

Volume **12**
Newsletter
2011 **JANUARY**
www.csh.re.kr

Center for Sustainable Housing

- 03 권두언
- 04 국내 실험주택 현황
- 32 해외출장후기
- 33 연구단 주요소식



저에너지 친환경 공동주택 연구단
Center for Sustainable Housing



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

“ 실험주택에서 그린홈으로 ”

전 세계적으로 환경과 에너지에 대한 관심이 증가하는 가운데 세계 각국은 저에너지 기술 개발에 주력하고 있다. 특히 건축 분야에서 그린홈(저에너지 친환경 주택)은 탄소배출량을 저감시키고 주거환경을 향상시킬 수 있는 미래주택의 새로운 패러다임으로 떠오르고 있다. 우리나라에서도 2008년 8월 정부의 “저탄소 녹색성장” 발표 이후 그린홈의 중요성이 대중적으로 인식되기 시작하였으며 생태환경을 보전하면서 생활의 질을 높일 수 있는 그린홈을 보급하기 위한 노력들이 진행 중에 있다.

친환경 또는 저에너지 주택의 개발은 초기에는 정부 주도의 연구개발사업을 통해 시작되었다. 그러나 현재는 민간 건설업체 또한 정부 정책에 발맞추어 그린홈 모델 개발에 매진하고 있다. 이런 주택들은 고성능 단열재, 고기밀 창호, 고효율 냉난방 시스템, 환기시스템 및 신재생에너지시스템을 통해 탄소 배출을 최소화한다. 지금까지 우리는 이러한 기술들을 개발하기 위해 연구개발비를 투자해왔으며 앞으로도 더욱 효율적인 건물을 만들기 위한 신기술개발에 주력할 필요가 있다. 지금까지 만들어진 실험주택을 살펴볼 때, 우리도 이미 탄소배출 제로 주택을 만들 수 있는 기술을 가지고 있다. 반면 이러한 그린홈 기술들이 시장에 존재하느냐 하면 그건 아직 “아니오”다. 보다 나은 신기술의 개발도 필요하지만 이미 개발된 기술들을 시장에 충분히 보급하여 그린홈이 실제로 지어지도록 하는 일이 장래의 중요한 이슈가 되어야 한다. 우리 연구단에서 “그린홈 플러스”를 구축하면서 발견된 가장 큰 문제는 그린홈을 실제로 지어줄 사람들이 부족하다는 것이었다. 그린홈의 특성을 이해하고 새로운 기술을 받아들여 설계한 그대로의 성능을 만족하도록 만들어 줄 사람이 필요하다. 이제 연구실에서, 그리고 실험주택에서 개발된 기술들을 현장 실무자들이 이해하고 실무에 적용할 수 있도록 해줄 교육 시스템이 필요하며 그들의 능력을 검증하고 자격을 부여할 수 있는 시스템도 만들어져야 한다. 또한, 건물이 만들어진 후에 그 성능을 제대로 평가할 수 있는 시스템이 필요하며 나아가 정부는 평가된 성능을 바탕으로 각종 인센티브와 규제 정책을 시행할 수 있게 된다. 이러한 변화가 계속되고 친환경 주택, 건물에 대한 가치가 상승하면 민간의 투자가 확대되고 시장은 지속할 수 있는 힘을 얻게 된다.

그린홈에 대한 대중의 관심은 과거에 비해 높아졌고 민간 업체들도 앞 다퉈 제로에너지 주택, 친환경 주택 모델들을 내놓고 있지만 아직 시장의 변화는 미미하다. 본 고에서는 지금까지 우리가 해 온 일과 우리가 가진 것들을 이야기하려 한다. 그러나 보다 관심을 갖고 고민해야 할 일은 앞으로 우리가 해나가야 할 일들이다. 이제 실험주택이 아닌 실제 사람들이사는 집을 지어야 한다는 점은 모든 이의 동의를 얻기에 충분할 것이며, 이를 위해 우리가 앞으로 해야 할 일들을 정리해야 할 것이다.

국내 실험주택 현황

지구온난화와 고유가로 인해 요즘 건축분야의 세계적인 화두는 탄소중립 및 저에너지 건축분야로 관심이 집중되고 있다. 우리나라 건물분야의 에너지 소비는 국가 총에너지 소비의 25% 이상(영국 50%, 미국 33%, 독일 30%)을 차지하고 있으며, 이 중에서도 18%가 주거건물 분야에서 소비되고 있다. 특히, 난방 및 급탕 분야의 비중이 80%를 상회하고 있다. 또한, 거주자의 요구사항을 살펴보면 경제수준 향상에 따라 보다 높은 쾌적성을 요구하고 있으며, 이로 인하여 냉·난방 비용의 증가가 예상되고 있는 실정이다.

따라서 주택 및 건설업계는 정부와 국제사회가 요구하는 온실가스 감축 기조에 발맞추고 '환경'이라는 거대한 녹색 바람을 맞이하며 냉·난방 비용 절감 및 이산화탄소 배출 zero에 도전하고 있다.

제로에너지 솔라하우스(ZeSH1,2)

- 주관기업 : 한국에너지기술연구원
- 건립일 : 2002년 12월, 2009년 3월



Plus50 환경공생빌딩

- 주관기업 : 한국건설기술연구원
- 건립일 : 2007년 11월



Eco-3리터 하우스(단독형, 공동주택형)

- 주관기업 : 대림산업
- 건립일 : 2005년 12월, 2006년 9월



Green Tommorrow 전시하우스

- 주관기업 : 삼성물산
- 건립일 : 2009년 11월

이러한 연구는 2000년대 초반부터 시작하여 국가의 연구기관 뿐만 아니라 민간 기업에서 또한 다양한 노력이 시도되어 왔다. 2009년, 정부에서는 2025년까지 제로에너지 건물 의무화 하겠다는 발표 이후에 더욱 많은 실험 주택들이 속속 개관하고 있다. 이번 뉴스레터에서는 이러한 국내의 저에너지 친환경 관련 실험주택에 대한 내용에 대해 소개하고자 한다.

그린홈플러스

- 주관기업 : 저에너지 친환경 공동주택 연구단
- 건립일 : 2010년 5월



제너하임

- 주관기업 : 대우건설
- 건립일 : 2010년 8월



CENTER FOR SUSTAINABLE HOUSING



장수명 공동주택 실험주택

- 주관기업 : LH 한국토지주택공사
- 건립일 : 2010년 6월



건축환경연구센터

- 주관기업 : KCC중앙연구소
- 건립일 : 2010년 12월



제로에너지 솔라하우스 (ZeSH 1,2)

건립목적 및 사업개요

ZeSH(제로에너지 솔라하우스, 이하 ZeSH)-1은 패시브적 기술과 액티브적 기술의 합리적 적용을 통해 주택에서 소비되는 화석연료 사용량을 궁극적으로 완전 제로화하기 위한 통합설계, 시공과 관련 요소기술의 개발되었다. 1단계(2000년-2003년) 연구목표로 주택 총열부하의 70%를 자립한 KIER ZeSH-1을 개발 건립하고, 2003년부터 현재까지 정밀 모니터링을 통해 실제로 매년 총열부하의 70%를 자립할 수 있음을 실험적으로 입증하고 있다. ZeSH-2는 ZeSH-1의 기술적 가능성 입증에 기반 하여 상용화를 위한 성능목표와 비용목표를 동시에 충족할 수 있는 제로에너지주택의 통합설계, 시공 및 관련 요소기술의 개발되었다. 2단계(2004년-2008년) 연구목표로 전기부하를 포함한 주택 총부하의 70%를 자립하면서, 초기투자비가 기존주택 대비 20% 미만인 KIER ZeSH-2를 개발 건립되었는데 구법개발을 통한 경제성확보 및 요소기술의 최적화 연구에 중점을 두고 있으며, 단지규모의 대규모 보급을 위한 기술개발이 최종목표이다.

윤종호
국립한밭대학교
건축공학과 교수
jhyoon@daum.net



백남춘
한국에너지기술연구원
책임연구원
jbaek@kier.re.kr

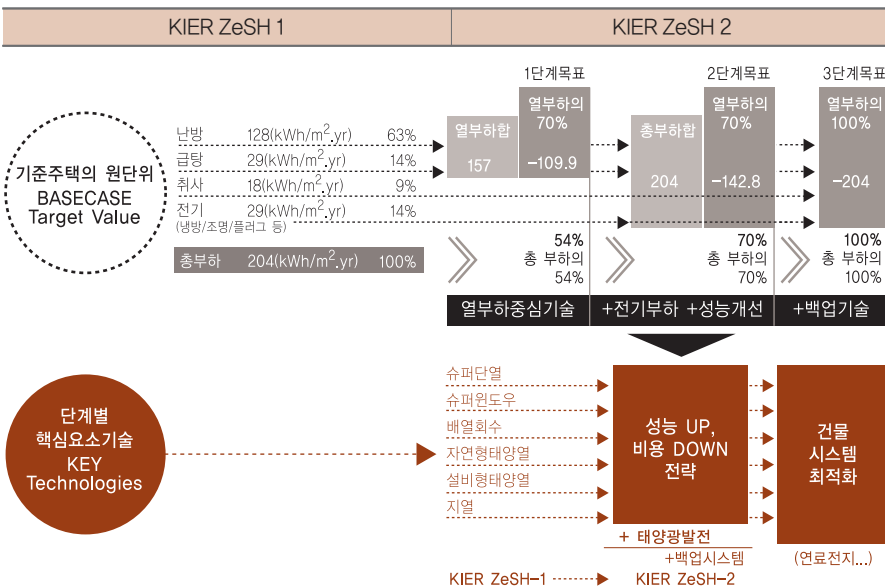


특성 및 차별성

ZeSH-1은 국내 최초의 제로에너지주택으로 국내 그린홈 기술의 모태이다. 슈퍼단열, 슈퍼윈도우, 기밀열교, 배열회수, 자연형태양열, 설비형태양열, 지열 등의 핵심요소기술 적용되었으며 실제 거주조건에서 장기 모니터링 실측실험 성능을 입증하고 있는 유일주택이다. 패시브적 열부하저감기술과 태양열 및 지열연계 저온복사난방 히트펌프시스템이 특성이다. ZeSH-2는 열 및 전기부하를 포함한 총부하의 자립율 목표로 지어져 상용화를 위한 비용목표가 도입된 제로에너지주택이다. 기존 ZeSH-1 기술에 태양광 등 전기관련 요소기술 도입으로 벽면일체형 메가집열기 태양열 기술과 지붕일체형태양광발전기술, 그리고 하이브리드 환기배열회수 시스템과 컴팩트형 통합 냉난방급탕 시스템을 가지고 있는 것이 특징이다.

	KIER ZeSH 1	KIER ZeSH 2
건립년도	2002. 12	2009. 3
설치위치	대전광역시 유성구 장동	대전광역시 유성구 장동
주관기관	한국에너지기술연구원	한국에너지기술연구원
면적 및 규모	1층 : 94㎡ 2층 : 70㎡	1층 : 104㎡ 2층 : 56㎡ 지하층 : 107㎡

단계별 성능목표 및 핵심 요소기술



■ KIER ZeSH 1



■ KIER ZeSH 1

활용효과

ZeSH-1기존 에너지절약형주택의 첨단모델과 기존 태양열주택의 차세대개선모델, 그리고 유럽 패시브주택의 국내형 표준모델 제시하였다. 동시에 국내 그린홈의 설계/시공 표준모델 제시하고 있으며 장기 실측데이터를 통한 제로에너지 주택의 성능 입증하여 활용되고 있다. ZeSH-2는 전기부하를 포함한 총부하적 측면의 제로에너지주택 표준모델 제시하고 있다. 상용화를 위한 비용목표가 도입된 제로에너지주택의 표준모델과 그린홈을 위한 태양광, 태양열, 지열의 최적 활용을 표준 지침용으로 이용되고 있다.

향후계획

ZeSH-1,2를 통해 향후 단지규모의 제로에너지커뮤니티 주거단지 개발 보급 중으로 각종 요소기술의 최적화 및 이를 통한 요소제품의 상용화와 시장구축에 도움이 될 것이며 완전 제로에너지화를 위한 백업설비기술의 상용화에 지장이 될 것이다.



Eco-3리터 하우스 (단독형, 공동주택형)

도입

요즘, 거주자의 가장 큰 요구 중에 하나는 비용이 적게 드는 에너지 효율적인 건물을 원하고 있으며, 이러한 에너지 효율적인 건물을 설계하기 위한 방안으로는 태양열, 자연환기 등의 자연에너지를 활용하는 방안, 에너지 성능을 향상시키기 위한 외피단열강화, 건축설비 및 설비제어의 방안 등이 있는데 대림산업에서 이런 기술개발요소를 바탕으로 구축한 ECO-3LITER HOUSE를 소개하고자 한다.

대림산업 ECO-3LITER HOUSE (패시브 하우스 인증) 적용 기술

ECO-3LITER HOUSE 적용기술

(1) 수퍼외단열(Superinsulation), 열교방지설계 기술, 기밀시공
ECO-3LITER HOUSE의 기본개념은 내부발열과 자연형 태양열 획득을 통해 난방을 하고, 부족한 열량에 대해서만 난방시스템을 통해 공급받는 것(통상적인 난방시스템 생략기능)을 원칙으로 한다.

원종서
대림산업(주) 기술연구소
환경연구지원팀
책임연구원, 공학박사
wonjs@daelim.co.kr



따라서, 이를 충족시키기 위해서 열손실을 최소로 하여야 하며 건물외피의 열관류율은 $0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 이하를 만족시켜야 한다. 대림산업의 용인 및 대덕의 ECO-3LITER HOUSE는 $0.08 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 로 설계되었다. 또한, 열전달에 의한 손실은 일반 건축요소를 통한 열류뿐만 아니라 우각부나 접합부에 나타나는 열교현상을 통해서 나타나므로, 열교를 통한 열손실(선형열교계수)은 $\psi=0.01 \text{ W}/\text{mK}$ 이하(벽체부위)로 설계 및 시공되어야만 한다. 건물외피의 기밀은 매우 중요한 요소 중에 하나로 n50(실내외 압력차 50 Pa)에서 $0.6 \text{ 회}/\text{h}^1$ 이하(일반주택 4~5 회/h)가 되어야 한다. 따라서 이를 만족시키기 위한 기밀시공사례는 그림2와 같다.

(2) 폐열회수 환기시스템과 지중덕트 적용

ECO-3LITER HOUSE는 열손실을 최소화하기 위해 고기밀 시공되므로 건강한 실내공기 환경을 유지하기 위해서 환기시스템의 설치 필수적이다. 환기시스템의 환기율은 $0.25 \sim 0.4 \text{ 회}/\text{h}$ 이며, 이보다 환기율이 커지면 겨울철에 건조공기 유입으로 인해 실내환경이 불쾌적하게 된다. 열교환기의 효율(현열)은 75%이상 되어야 하며, 대항류형 열교환기가 사용되고, 동절기 및 하절기의 환기부하를 줄이기 위해 지중덕트(깊이 2.5m, 길이 30m이상, 그림3 참조)를 통해 외기도입을 한다.



[그림1] 바닥 및 외벽부위 단열공사



[그림3] 전열교환환기시스템 및 지중덕트 공기도입부



■ 2-1



■ 2-2



■ 2-3

[그림2] 기밀시공사례
2-1, 콘센트박스 기밀
2-2, 천장부위 기밀테이핑
2-3, 창호주변 기밀시공

1) ACH50 : Air Change per Hour @50 Pa (50P의 압력차에서 시간당 환기횟수) 기밀기준(미국 주거건물), 매우기밀(2 ACH50, 다스기밀 2~5 ACH50, 보통기밀 5~10 ACH50, 매우느슨)20 ACH50

(3) 자연형 태양열 획득과 수퍼창호시스템 적용

3리터 하우스 난방요구량의 1/3은 창을 통한 자연형 태양열 획득에 의해 공급된다. 따라서, 창은 투과율(g-value) 50%이상, 여름철 과열방지를 위해 개폐가능하여야 하고 차양장치의 설치가 필수적이며, 열관류율은 0.8 W/m²K 이하로 설계되어야 한다. 이 값을 만족하기 위해서는 3중 양면Low-e 코팅 유리를 사용해야 하며, 가스충진(아르곤, 크립톤)을 할 경우 열관류율을 0.6 W/m²K까지 낮출 수 있다.

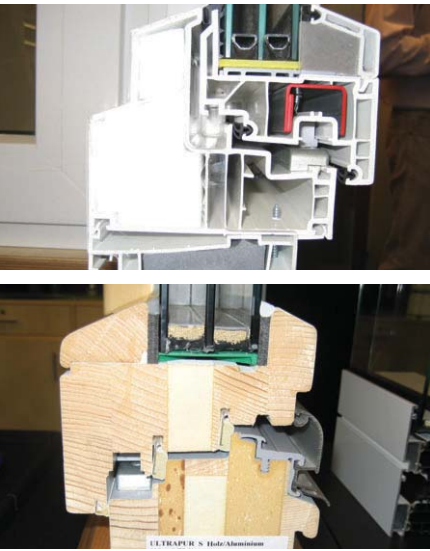
또한, 창틀의 경우도 열관류율 0.8 W/m²K이하로 설계하여(그림4 참조), 열손실의 불균형을 해소시켜야 한다. 창의 경우는 올바른 시공이 중요하며, 외피단열라인에 설치하되 창틀 주위는 단열재를 중첩하여 열교를 최소로 해야 한다.

(4) 신재생에너지 활용

상기 (1)(2)(3)의 기술적용을 통해 80% 이상 건물부하가 줄어든 ECO-3LITER HOUSE는 신재생에너지 적용에 보다 신뢰성과 융통성을 제공하게 된다.

사례로, 용인 ECO-3LITER HOUSE(단독주택, 그림5 참조)에는 1kW급 연료전지(전기생산+난방+급탕)가 적용되었으며, 대덕 ECO-3LITER HOUSE(공동주택, 그림6 참조)에는 지열시스템(20RT), 태양광발전시스템(30kWp), 풍력발전시스템(1kWp), 진공관식 태양열시스템이 적용되어 에너지생산 주택으로 설계 및 시공되었다(발전용량 : 50,000 kWh/a).

특히, 대덕 ECO-3LITER HOUSE의 경우 지열시스템을 이용한 바닥복사냉난방시스템 적용되어, 기존의 온돌배관을 그대로 이용하여 냉방을 하며, 여름철 잠열처리의 경우 상시환기 시스템과 지열히트펌프를 통합한 통합형 환기시스템이 적용되어 바닥표면결로를 방지하게 설계되었다.



[그림4] 3중 창호시스템



구조	철근콘크리트
적용기술	수퍼단열, 3중 양면 low-e 창호, 고밀시공, 이중외피시스템(거실부위), 연료전지(PEMFC), 폐열회수환기시스템(지중덕트 연계), PCM
에너지소비량	14.9 kWh/m ² .a(설계치)
난방면적	138m ²

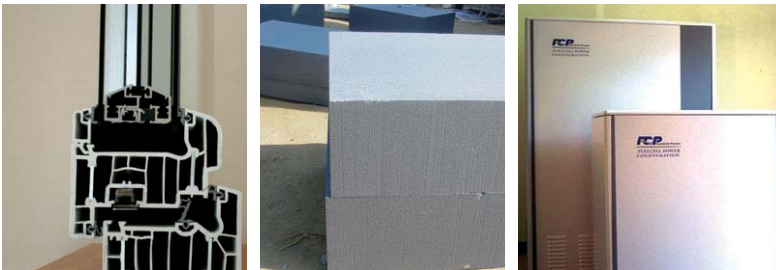


맺음말

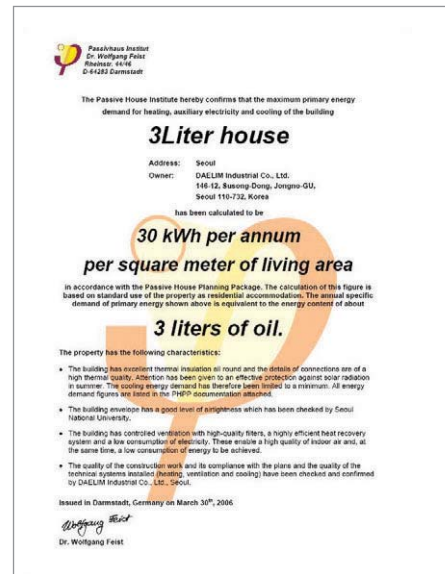
지금까지 ECO-3LITER HOUSE에 대하여 간략하게 살펴보았으며, 적용된 저에너지 기술을 정리하면, 건축물의 부하를 저감하는 기술을 통해 액티브(active)시스템의 용량을 최소화하고 이를 통해, 비교적 효율이 낮은(가격대비 성능) 신재생에너지 사용을 가능케 하여 환경부하를 최소화하는 기술이 적용되었다. 또한, 저에너지 건축물이 시장에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 추가공사비 10%이하, 비용회수기간(payback period)이 10년 이하가 되어야 사업성이 있는 것으로 나타났다.

유럽의 경우, 최초의 패시브하우스가 17년 전에 개발되어 시공되었으며, 패시브하우스(초에너지절약주택)시범보급 사업인 CEPHEUS(Cost Efficient Passive House as European Standards)프로젝트가 2001년에 마무리 되면서 독일, 오스트리아, 스위스를 중심으로 약 10,000여 가구의 초에너지절약주택이 본격적으로 보급되고 있다.

우리나라의 경우, 저에너지주택 보급을 위해 대책연구가 진행 중에 있으며, 또한 실용화를 위해 대림산업에서는 2010년에는 50%를 목표로 설정하여 보급에 힘쓰고 있고, 앞으로 최종목표인 제로에너지, 나아가 에너지 생산주택의 보급까지는 해결해야 할 여러 가지문제점들이 남아 있다.



[그림5] 용인 ECO-3LITER HOUSE의 적용기술 (단독주택 2005. 12)



[그림6] 대덕 ECO-3LITER HOUSE (2006. 9, 부분개수 2008. 7)



Plus 50 환경공생빌딩

Plus50 환경공생빌딩 연구목표

경기도 고양시 시민대로 1190번지에 위치한 한국건설기술연구원 대지 내에 개관한 Plus 50 환경공생빌딩은 4가지 지표를 가지고 출발하였다. 첫째 Energy-Efficiency로 냉·난방에너지 수요 최소화와 신재생에너지 활용, 둘째 Eco-Efficiency로 방열량·우수유출량 최소화 및 식물소재·재생소재 이용, 셋째 Extended Life로 장수명 주택 시스템 구축과 부품화와 건식화를 통한 건축폐기물 최소화 기술검증, 넷째 Economical-Efficiency로 Life Cycle Cost 절감을 고려하였다. Plus 50은 기술검증을 통하여 신재생 및 재생소재 개발과 지속가능한 건축요소기술을 실현하고 건물 냉난방에너지 소비 50% 저감, 건물 수명 50년 연장, 재생소재 및 부품화율 50% 사용을 최종 목표로 하였다.

김수암 박사
한국건설기술연구원
건축도시연구본부장
sakim@kict.re.kr



연도	2007년 11월 8일 개관
연면적	1,084.96㎡
건축면적	285.56㎡
구조	철근콘크리트
규모	지상 4층
대지 위치	경기도 고양시 한국건설기술연구원
용도	그린빌딩 친환경 기술요소 실현 실험주택
층수	4층 6세대(세대당 전용면적 85㎡), 1층은 기계실과 실험실

Plus50 환경공생빌딩 요소기술

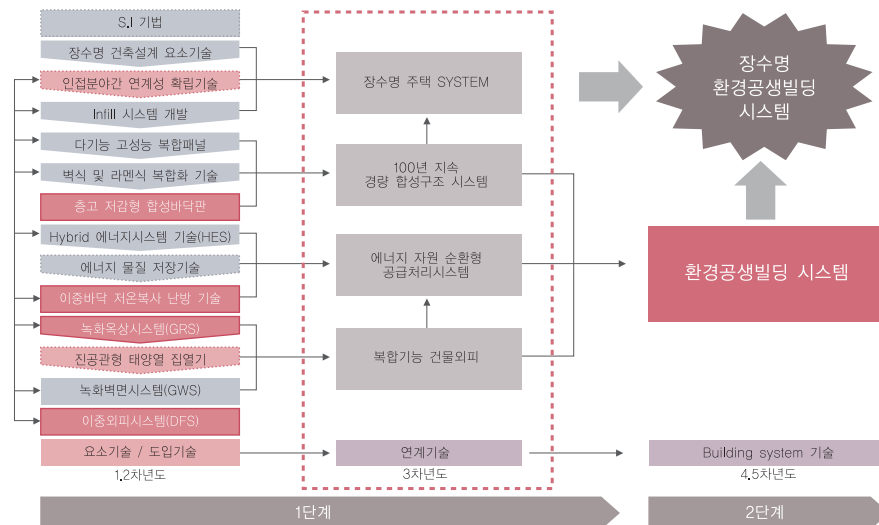
Plus50 환경공생빌딩은 설계, 구조, 설비 그리고 건물 외피 등 4개 연구 분야에 걸쳐 12가지의 요소기술을 적용하였다.

건축설계분야

100년 이상 지속 가능한 구조체의 내구성을 전제로 시간의 흐름에 대응한 사회적·기능적 수명을 좌우하는 리모델링 및 가변성과 유지관리가 용이한 주택설계기술로 장수명 공동주택 설계 시스템을 개발하였다. 장수명 공동주택 설계는 첫째 거주자의 취향에 따른 공간의 재구성(수평방향과 수직방향의 가변성과 다양성)과 이를 지지하는 자립형 가동 경량칸막이 벽체(패널타입과 가구타입)와 전기 배선시스템 등을 용이하게 하는 가변성, 둘째 구조체와 내장재 및 설비의 분리 설계와 시공을 통하여 리모델링의 용이성 달성, 셋째 공용설비의 공용부분에 배치와 대형 점검구 설치 및 전용설비의 2중바닥 도입과 상상배관, 2중배관(외관 속에 온수와 냉수의 2개 작은 배관 삽입) 등의 도입 등을 통한 유지관리를 용이하게 하는 구법을 적용하였다. 라멘구조, Flat Plate 구조, 복합구조 방식에 30cm를 기반으로 하는 Single Grid의 MC설계에 따른 모듈화와 시스템화 적용, 층고 3.2m와 4.5m(1.5층)를 적용한 수평방향과 수직방향의 가변성과 다양성을 실현, 85㎡ 2호를 60+50+60㎡ 3호로 분할하거나, 85㎡를 60+25㎡, 50+35㎡ 등 2호로 분할하여 SOHO 적용, 부분임대형 실현 등 다양한 사용변화의 추구, 4.5m 층고를 1층 혹은 최상층 적용으로 다양한 가능성을 실현할 수 있도록 제시하였다. 그리고 여단이 미서기 들어올려 열개 복합문, 부역의 이동, 문과 전기설비의 복합문, 가구칸막이벽체, 패널칸막이벽체 등의 Infill 부품의 개발적용 및 2중외피, 외단열시스템 개발적용, UBR 등의 기성시스템의 변형적용 등으로 공동주택의 공간가변 실현과 내장부품 산업화 기반을 구축하고, 100% Infill 건식화 시공을 실시하여 내장공기를 1/3~1/2로 공기를 단축하였다.



[그림 1] Plus 50 환경공생빌딩 전경



[그림2] Plus 50 환경공생빌딩 기술개발 체계도

건축구조분야

층고절감을 통해 주택의 공간을 넓혀주고 같은 높이에서 더 많은 아파트 층을 확보하게 할 수 있는 100년 지속 가능한 다기능 경량 합성구조를 개발·적용했다. 다기능 경량 합성구조는 열교현상, 아연도금의 열화, 내화피복의 문제점을 해결하고 건설폐기물을 50% 이상 절감하고 50% 이상을 재활용 할 수 있는 구조이다.

건축설비분야

에너지 자원 순환형 공급처리시스템은 화석연료를 사용하지 않고 신재생에너지원인 지열과 태양열을 냉난방 및 급탕에 복합 이용하는 시스템으로 에너지소비율 50% 이상 절감할 수 있으며, 이를 연계한 저온복사난방시스템으로 3R(Reduce, Reuse, Recycle)건축자재, 친환경 공법을 개발을 이루었다. 또한 온돌시스템의 건식화 및 2중바닥화와 기존의 온수파이프 관경의 1/2이하인 관경을 사용하여 시공의 용이성과 열효율의 향상, 경량충격음의 저감을 도모하였다.

건물외피분야

복합기능 생태적 건물외피 조성기술을 개발·적용하였다. 옥상녹화 시스템으로 옥상부 우수 유출량 60% 및 방열량 50% 저감, 그리고 이중창호시스템으로 건물 냉방에너지 50% 및 난방에너지 20% 저감, 벽면녹화로 기존 콘크리트 벽면 대비 방열량 30%를 저감 가능하게 하였다.

Plus50 환경공생빌딩의 앞으로의 갈 길

Plus 50 환경공생빌딩은 과밀 기존도시의 열섬현상 완화, 생물서식 공간 확보, 그리고 빗물의 유출량을 저감하여 도시홍수를 막고, 궁극적으로 인간과 자연이 공존할 수 있는 친환경 공간의 조성과 도시 생태문제의 극복이라는 사회적 목표실현을 가능하게 할 수 있는 혁신적인 기술로 이루어져 있다. 고부가 시대 대응을 위한 건물에너지 절약 기술 혁신과 기후변화 등 도시생태 문제 해결을 위한 건축차원의 대응 기술 개발 필요, 대규모 환경 친화적 주거단지에 개발수요 대응 기술개발 필요로 탄생한 Plus50 공생빌딩은 모니터링 연구로 에너지 절약 성능 평가 및 생태적 건물외피 성장 모니터링을 실시하고 있으며 요소기술 상용화로 초고층 건축용 이중외피 모델 개발과 창조산업 미래시장에 대한 전략적인 방향을 모색하고 있다. 장수명 주택 기술은 준공이후 많은 국내외 전문가와 학생들의 견학코스로 활용되고 있으며, 이후 장수명 주택의 연구와 새로운 평면 개발에 대한 많은 시사점을 제공해주고 있다. Plus 50 환경공생 빌딩은 환경공생주택 상품개발로 신개념 주거유형구축, 구조 방식개선, 클래딩·생산(시공) 기술을 꾸준히 이루어낼 것이다. 본 연구결과를 바탕으로 보금자리 주택의 경제적인 건설 및 민간의 새로운 주택형의 개발과 연계하여 더욱 발전시켜 나갈 예정이다.



[그림3] Plus 50 환경공생빌딩 301호 구성도



Green Tomorrow 전시하우스

전기료, 난방료 “0” 꿈의 주택 ‘GREEN TOMORROW’

경기도 용인시 중동에 들어서 친환경 기술실현을 통한 건축물 에너지 효율분야의 GLOBAL FUTURE MARK 건물 구현을 목표로 하는 Green Tomorrow는 생애주기에 걸친 지속가능성에 근간을 두고 건물의 환경부하와 에너지 부하를 줄이는 동시에 생활 편의를 도모하고자 구축한 미래형 건축물이다. 단순히 친환경 기술을 개별적으로 전시하는 공간이 아닌 실제로 사람이 거주할 수 있도록 자연의 빛과 열에너지 확보를 고려한 정남형, 장방형 설계와 배치, 3중 창호, 진공 단열재, 하늘을 향한 복도 외창, 이중외피 등을 통해 에너지 사용량을 기존 주택 대비 56%정도 낮췄고 태양광 발전, 지열, 풍력 등 신재생 에너지를 통해 (그림1 참조) 나머지 44%를 충당했다. 궁극적으로 화석에너지를 사용하지 않아 이산화탄소 배출도 없는 말 그대로 ‘꿈의 그린 하우스’인 셈이다.

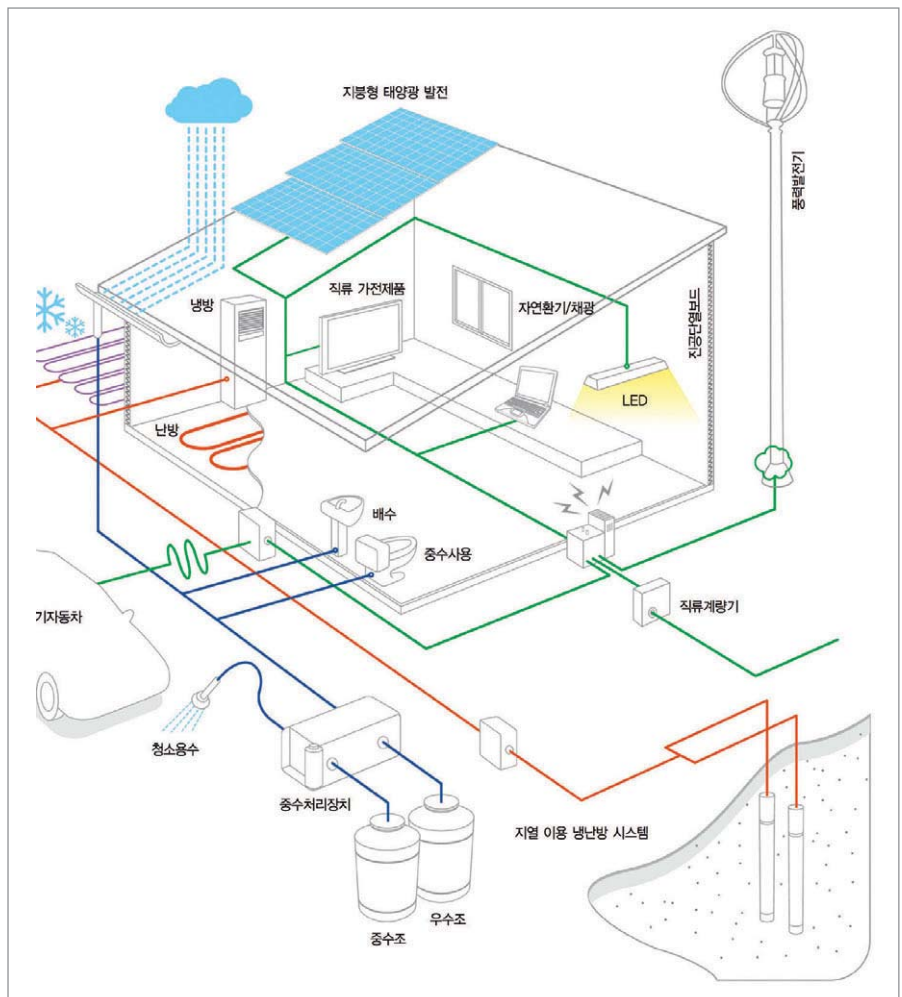
삼성물산 홍보팀



GREEN TOMORROW는 표 1과 같이 크게 3단계 특성으로 되어 있다. Zero Energy는 건물 효율화를 통해 에너지 사용량을 큰 폭으로 저감한 후, 신재생 에너지를 통해 사용량 이상의 에너지를 생산하여 연간 에너지 수지를 '0' 또는 '-'로 유지하고 있으며 Zero Emission는 건물 Life Cycle (건설~운영~폐기) 전 단계의 CO2 발생을 '0'으로 유지. 건설단계 CO2 배출량 이상을 운영단계에서 추가 저감하여 건설/폐기단계의 CO2 발생을 상쇄하여 환경부하 저감을 목표로 하고 있다. 그리고 마지막 Green IT는 IT 기술을 바탕으로 건물의 친환경·에너지 효율을 높이고 인간 중심의 편의공간을 창출하는 기술을 표현한다.



연도	2009년 11월 개관
규모 및 용도	2동 676㎡(홍보관 276㎡, 전시관 400㎡)
대지 위치	경기도 용인시 기흥구 중동 1026-1(용인 동백지구)



[그림 1] GREEN TOMORROW 구성도

Zero Energy		
Passive Design	Active Design 직류배전	신재생에너지
<ul style="list-style-type: none"> · 건물배치 · 열성능 향상 · 자연채광 · 자연환기 	<ul style="list-style-type: none"> · 고효율 설비기기 	<ul style="list-style-type: none"> · 태양광 전지열 이냉난방 · 태양열 급탕 · 연료전지 · 풍력발전

Zero Emission		
친환경 건축자재	물 이용 효율화 우수이용	폐기물 저감 및 재활용
<ul style="list-style-type: none"> · 재활용, 재사용 자재 · 유해물질 저방출 감재 	<ul style="list-style-type: none"> · 중수재활용 · 절수형 수전 · 절수형 양변기 	<ul style="list-style-type: none"> · 공사중 폐기물 관리 · 운영중 폐기물 관리

Green IT		
에너지관리 시스템	홈네트워크	RFID기반기술
<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 그리드 · 실내환경 센서 제어 에너지 정보알림 	<ul style="list-style-type: none"> · 오디오 파일 공유 시스템 · 재택근무 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> · 주방관리 홈케어 · 의료관리시스템

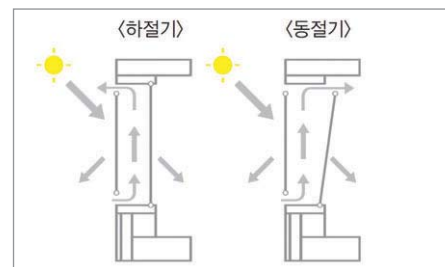
[표 1] GREEN TOMORROW의 3단계 구성

GREEN TOMORROW의 Human + Nature

GREEN TOMORROW는 '제로 에너지' 기술 집합소로 68가지 친환경 기술은 에너지 생산보다 에너지 자체를 보존하는 것에 중점을 두었다. 기존 단열재보다 열전도율이 9분의 1에 불과한 냉장고 단열에 쓰이는 진공단열보드를 건물의 단열재로 쓰고 창에는 3중 창호를, 현관에는 이중외피시스템을 적용했으며 옥상의 식물도 관상용이라기보다는 단열성을 높이기 위해 안배했다. 물론 단열이 너무 높으면 환기가 잘 되지 않는 단점이 생긴다. 내부 공기가 탁해지기 때문이다. 하지만 이런 문제는 높이가 다른 곳에 창문을 설치해 맞통풍이 가능하도록 하면서도 열 손실을 최소화 하여 열회수형 환기시스템을 적용했다. 현관의 이중 외피 시스템은 두 개의 유리 사이에 설치한 블라인드로 실내유입 일사를 차단하고, 외피 사이의 중공층을 외부와의 완충공간으로 활용하여 열적성능과 환기 성능을 향상시킨다. 거실의 잠열 축열 시트는 액체에서 고체로 또는 고체에서 액체로 변하는 과정에서 발생하는 잠열 에너지를 이용한 기능성 자재이다. 준온도(26°C) 이상에서는 잠열 축열 시트가 열을 흡수하고 기온이 20°C 이하에서는 저장한 열을 방출하여 실내온도가 일정하게 유지된다. GREEN TOMORROW 냉난방은 지열발전시스템이 맞는다. 최대 200m 땅속에 6개의 구멍을 뚫은 뒤 동근관을 묻어 물을 순환시키는 장치로 연중 내내 섭씨 15도를 유지하는 땅속 온도를 이용해 여름엔 냉방, 겨울엔 난방용으로 사용한다. 그리고 차고의 지열 이용 냉난방 시스템은 연중 온도 약 15°C를 유지하는 지하 10m 이하의 지열을 건물의 냉난 방 에너지원으로 이용한 시스템이다. 지열을 이용한 고효율 히트펌프는 에어컨과 바닥온수난방으로 연계되어 냉난방 에너지를 저감한다. 전기 낭비를 위한 숨은 기술로 직류적원(DC) 배전기술을 적용해 교류전원을 직류 전원으로 변화하는 과정을 생략하여 전환할 때 발생하는 전력손실을 최대한 줄였다. 직류뿐만 아니라 LED 조명을 비롯해 전기기구와 단열욕조, 절수형 양변기 등 효율이 높은 설비를 사용했다. 외부의 지붕형 태양광 발전은 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 설비로 아간에는 마당에 설치된 소형 풍력발전기와 태양광발전기가 이를 대체한다.



■ 3중 창호



■ 이중 외피 시스템



■ 태양열 급탕 시스템

GREEN TOMORROW의 Future

2009년 10월 5일 정부는 녹색성장 추진방안을 통해 “2025년까지 제로에너지 주택 도입을 완료하겠다.”고 밝힘에 따라 관련 기술 개발은 가속화될 전망이다. 온실가스 감축 기조에 발맞춰 건설사들은 외부에너지 사용 없이 내부에서 100% 충족하는 이른바 ‘제로에너지’ 주택 기술 개발을 위해 발 빠르게 움직일 전망이다. 이런 친환경 건설 주택 붐을 이루고 있는 가운데 삼성물산은 저층부(1~3층)와 최상층을 대상으로 냉·난방에너지를 80%까지 절감한 아파트를 시범 공급해 나가고 나머지 20%는 신재생에너지를 통해 생산한 친환경 에너지로 대체한다는 계획을 가지고 있다. 또 오는 2013년부터 향후 래미안 아파트등은 GREEN TOMORROW로 통해 검증된 기술을 적용, 업그레이드 된 GREEN TOMORROW 형태로 건설할 예정이다. 하지만 아무리 좋은 기술이 있다 해도 경제성 원리를 벗어나면 실생활 구현의 최대 걸림돌이 되기 마련으로 현재 기술로 단독주택인 GREEN TOMORROW는 3.3㎡당 1000만~1500만원으로 일반 주택의 2배 이상의 부담이 적용된다. 하지만 삼성물산은 GREEN TOMORROW에 축적된 경제성이 높은 15~20가지 기술을 상용화 하고 기술발전으로 비용을 낮춰 향후 기술 효율성 제고와 단가 하락, 본격적인 친환경 주택시장이 형성될 건설 시장을 볼 때 2015년부터 일반주택보다 10%정도 비싼 수준으로 시공비를 억제할 수 있을 것으로 기대한다. 그리고 건축비용이 높아지는 게 사실이나 전체적인 친환경적인 에너지 효율을 감안한다면 입주자는 10년 뒤에 오히려 돈 보는 주택이 되는 셈으로 경제성 안정도 도모할 수 있을 것이다. GREEN TOMORROW는 자연과 인간이 함께 살아갈 지속 가능한 미래의 삶을 목표로 에너지 효율만 높이는 데 만족하지 않고 건축자재도 재생 목재·바이오융합자재 등 친환경 마감재, 생태적 기법을 적용한 친환경 조경 등으로 이산화탄소 배출을 최소화해 친환경으로 구성함으로써 국내 최초로 미국그린빌딩협회의 LEED 최고등급인 플래티넘을 받았다. 단순 기술전시나 콘셉트를 제시하는 수준을 뛰어넘어 친환경 에너지 기술을 통한, 최적화하여 구현한 실제 거주 공간임을 인정받은 것이다. GREEN TOMORROW의 최종 목표는 지속 가능한 건물이 선택이 아닌 표준이 되어 에너지 자립 환경을 실현하고 환경부하를 최소화하며 인간 편의를 고려한 친환경 건축의 새로운 비전을 제시하여 자연을 거스르지 않는 더 행복한 내일을 지향할 것이다.



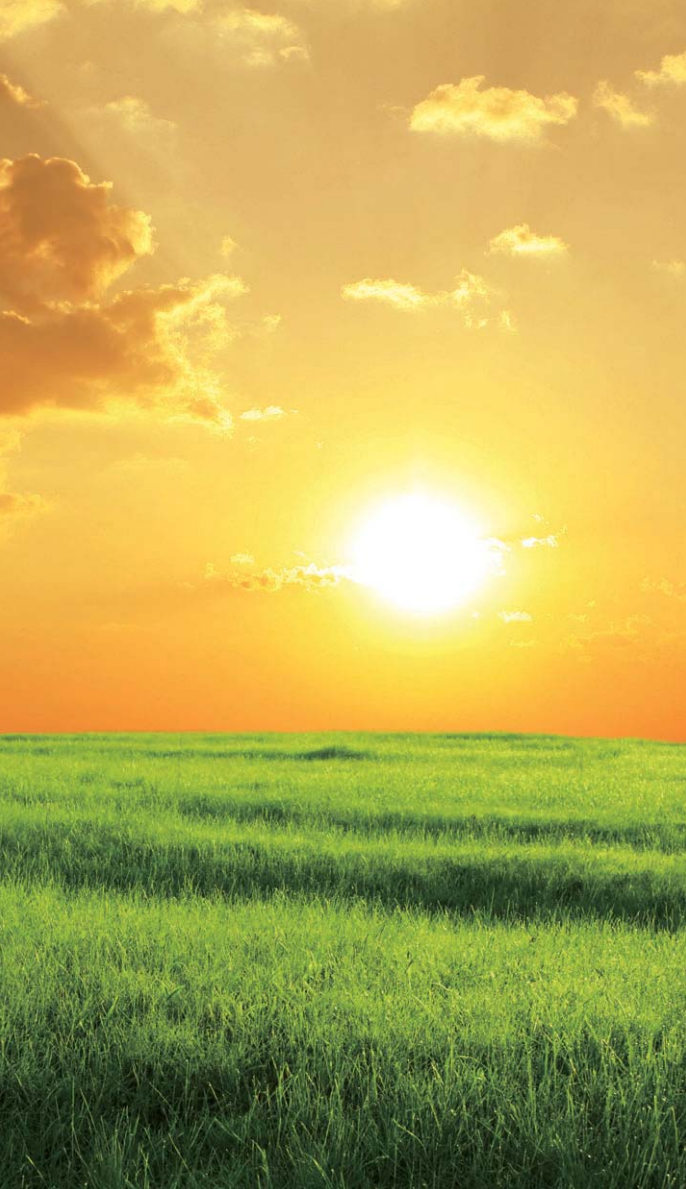
■ 선풍 공기순환 시스템



■ 블라인드형 태양광 발전



- 지열 이용 냉난방 시스템
- 저온 바닥난방
- 자연 채광
- 직류(DC) 적원 배전



GREENHOME PLUS

저탄소 녹색 성장 대한민국 친환경 표준주택의 지표 'GREENHOME PLUS'

그린홈 플러스는 2006년부터 정부가 국토해양부 연구개발(R&D) 예산을 지원해 산·학·연 합동으로 추진하고 대림 산업(통합시공)을 비롯한 32개 업체, 연세대 등 9개 대학, 한국건설기술연구원 등 4개 연구기관이 참여하여 탄생되었다. 그린홈 플러스는 '저에너지 친환경 공동주택 기술개발'의 연구 성과물인 동시에 '저탄소 녹색성장'을 표방하는 명실상부한 '대한민국 친환경 표준주택'이다. 그린홈 플러스는 4가지 지표를 가지고 있다. 첫째는 Eco-friendly로 녹화시스템구현과 수자원 절약을 위한 친환경성 기술 마련 및 반영을 의미하고, 둘째, Comfort Health는 편리한 거주성 건설로 열쾌적 설계와 실내공기질 향상을 위한 노력이다. 셋째, Low Cost는 초기투자비의 신속한 회수 및 유지관리비와 에너지 소비 절감으로 경쟁력 있는 경제성 실현이다. 그리고 마지막으로 Zero Energy는 건물부하저감으로 시스템 에너지를 낮추고 신재생 에너지 기술적용에 도움이 되는 실용성 구축이 바로 그것들이다. 그린홈 플러스는 에너지 절감 단계별로 40%, 60%, 80%, 100% 절감 모델과 총 성능비교를 위한 기존 공동주택 표준모델인 Base Model(에너지 다소비형 주택) 등 5개의 유니트(그림 2참조)로 구성되어 요소기술별 에너지 절감률과 에너지 소비량을 낮추고자 다양한 분석, 실험을 진행하고 있다.



저에너지 친환경 공동주택 연구단
Center for Sustainable Housing

GREENHOME PLUS의 요소 기술

그린홈 플러스는 건물 미기후의 조절 및 연설현상 저감으로 건물부하 저감하고자 하는 외부 환경적 요소 (Site)와 건축물 단열, 기밀 설계·시공 자연형 냉난방 기법을 구현하는 건축적 요소(Building), 그리고 에너지 효율적 설비시스템과 효율적 조명 제어시스템 구축 및 신재생 에너지를 사용하는 설비적 요소(System)등 총 3단계 핵심 기술로 이루어져 있다.

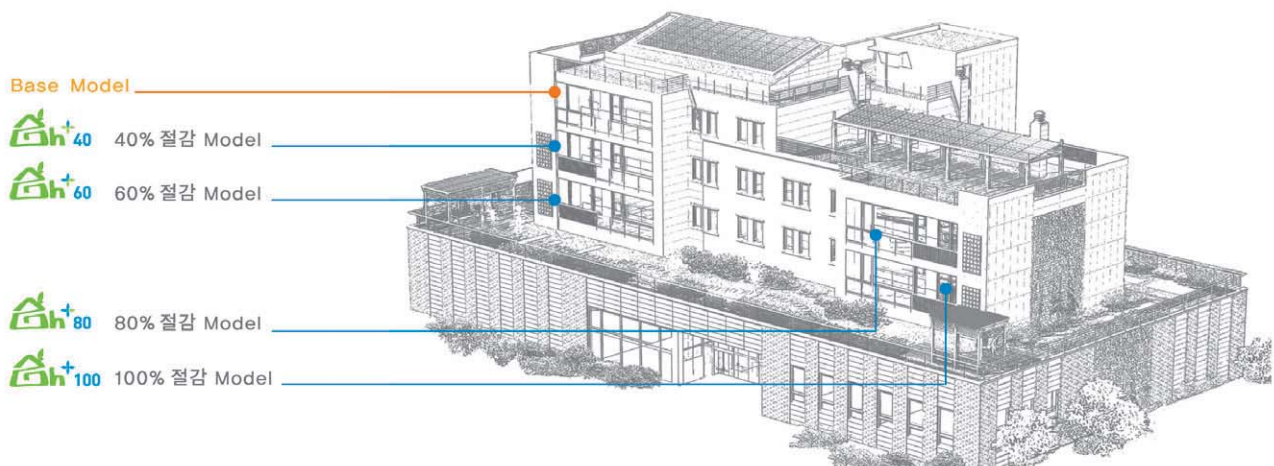


[그림 1] 그린 홈 플러스 전경과 개요

연도	2010. 5. 26일 개관
연면적	1860.70㎡
건축면적	968.76㎡
구조	철근 콘크리트 라멘조
규모	82주호, 업무/상업공간 2,369㎡
대지 위치	인천광역시 연수구 송도동 162-1 연세대학교 송도 국제캠퍼스 내
용도	저에너지 친환경 실험주택
층수(지상4층)	1층 : 홍보전시실, 모니터링실, 기계/전기실, 시청각실 2~4층 : 실험용 공동주택(5세대)

Base Model

- 기존 공동주택 표준모델로 모든 성능을 2008년 개정된 법규에 기준하여 만들어진 모델
- green home^{plus} 모델의 성능을 비교하여 검증하기 위해 구축된 모델



40% 에너지 절감

- 다기능 이중창호 및 외단열 적용을 통한 건물 냉난방 부하 저감
- 친환경 마감재 적용, 하이브리드 환기시스템 적용을 통한 환기부하 감소
- 태양열 급탕시스템 및 태양광발전시스템 등의 신재생 에너지 적용



60% 에너지 절감

- 벽체와 창호부분의 단열성능 강화
- 열회수 환기시스템 도입을 통한 획기적 열손실 감소
- 바닥복사냉난방시스템 도입을 통한 에너지 절감 및 쾌적성 향상



80% 에너지 절감

- 독일의 패시브하우스 수준의 난방에너지 소비
- 옥상부위 경량복합유닛 적용을 통한 열섬현상 저감 및 냉난방 부하 저감
- 상변화물질(PCM)적용을 통한 쾌적성 향상 및 에너지 절감
- 냉난방 열원으로 지열 및 우수열 활용



100% 에너지 절감

- 진공단열재 등을 적용하여 벽체와 창호의 단열 및 기밀성능 향상
- 구조체를 통한 열교방지 설계, 시공 및 열교차단 시스템 적용
- 지열 및 우수열을 열원으로 사용하는 모세관 (Capillary Tube)복사냉난방 시스템 적용
- 벽면 및 지붕면의 건물일체형 태양광발전시스템 (BIPV)적용

[그림 2] 그린 홈 플러스의 각 유닛 구성 및 특성

SITE 기술

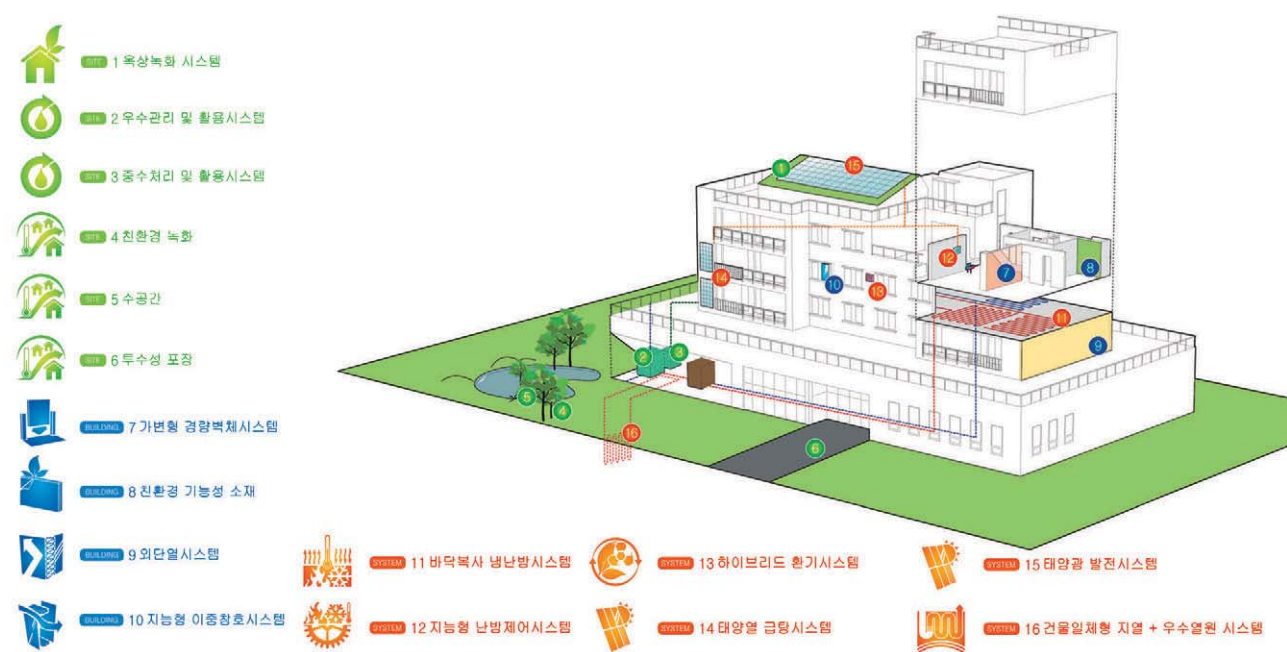
그린홈 플러스에서는 녹화시스템의 적용을 통해 구조체의 단열성능을 향상시킴으로써 하부 세대의 연간 냉난방 에너지 절감을 이루고, 단위면적당 우수유출 저감 및 초기우수 유출 지연시간을 확보하였다. 또한 수순환 시스템을 통해 하수 배출량의 55%정도를 절감하고, 처리된 용수를 재활용함으로써 화장실용수 및 기타(소방용수, 조경용수 등)로 사용할 경우 상수 수요량의 35%이상 절감효과를 거둘 수 있다.

BUILDING 기술

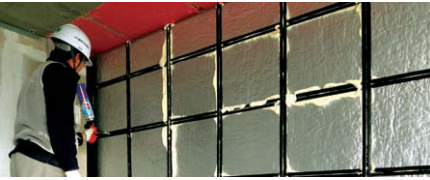
기존의 내단열 시스템은 슬래브나 축벽 등 단열재 끊김 현상이 발생함에 따라 열교부위를 통한 열손실이 상당하다. 특히 겨울철 난방이 가동되는 바닥슬래브를 통해 빠져나가는 열 때문에 난방에너지의 손실이 크다. 이러한 손실을 막기 위해 외단열시스템을 적용하였고 PCM을 통해서 건축자재의 축열성능을 높여 실내 온도가 안정화 되도록 하였다. 또한 건물의 이중창호 시스템의 적용으로 중공층 차양과 전략적인 자연환기 도입으로 중간기를 확장하고, 냉방부하를 저감하였으며, 단열성능을 강화시켜 겨울철 난방부하 및 중간기와 여름철 냉방부하를 획기적으로 감소시켰다.

SYSTEM 기술

재실자의 쾌적성과 시스템 효율을 향상시키기 위해 기존의 난방패널에 온수 대신 냉수를 공급하여 냉방 하는 방식을 적용하였다. 또한 에너지 절감 100%모델에는 Capillary Tube System을 적용하였다. 자연에서 모세관을 통하여 물이 이동하는 원리를 이용하여 개발된 시스템으로 직경이 작은 모세유관에 온수와 냉수를 순환시키며, 천정이나 바닥 혹은 벽을 통한 복사에너지로 열전달이 이뤄지는 냉난방 시스템이다. 지열은 우수저장조의 우수를 보조열원으로 사용하여서 지중열교환기 천공비를 줄이며, 지열원 시스템의 가장 약점인 초기투자비의 저감 및 시스템의 성능개선이 가능하다는 장점이 있다. 그린홈 플러스에는 진공관식 태양열 급탕시스템이 적용되었다. 안방발코니 부분에 태양열 급탕시스템을 적용하여 4인 가족 온수 소비량의 66%이상을 충당하도록 하였다. 태양광 발전시스템 또한 건물일체형으로 적용하는 것을 목표로 하였다. 경사형 지붕과 파고라, 건물의 외벽 등 건축 요소와 일체화시켜 공동주택에서의 적용가능성을 검토하고자 하였다.



[그림 3] 그린 홈 플러스의 핵심기술 상세도



진공단열재

- 단열재 내부를 진공상태로 유지하여 손실되는 에너지를 차단한 기존 대비 약 7배 단열성능 고성능 단열시스템
- 기존 건물 대비 단열재 두께 70% 감소로 실제 유효면적 증가



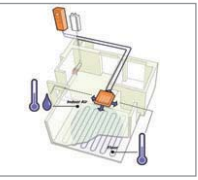
열교차단시스템

에너지 낭비 및 결로 발생의 위험을 방지하기 위해 실내와 발코니를 단열재로 연결하여 건물에서 빠져나가는 에너지를 완전히 차단하는 기술



지능형 이중창호시스템

사계절이 뚜렷한 우리나라에서 계절에 따라 창호의 개폐 방법과 차양을 사용자가 조절함으로써 여름철에는 최대한의 자연환기를 통해 냉방에너지를 절약 하고, 겨울철에는 최대한의 단열·기밀 성능을 확보하여 난방 에너지를 절약하는 기술



모세관 복사냉난방시스템

모세관에 냉수 또는 온수를 순환시켜 복사열 전달로 쾌적한 실내온도를 유지 하는 냉난방시스템

- 관경 3mm, 배관 설치 간격 20mm
- 저온난방(온수온도 40℃) 및 고온냉방(냉수온도 20℃)



태양열 급탕시스템

- 고효율 진공관식 태양열 집열기를 발코니 난간 일체형으로 적용하여 세대 내 온수로 활용하는 시스템
- 태양열 집열판을 진공 유리관 내부에 위치시켜 대류에 의한 열손실 감소시키고 집열기를 수직형으로 배치 시켜 발코니 난간 역할



건물일체형 태양광발전시스템(BIPV)

- 고가의 설치비용이 필요한 태양광 발전패널을 건물의 지붕이나 외피, 옥외구조물 등에 일체화시켜 활용함으로써 건물의 외장재를 대체하여 태양광발전 시스템의 경제성을 확보한 기술

[그림 4] 그린홈 플러스 적용기술

GREENHOME PLUS의 앞으로의 길

공동주택 에너지 자원절약·오염방지·건강한 주거 환경모델을 제공하고자 탄생한 그린홈 플러스는 친환경적 거주성과 경제성을 고려한 실용적 그린홈 모델수립에 의의를 두고 있으며, 고층형 공동주택에도 적합한 저에너지 친환경 모델의 개발과 검증 실현에 노력하고 있다. 그리고 기술발전 단계를 고려한 단계별 에너지 절감모델 확립 및 실증 데이터베이스 구축을 통해 국가적인 전략수립 지원으로 한국형 저에너지 친환경 주택 모델의 Showcase 확립에 목표를 하고 있다. 저에너지 친환경 공동주택이 보급될 경우 공동주택의 건설비용을 크게 저감할 수 있을 뿐만 아니라 에너지 절약과 CO2 절감효과를 크게 기대할 수 있으며 향후 국내 주거유형의 47.7%를 차지하는 공동주택을 대상으로 하는 효율향상 사업, 청정 연료 보급 및 신재생에너지 발전 등 다양한 사업들을 유치할 수 있는 기회를 제공하는 역할을 할 것이다. 저에너지 친환경 공동주택 기술개발은 환경기술의 연구·개발을 통해 이를 응용·활용하고자 하는 연구로 신기술의 실용화에 따른 고용창출 효과를 기대할 수 있기 때문이다. 그린홈 플러스는 실증 데이터를 토대로 개발한 기술의 실용화, 그리고 사업화를 지원함으로써 국내 건설 산업의 기술적 발전과 국가 경쟁력 향상에 크게 기여할 것이다. 또한 친환경 건축 기술을 통합 적용하여 성능을 검증하고, 전문가와 일반인을 대상으로 지속적인 교육과 홍보를 시행함으로써 친환경 공동주택을 널리 보급·확산하고자 최선의 노력을 기울일 것이다.

장수명 공동주택 실험주택 (Mock-up House)

실험주택의 개요

건립목적

장수명 공동주택의 실험주택(Mock-up House)은 장수명 공동주택 연구단에서 개발한 “장수명 공동주택 표준모델(안)”과 관련 요소기술들을 단계적으로 적용하고 이에 대한 현장적용성 평가를 실시하여 지속가능한 한국형 장수명 공동주택 표준모델 구현과 실용화 가능성을 검증하기 위함이다.

실험주택 건립 개요

위치	충청남도 LH 아산직할사업단 배방 택지개발지구 업무 5블럭 내
공사기간	2008. 4. 14일 착공 ~ 단계별로 2010. 6월까지 건립
면적	대지면적 54,427㎡, 건축면적 418,38㎡, 연면적 654,36㎡
건물규모	PIT층 ~ 지상 3층 / 4세대(전용면적 84㎡, 50㎡, 90㎡, 60㎡)
단계별	1차 ('08. 03 ~ '09. 02) : 골조공사 및 1세대 완공(전용 84㎡) 2차 ('09. 07 ~ '09. 12) : 세대 상하 수직통합형(전용 90㎡) 및 수평확장형(전용 60㎡) 2세대 완공 3차 ('10. 01 ~ '10. 06) : 전용 50㎡세대 온돌시험 및 자체 재사용(Reuse) 실험

정소이
책임연구원
LH 토지구택연구원
공간디자인연구실
soyi@lh.or.kr



실험주택에 적용된 장수명 공동주택 표준모델(안)은 주택을 고정요소(Support)와 가변요소(Infill)로 구분하고 세대간 수직·수평 통합 및 분리 등이 가능한 혼합구조시스템(기둥·보+플랫플레이트)을 적용하였기 때문에 거주자가 자유롭게 공간을 가변할 수 있으며, 향후 주택의 유지관리 및 리모델링의 용이성과 당해층 배관·배선시스템 등의 다양한 장점을 갖고 있다.

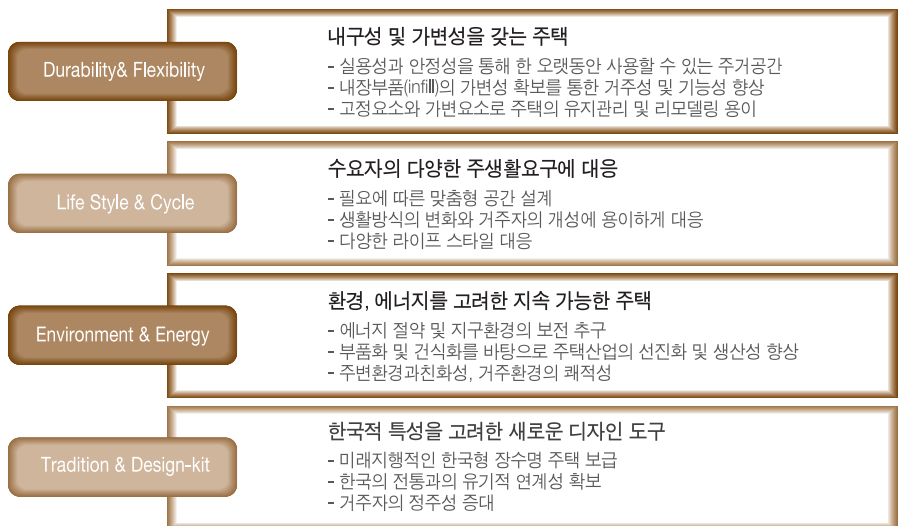
적용요소기술

고정 요소	가변형 구조 시스템	혼합형 구조시스템 / 진동제어시스템-댐퍼
	상하층 수직통합	슬래브 천공
가변 요소	경계벽시스템	고차음성 건식경계벽
	내벽체시스템	스터드형 벽체 / 가변스터드형 벽체 / 회전형벽체, 접이식벽체 / 무방열적용 레일천장시스템 / 이동식수납벽체
	외벽체시스템	황토 ALC 판넬
	천장시스템	착탈형 천장시스템 / 강구조 천장 시스템 / 가구형 천장수납시스템(전동식)
	바닥시스템	건식온돌 이중바닥시스템 / 바닥충격음 저감시스템
	설비시스템	냉난방 복합공조시스템 / 실별환수온도조절시스템 / 팬히터 온풍기, 천장형 시스템 에어컨 / 당해층 배관 / UBR시스템 / 워터치배관방식 / 태양열시스템 / 가스식건조기
전통요소	들어열개 / 수납형 누마루 / 불뿔기문, 두껍단이문	



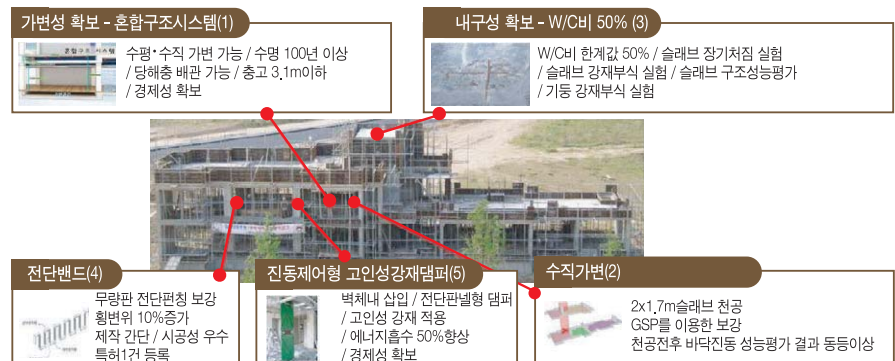
장수명 공동주택 실험주택 외관

장수명 공동주택의 기본 원칙

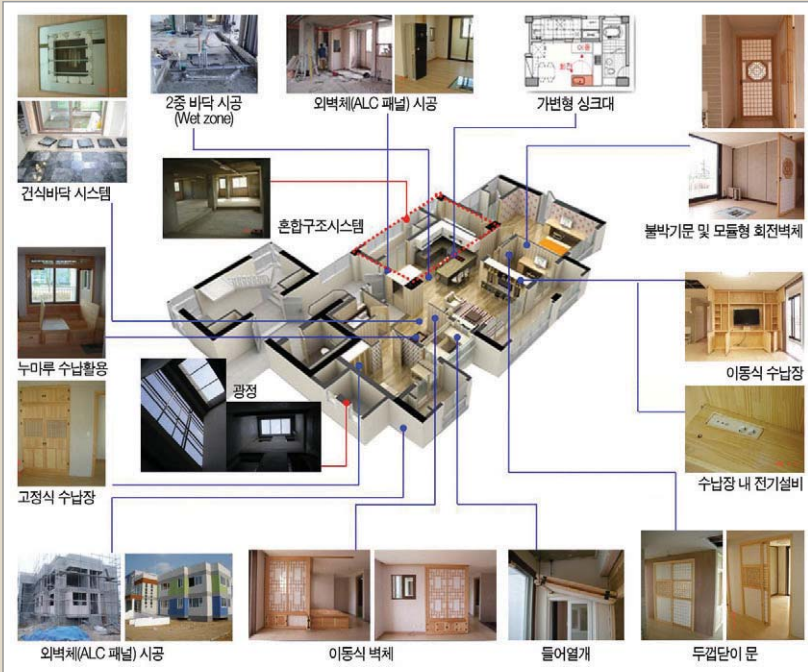


실험주택의 핵심기술

구조(Support)부분 적용 요소기술



인필(Infill)부분 적용 요소기술



[전용면적 85㎡표준모델 적용 요소기술]



[전용면적 90㎡, 60㎡표준모델 적용 요소기술]

실험주택의 활용방안 및 향후 계획

실험주택의 활용방안

장수명 공동주택 실험주택은 국내 최초로 상하층 통합세대 모델을 적용하여 그 성능을 평가하고 검증하였다는 점에서 의의가 있다. 주요연구개발기술을 실험주택에 직접 적용함으로써 실무적 차원에서의 해결방안을 제시하여 실용화에서 발생할 수 있는 문제점을 사전 방지할 수 있고 실험주택 현장 적용성 평가 결과를 바탕으로 설계 및 시공지침, 구조설계 지침, 내구성 설계 지침 등을 수정·보완하여 실무자들이 고려해야 할 사항을 구체적으로 제시하여 기본 교육 및 설계 자료로 활용될 수 있다.

향후 계획

향후 실험주택의 멸실 시점까지 실용화기술의 실험, 전시 및 홍보 등을 통해 한국형 장수명 공동주택의 실용화를 위한 실험 및 홍보의 장(場)으로 활용할 계획이며, 장수명 공동주택에 대한 사회적 공감대 형성 및 이해 증진을 통하여 선진 주거 문화를 선도해 나갈 것이다. 저탄소 녹색성장을 구현할 수 있는 주택산업의 녹색산업화와 선진화 기반 조성에 기여하기 위해 장수명 공동주택 개발기술의 실용화 및 상용화에 노력할 계획으로 사람과 주택이 100년을 함께할 수 있는 장수명 공동주택은 저탄소 녹색성장의 실천적 도구로서 미래지향적인 주거공간의 새로운 창을 여는 계기가 될 것이다.



제너하임

(푸르지오의 녹색철학을 구현한 제로에너지 하우스)

제너하임의 개요

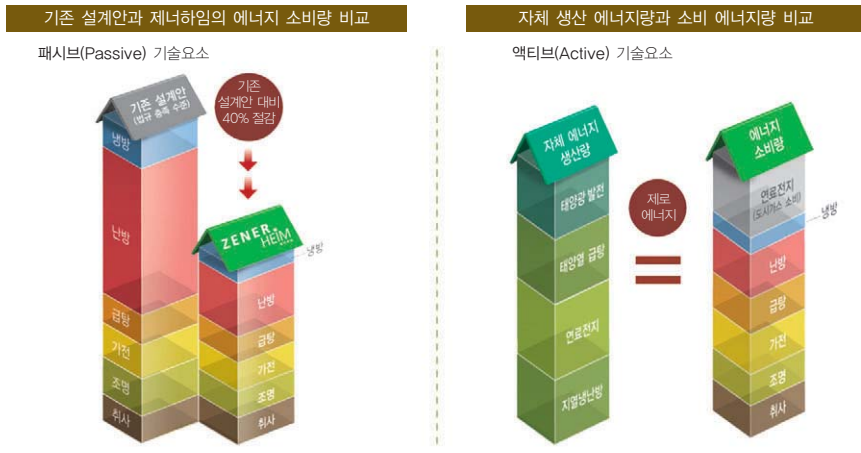
목적 및 개념

'제너하임(ZENER HEIM)'이란 외부 에너지 소비량이 없음을 의미하는 '제로에너지(ZERO ENERGY)'와 집을 뜻하는 독일어인 '하임(HEIM)'의 합성어로 대우건설의 총 70가지 '그린 프리미엄' 상품 요소가 적용된 단독 주택이다. '제너하임'은 경기도 화성 동탄 신도시 '동탄 푸르지오 하임' 내에 위치하였으며, 대지면적 344.92㎡에 전용면적 189.85㎡ 규모로 건립되었다. '제너하임'과 기존에 시공된 친환경·저에너지 주택의 가장 큰 차별점은 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째, '제너하임'은 세대내의 냉난방, 전력, 급탕, 취사 등 모든 에너지 소비율이 제로가 되도록 계획 되었으며, 둘째, 영상효과나 가상의 시뮬레이션을 통해 만들어진 단순한 전시 및 관람 시설이 아니라 고객들이 실제로 생활하면서 제로에너지 하우스를 경험할 수 있는 리얼 체험 주택이다.

주택사업본부 주택기술팀 **대우건설**

에너지 소비량 비교표

'제너하임'은 지난해 선보인 대우건설의 친환경·신재생 에너지 주택상품 전략인 '그린 프리미엄'의 총 70가지 기술과 상품이 적용되어 시공된 단독 주택으로, 세대 내의 냉난방과 전력 그리고 급탕, 취사까지 모든 에너지 소비를 60%의 자체 생산 에너지와 40%의 외부 유출을 차단하는 절감 에너지로 충당하여, 총 에너지 소비율이 제로가 되도록 설계되었다.



[그림] 제너하임 전경

주요기술

'제너하임'에는 고성능 창호와 단열재, 블라인드 등 외부로부터 침입하는 열을 차단하고, 내부에서 발생하는 열을 적극적으로 이용하면서 외부로의 열 유출을 줄여 에너지 소비를 최소화하는 기술인 패시브(Passive) 기술요소가 적용되어 기존 주택 대비 에너지 소비율이 40% 절감된다. 이와 더불어, 에너지 자체 생산 기능을 추가하여 보다 적극적인 에너지 자족을 추구하는 액티브(Active) 기술요소도 적용하여, '제너하임'에는 건물 전체 에너지 소비량의 60%를 자체 생산할 수 있는 태양광 발전 시스템, 태양열 급탕 시스템, 지열 냉난방 시스템, 가정용 연료전지, 가정용 축전지 등이 시공되었다. 이러한 다양한 형태의 에너지 공급원으로 '제너하임'에서는 오히려 잉여전력 생산도 가능해 에너지 소비율이 마이너스(-)가 되기도 한다. 남은 전력은 추후 '푸르지오 하임' 단지 공용 전력으로 공급할 예정이다.

제너하임의 활용

지금까지 타사에서 건립한 제로에너지 하우스가 전시, 관람과 연구를 위한 목적으로 가상의 영상효과나 시뮬레이션 등으로 시연되는 단순한 전시 및 관람 시설이었던데 반해, '제너하임'은 고객들이 실제로 생활하면서 제로에너지 하우스를 경험할 수 있는 업계 최초의 리얼 체험 주택이다. 제로에너지 하우스를 표방한 주택들이 공개된 이후 일반 고객들에게 체험 기회를 제공하는 것은 그 사례가 없었을 정도로 획기적인 시도인데, 이는 당사가 제로에너지 하우스 기술에 대해 그만큼 자신감이 있다는 반증이다. 당사는 앞으로 고객들에게 1박 2일 동안 '제너하임'을 체험할 수 있는 프로그램을 구성해 제공할 예정이며, 일반 관람은 현재 제너하임 홈페이지(www.zenerheim.co.kr)를 통해 신청을 하면 누구나 가능하다.

제너하임의 개선사항

제너하임은 '동탄 푸르지오 하임'의 총 99세대 중 1세대만 시공된 단독주택이다. 이에 따라 생산된 에너지가 사용량보다 많을 경우 다른 세대에 잉여 에너지를 주고받을 수 없으므로 에너지 사용이 다소 비효율적인 면이 있다. 이는 향후 단지형 '제로에너지 하우스'를 시공할 경우 해결될 수 있으리라 예상된다. 또 하나 개선이 필요한 사항은 현 시점에서 시공비가 고가라는 점이다. 이를 위해서 정부의 지원확대는 물론, 학계와 업계의 적극적인 기술개발과 상용화에 대한 노력이 필요하다. 궁극적으로, 정부, 학계, 업계의 공동협업을 통해 이러한 문제점들이 차차 개선될 수 있을 것으로 기대한다.

실시간 에너지 모니터링 시스템

순간 및 누적 에너지 변화량을 TCP/IP, RS-485통신 등을 이용하여 실시간으로 보여줌으로써 사용자에게 에너지 절약 습관을 유도할 수 있고, 각종 에너지 데이터를 축적할 수 있는 모니터링 시스템

지열 냉난방 시스템

연간 15°C정도로 일정한 지중 에너지(지열에너지)를 지하 100~150M에 설치된 수직형 열 교환기로 지열 에너지를 끌어올려, 히트펌프로 에너지를 생산하여 건물의 냉·난방에 활용하는 시스템

건물일체형 태양광 시스템

건물에 설치된 태양 전지판이 태양광을 받으면 전자의 흐름으로 직류 전기가 발생하고 이 전기를 배터리에 충전하여 사용함으로써 건물의 에너지 자립도를 높일 수 있는 발전시스템



KCC 건축환경 연구센터

KCC 건축환경 연구센터 개요

경기도 용인시 기흥구에 위치한 kcc 건축환경 연구센터는 지하 1층, 지상 6층의 연면적 2,600여㎡(790여 평) 규모로 주거용 건물 실험관과 상업용 건물 실험관, 2개 동으로 운영되고 있다. 제품 개발 Test bed 활용과 건축 환경 기술분야 중심 역할을 위한 건축 환경 연구센터 운영 및 건설사, 연구기관, 학계와의 Co- Work 연구활동 목적으로 건립되었다.



위치	경기도 용인시 기흥구
연구기관	KCC 중앙연구소
건축연도	2010. 12. 01
용도	주거용 건물 실험관 / 상업용 건물 실험관
건축면적	467.76㎡

김양규
KCC 중앙연구소
수석연구원
ykk@kccworld.co.kr



KCC 건축환경 연구센터 구성

KCC 건축환경연구센터의 주거용 건물 실험관은 132㎡ 면적으로 1층은 제로 에너지 하우스, 2~3층은 각각 50%, 20% 에너지 절감 하우스를 구현하는 연구개발을 집중할 계획이다. 4~5층은 단열, 난방, 차음성 등의 시스템 품질평가 실험이 가능한 3-R LAB(Recycle, Reduce, Reused)으로 운영된다. 상업용 건물 실험관은 144㎡ 면적으로 이중외피 커튼월에 태양전지 모듈을 장착한 BIPV system 및 MPG system, Unit Type, Stick Type 커튼월 등의 적용을 통한 Visual Mock Up Test를 실시하고 있다.

주거용 건물 실험관

■ 1층 - 제로 에너지 하우스 실험관

- 초고단열 외피 적용 및 실험
 - 외단열, 진공단열재, 외부차양, 슈퍼단열 창호 적용
- 그린 설비 기술 효율 실험
 - 냉난방 지열 시스템, 태양열 급탕 시스템, 태양광 발전 시스템
 - 우수 정화 시스템 활용 및 효율 분석 비교
 - 폐열 회수 환기 시스템 효율 분석
- Zero Energy House 설계 평가



ZERO
ENERGY
HOUSE

- 2층 - 주거환경LAB (20% 에너지 절감형)
- 3층 - 청정주택LAB (50% 에너지 절감형)

- 음 환경 실험
 - 바닥충격음 성능/벽체차음 성능 평가
- 열 환경 실험
 - 열교 방지 시스템 성능 평가
 - 온열 쾌적성(PMV 지표) 평가
 - 고단열 창호 에너지 소비성능 평가
 - 외피 단열 시스템 성능 평가
- 공기 환경 실험
 - 건물 실내 공기질 측정



■ 4~5층 3-R(Recycle, Reduce, Reused) 실험관

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 시스템 품질 평가실 <ul style="list-style-type: none"> - 벽체 현장 차음성능실험 - 벽체 내수성 실험 - 바닥 - 난방시스템성능실험 - 벽체 마감재 부착실험 | <ul style="list-style-type: none"> • 건식시스템 Mock-up 실험실 <ul style="list-style-type: none"> - 벽체 구조성능 실험 - 벽체 단열시스템 시공성 평가실험 - 바닥 난방시스템 시공성 평가실험 |
|--|---|



상업용건물실험관

- Visual Mock Up Test
 - 커튼월 Type별 Mock-Up Test - 유니트 타입, 스틱 타입
 - 유리 Visual Mock up Test
 - MPG (Tempered (Metal) Point Glazing System) Mock-Up Test
 - 시공성 Test
- BIPV Application 평가
 - BIPV 입면 디자인 실험
 - BIPV 발전 효율 평가
- 창호 외피 냉난방 부하저감 실험



Test Cell

- Test Cell Size : 4.1 (W) x 5.0 (L) x 2.3 (H)m³
- BIPV Test Cell
 - BIPV 시스템 발전성능 측정
 - PV 모듈 사양에 따른 발전성능 비교 평가 TEST
- 건식 바닥 Test Cell
 - 건식바닥 보행감 평가 - 바닥 온열 환경 평가
 - 상판재 내구성 평가
- 창호 Test Cell
 - 기능성 창호 에너지 소비성능 측정
 - 시스템창호 에너지 소비성능 측정
 - 이중창 에너지 소비성능 측정
 - 복합재질 창호 에너지 소비성능 측정



Monitoring

- 적용 요소기술의 운전조건 및 성능 평가
 - 실제 건물에 적용한 건축자재의 정확한 성능평가를 위한 데이터 취득 및 분석 툴 제공
- 인터넷 기반의 모니터링 분석 시스템
 - 세대별 냉난방 에너지 실시간 계측
 - 기간별 누적 및 이력 데이터 분석
- 건물에너지 시뮬레이션과의 비교연구



시스템 성능 시험동

- 음향시험동 (KOLAS)
 - 벽체 차음 잔향실 : 벽체 및 창호의 차음성능 평가
 - 천장 차음 잔향실 : 각종 천장재 및 천장재 시스템의 차음성능 측정/평가
 - 흡음률 잔향실 : 흡음재의 흡음 성능 평가
- 단열 & 결로 시험동 (KOLAS)

	챔버크기	온습도 범위
저온실	3.2(L)×3.2(W)×3.7(H)m	-40 ~ 20 °C
고온실(항온실)	3.5(L)×3.2(W)×3.7(H)m	0~70 °C, 30~90 RH%

- 실험실 개요
- 건축자재 및 구조체의 단열/결로 성능 측정

- 내풍압/내화 시험동
 - 창호재 대형 성능 시험 설비 (KOLAS) : 창호의 기밀성, 수밀성, 내풍압성 측정/평가
 - 내화시험 설비 : 석고보드, 방화유리, 방화문 등 건축 부재의 내화성능 평가



KCC 건축환경 연구센터 향후 계획

KCC는 건축환경연구센터를 통해 미래주택을 위한 친환경 기술을 개발, 공유·보급해 나갈 것으로서 미래주택 기술의 실현을 선도해 나갈 계획이다. '친환경 건축에 대한 더 좋은 생각'을 모토로 하는 본 연구센터는 친환경 및 고효율 에너지 요소기술을 적용한 그린 홈 및 그린빌딩의 최적성능 확보를 위한 연구개발을 주목적으로 한다. 또한 제품 전시나 홍보 보다는 연구 및 실험에 중점을 두고, 각종 건축자재의 물성을 조합해 최적의 효과를 낼 수 있는 신기술 개발에 주력할 방침이다.

해외출장 후기

연세대학교 건축공학과 친환경건축연구실
안상민 연구원 walterlook@naver.com

제 5회 Asian Symposium

한중일 세미나

일시 : 2010년 12월 16일 ~ 18일

장소 : 중국 베이징 칭화대학교

학회참가 목적

2006년부터 시작 한 Asian Symposium이 벌써 5회 째를 맞이했다. 한중일 세미나는 건축 환경을 전공으로하는 석박사들의 발표장이며 한국, 중국, 일본 삼개국의 대표학교들이 모여 최근 연구분야에 대해 발표하는 세미나이다. 이는 1년에 한번 씩 열리며 개최 장소는 한국, 일본, 중국에서 번갈아가며 개최한다. 이번 심포지엄은 12월 16일~18일 동안 중국 베이징에 위치한 칭화대학교에서 열렸다. 일본에서 동경대학교와 동북대학교, 중국의 칭화대학교, 그리고 한국에서는 연세대학교, 총 4개 대학교가 참여하여 Urban Environment and Energy라는 주제로 도시환경 및 건물에너지 소비량, Thermal Comfort에 관한 연구들을 발표하였다.

학회 주요 내용



심포지엄 첫째 날은 도시 환경 및 신재생에너지에 관련된 내용의 발표를 하였으며 둘째 날은 Building Performance와 Thermal Comfort에 관련된 연구들을 발표 하였다. 마지막 날은 Technical Tour로서, 칭화대학교의 Public Safety Research Center를 방문하여 지구온난화로 인한 기후변화의 피해를 예측하고 예방하는 발전 된 중국의 기술에 대해 소개를 받았다. 학회에 참석하여 Building Performance Session에서 상변화물질을 적용한 건축마감재의 축열 성능 및 냉·난방 부하의 변화량에 대해 발표를 하였다. 그리고 칭화대학교 Feng JIANG 박사도 상변화 물질을 Passive Solar Room에 적용하여 축열성능을 분석한 주제를 발표하였다. 이렇게 중국에서는 이미 PCM과 관련된 많은 연구를 바탕으로 다수의 논문들이 국외저널 등을 통해 게재되었다. 이번 세미나를 통해서 Feng JIANG 박사와 같이 같은 주제로 발표를 하는 학생을 만나서 연구 주제 및 앞으로의 진로 등 많은 부분에 대해 이야기를 나눌 수 있었다.

참가기간동안 경험 / 느낀 점



이번 Asian Symposium을 통해서 각 국의 건축 환경 연구실에서 연구하고 있는 최신의 연구내용을 알 수 있는 기회였으며, 다른 학회보다도 관심 분야가 같은 학생들끼리 연구 주제를 발표하다 각 국의 연구 내용을 보면서 연구 방법론의 다른 접근 방법을 배울 수 있었다. 다음 한중일 세미나는 2011년, 일본 동북대학교에서 개최될 예정이다.



연구단 주요소식

1

서울시 서초구 - 연세대 친환경 건축 연구센터, 친환경 청정주택단지 조성을 위한 상호협력 MOU 체결

일시 : 2010년 11월 18일(목) 15:00

장소 : 서초구청 5층 대회의실

서초구와 연세대 친환경건축연구센터가 친환경 건축기술 보급 활성화 및 친환경 청정주택단지 조성을 위해 손을 잡았다. 앞으로 양 기관은 ▲친환경 청정주택 가이드라인 설정 ▲친환경 청정주택 설계안에 대한 기술 검토 및 자문 ▲연구 및 교육 프로그램의 공동 발굴, 보급 및 평가 등을 추진한다. 이번 업무협약을 통해 저탄소 녹색성장과 지구온난화에 적극 대응하고 투통, 아토피 등 질환을 유발하는 새집증후군을 없애기 위한 친환경 청정주택 가이드라인을 마련할 계획이다.



2

한국 그린 빌딩 협의회(KGBC) - 친환경 건축 연구센터, 그린 빌딩 연구 활성화를 위한 MOU 체결

일시 : 2010년 12월 1일(수) 15:00

장소 : 연세대 송도캠퍼스 Greenhome plus

한국 그린 빌딩 협의회와 친환경건축 연구센터는 그린 빌딩 연구와 활성화에 있어 공동으로 협력하기로 하고 산학협력 MOU(양해각서)를 체결하였다. 앞으로 양 기관은 ▲그린 빌딩 관련 최신정보 교류 ▲그린 빌딩 관련 연구개발 ▲전문 인력 양성 ▲개발기술의 산업화 및 인식제고를 위한 홍보활동을 위해 공동의 노력 할 예정이다.



3

연세대학교 건축공학과 이승복 교수, 2010 국가연구개발 우수성과 100선 선정

일시 : 2010년 12월 6일(월) 17:30

장소 : 서울교육문화회관 본관



건축공학과 이승복 교수 연구팀이 수행한 연구과제가 교육과학기술부와 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 주관하는 올해 국가연구개발 우수성과 100선에 선정되었다. 이 상은 정부 16개 부·처에서 수행하고 있는 국가과제 중 심층평가를 통하여 선별된 과제에 한하여 수여하고 있다. 우수성과 연구로 선정된 “저에너지 친환경 공동주택 기술개발”은 저에너지 친환경 공동주택에 필요한 핵심 요소기술의 개발 및 표준모델을 구축하는 연구로서, 주택건설 분야에서 기후변화에 대처할 수 있는 핵심기술을 제공하고 있다. 기존의 연구가 개별적인 기술 개발에 치중하고 있어 실제 적용성 및 실현가능성 측면에서 한계를 가지고 있었던 반면 본 연구에서는 요소기술부터 실제 주거모형의 개발 및 실증에 이르기까지 통합적인 연구수행을 통해, 제로 에너지 주택의 구축 및 보급을 현실화하였다는 평가를 받고 있다.

또한, 개발된 연구성과의 일부는 “강동구 저에너지 친환경 공동주택 가이드라인”으로 구체화 되어 2010년부터 실제 적용 중이다. 이는 기초 지방자치단체 최초로 수립한 저에너지 주택 가이드라인으로 타 지자체의 모범이 되고 있다. 최근에는 서초구청과의 협력을 통해 서초구 공동주택에 적용될 친환경 가이드라인을 구축 중에 있다.





Center for Sustainable Housing

발행처 저에너지 친환경 공동주택 연구단
120-749 서울시 서대문구 성산로 262 연세대학교 산학협동연구관 524호
Tel 02-2123-7830, 7831 Fax 02-313-7831 <http://www.csh.re.kr>
E-mail csh2006@yonsei.ac.kr

발행인 이승복 편집인 김지영 정창현 김주수 심아람 최유진