

축열형 지열원 냉난방 시스템의 단기 성능 특성 연구

*김 남태, 조 찬용, **최 종민

Capacity Modulation of a Ground Source Multi-Heat Pump in the Part Load Conditions

*Namtai Kim, Chanyong Cho, **Jong Min Choi

무한 지속 가능한 지열 에너지를 활용한 공조시스템인 지열원 냉난방 시스템은 기존의 공조 시스템보다 열원이 안정적이기 때문에 높은 효율과 우수한 성능을 가지므로, 기후변화협약 대응의 주요수단으로서 기술개발과 보급이 증대되고 있다. 본 연구에서는 대수층 축열 지열원 열펌프 시스템에 대한 실증 연구를 통하여 대수층 축열 지열원 열펌프 시스템의 하절기 냉방 성능을 분석하였다. 대수층 축열 냉난방 시스템은 주입정과 양수정의 2개의 우물공이 설치되어 있으며, 겨울 난방 운전 중에 한 개의 우물공으로부터 지하수를 열펌프로 유입한 후 낮은 온도의 지하수를 타 우물공에 축열하고, 하절기에 겨울에 저온으로 축열된 우물공으로부터 지하수를 열펌프로 유입하여 온도가 증가된 지하수를 타 우물공에 주입한다. 즉, 계절별로 열펌프에서 생성된 냉수와 온수의 대수층 축열을 위하여 계절별로 주입정과 양수정이 바뀌게 된다. 본 연구의 대수층 축열 지열원 열펌프 시스템의 2009년 8월의 주요일자별 시스템 운전 중의 평균 냉방 열펌프 유닛 COP와 냉방 시스템 COP는 각각 4.7과 3.4이상의 우수한 성능을 나타냈다. 또한, 모든 일자에 대하여 외기온도가 31.6°C서 22°C까지 변화가 크게 나타났지만 열펌프 유닛 COP와 시스템 COP의 변화는 미소하였다. 이는 양수정으로 부터의 지중 순환수가 운전기간 중에 17.5°C로 일정하게 유지되었기 때문이다. 양수정과 주입정 사이에 5개의 관측공을 설치하였으며, 양수정 측에 인접한 관측공의 온도는 거의 변화가 없었으며, 단기간이지만 널리 사용되고 있는 수직밀폐형 시스템과 달리 지속적인 냉방운전 중의 양수 온도 증가의 발생하지 않아 안정적인 성능을 나타냈다. 주입정에 인접한 모니터링 홀의 온도는 심도가 깊은 곳의 온도가 낮은 곳보다 높게 나타났다. 이는 냉방 운전 시 열펌프 유닛의 실외열교환기에서 지중 순환수가 냉매로부터 열을 취득하여 온도가 상승하면서 주입정측에 온열이 축열이 진행되었기 때문으로 분석되며, 하절기의 냉방 운전 시간이 증가할 경우 축열 효과는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 양수정과 주입정 중간의 모니터링 홀의 온도는 2009년 8월 가동 중에 온도변화는 없었는데, 이는 양수정과 주입정 사이의 열간섭이 발생하지 않았기 때문으로 분석된다. 일자별로 운전 중의 열펌프 유닛 COP는 차이가 없었지만, 운전 및 정지 시간을 모두 포함한 시스템 소비전력과 냉방용량을 모두 합산하여 산정한 일일 평균 냉방 열펌프 유닛 COP와 냉방 시스템 COP는 일자별로 다소 차이가 발생하였는데, 이는 각 일자별로 열펌프 유닛 가동율의 차이로 인하여 열펌프 유닛 가동 전에 먼저 작동되는 지중순환펌프의 운전 소비전력의 차이와 열펌프의 단속운전 시의 열손실과 추가 소비전력의 차이 때문이다.

Acknowledgements : 본 연구는 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No.2009T100101148)

Key words : Capacity Modulation(용량가변), Multi-Heat Pump(멀티열펌프), COP(성능계수), Ground Source Heat Pump(지열원 열펌프), Part Load(부분부하)

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