

LCA에 기초한 패시브 공동주택의 친환경성 평가에 관한 연구

A Study on the Environmental Impact Assessment for Passive Apartment based on Life Cycle Assessment

공 유 리¹

태 성 호^{2*}

송 수 원³

노 승 준¹

Gong, Yu-Ri¹

Tae, Sung-Ho^{2*}

Song, Suwon³

Roh, Seung-Jun¹

Dept. of Frontier Architectural & Urban Environment Eng., Hanyang Univ., Seongdong-Gu, Seoul, 133-791, Korea ¹

School of Architecture & Architectural Eng., Hanyang Univ., Sangnok-Gu, Ansan, 426-791, Korea ²

Green Building Research Division, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Ilsanseo-Gu, Goyang, 411-712, Korea ³

Abstract

As environmental matters such as Green House Effect rise, many construction industries are putting an effort on minimizing environmental impact in terms of building life cycle throughout the world. However, in South Korea, evaluating the eco-friendly building based on life cycle assessment has been facing an academic ostracism while the most studies are focusing on assessing the 6 environmental impact assessments of passive apartment based on life cycle assessment. The theoretical consideration of the life cycle assessment and environmental impact category were performed and the direction of the study was set up. Also, existing apartment and passive apartment, which had same structure and same type were chosen and building materials per unit area were compared to find out the difference environmental impact for building life cycle. As a result, passive apartment was rated as low level among the 6 environmental impacts. Also, effect of building material on passive apartment was more important than its operational stage.

Keywords : life cycle assessment, passive apartment, environmental impact

1. 서 론

1.1 연구의 목적

전 세계적으로 지구온난화 등 다양한 환경 문제가 대두되는 가운데 건설 산업 전반에 걸쳐 환경부하를 위한 노력이 가속화 되고 있다. 실례로 유럽연합(EU)에서는 2019년부터 신축 주택을 대상으로 제로 에너지 주택 건설을 의무화 하는 건물 에너지 절약 정책을 수립하고 있으며 독일에

서는 90%의 난방에너지 절감이 가능한 패시브 주택과 같은 초 에너지 절약형 주택이 활발히 보급되고 있다. 또한 영국에서는 2016년부터 모든 신축주택에 대해 제로카본주택 의무화를 추진 중에 있으며, 기존 주택에 대한 패시브 주택 및 제로 에너지 주택의 성능평가기준 설정에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

한편, 국내에서도 건축분야의 에너지 절감 및 온실가스 저감을 위해 그린홈 200만호 공급 및 신축주택을 대상으로 2017년과 2025년부터 각각 패시브 주택과 제로에너지주택 건설을 의무화 하는 정책을 제안하는 등 패시브 주택의 보급에 주력하고 있다. 이러한 이유로 패시브 주택 구현을 위한 다양한 친환경 건축 기술이 연구되어져오고 있으나, 주로 고성능 단열재, 고 기밀성 창호 등과 같은 건축물 운 영과정의 에너지 사용량 절감을 위한 기술개발 중심으로

Received : November 29, 2013

Revision received : October 27, 2014

Accepted : October 27, 2014

* Corresponding author : Tae, Sung-Ho

[Tel: 82-31-400-5187, E-mail: jnb55@hanyang.ac.kr]

©2014 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

발전되어왔다. 그러나 운영과정의 에너지 절감을 위한 친환경 기술 적용의 경우 일반적인 건축물 건설에 투입되는 건축자재보다 다량 또는 추가적인 자재의 투입이 불가피한 경우가 많으며, 이로 인해 건축물 건설을 위한 내재 에너지의 소비 및 내재 온실가스 배출량이 증가될 우려가 크며, 이러한 이유에서 에너지 절감 및 온실가스 저감 등을 내포하는 건축물의 친환경 성능은 건축물의 전 생애 주기 관점에서 평가해야 한다는 요구가 높아지고 있다[1,2].

따라서 본 연구는 패시브 공동주택을 대상으로 건축물의 전 생애 주기 관점의 환경성 평가 즉 전과정 평가(이하 LCA)에 근거한 친환경 성능 평가를 목적으로 한다.

이를 위해 LCA에 관한 이론적 고찰을 수행하였으며 건축물의 전 생애 주기를 건설단계, 운영단계, 폐기단계로 구분하여 환경영향을 평가하였다. 특히, 건설단계는 자재생산단계, 운송단계, 시공단계로 세분화하였고 운영단계는 운영단계 및 유지관리단계로 구분하였다. 폐기단계는 해체단계, 폐기물 운송단계, 중간처리단계, 폐기물 매립단계로 구분하여 평가를 수행하였다. 평가 대상은 고성능 단열재, 고기밀 창호, 환기시스템 등 패시브 요소 기술이 적용된 패시브 공동주택을 대상으로 하였으며, 15세대 중 전용 면적이 84m²인 1세대를 평가대상으로 선정하였다. 또한, 일반 공동주택의 단위세대를 기존의 패시브 공동주택 세대와 동일한 조건으로 설정하여 평가대상의 단위세대와 비교 분석하였다. 각 단계 별 평가를 위하여 평가대상 건축물에 투입된 자재물량 정보와 운영과정에서의 에너지 소비량 데이터를 수집 하였으며 국가 LCI DB에 근거하여 투입된 자원 즉 건축자재와 에너지 소비에 대한 6대 환경영향 (산성화(AP), 부영양화(EP), 지구온난화(GWP), 자원고갈(ADP), 오존층파괴(ODP), 광화학적 산화물(POCP))을 평가하였다.

2. 이론적 고찰 및 한계점

2.1 건축물 LCA 평가 방법론

건축물 LCA는 ISO 14040:2006, ISO 21931-1 등 국제적 LCA 지침을 준용하여 전과정 동안의 환경영향을 평가할 수 있다[3]. LCA는 목표 및 범위정의, 목록분석, 영향평가로 구분하여 평가된다. 이중 영향평가는 하나의 환경영향범주로 분류하는 분류화, 분류된 항목들이 세부영향 범주에 미치는 영향을 정량화하는 과정인 특성화, 각각의

영향범주가 환경영향 전반에 미치는 영향을 고려하여 영향 범주간의 중요도를 부여하는 가중치 부여의 3단계로 구성된다. 여기서 가중치 부여는 서로 다른 영향에 가중치를 부여하는 것으로 주관적인 가치판단을 수반함에 따라 일반적으로 특성화까지를 수행 범위로 설정한다. 한편, LCA의 평가범위는 Figure 1과 같이 Cradle to gate, Cradle to gate with option, Cradle to grave로 구분 할 수 있다 [3]. Cradle to grave는 자재생산단계부터 시공단계, 운영단계, 해체단계 및 폐기단계까지 건축물의 전과정을 평가 범위로 하며 Cradle to gate는 자재생산단계만을 평가범위로 한다. Cradle to gate with option에서는 자재생산단계는 필수 항목으로 평가하고 시공단계부터 폐기단계까지는 선택 항목으로 평가방법을 제안하고 있다. 하지만 Cradle to gate와 Cradle to gate with option방법은 전과정 평가범위 중 일부 단계만을 평가하고 있기 때문에 대상 건축물의 전과정에 걸친 환경영향을 고려하기에 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 Cradle to grave를 평가범위로 설정하였다.

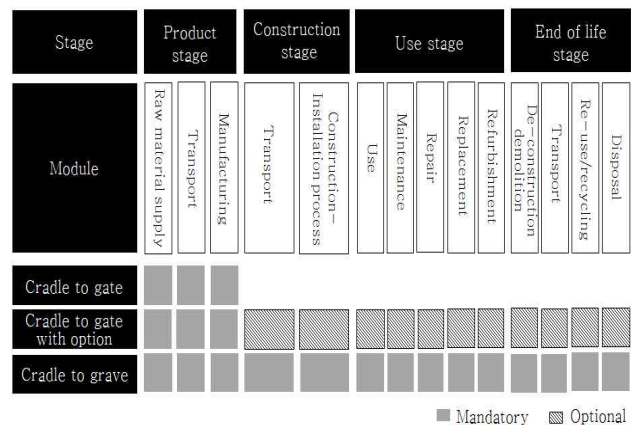


Figure 1. Life cycle stages of a building (ISO21931-1)

2.2 기존연구의 한계점

국내에서도 최근 몇 년간 패시브 주택에 관한 연구 및 실용화 기술 개발이 급증하고 있으며, 근래에는 제로에너지를 목표로 하는 연구 또한 진행되고 있다. 특히 해외의 환경선진국에서는 패시브 공동주택을 대상으로 다양한 친환경 건축기술의 개발과 함께 친환경 건축기술의 적용에 따른 에너지 및 온실가스 저감 등의 친환경 성능을 LCA 기반으로 평가하는 연구가 이루어지고 있다[4].

특히, 우리나라의 주거 유형은 고층형 공동주택이 주거

의 절반이상을 차지하고 있으며, 공동주택에 적용 가능한 여러 가지 패시브 요소 기술 개발이 활발하게 진행되고 있으나 요소 기술이 적용된 패시브 공동주택을 대상으로 건축물의 전과정에 걸친 환경 영향을 정량적으로 평가한 연구사례는 미비한 상황이다. 한편, 건축물의 환경부하를 평가하기 위해서는 건축물의 전 생애주기 동안 투입되는 자원 및 에너지에 대해 각각의 원단위 데이터베이스 구축이 선행되어야 한다. 그러나 일반 건축물을 대상으로 진행된 대다수의 기존연구들은 환경영향평가 인자를 CO₂에 한정하거나 건축물 운영단계에 국한된 부분적인 평가를 실시하는 한계가 있었다. 또한, 운영단계의 평가를 위해 에너지 시뮬레이션 결과에 근거한 CO₂ 배출량 평가 방법을 주로 적용하고 있으나 에너지 시뮬레이션 결과는 운영단계의 실제 에너지 사용량과는 크게 상이한 경우가 보고되는 등 그 평가방법에 개선이 필요한 실정이다.

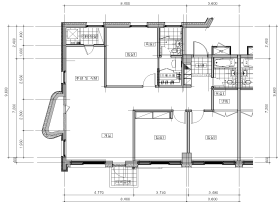
3. 평가대상 선정 및 분석

3.1 평가대상 설정

본 연구에서는 패시브 기술과 액티브 기술들을 적용하여 최종적으로 에너지 소요량을 저감한 에너지 저감형 공동주택(이하 패시브 공동주택)을 평가대상으로 선정하였다.

평가대상인 패시브 공동주택은 전체 15세대 중 실제 거주하고 있는 84 m²의 한 세대를 대상으로 하였으며 평가대상의 건축개요 및 단위평면은 Table 1과 같다. 이때, 건축물은 위치, 면적, 구조 형식에 따라 투입되는 건축자재의 물량과 운영단계의 에너지 소비량이 변화되기 때문에 동일한 환경조건에서의 비교분석이 요구된다. 이를 위해 국내에서 일반적으로 건설되는 공동주택(이하 일반 공동주택)을 비대상으로 설정하였고 주요 구조재료부인 콘크리트와 철근은 패시브 주택과 동일한 것으로 설정하였다. 패시브 공동주택의 단열조건은 열관류율 0.15 W/m²·k를 만족하는 외단열 공법의 두께 200 mm 비드법 보온판을 적용하였으며 일반 공동주택의 단열 조건은 열관류율 0.47 W/m²·k를 만족하는 내단열 공법을 적용하였고 건축물 에너지 절약설계기준에 따라 중부지방 단열재 두께인 120 mm 비드법 보온판을 적용하였다. 그 외에 패시브 공동주택은 3중 창호 및 진공 단열문을 적용하였으며, 일반 공동주택은 2중 창호 및 일반문등을 적용하였다.

Table 1. Architectural scheme

Contents	Contents	Unit plan
Building area	338.30 m ²	
Gross floor area	2235.09 m ²	
Structural type	reinforced concrete	
Number of stories	8 stories	
Floor area ratio	18.05 %	
Floor space index	43.54 %	

3.2 기술요소 분석

본 평가 대상 패시브 공동주택은 우리나라 고층 공동주택에 적용 가능한 기술요소를 도입하여 외단열 공법, 기밀문, 3중 유리 창호 등이 적용되었고 태양광 에너지시스템과 목재펠릿 보일러가 적용 되었다. 단열공법은 일반 공동주택과 비교하여 두께가 2배 이상 되는 비드법 보온판 단열재를 외단열 공법으로 적용하였고 고기밀 고단열의 3중 유리 창호 시스템이 설치되었다. 각 실내 공간에는 환기가 가능한 디퓨저(diffuser)와 컨트롤러(controller)를 설치하고 보일러의 잔열을 이용하는 환기시스템을 도입하였다. 또한, 에너지 모니터링 시스템 구축으로 전기, 수도, 열량사용량을 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 이러한 요소 기술을 도입함으로써 겨울철 난방 에너지 소비를 절약하고 태양광 에너지 시스템을 이용하여 운영단계 에너지 사용량을 최소화하고 있다. 한편, 단열재 및 창호 등은 건축 자재생산단계의 물량을 증가시키나 이는 운영단계 에너지 사용량 상쇄에 기여할 것으로 사료되며 본 연구에서 이에 대한 정량적인 평가를 수행하였다. Table 2는 평가대상인 패시브 공동주택과 일반 공동주택에 적용된 기술요소들을 나타낸다.

Table 2. Techniques for passive and existing apartment

Contents	Passive apartment	Existing apartment
Window system	Triple pane window	Double pane window
Insulation system	EPS : 200 mm	EPS : 120 mm
Door	High insulating door	Normal door
Renewable energy	Wood pellet-boiler	-
	Solar energy	-

4. LCA 평가 및 분석

4.1 건설단계

건설단계는 자재생산단계와 운송 및 시공단계를 환경영향 평가 대상으로 하였다. 본 연구에서의 자재생산단계의 환경영향평가는 기존문헌[5]에 근거한 주요 CO₂ 배출자재를 평가대상으로 하였다. 즉, 건축공사에 투입되는 건축자재의 내재 CO₂ 배출량 중 누적합계 95% 이상에 해당되는 건축자재인 콘크리트, 철근, 시멘트벽돌, 유리(창호포함), 석고보드, 단열재를 대상으로 투입물량을 산출하였으며 이는 Table 3과 같다.

Table 3. Construction stages DB

Contents	Unit	Passive apartment	Existing apartment
Concrete	m ³	58.30	58.30
Reinforcing bar	kg	5261.89	5261.89
Major materials	Gypsum	4841.15	5491.15
	Glass	1496.35	1000.55
	Insulation	1295.64	507.91
	Brick	650	650

운송단계는 투입된 건축자재를 운송하기 위한 경유 소모량을 도출한 후 이에 따른 환경영향을 평가 하였다. 시공단계의 환경영향 평가를 위해서는 건설현장에 투입된 각 에너지 별 소비량의 수집이 불가피하나 본 평가대상 공동주택의 건설현장 에너지 소비량에 대한 실 데이터의 수집은 현실적으로 어려움이 있고 시공단계의 에너지 소비에 기인한 환경영향이 전 생애주기 관점에서 크지 않은 것을 감안하여 기존문헌에서 제안된 추계모델식에 근거하여 시공단계의 환경영향을 평가하였다. 상기와 같이 도출된 건축자재의 투입물량과 에너지 소비량 데이터에 기 구축된 환경영향 특성화를 적용하여 6대 환경영향범주에 대한 환경영향 평가를 실시하였다. Table 4는 본 연구에서 적용한 주

요 건축자재와 에너지에 대한 특성화 값을 나타낸다[6].

4.2 운영단계

운영단계는 건축물의 수명기간 동안 소비되는 에너지소비량에 기초한 환경영향을 평가하였고 유지관리단계는 건축물의 유지관리단계에서 추가적으로 투입되는 건축자재로 유발되는 환경영향에 대해 평가하였다. 건축물의 수명은 주택법시행규칙에 근거하여 공동주택 수명을 40년으로 적용하였다. 수명기간 동안 에너지 소비량은 에너지 모니터링 시스템에 의하여 실제 산출된 월별 에너지 사용량 데이터를 이용하여 연평균 전기사용량과 태양광 생산량 데이터를 산출하였다. 평가대상인 84 m² 단위세대의 연평균 전기 사용량은 2,919.45 kWh, 태양광에너지 시스템에 의해 생산되는 전기량은 단위면적당 22.66 kWh인 것으로 조사되었다. 이때, 태양광 에너지 시스템에 의한 전기 생산량은 20년 이후 기간의 손실률과 수명주기 동안 추가로 인입되는 전기사용량 50,311.26 kWh를 고려하여 평가하였다. 또한, 목재펠릿은 산림바이오매스 에너지로써 환경영향 배출량을 증가시키지 않고 순환하는 것으로 가정하여 환경영향 배출은 없는 것으로 평가하였다[7]. 한편, 일반 공동주택의 단위세대 에너지 소비량은 동일한 규모, 지역의 연평균 에너지 사용량을 적용하였다. 즉, 전기 소비량은 공동주택 관리정보시스템의 경기도 지역 월별 단위면적당 전기사용량을 근거로 평가 대상 공동주택의 수명인 40년 동안의 전기에너지 소비량을 153,280 kWh로 산정하였다. 난방, 급탕 및 취사의 에너지원은 도시가스로 설정하여 건축물에너지 효율등급 평가서에 의해 동일규모의 단위면적당 도시가스 평균 사용량인 156 kWh/m².yr를 적용하였다. 유지관리단계는 주택법 시행규칙에 의한 장기수선계획의 수립 기준에 따라 수선율 및 수선주기를 이용하여 건축물 부위

Table 4. Characterization of environmental impact of major items

Contents	Unit	GWP kg-CO _{2eq} /Unit	ADP kg/Unit	AP kg-SO _{2eq} /Unit	EP kg-PO ₄ ³⁻ _{eq} /Unit	ODP kg-CFC-11 _{eq} /Unit	POCP kg-Ethylene _{eq} /Unit
Concrete	m ³	4.09E+02	1.55E+00	6.81E-01	7.96E-02	4.65E-05	1.02E+00
Reinforcing bar	kg	3.52E-01	2.79E-03	2.31E-03	3.48E-04	1.04E-08	3.41E-04
Gypsum board	kg	1.92E-01	1.55E-02	3.13E-02	5.28E-03	5.67E-07	7.61E-03
Glass	kg	7.88E-01	6.97E-03	3.67E-03	5.23E-05	3.04E-07	8.95E-04
LNG	kg	5.25E-01	2.16E-02	2.77E-03	1.00E-04	4.17E-09	7.84E-03
Gasoline	ℓ	8.32E-02	2.18E-02	1.86E-04	1.38E-05	2.56E-10	1.82E-05
Electri	kWh	4.95E-01	8.58E-04	8.37E-04	1.56E-04	1.37E-11	3.83E-04
Disel	ℓ	6.82E-02	2.16E-02	1.40E-04	9.54E-06	1.26E-10	1.18E-05

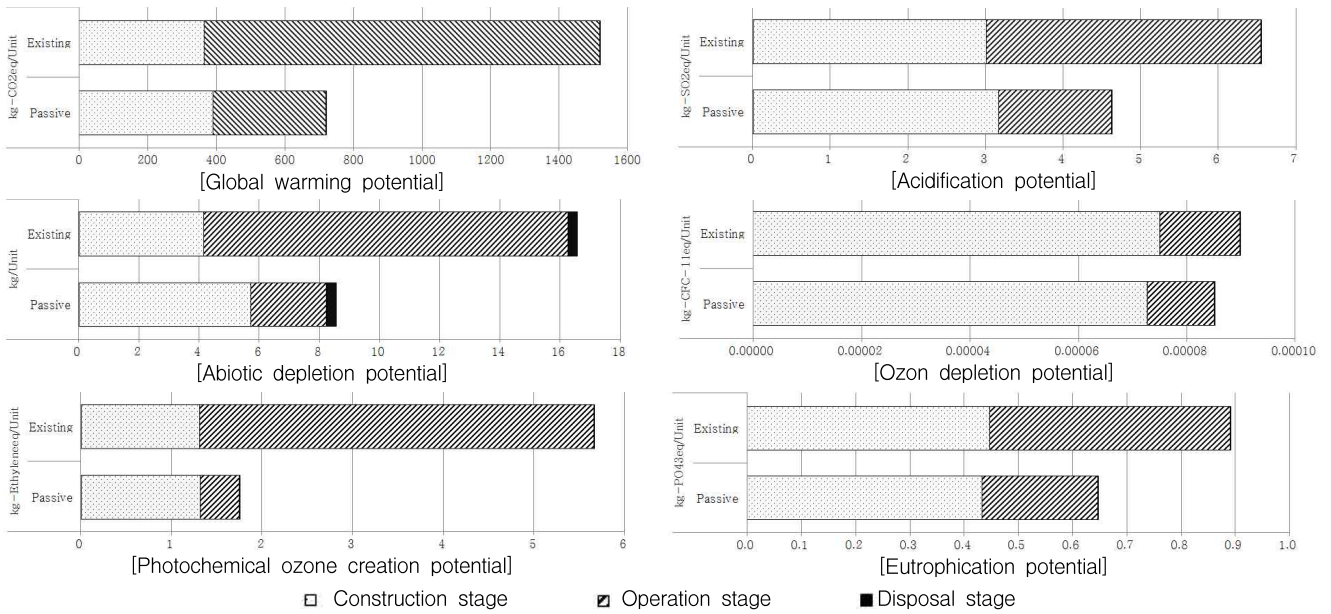


Figure 2. Analysis of environmental impact category

에 따라 수선 및 교체 시 추가로 투입되는 건축자재의 내재 환경영향을 평가하였다.

4.3 폐기단계

폐기단계의 평가범위는 해체단계, 폐기물 운송단계까지를 포함하는 부분적인 평가범위와 해체단계, 폐기물 운송단계, 중간처리단계, 폐기물 매립단계까지를 평가범위로 하는 방법으로 구분 될 수 있다. 폐기물 처리 시 재활용률에 따라 중간처리단계의 에너지 사용이나 매립되는 폐기물량이 다를 수 있기 때문에 재활용되어지는 전 단계인 운송단계까지를 폐기단계의 평가범위로 하였다. 건축물의 해체 시 건설 표준품셈에 의하여 자재생산단계의 물량에 부피 증가율인 1.5를 적용하여 해체 시 자재의 물량을 산출하였고 물량에 따른 해체 장비의 연료소비량을 데이터로 사용하였다. 해체 장비는 Backhoe(0.4m³) +Giant Breaker(0.4m³)로 가정하였고 기존 연구[4]에서 구축된 산출 식에 따라 ton당 4.75 L/ton의 연료소비량을 적용하였다. 폐기물 운송단계는 건축물 해체 시 구축된 폐기물의 양을 10톤 덤프트럭을 이용하여 30 km를 운반하는 것으로 설정 하였다.

4.4 평가결과 분석 및 패시브 공동주택의 친환경성 제언

앞서 기술한 각 단계별 환경영향 평가 방법에 근거하여

LCA평가에 기초한 패시브 공동주택과 일반 공동주택의 환경영향을 평가 하였다.

4.4.1 환경영향범주별 결과분석

환경영향 평가결과 패시브 공동주택은 일반 공동주택과 비교하여 6대 환경영향 모든 항목에서 환경적으로 우수한 평가결과를 얻었다. 이러한 결과는 패시브 공동주택에 적용된 친환경 기술에 의한 운영과정의 에너지 소비량 절감에 기인한 것으로 평가된다. 이러한 경향은 지구온난화, 자원고갈, 광화학적산화물의 환경영향 항목에서 두드러진 경향을 나타냈다. 한편, 각각의 6대 환경영향에 영향을 미치는 주요 환경인자가 상이한 것으로 분석되었다. 예를 들어 시멘트의 경우 NO_x, NH₄, COD, NO₃⁻, PO₄³⁻이 부영양화에 주로 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 산성화에서는 주로 NO_x, SO₂, H₂SO₄가 큰 영향을 미쳤다. 또한 에너지 원인 경우와 등유, 전력은 부영양화와 산성화에 주로 영향을 미치는 물질이 NO_x, NH₄⁺, COD, PO₄³⁻과 NO_x, SO₂으로 평가 되었다. 이러한 각 건축재료 및 에너지원 별 6대 환경영향에 주로 영향을 미치는 물질을 분석한 결과 지구온난화, 자원고갈, 광화학적 산화물은 운영단계 에너지 소비량에 의해 큰 영향을 받는 반면 산성화, 부영양화, 오존층 파괴 항목은 건축재료 투입량의 다소에 의한 영향이 큰 것으로 분석되었다. 특히, 지구온난화 항목에 대해서는 친환경

경기술의 적용에 의해 운영과정의 에너지 소비량 절감으로 지구온난화 물질의 배출량이 큰 폭으로 저감되는 경향을 나타내었으며 자원고갈 및 광화학적산화물에서도 유사한 결과를 얻었다. 한편, 지구온난화, 자원고갈, 광화학적산화물 항목의 경우 패시브 공동주택에 적용된 추가적인 자재 투입의 영향으로 일반 공동주택보다 건설단계의 환경영향이 큰 것으로 평가되었는데 이는 에너지 절감을 위해 패시브 공동주택에 적용된 고성능의 단열재와 유리에 기인한 것으로 분석되었다. 특히, 자원고갈은 건설단계의 건축자재에 의한 영향이 큰 환경영향 항목으로 분석됨에 따라 건설단계만의 분석에서는 일반 공동주택보다 환경적으로 다소 유해한 결과가 도출되었으나 운영과정의 에너지 절감에 의한 환경영향의 감소로 인해 전 생애 주기 관점에서는 환경적으로 유익한 결과의 도출이 가능했던 것으로 사료된다. 또한, 자원고갈이나 광화학적 산화물과 같이 운영단계에서 일반 공동주택과 패시브 공동주택이 큰 차이를 보이는 항목은 패시브 공동주택에서 사용되지 않은 LNG와 절감된 전기에너지의 영향에 의한 것으로 분석되었다. 한편, 부영양화나 오존층 파괴항목은 건설단계에서 일반 공동주택이 패시브 공동주택보다 높게 평가되었으며 이는 추가로 투입된 석고보드에 기인한 것으로 분석되었다.

4.4.2 패시브 공동주택의 친환경성을 위한 제언

앞서 패시브 공동주택과 일반 공동주택의 환경영향 평가 결과, 패시브 공동주택은 6대 환경영향에서 모두 일반 공동주택보다 환경적으로 우수한 평가결과가 도출되었다. 이는 에너지 소비량의 절감이 운영단계에서의 6대 환경영향을 큰 폭으로 감소시켰기 때문인데 이로 인해 각 환경영향 별로 건설단계에서의 환경영향 비중이 상대적으로 증가하는 현상을 초래하였다. 따라서 기존 에너지 절감 중심의 친환경 기술의 적용과 함께 투입물량의 절감 및 환경영향이 적은 친환경 건축재료의 적용을 통한 전 생애 주기 관점에서의 친환경 기술의 적용에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 석고보드의 사용은 부영양화와 오존층파괴 항목에 영향을 크게 미치며 고성능 단열재와 유리는 지구온난화, 산성화, 자원고갈 항목에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이렇듯 건축자재에 따라 환경영향에 미치는 영향의 정도 및 종류가 상이한 것으로 평가됨에 따라 검토 대상이 되는 환경영향에 이로운 건축재료의 선정에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다. 이를 위해서 각 건축재료가

다양한 환경에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고 이를 데이터베이스화하는 연구가 선행되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구는 LCA 평가에 기초하여 패시브 공동주택의 친환경성 평가를 목적으로 하며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 패시브 공동주택은 일반 공동주택과 비교하여 6대 환경영향 모든 항목에서 환경적으로 우수한 평가결과가 도출되었으며 이러한 경향은 지구온난화, 자원고갈, 광화학적산화물의 환경영향 항목에서 현저하였다.
- 2) 6대 환경영향 항목에서 지구온난화, 자원고갈, 광화학적산화물은 운영단계 에너지 소비량에 의해 영향을 받는 반면 산성화, 부영양화, 오존층파괴 항목은 건축재료 투입량의 다소에 의한 영향이 큰 것으로 분석되었다.
- 3) 패시브 공동주택의 경우 에너지 소비량의 절감이 운영단계에서의 6대 환경영향을 큰 폭으로 감소시켰으나 이로 인해 각 환경영향 별로 건설단계에서의 환경영향의 비중이 상대적으로 증가하는 현상을 초래하였다. 이에 기존 에너지 절감 및 환경영향이 적은 친환경 건축재료의 적용을 통해 전 생애 주기 관점에서의 친환경 기술의 적용에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다.
- 4) 건축자재에 따라 환경영향에 미치는 영향의 정도 및 종류가 상이한 것으로 평가됨에 따라 건축물에서 평가 대상으로 하는 환경영향에 따라 환경적으로 유익한 건축재료의 선정이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 전과정 평가에 기초한 패시브 공동주택의 친환경성을 평가하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 LCA에 관한 이론적 고찰을 토대로 전과정 단계별 물량정보 및 에너지 사용량 데이터를 구축하였다. 또한, 국가 LCI DB에 기초한 원단위 데이터베이스를 활용하여 산성화, 부영양화, 지구온난화, 자원고갈, 오존층파괴, 광화학적산화물에 대한 환경영향을 평가 분석하였다. 그 결과 패시브 공동주택이 일반 공동주택보다 6대 환경영향에서 환경적으로 우수한 것으로 평가 되었으며 이는 에너지 소비량의 절감이

운영단계에서 6대 환경영향을 큰 폭으로 감소시켰기 때문인 것으로 분석되었다. 이로 인해 건설단계에서의 환경영향의 비중이 상대적으로 증가됨에 따라 기존 에너지 절감 중심의 친환경 기술의 적용과 함께 투입물량의 절감 및 환경영향이 적은 친환경 건축재료의 적용을 통해 전 생애 주기 관점에서 친환경 기술의 적용이 필요할 것으로 사료된다.

키워드 : LCA, 패시브 공동주택, 환경영향평가

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (NO. 20110028794) and also supported by the key R&D project (No.2014-0070) of Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(KICT)

References

1. Yu JY, Shin SE, Cho DW. Case Studies for Developing Korean High-rise Passive Apartment. SAREK Winter Annual Conference; 2010 Nov 19-21; Managing the Science and Technology Center, Seoul (Korea): SAREK; 2010. p.571-7.
2. Kim JS, Choi GS, Kang JS, Yang KS, Lee SE. Research on the Elements for Developing Zero Energy Buildings. Proceeding of Fall Annual Conference of the Architecture Institute of Korea; 2009 Oct 23-24; Gangwon, Korea, Seoul (Korea): Architectural Institution of Korea; 2009. p.669-72.
3. Roh SJ, Tae SH, Kim TH, Kim RH. A Study on the Deduction of Main Materials of Construction Work Centered on the GHG Emissions using LCI DB. Proceeding of Autumn Annual Conference of the Architecture Institute of Korea; 2013 Apr 27; Songdo, Korea, Seoul (Korea): Architectural Institution of Korea; 2013. p.469-70.
4. Tae SH, Woo JH, Roh SJ, Shin SW. A Study on the Development of Simple Assessment Method for Life Cycle CO₂ of Apartment House. Journal of Architectural Institute of Korea, 2010 Aug;26(8):37-44.
5. Gong YR, Tae SH, Song SW, Roh SJ, Yu JY. A Comparative Analysis of Building Materials and Greenhouse Gas Emission of Passive Apartment and Existing Apartment. Proceeding of Autumn Annual Conference of the Architecture Institute of Korea; 2013 Apr 27; Songdo, Korea, Seoul (Korea): Architectural Institution of Korea; 2013. p.487-88.
6. Roh SJ, Tae SH, Kim TH, Kim NH. A Study on the Comparison of Characterization of Environmental Impact of Major Building Material for Building Life Cycle Assessment. Journal of Architectural Institute of Korea, 2013 Jul;29(7):93-100.
7. Korea Forest Service, Wood pellet [Internet]. Forest Policy: Korea Forest Service;2012 Feb [cited 2012 Sep 24]. Available from: <http://www.forest.go.kr/newkfsweb/>