

GREEN TOMORROW 지열시스템

김 중 현

삼성물산 건설부문 친환경에너지연구소 선임연구원

1. GREEN TOMORROW 개요

최근 친환경·에너지효율 분야는 건설산업에서도 주요 이슈로 부각되고 있으며 CO₂ 발생량 저감을 위한 방법으로 건축물 에너지 소비 저감에 중점을 두고 기술개발이 활발히 진행되고 있다. EU는 2019년부터 모든 신축건물을 대상으로 건물내 소비하는 에너지보다 더 많은 에너지를 생산하도록 규정하고 있고, 미국의 경우도 2025년까지 신규 건물에 대해 제로 에너지 구현을 목표로 정책을 펼치고 있다.

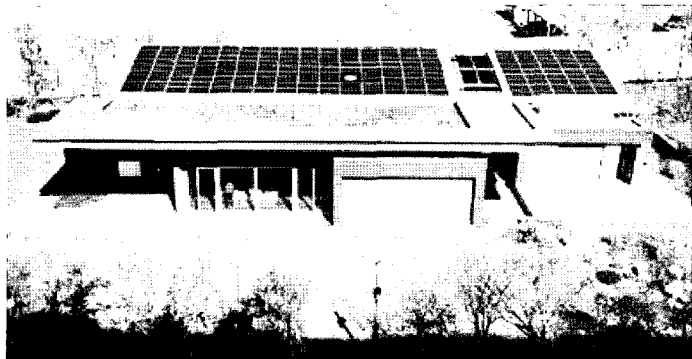
당사는 환경경영하에 2006년 친환경에너지 연구 조직을 확대, 개편하여 건축물의 친환경·에너지효율분야를 중점적으로 육성하여 왔다. 기술 우위를 확보한 해외 선진 연구소와 기술 네트워크

를 구성하여 공동연구를 진행하고 지속적인 전문인력 영입을 통하여 친환경·에너지효율 요소기술 개발을 추진하고 있다.

GREEN TOMORROW는 당사의 친환경 가치를 기술로 승화시킨 자연과 인간이 공존하는 미래 가치공간이다. 본고에서는 GREEN TOMORROW에 적용된 기계설비시스템과 그 중에서 특히 지열을 활용한 시스템에 대해서 소개하고자 한다.

2. 기계설비시스템

경제 부양책으로 자주 거론되는 것이 Green Technology (친환경 기술)를 바탕으로 한 녹색 성장이다. 이는 포스트 교토의정서에 의한 국가별 CO₂ 감산 의무 등과 맞물려 미래 성장 동력인 친



[그림 1] GREEN TOMORROW 전경

환경 기술체제로 산업을 재편성하고, 아울러 CO₂ 감산 의무 이행에 대한 강력한 실천 의지로 보인다. 건설분야는 CO₂를 줄이기 위한 방안 중 하나로 산업 전반에 대한 에너지 소비 규제가 강화되고 있다. 국가별 차이는 있으나 전체 사용 에너지의 30 ~ 40% 정도로 큰 비중을 차지하면서 환경 규제 강화를 통한 가시적 에너지 소비 절감 효과가 기대되는 가정·상업분야의 에너지 소비 규제가 더욱 강화되고 있는 실정이다.

건축물의 에너지 소비 절감을 위한 노력은 오래전부터 이어져 왔으나 요소기술별 연구와 초기 공사비용 증가에 대한 부담 등 경제성 요구를 만족시키지 못해 기술개발이 제한적으로 진행되어 왔다. 그러나 지구 온난화 방지에 대한 사회적 인식 확대와 최근 에너지 비용의 급등으로 인해 저에너지 소비형 건물에 대한 가치가 날로 높아지면서 그 적용 사례가 급속하게 늘고 있는 실정이다. 일반적으로 에너지 저소비형 건물 구현에는 아래와 같이 3가지 기술적 접근을 통해 가능하며 에너지 소비 예측과 평가 시스템도 병행 검토가 필요하다.

- 에너지 부하 저감 : 건물 배치, 외피 열성능(단

열,기밀) 강화, 사용조건 완화

- 에너지 효율 이용 : 고효율 기자재, 반송동력 저감 등 시스템 효율 향상
- 자연 에너지 활용 : 빛, 열, 바람 등 자연 에너지를 활용을 통한 부하 해결

상기 3가지 항목 중 “에너지효율 이용” 관련하여 GREEN TOMORROW에 적용된 기계설비 분야에 대해 소개하고자 한다. 적용된 일부 기술 중에는 그동안 국내 주거시설에 적용하지 않았던 기술을 구현하고자 노력하였으며 향후 지속적인 성능 검증을 통해 보완하여 실제 상업용 모델에 단계적으로 응용하여 적용할 계획이다.

2.1 건축 및 설비 개요

GREEN TOMORROW는 전시관과 홍보관 2개의 건물로 구성되어 있으며 건축과 설비 개요는 표 1, 2와 같다.

2.2 열원설비

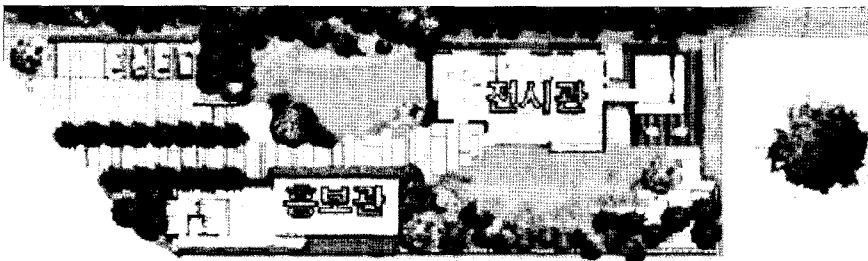
GREEN TOMORROW 열원은 기획단계부터 화석연료는 전혀 사용하지 않는 개념으로 출발하였

<표 1> 건축 개요

건물명	GREEN TOMORROW
소재지	경기도 용인시 기흥구 중동 1026-1번지
면적 / 층수	전시관 424m ² (B1F~1F), 홍보관 291m ² (1F~2F)
구조	철골조

<표 2> 설비 개요

냉난방방식	-전시관 : 지중열 이용 히트펌프 (바닥 온수난방, 천정형 에어컨) -홍보관 : 바닥 취출 공조, 천장형 복사 냉방 판넬
환기방식	지중덕트 + 전열 열회수형 환기장치
급수방식	시수 직결방식
급탕방식	태양열 집열기, 전기히터(보조)



[그림 2] GREEN TOMORROW 배치도

다. 그래서 일반적으로는 많이 사용하고 있는 가스보일러 열공급 방식이 아닌 지열 히트펌프를 열원으로 채택했으며 동력에 필요한 에너지는 부지 내 지붕형 태양광 발전과 풍력 발전을 통해 전력을 공급하는 에너지 자립형 건물로 계획되었다.

일반적인 가스보일러의 연소효율이 0.8 정도인 반면에 GREEN TOMORROW에 적용된 지열 히트펌프의 난방 COP(성적계수: Coefficient of Performance)는 5.2 정도로 우수한 에너지효율을 발휘한다. 난방 또한 공냉식 히트펌프가 대기 온도 변화에 따라 COP가 변동되는 것과 달리 지중열 이용 히트펌프는 무한한 에너지 원천지인 지중으로부터 열을 흡수하고 방출함으로써 비교적 안정적인 출력력을 기대할 수 있다.

또한 대기 중으로 열을 배출하지 않기 때문에 건물과 그 둘러싼 주변환경을 동시에 배려하는 친환경 열원이라는 것이 선정의 큰 이유이다. 일반적으로 공냉식 히트펌프의 난방 COP는 3.0 정도이며, 지열 히트펌프는 열매의 반송동력을 포함해도 COP 4.0 정도로 약 30% 정도 높은 것으로 알려져 있다. 지열 히트펌프를 열원으로 적용하는 경우 흔히 연중 냉난방 기간의 불균형에 의한 지중 열성능 저하에 대한 대책 수립이 요구되지만 스웨덴 Passive House 단일 기준의 GREEN TOMORROW의 경우 난방부하를 95% 이상 대폭 삭감하여 연간 난방과 난방에 필요한 에너지

소비량이 비슷하기 때문에 필요 에너지 불균형에 의한 지중 온도 상승에 따른 열성능 저하에 대한 우려는 없을 것으로 예상된다.

3. 지열시스템

3.1 지열 냉난방시스템

여름철에는 지열(냉열 : 冷熱)을 취득하여 냉방에 사용하고, 겨울철에는 지열(온열 : 溫熱)을 난방에 활용하여 건물에너지를 절약하는 시스템이다.

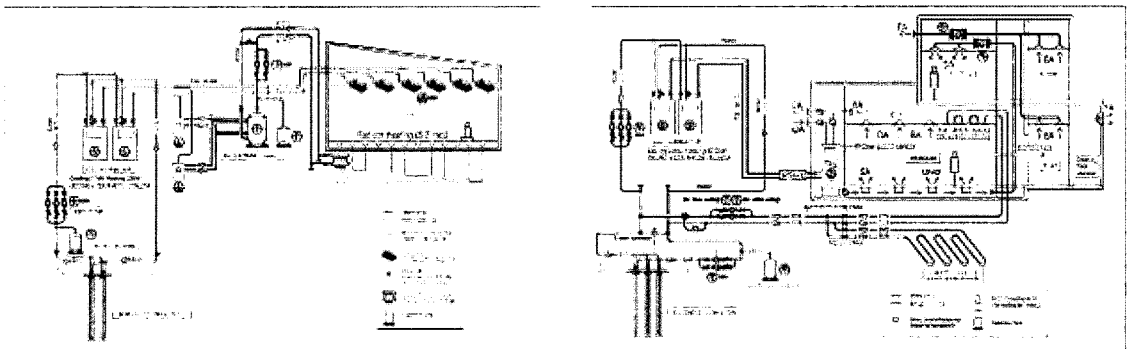
지열 냉난방시스템의 적용 위치 및 용량은 첫째, 지중열교환기는 그림 4과 같이 홍보관용(200m × 3ea)과 전시관용(150m × 2ea)을 설치하였으며, 홍보관(12[RT]) 및 전시관(6[RT])의 지열 냉난방 용량은 총18[RT]이다.

지열 냉난방시스템의 적용을 통하여 하절기 냉방시(1일 기준) 275[kW]의 에너지 절감효과를 거둘 것으로 예상하고 있다(취득열량 405[kW] - 소비전력량 130[kW] = 275[kW]).

또한 동절기 난방시(1일 기준) 327[kW]의 에너지 절감효과를 거둘 것으로 예상된다. (취득열량 439[kW] - 소비전력량 112[kW] = 327[kW])

• 전시관 (1일 기준)

- 냉방시 : 취득열량 135[kW] - 소비전력량 65[kW] = 70[kW]



[그림 3] 전시관(左), 홍보관(右) 열원 및 냉난방 흐름도

- 난방시 : 취득열량 146 [kW] - 소비전력량 56 [kW] = 90 [kW]
- 홍보관 (1일 기준)
 - 냉방시 : 취득열량 270 [kW] - 소비전력량 65 [kW] = 205 [kW]
 - 난방시 : 취득열량 292 [kW] - 소비전력량 56 [kW] = 236 [kW]

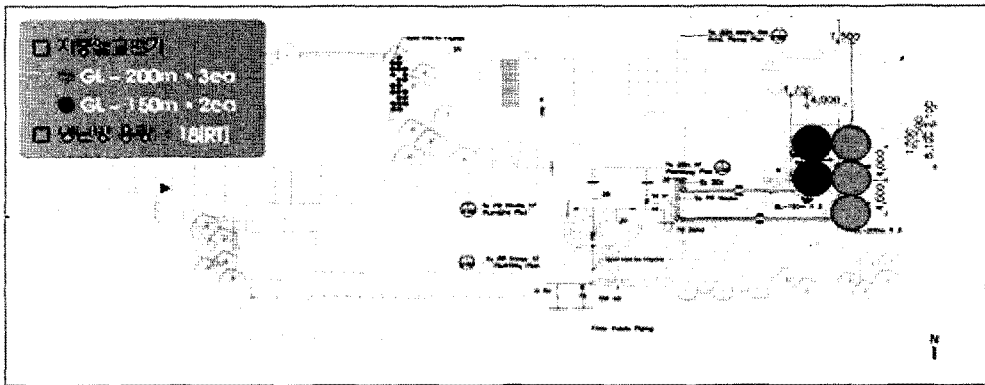
3.2 지열 도로 융설시스템

도로나, 보도에 방열관을 매설하여 지중 원수 (15℃)를 사용하거나 지열 히트펌프에서 생산된 온수(45℃)를 방열관에 통과시켜 도로 표면에 열을 공급함에 따라서, 강설시 눈을 녹이고 결빙을

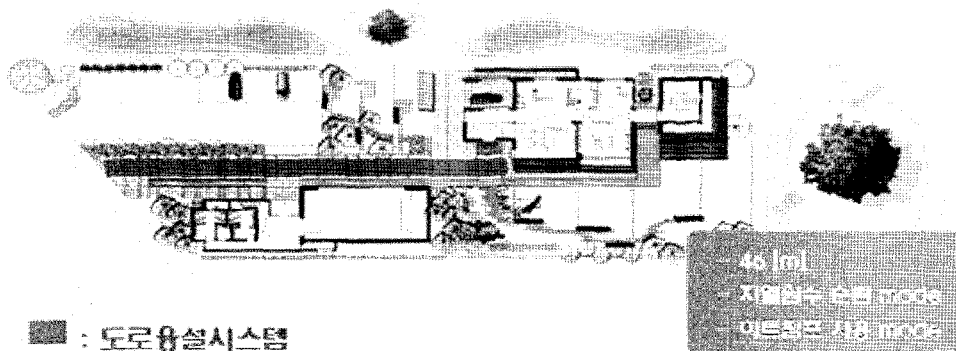
방지하는 시스템이다(하절기 운전시 열섬(Heat Island)방지 효과).

지열 도로 융설시스템의 적용 위치 및 용량은 그림 5와 GREEN TOMORROW내 보도(1m × 46m)를 설치하였으며, 지열원수(15℃)를 사용하는 방법과 히트펌프에서 생산된 온수(45℃)를 사용하는 방법 등 2가지 운전모드를 적용하였다.

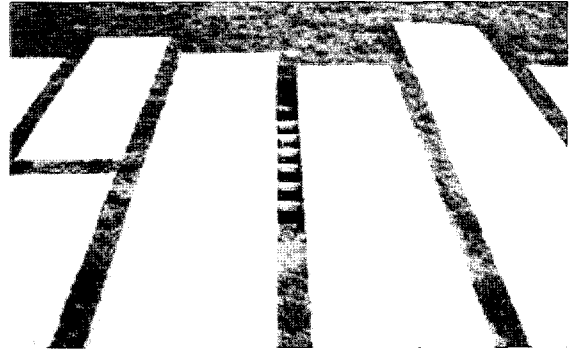
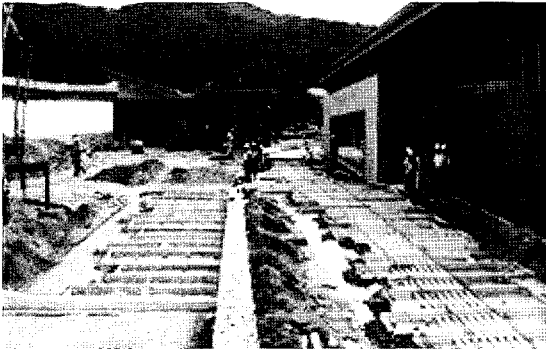
지열 냉난방에 도로 융설을 추가한 Hybrid시스템(국내 최초)이다. 지열 냉난방시스템에서 히트펌프 전체용량중 난방부하 여유분으로 도로 융설 시스템 적용이 가능하고, 히트펌프의 여유분을 활용하는 것이기 때문에 신규로 전기히터방식을 설치할 때와 초기투자비 차이가 많지 않다. 또한 지



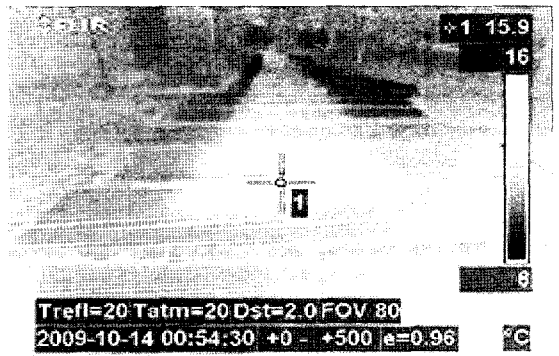
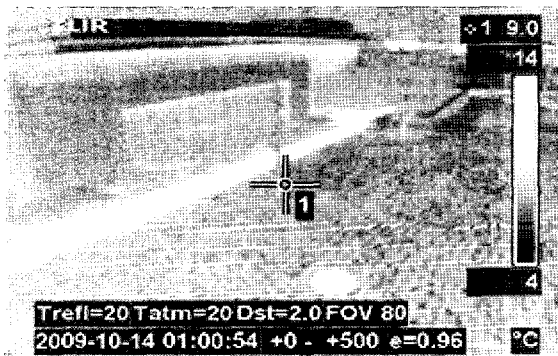
[그림 4] 냉난방용 지중열교환기 설치 위치



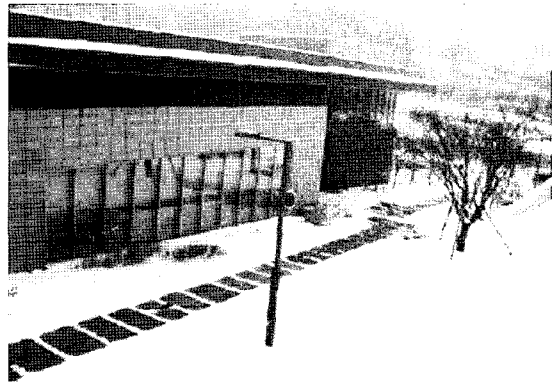
[그림 5] 지열 도로 융설시스템 설치 위치



[그림 6] 지열 도로 용설시스템 시공



[그림 7] 지열 도로 용설시스템 적외선 분석



[그림 8] 강설시 도로용설 성능 분석(촬영일시 : 2010년 1월 4일)

열원 히트펌프를 활용함으로써 연간 운전비도 전기히터 방식에 대비해서 약 1/4로 저렴하고, 지중 열교환기의 냉난방 부하밸런스 유지를 통하여 연중 지중온도 상승을 방지(지중온도 상승 억제를

통한 시스템 전체의 효율 저하 방지)한다.

당사는 친환경·에너지효율 기술인 지열 냉난방·도로용설시스템을 오피스 및 래미안 아파트 등에 지속적으로 적용을 확대할 예정이다. ☺