

# 액화천연가스 로켓엔진의 재생냉각 특성 연구

## (Study on Regenerative Cooling Characteristics for Rocket Engine using LNG as a propellant)

장행수, 한풍규

현대모비스

(Email : hschang@mobis.co.kr)

재생냉각은 엔진 경량화 및 높은 추력을 발생시킬 수 있으며 엔진이 장시간 작동할 경우에도 추력의 변화가 일어나지 않는 우수성으로 인해, 액체로켓엔진에서 보편적으로 사용되고 있는 냉각방식이며, 고성능 액체로켓엔진 개발에 있어서 핵심 기술이다. 일반적으로 재생냉각 방식은 연소기 내벽에 형성된 냉각유로에 연료 또는 산화제를 흘려보내 고온고압의 연소실내에 온도 경계층을 생성시키면서 벽면온도를 적정온도 이내로 유지하는 것이 목적이며, 또한 냉각유로에서의 압력강하가 추진제 공급 시스템의 공급 압력의 한계값을 넘어서지 않도록 하며, 냉각후의 연료 또는 산화제의 열역학적 상태가 엔진 작동 조건에 적합하도록 제어하여야 한다.

본 연구에서는 상기의 재생냉각 방식의 특성을 분석하기 위해 시험용 재생냉각 연소기를 개발하였으며, 대체 냉각제(물)와 실 추진제를 사용하여 재생냉각 연소시험을 수행하였다. 또한 연소시험 결과분석을 통해 연소기내에서의 열유동 모델과 열전달 메커니즘을 연구하여 재생냉각에 의한 열유속량을 예측하여 액체로켓엔진의 재생냉각 시스템에 대한 최적 설계에 대한 연구를 수행중에 있다. 본 연구에 사용된 시험용 연소기는 환경친화적이고 낮은 혼합비에서 Soot를 발생하지 않아 재사용 엔진에 적합하여 차세대 엔진으로 주목 받고 있는 액화천연가스(또는 메탄)을 추진제로 사용하는 엔진으로 재생냉각 시험연구에 적합하도록 설계되었다.

재생냉각시험은 대체냉각제와 실추진제를 사용을 병행하였으며, 실추진제를 사용한 재생냉각시험은 연소기의 실린더의 냉각유로에 NG를 공급하는 경우였다. 이와 같은 재생냉각 시험을 통해 액체로켓엔진에서의 벽면에서 인젝터와의 상대위치에 따라 추진제 혼합비의 불균일성이 주기적으로 형성되는 것이 계측되었으며, 이러한

추진제 혼합비의 변화가 재생냉각의 열유속량에 크게 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 재생냉각 연소시험을 수행하는 과정에서 재생냉각 적용시의 점화 조건과 추진제 공급압력조건이 충분히 검토되었으며, 기체 상태의 추진제가 냉각유로를 통해 공급됨에 따른 온도, 압력 등의 물성변화와 재생냉각에 따른 온도 상승 경향에 대한 분석 연구가 수행되었다.

이와 같은 실험적 연구를 바탕으로 연소실 벽면에서의 혼합비 분포 및 경계층에 대한 연구를 통해 벽면으로의 열유속과 벽면 온도를 예측하는 연구를 진행 중에 있으며, 향후 추진제 상태에 따른 재생냉각 성능 연구와 초음속 노즐에 대한 재생냉각 연구가 진행될 예정이다.