

터보차저가 적용된 직접 분사식 가솔린 엔진에서의 분사 시기가 미세

먼지 배출에 미치는 영향

신 지 용¹⁾ · 이 상 욱¹⁾ · 박 상 재¹⁾ · 배 충 식^{*1)}

한국과학기술원 기계공학과 ¹⁾ ·

The Effect of Injection Timing on PN Emissions in a Turbocharged Gasoline Direct Injection Engine

Ji Yong Shin¹⁾ · Sanguk Lee¹⁾ · Sangjae Park¹⁾ · Choongsik Bae^{*1)}

Korea Advanced Institute of Science and Technology¹⁾

Key words : Downsizing(다운사이징), Gasoline(가솔린), Particle Number(PN), Direct Injection(직분사), Injection Timing(분사시기), Spray(분무), Turbocharged(터보차저)

* Corresponding Author, E-mail: csbae@kaist.ac.kr

전기차와 수소연료 차량의 급속적 개발과 더불어 점차 강화되는 이산화탄소와 미세먼지 배출 규제 강화로 인해 내연기관의 열효율 개선 연구는 다방면에서 지속되고 있다. 열효율 개선을 위해 현재 다운사이징 기술은 선택이 아닌 필수 조건이 되어 가고 있으며, 고압 분사, Atkinson Cycle 적용 및 Continuously Variable Valve Duration (CVVD) 과 같은 다양한 기술들이 가솔린 엔진에 적용되고 있는 실정이다. 이러한 우수한 열효율 관련 기술 발전에도 불구하고 가솔린 엔진에서의 PN 배출 문제는 아직 해결되지 않은 부분들이 존재한다. Gasoline Particulate Filter를 이용할 경우, 대기중으로의 PN 배출을 대부분 억제할 수 있지만 원가상승 문제 및 냉간 조건에서의 PN 배출 문제를 해결하기는 어려운 실정이다. 따라서, 후처리 장치를 거치지 않은 단계, 즉 엔진 자체의 raw PN 배출을 줄이기 위한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 CVVD가 적용된 1.6L 터보차저 가솔린 직접 분사식 대기통 성능 엔진과 동일 엔진을 퀴즈 라이너로 모사한 가시화 엔진을 이용하여, PN 배출이 많은 저속 중부하 조건에서 분사 시기와 분무 특성이 PN 배출에 미치는 영향을 조사하였다. 실험결과를 통해 과도한 분사 시기 진각을 적용하였을 경우 밸브 적심등의 원인뿐만 아니라 혼합기의 과도한 공연비 구배가 화염 전파 속도에 영향을 미치는 것으로 의심되었다. 적심이 발생하지 않는 수준에서 과도하게 진각된 분사 시기를 적용하였을 경우, 산소와 연료와 혼합할 시간이 충분히 주어지게되고 이는 국부적으로 희박한 공연비 조건을 형성하는 것으로 사료된다. 이러한 국부적 희박 공연비 조건은 느린 화염 전파를 유발하고, 연소 초기 pyrolysis 과정 중에 생성된 particle들을 충분히 산화 시키지 못한 채 배출 되는 것으로 추정되었다. 점차 분사 시기를 지각 시킬수록 적심을 회피할 수 있는 확률이 증가하였으며, 혼합기 형성 시간은 줄어들지만 국부적 농후한 공연비가 화염 전파 측면에선 유리할 수 있는 것으로 생각되었다. 따라서, 난류 에너지, 국부적 공연비 및 혼합기 형성 시간 등이 PN 생성에 중요한 인자로 작용할 수 있는 가능성을 확인하였다. 향후 지속적인 연구를 통하여, 일반적으로 알려진 PN배출 원인인 적심 현상 이외에 분사 시기와 분무의 특성을 이용하여 PN 저감이 가능할 것으로 사료된다.