

대전 유성 지역과 안동 지역 배경단열을 위한 분리단열망 분석

지성훈*, 박경우, 김대희, 고용권

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*shji@kaeri.re.kr

1. 서론

방사성폐기물을 심지층에 처분하면, 처분장에서 유출된 일부 핵종은 지하수를 따라 생물권으로 이동하게 된다. 처분장 모암으로 선호되고 있는 결정질 단열 암반의 주요 유동로는 단열대로, 방사성폐기물이 실제로 처분되는 처분공의 경우 단열대를 피해 설치하게 된다. 이에 처분장의 성능 평가와 관련하여 처분공이 설치되는 결정질 암반 및 암반 내 배경단열의 수리지질학적인 특성을 평가하고 단열망 모델을 구축하는 것은 중요하다. 단열망 모델을 구축하기 위해서는 먼저 주어진 현장 자료를 이용하여 단열자료를 특성화하고 이를 개념화하여야 한다. 단열 자료를 특성화하는 방법에는 결정적 방법과 통계적 방법이 있다[1]. 결정적 특성화 방법은 현장 조사 자료를 이용하여 개개 단열의 특성들을 모두 규명하는 것이고, 통계적 특성화 방법은 현장 조사 자료로부터 단열군의 통계적인 분포 특성을 규명하는 것이다. 그리고 특성화 방법에 기반하여 단열망 모델 생성을 위한 개념화를 하게 된다. 일반적으로 결정적 특성화 방법은 그 적용가능성에 따라 단열밀도가 낮거나 매우 작은 영역에 대해 적용하고, 통계적 특성화 방법은 단열밀도가 높거나 큰 영역에 대해 적용한다. 이에 실제 현장에 적용할 때, 결정적 특성화 방법은 부지 내 지하수 주유동로인 단열대를 특성화하는데 적용하며, 추계적 특성화 방법은 부지 내 배경단열을 특성화하는데 많이 적용한다[2].

본 연구에서는 화강암 지역인 대전 유성 지역과 편마암 지역인 안동 지역의 배경단열의 특성화 및 개념화를 위해 부지 내 존재하고 있는 단열들을 통계적으로 특성화하고 개념화하였다. 먼저 주어진 현장 자료를 이용하여 단열대를 분류하고 단열대 외 배경단열의 공간적 분포 특성을 평가하였다. 이것을 토대로 각 지역에 대해 수리암반영역을 정의하고 각 수리암반영역 내 배경단열들의 방향성 분포 특성, 단열밀도, 단열 크기 분포 특성 등을 분석하였고, 분석결과를 이용하여 부지 내 배경단열에 대한 단열망 모델 구축을 위해 단열망을 개념화하였다.

2. 접근방법

분석을 위해 사용한 자료는 다음과 같다. 화강암 반 연구지역과 편마암반 연구지역의 선구조 분석 자료, 화강암반 연구지역 내 AH-1, AH-2, AH-3, AH-6 시추공에서의 시추공 로깅 자료 및 수리시험 결과 자료, 편마암반 연구지역 내 BH-1, BH-2, BH-3 시추공에서의 시추공 로깅 자료 및 수리시험 결과 자료, 각 공과 교차하는 단열대 정보이다. 분석을 위해 먼저 이 자료들로부터 단열대 자료들을 구분하였다. 그리고 나머지 배경단열에 관한 자료들을 이용하여 배경단열의 공간적 분포 특성을 평가하였다. 평가 결과를 바탕으로 부지의 수리암반영역을 정의하였고[3], 각 수리암반영역 내 배경단열의 통계적 분포 특성을 분석하였다.

방향성 분포 특성을 분석하기 위해서 각 관정에서 관찰한 시추공 로깅 자료를 FracMan의 ISIS 모듈을 이용하여 분석하였다. 연구 지역인 대전 유성 지역과 안동 지역에서 수행한 현장 시험 자료 중 단열의 크기 특성이 드러나 있는 자료는 선구조 분석 자료이다. 이에 본 연구에서는 단열 크기 분포가 단열 위치의 해발 고도에 대해 독립적이어서 선구조 분석 자료를 통해 각 지역의 배경 단열 크기 분포를 유추할 수 있다는 가정 하에, 현장의 선구조 분석 자료를 이용하여 배경단열의 크기 분포 특성을 분석하였다.

3. 연구 결과

3.1 수리암반영역 정의

먼저 대전 유성 지역 내 시추공 AH-1, AH-2, AH-3, AH-6에서 관찰한 배경단열의 심도별 개수 분포와 단열밀도 P10, 방향성 분포, 수리전도도 분포를 분석한 결과, 시추공별로 또 심도별로 큰 차이를 보이지 않았다. 이에 시추공이 있는 지역을 하나의 수리암반영역으로 가정하기로 하였다.

마찬가지로 안동 지역 내 시추공 BH-1, BH-2, BH-3에서 관찰한 배경단열의 심도별 개수 분포와 단열밀도 P10, 방향성 분포, 수리전도도 분포를 분

석한 결과, 이 지역 역시 단열밀도 분포와 방향성 분포, 수리전도도 분포에 대해 시추공별로 또 심도별로 큰 차이를 보이지 않았다. 이에 시추공이 있는 지역을 하나의 수리암반영역으로 가정하기로 하였다.

3.2 배경단열 분포특성 분석

방향성 분포 분석 결과, 대전 유성 지역은 3개의 단열군으로 분류하여 분석했을 때 최적의 결과가 나오며, 최적의 방향성 분포 모델은 Elliptical Fisher 분포 모델로 분석되었다. 아울러 일련의 과정을 통해 분석한 대전 지역 내 배경단열의 분포 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Optimal power law distribution model and P32 for background fractures in Yuseong site

	단열군1	단열군2	단열군3
D_d	4.68	4.68	4.68
X_{min} (m)	16.6	16.6	16.6
P32 (1/m)	2.34	1.46	1.41

안동 지역은 2개의 단열군으로 분류하여 분석했을 때 최적의 결과가 나오며, 최적의 방향성 분포 모델은 대전 유성 지역과 마찬가지로 Elliptical Fisher 분포 모델로 분석되었다. 또한 일련의 과정을 통해 분석한 안동 지역 내 배경단열의 분포 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. Optimal power law distribution model and P32 for background fractures in Andong site

	단열군1	단열군2
D_d	4.24	4.24
X_{min} (m)	1.12	1.12
P32 (1/m)	2.37	2.37

4. 결론

본 연구에서는 불충분한 자료로 인하여 수리암반 영역의 수리적 특성은 분석할 수 없었다. 하지만, 지하수의 주유동로가 될 가능성이 높은 단열대 외에 방사성폐기물 처분을 위한 처분공이 직접 맞닿아있는 수리암반영역의 수리적 특성도 지하 심지층 처분 시설의 성능 평가 및 안전성 평가와 관련하여 매우 중요하며, 이에 향후 처분 사업에는 수리암반 영역에 대한 수리적 특성 조사도 현장 조사 목록에 반드시 포함되어야 할 것이다.

5. 감사의 글

이 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원 (No. 201217102000 1D)과 미래창조과학부의 원자력연구개발사업 (NRF-2012M2A8A5007440)의 지원으로 수행되었습니다.

6. 참고문헌

- [1] Ji, S.-H., Y.-J. Park, and K.-K. Lee, "Influence of fracture connectivity and characterization level on the uncertainty of the equivalent permeability in statistically conceptualized fracture networks", Trans. in Porous Media 87, 385-395 (2011).
- [2] Ji, S.-H., K.W. Park, D.-H. Lim, C. Kim, K.S. Kim, and W. Dershowitz, "A hybrid modeling approach to evaluate the groundwater flow system at the low- and intermediate-level radioactive waste disposal site in Gyeong-Ju, Korea", Hydrogeo. J. 20, 1341-1353 (2012).
- [3] Rhen, I., S. Follin, and J. Hermanson, "Hydrogeological site description model: a strategy for its development during site investigations", R-03-08, SKB, Stockholm (2003).