

KURT 주변 지역의 지질모델과 수리지질모델에 대한 통합평가

박경우, 김건영, 김경수, 고용권, 최종원
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 woosbest@kaeri.re.kr

1. 서론

방사성 폐기물의 지층 처분을 위해 대상 지역의 지표 및 천부지하 환경 뿐 만 아니라 심부 환경에 대한 지질학적 자료체계가 구축되어야 한다. 여기서 지질학적 자료 체계는 지질 특성, 수리지질특성, 지화학 특성, 암반역학 특성이 포함된다. 실제로 고준위 방사성 폐기물이 처분될 영역은 심부 지하 영역으로 초점이 맞춰지며, 따라서 심부 지질 환경에 대한 특성 규명은 고준위 방사성 폐기물 처분의 주요 과제가 된다. 방사성 폐기물 처분과 관련된 심부 지질 환경 특성 규명에 있어 가장 주요하게 고려되어야 할 부분은 지질모델, 수리지질모델, 지하수유동모델, 지화학모델, 암반역학 모델 등을 포함한 대상 지역의 부지특성모델(site descriptive model)이 된다. 여기서 부지특성모델을 구성하는 각 세부 모델은 하나의 독립된 모델로 구성되는 것으로 간주될 수 있으나, 기준 모델을 근거로 재순환(iteration)되는 특성을 갖는다. 즉, 부지특성모델에서 기준이 되는 모델은 지질모델이 되며, 지질모델을 근거로 해서 수리지질학적, 지화학적, 암반역학모델이 구성되고, 여기서 도출된 결과를 이용하여 지질모델이 보완되는 특성을 갖고 있다. 고준위 폐기물 처분 연구분야의 선도 국가는 미리 부지 특성 모델의 중요성을 인지하고, 이의 연구에 대해 많은 시간과 자본을 투자하였으며, 기존의 광산을 활용하거나 새로이 지하 연구시설을 건설하여 부지 특성 모델 연구에 많은 관심을 기울이고 있다. 이에 한국원자력연구원에서는 지하처분 연구터널(KURT)을 건설하여 방사성폐기물처분연구를 수행하고 있다.

본 연구에서 한국원자력연구원 주변 지역에서 지하처분연구터널(KURT) 건설 전 조사되었던 지질 환경 특성 자료 및 지하 처분 연구 시설 건설 중의 조사 자료를 기초로 하여 연구 지역의 지질 모델을 구성하였으며, 구성된 지질 모델을 근거로 현장 수리시험 결과를 이용하여 수리지질 모델을 구성하였다. 최종적으로 구축된 수리지질모델을 이용하여 지하수유동모델링을 수행하였으며, 지하수유동모델링 결과 민감도 분석 수치모의를 수행하여 KURT 주변 지역에서 심부 영역에서 영향을 미치는 단열대에 대해 추론하여 보았다.

2. 본론

현장 조사 결과 도출된 연구 지역의 지질모델은 상부에 표토층 및 암반 풍화대가 존재하며, 그 하부에 기반암으로 형성된 국내 결정질 암반의 일반적인 모형으로 구성된다. 또한, 기반암의 상부에 저경사 단열대가 비교적 두꺼운 층을 형성하여 존재하고 있으며, 지표 지질조사 및 시추공 조사로 관측된 남북 방향 및 동서 방향의 총 7개의 단열대가 연구 지역에 존재하는 것으로 분석된다(그림 1).

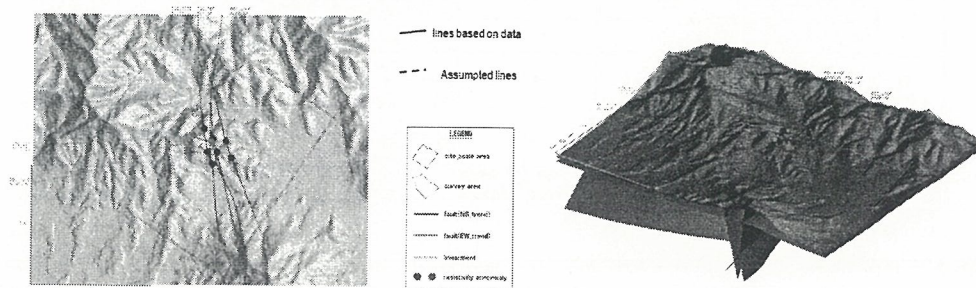


그림 1. KURT 주변지역의 지질 모델

구성된 지질 모델을 근거로, 기존에 수행되었던 현장 수리 시험 결과를 활용하여 수리지질모델을 구성하였다. 수리지질모델은 지질 모델의 영역을 수리지질학적 개념을 도입하였는데, 지질모델에서 구분된 상부토양층 및 암반풍화대를 수리토양대(Hydraulic soil domain), 기반암 상부의 저

경사 단열대를 상부수리투수층(Upper hydraulic permeable layer), 하부 기반암을 수리암반대 (Hydraulic rock domain)으로 연구 지역에 존재하는 단열대를 수리투수대(Hydraulic conductor domain)으로 정의하였다.

각 수리 지질학적 요소에 대한 수리인자를 도출하기 위하여 일정구간별 현장 수리시험을 수행하였는데 수리토양대는 1.5E-7 m/sec로, 상부수리투수층은 1.05E-7 m/sec, 수리암반대는 4.36E-10 m/sec의 값으로 판단되며, 지질학적으로 단열대로 분류되는 투수성 수리 영역의 수리전도도는 1E-09 m/sec ~1E-6 m/sec의 범위로 광범위하게 분포하고 있으며, 이는 연구 지역에 존재하는 단열대의 수리적 이방성을 지시한다. 특이한 점은 상부수리투수층과 기반암의 수리전도도 차이가 3 order의 차이로, 수리지질학적 관점에서 현저한 차이를 보여 이에 대해 수리지질모델에서 반드시 반영하여야 하는 것으로 판단된다. 수리시험결과 연구지역의 수리지질학적 요소에 대한 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구 지역의 수리지질학적 요소에 대한 특성

Hydrogeologic unit	Description
HSD	- Identical to weathered zone in geologic model - Isotropic properties of permeability - Assumed heterogeneities in spatial domain or not
LAFD	- Identical to LAFZ in geologic model - Isotropic properties of permeability - Has heterogeneities in spatial domain
HRD	- Identical to basement rock in geologic model - Isotropic properties of hydraulic conductivity - Assumed homogenous in spatial domain
HCD	- Identical to Fracture zone in geologic model - Anisotropic properties with normal direction - Has different permeability in each HCD

연구지역의 수리지질모델을 이용하여 부지내 존재하는 수리투수대에 대한 수리지질학적 민감도를 확인하기 위하여 지하수유동모델링을 수행하였다(표2). 단열대에 대한 수리적 이방성에 따른 수치 모의 결과 연구지역에서 주요한 수리투수대에 대한 방향성이 도출되었다.

표 2. 연구지역의 수리투수대에 대한 Case study

			all_high (base case)	Local_survey_iso	Local_all_aniso	Local_EW_high	Local_NS_high
NS_trending_fault	YS1_104F	ki	-8.59	-8.59	-8.59	-8.59	-8.59
		kn			-10.59	-10.59	
	YS1_433F	ki	-8.77	-8.77	-8.77	-8.77	-8.77
		kn			-10.77	-10.77	
	YS2_106F	ki	-8.26	-8.26	-8.26	-8.26	-8.26
		kn			-10.26	-10.26	
YS6_70F	ki	-6.20	-6.20	-6.20	-6.20	-6.20	
	kn			-8.20	-8.20		
KP1_75F	ki	-6.50	-6.50	-6.50	-6.50	-6.50	
	kn			-8.50	-8.50		
EW_trending_fault	KP1_120F	ki	-6.34	-6.34	-6.34	-6.34	-6.34
		kn			-8.34		-8.34
	KP1_177F	ki	-5.88	-5.88	-5.88	-5.88	-5.88
		kn			7.88		7.88
Fault modeling area			Lineament Interpretation	Survey area	Lineament Interpretation	Lineament Interpretation	Lineament Interpretation

3. 결론

KURT 주변의 연구지역에 대한 지질모델, 수리지질모델이 구축되었으며, 이를 근거로 지하수 유동모델링을 수행하였다. 연구 지역에 존재하는 단열에 대한 민감도 분석 결과 KURT 주변에 존재하는 동서 방향의 단열대가 연구지역의 심부 지하수 유동과 관련하여 가장 주요한 단열대로 분석되며, 향후 이 방향의 단열대에 대한 추가적인 현장 조사 연구가 수행되어 기존에 구성된 지질 모델을 보완해야 할 것으로 판단된다.