

## 열펌프 유닛 성능과 지열원 냉난방 시스템 설계에 관한 연구

\*김 남태, 조 찬용, \*\*최 종민

### Optimum Design of the Ground-Coupled Heat Pump Systems according to Heat Pump Unit Performance

\*Namtae Kim, Chanyong Cho, \*\*Jong Min Choi

현재까지 대부분의 지열원 열펌프 시스템에 관한 연구는 열펌프 유닛과 지중열교환기에 대해 개별적으로 수행되었으며, 열펌프 유닛과 지중열교환기 설계 및 최적화의 공통변수인 지중순환수 유량에 따른 시스템 전체에 대한 연구성과는 매우 미미한 실정이다. 본 연구에서는 현재 국내에서 인증되어 보급되고 있는 물매물 지열원 열펌프 유닛의 성능 자료를 분석하고, 지중순환수 유량 변화에 따른 물매물 열펌프 유닛의 성능 실험 및 지중열교환기 형상에 관한 설계 및 분석을 수행하여 지열원 열펌프 시스템 최적화에 관한 기반 기술 확보하고자 하였다. 현재 국내의 물매물 지열원 열펌프 유닛의 냉방 및 난방 조건에서의 최소 인증 COP는 각각 4.1과 3.45이다. 다양한 용량 및 성능을 갖는 국내 인증 물매물 지열원 열펌프 유닛에 대한 정량적 성능 분석을 위하여 3.5kW(1RT) 용량당의 지중순환수 유량과 COP를 고찰하였다. 냉방운전시 3.5kW 단위 용량당 열펌프 유닛의 지중순환수 유량은 10.73에서 18.52LPM을 나타냈으며, 난방운전에는 10.41에서 18.16LPM을 나타냈다. 이때, 냉방 COP는 4.1에서 5.4의 값을 나타냈으며, 난방 COP는 각각 3.5에서 4.2를 나타냈다. 인증 열펌프 유닛에서 지중순환수 유량과 열펌프 유닛의 냉난방 성능은 일정한 경향성을 나타내지 않았다. 지중순환수 유량에 따른 지열원 열펌프 유닛과 시스템의 성능을 정량적으로 분석하고자 지중순환수 유량 변화에 따른 물매물 지열원 열펌프 유닛 성능 실험을 수행하고 이를 기반으로 지중열교환기를 설계 및 분석하였다. 냉난방 각 운전 모드에서 ISO 13256-2 규격과 NRG 101 규격을 기준으로 지중순환수와 부하측 유량 6LPM 에서 36LPM 사이에서 변화시키며 성능 실험을 수행하였다. 냉방 및 난방모드 모두 유량이 증가함에 따라 열펌프 유닛 COP가 증가하였으나, 유량 증가에 따른 열펌프 유닛 COP 증가율은 감소하였다. 지중순환수 유량이 18LPM 이상에서는 COP 상승폭은 미소하였다. 기존문헌의 부하 산정자료와 열펌프 유닛 실험 성능 데이터를 이용하여 지식경제부 고시 2009-332호에 준하여 수직밀폐형 지중열교환기를 설계하고 순환펌프 소요동력을 이용하여 시스템 COP를 분석하였다. 지중열교환기 설계 시 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 상용지중열교환기 설계프로그램인 GLD 프로그램을 사용하였다. 지중순환수와 부하측 2차 유체 유량 증가 시에 열펌프 유닛 COP 증가율 대비 시스템 COP 증가율은 감소하였으며, 난방모드에서는 일정 유량 이상에서는 열펌프 유닛 COP는 증가하였으나, 시스템 COP는 감소하였다. 또한, 지중순환수 유량 증가에 따라 지중열교환기 길이가 증가하였으며, 냉난방시의 지중열교환기 길이차이가 증가하였다. 지열원 열펌프 시스템의 고효율화 및 시공비 절감을 통한 경제성 확보를 위해서는 지열원 열펌프 유닛 성능과 지중열교환기 형상 공통 변수인 지중순환수 유량을 함께 고려하여 시스템을 설계하여야한다.

**후 기 :** 본 연구는 2008년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No. 2008-N-GE08-P01)

**Key words :** Ground source heat pump(지열원 냉난방 시스템), GLHX(지중 열교환기), COP(성능계수), Flow rate(유량), Load(부하)

**E-mail :** \*kimnt0177@hanmail.net, \*\*jmchoi@hanbat.ac.kr