디젤기관의 고 공회전시 디젤/바이오디젤/에탄올 혼합연료가 연소 및 배기특성에 미치는 영향

천현수*, 갈준총**, 김민수**, 최낙정**†
*전북대학교 산업기술학과(기계공학)
**전북대학교 기계설계공학부
† e-mail: njchoi@jbnu.ac.kr

Influences of diesel/biodiesel/ethanol blends on combustion and emission characteristics in a common rail diesel engine under high idling conditions

Hyeon-Su Cheon*, Jun-Cong Ge**, Min-Soo Kim**, Nag-Jung Choi**†
*Dept. of Industrial Technology (Mechanical Engineering), Jeonbuk National University
**Division of Mechanical Design Engineering, Jeonbuk National University
† e-mail: njchoi@jbnu.ac.kr

압축착화기관에서 바이오 에탄올과 바이오 디젤이 배기가스에 어떤 영향이 있는 실험하였다. 순수한 디젤과 바이오 에탄올 10% 첨가 혼합유, 바이오에탄올10%와 바이오 디젤20% 첨가 혼합유를 실험하였으며 바이오 엔탄올 10% 혼합시 NOx와 PM이 감소하였다. 이는 바이오 에탄올이 세탄가는 낮지만 함산소량(35%)이 크게 작용했다고 보여진다.

1. 서론

지나친 화석연료 사용으로 지구온난화, 미세먼지 등 대기환경에 문제가 일어나고 있다. 특히 내연기관에 배출되는 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC), 질소산화물(NOx), 입자상물질(PM) 등 인체에 손상을 일으키면서 사회적 문제로 대두되었고 그에 맞추어 배기가스규제도 점차 강화 되고 있다. 자동차 제조사들은 친환경 자동차(수소연료전지 자동차, 전기자동차)를 개발해 상용화를 시키기 시작하였다. 그러나 전기자동차의 충전시간과 수소충전소 설립의 님비현상 등 단점들이 나타나면서 인프라 구축에 어려움이 있다[1-3].

특히 저속, 고출력, 연비을 요구하는 상용차(버스, 트럭)는 전기기관으로는 어려움이 있어 아직 디젤 내연기관을 유지해야하며 그에 따른 디젤 후처리 장치(DOC, DPF, SCR 등)를 통해 배기가스규제에 적응하기 시작했다.

하지만 디젤 후처리장치는 엔진 출력 저하 및 DPF 재생시 섭씨 600도 15분 유지해야 하는 조건 등 도심처럼 정차 구간이 많은 가혹주행에는 재생이 안 되어 막힘 등 부족함이 있다. 그러다 보니 순수한 디젤 연료보다 친환경적인 연료인 바이오 디젤을 첨가하는 전처리 기술을 사용하여 비율을 높이는 사례가 많아지고 있다.

바이오디젤은 저온유동성이 디젤에 비해 떨어지기 때문에 저온, 함량이 높을수록 분사 시 무화가 떨어진다는 단점이 있다 그에 비해 친환경연료인 바이오 에탄올은 세탄가는 낮지만 산소 함량(35%)이 높고 저온 유동성이 좋다[4,5].

따라서 본 연구는 무부하(0Nm), 부하(35Nm) 상태로 분류하였으며, 세탄가가 낮은 바이오 에탄올을 기존 디젤연료에 10% 혼합시와 혼합연료에 바이오 디젤 20%, 함량시 배기의 특성을 분류 하였다.

2. 실험 장치 및 방법

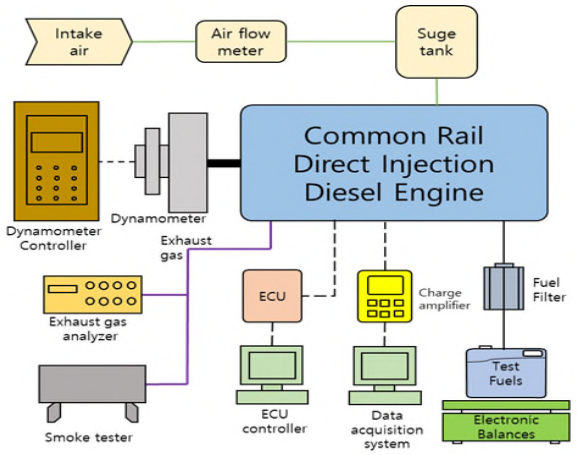
실험에 적용한 엔진은 Table 1과 같이 터보차저가 장착되어 있는 배기량 2.0리터, 4실린더, Common Rail Direct injection(CRDI), Single Over Head Camshaft(SOHC)이며, 실험 장치는 Fig. 1와 같이 와전류 동력계(DY-230kW)와 연료펌프가 장착된 연료 공급장치, 배기가스 성분을 측정하기 위한 장치(그린라인MK2, HPC-501 및 OPA-102) 및 압전소자 방식의 압력 센서(Kistler, 6050a)를 예열플러그에 장착하였고 데이터를 DAQ보드(NI, PCL 6040E)모델에 사용하여 획득하였으며 실린더 내 연소 해석 장치를 이용하여 분석하였다.

본 실험은 디젤기관에 회전속도 1600RPM, 예비분사 BTDC 20°CA, 주분사 BTDC 4°CA, 분사압력 400bar, 조건을 고정하였다. 부하(35Nm) 크게 분류 하였으며 사용하는 연료는 총 3

가지이다.

[Table 1] Engine specifications

Items	Specification
Engine type	In-line 4cylinder
Maximum power	82kW / 4000rpm
Maximum torque	260Nm / 2000rpm
Bore × Stroke	83mm × 92mm
Displacement	1991cc
Compression ratio	17.7 : 1
FIE system type	Bosch CRDI
Injector	5 Hole (spray angle 150°)



[Fig 1] Schematic diagram of the experimental apparatus

연료는 순수한 디젤(B0), 바이오 에탄올만 10%첨가하는 (B0E10), 혼합연료에 바이오 디젤을 20% 첨가한 (B20E10)가 있다. Table 2과 같이 바이오 디젤은 경유와 물성이 거의 같고 식물을 이용해서 제조가 가능하기 때문에 인체 무해하며 연료 자체에 약 11% 산소를 함유와 저공해 등 장점이 있다.

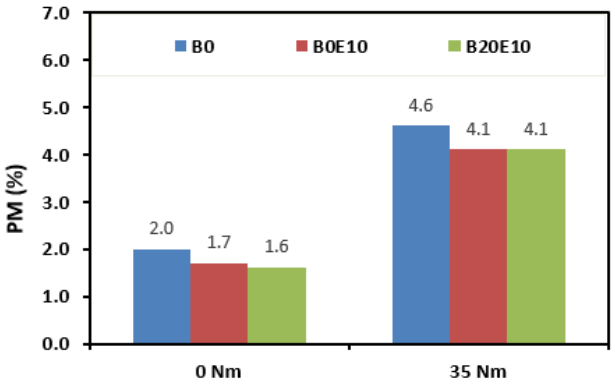
[Table 2] Properties of test fuels

Properties	Bioethanol	Diesel	Palm biodiesel
Oxygenate content % vol.	34.7	0	11.2
Density at 15 °C kg/m3	799.4	836.8	877
Flash point °C	12	55	196
Cetane index	8	55.8	57.3

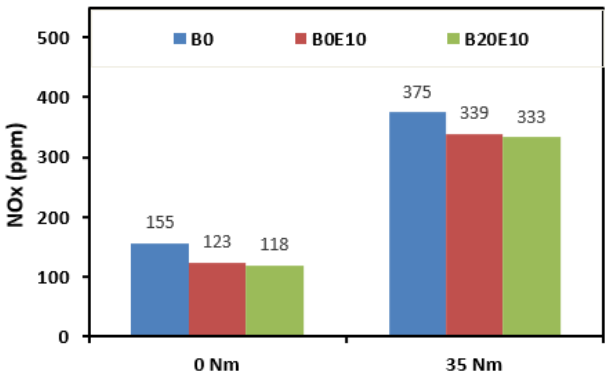
3. 실험결과 및 고찰

혼합연료의 배기가스의 특성은 Fig. 2과 같이 순수한 디젤에 비해 바이오 에탄올을 10% 첨가시 PM(입자상물질)이 무부하 상태인 0Nm과 부하상태인 35Nm에서 동시에 감소하였다.

Fig. 3를 보면 순수한 디젤에 비해 바이오 에탄올을 10% 첨가시 NOx(질소산화물)가 무부하 상태인 0Nm과 부하상태인 35Nm에서 동시에 감소하였다.



[Fig 2] PM emissions



[Fig 3] NOx emissions

4. 결 론

기관의 회전수 1500RPM 적용하였을 때 바이오 디젤, 바이오 에탈올 혼합연료 보다 순수한 디젤에 바이오 에탄올 10% 첨가시 0Nm과 35Nm에서 NOx(질소 산화물), PM(입자상 물질)이 동시에 감소하였다. 이는 낮은 세탄가이지만 산소함량이 배기가스에 큰 영향을 줄 수 있다고 보여준다.

후 기

이 논문은 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2019R1I1A1A01057727)을 받아 수행된 기초연구사업 및 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2019R1F1A1063154)을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

[1] ENWEREMADU, C. C.; RUTTO, H. L. Combustion, emission and engine performance characteristics of used cooking oil biodiesel—A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14.9: 2863-2873.

[2] SHAHABUDDIN, M., et al. Ignition delay, combustion and emission characteristics of diesel engine fueled with biodiesel. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 21: 623-632.

[3] DHAR, Atul; AGARWAL, Avinash Kumar. Performance, emissions and combustion characteristics of Karanja biodiesel in a transportation engine. Fuel, 2014, 119: 70-80.

[4]AGARWAL, Avinash Kumar. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. Progress in energy and combustion science, 2007, 33.3: 233-271.

[5] ZHU, Lei, et al. Combustion, performance and emission characteristics of a DI diesel engine fueled with ethanol-biodiesel blends. Fuel, 2011, 90.5: 1743-1750.

.