

★ ◎

본부장 방침 제194호

문서번호	미래기술사업부-765
보존기간	준영구
결재일자	2016.04.29
공개여부	공개
일상감사	대상아님

부 원	미래기술사업부장	첨단기술사업부장	건설안전사업부장	
			04/29	
피재현	박철규	이원풍	장달수	
협조				

노원 제로에너지주택 실증단지 견학보고

서울특별시 SH공사

(건설안전사업본부 미래기술사업부)

노원 제로에너지주택 실증단지 견학보고

우리공사에서 추진 계획 중인 에너지제로주택 단지 조성과 관련하여 현재 서울시 노원구 하계동에 실행 중인 제로에너지주택 실증단지 신축공사 현장과 MOCK-UP주택 견학을 실시하고, 견학과정에서 수집한 친환경 에너지자립건축물 구축에 대한 국내 연구개발 실적, 적용기술 사례, 시사점 등의 내용에 대해서 보고하고자 함.

I

관련근거

- 우리공사의 에너지제로주택 단지 조성 계획과 관련하여 해외 에너지활용 우수국가 견학에 이은 국내 제로에너지주택 실증단지 견학

II

견학목적

- 우리공사 친환경 에너지제로주택단지 조성 계획수립에 앞서 국내의 추진 개발 선례인 노원구 제로에너지주택 실증단지와 MOCK-UP주택을 견학하고 실증단지 연구단 대표자 면담 및 토론을 통하여 추진연구사례 및 적용기술 현황 등의 내용을 청취함으로써 우리공사 에너지특화단지 추진에 적용 가능한 요소들을 수집·검토하고자 함.

III

견학개요

- 견학일시 : 2016.04.08. 10:30 ~ 14:00
- 견학장소 : 서울시 노원구 하계동 제로에너지주택 실증단지
- 견학인원 : 이원풍 첨단기술사업처장, 박철규 미래기술사업부장, 미래기술사업부 김수경 팀장, 김하선 차장, 피재현 대리, 박정하 사무전문가(총 6인)
- 접견인원 : 명지대학교 제로에너지건축센터 이명주 교수, 임인혁 연구원, 허다운 연구원

○ 견학일정

시 간	세부일정
09:50 ~ 10:30	공사출발 및 노원 제로에너지주택 실증단지 도착
10:30 ~ 10:40	제로에너지 연구단 미팅 후 제로에너지 MOCK-UP주택 견학
10:50 ~ 11:20	1차 설명회) 명지대학교 제로에너지건축센터 임인혁 연구원 - 제로에너지 MOCK-UP주택 소개 및 적용기술 설명 및 청취
11:20 ~ 12:30	2차 설명회) 제로에너지 주택단지 R&D 이명주 연구단장 - 제로에너지 실증단지 소개 및 적용기술 설명 및 청취
12:30 ~ 13:00	제로에너지 실증단지 공사현장 견학
13:10 ~ 14:00	토론 및 식사 간담회 - 제로에너지주택단지 추진 시사점에 관한 토론 실시 및 점심식사

IV

견학내용

▣ 제로에너지 MOCK-UP주택(홍보관) 견학

건축개요				
위 치	서울시 노원구 하계동 251-8 공원부지 내	추진 과정	2013.12	골마을근린공원 기본계획 설계
대지면적/ 건축면적	9,806.1m ² / 52.72m ²		2014.03	서울시 도시공원위원회 심의
건물규모	지상2층 / 7.80m		2014.07	골마을근린공원 조성사업 실시계획 고시
건축구조	철근콘크리트 구조		2014.08	MOCK-UP주택 착공
건립목적	- 제로에너지주택 홍보 및 체험 - 자재검증 - 설계 및 시공기술 교류		2014.11	MOCK-UP주택 준공
			2014.12	MOCK-UP주택 홍보관 운영 중
				

“제로에너지 MOCK-UP주택을 방문하다.”



제로에너지 MOCK-UP주택 방문

▶ SH공사 방문단이 처음 도착한 곳은 서울시 노원구 하계동 골마을 근린공원 내에 위치한 제로에너지 MOCK-UP주택이었다. 공사가 한창인 실증단지 옆의 공원부지 내에 위치하고 있었으며 태양광패널큐브가 남서방향의 건물모서리를 감싼 모습이 인상적인 2층 집이었다. MOCK-UP주택의 구축은 지난 2013년12월 기본계획 설계를 시작으로 서울시 도시공원위원회 심의 등을 거쳐 추진되었으며, 2014년8월 착공에 들어가 같은 해 11월25일에 완공하였다. 현재는 명지

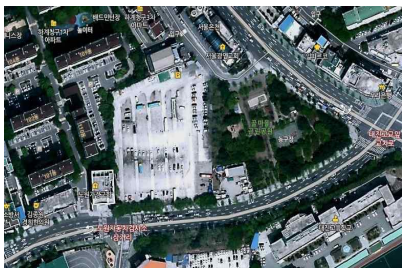
대학교 산학협력단 제로에너지건축센터에서 제로에너지 홍보관으로 운영하고 있었는데, 설계단계에서부터 현재까지 연구자, 설계자, 시공사 그리고 행정가 간의 소통의 공간으로 사용되면서 설계 및 시공기술 교류, 국산화 자재의 장·단점분석, 제로에너지 홍보 및 교육공간으로 활용하고 있다고 한다. 명지대학교 R&D연구단에서는 이곳을 ‘넷제로에너지 단독주택’의 개념으로 설계·건축하였는데, 이는 에너지자립건물로서 외부그리드와 연결되어 필요한 시간에 기존에너지를 사용하고 생산된 에너지가 불필요한 시간에는 공급망에 에너지를 전송하여 각 항목별 연간 대차대조를 제로로 만드는 주택이라고 한다.

“명지대학교 제로에너지건축센터 연구단과의 미팅”

▶ MOCK-UP주택 주변을 둘러보던 중 명지대학교 제로에너지건축센터 소속 임인혁 연구원이 방문단을 반갑게 맞이해주었다. 주택 현관 앞에서 연구단원 및 홍보관 운영진과 간단히 인사를 나눈 후 주택 안에 들어가서 본격적인 견학 프로그램에 참여하게 되었다. 견학 프로그램의 주요일정은 제로에너지 실증단지과 MOCK-UP주택에 적용된 에너지절약 및 신재생에너지기술을 소개하는 설명회였는데 1,2차로 나누어 실시하였다. 1차 설명회는 명지대학교 임인혁 연구원의 주도하에 진행되었고, 2차 설명회는 제로에너지 실증단지 연구단장 및 명지대학교 건축학부 교수로 재임 중인 이명주 교수와 함께 하였다.



명지대학교 제로에너지 연구단과의 미팅



제로에너지 실증단지 위치



1차 설명회(임인혁 연구원)



2차 설명회(이명주 교수)

“제로에너지주택 1차 설명회 실시”

▶ 방문단은 MOCK-UP주택 1층에서 제로에너지주택 홍보 영상을 시청한 후, 2층으로 자리를 옮겨 임인혁 연구원으로부터 제로에너지 MOCK-UP하우스에 적용된 패시브 및 액티브 기술에 대한 설명을 들어보았다. 다음은 연구원이 설명한 적용기술 요소를 하나씩 살펴보도록 하겠다.

① 고성능의 외단열 시공



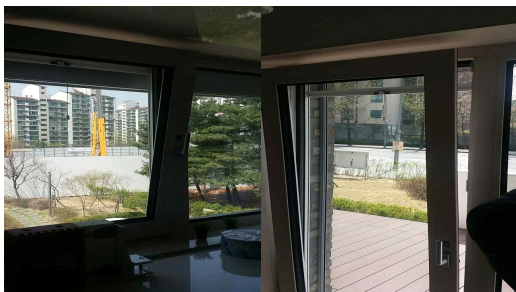
4중 복합단열재 및 열교차단브라켓

화재시 화염전파를 차단한다. 단열재 하부를 열교현상이 발생하지 않도록 설계되었다.

▶ 제로에너지하우스의 초에너지절약 패시브기술에서 가장 핵심 요소인 초고단열을 위해 목업주택 외벽에는 300mm 두께의 4중 복합단열재를 채택하였다. 단열재를 구성하는 4개 층은 단열성, 내화성을 강화시킨다. 가장 큰 특징은 일반적인 단열재의 고정·접합 재료인 금속 핀류를 사용하지 않고 벽면에 접착본드를 도포하여 밀착 접합시공한 것인데, 이는 열교차단성을 향상시킴과 동시에 벽과 단열재 사이의 공간을 제거함으로써

지탱하는 브라켓도 스텐레스+고무패드로 결합된 형태로

② 창문의 틸트 기능을 활용한 자연환기



틸트 기능이 적용된 창문 및 발코니

▶ 각 실에는 창문 전체를 개방하지 않고도 상부의 작은 틈을 열어 환기가 이루어지도록 틸트 기능이 있는 창문을 설치하였다. 창호 계획시 창문의 위치는 외부에서 유입된 공기가 자연스럽게 흘러 반대편으로 배출되는 맞통풍을 고려하여 설계되었다. 이는 여름철 냉방비 절약과 함께 실내공기를 쾌적하게 유지시킬 것이다. 발코니 출입문 역시 틸트 기능이 적용되어 주택의 4개 벽면의 창문을 통해 자연환기가 가능하다.

③ 3중유리 시스템 창호 적용을 통한 단열성능 향상



3중유리 시스템 창호

▶ 창문, 발코니에는 3중 유리 시스템 창호를 설치하여 일반적인 2중 유리창호보다 단열성능을 한 단계 끌어올렸다. 창호와 문 주위에는 기밀테이프로 4면을 감싸 시공함으로써 창호로 인한 열손실을 줄여 에너지효율성을 높였다.

④ 외부블라인드 개폐를 통한 자연채광



발코니용 외부 전동블라인드

▶ 자연채광을 통한 에너지를 최대한 활용하고자 남향의 발코니 출입문에는 외부블라인드가 설치되어 있다. 겨울에는 태양복사에너지를 획득하고, 여름에는 외부블라인드를 내려 태양복사에너지를 차단한다. 거주자의 편의성을 고려하여 전동방식의 개폐 스위치를 벽면에 설치하였다.

⑤ 열교현상 해결을 위한 열교차단 단열구조시스템 적용



열교차단 단열구조시스템

▶ 처마와 발코니 등 콘크리트 돌출 구조체의 열교를 최소화하기 위해 열교차단 단열구조시스템을 적용하였다. 발코니와 건물내부바닥을 잇는 중간에 ISOKORB와 같은 열교차단재를 설치함으로써 철근재의 연속성을 제거하여 열전도를 방지하고, 고강도의 패드를 집어넣어 안전성을 보완하였다. 외부블라인드박스 등 외장재의 결속부위에도 열교차단기법이 적용되었다.

⑥ 내부 공기열 방출을 최소화하는 열회수환기시스템

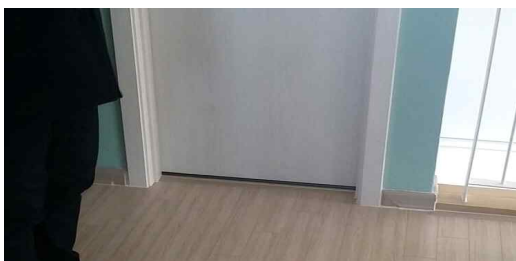


폐열회수환기 시스템

▶ 쾌적한 실내공기를 확보하기 위한 방법으로 환을 가동하여 건물내부의 공기를 강제 순환시키는 동시에 외부로 빠져나가는 공기의 열을 재활용할 수 있도록 열회수환기장치를 설치하였다. 장치 가동시 공기의 저항을 줄이고자 천장 환기덕트 경로를 최소화하였고, 차가운 실내공기를 예열시켜 본체의 결로발생을 막을 수 있도록 공기흡입 1차 측에 프리히터를 설치하였다.

또한 가동시 소음을 차단하기 위해 덕트 중간에 사일런스를 설치하였다.

⑦ 자연스런 공기흐름 유도하는 실내 출입문 틈새



공기흐름을 고려한 출입문 하부 공간

▶ 환기시스템의 급·배기구는 일반주택에서 각 실마다 설치된 것과 달리 공기순환을 유도하는 중요 부분에만 소량 설치되었다. 대신 각 실 출입문 하부와 바닥면의 공간을 넓힘으로써 실의 경계를 지나 자연스럽게 공기가 순환할 수 있도록 하였다.

“제로에너지주택 2차 설명회 실시”

임인혁 연구원의 설명에 이어 이명주 교수와 함께 2차 기술설명회를 가져보았다. 다음은 2차 설명회의 내용을 요약하였다.

⑧ 잠열을 최대한 활용할 수 있는 주방환기시스템



에너지효율을 고려한 주방 환기시스템

▶ 청정한 실내공기의 확보를 위해 주방환기시스템의 역할은 매우 중요하다. 일반 가정에서는 주방에서 음식을 조리할 때 발생하는 냄새를 제거하기 위해 렌지후드의 헨를 가동시켜 렌지 주변의 공기를 건물 밖으로 뿜어낸다. 그러나 제로에너지 MOCK-UP주택의 주방환기 설계는 접근방식을 달리한다. 빼앗기는 열을 줄이기 위한 방법으로 주방에서 발생하는 열조차도 집안에 머무르게 한다. 즉 렌지후드에서 빼낸 공기를 후드 옆 배기구를 통해 거실로 일차적으로

배출하고, 거실 천장의 배기구를 통해서 다른 공기와 함께 최종적으로 집 밖으로 뿜어내는 방식을 택했다. 이는 집 밖으로 돌출되는 환기덕트를 없애 외부와 직접 연결되는 공간을 최소화함으로써 주택의 에너지효율을 높이는데 일조할 수 있는 장점이 있었다. 반면, 우리나라 주거생활에서 받아들이기 힘든 부분도 있었다. 우리나라 가정에서 주로 조리하는 음식의 종류로는 음식냄새가 심한 생선튀김, 구이류가 많기 때문에 냄새가 집밖으로 바로 빠져나가지 않는다면 실내에 악취가 남아 입주자가 불쾌감을 느끼는 등 민원발생의 소지가 될 수 있어 보였다.

⑨ 바닥저온난방 + 공기난방을 결합한 난방시스템



펠릿보일러실 및 난방시스템

▶ 노원 제로에너지 MOCK-UP주택은 한국형 제로 에너지주택 개발을 위한 연구과제였다. 연구단은 MOCK-UP주택의 에너지성능을 검증하기 위해 지난 겨울 4인 가족 기준으로 보일러 가동시간, 물 사용량, 실내온도 등의 조건을 부여하여 실험을 진행하였고, 실험결과 가장 기온이 낮았던 올해 1월의 난방비가 27,400원이었다고 한다. 일반주택과 비교해서 에너지 효율을 향상시킨 가장 큰 요소는 기밀인데 집 내부의

잠열을 최대한 활용하였다. 난방을 위해 펠릿보일러와 열회수환기장치를 동시에 가동하여 바닥 난방+공기난방을 결합해 따뜻한 실내공기온도를 만들었다. 일반가정의 높은 바닥 열에 의존한 에너지 과소비형 난방방식을 따르지 않고 바닥저온 난방방식으로 바닥 열은 적정히 사용하고 나머지 열은 기밀을 유지한 채 취사시 발생하는 실내 잠열을 최대한 활용하여 확보하였다. 밀폐공기로 인한 결로발생을 방지하기 위해 열회수환기장치는 365일 가동하여 쾌적한 실내 공기를 유지한다고 한다.

⑩ 에너지생산·소비량의 확인을 위한 에너지모니터링 시스템



에너지모니터링 시스템

▶ 제로에너지 MOCK-UP주택의 1층 출입문 가까이에 있는 벽에는 거주자가 항상 건물의 에너지밸런스 정보를 확인할 수 있도록 모니터링시스템이 설치되어 있었다. 모니터링 내용은 크게 5대 에너지소비량, 신재생에너지 생산량, 제로에너지 수지(에너지생산량 - 5대 부하), 제로에너지주택 효과로 구성되어 있었다. 각 항목의 데이터는 kWh단위로 환산되어 에너지 수지 비교가 수월했으며 일, 월, 연별로 나뉘어 있어 기간별 확인이 가능하였다. 또한 모니터 뒤의

벽면에는 홈월패드, 스마트 컨트롤러, 펠릿보일러 컨트롤러를 함께 설치하여, 사용자가 에너지모니터링 후 에너지사용량을 조절함에 있어 편의성을 높였다.

⑪ 태양광발전설비가 적용된 주민 휴식공간



태양광설비가 적용된 휴식공간

▶ MOCK-UP주택 앞의 도로변에는 주민편의를 위한 공동시설이 구성되어 있었는데, 태양광발전설비가 적용된 휴식공간이었다. 이곳은 주민들에게 쉼터를 제공함과 동시에 에너지를 생산할 수 있는 시설을 갖췄다. 지붕에 설치된 태양광패널이 에너지를 생산하고, 의자 주변에 마련된 콘센트를 이용하여 생산된 전기를 쓸 수 있도록 하였다. 지나가는 사람들이 잠시 앉아 쉬면서 핸드폰 충전 등 전자기기를 사용할 수 있기에 적합한 공간이었다.

⑫ 녹지로 꾸며진 친환경 생태학습장



폐자재 활용 및 친환경 생태요소

▶ 근린 공원의 수목과 어우러지도록 MOCK-UP주택 주변 곳곳에 친환경 생태요소를 적용한 부분들이 눈에 띄었다. 도로변 공원 출입구에서부터 주택현관까지 잔디밭, 수목으로 꾸며져 있었으며, 녹지 중간에는 감나무, 왕벚나무 등의 다양한 식재들이 배치되어 기존 공원과 조화를 이루는 등 친환경생태학습장으로 손색없는 모습이었다. 폐타이어를 사용하여 자전거 보관소를 만드는 등 폐자재를 재활용한 친환경요소도 특징적이었다.

▣ 제로에너지 실증단지 신축공사 현장 견학

건축개요				
위 치	서울시 노원구 하계동 251-9	추진 과정	2013.09	제로에너지 주택 실증단지 R&D 공모 당선
대지면적/ 건축면적	11,344.8㎡ / 3,408.67㎡		2013.12	설계용역 계약
규 모	지하2층, 지상7층 / 121세대		2014.05	서울시 공공건축가 자문을 통한 심의 내용 개선
건축구조	철근콘크리트 무량판 구조 및 라멘조		2014.08	서울시 건축위원회 자문을 통한 심의 내용 개선
건물용도	공동주택, 부대복리시설, 근린생활시설 (상가, 주민커뮤니티시설, 문화시설 등)		2014.09	기본설계 V.E 실시
설계/시공	(주)제드건축사사무소 / (주)KCC건설		2014.10	사업계획승인
			2014.11	제로에너지주택 실증단지 착공
		2017.06	실증단지 준공 예정	

		
--	---	--

“제로에너지주택 실증단지 방문”

▶ MOCK-UP주택 견학 및 설명회를 마치고 방문단은 제로에너지 실증단지 신축공사 현장으로 이동하였다. 단지 조성 현장은 현재 지하골조 콘크리트 타설 공사가 진행 중이었다. 주거시설은 총 8개 동으로 고층 및 저층형 아파트와 단독주택으로 구성되며, 공사완료 후 국민임대주택 121세대가 입주할 예정이다. 입면디자인계획을 살펴보면 단지 내 모든 건축물의 옥상에는 태양광 설비(BIPV)가 적용되며, 지붕 외에도 남서쪽 벽면에 수직으로 패널을 설치해 남향의 이점을 극대화한다. 또한 건물 디자인의 단조로움을 없애기 위해 지붕의 PV형태는 박스형태의 획일적 매스 디자인을 탈피하여 곡선의 부드러운 느낌을 살린다. 외부공간 및 조경계획은 단지 내 조경면적 비율을 31.6%까지 끌어올려 자연과 함께하는 단지를 표현할 것이며, 육생비오름, 레인가든, 벽면녹화, 옥상녹화, 텃밭 생태연못 등이 조성될 계획이다.



실증단지 신축공사 현장 방문



공사진행 현황 브리핑



공사에 사용될 친환경 건축자재

V

시사점

『친환경에너지주택 활성화를 위한 우리공사의 역할과 과제』

이번 견학을 통해 서울시 노원구에 조성될 제로에너지주택 실증단지과 제로에너지하우스를 직접 체험하고 연구단을 통해 추진개발 과정을 들어보며, 우리나라 미래 친환경에너지주택 보급의 확산을 위해 SH공사 역할의 중요성을 깨닫게 되었다. 국내 최초라는 타이틀은 아닐지라도, 조만간 실행될 에너지제로주택단지 조성사업을 시작으로 장기적 비전과 단계별 목표를 세워 꾸준한 연구개발과 투자를 통해 국내 기후조건, 주택양식 및 국민정서 등을 고려한 한국형 에너지절약주택의 새로운 기준을 제시함으로써, 세계적인 에너지특화단지로서 개발 성공사례를 남기는 것이 우리의 역할이자 과제가 아닐까 생각한다.

『제로에너지주택에 대한 이해와 교육·관리시스템의 필요』

주택의 에너지제로를 실현하기 위해 단열, 기밀, 신재생에너지 설비 등의 건축 기술요소들도 중요하지만 무엇보다도 거주자에게 제로에너지주택에 대한 충분한 이해와 그에 따른 주거생활방식의 적극적인 변화 및 개선이 요구될 것이다. 이를테면 우리나라의 일반 주택에서 겨울철 난방생활은 보일러를 가동을 통한 바닥난방을 위주로 이루어지는데, 그동안은 바닥의 뜨거운 열로 실내를 따뜻하게 해야 거주자가 만족감을 느껴왔다면, 제로에너지주택에서는 이러한 에너지 과소비방식이 아닌 실내의 잠열을 최대한 활용하여 에너지를 효율적으로 컨트롤 하는 생활습관이 필요하다. 이러한 주거생활패턴의 변화는 하루아침에 실천하기는 어려우며, 주택공급자의 주도 하에 입주자를 대상으로 에너지절약 생활방식에 대한 교육과 안내 등 제도적인 뒷받침이 선행되어야 할 부분이다. 이렇듯 개발·공급 주체로서 우리공사도 제로에너지주택에 대한 체계적인 교육시스템 갖추고 건물관리·운영 매뉴얼을 구축하는 등 다가올 미래 주택공급사업 패러다임에 신속히 대비할 수 있는 방법을 고민하며 차근차근 준비해나가야 할 것이다.

VI

행정사항

- 견학 비용 지출(식사 간담회)
 - 금액 : 110,000원
 - 예산과목 : 상품.경비.회의비