

# 수소 직분 SI 엔진의 희박 연소 조건 하 연소실 최적화 및 과급을 통한 부하 확장에 관한 연구

김 승 재<sup>1)</sup> · 이 승 일<sup>1)</sup> · 이 승 현<sup>1)</sup> · 김 기 연<sup>2)</sup> · 이 정 우<sup>2)</sup> · 민 경 덕<sup>\*1)</sup>

서울대학교 공과대학 기계공학부<sup>1)</sup>

충남대학교 공과대학 자율운항시스템공학과<sup>2)</sup>

## Research on Combustion Chamber Optimization under Lean Combustion Operations and Load Expansion through Supercharging in a Hydrogen Direct Injection SI Engine

Seungjae Kim<sup>1)</sup> · Seung-il Lee<sup>1)</sup> · Seunghyun Lee<sup>1)</sup> · Kiyeon Kim<sup>2)</sup> · Jeongwoo Lee<sup>2)</sup> · Kyoungdoug Min<sup>\*1)</sup>

Department of Mechanical Engineering, Seoul National University<sup>1)</sup>

Department of Autonomous Vehicle System Engineering, Chungnam National University<sup>2)</sup>

**Key words** : Hydrogen(수소), Spark ignition(전기점화), Lean combustion(희박연소), Combustion chamber optimization(연소실 최적화), Supercharging(슈퍼과급)

\* 교신저자, E-mail: kadmin@snu.ac.kr

이산화탄소로 대표되는 온실가스로 인한 지구온난화는 인류의 지속 가능한 삶을 위협하고 있다. 세계 각국은 수송 분야에 대한 배기가스 배출 규제를 마련함으로써 지구온난화에 대응하고 있으며, 대체 연료와 그 활용 방법에 대한 연구에 박차를 가하고 있다. 높은 에너지 밀도와 연소 시 이산화탄소를 생성하지 않는 수소는 화석연료를 대체할 연료로 주목 받고 있으며, 넓은 가연범위와 빠른 층류 화염 속도 등의 연소 특성으로 기존 엔진에 대한 적용이 가능하여 수소 엔진에 대한 관심도 높아지고 있다. 하지만 기존 엔진 대비 낮은 열 효율은 수소 엔진의 단점으로 지적되고 있어, 수소 엔진의 열 효율을 높이기 위한 연구들이 진행되어왔다. 그 중 직분 전기점화 엔진에서의 희박 연소 전략은 스로틀 완전 개도를 통해 펌핑 손실을 최소화하고, 낮은 연소 온도를 통해 열 손실을 저감하여 열 효율을 개선할 수 있어 많은 관심을 받고 있다. 한편, 수소의 빠른 연소 속도로 인한 급격한 압력 상승률은 수소 엔진의 노킹 현상을 유발하여 농후 한계점에서 최대 부하 확장을 제한하는 요소로 지적되고 있어, 이를 개선하기 위한 방안으로 과급 효과에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 500cc급 전기점화 단기통 엔진에 수소 직분사 시스템을 적용하여 수소 희박 연소를 구현하고 연소실 최적화 방안에 대한 실험을 진행하였다. 일정 부하 조건에서 스로틀 개도량을 조절함으로써 공연비 변화에 따른 수소 엔진의 열 효율을 분석하였으며, 스로틀 완전 개도 조건에서 연료 분사 시기, 캠 타이밍 및 피스톤 스트로크-보어 비율 변경을 통해 열효율 향상을 위한 연소실 최적화 방안을 연구하였다. 또한, 농후 한계점에서의 부하를 확장하기 위해 슈퍼 차저를 장착하여 과급 정도에 따른 부하 확장성을 평가하였다. 본 연구는 수소 직분 전기점화 엔진의 열 효율 향상에 미치는 다양한 운전 변수들의 영향을 분석하고 과급 적용에 따른 부하 확장에 대한 원천적인 연구이다. 나아가 효율 향상 및 부하 확장을 목표로 하는 수소 직분 전기점화 엔진의 설계 및 운전 변수 최적화에 대한 기초 연구로서 의미를 지닌다.