

## R410A용 지열 히트펌프의 난방성능 분석

이상목<sup>1</sup>·이재일<sup>1</sup>·윤정인<sup>1</sup>·손창효<sup>2</sup>·백승문<sup>2</sup>

### An analysis of heating performance of ground source heat pump using R410A

Sang-Mok Lee<sup>1</sup>, Jae-Il Lee<sup>1</sup>, Jung-In Yoon<sup>1</sup>, Chang-Hyo Son<sup>2</sup>, Seung-Moon Baek<sup>2</sup>

#### 1. 서론

지열은 지구 내부에서 표면을 거쳐 외부로 나오게 되는 열을 말하며 열전도에 의해서나 가스, 온수 및 화산분출 등에 의해 유출되고 지열 에너지는 재생이 불가능한 에너지원이지만 지구 자체가 가지고 있는 에너지이므로 굴착하는 깊이에 따라 잠재력은 거의 무한이라고 할 수 있다.[1] 지열은 교토협약 발효 후 그 중요성과 긴급성에 대한 관심이 크게 부각되고 있으며, 최근 화석연료의 사용으로 인한 환경오염이 심각해짐에 따라 이 문제를 해결하기 위한 방안으로서는 신재생에너지, 특히 자연에너지인 지열에너지에 대한 필요성이 대두되고 있다.[2-4] 특히 지하 열자원의 신재생에너지로서의 활용 가치는 매우 높은 것으로 평가되고 있다. 국내에서도 지중 열교환기를 이용한 냉난방 시스템의 보급이 크게 늘고 있으며 지열에너지를 이용하는 지중 열교환기에 대한 기술적인 수요 또한 급증하고 있는 실정이다. 이러한 자연에너지 기술 중의 하나로 각광받고 있는 것이 지열을 열원으로 이용하여 냉난방을 할 수 있는 히트펌프 시스템이 널리 알려져 있다. 지열에너지를 이용한 히트펌프 시스템은 온도가 10~20°C의 지중의 열을 회수하거나 지중으로 열을 배출할 수 있도록 열교환기를 설치하여 히트펌프의 열원으로 사용하도록 하는 기술이다. 유럽을 비롯한 선진국에서는 지열을 이용한 히트펌프 시스템 개발에 막대한 투자를 하고 있는 실정이나, 현재 우리나라는 신재생에너지를 이용한 히트펌프는 소비자가 만족할 수 있는 상태로 상용화된 제품이 없고, 그 응용기술개발도 아직 기초적 수준에 머물고 있다. 그러므로 본 연구에서는 그림 1과 같은 지열 히트펌프 시스템의 성능에 영향을 미치는 변수들을 찾은 후, 이들 변수의 변화에 따른 성능 특성이 어떻게 변하는지를 파악을 통해 지열 히트펌프 시스템의 최적 설계를 위한 기초자료로 활용하여, 실제 지열 히트펌프 시스템의 설계 및 제작에 적용하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 EES를 이용하여 지열을 이용한 히트펌프의 난방성능에 미치는 인자들을 파악 및 분석하고, 이를 통해 지열을 이용한 히트펌프 시스템의 최적 설계를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

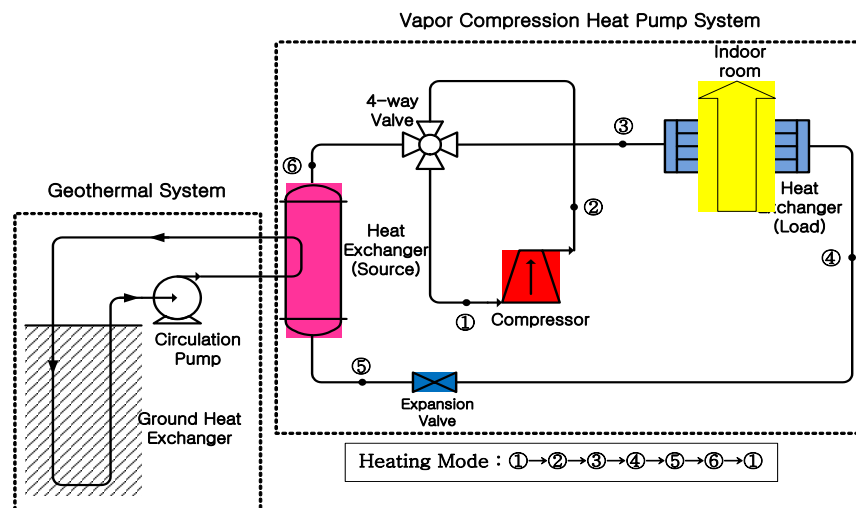


그림 1: 지열 이용 히트펌프 시스템의 장치도

#### 2. 성능 분석

본 시스템은 사방밸브를 이용하여 냉매의 방향을 바꾸는 방식으로, 실내 열교환기, 실외 열교환기, 팽창밸브,

+ 윤정인(부경대학교 냉동공조공학과), E-mail: yoonji@pknu.ac.kr, Tel: 051)629-6180

1 대성에너지스

2 부경대학교 냉동공조공학과

압축기, 지열용 지중파이프(열교환기)로 구성된다. 본 연구에서 사용되는 냉매의 열역학적 물성치(엔탈피, 엔트로피, 압력, 온도 등)와 성능 분석은 EES(Engineering Equation Solver) 소프트웨어를 이용하여 계산하였다. R410A 냉매를 적용한 지열 이용 히트펌프 시스템의 난방성능 예측을 위해 다음과 같이 가정하였다.

- 압축기 내 냉매는 단열압축과정이고, 기계효율은 0.8이다.
- 열교환기(열원측, 부하측) 내의 냉매 압력강하와 열손실은 무시한다.
- 냉난방 사이클의 배관 내 압력강하와 열손실은 무시한다.
- 냉난방 사이클의 팽창밸브 내 냉매는 단열팽창인 등엔탈피 과정이다.
- 운동에너지와 위치에너지의 변화는 없는 것으로 가정한다.

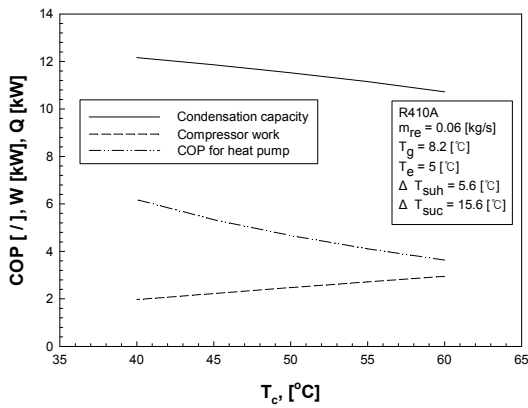


그림 2: 응축온도 변화에 따른 지열 히트펌프 시스템의 성능 특성

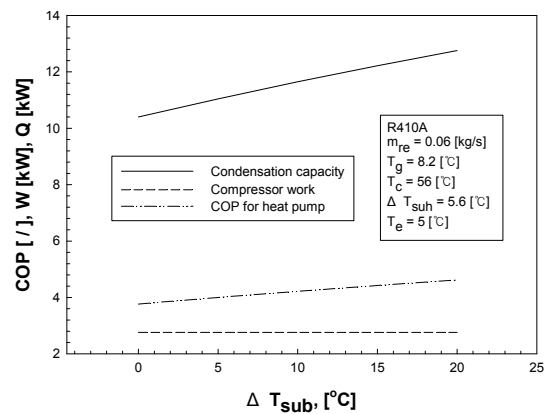


그림 3: 과냉각도 변화에 따른 지열 히트펌프 시스템의 성능 특성

### 3. 결론

그림 2의 결과와 같이 난방시의 성능계수는 응축온도와 함께 각각 41.1% 정도 감소하는 경향을 보였으며, 그림 3의 결과와 같이 과냉각도가 증가할수록 응축열량은 18.5% 정도 증가하는 반면에 압축일량은 과냉각도와 무관하게 거의 일정한 경향을 보임을 알 수 있었다. 또한 증발온도는 증가할수록, 응축온도는 감소할수록 난방의 성능계수는 증가 하지만, 증발온도가 지열온도 보다 높게 되면 오히려 성능이 저하 하였고, 응축온도가 낮을수록 성능계수는 증가하였는데 이를 위해서는 2차 유체의 온도를 낮추어야 하며, 응축기의 전열면적을 크게 해야 함을 알 수 있었다. 이로 인해 추가적인 비용이 발생하게 될 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서 제안하는 지열 이용 히트펌프 시스템의 최적 설계를 위해서는 최적의 운전조건 설정이 필요함을 알 수 있었다.

### 후 기

본 연구는 2011년도 국토해양부의 재원으로 한국건설교통기술평가원의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 11기술혁신C05)

### 참고문헌

- [1] United Nations Environment Programme, "Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer", Final Act, New York, United Nations, 1987.
- [2] Kim, W. J., Kang, D. G., Lee, Y. and Jung, D. S., "Performance of HFC32/HFC125 Mixtures for Heat Pumps", SAREK, vol. 23, no. 12, pp. 791-798, 2006.
- [3] Park, Y. C., Park, S. K., "In-situ performance evaluation of a ground source heat pump for an air conditioning system", Journal of the Korea Society of Marine Engineering, vol. 32, pp. 66-72, 2008.
- [4] Esen, H., Inalli, M., Esen, M. and Pihtili, K., "Energy and exergy analysis of a ground-coupled heat pump system with two horizontal ground heat exchangers", Building and Environment, vol. 42, pp. 245-252, 2007.