

Hardy-Cross법을 이용한 CO₂ 냉동기용 내부열교환기의 열전달 특성 연구

강 희 동[†], 김 옥 중^{*}, 서 태 범^{**}

인하대학교 기계공학과 대학원, ^{*}한국기계연구원 열유체공정기술연구부, ^{**}인하대학교 기계공학과

Analysis of Heat Transfer Characteristics of Internal Heat Exchanger for CO₂ Refrigerator using the Hardy-Cross Method

Hee-Dong Kang[†], Ook Joong Kim^{*}, Tae-Beom Seo

The Graduate school of Department of Mechanical Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea

^{}Thermo-fluid Department, Korea Institute of Machinery & Materials, Taejon 305-600, Korea*

*^{**}Department of Mechanical Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea*

요 약

CFC 계열의 냉매는 오존층을 파괴한다고 알려져 현재 사용할 수 없게 되었으며, 현재 사용중인 H(C)FC 계열의 냉매도 지구온난화지수가 높아 사용하는데 있어 문제가 되고 있다. 이에 대한 대안으로 자연냉매를 이용한 냉난방 시스템이 큰 관심사가 되고 있으며, 자연냉매 중 CO₂가 가장 유력한 물질로 알려져 있다. 한편, 기존의 냉매를 사용할 경우 냉동사이클에서 내부열교환기가 하나의 마이너스 요인으로 작용하는데 비해, CO₂를 냉매로서 이용하는 냉동사이클의 경우 내부열교환기가 성능향상에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 CO₂ 냉난방 시스템에 적용이 가능한 내부열교환기의 열전달 특성을 수치해석적으로 조사하고자 한다. Boewe 등⁽¹⁾의 실험 결과와 비교함으로써 Hardy-Cross법⁽²⁾을 이용한 해석방법의 타당성을 살펴보고, CO₂의 열전달 해석에 맞는 상관식을 알아보하고자 한다. 또한, 내부 열교환기 내에서의 CO₂의 거동을 살펴봄으로써 실제 CO₂ 냉난방기용 내부열교환기의 설계 및 제작에 도움을 주고자 한다.

열전달량의 계산은 단면분할법을 통해 각 분할된 단면에 일반 열전달식과 Dittus-Boelter식, Gnielinski식, Yoon 등⁽³⁾의 상관식을 이용하여 열전달계수를 구하고, Hardy-Cross 법을 이용하여 열전달량을 계산하였다. 이렇게 구한 열전달량과 출구온도를 Boewe 등이 실험한 결과와 비교함으로써 Yoon 등의 상관식과 Gnielinski의 상관식을 조합하여 계산한 결과가 실험결과와 가장 근접한 것을 알 수 있었으며, Hardy-Cross법이 내부열교환기의 열전달계수에 적용가능하다는 것을 알 수 있었다.

결과를 통하여 열교환기 내부의 열전달계수의 변화와 속도의 변화를 살펴봄으로써 관 내부의 유동현상의 해석이 충분히 가능함을 알 수 있었다. 또한, 길이가 길어짐에 따라 열전달량이 증가한다는 것을 알 수 있었으며, 이러한 결과가 실제 내부열교환기의 설계에 있어 하나의 자료로 이용할 수 있을 것이라 판단하였다.

참고문헌

1. D. E. Boewe, C. W. Bullard, J. M. Yin and P. S. Hrnjak, 2001, Contribution of Internal Heat Exchanger to Transtrical R-744 Cycle Performance, Int. J. Heating, Ventilating, Air-Conditioning and Refrigerating Research, Vol. 7, pp. 155~168.
2. Jonas M. K. Dake, 1983, Essentials of Engineering Hydraulics, Macmillan Press., 2nd, pp. 87~94.
3. Seok-Ho Yoon, Ju-Hyok Kim, Yun-Wook Hwang, Min-Soo Kim, Kyoung-Doug Min and Yong Chan Kim, 2003, Heat transfer and pressure drop characteristics during the in-tube cooling process of carbon dioxide in the supercritical region, Int. J. refrigeration, Vol. 26, pp.857~864.