

특집

Do Do Do! 녹색 건설

# 건물 환경 성능 및 에너지 효율 향상 기술 현황

- 판교 SK케미칼 에코랩의 사례를 중심으로 -

신 지 응 | (주)이에이엔테크놀로지 대표이사

**건** 축부분의 에너지와 온실가스 배출 저감을 위해 세계 각국은 다양한 '규제'와 '인센티브'를 적용하고 있으며, 특히 '친환경건축물인증제도'라는 공통적인 방법론을 활용하고 있다.

환경 친화적인 건축물의 보급은 정책과 제도에 가장 큰 영향을 받고 있지만, 최근에는 건물의 가치 상승, 임대율 상승, 유지 비용 저감, 건축주 및 입주 기

업에 대한 이미지 제고, 공간 환경의 질적 향상 등 시장경제의 논리에 의한 민간의 자율적인 보급도 점차 늘어나고 있는 추세이다. 본고에서는, 사업 초기부터 건축주의 자발적인 의지에 의해 세계 최고 수준의 친환경적 건물을 계획하고, 다방면의 노력을 합하여 건축 환경 성능 및 거주 공간의 질 향상은 물론 운영 유지비 절감과 건물의 가치를 극적으로 향상시킨 성공적인 프로젝트 사례를 소개하고자 한다.

경기도 성남시 판교 테크노밸리의 SK케미칼 에코랩(Eco Lab)은 연구동(지상 8층)과 사무동(지상 9층)을 대형 아트리움으로 연결한 구조의 건물로서 연면적은 약 4만 7,000㎡이다. 이 건물은 최초 기본설계가 어느 정도 윤곽을 갖춘 2007년 초반부터 건축주의 첨단 친환경 그린 빌딩 구축 의지에 부응하여 친환경 요소 기술별 도입 타당성



SK케미칼 에코랩 전경

## 특집 Do Do Do! 녹색 건설

연구, 수리적 해석 기반의 환경 성능 향상 계획, 국내외 인증제도를 고려한 최적 친환경 계획 등 기존 설계, 시공 프로세스에서는 보기 드문 부가적 노력을 통해 보다 실제적인 친환경 건축물로 구현되었다.

우선, 큰 그림부터 세부적인 부분까지 '친환경' 컨셉을 추구하였고 실현 가능한 최대한의 친환경 요소 기술을 접목시키기 위해 노력했다.

이를 통해 객관적으로는 국내 친환경건축물인증 제도에서 110.35점(총 136점 중)이라는 역대 최고점수로 최우수 등급 본 인증을 받았고, 건축물에너지효율등급 부문에서는 업무용 건물 최초의 1등급이라는 명예를 얻었으며, 특히 세계적으로 권위를 인정받고 있는 미국 그린빌딩위원회(USGBC)의 친환경건물인증제도인 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)에 있어서도 최고 등급인

Platinum 인증을 받아 국내외 친환경, 에너지 효율 인증 부문에 있어서 최고 타이틀을 모두 받았다.

### 친환경 계획 컨셉의 전개 및 주요 성과

SK케미칼 에코랩은 Think Green이라는 친환경 계획 및 전략에 따라 건물을 짓기 전부터 'With Green, For Green, From Green'이라는 환경경영 체계를 전략적으로 수립하고 적용하였다. 'With Green'은 옥상 정원, 벽면 녹화, 수생/육생 비오름, 그린 샤프트, 벽천, 자연 채광 연동 롤 스크린 등을 활용하여 어메니티(amenity)를 고려한 개념이고, 'For Green'은 바닥급기 공조 시스템, 복사 냉난방 시스템, 실험실 배기 정화 시스템, BEWMS, 에너지 절약형 3중 커튼월, 고효율 조명기구/전력기기 등에너지 절감을 주된 개념으로 삼으며, 'From Green'

### 적용된 친환경 저에너지 계획 기법

구분	계획 기법
친환경 건축물 계획	실내에서 외부의 조경을 조망 가능한 건물 형태 계획 및 커튼월 외피 적용, 외부 육생 비오름 등 충분한 녹지 확보, 내부 그린 샤프트로 실내 녹지 공간 형성 등 친환경 디자인 요소 반영
저에너지 건물 계획	에너지 절감을 40% 이상, 에너지효율등급 1등급을 위한 통합 설계 수행
건물 에너지 성능 최적화 계획	건물에 사용되는 에너지 성능을 최적화하기 위한 고효율 장비 및 시스템의 적용과 커미셔닝을 통한 시스템 운전의 검증 등 설계, 시공, 운전의 각 단계별로 통합적인 관리 계획 수립
통합 수자원 관리 계획	건물에서 운용되는 상수원을 최소화하기 위해 '이용의 최적화, 자연 수원(우수, 지하수)의 이용, 수원의 재활용' 측면에서 통합적 수자원 계획 수립
시공 중 환경 관리 시스템 구축	환경 부하를 최소화하기 위해 환경관리 시스템을 구축, 폐기물 재활용 Process, 분리 수거, 자재 손실 최소화, 수질 및 토사 유출 방지, 비산 먼지 관리 등 종합적 환경 관리 실시
Commissioning	발주처의 의도대로 건물이 설계, 시공, 운영될 수 있도록 체계적인 절차로 검증, 관리하여 요구 성능을 최적화하는 활동
실내 환경 평가(P-OEM)	건물 운영 후 실내 온열 환경을 평가하기 위해 PMV(Predicted Mean Vote, 예상 평균 온열감), PPD(Predicted Percent age of Dissatisfied, 예상 불만족도) 등의 척도 활용
건물 에너지 관리 활동	에너지 성능, 환경 관리 데이터를 분석, 평가하여 문제점 개선을 위한 개선 계획 수립, 개선 활동 수행, 효과 검증, 피드백 절차를 통해 지속적으로 에너지 및 온실가스를 저감하는 활동
Measurement & Verification	설계시 계획한 에너지 절약 시스템의 이행 여부를 검증하는 활동, 1년 운영 후 데이터를 기초로 한 보정 시뮬레이션을 통해 검증 및 개선안 제시

건축부문 적용 친환경 저에너지 요소 기술

구분	사례 이미지	적용 개요
고기밀 리볼빙 도어		외기 차단 성능이 높은 고기밀 에너지 절약형 회전문으로 에너지 손실 최소화
단기 재생산 가능 마감 재료 사용		로비 및 공용 시설에 단기간 내 재생산이 가능한 대나무 재질의 마감 자재 적용
마이크로 루버 이용 아트리움 자연 채광		아트리움 상부 창의 자연 채광(확산광)으로 조명 에너지 절감 및 직사광선 차단, 냉방 부하 감소, 냉방 에너지 절감
아트리움 활용 자연 환기/공조		아트리움 상·하부 온도 차이(기압차)를 이용한 공기 제어 시스템으로 자연 환기 및 냉난방 부하 저감
독립형 자연 채광 시스템		독립형 채광기를 이용하여 외부 광원(태양광)에 의해 입사된 빛을 실내로 전송하는 시스템
에너지 절약형 커튼월		아르곤 가스를 충전한 삼중 유리와 기밀성을 극대화한 4중 가스켓 적용 커튼월 시스템 도입으로 단열 및 차음 성능 향상

은 지열 Heat Pump, 태양광 에너지(BIPV), 수자원 (중수, 우수) 재활용 시스템, 식당 자연 채광, 아트 리움 활용 자연 환기, 마이크로 루버 & 아트리움 자연 채광 등 신재생 에너지를 비롯한 자연의 환경 조절 기능을 적극적으로 건축물에 도입하는 개념을 구현 하고자 하였다. 친환경적인 건축물을 구현하기 위한 노력으로 기획 단계에서부터 설계 단계, 시공 단계를 거쳐 유지관리 단계에 이르기까지 건축물의 전 생애 주기에 맞추어 다양한 계획 및 평가 프로그램을 시스 템화하여 적용하였다.

SK케미칼 에코랩의 대표적인 세 가지 주요 성과로 서 먼저 에너지 절감 효과를 들 수 있는데, 일반적 국 내 업무용 건물 대비 연간 에너지 사용량을 약 45%

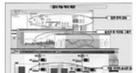
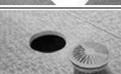
이상 절감함으로써 에너지 비용을 대폭 감소시켰다. 그로 인해 CO<sub>2</sub> 발생량 또한 33% 감축할 수 있었는데 이는 소나무 9만 4,000그루의 조림 효과와 맞먹는 것이다. 마지막으로, 수자원 절감 효과로서 수자원 사용량을 63% 감소시켜 하루에 1인당 5리터의 절수 효과를 가져옴으로써 연간 상수 정화 처리량을 약 1 만톤 가까이 절감할 수 있게 되었다.

저에너지 친환경 계획 기법 및 요소 기술

에코랩에 적용된 친환경 저에너지 계획 기법은 앞 페이지의 표와 같다. 그리고 최고 수준의 GBCC(최 우수 등급), LEED(플래티넘) 인증을 가능하게 만든 실내외의 주요 저에너지 친환경 요소 기술로서는 바

특집 Do Do Do! 녹색 건설

설비부문 적용 친환경 저에너지 요소 기술

구분	사례 이미지	적용 개요
실내 자동 환경 조절 시스템		위치 인식과 Radar 센서를 이용한 재실자 여부와 CO <sub>2</sub> 센서를 이용한 온습도/환기/풍량 등 자동 조절 시스템
BEWMS		Building Energy & Water Management System 건물의 에너지와 물을 최적 상태로 운영하기 위한 관리 시스템
전력 감시 제어		수변전 설비의 고장 감시 및 전력, 전류, 전압 등을 계측하고 감시하여 전력 에너지를 효율적으로 관리
에너지 사용량 Display		주기적으로 건물 에너지 사용량 정보를 Display하여 직원들의 에너지 절감 동참 유도
복사 냉난방 시스템		지열 히트 펌프로부터 열원을 공급받아 실의 천장에 냉온수 배관과 열 교환 패널을 설치하여 복사 냉난방하는 시스템
Zone별 VAV 시스템		Zone별 VAV 유닛 설치 (실내 환경 제어/위치인식 시스템 연동) 온도 조건에 따른 풍량 조절 시스템
바닥공조 시스템		실내 바닥의 급기구를 통해 냉각/가열된 공기를 공급하여 냉난방을 하는 공기 정화 시스템
조도센서 연계 디밍 시스템		창측에 외부에서 유입되는 자연광량에 따라 LED 조명이 자동 디밍되는 시스템
중수 시스템		세면기 배수 등 한번 사용된 수돗물을 중수 처리하여 화장실 세정수, 조경 용수 등으로 재활용하는 시스템
우수 시스템		건물 옥상 및 대지 내 우수, 지하수를 집수하여 중수 원수 및 조경수로 재사용하는 시스템
BIPV		건물 외피에 설치한 태양전지 모듈을 통해 전기를 생산하여 사용하는 대체 에너지 시스템
지열 Heat Pump 시스템		지열 히트 펌프를 고효율로 운전, 건물 냉난방에 대한 에너지 효율을 높이는 신재생 에너지 시스템

다 공조시스템, ACCESS FLOOR 설치, 건물 내 휴식 및 재충전을 위한 그린 샵트 계획, 유효 자원 재활용을 위한 친환경 인증 자재 사용, 절수형 위생기기 적용, 고효율 조명기기/전력기기/물스크린 사용, 복사 냉·난방 시스템(연구동), 초고속 정보통신 1등급, 수자원(중수, 우수) 재활용 System 등과 하이브리드 환기 시스템 적용(아트리움 활용), 옥상/지붕 녹

화(열섬효과 감소), 에너지 절약형 커튼월(3중 복층 유리, 저반사 유리), 수생/육생 비오름 조성(우수, 중수 이용), 생태 환경을 고려한 인공 환경 녹화기법 적용(가로 녹화), 옥외 공개공지와 연계되는 실내 개방 공간 북카페 설치, 지상층 녹지 공간 최대 확보(오픈 스페이스 최대화), BIPV 설치, 고효율 조명 설계 등이 대표적이다.

### 에코랩의 건축물 인증 개요

SK케미칼 에코랩은 NC Ver2.2 기준(69점 만점)으로 국내 건축물 중 최고 점수인 55점을 확보하여 플래티넘 등급을 취득하였다. 본 건 LEED 인증과 관련해서는 높은 수준의 저에너지 건축물임을 입증하는 작업이 특히 까다로웠다. 이는 건물 부하 저감, 자연 에너지 활용 극대화, 고효율 시스템 적용의 크게 세 가지로 구분되는 분야별 에너지 저감 요소 기술 100여 가지가 매우 다양하게 접목되었고 미국 외 지역에서 빙축열이나 지역난방 열원을 사용함에 따른 에너지 비용 절감분을 증명하기가 수월하지 않았기 때문이기도 하다. 운영 중 에너지 소비를 저감시키기 위한 종합적 프로세스로서 enhanced commissioning을 수행하고, 에너지 절약적 요소 기술과 설계, 유지관리 기법들을 정량적으로 모델링하여 에너지 사용량과 에너지 비용에 대한 예측 시뮬레이션을 수행하였다. 정밀 에너지 시뮬레이션을 수행한 결과 ASHRAE 90.1-2004 baseline 건물 대비 에너지 사용량 및 비용 측면에서 각각 32.86% 및 34.55%의 절감이 유도된 것을 확인할 수 있었다. 이 수치는 국내 법규 대비 45% 이상의 에너지 사용량 및 비용 저감을 의미하는 것이다.

한편, SK케미칼 에코랩은 지난 2008년 7월에 친환경 건축물 예비인증에서 국내 최고 점수 113.18점으로 최우수 등급을 취득한 데 이어 10월 26일자로 본 인증에서도 국내 최고 점수인 110.35점을 취득하였다. 이어 에너지 절감을 위한 다양한 설계 기법과 요소 기술을 적용하여 연간 단위 면적당 1차 에너지 소요량 257kWh/year\*㎡ 수준을 인정받아 건축물에너지효율등급 본 인증 1등급을 취득하였다. 257kWh/year\*㎡라는 수치는 관련 법규를 충족하는

일반 건축물 대비 개략적으로 45~48% 정도의 총 에너지 절감률에 대응될 수 있는 결과이다.

### 건축주의 자발적 의지로

SK케미칼 에코랩은 150여 가지 이상의 친환경 기술을 검토하여, 이 중 실제 사용 건물에 구현 가능한 기술 약 100여 종을 선택적으로 적용하였고, 유비쿼터스 설계 기법이 총망라되어 있는 친환경적인 설계, 시공 기술력의 집합체이다.

에코랩은 사용자 요구 성능에 따른 친환경 건축 계획 및 IT 기술과 친환경 요소가 디자인으로 통합되어 시너지효과를 가질 수 있는 건축물로서 계획되고 실제로 구현되었다. 일각에서 본 건물이 LEED Platinum을 취득하기 위해 과도한 비용을 투자했다는 오해 섞인 표현이 들려오지만 에코랩의 실상은 미국 내 Platinum 인증 사례에서 보고된 공사비 상승분 통계치보다 초기 투자비 상승분이 높지 않으며, 투자된 비용의 대부분은 재실자의 에너지를 향상 시킴으로써 업무 생산성을 증진시키거나 주변 생태 환경에 미치는 영향을 감소시키기 위한 여러 가지 환경 친화적인 설계 기법들, 고효율 건축-설비 시스템의 채용을 통한 장기적 LCC 저감 목적에 사용된 '건전한 추가 지출'이라 판단된다.

정리해보면 SK케미칼 에코랩의 사례는 건축주의 자발적인 의지에 의한 최고 수준의 저에너지 친환경 건물 구현이라는 측면에서 출발점부터 바람직하며, 적용 가능한 요소 기술의 충분한 기술적 검토를 통해 사업 타당성을 확보하면서도 에너지 및 자원 절약을 극대화시킨 국제적으로도 손색없는 친환경 그린 빌딩 구현 사례로서 국내 관련 업계의 모범이 될 수 있을 것이라 생각한다. CERIK