

디젤 분무 간 간섭에 의한 화염 특성

홍 동 우¹⁾ · 강 승 우¹⁾ · 배 충 식^{*1)}

한국과학기술원 기계공학과¹⁾

Flame Characteristics by Diesel Spray Interference

Dongwoo Hong¹⁾ · Suengwoo Kang¹⁾ · Choongsik Bae^{*1)}

Korea Advanced Institute of Science and Technology¹⁾

Key words : Diesel(디젤), Flame visualization(화염 가시화), Spray interference(분무 간 간섭), Particulate matter(입자상 물질)

* Corresponding Author, E-mail: type email address

디젤 엔진은 높은 열효율과 토크를 장점으로 갖고 승용차부터 상용차까지 수송 분야의 전반적인 부분에서 큰 역할을 하고 있다. 그러나 최근 세계적으로 환경문제가 대두되면서 디젤 엔진의 연소 과정에서 발생하는 입자상 물질과 질소산화물에 대한 배기 규제가 점차 강화되고 있다. 규제를 만족하기 위해 디젤 엔진 연소 개선을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

디젤 엔진은 압축착화방식으로 연료가 연소되기 때문에 분사계와 피스톤 형상이 연료-공기 혼합기 형성과 연소 및 배기 특성에 직접적인 영향을 준다. 따라서 이러한 분사계 개선을 통해 빠른 균질 혼합기 형성 즉, 연료 공급 속도를 높일 수 있고 이를 통해 엔진의 연비 및 배기 특성을 향상시킬 수 있다. 그러나 연료 공급 속도를 높이기 위해 노즐 직경을 키우게 되면 분무 미립화가 악화되어 입자상 물질 배출 증가를 초래할 수 있다. 따라서 노즐 직경을 줄이고 노즐 홀 개수를 증가시켜 연료 공급 속도를 높이는 방법 즉, 노즐 다공화를 통한 연료 공급 속도 개선 방안이 바람직하다.

그러나 선행연구의 결과, 기존 예상과 다르게 특정 조건에서는 동일 노즐 직경에서 분공수 증가에 따라 오히려 연비 및 배기가 악화되는 현상이 발견되었다. 이는 노즐 다공화에 의한 분무 분포 확장을 통해 혼합기 형성을 개선시키는 효과와 각 분무 줄기의 거리가 가까워져 분무 간 간섭이 발생하여 혼합기 형성을 악화시키는 효과가 함께 작용하기 때문으로 판단된다. 그리고 노즐 직경에 따라 다공화의 결과가 다르게 나타났다. 노즐 직경이 큰 경우 분무 분포 확장의 효과에 의해 연비 및 배기가 개선되었으나, 노즐 직경이 작은 경우 각 분무 간 영향이 커져 오히려 연비 및 배기가 악화되었다. 따라서 노즐 다공화 방안 또한 분무 간 간섭을 발생시켜 균질 혼합기 형성에 영향을 주어 엔진의 연비 및 배기 특성을 악화시키는 문제점을 갖는다. 따라서 본 연구에서는 정적 챔버 내 화염 가시화를 통해 분무 간 간섭 현상을 확인하고자 한다.

본 연구에는 정적 챔버와 구조물, 그리고 선행연구와 동일한 인젝터가 사용되었다. 실제 엔진은 연소실 내부에서 연소가 일어나고 이 과정에서 분무 간 간섭이 발생하므로 이러한 영향을 확인할 수 있도록 원통형 구조물을 챔버 내부에 설치하였다. 분무 간 간섭의 영향을 확인하기 위해 인젝터 노즐 홀 두 개를 내벽의 정면에 두고 분사하여 두 분무 줄기 간의 간섭을 확인하였다.

화염 특성을 비교하여 분무 간 간섭을 확인하였다. 동일 노즐 직경을 갖는 인젝터들의 총 연료 분사량을 동일하게 하여 화염 특성을 비교하였다. 휘염의 정도를 비교한 결과, 노즐 홀 개수에 따라 서로 다른 결과가 관측되었다. 또한 분사 압력에 따라 다른 연료 분포와 화염 겹침 현상을 확인하였다. 이를 통해 분무 겹침에 의한 분무 간 간섭 현상이 발생함을 확인하였다.

상기 가시화 실험 결과를 바탕으로 추후 단기통 엔진 실험과 엔진 가시화 실험을 통해, 승용 디젤 엔진에서 정적 연소를 구현하여 연비를 향상시키고 입자상 물질 배출을 저감 할 수 있는 최적의 연료 노즐 개수 및 형상을 제안하고자 한다.