

Volume **11**
Newsletter
2010 **August**
www.csh.re.kr

Center for Sustainable Housing

권두언 03 | 그린홈플러스 개관 04 | 그린홈플러스 운영방안 06 | 친환경주택 제도 08
세부실험계획 및 모니터링 10 | 해외출장 후기 23 | 연구단 주요소식 30



저에너지 친환경 공동주택 연구단
Center for Sustainable Housing

참여대학

국민대학교
서울대학교
성균관대학교
아주대학교
안동대학교
연세대학교
이화여자대학교
중앙대학교
한밭대학교

참여연구기관

한국건설기술연구원
한국에너지기술연구원
한국환경건축연구원
(재)포항산업과학연구원





참여기업

(주)공간종합건축사사무소
(주)디아이엔바이로
DSG대동월페이퍼(주)
대림산업(주)
(주)벤토피아
(주)삼우에이엔씨
(주)선엔지니어링종합건축사사무소
(주)세기종합환경
(주)세익컨설팅트
(주)숨피
슬라테크(주)
(주)알루이엔씨
(주)에스아이판
(주)에이팩
(주)엠에이티
연우GST
(주)유창
(주)이씨엘
(주)이에이엔테크놀로지
제인상사(주)
(주)제이앤에스한백
(주)친환경계획그룹청연
(주)케이씨씨
(주)케이엔윌텍스
텔다전자
(주)토문엔지니어링건축사사무소
(주)피움
(주)한국도시녹화
한국토지주택공사
(주)한설그린
(주)한일엠이씨
(주)한에너지시스템

건강한 자연과 건강한 인간이 만나는
건에너지 친환경 공동주택

Green Korea Better Future...

현재 환경문제는 가장 민감하고 긴급한 국제협력 과제의 하나로 등장하고 있으며, 지구 온난화의 원인으로 지목되고 있는 CO₂의 발생량을 줄이기 위해 국가 차원에서 다각적인 노력을 하고 있다. 특히 2008년 8월 정부가 “저탄소 녹색성장”을 국가 발전전략을 발표하며 건물 분야의 에너지 사용량을 감소시킬 수 있는 저에너지 친환경 주택의 중요성이 인식되기 시작하였다.

녹색성장위원회의 대통령 보고 자료에 의하면 온실가스를 2020년 까지 배출전망치 대비 31% 감축 목표를 설정하였으며 단계별로 2025년까지 에너지 소비가 없는 제로에너지 하우스를 의무화 하는 방안을 내놓은 바 있다. 저에너지 친환경 공동주택 연구단은 이러한 정부의 온실가스 감축안에 부응하는 저에너지 기술 개발을 2006년부터 시행하였으며, 지난 5월에는 연구 개발된 기술들을 통합한 실험 주택을 개관했다. 이 실험주택은 제로에너지 공동주택의 단계별 모델(에너지 소비 저감  ,  ,  , )을 제시하고 있으며 국가 차원에서 필요한 그린홈 기술발전을 지속적으로 선도하고 지원하는 역할을 수행할 것이다.

남은 일년여 연구기간동안 각 모델별 통합적 성능점검 및 공사비 대비 에너지 절감에 따른 비용절감효과를 도출하고, 최단기간 내에 제로에너지 공동주택 보급 실현을 위한 기술개발 로드맵을 제시하는 일이 남아있다. 저에너지 친환경 기술개발이 녹색성장의 핵심부분인 만큼 남은 기간 동안 개발기술을 상용화에 힘쓰고 실험주택 성능 검증을 통해 연구단의 성과가 온실가스 배출량을 최소화하는 건설기술로 활용되기를 기대한다.

이제 ‘녹색성장’을 위한 기술개발은 미래 국가 경쟁력 강화를 위한 필수 사항으로 우리 사회 전반에 영향을 미치고 있으며, 향후 글로벌 녹색시장의 주도권을 장악하기 위한 각국의 노력은 더욱 치열해질 것이다. 아직 초기단계인 글로벌 녹색시장에서 우리나라의 녹색기술의 경쟁우위를 확보하여 아시아 시장을 넘어 세계시장에 진출할 수 있도록 노력해야 할 것이다.



저에너지 친환경 공동주택 연구단장
이 승 복 | sbleigh@yonsei.ac.kr

저에너지 친환경 실험주택 **green home** plus 개관



| 그린홈플러스 외부전경 |

2006년부터 국토해양부의 지원을 받아 연세대학교 건축공학과 이승복 교수가 주관하여 수행하고 있는 저에너지 친환경 공동주택 기술개발 연구를 통해 개발된 기술이 총 망라된 실험주택 **green home** plus의 개관식이 지난 5월 26일 연세대학교 국제캠퍼스에서 개최되었다. 이 날 행사에는 정종환 국토해양부 장관, 김한중 연세대학교 총장 외 녹색성장위원회 김형국 위원장, 국토해양위 조정식 의원을 비롯한 관계자 200여명이 참석하여 대한민국 친환경 표준주택 **green home** plus의 개관을 축하하였다.

green home plus는 **GH₄₀**, **GH₆₀**, **GH₈₀**, **GH₁₀₀**의 단계별 에너지 절감 목표를 가진 4가지 모델과 성능 비교를 위한 **Base Model** 등 5개 세대로 구성되어 있다. 각 세대별 목표를 달성하기 위해 외단열시스템과 이중창호시스템 등을 활용해 냉난방부하를 줄이고 복사냉난방시스템 등 고효율 설비시스템을 도입해 쾌적성과 에너지 성능을 향상시켰다. 최종적으로는 태양열 급탕시스템과 건물일체형 태양광발전시스템, 지열과 우수열을 활용한 신재생에너지시스템을 적용하여 에너지 소비를 최소화하고 있다. 이 밖에 건물 외부에 옥상녹화나 벽면녹화, 수공간 등을 활용해 미시기후를 조절하고 우수처리, 중수처리시스템을 도입해 수자원을 재활용하는 시스템도 적용되어 있다.



사진1 | 이승복 교수(오른쪽)와 내빈들이 개관을 알리는 테이프 커팅을 하고 있다.



사진2 | 정중환 국토해양부 장관이 그린홈플러스 개관을 축하하고 있다.



사진3 | 옥상층에 설치된 녹화패널을 보고 있다.



사진4 | 녹색성장위원회의 김형국 위원장님께서 스크린 방명록을 작성하고 있다.



사진5 | 실험주택을 홍보하는 리플릿과 브로슈어, 뉴스레터 및 그린홈플러스 핵심기술 책을 발간했다.

green home plus는 연구개발 기간이 완료되는 2011년 6월까지 지속적인 모니터링과 각 요소기술별 실험을 통해 성능을 검증하는 최종 과정을 남겨 놓고 있으며 이후에는 연구시설로 사용하는 동시에 일반에게 공개하여 저에너지 친환경 주택을 교육·홍보하고 국가의 건물분야 에너지 절감과 저탄소 녹색 성장을 지원하는 연구센터로서의 역할을 지속해나갈 계획이다.



사진6 | 친환경 녹화



사진7 | 지능형 이중창호



사진8 | 신재생에너지

저에너지 친환경 실험주택 **green home** plus 운영방안



| 그린홈플러스 벽면녹화 시스템 |

green home plus(실험주택)의 기획은 캐나다 **NRC** (Natural Resources Canada)의 **CCHT**(Canadian Center for Housing Technology)을 모델 사례로 하고 있다. **CCHT**는 산업체나 연구개발 과제를 통해 개발된 기술들의 성능 검증 실험을 지속적으로 수행하고 도출된 결과를 인증해주며, 개발된 기술의 교육과 홍보를 통해 주택 산업 발전을 이끌고 있다.

실험주택의 기본 활용방안은 실험주택으로서 개발되는 기술들의 성능 검증을 위한 것이며 이러한 검증 데이터를 제공하고 홍보함으로써 연구 개발된 기술의 실용화 사업화를 지원하고 국내 건설 산업의 기술적 발전과 경쟁력 향상에 기여하고자 한다.

실험주택 구축의 첫 번째 목적은 '저에너지 친환경 공동주택 기술개발'의 개발된 요소 기술별, 통합 모델별 성능을 모니터링하고 검증하는 것이다. 연구기간 내에는 과제 성과도

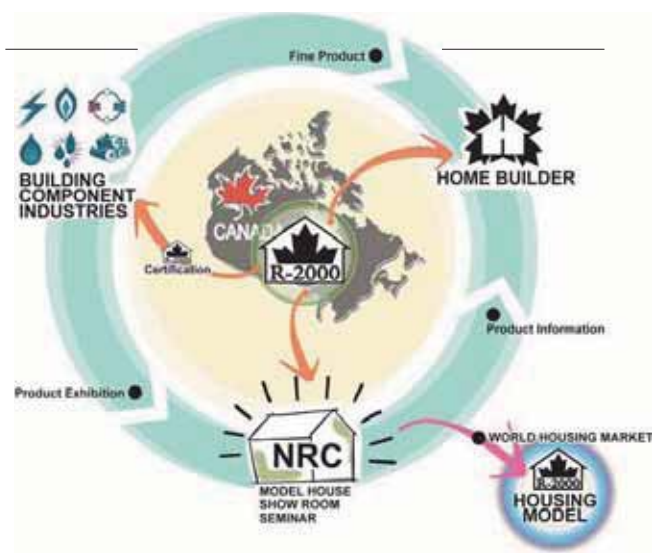
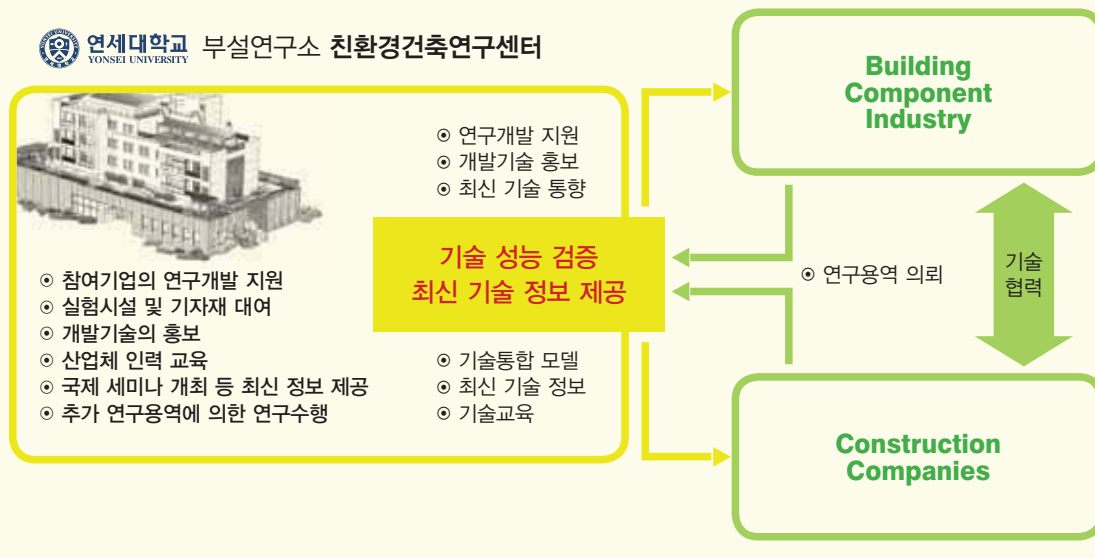


그림1 | 캐나다 주택 모델 및 실험시설의 활용방안 사례

출을 위한 실험 및 연구 성과의 홍보를 위한 시설로서 사용하는 것을 우선으로 한다. 특히 본 실험주택은 **Base Model**에서부터 **40%~100%**까지 에너지 저감 성능을 갖는 5개의 실험유닛으로 구성되어 있어 각 기술의 적용뿐만 아니라 건물 성능에 따른 거주자 행태에 대한 연구 등 미래 주거 생활에 대한 앞선 연구가 가능할 것으로 판단된다.

또한 실험주택은 “저에너지 친환경 공동주택 기술개발”의 연구는 과제의 종료 이후에는 일정기간 공공적 목적으로 사용할 수 있도록 실험시설을 외부에 공개하여 연구 및 교육에 활용할 수 있도록 할 계획이다.

그림2 | 산학컨소시엄 구성



1. 통합 모니터링 및 실험을 통한 연구결과 도출

- 구축 완료 후 최소 1년은 시설 운영이 통제된 상태에서 연구과제 결과를 도출하기 위한 실험 실시
- 이후 연세대학교 “저에너지 친환경 실험주택”으로 시설 공개 활용

2. 적용된 기술을 지속적으로 업그레이드하면서 최신 기술의 적용과 성능 검증

- 현재 참여기업 및 관련 기업체와의 컨소시엄 구성, 연구개발 지원
- 도출된 저에너지 친환경 공동주택 기술 및 모델의 성능 데이터 제공
- 정책 지원 자료 제공

3. 요소 기술 및 통합 기술 교육을 위한 현장 교육 시설로 활용

- 요소기술 매뉴얼, 디자인가이드, 시공매뉴얼 등의 출판, 평가 Tool 보급
- 최신 기술의 전시
- 그린홈 관련 공무원, 전문 인력, 학부 및 대학원 학생 교육에 활용
- 건설기술교육원 “미래 친환경 저에너지 건축인력 양성과정”과 연계 (국토해양부 지원 인력 양성 사업으로 본 연구단이 공동기관으로 참여)

4. 보유 기술의 기술이전 등 산업화 지원

- 지적재산권 등의 기술이전 지원(연세대학교 및 관련 기관)

5. 관련 학술대회와 세미나 개최 연계

친환경주택 성능향상을 위한 제도개선 및 기존주택의 그린홈 활성화 방안연구

LH 공사 위탁연구 | 이종성 수석연구원 | jslee1@lh.or.kr



| 그린홈플러스 수공간 시스템 |

2010년 3월 한국토지주택공사(LH) 토지주택연구원에서는 연세대학교 저에너지친환경연구단으로부터 “친환경주택 성능향상을 위한 제도개선 및 기존주택의 그린홈 활성화 방안연구”를 위탁받아 진행하고 있으며, 2010년 12월에 완료할 예정이다. 총 연구비는 인건비 현물출자 32,950천원을 포함하여 132,950천원이다. 연구진 구성은 국토해양부의 “친환경 건설기준 및 성능” 고시(2009. 10. 20 시행)의 제정 작업에 참여했던 연구원 4인이 참여하고 있다.

본 연구과제의 필요성을 살펴보면 무엇보다 저탄소녹색성장과 관련된 정부의 정책을 들 수 있겠다. 최근 정부에서는 기후변화 현상에 대한 국제 공동대처 노력의 일환으로 온실가스저감과 국가성장을 동시에 도모하는 “저탄소 녹색성장”의 국가발전 비전을 발표하였다. 이에 도시 및 주택부문에서의 저탄소 녹색성장 핵심실천 방안은 신축주택 및 기존공동주택을 그린홈화하는 것이며, 국토해양부에서

는 신축 보급자리주택 150만호 중 최소 100만호를 그린홈으로 건설보급하고 기존주택 100만호를 그린홈화할 계획이다. 이를 위해 국토해양부는 신규공동주택의 에너지절감 정책추진의 일환으로 2009년 10월에 “친환경주택 건설기준 및 성능” 고시를 마련·시행하였으며 친환경주택을 평가할 수 있는 평가 소프트웨어를 개발하여 보급하였다. 2009년 10월에 발표된 “친환경주택 건설기준 및 성능” 고시의 주요내용에 따르면 20세대 이상 공동주택을 건설하는 사업자가 주택사업계획승인을 받기 위해서는 주택의 전용면적에 따라 10~15%의 에너지절감률 또는 CO₂ 저감률을 달성해야 하며, 고효율기자재사용 및 일괄스등스위치 적용 등의 8가지 의무사항을 이행해야 한다. 이때 에너지절감률 및 CO₂ 저감률 계산을 위해 친환경주택 평가 소프트웨어가 사용된다. 소프트웨어의 주요 내용은 시작화면, 지역정보, 열원설비 및 신·재생에너지 입력화면, 외피성능입력화면, 계산준비화면 그리고 단지 및 세대별 계산결과 화면으로 구성되어 있다. 단지별 에너지 절감

를 및 CO₂ 저감률의 계산결과에 따라 지방세법에서 정한 취득·등록세 감면혜택이 주어지고, 세대별 에너지절감률 및 CO₂ 저감률의 계산결과에 따라 20세대이상 공동주택 건설시에 사업승인 여부가 결정된다. “친환경주택 건설기준 및 성능” 고시시행 이후 지금까지는 사회적·경제적 문제점은 크게 없는 것으로 나타나고 있으나, 공동주택의 에너지소비량 및 CO₂ 배출량의 보다 객관적이고 구체적인 평가와 설계기준의 향상·보완 및 타 제도와와의 형평성 등을 고려한 기존고시의 개정 필요성이 대두되고 있다. 기존고시의 개정과정에서 검토할 사항으로는 고시에서 제시하는 설계 및 성능기준의 향상뿐만 아니라, 유사성이 있는 제도들 간의 통합방안에 대한 검토도 필요할 것이다. 즉, 「주택법의 주택건설기준 등에 관한 규정」에서는 주택의 성능과 관련하여 “주택성능등급 표시제도”와 “친환경주택 건설기준 및 성능 제도”가 동시에 시행되고 있는바, 이를 하나로 통합하는 방안을 검토함으로써 제도간의 상호보완을 도모하고 유사한 제도들의 시행으로 인한 혼선을 방지할 필요가 있다. 만약 두 제도를 하나로 통합한다면 이를 표시할 수 있는 국가차원의 브랜드마크 개발 또한 필요할 것이다.

그리고 기존주택 100만호의 그린홈화 보급을 위한 정부의 정책 수립을 위해 기존주택에 적용 가능한 기술항목을 도출하고 기술적용으로 인한 에너지절감 및 CO₂ 저감효과 분석 등을 통해 기존주택의 그린홈화를 위한 지원정책을 제안할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 신규주택의 그린홈 활성화 방안을 마련하기 위해 기존제도의 성능향상과 아울러 기존의 유사한 제도들 간의 통합방안을 제시하고, 국가차원의 그린홈 브랜드마크를 개발하고자 한다. 또한 기존주택의 그린홈화를 위해 기존주택에 적용될 기술항목 도출 및 정량적 평가방법 개발과 초기투자비 등을 분석하여 기존주택 그린홈화를 위한 지원방안을 마련하고자 한다.

연구를 시작한지 약 3개월이 지난 6월 30일에 본 연구에서 도출된 결과를 활용하여 국토부의 “친환경주택의 건설기준 및 성능”이 개정 고시되었으며, 10월 1일부터 시행될 예정이다. 개정된 고시의 주요내용으로는 기존의 주택 전용면적에 따라 달성해야할 10~15%의 에너지 절감률 또는 CO₂ 저감률을 15~20%로 상향조정하였으며 이를 충족하기 위한 설계조건을 제시하였다.

향후 본 연구에서는 친환경주택 평가항목의 확대요소 발굴과 평가방법을 지속적으로 개발하고자 한다. 또한 친환

경주택 고시의 의무항목으로 지정된 기술들에 대한 에너지절감률 평가방법을 수립할 계획이다. 이와 더불어, “친환경주택 건설기준 및 성능 고시”의 추가개정, 기존주택 그린홈화 적용기술에 대한 정량적 평가방법 개발 및 지원정책을 제안하고 유사제도와와의 통합방안을 마련할 계획이다.

본 연구결과는 기 시행중인 “친환경 주택 건설기준 및 성능”고시의 개정 자료로 활용할 수 있고 기존주택 그린홈 활성화방안 수립을 위한 정책자료로 활용할 수 있을 것이다. 아울러 그린홈을 표시하는 국가차원의 브랜드마크 개발을 통해 그린홈 홍보자료로도 활용할 수 있을 것이다.

또한 그린홈 평가요소 확대로 정부의 건물에너지절감 추진목표 달성에 기여하고, 관련업계 등의 의견을 반영한 객관적이고 합리적인 고시개정으로 민원감소 및 관련 타제도와와의 차별성을 높이며, 기존주택 그린홈 지원정책 제안으로 기존주택 그린홈 활성화에 기여할 뿐 아니라 그린홈 브랜드마크 개발로 그린홈의 이미지향상 제고에 기여할 수 있을 것이다.


사진1 | 친환경 주택 성능평가 software 버전 1.0 (上)

사진2 | 친환경 주택 성능평가 software 버전 1.1 (下)



세부실험계획 및 모니터링



green home^{plus}에는 Base Model부터 100% 에너지 절감 모델까지 모두 5개의 모델 (Base Model ~ )이 적용되어 있다. 각각의 모델에는 요구되는 에너지 성능 기준을 만족시키기 위해 연구단의 연구 성과로 개발된 12개의 핵심요소기술을 포함하여 총 70여 가지의 기술이 적용되어 있다. 각 모델별로 서로 다른 다양한 기술이 적용되어 있기 때문에 세부 기술들의 개별적인 성능 평가뿐만 아니라 모델별 통합성능에 대한 평가가 필요하며, 모델별 통합성능은 친환경성(Sustainability), 에너지/CO₂(Energy and CO₂), 쾌적성/건강성(Comfort and Health), 비용/가치(Cost and Value)의 4가지 평가 척도를 이용하여 평가한다. 이 중 에너지/CO₂, 쾌적성/건강성을 중심으로 실증실험을 통한 성능평가를 수행하고자 한다. 현재 각각의 요소기술의 성격에 맞게 모니터링 시스템이 구축되어 있으며, 모든 모니터링 데이터는 중앙 모니터링실에 모여 시스템의 제어에 사용되고 데이터베이스화되어 성능을 검증하는 자료로 활용될 것이다.

세대 공통 적용이 되는 모니터링 요소는 각 세대의 에너지 소비량(전력사용량 및 가스사용량, 온수유량, 수도 사용량)과 모니터링 존별 실내 온습도 측정으로써 에너지의 성능을 평가하는데 가장 기초적인 데이터로 사용된다. 전력사용량 및 급수·급탕 사용량은 세대 현관에 설치되어 있는 각각 전력·급수·급탕 미터기를 통해 실시간으로 계측되어지며, 가스사용량은 각 세대 후방 발코니에 설치된 가스미터기를 통하여 모니터링 되어진다. 각 세대로 공급되는 열원은 기계실에서 생산하여 정유량으로 공급되며, 각 세대의 시스템 구성에 따라 설정 온도 조건으로 공급되도록 되어있다. 정확한 에너지 성능평가를 위하여 본 **green home^{plus}**의 주에너지원이 되는 전력을 세분화하여 모니터링을 실시한다. 전력사용량은 가전, 전열, 조명 등으로 구분하여 모니터링하고, 이를 추후 에너지/CO₂ 지표 평가시 고려한다. 그 이외에 가스사용량, 급수량 등을 모니터링 하여 종합적인 에너지 성능을 평가한다. 평가지표 중 쾌적성/건강성을 위하여 각 세대의 유동량이 가장 많은 동적공간인 거실에 PMV측정기를 설치하여 PMV(Predicted Mean Vote: 예상평균 온열감) 및 PPD(Predicted Percentage of Dissatisfied: 예상불만족도)의 포터블 장비를 활용한 상시 모니터링 계획을 세워 평가하며, 동일 위치에 흑구 온도계를 설치하여 복사온도 계측도 병행하도록 한다.

[표1]은 요소기술별 주요 모니터링 내용에 대한 설명이며, 구체적인 것은 이 후의 세부실험계획에서 설명한다.

표1 | 요소기술별 모니터링 개요

	주요 모니터링 요소
통합 및 공통	통합성능 검증: 기상자료, 실별 온습도, 세대별 에너지 사용량, 시스템별 에너지 사용량 및 운전데이터
Site	옥상녹화시스템: 녹화시스템 표면온도 및 하부온도 물순환시스템: 수질(BOD, COD, TN, TP, Turbidity, Color, pH, 대장균 등), 중수 및 우수 재활용량 통합단지계획: 알베도, 옥외 기류 및 온습도분포
Building	외단열시스템: 벽체를 통한 열류량, 표면온도 창호시스템: 중공층온도, 자연환기효과(실내PMV), 조도 친환경소재: 실내오염물질 농도 PCM: 건축자재 축열 성능
System	냉난방시스템: 바닥표면온도, PMV 환기시스템: 환기량, 전열교환기 효율 지열시스템: 지중 및 우수저장조 온도, 히트펌프 성능 태양열시스템: 저장조 온도, 집열 태양광시스템: 일사량, 발전량



통합성능 검증

통합성능검증																																																									
실험목표	greenhome ^{plus} 를 구성하는 5개의 세대는 SITE, BUILDING, SYSTEM으로 구분되는 핵심요소기술들이 성능 기준에 따라 각기 달리 적용되어있다. 본 실험은 이러한 요소기술들의 성능이 통합적으로 작용되었을 때, 전체 건물에 미치는 영향을 검증하는 것을 목표로 한다.																																																								
실험내용 및 방법	<p>실험은 냉방으로 쾌적 범위를 유지하는 기간인 하계와 난방으로 쾌적 범위를 유지하는 기간인 동계에 걸쳐 진행된다. 실험에 앞서, 초기 조건을 동일하게 맞추기 위하여 충분한 환기를 통해 안정화를 시켜 실내의 온도의 차이가 거의 없도록 설정한 뒤 본 실험에 들어간다. 본 실험은 밀폐상태에서 냉난방 시스템을 가동하여 설정온도까지 도달하는데 걸리는 시간, 총에너지 소비량, 부하 대응 패턴을 비교하고, 실내 쾌적을 분석하며, 이후 시스템을 가동 중지한 상태에서의 실내 온습도 변화 패턴도 확인한다.</p> <p>실험진행 계획</p> <table border="1"> <tr> <th>안정화</th> <th>냉방/난방 상태</th> <th>가동 중지 상태</th> </tr> <tr> <td>3일</td> <td>5일</td> <td>3일</td> </tr> <tr> <td>안정화</td> <td>System on: 에너지 소요량</td> <td>System auto: 부하 대응 패턴</td> <td>System off 후 반응</td> </tr> </table> <p>측정값</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>측정요소</th> <th>Base Model</th> <th>GH⁺40</th> <th>GH⁺60</th> <th>GH⁺80</th> <th>GH⁺100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>실내 온도(℃)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> <td>5 point(각 실)</td> <td>5 point(각 실)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> </tr> <tr> <td>실내 습도(%)</td> <td>1 point(거실)</td> <td>1 point(거실)</td> <td>5 point(각 실) *자체 4 point</td> <td>5 point(각 실) *자체 4 point</td> <td>1 point(거실)</td> </tr> <tr> <td>실내 복사온도</td> <td>2 point (거실, 방)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> <td>2 point (거실, 방)</td> </tr> <tr> <td>바닥 표면온도(℃)</td> <td>5 point(각 실)</td> <td>5 point(각 실)</td> <td>5 point(각 실) +자체 10point</td> <td>5 point(각 실) +자체 10point</td> <td>5 point(각 실)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">공통 측정요소</td> <td colspan="5">유리면 내·외부 표면온도, 중공층 온도 (거실, 안방)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">에너지 소비량 / 부하패턴</td> </tr> <tr> <td colspan="5">실내유입일사량 / 조도</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>측정위치</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>실험장치 설치모습</p> </div> </div>	안정화	냉방/난방 상태	가동 중지 상태	3일	5일	3일	안정화	System on: 에너지 소요량	System auto: 부하 대응 패턴	System off 후 반응	측정요소	Base Model	GH ⁺ 40	GH ⁺ 60	GH ⁺ 80	GH ⁺ 100	실내 온도(℃)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	5 point(각 실)	5 point(각 실)	2 point (거실, 방)	실내 습도(%)	1 point(거실)	1 point(거실)	5 point(각 실) *자체 4 point	5 point(각 실) *자체 4 point	1 point(거실)	실내 복사온도	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	바닥 표면온도(℃)	5 point(각 실)	5 point(각 실)	5 point(각 실) +자체 10point	5 point(각 실) +자체 10point	5 point(각 실)	공통 측정요소	유리면 내·외부 표면온도, 중공층 온도 (거실, 안방)					에너지 소비량 / 부하패턴					실내유입일사량 / 조도				
	안정화	냉방/난방 상태	가동 중지 상태																																																						
	3일	5일	3일																																																						
	안정화	System on: 에너지 소요량	System auto: 부하 대응 패턴	System off 후 반응																																																					
	측정요소	Base Model	GH ⁺ 40	GH ⁺ 60	GH ⁺ 80	GH ⁺ 100																																																			
실내 온도(℃)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	5 point(각 실)	5 point(각 실)	2 point (거실, 방)																																																				
실내 습도(%)	1 point(거실)	1 point(거실)	5 point(각 실) *자체 4 point	5 point(각 실) *자체 4 point	1 point(거실)																																																				
실내 복사온도	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)	2 point (거실, 방)																																																				
바닥 표면온도(℃)	5 point(각 실)	5 point(각 실)	5 point(각 실) +자체 10point	5 point(각 실) +자체 10point	5 point(각 실)																																																				
공통 측정요소	유리면 내·외부 표면온도, 중공층 온도 (거실, 안방)																																																								
	에너지 소비량 / 부하패턴																																																								
	실내유입일사량 / 조도																																																								
예상결과	<p>앞선 실험의 측정값들의 분석을 통하여 Base Model 대비 각 모델별 40%, 60%, 80%, 100% 에너지 절감을 기대할 수 있으며, 또한 주요 세부 요소기술들이 각 모델의 에너지 절감량에 얼마나 기여하는지 분석 가능할 것으로 판단된다.</p> <div style="text-align: right;"> <p>— 에너지 사용량</p> <p>— 에너지 저감량</p> </div>																																																								

옥상녹화 시스템



인공지반녹화

실험목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹화시스템으로 인한 옥상부의 열환경변화 ○ 녹화시스템으로 인한 옥상부의 유출량 저감효과
실험내용 및 방법	<p>[녹화시스템으로 인한 옥상부의 열환경변화]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 녹화시스템: 옥상부의 유입되는 일사를 차단하고, 증발산량을 증가시켜 하부의 구조체로 전달되는 열량을 최소화 ○ 옥상부에 설치된 녹화면에서 구조체까지의 열전달량을 가능하기 위한 온도를 측정 ○ 녹화시스템의 설치를 통한 연간에너지 절감량의 정도를 측정하기 위하여 녹화시스템이 적용된 곳과 그렇지 않은 곳의 레이어별 온도를 비교 ○ 아래층 세대의 천정 표면온도의 저감 정도를 파악 ○ 위 결과에 기초하여 아래층 세대의 실내온도 완화 및 냉방에너지 절감 가능성에 대하여 분석 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="357 913 692 1160"> <p>옥생부 상시 모니터링 화면</p> </div> <div data-bbox="699 913 1027 1160"> <p>그린홈플러스 옥상녹화 시스템</p> </div> <div data-bbox="1034 913 1362 1160"> </div> </div> <p>[녹화시스템으로 인한 옥상부의 유출량 저감효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 녹화층이 가지는 유출량 저감효과는 도시홍수 및 우수유출 시간 지연 등에 크게 기여 ○ 강우시 기상스테이션으로 측정하는 강우량 대비 녹화층을 거쳐 배수되는 유출량을 비교분석 ○ 녹화층에서 감당하는 우수유출 저감량 및 이를 통한 증발산량의 증가분에 대한 추정을 모니터링 <div data-bbox="1034 1205 1362 1532"> <p>우수선홍통</p> <p>조음파유량계</p> <p>녹화층 우수 유출량 측정</p> </div>
예상결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹화시스템 적용을 통한 구조체의 단열성능 증가로 인해 하부 적용세대의 연간 냉난방 에너지 절감량 ○ 녹화면에 대한 알베도 추이 변화 및 이에 따른 구조체 온도변화 상관성 분석 결과 도출 ○ 녹화시스템 적용에 따른 단위면적당 우수유출 저감량 및 초기우수 유출 지연시간 확보 성능 검증

물순환 시스템



수순환시스템 (우수 및 중수처리 시스템)

<p>실험목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 빗물의 여름철 냉각수 활용 가능성 ◎ 빗물저장조 사용량 및 수질평가 ◎ 중수처리시스템을 이용하여 처리 후 수질분석
<p>실험내용 및 방법</p>	<p>[빗물의 여름철 냉각수 활용 가능성]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 여름철 장마기간으로 집중 생성되는 우수에 대하여 이를 여름철 냉각수로 활용할 수 있는지의 여부를 판단 ◎ 우수저장조에 저장된 빗물의 온도를 모니터링시스템을 이용하여 측정 <p>[빗물저장조 사용량 및 수질평가]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 초기우수처리장치를 통해 모이는 우수저장조의 수위를 상시 모니터링하여 빗물의 실제 사용량을 체크 ◎ 처리된 빗물을 채취하여 실험실에서 수질 측정 (측정항목:pH, 탁도, EC, 미생물 등) <p>[중수처리시스템을 이용하여 처리 후 수질분석]</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 처리된 중수는 모아둔 뒤 재사용되므로 처리된 물의 수질을 분석하여 중수도 수질기준에 적합하도록 해야 함 ◎ 수질 분석 내용: COD, BOD, TN, TP, 대장균, 탁도, 색도, pH 등 ◎ 중수처리시스템을 통하여 처리된 후의 물을 정기적으로 채취하여 실험실에서 각 항목에 대하여 수질분석 실시
<p>예상결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 처리되어진 물의 수질은 중수도 기준에 적합할것으로 생각되어짐 ◎ 하수 배출량은 55%정도를 절감 할 수 있을 것으로 예상 ◎ 처리된 용수를 재활용함으로써 화장실용수 및 기타(소방용수, 조경용수등)로 사용할 경우 상수 수요량의 35%이상 절감효율을 낼 수 있음



우수저장조



중수처리 시스템

통합단지 계획



시공 전·후 외부환경 실측

실험목표

- ◎ 건물의 시공에 따른 물리적 변화가 주변의 환경에 미치는 영향 분석 및 이를 지표화 할 수 있는 데이터 수집
- ◎ 외부 마감재의 종류 및 형태가 인간의 열적 쾌적에 미치는 영향 분석

실험내용 및 방법

[외부환경에 영향을 미치는 요소 분석]

- ◎ 건물, 주변의 마감재, 수목 등의 영향을 파악하기 위해 5곳의 온도, 기류, 습도, 표면온도 등을 측정

[열적 쾌적에 영향을 미치는 요소 분석]

- ◎ 온도, 기류, 습도, 표면온도 이외에 흑구온도를 측정하여 각 지점의 평균복사 온도 비교

[실측과 시뮬레이션 병행]

- ◎ 기존 외부환경 평가방법에 적용하여 건물의 시공에 따른 물리적 변화의 영향도를 정량적으로 평가할 수 있는 방법 모색 및 이를 인간의 열적 쾌적성과 연계하여 외부환경 설계에 가이드가 될 수 있는 자료 제공

물리적 변화			측정 지점
	시공 전	시공 후	
건물	건물 없음	건물 완공	건물 음영이 지는 곳 1지점
지표면 마감	흙	잔디	음영이 없는 잔디 위 1지점
		보도블럭	음영이 없는 보도블럭 위 1지점
		아스팔트	음영이 없는 아스팔트 위 1지점
수목	수목 없음	단풍나무	나무 아래 1지점
지역 기상데이터 확보			건물 옥상 1지점
측정장비: 기상스테이션			



측정 지점



측정 사진

예상결과

- ◎ 외부환경의 각종 요소가 열환경에 미치는 영향도 분석
 - 건물: 건물로 인한 기류 변화 및 건물 음영으로 인해 공기온도 및 평균복사 온도 상승이 예상됨.
 - 지표면 마감재료: 보도블럭과 아스팔트의 반사율이 작아 공기온도 및 평균복사 온도 상승, 잔디의 증발산 작용으로 공기온도 및 평균복사 온도 저감이 예상됨.
 - 수목: 증발산 작용과 음영으로 인해 공기온도 및 평균복사 온도 저감이 예상됨.
- ◎ 기존의 외부환경 평가방법의 적절성 평가 및 외부환경 해석방법 및 평가를 위한 방법 정립



외단열 시스템

외단열 시스템(External Insulation Finishing System)의 단열성능 비교 평가

<p>실험목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내단열 시스템과 단열재 두께별 단열 성능 증가에 따른 단열성능 비교 평가 ○ 표면온도 측정을 통한 관류열량의 분석 → 벽체 내·외부의 단열 상황 추정
<p>실험내용 및 방법</p>	<p>[실험 측정 장비]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 열화상카메라, 데이터로거, 열류계, 열전대, HOBO, 기류계 <div data-bbox="383 638 1396 996" style="border: 1px solid #e91e63; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div data-bbox="446 660 630 929"></div> <div data-bbox="726 660 1045 929"></div> <div data-bbox="1109 660 1348 929"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center; margin-top: 5px;"> 열화상 카메라 데이터로거 열류센서 </div> </div> <p>[열화상카메라를 이용한 단열 성능 평가]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 각 세대 열교부위(전·후면 및 측벽, 세대간 벽) 선정 후 실내·외 표면온도 측정 ○ 세대별 적외선 카메라 촬영 시간: 새벽 4:30, 오후 12:00, 오후 2:00경 <p>[열류량 측정을 통한 각 세대의 단열 성능 분석]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 정상상태의 조건을 유지하기 위한 실내온도를 일정시간 변동이 없도록 유지 ○ 열류계를 열교부위에 부착 후 1분 간격으로 데이터 수집 후 결과 분석 <p>[열전대를 이용한 실내·외 벽체 표면온도 비교 평가]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전, 후면 벽체의 열교부위에 열전대를 부착 ○ 열전대 부착 위치는 전, 후면, 세대간벽(실내:3, 실외:3개소) 각 세대에 18개소, 총 90개소를 부착한다. 데이터 수집-10분 간격 <div data-bbox="383 1512 1396 1814" style="border: 1px solid #e91e63; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">온도센서 및 열화상 카메라 측정 지점</p> </div>
<p>예상결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단열성이 높은 부위의 표면온도는 실내 측에서 실온과, 실외 측에서는 외부 온도와 비슷하게 나타날 것 ○ 표면온도 분포를 측정하여 부분적으로 표면온도가 다른 부위가 발생하게되면 이 부분의 내부구조가 주위와 다르다는 것을 확인 가능

창호 시스템



이중창호 시스템 성능 검증

실험목표	<ul style="list-style-type: none"> 이중창호 시스템 운전모드에 따른 실내 온열환경 개선 및 냉난방 부하 저감 효과 검증 차양의 일사조절효과 및 실내 쾌적성 개선효과 검증
실험내용 및 방법	<p>[이중창호 시스템 운전모드에 따른 실내 온열환경 개선 및 냉난방 부하 저감 효과 검증]</p> <ul style="list-style-type: none"> 연중 각 시점의 기상조건에 대응하기 위한 이중창호의 운전모드 (오른쪽 그림 참조) <ul style="list-style-type: none"> 난방모드: 내·외부 창호 밀폐, 차양을 거두어 일사 획득 적정환기모드: 외부 창호 개방, 내부 창호 'III', 차양 유무 선택 최대환기모드: 외부 창호 개방, 내부 창호 'turn', 차양 유무 선택 냉방모드: 외부 창호 개방, 내부 창호 밀폐, 중공층 차양을 통해 일사 차단 하절기, 중간기, 동절기에 걸쳐, 주간과 야간의 기상조건에 따라 이중창호 운전 건물에서 소비하는 에너지와 실내 객관적인 온열환경요소(실내 공기온도, 습도, MRT, 기류속도 및 기타 표면온도) 측정 각 모델별 냉난방 부하 저감 효과, 실내 온열 쾌적성, 자연환기 가능성을 평가 동절기, 결로 발생 가능성 검토 실내 환기도어 <p>[차양의 일사조절효과 및 실내 쾌적성 개선효과 검증]</p> <ul style="list-style-type: none"> 하절기와 중간기, 이중창호 중공층에 위치한 차양 유무, 각도 조절 등에 따른 실내 유입 일사량, 실내 온열환경, 냉방 에너지 사용량 분석 실내 조도분포를 측정함으로써 절곡형 차양의 자연채광 효과 검증 동절기, 양면형 차양의 중공층 예열 효과와 그에 따른 실내 온열환경 변화 분석 <div data-bbox="810 595 1385 958" style="border: 1px solid #f08080; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">이중창호 운전모드</p> </div> <div data-bbox="336 1509 1385 1756" style="border: 1px solid #f08080; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">기능성 차양</p> </div> <p>※ 실험 데이터를 바탕으로 시뮬레이션을 검증, 특정 외기 조건 하에서의 실내 쾌적성 및 연간 에너지 소비량 예측</p>
예상결과	<ul style="list-style-type: none"> 중공층 차양과 전략적인 자연환기 도입으로 중간기 확장 및 냉방부하 저감 창호의 단열, 기밀성능 향상으로 난방부하 저감, 결로 가능성 감소 기능성 차양을 통한 실내 환경 개선

친환경 소재



친환경 건축자재

<p>실험목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기능성 건축자재의 오염물질 저감 성능 확인 ○ 오염물질 감소에 따른 필요환기량 저감 확인
<p>실험내용 및 방법</p>	<p>[기능성 건축자재의 오염물질 저감 성능]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 휘발성 유기화합물과 포름알데히드를 측정하기 전에 기본적인 대상공간의 침기량을 확인을 위해 블로어도어(Blower door) 시스템을 사용하여 대상 공간의 침기량을 확인 ○ 오염물질(휘발성 유기화합물, 포름알데히드)측정 장비를 대상공간 중앙에 설치하고, (실내공기질 공정시험 방법)에 따라 30분 환기 그리고 5시간 밀폐 후에 1시간 동안 2회 시료를 채취 <div style="border: 1px solid #f080f0; padding: 10px; margin: 10px 0;">  <p style="text-align: center;">블로어도어</p>  <p style="text-align: center;">측정장비</p>   <p style="text-align: center;">휴대용 에어 샘플러</p> </div> <p>[오염물질 감소에 따른 필요환기량 저감]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경자재가 사용된 공간과 사용되지 않은 공간에서 진행하여, 친환경자재와 일반자재의 오염물질 저감 성능을 확인하고, 그럼으로써 필요환기량을 얼마나 줄일 수 있는지 계산
<p>예상결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경 자재 사용에 따른 오염물질(휘발성 유기화합물, 포름알데히드) 저감 ○ 친환경 자재의 오염물질 저감 성능에 따라 필요환기량을 줄일 수 있으며, 필요환기량을 줄임으로써 환기에 사용되는 에너지 저감이 예상



PCM

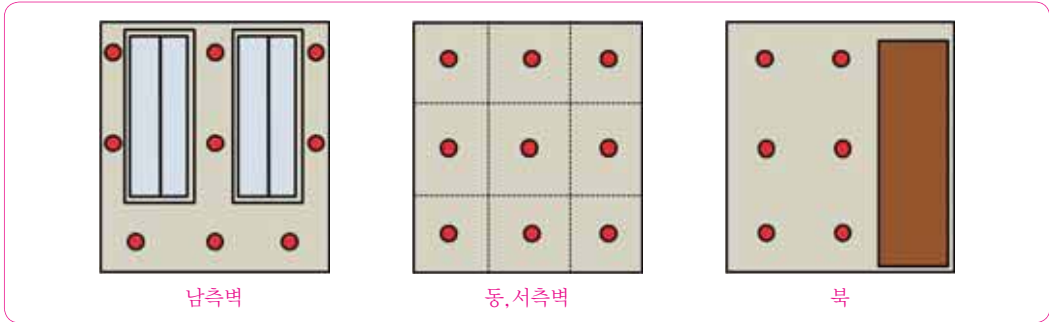


상변화물질(Phase Change Material)을 적용한 건축자재의 축열 성능 실험

실험목표

- ◉ PCM벽체와 일반석고보드의 축열 성능 비교 평가
- ◉ 온열환경 실측을 통한 PCM벽체와 일반석고보드 설치공간의 쾌적성 분석

[측정지점]



실험내용 및 방법

[greenhome^{plus} GH⁺₈₀와 GH⁺₁₀₀의 축열 성능을 비교·분석]

- ◉ 남측면의 침실2와 침실3의 벽면 표면에 열전대를 부착한다. 또한 각 실의 중앙에 삼각대를 이용하여 실내 온도 측정을 위한 열전대와 HOBO를 설치한다. 실험 전 PCM보드가 설치된 벽면과 일반 석고보드 벽면을 20℃ 정도로 냉각 시킨 후 벽체가 온도 변화 폭을 확인한다. 측정간격은 1분이며 데이터 수집기간은 4일 동안 (100시간) 실행된다.

[greenhome^{plus} GH⁺₈₀와 GH⁺₁₀₀의 온열환경 비교·분석]

- ◉ 바닥으로부터 1.5m 높이에서의 온도, 습도, 기류속도, 작용온도 등을 측정하고, 이를 바탕으로 대표적인 열쾌적 판단 지표로 널리 사용되고 있는 PMV, PPD를 산정
- ◉ 실측은 3일 동안 실시하고 데이터는 3분 간격으로 평균값을 수집
- ◉ 열쾌적 지표 산정을 위한 대사량과 착의량은 각 계절에 맞게 재실자가 실내에서 휴식을 취하는 것으로 가정하여 설정



실측사진

예상결과

- ◉ PCM벽체가 온도가 올라가면서 상변화온도인 24℃부근에서의 잠열저장으로 인하여 온도가 일정하게 유지될 것으로 예상
- ◉ PCM벽체를 설치한 공간이 원하는 온도를 유지하므로 PMV와 PPD의 쾌적범위 안에 유지 될 것으로 예상

냉난방 시스템



바닥 복사냉방 시스템 성능 평가

실험목표	<ul style="list-style-type: none"> 공동주택 부하 상황에 따른 바닥 복사냉방 시스템의 냉방 성능 및 경로 제어 성능 평가 모세관 복사냉방 시스템의 냉방성능 평가 		
실험내용 및 방법	 바닥 복사 냉방시스템(16℃ 냉수) + 채습기	 바닥복사 냉방 시스템 (18℃ 냉수)	 모세관 복사냉방 시스템 (20℃ 냉수)
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <p>바닥복사냉방시스템</p> </div> <div style="text-align: center;">   <p>모세관 복사냉방시스템</p> </div> </div>		
	<p>[냉방 성능 평가]</p> <ul style="list-style-type: none"> 시스템 초기 가동 시 시스템 반응 속도 및 부하 제거 특성 시스템 운전 중 부하 변동에 따른 시스템 응답 및 부하 제거 특성 바닥표면 온도 및 수직온도, PMV를 측정하여 냉방의 쾌적도 평가 시스템 정지 후의 냉방 지속 시간 측정 <p>[경로 제어 성능 평가]</p> <ul style="list-style-type: none"> 각 실의 표면온도가 노점온도보다 높게 유지되는지 여부 <p>[모세관 복사냉방 시스템의 냉방성능 평가]</p> <ul style="list-style-type: none"> 기존 바닥복사냉방(PB배관) 대비 냉방 성능 및 쾌적도 비교 평가 <ul style="list-style-type: none"> ※ 측정요소 - 실내·외 온습도, 바닥표면온도, 전력 소비량, 냉수 온도 및 유량, 복사 온도, 실내 수직온도, 기류 		
예상결과	<ul style="list-style-type: none"> 설정 실온 범위 유지, PMV 등 열쾌적 지표 만족 등을 통한 시스템의 냉방 및 경로 방지 성능에 대한 검증으로 시스템의 보급/적용에 대한 신뢰성 확보 시스템의 최초 가동, 운전, 정지 후의 응답 특성 분석을 통한 시스템 운전 전략 개선 모세관을 이용한 복사냉방 시스템의 냉방 성능 검증 		

환기 시스템



환기 시스템	
실험목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기계환기 시스템 및 자연환기구의 환기풍량 측정 ○ 기계환기 열교환 성능 측정 ○ 환기 모드별 환기량 측정 및 오염물질(입자, 미생물) 농도 감소량 측정
실험내용 및 방법	<p>[기계환기 시스템 및 자연환기구의 환기풍량 측정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기계환기시스템은 후드풍량계를 사용하여 모든 급배기구와 정풍량 배기팬의 환기풍량을 측정하여 전체의 환기풍량을 산출 ○ 자연환기구는 후드풍량계를 사용하거나, 가스추적법을 사용하여 환기풍량을 측정 <div style="border: 1px solid #f4a460; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div>기계환기시스템</div> <div>[측정대상]</div> <div>자연환기구</div> </div> </div> <p>[기계환기 열교환 성능 측정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 각각 냉방(하계시)과 난방(동계시) 시스템을 작동한 후 열교환기가 장착된 환기시스템의 외기, 급기, 환기, 배기 위치에 온도와 습도기를 설치 및 측정후 열교환 성능을 계산 <div style="border: 1px solid #f4a460; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">[열교환기]</p> </div> <p>[환기 모드별 환기량 측정 및 오염물질 농도 감소량 측정]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 각 환기 모드별 환기량을 가스추적법을 사용해서 측정하고 입자농도측정기와 공기샘플의 미생물농도를 측정하여, 각 환기 모드별 오염물질 농도 감소량을 확인 <div style="border: 1px solid #f4a460; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div>Case1. 자연환기구 모드</div> <div>Case2. 자연환기구+정풍량 배기팬 모드</div> <div>Case3. 기계환기유닛 모드</div> </div> </div>
예상결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 환기모드 중 기계환기(전열교환)유닛이 가장 큰 환기풍량을 보일 것으로 예상되며, 그럼으로써 다른 환기모드 보다 오염물질 농도 감소량 또한 클 것으로 예상 ○ 에너지 사용량에 따른 적절한 환기모드는 에너지 사용량이 큰 기계환기유닛 모드보다 자연환기구 모드나 자연환기구+정풍량 배기팬 모드가 될 것으로 예상



지열 시스템

지열 및 우수열원 히트펌프 냉난방 시스템

<p>실험목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> 순수 지열시스템과 지열 및 우수열원 시스템의 COP를 비교 검토 우수저장조의 효과 및 효율, 온도 변화를 관찰
<p>실험내용 및 방법</p>	<p>[시스템 COP 검토]</p> <ul style="list-style-type: none"> 냉난방능력(kW)와 소비전력(kW)을 통해 결과 값을 도출한다. <p>[방열량 검토]</p> <ul style="list-style-type: none"> 지중열 교환기의 입출구 온도를 통해 방열량을 구하고 지중열 교환기의 성능을 검토한다. <div data-bbox="351 784 1053 1377" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">● 측정위치</p> <p style="text-align: center;">시스템 계통도 및 측정 위치</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> RTD 온도센서 <ul style="list-style-type: none"> -열원측 공급온도 -열원측 환수온도 -부하측 공급온도 -부하측 환수온도 -우수저장조 온도 열전대 <ul style="list-style-type: none"> -지중열 교환기 입출구 온도 -우수열 교환기 입출구 온도 전력량계 <ul style="list-style-type: none"> -히트펌프 전력량
<p>예상결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> 지중열만 적용 했을 때 열량과 전력 소모량을 통해 COP를 검토 똑같은 조건 하에 배관의 밸브를 열고 우수열원까지 적용시킨 뒤에 COP를 도출한 뒤 비교 검토 우수저장조가 기계실에 위치함으로써 기계실 온도에 영향을 받을 수 있다고 생각되므로 우수저장조의 온도에 따라 전체 COP에 영향을 미칠 것으로 예상 냉방이 가동된 후에 외기의 영향을 받는 우수 열원의 효과가 어느 정도 있는지 알아보기 위해 지중열을 거친 열원수가 우수저장조를 거쳐서 방열이 가능한지를 파악
<p>예상결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> 순수지열만 적용했을 경우 시스템 COP는 3~4정도가 예측 우수열원이 보조열원으로서 순수지열시스템에 비해 초기투자비를 줄이고 COP의 향상 효과가 있을 것으로 예측

태양열, 태양광 시스템



태양열, 태양광 시스템

실험목표	<ul style="list-style-type: none"> 태양열 급탕 시스템을 통한 집열기 성능평가와 태양열 의존율 평가 태양광 발전 시스템을 통한 전기부하 분담률과 변환효율 평가
실험내용 및 방법	<p>[태양열 온수급탕 System]</p> <ul style="list-style-type: none"> 집열기 전체면적의 일사량 대비 집열기를 통해 얻은 열량을 통한 태양열 시스템 순간 집열효율 계산 <ul style="list-style-type: none"> 작동유체의 질량유량(유량계), 집열기 입,출구 유체온도(열전대), 축열조 온도(모니터링), 단위집열면 일사량(일사량계) 측정 총부하 대비 태양열 공급량을 통한 태양열 의존율 평가 월별 일사량, 입사각도에 따른 진공관식 집열기 성능평가 <div data-bbox="338 801 1388 1102" style="border: 1px solid #f080f0; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">태양열 급탕 시스템</p> </div> <p>[태양광 발전 System]</p> <ul style="list-style-type: none"> 전력 부하량의 모니터링 값을 통한 월별 일사량, 입사각에 따른 system 성능평가 module의 과열도에 따른 발전효율 저하 현상 분석 지붕, 파고라, 벽면의 위치별, 각도별 전기 부하분담률(%) 산정 및 비교 <div data-bbox="338 1326 1388 1621" style="border: 1px solid #f080f0; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: right;">태양광 전력 시스템</p> </div>
예상결과	<ul style="list-style-type: none"> 태양열 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 순간집열 효율 40~45% 이상 검증 4인가족의 온수 소비량의 66%이상 태양열 의존율 검증 축열조 최고 온도 확인 (목표치 90 이상) 태양광 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 설치각도별 생산전기량 비교, 분석 총 전력 부하의 5%이상 분담율 검증 공동주택용 재생에너지 시스템의 적용 및 성능 검증을 통한 실용화



Germany Trip

14th International Conference on Passive House 2010

대림산업(주) 2세부
원종서 책임연구원 | wonjs@daelim.co.kr

이번 출장은 14th International Conference on Passive House 2010에 참석하여 저에너지 친환경 주택의 기술 및 동향파악과 에너지절약주택 구축을 위한 시공매뉴얼을 조사하는데 그 목적이 있었다.

컨퍼런스는 독일 작센지방의 주도인 드레스덴(Dresden)에서 5월 28일~30일까지 3일간 개최되었으며, 약 1,000 여명이 참석하였다. 한국에서도 30 여명이나 참석하여 패시브하우스에 대한 관심이 우리나라에서 얼마나 높은가를 새삼 느낄 수 있었다.

사진1 | 컨퍼런스가 개최된 드레스덴 Congress center의 전경 및 내부전경



첫날 Plenary section에서 발표했던 Dr. Burkhard의 건물분야 기후중립 2050 시나리오 내용을 간단히 정리하면 다음과 같다. EU에서는 2050년까지 전반적인 탄소배출을 목표치 대비 80~95%까지 저감 계획을 가지고 있으며, 대부분의 다른 분야와 달리 건물 부분은 이미 탄소배출을 100% 저감할 수 있는 적절한 경제성이 확보된 기술들이 현재 개발 완료된 상태이다. 신축 및 리모델링 분야에서 패시브하우스 기술을 기반으로 외피기술, 신재생에너지기술, 단위세대 및 단지개발 기술, 에너지공급계획 등이 이미 확립되었다. 이를 바탕으로 독일이 2050년까지 기후중립을 달성하기 위한 선행조건의 시나리오가 만들어 지고 있다.



아래표는 신축주택과 리모델링건물의 2050시나리오에 대한 성능목표치이다.

		New construction					
		1980	1995	2010	2020	2030	2050
Wall	U[W/m ² K]	0.24	0.16	0.12	0.10	0.08	0.06
Roof	U[W/m ² K]	0.20	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05
Floor	U[W/m ² K]	0.24	0.16	0.12	0.10	0.08	0.06
Window	U _g [W/m ² K]	1.80	0.70	0.60	0.50	0.45	0.40
Window	U _f [W/m ² K]	1.80	0.80	0.70	0.60	0.55	0.50
Window	g-value	60%	50%	52%	55%	55%	58%
Door	U _w [W/m ² K]	2.60	0.85	0.75	0.60	0.40	0.30
Thermal bridges	ΔU_{WB} [W/m ² K]	0.05	0	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
Air-tight	n50[1/h]	1.5	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2
Ventilation	efficiency	65%	80%	85%	90%	92%	95%
	[W/m ³ K]Elec. efficiency	0.8	0.45	0.4	0.35	0.3	0.27
		Modernization					
		1980	1995	2010	2020	2030	2050
Wall	U[W/m ² K]	0.40	0.25	0.15	0.12	0.10	0.08
Roof	U[W/m ² K]	0.25	0.18	0.12	0.10	0.08	0.06
Floor	U[W/m ² K]	0.50	0.25	0.16	0.14	0.12	0.08
Window	U _g [W/m ² K]	2.60	1.30	0.70	0.60	0.50	0.45
Window	U _f [W/m ² K]	1.80	1.60	0.90	0.70	0.60	0.55
Window	g-value	70%	60%	50%	52%	55%	55%
Door	U _w [W/m ² K]	2.60	1.50	1.20	0.75	0.60	0.40
Thermal bridges	ΔU_{WB} [W/m ² K]	0.1	0.05	0.03	.025	.020	.015
Air-tight	n50[1/h]	3	1.5	0.6	0.5	0.4	0.35
Ventilation	efficiency			80%	85%	90%	92%
	[W/m ² K]Elec. efficiency			0.45	0.40	0.35	0.30

또한, 위의 표에서 보면 1리터하우스는 기본사항이며, 더 나아가 0.1리터 하우스까지 도달하는 성능목표(난방기준)를 가지고 있어, 차후 몇 년 동안 난방시스템 기술에 있어 패러다임의 전환은 필수라고 여기고 있다. 따라서, 패시브하우스에서 난방시스템은 환기기술과 급탕공급기술의 통합효과만을 가지고도 충분하며, 콤팩트형 히트펌프(지중덕트환기/냉난방/급탕)가 이미 개발되어 사용되고 있다. 건물외피가 강화되면, 전통방식의 난방시스템 용량을 줄임으로 어느 정도까지는 균형을 맞출 수 있지만, 한계상황에 도달할 경우 전반적인 건물서비스 중 특히 난방시스템은 환기시스템 중심으로 변화 될 것이며, 신재생에너지 기술발전으로 인해 기술범위는 확대 될 것으로 예상된다.

사진2 | 패시브하우스 답사



또한, 급탕은 난방에 비해 비울적으로 더 많은 에너지를 요구하며 (난방부하가 계속 줄어드는 추세), 이로 인해 보다 효율적인 시스템, 즉 태양광시스템과 통합된 태양열시스템 개발분야가 각광을 받을 것으로 보인다.

컨퍼런스를 마치고 남부 작센지방의 패시브하우스 공동주택 및 교육시설을 투어하는 견학코스에 참석하였다. 기존에 단독신축주택 위주의 패시브하우스가 이제는 리모델링건물 분야로 확대 적용이 되고 있었고, 그에 적합한 다양한 기술들도 개발되어 활용되고 있었다.

유럽에서 패시브하우스는 현재 20,000 가구가 보급되었고, 과학적 검증단계도 지나 이제 확산단계에 도달해 있다. 초기에 주창했던 에너지절약은 기본이 되었고, 패시브하우스의 컨셉은 보다 쾌적한 삶을 창출하는 주거문화로 정착했다.

독일의 경우 현재의 기술개발속도에 만족하지 않고 보다 높은 목표를 설정하여 지속적인 연구개발에 매진하고 있다. 또한, 독일의 산업계는 선점한 고효율기술과 신재생에너지 기술에 있어 리딩포지션을 놓치지 않기 위해 지역차원 및 국가차원의 폭넓은 지원을 받고 있다. 이를 바탕으로 친환경저에너지분야의 새로운 일자리 창출을 통해 지역사회 및 국가경제에 공헌하는 연결고리를 가지고 있다. 현재 우리가 우선적으로 해야 할 것은 피상적으로 이해했던 기술들의 깊은 이해와 기술협력을 통해 기술적 갭을 줄이는 작업이 필요한 시점이다.





japan rip



‘차세대 태양전지 한-일 국제공동 컨퍼런스’ 참석 및 일본 동경 주변 PV시설 견학

한밭대 건축공학과 1-G 세세부

윤종호 교수 | jhyoon@hanbat.ac.kr

진경일 교수 | jungfrau9@hanmail.net

이번 출장은 2010년 04월 12~16일 동경에서 열린 ‘차세대 태양전지 한-일 국제공동 컨퍼런스’참석과 일본 동경 주변 PV시설 견학을 목적으로 하였다. 컨퍼런스의 주 내용은 태양전지의 효율을 높인 차세대 태양전지에 관한 세미나로 주로 CIGS 태양전지에 관한 특징 및 제작에 관한 내용 및 미래전망을 다루었으며 주요 주제는 ‘CIGS 태양전지의 현재와 전망’, ‘CIGS 태양전지의 제작 프로세스’, ‘CIGS태양전지 반응매커니즘’, ‘CIGS 태양전지 고효율화 기술’ ‘플렉시블 CIGS 태양 전지 제조기술’ 등이었다.

그 중 CIGS전지에 관한 내용을 요약하면 아래와 같다.

CISG 태양전지는 흡수 층으로 Cu/In/Ga/Se의 구성 성분을 사용한다. 첫 개발은 80년대 초반 보잉에서 시작하였으며 효율은 현재 박막 셀 중에서 가장 우수한 성능을 보인다 한다. 색상은 검정색으로 BIPV와 옥상 지붕에 설치된다. 현재 CIGS의 변환효율은 20.1%에 달했으며 이것은 가장 널리 사용되고 있는 poly-Si와 동일하고 모듈의 효율 개발 가능성이 가장 높은 셀이기도 하다. 현재 박막 태양전지 중에서 변환효율이 가장 좋으며, 최소한의 원료로 박막화 제조가 가능하다고 알려져 있다.

일본의 경우 2030년까지 일본의 전기소비량의 10%를 태양광으로 사용할 전망이다. 태양광발전 연구센터에서 혁신적인 연구개발 기술을 기대하고 있으며 현재 효율에서 기술의 장벽은 2010년과 2020년 사이가 될 것으로 내다보고 있다. 3kW급 CIGS 모듈에서 효율 15%, 면적 20m²로 가정하였을 때 주요 재료의 량은 Cu: 45g, In: 49g, Ga: 20g, Se: 112g으로 계상된다. 같은 효율의 태양전지를 실리콘계로 제작하는 경우 Si의 필요량은 15kg으로서 CIGS 보다 높은 재료 소모량을 나타낸다고 한다.

한편, 일본의 건물에 태양광발전장치가 설치된 사례조사를 위하여 동경에서 알려진 태양전지이용사례를 알아보기 위하여 건물을 방문하였다.

1. 미사와 주택(東京都高井戸東2-4)

사진1 | 미사와주택전시관의 주택 중 태양전지 설치건물



미사와 주택전시관은 시부야 동부에 있는 다카이도 역에서 도보로 15분 거리에 있는 주택전시관으로 3채의 건물이 전시되어 있다. 특히 PV지붕을 가진 주택은 건물의 대지크기가 약 20평 정도로 3개의 층을 이루는 단독주택이다. 지붕면에 PV를 설치하였고 필요에 따라서 창문과 지붕면을 꾸며놓았다. 그러나 이 주택에서 가장 큰 주안점은 주택에 PV를 보급하기 위해서는 무조건적인 PV의 설치와 홍보가 아니고 건물의 평면과 구성이 짜임새 있도록 만드는 것이 더 중요하다는 느낌을 주었다. 방문 시 실내는 사진촬영을 허락하지 않아서 사진을 찍지 못하였으나 실내의 모습은 건물에 대한

거주자의 친화도를 높이는데 있다는 느낌이 들었다. 그런데 반해, 현재 우리나라의 주택은 대부분 공동주택으로 지붕면을 가지 못하는 건물이다. 따라서 전 면부 발코니에 PV를 설치할 수밖에 없는데 이를 통해 충분한 전기 생산이 이루어지기까지는 기술개발에 있어서 많은 시간이 필요하다. 그러나 단독주택의 보급이 활성화 되면 지붕면을 이용한 PV설치는 주택의 전기 생산 및 자급자족에 큰 도움이 된다는 것이 사전적인 사실이다.

2. JUSCO KIATODA(埼玉県戸田市美女木東1-3-1)

사진2 | AEON 쇼핑센터



‘AEON’이라는 쇼핑센터로 박막모듈 설치 건물 사례로 본 건물은 초기 지어질 당시에는 PV패널이 없었으나 6년 전 증축을 하면서 증축이 된 부분에 박막모듈을 설치하였다. 나중에 알게 되었지만 AEON 쇼핑센터는 곳곳에 있으며 각 건물마다 각각 특유의 PV시스템을 설치하여 건물의 외장을 꾸몄다. 쇼핑센터의 특징상 내부공간에 창문이 없다. 그러나 본 건물은 박막형 모듈을 설치함으로써 영업장 외부 통로에 빛이 들어오는 곳으로 만들었다.

3. Cosmo Town KIYOMINO(埼玉県吉川市きよみ野1-1)

요시가와(吉川)의 PV주택단지의 모습이다. 이 단지는 동경 근교에 있으며 각 세대에 모두 PV시스템이 설치되어 있다. 그러나 거주자는 PV시스템을 관리하거나 신경 쓰지 않고 있었다. 다만, 그 지역에 전기공사가 이 시스템을 관리하고 있으며 관리하는 PV시스템에서 생산되는 전기와 그 단위세대에서 소비되는 전력을 계수하고 그 단위세대 자체가 전력을 생산하는 발전기의 역할을 하고 있었다. 즉, 설치와 관리 모두 그 지역 전기공사가 하고 있고 단위세대에서는 전혀 신경을 쓰지 않아



사진3 | 요시가와 PV주택단지



사진4 | 세대내 PV 시스템



도 되는 체계를 가지고 있었다. 이러한 단지 시스템은 주택에서의 전기 생산 및 소비를 모두 관리하고 있다. 다만 이 지역의 도시계획단계에서 이루어진 바인자라 이 지역 사람들을 인터뷰한 결과 전기에 관하여 무조건적으로 되어 있다는 것 이외에는 주부들은 모르고 있었다. 이 지역은 원래 집값이 조금 비싼 지역인데다가 이 PV시스템이 포함된 조건의 가격이어서 주변보다 약간 비싸다 하였다.

4. 시부야 중소기업투자육성주식회사(渋谷中小企業投資育成株式会社)

시부야역에 있는 건물로 PV시스템을 벽체 및 지붕에 설치한 건물이다. JR시부야역 근처에 있으며 전 면부(남)는 사무소 건물의 채광을 조절하는 시스템으로 만들어진 부착물이다. 사무소건물에 설치된 것이었고 공동주택과는 다른 조건일 수 있으나 창문의 위치에 PV시스템을 설치한 디자인적 요소를 예측할 수 있다는 점에서는 하나의 재미있는 사례라고 본다. 건물 내에 출입이 제한되어 있어 들어가 보지 못하였다는 점이 아쉬우나 주변의 모습만으로도 그 디테일을 볼 수 있었다. 이 건물의 특징 중 한 가지는 남측 면에 전철역으로 그림자를 주는 앞의 건물이 없다는데 있다. 전면부가 타 건물로 인하여 햇빛을 방해받지 않도록 위치하였기 때문에 전 면부를 상기의 그림과 같이 마음 놓고 디자인한 모습이 보인다. 건물의 후면 부는 그림(가운데)과 같이 옥상 면에 PV로 간단히 디자인해 놓은 것뿐이나 전면부와 옥상 면은 건물의 PV시스템을 충분히 사용한 사례라고 볼 수 있다.(지붕면 모습은 참고자료 및 위성사진과 일본 내에서 얻은 자료 등에 의하여 나타난 바에 의함)

사진5 | 시부야 중소기업투자육성주식회사 건물 후면부



일본에 설치된 시스템 중 상당수는 성능도 성능이지만 건물과의 디자인 조화가 시선을 끌어당긴다는 점에서 우리가 다시 한번 생각해보아야 할 문제인것 같다. 우리나라 주거용 건물에 대한 태양광시설의 홍보나 시스템 제작은 성능위주로 접근하고 있다는데 문제점이 있을 수 있다는 생각이 들었다. 현재 친환경 시스템이 일반 시스템에 비하여 가격경쟁력이 높지 않다면 그리고 디자인에서 우수한 어필을 하지 못한다면 아무리 성능이 좋아도 선택의 입장에 서있는 절실하지 않은 일반인들에게 선택을 기대하기는 어렵다는 생각이 들었다. Building Integrated된 시스템만이 디자인적으로 호응을 얻을 수 있고 호응을 얻어야 실제 배치될 수 있을 것이다.



hilippines 필리핀 ICEIC2010 학회



연세대 전자공학과 1-E 세세부
강 효 석 연구원 | khs3538@yonsei.ac.kr

학회참가 목적

이번 학회는 난방제어에 적용되는 지능제어 알고리즘 중 Fuzzy Control에 대해 알아보기 위한 방문이었다. Artificial Intelligence 분야에서 효과적이고 효율적인 지능제어 기술이 소개 되었으며, 이것을 저에너지 기술에 접목했을 때 많은 효과가 있을 것이라 기대된다. 현재 전단 난방 뿐만 아니라 각 방 난방에 대한 지능제어 알고리즘 적용을 시도하고 있고, 학회에서 소개된 다양한 형태의 지능제어 알고리즘을 검토하여 에너지 효율을 높이는 방안을 모색하고자 한다. 그 외 인간행동 인식, 홍채인식 등을 통하여 사람을 인식하여 인간위치 기반으로 에너지를 효율적으로 분배하는 기술에 대해서도 알아보고자 했다.

학회 주요내용

"ICEIC 2010"가 6월 30일 부터 7월 2일까지 필리핀 세부에서 개최 되었다. 이번 학술대회는 제 10회째로 개최되었고 3편의 투토리얼, 2편의 Key Note Speech, 그리고 200여편의 논문 발표되었다. 발표분야는 Solar Cell, Communication Network, Artificial Intelligence, Digital Image Processing, Control & Robot Systems 등 이었다. 특히 Communication Network 분야와 Artificial Intelligence 분야에 대한 발표가 많았으며, Artificial Intelligence 분야에서는 Fuzzy를 사용한 Controller가 인상적이었다.

참가기간동안 경험한 친환경건축/시설사례

학회가 열렸던 'Shangri-La Hotel'은 'ㄱ'자 형태로 건물배치가 되어 있었다. 'ㄱ'자 중 뿔려있는 가운데 부분은 나무와 풀이 자라고 있었다. 호텔이 숙박과 휴식을 목적으로 하는 곳이기 때문에 가까이에 있는 식물을 통해 신선한 공기를 얻을 수 있고, 심리적 안정이라는 부가적인 효과를 얻을 수 있다. 또한 필리핀이라는 곳이 덥고 습하며, 갑자기 많은 양의 비가 내리는 기후적 특징을 가지고 있어, 이 호텔과 같은 건축양식은 시멘트가 아닌 흙을 통해, 또 식물을 통해 배수나 온도조절 같은 효과를 얻을 수 있다.



CENTER FOR SUSTAINABLE HOUSING

01 green home plus 관련 언론보도



친환경 모델하우스 첫선...
국토부 '그린홈플러스' 중앙일보 경제, 2010.05.26
그 외 신문보도 15건



저에너지 친환경 아파트, 보증자리 주택 도입,
YTN, 2010.05.29
그 외 뉴스보도 2건

02 green home plus 견학

그린홈플러스 개관식이 성황리에 이루어지고 견학 문의가 쇄도하고 있으며 각종 언론과 지자체에서 실험주택에 관심을 가지고 방문을 했다. 지난 7월까지 벨기에대사관을 비롯한 건설사 관계자 및 일반인 약 650명이 방문하여 그린홈플러스의 개념과 적용 기술에 대한 이해를 높였다. 견학은 그린홈플러스 홈페이지를 통해 예약이 가능하며 각 기술에 대한 실험이 상시 진행되고 있기 때문에 매주 월요일 오후 14:00, 15:30 각 20명씩만 관람이 가능하다.



사진1 | 벨기에 총리 일행

03 green home plus 홈페이지 구축

<http://greenhomeplus.re.kr>
홈페이지를 통해 그린홈플러스의 개요 및 다양한 적용기술과 자료를 살펴 볼 수 있으며, 관람 예약을 할 수 있다.



사진2 | 홈페이지

04 green home^{plus} 핵심기술 출판

본 저서에서는 저에너지 친환경 공동주택 연구단이 지난 4년간 연구를 수행해온 연구 성과 중에서 핵심 요소기술을 중심으로 소개하고 있다. 저에너지 친환경 공동주택을 구현하기 위한 요소기술들을 Site, Building, System의 분야로 구분하여 실제 건축현장에서 적용 가능한 구체적인 기술을 제시하고 있다.



사진3 | 핵심기술 출판

05 「2010 국토해양기술대전」 참가

- 일시: 2010년 6월 30일(수) ~ 7월 2일(금)
- 장소: COEX
- 주최: 국토해양부
- 내용: 국토해양 연구 성과 발표회·기술이전 설명회 및 전시회
 - 성과 발표회 주제발표: 저에너지 친환경 공동주택 기술의 적용
 - 일시: 2010년 7월 1일(목)
 - 발표자: 연세대학교 이승복 교수



사진4 | 전시 부스 전경

06 연구원 동정

- 김태연교수(1-C 세세부 연세대학교)는 미국 버클리 대학의 부속연구소인 CBE에서 6개월간 연구를 마치고 귀국 하였다.
- 윤종호 교수(1-G 세세부 한밭대학교), 진경일교수(1-G 세세부 한밭대학교)는 2010년 4월 13일부터 16일까지 일본 동경에서 개최된 차세대 태양전지 국제컨퍼런스 참석과 일본 동경의 PV설치 건물 사례조사를 위하여 일본을 방문하였다.
- 강호석 연구원(1-E 세세부 연세대학교), 유성훈 연구원(1-E 세세부 연세대학교)은 2010년 6월 30일부터 7월 2일 까지 해외 제어 기술 동향 및 학회발표를 위해 필리핀 세부에서 개최된 ICEIC 2010 학회에 참석하였다.

07 공지사항

- 연구단 인력보강: 김주수, 박라연, 백정현 연구원
- 2010년 4월부터 12월까지 1세부 연세대학교 위탁연구기관으로써 한국토지주택공사는(책임자:이종성수석연구원) 친환경주택 성능향상을 위한 제도개선 및 기존 주택의 그린홈 활성화 방안에 관한 위탁연구과제를 수행하게 되었습니다.
- 5차년도 제1차 연구단 워크샵이 오는 2010년 8월 12일(목) 09:30~15:00까지 연세대학교 GS칼텍스 산학협력관 1층에서 열립니다.



Center for
Sustainable Housing

| 발행처 | 저에너지 친환경 공동주택 연구단

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

| 발행인 | 이승복 | 편집인 | 황석호, 김지영, 정창현, 김주수, 심아람, 송정윤, 박라연, 백정현 | e-mail | csh2006@yonsei.ac.kr

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