

상부 저경사 단열대의 수리적 특성에 대한 처분 안전성 영향 평가

박경우, 배대석, 김천수, 조중호

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

woosbest@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에 건설된 지하처분연구시설(KURT) 주변 지역에 대한 지하수 유동과 관련된 지질 모델 요소로는 층서상 상부에 해당하는 토양층 및 풍화대, 상부 저경사 단열대, 하부의 기반암 및 기반암에 존재하고 있는 단열대로 구분하였다. 연구 지역의 토양층 및 풍화대의 깊이별 분포를 확인하기 위하여 지표물리탐사 및 시추공 조사를 수행하였으며, 그 결과 지표에서 10~38m의 깊이의 범위를 갖고 분포하고 있는 것으로 확인할 수 있었다. 또한, 시추공에서 관측되는 단열의 방향성 분석을 통해 경사각 30도 이하 저경사 단열이 다수 분포하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이 단열 자료에 대한 군집 분석을 시추공별로 깊이별 도시하였으며, 그 결과 저경사각을 갖는 단열이 상부 풍화대의 하부에 주로 분포하고 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 결정질 암반의 상부에 존재하는 저경사 단열대의 수리적 특성에 따라 가상의 처분장을 통해 지나가는 지하수의 유량을 도출하여, 저경사 단열대의 깊이별 분포에 따른 처분 안전성에 미치는 영향을 평가해 보고자 한다.

2. 본론

연구 지역의 기반암 상부에 존재하는 저경사 단열의 수리적 특성에 따른 처분 안전성에 미치는 영향을 평가하기 위해 간단한 개념 모델을 구성하였다. 상부 저경사 단열대가 기반암 상부에 존재하며, 저경사 단열대에 대한 깊이는 30m ~ 70m의 범위를 갖는 것으로 가정하였다. 또한, 처분 공동은 40m × 40m의 직사각형 영역으로 구성되며, 그 높이는 50m로 가정하였다. 이 처분 공동은 지하 80m, 100m, 120m, 150m, 200m에 존재하는 것으로 수치모의에 반영하였다.

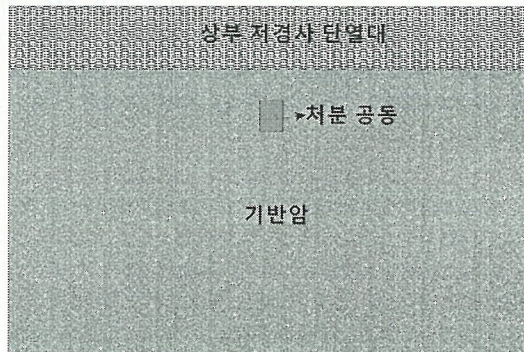


그림 1. 수치모사를 위한 개념모델

수치모의를 위한 개념 모델에서 기반암의 수리전도도는 1×10^{-8} m/sec를 갖는 것으로 가정하였으며, 상부 저경사 단열대의 수리전도도는 수리지질학적 개념을 적용하여 수평 방향의 수리전도도를 수직 방향의 수리전도도보다 1, 2 order 큰 값을 입력하였다(표 1).

표 1. 수치모델에 입력된 수리전도도

기준 Case	상부 저경사 단열대	$K_h : 1.0 \times 10^{-8}$
	기반암	$K_v : 1.0 \times 10^{-8}$
Case 1	상부 저경사 단열대	$K_h : 1.0 \times 10^{-6}$
	기반암	$K_v : 1.0 \times 10^{-8}$
Case 2	상부 저경사 단열대	$K_h : 1.0 \times 10^{-7}$
	기반암	$K_v : 1.0 \times 10^{-8}$
Case 3	상부 저경사 단열대	$K_h : 1.0 \times 10^{-7}$
	기반암	$K_v : 1.0 \times 10^{-8}$

각 수치 모델의 Case별로 저경사 단열의 깊이를 30m ~ 70m의 총 5개의 다른 수치모사를 수행하였으며, Reference Case를 포함하여 총 16회의 수치모델 결과 가상의 처분 공동을 지나는 유량을 도출하여 보았다.

Case 1의 경우, 저경사 단열대의 수평 방향의 수리전도도가 수직 방향의 수리전도도에 비해 2 order의 큰 값을 입력되었다. 기준 Case에 비해 수평 방향의 현저한 고투수성을 갖는 저경사 단열대가 기반암의 상부에 존재할 경우 처분 영역을 지나는 지하수의 유량은 저경사 단열대의 깊이에 따라 각각 다르게 도출되었다. 저경사 단열대의 깊이가 30m일 때, 기준 Case에 비해 많은 양의 지하수가 처분 공동을 흐르는 것으로 분석되지만, 저경사 단열대의 깊이가 50m보다 클 경우 처분 영역을 지나는 지하수의 유량이 기준 Case에 비해 적은 값으로 도출된다. 이는 지하수가 저경사 단열대의 수평 방향 고투수성으로 인해 하부 기반암으로의 지하수의 유입이 줄어들게 되는 물리적 현상을 반영한다. 다만, 저경사 단열대의 깊이가 70m일 경우, 처분 영역이 지표하 80m에 위치하게 된다면 위치적 근접성으로 인해 기준 Case보다 3배 이상의 지하수가 흐르게 되는 현상을 확인할 수 있다. Case 2의 경우, Case 1에 비해 저경사 단열대의 수직 방향의 수리전도도가 1 order 커진다면, 전체적으로 2배 정도 많은 양의 지하수가 처분 영역을 통하여 흐르게 된다. Case 3의 경우, Case 1에 비해 저경사 단열대의 수평 방향의 수리전도도가 기반암에 비해 1order 큰 값이 입력될 경우, 기준 Case에 비해 많은 양의 지하수가 처분 공동을 통해 흐르게 된다. Case 2와 3의 결과를 종합해 볼 때, 고투수성의 수리지질학적 특성을 갖는 저경사 단열대의 수리지질학적 이방성이 작아질 경우 기반암을 통하여 처분 영역으로 많은 양의 지하수가 통과하게 되며, Case 1의 경우와 같이 수리지질학적 이방성이 커질 경우 오히려 적은 양의 지하수가 처분 영역으로 흐를 수 있음을 알 수 있다.

3. 결론

KURT 주변 연구지역에서 존재하는 상부 저경사 단열대에 대한 간단한 개념 모델을 통해, 총 16회의 수치모사를 수행하였다. 그 결과, 저경사 단열대의 수리 특성에 따라 가상의 처분 영역을 통과하는 지하수의 유량에 직접적인 영향을 주는 것으로 도출되었다. 즉, 처분장의 안전성 평가에 주요한 입력 인자가 되는 처분 영역을 통과하는 지하수 유량을 판단함에 있어 상부 저경사 단열대의 수리지질학적 특성이 주요한 기준 요소로 고려할 수 있다.