

시추공 내시경에 의한 지하공동 조사사례

정현기, 김중열¹⁾, 김기석²⁾

1. 서론

시추공 내시경에 의한 지하공동 현장 조사사례가 보고된다. 경기도 연천군 백학면 구미리 시추공에서 발견된 지하공동의 인공 혹은 자연 여부에 대한 파악을 위해 실시된 수중 내시경촬영 원본을 보여주며 함께 타지역들에서의 공동 촬영 사례도 주어진다. 한편 원근감에 따른 화면에서의 배율 효과를 정량적으로 분석한 결과도 고찰된다. 수중촬영시 확실한 인공 흔적, 예를 들면 전선, 면장갑, 지질조사용 나침반 등이 발견될 시 인공공동도 확실히 판정할 수 있으나 공동내 암반의 특별한 모양만으로는 자연적인 파쇄대내의 공동인지 인공공동인지를 판정하는 것은 곤란하다. 따라서 시추시의 상황과 수위 등의 수리지질학적 주변상황도 함께 고려되어 인공공동의 여부에 대한 분석이 고찰된다.

2. 시추공내 촬영 결과 고찰

시추공 TV검층(내시경) 기술은 마치 인체 내시경과 같이 시추공내에서 특수 방수용 카메라로 공내를 촬영 녹화하여 지하 수백미터까지의 토목·수리지질학적 제반 문제를 육안으로 직접 확인 분석하는 방법이다. 즉 화면에 촬영된 공벽상황을 분석·관찰하여 공내 암반상황을 자세히 해석하고자 하는 것이다. 이 장치가 현대적으로 본격 실용화된 것은 1970년대 중반이며 오늘날 국내외 각 지하문제 현장에서 많이 응용되고 있지만 개량 발전해야될 점도 많다. 국내에서도 근래에 지하철 현장, 지하공동 조사, 고속터널 지반조사현장, 구 광업소 지반침하 현장, 부실교량 조사현장, 지하수 온천 개발공 조사, 먹는 샘물 공내 오염 조사 등에 투입되어 촬영된 비디오 테이프는 과학기술적 근거로서 그 위력을 발휘하며 보존된다.

금번 조사에 투입된 장비는 한국자원연구소에서 순수 국내 개발되어 산업체에 기술이전 제품화된 휴대용 간편 시스템으로 1mm의 심도 정밀도, 시추공명·촬영날짜·시간 등이 화면에 표시되는 기능이 있으며, 투입 센서의 외경은 50mm이고, Auto Iris 조리개의 40만 화소 CCD소자가 내장되어 있다(정현기, 1995). 이 장비는 일반적으로 시추공 내에서 하강하면서 아래를 관측하게 되어 있는데 이번 연천군 현장의 경우 시추공 내를 하강하다 공동 내부로 투입된 후에는 센서의 끝 부분에 별도의 가느다란 줄을 달아 지표에서 당김으로써 공동 천장 부분도 관측할 수 있게 하였다. 이번 촬영 결과의 주요한 부분을 토의하면 우선 공동 상부에서 투입센서가 공벽에 살짝 부딪쳐도 공벽의 심하게 풍화된 작은 암반 부스러기들이 떨어져 나오는 것들이 관측되었다. 이는 풍화가 심한 파쇄대 구역일 가능성을 시사해 준다. 그리고 지하수위는 지표에서 4.5m지점에서 유지되고 있었고, 공내 35m지점에서 공동 입구를 지나 1m정도 하강하였을 때 부스러기 더미의 상부에 투입 센서가 닿아서 더 이상 하강할 수 없었다. 따라서 약 2m 높이의 지하공동이 이 지점에 현재 존재하는 것은 사실이다. 천정 및 주변을 관측할 때 마모되지않은 다소 날카로운 암반이 관측되었으나 이는 다른 지역들의 자연 파쇄대나 공동내에서도 수시로 관측되는 현상이다. 그러나 이러한 공내 촬영 결과를 별로 검토하지 못한 비경험자의 경우에는 누구든지 쉽게 인공공동으로 느낄 수 있는 오해의

주요어 : 시추공 TV검층, 지하공동 내시경 탐사

- 1) 한국자원연구소 탐사개발연구부
- 2) (주)희송지오택 대표이사

여지가 충분히 있다. 공동내 촬영화면에서 측면의 밝기를 추산하건데 이 지점의 공동은 점유 면적이 넓어야 $1m \times 1m$ 이내로 분석된다. 왜냐하면 시추공 내시경의 조도에 관한 장비 특성상 전면에 허공이 있을 시 수중이 아닌 공기중에서도 50cm 이내에는 반사광이 도달하지 못하여 흑색으로 나타나기 때문이다. 그리고 시추시의 정황을 검토하면 이 지점에서 비정상적인 주먹크기의 돌들이 정운기 한 대분 정도가 계속적으로 토출되었는 바 30m 수두차로 지표하 35m 정도의 지점에서 순간적인 강한 힘에 의해 파쇄대내의 약한 암반 부스러기가 배출되면서 조그만 공동이 확공되었을 가능성이 높다. 여하간 이 경우의 날카로운 암반 파쇄대 파손을 배제하더라도 여타지역의 공내 촬영 경우를 경험적으로 검토할 때 이를 인공갱도로 판정할 수는 없다. 더구나 이러한 풍화가 심한 넓은 파쇄대 구역을 굴진하려면 인공적 지보의 흔적이 없이는 불가능한 상황이라 하겠다. 한편 GPR 탐사나 전기비저항 탐사와 같은 흔히 쓰이는 지하 공동 대상의 지표 물리탐사의 기법에 의한 조사를 검토할 수 있으나 이 지점은 35m 심도로 탐사 대상체의 크기 2m의 15배 이상을 초과하므로 현재 기술적으로 곤란하다. 이 경우 정밀조사를 위해서는 주변에 2개 이상의 시추공을 추가로 굴진하고 그 조사공 내에 탐사 센서를 투입해야만 가능하다. 한편 일제시대의 금 채굴 폐갱도의 가능성을 검토한 바 기록에 의하면 연천군 관인면 사정리 일대에 2개의 광산 기록이 있는 바 화성암류내의 합금 석영맥 및 화강암 규암내의 열극 충전 광산이 맥폭 1m, 심도 10m 내지 100m, 연장 20m 내지 200m의 기록이 있으나 이번 조사지점 구미리와는 떨어져 있다. 단 기록에 없다고 채굴적이 없는 것은 아니다.

3. 시추공 내시경 원근감 분석

그림 1은 직경 $D=20cm$ 시추공내에서의 내시경 관측시 공벽면 대상체의 원근 거리변화에 따른 실제 영상크기의 배율 변화를 분석하기 위한 도면이다. 여기서 직경을 20cm로 배정한 것은 통상 조사 시추공이 6"내지는 8"이므로 편의상 잡은 것이다. 윗부분의 평면도는 공벽면을 수평으로 자를때의 각기 원을 위에서 아래로 관측시의 원 크기의 영상화면의 변화를 보여준다. 아랫 부분의 원일수록 거리가 증가함에 따라 비례적으로 그 크기가 감소하는 것이 아니라 더욱 급격히 작아짐을 알 수 있다. 여기서 초점 광각은 일반적으로 70° 내지 120° 내에서 주어지는데 120° 의 경우는 어안렌즈가 되어 사물이 비정상적으로 보이나 이는 보다 넓은 광각 확보를 위함이다. 본 분석에서는 광각의 각도를 90° 로 상정하였다. 그림 1의 아랫부분의 단면도는 공벽면 수직방향 선분(\overline{AB} , \overline{BC} , \overline{CD} , \overline{DE} 모두 10cm)들이 관측 영상화면에서 원근에 따라 다른 크기(\overline{ab} , \overline{bc} , \overline{cd} , \overline{de})로 나타나는 양상을 보여준다. 여기서 \overline{ab} 는 \overline{cd} 의 적어도 5배이상으로 관측된다. 이러한 사실은 실제 촬영 장면에서도 하강 진행시 쉽게 확인이 가능하다. 급변 조사시에는 센서의 투입이 원활하게 하기 위해 공내 중심잡기 보조기구(Centralizer)를 장착하지 않았기때문에 센서가 공벽의 한쪽으로 기울어져 치우칠 경우 그림 1의 상부 관측원은 그 기우는 정도에 따라 타원으로 보이게 된다.

4.결 론

연천군 지하공동 조사를 위한 시추공 내시경 촬영결과가 분석되고 원근감에 따른 배율변화가 고찰되었다. 심하게 풍화된 파쇄대 구간이지만 인공적인 지주의 흔적이 발견되지 않고 조도 측면에서 분석하건데 점유면적이 넓어야 $1m \times 1m$ 이내의 시추과정에서 확공된 협소한 폐쇄공간으로 분석되어 인공갱도의 가능성은 없다고 하겠다. 왜냐하면 인공흔적이 전혀

발견되지 않았고, 날카로운 암반 관측은 다른 지역들의 파쇄대 및 자연공동내에서도 수시로 관측되는 현상이기 때문이다. 한편 좁은 시추공내를 통과한 후 공동내에서 카메라의 움직임을 조절하며 촬영할 수 있는 장비의 개발이 향후 다목적으로 필요하다. 현재 바다나 호수에서는 이미 조절 가능한 삼발이 제어 로봇 부착 수중 촬영 장비가 고가격으로 상업화되어 있으나 좁은 공내를 통과한 후 촬영할 수 있는 장비는 없다.

참고문헌

1. 정현기 외, 1995, 휴대용 시추공 TV검층기 개발, 한국자원연구소

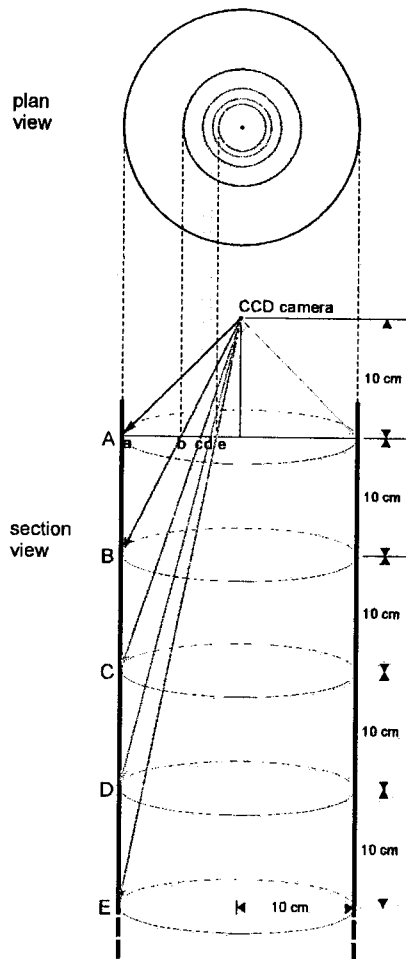


그림 1. 직경 D=20cm 시추공내에서의 내시경 관측시 공벽면 대상체의 원근 거리변화에 따른 실제 영상크기의 배율 변화 고찰. 멀어질수록 급격히 작아짐.

상 : 공벽면을 수평으로 자를때의 각기 원을 위에서 아래로 관측시의 원 크기의 영상화면 변화.

하 : 공벽면 수직방향 선분(\overline{AB} , \overline{BC} , \overline{CD} , \overline{DE} 모두 10cm)들이 관측 영상화면에서 원근에 따라 다른 크기(\overline{ab} , \overline{bc} , \overline{cd} , \overline{de})로 나타나는 양상.