

NEWSLETTER

Volume

04

2014 October

CENTER FOR SUSTAINABLE BUILDINGS

시장수요기반 신축 건축물 녹색화 확산 연구

권두언 01 | R&D 시장수요기반 신축건축물 녹색화 확산 연구 02 | 연구센터 주요소식 30

공동연구기관 및 참여연구기관



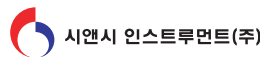
공동



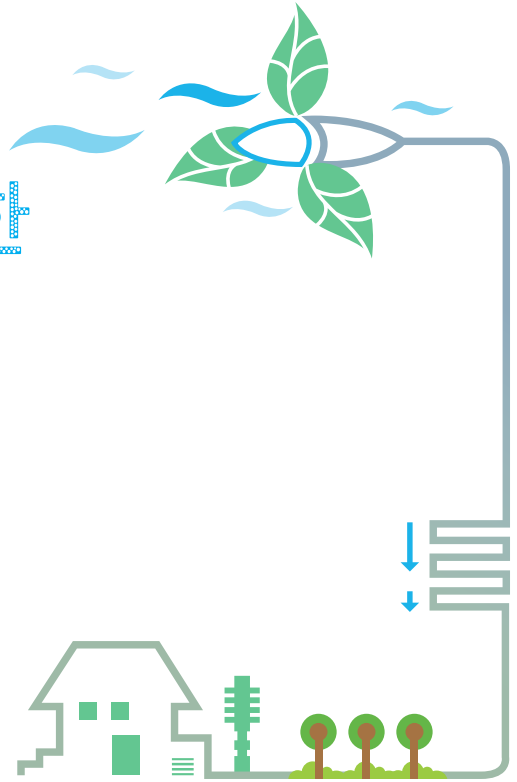
위탁



참여



기후변화에 대응하는 녹색건축물 확산을 위한 통합 프로세스 개발



연세대학교 친환경건축연구센터 소장
연세대학교 건축공학과 교수
이 승 북 | sbleigh@yonsei.ac.kr

산업혁명의 여파로 좀 더 위대한, 혹은 위대하다고 느껴지는 ‘휴먼스토리’만을 써 내려가기 급급했던 우리는 우리 밖의 ‘또 하나의 우리’인 ‘자연’을 등지게 되었다. 이로 인해 ‘문명의 등불’이 되어준 석유처럼 한때 무한정 뿜어져 나올 것만 같았던 에너지에 대한 환상이 깨지고 있다. 2012년 뉴욕을 강타한 태풍 샌디와 2014년 강원도를 덮친 폭설과 같은 기후변화는 온실가스 감축이라는 세계시민으로서의 생존을 위한 도덕적 의무로 이어졌으나 정작 사고방식의 전환은 더딘 행보만을 보이고 있다.

21세기에는 더 이상 천연자원의 보유량이 부의 척도가 아니라 분명 친환경 에너지 기술과 정치, 그리고 시장의 움직임을 간파하는 국가만이 에너지 분야에서 선두에 서게 될 것이다. 이미 유럽 및 선진국들은 기후변화협약 및 에너지 효율화를 가속화하기 위한 각종 목표 및 대책을 수립하여 실행하고 있다.

국내에서도 2002년부터 국토부와 환경부가 공동으로 친환경건축물 인증제도를 도입하였고, 정부와 기업이 온실가스 감축과 친환경 에너지 관련 기술 개발에 노력을 기울이고 있다. 건축분야에서도 기후변화의 진위를 넘어 의식의 전환으로 이어지는 확실한 비전과 가치를 정립할 수 있는 근본적인 변화가 요구되고 있다. 이에 기존의 비생산적이고 비효율적으로 움직여 온 건설 산업에 맞서 글로벌 경쟁력 제고를 위한 프로세스의 혁신이 필요하다. 시장수요기반 신축건축물 녹색화 확산 연구의 Test-bed인 포스코 그린빌딩은 연세대와 포스코 계열사들이 통합설계 프로세스를 통해 설계부터 시공, 운영까지 연구를 수행한 결정체로 지난 2013년 9월에 완성되었다. 본 Test bed는 공동주택, 오피스, 모둘러 주택이 복합적으로 구성된 녹색건축물로서 활발한 홍보활동도 이뤄지고 있다.

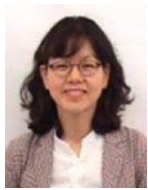
연세대에서 국내 처음으로 기획·제작한 IPD(Integrated Project Delivery) Process는 설계와 엔지니어링을 통합하여 녹색 건축물의 비용과 성능을 최적화할 수 있는 통합설계 프로세스다. 건축 전 과정에 대해 단계별 주요업무, 친환경 전략, 요소기술, 각 단계별 수행해야 할 평가를 한 눈에 파악할 수 있고, 이를 통해 프로젝트 특성에 따라 최적화된 최고 성능의 녹색 건축물을 제시하고 녹색 건축물 확산을 위한 실무 보급형 표준 가이드 역할을 할 것으로 기대된다. 실무환경에서 적극적으로 활용되는 IPD를 통해 녹색 건축물의 확산을 촉진시키게 될 것이다. 이와 더불어 훔볼트(A. Humboldt) 과학에서처럼 여러 Test-bed를 통해 실제 발생하는 현상들을 정확하게 측정하여 원인을 규명하고 명확한 대응책을 제시해 나가는 참된 연구자세도 잊지 말아야 하겠다.

녹색건축물 실증사업 IPD



연세대 친환경건축연구센터 소장
연세대 건축공학과 교수

이승복
sbleigh@yonsei.ac.kr



연세대 친환경건축연구센터
연구원
연세대 건축공학과 박사과정

조수연
suyouncho@yonsei.ac.kr

IPD 적용한 국내최초 건축물

녹색건축물의 시장성 확보와 녹색건축물의 글로벌 기술 경쟁력을 제고하기위해 시작한 <시장수요기반 신축건축물 녹색화 확산> 연구가 지난 6월 30일로 3차년도 연구가 종료되었다.

3차년도 주요 연구 성과는 Test-bed 구축 완료와 IPD 프로세스 완성으로 나눠서 설명 할 수 있다. 우선, Test-bed는 지난 2013년 9월에 완성되었고 11월에는 연구에 참여했던 모든 관계자들이 참석한 자리에서 개막식을 개최하였다. Test-bed에는 7가지 고유 기술(reuse 강구조, 제진 댐퍼, 고단열 스틸 커튼월, 고내식 장수명 우수저류조, 고단열 프리패브 외벽시스템, 고망간강 차음 바닥구

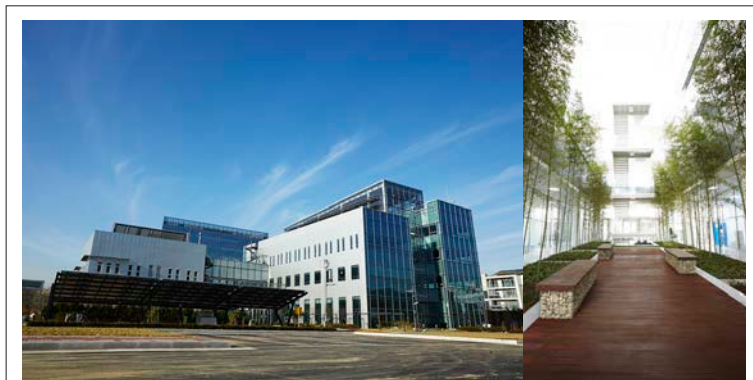


그림 1. Test-bed(포스코 그린빌딩) 전경, 아트리움

조, 강관 지열파일) 외 90여 가지가 넘는 친환경 기술이 적용되어 완공되었으며 무엇보다도 통합 프로세스 (Integrated Project Delivery)를 실제 건물로 구현한 국내 최초의 녹색건축물이라는 점에 큰 의미를 두고 있다.

Test-bed 내부에는 신축 녹색건축물 활성화 연구의 일환으로서 교육 홍보의 장으로 사용되는 그린빌딩 홍보관이 개관되어 운영 중에 있다. 그린빌딩 홍보관에는 전 세계가 겪고 있는 환경 문제를 제기하고 Test-bed 의 탄생배경에서부터 적용 기술에 관한 설명에 이르기까지 다양한 콘텐츠와 체험학습 투어 프로그램을 일반인에게 제공하고 있다.



그림 2. Hall 1



그림 3. Hall 2

홍보전시관에는 2013년 11월 19일 개관 이후 1300명에 달하는 국내외의 여러 친환경 관련 관계자를 비롯한 중국 해남성 정부 관계자, 스위스와 영국 대사관의 사절단이 방문을 하였고, 전시관의 여러 체험을 통해 친환경적인 새로운 건축의 비전을 제시하고 있다.



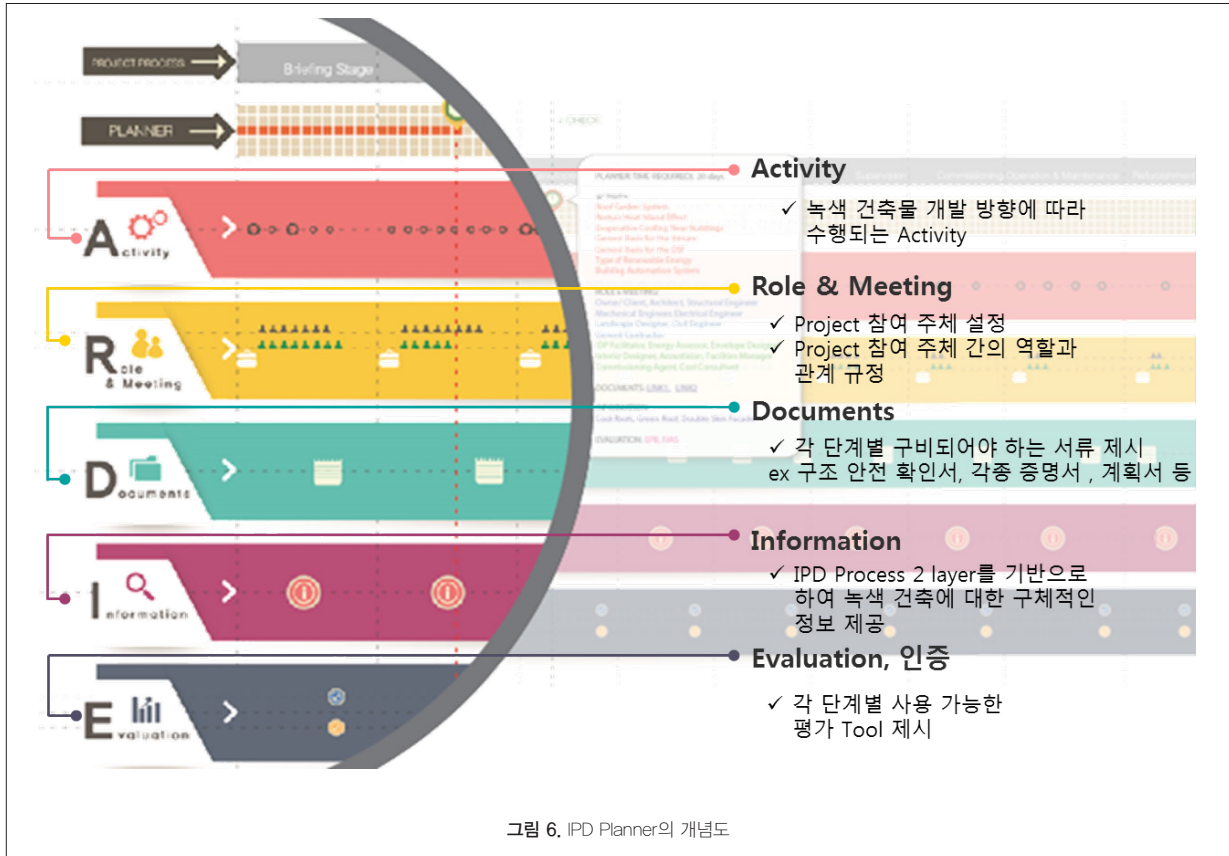
그림 4. 스위스 대사관 방문



그림 5. 영국 Retrofit 사절단

IPD Process 실무 적용화 프로그램 기획

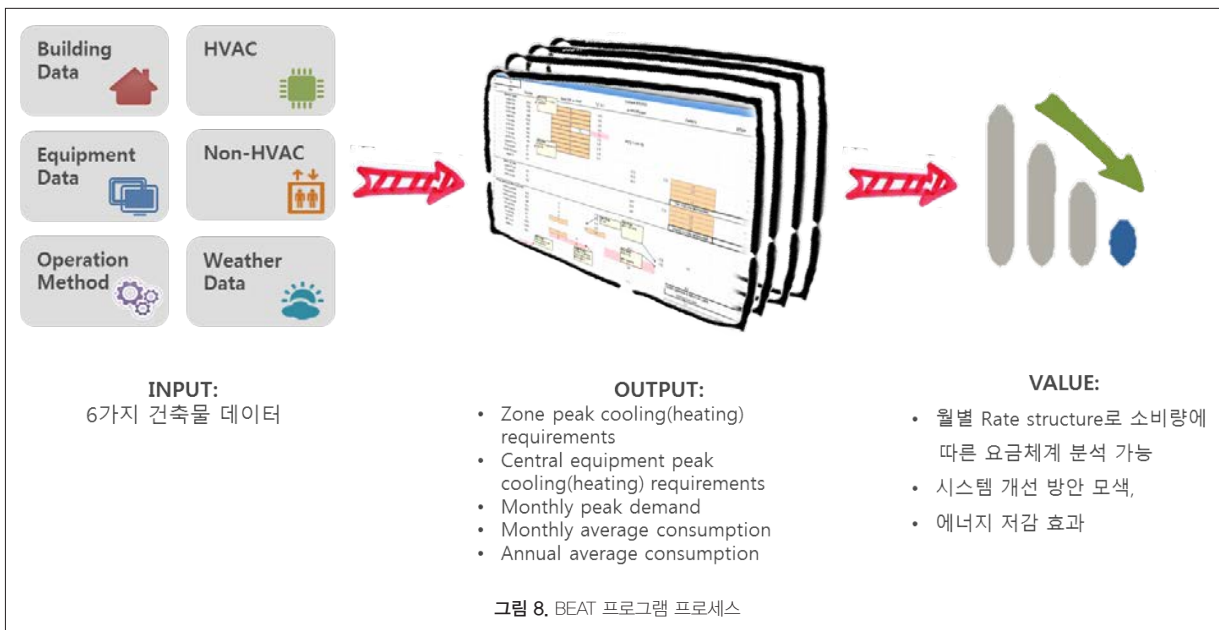
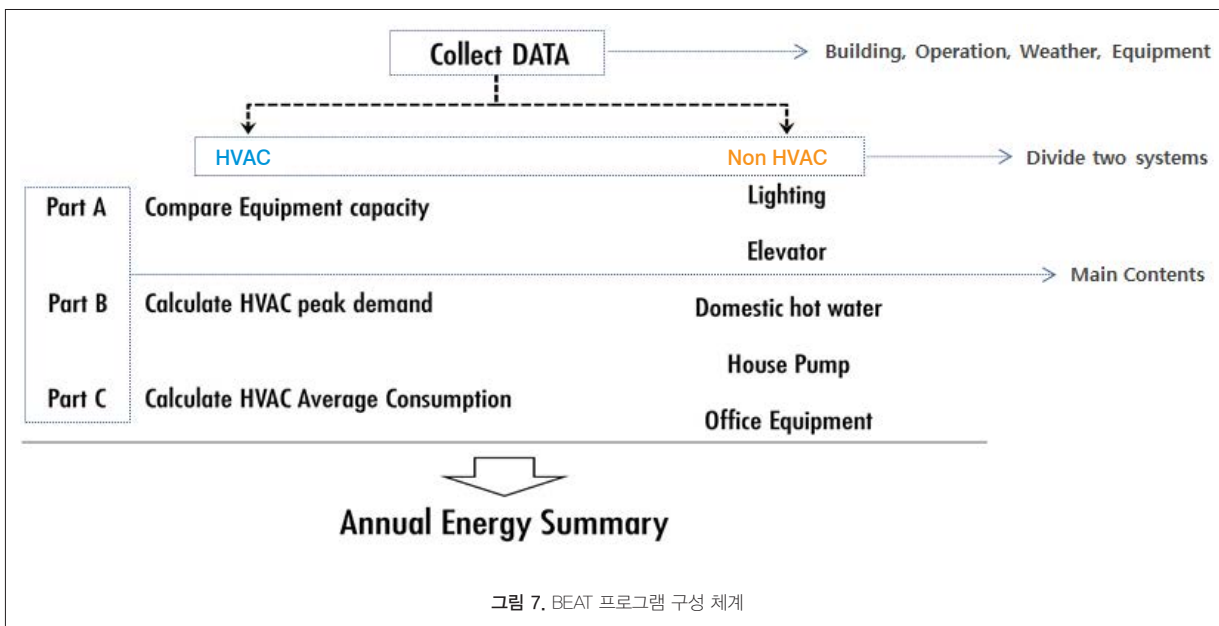
본 연구의 핵심 결과물인 IPD Process는 기존 건축 실무 프로세스의 혁신을 위해 개발되었다(1~2차년). 2년여 간의 연구와 분석을 통해 총 4개의 레이어로 구성된 IPD Process가 완성되었으며 이를 기반으로 한 실무 보급형 소프트웨어 프로그램을 기획하고 있다. 이 프로그램은 실무 건축에서 바로 사용 및 공유할 수 있는 Project 관리 프로그램(IPD Planner)과 스스로 진화하는 Program(Self-progress Platform) web platform을 함께 구축하여 다양한 수요자와 실무자의 요구를 충족시키고자한다. 현재 기획중인 실무 적용화 프로그램은 Clouding, Big Data 등의 IT기법을 녹색 건축 프로세스에 적극적으로 도입하여 관련 정보와 실



무자, 그리고 프로젝트 관리를 통한 상호 소통과 협업의 새로운 패러다임을 제시할 것으로 보이며, Contents의 지속적인 업데이트와 ‘Open-Share to everyone’을 통한 Big Data의 형성으로 전 세계적으로 공유 가능한 녹색건축 프로세스의 가이드라인으로서 역할을 할 수 있을 것이라 기대하고 있다.

3차년도 연구 예상 결과물인 IPD Planner 등의 실무 적용화 프로그램 기획과 더불어 건물 전반에 걸친 에너지 분석이 가능한 ‘에너지 성능 개발 툴인 ‘BEAT’(Building Energy Analysis Tool)를 개발 중에 있다. BEAT는 현재, 국내의 기존 건축물에 대한 에너지 성능을 정량적·객관적으로 진단하고 분석하는 방법 및 Tool이 미비하다는 점과 ‘기존 건축물 에너지 성능 개선’이 쉽지 않은 현실에서 시작되었다. BEAT가 완성되면 건물 운영상의 사용자 패턴 및 건물 스케줄에 따른 실질적인 부하량의 분석이 가능하며 데이터 수집을 통해 건물의 에너지를 객관적으로 평가하고 개선방안까지 도출 할 수 있다. 이를 위해 BEAT는 건축물을 구성하는 HVAC과 Non-HVAC으로 구분하여 건물 데이터를 입력하도록 구성되어있으며 비교적 적은 데이터의 입력을 통해 보다 상세한 에너지 분석이 가능하다는 장점이 있다.

현재 실무에서는 Energy-Plus나 Trnsys 같은 프로그램을 사용하나 이 프로그램은 Dynamics Model 기법으로 일반적으로 쉽게 사용하기 어렵고 수많은 데이터를 요구하며 사용자의 숙련도, 해당분야의 지식에 의한 오차범위가 크다는 문제점을 가지고 있다. 반면 BEAT는 단순한 Steady-states Model기반으로 프로그램의 신뢰성을 위해서 일부 Dynamics Model을 차용해 신뢰성과 접근성을 모두 고려한 실무 보급용 프로그램이라고 할 수 있다.





통합설계 엔지니어링



연세대 건축공학과 교수

김태연

tkim@yonsei.ac.kr



연세대 친환경건축연구연구소

연세대 건축공학과 박사과정

김형근

vickim@yonsei.ac.kr

엔지니어링팀은 1차년도에는 향후 연구 진행을 위한 에너지 성능 DB를 구축하였고 2차년도부터는 녹색건축물 기본 설계단계에서 에너지 성능에 대하여 개략적으로 예측할 수 있는 에너지성능 평가 툴인 KLT Method 개발을 위주로 연구를 수행하였다. 또한 통합설계 프로세스를 통하여 구축된 테스트베드인 포스코 그린빌딩에 적용된 요소기술들에 대한 검증을 진행하였다.

에너지성능 평가 툴(KLT Method)

에너지성능 평가 툴인 KLT Method는 설계 초기 단계에 기본적인 정보만으로도 전체적인 건물 에너지성능을 개략적으로 평가할 수 있는 툴이다. 기본설계 단계에서 도출할 수 있는 바닥면적, 창면적비 등의 기본적인 정보를 바탕으로 에너지성능 평가가 가능하다. 이러한 평가가 가능할 수 있도록 표준 건물 모델을 모델링하여 창면적비에 따른 바닥면적당 에너지성능 Curve를 작성하여 면적을 입력하면 Curve의 값이 적용되어 에너지성능이 도출되고 이는 냉방, 난방, 조명에너지로 분류되어 계산된다. 각각의 에너지 모델은 Passive zone과 Non Passive zone으로 구분되어 별도로 에너지 성능을 평가하게 된다.

KLT Method의 개발은 2차년도부터 시작되었다. 2차년도에는 비주거 건물의 대표적인 사무용 건축물을 대상으로 모델을 구축하였다. 동서남북 4개의 향에

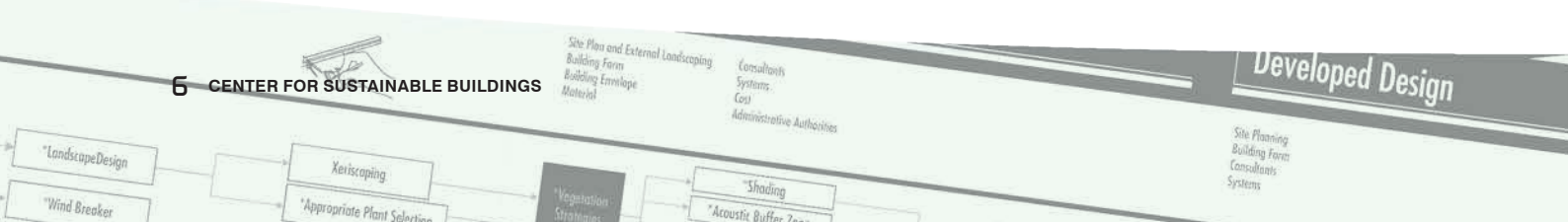




그림 1. 최종 KLT Method Sheet 구성

대하여 각각의 기후를 대표할 수 있는 3개 지역(서울, 대전, 부산), 3가지 조명 밀도(150, 300, 500 lux), 실내 발열 부하(15, 30 W/m²)에 대한 각 지역 별 24개의 케이스를 분석하여 각각의 Energy curve를 도출하였다.

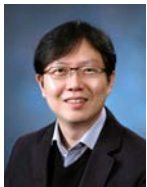
3차년도에는 2차년도에 구축한 에너지 평가틀을 수정하고 보완하는 작업을 진행하였다. 먼저 인접건물로 인한 에너지 성능을 보정하기 위하여 Urban Horizontal Factor(UHF)를 반영하였다. 도심지역의 경우에는 인접 건물로 인하여 건물의 냉난방 및 조명 부하가 크게 변화하기 때문에 매우 중요한 요소이다. UHF에는 인접건물의 밀도, 높이, 건물의 창면적비(향별 외피면적에 대한 창면적의 비)에 따라 에너지 소비량 변화 그래프를 적용하였다. 또한 기존에 업무용 건축물로 한정되었던 모델에 교육용 건축물을 추가하였다. 교육용 건축물의 표준 에너지 해석 모델은 최근 10년간 서울시에 지어진 교육용 건축물의 통계자료를 이용하여 구축하였다. 교육용 건축물의 경우도 업무용 건축물과 마찬가지로 Energy curve를 도출하고 회귀식을 이용하여 에너지 성능을 분석하도록 하였다.

이렇게 3차년도까지는 에너지 성능평가 틀을 완성하였으며 엑셀 기반으로 상용화할 수 있는 기반을 구축하였다. 앞으로 4차년도에는 기존에 완성된 에너지 평가 틀을 상용화할 수 있는 전략을 세우고 현재 업무용, 교육용 건축물로 한정되어 있는 모델을 추가적으로 확장할 수 있는 방안을 마련할 계획이다.

요소기술 성능 검증

시장수요기반 과제의 테스트베드인 포스코 그린빌딩은 연세대학교와 포스코 계열사들이 통합설계 프로세스를 거치며 설계부터 시공, 운영까지 연구를 수행한 결과물이다. 엔지니어링팀에서는 통합설계 프로세스를 통하여 구축된 요소기술들에 대하여 성능을 검증하는 연구를 수행하였다. 3차년도에는 포스코 그린빌딩의 대표적인 패시브 기술인 이중외피와 아트리움의 자연환기 성능 분석을 위주로 성능 검증 연구를 수행하였다. 이중외피와 아트리움의 성능 검증은 포스코 그린빌딩의 현재 자연환기 성능을 분석하고 향후 지속적인 Feedback을 통해 현재 시스템을 개선하는 데 그 목적이 있다. 3차년도에는 먼저 기후데이터를 통해 주풍향, 평균 풍속을 분석하였다. 그리고 각 향에 따라 실내로 유입되는 환기량을 분석하였다. 외기 데이터에 따라 실내에 유입되는 풍량을 풍압차에 의한 환기 조건만 적용하여 분석하였다. 4차년도에는 여기에 추가적으로 일사량, 실내 발열량 등의 열에너지 조건을 추가하여 부력에 의한 환기 성능을 평가할 예정이다. 이중외피와 아트리움 각각의 자연환기 성능을 분석한 후에는 이중외피와 아트리움이 통합적으로 운영되었을 때 어떤 환기 성능을 발휘하는지 분석하고, 그와 같은 경우의 실내 온열환경과 에너지 저감성능을 분석할 예정이다. 또한 이중외피와 아트리움과 같은 패시브 기술 외에도 에너지 저감형 설비 기술들에 대한 분석도 진행할 예정이다. 현재 포스코 그린빌딩에 적용된 저에너지 설비 기술로는 복사 냉난방 시스템(Radiant Heating/Cooling system), 칠드빔(Chilled Beam)이 있다. 4차년도에는 복사 냉난방 시스템과 칠드빔의 적용에 따른 실내 열환경, 열쾌적(Thermal Comfort), 에너지 절감량 등을 분석할 예정이다. 또한 기존에 많이 사용되고 있는 FCU(Fan Coil Unit)가 적용된 실과의 비교를 통해 복사패널과 칠드빔의 효율성을 평가할 예정이다.

건물유형별 녹색건축물 프로토타입 개발 및 통합설계 지침



연세대학교 건축공학과 교수

이상윤

sangyunl@yonsei.ac.kr



연세대학교 건축공학과 연구원

연세대 건축공학과 석사과정

김승아

hyde6978@naver.com



연세대학교 건축공학과 연구원

연세대 건축공학과 석사과정

김연상

kys8587@yonsei.ac.kr

실증사업을 통한 IDP의 사용성 검증

신축건축물 녹색화 확산이라는 목표에 부합하기 위해서는, 전문적이고 앞선 기술 정보를 제공하는것도 중요하지만, 해당 정보를 쉽고 효과적으로 사용자에게 전달하는 것 역시 중요하다. 이런 부분은 건축설계 실무에서의 실제 IDP의 활용성으로 나타나며, 결과적으로 건축물의 친환경성에 영향을 미치게 된다.

과년도까지 IDP의 개발은 연구자의 입장에서 진행되어, 전문적인 기술정보를 탐색하고 이를 IDP에 실는 데 집중되어 있었다. 결과적으로 IDP는 매우 유용하고 풍성한 정보를 담을 수 있게 되었고, 이를 통해 POSCO Green Building이라는 성공적인 Test-bed 성과를 얻을 수 있었다. 그러나 지금까지 실무자가 연구진의 도움 없이 독립적으로 IDP를 어떻게 사용할지에 대한 고려는 크게 부족한 것이 사실이었다. 실제로, 연구진의 경우에도 IDP의 상세내용과 구조를 이해하는 데는 다른 연구진의 설명과 상당한 시간이 필요했으며, 실무진의 자문에서는 늘 난해하고 활용이 어렵다는 의견이 제시되었다.

3차년도의 연구는 이러한 IDP의 사용성을 개선하여 실무환경에서 IDP를 손쉽게 빠르게 활용할 수 있도록 하는 데 초점을 맞추었다. 3차년도 연구의 시작과 함께, 2013년 7월 연세대학교에서 연구진과 다인건축 실무진이 참여하여 IDP의 개선 방향을 탐색하기 위한 Test-bed의 진행 및 연구 내용에 대해 논의하였다. 이후 Test-bed의 기간 및 설계 프로젝트의 특성을 고려하여 덕유산 중학교 신축공사 설계용역을 Test-bed 대상 사업으로 선정하였으며, 덕유산중학교 설계

의 계획설계 단계부터 과년도 개발한 IDP를 적용하여 설계업무를 진행하였다.

테스트 베드는 학교라는 건축물의 특성과 IDP의 적용을 고려하여, 설계 초기부터 광선반, 차양, 천장, 맞통풍을 주요 설계 요소로 반영하여 진행되었다. 또한 KLT Method를 이용한 건물 에너지 분석을 통해 에너지 성능 향상 방안을 탐색하였다. 전 단계에 걸친 설계과정은 IDP Test-bed Model로 제작되었으며, 그 내용은 다음과 같다.

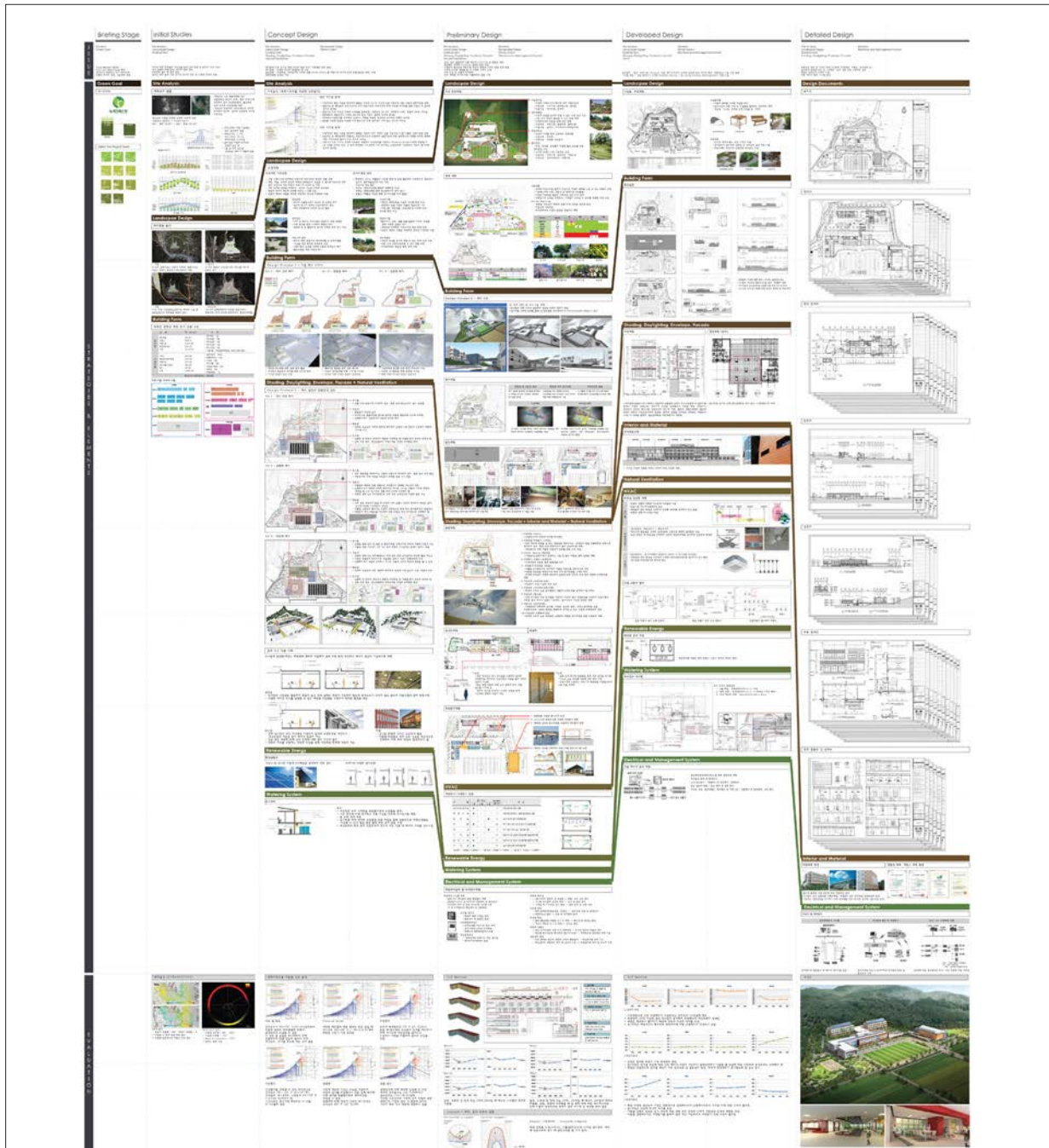
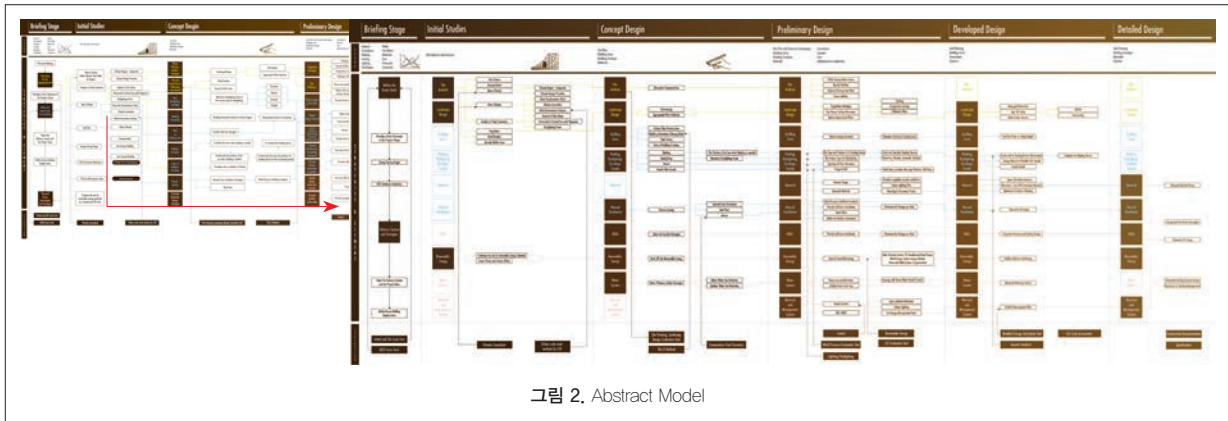


그림 1. Test-bed Model

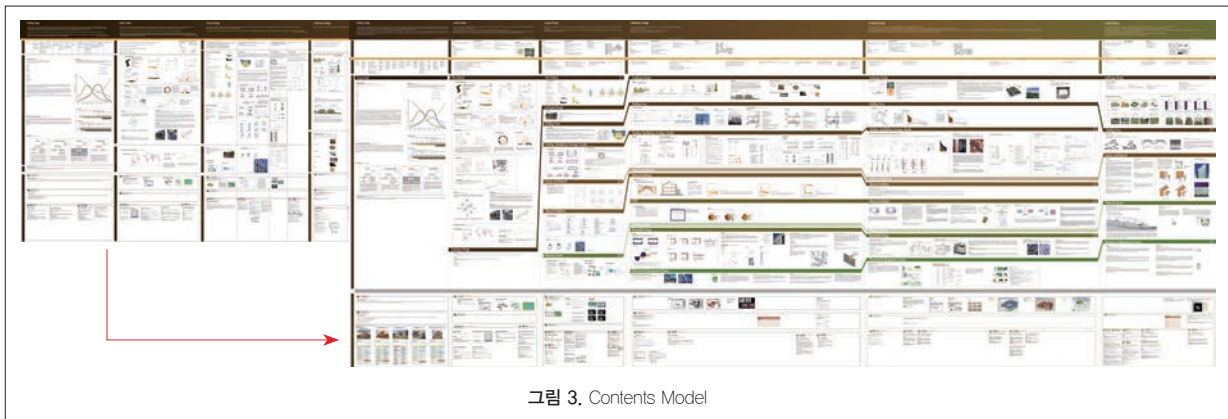
실무상의 한계와 IDP의 문제점, 발주처와의 의견차이 등으로 인해 일부 요소들은 단순화되거나 반려되기는 하였지만, 결과적으로 덕유산중학교는 생태 면적률 50% 이상, 자연지반 녹지율 25% 이상, 신재생 에너지 사용비율 1급 등을 달성한 친환경 교육용 건축물 사례가 될 수 있었다.

IDP의 수정 보완과 Manual Book의 개발

Test-bed에 의해 도출된 피드백을 통해 IDP는 다음과 같이 수정, 보완되었다. 우선 각 Layer Model의 내용을 하나의 틀 아래 통일성 있게 기입하고, 내용들을 객관적인 위계 관계 아래에서 쉽게 찾을 수 있도록 10가지 카테고리로 범주화하였다. 이를 통해 Abstract Model은 간단하고 개략적인 내용만 표기하여 색인과 같이 사용하고, 자세한 정보를 위해 Contents Model과 Role Player Model을 참조할 수 있도록 하였다.



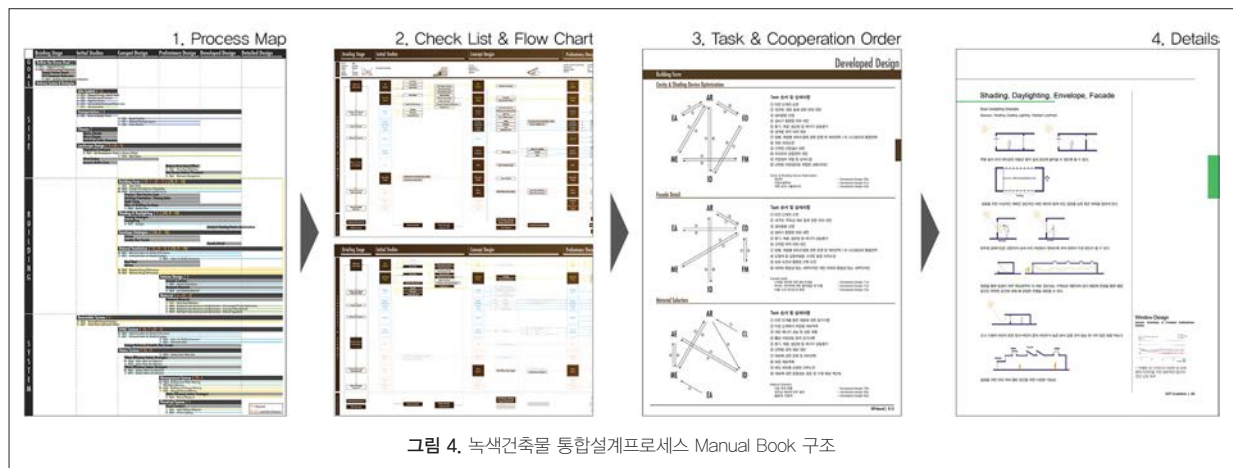
Abstract Model은 매 단계 다른 이슈로 그룹지어졌던 친환경 요소를 전 단계에 걸쳐 공통적인 범주로 재정리하였고, 특히 범주-요소-세부요소 형태로 위계관계를 정리하여 설계과정의 흐름 및 구조를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.



Contents Model은 새로운 범주 기준에 맞추어 보기 쉽도록 레이아웃을 개선하였고, 업무 시점이 실무와 상이한 친환경 요소를 적정한 단계로 일부 수정하였다. 또한 기술적인 부분 외에 디자인에 관한 건축 설계 프로세스도 추가하였으며, 활용도를 높이기 위하여 영어로 된 내용을 한글로 제작성하였다.

Role Player Model은 새롭게 정립된 레이어 모델 구조 안에서 각 전문가들의 협업 구조와 그 상세 내용을 서술하는 역할을 담당하게 된다. 기존의 Role Player Model이 텍스트 위주의 원론적이고 이상적인 내용이었다면, 본 Role Player Model은 실제 업무 환경에서 사용 가능한 정보로 변하게 되는 것이다. 다만 해당 내용은 여러 전문가의 직접적인 자문과 참여가 필요한 부분이었기에, 4차년도까지 확장하여 연구를 진행하도록 계획하였다.

위와 같이 IDP의 내용은 개선되었으나, Layer Model이라는 형태의 IDP는 커다란 지면으로 제공된다는 한계점을 벗어날 수 없다. 따라서 휴대성과 접근성을 높일 수 있는 다른 포맷으로 개발되어야 한다는 데 의견이 모아졌고, 그 첫 사례로서 핸드북 형태의 IDP Manual Book을 제작하였다.



Process Map은 LEED Credit 도입을 통해 친환경 요소별 효율성을 비교하고, 선택적인 친환경 설계를 가능하도록 하기 위해 제공된다. Check List & Flow Chart는 Abstract Model 기반으로 만들어졌는데, Process Map과 연계하여 친환경 요소의 적용 또는 필요 유무에 따라 Check List로 사용 가능하도록 구성되었다. Task & Cooperation Order는 각 단계별 해당 업무 진행 시 협업 대상을 도식화하여 표현한 파트로써, 협업 구조와 업무 내용의 순서를 명시하고 있다. 또한 각 업무와 관련된 이슈, 기술, 전략, 평가 관련 세부사항을 Detail 파트의 관련내용으로 연결해 준다. Details는 Contents Model을 기반으로 제작되었으며, 전체 통합설계프로세스 내의 이슈, 기술, 전략, 평가 관련 세부사항을 담고 있다.

3차년도의 연구를 통해 IDP는 확연히 개선된 접근성과 가독성을 지니게 되었으며, 실제로 실무진들에게서도 예전과 다른 좋은 반응을 얻을 수 있었다. 그러나 각 전문가들의 빠르고 즉각적인 교류를 지원하기 위한 방안은 아직 IDP에 고려되지 못했으며, 매우 빠른 속도로 기술이 발달하고 있는 시장을 반영하기 위해서도 지속적인 업데이트와 관리가 필요하다. 따라서 IDP라는 콘텐츠가 웹과 어플리케이션 등을 포함한 다양한 포맷으로 제공되어야 한다는 것은 필연적이다. 4차년도에는 위에서 언급한 Role Player Model의 보완을 통해 IDP Layer Model과 Manual Book을 완성할 예정이며, 이를 기준으로 Multi Format화를 위한 콘텐츠의 연결구조 및 UI/UX 방향등을 제시할 수 있을 것이라 예상된다. 다른 세부들과의 협력을 통해 발전된 IDP 및 IPD를 다양한 Format으로 개발하여 제공한다면, 실무 환경에서 적극적으로 활용되는 IPD를 통해 녹색 건축물의 확산을 촉진할 수 있을 것이다.

통합설계 프로세스를 통한 실증사업 모델 적용 및 검토



(주)다인건축그룹
부사장 / 건축학석사

정태영
tyj0207@hotmail.com



(주)다인건축그룹
소장 / 건축학석사

오승준
afda8744@nate.com



(주)다인건축그룹
차장 / 건축공학석사

김재석
jasonkim916@gmail.com



(주)다인건축그룹
대리 / 건축학석사

박상희
besisi-hi@hanmail.net

통합설계 프로세스를 통한 실증사업모델 적용 및 검토

본 연구 '통합설계 프로세스를 통한 실증사업모델 적용 및 검토(이하 실증사업)'는 1-3세부의 3차년도 과제이다. 앞서 진행된 1,2차 연구의 통합설계 프로세스 모델을 실무에 적용하여 그 진행과정을 기록한 것으로 통합설계 프로세스(이하 IDP)의 실무 적용성을 파악하고, 그 과정에서의 관찰과 피드백을 통해 IDP를 실무에 적용 가능하도록 다듬어 나가는데 목적을 두었다.

〈그림 1〉은 전체 설계공정에 IDP의 각 항목들을 반영한 종합 스케줄이다. 크게 6단계로 나누어진 IDP의 단계별 프로세스를 설계 공정의 일반적인 스케줄인 계획-중간-실시설계의 단계에 맞추어 2013년 9월부터 2014년 4월까지 진행했다. 기획설계 단계에서는 IDP의 Briefing Stage, Initial Studies, Concept Design, Preliminary Design을 수행하고, 중간설계 단계에서는 Developed Design을, 실시설계 단계에서는 Detailed Design을 적용했다. 계획설계에서는 친환경적인 요소들을 파악·분석하고, 중간설계에서 해당 요소들을 적용, 발전시켜 실시설계에서는 각 요소들을 실체화하였다.

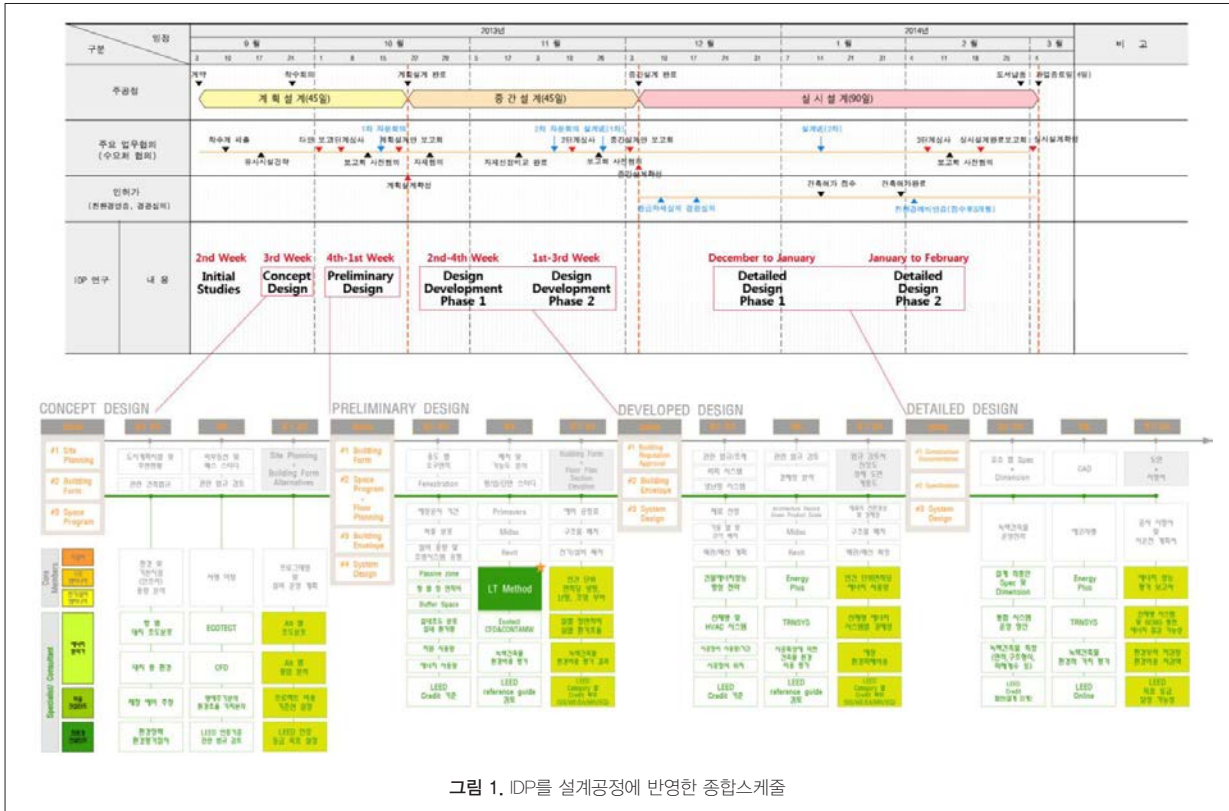


그림 1. IDP를 설계공정에 반영한 종합스케줄

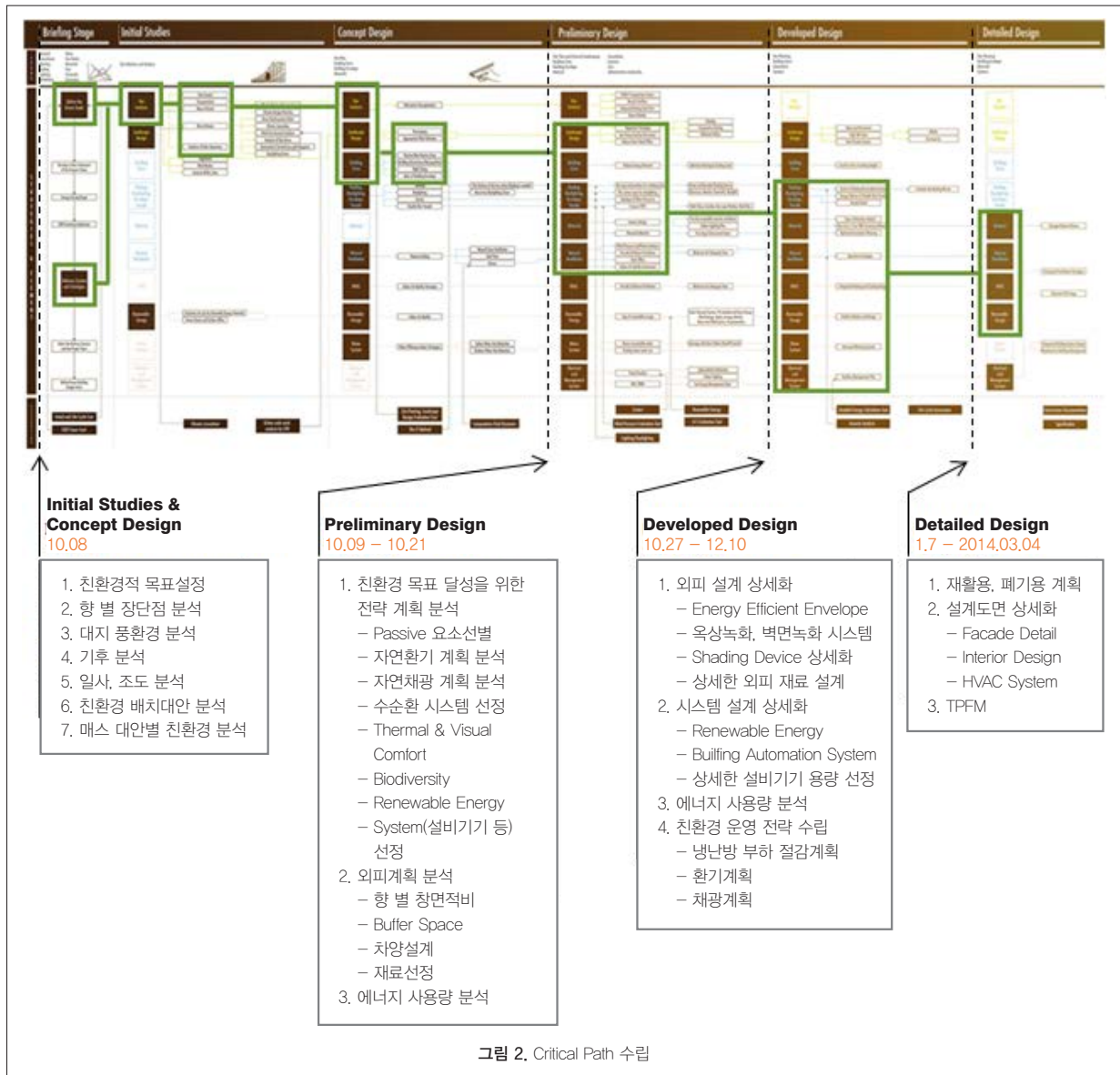
IDP와 설계 스케줄링

같은 기간에서 다른 품질의 설계가 나오기 위해선 같은 시간에 더 많은 일을 하거나, 더 많은 인원을 투입해야 한다. IDP는 일방적 프로세스에 추가적인 항목 검토를 요구하기 때문에 복합적으로 공정을 오버랩 시켜서 최대한 의사결정을 통합해야만 수행가능하다. 본 실증사업의 경우, 계획단계에선 주로 자연채광, 환기, 향, 적정 창 면적 등 여러 항목을 논의하였지만, 이 중에서 끝까지 발전된 항목은 절반에 그쳤다. 이론상으로는 다양한 항목들을 적용할 수 있을 것 같지만, 실제로 친환경 기법을 적용하려다 보면 부딪히게 되는 문제들이 한두 가지가 아니다. 따라서 수행인원과 설계기간에 맞춰서 IDP를 재단하고, 하나의 항목을 설계단계별로 심도 있게 발전시키는 것이 중요하며, 녹색건축물에 대한 지식과 경험이 축적되면 전체 설계기간 동안 친환경 검토에 수반되는 workload는 감소되리라 본다.

Green Goal과 Critical Path의 설정

Green Goal(친환경 달성 목표)이 설정되었다면 이를 위해 수행해야하는 각 단계별 항목이 선정된다. 단계별로 반영해야하는 필수적인 IDP항목들을 연결하는 라인이 Critical Path이며 이것을 설정하는 것이 사실상 Initial Stage에서 가장 중요한 부분이다. 친

환경 컨설턴트와 각 분야별 엔지니어링 전문가간의 협의를 통해 프로세스를 가장 단순화시키는 것이 IDP의 활용도를 높이는 방법이다. 또한 특정 목표 달성을 위한 Short Cut, 혹은 에너지 효율만을 위한 Path등의 사례를 제시하고 이러한 세부 목표들을 달성하기 위해 고려해야 하는 스타디들을 IDP Manual에서 보여 주는 것이 실무 적용성 확대에 중요한 역할을 할 것이다.



발주처의 의지 및 설계사업의 관행

일반적으로 건축주는 친환경 인증대상 건물이 아닐 경우 가급적 시간과 비용이 소요되는 작업들을 회피하거나 최소화하려는 경향을 보인다. 실무자 또한 해오던 관행을 따라 건축주의 요구사항을 우선적으로 반영하고, 시간이 남을 경우 기타 검토 작업을 진행한다. 그러므로 친환경 설계를 하기위해선 우선적으로 발주자가 친환경 건축에 대한 의지가 있어야 하고, 설계자도 능동적으로 친환경 설계를 제안해야 그에 해당하는 프로세스도 원활히 이루어진다.

동시에 친환경 건축설계 업무 수행에 따른 대가기준도 마련되어야 한다. 친환경 건축물 인증은 건축설계뿐만이 아니라 기계, 전기, 조경, 친환경 컨설턴트의 전문적 노력이 필요한 것이다. 실제적으로 친환경 건축은 설계자와 엔지니어들의 협업을 바탕으로 진행하고 있고, 점점 더 까다로워지는 인증과 기준으로 인해 더욱 높은 수준의 설계가 요구되는 것이 현실이다. 따라서 친환경 설계에게도, 법규를 통한 추가 설계비용이나 친환경건축물 구현에 따르는 인센티브·자격사항 등의 보상이 필요하다. USGBC의 연구에 따르면 LEED인증 받은 건물이 프리미엄을 받고 거래되는 통계를 확인할 수 있다. 국내의 녹색건축물의 확산을 위해서도, 정책적 지원을 통한 권장과 그에 대한 보상이 연결되어야 할 것이다.

친환경 컨설팅 및 엔지니어링 협업

IDP의 진행자는 충분히 프로세스를 숙지하고 내용을 전달해야만 분야별 엔지니어들에게 효과적으로 업무를 지시할 수 있다. 진행자가 내용을 잘 모르는 상황에서는 협업이 제대로 이루어지지 않고, 이전과 다른 결과가 나올 수가 없다. 동시에, IDP는 초기부터 엔지니어와의 협업이 필요한 것에 반해, 실무에서 분야별 엔지니어링이 본격적으로 투입되는 시점은 중간설계부터이다. 이러한 상황으로 볼 때, 초기부터 분야별 업체와 스케줄 조율을 하고, 중요한 의사결정을 해나가려면 설계를 총괄할 수 있는 관리자급(Project Manager)이 진행을 맡아야 한다고 볼 수 있다. 설계의 관리자가 IDP의 촉진자가 될 때 전반적인 조율이 가능해지며, 건축주 응대를 통해 긍정적으로 내용을 받아들여도록 설득해 나가는 역할도 담당할 수 있게 된다.

IDP와 각종 친환경 인증과의 연관성

IDP를 충분히 반영한 설계는 종합적인 검토가 이루어진 설계라고 볼 수 있다. 그러나 종합적인 검토와 적용에 수반되는 설계검토 비용, 공사비용 증가분에 대한 감안이 필요할 것이다. 실제로 실무에서 Energy Plus 시뮬레이션 의뢰 시 천만 원 이상의 비용이 소요되고 있으며, 한국감정원에서 출간된 '녹색건축물의 감정평가에 관한 연구'를 보면 녹색건축 1등급 상향이 약 10%의 공사비를 증가시키는 것으로 연구되었다. 따라서 IDP에도 등급설정이 되어 해당등급에 따른 항목별 절차가 수록되고, 관련된 투자 비용 대비 성능향상을 감안 할 수 있도록 할 것이다. 동시에 IDP항목과 국내의 친환경 인증제도간의 평가기준을 상호 연동시켜 IDP의 진행수준과 국내인증제도간의 연계성을 나타내는 것도 실무적용에 도움이 될 것이라고 판단한다.

2014~2015년도 다인건축에선 IDP 실증사업에 참여했던 실무담당자 및 분야별 담당자들과의 인터뷰를 계획하고 있다. 이를 통해 과년도 진행과정 및 개선점에 관한 다각적인 의견을 취합하고, 분야별 의견을 종합하여 보완점을 도출하고 향후 진행될 IDP의 실용화 단계에 시사점을 제공하고자 한다. 또한 국내의 친환경 건축 관련 세미나와 학술대회에 참여하여 IDP를 홍보하고 친환경 설계에 관한 학술교류에 이바지할 계획이다.



녹색건축물 품질확보를 위한 시공기술 개발



(주)포스코A&C 기술개발실
Sr.Manager / 박사

정찬우
jcw@poscoanc.com



(주)포스코A&C 기술개발실
Associate

정다훈
jdh0916@poscoanc.com

친환경 시공

친환경 시공이란, 설계자의 친환경 설계의도에 부합하는 성능을 만족하도록 시공하여 건축물을 구현하는 것과 시공단계에서 발생하는 Activity가 자연생태계 및 인간에게 미치는 부정적 영향을 최소화하거나 혹은 이롭게 하도록 하는 것을 말한다. 이를 위해서는 시공단계에 참여하는 참여주체들이 친환경 시공의 목표 및 업무흐름을 이해하고, 구체적인 수행방안과 관리방안을 숙지하고 있어야 한다. 이를 위한 구체적인 실행방안은, 통합 시공프로세스 모델 개발, 공정관리, 품질성능확보, 현장관리방안을 도출하고, 이를 확산하기 위한 교육커리큘럼의 개발이 필요하다.

통합 시공프로세스 모델

(ICP : Integrated Construction Process)

친환경 시공프로세스 모델의 Frame 구축을 위하여, 국외 친환경 프로세스 모델 (RIBA Plan of Work 2013, Soft Landings 2009, The Standard of German Building Process)을 분석하였으며, 이를 시공자 중심으로 재구성하였다. 개발된 ICP 모델은 시공자가 프로젝트 초기 단계부터 운영 및 유지관리단계까지 수행하여야 할 업무절차 및 수행방안을 포함하도록 하였다. 이를 위하여 발주방식

은 IPD (Integrated Process Delivery) 방식을 기준으로 하되, 계약단계의 조정을 통하여 Design-Bid-Build 방식에도 활용 가능하도록 하였다. 프로세스의 단계는 시공이전단계(Pre-construction), 시공단계(Site Construction, Building Construction, System Construction, Close Out), 시공 이후단계(Post-Construction)로 크게 나누어지며, 1-3세부의 IDP모델과 동일한 체계로 4개 레이어 모델로 구성된다.

- 1st Layer(Abstract Model) 녹색 목표, 전략 및 주요업무, 업무흐름
- 2nd Layer(Contents Model) 성공전략 및 기술, 세부업무 프로세스, 평가
- 3rd Layer(Role Players Model) 참여주체, 역할 및 책임(R&R), 협업관계
- 4th Layer(Case Study Model) 견본 및 우수 실행사례

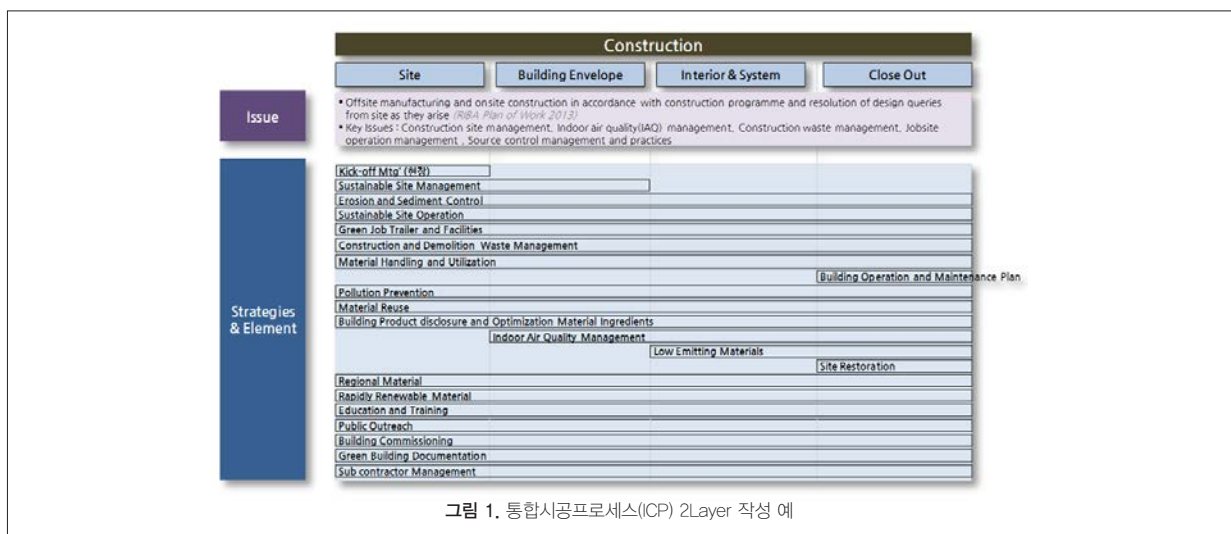


그림 1. 통합시공프로세스(ICP) 2Layer 작성 예

친환경 건축물의 공정관리

친환경 건축물은 성능목표에 따라 Passive 기술, Active 기술, 신재생 에너지 활용기술 등 다양한 친환경 기술들이 적용되며, 이런 신기술·신공법에 대해 충분한 시공경험이 없는 시공자는 체계적인 시공계획을 수립하는데 어려움을 느끼게 된다. 이에, 국내외 사례를 통하여 친환경 건축물의 공정관리 방안을 분석하고 개선점을 도출하고자 하였다.

- 포스코 그린빌딩 및 LH본사 신사옥 건설공사 등 친환경 건축물의 공정을 분석해본 결과, 주공정선(Critical Path)은 골조공사, 철골공사, 커튼월공사, 천정공사, 바닥마감공사 등 건축공사에서 결정되며, 다수의 친환경 요소기술이 포함된 기계설비공사와 전기설비공사는 대부분 건축공사의 후속공정으로 진행되어 충분한 여유시간(Float Time)을 가지고 있어 주공정선에 크게 영향을 미치지 않고 있었다. 다만, 친환경 요소기술에 대한 다양한 자재 및 제품이 구비되어 있지 않아, 각 요소기술 별로 공장에서 제작한 제품이 현장에 반입되기까지의 자재의 구매 Activity(제품승인-제작-운반-반입)가 공기에 영향을 주었고, 이에 구매 Activity를 포함한 공정관리의 필요성을 파악하였다.
- 해외의 경우 친환경 건축물의 주공정선은 커미셔닝의 프로세스(커미셔닝의 승인, 예비성능시험 및 성능확인 시험 등)에 맞추어 결정되는 경우가 많으나, 국내의 경우 커미셔닝에 대한 프로세스 및 업무이해 부족으로 커미셔닝 프로세스가 공정상 반영이 되지 않는 경우가 많았다.

공정관리 부분에서 도출된 결과는 4차년도에 ICP 개선 및 보완을 통하여 반영하고자 한다.

친환경 건축물의 품질성능 확보

시공단계에서 친환경 건축물의 품질을 확보하기 위해서 시공자는 설계자의 의도대로 건축물이 시공될 수 있도록 체계적인 시공관리를 수행하여야 하며 커미셔닝을 통하여 시설 및 관련 시스템들의 성능이 설계의도와 건축주 및 거주자의 기능 및 운영상의 요구조건을 충족하는지 검증 받고, 이를 서류로 입증 받을 필요가 있다. 국내에서는 2011년도에 개정된 건축기계설비공사 표준시방서(국토해양부)에 커미셔닝 내용이 포함되어 있지만, 국내 건축시장에서 커미셔닝이 효과적으로 이루어지지 않고 있다. 이에 대한 요인 및 개선방향은 다음과 같다.

표 1. 커미셔닝 활성화 장애요인

구 분	활성화 장애 요인
인력 및 교육적 측면	- 커미셔닝 관리자 인력 부족 및 검증 방법 부족. - 커미셔닝 관계자(시공자등)의 커미셔닝 프로세스에 대한 이해부족
제도, 정책적 측면	- 커미셔닝 기술기준, 관련 도구 및 관련 시험기준 부족 - 장비 및 시스템 성능의 불확실성
건설 환경적 측면	- 커미셔닝 관리자의 권한 및 독립성 결여 - 업무 추진 및 책임 소재 규명에 대한 근거 부족 - 준공 이후 관계자 소집 및 잔여 업무 독려 곤란

표 2. 커미셔닝 활성화 장애요인에 대한 개선방안

구 분	개선 방안
인력 및 교육적 측면	- 커미셔닝 관리자 인력 양성 - 건축주 및 건설 관계자 대상 커미셔닝 홍보 및 교육
제도, 정책적 측면	- 공공 건축물 신축 사업 적용 및 홍보 - 표준 시방서, 커미셔닝 기술기준 개발·보완 - 예비성능시험 및 성능확인시험 관련 시험기준 개발·보완 - 장비 및 시스템 성능 관련 인증의 보완 및 신뢰성 재고
건설 환경적 측면	- 업무의 문서화 및 문서 기반의 의사소통 환경 조성 - 준공 이후 업무에 대한 별도 계약 - 하자 보증 범위의 확대

친환경 시공 현장 관리방안

시공단계에서는 친환경 건축물의 설계목표에 따라 성능 및 품질을 확보하는 것도 중요하지만, 환경에 대한 부정적인 영향을 최소화 하는 것도 중요하다. 건설산업은 자원과 에너지의 주요 소비처이며, 자연 환경과 생태계 파괴, 수질오염 등의 환경문제를 야기하고 있다. 그러나, 국내 건설현장에서는 건설과정에서 배출되는 건설 공해감소에만 집중하고 있으며, 이마저도 법적인 요구사항

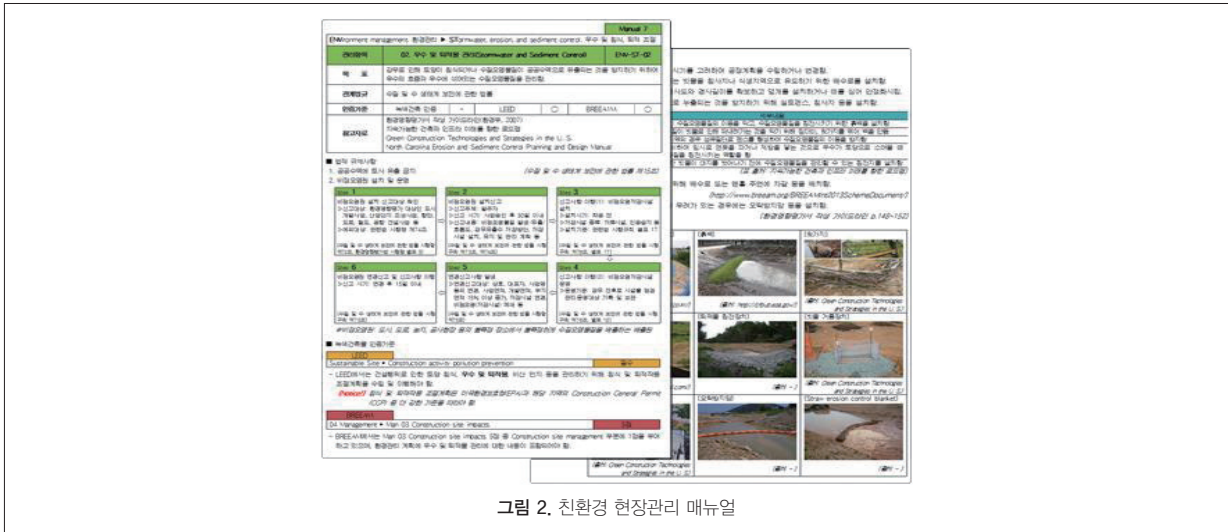


그림 2. 친환경 현장관리 매뉴얼

을 충족시키는데 그치고 있다. 이에 국내 환경법규(건설기술관리법, 환경정책기본법, 환경영향평가법) 및 국내외 친환경 건축물 인증기준(G-SEED, LEED, BREEAM)을 분석하고, 국내외 현장 환경관리 현황을 분석하였다. 이를 통하여 건설 활동으로 인한 환경 영향을 줄이고 친환경 시공을 유도하기 위한 친환경 현장관리 매뉴얼을 [그림 2]와 같이 제안하였다. 매뉴얼 구성체계는 환경관리와 친환경 현장관리로 구분하고, 8개의 하위 카테고리과 2개의 관리항목으로 세분화하였다.

친환경 시공의 확대 보급

친환경 시공의 성공적인 시행을 위해서는 제도적인 보완과 함께, 친환경 시공의 목표 및 수행방안을 참여자들에게 이해시킬 수 있는 교육이 필요하다. 구체적인 교육 커리큘럼을 구성하기 위하여 친환경 시공교육을 수행하고 있는 미국의 건설회사 4곳 (McCathy, Skanska, Tuner, Balfour)과 전문기관(NCCER, ABC Inc.) 교육커리큘럼을 분석하여, 친환경 시공교육의 핵심주제 및 교육운영방안을 도출하였다.

표 3. 교육 핵심 주제 및 세부 내용

핵심 주제	세부 내용
녹색 효율성 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 수자원 효율성: 수자원 조성, 수자원 사용 절감 등 - 에너지 효율성: 현장 신·재생 에너지 활용 등 - 건강: 저 유해물질 방출 자재, 실내 오염원 조절 등 - 자재 및 자원: 건물 및 자재 재사용, 재사용물질 등
현장 운영 및 녹색 시공관리 계획	- 건설폐기물, 대지관리, 우수관리, 실내공기질 관리, 탄소배출량 관리 등
주변환경 및 공공확산	- 현장 주변 커뮤니티와 원만한 관계 유지의 중요성

추후에는 개발된 ICP(통합시공프로세스)와 현장관리 매뉴얼을 보완하고, 이를 시공단계에서 참여주체들이 잘 활용할 수 있는 방안을 도출해야 한다. 즉, 개선된 ICP에서는 커미셔닝 프로세스를 포함 및 현장관리 매뉴얼에는 Case Study를 보강하며, 친환경 시공 오프라인 교육을 통해 시공자의 친환경 시공에 대한 이해도를 증대시킬 필요가 있다.

Test-bed의 성능평가 및 BEMS 운영/관리 매뉴얼 개발



연세대 친환경건축연구센터 소장
연세대 건축공학과 교수

이승복

sbleigh@yonsei.ac.kr



연세대학교 친환경건축연구센터 /
건축학 석사

도기영

dky1022@naver.com

BEMS는 건설과 IT 융합의 친환경 기술

기후변화와 화석에너지 자원 고갈 등으로 인하여, 최근 세계 주요 에너지 소비의 약 40%를 차지하는 건물 부분의 에너지 소비 절감이 절실히 요구되고 있다. 그러나 에너지 절약이 재실자의 건강 및 쾌적성을 침해하지 않는 범위에서 이루어져야 하기 때문에 건물의 설비 및 제어시스템도 점차 고차원적으로 요구되어지고 있는 추세이다. 이에 따라 관련 기술이 개발되고 현장 적용이 활발하게 진행되고 있는데 그 중 건물에너지 관리시스템인 BEMS(Building Energy Management Systems)는 건물의 쾌적성 및 기능적 환경을 유지 및 향상시키기 위한 건설과 IT 융합의 친환경 기술이다.

BEMS의 한계

BEMS는 실시간 모니터링 DATA들을 건물 관리자에게 제공함으로써 최적의 건물 운영 및 제어가 가능하도록 지원하고 있다. 그러나 현재 운영 중인 대부분의 BEMS는 건물 전체 설비기기의 상태, 가동시간, 에너지 소비량 및 전력 사용량 등의 DATA들을 건물관리자들에게 단순히 디스플레이 형태로 제공하는 기능으로만 활용되고 있다. 건물 관리자가 전월 대비 에너지 사용 및 소비패턴 등의 에너지 관리에 대한 한정적인 내용들만 확인할 뿐, 에너지 절감을 위한 대책 수립 용도로 사용되고 있는 경우를 찾아보기 어렵다.



BEMS 운영/관리에 관한 프로세스 및 매뉴얼 목적

따라서 BEMS가 본래의 목적에 맞게 운영되기 위해서는 건물 관리자가 모니터링 된 DATA를 처리 및 분석하여, 에너지 절감 및 실내 쾌적성을 확보하기 위한 적절한 건물운영 방안(개선 대책)들을 모색하고 적용할 수 있어야 할 것이다. 이를 위해서는 BEMS의 운영에 관한 지침서 혹은 가이드라인 개발과 활용이 매우 효과적일 것으로 보이며, 이를 통해 건물의 관리자 및 운영자의 단편적인 경험에 의존하는 기존 한계를 벗어날 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 흐름에 따라 본 연구는 BEMS를 건축물에 적용한 후에 건물 관리자 및 운영자가 건물을 효율적으로 운영할 수 있도록 BEMS 운영/관리에 관한 프로세스 및 매뉴얼을 개발하였다.

BEMS 데이터 수집/평가 단계 프로세스 및 매뉴얼

국내의 선진 기술 사례를 바탕으로 모니터링 단계에서의 데이터 수집 단계 체크리스트 및 매뉴얼을 조사하여 개선 프로세스 개발을 위한 기초자료를 마련하고자 하였다. BEMS의 성능 검증 프로세스 단계는 성능 검증 과정의 적용 단계, 성능 검증 과정과 실행 도구, 수행 체계 및 역할 분담, 조직과 실행 체계, 성능 검증 회의 운영 단계, 성능검증 계획서, BEMS 성능검증 과정의 구분 및 주요 과정의 정의, 성능 검증 조직도 등에 대한 설명으로 구성되어 있다.

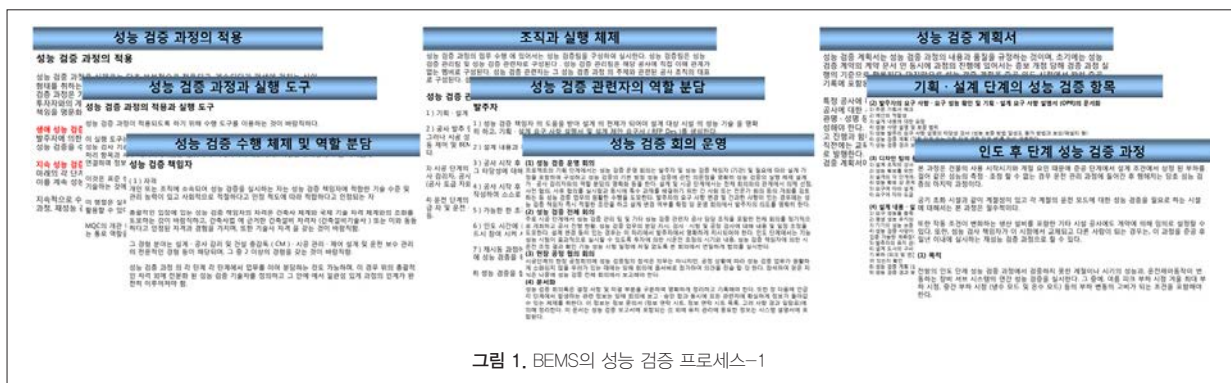


그림 1. BEMS의 성능 검증 프로세스-1

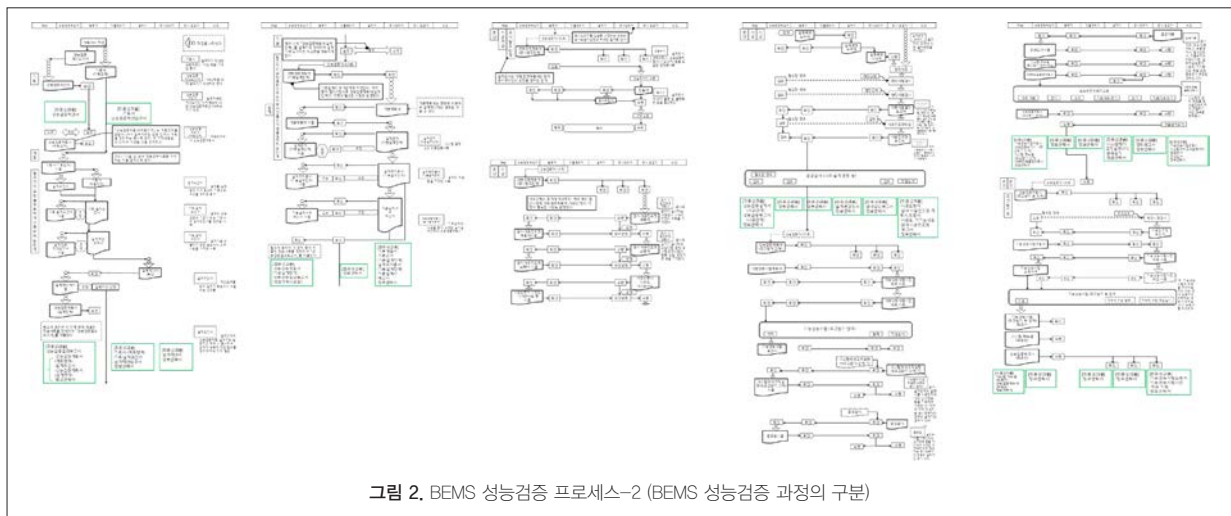


그림 2. BEMS 성능검증 프로세스-2 (BEMS 성능검증 과정의 구분)



BEMS의 성과파악 계획은 성능 파악을 할 시기와 단계에서 중요하게 확인해야 할 포인트, BEMS 성능을 파악하기 위한 기본 개념, 에너지시스템 평가 및 지표, 에너지 성과파악 계획의 포인트 등으로 구성되어있다. 데이터 수집 방법 단계에서는 계측기기의 이용, 계측기기 선정의 검토사항, 데이터 취급 방법 등에 대하여 알 수 있다. 측정데이터 평가 방법에서는 측정된 데이터를 평가하는 방법 및 타당성 검토 방법, 공조/열원 등의 에너지 성능 파악 방법 및 계측계량 포인트, 개별 성능의 평가 항목 등을 알 수 있다.

BEMS 운영 개선을 위한 매뉴얼

본 연구를 통해 BEMS가 설치된 건물의 운영관리를 위한 개선안을 일반적인 관점에서 제공하고자 하며, 분야별로 고려해야 할 구체적인 항목들의 방향성과 내용들을 건물관리자가 참조 및 활용 할 수 있도록 작성하였다. 하지만 본 개선 매뉴얼을 활용하기 위해서는, 우선 관리 건물에서 운영되고 있는 BEMS의 운영 DATA를 수집 및 분석한 후 결과는 건물관리자들이 숙지해야 한다. BEMS는 관련 기술자 및 건물 관리자 등의 경험 지식적 특성이 강할 뿐만 아니라 같은 내용이라도 관리 건물의 상황에 따라 달리 해석될 수 있는 성격을 가지고 있기 때문에, BEMS 개선 단계 프로세스 및 매뉴얼을 기본으로 하여 운영과정에서 발생하는 관련 지식 및 내용들을 지속적으로 업그레이드한다면, 건물 관리자들은 그들이 관리하는 건물마다 최적의 운영/관리가 가능할 것으로 기대한다.

매뉴얼의 구성은 BEMS의 주요 Data 개선 분야, 열원시스템 운영 개선 분야, 냉난방 시스템 운영 개선 분야, 기타 운영 개선 분야 등으로 분류하였다. Data 개선 분야에서는 실내 온도의 변화, 실내 PMV 지수, 년/월/일간 에너지 사용량이 있으며 열원시스템 운영 개선 분야에서는 복수 열원의 대수제어, 열원 가동시간, 열원 송수온도에 대한 개선안들을 설명하였다. 냉난방 시스템 운영 개선 분야에서는 최적 기동정지 제어, DUTY CYCLING 제어, 최대 수요전력 제어, 엔탈피 제어, 인버터 제어, NIGHT PURGE 제어, MORNING PURGE 제어, 공조기 개선(VAV), 외기도입량 조정 등에 대하여 설명하였다.

녹색건축물의 효율적 운영 및 관리

기존의 BEMS의 운영/관리는 기술자 및 건물 관리자 등의 블랙박스와 같은 경험지식에 관한 것으로 매뉴얼화하기가 어렵다. 또한 건물마다 각기 다른 운영방식이 적용되어 있기 때문에 건물들의 운영 관리 방법을 일원화 시키는 것은 매우 어렵다. BEMS 운영/관리 매뉴얼은 특정한 상황에 적합한 개선(관리대상 건물의 상황에 적합한 개선)안을 제공하는 것 보다는 일반적인 관점에서 BEMS가 설치된 건물의 운영/관리의 효율성 증대, 에너지 절감 및 실내환경의 쾌적성 유지를 도모하고자 한다. BEMS 운영/관리 매뉴얼은 기존 건축물뿐만 아니라 신축 건축물에 대해서도 준공 후 성능 평가를 통해 설계 목표치에 대한 충족 여부를 검토하는 부분까지 포함하고 있다. 또한 상세 분석을 통해서 설계 단계로의 피드백이 가능하며 궁극적으로 녹색건축물의 효율적 운영 및 관리를 위한 국내 기술 수준을 높일 수 있을 것으로 기대하고 있다.



분류코드	401	개선분야	냉난방시스템 개선
개선항목	최적 기동정지 제어		
참조	열원기기의 스케줄, 실내 및 실외 온도 DATA를 사용함		

개선 목적

▷ 냉난방시 건축물의 실내·외 온도를 토대로, 가장 적절한 기동 시간과 정지 시간을 설정함으로써 건물에너지 소비량을 절감한다.

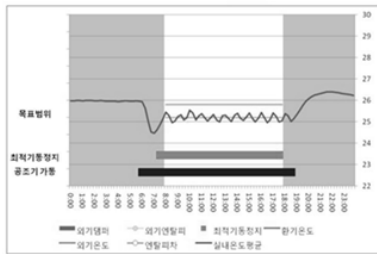
개선 검토사항

▷ 기존 공조기들의 기동시간 및 정지시간(최종) DATA들을 토대로 공조대상실들의 실내 외 온도 변화를 검토하여, 실내온도의 적절성을 분석한다
 ▷ 정방향 공조기를 사용하여 냉난방하는 공조 대상실(로비, 지하실 등)들의 제어방법으로 적절한 방법이라 할 수 있으므로 적용여부를 검토한다.

개선 내용(사항)

○ 실내와 온도를 비교분석하여 가장 적절한 기동시간을 산출하여 공조기를 가동시키고, 동시에 외기 취급용 덤퍼는 건물사용시간에 맞추어 열 에너지 낭비가 없도록 자동 제어를 한다. 실내 예열을 최대한 이용할 수 있는 정지 시간을 계산하여 계획된 정지시간보다 자동으로 정지되게 BEMS 프로그램에 알고리즘을 구축한다.
 ○ 일반적으로, 난방시에는 워밍업으로 공조기와 보일러가 연동되어 가동되고, 냉방시에는 새벽 및 야침 시간대에 실내 설정온도보다 낮은 외기를 공급하여 실시된다.
 ▷ 최적 기동시간은 운전시간 3시간 전부터 실내온도, 외기온도, 실내 단열성능 등의 현황 등을 고려하여 운전시간 전까지 설정 온도의 1°C 이내로 유지할 수 있도록 결정한다.
 ▷ 최적 정지시간은 실내 운전시간 30분 전부터 정지 시 온도변화 ±0.5°C 이내 일 때 정지하도록 설정하여, 실내에 남아 있는 축열에 의한 공조가 이루어지도록 유도한다.

사례 및 용어 해설



○ 최적 기동정지 제어시의 온도 변화 (사례)

▷ 건물의 사용시간에 맞추어서 실내를 설정온도로 유지하기 위하여 건물의 사용개시 전부터 공조를 시작할 뿐만 아니라 건물의 사용이 끝나는 시간의 실내 온도를 예 측하여 자동적으로 공기 조화기를 정지시킬 수도 있어야 해야 한다. 이를 위해서 는 실내온도, 외기온도, 설비조건 등을 고려하여 가장 적절한 기동 및 정지 시간을 설정하여 공기 조화기를 가동시켜 준다면 불필요한 공조예열 시간을 줄일 수 있다. 이와 같이 수행하면 공기 조화기의 가동 시간을 하루에 15-30분 정도를 줄일 수 있다.

분류코드	302	개선분야	열원시스템 개선
개선항목	열원 가동시간		
참조	열원설비운전에 따른 열원별 가동시간 및 외기온도, 부하량 DATA를 사용함		

개선 목적

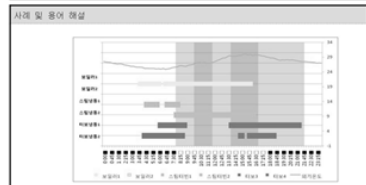
▷ 부하변동에 따른 열원설비들의 시간대별 운전방안을 개선하여 제시한다.

개선 검토사항

▷ 시간대별 운영되는 열원설비들의 가동시간 및 외기온도, 그리고 열원설비들의 부하량 변동 추이들을 검토한다.
 ▷ 공부하, 중부하, 최대부하에 따른 열원기기의 시간대별 운영이 이루어지고 있는 지를 파악·검토한다.

개선 내용(사항)

○ 타변은 주로 경부하일 경우 가동하는 것이 효율적이고, 상황에 따라 냉동 부하량이 있을 시 보조장치(장비)를 가동시킬 수 있게 운영하는 것이 좋다.
 ○ 중부하 및 최대부하일 경우에는 전력비 대비하여 저용량 가스 열원이 가능한 열기터 변속은 보일러 장비를 가동하여 운영하는 것이 좋다.
 ○ 전력단위 요금단가에 맞추어 장비 운영을 하는 것이 효율적이고, 특히, 오후 최대 부하 시간대에 되도록 냉동기 운영은 삼가는 것이 좋다.



○ 수요전력 (Demand)
 일정한 시간(수요시간)내의 평균전력을 의미하는 것으로 일반적으로 수요시간은 15분, 30분, 1시간 등을 적용하고 있는 데 한국의 경우는 15분을 기준으로 하고 있다.
 ○ 열원별 가동시간 DATA (사례)
 ▷ 전력의 단위 요금단가에 맞추어 장비 운영을 고려할 경우, 효율적인 에너지 활용 효과를 나타낼 것이다.

분류코드	201	개선분야	BEMS Data 개선
개선항목	실내 온도의 변화		
참조	BEMS에서 제공하는 실내온도 관련 측정장치 DATA를 사용함		

개선 목적

▷ BEMS를 사용하는 목적 중의 하나가 소량 센서기를 사용하여 실내환경을 실시간으로 유지하는 것이다. 이러한 실내환경요소를 실시간으로 측정할 수 있는 것이 중요하다고 본다.
 ▷ 자동제어를 통해서, 정해진 실내 온도의 변화폭이 유지될 수 있도록 최적의 운영을 개선해야 한다.

개선 검토사항

▷ 각 층의 실외 실내온도들의 편차를 검토하여, 실내온도가 과도하게 높아지는 것의 존재 여부를 확인한다. 이를 가능한 실시간으로 확인할 수 있도록 BEMS를 구축할 수 있도록 한다.
 ▷ 건축물에서의 실내온도제어는 시간적 거동에 의해서 달라지게 유지되는 것도 중요하지만, 공간적으로 각 실외의 실내온도들이 상호 밀접한 범위 내에서 유지되는 것이 매우 중요하다.

개선 내용(사항)

○ 실내온도 제어알고, 입부(공조대상실의 사용) 시작 전후의 실내온도 변화 폭을 기 준치를 상회할 경우
 ▷ YAF (가변용량)을 사용하여 실내온도제어를 할 경우,
 ▶ 용량제어 방식을 검토 개선하여야 할 것이다.
 ▶ GAF 공조기를 YAF 공조기처럼 제어하기 위해서 사용했던 DRY CYCLING 제어 방식이 실시한 경우는 전력비를 절감하기 편하도록 거변적으로 제어하는 방식으로 변경해야 한다.
 ▶ 용량제어기 DRY CYCLING 방식일 경우,
 ▶ 단순히 에너지 절감만을 위한 DRY CYCLING 제어 방식을 개선해야 한다.
 ▶ DRY CYCLING 제어를 하고 위해서 실내의 공기를 역하면 실내에 거변이 이후 지지 않기 때문에 오 경량(환상, 배수구 등)의 역류, 국산량(온도비행), 등이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해서, 공기를 통한 거변을 실시해야 하지만 재상지가 있는 시간엔 공조기를 오프하여 거변에 의한 제어에 맡기고 급으로 실내 온도를 OFF 시키는 정량형 제어를 할 수 있다.
 ○ 실내온도 변화 폭을 1°C 정도 변화시키는 일정한 폭으로 10°C 정도 에너지 절감할 수 있다는 단순한 운영 기준보다는 실내온도의 변화폭 정도를 수치(수)로 하여 BEMS 관리자들이 쉽게 판단하고 개선할 수 있도록 해야 할 것이다.

그림 3. BEMS 성능검증 프로세스-2 (BEMS 성능검증 과정의 구분)



Test-bed 공동주택 에너지성능 평가



(주)포스코건설
건축연구그룹 / 이사보

이종인
jilee@poscoenc.com



(주)포스코건설
건축연구그룹 / 부장

고종철
90water@poscoenc.com



(주)포스코건설
건축연구그룹 / 과장(공박)

서혜수
angela@poscoenc.com

포스코 그린빌딩 공동주택

포스코 그린빌딩 공동주택은 국내 최초로 탐상형 건물을 대상으로 하여 주상복합형 및 일반탐상형으로 총에너지 30%모델 2세대, 총에너지 60% 절감 2세대 및 총에너지 100%절감 1세대로 구성되었으며, 포스코건설 개발기술을 총 집약시켰다. 세계 최고의 이산화탄소 저감구조로 장수명 및 시멘트 저감기술을 구현하였다. 초강도 PHC파일(세계 최초 개발), 내염해성콘크리트(건설신기술), 이방향 중공슬래브(건설신기술 및 녹색기술), 포스트 텐션 슬래브, 고로슬래그 혼입 콘크리트(녹색기술) 등 친환경 구조 및 재료 기술을 적용하였다. 또한 에너지 저감 및 친환경 기술 등 국내 최고의 이산화탄소 저감 마감재로 시공하였다. 주요 마감재 기술로는 진공단열재 활용 강제 외단열(녹색기술)+친환경 주차장바닥마감재(녹색기술)+친환경 타일접착제(국내최초개발)+고무발포용 단열재(녹색기술) 등이다. 체계적인 건물에너지 성능 모니터링을 위하여 각종 온습도 센서 및 HEMS와 연계한 종합모니터링시스템을 구축하였다. 주요 기술은 다음과 같다.

- 장수명 지하벽체: 일반콘크리트 내구성 약 60년대비 100년 이상의 내염해성 콘크리트(건설신기술 제591호)
- 시멘트저감 구조: 시멘트 1,000kg 생산시 이산화탄소 평균 830kg 발생
 - 세계 최고강도 130MPa급 PHC파일(약 30% 시멘트 저감, 포스코건설 개발)
 - 제철생산시 발생하는 고로슬래그의 시멘트 60% 대체 콘크리트(녹색기술 GT-13-00046)

- 패널형 경량채 유니트로 시멘트를 대체한 이방향 중공슬래브(녹색기술 G-00-00039, 건설신기술 제628호)
- 포스트 텐션 슬래브(일반아파트 국내 두 번째 적용, 최초 적용은 포스코 건설 송도 하버뷰2)
- 친환경 자재 적용:
 - 친환경 지하주차장 바닥재(녹색기술 GT-13-00161호)
 - 고무발포 단열재 재활용한 소방배관 단열재(녹색기술 GT-13-00140호)
 - 친환경 타일접착제(국내 최초 개발)



그림 1. 60%저감 모델

그림 2. 시멘트 저감구조

그림 3. 친환경 자재

건립하게 된 배경

현재 국내 에너지 저감 공동주택의 경우 에너지 시뮬레이션에 의존하여 분양을 하고 있어 추후 실제 에너지성능차이에 의한 민원발생 등의 우려가 있다. 또한 공동주택 에너지성능 시뮬레이션에 대한 기준이 불명확하고, 실제 건물운영단계에서의 에너지성능 평가방법이 미흡한 실정이다. 따라서 국가정책 로드맵상 2017년 에너지 60% 저감 주택 보급화를 위해서는 에너지성능 평가기준 및 방법에 대한 실증연구가 요구되고 있다. 따라서 실제 에너지 성능 평가를 위해서 건물을 건립하게 되었다.

현재 진행 상황 및 향후 계획

현재 공동주택 에너지 저감 모델별(총에너지 30%, 60% 및 100% 절감) 에너지 성능평가를 실시 중이다. 또한 진공단열재활용 외단열시스템, 복사냉방시스템, 고효율 전열교환기 등 주요 적용기술별 에너지성능 평가 중이다. 내년에는 외기조건에 따른 냉난방 및 환기설비 등의 제어시스템을 통한 에너지성능 최적화방안을 도출하고 도출된 방안의 유효성을 실측을 통해 검증할 예정이다. 최종적으로 에너지성능 최적제어시스템을 포함한 공동주택 통합유지관리시스템을 개발하고자 한다. 이를 통해 국내 공동주택 냉난방 에너지 등 에너지를 실질적으로 절감할 수 있는 도약의 단계가 될 것으로 본다.

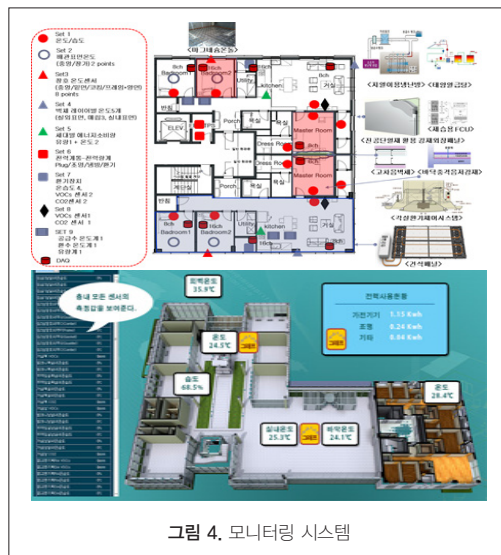


그림 4. 모니터링 시스템

녹색건축물 사업화 모델 개발



연세대 건축공학과 교수

홍태훈

hong7@yonsei.ac.kr



연세대 지속가능한 건설관리
연구실 연구원

건축공학과 박사과정

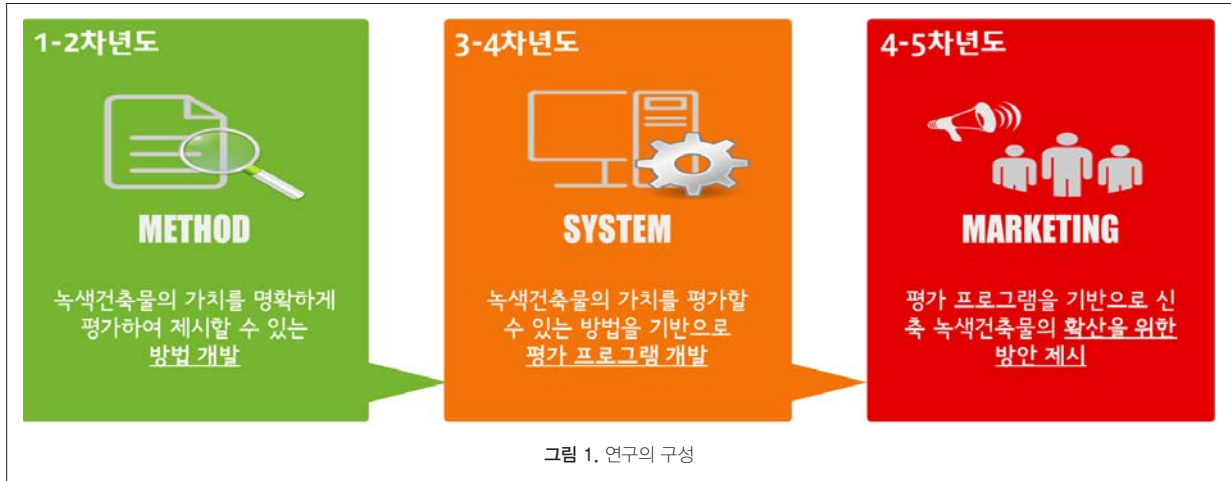
지창윤

changyoon@yonsei.ac.kr

녹색건축물 통합가치평가시스템(IVAS) 개발

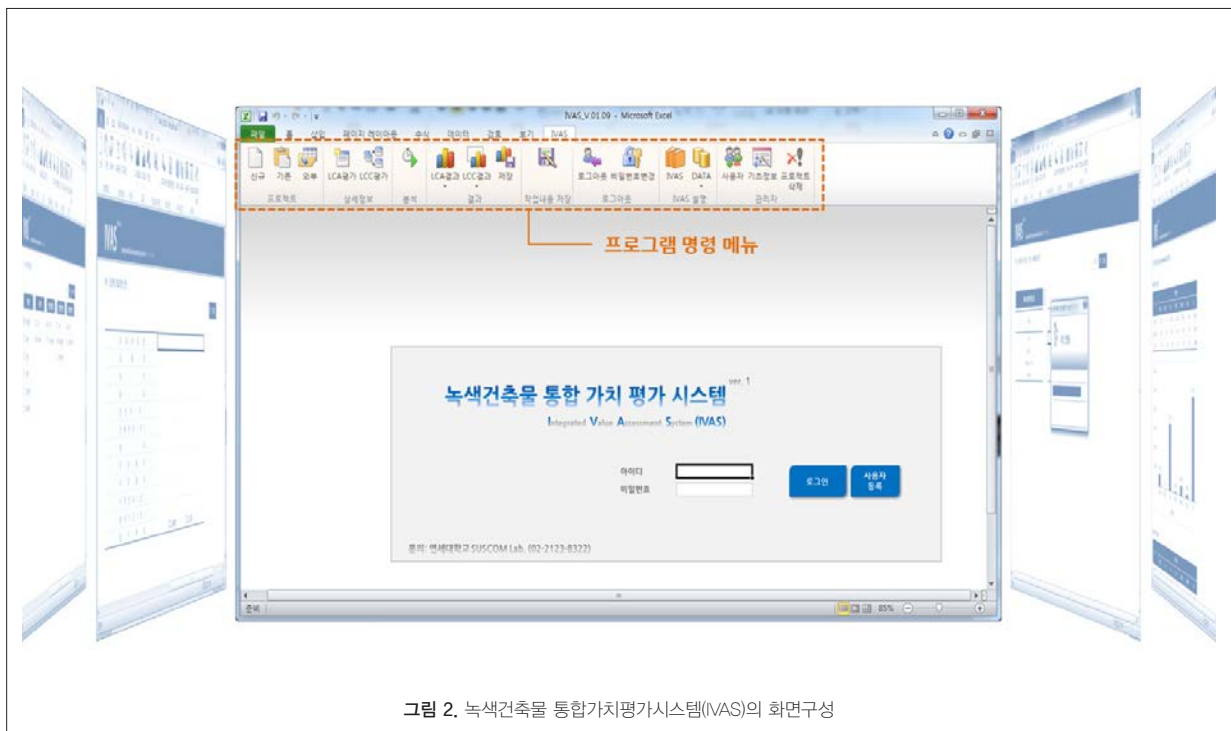
일반적으로 건축물 녹색화는 높은 초기비용을 요구하는데 반해 그로 인한 효과는 불명확하여, 건축물 녹색화에 대한 시장에서의 인식이 부정적인 실정이다. 이러한 인식을 해결하고 신축 건축물의 녹색화 확산을 달성하기 위해서는 “건축물 녹색화의 기술력 향상”과 “녹색건축물의 성능 향상”이 수반되어야 한다. 이와 함께, 건축산업 참여주체들이 이러한 녹색건축물의 가치(효과)를 명확하게 인지할 수 있도록, “건축물 녹색화의 비용 및 효과를 평가할 수 있는 방법”이 필요하다.

“녹색건축물의 성능 향상” 및 “건축물 녹색화를 위한 기술력 향상”은 다른 세부 연구팀에 의해 개발된 IPD Process(Integrated Project Delivery Process), IDP(Integrated Design Process), ICP(Integrated Construction Process), IMP(Integrated Management Process)에 의해 달성될 수 있다. 1-4세부에서는 건축물 녹색화를 위해 추가로 요구되는 비용과 건축물 녹색화를 통해 얻을 수 있는 가치를 명확하게 평가하여 제시할 수 있는 방안으로써, “녹색건축물 통합가치평가시스템(Integrated Value Assessment System; IVAS)”을 개발하였다. IVAS는 설계자, 발주자, 시공자 등의 다양한 녹색건축물 참여 주체가 신축 녹색건축물의 가치를 쉽게 평가하는데 활용할 수 있는 평가 프로그램이다. 1~2차년도 연구에서는 평가 방법론을 개발하였고, 3~4차년도 연구에서는 개발된 방법론을 기반으로 참여주체들이 용이하게 활용할 수 있도록 평가 프로그램을 개발하였다. 그리고 이후 연구에서는 신축 건축물 녹색화가 시장에서 긍정적으로 받아들여져 신축 건축물 녹색화 확산이 능동적으로 이루어 질 수 있도록, 개발된 평가 프로그램(IVAS)을 활용한 건축물 녹색화 확산 방안에 관한 연구를 수행하고자 한다.



녹색건축물 통합가치평가시스템(IVAS)의 주요 특징

현재 건축 실무에서는 MS office Excel을 기반으로 내역서를 작성하고 있기 때문에, IVAS는 실무자의 활용성을 높이기 위하여 MS office Excel과 호환될 수 있는 프로그램으로 개발되었다. 그림 2와 같이, IVAS의 첫 화면은 로그인 페이지로 구성되어 있으며, Excel의 리본메뉴에 모든 명령 메뉴가 드러나도록 구성되어 있어 사용자가 원하는 바에 따라 평가를 수행할 수 있다. IVAS의 주요 기능 및 특징은 다음과 같다.

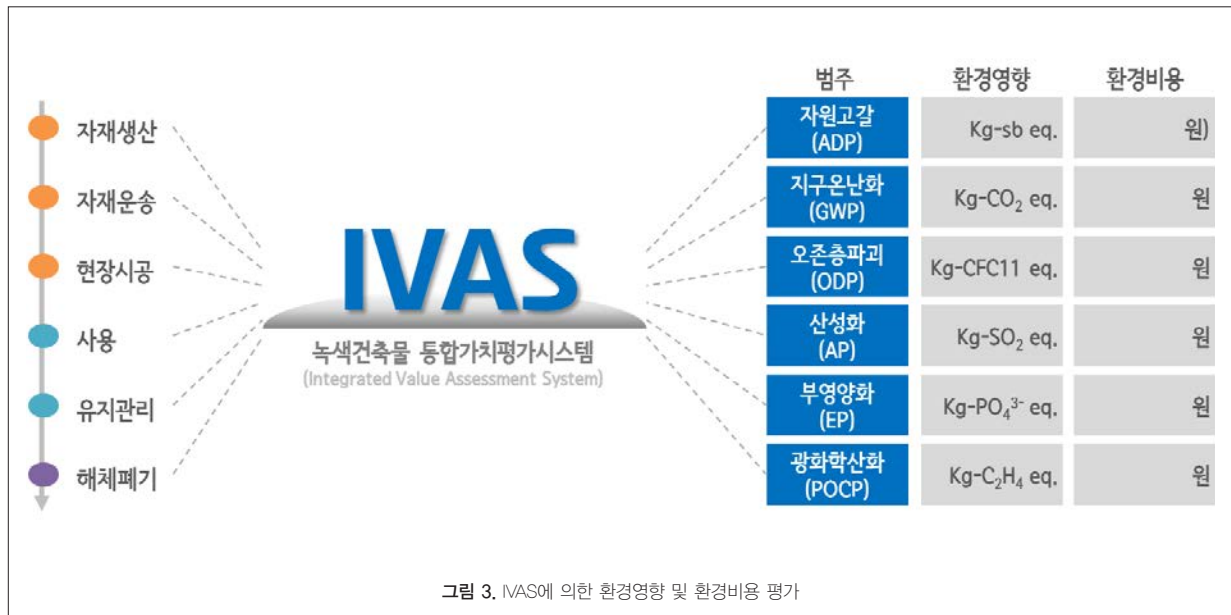


1) 전과정평가(LCA)를 기반으로 한 건축물의 환경영향 평가

IVAS는 전과정평가 (Life cycle assessment)를 기반으로 건축물에 대한 환경영향을 평가한다. 이를 위해, 자재의 생산 및 운송, 현장 시공, 사용 및 유지관리, 폐기를 포함하는 건축물의 전생애주기 동안에 사용되는 모든 자재와 에너지, 이로부터 배출되는 배출물을 고려한다. 그리고 문제지향 전과정영향평가방법(Problem oriented method)을 이용하여, 그림 3과 같이 6가지 환경영향 범주 (자원고갈, 지구온난화, 오존층파괴, 산성화, 부영양화, 광화학산화)에 대한 평가결과를 제시한다(국내에서 환경부에 의해 수행되는 환경성적표지제도에서는 위의 6가지 환경영향을 명시하고 있다), 미국의 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)나 독일의 BNB(Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen)와 같은 해외 친환경건축인증제도는 이산화탄소 배출량뿐만 아니라 다양한 환경영향을 평가항목에 포함하고 있기 때문에, IVAS를 활용함으로써 개선되는 제도에 대한 대비가 가능하다.

2) 환경영향 평가결과의 비용환산

IVAS는 환경부 산하 한국환경산업기술원에 의해 개발된 문제지향 전과정영향평가방법(Problem oriented method) 중의 하나인 KOLID(KOrean Life cycle Impact assessment index based on a Damage oriented modeling)를 이용하여, 건축물에 대한 환경영향 평가결과를 환경비용으로 변환하여 제시한다. KOLID는 과학적 근거를 바탕으로 자원고갈, 지구온난화, 오존층파괴, 산성화, 부영양화, 광화학산화에 의해 발생하는 인체건강, 사회자산, 생태계 등에 대한 피해를 정량화한다. 그리고 컨조인트 분석(Conjoint analysis)을 통해 제시된 통합화계수(Integrated Factor)를 적용하여 이러한 피해를 비용으로 환산한다. 환경비용은 평가결과 도출된 환경부하로 인한 피해비용을 의미하며, IVAS는 환경비용 역시 6가지 환경영향 범주로 구분하여 제시한다.



3) 경제성과 환경성의 통합 평가

IVAS는 생애주기비용 분석방법 (Life cycle cost analysis; LCCA)을 바탕으로 건축물의 생애주기 동안 발생하는 비용(초기투자비, 에너지비, 유지관리비, 해체폐기비, 잔존가치)을 평가하여 제시한다. 그리고 여기에 전과정평가를 통해 제시되는 환경비용을 통합함으로써, 건축물의 경제성과 환경성을 동시에 평가할 수 있다. 그리고 결과적으로 이를 통해, 건축물의 비용 대비 효과를 도출하여 건축물 녹색화의 타당성을 검토할 수 있다.



그림 4. IVAS의 주요 특징

4차년도 연구에서는 크게 2가지의 연구목표를 달성하고자 한다. 먼저, Test bed로 건설된 “POSCO Green Building”에 대해 비용 및 환경영향을 평가하고자 한다. Test bed는 공동주택(30%, 60%, 100% 에너지 절감모델), 오피스(60%, 80% 에너지 절감모델), 모듈러주택이 복합적으로 구성된 녹색건축물이다. 각 에너지 저감 모델에 대한 사업적 타당성을 파악하고 건축물 녹색화의 타당성을 언급하기 위해서는, 각 에너지 저감 모델에 대한 비용 및 성능에 대한 평가결과가 필요하다. 따라서 4차년도 연구에서는 IVAS를 이용하여 Test bed의 각 모델별 비용 및 환경영향, 환경비용을 평가하고자 한다. 둘째, 개발된 IVAS의 오류 및 개선 요구 사항을 파악하여, IVAS의 기능 및 편의성을 향상하기 위하여, 개발된 IVAS를 이용하여 기존 건축물들을 대상으로 시험 적용하고자 한다. 셋째, 향후 이용자들이 개발된 IVAS의 내용을 이해하고 신축 건축물 녹색화를 위해 적극적으로 사용할 수 있도록, IVAS에 대한 홍보 및 배포를 시행하고자 한다. 설계자, 시공자, 엔지니어 등 건설 실무자를 대상으로 IVAS에 대한 설명회를 진행하여 IVAS의 기능 및 활용 가치를 이해할 수 있도록 한다. 그리고 IVAS 사용자 매뉴얼을 작성하여, 최종 개발된 IVAS와 함께 공개/배포함으로써, 실무 주체들이 활용할 수 있도록 하고자 한다.

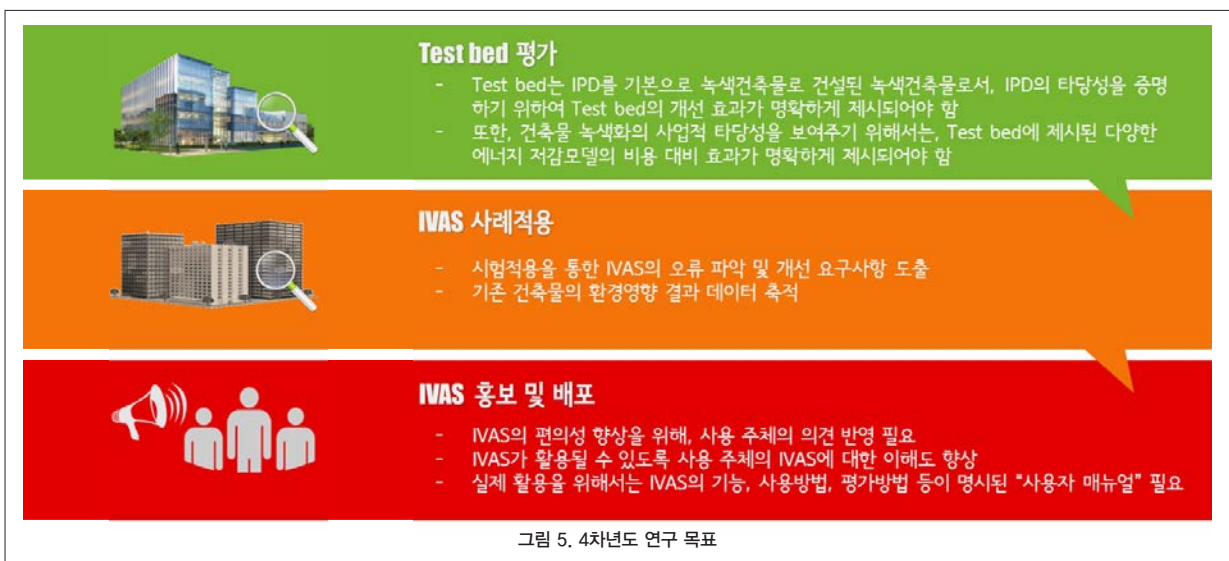


그림 5. 4차년도 연구 목표



연구센터 주요소식

2013.01 ~ 2014.08

친환경건축연구센터는 지속적으로 포럼, 세미나, 컨퍼런스 등 다양한 행사를 주최하고 있으며, 관련 행사에 참여하고 있다. 2013년에는 대표적으로 포스코 그린빌딩 상량식과 개관식 및 'Global Green Building Forum' 등을 개최하였고, 대한건축학회 학술대회, SB13 Seoul 컨퍼런스 등에 참가하여 연구 내용을 공유하는 시간을 가졌다. 올해 들어서는 <시장수요기반 신축 건축물 녹색화 확산연구> 3차년도 및 4차년도 워크숍을 개최하였으며, 해외사절단과 국내 친환경 관계자들의 포스코 그린 빌딩 방문을 통해 당 연구의 성과를 홍보하고 있다.



연세대친환경건축연구센터 연구원

김수정

soojung417@yonsei.ac.kr

13.01.25 KGBC 월례포럼 강연

장소 한국그린빌딩협의회 강의실

내용 - 그린빌딩의 세계적 현황 및 전망



13.02.20 서울시의 저탄소 그린캠퍼스 조성 및 활성화를 위한 세미나

장소 서울연구원 대회의실 2층

13.04.05 포스코 그린빌딩 상량식 (골조완공식 행사)

장소 Test-bed 현장

내용 - 포스코 그린빌딩 상량식 개최(안 전기원제 및 상량고사 진행)
- 발주처, 시공사 및 관계자 약 30여명 참석



13.04.12 국토교통 과학기술 진흥 비전 선포식

장소 건설회관 대회의실

13.04.27 대한건축학회 춘계학술 발표대회

장소 인천 포스코 글로벌 R&D 센터 내 Learning Center 202호

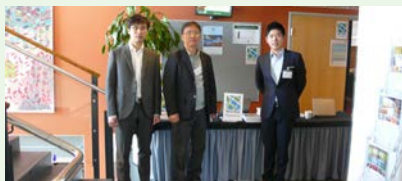
내용 - 2013년 대한건축학회 춘계학술 발표대회 참여
- '시장수요기반 신축 건축물 녹색화 확산연구'의 각 세부별 주요 연구 내용 발표



13.05.22 SB13 Oulu

~05.24

장소 핀란드 헬싱키 Oulu



13.07.08 SB13 SEOUL

~07.10

- POSCO green building special session -

장소 Palace Grand Ballroom

내용 - SB13 SEOUL 컨퍼런스에 special session으로 참가
- '시장수요기반 신축 건축물 녹색화 확산연구' 핵심 내용 발표 및 질의응답 진행



13.07.12 2013 국토교통 TECHNOLOGY FAIR

장소 일산 KINTEX 제 1전시장

13.08.09 '2013년 국제환경전문가 양성과정' (강연: 이승복 교수)

장소 연세대학교 연희관

13.08.13 IBM '대한민국 에너지시스템이여, Green & Energy에 응답하라!' (토크쇼: 이승복 교수)

장소 IBM



13.08.15 외교부 '에너지 녹색성장 서포터즈' (강연: 이승복 교수)

장소 연세대학교 국제캠퍼스

13.08.25 IBPSA 2013

~08.28

장소 프랑스 파리, Aix-les-Bains



13.09.11 전남대 강연

'Global trends in Green Buildings' (강연: 이승복 교수)

장소 전남대학교



13.10.02 ~12.18 건물에너지 분야의 글로벌 리더양성을 위한 2013 KGBC 수요특강 시리즈 (강연: 이승복 교수)
장소 KGBC 강의실(포스타워 4층)

13.10.25 '2013 녹색건축 한마당'
 이승복 교수: 국가건축정책위원장 수상
장소 Coex
내용 - 이승복 교수, 제3회 녹색건축한마당 기념 국가건축정책위원장 상 수상

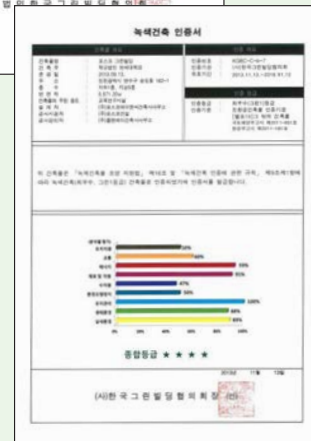


13.10.23 ~10.26 한국건축산업대전 2013 Korea Architecture Fair & Festival
장소 Coex

13.11.06 ~11.09 한중일세미나
장소 일본 도쿄, 도쿄대학교



13.11.13 포스코 그린빌딩 KGBC 녹색건축 인증
장소 (주) 한국그린빌딩협의회
내용 - 포스코 그린빌딩, 녹색건축물(최우수, 그린1등급) 인증 획득
 - 인증기관: (주)한국그린빌딩협의회



13.11.19 포스코 그린빌딩 개관식
장소 연세대학교 국제캠퍼스
내용 - 포스코 그린빌딩 개관식 개최 (기념식수 및 내부투어 진행)
 - 국토교통부장관, 국토교통과학기술진흥원 원장, 연세대학교 총장, 포스코 회장 등 관계자 300여명 참석



13.11.20 GLOBAL GREEN BUILDING FORUM

- 장소** 삼성동 포스코 아트센터
- 내용** - 한국그린빌딩협회, World Green Building Council과 공동으로 국제 포럼 개최
- 'Think Creative Economy, Culture and Green Buildings'라는 주제로 특별 강연 및 토론회 진행



13.11.20 중국 해남성 관계자 R&D 현장 방문

- 장소** 연세대학교 국제캠퍼스 그린홈플러스
- 내용** - 중국 해남성 관계자 10여명 그린홈플러스 방문
- R&D 추진 현황 및 우수 연구성과 등 소개



13.12.27 국가건축정책위원회 민간위원
연세대학교 건축공학과 이승복 교수 위촉

14.01.17 <시장수요기반 신축 건축물 녹색화 확산 연구> 3차년도 1차 워크샵 및 자체평가

- 장소** 연세대학교 국제캠퍼스 자유관A 201호
- 내용** - 3차년도 연구 워크샵 진행
- 각 연구 세부별 연구 현황 및 목표 공유



14.02.07 포스코 그린빌딩 스위스 대사관 방문

- 장소** 포스코 그린빌딩
- 내용** - 스위스 대사관 관계자 포스코 그린빌딩 방문
- 현장 적용 기술 및 성과 소개



14.02.12 포스코 그린빌딩 주한영국대사관 방문

- 장소** 포스코 그린빌딩
- 내용** - 주한 영국대사관 관계자 포스코 그린빌딩 방문
- 현장 적용 기술 및 성과 소개





14.03.04 [뉴스메이커 선정] 2014 대한민국을 이끄는 혁신리더 환경 부문 수상

장소 뉴스메이커

14.03.21 ERC 국제심포지엄

장소 건설회관

14.04.29 녹색건축세미나

장소 건축사회관 3층 국제회의실

내용 - 건축물 에너지 절감을 위한 건축 설계 기법 및 전략

14.05.15 <2013 한국을 빛낸 산업기술성과 26> 선정

장소 NAEK 한국공학한림원

내용 - 한국공학한림원에서 발간하는 '한국을 빛낸 산업기술성과 26 선'에 선정



14.05.21 2014 국토교통 기술대전

~05.23 **장소** 삼성동 코엑스

14.07.03 international invited symposium2014 (강연: 이승복 교수)

장소 한양대학교

내용 - '기후와 인구 변화에 대한 혁신적인 대책'을 주제로 한 국제 심포지엄 참여
- 이승복 교수, 'Green Building and Climate Resilience'를 주제로 강연



14.07.18 <시장수요기반 신축 건축물 녹색화 확산연구> 4차년도 1차 워크숍

장소 GS산학협력단

내용 - 4차년도 연구 워크숍 진행
- 각 연구 세부별 3차년도 연구 성과 및 4차년도 연구 계획 발표



14.08.22 KGBC 월레포럼 강연

장소 구글코리아 세미나실

내용 - 에너지 평가사의 역할과 비전



연세대 친환경건축연구센터

CSB

Center for Sustainable Buildings

연세대 친환경건축연구실

BET

Building Environment Technology Laboratory



연세대 친환경건축연구센터와 친환경건축연구실은 창의적이고 실질적인 지속가능한 건물, 그린빌딩과 그린 도시의 구현을 위한 사회적 기술적 기반을 구축하기 위해 노력하고 있습니다. 또한 지속가능한 건축을 위한 국가적 차원의 지원체제 확립을 위해 연구 성과를 확산하는 정책 및 제도 적용방안 연구, 홍보 / 교육을 꾸준히 진행하고 있습니다. 연구의 전문성을 제고하고 연구결과의 상용화 가능성 증대에 기여하는 연세대 친환경건축연구센터와 친환경건축연구실에 대해 궁금한 사항이나 연구 성과를 보기를 원하시면 아래 홈페이지를 클릭해 주세요.

연세대 친환경건축연구센터

<http://www.csb.re.kr>

모바일 친환경건축연구센터 홈페이지

<http://m.csb.re.kr>

센터 실험주택 그린홈 플러스

<http://www.greenhomeplus.re.kr>

연세대 친환경건축연구실

<http://bet.yonsei.ac.kr>

연세대 친환경건축연구센터 페이스북

<http://www.facebook.com/pages/Center-for-Sustainable-Buildings/423895440974849>

한국그린빌딩협의회 뉴스레터 기사 제공

<http://koreagbc.org/media/trend.html>



CENTER FOR SUSTAINABLE BUILDINGS
국토교통부 · 국토교통과학기술진흥원
연세대학교 친환경건축연구센터

| 발행처 | 친환경건축연구센터

서울특별시 서대문구 성산로 262 연세대학교 산학협동연구관 524호
T. 02-2123-7830, 7831 F. 02-313-7831 www.csb.re.kr

| 발행인 | 이승복

| 편집인 | 현경아, 김수정

| e-mail | csh2006@yonsei.ac.kr

| 디자인 | 애드라인커뮤니케이션즈(02-391-3090) www.adlinecom.co.kr