

## 지하공간의 조사, 설계 및 시공을 위한 데이터베이스 GeoINFO의 개발

김재동<sup>1)</sup> · 박연준<sup>2)</sup> · 유지선<sup>3)</sup> · 김동현<sup>4)</sup>

### Development of Database System (GeoINFO) for the Investigation, Design and Construction of Underground Space

Jaedong Kim, Yeon-Jun Park, Ji-Son You and Dong-Hyun Kim

**ABSTRACTS** A lot of underground construction projects have been conducted by economical, social and military purposes in Korea for the last three decades. As a result, magnificent amount of data were obtained from geological site investigations, laboratory and field tests, design and field monitoring. But up to now, these valuable informations were neither systematically stored nor utilized efficiently resulting in a great loss of time and money. In this study, a database system named GeoINFO was developed using Microsoft Access 97 for management of informations which can be obtained from underground construction. The developed database system is especially designed to cover three major types of underground facilities-tunnels, underground storages and rock slopes and has multi-layered tree structures for data input. The system also has a unique indexing system for efficient data search using Visual Basic code.

**Key words** : underground space, database, data input, search, multi-layered tree structures

**초 록** 최근 30년간 경제적, 사회적 및 군사적인 목적으로 국내에 많은 지하구조물의 건설이 수행되었다. 그 결과 지질조사, 실험실 및 현장시험, 계측 등을 통하여 많은 양의 자료가 얻어졌으나 지금까지 이 귀중한 자료들은 체계적으로 축적되지 못하였고 활용되지도 못하였다. 이는 막대한 돈과 시간의 낭비라 할 수 있다. 본 연구에서는 Microsoft Access 97을 개발 도구로 하여 지하 구조물의 건설중에 얻어진 자료를 효과적으로 저장 및 운용할 수 있는 데이터베이스인 GeoINFO를 개발하였다. GeoINFO는 주요 지반 구조물인 터널, 지하저장시설 및 사면의 구축 시 얻어진 자료의 저장 및 운용에 유용하도록 구성되어 있으며 자료 입력을 위해서는 다층의 트리(tree)구조를, 자료의 검색을 위해서는 Visual Basic을 활용한 고유의 검색 시스템을 갖추고 있다.

**핵심어** : 지하공간, 데이터베이스, 자료 입력, 검색, 다층 트리구조

### 1. 서 론

지하공간은 역사적으로 오랜 기간 동안 광업분야에서 지하자원의 채굴을 위해 부수적으로 개발되는 것으로 인식되어 왔으나, 20세기 들어 두 차례의 세계대전과 1970년대 전세계를 휩쓸었던 에너지 자원에 대한 심각한 파동을 겪으면서, 각국은 이에 대한 인식을 획기적으로 전환하게 되었다.

지하공간의 건설은 지반에 대한 구체적인 정확한 자료의 수집 및 조사에서부터 시작한다고 할 수 있다. 하지만 지반은 그 특성상 불확실하고 다양하여 조사에 있어 많은 어려움과 제약이 따르는 것이 사실이다. 또한 국내의 경우 지반조사와 관련하여 약 200개의 업체에 의

해 연간 총 연장 500 km에 달하는 시추조사 및 이와 관련된 실내시험과 현장시험이 수행됨에도 불구하고, 관리 체계의 부재와 정보교환의 기피, 자료의 호환성 결여 등으로 인해 해당 건설 사업에 한해 제한적으로 사용되고 있는 실정에 있다. 특히, 국토 전역을 대상으로 할 때 획득된 지반조사자료를 총괄적으로 관리할 수 있는 체계의 부재는 각 해당 사업이 종료되었을 경우 자료가 대부분

1)정회원, 강원대학교 지구시스템공학과 교수

2)정회원, 수원대학교 토목공학과 조교수

3)학생회원, 강원대학교 지구시스템공학과

4)정회원, 삼성중공업(주) 건설기술연구소 차장

접수일 : 2000년 5월 23일

심사 완료일 : 2000년 6월 21일

유실되거나 사장되는데 그 원인을 제공하고 있다. 따라서 동일 지역에 대한 지반조사가 중복되는 경우가 발생하며 이로 인해 막대한 시간적, 경제적 손실이 발생한다.

현재 세계적으로는 지반조사 및 이를 이용한 설계, 시공, 계측 자료들을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템의 개발이 활발히 이루어지고 있는 추세에 있으며 이와 함께 국내의 지하공간 개발기술의 발전을 뒷받침하고 이를 고부가, 고도기술분야로 전환시키기 위한 데이터베이스(Data Base, 이하 DB라 표기) 시스템을 정립하는 문제가 시급하게 대두하였다.

지금까지 세계적으로 암반공학 분야에서 사용되고 있는 DB들은 특수한 경우의 프로젝트 수행을 위하여 만들어진 경우<sup>1,2)</sup>가 많으며, 국내의 경우 최근 현장원위치 및 실내시험자료들을 관리할 수 있는 RIMS<sup>3)</sup>가 발표된 정도이다.

본 연구에서는 여러 건설 프로젝트 관련 보고서<sup>4-14)</sup>들을 종합하여 각 사업에서 산발적으로 추진되어 온 각종 기술적 사항들을 유형별로 체계화시키고, 또한 각 사업 단위 내에서도 조사, 설계, 시공의 각 과정에서 수집되거나 또는 요구되는 기술적 사항들을 축적하고 서로 유기적으로 연결시킬 수 있는 DB시스템을 구축하고자 하였다.

DB의 개발에는 MS-Access 97을 개발도구로 채용하였으며, 암반내 구조물 중 대표적인 터널, 지하저장시설, 사면을 대상으로 하여 각각 조사, 설계, 계측 단계를 모듈(module)화하고 각 모듈들을 단위별로 DB화한 후 이들을 유기적으로 통합함으로써 전체적인 DB시스템을 완성하였다. 개발된 DB의 명칭은 GeoINFO라고 명명하였으며, 앞으로 국내 지하공간 개발을 위한 기술발전을 뒷받침할 수 있는 중요한 도구가 될 수 있기를 희망한다.

## 2. GeoINFO의 개요

### 2.1 지하공간 건설과정

지하공간 건설과정의 흐름<sup>15)</sup>을 개괄적으로 나타내면 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 왼쪽은 일반 건설과정을 5단계로 나타낸 것이며, 오른쪽은 각 과정과 관련된 GeoINFO의 단계를 나타낸 것이다.

Fig. 1의 지하공간 건설과정과 GeoINFO와의 관계를 단계별로 설명하면 다음과 같다.

- 1) 1단계 : 제한된 시추조사와 물리탐사, 지표지질조사 등을 통해 최종설계를 위한 최적방안을 선택한다.

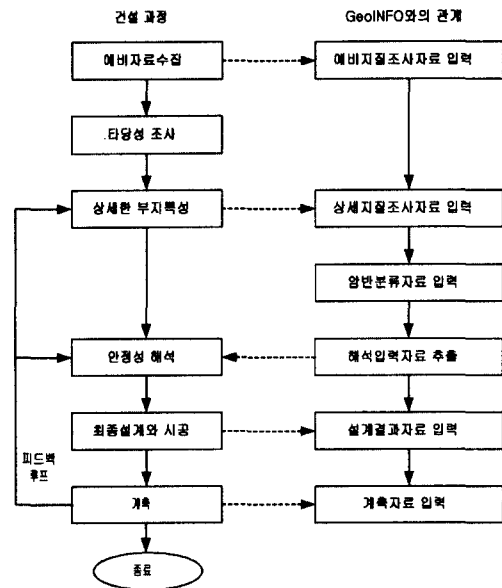


Fig. 1. Flow chart showing construction sequence of underground space and the corresponding steps in GeoINFO.

지역의 예비 지반조사 결과를 GeoINFO에 입력한다.

- 2) 2단계 : 상세한 지질조사 및 현장원위치시험, 실내시험이 이루어지고 그에 따른 자료를 GeoINFO에 입력한다. 입력된 자료를 통해 상세한 암반분류가 이루어진다.
- 3) 3단계 : GeoINFO에 입력된 지반조사자료로부터 해석입력 자료를 추출하여 안정성 해석을 실시하고 그 결과를 요구수준과 비교, 검토하여 취약지질구조, 높은 암반응력, 풍화·팽창·압착, 출수와 수압 등에 의한 문제가 있는 경우 이를 고려한 지보보강, 공법변경 등의 세부사항을 검토한다.
- 4) 4단계 : 최종 설계 및 대체 시공법이 결정되고, 굴착과 시공이 이루어지며 관련된 자료들이 GeoINFO에 입력된다.
- 5) 5단계 : 시공과 함께 시행되는 계측자료들을 GeoINFO에 입력하고 계측결과를 안정성 요구조건과 비교, 검토한다.

위 5단계는 일반적인 지반 구조물의 조사, 설계, 시공, 계측과 관련된 과정을 모두 포함하고 있다. 이 중 1, 2단계는 GeoINFO의 "지반조사"와 관련되며 3, 4단계는 "설계" 그리고 5단계는 "계측"과 각각 직접적으로 연관되

어 있다.

2.2 GeoINFO의 개발 도구 및 전체구조

90년대 들어 PC의 환경이 MS-Windows로 옮겨짐에 따라 본 연구에서는 이와 완벽한 호환성을 지니고 있는 MS-Access 97을 GeoINFO의 개발 도구로 채용하였다.

GeoINFO는 크게 구조물의 종류에 따라 터널, 지하저장시설, 사면의 세 종류를 포함하고 있으며, 각각은 다시 지반조사, 설계, 계측으로 단계적으로 구성되어 있다.

터널, 지하저장시설, 사면은 독립적인 구조를 가지며 병렬식으로 연결되어 있고, 그 하위의 지반조사, 설계, 계측 등도 역시 병렬식으로 연결되어 있다. 실제 구조물의 조사, 설계 및 시공과정은 순서나 자료의 연계성으로 볼 때 직렬식으로 연계되나 GeoINFO의 작성 및 이용의 편의상 병렬식으로 구성하였다. 그 하부의 조사나 시험 항목들은 트리구조를 이루면서 3 내지 4단계의 하위 모듈들로 체계적으로 연결되어 있다. 이들은 계획 단계에서 조사, 설계, 시공 및 계측, 설계의 수정 후 최종 설계에 이르기까지 순차적으로 연결된다. 이후의 3장 및 4장에서 각 항목들을 체계화하여 연결한 구성과 DB에의 입력 및 검색에 대한 기술적인 세부 사항들을 기술하였다.

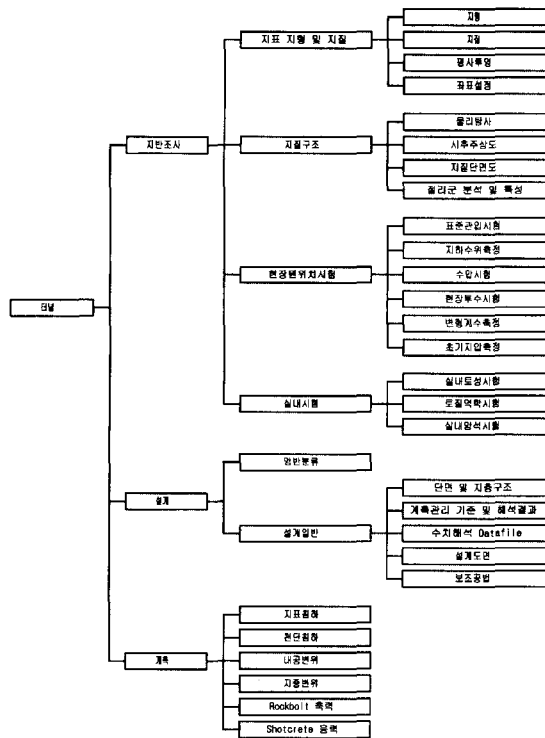


Fig. 2. Schematic diagram for input structure of "Tunnel" in GeoINFO.

3. 입력

3.1 입력부의 세부구조

3.1.1 터널

터널은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 조사와 관련된 자료를 수록하는 '지반조사', 설계자료를 입력할 수 있는 '설계', 그리고 계측자료를 입력할 수 있는 '계측'으로 구성되어 있다.

1) 지반조사

지반조사는 크게 [지표 지형 및 지질], [지질구조], [현장원위치시험] 및 [실내시험]의 네 가지 하위 모듈로 구성되어 있다. 각각은 다시 트리구조를 이루면서 하위 세부 모듈들로 연결된다.

[지표 지형 및 지질]에서는 주로 해당 사업 지역의 지표지질조사에서 획득된 자료들을 입력한다. 즉 사업지역의 지형 및 지질에 관한 사항들과 지표지질조사 결과 획득된 불연속면 자료, 그리고 시추공이나 기준점 들의 좌표를 수록한다.

[지질구조]에서는 시추공 굴착이나 물리 탐사에서 획득된 지하 하부의 지질 구조에 대한 자료를 포함한다. 특

히 이 부분에는 지중의 지질 구조 파악을 위하여 새로이 도입하여 적용하고 있는 영상검층장비인 BIPS(Borehole Image Processing System)으로부터 획득할 수 있는 자료들을 포함하고 있으며, 시추 추상도, 특정 구간에 대한 지질단면도, 그리고 이들로부터 획득된 불연속면 자료의 분석결과를 수록한다.

[현장원위치시험] 및 [실내시험] 부분은 주로 시추공 및 시추코어, soil sample 등을 이용한 조사, 시험으로부터 획득할 수 있는 지반의 물성 자료 및 초기지압 자료들을 입력할 수 있도록 하였다.

2) 설계

터널의 설계에서는 암반의 공학적 분류에 필요한 자료, 현장 원위치 시험자료와 더불어 지반 모델을 구성하기 위하여 필요한 지질구조 및 암반 물성 자료들이 요구되며 이러한 자료들은 지반조사로부터 추출할 수 있다.

추출된 설계자료를 근거로 하여 계획된 터널의 규모, 형상 등을 고려하여 설계를 수행한다. 이 과정은 본 GeoINFO와는 별도로 설계 엔지니어들에 의하여 수행되는 과정이다. 설계 작업이 완료되어 시공을 위한 설계안

이 작성되면, 그 결과는 본 GeoINFO에 입력된다.

설계는 [암반분류]와 [설계일반]의 2개 모듈로 구성되어 있으며 각 모듈은 다시 트리구조로 하위 모듈들과 연계되어 있다.

[암반분류]에서는 '지반조사에 수록된 자료들로부터 국내에 가장 많이 적용되는 암반분류법인 'RMR'분류와 'Q-system'에 의한 분류결과를 구간별 및 심도별로 기록하게 되어 있으며, 암반판정 결과 및 암분류 결과, 그리고 이에 대응하는 적정 지보설계 패턴명을 기록한다. 시공 중 예상치 못한 지질변화 등에 기인한 불안정 요소의 보수 여부도 기록할 수 있도록 하였다. 또한, 보조공법의 사용여부도 기록하여 터널 전구간에 걸친 암반상태와 이에 대응한 설계 및 시공 상태를 일목요연하게 검토할 수 있도록 하였다. 기타 상세한 설계사항은 [설계일반] 모듈에 수록하도록 하였다.

[설계일반]에서는 터널 전구간에 걸쳐 적용된 모든 지보패턴의 세부사항을 수록하게 되며, 하위 모듈로 [단면 및 지층구조], [계측관리 기준 및 해석결과], [수치해석 Data file], [설계도면] 및 [보조공법]등과 연계되어 있어 특정단면(주로 전산해석 수행 단면)들에 대한 횡단면도와 더불어 지층구조 및 각 층의 두께, 계측관리 기준 및 실적치와의 비교, 수치해석에 사용된 데이터파일 및 주된 물성 입력자료, 설계도면의 그림 파일, 그리고 보조공법이 수행된 구간 및 설계 제원이 수록된다.

### 3) 계측

설계에서 제시된 설계안에 의해 시공이 이루어지며, 시공 중 각종 계측이 병행된다. 계측에는 각종 계측에 의해 획득된 자료를 수록할 수 있도록 하였다.

본 GeoINFO에서 설정한 계측 항목들은 [지표침하], 터널 내에서의 [천단침하], [내공변위], [지중변위], [록볼트 축력] 및 [숏크리트 응력]이다. 이 계측자료들은 설치 위치별로 시간 경과에 따른 변화양상을 표 형태로 볼 수 있게 하였으며, 필요에 따라서 별도의 그래픽 프로그램을 이용하여 도표화 할 수도 있을 것이다. 터널과 관련된 계측 항목에는 이외에도 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 현재 터널 현장에서 흔히 쓰이는 항목들로 국한하였다.

## 3.1.2 지하저장시설

### 1) 지반조사

'지반조사'는 터널과 마찬가지로 [지표 지형 및 지질], [지질구조], [현장원위치시험] 및 [실내시험]의 네가지 하위 모듈로 구성되어 있고 각 모듈은 다시 트리 구조를

이루면서 하위 세부 모듈들로 연결된다. [지표 지형 및 지질]과 [지질구조]는 전기한 터널에서와 동일하다. [현장 원위치시험] 및 [실내시험] 부분도 터널에서와 대동소이하나, 지하저장시설의 경우 주로 경암층에 구축되므로 흙의 역학적 성질에 관련된 시험자료는 배제하였다.

### 2) 설계

지하저장시설의 설계는 터널 설계와 유사한 과정을 거치지만 암반조건이 유리하고 저장물의 입출하가 용이한 입지조건을 만족하여야 한다. 또한 입출하 및 저장, 운영과 관련된 부대시설이 설계에서 큰 비중을 차지하므로 지하저장시설의 설계는 [암반분류]와 [설계일반] 및 [시설제원]의 3개 모듈로 구성된다. [암반분류]와 [설계일반]모듈은 터널에서와 동일하다.

[시설제원]에서는 저장공동, 진입터널, 연결터널, 운영수갱, 수벽터널, SUMP 및 PLUG 등의 주요 시설에 대한 상세한 제원과 함께 주요 도면 및 특이사항을 수록한다.

## 3.1.3 사면

### 1) 지반조사

'지반조사'는 크게 [지표 지형 및 지질], [지질구조], [현장원위치시험] 및 [실내시험]의 네가지 하위 모듈로 구성되어 있다. 각각은 다시 트리 구조를 이루면서 하위 세부 모듈들로 연결된다.

[지표 지형 및 지질]은 앞서 설명된 터널 및 지하저장시설과 대동소이하나, 평사투영도 대신 사면이 있는 구간의 종평면도를 수록하도록 하였고, 평사투영해석도는 설계일반 모듈에 포함시켰다. 또한 암반사면의 경우 불연속면의 방향성 및 절리면의 발달상태가 사면의 안정성에 지대한 영향을 미치므로 이를 [사면 및 불연속면 자료]에 기록하도록 하였으며, [현장원위치시험]에서도 변형계수 측정 및 초기지압 측정 항목은 삭제하였다.

### 2) 설계

사면의 설계는 지표지질조사 및 시추를 통하여 현지지반을 토사층, 풍화암층, 발파암층으로 구분하고 각 층별로 사면의 구배를 결정하며, 국부적인 불안정 요소의 제거를 위한 보강대책을 수립하는 것이 일반적이다. 특히 사면 구배의 경우 발주처마다 지반조건에 따른 표준구배를 제시하므로 공사 이전에는 이들을 기준으로 설계하는 경우가 대부분이다.

사면에서의 '설계'는 [암반분류]와 [설계일반]의 2개 모듈로 구성되어 있으며 각 모듈은 다시 트리 구조로 하위 모듈들과 연계되어 있다.

[암반분류]에서는 전기한 터널 및 지하저장시설에서와

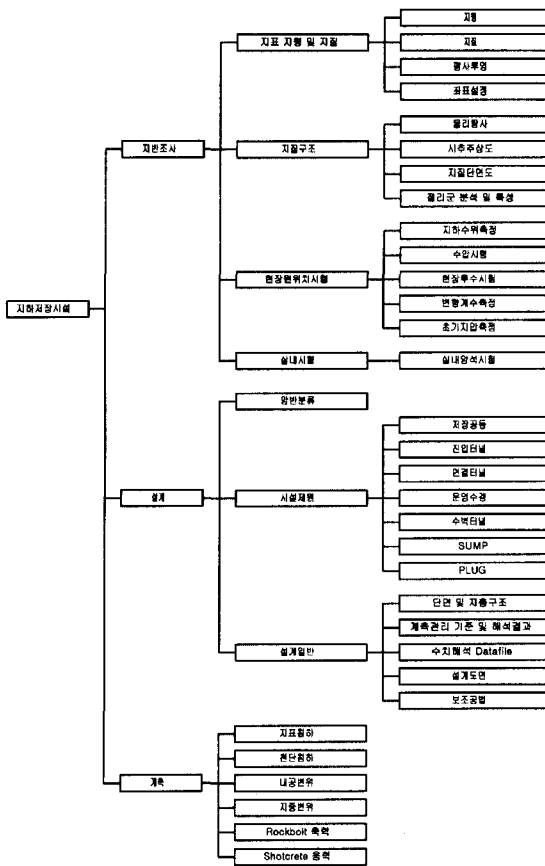


Fig. 3. Schematic diagram for input structure of "Underground facility" in GeoINFO.

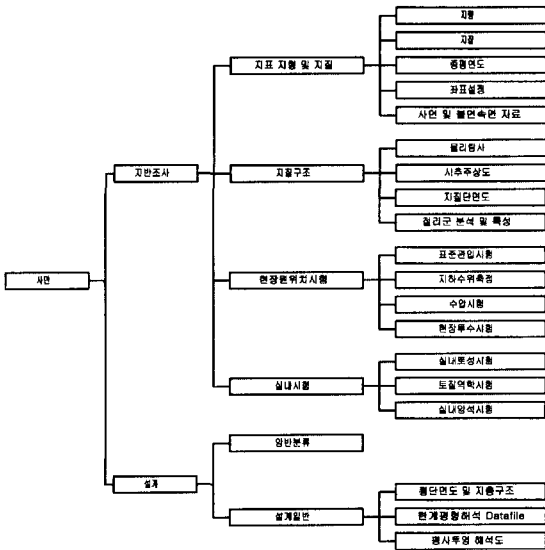


Fig. 4. Schematic diagram for input structure of "Rock slope" in GeoINFO.

동일한 내용을 기재하나, 각 구간별로 보강대책이 적용되는지 여부를 표시하게 되어 있다.

[설계일반]에서는 사면 전구간에 걸쳐 RMR 및 SMR(Slope Mass Rating)값, 층별 사면 구배, 사면과파 가능모드 및 안전율을 기재하여 사면 전반의 안정성과 구배를 일목요연하게 알아볼 수 있도록 하였다.

하위 모듈로 [횡단면도 및 설계], [한계평형해석 Data file], [평사투영해석도]등과 연계되어 있어 대표단면들에 대한 횡단면도 그림파일과 더불어 지층구조 및 각 층의 두께, 한계평형해석 data file과 입력자료 및 주요 해석 결과, 평사투영 해석도 및 해석결과 등을 기록하게 된다.

3.2 입력폼

입력폼을 형태별로 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

Fig. 5는 GeoINFO를 실행시켰을 경우의 초기화면이며 이후의 입력 및 수정, 검색을 실행하는 화면이다.

Fig. 6은 현장투수시험 결과를 입력하기 위한 입력폼이다. 여기에서 "조사자", "날짜", "시험방법 및 장비", "시험 결과" 그리고 "비고"는 입력하고 있는 특정 사업에서 실시된 현장투수시험 전반에 관한 사항들을 기재하므로 단일 항목으로 설정되어 있으며, 아래의 하위폼인 현장투수시험 측정치의 표에는 표의 형태로 "공변", "심도", "투수계수", "지층구성성분", "비고" 등이 기재될 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 측정치들은 단일 사업 내에서도 여러 번의 측정이 반복적으로 수행되므로 하위폼으로 설정하여 사용자가 원하는 횟수의 측정치들을 입력할 수 있다. 하위폼의 아래에는 현재 레코드라는 항목이 표시되어 있는데 이는 하위폼에서 "공변", "심도", "투수계수", "지층구성성분", "비고"의 한 행에 해당하는 자료를 한

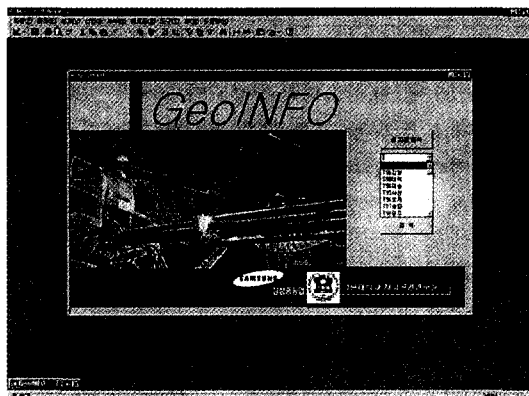


Fig. 5. Initial frame of GeoINFO.

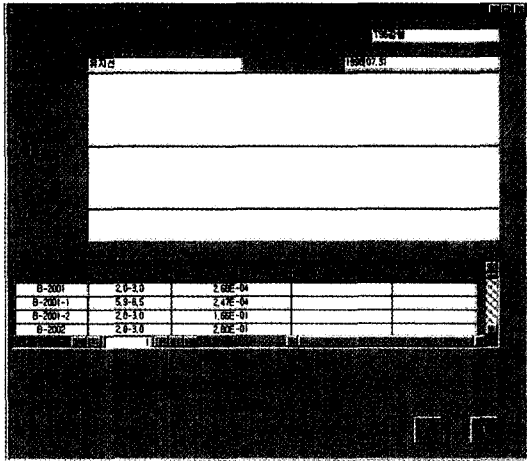


Fig. 6. Example of input form(1) - in-situ hydraulic conductivity test.

개의 레코드로 간주하여 현재 입력되고 있거나 또는 커서가 위치하고 있는 레코드의 일련 번호를 표시한다. 번호 좌우의 삼각형 화살표들은 표시되는 레코드를 이동시킬 수 있는 기능을 지니고 있다.

### 3.3 입력 자료의 인덱스

#### 3.3.1 인덱스의 부여

GeoINFO 입력폼에 공통적으로 포함되어 있는 것은 현재 입력되고 있는 자료들이 속하는 사업명이다. 이는 GeoINFO의 구동 초기 화면에서 선택하거나 입력하면 이후 연결되는 입력폼들에서는 자동으로 나타난다. 이 사업코드는 이후 자료의 검색에서 자료의 소속을 규정하는 인덱스(index) 역할을 한다.

#### 3.3.2 사업코드의 자동입력

하나의 사업에 속한 자료는 200~300개 이상에 달할 수 있으며 자료의 검색 시 혼란을 막기 위해서는 각 자료가 해당 사업에 속하고 있다는 것을 구분하는 인덱스가 필요하며, 이를 각각 수작업으로 입력할 경우 많은 시간적 손실과 입력오류가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 GeoINFO 초기화면에서 입력되거나 선택된 해당 사업코드를 입력작업의 편의성을 높이기 위해 연결된 하위입력폼에서 자동으로 연결 입력되도록 하였다. 연결과정은 VBA code를 이용하여 프로그래밍하였으며 그 흐름은 Fig. 7과 같다.

현재 입력폼의 사업코드와 새로운 하위 입력폼이 열릴 때 테이블내의 사업코드와 비교하여 같을 경우는 현재

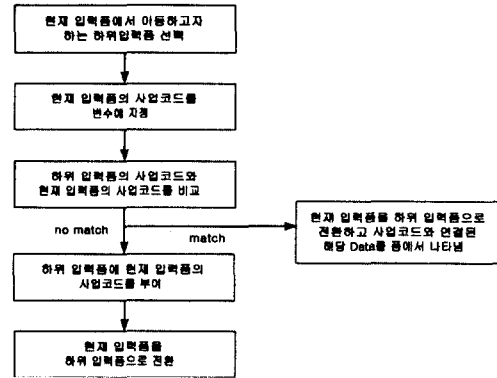


Fig. 7. Flow chart for automatic project code assignment.

입력폼을 하위입력폼으로 전환하고 사업코드와 연결된 자료를 폼에서 나타내고, 같지 않을 경우 또는 새로운 추가자료 입력 시 현재 입력폼의 사업코드가 자동 저장되어 작업이 이루어진다. 이는 표 형태의 입력폼에 자료를 입력할 경우에서도 동일하게 적용되도록 하였다.

## 4. 검색

### 4.1 검색부의 세부구조

검색부는 크게 지역별 및 사업별의 두 개의 모듈로 구성되어 있다. 먼저 지역별 검색에서는 실내시험, 원위치시험, 절리구조의 세 부분에 대하여 시행되며, 사업별 검색에서 일반사항, 암반분류, 설계 제원의 세 부분에 대하여 검색한다.

지역별 검색에서는 전체지역과 검색하고자 하는 지역을 선택할 수 있게 되어 있으며, 실내시험은 다시 암석물성, 절리면 물성, 토성, 토질의 4가지 항목에 대하여, 원위치시험에서는 초기지압, 암반변형계수, 투수계수의 3

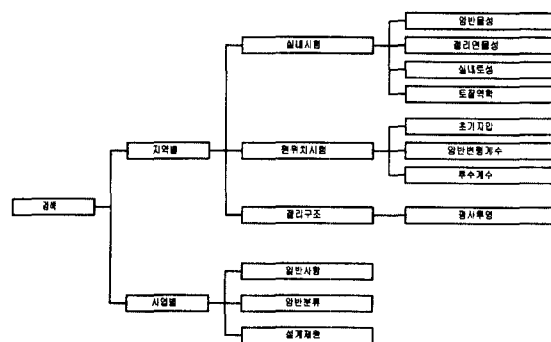


Fig. 8. Schematic diagram for search.

가지 항목에 대하여, 절리구조에서는 평사투영에 포함되어 있는 항목들에 대하여 검색할 수 있다.

사업별 검색에서는 사업에 따라 해당되는 일반적 사항 및 시험이 실시된 항목의 검색과, 암반분류, 설계 제원에 관련된 사항들을 검색할 수 있다. Table 1에는 지역별

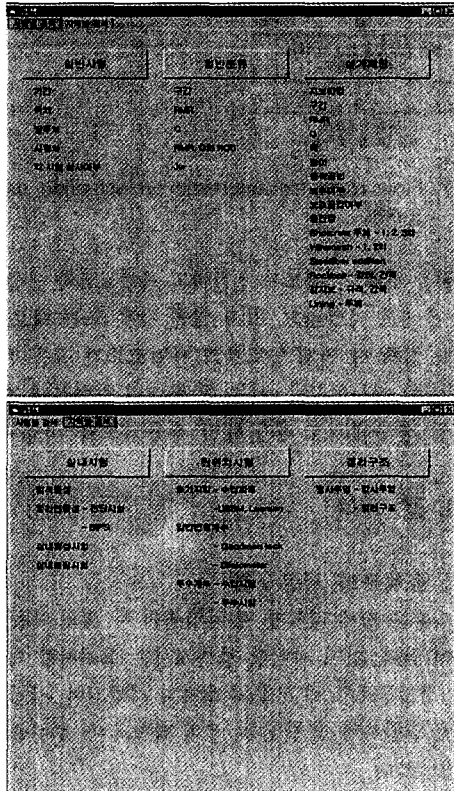


Fig. 9. Search form.

및 사업별 검색에서 해당되는 검색항목들을 정리하였다.

4.2 검색폼

Fig. 10에서는 일반적으로 사업별 암반분류의 자료를 얻기위한 검색폼이다. 우리 나라 전체 사업별로, 혹은 특 정의 사업별로 RMR, Q등의 값과 특정사업의 지하수 유출에 따른 Jw값, 그 외에 RMR과 Q에서의 RQD값을 검색할 수 있다.

4.3 검색

검색을 실행시키면 검색항목에 원하는 범위나 찾고자 하는 문자열을 입력한 후 Access 97의 질의기능에 의해 작성되어 있는 테이블로부터 해당 자료를 검색하게 된다.

Access 97은 자체적으로 자료를 검색하는 기능을 지니고 있으나 이는 GeoINFO에서 요구하는 다양한 목적을 충족시키지 못하여 본 연구에서는 GeoINFO에 강화된 검색기능을 부여하기 위하여 Visual Basic을 이용하

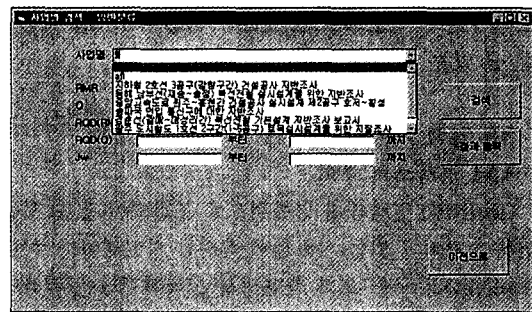


Fig. 10. Example of search form(1)-rock mass classification.

Table 1. Scheme and field items arranged in the search part of GeoINFO.

검 색	지역별	실내시험	암석물성 : 암중, 비중, 흡수율, 탄성파(P파,S파), 압축강도, 인장강도, 탄성계수, 포와송비, C, $\phi$ , 흡습팽창지수, Slaking 절리면 물성 : 경사방향, 경사각, JRC, 최대점착력 및 마찰각, Kn, Ks, Kni, Ksi 토성 : 비중, 함수비, 투수계수, 액성한계, 소성한계, 소성지수, #200체 통과량, 통일분류 토질 : 압축지수, 선행압밀하중, 체적압축계수, 압밀계수, 투수계수, C(직접전단CU), $\phi$ (직접전단CU), C(삼축CU), $\phi$ (삼축CU), C(삼축UU), $\phi$ (삼축UU)
		원위치시험	초기지압 : 최대, 중간, 최소 주응력의 크기 및 방향 암반변형계수 : 변형계수 투수계수 : 투수계수
		절리구조	평사투영 : 공변, 심도, 절리주방향, 층리주방향, 단층주방향, 경사방향, 경사각
	사업별	일반사항	기간, 위치, 발주처, 시행처, 각 시험 실시여부
		암반분류	구간, RMR, Q, RQD(RMR & Q), Jw
		설계제원	지보타입, 구간, RMR, Q, 굴착공법, 폭, 높이, 굴진장, SC두께, WM, SF addition, RB(길이, 간격), 강지보(규격, 간격), lining두께, 보수여부, 보조공법여부

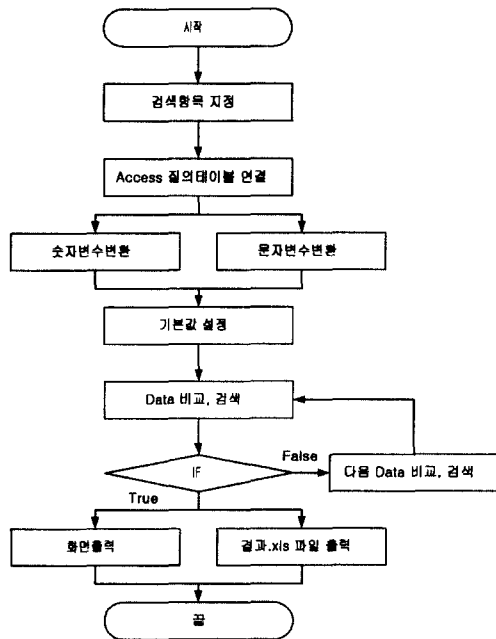


Fig. 11. Flow chart of search procedure.

였다.

Visual Basic을 이용하여 작성된 검색 프로그램은 각 검색품별로 특성에 맞게 프로그래밍 하였으며, 각각은 해당 검색 항목의 검색범위에 따라 자료의 추출 및 결과의 출력과정을 포함하고 있다. Fig. 11은 본 연구에서 작성된 검색용 Visual Basic 프로그램의 공통적 흐름을 나타낸 것이다.

4.4 결과 출력

GeoINFO의 검색 결과는 검색이 완료되면 Fig. 12와 같이 검색 화면의 아래 부분의 그리드(grid) 형식 테이블에 추출된다. 그리드 폼에서는 검색결과를 화면상에서 직접적으로 볼 수는 있으나 이를 보존하거나 편집할 수는 없다. 따라서 검색결과를 보존하거나 인쇄하기 위해서 GeoINFO에서는 MS-Excel 형식의 spread sheet 파일로 출력되도록 하였다. 검색 파일의 형태를 spread sheet 형식으로 한 것은 일반적으로 DB의 자료 저장형태가 테이블 형식으로 되어 있고, 검색 결과에 대한 편집 작업이 일반적인 텍스트파일에서 보다 편리하기 때문이다. 저장된 출력 파일의 확장자는 ".xls" 이며 파일명은 "결과.xls" 이다. Fig. 13는 "결과.xls" 파일을 MS Excel에 의해 연 화면이다.

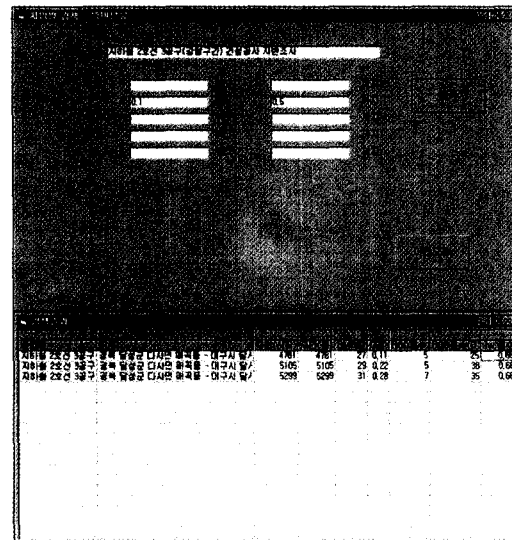


Fig. 12. A view of retrieved data displayed on monitor.

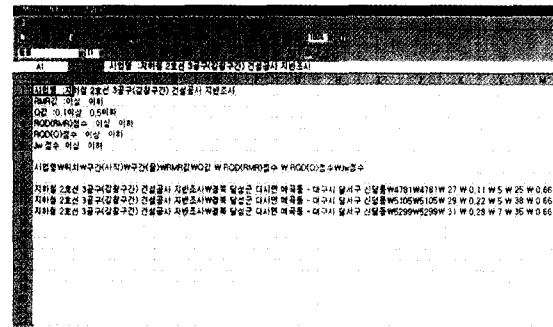


Fig. 13. Data converted to spread sheet format.

5. 결 론

본 연구에서는 터널, 지하저장시설 및 사면 등의 암반 내 구조물의 조사, 설계, 계측 단계를 모듈화하고 각 모듈들을 단위별로 데이터베이스화한 후 이들을 유기적으로 통합함으로써 지하공간 개발 전과정에서 획득될 수 있는 기술 자료의 통합 데이터베이스시스템을 구축하고자 하였으며 개발된 DB는 GeoINFO라고 명명하였다.

GeoINFO 개발 연구의 수행을 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 1) 각 유형별로 지반조사과정에서 획득된 자료들을 DB화하고, 이로부터 설계에 필요한 자료를 추출한 후 설계 과정에서 제시된 자료 및 시공 중 실시된 계측 자료들을 체계화하여 저장하며, 계측 결과에 의한 설계의 수



정, 보완, 최종 설계안의 DB화 등의 과정들을 거침으로써 지하공간 건설 사업에서의 조사, 설계, 시공에 관련된 전 과정을 DB화할 수 있도록 DB시스템이 구축되었다.

2) 많은 시간적 손실과 입력오류가 발생할 수 있는 사업코드를 입력작업의 편이성을 높이기 위해 연결된 하위 입력폼에서 자동으로 연결 입력되도록 알고리즘을 개발하고 VBA code를 프로그래밍 하였다.

3) Access 97은 자체적으로 자료를 검색하는 기능을 지니고 있으나 이는 GeoINFO에서 요구하는 다양한 목적을 충족시키지 못하므로 강화된 검색기능을 부여하기 위하여 Visual Basic을 이용하여 각 검색폼별로 특성에 맞게 프로그래밍 하였으며, 각각은 해당 검색 항목의 검색범위에 따라 자료의 추출 및 결과의 출력과정을 포함하고 있다.

본 연구를 수행함에 있어 제기된 문제점은 조사 및 시험방법, 지반조사 자료의 표기 방법 및 기준과 암질/암분류 기준이 조사기관마다 상이하였기 때문에 특히 현장에서 자료표기를 위한 표준화 방안이 제시되고 공용화 되어야 할 것이며 용도와 목적에 부합된 조사 및 시험항목이 제시되어야 할 것이다.

본 연구는 현재 국내에서 지하공간의 건설을 위해 활용할 수 있는 DB가 거의 전무한 상태에서 독자적으로 개발되어 완전한 것이라고는 단언할 수는 없으나 앞으로 지속적인 개선이 이루어질 수 있을 것으로 확신하며, 특히 DB의 가치는 DB내에 축적된 자료의 양과 질에 좌우되는 것인 만큼 장기적인 관점에서 지속적인 자료의 축적과 활용이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 데이터베이스 GeoINFO의 개발은 삼성중공업(주)

의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 심심한 감사사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Schlstedt, S. and T. Stark, 1991, "Description of Geological data in SKB's database GEOTAB (ver 2), SKB technical report 91-01, 63p.
2. Raymond, L.S., Ph.D., P.E. and J. Carmody, 1993, "Underground space design", Van nostrand reinhold, 310p.
3. 이성민, 김영구, 박부성, 1999, "암반정보관리시스템 (RIMS)의 개발 및 DB 현황", 한국암반공학회지, 9.2, 131-140
4. 1996, "지하철 2호선 3공구 건설공사 지반조사보고서 : 대구광역시 지하철건설본부", 103p.
5. 1997, "지하철 2호선 3공구 실시설계보고서 : 대구광역시 지하철건설본부", 150p.
6. 1999, "경부고속도로 5공구 확장공사 실시설계 토질조사보고서 : 한국도로공사", 668p.
7. 1999, "경춘선(금곡-마석) 복선전철 실시설계 지반조사보고서 : 철도건설본부", 144p.
8. 1999, "진주-통영간 건설공사(제21공구) 사천시구간 노선변경 실시설계 지반조사보고서 : 한국도로공사", 389p.
9. 1998, "경춘선(경강-춘천) 복선전철 기본설계 지반조사보고서 : 철도건설본부", 524p.
10. 1998, "경춘선(갈매-대성리) 복선전철 실시설계 지반조사보고서 : 철도건설본부", 220p.
11. 1998, "동해남부선(남창-울산) 복선전철 실시설계 터널 실시설계보고서 : 철도청건설본부", 236p.
12. 1998, "광주도시철도 1호선 2구간(1-5공구) 토목실시설계 지질조사보고서 : 광주광역시 지하철건설본부", 91p.
13. 1996, "중앙고속도로 원주-홍천간 2공구 건설공사 실시설계 토질조사보고서 : 한국도로공사", 544p.
14. 1995, "경부고속도로 청원-증약간 2공구 확장공사 실시설계 토질조사보고서 : 한국도로공사", 271p.
15. Bieniawski, Z.I., 1984, "Rock mechanics design in mining and tunneling", Balkema, 271p.

---

**김재동**



1981년 서울대학교 공과대학 자원공  
학과, 공학사  
1983년 서울대학교 대학원 자원공  
학과, 공학석사  
1988년 서울대학교 대학원 자원공  
학과, 공학박사

Tel : 033-250-6256

E-mail : jdkim@kangwon.ac.kr

현재 강원대학교 공과대학 지구시스템공학과 교수

---

---

**박연준**



1981년 서울대학교 공과대학 자원공  
학과, 공학사  
1983년 서울대학교 대학원 자원공학  
과, 공학석사  
1992년 미국 Minnesota 대학교 대  
학원 토목공학과, 공학박사

Tel : 031-220-2580

E-mail : yjpark@mail.suwon.ac.kr

현재 수원대학교 공과대학 토목공학과 조교수

---

---

**유지선**



1998년 강원대학교 공과대학 자원공  
학과, 공학사  
2000년 강원대학교 대학원 자원공  
학과, 공학석사

Tel : 033-257-8649

E-mail : guyver@rock.kangwon.ac.kr

현재 강원대학교 지구시스템공학과

---

---

**김동현**



1980년 서울대학교 공과대학 자원공  
학과, 공학사  
1982년 서울대학교 대학원 자원공학  
과, 공학석사  
1988년 서울대학교 대학원 자원공학  
과, 박사수료

Tel : 02-3457-7291

E-mail : hyun7679@samsung.co.kr

현재 삼성중공업(주) 건설기술연구소 차장

---