

수리지질학적 조건에 따른 지하수유동 및 오염물질이동 영향연구

이진용, 이강근*

(주)지오그린21

*서울대 지구환경과학부

e-mail: hydrolee@empal.com

요 약 문

In analysis of pumping test data, generally infinite domain has been assumed. However, in many cases, this assumption was not readily satisfied. Some boundary conditions and natural heterogeneity of hydrogeologic properties would play critical roles on groundwater flow and contaminant transport. This study examined effects of some boundary conditions and heterogeneity on the groundwater flow and contaminant transport with basic numerical groundwater modeling, which provides implications for remediation of contaminated groundwater.

key words : infinite domain, boundary condition, heterogeneity, anisotropy, numerical modeling.

1. 서론

일반적으로 양수시험 결과를 해석할 때 무한경계를 가정한다. 이는 상용화된 수리시험 소프트웨어에서도 마찬가지이다. 그러나 적지 않은 경우 시험현장의 수리지질학적 조건을 살펴보면 양수의 영향이 미치는 구간내에 다양한 경계조건들이 존재하는 경우가 있다. 해안이나 하천주변에서 양수시험을 한다거나 혹은 심층지하구조물이 있는 경우가 그러한 예이다. 물론 이외에도 단열암반 대수층의 경우나 혹은 수리전도도의 지역적 불균질성이 두드러진 경우도 종종 만나게 된다. 그런데 이러한 경계조건, 불균질성 혹은 이방성을 고려하지 않고 단순히 해석하다보면 실제와는 매우 다른 예측결과를 얻게 된다(Lee and Lee, 1999; 이진용외, 1999). 수리시험의 결과가 실제 설계에 반영될 경우는 더욱 문제가 될 수도 있다. 물론 자연적 불균질성이나 경계조건을 해석에 모두 반영한다는 것은 불가능하며 효율적이지도 않다. 하지만 현장에서 나타날 수 있는 몇 가지 두드러진 경계조건과 불균질성의 영향을 살펴봄으로써 수리상수의 보다 정확한 추정과 향후 설계에 반영될 수리상수의 영향에 대한 이해를 높일 수 있다. 본 연구에서는 지하수유동과 오염물질의 이동에 영향을 주는 가장 기초적인 경계조건과 불균질성 혹은 이방성의 영향을 간단한 수치모의를 통해 알아보았다.

2. 본론

널리 알려진 일반적인 경계조건, 불균질성 및 이방성의 영향을 알아보기 위해 간단한 수치모의를 수행하였다. 대상 대수층은 피압대수층으로 가로 세로 1km×1km 이며 대수층의 두께는 60m, 수리전도도는 1.0×10^{-4} cm/sec, 저유계수는 1.0×10^{-4} 을 기본(base case)으로 하였다. 경계조건의 영향을 알아보는 수치모의의 개념은 아래 그림 1과 같다.

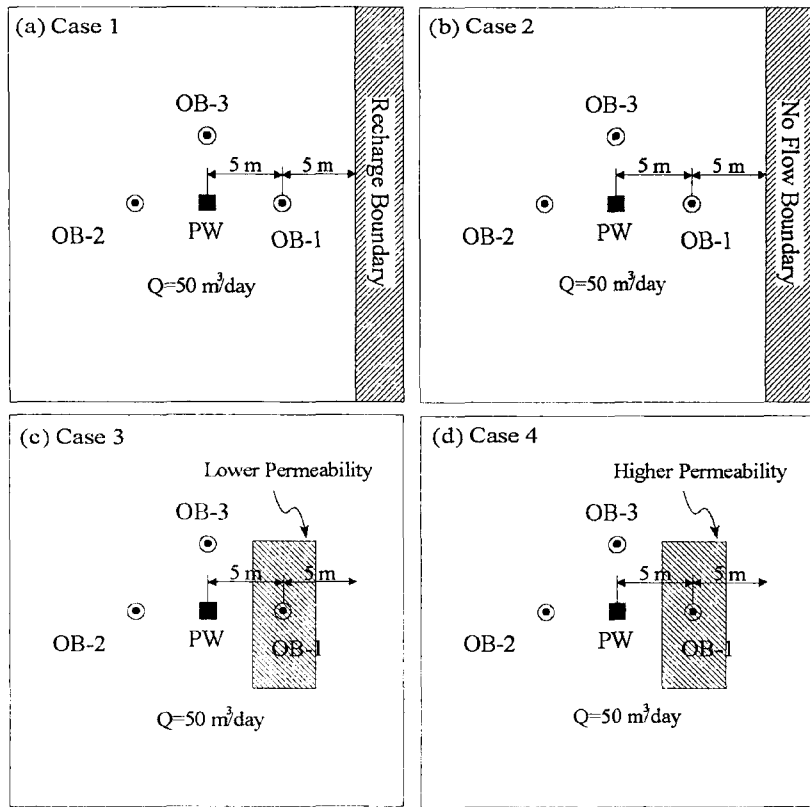


그림 1. 수치모의에 사용한 수리지질학적 조건.

3. 결론

아래 그림 2와 3에서 보는 바와 같이 다른 경계조건, 불균질성, 그리고 이방성 조건하에서 지하수의 유동 및 오염물질의 이동은 상이하게 나타난다. 이는 당연한 결과이지만 실제로 현장에서 몇 가지 경계조건 혹은 이방·불균질성의 결과로 나타나는 결과들을 제대로 이해하지 못하거나 지나치게 단순화하여 해석하는 사례가 종종 나타난다. 특히 경계조건의 결과를 이방성으로 해석한다든지 그 반대로 해석하는 경우도 있을 것이다. 설계를 위한 수리상수를 구하기 위해 수행되는 양수시험을 해석할 때는 특별히 이와 같은 기초적인 영향들에 대한 이해가 필수적이다. 실제로 양수시험을 수행할 때 그 나타나는 결과를 두 가지 극단적인 다른 방향으로 해석할 수도 있을 것이다. 양수시 관측점에서 지하수위 강하가 작은 것을 투수성이 우수해서라고 해석할 수도 있지만 반대로 수리적 연결성이 약하여 상대적으로 수위강하가 작다고 이해할 수도 있다. 그러므로 현장수리시험의 결과의 정확한 이해를 위해서는 다양한 수리지질학적 조건을 현장에서 면밀하게 조사할 필요가 있다. 수리적 이방성이 존재할 경우 지하수유동 측면에서는 크게 문제가 되지 않을 수도 있지만 양수 및 처리(pump and treat)와 같은 오염지하수 정화기법을 설계할 때는 반드시 고려되어야 하는 필수적인 요소이다. 이와 같은 특성의 적절한 고려없이 원하는 정화목표를 효율적으로 달성하기는 어려울 것이다. 실제로 제대로 계산되고 평가된 여러 수리지질학적 조건이 반영된 정화설계는 오염지하수 복원에 소요되는 엄청난 비용과 시간을 크게 줄일 것을 기대된다.

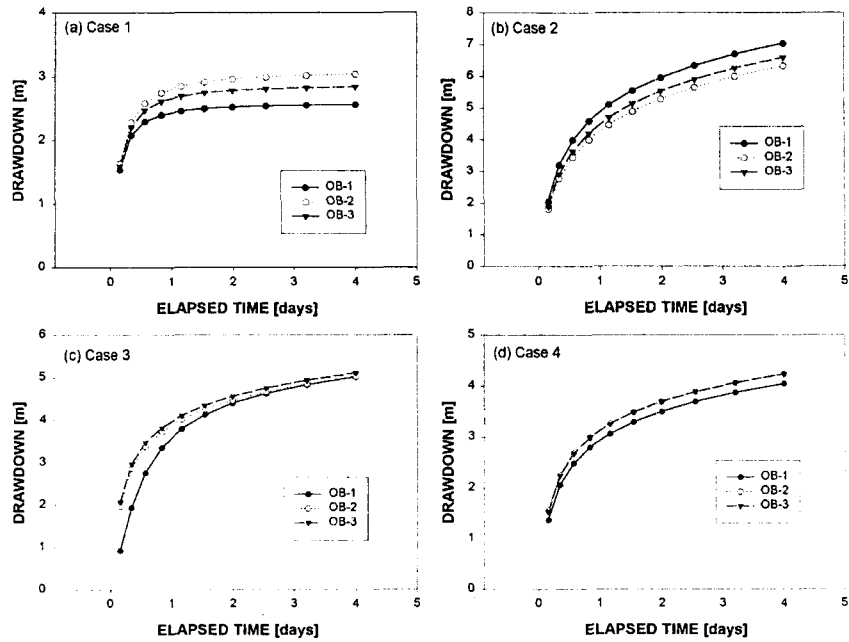


그림 2. 지하수 유동 수치모의 결과

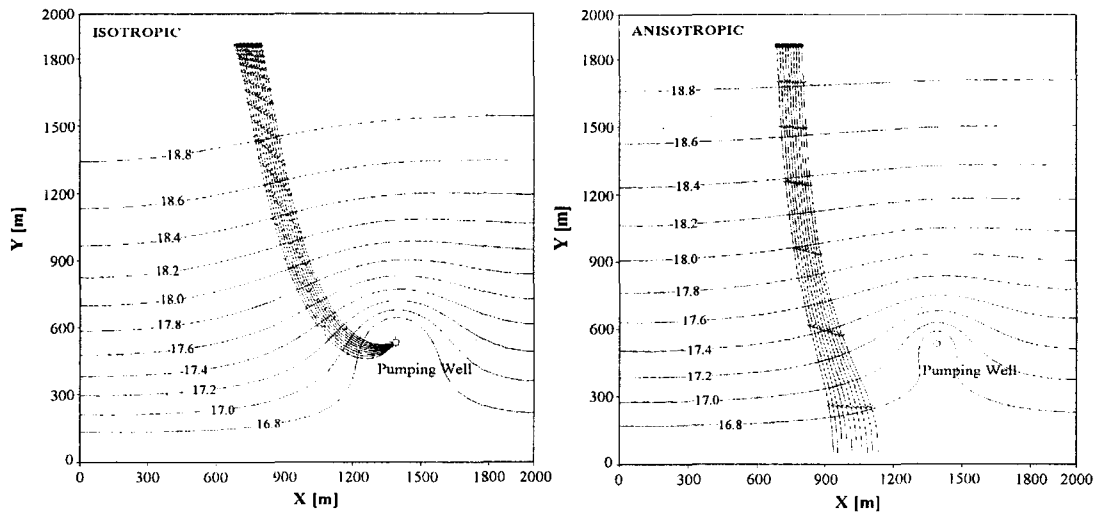


그림 3. 오염물질 이동경로 추적결과.

사사

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제 번호: 3-5-1)에 의해 수행되었습니다.

4.참고문헌

- 이진용, 이강근, 정형재, 배광욱, 1999, 순간수위변화 및 양수시험을 통한 수리상수추정의 문제점 분석, 지하수환경 6(1): 14-22.
- Lee, J.Y. and Lee, K.K., 1999. Analysis of the quality of parameter estimates from repeated pumping and slug tests in a fractured aquifer system in Wonju, Korea, Ground Water 37(5): 1531-1537.