

## 물리검층, 대수층 시험 및 변동량 분석을 통한 심부결정질암반 내 단열대의 수리적 특성 분석

이대형, 지성훈, 박경우, 여인옥\*

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

\*전남대학교, 광주광역시 북구 용봉동 전남대학교 지구환경과학과

[mildh@kaeri.re.kr](mailto:mildh@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

방사성 폐기물의 처분에 있어서 결정질 암반에 분포하는 단열대는 지하수 유동로로서의 잠재성을 지니고 있으며, 처분장으로부터 핵종이 유출될 경우 단열대를 통해 지하수와 함께 이동될 가능성이 크다. 그러므로 암반에 분포하는 단열들에 대한 보다 자세한 연구가 필요하다.

수리지질모델은 공간적으로 불균질한 투수성 분포 혹은 균질한 분포를 나타내는 수리토양영역(HSD), 수리암반영역(HRD)과 각 단열대마다 상이한 투수성을 나타내는 수리투수영역(HCD)으로 나눌 수 있다(Fig. 1).

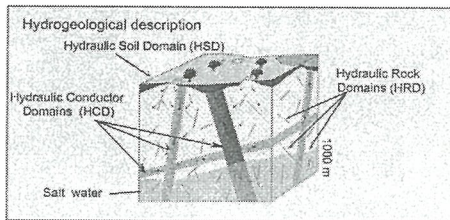


Fig. 1. Hydrogeological description(from Rehn et al., 2003)

본 연구에서는 한국원자력연구원 내 지하연구시설인 KURT 내 장심도 시추공(DB-1)에서의 물리검층, 대수층시험 및 변동량분석을 통해 수리투수영역(hydraulic conductivity domain,HCD)을 구분해 내는데 목적이 있다.

### 2. 본론

온도 검층, 전기전도도검층, SPS 검층, 음파 검층, 전기비저항 검층, 밀도 검층, 시추공 영상촬영 등의 물리검층 결과 확인된 이상대를 바탕으로 8구간의 단열구간을 결정하였다.

Table 1. Fractured zones in DB-1

	단열대	
	From(m)	To(m)
DB1-1	3	25
DB1-2	43.5	59.5
DB1-3	92	116
DB1-4	156	159
DB1-5	183	194
DB1-6	201.5	226
DB1-7	234	244
DB1-8	279	293

총 8구간에 대하여 정압배출시험 및 Horner recovery test(Horner, 1951)를 실시하여 수리전도도(K)를 산출한 결과,  $10^{-5} \sim 10^{-9} \text{m/s}$ 로 각 구간별로 상이한 값들을 나타내고 있다. DB-1-1,2 구간은 상대적으로 큰 투수성을 보였으며, DB-1-8의 수리전도도가 단열구간 중 가장 낮은 값을 보였다.

Table 2. Hydraulic conductivity of fractured zones

구간	K(m/sec)		
	Jacob-Lohman	straight-line	Horner
DB1-1	$1.68 \times 10^{-6}$	$6.05 \times 10^{-6}$	$2.85 \times 10^{-6}$
DB1-2	$3.56 \times 10^{-6}$	$1.33 \times 10^{-5}$	$3.71 \times 10^{-6}$
DB1-3	$2.89 \times 10^{-8}$	$4.03 \times 10^{-8}$	$2.60 \times 10^{-8}$
DB1-4	$1.12 \times 10^{-8}$	$1.25 \times 10^{-8}$	$5.27 \times 10^{-8}$
DB1-5	$1.14 \times 10^{-8}$	$1.60 \times 10^{-8}$	$1.51 \times 10^{-8}$
DB1-6	$6.04 \times 10^{-7}$	$8.65 \times 10^{-7}$	$4.24 \times 10^{-6}$
DB1-7	$5.43 \times 10^{-7}$	$8.48 \times 10^{-7}$	$4.45 \times 10^{-6}$
DB1-8	$2.69 \times 10^{-9}$	$3.59 \times 10^{-9}$	$6.26 \times 10^{-8}$

정압배출시험 이후 수위회복자료를 이용하여 변동량 분석(derivative analysis)을 실시 하였다. 변동량 분석은 시간의 자연로그에 대한 수위강하 자료의 1계 미분으로 정의되며, 단일관정에서 넓은 지역의 수리지질학적 특성을 파악할 수 있는 방법이다(Bourdet, 2002; Bourdet et al., 1989; Bourdet et al., 1983a; Ehlig-Economides et al., 1994).

$$t \frac{\partial s}{\partial t} = \frac{\partial s}{\partial \ln t} \quad \text{..... (1)}$$

변동량 분석을 통한 변동량 곡선의 양상을 확인한 결과, DB-1-4,5,8의 경우 수위회복 후기에 불투수성 경계의 특징을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

변동량 곡선의 양상과 수리전도도 값과의 비교를 통해 HCD라 생각되는 단열대 구간 중 DB-1-4,5,8 구간을 수리투수영역에서 제외하여 수리암반영역(hydraulic rock domain,HRD)으로 구분하였다.

### 3. 결론

본 연구지역의 총 8구간에 대하여 대수층 시험 및 변동량 분석을 적용시킨 결과, DB-1-1,2,3,6,7 구간이 지하수 흐름의 주된 통로가 되는 것을 확인할 수 있었다.

그러나, 단열대로 확인된 구간인 DB-1-4,5,8의 경우 물리검층 결과와는 달리 수리적 연결성이 원활하지 않는 것을 알 수 있었다.

그러므로, 방사성 폐기물 처분장 주변의 지질모델 구축 시 대수층 시험에 대하여 변동량 분석을 적용시킴으로써, 보다 넓은 범위의 수리적 특성 분석에 용이할 것으로 판단된다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 5. 참고문헌

- [1] Bourdet, D., Whittle, T.M., Douglas, A.A. and Pirard, Y.M., 1983a, A new set of type curves simplifies well test analysis, *World Oil*, 196(6), 95-106.
- [2] Bourdet, D., Ayoub, J.A. and Pirard, Y.M., 1989, Use of pressure derivative in well-test interpretation, *Society of Petroleum Engineers Formation Evaluation*, 4(2), 293-302.
- [3] Bourdet, D., 2002, *Well test analysis*, Elsevier, Amsterdam.
- [4] Ehlig-Economides, C.A., Hegeman, P. and Vik, S., 1994, Guidelines simplify well test analysis, *Oil and Gas Journal*, 92, 33-40.
- [5] Horner, D. R., 1951, Pressure build-up in wells, Proc. Third World Petroleum congress, The Hague, p. 503
- [6] Rhen, I., Follin, S., Hermanson, J., 2003. Hydrological Site Description Model: A Strategy for Its Development during Site investigation, R-03-08, SKB, Stockholm.