

초고층 공동주택의 CO₂ 배출량과 경제성 분석에 관한 연구

The Analysis CO₂ Emission and Economic Efficiency of High-rise Apartment Houses

노 승 준* 태 성 호** 김 태 형*** 금 원 석*

Roh, Seung-Jun Tae, Sung-Ho Kim, Tae-Hyoung Keum, Won-Seok

Abstract

In this study, the CO₂ emission and economic efficiency of high-rise apartment houses were evaluated, and were analyzed as a way to establish database on the evaluation of environment-friendliness of high-rise buildings. To that end, standard of buildings to be evaluated were proposed through analysis of the designing guideline for high-rise apartment houses proposed by Seoul city, and CO₂ emission of the subject buildings were evaluated based on the characteristics of materials admitted into each building and the amounts of energy consumed during lifecycle period. In addition, the initial costs in construction stage and annual costs in operation stage were set as analysis parameters, and along with calculation of direct cost by the consumption of construction materials and energy, the costs of CO₂ emission were evaluated and analyzed. As a result, the CO₂ emission and economic efficiencies of high-rise apartment houses by construction stage and operation stage could be analyzed quantitatively.

키 워 드 : 초고층 공동주택, 이산화탄소, 경제성
 Keywords : high-rise apartment house, CO₂, economic efficiency

1. 서 론

토지자원 효율화 및 친환경성 제고 등이 지속가능한 도시개발의 주안점으로 부각되면서 초고층 건축물의 건설이 증가하고 있다. 이에 초고층 건축물의 설계 가이드라인 및 법규 제정, 구조시스템 및 시공기술 개발, 설비 시스템 최적화 및 에너지 절약기술 개발 등에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있지만 초고층 건축물의 CO₂ 배출량 평가와 CO₂ 배출 비용 분석에 관한 연구는 상대적으로 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 초고층 건축물의 환경성능 데이터 구축을 위해 초고층 공동주택의 CO₂ 배출량과 경제성을 정량적으로 평가하고 이를 일반 공동주택과 비교·분석하였다.

2. 초고층 및 일반 공동주택의 평가대상 설정

초고층 공동주택과 일반 공동주택의 객관적인 선정을 위해 표 1과 같이 서울시 초고층 설계 가이드라인에 부합하는 초고층 공동주택의 실적자료와 국토해양부에서 고시한 평가기준주택 모델에 근거하여 평가대상을 설정하였다.

표 1. 초고층 및 일반 공동주택 세부사항

| 구 분 | 초고층 공동주택 | 일반 공동주택 |
|-------|-------------------------|-------------------------|
| 기준자료 | 서울시 초고층 설계 가이드라인 | 국토해양부 평가기준주택 모델 |
| 구 조 | RC조 | RC조 |
| 형 태 | 탑상형 | 4호조합 탑상형 |
| 층 수 | 60층 | 20층 |
| 연 면 적 | 40,636.36m ² | 10,833.57m ² |

3. 초고층 및 일반 공동주택의 CO₂ 배출량 분석

3.1 건설자재의 CO₂ 배출량 분석

건설자재에 의한 CO₂ 배출량 산정을 위해 선행연구¹⁾를 바탕으로 건설자재 CO₂ 배출량의 80% 이상을 차지하는 주요 CO₂ 배출 건설자재의 투입량을 도출하고 국가 LCI DB 및 공정별 CO₂ 배출 비율 활용하여 건설자재의 CO₂ 배출량을 산출하였다[2]. 건설자재에 의한 총 CO₂ 배출량은 초고층 공동주택과 일반 공동주택에서 각각 986.31kg-CO₂/m², 1,074.60kg-CO₂/m²으로 산출되었으며, 초고층 공동주택이 일반 공동주택 대비 건설자재의 CO₂ 배출량 측면에서 유리한 것으로 분석되었다. 한편, 재료적인 측면에서의 CO₂ 배출비율은 그림 1과 같이 초고층 공동주택에서 콘크리트 41.92%, 거푸집 11.47%, 철근 6.08%의 순으로 분석되었으며, 일반 공동주택에서는 콘크리트 39.57%, 철근 8.90%, 거푸집 4.99%의 순으로 나타났다.

* 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정
 ** 한양대학교 건축학부 조교수, 공학박사, 교신저자 (jnb55@hanyang.ac.kr)
 *** 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 박사과정

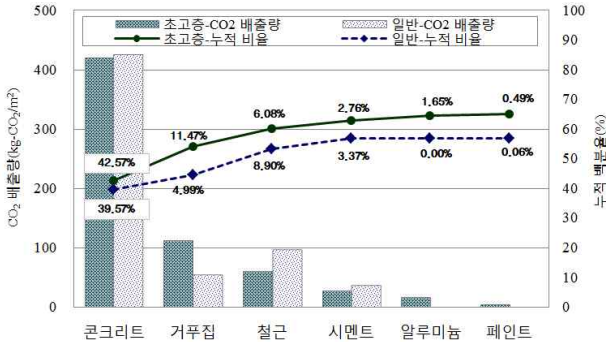


그림 1. 초고층 및 일반 공동주택의 주요자재별 CO2 배출 비율

3.2 운영단계의 CO2 배출량 분석

운영단계에서의 연간 에너지사용량에 의한 CO₂ 배출량의 분석을 위해 실제 초고층 공동주택 6곳에서 1년 동안 소비한 에너지 실측량과 에너지 총 조사 보고서내 지역난방방식의 일반 공동주택 평균 연간 에너지 소비량을 표 2와 같이 조사하고 단위면적당 CO₂ 배출량을 분석하였다. 운영단계의 연간 CO₂ 배출량은 초고층 공동주택과 일반 공동주택에서 각각 107.85kg-CO₂/m²-yr, 48.33kg-CO₂/m²-yr로 산출되었으며, 커튼월을 외피로 사용한 초고층 공동주택에서는 내부의 열손실 등으로 인해 연간 CO₂ 배출량이 일반 공동주택 대비 약 2.5배까지 상회하는 것으로 분석되었다.

표 2. 초고층 및 일반 공동주택의 연간 단위면적당 에너지소비량

| 구분 | 전력 (kWh/m ²) | 도시가스 (m ³ /m ²) | 프로판 (kg/m ²) | 열에너지 (Mcal/m ²) | 급탕 (Mcal/m ²) |
|-----|--------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 초고층 | 211.97 | 6.08 | - | - | - |
| 일반 | 37.99 | 1.38 | 0.05 | 94.36 | 0.75 |

4. 초고층 및 일반 공동주택의 경제성 분석

4.1 건설자재의 경제성 분석

건설자재의 경제성 분석에서는 앞서 “3.1 건설자재의 CO₂ 배출량 분석” 에서 도출한 공동주택별 건설자재의 투입량과 건축공사 표준일위대가를 통해 비용 분석을 실시하였다. 이때, 건설자재의 경제성 분석은 직접비, 간접비, CO₂ 배출 비용으로 구분하였으며, 직접비는 재료비, 노무비, 경비로 세분화하여 평가하였다 [3]. 간접비는 직접비의 5%로 산정하였으며, CO₂ 비용 평가에서는 현 시점 EU의 탄소배출권(CER) 시장가격인 3.8€/T를 적용하여 분석하였다. 건설단계에 의한 비용은 초고층 및 일반 공동주택에서 각각 1,606,901원/m², 1,010,004원/m²로 산출되었다. 이는 초고층 공동주택 건설시 고가의 자재가 많이 사용되며 고소작업으로 인한 노무비가 증가에 기인한 것으로 분석된다. 한편, CO₂ 배출 비용은 초고층 공동주택에서 5,715원/m², 일반 공동주택에서 6,131원/m²로 분석되었다.

4.2 운영단계의 경제성 분석

운영단계의 경제성 분석에서는 앞서 “3.3. 운영단계의 CO₂ 배출량 분석” 과 같이 연간 에너지원별 사용량에 근거하여 단위면적당 비용 분석을 실시하였으며 운영단계의 에너지 소비 특성상 생애주기 기간에 따른 미래가치를 현재계수를 통해 고려하였다. 이때, 이자율은 2000년부터 2009년까지의 은행 평균 이자율인 6.54%를 적용하였다. 그 결과, 운영단계에 의한 총 비용은 준공 이후 1년을 기준으로 초고층 공동주택과 일반 공동주택에서 각각 17,557원/m², 10,656원/m²로 분석되었으며 건축물의 수명을 60년으로 설정하여 평가한 경제성 분석에서는 초고층 공동주택과 일반 공동주택에서 각각 11,726,650원/m², 7,117,765원/m²로 산출되었다. 이는 전체 운영기간 동안 초고층 공동주택이 일반 공동주택 대비 단위면적당 약 4,600,000원/m²의 비용이 많이 소요되는 것으로 분석되었다. 한편, CO₂ 배출 비용은 60년을 기준으로 초고층 공동주택에서 410,594원/m², 일반 공동주택에서 183,997원/m²로 분석되었다.

5. 결론

- 1) 건설자재의 CO₂ 배출량은 초고층 공동주택과 일반 공동주택에서 각각 986.31kg-CO₂/m², 1,074.60kg-CO₂/m²로 평가되었으며, 운영단계의 연간 CO₂ 배출량은 각각 107.85kg-CO₂/m²-yr, 48.33kg-CO₂/m²-yr로 평가되었다.
- 2) 건설단계의 경제성 분석에서는 초고층 공동주택과 일반 공동주택에서 각각 1,606,901원/m², 1,010,004원/m²로 산출되었고, 운영단계의 경제성 분석에서도 각각 17,557원/m², 10,656원/m²로 분석되었다.
- 3) 내구수명을 60년으로 가정하여 평가한 경제성 분석에서는 초고층 및 일반 공동주택에서 각각 11,726,650원/m², 7,117,765원/m²로 산출되었으며, CO₂ 배출 비용은 각각 410,594원/m², 183,997원/m²로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(11CHUD-C060439-01-000000)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 김운덕 외 LCC-LCA 통합 분석에 의한 친환경 건설기술 평가방법, 한국건설관리학회, 제12권 제3호, pp.91~100, 2011
2. 태성호 외 공동주택 전 생애주기 이산화탄소(LCCO₂) 간이평가 기법 개발에 관한 연구, 대한건축학회, 제26권 제8호, pp.37~44, 2010
3. S. W. Shin et al The development of environmental load evaluation system of a standard Korean apartment house, Renewable & Sustainable Energy Reviews, Vol.15, No.1, pp.1239~1249