

친환경건축물 운영 및 유지관리 개선방안 연구

- 국내외 인증제도의 재인증 평가를 중심으로 -

A Study on Improving the Operation and Maintenance of Green Buildings

- Focusing on the Recertification in Green Building Certification Systems -

○김 세 진*

Kim, Se-Jin

박 지 영**

Park, Jiyoung

Abstract

The purpose of this study is to identify the limitations of the domestic system and propose improvements by comparing the operation and maintenance system of G-SEED with overseas systems (LEED O+M, CASBEE, BREEAM In-Use, and DGNB). The study adopted literature review and system analysis, focusing on the operating entity, evaluation items, recertification system, and support system. The results show that G-SEED suffers from a gap between design goals and actual performance due to limited evaluation items at the operation stage and the weak effectiveness of recertification. In contrast, overseas systems maintain long-term performance through regular recertification, data-based verification, user satisfaction and manager competency assessments, and incentive mechanisms. Accordingly, G-SEED should expand operation and maintenance items, strengthen the effectiveness of recertification, and enhance linkage with support systems. Future research should include empirical analysis based on performance data and examine policy-market integration.

키워드 : G-SEED, LEED, CASBEE, BREEAM, DGNB, 운영 및 유지관리, 재인증

Keywords : G-SEED, LEED, CASBEE, BREEAM, DGNB, Recertification, Operations and maintenance

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건축물의 환경 성능에 대한 사회적 요구가 증가함에 따라, 국내외에서는 다양한 친환경건축 인증제도를 운영하고 있다. 국내에서는 G-SEED가, 해외에서는 LEED, CASBEE, BREEAM, DGNB 등이 종합적 인증 체계를 마련하고 있다. 그러나 국내 G-SEED는 설계·시공 단계 중심의 평가로 인해 운영 및 유지관리 관리가 미흡하다는 지적이 제기되고 있다.

최근 개정안(2025 예정)에서도 운영·유지관리 항목을 강화하는 방향이 제시되었으며, 운영 매뉴얼 보유 여부 확인 수준에서 실제 활용, 모니터링 및 지원 장치 운영, 사용자 참여, 녹색제품 구매 지침 등이 평가 요소로 추가되었다.

국내 청연건축사사무소의 실태 분석에 따르면, G-SEED 인증 건물 50개 중 절반만 운영 지침을 보유하고 있으며, 실제 운영 적용 사례는 극히 제한적이었다. 사용자·관리자 교육은 거의 이루어지지 않았고, 에너지 사용량 및 실내 환

경 품질 평가를 위한 모니터링 시스템도 부족하여 설계 단계 성능과 실제 운영 성능 간 차이가 확인되었다(김학건 외, 2020).

이에 본 연구는 국내 G-SEED와 해외 주요 인증제도의 운영 및 유지관리 체계를 비교·분석하여 현황과 한계를 도출하고, 향후 제도 개선 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위

본 연구는 친환경건축 인증제도 중 건물 운영 및 유지관리 단계 관련 항목으로 한정하였다. 국내 제도는 G-SEED를 중심으로, 해외 제도는 LEED O+M, CASBEE for Existing Buildings, BREEAM In-Use, DGNB In-Use를 대상으로 분석하였다. 연구 범위는 인증제도 자체 비교에 초점을 맞추었으며, 각 제도별 운영·유지관리 항목이 도입된 이후의 최신 버전을 선정하였다.

1.3 연구 방법

본 연구는 문헌 조사와 제도 분석을 통해 진행하였다. 국내의 경우 공식 문서와 청연건축사사무소의 실태조사 보고서를 활용하였고, 해외의 경우 각 제도의 공식 문서를 기반으로 운영 주제, 재인증 제도, 주요 평가 항목, 지원 제도를 체계적으로 분석·정리하였다.

* 인하대 대학원 건축토목공학전공 석사과정

** 인하대 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Department of Architecture, Inha University, jypark@inha.ac.kr)

2. 선행 연구 분석

본 연구는 국내외 친환경건축 인증 중 운영 및 유지관리 부문 항목을 비교한 최근 10년간 연구 동향을 검토하였다. 특히 2014년 이후 발표된 주요 논문 5편을 선별하여 각 인증제도의 특징을 분석하였다.

Hyun & Kim(2014)은 G-SEED, LEED, BREEAM의 운영·재인증 체계를 비교해 국내 제도의 사후관리 미흡을 지적하였고, Dat Tien D. et al.(2017)은 LEED, BREEAM, CASBEE, Green Star NZ를 비교해 제도 간 차별성을 논의하였다. Sherif M. et al.(2019)은 기존 건축물 인증제도 개발 과정에서 LEED, BREEAM, CASBEE를 검토해 시사점을 도출하였고, Zakia A. et al.(2020)은 LEED, BREEAM, WELL, BOMA BEST, Green Star를 대상으로 운영 데이터 수집·분석 요건의 한계를 지적하였다. Rebelatto B. et al.(2024)은 LEED, BREEAM, DGNB를 대상으로 실제 운영 단계의 에너지 효율 실천을 검토하여 성능 차이를 확인하였다(표1).

표1. 관련 선행 연구

저자	논문명	대상인증제도
Hyun, E. & Kim, Y. (2014)	A Comparative Study on Management Evaluation and Re-certification System of G-SEED, BREEAM, LEED	G-SEED LEED BREEAM
Dat Tien D. et al. (2017)	A critical comparison of green building rating systems	LEED BREEAM CASBEE Green Star NZ
Sherif M. et al. (2019)	Development of sustainability assessment tool for existing buildings	LEED BREEAM CASBEE
Zakia A. et al. (2020)	A review of data collection and analysis requirements for certified green buildings	LEED BREEAM WELL Boma Best Green Star
Rebelatto, B. G. et al. (2024)	Examining Energy Efficiency Practices in Office Buildings through the Lens of LEED, BREEAM, and DGNB Certifications	LEED BREEAM DGNB

본 연구의 차별성은 기존 연구들이 단순 항목 비교나 사례 분석 등 부분적 접근에 머문 반면, 본 연구는 운영 및 유지관리 부문을 대상으로 재인증 체계를 종합적으로 비교·분석한 데 있다.

3. 분석 및 결과

3.1 국내 G-SEED 운영 및 유지관리 체계 분석

국내 G-SEED(녹색건축인증제도)는 2002년 도입 이후 여러 차례 개정되었으며, 2016년 개정판부터 운영·유지관리 항목이 포함되었다. 그러나 전체 평가 체계에서 해당 항목의 비중은 여전히 낮고, 실제 평가 방식도 서류 제출과 일부 현장 확인 수준에 머물러 있다. 건물 관리자의 운영 역량이나 사용자 만족도 조사와 같은 정성적 평가는

반영되지 않아, 운영·유지관리 단계 평가의 실효성이 타 인증제도에 비해 제한적이다.

재인증 제도의 경우 5년 주기가 규정되어 있으나 강제성이 없어 실제 재인증 사례는 극소수에 불과하다. 이로 인해 대부분의 건물은 최초 인증 이후 사후관리와 장기적 성능 검증에서 제도적 공백 상태에 놓여 있다. 결국 G-SEED는 설계·시공 단계 검증에서는 일정한 효과를 보이지만, 운영 단계 관리에서는 제도적 장치가 부족하다는 한계가 드러난다.

3.2 해외 인증제도 운영 및 유지관리 체계 분석

해외 주요 인증제도들은 공통적으로 건물의 운영 및 유지관리 성능을 지속적으로 검증할 수 있는 체계를 마련하고 있다. 이를 통해 장기적 성능 저하를 방지하고 성능을 제도적으로 담보한다. 또한 재인증 주기를 명확히 규정해 운영 성과와 지원 제도의 연계를 강화하는 특징이 있다.

(1) LEED O+M

LEED O+M(Operations and Maintenance)은 미국 USGBC(미국그린빌딩위원회)가 총괄하며, 독립 법인 GBCI가 인증 심사와 발급을 담당한다. 2002년에는 LEED-EB(Existing Buildings)라는 명칭으로 운영되다가 2009년 LEED O+M으로 변경되었다.

LEED O+M에서는 운영 단계에서 모든 프로젝트가 운영 데이터와 증빙 서류를 제출해야 하며, 필요 시 현장 검증도 병행된다. 평가 항목에는 에너지 효율성, 수자원 사용, 실내환경 품질, 운영 관리 체계, 사용자 만족도 조사 등이 포함된다. 특히 운영 데이터 제출이 필수화되어 있어 데이터 기반 제도로 자리 잡았다.

또한 매년 성과 보고가 의무화되어 있으며, 3~5년 주기의 재인증을 통해 성능을 유지해야 한다. 이러한 체계는 인증 건물이 장기간 실제 운영 성능을 제도적으로 보장할 수 있도록 하며, 세제 혜택, 금융 우대, 공공 발주 가점 등 다양한 지원 제도와 연계된다.

(2) CASBEE

CASBEE for Existing Buildings는 일본의 IBECS(건축환경·탄소중립 연구소)가 제도를 총괄 운영하고, 실제 인증은 각 지자체가 수행한다. 주요 지자체들이 CASBEE 인증을 적극적으로 활용하고 있으며, 평가는 지자체가 지정한 전문가가 담당한다.

평가 방식은 문서 검토와 현장 확인으로 이루어지며, 에너지 성과와 환경 부하뿐 아니라 거주자 만족도를 포함하는 것이 큰 특징이다. CASBEE는 건물의 환경 효율성과 사용자 환경 품질을 동시에 고려하는 구조를 갖추고 있어, 단순한 에너지 절감이 아니라 사용자 경험을 종합적으로 반영한다.

또한 3년 주기 재인증을 통해 운영 성능의 장기적 유지와 개선을 유도하며, 일부 지자체에서는 재인증 건물에 대해 건축 규제 완화, 공공 발주 가점 등의 혜택을 제공한다.

(3) BREEAM

BREEAM In-Use는 영국 BRE(건축연구소)가 운영하며, 인증 평가는 공인 평가전문가(Assessor)가 수행한다. 평가 방식은 문서 검토와 현장 검증을 병행하며, 운영 과정에서 수집된 실시간 데이터와 관리자의 운영 역량을 함께 확인하는 것이 특징이다.

주요 평가 항목에는 에너지·자원 사용, 운영 효율성, 유지관리 체계, 운영 프로세스가 포함된다. 특히 건물 관리자의 전문성, 운영 매뉴얼의 체계성 등 관리자의 운영 능력을 직접 평가 요소에 반영하는 점이 독창적이다.

인증의 유효기간은 1년으로, 매년 재인증이 필수적이다. 이러한 강제성을 통해 운영 성능이 지속적으로 검증되며, 일부 지자체는 재인증 건물에 세제 감면 혜택을 제공한다. 또한 투자 시장에서는 최신 성과 보고가 없으면 ESG 투자에서 불이익을 받을 수 있어, 인증 유지는 곧 시장적 인센티브와 직결된다.

(4) DGNB

DGNB In-Use는 독일의 GSBC(독일지속가능건축위원회)가 운영하며, 평가 수행은 DGNB가 등록 감사인(Auditor)가 담당한다. 평가 방식은 서류 심사와 현장 검증을 병행하고, 운영 데이터를 근거로 건물의 실제 성능을 종합적으로 확인한다.

평가 항목은 에너지와 환경뿐 아니라 경제성, 사회적 가치 등 ESG 전 영역을 포괄하여 가장 종합적인 운영·유지관리 체계로 평가된다. 특히 전 생애주기를 고려해 Life Cycle Cost(LCC)와 같은 경제성 지표까지 반영하는 것이 특징이다.

인증은 3년 주기의 재인증을 통해 유지되며, 독일 연방 및 주정부, 금융기관과 연계된 세제 감면과 금융 우대금리 혜택이 제공된다. 이러한 구조는 건물의 운영 성능 검증을 ESG 투자 지표와 직접적으로 연결해 국제 시장에서의 경쟁력을 강화하는 역할을 한다.

종합하면, 해외 인증제도는 운영 단계의 성능 검증을 강제하는 제도적 장치와 정기적 재인증 절차를 통해 장기적인 성능 유지 체계를 마련하고 있으며, 특히 DGNB는 경제성과 사회적 가치까지 포괄하는 통합적 접근이 두드러진다.

3.3 비교분석 결과

국내외 제도의 비교 결과, G-SEED는 평가 항목의 범위, 운영 단계 성능 검증, 지원 제도 연계성 측면에서 해외 제도와 비교해 뚜렷한 한계를 보였다. 특히 재인증 주기와 강제성 부족으로 인해 실질적인 성능 검증이 이루어지지 않았다.

반면 해외 인증제도들은 정기적인 재인증 절차를 통해 장기적인 성능 검증 체계를 갖추고 있었다. 또한 평가 항목에서도 차이가 나타났다. G-SEED가 에너지와 모니터링 중심에 머무르는 반면, 해외 인증제도는 운영 관리자의 역량, 사용자 및 거주자 만족도, 사회적 가치 등 다양한 요소를 반영하여 운영 단계 성능을 보다 종합적으로 평가

하고 있었다.

지원 제도의 연계성 측면에서도 G-SEED는 인허가 과정에서 가점을 주는 일회성 혜택에 제한되어 있었다. 반면 해외 인증제도는 재인증 유지 여부와 세제 감면, 금융 우대 등 지원 제도를 직접적으로 연결하여 운영 단계 성능 향상을 유도하고 있었다.

따라서 G-SEED가 운영 중심 평가로 발전하기 위해서는 평가 항목의 확대와 지원 제도와 연계성 강화가 필요하다라는 점이 확인되었다(표 2).

표2. 국내외 친환경건축 인증제도의 운영 및 유지관리 비교

	G-SEED	LEED	CASBEE	BREEAM	DGNB
국가	대한민국	미국	일본	영국	독일
제도 출범	2002	1998	2001	1990	2009
운영·유지관리	-	O+M	for Existing Building	In-Use	System for Building In-Use
도입	2016	2002(LEED-E B)/2009 (LEED O+M)	2004	2009	2012
최신 버전	v2025(안) (2025)	v4.1 (2019)	v2014 (2014)	v6 (2020)	v2020 (2020)
운영 주체	국토교통부	USGBC	IBECs	BRE	DGNB
평가 주체	G-SEED 전문 평가사 (운영·유지관리 전담 없음)	GBCI Reviewer	지자체 지정 전문가	공인 BREEAM 평가전문가 (Assessor)	공인 DGNB 감사인 (Auditor)
평가 방법	서류심사 + 일부 현장 (운영 단계 항목 제한적)				
핵심 평가 항목	•에너지 효율 •환경 부하 •실내 환경	•에너지 효율 •물 사용 •실내 환경 •운영 관리 •사용자 만족도	•에너지 효율 •환경 부하 •관리 체계 •거주자 만족도	•운영 효율성 •에너지 및 수자원 사용 •관리 체계 •운영 역량	•에너지 효율 •경제성 •관리 체계 •사회적 가치 •LCA 기반 지속 가능성
특징	•에너지 모니터링 위주 •매뉴얼 보유 여부	•실시간 에너지·수자원 데이터 •사용자 만족도 조사 포함	•환경 효율성(BEE) 개념 •거주자 만족도 조사 포함	•운영 관리자역량 •운영 프로세스 체계	•경제성 •사회적 가치 •ESG 지표 반영
주기	-	3~5년 (필수)	3년 (권장)	매년 (필수)	3년 (필수)
지원 제도	-	•세제 혜택 •금융 우대 •공공 발주 가점	•건축 규제 완화 •공공 발주 가점	•세제 혜택 (일부) •ESG 투자 연계	•세제 혜택 •금융 우대 •ESG 투자 연계

4. 정책적 개선 방향

본 연구의 분석 결과, 국내 G-SEED의 운영 및 유지관리 제도는 다음과 같은 개선이 요구된다.

첫째, 평가 항목을 확대하여 관리자의 역량과 사용자·거주자의 만족도를 포함하는 정성적 요소를 반영해야 한다.

둘째, 재인증 제도의 실효성을 높이기 위해 주기적인 성능 검증을 의무화하고, 평가 결과를 체계적으로 축적·관리할 필요가 있다.

셋째, 운영 성과와 직접 연계된 지원제도를 마련하여 재인증 유지가 실질적인 인센티브로 작동하도록 해야 한다.

5. 결론

본 연구는 국내 G-SEED와 해외 인증제도(LEED O+M, BREEAM In-Use, CASBEE, DGNB)의 운영 및 유지관리 체계를 비교·분석하여 국내 제도의 현황과 한계를 확인하고 개선 방향을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 분석 결과, G-SEED는 설계·시공 단계 중심의 평가로 인해 운영 단계 항목이 제한적이고, 재인증 제도의 실효성이 부족하여 장기적인 운영 성능 관리가 미흡한 것으로 나타났다.

특히 운영 매뉴얼, 관리자 교육, 성능 모니터링 체계가 부재하여 설계 단계의 목표와 실제 운영 성능 간 괴리가 발생하는 사례가 확인되었다. 반면 해외 인증제도는 운영 단계 성능 검증을 핵심으로 설정하고, 정기적 재인증과 운영 데이터 기반 관리 체계를 통해 건물 성능을 제도적으로 담보하고 있었다. 또한 세제 혜택, 금융 우대, 용적률 보너스 등 다양한 인센티브 제도를 연계해 지속적인 성능 유지를 보장하고 있었다.

본 연구는 국내외 인증제도의 비교·분석을 통해 정책적 개선 방향을 도출했으나, 실제 운영 데이터를 활용한 정량적 검증에는 한계가 있었다. 향후 연구에서는 운영 성능 데이터를 장기적으로 축적·분석해 인증제도와 실제 성능 간의 상관성을 실증적으로 규명할 필요가 있다. 더 나아가 운영·유지관리 제도의 개선이 정책 지원, 인센티브 제도, 시장 메커니즘과 어떻게 연계될 수 있는지에 대한 심층적 논의가 요구된다.

참고문헌

1. 김학진, 이원구, 이주현. (2020). 녹색건축 인증 건축물의 실태 분석과 향후 관리방향 제언.
2. Hyun, E., & Kim, Y. (2014). A comparative study on management evaluation and re-certification system of G-SEED, BREEAM, and LEED. *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 14(1), 121-129.
3. Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2017).

A critical comparison of green building rating systems. *Building and Environment*, 123, 243-260.

4. Mahmoud, S., Zayed, T., & Fahmy, M. (2019). Development of sustainability assessment tool for existing buildings. *Sustainable Cities and Society*, 44, 99-119.
5. Rebelatto, B. G., Salvia, A. L., Brandli, L. L., & Leal Filho, W. (2024). Examining energy efficiency practices in office buildings through the lens of LEED, BREEAM, and DGNB certifications. *Sustainability*, 16(11), 4345.
6. Afroz, Z., Gunay, H. B., & O'Brien, W. (2020). A review of data collection and analysis requirements for certified green buildings. *Energy and Buildings*, 226, 110367.
7. Korea Green Building Council (KGBC). (2002). Green Building Future Forum (2025). Retrieved from <https://www.gseed.or.kr/>
8. Korea Green Building Council (KGBC). (2002). G-SEED 2016 v3. Retrieved from <https://www.gseed.or.kr/>
9. U.S. Green Building Council (USGBC). (1998). LEED v4.1 Building Operations and Maintenance. Retrieved from <https://www.usgbc.org/leed>
10. Institute for Built Environment and Carbon Neutral for SDGs (IBECS). (2002). CASBEE v.2014 Revision. Retrieved from <https://www.ibecs.or.jp>
11. BRE. (n.d.). BREEAM In-Use Standard Guide. Retrieved from <https://breeam.com/>
12. German Sustainable Building Council (GSBC). (2009). DGNB Guide v.2020 System for Building In-Use. Retrieved from <https://www.dgnb.de>