

# 시뮬레이션을 통한 수직형 U자 관 지중 열교환기를 갖는 지열히트펌프의 성능 분석

이 명 태, 김 영 일\*, 강 병 하\*\*

국민대학교 기계공학과 대학원, \*한국과학기술연구원 열유동제어연구센터, \*\*국민대학교 기계·자동차 공학부,

## Performance analysis of geothermal heat pumps with vertical U-tube ground heat exchanger using a simulation approach

Myung Taek Lee, Youngil Kim\*, Byung Ha Kang\*\*

Graduate School of Mechanical Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

\*Thermal/Flow Control Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 136-791, Korea

\*\*School of Mechanical and Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

### 요 약

지열히트펌프는 열원(heat source) / 히트싱크(heat sink)로써 지열을 이용한다. 지열은 공기에 비해 상대적으로 유리한 열원이기 때문에 공기를 열원으로 하는 기존의 일반적인 히트펌프와 비교하여 높은 효율을 갖는다. 지열히트펌프는 크게 지중열교환기와 히트펌프로 나눌 수 있고, 지중열교환기의 성능은 시스템의 효율을 결정하며 지열히트펌프의 가장 큰 단점인 초기설치비용의 결정에 아주 큰 영향을 끼친다. 지중열교환기의 성능은 보어홀(borehole)의 구성요소들의 열적 특성과 열교환기의 길이, 보어홀(borehole)의 간격 등에 따라 상당한 영향을 받는다.

본 연구에서는 지중열교환기의 설계 시 보어홀(borehole)과 지중의 열전달에 직접적으로 영향을 끼치는 토양(혹은 암반), 그라우트, 파이프의 열전도계수, 열교환기의 길이를 각각 변화시키며 이에 따른 시스템의 성능을 시뮬레이션을 수행하여 분석하였다. 시뮬레이션은 단일 보어홀(borehole)의 수직형 지중열교환기를 갖는 30평형(100 m<sup>2</sup>) 건물을 대상으로 0.1 hr(360 sec) 시간 간격으로 수행하였고 지중의 온도변화를 계산하기 위해 Ingersoll의 라인소스를 이용한 모델을 적용하였으며 건물부하를 계산하기 위한 외기조건은 1991년부터 2000년까지 10년 동안 기상청에서 측정된 서울의 기상데이터를 연중 평균하여 이용하였다.

시뮬레이션 결과로부터 그라우트의 열전도계수는 EFT(entering fluid temperature)변화에 그리고 매설 지역의 토양의 열전도계수는 지중의 온도변화에 가장 큰 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. 또한 열전도계수가 높은 그라우트는 지중열교환기의 길이를 상당히 줄일 수 있다는 것을 보여준다.

### 참고문헌

1. Bose, J. E., Parker, J. D., McQuiston, F. C., 1985, Design/Data Manual for Closed-Loop, Ground-Coupled Heat Pump Systems, ASHRAE.
2. Stephan P. Kavanaugh, Kevin Rafferty, 1997, Ground-Source Heat Pumps: Design of Geothermal Systems for Commercial and Institutional Buildings, ASHRAE.
3. Yavuzturk, C., Chiasson, A. D., 2001, Performance Analysis of U-Tube, Concentric Tube, and Standing Column Well Ground Heat Exchangers Using a System Simulation Approach, ASHRAE Transaction, Vol. 108 No. 1, pp. 925-938.
4. Kim, Y., 2003, Simulation of Air/Geothermal/Ground Water Source Heat Pumps, KARSE, Vol. 20, No. 7, pp. 92-100.