

건물에너지 효율성 및 LCCO₂ 분석 시스템의 필요성

홍태훈 연세대학교 건축공학과 교수
윤강철 PB Korea 전략기획팀 팀장
구충완 연세대학교 건축공학과 박사과정
김지민 연세대학교 건축공학과 석사과정



1. 서론

1.1 배경 및 목적

전 세계적으로 지구온난화로 인한 위기감이 고조되면서 ‘교토의정서 (Kyoto protocol)’ 를 중심으로 한 기후변화 협약 등 온실가스 감축을 위한 노력이 전개되고 있다. 국내에서도 녹색성장 정책을 선도하고 기후변화협약에 능동적으로 대응하기 위하여 ‘세계일류의 녹색선진국 건설’ 을 비전으로 수립하여 정부 차원의 친환경, 에너지절감 대책을 마련, 추진 중에 있다.

이러한 정부차원의 녹색정책의 일환으로서, 건설분야에서도 거시적 관점에서의 로드맵(Road Map)을 제시하고 있고, 다양한 활동을 계획·추진 중에 있다. 특히, ‘국토해양 R&D 발전전략’ 을 제시하였고, 이를 구체화 하여 미래핵심 기술 (GREEN-UP 30)을 선정하였으며, 건설기술혁신, 첨단도시개발, 교통체계효율화, 항공선진화 등 4개의 사업군을 중심으로 한 9개의 과제에 대해서는 심화된 기획연구를 수행 중에 있다.

이러한 국가차원에서의 노력에 부응하여, 국내 우수대학의 대학원과정 이상의 연구소, 정부출연 산하 연구기관, 대기업 건설회사 연구소 등에서는 해외 선진기술에 대한 우수 사례 벤치마킹을 통하여, 국내의 현주소를 파악하고, 향후 나아가야 할 방향을 제시하는 등 연구개발 결과를 실용화시키기 위해 노력하고 있다.

일례로, 미국 또는 영국과 같은 선진국에서는 친환경 건설 사업관리(이하 Green CM이라 함) 역량이 기업의 경쟁력 강화를 위한 핵심 요소임을 명확하게 인식하고 있으며, 유지관

리단계에서의 에너지 사용량 및 온실가스 배출량을 모니터링하고 제어하기 위한 시스템 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

그런데, 이러한 결과물의 대부분은 특정 프로젝트 또는 건설 프로세스 상에서의 특정 단계에 국한된 것으로서, 개별적으로 관리되거나 사장되고 있다. 이러한 양질의 성과물을 통합 관리하고 적재적소에 활용함으로써, 보다 효과적인 성과물을 창출하기 위한 기반은 미비한 실정이라고 할 수 있다.

이러한 배경하에 국내·외적으로 환경에 대한 규제와 관심이 강화되고 있는 사회적 변화에 대한 인식을 바탕으로 하여, 미래 기술수요를 예측하여 친환경 건설 분야의 R&BD투자를 점차 확대해 나갈 필요가 있다.

1.2 건물 에너지 효율성 및 LCCO₂ 시스템 개발의 필요성

건축물의 에너지 사용은 온실가스 배출의 주된 원인이기 때문에, 시설물 관리 시스템(Facility Management System; FMS), 건물 에너지 관리 시스템(Building Energy Management System; BEMS), 스마트 그리드(Smart Grid) 등의 적용을 통해 에너지 효율을 최적화하려는 시도가 전개되고 있다.

그런데, 이러한 연구의 대부분은 건설 프로세스 전(全) 단계를 통합적으로 관리하기 위한 범위를 다루고 있다기 보다는 설계단계 또는 시공단계에 국한된 수준에 머무르고 있는 게 현실이다. 게다가 건축물에서의 온실가스 배출량이 가장 높은 유지관리단계에 대한 연구는 상당히 미비한 것으로 나타나고 있다.

또한, 국가 또는 도시와 같은 보다 거시적인 관점에서의 접근보다는 개별 건축물을 대상으로 한 미시적인 관점에서의 시스템 도입전략에 대한 연구가 대부분을 차지하고 있다. 일부 정부기관 및 지방자치단체에서 온실가스 관리시스템을 개발·적용하고 있으나, 아직 시스템이 불완전할 뿐만 아니라, 민간에서의 접근권한이 제한적이기 때문에 건물 사용자 및 관리자들이 활용하는데 한계를 갖고 있는 것으로 나타났다.

따라서, 본고에서는 향후 전개될 국가 또는 도시 레벨의 거시적인 관점에서의 온실가스 통합관리 시스템을 염두에 두고자 한다. 이러한 개념에 기초하여, 건설 프로세스 전(全) 단계에서의 건축물 온실가스 배출량을 통합적으로 관리하기 하고, 그 효과를 극대화 시키기 위한 전략을 제시하고자 한다.

이를 위한 사전적인 연구로서, 시설물 유형을 분류하고, 시설물 유형별 온실가스 배출과 관련된 데이터베이스를 구축하기 위한 기반을 조성할 필요가 있다. 또한, 이러한 기초 자료를 활용하여 건설 프로세스의 각 단계에서 발생하는 온실가스를 파악하고, 지속적이고 체계적으로 관리할 수 있는 기반을 마련하여야 한다. 궁극적으로 개별적인 건축물에 대한 관리수준은 국가 또는 도시차원에서의 외연확대가 가능할 것이다.

본고에서는 건물에너지 효율성 및 LCCO₂ 분석 시스템 개발을 위한 프레임워크를 제시하고자 한다. 이를 활용하여 건설 프로세스를 친환경적인 관점에서 통합 관리할 수 있는 Green CM 역량을 확보할 수 있을 것이며, 친환경분야의 신사업 개발이 가능할 것으로 전망된다.

2. 본론

2.1 시스템 개발 전략 및 목적

기존의 건물 에너지 효율성 및 LCCO₂ 분석 시스템은 여러 가지 문제점을 내포하고 있다. 이로 인해, 프로젝트 결과물의 품질저하, 노하우 축적 미흡의 문제가 초래되고 있으며, 결과적으로 프로젝트 수행역량의 지속적인 발전이 저해되고 있다. 구체적인 문제점은 다음과 같다.

- 생애주기비용(Life Cycle Cost) 및 온실가스(Life Cycle CO₂) 발생량 분석 기법 적용의 미흡
- 아웃소싱에 의한 단발적 사업수행으로 인한 노하우 축적 미흡
- 설계단계 또는 시공단계에 국한된 시스템 운영

- 여러 사업주체간 의사소통 단절로 인한 시너지 효과 미발생

따라서, 본고에서는 상기의 문제점을 극복하고, 나아가 글로벌 녹색 산업 경쟁력을 확보할 수 있고, 또한 신사업 개발 및 시장선점을 위한 방안을 제시하고자 한다. BIM 기반 건물에너지 효율성 및 LCCO₂ 분석 시스템(가칭)을 제안하고자 하며, 구체적인 결과물은 다음과 같다 (그림 1 참조).

- 엑셀 및 Web 기반 에너지 효율성 및 LCCO₂ 통합분석 모델
- 본사와 현장 간의 Nonstop 의사소통 시스템 구축
- 문제해결 및 의사결정을 위한 지원시스템
- LCCO₂ 모니터링 시스템



그림 1. 본고에서 제안하는 시스템 프레임워크

다음은 본고에서 제안하는 시스템 개발을 위한 BIM 기반 연계기술 및 LCCO₂ 분석 기법에 대한 세부내용을 제시한 것이다.

■ PART 1. 에너지 시뮬레이션 기반 에너지 효율성 평가

- (1) 에너지 시뮬레이션 도구(예: Energy Plus, Design Builder)에 대한 이해 및 체계적인 활용
- (2) 다양한 에너지 저감기법 도출 및 에너지 시뮬레이션 결과에 따른 에너지 효율성 평가

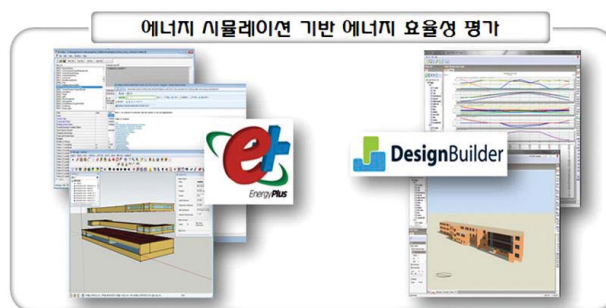


그림 2. 에너지 시뮬레이션 기반 에너지 효율성 평가

■ PART 2. 엑셀기반 LCC 및 LCCO₂ 통합분석 모델

- (3) 건축물 LCC 분석 및 대안분석 LCC 를 수행하기 위한 기본 도구로서의 엑셀기반 LCC 및 LCCO₂ 통합 분석 모델 개발
- (4) 상기의 통합모델을 활용함으로써 사용자 편의성(User Friendly)을 향상시키고, 결과물의 신뢰성을 향상시킴

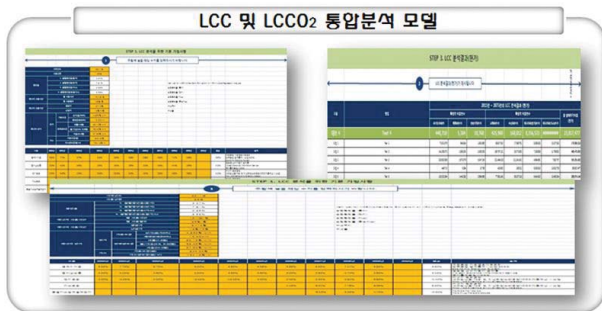


그림 3. 엑셀기반 LCC 및 LCCO₂ 통합분석 모델

■ PART 3. 시뮬레이션 기반 에너지 효율성 평가 시트 개발

- (5) BIM기반 연계기술로서의 에너지 효율성 평가시트 작성
- (6) 설계, 시공, 그리고 유지관리 단계에서 발생하는 에너지 발생량 및 LCCO₂ 분석



그림 4. 시뮬레이션 기반 에너지 효율성 평가시트 개발

■ PART 4. LCCO₂ 모니터링 시스템

- (7) 유지관리단계 및 시공단계 발생하는 CO₂ 배출량 모니터링
- (8) 건물의 지속가능성 평가체계 (Sustainability Rating System)와 같은 정책적인 방안과의 연계성을 고려한 LCCO₂ 모니터링 시스템 개발



그림 5. LCCO₂ 모니터링 시스템 개발

2.2 시스템 개발 세부전략

2.2.1 엑셀기반 모델 개발

본고에서 제안하는 시스템 개발을 위하여 국내·외의 건물에너지 및 LCCO₂분석 방법론에 대한 기초연구가 선행되어야 한다. 또한 건물에너지 효율성 평가 방법론에 대한 사전조사 및 관련분야 전문가 면담이 필요하다.

이를 바탕으로 LCC 및 LCCO₂ 분석모델 개발을 위한 기반 조성을 위한 연구가 수행되어야 한다. 건축물에서 적용 가능한 에너지 저감 기법(Energy Saving Measures)에 대한 데이터베이스를 구축하고, 시설물 장기수선계획에 대한 수립방안을 제시할 필요가 있다. 또한, 시공단계의 CO₂ 발생량을 측정하기 위하여 Life Cycle Inventory (LCI)를 개발하고, 적용할 필요가 있다.

마지막으로 건설 프로세스 단계별 에너지 효율성, 그리고 LCC 및 LCCO₂ 분석모델을 개발하여야 한다. 이를 위하여, 기본적으로 에너지 시뮬레이션 분석결과와 연계하여 에너지 효율성 평가 시트를 개발할 필요가 있다. 또한 설계대안 선정을 위한 LCC 및 LCCO₂ 분석모델을 개발하여야 한다. 한편, 시공단계에서 발생하는 CO₂를 분석하기 위하여, 자재에 대한 LCI를 구축하여야 한다. 그리고, 이를 확장하여 시공 프로세스에 따른 CO₂ 모니터링 방법론을 개발하여야 한다. 더불어 유지관리단계에서 에너지 사용에 따른 온실가스 발생량을 모니터링 하고, 적절한 시점에 조치를 취할 수 있는 기반을 조성해야 한다. 이러한 요소기술을 복합적으로 적용하여, 건축물의 경제성 및 친환경성 평가를 위한 엑셀기반의 모델을 개발한다.

2.2.2 웹 기반 모델 개발

앞서 건축물의 경제성 및 친환경성 평가를 위한 엑셀기반

의 모델 개발을 위한 프레임워크를 제시하였다. 이러한 엑셀 기반의 모델은 사용자 개별적으로 활용하기에 큰 문제는 없지만, 국가 또는 도시 차원에서의 외연확대에는 적합하지 않다. 또한 사용자의 편의성 관점에서 미비한 것이 사실이다. 따라서 엑셀기반의 모델을 확장하여 웹 기반 시스템으로 개발할 필요가 있다.

웹 기반 시스템은 설계단계, 시공단계, 유지관리단계로 구분한다. 우선, 설계단계는 기본설계단계와 실시설계단계로 구분하여, 설계대안별 경제성 및 친환경성 분석에 활용한다. 시공단계 및 유지관리단계는 기본적으로 프로세스 진행에 따른 LCCO₂ 모니터링 기반기술 개발한다. 최종적으로 개발된 시스템에 대한 테스트베드(Test-bed)를 실시함으로써, 시스템의 기능 및 사용성을 보완한다. 또한, 시스템 사용자 매뉴얼을 개발하여, 사용자의 편의성 및 시스템의 지속가능성을 구축하는 것을 목표로 한다.

3. 결론

본고에서 제안하는 시스템은 생애주기평가 (Life Cycle Assessment)를 실시함에 있어서, 단순히 비용적인 관점이 아닌, 친환경적인 관점에서의 평가를 가능하게 할 수 있을 것으로 기대된다. 기존의 건설사업 관리 프로세스에 친환경적 관점의 관리역량을 추가함으로써, 글로벌 Green CM 역량을 확보할 수 있는 계기가 마련될 것이다.

설계단계에서는 경제성과 친환경성을 고려하여 최적 설계대안을 합리적으로 선정할 수 있을 것이다. 기존의 설계검토, VE/LCC, 설계변경의 업무를 수행함에 있어서, 경제적 관점 이외에 환경적인 관점을 고려할 수 있는 역량을 확보할 수 있을 것이다.

시공단계에서는 시공진척도에 따라 온실가스 배출량을 모니터링할 수 있을 것이다. 기존 시공현장에서는 PMIS 기반으로 시공진척도에 따른 기성고를 모니터링 할 수 있었으나, 본고에서 제안하는 시스템을 활용할 경우, 공기, 공사비 이외에 온실가스 배출량에 대한 모니터링을 할 수 있을 것이다.

유지관리단계에서는 온실가스 배출량을 지속적이고 체계적으로 모니터링하고 관리할 수 있는 기반이 마련될 것이다. 현재 유지관리분야는 건설사업관리에서 다루는 하나의 분야에 불과하지만, 머지 않은 미래에 가장 주안점을 두고 관리해야 하는 분야가 될 것임에 틀림없다. 따라서 본고에서 제

안하는 시스템을 활용하여, 유지관리단계의 Green CM 역량을 확보하는 것은 매우 중요한 사실임에 틀림없다.

궁극적으로 발주자 또는 건축주 관점에서 건축물의 생애주기 동안 발생하는 수많은 활동들에 대해서, 근거 있는 자료를 바탕으로 한 친환경적인 의사결정의 기반을 제공할 수 있을 것이다. 불확실성 요인을 확정적 또는 확률적으로 추정하는 것이 아니라, 검증된 프로세스와 결과물을 바탕으로 신뢰성 높은 결과를 제시할 수 있고, 설득력 있는 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

- 홍태훈 e-mail : hong7@yonsei.ac.kr
- 윤강철 e-mail : yun.william@pbworld.com
cmbuilder@lycos.co.kr
- 구충완 e-mail : cwkw@yonsei.ac.kr
- 김지민 e-mail : cookie6249@yonsei.ac.kr