

정적연소실 내 EGR를 변화에 따른 에너지 증폭장치 화염핵 분석

강도경¹⁾ · 윤태준¹⁾ · 최문석¹⁾ · 최두석²⁾

공주대학교 기계공학과¹⁾ · 공주대학교 기계자동차공학부²⁾

Flame Kernel Analysis of Energy Amplifying Device according to EGR

Rate Change in Constant Volume Combustion Chamber

Dogyong Kang¹⁾ · Taejun Yoon¹⁾ · Munseok Choe¹⁾ · Dooseuk Choi²⁾

Kongju National University¹⁾, Kongju National University²⁾

Key words : Constant Volume Combustion Chamber(정적연소실), Flame kernel(화염핵), Exhaust Gas Recirculation(배기가스 재순환), Air fuel ratio(공연비), Reaction progress(반응진행), Combustion characteristics(연소특성)

* Corresponding Author, E-mail: dschoi@kongju.ac.kr

배출가스 후처리 시스템은 내연기관의 연소기술 발전과 함께 각광받고 있는 연구분야이다. 배기가스의 NOx를 줄이는 가장 효과적인 방법인 EGR은 SI엔진에서 연소온도를 낮추어 NOx의 생성을 억제하며, 혼합기의 질량당 에너지를 감소시켜 노킹을 방지한다. 그러나 SI엔진에 EGR을 적용할 경우 연소의 불안정성 및 초기 화염핵 성장에 대한 문제점이 발생된다. 따라서 EGR률에 대한 연소의 문제점을 극복하고자 하는 연소기술 개발이 가속화되고 있다.

그러므로 본 연구는 기존 SI엔진의 EGR률에 따른 연소의 불안정성과 실화, 연소초기에 생성되는 화염성장률에 대한 문제점을 해결하고자 에너지 증폭장치를 장착하였고, 점화 시 생성되는 화염핵의 면적을 증대시켜 EGR률에 의한 가연한계를 극복하고 연소효율을 확보하기 위해 진행하였다.

본 연구의 실험방법은 화염전파과정을 가시화하기 위해 CVCC(Constant Volume Combustion Chamber)를 사용하여 연소실험을 진행하였으며, 연소에 사용된 연료는 프로판(C_3H_8)을 사용하였다. 프로판과 공기의 공연비는 연소실내로 주입 후, 람다(λ)센서를 부착하여 연소가스에서 측정된 공연비로 확인하였다. 또한 EGR률은 배기가스를 대체하여 N_2 를 연소실내에 주입하여 연소실험을 진행하였다.

실험조건은 기존 SI방식의 폐자로형 점화코일에서 발생하는 전압과 20kV용량의 에너지 증폭장치를 결합한 고전압을 통해 2가지의 점화원을 발생시켰다. 초기압력(2, 3, 4bar)과 공기과잉률($\lambda=1.0, 1.2, 1.4, 1.6$), 대체 EGR률($N_2=10\%, 15\%, 20\%$)를 조건변수로 설정하였다. 이때 발생하는 화염핵의 특성과 화염전파특성 및 연소압력을 취득할 수 있었다.

실험결과, 화염핵의 특성으로는 EGR률이 증가될수록 크기가 감소되는 경향이 나타났으나, 에너지 증폭장치를 사용해 발생시킨 증폭 화염핵의 경우 일반 화염핵에 비해 감소율이 적음을 확인할 수 있었다. 화염 전파의 특성은 증폭된 화염핵의 크기로 인하여 반응영역이 증가되어 일반점화와 동일한 공기과잉률(λ)조건에서 향상된 연소 속도값을 나타내었으며, $N_2=20\%$ EGR조건에서 일반점화는 연소가 이루어지지 않았으나 증폭에너지를 사용한 점화는 연소가 가능하여 가연한계가 증가되었음을 확인할 수 있었다. 또한 연소압력의 특징으로는 일반점화 대비 증폭점화에서 연소압력이 상승되는 것을 확인하였다. 따라서 증폭점화는 희박상태와 높은EGR률 조건에서 일반점화보다 연소효율이 향상된다는 결론을 얻을 수 있어 높은 점화에너지의 사용의 우수성을 확인할 수 있었다.

Acknowledgment

“This Research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2016R1D1A1B03934195)”