

건축물 준공연수 경과에 따른 단열재의 물성변화에 관한 연구

A Study on the Physical Properties of Insulation Materials according to the Period of Building Construction

김 현 진* 최 세 진**
Kim, Hyun-Jin Choi, Se-Jin

Abstract

This study analyzed the physical properties of insulation materials upon completion of building completion years and found the suitability of the current energy performance analysis methodology to apply the insulation specified in the design drawings to the same thermal conductivity values as the new materials.

키 워 드 : 단열재, 열전도율, 물성변화
Keywords : insulation materials, thermal conductivity, physical properties

1. 서 론

지구온난화 방지를 위한 “2015 파리기후변화협약(UNFCCC)” 에 따라 우리나라는 2030년까지 연간 온실가스 발생을 BAU대비 37%(315백만Tco2-eq) 감축해야 하며 「2030 온실가스 감축 로드맵 수정(안)」 을 발표하면서 당초 국내 감축량을 25.7%에서 32.5%로 상향 했다. 추가 감축분 58백만Tco2-eq의 50%를 건물부문으로 할당했고 건물부문은 산업부문 다음으로 많은 65백만Tco2-eq를 감축해야 한다. 이로 인해 전국 710만여 동에 대한 기존건축물의 녹색건축물 전환 활성화가 절실하다. 압출법 발포 폴리스티렌 단열재의 경시변화에 따른 열성능 저하에 대해 2009년 KS M ISO 11561을 제정했고 이 에대한 연구결과가 있음에도 불구하고, 기존건축물의 녹색건축인증 및 에너지진단 등에 있어 에너지절감량 산정은 단열재 경과연수에 따른 물성변화를 고려하지 않고 적용되고 있다. 본 연구에서는 준공이후 30~40년 경과된 건축물의 노후단열재의 물성변화를 파악하여 에너지평가 등의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구는 공공건축물 그린리모델링 지원사업 대상의 노후단열재를 채취하고 공인인증시험기관에 위탁하여 물성변화를 실험했고, 직접 Netzsch사의 HFM 436으로 평판열류계법에 의한 열전도율을 산출 상호간 비교분석했다. 공정관리상 단열공사 착수시점을 준공1년 전으로 감안해 단열재 생산연도는 1978~1984년으로 추정했고, 발포 폴리스티렌 보온재(KS M3808) 및 보온재의 열전도율 측정방법(KS L 9016)개정이력을 참조하여 표1과 같이 단열재의 초기 성능기준을 파악했다.

설계도서의 작성관리 미흡으로 단열재의 종류가 불확실한 경우 육안 및 시험값(밀도, 압축강도, 흡수량)등 으로 판단했다.

표 1. 시료채취 및 실험계획

종 류	두께[mm]	시험일자	시험항목	준공연도	단열공법	건물명	시험기관	
XPS	특호	50	2017.02.08	열전도율, 압축강도 굴곡파괴하중, 흡수량	1984 (33년경과)	외벽 (중단열)	따복기숙사	KTR
EPS [type 1]	1중 4호	25	2017.04.19	열전도율	1979 (38년경과)	외벽 (중단열)	강동구청별관	LH
EPS [type 2]	1중 4호	50	2018.04.25	열전도율, 흡수량, 밀도	1982 (36년경과)	외벽 (중단열)	한국방송통신대 학교 열린관	LH
EPS [type 3]	1중 1호	50	2018.06.25	열전도율, 흡수량, 밀도	1985 (32년경과)	외벽 (중단열)	한국 교통 대학교 건축관	LH
EPS [type 4]	1중 1호	50	2018.06.25	열전도율, 흡수량, 밀도	1985 (32년경과)	최상층 (내 단열)	한국 교통 대학교 건축관	LH
EPS [type 5]	1중 1호	50	2018.07.25	열전도율, 흡수량, 밀도 굴곡파괴하중, 압축강도	1985 (32년경과)	최상층 (내 단열)	한국 교통 대학교 건축관	LH

* 한국토지주택공사 그린리모델링 창조센터, 건축물에너지평가사·건축시공기술사, 교신저자(hyun1118@lh.or.kr)

** 원광대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 준공년수 33년 경과한 건물외벽(중단열)압출법 발포 폴리스티렌 보온재(XPS, 두께50mm)의 열전도율 및 압축강도의 변화량을 보여주고 있다. 보온재는 생산년도(1983년) 및 열전도율(0.027w/mk)등이 자재에 명기되어 초기 물성값을 확인했고, 열전도율은 48%증가하고, 압축강도는 14%감소했으나 굴곡파괴하중은 변화가 없었다.

표 1과 같이 30년이상된 건축물별·부위별 비드법 발포폴리스텐 보온재(EPS)시험결과 그림2와 같이 열전도율은 시공전 초기값을 장기간 유지하는 것으로 보인다. type1의 열전도율은 다소 증가한 결과값을 보이나 자재채취시 일부 흡집이 있는 상태였음을 감안해야 할 것 같다.

표 2의 비드법 보온재의 물성변화 시험결과에서 흡수량은 경과년수에 무관하게 KS 품질기준을 만족하는 결과를 보이며 밀도는 경과년수에 따라 감소하는 결과값을 나타냈다. 보온재 설계는 외벽(중단열)인 경우 적벽돌(0.5B)+단열재+공기층+시멘트벽돌(1.0B 또는 0.5B)+석고보드 등으로 이루어 졌으며, 적벽돌(외벽)에 환기구 및 배수구가 미설치되어 내·외부의 공기 및 습기의 유입을 차단하는 설계로 보온재의 물성변화에 영향을 주었던 것으로 판단된다.

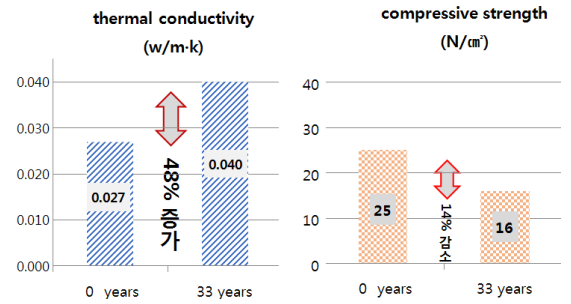


그림 1. 열전도율 & 압축강도 변화

표 2. Thermal conductivity, compressive strength, density absorption amount of extruded polystyrene

materials [EPS]		thermal conductivity (w/m-k)	compressive strength (N/cm²)	absorption amount (N/cm²)	density (kg/m³)
type1 [4호]	before	0.043	-	-	-
	after 39	0.051	-	-	-
type2 [4호]	before	0.040	-	1.5	15
	after 37	0.039	-	0.4	14
type3 [1호]	before	0.036	-	1.0	30
	after 33	0.034	-	0.5	29
type4 [1호]	before	0.036	-	1.0	30
	after 33	0.035	-	0.6	25
type5 [1호]	before	0.036	16	1.0	30
	after 33	0.033	16	0.8	24

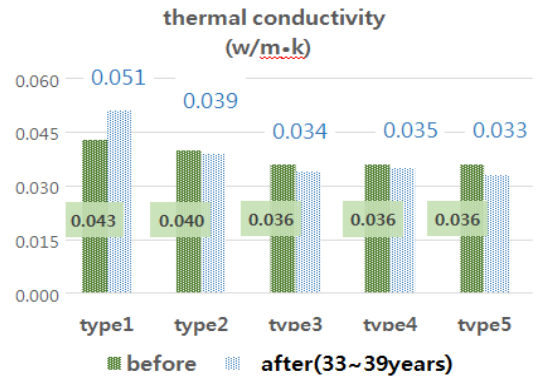


그림 2. 건물별·부위별 열전도율 변화

4. 결 론

실험실에서 실시한 보온재의 경시변화에 관한 가속시험결과 시간경과에 따른 열전도율이 증가하는 자료를 제시하고 있으나, 현황은 기존건축물의 에너지평가에 있어 설계도서만으로 열관류율을 계산하고 있다.

이에 대한 우려를 해소하기위해 실제 노후건축물에서 채취한 보온재 시험결과 압출법 보온재는 준공년수에 따른 물성변화가 크게 발생되는 것으로 파악됐으며, 비드법은 외부지외선의 노출과 인위적인 파손, 습기의 침투등이 없는 경우 초기 물성값을 거의 유지하는 것으로 파악되었다. 그림 3은 type5의 비드법 보온재로 동일부위(지붕천정)로 자체시험 3회 실시결과 시험값 검증을 위해 공인인증기관에 재차 시험의뢰한 평균값으로 33년이 경과한 보온재(두께50mm)의 열전도율, 압축강도, 굴곡파괴하중 및 흡수율의 변화

량이 현재의 KS M3808에 적합(밀도제외)함을 보여주고 있다. 시험대상 건축물이 적은 것에 대한 불확실성은 있으나 기존건축물의 외피 열관류율값 산정시 단열재의 종류만 파악이 된다면 물성변화에 대한 우려를 크게 해소할 수 있을 것으로 사료된다.

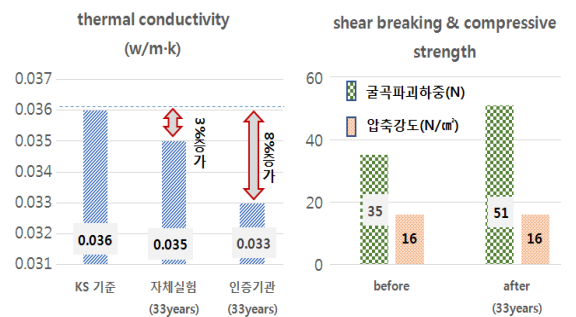


그림 3. 열전도율&굴곡강도&압축강도 변화

참 고 문 헌

1. 최현중, 정영선, 김경우, 강재식, 이승언, 건축 단열재의 장기 경년변화에 따른 열전도율 변화에 관한 실험 연구 II, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2003