

환경 조건에 따른 열전도율 변화에 관한 연구

Study on Change of Thermal Conductivity According to Environmental Conditions

서 은 석* 김 봉 주** 유 남 규* 홍 상 훈* 김 해 나* 정 의 인***
Seo, Eun-Seok Kim, Bong-Joo You, Nam-Gyu Hong, Sang-Hun Kim, Han-Nah Jung, Ui-In

Abstract

Insulated buildings are exposed to the external environment due to aging and construction problems, resulting in a decrease in building energy efficiency. Therefore, the purpose of this paper is to provide a material for the change in thermal conductivity of the insulation when it is exposed to various external environments. In the experiment, five types of heat insulating materials were selected, stored under different environmental conditions, and the thermal conductivity was measured periodically to confirm the change in thermal conductivity. As a result, the thermal conductivity of all the insulating materials except the PF board increased with the passage of time. This is because thermal insulation absorbs atmospheric moisture under all environmental conditions and the thermal conductivity increases, and in the case of thermal insulation stored indoors in environmental conditions, the temperature differs from the thermal insulation stored outside. It is considered that there is little evaporation of moisture absorbed constantly, and the change in thermal conductivity is large.

키 워 드 : 환경 조건, 단열재, 열전도율
Keywords : environmental conditions, insulation, thermal conductivity

1. 서 론

1.1 연구의 목적

단열 시공된 건물이 노후화 및 시공하자 등으로 단열재가 다양한 외부 환경에 노출된다. 이에 따라 단열재의 단열 성능이 저하되어 건물의 에너지 효율을 떨어뜨리게 된다. 이 성능저하에 대해 자료가 없어 건축물의 장기에너지 계획수립이 불가능하다. 위와 같은 이유로 이번 연구는 단열재가 다양한 환경에 장기적으로 노출 되었을 경우 단열재의 열전도율 변화에 대한 자료를 제공하는데 목적이 있다.

2. 실 험

2.1 개요

단열재는 공장 생산 후 비교적 초기부터 데이터를 측정하였으며 단열재 중 난연EPS, XPS, PIR 2종2호, 준불연 PIR, PF 보드 총 5종을 선정하여 실험 대상으로 정하였다. 단열재의 보관, 유통, 시공 환경을 가정하여 옥외 폭로 실험장, 옥외 암소, 냉암소로 분류해 단열재를 보관 하고 각 환경에 노출된 시간의 경과에 따라 열전도율을 측정하였다. 옥외 폭로 실험장은 KS D 0060¹⁾을 참고하여 제작하였다.



그림 1. 옥외 폭로 실험장

그림 2. 단열재 거치대

그림 3. 옥외 암소

그림 4. 냉암소

* 공주대학교 건축공학과 석사과정
** 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(bingma@kongju.ac.kr)
*** (주)중앙알텍, 과장

2.2 실험방법

열전도율 측정을 KS L 9016²⁾의 평판열류계법에 맞춰 실시했으며, 단열재를 300 × 300 × 50mm 크기로 재단하여 측정하였다. 단열재는 입고 시 열전도율을 측정하고 환경에 따라 분류해 입고 당일, 3일, 7일 후 이후 28일 단위로 열전도율을 측정하였다. 사용한 열전도율 측정기는 FOX 314로 ASTM C518 및 ISO8301에 준하여 열전도율 측정이 가능하다. 실험 시 상판 온도는 30℃, 하판 온도 10℃로 고정하여 20℃ 온도차를 주어 실험하였다.

표 1. 실험조건

측정 항목	인자	수준	수준 수
열전도율, 질량	단열재	난연EPS, XPS, PF 보드, 준불연 PIR, PIR 2종2호	5
	환경	옥외 폭로, 옥외 암소, 냉암소	3

표 2. 열전도율 측정기 사양

항목	수치
온도 범위	-20℃ to 75℃
온도 제어 정확도	± 0.01℃
열전도율 정확도	± 2%
열전도율 범위	0.005 to 0.35 W/m·K



그림 5. 열전도율 측정기

3. 결과

단열재는 각 장소별로 무작위 3개를 뽑아 측정하였고, 열전도율 측정 결과는 아래 표와 같으며, 주기적인 측정결과 PF 보드를 제외한 모든 단열재는 시간의 경과에 따라 열전도율이 증가하였다. 그 중 가장 열전도율의 변화가 큰 것은 XPS로 0일 대비 10.5% 증가하였으며, 다음으로는 준불연 PIR, PIR 2종2호, 난연 EPS, PF 보드 순이다. 환경 측면에서는 난연 EPS와 PF 보드를 제외하고서 냉암소에서 열전도율 증가 폭이 크게 나타났다.

표 3. 환경에 따른 열전도율 측정 결과

종류	환경	보관 일(Day)						비고 증감
		0	+3	+7	+28	+56	+84	
난연 EPS	옥외폭로	0.0314	0.0311	0.0312	0.0314	0.0317	0.0319	+1.6%
	옥외암소		0.0312	0.0312	0.0314	0.0315	0.0316	+0.6%
	냉암소		0.0313	0.0313	0.0314	0.0316	0.0317	+1.0%
XPS	옥외폭로	0.0223	0.0224	0.0228	0.0237	0.0244	0.0247	+10.8%
	옥외암소		0.0226	0.0229	0.0237	0.0246	0.0249	+11.7%
	냉암소		0.0224	0.0228	0.0235	0.0246	0.0248	+11.2%
PIR 2종2호	옥외폭로	0.0212	0.0212	0.0215	0.0215	0.0222	0.0220	+3.8%
	옥외암소		0.0211	0.0215	0.0215	0.0219	0.0219	+3.3%
	냉암소		0.0214	0.0217	0.0223	0.0226	0.0229	+8.0%
준불연 PIR	옥외폭로	0.0213	0.0212	0.0217	0.0224	0.0225	0.0229	+7.5%
	옥외암소		0.0213	0.0217	0.0225	0.0227	0.0229	+7.5%
	냉암소		0.0213	0.0217	0.0225	0.0229	0.0232	+8.9%
PF 보드	옥외폭로	0.0222	0.0198	0.0195	0.0202	0.0214	0.0218	-1.8%
	옥외암소		0.0197	0.0195	0.0201	0.0212	0.0215	-3.2%
	냉암소		0.0212	0.0205	0.0205	0.0213	0.0218	-1.8%

단위 : W/m·K



그림 6. 난연EPS 열전도율

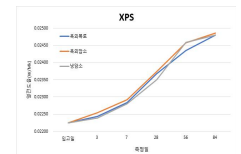


그림 7. XPS 열전도율

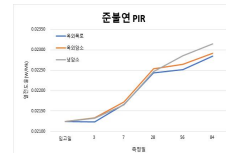


그림 8. 준불연 PIR 열전도율

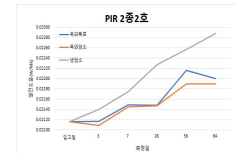


그림 9. PIR 2종2호 열전도율

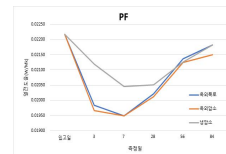


그림 10. PF 열전도율

4. 결론

어느 환경이나 외부에 단열재가 노출이 되면 열전도율이 높아져 단열 성능이 낮아짐을 확인 할 수 있었다. 이는 대기 중의 수분을 흡수하여 열전도율이 높아진 것으로 그 중 냉암소의 경우 옥외 폭로 실험장과 옥외 암소에 비해 온도변화가 적기 때문에 흡수한 수분의 증발량이 적어 열전도율 변화가 큰 것으로 사료된다. 이는 추후 실험이 필요하며, 지속적인 모니터링을 통해 장기적인 열전도율 변화를 확인할 필요가 있다.

Acknowledgement

본 논문은 2019년 국토교통부 기술연구개발의 기술축진연구사업(과제번호: 19CTAP-C143300-02)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. KS D 0060 : 옥외 폭로 시험방법 통칙
2. KS L 9016 : 보온재의 열전도율 측정방법