

서울의 지반공학적 특성에 관한 연구

이수곤*, 이인근**, 유종수***, 양홍석***

1. 서 론

서울일원은 해마다 지하철 건설, 대규모의 도시계획 사업 및 산업단지 조성 등 각종 토목 공사가 활발히 수행되고 있으므로 이와 수반되어서 많은 수의 시추 지질조사를 하고있다. 그러나 특정 건설공사에 필요한 일부 지역에 대한 시추 지질조사가 행하여 졌을 뿐 서울일원의 전반적인 지반 특성에 대한 연구자료는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 시추주상도 자료에 대한 수집과 분류 및 분석작업을 수행하여 표준 시추주상도(안)에 맞추어 주상도 프로그램을 개발하고, 이에 수집된 주상도 자료를 입력하여 구축된 데이터베이스를 토대로 서울의 지반정보 관리시스템(Geo-Seoul)을 개발하였다¹⁾. 이렇게 구축된 Geo-seoul을 이용하여 지질도, 암반선 분포도, 파쇄분포도, 지하수위도, 지형도, 수계도를 비교·검토하여 서울 지역의 지반 공학적 특성을 규명하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 지형과 지질

2.1 지형(그림 1, 2)

서울은 지리적으로 광주산맥의 서쪽 산기슭과 한강 하류에 위치하며, 그 면적은 약 605km²이다. 서울의 동부와 서부는 층상절리의 돛형을 보여주는 산들이 있고, 중앙부는 대단층(추가령단층)이 지나며 화학적 풍화에 의한 적갈색 충적층과 풍화토(두께 5m 이하)로 덮여있는 저지대가 발달해 있다.

서울에서 가장 높은 곳은 서울의 북부 화강암지대의 북한산(해발 837m)이며, 이 일대는 북한산의 영향으로 비교적 험준한 편이며, 구릉성 산지가 작은 언덕으로 전이되는 화강암지대 특유의 지형적 특색을 보인다. 화강암 지역이 돌출된 지형을 이루는데 반하여 서울 서부의 편마암류가 분포하는 지역은 그 보다 훨씬 낮은 지형으로 형성되어 있다. 그러나 편마암류가 분포하는 지역내에 협재된 석회암, 규암, 등과 같은 소규모의 관입암체들은 대체로 주

* : 서울시립대학교 토목공학과 교수, 토목지질공학 박사

** : 서울시 기술심사담당관, 공학박사

*** : 서울시립대학교 토목공학과 석사과정

위의 지형보다 돌출되어 있음이 보통이다. 서울 동부지역은 노년기 지형에 속하여 암석종류의 분포에 따른 지형적 차이는 거의 찾아 볼 수 없다.

2.2 지질(그림 3)

서울지역은 중심부가 서울화강암(Seoul granite)이라고 불리우는 암체로 이루어졌는데, 이는 중생대 주라기(Jurassic)의 대보조산 운동(약 160 ± 10 부터 209백만년전)으로 화성기원의 변성암(주로 편마암(gneiss)이나 편암(schist))으로 이루어진 주변의 선캄브리아 기반암(Precambrian basement : 2666 ± 40 백만년전 생성)을 관입하여서 지표면에서 약 3km 하부에서 형성되었다²⁾.

화강암의 암석강도는 풍화가 적은 신선한 경우에 1700kg/cm^2 정도이나 풍화를 받을 수록 암석강도가 떨어지는 특성이 있다³⁾. 그런데 편성암의 암석강도는 변성암이 가지고 있는 편리구조 때문에 이방성이 있으므로 편리방향과 하중방향에 따라서 불규칙한 편이다. 보통암과 경암 이상의 강한 암석에서는 편리방향과 하중방향에 따라서 강도의 영향이 적으나 연암 정도로 풍화가 많이 진행된 암석은 편리에 수직인 방향으로 하중이 가해지면 연암으로 강하지만 편리에 평행인 방향으로 하중이 가해지면 풍화암 정도로까지 약해지는 특성이 있다.

서울 중앙부에 주로 분포하는 화강암은 절리가 1~3개 set로 규칙적인 발달을 하고 절리면도 평탄한 편이다³⁾. 그러나 서울 주변과 강남 지역의 대부분에 분포하고 있는 변성암(주로 편마암)은 절리가 대체로 불규칙하게 발달(1~2m)하고, 절리의 연장성이 짧으며, 절리면에 큰 굴곡(waviness)의 발달이 뚜렷하다. 절리면의 작은 요철(unevenness)은 종종 변성암의 엽리(foliation)에 의해서 영향을 받는데, 편리에 수평인 방향은 요철이 약하고 편리에 수직인 방향은 요철이 심하다.

3. 암반선 특성(그림 4)

본 연구에서 사용한 암반선의 의미는 연암 이상의 강도를 가지는 암반이 나오기 시작하는 깊이를 말하며 이 암반선을 이용하므로써 대규모 건설공사시 기초 지지층으로서 의미를 지니는 연암 이상의 층을 예측할 수 있도록 하였다.

암반선 데이터는 지표(G.L.)를 기준으로 5m 단위의 심도로 나누어서 작성하였는데 총 6등급(5m미만, 5~10m, 10~15m, 15~20m, 20~25m, 25m 이상)으로 구분하여 등급별로 암반선이 얼마나 깊은 위치에 존재하는지 알 수 있도록 하였으며 이를 바탕으로 굴착이나 기초공사 시에 연암 이상의 암반에 대한 개략적인 심도를 예측할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 지역마다의 차이는 있지만 일반적으로 서울 전체의 암반선은 15m 정도에서 발견되는데, 화강암이 대부분을 이루고 있는 한강 북쪽지역은 풍화를 적게 받았기 때문에 일반적으

로 5~15m 심도에서 암반선이 나타나며, 편마암이 대부분을 이루고 있는 한강 남쪽지역은 풍화를 많이 받았기 때문에 일반적으로 15~25m 심도에서 암반선이 발견된다는 것을 알 수 있었다.

4. 파쇄 특성(그림 5)

암석의 파쇄 정도를 나타내는 지수인 RQD는 일반적으로 불연속면의 빈도수에 따라 암반을 5등급(0~25%, 25~50%, 50~75%, 75~90%, 90~100%)으로 분류하여 암반의 공학적인 특성을 파악할 수 있도록 한 것이다. 따라서 RQD 값이 작다는 것은 파쇄가 심하다는 것을, RQD 값이 크다는 것은 파쇄가 심하지 않다는 것을 의미한다. RQD는 심도가 깊어질수록 반드시 증가하는 것이 아니기 때문에 심도에 따라 다르게 나타날 수 있다. 따라서 본 연구에서는 다른 자료들과의 비교를 용이하게 하기 위하여 서울의 대표적인 특성을 파악하는 기준으로써 지표(G.L.) -15m를 기준으로 하여 RQD를 산출하였다.

지표 -15m 지역에서 산출한 RQD 값을 분석하여 보면 서울 전체적으로는 약 25~90% 정도로 매우 다양한 분포를 보이고 있는데 이는 한강 북쪽과 한강 남쪽의 지질이 상당히 다르고 산악지형과 수계의 영향에 의한 것으로 판단된다. 화강암이 대부분을 이루고 있는 한강 북쪽지역은 일반적으로 50~90% 정도의 분포를 나타내고, 편마암이 대부분을 이루고 있는 한강 남쪽지역은 일반적으로 25~75% 정도의 분포를 나타낸다. 그러나 RQD에 관한 자료는 전체 자료의 43%에만 포함되어 있기 때문에 정밀한 분석을 하기에는 한계가 있는 것으로 판단되어 향후 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

5. 지하수 특성(그림 6)

서울 지역에서 활발히 행하여지고 있는 지하건설공사로 인한 지하수위의 하강과, 무계획적인 지하수개발로 인한 지하수위 변동과 지하수 오염 등 최근에 상당한 문제로 대두되고 있다. 그러나 지하수위는 계절적인 변화가 크고, 각종 배수방법을 이용한 시공방법에 의해 지하수위의 변화가 크므로 정확한 분석이 어렵다. 따라서 지하수위를 2m 정도의 범위를 가지고 6등급(-2 m 미만, -2~4m, -4~6m, -6m~-8m, -8m~-10m, -10.0m 미만)으로 분류 다른 자료들과 비교·분석하였다. 서울 전체 지역의 일반적인 지하수위는 약 -4m~-6m로 조사되어 비교적 낮은 것으로 알려져 있다³⁾. 화강암이 대부분을 이루고 있는 강북 지역은 일반적으로 -2m~-6m 정도의 지하수위를 가지고 있는 것으로 나타났으며, 편마암이 대부분

을 이루고 있는 강남 지역은 일반적으로 -4~-10m 정도로 지하수위가 비교적 깊은 것으로 나타났다. 이는 풍화를 받기 쉬운 편마암으로 이루어진 강남 지역에 비해 강남 지역의 지질이 풍화를 비교적 덜 받는 화강암으로 되어있기 때문으로 판단된다.

6. 결론 및 제언

기존의 시추주상도 자료에 대한 수집과 분류 및 분석작업을 수행하여 구축된 데이터베이스를 토대로 개발된 서울의 지반정보 관리시스템(Geo-Seoul)을 이용한 지질도, 암반선 분포도, 파쇄분포도, 지하수위도, 지형도, 수계도를 서로 비교·검토한 결과 다음과 같은 경향을 얻을 수 있었다.

- (1) 암반선과 지하수 특성을 비교하면, 일반적으로 암반선이 깊을 수록 지하수위는 깊다.
- (2) 파쇄도와 암반선 특성을 비교하면, 일반적으로 파쇄가 많을 수록 암반선의 깊이는 깊다.
- (3) 파쇄도와 지하수 특성을 비교하면, 일반적으로 파쇄가 많을 수록 지하수위는 깊다.
- (4) 강북과 강남 지역을 비교하면, 화강암으로 이루어진 강북지역은 편마암으로 이루어진 강남지역에 비해 암반선이 얇고, 파쇄도가 적으며, 지하수위가 얇은 것으로 판단된다. 그러나 화강암으로 이루어진 강북 지역이라고 하여도 대규모 단층선이 지나거나 수계가 밀집된 지역은 암반선이 깊고, 파쇄도가 많으며, 지하수위가 깊다.

본 연구에서 사용된 시추자료는 6500공으로 한정되어 있기 때문에 자료의 빈도가 떨어지는 지역은 그렇지 않은 지역에 비해 비교적 상세한 결과를 얻을 수 없었다. 차후에 더 많은 자료의 수집과 분석이 이루어진다면 더욱 정확한 서울 지역의 지반 특성을 파악할 수 있으리라 판단된다.

참 고 문 헌

1. 서울특별시, 1999, 서울의 지반정보 관리시스템(Geo-Seoul) 용역보고서 및 CD-ROM
2. 한국동력자원연구소, 1982, 서울지질도폭
3. S.G.Lee, 1987, Weathering and Geotechnical Charaterization of Korea Granites, PhD thesis, Imperial College, Univ. of London, p.498

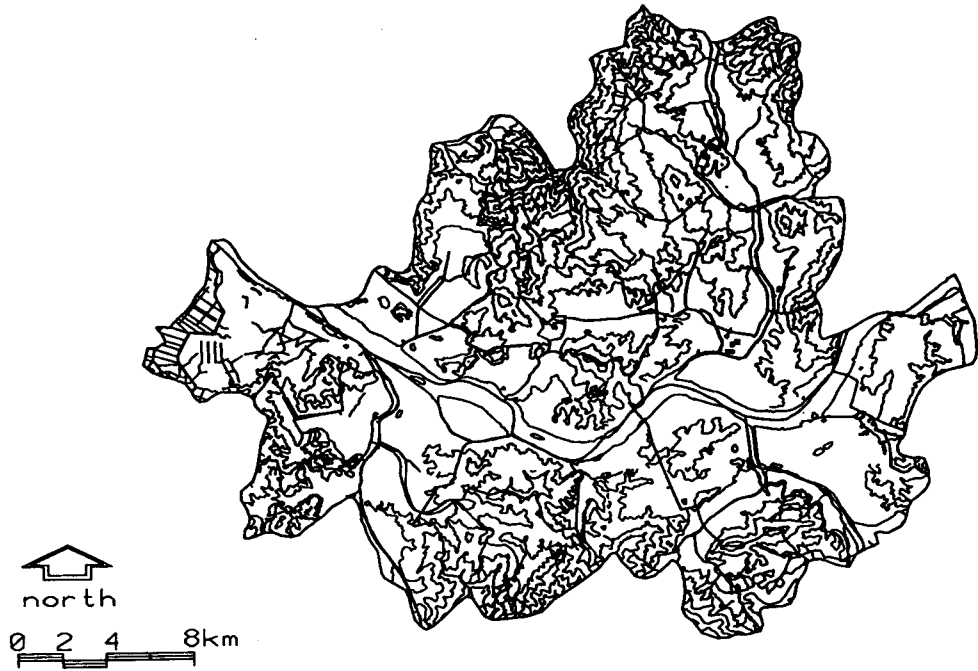


그림1 서울의 지형도

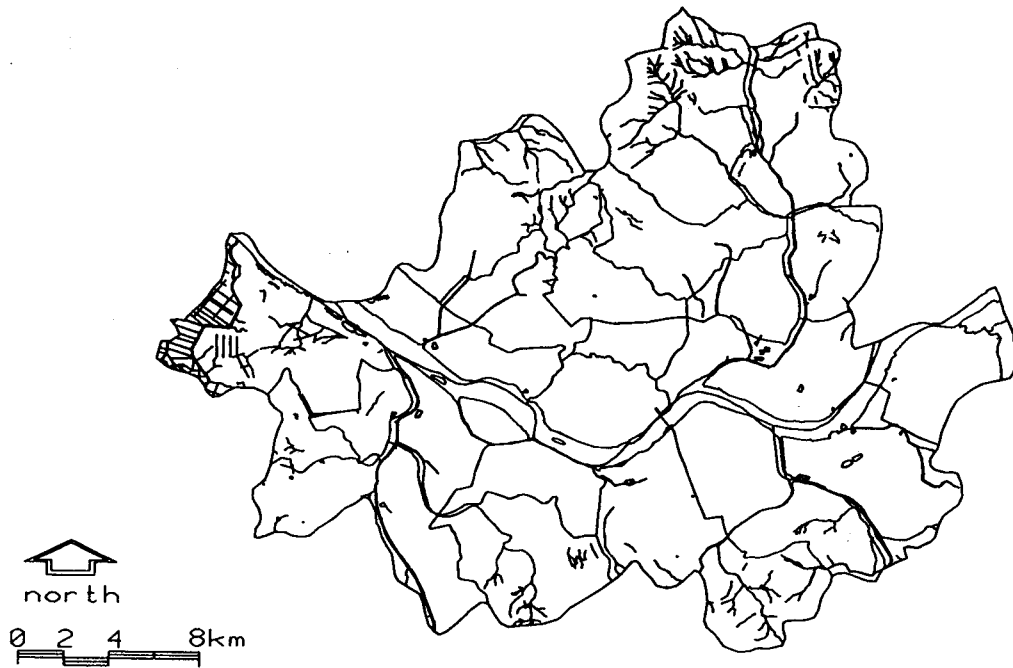


그림 2 서울의 수계도

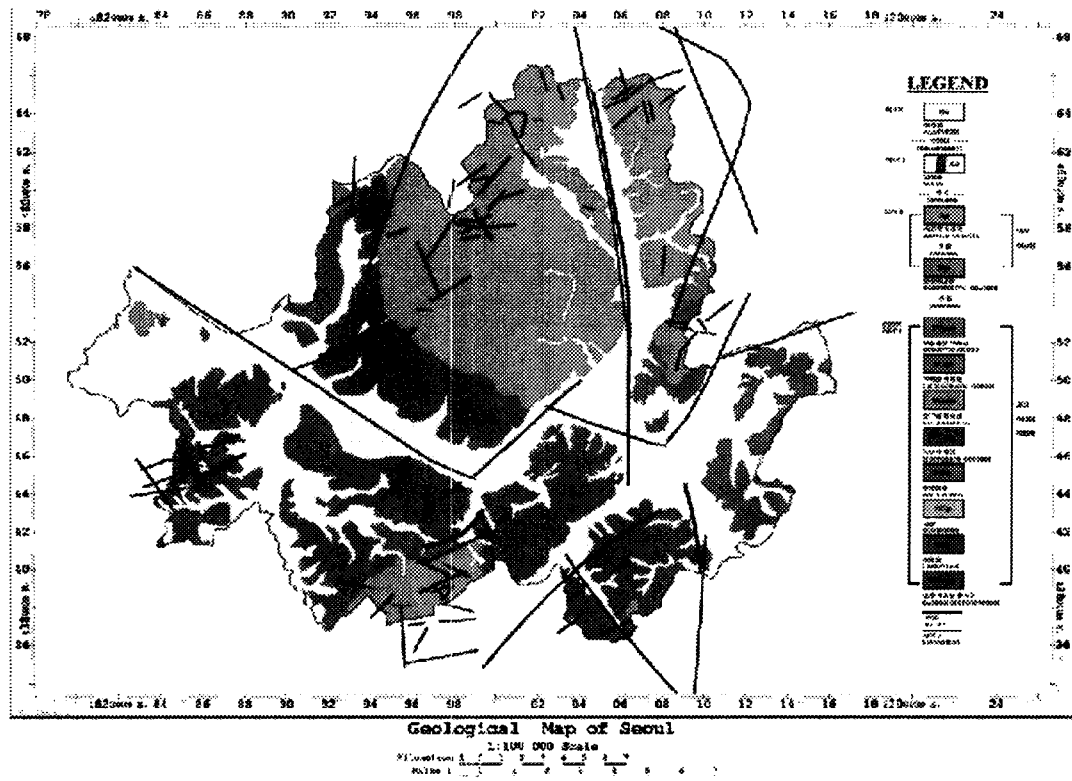


그림 3 서울의 지질 구조도

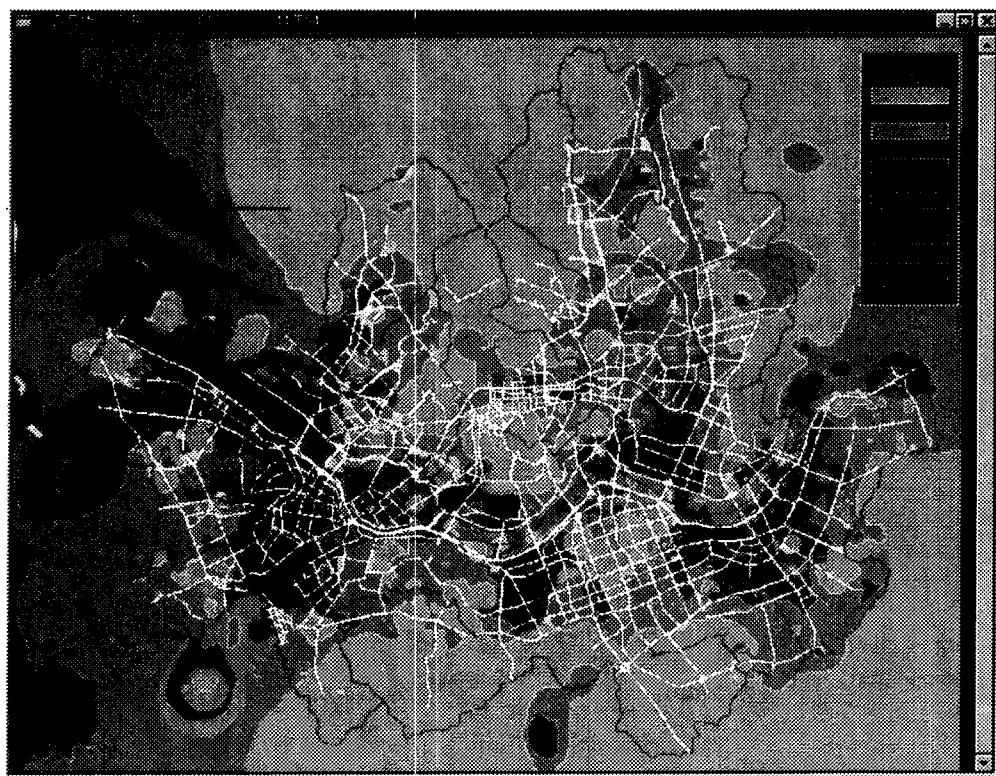


그림 4 서울의 암반선 분포도

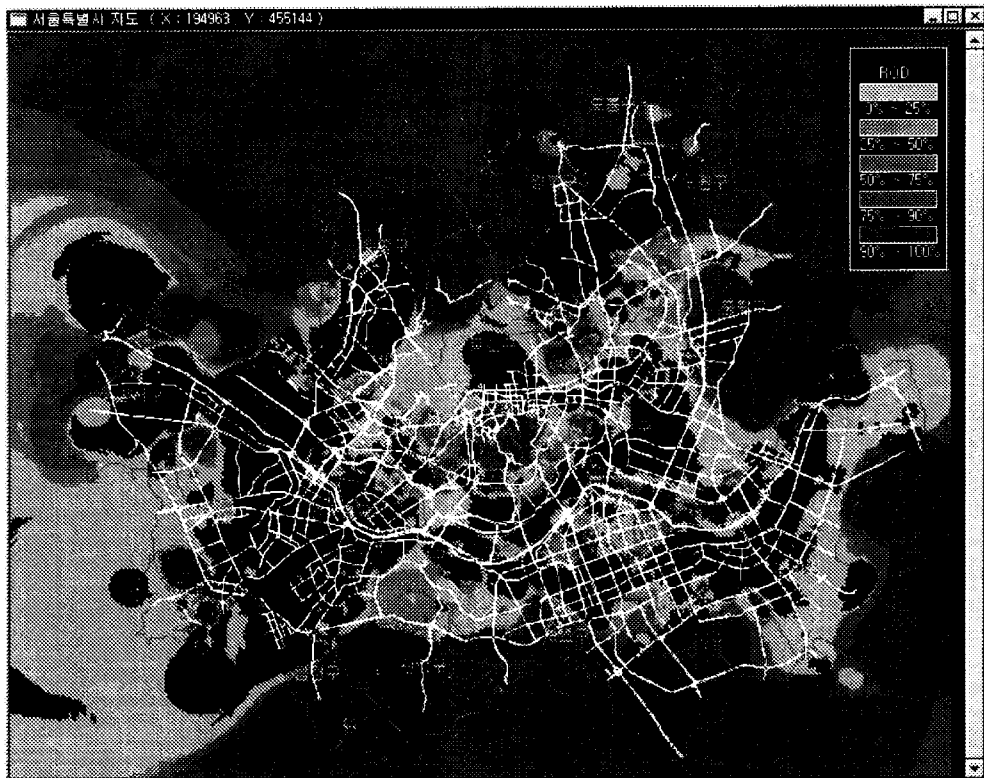


그림 5 서울의 파쇄 분포도

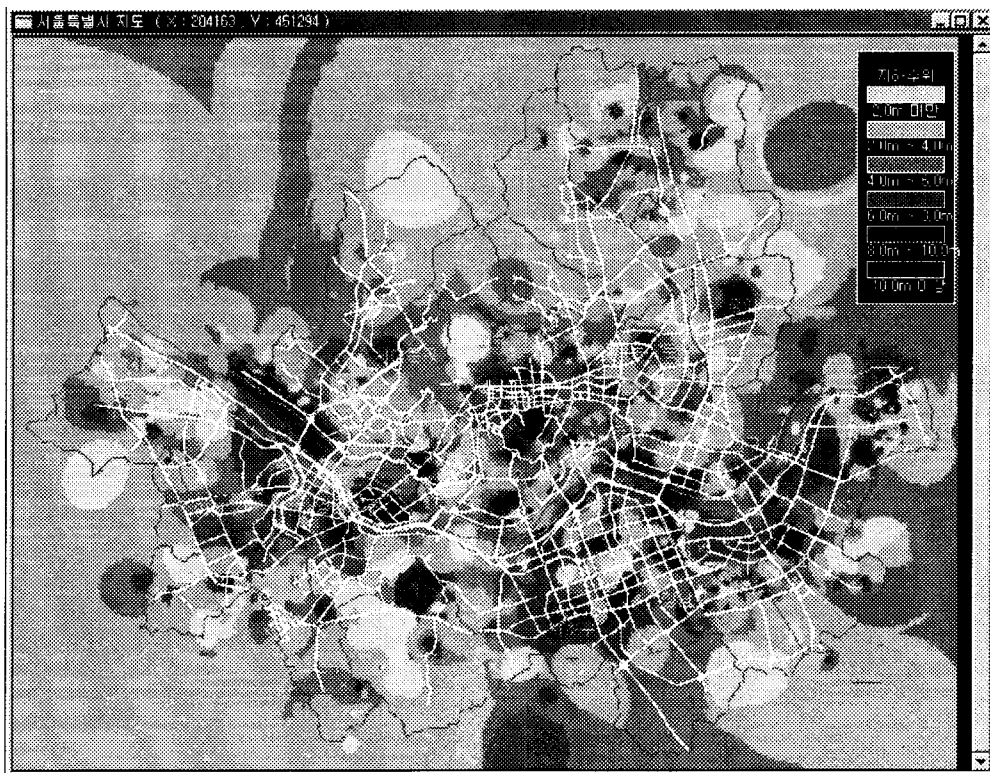


그림 6 서울의 지하수 분포도