

3-B-5-양-3
비SCIE

BIM기반 녹색건축인증 저탄소 자재
사용 평가 자동화 연구

2025. 10.

과 제 명	인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발		
주 관 기 관	경북대학교 산학협력단		
총 연 구 기 간	2021. 04 . 01 - 2025. 12 . 31(4년 9개월)		
해당연도(5차년)	2025. 01 . 01 - 2025. 12 . 31(1년)		
구 성 기 술 명	구성기술 3	설계 품질검토 자동화를 위한 지능형 설계서비스 보급·활용 기술개발	
세 부 과 제 명	3-B	지능형 설계인증 분석 및 평가 자동화 기술개발	
공 동 연 구 기 관	한양대학교 에리카 산학협력단, (주)코스팩이노랩		
연 구 기 관	한양대학교 에리카 산학협력단	연구책임자	이은주



대한건축학회연합논문집 제27권 제3호 통권 127호

ISSN : 1229-5752(Print)

BIM기반 녹색건축인증 저탄소 자재 사용 평가 자동화 연구

최중식, 강윤식

To cite this article : 최중식, 강윤식 (2025) BIM기반 녹색건축인증 저탄소 자재 사용 평가 자동화 연구, 대한건축학회연합논문집, 27:3, 35-44

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

BIM기반 녹색건축인증 저탄소 자재 사용 평가 자동화 연구

A Study on Automating the Evaluation of Low Carbon Material Use of BIM-based Green Building Certification

최 중 식* 강 윤 식**
Choi, Jung-Sik Kang, Yun-Sik

Abstract

The international community's interest in how to reduce carbon emissions is increasing. In the construction field, in order to reduce carbon emissions in the initial design stage, the 'Environmental Performance Display Certification' system, which regulates building materials, is introduced and defined as an item of 'Green Building Certification', to induce eco-friendly construction. In addition, the use of BIM technology for digitalization in the construction field is recommended. However, since the current green building certification system evaluates based on 2D data, it is necessary to automate the evaluation process of green building certification. Therefore, this study was conducted to automate the green building certification evaluation process using BIM data and improve the problems of the existing method. In particular, the methodology for automatically evaluating items related to eco-friendly building materials was studied. A method for analyzing the calculation criteria of evaluation items and automatically extracting necessary data from the BIM model and automatically reviewing them was presented. In this process, the list of certified products was linked with the system through OpenAPI to develop a program capable of automated evaluation and verify it through an analysis model. The accuracy of the program evaluation results was analyzed by inputting recently updated low carbon certification product data into the main members. Through the program, it is possible to produce results more accurately and faster than the existing method.

키워드 : 건설정보모델링, 녹색건축인증, 환경성적표지, 저탄소 자재, Open API

Keywords : Building Information Modeling(BIM), G-SEED, Environmental performance mark, low-carbon materials, Open API

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

전 세계적으로 이상기후 및 지구온난화 등 환경문제에 대한 심각성과 중요성이 대두되며, 주요 선진국들은 문제를 해결하기 위한 대응책으로 탄소중립(Net Zero) 관련 정책을 수립하는 추세이다(Choi 2015). 국내에서는 국가적인 온실가스 감축을 목표로 '2050 탄소중립 시나리오'를 수립하였다(2050 탄소중립). 그중 건설분야에서는 2030년까지 18년도 대비

32.7% 감축을 목표로 설정하였다. 탄소 배출량의 저감을 위해서는 기존 건축물에 대한 에너지 효율 증대뿐만 아니라 신축 건축물의 계획 및 설계단계부터 탄소 배출량을 감소시키기 위한 노력이 필수적이다(Lee et al., 2016). 건축물의 계획 및 설계단계부터 탄소배출량을 감소시키기 위해선 프로젝트에 사용되는 자재의 생산 및 운반 단계의 환경영향을 감소시켜야 한다. 이를 위해 국내에서는 환경부하 저감을 위한 자재에 관련된 규제가 실시되고 있다. 환경성적표지 인증, 저탄소 제품 인증, 환경마크 인증, 친환경 건축자재 인증 등 건축물의 재료와 관련된 인증이 분야별로 존재하며, 인증을 부여받은 제품 역시 매년 증가하고 있다(Lee et al., 2022). 친환경 건축자재 인증받은 제품을 실제 건축 프로젝트에 적용할 것을 권장하기 위해 국내 대표 인증제도인 녹색건축인증제도(G-SEED)는 건축 부재의 친환경 재료 사용에 관한 항목을 규정하여 평가를 진행하고 있다.

하지만 초기 설계단계부터 녹색건축인증의 항목을 적용하기엔 어려움이 있다. 요구하는 항목의 개수가 많고 각 항

* 강원대학교 건설융합학부 건축학전공 부교수, 공학박사
** 강원대학교 건설융합학부 건축학전공 부교수, 공학박사
(Corresponding author, E-mail : kangys@kangwon.ac.kr)

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 2025년도 지원으로 수행되었음(과제번호 : RS-2021-KA163269).
이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022S1A5A8054676)

목의 세부 평가 기준을 일일이 적용하기엔 업무적으로 효율성이 떨어지는 것이다(Park and Moon, 2014). 따라서 건축 분야에서 친환경성을 높이고 탄소배출량을 감축하기 위해서는 녹색건축 인증제도의 각 항목들이 요구하는 정보를 사용자가 효율적으로 활용할 수 있도록 지원하는 기술 개발이 필요하다. 또한 환경성적표지 인증받는 제품의 수는 늘어나고, 인증의 유효기간에 따라 갱신되거나 삭제되는 제품도 있는 반면에 기존의 평가방식은 문서 의존적이고 사람의 노동력이 필요하다. 정확한 평가를 위한 단계적인 비교와 검토과정이 필수적이기 때문에 비효율적인 업무 프로세스를 가지고 있다. 이러한 불편한 사항을 해소하기 위한 업무 프로세스의 자동화 기술 개발이 필요하다(Hong et al., 2018).

또한 건설분야에서는 건축의 디지털화를 목표로 설정하여 건축 프로젝트의 BIM 활용을 권장하고 있다. BIM을 통해 생산된 정보는 기존의 방식과 달리 건축 프로젝트의 단계를 넘어가며 변형 및 손실이 발생하지 않기 때문에, 효율적으로 활용할 수 있다(Kim et al., 2021).

본 연구는 녹색건축 인증제도와 BIM 기술을 접목하여 초기 설계단계의 사용자가 사전에 자동으로 검토할 수 있도록 하는 기술을 개발하고자 한다. 그중에서도 재료 및 자원 분야의 항목들을 분석하고 자동화 평가를 할 수 있는 룰셋을 개발하여 시스템에 적용하고자 한다(Kang et al., 2022). 이를 통해 설계인증 검토 프로세스의 효율을 높여, 프로세스의 최적화가 가능할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 녹색건축 인증제도의 재료 및 자원 분야의 항목 중 특히 ‘저탄소 자재의 사용’을 대상으로 자동화 평가 시스템을 개발하고자 한다. 해당 항목의 산출기준을 분석하고 평가에 필요한 BIM 데이터와 저탄소 자재 정보를 비교하는 과정을 자동화한다. 이 과정을 룰셋화하여 시스템에 적용할 수 있는 자동화 평가방법론을 제시한다. 이후 샘플 모델을 적용하여 시스템을 통해 도출된 결과를 분석해 시스템의 활용성을 확인하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 녹색건축 인증제도의 7가지 분야 중 3번째 부문인 재료 및 자원의 평가 방법 및 항목들의 산출기준을 분석한다. 그 중에서도 인증을 받은 제품의 개수를 통해 평가하는 4개의 항목 중 ‘3.2 저탄소 자재의 사용’ 항목의 평가과정을 자동화하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 녹색건축 인증평가 해설서(G-SEED 2016-7 v1, 건축 비주거용 건축물)를 기준으로 해당 항목의 산출기준을 분석하여 요구데이터를 파악하고, BIM 데이터를 활용할 수 있도록 분류한다. 또한 매달 갱신 및 삭제가 이뤄지는 저탄소 인증제품의 리스트를 시스템에 자동으로 반영하기 위해 오픈 API를 연동하여 BIM 데이터의 제품 부분과 저탄소 인증제품 데이터를 매칭

하는 자동화 룰셋을 개발한다(Choi et al 2024). 이후 건축물의 주요부재에 저탄소 제품 데이터를 삽입하여 샘플 모델을 제작하고, 오픈 API를 통해 연동한 저탄소 인증제품 데이터와 매칭한 결과를 분석하여 시스템의 유효성을 확인한다.

- 1) BIM을 활용한 설계인증 자동화 평가 선행연구를 조사하고 설계인증 자동화 평가의 효율성을 확인하였다.
- 2) 녹색건축 인증제도 해설서를 기준으로 재료 및 자원 분야 항목을 분석하여 평가 방법과 산출기준을 기반으로 요구정보를 분류하였다.
- 3) 저탄소 자재 사용 항목 평가를 위한 데이터를 분석하여 자동화 평가에 필요한 정보를 도출하였다.
- 4) BIM기반 저탄소 자재 사용 평가를 위하여 BIM 데이터 속성 및 정보의 분류체계와 산출기준 상의 요구 데이터를 정리하였다.
- 5) 저탄소 인증 제품 데이터 갱신 정보 오픈 API를 연동하여 데이터 매칭 방법론을 제시하였다.
- 6) 샘플 모델을 설정하고 제안한 방법론을 활용하여 저탄소 자재 사용 항목 자동화 평가를 진행하였다.
- 7) BIM 기반 저탄소 자재 사용 자동화 평가 결과를 분석하여 시스템의 효율성을 확인하였다.

자동화 평가 시스템을 통해 설계자는 특정 항목에 대한 즉각적인 피드백이 가능하게 되어 설계인증 등급 취득을 위한 설계 및 모델링에 소요되는 시간을 단축할 수 있다. 또한 기존의 문서 기반이 아닌 BIM기반으로 평가하기 때문에 객체 정보를 자동으로 추출하고 비교할 수 있다. 평가 과정에서 데이터 누락 등의 오류를 줄이기 위한 검토 단계가 축소되어 설계인증 평가에 소요되는 시간을 단축할 수 있기 때문에 효율적인 업무가 가능하다(Hong and Kim, 2024). 설계인증 자동화 평가 시스템을 통해 2D 도면과 문서를 기반으로 진행되던 설계인증 평가가 BIM 기술을 통해 자동화되면 데이터 품질이 상승하고 휴먼에러가 감소하여 결과에 대한 신뢰성이 높아질 것으로 사료된다.

2. 이론적 고찰

2.1 선행연구

BIM은 건물의 형상정보 및 속성정보를 통합적으로 관리할 수 있는 3D 기반의 작업 체제를 가지고 있기 때문에 건설산업의 프로세스 개혁을 위해 정부 차원에서 사용이 권장되고 있다. 또한 지속가능한 건축을 목표로 자체 기준을 반영한 친환경 건축물 인증제도들이 국내외적으로 실행되고 있다(Hussain et al., 2023). 친환경 건축물 인증제도는 건축물 전과정에서 발생하는 환경부하를 줄이며 경제적 이익을 창출하는 것을 중점으로 하기 때문에 다양한 건설정보를 활용하고 관리하는 BIM 기술을 활용하는 연구 역시 국내외적으

로 활발하게 이뤄지고 있다(Zhao et al., 2022).

특히 건축 프로젝트의 다양한 설계인증을 분석하여 평가에 필요한 정보를 데이터화하고, BIM 시스템에 적용하기 위한 데이터베이스를 구축하고 해당 국가의 실정에 맞는 기준을 통해 라이브러리를 개발하고 활용하는 방안에 대한 연구가 진행되고 있다(Yu et al., 2023). 또한 기존의 2D 기반의 평가 프로세스의 스마트화를 목표로 인증 평가과정을 BIM 기술과 접목하여 자동화하기 위한 연구가 진행되고 있다. 국내의 경우 BIM을 설계단계에서 적극적으로 활용하기 위한 라이브러리 개발, DB 구축 방식 등 이론적인 연구가 중점적으로 이루어지고 있다(Kim et al., 2022). 하지만 해외의 경우 BIM을 통해 설계인증 자동화 평가도구 개발과 활용 방법, 평가도구의 사용 범위 확장을 위한 기반 연구가 중점적으로 이루어지고 있다. 특히 미국의 LEED 인증의 경우 평가에 필요한 정보를 BIM에서 자동으로 추출하여 활용하는 연구가 진행되었고, 이를 통해 등급 및 점수를 산출하기 위한 자동화 평가 도구가 개발었다(Dubljevic et al., 2023). LEED 인증을 국내 실정에 맞는 기준으로 개편한 G-SEED의 항목과 요구정보를 분석하여 BIM 데이터로 활용하기 위한 연구는 진행된 바 있지만(Lee et al., 2016), 자동화 평가도구를 개발하려는 시도는 미미한 실정이다. 현재 BIM 기술을 기반으로 친환경 건축 인증제도 평가 자동화 및 데이터 구축 관련 국내의 선행연구 동향은 Table 1과 같다.

2.2 녹색건축 인증 재료 및 자원 분야 평가

녹색건축 인증제도는 건축물의 전 생애주기에 거쳐 에너지 및 자원 소비 감소 및 지속 가능한 개발의 실현을 목표로 건축물의 친환경성을 평가하는 제도이다. 그중에서도 Table 2에서 설명하는 재료 및 자원 분야는 건축물의 전 과정 단계에서 재료가 미치는 영향에 따라 환경오염 및 영향을 감소하는 저탄소 자재, 자원순환 자재 등의 사용을 권장하고 설계에 투입되는 비율을 평가한다. 재료 및 자원 분야는 건축비중거 건축물 기준 총 6개의 항목을 가지고 있으며 모든 항목이 건축물의 용도를 가리지 않고 동일하게 적용되고, 항목별 배점이 높기, 때문에 인증 등급을 취득하기 위해 반드시 고려해야 하는 주요 항목으로 평가받는다.

Table 2. Certification Areas and Certification Items

Evaluation field	Contents
Materials and Resources	Evaluation of the use and input ratio of low-carbon materials, resource circulation materials, etc. that reduce environmental pollution and impacts according to the impact of materials in the entire process of buildings
Certification Items	3.1 Use of Environmental Declaration Products (EPD)
	3.2 Use of low-carbon materials
	3.3 Use of Resource Circulation Materials
	3.4 Use of Hazardous Substances Reduction Materials
	3.5 Application rate of green building materials
	3.6 Installation of storage facilities for recyclable resources

재료 및 자원 항목은 ‘환경성선언 제품(EPD)의 사용’, ‘저탄소 자재의 사용’, ‘자원순환 자재의 사용’, ‘유해물질 저감 자재의 사용’ 네 개 항목에서 친환경성을 인증받은 자재를 적용하도록 권장하고 ‘녹색건축자재의 적용 비율’ 항목에서는 각 인증을 받은 자재의 권장되는 적용 비율을, ‘재활용가능자원의 보관시설 설치’ 항목에서는 특정 자원의 재활용을 위한 보관시설의 설치를 확인한다. 친환경적인 자재를 사용하는 것을 권장하는 앞선 4개의 항목들의 평가 기준은 특정 인증을 받은 자재가 몇 개 사용되었는지이다. 인증을 받은 제품의 목록을 확인하고, 적용시 인증 기간이 유효한지 평가한 뒤 적용 개수를 확인한다. 3.1 환경성선언 제품(EPD) 항목의 경우 재활용된 건설자재를 사용하여 건축물의 자원소비를 줄이고, 순환자원의 활성화를 통해 건설 과정에서 환경영향을 저감하는 것을 목표로 한다. 환경성 선언 제품이 주요 건축부재에 사용된 전도를 통해 등급을 나누고, 등급별 가중치를 부여하여 배점에 곱해 적용하는 방식으로 산출된다. 환경성적표지는 사이트에 공개되어있는 제품 데이터를 통해 확인할 수 있고, 매달 갱신되기 때문에 평가가 진행되는 기간에 공개된 제품 데이터를 기준으로 해야 한다. 평가순서는 적용된 EPD 제품의 목록을 확인하고 제품 인증서의 유효성을 평가한 뒤 적용 면에서의 적절성을 평가해 급수를 산정한다. 이 과정에서 제품 목록과 제품 인증서, 설계도서 등의 문서 자료가 필요하고 평가의 정확성을 위해 제품별 일치 불일치를 일일이 확인해야 한다.

Table 1. Research on Green Building Certification and BIM Technology

Subject	Researcher	Topic	Contents
Building a Design Certification Database	Liu et al., 2024	BIM-Based Building Performance Assessment	This study integrates BIM with Pathfinder software to evaluate the safety and sustainability of green buildings. It provides an optimized strategy for assessing building performance to enhance green building certification.
	Ilhan et al., 2016	Database Integration for Green Building Certification	This study develops a system that simplifies green building certification processes and enhances evaluation accuracy by linking BIM with a certification database.
Automation Evaluation Tool	Yu and Choi, 2023	BIM-Based Automated Evaluation System	This research introduces a BIM-based evaluation system to automate universal design assessment for public buildings, using spatial and object search methodologies.
	Lee et al., 2020	BIM-Based Risk Assessment and Automated Safety Design	This study utilizes BIM to analyze potential risks in the construction industry and automates safety evaluations during the design phase.

2.3 BIM 데이터 기반 저탄소 인증 제품 데이터

BIM(Building Information modeling)은 건축 프로젝트의 기획단계부터 설계 및 시공, 유지관리 단계까지 전 생애주기에 걸쳐 발생하는 모든 건설정보를 생산하고 관리할 수 있는 기술이다. 이전 단계에서 발생한 정보가 다음 단계로 넘어갈 때 데이터의 손실이나 변형 없이 효율적으로 활용할 수 있고 활용의 범위가 제한되어 있지 않아 국내외적으로 BIM 적용을 권장하고 있다.

저탄소 인증제품은 환경부에서 제공하는 환경성적표지 인증현황 파일을 통해 확인할 수 있다. 국내에는 산업표준화법에 근거하여 정부가 정한 기준에 의하여 인증받은 자재 및 제품을 우선적으로 사용해야 한다는 제도가 존재한다. 이때 정부가 정한 기준인 환경성적표지는 제품의 원료를 획득하는 과정에서 생산 및 유통, 폐기하는 전 과정에서 발생하는 환경성에 관한 정보를 계량화하여 나타낸 표지이다. 자원 발자국, 탄소발자국, 오존층영향, 산성비, 부영양화, 광화학 스모그, 물발자국 총 7가지 지표를 통해 인증제도를 제정 및 운영하고 있다. 총괄기관인 환경부에서는 인증기준을 제·개정하고, 운영기관인 한국환경산업기술원에서는 실제로 제품의 환경성적표지 인증을 접수하고, 심의를 거쳐 결과 통보 및 환경표지 사용 약정을 체결한다. 이 과정을 거쳐 환경표지 인증받은 사후관리 요청에 따라 품질관리 내역서 등의 서류를 제출하고 인증제품의 유효성을 검토받는 의무가 있다. Figure 1은 한국환경산업기술원에서 제공한 환경성적표지 환경성 정보를 나타내는 7대 영향범주에 대한 설명이다 (Korea Environmental Industry & Technology Institute). 7대 영향범주 별 총량을 계산하고 환경성적표지 인증 별로 요구되는 영향범주의 데이터를 근거로 제품에 인증을 부여하는 방식이다. 한 번 인증을 받은 제품의 인증 유효기간은 인증받은 일자로부터 3년이며, 유효기간이 종료된 이후 연장신청이 가능하다.

본 연구에서는 저탄소 자재의 사용 항목 평가에 필요한 정보를 BIM 데이터의 매개변수로 분류하고 확인하여 적합한 데이터가 추출되었는지 판단한다. 저탄소 인증제품이 모델에 사용되었는지를 비교하기 위해서는 BIM 모델을 구성하고 있는 데이터 구조 내부에서 인증제품이 어디에 속해있는지를 파악해야 한다. BIM 모델을 구성하고 있는 객체가 저탄소 인증제품을 사용하였는지, 여부를 파악하고 실제 사용된 제품의 이름을 확인할 수 있다. 환경성적표지 인증받은 제품을 BIM 데이터에서 분류하고 검토 시스템에서 추출하기 위한 경로를 시스템에 제시하기 위해 매개변수 유형을 설정하고 내부 파라미터를 설정할 필요가 있다. 인증제품 데이터를 포함하고 있어야 하는 객체 유형을 분석하여 매개변수를 추가하여 속성값을 부여해야 한다.

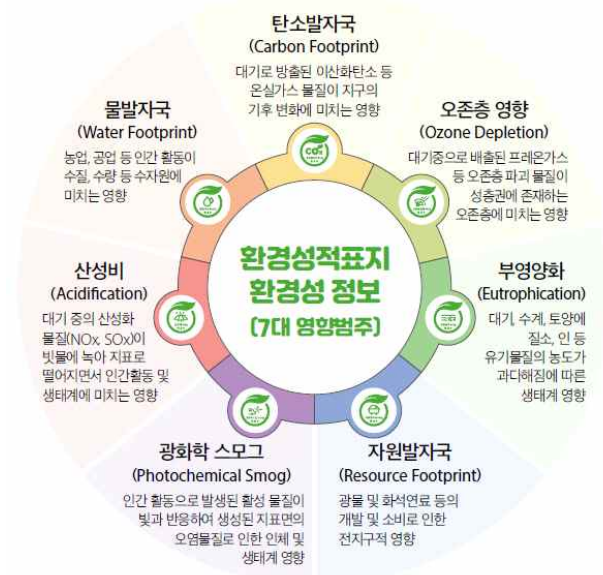


Figure 1. Impact categories of environmental performance indicators

3. BIM기반 저탄소 자재 사용 평가

3.1 저탄소 자재 사용 평가항목 분석

저탄소 자재의 사용 항목은 탄소배출이 적은 건축자재를 사용함으로써 건축물의 전 과정에서 배출되는 온실가스를 저감하고 저탄소 건설자재의 개발을 촉진하는 목적으로 개설되었다. 해당 항목은 프로젝트에 저탄소 자재를 사용한 개수에 따라 평가되며, 등급별로 부여된 가중치를 항목 배점인 2점에 곱하여 최종 점수가 산출된다. 저탄소 자재란 공정 및 연료의 효율을 개선하는 등의 연구를 통해 개발된 자재의 전 생애과정에서 발생하는 탄소 배출량을 저감시킨 종류의 자재를 뜻한다. 이 항목에서 인정하는 저탄소 자재는 저탄소 제품 인증받은 자재를 뜻하며, 환경부에서 제공하는 환경성적표지 유효현황을 통해 확인할 수 있다.

Table 3. Detailed criteria for certification evaluation

Evaluation field	Contents	
Purpose of evaluation	By using low-carbon building materials, greenhouse gases emitted in the entire process of buildings are reduced and the development of low-carbon construction materials is promoted.	
Evaluation method	Evaluation based on the number of low carbon materials used	
Rating	Grade 1	When more than 9 low carbon materials are used
	Grade 2	When 7 to 8 low carbon materials are used
	Grade 3	When 5 to 6 low carbon materials are used
	Grade 4	When 1 to 4 low carbon materials are used

Table 3은 저탄소 자재의 사용 항목의 목적과 산출기준을

설명한다. 기존에 저탄소 자재 사용 항목은 건축물에 적용된 저탄소 제품의 목록을 확인하여 개수를 파악하고, 사용된 저탄소 제품의 제품 인증서 유효성을 평가한다. 이후 현장 적용의 적정성을 검토하여 최종적으로 적용된 제품의 개수를 따라 등급을 산정하고 최종 평가 점수를 산출하는 과정을 거친다. 이때 실내재료 마감표에 표기되었는지 여부, 평면도, 단면도 등 각종 상세도에 표기되었는지 여부, 구조도면의 콘크리트나 강재 등에 저탄소제품 적용 여부를 확인하여 도서 번호를 기록하는 방식을 사용한다. 이 경우 소비되는 시간이 길고 누락 등의 오류가 발생할 가능성이 있어 검토과정이 복잡하다는 문제점이 있다.

위와 같은 문제를 해결하기 위해 BIM 기술을 접목하여 평가과정을 자동화하고 결과의 신뢰성을 높일 필요가 있다 (Ma et al., 2022). 기존의 평가방식에서 필요로 하는 데이터를 BIM 데이터로 치환하여 시스템이 자동으로 처리할 수 있는 플랫폼을 개발한다면, 기존 방식을 사용할 때보다 효율적으로 업무 프로세스를 개선할 수 있다.

3.2 BIM기반 저탄소 자재 사용 평가 방법

BIM 기반 저탄소 자재의 사용 항목 평가를 위해서 해당 항목의 산출기준을 분석하고 평가에 필요한 BIM 데이터와 저탄소 인증제품 객체를 매칭할 수 있는 매개변수를 설정하였다. BIM 모델에서 저탄소 인증제품의 사용 여부 및 개수를 파악하여 등급을 산출하는 방법론을 제시하였다. 저탄소 인증제품은 환경부 홈페이지에서 제공하는 환경성적표지 유효 인증현황 엑셀파일을 통해 확인하였다.

- 1) 저탄소 자재의 사용 항목 해설서를 분석하여 산출기준을 파악한다.
- 2) 평가 객체를 검색하기 위해서 BIM 모델의 친환경 자원 사용 매개변수 값을 확인한다.
- 3) 저탄소 자재 사용 매개변수 값이 'T'인 경우 해당 부재의 속성에 친환경 자원 및 제품 이름이 작성되어 있는지를 확인한다.
- 4) 평가시 유효한 저탄소 인증제품의 리스트(엑셀파일)와 BIM 모델에서 추출한 제품이 일치하는지 확인한다.
- 5) BIM 모델에서 사용된 저탄소 인증제품의 개수를 파악한다.
- 6) 산출기준에 근거하여 등급 및 가중치를 반영한 최종 점수를 산출한다.

위 방법론의 경우 엑셀 파일과 BIM 데이터의 1대 1 비교 매칭을 통해 이뤄지며, 저탄소 인증제품의 유효기간이 만료되거나 해당 제품의 인증이 폐기될 경우, 혹은 인증이 갱신되어 추가적으로 저탄소 인증제품이 늘어나는 경우에 사용자가 홈페이지에서 갱신된 엑셀파일을 다운로드 해야한다는 불편한 점이 발생한다. 단순 검색과 비교도 시간이 오래 걸

리기 때문에 자동으로 갱신된 정보를 불러와 매칭하는 방법론으로의 개선이 필요하다.

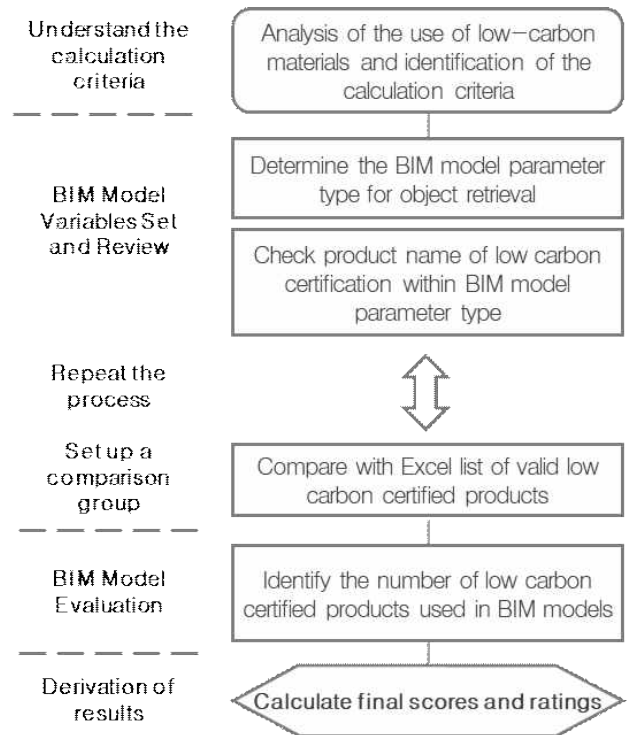


Figure 2. Automation Evaluation Methodology

3.3 BIM기반 저탄소 자재 목록

저탄소 인증제품은 환경성적표지 인증을 받은 제품 중 저탄소제품 기준 고시에 적합한 제품을 말한다. 탄소발자국 값이 최대 허용 탄소배출량 이하이고, 최대 허용 탄소배출량이 없는 경우 최소 탄소 감축률을 적용하여 산출한다. 환경성적표지는 환경부에서 총괄하며, 인증 및 관리는 한국환경산업기술원에서 실행하고 있다. 저탄소 인증제품은 환경기술산업서비스 홈페이지에서 확인할 수 있으며, 매달 말일에 갱신되는 제품의 리스트를 엑셀 파일로 제공한다. 또한 환경부 홈페이지의 사전정보공표에서 매년 12월 1달씩 갱신된 자료를 통합한 자료를 확인할 수 있다.

본 연구에서는 BIM 모델의 객체를 선택하여 선택한 부재의 속성 중 재료와 관련한 데이터를 추출하여 저탄소 인증받은 제품 리스트와 대조한다. 다양한 환경성선언 제품들은 홈페이지에 공공데이터로써 고시되어 있기 때문에 평가에 사용할 수 있다.

Table 4는 BIM 모델에서 환경성적표지 인증받은 제품의 사용 여부와 제품명을 확인할 수 있는 속성정보와, 환경부에서 제공하는 환경성적표지 인증제품의 유효 현황 자료이다. BIM 모델에 환경성적표지 인증제품을 확인하기 위해 '친환경 건물 특성' 유형을 추가하고, 내부 파라미터를 친환경 자재 사용 여부와 제품명으로 구분한 것이다. 샘플 모델의 설

환경성적표지 인증제품 유효 현황은 기준이 되는 일시 표
기와 함께 엑셀파일로 제공됩니다. 엑셀 자료에는 친환경 제품
을 개발한 기업명과 사업자 등록번호, 환경성적표지 인증의
영향범주, 최초와 파생으로 나뉘는 인증의 구분과 제품의 인
증번호, 제품군과 제품명을 확인할 수 있다. 또한 해당 제품
의 7대 영향범주 별 계산 근거값도 확인할 수 있다. 영향범
주 별 제조 전, 제조, 사용, 폐기 단계별로 발생하는 환경 영
향이 분석되어 있다. 또한 해당 제품의 환경성적표지 인증의
유효기간도 확인할 수 있다. 2024년 11월 30일 기준 2755개
제품이 환경성적표지 인증을 받았으며, 그 중 저탄소 인증을
받은 제품은 261개이고 유효현황은 매달 갱신된다.

[illegible]

본 연구는 저탄소 자재 사용 평가를 효율적으로 자동화하기 위해, 공공기관에서 제공하는 오픈 데이터(API)와 BIM 데이터를 연동하는 시스템을 개발하는 데 초점을 맞추었다. 이를 통해 설계단계에서 저탄소 인증제품의 사용 여부를 신속하고 정확하게 평가할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

품 리스트를 실시간으로 시스템에 연동한다.(Park 2017) 구체적으로, 공공기관에서 제공하는 오픈 API는 최신 인증 데이터 자동으로 갱신하며, 이 데이터는 시스템 내부 데이터베이스에 저장된다. 데이터베이스는 설계 과정에서 필요한 인증 정보를 평가에 필요한 요구정보를 설정한 값과 비교, 매칭하는 구조로 형성한다.

API 연동의 주요 장점은 데이터의 실시간 접근성과 신뢰성에 있다. 설계자는 별도의 수작업 없이 최신 인증제품 정보를 바로 확인할 수 있으며, 나아가 BIM 데이터 내의 속성 값과 인증제품 데이터의 유효성 검증이 시스템 내에서 자동으로 이루어진다.

이와 같은 API 연동 구조는 평가 프로세스의 효율성을 높이고, 설계단계에서의 데이터 활용도를 높이는 데 기여한다. 오픈 API를 연동하여 데이터를 활용하는 방법론이 적용된 자동화 평가 시스템은 설계자가 보다 신속하고 정확한 검토 및 평가를 할 수 있도록 하여, ‘저탄소 자재의 사용’ 항목 평가의 신뢰성과 편의성을 확보할 수 있다. 또한 항목 평가 시점에 따른 환경성적표지 유효 인증제품 리스트의 수동 갱신 및 제품 데이터 비교 과정을 자동화하여 업무 프로세스를 개선해 효율성을 높일 수 있다.



40 大韓建築學會聯合論文集 27권3호(통권127호) 2025년 06월

4.1 BIM기반 저탄소 자재 사용 자동화 평가 시스템

본 연구에서는 녹색건축 인증제도의 재료 및 자원 분야 항목들의 ‘저탄소 자재의 사용’을 BIM 데이터를 통해 자동화 평가를 실현하고자 한다. 이를 위해 녹색건축인증 해설서를 기반으로 항목의 산출기준을 분석하고, BIM 데이터의 분류체제를 확인하였다. 또한 실용성을 높이기 위해 매달 갱신되는 저탄소 인증제품 유효 인증현황을 자동으로 반영하기 위해 오픈 API를 활용하여 시스템에 연동하는 방법론을 제시하였다. 이를 기반으로 평가를 자동화하기 위한 시스템을 Figure 3과 같이 구현하였다.

Figure 3의 시스템은 BIM모델 데이터와 도면 정보를 확인 가능하며, BIM 객체의 속성정보를 확인할 수 있다. 또한 녹색건축 인증평가 항목과 점수를 표시하고, 각각의 평가 결과를 확인하도록 시스템을 디자인하였다. 녹색건축인증은 자동화 평가 룰셋을 기반으로 BIM 데이터를 추출하고 녹색건축 인증 평가를 진행한다. 저탄소 자재의 사용 항목의 자동화 평가를 실행한 화면이다. 사용자는 시스템을 통해 평가를 실행한 BIM 모델의 속성정보와 형상정보를 확인할 수 있고, 산출된 결과를 통해 사전에 모델검토를 진행할 수 있다 (Hwang et al., 2024). 또한 항목별 배점과 취득한 등급 및 점수, 자동화 룰셋 기반 평가 로직을 통해서 산출기준에 따른 결과값을 종합해서 표시한다.

본 연구에서는 10층 규모의 샘플모델에 평가에 필요한 저탄소 인증제품 데이터를 저탄소 자재 인증 데이터 기반으로

정하여 사용 여부와 제품 이름을 검색할 수 있도록 분석모델을 작성하고, 저탄소 인증제품을 입력하여 시스템을 통해 저탄소 자재의 사용 항목을 평가하도록 시스템을 개발하였다. 이후 실제 입력한 저탄소 자재값과 시스템을 통해 출력된 결과를 비교하여 시스템의 정확도를 검토하였다. 샘플 모델에 사용된 저탄소 인증제품은 2025년 03월 31일 기준으로 갱신된 환경성적표지 유효 인증현황 제품 리스트를 기준으로 선정하였다. Table 5는 샘플모델에 사용된 저탄소 제품과 해당 제품이 사용된 건축 부재 유형이다. 실제 입력한 BIM 모델 정보와 환경성적표지 유효인증 현황 데이터 자료이며 시스템 결과창에 동일한 데이터가 추출되는지 검토하는 방식으로 연구를 진행하였다. 벽, 바닥, 기둥, 창호의 4개 유형에 매개변수를 입력하도록 설정하였으며, 벽은 단열재로 사용하는 제품을 포함한다. 실제 입력한 저탄소 제품으로 레드믹스트 콘크리트(25-24-150, 수도권), 경질폴리우레탄폼 단열재(2호 2종), 레미탈(일반바닥용(FS100)), 콘크리트 충전기둥 I-CFT Column, WINCHE 창호 칼라 프로파일을 모델에 입력하였고, 시스템이 정확하게 검색하여 비교하고 평가한다.

Table 5. Analytical Model Input Data

Absence	Name of the product	
Wall	레드믹스트 콘크리트[24-25-150, 수도권]	
	Insulator	경질폴리우레탄폼단열재 [2종 2호]
Floor	레미탈(일반바닥용(FS100))	
Column	콘크리트 충전기둥 I-CFT Column	
Window	WINCHE 창호 칼라 프로파일	

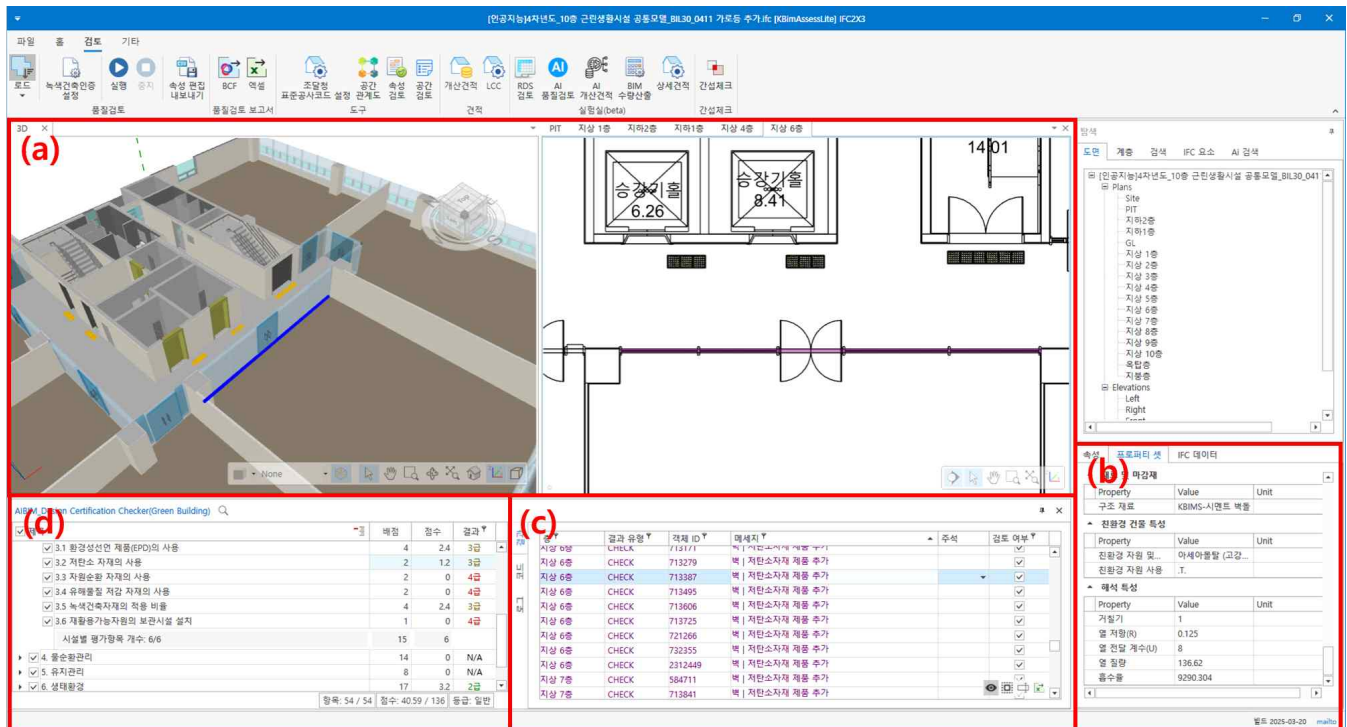


Figure 4. Automation Evaluation System Interface

적합한 내용을 입력하였다. 친환경 건물 특성 매개변수를 설

4.2 저탄소 자재 사용 자동화 평가 결과 분석

본 연구에서 진행한 저탄소 자재 사용 항목의 자동화 평가는 우선 건축 부재를 검색하고, 검색된 객체들의 친환경 건축 특성 매개변수를 확인한다. 매개변수 유형 내 사용 여부 및 제품명을 추출한다. 이후 시스템과 연동된 오픈 API를 통해 검토 기간 기준 가장 최근 갱신된 환경성적표지 유효 인증현황 제품 목록을 불러와 자동 매칭 과정을 통해 저탄소 인증제품 유효성 여부를 비교한다. 건축 부재에 사용된 재료가 저탄소 인증제품일 경우 결과창에 해당 재료가 사용된 객체와 제품명이 표시되며, 결과적으로 몇 개의 저탄소 인증제품이 사용되었는지를 계산하고 등급 및 점수를 산출한다.

Figure 4는 샘플모델을 BIM기반 평가 자동화 시스템을 통해 검토한 결과 화면이다. (a) 화면에서 BIM 모델의 3D 형상과 2D 도면을 확인할 수 있고, (b) 화면에서 저탄소 인증제품이 사용된 객체와 주요부재 분류, 제품명을 확인할 수 있다. 이때 객체를 선택하면 해당 객체가 모델의 어떤 부재인지 (a) 화면을 통해 시각화할 수 있으며, (c) 화면에서 객체의 속성정보를 파악할 수 있다. (d) 화면에는 녹색건축 인증제도의 평가 항목을 분야별로 확인하고 배점 및 평가 등급을 확인할 수 있다. Table 6은 시스템 평가 결과를 통해 샘플 모델에 사용한 저탄소 인증제품을 BIM 모델에서 검색하고 객체를 추출하여 시각화할 수 있는지를 검증한 화면이다. 주요부재별 저탄소 인증제품이 정확하게 입력되어 있는지를 확인하고, 추출된 객체의 속성정보를 확인하여 매개변수 값이 결과창에 나타난 값과 동일한지를 비교하였다. 건축물의 부재별로 저탄소 제품의 사용 여부와 제품명을 확인한 이후 실제 사용된 개수와 ‘저탄소 자재의 사용’ 항목의 산출기준을 비교하여 전체 결과 메시지를 출력하고, 실제 결과창에 점수로 반영되는지를 검토하였다. 벽, 바닥, 기둥, 창호, 단열재(벽)에 Table 5에서 설정한 저탄소 인증제품을 추출한 것으로 나타났다으며, 해당 객체를 선택했을 때 형상정보와 속성정보가 정확하게 출력되는 것을 확인하였다.

시스템 결과를 통해 샘플 모델에 적용된 제품과 등급이 정확하게 표시되었는지 확인하여 자동화 평가 시스템의 성능을 확인할 수 있었다. 저탄소 자재의 사용과 같은 평가기준을 가진 항목에 대해서도 동일한 방법론을 적용하여 시스템을 통해 자동화 평가가 가능하다는 것을 확인할 수 있었다. 기존 방법의 경우 적용된 저탄소제품의 목록을 제출한 자료를 기반으로 제품 인증서의 유효성을 평가하고, 설계도서 반영 여부 및 제품 적용의 적정성을 검토하는 과정을 거치기 때문에 효율성이 떨어지는 문제가 있었다. 하지만 시스템을 사용할 경우, 평가과정의 소요 시간을 획기적으로 단축할 수 있으며 평가 결과의 신뢰도도 확보할 수 있다. 또한 ‘저탄소 자재의 사용’ 항목과 유사한 산출기준을 통해 평가

Table 6. Analysis Model Automation Evaluation Results (3D-2D Target Object Extraction)

Category	Information
Wall	
Floor	
Column	
Windows	
Insulation	

하는 재료 및 자원 분야의 추가 3개 항목에 대하여 같은 방법론을 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 저탄소 자재의 사용과 같은 대표적인 방법론을 우선적으로 개발하고, 유사 항목과 개발된 항목 사이 차이점을 분석하여 기존의 룰셋을

다른 항목의 산출기준에 맞게 일부 수정하여 시스템에 적용하면 자동화 평가 시스템 업데이트가 빠르게 진행될 것이다. 이를 통해 녹색건축 인증평가 항목들의 산출기준을 분석하여 유사점이 있는 경우를 분류하고, 대표적인 항목에 대한 자동화 평가 룰셋을 우선적으로 개발할 경우 유사 항목에 대한 자동화 평가가 빠르게 진행되는 가능성을 시사하였다.

5. 결론

본 연구에서는 녹색건축 인증제도의 재료 및 자원 분야에서 저탄소 자재의 사용 항목 평가를 BIM 데이터 기반으로 자동화하여 검토 시스템을 개발하고 정확성 및 실용성을 검증하였다. 이를 위해 평가에 필요한 데이터를 분석하고 추출하기 위한 방법론을 제안하며, 자동화를 위해 공공기관에서 제공하는 오픈 API와 시스템을 연동하여 매달 갱신되는 데이터로 인한 오류를 방지하였다. 또한, 재료 및 자원 분야의 6개 항목 중 인증받은 제품의 사용을 권장하고 적용된 제품의 개수를 통해 평가하는 4개의 항목에 대해 동일한 방법론을 적용할 수 있음을 시사하며 개발된 시스템에 검토하였다.

본 연구는 환경성인증 제품 데이터를 기반으로 실제 프로젝트에 적용된 제품을 비교하여 평가하는 항목들에 대한 평가방식을 개선하기 위해 진행되었다. BIM 데이터를 통해 요구정보를 추출하고 산출기준에 기반한 자동화 룰셋을 적용하여 사용자가 사전에 검토할 수 있도록 설계인증 자동화 평가 시스템을 개발하였다. 시스템의 정확도와 실용성을 검증하기 위해 샘플 모델에 저탄소 인증제품 데이터를 입력하여 검토 결과를 확인하였다. 시스템을 통해 ‘저탄소 자재의 사용’ 항목의 자동화 평가를 진행하여, BIM 모델에 사용된 저탄소 제품 데이터가 정확하게 추출되고, 사용된 부재의 형상정보 및 속성정보를 시스템 결과창에서 출력되었다.

자동화 평가 시스템을 통해 평가할 경우 사용된 제품의 목록, 실제 제품명과의 일치 확인, 인증서의 유효기간 확인 등의 과정을 거쳐야하는 기존 방식 대비 빠른 속도로 검토 결과를 확인하고, 필요에 따라 설계단계에서 즉각적인 피드백이 가능할 것이다. 이를 통해 설계자는 녹색건축인증의 취득 목표에 따라 설계 변경이 가능하기 때문에 설계 품질을 향상할 수 있어 인증 취득에 적합한 설계를 구현할 수 있다. 또한 BIM 기반 기술을 활용하여 반복적인 검증 단계를 줄여 평가 시간을 단축하고, 녹색건축인증의 전 항목을 시스템에 적용할 경우 녹색건축 인증제도 평가과정을 자동화하여 업무 효율을 향상할 수 있을 것이다.

향후 연구 방향으로 같은 방법론을 공유하는 항목의 자동화 평가 시스템 업데이트가 필요하다. 부재에 사용되는 환경

성적표지 인증은 제품의 개수가 산출기준인 항목에서 차이점을 분석하고 자동화 룰셋을 개발하여 시스템에 적용하고 검증하는 과정이 필요하다. 또한 이론적인 검증에서 그치는 것이 아니라 녹색건축 인증평가 관련 실무자를 대상으로 한 시스템 실용성 검증이 필요하다. 실무자 대상의 검증을 위해 녹색건축 인증평가 자동화 시스템에 대한 사용 매뉴얼과 모델 작성 가이드라인 작성이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Choi, Y. J. (2015). Analyzing the Differential Views between the Designers and the Users on Certification Assessment Criteria of the G-SEED System - Focused on Certification Assessment Criteria for Apartment Buildings -, KIEAE Journal, 15(6), pp.87-92.
2. Presidential Committee on Carbon Neutrality and Green Growth 2025, (2050). Carbon Neutrality Strategy.
3. Lee, Y.J., Kim, M.K., Jun, H.J. (2016). A Study on the Application of BIM System for G-SEED Certification Assessment, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 32(12), pp.63-70.
4. Lee, H. Y., Kim, J. G., Choi, J. S., Won, S. K. (2022). Basic Research on BIM-based Design Certification Evaluation and Operating System, Korean Journal of Computational Design and Engineering, 27(4), pp.425-434.
5. Park, Y.S., Moon, J.S. (2014). A study on the BIM design collaboration in block residential projects focused on the combination method of unit plan models. Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 30(2), pp.15-22.
6. Hong, S. C., Kim, S. T. (2018). A Basic Study on Review BIM Guidelines for an Automatic Review of Certification Method of Health and Barrier Free Environment - Focused on the LOD(Level of Development) -. Journal of the Korean Institute of Interior Design, 27(4), pp.104-117.
7. Kim, I.H., Lee, S.J., Choi, J.S., (2021). Proposal of Development and Application of the Buildings by Use Classification System for openBIM-based Automatic Rule Checking. Korean Journal of Computational Design and Engineering, 26(4), 408-417.
8. Kang, K. J., Kim, G. T. K., Ma, J. H., Yu, E. S., Choi, J. S. (2022). Development of openBIM-based BF Certification Evaluation Rule Interoperation. Korean Journal of Computational Design and Engineering, 27(3),

- pp.259-268.
9. Choi, J.S., Kim, G.T., Hwang, H.B., Ahn, Y.H., Yu, E.S. (2024). A Research on the ChatGPT API Linkage Process of BIM-based Design Certification Automation Evaluation System. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 29(3), pp.221-231.
10. Hong S.C., Kim S.T. (2024). A Basic Study on the Configuration of BIM Templates for the Barrier-Free Living Environments Certification - Focused on Creating BIM Models for Architecture -. *Journal of the Korea Institute of the Spatial Design*, 19(4), pp.61-75.
11. Hussain, M.D., Zheng, B.W., Chi, H.L., Hsu, S.C., Chen, J.H. (2023). Automated and continuous BIM-based life cycle carbon assessment for infrastructure design projects. *Resources, Conservation and Recycling*, 190.
12. Zhao, L., Zhang, W., Wang, W.S. (2022). BIM-Based Multi-Objective Optimization of Low-Carbon and Energy-Saving Buildings. *Sustainability*, 14(20).
13. Yu, E.S., Ahn, Y.H., Choi, J.S. (2023). A Research on the Systematization of BIM Library Requirement Information for Green Building Certification. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 28(4), pp.408-419.
14. Kim, D.Y., Lee, S.W., Nam, J.H., Kim, B.S., Kim, S.J. (2022). Strategies for Activating BIM-data Sharing in Construction - Based on cases of defining practical data and a survey of practitioners -. *Journal of KIBIM*, 27(1), pp.72-8.
15. Dubljevic, S.J., Tepavcevic, B.J., Markoski, B.K., Andelkovic. (2023). Computational BIM tool for automated LEED certification process. *Energy & Buildings*, 292.
16. Lee, Y.J., Kim, M.K., Jun, H.J. (2016). A Study on the Application of BIM System for G-SEED Certification Assessment. *JOURNAL OF THE ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA Planning & Design*, 32(12), pp.63-70.
17. Liu, Y., Pedrycz, W.T., Deveci, M.H.M., Chen, Z.S. (2024). BIM-based building performance assessment of green buildings - A case study from China. *Applied Energy*, 373.
18. Ilhan, B.R.Y., Yaman, H.K. (2016). Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM-based design decisions. *Automation in Construction*, 70. pp.26-37.
19. Yu, E.S., Choi, J.S. (2023) Development of building information modeling-based automation assessment process for universal design of public buildings. *Journal of Computational Design and Engineering*, 10(2). pp.641-654.
20. Lee, Y.H., Kim, I.H., Choi, J.S. (2020). Development of BIM-Based Risk Rating Estimation Automation and a Design-for-Safety Review System. *Applied Sciences*, 10(11), 3902.
21. Korea Environmental Industry & Technology Institute. Environmental Performance Label Environmental Information 7 Major Impact Categories.
22. Ma, J. H., Yu, E. S., Ahn, Y. H., Choi, J. C. (2022). A Study on Evaluation Item Data Classification for BIM-based BF Certification Evaluation, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 27(2), pp.126-136.
23. Hwang, H.B., Yu, E.S., Choi, J.S. (2024). A Research on the Data Utilization Method for the Assessment of Natural Ground Green Area for BIM-Based Green Building Certification. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 29(3), pp.211-220.
24. Park, kyoung Jun (2017). A Study on Improvement of BIM(Building Information Modeling) Working Environment in Architectural Design Area Using API(Application Program Interface). *The Korean Society of Science & Art*, 30, pp.107-117.

■ (Received:2025.04.07, Revised:2025.04.29, Accepted:2025.05.07)