

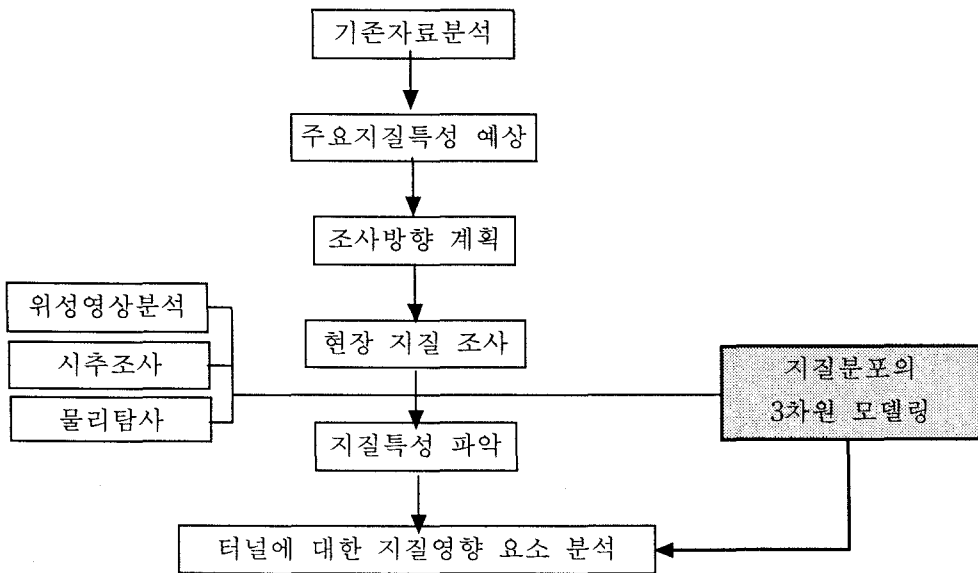
# 터널 설계를 위한 지질조사 및 3차원 지질 모델링

배기훈<sup>1)</sup>, 윤운상<sup>2)</sup>, 김정환<sup>2)</sup>, 박남서<sup>1)</sup>

## 1. 서론

터널 설계를 위한 지반조사 항목에는 기존자료 분석, 지질조사, 시추조사, 물리탐사 및 각종 시험 등으로 구분되어진다. 이러한 항목들 중에서 지질조사는 터널이 계획된 지반내의 지질 특성 파악 즉, 지층의 분포 및 각 지층의 지반특성, 단층을 중심으로 하는 불연속면의 발달 상태와 그 특성을 분석하기 위한 것으로, 이는 정밀 지질도 작성을 끝으로 하는 독립적인 작업이 아니라 기 발간된 지질도를 시작으로 위성영상 및 항공사진 분석, 현장 지표 지질조사, 불연속면 조사, 시추조사 및 물리탐사 등이 유기적으로 보완되면서 터널 설계를 위한 가장 기본적인 자료를 제공하는 과정이다. 이 논문에서는 지질조사를 중심으로 터널 설계시 그 조사 과정과 내용을 일괄된 차트로 표현하여 각 항목에 대한 기술을 보여주고, 다른 지반조사 항목과의 상관관계를 살펴보며, 최종적으로는 지질조사를 통해 얻게 되는 내용을 가장 효율적으로 나타내줄 수 있는 새로운 기법을 소개하고자 한다.

## 2. 지질조사 흐름도



## 3. 기존자료 분석과 주요지질특성 예상

조사지역에 대한 기존 자료의 정확성은 실제 조사에 착수한 후 그 소요시간의 절약과 조사 성과에 큰 기여를 한다. 지질조사에 있어서 기 발간된 지질도폭 및 석박사 논문에 실린 지질도는 그 중요성이 크다. 특히 실제 조사 기간이 충분하지 않거나 인력이 적을 경우, 신뢰성있는 지질도의 존재와 확보

여부는 매우 중요하다.

실제 현장 지질조사에 앞서 기존 자료의 분석을 통해 그 지역에 분포하는 지층 및 구조를 인식함으로써 충분한 사전 지식을 습득한다. 이러한 사전 지식은 조사자들 사이의 통일된 기준을 마련하고 현장에서의 조사 방향을 이해하는데 기초를 주게 된다.

이러한 기존 자료를 통해 조사 지역에 대한 지질 분포 및 지질 구조에 대해 이해함으로써 실제 조사시 예상되는 주요 지질특성에 대한 예상을 하고 있어야 한다.

#### 4. 조사방향 계획

예상되는 주요지질특성에 맞게 조사방향을 계획하는 것은 시간과 인력적으로 많은 효과를 준다. 조사 지역의 지질특성에 따른 조사 경로의 계획은 소요된 시간에 대한 가장 효과적인 자료를 얻게 함으로써, 실제 현장조사시 종종 변경되거나 필요 이상의 많은 경로를 답사하게 되는 소비를 방지할 수 있다. 사실 지반조사는 시간을 넉넉히 갖고 행해지지 않는 경우가 대부분이다.

#### 5. 현장 지질조사

지질조사의 목적은 조사 지역에 분포하는 지층의 분포와 특성을 이해하고 지질구조를 분석함으로써 지반의 일차적인 성격을 알고자 하는 것이다. 따라서 지질조사는 그 지반이 어떠한 지층들로 구성되는가, 각 지층들의 암상 및 암반 상태는 어떠한가, 각 지층들은 지질구조에 의해 어떻게 분포되고 있는가, 단층을 주로하여 불연속면의 발달상태와 특성은 어떠한가, 이러한 지질특성이 터널에 어떠한 영향을 주겠는가에 대한 자료를 얻는다.

또한 지질조사는 사전에 이루어진 위성영상분석과 시추조사 및 물리탐사와 연계하여 서로 자료를 교환함으로써 유기적으로 지반조사를 행하게 된다. 예를 들어 위성영상에 나타난 선구조선 분석을 통해 추정 단층대를 파악하여 실제 답사시 확인할 수 있으며, 물리탐사를 통해 나타난 비저항 이상대를 통해 단층대를 파악하여 현장 조사 및 확인 시추를 행하게 된다. 반대로 지표조사에서 나타난 단층대의 심부와 연장을 확인하게 위해 시추 및 물리탐사를 예상되는 지점에 실시하게 된다.

#### 6. 지질특성 파악과 터널에 대한 지질영향 요소 분석

조사지역에 대한 주요 지질특성이 기술되면 이러한 요소가 터널에 어떠한 영향을 줄 것인가에 대한 분석을 실시한다. 즉, 터널이 위치한 심도에 분포하는 지층의 종류와 상태, 단층과의 간섭, 그 밖에 암반 특성에 따른 위험 요소 등의 분석을 실시한다.

예를 들어, 영동선 철도이설공사에 대한 지질조사 결과 터널 설계에 영향을 미치는 지반 요소는 크게 지층의 종류(불량 지층), 주요 단층대의 간섭, 채굴적 분포 등이 있었으며 중앙선(덕소~양소간) 복선전철 건설공사에 대한 지질조사의 경우 주요 단층대와 습곡 구조가 영향요소였다. 이처럼 조사 지역에 대한 지질조사 결과를 분석하여 그 지반 특성에 따른 지질영향 요소를 분석할 필요가 있다.

따라서 지질조사는 단순히 조사 지역에 대한 정밀 지질도 작성이라는 기본적 목적에 기초하여 그 지질특성을 조사 시작단계부터 예상하여 최종적으로 터널에 미칠 영향 요소를 분석하고 평가해야 한다.

## 7. 지질분포의 3차원 모델링

기존의 2차원적인 지질도 및 단면도의 한계를 모색하고자 지질자료와 시추자료를 기초로 하는 3차원 지질분포 모델링을 도입하였다. 실제로 터널이란 지하공간에 설계되는 구조물이므로 지표면의 지질 분포가 터널 심도에서 어떻게 변화되어 분포하는지에 대한 표현이 있어야 한다. 따라서 결과적으로 보다 사실적이고 입체적인 분석을 위해서는 지질 분포를 3차원으로 구축할 필요성이 있다. 이러한 시도를 영동선 철도이설공사에서 실시된 지질조사와 시추조사 결과를 바탕으로 3차원 지질분포 모델링을 실시하였다. 아래 그림은 지질조사시 작성된 지질도와 3차원 지질분포도를 보여준다.

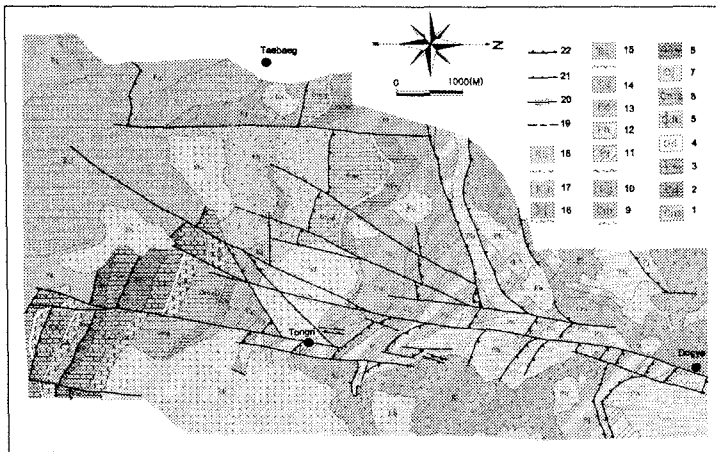


Fig. 1. Geological map of the study area

- 1 Myobong Fm. 2 Pungchon Fm.
- 3 Whajeol Fm. 4 Dongjeom Fm.
- 5 Dumugol Fm. 6 Maggol Fm.
- 7 Jigunsan Fm. 8 Duwibong Fm.
- 9 Manhang Fm. 10 Gumcheon Fm.
- 11 Jangsung Fm. 12 Hambaegsan Fm.
- 13 Dosagog Fm. 14 Gohan Fm.
- 15 Donggo Fm. 16 Jcoggangri Fm.
- 17 Heungjeon Fm. 18 Baegbyeongsan volcanic rock
- 19 Inferred fault
- 20 Strike-slip fault 21 Normal fault
- 22 Thrust fault



Fig. 2. 3D Modelling of the Geological Distributions of the Study Area

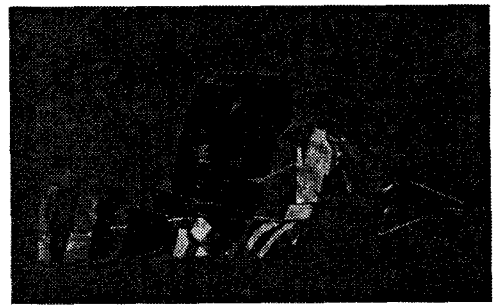


Fig. 3. 3D Modelling of the Poor Layers & Tunnel Line.

## 8. 결론

터널을 위한 지질조사는 조사지역의 지질특성에 맞게 계획되어야 하며 현장조사 뿐만 아니라 다른 지반조사 항목과 유기적으로 보완하여 최종적으로 터널에 미칠 지질영향 요소를 분석하는데 있다. 또한 이러한 역할을 보완하기 위해 기존의 2차원적인 지질도를 3차원 분포도로 모델링함으로써 각 층 및 구조 특성에 따른 터널에 대한 영향 상태를 보다 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

## 9. 참고문헌

배기훈 외, 2000, 2000년도 추계공동학술발표회 초록집, 대한지질학회, p31  
철도청, 1999, 영동선 동백산-도계간 철도이설 실시설계 지반조사보고서.  
철도청, 2000, 중앙선 덕소-양소간 복선전철 건설공사 지반조사보고서.

---

주요어 : 지질조사, 3차원 지질 모델링, 지질특성

- 1) 대덕공영주식회사
- 2) 서울대학교 지구환경과학부