

원형관 내 연료의 대류열전달계수에 관한 실험적 연구

박보성¹ · 장석필^{1,2*}

¹한국항공대학교 스마트항공모빌리티학과, ²한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

* E-mail: spjang@kau.ac.kr

Experimental Study on Convective Heat Transfer Coefficient of Fuel in a Circular Tube

Bo Sung Park¹ · Seak Pil Jang^{1,2*}

초 록

본 연구에서는 극초음속 비행체용 재생냉각 시스템의 열관리 설계를 위한 기초 열유체 특성 데이터를 확보하고자 서로 다른 물성을 갖는 두 종류의 항공연료에 대해 저온 단상 구간에서의 대류열 전달계수를 실험적으로 측정하였다. 재생냉각 시스템의 단일 유로를 모사하기 위해 SS316 원형관을 시험부로 구성하였으며, 이를 진공 챔버 내부에 배치하여 외부 열손실을 최소화하였다. 시험관에는 DC Power Supply를 이용해 전류를 인가하여 균일 열유속 조건을 구현하였다. 일정 유량 조건에서 입구 온도를 변수로 설정하여 실험을 수행하였으며, 시험관의 축 방향 온도 분포를 측정함으로써 온도 기울기를 구하고 이를 이용해 대류열전달계수를 도출하였다. 유체의 유량은 차압센서로 측정된 압력강하를 바탕으로 계산하였다. 동일한 실험 조건에서 두 항공 연료의 대류열전달계수를 비교함으로써 연료 물성 차이가 저온 단상 구간의 열전달 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구 결과는 극초음속 비행체 재생냉각 시스템의 열전달 모델 구축과 냉각채널 설계를 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.

Abstract

In this study, the convective heat transfer coefficients of two fuels with different properties were experimentally investigated in the low-temperature single-phase regime to obtain fundamental heat transfer characteristics data for the thermal management design of regenerative cooling systems for hypersonic vehicles. To simulate a single channel of the regenerative cooling system, a SS316 circular tube was used as the test section and placed inside a vacuum chamber to minimize external heat loss. A DC power supply was used to apply electrical current to the test tube, providing a uniform heat flux condition. Experiments were conducted at a constant flow rate with the inlet temperature as the variable parameter. The axial temperature distribution along the test tube was measured to obtain the temperature gradient, which was then used to derive the convective heat transfer coefficient. The flow rate of the fluid was calculated based on the pressure drop measured by a differential pressure transducer. By comparing the convective heat transfer coefficient of two fuels under identical experimental conditions, the effect of differences in fuel properties on the heat transfer characteristic in the low-temperature single-phase regime was analyzed. Finally, the results can be used as fundamental data for developing heat transfer models and designing cooling channels for regenerative cooling systems in hypersonic vehicles.

Key Words: Heat Transfer Coefficient(열전달계수), Circular Tube(원형관), Constant Heat Flux(균일 열유속), Liquid Fuel(액체 연료)

