

관측공 자료 이용한 단일 단열내 지하수 유동의 불확실성 분석

고낙열, 지성훈

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

nvko@kaeri.re.kr

1. 서론

심지층 처분시설의 계획을 위해 부지 주변의 수리지질학적 특성을 조사할 때, 광역 규모나 부지 규모에서는 현장에서 발견된 단열대를 이용하여 지하수 유동 상태를 모의하게 된다. 그러나 단열대를 이루는 각각의 단열에 대한 자료에는 불확실성이 있기 때문에 모의 결과 역시 불확실성을 갖게 되며, 이는 처분 시설의 안전성 평가에 대한 불확실성으로 나타난다. 따라서 단열의 수리지질학적 특성과 연결성에 대한 불확실성을 되도록 정확히 평가하는 것이 처분 시설의 안전성 평가에 큰 영향을 줄 수 있다.

이 연구에서는 다수의 관측정에서 관통되는 것으로 확인된 하나의 단열에 관한 현장 자료를 이용하여 수리 시험 결과를 해석하였고, 단열의 수리적 특성을 이해하고 불확실성을 평가하는 방법에 대해 고찰하였다.

2. 단일 단열 자료를 이용한 지하수 유동 모델 작성

2.1 관측정에서 확인된 단열

사용 후 핵연료의 처분장으로 선정된 핀란드의 Olkiluoto 섬에서 관측된 자료를 이용하여 연구를 진행하였다. 지하 공간에서 심도 25 m 정도의 관정(KU1, KU2, KU3)을 설치하고, 그곳에서 발견된 단열 자료를 이용하여 하나로 연결된 것으로 예상되는 단일 단열을 선정하였다.

2.2 수리 시험의 모의 영역

이용된 관정에서 이루어진 수리시험 해석을 위해, 투수량계수 분포를 작성하였다. 결정론적 방식의 분석을 위해 kriging 방법을 이용하였고, 불확실성 분석을 위한 확률론적 방식의 분석을 위해 동일한 통계적 특성을 갖는 투수량계수 분포를 다수 작성하여 이용하였다.

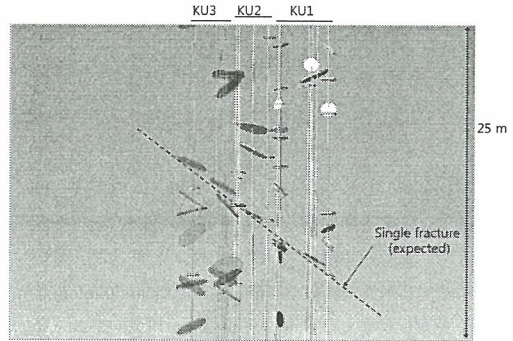


Fig. 1. Schematic layout of boreholes and the expected single fracture (dotted line).

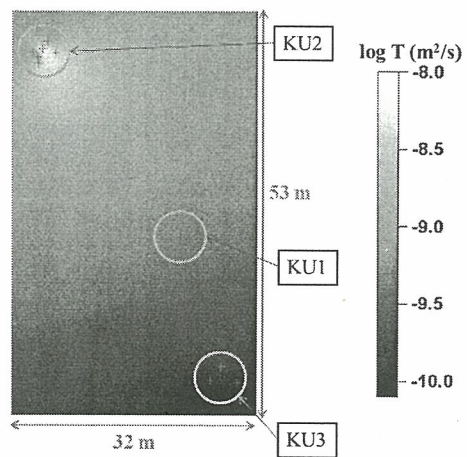


Fig. 2. Transmissivity field by kriging.

확률론적 분석을 위한 투수량계수 분포는 우선 관측 자료를 통계적으로 분석하고, 분석된 것과 동일한 통계 특성을 갖는 임의의 투수량계수 값을 발생시킨 후, simulated annealing 방법을 통해 kriging 분포와 동일한 공간적 분포 특성을 갖도록 작성되었다.

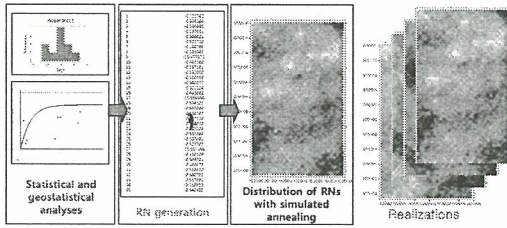


Fig. 3. Method for generating random realizations used in probabilistic analysis.

3. 수리 시험 모의 결과

현장에서 측정된 각각의 관정에서의 지하수 유량 자료를 모의 결과와 비교하였다. kriging 자료를 이용한 모의에서는 대체적으로 관측값과 비슷한 경향을 보여주었다. 확률론적 분석에서는 전체적인 분포와 평균값 모두 관측값에 비해 모의 결과가 더 큰 값을 보여주었으나, 모의 결과의 분포 내에 결정론적 분석 결과가 포함되는 것을 보여주었다.

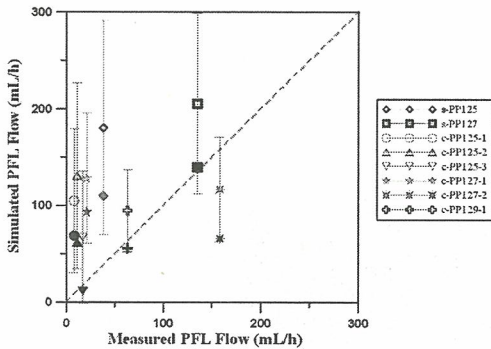


Fig. 4. Comparison of the measured and simulated PFL flow in the used boreholes.

4. 결론

국지적으로 분포된 관정에서의 단일 관측 자료를 이용해 단일 관정 주변의 수리지질학적 특성을 구성하고 현장에서 이루어진 수리 시험을 모의하였다. 확률론적 분석에서 관측값보다 다소 큰 값을 보였는데, 이는 관정 주변에서 관측된 투수량계수값이 주변의 암반 영역의 값에 비해 매우 크거나 크게 측정되었고, 수리지질학적 특성의 공간적 분포에 대한 통계 분석에서 투수량계수의 상관성(correlation length)이 과다하게 평가된 것

으로 생각된다. 이런 현상을 해결하기 위해서는 각 관정 주변의 특성을 보다 잘 나타내주고, 단열과 암반 경계에서 발생하는 수리지질학적 특성의 불연속성을 보다 잘 표현할 수 있는 모델의 작성이 필요할 것으로 생각되었다.

5. 감사의 글

이 논문은 교육과학기술부 원자력연구개발사업의 지원을 받았음을 밝히며 이에 감사드립니다.

6. 참고문헌

- [1] Diersch, H.-J.G., 2005. Discrete feature modeling of flow, mass and heat transport processes by using FEFLOW, in: WASY GmbH (Eds.), FEFLOW: Finite Element Subsurface Flow and Transport Simulation System. White Papers Vol. 1. WASY GmbH, Berlin, Germany, 149-196.