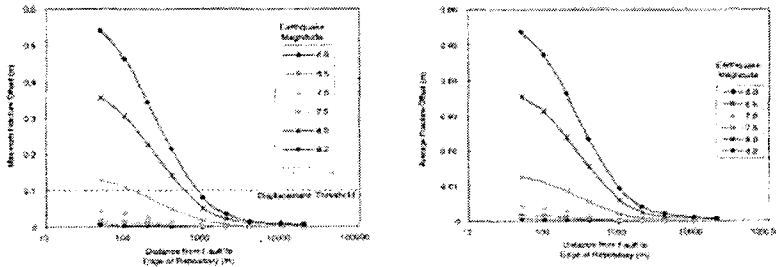


단열의 재활성화로 인한 지하수 유동 평가

정미선, 황용수

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
jeongms@kaeri.re.kr

그림 1은 지진의 강도가 단열의 폭에 미치는 영향을 알아보기 위해 나타내었다. 그림 (a)는 최대 단열 offset에 대해 나타낸 것으로, 처분장과 단열사이의 거리가 가까울수록, 지진의 강도가 클수록 단열 폭이 증가되는 것을 볼 수 있다. 그림에서 나타낸 바와 같이 한 번의 지진에 의해 offset되는 단열의 폭은 최대 55cm정도이며, 이러한 지진이 여러 번 발생할 경우 단열의 폭은 점점 더 넓어질 것이며, 이는 단열이 처분장에도 점점 더 가까워지게 하므로 처분장의 지하수 유동에 크게 영향을 미칠 것이라 예상된다. 그림 (b)는 평균 단열 offset에 대해 나타낸 것으로, 그림 (a)와 유사한 경향을 나타내고 있다.



(a) 최대 단열 폭의 변화

(b) 평균 단열 폭의 변화

그림 1. 지진의 강도에 따른 단열의 폭과 처분장과 단열과의 거리의 변화와의 관계

우리 나라에서 단층의 최대 폭은 7m로, 이는 여러 번의 지진의 영향으로 인해 생겨난 울산 단층의 일환인 입실 단층이 가지고 있다. 이와 같은 입실단층의 경우를 통해 보수적으로 단열 재활성화가 일어나 기존 단열의 폭이 최대 10m 증가된 경우와 1m와 6m인 경우에 대해 지하수 유동 평가를 각각 수행하였다.

그림 2는 평가 대상 지역의 단면도를 나타낸다. 두 개의 단열(fracture) 중 왼쪽에 위치한 단열이 지진 등의 자연재해로 인하여 단열의 폭이 변하는 경우의 영향을 분석하였다.

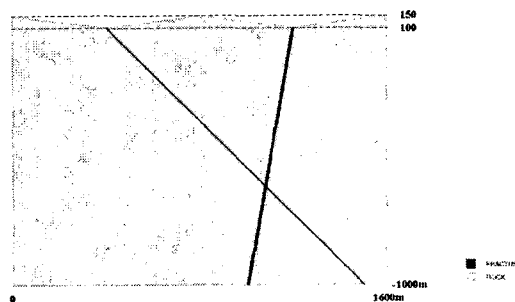


그림 2. 평가 대상 지역의 단면도

표 1은 NAMMU 코드를 이용한 지하수 유동의 평가 입력 자료인 투수계수와 공극률을 나타낸다. 처분장 주변 암반 분포는 상대적으로 신선한 응회암으로 이루어져 있다고 가정하였고 단열의 투수계수와 공극률은 보수적으로 가정하였다.

표 1. 지하수 유동 평가 입력 자료

Items	Permeability(m ²)	porosity
Rock	1.0E-15	0.03
Fracture	1.0E-13	0.03

본 평가에서는 지표면 내 전체 표토층과 암반이 포화되었다고 가정하므로 육지 상부 경계 조건은 지하수위 분포 라인을 따라 설정된다. 지하수위 아래에 위치한 암반은 잔류 지하수 압류(residual pressure)을 받으므로 아래와 같은 식으로부터 구할 수 있다.

$$P^R = \rho_f g z$$

여기서 ρ_f 는 담수의 밀도이고, g 는 중력 가속도, z 는 해수면으로부터의 표고차이다.

그리고 평가 영역 오른쪽과 왼쪽 경계는 지형 특성을 고려해 불투수 경계 조건이, 하부는 불투수 층의 존재를 고려해 불투수 경계 조건이 설정되었다.

그림 3은 가상 고준위 방사성 폐기물 처분장의 위치(지하 심도 500m)에서의 지하수 유동의 이동 경로를 나타낸다. 지하수 유동은 폭이 더 큰 오른쪽 단열로 모두 이동을 하는 것을 볼 수 있으며, 단열로부터 멀리 떨어진 위치에서의 지하수 유동은 단열의 폭이 넓어지더라도 유동 경로에는 큰 영향을 받지 않으나, 단열에 가까워질수록 유동의 경로는 단열의 폭의 영향을 크게 받고 있는 것을 볼 수 있다.

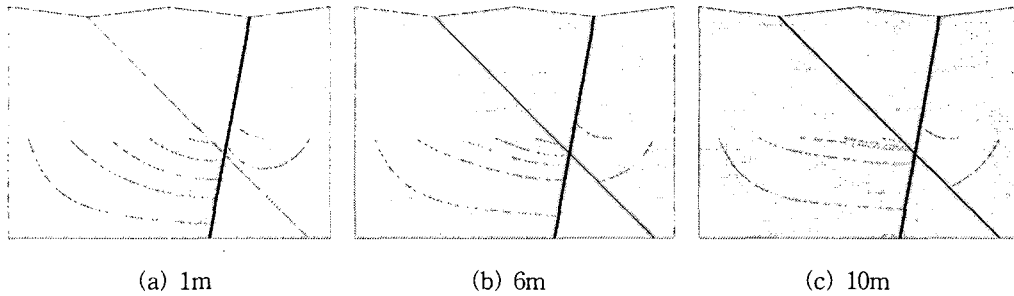


그림 3. 단열의 폭의 변화에 따른 지하수 유동의 이동 경로

본 연구에서 단열의 재활성화는 처분장의 위치에 따라 지하수 유동경로에 변화를 일으키며, 단열에 가까이 위치한 경우가 단열 변형으로 인한 영향을 더 크게 받는다는 것을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부가 주관하고 있는 국가 원자력 중장기 연구개발 사업의 일환으로 추진되었습니다.