

터보과급 가솔린 직분사 엔진의 운전 조건 별 확산 화염 발생

박 상 재*¹⁾ · 신 지 용¹⁾ · 배 충 식¹⁾

한국과학기술원 기계공학과 ¹⁾

Diffusion flame occurrence by operating conditions in a turbocharged gasoline direct injection engine

Sangjae Park*¹⁾ · Jiyong Shin¹⁾ · Choongsik Bae¹⁾

KAIST¹⁾

Key words : Particle emission (미세입자 배출), Gasoline Direct Injection (가솔린 직분사), Diffusion Flame (확산 화염), Flame Visualization (화염 가시화), Spray characteristics (분무 특성)

* 발표자: 박상재, psangj9@kaist.ac.kr

Euro 6c 배기 규제 이후, 가솔린 엔진에서도 미세입자의 배출량 규제가 도입되면서 이를 저감하는 것이 시급한 문제로 대두되고 있다. 특히 가솔린 직분사 엔진의 미세입자 배출량은 여러 연구기관에서 분석적 방법이나 실험적 방법으로 연구되고 있지만, 이에 대한 실질적인 원인이 명확히 규명되지 않은 실정이다. 엔진 연소에서 발생하는 미세입자 혹은 입자상 물질은 연소 시에 농후한 혼합기의 연소로 인한 Soot의 생성에서 비롯되는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 이론공연비의 예혼합 연소 조건에서 운전되는 최신 가솔린 엔진의 경우, 정상상태 운전 조건에서는 Soot의 생성 조건에 해당하지 않는다. 그러나 직분사 엔진의 경우, 연료 분무의 실린더 벽면, 밸브 등과의 간섭으로 인해 액막을 형성하고 이로 인한 Soot의 생성이 미세입자 배출의 원인으로 지적되고 있다. 이러한 Soot의 생성 영역은 산화 과정 중에 발생하는 황색의 확산화염을 통해 관찰할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 내시경 접근 방식을 사용하여, 실제 차량에 적용되는 대기통 엔진 내에서 운전 조건에 따른 확산 화염의 발생 위치를 가시화하여 각 운전 조건 별 미세입자 발생의 원인을 규명하였다. 시험 결과, 제동평균유효압력 0.45 MPa에 해당하는 저부하 조건에서는 흡기 밸브와 연료 분무의 간섭으로 인한 확산 화염 발생이 주로 관찰되었다. 이는 저부하에서 충분한 공기유량확보를 위한 흡기 밸브 시기의 진각과 감압비등으로 인한 연료 분무각의 증가가 원인으로 확인되었다. 이로 인해, 흡기 밸브와 배기 방향 실린더 헤드 측에서 확산 화염이 관찰되었다. 한편, 제동평균유효압력 1.10 MPa에 해당하는 중·고부하 조건에서는 피스톤과 벽면 적심으로 인한 확산 화염이 주로 관찰되었다. 이는 감압비등이 일어나지 않는 조건에서 긴 분사기간으로 인한 분무 도달 거리의 증가로 벽면 적심이 유발된 것을 원인으로 볼 수 있다. 이러한 엔진 요소들과의 간섭으로 인한 화염 발생 영역을 미세입자가 생성되는 위치로 볼 수 있으며, 미세입자 배출량을 저감하기 위해서는, 연료 분무의 최적화와 분사 전략의 최적화가 엔진 설계에 따라 필요하다 할 수 있다.

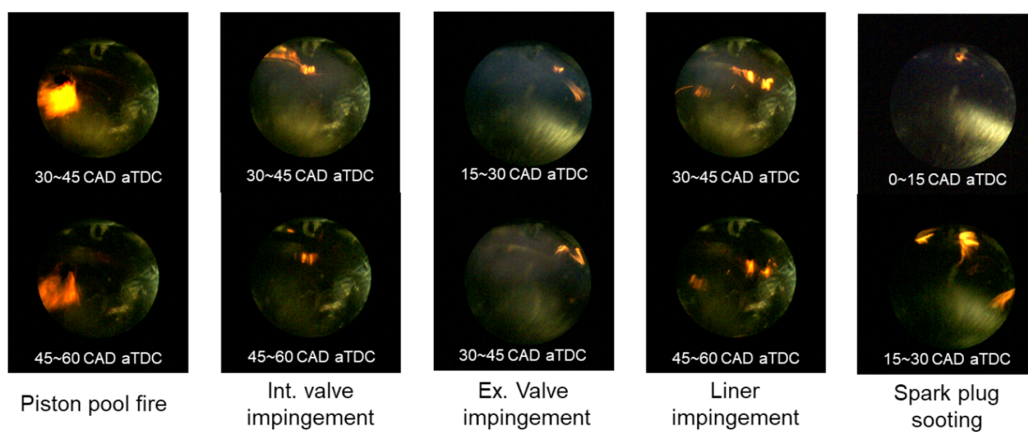


Fig. 1 Possible diffusion flame sources on a downsized TGDI engine