

2023년 춘계학술발표대회 : 일반부문

## 공공어린이집에서 그린리모델링 사례를 통한 에너지 절감효과 분석

Analyzing Energy savings from Green Remodeling case at a public Daycare center

○심 성 진\*   임 세 현\*   김 성 은\*\*   송 용 우\*\*\*   박 진 철\*\*\*\*  
Sim, Sung-Jin   Lim, Se-Hyeon   Kim, Seong-Eun   Song, Yong-Woo   Park, Jin-Chul

### Abstract

This study analyzed the energy saving effect based on an on-site investigation after the green remodeling of daycare center was completed and confirmed whether the goal of 30% for the 'Public Building Green Remodeling Project' was achieved. According to the on-site investigation, the target building was about 30 years old, and the legal standard for thermal transmittance was significantly different from the current one, and some of the facilities were also deteriorating. So, the relevant elements were replaced through green remodeling. As a result, primary energy demand was reduced by 30.2% achieving the goal.

키워드 : 노후 어린이집, 그린리모델링, 에너지 분석, ECO2-OD

Keywords : Old daycare center, Green-Remodeling, Energy analysis, ECO2-OD

### 2. 대상 건물 현장 조사

#### 1. 서론

우리나라 정부는 2023년 ‘국가 탄소 중립·녹색성장 기본계획’을 발표하였다. 이에 따라 기존 건축물 그린리모델링 장려를 위해 그린리모델링 로드맵, 공공건축물의 그린리모델링 사업 확대 등을 시작하였다(관계부처 합동, 2021). 이를 위해, 노후 건축물의 에너지 성능 개선을 위해서 2020년부터 어린이집, 보건소, 요양병원을 중심으로 수행 중이며 건물의 1차 에너지 소요량의 30% 이상 절감을 목표로 한다(국토교통부, 2023). 특히, 지역의 모범이 될만한 시그니처 건물을 선정해 사업 홍보를 시작으로 2025년부터는 공공건축물의 그린리모델링 의무화가 될 예정이다(이한솔 외, 2023).

따라서, 본 연구는 서울시에 위치한 그린리모델링 시그니처 건물을 대상으로 현장조사를 통하여 적용가능한 요소 기술을 제안하였으며, 에너지 시뮬레이션을 통해 에너지 절감 효과를 분석하였다.

대상 건물은 2022년 그린리모델링 사업에서 시그니처 건물로 선정된 서울 OO어린이집이다. 이 건물은 1993년에 준공되었으며 약 30년 경과 되어 표 1과 같이 열관류율이 당시의 법적 기준이 현재 법적 기준과 상당한 차이를 보인다.

따라서 법적 기준에 맞게 단열 교체하였으며 노후된 일부 난방기도 교체하였다. 추가적으로 실내 공기질 개선을 위한 환기설비의 부재로 폐열회수형 환기장치를 설치하였다. 또한 1차 에너지 소요량 감소를 위해 신재생에너지인 태양광을 설치하였다.

표1. 어린이집 건물 개요

어린이집		A		
구분		1993년/29년 경과		
준공년도		378.18 m <sup>2</sup> / 105.12 m <sup>2</sup>		
연면적/건축면적		지하1층/ 지상3층		
구분				
요소	구분	현황	법적기준	차이(%)
건축 (W/m <sup>2</sup> K)	외벽	0.58	0.24	▼ 141.7
	지붕	0.41	0.15	▼ 173.3
	창호	2.1	1.5	▼ 40.00
기계	냉방	일부 노후화	37.9kW (COP 3.41, 평균)	
	난방	가스보일러	116.30kW (82.5%, 평균)	
	급탕	가스보일러	41.80kW (98.8%, 평균)	
	환기		해당없음	
조명		LED 100% (6.00W/m <sup>2</sup> )		
신재생		미적용		

\* 중앙대학교 대학원 건축공학과 석사과정

\*\* 중앙대학교 대학원 건축공학과 박사과정

\*\*\* 중앙대학교 대학원 건축공학과 박사 후 연구원

\*\*\*\* 중앙대학교 건축학부 교수

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Chung-Ang University, jincpark@cau.ac.kr)

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(과제번호:No. 2023R1A2C1006066, RS-2023-00217322)의 지원을 받아 수행된 연구임.

### 3. 에너지 절감 효과 분석

#### 3.1 개요

본 연구에서는 ISO 13790(건물의 에너지 성능) 및 DINV 18599를 기반으로 만들어진 ECO2-OD(Chung et al, 2023)를 이용하여 에너지 성능분석을 실시했다. 건물의 그린리모델링 수행 후 효과 분석을 위해 현장 조사를 통해 적용된 기술 요소들을 표 2와 같이 정리하였다.

건축 부문의 경우 현재 법적 기준에 맞춰 단열을 교체하였고, 창호 역시 기밀성능을 높여 열적 성능을 강화하였다. 기계설비 부문의 경우 냉방기기의 평균 COP를 3.41에서 4.07로 높이고 난방기기는 효율 82.5%인 가스 온수 보일러에서 COP 평균 4.35인 히트펌프로 교체하였다. 또한, 환기설비의 부재로 100 CMH의 폐열회수환기장치를 18대 신규 적용하였으며 신재생에너지의 신규 적용으로 1차 에너지 소요량을 줄이기 위해 밀착형 벽면 태양광 패널(4.905 kW)을 설치하였다.

표2. 그린리모델링 적용 요소

구분	기존	그린리모델링 후
건축	외벽	0.58 W/m <sup>2</sup> K
	지붕	0.41 W/m <sup>2</sup> K
	창호	2.1 W/m <sup>2</sup> K
기계	냉방	히트펌프 COP 평균 3.41
	난방	가스 온수 보일러 116.30kW, 82.5%
	급탕	유지
	환기	-
조명	유지	폐열회수 환기장치 (100 CMH)
신재생	-	태양광 (4.905 kW)

#### 3.2 에너지 절감 분석

##### 3.2.1. 기존

기존 어린이집 에너지 사용량은 표 3과 같다. 1차 에너지 소요량은 137.3 kWh/m<sup>2</sup>년이다. 이 중 가장 많이 차지하는 난방은 73.0 kWh/m<sup>2</sup>년으로 전체 1차 에너지 소요량 중 53.2%를 차지하고 있는 만큼 단열에 취약한 건물임을 알 수 있다.

표3. 기존 어린이집 에너지 사용량

(*단위 : kWh/m <sup>2</sup> 년)							
구분	난방	냉방	급탕	조명	환기	신재생	합계
A	㉑*	53.2	11.0	4.4	15.6	0.0	84.2
	㉒*	65.2	5.3	6.2	15.6	0.0	92.4
	㉓*	73.0	14.5	6.9	42.9	0.0	137.3
	㉔	53.2%	10.6%	5.0%	31.2%	0.0%	0.0%

㉑:에너지 요구량 ㉒:에너지 소요량 ㉓:1차 에너지 소요량 ㉔:1차 에너지 소요량 비율

##### 3.2.2. 그린리모델링 후

그린리모델링 후 적용된 기술 요소들에 따른 에너지 성능분석 결과는 표 4와 같다. 그린리모델링 후 1차 에너지 소요량은 이전 대비 30.2% 감소하였다. 단열과 난방기기

의 교체로 난방에너지가 크게 줄어들었으나 냉방의 경우 조명 설비의 영향으로 1차 에너지 소요량이 적게 감소하였다. 또한, 표 5와 같이 신재생에너지인 태양광 설치로 이 사업의 목표치인 30%를 달성하여 그린리모델링 시 필수 요소로 볼 수 있다.

표4. 그린리모델링 후 도서관 에너지 사용량

(*단위 : kWh/m <sup>2</sup> 년)							
구분	난방	냉방	급탕	조명	환기	신재생	합계
A	㉑	27.6	13.7	4.4	15.6	0.0	61.3
	㉒	12.6	5.0	6.3	14.0	0.8	38.6
	㉓	34.6	13.6	6.9	38.5	2.2	-10.1

㉑:에너지 요구량 ㉒:에너지 소요량 ㉓:1차 에너지 소요량

표5. 도서관 그린리모델링 전후 1차 에너지 소요량 비교

(*단위 : kWh/m <sup>2</sup> 년)			
구분			A
그린리모델링 전 1차 에너지 소요량			137.3
그린리모델링 후	신재생에너지 적용	1차 에너지 소요량	95.8
		절감률(a)	30.2%
	신재생에너지 미적용	1차 에너지 소요량	106.0
		절감률(b)	22.8%
	신재생에너지 적용 유무에 따른 절감률 차이 (a-b)		

### 4. 결론

본 연구는 국내 노후 공공 어린이집을 대상으로 그린리모델링 요소를 적용하여 에너지절약 효과를 분석한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 노후 건물의 실태 조사 결과, 외벽, 지붕, 창호인 경우, 노후화로 단열 법적 기준에 못 미치고 있음을 확인하여 패시브 요소로 외단열 보강, 지붕의 내단열 교체, 로이복층유리와 PVC 창호를 선정하였다. 액티브 요소로 고효율 냉난방 히트펌프, 폐열회수 환기장치, 태양광 신재생 설비로 선정하였다.

둘째, 노후 건물에 패시브 및 액티브의 그린리모델링 요소를 적용한 후 에너지절약 효과를 분석한 결과, 약 30.2%(1차 에너지 소요량 137.3kWh/m<sup>2</sup>→95.8kWh/m<sup>2</sup> 감소) 절감되었다.

### 참고문헌

1. 관계부처 합동, 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향 안, 2021
2. 국토교통부, 공공건축물 그린리모델링 지원사업 가이드라인, 2023
3. 이한술, 기존 공공 건축물의 그린리모델링을 통한 에너지사용량 분석, 2023
4. Chung M.H., Kim S.E., Song Y.W., Park J.C., 2023, Strategies for improving impact of energy renovation: A case study on Korean daycare centers, Vol.284: 12844