

수소 포트분사 엔진에서 조기점화 발생과 억제

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

한국기계연구원 친환경모빌리티연구실¹⁾, HD현대인프라코어 미래동력시스템개발팀²⁾

Pre-ignition Occurrences and Mitigation in a Hydrogen Port-Injection Engine

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

Korea Institute of Machinery and Materials¹⁾, HD Hyundai Infracore²⁾

Key words : Hydrogen(수소), Port injection(포트 분사), Early pre-ignition(이른 조기점화), Late pre-ignition(늦은 조기점화), Heavy duty engine(대형 엔진), High load(고부하)

* 교신저자, E-mail: hwpark@kimm.re.kr

수송의 도로 및 비도로 부문에서는 온실가스 감축을 위해 배터리 전기, 무탄소 연료 엔진, 수소 연료전지 등 Zero-emission 동력원에 대한 개발 및 도입이 진행 중이다. 수소 엔진은 대형 차량, 건설기계, 선박 등의 동력원으로 각광받고 있으며, 다수의 제조사에서 수소 엔진 양산을 선언하고 있다.

수소 대형 엔진 개발에 있어서 주요 장애물은 기존 디젤 엔진 대비 낮은 출력과 이상연소 발생이다. 조기점화는 수소 엔진의 점화시기 이전의 압축 행정 중에 수소-공기 혼합기의 연소가 일어나는 이상연소 현상으로, 엔진의 고부하 운전에서 주로 발생하여 수소 엔진의 고출력 달성에 제한점으로 작용한다. 본 연구에서는 수소 포트분사 엔진의 고부하 운전에서 발생하는 조기점화 현상을 분석하고, 이를 억제하기 위한 전략을 제시하였다.

대상 엔진은 HD 현대인프라코어에서 개발 중인 11L급 수소 대형엔진 (HX12)로, 포트분사 방식의 연료공급 시스템과 가변 형상 터보차저의 과급 시스템을 장착하고 있다. 수소 포트분사 엔진에서 발생하는 조기점화 현상을 분석하기 위해 저속과 고속의 100% 엔진 부하에서 시험을 진행하였다. 실험 결과 조기점화가 발생하는 시기와 세기를 바탕으로 이른 조기점화와 늦은 조기점화를 정의하였다. 이른 조기점화는 압축행정 중간에 발생하였으며, 상당히 진각된 연소상에 음의 일 비율이 증가하여 해당 사이클에 엔진 부하 하락을 초래하였다. 늦은 조기점화는 점화시기 직전에 발생하였으며, 상사점 부근에 연소상이 위치하여 정상 연소 사이클과 유사한 엔진 부하를 기록하였다. 본 발표는 엔진 변수에 따라 조기점화 발생 특성을 분석하였으며, 이를 바탕으로 조기점화 억제를 위한 전략들을 소개할 예정이다.

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