

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

## 탄소중립건축지수(ZCBI) 기반 탄소중립건축인증 제안

### Proposal of Zero Carbon Building Certification based on Zero Carbon Building Index

○왕 성 조\* 김 성 경\*\* 이 충 원\*\*\* 장 형 제\*\*\*\* 태 성 호\*\*\*\*\*  
Wang, Seongjo Kim, Sungjyung Lee, ChungwonJang Jang,Hyungjae Tae, Sungho

#### Abstract

전지구적 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 미국, 영국, 호주, 캐나다 등 환경 선진국은 민간기관 주도로 건축물 전 생애주기 관점의 탄소중립건축인증 시행하고 있으나, 국내의 경우 운영단계에서의 에너지사용량 저감 제도에 집중되고 있으며 전 생애주기 관점의 탄소중립 성능 평가 제도가 부재하다. 이에 본 연구에서는 내재탄소를 포함한 건축물 전과정 탄소중립 성능 정량 평가 제도를 제안하는 것을 목적으로 탄소중립건축지수(ZCBI) 기반의 탄소중립건축인증(ZCB인증)을 제안하였다. ZCB인증은 점진적인 전과정 탄소배출량 최소화 및 탄소감축량 최대화를 유도·촉진하고 건설자재 제조·운송, 건설장비·시공, 건설폐기물 처리·운송 등의 건설 관련 산업군의 탈탄소 연계에 기여할 수 있도록 전과정 탄소배출량 대비 탄소감축량의 비율(%)인 ZCBI 평가 체계(Index)를 기반으로 한다. ZCBI는 분모의 전과정 탄소배출량을 생산단계, 시공단계, 운영단계, 폐기단계에 대한 생애주기 단계별 탄소배출량의 합으로 산정하며, 분자의 전과정 탄소감축량은 탄소저감량, 탄소흡수량, 탄소포집량, 탄소상쇄량에 대한 탄소감축량의 합으로 산정한 후 백분율로 최종 도출한다.

키워드 : 탄소중립, 탄소중립건축인증, ZCB인증, 탄소중립건축지수, 건축물 전과정평가

Keywords : Carbon neutral, Zero Carbon Building Certification, ZCB, Zero Carbon Building Index, Building Life Cycle Assessment

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

기후위기 대응을 위해 국내를 포함한 많은 주요국은 2050년까지 탄소중립 달성을 선언하였다. 국내의 건물부문 탄소배출량은 전환, 산업, 수송에 이어 네 번째로 높은 비중을 나타내고 있다. 특히, 2050 탄소중립녹색성장위원회는 생애주기 관점의 탄소중립건축물 관리제도를 마련할 것을 제안하였으며, 건물부문 생애주기 관점의 탄소중립 제도화는 건설자재 제조·운송, 건설장비·시공, 에너지·유지관리, 건설폐기물 처리·운송 등 다양한 산업군의 탈탄소에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

이에 본 연구는 건축물 전(全) 생애주기 관점의 탄소중립 성능 정량 평가 제도를 제안하는 것을 목적으로 하여, 내재탄소를 포함한 전과정 탄소배출량 및 탄소감축량 평가 체계인 탄소중립건축지수 기반의 탄소중립건축인증을 제안하는 것을 최종 목표로 한다.

\* 한양대 탄소중립스마트건축센터 박사 후 연구원, 공학박사

\*\* 한양대 스마트시티공학과 석사과정

\*\*\* 한양대 스마트시티공학과 석사사통합과정

\*\*\*\* 한양대 스마트융합공학부 조교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 한양대 건축학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : School of Architecture and Architectural Engineering, Hanyang University, jnb55@hanyang.ac.kr)

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. 과제번호: 2021R1A2C2095630, 과제번호: RS-2023-00217322

#### 2. 기존문헌 고찰

##### 2.1 해외 탄소중립건축인증

미국, 영국, 호주, 캐나다 등 해외 환경 선진국은 민간기관 주도로 내재탄소를 포함한 건축물 생애주기 관점의 탄소중립건축인증을 운영 중이다. 미국 USGBC의 LEED Zero Carbon, 캐나다 CAGBC의 Zero Carbon Building, 호주 ILFI의 Zero Carbon Certification, 영국 BRE, UKGBC 등 9개 기관의 UK Net Zero Carbon Building 등이 있으며, EU의 경우 2028년부터 모든 회원국을 대상으로 연면적 1,000㎡ 이상 신축건축물을 Carbon Emissions Building 인증 취득을 의무화하도록 발표하였다.

##### 2.2 국내 탄소중립건축인증

국내의 경우 운영과정에서의 에너지사용량 저감 제도에 집중되고 있으며 내재탄소(Embodied Carbon)를 포함한 전과정 탄소중립 성능 평가 제도가 부재하다. 내재탄소는 건축물 전과정 탄소배출량의 약 30% 이상을 차지하고, 이는 건설자재 제조·운송, 건설장비·시공, 건설폐기물 처리·운송 등 다양한 건설관련 산업군의 탈탄소에 연계 가능한 부문으로서 전과정이 고려된 획일화된 제도가 요구된다.

또한, 최근 지속가능보고서, ESG경영 등에서 프로젝트 단위의 탄소배출량 정량 평가 수요가 증가하고 있으나, 탄소감축량 평가 기준 및 지침 등이 부재하여 평가자에 따라 평가 결과가 상이한 문제가 발생하는 등 획일화된 전과정 탄소중립 성능 평가 제도가 지속적으로 요구되고 있다.

### 3. 탄소중립건축인증

#### 3.1 탄소중립건축인증 (ZCB인증)

본 연구는 2050 탄소중립 목표를 점진적으로 실현하기 위하여 건축물 전과정 탄소중립 성능 정량 평가 제도인 탄소중립건축인증(Zero Carbon Building Certification, 이하 ZCB인증)를 제안한다.

ZCB인증은 건축물 전과정 단계인 생산단계, 시공단계, 운영단계, 폐기단계에 대한 탄소배출량뿐만 아니라 전과정 탄소감축량을 정량적으로 산정한 후 이를 지수(Index)로 최종 도출함으로써 탄소중립 성능을 정량적으로 평가 가능한 인증이다.



그림1. 탄소중립건축지수(ZCBI) 평가 체계

#### 3.2 탄소중립건축지수 (ZCBI)

ZCB인증 평가 결과는 탄소중립건축지수(Zero Carbon Building Index, 이하 ZCBI)로 도출된다. 이는 전과정 탄소배출량(Carbon Emitted) 대비 다양한 탄소 감축 활동을 통해 감축되는 탄소감축량(Carbon Avoided)의 비율(%)이다. ZCBI는 식(1)과 같이 ZCBI 분모인 탄소배출량 최소화 및 ZCBI 분자인 탄소감축량 최대화를 통해 설계단계에서부터 ZCBI 최적화를 고려할 수 있는 지속가능한 평가 체계이다.

$$ZCBI(\%) = \frac{Carbon\ Avoided}{Carbon\ Emitted} \times 100 \quad (1)$$

여기서,

ZCBI (Zero Carbon Building Index) : 탄소중립건축지수 (%)

Carbon Emitted : 전과정 탄소배출량 (kgCO<sub>2e</sub>)

Carbon Avoided : 전과정 탄소감축량 (kgCO<sub>2e</sub>)

ZCBI 분모에 위치한 전과정 탄소배출량은 생산단계, 시공단계, 운영단계, 폐기단계에서 발생하는 건축물 전 생애주기 단계별 탄소배출량의 합으로 산정한다.

$$Carbon\ Emitted = A1-A3CE + A4-A5CE + B1-B7CE + C1-C4CE \quad (2)$$

여기서,

A1-A3CE (A1-A3Carbon Emitted) : 생산단계 탄소배출량 (kgCO<sub>2e</sub>)

A4-A5CE (A4-A5Carbon Emitted) : 시공단계 탄소배출량 (kgCO<sub>2e</sub>)

B1-B7CE (B1-B7Carbon Emitted) : 운영단계 탄소배출량 (kgCO<sub>2e</sub>)

C1-C4CE (C1-C4Carbon Emitted) : 폐기단계 탄소배출량 (kgCO<sub>2e</sub>)

ZCBI 분자에 위치한 전과정 탄소감축량은 생산단계, 시공단계, 운영단계, 폐기단계, 이후단계에서의 탄소저감량(CR), 탄소흡수량(CA), 탄소포집량(CC), 탄소상쇄량(CO)에 대한 합으로 산정한다. 또한 현재 기술 수준을 고려하여 다양한 저탄소 기술을 저탄소 기술 인증(LCTC) 절차를 통해 탄소감축량 산정 방법론 및 인정 여부를 검토한다.

$$Carbon\ Avoided = CR + CA + CC + CO + LCTC \quad (3)$$

여기서,

CR (Carbon Reduction) : 탄소저감량 (kgCO<sub>2e</sub>)

CA (Carbon Absorption) : 탄소흡수량 (kgCO<sub>2e</sub>)

CC (Carbon Capture) : 탄소포집량 (kgCO<sub>2e</sub>)

CO (Carbon Offset) : 탄소상쇄량 (kgCO<sub>2e</sub>)

LCTC (Low Carbon Technology Certification) : 저탄소 기술 인증

### 4. 결론

본 연구는 건축물 전(全) 생애주기 관점의 탄소중립 성능 정량 평가 제도를 제안하는 것을 목적으로 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2050 탄소중립 목표를 점진적으로 실현하는 데 이바지하는 것을 목적으로 전과정 탄소중립 성능 정량 평가 제도인 탄소중립건축인증(ZCB인증)를 제안하였다.
2. ZCB인증은 건축물 전과정 탄소중립 성능에 대한 지수(Index)로 도출되는 탄소중립건축지수(ZCBI)를 기반으로 하며, ZCBI는 전과정 탄소배출량 대비 다양한 탄소 감축 활동을 통해 감축되는 탄소감축량의 비율이다.
3. 전과정 탄소배출량은 생산단계, 시공단계, 운영단계, 폐기단계에서 발생하는 탄소배출량의 합으로 산정하며, 전과정 탄소감축량은 탄소저감량, 탄소흡수량, 탄소포집량, 탄소상쇄량의 합으로 산정한다.
4. 탄소감축량의 경우 새롭게 개발되거나 정량적인 탄소감축량 평가 방법론이 부재한 기술을 대상으로 ZCB인증 내 저탄소 기술 인증(LCTC)을 통해 산정 가능하다.
5. ZCB인증 제도화는 건설자재 제조, 운송, 건설폐기물 등 다양한 건설 관련 산업의 탈탄소에 기여함으로써 2050 탄소중립 실현에 이바지할 수 있을 것으로 예상된다.

### 참고문헌

1. 왕성조, 건축물 전과정평가 기반의 탄소중립건축물 인증제에 관한 연구, 한양대학교 박사학위 논문, 2023.
2. 2050 탄소중립녹색성장위원회, 2050 탄소중립 시나리오 세부 산출근거, 2022.
3. 탄소중립스마트건축센터, 탄소중립건축 인증 지침, 2023.
4. ASHRAE, Building Live Cycle Global Warming Potential: New Indicator Required By the Revised EPBD, 2024.
5. 환경부 기후전략과, 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법, 2024.