

축소 노즐에서의 슬롯 막냉각 열전달 특성에 관한 연구

조 용 일 · 조 형 희*

(연세대학교 대학원, *연세대학교 기계공학과)

(E-mail : hhcho@yonsei.ac.kr)

고온의 연소가스로부터 노즐 표면을 보호하기 위하여 슬롯을 통하여 냉각 유체를 분사하는 슬롯 막냉각에 대하여 연구하였다. 냉각효율 및 열전달 특성은 주유동과 2차 유동의 분사율에 따라 크게 달라지며, 형상변화 및 유동가속에 의해서도 냉각 효과의 변화를 가져오게 된다. 따라서 본 연구에서는 실험을 통하여 면적비가 16:1 인 축소노즐에서 압축성 효과를 배제할 수 있는 유동속도 범위 내에서 분사율 변화($0.5 \leq M \leq 3.0$)에 따른 슬롯 막냉각 열전달 특성을 고찰하고, 평판 슬롯 막냉각 경험식의 결과와 비교하였으며, 수치해석을 통하여 축소노즐과 원형관에서의 냉각효율 및 열전달 특성을 비교함으로써 이를 검증하였다. 축소노즐에서의 슬롯 막냉각 열전달 특성은 단열벽면조건을 형성하여 노즐 표면을 따라 설치된 열전대를 이용하여 측정하였다. 그 결과 상대적으로 낮은 분사율($M = 0.5, 1.0$)에서 분사율 증가에 따른 냉각효율의 증가가 크게 나타났으며, 분사율이 높아짐($M \geq 2.0$)에 따라 냉각효율의 증가폭이 점점 감소하고, 일정 분사율 이상에서는 냉각 효율의 증가가 크게 둔화되었다. 분사율이 낮을 경우 평판 슬롯 막냉각 경험식으로 주어진 결과보다 상류에서는 높으나 하류로 진행하면 비슷한 냉각효율을 보였고, 분사율이 높은 경우 평판보다 전 범위에서 약간 높은 냉각효율을 나타냈다. 수치해석 결과에서는 분사율이 낮을 경우 축소노즐의 냉각효율이 원형관에서의 냉각효율 보다 낮거나 비슷하게 나타났으며, 분사율이 높아짐에 따라 축소노즐에서의 냉각효율이 오히려 높아지는 것으로 나타났다.