

수직 원형, 비원형관에서 초임계 이산화탄소 유동의 열전달 특성에 대한 실험적 연구

김 종 규*, 전 홍 규*, 유 정 열, 이 준 식

*서울대학교 대학원, 서울대학교 기계항공공학부

Experimental Study on Heat Transfer Characteristics of Turbulent Supercritical Flow in Vertical Circular / Non-Circular Tubes

Jong Kyu Kim*, Hong Kyu Jeon*, Jung Yul Yoo, Joon Sik Lee

School of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

요 약

본 논문은 수직 원형관, 삼각형관, 사각형관 내의 난류 초임계(supercritical) 이산화탄소 유동의 열전달 특성을 기술하기 위한 실험적 데이터를 제시하였다. 작동유체는 이산화탄소를 사용하였으며 운전 압력은 8 MPa로 일정하게 유지하였다. 실험은 다양한 조건에서 실시되었는데, 입구온도 15 ~ 32°C, 직접 가열방식에 의한 열유속 3 ~ 180 kW/m², 질량유속 209 ~ 1230 kg/m²s 범위이다. 이와 같은 실험조건에 따른 Re 수는 3×10⁴ ~ 1.4×10⁵이고, Gr 수는 2×10⁷ ~ 5.4×10⁸ 이다. 시험대(test section)는 유입부 600 mm와 가열부 1200 mm로 구성되어 있으며 수력직경은 약 8 mm이다. 시험대의 벽면 온도를 측정하기 위하여 30 mm 간격으로 열전대를 설치하였다. 시험대 단면 형상에 따른 초임계 유동의 열전달 특성을 파악하기 위하여 동일 열유속 및 질량유속 조건에서 유동방향으로 벽면 온도분포를 비교하였다. 실험결과 실험조건에 따라 열전달 감소현상에 따른 국부적인 벽면 온도의 증가가 나타났는데, 이는 가상임계(pseudocritical) 온도 영역에서 물성의 급격한 변화와 벽면 근처에서 부력에 의한 결과 때문이다. 이와 같은 실험결과를 바탕으로 일정 시험대 입구온도에서 3가지 관에 적용 가능한 열전달 감소현상(heat transfer deterioration)의 발생기준을 결정하였다. 이때 열전달 감소현상의 발생기준은 부력 매개변수(parameter)를 사용하기보다 실험조건인 열유속과 질량유속을 사용하여 나타내었다.