

DME의 품질 및 자동차 충전시설 기준 개발 연구

황현철, 김영구, 이승현, 이국진, 김영규
한국가스안전공사 가스안전연구원

A Study on Developing Standard for Quality and Safety of DME

Hyun-Cheol Hwang · Young-Gu Kim · Seung-Hyun Lee · Kuk-Jin Lee · Young-Gyu Kim
Institute of Gas Safety Research, Korea Gas Safety Corporation

1. 서론

DME는 LP가스와 물성이 유사한 가연성가스로서 가정용, 자동차용 연료인 LP가스의 대체 및 디젤엔진 연료인 경유(kerosene)의 대체 연료로 주목받고 있다. 국내에서 생산되는 DME는 에어로졸 용기의 분사제 등 주로 공업용으로 사용되고 있으며, 제조공정, 촉매개발, 반응기 설계, 자동차 엔진, 고무 특성 등 관련 분야에 대한 연구는 연구소, 대학, 기업체 등에서 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 천연가스 개질반응을 거쳐 DME의 직접 생산법이 개발되어 대량생산의 길이 열려 그동안 문제점이었던 경제성을 어느 정도 확보한 것으로 알려지고 있다.

본 연구는 가정용, 자동차용 등의 연료로서 사용분야를 확대 할 수 있는 기반을 마련하기 위해 DME 관련 제조현황과 안전성 검토를 통하여 연료용 DME의 품질기준과 DME 연구용 자동차 충전시설 기준을 개발하는데 있으며, DME 제조자의 품질관리 기준 개발과 DME 연구용 자동차의 연구 활성화에 큰 역할을 할 것이라 사료된다.

2. DME 개요

DME 사용은 20여년전부터 공업용으로 사용되고 있으나, 최근에는 청정 에너지원으로서 그 용도가 부각되고 있다. 신에너지원으로서 많은 장점이 부각되고 있지만, 연료용 DME의 사용은 아직 연구수준에 머물고 있다.

DME(dimethyl ether, CH_3OCH_3)란, 약한 감미취를 가지며 상온 상압에서 기체지만 압력을 가하면 상온에서도 쉽게 액화되는 탄소수가 가장 적은 에테르계의 화합물이다. Figure 1은 DME와 메탄과 프로판의 화학구조를 나타낸 것이다.

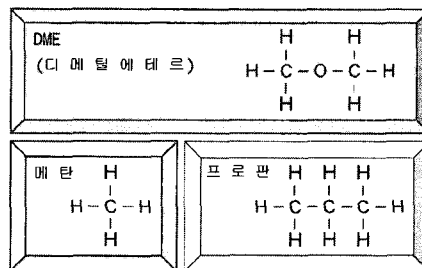


Figure 1 Chemical Structure of DME/Methane/Propane

2.1 DME 용도

국내에서는 DME를 페인트, 화장품 등과의 우수한 혼화성 때문에 에어로졸 용기의 분사제 등으로 주로 사용되고 있으나, 중국에서는 에너지 부족 문제를 해결하기 위해 천연가스, 석탄 등으로 부터 생산한 DME를 LPG와 혼합하여 가정용, 자동차용 연료로 사용하고 있고, 일본에서는 국내와 사용 환경이 비슷하나 가정용, 자동차용으로 사용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

공업용으로서의 DME는 현재 페인트, 우레탄폼, 문구용품, 화장품 등의 에어로졸 용기에 사용되고 있고, 발전용으로서의 DME는 석탄, 석유 등에 비해 연소 후 공해물질이 적게 발생되어 도시지역 발전에 사용이 가능한 것으로 판단되고 있다. 자동차용으로서의 DME는 세탄가가 높은 특성 때문에 디젤엔진에 사용이 가능하며, 가정용으로서의 DME는 가정용 연료공급시스템의 적용여부와 LP가스 인프라의 변경 없이 LP가스와 혼합하여 사용할 수 있는지에 대한 연구가 추진되고 있다. Figure 2는 DME를 분사제로 사용하는 제품들이다.



Figure 2 Conventional Aerosol Goods

2.2 DME 제조 및 충전 현황

DME의 제조, 저장, 충전에 대해서는 석유화학업체 2개사와 충전업체 10여개사가 고압가스안전관리법의 적용을 받고 있다.

국내에서 상업용으로 생산되고 있는 DME는 연간 7,000톤 정도이며, L사에서 3,000톤, D에서 4,000톤을 생산하고 있다. 생산되는 DME는 D사 등 10여개 충전업체를 통해 DME 또는 DME-LPG 혼합가스 상태로 에어로졸 용기에 충전하고 있다.

국의 현황을 보면 미국이 Air products사에서 4톤/일(1,460톤/년), 일본이 JFE사 Demo-plant에서 100톤/일, 중국은 사천성 루토회사에서 11만톤/년, 덴마크는 7.0톤/일(2,555톤/년)를 생산하고 있으며, 인도는 150만톤/년 규모의 제조 플랜트를 건설 중에 있는 것으로 파악되고 있다.

3. DME 품질기준 및 저장시설 안전성

3.1 국내 DME 품질기준

전항에서 설명한 제조업체 2개사에서는 메탄올을 이용한 간접법으로 DME를 생산하고 있으며, 제조공정이 거의 비슷하기 때문에 품질기준도 또한 비슷하다. Table 1은 국내 DME 제조사의 품질기준을 비교한 것이다.

Table 1 Comparison of DME Quality Criteria of Manufacturers

항 목	기준값	
	L사	D사
형상	무색 투명한 액체	무색 투명한 액체 외부 냄새가 없어야 함
순도(wt %)	99.9 이상	99.9 이상
메탄올(wt ppm)	100 이하	100 이하
수분(wt ppm)	100 이하	20 이하
포름산 메틸(wt ppm) (Methyl formate)	100 이하	100 이하
이산화탄소(wt ppm)	100 이하	100 이하
잔류물(wt ppm)	20 이하	20 이하
증기압(kg/cm ² G)	20 ℃에서 4.1±0.2	20 ℃에서 4.1±0.2
비중(Specific gravity)	0.67±0.01(20℃/4℃)	0.67±0.01(20℃/4℃)

3.2 일본 DME 품질기준

일본에서도 DME 분야에 많은 연구개발이 진행되고 있고, 그 결과 2006년 1월 일본 DME 포럼(JDF)에서 연료용 DME의 품질기준 초안인 JIS TS K 0011(연료용 DME)을 제정하였다. Table 2는 일본 DME 포럼에서 제정한 품질기준으로서 국내 제조업체의 품질기준과는 약간의 차이가 있다.

Table 2 DME Quality Criteria of Japan(JIS TS K0011)

항목	기준값
DME 순도(wt %)	99.0 이상
메탄올(wt %)	1.0 이하
수분(wt %)	1.0 이하
포름산 메틸(wt %)	0.01 이하
이산화탄소(wt %)	0.1 이하
황분(wt ppm)	검출되지 않는 것
잔류물(mg/kg)	-
증기압(MPa)	40 ℃에서 1.05 이하

3.3 DME 저장시설의 안전성

DME 자동차 충전시설에 대한 시설 및 기술기준을 제정하기 위해 액화석유가스의 안전관리 및 사업법에 규정된 LP가스 충전사업의 시설기준 및 기술기준과 고압가스 안전관리법에 규정된 고압가스 일반제조 및 충전의 시설기준 및 기술기준의 적용 가능성을 검토하였다.

위의 두 법을 비교해 보면 LP가스 충전시설 기준에서 보호시설과의 안전거리가 고압가스 충전시설과 같았으나 몇 차례의 LP가스 충전소의 대형사고로 인한 안전관리 강화차원에 LP가스 충전시설의 안전거리가 강화된 측면이 있다. 따라서 보호시설과의 안전거리는 LP가스 충전시설 기준을 규정하는 것보다 고압가스 안전관리법에 의한 보호시설과의 안전거리로 규정하는 것이 신규사업 추진에 유리할 것으로 사료된다.

DME 저장시설에는 저장탱크 뿐 아니라, 배관, 펌프, 압축기, 안전장치, 디스펜서, 로딩암 등의 관련 부속설비와 유체 특성에 따른 압력, 비중, 재료(금속, 고무, 플라스틱, Seal 등), 유량, 동력, 점도 등에 대한 사항도 고려하여 작성하였다.

4. DME 관련기준 제정 결과

4.1 연료용 DME 품질기준

본 논문에 제시된 연료용 DME 품질기준은 LP가스 관련 KS규격, 제조업체의 품질기준과 일본DME포럼의 품질기준을 참고하여 KGS Code(가스기술기준)으로 제정하게 되었다.

적용범위는 공업용 및 발전용으로 사용되는 DME에 대해 규정한 것으로 이 용도 이외의 디젤엔진은 적용되지 않는다. 또한 순도는 제조업체의 기준보다 다소 완화되었으며, 연료용 DME 품질기준이 공업용 및 발전용인데 비해, 제조업체는 에어로졸, 공업용 등으로 광범위하고 화장품, 생활용품 등에 사용하는 것도 있어 기준이 대폭 강화되어 있다. 가스기술기준(KGS Code)의 품질기준은 Table 3과 같다.

Table 3 DME Quality Criteria of KGS Code

항 목		기 준 값
조성	순도(wt %)	99.0 이상
	메탄올(wt %)	0.02 이하
	이산화탄소(wt %)	0.1 이하
	포름산 메틸(wt %)	0.01 이하
황분(wt ppm)		검출되지 않을 것
잔류물(mg/kg)		0.002
수분(wt %)		1.0 이하
탄화수소(wt %)		0.5 이하
증기압(40℃, MPa)		1.05 이하
동관부식(40℃, 1h)		1도 이하

4.2 DME 자동차 충전시설 기준

DME 자동차 충전시설 기준은 액화석유가스의안전관리및사업법 시행규칙 별표 3과 고압가스안전관리법시행규칙 별표 5, 6의 규정에서 DME의 유체특성 및 물리적특성을 고려하여 KGS Code(가스기술기준)으로 제정하였고 현재 고압가스안전관리법시행규칙의 특례고시로 운영하는 방안을 추진 중에 있다.

적용범위는 연구용으로 사용되는 DME 자동차의 충전시설에 적용하며, 이 시설에 사용되는 부속품은 DME에 적합하도록 규정하였다. Tables 4, 5는 DME 저장시설과 보호시설 및 사업소 경계와의 거리를 나타내고 있으며, Figures 3, 4는 DME 충전시설의 로딩암, 디스펜서를 나타내고 있다.

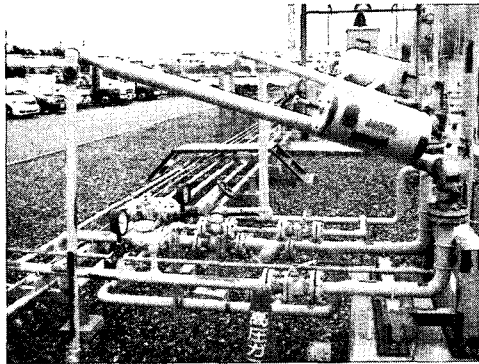


Figure 259 Loading Arm of DME F/S



Figure 4 Dispenser for DME

Table 90 Safety Distance Between Storage Facilities and Public Buildings

처리능력 및 저장능력	제1종 보호시설	제2종 보호시설
10톤 이하	17 m	12 m
10톤 초과 20톤 이하	21 m	14 m
20톤 초과 30톤 이하	24 m	16 m
30톤 초과 40톤 이하	27 m	18 m
40톤 초과 50톤 이하	30 m	20 m

Table 91 Safety Distance Between Storage Facilities and Its Boundary

저장설비의 저장능력	사업소경계와의 거리
25톤 이하	10m
25톤 초과 50톤 이하	15m
50톤 초과 100톤 이하	25m
100톤 초과	40m

5. 결 론

DME는 약 20여 년 전부터 공업용의 고압가스로 상용화되어 있으나 제조자의 자체기준 외에는 국가차원의 품질기준이 마련되어 있지 않은 상태이다. 또한 이 분야는 국제적으로도 공인된 규격이 제정되지도 않은 상태이며, 일본에서만 기술시방서 수준의 기준이 마련되어 있는 정도이다. 이번에 제정한 연료용 DME 품질기준은 DME를 새롭게 조명하는데 기여할 수 있을 것으로 보고 있다.

또한 DME 자동차 충전시설 기준의 경우, 제조, 저장, 충전 등에서 고압가스안전관리법의 적용을 받고 있지만 자동차용으로 사용할 수 있는 기준 및 시설 등이 미비한 상태이다. DME 자동차 분야의 연구가 활발히 진행되고 있는 시점에서 DME/DME 혼합가스의 연구용 자동차 충전시설 기준을 제정한 것은 관련 분야 연구 활성화에 도움이 될 것으로 판단된다.

향후 가정용, 자동차용 연료로 사용하기 위해서는 DME 시설, 가스용품 및 기기에 대한 실증 연구가 필요하며 더불어 이에 따른 기준개발 및 제도정비가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

[참고문헌]

1. 한국가스안전공사, 고압가스안전관리법 및 고시, 2006
2. 한국가스안전공사, 액화석유가스의안전관리및사업법 및 고시, 2006
3. 일본 고압가스보안협회, DME 데이터집, 2006
4. 일본 DME 포럼, DME 검토회보고서, 2001
5. 한국 DME 포럼지, 2004~2006
6. 이승현, DME(디메틸에테르)의 용도 및 연료 안전기준, 가스안전지, 2005
7. 이승현, DME의 연료용 사용을 위한 안전고찰, 한국화학공학회, 2006
8. (주)LG화학, DME 품질기준
9. 대흥산업(주), DME 품질기준