RESEARCH ARTICLE

그린리모델링 사업의 현황과 ECO2-OD 프로그램을 활용한 건물별 비교에 관한 연구

유아인[1] · 김강현[1] · 최영진[2†]

[1]경기대학교 건축공학과, 석사과정
[2]경기대학교 건축공학과, 조교수

Current Status of Green Remodeling Project and ECO2-OD: A Study on the Comparison of Characteristics by Buildings Using the Program

Yoo Ain[1] · Kim Kanghyun[1] · Choi Youngjin[2†]

[1]Master Course, Department of Architectural Engineering, Kyonggi University
[2]Assistant Professor, Department of Architectural Engineering, Kyonggi University

[†]Corresponding author: yjchoi@kyonggi.ac.kr

Abstract

As environmental pollution increases globally, there is an increasing interest to reduce greenhouse gases. Accordingly, the government is aiming to expand carbon neutrality by 2050, with the goal of achieving a low recycling rate by 2050. This study investigated the expansion status of the green remodeling section of carbon-neutral pillars and converted the results after expanding each pillar to the right using the ECO2-OD program. The results revealed several problems while conducting green remodeling projects. Additionally, because expansion was considered using the ECO2-OD program, the effect of the converted file modeling business in the older age group was higher. The results of this study suggest that the corrosive effects and problems associated with green remodeling can be improved and used as basic data for green remodeling projects.

Keywords: 그린리모델링(Green remodeling), 에너지소요량(Energy requirements), 탄소배출(Carbon emissions), 시뮬레이션(Simulation)

OPEN ACCESS

Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.44, No.1, pp.51-58, February 2024
https://doi.org/10.7836/kses.2024.44.1.051

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 22 October 2023

Revised: 30 November 2023

Accepted: 26 December 2023

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

최근 전 세계적으로 환경오염에 관한 관심이 증가함에 따라 온실가스 감축 방안에 대한 관심도 증가하는 추세이다. 국내에서는 2050년까지 탄소 배출량을 제로화하는 '2050탄소중립' 정책을 추진하고 있다. 그 중 가장 많은 에너지를 소비하는 건물 부문의 탄소 배출량을 절감하고자 국내에서는 2020년부터 '제로에너지건축물(ZEB)'을 의무화 하고 있

다. 제로에너지건축물(ZEB)은 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지와 신재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 건축물을 말한다[1]. 제로에너지 건축물은 2020년을 기점으로 의무화하기 시작하였으며 2020년에는 공공건축물에서 연면적이 1,000 m^2 이상인 건물만을 대상으로 하였지만 2023년부터 제로에너지 건축물에 대한 기준이 30세대 이상의 공공 공동주택 및 공공 건축물중에서 연면적이 500 m^2 이상인 건물로 확대되었다. 2024년부터는 민간 공동주택 30대 이상으로, 2025년에는 신축건물 1,000 m^2로 기준이 확대된다[2].

이러한 제로에너지건축물(ZEB)는 신축건물을 대상으로 하기 때문에 전체 건물의 탄소 배출량을 줄이기에 한계가 존재한다. 현 정부가 2018년 대비 2030년 온실가스 감축량을 40%로 목표했기 때문에 기존의 노후화 건물 역시 그린리모델링을 통해 온실가스 배출량을 감소시켜야 한다. 국내 건축물의 75%가 준공연도가 15년이 경과된 노후화 건물이기 때문에 그린리모델링을 통해 건물의 에너지 소요량과 온실가스 배출량을 줄여야 한다[3]. 그러므로 본 연구에서는 국내 그린리모델링 사업의 동향과 공공건축물 그린리모델링 후 건물의 에너지소요량, 1차에너지소요량, 온실가스배출량, 에너지절감률을 ECO2-OD 프로그램을 통해 비교하고자 한다. 본 연구 결과를 통해 전반적인 그린리모델링의 효과와 ECO2-OD 프로그램의 문제점을 도출해 향후 그린리모델링 사업에 있어 기초자료로 활용되기를 기대한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

온실가스 감축을 위한 정책들로 '그린리모델링'. '제로에너지건축물(ZEB)', '장기저탄소발전전략(LEDS)', '국가온실가스감축목표(NDC)' 등이 제시되고 있다. 본 연구에서는 경기도 광명시 공공건축물 어린이집 4곳을 대상으로 공사 전과 공사 후의 데이터를 수집해 분석하였다.

대상지는 공공건축물로 한정하였다. 그 이유는 그린리모델링 사업이 공공건축물에서 민간사업으로 그 범위를 확장시키고 있고, 공공건축물이 아닌 민간건축물까지도 대상으로 보았을 때 더 많은 시간과 노력이 요구되기 때문이다.

데이터 수집을 하기 위해 공사 전 건물의 외피, 조명, 설비 등의 성능을 확인하고 ECO2-OD 프로그램을 통해 현재 건물의 에너지 소요량을 확인한다. 이후 그린리모델링 실시 후 공사 전과 같이 외피, 조명, 설비 등 그린리모델링을 한 부문을 확인 후 성능을 확인하고 ECO2-OD 프로그램을 통해 건물의 에너지 소요량을 산출한다. 산출한 데이터를 바탕으로 건물별 공사 전과 공사 후의 에너지 소요량과 탄소배출 감소량을 비교한다.

본 사례연구의 절차는 다음과 같다.

첫째, 이론적 고찰을 통해서 국내 그린리모델링 사업 동향에 대해 분석하여 파악하고, ECO2-OD 프로그램 활용방안에 대해 고찰한다.

둘째, 국내 공공건축물을 선정해 그린리모델링 공사 전·후의 데이터를 수집해 분석하고 분석한 내용에 대하여 고찰을 실시한다.

셋째, ECO2-OD 프로그램을 활용해 공공건축물 그린리모델링 공사 전·후의 에너지 소요량과 탄소배출량에 대한 데이터 분석을 실시한다.

넷째, 분석한 데이터 내용을 바탕으로 준공연도에 따른 그린리모델링 공사 전·후 에너지 소요량의 변화량 차이가 있는지 분석한 데이터를 통해 비교 분석을 실시한다.

2. 이론적 고찰

2.1 국내 그린리모델링 동향

그린리모델링은 건물의 에너지 효율을 높이고, 온실가스 배출을 낮추어 기존 건축물의 가치를 향상시킨다.

정부는 노후 건축물에 대한 에너지 성능 개선을 위해 2013년 2월 '녹색건축물 조성 지원법'을 실시하였다. '녹색건축물 조성 지원법' 제 27조 및 '그린리모델링 지원사업 운영 등에 관한 고시'에 그린리모델링에 대한 기준 및 추진 근거가 명시되어있다. 2023년 공공건축물 그린리모델링 지원사업은 노후 공공건축물의 에너지 성능향상에 따른 온실가스 저감 및 생활환경 개선을 통해 모범사례를 창출하고 민간 부분의 확산을 도모하는데 목적을 가지고 있다.

2.2 ECO2-OD

ECO2-OD는 한국에너지공단에서 만든 프로그램으로 건물 에너지 시뮬레이션을 통해 1년동안 단위면적당 건축물의 에너지 사용량을 예측하는 프로그램이다. 현재 그린리모델링 대상 건축물인 공공건축물에 대해서 건축물 에너지 소요량 평가서를 제출해야 한다.

ECO2-OD는 일반사항, 건축부문, 설비부문, 신재생부문으로 나누어져 있으며, 입력값의 결과로 요구량과 소요량, 1차소요량을 도출할 수 있다. ECO2-OD 프로그램을 통해 공사 전·후 에너지 소요량을 평가하고, 에너지절감 효과를 실제로 측정하지 않고 예측할 수 있다.

3. 건축물 개요와 ECO2-OD를 통한 에너지 감소량 확인

3.1 건축물 개요

그린리모델링 공사 전·후의 데이터 수집을 위한 대상 건축물을 공공건축물을 대상으로 선정하였다. 건물은 경기도 광명시에 위치한 어린이집 네 곳으로, 시립신촌어린이집, 시립철산누리어린이집, 시립광명어린이집, 시립한빛어린이집이다. 시립신촌어린이집과 시립광명어린이집은 준공 이후 10년 이상이 지난 노후화 건물이며, 시립철산누리어린이집과 시립한빛어린이집은 준공 이후 30년이 경과되어 건물에서의 많은 에너지손실과 온실가스 배출을 일으킨다.

3.2 시립신촌어린이집

시립신촌어린이집은 2010년에 준공된 철근콘크리트구조의 지상 1층 건물이다. 신촌어린이집의 그린리모델링 적용요소는 냉난방장치만을 고효율 EHP로 교체하였다. Table 1과 Table 2는 신촌어린이집의 그린리모델링 공사 전·후의 월별 에너지 소요량을 나타낸 표이다. ECO2-OD 프로그램을 통해 공사 전·후의 에너지소비량을 비교하였다. 고효율냉난방장치 교체로 난방에너지 소요량이 기존 81.1에서 74.8로 감소하였다. 또한 난방에너지의 1차소요량도 기존 105.6에서 88.3으로 감소하였고 냉방에너지에서는 에너지소요량이 기존 11.1에서 8.7로 21.6%의 감소율을 나타냈다. 마지막으로 1차에너지소요량도 기존 30.5에서 24.0으로 21.3% 감소한 것을 확인하였다. 냉난방장치만을 교체하였기 때문에 조명에너지, 급탕에너지, 환기에너지의 변화는 볼 수 없었다. 신촌어린이집의 총 에너지소요량의 감소율은 6.4%이고, 1차에너지소요량의 감소율은 10.6%로 나타났다. Table 1과 Table 2를 보았을 때 난방에너지 소요량 다음으로 높게 나타나고 있는 것이 조명에너지인 것으로 보아 기존의 조명을 에너지 효율이 높은 LED로 바꾼다면 더 높은 에너지소요량 감소율을 보일 것으로 예측할 수 있다.

Table 1 Monthly energy requirements before green remodeling construction of sinchon daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	39.4	20.2	4.4	23.4	0.0	87.4
The amount required	0.0	81.1	11.1	15.0	23.4	2.7	133.3
Primary Requirements	0.0	105.6	30.5	16.1	64.4	7.5	224.1

Table 2 Monthly energy requirements after green remodeling construction of sinchon daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	39.4	20.2	4.4	23.4	0.0	87.4
The amount required	0.0	74.8	8.7	15.0	23.4	2.7	124.7
Primary Requirements	0.0	88.3	24.0	16.1	64.4	7.5	200.3

3.3 시립광명어린이집

시립광명어린이집은 2007년에 준공된 철근콘크리트구조의 지하1층, 지상4층 건물이다. Table 3과 Table 4는 신촌어린이집의 그린리모델링 공사 전·후의 월별 에너지 소요량을 나타낸 표이다. 광명어린이집의 그린리모델링 적용 요소는 냉난방장치만으로 고효율 EHP와 고효율 가스보일러로 교체하였다. 고효율 냉난방장치 와 고효율 보일러의 교체로 난방에너지 소요량이 기존 64.8에서 51.6로 20.3%의 감소율을 보였다. 또한 난방에너지의 1차소요량도 기존 91.4에서 81.9로 10.3%의 감소율을 보였다. 냉방에너지에서는 에너지소요량이 기존

8.3에서 7.5로 9.6% 감소했으며, 1차에너지소요량은 기존 22.8에서 20.8로 8.7% 감소한 것을 확인하였다. 냉난방장치와 고효율 보일러를 교체하였기 때문에 조명에너지, 환기 에너지에서의 변화는 볼 수 없었다. 광명어린이집의 총 에너지소요량의 감소율은 13.8%이고, 1차에너지소요량의 감소율은 6.5%로 나타났다. 시립광명어린이집은 냉난방장치와 고효율 보일러만 교체했기 때문에 단열재 등을 이용해 내부 열이 밖으로 새어 나가는 것을 막음으로써 에너지 사용량을 절감해줄 수 있는 패시브 부문에서의 개선은 이루어지지 않았다. 광명어린이집은 보일러의 교체도 이루어졌기 때문에 신촌어린이집 대비 약 7% 더 높은 에너지소요량 절감율을 보이는 것을 확인할 수 있다.

Table 3 Monthly energy requirements before green remodeling construction of gwangmyeong daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	57.9	17.1	4.4	23.4	0.0	102.8
The amount required	0.0	64.8	8.3	8.7	23.4	2.7	108.1
Primary Requirements	0.0	91.4	22.8	10.4	64.4	7.5	196.6

Table 4 Monthly energy requirements after green remodeling construction of gwangmyeong daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	57.9	17.1	4.4	23.4	0.0	102.8
The amount required	0.0	51.6	7.5	7.9	23.4	2.7	93.1
Primary Requirements	0.0	81.9	20.8	9.4	64.4	7.5	183.8

3.4 시립철산누리어린이집

시립철산누리어린이집은 1994년에 준공된 철근콘크리트구조의 지하1층, 지상2층의 건물이다. Table 5과 Table 6은 신촌어린이집의 그린리모델링 공사 전·후의 월별 에너지 소요량을 나타낸 표이다. 철산누리어린이집의 경우 냉난방장치만을 고효율 EHP로 교체하였다. ECO2-OD 프로그램을 사용해 에너지소비량을 비교했을 때 난방에너지 소요량은 29.4% 감소하였고, 1차에너지소요량은 29.3% 감소하였다. 냉방에너지 소요량은 21.6% 감소하였고, 1차에너지소요량은 기존 대비 21.8% 감소하였다. 총에너지소요량은 18%의 감소율을 보였다. 1차에너지 소요량과 온실가스 배출량에서도 약 18.4%의 감소율을 보였다. 철산누리어린이집의 경우 준공된 지 30년이 지났기 때문에 광명어린이집과 신촌어린이집 대비 EHP 교체만 이루어졌음에도 불구하고 더 높은 에너지 절감율을 보이는 것을 확인할 수 있다.

Table 5 Monthly energy requirements before green remodeling construction of cheolsan nuri daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	58.5	22.3	4.4	23.4	0.0	108.6
The amount required	0.0	42.5	12.0	8.1	23.4	2.7	88.8
Primary Requirements	0.0	116.9	33.0	9.5	64.4	7.5	231.4

Table 6 Monthly energy requirements after green remodeling construction of cheolsan nuri daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	58.5	22.3	4.4	23.4	0.0	108.6
The amount required	0.0	30.0	9.4	7.2	23.4	2.7	72.8
Primary requirements	0.0	82.6	25.8	8.5	64.4	7.5	188.9

3.5 시립한빛어린이집

시립한빛어린이집은 1984년에 준공된 철근콘크리트구조의 지하1층, 지상3층의 건물이다. Table 7과 Table 8은 신촌어린이집의 그린리모델링 공사 전·후의 월별 에너지 소요량을 나타낸 표이다. 한빛어린이집의 경우 냉난방장치만을 고효율 EHP와 고효율 보일러로 교체하였다. ECO2-OD 프로그램을 활용해 에너지소비량을 비교했을 때 에너지 요구량의 경우 패시브 부문에서의 교체 및 성능향상이 이루어지지 않아 차이를 보이지 않지만, 고효율 냉방 및 난방 시설의 교체로 에너지 소요량을 18% 절감하였다. 1차 에너지소요량의 경우에도 18.4%의 절감율을 보였으며, 노후화가 상당히 진행되어 냉난방장치와 보일러 같은 단순 기계 설비시설 교체만 진행하였음에도 약 20%에 가까운 에너지 절감률을 보였다.

Table 7 Monthly energy requirements before green remodeling construction of hanbit daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	62.0	18.9	4.4	23.4	0.0	108.7
The amount required	0.0	80.0	10.1	4.4	23.4	2.7	120.6
Primary Requirements	0.0	92.1	27.7	13.3	64.4	7.5	205.0

Table 8 Monthly energy requirements after green remodeling construction of hanbit daycare center

	Renewable energy	Heating energy	Cooling energy	Hot water energy	Lighting energy	Ventilation energy	Sum
The amount of demand	0.0	68.3	14.3	4.4	9.2	0.0	96.1
The amount required	0.0	77.5	6.4	4.4	9.2	2.7	100.2
Primary requirements	0.0	89.3	17.6	13.3	25.3	7.5	153.0

4. 결 론

본 연구에서는 국내 그린리모델링 사업의 동향과 공공건축물 그린리모델링 전·후 에너지 소요량과 온실가스 감소량을 ECO2-OD 프로그램을 통해 비교하고자 하였다. 경기도 광명시 소재의 공공건축물 어린이집 4곳을 대상으로 선정해 에너지 소요량과 온실가스 절감률을 분석하였다. Table 9와 Table 10은 ECO2-OD를 활용해 공사 전·후의 어린이집 4곳의 에너지 소비량, 에너지소요량, 1차에너지소요량, 온실가스배출량을 분석한 표이다.

분석결과 준공된 지 30년이 지난 시립철산누리어린이집과 시립한빛어린이집이 광명어린이집과 신촌어린이집 대비 더 높은 에너지절감률을 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 한빛어린이집을 제외한 나머지 어린이집에서 한빛어린이집 대비 조명에너지소요량과 1차에너지소요량이 높게 나타난 것을 볼 수 있었다. 따라서 한빛어린이집을 제외한 나머지 어린이집들의 기존 조명을 에너지 저감효과가 높은 LED 조명으로 교체한다면 더 높은 에너지소요량 절감률을 보일 것으로 예측할 수 있다. 또한 이후 본 사업 시 오래되어 발생하는 열교 등을 저감하기 위해 벽체단열 및 창호의 교체를 진행하게 된다면 건물의 단열 및 기밀성능을 향상해 건물의 에너지 저감효과가 더욱 극대화될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 9 Energy conservation rate before green remodeling construction

Sortation	Sinchon daycare center (2010)	Cheolsan nuri daycare center (1994)	Gwangmyeong daycare center (2007)	Hanbit Daycare center (1984)
Energy requirement (kWh/m^2)	87.4	108.6	102.8	108.7
Energy requirements (kWh/m^2)	133.3	88.8	108.1	120.6
Primary energy requirements (kWh/m^2)	224.1	231.4	196.6	205
Greenhouse gas emissions (kgCO2eq)	5,392.70	13,185.90	12,037.00	5,436.30

Table 10 Energy saving rate after green remodeling construction

Sortation	Sinchon daycare center (2010)	Cheolsan nuri daycare center (1994)	Gwangmyeong daycare center (2007)	Hanbit Daycare center (1984)
Energy requirement (kWh/m^2)	87.4 (-)	108.6 (-)	102.8 (-)	108.7 (-)
Energy requirements (kWh/m^2)	124.7 (6.5%)	72.8 (18.0%)	93.1 (13.9%)	100.2 (16.9%)
Primary energy requirements (kWh/m^2)	200.3 (10.6%)	188.9 (18.4%)	183.3 (6.5%)	153.0 (25.4%)
Greenhouse gas emissions (kgCO2eq)	4,885.7 (9.5%)	10,758.2 (18.4%)	11,160.4 (7.3%)	4,074.5 (25.1%)

그러나 공공건축물이 어린이집이라는 특성상 시간에 구애를 많이 받고, 해당 현장 거주 인원들이 그린리모델링의 필요성을 느끼지 못하는 부분에 있어 패시브 부문에서의 교체나 성능향상이 어려울 것으로 보인다. 또한 ECO2-OD의 프로그램의 신뢰성이 다소 떨어지기 때문에 본 연구와 같이 현장에서의 실제 측정을 통해 신뢰성을 높이는 과정이 필요할 것으로 사료된다.

향후 본 연구를 기반으로 하여 전반적인 그린리모델링의 효과와 문제점을 도출해 그린리모델링 사업에 있어 기초자료로 활용되기를 기대하며, 그린리모델링 사업이 활발히 진행되어 에너지 사용량 감소와 온실가스 절감률에 기여할 수 있기를 기대한다.

후 기

본 연구는 2023학년도 경기대학교 대학원 연구원장학생 장학금 지원에 의하여 수행되었음.

REFERENCES

1. Green Remodeling of Public Buildings in 2023, 2023. https://greenremodeling.or.kr/business/bus1000.asp, last accessed on 10th October 2023.
2. Introduction to Zero Energy Buildings, 2014. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC02/BC02_01_001.do, last accessed on 10th October 2023.
3. Kim, S., Analysis on Application of Green Remodeling Technology and Energy Saving Effect for Existing Buildings, Journal of KIAEBS, Vol. 11, No. 3, pp. 238-245, 2017.