

지하수 급수를 위한 콘트롤러의 개발

The development of controller for subsurface water

*전재역¹, #이경국², 김준안³, 권혁철¹, 하만경²

*J. U. Jun¹, #K. K. Lee(aha2092@hanmail.net)², J. A. Kim³, H. C. Kwon¹, M. K. Ha²

¹ 부산정보대 자동차기계계열, ² 부경대학교 기계공학부, ³ 경남정보대 기계자동차계열

Key words : water pump, water supply, flow controller, booster pump, variable control

1. 서론

일반적으로 고지대 및 상수도 시설이 불가한 농어촌 지역에서는 지하수를 개발하여 급수시설로 사용하고 있으며, 이에 따라 지하수를 원활하게 공급하기 위해서 고지대에 옥외 탱크를 설치하여 이를 각각 급수시설로 보내고 있다. 이로 인하여 지하수를 일정량이 항상 고지대의 옥외탱크에 저장하여 각 가정 및 급수지로 공급되고 있다.

따라서 고지대에 위치한 저장탱크는 항상 탱크의 청결 관리가 소홀하게 이루어지고 있고, 탱크속의 지하수는 오염의 위험을 항상 내재하게 된다.

이러한 문제점으로 항상 깨끗한 물을 공급 받는데 애로 사항이 있으며, 이 문제점을 개선하기 위해서는 지하수를 지하관정에서 바로 각 가정으로 송수하는 것이 수질의 관리 등에 유리하고 또한 고지대의 불필요한 설치 및 경비 등의 감소로 인하여 경제적인 이익을 얻을 수 있다.

본 연구 개발은 도서 산간 지역의 이러한 직접적인 지하수의 송수를 위해서는 송수장치개발의 절실함으로 인하여 연구를 하게 되었다. 이를 위해서는 송수시스템의 개발과 송수장치의 핵심인 급수장치의 콘트롤러의 개발이 최우선 선행 되어야 한다. 기존의 고지대 물탱크 급수방식을 채택하고 있는 이 방식은 20 여년 이상 시행되어온 급수방식으로 고지대에 위치한 물탱크 및 염소소독기 등 주변기기는 시설관리가 미흡 할 수밖에 없는 실정이고 농어촌지역의 실질적인 고령화 현상으로 사실상 수질의 관리는 어려운 환경으로 송수장치의 급수제어시스템 구축이 절실하게 되었다.

이 연구 개발의 필요성 및 중요성은 농어촌 지역의 열악한 급수환경을 개선하고 청정수질을 유지하여야 하는 필요성이 제기되었고, 이를 위해서 오염원(물탱크)으로부터 근원적으로 차단하여 청정한 상수원수질을 유지할 수 있고, 급수환경을 개선하기 위해서는 물탱크 적재 후 송수하는 현 시스템을 배제하여야 하고, 물탱크적재의 시스템을 배제할 시 국내 산간지역 및 농어촌지역 등은 현재 공급되는 수질보다 나은 양질의 물을 급수 받을 수 있다.

또한 탱크 적재 타입을 원천적으로 배제함으로써 수질 유지를 위한 사후관리비용, 물탱크교체비용 등을 절감할 수 있다. 향후 이로 인하여 급수 사정이 좋지 못한 국외에도 수출할 수 있는 원천기술을 확보할 수 있다.

현재 국내에 농어촌 급수시설에 본 연구와 같은 방식으로 적용하고자 하는 관련기술은 없으며, 유사기술로써 도심에 아파트 또는 연립주택의 지하물탱크 급수방식이 있으나, 이를 지하수관정과 농어촌 마을 각 가구에 분산 급수하기에는 어려움이 있다.

현재의 고지대의 급수 시설현황은 지하관정을 통한 취수를 통하여 이루어지고 있다. 이 취수를 고지대 저장용 탱크에 저장하여 자연 낙하하는 수위차를 이용해 각 가정에 급수하는 형태로 되어 있다. 이런 문제 때문에 처음 취수한 물의 수질이 저하되어 각 가정에 공급될 위험을 가지고 있고, 또한 간이상수를 공급받는 각 가정은 수위차와 거리에 따라 일정한 수압이 형성되지 않아 급수에 많은 문제점을 가지고 있다. 그리고 낮은 상수압으로 인하여 관정부, 배수지부, 배관부 등의 오염으로 인한 관리가 절실하다.

2. 지하수 급수의 모델

본 연구 개발은 각 가정에서 수량을 일정하게 공급 받기 위해서는 지하수 급수 시스템을 제어해야만 한다. 현재 탱크 저장식을 배제한 간이 급수 시스템은 유압을 제어하는 형식이 주류를 이루고 있는 실정이나, 이러한 형식은 각가정에 일정한 수압을 유지 시킬 수가 없다.

이를 개선하기 위하여 모터펌프의 용량을 가변할 수 있는 부스터형 펌프를 이용하여 콘트롤러를 설계 하고 개발된 급수 콘트롤러를 이용하여 최종 모의실험을 통해 성능을 평가할 수 있다.

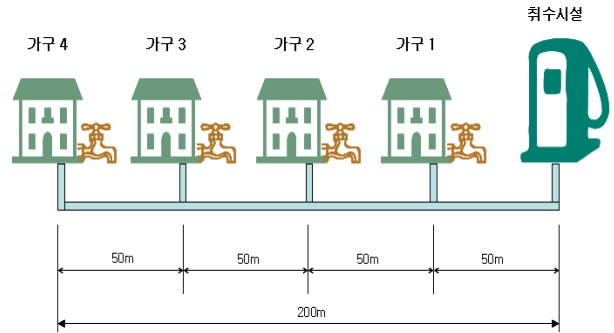


Fig. 1 model of simulation

Fig. 1 은 지하수의 취수원으로부터 각 50m 씩 총 200m 거리 내에 위치한 4 개의 가정을 조건으로 한 모델이다. 시뮬레이션환경을 취수 시설에서의 각 가정까지 최대 거리를 200m 로 하고 그 사이에 4 가구가 취수된 물을 사용하는 것으로 설정을 하였으며, 이때 각 가구가 취수된 물을 사용할 경우 발생하는 압력의 변화를 이용하여 유량의 변화를 확인하고자 하였다.

3. 시뮬레이션 결과

본 연구 개발에서는 Fig. 1 과 같은 조건을 기본으로 하고, 상용 소프트웨어인 플루언트를 이용하여 해석하였다. 취수원에서 가까운 1 가구부터 4 가구까지 각 가구의 사용 유무에 따라 압력과 유량을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

3.1 시뮬레이션 결과 1 (1 가구만 급수)

Fig. 1 모델에서 한 가구만 급수를 할 경우에 시뮬레이션 결과이다. 한 가구만 급수를 함에도 다른 가구의 압력에도 변화가 발생함을 알 수 있다. 특히 취수원에서 가까운 가구에 급수가 되는 경우에는 다른 가구에는 압력에 큰 영향을 주지 않으나, 취수원에서 가장 먼 가구만을 급수하는 경우에는 취수원에 가까운 가구일수록 높은 수압일 발생하는 것을 확인할 수 있다.



(a) pressure of inlet

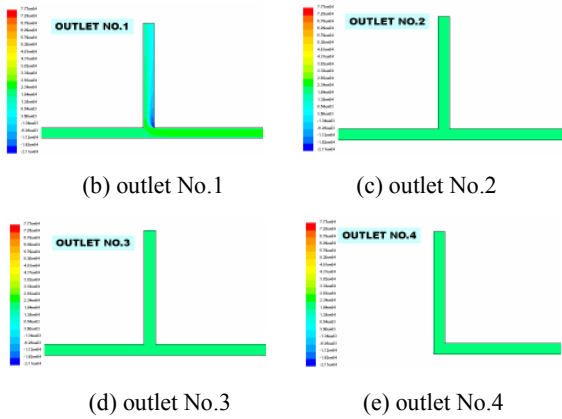


Fig. 2 pressure of each outlet (No.1 opened)

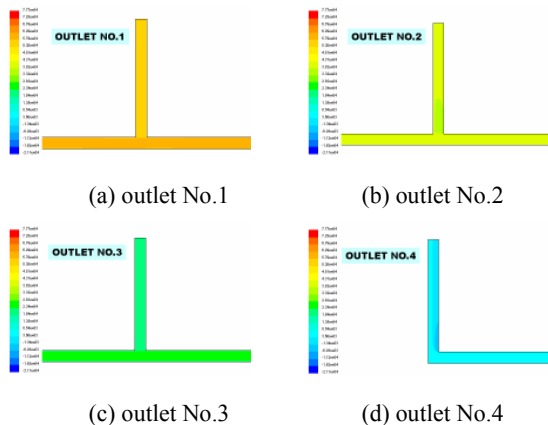


Fig. 3 pressure of each outlet (No.4 opened)

3.2 시뮬레이션 결과 2 (2 가구 급수)

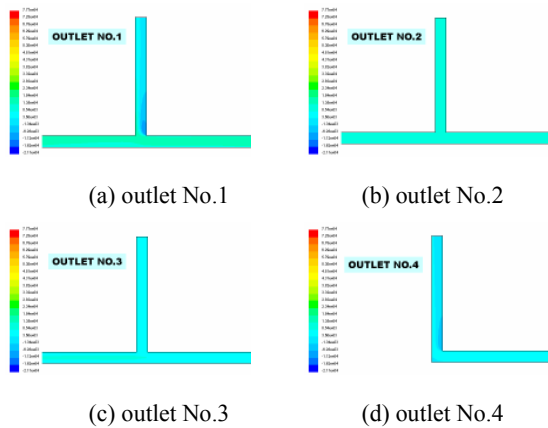


Fig. 4 pressure of each outlet (No. 1 & 4 opened)

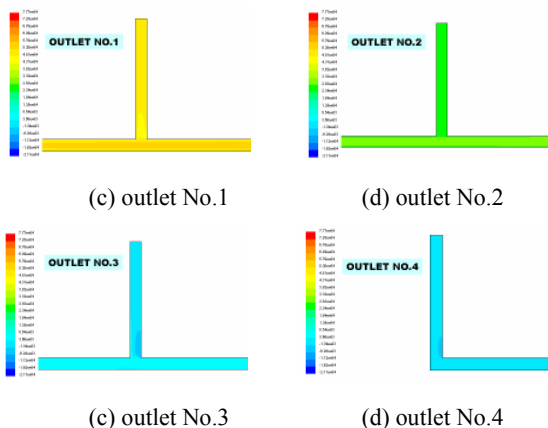


Fig. 5 pressure of each outlet (No. 3 & 4 opened)

Fig. 1 모델에서 두 가구에 급수를 할 경우에 시뮬레이션 결과이다. Fig. 4 에서 1 가구와 4 가구에 급수가 되는 경우에는 2 가구와 3 가구에 압력의 큰 변화를 보이지 않는다. 하지만 Fig. 5 에서 3 가구와 4 가구에 급수가 되는 경우에는 1 가구와 2 가구에 압력의 변화가 발생할 수 있다. 이와 같이 일정한 취수상황에서 동 시간대에 발생하는 각 가정으로의 급수상황변화는 각기다른 압력 분포를 나타내고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 급수상황 변화에 대한 대응할 수 있는 급수 시스템이 필요할 것으로 판단된다.

4. 지하수 급수를 위한 컨트롤러

시뮬레이션 한 결과를 바탕으로 하여 다단 펌핑 컨트롤러의 시작품을 제작하였다. 이에 따라 취수 시 각 가구의 거리가 차이가 나더라도 취수부의 압력을 검측하여 어느 정도 대응 할 수 있는 시스템을 개발하였다.



Fig. 6 controller for water supply(pump)

5. 결론

지하수 급수를 위한 컨트롤러의 개발을 위하여 수압변화에 대한 시뮬레이션과 급수 시작 컨트롤러의 개발을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

시뮬레이션의 결과에서 알 수 있듯이 취수부의 압력은 일정하고 각 가구에서 급수를 시작할 경우 그 외 가구 및 같은 시간대에 취수를 하고 있는 가구의 압력도 다르게 나타나고 있었다.

취수원에서 항상 일정한 압력으로 급수를 하는 경우 어떤 거리에 있는 가정에서 취수시에는 압력이 떨어지고 이를 감안하여 먼거리의 가정에서 원활한 취수를 하기 위해서는 펌프의 압력을 높여 주어야 한다고 판단되나 파이프 배관이 내압에 견디는 한계능력 등의 문제로 인하여 실제적으로는 높일 수 있는 압력의 범위가 한정적이므로 이를 감안하여 컨트롤러에서 이를 감지하여 펌프의 압력을 다단으로 높여 주어 파이프 등의 외력조건에 변동적으로 대응할 수 있어야 한다.

시뮬레이션 한 결과를 바탕으로 다단 펌핑 컨트롤러를 제작하였으며 각 가구의 취수상태를 검측하여 사용조건에 따라 어느 정도 대응할 수 있는 급수시스템을 개발하였다.

참고문헌

1. 최기환, 김남웅, 심태철, 이종성, "공동주택 가압급수 펌프시스템의 호환성실험 연구," 대한설비공학회 2001 하계학술발표회 논문집, pp. 272-277.
2. 이용화, 유성중, 황원택, "공동주택의 급수 및 급탕 사용량," 대한설비공학회 2001 하계학술발표회 논문집, pp. 278-285.
3. 이용화, "PB 배관에서의 유체압력에 관한 연구," 설비공학논문집 제 18 권 제 1 호, pp. 17-23.