

E-fuel 기반 HCCI 엔진 저부하 운전영역 확장에 대한 EGR의 화학적 효과 및 열적 효과 분석

위 재 호 · 송 화 섭*

국립금오공과대학교 기계공학과

Chemical and Thermal Effects of EGR on E-fuel-based HCCI Engine towards Low-load Operation

Jaeho Wi · Hwasup Song*

School of Mechanical Engineering, Kumoh National Institute of Technology

Key words : Engine Simulation(엔진 시뮬레이션), Cantera(칸테라), HCCI(예혼합압축착화엔진), E-fuel(전기합성연료), EGR(배기가스재순환), NVO(Negative Valve Overlap)

* 교신저자, E-mail: hwasup.song@kumoh.ac.kr

내연기관이 대중화된 이후, 화석연료기반 연료의 사용량 증가로 인한 온실가스 배출 문제가 대두되고 있다. 이에 따라 내연기관의 효율 증가를 위한 새로운 연소전략 제안 및 탄소중립적 연료의 활용가능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 범용적으로 사용되고 있는 프로그래밍 언어인 Python과 열역학 및 연소화학 반응 계산이 가능한 Cantera Library를 활용하여 예혼합압축착화엔진(Homogeneous Charge Compression Ignition, HCCI)의 0D 시뮬레이션 모델을 개발하였다.

실제 엔진의 운전을 유사하게 모사하기 위해 직전 사이클 종료 시점의 연소실 내부 조건을 이용해 Internal EGR을 시행하였다. 이때, 수치해석 기법을 이용해 직전 사이클의 EGR온도와 현재 사이클의 종료시점에서의 EGR 온도가 수렴하는 조건을 계산해 여러 사이클 동안 정상상태(Steady state)로 계산이 진행될 수 있도록 설정하였다.

완성된 시뮬레이션 모델을 기반으로 자발화 특성이 우수하며, 한국 디젤과 화학적 특성이 유사한 것으로 알려진 E-fuel인 OME-2(Oxymethylene ether-2)를 연료로 사용하여 HCCI 모드로 운전하는 경우의 특성을 확인하였다. 추가적으로 당량비(Equivalence ratio) 및 압축비(Compression ratio)를 변화시켜 가며 시뮬레이션을 진행하여 OME-2를 사용하는 경우 저부하 운전영역 확장범위를 MEP Contour를 통해 확인하는 방식으로 탄소중립적 연료의 활용가능성을 제시하였다.

또한, Internal EGR로 인해 내부의 당량비 및 온도가 변화하였기 때문에 화학적 효과(Chemical Effect)와 열적 효과(Thermal Effect)를 비교분석 하였으며, 이를 통해 HCCI 모드에서 실질적으로 Ignition Timing에 직접적인 영향을 미치는 요인에 대한 분석을 진행하였다.

후기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2022-00165913).