

2D6) DME를 이용한 경유자동차의 유해대기오염물질 배출 특성 연구

A Study on Hazardous Air Pollutant Emissions From Diesel Engines Utilizing DME Fuel

서충열 · 박순철 · 이종태 · 박정민 · 강대일 · 임윤석 · 동종인¹⁾

국립환경과학원 교통환경연구소 ¹⁾서울시립대학교

1. 서 론

합성가스로부터 생산되는 DME(Dimethyl Ether)는 천연가스, 석탄, 바이오매스(Biomass)를 통하여 얻어질 수 있다. DME는 디젤기관 대체연료로써 세탄가가 높아서 디젤 사이클 운전이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 본 연구에서는 디젤엔진의 구조 변경 없이 연료공급 장치만을 변형한 차량을 이용하여 DME의 배출가스 특성을 저유황경유(Low Sulfur Diesel), 초저유황경유(Ultra Low Sulfur Diesel)와 비교하여 살펴보고자 하였다. 또한 신종 경유의 도입과 관련하여, 이들 연료에 대한 배출가스 중 규제물질과 유해대기오염물질(HAPs) 중 알데히드를 분석하여 그 배출량과 환경성 평가를 하여 신종 경유에 대한 기술적인 기초자료를 확보하였다.

2. 실험방법 및 시험연료

2.1 시험차량

DME연료는 액화상태로 공급되므로, 연료공급 장치를 변형한 시험용 차량을 한국에너지기술연구원으로부터 제공받아 사용하였고 이 차량을 이용하여 DME, 저유황경유, 초저유황경유를 각각 주입하여 이들 연료를 비교 평가 하였다.

2.2 시험연료

시험차량에 사용된 연료는 저유황경유, 초저유황경유, DME를 사용하였다. 저유황경유는 시중에 공급되는 하절기용 경유를 사용하였고, 초저유황경유는 2004년 10월부터 국내에 공급되는 황함량이 30ppm 이하인 것을 사용하였다. DME는 국내에서 생산되는 연료를 사용하였다.

2.3 시험모드

배출가스 시험모드는 미국 CARB에서 개발한 FTP-75모드로서 대기환경보전법에서 규정하고 있는 제자자동차 배출가스 인증시험모드인 CVS-75모드를 사용하여 규제물질에 대해 측정·분석하였다. CVS-75모드는 총 3단계로 구분되어 있으며, 1단계는 저온시동단계로서 505초 동안 운전되며, 2단계는 저온시동의 안정화단계로 865초 동안 운전된다. 2단계가 끝나면 10분 동안 엔진을 정지시킨 후 3단계인 고온운전 조건에서 505초 동안 운전된다.

3. 결과 및 고찰

CO발생원인은 실린더간의 혼합기 불균일성, 저온시동시 농후한 연료공급 등을 들 수 있다. 3회 실험을 통하여 얻은 배출량은 DME>ULSD=LSD순 이었으며 DME에 비해 저유황경유, 초저유황경유는 각각 37%, 43% 적게 나타나는 것으로 조사되었다. 그림 1에서 CO의 실험결과를 나타내었다. 결과에 대한 원인은 DME의 경우 유험성과 밀도가 다른 경유 연료에 비하여 낮은 관계로 연료공급계통의 구조 변경 없이 경유와 같은 분사압을 나타내지 못한다. 따라서 현재 commonrail용 고압분사연료공급펌프를 추가적으로 이용, 시험차량에 적용하였기 때문에 다른 경유들 보다 높은 압에 의해서 엔진으로 공급되어 DME의 CO농도 값이 높게 나온 것으로 생각되어진다.

HC는 연료의 연소가 이루어지지 않은 상태로 배출되거나 차량의 엔진 피스톤내부의 구조상의 문제로 화염이 연소실벽에 접근함에 따라 화염이 꺼지는 소염층으로 인하여 발생한다. 3회 실험을 통하여 얻은 결과는 ULSD>LSD>DME 이었으며 DME는 저유황경유에 대비하여 59% 감소하게 되었고 초저황경유에는 58% 줄었다. 초저황경유 및 저유황경유 비교시 초저황경유가 2%줄어든 것으로 보아 저유황경유와 초저황경유에서는 크게 차이가 없는 것으로 판단되었다.

NOx는 자동차배출가스 중 연소온도에 의해서 발생량이 결정되는 경우가 많은 요소 중 하나이다. 또한 경유를 사용하는 자동차의 경우 NOx의 저감이 배출가스대책의 주된 목적이기도 하다. 자기 발화온도가 낮은 DME의 경우 3회 실험을 통하여 얻은 결과는 LSD>ULSD>DME 순의 농도값을 나타내었으며 DME는 저유황경유에 비하여 37%정도가 감소하였고 초저황경유에 의해서는 저유황경유에 대비하여 4% 감소한 결과를 나타내었다.

알데히드는 Formaldehyde, Acetaldehyde, Acrolein에 대해서 분석 하였으며 각각의 연료 특성상 DME는 Formaldehyde, 초저황경유는 Acetaldehyde, 저유황경유에서는 Acrolein이 가장 많이 배출되었다. DME를 기준으로 Formaldehyde의 경우 저유황경유, 초저황경유에 비하여 12%, 27%가 증가 하였으며 Acetaldehyde는 저유황경유, 초저황경유에서 72%, 86%가 DME보다 증가하였다. Acrolein의 경우 저유황경유, 초저황경유에서 33%, 30%가 DME보다 증가하였다. 알데히드의 총발생총량은 LSD>DME>ULSD순으로 나타났다.

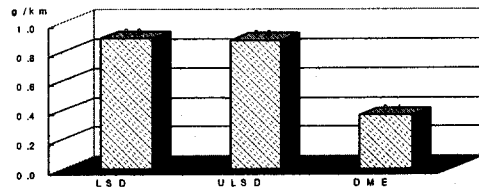


Fig. 1. The test result of HC

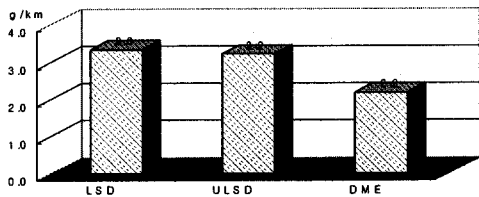


Fig. 2. The test result of NOx

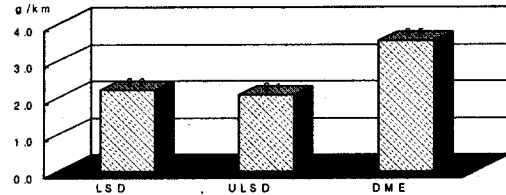


Fig. 3. The test result of CO

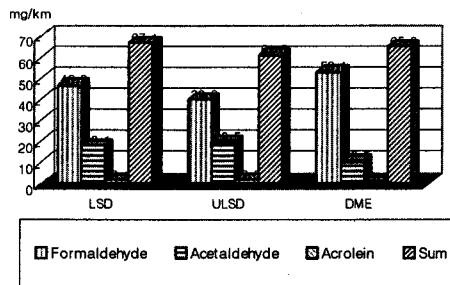


Fig. 4. Comparison of aldehydes emission rate test result for the LSD, ULSD, DME

참 고 문 헌

- The Reaction of Dimethyl Ether : High Temperature Pyrolysis and Oxidation in Flow Reaction S.L
Fisher, F.L. Dryer Chemical Kinetics pp. 1~23, June 2000
- Effective utilization of remote coal through dimethyl ether synthesis Y. Adachi, M. Komoto FUEL
229~234, 2000
- 국립환경연구원, "경유유형에 따른 배출가스 특성 연구," 2004