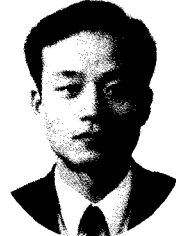


지구환경과 21세기 건축설비의 LCA



김 중 수



정 용 현

21세기 지구환경시대를 위한 새로운 패러다임으로써 제시되고 있는 LCA의 개념과 국제적인 연구동향, LCA수법 등을 건축설비의 관점에서 살펴보았다.

건축설비와 지구환경

건축설비의 목적은 인간의 쾌적한 주거환경을 창출하고, 제품의 생산에 필요한 기반을 조성하는 것이다. 따라서 건축설비는 사회구조와는 떨어질 수 없는 관계이다. 또한 건축설비는 사회발전 전에 대해서 아주 큰 공헌을 하고 있지만 동시에 지구환경문제의 원인 중에 하나로써 작용하고 있다.

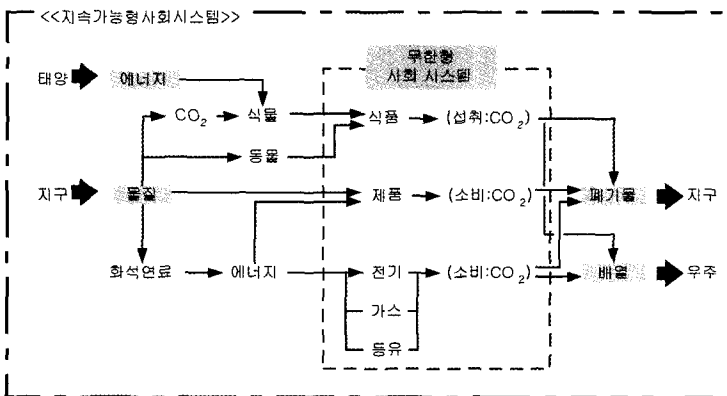
현재 우리가 사용하고 있는 모든 제품은 지구상의 물질을 원료로 하며, 에너지를 이용하여 가

공·제조한다. 또한 우리들은 사회활동의 과정에서 이동과 생활을 위한 에너지를 직접 사용한다. 이처럼 물질과 에너지의 공급을 얻어서 현재 사회가 구축되어 있는 것이다.

<그림 1>과 같이 경제원리가 제일 우선 되어서, 오염물질의 방출이 무제한으로 방출 가능한 것으로 여겨지고 있는 현재의 무한형 사회구조는 지구온난화와 같은 여러 가지 문제점의 원인을 포함하고 있다.

특히, 산업혁명 이후 발전·확대된 현재의 사회시스템은 이미 한계에 달해 있다고 할 수 있

으며, 지속가능형 사회를 목표로 하는 21세기를 위한 사회적 재구축이 진행되기 시작하였다. 구체적으로는 소비개념의 전환이 일어나고 있으며, 여러 종류의 과학기술혁신이 필요가 하게 된 것이다. 소비개념의 전환이란 {물질}과 {에너지}의 공급과 소비에 관해서 “무한”이라는 생각을 “유한”의 개념으로 전환하는 것이다. 한편, 건축설비시스템에 있어서도 동일 패러다임의 전



<그림 1> 물질과 에너지의 흐름

김 중 수 | 부경대학교 냉동공조공학과(jskum@pknu.ac.kr)

정 용 현 | 부경대학교 환경공학과(chungyh@woongbi.pknu.ac.kr)

환이 요구되므로 다음과 같은 내용을 고려할 필요가 있다.

- ① 자연에너지 이용 화석연료의 연소에 의해서 얻어지는 에너지를 태양에너지와 같은 자연에너지로 바꿀 것
- ② 장수명화 제품이나 재료의 내용연수를 가능한 길게 할 것
- ③ 폐기물의 재생 폐기물을 재생하여 자원 소비를 최소화할 것
- ④ 경제적 개념의 재구축 종래 코스트에 위의 세 가지 포인트를 달성하기 위한 코스트를 포함하여, 보다 경제적인 형태의 개념으로 재구축할 것

환경부하와 환경평가수법

환경부하의 정의

“환경부하(environmental load)”라는 표현은 “인간의 활동에 의해 환경에 가해지는 영향으로 환경보전상 지장의 원인으로 될 우려가 있는 것”으로 정의할 수 있다. 즉, “공해”와는 다른 관점에서, 각각의 인간활동으로부터 발생하는 환경부하량은 적어서 현재에는 피해가 나타나지 않지만 그 누적에 의해 환경악화의 우려가 있는 것은 모두 “환경부하”라고 할 수 있는 것이다.

LCA(life cycle assesment)

환경LCA는 제품의 환경부하를 정량적으로 평가·개선하는 유력한 수법으로서 ISO/TC207(국제표준화기구/환경기술위원회)에 의해 국제규격화를 위한 시스템구축이 진행되고 있으며, 그 내용은 “어떤 제품이 그 라이프사이클의 모든 과정에서 각종 환경에 미치는 환경부하의 영향을 종합적으로 분석하여 그 대책을 검토하는 것”을 말한다. LCA를 이용함에 따라 소재, 부품의 사용, 신규개발에 있어서 각종 환경으로의 영향을 사전에 평가할 수 있고, 모든 과정에 대한 분석·평가로부터 제품의 적절한 제조시 프로세스

와 설계의 개선이 이루어 질 수 있다. 그리고 그 결과를 소비자들이 제품의 선택·결정에 반영함으로써 지구환경전체에 미치는 환경부하를 저감하는 것을 목적으로 하는 것이다.

ISO에서는 1993년 1월에 TC207을 설치하였으며, 같은 해 6월에 제1회 TC207회의가 토론토(캐나다)에서 개최하여 환경관리의 국제표준화에 걸친 조직체제와 규격의 통일이 필요한 분야와 검토범위를 결정하였다. 그리고, 현재는 우리나라를 포함한 약 30개국이 정회원으로서 가입하여 6개의 소위원회와 1개의 작업반으로 구성, 세부적인 국제환경표준제정작업을 담당하고 있다.(<표 1> 참조)

또한, TC207의 소위원회 중 SC5(LCA소위원회)에서는 LCA에 관한 표준화과정으로 <표 2>와 같은 작업을 진행 하고 있다.

<표 1> 환경기술위원회의 구성과 ISO 14000시리즈

규격번호	주 제	담당 분과위원회
ISO 14000~14009	환경경영 시스템	TC207 /SC1
ISO 14010~14019	환경감사	TC207 /SC2
ISO 14020~14029	환경라벨링	TC207 /SC3
ISO 14030~14039	환경성과평가	TC207 /SC4
ISO 14040~14049	라이프사이클 평가	TC207 /SC5
ISO 14050~14059	용어와 정의	TC207 /SC6
ISO 14060~14100	기타 환경 관련사항	(WG 1)

<표 2> LCA의 표준화 진행현황

규 격	제 목	SC/WG	표준화진행현황
ISO14040	전과정평가-일반원칙 및 기본구조	SC5/WG1	ISO 규격제정 1997.6 KS A 14040 제정
ISO14041	전과정평가-목적, 범위 정의 및 전과정목록분석	SC5/WG2&3	ISO 규격제정 1998.10
ISO14042	전과정평가-전과정영향평가	SC5/WG4	ISO 규격제정 2000.3
ISO14043	전과정평가-전과정해석	SC5/WG5	ISO 규격제정 2000.3
ISO TR 14049	ISO14041 적용사례	SC5/WG3	2000.3
ISO TR 14048	LCI Documentation format	SC5/WG2&3	2001년 발간 예정
ISO TR 14047	ISO14042 적용사례	SC5/WG4	2001년 발간 예정

건물의 LCA

〈표 3〉 건축의 환경평가법 해외사례

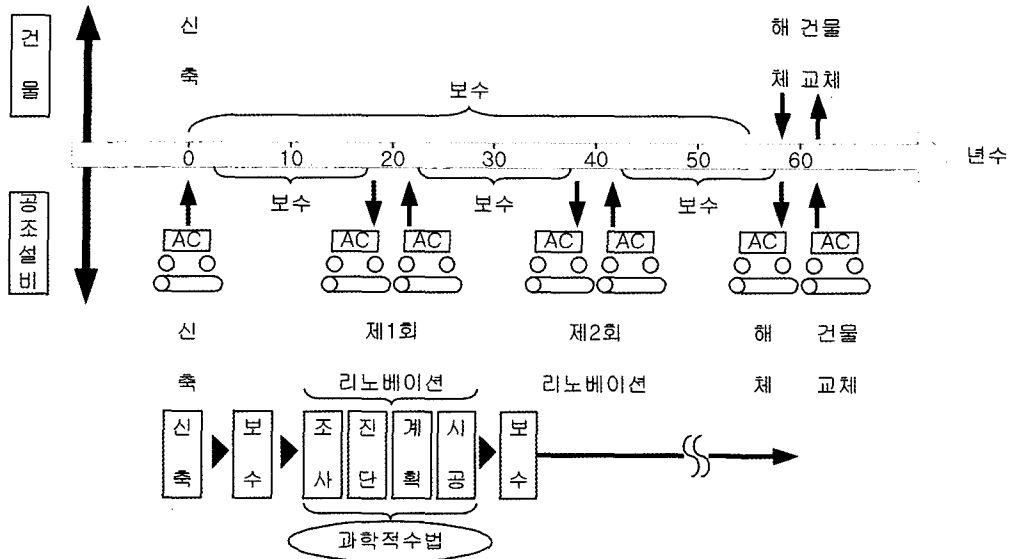
구분	BREEAM	BEPAC	LEED	GBC' 98
명칭	Building Research Established Environmental Assesment Method	Building Environment Performance Assesment Criteria	Leadership in Energy and Environmental Desine	Green Building Challenge '98
국명	영국	캐나다	미국	캐나다(제안국) 외 13개국
개발 기관	영국건축연구소 (1997년부터 민영화)	British Columbia 대학	1995년 공표	British Columbia 대학 캐나다 천연자원청 각국 EA/ECBCS-Annex31 등
공표 년도	1990년 공표 1993년 1월 개정(신축사무실)	1994. 07 공표 1994. 03 개정	미국 그린빌딩 협의회 (미국기준기술연구소 NIST 가 출자한 비영리 단체)	1996. 10 원안 조정 1997. 09 공통평가심사 1998. 10 국제회의 2000. 10 국제회의 (예정)
대상	신축사무실, 개보수사무실, 신축대규모점포, 신축주택, 신축공장	신축사무소, 개보수사무실	사무실	사무실, 주택, 학교
범위	영국 국내	캐나다 국내	미국 국내	각 국 공통의 평가 프레임 (중요도는 각각 결정)
평가 항목	A. 지구환경문제와 자연이용 B. 지역환경문제 C. 실내환경문제	A. 온존층 파괴 B. 에너지이용과 환경영향 C. 실내환경의 질 D. 자원절약 E. 부지와 교통	A. 필수조건 B. 평가 시스템의 기준(제 1 기준) - 건축의 내부에 대한 영향 C. 평가 시스템의 기준(제 2 기준) - 건축의 외부에 대한 영향	R. 자원소비 E. 환경부하 Q. 실내환경 L. 장기사용 P. 프로세스의 타당성 C. 근린특성의 적합성

건축에 관련된 LCA의 국제동향

저환경부하에 관련된 평가 및 인증시스템으로 가장 널리 알려져 있는 제도는 영국 BRE와 민간부문 연구가들에 의해 개발된 BREEAM이다. 이 제도는 마케팅에 활용하기에 적합한 건축물 환경성능표시로서 영국의 신규 사무실 건물 15~20%에 인증서가 발급되었다. 캐나다에서도 BREEAM Canada가 도입되었고 북미 버전도 개발 중에 있다. 한편 미국에서 LEED가 활성화되어 US Green building Council에 의해 보급되고 있는데, 미국은 정부와 민간기관에서 본 제도를 적극적으로 뒷받침하고 있다. BREEAM에 영향을 받은 시스템을 1세대 평가기준으로 정의하며 스칸디나비아, 홍콩, 남아프리카를 비롯한 여러

국가에서 이를 준용하고 있다. 하지만 영국 지역에 맞도록 고안된 평가기준으로 전세계적 범용성을 갖는 기준으로서 한계성과 여러 가지 실행의 문제를 야기하고 있다.

GBC(green building challenge)는 BREEAM, LEED 등의 1세대 평가기준이 갖는 한계성을 극복하기 위한 2세대 평가기법을 개발하려는 국제적 연합이다. 여기엔 BREEAM, LEED, BEPAC 등에 관계하고 있는 전세계 그린빌딩 관련 전문가가 모두 참여하여 다양한 지역과 국가의 매우 상이한 지역적 우선순위, 기술력, 건축물에 관련된 전통 및 문화적 가치까지도 반영할 수 있는 명실상부한 국제적 그린빌딩 평가기준을 개발하고 있는데 이에 따라 본 시스템을 적용하기 위해서는 지역에 부합하는 기준건물(reference



〈그림 2〉건물과 설비의 라이프사이클

Building)을 설정해야 하며 평가는 기준건물에 대한 상대적 비교로 점수가 부여된다. 〈표 3〉은 건축물의 환경부하 평가법의 해외사례를 나타낸 것이다.

LCA와 21세기 건축설비

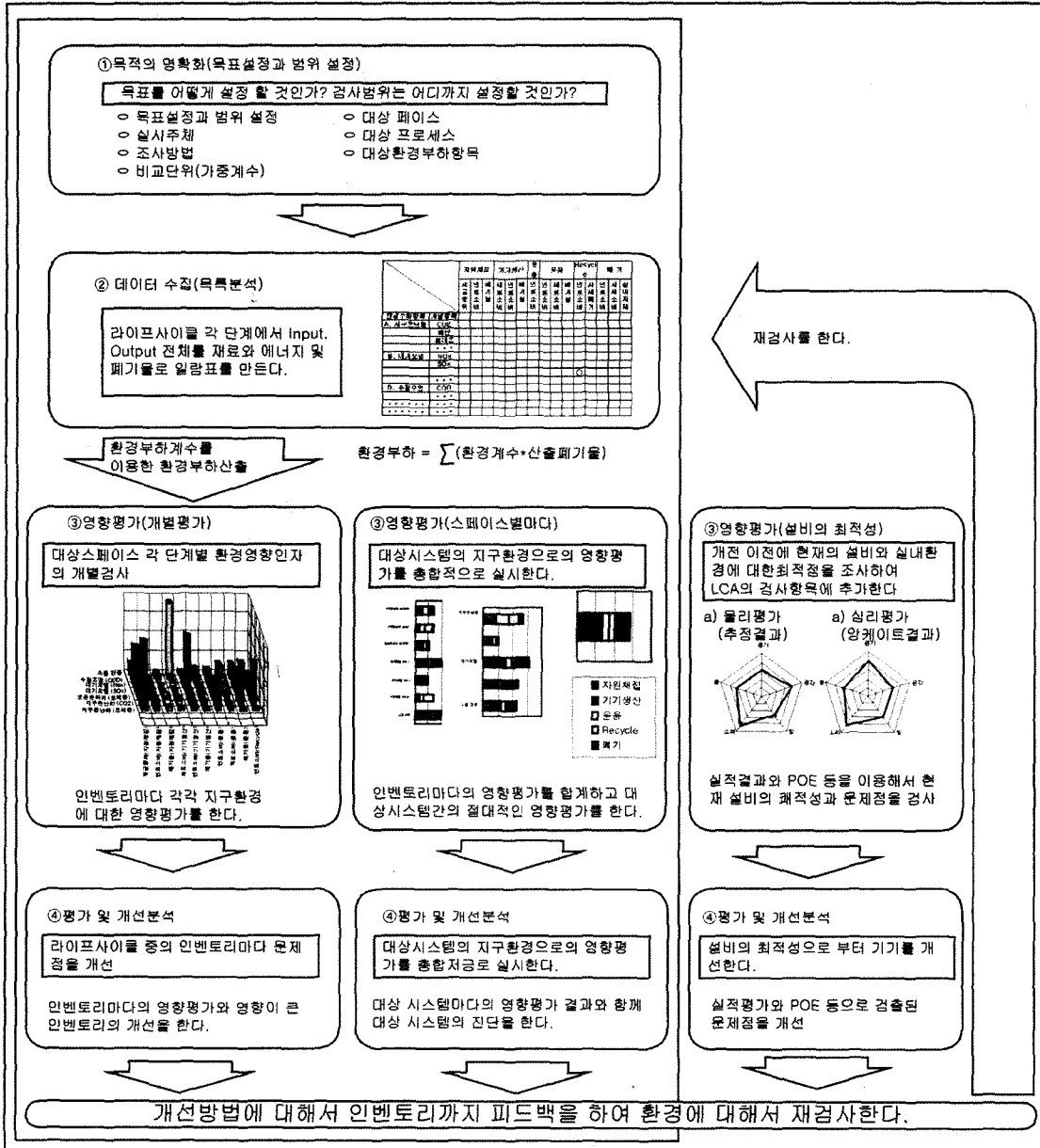
건물과 설비 라이프사이클의 차이

건물의 라이프사이클과 건축설비의 라이프사이클의 관계를 〈그림 2〉에 나타내었다. 건축 구조체의 내용연수는 통상 40~60년이 되는 것에 비해 건축설비는 15~25년 정도에서 갱신되는 예가 많으며, 건축설비의 갱신원인은 노후화와 같은 물리적인 수명이 외에 기능·성능향상과 에너지절약, 안전성 등의 원인으로 결정되는 경우도 많다. 경제성, 쾌적성, 편리성, 안전성, 신뢰성, 에너지절약 등 건축설비의 요구성능은 21세기 시대의 흐름과 함께 고도화되며 건축설비의 갱신사이클이 단축되어 간다는 것도 고려해야 한다.

그리고, 건물의 운용과 병행하여 필요한 에너지와 물은 건축설비에 포함되어 이용되어야 하기 때문에 요구성능을 어떻게 에너지 절약적으로 발휘할 수 있는가 하는 것이 건축설비의 중요한 과제이기도 하다. 또한 설비기와 재료의 제조·리사이클·최종처분에 관한 저환경부하의 특성에 대해서도 관심을 기울여야 한다.

건축설비에 있어서의 LCA

건축설비에 의해 요구되는 쾌적성, 편리성, 안전성, 신뢰성 등의 성능수준의 향상은 환경부하의 증대와 이율배반의 관계이다. 요구되는 성능을 최소의 환경부하로 발휘시키기 위해서 건축설비의 설계·시공·운용·개보수·폐기 등 다양한 단계에 종사하는 기술자 모두가 각각의 입장에서 실행할 수 있는 대책을 찾아내는 것이 건축설비에서의 LCA의 목표라고 말할 수 있다. 그러나, 건축설비는 대량생산되는 공업제품과 달리 건물마다 기호에 따라 생산되는 성격이 강하며 내용연수가 길고 관계자도 많기 때문에 한 명의 기술자, 하나의 기업이 건축설비 라이프사이클 전부에 관여할 수 있는 경우는 희박하다.



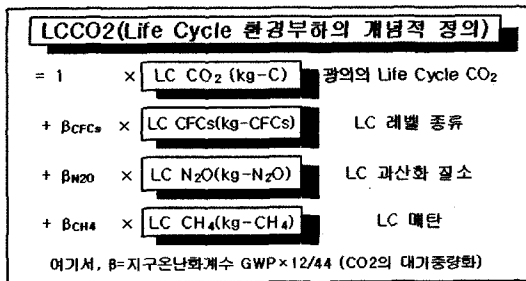
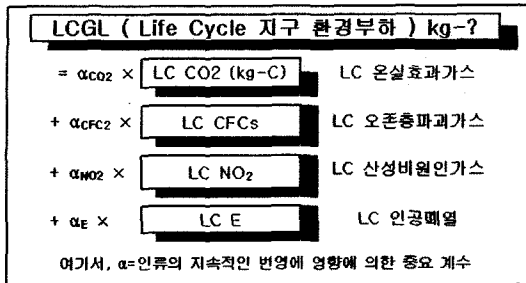
〈그림 3〉 건축설비 LCA의 순서

그런 까닭에 건축설비의 LCA에 있어서는 다양한 입장의 기술자가 실시한 환경부하분석결과와 쾌적성을 비롯한 모든 성능의 검증결과를 학

회 등의 장소를 통하여 공유할 수 있는 형태의 기초자료로서 축적하는 것이 중요하다.

건축설비에 있어서 LCA의 순서는 통상 공업

건물의 LCA



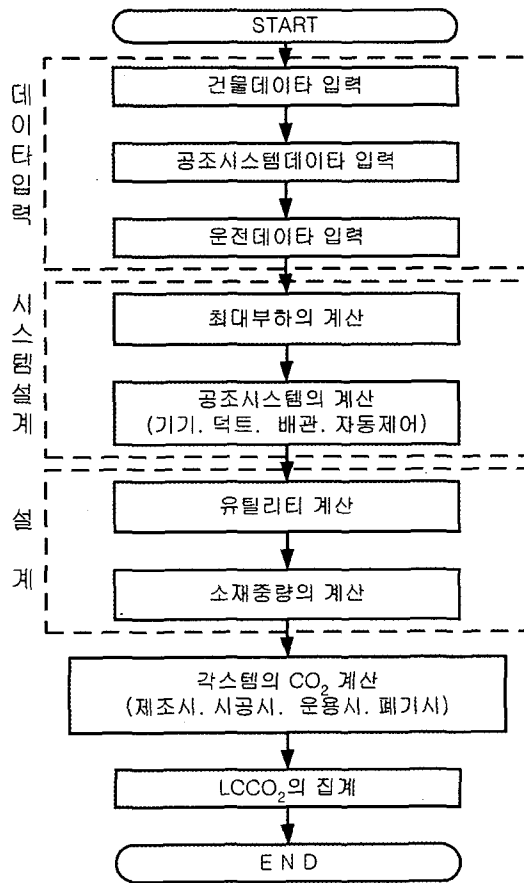
<그림 4> LCCO₂*의 가중계수, 지구온난화계수

제품에 적용되는 LCA의 순서를 참조하여 ① 목적의 명확화, ② 데이터수집(inventory 분석), ③ 영향평가, ④ 평가 및 개선분석의 4개의 단계로 나누며, 그러한 단계의 한 예를 <그림 3>에 나타내었다.

LCCO₂*(life cycle CO₂)평가

건축의 생애에 걸친 환경부하평가는 여러 가지의 환경부하 인자의 분석결과에 근거한 종합적인 평가로서, 건축에 관계되는 다양한 환경부하 인자를 인류의 번영에 영향을 주는 가중계수 α 로 가중평균하는 것으로 개념적인 정의를 할 수 있다. 그리고, 제1단계로서 {지구온난화방지조약}의 주요인자인 CO₂를 비롯한 온실효과가스에 대하여 정량적 분석용 데이터베이스가 비교적 정비되어 가는 것에서 착안한 것이 LCCO₂*이다.

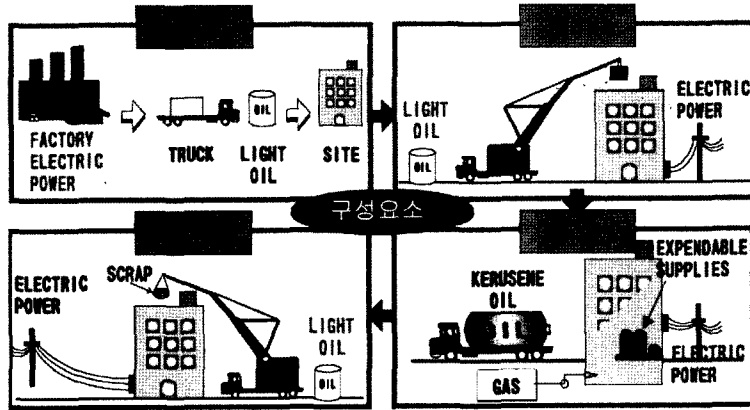
<그림 4>는 가중계수에 의한 LCCO₂*의 내용과 CO₂만을 대상으로 한 협의의 LCCO₂*, 그리고 이외의 지구온난화인자를 지구온난화계수 GWP



<그림 5> LCCO₂*의 계산과정

에서 CO₂로 환산하여 가산한 협의의 LCCO₂*를 정의한 것을 나타낸 것이다. 그리고, <그림 5>는 LCCO₂*의 평가과정을 나타낸 것이다.

설비의 LCCO₂*은 <그림 6>과 같이 『자재의 제조』, 『시공』, 『운전』, 『폐기』의 4단계로 나눌 수 있으며, 각 단계마다 환경레벨을 중심으로 한 LCA를 충분히 고려하여 건축분야의 CO₂분석수법을 정비함에 따라 건축분야특유의 과제를 명확하게 할 수 있다. 더구나 CO₂원단위로 대체하여 대기오염물질, 수질오염물질, 토양오염물질 등의 부하인자의 분석을 포함한 종합적인 환경부하분석/평가수법으로 전개할 수가 있는 것이다.



〈그림 6〉 LCCO₂*의 4단계 구성요소

앞으로의 과제

국제표준화기구에서 1995년에는 『환경관리시스템』과 『환경감사』의 표준화가 이루어졌고, 1998년에는 『LCA』가 표준화되었다. 일단은 일반공업제품의 평가에 중점을 두고있기 때문에 다종다양한 공업제품의 복합제품인 건축물은 그 체계에서 제외되는 것이라고 생각할 수도 있다. 그러나, 건축 및 건축설비의 건축부하평가도 LCA적 수법에 따라 정비해 갈 필요가 있다. LCA연구는 아직 완전히 정착되어 있지 못하며, 환경부하 항목간의 가중계수 등의 기준은 금후의 연구가 필요한 부분이 많다. 당면과제는 현재 네덜란드, 프랑스 등에서 행해지는 것과 같이 환경부하항목별로 분석하고 이러한 것을 정리하고 판단한다는 것이라 생각할 수 있다.

그 제1단계로서 건축설비분야의 CO₂분석수법을 정비하여 건축설비분야 특유의 과제를 명확하게 하고, 또한 CO₂원단위로 치환하여 수질오염, CO₂이외의 대기오염의 분석/평가를 가산하

며, 종합적인 환경부하분석/평가수법으로 전개해 가는 것이 적절하다. 건축은 다른 공업제품과는 달리 한번 완성되면 폐기처분까지 수십년에 걸쳐 방대한 양의 부하를 환경에 계속해서 제공하게 된다.

특히 설계 초기단계에서의 판단이 크게 영향을 미치는 경우가 많고, 설계 초기단계에서 설계자 자신이 스스로 할 수 있는 다양한 배려가 환경부하의 삭감에

어떻게 기여할 지를 가능한 민감하게, 그리고 간단하게 점검할 수 있는 것이 중요하다. 이를 위해서는 프로그램화·데이터베이스화 등에 의한 간편한 LCA시스템의 개발과 LCA를 활용하는데에 적절한 쾌적성예측/평가수법의 개발도 필요한 것이다. 이와 같이 건축설비의 LCA평가를 지금 당장 실행하는 데에는 많은 과제가 산재해 있지만 하나 하나씩 풀어 나갈 수 있기 때문에 연구성과를 축적해 가는 것이 중요하다.

끝으로, 가까운 21세기에는 지속가능형 사회시스템에 대응하는 건축 설비시스템이 필요하게 될 것이며 아주 많은 건축의 리노베이션이 이루어지게 될 것이다. 그리고, 설비시스템은 『에너지절약형』, 『자연에너지 이용형』, 『자원절약형』, 『리사이클형』, 『롱라이프형』의 설비시스템으로 전환되게 될 것이다.

그러나, 새로운 시스템과 소재의 개발이 중요하기는 하지만, 그 전제로써 21세기를 위하여 지구환경을 생각하는 신개념으로의 사고전환이 가장 중요하다고 할 것이다. ☉