

# 상변화 열교환기의 용융특성 연구

오창목\* · 유영준\*

## A study on characteristics of melting in a air-PCM heat exchanger.

Changmook Oh\* · Youngjune Yoo\*

### ABSTRACT

In the building, controlling temperature is main concern for maintaining fresh environment. To control temperature, phase change material(PCM) can be used as a medium that keeps temperature in certain level. PCM has its own phase change temperature. PCM melts/solidifies while absorbing/releasing the heat. Because of the advantage, PCM can be applied to a air-PCM heat exchanger. In this study, the air-PCM heat exchanger was designed based on the system requirements and experimental analysis was conducted to study on the performance of the heat exchanger.

### 초 록

빌딩에서 쾌적한 환경을 유지하기 위해 온도제어가 필요하다. 온도를 제어하기 위해서 적정 온도를 유지시켜주는 매체인 상변화물질을 이용할 수 있다. 상변화물질은 고유의 상변화온도가 있고 상변화물질은 열을 얻고/방출할 때 녹거나/굳게 된다. 이러한 장점이 있으므로 상변화물질은 공기-상변화물질 열교환기에 적용할 수 있다. 본 연구에서는 시스템 성능에 만족하도록 공기-상변화물질 열교환기를 설계하였고 열교환기의 성능을 연구하기 위해서 실험을 수행한다.

Key Words: Micro channel(마이크로 채널), PCM(Phase Change Material: 상변화물질), Heat exchanger(열교환기)

### 1. 서 론

최근 에너지의 저장 및 효율적인 활용에 관련된 기술의 발전은 차세대 에너지에 대한 위기의

식과 함께 폭넓게 연구되고 있다. 그 중 효율적인 에너지 저장 매체로 알려진 상변화 물질에 관련된 연구도 활발히 진행되고 있다. 선진국에서는 상변화 물질을 이용하여 군수용 뿐만 아니라 민수용으로의 활용범위를 광범위하게 연구하고 있는 실정이다. 국내에서는 휘발유 가격상승 등으로 기존 냉동방식에 운영비용이 증가함에

\* 국방과학연구소 1-5

† 교신저자, E-mail: cmoh99@hanmail.net

따라, 상변화 물질의 활용범위가 점차 넓어지고 있는 실정이다. 향후 동 분야의 발전은 화석연료의 생태계 파괴를 방지하는 목적과 에너지의 효율적인 관리라는 차원으로 비약적인 발전이 기대되는 분야이다[1].

상변화현상은 물질이 고체-액체-기체로 변화되는 현상을 의미하는데, 이 과정에 일정한 온도를 유지하며, 열에너지를 흡수 할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 현상을 이용하여 냉난방장치로 연구되는 사례가 확인되었다[2, 3].

따라서 본 논문에서는 상변화의 시스템 적용 가능성을 확인하고, 설계목표를 설정하며, 이를 토대로 제작된 상변화 열교환기의 성능시험 결과 분석을 통해 상변화 응용현상을 규명한다.

## 2. 설계목표 및 실험

### 2.1 설계목표

본 연구에서 상변화 열교환기의 설계목표는 Table 1과 같이 입구압력 170 kPa, 입구온도 105°C 및 유량 30 g/sec의 공기를 60°C이하로 낮추는 것이다.

### 2.2 상변화 열교환기 제작

설계 목표를 토대로 제작된 상변화 열교환기는 공기유로측은 고온공기로부터 효과적으로 열을 방출하기 위하여 파형유로를 설치한 공기층이 있으며, 이 층위에 가능한 많은 상변화물질을 충전하기 위해 내부격막을 설치하지 않은 상변화물질 층을 설치하였다. 설계조건을 고려하여 상변화물질로 전달되는 열량을 계산한 결과 총 23층이 필요하다고 판단하여 이를 상변화 열교환기 제작에 반영하였다. 제작된 상변화 열교환기의 형상은 Fig. 1과 같다.

본 연구에서 사용을 적용된 특성값은 비중이 0.83, 고상에서 액상으로 상변화 하는 온도가 22°C, 잠열량이 252.8 J/g, 고상에서의 비열은 2.25 J/gK 및 액상에서의 비열은 3.77 J/gK 이다.

Table 1 System Requirements of air in air-PCM Heat Exchanger

	System Requirements
Mass Flow	0.03 kg/s
Inlet Temp.	105°C
Outlet Temp.	60°C
Inlet Press.	170 kPa
Outlet Press.	160 kPa



Fig. 1 air-PCM Heat Exchanger Prototype

### 2.3 성능시험 수행

Figure 2와 같이 상변화 열교환기의 성능시험 구성도를 구성하였다. 시험장치에는 3-way 밸브를 통해서 설계조건 입구온도, 105°C 이하의 공기는 by-pass를 통과해 열교환기로 공급되지 않는다. 105°C가 만족한 공기는 밸브로 상변화 열교환기를 통과하게 된다. Fig. 3은 구성도를 바탕으로 시험 장치에 단열재를 도포하여 성능 시험을 한 것이다.

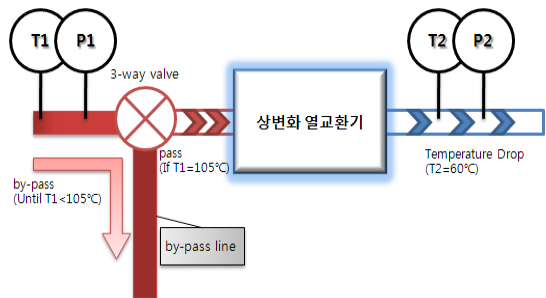


Fig. 2 Schematic Diagram of air-PCM Heat Exchanger

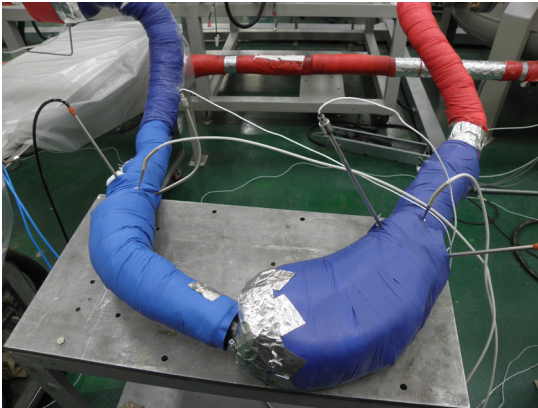


Fig. 3 Performance Test of air-PCM Heat Exchanger

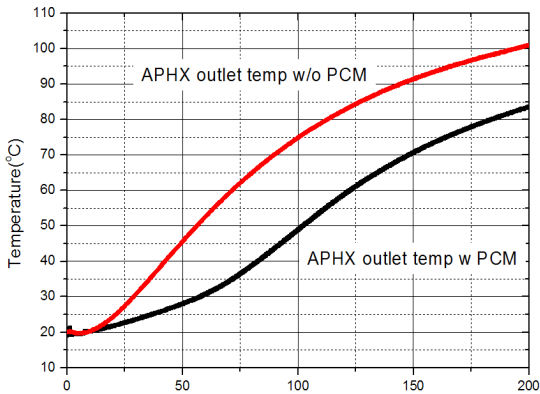


Fig. 4 The Test Results of air-PCM Heat Exchanger

### 3. 실험결과

Figure 4는 실험결과를 정리한 그래프이다. 실험결과에서는 설계 목표(0.03 kg/s, 170 kPa, 10 5°C)를 만족하는 공기를 상변화 열교환기에 공급 하였을 때 상변화물질이 열교환기 내부에 있을 경우와 없는 경우를 비교하였다. 상변화물질이

없는 경우, 상변화 열교환기 출구 공기온도는 70 초에 설계목표인 60°C에 도달한다. 반면 상변화 물질이 내부에 있는 경우, 상변화 열교환기 출구 공기 온도는 130초에 60°C가 된다. 따라서 상변화물질로 인해 설계 목표 온도에 도달하는 시간을 약 2배정도 지연시킬 수가 있었다.

### 4. 맺음말

본 연구에서는 파형형상의 유로를 갖는 마이크로 채널형 상변화 열교환기의 성능 실험을 통해 다음과 같은 기술적인 사항을 확인할 수 있었다. 즉, 열교환기 내에 상변화물질이 있는 열교환기일 경우 없는 열교환기 보다 온도 상승이 더 저하되었으며, 설계 목표 온도(60°C)에 도달하는 시간을 약 2배 더 지연시킬 수 있었다.

### 참고 문헌

1. Shah, R.K., Thonon, B., and Benforado, D. M., "Opportunities for Heat Exchanger Applications in Environmental Systems," Applied Thermal Engineering, Vol.20, 2000, pp.631-650
2. Stritih, U., "Heat Transfer Enhancement in Latent Heat Thermal Storage System for Buildings," Energy and Buildings Vol.35, 2003, pp.1097-1104
3. 오창목, 유영준, 민성기, "상변화 물질 적용 시스템의 열해석 연구," 제15차 유도무기학술대회 논문집, 2009, pp.186~188