

정호간 수리간섭을 이용한 지하수량 증가

송재용
정교철
박상주

안동대학교 지구환경과학과
안동대학교 지구환경과학과
농업기반공사

1. 서언

근래 세계적으로 물 부족 국가로 분류되는 나라가 점차 증가되고 있다. 우리나라 또한 생활수준의 향상과 산업화의 영향에 의해 물 수요는 날로 증가되고 있는 반면 오염의 확산에 의한 물 부족 현상은 빠르게 진행되고 있는 실정이다. 따라서 대체수자원 확보로서의 지하수 개발은 물 확보측면에서 매우 중요한 역할을 한다.

지금까지 국내 많은 지역에서 지하수를 무계획적으로 개발함에 따라 정호간의 간섭에 의한 수원고갈 및 지하수 오염 등 지하수 장애가 발생된 예가 많이 있다.

경상북도 칠곡군 가산면 학상리지역에서 97년에 개발한 관정에서의 수원고갈 문제가 발생하였다. 이 연구는 이를 해결하기 위하여 기 관정에서 80m 떨어진 곳에 새로운 관정을 개발하여 기존 관정과 대수층간 수리간섭을 이용한 지하수량 증가 사례이다.

2. 지형 및 지질

조사지역은 행정구역상 경상북도 칠곡군 가산면 학상리에 속하는 지역으로 가산IC에서 25번 국도를 북서방향으로 약 2km 지점에서 906번 지방도를 따라 서향으로 약 1km 지점에 위치하고 있다. 조사지역은 지형 윤희상 노년기에 해당하는 지형으로 분수령은 남쪽 일대에서 약 500m 내외의 해발고도를 가지며, 조사지역내 분포하는 주거 및 시설지는 대부분 해발 약 150m 아래에 위치한다. 개발공이 위치한 지역은 산으로 둘러싸여 하나의 독립된 수계를 형성하고 있다. 조사지역은 전체적으로 남~북 방향으로 경사가 작아지며, 조사지역을 관류하는 하천의 유동 방향은 남남동~북북서 방향이다. 개발공은 뒷들의 폭포지에 인접한 곳에 위치하고 있으며, 개발공을 중심으로 보았을 때 북쪽에 들마을, 북북서쪽에 칠송정, 북동쪽에 토실이 위치하고 있다. 조사지역을 관류하는 하천은 남남동~북북서 방향으로 관류하고 있으며 조사당시의 평균 유하폭은 1m 미만이었으며, 유량 역시 빈약한 상태였다. 농경지는 지형적 특징으로 인해 삼각형으로 길게 형성되어있으며, 뒷들, 평바위들, 버진들, 굽들로 이어지는 논농사가 주를 이루어지고 있으며, 산을 인접하여 소규모의 밭농사가 이루어지고 있다.

조사지역의 지질은 백악기의 낙동누층군에 해당되는 연화동(낙동)층과 하산동층, 동명(진주)층이 주를 이루고 수계를 따라 신생대 4기의 충적층이 비교적 넓게 분포하고 있다.

대울도폭(1981)에 따르면 연화동(낙동)층은 낙동누층군의 최하부지층에 속하며 도폭내에서 최고의 암석이다. 본 층은 사암, 역질사암, 역암 등 조립질 쇄설암이 우세하며 미사암, 세일 및 석회질 이암 등이 협재되며 역질사암을 포함하는 사암우세대로 사암 및 세일 호층대로 구분되는 것으로 보인다. 하산동층은 사암 내지 역질사암 및 이암이 우세하며 여러 층준에서 algae와 석회질 단구가 많이 포함된다. 드물게는 0.1m내외의 석회암 박층이 협재되기도 한다. 특히 조사지역의 하산동층은 비교적 연속성이 양호한 백색 역암 내지 역질사암이 나타난다. 동명(진주)층은 저색층을 협재하지 않는 점에서 하위의 하산동층과 상위의 일직(칠곡)층과 구별된다. 이 층은 역암 또는 역질사암을 기저로 하는 암회색 세일 우세대를 최하부로 하며 하산동층을 정합으로 덮고 있으며 칠곡층 최하위 저색층에 의해 역시 정합으로 덮혀있다. 이 층은 하위의 하산동층에 비하여 세립질층이 우세하고 간혹 석회암 박층을 협재하기도 하나 층준과 곳에 따라서는 역암과 역질사암등 조립질층도 적지 않게 나타난다. 충적층은 조사지역의 수계를 따라 형성되어 있으며 특히 조사지역의 북쪽으로 비교적 넓게 형성되어있다.

조사지역은 지형특성상 넓은 함양대를 가지고 있어 하부 암반에서의 대수층 형성조건을 비교적 잘 갖추었다고 여겨진다.

3. 개발개요

조사지역에서의 개발공은 '97년 2월에 굴진·시추조사하여 '97년 4월에 완료하였다. 그 당시 개발공의 양수량은 시추조사 시에 약170톤/일(에어써징 시 간이양수시험)정도 되었으며 양수시험 시에는 약160톤/일 정도되어 칠곡군청 건설과로 이관하였다.

그러나 2001년 2월에 지하수의 양수량이 감소되어 시간제 급수를 한다는 주민의 민원이 제기되어 현지 조사를 2001년 4월에 시행하였다. 지하수의 산출량의 격감을 지하수 함수량의 변화에 따른 대수층 문제 또는 수중모터 펌프의 마모에 따른 문제로 볼 수가 있어 먼저 수중모터 펌프를 인양하여 조사하였으나 별다른 문제가 없어 전자의 원인인 것으로 판단하였다

실제 현재 사용 중인 관정을 청소 및 수리를 할 때에는 식수사용을 금지하여야 하는데 조사지역 부근에는 식당 등의 업소가 다수 존재하여 급수조치 하기가 어려워 인접하여 심도 깊은 보조공을 시공토록 계획하였다.

본 개발공의 위치가 도로와 인접하여 농번기에 도로차단을 할 수가 없었으며 약40m 부근에 있는 공터에서도 부지사용을 할 수 없는 사유지였다. 따라서 관정의 양수량 증가를 위한

보수작업이 어려워 보조공을 약80m 떨어진 용수로 옆 논둑 부위에 굴착하였다.

4. 개발공과 보조공의 특성

공단이나 공장 등에서 다수의 관정이 존재할 때 서로 상호간섭현상으로 수위강하 및 수량 감소 등으로 나타나는데 이를 이용하자는 데 목적을 두고 다음과 같은 현상을 이용하기로 하였다.

개발공의 심도는 $\phi 10''$ 케이싱 설치, 190m까지 6"굴진 후 170m까지 확공시행하고 우물자재를 170m 설치하였다.

조사지역 퇴적암의 주향 및 경사는 N40-50W, 25-34E로 추정되는 파쇄대와는 별 다른 관계가 없으며 개발공의 특성으로 80m, 150m 사이에서 수직 전기탐사 결과 비저항치가 급격히 떨어지는 양상이었으며 80~92m, 145~152m 사이에서 지층은 파쇄가 심하여 굴진 시에 5 - 8cm의 크기의 슬라임 산출로 개공율이 뛰어나나 거리가 약 80m임으로 새로이 개발한 보조공 지하수가 개발공으로 연결 즉 사이편식 관정이 될 것인지 의문시 되었다.

보조공의 굴진 시에 약 35m의 파쇄구간에서 약50톤/일, 그 후 별다른 파쇄대 및 개발공의 연결성의 징후를 발견되지 않았으나 170m구간의 조사공에서 탁수의 산출과 소위 빈파쇄대가 존재하여 슬라임의 크기가 약10cm 로 산출되어 조사공의 양수작업을 중단하였다.

보조공의 구경은 $\phi 6''$ 이며 계속적인 굴진에도 지하수량의 증가가 없다가 265m, 280m에서 지하수가 각각 30톤/일 정도였으며, 310m 굴진 종료 시에 에어써징(간이양수시험)량은 120톤/일 정도 되었다.

5. 관정의 상호간섭

대체로 자연 배출량과 자연 충전량이 평형을 이루어야 하나 그렇지 못할 경우 즉 충전량이 감소 될 때 자연적으로 양수량이 격감됨으로 급회 시행한 보조공은 관정의 직경이 대단히 큰 약80m로 개발하는 형태로 개발하는 경우와 동일한 것으로 생각할 수 있다.

대수층의 물을 통과시키는 정도를 나타낼 때 수리전도도를 사용하며 이는 암반층의 간극율과 같은 의미로 보아도 될 것이다. 어느 지역에서든지 지하수계를 이해하기 위해서는 먼저 수하수위와 유동방향을 파악하여야한다. 지하수 유동의 메커니즘은 중력 혹은 충전지역에서 배수지역으로 경사를 이룬 경우이므로 조사지역에서 보조공의 역할은 충전지역으로 볼 수 있을 것이다.

지하수가 충전지역으로부터 배수지역으로 유동하는 속도는 대수층, 피압층의 수리전도도 및 수리경사에 영향을 받으므로 암반 대수층은 다공질의 간극율이 높은 통로로 이동 할 것이다. 보조공 파쇄대의 위치가 심도 170m로 이는 기존 개발공과 비교하여 더 낮게 형성되

어 있으나 개발공의 펌프 위치가 190m이고 160m하부로 수위강하 시 지하수는 자연적으로 전량 공급되는 형태로 된다.

보조공 개발 후 2일이 지나서 개발공의 양수량 검측 시에 1일 140톤/일 정도 사용하고 있었으며, 양수시험 결과 지하수가 약180톤/일 정도 되었다. 이는 당초와 비교하여 약70톤/일 정도 더 증가한 양수량으로 안정적인 지하수공급을 할 수 있었다.

6. 결론

이상의 조사에 의한 결과는 다음과 같다.

공극율이 좋은 파쇄대의 방향과 기울기를 파악하여야 보조공 착정 시 정호간 상호간섭으로 인한 암반관정의 양수량 증가를 폐할 수가 있겠다. 이는 수직탐사 및 쌍극자 탐사 등의 지구물리 탐사를 이용하여 파쇄대의 방향을 미리 파악하는 것이 중요하다.

추후 보조공을 이용한 부족한 양수량 확보 시 수중모타펌프의 설치를 하지 아니한 관정 계획이 가능하며, 또한 인접한 하나의 다른 관정과도 연계하여 사용하는 것이 가능하다.

참고문헌

건설교통부, 1995, 지하수 업무수행 지침서, p.168

대울도폭, 1981, 한국동력자원연구소(1:50000), p.29

Fetter C. W., 2001, Applied Hydrogeology, fourth edition, Prentice Hall, p.598

Neuman S. P., 1975, Analysis of pumping test data from anisotropic unconfined aquifers considering delayed gravity response. Water Resour. Res., 11, 329-342

Patel S. C. and Mishra G. C., 1983, Analysis of flow to large-diameter well by a discrete kernel approach. Ground Water, 2(5), 573-576