

IAEA 가상 처분장 부지에서의 지하수 유동 해석

정미선, 강철형, 황용수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

ieongms@kaeri.re.kr

1. 서론

처분장에서 지하수 유동과 핵종 이동에 대한 해석은 안전성 평가에서 중요한 역할을 한다. 폐기물로부터 유출된 핵종들은 지하수에 용해되고 이후 암반의 공극을 통해 흐르는 지하수에 의해 지표면으로 이동한다. 이러한 지하수 이동 시간은 길기 때문에, 지하수 이동 경로에 관해 평가하기 위해서는 물리적 혹은 화학적 과정의 수학적 모델링이 필요하다. 그러나 모델은 해석적으로 풀기에는 복잡하기 때문에 컴퓨터 해석 프로그램을 이용한다. 유동과 이동에 중요한 영향을 미칠 수 있는 부지 특성과 과정들을 수치해석 모델들을 이용하여 나타낼 수 있다. 본 연구는 IAEA CRP 프로젝트의 일환으로, 방사성 폐기물의 지질학적 처분장에 대한 지하수 유동에 지하수 유동은 우크라이나 지역의 지하수 예비 분석을 시행하였다. 본 연구에서는, 2차원 모델링으로 단열의 유무에 따른 지하수 유동에 대해 비교 IAEA의 수치해석 결과와 분석하였다.

2. 지하수 유동 해석 방법

그림 1은 IAEA의 연구에서 사용된 모델링 영역을 나타내고 있으며, IAEA는 MODFLOW를 사용하였다. 그림 2는 본 연구에서 사용된 모델링 영역을 나타내고 있으며, NAMMU를 사용하여 수치해석하였다. 본 연구에서는 좀 더 보수적인 방법으로 처분장으로부터 왼쪽 방향(1500m)으로 낮은 산(150m)이 존재한다고 가정하였고, 단열은 IAEA 연구에서의 단열의 시작과 끝을 연결하여 직선 형태의 단열을 가진다고 가정하였다. 지표면에서는 지표면에 연간 100mm의 침투수를 가지며, 다른 곳에서는 no-flow 경계 조건을 적용하였다.

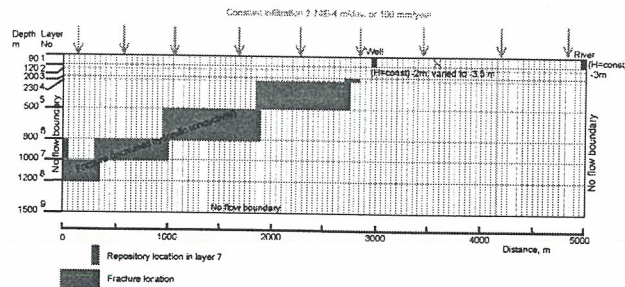


Fig 1. Modeling Schematics in UKR-IAEA

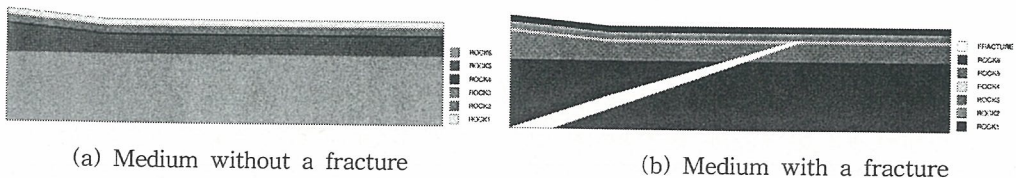


Fig 2. Modeling Schematics in KAERI

표 1은 각각 IAEA와 본 연구에서 사용된 입력 데이터인 투수계수와 공극률을 나타낸다.

Table 1. Input data

Rock Type	IAEA		KAERI	
	Permeability [m/s]	Porosity [-]	Permeability [m ²]	Porosity [-]
Rock 1	5.0E-04	0.15	5.0E-11	0.15
Rock 2	2.0E-07	0.01	2.0E-14	0.01
Rock 3	5.0E-04	0.1	5.0E-11	0.1
Rock 4	1.0E-07	0.01	1.0E-14	0.01
Rock 5	5.0E-06	0.005	5.0E-13	0.005
Rock 6	5.0E-08	0.002	5.0E-15	0.002
Fracture	K×2, 5, 10		1.0E-10	0.1

3. 지하수 유동 해석 결과의 비교

그림 3은 단열의 유무에 따른 처분장에서의 지하수 유동을 나타낸 것이다. 단열이 없는 그림 3 (a)의 경우, 지형에 의한 압력의 구배와 암반이 가지고 있는 수리 전도도로 인해 지하수가 이동하고 있는 것을 볼 수 있다. 또 단열이 있는 그림 3 (b)의 경우를 보면, 주변 암반보다 높은 수리 전도도를 가진 단열로 인해, 처분장 위치에서의 지하수는 단열을 따라 이동을 하고 있다.

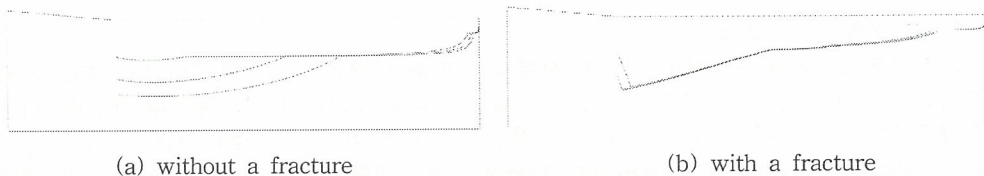


Fig 3. The pathway at the repository site

표 2는 단열의 유무에 의한 처분장으로부터 생태계로 지하수가 이동하는 시간과 거리를 각각의 위치에서 나타낸 것이다.

Table 2 . Traveling time and Path length at the repository

without a discrete fracture				with a discrete fracture			
x (m)	z (m)	travel time (yr)	path length (m)	x (m)	z (m)	travel time (yr)	path length (m)
1000	-500	9.35E+02	5.73E+03	1000	-500	1.22E+03	6.10E+03
1000	-800	1.50E+03	5.78E+03	1000	-800	1.31E+03	5.92E+03
1000	-1000	2.01E+03	5.83E+03	1000	-1000	1.37E+03	5.79E+03
1500	-500	4.17E+02	5.15E+03	1500	-500	7.89E+02	5.44E+03
1500	-800	9.93E+02	5.22E+03	1500	-800	8.43E+02	5.27E+03
1500	-1000	1.47E+03	5.28E+03	1500	-1000	8.75E+02	5.15E+03

4. 결론

본 연구에서는 IAEA의 연구의 일환으로 우크라이나 지역의 심층처분지역에서의 지하수 유동을 해석하였다. 고준위 폐기물 처분장을 건설할 때에는 이처럼 주변의 암반 및 단열에 영향을 많이 받으므로 부지를 선정할 때 이에 대한 지하수 유동 평가는 필히 요구된다. 특히 단열이 있는 부지에 처분장이 들어설 경우 단열이 없는 경우에 비해 상대적으로 짧은 이동 경로 및 시간을 가지므로 이에 대한 충분한 고려를 하여야 한다.

사 사

본 연구는 교육과학기술부와 과학재단을 통해 주관하는 국가 원자력 중장기 연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.