

## 화초온실 지열랭난방체계의 설계

리 명 철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《현시기 과학기술을 발전시키는데서 나서는 중요한 문제는 무엇보다도 원료와 연료, 동력문제를 해결하기 위한 과학기술적문제를 푸는것입니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 134페이지)

지금까지 열린형지하열교환기를 리용한 지열랭난방체계에 대한 연구는 널리 진행되지 못하였다. 그러므로 우리는 2개의 취수우물로 이루어진 열린형지하열교환기를 설계하고 그것에 대한 수값모의를 통하여 그 믿음성을 검증하였으며 열뿔프에서 퇴수된 물의 일부를 지하물탱크에 다시 넣도록 지하수공급체계를 설계함으로써 지하수의 취수량을 줄이였다.

### 1. 지하열교환기의 설계

지열랭난방체계를 설치하려는 화초온실의 난방부하는 760kW이고 랭방부하는 700kW이며 지열랭난방에 요구되는 지하수량은 1 600m<sup>3</sup>/d이다.

화초온실은 대동강기슭으로부터 120m정도 떨어진 곳에 위치하고있는데 온실로부터 강쪽으로 24m정도 떨어진 곳에 깊이가 12m이고 호상거리가 200m인 2개의 우물이 있다. 이 전시기 이 2개의 우물에서 400m<sup>3</sup>/d의 지하수를 취수하여 화초재배용수로 리용하였다.

연구지역의 기반암은 중생대 송림산주층 사암으로서 농임깊이는 13m이며 그위에 제4기층이 놓여있다. 함수층은 흙쉬인 굵은 자갈층으로서 지하수는 층상수형태로 존재한다. 함수층의 두께는 평균 4m이며 려과결수는  $k=85\text{m/d}$ 이다.

이상의 조건으로부터 우리는 화초온실의 지하열교환기를 열린형지하열교환기[1, 2]로 설계하였다. 즉 양수설비를 갱신하여 현재 존재하는 2개의 취수우물에서 지열랭난방에 필요한 1 600m<sup>3</sup>/d의 지하수를 취수하며 주수우물을 설치하지 않고 우수망을 통하여 강으로 배수하도록 설계하였다.

우리는 이와 같은 열린형지하열교환기를 리용하여 지열랭난방을 보장할 때의 지하수위변화와 지층에서의 온도변화를 자체로 개발한 지하열교환기모의프로그램을 리용하여 수값모의하였다.

매 취수우물에서 800m<sup>3</sup>/d의 지하수를 취수할 때 지하수위모의의 결과는 그림 1과 같다.

모의결과에 의하면 매 취수우물에서

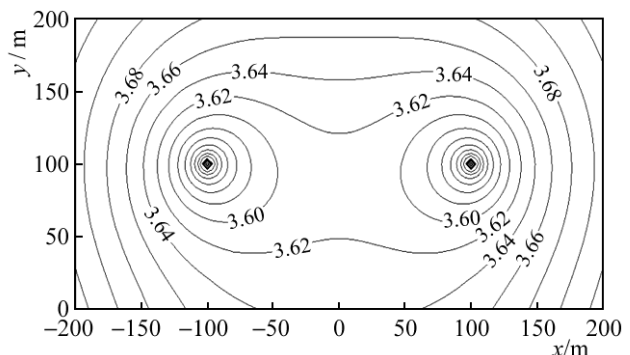


그림 1. 취수우물주변에서의 지하수위분포

의 최대수위저하는 약 1.7m이다.

또한 우물에서 취수되는 지하수의 온도를 모의한 결과 10년 동안에 취수우물에서의 온도변화범위는 13.0~14.5°C(그림 2)로서 열펌프에 필요한 지하수의 온도조건을 충분히 만족시킨다. 이러한 모의결과는 2년간의 운영과정에 취수우물에서 지하수의 온도와 수위를 측정한 결과와 잘 맞는다.

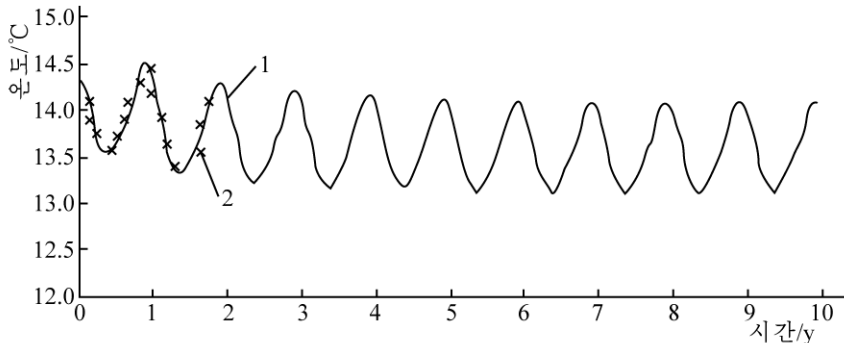


그림 2. 우물에서 취수되는 지하수의 온도에 대한 모의결과와 실측자료  
1-모의결과, 2-실측자료

## 2. 지하수공급체계의 설계

우리는 취수우물에서 열펌프로 지하수를 직접 공급하지 않고 물탱크에 저장하였다가 열펌프에 공급하며 열펌프퇴수의 일부를 다시 물탱크에 저장하여 리용하도록 지하수공급체계를 설계하였다.(그림 3) 그리하여 지하수의 취수량을 줄이면서도 양수기가 고장나는 경우에도 열펌프에 지하수를 정상적으로 공급할수 있도록 하였다.

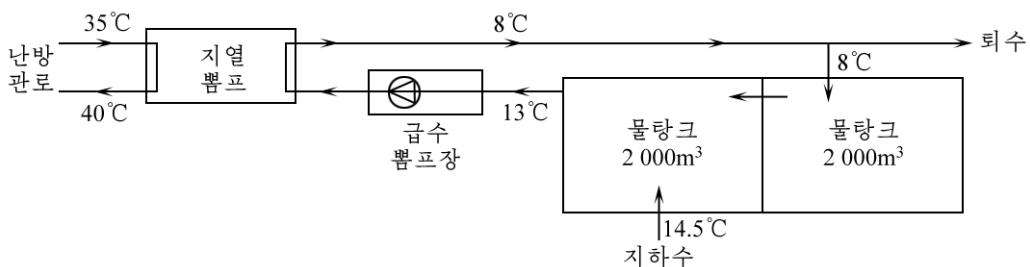


그림 3. 지하물탱크를 포함한 지하수공급체계(난방의 경우)

화초온실의 지하에 설치된 물탱크의 총체적은 4 000m<sup>3</sup>로서 2 000m<sup>3</sup>짜리 부분물탱크 2 개로 이루어져있으며 이것들은 직경이 150mm인 관으로 서로 연결되어있다.

이 물탱크는 지하에 설치되어있으므로 주변지층에서의 열전도에 의하여 가열 또는 냉각이 진행되는 일종의 닫힌형지하열교환기[1]로 된다.

물탱크에 들어가는 지하수의 량과 지열펌프에서 나오는 퇴수량의 합리적인 비율을 확정하기 위하여 지하열교환기모의체제로 수값모의를 한 결과 28%의 퇴수를 물탱크에 넣을 때 물탱크의 온도가 일정하게 유지된다.

### 맺 는 말

1) 2개의 취수우물을 리용하여 지하수를 취수하고 우수망을 통하여 강으로 배수하도록 열린형지하열교환기를 설계하였다.

2) 열뿔프에서 퇴수된 물의 일부를 지하물탱크에 다시 넣도록 지하수공급체계를 설계하였다.

### 참 고 문 헌

[1] F. Georgios et al.; Renewable Energy, 32, 2461, 2007.

[2] L. R. Stefano et al.; Geothermics, 38, 335, 2009.

주체103(2014)년 10월 5일 원고접수

## **Design of Geothermal Heating and Cooling System for Floricultural Greenhouse**

*Ri Myong Chol*

We designed the geothermal heating and cooling system for floricultural greenhouse on the basis of numerical simulation.

The system uses open-loop underground heat exchanger and the amount of groundwater used in the heat pump decreases by using of underground water tank.

Key words: geothermal, underground heat exchanger, heat pump system