

# 지열에너지 냉난방 시장 급격한 성장세

이종수 / 투데이에너지 기자(차장대우)



▲ 지열에너지 시스템 개념도

국내의 지열 열펌프 시스템 시장은 공공기관의무화 제도 이후 급격히 증가하고 있다. 2007년까지 에너지관리공단에 신재생에너지 전문기업으로 등록된 전체 1,934여개 업체 중 지열 전문 업체는 약 484개 업체이며, 10여개 업체가 30억 원의 매출을 올리며 지열 시장을 선도해 나가고 있다. 2003년 이후 지열 열펌프시스템 보급 증가와 함께 관련 업체의 수가 급격히 증가하고 있다.

앞으로 고성능 히트펌프의 개발과 지중열교환기 효율이 높아진다면 히트펌프를 이용한 지열시스템의 보급이 더욱 확대될 것으로 전망되고 있다. 이처럼 설비건설업계에 있어 지열시스템은 새로운 '블루오션'이 될 수 있다.

지난 호에는 '신성장동력인 신재생에너지 선점 경쟁 가열'이라는 주제로 신재생에너지의 현황을 집중 조명했다. 앞으로 지열, 풍력, 바이오에너지, 연료전지, 수소 등을 하나씩 분석해보기로 했다. 이번 호에는 지열에너지기술을 소개하고 회원사가 설계·시공한 사례를 살펴본다. 지열에 대한 자료는 에너지관리공단의 '신재생에너지의 이해(2008년)', 지식경제부와 에너지관리공단의 '신재생에너지 RD&D 전략 2030(2008년)' 등을 인용했다.[편집자 주]

◆개요

▲지열의 의미와 종류

일반적으로 지열에너지는 지중(토양, 지하수, 지표수 등)이 태양 복사에너지나 지구 내부의 마그마 열에 의해 보유하고 있는 에너지를 의미한다. 지열은 태양과 지구가 존재하는 한 계속 생성되는 에너지의 보고로서 지열 에너지원은 무궁무진하다고 할 수 있다.

지열에너지는 지표면으로부터의 깊이에 따라 천부지열과 심부지열로 구분된다. 지형과 지역에 따라 다소 차이가 있지만 천부지열의 온도는 대략 10~20℃ 정도이며 심부지열은 40~150℃ 이상의 온도를 보인다.

지열에너지 이용기술은 크게 직접이용과 간접이용 기술로 분류된다. 직접이용은 말 그대로 땅 속의 중·저온 에너지(10~20℃)를 열펌프(heat pump)나 냉동기와 같은 에너지변환기기의 열원으로 공급하며 건물 냉난방, 각종 건조산업, 도로 용설(snow melting), 온천, 양식업

및 시설영농, 지역난방 등에 활용하는 기술을 의미한다.

반면에 간접이용 기술은 심부지열(40~150℃) 중 대략 80℃ 이상의 고온수나 증기를 끌어올려 전기를 생산하기 위한 지열발전에 활용하는 기술이다.

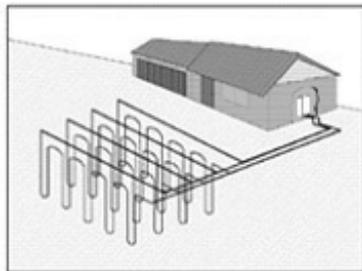
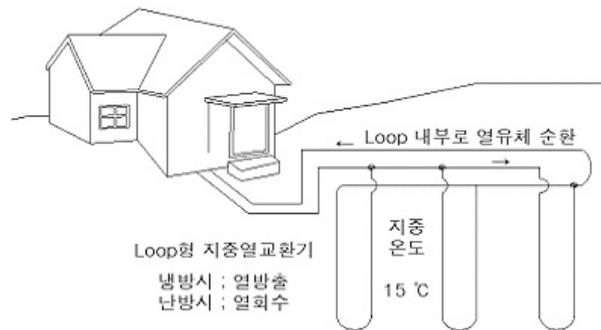
현재 지열기술이라고 하면 주로 천부지열(10~20℃)을 이용해 건물을 냉난방하거나 온수를 공급하는 지열 열펌프시스템 기술로 한정하는 경향이 있다.

지열은 통상 건물의 냉난방 열원으로 활용되는 데 이를 위한 주요설비로는 지열을 회수하기 위한 열교환기와 회수한 저온의 지열을 유효에너지로 변환시키기 위한 히트펌프(heat pump)가 있다.

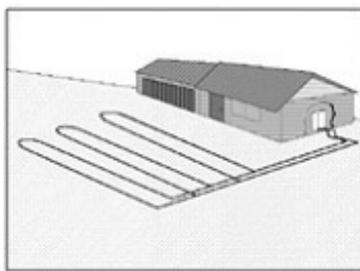
히트펌프란 지열과 같은 저온의 열원으로부터 열을 흡수해 고온의 열원에 열을 주는 장치로서 열을 빼앗긴 저온측은 여름철 냉방에, 열을 얻은 고온측은 겨울철 난방에 이용할 수 있는 설비다.

지열시스템의 종류는 대표적으로 지열을 회수하는 파이프(열교환기) 회로구성에 따라 폐회로(Closed Loop)

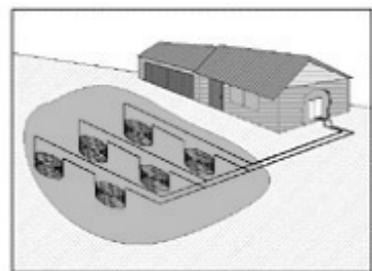
[폐쇄형 지열시스템 구성도]



(a) 수직형 (Vertical Type)



(b) 수평형 (Horizontal Type)



(b) 수평형 (Horizontal Type)

와 개방회로(open Loop)로 구분된다.

일반적으로 적용되는 폐회로는 파이프가 밀폐형으로 구성돼 있는데 파이프 내에는 지열을 회수(열교환)하기 위한 열매가 순환되며 파이프의 재질은 고밀도 폴리에틸렌이 사용된다.

폐회로시스템(폐쇄형)은 루프의 형태에 따라 수직, 수평루프시스템으로 구분되는 데 수직으로 100~150m, 수평으로는 1.2~1.8m 정도 깊이로 묻히게 되며 상대적으로 냉난방부하가 적은 곳에 쓰인다.

개방회로는 수원지, 호수, 강, 우물 등에서 공급받은 물을 운반하는 파이프가 개방돼 있는 것으로 풍부한 수원이 있는 곳에서 적용 가능하다.

폐회로가 파이프내의 열매(물 또는 부동액)와 지열이 열 교환 되는데 반해 개방회로는 파이프 내에서 직접 지열이 회수되므로 열전달 효과가 높고 설치비용이 저렴하다는 장점이 있으나 폐회로에 비해 운전 및 유지보수에 주의가 필요하다.

### 토양 열원 열펌프시스템

토양 열원 열펌프시스템은 지중열교환기의 매설형태에 따라 수직형과 수평형 시스템으로 분류된다. 수직형 지중열교환기는 지중(토양)에 수직으로 매설되며 시공부지의 제약이 상대적으로 적다. 또한 건물 냉난방부하와 부지조건에 따라 다양한 깊이로 시공할 수 있다. 일반적인 수직형 지중열교환기는 직경 100~150mm, 깊이

75~180m의 보어홀을 지면에서 천공한 후 폴리에틸렌 U자 관을 삽입하고 이 U자 관과 보어홀 사이의 빈 공간을 그라우팅 재료로 채워 완성된다.

### 지하수열원 열펌프시스템

지중열교환기와 열펌프로 구성된 냉난방 겸용 시스템이다. 즉 냉방시에는 건물 내의 열을 지중으로 방출하고 난방과 급탕시에는 지중의 열을 실내와 온수에 공급함으로써 하나의 시스템으로 공간 냉난방과 온수·급탕을 동시에 구현 가능한 시스템이다.

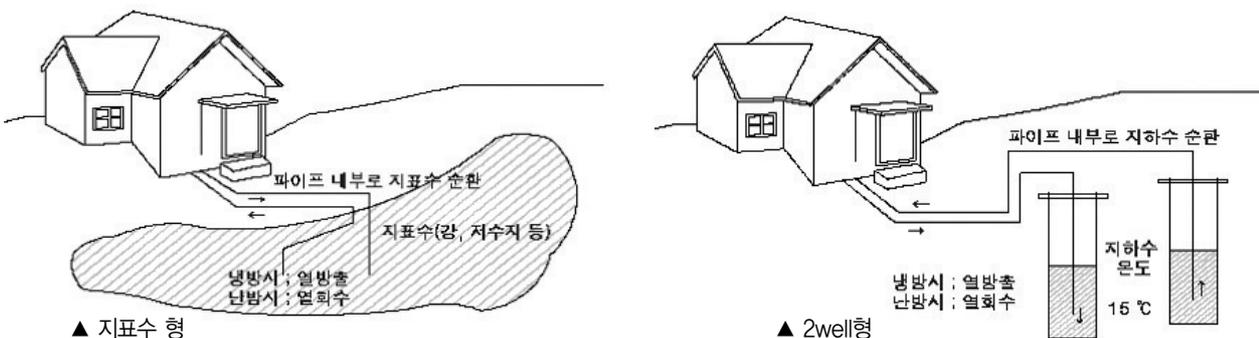
### 지표수열원 열펌프시스템

지표수열원 열펌프시스템은 자연연못, 인공연못, 호수, 저수지, 원수 등을 냉열원과 온열원으로 활용하는 시스템으로 밀폐형 지표수 시스템은 나선 형상의 지중 열교환기를 사용한다. 이때 물속의 지중열교환기 파이프가 부력에 의해 뜰 수 있기 때문에 설치에 주의를 기울여야 한다. 연못이나 호수의 크기가 작을 경우 외기온도 변화에 영향을 받아 시스템 효율이 감소할 수도 있다.

### 하이브리드 지열시스템

토양열원 열펌프시스템은 지중열교환기 설치를 위한 부지와 설치비용 면에서 제약을 받으며 건물이 커질수록 지중열교환기 설치비용은 더욱 상승하게 된다. 이러한 점을 보완하기 위해 제안된 방식이 하이브리드 지열시스

[개방형 지열원 열교환장치]



템이다. 이 시스템은 보조 냉열원(냉각탑 등)이나 보조 온열원(보일러, 태양열 집열판 등)을 병행함으로써 지중 열교환기 개수나 길이 등을 줄일 수 있다.

한편 지열발전은 시추공을 통해 지하에 저류돼 있는 지열 유체를 분출시키거나 물을 주입시켜 고온의 물이나 수증기를 뽑아낸 후 그 열에너지를 전기에너지로 변환하는 발전방식이다.

지열발전의 종류는 건조증기, 플래시증기, 바이너리 방식 등 총 3가지로 이뤄져 있다.

건조증기방식은 지중 심부에서 추출한 건조증기를 이용해 전기를 생산한다. 즉 관정으로부터 나오는 증기를 발전설비의 터빈으로 직접 보내 발전하는 방식으로 세계 최대 규모의 The Geysers도 이 방식을 채택하고 있다.

플래시증기 방식은 오늘날 가장 일반적인 지열발전의 형태. 고온(182℃ 이상)의 물을 이용하며 고압 상태에서 추출한 고온수를 양수해 발전설비의 터빈을 돌린다. 이때 발전설비에 도달한 고온수의 압력을 급격히 낮추면 그 일부가 증기로 변화게 되는데 이 증기를 이용해 터빈을 돌리는 방식이다.

바이너리 방식의 경우 지하에서 추출한 중온수(80~120℃)는 터빈과 직접 접촉하지 않고 2차 유체를 증발시키는데 이용한다. 이때 열교환기를 이용하게 되고 열 교환이 이뤄진 2차 유체를 증발해 터빈을 돌리는 방식이다.

## ◆ 국내외 기술개발 동향

### ▲ 해외현황

지열 히트펌프시스템은 1912년 스위스의 Heinrich Zoelly가 처음 특허를 출원(지열원 열펌프시스템)하면서 처음으로 소개됐다.

1976년 미국 오클라호마주립대학에서 파이프를 지중에 매설하는 지중열교환기를 개발해 실용화 기반을 구축

하고 1996년 오클라호마 주립대학에서 슬린키(slinky) 방식의 지중 열교환기를 개발해 건물 냉난방에 적용했다. 1997년 스위스에서는 말뚝형 지중 열교환기를 개발해 스위스공항에 시범 적용했다.

일본은 지질구조상(지진 관련) 지열이용이 바람직하지 않은 것으로 여겨졌으나 미국회사와 공동으로 인공연못을 활용하는 지열교환기를 개발해 지열냉난방시스템을 완성했고 현재 계속 연구를 진행하고 있다. 특히 일본은 지열 열펌프 시스템의 초기 투자비를 절감시킬 수 있는 분야와 도로 제설(snow melting) 분야에 많은 투자를 하고 있다.

미국 IGSHPA나 ASHRAE는 지열 열펌프 시스템에 대한 실제 적용성 검증 후 매년 고성능, 다기능의 지열 열펌프 및 지중 열교환기 설치 방법을 개발하고 있다.

현재 세계적으로 자국의 지중 및 기후조건에 적합한 지열이용시스템을 개발·보급하는데 많은 투자를 하고 있다. 특히 냉각탑이나 태양열 집열기 등을 지열 시스템과 혼용해 중대규모 건물에 적용하는 복합(hybrid)시스템 개발 및 건축물의 하부구조를 활용하는 지중열교환기 개발에 주력하고 있다.

미국은 세계 지열산업을 주도하는 선진국으로서 지열 열펌프 제조사와 대학 및 연구소가 초기투자비를 줄이기 위해 많은 노력을 하고 있으며 고효율 지열 열펌프, 최적 설계, 건물 통합 및 제어 기술, 하이브리드 시스템 및 각종 지중 데이터베이스 구축 등을 적극 전파하고 있다.

유럽은 전반적으로 지열 열펌프시스템이 활성화돼 있으며 시스템 최적화, 시뮬레이션을 통한 최적설계 및 지중 열물성 측정 기술이 매우 발달하고 각 나라의 지질 특성 및 환경에 맞는 다양한 지중열교환 기술을 보유하고 있다.

지열발전의 경우 현재 전 세계에서 약 24개국이 지열 발전을 통해 전기를 공급하고 있다. 미국, 필리핀, 멕시코, 이탈리아, 인도네시아, 일본 등이 지열발전 분야를 주도하고 있다. 지열발전 플랜트의 시설용량 면에서 이 여섯 나라가 전 세계 지열발전의 86%를 차지한다.

### ▲보급현황

전 세계적으로 다양한 분야에서 지열 에너지를 활용하고 있다. 2005년 기준으로 지열에너지 이용(지열 열펌프, 지역난방, 온실난방, 양식업, 농산물 건조, 제철 등) 시설의 용량은 2만8,269 MWt이며, 연간 27만3,372 TJ(7만5,943GWh)을 이용하고 있다. 2000년 대비 용량은 두 배, 이용량은 43%(연간 7.5%) 각각 증가했다.

가장 큰 부분을 차지하고 있는 분야가 지열 열펌프시스템을 이용한 건물 냉난방시스템이다. 지열 열펌프시스템이 전 세계 지열 에너지 이용량(시설용량 및 이용량) 증가에 주도적 역할을 하고 있다. 2005년 기준으로 지열 에너지 이용 시설용량 중 54.4%(1만5,384 MWt), 지열 에너지 이용량 중 32%(8만7,503 TJ/year)가 지열 열펌프 시스템이다. 설치 건수는 2000년 대비 약 3배 증가했고 12kW 용량의 열펌프 유닛으로 가정할 때 약 130만 대로 추정된다.

지열발전의 경우 전체 지열발전 용량은 2000년 7,972MWe에서 2005년 8,933MWe로 증가했으며 이 기간 동안 연평균 2.3%의 성장세를 보였다. 전 세계적으로 2005년 초까지 490기의 지열발전 플랜트가 건설됐으며 총 설비용량은 8,933MWe이다.

전문가들은 향후 전 세계의 지열발전 플랜트의 용량은 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 있다.

### ▲국내 기술현황 및 지원정책

국내에서는 지난 91년부터 2007년까지 29개 과제에 206억원을 투자했으며 그 중 149억원을 정부에서 지원했다.

2000년대 전에는 기초 자료 확보를 위한 일부 지역에 대한 지열자원 탐사를 수행했다. 2000년 이후 지열열펌프를 활용한 건물 냉난방 시스템의 실증과 지중열교환기 성능 확보를 위한 연구에 많은 투자가 있었다. 초기투자비를 절감하기 위해 열펌프의 성능 향상 및 현장타설 말뚝형 지중열교환기, 3-pipe U-tube 지중열교환기, 하

이브리드 시스템 등 다양한 기술개발이 수행됐다.

신뢰성 향상, 효율 향상, 초기투자비 절감을 위해 현지 지중열전도도 측정기 기술개발 및 최적 설계 기술 확보가 이뤄졌다. 그라우팅 재료 및 국내 지중 열물성 DB 확보를 진행 중이다.

설치 및 시공기법 등의 표준화 연구를 수행하고 열펌프의 인증 기준을 마련했다. 대규모 보급을 위한 공동주택용(주거용) 지열 냉난방 시스템 기술 개발이 진행되고 있다.

국내의 지열 열펌프 시스템 시장은 공공기관의무화 제도 이후 급격히 증가하고 있다. 2007년까지 에너지관리공단에 신재생에너지 전문기업으로 등록된 전체 1,934개 업체 중 지열 전문 업체는 약 484개 업체이며, 10여개 업체가 30억원의 매출을 올리며 지열 시장을 선도해 나가고 있다. 2003년 이후 지열 열펌프시스템 보급 증가와 함께 관련 업체의 수가 급격히 증가하고 있다.

에너지관리공단의 관계자는 “히트펌프를 이용하는 지열시스템은 운영비가 기존의 설비에 비해 적은 반면 초기투자비가 많아 경제성이 다소 약한 것이 단점”이라며 “앞으로 고성능 히트펌프의 개발과 지중열교환기 효율이 높아진다면 히트펌프를 이용한 지열시스템의 보급이 더욱 확대될 것”이라고 전망했다.

정부는 지열이용시스템 보급을 위해 설치비용을 지원하고 있다. 일반보급보조사업의 경우 최대 50% 이내로 지원한다. 또 용자지원사업의 경우 시설설치 자금은 소요자금의 최대 90% 이내(중소기업: 90% 이내, 대기업: 80% 이내)에서 당해연도 동일사업자당 30억원 이내로 대출기간은 3년 거치 5년 분할 상환조건(분기별 변동금리, 2008년 4/4분기 4.5%)이다.

또한 신재생에너지이용시설 생산자 및 A/S를 위한 공동망관리자, 신재생에너지생산 공급자에게 최대 90% 이내(중소기업: 90% 이내, 대기업: 80% 이내), 동일사업자당 3억원 이내, 대출기간 1년 거치 2년 분할상환 조건으로(변동금리, 5.0%) 운전자금을 지원하고 있다.

# 기획특집 신재생에너지/① 지열에너지

▲ 국내 기술개발 추진 현황 : 정부 지원 과제 중심(2001~2007)

연도(과제시작연도)	과 제
2001	• 중·저온성 지열에너지 개발 기술(3년, 주관기관: 자원연구소)
2002	• 지열냉난방시스템 실증연구(2년, 주관기관: 코오롱건설) • 지열냉난방 시스템 성능평가 및 엔지니어링 기술 확보(2년, 주관기관: 한국에너지기술연구소) • 한국에 적합한 지열냉난방 시스템 기술개발과 적용성 및 신뢰성 평가연구(2년)
2003	• 현지용 지중열전도도 예측기술 개발(2년, 주관기관: 한국에너지기술연구소) • 부하중형 고효율 지열 히트펌프 시스템 개발(3년, 주관기관: 한국기계연구원) • 지열 이용 열펌프시스템의 성능평가 기법 및 기술기준(안) 구축
2004	• 지열 이용 하이브리드 히트펌프 시스템 개발(3년, 주관기관: 뉴그린테크) • 한국형 지중열교환기 최적 설계 패키지 개발(3년) • 지중 열교환기 전열성능 향상을 위한 뒤채움재 조성에 관한 연구 (2년, 주관기관: 한국건설기술연구원) • 고성능 저가형 지중열교환기 개발(2년, 주관기관: 코오롱건설) • 복수정을 이용한 지열히트펌프 시스템 실증연구(2년, 주관기관: 지오테크) • 스탠딩컬럼웰을 적용한 지열히트펌프 실증연구(2년, 주관기관: 시립 인천전문대학)
2005	• 유출지하수를 이용한 건물냉난방 기술개발(2년, 주관기관: 삼양에코너지) • 수직형 지중 열교환기 시공기법 및 고성능 천공기술 개발(2년) • 현지 지중열전도도 측정 기술(2년) • 시설원예용 수평형 지열히트펌프 시스템 실증연구(2년)
2006	• 공동주택(아파트)의 지열 냉난방 시스템 적용성에 관한 연구(5년) • 용량가변형 지열원 다중공간 냉난방시스템(2년) • 저가, 고효율 지중 열교환기 그라우팅 재료 개발 및 DB 구축(2년)
2007	• 자연냉매(CO <sub>2</sub> )를 적용한 고효율 지열 냉난방 및 급탕 시스템 개발 • 지하수 축열을 고려한 대수층 냉난방 시스템 개발 • 단일관정을 활용한 층적대수층 이용 냉난방시스템 개발 • 저심도 지열을 활용한 에너지 파일 및 환기 병용형 냉난방 시스템 개발

※ 출처: 신재생에너지의 이해(2008년, 에너지관리공단)

▲ 기술개발 지원현황

구분 \ 년도	1991~2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계	
과제수	신규	2	1	3	3	6	4	4	6	29
	계속	3	-	-	3	3	7	6	4	26
	계	5	1	3	6	9	11	10	10	55
사업비 (백만원)	정부	690	300	475	1,205	2,196	2,143	3,252	4,647	14,908
	민간	70	281	503	491	758	806	1,073	1,725	5,707
	계	760	581	978	1,696	2,954	2,949	4,325	6,372	20,615

※ 출처: 신재생에너지의 이해(2008년, 에너지관리공단)

### ▲향후 계획

정부는 대규모 실용화 단계에 진입하기 위해 초기 투자비 절감기술 개발과 지열 자원에 대한 국가적 차원의 종합적인 정보네트워크 DB를 구축할 계획이다.

또 외국의 장비와 설계공법 등의 국산화를 통해 국내의 지질 및 기후조건, 시공조건 등을 고려한 신뢰성 향상 및 시공기법 개발을 추진할 계획이다. 현재 일부 국내업체에서 열펌프 유닛을 제작하고 있으나 열펌프 유닛의 핵심부품(압축기)의 경우 외국산이 거의 대부분을 차지

하고 있다. 열펌프 유닛, 지중 열교환기, 전체 시스템에 대한 인증제도를 강화할 계획이다.

주거용으로 보급 확대를 위한 전기요금 누진제 등의 제도개선도 추진할 계획이다.

지열발전의 경우 정부는 선진 외국기술에 의존하는 것을 탈피할 수 있는 핵심 요소기기의 설계 및 제작, 시공기술 개발, 국내 지질조건 등에 적합한 한국형 지열발전 플랜트 건설 등의 중장기 추진전략을 갖고 있다.☉



▲ 지열냉난방(60RT)을 적용한 전주 노인요양원



▲ 파이프 매설 작업



▲ 기계실 배관 현황

# 대한설비건설협회 지열에너지 시공 회원사 현황(08년 11월 현재)

## 서울지역(53개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
가진기업(주)	최재상	02)2113-0220
공항시설관리(주)	김규식	02)3665-1383
대현산업기술(주)	윤영근	02)2628-0777
동방엠씨개발(주)	안석준	02)854-6158
린나이에스이(주)	변두한	02)320-5566
범양공조산업(주)	장종기	02)3453-7777
삼신설계(주)	김석완	02)578-5671
삼원설비공업(주)	최재유	02)338-3767
성림산업개발(주)	김동욱	02)856-1014
송산이엔지(주)	송명주	02)2057-0281
시스템에어컨엔지니어링(주)	김병한	02)727-4910
씨제이파워넷(주)	오수관	02)859-5901
에어테크엔지니어링(주)	김도영	02)588-8877
엔플러스이앤씨(주)	윤원혁	02)978-8690
엘아이지엔설(주)	최승기	02)3279-9100
엠아이티엔지니어링(주)	권수찬	02)477-6230
영평기계설비(주)	최영수	02)841-1114
제이비에너텍(주)	유태표	02)2191-7600
제인상사(주)	박만귀	02)2163-0200
(주)국민에너지	김남운	02)786-1119
(주)귀뚜라미범양냉방	김규원	02)2600-9444
(주)도원엔지니어링	윤해균	02)526-7808
(주)동방기공	김봉섭	02)2233-5528
(주)백한엔지니어링	문명만	02)981-0453
(주)보람엔지니어링	서영덕	02)3437-0901
(주)삼원씨앤지	김태원, 안영화	02)262-6715
(주)세아테크	노영창	02)704-3001
(주)세원테크놀로지	김동환	02)2068-0321
(주)시스템서플라이	석희정, 심영훈	02)2066-0728

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)아산엠이씨	임학준	02)803-0935
(주)아이스맥스	마경호	02)336-3800
(주)에너지솔루션즈	이범용	02)852-1211
(주)에이스테크시스템	김재천	02)475-3366
(주)엔티이	김연규	02)3431-6670
(주)유신테크	김용근	02)2082-2470
(주)이앤이시스템	유제인, 박종철	02)523-0543
(주)이젠아이	서영권	02)515-3300
(주)인디고존	장수익	02)571-5494
(주)정도설비	이상일	02)585-4200
(주)조은에너지	신용길	02)393-7878
(주)태연이엔지	김대중	02)2026-1380
지멘스(주)	조셉 라일링거	02)3450-7005
지에스네오텍(주)	최성진	02)2630-5276
트레인코리아(주)	프랜시스 유엔킨펩	02)2186-0900
한국가스기술공사	장순호	02)2657-1301
한국신재생에너지	이일우	02)3413-0606
한국하니웰(주)	박성호	02)799-6214
한전산업개발(주)	권정달	02)2250-2731
한화에스엔씨(주)	김관수	02)729-3803
헤민산업(주)	김상필	02)3482-7930
화남이엔씨(주)	전인성	02)3482-5652
HR엔지니어링(주)	이정기	02)2605-1637
LG전자(주)	남용	02)3777-2925

## 부산지역(12개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
대부이엔지개발	김기권	051)628-2500
동영기업(주)	정금자	051)320-0500
범양냉방설비(주)	정방호	051)323-7001

업 체 명	대 표 자	연 락 처
수석건설(주)	김창현	051)526-5001
종로전기(주)	박동천	051)611-2233
(주)건형설비	최명흠	051)751-5610
(주)뉴코아건설	유세열	051)630-4128
(주)대정기업	김형락	051)817-8617
(주)유니온이씨엠	신기부	051)558-8284
(주)윤호건설	윤용근	051)502-8918
(주)정본개발	류장수	051)851-9990
(주)티알이엔씨	이동건	051)831-6992

대구지역(17개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
노수테크(주)	노수문, 김외선	053)625-0044
대구도시가스(주)	정충영, 김영훈	053)606-1430
대성글로벌네트웍(주)	박원진	053)6050-7342
온천설비(합)	서정도	053)422-1335
우일기업(주)	김종성	053)751-0765
(주)덕진엔지니어링	이성규	053)586-3204
(주)동서기연	이진호	053)752-8236
(주)백산산업	김주환	053)765-6666
(주)삼창이엔지	허구범	053)354-4900
(주)신일이엔씨	최문홍	053)665-8700
(주)영진건설	윤복순	053)588-5710
(주)유인엔지니어링	류훈희	053)767-7471
(주)이건이앤지	정강재	053)760-4100
(주)지앤씨테크놀러지	김춘열	031)768-9860
(주)하이맥스	이주원	053)474-0077
(주)혁신	김수화	053)742-4751
태흥개발(주)	김성수	053)557-3226

인천지역(8개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
대주이엔티(주)	박광수	032)541-0400
아이씨에너지(주)	최혁준	032)260-3385
(주)거륜에너지	송근호	032)563-8971
(주)공단소방	최태영	032)814-5119

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)삼환이엔테크	최익환	032)832-0500
(주)은빛엔지니어링	손원용	032)330-8435
(주)한아이엔씨	유창훈	02)2642-4082
중앙산업건설(주)	나양중	032)401-9420

광주 · 전남지역(23개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(유)태영기연	윤대운	061)284-6192
(유)호남에어컨총판	박재동	062)513-7000
네오테크(주)	구본훈	062)381-5040
대용기업(주)	반성환	062)571-4955
대청기업(주)	유도희	061)652-9445
대흥설비(주)	이기조	062)955-6999
보수건설(주)	오윤환	062)527-0680
상원산업(주)	양정용	061)761-3500
영진기계설비(주)	김원식	062)971-4035
예일건설(주)	김영철	061)683-5187
(주)경일	조명래	062)526-6259
(주)대주에너지	김혜련	061)287-5770
(주)부광기업	정병용	062)381-1104
(주)삼삼	정해철	061)722-4238
(주)성인	정재만	061)755-2510
(주)센도리	박문수	062)268-5811
(주)신우이엔지	하민호	062)376-1055
(주)신일	김경수	062)268-8091
(주)운경건설	이종근	062)523-4465
(주)유니테크	윤유하	061)794-3111
(주)이룸기계설비	배백호	062)954-0418
(주)일화	김영아	062)393-9984
흥한개발(주)	이길채	062)236-1301

대전 · 충남지역(19개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(유)자연건축	김은애	041)853-2770
금성이앤씨	구본철	041)816-7301
삼양에코너지(주)	김윤호	041)253-5411

업 체 명	대 표 자	연 락 처
엔텍(주)	김대선	042)489-0250
(주)대경에너지	방관수	041)523-0806
(주)대청엔지니어링	성열구	042)933-7100
(주)대풍기업	이부영	041)735-3600
(주)명성에너지	이찬희	041)356-9797
(주)삼영	박희문	042)626-3031
(주)세종기술엔지니어링	김응춘	042)933-4060
(주)신설이엔지	장문식	042)638-6633
(주)에세	김정희	042)255-2855
(주)에어맥스	김성수	042)523-5801
(주)인광이엔씨	황광연	042)272-5227
(주)일이공사	박육순	042)673-1204
(주)태현기공	윤범석	042)483-4221
(주)피닉스건설	송석재	041)573-4882
(주)해천엔지니어링	김태성	042)670-8010
한빛에너지(주)	조연구	042)221-2750

울산 · 경남지역(15개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
동남이엔씨	최창덕	055)285-5000
미룡건설(주)	황숙영	055)325-8310
삼창기업(주)	이두철	052)226-3000
서진설비(주)	임덕운	052)227-0424
(주)광영기업	김봉주	055)243-3466
(주)그랑솔레이	전석영	055)385-7522
(주)동부해창설비	이재홍	055)763-4501
(주)미래기술	김태석	052)262-3601
(주)아이렉스	박승민	054)274-1414
(주)우진	진귀남	055)247-6690
(주)이엔비	허철영	055)222-6660
(주)하나엔지니어링	이정락	052)272-7776
(주)한독산업설비	권재경	055)293-8118
창영건설(주)	임재헌	055)646-4871
해원산업(주)	이용재	052)222-8421

경기지역(39개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
기건공영(주)	김학수	032)326-5080
대웅산업건설(주)	이윤형	031)233-3377
대현기공(주)	이정목	031)781-0850
백석건설(주)	김재만	02)229-4704
봉화건설(주)	김종락	031)844-0555
성마기업(주)	민평기	032)613-4590
성우플랜트산업(주)	임태규	031)225-2093
세트코코리아(주)	라이언 맥켄드릭	031)653-8646
왕성산업(주)	김정아	031)444-8525
운지파워텍(주)	안병준	02)2060-4901
일도레너지(주)	강신창	02)2615-8100
정문설비(주)	박종근	032)611-3449
(주)경원이엔지	박문규	031)254-1907
(주)경인에너지	최성하	031)381-1987
(주)뉴그린테크	문종철	031)276-0731
(주)대양엔지니어링	김창열	031)484-3002
(주)두손	추광문	031)499-9911
(주)범양냉열	권승주	031)709-3604
(주)부성엔지니어링	김학윤	031)234-4300
(주)삼영이엔지	권영목	031)497-3081
(주)성창그린이엔씨	김성영	031)482-1102
(주)신성엔지니어링	박대휘	031)7889-248
(주)아이에스이엔씨	임현춘	02)477-2750
(주)엔케이엠이씨	박종복	031)356-7734
(주)영일	김근희	02)897-5101
(주)지셀이엔씨	조성림	031)711-0048
(주)지오테크	박성구	031)701-7510
(주)진성기업	오태석	031)479-1706
(주)창명엔지니어링	김병호	031)222-6731
(주)청우네이처	박명선	02)2164-8888
(주)케이지엔에이치피	한금희	031)752-8112
(주)티지이엔씨	김영진, 이주환	031)715-7436
(주)한길건설	고석근	031)395-3298
(주)한동이엔씨	기동우	031)483-2416

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)화인텍센추리	임재인	02)345-39707
준엔지니어링(주)	박금선	031)967-0696
코텍엔지니어링(주)	김금파	031)420-4677
한국플랜트서비스(주)	김신배, 이성만	031)710-4583
한길건설(주)	김대근	031)444-7454

강원지역(19개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(합)천우	강현우	033)253-7948
(합)태산설비	정철구	033)256-0503
명신엔지니어링(주)	심진섭, 김승수	033)574-6274
삼양이엔피(주)	송양희	033)253-5414
서울기계설비(주)	김정희	033)574-4770
신흥개발(주)	최장우	033)263-2161
(주)강력설비	송명순	033)764-7707
(주)거화	엄기현	033)662-2204
(주)그랜드	염성도	033)734-0482
(주)동호엔지니어링	정교성	033)651-7257
(주)미래테크	유인재	033)745-8600
(주)씨엔이	송현규	033)534-3001
(주)우정기계건설	이미정	033)763-1489
(주)유한	유기수	033)762-8007
(주)조달	김도봉	033)733-7889
(주)창신건설	김영애	033)746-3370
(주)현진기계건설	남창현	033)763-0490
혁신건설(주)	최선주	033)643-3111
화신기업(주)	정인봉	033)645-0125

충북지역(12개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
경원세기엔지니어링(주)	이영호	043)211-3390
광진기업(주)	김태웅	043)296-9642
영광기업(주)	장순경	043)274-5591
(주)세리공영	백총기	043)267-1119
(주)세연플랜트	김성배	043)276-5611

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)이에스	신경수	043)279-7011
(주)청송엔지니어링	최규연	043)853-7577
(주)태창공영	김동오	043)225-6263
(주)테크윈	정봉익	043)261-8114
(주)티이엔	김태원, 신경수	043)279-4052
(주)효자기업	모정희	043)273-3651
청솔이엠아이(주)	이미화	041)862-1790

전북지역(41개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(유)건양공사	정기운	031)662-9314
(유)금성산업개발	조경주	063)251-8321
(유)다우이엔지	김평석	063)227-9406
(유)대건기업	홍석범	063)237-5266
(유)대륙엔지니어링	육종철	063)243-9191
(유)동성엔지니어링	김연태	063)381-1104
(유)동양공사	김승원	063)242-6418
(유)동원공사	유 철	063)245-2236
(유)명지엔지니어링	유제영	063)563-2188
(유)상신설비	안재상	063)242-4478
(유)성진엔지니어링	성낙준	063)277-2777
(유)세기플랜트	곽연상	063)228-4388
(유)신진공업건설	고광문	063)535-2953
(유)안성	김 성	063)227-0091
(유)육영건설	김종원	063)835-6338
(유)일광산업사	조계석	063)273-1711
(유)일토엔텍	최규연	063)246-6393
(유)제이엔지	박종우	063)271-3201
(유)지오건설	이현숙	063)241-9314
(유)하나산업개발	정덕일	063)543-8900
(유)하나종합기술	오유섭	063)228-8901
(유)한남엔지니어링	한희선	063)278-0831
(유)한양기공	강순덕	063)466-4243
(유)화남엔지니어링	박태주	063)251-9157
동양프랜트(주)	문종만	063)443-5601

업 체 명	대 표 자	연 락 처
부경엔지니어링(주)	백경희	063)253-7445
(주)가덕	유재설	063)857-3500
(주)공성엔지니어링	황연임	062)857-3016
(주)나라	한덕수	063)443-4401
(주)대창엔지니어링	유종욱	063)625-1777
(주)대한산업설비	송영식	063)833-5446
(주)도원테크	정하형	063)244-6700
(주)서림이앤씨	김귀호	063)467-2210
(주)선이앤씨	최승길	063)251-5157
(주)세종에너지	박옥동	063)214-7718
(주)솔이엔지	박 석	063)271-0447
(주)엔알이코리아	김원오	063)236-2530
(주)연합진흥	진효근	063)642-9990
(주)파라오	김화수	063)223-8492
준에너지테크(주)	원동환	063)232-0550
진성산업(주)	손성덕	063)851-1119

## 경북지역(9개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
경원시앤디	강석우	054)763-1931
원영건설(주)	서대원	053)811-1057
(주)공간코리아	정낙규	054)975-6383
(주)국제이엔지	추용엽	054)774-3700
(주)대원지에스아이	서용교	054)973-2221
(주)보국	남병주	053)770-1000
(주)유엔티엔지니어링	박영순	054)474-7704
(주)청림	임원진	054)465-0723
포철산기(주)	최규성	054)279-7200

## 제주지역(1개사)

업 체 명	대 표 자	연 락 처
(주)인성	백성철	064)751-0904

※신·재생에너지센터 등록 지열전문기업 664개 업체 중  
대한설비건설협회 회원사 268개 업체(약40%)



## 노래하는 고속도로가 있다?

우리나라에 노래하는 고속도로가 있습니다. 비행기를 타고 외국으로 갈 필요도 없고 산 넘고 물 건너 지방으로 갈 필요도 없습니다. 자동차를 타고 서울외곽순환고속도로 판교방향 103.2km 지점을 시속 100km로 달리기만 하면 고속도로가 부르는 노래를 들을 수 있습니다. 무척 신기하죠?

과속, 졸음운전 등 운전자 과실로 인한 교통사고를 줄이기 위해 사고가 잦은 서울외곽순환고속도로 판교방향 103.2km 지점(경기도 시흥시 금이동 부근) 345m 구간에 횡방향 흠파기(그루빙)를 해 자동차가 달릴 경우 마찰음 대신 노래가 나오도록 한 겁니다.

이는 고속도로 노면에 횡 방향 흠파기(그루빙)를 시공해 흠과 흠 사이의 간격을 조정하고 주행시 타이어의 진동음을 음원으로 변화시켜 종전의 타이어와 노면과의 마찰음을 노래로 바꾼 것입니다. 다시 말해, 그루빙의 간격에 따라서는 음의 높이가, 폭에 따

라서는 음의 양이, 개수에 따라서는 음의 길이가 각각 달라집니다. 이 원리에 따라 '비행기'라는 노래가 나오도록 그루빙의 간격과 폭, 개수를 각각 조절해 시공했습니다.

너비 2.4cm의 흠을 10.6cm 간격으로 차도에 파 놓으면 차량이 지날 때 기본음 '도' 소리가 나오고 '레'는 9.5cm, '미'는 8.4cm로 흠 간의 간격이 작아집니다. 흠이 도로 위에 설치된 실로폰 역할을 하는 것이다. 박자는 흠이 설치되는 길이로 조정하는데, '도' 음을 내는 흠을 차량 진행 방향으로 20m까지 쪽 늘어놓으면 0.72초 동안 '도' 음계가 이어지고, 이것이 한 박자(♩)의 효과를 냅니다. 10m를 늘어놓으면 반 박자(♩)가 되는 거죠.

따라서 노래 길이에 따라 이 시설물의 길이도 달라집니다. 이번에 설치된 구간은 '비행기' 노래 1절 길이에 맞춘 345m로, 약 12초간 노래를 들을 수 있습니다.

# 지열 냉난방시스템 시공사례

사례①	청주대학교
회원사	티이엔(대표 김태원) · 충북

## 총 1,730RT 규모...SCW 공법 적용



▲국내 최대 규모의 지열 히트펌프시스템을 적용한 청주대학교

티이엔이 시공한 청주대학교의 지열 히트펌프시스템은 총 1,730RT 규모로 현재까지 국내에서는 최대 규모로 알려지고 있다.

지난 46년 11월1일 광복 후 신설대학 1호로 설립된 청주대학교는 자연 친화적인 아름다움을 갖춘 15만평의 캠퍼스에 현재 7개 단과대학, 4대 대학원 등 1만2,000여명이 재학 중이다.

청주대학교에 지열히트펌프가 설치된 곳은 교양관, 예술대, 음악관, 인문대, 기숙사이다. 300RT 규모의 교양관은 신축 건물로 수축열 지열히트펌프가 적용됐으며 600RT 규모의 예술대에도 수축열 지열히트펌프가 적용됐

다. 또 음악관은 80RT 규모로 지열히트펌프만 적용됐다. 리모델링 건물인 인문대는 200RT, 신축 기숙사는 550RT 규모로 지열 히트펌프시스템이 설치됐다.

청주대학교의 설비담당자는 “지열 냉난방시스템은 청주대학교의 친환경적인 비전과 맞고 에너지절감 효과가 뛰어나 향후 지속적으로 확대, 적용할 계획”이라고 말했다.

티이엔은 청주대학교에 SCW(Standing Column Well) 공법의 지열히트펌프를 적용했다.

티이엔의 관계자는 “SCW 공법은 경제성, 효율성, 편리성, 친환경성을 두루 갖춘 가장 뛰어난 시스템”이라며 “지하 300~500m 깊이로 천공해 지중열교환기를 설치해 17~23℃의 지중열원을 확보한 후 히트펌프를 이용해 열을 교환하는 방식으로 열교환기의 경우 40~50년, 지열히트펌프는 20~25년간 사용할 수 있고 전문 관리 인력을 배치할 필요도 없다”고 설명했다.

사례②	창녕서드에이지
회원사	신성엔지니어링(대표 김규원) · 충남 · 경북

## 심야전력 이용 축열식 지열시스템



▲심야전력을 이용한 축냉열식 지열시스템을 적용한 창녕서드에이지

창녕서드에이지에 설치된 지열시스템은 심야전력으로 축열조에 냉온수를 축냉·축열했다가 주간에 축열조에 저장된 냉온수를 순환해 건물의 냉난방을 수행토록 했다.

한국교직원공제회의 발주로 나온 창녕서드에이지의 지열냉난방시공은 신성엔지니어링이 맡았다. 연면적은 5만9,945.93㎡, 냉난방면적은 9,741.6㎡로 지하 1층, 지상 15층 건물이다.

창녕서드에이지의 축열식 지열시스템은 크게 옥외 이중열교환기와 기계실 지열히트펌프, 축열조, 순환펌프, 자동제어시스템 등으로 구성돼 있다. 지열히트펌프의 운전으로 생성된 냉온수를 공조기 및 팬코일을 이용해 건물의 냉난방을 수행토록 설계됐다.

축열조 용량은 냉난방시 677.3㎡이며 최대저장량은 냉방시 1,702USRT-h, 난방시 6,434Mcal이다. 최대일 주간 부하는 냉방시 3,758USRT-h, 난방시 1만601Mcal이다. 최대 부하일 축열조 저장량은 냉방시 1,337USRT-h, 난방시 3,790Mcal이며 축열율은 냉방시 45%, 난방시 61%다.

제빙시간인 10시간동안 축열조 용량만큼 축열할 수 있어야 하기 때문에 25RT급 지열히트펌프 8대가 적용됐으며 지열방식은 수직밀폐형으로 천공 깊이 150m 기준 92홀이 천공됐다.

신성엔지니어링의 관계자는 “지열히트펌프 시스템은 초기투자비를 제외하면 다른 신재생에너지원에 비해 냉난방시스템으로서 경쟁력이 있는 것으로 입증되고 있다”고 밝혔다.

사례③	한국생명공학연구원 기숙사동
회원사	이앤이시스템(대표 유제인 · 박종철) · 서울

## 수축열시스템 결합... 운전비용 절감



▲한국생명공학연구원은 수축열시스템을 결합한 축열식 지열히트펌프시스템을 채택했다.

한국생명공학연구원은 총 5층(지상 4층, 지하 1층)의 기숙사동에 기존 지열히트펌프의 단점을 보완하기 위해 수축열시스템을 결합한 축열식 지열히트펌프시스템을 채택했다.

건물의 냉난방을 수행할 수 있는 지열히트펌프의 경우에는 연중 일정한 온도를 유지하는 지열을 이용하기 때문에 안정적으로 열원을 공급할 수 있고 히트펌프 COP가 우수해 에너지절약형 시스템으로 많은 장점을 갖추고 있으나 지중열교환기 설치면적이 넓고 초기투자비가 높은 단점이 있어 축열식 지열히트펌프를 적용한 것이다.

한국생명공학연구원 기숙사동에 적용된 시스템은 174USRT-h의 성층화 수축열조 1대, 왕복동식 25USRT급 히트펌프 2대, 수중형 심정펌프 5.5HP급 2

대, 축냉펌프 1.5HP급 3대, 방냉펌프 7.5HP급 3대, 지열순환펌프 5.0HP급 3대, 판형 열교환기 87.7Mcal/h 2대로 구성돼 있다. 지하수이용 개방형인 우물형으로 400m 깊이로 2개의 천공이 이뤄졌다.

동일용량의 에어컨 및 보일러, 가스를 주열원으로 하는 흡수식냉온수기를 적용한 것과 비교한 결과 축열식 지열히트펌프시스템을 이용해 냉난방을 수행한 운전비(1,159만8,000원)가 흡수식냉온수기 대비 63%, 에어컨 및 보일러 사용대비 약 64%로 평균 30% 이상의 에너지 사용량을 절감할 수 있다. 이를 토대로 한 투자비회수기간은 약 5년 정도로 평가됐다. 특히 환경문제와 밀접한 CO<sub>2</sub>배출량은 가스를 사용하는 흡수식냉온수기 대비 약 39%를 저감할 수 있다.

사례④	과천 국립과학관
회원사	코텍엔지니어링(대표 김금파) · 경기

## 지열시스템 교육 · 홍보 효과 기대



▲국립과학관은 지열냉난방시스템에 대한 교육 및 홍보효과를 기대하고 있다.

코텍엔지니어링은 국비 3,275억원, 경기도비 1,000억원 등 총 4,275억원이 투입돼 지난 11월 오픈한 국립과학관(경기도 과천시 서울대공원 앞)의 지열 냉난방시스템을 설계 · 시공했다.

국립과학관은 첨단기술과학관, 기초과학관, 자연사관 등 5개의 상설전시장을 비롯해 야외전시실을 갖춘 세계적인 수준의 과학관이다.

국립과학관의 지열냉난방시스템은 냉방부하 240RT로 히트펌프 30RT급 10대, 순환펌프 22kW급 3대, 보어홀(Borehole) D150×180m 72홀로 설치됐으며 공조방식은 AHU와 Duct를 채택했다.

코텍엔지니어링의 관계자는 “과학기술부는 이번 국립과학관 건립에 있어 에너지절약과 환경친화적인 지열냉난방설비를 도입해 운영비용 절감은 물론 정부의 신재생에너지 보급 확대 정책에 앞장서고 있다”라며 “과학기술부의 기대에 부응해 완벽한 설비를 설치함은 물론 향후 수많은 견학이 이뤄질 것에 대비해 누구나 쉽게 이해할 수 있는 시청각 교육 자료와 현장에서 직접 눈으로 에너지효율을 확인할 수 있는 설비를 준비했다”고 설명했다.

코텍엔지니어링은 국립과학관이 수도권에서 접근이 용이해 지열냉난방시스템에 대한 교육 · 홍보효과를 특히 높일 것으로 기대하고 있다.

사례⑤ 상지대학교  
 회원사 삼양에코너지(대표 김윤호) · 충남

## 연간 냉난방 비용 70% 절감



▲상지대학교는 지열냉난방 시스템을 도입, 에너지절감 효과를 톡톡히 보고 있다.

강원도 원주에 있는 상지대학교는 지열 냉난방 시스템을 도입해 에너지 절감 효과를 톡톡히 보고 있다. 2005년 12월 총공사비 8억원을 들여 준공한 여학생 기숙사는 예전에는 중유를 이용한 냉난방으로 연간 운전비용이 약 8,400만원에 달했다. 하지만 지열시스템을 도입한 직후인 2006년부터 연간 냉난방 비용은 2,300만원으로 떨어졌다.

상지대는 2006년 12월 창업보육센터에도 지열시스템을 도입했다. 여기서도 연간 8,000만원에 달했던 냉난방 비용이 3,000만원으로 크게 줄었다. 최근에는 부속 한방병원에도 지열 시스템을 도입하기 위해 공사가 한창이다. 조만간 땅속 500m까지 구멍을 뚫고 파이프를 연결해 차가운 지하수를 끌어올리는 작업이 진행될 예정이다.

상지대의 관계자는 "연간 1억5,000만여 원이 드는 부속 한방병원 냉난방비를 최대 9,000만원까지 절약할 수 있을 것으로 기대한다"고 말했다.

지열히트펌프를 설치함으로써 냉각수나 온수만을 사용해 냉난방을 할 때보다 효율이 약 50% 증가한다. 지열의 또 다른 장점은 다른 신재생에너지에 비해 외부 조건에 따라 변화가 크지 않다는 것이다.

삼양에코너지의 관계자는 "태양광이나 풍력은 일조량과 바람에 따라 변화가 많지만 지열은 연중 일정하기 때문에 변동 요인이 거의 없다"라며 "미국이나 유럽 등 선진국에서는 공공기관에 지열 냉난방 설비가 활성화돼 있으며 국내에서도 지열에 대한 관심이 더욱 높아질 것"이라고 말했다. ☺



### 건설용어 한마디

주택에서 거실 창을 통해 하늘을 볼 수 있는 권리.  
 흔히 조망권은 '경관조망권'과 '천공조망권'으로 나뉘는데, 경관조망권은 거실에서 강, 호수, 공원, 산 등을 볼 수 있는 권리로

### 천공조망권

서 한강조망권이 대표적이다.  
 최근 대법원은 한강조망권을 인정하지 않은 반면, 하늘을 볼 수 있는 천공조망권을 처음으로 인정한 판결을 내린 바 있다.