

건축물 생애과정에서의 이산화탄소 배출량 계산 프로세스에 관한 연구

정영선*, 허정호**

*한국건설기술연구원 수석연구원, 공학박사(sunj74@kict.re.kr),
**서울시립대학교 건축공학부 교수, 공학박사(huhj0715@uos.ac.kr)

A Study on the Calculation Process of Carbon Dioxide Emission for Buildings with Life Cycle Assessment

Jeong, Young-Sun* Huh, Jung-Ho**

*Korea Institute of Construction Technology(sunj74@kict.re.kr),
**School of Architecture and Architectural Eng., University of Seoul(huhj0715@uos.ac.kr)

Abstract

International cooperation to reduce greenhouse gas emissions is expected to provide a big crisis and a great opportunity at the same time for our industry that heavily consumes energy. To cope actively with the international environmental regulation, such as the Framework Convention on Climate Change, quantitative measurement of the volume of greenhouse gases emitted by various industries and quantitative prediction of the greenhouse gas emissions of the future are becoming more important than anything else at the national level. This study aims to propose the calculation process of carbon dioxide(CO₂) emission for building in life cycle.

This paper describes and compares 9 different tool for environmental load estimation with LCA. This study proposed the calculation process for quantitatively predicting and assessing CO₂ emissions during the life cycle of buildings based on the life cycle assessment(LCA). The life cycle steps of buildings were divided into the design/supervision, new construction, repair, renovation, use of operating energy in buildings, maintenance, and reconstruction stage in the life cycle inventory analysis and the method of assessing the environmental load in each stage was proposed.

Keywords : 계산 프로세스(Calculation Process), 이산화탄소 배출(CO₂ Emission), 전과정평가(Life Cycle Assessment), 에너지절약(Energy Conservation)

1. 서 론

지구환경문제는 국제사회의 주요 논제로 21세기에는 경제, 사회, 문화를 지배하는 주된 이슈이고 국내외의 관심과 이에 대한 규제가 갈수록 증가하고 있어 환경효율성(ECO-Efficiency)이 사회·경제활동에 중요한 결정요소가 되었다. 기후변화협약 등의 환경규제에 능동적으로 대처하기 위해서는 국가의 각 산업이 배출하는 온실가스의 양을 정량적으로 파악하는 것과 향후 얼마만큼 배출할 것인지에 대한 예측이 국가 차원에서 무엇보다도 중요한 사항이 되고 있다.

기후변화협약의 효율적 대응을 위한 건설 부문의 온실가스 감축계획 수립 및 이행을 위해서는 국내 건설분야의 온실가스 발생량에 대한 실질적인 자료 확보가 반드시 필요한 실정이다. 그러나 현재 건설부문의 온실가스 배출량 예측 및 평가를 위한 정량적인 접근 방식에 대한 연구와 자료가 부족한 상태이다. 건축물의 생애주기 단계별 이산화탄소 배출요인의 분석이 이루어지지 못하고 있어 이를 위해 온실가스 배출량 산출에 대한 평가기법 개발이 절실히 요구된다.

환경부하 평가기법으로 전과정평가(LCA; Life Cycle Assessment)는 이미 전 산업분야에 걸쳐 환경평가수단으로 검토·적용되고 있다.

본 연구의 목적은 건축물이 생애주기동안에 발생시키는 이산화탄소 배출량을 평가하기 위한 계산 프로세스를 제안하는 것이다. 건축물은 기존의 산업 및 관련 연구에서 도출된 환경부하 평가 프로세스와 차별성을 가지며, 그 평가결과가 국제적으로 인정받을 수 있도록 국제표준화 방법을 충실히 검토하고 반영할 필요가 있다.

향후 이러한 계산 프로세스 개발을 통해 건축물의 전과정동안에 발생하는 이산화탄소 배출량의 평가 틀 및 그 방안이 마련될 것으로 기대하며 건축물의 효과적인 환경부하 저감방안 및 설계를 위한 기초연구로 수행하였다.

2. 예비적 고찰

건축물의 전과정에 따른 이산화탄소 배출량 계산 프로세스와 관련 환경부하 평가기법에 관해 고찰하였으며, 각 내용은 다음과 같다.

2.1 환경부하 평가를 위한 LCA

LCA는 제품 시스템의 전과정(Life Cycle)에 걸쳐서 소모되는 자원과 발생되는 배출량의 양을 정량화하여 이들이 환경에 미치는 영향을 종합적으로 평가하는 환경영향 평가기법이다.¹⁾ 그림 1은 LCA의 평가 개념을 도식적으로 설명하고 있다.

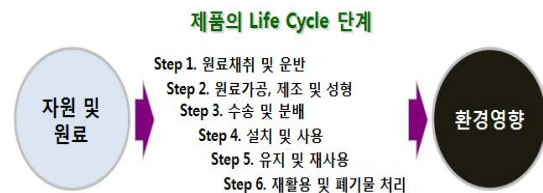


그림 1. 전과정평가(LCA)의 평가 개념

이미 OECD를 비롯한 주요 선진국에서는 환경정책 수립 시 의사결정 지원을 위한 다양한 환경평가기법 개발에 착수하였으며 이를 통해 오염배출의 최소화, 폐기물 재활용 및 자원화, 공정의 환경친화성 향상 등의 목적을 종합적으로 지원할 수 있는 평가기법들과 의사결정도구들의 개발이 진행되고 있다.

LCA기법은 환경평가를 위한 주요 수단으로 활용되고 있으며 기존의 환경영향평가(Environmental Impact Assessment), 위해성 평가(Risk Assessment), 비용편익분석(Cost Benefit Analysis) 등과 함께 대표적인 의사결정도구 중의 하나로 활용되고 있다. 또한 LCA기법은

1) 한국전과정평가학회 홈페이지, <http://kslca.com>.

ISO 14040에 의하면 '전과정평가(LCA)'란 제품시스템의 전과정에서 관련 투입물과 산출물에 대한 목록을 작성하고 이들과 연관된 잠재적인 환경영향을 평가하며, 목록분석 결과와 영향평가 결과를 해석함으로써 제품과 연관된 환경측면과 잠재적인 환경영향을 평가하기 위한 기법이라고 정의하고 있다.

ISO 14000 시리즈에 기술적 근간을 두고 있으며 현재 다양한 산업제품에 대한 환경성적표지제도, 에코디자인 등의 평가 수단으로 활용되고 있다.

LCA와 관련된 국제표준으로 LCA의 원칙과 기본구조를 설명한 ISO 14040 : 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework이 있고, LCA를 위한 요구사항을 상술하고 지침을 제공하는 ISO 14044 : 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines가 있다.

국제표준에서는 LCA를 그림 2와 같이 목적 및 범위 정의, 전과정 목록분석, 전과정 영향평가, 전과정 해석으로 구성하고 있다.

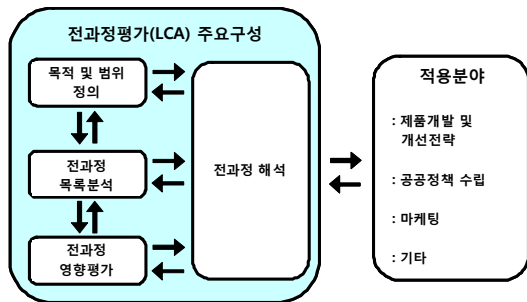


그림 2. ISO 14000 시리즈에 따른 전과정평가(LCA)의 구성

2.2 LCA에 의한 탄소라벨링

현재 산업제품에서는 국제표준화기구(ISO)의 환경라벨 및 선언제도의 제3유형인 환경성적표지제도가 탄소라벨링 제도로 도입되고 있으며 이 제도는 기본적으로 LCA에 의한 환경평가를 요구하고 있다.

탄소라벨링이란 제품의 생산, 수송 및 유통, 사용, 폐기에 이르는 전과정을 통해 발생한 이산화탄소 발생량을 제품에 부착하여 소비자에게 공개함으로써 시장주도로 저탄소 제품의 구매를 촉진하는 제도이다.²⁾

제품의 사용 과정뿐만 아니라 원료 및 생산

등 전과정에서 발생하는 이산화탄소량을 표시함으로써 저탄소 제품을 인증하는 제도로 1단계 탄소배출량 인증과 2단계 저탄소상품 인증으로 구성된다.



그림 3. 탄소라벨링에 따른 탄소배출량 인증마크(좌)와 저탄소상품 인증마크(우)

탄소라벨링은 다음의 계산식을 통하여 탄소발자국을 계산한다. 탄소발자국이란 개인 또는 단체가 직접·간접적으로 발생시키는 온실가스의 총량을 의미한다.

$$\text{탄소발자국} = \sum[\text{활동량}_i \times \text{배출계수}]$$

탄소발자국 계산을 위한 전과정의 단계별 활동량 데이터 및 계산 프로세스는 다음 그림 4에서 나타내는 바와 같다.



그림 4. 탄소발자국 계산을 위한 데이터 및 프로세스

국내의 경우, 2008년 12월까지 10개 제품에 대한 시범인증을 실시하였고, 코카콜라음료(주)의 코카콜라(500ml) 제품이 168 gCO₂으로 인증 받았으며 헛반(210g) 제품 및 삼성전자 드럼세탁기 등 총 23개 제품이 2009년 3월 기준으로 탄소라벨링 인증을 받고 있다.

현재 국내 산업에서는 탄소라벨링을 통해 저탄소 기술개발을 통한 저탄소 제품의 생산

2) 탄소라벨링은 환경기술개발 및 지원에 관한 법률 제18조와 탄소성적표지 인증업무 등에 관한 규정(환경부고시 제2009-10호, '09. 2. 2)에 그 근거를 두고 있다.

및 원가 절감의 실현과 온실가스 감축을 통한 생태효율성 향상을 기대하고 있으며, 생활필수품 등의 일반 제품에 대한 이산화탄소 배출 정보를 소비자에게 공개하여 저탄소 소비를 유도할 것으로 보고 있다.

2.3 기존의 환경성능평가 프로그램

LCA에 의한 건축물의 환경평가를 위해 선진국들은 1990년대 초반부터 국가차원의 개발에 착수하였고 시행을 위한 기술적인 근거를 수립하여 건축물 LCA에 관한 기본적인 방법론을 구축하고 제도적 시행을 위한 검토단계에 있다.

우리나라의 경우도 1990년 중반이후 지식경제부와 환경부가 국가기반산업 및 기초 물질을 중심으로 LCA를 위한 데이터베이스 구축 작업에 착수하였으나 아직 산업별 데이터베이스의 부족과 국가차원의 인프라 데이터

베이스가 체계적으로 구성되지 않아 본격적인 LCA평가 적용에 많은 제약이 따르고 있다.

대표적인 국내외 LCA 평가 프로그램을 조사하고 비교항목으로 평가대상, 목적 및 범위, 평가항목, 평가단계, 평가방법, 등으로 비교분석하였으며 그 결과를 표 1에 나타내었다.

기존의 프로그램 중 평가대상을 기준으로 볼 때 건축물을 위한 LCA 또는 환경성능 평가 프로그램으로는 국외는 AIJ LCA, Eco-Quantum, LCA-MCDM가 되며 국내는 친환경건축 연구센터가 개발한 SUSB-LCA 프로그램이 해당된다. 그 외 프로그램은 일반 산업제품을 대상으로 하거나 건축부재 및 자재를 대상으로 하고 있다. 평가항목을 이산화탄소 배출량으로 하는 프로그램은 국외는 AIJ LCA이고 국내의 TOTAL, PASS, SUSB-LCA이 해당된다.

표 1. 국내외 LCA에 의한 환경성능평가 프로그램의 비교

프로그램	TOTAL	PASS	APSS	SUSB-LCA	BEES	Athena™	AIJ LCA	Eco-Quantum	LCA-MCDM
개발자	환경부	한국인정원 (지정부)	한국건설기술 연구원 (국토부)	친환경건축 연구센터	미국 NIST	캐나다 AS.MI	일본 일본건축학회	네덜란드 IVAM	IEA SHC Task-23
평가대상	일반제품	일반제품	건축자재 및 제품	건축물	건축자재 및 제품	건축자재 및 제품	사무소 외	주택, 사무소	사무소
목적 및 범위	환경성능표 시인증	환경성능표 시인증	환경성 평가	건축물 환경성능 평가	자재선택의 의사결정	환경영향 평가	설계대안 검토	건축산업의 LCA평가	설계안의 환경영향 평가
평가항목	공정단계별 -목록분석 -영향평가 -CO ₂ 배출량	목록분석 -CO ₂ 배출량	목록비교 : 특성화결과 정규화결과 환경지수 -에너지자원, 지구온난화, 수질오염, 인체독성	-LCE -LCCO ₂ -LCC	-환경적 성능 -경제성 성능 : LCC - 종합 성능 평가(환경영향 정도/100)	-에너지 -폐기물 -환경영향정도	-CO ₂ 배출량 -에너지사용량 -SO _x , NO _x 배출량 -투입비용	-자원고갈 -에너지소비 -폐기물	6개 부문 23항목 -비용요소 -자원부하 -환경부하 -건축미학 -건축환경 -건축기능
평가단계	설계/생산	설계/생산	설계/생산	계획/설계	계획/설계	계획/설계	계획/설계	-	계획/설계
평가방법	LCA	LCA	부분LCA	부분LCA	LCA	LCA	LCA	LCA	워크시트평가
	생산-공정	생산-공정	신축(생산)-시공공정	신축-유지관리-에너지-철거/폐기	생산-운영-유지관리-처리	제조-운송-공사-유지관리-폐기	설계-신축-수선-개수-유지관리-에너지-재건축	-	가중치

3. 건축물 전과정에 따른 이산화탄소 배출량 계산 프로세스

국제표준인 ISO 14040, ISO 14044에 제시된 LCA의 기본구조 및 절차와 이에 대응하여 도출한 건축물의 전과정에 따른 이산화탄소 배출량 계산을 위한 프로세스를 그림 5에 도식화하여 나타내었다.

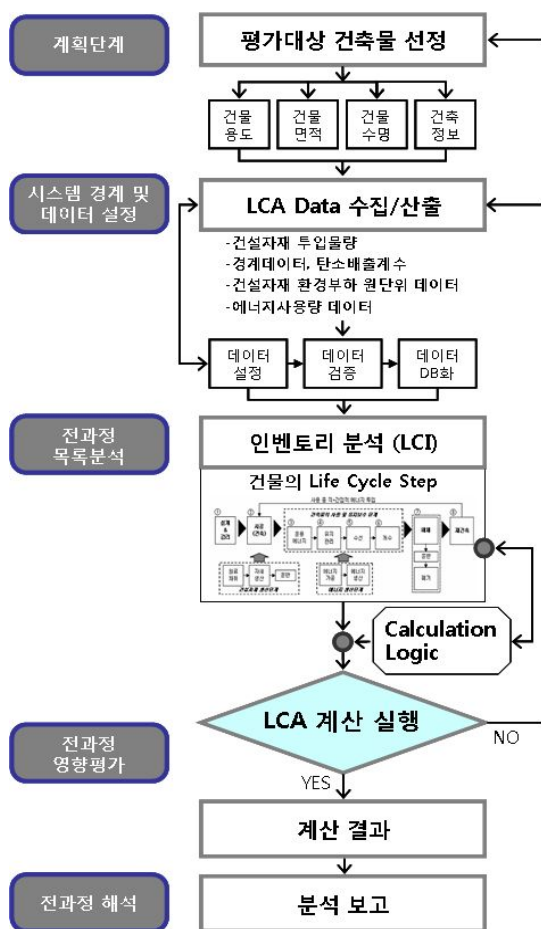


그림 5. 건축물 전과정에 따른 CO₂ 배출량 계산 프로세스

3.1 계획단계(목적 및 범위 정의)

그림 5의 계산 프로세스에서 평가대상을 선정하고 건물용도, 연면적, 건물수명 등의 관련 기본 데이터를 수집, 설정하는 절차는 LCA의

계획단계로 목적 및 범위 설정단계에 해당된다. 평가대상의 환경성능 평가를 위한 기능단위는 이산화탄소 배출량 원단위인 [kg-CO₂/년m²] 단위로 평가한다.

3.2 시스템 경계 및 데이터 품질요건 설정

시스템 경계설정과 데이터 품질요건의 설정은 LCA를 위한 데이터의 수집/산출과 관계된 것으로 건축물의 경우 타분야에 비해 시스템이 복잡하고 많은 데이터가 필요하다.

모든 데이터를 직접 측정하여 수집하거나 정확히 계산된 데이터가 불가능할 경우 동종업종에서 사용한 데이터나 일반화된 방법의 자료를 사용할 수 있으나 이 경우 데이터 및 자료의 출처와 가정, 한계 등을 명시해야 한다. 사용되는 데이터는 그 데이터의 시간적·지역적 범위, 기술적 적용 범위, 데이터의 정확도 및 대표성, 방법의 일관성과 재현성, 데이터의 출처, 정보와 방법들의 다양성과 불확실성을 명시할 필요가 있다.

평가대상 건축물의 건설자재 투입물량, 경계데이터, 건설자재별 환경부하 원단위 데이터, 에너지사용량 데이터 등이 조사되어야 한다. 에너지의 온실가스 환산기준, 탄소배출계수 등은 IPCC 가이드라인에서 제시하는 국제공인데이터를 활용하는 것이 바람직하다.

3.3 전과정 목록분석(Inventory Analysis)

LCA에서 가장 중요한 단계인 전과정 목록분석은 건축물의 라이프사이클 단계에 따라 설계, 시공, 운용에너지 사용, 유지관리, 수선, 개수, 재건축 단계로 분류하여 각 단계별로 수집된 데이터를 적용하고 설정된 기능단위에 맞도록 데이터를 환산하는 과정에 해당한다. 또한 각 단계별 이산화탄소 배출량 산정 방법을 계산로직에 적용하여 데이터를 입력하고 계산을 실행하는 단계를 포함한다.

3.4 전과정 영향평가

전과정 영향평가는 목록분석의 결과로부터

환경영향을 분석하고 평가하는 절차로 분류화, 특성화, 정규화, 가중치부여 단계가 있으나 본 연구에서는 건축물의 전과정에 따른 이산화탄소 배출만을 정량적으로 평가하는 계산결과 도출을 계산 프로세스의 목적으로 한다.

3.5 전과정 해석단계

계산결과는 설계, 신축공사, 재건축, 수선, 개수, 유지관리, 운용에너지 사용의 분석목록에 따라 제시되며 이를 통해 건축물의 생애주기의 각 단계의 이산화탄소 배출 특성에 대해 분석하고, 주요 영향인자를 검토하여 환경부하에 대한 영향을 검토하는 전과정 해석의 단계인 결과분석이 수행되어야 한다.

4. 건축물의 생애주기별 목록분석

건축물은 설계, 건설자재의 생산, 그 자재를 이용한 시공, 건물의 사용 및 관리, 폐기 및 재건축 단계까지 많은 과정을 거치게 되며, 이 과정동안 많은 투입물과 산출물이 발생한다. 이러한 건축물의 전과정 목록분석을 위한 데이터는 복잡한 구조를 가지며 수많은 데이터수를 수집하고 처리하여야 한다.

따라서 건축물의 전과정을 한번에 고려하기 보다는 건축물의 생애주기의 특성과 데이터 수집의 용이성을 고려하여 본 연구에서는 건축물의 생애주기는 설계, 시공, 운용에너지 사용, 유지관리, 수선, 개수, 해체/폐기, 재건축 단계로 분류하였고 그림 6에 도식화하여 나타내었다.

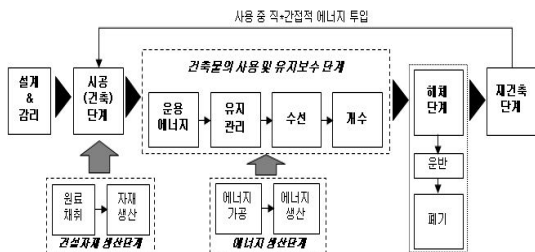


그림 6 건축물 전과정 목록분석을 위한 생애주기 단계 분류

ISO 14040에서 제시한 전과정 인벤토리 분석을 건축물의 생애주기 분류에 따라 도출하면 다음과 같다.

4.1 설계 및 감리단계

설계 및 감리 단계는 공사가 이루어지지 않는 비공사부분이나 설계·감리 등 인력의 활동에 의해 발생하는 이산화탄소 발생량 및 에너지 소비량을 산정할 수가 있다.

4.2 건설자재 생산단계

건설자재 생산단계에서는 시공단계에서 사용될 건축자재들을 생산하기 위해 필요한 원료 채취단계부터 건설자재 생산단계를 거쳐 건축현장으로 가져오는 수송단계까지로 정할 수 있다.

원료의 채취 및 자재생산에 발생하는 에너지 및 이산화탄소 배출량은 건설자재의 환경부하 원단위 산출을 통해 건설자재 단위 물량당 이산화탄소 배출량 원단위 즉 건설자재별 생산단계의 환경부하 원단위 데이터가 산출되어야 한다.

4.3 시공단계

시공단계는 실제 공사가 이루어지는 부분으로 건축자재를 이용하여 건축물을 건설하고 건축물을 완성하는 단계까지이며, 건설자재 생산단계에서 배출된 환경부하 요소인 이산화탄소 배출 및 에너지 소비를 시공단계에서 공중에 따라 합산함으로써 시공단계에서의 이산화탄소 배출 및 에너지소비가 이루어지는 것으로 산정한다. 즉, 건축물을 건설하기 위해 사용되는 많은 자재들은 환경으로부터 직접적으로 온 것이 아니라, 환경으로부터 여러 원료 물질들을 채취해서 가공함으로써 만들어진 하나의 제품으로 본다. 따라서 건설자재가 건설 현장으로 투입되는 순간에 이미 건축물은 이러한 건설자재의 생산단계에서의 환경부하를 포함하게 되는 것이다.

시공단계에서 건설시공 중에 투입되는 현장의 건설기계장비 및 운반장비 등의 사용에 따른 유류 및 전력의 소비와 현장사무소 및 기타 시설물 등을 이용함으로써 소비되는 전력 등의 에너지 소비로 인해 배출되는 이산화탄소도 산출항목으로 검토되어야 한다.

그러나 이러한 건설기계장비의 사용 및 시설물의 사용에 의한 유류, 전기 등의 에너지 사용에 관한 데이터는 현장의 조건 및 공사의 여러 상황에 따라 다르며 일관적인 환경부하 데이터 마련이 현재로서는 어렵고 건축물 전 과정 동안 이산화탄소 배출량에 비해 작은 부분에 해당할 것으로 판단된다.³⁾

4.4 건물의 사용 및 유지보수 단계

건축물의 사용 및 유지·보수 단계는 건축물을 해체하기 전까지 사용하고 유지·보수하는 단계이며 이 단계에서는 건물을 사용하고 유지보수 하기 위한 투입 및 산출물을 정량화한다.

운용에너지는 건축물에서 난방 및 냉방, 급탕, 취사, 조명, 환기 등을 위해 투입되는 에너지 등을 대상으로 하며 건물의 사용 중에 필요로 하는 전력, 유류, 가스 등 에너지원별 소비량이 산출되어야 한다.

유지·보수단계는 건물의 생애주기를 전제로 하여 건물 부재 및 설비 시스템의 내구연한, 사용 장애이나 노후 등의 이유로 투입되어야 하는 건설자재의 투입량을 고려해야 하는 단계로 매년 일정비율의 수선율로 수선되는 수선단계와 일정기간 이후 반복적으로 개보수되는 개수단계가 있다.

또 건물의 수선 및 보수 공사에 사용된 장

비 및 인력 등에 의한 전력, 유류 등의 에너지 사용과 유지관리활동인 청소, 위생관리, 공동기계 관리, 안전 및 경비 등을 대상범위로 하고 이로 인해 배출되는 환경부하를 검토하는 유지관리단계가 있다.

건축물의 사용 단계에서 사용되는 물질과 에너지는 건물 전체의 규모나 용도에 따라서 크게 변화하며, 실제 건물이 폐기되기 전까지의 실측치를 고려할 수 없으므로, 건물의 면적을 고려하여 일정 기준에 따라 시나리오 형태로 고려될 수도 있다.

4.5 해체, 폐기 및 재활용 단계

해체, 폐기 및 재활용 단계는 건물을 해체하고 그 자재들을 폐기하거나 재활용하는 단계까지이다. 건축물은 수명이 끝나면 파괴되어 건축폐기물로 변하게 되며 이들의 일부분은 폐기되며 일부분은 다른 제품의 원료로서 사용되거나 다시 건축자재로 재사용된다.

해체 및 폐기 단계에서 고려해야 할 가장 중요한 부분은 폐기되는 물질의 종류와 재활용되는 물질의 종류를 파악하고 이들의 양을 정확하게 할당하는 것이다. 하지만 대상 건축물에 대한 폐기 및 재활용 비율의 데이터는 사용단계에서와 마찬가지로 수집하거나 산정하기가 용이하지 않다. 또한 재활용은 재활용될 건설자재가 건설공사에 다시 사용하게 되는지 아니면 다른 산업에 재활용하게 되는지 등을 파악하기가 불가능하여 그 영향을 산출하기 또한 어렵다.

건설자재로의 재사용은 해당 건설자재의 내재에너지 및 이산화탄소 배출량을 환경부하를 경감하는 활동으로 인지할 수 있는데 폐기단계에서 산정범위로 정할지, 재활용 자재를 활용하는 다른 건설공사의 LCA에서 이를 반영할지를 합리적으로 판단하는데도 어려움이 있다.

자료조사를 수행한 결과 건설부산물의 재활용(재사용, 재활용), 소각, 매립 등 최종 처분과 관련한 부분은 현재로서 자료가 정비되어 있지 못하다.

3) 김중엽(2005)의 연구에 따르면, 시공단계의 원단위 산출을 유류사용량은 공구별 '지구별에산내역서'를 기준으로 공사항목별 물량 및 건설장비 사용에 따른 유류사용량 등으로 파악하고 전력사용량은 조사대상을 선정하여 실제 공구별 전력사용량 데이터를 수집하여 수행한 결과, 건설단계에서 자재사용에 따른 에너지소비량 및 이산화탄소 배출량을 시공단계 및 자재운송단계와 비교해 볼 때, 자재사용단계의 값에 비해 시공단계의 값이 각각 3.3%, 1.7%로, 자재운송단계는 각각 1.5%, 0.9% 정도 밖에 차지하지 않는 것으로 나타났다.

4.6 재건축 단계

재건축단계는 인벤토리 분석에서 또 다른 신축 건설단계로 볼 수도 있다. 통상적인 LCA에서는 평가대상의 전과정을 원료의 채취 및 설계 단계에서부터 폐기·재활용 단계 까지만 검토하게 된다.

건축물의 재건축 단계는 건축물의 수명이 다하고 다시 재건축 되는 것으로 일반적으로 기존의 건축물과 용도 및 규모, 사용되는 건설자재 및 설비 시스템이 다르게 된다. 재건축은 LCA의 평가기간이 평가대상 건축물의 수명보다 장기간일 경우 기존의 건축물이 동일하게 다시 재건축되는 것으로 산정하여 재건축에 따른 이산화탄소 배출량을 검토할 수 있을 것이다.

5. 결 론

건축물이 생애주기동안에 발생시키는 이산화탄소 배출량을 평가하기 위한 계산 프로세스를 제안하여 향후 이러한 계산 프로세스를 통해 건축물의 전과정동안의 이산화탄소 배출량 평가 도구를 개발하고 효과적인 친환경 건축물의 설계가 가능하게 하고자 한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) LCA는 제품 시스템의 전과정에 걸쳐서 소모되는 자원과 발생하는 온실가스 배출량을 정량화하여 평가하는 환경영향 평가 기법으로 주요 선진국에서는 환경정책 수립 시 의사결정 지원을 위한 수단으로 활용하고 있으며 다양한 환경정보 데이터 및 평가도구를 개발하여 활용하고 있다.
- (2) 생애주기에 따른 CO₂ 배출량 평가 프로그램으로 국외 AIJ LCA와 국내의 TOTAL, PASS, SUSB-LCA가 있으나 국내에서 활용할 수 있는 국제적 수준의 건축물 평가 도구 및 방법론 개발은 부족하다.
- (3) 국제표준에 따라 계획단계, 시스템경계 및 데이터품질요건 설정, 전과정 목록분석, 전과정 영향평가, 전과정 해석단계로 건

축물의 전과정 동안에 배출되는 이산화탄소 배출량 계산 프로세스를 제안하였다.

- (4) 가장 중요한 단계인 건축물의 전과정 목록분석은 건축물의 라이프사이클 단계에 따라 설계 및 감리단계, 건설자재 생산단계, 시공단계, 운용에너지 사용단계, 유지관리·보수단계, 해체, 폐기 및 재활용단계, 재건축 단계로 분류하였고 각 단계별요구 데이터 및 목록분석 방안을 제시하였다.

참 고 문 헌

1. 환경부, 탄소성적표지인증업무 등에 관한 규정, 환경부고시 제2009-10호, 2009. 2. 2.
2. 김종엽, 이승언, 손장열, 공동주택 신축단계에서의 에너지소비 및 CO₂ 배출 특성 평가, 대한건축학회논문집(계획계), 21권 4호, 2005.
3. 건설교통부, 건축물의 LCA를 위한 원단위 작성 및 프로그램 개발 연구, 한국건설기술연구원, 2004.
4. 이강희, 공동주택 건설공사에서의 공중에 대한 LCA 적용 연구, 대한건축학회논문집(계획계), 19권, 2호, 2003.
5. 강혜진, 강수연, 박진철, 이언구, ZEB 디자인 프로세스에 관한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, 30권, 2호, 2010. pp.39~45.
6. 손우진, 강혜진, 이언구, 친환경 건축물의 LCA 평가도구 비교분석 연구, 한국태양에너지학회 추계학술발표대회 논문집, 2009.
7. ISO, ISO 14040 : 2006 Environmental Management-Life cycle assessment-Principles and framework, 2006.
8. Seo, S. W. and Hwang, Y. W., Estimation of CO₂ Emissions in Life Cycle of Residential Buildings, Journal of Construction Engineering and Management, 2001, pp.414~418.
9. LCA實務入門編集委員會 編集, LCA 實務入門, 社団法人 産業環境管理協會, 1998.