

냉난방 에너지자립 공동주택 시공사례 소개

신재생에너지인 지열을 열원으로 냉난방 및 급탕을 적용하고 에너지 자립 사례를 소개하고자 한다.

최근 기후조건 변화에 따라 건물 에너지비용의 급격한 증가가 예상되며, 주택시장의 변화에 따른 소형화, 임대화 추세에 에너지비용이 저렴한 주택시장 수요가 확대 예상을 할 수 있다. 당사는 2008년 이후 에너지 절감형 아파트 공급을 주도적으로 이끌어 왔고, 2010년 이후 기존 공동주택에서 사용 중인 냉난방방식에 대한 근본적 시스템 변경을 통한 상품구현을 위해 다각도로 연구개발 중에 있다. 이에 한국남부발전에서 설계 발주한 삼척 그린파워 사택 신축공사를 통해 지열을 열원으로 냉난방 및 급탕을 사용하는 시스템 검토 및 태양광 발전에 의한 냉난방 에너지 자립 저에너지 건축물의 효율성 검증을 수행할 예정이다. 본 자료는 국내최초 보일러 없는 공동주택 시공사례를 소개하고자 한다.

삼척그린파워 사택 신축공사 소개

그림 1에서 나타내듯이 본 공사는 한국남부발전에서 설계 발주하고 대림산업과 기타 건설사가 컨소시엄을 구성한 삼척그린파워 사택 신축공사이다. 사택 세대수는 100세대이며, 주력평형은 전용면적 72 m²로 구성되며, 부대복리시설은 유아방, 북카페, 노인정, 피트니스센터 등으로 이루어져 있다. 동별 구획된 지열시스템 구성은 수직밀폐형 시스템으로 천공개수 137공, 290 RT 용량으로 계획되어 있으며 각 동

박경수

대림산업(주) 건축기전팀
sea1023@daelim.co.kr

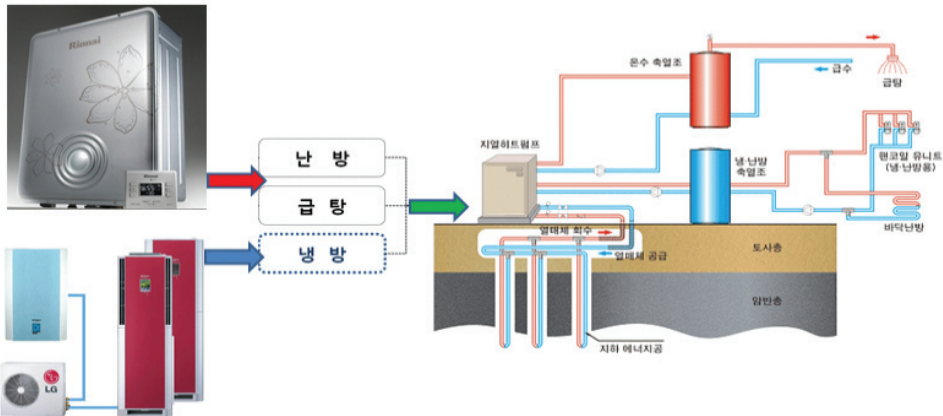
김원석

대림산업(주) 스마트/에코팀
gulapang@daelim.co.kr



현장명	삼척그린파워 현장 사택신축공사
발주처	한국남부발전
컨소시엄	대림산업(45%), 두산중공업(50%), 정산종합건설(5%)
대지면적	100,000 m ²
연면적	8,678 m ²
세대구성	33/29/19평(32/28 /40세대)총 100세대
부대복리시설	유아방, 북카페, 노인정, 피트니스센터 등
지열시스템	수직밀폐형(290RT)
지열천공	수량 : 137개 깊이 : 100 m

[그림 1] 현장 조감도



[그림 2] 보일러 없는 공동주택 개념도

옥상에는 태양광 전지판(240 kW)이 설치될 예정이다. 외피부하저감 주요 적용사항은 외단열 전체적용(T100), 고성능 PVC(T24) 복층유리 이중창호로 구성된다.

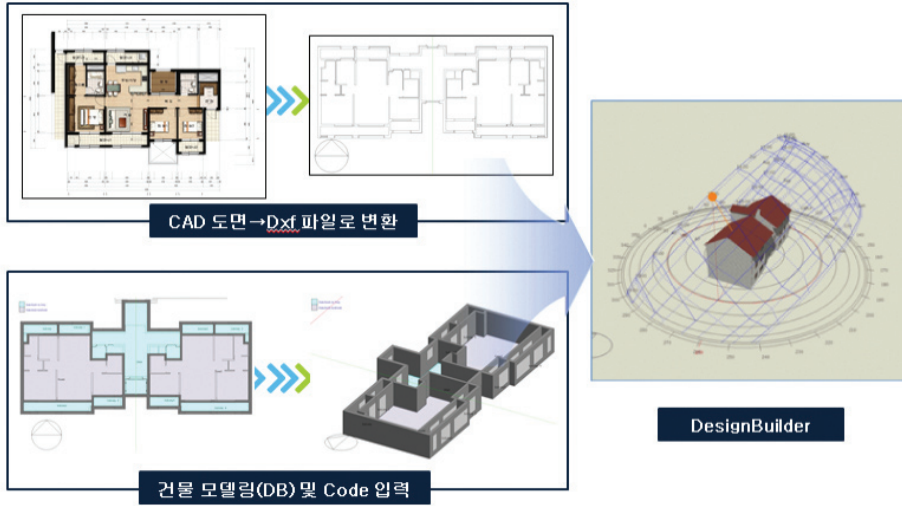
지열시스템 현황

삼척 그린파워 사택의 지열시스템은 그림 2에서와 같이 기존 공동주택 난방,급탕용 개별보일러와 냉방용 공랭식 에어컨을 대신하여 지열을 열원으로 하는 히트펌프로 냉난방과 급탕을

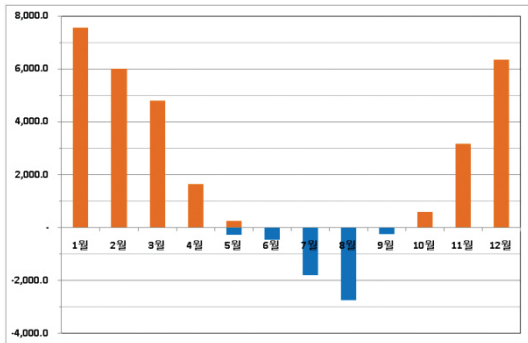
공급하게 된다. 이러한 시스템을 보일러 없는 공동주택이라 칭하기로 한다. 각 동별 히트펌프를 PIT층에 설치하여 해당동에 필요한 냉난방 및 급탕을 버퍼탱크(축열조)를 통하여 세대 급탕수 및 세대 난방수가 순환펌프에 의해 공급된다.

지열시스템 시스템 검토

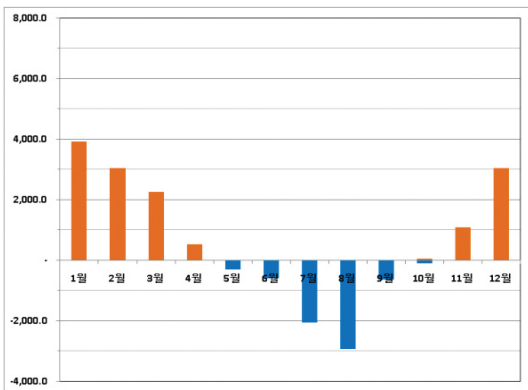
기존 도서에 설계된 지열시스템 기준으로 냉난방부하 및 백업 열원에 대한 검토를 하기 위해 Design builder를 이용하여 시뮬레이션을 진행



[그림 3] 시뮬레이션 절차



[그림 4] 표준주택 냉난방에너지 부하량(kWh)



[그림 5] 삼척사택 냉난방에너지 부하량(kWh)

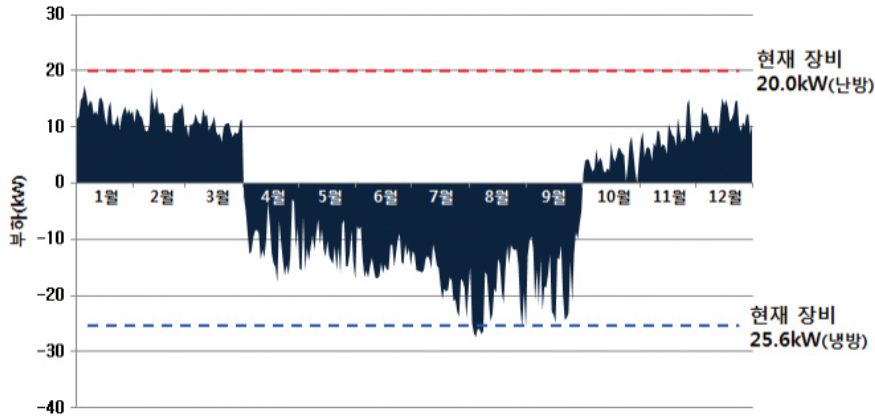
하였다. 201동의 72 m² 6세대를 시뮬레이션 범위로 하고, 실의 사용용도에 따라 공조준과 비공조준으로 구분하여 조닝을 하였으며 CAD 도면을 기본으로 시뮬레이션 진행을 위한 모델링 작업은 그림 3에 나타내었다.

시뮬레이션 결과를 그림 4, 표준주택(2013), 그림 5에 삼척 그린과워 사택기준 월별 냉난방부하량 결과를 나타내었으며, 난방에너지의 경우 삼척 그린과워 사택이 표준주택(2013)에 비하여 약 54.1% 절감되는 것으로 나타났으며 총에너지 기준으로는 약 42.6% 절감되는 것으로 나타났다.



계산된 냉난방부하와 삼척 그린과워 사택의 지열히트펌프 장비용량을 검토결과 난방 24℃, 냉방 24℃ 기준으로 장비용량은 여유 있음을 판단할 수 있고 단열 및 창호성능 강화에 따른 난방부하의 여유치가 큼을 알 수 있다.

추가로 열원장비 문제, 비상시 백업 열원의 부재 및 일시에 대량의 부하발생시 냉난방 및 급탕 부하 대응에 어려움이 있을 수 있으므로 백업장비를 추가 적용하는 방안도 검토해 보았다.

그림 7에서 보듯이 3가지 대안에 대하여 검토



[그림 6] 연간 부하 데이터(난방24℃, 냉방24℃-기계환기 포함)

구분	Alt 1	Alt 2	Alt 3
구성방안	 공기열원 EHP	 지중열교환기	 전기 보일러
	지열 + EHP	지열 + 추가천공	지열 + 전기보일러
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 공사기간 최소화 - 실외기 설치 공간 필요 - Back-up 열원 확보 및 지중열교환기 열원 열기 능 추가 가능 - 추가비용 적음 	<ul style="list-style-type: none"> - 충분한 예비전공으로 지중열원 안정성 높음 - 지열 히트펌프 고장시 예비 장비 없음 - 지중열교환기 문제시 대응성 우수 - 높은 초기 투자비 발생 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 운전 비용 - 단순한 시스템이나 열효율이 적음 - 난방/급탕 대응 용이 - 전기사용량 높아 에너지 성능 1등급 승인 불가
추가 장비	EHP 10HP 11대 20HP 3대	추가천공 100m 68공	전기보일러 14대
추가 비용	4.5 억원	4.9 억원	-

[그림 7] 백업열원 종류별 특·장점

결과 공사기간, 경제성 및 열원 다원화 등 종합적인 검토결과 백업 열원장비를 추가로 확보할 수 있는 ALT 1이 적합하다 판단된다.

삼척그린파워 사택 냉난방 에너지 제로

삼척 그린파워 사택 시물레이션을 통한 냉난방 부하량 검토 결과 난방 에너지의 경우 삼척 그린파워사택은 표준주택(2013년)에 비하여 약

54.1% 절감되는 것으로 나타났으며 전체 부하 기준으로는 약 42.6% 절감되는 것으로 나타났다. 201동 기준으로 옥상에 설치된 태양광발전의 연간 생산량은 16 MWh/year이고 삼척 그린파워 사택 201동에서 사용되는 냉난방 에너지 사용량은 태양광 생산량의 70%로서 냉난방 에너지 자립이 이루어질 것으로 판단된다(그림 8 참조).

그림 9에서와 같이 단지 전체기준으로 냉난방 에너지 자립을 예측한 결과 태양광 전지판에 의

태양광 면적	$(1.5*1)*28*2 = 84 \text{ m}^2$
고정식 1 m ² 당 생산량	190.1 kWh/m ² *year
201동 생산량	15,968.4 kWh/year

[그림 8] 삼척 그린파워 사택 201동(6세대)
태양광 연간 전력 생산량

태양광 전지판 용량	240 kW
고정식 1kW당 생산량*	1,358 kWh/kW*year
단지 전체 전력 생산량	325.9 MWh/year
단위면적당 에너지(전력) 사용량	25.9 kWh/m ² · year
공동주택 단지 전용 면적	6,456 m ²
단지 전체 총 냉난방 에너지(전력) 사용량	167.2 MWh/year

*일반건축물 신재생 에너지 설비시스템 표준설계 가이드라인, 에너지관리공단 신재생에너지센터(2010.12)
-단위 면적당 냉난방 에너지 사용량(201동)을 기준으로 공동주택 단지 전체 총 냉난방 에너지(전력)사용량을 예측함

[그림 9] 삼척 그린파워 사택 전체단지 태양광 연간 전력 생산량

해 생산되는 전체 에너지(전력) 생산량은 325.9 MWh/year, 전체 냉난방 에너지(전력) 사용량은 167.2 MWh/year로 예상되므로 냉난방 에너지 자립이 이루어질 것으로 판단된다.

경제성 검토

그림10은 월별 에너지 사용 전력요금을 1세대(72 m²) 기준으로 나타낸 표이다. 전력요금은 종합계약으로 가정하고 세대 전기요금은 주택용(저압), 공용부 전기요금은 일반용전력(을), 고압A(선택 II)요금제를 적용하였다. 분석결과 표준주택(Case 1)의 냉난방 에너지 사용요금은 697,608원(지열)과 1,048,900원(가스+에어컨), 삼척 그린파워 사택(Case2)의 경우에는 냉난방

	표준주택(Case 1)		그린파워 사택(Case 2)	
	지열 냉 · 난방	가스+에어컨	지열 냉 · 난방	지열 냉 · 난방(냉난방 자립)
1월	97,736	201,125	72,092	23,390
2월	86,753	164,524	65,807	23,390
3월	66,771	136,496	53,594	23,390
4월	44,350	62,351	37,951	23,390
5월	37,635	31,529	24,855	23,390
6월	37,025	27,050	37,712	23,390
7월	55,207	40,493	56,629	23,390
8월	60,681	51,967	61,931	23,390
9월	24,477	25,403	37,881	23,390
10월	38,375	37,653	24,192	23,390
11월	59,438	97,773	43,431	23,390
12월	89,160	172,536	35,859	23,390
합계	697,608	1,048,900	581,934	280,680

*지열 전력요금 : 한전 일반용전력(을), 고압A(선택 II) 기준 (2013.01.14)-중간부하 적용

*가스요금 : 참빛 영동도시가스 요금 적용(1 kg당 1500원)

*에어컨 전력 요금 : 한전 주택용(저압) 기준 적용 (2013.01.14)

*세대 기본 전기사용량 220 kWh/월 로 적용(280,680 원/year)

[그림10] 공급열원에 따른 냉난방 에너지 사용요금 비교(단위: 원/year, 1세대)

에너지 사용요금은 581,934원(지열)과 280,680원(냉난방 자립 시)으로 예측되었다. 세대의 전력사용 요금계산을 위해 해당 세대 기본전기사용량은 220 kWh로 가정하고 에너지 사용요금을 분석하였다.

201동 전용면적 72 m² 1세대 기준 표준주택(가스+에어컨)대비 삼척 그린파워 사택(지열 냉난방)으로 전기요금은 연간 467,000원이 절감됨을 볼 수 있다. 여기에 태양광 발전에 따른 단지 냉난방 에너지 자립조건으로 본다면, 냉난방에 소요되는 전기요금은 기본요금만 발생되며 절감비용은 단지 전체 기준으로 연간 8,000만원 가량 절감 예측된다. 이를 이산화탄소(CO₂) 저감량으로 환산할 경우 단지 전체 기준 237.24 tCO₂/year가 감소 예상된다.

결론

기존 가스식 개별보일러와 공랭식 에어컨을 이용한 냉난방 열원방식을 벗어나 신재생에너지인 지열을 열원으로 하는 새로운 개념의 공동주택을 국내최초로 시공 및 설계 검토한다는 점은 의미가 크다고 판단된다. 삼척 그린파워 사택현장을 기초 삼아 저에너지 공동주택 기술이 더욱 더 발전되길 기원해본다.

참고문헌

1. 삼척 그린파워 사택 에너지 성능검토, 대림산업(주) 스마트에코팁 검토보고서
2. 2013년도 1분기 그린스마트포럼 회의자료, 대림산업(주) 건축사업본부 