

한국형 지형 특성에 따른 고준위 폐기물 처분장에서의 지하수 유동

정미선, 황용수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045번지

jeongms@kaeri.re.kr

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 연구에서는 이러한 수치해석법에 기반을 둔 지하수 이동 평가 프로그램을 이용해 영서형과 영동형으로 대별되는 전형적인 한국형 지역에 대한 지하수 유동을 평가하였고, 지형들이 지하수 이동 경로에 어떠한 영향을 미치는지에 관해 알아보았다.

그림 1과 2는 고준위 폐기물 처분 연구를 위한 연구 대상 지역인 가칭 YS라고 명명한 지역(영서형)과 서고 동저를 특색을 가진 가칭 YD(영동형) 지역이다. 이와 같이 가상 처분장 부지로 설정된 지하 매질에서의 지하수 이동에 관한 안전성을 평가하기 위해 finite element Method를 이용한 NAMMU 코드를 사용하였다. 표 1과 2는 각 지형에 사용된 지하수 유동 평가 입력자료인 투수계수와 공극률이다.

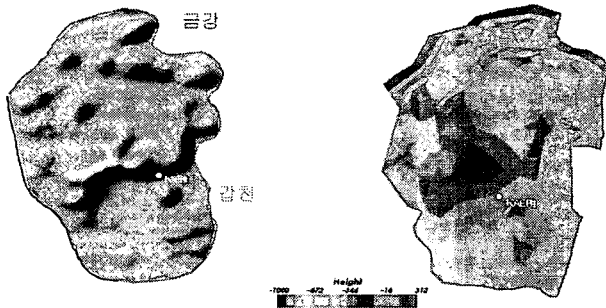


그림 1. 영서형 평가 대상 지역과 3차원 모델링 영역의 비교

표 1. 영서형 지하수 유동 평가 입력 자료

Item	투수계수(m ²)	공극률
SOIL	1.0E-13	0.2
UROCK	1.0E-16	0.02
LROCK	8.0E-17	0.02
단열 1	1.0E-7	0.02
단열 2	1.0E-7	0.02
단열 3	1.0E-7	0.02
단열 4	1.0E-7	0.02

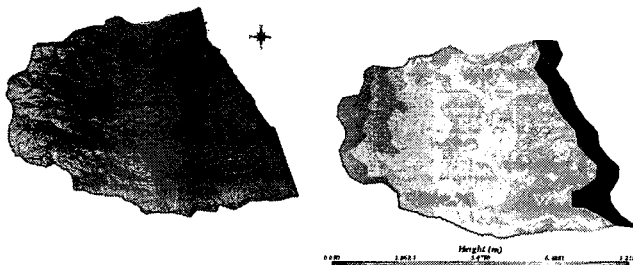


그림 2. 영동형 실제 지형과 3차원 모델링 영역의 비교

표 2. 영동형 지하수 유동 평가 입력 자료

Item	투수계수(m ²)	공극률
SOIL	1.0E-13	0.1
UROCK	5.0E-16	0.01
LROCK	5.0E-19	0.01

표 3은 영서형과 영동형의 임의의 위치에서의 고준위 폐기물 심도의 지하수 이동 시간 및 거리를

비교하였다. 영서형의 지하수 유동은 주변에 단열이 위치해 있어 주변 암반보다 투수계수가 높은 단열을 통해 이동하므로 영동형의 지하수 유동에 비해 상대적으로 이동 시간이 짧게 나타나고 있다. 또한 이로 인하여 영동형의 유속이 영서형에 비해 더 느리게 나타나고 있다.

표 3. 지하수 이동 시간 및 거리 비교

	ROCK	영서형			영동형		
		Travel time (years)	Path length (m)	Darcy vel. (m/yr)	Travel time (years)	Path length (m)	Darcy vel. (m/yr)
1	LRock	7.82E+02	2.09E+03	5.36E-02	4.88E+05	1.29E+03	2.65E-05
	URock	9.50E-04	3.51E+02	7.38E+03	3.56E+03	3.24E+03	9.09E-03
	Soil	1.08E-03	4.88E+01	9.04E+03	5.54E+01	4.97E+02	8.97E-01
2	LRock	4.99E+02	1.96E+03	7.88E-02	1.05E+06	1.10E+03	1.05E-05
	URock	9.64E-04	3.59E+02	7.44E+03	3.33E+03	2.27E+03	6.80E-03
	Soil	9.44E-04	4.86E+01	1.03E+04	5.94E+01	6.21E+02	1.05E+00
3	LRock	5.56E+02	1.88E+03	6.76E-02	1.30E+06	2.35E+03	1.81E-05
	URock	9.47E-04	3.58E+02	7.56E+03	1.19E+03	1.96E+03	1.65E-02
	Soil	9.81E-04	4.87E+01	9.92E+03	5.65E+01	5.28E+02	9.34E-01
4	LRock	1.18E+04	1.25E+03	2.14E-03	6.02E+05	1.16E+03	1.92E-05
	URock	1.03E-03	2.77E+02	5.40E+03	2.83E+03	1.52E+03	5.36E-03
	Soil	7.23E-04	4.77E+01	1.32E+04	5.18E+01	3.13E+02	6.04E-01

그림 3은 영서형과 영동형의 지하수 이동 경로를 나타낸 것이다. 그림 (a)와 (b)에서 나타낸 것과 같이 단열 주변의 지하수 이동경로는 단열을 통해 이동하고 있다. 그림 (c)의 영동형에서는 지형의 국지적인 변화가 지하수 이동 경로에 영향을 미치고 있는 것을 볼 수 있다.

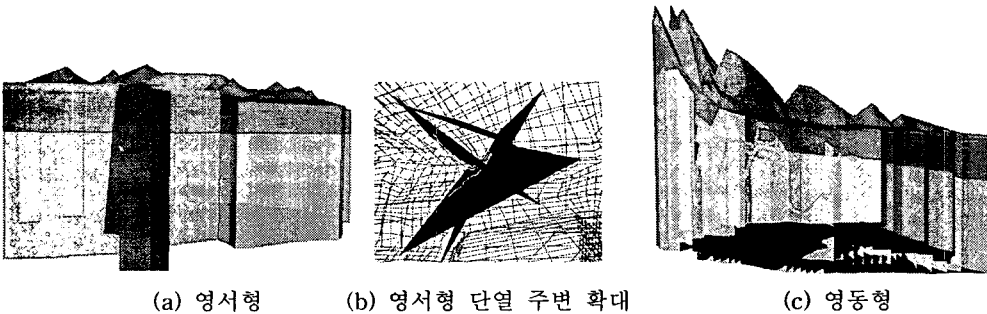


그림 3. 영서형과 영동형의 지하수 이동 경로

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.

감사의 글

이 연구는 과학기술부와 과학재단을 통해 주관하는 국가 원자력 중장기 연구개발 사업의 일환으로 수행되었습니다.