

부지특성조사에서 시추공 단열 조사를 이용한 예비 단열대 도출 연구

박경우, 김경수, 고용권, 배대석
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045번지
 woosbest@kaeri.re.kr

1. 서론

부지특성조사는 처분 지역에서 수행하는 각종 현장 지질조사, 지구물리탐사, 수리지질조사, 지구화학·암반역학적 특성조사 등 부지의 물리·화학적 특성을 조사하는 일련의 조사를 포함한다. 부지특성조사는 조사의 절차 및 관련 결과물의 성격에 따라 지표에서 지하로 순차적으로 확장되게 되는데, 시추공 조사는 처분 모암에 대한 직접적 관측이라는 점에서 지하로 확장된 부지특성조사에서 중요한 의미를 갖는다고 하겠다. 시추공 조사에서 특히 단열조사는 부지의 지질구조적 특성 뿐 만 아니라, 수리지질, 지화학, 암반역학적 특성을 파악하는데 주요한 기초자료로서 이용된다. 본 논문은 시추공 단열조사의 결과를 이용하여 부지특성조사에서 주요한 예비 단열대 도출의 과정에 대해 다룬다.

2. 본론

2.1. 단열의 빈도 분석

시추공 텔레뷰어나 시추공 영상촬영장치를 사용한 시추공에 삽입하여 단열 조사를 수행하면 개개 단열의 분포 깊이, 단열의 방향성에 대한 정보를 획득할 수 있다. 이 중 단열이 분포하는 깊이 자료를 이용하여 시추공의 깊이별 단위길이당 단열의 개수인 단열의 빈도를 도출할 수 있다. 단열의 빈도를 깊이에 따른 히스토그램으로 그리게 되면 단열이 집중적으로 분포하는 영역과 그렇지 않은 영역을 파악할 수 있는데, 이렇게 집중적으로 분포하는 영역이 단열대일 확률이 높으므로 단열 조사에서 단열대를 인지할 수 있게 하는 최초의 지시자라 볼 수 있다. 또한, 깊이별 단열의 누적 분포를 함께 도시하면 누적 분포에 대한 기술기의 변화를 통해 단열의 집중적으로 존재하는 구간에 대한 깊이 쉽게 알 수 있다.

일반적으로 단열 조사에서 개구성 단열, 폐쇄성 단열을 육안으로 구분하여 개개의 단열에 대해 그 특성을 부여하게 되는데, 개구성 단열을 이용하여 분석된 단열 빈도는 전체 단열로 분석한 자

료에 추가적인 해석 자료로서 이용될 수 있다.

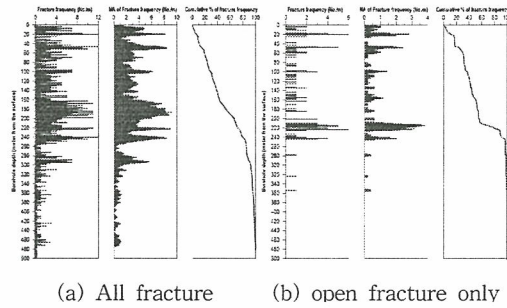


Fig. 1. Fracture frequency analysis.

2.2. 단열간 거리 분석

단열 빈도 분석결과를 보면 단열이 높은 빈도를 갖고 분포하는 구간, 낮은 빈도를 갖는 구간, 단열이 없어서 빈도가 "0"인 구간 등 다양한 빈도 분포가 도출된다. 그렇다면 과연 어느 정도의 단열 빈도를 이용해서 단열대로 판단을 해야할 것인가에 대한 의문이 제기될 수 있다. 예비적으로라도 단열대를 규정할 수 있는 근거가 될 수 있는 것이 단열에 대한 단열간 거리 분석 결과이다. 일반적으로 단열대는 다수의 단열이 집중적으로 분포하고 있으며, 단열대가 아닌 구간에는 단열 빈도로 단열이 존재하게 된다. 즉, 단열간의 거리가 짧게 되면 단열대일 가능성이 크게 되는 것이다.

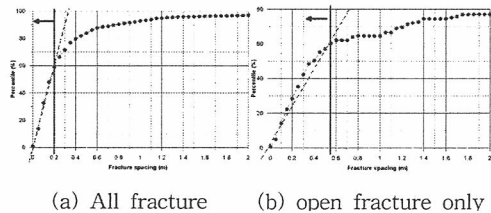


Fig. 2. Fracture spacing analysis.

Fig. 2와 같이 단열간 거리를 누적밀도함수로 도시하게 되면, 일정한 값에서 기술기가 급격히 변하게 되는 변곡점이 존재하게 되는데, 이 변곡점은

단열대일 경우 단열간 거리가 작고, 그렇게 얇을 경우 단열간 거리가 크게 도출되므로 단열대를 지시하게 되는 기준이 될 수 있다. 특히, 단열의 공간 분석결과 도출되는 변곡점은 부지 고유의 특성을 갖게 되는데, 이를 활용하여 해당 부지의 단열대를 정의하는 기준값으로 제시할 수 있다.

2.3. 방향성 분석

단열조사 결과 도출되는 주요한 자료로서 단열의 주향과 경사가 있다. 주향과 경사는 단열이 생성된 지구조적 방향성에 의해 일차적, 이차적으로 달라지게 되므로 단열의 집합으로 구성된 단열대는 일반적으로 유사한 방향성을 갖는 단열이 분포하게 된다.

시추공 조사 결과 관측되는 단열을 스테레오망에 투영해 보면 몇 가지의 비교적 뚜렷한 그룹으로 구분될 수도 있고, 불규칙적으로 분포하여 그 그룹을 구분하지 못할 수도 있다. 그룹으로 구분하기 쉬운 경우를 제외하게 되면, 불규칙적으로 분포하는 단열의 방향성 분석에서는 분석자의 주관에 배제할 수 없는데, 이에 대한 객관성을 확보하기 위해 통계적으로 클러스터링을 수행하게 된다. 클러스터 분석을 수행한 후 각 단열군에 대해 빈도 분석을 수행하게 되면 단열대의 공간적인 방향성을 분석할 수 있다.

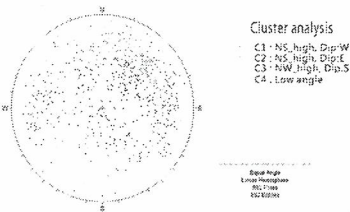


Fig. 3. Fracture orientation analysis.

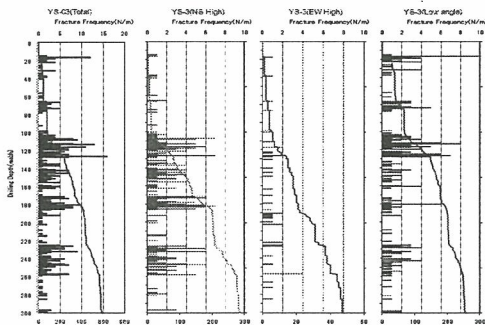


Fig. 4. Clustered fracture frequency distribution.

단열대의 방향성을 분석하게 되면 실제 단열대의 두께에 대한 정보를 얻을 수 있다. 비록, 공간적으로 전체 단열대 두께에 대한 정보는 획득할 수 없으나, 단열대의 규모를 판단하는 데에 주요한 자료로서 이용될 수 있다.

2.4. 기타 분석

시추공에서 확인되는 단열에 대해 깊이별 단열 빈도나 단열간 거리의 자기상관함수를 이용한 분석은 이미 분석된 단열대에 대해 통계적인 기법으로 단열대임을 판단할 수 있게 한다.

3. 결론

본 논문에서는 시추공에서 수행하는 단열조사를 이용하여 지질구조에 입력되는 예비 단열대를 도출하는 방법으로 단열의 빈도 분석, 단열간 거리 분석, 클러스터링을 이용한 방향성 분석과 자기상관함수를 이용한 단열 분석 기법을 적용하였다. 이 방법은 현장에서 수행되는 시추공 단열조사에서 효율적으로 단열대를 도출하는데에 활용될 수 있을 것이다. 다만, 본 방법을 통해서 도출된 예비 단열대는 시추공 코어 분석, 지구물리탐사, 시추공 지구물리검층 등의 기타 현장 시험에 의해 검증된 후 지질구조 모델에 입력되어야 한다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.