

액체추진기관의 복사열전달 분석

안원근*, 박희호*, 황수권**, 김유*

*충남대학교, **국방과학연구소

(Email : yookim@hanbat.chungnam.ac.kr)

일반적으로 연소과정에서 발생한 고온고압의 연소가스로 인하여 액체추진기관의 연소실 및 노즐 벽면 그리고 추진기관 후방부위에 대류열전달(Convective heat transfer)과 복사열전달(Thermal radiative heat transfer)이 발생하는 것으로 알려져 있으며, 액체추진기관에서 발생하는 복사열전달 현상은 재생냉각장치의 열입력량 예측 및 발사체의 추진기관 후방부위에 탑재되는 전자장비 및 구조물의 열적환경(Thermal environmental phenomena)을 분석하는데 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 노즐 후방부위에서 발생하는 복사열전달률(Radiative heat transfer rate)을 측정하고 연소압(Chamber pressure)과 혼합비(Mixture ratio)에 따른 영향을 파악하였다.

액체추진기관의 연소로 인하여 발생하는 열전달량은 복사열전달과 대류열전달로 구분되며 이들은 비행고도(Flight altitude), 비행속도(Flight velocity), 배면 압력(Ambient pressure), 후방부위 형상, 연소가스 성분에 따라 지배되는 것으로 알려져 있으며, 특히 비행하는 발사체의 경우에는 추진기관 후방부위에서 고도 상승으로 인한 화염의 팽창으로 복사열전달률이 증가하는 경향을 보인다. 이들에 대한 영향 분석은 복사열전달량만을 별도로 측정하는 기법이 반드시 선행되어야 한다.

복사열전달량을 측정하는 기법은 매우 난해하며 많은 비용이 소요되는 관계로 본 연구에서는 빛과 열을 투과시키는 성질을 가진 석영판을 활용하여 효과적으로 측정할 수 있는 측정기법을 고안하여 당 연구실에서 운용하는 소형 액체 추진기관의 지상 연소시험에서 발생하는 총열전달량 및 복사열전달량을 측정하였다. 또한, 측정치의 정확도를 높게 유지하기 위하여 석영판의 투과도 및 열전달 측정방법에 따른 다각적인 특성을 수행하였다. 본 연구에서 사용한 열전달량 측정 센서는 Gorden Gauge와 열전쌍(Thermocouple)을 이용하여 독자적으로 고안한 방식을 적용하였으며, 석영의 투과도는 특별히 고안된 암실에서 램프를 이용하여 수행하였다. 10초간

의 지상연소시험을 통하여 복사열전달량 측정기법의 성능을 입증할 수 있었으며, 측정센서에 따른 영향도 효과적으로 파악할 수 있었다.

동일한 형상의 소형 액체추진에서 연소압(200, 300, 400 psi)과 혼합비(1.5, 2.0, 2.5)에 따른 복사열전달의 특성을 파악하기 위하여 각각 3가지 조건에 대하여 연소 시험을 수행하여 복사열전달량을 측정하였다. 시험 결과로부터 연소가스에서 발생하는 복사열전달의 상대적인 크기 및 미치는 인자들을 파악할 수 있었다.

본 연구를 통하여 석영을 활용하여 복사열전달량을 효과적으로 측정할 수 있는 기법을 개발하였으며, 소형 액체추진기관에서 발생하는 복사열전달의 크기 및 현상을 파악할 수 있었다. 또한, 연소실 및 노즐에서 발생하는 복사열전달 현상을 파악할 수 있었다.