

암반평가를 위한 DB System 개발

Development of DB System for Rockmass Evaluation

이성민¹⁾, Seong Min Lee, 김영구^{2)*}, Young Gu Kim, 신성렬³⁾, Sung Ryul Shin,
박부성⁴⁾, Boo Seong Park, 최상열⁵⁾, Sung Yeul Choi

^{1,3)}쌍용건설(주) 기술연구소 책임연구원, Principal Researcher, Institute of Construction Technology,
Ssangyong Engineering & Construction Co., Ltd.

^{2,4)}쌍용건설(주) 기술연구소 주임연구원, Junior Researcher, Institute of Construction Technology,
Ssangyong Engineering & Construction Co., Ltd.

⁵⁾쌍용건설(주) 기술개발본부 본 부 장, Executive Managing Director, Technology Development Div.,
Ssangyong Engineering & Construction Co., Ltd.

SYNOPSIS : Although there have been lots of geological or geotechnical survey for construction, most of their data have not been used for future work, due to the absence of systematic management of data. Therefore, this research has been focused on the development of DB system, Rockmass Information Management System(RIMS), for more effective and systematic management of geotechnical investigation information, in particular, about rock and rockmass investigation data. RIMS has not only the basic function of DB system like inputting, modifying, searching but also the analysis module(dynamic query for looking up data, calculating of variables, plotting data, etc.) to perform the basic analysis of data and to confirm their results. Furthermore 3-dimensional data structuring is available in RIMS, as vertical position(depth) and horizontal position(x, y coordinates) are functioned as the key field of input data such as stratum status, laboratory test data, in-situ test data, etc.

KEYWORDS : DB system, RIMS, 3-Dimensional data structuring, Rockmass, Dynamic query, Geotechnical investigation data

1. 서론

오늘날 지하공간은 도로, 철도, 지하철, 공동구 등의 각종 터널과 지하저장소, 대형 지하 구조물 등으로 활발히 개발되고 있다. 이러한 구조물의 건설을 위해서는 지반조사가 필수적이라 하겠으나, 지반이 갖는 불확실성 및 다양성으로 인하여 조사에 많은 어려움과 제약이 따르고 있는 실정이다. 이러한 이유로, 건설 공사가 대형화하고 건설 관련 사고가 빈감한 사안으로 사회 문제화되고 있는 요즘, 조사의 어려움이 가중됨은 물론 지반조사와 조사 자료에 대한 중요성도 그 어느 때보다 새롭게 인식되고 있다. 그 결과, 국내에서도 이러한 지반조사 자료들을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템 개발의 필요성이 자연스럽게 대두하게 되었다. 미국, 유럽, 일본 등 선진 외국의 경우, 지반조사 관련 정보 자료의 관리에 데이터베이스 시스템을 도입하려는 노력이 계속되어 왔고, 암석/암반에 대한 데이터베이스의 구축이 많은 부분 이루어져 있는 상태이다. 그러나 국내의 경우, 지반조사와 관련하여 약 200여개 업체

에서 연간 500km에 달하는 심도의 시추조사와, 관련 실내시험 및 현장시험이 수행되고 있음에도 불구하고, 그 관리 체계의 부재와 정보 교환의 기피, 자료의 호환성 결여 등으로 인해, 해당 건설 활동에 한해서만 제한적으로 사용되고 있다. 뿐만 아니라, 보존 및 관리 체계의 부재로 인하여 해당 건설 활동이 종료되었을 경우, 이들 자료의 이용은 일과성에 그치고, 그 대부분은 유실되거나 사장되고 있는 실정이다. 이로 인하여 유사 현장에 대한 지반조사가 중복 실시되거나, 자료 이용이 근본적으로 불가능해지는 경우가 빈번하다. 즉, 지반조사 자료의 비과학적 관리로 인하여 막대한 경제적, 시간적 손실이 발생하고 있는 것이다.

본 연구에서는 암석 및 암반 관련 자료를 중심으로, 지반조사 자료의 체계적 관리를 위한 DB 관리 시스템을 개발함으로써, 현재까지 국내에서 실시된 수많은 양의 시추 및 암석/암반 조사 자료를 수집, 분류, 관리, 분석, 특성화 할 수 있는 기초를 마련하는데 그 일차적 주안점을 두었다. 또한, 지반조사시 예비조사 또는 개략조사 단계에서 유용한 정보 자료로 사용될 수 있도록 함으로써, 건설 계획 지역의 기존 지반조사 자료의 유무를 확인하고, 기초적 지반 구성 상태 및 암석/암반의 기초 물성을 파악할 수 있도록 하여, 보다 신뢰성 있고 객관적인 암반 평가 및 분류를 위한 기본 자료를 제공할 수 있는 도구를 개발하는데 그 이차적 주안점을 두었다.

2. DB의 구성

2.1 데이터군의 구성

일반적으로 지반조사 자료는 화상, 문자, 통계 및 수치 정보로 구분할 수 있다. 화상 정보는 지형도, 지적도, 지질도 등을 포함하는 도면 정보로 이루어지고, 문자 정보는 지반조사 결과를 정리한 보고서 등으로 구성되며, 통계 및 수치 정보는 각종 시험치와 물성치로 구성된다. 지질도, 지형도 등과 같은 화상 정보의 경우 자료의 양이 방대하고, 이의 처리를 위해서는 고성능의 기록 매체와 처리 장비의 고속화 및 장기간의 투자가 필요하다. 따라서, 이들 자료의 데이터베이스화 작업은 정부투자기관을 중심으로 초기 단계의 연구가 진행되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 자료의 효과적인 관리 및 입력을 위하여, 데이터베이스의 자료 구성을 과제별 입력 사항인 1) 일반(Project) 정보, 시추공별 입력 사항인 2) 기본 및 위치 정보, 그리고 통계 및 수치 정보의 일종인 암반분류, 실내시험, 현장시험 등 3) 조사 및 시험 정보의 3개 데이터군으로 분리하였다. 각 데이터군에 대한 세부 항목을 정리하면 표 1과 같다.

2.1.1 일반 정보

일반 정보는 수행된 과업명, 서지사항 등 과제 전반에 대한 내용으로 이루어지며, 지반조사기관과 실내시험기관을 데이터베이스화 할 수 있도록 하여, 각 기관별로 나타날 수 있는 시험 데이터의 오차나 편차의 정도를 파악할 수 있도록 하였다. 비고란은 과업 전반에 대한 설명, 조사 지역의 위치 및 지형, 지질 개요, 특이 사항 등의 정보를 문자 형식으로 기록하도록 하였다.

2.1.2 기본 및 위치 정보

기본 및 위치 정보는 조사 지역에 대한 행정 구역, 좌표 등의 위치에 관련된 정보를 입력하도록 하여, 지역별 지질 상황 및 암반 특성 파악이 가능하도록 하였다. 그 외에 표고, 지하수위, 시추심도 등의 시추와 관련된 기초 정보로 구성되었으며, 비고란을 두어 해당 시추공 및 조사 활동과 관련한 특이 사항을 수록하도록 하였다.

2.1.3 조사 및 실험 정보

조사 및 실험 정보는 시추조사, 암반분류, 실내시험 I·II, 현장시험 등의 5개 소분류로 세분하였다. 시추조사 부분은 시추주상도에 나타난 암종, 암분류, RQD, TCR, 풍화 상태, 강도, 균열 간격 등을 구간 심도별로 기록할 수 있도록 하였다. 이를 이용하면 지층의 수직 분포 상태와 심도별 암반 분포 특성을 파악할 수 있다. 또한, 심도별 자료와 좌표(x, y) 자료를 이용하면 3차원적인 지질 영상 구성을 위한 기초 자료로의 활용도 가능하도록 하였다. 암반분류는 국내에서 가장 일반적으로 수행되고 있는 RMR, Q System을 대상으로, 세부 평가 항목별 점수를 기록하도록 하였다. 실내시험 부분은 그 시험 빈도가 많고 암반의 물리적·역학적 기본 특성을 파악할 수 있는 물리시험, 일축압축시험, 인장시험, 등의 실내시험 I 과, 암반 파괴 특성을 특징 지을 수 있는 삼축압축시험, 전단시험 등의 실내시험 II 두 부분으로 나누어 구성하였다. 현장시험은 국내 지반조사에서 주로 시행되고 있는 시험을 대상으로 표 1과 같이 그 항목을 선정하여, 향후 암반 평가에 이용될 수 있도록 하였다..

표 1. 입력 자료의 분류 및 항목

분 류		항 목
일반 정보		과업명, 지반조사기관, 실내시험기관, 서지사향, 비고
기본 및 위치 정보		공번, 공경, 행정구역, 조사위치(X, Y), Chainage, 표고, 시추심도, 지하수위, 비고
조사 및 실험 정보	시추조사	심도, 암종, 암분류, RQD, TCR, 풍화 상태, 강도, 균열 간격
	암반분류	RMR Q System 시료강도, RQD, 절리면 간격, 절리면 상태, 지하수 상태, 보정 RQD, 절리군의 수, 절리면 거칠기, 절리면 변질계수, 절리면 지하수 저감계수, 응력저감계수
	실내시험 I	물리시험 일축압축시험 인장시험 경도시험 비중, 공극율, P/S과 속도 강도, 탄성계수, 포아송비 간접인장강도 Shore경도
	실내시험 II	삼축압축시험 절리면전단시험 직접전단시험 점하중시험 점착력, 내부마찰각 점착력, 내부마찰각 점착력, 내부마찰각 점하중지수
	현장시험	공내재하시험 현장탄성파속도 초기지압 측정 슈미트햄머 Lugeon Test 변형계수, 지반반력계수 P/S과 속도 수압파쇄시험, Overcoring 반발지수, 환산단축강도 투수계수, Lugeon, Pattern

3. Hardware System의 구성

본 데이터베이스 시스템은 데이터의 효율적 관리를 위하여, 데이터베이스 관리시스템(DBMS, Database Management System)의 일종인 Oracle을 이용하였으며, 자료의 공유가 용이하도록 클라이언트/서버(Client/Server) 시스템 방식을 적용하였다. 시스템 구축에 사용된 Hardware 및 Software 사양을 살펴보면 다음과 같으며, Hardware의 구성은 그림 1과 같다.

- Hardware : Client - 486DX 이상
Server - PC Server
- Operating System : Client - Windows 95
Server - Windows NT
- 개발 환경 : DBMS(Oracle 7), Powerbuilder

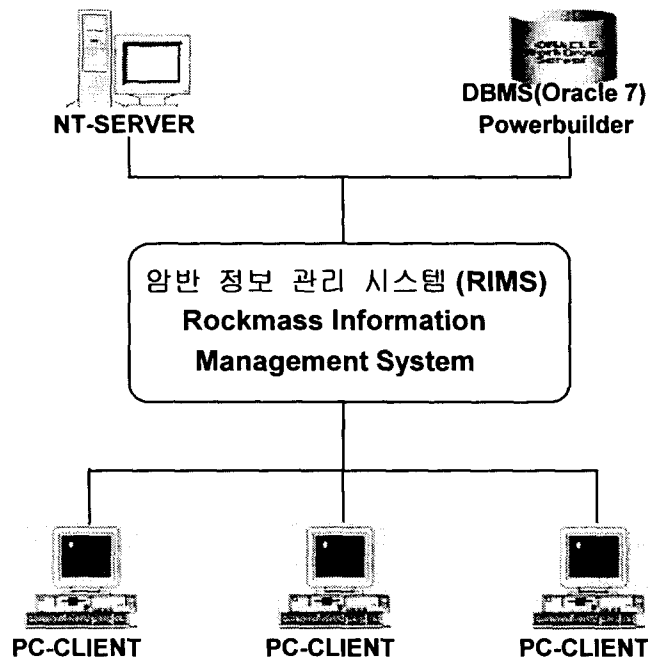


그림 1. Hardware 구성도

4. 암반 정보 관리 시스템(Rockmass Information Management System, RIMS)

4.1 자료의 DB화 과정

2장의 DB 구성 결과와 3장의 Hardware System 구성을 토대로 하여, 데이터베이스를 구축하고 이를 관리, 분석하기 위해 본 연구에서는 '암반 정보 관리 시스템(Rockmass Information Management System, RIMS)'을 개발하였다. 본 시스템을 구축하는 일련의 과정을 정리하면 그림 2와 같다. '자료 입력'에서 '기본 분석 결과 출력' 단계까지는 본 시스템에서 직접 처리가 가능하며, 양호한 분석 결과에 대해서는 외부 파일로 그 결과를 저장하고, 이를 외부의 전문 분석 프로그램을 이용하여 상세 분석을 실시하도록 하였다.

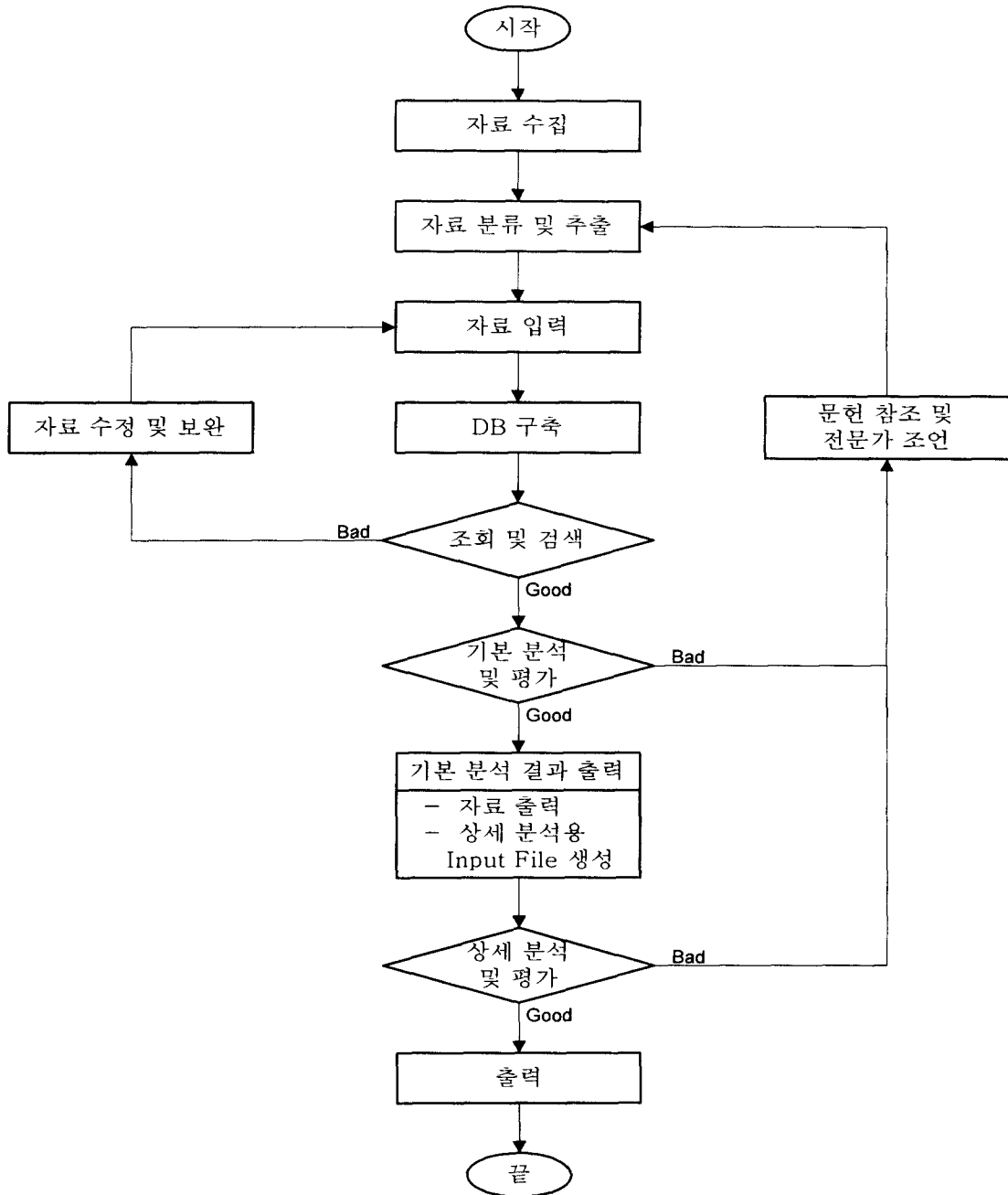


그림 2. 시스템 구축 흐름도

4.2 DB 관리 시스템

그림 2의 흐름도에 따라 구축된 '암반 정보 관리 시스템(Rockmass Information Management System, RIMS)'의 중요 구성은 그림 3과 같으며, 4개 기본 모듈과 각 모듈을 구성하는 하부 항목으로 이루어져 있다. 본 시스템에서는 데이터베이스 시스템이 갖는 기본적인 기능인 입력, 수정, 검색 기능 외에 자료의 분석을 위한 '분석 모듈'을 두어, 동적 데이터 조회, 조회 조건 생성 및 연산, Plotting 등의 기능을 추가시킴으로써 자료에 대한 기본적인 분석 및 결과 확인이 가능하도록 하였다.

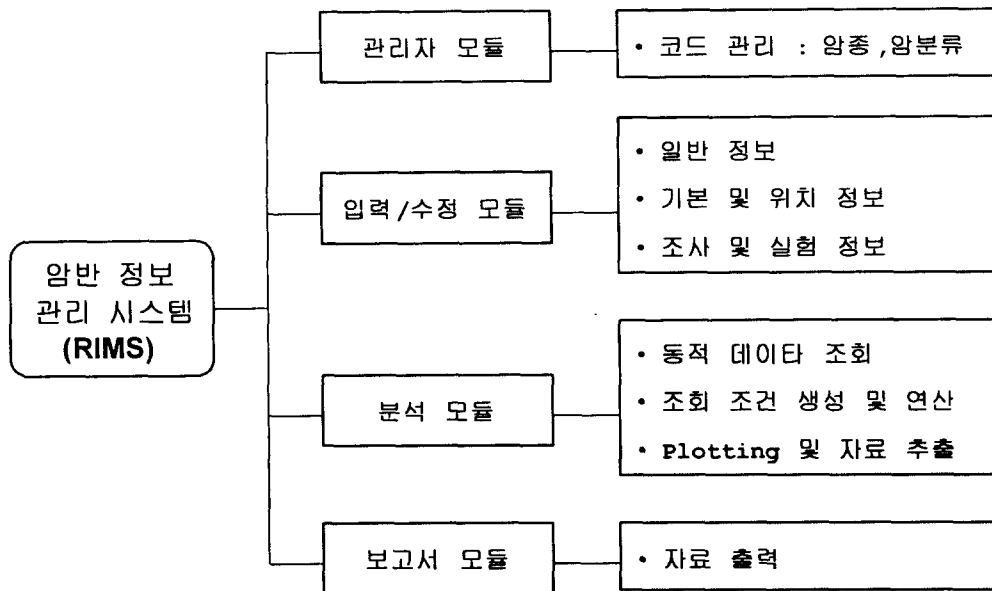


그림 3. 암반 정보 관리 시스템 구성도

4.2.1 관리자 모듈

관리자 모듈은 암종, 암분류에 대한 코드 관리 및 신규 등록, 삭제 등의 관리를 담당한다. 새로운 암종과 암분류의 입력을 위해서는 이 모듈에서 등록 절차를 거친 후 비로소 입력이 가능하다. 기록의 실수 또는 용어 사용의 차이로 인한 혼란을 방지하기 위하여, 암종 및 암분류에 대한 코드를 등록하도록 하였다.

4.2.2 입력/수정 모듈

입력/수정 모듈은 데이터베이스 구축을 위해 가장 중요한 부분으로서, 기작성된 Data Sheet를 이용하여 입력 작업과 수정 작업을 동시에 수행하도록 되어 있다. 입력은 일반 정보, 기본 및 위치 정보, 조사 및 실험 정보 순으로 계층별로 이루어지며, 각 데이터군에 속한 분류 항목은 Spread Sheet 형식으로 입력할 수 있다. 수정/삭제의 경우에도 입력과 동일한 방식으로 이루어지며, 전체 또는 부분적으로 처리할 수 있다.

데이터베이스의 관리를 위한 Datasheet 테이블은 일반 정보, 기본 및 위치 정보, 조사 및 실험 정보 등의 3개 데이터군 관련된 테이블 외에 관리자 테이블, 행정 구역 테이블이 추가되어 총 5개로 구성되어 있다. 테이블은 시추조사 자료를 중심으로 구성된 자료들의 집합체이며, 자료의 Mapping과 연산식의 도출을 위해 사용되고 시추조사의 구간별 심도를 매개로 하여 운영·관리된다.

시추조사의 구간별 심도를 근거로 하여, 다른 조사 자료의 입력 시 실제 심도와 구간별 심도를 비교하고, 구간별 심도중 가장 가까운 심도 두 개를 찾아내어 높은 값을 자신의 기준 심도로 자동 설정한다. 데이터베이스는 기준 심도와 실제 심도(시험 심도)를 동시에 저장하고, 이를 이용하여 시추조사 자료와 시험 자료를 공유하게 된다. 실제 심도를 이용하여 Mapping 작업이 이루어지며, 제한 조건 설정 등에 필요한 자료의 검색에는 기준 심도가 이용된다.

4.2.3 분석 모듈

분석 모듈은 입력 자료의 조회·검색 및 간단한 항목별 연산이 가능하며, 필요한 조건식과 비교 연산자 및 논리 연산자를 이용하여 사용자가 원하는 정보를 선택적으로 도출할 수 있도록 하였다. 연산 결과는 Plotting 기능을 이용하여 화면상에서 그 분포 상황을 확인할 수 있으며, 통계 분석 등을 위한 외부 소프트웨어로의 자료 전환을 위하여 외부 파일로의 저장이 가능하다.

조회시 경우, 자료 항목 선택 및 조건 설정에 있어 사용자의 요구를 유동적으로 수용할 수 있는 동적 조회가 이루어 질 수 있도록 하였다. 사용자는 자료 항목을 선택한 이후, 필요한 제한 조건과 비교 연산자를 이용하여 비교문을 만든다. 각 비교문과 논리 연산자를 결합하면 조건식이 만들어지며, 이를 이용하여 동적 자료 조회가 이루어지도록 하였다.

Plotting 기능에 있어 가장 중요한 과정은 자료의 Mapping과 연산식 구성이다. Plotting은 다음 4가지의 단계를 거쳐 이루어진다

- x, y 변수 설정을 위한 자료 항목의 선택
- x, y 변수에 대한 연산식 할당
- 자료의 Mapping
- 할당된 연산식 처리

먼저 자료 항목을 선택하는 단계가 중요한데, 이는 가장 먼저 선택된 x 변수 자료 항목과 해당 심도가 Mapping을 수행하는 기준 자료와 기준 심도가 되기 때문이다. 기준 자료가 정해지면 사용자가 선택한 자료들을 조합하여 새로운 테이블을 동적으로 형성한다. 그리고, 조건식에서 설정된 제한 조건 내에서 기준 자료를 조회하여 테이블에 할당한다. 기준 자료 외의 나머지 자료들은 자기 심도와 가장 가까운 심도를 갖는 기준 자료로 Mapping이 이루어진다. 이를 도식적으로 표현하면 그림 4와 같다. 자료의 Mapping이 완료되면 Oracle의 연산 수행 프로세스를 이용하여 사용자가 설정한 연산이 수행되며, 최종적으로 x, y 테이블이 생성되고 Plotting이 이루어진다. Plotting에 사용된 x, y 테이블은 외부 응용 프로그램을 위한 파일로도 저장할 수 있다.

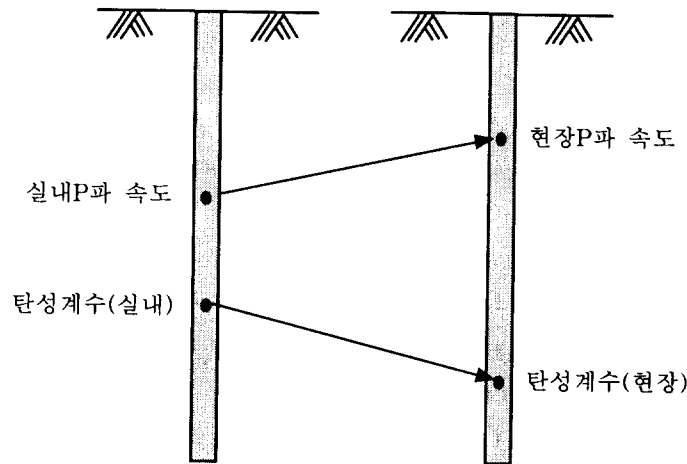


그림 3. 자료의 Mapping

4.4 보고서 모듈

보고서 모듈은 입력된 자료의 검증 및 보관이 이루어질 수 있도록 과업별, 시추공별로 출력할 수 있다. 조회 결과 및 Plotting에 사용된 x, y 변수값은 분석 모듈의 인쇄 옵션을 통하여 인쇄할 수 있다. 인쇄시 미리 보기 기능과 축소 기능 등을 이용하여 사용자의 요구 조건에 적합한 형태로 출력할 수 있다.

5. 결론

국내 지반조사의 일과성으로 인한 지반조사 자료의 사장 및 유실에 대한 문제점은 지반공학 분야의 모든 기술자들이 공감하고 있는 사실이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 연구에서는 산재해 있는 국내 지반조사 자료를 데이터베이스화 할 수 있는 '암반 정보 관리 시스템(RIMS, Rockmass Information Management System)'을 개발하였다. 본 시스템의 개발 결과 및 특성은 다음과 같다.

- 1) 국내에 산재해 있는 수많은 양의 시추 및 암석/암반 조사 자료를 수집, 분류, 관리, 분석 할 수 있고 자료의 통합 관리가 가능하다.
- 2) 지층 구성 상태 및 실험 자료를 시추 위치별 수직 심도에 따라 입력하게 함으로써 조사 자료를 3차원적으로 구축할 수 있다.
- 3) 데이터베이스 시스템이 갖는 기본적인 기능인 입력, 수정, 검색 등의 기능 외에 조회 조건 생성 및 연산, Plotting 등의 기능을 추가시킴으로써 자료에 대한 기본적인 분석 및 결과 확인이 가능하다.
- 4) 동적 데이터 조회 기능을 이용함으로써 사용자가 요구하는 다양한 항목의 검색 및 조건별 검색이 가능하다.

아울러 본 시스템에 충분한 데이터가 축적될 경우, 자료의 분석과 평가를 실시할 수 있어 다음과 같은 추가 효과도 기대된다.

- 1) 국내 암석과 암반의 물리적·역학적 특성에 대한 암종별·지역별 특성 분석을 위한 도구로서 사용될 수 있고, 그 결과에 따라 암석과 암반의 공학적 특성 및 상호 관계를 분석할 수 있다.
- 2) 지층의 수직 및 수평적 분포 상태와 각종 실내·현장 시험 자료의 분석을 할 수 있어 구조물이 건설될 특정 지역에 대한 물리적·공학적 특성 파악이 가능하다.
- 3) 분석 결과를 암반 분류 및 평가에 반영함으로써, 설계 및 시공에 보다 신뢰성 있는 판단 자료로 활용될 수 있다.

참고문헌

1. 구호본, 오대열, 배규진, 정하익, 우제윤(1994), 지반조사 데이터베이스 체계 구축 계획 연구, 한국건설기술연구원, pp.48~68.
2. 김정엽, 전효택, 박형동(1995), "서울 일대 암반을 대상으로 한 Geotechnical information system (GTIS)의 개발 및 활용(1)", 한국암반공학회지, 제 5권, 제 4호, pp.336~346.
3. 박형근, 조문영, 진경호, 송인식(1996), 건설 생산성 향상을 위한 설계 시공 정보 통합관리 시스템 개발(1), 한국건설기술연구원, pp.71~77.
4. 산업기술정보원(1996), 정보관리와 DB 구축, pp.27~29.
5. 신희순(1997), "터널의 기본계획, 조사 및 시험", 대한토목학회 토목기술강좌, pp.127~153.
6. 임수빈, 이성민, 이제우, 백영식(1994), "터널 굴착시 고려해야 할 주변 암반의 매개변수와 진행성 파괴", '94 가을학술발표회 논문집, 한국지반공학회, pp.231~234.
7. Bieniawski, Z.T.(1989), Engineering Rock Mass Classifications, John Wiley and Sons, pp.51~90.
8. Chon, H.T., Park, H.D., Kim, J.Y.(1997), "The application of geotechnical information system to the ground investigation around the tunnelling area in Seoul, Korea", Proc. of World Tunnel Congress '97, Vienna, pp.163~167.