

잠열복사패널을 이용한 태양열난방 실증실험

김종현^{*†}, 홍희기^{*}, 백종현^{**}, 강재동^{**}

^{*}경희대학교 기계공학과, ^{**}전북대학교 기계공학과

Verification experiment of solar heating system with latent heat panel

Jong Hyun Kim^{*†}, Hiki Hong^{*}, Jong Hyeon Peck^{**} and Chae Dong Kang^{**}

^{*} Dept. of Mechanical Engineering, Kyung Hee Univ.,

^{**} Dept. of Mechanical Engineering, Chonbuk Univ.

1. 서론

화석연료 소비억제와 이산화탄소 발생저감이 절실히 요구되고 있는 상황에서 신재생에너지의 중요성이 강조되고 있다. 이 중에서도 태양열설비는 경제성 면에서 가장 경쟁력을 갖추고 있는 신재생 에너지원으로서 한국에서는 주로 온수급탕용으로 보급되고 있다.^(1,2) 최근에는 난방기간이 긴 지역에 난방 및 온수 겸용으로 출시되고 있으나, 사계절 사용되는 온수전용 시스템에 비해 동절기 및 중간기에만 사용되는 난방 전용 시스템이 경제성을 만족하기 위해서는 초기설치 비용의 저감이 요구된다. 소규모 태양열 난방시스템인 경우에도 동파에 안전하기 위해 열교환기, 2 개의 배관계통 및 순환펌프, 제어계통, 축열조 등을 모두 갖추게 되어 경쟁력을 떨어뜨리는 요인이 된다. 이를 극복하기 위해서는 연중 사용이 가능한 냉난방 겸용 혹은 시스템의 단순화를 통한 설치비용의 저감이 요구된다. 본 연구에서는 주로 주간 및 저녁 시간에 난방을 필요로 하는 사무실, 복지시설등에 적용할 수 있는 시스템을 전제로 하였다. 별도의 기계실이 필요없는 단순화된 난방시스템을 구현하기 위해 축열조에 상변화물질을 사용하여 축열조의 크기를 줄이고, 실내 열방출장치로 잠열복사패널을 고안하였다. 이를 난방시스템에 적용하여 실증실험을 수행하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

시스템의 개략도를 Fig. 1에 나타내었다. 시스템의 용량은 중간기의 일사량이 좋은 날에는 태양열만으로 난방이 될 수 있도록 하고, 동절기에는 외주부의 부하를 주로 담당하게 하며 내주부는 별

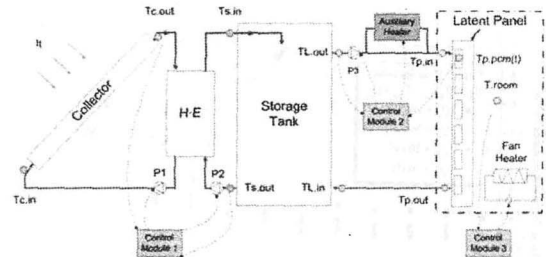
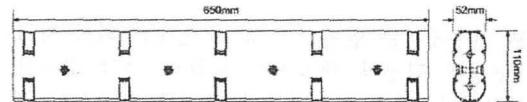


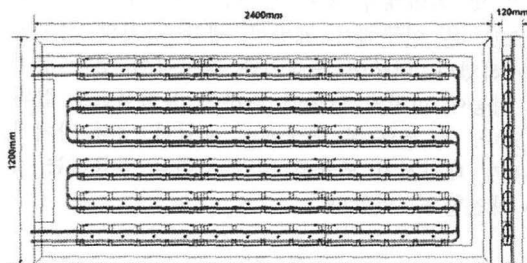
Fig. 1 Schematic diagram of system and measurement points

도의 보조열원으로 난방을 하는 것을 전제로 설정하였다.

집열기는 평판형 4 매를 직렬로 연결하였으며, 총집열면적은 7.44 m²이다. 축열조의 체적은 120 리터이며, 길이 50 cm, 외경 5.2 cm의 플라스틱 용기에 PCM을 약 1.2 kg 충전시킨 PCM 모듈을 45 개 설치하였다. 잠열패널에도 동일한 PCM을 Fig. 2(a)와 같은 단면형상의 용기에 1.75 kg 충전시킨 것을 36 개 사용하여 Fig. 2(b)와 같이 배치하였다. 용기에는 배관이 통과할 수 있도록 홈이 2 개



(a) PCM module



(b) The arrangement of PCM module

Fig. 2 Latent heat panel

† Presenting Author, hyuns16@naver.com

Table 1 Specification of PCM

Material	Inorganic (Sodium sulfate decahydrate + Surfactant)	
Melting point	48°C	
Latent heat	134 kJ/kg	
Specific heat	Solid	3.74 kJ/kg°C
	Liquid	1.87 kJ/kg°C
Specific weight	1680 kg/m ³	

파여 있으며, 온수배관을 통과시키고 용기 2 개가 한 세트로서 샌드위치 형태로 고정시켰다. 사용된 PCM 의 재원을 Table 1 에 정리하였다. 30°C에서 60°C까지 상승되는 것을 전제로 하면 축열조와 잠열패널의 열저장능력은 각각 21.5 MJ, 8 MJ 이다.

2.2 실험공간 및 제어

실증실험을 수행하기 위한 시험공간의 평면도를 Fig. 3 에 도시하였다. 천장높이는 3.5 m 이며, 공간의 체적은 65.6 m³ 이며, 복사패널은 창가쪽 벽에 설치하였다. 야근 등을 고려하여 오전 8 시부터 저녁 8 시까지 12 시간 난방하는 것으로 하였다. 실내온도는 20~22°C로 유지하는 것으로 하였으며 태양열로 부족한 경우 팬히터를 작동시킨다.

태양열시스템은 집열기 출구온도와 축열조 하부 온도의 차가 10°C 이상이면 순환펌프를 작동시키고 4°C 이하이면 끄는 것으로 하였다. 또한 축열조 상부온도가 잠열패널 내부온도보다 높으면 부하측 순환펌프를 순환시키는 것으로 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

일사상태가 좋은 2010 년 4 월 3 일의 결과를 Fig. 4 에 보인다. 집열기 출구온도가 70°C를 상회하며, 축열조 상부 및 복사패널 입구온도도 70°C까지 접근하는 것을 알 수 있다.

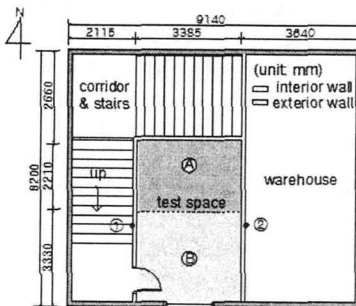


Fig. 2 The plan of the present test space and its vicinity

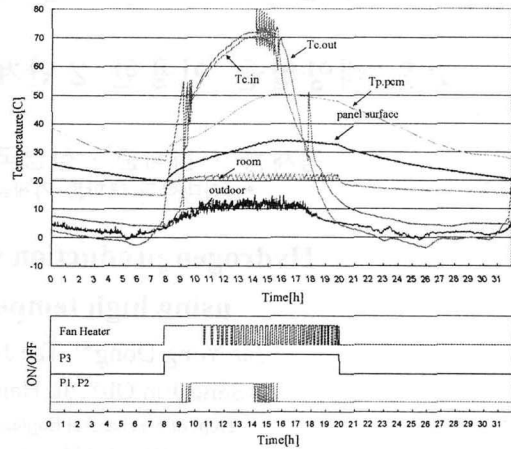


Fig. 3 Data graph

다만 고온에서의 집열효율이 떨어지는 평판형 집열기를 사용하였기 때문에 집열효율은 30%를 넘기 못하므로, 추가실험에서는 진공관형 집열기의 교체를 고려 중이다. 복사패널 내의 PCM 온도는 상변화온도인 48°C를 넘겨 50°C까지 상승하고 패널표면온도는 30~35°C 정도를 유지한다.

복사패널 내의 온수배관과 PCM 용기 사이에 원활한 열전달이 이루어지지 못한 것으로 보이며 열전달 촉진을 위한 대책이 강구된다. 또한 축열조 및 잠열패널의 잠열이 난방시간 동안 충분히 활용되지 않은 것으로 판단되며, 대류열전달 촉진을 위해 패널 내에 팬의 설치도 고려 대상이다. 1 일 동안 태양열 총획득열량은 34MJ, 팬히터에 의한 공급열량은 73MJ, 복사패널을 통해 난방시간 동안에 실내에 공급한 열량은 24.6MJ 로서 잠열복사패널의 가능성을 확인하였으며, 추가실험과 보안을 통해 효율향상 및 시스템의 단순화를 도모할 예정이다.

참고문헌

- (1) Lee, B. J., Chung, D. Y., Lee, S. and Hong, H., 2004, "Analysis of Heating Energy in a Korean-Style Apartment Building 2:The Difference according to Heating Type," *Korean Journal of Air Conditioning and Refrigerating Engineering*, Vol. 16, No. 5, pp. 459~466.
- (2) Hyun, S. K., Hong, H. and Yoo, H., 2002, "Verification Experiment and Calculation of Heating Load for a Test Space," *Korean Journal of Air Conditioning and Refrigerating Engineering*, Vol. 14, No. 2, pp. 153~160.