

기후변화 협약에 따른 지속가능 건설산업의 역할



The Role of Sustainable Construction Industry for the Climatic Change Convention

글 | 신성우 | 한양대학교 건축학부 교수, 친환경건축연구센터 소장 || 전화 : 031-400-4690 || E-mail : swshin@hanyang.ac.kr

1997년 기후협약에 관한 교토의정서를 채택한 이후 우리나라를 비롯한 전 세계에서는 온실가스 감축을 위한 환경부하 저감에 노력을 기울이고 있다. 그러나 건설산업은 전체산업 CO₂ 발생량의 35% 이상을 차지하고 있으며 대량소비, 대량폐기를 특징으로 하는 반환경적 산업으로 인식되고 있음에도 불구하고 아직 구체적이고 적극적인 노력이 부족한 실정으로 인식되는 바, 이를 친환경 산업으로 변환하기 위한 국가/도시/산업 차원의 기술개발이 절실히 요구되고 있다. 이러한 의미에서 본 원고에서는 새로운 녹색성장 산업시대에 정부의 지속가능한 산업 제도 및 정책을 살펴보고 지속가능 건설산업 실현을 위한 다양한 기술 개발 및 제도 정책에 대하여 기술하였다.

1 머리말

지구 온난화에 대비한 주요 국제 환경협약의 흐름은 1970년대를 기점으로 2009년에 이르기까지 지속적으로 발전하여 왔다. 1972년 6월 113개국 대표가 모여 세계적으로 환경위기에 처한 지구를 보전하는 데 전 지구인이 협력 노력하자는 스톡홀름의 인간환경 선언을 시작으로 1992년 6월 리우회의를 통해 “현재의 개발이 현 세대와 미래세대의 필요를 공평하게 충족시켜야 한다”는 지속가능한 개발의 개념이 유엔 차원에서 공식적으로 환경과 개발을 위한 주요한 목표로 천명되게 되었다.

또한, 2005년 2월 교토의정서에 의해 지구온난화 규제 및 방지의 기후변화협약의 구체적 이행 방안으로, 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정하였으며 이후 지난 2009년 12월 코펜하겐에서는 기후문제가 자연 과학적 주제에서 경제성장과 직결된 이슈로 부상하게 되었고 1997년 일본 교토에서 의결된 ‘교토의정서’의 현실적 보완이 필요하다는 공감대를 통해 2차 기간(2012~2020년) 내 선진국의 계량화된 온실가스 감축 목표를 확정하는 것으로 하였다. IPCC 제4차 보고서에 따르면, 1990년 이후 전 지구 평균 기온은 0.74℃ 상승했으며, 대기 중의 온실가스 농도의 증가에 따라 지금 추세대로 대기 중 온실가스 농도가 높아질 경우 2100년에는 20세 기말보다 최고 6.4℃가 상승하고 해수면은 최고 59cm가 높아질 것이라고 전망했다. 또한 지구평균온도가 3.5℃ 상승하면 생물종

의 40~70%가 멸종할 가능성이 있기 때문에 지구온난화의 주범인 온실가스를 절대적으로 줄여야 한다고 경고 하였다.

그러므로 이제는 기후변화에 의한 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 줄이는 방안의 모색은 선택이 아닌 필수적인 생존의 문제이며 먼 미래가 아닌 바로 오늘의 문제인 것으로 인식되어야 할 것이다. 한편, 건설산업은 국내 전체 재료소비의 40%, 에너지소비의 24%, CO₂ 배출량의 42%, 전 산업폐기물의 30%, 그리고 불법폐기물의 60%를 발생하는 환경 저해 산업으로 인식되어지고 있음에도 불구하고 친환경적인 연구개발은 타 산업분야에 비해 미흡한 실정이다. 따라서 국내 건설산업 활동은 지금까지의 단편적이고 반환경적인 개발정책을 지양하고, 건축물의 설계, 시공, 운영, 해체 등 건축물 Life Cycle 전체에 걸쳐 환경부하 저감과 거주환경성능 향상을 목표로 한 지속가능한 개발 위주의 새로운 패러다임으로 전환하는 것이 절실히 요구된다.¹⁾

이러한 의미에서 본 원고에서는 새로운 녹색성장 산업시대에 정부의 지속가능한 산업 제도 및 정책을 살펴보고 지속가능 건설산업 실현을 위한 다양한 기술 개발 및 제도 정책에 대하여 살펴보고자 한다.

2 새로운 지속가능 산업시대

2-1. 지속가능 산업이란?

‘지속가능 산업’이란 저탄소화 및 녹색산업화에 기반을 두고 지속

가능 기술과 청정에너지로 신·성장동력과 일자리를 창출하는 신 국가 발전 패러다임이라 정의내릴 수 있다. 이러한 지속가능 산업은 과거의 녹색 기술개발에서 발전된 개념으로 단순히 탄소를 줄이고 환경을 보호하는 소극적인 녹색기술에서 벗어나 녹색산업화와 경제성장을 통한 적극적인 지속가능한 기술개발이 필요하다.²⁾

2-2. 정부의 지속가능 건설산업 정책

최근 대통령직속 녹색성장위원회에서는 2020년까지 온실가스 배출을 전망치 대비 21~30%까지 줄이는 3가지 감축 목표 시나리오 중 가장 높은 수준인 '배출전망치(BAU)대비 30%(2005년대 대비 -4%) 감축을 최종 결정하였다.

이러한 절감 목표치는 IPCC가 개발도상국에 권고한 감축범위(BAU 대비 15~30% 감축)의 최고 수준에 상당하나, 2005년 대비 EU(-13%), 영국(-23%), 독일(-27%), 프랑스(-19%), 미국(-14%), 일본(-15%)의 감축 목표에는 미치지 못하는 것으로 평가된다.

한편, 한국 정부는 감축 목표 달성을 위한 온실가스 배출과 환경오염 최소화를 위해 '녹색건축물', '녹색교통체계', '저탄소 산업/발전', '녹색 소비/생활'로 구분하여 각 부문에서의 감축목표 달성을 위한 시나리오를 계획하고 있다.

한편, 국토해양부에서는 국민생활과 밀접하고 제반 경제활동의 기반이 되는 국토해양분야에서 저탄소 녹색성장을 유도하고, 저탄소 국토해양기술 및 산업을 신·성장동력화하여 국민 생활양식 전환을 선진 에코 리빙(Eco-Living)으로 유도하는데 역점을 두고 있다. 국토해양부가 추구하는 부문별 주요과제는 '저탄소 국토, 도시 공간 조성', '그린 홈, 그린 빌딩 확대 보급', '국토해양부문 신재생 청정에너지 개발', '녹색 국토해양산업 적극 육성', '그린 인프라 스트럭처 구축', '선진적인 바이오 리빙(Bio-Living)을 유도하는 교통 수요관리' 등이 있다.²⁾

3 지속가능 건설산업

3-1. 지속가능 건설산업이란?

녹색성장을 위한 '지속가능 건설산업'이란 인간의 건설 활동이 과거의 소비적·폐기적 생산 활동에서 탈피하여 순환적이며 자연 공생적인 건설 활동을 통해 환경부하를 저감하고 인간의 삶의 질을 향상시키는 순환형 전 생애 건설 활동을 의미한다.²⁾



[그림 1] 녹색성장위원회 국가 온실가스 감축 계획

<표 1> 녹색성장 10대 정책과 건설 산업 방향

No.	내용
1	온실가스를 줄이는 저탄소 정책
2	녹색기술의 새로운 성장 동력화
3	고도의 융합기술 정책
4	새로운 일자리(Green Job)창출
5	기업의 경쟁력 강화정책
6	국토와 도시, 건축 및 교통까지 개조
7	소비에서 의식주까지 바꾸는 생활혁명
8	녹색 교육 문화 정책
9	환경 친화적 세제 개편 'Earning Tax에서 Burning Tax' 로
10	국가 브랜드 제고 정책

3-2. 지속가능 건설산업 기술

1) 지속가능 건설재료 기술

지속가능 건설재료란 자원 및 에너지 소비가 적고 온실효과 가스 및 산성우 원인 가스 배출이 적은 재료로 리사이클(Recycle) 및 리유스(Reuse)가 용이하며 인체에 무해한 재료를 의미한다. 최근 이러한 지속가능한 건설재료의 개발을 위하여 건설재료의 제조, 건설, 운영, 유지, 해체 기간에 대한 지구환경 및 지역환경, 실내환경에 미치는 영향을 정량적으로 평가하는 연구가 진행 중에 있다. 특히 국외의 콘크리트 관련 학회 및 협회에서는 레미콘 생산업체의 콘크리트 제조시 발생하는 CO₂배출량을 정량적으로 평가하기 위한 연구가 진행되어 왔다. 이러한 영향으로 폐기물을 이용한 시멘트 제조기술인 에코 시멘트의 개발 및 콘크리트 폐기물을 100% 재활용하는 완전 리사이클 콘크리트에 관한 연구가 진행되어오고 있으며, 광촉매 기술을 이용한 질소산화물 흡착을 통한 공기정화 콘크리트 등 건설재료 분야에서 다양한 지속가능한 기술 및 제품 개발에 노력하고 있다.



[그림 2] 지속가능 건설재료 개발

2) 지속가능 건설시공 기술

건설부문에서 발생하는 건설공해의 종류로는 소음, 진동, 지반침하, 비산먼지, 악취, 쓰레기, 교통장애, 기타 불안감 등이 대표적으로 인식되어졌기 때문에 현재까지 이러한 오염원의 감축을 위한 연구가 주로 이루어졌다. 하지만 최근 건설시공분야에서도 다양한 지속가능 건설 시공 기술개발에 의한 환경부하 저감을 위한 연구가 진행되고 있다.

이러한 연구는 크게 이산화탄소 배출 감축전략과 자원의 유효활용 및 폐기를 배출억제 및 공해의 방지/규급의 준수로 구분할 수 있다. 이산화탄소 배출 감축전략으로는 건설현장사무소 등의 에너지 절약을 위한 기술과 에너지 절약형 건설기기 및 차량 등의 이용추진이 대표적이며, 저탄소 배출 콘크리트의 조달 등에 관한 연구도 진행 중이다.



[그림 3] 지속가능 건설시공 기술

3) 지속가능 건설에너지 기술

최근 다양한 신재생 에너지 적용에 관한 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 대표적인 신·재생 에너지로는 태양광/열 발전, 지열, 풍력, 바이오매스, 수자원 등이 있으며 태양광 발전은 대표적인

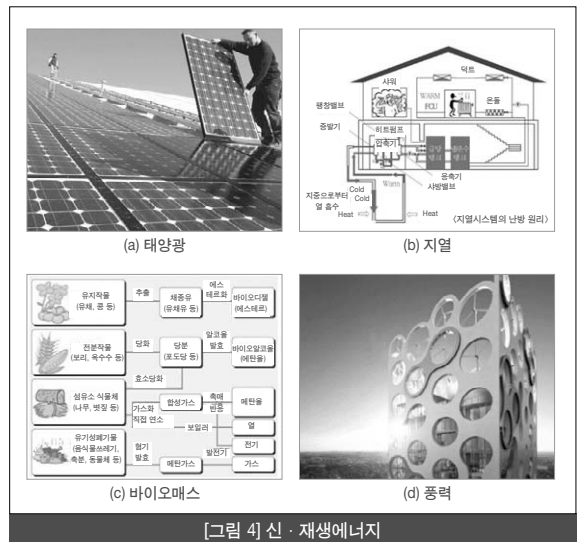
신·재생 에너지원으로 배기가스, 폐열 등 환경오염과 소음이 없으며 자원부존 및 입지상의 제약이 적다. 또한 발전 용량이 신축적이고 발전시설이 유동적이며, 무인 자동화 운전이 가능하여 운전 비용이 절감되는 장점을 가지고 있다.

지열 발전은 지중에 저장된 열에너지를 인간생활에 필요한 에너지로 활용할 수 있도록 개발된 차세대 청정에너지로 15m 이하 연중 내내 13℃~15℃를 유지할 만큼 온도 변화가 거의 없어 안정적인 열원으로 각광받고 있다.

풍력 발전은 무공해, 무한정의 바람을 이용하는 신·재생 에너지 기술로 다른 신·재생 에너지 기술에 비해 적은 면적을 차지하며 200kW급 풍력 발전기 1대가 1년간 40만kWh의 전력을 생산하는 것으로 보고되고 있다.

바이오매스는 생물체를 열분해 시키거나 발효시켜 얻는 에너지로서 바이오매스에 들어 있는 석유 성분을 추출하거나 생물의 배설물을 메탄 발효시켜 연료로 만드는 신·재생 에너지 기술이다.

또한 물 에너지로는 우수를 소방용수 및 생활용수로 사용하는 기술이 개발되고 있다.²⁾



[그림 4] 신·재생에너지

4) 지속가능 초고층 건축 기술

‘지속가능 초고층 건축’이란 공기, 토지, 물 등의 환경을 파괴시키는 오염물질을 내뿜지 않고, 나아가 지구환경부하(Environment Load)를 줄이면서도 경제적인 삶이 가능하여 지역사회에 기여하는 건축을 의미한다. 최근의 도시개념은 팽창위주의 기존 산업화

된 대도시를 집적화된 지속가능한 도시의 개념으로 변화되고 있으며, 이외 가장 효율적인 방안의 하나로 지속가능 초고층 건축이 거론되고 있다. 이러한 지속가능 초고층 건축은 환경, 사회, 경제 측면에서 우수한 효과를 가지고 있으며 이미 세계 각국은 지속가능 초고층 건축을 통한 도시-국가 경쟁력 확보에 노력하고 있다. 또한 최근 초고층 건축은 환경부하를 줄이거나 사회, 경제적 지속가능성의 확보와 함께 디자인의 다양성(Design Multiplicity)을 통한 새로운 차원의 예술적, 문화적 지속가능 초고층 건축 실험을 위한 노력이 함께 진행되고 있다. [그림 5]는 지속가능 초고층 건축 기술 적용사례를 나타낸다.^{2,3)}

4 지속가능 건설산업 환경평가

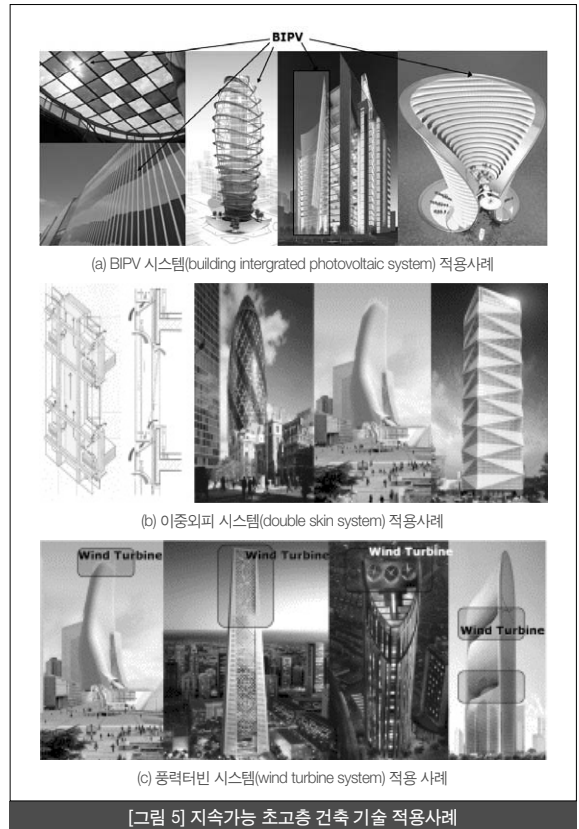
최근 건설산업 분야는 지속가능 기술개발과 더불어 지속가능한 개발 기술 적용에 의한 친환경성능 평가에 관한 연구가 크게 주목받고 있다. 이러한 친환경성능 평가는 건설산업 중 주로 건축분야에 기술개발이 활발한 실정이다. 이에 본 원고에서는 건설산업 중 건축분야에 한정하여 친환경성능평가를 기술하였다. 특히, 건축물의 친환경성능평가를 종합적인 친환경성능평가 부문과 환경부하(CO₂)에 포커스를 맞춘 부문으로 구별하여 기술하였다.

4-1. 건축물 친환경 성능평가 기술

1) GBCC(Green Building Certification Criteria)^{4,5)}

1997년 그린빌딩기술연구회의 그린빌딩인증기준(안)이 발표된 이후 대한주택공사 주택도시연구원, 크레비즈인증원(구, 능률협회인증원), 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원에서 친환경건축물 인증제도가 연구되었으며, 그 후 건설교통부와 환경부의 친환경건축물 인증제도의 통합작업을 거쳐 2002년 1월 1일부터 공동주택(2006년 4월 11일 개정)에 대한 인증기준이 시행되었다.

현재는 주거복합 및 업무용 건축물(2003년 1월 1일), 학교시설(2005년 3월 1일), 판매시설 및 숙박시설(2006년 9월 1일)에 대한 인증기준이 시행되고 있다. GBCC의 평가항목은 건축물의 용도에 관계없이 4개 부문(①토지이용 및 교통 ②에너지·자원 및 환경부하 ③생태환경 ④실내환경)과 9개 세부부문(①토지이용 ②교통 ③에너지 ④재료 및 자원 ⑤수자원 ⑥대기오염 ⑦유지관리 ⑧생태환경 ⑨실내환경)으로 구분되며 각각 서로 다른 평가항목 및 평가점수를 갖는다. 하지만 건축물의 용도에 관계없이 평가점수를 100점



으로 환산한 값이 65점 이상 85점 미만이면 “우수”, 85점 이상의 경우는 “최우수”의 등급을 부여하는 방식을 채택하고 있다.

GBCC에 의한 인증실적은 2006년 3월 31일 기준으로 85건이었던 것이 2006년 12월에는 204건으로 크게 증가하였다. 이러한 원인으로 2005년 11월 8일의 건축법 제58조(친환경건축물의 인증)의 신설 및 2006년 2월 24일 주택공급에 관한규칙 13조(공동주택의 친환경건축물 인증에 대한 인센티브제도 추가)의 개정, 공포 등을 생각할 수 있다. 현재, 국내 친환경건축물 인증제도의 보급 및 정착을 위하여 친환경건축물 인증평가 전용 프로그램 개발과 더불어 제도적인 방안으로 공공시설의 친환경건축물 촉진방안 및 인센티브 부여방안이 제안되고 있다.

2) CASBEE(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)^{4,6)}

CASBEE는 2001년 4월 일본의 국토교통성 지원 하에 실시된 산학관(産學官) 공동 프로젝트의 성과물로 개발된 일본의 친환경 건축

물 인증제도로써 건축물의 라이프 사이클에 걸친 지속 가능한 사회를 실현하기 위한 정책 및 시장 쌍방의 수요를 충족시키는 것을 목적으로 한다.

이러한 CASBEE는 CASBEE-0(기획), CASBEE-1(신축), CASBEE-2(기존), CASBEE-3(개수)으로 구성되며 이를 CASBEE-Family라 지칭하고 있다. 그 이외에도 CASBEE-H(Heat Island)와 CASBEE-단기사용이 있으며 지역의 특성에 맞게 개발된 CASBEE-나고야, CASBEE-오사카 등이 있으나 모두 CASBEE-1(신축)을 모태로 개발되었으며 CASBEE-0(기획)은 현재 개발 중에 있다.

이러한 CASBEE의 친환경 성능평가는 4개의 주요 아이TEM(①에너지 효율 ②자원 효율 ③지역환경 ④실내환경)을 건축물의 환경품질·성능(Q, 건축물 가상의 내부 공간)과 건축물의 환경부하 저감성능(LR, 건축물 가상의 외부 공간)으로 대별하여 평가하며 평가 결과를 식-①에 대입하여 BEE(Building Environment Efficiency)를 산출함으로써 건축물의 친환경성능을 5단계(S, A, B+, B-, C)로 평가한다. 현재, CASBEE는 건물의 용도 즉, 공동주택, 병원, 호텔, 사무소, 상점 등에 관계없이 하나의 통합전용 프로그램으로 개발되어 있으며 사용자가 건축물의 용도를 선정하면 각 건축물 용도별 평가 항목이 자동적으로 설정되며, 설정된 평가항목만을 평가하도록 되어 있다. <표 2>에 CASBEE-신축(이하 CASBEE)의 부문 및 평가항목을 나타낸다.

$$BEE = \frac{\text{건축물의 환경품질 성능(Q)}}{\text{건축물의 외부환경 부하(L)}} = \frac{25 \times (SQ-1)}{25 \times (5-SLR)} \quad \text{식-①}$$

SQ : Q항목의 합산 점수

SLR : LR항목의 합산 점수

3) LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)^{4,7)}

LEED는 1993년 미국에서 조직된 USGBC(United States Green Building Council)에 의해 개발된 친환경건축물 인증제도로써 그린 빌딩의 구성요소에 대한 명확한 분류와 표준을 제공하며 건물의 생애주기(Life Cycle)에 걸쳐 건물 전체적 관점에서 환경성능을 평가하고 있다. LEED 종류는 ①LEED-NC(신축, 리노베이션/증축) ②LEED-EB(기존) ③LEED-CI(상업용 인테리어) ④LEED-CS(코어와 건물외피) ⑤LEED-H(저층주거) ⑥LEED-ND(단지개발)로 구별되며 인증절차는 ①프로젝트 등록단계 ②기술적인 지원 ③건물 인증으로 분류된다.

한편, LEED는 조달청, 육해공군, 국무부, 에너지국 등의 미 정부기

<표 2> CASBEE-신축의 부문 및 평가 항목

평가부문	세부부문	평가항목
Q 건축물의 환경품질 성능	Q-1실내 환경	1. 음 환경 2. 온열환경 3. 광 환경 4. 공기질
	Q-2 서비스성능	1. 기능성 2. 내용성 · 신뢰성 3. 대응성 · 갱신성
	Q-3 실외환경	1. 생물환경의 보전과 창출 2. 경관의 배려 3. 지역성 · Amenity의 배려
LR 건축물의 환경 부하 저감성능	LR-1에너지	1. 건물의 열 부하 억제 2. 자연에너지의 이용 3. 설비시스템의 고 효율화 4. 효율적 운용
	LR-2 자원 · 재료	1. 수자원 보호 2. 저 환경부하 재료의 사용
	LR-3 부지 외 환경	1. 대기 · 지하수 · 토양오염 방지 2. 소음 · 악취방지 3. 풍해 · 일조장해의 억제 4. 광해의 억제 5. 온열환경의 악화개선 6. 지역 인프라 부하 억제

관뿐만 아니라 캘리포니아, 뉴욕 등의 주정부기관, 시카고, LA 등 지방자치 도시 내에서도 활발히 사용되고 있다.

또한 평가항목은 ①지속가능한 부지계획 ②수자원 효율 ③에너지 및 대기 ④자재 및 자원, ⑤실내환경의 질 ⑥디자인 혁신성으로 구별되며 총 69점(60개의 세부항목) 중 획득점수에 따라 Certified(26-32점), Silver(33-38점), Gold(39-51점), Platinum(52점 이상)의 4등급으로 분류된다. <표 3>에 LEED-NC v.2.1(이하 LEED)의 부문 및 평가항목을 나타낸다.

4) BREEAM(Building Research Establishment Environment Assessment Method)^{4,8)}

BREEAM은 BRE(Building Research Establishment Ltd.)와 민간기업이 공동으로 개발한 영국의 친환경건축물 인증제도로써 사무소, 주거, 학교, 공업시설, 상업시설의 5가지 용도에 대한 평가가 가능하다. 평가 부문으로는 ①관리 ②건강 및 웰빙(실내환경) ③에너지 ④생태, ⑤오염 ⑥교통 ⑦자재 ⑧수자원 ⑨토지로 구별되며 총 997점(65개 세부항목) 중 획득점수에 따라 PASS(235-405점), GOOD(385-550점) VERY GOOD(530-695점), EXCELLENT(675점 이상)의 4등급으로 분류된다.

이러한 BREEAM은 건물의 환경에 관한 질(Quality)을 측정하고 가

〈표 3〉 LEED-NC version 2.1의 평가항목과 배점

평가 부문	평가항목
지속가능한 부지계획	1. 토지 침식 방지 관리계획
	2. 부지 선택
	3. 개발 밀도
	4. Brownfield 재개발
	5. 대체 교통수단
	6. 우수 관리 계획
	7. 열섬 현상 감소를 위한 조경 계획
	8. 조명 공해 감소 계획
수자원 효율	1. 수자원 효율 조정 계획
	2. 새로운 하수 정수 계획
	3. 수자원 절약
에너지 및 대기	1. 기본 건물 커미셔닝 계획
	2. 최소 에너지 효율 성능 기준
	3. CFC 감소 계획
	4. 에너지 성능 향상 계획
	5. 대체 에너지 사용
	6. 추가 건물 커미셔닝 계획
	7. 오존 감소 방지 계획
	8. 측정 및 검증 계획
	9. 그린 에너지
자재 및 자원	1. 재활용품 저장 및 수거 계획
	2. 건물 재사용
	3. 시공 폐자재 관리
	4. 자재 재사용
	5. 재활용 포함 기준
	6. 지역 자재 사용
	7. 급대체 가능 자재 사용
	8. 친환경 인증 목재 사용
실내환경의 질	1. 최소 IAQ 성능 기준
	2. 환경성 담배연기(ETS) 제어
	3. CO ₂ 모니터링
	4. 환기 효율성
	5. 시공 중/거주전 IAQ 관리 계획
	6. 저 VOCs 발산 자재 사용
	7. 실내 화학물 및 오염물 관리 계획
	8. 실내 환경 시스템 사용 용이성
	9. 열적 쾌적성
	10. 채광 및 조망성
디자인 혁신성	1. 디자인 혁신성
	2. LEED 인증 전문가

시적으로 표현하며 건축주나 설계업자, 건설업자, 거주자, 유지관리업자를 대상으로 시장성과 평가도구로 활용되고 있다.

〈표 4〉에 BREEAM Office 2005(이하 BREEAM)의 부문 및 평가항목을 나타낸다.

4-2. 건축물 전 생애 환경부하(CO₂)평가 기술

1) 건축물 전 생애 환경부하(CO₂) 평가의 정의

건축물의 전 생애평가(LCA)는 일반적으로 건설단계, 운영단계, 유지 및 관리단계, 해체 및 폐기단계로 구분되는 건축물의 라이프사이클 동안 발생하는 모든 공정 및 활동들을 포함하며 자원 및 에너지 소비량, CO₂ 배출량 등 건축물의 환경부하량을 산출하기 위한 도구로 사용된다.

〈표 4〉 BREEAM Office 2005의 부문 및 평가 항목

평가 대상	사무소 / 주거건축물 / 공장
평가항목	운영관리
	건강과 쾌적성
	에너지
	교통
	수자원
	재료
	대지의 이용
	생태
	오염

특히 정량적인 건축물 전 생애평가를 수행하기 위해서는 복잡한 구조와 긴 수명을 갖는 건축물의 특성상 건축물의 생애를 고려하여 라이프사이클 단계 및 범위를 설정하는 것이 중요하며 투입물과 산출물을 구분하여 데이터를 구축하는 과정이 필수적이다.

이들 동안 발생하는 모든 공정 및 활동들을 포함하며 자원 및 에너지 소비량, CO₂ 배출량 등 건축물의 환경부하량을 산출하기 위한 도구로 사용된다.



2) 건축물 전 생애 환경부하 평가기술 개발현황

이미 환경 선진국인 호주의 뉴사우스웨일즈(NSW) 주에서는 건축물 전 생애 이산화탄소 평가 프로그램(LCAiD, Lifecycle Assessment Desing Aid)을 개발하여 이를 건축물 탄소량 총량제도(BASIX, Building Sustainability Index)에 적용하고 있다.

일본의 경우는 일본건축학회에서 개발한 건축물 전 생애 환경부하 평가 프로그램(AJ-LCA & LCW)을 이용, 건축물의 전 생애 이산화탄소량을 산출해 환경부하를 평가하는 친환경건축물 인증제도(CASBEE, Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)의 새로운 버전을 2008년 8월에 새롭게 개발하였다. 일본의 대형 건설회사들은 회사실정에 맞는 맞춤형 건축물 CO₂ 평가 프로그램을 개발하여 건축물 CO₂를 평가·분석하는데 활용하고 있다.

그 외에도 영국의 ENVEST, 프랑스의 EQUER, 필란드의 BeCost,



[그림 7] 건축물 환경부하(CO₂) 평가 프로그램

독일의 LEGEP 등 다양한 형태의 건축물 CO₂ 평가 프로그램이 연구·개발되고 있다.

국내에서도 건축물의 친환경 성능을 평가하기 위한 제도로 '친환경건축물 인증제도'가 2001년부터 시행되고 있으나 정량적인 CO₂에 대한 평가는 반영되어 있지 않은 실정이며 1000세대 이상의 공동주택에 적용되고 있는 '주택성능등급표시제도' 역시 마찬가지 실정이다.

한편, '에너지효율등급인증제도' 및 '그린홈 인증제도'에서는 표준 건축물 대비 평가 건축물의 상대적인 CO₂저감 성능평가가 가능하나 건축물 운영단계의 에너지 사용량 평가에 기초하고 있는 실정으로 전 생애 관점에서의 평가에는 미치지 못하고 있다.

한편, '에너지절약계획서'의 에너지효율등급(EPI, Energy Performance Index)을 통해 에너지 절약 계획을 실시하고 있으나 에너지 효율등급의 상향조절과 CO₂절감과의 관계 도출에는 어려움이 있다. 이러한 상황에서 최근 건축물 전 생애 관점에서 다양한 친환경 건축 요소기술이 개발되고 있으며 이러한 요소기술 적용에 의한 CO₂절감 효과를 정량적으로 평가 가능한 '건축물 전생애 CO₂ 평가 프로그램'의 개발이 요구된다.

국내에서는 2007년도에 한양대학교 친환경건축연구센터(ERC)에서 건축물 전 생애 환경부하 평가 프로그램(SUSB-LCA)을 개발하여 다양한 건축물의 LCCO₂평가에 활용되고 있다. SUSB-

LCA(Sustainable Building Life Cycle Assessment)는 건축물의 Life Cycle에 걸친 LCE(Life Cycle Energy), LCCO₂(Life Cycle CO₂)를 산출하여 건축물의 환경성능을 평가하는 프로그램으로 LCCO₂의 저감효과를 통합적이며 정량적으로 평가 가능한 프로그램으로 최근에는 SUSB-LCA의 초고층 버전과 BIM(Building Information Mothed)을 기반으로 한 단지레벨의 환경부하 평가 프로그램을 개발 중이다.

한편, 국내 몇몇 건설회사에서도 최근 자회사 전용의 전 생애 건축물 환경부하 평가 프로그램 개발에 노력하고 있다. 예를 들어 L건설회사는 건설기획 및 초기설계단계에서 적용 가능한 목적지향형 건축물 전 생애 환경부하 평가 프로그램을 개발 중에 있다.

3) 국내의 건축물 전 생애 환경부하 평가 프로그램 비교

1990년 초반부터 선진국들은 국가 차원으로 LCA 방법을 활용한 건축물 환경성능평가를 연구해 왔다. 현재는 제도적 시행 및 검토단계에 있으며 주요 건축물 LCA 평가 프로그램은 다음 <표 5>와 같다. 먼저 일본의 AIJ LCA는 CO₂, NOx, SOx 배출량 및 에너지사용량을 산출하는 Excel 워크시트 형태의 프로그램으로 산업연관분석을 통해 환경부하를 산출하고 있으며, BECOST는 핀란드의 VTT 연구소가 개발한 Web기반의 프로그램으로 건축물의 기획 단계부터 완공된 건축물까지 다양한 단계에서 평가 할 수 있다.

한편, BASIX는 호주 NSW주에서 정책적으로 시행하고 있는 성능 기반형 건축물 환경부하 프로그램으로 크게 수자원, 에너지, 실온 조절의 항목을 평가하며 2006년 10월부터 모든 주택의 사업승인 시 평가인증서를 관할구청에 제출하도록 의무화하였으며 USA는 Newcastle대학교와 BHP연구소가 공동 개발한 전 생애 관점의 건축물 평가 프로그램으로 단순화된 입출력형식의 인터페이스로 구성되어 있으며 건축자재의 LCI DB를 이용하여 환경부하량을 평가한다. ENVEST2는 영국 BRE에서 제작한 건축물 전 생애 환경성능 평가 프로그램으로 주로 사무소 건축물 대상으로 한다. 평가 및 결과는 ENVEST의 고유지표인 Eco Point로 표현되며 1 Eco Point는 일반적으로 1.38m³의 수자원을 사용하는 것과 같은 환경부하량을 나타낸다.

이 외에도 국가 LCI(Life Cycle Inventory) 데이터베이스를 이용하여 국내에서 개발된 LCA 프로그램으로 환경부의 TOTAL 프로그램과 한국인정원의 PASS LCA, 한국건설기술연구원의 APSS 프로그램이 있지만 아직 건축자재에 관한 데이터가 부족하고 전 생애를 고려하기 어려운 단계에 있다.

〈표 5〉 국내외 건축물 환경부하 평가 프로그램

프로그램	AIJ LCA	BECOST	BASIX	LISA	ENVEST2
개발국	일본	핀란드	호주	호주	영국
기관	일본건축학회 지구환경위원회	VTT	NSW Government	University of Newcastle	BRE
개발년도	2003	-	2005	2003	2003
대상건축물 주요특징	사무소 - 산업연관표 이용 - Excel 워크시트 형태	모든 건축물 - Web 기반 평가 - 모든 건축물 평가	주택 - 제도적으로 시행 - 수자원, 에너지, 실온조절 항목평가 - Web 기반 평가	모든 건축물 - 단순한 디자인의 인터페이스 - LCI DB사용	사무소 - Web 기반 평가 - ECOPOINT로 평가

5 지속가능 건설산업 역할

녹색성장의 패러다임은 20세기 생태도시의 개념에서 21세기 지속가능 집적화 도시(Sustainable Compact City)의 개념으로 변화되고 있으며, 20세기의 생태도시가 에코 도시(Eco City), 삶의 질(Quality of Life)에 초점을 맞춘 성장이었다고 한다면, 21세기는 지속가능 집적화 도시는 생태환경과 환경부하를 함께 고려한 지속가능한 환경산업을 통한 녹색성장을 의미한다.

특히 건설 산업은 전 산업 CO₂배출량의 약 40%를 차지하는 것으로 보고되고 있는 바 저탄소 녹색성장을 위한 지속가능 건설산업의 기술 개발 및 제도 정착은 매우 중요한 의미를 갖는다.

최근 국토해양부에서는 2025년까지 모든 건축물에 대해 '제로에너지 건축물'을 의무화하고, 2010년부터 신축 건축물에는 '에너지소비 총량제'를 도입하고 2011년부터 에너지효율등급인증제도를 기존 건축물에도 확대 적용한다고 발표하였으며 주거용 건축물 연간 에너지 소비량을 2012년까지 30%, 2017년부터 60%이상 삭감하겠다는 계획을 내놓았다. 이는 반환경적 산업으로서의 건축 생산 활동을 지속가능한 친환경 산업으로 전환하고 이를 통해 국가적 차원의 CO₂ 목표 달성을 위한 노력으로 분석된다.

이러한 정부의 녹색성장을 위한 노력과 더불어 건설산업은 지속가능한 성장 관점에서 기존 건축기술의 개념 및 방향을 재설정하고 생태와 환경을 어우르는 새로운 차원의 기술 개발이 요구된다. 지속가능한 기술은 점차 산업 및 사회에 미치는 영향이 지대할 것으로 생각되며 이를 위해서 기업의 지속가능한 기술에 대한 바른 이해와 함께 지속가능 기술에 많은 관심이 필요하다.

특히 기업이 지속가능성의 개념을 제대로 이해하면 지속가능한 성장에 지대한 영향을 미칠 수 있다. 이러한 녹색성장의 헤게모니 속에서 건설기업은 지속가능한 기술개발을 위한 산학협력의 활성화를 통한 지속가능에 있어서의 리더십 확립이 중요하다.

또한 지속가능한 건설 환경 과학 산업 구축이 필요한데 이를 위하여 기존 건설산업의 지속가능 산업화와 함께 새로운 지속가능 건설 산업이 도출·개발되어야 한다.

6 맺음말

21세기 녹색성장의 새로운 패러다임은 지구환경보호와 인간의 삶의 질 향상에 있으며 이를 실현하기 위한 지속가능 건설산업 기술 개발과 동시에 이를 보급·정책시키기 위한 제도 및 정책의 수립과 정부차원의 지원이 갖추어질 때 진정한 의미의 지속가능 건설 산업 실현이 가능할 것이다. **S**

참고문헌

1. 신성우, '국내 친환경건축 방향', 2007년도 제1차 친환경건축물 성능평가와 설계기술, 2006, pp.3~25.
2. 신성우, 태성호, 저탄소 녹색성장을 위한 지속가능 건축·도시 환경산업 기술과 정책, 콘크리트학회지 제21권 4호, pp.28~34.
3. 신성우, 지속가능한 초고층 건축산업 방향, 제11차 한국초고층건축포럼-초고층 사회의 기술 변화와 한국 경쟁력, 2009, pp.3~20.
4. 실내 환경평가의 사례분석을 통한 국내의 친환경 건축물 인증제도의 비교분석 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 제23권 제8호, pp.229~236.
5. 오수호, "국내의 친환경 건축물 인증제도 및 사례", 2007년도 제1차 친환경건축물 성능평가와 설계기술, 2006년, pp.38~70.
6. 신인중, "일본의 친환경 건축물 평가시스템의 소개", 설비/공조·냉도·위생, 11월호, 2004, pp.58~64.
7. LEED-NC v2.1 Reference Guide, United States Green Building Council(USGBC), 2005, <http://www.usgbc.org/>
8. BREEAM office 2005, Building Research Establishment Ltd, 2005, <http://www.breem.org/>