

# 공동주택 전과정평가 프로그램(SUSB-LCA ver1.0) 개발에 관한 연구

## Study on the Development of the Life Cycle Assessment Program in the Apartment Housing

이 하 식\*, 정 보 라\*, 최 영 오\*\*, 채 창 우\*\*\*, 이 강 희\*\*\*\*

Lee, Ha-Shik, Jung, Bo-Ra Choi, Young-O, Chae, Chang-U, Lee, Kang-Hee

### Abstract

The environment is the important resource to use as well as to conserve for the development. Since 1990s, it has accentuated the importance of the environment and tried to conserve the environment in many areas. Among many area, the building industry has played a role to destruct the environment for providing the living decent space and brought the environmental affect. Therefore, the building industry should endeavor to mitigate the environmental affect.

In building life cycle, it consumes the energy and natural resources. But it is difficult to evaluate the environmental affect during the whole building life. It is impossible to calculate the environmental affect without the much time and effort. Therefore, it requires the easy and handing program to calculate the affect to environment in each building life cycle. Until now, many program for assessing the affect to the environment have been developed and limitedly used because of the assessment scope and contents. In this paper, it aimed at developing the assessment program of LCA, focused on the energy consumption and carbon-dioxide emission compared with the domestic and foreign concerned programs. The developed program is divided into 3 areas: construction, maintenance, demolition.

키워드 : 공동주택, 전과정평가, 에너지, 이산화탄소, 철거, 사용, 유지관리

keyword : Apartment housing, Life Cycle Assessment, demolition, maintenance

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

최근의 환경에 대한 관심과 노력은 환경을 일방적인 이용대상으로써가 아니라 환경을 보전하면서 인간의 삶을 증진하는 상호보완적이라는 것을 강조하고 있다. 뿐만 아니라 건축물은 일반 소비재와는 달리, 건설, 사용 및 유지관리, 철거·해체의 긴 수명을 지니고 있다. 긴 수명동안 에너지 등의 자원을 소비하는 한편, 이산화탄소 등의 환경영향물질을 발생하게 된다. 따라서 자원 뿐만 아니라 에너지, 환경오염 등의 상호영향을 분석, 평가함으로써 환경영향을 사전에 예측하고 환경보전을 위한 다양한 건축기술 개발이 요구된다. 이를 위해 라이프사이클 과정에서 투입되는 건축자재 및 재료, 혹은 공중에 따른 자원·에너지 소비, 이산화탄소 등의 지구온난화 물질 배출, 건설폐기물의 배출 등에 대한 종합적인 분석·평가가 이루어져야 한다.

건축물 라이프사이클 기간동안 자원·에너지 소비, 환경영향물질 발생 등을 종합적으로 파악할 수 있는 방법으로써 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)를 들 수 있다. 이것은 공중, 공법 혹은 건축자재와 재료와 각 라이프사이클 단계별로 분석범위를 설정함으로써 에너지 소비와 환경오염물질 배출을 정량적으로 제시할 수 있는 특징을 지니고 있다. 그러나 분석과정이 상대적으로 복잡할 뿐만 아니라 분석범위가 다양하고 실제적용하는데 많은 노력과 시간을 요구하고 있다.

\* 정회원, 안동대학교 대학원 건축공학과 석사과정

\*\* 정회원, 경북대학교 대학원 건축공학과 박사수료

\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원 건축연구부 공학박사

\*\*\*\* 정회원, 안동대학교 건축공학과 부교수, 공학박사.

◇ 본 연구는 과학기술부 우수연구센터 육성사업의 지원으로 수행되었음(과제번호 R11-2005-056-01005-0).

본 논문에서는 건축물의 라이프사이클 단계별로 투입되는 건축자원, 에너지 등과 이에 의한 환경영향물질 배출정도를 분석할 수 있는 프로그램의 구성내용과 속성을 제시하고 한다. 이것은 전과정평가를 적용하기 위한 프로그램 개발에 기초적인 자료를 제공할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 이러한 기초적인 구성내용과 속성을 지닌 프로그램 개발을 통해 전과정평가 수행에 따른 시간과 노력을 절감하는데 주요 역할을 할 수 있을 것이다.

### 1.2 연구방법 및 내용

건축물의 라이프사이클은 크게 건설단계, 사용 및 유지관리단계, 철거·해체단계로 구분된다. 따라서 전과정평가를 수행하기 위한 프로그램에서는 라이프사이클 단계를 반영할 수 있어야 한다. 전과정평가를 위한 프로그램의 구성내용 및 속성 등을 제시하기 위한 연구방법 및 내용은 다음과 같다.

첫째, 기존의 국내외 유사한 프로그램의 구성내용 및 특징을 비교, 분석한다. 전과정평가 관련 프로그램은 국내보다는 국외에서 많은 개발이 있다. 대부분의 개발 프로그램은 냉장고, 전자레인지 등의 일반소비재를 대상으로 하는 것과 재료, 자재 등을 대상으로 하여 개발된 프로그램이 일반적이다. 따라서 본 논문에서는 건축물 전과정평가를 위한 프로그램이라고 판단되는 대상을 추출하여 비교, 분석하였다.

둘째, 건축물의 라이프사이클 단계별 에너지 소비량과 이산화탄소 배출량을 산정할 수 있는 연산자와 요구되는 투입자료 구성내용을 제시하였다. 이를 위해 각 라이프사이클 단계별 요구되는 투입자료에 대한 분석방법과 내용을 작성하였다.

셋째, 프로그램 운용결과를 총량적인 측면과 원단위 측면으로 구분하여 제시하도록 하였다. 원단위 측면은 면적을 척도로 하고 있다. 뿐만 아니라 건축물의 수명을 감안하여 일정 기간 동안 에너지 소비와 이산화탄소 배출량

을 산정되도록 하였다.

넷째, 전과정평가 프로그램의 적합성을 검증하기 위해 사례건축물을 적용하였다. 공동주택을 대상으로 적용하였으며 원단위와 총량적인 측면에서 분석결과를 제시하였다.

## 2. 기존 프로그램의 특징과 비교

### 2.1 특징 비교

일반적인 전과정평가(LCA) 수행을 위한 다양한 프로그램이 개발 혹은 상용화되고 있다. BOUSTED, ECOLOGIC, IDEA, PEMS, TEMIS, SIMAPRO, ECOPACK2000, TEAM, OfE, LIFEWAY, LCAiT, GaBi, KCL-ECO, LCAiT 등을 들 수 있다. 이러한 프로그램과 그 외의 것을 포함하면 개발된 프로그램의 수는 대략 20 개 정도이며 개발중에 있는 것을 포함하면 그 수는 훨씬 증가할 것이다. 이러한 프로그램은 그 용도에 따라 교육용, 상업용 등으로 구분할 수 있다. 대표적인 LCA 분석 프로그램과 이들의 주요 내용을 간단히 살펴보면 표1과 같다.

대부분의 프로그램의 용도측면에서는 목록분석, 영향평가수준까지 확대되어 있으나 대부분의 프로그램은 제한된 분야에서의 LCA분석용으로 활용되고 있다. 이들 프로그램은 고유의 혹은 공용의 데이터베이스를 가지고 있다. 특히, Simapro는 이들 데이터 베이스를 국가, 혹은 지역의 특성에서 도출된 데이터를 활용할 수 있도록 추가, 삭제, 변경이 가능한 것이 특징이다.

표1. LCA 프로그램의 개발주체 및 개발동기

프로그램의 종류	개발주체 및 주요내용
BOUSTED	유럽에서 가장 알려진 프로그램이다. 1972년에 영국의 Ian Bousted 박사에 의해 개발된 것으로 약 2,000개의 산업데이터를 망라하는 가장 포괄적인 LCA시스템이다. 원래는 연료와 에너지에 초점을 두었으나 최근에는 소재와 프로세스 등 광범위하게 분석이 가능하게 되어 있다.
ECOLOGIC(International Database for Ecoprofile Analysis)	처음에는 오스트리아의 IIASA(the International Institute for Applied Systems Analysis)에서 개발된 프로그램이다. 현재는 핀란드의 VTT기술연구소에서 관리하고 있다. 서구 유럽의 평균적인 데이터로 정비되고 있고 특히, 소재제조, 에너지, 수송을 중심으로 포괄적인 분석이 가능하다.
PEMS(PIRA Environmental Management System)	포장산업협회에서 개발된 목록분석(inventory analysis)과 영향평가(Impact assessment)분석이 가능한 2가지의 기능을 가지고 있는 프로그램이다. 처음에는 BUWAL과 PIRA의 데이터를 이용하여 포장제품의 분석을 위해 개발된 것이다.
TEMIS	독일의 Darmstadt에 있는 Okoinstitute에 의해 개발된 프로그램이다. 에너지와 운송 부문에 초점을 둔 것으로 에너지 정책입안을 위한 지원시스템으로 이용되기도 한다.

프로그램의 종류	개발주체 및 주요내용
Simapro	프로세스와 재료시스템에 대해서 설계를 지원하는 프로그램이다. 처음에는 라이덴 대학(Leiden Univ.)의 CML으로 개발된 시스템으로 이후에 수정되어 현재는 스위스에서 개발된 영향평가를 포함하고 있다.
ECOPACK2000	이것은 영국의 Landbank Agency에서 개발된 것으로 BUWAL과 Bousted의 시스템으로부터 이루어졌다. 주로 포장제품을 대상으로 하고 영향평가도 가능하다.
TEAM(Tools for Environmental Analysis and Management)	프랑스의 Ecobilan에 의해 개발된 것으로 spread sheet에서 데이터베이스가 작성되어 PC용으로 계산이 가능하다. 데이터는 DEAMS라고 불리는 표준적인 Ecobilan의 데이터로 정비되어 있고 에너지, 수송, 소재에 대해 상세한 분석이 가능하다.
OfE(Okoinventare fur Energiesysteme)	스위스의 ETE에서 개발된 발전시스템에 관한 프로그램이다. 석유, 가스, 석탄, 원자력, 수열, biomass, 지열, 태양열, 태양광 등에 대해 방사성 물질을 포함한 광범위한 환경부하가 분석가능하다.
LIFEWAY	덴마크 공과대학에서 개발된 교육용 시스템이다. 범위는 제한적이나 가치평가가 가능한 것이 특징이다.

현재 개발중이거나 상용화된 LCA 분석용 프로그램은 데이터베이스, 기능 등의 측면에서 다양하다. 상기와 같은 대표적 LCA 분석용 프로그램은 각기 특성을 지니고 있다. 따라서 LCA 수행자는 분석범위 및 내용, 데이터베이스의 질과 호환성 등을 고려하여 프로그램을 선택하는 것이 바람직하다.

### 2.2 프로그램의 유형 및 데이터베이스의 특징

앞서의 전과정평가를 위한 다양한 프로그램은 일반소비자를 대상으로 하여 제한적으로 활용되고 있다. 이러한 전제속에서 전과정평가의 전체과정을 수행하는데 용이한 반면, 건축과 같은 긴 수명을 지니고 있는 대상에는 한계를 지니고 있다. 제한적으로 건축자재와 재료에 대해 이산화탄소, 황화합물 등과 같은 배출량을 산정하는데 활용은 가능하다. 건축물과 같은 특성을 지니고 있는 대상물에 적용하는데 사용하는 프로그램은 크게 3가지 측면으로 구분할 수 있다. 첫째는 전과정평가를 수행하는 프로그램이다. 이들 프로그램은 표2에서 제시되고 있다.

표2. 사용대상에 따른 프로그램의 유형

LCA s/w	Energy Building tool	Design and making
LCAid(AUS) LISA(AUS) BEES(US) Boustaed(UK) Eco Quantum(NL) Gabi(DM) KCL-ECO(FIN) LCAit(SW) PEMS(UK/US) SIB LCA(DE) SimaPro(NL) TEAM(FR/US)	Athena(CAN) BUNYIP(AUS) DOE2(US) Invest(ULC) Optimize(CAN) Firstrate(AUS) Cheetah(AUS) NatHers(AUS) BREGain(UK)	ECOTECT(AUS) Equer(FR) Building Design Advisor(US) GBTool (20 countries) Green Building Advisor(US) BREEAM(UK) LEED(US)

두 번째는 에너지 소비량을 분석, 평가할 수 있도록 하는 것이다. 이들 프로그램은 건축물의 설계 혹은 계획단계에서 시뮬레이션 혹은 에너지 소비수준을 평가하는데 활용하는 프로그램이다. 마지막으로 디자인과정에서 환경친화적 혹은 환경영향물질 배출을 줄이기 위한 평가방안으로써 디자인 의사결정도구로 활용하는 프로그램이다. 이들 프로그램의 유형을 나타낸 것은 표3과 같다.

뿐만 아니라 건축물의 건축자재와 재료에 대한 LCI DB를 구축하기 위해 사용한 방법에 따라 구분할 수 있다. 이것은 기존의 현장조사자료를 활용하여 원단위 데이터베이스를 구축하는 것, 산업연관분석법을 이용하여 원단위 데이터 베이스를 구축하는 것, 기타 여러 데이터를 사용대상에 따라 수집하여 하나의 데이터 베이스를 구축하는 것 등으로 구분할 수 있다. 이들 방법은 직접조사법, 간접법, 혼합법 등으로 구분할 수 있다. 이들 방법의 장단점을 비교한 것은 표3과 같다.

표3. 원단위 산정을 위한 추계방법의 비교

	직상법	산업연관분석법	혼합법
결과의 정확성	○	□	○
운용시간적 측면	△	○	△
분석대상 범위	△	○	○
최신정보의 갱신정도	□	△	□
비용적 측면	△	○	△

주) ○ : 양호, □ : 보통, △ : 낮음

직접조사법에 의한 원단위는 해당 건축자재 혹은 재료에 대한 원료 채취부터 생산, 사용, 폐기의 전과정을 추적, 조사하는 방식으로 구축된 데이터이다. 그러나 이것은 조사하는 과정이 복잡할 뿐만 아니라 시간과 비용 등의 측면에서 단점을 지니고 있다. 두 번째의 간접추계법은 직접조사법에 비해 결과의 정확성은 낮을지라도 분석범위가 넓고 시간과 비용측면에서 매우 효율적인 측면을 지니고 있다. 대표적인 간접추계법으로는 산업연관분석법을 들 수 있다. 산업연관분석법은 건축자재의 생산에 연계된 산업부문이 구조적으로 상호 연결되어 있다는 것으로 활용하는 것이다. 마지막으로 혼합법은 분석대상에 따라 직접조사법과 간접추계법을 혼합적으로 활용하는 방식이다. 이것은 분석대상, 혹은 분석범위 등에 따라 직접조사한 결과를 활용하는 하는 간접추계결과를 활용하기도 한다. 즉, 중요성을 지닌 대상에서는 직접조사법을 활용하여 원단위를 제시하고 기타의 대상에 대해서는 간접추계법으로 산정한 결과를 원단위로 사용하기도 한다. 이들 방법에 대한 장단점을 비교한 것으로 표4와 같다.

표4. 데이터 베이스 구축을 위한 산정방법

LCA s/w	Input / Output	Others
EcoQuantum(NL) IVAM(NL/EU) SimaPro(NL)	EIOLCA(US) NIRM(JP)	Advanced building technologies(US) Harris Directory(US)

Athena(CAN) SIB LCA Boustead(UK)		Oikos Energy Audit(AUS)
--	--	----------------------------

### 3. 전과정평가 프로그램의 형태

전과정 평가프로그램이 갖추어야 하는 두가지 전제 조건을 토대로 하여 프로그램의 형태를 다음과 같이 제안할 수 있다.

첫째, 건축물의 라이프사이클과정을 건설단계, 사용 및 유지관리 단계, 철거 및 해체단계로 구분하여 각각의 단계에서 포함되는 내용을 살펴보면 표5와 같다. 건설단계에서는 건축자재와 재료부문, 건설현장까지의 운송부문, 건설현장에서의 현장운용에너지 부문 등을 포함할 수 있다. 사용 및 유지관리단계는 냉·난방, 조명, 조리 등의 사용에너지 부문과 건축물의 노후에 따른 개·보수 부문 등을 들 수 있다. 이 가운데 유지관리부문은 일상수선 부문과 대규모의 계획수선 등으로 구분하는 것이 바람직하다. 대규모 수선은 장기수선계획에 의거하여 수행함으로써 일상수선보다는 중요한 역할을 하기 때문이다. 철거 및 해체단계에서는 철거에 소요되는 장비, 건축자재 등을 들 수 있으며 해체단계에서는 폐기운송 혹은 재활용, 재이용 등의 부문까지 포함한다.

표5. 전과정평가를 위한 프로그램 분석대상

건설단계	건축자재 생산 부문	
	건축자재 운송 부문	
	건축현장 운송 부문 (장비, 전력)	
사용/유지관리 단계	유지관리	건축 사용 부문
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: left;"> <p>일상수선</p> <p>대규모수선</p> </div> </div>
철거/폐기단계	건축 철거/철거재료 (장비, 전력)	
	폐기운송	

둘째, 전과정평가를 위한 분석방법과 내용은 라이프사이클 단계별로 구분하여 접근한다. 건축자재와 재료, 사용에너지, 철거 및 해체단계의 LCI DB의 구축자료가 다양하여 하나의 접근방식으로는 구축하기가 용이하지 않다. 건설단계의 건축자재와 재료부문은 산업연관분석법을 이용하여 산정한다. 또한 건설현장까지의 운송부문은 현장조사방식을 이용하여 산정하는 것이 적합하다<sup>1)</sup>. 뿐만 아니라 현장에서 사용하는 전력에너지, 장비 등의 에너지 부문은 현장조사자료를 이용하여 산정하는 것이 현실적

1) 지금까지 현장조사자료이외에는 LCI DB를 구축하기 위한 모델이 정립되어 있지 않다.

이다.

사용 및 유지관리단계의 개·보수 부분의 LCI DB를 구축하기 위해서는 수선계획이 선결되어야 한다. 이것을 수립하기 위해서는 건물의 열화수준, 경년에 따른 수선정도 등을 정량적으로 제시할 수 있는 모델이 정립되는 것이 필요하다. 냉·난방, 조리, 조명 등 사용부문의 에너지 부문은 계획 및 설계단계에서 에너지 소비 시뮬레이션 자료를 활용하는 방법을 들 수 있다. 그러나 이것은 현장 데이터를 반영하기 보다는 일단의 가정을 통해 분석하는 것으로 설명력이 떨어진다. 따라서 세대수, 관리면적, 주동높이, 구성 등을 감안하여 에너지 혹은 이산화탄소 배출량을 예측할 수 있는 모델이 바람직할 것으로 판단된다.

철거 및 해체단계 가운데 철거에 소요되는 건축자재와 재료 부문은 산업연관분석법을 이용하여 산정하는 것이 적합하다. 철거 장비 등에 투입되는 에너지 부문은 현장 조사자료를 활용하는 것이 바람직하다. 폐기물 운송은 건축물 용도별 폐기에 따른 발생폐기량을 조사하여 일단의 가정을 통해 원단위를 산정하는 것이 필요하다. 이와 같은 건축물의 라이프사이클 단계에서 따른 LCI DB 산정 방식과 범위 등을 나타낸 것은 그림2와 같다.

표6. 전과정평가 LCI DB 산정방식과 범위

		평가 대상	분석방법
에너지 소비량과 이산화탄소 배출량	건설 단계	건설공사에서 요구되는 건축자재와 재료부문	산업연관분석법
	유지 관리 단계	개·보수 등의 사용부문에 이용된 건축자재와 재료부문	산업연관분석법
		냉난방, 급탕, 조명등의 운용부문	현장조사 자료를 이용한 에너지 소비량과 이산화탄소배출량 추정모델의 작성
	철거/해체 단계	철거/해체에 요구되는 건축자재와 재료 부문	산업연관분석법
		철거/해체에 이용되는 기계/장비 운용 부문	철거/해체 전문업체 전문가 면담조사자료 활용

#### 4. 전과정평가 프로그램의 형태

전과정평가 프로그램은 건축물의 라이프사이클을 포함하고 각각의 라이프사이클 단계의 LCI DB의 입출력이 가능하도록 하여야 한다. 뿐만 아니라 대안사이의 비교가 가능함과 동시에 정량적인 수준으로 분석결과를 제시하는 것이 필요하다. 이를 위해 총량적인 측면 뿐만 아니라 단위면적에 따른 원단위 측면의 분석결과 제시가 적합하다. 이와 같은 기본적인 전과정평가 프로그램의 구성내용에 따라 프로그램의 형식을 정리하면 그림3과 같다.

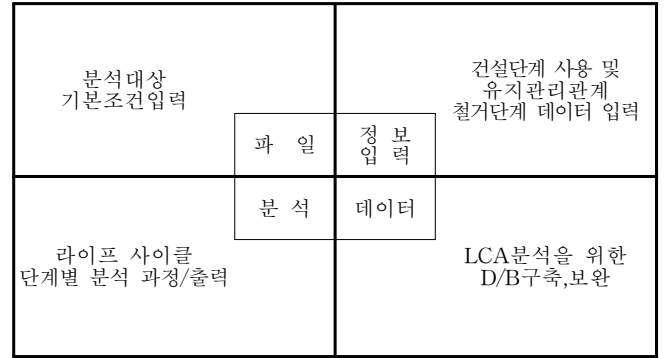


그림1. 전과정평가 프로그램의 구성

그림1과 같은 전과정평가 프로그램의 구성형태에 따라 프로그램은 크게 분석대상 건축물의 기본적인 특징 입력 부분, 전과정평가의 분석조건, 분석을 위한 관련정보의 입력, 분석결과 출력, LCI DB 등으로 구성된다. 이들 각각의 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

프로그램 구성가운데 파일에서는 건물개요와 평가조건을 입력하게 된다. 분석대상 건축물의 기본적인 개요는 크게 건물명칭, 건물용도, 지리적인 위치, 구조, 건축면적, 연면적, 조경면적 등의 내용이 입력된다. 이들 건물개요는 분석결과에서 면적측면의 원단위를 제시하는 것과 연결된다.

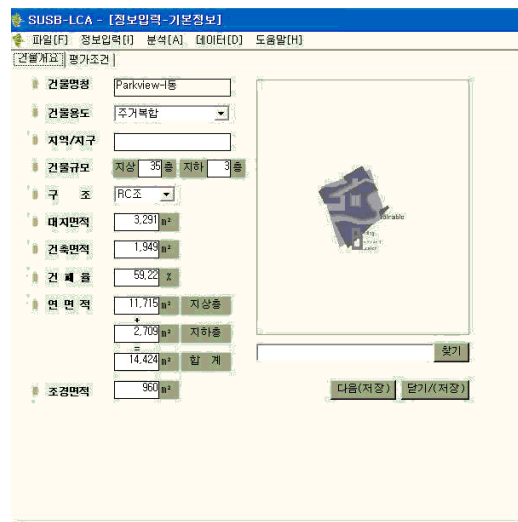


그림2. 건물 기본개요 입력형태

파일을 구성하고 있는 내용가운데 평가조건에서는 전과정평가를 위한 기본적인 전제조건들이 포함된다. 평가 단계는 크게 기본설계단계, 시공단계, 사용 및 유지관리 단계로 구분할 수 있다. 또한 건물의 수명을 설정하여 기간에 따른 에너지 소비량과 이산화탄소 배출량을 분석하도록 조건을 제시하고 있다. 그 외에 난방방식, 건축, 전기설비, 기계설비 등으로 구분하여 분석할 수 있도록 조건을 제시하고 있다.

정보입력부분에서는 전과정평가에 필요한 자료가 입력된다. 여기서는 건설단계, 사용 및 유지관리단계, 철거 및

해단계로 구분하여 각각의 필요한 자료를 입력하는 과정이다. 건설단계에서는 건축공사, 토목공사, 설비공사 등으로 구분하여 입력을 하며 각각의 공사는 공종별로 구분할 수 있도록 구성되어 있다.

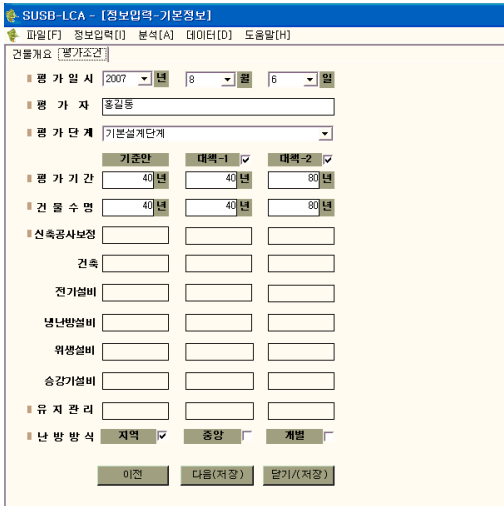


그림3. 평가조건 입력

운영단계에서는 공동주택 단지에서 사용하는 에너지를 모두 포함하고 있다. 난방방식에 따라 지역난방, 중앙난방, 개별난방 방식으로 구분하고 있으며 조명 등을 위한 전력에너지, 조리 등에 사용하는 도시가스 등의 사용량을 입력하도록 구성하고 있다.



그림4. 건설단계 정보입력의 구성내용

사용부문은 연간전력소비량, 연간난방에너지 소비량, 연간도시가스 소비량 등의 정보가 입력된다. 특히, 기준안에 대한 개선된 대안을 평가하기 위해 두 개의 대안에 대한 정보를 입력할 수 있는 시스템을 구축하고 있다.

철거 및 해체단계의 정보입력은 폐기물 운송거리, 운송차량의 적재량, 연비, 폐기물 발생량 등을 입력하도록 구성된다. 사용된 폐기물 운송차량은 암물트럭을 기준으로 하고 있다.

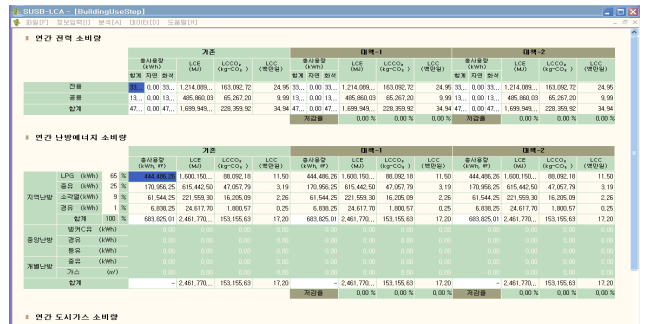


그림6. 사용부문의 정보입력

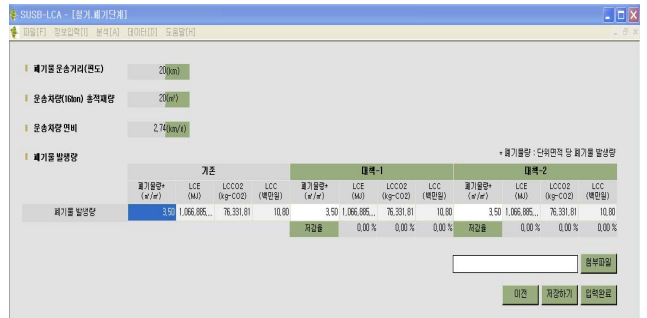


그림6. 철거 및 폐기단계의 정보입력

분석결과는 건축물의 라이프사이클 에너지, 라이프사이클 이산화탄소, 라이프사이클 코스트와 이들을 종합적으로 요약하는 표로 구성되고 있다<sup>2)</sup>. 이들은 기준안에 대하여 개선된 대안을 비교할 수 있도록 구성되고 있다.

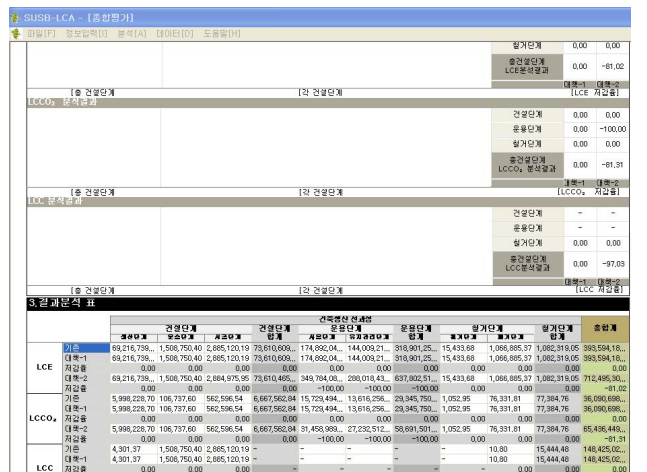


그림7. 분석결과의 출력형태

전과평가를 수행하기 위한 LCI DB의 구성은 산업부문분류, 에너지원별 원단위, 공종구분 등으로 구성된다. 산업부문분류는 건설단계, 개·보수의 건축자재와 재료에 대한 에너지소비와 이산화탄소 배출원단위를 산출하기 위해 구분한 것이다. 에너지원별 원단위는 화석에너지, 전력에너지 등의 단위 이산화탄소 배출량을 산정하는 기초자료로서 역할을 한다. 공사종류는 건설단계에서 건축

2) 라이프사이클 코스트에 대한 분석부분은 연구개발중이다.

공사, 토목공사, 설비공사 각각의 내용을 구성하는 공중을 구분하기 위해 구분한 것이다. LCI DB의 구성형태는 그림9와 같다.

그림8. LCI DB의 구성

### 5. 결론

최근의 환경에 대한 관심과 노력은 건축이 더 이상 환경을 훼손함이 없이 환경과의 공존을 모색하여야 한다는 것을 적시하고 있다. 인간의 삶을 보호하기 위한 무분별한 개발보다는 환경보전을 반영하여서 양립하는 건축을 지향하도록 하고 있다.

건축물은 건설단계, 사용 및 유지관리단계, 철거 및 해체단계의 라이프사이클을 갖고 있다. 건설이후 최종 철거에 이르기까지 계속적으로 환경에 영향을 미치고 있다. 따라서 계획 및 설계단계에서의 건축물의 라이프사이클을 반영하여 환경영향이 최소화할 수 있도록 하는 의사결정일 필요하다. 환경에 대한 건축물의 영향을 평가하기 위한 전과정평가는 많은 기초데이터를 필요로 하고 있으며 시간과 노력이 많이 소모된다. 따라서 이러한 소모적인 분석을 방지하기 위해 계획 및 설계단계에서 건축물이 전과정평가를 수행할 수 있도록 하는 프로그램개발이 요구된다.

본 논문에서는 건축물의 계획단계에서 전과정평가를 위한 프로그램을 개발하는 것이다. 연구결과를 종합적으로 정리하면 다음과 같다. 첫째, 국내외 전과정평가 프로그램의 특징을 비교·분석한 결과 대부분이 소비재를 대상으로 하고 있다. 소비재는 수명이 비교적 단기간임으로 건축물과 같이 수명이 긴 내구재에 적용하기란 한계가 있다. 따라서 이와 같이 수명이 긴 건축물에서는 건설단계, 사용 및 유지관리단계, 철거 및 해체단계로 구분하여 분석하는 것이 적합한 것으로 판단된다. 따라서 건축물에 적용하기 위한 전과정평가 프로그램은 라이프사이클 단계별로 구분하여 설정하는 것이 적합하다.

둘째, 전과정평가는 크게 목적 및 정의, 목록분석, 영향평가, 개선평가 등의 4단계로 구성된다. 이 가운데 영향평가와 개선평가는 토양오염, 수질오염, 폐기물 처리 등의 분석목적에 따라 다양하게 나타난다. SUSB-LCA 프로그램에서는 목적 및 범위, 목록분석을 중심으로 프로그램을 작성하고 있다. 이외의 2단계는 계속적으로 연구를

진행하여 다양한 분석목적에 따라 프로그램의 완성도를 높이는 것이 필요하다.

셋째, 목록분석에 사용되는 원단위 데이터를 구축하기 위해서는 건축물의 라이프사이클 단계별로 구분하여 작성하였다. 건설단계의 건축자재와 재료는 산업연관분석법을 이용하였으며 전력, 건설장비 등은 기존 연구결과를 활용하였다. 사용단계는 분석대상 공동주택에서 사용한 에너지원별 사용량 데이터를 이용하여 구축하였다<sup>3)</sup>. 개·보수 등의 유지관리에 사용되는 원단위 데이터는 기존문헌을 활용하였다. 뿐만 아니라 철거 및 해체단계의 폐기물 운송에 대한 원단위 데이터는 건물유형에 따라 발생하는 운송수단, 운송거리 등을 조사하여 분석한 결과를 활용하였다.

마지막으로 SUSB-LCA 프로그램의 운용결과는 면적 측면의 원단위를 활용하여 산정, 제시하고 있다. 이것은 다양한 대안들 사이의 비교·평가를 용이하게 하기 위한 것으로 단위면적당 에너지 소비원단위, 이산화탄소 배출 원단위의 개념으로 나타내고 있다.

건축물의 전과정평가를 위한 SUSB-LCA(Ver1.0) 프로그램에서는 라이프사이클 단계에서 에너지 소비와 이산화탄소 배출량이 높은 비율을 차지하고 있는 건설단계, 사용부분에 초점을 두고 있다. 그 외의 라이프사이클 단계는 지속적인 연구를 통해 원단위를 확보하고 프로그램과 연계함으로써 건축물 전과정평가 프로그램의 완성에도달할 수 있을 것이다. SUSB-LCA(Ver1.0)의 완성은 건축물 전과정평가의 전체적인 구조 및 논리를 완성하고 있는 것으로 각각의 라이프사이클 단계에 대한 보완작업이 계속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- 1) 김도군(1995), “전과정 평가기법에 의한 강구조 교량과 콘크리트 교량의 환경성과 경제성의 기초적 비교“, 한국과학기술원 석사학위논문, pp23~25에서 수정, 추출.
- 2) PRé Consultants B.V.(1999), SimaPro User Manual.
- 3) PRé Consultants B.V.(1999), SimaPro Program Reference.
- 4) <http://www.kmac.co.kr/service/em/>
- 5) <http://www.ajou.ac.kr/~dfe/>
- 6) <http://www.eco-shop.org/Links/LCA/>
- 7) エネルギー・資源學會(1996), “LCA手法”, エネルギー・資源 Vol 17, No6, pp26-35.

3) 사용단계의 에너지 소비량과 이산화탄소 배출량은 추정모형을 이용하여 분석할 수 있다. 그러나 정확성 측면에서는 현장데이터를 조사, 분석한 결과한 결과를 활용하는 것이 바람직하다.