

서교동 도시형생활주택 건립공사

조휘만<한국토지주택공사 부장>

1. 추진배경

1.1 도시형생활주택 인허가 증대

한국은 현재 1인 가구의 비중이 빠르게 증가하고 있어 2010년 통계청의 발표에 따르면 1인 가구 비율이 전체인구의 23.9%(4,142천 가구)로 2005년 20.0%에서 3.9% 증가하였으며, 1인 가구의 19.2%는 70세 이상 고령자이며, 1인 가구의 53.5%가 여자이고, 남자는 30대, 여자는 70대 이상에서 비율이 높게 나타나고 있으며, 점유형태를 보면 50대 이하는 월세, 60대 이상에서는 자가로 발표하였다.

정부는 1~2인 가구 증가에 맞춰 도심 속 소형 주택공급을 늘려 전·월세난 악화를 막겠다는 취지에 2009년 ‘도시형생활주택’ 정책이 도입되었고 국민주택기금을 통해 연 2% 금리로 건설자금과, 분양가상한제 적용 면제, 소음기준 적용 배제, 주차장 건설 기준 및 부대시설 설치 기준 완화 등의 인센티브로 공급을 유도하였다.

이로 인해 도시형생활주택 인허가 건수는 2009년 1688가구, 2010년 2만529가구, 2011년 8만3859가구, 2012년 12만3949가구 등으로 증가세를 보였으나 인근 지역의 주차난, 주거환경 악화 등을 유발하

여 관련법 개정을 통해 올해 처음으로 감소세로 접어들었다.

인구구조와 주택가구원의 변화에 따라 대형 평형의 주거에 대한 수요는 감소하는 반면에 중·소형주택의 수요는 지속적으로 증가하고 있으며, 기존 노후주택에 대한 에너지절감 대책 마련과 주거환경 개선의 필요성이 현재에도 큰 상태이다.

1.2 도시형생활주택 개선의 필요성

기후변화에 대응한 온실가스 절감을 위해 국가중기 온실가스 감축목표를 2020년 예상배출량(BAU) 대비 30% 절감으로 정하였고 이에 따라 주택부문은 2025년까지 제로에너지주택 건설을 추진하고 있어 도시형생활주택에도 녹색건축물 건설이 필요한 상태이다.

2020년 소비자 중심의 광역단위 스마트그리드 구축을 목표로 전자식계량기를 교체하고 있으므로 도시형생활주택에 적합한 방안이 검토되어야 한다.

1인 가구 비율이 40%인 일본의 경우 사망한지 4일 이상 지난 후 발견되는 고독사가 2010년 전국적으로 1만 5,603명으로 집계되어 사회적 문제로 대두되고 있으며, 도시형생활주택 공급물량 중 방 1개인

기술해설

원룸이 전체의 80% 이상 건설되고 있어 고독사 방지를 위한 대책도 강구되어야 한다.

기존 소형주택 현황 점검 결과 보일러 공간의 과다, 교체 등 유지관리비 증가, 가스안전사고 발생, 보일러 소음 발생 등으로 에너지 효율 및 경로, 공기질의 쾌적성이 낮으며, 방법 안전에 대한 개선도 필요하였다.

2011년 5월부터 LH는 건설관리업체(CM) 및 중소기업들과 공생발전의 MOU를 체결하여 기술개발과 함께 Fast-track 시공으로 2011년 3월 건물 준공과 기술에 대한 성능 테스트를 추진하였다.

2. 건립 규모

2.1 건립개요

| 구분 | 내용 | | |
|------|---|------|---------|
| 대지위치 | 서울시 마포구 서교동 476-41 | | |
| 지역지구 | 제2종 일반주거지역, 지구단위 계획구역 | | |
| 주요용도 | 공동주택(도시형생활주택) | | |
| 대지면적 | 217.50㎡ | 건축면적 | 123.05㎡ |
| 연면적 | 430.67㎡ | 건폐율 | 57.84% |
| 공사규모 | 지상5층 13가구(1층: 주차장, 2~4층: 12층당 4가구, 5층: 1가구) | | |
| 주차대수 | 7대 (법정: 5대) | | |
| 구조 | 철근 콘크리트조 | | |

※ 건물 전경

기존 건축물 전경



서교동 도시형생활주택 전경

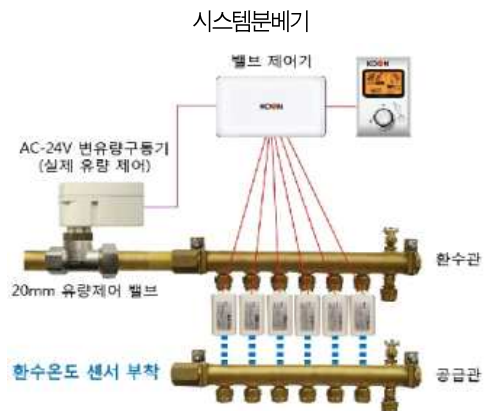


3. 기술개발 적용 내용

3.1 원격검침을 이용한 보일러공용 사용 기술

100㎡ 이상 세대에도 1대의 보일러와 시스템분배기를 이용하여 각 실별난방을 하듯이 소형평형의 도시형생활주택을 각실처럼 시스템분배기 가지배관에 원격식 열량계와 유량계를 설치하여 사용량을 검측하고 가스공급량을 사용량 만큼 분배하는 기술로 보일러를 공용 사용하게 하였다.

※ 건물 전경



원격식 열량계와 유량계



기술을 통해 보일러 설치대수 및 설치 공간축소, 가스 안전사고 및 운전에 따른 소음감소, 주기적인 교체 수리비용 절감, 보일러의 효율증대 등의 개선이 가능하였다.

※ 개선 전후 비교

난방, 급탕 겸용 보일러 개별 4대 설치



난방보일러 통합 1대 설치

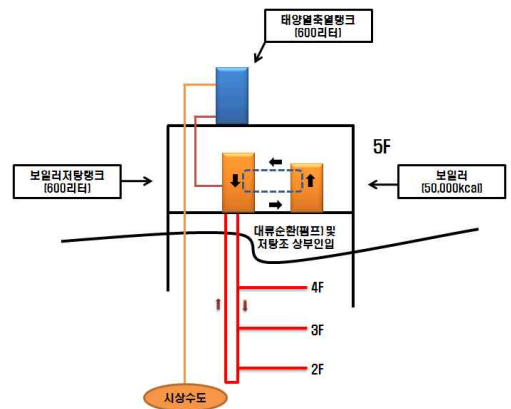


난방은 계절부하로 동절기에 주로 사용하지만 급탕은 사계절 부하이며, 잠시 사용을 위해 수전을 개방시 보일러는 운전하여 배관에 온수를 보내지만 즉시 온수 공급이 안돼 배관에 있던 찬물을 버리게 되고 사용후 배관에 남은 온수는 자연적으로 열을 낭비하게 된다.

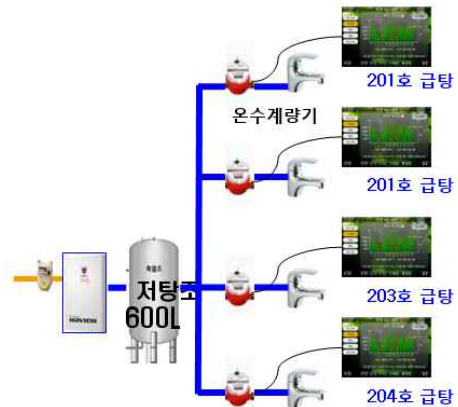
급탕은 진공관식 태양열시스템의 600L 축열조에서 급탕을 공급하고 부족한 경우 50,000Kcal 보일러와 연결된 저탕조 600L에서 급탕을 제공하는 하이브리드 급탕시스템과 사용량에 따라 비용을 분담하는 기술을 적용하였다.

※ 하이브리드 태양열 급탕 공급과 원격검침 기술 활용

태양광 축열조와 보일러 저탕조시스템



원격검침을 이용한 사용료 분담 개념



기술해설

3.2 도시형생활주택의 원격검침시스템

공동주택의 원격검침시스템은 검침원을 가장한 범죄예방과 관리의 용이성을 위하여 적용되기 시작하였으며, 월 1회 검침으로 목적을 달성할 수 있으나 도시형생활주택의 원격검침시스템은 세대별 난방, 급탕 사용량과 가스량을 실시간 분석하는 기술이 포함되어 원격검침서버에 해당하는 집중기를 1층 공용 공간에 설치하였으며, 방법용 CCTV DVR 기능을 부가하였다.

※ 원격검침용 집중기(서버)

집중기 (하드웨어)

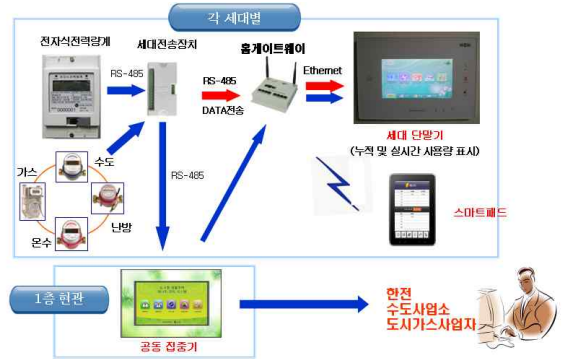


에너지비용 분담 소프트웨어

| 항목 | 전 월(2012. 12) | | 금 월(2012. 12) | | 예상금액 |
|-----------------|---|----------|-----------------------|----------|--------------------------------------|
| | 사용량 | 금액 | 현재누적 | 현재금액 | |
| 전기 | | | | | |
| 세대전기 | 258.6 kWh | 31,910 원 | 258.6 kWh | 31,910 원 | 248,273 kWh 30,580 원 |
| 세대가스 | 31.298 m ³ | 4,270 원 | 31.298 m ³ | 4,270 원 | 29,901 m ³ 3,980 원 |
| 설비 | | | | | |
| 세대수도 | 31.298 Ton | 4,270 원 | 31.298 Ton | 4,270 원 | 29,901 Ton 3,980 원 |
| 세대난방 | 82.278 Kcal | | 82.278 Kcal | | 79,301 Kcal |
| 가스배분 | 3.208 m ³ | 41,260 원 | 3.208 m ³ | 41,260 원 | 3.091 m ³ 39,810 원 |
| 이월달 예상요금 | | | | | |
| 세대운수 | 11.456 Ton | | 11.456 Ton | | 9,091 Ton |
| 가스배분 | 1,603 m ³ | 20,140 원 | 1,603 m ³ | 20,140 원 | 1,551 m ³ 19,810 원 |
| 운수용수도 | 16,528 Ton | 2,150 원 | 16,528 Ton | 2,150 원 | 15,091 Ton 2,010 원 |
| 공용전기배분 | 28.6 kWh | 3,110 원 | 28.6 kWh | 3,110 원 | 24,273 kWh 3,910 원 |
| 이번달 예상요금 | 이번 달(2012. 12) 예상 요금 계 : 100,100 원 | | | | |

원격검침시스템 집중기는 한전, 수도사업소, 도시가스사업소와 데이터 연동이 가능하도록 하였으며, 데이터 흐름도는 다음과 같다.

※ 실시간 에너지 정보 데이터 흐름도



원격검침 데이터는 세대내 에너지 관리(모니터링) 시스템(HEMS : Home Energy Management (Monitoring) System)에 의하여 전기와 열에너지 사용정보를 비디오폰과 스마트패드에서 실시간 확인을 가능케 하여 소비자의 에너지절감 반응을 유도하는 스마트그리드 원리를 구현하였다.

※ 홈 에너지관리 세대단말기

세대 단말기(스마트 패드)



휴대 사용



3.3 원격검침과 연계한 고독사 방지 기술

서교동 도시형생활주택에는 홈 에너지관리시스템이 설치되어 실시간 에너지 사용 정보의 데이터 관리가 가능한 상태에서 방범용 동체감지 센서의 신호를 연결하여 에너지사용량과 센서 변화를 통해 고독사 의심 데이터를 통보할 수 있으나 사생활 침해 등 세대 내 정보 활용이 법제화되어 있지 않은 상태로 시스템을 외부와 연동하지는 않았다.

※ 고독사 대응

동체감지기 설치



고독사 의심경보 이력 소프트웨어

| 세 대 | 보호자 | 경보설정 | 구 분 | 경보 발령 시각 | 확인/해제 시각 |
|------|-----|------|------|---------------------|---------------------|
| 103호 | X | X | | 2012.02.26 03:17:35 | - |
| 104호 | X | X | | 2012.02.26 03:17:58 | - |
| 201호 | X | X | | 2012.02.26 03:27:13 | 2012.02.26 03:17:58 |
| 202호 | X | X | | 2012.03.13 05:20:27 | - |
| 203호 | X | X | | - | - |
| 204호 | X | X | | - | - |
| 205호 | O | O | 206호 | - | - |
| 206호 | X | X | | - | - |
| 301호 | X | X | | - | - |
| 302호 | X | X | | - | - |
| 303호 | X | X | | - | - |
| 304호 | X | X | | - | - |
| 305호 | - | - | | - | - |

화장실 사이에 환기 연결구를 설치하고 중력식 개폐장치(댐퍼)가 있는 정풍량 화장실 팬을 이용하여 공기를 배출하는 저비용 환기시스템을 구축하였다.

※ 환기 개구부와 화장실팬 연동

급기 개구부



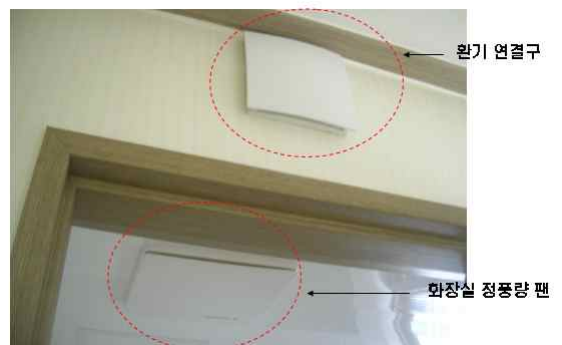
공기 필터



환기구 외부 사진



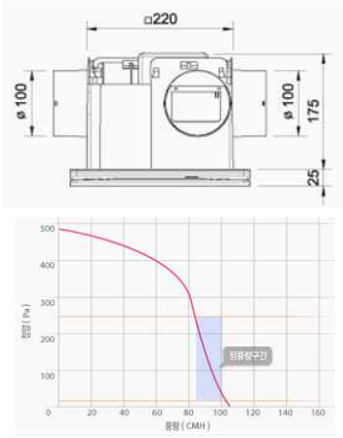
화장실 정풍량팬과 거실 환기 연결구



3.4 공기질 개선 기술

1인 가구가 아침에 목욕과 방배를 위해 문을 닫는 경우 정체된 습도에 의한 결로와 환기량 부족의 공기질을 개선하기 위해 온도, 습도, CO₂의 농도를 측정하는 환경감지기를 설치하였고, 농도에 따라 자동으로 개구부를 열고 닫는 기능과 외부의 오염공기를 차단하는 필터를 갖춘 환기구를 설치하였으며, 거실과

정풍량팬 구조와 성능



3.5 난방 에너지 절감 기술

콘크리트 바닥난방 공법은 실내를 데우는데 시간이 소요되어 귀가 후 보일러 가동하는 동안 실내가 추워 낮에도 일정한 난방이 필요하며, 보일러 정지 후 외출 시 높은 열이 자연 소모되는 비효율적인 난방을 하게 된다. 해외 패시브 주택에서는 열손실이 적으므로 표 피 바닥 난방을 적용하기도 있다.

시간당 16,000kcal의 열량을 생산하는 보일러는 분당 약 232kcal(보일러 효율 87%)의 열량을 생산하며, 소형주택 100M 난방배관의 17L 물을 40℃ 높이는데 필요한 680kcal의 열량을 약 3분에 생산한다. 배관 주위 열손실이 없다면 짧은 시간에 난방이 가능하다.

콘크리트 슬라브 난방배관방식은 열전달이 늦고 1.2M 높이에 설치된 온도조절기 내부의 센서에 의해 보일러가 동작 정지되므로 실내의 대류 지연으로 인해 희망온도까지 도달하는데 시간 지연이 발생한다.

지연되는 시간 동안 보일러는 계속 난방 온수를 만들고 난방수 순환펌프에 의해 바닥 난방배관의 온수는 순환하면서 온도 상승된 난방수가 다시 보일러에 환수되지만 실내의 대류지연에 의해 정지신호를 받지

못해 계속 운전하면서 오버히팅(Over Heating : 지연시간 반복)이 발생한다.

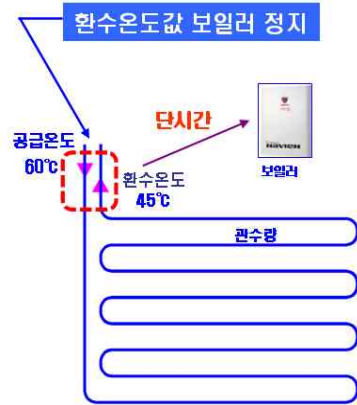
따라서 표피 바닥 난방과 배관에 말단의 환수온도가 일정온도에 도달하면 자동으로 밸브가 잠기고 보일러가 정지한 후 최초의 실내온도와 대류시간 이후 재동작하는 스마트 환수온도제어시스템을 적용하였다.

※ 표피 바닥난방과 환수온도제어

건식 표피 바닥 난방 시공



환수온도제어시스템 개념



3.6 기타 적용기술

세대별 가스보일러가 없으므로 취사용 가스배관을 삭제하고 전기취사로 변경하였으며, LED조명, 대기 전력자동차단스위치, 리모컨연동 네트워크스위치, 임대료 체납세대 출입제한 장치 등을 적용하였다.

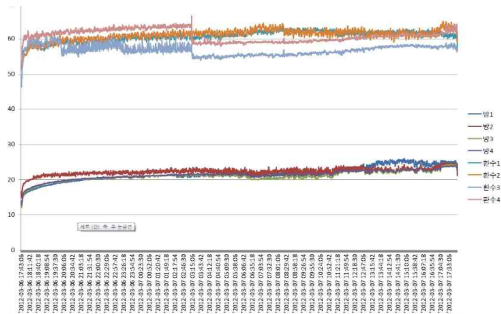
4. 건립결과와 검증 및 평가

4.1 기술검증

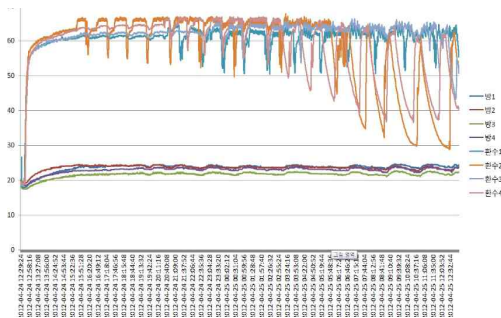
서교동 도시형생활주택의 보일러통합과 환수온도 제어시스템의 성능을 검증하기 위해 2층 4세대를 대상으로 개별보일러 4대를 추가 설치하여 실험을 하였으며, 동시 실험이 곤란한 제약으로 외부 기온과 측정 시간이 달라 상당한 오차는 있으나 보일러 운전변화에 따라 약 32%의 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

※ 온도측정 그래프

개별보일러 실별온도제어 측정 그래프



통합보일러 환수온도제어 측정 그래프



4.2 평가

서교동 도시형생활주택 건립공사는 국토부 2011년 전국발주청 VE경진대회 건축분야에서 상장을 받았으며, 2012년 제1회 대한민국 녹색건축대전 우수상을 수상하였다.

5. 맺은말

급격히 증가하던 도시형생활주택의 인허가가 감소세에 있어 본 기술개발 내용이 한층 발전하기에는 한계가 있는 상태이다.

그러나 베이비부머 세대의 안정적 수익 창출, 노후주택 개량, 행복주택의 대학생주택 등 1인 가구를 위한 소형평형의 요구는 계속될 것으로 에너지절감, 고독사 방지, 안전, 쾌적한 환경, 스마트그리드 적용 등 수요대응형 기술개발은 계속되어야 할 것이다.

◇ 저 자 소 개 ◇



조휘만(趙彙滿)

1965년 1월 27일생. 1990년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2009년 서울시립대학교 건축공학과 졸업(석사). 1989년~현재 한국토지주택공사 주택기술기준처 시설기준부장. LH토지주택대학교 겸임교수. 한국정보통신기능대학 강사. 국제공인가치전문가(CVS). 본 학회 편수위원.

E-mail : maxman@lh.or.kr