

방사성폐기물처분의 안전성 평가를 위한 수리지질 인자의 민감도 분석 연구

박경우, 김건영, 지성훈, 김경수, 유시원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150)

woosbest@kaeri.re.kr

1. 서론

일반적으로 해안지역에서 지하수 유동 모델링을 수행할 경우 수두 구배는 해수의 밀도를 고려한 밀도의존 흐름으로 지하수 유동을 해석해야 한다. 이러한 밀도의존흐름과 관련한 지하수 유동에서 입력되는 매질의 주요 수리지질 인자는 지하수 유동 방정식을 풀기 위한 인자 외에 용질 이동과 관련된 이송 확산 방정식을 풀어야 할 인자 또한 제시되어야 하며, 이를 비선형 방정식으로 구성하여 지하수 유동을 해석하게 된다. 전체적인 지하수 유동 체계를 반영하는 각각의 인자에 대한 중요성은 수치모델링의 주요 해석 관점에 좌우된다.

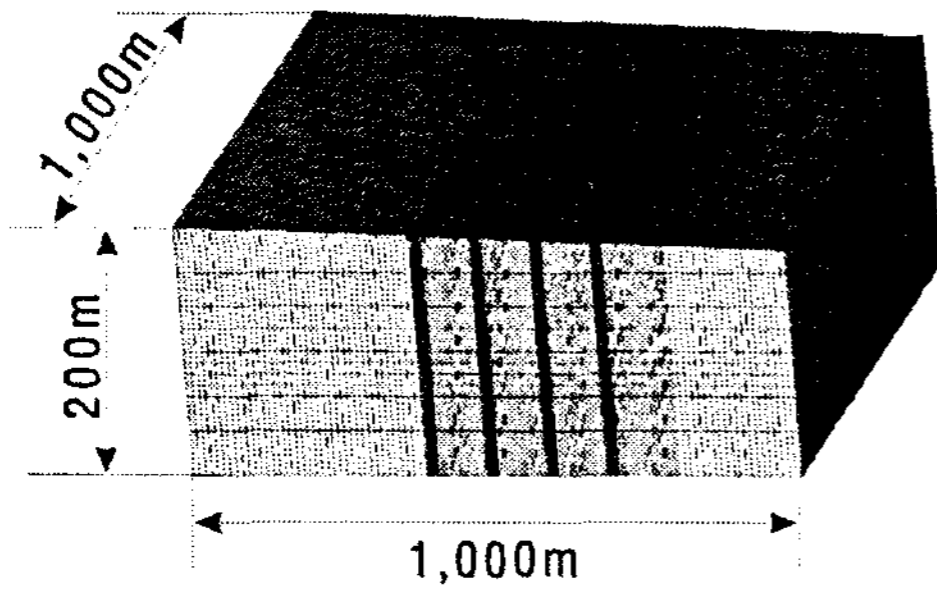
본 연구에서는 해안 지역에서 건설되는 지하공동의 기본적인 개념 모델을 이용하여 지하공동이 건설 후 폐쇄되고, 자연상태의 지하수위로 회복되었을 때의, 수리지질학적 인자에 대한 민감도 분석을 공동에서 노출되는 입자의 이동거리를 기준으로 실시하였고, 이를 통해 해안지역에서 방사성 폐기물의 안정성 평가에서 입력되는 주요인자인 입자의 이동거리를 결정하는 주요 수리인자를 정량적으로 평가하였다.

2. 본론

지하수 유동 모델링의 수행 목적은 모의 영역내 현재 지하수 유동 양상에 대한 판단 및 향후 수리지질학적인 변수에 대한 지하수 유동 양상의 변화 예측으로 대별될 수 있는데, 현재 지하수 유동 양상에 대한 판단은 수치모의의 목적 및 개념모델에 따라 그 주요한 수리지질 인자가 달라질 수 있다. 즉, 불포화 대수층을 대상으로 하는지, 포화대수층에 대한 지하수 유동 양상을 고려하는지 혹은 지하수 유동에 따른 오염물질의 이송 및 확산을 고려하는지, 지하에 존재하는 공동에서의 수리적 안정성 분석을 목적으로 모델링을 수행하는지에 따라 주요한 수리지질학적 입력 변수가 달라진다.

일반적으로 해안지역에 대한 지하수 유동 모델링을 수행할 경우 해수 밀도에 대한 지하수의 밀도의존성 흐름을 고려해야 하는데, 여기에서 주요한 수리지질인자는 매질의 수리전도도, 함양률, 매질의 공극률, 분산계수 등을 예로 들 수 있다. 각각의 입력 인자의 변화에 대해 수치모델에서 도출되는 결과가 달라질 수 있는데, 어떠한 결과를 중점으로 고려하느냐에 따라 입력 변수의 중요도가 달라진다. 이는 주요 수리지질인자에 대한 모델의 민감도 분석을 통해 현장 수리시험 결과에서 도출될 수리지질 인자에 대한 중요성을 확인해 볼 수 있으며, 본 연구에서는 입자의 이동거리에 초점을 맞춰 민감도 분석을 실시하였다.

개념모델 및 경계조건



본 수치모사에 사용된 모델영역은 가로×세로×높이(1,000m×1,000m×200m)를 갖고 있으며, 우측 경계가 해수에 접해 있다. 지하수 유동관련 경계조건은 우측경계에 밀도영향비를 고려하여 일정수두 경계조건으로 구성되었고, 상부에 함양경계로서 설정하였다. 용질 이동관련 경계는 우측경계에 상대농도 1의 값을 갖는 것으로 두어 해수에 의한 밀도의존흐름 해석을 실시하였다.

민감도 분석 결과

본 민감도 분석에서 고려한 수리지질인자는 함양률, 공극률, 분산 계수, 수리전도도이다.

	Range
Hydraulic conductivity	1E-6 ~ 1E-4 (m/sec)
Recharge rate	1E-4 ~ 10E-4 (m/day)
Porosity	0.03 ~ 0.30 (unitless)
Longitudinal dispersivity	1~10 (m)

3. 결론

입자 추적기법을 통해 예상 처분부지로부터 생태계로 노출되는 입자의 이동시간을 이용하여 민감도 분석을 한 결과 가장 영향을 주는 수리지질인자는 공극률과 수리전도도로 분석된다. 공극률이 커지면 입자의 이동시간이 길어지고, 공극률이 작아지면 입자의 이동시간이 짧아지는 선형의 비례관계를 보였으며, 수리전도도 또한 이동거리와 정비례관계를 보였다. 그러나, 지하수 유동 모델링에서 매질로 지하수의 input 역할을 하는 함양률은 공극률과 수리전도도에 비해 그 민감도가 떨어졌으며, 종분산계수에 대한 영향은 극히 적은 것으로 판단된다.

즉, 방사성폐기물 관련 지하수 유동 모델링에서 주요하게 고려되어야 할 인자는 함양률과 종분산계수보다는 지하수의 유동 공극률과 수리전도도이며, 입자의 이동시간과 관련하여 적절한 값을 도출하기 위해서 현장 시험시 다른 인자들에 비해 유의하여 그 값을 도출하여야 할 것으로 판단된다.