

친환경 건축물을 위한 통합 건설사업관리 방안

- 친환경 건설사업관리 (Green CM) -

강석희 PB Korea 설계팀 이사(LEED AP, 건축사)
김 원 PB Korea 설계팀 과장(LEED AP)



1. 서론

르 코르뷔제는 “건축은 생활을 담는 그릇” 이라고 하였다. 인류가 현대화 되어갈수록, 인간이 더 많은 시간을 건축물의 내부, 건축물과 연관되어 있는 외부에서 보내게 될수록 “그릇”의 역할은 커지고 있다. 건축물의 실내 환경이 인간의 건강과 생산성에 미치는 영향도 증가하여, 친환경 건축물의 필요성이 높아지고 있다.

USGBC(The U.S. Green Building Council)에서 발간한 Green Building Design and Construction Reference Guide에 따르면 건축물이 사용하는 에너지는 미국 전체 에너지의 사용량의 39%, 전기 사용량의 74% 를 차지한다고 한다. 에너지 관리공단에서 발표한 2011년 부문별 최종 에너지 소비 현황에 의하면, 한국은 미국에 비해 산업 분야의 에너지 사용 비율이 높은 편이며, 부문별 최종 에너지 소비량은 산업 분야(61.6%), 건축물 분야(18.2%), 수송 분야(17.9%) 순으로 나타났다.

건설 시장에서 지속 가능한 개발(Sustainable Development)과 친환경 건축물(Green Building)은 선택이 아닌 필수 사항이 되고 있다. 건설과 환경은 건축, 기계, 전기, 구조, 토목, 조경, 소방, 각종 자연과학 및 공학이 접목된 분야이다. 또한 건축주, 분야별 전문가, 시공자, 입주자, 운영자 등 다양한 이해관계자가 복잡하게 얽혀있어 공사 관리에 어려움이 발생하기도 한다. 이에 지속 가능한 개발과 친환경 건축물을 구현함과 동시에, 많은 전문 분야와 복잡한 이해 관계를 통합적으로 관리하는 친환경 건설사업관리(Green CM)를 제안하고자 한다.

2. 친환경 건축 분야

친환경 건축물을 구현하기 위하여 건축물과 관련된 친환경 분야에 대한 인식이 필요하므로 대표적인 분야들을 간략하게 소개한다.

2.1 에너지 저감

건축물의 에너지 저감은 크게 에너지 요구량을 줄이는 방법(Passive)과, 에너지 사용량을 줄이는 방법(Active)으로 나누어 볼 수 있다.

에너지 요구량을 줄이기 위한 Passive Design은 태양열 사용 극대화, 기밀 및 단열 성능 강화, 폐열 회수 환기장치 사용 등의 방법으로 구현한다. 에너지 사용량을 줄이기 위한 Active Design은 건축물에서 사용하는 각종 기계장치의 효율과 그 운영 효율을 높이는 방법, 태양광 전지, 지열, 풍력을 이용한 신재생 에너지(Renewable Energy) 생산과 같은 방법이 있다. Passive Design으로 에너지 요구량을 최소화하고, Active Design으로 에너지 사용량을 최소화한 다음, 추가로 필요한 에너지를 신재생 에너지로 대체한다면 이론적으로 화석 연료를 전혀 사용하지 않는 Zero Energy House를 구현할 수 있다.

이 밖에도 산업, 건축물 분야 다음으로 에너지를 많이 사용하는 수송 분야(17.9%)에서 교통량 감소를 위한 대체 교통 수단(대중 교통 근접성 확보, 자전거 이용자를 위한 자전거 도로 및 자전거 보관소, 저배출 고효율 차량 사용 장려 등)에 대한 고려가 필요하다.

2.2 수자원 절약

우리나라의 연간 강수량은 1,277mm 정도로 세계 평균 강수량이 807mm 정도임을 감안할 때 물부족을 우려할 수준은 아니다. 국토해양부가 2011년에 발표한 수자원장기종합계획에 따르면 우리나라는 인구 밀도가 높아 1인당 연간 수총량은 2,629m³/year로 세계 평균인 16,427m³/year에 비해 1/6 수준에 불과하다. 또한 연간강수량의 약 70%가 6~9월에 집중되어 수자원 활용도가 떨어지고 인구의 도시 집중화로 지역별 물 요구량의 편차가 심하다. 1인당 하루 물소비량은 333L로 스페인(176L), 스위스(288L) 보다 높고 일본(320L), 이탈리아(322L)와 비슷하다.

음용수를 생산하고 제공하는데 필요한 다양한 사회기반시설을 건설하고 유지하기 위해서 막대한 에너지와 자본이 투입되어야 한다. 댐, 저수지, 운반 시설, 하수처리 시설 등을 마련하는 것도 중요하지만, 더 근본적인 대책은 수자원의 요구량을 줄이는 것이다.

건축물의 상수 사용량을 줄이기 위해 절수형 수전 및 위생도기 설치, 우수 재사용, 버려지는 물을 처리하여 다시 사용하는 중수 재처리 시설을 도입한다. 건축물의 수자원 절약은 입주자의 협조가 필수적이며, 우수와 중수를 조정수, 변기 세척, 쿨링 타워나 보일러와 같은 기계장비에 사용하는 등의 수자원 사용 및 관리 대책을 수립해야 한다.

2.3 생태건축 (Ecological Architecture)

생태 건축은 건축을 생태계의 일부로 이해하고 건축 환경을 하나의 생태계로 구성하여 자연과 유기적으로 조화되도록 하는 건축이다. 자원과 에너지를 생태학적 관점에서 최대한 효율적으로 이용하여 건강한 주생활과 업무가 가능한 건축 형태이며, 입주자가 자연과의 유기적인 교류를 가능하게 하여 정서적인 안정과 휴식을 제공하고 생산성을 높일 수 있다.

이를 위해 시공에 사용되는 에너지와 자원의 수를 최소화하고 수질 및 대기 오염, 열 방출, 쓰레기 배출, 포장 면적 최소화와 다양한 종의 생물 서식처 조성 및 보호(조경, 육상 및 수상 비오름, 하천의 침식/침강 관리)를 위한 전략을 마련한다.

2.4 실내 환경

실내 환경을 쾌적하게 유지하기 위해 환기 시설과 냉난방 조절장치, 새집증후군을 유발하는 휘발성유기화합물(VOC) 등을 집중적으로 관리한다. 환기를 위해 외기를 도입할 경우 배출되는 공기의 폐열을 이용하는 폐열 회수장치를 도입한다면 에너지를 절감할 수 있다. 실내에 사용되는 각종 자재의 휘발성 유기화합물(VOC)함유량을 확인하여 VOC 저배출 자재로 시공하고 마감공사 완료 후 입주하기 전에 flush-out(bake-out)으로 실내에 남아있는 잔여 VOC 및 먼지를 배출한다.

이외에도 심리적인 안정과 에너지 절감의 효과가 있는 자연채광의 도입과 전망의 확보도 중요한 품질 요소 중 하나이다.

2.5 친환경 자재

친환경 자재는 다양한 의미를 포함하고 있다. 쓰고 버려진 자재를 재사용하는 재사용 자재, 버려진 자재를 가공하여 새로운 자재로 사용하는 재활용 자재, 자재의 원산지, 생산/사용을 일정 지역 내로 한정하여 자재 운송 교통량을 최소화하는 지역 자재, VOC의 함유량을 최소화 한 VOC 저배출 자재 등으로 구분 할 수 있다.

폐기물은 소각/매립/재활용 등의 방법으로 처리하는데, 소각과 매립은 환경을 오염시키고 동식물의 서식지를 파괴하는 원인이 된다. 따라서 폐기물 발생량과 더불어 배출된 폐기물의 재사용/재활용으로 원자재 수요를 줄이려는 노력이 필요하다. 배출 폐기물이 줄어들면 자연스럽게 소각/매립 폐기물도 감소하여 환경 오염을 줄이는 선순환을 유도할 수 있다.

재사용 자재나 재활용 자재의 품질에 대한 불신으로 사용을 꺼리거나 재활용 자재임에도 이를 밝히지 않는 경우도 있다. 따라서 재사용/재활용 자재에 대한 품질에 대한 철저한 관리와 더불어 사용자의 인식 전환이 필요하다.

2.6 이산화 탄소 배출 및 에너지 절약 기준

CO₂ 로드맵 - 제6차 녹색성장위원회 보고자료의 국내 건축물 에너지절약 설계 기준 로드맵에 따라 전통적인 에너지다 소비형 주택을 에너지 제로 하우스의 수준까지 올리기 위

한 설계 기준을 마련했다. 설계 기준에 의하면 2012년 냉난방 에너지 50% 절감, 2017년 패시브 하우스 수준(냉난방 에너지 90%절감), 2025년 제로에너지하우스 수준(건축물 에너지 소비량 net zero)으로 친환경 설계 기준이 상향되고 있다.

이산화탄소 배출 및 에너지 절약 설계기준은 지속적으로 강화되고 있어, 사업 시점의 설계 기준을 반드시 확인해야 한다.

2.7 친환경 건축물 인증제도

환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발 개념의 고조와 지구온난화의 심각성 대두, 지구 자원의 에너지 총 매장량의 급격한 고갈현상 초래 등으로 친환경 건축물 인증제도의 필요성이 증대되고 있다(친환경인증제도, 이승민, 설비저널 제 39권 제10호, 2010). 국내 친환경 건축물 인증제도는 녹색 건축물 인증, 건축물에너지 효율등급 등이 있으며, 친환경 건축물 활성화를 위해 의무대상 건축물을 확대하여 세급의 경감, 건축제한 완화 등의 혜택을 제공한다.

이외에도 미국의 LEED, 영국의 BREEAM, 독일의 Passive House 인증 제도가 국내에 소개되었으며, LEED의 경우 2012. 11 현재 175개의 프로젝트가 등록되어 32개의 프로젝트가 LEED 인증을 받았고, LEED 인증을 추진하는 프로젝트 또한 점차 증가하고 있다.

BREEAM®



친환경 건축물 인증을 받은 건축물은 거주자의 쾌적성 향상, 건강 증진 및 생산성 향상, 에너지 및 수자원 절약으로 인한 건축물 운영비용 절감 등 친환경 건축물의 성능을 객관적, 국제적으로 인정받아 건축물의 가치를 높이는 효과를 거두고 있다.

3. 친환경 건설사업관리(Green CM)

건축에 필요한 모든 참여주체가 프로젝트 전 단계에서 긴

밀히 협조한다면 성공적인 친환경 프로젝트를 구현할 수 있을 것이다. 이를 위해 친환경 분야를 유기적, 통합적으로 관리하는 건설사업자의 역할이 새롭게 부각되고 있으며 이러한 건설사업관리영역을 친환경 건설사업관리(Green CM)라고 한다.

3.1 건설단계별 통합관리

건설 기획 단계에서 설정된 건축물의 환경적 목표와 성능에 따라 고성능 건축물을 완공하더라도, 입주자와 관리자의 친환경 건축물에 대한 이해가 선행되지 않는다면 당초의 목표를 달성하기 어렵다. 따라서 초기에 설정된 목표를 설계-시공-운영-철거 단계까지 지속적, 구체적으로 적용해야 한다.

이를 위해 친환경 건설사업관리자가 프로젝트 초기부터 건축물의 인수인계 후 초기운영기간까지 지속적으로 관리할 수 있는 여건이 조성되어야 한다.

3.2 기획단계

건축물의 입지 선정, 입지환경 분석, 경제성 분석 등 건축 설계 이전단계에서 고려해야 하는 요소를 분석하고 친환경 건축물의 성능에 대한 목표를 설정 한다. 목표 설정 시기가 늦어지면 늦어질수록 다양한 변수가 생기고, 당초 설계를 변경하거나, 변경에 따른 비용이 발생 할 수 있으므로 가능한 한 프로젝트의 초기에 설정하는 것이 가장 이상적이다.

3.3 설계관리

기획단계에서 설정된 목표를 구체적으로 설계에 반영하는 단계로 친환경 건축물의 성능을 좌우한다. 건설사업자는 앞서 언급한 친환경 요소 중에서 개별 프로젝트의 상황과 여건을 감안하여 실현가능하고 경제적인 환경 및 건축물의 성능 목표를 제시하여 설계자가 이러한 목표를 구체적으로 반영할 수 있도록 통합 관리한다. 건축물 에너지 저감을 위하여 에너지 요구량 감소 방법을 우선순위에 두고 다음으로 에너지 효율이 높은 기기의 사용 및 에너지 절감을 할 수 있는 기기의 운영을 고려한다. Passive Design의 주요 요소인 태양열의 사용 극대화, 기밀 및 단열성능 강화, 폐열 회수 환기장치 등을 적극 도입하여 건축물의 에너지 요구량을

최소화 한다.

Passive Design과 Active Design을 통합 관리하는 것이 중요하다. Passive Design으로 건축물의 에너지 요구량을 최소화 했으나 설계부하에 전통적인 data를 반영한다면, 장비 용량이 줄지 않아 효과적으로 에너지를 절감할 수 없다. Passive Design에 연계된 설계부하를 적용하여 장비용량을 줄인다면 에너지 사용량의 저감뿐만 아니라 초기투자비를 줄일 수 있어 경제성까지 확보된다. 이처럼 각 분야를 아우르는 통합관리는 건축물의 품질과 경제성에 직접적 영향을 미친다.

그 동안 친환경 건축물의 초기투자비에 대한 부담과 경제성에 대한 불신으로 친환경 건축물에 투자하기에 어려운 점이 많았다. 초기 투자비에 대한 부담을 최소화하고 초기 투자비가 건축 생애주기동안 회수되어 경제성을 확보할 수 있는지 Life Cycle Assessment 기법을 적용하여 투자자와 건축주에게 정량적으로 제시할 수 있어야 한다.

3.4 시공 관리

친환경 건축물을 구현하기 위해서 아래와 같은 시공 관리 사항들이 검토되어야 한다.

누기 테스트

누기 테스트는 중요한 품질관리 요소의 하나이다. 누기, 침기로 발생하는 에너지 손실은 전체 건축물 에너지 부하에 영향을 미친다. 창문의 경우 기밀 성능 기준이 마련되어 있어 품질 관리가 비교적 잘 관리되고 있지만 우리나라는 문에 대한 기밀 성능 기준이 없어 체계적인 관리가 어렵다. 외기와 면하는 출입문, 특히 미닫이문과 회전문의 누기 테스트를 실시하여 누기로 인한 에너지 손실을 최소화 한다. 회전문은 방풍실을 대체하는 용도로 설치되는데, 회전문의 구조적 특징상 문틀과 바닥, 프레임 사이에서 누기가 발생하기 쉽다. 고층 건축물일수록 건축물 내외의 압력차로 인해 누기량이 증가하고 Stack Effect를 유발하기도 하므로, 누기 테스트가 필수적이다. 또한 창호와 외벽이 만나는 부위에서 누기가 발생하지 않도록 실링재를 철저히 시공하고 Blower Door Test로 전체 누기량을 확인한다.

단열시공

외피를 통한 열손실, 열획득은 건축물 냉난방 부하를 증

가시켜 건축물 에너지 소비 중 가장 큰 비중을 차지한다. 단열은 Passive Design의 기본 개념으로, 건축물 에너지 절약을 위한 가장 쉽고, 근본적인 방법이다. 단열 시공에 주의를 기울인다면 적은 비용으로 많은 에너지를 절약할 수 있다.

현재 다양한 단열 소재들이 개발되어 있으며, 단열 효율 극대화를 위하여 소재별 특징을 파악하고 적절한 소재를 선택한다. 단열재의 선택과 더불어 시공도 중요하다. 건축물의 구조별, 부위별 특징에 맞는 시공법을 미리 염두하여 공사 일정과 건축물의 품질에 영향을 끼치지 않도록 한다.



<미네랄 울 단열 시공>



<진공 외단열 시공>

친환경 건축자재 사용

자재 선정시 재사용 자재 또는 재활용 비율이 높은 자재를 우선순위로 고려하고 실내에 사용되는 페인트, 코팅재, 접착제는 VOC(휘발성 유기화합물) 함유량을 확인하여 VOC 저배출 자재를 사용한다.

건축 마감이 완료된 후 입주 전에 Flush-Out(Bake-Out)을 통해 실내에 남아있는 잔여 VOC와 먼지를 배출한다. VOC는 상온에서 휘발되므로 실내온도를 16℃ 이상으로 유지하여 VOC를 충분히 배출시킨다.

폐기물 관리

폐기물은 사업장·지정·의료·건설폐기물 관련법령에 따라 관리 및 처리된다. 환경부에서는 1999년부터 Allbaro 시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 사업장 폐기물의 불법 처리를 사전에 예방하고 적절하게 관리하기 위하여 사업장 폐기물의 배출에서 운반·처리까지의 전 과정을 관리 하는 IT기반 폐기물종합관리시스템이다. 또한 건설 폐기물 재활용에 관한 법률에 따라 건설 폐기물 재활용을 장려하고 있다. 그에 더해 폐기물의 발생량을 최소화하고 폐기물이 재활용 될 수 있도록 분리 수거하고 재활용 비율이 높은 처리업체를 이용한다.

공사 중 오염관리

건설 현장에서 비산 분진은 적극적으로 관리하고 있으나, 우수에 의해 침식, 배출되는 토사에 대한 관리가 미흡하다. 대지 조성이 완료되지 않은 건설 현장은 소규모의 강우로도 많은 토사가 쓸려나가 하천을 오염시키고 강바닥을 높인다. 현장 주변에 Trench를 설치하고 임시저수조와 3단 침수조 등을 설치하여 우수는 배출하되 토사는 쓸려나가지 않도록 한다.



<2단 침사조>



<3단 침사조>

곰팡이는 한번 발생하면 제거가 어렵고, 그대로 시공될 경우 실내환경을 오염시킨다. 현장에서의 자재 보관 시 습기에 취약한 자재는 바닥에 직접 닿지 않도록 하고, 비닐로 포장하여 습기로부터의 손상을 막는다.

공사중에 발생하는 먼지가 환기구 안에 쌓이지 않도록 개구부를 비닐로 포장하고, 시공을 위해 현장에 보관되어 있는 장비들도 먼지가 닿지 않도록 보호한다.



<보관 장비 보호>



<보관 장비 보호>

입주자뿐만 아니라 건설근로자의 건강도 중요하므로 공사장 내의 먼지 발생 최소화 방안을 마련한다. 매일 청소를 실시하고 유해 물질이 포함된 자재는 별도 보관 및 환기를 실시한다.

3.5 운영관리

고성능 건축물에 있어, 관리자와 입주자의 건축물에 대한 이해는 필수적이며, 건축물 성능에 큰 영향을 미친다. 친환경 건축물의 성능이 당초의 목표를 달성할 수 있도록 O&M Manual을 작성하고 운전자와 입주자에게 교육을 실시한다. 이를 위해 Commissioning을 도입하여 설계 검토, 장비 설치 확인, 시험 운전 및 운전 효율 확인, 운전자 교육, 입주자가 모두 입주한 후 Monitoring을 수행한다.

건축물에서 용도별, 위치별, 시간대별 에너지 사용 추이를 파악하고 에너지가 낭비되는 요소를 관리하기 위해서 Sub-Monitoring을 실시한다. 규모가 크고 에너지 사용이 복잡한 건축물에서는 BEMS(Building Energy Management System)도입을 고려한다.

3.6 이해관계자 통합관리

모든 이해관계자는 각자의 역할과 입장이 다르므로 각자의 이해관계를 조정하고 반영하기 위해 상호간 밀접한 의사소통이 필요하다. 건축주와 설계자가 초기에 설정한 목표가 최종 입주자/운영자에게까지 전달되고 사용될 수 있도록 지속적이고 일관된 방향성을 제시한다.

건축에 필요한 분야별 참여 주체간 의사소통도 중요하다. 예를 들어 우수 관리를 위해 우수 탱크를 설치했다면, 수집한 우수를 조경수로 사용하도록 설계에 반영하여 상수 사용을 줄인다. 옥상에 조경을 설치하면 옥상 조경으로 인한 Heat Island Effect와 냉난방 부하가 줄어들고, 건축물의 장비 용량을 줄일 수 있다. 이는 장비 운전 비용과 초기 투자비를 절감할 수 있다. 이는 하나의 전략으로 다른 분야에서 시너지를 얻을 수 있는 좋은 사례이다.

이를 위해서는 친환경 설계에 따른 설계 데이터의 축적이 필요하다. 전문 분야를 통합 관리할 수 있는 훈련되고 경험 있는 건축 환경 전문가를 육성하여 여러 분야에 걸쳐 설정된 목표를 달성할 수 있도록 한다.

4. 맺음말

인류의 발전과 함께 친환경 건축물은 이제 거부할 수 없는 흐름이 되었다. 친환경 건축물에 대한 관심이 높아지고, 그에 대한 수요도 상당히 증가하였다. 그러나 친환경 건축물에

대한 본질적인 접근보다는 법적인 의무사항이나 형식적인 인증에 치우치는 경향이 있다. 친환경에 대한 인식 부족, 친환경 건축물의 경제성과 투자비에 대한 부담, 친환경 설계 data 부족, 친환경 건축물을 종합적으로 관리하고 이끄는 전문 인력의 부족 등이 그 이유이다. 따라서 친환경 건설사업 관리에 대한 본격적인 연구가 필요하며, 다양한 분야를 아우르고 통합 관리할 수 있는 전문 인력을 양성해야 한다. 건축주와 각 주체들이 친환경에 대한 근본적이고 구체적인 개념을 정립하고 건축물 품질 향상에 대한 공감대를 형성하고 실현하는 것이 친환경 사업관리자의 가장 중요한 역할이라 하겠다.

참고문헌

1. 국토해양부, 『수자원장기종합계획(2011~2020)』, 2011
2. 권영철, 『건물에너지 절약을 위한 친환경 단열』, 한국그린빌딩협의회, 2009
3. 권영철, 『친환경 고단열 기술』, 한국그린빌딩협의회, 2008
4. 녹색성장위원회, 『제6차 녹색성장위원회 보고자료』, 2009
5. 박상동, 『그린빌딩 건축계획』, 기문당, 2009
6. 박효순, 송성희, 김지연, 이상혁, 『친환경 단열 외피기술 적용 건물의 에너지 성능 및 특성 연구』, 한국생태환경건축학회 추계학술발표대회 논문집, 2007
7. 손건국, 『건축물 친환경화를 위한 Pre-construction단계에서의 사업관리업무 수행방안』, 손건국, 2011
8. 이승민, 『친환경 건축물 인증제도』, 설비저널 제39권 제10호, 2010
9. USGBC, 『Green Associate Study Guide』, 2009
10. USGBC, 『Green Building Design and Construction Reference Guide』, 2009
11. 환경부, 물환경 정보시스템, <http://water.nier.go.kr>
12. 에너지관리공단, 『2013년도 에너지 기후변화 정책설명회 - '13 녹색건축 활성화 시책 추진방향』, 2013

- 강석희 e-mail : kang.sh@pbworld.com
- 김 원 e-mail : kim.weon@pbworld.com