대한설비공학회 2016 하계학술발표대회 논문집 pp. 708 ~ 710

16-S-184

PCM Cool Roof System의 축소모형 열성능실험

Thermal Performance Test of PCM Cool Roof System by scaled model

정주리(Juri Jeong)[1†], **신창섭**(Chang-Sub Shin)[1], **강인성**(In-Sung Kang)[1], **양영권**(Young-Kwon Yang)[1], **박진철**(Jin Chul Park)[2]

[1]중앙대학교 대학원 건축공학과, [2]중앙대학교 건축학부

[1]*Department of Architecture Engineering, Graduate School, Chung-Ang University, Seoul 156-756, Republic of Korea*
[2]*School of Architecture and building Science, Chung-Ang University, Seoul 156-756, Republic of Korea*

Abstract In this study, the WPC(Wood Plastic Component) and PCM(Phase Change Material) is used to conduct a laboratory to help reduce the effect of the heat island phenomenon in summer as thermal environment in winter. The indoor experiments are conducted under the same condition by inserting packed PCM in WPC plate. The specimen was produced on the scale of 1/10 size of original building, and parts of measurement are the plate surface, the inner plate, and the lower plate indoor. The result of this study was as follows; In case the of surface temperature, while the graph showed almost same distribution regardless of application of PCM in daytime, the surface temperature of PCM roof was maximally 8℃ higher than normal roof at night. And the plate inside temperature of normal roof plate was increased sharply in daytime and falling at night. Lastly, the indoor air temperature of normal roof showed average 1.7℃ and up to 2.3℃ higher than PCM roof.

Key words PCM(Phase Change Material), Urban Heat Island(도시열섬현상), Scaled Model Test(축소모형실험)

† Corresponding author, E-mail: *ljulietl@nate.com*

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 도시의 발달과 더불어 밀집현상 등으로 인해 도시열섬현상이 발생하고 있다. 특히 건물밀도가 높은 도시 지역의 경우 지붕면의 열흡수 및 방사 현상 등으로 인해 열섬현상이 초래되고 있어 이에 대한 대책 마련이 필요하다.

도시열섬현상을 해결하기 위한 방안으로 건물의 지붕층에 옥상녹화 또는 쿨루프의 적용이 늘어나고, 이에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있지만, 옥상녹화는 기존건축물에 하중 및 배수 등의 문제점으로 적용이 어렵다. 또한 쿨루프는 태양복사에너지 반사에 초점이 맞추어져 있어 여름철 냉방부하에는 유리하지만, 겨울철 난방부하를 증가시키는 문제점이 있다.

이에 따라 기존 방안들이 가지는 단점을 보완하기 위해 상변화물질인 PCM(Phase Change Material)을 건축물에 적용한 다양한 연구들이 제안되고 있다. PCM은 온도의 변화에 따라 상이 변하는 물질로, 물질이 고체에서 액체, 혹은 액체에서 고체로 상이 변할 때 잠열의 형태로 열에너지를 축적하는 특성을 지니는 물질을 말한다.

본 연구에서는 PCM과 Cool Roof를 조합한 PCM Cool Roof System의 열성능 확인을 위한 축소모형실험을 실시하였다. 이와 같은 연구는 궁극적으로 건물의 열섬효과를 저감시키는 기초적 자료로 활용될 것이다.

1.2 연구의 방법

PCM Cool Roof System의 열적성능을 파악하기 위해 1/10 scale 모델의 축소모형실험체를 제작하여 실험을 실시하였다. Packing Type으로 제작한 PCM을 플레이트 안에 삽입하여 PCM Cool Roof System을 축소모형실험체의 상단에 설치하였으며, 플레이트 내부의 PCM 적용 여부에 따른 위치별 온도변화를 측정 및 분석하였다.

2. 축소모형제작 및 실험

PCM 적용에 따른 PCM Cool Roof System의 열적성능을 분석하기 위해 축소모형을 제작하였다. 실험체는 600×600×600mm크기로, 벽과 바닥의 열출입을 막기위해 40mm의 단열재를 삽입하였다. 지붕층의 layer는 일반적인 슬래브 지붕의 단면구성을 참조하여 1/10 scale로 제작하였으며, 기본구조는 Figure 1과 같이 콘크리트, 단열재, 누름 몰탈의 순서로 구성하였다. 지붕 상단에 WPC(Wood Plastic Component)를 설치하고, 중공층 안에는 상변화온도가 44℃(RT44)인 n-paraffin계열의 PCM을 packing 타입으로 제작하여 삽입하였다(Table 1).

실험은 온도 및 일사량 조절이 가능한 인공환경 실험동에서 진행하였으며, 일사량은 하절기(6월~8월) 표준기상데이터에 의한 일 평균일사량과 최대 일사량을 비교하여 가장 근접한 값을 선정하였다. 일사량 제어는 총 4단계로 일출부터 일몰시간까지 시간에 따른 일사량 변화를 모사하였다. Table2와 같이 실험은 PCM 적용유무에 따라 case1(PCM 적용)과 case2(PCM 미적용)로 나누어 실시하였다.

Table 1 PCM Packing production and plate interior insertion

Picture of packing PCM	Picture of inserting PCM packing on to WPC

Table 2 Configuration of Experiment

case 1	case 2
갈색마감+WPC+**PCM**	갈색마감+WPC

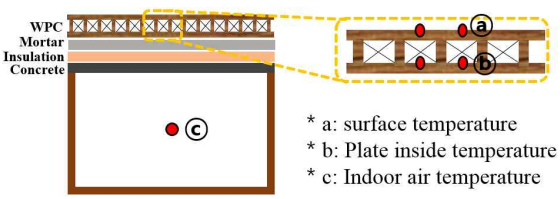

Fig. 1 Scaled Model Details and Measurement locations

3. 실험결과

3.1 플레이트 표면온도(측정위치:a)

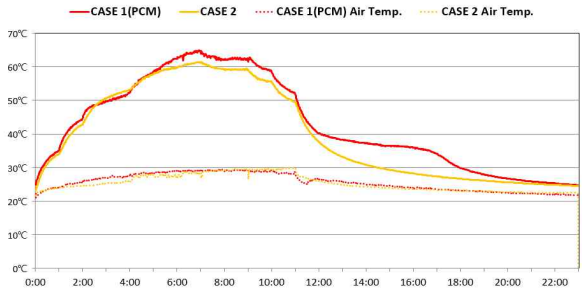

Fig. 2 Surface Temperature

fig.2에서 플레이트 표면온도 변화는 주간에는 PCM 적용자재와 비적용자재가 거의 비슷한 온도분포를 나타내고 있었다. 그러나 야간에는 PCM이 적용된 재료가 약 8℃정도 온도차가 적게 나타나고 있었다.

3.2 플레이트 내부온도(측정위치:b)

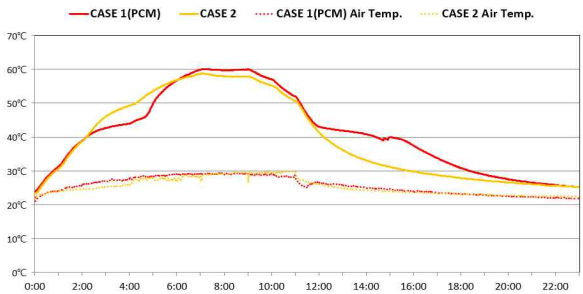

Fig. 3 Plate inside Temperature

fig.3에서 플레이트 내부 온도 변화는 주간에는 PCM이 적용되지 않은 재료가 급격하게 상승되었고(5℃차), 또한 야간에는 급격하게 저하되고 있었다. PCM적용자재는 온도차가 8℃ 적게 나타나고 있었다.

3.3 내부공기온도(측정위치:c)

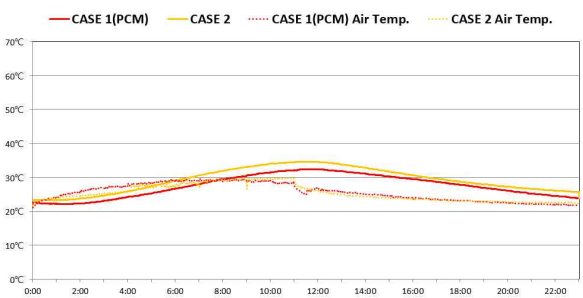

Fig. 4 Indoor air Temperature

내부공기온도는 PCM이 적용되지 않은 재료가 평균 1.7℃ 높게 나타냈으며, 최고온도는 PCM이 적용된 재료가 32.4℃, PCM이 적용되지 않은 재료가 34.7℃로 PCM이 적용되지 않은 재료가 약 2.3℃ 높게 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 PCM과 Cool Roof를 조합한 PCM Cool Roof System의 열성능을 축소모형실험을 통해 확인하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 플레이트 표면온도변화는 주간에는 PCM 적용 자재와 비적용자재가 거의 비슷한 온도분포를 나타냈으며, 야간에는 PCM을 적용한 재료가 최대 8℃가량 온도차가 적게 나타나고 있었다.
2) 플레이트 내부온도변화는 주간에는 PCM이 적용되지 않은 재료의 온도가 급격하게 상승되고 있었고, 야간에는 급격하게 저하되고 있었다.
3) 내부공기온도는 PCM이 적용되지 않은 재료가 PCM을 적용한 재료보다 평균 1.7℃, 최대 2.3℃ 높게 나타났다.

후 기

이 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비 지원(15CTAP-C078014-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Chou, H.M., Chen, C.R. & Nguyen, V.L., 2013, Energy and Building, A new design of metal-sheet cool roof using PCM, Vol. 57, pp.42-50.
2. Karlessi, T., Santamouris, M., Synnefa, A., Assimakopoulos, D., Didaskalopoulos, P., & Apostolakis, K. , 2011, Building and Environment Development and testing of PCM doped cool colored coatings to mitigate urban heat island and cool buildings, Vol. 46, pp. 570-576.
3. Kosny J, Biswas K, Miller W, Kriner S., 2012, Sol Energy. Field thermal performance of naturally ventilated solar roof with PCM heat sink.
4. Mario A Medina, Lee, 2014, Korean Institute of Architectural sustainable Environment and Building System, The phase change material trends in the US, pp.35-40
5. Kim, Ho-Min, Chung, Min-Hee, Park, Jin-Chul, Rhee, Eon-Ku, 2015, Journal of the Architectural institute of Korea autumn conference, A Scale Model Test of PCM & Cool Roof Materials for Mitigation of Urban Heat Island, pp.235-236.