

수소 대형 엔진의 저속 조건에서 고부하 운전영역 확장

박 현 옥^{*1)} · 이 준 순¹⁾ · 오 승 목¹⁾ · 김 창 업¹⁾ · 박 윤 섭²⁾ · 유 덕 근²⁾

한국기계연구원 친환경모빌리티연구실¹⁾ · HD건설기계 미래동력시스템개발팀²⁾

Expansion of High-Load Operating Range in a Hydrogen Heavy-Duty Engine under Low-Speed Conditions

Hyunwook Park^{*1)} · Junsun Lee¹⁾ · Seungmook Oh¹⁾ · Changup Kim¹⁾ · Yunsub Park²⁾ · Dockoon Yoo²⁾

Korea Institute of Machinery and Materials¹⁾, HD Construction Equipment²⁾

Key words : Hydrogen(수소), Internal combustion engine(내연기관), High load(고부하), Low speed(저속), Heavy duty(대형)

교신저자, E-mail: hwpark@kimm.re.kr

청정 수소 에너지는 도로/비도로 수송 및 발전 부문에서 탄소중립 달성의 핵심 에너지원으로 주목받고 있다. 수소 동력원 중 하나인 수소 내연기관은 연료전지 대비 저렴한 총소유비용, 높은 기술성숙도, 저순도 수소 활용 등의 장점을 보유하고 있으며, 수소 포트분사 연료 공급 방식은 직접분사 방식 대비 상대적으로 이른 시기에 시장에 진입하여 온실가스 저감에 기여할 수 있는 기술이다. 이러한 장점에도 낮은 출력과 이상연소 발생은 수소 포트분사 엔진의 상용화에 주요 장벽으로 지적되고 있다. 특히, 선행 문헌들에서 수소 엔진의 저속 운전에서 낮은 배기에너지로 인한 과급 압력 부족으로 고부하 운전영역 확장이 제한된다고 보고하였다.

본 연구에서는 수소 포트분사 엔진의 저속 토크를 향상시키기 위한 목적으로 2단 터보차저를 장착하였으며, 저속 고부하 운전영역 확장을 위한 엔진 변수 제어 전략을 제시하였다. 대상 엔진은 HD건설기계의 11L급 수소 대형 엔진으로, 포트분사 방식의 연료 공급 방식과 2단 터보차저를 채택하고 있다. 실험 조건은 수소 엔진의 저속 운전에서 100% 엔진 부하로 선정하였으며, 주요 엔진 변수로는 점화시기와 공기과잉률을 선정하였다. 2단 터보차저 장착 조건에서 점화시기 지각에 따라 배기 에너지 증가로 높은 과급 압력이 달성되었으나, 조기점화 발생으로 점화시기 지각의 한계가 설정되었다. 공기과잉률 감소에 따라 배기 에너지가 증가하여 2단 터보차저에 의한 과급 압력이 증가하였다. 그러나 공기과잉률 감소에 따라 높은 연소온도에 의한 국부적 열점 발생으로 조기점화가 발생하였으며, 그 한계가 선정되었다.

본 연구는 산업통상부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No. 20018148 건설기계 상용차용 300kW급 Zero-CO₂ 수소 연소 엔진 시스템 및 저장 공급계 개발)