

PLIF 기법을 이용한 액체 로켓용 F-O-O-F 인젝터의 혼합특성 연구

정 기 훈 · 윤 영 빈
(서울대학교 항공우주공학과)

(E-mail : ybyoon@plaza.snu.ac.kr)

액체연료를 사용하는 엔진의 인젝터에 대한 연구는 연소효율에 중대한 영향을 미치는 분무 액적의 크기 및 분포 특성 연구에 초점을 두어왔다. 그러나 액체 로켓 엔진은 고온, 고압의 연소실 내에서 액체상태의 연료 및 산화제 액적이 매우 빠르게 기화되기 때문에, 미립화 특성 보다는 연료와 산화제의 혼합특성이 연소효율을 결정하는 변수로 작용하게 된다. 또한 분사된 액체 추진체는 미립화 단계 이전에 기화되어 초기 화염을 형성하므로, 분사 직후의 연료/산화제의 혼합과정을 이해하는 것은 상당히 중요하다.

액체 로켓용 인젝터의 혼합 특성에 관한 비반응 실험은 서로 용해되지 않는 두 종류의 모의 연료와 산화제를 분사시킨 뒤 이를 격자셀로 수집하여 각각의 질량을 구하는 포집법을 주로 사용하여왔다. 그러나, 이는 공간 분해능이 떨어지며, 유동을 교란시키고 정밀한 측정이 용이하지 않아 오차 범위가 크다는 단점이 있었다. 최근들어 연료의 유량 분포를 액적의 형광신호로부터 정량화하는 레이저 유도 형광기법(PLIF)을 이용하여 연료/산화제의 혼합 특성을 측정하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 PLIF 기법을 F-O-O-F 인젝터에 적용하여 분사되는 연료와 산화제의 유량 분포 및 혼합비를 분사방향의 위치에 따라 측정함으로써, 측정 기법상의 접근이 불가능하여 밝혀지지 않았던 충돌점 부근에서의 혼합과정을 분석하였다. 또한 측정 단면상의 당량비를 구하여 화염의 형상을 예측하였고, 각 위치에서의 혼합효율을 계산하였다.

측정 결과로부터, 연소 성능을 결정하는 인자는 산화제의 분포면적임을 알 수 있었다. 또한, 혼합효율은 1차 충돌점에서 최대를 보이며, 2차 충돌점에서 다시 높아지다가 이후에 급격히 감소하는 경향을 보임을 확인하였다.