

에탄올 함량비가 SIDI 엔진의 연소성능과 입자상물질 배출특성에 미치는 영향에 대한 연구

조재호* · 명차리* · 박심수**

The Impact of Ethanol Contents on Combustion Performance and Nano-particle Emission Characteristics from Spark Ignition Direct Injection (SIDI) Engine

Jaeho Cho*, Cha-Lee Myung*, Simsoo Park**

ABSTRACT

Ethanol as fuel of Spark Ignition Direct Injection (SIDI) engine has become a feasible alternative due to its better anti-knock characteristics and lower nano-particle emission level. There are a number of studies on the emission characteristics from SIDI engine fuelled with various ethanol contents. In general, increase of ethanol contents led to decrease of nano-particle discharge, but the other researches showed reversed result at a singular range of ethanol contents. This study focused on the engine combustion performance and nano-particle emission characteristics of SIDI engine fuelled with intermediate ethanol contents.

Key Words : SIDI (스파크 점화 직접분사), Ethanol (에탄올 연료), Particulate Matter (입자상물질)

유가상승 및 온실가스 규제에 의해 최근 자동차 제작사들은 연비 및 이산화탄소 저감을 위하여 스파크 점화 직접분사 (Spark Ignition Direct Injection, SIDI) 기술을 적용한 가솔린 엔진을 보급하고 있다. SIDI 엔진은 기존의 포트분사 (Port Fuel Injection, PFI) 엔진에 비하여 충전효율과 압축비를 높일 수 있어 열효율이 증가하고, 정밀한 연료분사를 통해 다양한 엔진 운전 전략을 적용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 SIDI 엔진은 PFI 엔진에 비하여 공기-연료 혼합기의 형성 특성과 분사된 연료에 의한 피스톤 헤드 및 연소실 벽면의 액막 형성 등에 의해 연소 시 발생하는 입자상물질의 질량 및 개수농도가 크게 증가하는 문제가 있다. EURO6 규제는 SI 엔진 가운데 직접분사 방식 (SIDI) 엔진에도 입자상물질 개수를 규제하고 있으며, 현재의 SIDI 엔진은 규제에 대응하기 어려울 것으로 보인다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해 알코올 연료를 사용한 다양한 연구들이 진행되어 왔으며, 알코올 혼합 연료는 연료 내의 산소원자로 인해 연소

성능을 개선함과 동시에 입자상물질을 저감할 수 있는 것으로 알려져 있다. 에탄올 함량이 증가함에 따라 입자상물질의 배출수준이 감소함을 기존 연구에서 확인한 바 있으나, 특정 함량에서 입자상물질의 배출수준이 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구는 이러한 배경에 따라 특정 에탄올 함량에서 엔진의 연소성능과 입자상물질 배출수준에 미치는 영향을 파악하고자 수행되었다.

본 연구에 사용된 엔진은 배기량 2.4L급 SIDI 엔진이며 UCC 타입의 배기가스 후처리장치가 장착되어 미국 CARB의 배출가스 규제기준인 LEV II의 ULEV 기준을 만족한다. 시험 연료는 에탄올 함량 0% (E0)부터 20% (E20)까지의 가솔린-에탄올 혼합연료를 사용하였으며, 고속 입자상 입경분석기를 사용하여 입자상물질의 입경별 개수농도를 측정하였다. 입자상물질의 형태를 파악하기 위하여 주사 전자 현미경을 사용하여 기본 운전조건에서 에탄올 함량에 따라 입자의 크기 및 형상을 분석하였다.

에탄올 함량이 E0부터 E20까지 5%씩 증가함에 따라 에탄올 연료소비율은 증가하는 추세를 보였으며 연소실 최고 압력이 감소하는 것을 확인하

* 고려대학교 기계공학부

† 연락처자, spark@korea.ac.kr
TEL : (02)3290-3368

였다. 에탄올 함량이 증가함에 따라 입자상물질의 개수는 점차 감소한 것으로 나타났으며, 특이사항으로는 E10에서 배출되는 입자상물질의 총 개수 중 핵화모드 입자의 비중이 크게 증가하는 경향을 확인하였다. 주사 전자 현미경으로 촬영한 결과 작고 둥근 입자가 서로 뭉쳐있는 형태를 띠고 있으며 에탄올 함량이 증가함에 따라 입자의 크기가 다소 감소한 것을 확인하였다.

후 기

본 연구는 고려대학교 대학원과 BK21+ 사업단의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] F. Zhao, M.-C. Lai, D. L. Harrington, "Automotive spark-ignited direct-injection gasoline engines", *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 25, 1999, pp. 437-562.
- [2] C. L. Myung, S. Park, "Exhaust nanoparticle emissions from internal combustion engines: A review", *International Journal of Automotive Technology*, Vol. 13, No. 1, 2012, pp. 9-22.
- [3] M. D. Jackson, J. H. Leonard, "Summary of the ethanol forum and technical roundtable", SCAQMD, 2006.
- [4] F. Yüksel, B. Yüksel, "The use of ethanol-gasoline blend as a fuel in an SI engine", *Renewable Energy*, Vol. 29, 2004, pp. 1181-1191.
- [5] D. Turner, H. Xu, R. F. Cracknell, V. Natarajan, X. Chen, "Combustion performance of bio-ethanol at various blend ratios in a gasoline direct injection engine", *Fuel*, Vol. 90, 2011, pp. 1999-2006.
- [6] P. Bielaczyc, J. Woodburn, D. Klimkiewicz, P. Pajdowski, A. Szczotka, "An examination of the effect of ethanol-gasoline blends' physicochemical properties on emissions from a light-duty spark ignition engine", *Fuel Processing Technology*, Vol. 107, 2013, pp. 50-63.
- [7] M. A. Costagliola, L. De Simio, S. Iannaccone, M. V. Prati, "Combustion efficiency and engine out emissions of a S.I. engine fueled with alcohol/gasoline blends", *Applied Energy*, Vol. 111, 2013, pp. 1162-1171.