

# 터키공사설계서 표준화된 지질도 작성법 정립을 위한 제언

이성기<sup>1)</sup>, 양인재<sup>1)</sup>, 전태훈<sup>1)</sup>, 이용호<sup>1)</sup>, 김명환<sup>2)</sup>

## 1. 서론

최근 들어 공공공사의 발주형태가 설계와 시공을 일괄계약하는 터키 및 대안입찰방식으로 발주됨에 따라, 설계의 평가에 따라 시공사와 설계사가 동시에 결정되는 경쟁입찰이 두드러지고 있다. 따라서 대형 토목공사에서 객관적이고 정확한 설계를 위한 지반조사의 중요성이 더욱 강조되고 있으며, 업체별로 경쟁사보다 우수한 설계를 위한 탐사, 조사 및 시험의 양적인 증가뿐만 아니라 질적인 향상을 거듭하고 있다. 이에 따라 업체별 및 연구기관별로 경쟁이 가속화되고 이러한 과정 속에서 평면적인 지질도의 정보제공의 한계를 넘어서서 조사기법의 첨단화에 발맞춘 3차원적 지질정보의 표현방식 개발이 시급한 문제로 대두되고 있다.

## 2. 연구방법

본 연구에서는 일반 실시설계 및 터키설계에 대하여 무작위로 선별한 프로젝트에 대한 사례 연구를 통하여 현시점에서의 지질도 작성현황을 살펴보고, 도면정보 시스템업체별 또는 사용 tool별 지질도 구축사례를 비교하여 그 장단점을 살펴보았으며, 이러한 단점을 보완하기 위한 국가정보시스템을 이용한 국책연구소 주도의 표준화 방안 등을 알아보았다. 또한 이로 인한 대형공사시의 활용방안을 살펴보고, 마지막으로 응용지질도의 구현에 대하여 개괄적인 내용을 검토해보도록 하겠다.

## 3. 본론

### 3.1 지질도작성 사례별 연구

#### 3.1.1 일반실시설계 및 터키설계서의 지질도성과품 비교

현재 업체별로 작성된 지질도의 현황을 파악하기 위하여 무작위로 선별한 10개의 프로젝트에 대한 사례비교현황은 다음 그래프와 같다. 일반 실시설계에 비해 터키 및 대안설계서의 지질도 성과품은 질적으로 괄목할 만한 성장이 있었다. 하지만 일부 지질도에서는 화성암류를 파란 계통으로 정의하거나 퇴적암 및 변성암류의 국제표준 심볼에서 어긋난 표기를 하거나 지질구조를 기입하지 않는 등의 문제가 존재하여 설계심의회에 지적사항으로 반영되는 사례도 있었다.

#### 3.1.2 도면정보시스템 업체별 지질도 성과품 비교

업체별 지질도 작성사례를 연구하기 위하여 우선적으로 수치지도를 제작하는 3개 업체와 수문지질도를 제작하는 1개업체를 대상으로 검토하였다. C업체의 경우 지질도 작성용 소프트웨어를 제공하는 차원으로 기술적인 지원이나 지질도 작성의 사례에 대하여는 아는 바가 없다고 하며, U업체는 자체개발 소프트웨어를 사용함으로써 이는 표준화의 또 다른 문제를 야기하였다. H업체의 경우 과거에 항공측량을 활용한 지형 및 지질도를 작성하였으나 작업프로세스는 알 수가 없었으며 성과품은 구입 가능하다고 한다. H업체는 최근에 수문지질도작업을 활발하게 수행하는 업체로서 체계적인 지질도작성의 procedure를 가지고 있었는데, 윈도스캔작업 및 보정작업까지 15일정도 소요된다고 하며 개략적인 과

정은 아래 표와 같다. 이들 업체들의 작업 tool로서는 그래픽기반의 소프트웨어와 설계기반의 소프트웨어로 구분이 되었는데, 주로 최근 대학가를 중심으로 널리 쓰이는 Canvas를 비롯하여 Corel Draw, Photoshop, Photoman 2000, Autocad, Autocad Map 및 GIS Arcview등이 주종을 이루었다.

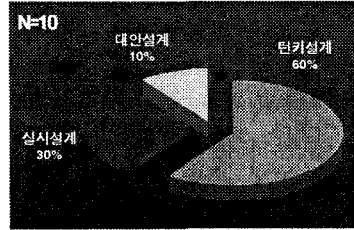
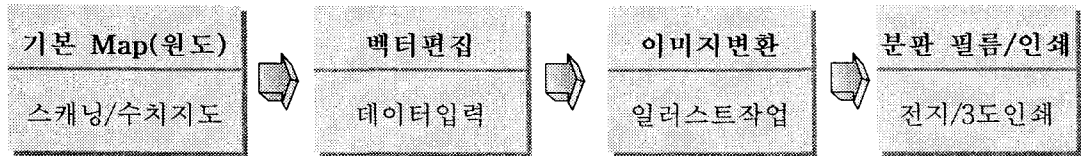


그림 1 샘플로 사용된 지질도 작성사례

표 1 개략적인 디지털지도작성 flowchart 의 일례



### 3.2 지질도작성 Procedure의 검증

#### 3.2.1 미국 지질조사소(USGS)의 지질도 작성현황

미국 지질조사소(USGS)(www.usgs.gov)에서는 국가지질도 데이터베이스(National Mapping Information)와 연계하여 수치지도화한 지질도의 원본(GIS형 S/W 의 raw data)과 사본(PDF형태)을 얻을 수 있다. 현재 USGS주관 하에 DB화한 지질도는 전국적으로 99.9%의 완성율을 보이는데, 인터넷홈페이지에 올려진 지질도는 Engineering, Geology, Geophysics, Hazard 등 응용범주에 따라 분류되어 있으며, 모두 디지털형식의 Back data를 제공하므로 이들 자료를 직접 설계에 활용하기 용이하다. 이러한 과정은 모두 국가가 주도하는 사업범위이기 때문에 표준화되어 있으며, 공익성이 강하여 업체와 연구소, 학계가 공동으로 추진하는 그야말로 총체적인 정보시스템의 구축을 목표로 하고 있다.

#### 3.2.2 농업기반공사의 수문지질도 작성현황

국가기관인 농업기반공사도 GIS팀 주도 하에 수치지질도를 작성하고 있는데, 주로 지하수 수문지질 활용의 목적이나 농업용 용수시설 및 댐 등의 활용성을 위하여 작성이 되었다. 수치지질도의 작성 procedure는 지질도폭(지질도)을 Scanning하여 Vectorizing변환한 후, GIS tool 로서 수정편집작업(속성값 입력포함)한다. 이때 인접한 도면과 중첩을 위하여 TM(횡단메카르도도법) 또는 UTM좌표로 투영하여 표준화된 수치지질도를 작성한다.

#### 3.2.3 한국도로공사의 토질 및 지질조사 설계기준

'98년도 한국도로공사의 내부자료에 따르면 지표지질조사 및 각종 지반조사후 토목지형지질도, 지질도와 지층지질 종합단도를 작성하도록 되어 있다. 도로설계시 주요 사항은 단층파쇄대 등의 분포를 확인하기 위하여 붕괴하기 쉬운 지질인 사문암, 점판암, 풍화화강암, 제3기층과 화산분출물 및 경사지층의 퇴적암 등의 분포를 명확히 파악하여 지질도상에 표기토록 권장하고 있다. 또한 지질단면도, 주상도 외에도 각층별 N값, 토질 및 암반시험결과 등을 반영한 설계용 지질도를 이용하여 계획노선에 따른 지질의 물리적, 정성적인 특성을 파악할 수 있다.

### 3.2.4 한국지질자원연구원의 국가자원정보시스템에 기반한 지질도

지형공간 정보체계는 사회기반시설을 관리하고 유지하는데 많이 이용되며, 지하매설물의 전산화등 건설분야와의 연계활용이 매우 중요하다. 건설분야에 의한 각종 자료들은 지형공간 정보체계의 중요한 자료기반으로 활용되고, 또한 지형공간 정보의 분석결과가 토목공학에 필수 자료로 활용되어 상호 보완작용을 하게 된다. 한국지질자원연구원에서는 이미 기존 발간된 지질도(인쇄본)를 전산입력완료한 상태이고, 이를 가공하여 컴파일링을 진행하고 있는 것으로 알려졌다. 정보화 사회에 발맞춰 GIS 기반의 지질자원 정보 DB구축, 지질·자원전문가 시스템 개발, GIS 및 영상처리 소프트웨어 개발, GIS 및 원격탐사의 응용기술 개발 등을 통하여 지질·자원정보의 인프라 구축과 대국민 서비스를 제공하고 있다.

### 3.3 대형공사 활용방안 및 문제점

현장에서 노두확인등을 통한 정밀지표지질조사가 이루어진 이후에도 지질도상의 표현의 미숙과 해석단계에서의 오해로 인하여 발생하는 문제의 유형은 크게 세가지이다.

#### 3.3.1 지질정보의 판독이 잘못되어 생기는 오류

지질비전문가에 의하여 조사수행이 이루어져서 위경사/진경사의 판독 오해로 인하여 사면보강시 공법선정이 잘못 적용되어지는 문제가 발생할 수 있다.

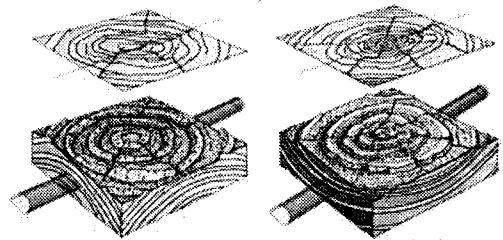


그림 3 지질정보 판독오류 발생사례

#### 3.3.2. 지질구조의 불명확한 정보로 인한 오류

평면지질도상에서는 유사한 양상을 보이더라도 현장에서는 주향/경사의 판독이 잘못된 경우에 터널 굴착과 관련된 지질구조의 양상이 전혀 틀리는 경우가 발생할 수 있으며, 이로 인한 공사비의 증감과 낙반등의 사고는 예기치 못할 것이다.

#### 3.3.3 지질학적인 백그라운드의 부족으로 인한 오류

조사자의 지질학적인 백그라운드 부족으로 현장에서 암상판독을 잘못하여 설계오류가 발생하는 경우이며, 예를 들면 쓰레기 매립장 부지선정에 오류가 발생하는 문제가 야기된다.

### 3.4 응용지질도의 구현

#### 3.4.1 BRGM 사의 GDM(Geologic Database Management) ver. 4.0

GDM 은 시추조사결과나 현장 매핑(mapping)결과를 DB화하여 지형평면 및 종단상에 투영시켜서 interpolation 하여 지질구조를 해석하는 지질공학적인 tool이다. 이는 광산유용광물의 탐사와 지반공학적인 조사 및 수리지질학적, 지구물리화학적 적용성을 위하여 개발되었다. GDM의 장점은 스프레드시트형식의 자료입력을 통하여 원하는 지질정보를 다양한 형태로 입력할 수 있으며, 이는 지구화학도에서의 isograd 나 터널굴착시 갱구부의 지표지질조사결과를 가시화하는데 효과적으로 활용되어진다. 보링로깅자료를 저장 및 활용이 용이하지만 입력자료가 부족한 경우 충분히 납득할만한 interpolation 이

이루어지지 않으며, 엄밀한 의미에서 2.5차원정도의 지질정보만을 구현해 준다고 하겠다.

### 3.4.2 microLYNX

Lynx 는 남아프리카에서 개발한 3차원적인 지질정보시스템으로서 광산지역에서 조사, 채탄 및 가공의 전 과정을 프로세스화하며, 시간 및 인력의 활용등 합리적인 공정설계를 목적으로 한 package 이다. 국내에서는 개발 tool 을 적용하여 국내 현실에 맞게 프로그램을 적용가능하며, 일례로 폐광지역의 정보를 입력하여 실지로 터널굴착과 관련된 모델링을 수행할 수 있다. 본 프로그램의 문제점은 모델링에 사용되는 입력 정보의 양인데, 입체적인 투영을 위해서는 200~300개 정도의 보링조사 자료가 필요하며 interpolation은 가능하나 extrapolation이 이루어지지 않기 때문에 완벽한 3차원적인 구현을 위해서는 보다 많은 자료를 필요로 한다. 향후 서울시의 boring data 를 3차원적으로 입력하는 프로젝트를 진행하고 있다는 소식이다.

### 3.4.3 지리정보시스템기반의 소프트웨어

GIS의 장점은 보다 많은 양의 자료를 효율적으로 처리 및 분석할 수 있고, 기본지도 및 지질속성자료, 다양한 응용목적의 입출력 및 처리 분석의 DB 자료구조화가 가능하다. GIS를 활용하면 각종 지질속성자료를 공간적 위치에 대응시켜 관리가 가능하므로 정보들간의 공간적인 위상관계를 쉽게 정립할 수 있다. 디지털지도파일의 형식만 해도 Arcview 셰이프파일(ESRI 셰이프파일), ArcInfo coverage, Map Info MIF/MID, Microstation DGN, AutoCAD Data Interchange File(DXF), Autodesk MapGuide SDF, ASCII 형식파일의 좌표데이터 변환 등 다양한 유형이 있다.

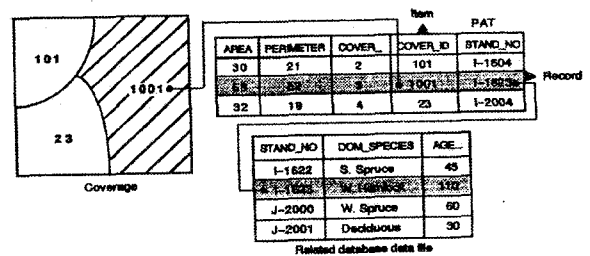


그림 4 GIS상에 구현한 자료속성의 개념도

## 4. 결 론

기존 지질도의 문제점으로 지적된 바로는 원도의 작성자와 작성시기가 다르다는 점 이외에도 학문적인 견해나 조사자의 전공 등에 의하여 지질경계면이 달라지는 등의 문제가 상시 존재하여 왔다. 턴키공사시의 지질도 활용의 문제점은 상기의 몇가지 예에서 본바와 같이 이러한 지질도의 총체적인 표준화가 이루어지지 않은 국내 여건 속에서 도로의 선형을 계획하거나 터널이나 사면의 공법을 선정하는데 있어서 지질학적인 기술지원이 필요함에 따라 보다 정성적이고 구조지질적인 엔지니어링 지질도가 필요하게 되었음을 의미한다. 현재의 기술적인 입장에서는 기존에 출간된 지질도폭을 최대한 활용하며 설계단계에서의 상세지질조사결과를 보완하여 엔지니어링 지질도를 작성하는 방법이 최선으로 여겨진다. 본 연구에서는 이러한 해법을 구하기 위한 몇가지 솔루션을 검토하여 보았으며, 각각의 경우가 서로의 장단점을 보완하여 출만큼 활용성면에서는 유리할 것으로 사료된다. 그러나, 검증되어진 엔지니어링 지질도의 표준화를 위한 노력이 가시화되기 위해서는 국책연구소 주도의 시스템화에 발맞추어 산학 및 연구계의 활발한 자료공유가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 5. 참고자료

구용우, 1996, 12, GIS 개념을 이용한 진동관리 시스템개발, 수원대학교 석사학위논문

김성기, 1999, 실무자를 위한 사면안정화 설계 실무편람, 과학기술  
배기훈, 2001. 2, 암반터널설계를 위한 지질분포의 3차원 모델링과 가시화, 서울대학교 석사학위논문  
오토데스크 코리아, 1998, Autocad map 사용자 매뉴얼  
유복모, 1999, 지형공간정보론, 동명사  
한국도로공사 도로연구소, 1998, 토질 및 지질조사 요령(기술교재 제96호)  
R.D. Dallmeyer, 1978, Physical Geology(Laboratory text and manual) 2nd ed., Kendall/Hunt  
publishing company

---

- 1) (주)삼보기술단
- 2) 진보지질(주)