

DME 연료 생산 및 이용기기의 개발현황

백영순* · 조원준 · 오영삼

한국가스공사 연구개발원

The Status of DME Development and Utilization as a Fuel

Youngsoon Back[†], Wonjun Cho and Youngsam Oh

요 약

세계 에너지 수요는 개발도상국을 중심으로 하여 폭발적으로 증가하고 있는 반면 땅 속에 매장되어 있는 화석연료는 점점 줄어들고 있고 화석연료의 사용으로 발생하는 지구 환경오염도 해결해야 할 중요한 과제이다. 이 시점에서 화석연료의 활용도를 높이고 환경친화적인 연료로의 개발이 매우 필요가 있다. 최근 이러한 문제를 해결할 수 있는 연료로서 제시되고 있는 DME 연료에 대하여 국내²의 기술개발, 보급 및 시장현황을 소개하고자 한다.

주요어 : DME, 디메틸에테르, 바이오 DME, GTL, 가스전

Abstract — World energy demand has been dramatically increasing because of using much energy of developing countries in Asia. The other side, conventional fossil fuels supply has been gradually decreasing due to the limitation of fossil fuel reserves and changing to the use of environmental-friendly energy for prevention the emission of carbon dioxide, NOx and SOx. Based on these times and status, we get the necessity of the conversion of environmental-friendly energy and the high effective utilization of conventional and unconventional energy. Recently, promised DME fuel as environmental-friendly and substituted oils will be introduced the status of technology and market in domestic and foreign.

Key words : DME dimethylether, Bio-DME, GTL, Gas reservoir

1. 서 론

최근 아시아를 중심으로 세계 에너지 수요가 폭발적으로 증가하여 에너지의 안정적 공급이 세계 각 나라에서 중요한 과제로 대두되고 있다. 이러한 상황 하에서 세계적으로 넓게 존재하고 있는 중·소규모 천연가스를 1차 에너지 공급원으로서 가스전에서 시장으로 끌어 들이기 위해서 액체 연료화 하는 것이 매우 효과적이다. 특히 가스로부터 액체 합성 오일을 만드는 GTL 기술은 Gas to Liquid Technology의 약자로서 천연가스를 단순히 영하 162도의 극저온에서 LNG로 냉각시키는 액화 기술과는 전혀 다른 방법이다. 촉매라는 재료를 사용해 화학반응을 시켜 상온에서 나프타, 등유, 경유 등의 액

체 합성 오일(distillates), DME(Dimethyl ether, 이하 DME), 그리고 메탄올을 제조하는 전환기술이다. GTL 연료가 2~3년전만 해도 1배럴당 20~30불에 불과한 원유와의 가격 경쟁력을 갖기에는 매우 힘들었다. 따라서 원유를 대체하는 연료전환 기술보다는 메탄올, 암모니아, 수소 그리고 에틸렌과 같은 화학원료 전환기술로 활용되었다. 최근 1배럴당 약 60불 이상인 원유가격 상승은 연료 전환기술 및 사업화에 탄력을 받게 되었고, ExxonMobil, Rentech, Shell, Chevron-texaco 회사 등에서 기술 개발한 F-T(Fischer-Tropsch) 반응에 의해 전환하는 GTL 연료 생산 플랜트를 대규모 가스전을 활용하여 연료화 하는 움직임을 보이고 있다. 기존 석유화학 플랜트의 인프라를 활용하고 원유 의존도를 낮출 수는 있으나, GTL 연료의 청정성 한계, 석유 화학플랜트에서의 후처리 공정필요로 하는 문제점을 안고 있다. 최근 환경 친화적인 연료로서 GTL 연료의 한 장으로 자리 잡고 있는

[†]To whom correspondence should be addressed.
Tel: 032-810-0320
E-mail: ysbaek@kogas.re.kr

DME 연료는 1980년 후반에 본격화된 기술로서 FT 오일 기술에 비해 기술적 장벽이 그리 높지 않고 합성공정의 열효율이 우수하고 공정이 상대적으로 단순하여 기술개발에 따른 투지비는 15~30% 낮고, 기술적 위험도도 낮다. 신규시장 개발을 함께 개발해야 할 부담도 안고 있다. BP Amoco, Mitsui, JFE, Total 회사 등은 GTL 연료에 비해 청정성이 좋은 DME 연료 사업화에 전력을 기울이고 있다(표 1 참조). 특히 DME 연료는 에너지 효율이 높을 뿐 아니라 바이오-DME의 경우 이산화탄소 배출이 현저히 낮게 나오는 장점을 지닌 연료이다(표 2 참조). DME 연료의 물성이 LPG와 유사하여 LPG 관련 수송·저장·활용의 인프라를 그대로 사용할 수 있으며, 해외에 많은 중·소규모 가스전의 에너지 수송수단(carrier)으로서 LNG 전환 보다 DME 전환이 더 경제적인 특징을 지니고 있다. 연료 특성에서는 경유의 세탄가와 유사하여 경유 자동차 등을 쉽게 개조하여 호환할 수 있기 때문에 경유를 많이 사용하는 나라에는 더욱 더 좋다. 기술적 측면에서는 DME 전환기술은 중·소규모 가스전 이외 석탄가스, 바이오가스(예기물, 매립지 가스), 이산화탄소 등 다양한 가스로부터 전환 가능한 탄력적인 기술이다.

2. DME 연료 생산의 개발현황

DME는 현재 화학원료용으로 사용되고 있는데, 국내에서 DME 생산은 LG화학이 일본 미쯔비시 가스와 기

술 제휴에 의해 1983년 여천 공장 내에 DME 공장을 준공한 이후부터이다. 해외에서 수입한 메탄올을 탈수하여 DME를 생산하거나 에탄올을 원료로 DEE(Diethyl Ether)를 생산하는 공정으로 일일 12톤 규모이다. 2001년에는 대흥산업(주)에 울산에 일일 12톤 동일 규모의 공장을 가동하여 생산을 개시하였다. 역시 메탄올을 원료로 탈수 반응을 통하여 DME를 생산하는 공정이다. 생산된 DME의 약 50%가 농약의 원료인 디메틸설페이트(DMS, Dimethyl Sulfate)를 제조하는 원료로 사용되고 있다. 이외에도 국내에서 생산되는 DME는 페인트 등의 에어로졸 추진제 등 간접합성법에 의해서 생산되고 주로 화학약품용으로 사용되고 있으며, 연간 생산용량은 6,000~8,000톤이다.

한편 SK(주)는 화학연구원과의 Crude 메탄올로부터 DME연료용을 위한 기술개발을 완료하여 중국에 사업화를 위해 모색 중에 있다. 또한 한국가스공사, 한국화학연구원, 한국과학기술연구원(KIST)이 공동으로 메탄올을 거치지 않고 DME를 직접 합성하는 촉매 및 공정 기술 개발을 통해 2003년 일일 50 kg DME 공정 개발하여 운전을 완료한 상태이다. 특히 1998년도 산업자원의 지원으로 “천연가스로부터 액체연료 제조를 위한 기획연구”를 통해서 천연가스를 DME 액체 연료화 하는 기술 개발이 가장 타당한 것으로 도출한 바 있으며, 이것의 일환으로 2000년부터 한국가스공사 연구개발원에서 “천연가스와 이산화탄소로부터 DME 제조 기술개발” 사업을 착수하였고, 이를 바탕으로 과학기술부의 온실가스 저

표 1. GTL과 DME의 대체 가능한 원유 생성물.

구분	가스가격 (\$/mmbtu)	CIF 가격	원유 대체 생성물			화석연료 대체 생성물		
			납사	케로젠	고급디젤	디젤	LPG	LNG
GTL	0.5	25.1\$/bbl	△	◎	★	◎		
	0.75	27.2\$/bbl		○	★	○		
	1.0	29.4\$/bbl		△	★	△		
	1.5	34.0\$/bbl			★			
DME	0.5	21.4\$/bbl				◎	◎	○
	0.75	23.5\$/bbl				◎	◎	△
	1.0	25.7\$/bbl				◎	◎	
	1.5	29.9\$/bbl				◎		

※ ◎ 원유 20\$/bbl치 채산성 충분, ○ 채산성 가능, △ 25\$/bbl 채산성 가능, ★ 원유가 +10\$/bbl 채산성 가능, 1톤 DME = 5.1bbl환산.

표 2. Emissions to air g/kwh (Well to Wheel).

	CO ₂	NOx	Particulates	SOx	Methane
DME, NG	732	0.926	0.0355	0.191	0.0497
Bio-DME	179	1.120	0.130	0.754	0.335
FTE, NG	796	1.330	0.0475	0.109	0.0766
Bio-FTD	192	1.590	0.16	0.785	0.359

※ Volvo Technology Corporation (Environment & Chemistry/Patrik Klintbom/2003년)

감 중점기술개발 사업의 일환으로 2002년 과학기술부의 지원 하에 일일 50 kg DME 생산 파일럿 플랜트 기술 개발을 하였으며, DME 생산기술 국산화를 세계에서 4 번째 이룩하였다. 또한 이 플랜트 실험을 활용하여 Demo 플랜트의 기본설계, 주요 반응기의 국산화, 촉매 국산화 및 플랜트 운전의 최적조건에 필요한 데이터를 얻었다. 현재 일일 10톤 DME 연료 생산 Demo 플랜트를 2008년 상반기 준공을 목표로 건설하고 있으며, 2010~2012년 해외가스전 사업화 추진을 위해 매진하고 있다.

중국에서 2010년 중국 석유사용량의 약 10%를 DME 연료로 대체하기 위해 박차를 가하고 있다. 2008년 베이징 올림픽 개최를 시점으로 DME 자동차를 보급·확장하고 있으며 현재 약 120만톤을 연료로서 사용되고 있다. 현재 산둥 주타이화공(山東久泰化工, Jiutai Chemical)은 2003년 연산 2만톤 규모의 DME 생산을 시작으로 2006년 연간 15만톤 DME를, 네이멍구(內蒙古) 지역에 2007년부터 린이쓰(臨沂市)와 광저우쓰(廣州市)에 65만톤 DME 연료를 생산하여 판매하고 있다. 2009년까지

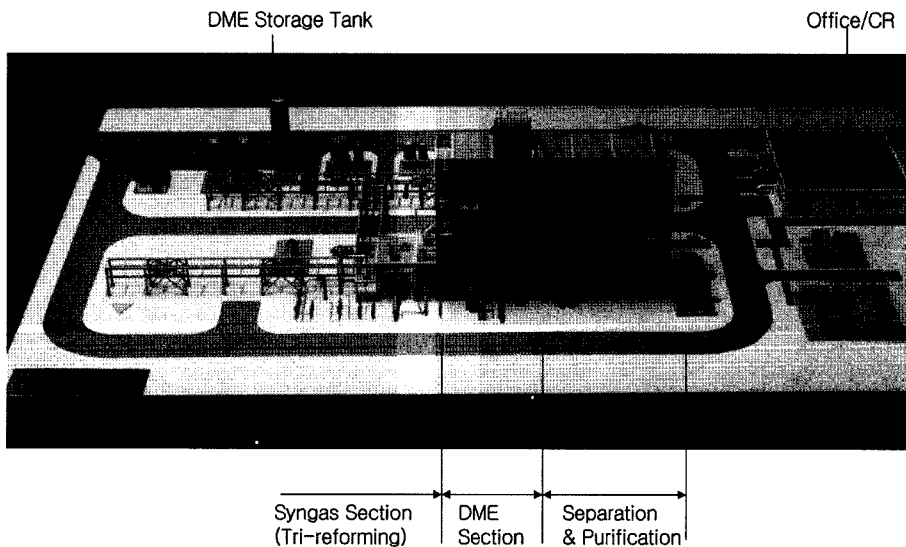


그림 1. 일일 10톤 DME Demo 플랜트의 조감도(한국가스공사).

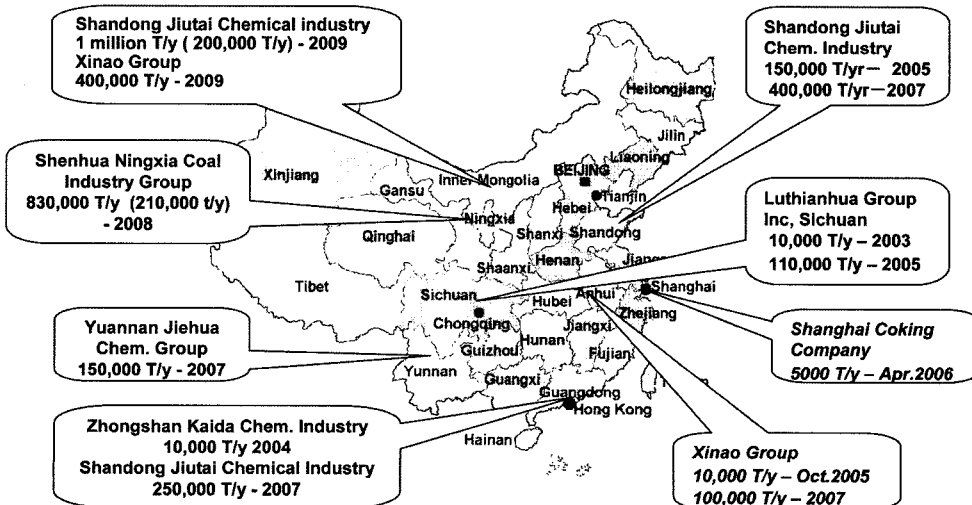


그림 2. 중국 DME 연료 생산플랜트(출처: 3회 아시아 DME conference 자료).

네이멍구(內蒙古) 지역에 연산 100만톤 규모의 2기 생산라인을 건설할 계획으로 현재 중국 국가발전위원회 승인을 기다리고 있다. 가정용 가스공급업체인 신아오가스(新奧燃氣, Xinaogas) 회사는 2005년말 1만톤 DME 연료를 생산하여 판매하고 있고, 네이멍구(內蒙古)지역에 연산 60만톤급 석탄기반을 기반으로 2009년말까지 Langfang, Bengbu, Yantai, Luoyang시에 40만톤 규모의 DME 연료 생산플랜트를 추가 건설하여 생산할 계획이다. 선화닝메이(神華寧煤, Shenhua Ningxia Coal Group, SNCG) 이하는는 지멘스 파워 제너레이션 그룹과의 석탄 기반의 DME 프로젝트를 위해서 계약 체결해서 지멘트 PG사의 가스화 설비를 바탕으로 DME 생산 설비에서 매년 83만톤을 생산할 계획이다. SNCG사는 DME 프로젝트의 1단계로서 187만톤의 석탄을 사용하여 21만톤의 DME와 60만톤의 메탄올을 생산하되 향후 매년 83만톤의 DME로 생산·확대할 계획이다. 생산된 DME는 자동차의 연료와 석유 대체 물질로 이용될 것이다. 이외에도 중국 사천 루뎡화(瀘天化, Lutianhua) 회사의 경우 천연가스를 원료로 DME를 제조하고 있으며, 지난 2003년부터 LPG에 DME를 30% 가량 섞어 연간 12만톤 가량을 가정용 연료로 공급하고 있다.

일본은 정부 주도 하에서 수행한 JFE사는 2003년 12월 북해도 쿠시로에 일일 100톤 DME Demo Plant를 건설하여 실험이 완료된 상태이고, DME의 사업화를 위한 타당성 검토는 별도로 설립된 DME International과 Japan DME사에서 각각 수행 중에 있다. 또한 일본 Mitsubishi Gas Chemical, Itochu, Japan Petroleum Exploration Co. 등을 포함한 9개의 일본회사들이 Fuel DME Co. 만들었

다. 이 회사는 미쯔비시 가스회사의 니카타 공장 부지에 매년 8만톤의 DME를 2008년 6월부터 생산 할 계획이며, 향후 매년 10만톤까지 확장하여 DME를 생산할 계획이다. 미쯔비시 회사가 29.15%, 이토추 13.25%, JPE 12%, Taiyo Oil Co. 10%, Total Dimethyl Ether Japan Ltd. 10% Toyota Tsusho Corp. 10%, JGC Corp. 5.3%, Mitsubishi Heavy Industries 5.3% 그리고 Mitsubishi Chemical Corp. 5%의 지분을 가지고 있다. JGC는 새로운 생산 플랜트의 건설, 미쯔비시 회사는 플랜트의 운영을 책임지며, DME를 직접 합성법으로 효율을 향상시키는 단일 공정을 개발하고 있다.

3. DME 연료의 이용기기 개발현황

DME 연료는 기존 연료에 비해 질소산화물과 미탄화 수소의 배출가스가 현저히 낮게 배출되는 특징을 보이고 있고, 특히 자동차 분야에 새로운 ULEV (Ultra Low Emission Vehicle)의 환경 규제치를 만족시킬 뿐만 아니라 지구온난화에 영향을 미치는 지구환경 보전성에도 우수하다. 따라서 DME 자동차가 다음 세대의 환경 자동차에 자리 매김을 할 수 있고 경유 자동차의 배출 가스 환경 문제를 해결할 수 있을 것으로 평가하고 있다. 특히 우리나라를 포함한 동남아에서 경유 차량의 점유율이 높아 경유의 대체 수송연료로 사용한다면 도심의 환경 개선효과에 상당히 기여할 것으로 판단된다. DME 연료시장으로는 아직은 미미하지만 중국이 2003년부터 DME를 메탄올로부터 제조하여 가정용 연료로 활용하고 있는 최초의 나라이다. LPG 70%에 DME 30%를 혼합하여 연

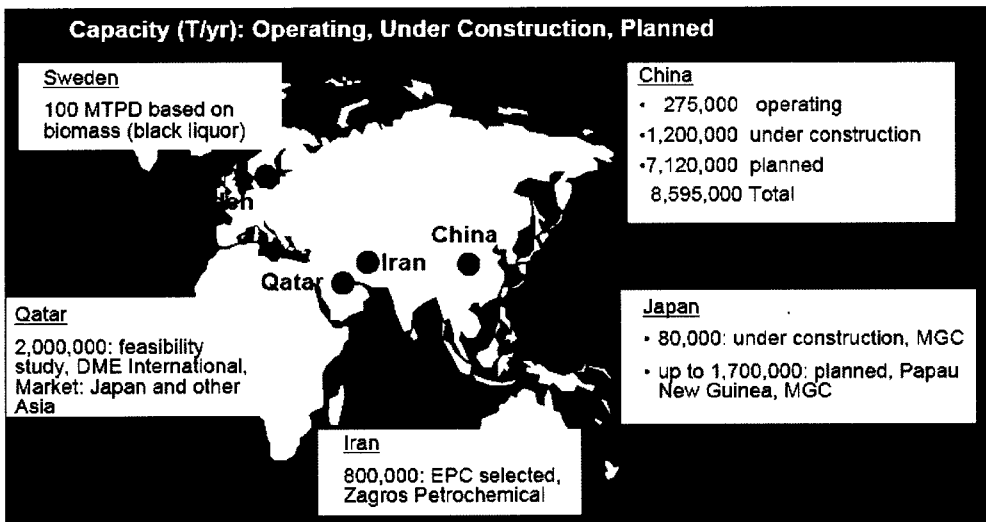


그림 3. DME 연료 생산플랜트 및 타당성 조사 지역(출처: 2007 world GTL summit 자료).

료 사용하고 있으며, 2004년 현재 20만톤을 생산하여 이중 56%를 연료로 사용하고 있는 상황이다(그림 4-6). 가정용연료 특징으로는 높은 효율, 저렴한 가격, 친환경적인 것으로 평가되고 있다. 2008년 베이징 올림픽 개최 시기에 맞춰 DME연료 버스를 대량 보급계획하고 있어 대폭적인 DME연료 시장이 증가될 것으로 전망하고 있다.

일본의 운수정책심의회 환경소위원회는 2001년 6월에 DME자동차를 차세대 청정자동차로서 현재 DME 자동차를 실증 운행시험이 완료단계에 있다. 일본 석유공단 지원 하에 이와타니 산업, 산업기술총합연구소(AIST) 및 미쓰비시 자동차가 공동으로 디젤 차량을 개조한 DME

자동차의 개발, NEDO(신에너지개발 총합기구) 주관으로 히노 자동차와 일본 자동차연구소(JARI)가 공동으로 1997년부터 7년간 고효율 DME엔진 탑재 하이브리드 버스를 개발하여 실증운행 중에 있다. 또한 NKK(현 JFE)에서는 2002년 2월에 교통건설성으로부터 도로주행 허가를 받아 2톤급 DME 트럭(Isuzu truck 3,600cc급)의 100시간 주행시험을 완료하였으며 검댕이 배출가스가 거의 없다는 것을 확인하였다(그림 7~9 참조). 이외에도 발전연료 적용분야에 있어서는 가스터빈 액체 DME 분사 시스템 개발, 보일러 연료전환 엔지니어링 완료(Hitachi, IHI, MHI), 디젤엔진 열병합발전 개발(Yanmar 등)에 관한 개발이 완료단계에 있어 DME 연료 공급이 급속히 확산될 것으로 전망하고 있다(그림 10~12 참조). 특히 Yanmar 주식회사(이하, Yanmar), JFE Holdings 주식회사(이하, JFE), Iwatani 산업 주식회사(이하, Iwatani) 3사는 DME를 연료로 한 8.2 kW 소형 디젤 열병합 설비의 실용화 시험을 2005년부터 2007년까지 2년 반에 걸쳐서 Think(Techno Hub Innovation Kawasaki)에서 실시하고 있다. 소형 디젤 열병합 설비는 열효율이 높은 디젤 기관에 의한 코제너레이션(cogeneration) 시스템으로 소규모 사업소나 공장에 설치되어 있다. 열병합 설

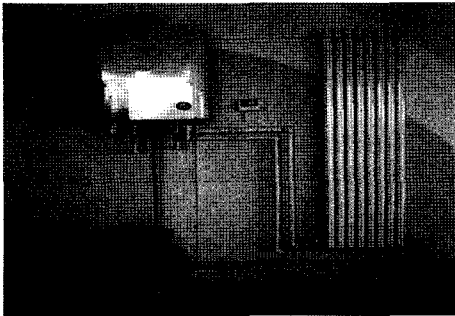


그림 4. DME 온수기(중국).

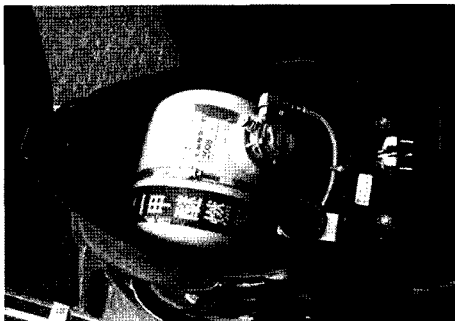


그림 5. DME 스쿠터(중국).

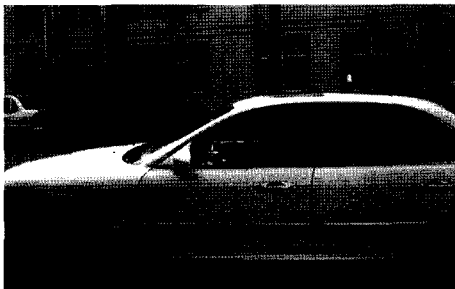


그림 6. DME 승용차(중국).



그림 7. DME 트럭(8톤, 일본).



그림 8. DME 트럭(2톤, 일본).



그림 9. JFE DME버스(일본).

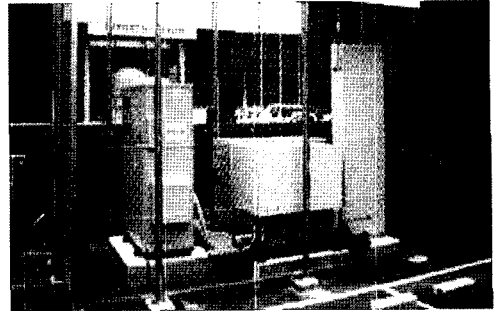


그림 12. DME 소형 열병합 설비(일본).

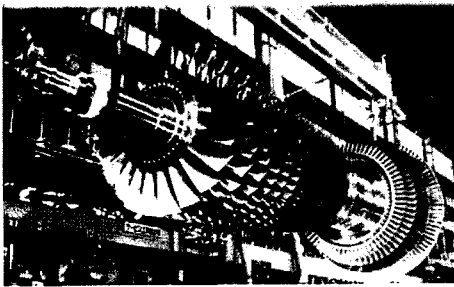


그림 10. 미쯔비시중공업의 DME연료터빈.

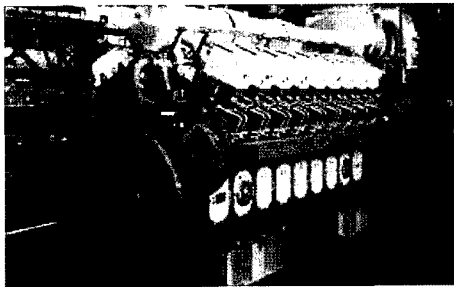


그림 11. 미쯔비시중공업의 DME보일러.

비에 DME연료를 공급하여 약 5,000시간을 넘는 운전
을 예정하고 있고 동시에 DME 디젤 엔진 및 시스템의
성능 평가나 각 부품의 내구성 조사가 실시하고 있다.
Yanmar사는 고효율이면서 내구성이 있는 코제너레이션
시스템을 개발·판매하고 있어 본 시험에 있어서도 최
근 연구 개발로 축적된 DME 디젤 연소 기술을 전제하
열병합 패키지를 제공하고 있다. JFE는 시험장소의 제
공, 연료공급, Iwatani는 LP가스 공급으로 배양된 기술
을 기본으로 DME의 향후 수요에 대응하는 공급 인프
라를 개발하고 있으며, 질소 가압식 DME 스테이션과의
병설 시스템을 구축하면서 연료 첨가제(윤활성 향상제)
를 공급하고 있다. Yanmar, JFE, Iwatani 등 3사는 본

시험을 통해 깨끗하고 고효율인 DME 소형 디젤 열병
합 설비의 보급을 계획하고 있다.

유럽에서는 DME 개발초기에 전력부하 피크조절을 위
한 에너지 저장용으로서의 활용이 기대되었으나 DME 연
료가 55이상의 세탄(Cetane)가를 지니며 압축착화방식의
디젤엔진 연료로 사용할 수 있다는 것이 밝혀져 디젤 대
체연료로 기술개발이 진행되어 왔다. Haldor Topsoe, Air
Products, Shell 등은 1990년부터 자동차 연료로서의 DME
엔진 실험을 수행하였고, 1997년 IEA/AMF의 Annex
XIV의 공식적인 출범으로 현재는 디젤 대체연료로서의
중요성이 부각되고 있다. 스웨덴에서는 2001년부터 산
업체들이 biomass로부터의 DME 생산기술개발에 대한
가능성과 기술을 실증하여 스웨덴이외의 유럽 국가들이
참가하는 “The Bio-DME project”가 진행되고 있으며,
이러한 사업을 통하여 디젤자동차용 대체연료로서의 DME
에 대한 적용성을 성공적으로 수행하고 있다. 특히 스
웨덴의 bio-DME banana 프로그램을 만들어 실증시험을
수행하고 있다. 즉 Göteborg의 볼보 본사(차량시험)에서
Värnamo의 바이오매스 연료를 생산 및 교육센터, Växjö
의 바이오매스 가스화 대규모 생산지역, Mörrum의 펄
프록액 가스화 지역을 잇는 노선을 운행하면서 차량 실
증시험하고 있다(그림 13~14).

미국의 Amoco사와 Navistar사(운송기계)가 주관이 되
어 Haldor Topsoe사 및 AVL List GmbH사(오스트리아
의 디젤엔진회사)와 공동으로 디젤엔진용 DME연료 엔
진개발을 추진하고 있다. 성능시험에 사용된 차량제원은
7,300cc급 V-8 T444E 직접분사 터보디젤엔진이며, 시험
결과 스모크 배출가스 문제의 해결, DME 주입과 연소
시스템으로 NOx 배출량을 US 1998 규제치의 40%까지
줄임으로써 캘리포니아 ULEV 규격치의 충족 및 연소
시 소음 및 진동문제를 가솔린엔진 수준으로 낮출 수 있
는 것으로 밝혀졌다.

우리나라는 한국에너지기술연구원에서 2000년 5월부
터 2년에 걸쳐 ‘DME의 디젤엔진 적용을 위한 연료공

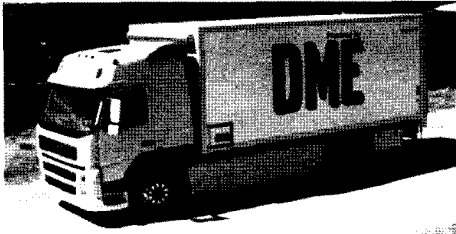


그림 13. Volvo사의 DME 차량(제1회 IDA conference 자료 인용).

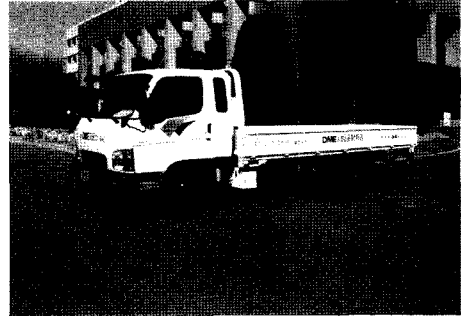


그림 15. DME 차량(에기연).

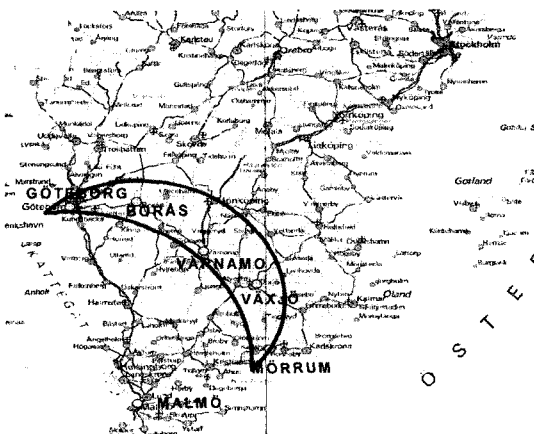


그림 14. 스웨덴 bio-DME 차량의 banana 실증시험.

급계 및 연소계 기반기술 연구'를 추진하였고, '소형 인라인 분사계 디젤 엔진의 연료공급계를 사용하는 DME 엔진 최적화 기술연구'를 2002년 7월부터 3개월

배기량 3,000cc급 DME 엔진과 프로토타입 DME 차량 시스템을 제작하여 2003년에 순수 DME 차량을 국내에서 최초로 선보였다(그림 15 참조). 2005년부터 2단계 연구로서 디젤버스를 개조하는 DME 차량개발을 추진하고 있다. '신 연료 DME의 화력발전소 적용기술 개발'을 한전전력연구원에서 주관하여 DME 연소용 저 NOx 연소기 및 버너 소형 시제품 적용 시험과 DME 연료전환 설비개조 설계의 기술개발을 2007년까지 완료계획하고 있다(그림 16 참조, 참여기업 : 발전 3사, 한국가스공사, 위탁기관: 서울대학교, 포항공과대학교).

4. DME 연료전지 이용분야

연료전지용으로서의 DME 연료는 수소를 얻는 온도가 기존의 방식(천연가스, 납사, LPG 등)에 비해 낮은 400°C 이하에서 얻을 수 있기 때문에 연료전지차의 활용이 기대하고 있다. DME 연료 내에는 황성분이 없기

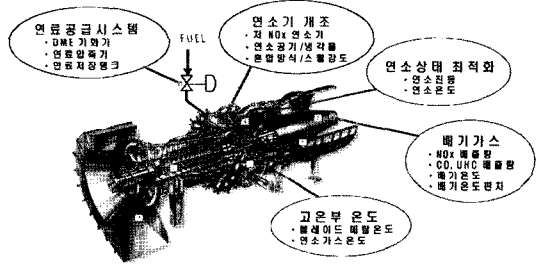


그림 16. DME 가스터빈의 저 NOx연소기 개조부분.

때문에 탈황 장치와 CO 전환 장치가 필요로 하지 않으므로 수소장치의 소형화가 가능하여 연료전지 자동차에 탑재하기 쉽다. 최근 일본 석유천연가스·금속광물자원기구(JOGMEC)에서 오사카가스를 총괄기관으로 하여 미쯔비시 중공업, 미쯔비시 가스화학, 닛키, 르네상스·에너지·리서치 등 5개사에 기술개발을 위탁하여 2003년부터 약 4년간 수행한 결과에 따르면 연료전지차용 DME 수소장치를 개발하여 기존 고압수소 저장용기를 탑재하는 타입과 비교할 때 약 30%의 공간을 절약할 수 있었다. 컴팩트화와 기동성능의 향상, 사용 촉매의 개량을 단계적으로 수행하여 7개의 시험 제작기를 제작했으며 완성한 시스템(500 km주행이 가능한 32 l DME탱크 포함)의 설치 공간은 76 l로 같은 레벨의 연료전지차의 고압수소저장용기(충전압력 55 MPa, 주행거리 500 km 시험산출)의 104 l와 비교할 때 27%의 공간을 절약할 수 있었다. 시스템의 실증을 통해 얻어진 연비(가솔린 환산)를 보면 가솔린차가 1 l당 약 14 km, 하이브리드차가 약 18 km인 데 비해 DME 연료전지차는 약 24 km로 DME 연료전지차의 연비가 우수함을 나타냈다. 특히 DME를 PEMFC 연료전지의 개질기에 적용하여 수소 제조할 때 시스템의 고효율과 소형화를 기할 수 있으며, DMFC 연료전지의 경우 메탄올 연료를 대신하여 DME를 사용할 때 수소 생성량이 2배로 많이 생성되어 시스템의 전

표 3. DME 적용엔진 및 특징.

적용엔진	장점	특징 및 개조 부분
디젤엔진	고효율 (엔진효율 40%) 높은 청정성 (PM Zero)	- CNG는 S.I 방식으로 엔진을 개조해야 함 (효율저하) - DME는 엔진개조 없이 연료공급시스템만 교체 함 - 연료공급시스템 개발 필요 (현재 필드 테스트 중) (연료분사펌프, 피드펌프, 인젝터, 퍼지 등)
LPG 엔진 or LPG/DME	LPG 수준 (엔진효율 32%) 높은 청정성 (PM Zero)	- S.I 방식에 적용하기 때문에 효율 저하됨 - DME를 직접 적용 가능 - 인젝터, 실링제 교체 등 개조가 간단

표 4. 발전용 가스터빈의 DME 연료의 공급방안.

연료형태	가스 상태	액체 상태
특징	- LPG 이용 가스터빈 시스템을 이용 가능 - Base Thermal Efficiency	- 기화기 및 배관의 가열이 필요 없음 - Water injection에 의한 열효율손실
요구사항	- 기화기 시스템, 압축펌프 - 기체상태 유지 steam tracing	- 저점도 및 윤활성이 낮음 → 특수연료펌프 필요 - 안전성 확보 필요 - 액화시스템 및 고압 공급시스템
NOx	- 25 ppm 이하	- 50 ppm (Water injection : 2% of Air)
운전성	- Start-up 에서 Full road 까지 기체상 DME 연소	- Start-up/Stop 시 기화방지

한전전력연구원 보고서 자료, 2005년 10월

표 5. 메탄올과 DME 반응 및 에너지 발생량 비교.

Reaction	Methanol	Dimethyl ether
Oxidation	$CH_3OH \rightarrow CO_2 + 6H + 6e^-$	$CH_3OCH_3 + 3H_2O \rightarrow CO_2 + 12H + 6e^-$
Reduction	$3/2O_2 + 6H + 6e^- \rightarrow 3H_2O$	$3O_2 + 12H + 12e^- \rightarrow 6H_2O$
Overall	$CH_3OH + 3/2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	$CH_3OCH_3 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$
Enthalpy (KJ/mol)	726.1	1,460.5

류밀도를 높일 수 있다 (표 5 참조). 그리고 올레핀의 경우 원유의 복잡한 합성을 통하여 얻을 수 있던 기존방법과는 달리 DME를 원료로 할 때 비교적 간단한 합성 과정을 통하여 얻을 수 있어 앞으로 기대되는 분야이다.

현재 수소 경제시대에 부합되는 DME 연료로부터 수소 제조에 관한 시스템에 대해 구체적으로 설명하면, 도시가스, LP 가스, 가솔린을 수증기 개질하여 수소를 얻으므로 반응기의 개질온도는 700°C 이상의 고온에서 얻

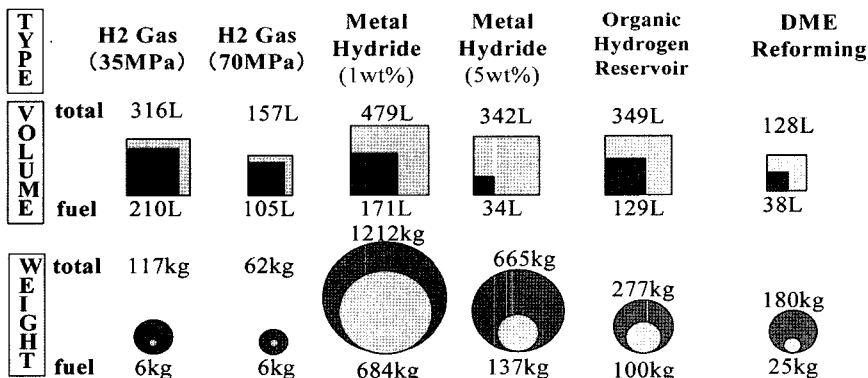


그림 17. 수소저장 방법에 따른 능력의 비교(기준 : 수소 5.8 kg).

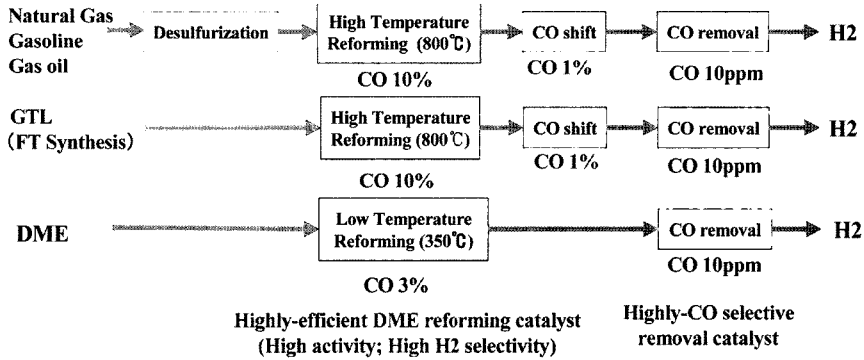


그림 18. 연료에 따른 수증기 개질 시스템의 특징비교(기준 : 수소 5.8 kg).

을 수 있을 뿐 아니라 CO 변성 장치인 저온반응기, 원료 중의 탈황을 위한 반응기도 함께 필요하기 때문에 개질장치의 소형화가 매우 어렵다. 또한 고온 전환기에 발생하는 열을 회수하는데 필요한 열교환기의 사용은 더욱 장치의 소형화를 힘들게 하여 시스템의 고효율화를 이루는데도 한계 있는 실정이다. 반면 DME 수증기 개질의 반응온도는 400°C 이하의 낮은 온도에서 수소를 얻을 수 있을 뿐 아니라 황 성분을 함유하지 않기 때문에 원료로부터 탈황 과정이 필요 없고 Cu계의 개질촉매를 사용하고 때문에 CO 전환 장치가 추가로 필요로 하지

않으므로 수소제조를 위한 개질장치의 소형화가 가능하여 연료전지 자동차에 탑재할 가능성이 높다. 개질장치가 소형화 가능한 것으로 메탄올의 수증기 개질이 있지만 메탄올은 독성이 있다는 점이 문제시 되고 있다. 그 점에서 메탄올의 수증기 개질 보다 반응 온도는 다소 높게 되지만 독성 없는 DME는 기존의 LP가스 인프라를 이용할 수 있어 우수한 수소 제조원이며 수소 저장체이기도 하다. 따라서 최근 DME를 수증기 개질하는 대형 기술과 연료전지에 사용할 수 있는 수소를 제조하기 위한 새로운 분야로 활발히 진행되고 있다(그림 17~19 참조).

5. DME 연료의 수요전망 및 결론

최근 중국에서는 2010년 중국 석유사용량의 10%를 DME 신연료로 대체하겠다는 의지를 표명하고 있으니 우리나라에서는 상상하기 힘든 일이다. DME가 연료로서 대두하기 시작하지 불과 10년도 안되어서 가정에 사용될 뿐 아니라 2008년 베이징 올림픽 개최를 시점으로 DME 자동차를 보급하여 약 1,000만톤을 사용할 계획을 발표했다. 경쟁력 있는 DME연료의 직접 전환기술이 개발되기 전까지는 기존 DME연료 전환플랜트를 이용하는 간접 합성법(메탄올을 경유하여 DME연료를 전환

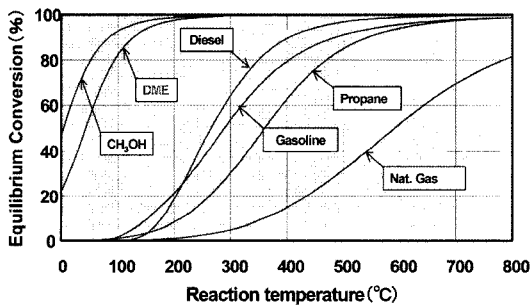


그림 19. DME와 다른 연료와의 개질 특성 비교.

표 6. 아시아 DME 연료시장 전망 (단위 : 백만톤)

구분	한국		일본		중국		인도		타이완		기타		합계 (2010/2020)
	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020	
전력용	2.0	3.0	2.7	8.0	4.0	6.0	4.0	6.0	2.7	4.0	4.1	8.1	19.5/35.1
수송용	1.0	2.0	0.2	3.6	3.0	6.0	1.6	3.2	-	1.1	-	2.3	5.8/18.2
가정용	1.0	1.5	0.6	5.4	4.7	7.3	4.3	6.4	0.1	0.2	2.6	4.2	13.3/25.0
합계	4.0	6.5	3.5	17.0	11.7	19.3	9.9	15.6	2.8	5.3	6.7	14.6	38.6/78.3

자료출처; DME Handbook

하는 방법)에 의한 DME연료 전환방법이 시장을 주도할 것으로 예상되며, DME연료는 에너지원의 확보 및 환경오염 개선을 위한 정부의 정책의지에 따라 연료로서 시장수요를 창출할 것으로 예상되고 있으나, 2010년 아시아에서의 DME연료 시장수요는 연간 3,860만톤으로 예상하며, 2020년에는 7,830만톤으로 증가할 것으로 전망하고 있다(표 6 참조).

최근 많은 관심을 지닌 GTL의 하나인 FT(Fischer-Tropsch) 오일이나 DME 연료 모두 장단점을 지니고 있고, 분진, 질소산화물, 일산화탄소, 알데하이드 등 공해 물질을 매우 적게 배출하는 친환경 연료임이 분명하다. 더불어 원유를 대체하는 에너지로서 역할을 충분히 할 에너지이다. 어느 것을 선택하여 기술개발을 추진하는 것이 좋으나의 고민도 중요하지만 이들을 수행하기 위해 필요한 전제조건을 얼마나 충족시킬 수 있는지가 더 중요하다. 고도의 기술 축적이 되어 기술 licensing할 수 있는지? 국가적인 차원에서 전략적 추진이 이루어지고 있는지?, 대규모 R&D 수행 가능한 인적 및 물적 자원 확보하여 추진할 수 있는지?, 수천억원 이상 투자하여 공장 설립 및 OI과의 경쟁에서 10년 이상 지탱할 수 있는지?, 가스전을 보유 하고 있는지?를 판단하여 추진하

는 것이 바람직할 것이다. 천연가스로부터 전환되는 FT 오일과 DME 연료 전환의 기술개발이 서로 다른 회사에서 많이 이루어지고 있어 서로 경쟁 관계로만 비춰질 수도 있지만 현재 여러 나라에서 두 연료의 필요성을 제기하고 있고 실제적으로 그 나라의 실정에 맞추어 추진하고 있는 것도 사실이다. 우리나라도 에너지 기술개발의 정책이 상호 이해관계에 의해서 좌우되어서 안 될 것이며, 에너지정책의 큰 그림에서 원유 의존도, 원유 자주율, 중동 의존도, 플랜트 수출 등을 고려하여 개발이 하루 빨리 이루어져야 할 것이다.

※ 본 원고는 저자 개인의 생각으로 작성되었으며 가스공사의 정책방향과 다를 수 있습니다.

참고문헌

1. 제 1, 2회 IDA DME conference 자료.
2. 제 1, 2, 3회 Asia DME conference 자료.
3. 2006년 가스연맹 여름호 자료.
4. 2007 World GTL Summit 자료.
5. 206년 DME Handbook (Japan DME Forum 출판).