

원형관내에서 CO₂냉매와 오일 혼합물의 압력강하 및 열전달에 관한 실험적 연구

임 동 섭, 강 병 하*, 박 경 근*

국민대학교 대학원, *국민대학교 기계·자동차공학부

An Experimental Study on Pressure Drop and Heat Transfer of CO₂/Oil Mixtures in a Circular Tube

Dong Seob Lim, Byung Ha Kang*, Kyoung Kuhn Park*

Graduate School, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

*School of Mechanical and Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

요 약

기존에 상용화 되어 사용되던 CFC 계열, HCFC 계열과 HFC 계열 냉매는 지구온난화와 오존층 파괴의 주범이 되고 있어, 몬트리얼 및 교토의정에 의해서 사용에 제한을 받고 있다.⁽¹⁾ 이러한 문제에 근본적으로 대처하기 위한 방법으로 자연냉매의 도입이 추진되고 있으며, 안정성이 뛰어나고 연소 및 폭발성이 없는 CO₂에 대한 관심이 높아지고 있다. 새로운 대체냉매를 시스템에 적용하려면 대체 냉매에 적합한 냉동기유를 개발해야 하며, 냉매/오일 혼합물의 유동 및 열전달 특성을 파악하는 것이 필수적이다.

본 실험적 연구의 선행 연구에서는 원형관내에서 CO₂냉매/오일 혼합물의 유동가시화 및 입구온도 변화에 따른 압력강하를 측정하였다. 유동가시화를 통해 POE오일이 PAG 오일에 비해 CO₂냉매와의 상용성 측면에서 더 우수함을 제시하였고, 고정된 질량유량 조건에서 입구온도의 증가에 따라 압력강하값이 서서히 증가하는 경향으로 나타났다. 그러나 CO₂냉매/오일 혼합물의 질량유량 변화에 따른 압력강하 및 열전달에 대한 기존의 연구는 미비한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 극성을 갖는 냉동기유인 PAG와 POE 오일을 선택하여 원형관내에서 CO₂와 혼합하여 압축액 상태로 유동시키는 경우의 압력강하를 측정하고, 대향류 이중관 열교환기를 설치하여 열전달률을 측정하였다.

CO₂와 오일 혼합물의 압력강하값은 1 m 길이의 직관 시험부에서 혼합물의 입구 온도를 4℃로 고정하고 질량유량을 0.1에서 0.4 kg/min까지 변화시키며 측정하였다. 또한 열전달 특성에 관한 실험에서는 시험부에 대향류 이중관 열교환기를 설치하여 냉매부의 질량유량을 0.1에서 0.6 kg/min까지 변화시키며 열전달률을 측정하였다.

CO₂냉매와 오일 혼합물의 압력강하값은 CO₂냉매, POE 오일 혼합물, PAG 오일 혼합물의 순서로 크게 나타나며, 이것은 오일의 혼화성이 압력강하의 증감에 영향을 줄 수 있음을 예측하게 한다. 또한 측정된 압력강하값을 이용하여 POE 오일 농도 증가에 따른 마찰인자 상관식을 제안하였다.

CO₂냉매와 오일 혼합물의 질량 유량이 증가함에 따라 열전달률과 총합 열전달 계수값은 증가하는 경향을 보였으나, 오일 농도가 증가함에 따라 동일 질량유량에서 열전달 계수는 감소하는 경향을 나타내었다. 구해진 열전달 계수를 이용하여 CO₂냉매/POE 오일 혼합물에 대한 열전달 상관식을 제안하였다.

참고문헌

1. Choi, H. S., Kang, B. H., Kim, S. H., 2004, An Experimental Study on Miscibility and Vapor Pressure of R-744/Oil Mixtures, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 16, No. 2, pp. 150-157.