

장심도 굴착시 암질특성이 공핍 현상에 미치는 영향

정홍운¹, 김병우^{2*}, 고용권¹, 박경우¹, 류지훈¹

¹한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

²한국수자원공사 K-water연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1689번길 125

*bwkim@kaeri.re.kr

1. 서론

시추는 사용후핵연료 및 방사성폐기물처분을 대상으로 부지 고유의 지질환경을 평가하기 위한 심부 환경의 가장 핵심적 기술 중 하나이다. 시추는 암석 지층의 분포, 상호관계, 암석, 지층의 성질, 지하수 상태 등을 조사하는 행위를 지반조사 및 지질조사라 한다. 지반조사에 널리 이용되는 시추조사는 원하는 심도의 시료를 채취하여 지층을 직접 확인 할 수 있어 지질조사에 중요부분을 차지하고 있으며, 이후 원위치 시험과 실내시험을 통해 각종 물리정보를 측정하여 원지반 특성을 제공한다.

장심도 굴착은 굴착심도가 하부로 증가할수록 힘현상이 크게 발생하며 완벽한 수직 굴착은 어렵다. 장심도 굴착시 힘현상은 심도가 증가할수록 크게 나타나는데, 이러한 현상은 크게 기계 및 지질 조건에 의해 발생한다.

장심도 굴착시 500 m 이상부터 공핍현상이 현저히 나타난다. 따라서 본 연구에서는 굴착시 공핍의 원인에 대하여 고찰하였다. 그리고 지질학적 조건을 대상으로 힘현상을 접근하기 위하여 한국원자력연구원내 위치한 화강암반지역에서 1,000 m 장심도 조사공의 시추시편 및 공내물리검층 자료들을 분석하여 공핍현상이 발생하는 지점의 지질학적 특성을 분석하는데 목적을 두었다.

2. 본론

2.1 연구지역

연구 지역은 대전광역시 유성에 위치하고 있으며, 유성지역은 경기변성암 복합체 내에 위치하며 선캠브리아기 편마암류와 중생대 심성암류로 구성되어 있으며 이 밖에 맥암류와 석영반암이 연구지역 전체에 걸쳐 관입되어있다.

2.2 연구방법

심부 지질환경을 평가를 위한 장심도 시추는 1,000 m 굴착하였으며, 굴착된 장심도 시추공

(AH-3)에서 공내물리검층을 수행하였다. 또한 작성된 주상도, 시추공영상촬영(BIPS), 그리고 자연전위 물리검층 자료를 활용하여 불연속면에 대한 정보를 분석하였다.



(a) 2PGA-1000 Probe



(b) FAC-40 probe



(c) 40DEV-1000 probe

Fig. 1. Measuring equipment (a) SP (b) BIPS (c) Deviation.

2.3 굴착시 공핍의 원인

장심도 굴착은 굴착심도가 증가할수록 힘현상이 크게 발생하며, 장심도 굴착시 정확히 수직으로 휘어지지 않게 굴진하는 것은 어렵다. 이와 관련한 힘현상은 크게 기계 및 지질 조건으로 분류할 수 있다.

2.3.1 기계적 원인

- 시추기계의 회전, 피드방식
- 공경대비 작은지름의 룯드, 짧은 코어튜브 사용
- 굴곡되었거나 마모, 두께가 얇은 룯드의 사용
- 비트 종류, 하중, 회전수의 조합, 급수량

2.3.2 지질학적 원인

- 층리, 엽리, 절리 등의 발달
- 강도차이가 현저한 호층
- 붕괴, 파쇄대
- 공동

2.4 분석결과

2.4.1 공내 물리검층

본 연구는 지질학적 특성을 분석하기 위하여 AH-3 조사공에서 공내물리검층을 수행하였다. 그리고 공내물리검층 분석결과로부터 단열빈도와 자연전위검층(SP)은 Fig. 2에서 보는바와 같이 6개 구간에서 상대적으로 증가한 단열대와 지질학적 이상대가 각각 나타나며, 두 검층 결과는 3개 구간이 일치하는 것으로 나타났다.

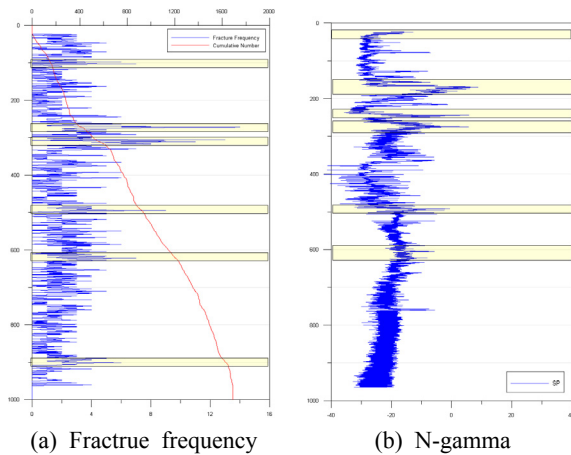


Fig. 2. The fracture frequencies and the natural gamma rays along BH-3 borehole.

2.4.2 공횡도 측정

장심도 굴착시 1000 m 시추공(AH-3)의 공횡은 남서 방향으로 편향되어있으며, 하부로 갈수록 횡 정도는 증가하였다. 그리고 수직공으로부터의 최대 이격거리는 19.18 m이다.

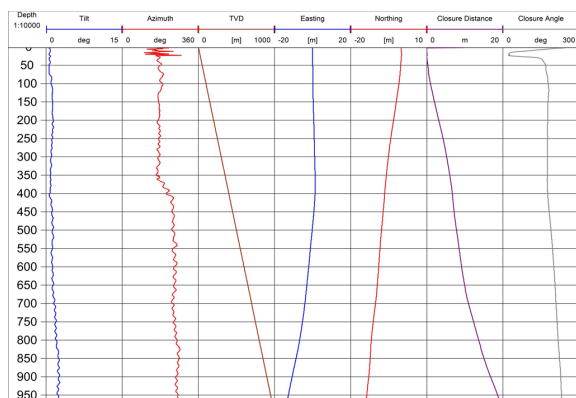


Fig. 3. Drilling bending with increasing depth.

장심도 굴착시 심도증가에 따른 수직공으로부터의 이격거리는 Fig. 4와 같이 공횡현상이 상대적인 변위(difference)가 크게 나타나는 25개 지점을 수

직공으로부터 공횡의 위치까지의 이격거리로 환산하였다.

특히, 장심도 굴착시 지표하 500 m 이후부터 공횡의 상재 변위는 크게 증가하였다. 이에 대한 단열의 경사각은 40~80° 범위의 고각과 방해석이 맥상으로 산출되는 특징을 나타내었다.

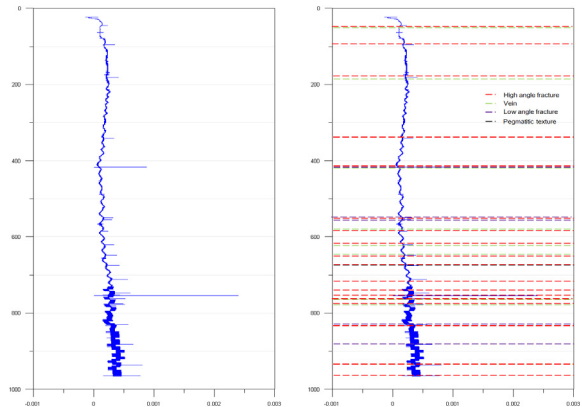


Fig. 4. Separation distance from vertical well to drilling bending site with increasing depth.

3. 결론

장심도 굴착이후는 물리검층을 통해 주요 이상대 분석과 공횡도검층을 통해 1000 m 굴착한 시추공의 공횡도분석을 실시하였다. 연구지역의 AH-3 조사공은 단열분석과 자연전위검층을 통해 다수의 이상대를 확인할 수 있었다.

본 연구는 장심도 굴착시 공횡 분석을 통해 굴착한 조사공이 남서방향으로 편향되어있음을 확인하였고, 25개지점의 심도구간에서 상대적 변위가 비교적 증가되는 것을 확인하였다. 상대적 변위구간이 크게 나타나는 것은 비교적 고각의 단열경사(40~80°)와 방해석 맥이 협재되는 것으로 나타났다.

장심도 굴착시 공횡현상은 공내물리검층의 자연전위검층결과와의 일치하는 부분은 적은 것으로 나타났다으며, 이러한 공횡현상은 암질특성과 지구적 작용에 크게 영향 받는 것으로 분석된다.

4. 감사의 글

이 논문은 미래창조과학부의 원자력연구개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다 (NRF-2012M2A8A5007440).