

메탄-디젤 혼소엔진에서 마이크로 파일럿 분사 시기가 엔진 성능 및

배기 배출물에 미치는 영향

심 동 준¹⁾·정 민 욱²⁾·박 성 욱^{*3)}

한양대학교 기계공학부¹⁾·한양대학교 융합기계공학과²⁾·한양대학교 기계공학부^{*3)}

Effect of Micro-Pilot Injection Timing on Engine Performance and Exhaust

Emissions in Methane-Diesel Dual Fuel Engine

Dongjun Shim¹⁾ · Minuk Jeong²⁾ · Sungwook Park^{*3)}

Department of Mechanical Engineering, Hanyang University¹⁾,

Department of Mechanical Convergence Engineering, Graduate School, Hanyang University²⁾

Key words : Dual Fuel Engine(혼소엔진), Micro Pilot(마이크로 파일럿), Diesel Injection Timing(디젤 분사 시기), Engine Performance(엔진 성능), Exhaust Emissions(배기 배출물)

* Corresponding Author, E-mail: parks@hanyang.ac.kr.

디젤 엔진은 열효율이 높고 내구성이 뛰어나 다양한 분야에 응용된다. 그러나 디젤 엔진은 CO, NOx, CO₂, 탄화수소, PM 등의 오염물질을 배출하는 문제점이 있으며, 이는 대기 오염 및 지구 온난화의 원인이 된다. 이에 대한 해결책으로 대체 에너지 연구의 필요성이 대두되었으며, 바이오 디젤, 천연 가스 등과 같은 대체 에너지가 해결책으로 제시되었다. 그 중, 천연가스는 전세계에 204.7x10¹²m³ 이상 저장되어있는 것으로 알려져 있다. 천연가스의 주성분은 메탄(80~90%)이고, 메탄은 탄화수소 중에 수소/탄소 비율이 가장 높고, 에너지당 CO₂ 생성량이 가장 낮다. 또한 메탄은 저렴하고, 접근이 용이하고, 확산성이 좋고, 저위 발열량이 높고, 가연 한계가 높다는 장점이 존재한다. 천연가스는 연소 시 SO₂ 생성이 적다는 장점이 있어 수송 분야에서 각광받는다. 그러나 메탄만 사용하는 엔진은 압축 착화 온도가 높고, 점화 지연이 길다는 단점이 존재한다. 그래서 소량의 디젤을 활용한 메탄-디젤 혼소 엔진이 대체 에너지 사용에 유망한 해결책으로 선택됐다. 혼소 엔진은 파일럿 연료로써 디젤을 사용하고, LPG, 바이오가스, 수소 등을 주 연료로 사용하는 것으로, 연구가 많이 되어왔다. 그 중, 메탄을 활용한 혼소 엔진은 기존 엔진에서 큰 변경없이 사용이 가능하고, CO와 탄화수소를 적게 배출한다는 장점이 있다. 그러나 메탄을 연료로 하는 혼소 엔진은 착화점이 높은 메탄이 연소되지 않고 배기로 빠져나가는 메탄 슬립이라는 문제점이 있다. 메탄 슬립으로 인해 빠져나온 메탄의 온실효과는 CO₂보다 25배 높다.

메탄의 연소는 흡기의 온도 및 산소, 메탄 농도, 디젤의 분사 시기에 영향을 받고, 배기의 온도 및 산소, 메탄 농도 등은 디젤 분사 시기를 조정하여 변화가 가능하다. 이 중 디젤 분사 시기는 배기 배출물 뿐만 아니라 엔진 성능에도 영향을 미친다.

따라서 본 연구에서는 마이크로 파일럿 분사 시기에 따른 혼소 엔진의 성능 및 배기 배출물에 대한 연구를 수행하였다. 대상으로 1.1L 단기통 DF엔진을 대상으로 진행한다. 55kW급 DC 동력계, Labview社 Compact-RI0를 사용하여 단기통 엔진을 구동하고, 메탄 연료는 흡기 공기와 혼합하여 엔진으로 공급한다. 디젤 분사시기는 Compact-RI0로 제어하고 디젤 분사 압력은 디젤 연료 펌프

로 제어한다. 분사된 디젤을 착화원으로 메탄을 점화시켜 엔진 성능을 나타내는 엔진 출력, 열효율 등은 Compact-RIO로 취득한다. 배기 라인에 AVL社 MDS-450과 HORIBA社 VA-5000을 사용하여 배기 가스 성분(CO, NO_x, CH₄, CO₂)을 측정한다. 디젤 분사 시기를 기존 분사 시기로부터 5도 간격으로 변경하여 총 5 CASE의 실험을 진행했고, 디젤 분사 시기에 따른 엔진 성능(열 효율 압력, IMEP 등) 및 배기 배출물(CO, NO_x, CH₄, CO₂)을 분석하였다.

후기

본 연구는 과학기술정보통신부(MSIT)의 재원으로 한국연구재단(NRF)의 지원(No. 2021R1A2C2011425)을 받아 수행되었으며, 본 연구를 지원하여 주신 기관에 감사드립니다.