

수소 직분 전기점화 엔진의 운전 변수 별 질소산화물과 열효율 특성에 관한 실험적 분석

김 기 연¹⁾ · 장 일 품¹⁾ · 이 승 일²⁾ · 이 승 현²⁾ · 민 경 덕²⁾ · 이 정 우^{*3)}

전북대학교 공과대학 기계시스템공학부¹⁾

서울대학교 공과대학 기계공학과 동력공학연구실²⁾

충남대학교 공과대학 자율운항시스템공학과^{*3)}

Experimental Study on NOx and Efficiency Characteristics as Varying Operable Parameters in a Hydrogen Direct Injection SI Engine

Kiyeon Kim¹⁾ · Ilpoom Jang¹⁾ · Seungil Lee²⁾ · Seunghyun Lee²⁾ · Kyoungdoug Min²⁾ · Jeongwoo Lee^{*3)}

Division of Mechanical System Engineering, Jeonbuk National University¹⁾

Department of Mechanical Engineering, Seoul National University²⁾

Department of Autonomous Vehicle System Engineering, Chungnam National University^{*3)}

Key words : Excessive air ratio (공기과잉률), Hydrogen (수소), Injection timing(분사시기), Nitrogen Oxides (질소산화물), Spark ignition (전기점화), Thermal efficiency (열효율)

* Corresponding author: jwoo@cnu.ac.kr (이정우).

최근 탄소 중립의 중요성이 점점 증가하여 내연기관에서 기존의 화석연료가 아닌 무탄소 연료 또는 합성연료(E-fuel)사용을 통한 Net-zero를 실현하려는 움직임이 증가하고 있다. 대표적인 무탄소 연료 중 하나인 수소는 연소 시 넓은 가연범위(Flammability limit), 빠른 층류 화염 전파 속도(Laminar flame speed) 등의 연소에 유리한 성질이 있어 내연기관의 연료로 적합하다 볼 수 있다. 수소는 연소 시 탄소가 배출되지 않지만 유해 배기물질인 질소산화물(NOx, Nitrogen Oxides)을 배출하여 이에 대한 저감노력이 필요하며, 포트연료분사(Port fuel injection)시 수소의 체적으로 인해 흡입 공기의 양이 감소하게 되어 출력 향상을 위해서는 직접 연료 분사(Direct fuel injection)방식이 적절하다. 수소 직분사 엔진의 운전 변수들은 연소실 내부 연료의 분포를 변화시키며, 나아가 엔진 성능 및 배기가스에 많은 영향을 미치므로 이에 대한 연구가 필요하다.

본 실험에서는 높은 열효율을 위해 앳킨슨 사이클(Atkinson-cycle)을 모사한 LIVC(Late Intake Valve Closing)시스템과 VVT(Variable Valve timing)시스템을 적용한 500cc급 단기통 수소 직분 전기점화 엔진에서 수행되었다. 실험은 1500 RPM/WOT(Wide Open Throttle)조건이었으며 점화시기는 MBT(The Maximum brake torque)시기에 위치하도록 제어하였다. 흡기밸브 타이밍 진각 시 열효율이 최대 3.9% 상승하였으며, 배기밸브 지각 시에는 최대 1.1% 상승하였다. 밸브 타이밍 별로 분사시기를 변경하여 공기 연료 혼합기의 혼합 정도를 조절하였으며, 분사시기가 지각될수록 열효율은 최대 3.45% 높아졌으나 NOx배출량이 증가하는 것을 확인하였다. 또한 공연비가 증가할수록 NOx배출량이 감소하였으나, 매우 희박한 조건에서는 열효율이 감소하는 경향을 확인하였다. 본 연구의 결과를 통해 수소 직분 엔진의 운전 변수 최적화의 기초 자료로서 활용할 수 있을 것이라 기대한다.