

압축착화엔진에서 바이오디젤 연료의 연소 및 배기특성 연구

김정환* · 이용규* · 오승묵*[†] · 이선엽*

Combustion and Emissions Characteristics of Biodiesel in a Compression Ignition Engine

Junghwan Kim*, Yonggyu Lee*, Seungmook Oh*[†], Sunyoup Lee*

환경과 에너지문제를 동시에 해결할 수 있는 방법으로 신재생에너지의 사용은 전 세계적으로 빠르게 증가하고 있다. 수송분야에서도 신재생에너지의 보급은 점진적으로 증가되어 왔으며 앞으로도 꾸준한 증가세를 보일 것으로 예상된다. 우리나라에서 수송분야의 신재생에너지는 바이오디젤 연료가 주도하고 있다. 바이오디젤은 경유를 대체하는 것으로 합산소 연료의 특성으로 인해 일반 경유보다 낮은 공해물질을 발생하며 탄소중립(carbon neutral)이므로 온실가스 규제에도 대응이 가능하다.

본 연구에서는 바이오디젤연료를 압축착화엔진에 사용할 경우 기존 경유와 비교한 연소와 배기 특성에 관한 연구를 수행하였다. 특히, 본 연구에서는 저온연소(low temperature combustion)기술을 적용한 신연소 기술의 결과를 제시하였다[1].

본 연구에 사용된 엔진은 Table 1과 같다. 사용된 엔진의 배기량은 982cc이며 6리터급 6기통 실엔진을 개조하여 한 개의 기통에서만 연소가 일어나도록한 단기통 엔진이다.

Table 1 Engine specifications

Displacement Vol.(cc)	982
Bore X Stroke(mm)	100 x 125
Compression Ratio	17.4
Fuel injection pressure (bar)	1600

전체 실험장치의 구성은 엔진, 연료공급시스템, 과급 및 모사 EGR 공급장치, 배기측정장치 등으로 Fig. 1과 같이 이루어져 있다. 본 연구에서 EGR 공급은 배기가스를 직접 사용하지 않고 이산화탄소(CO₂), 질소(N₂)로 구성된 모사가스를 사용하여 EGR을 구현하였다.

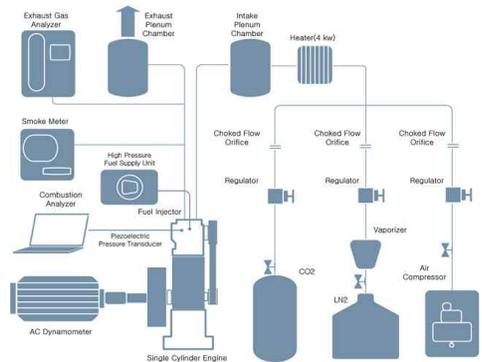


Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup.

Table 2는 본 실험에 사용된 실험 조건을 나타내고 있다. 사용된 연료는 일반 경유와 대두유를 원료로하는 바이오디젤(soybean methyl ether)을 사용하였다. EGR은 산소농도를 기준으로하여 8-19%까지 변경하였다. 과급압은 엔진의 최고 연소내구압력을 고려하여 2.5기압으로 제한하였다.

Table 2 Experimental conditions

Parameters	Values	Units
Fuels	Diesel, Biodiesel	-
Intake pressure(abs.)	1.0-2.5	bars
Intake oxygen conc.	8-19	%
Biodiesel blend rate	0, 40, 60, 80, 100	%
Injection timing	MBT	-
Injection duration	0.788	ms

연소기간(5-50%)과 연소지연(ignition delay)은 Fig.2와 같다. 과급압과 EGR이 증가할수록 연소기간은 길어지며 연소지연기간은 EGR에 따라 민감하게 변화하였다. 높은 과급압은 연소지연을 감소시켜 연소시작을 앞당기지만 전체 연소기간은 증가하는 결과를 보여 주었다.

Fig.3은 디젤과 바이오디젤의 열효율을 나타내고 있다. 도시열효율은 EGR이 증가할수록 연소

* 한국기계연구원 그린동력연구실

[†] 연락처자, mook@kimm.re.kr

TEL : (042)868-7382 FAX : (042)-868-7305

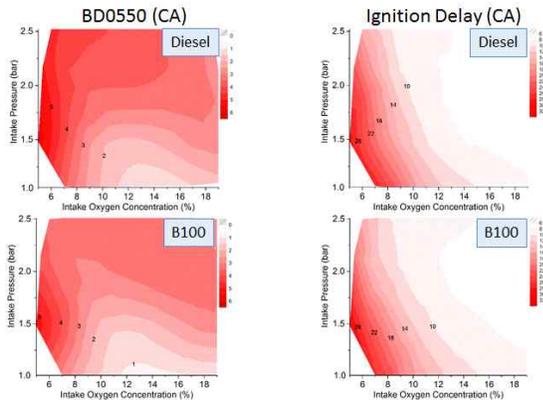


Fig. 2 BD0550 and ignition delay in CA with respect to intake pressure and oxygen concentration for Diesel and B100.

효율의 감소로 인하여 줄어들었다. 과급의 영향을 살펴보면 두 경우 모두 1.5 bar 근처에서 최고 도시효율값을 나타내고 있는데 이것은 다른 연구에서도 유사한 결과를 보여주었다[2]. 전체적으로 바이오디젤이 디젤보다 높은 열효율을 나타내고 있으나 높은 EGR 조건에서는 여전히 빠르게 열효율이 떨어지고 있다.

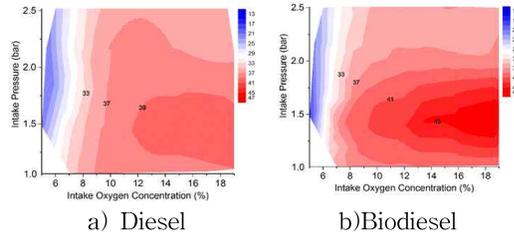


Fig. 3 Thermal efficiency (%) with respect to intake pressure and oxygen concentration for Diesel and B100.

CO와 HC의 경우 Fig.3의 효율 결과로부터 예상할 수 있듯이 높은 EGR 조건에서 증가폭이 두드러지게 나타났으며 바이오디젤이 디젤보다 낮은 값을 보였다. 산소농도 9%이하에서는 불안정한 연소상태를 보였으며 EGR이 과급의 영향을 압도하는 결과가 나타났다.

Fig.4는 Soot과 NO_x 특성을 나타내고 있다. 디젤의 경우 과급압이 증가하면서 Soot의 최대 위치가 낮은 산소농도(높은 EGR)로 이동하고 있는 것을 알 수 있다. Soot이 락 형태로 저 NO_x 영역을 차지하고 있으므로 Soot과 NO_x를 동시에 줄이기 위해서는 낮은 EGR 선택이 필요할 것으로 판단된다. 상대적으로 바이오디젤의 경우에는 매우 낮은 Soot이 발생함에 따라 NO_x 발생을 감소시킬 수 있는 여지가 더 큼을 알 수 있다.

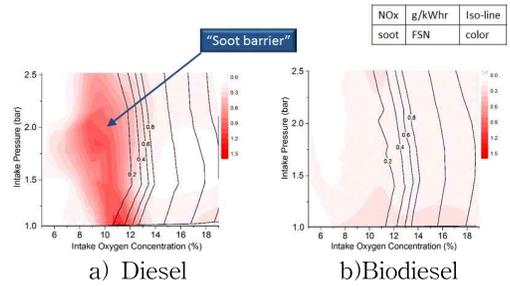


Fig. 4 Soot and NO_x(iso-line with numbers) with respect to intake pressure and oxygen concentration for Diesel and B100.

디젤과 바이오디젤을 혼합한 경우 Soot과 NO_x의 배출특성은 Fig.5와 같이 나타났다. 바이오디젤의 혼합율이 낮은 경우와 높은 경우의 양끝에서 NO_x의 발생량이 크게 나타나므로 중간 영역인 60% 혼합율 정도에서 NO_x가 최소값을 갖는다. 따라서, 바이오디젤 혼합을 통하여 Soot의 발생을 줄일 수 있는 최적 영역이 존재함을 알 수 있다.

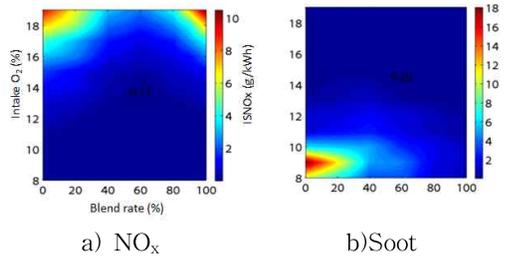


Fig. 5 Soot and NO_x behaviors according to oxygen concentration and blend rate.

후 기

본 연구는 산업통상자원부 산업원천기술개발사업(과제번호 10033444)으로 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] J. KIM, et al., "Experimental Investigation of B20 Combustion and Emissions under Intake Conditions for Low-Temperature Combustion", International Journal of Automotive Technology, Vol. 15, No. 2, 2014, pp. 183-189.
 [2] Colban W, Miles P, Oh S., "Effect of intake pressure on performance and emissions in an automotive diesel engine operating in low temperature combustion regimes", SAE paper 2007-01-4063, 2007.