

칼라코아스캐너에 의한 지하정보의 과학화

현혜자*¹

¹ 한국지질자원연구원, hyun@kigam.re.kr

일반 지질조사, 자원탐사 및 제반 토목공사에 있어 대상 지하 지질구조의 정보를 정확히 파악하는 것은 무엇보다 중요한 일이다. 왜냐하면 조사하고자 하는 대상의 특성이 매우 다양하게 분포하고 있기 때문이다. 이런 관점에서 시추코아(이하 코아) 자료는 지하의 지반상태를 직접적인 사실정보로서 확인 할 수 있다는 점에서 큰 의미를 가지고 있고 지하자원 부존량 및 품질, 경제성 평가 및 토목설계를 위한 조사, 시공 및 시공관리에서 매우 중요한 자료이다(Fig. 1). 그러나, 방대한 코아 자료의 종합적이고, 체계적인 관리가 되지 못해 정보로서의 이용가치와 효율성이 떨어진다.



Fig. 1. 시추조사는 시추기를 사용하여 지반을 착공하며 채취된 코아관찰에 의하여 지반의 구성상태, 지층의 두께와 심도, 층서, 지반구조 등을 조사하는 것이 목적인 조사 방법이다.

종래에는 대부분의 현장에서 코아의 육안관찰 결과를 조사목적(예: 석유, 금광 조사, 지하수조사, 토목지반조사 등) 및 조사업체에 따라 매우 다양한 주상도 양식에 기록하

였으며, 그 내용에 있어서도 매우 많은 차이를 보이고 있다. Fig. 2에서는 동일한 코아에 대해 지질공학적 측면과 지질학적 측면에서 각각 육안 관찰하여 기록한 주상도의 결과를 나타내고 있다. Fig. 2의 오른쪽 부분은 퇴적환경에 대한 내용이 기재되어 있으며, 왼쪽 부분에서는 입도의 구분이 중점적으로 기재되어 있다(조충봉, 2003). 한편, 코아로부터 육안 관찰되는 여러 가지 정보들 즉, 절리의 발달상태, 단층 및 파쇄대의 특징 등을 1m 구간별로 표현(Fig. 3)함으로써 기존 시추주상도의 내용을 크게 보완하고자 하는 노력도 경주되고 있다. 이와 같이 코아로부터 최대한의 정보

토질주상도				지질주상도		
표고 [m]	심도 [m]	토질주상도	기 사	심도 [m]	지질주상도	관찰사항 등
23.5	6.5		상부는 거친모래 하부는 세립모래	2.9		약고소립 모래 지역 - 장석입자가 많고 자갈입자는 작으므로 많이 있으나 매트릭스는 나뭇잎
				6.5		가는-중립모래 깨끗한 석영 모래로 구성 세립을 많이 함유
17.7	12.3		중립모래가 주체이며 곳곳에 실트분이 다량으로 혼입	12.3		라미네이트(Laminated)된 중-조립 모래층으로 20~30cm간격으로 실트의 라미나(Laminar)가 끼임, 하부는 granule를 함유한 균질 모래층
				15.5		점토 발달 조건대의 지층
				20.2		파각암인 점토
				21.3		화산회 편백색세립
				22.5		화산회 관지섬의 조개껍질이 많다
5.4	24.6		상부모래분 혼입 14m부근에서 파각 혼입 21m부근에 세립모래가 박층으로 끼임 하부부식 등.	24.6		부식질 리트(peat)층 이면 전토
				29.3		실트 백상으로 샌드마크가 발달 다이프속에 실트의 나뭇자갈 (백상화모래)
-4.7	34.7		상부는 실트분이 많다 하부는 모래분이 많다.	34.7		자갈 실트는 비미나나 이트를 석출 모래는 깨끗하게 씻김. (호수성)
				42.3		점토 상부는 풍화로 백색화 중-하부는 암골층과 암층을 포함 해상점토층 하부에 45° 각도로 명암의 정단면이 많다(단층 슬립의 영향)
-12.3	42.3		상부는 점성이 있다 중-하부는 균질한 점토	42.3		점토
-20.0	50.0		2~50mm Ø의 아라 자갈과 중-조립모래분 되었다 하부는 모래분이 많다.	45.3		자갈 granule 화강암 자갈로 형성되었으며 매트릭스는 알모스립.
				50.0		자갈-모래의 호층 전체적으로 고각도의 라미나 모래는 조립 자갈은 차트. (하산성)

Fig. 2. 코아의 육안관찰에 의해 작성된 시추주상도. 우측 : 지질주상도, 좌측 : 토질주상도

를 얻고자하나 그 정보의 정확도측면에서 다음과 같은 근원적인 한계성이 있음이 이미 주지의 사실로 받아들여지고 있는 것이다.

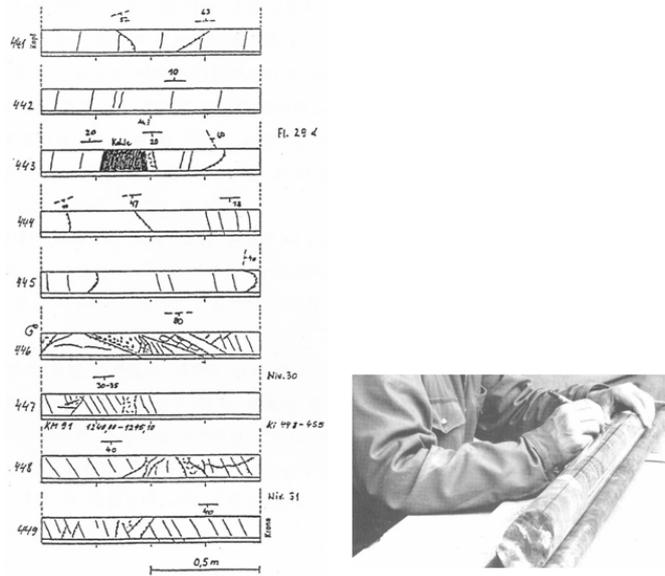


Fig. 3. 시추주상도는 기록의 한계성을 극복하기 위하여 코아에 투명종이를 말아 기재하거나(우측), 1m 구간별로 표현하기도 한다(좌측).

○ 코아 육안 관찰은 어디까지나 단지 보여 지는 한 면에 국한되기 때문에 그로부터 판단의 오류가 유발될 수 있다.

○ 코아 외형을 남기기 위한 사진 촬영 역시 코아 한 면에 대한 결과에 불과하다. 더구나 그의 식별력은 사진기의 성능 내지 촬영의 근접정도에 따라 크게 달라지기 때문에 화면 분해능의 일관성은 기대되기 어렵다.

○ 시추주상도에 대한 신뢰도는 어디까지나 조사자의 판단능력에 의해 결정된다. 이를 재고하기 위해서는 반드시 채취된 코아를 다시 관찰하여야 한다. 만약, 코아가 유실되었다면 단지 재 시추에 의해서만 재고가 가능하다.

○ 실내 시험을 위해 주어지는 일부 코아는 시험 후 대부분 버려지고 있기 때문에 코아의 완전한 보관은 기대될 수 없다.

○ 코아로부터 암석의 지질 및 지질구조를 단순히 육안관찰에 의해 묘사하는 데에는 즉, 절리 및 단층의 두께 및 변화, 암상의 국부적인 변화 및 그들의 상대적인 비교 등을 서술하는 데에는 근원적인 한계가 있다.

상기 문제에 대처하기 위한 일환으로 시도된 것이 바로 Fig. 4에서 나타난 바 코아를 복사기 위에서 회전시켜(그림 윗부분조) 복사하는 방법이다. 그림 아랫부분은 바로 복사된 결과로서 여기에는 절리 및 엽리의 발달상태가 다양한 sine curve로 인식되고 있다. 비록, 복사된 기록의 크기 및 색깔측면에서 제한된 변화만 구사될 수 있겠으나 코아 외형을 그대로 표현한다는 면에서는 상당한 의의가 있다고 볼 수 있다.

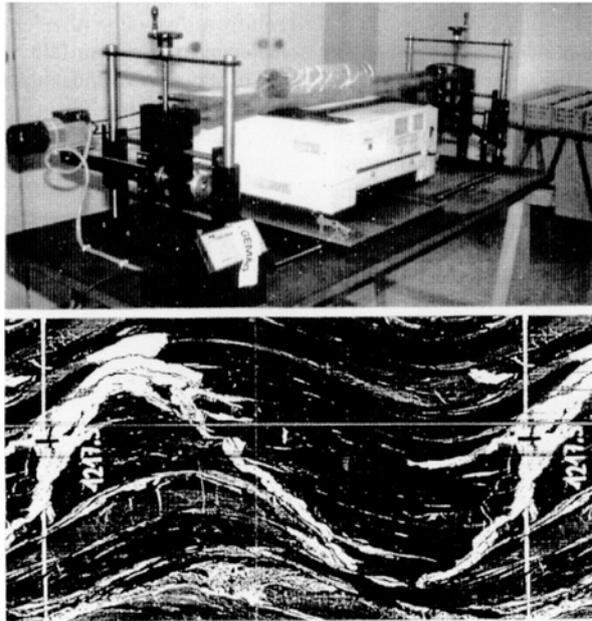


Fig. 4. 코아은 복사기 위에서 360° 회전하며 지질구조가 흑백으로 복사되고 있다.

코아 분석결과를 기록으로 남기고자 하는 지금까지의 노력 및 상기 코아를 복사하는 기발한 착상은 급기야 새로운 기법 개발을 촉구하기에 이르렀다. 즉, 코아의 외형을 광학적으로 촬영하고 동시에 디지털 기록 처리(optical core scanning)되게 함으로써 재래의 분석결과에 대한 부정확성을 배제하고 또한 코아분석의 과학화를 극대화할 수 있는 소위, 코아 분석을 위한 하나의 신기원이 열리게 된 것이다.

칼라 코아스캐너(Color Corescanner)는 코아 외형을 광학적으로 촬영하고 동시에 디지털 기록 처리함으로써 암반 성상을 그대로 복원하여 시추자료 은행화(data base)함은 물론 그로부터 지질학적 및 지질구조학적 분석의 효율성을 극대화할 수 있는 하나

의 첨단 기법이다(현해자, 2003; Hyun, 2005). 칼라 코아스캐너에 대한 착상 및 그에 따른 기본 hardware 및 software는 독일 DMT-GeoTec 연구소에서 개발된 바 있으며 그 이후 측정장치의 내구성 및 운용의 효율성은 물론 분석기법의 다양성에 이르기까지 지속적인 개발이 이루어졌다.

칼라 코아스캐너 측정시스템(Fig. 5)은 크게 (1) 코아를 회전하게 하는 모터, (2) 코아를 촬영하여 DSP(Digital Signal Processing)처리하는 CCD(Charge Coupled Device) line camera, (3) 모터제어 인터페이스와 카메라 인터페이스를 내장하여 데이터를 저장하고 동시에 영상화하는 PC시스템으로 구성되어 있다. 모든 시추코아 형태“rolled

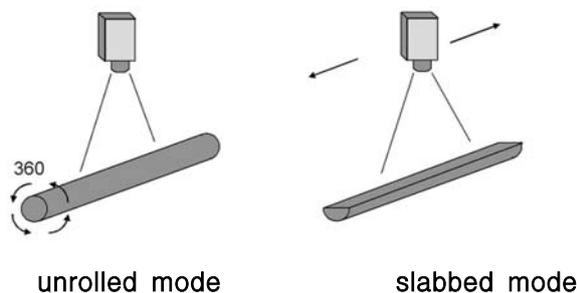


Fig. 5. 칼라 코아스캐너 시스템. 측정기법 : unrolled mode, slabbed mode.

core(lower left part)”와 “slabbed core(lower right part)에 대해 스캐닝이 가능하다. 코아는 고무로 피복된 두개의 플라스틱 봉 사이에 물려서 일정한 속도로 회전된다. 이때 회전장치의 제한된 규격으로 인하여 코아의 총 연장 최대 1m이며 코아의 직경은

40mm~150mm범위 내에서 측정 가능하다. PC에 내장된 측정 운영 software (DIGI-CORE)는 MS-window NT상에서 가동되고 있으며 그의 주된 기능은 코아 길이의 실측화에 따른 제반조정, 측정제어, 코아 이미지(예: 명암, 초점화, 색깔) 교정 및 데이터 관리(Bitmap format저장, 영상화 및 도면화 등)이다.

Fig. 6은 하나의 실례로서 시추코아 외형(연장 약 80cm)을 디지털한 결과(unrolled core image)이다. 예시된 시추코아의 직경은 약 42mm이며 확대된 이미지상에서 특징적인 퇴적구조가 뚜렷하게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 일별하여 사진촬영의 경우에는 단지 코아의 한 면만 관찰될 수 있으나 반면, 여기서 도면화된 것(unrolled image)은 코아의 양면을 나타내기 때문에 일반적 분석을 위한 온전한 자료가 되는 것이다. 한편, 사진촬영으로 인한 화면의 크기 내지 분해능은 거의 고정적이라 할 수 있겠으나 디지털화된 데이터는 다양한 도면화 기법에 의해 얼마든지 조정 가능한 것이다.

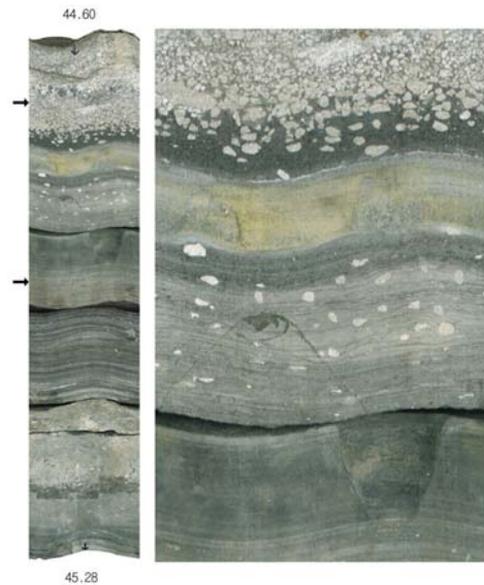


Fig. 6. 칼라 코어스캐너의 응용.

그림의 오른쪽 부분은 화살표 구간내를 확대한 것이다.

시추코아(황산층의 하부인 병온리 층원과 화원층의 상부 퇴적구조) 심도구간 약 44.60m~45.26m에 대한 결과이다.

참고문헌

조충봉, 2003, 실무지반시추공학, 건설정보사, 616p.

현혜자 외, 2003, 칼라코어스캐너에 의한 지하자원정보 영상화 연구, 산업자원부,
KR-0315, 287p.

Hyun, H.J., 2005, Improved interpretation of underground environment by digital
information of fracture and rock formation, Proc. 13th International Conference of
Women Engineers and Scientists, 266p.