건축물의 창틀과 벽체 사이 열교방지공법의 LCC 분석

A Study on Life Cycle Cost Analysis of Thermal Bridge Barrier Between Window Frame and Concrete Wall

박 철 용* 김 웅 희** 이 상 희*** 남 승 영*** 윤 길 호****
Park, Cheol-Yong Kim, Woong-Hoi Lee, Sang-Hee Nam, Seung-Young Yoon, Gil-Ho

Abstract

Thermal bridge on a building envelope causes additional heat loss which increases the heating energy consumption. As the higher building insulation performance is required, heat loss through thermal bridge becomes higher proportion among total building heating energy consumption. For the exterior insulation and finish system, thermal bridge between window frame and concrete wall should be constidered as one of main reasons of heat loss. In this study, the thermal bridge barrier between window frame and concrete wall(STAR) was proposed as the best practice for reducing thermal bridge. The STAR was confirmed that the use of thermal bridge barrier imporved the annual heat energy capacity by 35% or more and the innitial construction cost by 7.4% or less because of additional interior insulation against condensation. Finally the life cycle cost during 20 year by heating energy of a building reduced by 25% or more compared with the exist technology. This STAR thermal bridge barrier will be used as the main technology to improve the energy efficiency of building.

키 워 드 : 열교, 창틀 주위 열교 차단기술, 전생애비용
Keywords : thermal bridge, thermal bridge barrier around window, LCC(Life Cycle Cost)

1. 서 론

건축물의 단열설계기준이 패시브 건축물 수준으로 강화되고 정부 로드맵에 따라 2025년에는 모든 신축 건축물이 제로에너지 수준으로 설계되어야 함에 따라 벽체, 창호, 문과 같은 단일 건축자재의 1차원적인 단열성능보다는 상대적으로 벽체 모서리 부위, 벽체와 창호 및 문이 만나는 부위 등과 같은 열교 부위에 열류량이 집중되는 현상을 보이기 때문에 이러한 열교 부위에 대한 적절한 단열조치가 갈수록 중요해진다. 해외 연구결과[1]에 따르면 단열설계기준이 상대적으로 낮았던 1970년 주택에서 발생하는 손실열량 중 열교가 차지하는 비중은 7~17% 정도이었던 것에 반해 단열설계기준이 패시브 건축물 수준으로 강화된 현재 주택에서 열교가 차지하는 비중은 18~28% 정도까지 증가하는 것으로 나타나 열교는 고단열 건축물에서는 간과할 수 없는 설계요소가 되고 있다. 이에 본 연구에서는 건축물의 창틀과 벽체 사이 열교 차단 공법을 적용한 경우와 그렇지 않은 경우를 대상으로 공사금액을 상호 비교하여 경제성 분석을 실시하였고, 에너지 해석을 실시하여 연간 에너지 사용량을 구한 후 건축물 사용기간 동안 에너지 금액을 상호 비교하여 LCC를 분석해 보았다.

2. 열교방지공법 개요

창틀과 콘크리트 벽체 사이는 일반적으로 콘크리트 타설 후 창틀을 설치하고 채움재(우레탄폼 등)로 마무리하게 되는데, 열전도율이 다소 높은 콘크리트와 창틀이 서로 연결되어 실내측 표면온도가 상대적으로 낮아짐으로써 열손실이 발생할 뿐 아니라 결로와 곰팡이가 발생하는 근본적인 문제점을 제공한다. 본 개발 기술은 발포폴리스티렌 단열재(비드법 2종)를 사용하여 건축물의 창틀과 콘크리트 벽체 사이의 접합부 열교를 차단하는 기술로서 열전도율이 다소 높은 콘크리트와 창틀이 직접 맞닿지 않고 단열재로 연결됨으로써 실내측 표면온도 저하를 방지하여 열손실을 최소화 할 뿐 아니라 결로와 곰팡이가 발생하지 않는 근본적인 해결책을 제공한다.

* 쌍용건설 기술연구소 차장, 교신저자(cypark@ssyenc.com)
** 스타빌엔지니어링 대표이사
*** 해안종합건축사사무소 PCM사업부 부장 / 상무
**** 선진엔지니어링종합건축사사무소 건축설계본부 전무

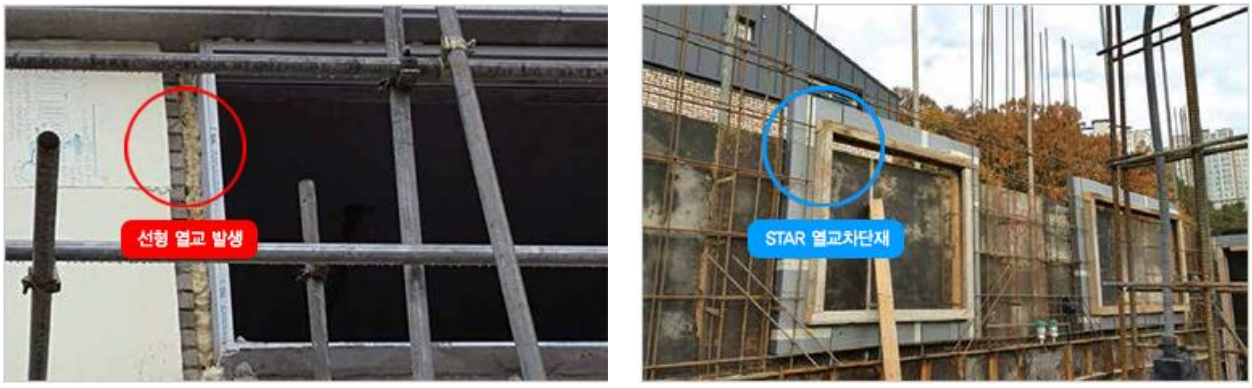

그림 1. 기존공법(좌)과 열교방지공법(우)

3. 열교방지공법의 LCC 분석

본 기술의 에너지 절감효과를 정량적으로 검증하기 위하여 아래 그림 2에 나타나 있는 서울 소재 주민자치센터를 대상으로 2차원 전열 해석 프로그램을 이용한 선형열관류율 해석결과를 이용하여 전체 건축물 단위의 에너지 해석은 ISO 13790 기반의 Energy# 프로그램을 활용하여 살펴보았다.

구 분		내 용
용 도		업무시설(공공업무시설)
건축규모		지하2층/지상5층
구 조		철근콘크리트 구조
최고높이		24.3m
건축면적		454.22㎡
연면적	지상층	2,085.22㎡
	지하층	838.64㎡
	합 계	2,923.86㎡
주요 외부마감		T26테라코타패널, 징크패널, T3알루미늄쉬트패널, 로이삼중유리, T30마천석잔다듬
외피면적		4,270.5 ㎡
창호 접합부 길이		1,323.44 m

그림 2. 대상 프로젝트 개요 및 조감도

기본적인 입력자료는 동일하다. 다만, 창호의 열관류율을 고려할 때 전열해석 결과에 따라 대조군은 선형열관류율 0.416W/m.K, 본 기술을 적용할 경우에는 선형열관류율 0.062W/m.K를 적용하여 창호의 열관류율을 각각 1.803W/㎡.K와 0.993W/㎡.K로 적용하였다. 그 결과 대조군의 연간 난방에너지 요구량은 47.21kWh/㎡, 본 기술을 적용할 경우 연간 난방에너지 요구량은 30.67kWh/㎡로 나타나 대조군 대비 35%에 해당하는 16.54kWh/㎡ 정도로 요구량이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 난방면적을 고려하여 연간 에너지 비용을 산출하면 각각 5,378,535원, 3,528,478원으로 계산되었다.

초기 투입 공사비는 대조군의 경우 창틀 열교차단이 되지 않음으로 인하여 내부에 열교방지단열재를 시공해야 동일한 성능이 발휘되므로 이를 고려한 공사비 산출시 각각 55,782,070원, 51.649.436원으로 계산되었다.

건축물 사용연한을 20년으로 가정하였을 경우 난방에너지 사용에 따른 사용원가는 각각 107,571,700원, 70,569,560원으로 계상되며, 초기 투입 공사비까지 고려한 LCC는 각각 163,353,770원, 122,218,996원으로 25% 정도 비용편익이 발생하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 구보경, 김예원, 2017, 제로에너지건축물의 열교저감을 위한 제도 및 기술, 건축, 제61권 제4호, pp.27~32
2. 박철용, 김응회, 이상희, 2018, 건축물의 창틀과 벽체 사이 열교 차단을 위한 단열공법 개발, 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 제18권 제2호, pp.10~11