

지열에너지를 이용한 냉난방 및 도로 용설(融雪) 겸용 Hybrid 기술

김중현 수석, 신승호 소장
(주)삼성물산 친환경에너지연구소

1. 서론

전세계적으로 건물에너지에서의 가스 방출량을 감소시키기 위해서 많은 기술개발 및 연구를 하고 있다. 그 중에서 일산화탄소나 이산화탄소를 발생시키는 화석연료 사용을 줄이고 신재생에너지를 사용하여 건물에너지에서 발생하는 가스를 줄이려는 노력을 하고 있다. 이런 신재생에너지의 종류에는 태양에너지, 풍력에너지, 지열에너지, 연료전지 등 많은 신재생에너지가 있다. 각 신재생에너지원별 장단점을 가지고 있으며 지열에너지의 경우 지중으로부터 끊임없이 재생되는 열에너지를 이용하기 때문에 화석연료처럼 연료가 고갈 될 우려가 없다는 장점을 가지고 있지만, 지중온도가 계절별로 차이가 있기 때문에 심도가 얇은 지표층에서는 사용을 할 수 없다는 단점이 있다.

이런 지열에너지를 지열원 히트펌프 (Ground Source Heat Pump. 이하 GSHP로 표기)의 열원으로 이용하여 건물의 냉난방에너지원으로 사용되고 있다. 또한 GSHP를 겨울철 적설시 도로의 용설과 결빙을 방지하기 위한 도로 용설시스템에 적용을 하여 사용 할 수도 있다. 도로 용설시스템에 GSHP를 사용하게 되면 관리자 등 인력으로 눈을 치워야 할 노동을 줄일 수 있으며, 적설시 사

용하는 염화칼슘 등 제설제를 사용하지 않아도 되기 때문에 제설제 구입 비용이 절약되고 친환경적이라는 점과 도로의 결빙을 방지함으로써 보행자의 통행시와 자동차 운전자들의 미끄러움으로 인한 교통사고를 사전에 예방할 수 있다는 장점이 있다.

본 기술개발에서는 일본의 지열을 이용한 도로 용설시스템 기술 현황과 용인에 위치한 이스트펠리스 래미안 아파트에 실제 적용된 도로 용설시스템의 GSHP를 가동하여 운전시 적외선촬상기를 이용하여 사전 성능을 예측 분석하였으면, 또한 실제 적설시 성능 확인을 통하여 시공성 및 경제성을 확보하였다.

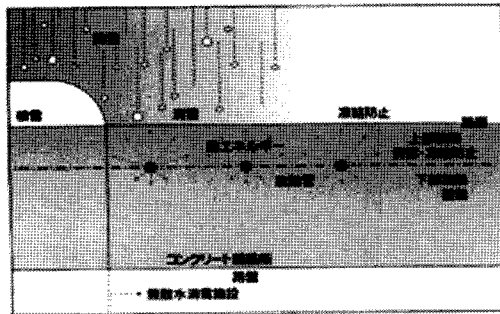
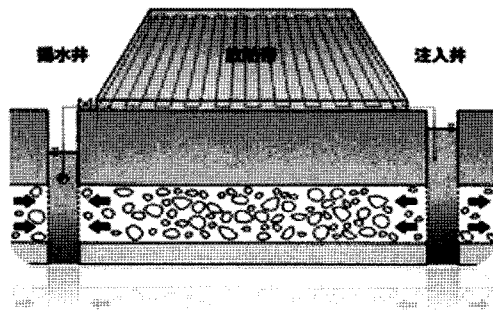
2. 일본의 기술개발 현황

2.1 용설시스템의 분류

2.1.1 지하수 이용 무살수시스템

포장된 도로 안에 방열관을 매설하고 그 방열관 안에 지하수를 흘려 보냄으로 인하여, 지하수가 가지고 있는 자연에너지를 이용하여 효율적으로 노면에 전달해서 눈을 녹이고, 노면의 동결을 방지하는 최신의 용설 방법이다.

노면에 물을 뿌리지 않기 때문에 눈이 내릴때에



[그림1] 지하수 이용 무살수시스템

통행 및 보행시 매우 쾌적하고, 더욱이 포장면에
 제설재 미사용으로 손상이 작다. 방열된 지하수는
 다시 지하로 돌아가기 때문에 지하수의 고갈이나
 수위의 이상저하를 동반한 지하침하 등의 환경문
 제가 발생하지 않는다. 열원으로서 지하수를 이용
 하기 때문에 초기 및 유지비용이 기존의 방식보
 다 저렴하다.

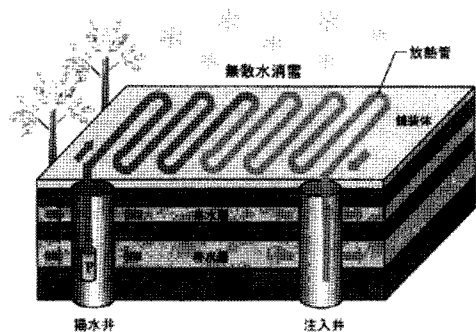
2.1.2 지하수 환원시스템

도로 표면에서 방열후의 지하수는 밀폐된 배관
 을 통하여 주입정에서 다시 지하수로 환원되기
 때문에 친환경적인 시스템이다. 또한 화석 연료를
 사용하지 않고 자연에너지를 사용하기 때문에
 CO₂발생에 의한 지구온난화방지에 많은 도움이
 된다. 이 시스템의 열원은 자연에너지인 지하수를

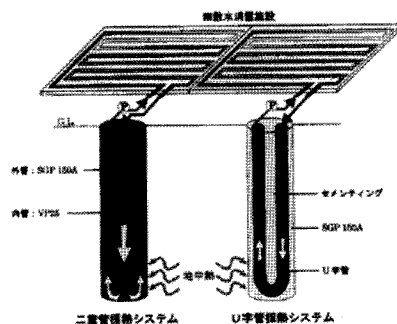
이용하기 때문에 매우 경제적이고, 노면을 일정한
 온도로 유지하기 때문에 결빙방지에 도움이 되고,
 또한 제설재 미사용으로 도로 포장체의 손상도
 줄여준다.

2.1.3 지열 이용 시스템

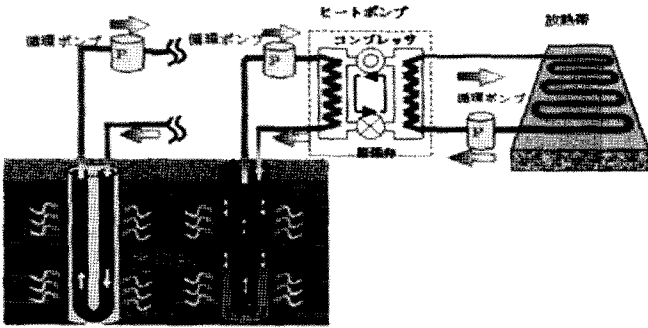
주택 앞의 현관, 차고 주변, 도로의 횡단보도 등
 에 이용하는 방식으로, 특히 동결에 의한 위험성
 이나 적설에 의한 보행 공간의 감소 등, 동절기 적
 설시에 발생할 수 있는 특수한 위험성을 줄여준
 다. 화석연료를 이용하지 않고 지열의 자연에너지를
 이용하기 때문에 환경부하의 경감과 에너지소
 비 억제에 도움이 된다. 열원은 어디에서라도 얻을
 수 있는 자연에너지인 지열에너지를 이용하고
 있기 때문에 매우 경제적이다.



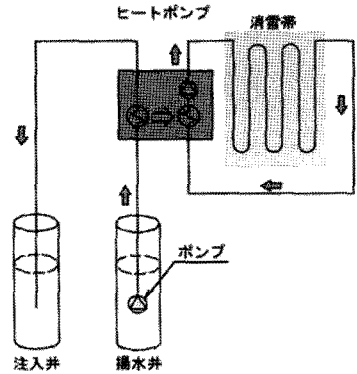
[그림2] 지하수 환원 무살수시스템



[그림3] 지열 이용 시스템



[그림4] 지열 이용 히트펌프시스템



[그림5] 지하수열 이용 히트펌프시스템

2.1.4 지열 이용 히트펌프시스템

열원은 어디에서든지 얻을 수 있는 지열을 이용하기 때문에 설치장소나 기상조건에 좌우되지 않고 설치계획이 언제나 가능하다. 열원은 자연에너지인 지열을 이용하기 때문에 환경부하의 경감과 에너지소비의 억제에 도움이 됨과 동시에 유지비도 저렴해 경제적이다. 열원의 히트펌프 설비는 유니트화되어서 공간절약과 공사기간의 단축이 가능하다.

2.1.5 지하수열 이용 히트펌프시스템

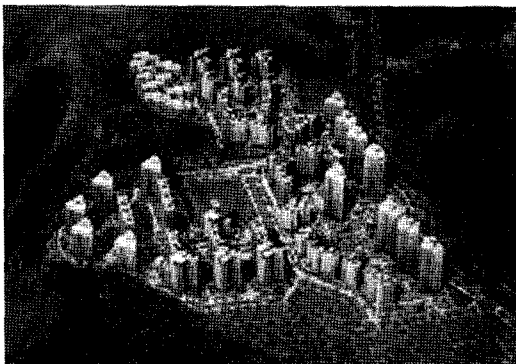
지하수에서 채열후의 사용한 지하수는 밀폐된 배관을 통하여 다시 주입정에서 지하에 환원되기 때문에 친환경적인 시스템이다. 또한, 지열에너지

를 이용하기 때문에 CO₂발생에 의한 지구온난화 방지에도 도움이 된다. 지금까지 수온이 낮다거나 수질이 좋지 않아서 직접 물을 흘려 용설에 사용하지 못한 수원도, 히트펌프의 열원으로서의 활용이 가능하다.

3. 이스트팰리스 래미안 적용 현황

3.1 설계 조건

설계요소에는 기상데이터 및 포장재료들의 물성치들이 필요하다. 먼저 기상데이터는 서울의 기상데이터를 사용하였다. 그림 8에 보이는 것처럼 도로 포장구조는 표면에서부터 Ascon or Marble, Con'c, Granite의 층으로 나누어져 있다. 여기서

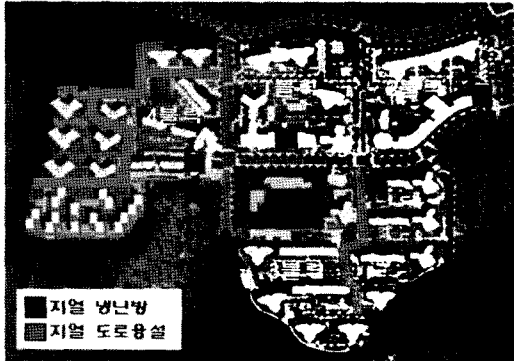


[그림6] 이스트팰리스 래미안 개요

건물명	이스트팰리스 래미안
공사기간	2007. 10 ~ 2010. 5
규모	48개동 29층 2,393세대

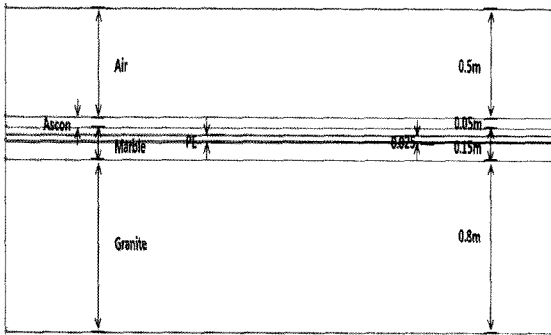
특집

지열발전 및 지열에너지 이용기술 및 적용사례



적용 대상	경사를 7%이상 단지내 도로
적용 부위	3, 4단지 Main 도로
적용 현황	총길이 : 1,824 m (912 m 2차선)

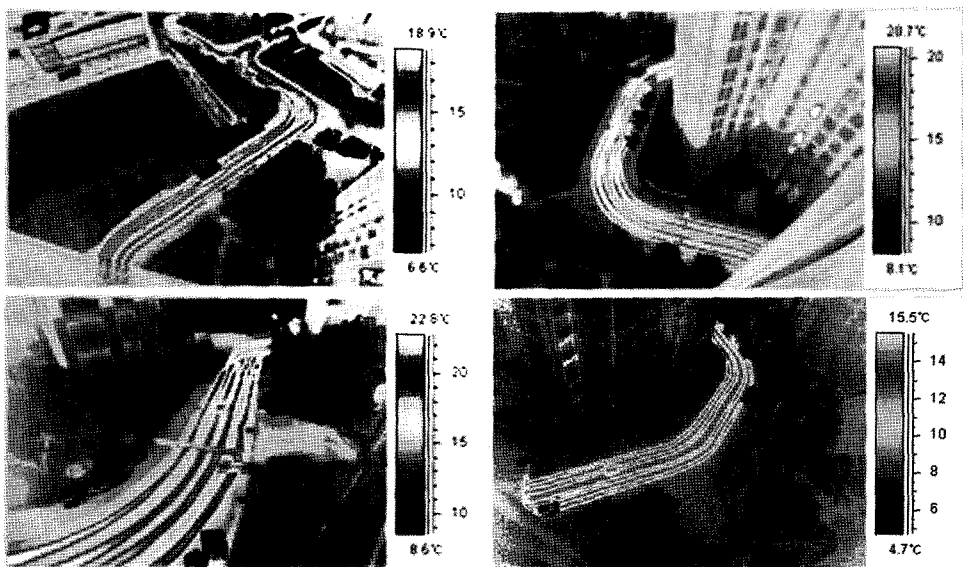
[그림 7] 지열 도로용설시스템 적용 현황



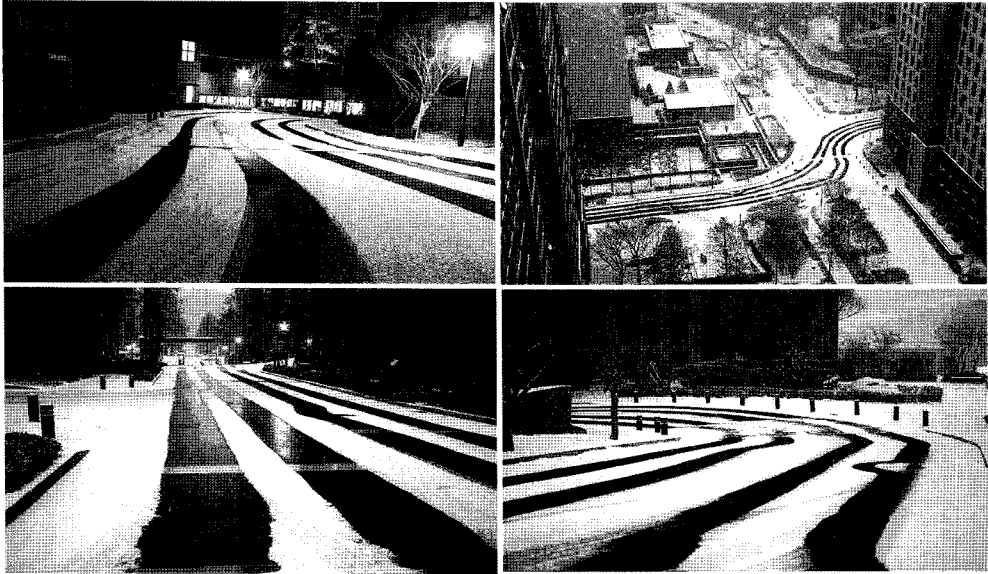
[그림 8] 도로 용설 설계 단면

<표 1> 도로 포장재별 물성치

Conditions	Deep (m)	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/m·°C)	Specific heat (J/kg·°C)
Ascon	0 ~ 0.05	2,100	0.755	919
Marble	0.05 ~ 0.20	2,700	2.4	877
Granite	0.20	2,500	3.3	961
PE Pipe	0.1	960	0.33	2,299



[그림 9] 용설 운전시 적외선촬영기 분석



[그림 10] 적설시 융설 성능 분석

도로 융설 배관은 Con'c층에 매립되게 된다.

표 1은 각층 도로 포장재의 물성치 및 층의 두께 및 매립되는 배관의 물성치도 같이 나타내었고, Deep는 표면에서부터 포장재료가 위치하고 있는 깊이를 말한다. 즉 Ascon의 경우는 표면(0 m)에서부터 0.05 m까지를 나타내고 있는 것이다.

표 1의 도로 포장재별 물성치 조건을 초기조건으로 사용하여 융설 운전시 도로의 표면 온도가 시간의 경과에 따라 어떻게 변하는지를 확인하

였다.

3.2 적외선촬상기 성능 분석 결과

외기온이 낮을 때 실제 운전을 통하여 시스템의 융설성능을 적외선촬상기로 분석하였다.

3.3 적설시 성능 확인 결과

겨울철 눈이 내릴 때 실제 운전을 통하여 시스템의 융설성능을 확인하였다. 