

근거리와 원거리에서 설계 변수가 분무 특성에 미치는 영향

신 동 현¹⁾, 박 성 욱^{*2)}

한양대학교 대학원 융합기계공학과¹⁾, 한양대학교 기계공학부²⁾

Effect on design variables spray characteristics in the near-field and far-field

Dongheon Shim¹⁾ Sungwook Park^{*2)}

Department of Mechanical Convergence, Graduate School, Engineering, Hanyang University¹⁾,

Department of Mechanical Engineering, Hanyang University²⁾

Key words : Diesel injector(디젤 인젝터), Nozzle design variable(노즐 설계 변수), Bosch long-tube(보쉬 장관법), Mie-scattering(미 산란 기법), Near-field visualization(근거리 가시화),

교신저자, E-mail : parks@hanyang.ac.kr

디젤 엔진은 자동차 산업에서 핵심적인 역할을 담당하지만, 오염물질 배출 문제로 인해 지속적으로 환경적 부담의 원인으로 지적되고 있다. 이에 따라 각국은 배출가스 규제를 점차 강화하고 있으며, 이러한 흐름 속에서 높은 효율과 우수한 성능을 동시에 갖춘 엔진 개발의 필요성이 더욱 커지고 있다. 디젤 엔진의 효율은 연소 과정에 큰 영향을 받으며, 그중에서도 엔진 내부에서 연료 분사를 담당하는 인젝터는 매우 중요한 구성 요소로 평가된다. 따라서 인젝터의 성능을 향상시키면 연소 품질 또한 효과적으로 개선할 수 있다. 이러한 이유로 연료 분무와 관련된 다양한 연구가 꾸준히 이루어져 왔으나, 여러 설계 변수가 서로 복합적으로 작용하며 연쇄적으로 미치는 영향에 대한 연구는 아직 충분하지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 분사를 실험과 분무 가시화 실험을 수행하고, 디젤 인젝터 노즐에 설계 변화를 적용하였을 때 나타나는 분무 특성의 변화를 분석하였다.

인젝터의 노즐 설계 변수에 따른 분무 특성을 비교·분석하기 위해, 인젝터의 유량, 노즐 홀 수, 노즐 각도에 따른 분사를 실험과 분무 가시화 실험을 수행하였다. 분사를 실험에는 높은 정밀도와 신뢰성을 갖는 Bosch 장관법을 적용하였다. Bosch 장관법은 관 내부를 연료로 가득 채운 상태에서 분사가 이루어질 때 발생하는 관 내부 압력 변화를 측정하고, 이때 형성되는 압력 파형을 통해 인젝터의 니들 거동과 유량 계수를 확인하는 방식이다. 실험에서는 총 100회의 분사를 데이터를 취득한 뒤 이를 중첩하여 분석하였다. 분무 가시화 실험은 고속 카메라(Phantom VEO 1310L)와 메탈할라이드 램프를 사용하여 수행하였으며, 미산란(Mie-scattering) 기법을 통해 분무 이미지를 취득하고 이를 분석하였다. 또한 LDM을 활용하여 근거리 분무 가시화 이미지도 함께 확보하였다.

실험 결과, 분사를 실험에서는 7홀 인젝터가 8홀 인젝터에 비해 더 높은 분사율 파형을 나타내는 경향을 보였으며, 니들의 단합 시점 또한 더 빠르게 나타나는 것을 확인하였다. 분무 가시화 실험 결과에서는 노즐 각도가 큰 인젝터가 작은 인젝터보다 분무 도달거리가 소폭 증가하는 경향을 보였고, 노즐 홀 수가 적은 인젝터의 경우 홀당 모멘텀이 상대적으로 크게 작용하여 도달거리가 증가하는 특성이 나타났다. 또한 LDM 가시화 이미지 분석 결과, 노즐 직경이 클수록 연료의 배출속도가 증가하여 액주 길이는 짧아지고, 생성되는 액적의 크기는 더 작아지는 경향을 확인하였다.

Acknowledgement

방위사업청에서 전략부품국산화 지원사업으로 관리번호 C230026으로 승인되어 STX엔진에서 개발된 품목중 일부이며, 이에 감사드립니다.