

터널 굴착 중 지질도 작성을 위한 기준 설정에 대한 연구

유영권^{1)*} · 송무영²⁾ · 김도경³⁾ · 한병현³⁾ · 윤운상⁴⁾ · 최재원⁴⁾

1. 서 론

터널 시공 중 관찰되는 터널 내 지질 상태에 대한 기록과 도면화는 터널 시공 중 조사의 가장 기본적인 자료임에도 그동안 국내 터널 시공 중 가장 취약한 부분으로 흔히 지적되어져 왔던 사항이기도 하다. 특히 국내에 주로 적용되고 있는 터널 공법이 굴착 중 직면하는 지반 조건에 대한 능동적 대응을 전제로 한 공법이라고 할 때, 국내 터널 시공 중 지반 조사에 대한 점검이 필요한 부분이다 (김영근 외, 1995; 김낙영 외, 2000; 김창용 외, 2005).

국내의 지반 조사 기술이 급성장하여, 예전에 비해 터널 지반 조건에 대한 리스크가 급감한 것이 사실이나, 그 설계 내용은 일반적으로 예비 설계로 이해되어, 실제 시공 과정에서 설계 중 예측되었던 정보를 실재하는 지반 조건과 항시 대비하면서 현장에서 적절한 대응을 하는 것을 기본으로 하고 있다 (ITA working group, 1998; HSE, 1996, 건설교통부, 1996).

이러한 터널 시공의 특성으로 인하여 매 막장 노출되는 지반 상태에 대한 지질 조사와 그 자료의 통합적 활용은 터널 굴착 중 지반 상태에 대한 안정성 확보에 중요한 의미를 가진다. 여기서는 시공 중 터널 내 지질 조사 내용의 구체적 기록과 분석 성과품인 터널 내부 지질도 작성의 의미와 사례 분석을 통해 국내 산악 터널을 대상으로 시공 중 터널 내 지질도 작성 기준에 대한 모델을 제시하고자 한다.

2. 터널 시공 중 지질 조사 및 지질도 작성 사례 분석

터널 내부 지질 조사는 터널 시공 중 지반 조사의 중심이 되는 조사로서 굴착에 의한 터널 지반의 노출 시간이 후속 공정에 의해 제한적인 관계로 일회적 굴진장 단위의 막장 지질 조사 (face mapping)로 진행되는 것이 일반적이다. 그러나 지반 상태가 양호하여 터널 지반의 노출이 일정 구간 지속적으로 유지될 때에는 벽면 지질 조사 (wall mapping)가 병행되어야 한다. 터널 지반 기술자는 터널 막장 관찰 등 터널 내부 지반 조사를 수행하면서, 설계 시 지반 상태와의 비교와 노출된 막장면 등에서 위험 요인의 존재 여부의 확인을 통해 설계 변경의 필요성을 현장에서 신속히 파악하여야 한다.

그러나, 국내의 경우, 각 막장 단위의 터널 지질도 (tunnel face map)의 작성은 그 수준의 차이가 존재한다 하여도 작성 자체는 일반화 되어 있는 반면, 각 막장 단위의 정보를 평면 또는 전개도로 지속적으로 구성하므로써, 터널 지반 조건의 공간적 파악과 예측을 수행하는 부분에 있어서는 수로 터널 및 하저 터널을 제외하고는 아직도 일반적인 작성 기준조차 가지고 있지 못한 초보적인 수준에 머무르고 있다. 그림 1은 국내외 수로 터널에서 작성된 터널 지질 전개도이다 (이정상, 1996, 윤운상 외, 1997; 윤운상 외, 2006).

주요어 : 터널, 터널지질전개도, 막장지질도

- 1) 한국수자원공사 (geowater@kwater.or.kr; 대전시 대덕구 연축동 산6-2)
- 2) 충남대학교 지구환경과학부 (mysong@cnu.ac.kr; 대전시 유성구 궁동 220)
- 3) 삼성건설 (byeong.han@samsung.com; 경기도 성남시 분당구 서현동 삼성플라자)
- 4) (주)넥스지오 (gaia@nexgeo.com, 서울시 송파구 가락2동 134-1)

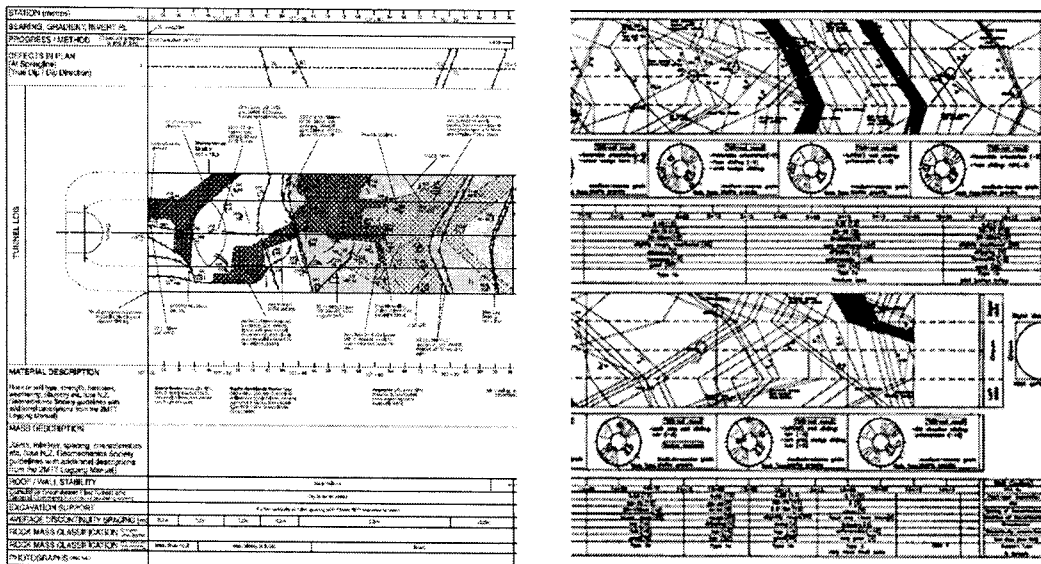


그림 1. 국내외 수로터널의 전개도 작성 사례 (좌: 국외, 우: 국내)

3. 터널 시공 중 지질도 작성 제안 및 예시

터널 시공 중 작성되는 지질도는 막장 지질도, 지질평면도, 지질종단면도, 지질 전개도로 구분할 수 있다. 터널 내부 지질 조사는 터널 시공 중 기본 암반 분류법 (RMR 등)에 의한 기재와 동시에 이루어지며, 노출된 구간 (막장면 등)의 암종 및 연약대 등 지질 단위를 구분하고, 그 분포 상태와 특징을 스케치 한다 (ISRM, 1981). 이 외 주요 불연속면의 특성과 지하수 조건 및 기타 위험 요인에 대한 기재가 포함된다. 막장 단위로 작성된 터널 내부 지질 조사 내용은 조사 즉시 선행 조사 결과와 연계 하여 연속적인 터널 내부 지질도를 작성하여야 한다 (박남서 외, 1992, 김영근 외, 1995).

막장 지질도는 개별 막장에 노출된 지반의 관찰 기록인 반면, 터널 지질 평면도와 종단면도는 막장의 진행 경과에 따라 각 막장면의 지질 자료를 특정 평면 (일반적으로 S.L 평면)과 종단면상에 지속적으로 기록함으로써 터널 굴착 지반의 공간적 분포 특성과 공학적 특성을 쉽게 이해할 수 있는 지질 모델이다. 특히 막장 지질 조사를 위주로 하는 터널 내부 지질 조사에서 효과적이며, 평면도와 종단면도에 기록된 터널 지반 상태는 이미 굴착되어 제거된 지질 조건이라는 특징을 가진다 (박남서, 1995; Yoon, 2001). 터널 지질 전개도는 터널 굴착 벽면에 노출되는 지질 상태를 연속적으로 기록한 지질 모델로서, 막장 관찰 뿐 아니라 터널 굴착 벽면에 대한 지질 조사가 병행될 때, 효과적인 지질 모델이다. 여기서는 막장 지질도를 기본으로 하고, 지질 평면도, 종단면도, (완전) 지질 전개도를 조합하므로써, 터널 굴착 중 관찰된 지질 상태를 효과적으로 분석하는 방법을 채택하고자 한다.

막장 지질도는 굴착 시 형성되는 막장마다 전문기술자가 막장 지질 조사를 수행하여 작성한다. 이때, 막장지질도에 기재되어야 할 내용은 막장면의 분포암종, 지질구조, 불연속면상태, 용수특성 등이며, 각 기재항목에 대한 막장면의 정확한 위치를 기입하여야 한다. 아울러 굴착공법에 적합한 관찰한 내용을 적시함으로써, 매 막장 형성시 시공지보패턴을 결정(변경)할 수 있도록 하며, 직전 막장과의 대비가 가능하여야 한다. 그림 2(좌)는 분할 굴착 터널의 경우, 굴착 단계에 따라 막장 지질도가 갱신되는 과정을 예시한 것이다.

터널 지질 전개도는 터널 벽면 상에 분포하는 지질 상태를 그대로 보여 줄 수 있어 보강 범위 및 기타 대응 범위를 설정하는 데 효과적이다. 그림 1은 각각 완전지질전개도와 각형지질

