

동결융해 반복에 따른 건축용 단열재의 열전도 특성

Thermal Conductivity Properties of Building Insulation Materials with Freezing and thawing Cycles

이 건 철*
Lee, Gun-Cheol

최 중 구**
Choi, Jung-Gu

이 건 영**
Lee, Gun-Young

임 순 현***
Lim, Sun-Hyun

Abstract

The building insulation materials shall keep their thermal conductivity constant even when the freezing and thawing repeats for over a long time. But, in this condition of repeated freezing and thawing, the organic building insulation material may suffer the degradation in the thermal performance as the gas put into the insulation materials gets out slowly over a long time. Accordingly, in this study, the change in the thermal performance has been tested and evaluated when the repeated freezing and thawing cycles happen.

키 워 드 : 건축용 단열재, 동결융해, 열전도율

Keywords : Building insulation materials, Freezing and thawing cycles, Thermal conductivity

1. 서 론

단열재는 열의 이동을 억제할 목적으로 사용하는 재료로서 실내 환경적인 측면에서는 건축물 실내의 쾌적한 온열환경상태를 유지시키며, 경제적인 측면에서는 건축물의 외피를 통한 열 획득, 손실을 억제시켜 냉난방 에너지 비용을 감소시키는 역할을 한다. 이러한 단열재는 현재 다양한 재료의 제품들이 건축구조물의 실내·외뿐만 아니라 동결융해가 반복되고 습기가 많은 곳 등 다양한 장소에 설치되어 저온열에서 보냉기능, 상온 및 중온열에서 보온기능, 고온열에서 단열기능을 수행하고 있다. 현재 구조물에 사용되는 단열재의 단열성능은 초기성능을 기준으로 설계 시에만 반영되고 있으며, 건축물에 시공 된 후의 단열성능의 변화에 대한 관리는 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 동결융해가 반복되는 환경에서의 시간 경과에 따른 유기질 단열재의 단열성능 변화를 검토하였다.

2. 실험개요

2.1 실험계획 및 사용재료

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 사용 단열재로서는 장기적인 단열성능 평가를 위하여 건축물에 주로 많이 사용되는 4종류의 유기질계 단열재를 선정하였는데 발포 폴리스티렌 단열재는 비드법 1종 1호, 2종 2호의 단열재 및 압출법 1호의 단열재를 이용하였으며, 경질 폴리우레탄 폼 단열재는 1종 2호의 단열재를 이용하였다.

시험에 가정된 환경조건은 동결융해가 반복되는 수중조건으로 하였는데, KS F 2456의 A방법인 수중 급속 동결 후 융해 시험 방법을 사용하였다. 실험사항으로는 동결융해 전후의 흡수율 및 열전도율을 측정하였으며, 측정 사이클은 0, 1, 50, 100, 200, 300 사이클에서 측정을 실시하였다. 사진 1은 시험에 사용된 단열재를 나타낸 것이다.

표 1. 실험계획

실험요인	실험수준	
단열재 종류	4	- 비드법 1종 1호(50mm) - 비드법 2종 2호(50mm) - 압출법 1호(50mm) - 폴리 우레탄폼 1종 2호(50mm)
시험환경 조건	1	수중동결 4℃ → -18℃(2시간) 수중융해 -18℃ → 4℃(2시간)
측정 사이클	6	0, 1, 50, 100, 200, 300
실험사항	2	흡수율, 열전도율

* 한국교통대학교 건축공학과 부교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

** 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

*** 한국건설생활환경시험연구원 선임연구원

2.2 시험방법

시험방법으로 단열재의 흡수율 측정은 “ASTM C 272 d의 시험 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 300×300×50 mm 크기의 시험편을 정해진 동결융해 사이클 횟수 동안 시험을 실시후 23±2 °C, 50±10 % 실내에서 시험편을 꺼낸 후 (30~60)분 방치 후 겉의 물기를 마른 형질으로 닦은 후 즉시 무게를 측정하여 기록하였다. 또한, 열전도율은 KS L 9016의 규정에 따라 사진 2와 같이 NETZSCH사의 HFM 436 장비를 사용하여 평판 열류계법으로 측정하였다. 즉, 300×300×50 mm 크기의 시험체를 통과하는 열류량을 열류계를 사용하여 측정하고, 그 때의 시험체 온도차를 측정하여 열전도율을 구하였다.

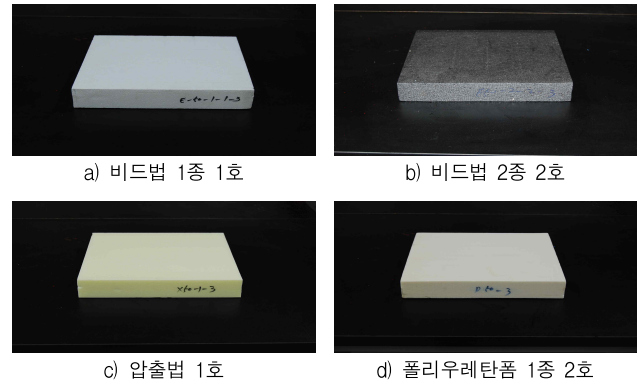


사진 1. 시험에 사용된 단열재

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 동결융해 반복에 따른 흡수율을 나타낸 것이다. 전반적으로 비드법 1종 1호, 2종 2호 모두 동결융해 사이클이 증가할수록 흡수율이 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 압출법 및 폴리우레탄폼의 경우는 1~40 %범위로 현저히 낮은 것을 알 수 있다. 그림 2는 동결융해 반복에 따른 열전도율을 나타낸 것이다. 전반적인 동결융해 전후의 열전도율은 비드법 단열재 1종 1호가 24 %, 2종 2호가 39%를 나타내었으며, 압출법 단열재는 8 %의 변화율을 나타내었다. 한편, 폴리우레탄폼은 흡수율의 변화는 작은 반면, 열전도율의 변화는 42 %로 가장 큰 것으로 나타났다.



사진 2. 시험모습

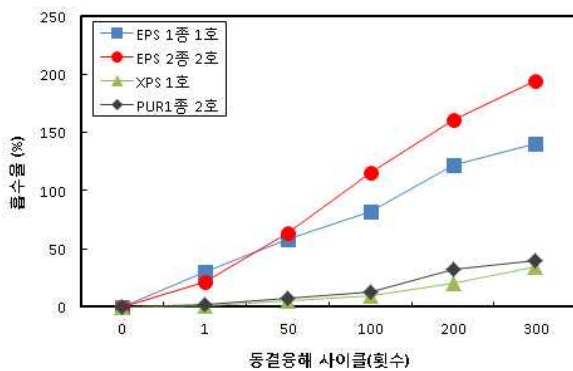


그림 1. 동결융해 반복에 따른 흡수율 변화

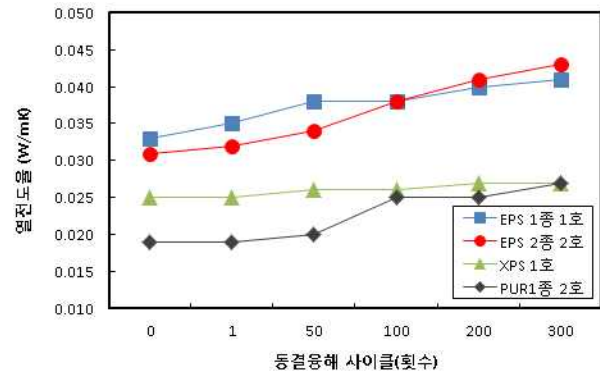


그림 2. 동결융해 반복에 따른 열전도율 변화

4. 결 론

본 연구에서 수행된 단열재의 동결융해에 따른 단열성능의 변화는 단열재가 사용된 건축구조물의 장기적인 단열성능의 평가 및 관리에 기초 자료로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 한국표준협회: 급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항 시험 방법(KS F 2456), 2003
2. ASTM: “Test Method for Water Absorption of Core Materials for Structural Sandwich Constructions” (ASTM C 272), 2012
3. 한국표준협회: 보온재의 열전도율 측정방법(KS L 9016), 2010