Transactions of KSAE, Vol. 14, No. 4, pp.84-91 (2006)

Copyright © 2006 KSAE
1225-6382/2006/082-11

DME를 연료로 하는 커먼레일 디젤 엔진의 연소와 배기 특성에 미치는 분사압력과 EGR의 영향

정 재 우* · 강 정 호 · 이 성 만 · 김 현 철 · 강 우

자동차부품연구원 첨단동력/IT 종합연구센터

Effects of the EGR and Injection Pressure on the Combustion and Emission Characteristics of DME Commonrail Diesel Engine

Jaewoo Chung · Jungho Kang · Sungman Lee · Hyunchul Kim · Woo Kang

Advanced Power & IT Research Center, KATECH, 74 Yongjeong-ri, Pungse-myeon, Cheonan-si, Chungnam 330-912, Korea

(Received 29 November 2005 / Accepted 15 March 2006)

Abstract : In this study, the effect of EGR and fuel injection pressure on the characteristics of combustion and emission performance of the common-rail diesel engine is investigated using DME fuel as a smoke-free alternative fuel. Because the heating value and density of DME fuel are lower than those of diesel fuel, the injection duration of the DME engine is relatively longer than the injection duration of the diesel engine with the same injection pressure. However, the higher injection pressure can shorten the injection duration for the DME engine. Although the smoke level of the DME engine is much lower than that of the diesel engine, the NOx is at a level similar to that of the diesel engine. As a proposed solution for this, the EGR technique is empirically applied to the DME engine.

In the experiments, the injection pressure was changed from 200bar to 400bar, and the EGR rate was limited under 40%. With the same injection timing and fuel amount, the experiment results indicated that the increase of injection pressure led to the increase of IMEP while decreasing HC and CO emissions. However, the NOx emission tends to increase as the injection pressure becomes higher. On the other hand, as the EGR rate was increased, NOx emission and A/F were reduced while the HC and CO emissions were increased. Because HC and CO emissions have the critical A/F point where the emissions of HC and CO are rapidly increased, it is proposed that the EGR rate must be limited under the critical EGR rate.

Key words : DME fuel(Dimethyl Ether Fuel), EGR(배기재순환), A/F(공기연료혼합비), Injection pressure(분사압력)

1. 서 론

전 세계적으로 지구온난화에 대응하기 위한 친환경 자동차의 실현을 위해 자동차 연비규제가 강화됨에 따라 중단기적으로는 가솔린자동차에 비하여 CO_2배출량이 30% 이상 적게 배출되는 고효율 경유 디젤엔진 탑재차량에 대한 관심과 수요가 증가되고 있는 추세이다. 그러나 디젤차량은 연료소비율이 적어 온실가스물질인 CO_2 배출량이 적은 반면에 인체에 극히 해로운 PM(입자상물질)과 NOx의 배출이 다른 연료를 사용하는 차량보다 많아, 유해배출가스를 효과적으로 저감할 수 있는 후처리기술이나 경유 대체연료 개발의 필요성이 시급히 제기되고 있는 실정이다.

최근 국내에서도 고효율 생산기술 개발에 관한

*Corresponding author, E-mail: jwchung@katech.re.kr

관심의 증대와 관련 연구가 진행되고 있어, 대량 생산의 가능성이 높아지고 있는 DME(Dimethyl Ether)는 함산소 연료로서,[1,2] 스모크 발생이 극히 적어 디젤엔진에 사용 가능한 경유 대체연료로서 주목받고 있다. 이러한 연료 특성을 바탕으로 하여 국내외적으로 DME 연료를 사용하는 압축착화방식의 엔진 개발을 위한 다양한 연구가 추진 중에 있다.[3-9] 특히 연료 특성과 압축착화 연소에 적합한 연료공급계의 개선과 배기가스의 추가 저감등이 중요한 기술과제로 남아있으며, 이에 관한 많은 연구가 국내외적으로 추진되고 있다.[4-6]

따라서 본 연구에서는 현재 디젤 엔진에서 각광받고 있는 전자제어식 인젝터와 커먼레일 분사시스템을 DME 디젤 엔진에 적용하여 IMEP 및 배기 성능에 미치는 분사압력의 영향을 파악하였으며, EGR(Exhaust gas recirculation)이 DME 연소에 미치는 영향을 파악하여 추후 DME엔진의 실용화에 필요한 기본적인 특성을 제공하고자 하였다.

2. 실험 장치 및 실험방법

2.1 엔진실험장치

엔진 실험장치의 주요 구성은 단기통 엔진(Korea Engine tech), 동력계(AVL, AC 126kW), 배기분석계(Horiba Mexa 9100D), 분사제어용 소프트웨어와 인젝터 드라이버(Tems, TDA3200H) 및 데이터 취득시스템, 각종 센서류 등으로 구성되어 있으며, 엔진제원과 엔진의 사진을 각각 Table 1과 Photo. 1에 나타내었다.

실험엔진에는 연소실 내부 압력측정을 위하여 Piezo electric 형의 압력센서(Kistler, 6051B1)를 실린더헤드에 부착하였으며, 센서신호의 보정을 위하여 흡기관 내부에 Piezo-resistive 형의 압력센서(Kistler, 4045A2)를 부착하였다.

2.2 연료계공급계의 구성

DME 연료는 연료내에 34.8%의 산소를 가진 함산소연료로 PM을 발생시키지 않는 특성을 가지고 있으며, 기존 디젤 연료에 비해 액체밀도가 약 80%, 저위발열량은 디젤대비 약 70% 정도이다. 또한 플라스틱재질에 대한 부식성이 강하므로,[11] 이러한 연료 특성을 고려하여 연료계의 제작이 수행되었다.

Table 1 Specifications of a test engine

Engine type	Single cylinder
Fuel type	DME
Bore × Stroke	102 × 100(mm)
Number of intake valve	2(/cylinder)
Compression ratio	17.8
Fuel supply system (pump)	Electric commmon-rail injection (In-line PE)
Nozzle hole × dia.	6 × φ0.5(mm)
Injection pressure	<400bar
Injection timing	BTDC 15°
Intake charging	W/O
EGR	With

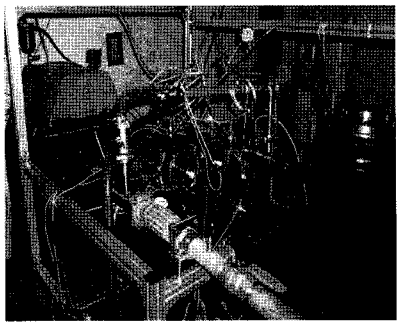


Photo. 1 Photograph of a test engine

다음의 Table 2에 디젤 대비 DME의 주요 물성치를 나타내었다. 이상의 DME와 디젤의 연료 특성을 고려하여, DME 연료가 디젤과 동등한 연료에너지를 얻기 위해서는 이론상 약 1.8배의 체적이 필요하다. 따라서 기존 커먼레일용 고압인젝터의 홀 직경을 기존의 경우(5hole, φ0.168mm)보다 큰 φ0.5mm(5 hole)로 확대 가공하였다.

DME 연료는 특성상 상온에서 5bar 이상 가압되어야 액상으로 존재하기 때문에 상용 디젤 차량의 플런저 펌프로 DME 연료를 상시 액상으로 공급하기 위하여 Feeding용 연료공급장치를 별도로 제작하였으며, 전체 연료공급시스템의 개략도를 Fig. 1에 나타내었다. Feeding용 펌프는 DME의 누설방지를 위해 다이어프램 방식을 채택하였다. Feeding용 연료공급장치에는 공급연료와 리턴된 연료의 연료온도를 컨트롤 할 수 있도록 열교환기가 설치되어 있으며, 연료라인에 사용된 각종밸브들의 실링 재질도 DME에 충분히 견딜 수 있는 내화학성 재질들

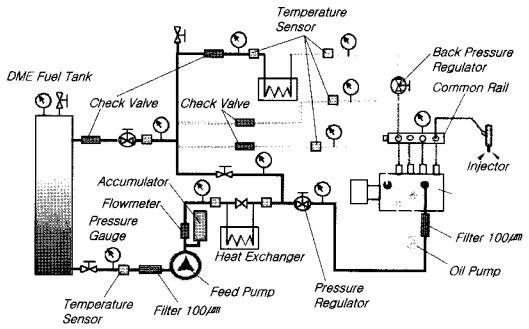


Fig. 1 Schematic of DME fuel supply system

Table 2 Properties of diesel and DME fuel

	Diesel	DME
Chemical formula	$C_{16}H_{34}$	CH_3OCH_3
Oxygen content (wt %)	0	34.8
Boiling point (°C, 1atm)	180 - 370	-25.1
Liquid density (Kg/m^3, 20°C, 2MPa)	824	668
Bulk modulus (N/mm^2, 20°C, 2MPa)	1549	553
Vapor Pressure (MPa, 20°C)	-	0.51
Critical pressure (MPa)	-	5.37
Critical temp. (°C)	-	127
Autoignition temp. (°C)	250	235
Cetane number	40 - 55	55 - 60
Lower calorific value (Kcal/Kg)	10000	6900

이 선정되었다. 그리고 연료자체의 낮은 윤활성 문제를 보완하기 위하여 DME 연료에 윤활성향상제로 Hitec 4140 모델을 750ppm 첨가하였다.

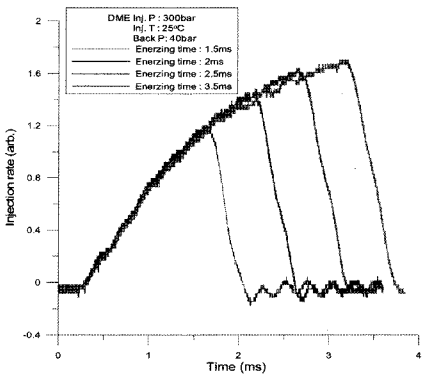
본 실험에서는 일정 분사압력에서 연료 분사량은 인젝터의 통전시간에 의하여 결정하였으며, DME 인젝터의 분사율 실험(Zeuch법)을 통하여 분사율 특성과 통전시간에 대한 분사량을 측정하여, 엔진 실험 시 연료량 공급기준으로 설정하였다.

실험 시 DME의 연료 공급압은 200, 300, 400, 500bar로 변화시켜 측정하였으며, Fig. 2의 (a)와 (b)에서는 각각 분사압력 300bar에서의 DME 연료의 분사율 곡선과 분사율 실험결과 측정된 각 분사압력에서의 인젝터 통전시간에 대한 분사 연료량 선도를 보여주고 있다.

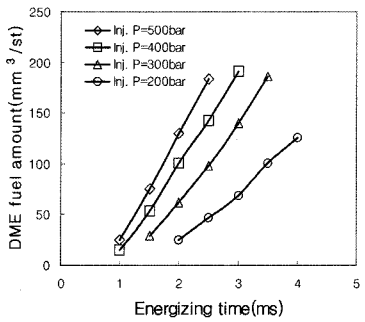
2.3 엔진실험조건

단기통 엔진 실험조건을 Table 3에 나타내었다.

엔진의 IMEP 범위(연료량조건)는 승용디젤 엔진



(a) Examples of injection fuel rates of a DME injector(injection pressure =300bar)



(b) Injector energizing time vs. DME fuel amount

Fig. 2 Results of Injection amount and rate tests

의 주요한 배기 시험구간에 근사하도록 선정하였으며, 분사시기는 미리 분사시기에 대한 연소 및 배기 측정실험을 통하여 BTDC 15도로 결정되었다. EGR 율 변경시의 EGR 장치구성은 Fig. 3에 나타내었다. EGR율은 흡기관과 배기관의 연결 통로 상에 있는 EGR밸브의 개폐를 통하여 조절하였으며, EGR 밸브만으로 더 이상의 EGR율의 증가가 불가능한 경우는 배기관의 배압을 증가시켜 EGR율을 조절하였다. 실험시의 EGR율의 측정은 배기분석기를 통한 흡기관중의 CO_2 농도와 배기가스중의 CO_2농도의 비율을 이용하여 계산하였으며, 다음의 식 (1)에 계산식을 제시하였다.

$$EGR(\%) = \frac{CO_{2(int)} - CO_{2(amb)}}{CO_{2(exh)} - CO_{2(amb)}} \times 100 \qquad (1)$$

여기서, 첨자 int : 흡기관내 농도

첨자 exh : 배기관내 농도

첨자 amb : 대기 중 농도

Table 3 Engine test conditions

RPM	1400rpm
Injection timing	BTDC 15
IMEP	< 10 bar
Injection pressure	200bar , 300bar(standard), 400bar
Injection fuel amount	8.9, 17.9, 26.8, 53.6, 71.5mm^3/st
EGR	< 40% (egr gas temp ~30°C) (Fuel amount conditions =17.9, 26.8mm^3/st)

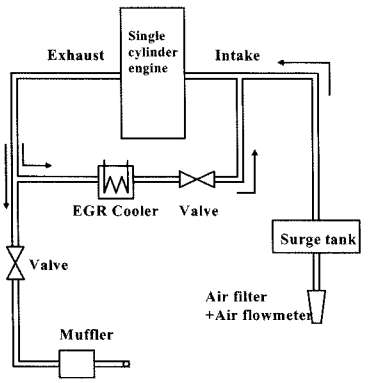


Fig. 3 Schematic of EGR system

또한 EGR 가스는 EGR cooler에 냉각수를 순환시켜 가능한 대기온도에 근접하도록 조정하였다. EGR cooler를 통과 후의 가스온도는 모든 실험조건에서 최대 40°C이하(EGR율 40% 기준)였으며, 중점 실험조건(EGR율 30%이하)에서는 25°C정도였다.

실험결과의 정리측면에서는 공기-연료 혼합비(이하 A/F)에 대한 배기측정결과를 제시하였으며, 이는 추후 EGR 및 과급의 제어를 위한 기본 특성의 파악을 위하여 필요하였다. 본 연구에서의 A/F는 DME의 연료조성을 고려하여 배기가스로부터 계산되었다.[12]

디젤엔진의 경우 일정 A/F 이하에서 연료공기혼합기가 농후해짐에 따라 스모크가 급격히 증대되는 것이 일반적이며, 따라서 EGR율 및 과급압의 결정시에 A/F에 대한 스모크 또는 배기 특성은 매우 중요한 기준 조건이 될 수 있다. 이와 마찬가지로 DME 연료를 사용하는 경우 A/F에 대한 Smoke의 급격한 변화는 존재하지 않으나, A/F에 따라 HC 및 CO 배출의 급격한 증가가 예상되었으며, 이는 DME 엔진의 A/F 제한 요인이 되어, 결과적으로 DME 엔진의 EGR율 및 과급압 설정의 적용기준으로 활용이 가능할 것으로 기대되었다.

EGR의 경우 과대한 연료량에서의 EGR의 적용은 과농 A/F 효과를 불러와 그 특성 파악에 혼선을 초래할 수 있으므로, 비교적 희박한 두 가지 연료량 조건(17.9mm^3/st 및 26.8mm^3/st)에서만 실험을 수행하였다.

3. 실험결과 및 논의

3.1 분사압력의 영향

DME 엔진은 전술하였듯이, 디젤연료를 사용하는 경우와 동일한 연료열량을 공급하기 위하여 좀 더 많은 연료량을 제공하여야 하므로, 동일분사압력이거나 좀더 낮은 분사압력에서는 분사기간의 상대적인 증가를 초래하며, 결과적으로 연소효율을 저해하는 요인이 될 수 있다. 따라서 이의 해결을 위하여서는 인젝터에 대한 최적 설계가 선행되어야 하겠으나, 이와는 별도로 분사압력의 증대를 통한 분사기간의 감소(Fig. 4) 또한 하나의 방법이 될 수 있다. 이와 함께 좀더 높은 분사압력은 분무상태를 개선하여 연소에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 장점도 가지고 있다. Fig. 4의 각 선도내의 마크는 동일 연료량 조건을 나타내고 있으며, 분사압력의 증가에 따라 동일연료량의 분사를 위하여 통전시간의 감소가 이루어지며, 따라서 이에 따른 분사기간의 감소가 가능함을 보여주고 있다.

그러나 분사압력의 증대는 연료펌프의 구동 마력의 증가와 함께 연소실 내부 압력 및 NOx의 증가를 초래할 수 있으므로, 연소 성능의 고찰을 통하여 상황에 적합한 분사압력을 설정하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 DME 연료의 분사압력을 200bar, 300bar, 400bar로 변화시켜나가면서 그 연소특성과 동력 및 배기 특성을 검토하여 최적한 분사압력의 선정에 관한 기본 특성을 제시하고자 하였다.

Fig. 5에서는 분사압력의 증가에 따른 동일 연료량에서의 IMEP와 배기온도 특성을 보여주고 있다.

Fig. 5에 나타낸 실험결과는 분사압력의 증가와 함께 연소 효율의 증진효과를 가져옴으로서, IMEP의 증가현상을 나타내고 있으며, 분사량의 증가에 따라 그 차이가 커지는 것을 보여주고 있다. 이와 함께 분사압력의 증가시 배기 온도가 저감되는 효과

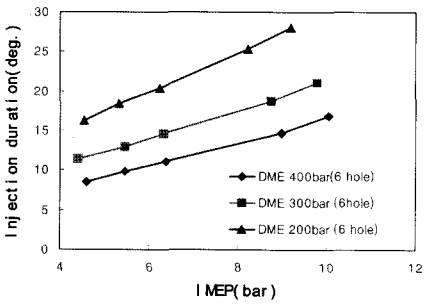
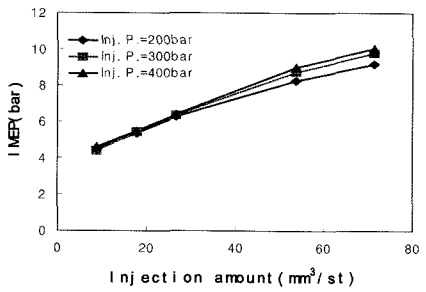
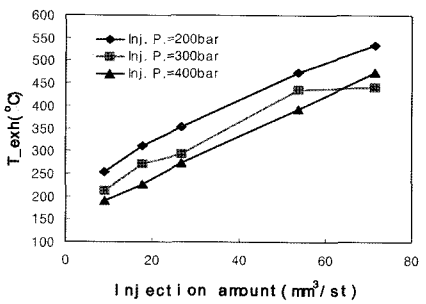


Fig. 4 Injection duration according to injection pressure (at 1400rpm)



(a) injection amount vs. IMEP



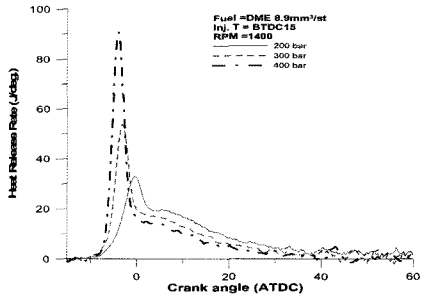
(b) injection amount vs. T_exh

Fig. 5 Effects of injection pressure on the IMEP and Exhaust temperature (at 1400rpm)

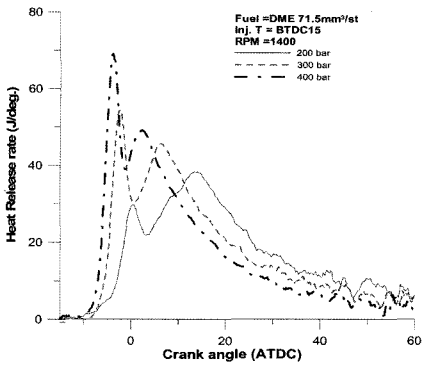
가 있음을 보여주고 있다.

분사압력 변화에 대한 열발생율 특성을 Fig. 6에 제시하였으며, 분사압력 변화 시 열발생율 특성은 연료량이 적은 경우 비교적 분사기간에 큰 차이가 없으므로 초기 연소 즉, 예혼합연소구간에 주로 큰 영향을 미치는 것을 볼 수 있으나, 연료량이 많아지는 경우 분사기간의 차이가 점점 증대되어 예혼합 연소구간 뿐 아니라, 확산연소구간에도 많은 영향을 미치는 것을 볼 수 있다.

압축착화연소방식에서 동력성능은 주로 확산연



(a) DME fuel amount =8.9 mm³/st



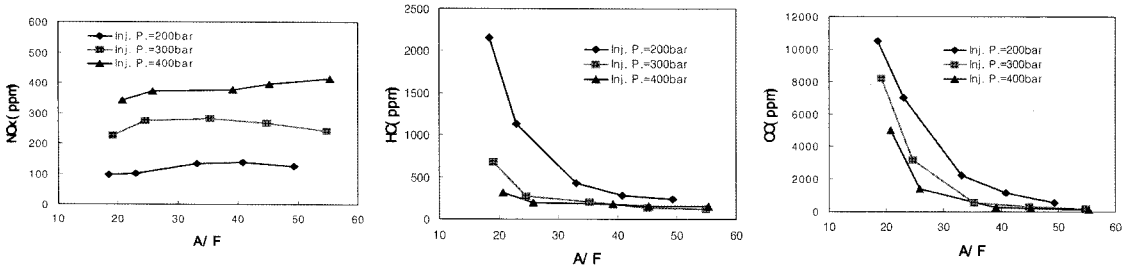
(b) DME fuel amount=71.5mm³/st

Fig. 6 Heat release rate with increase of injection pressure

소구간의 영향이 지배적이라는 측면으로부터, 고부하 구간 또는 고속구간에서는 분사압력의 증가가 IMEP 성능의 개선에 적절할 것으로 생각되었다.

Fig. 7에는 분사압력의 증가에 따른 배출가스변화추이를 A/F에 따라 나타내었다. 본 결과에서의 A/F는 배기분석을 기초로 하였으며, 동일연료량 분사조건에서 A/F에 약간의 변화가 발생되었다. 그러나 A/F에 대한 배기가스의 발생 특성 추이는 가늠이 가능할 것으로 생각되었다. Fig. 7에서 분사압력의 증가는 NOx배출량의 증대를 초래하고 있으나, HC 및 CO의 경우는 그 배출량을 줄이는 효과가 있음을 알 수 있다.

특히 본 실험에서의 DME엔진은 A/F의 증가에 따라 NOx는 거의 일정하게 배출되는 반면 HC와 CO의 경우 특정한 A/F구간 즉, A/F가 약 30을 전후하여 급격히 증가되는 경향을 나타내고 있으며, 분사압력의 증가에 따라 이러한 A/F범위를 희박하게 유지시켜주기 위한 과급의 부담을 줄일 수 있을 것으로 생각되었다.

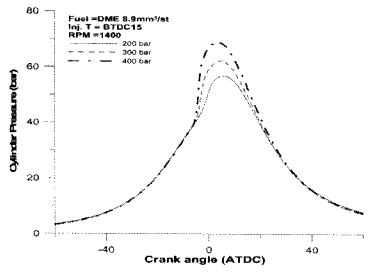


(a) NOx emission according to the increase of injection pressure

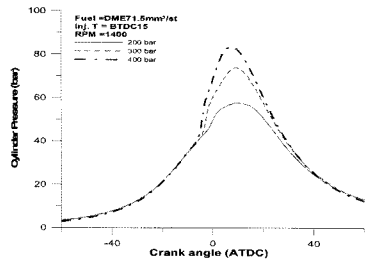
(b) HC emission according to the increase of injection pressure

(c) CO emission according to the increase of injection pressure

Fig. 7 Effects of injection pressure on the exhaust gas performance of a DME engine(at 1400rpm)



(a) DME fuel amount = 8.9mm^3/st



(b) DME fuel amount =71.5mm^3/st

Fig. 8 Effects of injection pressure on the cylinder pressure of a DME engine(at 1400rpm)

Fig. 8은 동일분사시기(BTDC15°)에서의 분사압력의 증대에 따른 연소실 압력의 변화를 나타내고 있다. 실험결과 분사압력의 증가에 따라 연소압력의 증가현상이 나타나는 것을 확인하였다. 이는 Fig. 7에 나타낸 A/F에 대한 HC 및 CO의 발생특성을 고려하여, 연료량 증가 시에 한계 A/F를 고정시키고자 과급을 적용하는 경우, 분사압력의 증대는 연소실 내 내부압력의 증가에 따른 엔진의 기계적인 부하가 증대될 수 있음을 예상케 하였다.

따라서 분사시기의 조정이 없는 분사압력의 증가는 연소효율의 증진과 HC 및 CO의 발생이 급격하게 증가되는 한계 A/F의 농후화에 따른 무과급 운전범위의 확장을 기대할 수 있으나, NOx발생 및 연소압력의 증가를 초래하는 단점을 초래하므로 이러한 장점과 단점사이의 적절한 매칭이 필요함을 알 수 있다.

3.2 EGR(exhaust gas recirculation)효과

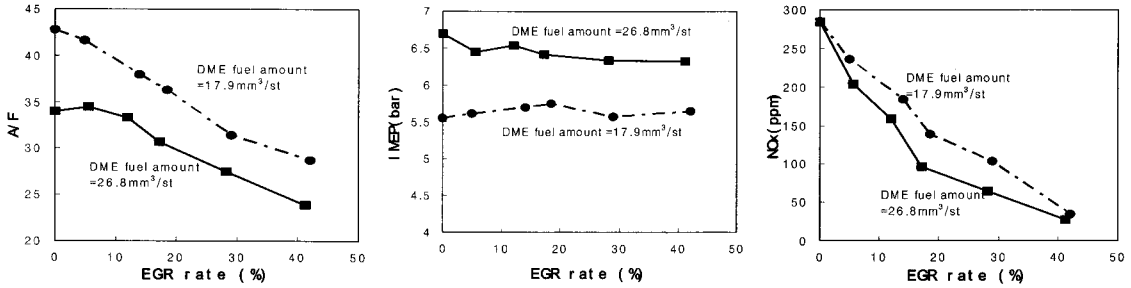
본 연구에서는 분사압력의 증가에 대한 배기가스의 특성과 연소압력의 증가 특성을 고려하여, 분사압력 300bar를 기준으로 하여, EGR율 변화 실험을 진행하였다.

EGR은 배기가스의 재순환을 통하여 결과적으로 연소온도의 저감과 이에 따른 NOx의 생성을 억제하는 기술이나, 한편으로는 새로운 공기 즉, 신기의 유입을 저하시켜 A/F를 농후하게 함으로서, HC및 CO의 발생에 악영향을 미칠 수 있으므로, 최적의 EGR에 대한 적정 범위와 적정 EGR에 대한 기준을 고찰하여볼 필요가 있다.

이와 함께 EGR의 적용이 NOx 이외의 배기가스 즉, CO와 HC에 미치는 영향 또한 고찰이 필요하다. 만약 공급 연료량에 따른 A/F 변화 시의 HC 및 CO의 배출 특성과 EGR적용에 의한 A/F변화시의 HC 및 CO의 변화 추이가 다르다면, EGR 적용시의 HC 및 CO발생과 A/F와의 새로운 상관관계 또는 한계 A/F에 대한 새로운 기준이 필요할 수 있다.

따라서 본 실험에서는 EGR율에 의한 A/F변화와 연료량 변화에 의한 A/F 변화시의 NOx, CO, HC의 배출 특성에 얼마나 많은 차이가 있는 지를 확인하기 위하여 비교 또한 수행하여보았다.

이러한 실험 시에는 EGR이 적용되지 않은 상태의 연료량 변화(Table 2 참조)에 대한 실험을 수행하여, 각종 배기가스성분을 측정하고, 이로부터 A/F를



(a) A/F according to the increase of EGR rate (b) IMEP according to the increase of EGR rate (c) NOxaccording to the increase of EGR rate

Fig. 9 A/F, IMEP and NOx emission versus EGR rate at the fuel amount of 17.9 and 26.8mm^3/st

계산하였으며, 이와 별도로 두 가지 연료량 조건에 대한 EGR율 변화실험(EGR율 0% - 약 40%)을 수행하여 각각의 경우에 대한 배기가스성분의 측정과 A/F의 계산을 수행하였다.

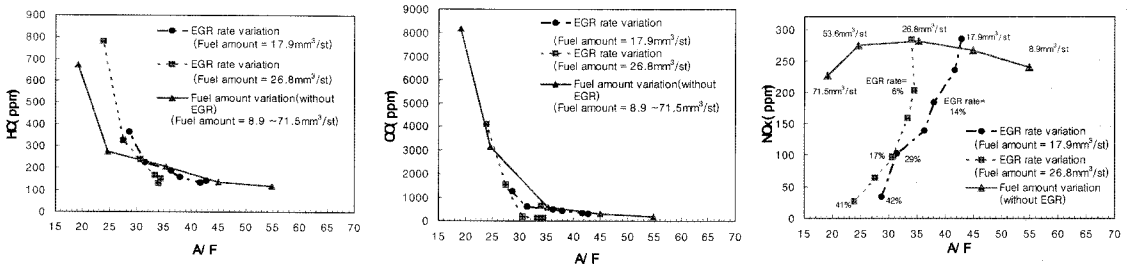
연료량 변화실험시(연료량 8.9, 17.9, 26.8, 53.6, 71.5mm^3/st)의 A/F와 EGR 변화실험시의 연료량(연료량 17.9, 26.8mm^3/st) 조건에서 EGR이 적용되지 않은 경우의 A/F 차이는 4.7%이내에 존재하였다. 본 실험에서의 EGR 가스는 냉각수를 사용하여 냉각을 수행하였으며, 이를 통하여 EGR가스의 온도는 약 25°C정도(EGR율 30% 기준) 로 유지되었다.

DME 연료를 사용한 경우에도 EGR율이 높아질수록 A/F는 점점 농후하여지는 것을 확인할 수 있으며(Fig. 9의 (a)), EGR이 적용되지 않은 경우에서의 IMEP에 대하여 EGR율이 40% 정도까지 변화하는 동안 연료량 17.9mm^3/st의 경우 최대 3.5%,연료량 26.8mm^3/st에서는 최대 5.5%정도의 IMEP 변화를 나타내었다(Fig. 9의 (b)). 이러한 IMEP 변화 범위내에서 NOx는 EGR을 적용함으로서 EGR을 적용하지 않은 경우에 대하여 10%정도만이 발생되는 것을 확인할 수 있다(Fig. 9의 (c)).

EGR변화시와 연료량 변화시의 A/F에 대한 배출가스 특성은 Fig. 10에 나타내었다. Fig. 10의 (a)와 (b)에 나타낸 것처럼 EGR율의 증가에 의한 A/F저감시 A/F는 32근방까지의 희박한 영역에서는 연료량 변화에 의한 A/F와 CO, HC 발생특성의 기준 선도를 비교적 유사하게 추종하는 것을 확인할 수 있었다.

이는 EGR가스온도가 매우 낮은 본 실험조건으로부터, EGR가스가 연료액적의 기화촉진보다는 연소온도의 저감에 좀더 영향을 미친 것으로 판단되며, 이 경우 EGR의 적정율 설정 기준은 CO와 HC의 배출량에 의하여 정하여 질 수 있음을 유추하게 하였다. 한편으로 이때의 기준 A/F는 약 32정도였다.

이러한 A/F 조건(A/F=32)에서, 연료량이 비교적 적은 경우인 17.9mm^3/st에서는 A/F에 대한 HC와 CO의 상관관계를 고려하여, EGR율을 30%정도까지 그리고 연료량이 많았던 경우인 26.8mm^3/st에서는 EGR율을 약 20%정도까지 적용하는 것이 적당한 것으로 보이며, 이때의 NOx 배출량은 EGR을 적용하지 않은 경우(약 280ppm)에 비하여, EGR을 적용한 경우는 약 100ppm으로서, 60%의 정도의 NOx 배출 저감 특성을 나타내었다.



(a) Comparison of HC emission according to A/F variation (b) Comparison of CO emission according to A/F variation (c) Comparison of NOx emission according to A/F variation

Fig. 10 Effects of A/F on the HC, CO and NOx emissions at the variation of EGR rate and fuel amount

4. 결 론

본 연구에서는 커먼레일과 전자제어 인젝터를 사용하는 단기통엔진에 DME연료를 적용하여, 연소실험을 수행하였다.

실험 시의 주요 고찰대상은 분사압력의 변화(200, 300, 400bar)와 EGR율의 변화(최대 40%)였으며, EGR가스의 온도는 EGR cooler를 적용하여, 가능한 한 흡기온도와 큰 차이가 없도록 조정하였다. 또한 연료분사량은 전자제어 인젝터의 분사율 및 분사량 실험을 통하여 인젝터 분사압력마다의 통전시간에 대한 연료분사량을 데이터베이스화하여, 이를 기초로 조정하였다.

이상과 같은 엔진실험을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1) DME 연료의 분사압력 증가를 통하여 동일 분사량(분사율 및 분사량 실험결과기준)에서 IMEP의 증가라는 긍정적인 현상이 나타났으나, 동일 분사시기를 조건으로 하여, 과급 적용에 제한 요인 될 수 있는 연소압력의 증대와 NOx 발생량의 증대라는 부정적인 효과 또한 초래하였다.
2) DME 연소시의 HC와 CO는 A/F의 농후화에 따라 그 발생이 급격히 증가되는 A/F구간이 존재하였으며, 분사압력의 증가는 이러한 HC 및 CO 발생의 급격한 증가가 나타나는 A/F 범위를 좀더 농후한 구간으로 이동시키는 효과를 보여주었다.
3) DME 연소시의 EGR은 NOx의 배출을 저감시키는 효과를 나타내었다. 또한 EGR에 의한 A/F 변화는 연료량 변화에 의한 A/F 변화와 유사하게 HC 및 CO 배출 특성에 영향을 미친다. 따라서 추후 NOx의 저감을 위한 EGR의 적용 정도는 HC와 CO의 A/F에 대한 발생특성을 고려하여 산정하는 것이 타당하다고 생각되었다.
4) 본 실험에서 EGR은 HC와 CO의 특성을 고려하여 A/F가 32보다 희박한 구간 내에서 적용되는 것이 타당한 것으로 판단되었다.

후 기

본 연구는 자동차부품연구원 "한중일 국제공동연구사업"에 의한 지원으로 진행된 연구 중 일부이며, 이에 관계기관에 감사드립니다.

Reference

1) K. W. Jun and H. S. Roh, "DME Manufactoring Technology: State of the Art," Journal of KSAE, Vol.25, No.4, pp.13-16, 2003.
2) J. K. Oh, "Prospect of DME Production Technology and Utilization," Journal of KSAE, Vol.25, No.4, pp.17-26, 2003.
3) Y. J. Lee and Y. K. Kim, "Status of Worldwide DME Engine Vehicle R & D," Journal of KSAE, Vol.25, No.4, pp.27-32, 2003.
4) S.-H. Nam, Y.-J. Lee and Y.-K. Kim, "Effects of EGR Rate on Exhaust Emission Characteristics of DI DME engine," Spring Conference Proceedings, Vol.I, KSAE, pp.435-440, 2002.
5) J. S. Hwang, J. S. Ha and S. Y. No, "Spray Characteristics of DME in Conditions of Common rail Injection System(II)," Int. J. Automotive Technology, Vol.4, No.3, pp.119-124, 2003.
6) W. Choi, J. K. Lee and C. S. Bae, "Combustion Characteristics of Dimethyl Ether(DME) and Diesel Fuel Using a Common-rail Fuel Injection System," Transactions of KSAE, Vol.12, No.6, pp.30-37, 2004.
7) S. Kajitani, Z. L. Chen, M. Konno and K. T. Rhee, "Engine Performance and Exhaust Characteristics of Direct-injection Diesel Engine Operated with DME," SAE 972973, 1997.
8) P. Kapus and H. Ofner, "Development of Fuel injection Equipment and Combustion System for DI Diesel Operated on Dimethyl Ether," SAE 950062, 1995.
9) T. Ikeda, Y. Ohmori, A. Takamura, Y. Sato, L. Jun and T. Kamimoto, "Measurement of the Rate of Multiple Fuel Injection with Diesel Fuel and DME," SAE 2001-01-0527, 2001.
10) H. C. Kim, W. Kang, B. C. Na, J. W. Chung and M. H. Kim, "Simulation of DME Engine for Exhaust Gas Prediction," Fall Conference Proceedings, Vol.I, KSAE, pp.734-751, 2005.
11) S. H. Cho, B. M. Seong, D. Y. Lee and B. H. Lee, "A Study on Measurements and Evaluation of Chemical Durability for DME," Fall Conference Proceedings, Vol.I, KSAE, pp.342-347, 2003.
12) W. M. Silvis, "An Algorithm for Calculating the Air/Fuel Ratio from Exhaust Emissions," SAE 970514, 1997.