

GDI 인젝터 성능 평가를 위한 연료 레일압 제어 시스템 개발

이지명 · 이충훈*

서울과학기술대학교 기계·자동차공학과

A development of fuel rail pressure control system for evaluating GDI injector performance

Jimyung Lee · Choonghoon Lee*

Department of Mechanical and Automotive Engineering Seoul National University of Science and Technology

Key words: gasoline direct injector (GDI 인젝터), fuel rail pressure control (연료레일압제어), pressure control valve (압력 제어밸브), cam position encoding (캠위치각도 엔코딩), injector driving (인젝터 구동)

* Corresponding Author, E-mail: chlee5@seoultech.ac.kr

요약

가솔린 GDI (gasoline direct injection) 엔진은 PFI (port fuel injection) 엔진에 비해 연비, 출력 측면에서 장점이 있다. GDI 인젝터는 연료를 실린더에 직접 분사하기 때문에 PFI에 비해 연료 공기 혼합이 실린더 내에서 빠른 시간 내에 이루어지는 성능을 갖추어야 한다. GDI 엔진의 실린더 내에서의 연료 혼합 촉진은 높은 분사압에 의한 연료 제트의 미립화와 실린더 내의 효율적인 공기 유동 제어에 의해 이루어 질 수 있다. 본 연구에서는 GDI 인젝터의 연료 분사 성능 평가하기 위한 GDI 연료 레일압 제어 시스템을 개발하였다. GDI 연료 레일압 시스템을 사용하여 GDI 인젝터의 연료 분사량 측정, time resolved fuel injection rate 측정, GDI 인젝터 분무의 가시화 등에 활용될 수 있다. GDI 연료 레일압 제어 시스템은 4bar의 저압 연료 펌프, GDI 고압 펌프, GDI 인젝터, GDI fuel rail, GDI 레일 압력 제어 밸브, GDI 고압 펌프 구동용 캠축, 캠축 구동을 위한 AC모터 등으로 구성되었다. 실제 GDI 엔진의 연료 공급 라인 부품들을 모두 사용하였고 GDI 고압 펌프를 구동하기 위해서 AC모터를 사용하였다. GDI 연료 레일압 제어는 디젤 커먼 레일압 제어와 비교하면 복잡하다. 디젤 커먼 레일압 제어는 단순히 연료 레일압 제어 밸브를 PWM 제어함으로써 가능하다. GDI 레일압을 결정하는 인자는 GDI 연료 펌프 회전 속도, 레일압 제어 밸브 개폐 기간 및 타이밍, GDI 인젝터 연료 분사 기간 등이다. 전술한 3가지 인자의 제어 combination에 의해 rail 압이 결정되기 때문에 GDI 연료압 제어 과정은 상당히 복잡하다. GDI 고압 펌프 구동은 실제 엔진과 동일한 방법으로 이루어졌고, 고압 펌프 제어 밸브의 개폐 타이밍 제어하기 위해 캠축 회전 위치와 TDC 를 측정하였다. 이를 위해 incremental rotary encoder를 캠축에 연결하였다. GDI 레일압 제어를 위해서는 PXI system, FPGA DAQ의 하드웨어를 사용하였고 소프트웨어는 real time OS, LabView를 사용하였다. 캠축 회전 속도, 고압 연료 펌프 제어 밸브 개폐 타이밍, 연료 분사 기간 제어를 통해서 레일 압이 가압 되는 것을 확인하였으며 이들 레일압 제어 인자를 조합하여 레일압 제어 특성을 파악하였다.