

PF1) 이산화탄소 열사이폰의 열전달 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Heat Transfer Characteristics of CO₂-filled thermosyphon

이종필·정상진·이근상
 경기대학교 환경공학과

1. 서론

열사이폰의 원리는 일정한 진공도를 유지한 밀폐된 용기 내에 비교적 휘발성이 높은 상변화 물질을 충전시킨 구조로 되어있다. 열사이폰이 열원으로부터 증발부에 열을 받으면 작동유체가 증발되면서 열사이폰 내의 증발부의 압력이 높아져 압력이 낮은 응축부로 이동하게 되고 이에 따라 작동유체는 증기의 형태로 증발잠열을 저온측으로 이동하게 된다. 저온측에 도달한 작동유체는 응축되면서 응축잠열을 방출하고 응축된 작동액은 다시 고온측으로 환원되는 작용을 반복 순환하게 된다(조기현 등, 2002).

본 연구는 구조가 간단하면서도 열전달이 탁월한 열 사이폰을 이용한 난방시스템을 개발하기 위한 기초연구로서 작동유체는 환경 친화적인 이산화탄소를 사용하고 용기는 작동유체의 열전달이 용이한 동관을 사용하여, 열사이폰의 성능에 영향을 끼치는 냉각수의 유량변화 등을 실험의 변수로 열전달 특성을 분석하여 지열회수 난방시스템에 활용하고자 하였다.

2. 연구 방법

실험장치의 중요한 구성 중 하나인 열사이폰의 본체는 재료, 전열 특성을 고려하여 동 파이프를 사용하였다. 동 파이프의 설계는 Noie(2005)의 연구를 참고하여 내경 9.9mm, 두께 1.4mm, 길이 1000mm로 제작하였다. 이산화탄소 작동유체는 드라이아이스를 사용하여 만들었다. 실험은 증발부의 온도 15℃, 압력 5.1Mpa(51kgf/cm²)로 하여 수행하였다.

본 실험에서 열사이폰 자체의 온도 변화는 열전대를 사용하여 관측하였으며, 온도 측정 증발부에 4점, 단열부에 3점, 응축부 2점으로 모두 9 지점으로 하고, 열사이폰 열회수 특성을 알아보기 위해 냉각수 유입구와 유출구에 열전대를 각각 설치하였다. 관측된 온도는 컴퓨터에 기록하고 통계처리 하였다. 그림 1에서는 실험장치의 개요를 나타내었다. 실험 조건은 냉각수의 유입유량을 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25L/min로 변화하고 증발부에 물의 온도를 5, 10, 15, 20, 25, 30℃로 변화시키면서 수행하였다.

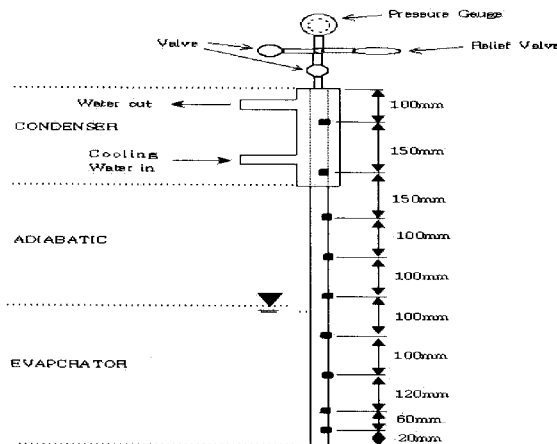


Fig. 1. Schematic diagram of experimental rig.

3. 결과 및 고찰

그림 2에서는 응축부의 온도를 5°C, 증발부의 온도를 15°C로 고정하고 유량을 변화시키는 경우 사이폰의 온도 변화를 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 유량에 따른 응축부의 온도 변화는 유량이 증대할수록 증대하는 전형적인 변화를 나타내고 있다.

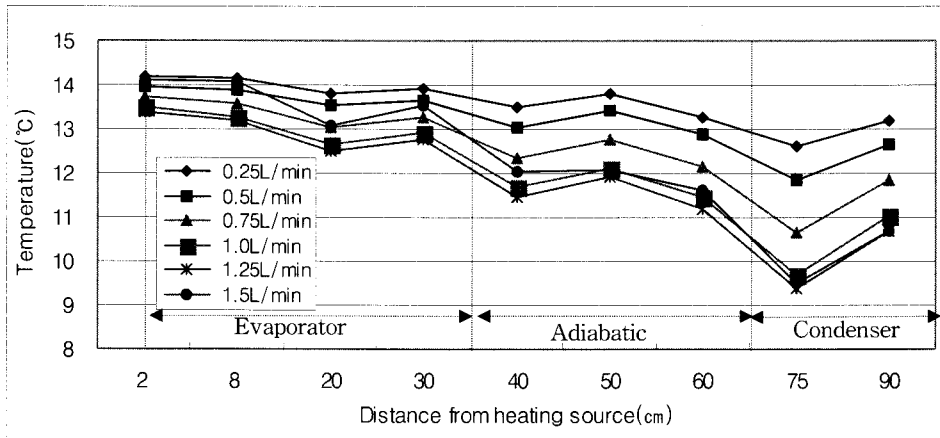


Fig. 2. Variation of heat pipe surface temperature for various flow rates.

그림 3에서는 유량을 1.0L/min으로 고정하고 증발부에 온도를 변화시키는 경우 열사이폰 내부 온도 분포를 나타내었다. 저온에서 증발부의 온도 변화는 작으나 고온으로 갈수록 증발부의 온도가 단열지역으로 갈수록 줄어드는 변화를 나타내며 이는 응축부로 향하면서 파이프 벽면을 통한 열전달이 되고 있음을 잘 나타낸다.

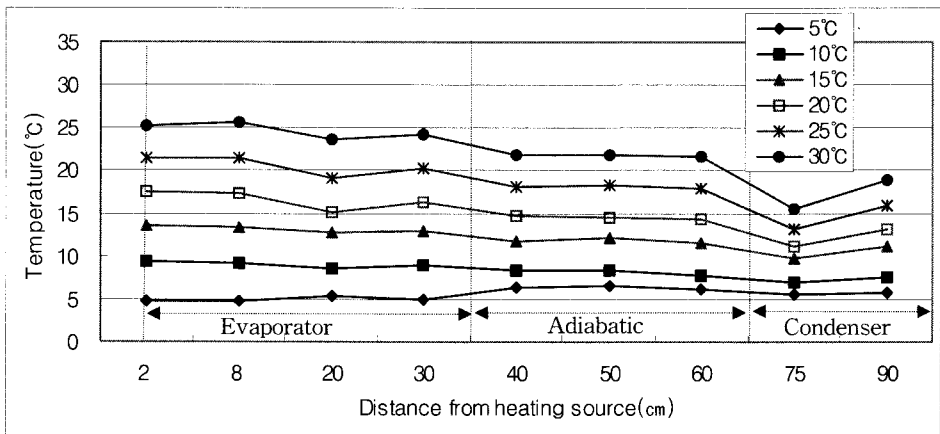


Fig. 3. Temperature distribution along the length of the thermosyphon.

참고 문헌

- 조기현, 백 이, 정형길 (2002) 밀폐형 2상 열사이폰의 열전달 특성에 관한 실험적 연구, 한국산업융합학회 논문집, 5(3), 165-171.
- Noie, S.H. (2005) Heat transfer characteristics of a two closed thermosyphon, Applied Thermal Engineering, 25, 495-506.