

피에조 인젝터 차지 전류 구동 패턴에 따른 연료 분사율 측정

백 지 흠·이 충 훈*

서울과학기술대학교 기계자동차공학과

A Measurement of Piezo Injector Injection Rate According to the Injector Charge Driving Current Patterns

Jiheum Baek · Choonghoon Lee*

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

Key words : piezo injector (피에조인젝터), injection rate (연료분사율), injector driving current (스윙비), PWM (펄스폭 조정), duty ratio (듀티비)

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

피에조 인젝터는 솔레노이드 타입 인젝터에 비해 전력 소비가 작고, 연료 분사 반응 속도가 빠르며, 다중 분사 (multiple injection)의 flexibility가 뛰어나다. 현재는 솔레노이드 타입 커먼레일 인젝터가 좀 더 많이 디젤 엔진에 적용되고 있지만 피에조 타입 인젝터도 연료 분사 타이밍 제어 및 분사량 제어의 정확성 및 반응 속도 측면에서 뛰어나기 때문에 여전히 주목을 받고 있다. 피에조 인젝터의 연료 분사는 피에조 엘리먼트로 전류를 공급 (charging) 한 후 이어서 전류를 소거함으로써 (discharging) 이루어진다. 즉, 인젝터에 구동 전압을 공급하면 압전 소자 스택 (piezo element stack)이 팽창하면서 고압의 유압 통로가 열려 연료가 분사되며 압전 소자에 charge 된 전류를 discharge하면 유압 통로가 차단되면서 연료 분사가 중단된다. 본 연구에서는 피에조 엘리먼트 스택에 공급되는 charge 와 discharge 전류를 기본적으로 peak & hold 방식으로 제어하였다. Hold 전류 제어는 인젝터에 공급되는 구동 전원을 PWM 제어함으로써 가능하다. Hold 전류 제어를 위해 사용한 PWM 신호의 듀티비는 10%, 30%, 48%, 100% 로 설정하였다. 인젝터 구동 전압은 140V를 사용하였다. 구동 전원과 PWM 파형의 듀티비 제어를 조합하여 다양한 charge and discharge 전류 파형을 생성하였다. 다양한 전류 파형 조건에서 하나의 스트로크당 연료 분사량 (injected fuel mass per stroke: IFMPS)을 측정하기 위해, 하나의 전류 파형 조건에서 연료 분사를 지속적으로 분사하고 분사된 연료는 메스실린더에 누적된다. 누적 분사된 연료를 담고 있는 메스실린더 무게를 초정밀 저울로 측정하며 측정된 연료는 RS-232C 통신선을 통해 3초 간격으로 컴퓨터로 전송된다. 컴퓨터로 전송된 누적 연료 분사량을 분사 횟수 300회 간격으로 끊어서 인젝터의 IFMPS 평균 분사량을 구하였으며 하나의 인젝터 구동 전류 파형 조건에서 평균 IFMPS 분사량을 30회 구하였다. 연료 분사 기간, 연료 분사압, 인젝터 구동 회로 저항, 그리고 charge current control signal을 조합하여 총 34개 실험 조건에서 평균 IFMPS, IFMPS 편차, IFMPS deviation %를 구하였다. 피에조 인젝터 charge current pattern은 평균 IFMPS, IFMPS 편차, IFMPS deviation %에 영향을 미쳤다. 피에조 인젝터 charge 전류가 클수록 IFMPS, IFMPS 편차는 대체로 증가하였으며 IFMPS deviation%는 줄어들었다.