

평면 충돌제트에서 표면조도변화에 따른 단상 및 비등 열전달 특성

임 성 환*, 신 창 환*, 우 성 제**, 조 형 희†

*연세대학교 대학원 기계공학과, **삼성전자 DA 사업부, †연세대학교 기계공학과

Effect of Surface Roughness on Single-Phase and Boiling Heat Transfer

by Confined Planar Impinging Jet

Seong.Hwan Yim*, Chang Hwan Shin*, Seong Je Wu**, Hyung Hee Cho†

*Department of Mechanical Engineering, yonsei University, Seoul 120-749, Korea

**Digital Appliance Company Research Lab., SAMSUNG Electronics, Suwon 442-742, Kor ea

요 약

충돌제트는 충돌면에서 국소적으로 높은 열전달 및 물질전달 효과를 얻을 수 있기 때문에 가스터빈의 브레이드 및 연소기 벽면 등의 고온발열체의 냉각에 효과적으로 이용되어 왔으며, 이 밖에도 제철산업, 전자장비 냉각 등에 사용되고 있다. 또한 비등을 이용한 고온발열부의 냉각은 특히 전자장비의 냉각과 같은 급격한 열유속 증가곡선을 그리고 있는 발열체의 냉각에 중요한 역할을 하게 된다. 비등을 이용한 열전달의 경우 비등을 촉진시키기 위한 방법들이 다양하게 연구되고 있으며, 표면거칠기에 대한 연구^(1,2)도 그 중 하나이다.

본 실험에서는 과냉수를 냉각유체로 평면충돌제트에 대한 단상 열전달 그리고 부분비등과 완전발달 비등의 핵비등 열전달영역에 대해 채널형태의 구속조건하에서 국소적 열전달을 측정하였고, 또한 표면의 거칠기를 변화시켜 열전달에 미치는 영향을 평균열전달의 측정을 통해 파악하였다.

실험은 평면제트의 냉각수 과냉도 50K에 대해 구속조건과 자유수면제트에 대해 수행하였으며, 노즐의 출구속도 $V_n=1.0, 1.7$ m/s에 대해 국소적으로 열전달을 측정하였다. 이때 자유수면을 유지하기 위해 가열면과 충돌면의 거리는 $H/W=4$ 로 고정하였다. 또한 표면거칠기의 효과를 고려하기 위해 사포와 샌드 블라스트(Sand blast)를 이용하여 $0.3 \mu\text{m} \sim 2.51 \mu\text{m}$ 에 대해 평균열전달을 측정하였다.

본 연구에서는 국소적인 열전달 특성 및 표면거칠기에 대한 평균 열전달 특성을 고찰하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 단상대류영역에서 유동방향에 따른 벽온도는 서서히 증가하고, 비등은 열유속이 증가함에 따라 최하류에서 시작된다. 핵비등이 활발히 이루어지면 열유속의 증가에 비해 벽온도의 증가는 감소한다. 하류에서 발달한 비등은 정체점 영역까지 완전 발달된 비등영역에 도달하면 전 가열면에서 균일한 열전달계수를 보인다.

(2) 표면거칠기가 증가함에 따라 단상영역에 대해서는 차이가 없지만 비등영역에 대해서는 평균열전달이 증가함을 알 수 있었다. 이는 표면의 공동으로부터 기포핵이 균일하게 생성되며, 핵공이 증가하여 비등을 촉진시키기 때문이다.

참고문헌

1. Gabour, L. A. and Lienhard V, J. H., 1994, Wall Roughness Effects on Stagnation-Point Heat Transfer beneath an Impinging Liquid Jet, ASME J. Heat Transfer 116, 81-87.
2. Corty, C. and Foust., 1955, Surface Variables in nucleate boiling, Chem. Eng. Prog. Symp. Series NO. 17, 51, 1-12.