

# 리모델링 건축물의 전과정 탄소배출량 사례 평가 분석

## Analysis of Life Cycle Assessment of Renovation Building Through Case Study

임효진<sup>1</sup> · 장형제<sup>1</sup> · 태성호<sup>2\*</sup>

Hyojin Lim<sup>1</sup> · Hyeongjae Jang<sup>1</sup> · Sungho Tae<sup>2\*</sup>

### Abstract

In Korea, construction and development has been continued rapidly since the 1970s, and the reconstruction and renovation market has recently been activated to improve old buildings. Most of the environmental evaluation of reconstruction and renovation projects is focused on the use of operating energy, and It is necessary to analyze carbon emissions throughout the life cycle for a comprehensive evaluation of reconstruction and remodeling projects. Therefore, this study quantitatively predicted carbon emissions from reconstruction and renovation based on ISO 14040s through case analysis for the purpose of evaluating the carbon emissions of renovated buildings from the perspective of the whole life cycle. In additional, the amount of carbon savings of each was analyzed through comparison with existing building.

키 워 드 : 건축물 전과정평가, 리모델링, 재건축, 탄소배출량, 사례평가

Keywords : building life cycle assessment, renovation, reconstruction, carbon emission, case study

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

국내에서는 70년대 이후 급격한 건설개발을 지속해 왔으며, 국내 70%이상을 차지하고 있는 노후화된 건축물을 개선하고자 재건축 및 리모델링 시장이 활성화되고 있는 실정이다[1]. 특히, 재건축 사업은 많은 환경적 문제를 야기하고 있어 2050 탄소중립 실현을 위해 리모델링 사업이 대안으로 부각되고 있다. 재건축과 리모델링 사업의 환경성 평가를 통한 의사결정에 대한 필요성이 대두되고 있으나, 이에 대한 연구는 미비한 실정이다. 특히, 현재 리모델링의 환경영향을 저감하기 위한 연구나 제도 및 정책은 대부분 운영단계에서의 에너지 저감에 집중되어 있기 때문에 운영단계 뿐만 아니라 생산단계, 시공단계 및 폐기단계를 고려한 전생애주기 관점에서의 환경영향 평가가 필요한 실정이다[2]. 따라서 본 연구는 리모델링 사업의 환경적 측면에서의 의사결정 지원을 목적으로 사례분석을 통해 ISO 14040s를 기반으로 재건축과 리모델링에서 발생하는 건축물의 탄소배출량을 전생애주기 관점에서 정량적으로 예측하였으며, 기존건축물과의 비교를 통해 각각의 탄소 절감량을 비교 및 분석하였다.

## 2. 건축물 전과정 평가

### 2.1 평가 범위 및 방법

본 연구에서는 서울특별시 송파구 방이동에 지상 2층, 지하 1층 규모의 철근콘크리트 구조로 건설되어 있는 일반건축물을 지상 3층, 지하1층의 철골조 및 철근콘크리트구조 건축물로 리모델링하는 과정에서 리모델링 사업에 대한 의사결정 및 타당성 분석을 위해 재건축과 리모델링 사업시 발생하는 탄소배출량을 비교 분석하였으며, 기존에 건설되어 있었던 건축물의 탄소배출량을 예측하여 기존건축물의 탄소배출량 대비 재건축 및 리모델링을 통한 탄소 절감량을 분석하였다.

본 평가대상 건축물의 평가 기간은 건축물 전과정평가 작성지침에서 권장하고 있는 50년으로 설정하였으며, 평가 범위는 평가대상 건축물에 투입되는 건축자재를 생산하는 생산단계에서부터 건축물을 구성할 건축자재를 생산지로부터 건설 현장까지 운송하는 운송과정과 시공 공종별로 투입되는 기계장비로 인해 발생하는 에너지를 포함한 시공단계, 건축물이 운영 및 유지 관리되는 운영단계, 건축물의 수명이 다하여 해체되고 건설폐기물이 소각 또는 매립되는 폐기단계를 포함하는 건축물의 전생애주기로 설정하였다.

1) 한양대 대학원 박사과정, 건축시스템공학과

2) 한양대학교 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(jnb55@hanyang.ac.kr)

## 2.2 탄소배출량 평가

본 연구는 건축물 전과정 평가기법을 통해 평가 대상 건축물이 전생애주기 동안 발생시킬 수 있는 잠재적인 환경영향을 정량적으로 평가하였다. 평가를 위해 건축물에 투입되는 건축자재에 대한 데이터 수집은 설계내역서 또는 시공내역서를 기반으로 평가해야 하나, 작성된 내역서가 부재함에 따라 동일한 유형 및 구조 형식에 따른 주요 건축자재 투입물량 데이터베이스를 기반으로 주요 건축자재를 도출하여 평가하였다. 또한, ISO 13790, DIN 18599 등 규격에 따른 총량적 에너지 소요량 산출 관련 평가 방법론을 적용하여 운영단계에서 사용되는 연간 1차 에너지 소요량을 도출하였다. 기존 건축물의 외피 열관류율 및 창호 성능은 1980년대 시행된 건축법시행 규칙을 적용하였으며, 재건축 및 리모델링 건축물의 외피 열관류율 및 창호 성능은 현행되고 있는 에너지절약설계기준을 적용하여 평가하였다. 운송과정의 환경영향을 평가하기 위한 건축자재별 운송차량은 2022년 건축공사 표준품셈을 참고하였으며, 시공과정의 에너지소비량 데이터는 현장에서 투입된 정확한 에너지소비량 데이터의 수집이 불가능함에 따라 기존 문헌자료의 동종 유사 건축물에 대한 에너지소비량 데이터를 적용하여 평가하였다.

## 3. 평가결과

본 평가대상 건축물의 재건축시 발생하는 단위면적당 탄소배출량 평가결과는 1.77E+03kg-CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>으로 평가되었으며, 기존 건축물 대비 30.59%의 절감된 것으로 분석되었다. 리모델링 사업시 발생하는 단위면적당 탄소배출량 평가결과는 1.37E+03kg-CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>으로 평가되었으며, 기존 건축물 대비 46.27% 절감된 것으로 분석되었다. 분석결과 탄소배출량 절감효과는 재건축사업 대비 리모델링 사업에서의 절감량이 더 높은 것으로 분석되었으며, 리모델링 사업으로 인한 탄소배출 절감량은 재건축사업 대비 22.34% 높은 것으로 분석되었다. 표 1은 평가대상 건축물에 대한 재건축 및 리모델링 탄소배출량 평가 결과를 나타낸다.

표 1. 지구온난화 평가 결과

구분	건물단위 발생량			단위면적당 발생량		
	(kg-CO <sub>2</sub> eq)			(kg-CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )		
	기존	재건축	리모델링	기존	재건축	리모델링
생산단계	5.65E+06	9.97E+06	4.46E+06	5.29E+02	6.87E+02	3.07E+02
시공과정	2.80E+05	3.82E+05	1.08E+05	2.62E+01	2.62E+01	1.18E+01
운영단계	2.13E+07	2.74E+07	2.74E+07	2.00E+03	1.05E+03	1.05E+03
폐기단계	3.00E+04	4.28E+04	4.28E+04	2.80E+00	2.95E+00	2.95E+00
합계	2.73E+07	3.78E+07	3.20E+07	2.55E+03	1.77E+03	1.37E+03
기존건축물 대비 재건축 절감률(%)						30.59%
기존건축물 대비 리모델링 절감률(%)						46.27%

## 4. 결 론

본 연구는 환경적 측면에서 재건축 및 리모델링 사업의 의사결정 지원을 위한 연구의 일환으로 건축물 전생애주기 관점에서 각각의 탄소배출량을 평가하였으며, 기존 건축물과의 비교 분석을 통해 탄소절감량을 분석하였다. 분석결과 리모델링사업으로 인한 탄소배출 절감량은 기존 건축물 및 재건축 사업에 비해 높은 것으로 분석되었으며, 이는 환경적 측면에서 재건축사업에 비해 리모델링 사업의 효율성이 높은 것으로 분석된다. 따라서 본 연구를 통해 재건축과 리모델링을 고려하는 발주자 등 의사결정자에게 효율적인 대안 선정에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 2021년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(과제번호: 2021R1A2C2095630)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

### 참고 문헌

1. 노승준 외 3인, 리모델링 건축물의 전과정 탄소배출량 평가모델 제안, 대한건축학회, 2015, 435-436
2. 조강희, 리모델링 건축 제도 분석을 통한 지속가능한 리모델링 건축 정책 제언에 관한 연구, 한양대 석사학위논문, 2022