

# 지반조사자료 정보화 시스템 구축

## Development of Database System for Ground Exploration

우 철 웅\* (서울대) · 장 병 욱 (서울대)  
Woo, Chull Woong · Chang, Pyoung Wuck

### Abstract

This paper presents a geotechnical information system(HGIS) developed for Korea Highway Corporation. To make a database for boring information, characterization study of boring data is carried out. Based on the study, the HGIS database is developed as a relational database. The HGIS database consists of 23 tables including 13 reference tables.

For an effective database management, a boring log program called GEOLOG is developed. GEOLOG can print boring log and store those data to the HGIS database.

Key Words : Geotechnical Information, Database, Relational Database, DBMS, Boring Log

### I. 서론

보링에서 얻은 각종 데이터는 가장 기본적인 지반정보이며 거의 모든 건설공사에 수반되기 때문에 대량으로 발생한다. 이 자료는 현재까지도 방대한 양이 축적되어 있으며 앞으로도 상당한 양이 새로 발생될 것이다. 지반의 특성은 장기적으로는 지형 및 지질의 변화를 보이지만 그 변화 속도는 인간활동을 기준으로 하면 매우 느리므로 지반정보는 정보의 구득시기 즉, 조사시점에 독립적이라 할 수 있다. 이는 기 조사된 지반정보는 인문 사회적 정보와는 달리 재활용이 가능함을 의미하며 지반정보의 재활용을 위해서는 Database기술을 적용한 지반정보 Database가 필요하다.

선진국에서는 1970년대부터 지반정보 데이터베이스를 구축하고 있는 것으로 알려져 있으나 구체적으로 발표된 사례는 적다. 일본의 경우, 風間 등<sup>5)</sup>에 의하여 정리된 바에 의하면 약 20건 정도가 공표된 것으로 알려져 있다. 국내에서 건설기술과 관련된 국내의 데이터베이스는 건설기술 정보센터의 건설정보 서비스가 대표적이거나 이에 는 지반조사에 대한 데이터베이스는 제공하지 않는다. 다만, 몇몇 대학 및 민간기업에서 업무와 관련되어 개발된 사례가 있으나 데이터베이스의 구체적인 내용은 잘 알려져 있지 않다.

보링데이터는 한정된 목적을 위해 실시된 조사의 결과이기 때문에 범용적으로 이용되거나 재활용하기에는 다소 무리가 있는 것이 사실이다. 이러한 이유에 의하여 지반정보의 본격적인 데이터베이스화가 활발하게 진행되지 않았다. 그러나 고속도로와 같이 전문화된 사업자가 설계/시공/유지관리의 각 단계에서 관련되어 있는 경우에는 지반조사 자료의 재활용 가능성이 커진다.

---

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

또한, 특정 프로젝트의 종합적 품질관리의 일환으로 지반정보 시스템을 활용하는 사례(영종도 신공항 건설공단)도 있는 등 국내에서 지반정보의 데이터베이스화에 대한 요구가 증가되고 있으나 이를 표준화하고 발전시킬 수 있는 공개적 논의는 적은 실정이다. 이에 본 논문에서는 한국도로공사와 서울대학교 농업개발연구소가 공동으로 진행하고 있는 지반정보 Database화 연구사업인 “지반조사자료 정보화시스템 구축연구(97-99)”의 개발성과를 정리하고 시스템의 발전 방향을 모색하며 개발된 데이터베이스의 Skima를 공개함으로써 이로부터 지반정보의 데이터베이스의 표준화 논의가 진전되기를 기대한다.

## II. 지반조사자료 정보화 시스템

### 2.1 시스템의 목표

고속도로 지반조사자료 정보화 시스템(Highway Geotechnical Information System, HGIS)은 한국도로공사의 지반조사자료를 데이터베이스화 하는 것을 주목표로 하고 있으며 이를 위하여 1) 보링조사 정보의 표준화 2) 지반정보 데이터베이스 구축 3) 데이터베이스 관리자 및 사용자 지원시스템 구축을 시도하였다.

### 2.2 데이터베이스 시스템

데이터베이스를 기반으로 하는 시스템은 데이터베이스의 설계가 선행되어야 한다. 데이터베이스의 설계는 데이터베이스 모형과 DBMS를 선정하는 것이 그 핵심적인 내용이다. 데이터베이스의 설계를 위해서는 계획수립, 사용자요구도 분석, 기본설계, 자료설계 등의 여러 절차를 필요로 한다.

데이터베이스 시스템은 자료구조에 따라 계층형(Hierarchical database), 망모형(Network database) 및 관계형 데이터베이스(Relational database)로 분류할 수 있다. 지반정보의 데이터베이스 시스템으로서 적용된 사례를 살펴보면 계층형 모형은 전북대학교<sup>2)</sup>에서 관계형은 Toll<sup>9)</sup>, Hawkes<sup>7)</sup>, GEODAS<sup>5)</sup> 등에서 사용되었으며 Malenke<sup>8)</sup>는 관계형 데이터베이스로서 지반조사자료가 잘 표현될 수 있다는 것을 보였다.

관계형 데이터베이스는 자료간의 연산규칙이 수학적으로 지원되기 때문에 고도의 데이터독립성과 데이터의 의미와 일관성을 유지하는 기능, 집합지향적 조작방법의 지원, 복잡한 데이터의 기술이 가능하며 이러한 장점으로 최근의 상용화된 데이터베이스 시스템의 대부분이 관계형 데이터베이스 시스템을 이용하고 있으며 HGIS에서도 이를 채택하였다.

데이터베이스 관리시스템(Database Management System, DBMS)은 응용프로그램의 데이터에 대한 모든 처리를 위해 데이터를 관리하는 소프트웨어 시스템으로서 데이터의 조직, 처리, 제어를 위한 일련의 프로그램 및 데이터 구조를 말한다.

관계형 DBMS로 상용화된 프로그램으로는 중대형 시스템으로서 Informix<sup>TM</sup>, Oracle<sup>TM</sup>, Sybase<sup>TM</sup>, Ingres<sup>TM</sup>, MS-SQL SERVER<sup>TM</sup> 등이 있으며 MS-Access<sup>TM</sup>와 같은 소형데이터베이스에서도 이를 채택하고 있다. HGIS는 한국도로공사의 주 DBMS인 Oracle을 DBMS로 채택하였으며 일부 응용프로그램에 MS-Jet Engine을 적용하였다.

## 2.3 시스템 설계

HGIS는 지반정보를 효율적으로 수집, 정리하여 데이터베이스화 하며 나아가 이를 사용자에게 적절하게 제공하여야 한다. 보링정보는 설계, 시공, 유지관리의 다양한 단계에서 발생하지만 어떤 경우에서든 건설공사와 관계되어 있다. 발생된 시추정보는 제출을 위한 Hardcopy를 입력으로 작도하거나 프로그램을 이용하여 만든 후 발주처에 제출된다. 제출된 정보는 발주자에 의해서 데이터베이스화 되어 사용자에게 제공된다.

데이터베이스 사용자는 지반정보 데이터베이스에 On-Line으로 접근할 것이며 데이터베이스 언어에 익숙하지 않을 것으로 예상된다. 따라서, 지반정보 시스템은 사용자의 단순한 질의를 이용하여 데이터베이스로부터 정보를 가공하여 제공하여야 할 것이다. 또한, 사용자의 시스템 환경의 다양성을 고려하여야 할 것이다.

이러한 점을 종합적으로 검토하여 HGIS는 Web/DB 연동기술을 적용하여 데이터를 Web 브라우저를 통해 사용자에게 제공하는 것으로 설정하였으며 기존의 지반조사자료의 입력을 위한 프로그램 및 장래 발생될 지반조사자료의 효율적인 데이터베이스화를 가능케 하는 프로그램의 개발이 요구되었다.

이를 기초로 하여 설계된 시스템의 구성요소는 Fig. 1과 같다.

구축된 HGIS 시스템은 운영체제로 Windows NT를 선정하였으며 DBMS로 Oracle 7, Web Server로 Oracle Web Application Server를 각각 사용하고 있다.

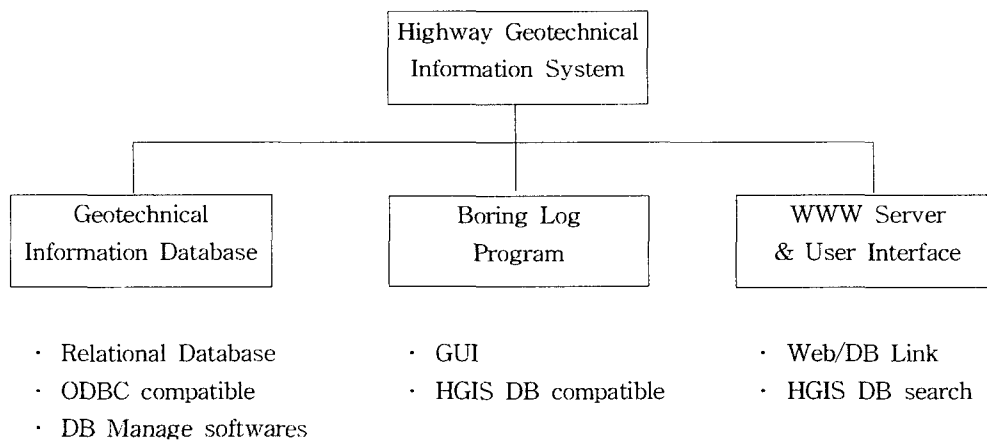


Fig. 1 System components

## 2.4 데이터베이스 설계

데이터베이스를 개발함에 있어서 데이터베이스의 입력된 데이터의 표준화가 필수적으로 요구된다. 시추조사자료의 경우, 아직 통일된 기술방법이나 용어의 표준화가 이루어지지 않은 상태로써 이를 표준화하고자 하였다. 시추자료는 각종의 시추자료를 검토하고 이의 공통사항을 추출하

였다. 이를 통하여 일반정보, 지층의 구분방법, 지층기술내용, 지층색, 시추장비, 시추구경 등을 표준화하였다.

보링정보의 데이터는 사업일반현황, 보링홀 일반현황, 토층정보, 시료정보, 표준관입시험정보, 기타정보로 크게 나눌 수 있으며 각각 다음과 같은 내용을 포함한다.

- 사업일반현황(project\_info) : 사업명, 조사주체, 조사기간 등
- 보링홀일반현황(general\_info) : 위치, 좌표, 시추장비 등
- 토층정보(layer\_info) : 토층심도, 분류, 기술내용 등
- 시료정보(sample\_info) : 시료의 채취심도, 종류 등
- 표준관입시험정보(spt\_info) : 표준관입시험 심도, N 치 등
- 기타정보 : 투수시험, fracture log 등

이러한 보링정보를 HGIS에서는 16개의 참조 Table을 포함하여 총 23개의 Table로 구성하였다. HGIS 데이터베이스의 Skema는 Fig. 2와 같으며 database Table의 예를 Table 1에 보였다. 이 데이터베이스 Skema는 고속도로의 특성과 관련된 특정 Table 즉, line, project\_int, project\_det, project\_exa와 project\_info를 수정하면 다른 모든 경우의 보링데이터베이스에 적용될 수 있다.

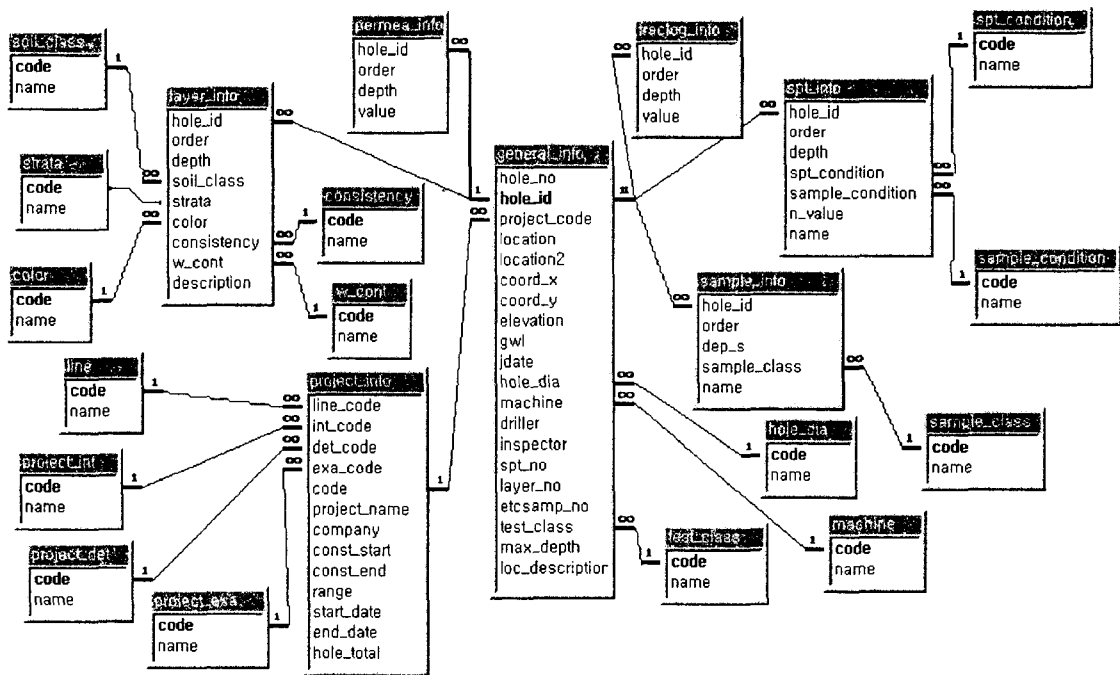


Fig. 2 Relational Structure of HGIS Database

Table 1. Sample database table : Layer\_info

Field name	Field description	Type	Size	Key
hole_id	hole identifier	Char	17	F.K*, P.K*
order	layer order	Number	2	
depth	depth of a stratum	Number	3,1	
soil_class	soil classification	Number	3	F.K
strata	ground classification	Number	2	F.K
color	soil color	Number	2	F.K
consistency	relative density or consistency	Number	2	F.K
w_cont	water content description	Number	1	F.K
description	description of a layer	VC2	100	

\* F.K : Foreign Key

\* P.K : Primary Key

시추 주상도  
DRILL LOG

1 OF 2

조사명 PROJECT	서해안고속도로 (서천-군산간) 북군산분기점 실시설계			시추번호 HOLE NO.	BH-1
위치 LOCATION	STA 4+830.0	좌표 COORDINATES	X: 277436.145 Y: 180628.999	표고 ELEVATION	5.70
시추완료일 DATE	1995-11-17	시추구경 HOLE DIA.	8X	지하수위 G. W. L.	0.40
사용장비 DRILL RIG	수세식 시추기	시추자 DRILLER	이주성	조사자 INSPECTOR	지태근

심 DEPTH	표 ELEVATION	층 STRATA	주 COMBENS	지반명 및 현장관찰기록 DESCRIPTION OF SOIL AND MATERIAL	코 FRAC	아 SUB	시 S	지 D	투수계수 (cm/sec)10 <sup>-n</sup>
									5 4 3 2 1

Fig. 3 GEOLOG main window

### III. 시추자료 처리 프로그램 개발

HIGS의 시추정보는 현재까지 축적된 자료뿐 아니라 장래도 지속적으로 발생될 것이다. 특히, 시추조사는 설계시에 다량으로 발생되므로 이를 처리할 수 있는 효율적인 방안이 요구된다. HGIS 이를 위하여 설계용역시에 발생하는 시추자료를 처리할 수 있는 프로그램(GEOLOG)을 개발하였으며 이 프로그램은 시추주상도를 도시할 수 있는 기능을 갖추어 별도의 노력이 없이도 발생된 시추자료를 데이터베이스화 할 수 있도록 하였다.

GEOLOG는 데이터베이스 엔진으로서 MS-Access를 사용하였으며 ODBC를 통하여 원본에 접

근하도록 설계하여 데이터베이스의 안전성을 확보하도록 하였다. GEOLOG™는 HGIS의 주 데이터베이스와 동일한 자료구조를 적용하여 호환성을 확보하였으며 자료의 무결성 점검이 가능하다. 또한, 실제 업무의 적용성을 높이기 위하여 시추주상도 출력기능을 완벽하게 구현하였다. 또한, 32-bit Windows™ 환경에서 작동하며 최대한의 GUI를 구현하였다. Fig.3은 GEOLOG의 주 화면을 보여주고 있다.

#### IV. 결론

본 논문에는 지반조사자료 정보화시스템(HGIS)의 설계와 구축된 시스템을 소개하였다. HGIS는 관계형 데이터베이스를 적용하였으며 각종의 시추자료를 검토하고 이의 공통사항을 추출하여 일반정보, 지층의 구분방법, 지층기술내용, 지층색, 시추장비, 시추구경 등 시추조사결과를 표준화하였다. 표준화된 시추정보를 기초로 16개의 참조 Table을 포함하여 총 23개의 Table로서 범용적인 시추조사 자료 데이터베이스 Skima를 개발하였다.

시추자료의 효율적인 데이터베이스화를 위하여 Boring Log의 작성 및 이의 데이터베이스화가 가능한 프로그램인 GEOLOG를 개발하였다. 이를 이용하면 시추조사 결과를 정리함과 동시에 데이터베이스화가 가능해짐으로서 데이터베이스의 효율적인 유지관리가 가능하다. HGIS는 Web을 기반으로하여 사용자에게 데이터를 제공하는 시스템으로서 현재 시험단계에 있으며 앞으로 지반조사자료를 이용한 종합적인 자료분석 및 지반특성 평가가 가능한 시스템으로 발전시킬 것이다.

개발된 데이터베이스 및 시스템을 공개함으로써 지반정보의 데이터베이스화에 대한 보다 활발한 논의 및 발전을 기대하였다.

#### 참고문헌

1. 김남일, 지반정보 데이터베이스의 구축과 활용, 국민대학교 석사학위논문, 1995
2. 정두영, 지반정보 Data Base의 구축과 활용 시스템의 정립, 토목학회지, 제 45권 제 12호, 1997, pp.96~99
3. 한상영, 자료구조론, 영지문화사, 1990
4. 諸戶靖史, 長谷川明, コンパクトな 地盤情報 システムの開発と利用事例, 土と基礎. Vol.37. NO.1, 1989, pp.41~46
5. 風間秀彦, 岩崎公俊, 堀井克己, 地盤情報 データベースの現状と問題, 土と基礎. Vol.37. NO.1, 1989, pp.11~16
6. Association of Geotechnical specialists, Electronic transfer of geotechnical data from ground investigation(2ind Ed.), 1994
7. Hawkes M., Geotechnical database management systems for Boston's central artery/harbor tunnel project, Geotechnical Special Publication NO. 27, ASCE, 1991, pp.99~109
8. Malenke M., Relational database design and technology, Geotechnical Special Publication No.22, ASCE, 1991, pp.100~118
9. Toll, D. G., Interpreting site investigation data using a knowledge baser system, Proc. of the XII ICSMFE, 1994, pp. 1437-1440