

LBS를 이용한 실시간 지반정보 DB 구축 시스템 개발

Real-time Geotechnical Information Database Development Using Location Based Service

우제윤*, 구지희**, 이상훈***

Je-Yoon Woo, Jee-Hee Koo, Sang-Hoon Lee

요약 지반조사자료는 건설공사의 계획부터 설계 및 시공, 유지보수에 이르기까지 건설전반에 걸쳐 공학적 판단근거를 제공하기 때문에, 모든 공사에는 필수적으로 지반조사를 실시하여 현재 방대한 양의 성과가 축적되었다. 그러나 조사 시 위치정보에 대한 인식 부족으로 지리정보시스템에서 이용하기에는 많은 제약이 있어 현행 지반조사체계에서 위치정보 확보에 대한 필요성이 제기되었다. 본 연구에서는 지반조사 과정 분석을 수행하여 입력항목 중 위치와 관련된 인자를 도출하고 데이터모델링에 반영하여 DB설계를 수행하였다. GPS, PDA, 무선통신 모듈을 이용하여 지반조사와 동시에 위치 및 속성정보를 실시간으로 GIS-DB화하는 지반정보취득 프로그램(PGeo)과 Web-DB를 이용하여 추가 지반조사자료를 입력하고, 레포팅할 수 있는 지반정보 레포팅 프로그램(GeoReport)을 개발하였다.

ABSTRACT There are currently tremendous amount of geotechnical information saved, which has been acquired for essential application of site selection, plan, design, construction, repair in the building work. However, due to the lack of the location data attribute, there has been a trouble in its analysis and GIS implementation. In this study, the geotechnical information acquisition program(PGeo) for real-time database in the field and geotechnical information reporting program(GeoReport) by Web-GIS for additional data input and its reporting function has been developed.

주요어 : 지반정보, 실시간 데이터베이스, 위치기반서비스, 웹-지리정보시스템, 웹-레포팅

Key word : Geotechnical Information, Real-time DB, Location Based Service, Web-GIS, Web Input/Reporting

1. 서론

지반조사는 건설공사의 계획부터 설계 및 시공, 유지보수에 이르기까지 건설사업 전반에 걸쳐 공학적 판단근거를 제공한다. 따라서 정확한 지반조사를 통해 지반을 적합하게 평가해야만 구조물의 안정성과 경제성을 높일 수 있으며, 지금까지 건설공사 시 필수적으로 지반조사를 수행하여 방대한 양의 성과가 축적되었다[4][1][2].

그러나 이러한 지반조사 성과가 지각변동과 같은 지반자체의 본질적인 변화가 없는 한 반영구적으로 활용가능함에도 불구하고, 해당 구조물을 위한 한정된 목적으로 실시되어 범용성이 떨어지거나, 조사 성과를 문서형식으로 발주처에서 일정기간 동안 보관 후에 폐

기하거나 폐기하지 않더라도 자료를 독점하는 경우가 대부분이기 때문에 막대한 기술과 자본을 투입하여 시행한 조사 성과의 재활용이 미미한 상태이다[1][3].

따라서 지반조사양식을 표준화하여 자료공유를 원활히 하고, 데이터 모델링을 통해 지반정보를 구현하고, 이를 DB화하여 효율적으로 자료를 구축하고 관리할 수 있는 연구가 수행되었다[6][1][2].

그러나 이러한 선행연구는 속성자료에 초점을 맞춘 관계로 위치정보를 매우 소홀히 다루어, 지리정보시스템을 이용하여 여타 GIS데이터(지질도, 토양도, 토지이용현황도, 수문지질도 등)와 통합분석을 수행하기에 많은 제약이 있었다. 따라서 지반정보에 공간개념을 도입하기 위하여 지반조사와 함께 위치 및 속성이 동시에 획득되어 DB화될 필요성이 제기되었다.

본 연구는 GPS, PDA, 무선통신 모듈을 이용하여

* 한국건설기술연구원 GIS/LBS 연구사업단 연구위원

** 한국건설기술연구원 GIS/LBS 연구사업단 선임연구원

*** 한국건설기술연구원 GIS/LBS 연구사업단 객원연구원

jiwoo@kict.re.kr

jhkoo@kict.re.kr

sanghoon@kict.re.kr

지반조사와 동시에 위치 및 속성정보를 실시간으로 DB화할 수 있는 LBS시스템 및 Web-DB를 이용하여 추가 지반조사자료를 Web상에서 입력하고 레포팅할 수 있는 시스템을 개발하였다.

II. 관련연구

지반조사 및 다양한 해석기법의 발달에 따라 다량의 지반공학 데이터가 생산되면서 기존의 문서형식 관리에는 한계에 다다랐으며, 지반조사자료도 정보화를 통한 자료의 저장과 공유의 필요성이 제기되었다. 이에 따라 AGS(1992)는 Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data를 발표하여 현재 지반조사자료의 정보화 교환 표준으로 자리 잡았으며, 수많은 시추조사를 수행하는 석유개발회사를 중심으로 설립된 PPDM은 지반정보 관리용 데이터 모델을 개발하였다[6][15].

응용사례로 Hawke(1991)은 초기적인 형태의 지반정보 DB 및 그 응용프로그램을 개발하였으며, Malenke(1991)은 미 개척국MIS의 일부로 개발하여 그 효과를 제시하였으며, Iwasakie 등(1999)은 일본 관서지역 지반정보 DB를 지형·재해·사고정보와 함께 제공하였다. Adams 등(1993), Toll 등(1995), Davey-Wilson(1998) 등에 의해 여러 데이터베이스가 개발되어 지반조사자료의 저장·처리 및 활용에 응용되었다[5][11][7][8][10].

최근에는 GIS개념이 도입되면서 여타의 지리정보와 함께 통합·관리하여 다양한 분야에 응용하고 있다. Macan(1997)은 지반정보와 GIS를 결합하여 지진위험도 분석을 수행하였고, Okimura 등(2000)은 도시방재 및 도시개발에 GIS와 지반정보를 이용하였으며, Nishie 등(2000)은 GIS 통합지반정보 관리시스템을 개발하여 내부의 지질구조를 가시화하고 사면관리에 이용하였다[9][13][12]. 최근에 인터넷 기술의 발달로 XML을 이용한 지반정보 교환·분배를 위해 GeoXML 및 Geotech-XML 그룹이 형성되었고, Web-GIS개념이 도입되어 일본 주택지반정보제공시스템(GEODAS)에서는 인터넷을 통해 지반조사결과, 보강공법, 지반간이진단서 작성기능을 제공하고 있다[15][16][17].

국내에서도 한국건설기술연구원(1994)에 의해 지반정보 구축계획 연구를 수행한 이래로 서울특별시(1997), 인천 신공항공단(1998) 등이 보유 지반조사자료의 DB화 시도가 있었으며, 한국도로공사(1999)에서는 도로공사용 지반조사 표준화, DB구축, Web기

반 텍스트 검색을 제공하였다[1][2].

한국건설기술연구원(2000)에서는 지반정보 DB구축연구 및 한국지질자원연구원과 협동으로 지반정보 통합DB를 구축하여 건설공사 및 자원개발 지반조사자료를 DB화하고 이를 Web-GIS를 통해 인터넷 서비스를 구현하였다.

이렇게 지반정보 DB구축은 활발히 진행되고 있으며, 최근 활용을 위해 GIS의 도입도 이루어지고 있다. 그러나 지반조사가 근본적으로 위치정보를 확보하지 못하는 관계로 여타 GIS데이터와의 통합분석은 아직 시도되지 못하고 있으며, 단순한 자료관리 혹은 특정지역의 일부항목 분석만이 이뤄지고 있는 실정이다.

III. 지반정보 GIS-DB시스템 설계

1. 연구방법

지반정보를 실시간 GIS-DB로 생성하기 위하여 먼저 지반조사(시추) 과정을 분석하였다. 데이터 입력 항목 중 위치 및 이동성과 관련된 요인을 찾아내 데이터 모델링에 반영하였다. 지반정보 데이터 모델링을 수행하고, 위치항목을 포함하여 이동단말기를 위한 활용DB를 설계하였다. 이 모델링 결과를 바탕으로 GPS, PDA, CDMA무선통신모듈로 구성된 LBS 시스템 및 Web-DB를 설계·구현하였다. 이렇게 개발된 시스템을 통해 현장 지반조사와 함께 실시간 자료 구축을 수행하고, WebGIS를 통해 레포팅 및 여타 GIS 데이터와 중첩을 수행하였다. 다음 <그림 1>은 연구진행과정을 나타낸다.

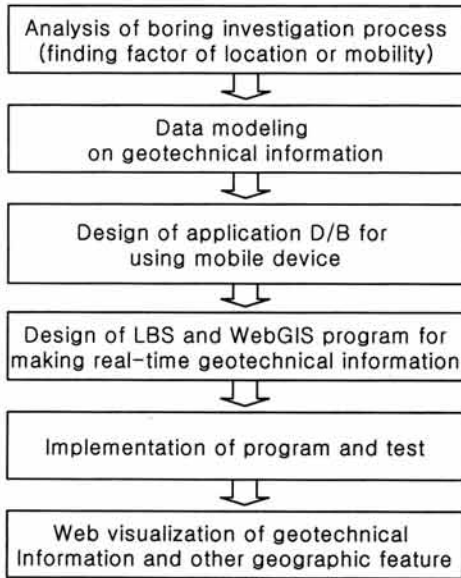
2. 지반조사 프로세스 분석

지반조사는 토질 및 암반에서 공히 시추조사(boring) 및 이와 병행 혹은 연속적으로 수행되는 시추공내시험과 실내시험으로 인식된다[4]. 이는 지반조사 중 시추조사가 인적, 물적, 시간적 비용과 함께 자료의 방대함, 신뢰성으로 볼 때 가장 합리적이기 때문이다. 이러한 시추조사는 건설 Life -Cycle(계획, 설계, 시공, 유지보수)에 걸쳐 수행되며, 주로 설계단계(기본·실시)에서 이뤄지고 있다.

대개 현장조사 작업은 외부용역을 통해 이뤄지며, 설계자가 지형도에 선택한 시추지점을 현장 작업자가 종이지도로 보고 해당위치에서 가서 시추를 수행하게 된다. 이때 선택한 시추지점의 정확한 위치좌표를 파악하기는 어려운 실정이다. 또한 시추가 어려운 지형이거나 사유지의 경우에는 해당 위치의 변경이 불가피하여 해당위치가 아닌 곳에서 시추가 이루어질 경우가

있다. 이 경우에는 설계자와 현장작업자간의 의사소통이 어려워 변경된 위치정보가 설계자에게 제대로 반영되지 못하는 경우가 다반사이다.

특히 지반조사가 기본설계 시 일회 수행되는 것이 아니라 건설전반에 걸쳐 이뤄진다는 점을 생각할 때 시추위치정보를 간단하고 신속히 얻는 것이 필요하며, 현장조사가 외부용역이라는 실정을 고려해 보면 설계자와의 원활한 의사소통이 요구된다.



〈그림 1〉 연구 진행과정

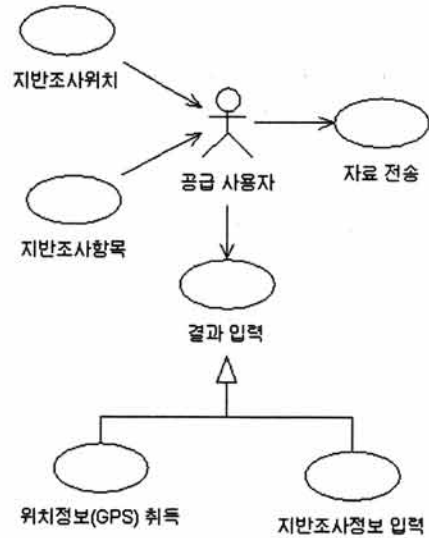
이러한 현장 작업(지층의 형상과 원위치 시험)으로 현장의 공학적 특성을 파악하게 된다. 또한 좀더 정밀한 공학특성 파악을 위해 시료채취 작업을 수행하게 된다. 채취된 시료는 실험실에서 삼축, 압밀, 전단시험 등과 같은 시험을 걸쳐, 시추조사 시 얻어진 지층의 형상정보와 함께 분석되어 보고서로 제출되게 된다.

즉, 지반조사는 현장의 시추조사 및 원위치시험과 시료채취로 실내에서 수행하는 실내시험으로 이뤄지며, 이 두 가지 작업이 통합되어 지반공학자의 분석을 통해 해당 조사지역 지반의 공학적 판단이 이뤄지게 된다.

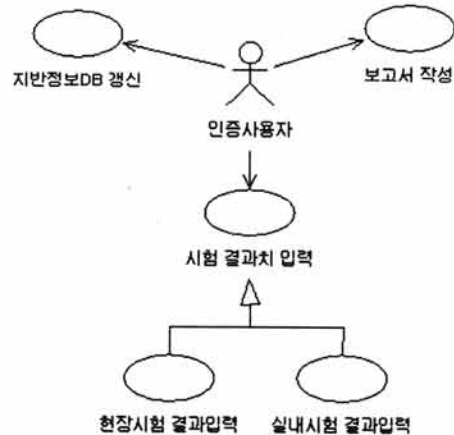
본 연구에서는 시추조사 시 위치정보의 확보와 현장 조사자와 설계자간의 원활한 의사소통을 위해 다음 〈그림 2〉와 같은 현장 조사자와 시스템간의 상호작용을 제안하였다. 공급 사용자(현장 지반조사자)는 GPS를 이용하여 지반조사위치 정보를 취득하고, 지반조사 항

목에 따른 조사정보를 입력하여 관리자(설계자)에게 자료를 전송한다.

이러한 작업 후에 현장시험의 결과를 정리하고, 채취시료의 실내시험을 위해 〈그림 3〉과 같이 지반공학자와 시스템간의 상호작용을 제안하였다. 인증사용자(지반공학자)는 현장 및 실내시험의 결과를 입력하여 DB를 갱신하고, 보고서 작성 작업을 수행하게 된다.



〈Fig. 2〉 현장 지반조사자와 시스템간의 상호작용



〈그림. 3〉 실내 지반공학자와 시스템간 상호작용

3. 지반정보 데이터모델링 및 DB설계

지반조사 성과는 지반의 구성, 즉 지층의 형상 및

관련특성을 기술한 시추주상도와 기타 현장시험, 그리고 샘플채취 후 실내시험을 수행한 토질정수를 기록한 시험양식(기초물리특성, 체분석, 투수, 압밀, 전단시험 등)으로 이뤄진다[4][3]. 이를 통해 지반조사자료의 데이터 객체는 <표 1>과 같이 일반사항(general), 지층구분(layer), 시료채취 및 원위치시험(sample and in-situ test), 실내시험(indoor test), 범례(remarks)로 분류하였다.

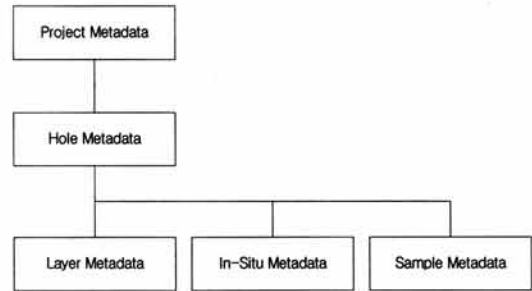
<표 1> 지반조사자료의 데이터 객체

Type	Object item
general	project, client, hole no., location, coordination, elevation, cate, depth, casing depth, ground water level, machine, method, driller, inspector
layer	depth, elevation, thickness, casing, symbolic log, soil or rock type, color, description
sampling and in-situ test	fracture log, TCR/RQD, sample no. & method, depth & sample type, SPT, permeability, etc
lab test	classification test, consolidation test, unconfined compressive strength test, direct shear test, triaxial compression test, vane test, etc
remarks	sample type(undisturbed, disturbed, core, no sample), sampling method (DS:denison sampler, PS:piston sampler, SC:single core barrel, DC:double core barrel, TC:triple core barrel)

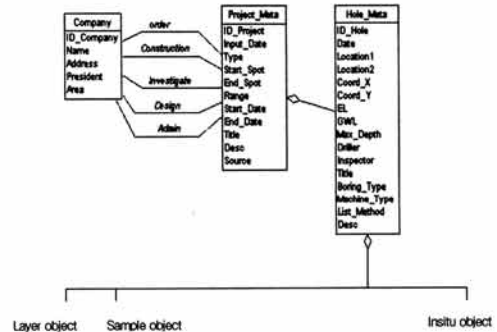
이러한 속성정보 객체는 시험결과를 통해 얻어지는 토질정수와 그 토질정수의 위치 및 시기를 나타내는 메타데이터(metadata)로 구분할 수 있다. 메타데이터는 각 데이터 객체 간에 관계를 설정할 뿐만 아니라, 공간정보를 표현하는 시추좌표, 표고, 지하수위, 심도 등은 외부의 정보와도 연계되기 때문에 매우 중요하다. 메타데이터의 관계를 <그림 4>와 같이 분류하였다.

project metadata는 지반조사를 실시하는 공사명, 기간, 발주처 등 공사 전반에 관한 사항을 기술하며, hole meta data는 project metadata의 상속을 받아 시추공 단위의 위치, 지하수위, 시추자 등을 기술한다. hole metadata의 상속을 받아 지층정보인 layer metadata, 그리고 표준관입시험, 콘관입시험 등의 in-situ metadata, 실내시험을 위한 시료채취 정보를 나타내는 sample metadata로 구성된다. 이렇게 메타데이터 관계설정을 통해 얻어진 객체관계를

기본으로 데이터모델을 작성하였다. <그림 5>는 메타데이터로 구성된 project 및 hole과 관련한 데이터 모델이다. hole_meta 객체는 project_meta 객체의 상속을 받으며, project_meta 객체는 조사, 설계, 시공, 감리회사 등의 정보를 company 객체로부터 연관된다. hole_meta 객체는 지층, 시료, 현장시험과 관련한 객체로 상속된다.



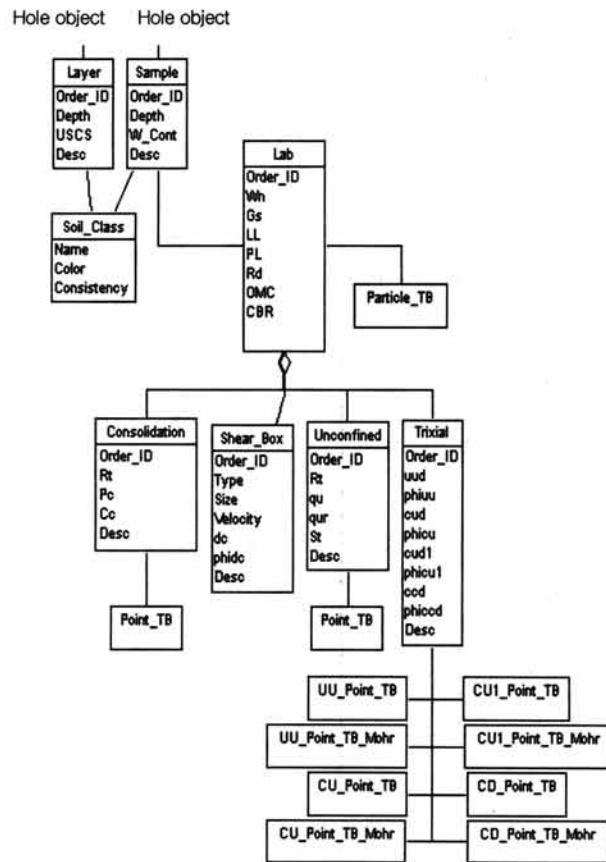
<그림 4> 지반정보 메타데이터의 관계



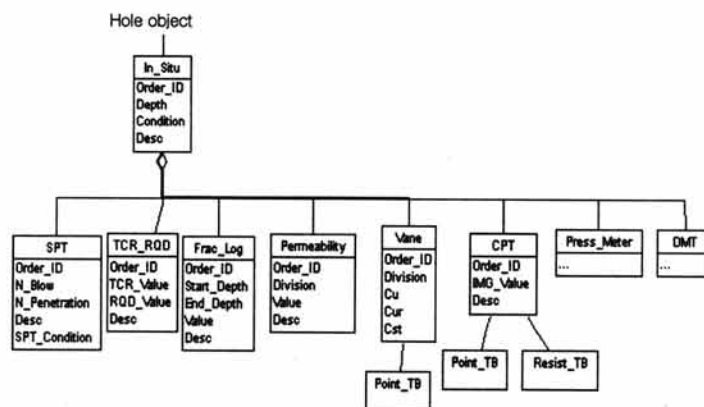
<그림 5> 지반정보 데이터모델(project, hole 데이터객체)

<그림 6>은 지층, 시료, 각종 실내시험에 관련한 데이터 모델이다.

layer와 sample 객체는 hole_meta의 상속을 받아 시추 조사한 지층의 분류(USCS분류법), 색과 채취한 시료의 색, 함수비, 액·소성한계 등의 정보를 제공한다. sample 객체는 Lab 객체와 연관되어 입도분포(Particle_TB), 압밀(Cololidation), 전단(Shear Box), 삼축(Triaxial)시험 객체로 상속된다. <그림 7>은 현장시험에 관련한 데이터 모델이다. in_situ 객체는 hole_meta 객체로부터 상속을 받아 시험 깊이 및 조건과 함께 표준관입(SPT), 코어회수율(TCR/RQD), 절리로그(Frac_log), 투수(Permeability), 베인(Vane), CPT



<그림 6> 지반정보 데이터모델(layer, sample, lab 데이터 객체)



<그림 7> 지반정보 데이터모델(in-situ 데이터 객체)

등의 현장시험을 상속한다.

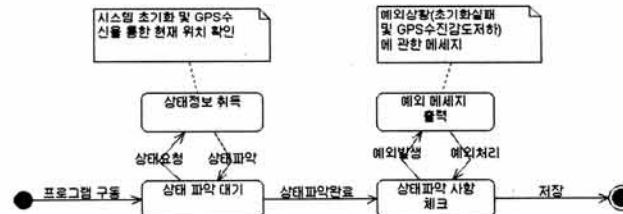
작성된 데이터모델을 기초로 지반정보 DB설계를 수행하였다. 이때 지반조사 현장에서 GPS를 이용하여 취득 가능한 위치정보와 좁은 화면에서 이동단말기로 입력 가능한 일부 속성정보를 선정하여 이동단말기용 DB를 <표 2>와 같이 별도로 설계하였다.

<표 2> 이동단말기용 DB 테이블 속성

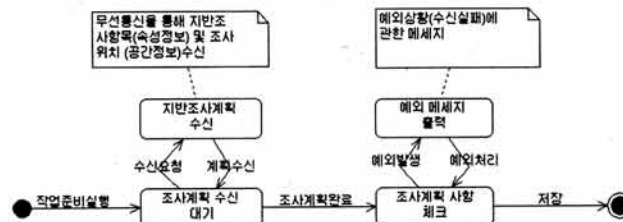
Table	Attribute
project_info	project_code, class_code, project_name, master_company_code, const_company_code, design_company_code, admin_company_code, work_company_code, start_date, end_date, project_distinct_name, range_length, start_spot, end_spot, road_number, desc
hole_info	project_code, hole_code, hole_name, purpose, el, total_depth, wl, data_from, date_to, inspected_by, checked_by, boring_method, boring_machine, hole_dia, casing_depth, location_tm_x, location_tm_y, tm_origin, location_latitude, location_longitude, administrative_district, station_no, hole_type, db_inputday, db_inputby, db_inputcomp
layer_info	hole_code, depth_from, depth_to, layer_code, thickness, uscs_layer_Name, soil_color, layer_desc, class_code
spt	hole_code, depth, spt_n, spt_depth

이동단말기용 DB는 project_info, hole_info, layer_info, spt, color_tb, layer_tb 테이블로 구성된다. project_info 테이블은 현장 지반조사자가 조사할 지역의 일반 공사정보로서 설계사, 시공사, 공사시·종점 등이 입력된다. hole_info는 시추공번, 표고, 심도, 지하수위, 시추 시작일, 종료일, 시추방법, 시추자, 시추위치(좌표 및 행정구역), db입력일, 입력자 등이 입력된다. layer_info 테이블은 지층 시작심도, 종료심도, 두께, 지층분류(USCS법), 색 등이 입력된다. spt 테이블은 각 심도별 표준관입시험의 N치를 입력한다.

여기서 project_info 테이블과 hole_info 테이블의 시추위치(좌표 및 행정구역)는 설계자 혹은 관리자가 조사를 위해 지정한 지역 및 공사정보가 먼저 입력된다. 현장 조사자는 이를 제외한 나머지 일반정보(hole_info)와 지층정보(layer_info), 표준관입시험정보(spt)를 입력하게 된다. 현장에서 입력할 속성들은 시추와 함께 그 결과를 즉시 알 수 있는 지층의 깊이, 형상정보와 심도별(1~1.5m에 1회 실시) 타격회수로 결과를 알 수 있는 표준관입시험으로 구성된다. 또한 설계자에 의해 지시된 위치정보는 행정구역과 좌표값으로 현장조사자에게 제공되어 개인항법장치를 통해 해당위치로 안내된다.



<그림 8> 모바일기기 초기화시 state diagram



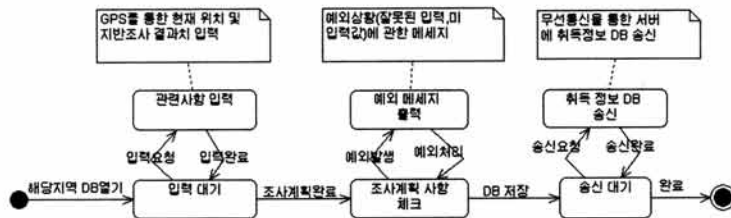
<그림 9> 지반조사 계획 수신시 state diagram

4. 현장 자료취득용 LBS프로그램(PGeo) 설계

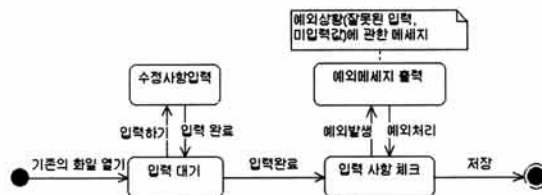
먼저 현장에서 위치정보를 포함한 조사정보를 취득하는 개인항법장치 기반의 LBS프로그램 설계를 수행하였다. 다음 <그림 8>은 PDA와 GPS의 기기 초기화의 상태변화를 나타낸 것이다.

기기 초기화 이후에는 서버와 무선통신(cdma 2000)을 통해 지반조사계획에 따른 조사항목 및 조사위치를 수신받는다. 상태변화는 다음 <그림 9>와 같다.

현장의 LBS프로그램은 조사계획(조사위치 및 항목)을 수신받고 프로그램 내에 내장되어 있는 개인항



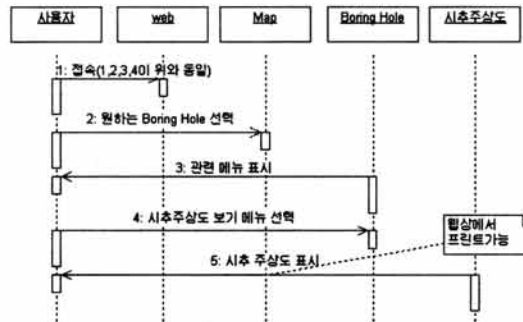
<그림 10> 지반조사 결과 입출력시 state diagram



<그림 11> 수정사항 업데이트 시 state diagram



<그림 12> 실험결과치 입력 시 state diagram



<그림 13> 지반정보 검색/레포팅 시 sequence diagram

법장치의 지도에 표시된 조사위치에 따라 위치를 찾아, 지반조사와 함께 그 결과를 PDA에 입력하여 다시 무선통신을 통해 서버에 결과를 전송하게 된다. 결과 값은 PDA 내 DB에 저장되며 서버 DB와 TCP/IP 프로토콜로 연결되어 전송하게 된다. PDA의 이동궤적(tracking) 정보는 개인항법장치에서 받아 동시에 송부하여 관리자가 현장의 지반조사자의 위치 정보를 일괄 관리하도록 한다. 다음 <그림 10>은 PDA에 지반정보를 입력하고 송신하는 과정이다.

5. 레포팅용 Web-GIS프로그램(GeoReport) 설계

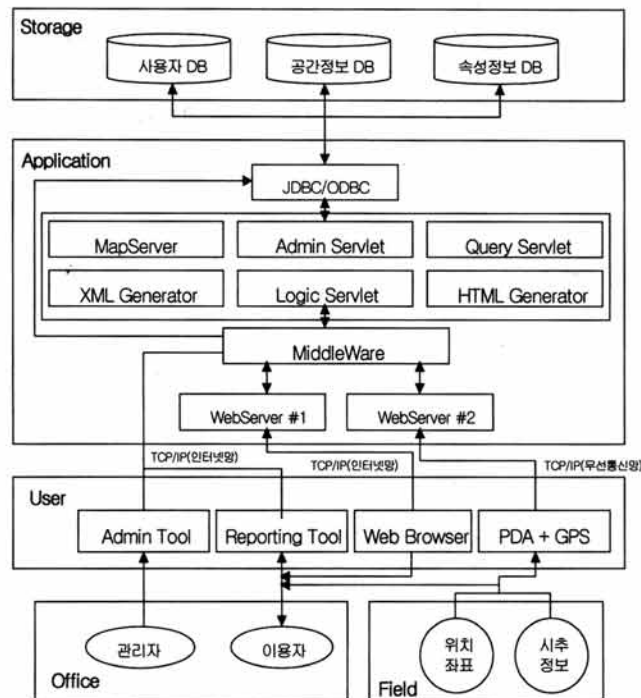
위와 같이 현장에서 입력받은 자료는 PDA상의 DB에 저장되며, MS-Windows에서 제공하는 DAO(Data Access Object)에 따라 TCP/IP를 통해 메인 DB에 저장되게 된다. 이렇게 입력받은 지층 및 현장 시험(SPT)정보를 바탕으로 다 현장시험 및 시료채취 후 실내시험 결과 입력에 따라 DB갱신을 수행한다. DB갱신 및 입력에 따른 상태변화는 <그림 11>과 같다. 실내시험 및 현장시험 입력에 따른 상태변화는 <그림 12>와 같다. Data sheet를 확인하며 편집 및 추가입력이 가능하게 된다.

시스템에 필수입력항목이나 잘못 입력된 사항이 있을 경우 에러처리하게 된다. 이런 일련의 절차가 끝나면 입력된 자료는 최종적인 메인DB로 저장된다.

이렇게 시추조사 시 위치정보와 함께 DB화가 수행되고, 실내에서 추가적인 시험결과 및 분석자료로 DB를 갱신하는 지반정보 획득·관리체계를 수립하였다. 구축된 지반정보는 Web-GIS를 통해 사용자에게 서비스된다. 다음 <그림 13>은 사용자가 Map검색을 통해 시추주상도 레포팅을 수행하는 순차흐름도이다.

IV. 지반정보 GIS-DB시스템 구현

본 연구에서 개발한 시스템의 DB(unisql)는 사용자, 공간, 속성정보로 구성되고 application과는 middleware(weblogic6.0)의 connection pooling 관리에 따라 JDBC/ODBC로 자료관리를 수행한다. application은 지도제공을 위한 mapserver(zeus), 관리자를 위한 admin servlet, 속성검색을 위한 query servlet, XML(지반정보 교환표준)/HTML 문서생성을 위한 xml/html generator, 마지막으로 로직을 담당하는 logic servlet으로 구성된다.



<그림 14> 지반정보 시스템 구성도

webserver를 통해 TCP/IP 프로토콜로 현장 PDA와 Web의 입력을 통해 DB구축 이뤄지며, Web-GIS(http://www.geoinfo.or.kr)를 통해 자료관리, 검색, 레포팅이 가능하다.(사용자는 전용 reporting tool을 이용할 수도 있다) 다음 <그림 14>는 시스템 구성도이다.

현장 PDA의 일반 및 상세사항 입력 UI는 다음 <그림 15>와 같다. 서버로부터 입력 받은 project_info 및 hole_info에 위치 및 해당현장 표고, 지하수위, 조사 관련기술을 입력한다.

프로젝트, 시추자, 조사자, 시추장비, 시추방법은 이미 관리자에 의해 정의된 사항으로 DB에서 받아 리스트되고, 현장 조사자의 선택에 의해 입력된다. 나머지 표고, 지하수위, 심도, 케이싱심도는 클릭으로도 숫자입력이 가능하도록 하였다. 현장조사자는 <그림 16>과 같이 관리자가 지정한 위치로 개인항법장치를 이용하여 경로탐색으로 이동하며, 시추좌표는 GPS에

서 자동적으로 입력된다.

지층조사를 통해 각 지층의 심도, 색, USCS, 지층명, 관찰기록 등의 지층정보와 표준관입시험 정보를 입력한다. 표준관입시험의 경우 입력자료를 그래프 상으로 확인하여 심도별 N값(지층강도)을 현장에서 쉽게 판단할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 CDMA2000 무선통신망을 이용하여 관리서버의 webserver(MS-IIS)에 접속하여 자료를 송·수신하였다. GPS는 CF-Type (SysOn-Chip inc.)을 이용하여 휴대의 편리성을 증대시켰다.

현장 작업 후 채취한 시료의 각종 실내시험 결과를 입력하여 DB를 완성하게 된다. 다음 <그림 18-19>는 현장입력이 수행된 시추결과를 찾아, 실내시험을 Web 상에서 입력하는 과정이다.

이렇게 입력된 자료는 다음 <그림 20>과 같이 지도 상에 다른 지리정보와 함께 표현하게 되며, 해당 시추 정보는 간략 단면도형태로 정보를 볼 수 있다.

Figure 15 shows the PGeo PDA User Interface for general information input. The interface includes fields for Project, Borehole Name, Location, Survey Time, Surveyor, and Survey Equipment. It also includes a section for Survey Method and related parameters like Elevation, Water Level, and Depth.

<그림 15> 현장 PDA(PGeo)의 일반정보 User Interface

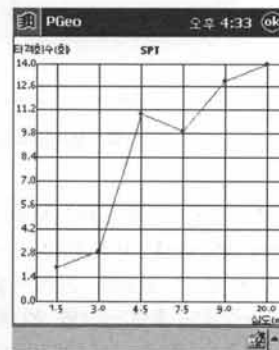


<그림 16> 현장 PDA(PGeo)에서 조사지역 Routing

Figure 17 shows the PGeo PDA Layer/SPT information input/output screen. The screen displays a table of Layer/SPT information with columns for Layer Name, Soil Type, USCS, and Depth (m). It also includes a section for Survey Method and related parameters.

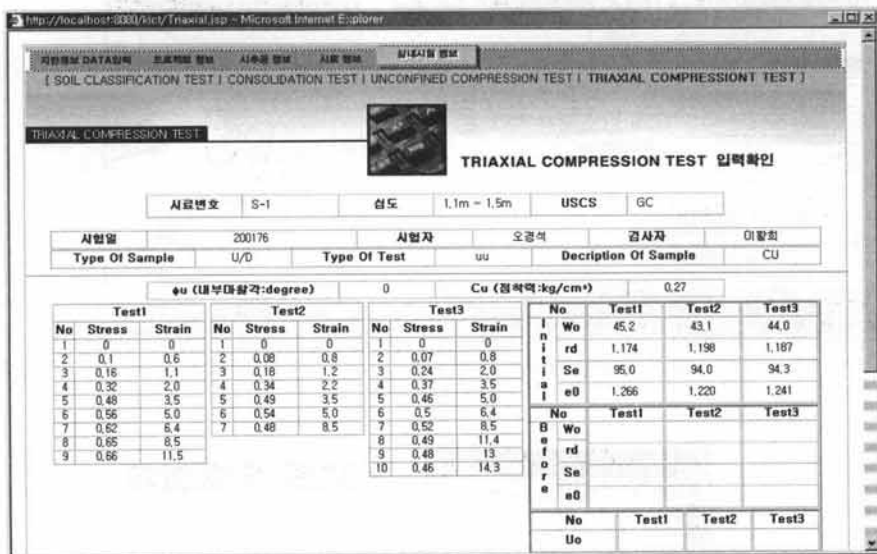
지층명	지층명	USCS	심도(m)
갈색	전단...	ML	0.6
암갈색	중적...	CL	4.3
담회색	중적...	SM	6.8
담갈색	중적...	GM	12.0

<그림 17> 현장 PDA(PGeo)에서 Layer/SPT 정보 입/출력





〈그림 18〉 Web상에서 지반조사 프로젝트 검색



〈그림 19〉 실내 삼축시험 후 웹상에서 결과입력

해당 시추공을 클릭하면 〈그림 21〉과 같이 시추단면도가 상세한 범례와 함께 제공된다. 시추단면도에서는 여러 개의 단면도를 함께 볼 수 있으며, SPT시험 결과보기, XML형태의 시추주상도 출력, 〈그림 22〉와 같이 시추주상도 및 각종시험의 결과 값의 레포팅이 이뤄지게 된다.

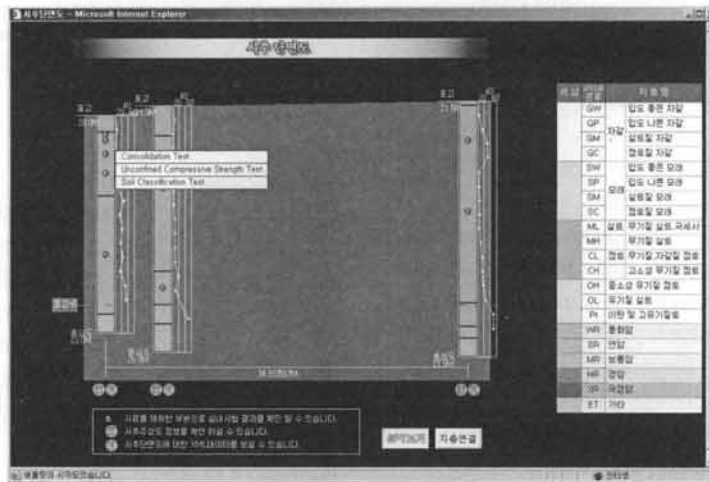
V. 결론

지반조사자료는 건설공사 시 중요한 기초 공학 자료로서 DB화에 대한 선행연구가 있었으나, 속성에 초점을 맞춘 관계로 위치정보는 매우 소홀히 다루었다.

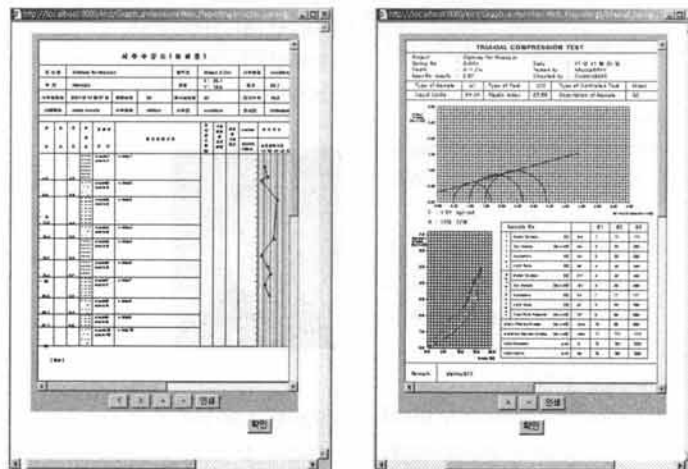
본 연구는 지반조사 과정 분석을 통해 입력항목 중



〈그림. 20〉 Web-GIS를 통한 시추조사지점 Display



〈그림. 21〉 시추단면도 Display



〈그림. 22〉 시추주상도 및 실내시험 결과 report 출력

위치와 관련된 인자를 데이터 모델링에 반영하였으며, PDA 용량 및 무선통신의 통신부하를 줄이기 위해 현장 지반조사자료 입/출력을 위한 모바일용 DB를 설계하였다. 또한 LBS기술을 활용하여 지반조사와 동시에 위치 및 속성정보를 실시간으로 GIS-DB화 하고, Web상에서 자료 갱신 및 레포팅할 수 있는 시스템을 개발하였다.

참고문헌

- [1] 한국건설기술연구원, 지반조사 데이터베이스 구축 계획연구, 1994, pp.3-47
- [2] 한국도로공사, 지반조사자료 정보화 시스템 구축 연구(III), 1999, pp.13-22, pp27-53
- [3] 한국건설기술연구원, 지반정보데이터베이스 시스템 개발, 2000.
- [4] 박인식 역, Roy E. Hunt, 지반조사핸드북 (Geotechnical Engineering Investigation Manual), 엔지니어스, 1995, pp.43-45, pp.76-77
- [5] Hawkee, M., Geotechnical database management system for Boston's central artery/harbor tunnel project, Geotechnical Engineering Congress, ASCE, 1991, pp.99-109
- [6] Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists, Electronic Transfer of Geotechnical and Geoenvironmental Data, 1992.
- [7] Adams T. M., Knowledge representation and processing in relation database, J. of computing in civil engineering, ASCE, Vol 7, No. 2, 1993.
- [8] D.G. Toll, The role of knowledge-based system in interpreting geotechnical information, Geotechnics 45 No.3, 1995, pp.525-531
- [9] Macan D., Development of 3D geotechnical database and its application to the evaluation of nonlinear site response and seismic zonation, Doctoral Dissertation, University of California, 1997.
- [10] Ian Davey-Wilson, Assessing geotechnical test results using spreadsheet processing, Advances in Engineering Software, Vol. 29, No. 7-9, 1998, pp.611-617.

- [11] Yoshi Iwasaki, Tsuchi-to-Kiso, Digital Mapping of Underground Information, 1999.
- [12] Syunsaku Nishie, et al, Application of Integrated Geotechnical Information System Based on GIS, Tsuchi-to-Kiso, Vol. 28 No.1, 2000, pp24-27.
- [13] Takashi Okimura, et al, Application of Geotechnical Information Database and Geographical Information System, Tsuchi-to-Kiso Vol. 48, No. 1, 2000, pp27-30
- [14] <http://www.pdpd.org>
- [15] <http://www.geoxml.de>
- [16] <http://geotech.civen.okstate.edu/GML/index.htm>
- [17] <http://www.jiban.co.jp>



우제윤

1980년 연세대학교 토목공학과 졸업(공학사)

1982년 연세대학교 토목공학과 졸업(공학석사)

1989년 연세대학교 토목공학과 졸업(공학박사)

1992년 Texas at Austin 토목공학과 박사후과정 (Post Doc.)

1990년8월 1992년9월 텍사스 오스틴대학부설 지반공학 연구센터 객원연구원

1987년1월 1996년8월 한국건설기술연구원 수석연구원

1996년8월 1999년2월 건설교통부 장관자문관

1999년2월 현재 한국건설기술연구원 연구위원



구지희

1988년 서울대학교 농생대학
농공학과(토목전공)
졸업(공학사)

1990년 서울대학교 농생대학
농공학과 졸업(공학석사)

2001년 서울대학교 농생대학
농공학과 졸업(공학박사)

1990년 1991년 농업개발연구소 연구원

1991년 1993년 (재)생산공학연구소 연구원

1993년 현재 한국건설기술연구원 수석연구원

2002년 현재 한국건설기술연구원 GIS/LBS 연구사업

단장

관심분야 : GIS기술을 응용한 건설업무 효율화



이상훈

1999년 서울대학교 농생대학 농공
학과(토목전공) 졸업(공학사)

2002년 서울대학교 농생대학 농공
학과(토질 및 기초공학)
졸업(공학석사)

1999년 10월 2002년 6월 한국

건설기술연구원 GIS사업단 위촉연구원

2002년 7월~현재 (주)탱크웨어 GIS연구개발부

선임연구원

2003년 9월~현재 한국건설기술연구원 GIS사업단 객

원연구원

관심분야: 지반정보의 구축 및 활용, 건설분야

GIS/LBS기술 적용