

성남시 지반공학도 작성에 관한 연구

이 수 곤 · 한 명 희
(서울시립대학교 토목공학과)

A Study on Geotechnical Information of Sung-Nam City

Lee, Su Gon · Han, Myung Hee

ABSTRACT

Many kind and quantity of infrastructures such as highways, dams, bridges, harbors and building sites have been constructed from 1970 to nowadays in Korea. Therefore the geological site investigation has been concomitant with the engineering works. But the huge geological investigation data were applied to only a limited period of time and moreover, there are no systems of management and the large percentage of its data were sometimes disappeared. So, when there was a newly engineering work, it should have executed geological site investigation again for a loss of time and economical abuse.

The geological information system was newly developed by Seoul city in 1999 and it supplies total management of geotechnical data and introduces basic directions for practical usage. It also anticipates an efficient appliance. In this thesis, Sung-nam city which is vigorously developed after 1999, dealing with this city by the data already surveyed geotechnical data made GIS program, grasp point of groundwater distribution and a geological stratum so that present the aim of economical and efficinet way to civil engineering works of data.

Key Words : GIS, Sung-Nam city, technical map

1. 서 론

국내에서는 1970년대 이후부터 최근까지 국가 경제의 급속한 성장에 따라 고속도로, 댐, 교량, 항만건설 및 각종 부지 조성공사 등 다양한 수량과 종류의 대단위 토목공사가 시행되어 왔으며, 이에 반드시 수반되는 지반지질조사가 수없이 시행되었으며 현재도 많은 지반지질조사가 수행중에 있다. 그러나, 이 막대한 자본으로 취득된 방대한 양의 지반조사자료가 당공사에 한시적으로 이용될 뿐 체계적인 관리나 자료의 축적이 없이 사장되어 버리는 경우가 대부분이다. 따라서 인근에 또 다른 공사가 시작되거나 그 위치에 신규공사가 시작될 경우 또 다시 지반조사를 수행해야 하는 등 시간적·경제적으로 큰 낭비가 되고 있다.

선진국들의 경우, 대도시에 대한 지반정보 관리시스템이 작성되어 토목 및 건설분야에서 적극 활용되고 있는 실정이다. 이미 1970년대부터 국제토목지질학회(IAEG ; International Association of Engineering Geology)등이 주관한 각종 국제회의에서는 대도시를 중심으로 한 국토의 효율적 관리 및 개발에 관한 테마의 하나로 지반정보 관리시스템의 작성 기법에 관한 연구논문들이 상당 수 발표되어 왔다(IAEG, 1981). 1976년에 유네스코(UNESCO)가 발간한 세계각국의 현황과 통일된 조사기법에 관한 지침서에 따르면 미국, 영국, 일본 등의 선진국들은 대도시의 토지를 효율적으로 개발하기 위하여 1970년대부터 집중 연구하고 있으며, 미국의 롱비치, 영국의 벨파스트, 런던, 리즈, 일본의 동경, 교토, 오사카, 그리고 홍콩 등에서는 이미 지반정보 관

리시스템이 작성되어 지반정보 관리시스템이 토목기술자, 도시계획 전문가 및 정책 입안자 등으로부터 좋은 반응을 얻고 있는 것으로 보고되었다.

현재 우리나라에서도 GIS를 이용하여 토지 및 건축분야, 자연환경분야, 도시정보분야, 시설물분야, 교통분야, 재난·재해분야 등 각 분야에서 활발한 연구가 진행중에 있으며, 관광산업이나 업무등의 실생활에서도 다양히 이용되고 있다.

하지만 지반공학 분야에서는 GIS를 이용한 자료의 체계적인 분류와 전산화가 미흡한 실정이다.

따라서 지반공학에 관련해서는 기존 지반지질조사 자료를 수집하여 체계적으로 분류하여 전산화시키고 통합하는 지반정보관리 시스템을 개발하여서, 이를 누구든지 간편하게 이용할 수 있도록 기존자료의 최적 활용방안을 도모하여야 한다. 이로서 지반지질조사에 소요되는 시간과 경비를 절약시키고, 지하수 개발이나, 빌딩의 기초를 위한 지하터파기, 지하철 공사 및 지하도시와 지하차도 등 각종 지하 토목공사나 도시개발계획에 필요한 기본자료로 활용되는 것이 국민의 편의뿐만 아니라 국가 예산절감 차원에서도 시급히 요구되는 바이다.

지하철 건설 및 지하도시, 지하차도와 같은 지하공간개발 등, 토목공사와 도시개발 계획에 필요한 지반공학적인 특성을 파악하기 위해서는 우선 기존 시추지질조사 자료를 수집·전산화하여 지반정보 관리시스템을 구축하는 것이 필요하며, 취합된 자료의 분포현황과 지반의 공학적 특성에 관련된 기본적인 자료를 제공하여, 보다 합리적이며 경제적으로 사

용될 수 있도록 하는 것이 이러한 지반 정보 시스템을 구축하는 목적이라 할 수 있겠다.

이미 1999년 서울시에서는 ‘Geo Seoul’이라는 서울의 지반정보 관리시스템을 개발하여 기존의 지반조사자료의 체계적인 관리와 이의 활용에 대한 기본적인 방향을 제공하였으며 많은 현장에서 이 시스템의 효율적이 활용이 기대된다. 이에 따라 1990년도 이후 활발한 개발이 이루어진 성남시를 배경으로 ‘Geo Seoul’에 바탕을 둔 성남시의 지반정보 관리시스템을 구축하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구에서는 ‘Geo Seoul’과 같은 개인용 PC를 이용하는 프로그램의 개발에 앞서 기 조사된 지반공학적 자료를 수집하여 이를 데이터베이스화 하고 이 자료를 바탕으로 GIS 프로그램을 이용하여 성남의 지하수위 분포, 지층의 분포등을 파악하고 차후 이러한 토목공학적 자료의 경제적·효율적 활용에 대한 방향을 제시하고자 한다.

2. 성남 지반의 일반적 특성

2.1 지형 및 지세

성남시는 우리나라에서 처음으로 특수한 목적 하에 정책적으로 개발된 인공도시이다. 도시개발 이전까지의 이 지역은 경기도 광주군의 일부와 돌마면, 대왕면, 낙생면으로 이루어진 산간 벽지에 불과하였던 곳으로써, 다른 자연발생적인 여타 도시에 비해 지면의 굴곡이 심한 것이 특징이다.

성남시는 1989년 4월경 남쪽 지역의 소위 "남단녹지"를 중심으로 분당지구 일대 540여만 평의 규모에 10만 5천호의 주택을 건설, 42만을 수용하는 성남 분당지구의 신시가지 건설 사업으로 인하여 계획된 신시가지 동편과 서편은 산록지대로, 중앙부의 탄천 주변은 평야지대로, 세천은 물론 소하천. 중천의 형세가 많이 변모한 것이 지형적 특성이다.

성남시의 지형은 검단산. 불곡산. 문형산을 잇는 동부의 광주산맥지맥과 인능산. 청계산을 잇는 낙맥의 구릉지 및 용인시 구성면 동백리에서 발원 하여 수지읍 풍덕천을 경유, 시의 중앙부를 관류한강으로 유입되는 탄천변은 하천 평야지로 형성되어 있으며, 한반도의 척추격인 태백산맥의 철령을 기점으로 하여 서남방향으로 뻗어 오면서 경기도 최고봉인 화악산을 분수령으로 표고가 점차 낮아져 오다가, 검단산. 문형산. 불곡산을 낙점으로 금정사면을 형성하여 한강과 탄천변에 이르고, 역시 낙맥인 청계산. 백운산. 인능산을 잇는 남북 방향의 지맥으로 둘러싸여 남북으로 분지를 형성하고 있으며, 100m 전후의 야산이 동서로 뻗거나 평야에 돌출되어 있다.

성남시는 중부지방의 경기도 내의 중앙인 동시에 수도 서울의 중심부에서 한강을 접한 동남방 약 26Km 거리에 위치하고 있고, 동쪽은 광주군 중부면. 광주읍과 하남시에 접하여 있으며, 서쪽은 의왕시.과천시에 접하여 있고, 남쪽은 용인시 수지읍과 광주군 오폐면, 그리고 북쪽은 서울특별시 서초구. 송파구의 여러동과 접경을 이루는데, 경기도청의 소재지인 수원과 약 22Km, 안양은 18Km, 광주

군청이 있는 경안과는 약 12Km 거리에 도심부를 형성하고 있으며, 서울특별시 송파구 장지동의 접경선과는 약 3.5Km 거리에 위치하고 있다(한국 동력자원 연구소, 1982).

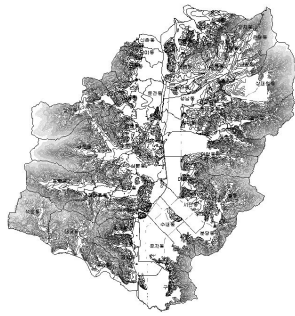


그림 1. 성남의 지형도

2.2 지질 및 지반특성

면적 141.90km², 인구 92만 1,227명(1999)이다. 동쪽은 광주군, 서쪽은 과천시와 의왕시, 남쪽은 용인시 수지읍(水枝邑), 북쪽은 서울특별시 강남구·송파구, 하남시와 접한다.



그림 2. 성남의 지질도

기반암은 주로 선캄브리아대(代)의 호상편마암으로 되어 있고 시의 중앙에는 탄천(炭川)이 남에서 북으로 흘러 성남시를 양분하고 있다. 탄천을 중심으로 형성된 평야지대를 제외하고는 대체로 산지이다. 광주군과 접하는 북동부는 청량산

(淸凉山)과 남한산성(南漢山城)이 가파른 고개를 이루며, 그 남서쪽 기슭으로부터 중앙저지까지 시가지가 펼쳐져 있다.

내륙산지는 한서의 차가 심하고 연평균기온 12.4℃, 1월 평균기온 5℃ 내외, 8월 평균기온 24℃ 내외로 연교차가 크다. 강수량은 1,300mm 내외이며 여름철 강수량이 1년 강수량의 3/4을 차지한다.

3. 지반공학적 자료의 전산화

3.1 지리정보시스템

(Geographic Information System)

GIS(Geographic Information System)는 지리적 자료를 수집, 저장, 분석, 출력 할 수 있는 컴퓨터 응용시스템으로 지형공간에 관한 모든 정보를 컴퓨터에 저장 이를 바탕으로 인간이 사는 공간과 관련된 의사 결정을 효율적으로 하려는 시도의 산물이며 캐나다, 미국, 호주와 같은 광활한 대륙을 개발하고 통제하기 위한 수단으로 나온 환경의 산물이기도 하다.

3.1.1 GIS의 개요

인간이 땅에 대한 정보를 얻는데 전통적인 수단으로 지도가 이용되어 왔으며 지도는 중요지형, 시설물 등 땅에 대한 정보가 기록되어져 각각 해당분야에 필요한 정보를 제공하는 자료원이었다. 그러나 지도는 수시로 변하는 내용들을 수록하지 못함으로 이용에 한계를 느끼게 되었다. 이에 컴퓨터를 이용·자료를 수집, 처리, 분석함으로써 효과적인 이용 방안을 제시하게 되었으며, 방대하고 다양한

자료를 효율적으로 처리할 수 있는 종합적 공간처리 기술인 지리정보시스템이 발달하기에 이르렀다. 지리정보시스템은 자연 및 사회·경제적 정보를 지리적 공간 위치에 맞추어 입력, 저장해서 여러 목적에 맞게 활용, 분석하는 기술로써 각종 데이터의 수집과 처리작업에 대해 경제성과 능률성을 제공해 주며 디지털 컴퓨터의 이용으로 데이터 저장 및 공간 정보 이용에 획기적인 계기를 마련해 주었다. 지리정보시스템은 실제 세계의 모델을 의미하며, 자료는 상호 관련되어 접근, 변화, 관리되기 때문에 환경변화의 분석, 경향분석(Analysis of trends) 또는 의사결정과 결과의 예측 등을 실험할 수 있는 모델이다. 이는 컴퓨터 기술과 공간자료(spatial data)를 효율적으로 이용하고자 시작되었는데, 자료수집 방법은 종래의 지도나 보고서, 최근에는 인공 위성이나 항공촬영용 비행기로부터 sensor를 통하여 입수된 HDDT(High Density Digital Tape)의 수집 방법이 중요하게 작용하고 있다.

3.1.2 GIS의 데이터

지리정보시스템에서 처리하는 대상은 공간적 현상의 지리자료이다. 분포의 특성을 가진 것이라면 모두 지리자료라고 할 수 있으며 지도상에 이러한 각종지리자료를 기입하여 왔다. 흔히 사용되는 주제도(thematic map)로는 지형도, 지질도, 토양도, 지적도 그리고 지하시설물(상·하수도, 지하전화배선, 지하가스관 등)을 표시한 지도 등이 있다. 지리자료는 부호로 표시되는데 그밖에 주소나 발생건수 등은 글과 숫자로 기재되기도 한다. 완벽

한 지리자료가 되기 위해서는 공간자료(spatial data)와 속성자료(attribute data)가 함께 정의되어야 한다. 공간자료는 각종 지리현상의 위치와 형상 및 사상간의 공간상 상대적 위치관계를 말하는데 지도상에서는 점, 선, 면을 사용하여 표시된다. 속성자료는 점, 선, 면으로 표시된 각종 자료상의 지리적사상의 특성을 말한다. 예를 들어 하나의 점으로 표시된 어떤 지표공간을 수질관측소라고 하면, 한 쌍의(X, Y)좌표로 그 위치가 공간자료로 변환한다. 속성자료에는 관측소의 명칭, 기호, 특정한 시각에 측정된 생화학적 산소요구량(BOD)이나 용존산소량(DO) 등이 포함된다. 도로와 같은 선자료는 일련의 점을 상호 연관시켜 나타난다. 속성자료인 도로의 명칭, 노폭, 노면재료, 교통량 등은 문자와 숫자로 데이터베이스에 기재된다. 다각형 또는 면자료인 행정구획도와 토양도 등은 하나 또는 여러 개의 선분으로 구성되는 폐곡선으로 공간자료가 만들어지고, 속성자료로는 폐곡선으로 구분되어진 지역의 인구특성이나 토양의 성질 등이 기록된다.

3.2 국내·외의 GIS 현황

현재 선진각국에서는 복잡하고 다양한 지상 및 지하의 각종 정보를 수집, 분석하고 유통하여 서로 정보를 교환함으로써 중복투자를 피하고 예산을 절감하여 엄청난 부가가치를 높이고 있다.

공공기관에서는 국토종합개발계획도, 토지이용계획도, 토양도, 임야도 등을 제반 행정업무에 활용하고 있으며 국민에게 그 현황을 알리고 있다. 각국에서 GIS를 응용한 분야에 대하여 살펴보면,

영국의 국가상세정보 데이터베이스, 캐나다의 별목에 필요한 수종의 분포 데이터베이스, 일본의 환경변화 모니터링 및 모델링(environmental monitoring and modeling), 미국의 교통망 전산화(transportation network), 유럽의 등록시스템(registration system) 등, 현재 GIS는 세계적으로 다양한 분야에서 국가 주도하에 활용되고 있다.

우리 나라의 경우, 1995년부터 국가 GIS 구축위원회를 구성하였고 이 위원회에서 제안한 국가 GIS 구축안을 채택하여 국토정보의 수치화 작업에 착수하였다. 건설교통부 산하 국립지리원에서는 전국의 74개 도시지역은 1:1000 지형도(총 6,292 도엽)를, 산악지역은 1:25,000 지형도(총 285 도엽)를, 그리고 나머지 지역은 1:5000 지형도(총 11,430 도엽)를 기초로 하여 기본 지형도의 수치화(전산화) 작업에 착수하였다. 이 수치도(digital map)는 전국의 지하 및 지상 시설물을 망라한 지도제작에 필요한 제반자료(하천, 도로, 교량, 행정구역 경계선 등)를 포함하고 있다. 앞으로 이 수치도가 제반 GIS에 응용되기 위해서는 보다 더 많은 속성자료가 필요하겠지만, 토지 및 건축 분야, 자연환경분야, 도시정보분야, 시설물분야, 교통분야, 재난·재해분야 등 각 분야별로 GIS개발의 기본도로서 활용될 수 있어 그 가치가 매우 높다. 본 연구에서도 국립지리원의 서울지역에 해당하는 1:1,000 및 1:5,000 수치도 130여 장이 활용되었다.

우리 나라 특성에 맞게 설계된 GIS는 지역간 정보격차 해소를 통하여 지역발전 촉진하여 전국토의 균형발전 유도하

며, 행정의 효율화, 지역의 활성화, 환경 및 교통문제 등의 해결을 지원하여 국민 복지 증진에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

3.3 본 연구의 방침

본 연구에서는 위와 같은 GIS의 기본 개념을 바탕으로 성남시의 기존 건설공사시에 조사된 시추주상도 자료를 수집하여 이를 일정한 기준하에 통합·정리하여 데이터베이스를 구축한다. 데이터베이스 구축에 사용될 시추주상도내의 자료로는 시추위치와 지하수위 및 각 지층별 층후이다.

이렇게 구축된 데이터베이스를 GIS Tool을 사용하여 조사되지 않은 지역의 지하수위 및 지층별 층후를 보간법에 의해 interpolation하여 미지의 위치에서의 지층상태 및 공학적 특성을 파악하고 차후 발생될 건설공사시에 기본자료로 이용될 수 있도록 함과 동시에 차후의 시추조사시에 이를 데이터베이스 구축에 활용되어 보다 신뢰성 있는 지층상태의 파악을 도모한다.

또한, 조사에서부터 데이터베이스의 구축과 이를 활용한 프로그램의 사용 및 개발에 이은 일련의 활동에 대한 체계적이고 통합적인 관리 및 활용에 대한 기본방향을 제시하고자 한다.

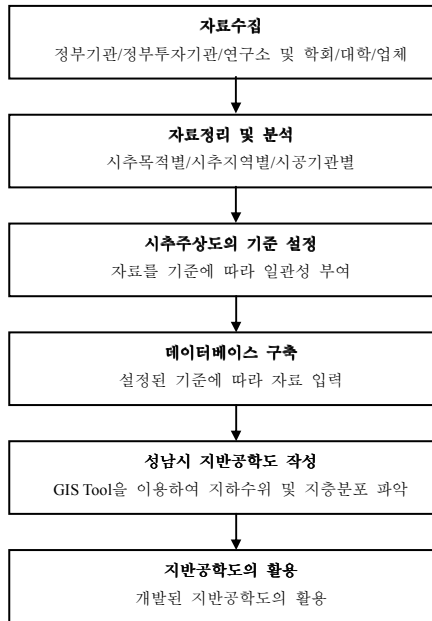


그림 3. 본 연구의 흐름도

4. 지반공학 자료의 수집 및 데이터베이스 구축

4.1 지반공학 자료의 수집

본 연구에서는 성남시 도시건설이나 도로, 터널, 주택단지조성 등의 성남시 내에서 이루어진 건설공사시에 기본설계 및 실시설계에 이용된 시추자료를 일부 수집하여 활용하였다.

다음은 본 연구에 이용하기 위하여 수집된 자료목록이다.

표 1에서와 같이 수집된 자료는 15개의 보고서에서 총 421공의 시추조사자료를 수집하였으며, 그 중 67%에 달하는 조사자료가 1991년 1월 한국토지개발공사에서 제출된 「분당새주택도시 개발사업 조사설계 토질조사 보고서」이다.

표 1. 수집된 시추자료목록

제목	날짜	회사명	공수
정자동 15번지 주거복합 신축부지 지반조사 보고서	2000.5	(주)영 설계	7
중동~하대원동간 도로개설 기본 및 실시설계 종합보고서	1996.6	성남시	6
고등동~상적동간 도로확장공사 기본 및 실시설계 종합보고서	1996.7	성남시	10
분당새주택도시 개발사업 조사설계 토질조사보고서	1991.1	한국토지개발공사	284
분당 I-SPACE 신축공사중 이상대 확인 지질조사보고서	2000.11	주식회사명성지질	10
중앙로~탄천로간 도로개설공사 종합보고서	1998.3	성남시	6
수진-야탑 관로공사 [1차] 지질조사보고서	1996.9		21
약진로~순환도로간연결 도로개설공사지반지질조사 종합보고서	1994.9	성남시	10
하대원교제가설공사설시설계보고서	1997.12	성남시	1
신성남-야탑 전력구 2차공사 실시설계 용역 지반조사보고서	1997.12	한국전력공사	10
미금 ODYSSEY RESIDENTIAL PLAZA 신축부지 지반조사보고서	1997.1	경인엔지니어링	9
신성남-금곡 전력구 공사 수직구 2 지반조사보고서	2001.3	(주)이스쿨	2
7,8호광장 입체시설 대로2류 10호선 도로	1996.11	성남시	20
야탑동~서현동간 도로개설공사 실시설계 토질조사보고서	2001.1	성남시	16
동원동~대장동간 도로확장 및 포장공사 종합보고서	1999.3	성남시	9

4.2 수집된 지반조사자료의 분석

수집된 자료를 본 연구의 목적에 쓰일 수 있도록 데이터베이스화하기 이전에 자료의 유형과 그 내용이 각 보고서마다 차이가 크기 때문에 이를 사전에 분석하여 보았다. 이의 분석내용을 보면 다음과 같다.

먼저 공사의 목적에 따라 분류하면 다음 그림과 같다. 공사의 목적이라 하면, 표 1에서와 같이 택지개발, 도로 공사, 전력구 공사 및 기타 다른 공사로 구분할 수 있다. 이 비율을 도표로 나타내면 다음과 같다.



그림 4. 시추조사의 목적별 유형

그림 4에서 보이는 바와 같이 도로 공사가 40%로 가장 많은 비율을 차지하였다. 그러나 이것은 수집된 보고서에 대한 비율이며 실제 자료로 사용될 시추공수에 대한 비율은 이 그림 4와는 차이가 있다. 이를 도시하면 다음 그림 5와 같다.

그림 5에서와 같이 시추공수에 따라 분류해 보면 택지개발이 71%로 가장 높게 나타났다. 이는 표 1에서 보이듯이 「분당새주택도시 개발사업 조사설계 토질조사 보고서」에서 전체의 67%에 달하는 시추조사가 있었기 때문이다.

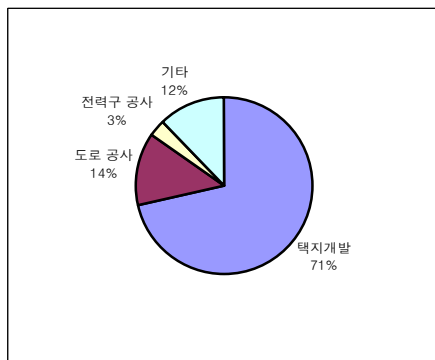


그림 5. 시추공수에 따른 목적별 유형

수집된 자료의 데이터베이스 구축에 있어서 가장 중요한 요소는 시추위치의 정확도이다. 그러나 대부분의 자료가 정확한 좌표를 갖고 있지 않으며 지도상에

표시한 정도이다. 수집된 자료중 좌표를 가지고 있는 자료의 비율은 다음 그림 6과 같다.

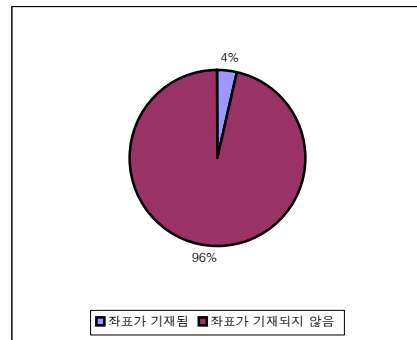


그림 6. 좌표의 유·무

그림 6에서와 같이 좌표가 기재된 시추조사자료는 단 4%에 불과하다. 이는 시추조사자료가 데이터베이스 구축에 활용될 때, 가장 큰 문제를 야기한다. 시추 위치에 대한 정확한 정보가 없이 지도상에서 대강의 위치를 파악해야 하기 때문에 그만큼 정확도가 떨어진다. 또한, 지도상의 위치표시만으로 위치를 파악하기 어려운 자료도 많기 때문에 이 경우에는 조사된 시추자료를 데이터베이스 구축에 활용할 수 없었다. 따라서 총 421개의 자료중 실제 데이터베이스 구축에 활용된 자료는 357개이다. 이의 비율을 도시하면 다음 그림 7과 같다.

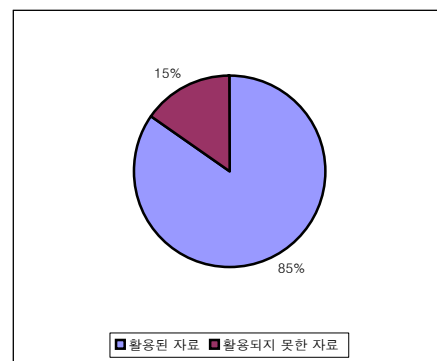


그림 7. 자료의 활용비율

그림 7에서와 같이 15%나 되는 자료가 재활용되지 못하고 사장되게 되었다. 이는 향후 시추조사시의 개선점으로 판단된다.

시추조사의 목적에 따라 굴착심도 또한 차이가 큰데, 이를 도시하면 그림 8과 같다.

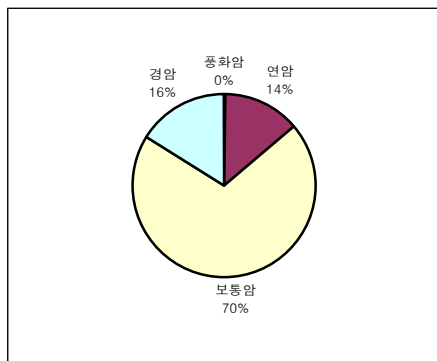


그림 8. 굴착심도에 따른 비율

그림 8에서와 같이 본 연구에 활용된 자료의 70%가 보통암까지 굴착된 자료이며, 이는 상대적으로 높은 지지기반층이 필요없는 택지개발의 목적으로 조사된 자료가 71%를 차지하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 보통암 하부의 자료가 상대적으로 충분치 못하여 경암층의 해석이 보통암 상부의 해석에 비하여 정확도가 그만큼 떨어질 것으로 판단된다.

최근들어 터널, 사면 및 지하공동의 구축등에 따라 암반굴착이 많아지고 암반의 붕괴에 따른 대형사고도 잇달아 많아지고 있다. 또한 구조물의 대형화에 따라 충분한 지지층을 확보할 수 있는 기반암까지 굴착하는 사례가 많아짐에 따라 암반의 조사와 그의 공학적 이해에 대한 중요도가 많은 비중을 차지하게 되었다. 따라서 시추조사시 암반층까지 굴진할

경우, 암반의 상태를 정량적으로 표현할 수 있는 코아회수율(TCR) 및 암질지수(RQD)와 암반의 상태를 기재하고 있다 (Goodmann, 1993). 그러나 본 연구에 사용된 시추조사자료를 보면 그림 9와 같이 33%의 자료가 조사되지 않았으며, 조사된 자료라 할지라도 그림 10에서와 같이 시추공경도 제각각이며 미기재한 자료도 27%나 되었다. 또한 NX로 시추한 자료가 보고서의 46%를 차지하지만 시추조사의 71%가 택지개발이기 때문에 시추심도도 대부분 보통암정도이며, 시추공경도 BX이기 때문에 현재 NX시추가 일반적이므로 본 연구에서는 TCR과 RQD에 따른 암반 상태에 대한 정량적인 분석이 의미가 없을 것으로 판단되어 본 연구에서는 제외되었다.

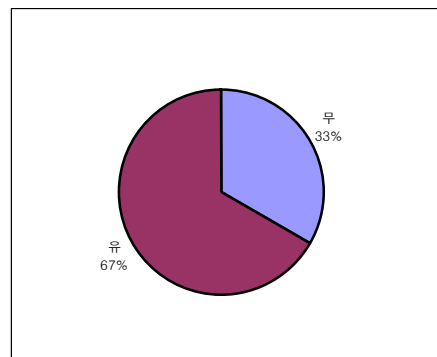


그림 9. TCR.RQD조사 유·무

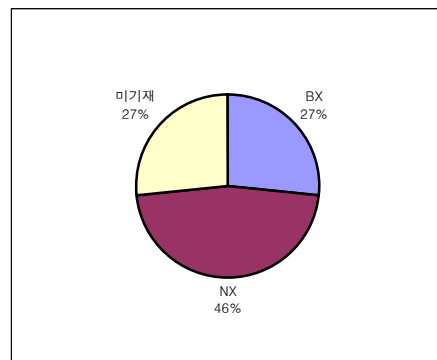


그림 10. 시추공경

4.3 데이터베이스 구축

수집된 지반조사자료를 이용하여 GIS 프로그램에 삽입될 수 있도록 데이터베이스를 구축하였다. 지반조사자료로서는 여러 가지가 있으나 그 중에서 시추위치, 지하수위, 지층별 심도 자료를 이용하여 데이터베이스를 구축하였다. 데이터베이스의 구축의 범용적인 스프레드시트 프로그램을 사용하였다.

기존의 시추주상도에서는 시추위치를 단순히 지도상에 표기한 경우가 대부분이며, UTM 좌표를 기입한 자료는 수집된 주상도에서는 극히 일부분이었다. GIS 프로그램을 사용하기 위해서는 정확한 위치가 우선적으로 습득되어야만 하므로 성남시의 수치지도를 이용하여 시추주상도의 위치를 표기한 지도를 바탕으로 UTM 좌표를 찾아내었다. 실제로 측량 등에 의하여 찾아낸 좌표가 아니기 때문에 위치적으로는 상당한 오차를 수반할 수도 있을 것으로 판단된다.

시추위치에 대한 UTM좌표가 추출되면 그 다음으로 그 좌표에 해당하는 시추주상도를 바탕으로 지하수위 및 지층별 심도를 그 좌표의 특성값으로 입력하였다. 입력 예는 다음의 표 2와 같다.

수집된 시추주상도에서 습득된 지반정보자료를 그대로 입력한다는 것에는 몇 가지 문제점이 있다. 첫째로 시추주상도의 작성에 있어서 표준화된 양식이 없을 뿐만 아니라, 지층의 구분이나 서술 등에서 상당한 차이를 보인다. 따라서 이를 어떤 기준에 의하여 통일화를 시키는 것이 중요하다. 이는 1999년 서울시에서 개발한 ‘서울의 지반정보 관리시스템(Geo Seoul)’의 보고서에서 표준안으로 제안된

표 2. 자료 입력예

X	Y	조사일	지하수위	매립층	붕적층	풍화토
207916.24	436429.59	1996.5		0.0	1.0	1.0
206521.57	436537.42	1996.5		1.4	1.4	1.4
208149.73	436308.35	1996.6	0.3	0.0	1.2	5.9
208075.90	436319.99	1996.6	2.8	0.0	4.8	6.0
207127.76	436646.14	1996.6	2.1	1.4	1.4	3.7
207053.93	436615.08	1996.6	2.0	0.0	0.8	3.5
206801.35	436529.66	1996.5		0.0	0.9	0.9
206626.49	436510.25	1996.5		2.6	2.6	2.6
208678.20	436618.96	1996.6		0.0	0.9	6.0
208538.31	436560.72	1996.6		0.0	0.8	0.8

형식을 일부 수용하였다. 즉 여러 가지로 표현된 지층명을 매립층, 붕적층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층, 보통암층, 경암층으로 재구분하여 입력하였다. 두 번째 문제점은 지층의 상태가 일정치 않고 시추심도도 다양하다는 점이다. 즉 지층이 항상 순차적으로 존재하는 것이 아니라 연암층 밑으로 보통암층이 나오고 다시 연암층으로 나오는 등 안구상 구조를 보이는 지역도 있고, 매립층이나 붕적층이 없다거나 하여 존재하지 않는 지층이 있는 지역도 보인다(Lee, 1987). 이는 실제로 이 지층이 없을 경우도 있으나, 시추주상도 작성시에 작성자의 주관적 견해로 인하여 서로 다른 판단을 했을 수 있는 경우일 수도 있다. 또한 지하수위 측정이 않된 주상도도의 경우, 이는 시추종료 위치가 지하수위보다 상부에 위치했을 수도 있지만 측정이 되지 않았을 수도 있을 것으로 판단된다(서울특별시, 1999). 이러한 경우에도 일정한 원칙 하에서 데이터 입력을 수행하였다. 지하수위의 경우, 측정되지 않은 위치는 지하수위가 시추심도 이하이거나 아니거나 모두 입력에서 제외하여 보간법

(interpolation)에 의한 계산에서 제외되도록 하였으며, 지층의 순서를 매립층→봉적층→풍화토층→풍화암층→연암층→보통암층→경암층 순으로 하여 지층이 없는 지역은 그 층의 두께를 0으로 하였다. 또한 보통암층 이후 다시 연암층이 나오는 등의 지층이 교호하는 위치에서는 존재하는 지층을 모두 다시 한번 재배열함으로써 안구상의 구조를 파악할 수 있도록 하였다.

시추주상도에서는 모든 시추가 경암까지 시추한 것이 아니므로 연암 이상의 시추조사를 한 경우에는 그 자료만이 그 지층의 보간법(interpolation)에 사용되도록 하였다.

당구의 시가지에 밀집되어있고, 그중에서도 분당구에 많이 분포하고 있다. ‘Geo Seoul’에서는 시추조사가 미흡한 산악지역에 대하여 위성사진 및 항공사진을 참조하여 가상의 시추주상도를 입력하여 보간법(interpolation)에 사용하였다. 그러나 본 연구에서는 연구기간 및 자료의 불충분으로 인하여 부득이 이러한 과정은 생략하였으며, 그림 11에서와 같이 자료가 시가지에 밀집되어 있어 산악지역의 해석결과에 대해서는 그다지 신뢰할 수 있는 결과를 보여주지 못할 것으로 판단되어 자료가 밀집되어있는 중원구와 분당구의 시가지 지역을 중심으로 해석하였다.

5. 성남의 지반공학도 작성

5.1 시추위치도

우선 본 연구에서 사용된 357개의 시추위치를 지도상에 표시하여 보면 다음의 그림 11과 같다.

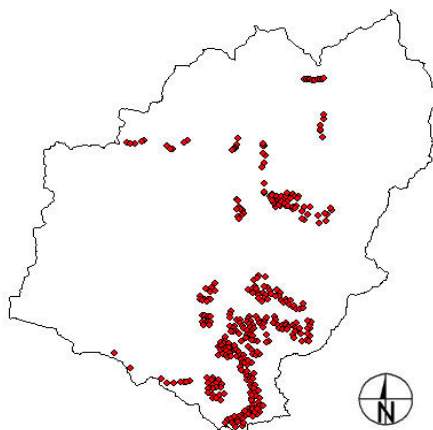


그림 11. 시추위치도

그림 11에서 보는 바와 같이 본 연구에 사용된 자료의 대부분이 중원구와 분

5.2 성남의 지반공학도

지반공학도란 토목, 건축에서 필요한 지반의 각종 정보(지하수위, 지층, 지반의 강도정수 등)를 Map형태로 나타내어 사용자가 보다 쉽게 대상지반의 상태를 파악할 수 있도록 하는 자료이다(Anon, 1976). 그러나 본 연구에서는 연구기간상의 여건과 수집된 자료의 미흡등으로 인하여 성남의 지반공학도로서 지하수위 분포도와 각각의 지층의 분포도만을 해석하였으며, 차후에 보다 충분한 자료를 바탕으로 각종의 지반정보에 대한 공학도 작성을 계획하고 있다

우선 지하수위 분포도를 보면 다음 그림 12와 같다.

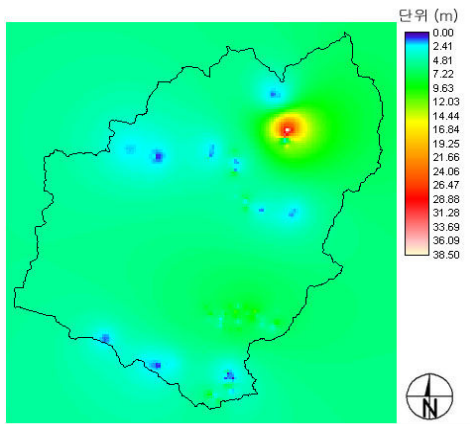


그림 12. 지하수위 분포도

그림 12에서 보면 지하수위는 대체로 3~8 m에 분포하고 있다. 중원구 북동쪽 일부에 깊은 지하수위를 나타내는데 이는 산악지역의 일부 시추조사자료때문인 것으로 판단된다.

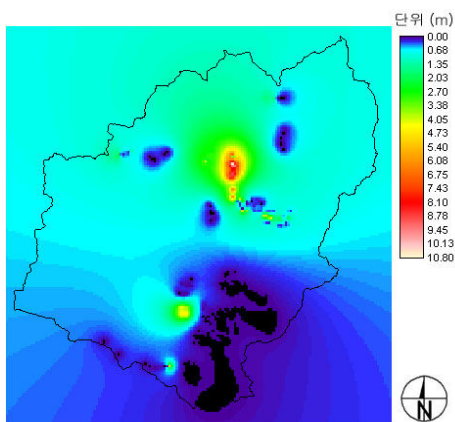


그림 13. 매립층 분포도

그림 13은 매립층의 분포도를 나타낸 것이다. 본 분포도를 보면 분당구 북서쪽 일부지역과 중원구 중앙의 대체로 넓은 지역에 매립층이 존재하는 것으로 나타났다. 분당구의 시추조사지역에서는 매립층이 전혀 나타나지 않는 것을 볼 수 있으며, 나머지 지역에서는 대략 1~2 m의 매립층이 분포하는 것처럼 나타났으나

이는 interpolation(보간법)에 의해 나타난 것이고 시추조사자료가 없는 지역이므로 실제로 고려할 필요가 없을 것으로 판단된다.

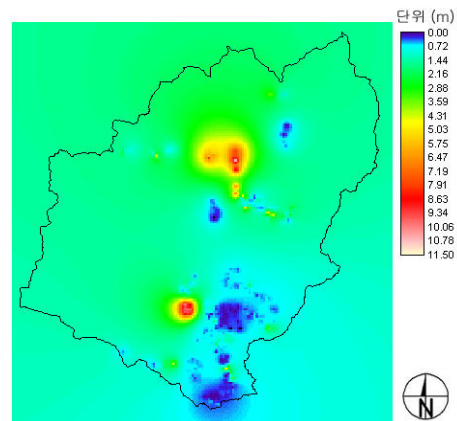


그림 14. 붕적층 분포도

그림 14는 붕적층의 분포도를 나타낸다. 그림 13의 매립층의 분포도와 비교하여보면 매우 흡사한 분포를 띠는 것으로 나타난다. 이는 분당구의 북쪽과 남쪽지역 일부에서는 붕적층이 나타나지 않았지만 이 지역을 제외하곤 붕적층이 전지역에 걸쳐 거의 비슷한 심도로 존재하는 것으로 판단할 수 있으며 그 심도는 대략 1~2 m 정도로 나타났다.

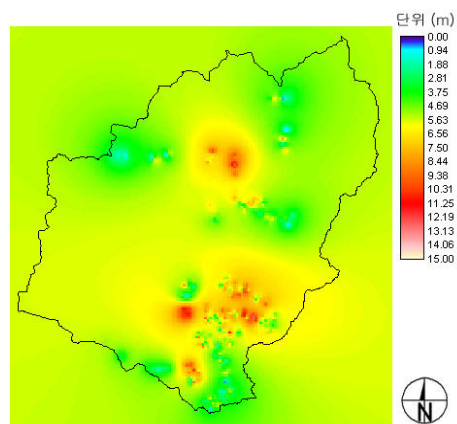


그림 15. 풍화토층 분포도

그림 15는 풍화토층의 분포를 나타낸 것으로서 시추자료가 있는 지역을 중점으로 보았을 때 대체로 5~10 m 정도 분포하는 것으로 나타났으며, 중원구 하부지역과 분당구 하부지역에서는 2~5 m로 다소 낮은 심도로 분포하고 있는 것을 볼 수 있다.

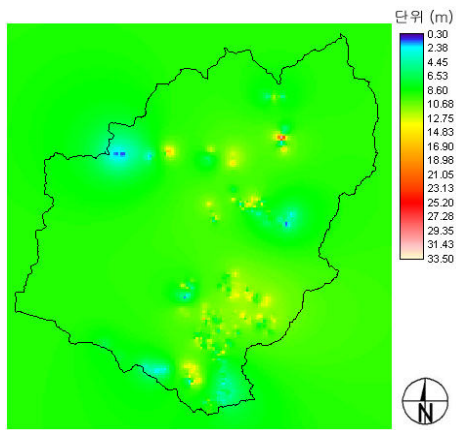


그림 16. 풍화암층 분포도

그림 16은 풍화암층의 분포도이다. 이 분포도를 보면 그림 15의 풍화토층이 다소 깊게 분포하는 지역을 제외하곤 위의 다른 분포도와 비교하여 거의 일정한 심도(10 m 내외)를 보인다. 이는 성남시 전 지역에 걸쳐 풍화암이 대체로 심도 10 m 부근까지 분포하는 것으로 볼 수 있으며 이는 암반이 최초로 나오는 암반선인 연암층의 시작심도가 전지역에 걸쳐 거의 일정한 심도에서 시작하는 것으로 판단할 수 있다. 암반선은 공학적으로 지지기 반층의 심도를 나타내는 것으로서이의 파악이 토목, 건축에 있어 중요한 관심 대상이므로 이 지층의 분포는 상당히 중요한 의미를 갖을 수 있을 것으로 판단된다.

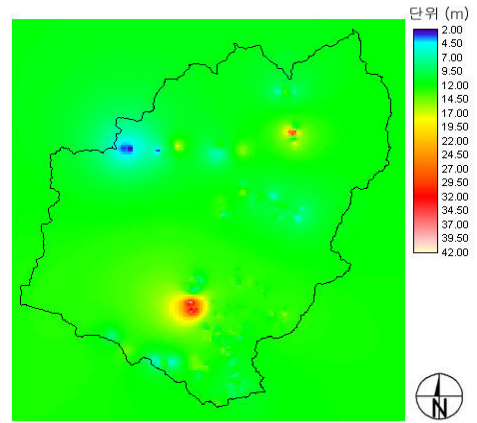


그림 17. 연암층 분포도

그림 17은 연암층의 분포도로서 분당구 북서쪽 부근에서 다소 깊은 심도(20~25 m)를 보이며 다른 지역에서는 대체로 15 m 정도의 분포를 보인다.

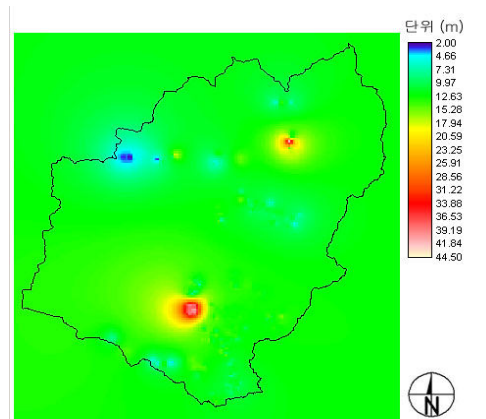


그림 18. 보통암층 분포도1

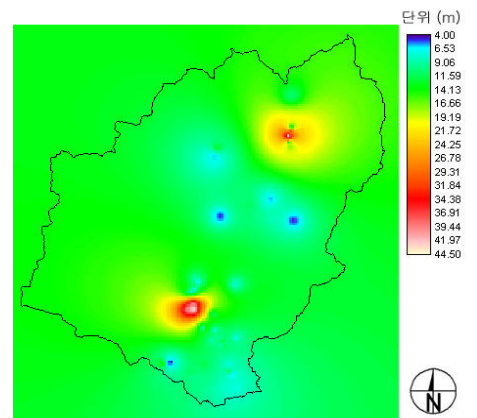


그림 19. 보통암층 분포도2

그림 18과 그림 19는 보통암층의 분포를 나타내는 그림이다. 보통암층을 2개로 구분하여 나타낸 이유는 시추조사자료의 입력시 보통암층 하부에 다시 연암층이 존재하는 자료가 일부 포함되어 있었기 때문이며, 보통암층 하부에 이러한 연암층이 분포하지 않는 자료는 보통암층 분포도2에도 같은 심도를 입력하였다. 따라서 2개의 보통암층 분포도를 비교하여 보면 중앙의 일부 지역이 상이한 분포를 보이는데 이는 보통암층 사이에 연암층이 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 성남시 지역의 전체를 보았을 때 안구상구조를 보이는 지역이 이 2지역에 극히 일부 나타나므로 안구상구조는 거의 없다고 볼 수 있다.

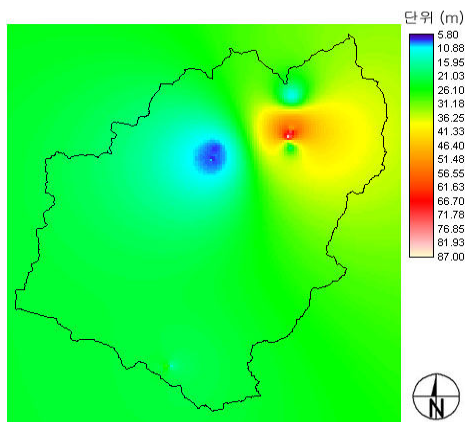


그림 20. 경암층 분포도

그림 20은 경암층의 분포도이다. 이 그림 20을 보면 위의 다른 분포도와는 상이한 분포를 보이는데 이는 그림 8에서 보는 바와 같이 경암층까지 굴착한 자료는 16%에 불과하기 때문이며, 또한 경암층 전체를 굴착한 것이 아니고 이 위치에서 시추를 종료하였기 때문이다. 따라서 이 그림 20의 경암층 분포도는 실제

로 이 같이 분포하는 것이 아니므로 공학적으로 큰 의미가 없을 것으로 판단된다.

6. 결론

시추조사자료의 체계적인 관리와 효율적인 활용을 목적으로 성남시의 시추자료 일부를 수집하여 지반공학도 작성을 위한 본 연구 수행결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 막대한 비용을 투자하는 시추조사자료의 체계적이며 효율적인 활용을 위해서는 우선적으로 시추주상도의 표준이 개발되어야 하며 지반공학도 작성을 위해 시추위치의 정확한 좌표의 기재가 필수적이다.
2. 산악지역에 대한 지반의 정보가 극히 부족한 상태이므로 지반공학도 작성을 위하여 이에 대한 대책이 절실히 요구된다.
3. 자료로 사용된 357개의 시추조사자료가 대부분 중원구와 분당구의 시가지 지역에 밀집되어 있어 그 외 지역에 대한 해석은 신뢰도가 극히 적을 것으로 판단되며 자료가 밀집되어 있는 시가지를 중심으로 해석된 성남시의 지반공학도 작성 결과, 지하수위는 3~8 m에 분포하고 있으며 각지층의 분포는 상기의 5장의 결과와 같다.
4. 여러 지층의 분포에 있어 지반공학적으로 중요한 의미를 갖

는 암반선(연암시작심도)의 분포가 성남시 전지역에 걸쳐 대체로 10 m 내외의 분포를 보인다.

5. 안구상구조를 파악하기 위하여 보통암층을 2개로 구분하여 해석한 결과 성남시 중앙부에 협소하게 나타나며 대체로 안구상구조는 보이지 않았다.

6. 경암층의 분포는 시추자료의 미흡과 이 위치에서 시추종료를 한 것이므로 지반공학적으로는 큰 의미가 없을 것으로 판단된다.

7. 최근 토목공사시 암반의 상태에 대한 공학적 이해가 절실히 요구되는 바, 암반의 상태(불연속면, TCR, RQD 등)에 대한 지반공학도의 작성이 필요할 것으로 판단되며 본 연구에서는 자료의 미흡으로 이것에 대한 연구가 제외되었지만 차후 보다 많은 자료를 바탕으로 본 연구에 추가할 계획이다.

8. 지반공학도의 작성이 기존 시추자료의 체계적 관리 및 효율적 활용에 미치는 바가 크며, 아울러 이러한 자료의 토목공사에 대한 높은 활용성이 기대된다. 차후 국내 전지역에 걸쳐 이러한 연구가 활발히 진행될 것으로 판단된다.

<참고문헌>

1. Anon, (1976). Engineering Geological Maps. A Guide to their Preparation, Unesco Press, Paris.
2. Goodman, R. E. (1993). Engineering geology – rock in engineering construction, John Wiley & Sons, Inc., pp.220-225.
3. IAEG, (1981). Report of the IAEG commission on site investigations. Classification of rock and soils for engineering geological mapping, part 1: rock and soil materials, Bull. Int. Assoc. Engng. Geol., No.24, pp.185-226
4. S. G. Lee. (1987). Weathering and geotechnical characterization of Korean granites. PhD thesis, Imperial College, University of London.
5. 서울특별시, (1998). 서울의 지반정보 관리시스템 개발연구 종합보고서.
6. 한국동력자원연구소, (1982). 둔전 지질도폭.