

# 펄라이트를 사용한 무기단열재의 열전도율 측정 연구

## A Study on Thermal Conductivity of Inorganic Insulation Using Pearlite

박종필\* · 전찬기\*\* · 김주호\*\*\* · 이재성\*\*\*\* · 심재영\*\*\*\*\*

Park, Jong-Pil · Jeon, Chan-Ki · Kim, Ju-Ho · Lee, Jae-Seong · Shim, Jae-Young

### 요 약

건축물에서 단열재는 일정한 온도를 유지하도록 하려는 부분의 바깥쪽을 피복하여 외부로의 열손실이나 열의 유입을 적게 하기 위한 재료이다. 단열재는 소재(素材) 자체의 열전도율(熱傳導率)이 작은 것이 바람직하나, 대부분 열전도율이 그다지 작지 않다. 그러므로 대개의 경우 열전도율을 작게 하기 위해서 다공질(多孔質)이 되도록 만들어 기공(氣孔) 속의 공기의 단열성을 이용한다. 일반적으로 재료의 밀도가 크면 열전도율 값이 크게 되는 경향이 있다. 이에 본 연구에서는 경량골재인 펄라이트의 입자 크기별 열전도율을 측정하여 단열재로서 사용여부를 판단하고자 한다.

**keywords** : 단열재, 열전도율, 기공, 경량골재, 펄라이트

## 1. 서 론

단열재를 이용한 지붕, 바닥, 외벽의 단열은 건물로부터의 열손실을 막아 에너지 절감을 하는 주요 수단이며 에너지절약을 위한 기본적인 사항이다. 단열재의 열특성 중 열전도율은 단열재가 가진 열전달저항 즉 단열능에 가장 직접적으로 영향을 미치는 요소이다. 일반적인 단열재의 열전도율은 0.058W/mK 이하인 재료를 말한다. 단열재의 열성능에 영향을 주는 요인으로는 단열재의 밀도, 열류의 방향, 수분함습, 공극의 크기, 온도차, 단열재의 설치방법 등이 있다. 본 연구에서는 경량골재인 펄라이트의 입자크기에 따라서 열전도율이 어떻게 달라지는지를 알아보고 단열재로서 이용 가능한지 판단하고자 한다.

## 2. 시험방법

### 2.1. 열전도율 측정 이론

본 실험 장치는 미국의 ASTM D 5470 규격의 열평형법을 이용해서 각종 재료의 열전도율을 측정하는 기계이다. 장치의 냉각부와 히팅부에는 구리봉을 사용하였기 때문에 상·하부의 열량이 평형이 되는 순간 시편의 열전도율을 구하는 것을 기준으로 하고 있다. 따라서 열유동이 이루어진 상태에서 총 열량 Q는 다음

\* 한국재난정보학회 학생회원 · 인천대학교 도시건설공학과 석사과정 jp@inu.ac.kr

\*\* 한국재난정보학회 회장 · 인천대학교 도시건설공학과 교수 johnland@inu.ac.kr

\*\*\* 한국재난정보학회 학생회원 · 인천대학교 도시건설공학과 석사과정 kimjuho87@inu.ac.kr

\*\*\*\* 한국재난정보학회 학생회원 · 인천대학교 도시건설공학과 석사과정 exitsos@inu.ac.kr

\*\*\*\*\* 한국재난정보학회 정회원 · 인천대학교 도시건설공학과 박사과정 ibytech@hanmail.net

식으로 구할 수 있다.

$$Q = \frac{\lambda A}{d_A} \Delta T$$

여기서  $\lambda$ 는 구리의 열전도율이며,  $A$ 는 구리봉의 면적,  $d_A$ 는 구리봉의 거리,  $\Delta T$ 는 구리봉에 밀착되어 있는 열전대간의 거리인  $d_A$  사이의 온도차를 나타낸다.

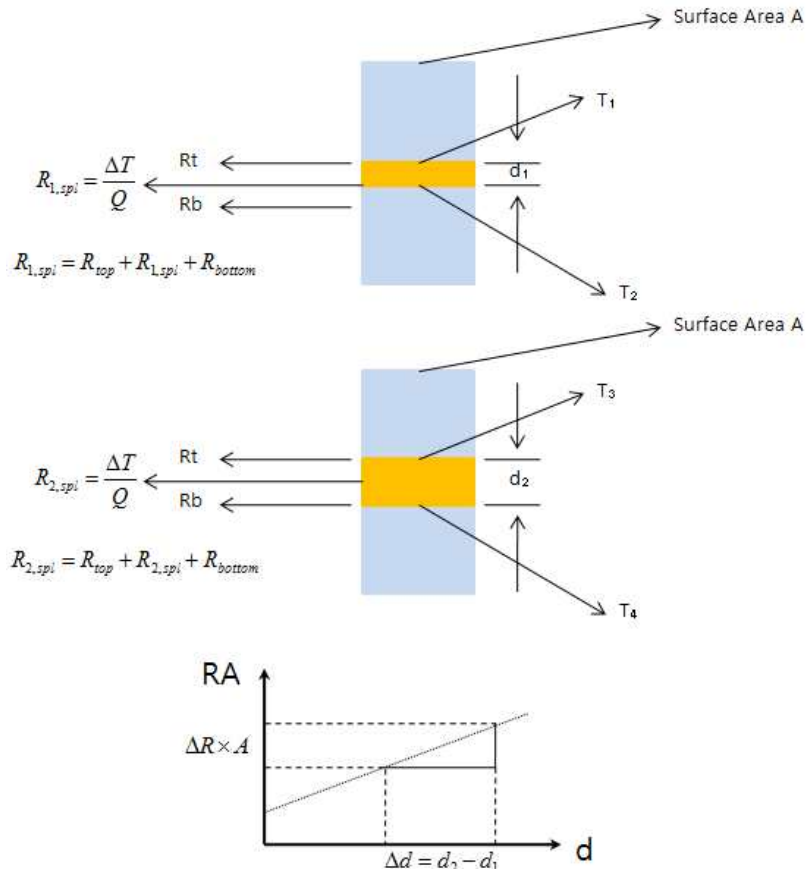


그림 1 ASTM D 5470 열전도율 측정방법

## 2.2. 실험결과

표 1 펠라이트를 사용한 열전도율 측정 값

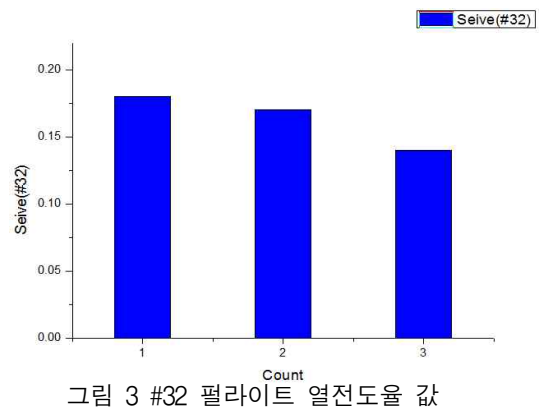
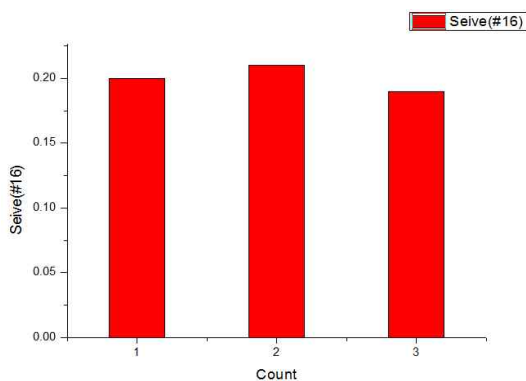
펠라이트 (#16)	시편두께 차 ( $\Delta d$ ) (mm)	열전도저항 ( $\Delta RA$ ) ( $m^2 \cdot k/W$ )	펠라이트 (#32)	시편두께 차 ( $\Delta d$ ) (mm)	열전도저항 ( $\Delta RA$ ) ( $m^2 \cdot k/W$ )
1회	1.20	$6.00 \times 10^{-3}$	1회	1.03	$5.72 \times 10^{-3}$
2회	0.94	$4.48 \times 10^{-3}$	2회	1.15	$6.76 \times 10^{-3}$
3회	1.12	$5.89 \times 10^{-3}$	3회	0.9	$6.43 \times 10^{-3}$

$$R = \frac{\Delta T}{Q}$$

$$k = \frac{Q}{T_1 - T_2} \times \frac{d}{A} = \frac{1}{R} \times \frac{d}{A}$$

$$k = \frac{1}{slope} = \frac{\Delta d}{\Delta RA} = \frac{\Delta d}{(R_{2,spl} - R_{1,spl}) \times A}$$

위의 식으로 열저항값을 이용하여 열전도율을 계산하였다. 1회, 2회, 3회 측정값이 #16 펠라이트의 경우 각각 0.20W/mK, 0.21W/mK, 0.19W/mK가 나왔고, #32 펠라이트는 각각 0.18W/mK, 0.17W/mK, 0.14W/mK가 나왔다. 평균값은 #16 펠라이트는 0.20W/mK, #32 펠라이트는 0.16W/mK이 나왔다.



### 3. 결론

펠라이트를 사용한 입자 크기에 따른 무기단열재의 열전도율 측정결과, 입자가 클수록 열전도율이 낮게 나타났다. 일반적으로 재료의 밀도가 크게 되면 열전도율 값이 높은 경향이 있으므로 기공이 많은 #32 펠라이트의 열전도율이 낮게 나왔다. 그러나 본 연구에서는 열전도율에 관한 분석만 있었고 결로 현상은 반영하지 않았기 때문에 결로 현상을 고려한 단열재 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국에너지기술평가원의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.  
과제번호 - 20132020102400

### 참고문헌

- Jeong, Y. S., Kim, K. W., (2013). "Measurement of Thermal Conductivity of Insulation Materials Used in Building Wall for a Long Time", AIK, Vol. 33, No. 1, 2013, pp. 273~274
- Kim, J. S., "Effective Application of Insulating Material for Green Plant", NICE, Vol. 29, No. 1, 2011, pp. 77~84.