

## 수평관에서의 응축열전달 성능평가

박 준 석<sup>\*</sup>, 박 일 환<sup>\*</sup>, 이 영 수<sup>\*\*</sup>, 장 기 창<sup>\*\*</sup>

한기대 대학원<sup>\*</sup>, 한기대 기계공학부<sup>\*</sup>, KIER 미활용에너지연구센터<sup>\*\*</sup>

### Evaluation of the condensation performance on horizontal tubes

Jun-suk Park<sup>\*</sup>, Il-hwan Park<sup>\*</sup>, Young-soo Lee<sup>\*\*</sup>, Ki-chang Chang<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Department of Mechanical Eng. Korea University of Technical and Education, Chonan 330-708, Korea

<sup>\*\*</sup>Unused Energy Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon 305-343, Korea

#### 요 약

포화증기가 이중관과 같은 수평 냉각 관의 내부 혹은 외부를 흐르며 일어나는 막응축에 관한 지금까지의 연구들은 응축이 일어나는 동안 열전달 성능과 압력손실 특성에 관한 새로운 상관 관계식을 도출하는데 집중되어 왔다. 그러나 최근 Lin과 Lee 등<sup>(1)</sup>이나 Cornelissen과 Hirs 등<sup>(2)</sup>은 열교환기를 엔트로피 해석에 의한 열교환기의 최적화에 관한 연구가 발표되고 있다. 엔트로피 해석은 각종 열 및 물질 전달 시스템의 설계방법에 영향을 미칠 수 있으므로, 열교환 시스템의 최적설계에 있어서 최소 엔트로피 생성률이 되도록 설계함으로써 최대의 유효에너지 전달이 가능하게 된다.

본 연구에서는 난방용 열펌프용의 고온 응축기를 고려하여 단일관의 관내 및 관외 응축에 있어서 응축열유속, 압력강하, 온도변화, 건도 및 엔트로피 증가량 등을 해석하여 응축실험 결과를 검증할 수 있는 프로그램을 개발하며, 관내 혹은 관외 응축전달에 있어서 열전달 및 압력손실에 의한 엔트로피 생성을 분석하였다.

해석에서 기지 값은 건도, 냉각수 출구온도 및 냉매 증기의 입구온도 등이며, 해석대상의 관 직경은  $d_i=26.0$  mm,  $d_o=28.6$  mm,  $D_i=50.4$  mm이다. 고온용 응축기를 고려하여 열전달 매체는 R134a이며, NIST의 물성치 프로그램 Version 5.0을 사용하였다. 해석조건으로는 유입증기의 온도  $53^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ , 질량유속  $G$   $100 \sim 220$  kg/m<sup>2</sup>s범위에서 해석하였다.

단일관의 응축열전달에 관한 해석 프로그램을 개발하고 응축열전달에서 발생하는 엔트로피 생성을 해석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 질량유속의 증가와 함께 열전달에 의한 엔트로피 생성은 미미하지만 감소하고, 압력손실에 의한 엔트로피 생성은 증가하며, 최소 엔트로피 생성이 되는 최적 질량유속이 있음을 예측할 수 있다.
- (2) 낮은 질량유속에서는 응축열전달은 상변화에 의한 영향이 지배적이지만 높은 질량에 달하면 이상 유동 압력손실의 증가로 이상류의 대류 유동의 영향이 크질 것이 예상된다.
- (3) 응축온도와 벽 온도의 차가 클수록 열전달에 의한  $S_g^*$ 은 크고 압력손실에 의한  $S_f^*$ 는 작아진다.
- (4) 응축열전달에 있어서 응축열유속, 압력강하, 온도변화, 건도 및 엔트로피 생성량 등을 해석할 수 있는 프로그램을 개발하므로 관내 및 관외 응축실험결과를 검증할 수 있게 되었다.

#### 참고문헌

1. Lin, W. W., Lee, D. J., 1997, Second-law analysis on a pin-fin array under crossflow, Int. J. of Heat and Mass Transfer, Vol. 40, pp.1937-1945
2. Cornelissen, R. L., Hirs, G. G., 1999, Thermodynamic optimisation of heat exchanger, Int. Heat and Mass Transfer, Vol. 42, pp.951-959.