 요구하고 있음.

○ LPG를 도시가스(메탄)과 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하시나?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설명
사옥과 설비	과압안전장치, 가소노즐경보, 자동사당장치, 긴급차단장치, 전기방화장치, 환기장치, 복식방화설비, 절전제 제어설비
미려한 기타	방류통, 방류설, 흡수장치, 가스풍압안전장치, 소화설비, 온도상승방지장치 • 절전기(온도, 화력)와 절전장치, 사업소 설계자와의 커뮤니케이션 • 저온기, 내진설비 설계 및 시공으로 지원한다 • 저온 재료/노출/절전/흡수 등 중요설비로, 배관설계와 안전설계와 안전설계 학보 • 이질 설계/노출, 저온설비, 수처리설비설계설계와 안전설계 학보 • 인화장치 기술검증, 중간장치, 환기장치, 배관장치 등을 통한 안전설계

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? ③

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하다고 생각하십니까?

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

2-3 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? ③

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관원 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? ③

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타: _____

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충진함) ④

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다
④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :



지하

충진물

매몰식 지하저장탱크



5. 귀하는 LPG업계가 제조·유통 규정을 NG와 동일하게 규정하여 전체 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다. 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? ①

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.

⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 특성상, 가스 취급성이 다를 고려하여 차용제를 기소)

의견> LPG, LNG의 물성 및 유해위험성 비교

1. LNG와 LNG의 차이점
 - ① LNG(Liquidified Petroleum Gas): 액화 석유가스란 프로판, 부탄 등이 주성분인 저압 탄화수소 화합물이며,
 - ② LNG(Liquidified Natural Gas): 액화 천연가스란 천연가스(NG)를 -162°C 로 냉각 액화시킨 가스로서 메탄이 주성분인 연료가스이다.
2. LNG(Liquidified Petroleum Gas)의 물리·화학적 특성
 - ① 물리적 특성
 - ㉠ 상온, 상압에서는 기체이지만 가압, 냉각에 의해 쉽게 액화되어 액체상태로 취급된다. (1atm에서 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$: 42°C , $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$: 0.5°C)
 - ㉡ 증기는 공기보다 무거우며 (1.5~2배) 누출시 낮은 곳에 채워져 인화폭발의 위험 있다.
 - ② 화학적 특성
 - ㉠ 폭발한계: 프로판(2.9~9.5%), 부탄(1.9~8.5%)로 폭발하한인 낮아 폭발의 위험성 크다.
 - ㉡ 발열량: 발열량이 높아 단시간 내에 가열물의 온도상승이 가능하다.
3. LNG(Liquidified Natural Gas)의 물리·화학적 특성
 - ① 물리적 특성
 - ㉠ -162°C 의 비열을 갖는 무취무색한 액체이며 증기는 -113°C 이하에서는 공기보다 무거우나 그 이상상승에서는 공기보다 가벼워 채워지지 않는다.
 - ② 화학적 특성
 - ㉠ 폭발한계: 메탄의 연소범위는 5 ~ 15%이며 상온에서 공기보다 가벼워서(산소에 따라 약간 차이는 있으나 비중 0.5)
 - ㉡ 발열량: 메탄(1,500kcal/m³)으로 프로판에 비해 낮다.
4. 따라서, 가스 누출시 사고 피해나임을 보면, 아래와 같으며
 - ① 가스 누출 : 폭발성 혼합가스(공기+가스) → 폭발원 → 화재 및 폭발
 - ② LNG는 연소범위, 증기비중, 발열량인 LNG 보다 위험성이 크다는 것은 물리·화학적 실험을 통해 확인된 바, 같은 기준의 규제는 바람직 하지 않음으로, 화재, 폭발의 상대적 가중치를

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 앙케이트

출발의 질을 위한 LPG 취급시설에서의 화재예방 사고로 인한 **근로자 안전성 확보**를 위한 **국립 검토**를 추진 하겠다.

[배경]

- 최근 2021년 1월 1일부터 LPG 규정이 조정되어, 연료를 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화되나(2021.01.1)

산업안전보건법 시행령 151조 1항 3) 유해·위험물질 규정이

- 인화물질인 PSM 규정이 5톤, 제2종, 제3종, 제4종, 제5종 200톤
- 인화성: 인화성 가스 작업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa이하의 계압: 미만의 압력으로 처리되는 **연료용 도시가스(메탄)** 중량제한 85% 이상으로 등 '보통 유해 물질'에 포함이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 **취급 규정상 50,000 kg**으로

다.

- LPG 취급시설이 LPG의 PSM 규정을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규격 완화 요청하고 있음.
- LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규격에 준하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보려고 합니다.

구분	주요설비 설명
사도연과 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급유기단장자, 전기방폭장치, 환기장치, 부식방지설비, 정전기 제거설비
미합금강 설비	반류통, 방호벽, 압수장치, 가스크롬처리단장자, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설비기준으로 화기와 열의 적정거리, 사립소 경계와의 거리확보 • 직관차량, 내전설비의 적정거리 및 사용종류와 안전성 확보 • 배관 설계/두께/절단상태 등 유체흐름에 대한 안전성 확보 • 이물질 유입원인 차단, 유체흐름 유지장치 유해물질배출조각 안전성 확보 • 인화가능 물질, 독성물질, 환기장치, 전기기계류 등을 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하다고 생각하십니까? ☐ 1

(공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)

☐ ① 매우 그렇다 ☐ ② 그렇다 ☐ ③ 보통이다 ☐ ④ 아니다 ☐ ⑤ 매우 아니다

☐ ⑥ 기타: _____

2-3 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

⑥ 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 한국가스안전공사의 관련 기술코드를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까? 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

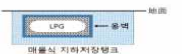
⑥ 기타 : _____

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 매꾸주벽(지하옹벽 내부)을 충전함) 2

① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다
④ 아니다 ⑤ 매우 아니다
⑥ 기타 :



매몰식 지하저장탱크



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정함을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까? 2

① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다.
⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국의 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리 나라의 부상상 건물자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하고 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판이 모두 도시가스, 휘발유는 가솔린으로 구분하여 적용됩니다. 기준을)

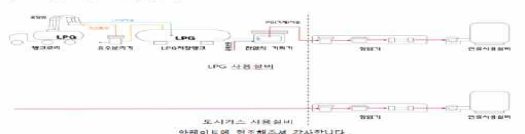
[illegible]

<도시가스의 구분도 예시>

<LPG 구분도 예시>



참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도



연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병류 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
• LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인을 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류통, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 준수치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

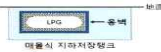
2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?
 (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)이 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)이 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)이 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정량이 조정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01)
- 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤)
- 비고2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병류 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다.
• LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음.
• LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인을 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류통, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 준수치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

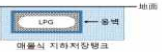
2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합한다고 생각하십니까?
 (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하용벽 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다



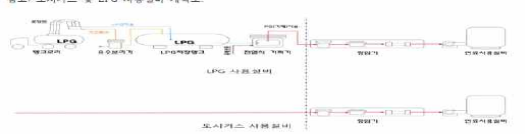
5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다. ② 조금 동의한다. ③ 모르겠다. ④ 동의하지 않는다. ⑤ 매우 동의하지 않는다.

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)이 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)이 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)이 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 **차별규제 기술**)

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비교2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. • LPG업에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스흡착차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 흡수장치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?
 (중성안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. "액화석유가스 안전관리 및 사업법" 및 "한국가스안전공사의 관련 기술고도"를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다



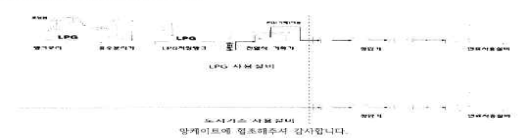
5. 귀하는 LPG업에 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다 ② 조금 동의한다 ③ 모르겠다 ④ 동의하지 않는다 ⑤ 매우 동의하지 않는다

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)와 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 적용용계 기준)

미국과 영국은 동일한 법적 규제를 적용하고 있다고 하더라도, 사소한 다른 인형상 차이의 범위와 배상의 한도가 국내와 달라서 동일하게 적용하기 어렵다. 또한, 동일한 법적 규제를 적용하기에는 LPG와 메탄의 비중차이로 확산형태가 너무 다르다는 점이 동일 위험성으로 판단하기에는 한계가 있다. 그러나 그러한 차이를 고려한 안전설비 등이 추가적으로 적용된다면 충분히 동일용량을 규제범위로 포함시킬 수 있을 것이다.

또한, 지하매몰식 탱크를 사용한다는 것이 폭발상황 등에 피해를 최소화 할 수 있으나, 지하설비가 관리되지 않을 수 있는 위험성이 존재하기 때문에 오히려 지상에서 일정 높이 이상에서 설치하고, 하단에 가스감지기를 포함한 공기흡수 시설을 설치하여 관리하거나, 지하에 설치하되 매몰식이 아닌 옥판과 감지기 등으로 관리 할 수 있는 설비가 더 안전해 보인다. 지하매몰식 탱크설비에 대한 별도의 관리방안(주기적으로 주변 토사를 제거하여 점검한다든지)이 마련된다면 도입했을 만하다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



양케이트에 참조해주시 감사합니다.

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경]
• 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비교2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. • LPG업에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보겠습니다.

구분	주요설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동 차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류독, 방호벽, 살수장치, 가스흡착차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 흡수장치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중단검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?
 (중성안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

3. "액화석유가스 안전관리 및 사업법" 및 "한국가스안전공사의 관련 기술고도"를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다

4. 만약 저장 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 아니다 ⑤ 매우 아니다



5. 귀하는 LPG업에 제조·취급 규정을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다 ② 조금 동의한다 ③ 모르겠다 ④ 동의하지 않는다 ⑤ 매우 동의하지 않는다

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)와 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 적용용계 기준)

• LPG의 경우 공해보다 비용(크로) 자연회기로 인한 재가 어려울 수있어 (LNG에 비해) 이물질 위험도가 이물질과 같을 수있어 위험에 노출될 가능성이 낮다.

• 미국에 비해 인공밀도가 높아 폭발성 위험성(지하)가 더 높고요 예상치못하고 미국과 동일한 기준을 적용하기는 어려울 수있다.

• 따라서 LPG를 LNG와 동일한 법적규제로 다루지않아도 추가적인 안전대책이 시행되어야 할 것으로 사료됩니다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



양케이트에 참조해주시 감사합니다.

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량 - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비교2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. • LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류목, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 흡수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?
 (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라, 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ☐ 그렇다 ☒ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ☐ 그렇다 ☒ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층벽 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

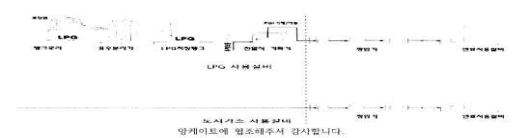


5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 LNG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다. ☒ 조금 동의한다. ☐ 모르겠다. ☐ 동의하지 않는다.
 ② 매우 동의하지 않는다.
 ③ 기타 :

6. 미국과 영국은 LPG와 도시가스(메탄)의 동일한 법적 규제를 적용하고 있습니다. 우리나라의 특성상 근로자의 안전성 확보를 위하여 LPG와 도시가스(메탄)의 위험성을 동일하게 간주하여 동일한 규제를 적용하는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까? (메탄과 프로판의 물성특성, 가스 취급설비 등을 고려하여 좌우를게 기준)

가스 누출 시의 시뮬레이션은 해보면 볼 수 있습니다.
 메탄과 프로판은 비중의 차이로, 메탄은 공중에 상승하여 위험 시, 폭발의 위험이 리스크가 다른 것으로 판단됩니다.
 또한 상온에 누출되면 저온되어 있는 상태 (0℃하, 양극하 등)에 따라 누출량과 누출 속도 등이 다른 것으로 두가지 가스를 시뮬레이션하면 비교해보면 볼 수 있습니다.

참고: 도시가스 및 LPG 사용설비 개략도.



LPG 취급시설 근로자 보호에 관한 양케이트

다음의 질문은 LPG 취급시설에서의 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보를 위한 규제 검토를 위한 설문지입니다.
[배경] • 최근 2021년 1월 PSM 규정이 개정되어, 연료용 도시가스(메탄)는 취급규정량이 50톤으로 일부 완화됨(2021.01) - 산업안전보건법 시행령 [별표13] 유해·위험물질 규정량 - 인화성가스 PSM 규정량 (제조·취급 5톤, 저장 200톤) - 비교2: 인화성 가스 중 사업장 외부로부터 배관을 통해 공급받아 0.1 MPa(계기압력) 미만의 압력으로 취급되는 연료용 도시가스(메탄) 중량성분 85% 이상으로 등 병포 유해 위험물질이 없는 설비에 공급되는 경우에 한한다)는 취급 규정을 50,000 kg으로 한다. • LPG업계에서는 LPG의 PSM 규정량을 도시가스(메탄)와 동일하게 50톤으로 규제 완화를 요청하고 있음. • LPG를 도시가스(메탄)와 동일하게 규제를 완화하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

1. 본인은 소속은?

2. LPG 취급설비의 안전성 확보를 위하여 다양한 대책이 강구되어 있습니다. 그 중에 다음 표와 같은 설비가 실제적으로 화재·폭발 사고로 인한 근로자 안전성 확보에 도움이 되는지를 알아보고자 합니다.

구분	주요설비 설비
사고예방 설비	과압안전장치, 가스누출경보 및 자동차단장치, 긴급차단장치, 전기방폭장치, 환기설비, 부식방지설비, 정전기 제거설비
피해저감 설비	방류목, 방호벽, 살수장치, 가스풍압차단장치, 소화설비, 온도상승방지장치
기타	• 설치기준으로 화기와의 적정거리, 사업소 경계와의 거리 확보 • 지반조사, 내진설비 설계 및 사용으로 지진대비 • 배관 재료/두께/접합/신속성 흡수조치로 배관안전성 확보 • 이입 및 충전기준, 저장설비 및 가스설비 유지관리절점으로 안전성 확보 • 인화가연 기술검토, 중간검사, 완성검사, 정기검사를 통한 안전성 확보

2-1. 상기 표의 LPG 취급시설의 안전설비가 해당 사업장에 실제로 적절하게 설치되어 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

2-2. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 공정안전관리 제도(PSM)의 기본 취지와 부합하고 있다고 생각하십니까?
 (공정안전관리제도의 취지: 사업장 자율적으로 규정한 지침에 의거하여 유해·위험물질 취급설비 뿐만 아니라, 운전·작업간에도 근로자의 안전을 확보하고자 하는 취지임)
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

2-3. 상기 표의 안전설비 및 안전대책이 LPG 취급설비의 근로자 안전을 확보할 수 있다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ☐ 그렇다 ☒ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

3. '액화석유가스 안전관리 및 사업법' 및 '한국가스안전공사의 관련 기술코드'를 통해 LPG 취급시설의 설비측면에서는 안전성 향상이 기대됩니다. 이로 인하여 근로자의 안전성이 현실적으로 향상된다고 생각하십니까?
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :

4. 만약 지상 저장탱크를 지하 매몰식 탱크로 변경할 경우에 화재·폭발 위험성을 저하시켜 근로자의 안전성을 확보할 수 있다고 생각하십니까? (매몰식: 흙과 모래 등으로 탱크주변(지하층벽 내부)을 충전함)
 ① 매우 그렇다 ☒ 그렇다 ☐ 보통이다 ☐ 아니다 ☐ 매우 아니다
 ② 기타 :



5. 귀하는 LPG업계가 제조·취급 규정량을 NG와 동일하게 규정하여 현재 5톤에서 50톤으로 완화해야 한다는 요구에 대해 어떻게 생각하십니까?
 ① 매우 동의한다. ☐ 조금 동의한다. ☐ 모르겠다. ☐ 동의하지 않는다.
 ② 매우 동의하지 않는다.
 ③ 기타 :

부록 II

■ HAZOP 결과

Case 1 LPG 지상 (충진 & 공급)

도면번호:

PID-101 (LPG Storage Tanks & Supply System)

검토구분:

Node-01 (LPG Storage Tank / 충전공정)

검토일:

2020. 05. 22

이탈현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계능력도 ; 15ton/hr, 0.52MPag, AMB 공급, Level 90%/max Level More	LT-101A/B 오작동	Tank 파열/누출/화재, 폭발 LPG 가 Compressor 쪽으로 넘어서 Compressor 파손	PSV-101A/B, 102A/B Compressor 에 과부하 Trip 장치 되어 있음 2인 1조 충전작업 Local Level Gauge Local Pressure Gauge Tank 압력이 Panel 에 표시되고 High Set 지점에서 경보발령 Tank 2 기가 Tie-in 되어 있고 각 Tank 에 LT 가 독립적으로 설치되어 있음 해당장소에 설치된 전기기가 방폭형 설치	1	4	3	
Level More	작업자 실수	Tank 파열/누출/화재, 폭발 LPG 가 Compressor 쪽으로 넘어서 Compressor 파손	PSV-101A/B, 102A/B Compressor 에 과부하 Trip 장치 되어 있음 2인 1조 충전작업 Local Level Gauge Local Pressure Gauge Tank 압력이 Panel 에 표시되고 High Set 지점에서 경보발령 해당장소에 설치된 전기기가 방폭형 설치 LICA-101A/B 에 의해 Level 이 High Set (90%)치에 도달하면 경보 및 충전 Compressor 자동 정지 입, 출구량 관측에 의해서 사고파악이 되어 있고 주문량이 모두 충전되어도 80% 정도 유지되도록 관리	1	3	2	
Level Less/No	압고지연	사용공정에 저장 조작	LT-101A/B 에 의해 Level 이 Panel 에 표시되고 Low Set 지점에서 경보 Local Level Gauge	2	2	2	
	LT-101A/B 오작동	사용공정에 저장 조작	Local Level Gauge Tank 2 기가 Tie-in 되어 있고 각 Tank 에 LT 가 독립적으로 설치되어 있음	2	2	2	
Level Less	System Leakage	화재, 폭발 위험	내장형 배터리가 연결된 가스누설검지기 및 경보기 설치 Local Pressure Gauge Tank 내부압력이 Panel 에 표시되고 Low Set 지점에서 경보발령 해당장소에 설치된 전기기가 방폭형 설치 1 및 2 회 이상 누설 점검 및 점검 일시 정지 누설 의심부위는 비눗물 검사 실시	1	4	3	충전작업시에 Tank Lorry 시동 끄고 고압력 설치 직후를 표준작업적절절차에 반영 순환검진시 휴대용가스누설검지기 지참 및 순환일지 작성 LPG 저장지역에 비눗물 Spray 비치 Tank 가 기존 구조를 비폭발형에 의한 내폭보조형에 포함되는 지 검토하실 것 가스누설검지기 연결된 내장형 배터리 점검일지 작성을 가스누설검지기 및 경보기 점검일지에 반영하실 것 Flange Bolt 여유나기선은 Nut 뒷면으로부터 2 인 이상 돌출되도록 체결하실 것 폭발위험지역 및 LPG 배관저지대는 내화자락을 설치하고 도막두께 근거자료를 확보하실 것 장량위험장황을 실시하고 미해당항목을 확인하여 비상에 응시나리오 반영 및 주기적인 교육, 훈련을 실시하실 것

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

Level	Less	중전작업중 Tank Lorry 가 불시 이동	제결부의 어원으로 LPG 다량 누출/ 화재, 폭발 위험	2인 1조로 작업함 - Tank lorry 가 작업하는 바퀴고임 락을 작업시 설치	1	4	3	- LPG 저장/공급지역에 바퀴고임 락 배치
Pressure	More	- 외부화재 발생 - 외부기온 상승	System 취약부 파열로 LPG 누출/ 화재, 폭발 위험	- PSV-101A/B, 102A/B - Tank 상부에 살수설비가 있어서 Tank 온도와 연계하여 작동 - 소화기 비치 - 옥외 소화전 - PG 설치 - Tank 내부압력이 Panel 에 표시되고 High Set 지에서 경보발령 - TG 설치 - Tank 내부온도가 Panel 에 표시되고 High Set 지에서 경보발령 - 가스누설검지기가 설치되어 있고 경보기는 인원이 24시간 상주하고 있는 장소에 설치 - 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치	1	4	3	
Pressure	Less	Unloading Compressor Trouble	중전공장 지연	- PG 설치 - Stand by Compressor	2	2	2	
Pressure	Less	System Leakage	화재, 폭발 위험	- 내장형 배터리가 연결된 가스누설검지기 및 경보기 설치 - Local Pressure Gauge - Tank 내부압력이 Panel 에 표시되고 Low Set 지에서 경보발령 - 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치 1월 2회 이상 순찰 점검 및 점검 일시 작성 - 누설 의심부위는 벽돌을 검사 실시	1	4	3	- Level Less 와 같음
정전기	As well as	중전작업시 LPG 흐름에 의한 마찰 전기 발생	누락된 정전기의 방전시 Spark 발생	- LPG 저장 탱크 접지 - 접지선이 있어서 중전작업시 Tank Lorry 와 접지선을 연결함	1	4	3	
정전기	As well as	낙뢰	화재, 폭발 위험	피뢰설비가 있음	1	4	3	- Tank 가 기존 건축물 피뢰침에 의한 낙뢰보호범위에 포함되는 지 검토확실 것
Flow	More	발생가능성 없음						
Flow	Less	- Unloading Compressor Trouble - Pressure Balance 오류	중전공장 지연	- PG 설치 - Tank 내부압력이 Panel 에 표시되고 Low Set 지에서 경보발령 - Stand by Compressor	2	2	2	
Flow	Less	System Leakage	화재, 폭발 위험	- 내장형 배터리가 연결된 가스누설검지기 및 경보기 설치 - Local Pressure Gauge - Tank 내부압력이 Panel 에 표시되고 Low Set 지에서 경보발령 - 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치 1월 2회 이상 순찰 점검 및 점검 일시 작성 - 누설 의심부위는 벽돌을 검사 실시	1	4	3	- Level Less 와 같음
Flow	Reverse	LPG 저장탱크 압력이 Tank Lorry 압력보다 높음	LPG 역류 발생	공급배관에 Check v/v 가 설치됨	1	3	2	

도면번호: PID-102/103 (LPG Storage Tanks & Supply System)
 검토구간: Node-02 (Vaporizer, 다단 감압 공급)

검토일: 2021 05. 22

이탈현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계역도 : 65 ± 5°C, 4t/hr, 0.5~0.7MPa → 0.3MPa → 18KPa 감압 공급							
Pressure More	- TIC-101A/B 오작동 - XV-101A/B Stuck Open	System 압력 상승으로 취약부 파열/화재, 폭발 위험	- PSV-107A/B, 108A/B - PSV-110~112 - XV-102A/B 가 High Set 지 (70°C) 에서 자동 차단 - XV-103A/B, 104A/B 가 과 설정 자에서 자동 차단 - Vaporizer 배관에 PG 설치	1	4	3	
	Regulator 오작동	- LPG 사용처에서 실화/실화된 상태에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발 - System 취약부에서 LPG 누설/화재, 폭발	- 사용처에서 화염감출기에 의해 실화가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫혀서 LPG 공급이 자동차단됨 - 사용지역에 가스누설경지기 및 경보기 설치 - 압력계 설치 1월 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Pressure Less	- Vaporizer Trouble - Steam 공급 Trouble	LPG 사용공정에 저장 조해	2 개의 Vaporizer 를 호환사용 가능 - Stand by Boiler - Steam 공급 측에 PG 설치 - Vaporizer 온도가 Panel 에 표시되고 Set 자에서 경보발령 및 XV 자동 차단	1	4	3	
Pressure Less	Regulator 오작동	LPG 사용처에서 실화/실화된 상태에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발	- 사용처에서 화염감출기에 의해 실화가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫혀서 LPG 공급이 자동차단됨 - 압력계 설치 1월 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Temperature More	TIC-101A/B 오작동	System 압력 상승으로 취약부 파열/화재, 폭발 위험	- PSV-107A/B, 108A/B - XV-102A/B 가 High Set 지 (70°C) 에서 자동 차단 - Vaporizer 배관에 PG 설치	1	4	3	
Temperature Less	- Vaporizer Trouble - Steam 공급 Trouble	LPG 사용공정에 저장 조해	2 개의 Vaporizer 를 호환사용 가능 - Stand by Boiler - Steam 공급 측에 PG 설치 - Vaporizer 온도가 Panel 에 표시되고 Set 자에서 경보발령 및 TCV 자동 차단	1	4	3	
Flow More	발생가능성 없음						
Flow Less/No	System Leakage	화재, 폭발 위험	- 내장형 배터리가 연결된 가스누설경지기 및 경보기 설치 - Local Pressure Gauge - Tank 내부압력이 Panel 에 표시되고 Low Set 자에서 경보발령 - 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치 1월 2회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성 - 누설 의심부위는 머뭇물 검사 실시	1	4	3	- 중진작업시에 Tank Lorry 시동을 끄고 고압터 설치 의무화를 표준화작업절차에 반영 - 순찰점검시 휴대용가스누설경지기 점검 및 순찰일지 작성 - LPG 저장지역에 비눗물 Spray 비치 - Tank 가 기존 건축물 피뢰침에 의한 낙뢰보호범위에 포함되는지 검토하실 것 - 가스누설경지기에 연결된 내장형 배터리 점검일지 작성용 가스누설경지기 및 경보기 점검절차에 반영하실 것 - Flange Bolt 여유나식산은 Nut 뒷면으로부터 2선 이상 돌출되도록 체결하실 것 - 폭발위험지역 내 LPG 배관저지대는 내화처리를 실시하고 도막두께 근거자료를 확보하실 것

Case 2 LPG 지하 (충진 & 공급)

도면번호: GTES-PID-301-0

권도일 : 2021. 05. 22

권도구간: Node-05 (LPG Underground Storage Tank / 충전장치)

이탈현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계역도 : 10ton/hr, 0.8MPa, AMB 공급, Level 90%/max							
Pressure More	■ 외부기온 상승 ■ 외부차재 발생	■ System 취약부 파열로 LPG 누출/화재, 폭발 위험	■ 저장탱크가 지하에 매설되어 있고 저장지역에 가연성물질이 없음 ■ 안전밸브(PSV-301-1/2/3) 설치 (배출구는 G.L + 5m 상부 Safety Location) ■ 압력계 설치(PG-301-1-5) ■ 온도계 설치(TG-301-1) ■ 가스누설검지기 설치되어 있고 경보기는 인원이 24 시간 상주하고 있는 보일러실 입구에 설치 ■ 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치	1	4	3	- 가스누설검지기에 비상전원 연결
Pressure Less	■ Unloading Compressor Trouble	■ 충전공정 지연	■ 압력계 설치(PG-301-1-5)	2	2	2	
Pressure Less	■ System Leakage	■ 화재, 폭발 위험	■ 가스누설검지기 및 경보기 설치 ■ 압력계 설치(PG-301-1-5) ■ 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치 ■ 1 일 1 회 이상 순찰 점검 및 점검 일시 작성 ■ 누설 의심부위는 비눗물 검사 실시	1	4	3	- 가스누설검지기에 비상전원 연결 - 폭발위험범위 내 가스배관지지대에 내화페인트를 피복하고 도막 두께측정자료를 확보하실 것 - 순찰점검시 휴대용 가스누설검지기 지점 - LPG 저장지역에 비눗물 Spray 비치
Level More	■ Level Gauge 오지시	■ 저장탱크가 넘침/LPG 가 Compressor 쪽으로 넘어가서 Compressor 파손	■ 과충전 방출구를 통해서 외부 G.L + 5m 로 방출됨 ■ 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치	1	3	2	
Level More	■ 작업자 실수	■ 저장탱크가 넘침/LPG 가 Compressor 쪽으로 넘어가서 Compressor 파손	■ LSH-301-1 에 의해서 Level 이 High Set 지에 도달하면 경보 및 충전 Compressor 자동 정지	1	3	2	
Level Less	■ System Leakage	■ 화재, 폭발 위험	■ 가스누설검지기 및 경보기 설치 ■ 압력계 설치(PG-301-1-5) ■ 해당장소에 설치된 전기기기 방폭형 설치 ■ 1 일 1 회 이상 순찰 점검 및 점검 일시 작성 ■ 누설 의심부위는 비눗물 검사 실시	1	4	3	- 가스누설검지기에 비상전원 연결 - 폭발위험범위 내 가스배관지지대에 내화페인트를 피복하고 도막 두께측정자료를 확보하실 것 - 순찰점검시 휴대용 가스누설검지기 지점 - LPG 저장지역에 비눗물 Spray 비치
Level Less	■ 충전작업중 Tank Lorry 가 불시 이동	■ 체결부의 이원으로 LPG 다량 누출/화재, 폭발 위험	■ 2 인 1 조로 작업함 ■ Tank lorry 가 지참하는 바퀴고임목을 작업시 설치	1	4	3	- LPG 저장/공급지역에 바퀴고임목 비치
정전기 As well as	■ 충전작업시 LPG 흐름에 의한 마찰 전기 발생	■ 누락된 정전기의 방전시 Spark 발생	■ LPG 저장 탱크 접지 ■ 접지선이 있어서 충전작업시 Tank Lorry 와 접지선을 연결함	1	4	3	
정전기 As well as	■ 낙뢰	■ 화재, 폭발 위험	■ 피뢰설비가 있음	1	4	3	
Flow Reverse	■ LPG 저장탱크 압력이 Tank Lorry 압력보다 높음	■ LPG 역류 발생	■ 공급배관에 Check v/v 가 설치됨	1	3	2	

도면번호: GTES-PID-301-0

결토일: 2021. 05. 22

검토구간: Node-06 (LPG Underground Storage Tank / 공급공정)

이탈현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계역도: 60°C/Max 역 물로 기화된 LPG 를 ??kg/hr, 800kPa → 70kPa 로 감압하여 공급, AMB							
Pressu More re	■ Regulator 오작동	■ LPG 사용처에서 실화/실화된 상태 에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발 ■ System 취약부에서 LPG 누설/파 괴, 폭발	■ 사용처에서 화염감출기에 의해 실화 가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫 혀서 LPG 공급이 자동차단됨 ■ 사용처에서 가스누설감지기 및 경보 기 설치 ■ 압력계 설치(PG-301-13) ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Pressu More re	■ 기화기의 온도조절 Failure	■ 기화기 후단압력이 800kPa 을 초 과하여 화재, 폭발 위험	■ 압력계 설치(PG-301-6-12) ■ 안전밸브 설치(PGV-301-4-9) ■ 기화기 온도계 설치 ■ 기화기 내부의 물에 대해 Level Gauge 가 있음 ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Pressu Less re	■ Regulator 오작동	■ LPG 사용처에서 실화/실화된 상태 에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발	■ 사용처에서 화염감출기에 의해 실화 가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫 혀서 LPG 공급이 자동차단됨 ■ 압력계 설치(PG-301-13) ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Pressu Less re	■ 기화기의 온도조절 Failure	■ LPG 사용공정에 Trouble	■ 압력계 설치(PG-301-6-12) ■ 기화기 온도계 설치 ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성 ■ 공급 배관에 결빙현상으로 육안확인 가능	1	4	3	
Tempe More rature	■ Regulator 오작동	■ LPG 사용처에서 실화/실화된 상태 에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발 ■ System 취약부에서 LPG 누설/파 괴, 폭발	■ 사용처에서 화염감출기에 의해 실화 가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫 혀서 LPG 공급이 자동차단됨 ■ 사용처에서 가스누설감지기 및 경보 기 설치 ■ 압력계 설치(PG-301-13) ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Tempe More rature	■ 기화기의 온도조절 Failure	■ 기화기 후단압력이 800kPa 을 초 과하여 화재, 폭발 위험	■ 압력계 설치(PG-301-6-12) ■ 안전밸브 설치(PGV-301-4-9) ■ 기화기 온도계 설치 ■ 기화기 내부의 물에 대해 Level Gauge 가 있음 ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Tempe Less rature	■ Regulator 오작동	■ LPG 사용처에서 실화/실화된 상태 에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발	■ 사용처에서 화염감출기에 의해 실화 가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫 혀서 LPG 공급이 자동차단됨 ■ 압력계 설치(PG-301-13) ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Tempe Less rature	■ 기화기의 온도조절 Failure	■ LPG 사용공정에 Trouble	■ 압력계 설치(PG-301-6-12) ■ 기화기 온도계 설치 ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성 ■ 공급 배관에 결빙현상으로 육안확인 가능	1	4	3	
Flow More	■ Regulator 오작동	■ LPG 사용처에서 실화/실화된 상태 에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발 ■ System 취약부에서 LPG 누설/파 괴, 폭발	■ 사용처에서 화염감출기에 의해 실화 가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫 혀서 LPG 공급이 자동차단됨 ■ 사용처에서 가스누설감지기 및 경보 기 설치 ■ 압력계 설치(PG-301-13) ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Flow More	■ 기화기의 온도조절 Failure	■ 기화기 후단압력이 800kPa 을 초 과하여 화재, 폭발 위험	■ 압력계 설치(PG-301-6-12) ■ 안전밸브 설치(PGV-301-4-9) ■ 기화기 온도계 설치 ■ 기화기 내부의 물에 대해 Level Gauge 가 있음 ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Flow Less	■ Regulator 오작동	■ LPG 사용처에서 실화/실화된 상태 에서 LPG 공급이 지속되면 연소실 폭발	■ 사용처에서 화염감출기에 의해 실화 가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫 혀서 LPG 공급이 자동차단됨 ■ 압력계 설치(PG-301-13) ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성	1	4	3	
Flow Less	■ 기화기의 온도조절 Failure	■ LPG 사용공정에 Trouble	■ 압력계 설치(PG-301-6-12) ■ 기화기 온도계 설치 ■ 1일 1회 이상 순찰 점검 및 점검 일지 작성 ■ 공급 배관에 결빙현상으로 육안확인 가능	1	4	3	
Flow Reverse	■ 사용자 입력이 LPG 공급압력보다 높음	■ LPG 역류 발생	■ 공급배관에 Check v/v 가 설치됨	1	3	2	

Case 3 NG 지상 (충진 & 공급)

도면번호: OO-PSM-T-102 (LNG Storage Tanks)

검토일 : 2021. 05. 22

Node-01: TK-101/102 충전 공정

이탈현상	원 인		영 향 및 결 과		현재안전조치		L	S	R	개선권고사항
설계역도 ; Temperature -162℃, Pressure 0.3MPa, Capacity 40.95ton, 내부진공도 0.05Torr(Max0.1)										
Temperature	More	■ Double Wall 내부의 진공도 파괴	■ Tank 파열/배관취약부 가스 유출, 화재, 폭발	■ PSV-1-1A/ PSV-1-1B, PSV-1-2A/ PSV-1-2B PSV-2-1/ PSV-3-1 PSV-2-2/ PSV-3-2	1	4	3	- PSV-2-1/ PSV-3-1 PSV-2-2/ PSV-3-2 의 Set Pressure 이 배관 설계 압력을 초과하므로 Set Pressure 을 배관 설계 압력 이하로 재설정하여 설치 하실 것		
	Less	■ 발생가능성 없음		■ SD-1-1/SD1-2 에 의해서 Double Wall 내부 압력상승 시 열림 /Perlite 가 비산						- 피해예측정량평가를 실시하고 그 결과를 비상조치계획에 반영하여 교육 및 훈련하실 것
Level	More	■ Level Gauge 고장	■ Tank 압력이 부분적으로 상승	■ 입, 출고 관리/사용량 파악에 의해서 재고량 수시 파악	1	3	2	- LNG 충전공정책임자 LNG 물류교육이수자 여부 확인		
		■ 작업자 실수	■ F-2-1/F-2-2 에 의해서 90% 충전 시 확인함	■ LG-01/ LG-02 와 별도로 독립된 LI-01/ LI-02 에 의해서 Level 이 Panel 에 표시됨(Local Panel 및 Central Panel)						
				■ 2인 1 조 충전 작업						
Level	More			■ 입, 출고 관리/사용량 파악에 의해서 재고량 수시 파악	1	3	2			
				■ LG-01/ LG-02 와 별도로 독립된 LI-01/ LI-02 에 의해서 Level 이 Panel 에 표시됨(Local Panel 및 Central Panel)						
				■ 2인 1 조 충전 작업						
				■ LG-01/ LG-02						
Level	Less	■ Level Gauge 고장	■ 조업 불가	■ LG-01/ LG-02 와 별도로 독립된 LI-01/ LI-02 에 의해서 Level 이 Panel 에 표시됨(Local Panel 및 Central Panel)	1	3	2			
		■ 입고지연	■ Tank Level 이 30% 이하로 낮아질 경우 재충전에 시간이 오래걸림 (공정지연)	■ Stand by Tank						
				■ 입, 출고 관리/사용량 파악에 의해서 재고량 수시 파악						
Level	Less	■ Tank 누설	■ 화재, 폭발	■ LNG 저장 및 공급설비가 있는 지역의 모든 전기계장설비가 방폭형으로 설치됨	1	4	3			
				■ 누설부위에 결빙이 발생하여 육안식별이 가능함						
				■ LNG Tank 지역에 충돌방지조치가 되어 있음						
Level	Less	■ 충전작업중 Tank Lorry 가 불시 이동	■ 제결부의 이완으로 LPG 다량 누출/ 화재, 폭발 위험	■ 2인 1 조로 작업함	1	4	3	- LPG 저장/공급지역에 바퀴고임목 비치		
				■ Tank lorry 가 지장하는 바퀴고임목을 작업시 설치						

		■ Tank 압력이 Tank-lorry 압력보다 높음	■ Tank Level 감소	■ Tank-lorry 충전 라인에 Check v/v(C1-1/C1-2) 가 설치됨	2	2	2	
Pressu re	More	■ Double Wall 내부의 진공도 파괴	■ Tank 파열/배관취약부 가스 유출, 화재, 폭발	■ PSV-1-1A/ PSV-1-1B, PSV-1-2A/ PSV-1-2B PSV-2-1/ PSV-3-1 PSV-2-2/ PSV-3-2 ■ SD-1-1/SD1-2 에 의해서 Double Wall 내부 압력상승 시 알림 /Perlite 가 비산 ■ PBC-01/02 에 의해서 Tank 내부 압력을 조정 ■ V-2-1/V-2-2 에 진공계를 걸어서 주기적으로 진공도 점검 ■ Double Wall 내부에 보온재 (Perlite)로 충전됨 ■ Tank 상부에 연결살수설비 설치	1	4	3	- Temperature More 와 같 음
Pressu re	More	■ 외부기온 상승 ■ 외부화재	■ Tank 파열/배관취약부 가스 유출, 화재, 폭발	■ Double Wall(조여온 Vacuum 단 열충격) 설계이며 내부에 보온재 (Perlite)로 충전됨 ■ PSV-1-1A/ PSV-1-1B, PSV-1-2A/ PSV-1-2B PSV-2-1/ PSV-3-1 PSV-2-2/ PSV-3-2 ■ SD-1-1/SD1-2 에 의해서 Double Wall 내부 압력상승 시 알림 /Perlite 가 비산 ■ PBC-01/02 에 의해서 Tank 내부 압력을 조정 ■ V-2-1/V-2-2 에 진공계를 걸어서 주기적으로 진공도 점검 ■ Tank 상부에 연결살수설비 설치	1	4	3	
Pressu re	Less	■ 발생가능성 없음						
정전기	As well as	■ 충전작업시 LNG 흐름에 의한 마찰 전기 발생	■ 누출된 정전기의 방전시 Spark 발생	■ LNG 저장 탱크 접지 ■ 접지봉이 있어서 충전작업시 Tank Lorry 와 접지선을 연결함	1	4	3	
		■ 낙뢰	■ 화재, 폭발 위험	■ 피뢰설비가 있음	1	4	3	

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

도면번호: 00-PSM-T-102/ 00-PSM-T-103 (LNG Vaporizer & Odorant Tank)
Node-02: 기화기 및 공급 배관

권도일 : 2021. 05. 22

이탈현상	원 인		영 향 및 결 과		현재안전조치			L	S	R	개선권고사항
설 계 온도 ; Temperature -30℃-->10~30℃, Pressure 0.3MPa, Flow 1000N m³/hr	More	■ NG Heater 의 온도 control 실패, 주위 화재	■ System 에서 NG 누설에 의한 화재, 폭발 위험	■ PSV- PSV-4-1/ PSV-4-2 PSV 5/6/7/8 ■ TI-01/02/03 에 의해서 NG 온도가 Panel 에 표시됨 ■ PG-3/4 ■ PI-03	2	4	5	- PSV-4-1/ PSV-4-2 의 Set Pressure 이 배관 설계 압력을 초과하므로 Set Pressure 을 배관 설계 압력 이하로 재설정하여 설치 하실 것 - PSV-5/6/7/8 전단의 Block v/v 는 C.S.O 관리하고 항상 열람 Tag 부착하실 것			
	Less	■ NG Heater 의 온도 control 실패, 주위 화재 ■ 외부기온 강하	■ 정압기 이후에 NG 공급용 CS 배관에 Crack 원인이 됨	■ TI-01/02/03 에 의해서 NG 온도가 Panel 에 표시됨 ■ PG-3/4 ■ PI-03 ■ TI-03 에 의해 온도가 -20℃에서 경보발령 및 -30℃에서 System Shutdown ■ NG Heater 가 2 개가 있어서 온도 조건에 따라서 선택 작동됨	1	4	3				
Flow	More	■ 발생가능성 없음									
	Less	■ System 누설	■ 화재, 폭발 위험 ■ LNG 배관 누설 시 동상 위험	■ LNG 저장 및 NG 공급공정에 있는 전기, 계장 설비가 방폭형으로 설치 ■ 없음	1	4	3	- 화기연급 표시판 설치 - LNG System 취급 시 방한갑 착용할 것 - 1 월 3 회 이상 휴대용가스누설검지기 지참 순찰, 점검			
Pressure	More	■ NG Heater 의 온도 control 실패, 주위 화재	■ System 에서 NG 누설에 의한 화재, 폭발 위험	■ PSV- PSV-4-1/ PSV-4-2 PSV 5/6/7/8 ■ TI-01/02/03 에 의해서 NG 온도가 Panel 에 표시됨 ■ PG-3/4 ■ PI-03	2	4	5	- Temperature More 의 값			
		■ Regulator 오작동	■ NG 사용처에서 실화/실화된 상태에서 NG 공급이 지속되면 연소실 폭발 ■ System 취약부에서 NG 누설/화재, 폭발	■ 사용처에서 화원검출기에 의해 실화가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫혀서 NG 공급이 자동차단됨 ■ 사용처에서 가스누설검지기 및 경보기 설치 ■ 압력계 설치 ■ 1 월 1 회 이상 순찰 점검 및 점검일지 작성	1	4	3				
Pressure	Less	■ NG Heater 의 온도 control 실패, 주위 화재 ■ 외부기온 강하	■ 정압기 이후에 NG 공급용 CS 배관에 Crack 원인이 됨	■ TI-01/02/03 에 의해서 NG 온도가 Panel 에 표시됨 ■ PG-3/4 ■ PI-03 ■ TI-03 에 의해 온도가 -20℃에서 경보발령 및 -30℃에서 System Shutdown ■ NG Heater 가 2 개가 있어서 온도 조건에 따라서 선택 작동됨	1	4	3				
		■ Regulator 오작동	■ NG 사용처에서 실화/실화된 상태에서 NG 공급이 지속되면 연소실 폭발	■ 사용처에서 화원검출기에 의해 실화가 감지되면 Solenoid v/v 가 닫혀서 NG 공급이 자동차단됨 ■ 압력계 설치 ■ 1 월 1 회 이상 순찰 점검 및 점검일지 작성	1	4	3				

Case 4. NG 배관 (only 정압설비)

도면번호: PID-101-0 (NG GOVERNOR & DISTRIBUTION)
Node-01: NG GOVERNOR & DISTRIBUTION

검토일 : 2021. 5. 22

이탈현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계역도 ; 0.5MPa G → 0.08MPa G 으로 감압하여 NG 공급(AMB, 3,784Nm ³ /hr)							
Press More	■ Regulator 고장	■ 불완전연소 및 유해가스 생성 ■ 배관 취약부 NG 누설 ■ 누설이 심하면 실화/실화이후에 NG 공급이 지속되면 폭발	■ PSV-101 ■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101) ■ 가스누설검지기 설치 (Ex dll G4) 경보기는 Control Room 에 연결	2	4	5	-PSV-101 전, 후단의 25A Block v/v 를 C.S.O 관리하고 Tag out 부착 -PS-101 전단의 15A Block v/v 를 C.S.O 관리하고 Tag out 부착 - 피해예측 정량평가가 실시
		■ NG 사용자(Boiler)의 정상가동 불가	■ 이상압력통보장치(PS-101) 에 의해 경보 발령 ■ PG-102 ■ Boiler 에 후속적인 안전장치가 연결됨 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) 에 의해 System 압력이 Set 치에 도달되면 자동적으로 연결	1	3	2	
Press Less	■ Regulator 고장	■ 공정 운전 Trouble	■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101)	1	3	2	
	■ 공급량 부족	■ 공정 운전 Trouble	■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101)	1	3	2	
	■ Filter 막힘	■ 공정 운전 Trouble	■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(F-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101) ■ DPI -101A/B	1	3	2	

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

		■ 배관 누설	■ 화재/폭발	■ 가스누설검지기 설치 (Ex dII G4) 경보기는 CONTROL ROOM 에 연결 ■ 1 일 1 회 이상 휴대용검지기를 지장 순찰, 점검 ■ 누설의심부위는 비눗물 검사	1	4	3	
Flow	More	■ Regulator 고장	■ 불완전연소 및 유해가스 생성 ■ 배관 취약부 NG 누설 ■ 누설이 심하면 실화/실화이후에 NG 공급이 지속되면 폭발	■ PSV-101 ■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101) ■ 가스누설검지기 설치 (Ex dII G4) 경보기는 Control Room 에 연결	2	4	5	-Press More 약 끝음
			■ NG 사용처(Boiler)의 정상가동 불가	■ 이상압력통보장치(PS-101) 에 의해 경보 발령 ■ PG-102 ■ Boiler 에 후속적인 안전장치가 연결됨 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) 에 의해 System 압력이 Set 지에 도달되면 자동적으로 연결	1	3	2	
Flow	Less	■ Regulator 고장	■ 공정 운전 Trouble	■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101)	1	3	2	
		■ 공급량 부족	■ 공정 운전 Trouble	■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(PRV-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101)	1	3	2	
		■ Filter 막힘	■ 공정 운전 Trouble	■ PG-102 ■ PR-101/일상점검 및 주 1 회 용지 교체 ■ Stand-by Regulator(F-101B) ■ 이상압력통보장치(PS-101) ■ DPI -101A/B	1	3	2	
		■ 배관 누설	■ 화재/폭발	■ 가스누설검지기 설치 (Ex dII G4) 경보기는 CONTROL ROOM 에 연결 ■ 1 일 1 회 이상 휴대용검지기를 지장 순찰, 점검 ■ 누설의심부위는 비눗물 검사	1	4	3	

* 공동 사용시설 (공동)

LPG와 NG 의 설비에는 차이가 없음.

도면번호: 00000(가열로)
 검토구간: Node-07 (LNG & LPG 공급 System)

검토일 : 2021. 05. 22

이탈현상	원 인	영 향 및 결 과	현재안전조치	L	S	R	개선권고사항
설계조건 ; AMB, LNG 12kPa 또는 LPG 15kPa → 7.5kPa → 3kPa, LPG 1,500Nm ³ /h 공급							
Pressure More	■ 기화기 후단 Regulator 오작동	■ 실화/실화 이후에 연료공급이 지속 되면 연소실 폭발	■ PSH-22 에 의해서 Gas 압력이 Set 지 이상이 되면 경보발령 및 가스공급 자동차단 ■ PG-24 ■ PG-60/PI-26 에 의해서 연료압력이 Panel 에 표시됨 ■ 가열로 온도가 Panel 에 표시되고 Trend 가 기록됨 ■ 온도가 High Set 지에서 경보 /High-High 에서 System Shut down ■ 연소가스 배출 Zone 에 산소분석기에 의해 과잉산소가 연속적으로 Monitor 됨 ■ UV Scanner 에 의해서 실화가 감지되면 경보 및 연료공급 자동차단 ■ 재점화시 Pre-purge 진행된 후 점화가 일어남(Purge time : 로내온도 900℃ 이하에서는 3 분, 900℃ 이상에서는 즉시 점화)	1	4	3	
Pressure Less	■ 기화기 후단 Regulator 오작동 ■ FCV 오작동 ■ Orifice Plugging ■ Filter 막힘	■ 실화/실화 이후에 연료공급이 지속 되면 연소실 폭발	■ PSL-23 에 의해서 Gas 압력이 Set 지 이하가 되면 경보발령 및 가스공급 자동차단 ■ PG-24 ■ PG-60/PI-26 에 의해서 연료압력이 Panel 에 표시됨 ■ UV Scanner 에 의해서 실화가 감지되면 경보 및 연료공급 자동차단 ■ 재점화시 Pre-purge 진행된 후 점화가 일어남(Purge time : 로내온도 900℃ 이하에서는 3 분, 900℃ 이상에서는 즉시 점화)	1	4	3	
Pressure Less	■ System Leakage	■ 화재, 폭발 위험	■ 가스누설감지기에 의해서 누설이 감지되면 경보발령(현장 및 Control Room 병행 연결) ■ PSL-23 에 의해서 Gas 압력이 Set 지 이하가 되면 경보발령 및 가스공급 자동차단 ■ PG-24 ■ PG-60/PI-26 에 의해서 연료압력이 Panel 에 표시됨	1	4	3	- KS C IEC 60079-10-1 규격 기준 폭발위험범위를 구분하고 범위 내 전기기기는 적합한 방폭 구조로 설치할 것 - 가스누설감지기에 비상전원을 연결할 것 - 폭발위험지역 내 배관지지대, 전선관지지대 내화페인트 도포 및 도막두께는 기준 이상이 되도록 측정자료 확보 - 가열로 하부 Pit 에 산소농도감지기 설치 및 입구측에 경보기 및 산소농도표시계, 경고표지 설치할 것 - 가열로 하부 Pit 에 LPG 가스 누설감지기 설치 및 경보기통 연결 - 가열로 하부 Pit 에 신선공기급, 배기 System 설치(배기장치는 Non Spark type 검토) - Flange Bolt 의 역유나사산은 Nut 위로 2산 이상 돌출되도록 할 것

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

Flow	More	■ 기화기 후단 Regulator 오작동	■ 실화/실화 이후에 연료공급이 지속되면 연소실 폭발	■ PSH-22 에 의해서 Gas 압력이 Set 지 이상이 되면 경보발령 및 가스공급 자동차단 ■ PG-24 ■ PG-60/PI-26 에 의해서 연료압력이 Panel 에 표시됨 ■ 가열로 온도가 Panel 에 표시되고 Trend 가 기록됨 ■ 온도가 High Set 지에서 경보/High-High 에서 System Shut down ■ 연소가스 배출 Zone 에 산소분석기에 의해 과잉산소가 연속적으로 Monitor 됨 ■ UV Scanner 에 의해서 실화가 감지되면 경보 및 연료공급 자동차단 ■ 재점화시 Pre-purge 진행된 후 점화가 일어남(Purge time : 로내온도 900℃ 이하에서는 3 분, 900℃ 이상에서는 즉시 점화)	1	4	3	
Flow	Less	■ 기화기 후단 Regulator 오작동 ■ FCV 오작동 ■ Orifice Plugging ■ Filter 막힘	■ 실화/실화 이후에 연료공급이 지속되면 연소실 폭발	■ PSL-23 에 의해서 Gas 압력이 Set 지 이하가 되면 경보발령 및 가스공급 자동차단 ■ PG-24 ■ PG-60/PI-26 에 의해서 연료압력이 Panel 에 표시됨 ■ UV Scanner 에 의해서 실화가 감지되면 경보 및 연료공급 자동차단 ■ 재점화시 Pre-purge 진행된 후 점화가 일어남(Purge time : 로내온도 900℃ 이하에서는 3 분, 900℃ 이상에서는 즉시 점화)	1	4	3	
Flow	Less	■ System Leakage	■ 화재, 폭발 위험	■ 가스누설감지기에 의해서 누설이 감지되면 경보발령(현장 및 Control Room 병렬 연결) ■ PSL-23 에 의해서 Gas 압력이 Set 지 이하가 되면 경보발령 및 가스공급 자동차단 ■ PG-24 ■ PG-60/PI-26 에 의해서 연료압력이 Panel 에 표시됨	1	4	3	- Pressure Less 와 같음
Corrosion	As well as	■ 연료유체의 흐름에 의해 마찰전기 형성/전위차 발생	■ 전류가 흐르게 되고 부식발생/부식이 심하게 되면 누설/화재, 폭발	■ 매설부의 배관재질은 PE(KS M 3514)로 되어 있고 노출배관은 SPPG 로 절연 Taping 실시 ■ 배관 Bonding 접지 실시	1	4	3	

부록 III

■ PHAST/SAFETI 보고서

Consequence Summary Report

Workspace: Ing,lgp ir sr

Study: Study (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing,lgp ir srStudy (1)lgp Ston 4in liquid	0.16	Category 1.5/F	0.225857	-42.0703	0.661486	109.417	0.0141436	213.263	3600
	0.4	Category 1.5/F	1.47411	-42.0703	0.661486	109.417	0.0333541	213.263	3391.88
	0.8	Category 1.5/F	5.89643	-42.0703	0.661486	109.417	0.0707081	213.263	847.971
	2	Category 1.5/F	36.8527	-42.0703	0.661486	109.417	0.178779	213.263	135.475
	lgp Ston 4in liquid	Category 1.5/F	8.33333	-42.0703	0.661486	109.417	0.084039	213.263	600

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	16.75 s
Flammable averaging time	16.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing,lgp ir srStudy (1)lgp Ston 4in liquid	0.4	Category 1.5/F	n/a	n/a	32.6426
	0.8	Category 1.5/F	n/a	35.2253	83.2116
	2	Category 1.5/F	n/a	105.441	196.319
	lgp Ston 4in liquid	Category 1.5/F	n/a	44.7465	101.407

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing,lgp ir srStudy (1)lgp Ston 4in liquid	0.16	Category 1.5/F	7.83293	12.3515	10.3356	8.85351
	0.4	Category 1.5/F	17.5136	28.4262	23.4976	19.5027
	0.8	Category 1.5/F	32.0171	53.2747	44.2599	36.4259
	2	Category 1.5/F	70.6139	121.784	100.709	82.8967
	lgp Ston 4in liquid	Category 1.5/F	37.1921	92.2935	51.7072	42.5422

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL [m]	Distance downwind to LFL fraction [m]
Ing,lgp ir srStudy (1)lgp Ston 4in liquid	0.16	Category 1.5/F		
	0.4	Category 1.5/F		32.6426
	0.8	Category 1.5/F	35.2253	83.2116
	2	Category 1.5/F	105.441	196.319
	lgp Ston 4in liquid	Category 1.5/F	44.7465	101.407

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing,lgp ir srStudy (1)lgp Ston 4in liquid	0.16	Category 1.5/F	9.15147	0.888486	23.8452
	0.4	Category 1.5/F	33.2081	0.318723	69.0973
	0.8	Category 1.5/F	82.9836	0	179.307
	2	Category 1.5/F	196.069	0	144.002
	lgp Ston 4in liquid	Category 1.5/F	101.167	0	304.636

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the obstructed regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing,lpg ir sr\Study (1)\log Ston 4in liquid	0.4	Category 1.5/F	1	41.192	22.285
			2.00007	37.0542	14.1083
			2.99938	35.4383	10.5167
	0.8		1	106.473	52.9461
			2.00007	96.6841	33.3662
			2.99938	92.9098	25.8193
	2		1	263.056	146.111
			2.00007	236.042	92.8823
			2.99938	226.626	71.2321
lpg Ston 4in liquid			1	132.222	64.438
			2.00007	120.307	40.6144
			2.99938	115.713	31.4393

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flame mass [tonne]	Explosion flame mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion centre [m]
Ing,lpg ir sr\Study (1)\log Ston 4in liquid	0.4	Category 1.5/F	1	0.00096	0.00096	22.7511	30	7.76094	30
			2.00007	0.00096	0.00096	22.7511	30	7.76094	30
			2.99938	0.00096	0.00096	22.7511	30	7.76094	30
	0.8		1	0.00741	0.00741	133.054	80	19.6148	80
			2.00007	0.00741	0.00741	133.054	80	19.6148	80
			2.99938	0.00741	0.00741	133.054	80	19.6148	80

Consequence Summary Report

Workspace: Ing,lpg ir sr

Study: Study (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [deg C]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing,lpg ir sr\Study (1)\log Ston 4in gas	0.16	Category 1.5/F	0.0187446	-30.5311	0	0	0.00524087	381.274	3600
	0.4	Category 1.5/F	0.117154	-30.5311	0	0	0.0131022	381.274	3600
	0.8	Category 1.5/F	0.468616	-30.5311	0	0	0.0262044	381.274	3600
	2	Category 1.5/F	2.92885	-30.5311	0	0	0.0655109	381.274	1707.15

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the obstructed regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing,lpg ir sr\Study (1)\log Ston 4in gas	0.8	Category 1.5/F	1	14.7021	9.40412
			2.00007	12.9634	5.92675
			2.99938	12.293	4.58599
	2		1	42.1046	24.2092
			2.00007	37.6287	15.2573
			2.99938	35.9029	11.8058

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flame mass [tonne]	Explosion flame mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion centre [m]
Ing,lpg ir sr\Study (1)\log Ston 4in gas	0.8	Category 1.5/F	1	4.153	4.153	4.432	10	3.043	10
			2.00007	84E-05	84E-05	32	10	35	10
			2.99938	4.153	4.153	32	10	3.043	10
	2		1	4.153	4.153	4.432	10	3.043	10
			2.00007	84E-05	84E-05	32	10	35	10
			2.99938	4.153	4.153	32	10	3.043	10

2	1	0.15579	0.15579	117.216	190	57.0621	190
	2.00007	2	0.15579	117.216	190	57.0621	190
	2.99938	2	0.15579	117.216	190	57.0621	190
	2	0.15579	2	0.15579	2		

	lpg Ston 4in liquid	1	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0652	100
		2.00007	71	71	250.213	100	24.0652	100
		2.99938	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0652	100
		71	71	71				
		0.01336	0.01336	71				

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	18.75 s
Flammable averaging time	18.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing,lpg ir sr\Study (1)\log Ston 4in gas	2	Category 1.5/F	n/a	n/a	33.8746

38	84E-05	84E-05	4.43232	3.04335
	4.153	4.153		
	84E-05	84E-05		

2	1	0.000	0.000	8.283	30	8.213	30
	2.000	70865	70865	95	30	62	30
	07	4	4	8.283	30	8.213	30
	2.999	0.000	0.000	8.283	95	8.213	62
	38	70865	70865	4	4		
		0.000	0.000	8.283	95	8.213	62
		70865	70865	4	4		

Consequence Summary Report

Workspace: Ing,lpg ir sr

Study: Study (2)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in mixture [-]	Droplet diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	8.33333	-42.0703	0.661486	109.417	0.084059	213.263	600
	1.2	Category 1.5/F	13.267	-42.0703	0.661486	109.417	0.106062	213.263	376.876
	2.4	Category 1.5/F	53.0679	-42.0703	0.661486	109.417	0.212124	213.263	94.219
	5.4	Category 1.5/F	268.656	-42.0703	0.661486	109.417	0.477228	213.263	18.6112

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (2.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	37.1931	62.2936	51.7072	42.5422
	1.2	Category 1.5/F	45.4747	76.851	63.714	52.4328
	2.4	Category 1.5/F	82.5811	143.479	118.542	97.5355
	5.4	Category 1.5/F	163.175	296.669	244.127	200.524

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL [m]	Distance downwind to LFL fraction [m]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	44.7465	101.407
	1.2	Category 1.5/F	60.2073	130.439
	2.4	Category 1.5/F	125	216.766
	5.4	Category 1.5/F	203.976	276.69

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	101.167	0	304.638
	1.2	Category 1.5/F	130.994	0	249.582
	2.4	Category 1.5/F	216.263	0	102.892
	5.4	Category 1.5/F	271.604	0	25.9395

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	18.75 s
Flammable averaging time	18.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	n/a	44.7465	101.407
	1.2	Category 1.5/F	n/a	60.2073	130.439
	2.4	Category 1.5/F	n/a	125	216.766
	5.4	Category 1.5/F	56.839	203.976	276.69

Fireball Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Fireball diameter [m]	Distance downwind to intensity level 1 (4 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	5.4	Category 1.5/F	99.1786	319.63	105.062	104.897

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the abstracted regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	1	132.222	64.4438
			2.00007	120.307	40.8144
			2.99998	113.713	31.4265
	1.2		1	171.779	83.5378
			2.00007	136.33	52.6606
			2.99998	130.374	40.7476
	2.4		1	298.447	176.892
			2.00007	255.742	111.483
			2.99998	253.132	86.2632
	5.4		1	433.815	347.631
			2.00007	371.345	202.859
			2.99998	348.418	156.836

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flammable mass [tonne]	Explosion on flammable mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion on centre [m]
Ing,lpg ir sr Study (2) log ston 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	2.00007	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0952	100
			2.99998	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0952	100
			1	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0952	100
			2.00007	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0952	100
			2.99998	0.01336	0.01336	250.213	100	24.0952	100
	1.2		1	0.02913	0.02913	234.806	130	31.638	130
			2.00007	0.02913	0.02913	234.806	130	31.638	130
			2.99998	0.02913	0.02913	234.806	130	31.638	130
			1	0.02913	0.02913	234.806	130	31.638	130
			2.00007	0.02913	0.02913	234.806	130	31.638	130
			2.99998	0.02913	0.02913	234.806	130	31.638	130

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

2.4	1	0.27645	0.27645	88.4155	210	69.8006	210
	2.00007	0	0	88.4155	210	69.8006	210
	2.99938	0.27645	0.27645	88.4155	210	69.8006	210
	0	0.27645	0.27645	0	0	0	0
5.4	1	2.09821	2.09821	22.615	260	169.864	260
	2.00007	1.66146	1.66146	25.48	270	192.628	270
	2.99938	1.66146	1.66146	25.48	270	192.628	270
	0	0	0	0	0	0	0

Consequence Summary Report

Workspace: lng LPG in sr

Study: Study (2)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.
The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
lng LPG in sr/Study (2)/log Sten 12m gas	0.48	Category 1.5/F	0.168702	-30.5311	0	0	0.0157226	381.274	3600
	1.2	Category 1.5/F	1.05439	-30.5311	0	0	0.0393046	381.274	3600
	2.4	Category 1.5/F	4.21754	-30.5311	0	0	0.0796131	381.274	1185.52
	5.4	Category 1.5/F	21.3513	-30.5311	0	0	0.17888	381.274	234.178

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	18.75 s
Flammable averaging time	18.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
lng LPG in sr/Study (2)/log Sten 12m gas	2.4	Category 1.5/F	n/a	n/a	43.7296
	5.4	Category 1.5/F	n/a	\$4.0307	121.46

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 [C/kW/m ²] [m]	Distance downwind to intensity level 2 [12.5 kW/m ²] [m]	Distance downwind to intensity level 3 [37.5 kW/m ²] [m]
lng LPG in sr/Study (2)/log Sten 12m gas	0.48	Category 1.5/F	5.56892	5.70044	n/a	n/a
	1.2	Category 1.5/F	12.5231	16.8764	13.8206	n/a
	2.4	Category 1.5/F	22.8526	34.7917	28.4415	22.2734
	5.4	Category 1.5/F	43.704	75.3733	59.5623	45.3125

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL [m]	Distance downwind to LFL fraction [m]
lng LPG in sr/Study (2)/log Sten 12m gas	0.48	Category 1.5/F		
	1.2	Category 1.5/F		
	2.4	Category 1.5/F		43.7296
	5.4	Category 1.5/F	\$4.0307	121.46

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
lng LPG in sr/Study (2)/log Sten 12m gas	0.48	Category 1.5/F	6.09607	0.975968	7.51437
	1.2	Category 1.5/F	17.958	0.913185	23.8456
	2.4	Category 1.5/F	44.8636	0.623819	37.4861
	5.4	Category 1.5/F	121.972	0.140661	119.915

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.
These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the obstructed regions defined on the map.
The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing, lpg ir srStudy (2) lpg sten 12in gas	1.2	Category 1.5/F	804	17.0158	14.0336
			2.00007	14.4222	8.8441
			2.99938	12.4218	6.8481
	2.4		1	55.1221	30.2441
			2.00007	49.3304	19.0407
			2.99938	47.2744	14.7468
	5.4		1	158.877	77.7547
			2.00007	144.502	49.0023
			2.99938	138.359	37.9178

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flammable mass [tonne]	Explosion on flammable life mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion on centre [m]
Ing, lpg ir srStudy (2) lpg sten 12in gas	1.2	Category 1.5/F	804	0.00013	0.00013	1.91799	10	4.5556	10
			2.00007	804	0.00013	1.91799	10	4.5556	10
			2.99938	804	0.00013	1.91799	10	4.5556	10
	2.4		1	0.00138	0.00138	11.169	40	10.429	40
			2.00007	172	0.00138	11.169	40	10.429	40
			2.99938	0.00138	0.00138	11.169	40	10.429	40
	5.4		1	0.02347	0.02347	98.1113	120	28.4822	120
			2.00007	88	0.02347	98.1113	120	28.4822	120
			2.99938	0.02347	0.02347	98.1113	120	28.4822	120

Consequence Summary Report

Workspace: Ing, lpg ir sr
Study: Study (1) (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction to material [fraction]	Droplet diameter [um]	Expanded droplet diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing, lpg ir srStudy (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.16	Category 1.5/F	0.23585	-42.0703	0.66148	109.417	0.01414	213.263	3600
			0.23585	-42.0703	0.66148	109.417	0.01414	213.263	3600
	0.4	Category 1.5/F	1.47411	-42.0703	0.66148	109.417	0.03525	213.263	3600
			1.47411	-42.0703	0.66148	109.417	0.03525	213.263	3600
	0.8	Category 1.5/F	5.89642	-42.0703	0.66148	109.417	0.07070	213.263	3600
			5.89642	-42.0703	0.66148	109.417	0.07070	213.263	3600
lpg 50ton 4in liquid	2	Category 1.5/F	36.8527	-42.0703	0.66148	109.417	0.17677	213.263	1356.75
			36.8527	-42.0703	0.66148	109.417	0.17677	213.263	1356.75
lpg 50ton 4in liquid	lpg 50ton 4in liquid	Category 1.5/F	82.2323	-42.0703	0.66148	109.417	0.26581	213.263	600
			82.2323	-42.0703	0.66148	109.417	0.26581	213.263	600

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing, lpg ir srStudy (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.16	Category 1.5/F	7.83293	12.3515	10.3356	8.89351
			7.83293	12.3515	10.3356	8.89351
	0.4	Category 1.5/F	17.5136	28.4262	23.6978	19.5027
			17.5136	28.4262	23.6978	19.5027
	0.8	Category 1.5/F	32.0171	52.2747	44.2999	36.4359
			32.0171	52.2747	44.2999	36.4359
lpg 50ton 4in liquid	2	Category 1.5/F	70.6139	121.784	100.709	82.8957
			70.6139	121.784	100.709	82.8957
lpg 50ton 4in liquid	lpg 50ton 4in liquid	Category 1.5/F	100.2	175.7	145.005	119.254
			100.2	175.7	145.005	119.254

Dispersion Results

Input dispersion parameters:

Core averaging time	16.75 s
Flammable averaging time	16.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing, lpg ir srStudy (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.4	Category 1.5/F	n/a	n/a	32.6426
			n/a	n/a	32.6426
	0.8	Category 1.5/F	n/a	35.2253	83.2116
			n/a	35.2253	83.2116
	2	Category 1.5/F	n/a	107.977	216.675
			n/a	107.977	216.675
lpg 50ton 4in liquid	lpg 50ton 4in liquid	Category 1.5/F	26.7582	164.598	315.3
			26.7582	164.598	315.3

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL [m]	Distance downwind to LFL fraction [m]
Ing, lpg ir srStudy (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.16	Category 1.5/F		
	0.4	Category 1.5/F		32.6426
				32.6426
	0.8	Category 1.5/F	35.2253	83.2116
			35.2253	83.2116
lpg 50ton 4in liquid	2	Category 1.5/F	107.977	216.675
			107.977	216.675
lpg 50ton 4in liquid	lpg 50ton 4in liquid	Category 1.5/F	164.598	315.3
			164.598	315.3

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing, lpg ir srStudy (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.16	Category 1.5/F	9.15147	0.888496	23.8452
			9.15147	0.888496	23.8452
	0.4	Category 1.5/F	33.2091	0.318723	71.5204
			33.2091	0.318723	71.5204
	0.8	Category 1.5/F	82.9956	0	210.828
			82.9956	0	210.828
lpg 50ton 4in liquid	2	Category 1.5/F	217.473	0	687.967
			217.473	0	687.967
lpg 50ton 4in liquid	lpg 50ton 4in liquid	Category 1.5/F	319.196	0	447.801
			319.196	0	447.801

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise settings of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the abstracted regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters.

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.4	Category 1.5/F	1	41.1922	22.3843
			2.00007	37.0538	14.1972
			2.99938	31.4579	10.9159
	0.8		1	106.479	52.9574
			2.00007	96.6277	33.3753
			2.99938	92.9125	25.8251
lpg 50ton 4in liquid	2		1	282.993	145.988
			2.00007	236.002	91.005
			2.99938	240.539	71.1514
			1	421.079	223.357
			2.00007	380.505	140.01
			2.99938	364.168	108.327

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flame mass [tonne]	Explosive flame mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion centre [m]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	0.4	Category 1.5/F	1	0.00956	0.00956	23.0581	30	7.75721	30
			2.00007	0.0178	0.0178	23.0581	30	7.75721	30
			2.99938	0.00956	0.00956	23.0581	30	7.75721	30
			0.00956	0.0178	0.0178				
			0.00956	0.0178	0.0178				
			0.00956	0.0178	0.0178				
	0.8		1	0.00741	0.00741	153.185	80	19.4249	80
			2.00007	0.00741	0.00741	153.185	80	19.4249	80
			2.99938	0.00741	0.00741	153.185	80	19.4249	80
			0.00741	0.00741	0.00741				
			0.00741	0.00741	0.00741				
			0.00741	0.00741	0.00741				

Consequence Summary Report

Workspace: Ing,lpg ir sr

Study: Study (1) (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [m]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	0.01874	-30.5311	0	0	0.00524	281.274	3600
			46				287		
			0.11715	-30.5311	0	0	0.01310	281.274	3600
	0.4	Category 1.5/F	4				22		
			0.46361	-30.5311	0	0	0.02620	281.274	3600
			6				44		
lpg 50ton 4in gas	2	Category 1.5/F	2.92885	-30.5311	0	0	0.04551	281.274	3600
			99						

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	2.12015	n/a	n/a	n/a
			4.72755	4.46071	n/a	n/a
	0.4	Category 1.5/F	8.77082	10.8415	8.71922	n/a
			19.5238	28.8696	23.7103	18.5503
lpg 50ton 4in gas	2	Category 1.5/F				

Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in liquid	2	Category 1.5/F	1	0.15539	0.15539	260.308	210	57.2964	210
			2.00007	5	5	260.308	210	57.2964	210
			2.99938	0.15539	0.15539	260.308	210	57.2964	210
			1	0.54761	0.54761	363.183	310	88.0494	310
			2.00007	5	5	363.183	310	88.0494	310
			2.99938	0.54761	0.54761	363.183	310	88.0494	310

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	18.75 s
Flammable averaging time	18.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in gas	2	Category 1.5/F	n/a	n/a	23.8746

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL fraction [m]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	
	2	Category 1.5/F	33.8746

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing,lpg ir sr Study (1) (1) lpg 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	2.10813	0.991279	1.91793
			5.10522	0.979742	7.51435
	2	Category 1.5/F	35.0331	0.805325	23.848

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the obstructed regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing.lpg ir srStudy (1) (1)/log 50ton 4in gas	9.8	Category 1.5/F	1	14.7021	9.40412
			2.00007	12.9534	5.92878
	2		2.99938	12.293	4.18899
			1	42.0894	24.1789
			2.00007	37.6191	18.2382
			2.99938	35.8955	11.791

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flammable mass [tonne]	Explosion flame mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion centre [m]
Ing.lpg ir srStudy (1) (1)/log 50ton 4in gas	0.8	Category 1.5/F	1	4.15384	4.15384	4.42232	10	3.04235	10
			2.00007	8.05	8.05	4.42232	10	3.04235	10
	2		2.99938	4.15384	4.15384	4.42232	10	3.04235	10
			1	8.05	8.05	4.42232	10	3.04235	10
			2.00007	0.00070	0.00070	7.29121	30	8.1778	30
			2.99938	0.00070	0.00070	7.29121	30	8.1778	30
			1	0.00070	0.00070	7.29121	30	8.1778	30
			2.99938	0.00070	0.00070	7.29121	30	8.1778	30

Consequence Summary Report

Workspace: Ing.lpg ir sr

Study: Study (2) (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after-atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [disc]	Liquid mass fraction in molecule [fraction]	Drop/diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing.lpg ir srStudy (2) (1)/log 50ton 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	83.3333	-42.0703	0.661486	109.417	0.285818	213.263	800
			0.48	2.12271	-42.0703	0.661486	109.417	0.0424249	3600
	1.2	Category 1.5/F	13.267	-42.0703	0.661486	109.417	0.109062	213.263	3600
			2.4	53.0879	-42.0703	0.661486	109.417	0.21212	942.19
	5.4	Category 1.5/F	268.856	-42.0703	0.661486	109.417	0.47728	213.263	186.112

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (C) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing.lpg ir srStudy (2) (1)/log 50ton 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	100.2	179.7	249.008	219.234
			0.48	20.5344	33.5414	27.9358
	1.2	Category 1.5/F	45.4747	76.851	63.714	52.4328
			2.4	82.5811	143.479	118.542
	5.4	Category 1.5/F	168.175	298.669	244.17	200.524

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	18.75 s
Flammable averaging time	18.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to DFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing.lpg ir srStudy (2) (1)/log 50ton 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	26.7582	164.598	315.3
			0.48	n/a	n/a
	1.2	Category 1.5/F	n/a	60.2073	130.439
			2.4	130.864	256.935
	5.4	Category 1.5/F	58.226	279.856	468.224

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL [m]	Distance downwind to LFL fraction [m]
Ing.lpg ir srStudy (2) (1)/log 50ton 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	264.598	315.3
			0.48	42.9928
	1.2	Category 1.5/F	60.2073	130.439
			2.4	256.935
	5.4	Category 1.5/F	279.856	468.224

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing.lpg ir srStudy (2) (1)/log 50ton 12in liquid	Fixed duration release	Category 1.5/F	315.196	0	447.801
			0.48	43.418	0.136895
	1.2	Category 1.5/F	130.994	0	618.018
			2.4	255.776	0
	5.4	Category 1.5/F	466.78	0	202.153

Consequence Summary Report

Workspace: Ing,lgp ir sr

Study: Study (1) (1) (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.
The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing,lgp ir srStudy (1) (1) Ing 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	0.0112829	-71.292	0	0	0.00483942	635.558	3600
	0.4	Category 1.5/F	0.0709558	-71.292	0	0	0.0120791	635.558	3600
	0.8	Category 1.5/F	0.283623	-71.292	0	0	0.0241521	635.558	3600
	2	Category 1.5/F	1.77389	-71.292	0	0	0.0603894	635.558	3600

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	18.75 s
Flammable averaging time	18.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing,lgp ir srStudy (1) (1) (1) Ing 50ton 4in gas	2	Category 1.5/F	n/a	n/a	17.9337

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the obstructed regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing,lgp ir srStudy (2) (1) Ing 50ton 12in gas	1.2	Category 1.5/F	1 2.00007 2.99928	17.0168 14.4222 13.4218	14.0328 8.84441 6.84961
	2.4		1 2.00007 2.99928	55.0983 49.5134 47.3628	30.1966 19.0208 14.7286
	5.4		1 2.00007 2.99928	158.873 144.499 138.957	77.7466 68.3982 37.9127

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flame mass [tonne]	Explosion flame mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion centre [m]
Ing,lgp ir srStudy (2) (1) Ing 50ton 12in gas	1.2	Category 1.5/F	1 2.00007 2.99928	0.00013 804 804	0.00013 804 804	1.91799 1.91799 1.91799	10 10 10	4.3356 4.3356 4.3356	10
	2.4		1 2.00007 2.99928	0.00137 521 521	0.00137 521 521	15.8865 15.8865 15.8865	40 40 40	10.426 10.426 10.426	40
	5.4		1 2.00007 2.99928	0.02347 14 14	0.02347 14 14	121.801 121.801 121.801	120 120 120	28.4729 28.4729 28.4729	120

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 [C/kW/m ²] [m]	Distance downwind to intensity level 2 [12.5 kW/m ²] [m]	Distance downwind to intensity level 3 [37.5 kW/m ²] [m]
Ing,lgp ir srStudy (1) (1) (1) Ing 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	1.6146	n/a	n/a	n/a
	0.4	Category 1.5/F	3.64455	n/a	n/a	n/a
	0.8	Category 1.5/F	6.68617	7.52434	5.89084	n/a
	2	Category 1.5/F	14.948	20.6976	17.6506	14.3981

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL Fraction [m]
Ing,lgp ir srStudy (1) (1) (1) Ing 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	
	0.4	Category 1.5/F	
	0.8	Category 1.5/F	
	2	Category 1.5/F	17.9337

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing,lgp ir srStudy (1) (1) (1) Ing 50ton 4in gas	0.16	Category 1.5/F	1.63857	0.99096	1.91792
	0.4	Category 1.5/F	3.80285	1.00047	1.91793
	0.8	Category 1.5/F	7.63151	1.08667	7.51427
	2	Category 1.5/F	22.9786	1.03022	23.8457

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures.

These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the obstructed regions defined on the map.

The reported overpressures are defined in the explosion parameters.

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Maximum distance [m]	Diameter [m]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 4in gas	2	Category 1.5/F	1 2.00007 2.99993	28.9035 25.0997 23.8168	17.897 10.1815 7.63369

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level [psi]	Total flammable mass [tonne]	Explosion flame mass [tonne]	Ignition time [s]	Ignition source [m]	Cloud centre [m]	Explosion centre [m]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 4in gas	2	Category 1.5/F	1 2.00007 2.99993 8375 8375 8375	0.00019 8375 0.00019 8375 0.00019 8375	n/a n/a n/a	4.8758 4.8758 4.8758	20 20 20	5.42681 5.42681 5.42681	20 20 20

Consequence Summary Report

Workspace: Ing.lpg v sr

Study: Study (2) (1) (1)

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Discharge Results (after atmospheric expansion)

Path	Scenario	Weather	Mass flow rate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [um]	Expanded diameter [m]	Velocity [m/s]	Release duration [s]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 12in gas	0.48	Category 1.5/F	0.102176	-71.292	0	0	0.0144933	635.558	3600
	1.2	Category 1.5/F	0.838602	-71.292	0	0	0.0362282	635.558	3600
	2.4	Category 1.5/F	2.58441	-71.292	0	0	0.0724564	635.558	3600
	5.4	Category 1.5/F	12.9317	-71.292	0	0	0.146027	635.558	3600

Dispersion Results

Input dispersion parameters

Core averaging time	16.75 s
Flammable averaging time	16.75 s
Height of interest	0 m

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

Path	Scenario	Weather	Distance to UFL [m]	Distance to LFL [m]	Distance to LFL fraction [m]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 12in gas	2.4	Category 1.5/F	n/a	n/a	26.0445
	5.4	Category 1.5/F	n/a	33.0345	78.8598

Jet Fire Results

Distance downwind to defined radiation levels

The reported radiations are defined in the parameters

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m ²) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m ²) [m]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 12in gas	0.48	Category 1.5/F	4.27814	n/a	n/a	n/a
	1.2	Category 1.5/F	9.50765	11.8769	9.88891	n/a
	2.4	Category 1.5/F	17.5487	25.1039	21.3694	17.3961
	5.4	Category 1.5/F	35.5743	57.8055	47.5795	37.5067

Flash Fire Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported LFL and LFL fraction are defined in the respective material property

Path	Scenario	Weather	Distance downwind to LFL [m]	Distance downwind to LFL fraction [m]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 12in gas	0.48	Category 1.5/F		
	1.2	Category 1.5/F		
	2.4	Category 1.5/F		26.0445
	5.4	Category 1.5/F	33.0345	78.8598

Maximum distance to LFL fraction at any height

Path	Scenario	Weather	Max flash fire distance [m]	Height of the max flash fire distance [m]	Time [s]
Ing.lpg v srStudy (2) (1) (1) Vng 50ton 12in gas	0.48	Category 1.5/F	4.57118	1.00247	7.51432
	1.2	Category 1.5/F	11.9945	0.984472	7.51443
	2.4	Category 1.5/F	29.3409	1.06268	23.8464
	5.4	Category 1.5/F	81.8021	1.60116	71.525

Explosion Results

Explosion scenarios for worst-case maximum downwind distance to defined overpressures. These results are produced during the consequence run and depend on the precise setting of the scenario. These results may be quite different to the explosion results calculated during the risk or effects modelling as these will depend on the abstracted regions defined on the map. The reported overpressures are defined in the explosion parameters

Path	Scenario	Weather	Overpressure at level (psi)	Maximum distance (m)	Diameter (m)
Inp/leg in sr/Study (2) (1) (1)Inp 50ton 12in gas	1-2	Category 1-5/F	1	13.2972	10.7144
			2.00007	13.0831	6.12814
			2.99938	12.0945	4.59313
	2-4		1	30.8153	21.6306
			2.00007	26.1838	12.3677
			2.99938	24.8364	9.27283
	5-4		1	108.535	57.1104
			2.00007	96.327	31.6539
			2.99938	92.5413	24.4827

Supplementary data for worst-case explosion scenarios

Path	Scenario	Weather	Overpressure level (psi)	Total flame mass (tonne)	Explosion on flame mass (tonne)	Ignition time (s)	Ignition source (m)	Cloud centre (m)	Explosion on centre (m)
Inp/leg in sr/Study (2) (1) (1)Inp 50ton 12in gas	1-2	Category 1-5/F	1	4.32129	n/a	1.91799	10	3.22858	10
			2.00007	4.32129	n/a	1.91799	10	3.22858	10
			2.99938	4.32129	n/a	1.91799	10	3.22858	10
	2-4		1	0.000335	n/a	1.91802	20	6.70234	20
			2.00007	0.000335	n/a	1.91802	20	6.70234	20
			2.99938	0.000335	n/a	1.91802	20	6.70234	20
	5-4		1	0.00654	n/a	51.7443	80	18.8604	80
			2.00007	0.00654	n/a	51.7443	80	18.8604	80
			2.99938	0.00654	n/a	51.7443	80	18.8604	80

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [Auge/year]
log 5 ton 4in	Run Row	2.92086E-05
Group Events		
Model Name -	Location Index	Model East [m]
Study (1)Wplog 5ton 4in liquidWplog 4in liquid	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in liquidW2	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in liquidW0.8	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in liquidW0.4	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in liquidW0.16	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in gasW2	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in gasW0.8	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in gasW0.4	1	0
Study (1)Wplog 5ton 4in gasW0.16	1	0

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [Auge/year]
log 5 ton 12in	Run Row	7.61464E-05
Group Events		
Model Name -	Location Index	Model East [m]
Study (2)Wplog 5ton 12in liquidWplog 4in liquid	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in liquidW5.4	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in liquidW2.4	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in liquidW1.2	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in gasW5.4	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in gasW2.4	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in gasW1.2	1	0
Study (2)Wplog 5ton 12in gasW0.48	1	0

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [Auge/year]
log 50 ton 4in	Run Row	0.000244754
Group Events		
Model Name -	Location Index	Model East [m]
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in liquidWplog 5...	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in liquidW2	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in liquidW0.8	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in liquidW0.4	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in liquidW0.16	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in gasW2	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in gasW0.8	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in gasW0.4	1	0
Study (1) (1)Wplog 50ton 4in gasW0.16	1	0

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [Auge/year]
log 50 ton 12in	Run Row	0.00010644
Group Events		
Model Name -	Location Index	Model East [m]
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in liquidWplog 5...	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in liquidW5.4	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in liquidW2.4	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in liquidW1.2	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in gasW5.4	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in gasW2.4	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in gasW1.2	1	0
Study (2) (1)Wplog 50ton 12in gasW0.48	1	0

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [Auge/year]										
Ing 4 in	Run Row	8.60803E-07										
Group Events												
Model Name	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency [Auge/year]	Average Fatalities	Risk Integral Percenta	Risk Integral [Auge/year]	Zero Deaths [Auge/year]	1 [Auge/year]	10 [Auge/year]	100 [Auge/year]	132.0766 [Auge/year]
▼ Study (1) (1) 1Wing 50ton 4in gasW0.16	1	0	0	0.00265	1.60547E-08	0.00494247	4.25449E-11	0.00264992	8.03848E-08	0	0	0
▼ Study (1) (1) 1Wing 50ton 4in gasW0.4	1	0	0	0.00097	6.11662E-07	0.0689254	5.93312E-10	0.000969817	1.8335E-07	0	0	0
▼ Study (1) (1) 1Wing 50ton 4in gasW0.8	1	0	0	0.00097	1.03833E-05	1.17005	1.00718E-08	0.000949852	2.01478E-05	0	0	0
▼ Study (1) (1) 1Wing 50ton 4in gasW2	1	0	0	0.00097	0.000876387	98.7561	8.50096E-07	0.000943945	2.60551E-05	0	0	0

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [Auge/year]										
Ing 12 in	Run Row	9.24917E-06										
Group Events												
Model Name -	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency [Auge/year]	Average Fatalities	Risk Integral Percenta	Risk Integral [Auge/year]	Zero Deaths [Auge/year]	1 [Auge/year]	10 [Auge/year]	100 [Auge/year]	132.0766 [Auge/year]
▼ Study (2) (1) 1Wing 50ton 12in gasW0.48	1	0	0	0.00046	1.29461E-06	0.0007186	6.21415E-10	0.000479888	1.31998E-07	0	0	0
▼ Study (2) (1) 1Wing 50ton 12in gasW1.2	1	0	0	0.00046	7.03969E-05	0.365335	3.37905E-08	0.000469489	1.09107E-05	0	0	0
▼ Study (2) (1) 1Wing 50ton 12in gasW2.4	1	0	0	7.4E-03	0.00223383	1.78722	1.65006E-07	7.16699E-03	2.30113E-06	0	0	0
▼ Study (2) (1) 1Wing 50ton 12in gasW5.4	1	0	0	7.4E-03	0.12229	97.8407	9.04945E-06	6.50467E-03	2.96748E-06	5.96582E-06	0	0

연구진

연구기관 : **경일대학교 산학협력단**

연구책임자 : 김동준 (교수, 공학박사, 경일대학교)

공동연구원 : 정승호 (교수, 공학박사, 아주대학교)

공동연구원 : 최영보 (교수, 공학박사, 충북대학교)

연구보조원 : 유상빈 (굿컴퍼니 대표)

연구보조원 : 박중민 (대한산업안전협회 국장)

연구보조원 : 김신의 (석사 과정, 아주대학교)

연구보조원 : 한혜정 (석사 과정, 아주대학교)

보 조 원 : 홍서현 (학사 과정, 아주대학교)

보 조 원 : 권민정 (행정조교, 아주대학교)

연구기간

2021. 04. 26 ~ 2021. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2021년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석 (2021-산업안전보건연구원-614)

발 행 일 : 2021년 10월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 경일대학교 교수 김동준

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : (042) 869-0331

팩 스 : (042) 869-9003

Homepage : <http://www.kosha.or.kr/oshri>

I S B N : 978-89-93948-89-9