KIGAS Vol. 13, No. 2, April, 2009
(Journal of the Korean Institute of Gas)

LP가스 연료사용 자동차의 국내외 안전관리현황 비교 연구

†탁송수 · 이수경
국립서울산업대학교 에너지환경대학원 가스공학과
(2009년 3월 2일 접수, 2009년 4월 2일 수정(1차), 2009년 4월 9일 수정(2차), 2009년 4월 9일 채택)

A Comparative Study on the Safety Management Status of LP Gas Fueled Vehicles in Korea and Foreign Countries

†Song Su Tak · Su Kyung Lee
Dept. of Gas Safety Engineering, Seoul National University of Technology, Seoul, 139-743, Korea
(Received 2. March. 2009, Revised(1st) 2. April. 2009, Revised(2nd) 9. April. 2009, Accepted 9. April. 2009)

요 약

본 연구에서는 국내외 LPG 자동차 보급 및 안전관리현황 비교 · 분석을 통해 국내 LPG 자동차 관련 안전성확보 방향을 제시하였다. 국내 LPG 자동차에 대한 안전관리실태 조사결과 LPG 자동차의 안전성 확보를 위한 제도와 관리실태가 미흡하였고, 실제 약 5천여대의 LPG 자동차에 대한 가스누출 점검결과 약 4% 정도가 누출되고 있음을 확인하였다. 또한 LPG 자동차 관련 안전성향상을 위해 국외에서 운영중인 안전기준을 국내에 적용할 필요성을 확인하였다. 따라서, 국내 LPG 자동차 관련 안전성확보 방향으로 최근 경형승용자동차 등에 대한 LPG 연료사용 허용으로 더욱 위험성이 증대된 지하주차공간에 대한 환기 등 시설기준의 개선, 그리고 LPG 자동차 확인 스티커 부착의무화 등 관리체계 개선방안을 제시하였다.

Abstract - This thesis suggests ways for ensuring the safety of domestic autogas (liquefied petroleum gas) vehicles by conducting comparison and analysis on the status of market diffusion and safety management scheme in foreign countries as well as in Korea.

According to the result of the survey on the status of domestic autogas safety management, the national scheme to secure the safety of autogas vehicles seems neither well-organized nor sufficiently-controlled. Actually, the gas leakage check-ups conducted for 5,000 autogas cars revealed that about 4 percent of them had leakage problems. As a result, it was acknowledged that the autogas safety regulations being operated in advanced countries need to be selectively introduced for the domestic autogas industry.

Consequently, in line with the recent permission to use autogas as a fuel for subcompact cars etc., this thesis is recommending some methods to enhance the safety management scheme for autogas cars such as the amendment of facility regulations including the ventilation of underground parking lots, mandatory attachment of labels claiming autogas cars and indicating periodical inspections etc.

Key words : autogas cars, subcompact cars, underground parking lots.

†주저자:gogaek@kgs.or.kr

1. 서 론

2008년 2월 출범한 신정부는 창조적 실용주의를 기반으로 선진일류국가 비전과 이를 구현할 수 있는 5대 국정지표를 제시하였으며, 이의 실천적 과제로 193개의 국정과제를 선정 · 추진하고 있다[1]. 이 중 하나로 'LPG 경차 허용'이 포함, 가장 우선적으로 추진됨에 따라 2008년 4월 17일 액화석유가스의안전관리및사업법(이하 "액법") 시행규칙이 개정되어 기존 승합자동차, 장애인차량 등에만 허용되던 LPG 연료 차량범위가 1,000 cc 미만의 경형승용자동차와 하이브리드차량에도 사용이 허용되었다[2].

이에 따라 국내 자동차 제조사인 기아, GM대우 등에서는 본격적으로 개발을 착수하여 2009년 시판예정인 것으로 알려지고 있다[3]. LPG 경차는 연료비 이점으로 보급이 확대될 것으로 예상되며, 그에 따른 에너지 절약효과, 대기가스 개선효과 뿐만 아니라 교통혼잡이나 주차면적 감소 등의 문제가 해소될 것으로 예측하고 있다[4].

그러나, 위와 같은 긍정적인 측면도 있으나 부정적 측면으로는 위험증가를 꼽을 수 있다. 현재 LPG 차량에 대해 공급자에게 안전점검관련 의무규정을 두고 있으나 이행에 소극적인 것이 현실이다. 또한 LPG 자동차 제작 및 구조변경시 철저한 시공이 요구되며, 진동이 거듭되는 특성상 가스누출 위험성이 상존하므로 전문가에 의해 정기 · 정밀검사가 철저히 이루어져야 한다는 의견이 제기되는 등 LPG 차량에 대한 안전관리가 전반적으로 미흡한 실정이다[5].

이러한 현실에서 LPG 차량의 증가는 지하 주차공간에서의 가스누출 위험성을 증가시키고, 가스 특성상 공기보다 무거워 누출가스는 확산보다는 체류로 인해 화재 · 폭발의 위험성이 매우 커지게 된다. 그러나, 이러한 공간에 대해 위험통제를 위한 조치없이 경형승용차등에 LPG 연료사용의 허용이 이루어진 것은 성급한 측면이 없지 않다.

따라서, 본 연구를 통해 LPG 차량 보급 확대에 따른 위험요인 분석과 국외 LPG 차량 관리 기준, 지하주차 공간의 환기기준 등을 살펴봄으로써 위험성이 크게 증가한 국내 지하주차 공간을 중심으로 위험통제방안 등 안전성확보 방향을 제시하고자 한다.

Table 1. A registration status of LP gas fueled vehicles by type in 2008.

구분	계	승용차	승합차	화물차	특수차
전체(A)	16,794,219	12,483,809	1,096,698	3,160,338	53,374
LP가스(B)	2,321,272	1,758,051	346,641	216,159	421
점유율	13.8%	14.1%	31.6%	6.8%	0.8%

2. 국내외 LPG 자동차의 보급현황

2.1 국내 LPG 자동차 보급현황

LPG 자동차는 1973년 석유파동에 의해 택시용 연료로 상용화되기 시작하여 현재는 택시이외에 승합차 등까지 확대되어 2008년 12월 기준으로 약 232만대가 운행 중이며, 전체 차량의 약 14%를 차지하고 있다. Table 1과 2는 차종별, 연도별 등록현황을 보여주고 있으며, 연평균 약 7% 증가세를 보이고 있다[6].

2.2 국외 LPG 자동차 보급현황

많은 나라에서 LPG 자동차에 대한 지원정책 및 친환경 정책으로 보급이 확대되고 있는 것으로 파악되었다. 예를 들면 영국은 교통혼잡료 면제로 LPG 개조가 활성화되고 있으며, 호주는 LPG 차량 구입시 보조금 지급을 확대하였으며, 인도는 배출가스 규제를 만족시키기 위해 LPG 엔진개조 및 신차 출시가 봇물을 이루고 있다. 독일과 이탈리아 또한 경제성과 환경성에 힘입어 LPG 차량이 증가하고 있는 것으로 파악되었다[7-11].

Table 3은 주요 10개국에 대해 LPG 자동차 보급률을 조사한 결과로, 터키, 체코, 폴란드는 우리나라 유사한 보급률을 보이고 있으나, 미국, 영국, 프랑스 등 그 밖의 나라들은 보급률이 낮은 편이었다.

Table 2. A registration status of LP gas fueled vehicles by year in Korea.

Year	전체(A)	LP가스(B)	점유율
2008	16,794,219	2,321,272	13.8%
2007	16,428,245	2,187,066	13.3%
2006	15,895,303	2,047,401	12.9%
2005	15,397,095	1,889,593	12.3%
2004	14,934,474	1,793,711	12.0%
2003	14,587,333	1,723,458	11.8%
2002	13,949,441	1,625,376	11.7%
2001	12,914,613	1,427,699	11.1%

Table 3. A registration status of LP gas fueled cars in other countries in 2008.

국가	미국	영국	프랑스	독일	이탈리아	터키	체코	폴란드	헝가리	일본
전체 자동차수 (천대)	251,000	35,000	36,000	44,300	35,680	13,741	6,806	12,800	3,625	75,715
LPG 자동차수 (천대)	350	250	140	367	1,002	2,244	681	2,080	100	292
점유율 (%)	0.14	0.71	0.39	0.83	2.81	16.33	10.01	16.25	2.76	0.39

주) 미국, 이탈리아, 체코, 헝가리, 일본은 2007년말 기준임.

Table 4. Regulations relating to safety check-up of LP gas fueled vehicles.

관련조항	주 요 내 용
액법 제11조 (공급자의 의무)	· 점검결과 부적합시 수요자로 하여금 시설을 개선하도록 권고
	· 시설 미개선시 위해예방조치를 하고, 지자체에 신고
액법 시행규칙 제20조 (공급자의 의무)	· 수요자가 요청할 때마다 안전점검을 실시
	· 안전점검표는 점검결과 이상이 있는 경우에만 작성
액법 시행규칙 별표12 공급자의안전점검기준등	· 용기의 고정상태 및 용기에서의 가스누출 여부 · 액면표시장치 및 과충전방지장치의 작동 여부

Table 5. Safety check-up status relating to gas leakage of LP gas fueled vehicles.

주관기관	점검기간	점검대수	가스누출 차량	이상없음 차량
서울 서초구청	'06.8.1~8.3	173대 (100%)	38대 (22%)	135대 (78%)
이명규 의원	'07. 10. 5	482대 (100%)	8대 (1.6%)	474대 (98.4%)
KGS	'06.11.6~12.4	4,471대 (100%)	145대 (3.2%)	4,326대 (96.8%)
계		5,126대 (100%)	191대 (3.7%)	4,935대 (96.3%)

그러나, 앞서 조사한 바와 같이 지원정책 및 친환경 정책으로 LPG 자동차는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

3. 국내 LPG자동차 안전관리현황

3.1 안전관련 규정

LPG 자동차는 특정사용시설로 전문기관인 한국가스안전공사에 의한 완성 및 정기검사 대상이었으나, 액법 개정(2001.12.31)으로 현재 신규 LPG 자동차에 대한 완성검사는 제조사 자체검사, 구조변경 자동차는 교통안전공단에서 실시하고 있다. 정기검사는 교통안전공단 또는 지정정비사업소에서 실시하고 있다. 또한, 운전자는 특별 안전교육을 받아야 하며, 충전사업자는 자동차연료용으로 LPG를 사용하는 가스사용시설에 대하여 Table 4과 같이 안전점검을 실시하고 이상이 있을 경우 안전점검표에 기록하도록 공급자 안전점검 의무규정을 두고 있다[12].

3.2 안전관리실태

LPG 자동차에 대한 안전관리실태는 취약한 것으로 조사되었다.

Table 5는 국회, 지자체, 한국가스안전공사에서 실시한 LPG 자동차 특별점검 결과로 약 4% 가스누출이 되고 있음을 보여주고 있다[13-15]. 이 결과로부터 현재 운행중인 LPG 자동차는 누출 위험성이 상존하고 있다고 단정지을 수 있다. 특히 Table 6는 한국가스안전공사(이하 "KGS")의 안전점검 결과 세부현황으로 자가용에서 누출이 많았으며, 누출차량의 누출부위로는 기화기와 전자밸브가 가장 취약했음을 알 수 있다.

Table 6. Detailed results of safety check-ups conducted by KGS.

구 분		점검차량	누출대수	점유율
차량소유 형태별	자가용	2,684대	107대	4.0%
	영업용	1,720대	35대	2.0%
	기타 (렌터카, 보호차량 등)	67대	3대	4.5%
계		4,471대	145대	3.2%

구 분	누출부위	누출대수	점유율
누출부위별	기화기	62대	42.8%
	전자밸브	59대	40.7%
	용기밸브	8대	5.5%
	충전구	7대	4.8%
	점화플러그	7대	4.8%
	연료주입구	2대	1.4%
계		145대	100%

이는 신규 · 구조변경 차량에 대한 최초 완성검사, 교통안전공단 등에서 수행하고 있는 정기검사 항목 및 실제 검사시 LPG 자동차에 대한 특수성 고려가 미흡한 것이 원인으로 분석된다.

또한, 공급자 의무규정에 따른 충전사업자의 안전점검 경우도 충전소내 인력부족, 차량정체 등의 사유로 안전점검에 적극적이지 않으며, 대부분의 자동차 운전자도 안전의식 및 안전점검 인식부족으로 받기를 꺼려하거나 요구하고 있지 않는 것이 현재의 실정이다.

3.3 LPG 자동차 관련 사고현황

LPG 자동차 관련 사고는 지난 35년간 총 72건이 발생하였으며, 대부분의 사고는 배관 등 연결부 이완, 제품불량, 불법개조 등 시설미비에 의한 가스누출로 발생한 화재 · 폭발사고이며, 이 외에 충전소에서 오발진에 의한 사고, 교통사고에 의한 요기부속품 및 배곤 파손사고, 기타 인적오류인 취급부주의 사고가 있었다. 연도별 · 원인별 사고현황은 Table 7 및 8과 같다[16].

Fig. 1. No Parking sign in Hungary.

Fig. 2. No Parking sign in the Czech Republic.

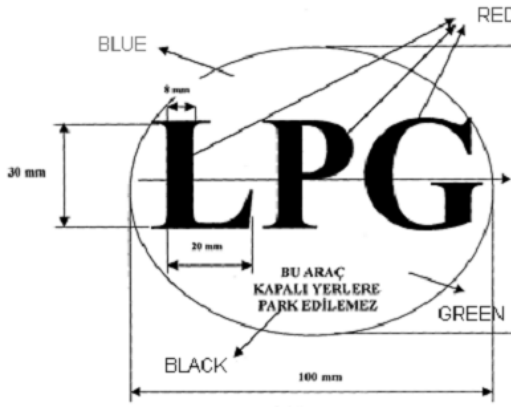

Fig. 3. LP gas fueled vehicles sign in Turkey.

4. 국외 LPG자동차 안전관리현황

4.1 LPG 자동차 안전관련 규정

국외 10개국에 대한 LPG 자동차 검사 및 안전관련 규정을 조사하였다. 많은 국가에서 LPG자동차의 위험성을 고려하여 여러 제한규정을 두고 있었다. 예를 들면 영국 HSE의 LPG자동차 안전규정, 프랑스, 이탈리아, 터키 등 여러 나라에서 지하주차장에 대한 진입금지 등 일반차량에 비해 주차제한

Table 7. Accident status of LP gas fueled vehicles(1974~2008, by year).

구분	계	1974~1989	1990~1999	2000~2008
사고건수	72건	10건	29건	33건
인명피해	79명	16명	27명	36명

Table 8. Accident status of LP gas fueled vehicles(1974~2008, by cause).

구분	계	시설미비			교통(충돌)사고	충전소 오발진	기타
		연결부 누출	제품 불량	불법 개조			
사고 건수	72건	24건	10건	5건	5건	12건	16건

및 정기검사를 강화하거나 상시 안전관리를 위해 LPG 차량 스티커 부착의무를 두고 있다[17-19].

Table 9는 국외 LPG 자동차의 안전관련 규정을 정리한 것이며, Fig. 1부터 Fig. 3는 국외 지하주차공간의 이용금지 표지판 및 스티커 부착의무 사례를 보여주고 있다.

4.2 LPG 자동차 관련 사고사례

국외 10개국의 LPG자동차 관련 사고사례를 조사하였다. 대표적인 사례로 1999년 1월 31일 프랑스 베니시어의 한 지하주차장에서 여행자 차량의 화재·폭발로 용기는 91m, 차량 상부는 38m까지 비산하였고, 차량 트렁크는 완파된 사고가 있었다. 이 사고로 6명의 인명피해가 있었으며, 사고이전까지 LPG자동차 안전에 관한 법적사항이 없다가 주차장 이용금지와 관련된 법이 제정되었다.

5. 국내외 안전관리현황 비교분석 및 국내 LPG자동차 관련 안전성확보 방향

5.1 국내외 안전관리현황 비교분석

앞서 구체적으로 기술한 국내 및 국외 주요 10개국에 대한 LPG 자동차 안전관리현황 조사결과를 비교, 크게 차이점을 보이고 있는 주요내용을 분석해 보면 다음과 같다.

국내는 지하주차장에 대한 주차제한 규정이 없는 반면, 영국, 프랑스, 이탈리아, 터키, 체코, 헝가리에서는 LPG 자동차에 대한 주차제한을 규정하고 있다(Table 10). 특히 터키와 체코의 LPG 자동차

Table 9. Regulations relating to ensuring safety of LP gas fueled vehicles in a foreign countries.

국가	주요내용
미국	· 구조변경시 EPA(미 환경청, Environmental Protection Agency) 인정 기술자 승인 · 안전지침 규정, 매년 1회 인증서 재발급 *주차관련 별도의 규제없음
영국	· HSE(영국 보건안전청) LPG 자동차 주차관련 안전 규정 - 장기주차는 지상층 위치, 부득이한 경우 통풍능력 확보 - 정기적으로 주차되는 곳에는 LPG 자동차 경고표지판 설치 - 소방서에 LPG 자동차 주차현황 보고 - 적절한 환기가 될 수 있도록 다른 물체와 1m 이상 이격, 이를 위해 LPG 자동차 주차바닥면에 별도 표시 - 주차지역 3m 이내 바닥에 홈이나 배수로 등 금지
프랑스	· 실내(지하) 주차장 출입금지(환기기준 충족시에는 가능) · 8년마다 용기 검사 *루브르박물관 LPG자동차 주차금지
독일	· 2년마다 검사 · 1993년 규정개정으로 일반차량과 동일하게 주차가능
이탈리아	· 지하 1층까지만 주차허용 (2001년 1월 1일 이전 생산차량은 불가) · 매 10년마다 용기교체, 인증서 발급
터키	· 지하 및 실내 주차장에 주차불가 · LPG 차량임을 알리는 스티커를 차량전면 및 후면유리에 부착(주차불가 문구명시) · 등록증에 LPG 차량 확인 홀로그램 부착, 매년 정기안전점검을 통해 재발급
체코	· 지하 및 실내 주차장에 주차불가 · LPG 차량임을 알리는 스티커를 차량전면 및 후면유리에 부착 · 매년 정기검사 실시, 10년 이상 사용불가
폴란드	· 지하 및 실내 주차장에 종합 환기시스템 및 CO2 센서 설치, 매년 1회 정기검사 *주차관련 별도의 규제없음
헝가리	· 모든 가스차량의 지하주차장 진입 금지 · LPG 차량임을 알리는 스티커 부착 · 매2년마다 검사
일본	*주차관련 별도의 규제없음

Table 10. Parking regulations of LP gas fueled vehicles on underground parking lots in Korea and other countries.

국내	국외									
	영국	프랑스	이탈리아	터키	체코	헝가리	미국	독일	일본	폴란드
주차가능	주차불가 또는 제한						주차가능			

Table 11. Amendment of automobile management act.

현 행			개정안		
교육과목	교육시간	교육내용	교육과목	교육시간	교육내용
자동차 관련 법령	20 시간 이상	·자동차관리법령 ·대기환경보전법령 ·소음진동규제법령 <신 설>	자동차 관련 법령	20 시간 이상	·자동차관리법령 ·대기환경보전법령 ·소음진동규제법령 **·LP가스의 안전 관리 및 사업법령**
자동차 검사기기	5 시간 이상	·검사기기의 구조기준 및 취급요령	자동차 검사기기	5 시간 이상	·검사기기의 구조기준 및 취급요령
자동차 검사실무	10 시간 이상	·검사실습 및 행정관리요령	자동차 검사실무	10 시간 이상	·검사실습 및 행정관리요령
<신 설>			**가스설비 검사실무**	**3 시간 이상**	**·LP가스 특성 ·가스용기 및 연료공급시스템 특성 및 검사요령**

보급률(10～16%)이 우리나라의 보급률(14%)과 유사하며, 프랑스는 1999년 지하주차장에서 LPG 자동차 폭발사고 이후 주차제한 규정이 마련되었다. 미국, 폴란드 등 지하주차장 주차제한 규정을 두고 있지 않은 국가의 경우에는 적정 환기시스템을 갖추도록 규정하고 있다. 국내 환기기준은 주차장법 및 다중이용시설등의 실내공기질관리법에서 단위면적당 27㎥/hr 이상으로 규정하고 있으나 이는 일산화탄소 농도기준이며, LP가스자동차로부터 누출되는 LP가스 농도는 환기량 결정시 고려하고 있지 않다.

LPG 자동차 관리체계도 상이한데, 국내 LPG 용기는 사용연한이 자동차 폐차시까지인 반면, 프랑스는 8년, 이탈리아와 체코는 10년으로 제한하고 있다. 또한 국내 LPG 자동차 검사는 타 연료 자동차와 동일하게 실시하고 있는 반면, 미국, 터키, 폴란드는 매년, 독일과 헝가리는 매 2년마다 구분하여 실시하고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 국내는 LPG 자동차 확인이 가능한 표식의 부착의무가 없으나, 터키, 체코, 헝가리 등에서는 LPG 자동차에 대한 특별 안전관리 목적으로 LPG 자동차 인식 스티커를 차량 전 · 후면에 부착하도록 의무화 되어 있다.

5.2 국내 LPG자동차 관련 안전성확보 방향

국내외 안전관리현황 비교분석을 기반으로 위험성 확인, 시설기준 및 관리체계 개선 분야로 구분하여 안전성확보 방향을 제시하고자 한다.

5.2.1 위험성 확인

ETA 등 위험성평가 방법을 통해 다양한 지하주차공간 구조별 위험성에 대한 명확한 시나리오를 확인하여야 하며, 사고시나리오에 따른 정량적 위험성 평가를 통해 위험의 크기와 경감대책을 결정하고 비상대응계획을 수립하여야 한다. 이를 통해 제해조치기준, 환기기준, 차량 진출입 및 주차기준 등 세부적인 시설기준 개선방안이 제시되어야 한다.

5.2.2 시설기준 개선

가스로 인한 사고를 방지하기 위해 현행 법령에서는 LPG 충전용기보관실 등에 있어서 가스가 누출하였을 때 체류하지 아니하도록 강제통풍시설 등을 갖추도록 규정하고 있다. 즉, 바닥면적 1㎡마다 30㎥/hr 이상으로 하고 배기가스 방출구를 지면에서 5m 이상 높이에 설치하도록 규정하고 있다[12]. 그러나, Table 5에서 알 수 있는 바와 같이 점검차량의 약 4%가 누출되고 있으므로 지하주차공간은 LPG 충전용기보관실 등의 역할을 하고 있다고 볼 수 있는 데 현행 지하주차공간의 환기량 기준은 1㎡마다 27㎥/hr 이상으로 규정되어 있다. 따라서, 시판 예정인 LPG 경형승용차 등의 안정적인 보급을 위해서는 지하주차공간에 대한 환기기준의 적정성을 재평가한 후 최소한 LPG 시설기준과 맞먹는 수준의 적정 환기기준으로 관련기준 개선과 시설개선이 필요하다. 그리고, 지하주차공간의 안전성확보를 위한 과제로 이탈리아 등 국외의 경우에서처럼 LPG 자동차에 대한 지하주차장 진입금지 규정을 두는 것이다. 이는 면밀한 위험성평가 및 이를 기반으로 한 정책적 판단이 요구되는 사항이다.

또한 가스누출경보기 설치검토와 가스누출로 인한 사고발생시 방어 및 완화방안으로 지하주차장내 LPG 자동차를 위한 안전구역을 별도로 마련토록 하는 것도 검토가 요구된다. 참고로 실내에 누출된 가스의 농도분포가 불균일할 때 실내부피에 대한 액화석유가스 누출 부피비가 허용농도 2.1%보다 아주 적은 0.024%에서도 가스폭발 사고가 일어날 수 있는 것으로 보고되고 있다[20][21].

5.2.3 관리체계 개선

LPG 자동차 사용 전 및 운행 중 안전성 확보를 위해 LPG 용기 및 연료계통에 대한 검사가 정밀하게 이루어져야 한다. 즉, 사용전 신규검사, 운행 중 정기검사・점검에 있어 검사・점검항목의 특성화・세밀화가 필요하며, 전문자격을 갖춘 자가 실시하도록 제도개선이 요구된다. 현재 LPG 연료장치 등을 교육하는 훈련프로그램과 교육기관이 전무한 상태로 LPG 자동차의 특성을 고려한 사용전 및 운행 중 안전관리가 미흡한 실정이다. 따라서, 자동차 검사 기술인력에 대한 가스용기 및 연료공급시스템 안전교육을 신설하는 방안을 Table 11과 같이 제시하였다. 동 개정안은 자동차관리법 시행규칙 제92조(기술인력의 교육) 제4항에서 정한 별표19(자동차검사 기술인력 교육기준)에 가스설비 검사실무 교육과목을 추가한 것이다.

또한, 운행 중 LPG 차량의 안전관리를 위해 용기 사용연한 및 정기검사 주기를 축소 조정하고, LPG 차량임을 확인하는 스티커 또는 정기 안전점검 필증을 자동차에 부착하도록 관련규정의 개정이 요구된다. 이를 통해 경년에 따른 가스누출 위험성을 사전예방하고, 불법 구조변경 차량 및 가스누출 위험차량에 대한 단속이 공급시 또는 수시로 가능하게 될 것이다.

5. 결 론

국내외 LPG 자동차 보급 및 안전관리현황 비교분석을 통해 국내 LPG 자동차 관련 안전성향상 과제를 제시하였다. 즉, 지하주차공간에 대한 전반적인 위험성평가 실시 필요성과 환기기준의 적정성 평가, 주차제한 규정 검토 및 가스누출경보기 설치 등 시설기준 개선방안을 제시하였으며, LPG 자동차 특성을 고려한 정밀한 완성・정기검사 실시, LPG 자동차 확인 스티커 부착의무화 등 관리체계 개선과제를 제시하였다.

앞서 살펴본바와 같이 국내 LPG 자동차에 대한 안전관리실태가 미흡한 상황에서 2009년 상반기 중 LPG 연료사용 경형승용차가 시판될 예정이므로 지하주차공간에 대한 위험성이 더욱 증대될 것으로 예상된다. 따라서, 본 연구를 통해 몇 가지 측면에서 제시한 지하주차공간 안전성 확보방향에 대한 보다 심도있는 연구 및 시설・제도개선이 시급하다.

참고문헌

[1] 제17대 대통령직인수위원회, “성공 그리고 나눔(이명박 정부의 국정철학과 핵심정책 과제)”, (2008)

[2] 대한민국전자관보 홈페이지(http://gwanbo. korea.go.kr), “지식경제부령 제9호, 액화석유가스의안전관리및사업법 시행규칙 전부개정령”, (2008.4.17)

[3] 대한민국정책포탈 홈페이지(http://www.korea.kr/newsWeb/), “마티즈・모닝에도 LPG 넣을 수 있다”, (2008.4.17)

[4] 전재완, “경차의 에너지 절약효과 및 보급확대 방안”, 산업연구원, (2007)

[5] 한국가스안전공사, “LPG 자동차 안전관리대책”, (2007.7)

[6] 국토해양부 홈페이지(http://www.mltm.go.kr) “통계정보-주요통계”, (2009.1.8)

[7] 가스신문 홈페이지(http://www.gasnews.com), “영국, 교통혼잡료 면제로 LPG 개조 인기”, (2008.12.23)
[8] 투데이에너지 홈페이지(http://www.todayenergy.kr), “호주, LPG 신차 구입시 보조금 지급”, (2008.11.24)
[9] 가스신문 홈페이지(http://www.gasnews.com), “인도 LPG 자동차 출시 봇물”, (2008.12.23)
[10] 투데이에너지 홈페이지(http://www. todayenergy.kr), “독일, LPG 개조 마티즈 연비 33km/ℓ”, (2009.1.20)
[11] 가스신문 홈페이지(http://www.gasnews.com), “이탈리아 피아지오사 LPG밴 시리즈 눈길”, (2008.10.22)
[12] 한국가스안전공사, “액화석유가스의안전 관리 및사업법”, (2008)
[13] 이명규 위원, “한국가스안전공사 2007년 국정감사 질의자료”, (2007)
[14] 서초구청 홈페이지(http://www.seocho.go.kr), “운행 중인 LPG자동차 22% 가스 샌다”, (2006.8.10)
[15] 한국가스안전공사, “LPG 자동차 누출차량 표본조사 결과”, (2006.12)
[16] 한국가스안전공사, “가스사고연감”, (1995～2008)
[17] Health and Safety Executive, *"Garaging of liquefied petroleum gas fuelled vehicles, mechanical handling and maintenance equipment"*, (2005)
[18] Italy, *"Ministerial Decree of 22nd, November 2002"*
[19] Turkey, *"Fire Regulation Number 26735 Article 60"*
[20] Yong-do Jo and Ji-yoon Kim, “Explosion Hazard Analysis in Partially Confined Area”, Korean J. Chem. Eng.,18(3), 292-296, (2001)
[21] 조영도, 김지윤, 김상섭, “가정집에서 가스폭발 위험성 분석”, KIGAS, 5(2), 36-42, (2001)