

실린더 유동 변화에 따른 디젤/가솔린 융합 연소의

연소 및 배기 특성에 관한 실험적 연구

주 상 현¹⁾ · 신 형 진¹⁾ · 김 기 홍¹⁾ · 민 경 덕^{*1)}

서울대학교 기계항공공학부¹⁾

Experimental Study of Dual-fuel Premixed Compression Ignition

Characteristics varying In-cylinder Flow motion

Sanghyun Chu¹⁾ · Hyungjin Shin¹⁾ · Kihong Kim¹⁾ · Kyoungdoug Min^{*1)}

Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University¹⁾

Key words : Dual-fuel combustion(융합 연소), Load Expansion(운전 영역 확장), Nitrogen Oxides(질소산화물), Particulate Matter(입자상 물질), Swirl(스윙), Tumble(텀블)

* Corresponding Author, E-mail: kadmin@snu.ac.kr

점차 강화되는 디젤 엔진에 대한 배기 규제에 의해 디젤 엔진에서의 신연소 기술에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 일반적으로 디젤 엔진은 많은 후처리 장치 (Diesel particulate filter, DPF, Lean NOx Trap LNT, Selective catalytic reduction SCR)들을 통해 인체에 유해한 질소산화물(NOx, Nitrogen Oxides)과 입자상 물질(PM, Particulate Matter)의 배출을 최소화 하고 있다. 하지만 이러한 후처리 장치들은 펌핑 손실을 높이고 열 효율을 감소시키는데 원인으로 작용된다. 따라서 이러한 후처리 장치 없이 낮은 배기 및 높은 열효율을 동시에 실현할 수 있는 신연소, 즉 융합 연소(Dual-fuel Combustion)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

기존 많은 선행 연구들에서 융합연소 최적화를 위한 저반응성 연료 대체율, 최적의 디젤 연료 분사 시기, 압축비, 피스톤 형상에 대한 연구가 많이 진행되어왔고, 저부하 고효율의 연소를 만족시키는 조건에서의 부하 확장 및 연소 안정성에 대한 가능성이 제시된 바 있다. 하지만 흡기 유동에 영향을 주는 스윙 및 텀블 형태의 헤드 형상이 융합연소에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 Euro 6 배기 규제를 만족하는 0.4L 단기통 승용 디젤 엔진을 이용하여 디젤/가솔린 융합 연소 실험을 진행하였다. 기본적으로 스윙 유동이 강한 헤드 형상에서와 스윙이 없이 텀블 유동이 존재하는 헤드 형상에서 각 부하별 최적화 연소 진행을 통해 부하 별 최적의 연소특성을 갖는 흡기 유동 형상에 대해 연구했다. 각 최적의 운전 조건은 배기 제한 조건 (ISNOx 0.21 g/kWh 이하, PM 0.2 FSN 이하) 및 최고실린더압력상승률(mPRR, maximum pressure rise rate < 10 bar/deg)을 만족시키는 조건에서 진행되었다.

실험 결과 저부하 조건에서는 높은 스윙이 존재하는 유동 특성에서 열효율이 더 높은 것으로 나타났으나, 고부하 영역으로 운전될수록 텀블 유동이 존재하는 헤드 형상에서 더 높은 열효율이 나타남을 확인할 수 있었고, 고부하 확장에 있어 텀블 유동이 존재하는 헤드 형상에서 더 가능성이 있음을 확인했다.