

# 녹색건축인증에서 건물 용도별 에너지관련 인증 항목의 평가 결과 분석

정영선<sup>1†</sup> · 윤요선<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국건설기술연구원 건축에너지연구소, 연구위원

<sup>2</sup>한국건설기술연구원 건축연구본부, 전임연구원

## Analysis of Evaluation Results of Energy-related Certification Items by Building Use in Green Building Certification (G-SEED)

Jeong Young-Sun<sup>1†</sup> · Yun Yo-sun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Fellow, Department of Building Energy Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

<sup>2</sup>Research Specialist, Department of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

<sup>†</sup>Corresponding author: [sunj74@kict.re.kr](mailto:sunj74@kict.re.kr)

### Abstract

In this study, we analyzed the evaluation results of energy-related certification items in green building certification (G-SEED) using certificated sampling cases. We reviewed the acquisition status and the limitation of these certification items and proposed improvement measures for G-SEED. This study dealt with a sample of 48 cases extracted from certified buildings in 2020 by stratified random sampling. Six certification items related to the energy efficiency of buildings were considered in this study. We analyzed the correlation of the total score with the points of items and the evaluation results of building use types. According to the results, the obtained points of energy-related certification items had a high contribution and impact on the certification grade of buildings in G-SEED. The higher the G-SEED certification grade, the higher the acquisition points of energy-related certification items. Residential buildings with 1st-grade, 2nd-grade, and 3rd-grade G-SEED certification obtained a building energy efficiency rating of grade 1 or higher, and non-residential buildings obtained a building energy efficiency rating of grade 1+ or higher. We found that 66.7% of G-SEED-certified residential buildings had energy source monitoring devices, and 43.5% of non-residential buildings got points in the certification item for energy monitoring and management devices. On the other hand, the certification items for testing, adjusting and balancing (TAB) and commissioning, lighting energy saving, and the plan for solar radiation control had a low level of application. Monitoring the operation status and revising the evaluation criteria in G-SEED is necessary to promote green buildings and carbon neutrality.

**Keywords:** 녹색건축인증제(G-SEED), 에너지 성능(Energy performance), 인증 기준(Certification criteria), 인증 항목(Certification item), 녹색건축(Green building)



Journal of the Korean Solar Energy Society  
Vol.43, No.3, pp.99-112, June 2023  
<https://doi.org/10.7836/kjes.2023.43.3.099>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 4 April 2023

Revised: 10 May 2023

Accepted: 4 June 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. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

녹색건축물은 ‘녹색건축물조성지원법’ 제2조의 정의에 따라 건축물과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물을 말한다. 우리 정부는 녹색건축물의 보급과 확대를 위한 정책을 수립하고 시행하고 있다. 이러한 녹색건축물의 조성은 2030 국가 온실가스 감축목표(2018년 배출량(727.6 백만톤) 대비 40% 감축)와 2050 탄소중립 시나리오(녹색성장탄소중립위원회, 21년 10월 발표)의 목표 달성을 위한 건물부문의 대표적인 정책적 전략 중 하나이다.

세계 각국도 90년대 후반부터 지금까지 각국의 실정에 맞는 녹색건축인증제도를 운영하고 있다. 대표적으로 미국의 LEED, 영국의 BREEAM, 오스트리아 Green Star, 일본의 CASBEE, 중국 ESGB, 베트남의 LOTUS 등이 있다. 우리나라의 녹색건축인증은 건축물의 자재생산단계, 설계, 건설, 유지관리, 폐기에 걸쳐 건축물의 전 과정에서 발생할 수 있는 에너지와 자원의 사용 및 오염물질 배출과 같은 환경 부담을 줄이고, 쾌적한 환경을 조성하기 위한 목적으로 건축물의 환경친화정도를 평가하는 인증 제도이다<sup>1)</sup>. 국내 녹색건축인증제는 G-SEED (Green Standard for Energy and Environmental Design)로 불리며 이에 대한 자세한 설명과 인증기준 등의 내용은 인증 연차보고서<sup>1)</sup> 및 인증 포털<sup>2)</sup>과 이미 발표된 여러 논문<sup>3-5)</sup>에 제시되어 있다.

녹색건축인증은 2002년에 공동주택을 대상으로 도입되었고, 2012년 2월에 녹색건축물 조성 지원법이 제정되면서 녹색건축인증제(G-SEED)로 명칭이 바뀌었다. 우리나라에 녹색건축인증이 도입된 지 20년이 되었다. 국토교통부가 주최한 ‘2022 녹색건축한마당’에서는 ‘G-SEED 20년 기념 성과공유회’가 개최되었고 G-SEED 인증기준 전면 개정 방향에 대한 발표가 이루어졌다. 또한 향후 20년을 준비할 수 있는 제도로의 개선 또는 개편이 요구되고 있음이 2022년 녹색건축인증 연차 보고서(2022)에서 언급되었다.

현재 운영되고 있는 G-SEED 2016 버전의 7개 인증 전문분야별 가중치는 ‘에너지 및 환경오염’분야가 신축 주거용 건물의 경우 25점(기존 건물 27점, 그린리모델링 60점), 신축 비주거용 건물의 경우 30점(기존 건물 25점, 그린리모델링 60점)으로 타 전문분야 대비 높고, 전문분야 내의 인증항목별 1점당 가중치도 1.25점으로 타 인증 평가항목 대비 에너지관련 인증 항목이 중요한 평가 항목으로 다루어지고 있다. 그러나 에너지관련 인증 항목에 대한 현황 분석 및 개선방안 등에 관한 연구는 매우 적다. 녹색건축인증은 건설 프로젝트별로 건축주의 신청에 의해 인증이 이루어지고 있어 인증 건에 대한 많은 인증 실적 및 관련 데이터를 수집하기 매우 어렵다. 또한 인증관리시스템 등에서 세부적인 인증현황 및 증빙도서의 데이터베이스화가 현재는 불가능하며, 전문분야별로 세부 항목에 대한 현황 통계 등이 아직 이루어지지 않았기 때문에 녹색건축인증 분야별 연구가 많이 발표되지 못한 것으로 보인다.

이에 본 연구는 녹색건축인증의 에너지관련 인증항목을 대상으로 녹색건축인증의 인증 사례에서 건물 용도별 인증항목의 배점 취득 현황과 평가 결과를 분석하고, 이를 통해 인증기준 개정의 방향을 제시함으로써 향후 인증기준 개정과 제도의 효율적 운영의 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 한다.

## 1.2 연구범위 및 방법

녹색건축인증의 전문분야는 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환 관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경으로 구성되며 총 50여개의 세부 인증항목에 대한 인증기준이 운영되고 있다. ‘에너지 및 환경오염’ 전문분야에는 ①에너지 성능, ②에너지 모니터링 및 관리, ③신재생에너지 이용, ④TAB 및 커미셔닝 실시, ⑤조명에너지 절약, ⑥냉방에너지절약을 위한 일사조절계획 수립으로 에너지관련 세부 인증항목이 구성되어 있다. Table 1에 전문분야 ‘에너지 및 환경오염’의 인증항목을 에너지관련 인증항목과 친환경관련 인증항목으로 정리하였다.

**Table 1** The classification of certification items related to building energy in G-SEED

Certification items		Energy-related item	Eco-environmental item
Residential buildings	Energy performance	○	
	Energy monitoring and management device	○	
	Use of new and renewable energy	○	
	Low carbon energy source		○
	Protection of ozone layer and reduction of global warming		○
Non-residential buildings	Energy performance	○	
	Energy monitoring and management device	○	
	Use of new and renewable energy	○	
	TAB and commissioning	○	
	Lighting energy saving	○	
	Low carbon energy source		○
	Protection of ozone layer and reduction of global warming		○
	Plan for solar radiation control for cooling energy	○	

본 연구에서는 Table 1에서와 같이 인증항목 중 에너지 관련 6개 인증항목을 연구범위로 설정하여 연구를 수행하였다. 먼저, 문헌 및 선행연구에 대한 고찰을 하고, 녹색건축인증의 에너지관련 인증 항목에 기준 현황을 조사하였다. 녹색건축인증 내의 에너지관련 인증항목의 적용 현황을 파악하기 위해 최근(2020년) 인증 평가된 사례에 대한 분석집단(모집단)을 구성하였다. 샘플링 추출방식을 활용하여 분석집단 중 녹색건축인증의 에너지 관련 인증항목의 신청 서류(설계도서, 증빙문서 등)의 획득이 필요한 사례들(표본집단)을 추출하고 각 세부항목의 등급 획득 현황(성능 및 수준, 등급)을 분석하였다. 인증 내에서의 에너지관련 항목의 위상과 적용 수준, 개별 지표로서의 산정 및 운영 방식 부분을 집중하여 분석 내용으로 다루었다. 분석된 결과를 바탕으로 녹색건축인증기준 개정을 위한 방안을 제안하고 녹색건축인증제도의 발전을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

## 2. 연구를 위한 예비적 고찰

G-SEED의 인증 사례 내에서의 에너지관련 인증항목별 실태를 분석하여 개선방안을 제안하기 위해 녹색건축인증관련 기존 선행연구와 녹색건축 인증기준 현황 등에 관해 고찰하였다.

### 2.1 선행연구 고찰

녹색건축인증의 세부항목에 대한 현황 및 개선, 인증 취득 현황에 따른 특성 분석으로 구분하여 선행연구들을 고찰하였다. 녹색건축인증의 전문분야별 세부 항목의 현황 분석 및 개선사항 도출과 관련한 연구는 다음과 같다.

양관섭의 연구(2020)<sup>6)</sup>는 실내환경 전문분야 중 음환경 성능 평가항목에 대한 현황을 분석하고 현장 실측을 통한 등급인정 방안 등을 제안하였다. 장대희의 논문(2021)<sup>7)</sup>에서는 생태면적률 인증 항목에 대한 인증 사례를 분석하고 생태면적의 피복유형의 최소기준을 제안하고, 비주거 건물의 생태면적률 산정 의무화와 조경식재에 따른 환산 면적 적용 방안에 대해 제안하였다. 녹색건축인증 중 그린리모델링 인증(GR: Green Remodeling)의 취득 현황을 조사하고 활성화를 위한 에너지 성능 항목에 실제 에너지 절감량을 반영하는 방안과 녹색건축자재의 범위에 환경표지 제품을 인정하도록 확대하는 방안을 제안한 서성모 등의 연구<sup>8)</sup>가 있다. 명 일 등의 연구(2023)<sup>9)</sup>에 따르면 녹색건축 인증기준 중 실내환경분야 세부항목에 대해 공동주택 30건에 대한 인증사례를 분석하고 실내공기오염물질 저감을 위한 가구재 관련 항목의 신설, 접착제 미사용 공법에 대한 가점, 공동주택 자연환기창에 대한 항목 개선을 제시하였다.

녹색건축인증의 에너지관련 인증항목에 대한 선행 연구로 다음과 같은 연구가 있다. 녹색건축인증의 세부 인증기준의 개정 전후의 결과를 비교하여 개정된 에너지 항목의 한계점을 제시하고자 한 개의 공동주택 건설사업 사례를 검토한 수준에서 수행된 바가 있다<sup>10)</sup>. 녹색건축인증을 받은 148건의 건축물을 대상으로 각 분야별 점수 획득 수준을 검토하여 에너지 및 환경오염 전문분야에서 높은 점수를 획득할수록 타 분야에서는 수준 이하 현상이 있음을 밝히고, 개선 사항을 제시한 연구가 있으며, 이 연구는 획득 점수에 대한 상대적 비교를 통해 에너지 성능 부문의 영향도를 제시하는 제한된 결과를 제시하였다<sup>11)</sup>. 또한 주거건물을 대상으로 세부 인증항목인 ‘에너지 성능’ 항목에 대해 LEED 및 BREEAM 등 국외 인증제도의 항목과 비교하고, 다이내믹 건물 에너지 해석 시뮬레이션 프로그램을 활용하는 방안을 제시한 연구가 있다<sup>12)</sup>. 그 외 G-SEED의 에너지관련 인증항목 및 평가 방법 등을 연구대상으로 다룬 유의미한 연구를 찾아보기 어렵다.

녹색건축인증 점수의 취득 현황에 대한 분석을 수행한 연구<sup>3,13)</sup>에 따르면 에너지 및 환경오염 전문분야의 취득 인증 점수가 상대적으로 높은 것으로 나타났고, 50개 인증항목 중 17개 항목은 90%이상 취득되고 32개 항목에서 본인증 시에 점수 변동이 발생하였음을 확인하였다. 이를 통해 기술의 변화 및 관련 정책의 변화에 따라 세부 인증항목의 지속적인 개정 필요성과 인증 취득 현황의 지속적인 모니터링이 요구되었다.

## 2.2 녹색건축인증 실적 및 에너지관련 인증기준

녹색건축인증 실적 현황<sup>1,2)</sup>을 살펴보면, 2020년에 예비인증 1,287건, 본인증 1,036건으로 총 16,225건의 건축물이 녹색건축인증을 취득하였고, 2021년에는 예비인증 1,436건, 본인증 945건으로 총 2,381건의 건축물이 인증을 취득하여 14.7% 증가하였고 인증의 유효기간이 만료된 2건의 건축물에 대해 유효기간연장 인증이 최초로 이루어진 현황이 보고되었다. 지금까지 누적된 인증 현황은 총 18,606건으로 꾸준히 증가하고 있으며, 이 중 39.6%인 7,362건의 준공된 건축물이 본인증을 부여받았다.

녹색건축인증은 글로벌 인증기준의 변화와 각 전문분야별 기술의 발전 등을 반영하여 2016년에 전면 개편이 이루어졌고, 이후 5번의 세부 인증항목 개정을 통해 현재 G-SEED 2016-6버전이 활용되고 있다. ‘에너지 성능’ 세부 인증항목은 2018년에 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 강화와 제로에너지인증제의 도입을 반영하여 평가 기준이 강화(1급이 1+에서 1++ 등급으로 상향)되어 G-SEED 2016-2버전이 되었으며 2016-6버전(2021년)까지 유지되고 있다. 에너지 관련 6개 인증항목의 평가기준은 Table 2와 같다.

**Table 2** Composition of certification items for energy efficiency in G-SEED 2016-2 ~ 2016-6 version

Certification items	Evaluation criteria			
	Rank 1	Rank 2	Rank 3	Rank 4
① Energy performance	Building energy efficiency rating more than 1++ (1+ grade, G-SEED 2016 version)	Building energy efficiency rating 1+ grade (1 grade, G-SEED 2016 version)	Building energy efficiency rating 1 grade (2 grade, G-SEED 2016 version)	Building energy efficiency rating 2 grade (3 grade, G-SEED 2016 version)
② Energy monitoring and management device	Grade 2 and integrated energy management system	Grade 3 and Monitoring function by space use	the monitoring device for energy use and data analysis function	Monitoring for energy source and analyzing data
③ Use of new and renewable energy	Installation rate of new and renewable energy facilities 5% and above (2.5% for residential building)	Installation rate of new and renewable energy facilities 4% ~ 5% (2.0 ~ 2.5% for residential building)	Installation rate of new and renewable energy facilities 3% ~ 4% (1.5 ~ 2.0% for residential building)	Installation rate of new and renewable energy facilities 2% ~ 3% (1.0 ~ 1.5% for residential building)
④ TAB and commissioning	Commissioning	TAB	-	-
⑤ Lighting energy saving	More than 10 points	More than 8 points	More than 7 points	More than 4 points
⑥ Plan for solar radiation control for cooling energy	Average solar heat gain per envelope area of living space below 12 W/m <sup>2</sup>	Average solar heat gain per envelope area of living space 12 ~ 17 W/m <sup>2</sup>	Average solar heat gain per envelope area of living space 17 ~ 22 W/m <sup>2</sup>	Average solar heat gain per envelope area of living space 22 ~ 27 W/m <sup>2</sup>

### 3. 분석대상 선정

#### 3.1 분석대상 선정 방법

설계도서 등을 통해 상세 설계내용의 파악이 가능하며 최근의 인증평가 동향의 파악이 가능하도록 2020년에 본인증을 획득한 1,033개 건축물을 본 연구의 분석집단(모집단)으로 설정하였다. 분석집단에서 표본집단 추출을 위한 방식은 전체 분석집단에 층화임의추출방식(SRS, Stratified Random Sampling)을 사용하였고, 10개 인증기관별 인증 실적 수의 5% 크기의 표본집단 수를 추출하도록 하였다. 표본설계를 위한 층화변수는 인증기관별 인증 실적 수, 건축물 용도, 건물 연면적, 인증등급으로 하였다. 표본설계를 통해 분석 대상이 되는 표본집단인 48개의 사례를 추출한 결과는 Table 3과 같다.

**Table 3** Total sample design and results of stratified random sampling

Category			Building use type			
			Residential building	Non-residential building	Complex building	Others
Total certificated case	No. of cases		254	502	85	192
	Floor area (m <sup>2</sup> )	Average	71,022	12,257	39,886	2,624,316
		Max.	513,747	361,247	661,135	485,801
		Min.	1,038	166	2,230	1,655
Sample case	No. of samples		18	23	4	3
	Floor area (m <sup>2</sup> )	Average	92,898	16,105	27,937	110,912
		Max.	393,940	87,565	71,830	324,691
		Min.	1,370	491	3,065	6,315

**Table 4** Results of sampling by certification rating for analysis

Number of sample case	Building use type	1 <sup>st</sup> grade (Green 1)	2 <sup>nd</sup> grade (Green 2)	3 <sup>rd</sup> grade (Green 3)	4 <sup>th</sup> grade (Green 4)	Sum
	Residential building	1	2	4	11	18
	Non-residential building	2	4	3	14	23
	Complex building	0	0	2	2	4
	Others	0	0	2	1	3
	Sum	3	6	11	28	48

인증등급의 부여는 세부 인증항목별 배점에 전문분야별 가중치를 적용하여 점수를 산정하고, 주거용 건물의 경우 74점 이상이면 최우수(그린 1등급), 66점 이상이면 우수(그린 2등급), 58점 이상 우량(그린 3등급), 50점 이상 일반 등급(그린 4등급)을 부여한다. 비주거용 건물은 80점 이상이면 최우수(그린 1등급), 70점 이상이면 우수(그린 2등급), 60점 이상 우량(그린 3등급), 50점 이상일 때 일반 등급(그린 4등급)을 부여받는다. 분석용



인증 등급별 표본설계 샘플 수는 최우수 3건, 우수 6건, 우량 11건, 일반 28건으로 Table 4와 같다. 복합 건물은 주거와 근린생활시설(비주거) 등이 복합된 건축물 4건이고, 기타 건축물은 학교 시설 2건과 병원 1건으로 우량 및 일반등급을 부여받은 건축물이 추출되었다.

### 3.2 데이터 수집 및 표본 개요, 인증현황 분석 방법

표준집단의 분석을 위한 데이터 및 자료를 수집하였다. 인증관련 정보 및 건축물 정보는 녹색건축인증 관리 시스템 포털<sup>2)</sup>에서 제공되는 녹색건축 실적현황을 통해 관련 데이터를 선별하여 수집하였다. 각 인증항목별 인증 서류 및 자료는 인증 운영기관(한국건설기술연구원) 및 인증기관의 협조를 받아 수집하였다<sup>1)</sup>. 수집된 인증 서류 및 자료는 각 샘플 별 공통자료로 ‘녹색건축인증에 관한 규칙’에 따라 발급된 녹색건축 인증서와 신청 시 제출되는 자체평가서, 인증기관이 산정한 ‘녹색건축 인증 기준’에 따른 [별표 8] 인증등급 산정표, 각 세부 항목 별 인증 점수 집계표와 건축물의 설계개요 및 평면도, 장비일람표 등을 포함한 공통 도면이 있으며, 각 인증항목의 평가 및 배점에 부합하는 자료로 건축물에너지효율등급인증서, 신재생에너지설비 설계도서, 각 인증항목별 관련된 설계도서, 현장 사진 등이 수집되었다. 수집된 데이터와 자료를 통해 에너지효율화 관련 각 세부항목의 등급 획득 현황과 산정결과를 분석하였다.

## 4. 분석 결과

본 연구에서 인증 항목별 획득 현황을 분석한 결과는 Table 5 ~ Table 8에 나타내었다. 분석을 위한 표본집단은 Table 4와 같이 주거용 건물, 비주거용 건물, 복합건축물, 기타 건물로 구분하고 G-SEED 인증등급에 따라 분류하여 각 분석항목별 인증 획득 현황을 분석하였다. 표준집단 중 4개(8.3%)의 사례는 녹색건축 인증기준 G-SEED 2013-2 버전으로 인증 평가가 이루어졌다.

### 4.1 녹색건축인증 등급의 기여도

인증을 위해 획득한 총 인증점수 대비 에너지관련 인증항목에서의 획득 점수의 비율을 통해 에너지 항목의 인증에 대한 기여도를 분석하였다. 주거용 건축물의 경우, 최소 11.9%에서 최대 29.3%까지 7개 전문분야 중 인증에 높은 점수를 확보하는 것으로 분석되었다. 비주거용 건축물의 경우에도 최소 17.5%에서 최대 33.3%까지 높은 인증 기여도를 나타내는 것으로 나타났다. 복합 건축물과 기타 건축물에서도 최소 22.8%에서 최대 38.4%까지 높은 기여도를 나타내고 있다. 이는 선행 연구<sup>3,11)</sup>에서와 동일한 결과로 용도별 차이는 있으나 공통적으로 에너지관련 인증항목에서 높은 획득 수준을 보이는 것을 파악할 수 있다.

Fig. 1은 주거용 건축물과 비주거용 건축물의 G-SEED 인증점수와 분석항목인 에너지관련 인증항목에서 총 획득점수와의 상관관계를 도식화하여 나타낸 것이다. 인증 등급이 높을수록 에너지관련 항목에서 배점 획득이

높아지는 추세가 나타난다. 이러한 추세는 주거용 건축물에서 높게 확인된다. 비주거용 건물의 경우는 혁신적인 설계 전문분야까지 포함하여 전체 인증평가 세부항목이 54개이고 주거용 건축물은 세부 인증항목이 48개이므로 타 인증 세부항목에서 점수 획득이 가능하기 때문인 것으로 사료된다. 또한, 녹색건축인증기준의 [별표 10] 인증등급별 점수 기준에 따라 G-SEED 인증등급이 부여되므로 총 획득한 점수는 인증등급 기준(최우수 등급: 74점 이상(주거용), 80점 이상(비주거용), 우수 등급: 66점 이상(주거용), 70점 이상(비주거용)) 선상에 밀집되어 나타나고 있다. 이는 건축물의 설계 및 건설에 있어 최소한의 노력을 통해 목표로 하는 G-SEED 인증등급을 획득하고 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

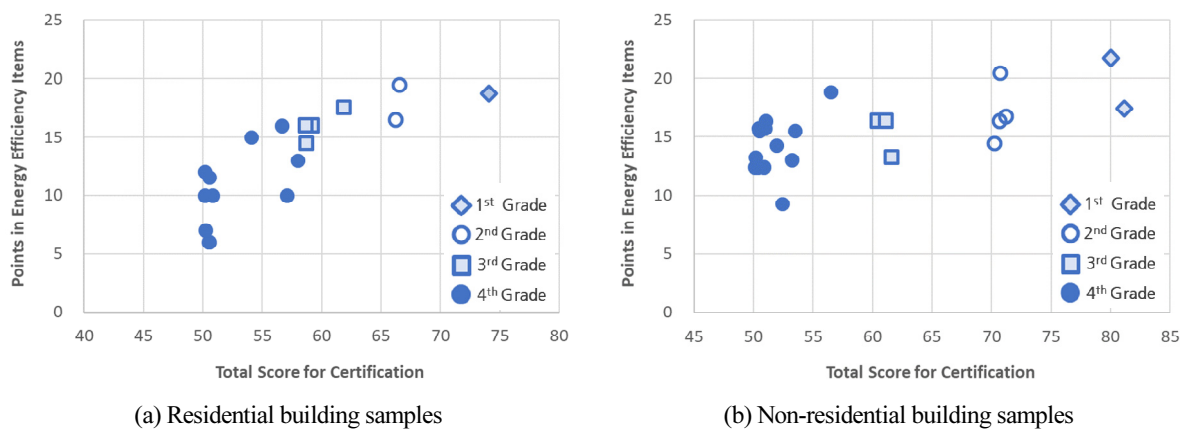


Fig. 1 Correlation of total score and point of energy items

#### 4.2 주거용 건축물

주거용 건축물의 인증은 Table 1과 같이 ①에너지 성능, ②에너지 모니터링 및 관리, ③신재생에너지 이용으로 에너지관련 인증항목이 구성되어 있으며 분석 결과는 Table 5와 같다.

에너지 성능 세부항목은 EPI 점수, 건축물에너지효율등급(EER)에 따라 항목 내 등급을 산출하고 배점을 적용하여 점수를 획득하고 있다. 21건의 표본 중에서 1건만이 EPI 점수로 배점을 획득하였고 나머지 모두 건축물 에너지효율등급을 통해 배점을 획득하였다. G-SEED 최우수와 우수, 우량 등급의 인증을 받은 건축물은 모두 건축물에너지효율 1등급 이상을 획득하였고, 1+ 등급을 획득한 사례는 7건 중 5건이 해당된다. G-SEED 일반등급(그린 4등급)을 획득한 11건은 건축물에너지효율등급 2등급(Rank 4)에서 1+ 등급(Rank 1)까지 획득하고 있다. R-15 건축물의 경우 G-SEED 일반등급이나 에너지 성능 항목에서 1+ 등급을 획득한 사례로 이 항목에서 12점 배점을 받아 전체 인증점수 기여도도 28.3%로 높은 것으로 나타났다.

에너지 모니터링 및 관리 항목에서는 전체 21건 중 66.7%인 14건이 배점을 4급(0.8점)을 획득하였고 주요 기술적 내용은 세대 전체에 에너지 모니터링 장치를 설치하고 에너지원(전력, 가스, 지역냉난방 등)별 소비량을 모니터링 하는 것으로 나타났다.



주거용 건축물의 샘플집단에서 신재생에너지 이용 항목에서 배점을 획득한 비율은 33.3% (6건)이며 주로 태양광(PV) 설비를 설치하는 것으로 나타났다. 신재생에너지 이용 항목에서는 G-SEED 최우수 등급과 우수 등급의 모든 사례에서 신재생에너지 설치 비율을 2.0% 이상(2급) 획득하는 것으로 분석되었고, 설치된 설비로는 태양광(PV)과 지열 설비가 적용되었다. 최우수 등급의 사례에서는 태양광(PV) 설비의 설치 용량을 전체 냉난방, 전기, 급탕 설비용량의 10.09%까지 높게 설치하였다.

**Table 5** Results of residential building samples

No.	Grade	Total Score	Certification Item			Items points	Contribution Ratio (%)
			① Rank	② Rank	③ Rank		
R-1	1 <sup>st</sup> (Green 1)	74.1	1	0	1	18.75	25.3
R-2	2 <sup>nd</sup> (Green 2)	66.55	1	3	2	19.50	29.3
R-3		66.18	2	3	2	16.50	24.9
R-4		58.69	2	4	4	14.50	24.7
R-5	3 <sup>rd</sup> (Green 3)	61.89	1	4	4	17.50	28.3
R-6		59.18	1	4	0	16.00	27.0
R-7		58.66	1	4	0	16.00	27.3
R-8	4 <sup>th</sup> (Green 4)	57.98	2	4	0	13.00	22.4
R-9		50.15	2	0	0	12.00	23.9
R-10		50.20	4	4	0	7.00	13.9
R-11		50.17	3	4	0	10.00	19.9
R-12		50.50	4	0	0	6.00	11.9
R-13		50.54	3	4	4	11.50	22.8
R-14		57.08	3	4	0	10.00	17.5
R-15		56.62	1	4	0	16.00	28.3
R-16		50.53	4	0	0	6.00	11.9
R-17		54.05	1	0	0	15.00	27.8
R-18		50.81	3	4	0	10.00	19.7

### 4.3 비주거용 건축물

비주거용 건축물의 표본집단(23건)에서는 에너지 성능 항목의 인증 획득은 EPI점수에 의해 2건이 이루어졌으며 나머지 사례는 모두 건축물에너지효율등급에 따라 배점을 획득하였다. G-SEED 최우수와 우수, 우량 등급의 건축물은 모두 건축물에너지효율 1+ 등급 이상을 획득하여 항목의 배점에서 1급을 획득하고 12점을 부여받았다. G-SEED 일반 등급인 14건에서도 2건의 사례를 제외하고 모두 1급(Rank 1)을 획득한 것으로 나타났다. 이는 비주거용 건물의 녹색건축인증에서 에너지절약적인 건축물 설계를 통해 에너지 성능 항목에서 높은 배점을 획득하고 있음을 알 수 있다. 또한 EPI 점수로 배점을 획득한 2건과 G-SEED 인증기준 2013-2버전을

통해 평가받은 사례 1건(건축물에너지효율등급: 1 등급)을 제외하고는 모든 표본집단에서 건축물에너지효율 등급을 1+등급 이상을 획득하였다. 건축물에너지절약설계기준의 지속적인 강화, 제로에너지건축물 인증 기준 도입 및 의무화 추진 등 정부의 신축 건축물의 에너지 효율화 관련 정책의 효과가 반영된 결과로 보인다.

에너지 모니터링 및 관리 항목에서는 G-SEED 우량 등급 이상을 획득한 모든 사례(9건)에서 에너지원별 모니터링 및 데이터 분석 기능을 적용한 4급 이상을 확보하는 것으로 분석되었다. BEMS 수준의 건축물 에너지관리 시스템을 적용한 경우는 최우수 등급의 사례(적용율: 4.35%)에서 나타났다.

**Table 6** Results of non-residential building samples

No.	Grade	Total Score	Certification Item						Items points	Contribution Ratio (%)
			① Rank	② Rank	③ Rank	④ Rank	⑤ Rank	⑥ Rank		
C-1	1 <sup>st</sup> (Green 1)	80.04	1	1	1	0	1	0	21.72	27.1
C-2		81.16	1	3	1	2	0	0	17.38	21.4
C-3	2 <sup>nd</sup> (Green 2)	70.23	1	4	4	0	0	0	14.48	20.6
C-4		71.19	1	3	1	0	0	0	16.76	23.5
C-5		70.64	1	4	1	0	0	0	16.34	23.1
C-6		70.71	1	4	1	0	1	0	20.48	29.0
C-7	3 <sup>rd</sup> (Green 3)	61.6	1	4	0	0	0	0	13.24	21.5
C-8		60.42	1	4	1	0	0	0	16.34	27.1
C-9		61.12	1	4	2	2	0	0	16.34	26.7
C-10	4 <sup>th</sup> (Green 4)	50.47	1	0	1	0	0	0	15.52	30.7
C-11		50.96	1	0	0	0	2	0	15.72	30.9
C-12		51.04	2	0	1	0	2	0	16.34	32.0
C-13		53.51	1	0	1	0	0	0	15.52	29.0
C-14		50.10	1	0	0	0	0	0	12.41	24.8
C-15		52.43	3	4	4	0	0	0	9.27	17.7
C-16		50.20	1	0	0	0	0	0	12.41	24.7
C-17		53.21	1	0	0	2	0	0	13.03	24.5
C-18		51.95	1	0	1	0	0	0	14.28	27.5
C-19		50.87	1	0	0	0	0	0	12.41	24.4
C-20		50.17	1	4	0	0	0	0	13.24	26.4
C-21		50.42	1	0	0	0	2	0	15.72	31.2
C-22		50.37	1	0	0	0	0	0	12.41	24.6
C-23		56.46	1	0	1	0	2	0	18.83	33.3

비주거용 건축물의 신재생에너지 이용 항목의 적용은 60.8% (14건)로 주거용 건축물 대비 높은 적용율을 보이며 평균 배점 취득은 1.64점을 획득하고 있다. 신재생에너지 기술로는 태양광(PV)과 지열 시스템이 적용되었다. G-SEED 최우수 등급의 건축물은 1급 이상(설치비율 5% 이상) 획득, 우수 등급의 샘플 사례에서는 3건은 1

급, 1건은 4급으로 모두 배점을 획득하였고, 신재생에너지 시스템의 설치비율은 평균 28.53%로 나타났다.

TAB 및 커미셔닝 실시에 관한 항목은 표본집단 중 13.0% (3건)에서 배점을 획득하였고, 2급(배점 0.6점)으로 TAB를 실시하고 TAB 적용확인서와 결과보고서를 통해 수행여부를 평가받았다. 표본집단에서는 커미셔닝을 실시한 사례는 포함되지 않았다.

조명에너지 절약 항목은 업무, 학교, 판매시설에서 조명밀도와 조명방식에 대한 평가, 숙박시설은 키텍홀더와 조명에너지 절약 기기의 설치에 대한 평가로 효율적인 조명설계에 의해 전력의 절약을 유도하고자 하는 항목이다. 표본집단에서 26.1% (6건)의 사례를 확인할 수 있으며 모두 조명밀도  $9 \text{ W/m}^2$  이하( $5.07 \sim 9.0 \text{ W/m}^2$ )로 설계되어 2급(4건) 또는 1급(2건)을 획득하였다. 자연채광을 이용하도록 주광센서를 설치하여 조도를 자동 조절하는 설치 사례는 나타나지 않았다.

냉방에너지절약을 위한 일사조절계획 수립에 관한 항목은 비주거용 건축물의 표본집단 사례에서 나타나지 않았으며 기타 건축물에서 1건이 확인되었다. 본 연구는 전수조사에 따른 해당 항목의 적용 사례 및 현황을 검토한 바는 아니나, 본 인증항목의 활용은 낮은 수준이므로 인증항목으로서의 실효성을 재검토할 필요가 있으며 개정의 필요성이 높다고 할 수 있다.

#### 4.4 복합 건축물 및 기타 건축물

복합 건축물은 Table 4와 Table 7과 같이 표본집단 샘플 추출에서 G-SEED 우량 과 일반 등급의 사례가 분석되었다. 에너지 성능 항목과 에너지 모니터링 및 관리 항목에서 2등급 수준이상이 적용되고 있으며, 신재생에너지 이용, TAB 및 커미셔닝 실시, 조명에너지 절약에 관한 항목에서 샘플사례의 25% (각 1건) 이상에 적용되는 수준으로 나타났다.

**Table 7** Results of complex building samples

No.	Grade	Total Score	Certification Item						Items points	Contribution Ratio (%)
			① Rank	② Rank	③ Rank	④ Rank	⑤ Rank	⑥ Rank		
M-1	3 <sup>rd</sup> (Green 3)	58.07	2	0	0	0	2	0	13.24	22.8
M-2		60.4	1	4	0	2	0	0	13.86	23.0
M-3	4 <sup>th</sup> (Green 4)	51.41	2	4	0	0	2	0	11.57	22.5
M-4		52.18	2	4	3	0	0	0	12.59	24.1

기타 용도의 건축물은 G-SEED 우량 등급 2건 및 일반 등급 1건의 사례를 검토하였다(Table 8). 에너지 성능 인증항목은 모두 1등급 수준의 성능을 갖으며, 에너지 모니터링 및 관리 항목은 등급을 취득하지 않는 것으로 나타났다. 병원 건축물의 사례에서 TAB 실시를 통해 TAB 및 커미셔닝 실시 항목에서 2급(배점 0.6점)으로 평가받은 바가 있다. 일사조절계획 수립 인증항목은 학교 건물(1건)에서 적용이 확인되었고, 해당 건물에 적용된

평균태양열 취득율은  $26.29 \text{ W/m}^2$ 로 4등급(0.8점)을 취득하였다.

**Table 8** Results of other building samples

No.	Grade	Total Score	Certification Item						Items points	Contribution Ratio (%)
			① Rank	② Rank	③ Rank	④ Rank	⑤ Rank	⑥ Rank		
O-1	3 <sup>rd</sup> (Green 3)	60.12	1	0	2	0	1	0	19.03	31.7
O-2		61.78	1	0	0	2	0	0	12.19	19.7
O-3	4 <sup>th</sup> (Green 4)	50.04	1	0	3	0	1	4	19.20	38.4

## 5. 결론 및 제언

본 연구는 녹색건축인증제(G-SEED)의 6개 에너지관련 인증항목을 대상으로 각 인증항목의 배점 취득 현황과 한계점을 밝히고 개선방안을 제안하고자 2020년에 본인증을 획득한 1,033개 건축물을 분석집단으로 설정하고 48개의 사례를 표본집단으로 추출하여 상세 분석을 수행하였다. 본 연구를 통해 도출된 연구결과와 향후 에너지관련 인증항목의 개정 방향을 제안하면 다음과 같다.

2016년 이후부터는 녹색건축 인증기준으로 G-SEED 2016버전이 운영되고 있으나 인증실적의 약 8%의 건축물이 이전 버전인 G-SEED 2013버전으로 본인증을 부여받고 있다. 건축물은 설계와 건설완료 간에 상당한 시간이 필요한 경우가 있고, 예비인증을 받은 당시의 인증기준에 따라 평가하고 있는 것에 기인한 것일 수 있으나 본 인증은 준공이 완료된 3년 내의 건축물을 대상으로 하는 것으로 이에 대한 개선이 요구된다고 할 수 있다.

기존의 선행연구 결과와 동일하게 본 연구에서도 에너지관련 인증항목(특히, 에너지성능 세부항목)의 획득 점수는 G-SEED 인증등급에 높은 기여도와 영향도를 갖는 것으로 나타났다. 또한 G-SEED 인증등급이 높을수록 에너지관련 인증항목에서의 획득 점수가 높은 것을 알 수 있었다.

녹색건축인증의 향후 개정을 위해 공공건축물의 경우 건축물에너지효율등급의 의무화 및 제로에너지건축물 의무화 등의 정책에 영향을 받은 것으로 향후 개정을 통해 에너지성능 항목의 인증기준에 대한 등급 상향 및 건축물에너지효율등급의 비의무화 대상 건물에 대한 등급기준 구분이 요구된다. 연구결과에 따르면 에너지 모니터링 및 관리 항목에 적용된 주된 기술은 에너지원에 대한 모니터링과 데이터 분석 기능을 구비하는 4급 수준이므로 건물의 운영에 대한 다양한 에너지의 효율적인 관리 및 분석 기술의 적용을 유도할 인증기준의 개정이 요구된다. 비주거용 건축물의 인증항목으로 TAB 및 커미셔닝 실시, 조명에너지 절약, 냉방에너지절약을 위한 일사조절계획 수립 항목은 건물 에너지의 절감을 위한 중요한 기술적 항목임에도 낮은 수준의 적용 현황을 보이므로 이에 대한 개정 검토가 필요하다. 특히 조명밀도를 통한 조명에너지 평가와 일사조절계획 수립 평가의 내용은 건축물 에너지성능 평가에서 이미 포함되어 평가되고 있으므로 인증기준의 개정 시에 해당 항목을 삭제하고 에너지성능 항목에 통합하기를 제안하고자 한다.

본 연구의 한계로써 최근 본인증을 받은 표본집단을 통한 분석 결과에 있으므로 향후 분석대상의 확대 및 인증항목 중심의 적용 현황의 분석이 필요하다. 건축물의 온실가스 감축 및 탄소중립의 실현을 위한 시나리오<sup>14)</sup> 중 건축물의 제로에너지 의무화, 기존 건축물의 그린리모델링, 저탄소 및 신재생 에너지의 적극 활용 등 녹색건축의 활성화에 있어 녹색건축인증의 역할은 정책적 수단으로써 중요하다. 이를 위해 향후 녹색건축인증의 운영 현황에 대한 지속적인 모니터링과 기준의 개선안 검토가 요구된다. 본 연구는 향후 녹색건축 인증기준의 전면 개정 시 에너지관련 인증항목의 통합 및 세부화와 평가 기준 상향의 정도를 검토하기 위한 기술적 분석 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 후 기

본 연구는 2021년 녹색건축인증 지원을 위한 기술연구 사업의 지원으로 수행되었음.

## REFERENCES

1. KICT, 2021 G-SEED Annual Report, 2021. 12 (KICT 2021-127).
2. Green Building Certification (G-SEED), 2020. [www.gseed.or.kr](http://www.gseed.or.kr). last accessed on the 6<sup>th</sup> March 2023.
3. Yun, Y. and Jang, D., Analysis of Certification Results and Items of G-SEED Multi-residential Buildings, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 42, No. 6, pp. 115-125, 2022.
4. Bae, C. and Choi, D., Examining the Certification Characteristics and Results of Multi-unit Dwellings Following Revisions to G-SEED Criteria, Journal of KIAEBS, Vol. 14, No. 5, pp.525-540, 2020.
5. Cho, D. W., The Trend and Future Development Direction of G-SEED, The Magaine of the SAREK, Vol. 42, No. 9, pp. 18-26, 2013.
6. Yang, K., A Study on the Analysis of Obtaining Grades and Improvement in the Sound Environment Performance Field in Green Building Certification, Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng., Vol. 30, No. 6, pp. 659-672, 2020.
7. Jang, D. H., Proposal of Improvement Plan for Ecological Area Ratio through Analysis of Operation Status in Green Building Certification, KIEAE Journal, Vol. 21, No. 4, pp. 11-16, 2021.
8. Seo, S., Yun, Y., and Park, J., Appeal to the Spread of Green Building on Existing Building Sector by G-SEED Certification Status and Standards Proposal, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 42, No. 1, pp. 69-76, 2022.
9. Myung, I. and Yoon, H. K., The Analysis of Evaluation Items in the Indoor Environment Performance Field in G-SEED, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 39, No. 1, pp. 217-224, 2023.
10. Lee, H. H., Park, S. W., and Baik Y. K., A Study on the Improvement of Evaluation Criteria According to the Revision of Green Building Certification Criteria – Focused on Energy Criteria, 2019 Summer Annual Conference of SAREK, pp. 929-932, June 2019, Gangwon-Do, Republic of Korea.
11. Seong, S. T., Chang, K.-D., Myung, I., and Lee, S.-H., Impact of Energy Performance Sector on Assessing Green Building Certification, KIEAE Journal, Vol. 18, No. 3, pp. 57-64, 2018.
12. Kim, K. H., Chae, C. U., and Cho, D., Development of an Assessment Method for Energy Performance of Residential Buildings Using G-SEED in South Korea, Journal of Asian Architecture and Building Engineering,

Vol. 21, No. 1, pp. 133-144, 2022.

13. Bae, C. and Choi, D., Comparative Analysis of Certification Characteristics and Score Ratings of Multi-unit Dwellings based on Preliminary and Main G-SEED Certifications, Journal of KIAEBS, Vol. 14, No. 6, pp. 803-816, 2020.
14. Jeong Y. S., Cho, S., Mun, S. H., and Ji, C., Scenario to Reduce Greenhouse Gas Emissions in Building Sector towards the Goal of Carbon Neutrality by 2050, Journal of the architectural Institute of Korea, Vol. 37, No. 10, pp. 189-197, 2021.