

시추공영상과 속도검층을 통한 지반 물성 산출

김 현 철
송 무 영
배 대 석
김 경 수

충남대학교 지질학과
충남대학교 지질학과
한국원자력연구소 심부지질환경
한국원자력연구소 심부지질환경

1. 서 론

물리검층은 시추조사시 불량 암반이나 파쇄대 구간에서의 코아 훼손 구간에 대한 조사효과 뿐만 아니라 공내수를 포함하는 시추공내 주변 암반에 대한 물성을 연속적으로 원위치에서 측정할 수 있는 장점을 갖고있다. 국내에서 암반의 물성을 측정할 수 있는 대표적인 방법에는 하향식탐사법(downhole method)과 속도검층(suspension PS logging), 시추공 영상탐사(borehole image) 등을 꼽을 수 있다. 이런 물리 검층들의 장·단점을 파악하여 나타나는 해석 양상을 비교, 연구함으로써 지반 물성치를 산출할 수 있다.

텔레뷰어 탐사에서는 Steel casing의 실내 압축강도인 1200kg/cm²와 연관시켜 상수배를 찾아 교정하여 상대적 암석강도를 산출할 수 있고 이는 실내실험결과와 높은 상관성을 보인다(김중열외, 1999).

본 연구에서는 화강암을 기반암으로 하는 300m의 시추공에서 영상촬영과 텔레뷰어를 통해 불연속면의 해석을 실시하여 두 방법에서 나타나는 불연속면의 자료획득 차이와 자료처리 방법을 통해 방향성을 비교하였다. 그러나 영상촬영은 광학적인 반응을 이용하므로 지반의 물성을 파악하는 것이 어려움이 있다. 이를 보완하기 위하여 속도검층을 병행하고 영상촬영, 텔레뷰어의 불연속면의 반도, 개구폭과 속도분포를 비교하고, 텔레뷰어에서 나타나는 상대적 암석강도지수와 탄성파를 이용한 동탄성계수와 비교하였다.

2. 연구 방법

시추공 영상촬영은 OYO사의 Geologger-3를 사용하여 자료를 수집하였다. 수집된 자료는 정현파형의 생성 알고리즘원리를 이용하여 영상처리를 실시, 불연속면에 대한 심도, 방향성, 개구폭 등 다양한 정보를 얻을 수 있다. 영상촬영은

지하 상태를 더욱 자세히 알 수는 있지만 이미지화된 자료만을 갖게되므로 암반의 물성에 대한 정보는 얻을 수 없는 단점이 있다.

텔레뷰어에서 상대적 암석강도 산출은 초음파빔의 반사에 의한 진폭으로 결정되어진다. 초음파의 반사는 공벽의 거칠기에 의해 영향을 받는데 이것은 시추가 종료된 후 암반의 강도에 따라 다르게 나타날 수 있다. 약한 암반은 상대적으로 강한 암반보다 변위를 더 쉽게 일으키는 상대적인 차이가 초음파빔의 반사에너지의 차이로 나타나고 이에 상대적인 암반 강도를 산출할 수 있다. 이러한 과정에서 얻게되는 주요 정보는 지하에 발달한 불연속면 심도, 방향성 및 간극 등이다. 텔레뷰어는 불연속면에 대한 정확한 기하학적인 정보를 제시하나 암반의 구체적인 특성이나 절리 틈의 상태에 관한 정보는 인식할 수 없는 단점이 있다. 속도검층에서 물성은 진원과 수신기가 일체화되어 결합된 감지부를 시추공내에 삽입, 진원에서 발생된 탄성파가 일정한 거리를 두는 진원에서 공벽을 타고 두 수신기에 도달하는 시간의 차에 의해 그 구간의 속도로 구할 수 있다.

시추공영상촬영과 텔레뷰어의 장단점을 비교하기 위해서 파쇄대 존재구간을 포함하는 심도, 충진대가 많이 존재하는 심도, 불연속면 존재가 극히 적은 심도를 설정하여 각 15m 구간을 설정하여 자료를 정리하였다. 파쇄대 구간의 경우는 텔레뷰어의 자료에서 사용하였는데 이렇게 실시한 이유는 영상촬영 자료는 자료의 분석시 주관적인 해석이 개입될 수 있는 가능성이 더 많기 때문에 이런 단점을 보완하기 위한 것이다. 설정구간은 95~110m이다. 광물 충전이 많이 존재하는 구간(155~170m)과 불연속면의 존재가 극히 드문 구간(195~210m)의 설정은 영상촬영의 자료를 이용하였다. 이유는 텔레뷰어는 초음파를 이용하므로 공벽의 거칠기가 차이가 나야 자료취득이 가능하지만 영상촬영은 자료를 육안으로 관찰하여 해석을 하므로 더욱 자세한 불연속면 정보를 얻을 수 있기 때문에 자료의 양적인 면에서 차이가 나기 때문이다.

이러한 방법으로 3개구간을 설정한 후 영상촬영과 텔레뷰어, PS 검층 자료, 실내 일축압축강도 자료를 활용하여 불연속면의 빈도수와 개구폭의 크기, 탄성파 속도 및 정탄성계수, 상대적 암반강도를 비교하여 보았다.

3. 결 과

시추공 영상촬영에 의한 불연속면의 주방향은 N54° W/60° SW, 텔레뷰어에서는 N41° W/66° SW로 각각 측정되었다. 각 방법에 의해 인지된 불연속면의 수

는 영상촬영에서 1699개와 텔레뷰어 508개로 차이가 많이 난다(Fig 1). 이것은 텔레뷰어가 충전되어 있거나 닫혀있는 불연속면의 인식을 하기 힘들기 때문이다. 연구에서는 충전대를 제외한 불연속면의 방향성은 $N54^{\circ} W/60^{\circ} SW$ 로 충전대가 주방향에 영향을 주지 않았지만, 불연속면의 주 방향을 설정하는데 영향을 미칠 것이다.

각 구간별로 설정된 심도내에서 속도검층으로 구해진 탄성파의 속도와 불연속면과의 관계에서는 모두 open되어있는 불연속면과 연관성이 깊게 나타났으며, 개구폭과의 관계에서는 속도의 차이가 별로 없으나 파쇄대 구간에서는 속도가 많이 떨어진 것을 볼 수 있다(Fig 2).

텔레뷰어에서 나타나는 상대적인 암반강도와 속도검층에서의 P파와 S파의 속도를 이용하여 구한 동탄성계수와 상관관계도 유추할 수 있다(Fig 3).

4. 참고문헌

- 구민호, 이동우, 원경식, 1999, 시추공 텔레뷰어 및 BIPS의 영상자료 해석을 통한 파쇄 매질의 투수율텐서 계산 프로그램 개발 및 현장 적용성 평가, 대한지질공학회지 9권 3호, p.187-206
- 김중열, 1999, 칼라 코아스캐너, 건설기술자를 위한 지반조사 및 실험기술, 한국암반공학회, p.415-458
- 김중열, 1999, 텔레뷰어 탐사, 건설기술자를 위한 지반조사 및 실험기술, 한국암반공학회, p.279-356
- 송무영, 고희재, 2000, 시추공 영상 분석을 통한 지반구조 및 암상 해석 원리와 그 사례, 대한지질공학회지 10권 2호, p.175-194
- 오선환, 김형수, 장보안. 동탄성 계수와 정탄성 계수 연관성에 관한 실험적 고찰, 대한 지구물리학회, 학술발표집,

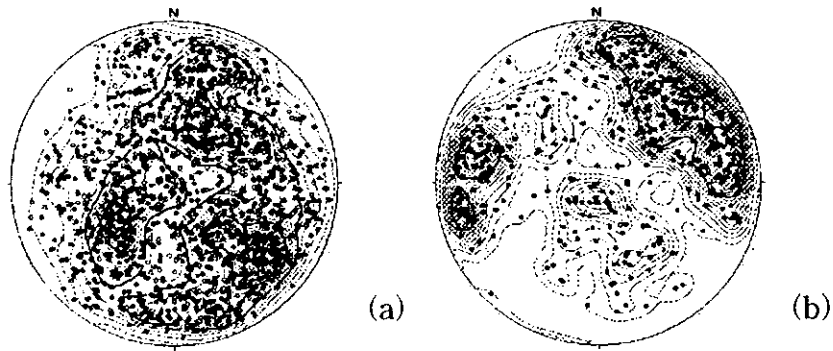
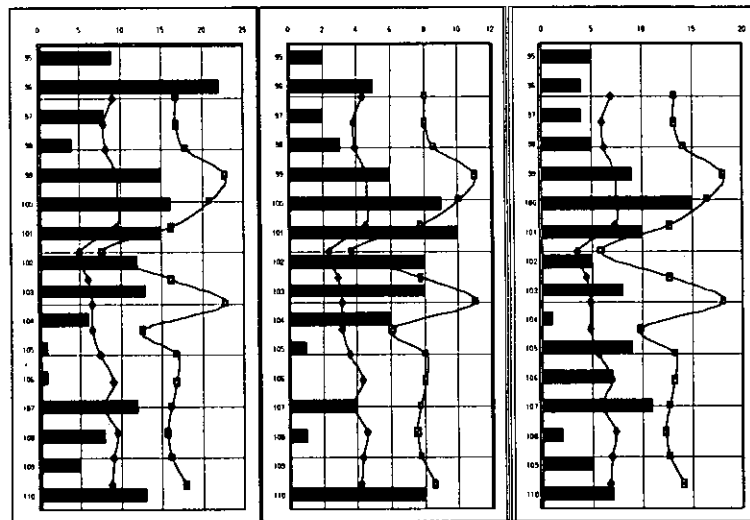


Fig 1. 영상촬영의 불연속면 평사투영(a)와 텔레뷰어의 평사투영(b)



(a) 영상촬영 total (b) 영상촬영 open (c) 텔레뷰어 total
Fig 2. 파쇄대 구간에서의 절리밀도와 탄성파속도 상관도

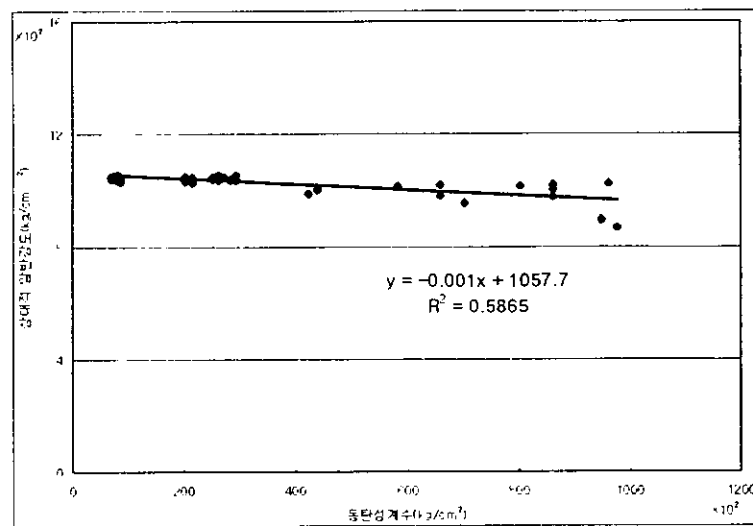


Fig 3. 압반강도와 동탄성계수의 상관도