

# PCM 혼입량이 시멘트 모르타르의 열전도율에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

## PCM mixed the amount of Thermal Conductivity of Cement mortar Experimental Study on the effect.

정 유 건\*      김 보 현\*\*      이 한 승\*\*  
 Jeong, You-Gun      Kim, Bo-Hyun      Lee, Han-Seung

### Abstract

In recent research in this emerging and latent heat storage material features an innovative temperature - controlled Phase Change Materials to evaluate the superior thermal performance would like to calculate the thermal conductivity. Specified in KS F 4040 test specimen dimensions were equivalent in specifications, test methods according to KS L 9016 was an experiment in progress. As a result, the thermal conductivity of plain cement mortar mixed with more PCM came out with low thermal conductivity of mortar, thermal performance was excellent.

키 워 드 : 상변화물질, 모르타르, 잠열, 열전도율, CO<sub>2</sub>저감, 에너지저감  
 Keywords : PCM, mortar, latent heat, thermal conductivity, CO<sub>2</sub>reduction, energy saving

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

PCM이란 주변온도에 의해 고체에서 액체, 액체에서 기체등 상변화를 일으키며 열을 흡수, 방출하는 물질을 뜻한다.<sup>1)</sup>

최근, 건설분야에서 PCM을 활용한 기술 연구가 활발하게 진행되고 있다. PCM을 건축재료로서 적용한 연구에서 PCM보드를 활용하여 실내 환경을 평가하는 연구 및 PCM을 시멘트모르타르에 혼입하여 내부 벽체 또는 바닥에 적용하는 연구 등이 있다. 하지만 PCM을 혼입한 시멘트 모르타르의 열적성능을 평가하기 위해 적용되는 열전도율에 관한 실험은 부족한 상태이다. 따라서 PCM을 건축물에 효율적으로 적용하여 에너지 소비 및 CO<sub>2</sub>발생 저감을 위해 기초적인 연구가 진행되어야 한다.

본 연구에서는 최근 부각되고 있는 PCM의 우수한 열적성능을 평가하기 위한 열전도율을 산출하고자 한다. 또한 기존에 선행되었던 연구 중 잠열성능을 고려하여 제시된 열전달식<sup>2)</sup>을 토대로 열적성능을 비교 및 평가하는데 목적을 두었다.

## 2. 실험 방법 및 결과

### 2.1 실험 개요

본 실험에서는 KS L 9016(보온재의 열전도율 측정 방법)에 명시된 방법으로 열전도율을 산출하고 PCM 혼입율에 따른 열적 성능을 평가 및 분석 하였다.

표 1. PCM을 혼입한 시멘트모르타르 배합표

C (Kg)	S (Kg)	W (Kg)	SP (Kg)	PCM(Melting point 31℃)	
				혼입율(%)	배합량(Kg)
2.1	4.2	1.05	0.02	-	-
		1.27		5	0.105
		1.49		10	0.21
		1.6		20	0.42

표 1.은 시험체에 제작시 사용된 PCM을 혼입한 시멘트모르타르의 배합표이다. 표 1.과 같이 시멘트 중량비에 따른 PCM 0%, 5%, 10%, 20% 혼입율에 따라 배합 되었다. 또한 시멘트와 잔골재의 배합 비율은 1:2로 하였다.



그림 1. PCM시멘트모르타르의 열전도율 실험

\* 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정  
 \*\* 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정  
 \*\*\* 한양대학교 ERICA캠퍼스 건축학부 부교수, 공학박사, 교신저자 (erclee@hanyang.ac.kr)

그림 1.은 시험체 제작 및 열전도율 실험 광경이다. 시험체 규격은 KS F 4040에서 명시된 규격을 적용하였다. KS L 9016에 준하여 실험이 진행 되었으며, 평판 비교법으로 열전도율을 산출 하였다.

**2.2 실험 결과 및 분석**

**2.2.1 PCM 혼입율에 따른 열전도율 변화**

2.1의 실험 개요에 따른 열전도율 실험 및 잠열을 고려한 PCM 혼입 모르타르의 열적성능의 결과로는 표 2, 그림 2와 같다.

표 2. 각 시험체 열전도율실험 결과

구 분	단 위	실험결과
OPC	W/(m·K)	0.384
OPC + PCM 5%		0.318
OPC + PCM 10%		0.236
OPC + PCM 20%		0.221

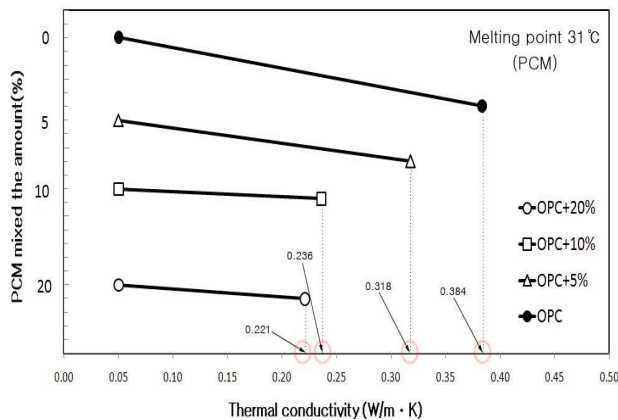


그림 2. PCM 혼입율에 따른 열전도율 변화

표 2와 그림2는 PCM 혼입율에 따른 열전도율 결과 및 변화이다. 그림 2는 PCM 혼입량에 따라 열전도율이 감소하는 것을 알 수 있다. 그 중 PCM 20% 혼입 하였을 경우 다른 혼입량에 비해 가장 효과적인 열전도율 감소를 보이고 있으며, 단열에도 우수한 성능을 나타내고 있다.

**2.2.2 잠열을 고려한 열적성능 분석**

2.2.1에서 산출한 열전도율을 잠열을 고려한 열전달식에 대입하여 열적성능을 분석 하였다.

그림 3.은 PCM의 잠열성능을 고려한 열전달식<sup>2)</sup>을 적용 하였을 때 나타난 결과이다. 2.2.1에서 산출된 열전도율과 2.1의 식에 의해 산출된 열전도율을 대입한 후 열전달량을 비교 분석하였다. 열전달량에서 다소 차이가 있지만 열적성능 양상은 유사하게 나타나는 것을 알 수 있다.

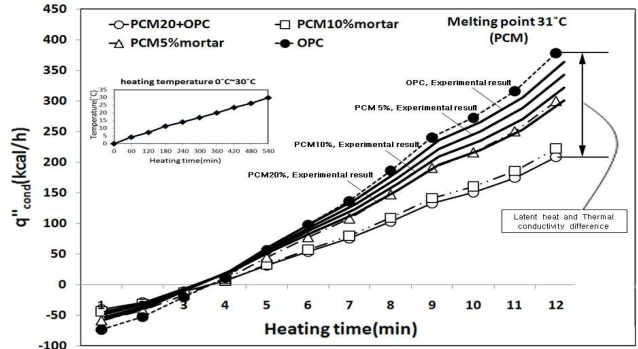


그림 3. 잠열을 고려한 열적 성능

PCM을 혼입한 모르타르의 단위 면적당 열전달량 식<sup>2)</sup>

$$q''_{cond} = \frac{A \cdot k_m - (k_m \cdot p) / 2 - (k_p \cdot p)}{L} \quad \text{-----(2.1)}$$

기호설명

- q'cond : 벽체를 통한 열전달량 (kcal/h)
- A : 열이 통과하는 면적 (m<sup>2</sup>)
- km : 모르타르 열전도율(kcal/hm° C)
- P : PCM 함유량 백분율(%)
- kp : PCM 열전도율(kcal/hm° C)

**3. 결 론**

- 1) PCM 혼입량에 따른 열전도율을 식에 대입하여 얻은 결과 값과 평판비교법 실험에 의해 산출된 값을 가지고 PCM의 잠열성능을 적용 하였을 때 모두 열적성능이 우수하게 나타났다.
- 2) 혼입율 0%와 20%의 열전도율은 다소 큰 차이를 보이고 있으며, 0%를 기준으로 5%, 10%까지는 비교적 일정한 차이로 열적성능을 나타내고 있다.
- 3) 10%에 비해 20%의 열적성능은 우수하지만 열전도율에서 다소 미비한 차이를 보이고 있는 것을 알 수 있었다.

**감사의 글**

본 논문은 교육과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 ERC (R-11-2005-056-04003) 지원에 의한 결과임.

**참 고 문 헌**

1. 김보현외, PCM을 혼입한 시멘트 모르타르의 열적성능에 관한 연구, 콘크리트학회논문집, pp.521~528, 2011
2. 김종국의 구형 PCM 입자의 제조 및 캡슐화에 관한 연구, HWAHAK KONGHAK, 제37권 제2호, pp.151~157, 1999