

정량적 위험성 평가에 기반한 간이 주유취급소 시설기준에 대한 연구

박우인 · 구재현 · [†]송용선

목원대학교 소방안전관리학과

(2014년 5월 11일 접수, 2014년 6월 20일 수정, 2014년 6월 23일 채택)

A Study on Facility Criteria of Small Petrol Stations based on Quantitative Risk Assessment

Woojin Park · Jae-Hyun Ku · [†]Yong-Sun Song

Dept. of Fire Safety and Management, Mokwon University, Daejeon 302-729, Korea

(Received May 11, 2014; Revised June 20, 2014; Accepted June 23, 2014)

요 약

높은 지가로 인해 초기 설치투자비가 많이 필요한 수도권외의 경우 간이 주유취급소는 광범위하게 보급할 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있다. 본 연구에서는 향후 국내에 설치·보급될 수 있는 간이 주유취급소에 대하여 편의성 및 안전성을 갖는 합리적인 시설기준을 제시하고자 하였다. 이를 위해 현실적으로 간이 주유취급소에서 발생할 수 있는 상황을 고려한 누출 시나리오를 선정하고, 피해예측 프로그램인 PHAST v.6.5를 이용하여 화재 및 폭발 사고의 피해범위를 산출하고, 그 피해영향을 해석하였다. 위험성 평가결과를 바탕으로, 간이 주유취급소의 주유공지, 전용탱크 상한용량, 고정주유설비 설치위치 및 방화벽 높이에 대한 기준을 현행 위험물안전관리법상의 일반 주유취급소와 비교하여 제안하였다.

Abstract - Small petrol stations have great potential for a wide distribution in metropolitan area in which the land value possesses primary installation cost of the facility. The objective of the present study is to propose appropriate facility regulations of small petrol stations in Korea that can be popularly installed in the future in terms of securing safety in addition to serviceability. The hazard analysis and damage prediction from the possible fire and explosion accidents were performed using a software, PHAST v.6.5. As essential components of the facility regulations proposed in this study, the regulations about the refueling lot, maximum capacity of underground tank, location of fixed refueling facilities, height of firewall for small petrol stations were subsequently compared with those for regular-sized petrol stations.

Key words : facility criteria, fire, explosion, small petrol stations, quantitative risk assessment (QRA)

1. 서 론

오늘날처럼 위험물에 대한 관심과 안전의식이 고조되는 시기는 다양한 실험과 연구를 통해 기술적

발전을 바탕으로 하는 법률의 재검토가 필요한 시점이라고 할 수 있다. 그 중에서 특히 주유취급소는 국민들이 가장 쉽게 접근하고 이용하고 있는 위험물시설로, 그 시설기준에 대한 적정성을 재평가하고, 개정을 위한 연구는 위험물 시설을 과학적 그리고 기술적으로 안전성을 확보할 수 있다는 점에서 중요하다고 할 수 있다.

[†]Corresponding author:sysong@mokwon.ac.kr

Copyright © 2014 by The Korean Institute of Gas

주유취급소란 전용탱크로부터 고정된 주유설비를 사용하여 자동차나 항공기, 선박 등의 연료탱크에 위험물을 주입하는 설비를 말한다. 따라서 연료탱크에 주유되는 위험물은 자동차 등에 소비하는 연료이며, 이동탱크 저장소나 유조선 등의 수송용 탱크에 급유하는 시설은 주유취급소에 포함되지 않는다. 다만, 고정된 급유설비에 의해 등유나 경유를 용기에 옮겨 담은 시설 및 고정된 급유설비에 의해 차량에 고정된 이동저장탱크(3천 리터 이하)에 등유나 경유를 주입하는 시설과 같이 주유취급소에 부수되어 설치되는 시설은 주유취급소의 범위에 포함한다. 주유취급소는 위험물안전관리법상 위험물 시설의 총칭인 제조소 등의 하위 분류개념인 취급소의 일종으로서 주유작업을 주로 것에 착안한 개념이며, 통상적인 용어인 주유소를 지칭한다[1].

현행 위험물안전관리법상 주유취급소는 규모와 용량에 관계없이 동일한 시설기준을 적용하고 있어서 주유 가격 상승요인으로 작용하고 있을 뿐만 아니라, 도심의 주유취급소 경우 높은 임대료 또는 지가로 인해 판매가격이 상승하는 원인이 되고 있다. 또한 지방의 경우 초기 투자비가 낮지만 먼 곳까지 가서 주유하여야 하는 문제가 제기됨에 따라 투자비를 최소화하여 소비자에게 저가에 판매할 수 있는 소규모 형태의 주유취급소의 설치 필요성이 대두되었다. 그러나 국내에 이와 같은 간이 주유취급소를 설치함에 있어서 단기적인 경제적 이익보다는 안전성 확보를 통한 장기적 이익에 따라 판단되어야 할 것이다.

본 연구에서는 일반 주유취급소의 과거 사고사례 분석을 토대로 화재 및 폭발 사고 시나리오를 도출하고, 시뮬레이션을 통한 간이 주유취급소의 위험성 평가를 수행하여 가장 안전하면서 적절한 규제수준을 달성할 수 있는 간이 주유취급소 시설기준을 제시하고자 하였다.

II. 국내 주유취급소 시설기준 및 사고 현황

2.1. 주유취급소 시설기준

우리나라의 주유소와 관련된 기준은 「위험물안전관리법」과 「석유 및 석유대체연료사업법」에서 각각 규정되어 있지만 「석유 및 석유대체연료사업법」에서는 석유판매업 등록요건을 규정하고 있는 반면, 「위험물안전관리법」에서는 안전의 관점에서 주유취급소 시설에 대한 허가를 받도록 규정하고 있다. 이 두 가지 법령의 차이점을 Table 1에 나타내었다[1].

주유취급소내 주유공지만 주유작업을 하는데 필요한 공지를 말하며, 주유차량이 진입하여 정차하는데 필요한 공간이다. 주유취급소는 시설의 성격상 자동차 등에 주유를 위하여 안전하게 진입할 수 있는 최소한 너비 2 m 이상의 도로에 면하는 것을 원칙으로 한다. 도로에 면하는 부분은 자동차 등이 진입하여 주유하기 위한 공지로 하며, 한 방향 이상이 도로에 접하여야 한다. 주유공지의 너비는 일반적으로 주요도로에 면한 방향의 폭을 의미하며, 너비 15 m 이상, 길이 6 m 이상의 사각형이 도로에 접하도록 설정하여야 한다. 주유공지 및 차량의 진입로에서 자동차 점검·정비·세정 등을 행하는 것은 불가능하며, 고정급유설비를 설치하는 것도 불가능하다. 또한 주유취급소에 설치할 수 있는 탱크의 종류의 종류는 고정주유설비 및 고정급유설비에 접속하는 5만 리터 이하의 지하저장탱크, 보일러 등에 접속하는 지하저장탱크, 점검·정비하는 작업장에 사용하는 폐유·윤활유 등의 위험물을 저장하는 전체 용량 2천 리터 이하의 지하저장탱크, 고정주유설비 또는 고정급유설비에 접속하는 6백 리터 이하의 간이저장탱크(하나의 주유취급소에는 3기까지 설치가 가능)로 제한되어 있다.

주유취급소에서 사고 발생시 그 피해범위를 최소화하거나 내부에 국한하기 위해 Table 2에 따라 고

Table 1. Comparison of the petrol station related laws

관련 법령	위험물안전관리법	석유 및 석유대체연료사업법
명칭	위험물제조소등 중 “주유취급소”	석유판매업 중 “주유소”
관리 목적	위험물 안전관리에 관한 사항 규정	석유 수급과 가격 안정을 도모하고 석유제품의 적절한 품질을 확보
적용 내용	위험물시설(안전)기준 규정	판매형태 및 판매범위 규정

Table 2. Fixed refueling facilities and wall installation standards[2,3]

구분	최소 설치기준
고정주유설비와 이격거리	도로경계선에서 4 m 이상, 부지경계선·담벽에서 2 m 이상
담 또는 벽의 높이	2 m 이상

Table 3. Dangerous substance accident statistics by hazardous facilities[4]

구분	제조소	주유 취급소	판매 취급소	이송 취급소	일반 취급소	옥내 저장소	옥외 탱크 저장소	옥내 탱크 저장소	지하 탱크 저장소	간이 탱크 저장소	이동 탱크 저장소	옥외 저장소	암반 탱크 저장소	무허가 시설	운반 과정	지정 수량 미만	계
2012년	8	7	-	1	3	-	6	-	1	-	2	3	-	3	1	-	35
2011년	10	13	-	-	6	-	8	-	3	-	6	-	-	5	1	2	54

Table 4. Statistic by type of dangerous substance accident[4]

사고유형	화재	폭발	누출	계
2012년	24	9	2	35
2011년	22	17	15	54

Table 5. Statistics of average gasoline station fire from 2004 to 2008

화재유형	합계	차량 화재	외부 화재	구조물 화재	쓰레기 화재 등
화재건수	5,020	3,050 (61%)	770 (15%)	600 (12%)	600 (12%)

정주유설비 및 담 또는 벽을 설치하여야 한다[2,3].

2.2. 주유취급소 사고현황

국내의 위험물 시설과 관련한 사고는 지난 2년간 총 89건이 발생하였으며, 그 중에서 주유취급소에서 발생한 사고가 20건으로, 전체사고의 약 22.5%를 차지하였다. 대부분의 주유취급소 사고는 지하탱크 맨홀 및 주유기 등에서 휘발유 유출 및 체류된 유증기로부터 발생한 화재 및 폭발 사고이다. 위험물 시설 별 및 유형별 사고현황은 Table 3 및 4와 같다[4].

미국에서 주유취급소의 화재는 연평균 5,020건 정도 발생하며, 대부분의 화재는 가연성 물질 또는 가스에 의한 차량 화재가 61%를 차지하고, 외부 화재, 구조물 화재, 쓰레기 화재 등 기타 화재 순으로 나타났다. 2004년부터 2008년까지의 화재유형별 평균 통계는 Table 5와 같다.

III. 화재 및 폭발 사고 시뮬레이션

3.1. 간이 주유취급소의 위험성 평가를 위한 제약조건 설정

일반 주유취급소의 과거 사고사례를 검토해보면 주유취급소의 규모와 무관하게 사고가 발생되고, 간이 주유취급소의 발생할 수 있는 사고의 형태도 이와 동일할 것이라고 판단된다. 따라서 간이 주유취급소의 경우도 최소한의 안전장치를 갖는 것이 필요하며, 간이 주유취급소의 경우 그 설치·보급의 목적에 따라 최소 탱크수량 및 용량 제한, 주유공지 및 그에 맞는 주유기 개수의 제한은 불가피한 조치라고 판단된다. 간이 주유취급소의 형태는 일반 주유취급소와 동일한 설비 형태에서 고정주유설비 2기 이내, 3만 리터 이하의 지하전용탱크 2기 이내, 소형자동

차 이하만 주유가 가능한 것으로 가정하고, 시뮬레이션을 진행하였다.

3.2. 사고 시나리오 선정

과거 일반 주유취급소의 빈도가 높은 사고사례를 바탕으로, 본 연구에서 제안하는 간이 주유취급소의 예상사고 시나리오를 선정하였다. Table 6과 같이 주유 중 차량의 이탈로 주유건과 차량 분리로 인한 화재 상황을 가연물의 양에 따라 시뮬레이션 하였

고, 소형 탱크로부터 간이 주유취급소의 전용지하저장탱크로 하화작업 시 생성되는 유증기를 통한 폭발 상황과 간이 주유취급소내에 잔류하는 최소한의 유증기에 의한 폭발 상황을 시뮬레이션 하였다[6].

3.3. 사고 시뮬레이션

DNV사의 PHSAT v.6.5 프로그램을 이용하여 선정된 간이 주유취급소의 사고 시나리오에 따른 복사열 강도 및 과압의 영향을 정량적으로 해석하였다.

Table 6. Accident scenarios for simulation

Type	Scenario
Fire 1	Pool fire by the separation between the car and the feeding gun during refueling : considering only the gasoline remained in the refueling hose
Fire 2	Pool fire by the separation between the car and the feeding gun during refueling : considering together with the gasoline filled in the car tank
Explosion 1	VCE by the gasoline vapor discharged from the gasoline vapor return valve during the unloading work(5 ton, 9,000 L)
Explosion 2	VCE by the gasoline vapor remained in the gasoline station

Table 7. Input data of fire accident scenario

Discharge material	Sample gasoline (Imported material set global material)		
	Temperature	25 °C	
Storage condition	Pressure	1 atm	
	Weather condition	1.5 m/s, F	Wind speed, Atmospheric stability : F (Moderately stable), D (Neutrally stable)
1.5 m/s, D			
5 m/s, D			
	Fire 1	Fire 2	
Release mass	8.902 L (5.84 kg)	78.902 L (51.76 kg)	
Scenario	Line rupture	Line rupture	
Elevation	0.5 m	0.5 m	
Surface type	Land	Land	
Outdoor release direction	Horizontal	Horizontal	
Bund	None	Area of dike	8.117 m ²
		Type of bund surface	Steel
		Bund height	0.011 m
		Bund failure modeling	Cannot fail

이때, 화재 시나리오 및 폭발 시나리오의 시뮬레이션 입력 데이터의 값은 각각 Table 7 및 Table 8과 같다.

화재 시나리오는 두 가지 모두 주유건으로부터 차량이 이탈되어 주유건과 노즐에 남아있던 휘발유가 누출되고, 스파크로 인하여 일어나는 화재 상황이지만, 특히 화재 시나리오 2의 경우는 차량까지 화재의 가연물로 포함되는 경우이다. 2천cc급 차량의 70 리터 연료통에 가득 채워져 있는 휘발유를 시뮬레이션에 포함하기 위해 Bund를 설정하였으며, 다만 차량의 기계적, 전기적인 요소(자동차 차체, 차내 자제, 각종 오일, 각종 배선장치) 등 장비의 복사열은 고려하지 않았다.

폭발 시나리오는 두 가지 모두 유증기의 누출로부터 스파크로 인하여 일어나는 폭발 상황으로, PHAST v.6.5 시뮬레이션 상 유증기의 성분을 모사할 수 없기 때문에 일정량의 휘발유 기화속도(vaporization

rate)를 고려하여 휘발유 누출을 통해 기화된 유증기의 폭발을 분석하였다. 특히, 폭발 시나리오 1의 경우는 5톤급 소형 탱크로리(9천 리터)로부터 하화작업시 방출되는 유증기의 양을 고려하여 폭발 영향을 해석하였고, 폭발 시나리오 2의 경우는 폭발이 일어날 수 있는 최소한의 농도를 고려하여 5.1 리터의 휘발유로부터 생성된 유증기로 인한 폭발을 영향을 해석하였다[7].

화재사고 시 복사열을 통해 주변의 영향을 미치게 되는데, 복사열 강도에 따른 피해정도를 살펴보면 Table 9와 같다. 이때, 일반적으로 인체 및 시설이 감당할 수 있는 피해를 고려하였을 때 대표적으로 복사열의 강도가 다르지는 지점을 산출하여 그 피해를 예측하게 된다[8].

폭발사고 시에는 과압을 통해 주변에 영향을 미치게 되며, 과압의 강도에 따른 피해정도를 살펴보면 Table 10과 같다.

Table 8. Input data of explosion accident scenario

Discharge material	Sample gasoline (Imported material set global material)		
	Temperature	25 °C	Liquid phase
Storage condition	Pressure	1 atm	
	Weather condition	1.5 m/s, F	Wind speed, Atmospheric stability : F (Moderately stable), D (Neutrally stable)
1.5 m/s, D			
5 m/s, D			
	Explosion 1	Explosion 2	
Release mass	1,800 L	5.1 L	
Scenario	Line rupture	Line rupture	
Elevation	0.5 m	0.5 m	
Surface type	Land	Land	
Outdoor release direction	Horizontal	Horizontal	

Table 9. Damage from thermal radiation[9]

Thermal radiation Intensity (kW/m^2)	People	Structures and equipment
4	Pain for 20 second exposure; first degree burn	Glass breakage (30 minute exposure)
12.5 to 15	First degree burn after 10 seconds : 1 % lethality in 1 minute	Piloted ignition of wood, melting of plastics (> 30 minute exposure)
35 to 37.5	1 % lethality in 10 seconds	Process equipment and structural damage (including storage tanks)(> 30 minute exposure time)

Table 10. Damage estimates for common structures based on overpressure[9]

Pressure (kPa)	Damage
2.07	"Safe distance" (probability 0.95 of no serious damage below this value); projectile limit; some damage to house ceilings; 10 per cent window glass broken
13.8	Partial collapse of walls and roofs of houses
20.7	Heavy machines (3,000 lb) in industrial buildings suffer little damage; steel frame buildings distort and pull away from foundations

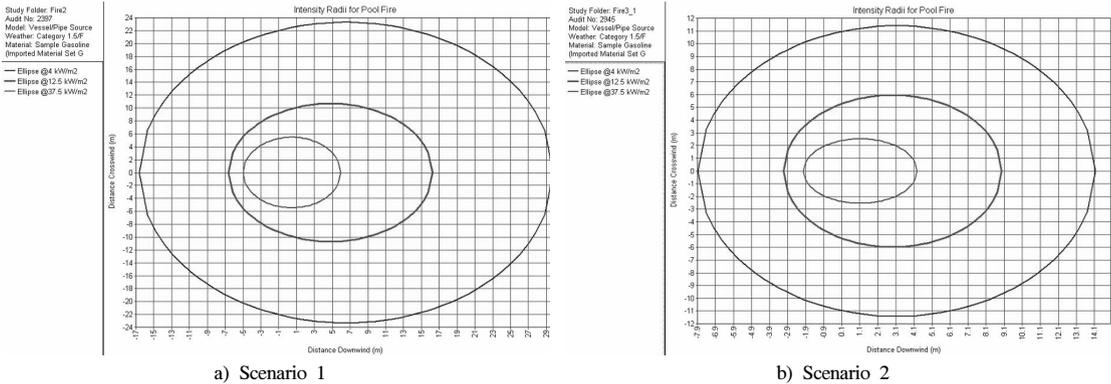


Fig. 1. Intensity radiation for early pool fire (1.5 m/s, F).

Table 11. Effect distance of radiation

Division		Scenario 1			Scenario 2		
		1.5 m/s, F	1.5 m/s, D	5 m/s, D	1.5 m/s, F	1.5 m/s, D	5 m/s, D
Flame length (m)		17.62	17.60	17.30	6.15	6.15	6.15
Flame angle (deg)		29.63	29.64	52.21	36.19	36.19	57.37
Fire duration (s)		1.21	1.21	1.26	143.78	143.78	143.78
Effect distance (m)	4 kW/m ²	29.76	29.76	32.92	14.15	14.18	14.74
	12.5 kW/m ²	16.24	16.27	21.98	8.97	9.00	10.14
	37.5 kW/m ²	5.94	5.97	7.08	4.28	4.31	5.59

IV. 결과 및 고찰

4.1. 화재사고의 피해영향

Fig. 1은 화재 시나리오 1과 화재 시나리오 2의 복사열이 미치는 피해범위를 강도에 따라 보여주고 있으며, 화재에 의한 피해범위는 Table 11과 같다[10].

화재 시나리오 1의 경우 12.5 kW/m² 강도의 복사

열이 도달하는 최대거리는 약 16 ~ 21 m 이고, 화재 지속시간은 약 1.2초 이었다. 12.5 kW/m² 강도의 복사열이 다다른 거리는 주유공기 밖을 벗어나지만 짧은 시간동안 연소되는 화재이기 때문에 2차적인 피해를 고려하지 않는다면 주변에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 또한 화재 시나리오 2의 경우 12.5 kW/m² 강도의 복사열이 도달하는 최대거리는 약 8 ~ 10 m이었고, 화재 지속시간은 약 144초로,

화염의 높이가 약 6 m 임을 고려할 때 주변 시설물은 12.5 kW/m² 강도의 복사열을 2분 이상 견딜 수 있도록 설계되어야 하며, 보행자 키 높이 이상의 방화벽이 필요하다. 특히, 인적 피해를 고려한다면 1분 이내에 치사율이 1% 이고, 10초 이상 노출 시 1도 화상을 입는 강도이기 때문에 적절한 화재 진압과 신속한 대피가 동시에 이루어져야 할 것으로 판단된다[8].

4.2. 폭발사고의 피해영향

Fig. 2는 폭발 시나리오 1과 폭발 시나리오 2의 과압이 미치는 피해범위를 강도에 따라 보여주고 있으며, 폭발로 인한 피해범위는 Table 12와 같다.

폭발 시나리오 1의 경우는 풍속과 대기 안정도에 따라 그 결과의 차이가 매우 크게 나타나는데, 누출 지점으로부터 폭발의 중심선까지의 거리가 약 10 m 이고, 풍속 5 m/s와 대기안정도 D등급일 때 0.1379 bar(= 13.8 kPa)의 과압이 도달하는 거리는 13.52 m 이었다. 또한 0.2068 bar(= 20.7 kPa)의 과압이 도달

하는 거리는 14.89 m이었다. 따라서 폭발 발생 시 주입구 주변의 14.93 m 이내의 시설물 및 담 또는 벽은 0.2068 bar(= 20.7 kPa)의 강도의 과압을 견딜 수 있도록 설계되어야 하며, 근처에 운전자 혹은 작업자 등 인명이 있을 경우 과압으로부터 큰 피해를 입게 된다. 풍속이 1.5 m/s이고, 대기안정도가 F등급 일 때에는 약 13초 후에 폭발이 진행되므로, 누출이 확인되는 즉시 차단이 불가하다면 점화원의 제거나 즉시 대피가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

폭발 시나리오 2의 경우는 유증기를 통해서 일어날 수 있는 최소한의 폭발을 고려하였다. 그 결과, 누출지점으로부터 폭발의 중심까지 거리가 10 m 이었고, 풍속은 5 m/s이고, 대기안정도 D등급일 때 폭발이 발생하였다. 0.1379 bar(= 13.8 kPa)의 과압이 도달하는 거리는 2.12 m이고, 0.2068 bar(= 20.7 kPa)의 과압이 도달하는 거리는 1.64 m로, 현행 위험물안전관리법상 일반 주유취급소의 주유설비로부터 도로경계선까지 거리 4 m와 부지경계선까지 거리 2 m를 모두 만족함을 알 수 있다[8].

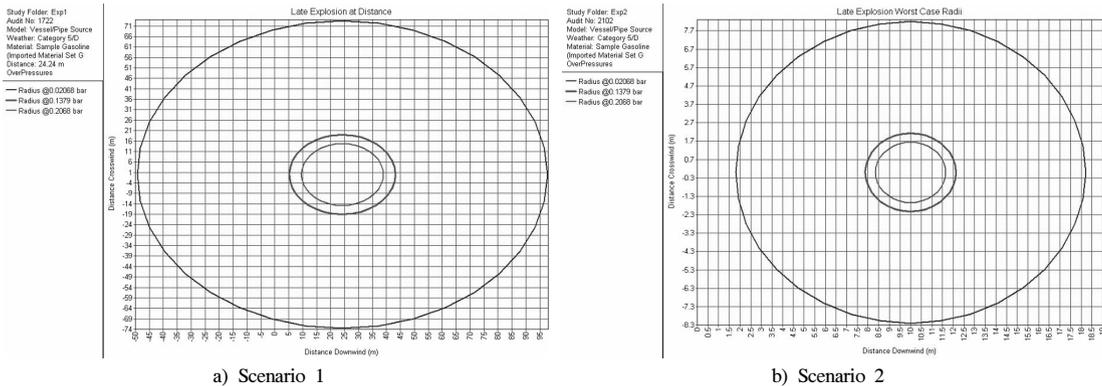


Fig. 2. Late explosion at distance (5 m/s, D).

Table 12. Effect distance of overpressure (explosion center : 10 m)

Division	Scenario 1				Scenario 2			
	1.5 m/s, F		5 m/s, D		1.5 m/s, F		5 m/s, D	
	Blast effect(m)	Time(s)						
0.02068	61.08	13.84	67.52	3.47	n/a	n/a	18.20	2.87
0.1379	20.23		23.52		12.12			
0.2068	12.23		24.89		11.64			

Table 13. Underground tank size by capacity

Division	50,000 L Underground tank	30,000 L Underground tank
Actual size	3,030 mm × 7,440 mm	2,950 mm × 4,715 mm
Including the size of the space stateroom	3,830 mm × 8240 mm (tank size + dry sand space + stateroom thickness)	3,830 mm × 5,515 mm (tank size + dry sand space + stateroom thickness)

Table 14. Comparison of petrol stations and small petrol stations

Division	Petrol stations	Small petrol stations
The refueling lot	15 m × 6 m	10 m × 4 m
Maximum capacity of the tank	50,000 L	30,000 L
Distance to the fixed refueling facilities	—Boundary line of road : 4 m —Boundary line of land or wall : 2 m	—Boundary line of road : 4 m —Boundary line of land or wall : 1 m
The height of the Wall	2 m or more	2 m or more

4.3. 간이 주유취급소의 시설기준(안)

간이 주유취급소에서 일어날 수 있는 가장 현실적인 규모이고 높은 빈도의 폭발사고 시나리오 2의 시뮬레이션 결과를 살펴보면, 본 연구에서 선정된 과압의 지표 0.1379 bar(= 13.8 kPa)에 해당하는 거리는 폭발원의 중심으로부터 5 m/s의 바람이 부는 방향으로 약 2.12 m로, 고정주유설비로부터 도로경계선까지의 거리는 폭발사고 발생시 과압의 영향으로 직접적인 피해가 갈 수 있기에 위험물관리법상의 일반 주유취급소 기준과 동일하게 4 m 이상으로 설정이 필요할 것으로 판단된다. 그리고 고정주유설비로부터 부지경계선까지의 거리는 전용탱크의 용량 축소와 주유공지의 축소로 인한 사고피해의 규모를 고려하였을 때 0.1379 bar(=13.8 kPa) 강도의 과압을 견딜 수 있는 담 또는 벽의 설치로 1 m 이상으로 축소 설정이 가능할 것으로 판단된다. 또한 방화벽의 높이는 화재사고 시나리오 결과를 바탕으로, 화염의 높이와 화염의 기울기 그리고 화염이 도달하는 거리를 고려한다면, 간이 주유취급소 주변의 건축물이나 환경으로 화염이 전파되는 것을 막기 위해서는 일반 주유취급소와 동일하게 2 m 이상의 방화벽이 확보되어야 할 것이다. 특히, 국내에서 가장 많이 운행되고 있는 승용자동차, 승합·화물자동차(경형, 소형), 이륜자동차의 크기는 자동차관리법 시행규칙 별표1의 자동차 구분에 따라 길이 5 m × 너비 2 m 이내이다. 간이 주유취급소의 투자비 최소화를 고려한다면, 길이 5 m × 너비 2 m의 자동차가 진입·정차·주유작업 등을 하는데 필요한 최소 주유공지의

면적은 길이 10 m × 너비 4 m로 판단된다. 탱크용량 별 지하전용탱크의 크기를 Table 13과 같이 비교하면, 간이 주유취급소 주유공지내에는 5만 리터(최소 크기 8.2 m × 3.8 m)의 전용탱크 2기는 수용이 불가하므로, 탱크의 상한용량을 3만 리터로 제한하는 것은 타당하다고 판단된다.

본 연구를 통하여 도출된 간이 주유취급소의 주유공지, 전용탱크 상한용량, 고정주유설비 설치위치 및 방화벽 높이에 대한 기준(안)을 일반 주유취급소 과 비교하여 Table 14에 제시하였다.

이와 같이 간이 주유취급소의 주유공지 및 전용탱크의 상한용량은 차량제한을 통해서 축소 가능할 것으로 판단되며, 고정주유설비로부터 도로경계선까지의 거리 및 방화벽의 높이는 화재의 복사열과 폭발의 과압 영향으로부터 직접적인 영향을 받게 됨으로, 일반 주유취급소와 동일하게 확보되어야 할 것이다. 다만, 부지경계선 및 담 또는 벽까지의 거리는 폭발사고 시 과압 영향의 감소로 축소 가능할 것으로 판단된다.

V. 결론

일반 주유취급소에서 발생한 과거의 사고사례를 바탕으로, 화재·폭발 사고의 영향범위를 시뮬레이션을 통해 분석하여 국내 간이 주유취급소 설치에 필요한 시설기준을 다음과 같이 제안하였다.

첫째, 간이 주유취급소에 요구되는 안전거리는 고정주유설비의 중심선으로부터 도로경계선까지 4

m 이상, 부지경계선 및 담 또는 벽까지의 거리는 1 m 이상, 방화벽의 높이는 2 m 이상 확보되어야 할 것이다.

둘째, 주유공지 완화에 따른 간이 주유취급소의 투자비 최소화를 고려하여 자동차가 진입·정차·주유작업 등을 하는데 필요한 최소 주유공지의 면적은 길이 10 m × 너비 4 m가 적합하다고 판단된다.

셋째, 완화된 간이 주유취급소 주유공지내에는 3만 리터의 전용탱크 2기만 설치하는 것이 타당하다고 판단된다.

이상의 연구결과는 위험물안전관리법을 개정하는데 필요한 지표로 활용되어 앞으로 설치·보급될 간이 주유취급소의 편의성 및 안전성 향상에 기여할 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] Ordinance of the Ministry of Public Administration and Security, Enforcement Regulations of Safety Control of Dangerous Substances Act, <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=138038&efYd=20130323#0000>, Korea, (2013)
- [2] *Understanding Fire Protection III, (hazardous facilities)*, Fire Press, Korea, (2012)
- [3] Lee, C. W., Cha, S. C., Hwang, J. H., and Park, G. Y., *Fire Engineering and Fire Protection Applications*, 1, SIDAEGOSI, Korea, (2010)
- [4] Accident statistics by type of dangerous substance (2011~2012), Korea Dangerous Material Inventory Management System, www.nema.kr/hazmat
- [5] European Industrial Gases Association Aisbl, "Determination of Safety Distances", IGC Doc, 75/07/E, Belgium, (2007)
- [6] Lee, K. J., *Quantitative Simulation-based Safety Analysis of Energy-filling Facilities for Improved Sustainability*, M.S. Thesis, Myongji University, (2005)
- [7] Bjerketvedt, D., Bakke, J. R., and Wingerden, K. V., "Gas Explosion Handbook", *Journal of Hazardous Materials*, 52, 1-150, (1997)
- [8] Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, *Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineering*, 2nd Ed., New York, (2000)
- [9] World Bank, *Techniques for Assessing Industrial Hazards*, World Bank Technical Paper, 55, Washington, D.C., (1998)
- [10] Dan, S., Lee, C. J., Shin, D., and Yoon, E. S., "Quantitative Risk Analysis of Fire and Explosion on the Top-Side LNG-Liquefaction Process of LNG-FPSO", *Journal of Process Safety Environmental Protection*, Accepted 23 April, (2014)