

직접분사식 디젤기관에서 디젤/바이오디젤/에탄올 혼합연료 적용시 부하의 따른 배기특성

천현수*, 갈준충**, 김민수**, 최낙정**†

*전북대학교 산업기술학과(기계공학)

**전북대학교 기계설계공학부

† e-mail: njchoi@jbnu.ac.kr

Emission characteristics of blending with diesel/biodiesel/ethanol fuels in a CRDI diesel engine according to engine load

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

디젤기관에서 바이오 에탄올과 바이오 디젤이 배기가스에 어떤 영향이 있는 실험하였다. 디젤기관에 회전속도 1600RPM에 무부하(0Nm), 부하(35Nm) 분류하여 실험 하였다. 배기가스 특성에서 PM(입자상물질)은 0Nm에 별다른 변화가 없었지만, 35Nm에서 감소하였고, NOx는 0Nm와 35Nm 모두 감소하였다. 이는 부하(35Nm)에서 더 좋은 효과를 볼 수있다고 보여준다.

1. 서 론

세계 각 도시의 대기 환경 문제가 발생하면서 자동차의 배기가스의 규정이 생겼고 그에 따른 많은 변화가 일어났다. 먼저 다운사이징이다. EURO -VI 규정이 본격적으로 시행되면서 전 세계 제조사들은 탄소 배출량을 줄이고자 극심한 다이어트를 감행해야 했다. 엔진 기통 수를 줄이고 더 가벼운 소재로 제조하여 총중량을 줄이려 하였다. 또한, 내연기관을 사용하지 않아도 되는 전기자동차와 수소 전지자동차가 잇따라 개발을 하였고, 세계 각 국가의 정부와 기관들이 전기자동차와 수소 전지자동차 관련 법안과 전폭적인 투자로 인프라 구축에 힘을 쓰고 있다[1-3].

그와 동시에 정부와 각 지방자치 단체들은 디젤자동차 조기 폐차를 유도 하고 있으며 LPG자동차의 규제를 풀어 일반인도 신차를 구입할 수 있도록 하였다. 이와 같이 자동차 배기가스를 줄이는 정부의 정책과 제조사 기술개발 등 많은 노력들이 있으나, 부족한 영역이 있다. 바로 산업에 많이 쓰이는 디젤 기관이다. 디젤기관은 연비와 열효율이 좋아 산업 전반적으로 사용되고 있다. 하지만 배출가스에 있는 입자상물질(PM: Particulate matter)은 입자가 미세하여 호흡기 질환 및 신경계 장애의 요인으로 알려져 있으며, 질소산화물(NOx: Nitrogen oxides)은 산성비를 내리게 하는 주요 원인

이다[4,5].

물론, EURO -VI에 규정에 맞추기 위해 디젤 후처리 방식인 디젤산화촉매 장치(Diesel Oxidation Catalyst: DOC)와 디젤매연여과 장치(Diesel Particulate Filter: DPF)등 자동차에 추가 장착되어 배기가스가 저감이 되었다[6]. 하지만 EURO -VI 규제보다 1/3 로 강화된 EURO-VII 규제 대응하기에는 역부족이다.

본 연구에서는 배기가스 배출 규제의 벽이 점점 높아짐에 따라 디젤 후처리 방식으로는 부족하기 때문에 기존의 디젤에 바이오 연료를 혼합하는 전처리 기술을 연구하고자 한다.

2. 실험 장치 및 방법

실험에 적용한 엔진은 표 1과 같이 터보차저가 장착되어 있는 배기량 2.0리터, 4실린더, Common Rail Direct injection(CRDI), Single Over Head Camshaft(SOHC)이며, 실험 장치는 그림 1과 같이 와전류 동력계(DY-230kW)와 연료펌프가 장착된 연료 공급장치, 배기가스 성분을 측정하기 위한 장치(그린라인 MK2, HPC-501 및 OPA-102) 및 압전소자 방식의 압력 센서(Kistler, 6050a)를 예열플러그 자리에 장착하였고 데이터를 DAQ보드(NI, PCL 6040E)모델

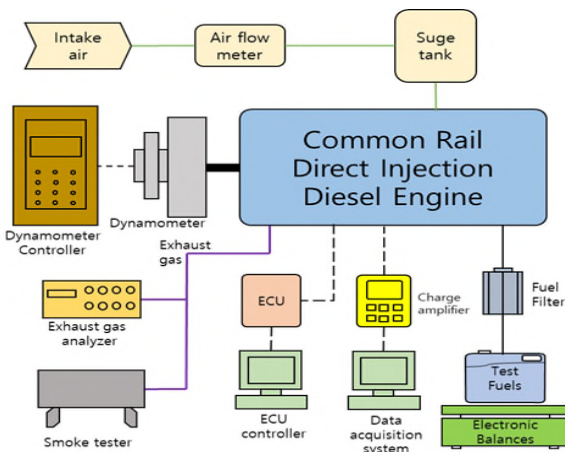
에 사용하여 취득하였으며 실린더 내 연소 해석 장치를 이용하여 분석하였다.

본 실험은 디젤기관에 회전속도 1600RPM, 예비분사 BTDC 20°CA, 주분사 BTDC 4°CA, 분사압력 400bar 조건으로 고정하였다. 부하(35Nm)와 무부하(0Nm)로 분류 하였으며, 연료는 Table 2와 같이 일반 디젤과 저온 유동성이 떨어 지지만 디젤에 비해 세탄가가 높고 산소가 함량되어 있는 바이오 디젤, 세탄가가 낮지만 바이오 디젤에 비해 산소 함량이 높고 저온유동성이 좋은 바이오 에탄올을 사용하였다.

실험한 연료는 순수한 디젤(B0), 바이오 에탄올만 10%첨가 하는(BOE10), 바이오 에탄올10%와 바이오 디젤 20% 첨가한 (B20E10), 바이오 에탄올10%와 바이오 디젤을 100% 첨가한 (B100E10)가 있다.

[표 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°)



[그림 1] Schematic diagram of the experimental apparatus

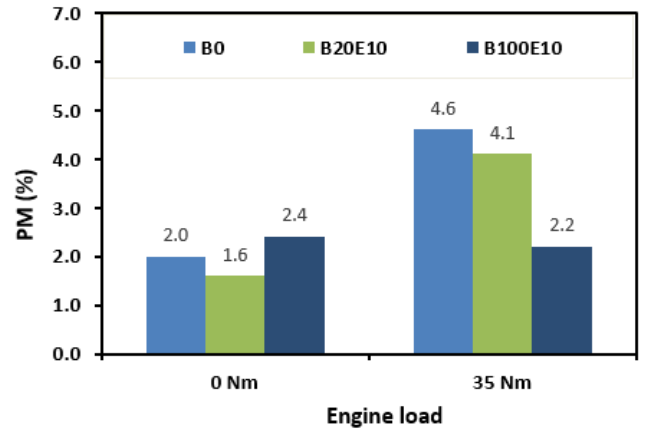
[표 2] Properties of test fuels

Properties	Bioethanol	Diesel	Palm biodiesel
Oxygenate content % vol.	34.7	0	11.2
Density at 15 °C kg/m ³	799.4	836.8	877
Flash point °C	12	55	196
Cetane index	8	55.8	57.3

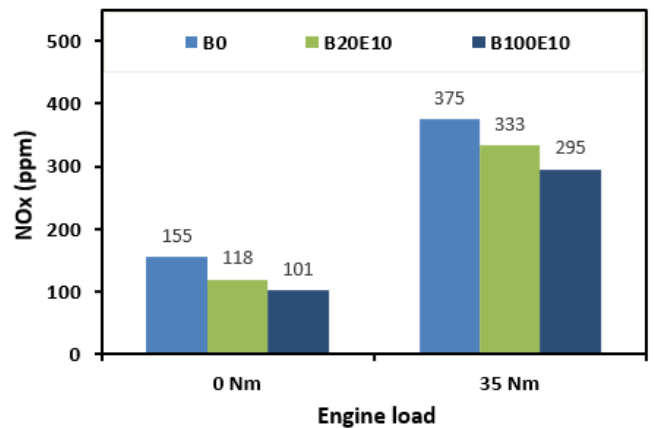
3. 실험결과 및 고찰

혼합연료의 배기가스의 특성은 그림 2와 같이 순수한 디젤에서 혼합연료의 첨가율을 높였을때 무부하(0Nm)에서는 거의 큰 변화가 없으며, 부하(35Nm)에서는 PM(입자상물질)이 감소하였다.

그림 3를 보면 순수한 디젤에 비해 혼합연료의 비율을 높일수록 무부하(0Nm)에서나 부하(35Nm)에서 NO_x(질소산화물)가 감소하였다.



[그림 2] PM emission



[그림 3] NOx emission

4. 결 론

혼합연료에서 바이오디젤을 함량을 높인 경우 PM(입자상물질)인 경우에는 무부하(0Nm)에서는 별다른 효과는 없었으며, 부하(35Nm)에서는 감소하였다. NO_x(질소산화물) 경우에는 무부하(0Nm)와 부하(35Nm)에서 모두 감소하였다.

이는 바이오 연료 함량이 높을수록 무부하(0Nm)에서 보다 부하(35Nm)에서 PM과 NO_x가 감소하는 효과를 알 수 있다.

후 기

이 논문은 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2019R111A1A01057727)을 받아 수행된 기초연구사업 및 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2019R1F1A1063154)을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] BENALES, Jesús, et al. An assessment of the dual-mode reactivity controlled compression ignition/conventional diesel combustion capabilities in a EURO VI medium-duty diesel engine fueled with an intermediate ethanol-gasoline blend and biodiesel. *Energy Conversion and Management*, 2016, 123: 381-391.
- [2] 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.
- [3] LI, Zhenhe; KHAJEPOUR, Amir; SONG, Jinchun. A comprehensive review of the key technologies for pure electric vehicles. *Energy*, 2019, 182: 824-839.
- [4] 배충식; 박현욱. 미세먼지와 자동차. *오토저널*, 2019, 41.9: 38-43.
- [5] GE, Jun Cong, et al. Optimization of palm oil biodiesel blends and engine operating parameters to improve performance and PM morphology in a common rail direct injection diesel engine. *Fuel*, 2020, 260: 116326.
- [6] LAO, Chung Ting, et al. Investigation of the impact of the configuration of exhaust after-treatment system for diesel engines. *Applied Energy*, 2020, 267: 114844.