



에너지 효율 향상을 위한 리모델링 설계법 제안 - 전주 원도심 비주거 건물을 중심으로 -

Remodeling Design Method to Improve the Energy Efficiency

- Focused on Non-residential Building in the Original Downtown Area of Jeonju -

김현진* · 박종일** · 최정만*** · 이정훈****

Hyun-Jin Kim* · Jong-Il Park** · Jeong-Man Choi*** · Jeong-Hun Lee****

* Main author, Researcher, Dept. of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (genuin524@gmail.com)

** Coauthor, Senior Researcher, Dept. of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (azalea0409@gmail.com)

*** Coauthor, President of Association, Dept. of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (izzarder@gmail.com)

**** Corresponding author, Research Director, Dept. of Urban and Architectural Environment Design, Passive House Institute Korea, Seoul, Korea (llm002124@gmail.com)

ABSTRACT

Purpose: Old buildings over 30 years accounted for about 38% of buildings in Korea, and of 2019. and it is important to improve the performance of old small buildings for 2050 carbon neutrality in the future. However, there is a lack of remodeling guides based on energy performance of old buildings. This study aims to collect basic data on standard remodeling guides for energy reduction. **Method:** The problems of old buildings were identified for 12 non-residential buildings that are more than 30 years old located in the original downtown of Jeonju. Thermal imaging camera measurement, window performance measurement, airtightness test, and field investigation were conducted. Among them, two places that are widely distributed that were classified by structure were selected. Two remodeling design methods were proposed to reinforce vulnerable areas. The degree of improvement in energy efficiency compared to the present was analyzed by performing energy analysis accordingly. **Result:** The proposed remodeling design method was applied. In both buildings, the heating energy requirement has decreased by more than 80% compared to the present. This study will be basic information for preparing a standard remodeling guide for improving the energy efficiency of old buildings in the future.

KEYWORD

리모델링
건물에너지
노후건축물
적외선열화상이미지
기밀테스트

Remodeling
Building Energy
Old Building
Infrared thermal Image
Airtightness Test

ACCEPTANCE INFO

Received Nov. 19, 2021

Final revision received Feb. 11, 2022

Accepted Feb. 15, 2022

© 2022. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

IPCC는 2100년까지 지구 평균 온도 상승 폭을 1.5°C 이내로 제한하기 위해 전 지구는 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 최소 45% 이상 감축해야 하고, 2050년에는 탄소중립(Net-Zero)을 달성하여야 한다고 경고하고 있다[1]. 전 세계 이산화탄소 배출량의 약 25%는 건축 분야가 차지하기 때문에 건축 분야를 감축 잠재량이 가장 크면서도 저감에 드는 비용은 가장 낮은 분야로 구분하고 있다[2]. 또한, 건물 부문의 에너지 사용량이 전체 에너지 사용량의 21%를 차지하기 때문에 건물 부문의 에너지 사용량 감축은 선택사항이 아닌 필수사항이다[3].

현재 사용승인 후 30년 이상 된 노후 건축물 비율은 2005년 29.0%에서 2019년 37.8%로 증가하는 추세이다[4]. 신축 건물과 달리 노후 건물은 설계 당시의 낮은 에너지 성능과 시간 경과에 따른 노후화로 에너지 손실이 큰 경우가 대부분이다[5]. 따라서, 향후 2050 탄소중립을 위해서는 노후 소형 건물의 성능 개선이 중요하다[6].

노후 건물의 에너지 개선 관련 제도로 현재 녹색 건축 인증기준 중

하나인 그린리모델링이 존재한다. 그러나 에너지 성능 개선을 위한 구체적인 가이드라인은 부재하다. 한국리모델링협회에서 인증하는 리모델링품질인증 또한 안전진단, 설계도서 및 보강안, 공사 현장 등의 종합인증일 뿐 에너지 성능에 관한 내용은 전혀 없는 상황이다. 건축물의 에너지절약설계기준이나 공공건축물 그린리모델링 시공가이드가 있기는 하나 노후 건축물의 에너지 저감을 위한 세부적인 리모델링 가이드가 부족한 실정이다. 따라서, 건물 부문의 에너지 감축을 위해서는 에너지 효율 향상을 위한 노후 건물의 리모델링 가이드가 필요하다.





이에 본 연구는 전주 원도심에 있는 상가 건물을 대상으로 현재 건축물의 상태를 파악하고, 조사한 내용을 바탕으로 구조별 리모델링 설계법을 제시하고자 한다. 그리고 가이드에 따른 에너지 성능을 현 상황과 비교하여 추후 표준 노후 건축물의 리모델링 가이드를 위한 기초 자료를 수집하고자 한다.

2. 연구 범위 및 방법

2.1. 연구 범위

본 연구는 노후 건물의 리모델링 설계법 제안을 목적으로 한다. 설계법은 구조별로 상이하므로, 전주 원도심의 30년 이상 된 비주거

Table 1. Measurement method

Category	Measurement		
	Standard	Content	Equipment
Thermal image	KS F 2829 ISO 9869	Temperature, Heat bridge area	 FLIR E95
Window system	-	VLT, SHGC	 WP-4500
	-	Glazing system, Glass thickness, Low-E coating	 GC3000
Air infiltration rate	ISO 9972	Air infiltration rate	 Minneapolis Blower Door Model 3

건물 약 1,000여 개소를 주 구조에 따라 분류하였다. 주 구조는 건축물대장을 참고하였다. 분류 결과, 철근콘크리트조(48%), 목조(26%), 조적조(17%), 기타(9%) 순이다. 연구 대상지를 선정하기 위해 전주 원도심에 있는 비주거 건물의 건축주를 대상으로 건물의 현황 파악 및 리모델링 후 에너지 저감률 분석을 목적으로 신청받았다. 신청받은 곳 중 전주 원도심 비주거 건물의 상위 세 구조로 구축된 12곳을 대상지로 선정하였다. 선정된 곳을 방문하여 설문 조사 및 측정을 통해 현재 건물의 노후도 및 상태를 파악하였다.

2.2. 연구방법

Table 1.은 노후 건물의 현황을 파악하기 위해 측정할 항목을 나타낸 표이다. 적외선 열화상카메라(FLIR E95)를 통해 단열이 취약하여 내부의 열이 빠져나가거나 외부의 열이 들어오는 부위를 확인하였다. 유리 에너지 프로파일러(WP-4500)로 창호의 태양열취득계수를 측정하고 글레이징 측정기(GC3000)로 유리 두께, 유리판의 개수, 공기층 두께, 로이코팅 유무 등을 계측하여 창호 성능을 파악하였다. 기밀테스트를 수행하여 얻은 ACH@50Pa 결과를 통해 현재 건물의 기밀성능을 파악하였다. 기타 재실자의 불쾌감을 유발하는 문제점이나 건물의 리모델링 여부는 현장 조사 및 재실자 인터뷰를 통해 확인하였다.

3. 노후 건물 현황 분석

전주 원도심 노후 상가 12채를 대상으로 육안 조사를 통해 단열이 취약한 부위를 파악하고 해당 부위를 열화상카메라로 촬영하였다.

Fig. 1.은 열화상카메라를 통해 열교 부위를 측정된 결과이다. 건물 대부분이 창호 및 창틀의 노후화로 에너지 손실이 큰 상황이었으며, 목조 건물의 경우 지붕의 단열이 없어 외부의 열이 지붕을 통해

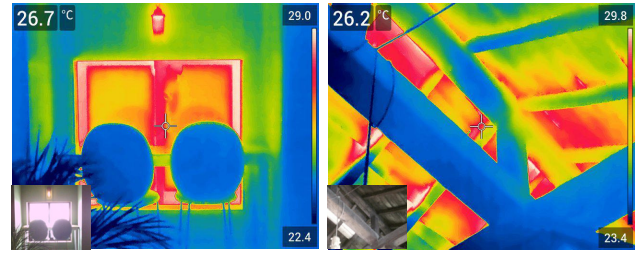


Fig. 1. Result of thermal imaging camera



Fig. 2. Performance measurement and a field survey of window system



Fig. 3. Part of defect occurrences about the leak

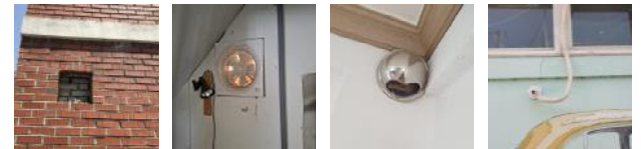


Fig. 4. Trouble spots of weak airtightness

들어오고 있는 상황이다.

Fig. 2.는 창호의 성능을 측정하고 창호에서 누기가 발생하는 부위나 단열이 취약한 부분을 파악한 것이다. 창호의 유리는 대부분 단유리로 구성되어 있으며, 부분적으로 복층유리 창호로 리모델링을 한 곳이 있으나 현행 건축 단열기준에는 못 미치는 성능이다. 태양열 취득계수(SHGC)는 0.43~0.76 범위로 측정되었다. 목재를 창틀의 재료로 사용하여 창과 틀 사이 틈 발생으로 다량의 침기가 유입되거나, 단열에 취약한 금속재 창호 프레임을 사용하여 외부로 열이 손실되고 있는 상태인 곳이 대다수였다. 고로, 유리를 통해 취득되는 열에 비해 창호 및 노후화된 외피를 통해 손실되는 열이 많아 겨울철 재실자의 불쾌감을 유발하기 쉬운 상태임을 확인하였다.

Fig. 3.은 건물의 우수 등이 유입되어 하자가 발생한 부위를 나타낸 것이다. 조사 대상 중 25%에서 지붕의 방수층이 깨져 건물 내부에서 누수 및 곰팡이가 발생하고 있다. 또한, 구조체 내부로 유입된 물이 외벽의 타일이 탈락하거나 균열이 발생하는 등의 하자를 일으키고 있는 상황이다.

Fig. 4.는 건물에서 기밀이 취약한 부위를 파악한 것이다. 개구부를 단열 보강 계획 없이 막아 누기가 발생하고 있다. 외부와 연결된 환기구나 배관 부위 등에 기밀 시공을 하지 않아 해당 부위로 침기가 발생하고 있다.

4. 에너지 효율화 리모델링 대상 건축물

전주 원도심 비주거 노후 건물의 상위 두 개의 구조인 철근콘크리트조와 목조 각각 1곳씩, 총 2곳을 대상으로 리모델링 설계법을 제시하였다. 본 연구에서 리모델링 설계법은 리모델링이 불가능한 바닥을 제외하고 지붕 및 외벽, 창호 및 기밀로 분류하여 제시하였다. 그리고 제시된 리모델링에 따른 에너지 성능 분석을 통해 리모델링 설계법이 건물의 에너지 성능에 미치는 효과를 검증하는 방식으로 연구를 진행하였다. Table 2.는 리모델링 설계법을 제시하기 위해 선정된 건물의 개요를 나타낸 표이다.

Table 3.은 리모델링 가이드 제시를 위해 선정된 건물의 기밀테스트 결과를 나타낸 표로, A, B 두 건물 모두 10회/h 이상이다. 이는 ASHRAE Standard 119 침기 등급 중 F등급으로 건물의 기밀성능이 취약한 상태에 해당하며[7], 한국건축친환경설비학회 건축물의 기밀성능 기준에서 모든 건물의 기밀성능인 5.0ACH@50에 한참 못 미치는 수치이다[8]. 다른 10개소의 기밀테스트 결과 또한 9.5~13.5회/h의 범위로 나타나, 노후 건축물의 침기량이 다량 발생하는 것을 확인할 수 있다.

Table 2. Building overview



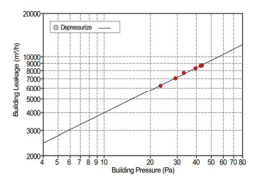
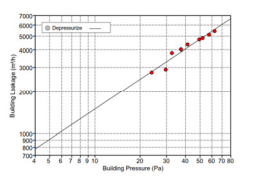
Category	A	B
Site image		
Construction	Reinforced concrete structure	Timber frame structure
Year of construction	1991	1934
Number of floors	B1/ 4F	2F
Building area	181.85m ²	67.65m ²
Total floor area	865.48m ²	135.30m ²

Table 3. Result of blower door test

Category	A	B
Air change rate (h ⁻¹)	 10.32	 10.22

5. 에너지 효율화 리모델링 설계(안)

저에너지 건물에 적용되는 요소 기술 중 노후 건축물에 적용 가능한 주요 항목을 도출하였다. 도출된 항목별로 '3. 노후 건물 현황 분석'에서 저술한 문제를 해결할 수 있는 안을 차용하여 주 구조에 따른 리모델링 설계(안)를 제시하였다.

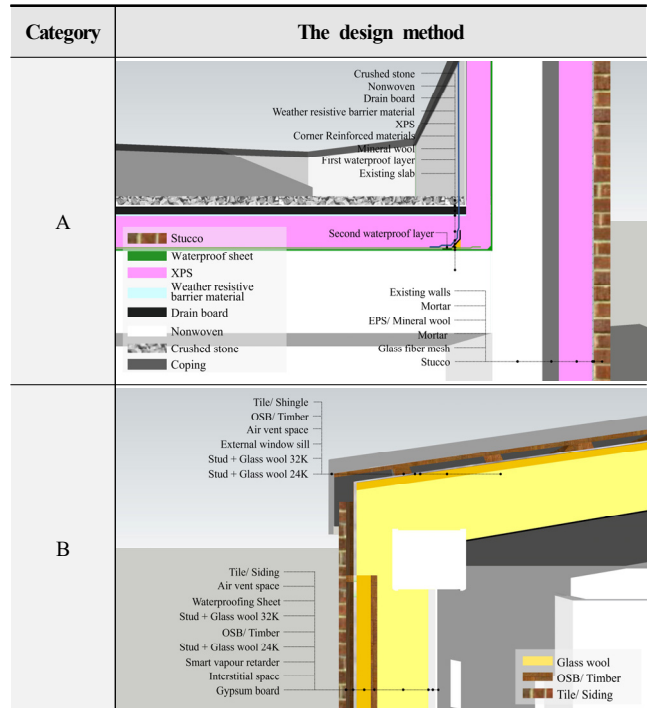
5.1. 지붕 및 외벽

1) A - 지붕 리모델링 설계(안)

A 건물의 지붕 리모델링안으로 방수상부외단열공법을 적용하였다. 방수상부외단열공법은 방수층 위에 외단열을 적용하여 단열성능 강화, 내단열의 열교 해소 및 평지붕의 고질적인 문제인 누수를 해결할 수 있는 방식이다. 아래부터 '기존 슬라브 - 방수층 - 단열재 - 지붕용 투습방수지 - 배수판 - 부직포 - 쇠석'으로 구성된다. 각 구성의 역할은 다음과 같다.

- 방수층 : 시트 방수지를 적용하여 구조체로 물이 유입되어 누수가 발생하는 것을 방지함.
- 단열재 : 물에 강한 압출법 단열재를 사용하며, 방수층이 태양에 노출되지 않도록 해주어 복사열로 인해 방수층이 손상되는 것을 방지함.
- 투습방수지 : 배수판을 통과한 빗물이 단열재 사이로 침투하지 못하게 하는 역할과 침투한 소량의 수분을 외부로 증발시키는 역할을 함.
- 배수판 : 구멍이 뚫린 배수판을 사용하여 배수를 용이하게 하고 단열재를 집중하중으로부터 보호하는 역할을 함.
- 부직포 : 외부 먼지를 막는 역할을 함.
- 쇠석 : 구조체의 축열을 막아주고 단열재를 고정하는 역할을 함.

Table 4. The design method of remodeling (Roof and wall)



2) A - 외벽 리모델링 설계(안)

A 건물의 외벽 리모델링안으로 외단열미장마감공법을 적용하였다. 외단열공법은 내단열의 열교 현상이 발생하는 것을 감소시켜 건물의 단열성능을 높이는 방식이다. 벽체 구성은 실내 측부터 '기존 벽체 - 몰탈 - 단열재 - 유리섬유 메시 - 미장 마감'으로 구성된다. 각 구성의 특징은 아래와 같다.

- 몰탈 : 바탕 면에 이물질이 있으면 부착력이 저하되므로 몰탈을 이용하여 바탕 면의 평활도를 높여 구조체와 단열재의 부착력을 높이는 역할을 함.
- 단열재 : EPS 단열재를 활용한 외단열 미장 마감 공법 적용함.
- 유리섬유 메시 : 단열재의 부착력을 높여 단열재의 탈락을 방지하고 마감 층의 균열 발생을 억제하는 역할을 함. (2층 이상의 건물은 풍압에 의해 단열재가 구조체로부터 탈락할 수 있으므로 단열 화스너 및 코너비드를 사용)

3) B - 지붕 및 외벽 리모델링 설계(안)

B 건물의 지붕과 외벽은 모두 경량목구조 외단열(글라스울) 추가 공법을 적용하였다. 구성은 내측부터 각각 '글라스울(140mm) - 글라스울(76mm) - 투습방수지 - 통기층 - OSB - 기와/싱글 마감', '석고보드 - 설비층 - 가변형 방습지 - 글라스울(140mm) - OSB - 글라스울(76mm) - 방수시트 - 통기층 - 타일/사이딩'이다.

- 글라스울 : 목구조의 경우 경질의 단열재는 30 이상의 높은 습기 확산 저항 성능으로 인해, 구조체 내부로 유입된 습기에 대한 대처가 어렵다. 따라서 셀룰로오스, 글라스울과 같이 낮은 습기 확산 저항 성능의 단열재를 활용하여 습기에 대한 대처를 고려함. 또한, OSB 외부 면에 글라스울 76mm를 추가하여 목구조의 구조체로 인한 열교의 절감과 단열성능을 높임.
- 투습방수지 : Sd 값 0.5m 이하의 멤브레인을 활용하여 구조체로 유입되는 빗물 방지 및 구조체 내부 습기의 원활한 배출을 유도.
- 통기층 : 구조체로부터 배출되는 습기가 외기로 원활하게 배출되도록 유도함. 수직 벽체의 경우 통상적으로 10n/h 이상의 통기 성능을 요구함.
- 가변형 방습지 : 방습지 실내·외 표면의 상대습도에 따라 방습 성능이 달라지는 기능성 제품으로, 동절기 실내의 습기가 구조체 내부로 유입되는 현상을 방지하고, 하절기 구조체 내부의 습기를 실내로 배출하는 역할을 함.

5.2. 창호 및 기밀

두 건물 모두 단열, 기밀, 수밀성 확보를 위해 창호는 고성능 삼중 유리 시스템창호를 적용하였다. 창호 주변부 상세한 설계 내용은 다음과 같다.

창호 상부 및 측부는 30mm 이상, 하부는 50mm 이상 이격 거리를 확보하여 창호의 원활한 설치가 가능하도록 한다. 창호 고정 후 구조체와의 이격 부위는 단열이 끊겨 발생하는 열교를 막기 위해 저팽창 연질폼으로 충진한다. 창호의 설치 위치는 구조체의 단열선을 연결할 수 있도록 단열재 중심선과 동일선상에 위치하도록 한다.

외벽의 오염 및 창호 코너 부위의 틈새로 유입되는 빗물을 막기 위해 빗물받이를 설치한다. 또한, 빗물받이와 프레임 사이에도 팽창방수테이프를 적용하여 틈새로 빗물이 들어오는 것을 막아준다. 외측

에는 방수투습테이프를 사용하여 수밀성을 확보하고 내측으로 유입되는 습기가 외기로 빠져나갈 수 있도록 한다. 창호 내측에는 기밀성

Table 5. The design method of remodeling (Window)

Category	The design method
A	<p>The top of window</p> <p>Below the window sill</p>
B	<p>The top of window</p> <p>Below the window sill</p>



Fig. 5. Details of the construction for the window



Fig. 6. Airtightness material

확보와 구조체로의 습기 투과를 방지하기 위해 방습기밀테이프를 사용한다. Fig. 5.에 창호 주변의 시공 상세를 나타내었다.

노후 건물은 준공 당시 기밀에 대한 기준의 부재와 건물의 노후화로 기밀성능이 현저하게 낮은 것이 일반적인 사실이다. 그러므로 기밀성능 향상을 위해 Fig. 6.과 같은 기밀 부자재를 이용하여 누기가 다량 발생하는 부위인 설비 배선, 배관, 분전반 등에 적용하는 것을 리모델링 도면작성 단계에서 계획한다.

6. 리모델링 가이드 효과 분석

6.1. 에너지 해석 조건

건물의 현 상태의 에너지 성능 분석을 위해 현장 측정을 통해 얻은 결과를 사용하였으며, 제시한 리모델링 가이드의 에너지 성능 검토를 위해 '5. 에너지 효율화 리모델링 설계(안)'에서 제시한 리모델링 설계안을 토대로 에너지 해석을 수행하였다. 에너지 해석은 건물의 에너지 요구량 분석을 위해 ISO 13790 기반으로 만들어진 Energy# 프로그램을 사용하였다. 현 상태와 리모델링 설계안의 건물 에너지 요구량 비교를 위해 냉·난방 설비, 환기 설비 등의 설비는 적용하지 않았다. Table 6.은 건물의 에너지 해석 시뮬레이션 조건을 정리한 표이다.

현 상태의 단열성능은 현장 조사 및 측정을 바탕으로 구성된 재료에 따른 열관류율을 적용하였고, 리모델링의 지붕과 외벽의 단열성능은 가이드에서 제시한 구조별 재료 구성에 따른 열관류율을 적용하였다. 바닥은 리모델링이 불가능하여 전과 후가 동일하나 A 건물의 경우 외기 노출된 바닥 부위가 있어 해당 부위의 리모델링이 가능하다. 따라서 리모델링 제시안을 적용했을 때 A 건물 바닥의 열관류율이 현재 대비 0.01W/m²K 감소하였다.

현 상황의 창호 성능은 현장 측정 내용을 바탕으로 '건축물의 에너지절약설계기준'의 창 및 문의 단열성능 기준을 적용하였다[9]. 리모델링 가이드에 따른 창호 성능은 E사 삼중 유리 고성능 창호 시험성적서를 참고하여 두 건물에 같은 값을 사용하였다. 창호의 단열성능은 창호의 프레임, 유리, 간봉, 설치 열교 등을 종합하여 계산된 열관류율로 나타났다. 리모델링 제시안에 따른 창호는 A, B 두 건물에 동일한 모델을 적용했으나 창호의 크기가 달라 창호 프레임 비율의 차이가 발생하여 서로 다른 창호의 열관류율 값이 도출되었다.

현 상황의 기밀성능은 기밀테스트 결과를 적용하였다. 리모델링 가이드에 따른 기밀성능은 우리나라 신축 공동주택의 기밀성능이

Table 6. Energy simulation condition

Category		A		B	
		Present	Remodeling	Present	Remodeling
Exterior average heat transmission coefficient	Wall	0.68W/m ² K	0.19W/m ² K	1.29W/m ² K	0.20W/m ² K
	Roof	0.47W/m ² K	0.13W/m ² K	1.13W/m ² K	0.13W/m ² K
	Floor	0.41W/m ² K	0.40W/m ² K	0.44W/m ² K	0.44W/m ² K
Window	Uw	6.52W/m ² K	1.03W/m ² K	6.97W/m ² K	1.08W/m ² K
	SHGC	0.60	0.45	0.60	0.45
Airtightness (n50)		10.32h ⁻¹	3.00h ⁻¹	10.22h ⁻¹	3.00h ⁻¹

3.0회/h, 건축물에너지효율등급 1++ 등급 이상의 건물이 2.0회/h, 패시브하우스 단독주택이 1.0회/h라 이하라는 점을 참고하였다[10]. 최근 자체 연구에서 영등포에 있는 리모델링 현장 두 곳을 측정할 결과인 평균 1.76회/h를 참고하고, 두 곳 모두 2000년대 이전에 준공된 노후 건축물이라는 점을 참작하여 보수적으로 3.0회/h로 가정했다.

6.2. 에너지 해석 결과

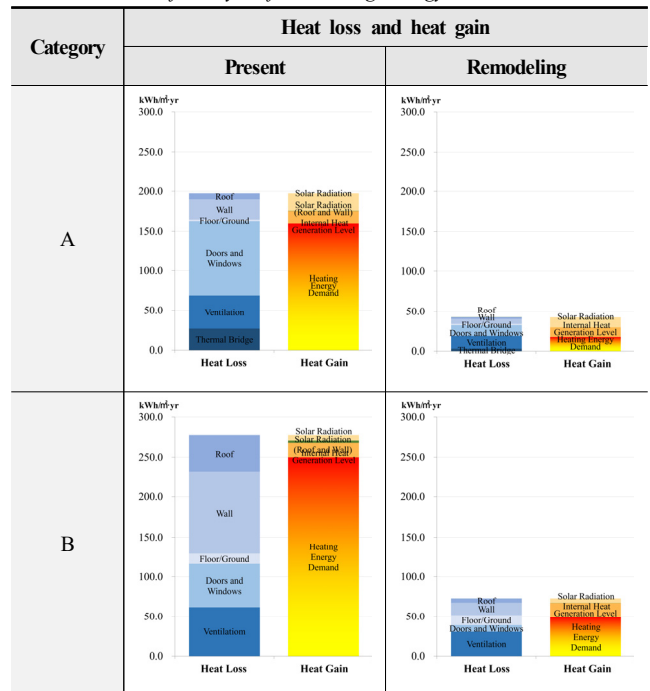
Table 7.은 A, B 건물의 에너지 해석 결과 건물에서 열이 손실되는 항목과 열이 획득되는 항목을 세부적으로 나타낸 그래프이다.

A 건물은 제시한 리모델링 설계(안)를 적용하였을 때, 전체 열손실량이 약 78% 저감되었다. 세부적인 부위에서 발생하는 열손실은 지붕과 외벽이 모두 74%, 창호가 85%, 기타 환기가 90% 감소하였다. 열획득량을 확인해보면 일사량이 41% 감소하였으나 저감된 열손실량이 더 크다. 따라서 난방 에너지 요구량이 159.9kWh/m²·yr(16.0L)에서 17.3kWh/m²·yr(1.7L)로, 약 89%의 감소 효과가 나타났다.

B 건물 또한 A 건물의 양상과 유사하게 나타났다. 전체 열손실량은 약 74% 감소하였다. 열손실량은 지붕 부분이 88%, 외벽 부분이 84%, 창호가 85%, 기타 환기가 51% 감소했다. 열획득량을 확인하면 일사량이 15% 감소하였으나 건물의 열손실량 감소 비율이 더 높아, 난방 에너지 요구량이 250kWh/m²·yr(25.1L)에서 49.2kWh/m²·yr(4.9L)로 감소하여 약 80% 감소하였다.

바닥은 리모델링 할 수 없다는 한계로 바닥/지면을 통한 열손실량은 현재와 리모델링 가이드에 따른 내용이 거의 유사한 값을 가지는 것을 알 수 있다. 그러나 리모델링 가이드에서 제시한 지붕과 외벽, 창호 등에서의 열손실량이 감소하여 난방 요구량이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해, 본 연구에서 제시한 리모델링 설계 가이드가 건물의 에너지 성능에 끼치는 영향을 알 수 있으며, 노후 건물 에너지 저감에 대한 가능성을 확인하였다.

Table 7. Result of analysis for building energy



7. 결론

본 연구에서는 전주시에 있는 노후 상가 건축물의 현황을 파악하고 이를 바탕으로 에너지 성능 기반 리모델링 가이드를 제시하여 추후 노후 건축물 표준 리모델링 가이드를 위한 기초 데이터를 수집하고자 하였다.

- (1) 현재 전주 노후 상가의 단열성능은 당시 미비한 단열기준으로 건축물 에너지절약설계기준에 현저하게 못 미치는 성능이다. 제시된 리모델링 설계법을 적용하면 현재 단열기준에 부합하며, 지붕 및 외벽을 통한 열손실량은 현재 대비 A가 약 74%, B가 약 86% 감소한다.
- (2) 현재 창호 성능은 태양열취득계수는 0.4 이상으로 겨울철 건물이 획득하는 열이 많으나 단열성능이 건축물의 에너지절약설계기준에 못 미치는 수준이어서 태양열취득계수 값이 무의미한 상태이다. 제시한 설계법을 적용했을 때, 현재보다 태양열취득계수가 낮아져 획득되는 일사량이 감소하였으나 단열성능이 향상하였기 때문에 A, B 모두 창호를 통한 열손실량이 현재 대비 약 85% 감소한다.
- (3) 기밀성능은 제시한 가이드에 따라 리모델링을 진행했을 경우, 보수적으로 최근 신축 공동주택 기밀성능 수준인 3.0회/h를 가정했다. 이 값은 기밀설계 및 시공하지 않았을 경우의 값으로 기밀설계 및 시공을 통해 본 논문에서 제시한 내용보다 더 크게 건물 에너지 저감을 할 수 있을 것으로 보인다.
- (4) 제시한 리모델링 가이드라인을 바탕으로 에너지 해석을 진행한 결과, 난방 에너지 요구량이 두 건물 모두 현재 대비 80% 이상 감소한 것으로 나타났다. 바닥은 리모델링을 하지 못한다는 한계로 줄지 않았으나 지붕, 외벽, 창호 등의 리모델링을 통해 난방 에너지 요구량이 감소하였다. 그 결과, 리모델링에 따른 난방성능이 5.0L 이하로 제시된 리모델링 설계법을 통해 노후 건물이 저에너지건축물의 성능을 나타낼 수 있는 것으로 보인다.

본 연구는 벽체 단열성능 강화, 외단열 적용으로 인한 열교 저감, 기밀 공정 등이 노후 건물의 에너지 저감에 미치는 영향을 파악하였다. 노후 건물이 리모델링을 통해 저에너지건축물 정도의 성능을 낼 수 있다는 결과를 통해 본 연구가 2050년 탄소중립을 위한 정부 정책의 일환인 그린리모델링의 체계적인 시행에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

그러나 본 연구는 특정 건물을 대상으로 리모델링 가이드를 제시했다는 한계가 있다. 따라서 추후 연구에서는 표본의 수를 늘려 다양한 구조 및 형태의 건물 분석 및 리모델링 가이드의 에너지 성능 검토를 통해, 건물 에너지 저감을 위한 노후 건축물의 표준 리모델링 지침 작성에 필요한 자료수집이 가능할 것으로 보인다.

Acknowledgement

본 연구는 2022년도 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 22PIYR-C153277-04).

Reference

- [1] 정영선 외 3인, 2050 탄소중립 달성을 위한 건물부문 온실가스 감축 시나리오 연구, 대한건축학회논문집, 제37권 제10호, 2021, pp.189-197. // (Y.S. Jeong et al., Scenario to Reduce Greenhouse Gas Emissions in Building Sector towards the goal of Carbon Neutrality by 2050, Journal of the Architectural Institute of Korea, 37(10), 2021, pp.189-197.)
- [2] 조상규, 김영현, 녹색건축 정책수립을 위한 건축물 온실가스 배출량 통계 구축 및 분석, 건축도시공간연구소, 2013. // (S.G. Cho, Y.H. Kim, Compiling and Analyzing GHGs Emission Statistics in Building Sector for Green Building Policy, Architecture & Urban Research Institute, 2013.)
- [3] 이예영, 윤근영, 이건호, 국내·외 리모델링 시장의 현황 분석을 통한 시장 활성화 방안 연구, 한국생활환경학회지, 제21권 제3호, 2014, pp.468-477. // (Y.Y. Lee, G.Y. Yun, K.H. Lee, A Study on Methods for Activating Remodeling Market of the Existing Building, The Korean Society of Living Environmental System, 21(3), 2014, pp.468-477.)
- [4] 김예성, 노후건축물 현황과 향후과제, 국회입법조사처, 제133호, 2020.04. // (Y.S. Kim, Current Status of Old Buildings and Future Tasks, National Assembly Research Service, No. 133, 2020.04.)
- [5] 최선우 외 3인, 사무소 건물의 외피 리모델링에 따른 에너지절감효과 및 경제성 분석, 한국생태환경건축학회 논문집, 제12권 제6호, 2012.12, pp.85-92. // (S.W. Choi et al., The Energy Saving Effect and Economic Assessment of Office Building According to the Building Envelope Remodeling, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 12(6), 2012.12, pp.85-92.)
- [6] 김유민, 2050년 온실가스 감축목표와 건물부문 탄소중립 정책수단, 국토, 2021.9, pp.12-19. // (Y.M. Kim, Greenhouse Gas Reduction Goals in 2050 and Carbon Neutral Policy Means for Building Sector, Territory, 2021.9, pp.12-19.)
- [7] ASHRAE Standard 119, Air Leakage Performance for Detached Single Family Residential Buildings, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1988.
- [8] 한국건축친환경설비학회, 건축물의 기밀성능 기준, KIAEBS C-1:2013, 2013. // (Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, Building Airtightness Criteria, 2013.)
- [9] 국토교통부, 건축물의 에너지절약설계기준, 2018.09. // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Building Energy Saving Design Criteria, 2018.09.)
- [10] 김길태 외 4인, 제로에너지 공동주택 구현을 위한 기밀성능 향상방안 연구, 한국토지주택공사 토지주택연구원, 2020. // (G.T. Kim et al., Improving Airtightness Performance for Implementation of Zero Energy Apartment Building, Korea Land and Housing Corporation Land and Housing Institute, 2020.)