

서울특별시 도시개발공사 2000

서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안

김윤종 · 원종석 · 이석민

서울특별시 도시개발공사 2000



서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안

A Strategic Plan for the Development of the Integrated Groundwater Management System in Seoul

2000



서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연구진

연구책임 김 윤 종 • 지리정보연구센터 선임연구위원
연구원 원 중 석 • 지리정보연구센터 연구원
이 석 민 • 지리정보연구센터 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

I. 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

1) 배경

- 최근 지하수자원에 대한 중요성이 사회적으로 부각되면서, 서울시 지하수에 대한 체계적 관리가 시급한 문제로 대두되고 있음.
- 서울시에서는 '94년 지하수법 제정 이후 지하수 기초조사('96), 자동관측망 설치 운영('97년 이후) 등을 통해 지하수관리를 수행하고 있으나, 취득된 지하수자료들은 분산되어 연계가 이루어지지 못하고 있기 때문에 서울시 지하수관리 정책 개발 및 수행에 많은 어려움이 있음.
- 특히 '96년 기초조사시 지하수관리(수량 및 수질)를 위해 필수도면인 축척 1/25,000 수문지질도를 작성하였으나 이 도면은 소축척으로서 지자체의 지하수 업무를 수행하기에는 자료 신뢰도가 너무 낮아 활용성이 아주 미미한 실정이며, 동시에 조사자료들을 체계적으로 관리, 분석할 수 있는 정보시스템 개발도 이루어지지 못하였음.
- 따라서 관할구역 지하수의 개발·이용 및 보전관리를 위하여 서울시에서는 지하수자료들을 체계적으로 관리, 분석하고 지하수업무와 직접 연계, 운영될 수 있는 지하수관리 통합시스템 구축과 지하수 세부정밀조사(지하수법 제5조2항)를 통한 대축척(1/5,000 이상)의 수문지질도작성(지하수법 영제2조)이 아주 시급한 실정임.

2) 목적

- 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안
 - 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안

- 지하수정보 데이터베이스 구축방안
- 서울시 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안
 - 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안
 - 지하수 자동관측망 자료의 체계적인 분석 및 유지관리 방안
- 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 제시
 - 서울시 지하수 개발·이용 및 보전관리를 위한 단계별 추진계획

2. 연구의 주요 결과

1) 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안

(1) 기본 방향

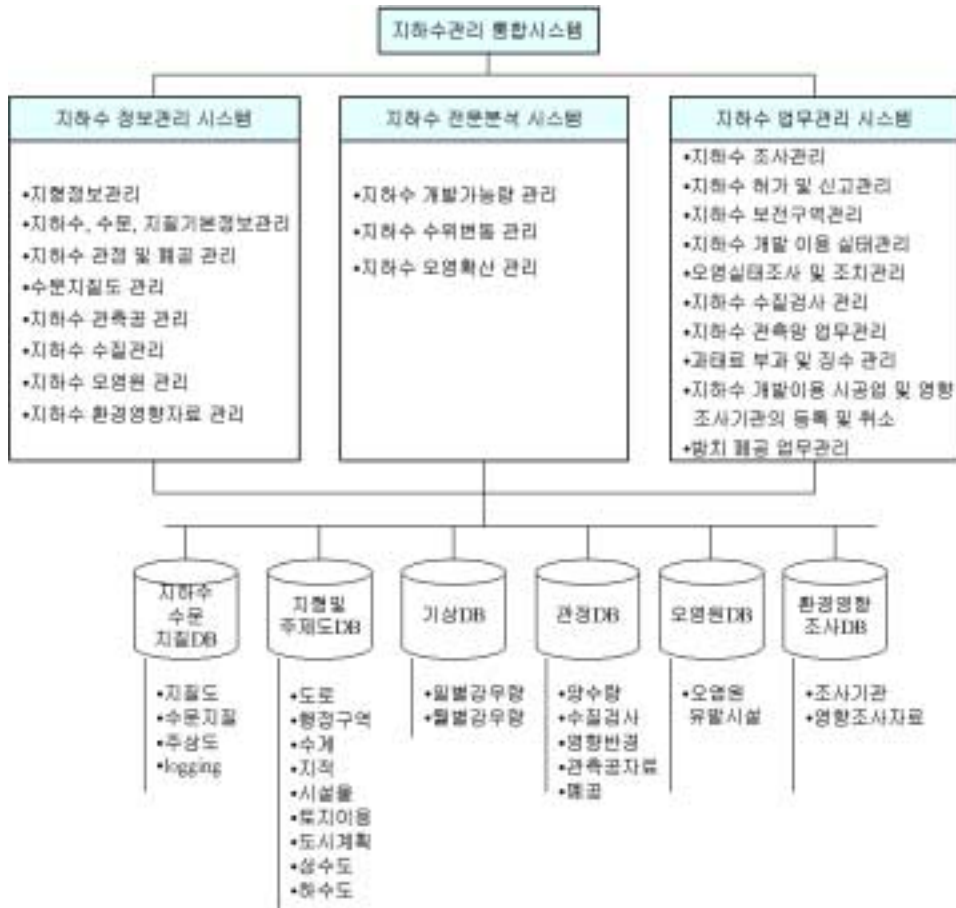
- 지하수 자료관리 및 업무처리의 전산정보화를 통하여 서울시 지하수관리 정책 수립과 실행을 지원하고 국민의 지하수정보 수요를 충족할 수 있는 정보체계의 구현
- 지하수관리 통합시스템의 기본구조는 시청과 구청간에 자료 및 기능을 공유할 수 있는 서버/클라이언트 구조 확보
- 서울시 GIS 기반자료 및 도시기반시설물자료들과 상호 데이터 교환 및 공유가 가능하도록 데이터베이스 구축
- 지하수 개발가능량분석 및 오염확산예측 등을 위한 지하수 전문분석기능의 구현

(2) 서울시 지하수관리 통합시스템 모형 개발

- 지하수관리 통합시스템은 지하수정보관리, 지하수전문분석, 지하수업무관리의 3개 서브시스템으로 구성되며, 이들은 상호 연계되어 운영됨.
 - 지하수정보관리시스템은 기본적인 지형정보, 지하수 및 수문지질정보, 관정 및 폐공 정보, 수문지질도, 수질 및 오염원, 기타 조사자료 등을 관리하며, 전문분석시스템은 지하수정보를 이용하여 지하수 개발가능량, 수위변동 및 오염확산예측 등 지하수전문분석들을 시행함.
 - 업무관리시스템은 앞의 두 서브시스템에서 분석된 지하수정보들을 활용하여

시청 및 자치구청에서 지하수조사업무 관리, 허가 및 신고 업무처리, 지하수 보전구역 관리, 과태료 부과 및 징수, 수질관리 등 지하수업무를 수행할 수 있는 시스템임.

- 지하수관리 통합시스템과 데이터베이스의 연계



(3) 지하수정보 데이터베이스 구축방안

- 지하수정보의 지형지물 및 속성 분류체계는 앞으로 서울시에서 작성하게 될 1/5,000 수문지질도를 중심으로 설계되었으며, 기본지형도(배경도면)와 지하수 정보의 두 부분으로 나뉘어짐.
- 배경도면인 1/5,000 기본지형도는 서울시 1/1,000 수치지형도를 재편집하여 사용하는 것을 원칙으로 함. 지하수정보는 다른 도시시설물자료(상·하수도, 도

로, 도시계획 등)들과 연계, 분석이 아주 중요하며, 이 시설물자료들은 현재 1/1,000 수치지형도를 사용하여 데이터베이스를 구축중이기 때문이다. 따라서 1/5,000 지형도의 지형지물 및 속성 분류체계는 1/1,000 수치지형도의 지형지물 분류체계 및 부호체계를 기본으로한 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』과 『국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 및 표준수치지도 표준-지형지물 및 속성부호-버전 1.1('98.11)』의 수용을 원칙으로 함.

- 지하수정보의 지형지물 분류방법 및 부호체계는 국가지리정보체계(NGIS)의 『국가기본도 표준(안)』을 활용하였으며, 부호(코드)는 건설교통부 『수문지질도(1/50,000) 제작 및 관리지침('98.12)』의 내용을 기본으로 수정, 보완하여 사용하였고 속성정보의 구성 및 체계도 『국가기본도 표준(안)』을 따르되 속성값은 별도로 부여하였음.

(4) 구축일정 및 소요예산(안)

- 구축일정 : 5년간 3단계로 구분하여 실시
 - 1단계(1년) 시범사업(1개구청) 완료후, 2단계(1년) 시험운영을 실시하여 미비점을 보완하고, 3단계(3년)에서는 24개 자치구청으로 확대실시
 - 확대실시 단계에는 시청에서 데이터베이스 구축비, 자치구청에서는 하드웨어 비용 확보
- 소요예산(안) (※ 지하수관리 통합시스템 구축일정과 2)항의 수문지질도작성 일정은 동일함)

단계 구분	기간	주요사항	시스템구축 및 수문지질도 작성지역	지하수관리 통합시스템		1/5,000 수문지질도 작성		
				사업비 (백만원)	비고	사업비 (백만원)	작성 도엽수 (1/5,000)	비고
1단계	1년	• 시범구축	• 1개 구청	250	• 기본자료 DB 및 시스템 구축	150	6	• 도엽당 조 사비 및 DB 구축비는 30백만원으 로 계산 • 1/5,000 도 엽 크기 : 2.2km×2.75 km
2단계	1년	• 안정화 및 보완	• 시범운영	100	• DB 및 시스템 보 완	100		
3단계 (3년)	1년	• 확대실시	• 8개 구청 - 강남지역	800	• 24개 구청 확대 - DB구축/시스템 확대(100백만원/ 구청당) - 자치구청은 H/W 구축비용 확보 (100백만원/구청 당)	1,200	40	
	1년	• 확대실시	• 8개 구청 - 강북지역	800		1,200	40	
	1년	• 확대실시	• 8개 구청 - 강남·북지역	800		1,500	50	
	소계			2,400		3,900		
합계				2,750		4,150	136	

2) 서울시 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안

(1) 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안

① 작성방법

- 지하수 세부정밀조사(지하수법 제5조제2항)를 통하여 지하수 부존특성, 오염현황, 수질특성 등을 종합적으로 조사, 분석함.
- 조사자료들은 지하수관리 통합시스템내에서 종합관리, 분석되며, 대상지역의 지하수현황 및 지하수 개발가능량, 오염예측 등의 결과를 토대로 수문지질도작성(영제2조제2항)

② 지하수관리 통합시스템에 의한 1/5,000 수문지질도 시험작성 연구

- Arc/Info, Arc/View 등을 이용하여 기초시스템을 구현한 후, 중구 신당동지역을 대상으로 시험연구 실시(2.2km x 2.75km)
- 시험연구 내용 및 결과
 - 지하수정보관리 서브시스템에 조사자료의 GIS 데이터베이스 구축
 - 지하수전문분석 서브시스템의 지하수유동과 오염확산분석을 통하여 연구지역의 지하수 개발가능량 산출(1,572m³/일) 및 질산성질소(NO₃-N) 오염확산예측
 - 지하수정보관리 서브시스템의 수문지질도 관리 부분에서 주도면 및 주제도 작성

③ 수문지질도작성 일정 및 소요예산(안)

- 작성 일정 : 5년간 3단계로 구분하여 실시
 - 1단계(1년) 시범사업(1개 구청), 2단계(1년) 시험운영 및 보완, 3단계(3년) 24개 자치구청으로 조사사업 확대실시
 - 지하수 세부정밀조사자료들의 데이터베이스 구축을 위하여 지하수관리 통합시스템 구축일정과 동일하게 진행되어야 함.
- 총 소요예산(안) : 4,150백만원 (※세부내용은 -iv- 쪽의 표참조)
 - 소요예산은 조사, 분석 및 데이터베이스구축 비용을 도업당 약 3,000만원으로 산정하였음(추후 조사내용에 따라 변경가능).

- 1단계(1년 : 시범사업단계) : 150 백만원
- 2단계(1년 : 시험운영 및 보완단계) : 100 백만원
- 3단계(3년 : 확대실시단계) : 3,900 백만원

④ 수문지질도의 유지관리

○ 유지관리 방법

- 1차 수문지질도작성 완료지역은 다음해부터 매해 일부 현장보완조사를 거쳐 조사자료의 갱신 및 수정실시 후, 시청과 자치구청의 지하수관리 통합시스템 데이터베이스에 저장

○ 비용부담 방안

- 현장보완조사 및 데이터베이스 갱신을 위한 예산은 시청과 자치구청 공동부담 방안 강구(각 50%)

(2) 서울시 지하수 자동관측망 자료분석 및 유지관리 방안

① 관측망 측정자료의 효율적 분석방안 수립

- 시청 치수과에 수위, 수온, 전기전도도(EC) 등이 매시간당 1회씩 자동저장됨.
- 주요분석 내용 및 방법

측정자료	분석내용	분석방법
지하수위	· 지역별 수위변화양상의 예측 · 광역적 지하수계 및 지역적 지하수계의 구분 · 지하수 유동파악 : 지하수위 등고선 작성	· 수위 모델링 · GS분석 · DB작성/통계분석
수온	· 지하수 오염탐색 · 지하수온 검증곡선을 통한 지하수 매체 특성 분석	· 실내 및 현장실험 · DB작성/통계분석
전기전도도 (EC)	· 지하수 오염탐색 · 시기별 오염물질의 거동특성(확산) 파악	· 수질 모델링 · GS분석 · DB작성/통계분석

② '99년 자동관측망자료의 시험분석 (110공)

- 서울시의 평균 지하수위는 지표면에서부터(깊이) 약 7~9m 하부에 위치
- 전기전도도는 $500 \sim 600 \mu S/cm$ 로 정상보다 약간 높은 상태를 보이며, 오염이 우려됨.

- 안양천유역의 오염우심지역에서는 지하수위가 과잉양수 등의 원인으로 평균해수면 이하로 하강현상을 보이며, 전기전도도는 $500\mu\text{S/cm}$ 이상으로 수질이 불량함.

③ 자동관측망 운영의 문제점 및 개선방안

문제점	개선방안
· 관측자료의 신뢰도 저하	· 관측시설의 철저한 유지관리 - 센서의 주기적인 세척 및 보정
· 관측자료의 전송 기능불량	· 전송회선 유지관리 철저 및 송신방식 개선
· 관측정의 보호공 상태불량	· 보수작업실시 : 지표 오염물질 유입 방지
· 미사용 관정의 수질저하	· 양수, 우물세척 및 주기적 수질검사 실시

④ 자동관측망 유지관리방안

- 시설의 유지관리
 - 자료의 정밀취득, 지속적인 현장 기기점검 및 보정, 취득자료의 이상 및 장비 고장시 즉시 대처할 수 있는 체계구축
 - 외부 전문기관에 위탁(연간 예산 약 160백만원 소요)
- 측정자료의 관리
 - 현재의 자동관측망시스템과 지하수관리 통합시스템과의 연계, 운영관리 방안 수립
 - 측정자료를 실시간 자동변환하여 지하수관리 통합시스템으로 전송 및 관리
 - 정기적(예: 1회/1주일)으로 지하수관리 통합시스템으로 전송 및 관리
- 자동관측망의 위치 재점검 필요
 - 서울시 지하수 자동관측망은 기존 민방위비상급수관정의 활용비율이 높음(경제성).
 - 관측정들의 위치가 지하수 자동측정에 적합한지, 혹은 평지면적에 비례하여 위치선정이 되었는지 여부를 재점검.

3) 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 수립

(1) 목표

- 서울시 지하수자원의 체계적 이용·개발 및 보전관리 방안 수립
- 2001년 지하수법 개정에 따른 서울시 지하수 관리방안의 재정립

(2) 추진전략

- 지역적 지하수관리가 가능한 정밀 지하수자료의 획득방안 수립
- 지하수자료의 체계적 관리 및 분석 방안수립
- 지하수 오염 및 재해 방지대책
- 대체용수 확보방안 수립
- 서울시 지하수관리 운영조직 및 관련제도의 개선방안 수립

(3) 주요 추진사업 및 제도보완 사항

- 서울시 지하수관리를 위한 기본방안은 주요 추진사업과 제도보완 부분으로 나누어 제시하였으며, 일부는 사업과 제도보완이 동시에 추진되어야 함.
- 특히 제도보완은 현 지하수법 개정이 필요한 내용이 다수 있음. 따라서 2001년 지하수법 개정후에 서울시에서는 이를 근거로하여 관련 조례제정 등이 필요함.

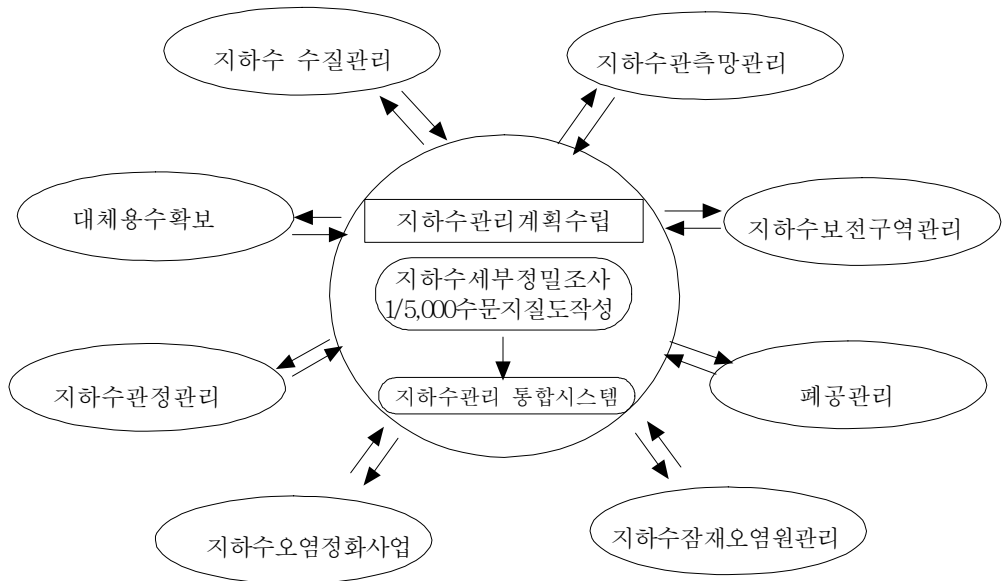
- 주요 추진사업

구분	기간	추진사업명	세부내용
정책	단기	①서울지역 지하수관리계획 수립	· 지하수관리를 위한 중·장기 기본계획 수립
조사 및 자료 관리	중기	②지하수 세부정밀조사 및 DB구축	· 지하수 개발·이용 및 보전관리 계획 수립과 시행 · 축척 1/5,000 이상 수문지질도 작성(영제2조)
	중기	③서울시 지하수관리 통합시스템 구축	· 지하수 정보관리 및 업무의 통합, 운영 시스템 구축
	단기	④지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축	· 서울시 지하수 관정(약 15,000개소) 및 폐공(약 14,000개소) 자료의 데이터베이스화 관리시스템 구축
	중기	⑤자동관측망 시설의 유지관리 및 확대	· 118개소 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 · 취득정보(수위, 수온, 전기전도도)의 분석방안 정립
개발 이용 및 보전 관리	중기	⑥지하수 잠재오염원(오염유발시설) 조사 및 DB구축	· 정화조, 주유소, 매립장, 세차장 등 지하수오염유발시설물(잠재오염원)의 체계적 조사 및 관리 · 수위강하, 지반침하, 수질오염지역 등의 조사 및 관리
	중기	⑦지하철배출 지하수의 하천방류 사업	· 하천의 건천화방지, 수질개선 및 유량확보 · 총 56개역사에 지하수 배출 전용관로 부설(24km) 및 지하수 방류
	장기	⑧지하수 오염정화사업	· '99년 자동관측망 수질검시결과 일부지역 지하수 오염 확인됨. · 지하수 및 토양의 오염확산 차단 및 오염정화사업 추진
	장기	⑨대체용수 개발사업	· 강변여과수 개발에 의한 대체용수 확보 · 수질이 개선된 상수원수의 확보 및 원수 수질오염사고 예방
교육 및 홍보	장기	⑩교육 및 홍보	· 전문적 지하수 실무교육 실시(서울시 공무원 교육원 활용) · 지하수조사 연보 및 관측월년보 발간과 대시민 홍보

- 제도보완사항

구분	제도보완 사항	세부내용
정책	①지하수관리 운영조직 개선	· 지하수 업무분장체계 다원화 및 관련업무의 계속적 증가 · 2001년 지하수법 개정으로 지자체의 법정 수행사항 대폭 증가 · 1과(지하수과), 3팀(개발·이용팀, 보전관리팀, 지하수정보팀)으로 확대 개편
	②지하수관리 재원확보 방안	· 국고보조, 지방세 증액 징수 및 지하수이용부담금(안) · 지하수의 공수개념 도입(안)
보전 관리	③폐공관리방안	· 미신고 폐공 및 방치폐공에 대한 관리방안 수립 · 원상복구 및 재활용 재원확보 방안 수립
	④지하수 잠재오염원관리 방안	· 지하수 잠재오염원 분류 및 관리기준 제정(지하수법 개정안) · 오염원인자로 하여금 오염정화비용 부담(지하수법 개정안)
	⑤지하수 수질관리방안	· 지하수 수질기준의 재정립 (지하수법 개정안) · 모든 관정에 대하여 지하수 수질검사 실시(지하수법 개정안)
	⑥지하수 보전구역 지정 및 관리	· 지하수 보전구역, 개발제한구역 등 지정 및 관리방안 수립 · 지하수 고갈, 지반침하, 지하수 함양지역 등에 대한 보전관리
	⑦비상급수용 지하수관리 방안	· 비상급수용 공동우물의 시설관리를 지하수관리부서로 이관

- 서울시 지하수관리 기본체계도



(4) 주요 추진사업의 일정 및 소요예산(안)

○ 총 사업기간 : 5년간(3단계)

○ 주요사업 예산(안)

－ 총 사업예산(안) : 28,956백만원

- 서울지역 지하수관리 계획 수립 : 150백만원
- 지하수 세부정밀조사 및 DB구축 : 4,150백만원
- 지하수관리 통합시스템 구축 : 2,750백만원
- 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축 : 850백만원
- 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 : 4,219백만원
- 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB구축 : 2,300백만원
- 지하철배출 지하수의 하천방류사업 : 14,287백만원
- 지하수 오염정화사업 : (추후 포함)
- 대체용수개발사업 : (추후 포함)
- 교육 및 홍보 : 250백만원

－ 단계별 사업예산 : 각 사업들은 3단계로 나누어 추진예정

단계	기간	예산(안) (단위: 백만원)
준비단계	2000	1,859
1단계(시범사업단계)	1년	2,760
2단계(시험운영 및 보완단계)	1년	6,319
3단계(확대실시단계)	3년	18,018
총계		28,956

○ 단계별 추진일정 및 소요예산(안)

(단위 : 백만원)

구분	주요사업	합계	준비단계	1단계	2단계	3단계			소계
			(2000)	1년	1년	3년			
						1년차	2년차	3년차	
정책	1. 서울지역 지하수관리계획 수립								
	소계	150		150					
조사 및 자료 관리	2. 지하수 세부정밀조사 및 DB 구축 · 시범사업(1개 구청) · 시험운영단계(안정화 및 보완) · 24개 구청 확대실시단계								
	소계	4,150		150	100	1,200	1,200	1,500	3,900
	3. 지하수관리 통합시스템 구축 · 조사자료 DB 및 시스템 구축 · 시험운영단계(안정화 및 보완) · 24개 구청 확대운영								
	소계	2,750		250	100	800	800	800	2,400
	4. 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축 · 관정과 폐공의 DB 및 관리시스템 구축 · 시험운영 · 24구청 확대실시 · 폐공의 원상복구 및 재활용								
	소계	850		250	150	150	150	150	450
	5. 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 · 2001년 이후 56공 확대 · 유지관리 위탁(전문업체)								
	소계	4,219	201	1,310	1,310	1,078	160	160	1,398
	6. 지하수 오염유발시설조사 및 DB 구축 · 오염유발시설조사 및 DB구축 · 오염정밀조사 및 관리방안 수립								
	소계	2,300		300	500	500	500	500	1,500
개발 이용 및 보전 관리	7. 지하철훈출 지하수의 하천방류사업 · 25개 역사 공사 완료 및 진행 · 31개역사 2002년 이후 연차적 시행		(기투자)	(실시 설계)					
	소계	14,287	1,658	300	4,109	4,109	4,111		8,220
	8. 지하수 오염정화사업 · 토양 및 지하수 정화 사업(시험사업) · 확대 실시		(소요예산 추후산정)						
	소계								
	9. 대체용수개발사업 · 타당성조사 및 시험운영 · 확대사업실시		(소요예산 추후산정)						
	소계								
교육 및 홍보	10. 교육 및 홍보								
	소계	250		50	50	50	50	50	150
총계		28,956	1,859	2,760	6,319	7,887	6,971	3,160	18,018

※ 1단계 : 시범사업 단계, 2단계 : 시험운영 및 보완단계, 3단계 : 확대실시단계

II. 정책 건의

1. 지하수관리 정책 및 제도개선

1) 서울시 지하수관리 운영조직의 개선

- 현재 서울시에서는 지하수관련 업무분장체계의 다원화, 지속적인 업무증가, 전문성 등으로 인하여 지하수관리 운영조직의 개선이 필수적으로 요구되고 있음.
- 2001년 지하수법 개정안은 현재 미신고대상 관정(사용량 30m³/일 미만)을 관리 대상에 포함시키고 있으며, 지하수 오염유발시설(주유소, 세탁소, 세차장 등)의 관리, 지반지질조사용(공사용) 시추공 등의 관리, 수질검사대상 확대(청소, 조경, 공사용 지하수 포함) 등 지자체의 법정 지하수관리 업무를 대폭 증가시키고 있음.
- 따라서 현재 시청 치수과내 지하수팀을 1과(지하수과) 3팀(지하수개발·이용팀, 지하수보전관리팀, 지하수정보팀)으로 확대개편하여 방대한 서울시 지하수자원의 체계적 관리를 수행하여야 할 것이며, 자치구청도 시청과 같은 내용으로 전문성을 보완하여 운영조직을 개선하여야 함.

2) 서울시 지하수관리를 위한 중·장기 기본계획 수립

- 현재 서울시에서는 자동관측망운영, 폐공관리, 지하수이용실태조사, 수질조사 등 매년 단기계획을 수립하여 시행하고 있으나 이러한 계획들은 대부분 법정 사항들로 매해 반복되는 기본사업들임.
- 정부에서는 지역의 지하수관리 체계화를 위하여 2001년 지하수법 개정안에서는 지자체의 「지역지하수관리계획」 수립을 의무 규정화하고 있음. 따라서 서울시에서는 이에 대한 대책마련이 시급하며, 관할구역 지하수의 체계적 관리를 위한 중·장기 사업계획을 수립하여 단계적으로 시행하여야 할 것임.
- 지하수는 계속적으로 땅속에서 유동되며, 한번 오염되면 거의 회복 불가능한 천연자원이므로 이에 대한 관리는 단기적인 처방뿐만 아니라 중·장기적으로 지속적인 관리가 필요함.

3) 지하수관리 재원확보방안

- 지하수사용에 따른 현행 세금은 지방세법(20원/㎥)과 먹는물관리법의 수질개선 부담금이 있음. 그러나 지방세는 너무 미미하며, 수질개선부담금은 서울지역에 허가된 샘플이 없어 해당이 안되기 때문에 현 지하수법상 지하수관리기금 확보는 불가능한 실정임.
- 따라서 지하수관리 재원을 확보하기 위해서는 지하수관리를 위한 특별회계를 설치하고, 재원은 국고보조금, 지방세 증액징수(20원/㎥의 상향조정) 또는 지하수 다량사용자(예: 50㎥/일 이상)에게 현재의 지역개발세(지방세법 제257조)이외의 지하수보전기금(안)을 별도로 부과하는(조례제정) 방안 등이 필요함.
- 또한 지하수사용에 따른 공공하수도사용료중 일부(약 10%내외)를 서울시 지하수관리를 위한 재원으로 전용할 수 있도록 시 조례 제정도 필요함.

2. 지하수 조사 및 자료관리

1) 지역적 지하수관리가 가능한 정밀 지하수자료의 획득방안 수립(축척 1/5,000 이상 수문지질도 작성)

- 서울시 지하수의 체계적 개발·이용 및 보전관리를 위해서는 지하수 세부정밀 조사를 통한 상세한 지하수자료의 획득이 무엇보다도 시급함. 이러한 지하수자료들은 지역의 지하수 개발가능량관리, 오염원관리, 지하수 보전구역 지정 및 관리, 지하수 오염방지 및 행위제한 등 지하수관련 업무수행을 위해 필수적인 자료들임. 그러나 서울시는 '96년 지하수 기초조사 후 세부정밀조사가 한번도 시행된 바가 없기 때문에 자료의 미비로 지하수관리 정책개발 및 수행에 많은 어려움이 있음.
- 지하수 세부정밀조사는 1/5,000 이상 축척의 수문지질도 작성을 위한 조사로서, 이 조사자료들은 지하수관리 통합시스템에 의해서 관리되어야 함. 또한 이 조사는 지하수법 제5조제2항의 규정에 의하여 관계중앙행정기관의 장 또는 시·도지사가 관할구역의 지하수조사를 수행하는 경우를 말하는 것임.

2) 지하수자료의 체계적 관리 및 분석방안 수립(서울시 지하수관리 통합 시스템 구축)

- 서울시 지하수의 체계적 관리를 위해서는 방대한 지하수자료의 과학적 관리와 분석, 그리고 이 자료들을 지하수 행정업무에 직접 연계, 운영하는 정보시스템이 필수적으로 필요하나, 현재 서울시청 및 자치구청에는 이러한 시스템이 없음. 따라서 시청과 자치구청의 지하수관련 정보와 업무가 통합 처리될 수 있는 서버/클라이언트 구조의 정보시스템 및 데이터베이스 구축이 절실히 요구되고 있음.
- 이러한 정보시스템은 지하수의 기본정보와 행정업무가 통합 관리되는 시스템으로 지하수행정을 과학정보화할 뿐만 아니라 추후 시민들에게 유용한 자료를 제공할 것임.

3) 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축

- 서울시에서는 매해 지하수 이용실태조사에 의하여 지하수 관정(약 15,000개소) 및 폐공(약 14,000개소)들을 일제 조사하고 있음. 그러나 이들은 단지 대장에 의하여 주소로만 관리되기 때문에 정확한 위치표기가 불가능하며, 추후 개발관정의 폐공처분시에는 그 위치추적이 아주 어려운 실정임. 따라서 이들의 정확한 위치정보(도면)와 관리대장을 연계, 운영할 수 있는 GIS 시스템 및 데이터베이스 구축이 시급한 실정임.
- 지하수 관정자료는 지역의 지하수 개발·이용량 관리를 위한 필수정보이며, 폐공자료는 폐공위치 및 조치현황(원상복구 및 재활용) 등에 대한 상세정보로써 이들의 관리시스템 및 데이터베이스 구축은 지하수 환경오염에 대한 대책수립을 가능하게 할 것임.

4) 자동관측망 유지관리 및 취득자료의 체계적 분석방안 수립

- '98년 이후 서울시에서는 118개소의 관측정을 설치운영하고 있으며, 매시간 3개의 지하수관련 정보(수위, 전기전도도, 수온)를 자동취득하고 있음. '99년 조

사에 의하면 자동관측망 시설의 유지관리 미비로 관측자료의 신뢰도가 약 50%에 그치고 있으며, 인력 및 전문성의 부족으로 자료분석에 많은 어려움이 있음. 따라서 관측망의 체계적인 유지관리 및 분석방법의 정립, 시설확대 등이 필요함.

- 자동관측망의 유지관리는 자료의 정밀 취득, 지속적인 현장기기 점검 및 보정, 취득자료의 이상 및 고장시 즉각 대처할 수 있는 체계 구축이 근본 목적이며, 서울시 현황을 고려할 때 외부 전문기관에 의뢰함이 바람직함. 취득자료의 과학적 분석도 전문가나 전문기관(서울시정개발연구원, 농업기반공사 등)에 의뢰, 분석하는 것이 필요함.

3. 지하수 개발·이용 및 보전관리

1) 지하수 보전구역 지정 및 관리방안 수립

- '99년 서울시의 지하수 자동관측망 자료에 의하면 일부지역에서는 지하수 수질 악화와 급격한 수위강화가 진행되고 있는 것이 발견되었음.
- 따라서 이를 방지하고 지하수 개발이 과도하게 진행되는 지역 등에 대하여 지하수를 체계적으로 보호하기 위하여 지하수 보전구역지정(지하수법 제12조)이 시급하며, 보전구역에서는 보다 강화된 인·허가 및 시설기준 등의 법적 행위 제한 사항이 적용되고 지하수의 양적, 질적 장애 차단이 필요함.
- 또한 2001년 지하수법 개정안은 지하수 보전구역을 보전구역, 개발제한구역 등으로 세분하여 관리하도록 규정을 하고 있기 때문에 서울시에서는 이에 대한 대책마련이 시급함.

2) 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 방지대책 수립

- 금번의 지하수법 개정안은 지하수 오염유발시설(잠재오염원)의 지정 및 관리, 수질검사 등을 의무 규정화하고 있음. 따라서 중요한 지하수 오염유발시설인 주유소, 폐기물매립장, 세차장, 세탁소, 정화조 등에 대한 체계적인 조사와 오염방지대책 수립이 시급히 요구되고 있음. 조사자료들의 데이터베이스 구축은

이들의 오염 이력관리와 대책수립에 필수적인 요소임.

- 또한 '99년 지하수 자동관측망 조사에 의하면 일부 지역에서는 심각한 지하수 오염이 나타나고 있음. 폐공방지, 잠재오염원관리 미비, 지하수 과잉채수 등은 지역적으로 수질악화, 지반침하 및 붕괴 등을 야기시키고 있기 때문에 이들에 대한 철저한 조사를 실시하여 방지대책을 마련해야 함.

3) 지하수 수질관리방안 수립

- 현지하수법상 지하수 수질기준은 용도에 따라서 음용수는 먹는물 수질기준, 생활용수·농업용수·공업용수는 지하수 수질기준이 적용되고 있음(수질기준의 이원화). 또한 지하수 개발·이용자는 사용관정의 수질이 악화될 경우 그 용도를 변경하여 계속 사용할 수 있기 때문에 지속적인 지하수 수질악화를 초래하고 있음.
- 따라서 2001년 지하수법 개정안에서는 지하수 수질기준의 재정립(지하수 강제 수질기준, 오염경고기준, 정화기준 등), 모든 관정의 수질검사 의무화, 수질악화된 지하수의 처리주체 등에 대한 제도를 새로 도입하고 있기 때문에 서울시에 서는 이에 대한 세부 실행계획 수립이 시급함.

4) 지하철훈출 지하수의 하천방류사업 추진

- 서울시에서는 수질이 양호하고 수량이 풍부한 지하철훈역사에 대하여 지하수 전용관로를 부설하여 하천의 건천화 방지 및 수량확보를 위해 지하철훈배출 지하수를 인근 하천으로 방류하는 사업을 추진하고 있음.
- 현재 25개 역사에서 지하수 전용관로 부설공사가 완료되었거나 진행중에 있으며, 2001년에 실시설계를 거쳐 연차적으로(3년) 31개소에 대하여 공사를 확대 시행하고자 함. 이 사업은 하천의 건천화 방지 및 수질개선을 위해 필수적인 사업이기 때문에 계속적 추진 및 예산의 뒷받침이 요구되며, 추후 수질이 양호한 지하철훈역사의 지하수 간이상수도 설치 방안도 검토해 볼 필요가 있음.

5) 지하수 오염정화사업 추진

- 지하수 관측망 수질검사결과 이미 일부지역의 지하수가 상당히 오염되어 있는 것으로 나타났으며, 이에 따라 자세한 오염현황파악 및 확산차단대책이 시급함. 따라서 지하수 세부정밀조사 및 오염조사 결과에 따라 오염지역을 선정하고 체계적인 지하수 오염정화사업을 실시하여야 할 것임.
- 현행 토양보전법은 오염복원을 원인자부담 원칙으로 규정하고 있으나 지하수 법에는 이에 대한 관계법규가 없는 실정임. 금번의 지하수법 개정안에서는 지하수 오염원인자로 하여금 오염정화사업의 비용을 부담하도록 규정하고 있으며, 지하수 오염원인자가 불분명하거나 오염원인자의 부담이 불가능한 경우에는 시·도지사가 오염된 지하수의 복원을 실시할 수 있도록 하고 있음.

6) 대체용수 확보방안 수립

- 2006년 이후에 서울의 도시용수는 약 147,400m³/일('98 전국수도종합계획) 부족할 것으로 예상되어 지하수에 대한 의존도가 점점 증가할 전망이다. 현재 한강 등의 하천수질은 점차 악화되고 대부분의 정수장은 하천으로부터 직접 원수를 취수하여 상수원으로 이용하고 있음.
- 따라서 장기적으로 한강변 고수부지 등에서 용수개발단가가 약 20% 정도 저렴한 강변여과수개발 등이 추진되어 추후 서울의 대체용수확보에 대비하여야 할 것임. 또한 개발된 용수는 필요시 타 시·도에 공급이 가능하며, 용수대금은 지하수관리 기금으로 활용할 수 있을 것임.
- 강변여과수란 하천을 따라 널리 분포하는 충적퇴적층내(한강고수부지)에 취수정을 설치하여 저질화된 지표수를 일단 충적퇴적층을 통해 관류시킨 후 취수하는 방식을 말하며, 이것은 서울시의 취수개선(간접취수방식) 및 신규수원 확보에도 커다란 기여를 할 것으로 생각됨.

목 차

〈요약 및 정책건의〉	1
-------------------	---

제 I 부 서론

제 1 장 연구개요	1
제1절 연구의 배경과 목적	3
제2절 연구 내용	4
제3절 연구 흐름도	6
제 2 장 서울시 지하수 현황	7
제1절 서울시 지하수 부존특성	7
1. 서울시 지하수 부존현황	7
2. 서울시 지하수 부존량 및 개발가능량	9
3. 서울시 지하수 등수위선도 분포	12
제2절 지하수 개발·이용 및 수질 현황	13
1. 지하수 개발·이용현황	13
2. 지하수 수질현황	15
3. 서울시 잠재오염원현황	17
제3절 서울시 지하수 관리현황	21
1. 지하수법에 의한 관련기관 업무내용	21
2. 서울시 지하수 관리현황	23
3. 지하수 개발·이용 관련법 현황	30

제 II 부 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안

제 3 장 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안	33
제1절 서울시 지하수정보관리의 현황 및 문제점	35

제2절 서울시 GIS(지리정보시스템) 구축현황	37
1. GIS 기반자료 구축현황	37
2. GIS 시스템 구축 현황 및 계획	38
제3절 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안	41
1. 서울시 지하수관련 주요 업무내용	41
2. 지하수관리 통합시스템의 모형화	43
3. 지하수관리 통합시스템의 구성	55
제4절 지하수정보 데이터베이스 구축방안	65
1. 기본방향	65
2. 지하수정보의 지형지물 및 속성 분류체계	67
3. 데이터베이스 구축방법	79
제5절 하드웨어 및 소프트웨어 수요분석	88
1. 하드웨어 수요분석	88
2. 소프트웨어 수요분석	89
3. 지하수 전문분석시스템의 운영방안	90
제6절 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축계획	91
1. 추진방법	91
2. 사업기간	91
3. 소요예산(안) 및 세부추진 일정	91

제 III 부 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안

제 4 장 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안	93
제1절 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안	95
1. 작성 배경 및 목적	95
2. 수문지질도의 개요	95
3. 1/5,000 수문지질도 작성방법	97
제2절 서울시 1/5,000 수문지질도 시험작성 연구	105
1. 시험연구지역의 지하수 개발·이용 및 지질환경 현황	105
2. 1/5,000 수문지질도 시험작성 과정	112
3. 지하수 부존특성분석	113
4. 지하수 오염거동분석	120
5. 시험연구지역의 수문지질도 작성 및 활용 방안	123

제3절 연차별 1/5,000 수문지질도 작성계획 및 유지관리방안	128
1. 추진방법	128
2. 사업기간	128
3. 소요예산(안) 및 세부추진 일정	128
4. 수문지질도 유지관리방안	129

제 5 장 서울시 지하수 자동관측망 자료의 분석 및 유지관리 방안 131

제1절 개요	131
제2절 서울시 지하수 자동관측망의 시설현황	131
1. 서울시 자동관측망구축 현황 및 계획	131
2. 지하수 자동관측망 시설의 구성	134
제3절 측정자료의 분석방안	136
1. 측정자료별 분석방법	136
2. 주요 분석방법	136
제4절 '99년도 지하수 자동관측망 자료의 시험분석	138
1. 개요	138
2. 장기관측자료 현황	138
3. 조사 내용 및 결과	141
제5절 자동관측망 자료의 통합 데이터베이스 구축방안	148
제6절 자동관측망 시설의 유지관리방안	149
1. 자동관측망 시설의 유지관리	149
2. 자동관측망의 위치 재점검	150
제7절 자동관측망 운영의 문제점 및 개선방안 요약	151

제 IV 부 서울시 지하수관리를 위한 기본방안

제 6 장 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 153

제1절 서울시 지하수관리의 현황 및 문제점	155
제2절 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 수립	156
1. 목표	156
2. 추진전략	156
3. 주요 추진사업 및 제도보완사항 개요	156
4. 추진사업의 일정 및 소요예산(안)	157

제3절 주요 추진사업의 세부내용	160
1. 서울지역 지하수관리계획 수립	160
2. 지하수 세부정밀조사 및 데이터베이스 구축(1/5,000 수문지질도 작성)	161
3. 서울시 지하수관리 통합시스템구축	163
4. 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축	165
5. 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대	166
6. 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 데이터베이스 구축	168
7. 지하철배출 지하수의 하천방류사업	170
8. 지하수 오염정화사업	171
9. 대체용수 개발사업	173
10. 교육 및 홍보	175
제4절 제도보완 사항	177
1. 서울시 지하수관리 운영조직 개선	177
2. 지하수관리 재원확보 방안	178
3. 폐공관리방안	179
4. 지하수 잠재오염원관리 방안	183
5. 지하수 수질관리방안	188
6. 지하수 보전구역 지정 및 관리 방안	192
7. 기타 관리방안	198

제 V 부 결론

제 7 장 결론	201
제1절 요약 및 결론	203
제2절 향후 추진방향	210

참고 문헌	215
-------------	-----

부록	219
<부록 I> 국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안	221
<부록 II> 지하수정보에 대한 속성분류체계 및 속성값	274
<부록 III> 서울시 자동관측망 위치	311
<부록 IV> 외국의 지하수관리 현황	316
<부록 V> 지하수 재해 사례	328

표 목 차

<표 1-1> 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안	4
<표 1-2> 1/5,000 수문지질도 작성방안	5
<표 1-3> 지하수 자동관측망자료 분석 및 유지관리 방안	5
<표 2-1> 수계별 지하수 산출특성	9
<표 2-2> 서울지역 지하수 부존량과 개발가능량 총괄표 및 산출 내역표	10
<표 2-3> 수계유역별 향후 지하수 개발가능량	12
<표 2-4> '99년 서울시 지하수 관정현황	13
<표 2-5> 지하수관련 법령 및 타법에 의한 관정 현황	13
<표 2-6> 연도별 지하수 개발·이용 현황(지하수법 관련)	14
<표 2-7> 서울시 지하수 총 배출현황	14
<표 2-8> '96 건설교통부 용수수급계획	15
<표 2-9> 지하수 용도별 수질검사 현황	15
<표 2-10> 지하수 용도별 수질검사 결과	16
<표 2-11> 항목별 부적합 생활용수 관정수	16
<표 2-12> 먹는물 기준 성분별 부적합 관정수	17
<표 2-13> '98년도 서울시 주요 잠재오염원 분포현황	18
<표 2-14> 서울시 폐공 현황(지하수법 제정이후('94~'99))	24
<표 2-15> 서울시 폐공 관리방안	25
<표 2-16> 2000년 자치구별 오염우려지역 관정현황	26
<표 2-17> 지하수 자동관측망 연차별 시설계획	27
<표 2-18> 서울시 지하수 관측망 관리현황	28
<표 3-1> 기존 지하수정보관리시스템의 현황 및 문제점	36
<표 3-2> 서울시 GIS 데이터 부문 구축현황	37
<표 3-3> 서울시 GIS구축 현황	38
<표 3-4> 서울시청 업무 현황	41
<표 3-5> 자치구청 지하수관련 업무현황(중구청, 2000)	42
<표 3-6> 지하수관리 통합시스템 기능	56
<표 3-7> 서울시 지하수관련 부서에서 사용하는 도면	66
<표 3-8> 서울시 지하수관련 부서에서 사용하는 대장 및 조서	67
<표 3-9> 국가기본도 지형지물 대분류	70
<표 3-10> 건설교통부 수문지질도 대분류 부호	74
<표 3-11> 지하수정보에 대한 지형지물의 분류체계 및 부호부여 방안	75

<표 3-12> 국가기본도 표준(안)의 지형/지질부분 부호	75
<표 3-13> 지하수정보에 대한 지형지물 대분류, 중분류 및 부호체계	76
<표 3-14> 지하수관리 통합시스템에 필요한 하드웨어 기능	88
<표 3-15> 지하수관리 통합시스템의 하드웨어 수요	89
<표 3-16> 소프트웨어 설치기준	89
<표 3-17> 지하수관리 통합시스템 구축 일정 및 소요예산(안)	91
<표 4-1> 지하수 세부정밀조사의 중요 내용	98
<표 4-2> 우리나라 수문지질단위 구분 및 특성	103
<표 4-3> 서울지역 수문지질단위 구분 및 특성	104
<표 4-4> 시험연구지역의 지하수 관정현황	105
<표 4-5> 시험연구지역의 지하수 개발·이용현황	107
<표 4-6> 수질검사 관정현황	109
<표 4-7> 지반정보시스템의 시추공 정보	111
<표 4-8> 지하수 개발가능량 분석방법의 비교	113
<표 4-9> 지하수 유동모델링의 입력정보 총괄표	115
<표 4-10> 지하수 오염거동 모델링 입력자료	121
<표 4-11> 5개 관측정의 질산성질소 농도	121
<표 4-12> 수문지질도 주도면의 주요 내용	123
<표 4-13> 수문지질단위별 주요 특성	123
<표 4-14> 서울시 연차별 수문지질도 작성일정 및 소요예산(안)	128
<표 5-1> 서울시 연차별 자동관측망시설 현황과 계획	132
<표 5-2> 자동관측망에 의한 지하수관측 항목 및 방법	132
<표 5-3> 자치구별 지하수 자동관측망설치 현황 및 계획	132
<표 5-4> 서울시 지하수 자동관측망시설의 구성	134
<표 5-5> 관측망 측정자료의 분석내용 및 방법	136
<표 5-6> 지하수 모델링의 활용	137
<표 5-7> 모델링의 기본 입력정보	137
<표 5-8> 장기 수위관측자료 분류	139
<표 5-9> 수온 관측자료 분류	140
<표 5-10> 전기전도도 관측자료 분류	140
<표 5-11> 소유역별 관측정 설치현황	141
<표 5-12> 하천인접 관측정현황	142
<표 5-13> 지하철인접 관측정	142
<표 5-14> 안양천유역 관측정내역	144
<표 5-15> 지하수위 및 전기전도도 분석의 요약내용	146

<표 5-16> 수질측정결과	147
<표 5-17> 관리상태 점검표	147
<표 5-18> 관측망자료의 데이터베이스 분석 및 활용방안	149
<표 5-19> 자동관측망 시설의 유지관리방안	150
<표 6-1> 서울시 지하수관리의 주요 현행업무 현황 및 문제점	155
<표 6-2> 지하수법 시행이전 사용중지관정에 대한 정비결과	180
<표 6-3> 지하수 수질관리를 위한 지하수법 개선방안 요약	189
<표 6-4> 지하수 보전구역의 지정범위	193
<표 6-5> 서울시 광역적 지하수 보전구역 대상지역	194
<표 6-6> 국지적 보전구역 지정요건 및 세부조사내용	195

그 립 목 차

<그림 2-1> 관련기관 업무 흐름도	23
<그림 3-1> 서울시 GIS 구축계획	39
<그림 3-2> 서울시 GIS 시스템 구성도(안)	40
<그림 3-3> 지하수업무 기능분해도	43
<그림 3-4> 지형정보관리	46
<그림 3-5> 지하수 및 수문 자료 관리	46
<그림 3-6> 관정 및 폐공 관리	46
<그림 3-7> 수문지질도 관리	46
<그림 3-8> 지하수 관측정 관리	47
<그림 3-9> 지하수 수질 관리	47
<그림 3-10> 지하수 오염원 관리	47
<그림 3-11> 지하수 환경영향조사 관리	47
<그림 3-12> 개발가능량분석	48
<그림 3-13> 수위변동분석	48
<그림 3-14> 오염확산분석	48
<그림 3-15> 지하수 조사자료 관리	52
<그림 3-16> 지하수 개발·이용 허가 관리	52
<그림 3-17> 지하수 개발·이용 신고 관리	52
<그림 3-18> 지하수 보전구역 지정 관리	52
<그림 3-19> 지하수 이용·실태조사 관리	53
<그림 3-20> 지하수 오염원 관리	53
<그림 3-21> 지하수 수질검사 관리	53
<그림 3-22> 지하수 관측망 업무 관리	53
<그림 3-23> 과태료 부과징수 관리	53
<그림 3-24> 시공업체 및 영향조사기관의 등록 및 취소 업무 관리	53
<그림 3-25> 방치폐공 업무 관리	54
<그림 3-26> 실체관계도	54
<그림 3-27> 지하수관리 통합시스템과 데이터베이스의 연계	57
<그림 3-28> 지하수통합 관리시스템 하드웨어 구성도	57
<그림 4-1> 정밀 지하수 기초조사 흐름도	99
<그림 4-2> 시험연구지역의 지하수 관정 및 지질 현황	106
<그림 4-3> 수문지질단위 구분 및 풍화대두께	110

<그림 4-4> 시험연구의 1/5,000 수문지질도 작성흐름도	112
<그림 4-5> 안정수위 분포양상	116
<그림 4-6> 5년후 수위강하도 및 물수지 분석	117
<그림 4-7> 10년후 수위강하도 및 물수지 분석	118
<그림 4-8> 15년후 수위강하도 및 물수지 분석	119
<그림 4-9> 지하수 오염거동모델링 프로세스	120
<그림 4-10> 가상오염유발시설과 관측정 위치	121
<그림 4-11> 시간경과에 따른 질산성질소 확산 양상	122
<그림 4-12> 시험지역의 수문지질도	125
<그림 4-13> 시험지역의 지하수오염현황도	126
<그림 4-14> 시험지역의 지하수오염예측도	127
<그림 4-15> 1/5,000 수치지형도 도곽경계와 한강 및 지천	129
<그림 5-1> 서울시 지하수 자동관측망 위치도	133
<그림 5-2> 서울시 지하수 자동관측망 구성도	133
<그림 5-3> 지하수 관측정 구조도	135
<그림 5-4> 안정적인 장기 수위관측자료를 얻을 수 있는 자동관측망 위치	139
<그림 5-5> 소유역별 지하수위변동	141
<그림 5-6> 지하철 인접 지하수위변동	143
<그림 5-7> 안양천주변 지하수위 분포도	145
<그림 5-8> 안양천주변 전기전도도 분포도	146
<그림 6-1> 서울시 지하수 관리 체계도	157

제 I 부 서론

제 1 장 연구개요

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구 내용

제3절 연구 흐름도

제 2 장 서울시 지하수 현황

제1절 서울시 지하수 부존특성

제2절 지하수 개발·이용 및 수질 현황

제3절 서울시 지하수 관리현황

제 1 장 연구개요

제1절 연구의 배경과 목적

최근 지하수자원에 대한 중요성이 사회적으로 부각되면서, 서울시 지하수에 대한 체계적 관리가 시급한 문제로 대두되고 있다. 서울시에서는 '94년 8월 지하수법 시행 이후 지하수 기초조사('96), 자동관측망 설치운영('97년이후) 등을 통해 지하수관리를 수행하고 있으나, 취득된 지하수자료들은 분산되어 연계가 이루어지지 못하고 있기 때문에 서울시 지하수관리 정책개발 및 수행에 많은 어려움이 있다. 특히 '96년 기초조사시 지하수관리를 위한 필수도면인 축척 1/25,000 수문지질도를 작성하였으나 이 도면은 소축적으로서 지자체의 지하수업무를 수행하기에는 자료 신뢰도가 너무 낮아 활용성이 아주 미미한 실정이며, 동시에 조사자료들을 체계적으로 관리, 분석할 수 있는 정보시스템 개발도 이루어지지 못하였다. 따라서 관할구역 지하수의 개발·이용 및 보전관리를 위하여 서울시에서는 지하수자료들을 체계적으로 관리, 분석할 수 있는 지하수관리 통합시스템 구축과 지하수 세부정밀조사(지하수법 제5조제2항)를 통한 대축적(1/5,000 이상)의 수문지질도작성(지하수법 영제2조)이 아주 시급한 실정이다. 지하수관리 통합시스템은 지하수정보의 관리·분석과 관련업무가 연계, 운영되는 시스템으로써 지하수정보 데이터베이스 구축은 물론 서울시 지하수관리 정책개발과 지하수업무 정보화에 커다란 기여가 될 것이며, 추후 일반 국민들에게 지하수관련 정보를 쉽게 제공하는 기반을 마련할 것이다. 또한 서울시에서는 '97년 이후 지하수 자동관측망('99년 말 118개소 관측정 설치)을 운영하고 있으며, 이 관측자료들도 추후 지하수관리 통합시스템내에서 저장, 관리될 것이다. 그러나 현재 관측자료의 신뢰도가 낮아 지하수 현황 파악을 어렵게 만들고 있기 때문에 금번 연구를 통하여 관측자료들에 대한 체계적 분석 방법, 종합 데이터베이스 구축방안 및 시설의 유지관리방안 등이 마련되었다.

이러한 배경속에서 금번 연구의 목적은 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안뿐만 아니라, 지하수관리를 위한 기본방안을 동시에 마련하였으며, 세부목표는 다음과 같다.

- 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안
 - 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안
 - 지하수정보 데이터베이스 구축방안
- 서울시 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안
 - 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안
 - 지하수 자동관측망 자료의 체계적인 분석 및 유지관리 방안
- 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 제시
 - 서울시 지하수 개발·이용 및 보전관리를 위한 단계별 추진계획

제2절 연구 내용

주요 연구내용은 연구목적에 따라 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안, 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안, 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 등의 세부분으로 나뉘어 진다.

첫째, 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안(제3장)은 서울시와 국내 지하수 현황(제2장) 및 업무분석을 통하여 지하수 정보와 업무가 연계된 통합시스템 구축방안을 수립하는 것으로 서울시에 적합한 지하수관리시스템 모형을 제시하였다. 지하수정보의 데이터베이스 구축방안은 서울시에서 앞으로 구축예정인 축척 1/5,000 수문지질도를 중심으로 지하수정보의 지형지물 및 속성 분류체계를 작성하였다.

〈표 1-1〉 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안

세부목표	주요내용
•서울시 지하수 관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안	<ul style="list-style-type: none"> •지하수정보와 업무의 통합시스템 구축방안 <ul style="list-style-type: none"> - 지하수정보관리시스템 : 지하수 및 수문지질 기본정보관리, 관정 및 폐공 관리, 관측공 관리, 잠재오염원 관리 등 - 지하수전문분석시스템 : 지하수 개발가능량 및 오염확산 분석 - 지하수업무관리시스템 : 지하수 보전구역 관리, 지하수 개발·이용실태 관리, 개발·이용 허가 및 신고 관리, 수질검사 관리 등 - 시청 및 자치구청의 시스템, 데이터베이스 구축계획 수립 •지하수정보의 데이터베이스 구축방안 <ul style="list-style-type: none"> - 지하수 정보의 지형지물 및 속성 분류체계 작성 - 데이터베이스 구축방법

둘째, 서울시 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안에서는 지하수정보 데이터베이스로 구축될 지하수 세부정밀조사자료와 서울시 1/5,000 수문지질도에 대한 작성방안(제4장)이 연구되었으며, 동시에 지하수 자동관측망자료의 체계적인 분석 및 유지관리방안(제5장)도 제시되었다. 특히 제4장의 수문지질도 작성연구에서는 시험개발된 지하수정보관리시스템을 활용하여 중구 일부지역의 지하수정보 데이터베이스와 1/5,000 수문지질도가 시험작성되었다.

〈표 1-2〉 1/5,000 수문지질도 작성방안

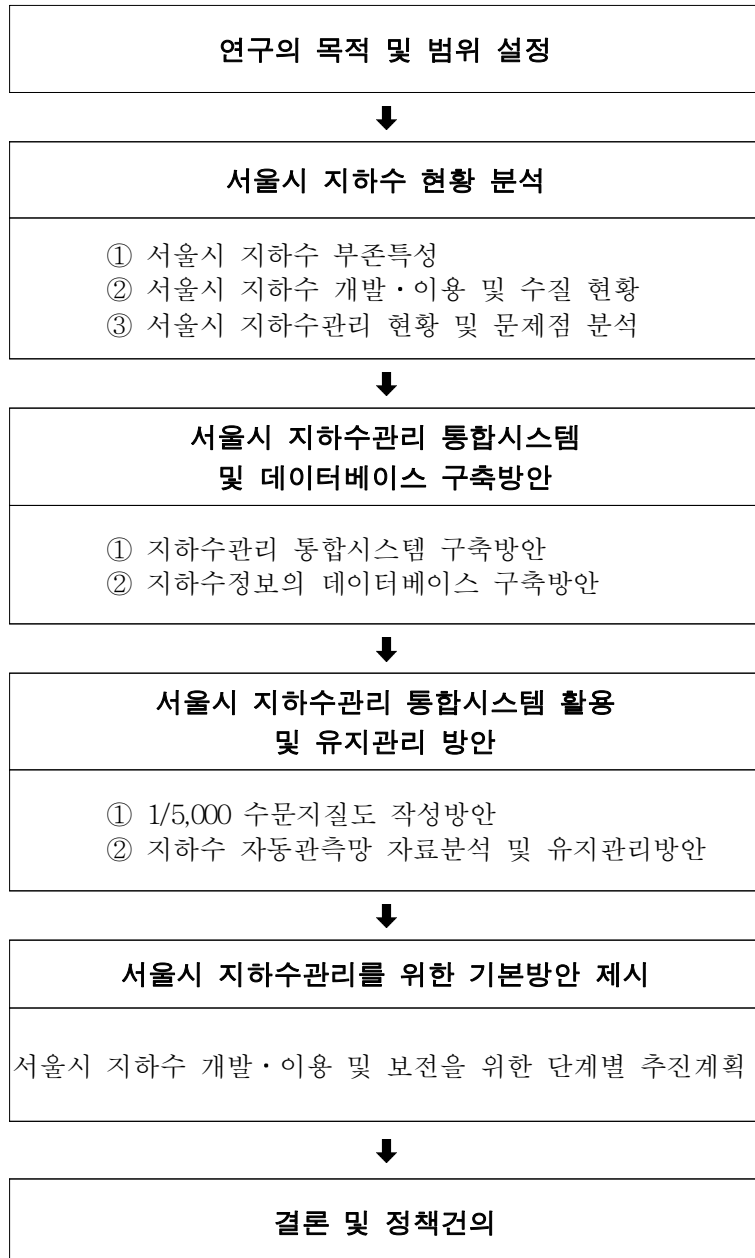
세부목표	주요 연구내용
<ul style="list-style-type: none"> • 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 중구 일부지역을 대상으로 1/5,000 수문지질도 시험작성 및 GIS 데이터베이스 구축 • 1/1,000 및 1/5,000 수치지형도를 이용한 각종 지하수 관련 도면제작 방안 <ul style="list-style-type: none"> – 수문지질도(지하수 개발가능량), 오염확산예측도 등 • 서울시 1/5,000 수문지질도 작성계획 수립

〈표 1-3〉 지하수 자동관측망자료 분석 및 유지관리 방안

세부목표	주요 연구내용
<ul style="list-style-type: none"> • 서울시 지하수 자동관측망 자료의 체계적인 분석 및 유지관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동측정되고 있는 수위, 수온, 전기전도도 등의 체계적인 분석방법과 활용방안 제시 • 관측시설의 유지관리방안 • 관측망자료들은 지하수관리 통합시스템의 데이터베이스에서 총괄 관리될 것임.

셋째, 서울시 지하수관리를 위한 기본방안(제6장)은 서울시 지하수관리 운영조직의 개선, 지하수 세부정밀조사, 지하수관리 통합시스템구축, 지하수 오염 및 재해 조사, 오염정화사업, 대체용수개발, 폐물관리방안, 보전구역 지정 및 관리 등 서울시 지하수 개발·이용 및 보전관리를 위한 단계별 추진내용들이 제시되었다.

제3절 연구 흐름도



제 2 장 서울시 지하수 현황

서울시 지하수관리 통합시스템은 지하수정보와 관련업무가 서로 연계되어 운영되는 통합시스템으로 구축되어야하며, 이를 위해서는 우선 서울시 지하수관련 현황 파악이 필요하다. 따라서 본 장에서는 서울시의 지하수 부존현황, 지하수 개발·이용 및 수질현황, 현재 수행하고 있는 지하수 업무현황 등을 살펴보았으며, 이를 기반으로 제3장 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안에서 자세한 업무분석과 시스템의 기본설계가 이루어졌다.

제1절 서울시 지하수 부존특성¹⁾

1. 서울시 지하수 부존현황

1) 개요

서울지역의 연평균 강우량은 1,369.8mm이며, 유역의 표토층이 얇고 경사가 급하여 강우가 일시에 유출되는 현상이 나타난다. 따라서 유량변동계수(최대유량과 최소유량과의 비)가 300~400 정도로 외국에 비해 10배 이상이다. 서울시의 지하수는 1970년 이후의 급격한 도시의 성장과 더불어 공장입주, 하수관매설, 폐기물매립 등으로 인해 그 양과 질에 있어서 큰 영향을 받기 시작하였으며, 지하수개발이 본격화되고 그 사용량도 급격히 증가되었다. 1980년대 후반 이후에는 천부지하수의 수질저하로 굴착심도가 점점 깊어지게 되었으며, 심부지하수도 오염위험에 노출되었다.

2) 지질별 부존특성

- 수리지질 특성

- 충적층의 구성물질은 토사, 실트, 사, 사력이 주이며, 거력이 포함되기도 하나 일반적으로 화강암 분포지역은 입도가 커서 투수성이 양호하다. 편마암, 편암 분포지역은 구성물질의 입도가 작아 충적층 지하수부존에 불리하며, 시추조사가

1) 본 내용은 「'99년 및 2000년 서울시 지하수 관리계획」과 「'96 서울특별시 지하수관리계획 기본조사보고서」를 토대로 하여 작성되었음.

자료에 의한 총적층 평균심도는 약 12m로 나타났다.

- 서울지역은 총적층 층후가 작고 기반암이 화강암류, 편암류, 편마암류 등 고기 결정질암으로 되어있어 지하수부존이 크게 제약되고 있다. 주대수층은 지하수 위 이하의 총적층이 해당되며, 기반암의 단층, 절리, 파쇄대 등 구조선들이 암 반지하수의 중요한 부존대상이 된다.
- 특히 도시지역은 수많은 건축물, 지하철, 기타 지하구조물 등에 의해 지하수 부존환경이 극도로 왜곡되어 있고 국지적인 변화가 크다.

• 대수층의 수리전도도 및 분포비

- '96년에 조사된 서울시 전역 295개소 관정자료에 의한 암종별, 지층별 수리전도도는 다음과 같다.

암종		조사공수	최대(cm/sec)	최소(cm/sec)	평균(cm/sec)	면적/분포비 (605.78km ² /100%)
화강암	총적층	58	5.03×10 ⁻³	5.70×10 ⁻⁶	5.05×10 ⁻⁴	219.73km ² /36.3%
	풍화대	28	1.30×10 ⁻³	1.63×10 ⁻⁵	2.31×10 ⁻⁴	
	암반	112	7.40×10 ⁻³	4.37×10 ⁻⁶	2.75×10 ⁻⁵	
편암	총적층	6	1.00×10 ⁻³	1.00×10 ⁻⁵	2.27×10 ⁻⁴	28.33km ² /4.6%
	암반	1	1.00×10 ⁻⁴	1.00×10 ⁻⁴	1.00×10 ⁻⁴	
편마암	총적층	39	2.51×10 ⁻³	7.89×10 ⁻⁶	6.94×10 ⁻⁴	357.72km ² /59.0%
	풍화대	12	1.00×10 ⁻³	6.20×10 ⁻⁵	2.47×10 ⁻⁴	
	암반	6	1.67×10 ⁻⁴	2.03×10 ⁻⁵	7.53×10 ⁻⁵	

• 수문지질 환경

- 지하수의 부존성은 지하수가 존재하는 지역의 지질 및 지하구조 특성뿐만 아니라 지형, 수계분포, 토양, 토지이용 및 식생 등 지하수 수문환경에 영향을 받으며, 서울지역의 수문지질 환경특성은 아래와 같다.

구분	내용
지형	- 북부는 북한산, 남부는 관악산을 주봉으로 하는 산계로 경기도와 경계를 이루고 있음 - 산지는 만장년기 지형이고 서울시 전면적의 80%가 노년기 구릉지대임 - 중앙부와 동서부는 이를 관통하는 한강수계와 지류하천의 연변부 총적층대 분포
수계	- 중랑천, 홍제천, 봉원천, 고덕천, 성내천, 탄천, 반포천, 안양천
토지이용현황	- 도시(51%), 농경지(7.0%), 임야(26.4%), 하천유지(10.6%), 공원유희지(5.0%)

(서울시, 1996)

3) 유역별 부존특성

서울지역은 동서방향을 관통하는 한강으로 여러 지류가 유입되고 있으며, 이 지류들의 하상주변을 따라서 충적층이 분포하고 있다. 중랑천유역 편마암지역 충적층의 두께는 약 15~20m 정도이며, 자유면지하수의 안정양수량은 240m³/일 정도이다. 안양천유역은 자유면지하수의 안정양수량이 87m³/일 정도이며, 고덕천은 한강본류의 영향을 받아 충적층 두께가 약 20m 내외로 자유면지하수의 안정양수량은 240m³/일 정도로 많은 편이다. '96년에 조사된 서울시 수계별 지하수 산출특성을 요약하면 아래표와 같다.

〈표 2-1〉 수계별 지하수 산출특성

구분	유역면적(km ²)	암종	충적층두께	자유면지하수의 안정수량(m ³ /day)	피압지하수의 안정수량(m ³ /day)
중랑천	188.24	편마암	15~20m	240	275
		화강암	10~15m	168	159
		편암류	10m내외	50	91
홍제천	66.70	편마암	10~20m	160	138
봉원천	32.01	편마암	10~20m	152	74
안양천	146.58	편마암	10~20m	87	105
반포천	35.40	편마암	10~20m	117	191
탄천	73.90	편마암	10~20m	79	126
성내천	27.33	편마암	10~15m	90	156
고덕천	10.54	편마암	20m내외	240	136

2. 서울시 지하수 부존량 및 개발가능량

1) 지하수 부존량 및 개발가능량 산정

지하수 부존량은 토양의 공극 또는 암반의 균열 파쇄대내에 함유된 지하수의 총량을 의미하며, 하부경계 추정이 가능한 충적층지하수는 결정될 수 있으나 암반층의 부존량은 개발가능심도에 따라 상당한 차이를 보인다. '96년도에 계산된 서울시 지하수 부존량은 부피개념에 따른 부존량 계산법을 이용하였다. 대수층 부피계산에는 실측 지하수위와 지질조사자료에 의한 충적층심도를 이용하여 Trapezoidal Rule로 전산지도 좌표값에 의해 산출하였으며, 암반층심도는 최근 서울시에서 보편적으로 개발되고 있는 관정심도(100~200m)를 적용하였다(서울시, 1996).

지하수 개발가능량은 실제로 양수하여 사용이 가능한 지하수량을 의미하며, 충적

층의 개발가능량은 부존량의 20%를 기준으로 하여 적용하였고(경우에 따라 60~70%도 적용가능) 암반층의 개발가능량은 부존량의 10%를 적용하여 계산하였다. 특히 지하수를 개발·이용하면 자연상태에 변화가 생기며, 이러한 변화가 과도한 경우 지하수위 저하와 지반침하 등의 문제가 발생할 수 있다. 자연환경에 그러한 심각한 영향을 주지 않고 지하수 순환체계가 유지되며 지하수의 함양과 배출이 유지되는 수준의 개발가능량이 일반적인 지하수 적정개발가능량으로 생각된다.

'96년도에 위와 같은 방법으로 계산된 암반층 100m 까지의 서울시 지하수 부존량은 13.39억 m^3 으로 추정되었으며, 개발가능량은 1.68억 m^3 /년으로 산정되었다. 앞으로 이러한 내용들은 지하수 세부정밀조사를 통하여 상세히 분석·보완될 것이다.

〈표 2-2〉 서울지역 지하수 부존량과 개발가능량 총괄표 및 산출 내역표 (서울시, 1996)

① 서울시 지하수 부존량과 개발가능량 총괄표

부존량 구분(단위: 억 m^3)	총적층	암반	계
암반층 100m 심도까지의 부존량	3.46	9.93	13.39
암반층 200m 심도까지의 부존량	3.46	19.83	23.29

개발가능량 구분(단위: 억 m^3 /년)	총적층 지하수	암반 지하수	계
암반층 100m 심도까지 대상으로 한 경우	0.69	0.99	1.68
암반층 200m 심도까지 대상으로 한 경우	0.69	1.98	2.67

② 지하수 부존량과 개발가능량 산출내역표

－ 총적층 지하수 부존량 및 개발가능량 산정

단계	내역
방법	자연수위면, 총적층 하부면, 서울시 경계 등을 일정크기의 격자로 나누어 보간하여 등치선화한 후 그 근사값을 계산함.
총적층 대수층 부피	자연수위면과 총적층 하부면 사이의 부피
총적층 평균심도	12m : 지질조사 자료 7,400여 공에 대한 총적층 평균값
자연수위 평균값	8.2m : 700여공 선정하여 4차례 수위관측값의 평균치
대수층의 평균두께	3.8m : 총적층 평균심도 - 자연수위 평균값
서울시 대수층 부피	23.1억 m^3 (자연수위 이하의 총적층)
부존량	3.46억 m^3 = 23.1억 m^3 × 0.15 (대수층×공극률)
개발가능량	0.69억 m^3 = 3.46억 m^3 × 20%(부존량의 20% 적용)

(<표 2-2> 계속)

- 암반층 지하수 부존량 및 개발가능량 산정

단계		내역
방법		서울시 관정의 개발심도분포 분석결과 암반관정의 심도 100m 인 경우와 200m인 경우로 나누어 부존량 산정
암종별 공극률		화강암(0.01), 편마암(0.02), 편암(0.02)
암반층 심도 100m 적용	부존량	9.99억 m^3 : 총적층 하부에서 100m까지의 부피 \times 공극률 = 607억 $\text{m}^3 \times [(0.363 \times 0.01) + (0.591 + 0.046) \times 0.02]$
	개발가능량	0.99억 $\text{m}^3/\text{년}$: 부존량의 10%적용 = (2.2억 m^3 + 7.73억 m^3) \times 0.1(부존량의 10%적용)
암반층 심도 200m 적용	부존량	19.83억 m^3 = 1,211억 $\text{m}^3 \times [(0.363 \times 0.01) + (0.591 + 0.046) \times 0.02]$
	개발가능량	1.98억 $\text{m}^3/\text{년}$ = 19.83억 $\text{m}^3 \times 0.1$

- 분포암별 부존량과 개발가능량

구분	부존심도	분포암	분포비(%)	총 부피(억 m^3)	부존량(억 m^3)	개발가능양수량(억 m^3) (개발가능량)
총적층	10m			10.9	1.64	0.32
	12m			23.1	3.46	0.69
	15m			43.1	6.20	1.24
암반층	50m	화강암	36.3	304	1.1	0.11
		편마암 편암	63.7		3.87	0.38
		소계			4.97	0.49
	100m	화강암	36.3	607	2.20	0.22
		편마암 편암	63.7		7.73	0.77
		소계			9.93	0.99
	150m	화강암	36.3	911	3.31	0.33
		편마암 편암	63.7		11.95	1.16
		소계			14.95	1.49
	200m	화강암	36.3	1,211	4.41	0.44
		편마암 편암	63.7		15.42	1.54
		소계			19.83	1.98

〈표 2-3〉 수계유역별 향후 지하수 개발가능량 (단위: 천 m^3 /년)

수계	개발가능량	현 지하수 이용량		향후 개발가능량
		신고시설	미신고시설 포함경우	
중랑천	53,737	23,040	29,951	23,786
홍제천	17,274	2,444	3,177	14,097
봉원천	14,046	2,914	3,789	10,257
탄천 (고덕, 성내천)	26,949	3,740	4,862	22,087
반포천	10,011	1,510	1,963	8,048
안양천	46,119	17,199	22,358	23,761
계	168,136	50,847	66,100	102,036

3. 서울시 지하수 등수위선도 분포

'96년도에 작성된 서울시 1/25,000~1/50,000 축척 수문지질도상의 지하수 등수위선은 서울시 전지역에 고루 분포하는 738공에 대한 표고측량과 계절별 4회 수위측정 결과를 기준으로 작성되었다. 전체적으로 서울시 지하수위는 해발고도 10m 이하가 서울시 면적의 약 60% 정도이고 고지대는 해발고도 30m 이상으로 나타나고 있으며, 한강주변은 대부분 지하수위가 5m 이하로 분포하고 있다. 지하수 등수위선은 지하수의 유출·입 및 유동방향 파악, 인공적인 지하수 충전과 배출 영향, 지하수 고갈 및 지반침하 관측 등의 분석에 아주 필요하다. 그러나 '96년도에 작성된 지하수 등수위선도는 소축적으로써 서울시 전체 현황파악에는 도움이 되었지만 지역적 지하수관리를 위해서는 상세한 대축척(1/5,000 이상)의 수문지질도가 필요한 것으로 평가되었다.

제2절 지하수 개발·이용 및 수질 현황

1. 지하수 개발·이용현황

1) 지하수 관정(시설) 현황

서울시 관리대상 지하수 관정은 '99년 말 현재 14,906개소이며, 이 숫자에는 민방위 관정이 포함되었고 온천법 등 타법에 의해 개발된 관정은 제외된 것이다. <표 2-4>에서 보듯이 대부분이 신고관정(71.7%)이고 허가관정은 12.5%에 불과하다. 또한 용도별로는 생활용수가 75.7%로 대다수를 차지하고 있으며, 음용수는 880개소 5.9%에 불과하다.

<표 2-4> '99년 서울시 지하수 관정현황(서울시, 2000) (단위 : 개소)

구 분	계	생활용수	농업용수	공업용수	음용수
계	14,906 (100%)	11,293 (75.7)	2,155 (14.5)	578 (3.9)	880 (5.9)
허가관정	1,856 (12.5)	1,676	16	110	54
신고관정 (민방위관정 포함)	10,693 (71.7)	7,593	1,925	468	707
제외대상	2,357 (15.8)	2,204	214	0	119

<표 2-5> 지하수관련 법령 및 타법에 의한 관정현황(서울시, 2000) (단위 : 개소)

구분	계	지하수법	민방위 기본법	주택건설 촉진법	온천법	소규모 신고제외대상
관정수	14,930	12,203	347	16	7	2,357
(%)	100	81.7	2.3	0.1	0.1	15.8

2) 지하수 개발·이용현황

서울시 지하수 개발·이용현황은 '98년도 13,074개소(38,157천m³), '99년도 14,906개소(37,403천m³)로 집계되었다(표 2-6). 서울시에서는 지하수를 음용수보다는 생활용수로 대부분 사용하고 있으며, 이것은 서울의 높은 상수도 보급률(99%)과 생활수준 향상 때문인 것으로 생각된다.

현재 서울시 지하수의 이용량은 지하수 개발가능량(1.68억 m^3)의 약 23%에 해당되는 양이며, 서울시 지하수의 연간 총 배출량은 지하철배출량 약 50백만 m^3 /년을 포함하여 약 1.0~1.1억 m^3 /년이다(표 2-7). 한편 지하철배출 지하수에 대해서는 하천의 건천화 방지 외에도 적절한 활용방안(예: 공공수도)의 강구가 필요하다.

〈표 2-6〉 연도별 지하수 개발·이용현황(지하수법 관련) (서울시, 2000)

구 분	1997	1998	1999
개발·이용관정	13,016개소	13,074개소	14,906개소
이용량	44,839천 m^3	38,157천 m^3	37,403천 m^3

※ '99년도 자료는 건설교통부의 지하수조사 연보(2000년) 참고.

〈표 2-7〉 서울시 지하수 총 배출현황(서울시, 1999) (단위 : 백만 m^3 /년)

연도	총 배출량	총 배출량/개발가능량 (%)	이용량			지하철배출
			소계	지하수관정 (지하수법)	대형공사장	
'97	105	62.5%	55	45	10	50
'98	98	58.3%	48	38	10	50
'99	97.4	57.9%	47.4	37.4	10	50

3) 전국 용수수급계획(건설교통부, 1996)

전국 용수수급계획에 따르면 2000년대에는 국민생활 수준향상과 더불어 도시화, 산업화가 지속적으로 이루어져 2011년의 용수수요는 '94년보다 65억 m^3 늘어난 367억 m^3 로 1인 1일 평균 급수량은 408ℓ에서 480ℓ로 증가할 전망이다. 이중 지하수 공급량은 2001년 전체 용수공급량의 약 7.9%로 27억 m^3 을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 2006년에는 용수 부족분이 약 4억7백만 m^3 , 2011년에는 20억 m^3 정도가 부족할 것으로 예상되기 때문에 지금부터 지하수의 대체용수개발이 시급한 실정이다.

서울시 1인당 평균 급수량은 '96년 477ℓ/일, '98년 444ℓ/일, '99년 421ℓ/일로 계속 감소하고 있고 상수도 생산량도 '98년 1,674백만톤, '99년 1,585백만톤으로 감소하고 있으며, 그 원인은 서울시 인구감소와 수도물 절약으로 인한 사용량 감소로 추정하고 있다(서울시, 2000). 그러나 이러한 현상들은 일시적이며 유동적이다. 지표수의 고갈로 인한 용수부족 현상은 전국적인 자연현상으로 한강만이 예외일 수는 없으며, 한강수계도 다른 수계들과 연결되어 있으므로 용수부족 영향이 나타날 것이다. 따라서 지하수

의 대체용수개발을 점차적으로 추진하여 앞으로 예상되는 용수부족에 적극적으로 대비하여야 할 것이다.

〈표 2-8〉 '96 건설교통부 용수수급계획

(단위: 백만 m^3)

구분	1994	2001	2006	2011	비고
• 용수수요량	31,144	33,662	35,014	36,673	
- 생활용수	6,209	7,435	8,073	8,706	
- 공업용수	2,582	3,873	4,074	4,544	
- 농업용수	14,877	15,027	15,226	15,150	
- 유지용수	6,476	7,327	7,641	8,273	
• 용수공급량	32,463	34,364	34,607	34,662	
- 하천수	17,221	17,093	16,997	16,953	
- 지하수	2,571	2,709	2,808	2,907	
- 댐공급량	12,71	14,562	14,802	14,802	
• 과 △부족량	2,319	702	△407	△2,011	
• 신규수자원개발	-	700 (700)	4,140 (3,440)	5,140 (1,000)	누계 개발량 (단계별개발량)
• 개발후 과부족	2,319	1,402	3,733	3,129	
• 예비율(%)	7.7	4.2	10.7	8.5	

(수자원 장기종합계획 : 건설교통부, 1996)

2. 지하수 수질현황

1) '99년 지하수 용도별 수질검사현황(서울시, 2000)

'99년도에 서울시 관리대상 관정 6,949개소에 대한 용도별 지하수 수질검사현황은 아래 표와 같다. 생활용수가 대부분인 서울시에서는 먹는물을 제외하고는 대부분 95% 이상 적합한 상태를 보여주고 있다. 부적합 항목중 중요한 성분들은 질산성질소(NO_3-N), 대장균, 트리클로로에틸렌(TCE), 수소이온농도(pH), 일반세균, 테트라클로로에틸렌(PCE), 화학적산소요구량(COD) 등으로 나타났다.

〈표 2-9〉 지하수 용도별 수질검사 현황(서울시, 2000)

검사결과 수질기준	검사항목수	수질검사(개소)	적합		부적합	
			시설수(개소)	비율(%)	시설수(개소)	비율(%)
계		6,949	6,839	98.4	110	1.6
생활용수	15	6,088	6,024	98.9	64	1.1
공업용수	14	372	368	98.9	4	1.1
농업용수	14	105	99	94.3	6	5.7
기타(먹는물 등)	45	384	348	90.6	4	9.4

* 부적합 주요항목: 질산성질소(NO_3-N), 대장균, 트리클로로에틸렌(TCE), 수소이온농도(pH), 일반세균, 테트라클로로에틸렌(PCE), 화학적산소요구량(COD)

2) '96년 지하수 수질검사결과(서울시, 1996)

(1) 지하수 용도별 수질검사결과

'96년 기초조사시 서울시 12,866개소 지하수 관정에 대한 용도별 수질검사 결과는 먹는물(약 70%)를 제외하고는 90%이상이 적합관정을 받았다.

〈표 2-10〉 지하수 용도별 수질검사 결과

검사결과 수질기준	검사항목수	수질검사(개소)	적합		부적합	
			시설수(개소)	비율(%)	시설수(개소)	비율(%)
계		12,866	11,648	90.5	1,218	9.5
생활용수	15	11,733	10,724	91.4	1,009	8.6
공업용수	14	509	473	92.9	36	7.1
농업용수	14	62	56	90.3	6	9.7
기타(먹는물 등)	43	562	395	70.3	167	29.7

(2) 수질성분별 검사결과

① 생활용수 수질검사결과

생활용수 8,485개소중 수질검사결과 부적합 관정을 받은 곳은 총 1,359개소(16%)이며, 수질검사기관은 서울시 보건환경연구원, 광업진흥공사 등에서 시행되었다. 부적합 관정의 주요 항목은 질산성질소(527공), 대장균군(515공), 트리클로로에틸렌(153공), 화학적산소요구량(94공), 테트라클로로에틸렌(43공) 등의 순이다(표 2-11).

〈표 2-11〉 항목별 부적합 생활용수 관정수

항목	기준초과 (개소)	비율(%)	항목	기준초과 (개소)	비율(%)	항목	기준초과 (개소)	비율(%)
대장균	515	37.9	6가크롬	9	0.7	비소	1	0.1
질산성질소	527	38.8	카드뮴	5	0.4	시안	1	0.1
트리클로로에틸렌	153	11.3	수은	5	0.4			
화학적산소요구량	94	6.9	페놀	5	0.4			
테트라클로로에틸렌	43	3.2	유기인	4	0.3			

② 지하수 사용용도와 관계없이 먹는물기준으로 수질검사 시행결과

용도와 관계없이 총 1,081개소의 관정에 대하여 먹는물기준의 수질검사를 수행한 결과 부적합 관정을 받은 곳은 총 787개소(72.8%)이며, 대장균군(634공), 일반세균(412

공), 질산성질소(251공), 색도(155공), 탁도(131공), 망간(122공) 등의 순으로 나타났다(표 2-12).

〈표 2-12〉 먹는물 기준 성분별 부적합 관정수

항목	기준초과 (개소)	비율(%)	항목	기준초과 (개소)	비율(%)	항목	기준초과 (개소)	비율(%)
대장균	634	58.7	황산이온	13	1.2	수은	2	0.2
질산성질소	251	23.2	트리클로로에틸렌	11	1.0	카드뮴	1	0.1
암모니아성 질소	67	6.2	테트라클로로에틸렌	7	0.7	다이아지논	1	0.1
망간	122	11.3	납	4	0.4	비소	1	0.1
아연	177	16.3	총트리할로메탄	3	0.3			
불소	38	3.5	6가크롬	2	0.2			

(3) '96년 및 '99년 수질검사의 비교 분석

- 용도별 수질검사내용은 부적합 비율이 최근 상당히 감소추세를 보이고 있으나 이 결과가 지하수 수질이 개선되었다고 말하기에는 아직 이르다. 개발·이용자가 수질이 악화되었을 때 용도를 변경할 수 있도록 현 지하수법에서 허용하고 있기 때문이며, 또한 '96년 및 '99년 검사대상 관정이 다를 수 있기 때문이다.
- '96년에 지하수 사용용도와 관계없이 먹는물기준으로 수질검사를 시행한 결과 약 72.8%가 부적합 판정을 받았다. 이것은 서울시 지하수가 상당히 오염되었을 가능성을 이야기하는 것이며, 주로 생활용수에서 발생하는 대장균, 일반세균, 질산성질소 등이 부적합 판정의 주요 원인으로 나타났다.

3. 서울시 잠재오염원현황(서울시, 1999)

일반 가정의 정화조, 주유소, 자동차 세차장, 세탁소, 쓰레기 매립장 등이 중요한 지하수 잠재오염원들이다. 이러한 오염원에서 나오는 배출물들이 우수 및 하수가 분리가 안된 합류식(약 90%) 불량하수관을 통하여 하수처리장으로 이동중에 지하로 스며들어 지하수가 오염되고 있는 실정이며, 이관들은 대부분이 5~10m당 그 일부가 파손되어 있는 상태이다. '96년 자료(서울시, 1996)에 의하면 강남구가 정화조, 주유소, 운수 관련업체 등이 가장 많이 분포되어 있어 지하수 오염에 대한 대책이 시급한 것으로 나타났다으며, 이는 서울의 생활권변화 및 인구이동과도 연관이 있는 것으로 생각된다.

〈표 2-13〉 '98년도 서울시 주요 잠재오염원 분포 현황(서울시, 1999)

분류군	업종	개소수	비고
정화조	정화조	6,884kℓ/일	지하침투형
지하저장탱크	유해물질제조업체	5	· 오염물질의 저장, 취급, 처리시설 · 공장은 도금, 식품, 금속, 화학, 유리, 목재, 제약 등의 분야임.
	유해물질취급업체	25	
	유해물질판매업체	580	
	유류저장판매업	930	
폐수배출업소	공장	321	
	연구실험실	79	
	운수·세차업	2,089	
	정비업	443	
	인쇄소	1,419	
	사진관	1,737	
	병원	88	
	레미콘, 도축장	11, 3	
매립장	쓰레기 매립장	1	
하수관	하수관	9.658km ²	운송·송유시설
농약 및 비료살포	농경지	46.67km ²	기타활동
	골프장	2	

(1) 정화조

정화조내 고형물질은 침전되며, 액체성분은 토양속으로 침투되어 토양과 지하수를 오염시킨다. 액상 폐기물은 BOD가 28~84mg/ℓ, 암모니아성 질소가 10~78mg/ℓ 정도이며, 박테리아, 중금속 등이 포함된다. 특히 수거식 분뇨에는 다량의 질소화합물이 포함되어 있으며, 토양 박테리아에 의해 질산염으로 산화되어 지하수로 침투된다

'98년 말 현재 서울시 전체 발생량은 6,884kℓ/일로 나타났으며, '96년 구청별 발생량을 살펴보면 강남구가 576.8kℓ/일로서 가장 많이 발생되며, 강북구가 141.8kℓ/일로 가장 적게 발생되었다. 이것은 최근에 강남쪽으로 생활인구의 집중현상이 일어나는 것과 깊은 관계가 있으며, 하수관 등의 세심한 정비가 필요하다.

(2) 지하저장탱크(주유소, 유해물질제조업체)

지하저장탱크중에서 가장 문제가 되는 것이 주유소(유류저장판매업)의 유류저장탱크이다. 지하저장탱크의 재질은 주로 금속으로 이루어져 있기 때문에 시간의 경과에 따라 용접부위가 부식되고 유해물질이 지하로 유출되어 토양과 지하수를 오염시킨다. 휘발류가 지하로 유출되면 지하수면 위로 뜨게되어 초기에는 하나의 상(phase)로 존재하나, 시간경과에 따라 가스성분과 벤젠, 톨로엔, 시안 등의 화합물로 분리되고 마침내

지하수에 용해되어 지하수 오염을 발생키는 것이다.

서울시의 주유소는 '98년 말 현재 약 930여개에 달하며, 황산 등 유해물질판매업체도 580개소에 이르고 있다. 특히 서울시 주유소의 총 유류 저장량은 '96년에 $95,273\text{m}^3$ 이며, 강남구에 $11,454\text{m}^3$ 으로 가장 많고 유해물질 취급업소는 영등포구관내에 249개소('96)로 전체 49%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

(3) 폐수 배출업소

① 세탁소

서울시의 대부분 세탁소들은 용적 2m^3 이하이거나 용수 $1\text{m}^3/\text{hr}$ 미만으로 법적 관리대상(수질환경보전법 폐수배출시설)에 포함되지 않는 것이 문제이며, 이들 세탁소들은 하수도로 유해물질(PCE)을 무단 방류를 하여 지하수 및 토양을 오염시키고 있다. 서울시에 약 8,070 여개소('96년)의 세탁소가 있는 것으로 집계되었으며, 구청별로는 송파구가 6.6%에 해당하는 533개소로서 가장 많이 차지하고 있는 것으로 나타났다.

② 운수관련업체

서울시에 소재하고 있는 세차장 및 운수업은 '98년 말 현재 약 2,089개소, 정비업이 443개소로 집계되고 있다. '96년도 세차장, 운수업 및 정비업의 구청별 분포는 강남구가 240개소로 가장 많으며, 종로구가 7개소로 가장 적게 분포하고 있다. 또한 한강이남의 서초구, 강남구, 송파구에 650개소로 전체의 34.8%에 해당되는 업체가 모여있는 것으로 나타났으며, 강남구가 특별한 관리를 필요로 하는 것을 알 수 있다.

③ 인쇄소, 사진관

서울시 '98년 말 현재 인쇄소는 1,419개소, 사진관은 1,737개소로 집계되고 있다. 아연, 납, 질산, 초산 등의 유해물질이 사용되고 있으며, 일반 하수관을 통하여 이들이 배출되고 있는 실정이다. 구청별 분포는 강남구에 157개소('96년)로 14.8%를 차지하며, 영등포구(13.3%), 종로구(11.3%), 서초구(9.5%), 용산구(8.7%)의 순으로 나타나고 있다.

(4) 쓰레기 매립장

서울시 난지도매립장은 일반폐기물과 산업폐기물이 단순투기방법으로 매립된 것으로 매립면적은 약 $1,904,000\text{m}^2$ 에 이르며, 매립용량은 $9,197\text{만}\text{m}^3$, 매립고는 95m이다. 여

기서 발생하는 침출수는 고농도의 암모니아성 질소를 함유하고 심한 악취를 발생하며, 생분해도가 낮아 전형적인 메탄 형성단계의 침출수 특성을 나타내고 있다. 또한 강수의 침투에 의하여 폐기물중 유동성이 있는 유해물질들이 지하수로 함께 이동하여 지하수 오염을 발생시키고 있기 때문에 특별한 대책이 요구되고 있다.

(5) 하수관

서울시 하수관은 대부분이 우수와 하수가 같은 관으로 유입하여 흐르는 합류식으로 전체관의 88.2%를 차지하고 있다. 하수관들은 이음이 불량하고 노후되어 하수처리장으로 하수의 원활한 이송이 어려운 상황이기 때문에 이들 불량하수관에서 새어나오는 하수들이 서울시 지하수를 오염시키는 대표적인 오염원인 것이다. 서울시에서는 현재 하수관정비사업을 장기적으로 시행하고 있으나 토양 및 지하수의 오염방지를 위하여 좀 더 빠른 시간내에 효과적으로 추진할 수 있는 방법의 강구가 필요하다.

(6) 농약 및 비료살포

지하수를 오염시키는 농업오염원은 가축의 분뇨, 비료, 각종 농약 등이 대부분을 차지하고 있으며, 이들 성분은 주로 질산화합물, 인산염, 박테리아, 염화물, 중금속 등이다. 서울시 총 농경지 분포면적은 46.76km²이며('98), 용산구가 0.11km²로 가장 적고 강서구가 10.67km²로 가장 크게 분포하고 있다.

제3절 서울시 지하수 관리현황

1. 지하수법에 의한 관련기관 업무내용

1) 지하수법 체계

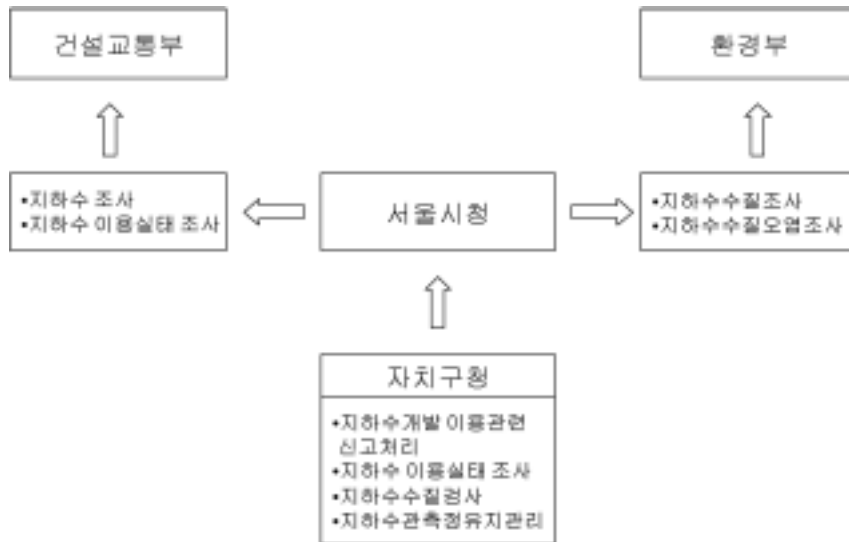
지하수법은 '94년 8월부터 시행되고 있으며, 지하수의 조사, 보전관리, 개발·이용 시공업 등록, 지하수영향조사기관 지정 등을 규정하고 있다. 지하수 수질검사기준 제정립, 일일사용량 30m³미만 관정의 관리대상포함, 지하수 오염유발시설 관리 등의 사항들을 보완하기 위하여 정부에서는 2001년 상반기에 지하수법 개정을 추진하고 있다.

지하수법	지하수법시행령	지하수법 시행규칙 지하수수질보전등에 관한 규칙
총 칙		<ul style="list-style-type: none"> ○ 목적, 정의, 국가의 책무, 다른법률과의 관계
지하수의 조사		<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수조사 ○ 지하수관리 기본계획 ○ 지하수개발·이용의 허가 및 신고 ○ 허가의 취소 등
지하수의 보전관리		<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수보전구역의 지정 ○ 지하수보전구역안에서의 행위제한 ○ 이행보증금의 예치 ○ 원상복구 ○ 지하수오염방지명령 ○ 지하수개발·이용실태조사 ○ 수질오염의 측정 ○ 수질기준 및 수질검사 ○ 출입검사
지하수개발·이용시공업		<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수개발·이용시공업의 등록 ○ 결격사유 ○ 지하수개발·이용시공업의 양도·양수 ○ 등록의 취소 ○ 명의대여의 금지
지하수영향조사기관		<ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수영향조사기관의 등록 ○ 지하수영향조사기관의 결격사유 ○ 지하수영향조사기관의 등록취소 ○ 명의대여의 금지
보 칙		<ul style="list-style-type: none"> ○ 타인토지에의 출입, 손실보상, 수수료, 보고·검사, 청문, 권한의 위임
벌 칙		<ul style="list-style-type: none"> ○ 벌칙, 양벌규정, 과태료의 부과·징수
부 칙		<ul style="list-style-type: none"> ○ 시행일 ○ 이행보증금예치에 관한 적용 예 ○ 지하수 영향조사기관의 등록에 관한 경과조치 ○ 허가권자 등의 변경에 관한 경과조치 ○ 다른 법률의 개정 ○ 다른 법령과의 관계

2) 지하수법상의 기관별 지하수관리 중요 업무내용

지하수법상 지하수조사 및 개발·이용실태 관리는 건설교통부, 수질관리는 환경부에서 수행하는 이중적 관리가 되고 있다. 일부 지자체에서는 지하수관리를 일괄적으로 수행하는 곳도 있으나(예: 서울시) 이중적으로 중앙정부에 보고하는 불편함이 있기 때문에 지하수업무를 총괄관리하는데 많은 어려움이 있다. 지하수 개발·이용자는 개발량에 따라 신고, 허가 및 원상복구 등을 하여야 하며, 사용용도에 따른 일정한 주기의 수질검사와 적절한 지하수 오염방지시설 설치의 의무가 있다.

구분	관 리 업 무	관 련 근 거
건설교통부	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수 부존특성 및 개발가능량 조사 - 수문지질도 작성 - 지하수 조사자료의 종합 및 연보발행 - 지하수관리기본계획 수립·관계기관 통보 - 지하수 개발·이용실태조사 - 지하수 수위변동실태조사 : 수위 관측망 설치 	법 제5조 영 제2조 법 제6조 법 제6조 법 제17조 영 제27조
환경부	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수오염방지를 위한 조치명령 - 수질오염 측정 - 오염방지시설의 설치기준 - 수질오염측정망 설치계획 수립·고시 - 지하수의 수질기준 규정 	법 제16조 법 제18조 환경부령 제29조제2호 환경부령 제29조제5호 환경부령 제29조제6호
서울시청	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수개발·이용 및 보전·관리를 위한 조사 - 지하수보전구역의 지정 및 해제 - 지하수 개발·이용실태 조사 및 보고 - 지하수관리자문위원회 운영 	법 제5조 법 제12조 영 제28조 영 제40조
자치구청	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수 개발·이용의 허가 - 지하수 개발·이용의 신고 수리 - 준공신고 수리 - 지하수보전지역의 지정요청 - 지하수보전구역안의 행위허가 - 원상복구 이행보증금의 처리 - 원상복구명령 - 지하수오염방지를 위한 조치명령 - 지하수 개발·이용실태 조사 및 보고(위임사무) - 수질검사의 부적합시설 조치 - 지하수개발·이용 시공업의 등록(위임사무) - 지하수영향조사기관의 등록(위임사무) - 청문실시(고유사무 및 위임사무) - 과태료 부과징수(고유사무 및 위임사무) - 지하수관리자문위원회 운영 - 지하수영향조사서의 심사 	법 제7조 법 제8조 법 제9조 법 제12조 법 제13조 법 제14조 법 제15조 법 제16조 조례 제3683호의 제19조 영 제30조 조례 제3683호의 제19조 조례 제3683호의 제19조 법 제35조 및 조례 제3683호의 제19조 법 제41조 및 조례 제3683호의 제19조 영 제40조 법 제7조
이용자	<ul style="list-style-type: none"> - 지하수개발·이용의 허가신청 - 지하수개발·이용의 신고 - 이행보증금 예치 - 원상복구 이행 - 수질검사 실시(검사신청) · 음용수·생활용수 연1회 · 공업용수 2년 1회, 농업용수 3년 1회 	법 제7조 법 제8조 법 제14조 법 제15조 환경부령 제29호의 제7조제8조



〈그림 2-1〉 관련기관 업무 흐름도

2. 서울시 지하수 관리현황(서울시, 2000)

1) 폐공관리

서울시에서 '99년 말 집계된 지하수법 제정이후의 폐공수는 약 14,073개소(표 2-14)이며, 이중 신고관정(7,872개소)이 대부분이다. 폐공은 개발당시 실패한 굴착공이나 이용중 수질오염 및 수량부족으로 사용중단된 관정 등으로써 지표의 오염물질이 지하로 유입되어 지하수 오염을 가속시키는 통로역할을 하기 때문에 폐공의 원상복구는 아주 중요하다.

특히 방치폐공의 경우에는 가정용 폐공, 공장이전에 따른 폐공, 지반공사 시추공 등 다양한 경우가 있고 현황파악도 매우 어렵기 때문에 지하수 오염위험이 더욱 심각하다. 이러한 폐공의 원상복구비는 환경부 방치폐공관리지침의 지방세법 제257조에 의하여 확보된 비용(20원/㎡)은 너무 작아 실현성이 부족하므로 중앙정부의 보조(국고보조)나 지자체 예산지원이 요구된다. 아래는 현재 서울시에서 수행하는 폐공관련 업무의 주요내용이다.

- 폐공처리 대상 : 개발초기에 실패한 굴착공, 채수량 부족 및 수질오염으로 사용

중단되어 방치된 관정, 불법 지하수 개발·이용 단속시 적발된
관정 등

• 폐공 일제조사 및 원상복구

- 조사기간 : 2회/년(상반기: 매년 3월~6월, 하반기: 매년 7월~12월)
- 조사방법 : 개발·이용을 종료한 시설에 대하여 실시하고, 방치폐공 발견시 환경부의 「방치된 폐공의 관리지침」에 의거 되메움 등 원상복구 조치
- 조사대상 : 신고 및 허가관정, 공사용지하수관정, 지질조사시추공 등
- 결과보고 : 2회/년(상반기 및 하반기)

〈표 2-14〉 서울시 폐공현황(지하수법 제정이후('94~'99)) (서울시, 2000)

년도별	계	대상	폐공대상	조치완료	조치중	미조치
'94	4,948	허가관정	10	10	—	—
		신고관정	1,048	1,048	—	—
		신고제외	383	383	—	—
		구분불가	3,507	3,507	—	—
'95	3,035	허가관정	126	126	—	—
		신고관정	2,423	2,423	—	—
		신고제외	465	465	—	—
		구분불가	21	21	—	—
'96	2,469	허가관정	130	130	—	—
		신고관정	1,925	1,925	—	—
		신고제외	414	414	—	—
		구분불가	—	—	—	—
'97	1,520	허가관정	162	162	—	—
		신고관정	1,128	1,128	—	—
		신고제외	152	152	—	—
		구분불가	78	78	—	—
'98	1,086	허가관정	139	139	—	—
		신고관정	746	746	—	—
		신고제외	179	179	—	—
		구분불가	22	22	—	—
'99	1,015	허가관정	161	160	1	—
		신고관정	602	577	25	—
		신고제외	144	144	—	—
		구분불가	108	44	64	—
총계	14,073	허가관정	728	727	1	—
		신고관정	7,872	7,847	25	—
		신고제외	1,737	1,737	—	—
		구분불가	3,736	3,672	64	—
		소 계	14,073	13,983	90	—

〈표 2-15〉 서울시 폐공 관리방안

구분	관리방안
기존폐공 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수 개발·이용실태조사의 실사를 통한 폐공 실태조사병행 실시 -폐공신고 창구 개설 -폐공 D/B 구축 및 활용 -폐공 되메움 사업 · 개발 이용자 및 소유자가 원상복구 · 기타 소유자 불명인 경우 지자체에서 원상복구
신규폐공 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 개발 당시 발생한 실패공 및 사용중에 발생한 폐공은 개발·이용자가 원상복구 · 타 용도로 전용할 수 있는 경우에는 개보수후 사용 (재활용)

2) 잠재오염원 관리현황

서울시에서는 2000년도부터 주유소 유류저장탱크, 세차시설, 원료 제조업체 등 지하수 오염취약시설(잠재오염원) 인근의 지하수 관정에 대한 주기적인 점검을 실시하고 있다(표 2-16).

- 점검기간 : 연중실시(월 1회 5개소씩 점검, 매년 반복실시)
- 점검사항 : 상부보호공 및 지표하부보호벽 설치여부 및 보존상태
- 주변경사도(10도이상) 유지여부, 출수장치의 작동상태
- 수질검사 : 연 2회 이상(상·하반기 각 1회 이상) 실시
- 점검방법 : 오염우려 인근지역 관정별 점검표 작성 및 시행
- 실적보고 : 연 2회(상반기 및 하반기)

또한 환경부에서는 서울지역 35개소(공단지역 5, 일반폐기물 5, 분뇨처리장 인근 3, 유원지 및 공원지역 1, 도시 주거지역 18, 유류·유독물 저장탱크 3)의 오염지역에 대하여 수질검사를 연 2회에 걸쳐 실시하고 있으며, 이 자료도 서울시에서 활용하여 오염원관리를 강화하여야 할 것이다.

〈표 2-16〉 2000년 자치구별 오염우려지역 관정현황(서울시, 2000)

구별	계 (개소)	오염우려지역 관정현황				
		주유소 등 지하저장탱크	매립지 및 폐기물 아적장	제품, 원료 등 생산지	세차장	공사현장
계	797	268	12	100	248	169
종로	20	2	—	7	—	11
중구	16	4	—	1	—	11
용산	20	7	—	—	8	5
성동	26	5	—	16	5	—
광진	43	12	—	11	14	6
동대문	24	9	—	—	7	8
종랑	21	9	—	9	—	3
성북	33	13	—	10	10	—
강북	13	8	—	—	—	5
도봉	47	7	2	5	24	9
노원	33	7	—	1	8	17
은평	30	12	—	—	9	9
서대문	27	10	—	—	9	8
마포	23	3	—	—	7	13
양천	28	11	2	—	15	—
강서	32	12	3	1	11	5
구로	64	9	2	20	17	16
금천	18	8	—	5	5	—
영등포	64	24	—	8	13	19
동작	12	5	—	—	5	2
관악	33	7	1	—	13	12
서초	70	24	—	—	45	1
강남	32	32	—	—	—	—
송파	34	19	—	—	12	3
강동	34	9	2	6	11	6

3) 지하수 개발·이용실태조사

서울시는 지하수법 제17조에 따라 매해 정기적으로 지하수 개발·이용실태를 조사하고 그 결과를 건설교통부 및 환경부에 보고한다. 시에서는 이를 통하여 시설의 사용유무 및 변동사항, 수질변화상태, 지하수 수요현황 등을 파악함으로써 관할구역의 지하수 관리계획을 수립하고 있다.

- 적용범위 및 조사대상
 - 지하수법에 의한 허가 및 신고를 필한 시설
 - 지하수법에 의해 허가, 신고대상에서 제외된 경미한 개발·이용시설
 - 다른 법률에 의해 인가, 허가를 받거나 신고를 필한 시설

- 지하수의 개발·이용실태 조사에 관한 내용
 - 위치, 이용자, 용도, 사용량 등 일반 현황
 - 지하수 개발·이용시설의 심도, 구경 등 재원에 관한 사항
 - 용도별 수질검사 주기에 따른 수질검사 실시 등 수질에 관한 사항
 - 기타 양수설비 등에 관한 사항
- 조사계획 수립 및 결과보고
 - 구청장은 두레박 프로그램을 이용하여 시장에게 다음 연도 2월말까지 제출하고, 시장은 3월 31일까지 건설교통부장관에게 보고

4) 지하수 자동관측망 관리

서울시에서는 현재 지하수 자동관측망(현재 118개소 관측정)을 설치, 운영하여 지하수의 변화를 지속적으로 관찰하고 있으며, 자치구청에서도 '99년 이후 약 100여개소의 수질측정망(구청별 4개소)을 지정, 운영하고 있다. 자동관측정은 앞으로 180개소(표 2-17)로 확대예정이며, 민방위 및 공공·시설 관정 166공, 신규착정 14공으로 기존의 민방위관정 활용이 매우 높다. 현재의 측정항목은 수위, 수온, 전기전도도(EC) 등 3개 항목이며, 관측방법은 원격관측을 사용하고 있다.

관측망은 지역적으로 분산되어 있는 관측정을 연계하고 지하수위 및 수질을 주기적·장기적으로 관측하여 시간에 따른 지하수의 물리적(수위, 수량), 생화학적(수질) 변화 파악을 가능하게 한다. 또한 지하수의 양적인 보전과 수질오염 등 지하수재해 발생 원인을 조기에 파악하여 지하수의 효율적인 이용과 오염확산방지 등 방안을 수립할 수 있게 한다.

〈표 2-17〉 지하수 자동관측망 연차별 시설계획

구분	계	1997	1998	1999	2000	2001 이후	비고
계(개소)	180	40	70	8	6	56	현재 118개의 관측정고 있음.
관측정신설	14	5	—	8	1		
민방위관정활용	148	35	62	—	4	47	
공공관정(생활용수)	11		4		1	6	
시설관정(생활용수)	7		4			3	

〈표 2-18〉 서울시 지하수 관측망 관리현황

구분	내용
자동관측망 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 시 일원(605.78km²)에 평균 3.4km²당 1개소씩 관측정 설치 <ul style="list-style-type: none"> – 임야 및 하천을 제외한 평야부(391km²)에는 평균 2.2km²당 1개소 설치. · 시비로 관측망 구축공사 시행하고 자치구는 관할구역내 시설물 유지관리를 실시. · 관측 주기 및 항목 : 수위, 수온, 전기전도도 는 매일 1회 이상 · 수질검사는 먹는물관리법 기준의 항목을 매년 2회 실시 · 시설에 대한 정기점검 연2회, 수시점검 4회/월(주 1회) 이상 실시
수질측정망 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 자치구청의 지하수 전담부서에서 측정자료를 관리 · '99년 상반기까지 각 자치구별로 4개소씩 총 100개소의 수질측정지점 지정 · 수질분석은 지하수 수질기준항목에 대하여 년 2회 이상 실시 · 당해연도의 관측자료를 종합하여 반기별로 시장에게 보고후 환경부에 제출

5) 수질검사 관리

지하수법 제20조에 따라 지하수 개발·이용자는 정기적으로 전문기관의 수질검사를 받아야 하며, 수질기준이 부적합 판정을 받았을 때에는 지하수 개발·이용시설에 대한 시정명령(지하수법 제16조)에 따라 적합한 조치를 취해야 한다. 현행 지하수법에서 청소, 조경 및 공사용 지하수는 수질검사대상에서 제외되고 있으며, 또한 수질악화시 용도변경이 허용되고있기 때문에 지하수 수질악화가 심화되고 있다. 따라서 2001년 지하수법 개정시에는 이에 대한 보완사항을 추진하고 있다.

• 수질검사 주기

분류	검사주기	관련법령
음용수	매년 1회	먹는물관리법 제5조의 규정에 의한 먹는물 수질검사 항목
생활용수	매년 1회	환경부령이 정하는 수질기준
공업용수	2년에 1회	환경부령이 정하는 수질기준
농업용수	3년에 1회	환경부령이 정하는 수질기준

• 지하수 개발·이용시설의 시정명령

분류	내용	비고
시설기준에 미비한 경우	시설기준에 적합하도록 시정	시정명령시 조치기간은 3월 이내
수질검사에 불합격한 경우	수질기준에 적합하게 정수처리한 후 이용토록 시 정명령 또는 용도변경 사용	
시설기준에는 적합하나 수질검사결과 수질기준에 불합격한 경우	사업장 부지내 바닥시설, 보관시설, 하수도시설 등에 대한 지도·점검을 실시하고 조치명령	

6) 불법 지하수 개발·이용 단속 관리

서울시는 시·구 합동으로 연 2회 주로 대형건축물 신축현장이나 다량이용 지하수 관정을 대상으로 불법 또는 부정한 방법으로 지하수를 무분별하게 이용하는 개발·이용자를 단속하고 있다. 적발시에는 즉시 고발 및 폐쇄명령, 과태료부과 등의 행정처분을 시행한다.

구분	내용
단속대상	<ul style="list-style-type: none"> · 허가 또는 신고를 아니하고 불법으로 지하수를 개발·이용하는 자 · 허가 또는 신고를 하고 부정한 방법으로 지하수를 개발·이용하는 자
단속시기	· 연 2회(반기별 1회)
단속사항	<ul style="list-style-type: none"> · 각 구청별 대형건축물 신축현장, 다량이용 지하수 관정 · 건물대장은 있으나 수도 급수전이 없는 건물 · 기타 목욕탕, 여관 등의 취약분야
결과조치	· 고발 및 폐쇄 명령, 과태료 부과 등의 처분

3. 지하수 개발·이용 관련법 현황(서울시, 2000)

1) 지하수 관련법 현황

지하수 개발·이용과 관련된 법령은 지하수법을 포함하여 9개 법령으로 아래 표에 그 내용을 요약하였다.

법령	대상	내용	담당부서	
			중앙 부처	서울시
지하수법	음, 생, 공 및 농업용수	· 용도별 일정량 초과하는 지하수 개발·이용시설 은 허가 또는 신고(제7조, 제8조)	건설교 통부	치수과
온천법	온천수	· 25℃ 이상의 온수개발시 온천지구로 지정(제3조)	행정자 치부	도시 계획과
먹는물 관리법	샘물(음용)	· 300톤/일 이상의 샘물을 개발하고자 하는 자는 환경부장관의 허가(제9조)	환경부	보건 위생과
농어촌발전 특별조치법	농업용수	· 지하수법 제8조의 150톤/일 이하의 농림·어업 용도의 지하수 개발·이용에 한하여 신고하도록 하였으나 농어촌발전특별조치법에 150톤/일 이 상의 개발·이용에 대한 허가 등의 규정이 없음.	농림 수산부	농수산 유통과
민방위 기본법	지하양수 시설	· 민방위 계획에 따라 비상급수시설 소유자에게 지하 양수시설 설치(제14조)	행정자 치부	민방위과
수도법	수도시설	· 취수시설이 설치된 지하수를 상수원으로 정의하 고 상수원보호구역으로 지정 가능토록 함(제3조, 제5조).	환경부	상수도 사업본부
제주도 개발특별법	제주도지역	· 제주도에서 지하수를 개발하는 자는 도지사의 허가(제25조)	건설교 통부	
하천법	하천개발	· 하천정비계획수립, 하천공사계획인가를 하고자 하는 경우 지하수법 제7조의 허가사항이 포함될 때는 관계행정기관장과 협의(제32조)	건설교 통부	치수과
주택건설 촉진법	공동주택비 상급수시설	· 주택법 제33조에 의한 사업계획 승인을 득한 공 동단지에는 지하양수시설 또는 지하저수조시설 을 설치(주택건설기준등에관한규정 제35조)	건설교 통부	주택 기획과

2) 타법과의 관계

- 지하수법 제4조
 - 지하수의 조사, 개발·이용 및 보전관리에 대하여 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우에는 그 법률이 정하는 바에 의한다. 다만, 제14조(이행보증금의 예치), 제15조(원상복구), 제16조(오염방지명령)의 규정은 그러하지 아니하다.
- 따라서 다른 법률에 지하수 개발·이용 등에 관한 인·허가 및 절차 등이 규정되어 있더라도, 지하수법 제14조(이행보증금의 예치), 제15조(원상복구), 제16조(오염방지명령)의 규정은 지하수법 적용대상이다.

3) 타법관련 기관별 지하수 업무현황

법률에 따라 건설교통부, 환경부 이외에 농림부, 행정자치부에서도 일부 지하수 관련업무를 수행하고 있다. 농림부는 농어촌발전특별법에 의하여, 행정자치부는 온천법 및 민방위기본법에 의하여 지하수개발을 담당하고 있으나, 추후 이러한 지하수 관련사항들은 통합 조정되어 일괄 관리되는 것이 바람직하다.

중앙부서	담당업무	관련법률	비고
건설교통부	• 지하수관리 기본계획 수립 • 지하수 기초조사 • 지하수 개발·이용 등을 위한 조사 • 지하수 조사자료 종합 • 지하수 수위변동 실태조사	• 지하수법 • 제주도개발특별법 • 하천법 • 주택건설기준등에 관한 규정	지하수법은 지하수에 관한 기본법의 성격에 해당됨
환경부	• 지하수 수질기준 제정 • 지하수 오염방지 조치명령 • 지하수 수질오염 실태조사	• 지하수법 • 먹는물관리법 • 수도법	
농림부	• 농어촌 지역 지하수용수 개발	• 농어촌발전특별조치법	
행정자치부	• 온천시설, 민방위 비상급수 시설 등의 관리	• 온천법 • 민방위기본법	

제 II 부 서울시 지하수관리 통합 시스템 및 데이터베이 스 구축방안

제 3 장 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안

- 제1절 서울시 지하수정보관리의 현황 및 문제점
- 제2절 서울시 GIS 구축현황
- 제3절 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안
- 제4절 지하수정보 데이터베이스 구축방안
- 제5절 하드웨어 및 소프트웨어 수요분석
- 제6절 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축계획

제 3 장 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안

서울시 지하수관리 통합시스템은 지하수정보와 관련업무가 연계, 운영되는 시스템으로 구축되어야 하며, 시청과 자치구청을 연결하는 클라이언트/서버의 구조를 갖추어야 한다. 이를 위해서 금번 연구에서는 우선 기존 지하수정보시스템의 현황 및 문제점을 살펴보았으며(제1절), 지하수관련 주요 업무내용을 분석한 후 업무프로세스의존도 등을 작성하여 서울시에 적합한 지하수관리 통합시스템 모형을 개발하였다(제3절). 이 모형은 지하수정보관리, 지하수전문분석, 지하수업무관리의 세부분으로 구성되며, 상호기능 및 자료의 공유가 가능하도록 설계되었다. 지하수정보의 데이터베이스 구축방안(제4절)은 앞으로 서울시에서 작성할 축척 1/5,000 수문지질도를 기초로 지하수정보의 지형지물과 속성 분류체계를 정립하였으며, 이를 통하여 지하수조사자료 및 관련도면들이 추후 지하수관리 통합시스템내에서 데이터베이스로 관리될 것이다.

제1절 서울시 지하수정보관리의 현황 및 문제점

서울시에서는 '96년 기초조사시 시험적으로 지하수정보관리를 위하여 GGIS 및 GWATER를 개발한 바가 있다. 그러나 이 시스템들은 운영환경이 대부분 DOS체제이며, 데이터베이스가 없고 공간분석기능이 부족하기 때문에 거의 활용이 안되고 있다. GGIS는 지형고도, 지질자료 등의 일부 분석이 가능하고 입력자료의 수정, 편집 등이 주요한 기능이다. 지하수업무관리(개발·이용 관리, 보전구역 관리, 잠재오염원 관리 등) 기능들은 전혀 개발되지 못하였으며, 데이터베이스가 존재하지 않기 때문에 자료의 체계적 관리가 이루어지지 못하고 있다. 이것은 소규모 지하수프로젝트나 현장조사에는 사용할 수 있으나 서울시같이 대단위 지하수정보 데이터베이스와 관련업무의 연계가 필요한 곳에는 부적합하다. GWATER는 텍스트위주의 지하수자료 정리 및 관리 프로그램이며, 지하수정보의 공간분석기능, 데이터베이스, 업무의 연계성 등이 없다.

현재 서울시의 지하수 개발·이용 관리는 지하수행정관리시스템인 두레박을 이용

하여 수행하고 있으며, 이 프로그램은 지하수법 제17조의 지하수이용실태 관리 및 건설교통부 보고용으로 각 지자체에서 활용하고 있다. 두레박은 텍스트위주의 지하수 현황관리 및 검색 프로그램으로써 지하수 관정의 지역별, 용도별, 수질검사내용별 관리가 가능하나 관정의 공간적 위치표기가 불가능하며 분석기능이 거의 없다. 따라서 서울시에서는 대단위 지하수정보 데이터베이스를 기반으로 지하수분석자료와 관련업무가 연계, 운영될 수 있는 지하수관리 GIS구축이 아주 시급한 실정이다. <표 3-1>은 기존 지하수 정보관리시스템의 현황 및 문제점을 분석한 내용이다.

<표 3-1> 기존 지하수정보관리시스템의 현황 및 문제점

구분	현황 및 주요 내용	문제점
GGIS	<ul style="list-style-type: none"> · 전산도면환경에서 공간자료를 입력 · 기존 공간자료를 수정할 수 있는 기능에 중점 · 지형고도, 수질분석 및 지질조사 자료의 분석기능 제공 · AutoCAD R12 한글판에서 구동 · 운영체제 : DOS 	<ul style="list-style-type: none"> · 업무시스템 기능 부재 · 대량 공간 데이터베이스의 부재 · 공간정보의 정확도에 대한 신뢰성 저하 · 소규모의 지하수분석에 적합 · 지자체의 지하수관리시스템 운영체계에 부적합(클라이언트/서버환경이 아님)
GWATER	<ul style="list-style-type: none"> · 텍스트 위주의 업무처리 프로그램 · 주요기능 <ul style="list-style-type: none"> － 지하수개발 신고시설자료 입력 － 신고제외대상시설자료 입력 － 수질검사결과 입력 － 지하수 자료 속성별 분석 출력 · 운영체제 <ul style="list-style-type: none"> － Windows 9.5, DOS, Windows 3.1 · 메인프로그램: 하나 DB 프로 2.0 	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수정보의 데이터베이스 부재 · 공간처리분석 및 다양한 통계분석 기능 부재 · 행정업무에서 필요한 의사결정을 지원할 수 있는 기능 부족 · 단지 지하수자료의 정리 및 관리용 프로그램임.
두레박	<ul style="list-style-type: none"> · 지자체의 지하수 이용, 시설현황에 대한 자료관리 프로그램 · 동일한 양식에 의한 자료관리가 가능 · 매년 지하수 개발·이용실태 조사보고용 · 주요기능 <ul style="list-style-type: none"> － 지자체 지하수 관련자료 관리 － 지역, 용도, 신고형태, 개발년도별 통계 분석 － 자료결합, 변환, 질의, 출력 지원 · 운영체제: MS-Windows 	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 통계분석 기능 필요 · 지하수 관련자료 항목 추가 · 공간정보 처리기능 필요

제2절 서울시 GIS(지리정보시스템) 구축현황

1. GIS 기반자료 구축현황

서울시 1/1,000 수치지형도는 국가기본도의 전산화사업에 따라 '98년도에 이미 완료되었으며, 지적도, 편집지적 등도 '99년도에 수치화가 완료되어 각 업무부서에서 활용중이다. 상수도 및 하수도 관련 시설물 데이터베이스는 2001년 구축 완료예정이며, 가스, 난방, 통신, 전기 등 각종 지하시설물을 1/1,000 수치지형도 위에 통합하는 시설물관리 통합작업도 현재 지리정보담당관실에서 진행중이다. 토지(임야)대장, 토지특성자료, 건축물관리대장 등 속성자료의 전산화작업도 추진중이거나 일부 완료되어 점차적으로 업무에 활용되고 있다. 앞으로 서울시에서는 지리정보담당관실을 중심으로 엔터프라이즈 GIS개념을 도입하여 업무에 공통적으로 사용되는 데이터중심의 GIS를 점진적으로 구축하며, 또한 데이터의 효과적인 활용과 공유를 위한 공간데이터웨어하우스의 구축을 계획하고 있다.

〈표 3-2〉 서울시 GIS 데이터 부문 구축현황

데이터		주요사업내용	주관부서
도형	수치지형도	· NGIS 수치지형도 전산화 사업('95~'98)(1/1000, 1/5000, 1/25000) · 서울시 1/1000, 1/5000 수치지형도제작 사업 완료('96~'98)	· 국립지리원 · 서울시 지리정보담당관실
	지적도	· '82~'97년 지적도 전산입력 완료	· 서울시 지적과
	편집지적	· 지적데이터를 지형데이터에 맞춰 편집한 편집지적 구축완료	· 서울시 지적과
	지하시설물도	· 상수, 하수관련 시설물 DB구축 중('98~2001) · 가스, 난방, 통신, 전기 지하시설물의 통합 시스템 구축중	· 상·하수 및 GIS 관련부서
	주제도	· 도로망도, 행정구역도, 토지이용현황도	· 국립지리원
	지상시설물	· 도로시설물 : 도로관리시스템에서 구축중(8개 구청 진행중) · 도시계획도 : 도시계획관리시스템에서 구축중	· 서울시 지리정보담당관실
속성	토지(임야)대장	· 구축완료	· 행정자치부
	토지특성조사자료	· 지가산정을 위한 토지특성자료 전산화 완료	· 건설교통부
	건축물대장	· 정보화 근로사업의 일환으로 전산입력 완료	· 행정자치부

2. GIS 시스템 구축 현황 및 계획

1) 구축현황

시청의 각 부서에서는 도로, 상수도, 하수도, 도시계획, 소방방재, 새주소사업 등의 응용프로그램 및 데이터베이스 개발사업이 추진중이고 이들의 개발이 완료되면 25개 자치구청으로 확산시킬 예정이다. 이들은 현재 서울시에서 추진중인(2001년 완료예정) 서울시 GIS기본구조(공간데이터웨어하우스 구조)와 데이터베이스 표준안에 맞추어 단계별 개발 및 보급확대가 이루어져야 한다. 또한 현재 진행중인 도시기반시설물 관련 업무시스템(도로, 상하수도, 지적, 도시계획 등)들도 상호 데이터 공유를 위한 기술적 방안 마련이 필요하다.

〈표 3-3〉 서울시 GIS구축 현황

구분	시스템명	내용	주관부서	기간
서울시청	도로관리시스템	데이터베이스구축 및 응용시스템 개발	지리정보담당관실	1999~2001
	도시계획정보관리시스템	도시계획관련자료 DB구축 및 응용프로그램 개발	지리정보담당관실	1999~2002
	상수도관리시스템	상수도 관망도와 시설물관리 프로그램 개발	상수도사업본부	1999~2001
	하수도관리시스템	하수관망, 대장 DB구축 및 업무시스템 개발	하수기획과	1999~2001
	민원행정시스템	인허가 및 세외수입 관련업무 전산화	자치행정과	1999~2000
	119종합방재 전산정보시스템	소방지령과 상황처리를 위한 지도검색 및 지도데이터관리	소방방재본부	1998~2000
	새주소부여사업	새주소관리시스템 및 안내시스템 개발	자치행정과	1998~2000
자치구청	교통관리시스템	교통시설물 자료전산화 및 프로그램 개발	자치구 교통행정과 (10개 자치구청)	구청별 자체추진
	토지이용계획 확인원시스템	각종 도시계획사항의 전산관리, 발급업무 및 통계업무의 전산화	자치구 지적과 (5개 자치구청)	구청별 자체추진
	개별공시지가현황 도면관리시스템	지가 현황 도면의 전산화	자치구 지적과 (12개 자치구청)	구청별 자체추진
	지적도면 관리시스템	기존 지적도면 전산화에 의한 지적공부관리 업무 효율화	자치구 지적과 (8개 자치구청)	구청별 자체추진

2) GIS 구축계획

서울시 GIS구축은 1995년부터 2010년까지 구상되어 있으며, 1단계는 1/1,000 수치지형도제작과 GIS기반조성 시기로 이미 완성되었다. 현재는 도시기반시설물 데이터베이스 구축이 중심인 2단계사업(1999~2002)을 진행중에 있으며, 중요한 사업으로는 도로관리, 상·하수도관리, 도시계획관리 시스템 등이 있다. 3단계사업은 도시기반시설물을 이용한

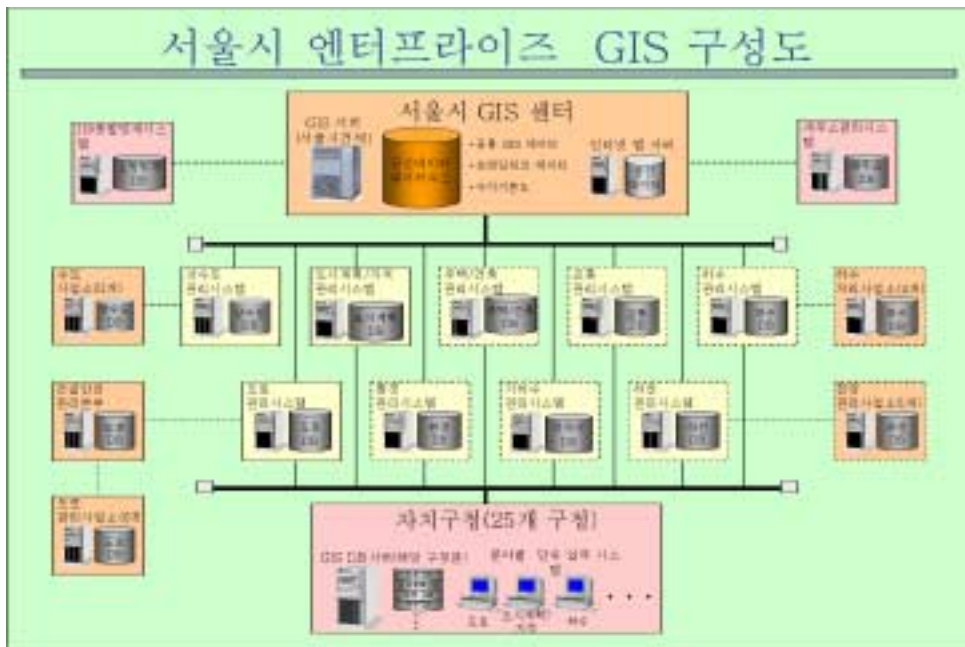
도시생활 중심의 GIS구축사업으로 교통, 주택·건축, 환경, 하천 등의 GIS시스템을 계속적으로 구축할 예정이다. 지하수관리 통합시스템은 하천 및 환경 관리시스템과 연계되어 구축되는 것이 바람직하며, 시범사업 및 지하수조사가 선행되어 지하수에 관련된 데이터베이스가 우선적으로 구축되어야 할 것이다.

단계		2단계				3단계				4단계			
연도 부문		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GIS 기반데이터 구축 및 정비 (공간데이터 웨어하우스 구축)				시범 사업									
			기본 계획 수립 및 설계	(프레임 워크데 이터 구축)	공통GIS 데이터 구축			공통GIS 데이터 추가 제작		공통GIS 데이터의 유지관리			
업무 시스템 개발	도로 관리	본 사업			시스템 수정 보완	업무시스템 안정화				US 구현			
	하수도	본 사업			시스템 수정 보완	업무시스템 안정화							
	상수도	본 사업			시스템 수정 보완	업무시스템 안정화							
	도시 계획	본 사업				업무시스템 안정화							
	교통		기본 계획	시범 사업	본 사업			업무시스템 안정화					
	주택 건축			기본 계획	시범 사업	본 사업		업무시스템 안정화					
	환경			시범 사업	본 사업			업무시스템 안정화					
	하천		기본 계획	본 사업		업무시스템 안정화							
	세무 재산			시범 사업	본사업	업무시스템 안정화							
공간정보서비 스 (대시민서비스)			시범서비스 제공			공간정보 서비스 제공							
서울시 정보화사업 통합전략							통합 전략 및 계획 수립	시범사 업	단계적 통합				

〈그림 3-1〉 서울시 GIS 구축계획(서울시정개발연구원, 1999)

3) GIS의 구성

서울시 GIS의 구성은 GIS센터(안)에 공간데이터웨어하우스를 구축하고 여러 업무에서 활용되는 응용시스템을 연계하는 구조가 바람직하다(그림 3-2). 차지구청은 각 구청별로 독자적인 통합서버를 설치하여 여러 응용시스템의 데이터베이스를 관리하도록 하며, 서울시 GIS센터(안)와 연계되도록 하여야 할 것이다.



〈그림 3-2〉 서울시 GIS 시스템 구성도(안)

4) 서울시 GIS 구축계획에 따른 지하수관리 통합시스템 구축방안

서울시 지하수관리 통합시스템은 현재 추진중(2001년 완료예정)인 서울시 GIS기본 구조와 데이터베이스 표준에 호환이 되도록 구축하여야 하며, 도시기반시설물 자료들(도로, 상하수도, 지적, 도시계획 등)과 상호 데이터 공유를 위한 기술적 방안도 필요하다. 시스템개발을 위해서는 서울시 지정 GIS 소프트웨어를 활용함은 물론 국가 및 서울시에서 제안한 프레임워크 데이터와의 호환성이 고려되어야 한다. 또한 이 시스템은 인터넷을 통하여 각종 지하수정보를 일반 사용자에게도 제공할 것이며, 지하수정보의 효과적인 활용에 커다란 기여가 될 것이다.

제3절 서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안

1. 서울시 지하수관련 주요 업무내용

1) 시청 지하수관련 업무내용

시청 지하수관련 업무는 현재 건설국 치수와 지하수계에서 담당을 하고 있다. 주요 업무는 지하수 개발·이용 및 보전관리를 위한 조사, 지하수 보전구역 지정 및 해제, 지하수 이용실태 조사 및 보고, 지하수 자동관측망 설치 및 유지관리, 지하수영향조사 기관의 지정, 지하수관리위원회 구성 및 운영 등으로 구분된다(표 3-4).

〈표 3-4〉 서울시청 업무현황

주요업무	세부업무내용	관련법규	관련부처 (협의·협조)
지하수업무 지도감독	· 지하수 관리실태 점검 계획수립 · 점검 실시 · 점검결과 조치		자치구청
지하수 개발·이용 및 보전관리를 위한 조사	· 관할구역의 지하수 조사 실시 · 조사결과는 건설교통부장관에게 통보	지하수법제5조	건설교통부 자치구청
지하수 보전구역의 지정 및 해제	· 보전구역 지정대상 검토 · 보전구역 지정 · 지정 변경·해제	지하수법제12조	건설교통부 자치구청
지하수 수질검사 안내	· 수질검사 계획시달 · 수질검사 기관 및 요령안내 · 수질검사 결과 수합 및 분석	지하수법제20조	환경부 자치구청
지하수 이용실태 조사 및 보고	· 전반기 실태조사 · 전반기 이용실태 조사결과 수합 및 보고 · 후반기 실태점검 및 결과분석	지하수법제17조 영제28조	건설교통부 자치구청
지하수 자동관측망 설치 및 유지관리	· 지하수 자동관측망 설치 · 자동관측망 실시설계 및 중간보고 · 지하수관측망 실시설계 및 향후 설치계획 · 지하수 자동관측망 유지관리	영제27조 조례제10조	
지하수영향조사 기관의 지정	· 지하수영향조사기관의 지정심사 · 지하수영향조사기관의 지정취소 및 업무 정지	지하수법제27조	자치구청 위임
지하수관리위원회 구성 및 운영	· 지하수관리위원 선정 · 지하수관리 위원위촉 및 위원회 구성 · 지하수관리위원회 개최 등 운영	영제40조	

2) 자치구청 지하수관련 업무내용

서울시 25개 자치구청의 지하수관련 업무는 건설교통국 치수과, 토목과, 하수과 등의 지하수팀에서 담당하고 있다. 주요업무는 지하수 개발·이용 허가 및 신고 처리, 지하수 보전구역의 지정요청, 지하수 오염방지조치명령, 지하수 개발·이용실태조사, 지하수 수질검사, 관측정 유지관리, 방치폐공 전수조사, 과태료 부과징수 등이다.

〈표 3-5〉 자치구청 지하수관련 업무현황(중구청, 2000)

업무	세부업무내용	관련법규	관련부처 (협의·협조)
지하수 개발·이용의 허가	· 허가대상: 양수능력 일100톤 초과 또는 토출관경 40밀리 초과	지하수법제7조	
지하수 개발·이용의 신고 수리	· 신고대상: 양수능력 일100톤 이하 또는 토출관경 40밀리 이하	지하수법제8조	
준공신고 수리	· 허가 및 신고한자가 공사준공시 준공신고	지하수법제9조	
지하수 보전지역의 지정요청	· 시장에게 보전구역 지정 요청	지하수법제12조	
지하수 보전지역안의 행위허가	· 보전구역내의 개발·이용자 행위제한	지하수법제13조	
이행보증금의 처리	· 원상복구의 이행을 위한 담보	지하수법제14조	
원상복구명령(폐공)	· 폐공발생시 원상복구명령	지하수법제15조	
지하수오염방지조치명령	· 지하수 오염방지시설 설치 명령	지하수법제16조	· 환경부
지하수 개발·이용실태조사 및 보고	· 지하수위 변동실태조사 · 지하수 수량 및 수질 등 이용실태조사	지하수법제17조 영제28조	· 건설교통부 · 환경부
지하수 개발·이용 시설의 관리	· 지하수 개발·이용 시설관리 대장비치 · 지하수 개발·이용 시설 설치 및 관리 · 원상복구사항	규칙제20조 조례 시행규칙 제6조	
지하수 수질검사	· 수질검사(대행실시) · 지하수오염체 파악 및 대안 강구	지하수법제19조 영제31조	· 환경부
수질검사의 부적합시설 조치	· 지하수법 제19조의 수질기준에 따라 개발·이용자가 전문기관에 의뢰 · 수질검사 결과에 따라 시정명령 · 수질검사기록부 검사	지하수법제20조 영제30조, 31조	· 환경부
지하수 개발·이용시공업의 등록	· 등록기준에 따라 등록증 발급	지하수법제22조	· 위임사무
지하수영향조사기관의 등록	· 등록기준에 따라 허가 및 취소	지하수법제27조	· "
청문실시	· 지하수 개발·이용 취소 · 지하수 개발·이용 시공업의 등록 취소 · 지하수 영향조사기관의 등록 취소	지하수법제35조	· "
과태료 부과징수	· 위반행위 조사 및 확인 · 과태료 처분 통지, 과태료 부과	지하수법제41조	
지하수관리자문위원회 운영	· 필요사항에 대하여 지하수관리자문위원회 운영	영제40조 시조례제11조	
지하수영향조사서의 심사	· 허가사항에 대한 지하수영향조사서의 심사	지하수법제7조	
지하수 관측정 유지관리	· 관측정 정상작동 여부 확인 · 월별로 추이변화 기록 · 수질검사(서울시보건환경연구원 검사의뢰)		· 서울시에 보고 · "
방치폐공 전수조사 실시	· '94년 이전 폐지된 폐공관정 현황 조사 · 방치폐공 설치자에게 원상복구 조치 · 방치폐공의 재활용 강구		· "

2. 지하수관리 통합시스템의 모형화

지하수관리 통합시스템의 모형개발을 위해서 지하수 정보 및 업무의 기능분해도(Function Decomposition Diagram), 업무프로세스의존도(Function Process Dependency Diagram), 실체관계도(Entity Relationship Diagram) 등이 작성되었다. 이 과정들을 통하여 서울시 지하수 업무기능이 재설계되었으며, 지하수관리 통합시스템의 모형화가 이루어졌다.

1) 업무기능분해도(Function Decomposition Diagram)

- 업무기능분해도는 현재 서울시청 및 자치구청에서 수행하고 있는 지하수업무 기능을 분할하여 그 내용을 체계화한 것이다. 상위업무기능을 토대로 하위업무기능과 프로세스를 분해하여 최종적인 업무기능분해도를 작성하였다(그림 3-3).



〈그림 3-3〉 지하수업무 기능분해도

- 지하수업무의 상위기능은 지하수정보관리, 지하수전문분석, 지하수업무관리로 구

분된다.

- 지하수정보관리 : 지형, 지하수 및 수문지질, 관정 및 폐공, 수문지질도, 관측정, 지하수 오염원, 지하수 수질 등의 기초 지하수자료의 관리
- 지하수전문분석 : 개발가능량, 오염확산 및 수위변동 등의 분석 및 자료 관리
- 지하수업무관리 : 지하수 조사, 지하수 허가 및 신고 관리, 보전구역 관리, 개발·이용실태 관리, 오염실태 조사 및 조치 관리, 수질검사 관리, 관측망 업무관리, 과태료 부과 및 징수 관리, 방치폐공 업무관리 등

2) 업무프로세스의존도(Function Process Dependency Diagram)

- 업무프로세스의존도는 지하수 정보관리, 전문분석, 업무관리 등에 대한 기능분해도를 확인하기 위하여 프로세스들 사이의 의존성을 분석하는 것이며, 3)항의 실체관계도를 통하여 정보관리의 자료들과 업무관리를 연계하게 된다.

(1) 지하수 정보관리 프로세스

① 지형정보관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지형정보 관리	서울시 기본도 자료 요청	서울시 지리정보담당관실에 1:1,000, 1:5,000 수치지형도, 1:1,000 편집지적도, 도시계획도 등 기본 수치지료 요청
	기본 지형자료의 DB 구축	수치지형도, 편집지적도, 도시계획도 등 수치지료의 데이터베이스 구축
	기본 지형자료의 유지관리	수치지형도, 편집지적도, 도시계획도 등의 갱신자료를 주기적으로 유지관리

② 지하수, 수문, 지질정보 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수, 수문, 지질정보 관리	지하수 기초조사 실시	지형 및 지하지질분포, 지하수의 수위분포, 지층구조와 수리적 특성, 지하수 수질특성, 지하수 개발가능량 등의 조사를 지하수 전문기관이 대행
	데이터베이스 구축	지형 및 지하지질, 수문정보, 지하수 부존특성, 지하수 개발가능량 등의 조사결과를 데이터베이스로 구축
	데이터베이스 유지관리	갱신자료에 대한 주기적 유지관리 및 이력관리

③ 지하수 관정 및 폐공 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 관정 및 폐공 관리	지하수 이용실태 조사	지하수 관정 및 폐공의 일반현황, 시설현황, 이용현황 등에 관한 사항을 조사
	데이터베이스 구축	지하수 관정 및 폐공의 일반현황, 시설현황, 이용현황 등에 대한 데이터베이스 구축
	데이터베이스 유지관리	갱신자료에 대한 주기적 유지관리 및 이력관리

④ 수문지질도 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
수문지질도 관리	지하수조사 실시	지형 및 지하지질분포, 지하수의 수위분포, 지층구조와 수리적 특성, 지하수 수질특성, 지하수 개발가능량 등의 조사를 지하수 조사 전문기관이 대행
	수문지질도 작성 및 조사자료의 데이터베이스 구축	수문지질도 작성지침에 따른 수문지질도 구축 및 조사자료의 데이터베이스 구축
	수문지질도 유지관리	갱신자료에 대한 주기적인 수문지질도 유지관리 및 이력관리

⑤ 지하수 관측정 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 관측정 관리	관측정 자료 취합	지하수 관측정 센서에서 취득되는 자료의 취합(수위, 수온, EC)
	데이터베이스 구축	관측정 정보의 데이터베이스 구축
	관측정 자료 분석	일별, 월별 취득되는 자료 분석
	관측정 자료 평가	수위변동, 수질 악화 등 자료에 대한 평가

⑥ 지하수 수질 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 수질관리	지하수 이용실태 조사	지하수 수질현황 등에 관한 사항을 조사
	수질측정망 자료 취합	서울시 및 환경부에서 운영하고 있는 수질측정망 자료 취합
	데이터베이스 구축	이용실태조사에 따른 수질현황과 수질측정망 자료에 대한 데이터베이스 구축
	데이터베이스 유지관리	갱신자료에 대한 지속적인 유지관리 및 이력관리

⑦ 지하수 오염원 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 오염원 관리	오염원 실태조사	지하수의 오염을 유발시킬 수 있는 잠재오염원 실태조사
	오염원 자료취합	각 자치구별 오염원 자료의 취합
	오염원 데이터베이스 구축	오염원의 위치 및 수질검사결과 등에 대한 자료들의 데이터베이스 구축
	데이터베이스 유지관리	갱신자료에 대한 지속적인 유지관리 및 이력관리

⑧ 지하수 환경영향조사 관리 프로세스

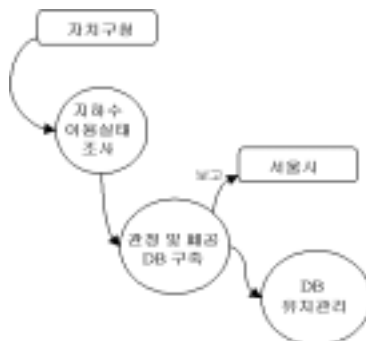
단위업무	프로세스	내용
지하수 환경영향 조사 관리	지하수 환경영향조사	개발·이용자는 지하수 개발·이용시 지하수 환경영향조사를 수행
	환경영향조사결과 취합	지하수 영향조사 기관은 지하수 영향 조사 결과서를 제출
	데이터베이스 구축	환경영향조사결과 데이터베이스 구축
	데이터베이스 유지관리	갱신자료에 대한 지속적인 유지관리 및 이력관리



〈그림 3-4〉 지형정보 관리



〈그림 3-5〉 지하수 및 수문 자료 관리



〈그림 3-6〉 관정 및 폐공 관리



〈그림 3-7〉 수문지질도 관리



〈그림 3-8〉 지하수 관측정 관리



〈그림 3-9〉 지하수 수질관리



〈그림 3-10〉 지하수 오염원 관리



〈그림 3-11〉 지하수 환경영향조사 관리

(2) 지하수 전문분석 프로세스

① 지하수 개발가능량분석 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 개발가능량 분석 관리	데이터 입력	지하수 개발 가능량 분석에 필요한 자료 입력
	프로그램 실행	Modflow 등 지하수 전문분석프로그램 실행
	실행결과 분석	지하수 전문분석프로그램 수행결과에 대한 분석
	분석결과 보정	해당지역의 양수시험 등 실제 값을 통하여 결과치 보정
	개발가능량 산정	해당지역의 지하수 개발가능량 산정

② 지하수 수위변동분석 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 수위변동 분석관리	관정 수위자료 취득	관정 정보로부터 수위자료 취득
	데이터 입력	수위변동을 위한 기본 수문정보 입력
	프로그램 실행	수위변동 예측 전문분석프로그램 실행
	실행결과 분석	지하수 전문분석프로그램 수행결과에 대한 분석
	분석결과 보정	해당지역의 실제 값을 통하여 결과치 보정
	수위 변동사항 예측	수위 변동사항 예측

③ 지하수 오염확산분석 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 오염확산 분석관리	데이터 입력	오염원 확산예측을 위한 기본 자료 입력
	프로그램 실행	오염원 확산 예측 전문분석프로그램 실행
	실행결과 분석	지하수 전문분석프로그램 수행결과에 대한 분석
	분석결과 보정	해당지역의 실제 값을 통하여 결과치 보정
	오염 확산 예측	오염 확산 예측



〈그림 3-12〉 개발가능량분석



〈그림 3-13〉 수위변동분석



〈그림 3-14〉 오염확산분석

(3) 지하수 업무관리 프로세스

① 지하수 조사관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 조사업무 관리	지하수조사 요청 및 협의	· 관계중앙행정기관의 장 또는 시장·도지사는 건설교통부장관과 지하수조사에 대한 요청 및 협의를 수행
	지하수조사 계획수립	· 건설교통부장관은 매년 지하수 기초조사계획을 수립 · 시장·도지사는 관할구역의 지하수 상세조사계획 수립
	지하수 조사실시	· 지형 및 지하지질분포, 지하수의 수위분포, 지층구조와 수리적 특성, 지하수 수질특성, 지하수 개발가능량 등의 조사를 지하수 전문기관이 대행
	수문지질도 및 데이터베이스 구축	· 조사결과자료에 대한 데이터베이스 구축 및 수문지질도 작성
	자료 제공 및 협의	· 건설교통부 장관은 기초조사자료를 종합관리하며, 매년 지하수조사 연보 발행

② 지하수 허가 및 신고 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 개발·이용 허가업무 관리	지하수 영향조사	지하수 개발·이용 허가시 적정채수량 및 허가 신청량, 잠재오염원, 지하수 수질 등의 지하수 영향조사 실시
	지하수 개발·이용 허가 신청	지하수 개발·이용 허가 신청서, 위치, 지적도, 지하수영향조사서 등의 서류를 작성하여 지하수 허가신청
	지하수 개발·이용 허가신청 심의	양수능력의 적정성, 원상복구계획서의 검토, 지하수영향조사서, 지하수 시설 등을 검토하여 심의
	심사내용 반영	지하수 개발에 대한 적합 또는 부적합의 결과를 반영하여 허가 또는 불허
	이행보증금 예치	공사 착공일전까지 예치
	공사착공	관정시설의 공사착공
	준공신고 및 시설확인	준공일로부터 7일 이내에 신고하며, 준공신고서를 받은 날부터 5일 이내 시설을 확인
	준공확인필증	준공확인필증 교부
지하수 개발·이용 신고업무 관리	지하수 개발·이용 신고	지하수 개발·이용 신고서, 지적도, 시설의 설치도, 원상복구계획서, 굴착공사비 산출 내역서 제출
	신고사항의 변경	신고인, 용도, 시설 현황 변경
	이행보증금 예치	공사 착공일 전까지 예치
	공사착공	관정시설의 공사착공
	준공신고 및 시설확인	준공일로부터 7일 이내에 신고하며, 준공신고서를 받은 날부터 5일 이내 시설을 확인
	준공확인필증	준공확인필증 교부

③ 지하수 보전구역 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 보전구역 관리	지하수 보전구역의 지정 및 변경 요청	지하수 보전구역을 지정 또는 변경하도록 구청장이 시·도지사에게 요청
	보전구역의 지정 및 변경 시 협의	시·도지사는 보전구역 지정 및 변경시 관계 행정기관장과 협의
	보전구역의 지정	지하수의 부존특성 및 이용실태, 지하수의 고갈, 지하수의 개발로 인한 자연생태계의 영향, 다른법령에 의한 개발계획과의 연관성을 고려하여 보전구역 지정
	지하수 보전구역 고시	지하수 보전구역의 지정일, 명칭, 위치 및 면적, 지정사유, 1/5,000이상의 지형도 등을 관보 또는 공보 등에 고시
	보전구역안에서의 행위제한	양수능력 30톤 이상 및 수질환경보전법, 폐기물관리법, 오수·분뇨및 축산폐수의처리에관한법률에 의한 신고 및 허가에 해당하는 시설행위를 제한함
	지하수 보전구역 해제	시·도지사는 지하수법 제12조제1항 각호의 사유가 소멸되었다고 인정되는 경우 지하수 보전구역의 지정을 해제

④ 지하수 개발·이용실태 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 개발·이용 실태 관리	지하수 이용실태조사	관할구역내 지하수 사용유무, 시설, 사용량, 수질 등 일반현황에 대한 지하수 이용실태 조사
	데이터베이스 구축	지하수 행정업무관리시스템(두레박)을 이용하여 지하수 이용실태 자료 관리
	지하수 이용실태 보고	매년 3월 건설교통부장관과 환경부장관에게 보고

⑤ 오염실태 조사 및 조치 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 오염실태 조사 및 조치 관리	지하수 오염실태 조사	관할 구역내 지하수 수질에 영향을 미칠 수 있는 시설물 또는 잠재오염원 확인
	정기적 수질검사	지하수 오염시설 설치자는 정기적으로 수질검사 시행 및 보고
	데이터베이스 구축	지하수 오염원 데이터베이스 구축
	지하수 오염유발시설에 대한 조치명령	지하수를 오염시키거나 현저하게 오염시킬 수 있는 시설물에 대하여 지하수 오염방지를 위한 조치명령

⑥ 지하수 수질검사 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 수질검사 관리	수질검사 신청	기존 사용관정 및 지하수 개발·이용의 허가 및 신고시 수질검사 신청
	시료채취	담당공무원은 현장에서 시료를 채취
	수질검사	지하수 수질검사기관에서 시료를 검사
	수질검사결과 통보	지하수 수질검사기관에서 지하수 수질검사결과를 구청에 통보
	자료 취합 및 통보	취합된 수질검사결과를 환경부장관에게 매년 보고

⑦ 지하수 관측망 업무관리

단위업무	프로세스	내용
지하수 관측망 업무관리	관측정 위치설정	지하수의 물리·화학적 특성(지하수위 및 수질)을 파악할 수 있도록 위치선정
	관측정 시설 설치	관측정 구조에 따른 시설 설치
	관측정 자료 취득	관측정을 통하여 수위, 수온, 전기전도도 자료 취득
	관측정 자료 분석	수위, 수온 및 전기전도도에 대한 일별, 월별, 연별 자료 분석
	관측망 자료 평가	수위변동, 수질악화 등 자료에 대한 평가 및 조회

⑧ 과태료 부과 및 징수 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
과태료 부과 및 징수 업무 관리	위반행위 조사·확인	지하수 이용에 대한 신고 및 허가, 원상복구, 지하수 오염방지 명령, 지하수 개발·이용 시공업의 등록, 수질검사 등에 대한 위반행위 조사 및 확인
	과태료 처분 통지	위반사실, 과태료금액, 이의 방법, 이의 기간을 명시하여 서면으로 통지
	의견진술	구술, 서면에 의한 의견진술기회 제공
	과태료 부과	과태료 부과 기준에 따른 과태료 부과
	이의 제기	과태료 처분에 이의가 있는 경우 이의 제기
	재판	비송사건 절차법에 의한 재판 수행

⑨ 지하수 개발·이용 시공업 및 영향조사기관의 등록 및 취소 관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
지하수 개발·이용 시공업 및 영향조사기관 등록	등록신청	등록신청서 서식에 따라 시·도지사에게 제출
	확인	등록기준 적합여부와 결적사유 해당여부 확인
	시공업 및 영향조사기관 등록	등록부에 기재하고 등록증 교부
영향조사기관 등록 및 취소 관리	등록사항의 변경	상호·명칭 또는 대표자의 변경 혹은 전문인력의 사항이 변경되는 경우 변경사항 등록 신청
	등록 취소	등록요건이 미달하는 경우 등록을 취소
	처분 통지	지하수 개발·이용 시공업자 및 영향조사기관에게 서면으로 통지하고 다른 시·도지사에게 통부

⑩ 방치폐공 업무관리 프로세스

단위업무	프로세스	내용
방치폐공 업무 관리	방치폐공 일제조사	방치폐공에 대한 일제조사 실시
	방치폐공의 확인	방치폐공의 확인
	폐공 데이터베이스 구축	폐공의 위치, 소유자 등 일반현황에 대한 데이터베이스 구축
	원상복구 조치	일정한 기간을 정하여 방치폐공에 대한 원상복구 명령 및 조치



〈그림 3-15〉 지하수 조사자료 관리



〈그림 3-16〉 지하수 개발·이용 허가 관리



〈그림 3-17〉 지하수 개발·이용 신고 관리



〈그림 3-18〉 지하수 보전구역 지정 관리



〈그림 3-19〉 지하수 이용·실
태조사 관리



〈그림 3-20〉 지하수 오염
원 관리



〈그림 3-21〉 지하수 수질검사
관리



〈그림 3-22〉 지하수 관측망 업
무관리



〈그림 3-23〉 과태료 부과
수 관리



〈그림 3-24〉 시공업체 및 영향
조사기관의 등록
및 취소 업무관리



〈그림 3-25〉 방치폐물 업무관리

3) 실체관계도(Entity Relationship Diagram)

- 실체는 업무조직이 관리해야 할 필요가 있는 정보들의 기본적인 사항이며, 공통적으로 사용 가능한 자료들을 말하는 것이다.
- 실체관계도(그림 3-26)는 업무 및 실체들간의 관계를 보여주는 다이어그램이다. 이것은 주요 지하수업무들과 관련된 자료들을 데이터베이스로 구성할 때 필수적이며, 이를 기초로 하여 데이터 모델링 및 데이터 구조설계 등의 상세설계가 이루어진다



〈그림 3-26〉 실체관계도

3. 지하수관리 통합시스템의 구성

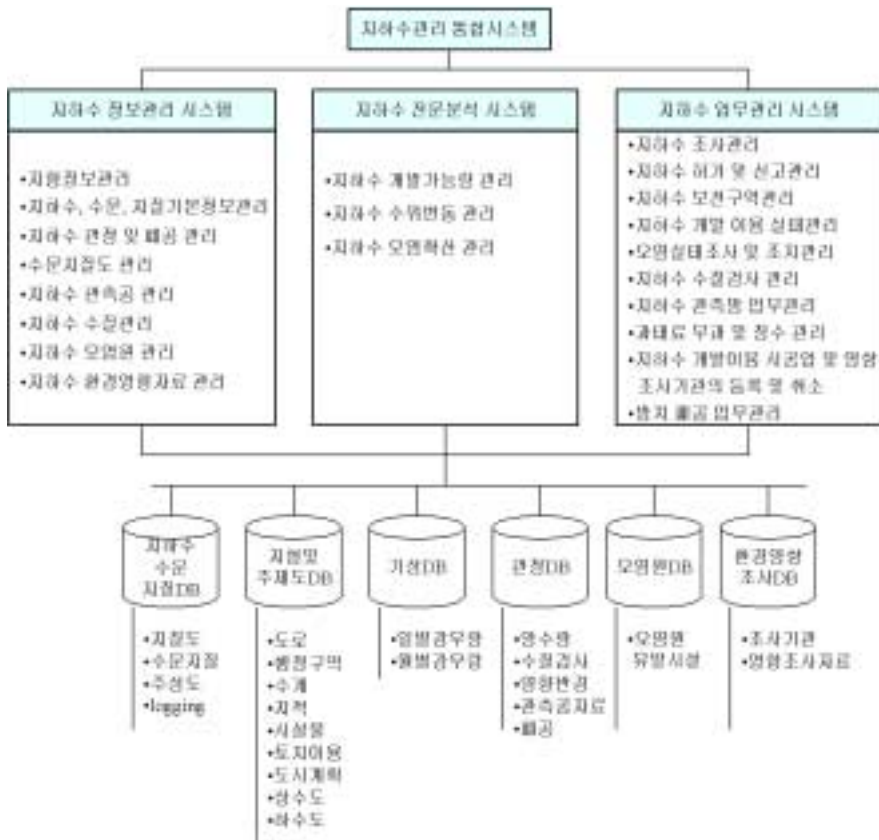
1) 지하수관리 통합시스템 기능정의

지하수업무 모형화를 통하여 지하수관리 통합시스템의 기능이 <표 3-6>과 같이 구성되었다. 일부 업무이외에는(예: 지하수 보전구역 지정(시청) 및 요청(구청)) 아직까지 시청과 구청의 업무구분이 불분명하므로 기능들은 서로 공유하는 형태로 개발되는 것이 바람직하다. 또한 이 시스템은 지하수관리 기능뿐만아니라 시청 내부 및 외부(건설교통부, 환경부 등)와의 연계성도 중요하다.

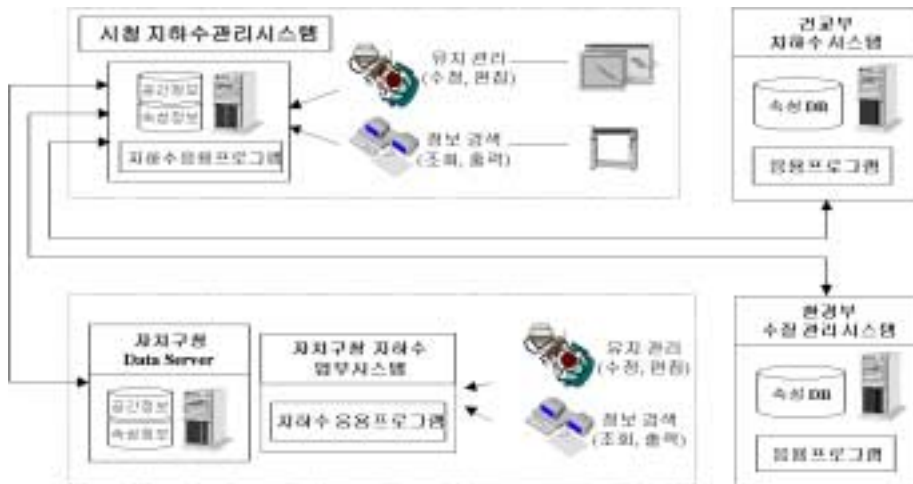
- 지하수관리 기능(표 3-6, 그림 3-27)
 - 지하수정보관리시스템, 지하수전문분석시스템, 지하수업무관리시스템 등 3개의 서브시스템으로 구성되며, 서브시스템들은 상호 데이터 교환 및 기능의 공유가 필수적임.
- 타시스템과의 연계기능(그림 3-28)
 - 두레박 등 기존에 구축된 지하수 업무프로그램과 연계
 - 시청 타부서(예, 지리정보담당관), 자치구청, 건설교통부, 환경부 등과 유기적인 연결.
- 시스템 운영체계(그림 3-28)
 - 서울시청에 지하수 데이터베이스 서버를 설치하여 데이터를 총괄·관리하고 자치구청에서는 자체 통합서버에 지하수정보 데이터베이스를 구축하며, 시청과 자치구청의 서버는 서로 연계하여 사용함(클라이언트/서버 환경).

〈표 3-6〉 지하수관리 통합시스템 기능

구분	기능	세부 내용	업무구분	주요 분석물
지하수 정보 관리 시스템	1)지형정보 관리	· 도로, 행정경계, 지적, 주요시설물 등의 지형정보 관리 · 토지이용 · 항공사진 및 인공위성영상 등 이미지 자료관리	시청·구청	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수위 변동 실태 · 지하수 수질 변동 실태 · 오염원 현황 지도작성 · 수문지질도 작성(1/5,000(안))
	2)지하수, 수문, 지질 기본정보 관리	· 수문, 지질, 대수층성질 등 기본정보 관리 · 기상자료 관리	"	
	3)지하수 관정 및 폐공 관리	· 관정 위치 및 일반현황 관리 · 폐공 위치 및 일반현황 관리 · 두레박 데이터 관리	"	
	4)수문지질도 관리	· 수문지질도 도엽 관리 · 수문지질도 데이터베이스 관리	"	
	5)지하수 관측정 관리	· 자동관측망 및 수질측정망 자료관리 · 관측정시설 관리	"	
	6)지하수 수질관리	· 용도별 관정의 수질정보 관리 · 수질기준에 따른 관정정보 관리	"	
	7)지하수 오염원 관리	· 지역별, 종류별 오염원정보 관리 · 폐수배출업소 현황관리	"	
	8)지하수 환경영향조사 자료 관리	· 환경영향조사지역 및 정보 관리	"	
지하수 전문 분석 시스템	9)지하수 개발가능량 분석	· 지역별 지하수 적정 개발가능량 산출 · 지하수 부존량 산출	"	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수 개발가 능량 산출 · 수위강하 및 오염확산의 예측
	10)지하수 수위변동 분석	· 관정 및 관측정의 수위자료를 이용한 수위변동 예측	"	
	11)지하수 오염확산 분석	· 지하수 이동에 따른 오염원의 확산예측	"	
지하수 업무 관리 시스템	12)지하수조사 관리	· 지하수 기초조사 실시사항 관리 · 지하수 조사협의, 조사업무 대행관리 · 지하수 조사자료의 종합관리	"	<ul style="list-style-type: none"> · 관련 민원처리 및 관련 서류 · 각종 행위제한 사항 관리 · 업무별 프로세스 절차 관리
	13)지하수 개발·이용 허가 및 신고 관리	· 허가 및 신고 관리 · 지하수 영향조사 업무관리 · 착공 및 준공 관리 · 허가취소, 시정명령, 청문관리 · 원상복구 및 이행보증금 관리	구청	
	14)지하수 보전구역 관리	· 지하수보전구역 지정, 요청, 해제 관리 · 보전구역내 행위제한사항 관리	시청·구청	
	15)지하수 개발·이용 실태조사 관리	· 지하수 개발·이용시설 관리 · 지하수 사용량 및 수질 관리 · 폐공현황관리 · 두레박 데이터베이스 구축 관리	"	
	16)지하수 오염실태 조사 및 조치 관리	· 지하수 오염방지시설 관리 · 지하수 오염방지시설에 대한 조치 관리	"	
	17)지하수 수질검사 관리	· 용도별 수질검사자료 관리 · 지하수 수질검사시정명령 · 수질검사대상기관 관리	구청	
	18)지하수 관측망 업무 관리	· 지하수 관측망 시설 및 분석자료 관리	시청·구청	
	19)과태료 부과 및 징수 절차 관리	· 위반행위 조사·확인 · 과태료 처분 통지 및 부과	구청	
	20)지하수 개발·이용 시공업체 및 영향조사기관 등록 및 취소	· 지하수 개발·이용 시공업 등록대장 등재 및 휴업, 폐업, 등록취소 등 업무관리 · 지하수 영향조사기관의 지정, 취소 관리	"	
	21)방치폐공 업무관리	· 방치폐공 전수조사 실시 업무관리 · 전수조사결과 자료의 취합 및 관리	"	



〈그림 3-27〉 지하수관리 통합시스템과 데이터베이스의 연계



〈그림 3-28〉 지하수통합 관리시스템 하드웨어 구성도

2) 지하수관리 통합시스템 기능의 세부 내용

□ 지하수정보관리시스템

(1) 지형정보 관리

- 1/1,000, 1/5,000 수치지형도, 1:1,000 편집지적도, 도시계획도 등으로부터 주요 기본 지형지물을 데이터베이스로 구축
- 도로, 행정경계, 수계, 주요시설물, 지적 등의 기본적인 지형정보를 관리

기능	세부 내용
지형정보 관리	· 등고, 행정구역, 지적, 주요 건물, 도로, 경위도, 수역 등 기본 지형정보 자료관리
토지이용현황 관리	· 지상의 토지이용현황 정보관리
영상자료 관리	· 항공사진, 인공위성영상 등 이미지 자료관리

(2) 지하수, 수문, 지질 기본정보 관리

- 지하수에 관련된 기초자료 및 신규생성되는 자료를 데이터베이스로 구축하여 지하수, 수문 및 지질의 기본적인 공간, 속성정보를 관리
- 서울시의 수문, 지질, 대수층 성질, 기상자료 등 지하수관련 기본정보 관리, 지하 지질정보 관리 등의 세부기능으로 구성

기능	세부 내용
지하수정보 관리	· 지하수계, 정천현황, 지하수 산출특성, 개발가능지점, 용도별 지하수 의존도 등 지하수정보의 기본관리
수문 및 기상 정보관리	· 강우, 증발산, 온도 등의 기상자료, 우량, 수위 관측자료 및 기타 물수지 분석에 필요한 수문자료 관리 · 하천유량 및 갈수량 측정
지질정보 관리	· 지질도 및 지질특성 조회 · 지질구조 및 선구조에 대한 조회 및 분석 · 지하지질정보 조회 및 분석 · 지질주상도 조회 · 기상자료 관리

(3) 지하수 관정 및 폐공관리

- 지하수 관정 및 폐공의 일반정보 관리

기능	세부 내용
지하수 관정의 정보 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 관정의 일반현황, 시설현황, 이용현황 및 수질현황 정보관리 • 관정의 위치정보 관리
지하수 폐공의 정보 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 폐공의 일반현황, 시설현황 등에 관련된 정보관리 • 폐공의 원상복구 및 재활용에 관한 정보관리 • 폐공의 위치정보 관리

(4) 수문지질도 관리

- 수문지질도를 작성하는데 필요한 데이터베이스 관리
- 수문지질도의 이력관리 및 유지관리

기능	세부 내용
데이터베이스 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 수문지질도를 작성하는데 필요한 데이터 및 코드 관리
이력관리 및 유지관리	<ul style="list-style-type: none"> • 갯산자료에 대한 주기적인 수문지질도 이력관리 및 유지관리

(5) 지하수 관측정 관리

- 현재 서울시에서 구축·운영되고 있는 자동관측정에 대한 기본적인 현황정보를 관리
- 자동관측정에서 관측되고 있는 정보와 관측정의 시설현황, 유지관리 현황을 관리

기능	세부 내용
자동관측정 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 관측정 위치 관리 • 관측자료(수위, 수온, 전기전도도 등) 및 분석결과의 체계적인 관리
관측정시설 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 관측정에 대한 일반 시설현황 관리

(6) 지하수 수질관리

- 지하수 관정 및 수질측정망에서 측정된 수질정보 관리

기능	세부 내용
지하수 수질관리	<ul style="list-style-type: none"> • 수질조사 위치관리 • 수질분석자료 조회 및 통계 분석

(7) 지하수 오염원 관리

- 서울시 잠재오염원(오염유발시설)에 대한 지역별, 종류별 현황에 대한 정보와 오염원으로부터 주변지역에 미치는 수질변화에 대한 정보를 관리

기능	세부 내용
오염원정보 관리	<ul style="list-style-type: none"> 잠재오염원의 위치관리 지역별, 종류별 오염원의 현황관리 잠재오염원의 주변 지하수 수질관리

(8) 지하수 환경영향조사 관리

- 지하수 환경영향조사 지역에 대한 현황정보를 관리

기능	세부 내용
환경영향조사지역 관리	<ul style="list-style-type: none"> 환경영향조사 지역의 위치관리 환경영향조사의 항목, 조사방법, 평가기준 등 필요한 사항관리 환경영향조사 후 평가된 자료관리
지하수관리자문위원회 관리	<ul style="list-style-type: none"> 자문위원 대상 전문가 정보관리 주요 정책심의 결과관리

□ 지하수전문분석시스템

(9) 지하수 개발가능량분석

- 지하수 개발·이용시 해당지역의 지하수 개발가능량분석

기능	세부 내용
지하수 개발가능량 분석	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 모델링 등 전문프로그램과 연계하여 지역별, 유역별 적정채수량 분석 및 관리 지하수 개발·이용에 대한 신고 및 허가에 대한 정보 제공 실제 측정된 양수시험 결과와 비교하여 분석결과 보정

(10) 지하수 수위변동분석

- 지하수 전문분석프로그램과 연계하여 공간, 시간적인 변화에 따른 지하수위의 변동을 분석

기능	세부 내용
지하수 수위변동분석	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 모델링 등 전문프로그램과 연계하여 수위변동 분석 및 관리 지하수위 등고선도를 작성하여 지하수체의 연속상황을 규명 지하수면의 경사에서 지하수의 흐름방향을 판정

(11) 지하수 오염확산분석

- 지하수 전문분석프로그램과 연계하여 오염물질확산 등 분석

기능	세부 내용
지하수 오염확산분석	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 모델링 등 전문프로그램과 연계하여 오염확산 분석 및 관리 • 오염발생 차단 및 피해복구를 위한 기본정보 제공

□ 지하수업무관리시스템

(12) 지하수 조사관리

- 지하수의 효율적이고 체계적인 개발·이용과 보전관리를 위한 지하수 조사를 수행시 필요한 업무관리

기능	세부 내용
지하수 조사업무 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 조사계획 및 내용 관리(조사성격, 방법, 단위, 기간, 빈도, 활용분야 등) • 지하수 조사자료의 종합관리

(13) 지하수 개발·이용 허가 및 신고 관리

- 지하수 개발·이용시 허가 및 신고에 대한 업무내용 관리

기능	세부 내용
허가 및 신고 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 허가 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 지하수 영향조사 - 지하수 개발·이용 허가 신청 제출서류 - 지하수 개발·이용 허가사항 • 지하수 신고 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 지하수 개발·이용 신고 신청 제출서류 - 지하수 개발·이용 신고증 교부
착공 및 준공 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 착공 및 준공 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 실패공에 대한 되메움과 오염방지시설 설치여부 - 착공 및 준공 신고관리
허가취소 및 시정명령	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 허가취소 및 시정사항 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 지하수 허가취소 - 시정명령사항 관리 - 시정조치완료의 통보
원상복구 및 이행보증금 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 원상복구 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 원상복구 의무 및 이행 - 원상복구 결과의 통보 - 관리대장에 기록 • 이행보증금 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 이행보증금 예치 - 이행보증금 처리

(14) 지하수 보전구역 관리

- 지하수 함양원지역 등의 지하수 보전구역을 지정·관리하여 지하수자원을 체계적으로 관리하며, 보전구역내 행위제한에 대한 전반적인 업무내용 관리

기능	세부 내용
지하수 보전구역 지정 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 보전구역의 지정·관리 <ul style="list-style-type: none"> - 보전구역의 대수층 분포위치 - 지하수 수위강하 관리 - 수질오염 등의 관리 무분별한 개발 및 과다채수로 인한 장애 방지
보전구역내 행위제한 관리	<ul style="list-style-type: none"> 보전구역내 행위제한에 관한 사항 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 각종 시설물의 관리 - 지하수 개발·이용의 신고 및 허가 관리

(15) 지하수 개발·이용실태조사 관리

- 정기적인 지하수 개발·이용실태조사에 대한 사항을 시스템화하여 업무에 효율적으로 사용할 수 있도록 하며, 지하수에 대한 체계적인 개발·이용 및 관리정책을 추진

기능	세부 내용
지하수 개발·이용 시설 관리	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 관정의 위치 및 시설 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 위치, 이용자, 용도, 이용량 등 일반현황 지하수 개발·이용시설의 깊이, 직경 등 제원에 관한 현황 기타 양수설비 등에 관한 사항 두레박 데이터베이스 구축 및 관리
지하수 사용량 관리	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 사용량 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 관정 이용량 분석, 관정 이용량 통계분석
관정 및 폐공 관리	<ul style="list-style-type: none"> 신규 및 기존 관정과 폐공의 현황관리 <ul style="list-style-type: none"> - 폐공처리대상, 퇴매움 방법 및 절차

(16) 지하수 오염실태조사 및 조치 관리

- 지하수 오염현황 및 실태조사 관련된 업무관리

기능	세부 내용
지하수 오염원조사 관리	지하수 오염원의 위치 및 일반시설 현황 관리
지하수 오염방지시설 관리	지하수 오염방지시설 관리 및 지하수 오염방지를 위한 조치명령 관리

(17) 지하수 수질검사 관리

- 지하수 수질검서관련 업무처리 및 수질보전 등에 관한 업무관리

기능	내용
수질검사 전문기관 관리	<ul style="list-style-type: none"> 수질검사 전문기관 현황관리 - 수질검사 전문기관의 등록신청, 등록 - 변경사항 통지, 조사기관의 등록취소
수질검사 자료관리	<ul style="list-style-type: none"> 수질검사결과(수질검사 항목 및 방법에 대한 결과) - 수질검사절차 - 지하수 수질검사 면제대상과 검사주기 - 수질검사의뢰 - 수질검사결과
지하수 수질검사 시정명령	<ul style="list-style-type: none"> 수질검사결과와 시정명령처리 - 수질검사결과 - 수질검사결과 부적합 - 수질검사결과 통보서 - 지하수 개발·이용시설의 시정명령

(18) 지하수 관측망 업무관리

- 지하수 관측정의 신설 및 시설의 유지관리 업무

기능	세부 내용
지하수 관측정의 신설	<ul style="list-style-type: none"> 지하수의 물리화학적 특성을 파악할 수 있도록 위치선정 관측정 구조에 따른 시설 설치
지하수 관측정 시설 유지관리	<ul style="list-style-type: none"> 관측정 시설 및 센서의 지속적인 유지관리
취득 지하수자료의 분석관리	<ul style="list-style-type: none"> 수위, 수온, EC 등에 대한 일별, 월별, 연별 자료 분석 및 관리

(19) 과태료 부과 및 징수 관리

- 불법적인 지하수 개발·이용과 시설의 설치시 부과료 및 징수절차 업무관리

기능	내용
위반행위 조사 및 확인	<ul style="list-style-type: none"> 불법 지하수 개발·이용 및 시설현황 관리 - 허가 및 신고를 받지 아니한 경우 - 원상복구를 수행하지 아니한 경우 - 지하수 오염방지 시설설치 명령에 의한 경우 - 이행보증금을 예치하지 아니한 경우 - 지하수 영향조사기관의 등록을 수행하지 않고 조사하는 경우 - 준공신고를 하지 아니한 경우 - 수질검사를 받지 아니한 경우
과태료 처분 통지	<ul style="list-style-type: none"> 위반사실, 과태료금액, 이의방법, 이의기간을 명시하여 서면으로 통지 - 구술, 서면에 의한 의견진술 기회제공
과태료 부과관리	<ul style="list-style-type: none"> 지하수법 시행령 과태료 부과기준 준수 기준금액의 1/2의 범위내에서 가감 가능

(20) 지하수 개발·이용 시공업체 및 영향조사기관의 등록 및 취소 관리

- 지하수 개발·이용 시공업체 및 영향조사기관의 등록 및 취소 등의 업무관리

기능	세부 내용
지하수 개발·이용 시공업체 관리	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 개발·이용 시공업체의 등록관리 등록대장 및 등록증 서식관리 지하수 개발·이용 시공업체의 등록취소 관리
지하수 영향조사기관의 관리	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 영향조사기관의 등록관리 지하수 영향조사기관의 등록변경사항 통보관리 지하수 영향조사기관의 등록취소 관리

(21) 방치폐공 업무관리

- 방치폐공의 현황을 파악하기 위한 전수조사 관리

기능	세부 내용
방치폐공 업무관리	<ul style="list-style-type: none"> 방치폐공에 대한 전수조사 업무관리 폐공의 위치, 소유자 등 일반현황 정보취합 및 관리 폐공에 대한 원상복구 명령 및 조치 관리

제4절 지하수정보 데이터베이스 구축방안

1. 기본방향

1) 지하수정보 데이터베이스 기본설계 계획

지하수정보 데이터베이스는 크게 기본지형도(배경도면)와 지하수정보의 두 부분으로 나뉘어 지며, 정보의 표현형식은 다양한 지하수 공간정보들이 기본지형도 위에 그려지는 형태이다. 따라서 현재 관리되고 있는 지하수 대장이나 조서들의 속성정보들은 지하수 공간정보들과 대부분 연계가 되며, 서울시청 및 자치구청의 사용자가 공유할 수 있도록 설계가 되어야 한다.

지하수정보 데이터베이스에서 활용되는 기본지형도는 국가기본도인 축척 1/1,000, 1/5,000 수치지형도와 1/1,000 편집지적도 등을 그대로 활용하거나 혹은 필요한 지형지물의 선택 및 재편집하여 사용할 것이기 때문에 지형지물 및 속성분류체계는 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』(부록 1)과 『국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 표준(안) -지형지물 및 속성부호- 버전 1.1('98.11)』에 의한 지형지물, 속성의 분류방법 및 체계를 그대로 수용하는 것을 원칙으로 한다. 지하수 공간정보들은 앞으로 서울시에서 구축하게 될 축척 1/5,000 수문지질도(혹은 1/1,000)(제4장)를 중심으로 지형지물 및 속성 분류체계를 작성하였으며, 기타 대장 및 조서의 속성설계는 추후 지하수관리 통합시스템 구축시 상세설계가 이루어질 것이기 때문에 금번 연구에서는 그에 대한 주요 사용현황 및 목록만을 제시하였다.

2) 서울시 지하수관련 업무에서 사용되는 도면 및 대장·조서 현황

(1) 도면

현재 서울시 지하수관련 업무에서 사용되는 도면들은 지적도(1/500, 1/600, 1/3,000), 지번약도(1/5,000), 임야도(1/3,000, 1/6,000), 지형도(1/25,000) 등이며, 이들은 주로 지하수 관정위치 파악을 위하여 사용하고 있다(표 3-7). 지하수 개발·이용 허가

및 신고시에는 개발·이용자가 지적도에 지하수 관정위치를 표시하여 자치구청에 제출하도록 되어있다. 그러나 현재 관정관리와 가장 큰 문제점은 이러한 도면관리의 부실 때문에 관정들의 정확한 위치파악이 안되는 것이며, 시 및 자치구청에서 사용하고 있는 두레박 프로그램도 관정들에 대한 속성정보(사용량 등)만 관리하기 때문에 위치 추적이 상당히 어렵다. 폐공발생시에도 지하수 개발자의 신고이외에는 관련자료가 없으며, 방치된 폐공에 대한 위치 및 상태파악은 더욱 어려운 문제다. 따라서 지하수 개발·이용 허가 및 신고시에는 관정의 위치를 지적도와 함께 1/1,000 수치지형도(혹은 편집지적 활용) 등에 표시·제출토록 하여 수치도면 관리를 추진하여야 할 것이다.

〈표 3-7〉 서울시 지하수관련 부서에서 현재 활용하는 도면

도면명	주요 도면항목	기초도면	주관 부서
지적도 (1/500, 1/600, 1/3,000)	·도면의 색인도 ·도면의 제명 및 축척, 도곽선 및 도곽선수치, 지번(본번-부번), 지목(전답, 과수원, 도로, 철도, 하천 등), 경계선, 지적측량기준점, 행정구역선 등		구청 지적과
지번약도 (1/5,000)	·지적선, 지번, 구획지구번호, 행정구역경계, 도로(도로명), 교량, 철도, 지하철, 지하철역, 전철, 하천, 제방, 건물(아파트, 대형건물) 및 주기	지적도 임야도	시청 주택기획과
임야도 (1/3,000, 1/6,000)	·도면의 제명 및 축척, 도곽선 및 도곽선수치, 지번, 지목, 경계선, 지적측량기준점, 행정구역선 등		구청 지적과
지형도 (1/25,000)	·행정구역경계, 도로, 도로시설물, 철도, 지하철, 안전 시설물, 토지이용, 기준점, 등고선, 건물 및 주기, 건물종류, 개발제한구역 등에 관한 항목		국립지리원

(2) 대장·조서

지하수업무 관련 주요 대장 및 조서들은 지하수관리대장, 지하수이용실태점검표, 지하수개발·이용(변경)신고증, 수질시험성적서, 대수성시험성적서 등이다. 이들 대장 및 조서는 지하수법에 의하여 그 내용들이 규정되어 있지만 자치구청별로 그 형식이 조금씩 다르다. 따라서 정보시스템의 데이터베이스를 이용하여 이들을 관리할 때는 통일된 양식의 활용이 가능하기 때문에 서울시 지하수업무의 효율성이 한층 증대될 것이다.

〈표 3-8〉 서울시 지하수관련 부서에서 사용하는 대장 및 조서

대장 및 조서 명	주요 대장 항목
지하수 이용실태 점검표	• 점검일자, 신고번호, 위치, 상호, 이용자, 이용용도, 시설현황(깊이, 직경, 마력, 양수능력, 토출관직경, 관정형태), 오염방지시설(계량기, 출수장치, 그라우팅, 보호공, 수위측정관, 케이싱, 수위), 관정과 모터의 위치, 점검자 의견
지하수 관리대장	• 관리번호, 사용자, 주소, 양수설비(관정심도, 동력, 관정구경, 펌프구경, 계획 취수량, 양수능력), 시공현황, 공사감리, 수질현황
수질시험성적서	• 접수번호, 일자, 신청인, 시료명, 관리번호, 용도, 시험결과(시험항목, 단위, 농도, 결과)
대수성 시험성적서	• 조사명, 위치, 조사기간, 조사자, 양수기, 정호현황, 양수시험결과(관측시각, 경과시간, 총 경과시간, 일류수심, 양수량, 수위, 수위강하량, 총 수위강하량)
지하수 개발·이용 시설관리대장	• 구분, 개발·이용자, 위치(반지, 좌표), 음용여부, 사용량, 준공일자, 표고, 깊이, 직경, 채수계획량, 동력장치, 폐공발생일, 발생원인, 명령일, 완료일, 처리방법, 폐공처리자, 신고일, 확인
지하수 개발·이용 (변경) 신고증	• 신고인, 위치, 좌표, 용도, 양수능력/채수계획량, 시설내역, 펌프구경, 펌프설치심도, 동력장치, 펌프용량, 신고내용
지하수 영향조사 기관등록대장	• 신청년월일, 상호 또는 명칭, 대표자, 소재지 또는 주소, 전문인력, 시설·장비, 행정처분사항, 등록증발급

2. 지하수정보의 지형지물 및 속성 분류체계

기본방향에서 언급한 바와 같이 지하수정보의 지형지물 및 속성정보 분류체계들은 앞으로 서울시에서 작성계획이 있는 1/5,000 수문지질도를 중심으로 설계되었다. 수문지질도는 지형도를 기본도면(배경도면)으로 하며, 지질 및 대수층의 특성에 따라 지층을 구분·통합하여 수문지질단위로 표시하고 이를 기본으로 지하수와 관련된 각종 수문정보를 표현한 도면을 의미한다(건설교통부, 1998). 따라서 지하수정보의 분류체계는 기본 수치지형도(배경도면)와 그 위에 도시될 지하수 및 수문정보의 지형지물, 속성 분류방법과 체계가 동시에 필요하다.

- 1/5,000 수치지형도(배경도면)의 지형지물 및 속성 분류방법과 체계
 - 서울시 수문지질도작성을 위한 1/5,000 수치지형도는 서울시 1/1,000 수치지형도를 재편집하여 사용하는 것을 원칙으로 한다(단 필요시 국립지리원제작

1/5,000 수치지형도의 사용을 고려할 수 있음).

- 지하수관리를 위해서는 상·하수도, 도로 등의 도시기반시설물 정보들을 활용하여 종합분석을 해야하며, 동시에 1/1,000 수치지형도의 일부 속성정보(건축물 및 도로 등)들이 필수적으로 요구된다. 따라서 도시기반시설물 정보들의 기본도면인 1/1,000 수치지형도의 사용이 불가피하나 현재로써는 이로부터 1/5,000 수치지형도를 재편집하여 사용하는 것이 필요하다.
- 수문지질도의 배경도면인 1/5,000 수치지형도는 1/1,000 수치지형도의 지형지물 분류체계 및 부호체계를 기본으로 한 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』과 『국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 및 표준수치지도 표준 -지형지물 및 속성부호- 버전 1.1('98.11)』을 수용하는 것을 원칙으로 한다.

- 지하수정보의 지형지물 및 속성의 분류방법과 체계

- 기본지형도위에 표시될 지하수 및 수문정보들의 분류체계는 배경도면인 기본지형도의 분류체계를 따라가는 것이 원칙이다.
- 따라서 1/5,000 기본지형도(배경도면)의 지형지물, 속성 분류방법 및 체계와 마찬가지로 국가지리정보체계(NGIS)의 『국가기본도 및 표준수치지도 표준 -지형지물 및 속성부호- 버전 1.1('98.11)』의 분류방법에 의하여 분류하되, 분류코드(기호)는 국가기본도 표준(안)에 없는 것은 건설교통부 수문지질도제작 및 관리지침(1/50,000)('98) 등을 참조하여 따로 정하여 사용한다.

1) 1/5,000 수치지형도(배경도면)의 지형지물 및 속성 분류방법과 체계

1/5,000 수치지형도는 서울시 1/1,000 수치지형도를 재편집하여 사용하는 것을 원칙으로 하기 때문에 지형지물 및 속성 분류방법과 체계는 『국가기본도 및 표준수치지도 표준(안)』을 기초로한 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』을 사용한다. 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』 및 『국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 표준(안) -지형지물 및 속성부호- 버전 1.1('98.11)』에 의한 지형지물, 속성의 분류방법 및 체계를 요약하면 다음과 같다.

(1) 지형지물 분류방법 및 부호체계

- 각각의 지형지물에 대하여 해당 지형지물의 이름과 그에 대한 부호를 규정한다.

① 지형지물 분류방법

- 지형지물은 대, 중, 소분류의 3단계로 한다.
 - 대분류는 기본항목으로 분류되며 분류될 수 있는 내용은 실제 물체, 대상물의 유형별 구분을 한다.
 - 중분류는 주요항목 단위로 분류하며 대상물의 종류에 따라서 구별한다.
 - 소분류는 대상물의 물체·목적별로 구분하도록 한다.

② 지형지물 부호부여 원칙

- 지형지물에 대한 부호부여는 다음의 방법에 의한다.
 - 대분류는 큰 영문자(Capital letter)로 하며 한 글자(One-character)를 사용한다.
 - 중분류는 각 대분류 이하에 큰 영문자(Capital letter)로 하며 한 글자(One-character)를 사용한다.
 - 소분류는 각 중분류 이하에 숫자 3자리를 사용한다. 이는 001부터 999까지를 사용할 수 있음을 의미하며 가능한 것은 번호대 별로 그룹지어 사용할 수 있다. 기타인 경우의 소분류 값은 999를 기입한다.
 - 부호의 표현은 총 5자리가 사용된다.

□ □ ○ ○ ○

— — — — —

대분류(알파벳 1자)

중분류(알파벳 1자)

소분류(숫자 3자)

< 지형지물부호 표현 >

- 기본도 및 표준수치지도에서 구성되어 있는 부호는 GIS관련한 기타 부분에서 그 내용을 변경하여 사용할 수 없다. 또한 각 분야에서 기본도 및 표준수치지

도에 해당하지 않는 부분의 부호를 부여하거나 지정하여 사용하고자 할 경우에는 정보통신표준화절차에 의하여 표준으로 지정하여 이를 사용할 수 있다.

③ 축척별 자료형태

- 국가지리정보체계내의 GIS가 구성되어 활용될 경우 제작자 및 일반사용자 상호간에 각 지형지물을 표시하고 이를 인식하는데 축척별로 공통된 자료형태를 정하는 경우에 활용된다. 지형지물의 형태는 점(point), 선(line), 다각형(polygon)중 하나로 정한다.

④ 지형지물 대분류 및 부호(코드)

- 국가기본도의 지형지물에 대한 대분류는 <표 3-9>과 같다.

<표 3-9> 국가기본도 지형지물 대분류

분류부호	대분류명	분류내용
A	시설물	시설물 등에 관련한 종류별 분류를 포함한다.
B	수계	물과 관련된 정보로 해양정보와 하천 및 호소 정보를 포함한다.
C	지형/지질	지질, 지형, 고도 등의 정보를 포함한다.
D	식생	논, 축지, 산림지 등의 정보를 포함한다.
E	행정/경계	인위적, 자연적, 용도 등에 의하여 구분된 지역, 구역 등의 정보를 포함한다.
F	지적	지적과 관련한 내용을 포함한다.
Z	일반	기준점, 편차, 주기 등의 내용을 포함한다.

⑤ 축척별 자료형태

- 축척별 자료형태는 해당 지형지물 항목에 대하여 정의된다.
- 축척은 기본도 수치지도 표준과 일치하는 1/1,000, 1/5,000, 1/25,000을 기준으로 한다.
- 특정 축척에서 표현되지 않는 지형지물은 “—”으로 표시한다.

⑥ 지형지물 부호표(코드)

- 국가기본도의 지형지물 분류와 부호 및 내용, 지형지물에 대한 축척별 자료형태

및 도식 등은 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』
(부록 1)에 의하여 규정된 것으로 한다.

(2) 도식

- 국가지리정보체계내의 GIS가 구성되어 활용될 경우 수치지도상의 해당 지형지물의 의미를 구분하는 역할을 하는 도식의 공통된 표준을 정하는 경우에 활용된다.
- 도식②의 경우는 기존의 제도·도면적인 관점에서 탈피하여 GIS 체계적인 측면을 충분히 반영한 표준이 될 수 있도록 다음과 같은 특징을 가지는 지형지물의 경우에는 축척별 자료 형태와 도식간의 연관성을 반영하는 것을 원칙으로 한다.
(단, 아래의 특징을 가지지 않는 모든 지형지물들은 축척에 관계없이 지형지물 별로 하나의 도식을 정의한다.)
 - 하나의 지형지물에 대하여 축척별 자료 형태가 축척에 따라 ‘점↔선 혹은 다각형↔선’과 같이 변경될 경우는 도식도 자료 형태에 맞게 적합하게 정의되어야 한다. 따라서 위와 같이 하나의 지형지물에 대하여, 축척에 따라 서로 다른 형태의 도식을 정의할 필요성이 있을 경우 별도의 도식을 추가적으로 정의한다.
 - 지형지물에 대한 자료 형태가 ‘다각형(polygon)’일 경우는 다음의 두 가지 의미가 있고 각각 다른 방식의 도식정의를 필요하다.
 - 지형지물이 지점(혹은 구조물)을 나타내는 경우
 - 지형지물의 자료형태가 점일 경우와 같은 방식의 도식정의를 한다.
 - 지형지물이 영역(혹은 경계)을 나타내는 경우
 - 영역이나 경계를 나타내는 선의 형태나 색깔 혹은 영역 내부에 표시되는 패턴 내지는 기호정의를 통한 도식정의를 한다.

2) 본 표준에서는 해당 지형지물에 대하여 축척별 동일한 하나의 도식을 정의하기로 하고 도식의 정의가 축척에 따라 다르게 정의될 필요성이 있는 부분에 대한 고려는 향후 개정작업에서 충분한 협의를 거쳐 다루기로 합의함.

(3) 속성정보의 구성

- 각각의 속성을 나타내기 위하여 속성이름, 속성부호, 속성값을 구성한다.

① 속성정보의 구성방법

- 속성정보는 대상물체의 성질을 나타내는 정보를 의미한다. 따라서 지형지물의 대상이 분류된 객체에 대하여 속성을 표현하게 된다.
- 각 지형지물의 객체에 대하여 관련규정에 제시된 속성항목들을 분류 내용에 포함하여 속성부호와 그 자료내용을 지정하여 준다. 이때 속성부호에 대한 해당 값은 속성자료표에 의한 값중에서 지정하여 준다.

② 속성정보의 표현

- 속성정보의 표현은 다음의 방법에 의한다.
 - 속성부호의 구분은 3byte를 사용한다.
 - 속성부호의 부여원칙은 다음과 같다.
 - 알파벳의 일련번호를 사용하되 공통영역에 속하는 것은 의미있게 그 부호를 부여하고 그 밖에 것은 지형지물 분류기준(대중분류)을 참고로 한다. 이때, 기본도 및 지하시설물도의 속성에 추가할 필요가 있는 경우 일련번호에 맞추어 확장하도록 한다.
 - 추후 속성의 특성을 고려하여 속성그룹으로 분류할 필요가 있는 경우 그룹별로 확장할 수 있다. 확장의 방식은 추후에 별도로 정한다.
 - 속성부호에 대한 각 속성값은 숫자 3자리를 이용한다. 다만 문자 등의 기타 표기로 지정된 경우에는 그 표현 방식에 따른다. 속성값의 숫자 3자리는 000부터 999까지를 사용한다. 속성값중 000은 미분류인 경우를 의미하고 999는 기타를 의미한다.
 - 속성정보는 반드시 표준으로 지정된 형태와 값만을 이용하여야 한다. 이외에 GIS관련분야에서 대상물체의 속성을 표현하는 내용이 추가할 필요가 있거나 속성정보를 개선하고자 하는 경우 정보통신표준화 절차에 따라 제·개정하여 형태를 추가하거나 내용을 추가하여 사용할 수 있다.

③ 속성부호

- 속성부호는 속성정보를 부호화한 것이다.
- 속성의 유형은 다음의 세 가지로 구분된다.
 - A : 문자(바이트)
 - I : 정수
 - F : 실수

④ 속성값

- 속성부호가 주어진 경우 해당 값은 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합 표준안(안)('99.6)』(부록 1)에 의한 것을 사용한다.
- 기타 추가할 속성값은 추가제안이 있을 때 표준화 절차에 의하여 추가한다.

(4) 지형지물과 속성부호의 연계 테이블

- 국가기본도 지형지물과 속성부호의 연계는 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)('99.6)』(부록 1)에 규정된 것으로 한다.

2) 지하수정보의 지형지물 및 속성정보 분류체계

(1) 분류방법 및 체계의 기본원칙

지형지물 분류방법 및 부호체계는 국가지리정보체계(NGIS)의 『국가기본도 표준(안)』을 사용하며, 부호(코드)는 건설교통부 『수문지질도(1/50,000) 제작 및 관리지침('98.12)』의 내용을 기본으로 수정, 보완하여 사용한다. 속성정보의 구성 및 체계도 『국가기본도 표준(안)』을 따르되 속성값은 별도로 부여한다.

(2) 지하수정보에 대한 지형지물의 분류체계 및 부호(코드) 부여 방안

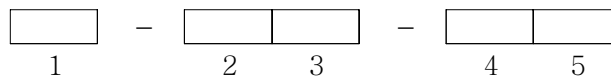
- ① 국가기본도 표준(안)과 건설교통부 『수문지질도제작 및 관리지침』의 지형지물 분류체계 비교
 - 현재 국가지리정보체계(NGIS)의 『국가기본도 표준(안)』은 1/1,000 수치지형도

를 기본으로 작성되었으며, 대분류 코드중 'C' 코드를 지형/지질 부호로 분류하였다.

- 건설교통부 『수문지질도제작 및 관리지침(1998.12)』은 1/50,000 축척을 기본으로 대, 중, 소분류를 정하였으며, 분류체계 및 부호가 국가기본도 표준(안)과 상이하다(표 3-10).

－ 건설교통부 대, 중, 소 분류 부호의 구성

- 5자리로 구성되며 내용은 아래와 같음 (예: A0106 - 매립지)



1 : 대분류(알파벳 1자)

2,3 : 중분류(숫자 2자)

4,5 : 소분류(숫자 2자)

〈표 3-10〉 건설교통부 수문지질도 대분류 부호 (수문지질도제작 및 관리지침, 1998)

대분류 부호	대분류명	분류내용
A	수문지질단위(암상)	암상분류에 따른 수문지질단위 구분
B	지질 및 지질구조	지질경계, 지질구조선, 단면선, 기반암 심도 등
C	지하수위	지하수 수위, 유동방향, 용천, 지하수 누출지역 등
D	우물	관정, 관측정, 조사공, 우물, 양수장 등
E	함양 및 배출성	상향 및 하향누출, 함양 및 배출지역 등
F	대수층 및 개발가능량	대수층구분, 개발가능량
G	수질	각종 수질경계, 등염도 및 등농도선, 수질분석다이어그램 등
H	오염원 및 기타	주요오염원(잠재), 하천, 수리시설물, 폭포, 호수, 탐사지점 등

② 지하수정보 대한 지형지물 분류체계 및 부호 부여 방안

- 지하수정보에 대한 지형지물의 분류체계는 『국가기본도 표준(안)』을 따른다(표 3-11).
- 지하수정보에 대한 지형지물의 분류부호는 『국가기본도 표준(안)』 및 『건설교통부안』안을 조합하여 작성하며, 국가기본도 표준(안)과 건설교통부안과의

중복시에는 국가기본도 표준(안)의 부호를 우선 채택한다.

〈표 3-11〉 지하수정보에 대한 지형지물의 분류체계 및 부호부여 방안

분류체계	부호부여 방안
<div>□ □ ○○○</div> <div>— — ———</div> <div>대분류(알파벳 1자)</div> <div>중분류(알파벳 1자)</div> <div>소분류(숫자 3자)</div>	<div>대분류 : 'C' 부호 활용</div> <div>중분류 : 건설교통부 대분류 부호를 활용하며, 필요시 추가 및 변경</div> <div>소분류 : 건설교통부 중분류 및 소분류(일부)를 활용하며, 필요시 추가 및 변경</div> <div>※건설교통부 소분류는 속성정보 또는 소분류로 처리됨</div>

〈표 3-12〉 국가기본도 표준(안)의 지형/지질부분 부호

대분류	중분류	소분류	지형지물명	비고
C			지형/지질	
	CA		고도	
		CA001	등고선	
		CA002	표고점	
	CB		지질	
		CB001	퇴적암	
		CB002	화성암	
		CB003	변성암	
		CB999	기타	
	CC		지형	
		CC001	붕토지	
		CC002	사태지	
		CC003	벼랑바위	
		CC004	너덜바위	
		CC005	동굴입구	
		CC010	능선	
		CC020	분화구	
		CC999	기타	
	CZ		기타	

(3) 지하수정보에 대한 지형지물 분류 및 부호 체계

① 개요

본 안은 건설교통부 '수문지질도(1/50,000) 제작 및 관리지침('98.12)'의 '4.5 수문지질도의 레이어 분류'를 기본으로 작성되었다. 건설교통부안의 대분류 및 중분류 내용들이 지하수정보에 대한 기본 지형지물 분류체계로 활용되었으며, 소분류 내용들은 대부분 속성부분으로 정리되었으며, 국가기본도 표준(안)의 지형/지질부분 부호중 일부가 활용되었다(CA(고도), CB(지질), CC(지형), CZ(기타) 부호).

② 지하수정보에 대한 지형지물 대분류, 중분류 및 부호체계(표 3-13)

- 대분류 'C' 부호를 지하수 및 수문지질로 활용
- 중분류중 수문지질단위 부호는 국가기본도 표준안 (안)에서는 'CB(지질)'를, 건설교통부에서는 'A'를 사용함. 본 연구에서는 국가기본도 표준안(안) 채택하여 'CB'를 단위(수문지질단위 및 지질단위) 부호로 활용
- 'CA' 부호는 국가기본도 표준안 (안)에서 '고도'에 부여 (활용못함)
- 'CC' 부호는 국가기본도 표준안 (안)에서 '지형'에 부여 (활용못함)

〈표 3-13〉 지하수정보에 대한 지형지물 대분류, 중분류 및 부호체계

대분류	중분류	대분류명	주요 분류내용	비고
C		지하수 및 수문지질		
	CB	단위	암상에 따른 수문지질단위 및 지질단위 구분	국가기본도: CB(지질) 건설교통부: A
	CI	지질구조	지질경계, 지질구조선, 단면선, 기반암 심도 등	건설교통부: B
	CJ	지하수위	지하수 수위, 유동방향, 용천, 지하수 누출지역 등	국가기본도: CC(지형)
	CD	관정	관정, 관측정, 조사공, 우물, 양수장 등	건설교통부: D
	CE	함양 및 배출성	상향 및 하향누출, 함양 및 배출지역 등	건설교통부: E
	CF	대수층 및 개발가능량	대수층구분, 개발가능량	건설교통부: F
	CG	수질	각종 수질경계, 등염도 및 등농도선, 수질분석다이아그램 등	건설교통부: G
	CH	오염원	주요오염원(잠재)	건설교통부: H
	CK	기타	하천, 수리시설물, 폭포, 호수, 탐사지점 등	

③ 지하수정보에 대한 지형지물 소분류 및 부호 체계

대분류	중분류	소분류	내 용	자료형태
C			지하수 및 수문지질	
	CB		단위(수문지질 및 지질)	
		CB001	수문지질단위	면
		CB002	지질단위	면
	CI		지질구조	
		CI001	경계(수문지질 및 지질)	
		CI002	단층	
		CI003	파쇄대	
		CI004	지질구조선(Lineament)	
		CI005	지하수 수질에 영향을 미칠 수 있는 광물을 함유한 지층	
		CI006	화산분화구	
		CI007	단면선	
		CI008	기반암 심도	
	CJ		지하수위	
		CJ001	지하수 등수위선(충적층, 암반층)	
		CJ002	지하수 유동방향	
		CJ003	지하수 분수령	
		CJ004	피압지하수 부존지역 및 자분지역 경계	
		CJ005	염수로 둘러싸인 담수 렌즈	
		CJ006	강우에 의한 자연적인 지하수 함양이 무시할 정도 지역의 범위	
		CJ007	용천	
		CJ008	지하수 누출 지역	
	CD		관정	
		CD001	관정(군)	
		CD002	조사공(조사시추공, 조사착정공, 조사관측정)	
		CD003	관측정	
		CD004	자분하는 우물(군)	
		CD005	광천수 우물(군), 열광천수 우물(군), 온천공	
		CD006	주입공	
		CD007	양수장, 양수공장	
		CD008	용천수 양수공	

(표 계속)

대분류	중분류	소분류	내 용	자료형태
C	CE		함양 및 배출성	
		CE001	상향누출, 하향누출, 수리구배변화에 따라 변하는 누출	
		CE002	심부의 지하수 수평 유동	
		CE003	지하수계와의 연결/비연결 하천	
		CE004	지하수계와의 연결/비연결 수로	
		CE005	지하수계와의 연결/비연결 저수지	
		CE006	함양 및 배출지역	
		CE007	지하수계가 발달하지 않은 지역	
		CE008	함양 및 배출지역의 경계선	
	CF		대수층 및 개발가능량	
		CF001	지하수의 흐름이 공극을 따라 발생하는 대수층	
		CF002	지하수의 흐름이 주로 균열등을 따라 발생하는 대수층	
		CF003	중요성이 낮은 대수층을 형성하는 지층 또는 지하수가 부존되지 않은 지층	
		CF004	지하수 경계	
		CF005	개발가능량 경계	
	CG		수질	
		CG001	각종 수질 경계	
		CG002	전기전도도 등농도선	
		CG003	수소이온농도 등농도선	
		CG004	수온 등농도선	
		CG005	등염도선	
		CG006	광화대 및 지열 분포지역	
		CG007	특정 수질 하천 및 호소	
		CG008	오염 취약성도	
		CG009	오염 취약성 경계	
	CH		오염원	
		CH001	주요 오염원	
		CH002	생활하수 오염부하량 경계	
	CK		기타	
		CK001	하천	
		CK002	카르스트 지역	
		CK003	분수령	
		CK004	관측소	
		CK005	폭포, 호수, 늪지	
		CK006	수리 시설물	
		CK007	지하수 관련 지역	
		CK008	탐사 지점	

(4) 속성정보 분류체계 및 부호

- 속성정보의 구성
 - 각각의 속성을 나타내기 위하여 속성이름, 속성부호, 속성값을 구성한다.
- 속성정보의 표현(부호체계)
 - 국가기본도 표준(안)의 체계에 따른다.
- 속성부호는 <부록 2>의 『지하수정보에 대한 속성분류체계 및 속성값』를 참고한다.

(5) 지형지물과 속성부호와의 연계테이블(부록 2)

3. 데이터베이스 구축방법

1) 일반사항

(1) 좌표체계

- GIS입력데이터는 중부원점(경도127°, 위도38°)을 기준으로 하는 TM(Transverse Mercator) 좌표체계를 사용한다.
- 좌표의 단위는 미터로 하고 좌표값은 소수점 이하 2자리까지 기록한다.

(2) 배경도면의 사용

- 서울시 1/1,000 수치지형도로부터 재편집된 1/5,000 수치지형도를 배경 기본도면으로 사용하고 조사지역의 외곽에 경계선을 표시하여야 한다. 이 경우 배경으로 사용되는 지형도는 조사지역의 외곽 경계로부터 20cm를 벗어나지 않도록 한다.
- 수치지형도(기본도)의 사용은 국립지리원 내규 제71호 '수치지도 작성작업 내규'를 준용한다.

(3) 축척 및 도곽좌표(크기)

- 수문지질도 및 주제도의 기본축척은 1/5,000으로 하며, 데이터베이스 구축과정상

에 출력될 지도(1도엽)의 실제면적은 2,500m×2,750m (가로×세로)로 한다.

- 도곽은 서울시 전역을 포함하는 1/5,000 도곽체계(필요시 1/1,000)를 구성한다.

(4) 도면 불부합의 처리

- 대상지역을 분할하여 입력한 경우 각 도면별 검수가 완료된 후에 입력데이터를 서로 교환하고 대상지역의 좌상측을 입력한 업체가 도면의 경계를 처리하도록 한다.
- 도면의 입력오차가 적은 쪽을 기준으로 편집하며, 도면요소의 불부합 거리의 평균을 통해 편집한다.
- 대상지역을 여러업체에서 나누어 입력한 경우에는 대상지역의 좌상측을 입력한 업체에서 불부합을 편집한다.

(5) 범례도식 및 주기표기

- 건설교통부 '수문지질도제작 및 관리지침('98.12)'의 '3.5 도식 및 주기작성기준'에 따라서 작성하되 1/5,000 축척에 맞게 수정·보완하여 사용한다.

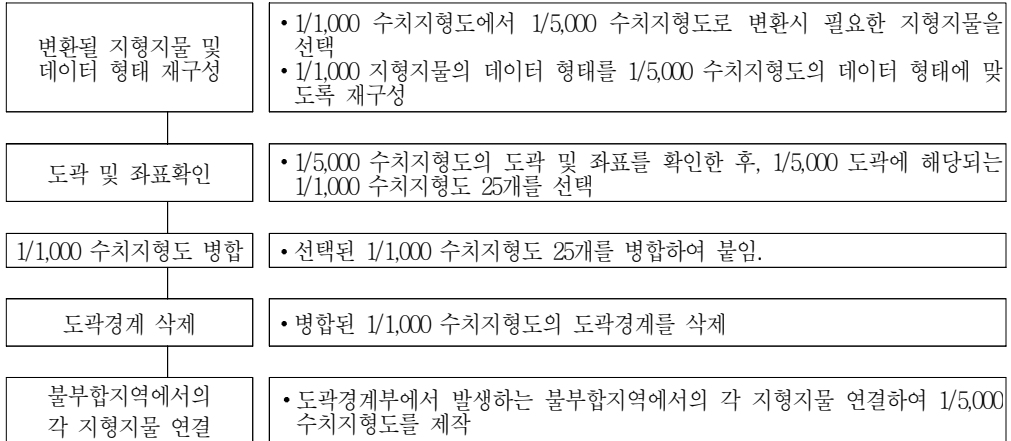
(6) 데이터 입력시스템

- 모든 데이터들은 '서울시 지하수관리 통합시스템'의 하부시스템인 '지하수정보관리시스템'에 체계적으로 데이터베이스로 구축되며, 다른 지하수정보들과 상호 연계되어 활용된다.
- '서울시 지하수관리 통합시스템'이 개발중인 경우에는 추후 본 시스템에서 데이터베이스로 사용될 수 있는 시스템을 이용하여 입력한다(예: Arc/info, Arc/View, SDE 등).

2) 1/5,000 수치지형도 제작방법

1/5,000 수치지형도는 서울시 1/1,000 수치지형도를 재편집하여 사용하는 것을 원칙으로 하기 때문에 그의 지형지물 분류체계는 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도

통합표준(안)』을 수용하여야 한다. 따라서 1/1,000 수치지형도의 지형지물 종류 및 데이터 형태는 1/5,000 수치지형도의 지형지물 및 데이터 형태로 변환되어야 하며, 추후 국가의 통합표준(안)이 확정되면 1/5,000 기본지형도 제작지침은 이를 준수해야 할 것이다.



〈그림 3-29〉 1:5,000 수치지형도 제작 절차

□ 축척 1:1,000 및 1:5,000 수치지형도의 지형지물 표기 비교

① 1:1,000 수치지형도 지형지물에 대한 1:5,000 수치지형도 표기법

부호	지형지물	1:1,000	1:5,000
AD001	도로	모든 도로	<ul style="list-style-type: none"> • 폭 3m 이상의 모든 도로 • 폭 1.6~3.0m의 소형차도 또는 우마차로는 연장 5m 이상 • 폭 1.6m 미만의 소로는 부락과 부락, 차도와 차도 또는 중요한 소로를 표기
AF001	철도	모든 철도(레일 표기)	모든 철도(중심선 표기)
AE010	다리	모든 다리	연장 4m 이상
AE140	계단	사거리 2m 이상인 것	사거리 5m 이상인 것
AZ070	성토 및 절토부	모든 옹벽 또는 구조물	높이 1.5m, 연장 50m 이상
BB001	제방	모든 제방	높이 1.5m, 연장 50m 이상
BA010	저수지	모든 조수지	실거리 25m×25m 이상
BA001	수로	실폭 1m 이상	명칭이 있는 수로

(표 계속)

부호	지형지물	1:1,000	1:5,000
BB030	보	모든 보	길이 10m 이상
BB040	잔교	모든 잔교	길이 10m 이상
AB002	능묘 및 묘지	모든 묘지	역사적, 학술적 의의를 지닌 것
AA001	건물	전 건물 및 건물명칭	도·시·군·구청, 읍·면·동사무소, 법원, 검찰청, 경찰서, 파출소·지서, 교도소, 구치소, 소년원, 소방서, 보건소, 세무서, 세관, 우체국, 기상대·측우소, 전화국, 병무청, 기타 관공서, 농촌지도소, 영림서, 공장, 발전소, 변전소, 시장, 백화점, 관광음식점, 양·배수장, 취수장, 축사, 종축장, 도축장, 정미소, 정수장, 오폐수 처리장 및 분뇨처리장, 학교, 유치원·유아원, 도서관, 체육관, 실내수영장, 학원, 기숙사, 교회, 성당, 절, 박물관, 미술관, 공회당, 방송국, 신문사, 잡지사, 호텔, 여관(여인숙 제외), 콘도미니엄, 목욕탕, 역, 고속버스터미널, 창고, 공항, 자동차정비수리소, 세차장, 주유소, 금융기관, 보험회사, 병원, 약국, 탁아 및 영아시설, 아동보호시설, 양로시설 등 사회보호시설, 한국전력공사, 한국통신, 한국수자원공사, 한국도로공사, 한국토지개발공사, 대한주택공사, 한국가스공사, 농업기반공사
AA001	건물 층수	모든 건물	3층이상 건물(단독 주택 및 특별시, 광역시, 일반시 지역의 밀집지역 제외)
AE	도로시설물	공중전화박스, 우체통, 휴게소, 주유소, 계시판, 가로등, 신호등, 횡단보도, 자동차수리소, 도로반사경, 화단, 가로수, 차단기, 정류장	휴게소, 주차장, 주유소
AE210	표지판	도로정보판, 안내, 지시, 규제, 주의 등	없음
AE340	구조물	낙석방지책, 방호책, 차광책, 소음방지책, 암거, 기타 콘크리트 구조물	없음
AE170	전주	전화주, 전력주, 유선주, 공동주 등	없음
AZ001	저장시설	저수조, 저유소, 소화전 등	없음
AZ040	맨홀	공동구, 가스, 전화, 전기, 하수, 상수 등	없음
DB	뽕나무, 대밭, 풀밭, 습지, 황무지, 목장	모든 대상	10m×10m 이상
CC002	사태지역	경사거리 10m 이상	경사거리 50m 이상
CC003 CC004	벼랑바위 너덜바위	높이 1.0m, 길이 10m 이상	높이 1.5m, 길이 50m 이상
AA100	담장	모든 담장	높이 1.5m, 길이 50m 이상

② 1/5,000 수치지형도 도로 및 철도의 중심선 표기방법

- 1/1,000에서는 철도폭의 각 레일을 표시하며, 1/5,000에서는 철도의 중심선만을 표시
- 1/1,000은 모든 실폭도로와 일반철도에 중심선을 표기하고 1/5,000은 고속도로, 국도, 지방도와 시가지의 간선도로에 중심선을 표기
- 도로는 축척 1/1,000에서는 0.6m 이상, 1/5,000에서는 3m이상은 실폭으로 표현

③ 축척별 등고선의 간격 표기방법

축척	주곡선	계곡선	간곡선
1/1,000	1m	5m	0.5m
1/5,000	5m	25m	2.5m

3) 지하수정보의 입력방법

(1) 입력대상

- 수문지질도의 주요 요소(조사자료, 지하수 및 수문정보, 도면 등)들은 원칙적으로 벡터입력방식을 사용한다. 배경으로 사용되는 1/5,000 기본도면(지형도)과 벡터도면은 동일한 기준좌표를 사용하여 일치되어야 한다.
- 데이터 입력대상
 - 수문지질도 및 각 주제도
 - 각 도면과 연계된 속성자료
 - 조사자료
 - 기타 지하수, 지질, 수문 등 관련자료

(2) 사용장비 성능³⁾

- 해석도화기 또는 좌표입력장치
 - 요구되는 도화축척에 따른 정확도를 유지할 수 있어야 한다.
 - 부호의 입력과 기호의 생성이 가능하여야 한다.
 - X,Y,Z 좌표가 수치형식으로 자동기록되어야 한다.
 - 곡선의 경우에는 시간간격 또는 거리간격으로 연속측정이 가능하여야 하며 데이터의 최소간격과 중간점을 생략할 수 있는 각도 또는 간격을 지정할 수 있어야 한다.
- 자동독취기
 - 해상도는 1인치당 400점 이상이어야 한다.
 - 독취범위는 600mm×900mm 이상이어야 한다.
- 벡터편집에 사용되는 소프트웨어의 성능
 - 래스터데이터의 중심선 또는 가장자리선으로 벡터데이터를 생성할 수 있도록 지정하는 기능
 - 라인의 경우 연속되는 점의 최소간격과 중간점을 생략할 수 있는 각도 또는 간격을 지정할 수 있는 기능
 - 기호의 생성
 - 지리좌표로의 변환기능
- 수동독취기
 - 해상도는 1mm당 20선 이상이어야 한다.
 - 독취범위는 600mm×900mm 이상이어야 한다.
 - 한글은 KS5601완성형으로 한다.
- 출력 장치의 기능 및 성능
 - 도곽과 모든 데이터의 출력이 가능하여야 하며, 해상도는 0.1mm이내이고 오차는 0.38mm 이내

3) 수치지도 작성작업내규(건설교통부 국립지리원, 국립지리원 내규 제71호)의 제1장 제1절 총칙중 제5조 사용장비규정에 의함.

- 출력범위는 600mm×900mm 이상

(3) 벡터자료의 자동독취 입력기준⁴⁾

- 벡터로 입력하여야 하는 내용은 수문지질도 및 관련 주제도의 암상특성, 지질구조, 지하수위, 산출성/대수층, 함양 및 배출, 오염취약성, 성분별 수질 분포 등을 표현한 수문정보, 지도 혹은 조사자료 등을 포함한다.
- 자동독취는 신축이 없는 지도의 원판 또는 인화된 양판을 사용하는 것을 원칙으로 하며, 독취하고자 하는 원판 또는 양판은 구겨짐, 얼룩짐, 굽힘 등이 없는 깨끗한 상태를 유지하여야 한다.
- 소축척의 도면자료를 대축척 도면의 자료와 동시에 이용할 경우 위치정확도의 일관성을 유지하기 위해 소축척 도면의 자료를 대축척 도면에 이기하여 입력하거나 시스템의 화면상에서 직접 입력하도록 한다.
- 수문지질조사자료를 자동독취할 때는 해상도를 400dpi 이상으로 하여야 한다.
- 자동독취시에는 충분한 시험작업을 거쳐 후속작업(벡터편집 등)에 지장이 없는 성과를 얻을 수 있어야 한다. 특히 도곽선 등 가는선의 식별이 명확해야 한다.
- 지형도 원판 중 음판을 독취할 때에는 독취파일을 양화상태로 반전시켜야 한다.
- 자동독취 후에는 잡음을 제거하여야 하며, 네 도곽의 좌표값에 의한 도곽보정을 실시하여야 한다. 단, 독취된 파일과 도곽좌표와의 차이가 도상 0.2mm 이상일 경우에는 재독취하여야 한다.
- 각 판별 독취파일은 네 지점의 도곽을 일치시켜 병합하여야 한다.

(4) 벡터편집기준⁵⁾

- 벡터편집
 - 벡터편집은 각 조사자료 대상별 자동독취 파일을 이용할 수 있다.
 - 벡터데이터는 레스터데이터의 범위 내에서 생성하여야 한다.
 - 면으로 처리되는 요소들은 반드시 폐합되어야 하며 도곽과 경계가 일치하는

4) 수치지도 작성작업내규(건설교통부 국립지리원, 국립지리원 내규 제71호)의 제2장 제2절 자동독취의 제12조 자동독취 항목을 따름.

5) 수치지도 작성작업내규(건설교통부 국립지리원, 국립지리원 내규 제71호)의 제2장 제3절 벡터편집의 제13조 벡터편집 항목을 따르며, 데이터 분류체계는 「부록 1. 데이터분류체계」에 제시된 서울시(안)을 따름.

경우에도 도곽부분을 이용하여 폐합시킨다. 기본도로 여러 도엽을 사용하는 경우에도 도엽간의 인접부분이 일치하는 폐합된 선을 유지하여야 한다.

- 곡선데이터의 점간 최소 입력간격은 1m로 하고, 중간점을 생략할 수 있는 각도는 직선진행방향을 기준으로 6도로 하는 것을 원칙으로 한다.
- 연속되는 모든 선형데이터는 연결되어야 한다.
- 원판의 오기 또는 누락으로 지형지물의 표현이 불합리한 경우에는 확인이 가능한 자료를 이용하여 컴퓨터 화면에서 직접 또는 수동독취기로 보완하여야 한다.

• 주기의 입력

- 주기는 한글, 영자, 숫자를 입력하되 KS5601 완성형을 사용하여야 한다.
- 모든 수문정보의 기호(부호)는 본 보고서의 '1/5,000 수문지질도의 수문정보 지형지물 및 속성정보 분류체계'를 기준으로 입력한다.
- 지질특성, 암상특성은 해당 경계선 내에 하나씩 해당 주기를 표시하는 것을 원칙으로 한다.
- 주기를 입력시키기 위해 다른 지형지물을 삭제하여서는 안된다.
- 주기를 전산 입력하는 경우에는 표현하고자 하는 요소의 중심에 주기의 Insert Point가 위치하도록 하며 심볼과 중복될 경우에는 Offset을 이용하여 처리한다.
- 연속된 실선의 전산입력시 주기 또는 다른 요소들에 의하여 분할되어서는 안되며 연결되어야 한다.

• 정확도

- 정확도는 래스터데이터와 최종 벡터데이터를 화면에서 비교하여 입력시의 정확도는 도상 0.2mm 이내이어야 하며, 확인용 출력도면은 수문지질도 자료와 비교하여 상대 최대오차가 도상 0.7mm, 표준편차가 도상 0.4mm 이내이어야 한다.

• 파일의 병합

- 수문지질도의 각 레이어별로 생성된 파일은 하나의 파일로 병합할 수 있어야 한다.

(5) 수동입력⁶⁾

- 수동독취기를 사용할 경우 지도의 표정은 4점 이상의 기준점을 사용하여야 하며, 기준점간의 거리는 가능한한 멀어야 한다.
- 작업이 완료되면 상호 인접되는 데이터를 지형지물의 표현상 모순이 없도록 수정하여 일치시켜야 한다. 또한 다른 좌표계와의 인접지역은 동일좌표계로 치환하여 일치시킨 후 원래 좌표계로 환원시켜야 한다.
- 입력시의 정확도는 도상 0.2mm 이내이어야 하며, 확인용 출력도면은 수문지질도 자료와 비교하여 상대 최대오차가 도상 0.7mm, 표준편차가 도상 0.4mm 이내이어야 한다.

(6) 성과물의 전산포맷(안)

- 성과물이란 수문지질도 및 부속 주제도를 본 지침에 의하여 전산입력한 수치지도와 관련된 전산자료를 말한다.
- 관계기관은 필수포맷과 선택포맷(1가지 이상)으로 구성된 전산입력물을 각각 생성하여야 한다. 아래에 규정되지 않은 선택포맷을 사용코자 하는 경우에는 필수포맷과 상호 호환이 가능한 포맷을 사용하여야 한다(단 Arc/Info 8.0 출시시에는 필수포맷의 변동이 가능함).

필수포맷 - Arc/Info Coverage
 Arc/View Shape
 DXF

선택포맷 - AutoCAD DWG
 MicroStation DGN
 MapInfo MID, MIF, TAB

- 도형요소에 대한 속성정보와 관련 비도형자료는 상기 도형포맷에서 규정된 DB 형식을 따라 작성하거나 별도 Text 파일형태로 생성한다.

6) 수치지도 작성작업내규(건설교통부 국립지리원, 국립지리원 내규 제71호)의 제2장 제4절 수동입력을 따름.

제5절 하드웨어 및 소프트웨어 수요분석

1. 하드웨어 수요분석

1) 하드웨어 구성

서울시 지하수업무는 시청 치수과에서 총괄 및 기획조정을 담당하고 있기 때문에 자치구청에서 수행된 업무와 데이터베이스의 취합 및 관리가 필요하다. 따라서 지하수 관리 통합시스템은 시청에는 통합 DB서버를 구축하고 구청에는 업무용 DB서버 및 클라이언트를 구축하여 상호 연계운영할 수 있는 서버/클라이언트 구조의 시스템이 요구된다. 또한 서울시 GIS구축계획을 기본으로 지하수관리 통합시스템의 하드웨어구성을 검토할 필요가 있다.

〈표 3-14〉 지하수관리 통합시스템에 필요한 하드웨어 기능

구분	내용
하드웨어	<ul style="list-style-type: none"> • 시청, 자치구청의 분산업무 처리환경 <ul style="list-style-type: none"> – 클라이언트/서버의 하드웨어구조 – 지역별 업무처리 비율 및 경제성을 감안한 분산 – 유연한 시스템구축, 컴퓨팅자원의 효율적 활용, 기능형 분산시스템의 실현, 최종 사용자위주의 시스템구현을 위한 구조 • 재해 등에 따른 정보자산보호를 위한 백업시스템 구조 • 업무운용의 안정성을 위한 개발서버의 독립적 운용 • 시스템의 확장 및 호환성 확보를 위한 개방형 환경 • CPU는 확장이 용이하여 멀티프로세싱 기술적용 가능
운영체계	<ul style="list-style-type: none"> • 클라이언트/서버환경을 구현하는데 필요한 개방형 운영체계 • 멀티유저와 멀티테스킹에 의한 업무용, 개발용 및 연구용에 적합 • 라이브러리 및 시스템 콜들을 효과적이고도 적응성 높은 프로그래밍과 운영환경 지원 • 등급에 따른 엑세스로 사용자 접속 제어 가능
DBMS	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터의 통합적 유지관리가 용이하고 클라이언트/서버 환경에 적합한 관계형 데이터베이스 관리시스템(혹은 객체지향형 DBMS) • 다른 기종의 클라이언트/서버 시스템과 호환 가능 • 확장성, 이식성, 무결성, 통신 접속성 제공
개발도구	<ul style="list-style-type: none"> • 신속한 개발지원 • 개발생산성 및 사용자 편의성 제공 • 유지보수 편리성, 일관성 제공

2) 하드웨어 수요예측

시청의 담당부서에 지하수업무를 총괄하는 통합 DB서버 1대와 지하수관리 통합시스템을 위한 NT용 PC 1대, 업무시스템을 위한 데스크탑 PC 2대가 최소한 필요하며, 자치구청에서는 자체업무용 DB서버 1대, NT용 PC 1대와 데스크탑 PC 1대가 요구된다. 기타 입력장치로 시청에는 A0 스캐너와 디지털타이저, 출력장치로서 A0 플러터가 필요하며, 자치구청에서는 현재 구축중인 도로관리시스템, 하수도관리시스템 등 타 응용시스템에서 보급되는 주변기기를 최대한 사용하도록 하는 것이 경제적이거나 필요에 따라 추가 구입하여야 한다.

〈표 3-15〉 지하수관리 통합시스템의 하드웨어 수요

구분	DB서버	관리시스템	업무시스템	A0 스캐너	디지털타이저	A0 플러터	비고
시청	1	1	2	1	1	1	
자치구청	1	1	1				· 타 응용시스템 장비 활용이 우선이나 필요에 따라 추가 구매

2. 소프트웨어 수요분석

소프트웨어는 서울시 GIS구축계획에 따라서 제안된 소프트웨어의 사용을 원칙으로 하여 자료의 공유 및 호환성에 문제가 없도록 하여야 한다. 시청에는 통합 DB서버를 운영할 수 있는 DBMS와 공간 DB엔진, 지하수관리시스템을 위한 전문가용 GIS소프트웨어, 업무시스템을 위한 데스크탑용 GIS소프트웨어가 하드웨어 수요에 따라 필요하며, 자치구청에서도 시청과 같은 내용의 소프트웨어 설계가 요구된다. 따라서 기본적인 소프트웨어의 수요는 시청에는 DBMS, 공간 DB엔진 전문가용 GIS소프트웨어 1세트, 데스크탑용 GIS소프트웨어 2세트가 필요하며, 자치구청에서도 시청과 같은 소프트웨어 설계구조가 필요하다.

〈표 3-16〉 소프트웨어 설치기준

소프트웨어	설치기준
DBMS	· 데이터서버에 설치
공간 DB엔진	· DBMS 서버와 연계하여 공간자료의 원활한 관리를 하도록 하며, 데이터를 관리 또는 검색
관리시스템용 GIS	· 도면의 편집과 분석이 있는 시스템에 설치하며, 전문가용 GIS 소프트웨어가 설치됨
업무시스템용 GIS	· 도면의 검색과 속성자료의 편집이 있는곳에 설치되며, 데스크탑용 GIS 소프트웨어가 설치됨

3. 지하수 전문분석시스템의 운영방안

지하수관리 통합시스템의 서브시스템인 지하수전문분석시스템은 지하수정보 데이터베이스를 활용하여 지하수 개발가능량, 오염확산, 수위변동예측 등 전문적인 지하수 분석을 시행하는 시스템이다. 따라서 이 시스템은 GIS와 지하수 전문분석소프트웨어(MODFLOW, MOC3D, MT3D 등)와의 연계가 필수적으로 필요하다. 이러한 시스템은 아직까지 국내외적으로 개발된 사례가 드므나 앞으로 서울시 지하수관리의 체계화를 위해서는 반드시 필요하다.

현재의 지하수 전문분석시스템 개발방안은 상이한 두 시스템(GIS 및 지하수)을 완벽하게 통합하기는 어렵기 때문에 컴포넌트 형식으로 연계·운영하며, 우선 두 시스템 간 데이터 인터페이스를 개발하여 상호 데이터 교환이 가능하도록 한 후 적절한 통합 방안을 수립하는 것이 효과적이다. 이에 대한 시험연구는 제4장의 1/5,000 수문지질도 작성방안에서 수행되어 만족할만한 결과를 얻었으며, 그 시험결과는 추후 지하수관리 통합시스템 개발에 활용될 것이다.

제6절 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축계획

1. 추진방법

- 5년간 3단계(시범구축, 시험운영, 확대실시)로 구분하여 추진한다. 1단계(1년) 시범사업(1개구청) 완료후, 2단계(1년) 시험운영하여 미비점을 보완하고, 3단계(3년)에서는 24개 자치구청으로 확대실시한다.

2. 사업기간

- 총 사업기간은 5년간이며, 제4장의 지하수 세부정밀조사 자료(1/5,000 수문지질도 작성)의 데이터베이스 구축이 중요하기 때문에 조사사업과 같은 기간이 필요하다.

3. 소요예산(안) 및 세부추진 일정

- 총 소요예산은 약 2,750백만원 정도가 요구된다. 1단계(1년) 시범사업에서는 조사자료와 기존 지하수정보의 데이터베이스 및 시스템 구축비가 약 250백만원, 2단계(1년)에서는 시험운영 및 보완단계이기 때문에 시스템 및 데이터베이스 보완비 약 100백만원, 3단계(3년) 확대실시 단계에서는 시청에서 DB구축비, 자치구청에서는 하드웨어 비용 확보가 필요하며, 약 2,400백만원 정도가 소요될 것으로 예상된다.

〈표 3-17〉 지하수관리 통합시스템 구축 일정 및 소요예산(안)

단계 구분	기간	단계별 주요사항	구축지역	소요예산 (백만원)	비고
1단계	1년	• 시범구축 단계	• 1개구청	250	• 기본자료 DB구축 및 시스템 구축
2단계	1년	• 안정화 및 보완단계(시험운영)	• 시범운영	100	• DB 및 시스템 보완
3단계 (3년)	1년	• 확대실시 단계	• 8개 구청(한강이남)	800	• 24개구청 확대실시 -DB구축/시스템확대 (100백만원/구청당) -자치구청은 H/W 구축비용확보(100 백만원/구청당)
	1년	• 확대실시 단계	• 8개 구청(강북지역)	800	
	1년	• 확대실시 단계	• 8개 구청(강남·북지역)	800	
	소계			2,400	
합계				2,750	

제 III 부 지하수관리 통합시스템의 활용 및 유지관리방안

제 4 장 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안

제1절 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안

제2절 서울시 1/5,000 수문지질도 시험작성 연구

제3절 연차별 1/5,000 수문지질도 작성계획
및 유지관리방안

제 5 장 서울시 지하수 자동관측망 자료의 분석 및 유지관리방안

제1절 개요

제2절 서울시 지하수 자동관측망의 시설현황

제3절 측정자료의 분석방안

제4절 '99년도 지하수 자동관측망 자료의 시험분석

제5절 자동관측망 자료의 통합 데이터베이스 구축방안

제6절 자동관측망 시설의 유지관리방안

제7절 자동관측망 운영의 문제점 및 개선방안 요약

제 4 장 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안

제1절 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안

1. 작성 배경 및 목적

서울시는 '95~'96년에 걸쳐 지하수 기초조사를 시행하였으며, 이 조사의 성과물로 축척 1/25,000~1/50,000 수문지질도를 작성하여 자치구청에 배포하였으나 이 자료로는 상세한 지역적 지하수관리가 어려운 실정이다. 더구나 이 자료는 종이에 인쇄된 자료로서(CAD파일) 그 활용성이 무척 낮으며, 정보시스템 활용을 위한 데이터베이스가 구축되지 못하였다. 따라서 금번 연구에서는 앞으로 서울시 지하수정보 데이터베이스를 구성할 중요한 자료인 1/5,000 수문지질도의 시험작성을 통하여 그에 대한 상세한 작성계획을 마련하였다. 이것은 아직까지 국내에서 1/5,000 축척의 수문지질도가 작성된 바가 없기 때문에 금번의 시험제작을 통하여 대축척 수문지질도를 기반으로 한 지하수 정보들의 분류체계(제3장)를 확립하고 추후 시범 및 본 사업의 지하수정보 데이터베이스구축에 적용하는 것이 근본 목적이다.

서울시 및 자치구청은 지하수법의 시행기관이며, 이러한 목적을 위해서는 지하수 세부정밀조사(지하수법 제5조)에 의한 축척 1/5,000 이상의 대축척 수문지질도(영제2호)를 작성하여 관할구역 지하수의 체계적인 개발·이용 및 보전관리를 수행하여야 한다. 대축척 수문지질도작성 목적중 가장 중요한 것은 지역 지하수의 체계적인 관리이며, 이를 통하여 지하수위 변동과약, 지하수 개발·이용의 허가 및 신고, 국지적 지하수 보전구역의 지정 및 관리, 오염방지 행위제한 등 지하수관련 업무수행이 가능하다. 또한 지하수 관정 및 자동관측망 분석도 수문지질도를 통하여 이루어질 수 있으며, 이들은 지하수관리 통합시스템내에서 상호 연계되어 체계적으로 분석, 관리될 것이다.

2. 수문지질도의 개요

- 수문지질도의 정의

수문지질도는 지형도 및 지질도를 기본도면으로 하며, 지질 및 대수층의 특성에

따라 지층을 구분, 통합하여 수문지질단위로 표시하고 이를 기본으로 지하수와 관련된 각종정보를 표현한 도면을 의미한다(건설교통부, 1998). 지하수법에 의하여 건설교통부장관은 국내 지하수의 부존특성 및 개발가능량 등을 포함한 지하수 기초조사를 실시하여야 하며, 조사의 성과물로 1/250,000 축척(광역조사)과 1/50,000 축척(정밀조사)의 수문지질도를 작성하여야 한다. 그러나 이것은 기초조사를 통한 소축척 지도로써 전체 현황과약에는 도움이 되나 지역적 지하수관리가 불가능하다.

- 수문지질도의 주요 수록내용

수문지질도의 가장 중요한 내용은 지하수 부존량, 개발가능량, 개발·이용현황 및 수질현황 등에 대한 분석자료며, 많은 현장 및 관정조사 자료들을 분석하여 작성되는 이러한 정보들이 기본지형도 위에 체계적으로 그려진다.

- 지하수 및 수문정보

- 지하수위 분포, 지하수 유동방향, 지하수 대수층의 분포, 지하수 개발가능량 및 이용현황 등

- 지질정보

- 지질분포, 지질구조 등

- 지하수 수질정보

- 지하수분류(수질현황), 잠재오염원의 분포 등

- 관련도면

수문지질도는 주 도면인 수문지질도와 각 조사주제별 조사성과를 수록한 여러 주제도로 구성된다. 주도면은 수문지질단위별 부존량 및 개발가능량, 지하수분류(수질) 등이 포함되며, 주제도는 기본적으로 수질현황도, 지질구조선 분포도, 지하수 심도분포도 등이 포함된다. 그 외에 지하수 수리시설물 위치도, 지하수 유동체계도, 지하수 오염취약성도, 지하수 이용현황도, 기상분포도, 토양도, 토지이용도, 임상도 및 식생도 등도 주제도로 분류된다.

3. 1/5,000 수문지질도 작성방법

1) 1/5,000 수문지질도 작성절차

(1) 「지하수 세부정밀조사」에 의한 1/5,000 수문지질도 작성

지하수 세부정밀조사는 1/5,000 이상 축척의 수문지질도 작성을 위한 조사로서, 지하수법 제5조제2항의 규정에 의하여 관계중앙행정기관의 장 또는 시·도지사가 지하수에 관한 개발·이용 및 보전관리를 위한 조사를 수행하는 경우를 말한다. 주요 성과물들은 지질 및 지하수위 분포, 대수층의 수리적 특성, 수질 및 산출특성 등을 종합적으로 조사, 분석하여 1/5,000 이상 축척의 수문지질도, 주제도 및 보고서를 작성하는 것이다.

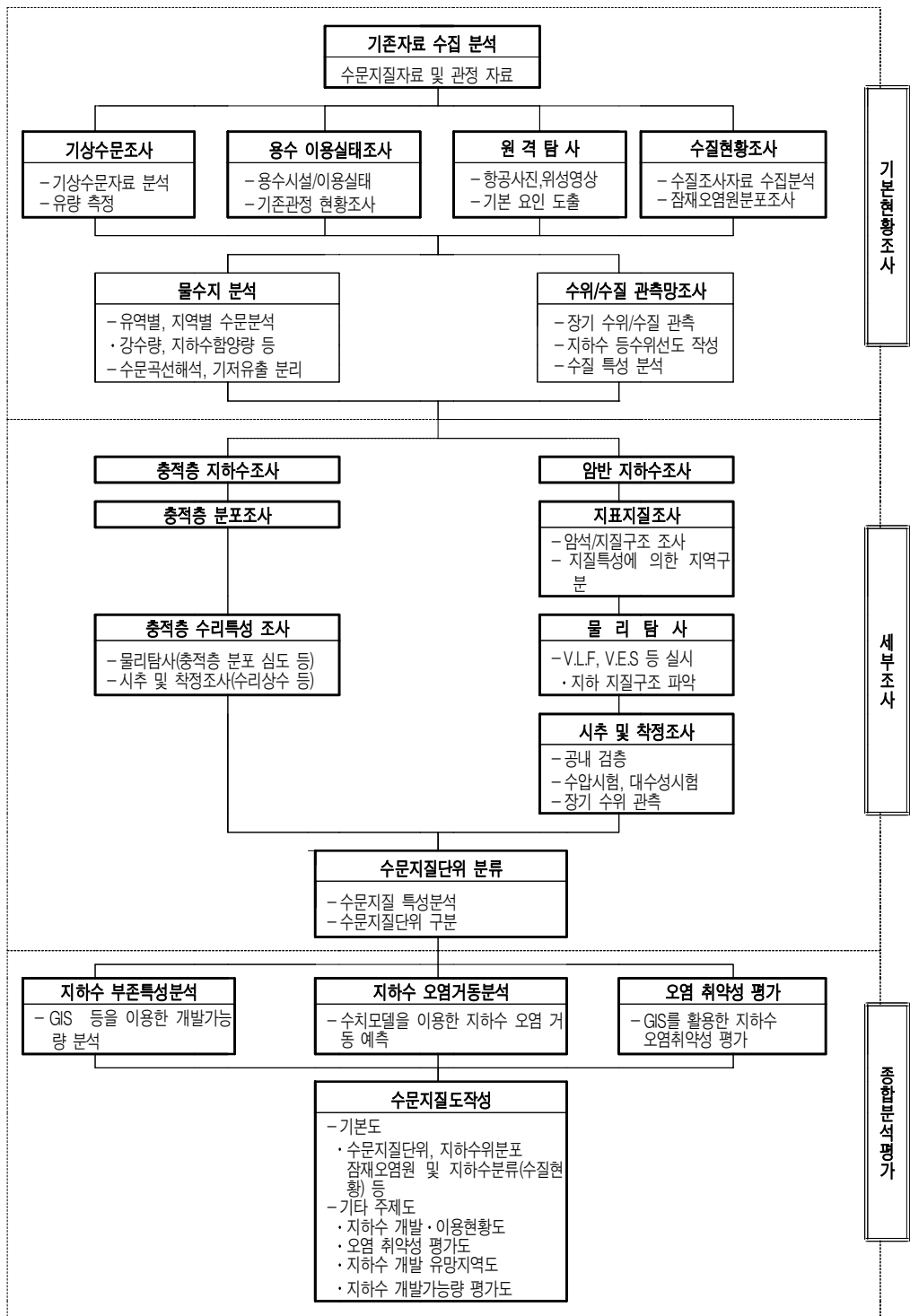
(2) 지하수 세부정밀조사의 방법 및 내용

- 조사방법
 - 세부정밀조사의 단계는 기본현황조사, 세부조사, 종합분석평가 등으로 구분된다. 세부조사의 항목은 기존 가용자료의 정도, 지형, 지질조건 등 대상지역의 여건에 따라 각 단계별로 적절한 조사항목을 선정, 조합하여 『지하수업무수행 지침서(건설교통부, 1997)』의 『3.1. 지하수조사일반』 등에 수록된 조사방법 등에 의거하여 조사를 실시하며, 각 조사 및 분석은 서로 연관하여 수행한다.
 - 세부정밀조사는 정밀기초조사(그림 4-1)와 기본적인 방법과 내용이 유사하나 근본적인 차이는 조사 정확도의 차이이다. 최종성과물이 정밀조사의 경우 1/50,000 축척이나 세부정밀조사는 1/5,000 축척이므로, 세부정밀조사는 현장조사시 많은 정확도를 요한다.
 - 세부정밀조사의 위치정확도 향상을 위해서 조사자료의 위치좌표 결정은 필요시 측량이나 GPS를 활용하여야 하며, 1/5,000 축척에 맞추어 샘플링 간격을 상세화하는 등의 방법이 필요하다.
- 조사내용(표 4-1)
 - 조사에 사용되는 기본도(Base map)는 서울시 1/1,000 수치지형도로부터 편집,

제작된 1/5,000 수치지형도 사용을 원칙으로 하며, 조사자료는 「서울시 지하수관리 통합시스템」에 데이터베이스로 구축된다.

〈표 4-1〉 지하수 세부정밀조사의 중요 내용

구분	세부조사내용	도면작성을 위한 주요내용
1) 자료조사	<ul style="list-style-type: none"> • 대상지역 지하수자료 집성, 분석 • 지하수 관정실태조사 <ul style="list-style-type: none"> – 시설, 이용 등에 대한 실사 – 관정위치 측량 • 오염원현황 및 오염사례 조사 <ul style="list-style-type: none"> – 자료조사 및 실사 병행 • 지반침하지역 사례조사 • 폐공현황조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 지질분포 • 지하수 등수위선 • 지하수질 분포 • 개발가능지점 분포 • 수문지질단위별 지하수 개발가능량 및 이용량 • 지하수 수질 • 지하수오염 및 잠재오염원지역 • 지하수 재해지역 • 지하수 보전관리 필요지역 • 지하수 관정 및 이용량 현황 • 관측현황 • 지질구조선분포 (Lineament) • 토양, 식생, 토지이용 • 폐공현황 • 모델링 분석결과 • 지하수 보전구역설정 • 기타 필요도면
2) 수리지질조사	<ul style="list-style-type: none"> • 원격탐사 • 지표지질조사 • 물리탐사 • 시추 및 착정조사 • 대수성 시험 및 평가 	
3) 수문조사	<ul style="list-style-type: none"> • 강우, 유출 관측자료 수집, 분석 • 하천유량 및 갈수량 측정 	
4) 관측조사	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 수위·수질 장기관측조사 • 주요지점 물시료 수질분석 	
5) 오염조사	<ul style="list-style-type: none"> • 지역별 지하수 오염조사 • 잠재오염원 현황 및 주변 오염조사 	
6) 지하수 재해조사	<ul style="list-style-type: none"> • 수위강하에 따른 지반침하 조사 • 지하철조사 	
7) 부존특성분석	<ul style="list-style-type: none"> • 소유역별 물수지 분석 • 소유역 및 지역별 지하수 개발가능량 분석 	
8) 종합평가 및 도면작성	<ul style="list-style-type: none"> • 지역별 지하수 개발가능량 분석 및 지점 제시 • 지역별 오염현황 및 예측분석 <ul style="list-style-type: none"> – 주요 오염현황 – 오염취약성 및 오염거동 분석 • 잠재오염원 분석 • 지하수 재해 분석 및 평가 • 지하수 보전관리 지침 및 필요지점 제시 <ul style="list-style-type: none"> – 보전구역, 개발제한구역 등 • 수문지질도작성 <ul style="list-style-type: none"> – 수문지질단위별 지하수 개발가능량 산정 – 지역별, 유역별 지하수 개발가능량 산정 – 지하수 분류(수질) – 지역별 오염현황 및 예측도 	



〈그림 4-1〉 정밀 지하수 기초조사 흐름도(건설교통부, 1998)

2) 1/5,000 수문지질도의 구성

(1) 기본원칙

- 1/5,000 수문지질도 및 모든 주제도는 서울시 1/1,000 수치지형도로 부터 편집, 제작된 1/5,000 수치지형도를 배경도면으로 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- 여러 종류의 주제도를 제작할 경우 각 주제도별 도곽의 좌표점은 일치하여야 하며, 모든 주제도에는 조사지역 위치도가 표시되어야 한다.
- 국부적으로 도상으로 표현하기에 자료가 충분치 못한 경우에는 점선 등을 활용하여 추정선으로 표현하거나 생략할 수 있다.

(2) 수문지질도(주도면) 및 관련 주제도의 구성

- 수문지질도(주도면)와 주제도의 주요 도면 및 내용들은 아래와 같으며, 세부사항들은 조사내용에 따라서 수정, 보완될 수 있다.
 - 수문지질도(주도면) : 수문단위별 지하수 개발가능량 및 개발·이용량(사용량), 지하수 등수위선, 지하수 분류도(수질), 지역별 지하수 오염분석도 등
 - 주제도
 - 지하수 관정위치도
 - 지하수 수질현황도, 지하수 수질분석도(이온다이어그램 등)
 - 지하수 오염현황 및 예측도, 지하수 잠재오염원 위치도
 - 전기전도도(EC) 분포도
 - 지질도, 지질단면도, 지질구조선도, 지질주상도
 - 기타 주제도
 - : 지하수 수리시설물 위치도(조사지역내 모든 관정 등), 지하수 유동체계도, 지하수 오염취약성도, 수질항목별 분석결과도(TDS, pH 및 전기전도도 분포도 등), 충적층 및 대수층두께 분포도, 지구물리탐사 위치 및 결과, 수문현황도(Hydrographic map), 기상분포도(강수량, 온도 등), 토양도, 토지이용도, 임상도 및 식생도 등

- 수문지질도(주도면)의 주요 내용

구분	주요내용	세부 내용	비고
지하수 분석 자료	지하수 개발가능량	- 관정위치 - 대수성 시험 조사공 - 개발가능량 경계 및 값 (지역별, 유역별 및 수문지질단위별)	
	지하수 개발·이용량	- 관정위치 - 지하수 사용량(지역별, 유역별 및 수문지질단위별)	
	지하수 분류 (지하수 수질)	- 관정위치 - 지역별, 유역별 지하수 수질을 등급 구분	
	지하수 오염분석	- 관정위치 - 지역별 오염현황 - 오염원별 오염확산예측 - 잠재오염원 분석	· 필수 항목 선택 가능 · 나머지는 주 제도로 분류
	지하수 심도 분포	- 관정 및 조사공 위치 - 지하수 등수위선(B.m) - 지하수위 고도값 - 지하수 유동방향 - 기압압분포 - 대수층 단면 분포	"
일반 대수층 자료	대수층	- 지하수의 흐름이 공극을 따라 발생하는 대수층 - 지하수의 흐름이 주로 균열등을 따라 발생하는 대수층 - 중요성이 낮은 대수층을 형성하는 지층 - 지하수가 부존되지 않은 지층 - 유입경계, 유출경계 - 불투수성경계 - 정보가 없는 경계 - 수문지질단면도(또는 3차원 입체도)	"
지질 및 수문 지질 자료	지질 및 지질구조	- 지질시대 - 지질경계 및 대수층 경계, 추정 지질경계선 - 단층 및 층상 단층 - 수리적으로 중요한 파쇄대 - 지하수 수질에 영향을 미칠 수 있는 광물을 함유한 지층의 경계 - 화산구, 화산 분화구 - 단면선 및 단면도, 단면선 구분 주기 - 지질 주기	"
	수문지질학적 특성	- 수문지질단위 - 지하수 등수위선(B.m), 지하수위 고도값 - 지하수 유동방향 - 카르스트수의 손실과 재용출과의 연결 - 지하수 분수령 - 피압지하수 부존지역 경계 - 자분지역 - 염수로 둘러싸인 담수 렌즈 - 강우에 의한 자연적인 지하수 함양이 무시할 정도의 지역 범위 - 용천, 지속적인 카르스트 용천, 해저 용천, 용천군 - 일시적인 카르스트 용천 - 용천선 - 지하수 누출 지역	"
기타 자료	기타 지하수 자료	- 폐공 - 기타 지하수 부존성 표현에 유용한 자료	

- 각종 주제도의 주요 도면 및 내용

구분	주요 도면	세부 내용
지하수 관정 및 이용 현황	1.지하수 관정위치도	- 생활용수, 농업용수, 공업용수, 음용수 기타 - 폐공(생활용수, 농업용수, 공업용수, 음용수 기타)
	2.지하수 관정별 개발·이용현황도	- 관정용도별 지하수 개발·이용량 - 관정심도
수질	3.지하수 수질 현황도	- 관정별(용도별) 오염물질별 농도표시(기준초과 및 미만) · 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$), 트리클로로에틸렌(TCE), 과망간산칼륨 소비량(COD), 아연(Zn), 불소(F), 황산(SO_4^{2-}), 암모니아성질소($\text{NH}_4\text{-N}$), 총트리할로메탄(THM), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 데트라클로로 에틸렌(PCE), 비소(As), 수은(Hg) 등 - TDS, pH, EC 분포도 등
	4.지하수 수질분석도	- 스티프 다이어그램 : 지하수, 지표수 - 파이퍼 다이어그램 - 기타 수질분석 내용
	5.지하수 오염현황도	- 지하수 주요 오염성분별 분석(오염)현황도
	6.지하수 오염취약성도	- 오염에 대한 노출의 정도 및 취약성을 평가한 도면
	7.전기전도도(EC) 분포도	- 전기전도도(EC) 분포도
	8.지하수 잠재오염원 위치도	- 하수관망 - 차량정비업소, 레미콘 생산지, 인쇄소 및 사진현상소, 병원, 유해물질취급소, 주유소, 도축장, 연구실험실, 쓰레기매립장, 공장, 세탁소, 폐기관정
	9.지질도	- 시추조사지점, 지질단면선 - 지질 및 단층
	10.지질구조선도	- 지질구조선 분포 및 밀도
지질	11.지질단면도	- 지질단면선 - 지하수위선 - 대수층 단면 분포 - 지질경계선 및 단층, 추정단층선 - 지질단면 : 충적층, 풍화대, 풍화암, 기반암(지질) - 지질주상도
	12.지질주상도	- 관정번호 - 지하수위, 토사층, 실트, 사층, 사력혼전석, 풍화대, 풍화암, 연암, 보통암 등
	지하수 수리시설물 위치도	- 지하수 수리시설물의 종류별 위치 표시
기타	지하수 유동체계도	- 대수층 - 수문지질학적 특성 - 함양 및 배출성
	충적층, 대수층 두께분포도	- 충적층과 대수층 등 수리지질매체 두께의 평면적 분포 표시
	지구물리 탐사위치 및 결과	- 지구물리 탐사 측정위치 표시
	수문현황도	- 수문현황 표시
	기상분포도	- 강수량의 공간적 분포 등을 표시
	토양도	- 토양분류 현황 표시
	토지이용도	- 토지이용현황 표시
	임상도 및 식생도	- 임상 및 식생 표시
	기타 필요 도면	- 기타 주제도면 중에서 필요한 도면들

3) 서울지역의 수문지질단위 설정

수문지질단위는 지역의 지하수권을 구분하여 주는 기본단위이며, 서울시 1/5,000 수문지질도의 제작 및 데이터베이스 구축을 위해서는 서울지역 특성이 고려된 수문지질단위의 구분이 필요하다. 금번 연구에서는 건설교통부의 지하수관리기본계획서(1996) 및 수문지질도제작 및 관리지침(1998)을 토대로 서울지역의 수문지질단위 구분안을 마련하였으며, 이 안은 추후 시범사업의 자세한 수문지질학적 조사를 토대로 수정, 보완될 수 있다.

(1) 우리나라 수문지질단위 설정

건설교통부의 지하수관리기본계획서(1996)에서는 지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 및 주대수층의 수리특성(투수계수, 투수량계수, 저류계수, 지하수 산출량 등) 등을 설정기준으로 하여, 우리나라의 암석을 변성암, 석회암, 고기퇴적암, 관입 화성암, 비다공질화산암, 신기퇴적암, 다공질화산암 및 미고결퇴적층 등의 8개 수문지질단위로 구분하였다(표 4-2). 또한 수문지질도제작 및 관리지침(건설교통부, 1998)에서도 단지 암상에 따라 수문지질단위를 미고결퇴적층, 퇴적암, 화성암, 변성암, 혼합암의 4개로 대분류하였으며, 세부구분도 암상별로 나누었다.

〈표 4-2〉 우리나라 수문지질단위 구분 및 특성(건설교통부, 1996)

수문지질 단위	지질시대 및 단위	암상	지형	공극형태	주대수층의 수리 특성				지하수 부존성
					투수계수 (m/day)	투수량계수 (m ³ /day)	저류계수	산출량 (m ³ /day)	
미고결퇴적물	제4기 충적층	점토, 미사, 사역	평야, 곡간	일차공극	5~200	50~2,000	10 ⁻¹ ~10 ⁻²	100~3,000	대
다공질화산암	제4기 화산암	현무암, 안산암, 조면암	대지, 구릉	기공, 단열, 라바터널	0.1~500	10~10,000	10 ⁻¹ ~10 ⁻³	1,000~5,000	대
신기 퇴적암	제4기 해상퇴적물	반고결성 천해성-비해성 쇄설퇴적암	해안	일차공극, 단열	0.01~200	0.5~1,500	10 ⁻¹ ~10 ⁻⁵	10~2,000	중
	제3기 충군								
비다공질화산암	백악기 화산암	안산암, 유문암, 응회암, 현무암	산지	단열	1~100	5~50	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁶	10~1,000	중
관입 화성암	백악기 불국사화강암	화강암, 성록암, 편암	산지, 구릉	단열	0.01~1	5~50	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁶	50~1,500	중
	주라기 대보화강암	화강암, 중성반암, 암, 염기성심성암							
	시대미상 화성암								
고기 퇴적암	백악기 경상누층	천해성-비해성 쇄설퇴적암	산지	단열	0.1~10	5~200	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁵	50~2,000	중
	주라기 대동누층								
	석탄-트라이아스기 평안누층군								
석회암	캠브로-오도비스기 대석회암층군	해성탄산염퇴적암, 쇄설퇴적암형체	카르스트산지	단열, 동철	10~500	10~10,000	10 ⁻¹ ~10 ⁻⁶	100~5,000	대
변성암	석탄-페름기 변성퇴적암	편암, 화강편암, 편암, 각섬암, 저변성 퇴적암	산지	단열	0.1~10	1~50	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁶	50~500	소
	캠브로-오도비스기 변성퇴적암								
	육천누층군								
	선캄브리아기 육괴								

(2) 서울지역 수문지질단위 구분

① 기준

- 건설교통부안(1996, 1998)을 참고하여 지질시대, 암석의 종류, 암상, 지형, 공극의 형태 등을 기본으로 수문지질단위를 구분하며, 이 수문지질단위는 지역의 주대수층 수리특성(투수계수, 투수량계수, 저류계수, 개발가능량(산출량) 등)에 따라 세부구분이 가능하다. 그러나 이러한 수리특성(수리상수) 자료들은 현재 획득이 불가능하므로 추후 시범사업을 통하여 보완될 것이다.

② 서울지역 수문지질단위 구분

- 서울지역에 분포하는 암상을 기본으로 하고 지질시대와 암종을 고려한 수문지질학적 층서개념으로 미고결암(제4기 충적층 및 풍화대), 신기퇴적암, 화강암, 기타화성암, 편마암, 편암, 기타변성암류, 기타 등 8개의 기본 수문지질단위로 구분하였으며(표 4-3), 세부구분은 암상 및 주대수층 수리특성에 따라 가능하다(수문지질단위에 대한 지형지물 및 속성의 분류체계는 제3장 참조).
- 서울지역의 분포암석은 선캠브리아기의 경기 편마암복합체(편마암류, 편암류)가 광범위하게 분포하고 있으며, 이를 후기에 관입한 화강암체(주라기)가 서울시 면적의 약 36%를 차지하고 있다. 따라서 서울지역 주대수층은 변성암류의 호상 흑운모편마암, 운모편암 등과 화성암류의 흑운모화강암, 충적층 및 풍화대이다.

〈표 4-3〉 서울지역 수문지질단위 구분 및 특성(※수리특성은 추후 시범사업시 보완예정)

수문지질단위	지질시대 및 단위	암상	지형	공극 형태	주대수층의 수리특성				지하수 부존성
					투수계수 (m/day)	투수량계수 (m ³ /day)	저유계수	개발가능량 (m ³ /day)	
미고결암	제4기 충적층	점토, 모래, 자갈 혼성퇴적물, 화산 퇴적물, 매립지, 풍화암, 기타	평야, 곡간	일차공극					대
	풍화대		평야, 곡간	일차공극, 단일					대
신기 퇴적암	제4기 해성퇴적물 제3기	반고결성 천해성·비해성 쇄설퇴적암, 기타	해안	일차공극, 단일					중
화강암	주라기 시대미상	흑운모화강암, 반상화강암, 기타 화강암류	산지, 구릉	단일					중
기타 화성암	백악기	석영암맥, 산성암맥, 기타 산성신성암, 중성신성암, 염기성신성암, 기타	산지, 구릉	단일					중
	시대미상								
편마암	선캠브리아기 육괴	화강암질편마암, 우백질편마암, 안구상편마암, 호상흑운모/운모편마암, 기타 편마암	산지	단일					중
편암	선캠브리아기 육괴	각섬석편암, 석영편암, 운모편암, 기타 편암	산지	단일					소
기타 변성암류	선캠브리아기 육괴	슬레이트, 천매암, 규암, 기타	산지	단일					소
기타									

제2절 서울시 1/5,000 수문지질도 시험작성 연구

1. 시험연구지역의 지하수 개발·이용 및 지질환경 현황

1) 시험연구지역

1/5,000 수문지질도 시험작성을 위한 연구지역(그림 4-2)은 서울시 중구 신당동 일부지역을 대상으로 수행되었다. 배경도면인 1/5,000 수치지형도는 서울시 1/1,000 수치지형도를 재편집하여 사용하였으며, 한 도곽의 실제면적은 $2.2\text{km} \times 2.75\text{km}$ 이다.

2) 지하수 개발·이용현황('98년도)

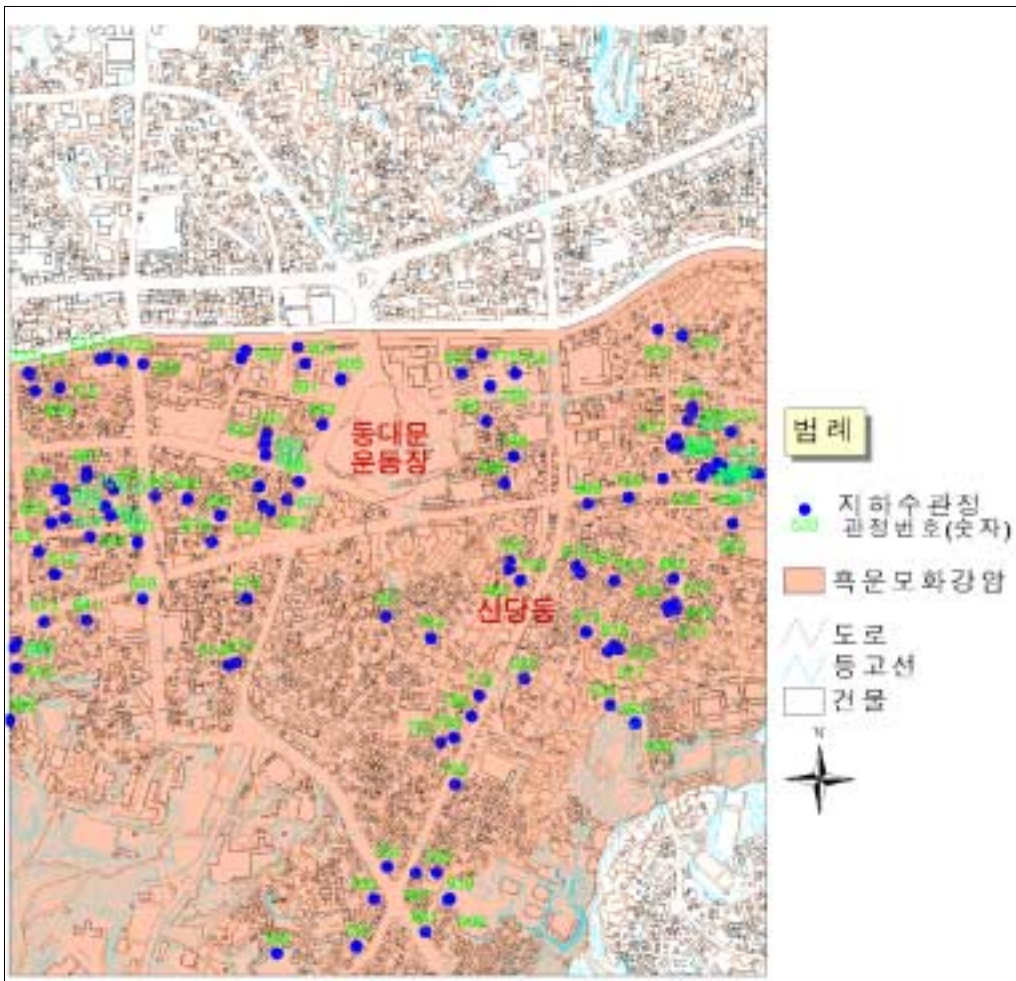
지하수 개발·이용현황자료는 '98년 지하수행정업무관리시스템의 두레박자료를 서울시로부터 협조 받아 활용하였다. 관정위치표시(그림 4-2)는 서울시 1/1,000 편집지적도와 두레박의 관정 지번자료를 이용하여 위치레이어 작성한 후에 배경도면인 1/5,000 수치지형도에 이기하여 작성하였다. 시험연구지역의 지하수개발 관정수는 117개소(표 4-4)이나 18개소는 일사용량이 없으며, 나머지 99개소에 대한 총 일사용량은 $672\text{m}^3/\text{일}$ 로 집계되었다. 이중 일사용량이 $100\text{m}^3/\text{일}$ 이상은 한 곳(롯데호텔)뿐이며, 대부분이 $10 \sim 50\text{m}^3/\text{일}$ (26개소), $10\text{m}^3/\text{일}$ 이하(68개소)로 나타났다. 관정심도는 100m 이상이 18개소뿐이며, 70~100m가 24개소, 나머지는 대부분이 30m 이하(61개소)다.

〈표 4-4〉 시험연구지역의 지하수 관정현황

구분(관정현황)	내역	일사용량 합계
일사용량	<ul style="list-style-type: none"> · $100\text{m}^3/\text{일}$ 이상 : 1개소, $50 \sim 100\text{m}^3/\text{일}$: 4개소, $10 \sim 50\text{m}^3/\text{일}$: 26개소, $1 \sim 10\text{m}^3/\text{일}$: 68개소 · 117개소중 18개소는 일사용량이 없음(98개소) 	$672\text{m}^3/\text{일}$ (세부내역은 〈표 4-5〉참조)
관정심도	<ul style="list-style-type: none"> · 0~10m: 24개소, 10~30m: 37개소, 30~70m: 15개소, 70~100m: 24개소, 100m 이상: 18개소 	
관경	<ul style="list-style-type: none"> · 20mm 이하: 39개소, 20~30mm: 19개소, 30~40mm: 40개소, 40mm이상: 19개소 	
케이싱 유무	<ul style="list-style-type: none"> · 케이싱이 있는 경우가 59개소, 없는 경우가 58개소 	

3) 수질검사 현황

117개 관정중에서 수질검사를 실시한 관정은 모두 19개소(표 4-6 참조) 뿐이며, 이것은 대부분이 청소용, 조경용, 공사용 등으로 신고되어 현 지하수법상 수질검사대상에서 제외되었기 때문이다. 수질검사결과 모두 생활용수기준에 적합한 것으로 판명되었으며, 그 세부적인 수치는 다양한 분포를 보인다. 검사내용중 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)를 이용하여 추후 대상지역의 오염거동(확산)분석연구가 수행되었다.



〈그림 4-2〉 시험연구지역의 지하수 관정 및 지질 현황

〈표 4-5〉 시험연구지역의 지하수 개발·이용현황

번호	관정번호	일사용량($\text{m}^3/\text{일}$)	관정심도(m)	관경(mm)	케이싱유무	자연수위 (해발고도:m)
1	533	22	75	50	○	65
2	625	2	15	20	×	—
3	626	3	25	20	×	—
4	627	1	5	50	×	1
5	629	23	15	40	×	8
6	630	35	12	25	×	8
7	631	8	20	25	×	—
8	640	5	180	25	○	70
9	641	3	5	25	×	2
10	642	1	20	20	×	—
11	643	13	110	40	○	22
12	645	2	15	20	×	3
13	647	57	50	32	○	40
14	648	1	10	16	×	—
15	657	4	20	20	×	—
16	662	1	70	25	○	3
17	663	12	105	40	○	10
18	669	0	75	40	○	60
19	671	9	8	20	×	—
20	673	2	25	20	×	—
21	674	1	120	32	○	20
22	676	1	150	40	○	50
23	677	19	100	32	○	72
24	678	17	100	25	○	60
25	679	13	60	25	○	40
26	681	0	20	50	×	5
27	682	6	40	40	○	—
28	683	20	20	40	○	20
29	684	17	100	40	○	20
30	685	10	40	40	○	20
31	686	0	80	40	○	40
32	687	1	140	40	○	70
33	689	2	20	20	×	—
34	690	17	80	50	○	20
35	691	0	150	40	○	2
36	693	1	80	50	○	10
37	695	0	100	50	○	43
38	697	1	12	20	×	—
39	703	1	12	20	×	—
40	722	1	10	20	×	—
41	726	100	50	50	○	13
42	727	0	50	50	○	13
43	728	67	100	50	○	50
44	733	83	30	50	×	25
45	744	3	15	20	×	—
46	746	7	145	40	○	20
47	752	2	100	40	○	60

(〈표 4-5〉 계속)

번호	관정번호	일사용량(m ³ /일)	관정심도(m)	관경(mm)	케이싱유무	자연수위 (해발고도;m)
48	754	10	250	32	○	6
49	758	20	100	50	○	40
50	760	0	30	13	×	—
51	766	1	10	20	×	—
52	767	7	50	40	○	30
53	768	4	66	40	○	13
54	775	0	150	32	○	60
55	779	0	70	32	○	72
56	759	0	100	50	○	40
57	780	0	10	20	×	—
58	782	8	80	50	○	50
59	783	0	15	25	×	—
60	784	0	10	20	×	—
61	785	3	80	40	○	25
62	788	10	120	40	○	15
63	789	10	70	32	○	40
64	795	8	80	50	○	60
65	797	10	80	32	○	21
66	798	2	50	25	○	30
67	799	7	20	25	×	—
68	802	2	70	25	×	—
69	803	1	8	20	×	—
70	805	0	20	30	○	—
71	808	1	25	40	×	—
72	810	1	55	40	○	—
73	814	5	25	20	×	—
74	815	0	6	25	×	—
75	818	1	10	20	×	—
76	819	2	10	16	×	—
77	823	1	100	32	○	35
78	824	1	10	25	×	—
79	827	2	3	20	×	—
80	830	1	5	20	×	—
81	831	2	30	16	×	—
82	833	67	104	40	○	30
83	834	6	30	20	×	—
84	836	1	10	20	×	—
85	837	3	10	20	×	—
86	838	1	20	20	×	—
87	839	10	30	32	○	—
88	840	1	5	25	×	4
89	844	2	20	20	×	—
90	845	1	20	20	×	—
91	846	1	24	20	×	—
92	847	3	15	20	×	—
93	848	1	20	16	×	—
94	853	2	30	25	×	—

〈표 4-5〉 계속)

번호	관정번호	일사용량(m ³ /일)	관정심도(m)	관경(mm)	케이싱유무	자연수위 (해발고도;m)
95	859	17	100	40	○	5
96	880	1	3	80	×	2
97	881	7	3	50	×	1
98	882	1	28	65	×	2
99	885	1	15	20	×	—
100	886	1	3	50	×	2
101	889	0	8	20	×	—
102	890	0	15	20	×	—
103	892	1	20	16	×	—
104	893	3	10	20	×	—
105	894	1	7	20	×	—
106	900	4	150	40	○	20
107	901	15	100	32	○	25
108	903	27	32	32	○	12
109	905	30	100	50	○	—
110	906	10	100	40	○	31
111	907	33	200	40	○	16
112	909	16	100	40	○	—
113	910	0	100	40	○	18
114	920	1	160	25	○	11
115	922	2	160	25	○	14
116	925	3	150	32	○	80
117	936	—	120	25	○	—

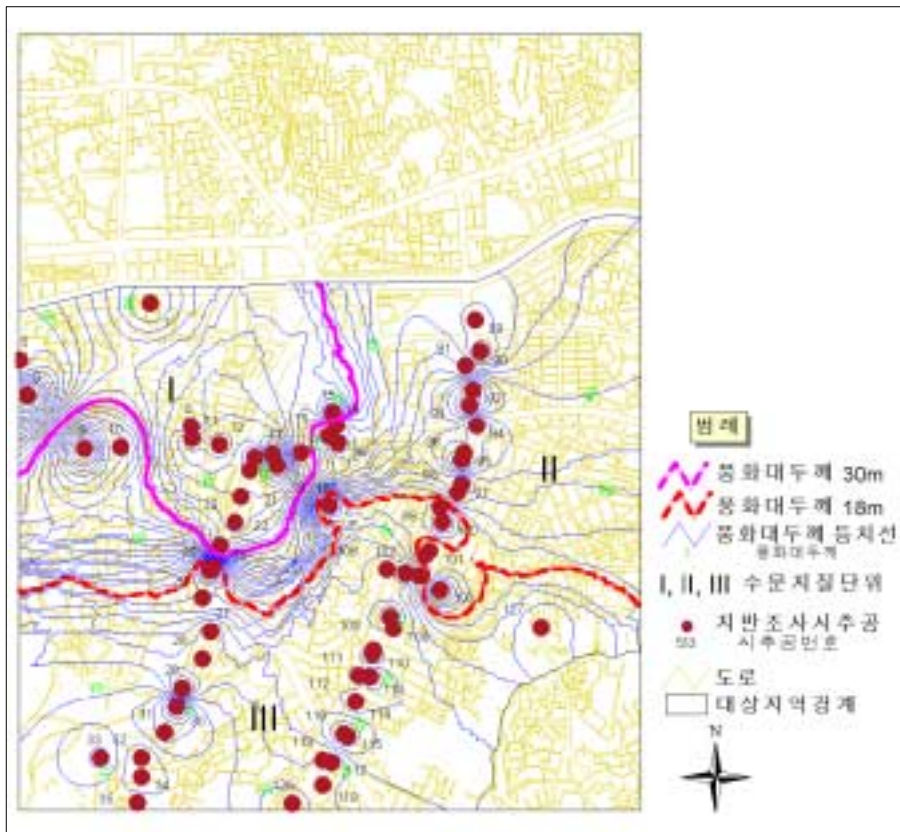
〈표 4-6〉 수질검사 관정현황(단위는 mg/ℓ, 단 대장균은 MPN/100mℓ)

번호	관정번호	대장균	납	비소	수은	시안	6가 크롬	질산성 질소	카드뮴	페놀	유기인	테트라클로로에틸렌	트리클로로에틸렌	수소이온농도	염소이온	화학적 산소 요구량
1	643	0.000	0.086	0.000	0.000	0.000	0.024	6.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.400	78	2.120
2	647	0.000	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	2.500	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	7.100	12	0.000
3	679	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.800	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	6.800	32	0.000
4	696	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.600	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	6.900	22	0.380
5	727	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	6.400	37	0.580
6	728	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.800	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	6.800	58	3.720
7	746	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.000	53	0.990
8	754	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.100	11	0.200
9	767	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	17.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.800	32	0.400
10	775	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.100	31	0.790
11	779	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.300	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	7.100	32	0.400
12	783	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	16.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.700	6.7	0.790
13	785	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.200	18	0.590
14	795	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	2.800	0.002	0.000	0.000	0.000	0.030	7.100	11	1.180
15	802	0.000	0.088	0.000	0.000	0.000	0.012	16.800	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	6.300	33	2.350
16	823	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	6.500	54.3	1.000
17	833	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.800	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	7.600	11	1.760
18	839	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.120	5.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.800	40	1.390
19	925	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.400	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	6.100	50	2.790

4) 지질환경 및 수문지질단위 구분

시험연구지역 지질자료는 서울시 지반정보시스템(서울시, 1999)의 시추자료를 활용하였다. 지질분포는 중생대 흑운모화강암이 대부분이며, 충적층의 발달은 아주 미약한 것으로 나타났다. 따라서 연구지역의 수문지질단위 구분은 화강암의 풍화대심도, 시추코아 회수율(RQD), 절리발달상태 등을 고려하여 세분하는 것이 필요하다.

수문지질단위 구분을 위하여 지반정보시스템의 각 시추공별 풍화대두께를 Arc/View에 입력(표 4-7)한 후 IDW(Inverse Distance Weighting)기법을 활용하여 2m 간격의 풍화대 두께 등치선도를 작성하였다. Natural Break 법을 이용하여 풍화대 두께값 분포를 3등급으로 분류한 후 이를 연구지역의 수문지질단위(I: 30m이상, II: 18m~30 m, III: 18m미만)로 정하였다(그림 4-3).



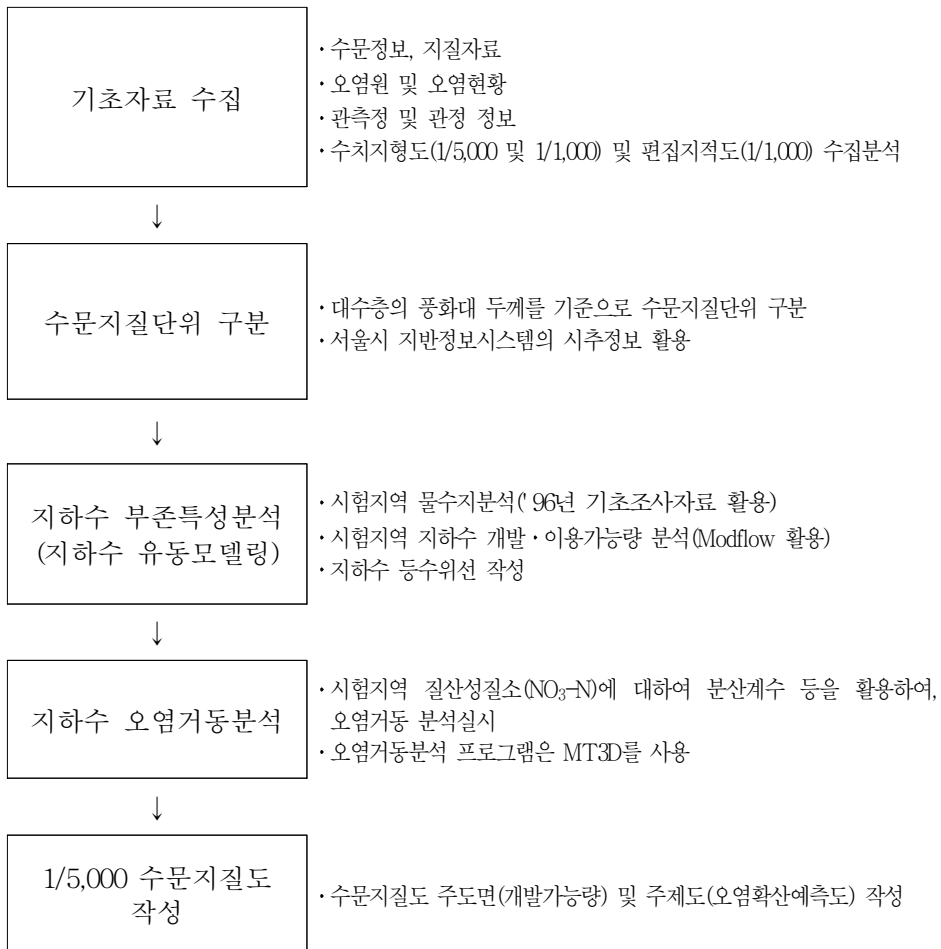
〈그림 4-3〉 수문지질단위 구분 및 풍화대두께

〈표 4-7〉 지반정보시스템의 시추공 정보 (표고와 풍화대심도의 기준은 해발고도임)

번호	시추공번호	표고(m)	풍화대심도(m)	풍화대두께(m)	RQD평균
1	5	124.52	89.02	35.50	0.00
2	6	126.33	82.33	44.00	0.00
3	7	125.10	119.30	5.80	31.00
4	8	123.48	90.48	33.00	0.00
5	9	127.14	108.14	19.00	15.17
6	10	125.77	100.27	25.50	55.88
7	11	123.79	85.39	38.40	18.00
8	12	123.03	85.03	38.00	5.00
9	13	25.35	-13.15	38.50	15.00
10	14	25.00	2.00	23.00	0.00
11	15	28.00	-1.00	29.00	66.00
12	16	25.80	3.00	22.80	0.00
13	17	29.88	-0.12	30.00	45.00
14	18	30.09	-13.41	43.50	50.00
15	19	131.55	90.55	41.00	29.17
16	20	124.72	92.52	32.20	16.00
17	21	25.10	-9.90	35.00	67.00
18	22	26.42	-8.58	35.00	57.00
19	23	26.54	-8.46	35.00	58.09
20	24	27.32	-7.68	35.00	66.82
21	25	28.56	18.06	10.50	97.29
22	26	29.66	13.66	16.00	72.78
23	27	33.52	-1.48	35.00	61.67
24	28	34.10	-0.90	35.00	72.92
25	29	39.15	12.15	27.00	63.00
26	30	46.30	42.80	3.50	82.00
27	31	50.49	42.99	7.50	89.93
28	32	59.31	48.31	11.00	74.67
29	33	92.00	84.40	7.60	88.39
30	34	67.98	56.98	11.00	75.30
31	35	74.10	64.60	9.50	92.64
32	89	120.20	93.70	26.50	54.75
33	90	21.00	-7.40	28.40	0.00
34	91	123.10	98.80	24.30	53.50
35	92	121.70	104.70	17.00	20.00
36	93	21.60	5.60	16.00	15.00
37	94	21.83	-2.97	24.80	0.00
38	95	122.50	100.50	22.00	44.00
39	96	21.57	-7.13	28.70	10.00
40	97	122.30	104.80	17.50	0.00
41	98	21.68	-1.32	23.00	26.50
42	99	124.20	109.20	15.00	25.00
43	100	22.20	9.70	12.50	11.50
44	101	23.27	4.57	18.70	0.00
45	102	124.20	106.20	18.00	19.00
46	103	127.48	104.08	23.40	49.00
47	104	24.32	7.32	17.00	7.17
48	105	125.70	116.20	9.50	35.00
49	106	127.98	115.98	12.00	42.42
50	107	133.54	121.44	12.10	40.26
51	108	26.05	17.05	9.00	0.00
52	109	127.00	114.00	13.00	63.00
53	110	128.20	116.90	11.30	87.00
54	111	27.60	12.10	15.50	10.00
55	112	129.20	114.90	14.30	18.67
56	113	129.00	120.50	8.50	44.00
57	114	29.45	18.45	11.00	45.67
58	115	129.20	114.90	14.30	18.67
59	116	132.20	116.20	16.00	40.00
60	117	135.70	126.20	9.50	20.00
61	118	35.34	24.34	11.00	9.00
62	119	37.23	26.23	11.00	57.90
63	120	41.24	32.24	9.00	33.80
64	127	157.37	144.37	13.00	90.90

2. 1/5,000 수문지질도 시험작성 과정

1/5,000 수문지질도 시험작성은 기초자료의 수집, 수문지질단위의 구분, 지하수 부존특성분석, 지하수 오염거동분석, 수문지질도작성 등의 과정으로 수행되었다(그림 4-4). 지하수 부존특성분석을 위한 지하수 유동모델링은 시험연구지역의 지하수 개발 가능량분석을 위하여 수행되었으며, 지하수 오염거동분석은 수질분석자료중 신뢰성이 높은 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)가 대상이 되었다. 최종적으로 작성된 1/5,000 수문지질도의 주도면은 연구지역의 수문지질단위별 지하수 개발가능량이 분석되었으며, 주제도로는 질산성질소의 오염현황도 및 예측도 등이 작성되었다.



〈그림 4-4〉 시험연구의 1/5,000 수문지질도 작성 흐름도

3. 지하수 부존특성분석

금번 연구에서 지하수 부존특성분석의 목적은 연구지역의 물수지분석을 통하여 지하수 개발가능량을 산출하는 것이다. 이것은 수문지질도 내용의 가장 중요한 요소중 하나이며, 각 수문지질단위별로 산출이 가능하다.

1) 지하수 개발가능량 분석방법

물수지가 균형을 이루어 수문순환계가 파괴되지 않고 양수영향으로 인하여 지하수 장애를 일으키지 않는 범위내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량을 일반적으로 지하수 개발가능량이라고 한다. 일반적인 지하수 개발가능량 분석방법을 <표 4-8>에 정리하였으며, 금번의 시험연구를 위해서는 해석적 방법인 지하수 유동분석(지하수 유동모델링) 기법이 활용되었다.

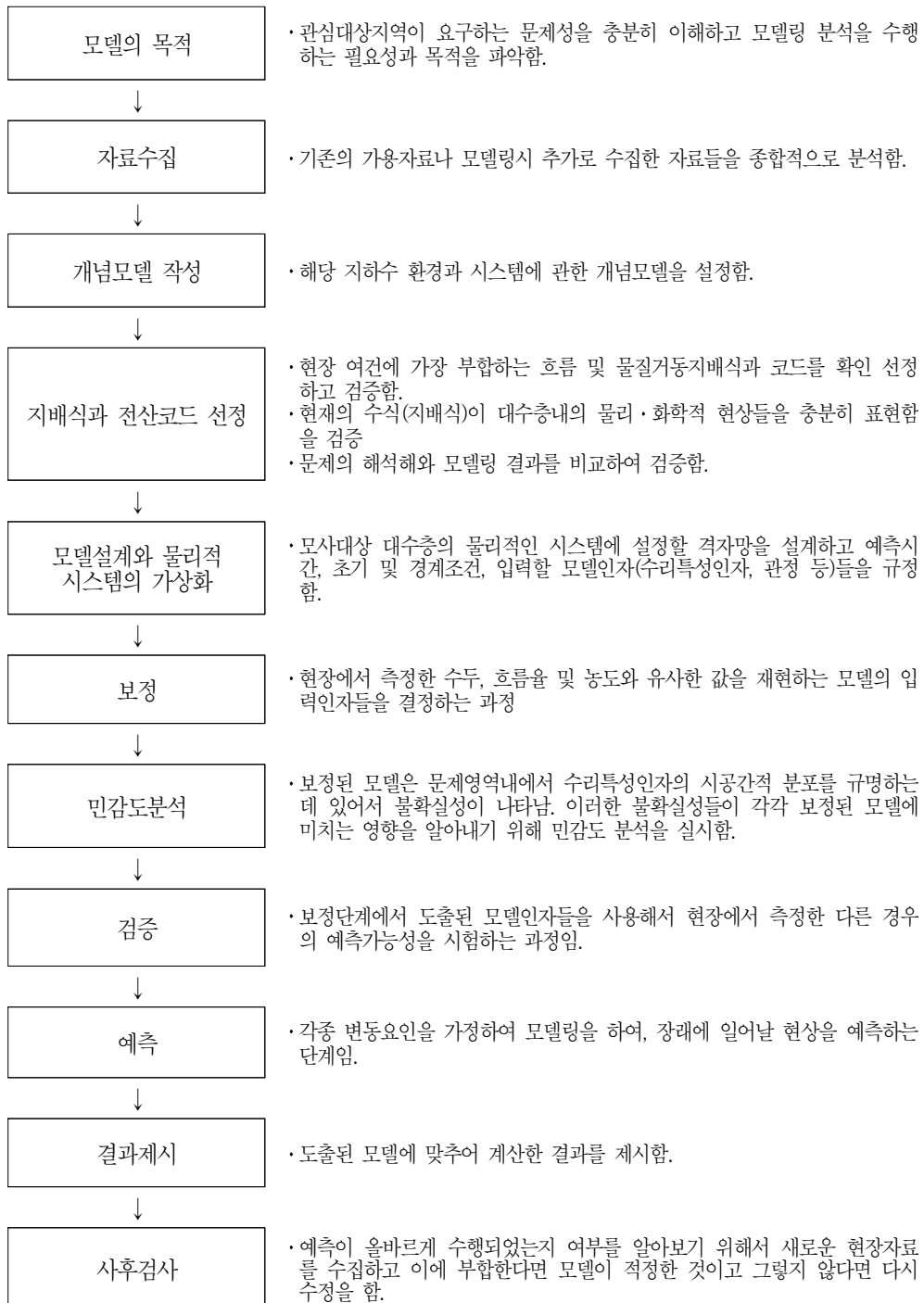
<표 4-8> 지하수 개발가능량 분석방법의 비교

방법	개발가능량 산정	장단점		비고
		장점	단점	
지하수 수위자료 분석법	(주어진 기간의 평균지하수위 - 최저수위) × (관측정별 지배면적) × 유효공극률	적용 간편	장기관측정 자료필요	
해석적 방법 (지하수유동분석: 지하수유동모델링)	지하수 정보를 모형화하고 조건별 수치계산을 통하여 수위강하 및 물수지를 모사하여 적정채수량 산정	개념 명확	정확한 모사 어려움	본 연구에 적합
물수지 방법	함양량(강우침투량+인공주입량+인접유입량) - 유출량(증발산실량+기저유출량+양수량+인접유출량)	이론 명확	임의성 내재	
기저유출 분리방법	유출수문곡선에서 기저유출을 분리하여 산정	자연상태 표현 명확	임의성 내재,	

2) 지하수 개발가능량 분석을 위한 지하수 유동분석(지하수 유동모델링)

지하수 유동분석은 시간과 양수량의 변화에 따른 대수층의 지하수위 변화, 지하수 개발가능량 등을 컴퓨터 모의실험인 지하수 유동모델링 기법을 통하여 과학적·합리적으로 계산하고, 그 결과를 수문지질도로 표현하는 것이다. 지하수 유동모델링을 위해서는 국내외 지하수 연구기관 및 기업체에서 가장 사용빈도가 높은 MODFLOW 프로그램을 사용하였다.

(1) 지하수 유동분석을 위한 지하수 유동모델링의 프로세스



(2) 시험연구지역의 지하수 유동모델링 입력자료

① 입력자료 작성

모델의 격자구성은 시험연구지역의 지형과 관정현황 등을 고려하여 20~50m 내외의 격자를 구성하였다. 대수층의 두께는 지반정보시스템의 시추자료를 참고로 하여 수문지질단위(그림 4-3)의 I 구역은 60m, II 구역 30m, III 구역 18m로 정하였으며, 층구조는 피압/자유면 혼합대수층을 가정하여 1층 구조로 정하였다. 수리전도도는 서울지역 화강암의 수리전도도 중에서 가장 높은 값을 I 구역(0.0013cm/sec)에, 평균값을 II 구역(0.000231cm/sec)에, 가장 낮은 값을 III 구역(0.0000163cm/sec)에 부여하였다.

<표 4-9> 지하수 유동모델링의 입력정보 총괄표 (수리전도도 단위: cm/sec)

구분	입력항목	입력내용			비고
	수문지질단위	I 구역	II 구역	III 구역	
격자 구성	대상지역 크기	67(열)×63(행)			'96 기본조사 참고 피압/자유면 혼합대수층 가정
	지형	최고 124.96m ~ 최저 17.30m(해발고도)			
	대수층 두께	60m	30m	18m	
	층구조	1층 구조			
수리 특성	수리전도도	0.0013	0.000231	0.0000163	서울지역 화강암 평균값 적용
	저유계수	비저유계수(Ss) : 0.00033m ⁻¹ , 비산출률(Sy) : 0.02			'96 기본조사 참고
경계 조건	함양지역	산지지역 및 그 주변 녹지대를 기준으로 지역설정 (총진율 : 연강수량×18%)			대상지역 지형 기준으로 가정
	배출지역	대상지역 북측경계를 배수조건으로 설정			
관정	양수정 (이용량)	26개 (380m ³ /일)	58개 (205m ³ /일)	14개 (87m ³ /일)	'99년 서울시 지하수 이용실태자료 참고
	관측정	3개			

② 입력도면 작성

모델의 각 격자값에는 위의 입력자료 이외에 지형고도, 관정의 위치 및 관련정보, 수문지질단위구분 등이 포함된다. 지형고도는 서울시 1/1,000 수치지형도에서 추출되었으며, 관정정보는 <그림 4-2>의 관정레이어가 이용되었다.

(3) 지하수 유동모델링 결과

① 정류상태 모델링 결과

• 분석방법

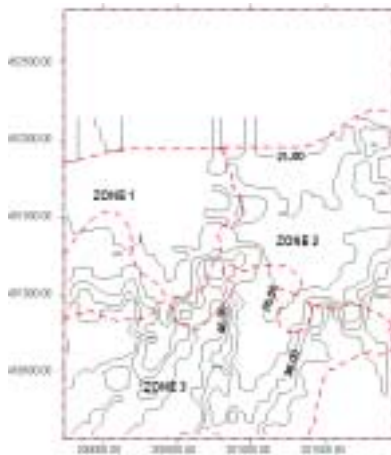
- 입력정보를 기준으로 지하수 유동모형의 수정과 계산을 통하여 지하수의 유입과 유출간의 물수지균형을 맞춘 안정지하수위와 물수지결과를 산출한다(물수

지 = 유입량 - 유출량).

- 안정수위는 자연상태에서 강우 등에 의한 함양량과 하천바닥을 통한 기저유출 등의 유출량이 균형을 이룬 상태, 즉 물수지가 균형을 이룬 경우의 수위를 의미한다. 이 안정수위를 기준으로 부정류상태의 수위강하량을 나타낸다(수위강하량 = 안정수위 - 부정류수위).

• 모델링 결과

- 안정수위의 양상은 지형을 반영한 양상을 보이고 있으며, 모델이 균형을 이룬 물수지는 I 구역(ZONE 1)이 0.00 m³/일, II 구역(ZONE 2)이 +0.01 m³/일, III 구역(ZONE 3)이 -0.01 m³/일 등으로 전구역에 걸쳐 균형을 이루고 있다.



* 점선 : 수문지질단위 구역
실선 : 지하수위(해발고도)

* ZONE 1 : 흑운모화강암 I 구역
(풍화대심도: 30m 초과)
ZONE 2 : 흑운모화강암 II 구역
(풍화대심도: 30m미만 18m이상)
ZONE 3 : 흑운모화강암 III 구역
(풍화대심도: 18m미만)

〈그림 4-5〉 안정수위 분포양상

- 물수지 (단위: m³/일)

구분	1 구역		2 구역		3 구역	
	유입	유출	유입	유출	유입	유출
배수	0	56.98	0	69.72	0	15.492
하천	0	71.61	0	473.34	0	93.12
함양	0	0	70.13	0	710.13	0
증발산	0	0	0	0	0	0
1구역 → 2구역	0	251.40	251.40	0	0	0
2구역 → 1구역	379.99	0	0	379.99	0	0
2구역 → 3구역	0	0	0	0	78.38	0
3구역 → 2구역	0	0	679.91	78.38	0	679.91
총계	379.99	379.99	1000.44	1001.43	788.51	788.52
물수지	0.00		0.01		-0.01	

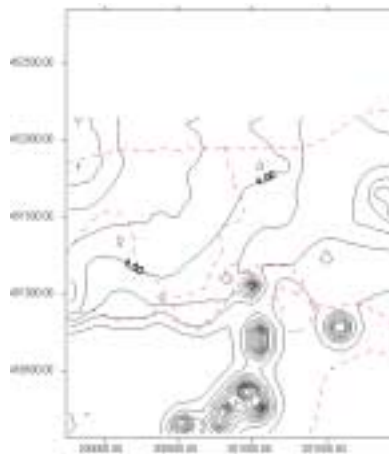
② 부정류상태 모델링 결과

• 모델링 분석방법 및 결과

- 부정류상태에서 시간(5년, 10년, 15년)에 따른 양수량을 여러 단계로 증가시키며 분석한 후 각 기간별 지하수위 강하의 변화가 심하지 않고 물수지가 맞는 경우를 추가 지하수개발가능량으로 산정하였다(그림 4-6). 따라서 시험연구지역의 총 지하수개발가능량은 $1,572\text{m}^3/\text{일}$ 으로 계산되었으며(I 구역: $760\text{m}^3/\text{일}$, II구역: $485\text{m}^3/\text{일}$, III구역: $327\text{m}^3/\text{일}$), 현재 지하수이용량(양수량) $672\text{m}^3/\text{일}$ 에서 $900\text{m}^3/\text{일}$ 을 추가하여 개발할 수 있는 것으로 나타났다.

〈그림 4-6〉 5년후 수위강하도 및 물수지 분석

- 기간별 수위강하도

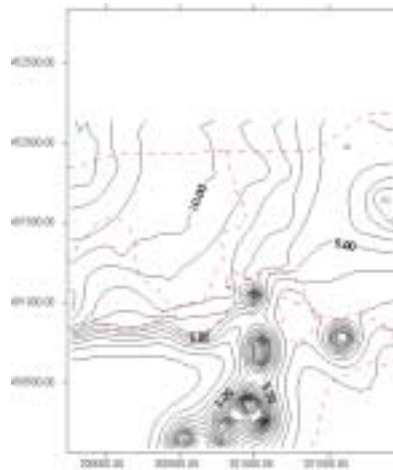


- 물수지(단위: $\text{m}^3/\text{일}$)

구분	1 구역		2 구역		3 구역	
	유입	유출	유입	유출	유입	유출
Storage	568.34	0	653.57	0	349.69	0
양수	0	760.00	0	485.00	0	327.00
배수	0	56.98	0	69.72	0	15.49
하천	0	71.55	0	473.14	0	93.06
함양	0	0	70.13	0	710.13	0
증발산	0	0	0	0	0	0
1구역 → 2구역	0	193.97	193.97	0	0	0
2구역 → 1구역	514.11	0	0	514.11	0	0
2구역 → 3구역	0	0	0	0	95.265	0
3구역 → 2구역	0	0	719.53	95.27	0	719.53
총계	1082.50	1082.40	1637.20	1637.20	1155.10	1155.1
물수지	0.10		0.00		0.00	

〈그림 4-7〉 10년후 수위강하도 및 물수지 분석

– 수위강하도

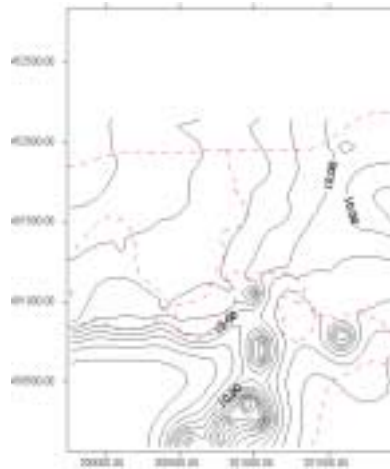


– 물수지(단위: $\text{m}^3/\text{일}$)

구분	1 구역		2 구역		3 구역	
	유입	유출	유입	유출	유입	유출
Storage	494.27	0	491.95	0	384.86	0
양수	0	760.00	0	485.00	0	327.00
배수	0	56.87	0	69.64	0	15.48
하천	0	71.48	0	472.86	0	93.01
함양	0		70.13	0	710.13	0
증발산	0	0	0	0	0	0
1구역 → 2구역	0	172.11	172.11	0	0	0
2구역 → 1구역	566.22	0	0	566.22	0	0
2구역 → 3구역	0	0	0	0	96.71	0
3구역 → 2구역	0	0	756.22	96.71	0	756.22
총계	1060.50	1060.50	1690.40	1690.40	1191.70	1191.70
물수지	0.00		0.00		0.00	

〈그림 4-8〉 15년후 수위강하도 및 물수지 분석

– 기간별 수위강하도



– 물수지(단위: $\text{m}^3/\text{일}$)

구분	1 구역		2 구역		3 구역	
	유입	유출	유입	유출	유입	유출
Storage	452.28	0	701.82	0	416.38	0
양수	0	760.00	0	485.00	0	327.00
배수	0	56.81	0	69.59	0	15.46
하천	0	71.41	0	472.51	0	92.94
함양	0	0	70.13	0	710.13	0
증발산	0	0	0	0	0	0
1구역 → 2구역	0	155.58	155.58	0	0	0
2구역 → 1구역	591.50	0	0	591.59	0	0
2구역 → 3구역	0	0	0	0	98.16	0
3구역 → 2구역	0	0	789.26	98.16	0	789.26
총계	1043.80	1043.80	1716.80	1716.80	1224.70	1224.70
물수지	0.00		0.00		0.00	

(4) 시험연구지역의 지하수 유동분석 최종결과

- 지하수 정류상태 모델링을 통하여 시험연구지역의 안정수위분포를 얻었으며, 부 정류상태 모델링을 통하여 지하수 개발가능량을 산정하였다.
- 시험연구지역의 지하수 총 개발가능량은 $1,572\text{m}^3/\text{일}$ 로 계산되었으며, 현재 지하 수 이용량은 $672\text{m}^3/\text{일}$ 으로써 앞으로 추가 개발가능량이 $900\text{m}^3/\text{일}$ 로 산정되었다.

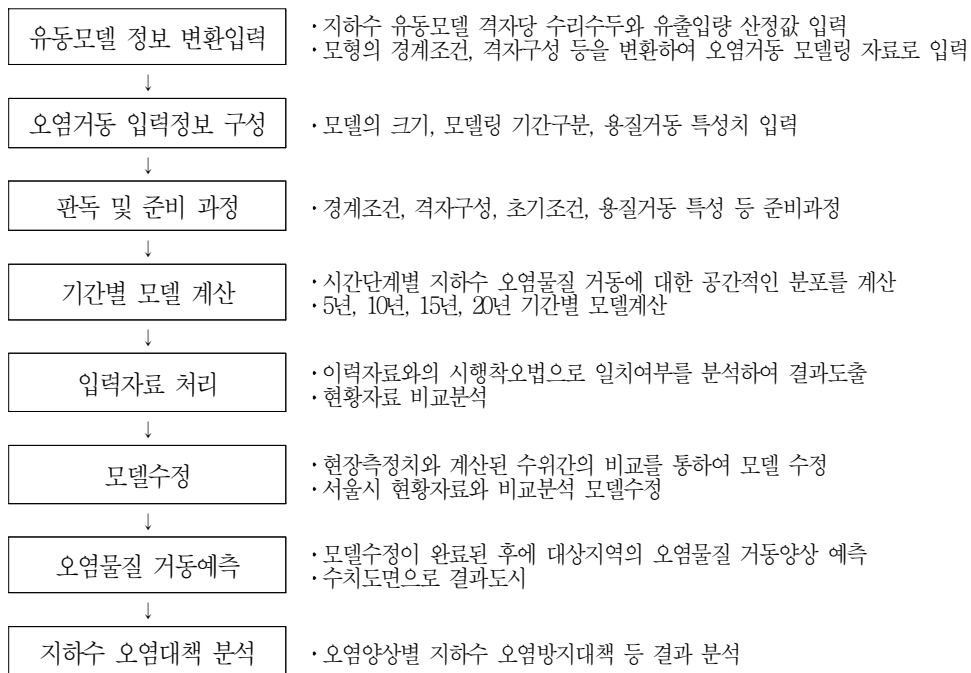
- 이 결과를 토대로 연구지역의 수문지질도 주도면(개발가능량자료 등)이 작성되었다.

4. 지하수 오염거동분석

시험지역의 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)에 대하여 시간단계별 오염거동분석을 실시하였으며, 그 결과를 활용하여 주제도인 오염확산예측도를 작성하였다. 오염거동모델링에 의한 오염분석은 오염물질이 시간에 따라 그 농도가 확산되는 양상을 예측하는 것이며, 본 연구를 위해서 MT3D 프로그램이 활용되었다.

1) 지하수 오염거동모델링 프로세스

아래 그림은 지하수 오염거동모델링의 프로세스를 요약한 것이다. 오염거동분석을 위한 입력정보의 구성이 중요하며, 기간별 모델계산, 모델수정, 오염물질 거동예측, 오염방지대책 분석 등 여러 과정들이 수행되었다.



〈그림 4-9〉 지하수 오염거동모델링 프로세스

2) 입력자료 작성

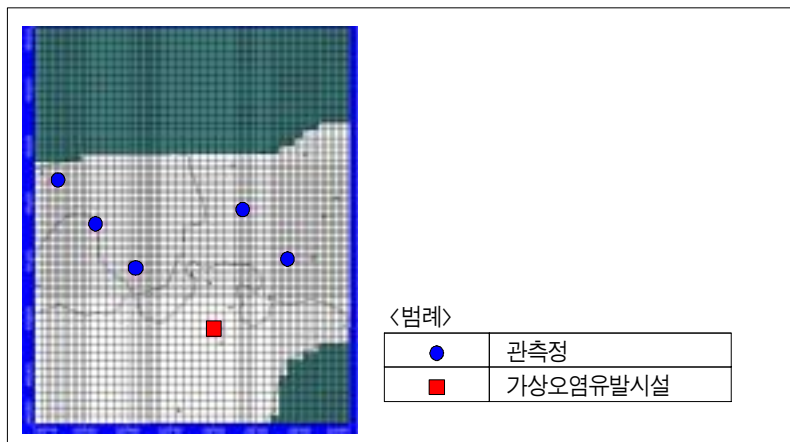
질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)를 예상오염원으로 선정하고 가상오염유발시설(두채공장)의 위치를 결정하였으며(그림 4-10), 오염원의 초기농도는 5mg/l 로 실제자료를 입력하였다. 모델링을 위한 격자구성, 대수층의 수리특성은 앞절의 유동모델링 기본조건과 동일하며, '96년도 기초조사자료를 활용하여 질산성질소의 분산지수(중분산지수: 0.1, 횡분산지수: 0.01)가 결정되었다. 또한 질산성질소의 농도보정을 위하여 5개 관측정을 선정하였다(표 4-11).

〈표 4-10〉 지하수 오염거동 모델링 입력자료

구분	입력항목	내용	비고
유동분석 기본조건	격자구성, 대수층 수리특성 등	지하수 유동 모델링의 설정과 동일	
오염물질 거동특성	분산지수	중분산지수 : 0.1, 횡분산지수 : 0.01	'96 기본조사 참고
경계조건	오염원지역	오염유발가능시설을 격자 1개로 설정하고 농도는 5mg/l 로 설정	2000년도 오염유발가능시설 조사결과 참조
관측정	질산성질소 농도	5개소의 관측정 위치 선정	'96 기본조사 참고

〈표 4-11〉 5개 관측정의 질산성질소 농도(단위: mg/l)

번호	관정번호	질산성질소
2	647	2.500
6	728	1.800
7	746	13.000
14	795	2.800
16	823	11.000

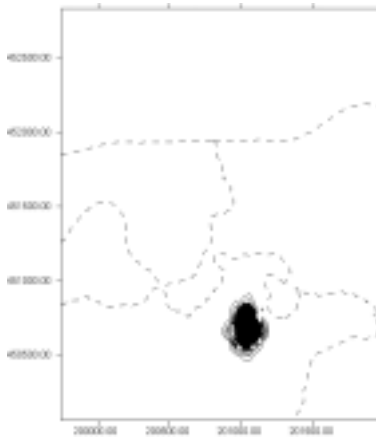


〈그림 4-10〉 가상오염유발시설과 관측정 위치

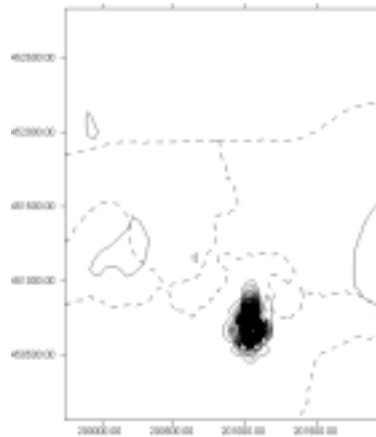
3) 지하수 오염거동모델링 분석결과

5년, 10년, 15년 이후 질산성질소의 오염확산 양상(그림 4-11)은 가상오염원(두채 공장)을 중심으로 반경 약 0.5km를 가지며 북쪽으로 확산되는 중요한 오염구역(5~6 mg/ℓ)이 나타나고 있다. 15년 경과 후에는 중요 오염구역 바깥쪽으로 약 1km 간격의 0.5mg/ℓ 농도분포를 보이는 약한 오염확산양상이 관찰된다. 이 결과를 활용하여 질산성질소의 지하수 오염확산예측도(그림 4-14)가 작성되었다.

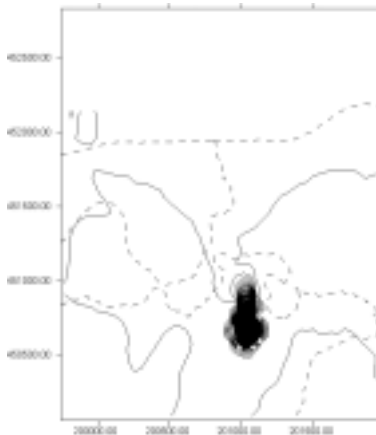
(a) 5년 후



(b) 10년 후



(c) 15년 후



〈그림 4-11〉 시간경과에 따른 질산성질소 확산 양상

5. 시험연구지역의 수문지질도 작성 및 활용 방안

1) 1/5,000 수문지질도 주도면

Arc/Info, Modflow, MT3D, 두레박 등에서 분석된 지하수 및 수문지질 정보들을 이용하여 Arc/View 상에서 최종적으로 1/5,000 수문지질도의 주도면(그림 4-12)이 작성되었으며, 배경도면은 서울시 1/1,000 수치지형도로부터 재편집된 축척 1/5,000 도면이 사용되었다. 주요내용은 수문지질단위별 지하수 개발가능량, 현재 이용량, 지하수 개발가능지역, 개발관정현황, 지하수 등수위선 및 유동방향 등이다.

이러한 대축척의 수문지질도는 시청 및 자치구청에서 지역별 지하수 개발가능량과 현재이용량을 대비하여 신규 지하수개발자에 대한 허가업무수행 등이 가능할 것이며, 지하수 개발가능지역의 지정과 지하수 유동분석은 지역의 지하수 개발·이용 및 보전 관리 계획수립에 아주 효과적으로 활용될 것이다.

〈표 4-12〉 수문지질도 주도면의 주요 내용

주요 지형지물	세부 분석내용		
수문지질단위	단위	암상	· 수문지질단위별 지 하수 개발가능량
	화성암1	흑운모화강암(풍화대심도 30m 이상)	
	화성암2	흑운모화강암(풍화대심도 18m~30m)	
	화성암3	흑운모화강암(풍화대심도 18m 미만)	
지하수 등수위선	· 지하수유동 분석 · 함양 및 배출지역 구분		
개발 · 이용 관정	· 수문지질단위별 관정 위치(98개소) 및 현재 지하수 이용량		
지하수 개발가능지역	· 1개소		

〈표 4-13〉 수문지질단위별 주요 특성

수문지질단위	지질시대 및 단위	암상	지형	공극형태	주대수층의 수리 특성					지하수부존성	비고
					투수계수 (cm/sec)	투수량계수 (m ² /day)	저유계수	개발가능량 (m ³ /day)	현재 이용량 (m ³ /day)		
화성암1	중생대	흑운모화강암	평야곡간	단열	1.63×10 ⁻⁹	8.445	0.02	327	87	중	풍화대심도 30m 이상
화성암2	중생대	흑운모화강암	평야곡간	단열	2.31×10 ⁻⁹	11.975	0.02	485	205	중	풍화대심도 18m~30m
화성암3	중생대	흑운모화강암	평야곡간	단열	1.30×10 ⁻⁹	67.392	0.02	760	380	중	풍화대심도 18m 미만
합계								1572	672		

2) 질산성질소의 지하수 오염분포현황도 및 오염확산예측도(주제도)

- 지하수 오염분포현황도(그림 4-13)
 - Arc/View 상에서 수질검사 관정(19공)들의 자료를 이용하여 질산성질소의 농도 등치선을 작성한 후 연구지역의 지하수 오염현황을 분석하였다. 도면 중앙 하부 도심지역에서는 6mg/l 이상의 질산성질소 농도가 나타나고, 그 주변부는 일반적으로 그 보다 낮은 농도분포를 보이고 있다.
- 지하수 오염확산예측도(15년후)(그림 4-14)
 - MT3D로부터 얻어진 모델링의 최종결과 내용을 Arc/View 상으로 export하여 지하수 오염확산예측도를 작성하였다. 오염확산 양상은 가상오염원을 중심으로 반경 0.5km의 범위를 가지고 북쪽으로 확산되는 양상을 보인다.
 - 이러한 지하수 오염분석을 토대로 시나 자치구청에서는 두채공장을 중심으로 지하수 오염방지를 위한 시설 설치명령을 하여야 하며(지하수법 제16조), 오염원인자로 하여금 정기적인 지하수 수질검사를 실시하여 보고하도록 조치하여야 할 것이다. 2001년 지하수법 개정안에서는 지하수 오염정화비용을 오염원인자가 부담하도록 규정하고 있기 때문에 위사항들에 대한 시급한 조치가 필요하다.

시범수문지질도

$$\frac{\Delta}{\Delta v}$$

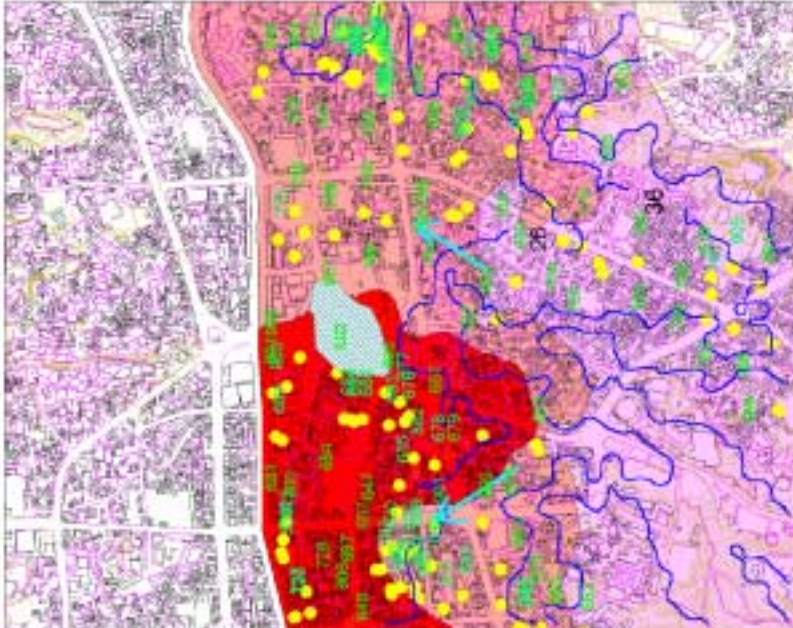
수문지형면적 및 특성

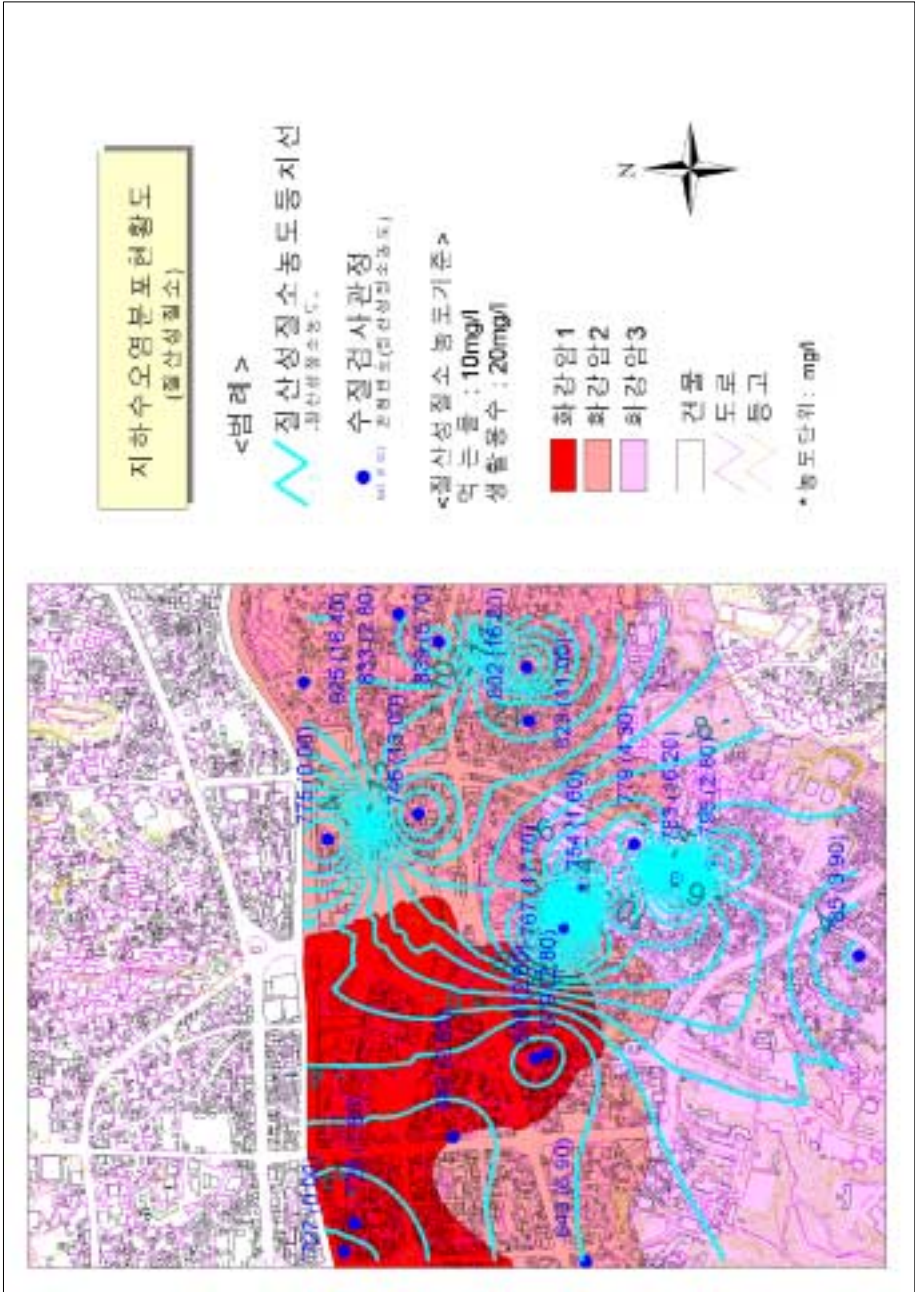
[illegible]

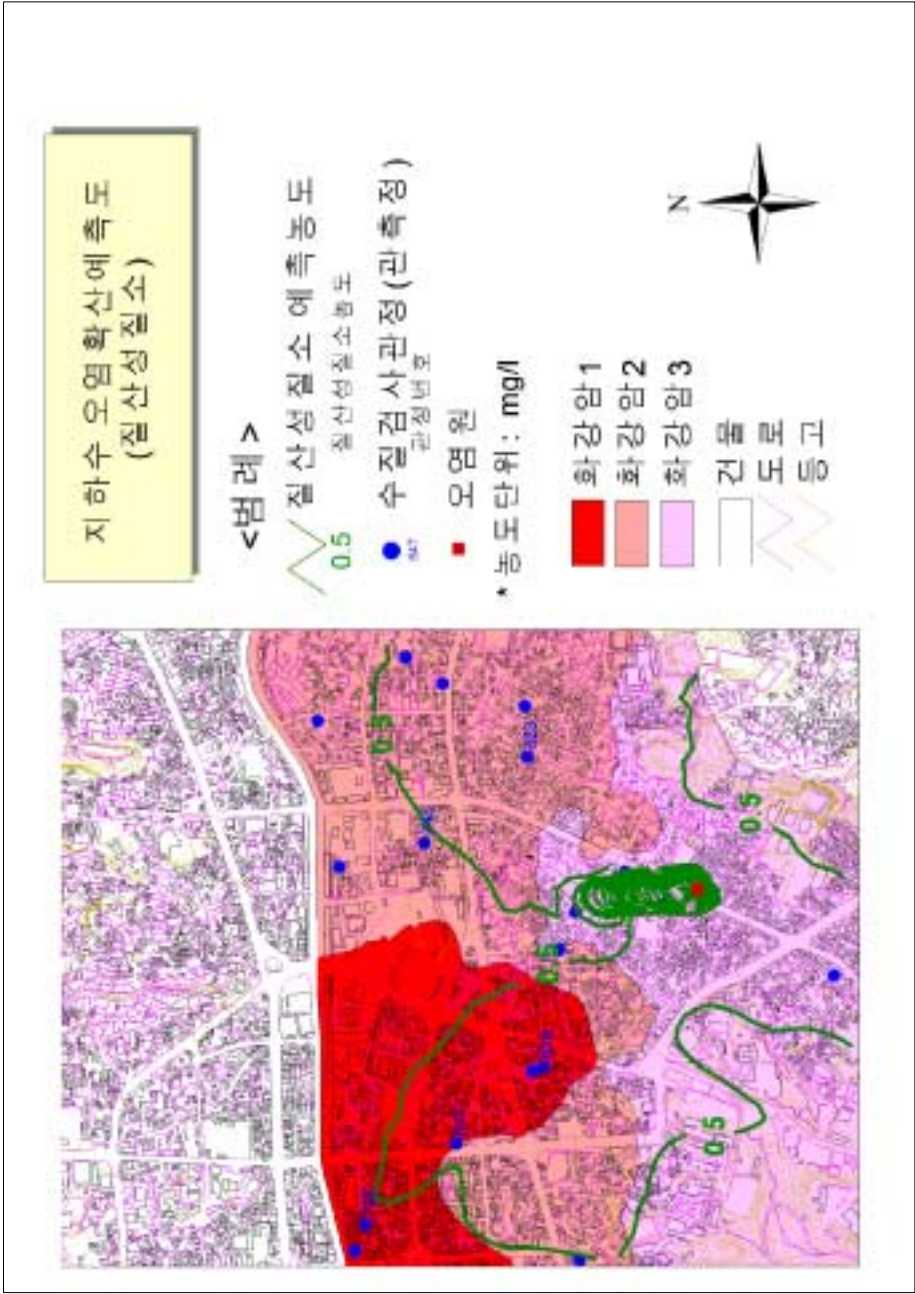
九 中문지형관련 지형지물

- [illegible]

五、司馬遷《史記》







지하수오염확산예측도(지하수오염확산예측도) (지하수오염확산예측도) (지하수오염확산예측도)

제3절 연차별 1/5,000 수문지질도 작성계획 및 유지관리방안

1. 추진방법

- 5년간 3단계로 구분하여 실시한다. 1단계(1년)는 시범사업으로 1개 구청에 대하여 지하수 세부정밀조사를 통한 1/5,000 수문지질도를 작성하며, 2단계(1년)의 시범운영 및 보완단계를 거친 후, 3단계 확대조사의 본 사업은 3년동안 수행한다.

2. 사업기간

- 총 사업기간은 5년간이며, 지하수 세부정밀조사자료 및 1/5,000 수문지질도가 지하수정보 데이터베이스로 구축되기 때문에 지하수관리 통합시스템구축 사업기간과 동일하여야 한다.

3. 소요예산(안) 및 세부추진 일정

- 소요예산은 조사, 분석 및 DB구축 비용을 도엽당(2.2km x 2.75km) 약 3,000만원으로 산정하였으며(추후 변경될 수 있음), 총 4,150백만원 정도가 필요하다.
- 1단계(1년: 시범사업단계) : 150백만원
- 2단계(1년: 시험운영 및 보완단계) : 100백만원
- 3단계(3년: 확대실시단계) : 3,900백만원

〈표 4-14〉 서울시 연차별 수문지질도 작성일정 및 소요예산(안)

단계 구분	기간	단계별 주요사항	작성지역	작성도엽수 (1/5,000)	사업비 (백만원)	비고
1단계	1년	• 시범사업 단계	• 1개구청	6	150	· 도엽당 조사비 및 DB구축비 30백만원으로 계산 · 1/5,000 도엽 크기 : 2.2km × 2.75km
2단계	1년	• 안정화 및 보완단계	• 시범운영		100	
3단계 (3년)	1년	• 확대조사 및 DB구축	• 8개구청: 한강이남 지역	40	1,200	
	1년	• 확대조사 및 DB구축	• 8개구청: 강북지역	40	1,200	
	1년	• 확대조사 및 DB구축	• 8개구청: 강남·북지역	50	1,500	
	소계				3,900	
합계				136	4,150	

4. 수문지질도 유지관리방안

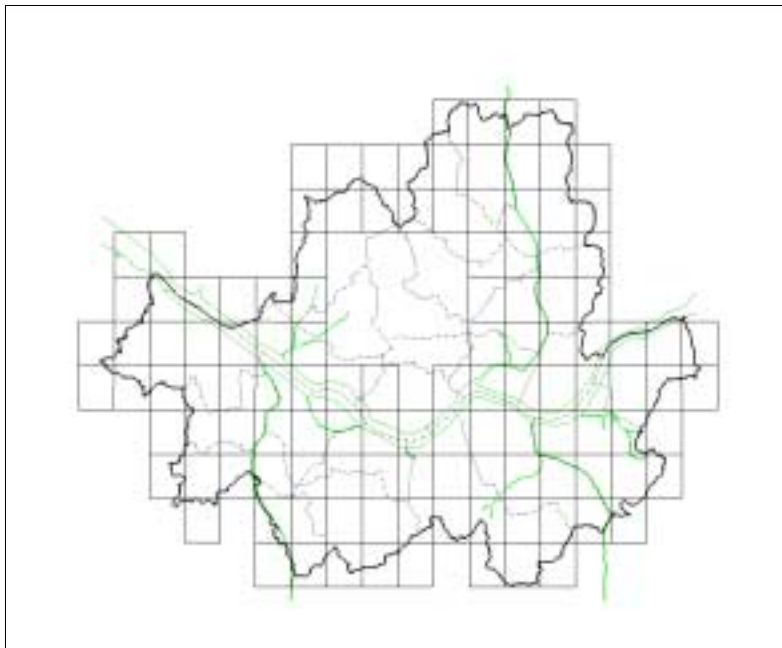
- 유지관리 방법

- 현장보완조사지역의 선정 및 데이터베이스 갱신

- 1차 수문지질도작성 완료지역은 다음해부터 매해 일부 현장보완조사를 거쳐 시청과 자치구청 지하수관리 통합시스템의 관련 데이터베이스를 수정, 갱신하여야 한다.
 - 해당지역의 자동관측망 및 관정자료를 분석하여 우선 보완조사지역의 선정이 필요하며, 지하수의 계속적인 변화탐지를 위하여 전년도 자료는 따로 데이터베이스에 저장, 관리되어야 한다. 현장보완조사는 현저한 지하수위 강하나 수질의 급격한 변화가 있는 지역이 우선 대상이 되며, 지하수 전문가나 조사전문업체에서 수행하는 것이 바람직하다.

- 비용부담 방안

- 현장보완조사 및 데이터베이스갱신의 소요예산은 시청과 자치구청이 공동으로 부담하는 방안 강구가 필요하다(예: 각 50%).



<그림 4-15> 1/5,000 수치지형도 도곽경계와 한강 및 지천

제 5 장 서울시 지하수 자동관측망 자료의 분석 및 유지관리 방안

제1절 개요

서울시는 1997년 이후 현재까지 118개소(부록 3)의 자동관측정을 설치운영하고 있다. 2년간('97~'98년)의 시범운영 및 설치단계를 거쳐 '99년부터 서울시 지하수의 본격적 관측이 시작되었으며, 관측자료들은 전송회선을 통하여 시청 치수과 및 자치구청의 컴퓨터에 저장되고 있다. 이 자료들은 추후 서울시 지하수관리 통합시스템의 데이터베이스에서 관리될 것이기 때문에, 금번 연구를 통하여 이들에 대한 체계적인 분석 방법 및 유지관리방안이 마련되었다.

제2절 서울시 지하수 자동관측망의 시설현황

관측정은 대수층내 일정한 깊이에서의 지하수의 물리·화학적인 성질(지하수위, 수질 등)을 파악하기 위하여 설치하는 특정 목적의 우물이며, 관측망은 이러한 관측정들이 네트워크상으로 연결되어 있는 것을 말한다. 관측망 설치의 주요 목적은 지역적으로 분산되어 있는 관측정을 연계하여 주기적으로 시간에 따른 지하수의 수위와 수질변화를 파악하여 지하수자원의 효율적인 개발·이용 및 보전방안을 수립하는 것이다.

1. 서울시 자동관측망구축 현황 및 계획

1) 연차별 시설계획 및 현황(서울시, 1999)

서울시에서는 '99년 말 기준으로 118개소(금번 분석대상: 110개소)의 자동관측정을 구축하였으며, 지하수위, 수온, 전기전도도(EC)의 3가지 정보를 시간당 1회씩 전송회선을 통하여 시청 치수과 지하수팀내의 컴퓨터에 저장시키고 있다.

〈표 5-1〉 서울시 연차별 자동관측망시설 현황과 계획(1999년 말 기준)

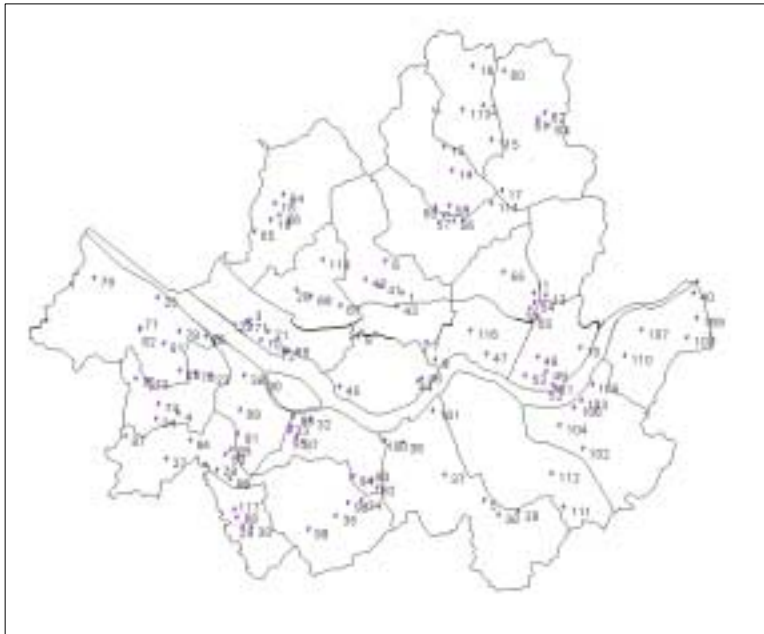
구분	계	'97	'98	'99	2000	2001이후	비고
계	180	40	70	8	6	56	
관측정신설	14	5	—	8	1	—	관측용
민방위관정	148	35	62	—	4	47	
공공관정	11		4		1	6	생활용수
사설관정	7		4			3	"
소요예산(백만원)	5,540	514	1,220	387	201	3,218	

〈표 5-2〉 자동관측망에 의한 지하수관측 항목 및 방법

구분	내용
관측항목	수위, 수온, 전기전도도(EC)
관측방법	자동관측 및 현장점검
관측주기	수위, 수온, 전기전도도 : 매일 1회 이상 정밀 수질검사 : 연 2회

〈표 5-3〉 자치구별 지하수 자동관측망설치 현황 및 계획 (1999년 말 기준)

구 별	계	'97	'98	'99	2000	2001	2002	2003이후
계	180	40	70	8	6	12	12	32
종 로	6	2	2	—	—	—	1	1
중 구	3	1	1	—	—	—	1	—
용 산	5	1	3	—	—	—	—	1
성 동	5	1	1	1	—	—	—	2
광 진	7	1	6	—	—	—	—	—
동대문	7	2	2	—	1	—	1	1
중 랑	5	1	—	—	3	—	—	1
성 북	7	—	1	1	—	2	1	2
강 북	7	2	2	—	—	1	1	1
도 봉	5	2	1	2	—	—	—	—
노 원	9	1	4	—	—	1	1	2
서대문	4	1	2	1	—	—	—	—
은 평	8	2	3	—	—	1	1	1
마 포	10	3	4	—	—	1	1	1
양 천	7	3	4	—	—	—	—	—
강 서	11	2	6	—	—	1	1	1
구 로	7	2	5	—	—	—	—	—
금 천	4	2	1	1	—	—	—	—
영등포	4	1	3	—	—	—	—	—
동 작	8	2	6	—	—	—	—	—
관 약	6	2	2	—	2	—	—	—
서 초	11	3	2	—	—	1	1	4
강 남	15	2	—	2	—	2	2	7
송 파	11	—	5	—	—	1	1	4
강 동	9	1	4	—	—	1	—	3



〈그림 5-1〉 서울시 지하수 자동관측망 위치도(118개소, 1999년 말 기준)



〈그림 5-2〉 서울시 지하수 자동관측망 구성도

2. 지하수 자동관측망 시설의 구성

지하수 자동관측망 시설은 측정부(Sensing Part), 원격제어장치(Remote Terminal Unit), 패널부, 정류기(DE Power Supply), 컴퓨터, 소프트웨어로 구성되며, 측정부는 센서소자로부터 관측되는 값(수위, 온도, 전기전도도 등)들을 디지털 신호로 변환하여 자료수집기로 송신하는 역할을 한다.

〈표 5-4〉 서울시 지하수 자동관측망 시설의 구성

품목		내용
케이스	재질	PVC
	치수	320mm × 47mm
전원장치	전압	12V
	전류	100mA
케이블	Sheath	Polyurethane sleeve
	Conductors	1 twisted pair and pair for power supply
	Screen	Braided
	Strain relief	Kevlar strands
	Vented	Semi-rigid PVC tube
온도	형태	PRT in a stainless steel sleeve
	범위	-5 to 50 degree C
	정밀도	0.1 Degree C
	분해도	0.02 Degree C
전기전도도	형태	Four Platinum electrodes
	범위	0 ~ 10,000 μ S/cm
	정밀도	0.05% FSO
	분해도	3 μ S/cm
수위	형태	Four active arm strain gauge
	범위	0 ~ 1,000 meters
	정밀도	0.05% FSO
	분해도	0.02meters

제3절 측정자료의 분석방안

1. 측정자료별 분석방법

자동관측망에서 측정되는 정보는 수위, 수온, 전기전도도(EC)이며, 이들은 주변의 관정정보들과 연계되어 광역적 및 지역적인 지하수흐름과 오염물질의 거동파악을 위해 활용된다. 일반적으로 지하수위는 지하수의 유동파악과 수위강하 예측분석에 사용되며, 전기전도도는 오염물질의 이온강도를 나타내는 지표로 이용된다. 측정자료에 대한 가능한 분석방법들이 <표 5-5>에 요약되었다.

<표 5-5> 관측망 측정자료의 분석내용 및 방법

측정 자료	분석내용	분석방법
지하 수위	<ul style="list-style-type: none"> 지역별 수위 강하의 예측 광역적 지하수계 및 지역적 지하수계의 구분 지하수 유동파악 : 지하수 등수위선 작성(지하수 유동방향 및 속도, 지층별 수리경사) 충진지역, 수원(source), 충전량, 배출량 등 	<ul style="list-style-type: none"> 수위 모델링 GIS분석 DB구축/통계분석
수온	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 오염탐색 지하수온 검층곡선을 통한 지하수 매체 특성 분석 암상 및 투수율 추정 	<ul style="list-style-type: none"> 실내 및 현장실험 DB구축/통계분석
전기전 도도 (EC)	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 오염탐색 시기별 오염물질의 거동특성(확산) 파악 	<ul style="list-style-type: none"> 수질 모델링 GIS분석 DB구축/통계분석

2. 주요 분석방법

1) 지하수 모델링

- 지하수 유동 및 오염물질거동 모델링
 - 지하수의 수량 및 수질 변화를 예측하기 위하여 지하수 전문분석프로그램을 이용하여 지하수유동 및 오염물질거동 분석을 수행한다.

- 주요 모델링분석결과는 지하수 개발가능량, 안정수위 및 오염확산 농도분포 등이다.

〈표 5-6〉 지하수 모델링의 활용

모델링 구분	내용	활용분야
지하수 유동 모델링	· 지하수위의 시·공간적 변화 예측	· 지하수개발, 용수공급, 지하수와 지표수의 상호관계 분석, 지하수의 배수계획 등
오염물질 거동모델링	· 지하수 오염물질별 거동 예측	· 매립지 침출수 거동예측, 폐기물처분계획, 지하수 보호·정화계획 등

〈표 5-7〉 모델링의 기본 입력정보

지하수 및 수리지질정보		수문정보		수질정보
대수층 수리정보	지질정보	기상정보	함양정보	
· 대수층 형태, 수위 · 수리전도도, 비저유율 · 유효공극률, 분산계수	· 암석종류 · 지질구조	· 강수량 · 증발산량 · 기온	· 자연함양량 · 지표 유출량	· 토양 물리/화학적 성질 · 지하수 오염 잠재지역 · 토지 이용량

2) 실내 및 현장 실험

- 실내 및 현장 수질분석
 - 먹는물기준 및 지하수 수질기준에 따른 분석
- 토양내 수리전도도 측정
 - 지하수의 자연함양량을 구하기 위하여 불포화대를 통과하는 물의 침투율 측정

3) 데이터베이스 구축 및 통계분석

- 시간별 지하수자료의 데이터베이스 구축
 - 지하수자료의 체계적 분석을 위하여 주기적으로 수집되는 지하수자료의 데이터베이스 구축

- 통계분석

- 시계열분석, 공간분석, 요인분석, 주성분분석 등의 통계분석을 실시

4) GIS 공간분석

- 측정자료의 GIS분석

- 지하수 등수위선, 오염물질 등농도분포도 등 작성

- 시간대별 지하수위 변화와 오염물질확산 분석

- 지하수유동 및 오염물질거동 모델링과 연계분석

제4절 '99년도 지하수 자동관측망 자료의 시험분석

1. 개요

'99.1.1 부터 '99.12.31 까지 1년간의 자동관측망 자료(110개소)가 시험분석을 위해서 사용되었으며, 이 자료들의 주요 분석은 서울시에서 농업기반공사에 의뢰하여 수행하였다(2000.5). 분석된 주요 내용은 강우량에 따른 지하수위변동, 유역별 관측자료분석, 하천주변 수위변화내역, 지하철주변 지하수위변동, 오염우심지역 수위변화 및 오염분석 등이 수행되었다. 본 연구에서는 이 분석자료를 토대로 자동관측망 자료의 분석기법을 재정립하고, 유지관리에 대한 개선방안을 마련하였다. 시험분석을 통하여 일부 장기관측자료의 신뢰성이 상당히 낮은 상태가 발견되었다. 주요한 원인은 센서의 불량 및 고장, 관정내의 수질오염, 관리자의 조작미숙, 전송회선불량 등으로 밝혀졌으며, 따라서 관측망 시설의 유지관리에 대한 대책이 시급히 요구되고 있다.

2. 장기관측자료 현황

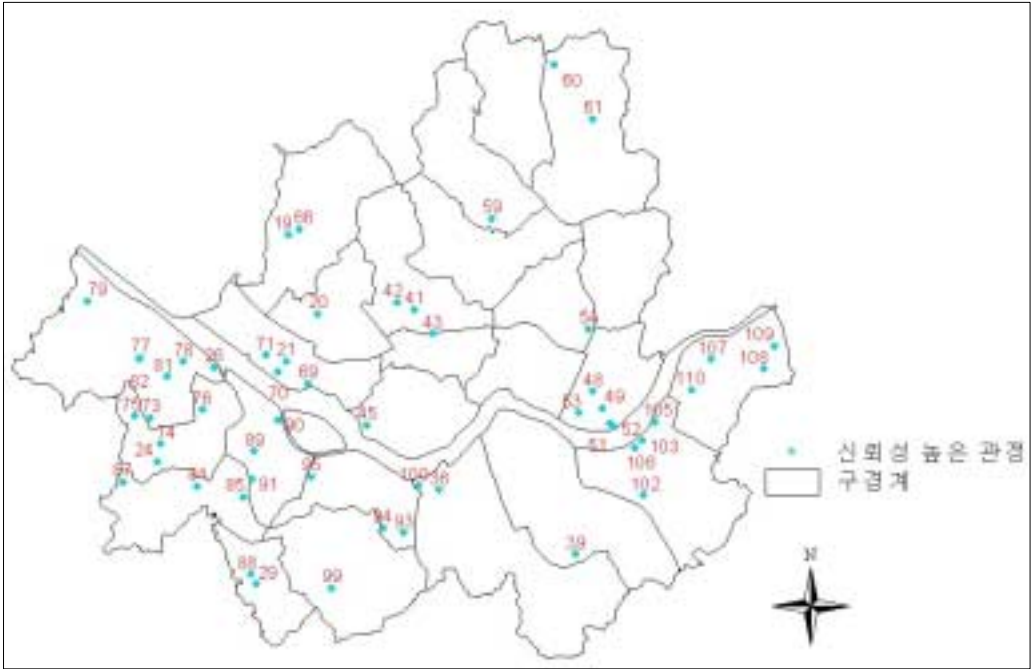
1) 수위자료

지하수위 변동은 110개의 관측정중 약 50%인 54공에 대해서만 해석이 가능한 것

으로 나타났으며, 특히 '98년도 설치된 40개소는 설치 이후 장기간의 관리미비로 65%가 자료 불안정상태로 분석되어 현재 관측기기 설치업체에 의뢰하여 센서에 대한 보정 작업을 하고 있다.

〈표 5-8〉 장기 수위관측자료 분류

구분	안정적			조치 필요			총계
	전체적 양호	전반 불량, 후반 양호	소계	로거 불량	자료 해석 곤란	소계	
개소	53	1	54	14	42	56	110



〈그림 5-4〉 안정적인 장기 수위관측자료를 얻을 수 있는 자동관측망 위치(54공)

2) 수온자료

수온자료는 관측기기 설치후 $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 범위내에서 변화가 거의 없었다. 지하수온도

는 대기온도와 지표수유입에 의하여 상승하지만, 관측정에 설치된 온도센서는 수심 10m 이하에 설치되어 있어서 이들 영향을 거의 받지 않는다. 따라서 향후 지표수유입 등에 의하여 상승되는 관측정에 대해서는 여러 가지 요인 등을 분석할 필요가 있다.

〈표 5-9〉 수온 관측자료 분류

구분	센서 값과 현장측정값이 크게 차이 나는 경우	센서가 고정되어 회수점검이 불가능한 경우	센서에 오염물질이 심하게 흡착	자료처리장치 및 센서의 이상으로 자료가 불량한 경우	기타 (원인불명 또는 분석불능)	총계
개소	4	2	3	17	84	110

3) 전기전도도(EC)자료

전기전도도는 대부분 관측정에서 수위변화와 비슷한 경향을 보이고 있으며, 이와 같은 현상은 관측정 주변에 산재되어 있는 오염물질의 유입과 관련되는 것으로 생각된다. 정확한 전기전도도분석을 위해서는 주변의 사용관정, 지하철, 비점오염원 등에 대한 조사가 병행되어야 하나 그렇지 못하였으므로 본 분석에서 전기전도도분석을 제외하였다. 또한 측정기기에 대한 현장조사시 일부 센서의 불량상태가 확인되었다.

〈표 5-10〉 전기전도도 관측자료 분류

구분	센서 값과 현장측정값이 크게 차이 나는 경우	센서가 고정되어 회수점검이 불가능한 경우	센서에 오염물질이 심하게 흡착	자료처리장치 및 센서의 이상으로 자료가 불량한 경우	기타 (원인불명 또는 분석불능)	총계
개소	3	2	3	17	85	110

3. 조사 내용 및 결과

1) 소유역별 수위변화 분석

- 분석방법

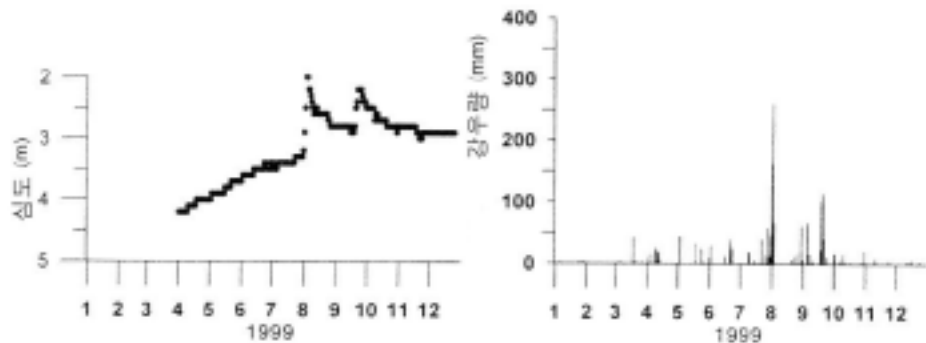
- 8개 소유역 수계별로 분류하여 지하수위 변화자료를 분석하였으며, 자료의 신뢰도가 높은 53개소 관측정에 대하여 지하수위자료를 강우량자료와 함께 도시하였다(그림 5-5).

〈표 5-11〉 소유역별 관측정 설치현황(괄호는 자료의 신뢰성이 높은 관정수)

유역	중랑천	홍제천	봉원천	고덕천	성내천	탄천	반포천	안양천	총계
개소	33(11)	11(5)	8(3)	3(2)	5(5)	5(2)	7(4)	38(21)	110(53)

- 분석내용

- 8개 소유역 관측자료중 지하수위는 연중 불변하는 형태와 연간 지속적으로 상승하는 형태로 구분되나 각각의 소유역별로 특징적인 형태는 나타나지 않았다.
- 전체적으로 8월초와 9월 중순의 집중호우로 인한 급격한 지하수위 상승이 관찰되었다. 71번 관측정의 경우에는 지하수 심도(지면에서 지하수면까지의 깊이)가 2m에서 4m정도의 분포를 보이고 강우량에 따라서 영향을 받는 모습을 보이고 있다(그림 5-5).



〈그림 5-5〉 소유역별 지하수위변동(홍제천 수계의 71번 관측정)

2) 하천주변 수위변화

- 분석방법

- 110개 관측자료중 하천에 인접한 30개소의 관측정자료를 구분하여 연간 수위 변화를 분석하였다.

〈표 5-12〉 하천 인접 관측정 현황(괄호는 자료의 신뢰성이 높은 관정수)

유역	중랑천	홍제천	봉원천	고덕천	성내천	탄천	반포천	안양천	총계
개소	7(2)	6(3)	5(2)	1	3(3)	3	2(1)	3(1)	30(12)

- 분석내용

- 한강변 인접 관측정 : 연중 지하수위 변화가 작았다. 이는 한강수위가 주변 지하수위의 변화에 영향을 미치기 때문이며, '99년 8월초와 9월 중순의 집중호우 시 지하수위 상승과도 일치한다.
- 한강변 인접 지천 근처 관측정 : 연중 지하수위가 지속적으로 상승하였다. '99년 강수량이 '98년도보다 많음에 따라 한강의 지류로서 소하천의 영향이 상대적으로 적었다고 판단된다.

3) 지하시설물의 영향

- 분석방법

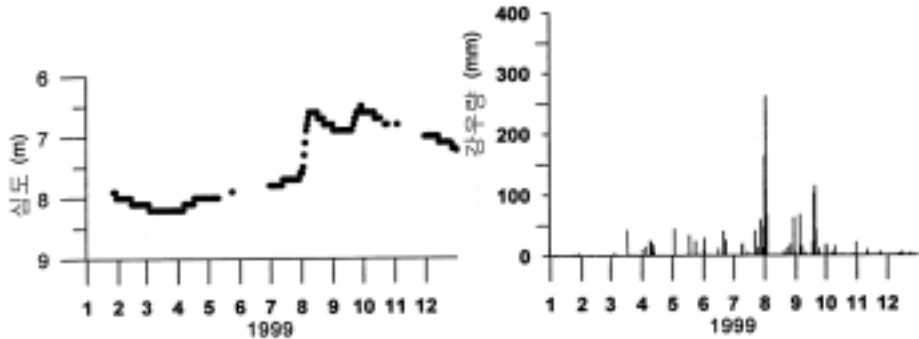
- Arc/Info buffer 기능을 이용하여 지하철 노선별로부터 직선거리로 200m 이내의 관측정을 선정하였다(총 36개소).

〈표 5-13〉 지하철인접 관측정(괄호는 자료의 신뢰성이 높은 관정수)

지하철 노선	1호선	2호선	3호선	4호선	5호선	7호선	총계
개소	4(1)	8(6)	1	7(1)	7(1)	9(4)	36(13)

- 분석내용(그림 5-6)

- 총 36개소의 관측정중에서 안정적 자료로 분류된 관측정은 13개소이다. 일부 관측정에서는 지표의 피복정도에 따라 강수에 의한 유입효과가 상대적으로 적고 지하철에 의한 유출이 상대적으로 크게 작용되었다.
- 106번 관측정의 경우에는 지하수 심도가 6m에서 8m정도로 분포하고 있다.



<그림 5-6> 지하철 인접 지하수위 변동(2호선에 인접한 106번 관측정)

4) 오염우심지역의 관측자료 분석

(1) 분석개요

- 대상지역

- '96년 서울시 지하수기초조사에서 오염우심지역으로 분류된 안양천유역(총 38개소 관측정)

- 분석방법

- 관측정을 사용관정과 미사용관정으로 분류한 후, 총 38개의 관측정중 신뢰성이 높은 관측정 21개소에 대해서 연간 지하수위와 전기전도도 변화분석을 실시하였다.
- 전기전도도는 현장측정값과 전송값이 $200\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상 차이가 발생한 관측정의 자료에 대해서는 현장측정값을 기준으로 해석하였다.

〈표 5-14〉 안양천유역 관측점 내역 (※()는 안정적인 관측망, '98, '99년도 수위는 해발고도임)

번호	시설명	위치	고도 (m)	98수위 (m)	99수위 (m)	98EC μS/cm	99EC μS/cm	설치	용도	사용여부
4	신타리공원	양천 신정 310-7	39	32	31	148	153	98	생활용수	사용
23	파리공원	양천 목3동 906	5	0	1	380	402	98	생활용수	미사용
(24)	신월4동사무소	양천 신월4동 425-2	39	27	-7	326	390	98	생활용수	미사용
25	가양아파트	강서 가양 30-8	30	24	25	5	621	99	생활용수	미사용
(26)	강서상승아파트	강서 염창 280	13	5	5	282	582	0	생활용수	미사용
27	오류여중	구로 개봉본 1147	20	17	17	542	587	99	생활용수	미사용
28	구로아파트	구로 구로3동 256-1	55	53	54	100	463	99	생활용수	사용
(29)	독산아파트	금천 독산1동 1011-6	62	55	55	578	594	99	비상용수	미사용
30	효봉공원	금천 시흥4동 4-29	15	4	3	664	662	99	생활용수	미사용
31	당산공원	영등포 당산1동 385-1	14	9	4	472	502	99	생활용수	미사용
32	동작구청	동작 노랑진2동 47-2	14	8	8	438	463	98	공원용수	미사용
33	서울기계공고	동작 대방 390-5	15	5	7	634	823	0	생활용수	사용
34	관악군인아파트	관악 봉천11동 180-311	15	6	6	7	538	98	공원용수	사용
35	관악교수아파트	관악 봉천7동 244-2	16	5	6	624	663	98	생활용수	미사용
(73)	왕실아파트	양천 신월1동 125	20	6	7	1024	478	97	생활용수	사용
(74)	신안약수아파트	양천 신월6동 591-5	118	112	113	204	240	97	비상용수	사용
(75)	독수리아파트	양천 신월3동 337	67	57	63	136	183	97	비상용수	미사용
(76)	영도중학교	양천 목4동 735	11	-3	0	471	391	97	생활용수	미사용
(77)	칼아파트	강서 내발산동 656	20	4	12	442	336	97	생활용수	미사용
(78)	청우아파트	강서 등촌1동 644-11	19	13	16	531	509	97	생활용수	사용
(79)	형제아파트	강서 방화2동 615-11	26	22	22	446	275	97	생활용수	미사용
80	신정여상	강서 화곡4동 22-577	21	9	12	509	517	97	공원용수	사용
(81)	강서구청	강서 화곡6동 980-16	35	32	31	745	674	98	공원용수	사용
(82)	명덕고등학교	강서 내발산동 160-1	38	32	32	571	428	99	생활용수	미사용
83	구로구청	구로 구로본동 435	29	6	6	721	808	99	공원용수	미사용
(84)	고척삼명아파트	구로 고척1동 97-3	19	17	17	317	330	98	비상용수	미사용
(85)	영림중학교	구로 구로5동 92-2	12	8	8	658	712	99	생활용수	미사용
86	구로아파트(2)	구로 구로3동 256	16	10	10	475	593	99	생활용수	미사용
(87)	동광상고	구로 궁동 35	11	4	4	1272	680	0	공원용수	사용
(88)	독산초등학교	금천 가산2동 1034	19	17	17	182	212	98	생활용수	미사용
(89)	문래근린공원	영등포 문래1동 59	24	10	10	251	303	98	공원용수	미사용
(90)	당산시범아파트	영등포 당산2동 122	17	10	9	338	372	98	생활용수	사용
(91)	영남중학교	영등포 대림3동 790	15	6	5	885	876	99	생활용수	미사용
(95)	성남중고	동작 대방동 375-1	28	25	25	420	456	99	소방용수	미사용
96	전철아파트	동작 대방동 97-1	29	27	13	643	644	0	생활용수	사용
97	대방어린이놀이터	동작 대방414-2	35	32	32	476	650	99	생활용수	미사용
98	낙성대공원	관악 봉천7동 738-51	32	28	28	355	493	99	공원용수	사용
(99)	삼성초등학교	관악 신림9동 233-1	29	23	23	301	370	99	소방용수	미사용

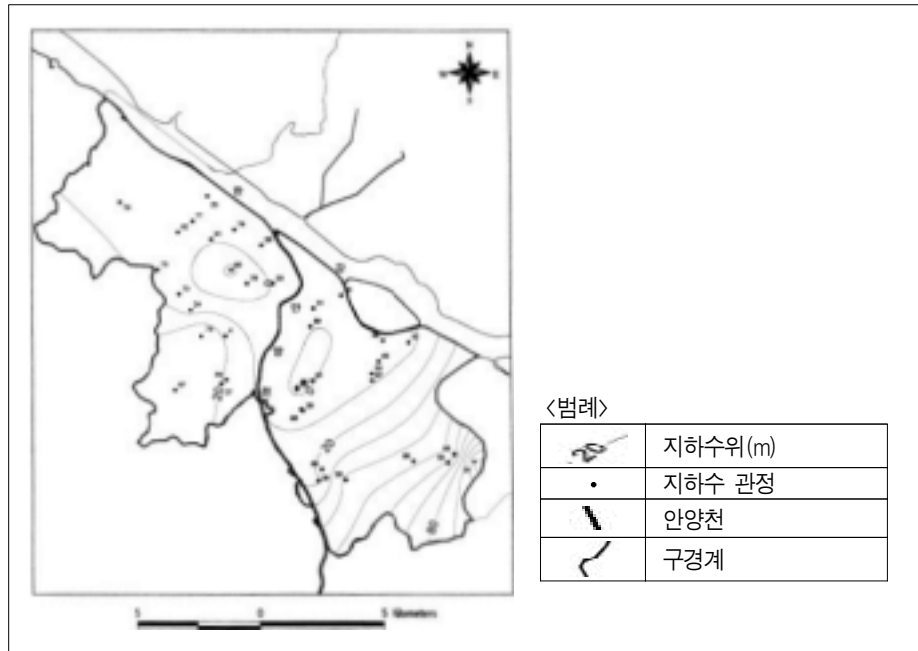
(2) 측정항목별 분석

① 지하수위 변화 (그림 5-7)

- 사용관정과 미사용관정 모두에서 '98년 설치당시에 비해 안양천을 중심으로 전

체적으로 낮아지는 경향을 보이고 있다.

- 특히 안양천주위로 광범위한 지역이 평균해수면 아래까지 지하수위가 낮아진 것으로 분석되며, 이는 '99년도 평균강수량이 '98년도보다 많았다는 점을 고려할 때 주변지역 관정에서 과잉양수에 의해 발생한 것으로 판단된다.



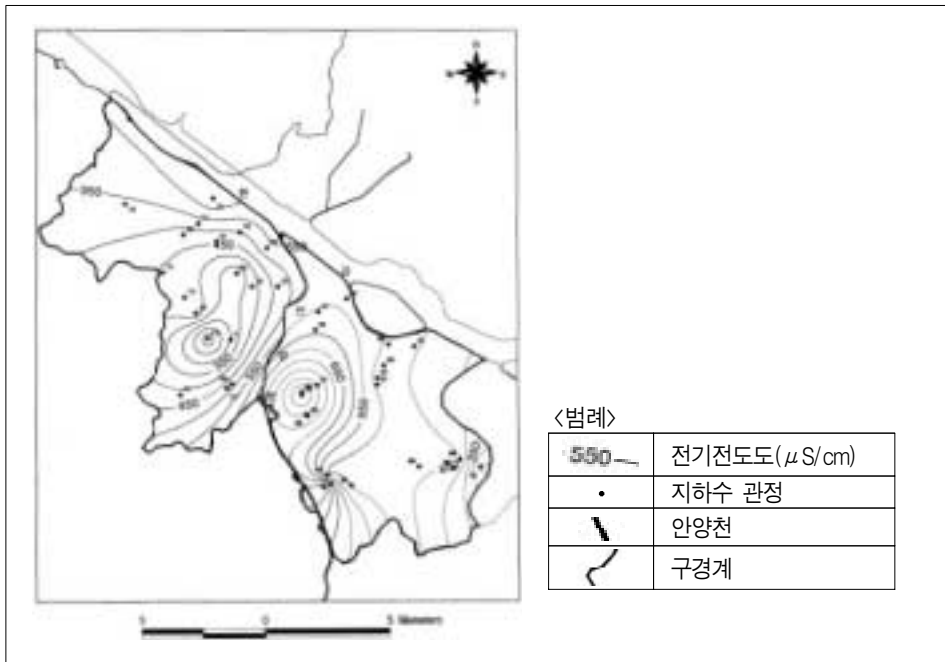
〈그림 5-7〉 안양천주변 지하수위 분포도

② 전기전도도 변화(그림 5-8)

- 지하수위의 강하에 따라 전기전도도는 증가되는 경향을 보여준다. 특히 안양천을 중심으로 전기전도도 등치선이 조밀하게 나타나며, 전체적으로 절대값이 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상으로 나타나 수질이 불량한 것으로 판단된다.
- 사용 및 미사용 관정 모두에서 수위강하가 크게 나타나는데 이는 관측정에서 전기전도도의 값이 상승한 주된 원인으로 판단된다. 지하수위 강하는 지하수의 수질에 직접적인 영향을 미치기 때문에 안양천유역은 지속적인 지하수 관측이 필요하다.

〈표 5-15〉 지하수위 및 전기전도도 분석의 요약내용

구분	분석내용
지하수위	· 과잉양수 등의 원인으로 지하수위 전체적으로 하강
전기전도도	· 수위강하에 의한 전기전도도의 증가 · $500\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로 수질 불량



〈그림 5-8〉 안양천주변 전기전도도 분포도

5) 전체 관측정 110개소에 대한 현장 수질조사

- 조사개요 : 110개소 관측정 기기점검과 수위, 수온, 전기전도도 측정.
- 분석결과
 - 사용중인 관정이 36개소, 미사용중인 관정이 74개소이며, 이중에서 수질이 양호한 것이 70개소, 불량한 곳이 40개소(표 5-17)로 나타났다. 수질불량 40개소 중 37개소가 미사용관정이며, 사용여부가 지하수오염에 큰 영향을 미치고 있다.

- 수온은 평균 13~16℃ 이며, 미사용관정은 평균 13.9℃, 사용관정은 13.5℃로 나타났다.

• 대책

- 수질관리를 위해 관측정에 대한 에어써징 등 우물세척 필요

- 관측정 보호공의 상태불량 등으로 지표 오염수가 쉽게 유입될 수 있으므로 보완조치 필요.

〈표 5-16〉 수질측정결과

구분		사용중		미사용중		계	
현장조사 내역(공)		육안 수질불량	육안 수질양호	육안 수질불량	육안 수질양호	육안 수질불량	육안 수질양호
		3	33	37	37	40	70
측정치 평균	수온(℃)	14.7	13.4	14.3	13.5	기름오염(2), 악취(13),녹물(3), 탁수(12),이물질(3), 모래토출(7)	
	수위 (깊이, m)	9.0	7.7	7.9	9.0		
	EC(μS/cm)	503.5	496.7	602.0	483.0		

〈표 5-17〉 관리상태 점검표

구분		사용중					미사용중				
		육안 수질	보호공 바닥 청결도	배선 정돈 상태	통신 상태	관리 부서	육안 수질	보호공 바닥 청결도	배선 정돈 상태	통신 상태	관리 부서
조사 내역 (공)	계	36	36	36	36	동사무 소(29), 구청(4) 학교· 기타(3)	74	74	74	74	동사무 소(64), 구청(7) 학교· 기타(2)
	불량	3	7	12	4		37	12	22	13	
	보통		4	14				14	34		
	양호	33	25	10	32		37	48	18	61	

제5절 자동관측망 자료의 통합 데이터베이스 구축방안

현재 지하수 자동관측망 자료들은 매시간별로 서울시 치수과의 컴퓨터에 전송되어 binary file로 저장되고 있다. 현재 가동되는 시스템에서 지하수의 변화탐색(경고장치)이 가능하고, 자료가 자동저장되나 실제 지하수 업무수행을 위한 분석기능이 부족하다. 따라서 현시스템을 그대로 운용하되 자료의 체계적 관리와 분석, 효율적 활용을 위해서는 서울시 지하수관리 통합시스템내에 종합 데이터베이스를 구축하는 것이 필요하다(제3장 참조).

- 지하수관리 통합시스템으로 전송방법
 - 측정자료를 실시간 자동변환하여 지하수관리 통합시스템으로 전송하여 관리하는 방안과 정기적으로 전송(예: 1회/1주일)하여 관리하는 방안 등의 검토가 필요하며, 전송된 자료들은 다른 공간정보들과 연계되어 지하수관리 통합시스템에서 다양한 분석이 수행된다.
- 전송된 자료의 변환 및 데이터베이스구축
 - 전송된 4개 항목의 binary file을 지하수관리 통합시스템내의 데이터베이스관리 시스템(DBMS)으로 export하여 기본적인 데이터베이스를 구축한다.
- 데이터베이스 분석 및 활용
 - 전송된 자료의 분석내용에 따라 전체 관측정분석과 지역별 관측정분석으로 구분한다.
 - 분석 및 활용방안
 - 전체 관측정분석 : 서울시 지하수 전반에 대한 일·월별 변화양상을 탐지하며, 지하수 수위 및 수질 변화에 이상 발생시 필요한 조치의 조속한 시행(시 설보수, 수질개선, 취수제한 등)
 - 지역별 관측정분석 : 유역별, 하천별, 지하철인접, 오염우심지역 등 지역별 지하수관리가 가능하며, 필요시에 취수제한, 하천수량 및 오염조치, 지하철 배출감시, 오염원관리 등 조치 시행

〈표 5-18〉 자동관측망 자료의 데이터베이스 분석 및 활용방안

구분	분석분야		세부분석항목
· 전체관측정	· 전체 변화양상 분석 : 일별, 월별 변화양상 분석 · 관측정 시설관리		· 각 측정항목별 일·월별 평균치 · 변동량 및 변화형태 · 이상상태(유, 무) · 이상원인(계기이상, 수질악화) · 관리주기(3개월 및 6개월)
· 지역별관측정	· 지역적 변화양상 분석	· 하천유역별 관측정 : 하천유역별 변화양상분석	· 하천유역(8대 지천명) · 유출여부(하천유입, 하천유출)
		· 하천인접 관측정 : 하천인접 변화영향 분석	· 인접하천(8대 지천명) · 유출여부(하천유입, 하천유출) · 변동량
		· 지하철인접 관측정 : 지하철영향 분석	· 인접지하철역(호선, 역명) · 변동량
		· 오염우심지역 관측정 : 오염우심지역 변화 분석	· 오염원(오염원종류, 오염원거리) · 오염정도 · 변동량

제6절 자동관측망 시설의 유지관리방안

1. 자동관측망 시설의 유지관리(서울시, 2000)

현재 서울시 자동관측망 시설의 유지관리상 가장 문제점은 센서의 작동불량 및 고장에 대처할 수 있는 체제 미비, 자료전송 불량, 관측정 수질불량 등으로 나타났다. 지하수 자동관측망의 유지관리는 첫째, 자료의 정밀취득, 둘째, 지속적인 현장 기기점검 및 보정, 셋째, 취득자료의 이상 및 장비고장시 즉시 대처할 수 있는 체계 구축 등이 중요하다. 따라서 시설의 유지관리방안은 ①서울시 자체운영방안, ②서울시 주관 구청 운영방안, ③전문기관 위탁방안 등이 있을 수 있다. 실제로 자동관측망의 유지관리를 위해서는 측정기(수위, 수온, 전기전도도 등), 노트북 PC, 오실로스코프, 멀티미터 등의 소요장비와 전문가가 필요하다. 또한 지하수이론 및 GIS 운영기술, 센서점검 및 보정 기술(프로그래밍 숙련 필요), 센서계측 및 신호처리체계기술, 아날로그 및 디지털 신호 전환기술, Tele-metry & Tele-Control 시스템기술 등이 필요하다. 서울시에서는 이러한 상황을 고려할 때 ③전문기관 위탁방안이 가장 합리적인 것으로 사료되며, 〈표 5-20〉은 위의 세 가지 유지관리 운영방안의 비교표이다.

〈표 5-19〉 자동관측망 시설의 유지관리방안(서울시, 2000)

구분	서울시 자체운영	서울시 주관 구청운영	전문기관 위탁
운영방식	· 장비와 소요 기술진을 확보하고 서울시 단독 자체 운영	· 서울시에서 주관하고 구청별 담당자가 운영	· 서울시에서 전문기관으로 관측망 관리업무 위탁
소요 장비수	· 2set	· 1set	· 불필요
소요인력	· 서울시 자체에 장비전문가 2인 지하수 전문가 1인	· 서울시 담당자 업무겸임, 구청별 담당자 2인 관리업무 수행	· 서울시 담당자 업무겸임, 전문기관 업무위탁
장비 구입비	· 73,700천원	· 921,250천원	· 불필요
연간 운영비	· 160,000천원 : 50,000천원(인건비등)*3인 +1,000천원(경비)	· 2,090,000천원: 40,000천원(인건비등)*52 인+10,000천원(경비)	· 166,000천원: 79,343천원(노무비등)+86,657 천원(경비기타)
필요기술	· 관측망관리 전체기술 필요	· 관측망관리 전체기술 필요	· 위탁업무관리 정도의 기술

2. 자동관측망의 위치 재점검

서울시에서는 '96년 지하수 기초조사결과에 따라 격자상 및 유역단위로 대표성을 나타내는 위치를 선정하여 지하수 자동관측망을 구성하였다. 서울시 전체면적 605.78km²에서 산지 및 하천 제외 면적인 평야부 391.0km²를 기준하여 격자상으로 2.1km²(1.6km×1.3km)마다 1개소씩 180개소의 관측정을 설치할 계획이다('99년 말 118개의 관측정 공사 완료). 세부내역은 기존 민방위비상급수관정 등 166공과 신규개발관측정 14공을 설치하는 것이며, 암종별로는 화강암지역이 54공(30%), 편마암지역이 116공(64.5%), 편암지역은 10공(5.5%)의 분포로 설계되었다. 따라서 기존 민방위급수정 이용시 관측정들의 위치가 지하수 자동측정에 적합한지, 혹은 평지면적에 비례하여 위치선정이 되었는지의 여부를 재점검하여 필요시 관측정의 위치변경이 요구된다.

제7절 자동관측망 운영의 문제점 및 개선방안 요약

구분	문제점	개선방안
장기관측자료현황	· 관측자료의 신뢰도 저하로 분석이 어려움	· 자료의 신뢰도 향상을 위하여 시설의 유지관리 철저(센서의 주기적인 세척 및 보정 등)
	· 일부 센서의 설치 불량 및 고장	· 센서의 주기적인 세척 및 보정 등
	· 일부센서의 설치심도 변경 등 운영변동사항 기록 부재	· 설치관련 변동사항에 관한 이력관리 실시
	· 관측정자료 전송회선 불량	· 전송회선 기능향상 또는 송신방식개선
자료 내용 및 결과	· 안양천유역에서 과잉양수에 의한 수위 하강	· 지하수 개발제한구역 설정 및 관리 · 지하수 개발·이용의 철저한 계획 수립/시행
	· 안양천유역에서 수질불량으로 인한 전기전도도 증가(수위강하가 원인)	· 오염원 관리 및 조사 시행
관측망 시설 유지관리 방안	· 지속적인 시설의 유지관리 부재 · 시설의 신속·정밀한 고장 수리 필요	· 전문기관에 위탁관리
현장수질조사	· 사용중지로 인한 수질저하	· 미사용 관정 대한 주기적 수질관리 · 에어써징 등 세척작업 실시
	· 관측정의 보호공 상태불량으로 지표 오염물질 유입	· 관측정 보호공의 보수작업 실시
관측망자료 분석기법	· 분석 및 자료처리 방법의 미숙	· 분석방법의 체계화 · 전문연구기관에 분석의뢰
	· 시료채취시 용기선택, 밀폐성유지 등 절차준수	· 시료채취시 적절한 기법에 맞추어 채취
	· 데이터베이스 구축 및 통계 분석시 신뢰성 높은 데이터를 활용	· 데이터의 신뢰성을 향상시키고 분석기법을 절차화 시킴(지침서 작성)

제 IV 부 서울시 지하수 관리를 위한 기본방안

제 6 장 서울시 지하수관리를 위한 기본방안

제1절 서울시 지하수관리의 현황 및 문제점

제2절 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 수립

제3절 주요 추진사업의 세부내용

제4절 제도보완 사항

제 6 장 서울시 지하수관리를 위한 기본방안

제1절 서울시 지하수관리의 현황 및 문제점

서울시 지하수관리는 서울시청의 치수와 지하수팀과 자치구청의 하수와 지하수팀 등에서 수행되고 있으나, 조직미비에 따른 인력과 예산의 부족때문에 체계적으로 수행되지 못하고 있는 실정이다. 지하수관리를 위해서는 지역적인 지하수부존량 및 개발가능량 분석, 개발·이용실태의 정확한 파악, 수질의 악화정도, 오염원실태조사 등 기초조사자료가 지속적으로 필요하나 현재 이들에 대한 정확한 정보를 획득할 수 없는 실정이며, 이러한 지하수정보의 부재는 서울시 지하수관리 정책을 수립하는데 많은 어려움을 안겨주고 있다. 또한 2001년도에는 지역 지하수의 체계적 관리를 위해 지하수법 개정이 추진되고 있으며, 지자체의 법정 수행업무(미신고관정의 관리대상포함, 지하수 오염유발시설 관리, 수질검사대상확대 등)가 대폭 증가될 전망이다. 이러한 관점을 바탕으로 본 장에서는 서울시 지하수관리를 보다 효율적으로 수행하기 위한 서울시 지하수관리 조직개선, 지하수 세부정밀조사 및 관리시스템구축방안 등 지하수관리를 위한 단기 및 중·장기 추진사업과 제도보완사항들을 제시하였다.

〈표 6-1〉 서울시 지하수관리의 주요 현행업무 현황 및 문제점

현행업무	현황 및 문제점	개선방안
• 서울시 지하수관리 조직	• 서울시 지하수관리에 필요한 인력 및 전문성 부족 • 현재 시청 및 자치구청의 팀단위 행정력으로는 역부족 상태임	• 지하수관리 운영조직의 개선 -시청 : 1과(지하수과), 3팀(지하수개발·이용팀, 지하수보전관리팀, 지하수정보팀) -자치구청 : 시청과 같은 내용 보완·개선
• 폐공 관리	• 미신고 방치폐공이 다수 존재함. • 방치폐공의 위치파악이 어렵고, 처리재원 부족(원상복구 및 재활용)	• 일제정비조사를 통한 폐공의 자세한 현황파악 -폐공의 정확한 위치도면 작성이 필수적임. • 폐공처리를 위한 재원 확보방안 수립 -국고보조, 지방세 징수 증액 등
• 지하수 잠재오염원 관리	• 잠재오염원(오염유발시설) 현황 파악 및 관리의 어려움.	• 잠재오염원 및 지하수 오염지역의 체계적 조사 • 지하수오염유발시설의 신고 및 수질검사강화(지하수법 개정안) • 오염원인자의 정확비용 부담(지하수법 개정안)
• 지하수 개발·이용 실태조사	• 현지하수법상 30m ³ /일 미만 관정들은 관리대상에서 제외되고 있으므로, 정확한 지하수 개발·이용 실태 파악 불가	• 지하수관정 관리대상의 확대(지하수법 개정안) • 지하수 개발·이용실태의 철저한 조사 및 관리 -개발·이용관정의 정확한 위치도면 작성
• 자동관측망 관리	• 지하수 자동관측망 자료의 신뢰성 저하	• 자동관측망시설 유지관리는 외부전문기관 위탁 • 관측자료의 과학적 분석방법 정립
• 지하수 수질관리	• 현지하수법상 청소용, 조경용, 공사용 지하수는 수질관리대상에서 제외되고 있으며, 지하수 수질악화시 용도변경하여 사용가능함.	• 지하수 수질기준 개선 및 용도변경 불허가(지하수법 개정안)

제2절 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 수립

1. 목표

- 서울시 지하수자원의 체계적 이용·개발 및 보전관리방안 수립
- 2001년 지하수법 개정에 따른 서울시 지하수관리방안의 재정립

2. 추진전략

- 지역적 지하수관리가 가능한 정밀 지하수자료의 획득방안 수립
- 지하수자료의 체계적 관리 및 분석방안 수립
- 지하수 오염 및 재해 방지대책 수립
- 대체용수 확보방안 수립
- 서울시 지하수관리 운영조직 및 제도의 개선방안 수립

3. 주요 추진사업 및 제도보완사항 개요

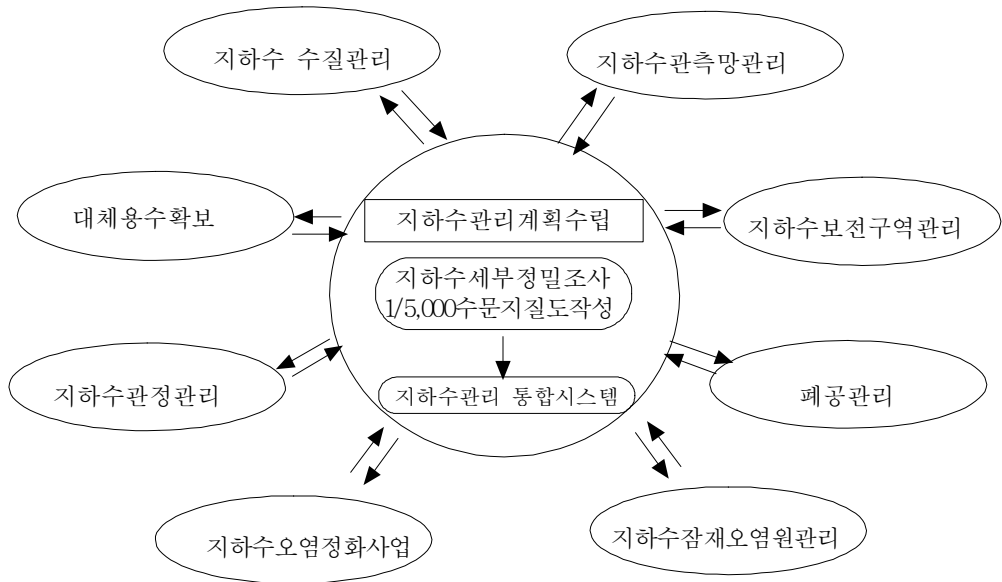
- 서울시 지하수관리를 위한 기본방안은 사업과 제도보완 부분으로 나누어 제안 하였으며, 이중 일부는 사업 및 제도보완이 동시에 추진되어야 한다.
- 특히 제도보완은 현 지하수법 개정이 필요한 부분이 많기 때문에 관련 조례는 2001년 지하수법 개정후에 제정하는 것이 바람직한 것으로 생각된다(제4절 참조).

- 주요 추진사업

구분	기간	추진사업명	세부내용
정책	단기	①서울지역 지하수관리계획 수립	· 지하수관리를 위한 중·장기 기본계획 수립
조사 및 자료 관리	중기	②지하수 세부정밀조사 및 DB구축	· 지하수 개발·이용 및 보전관리 계획 수립과 시행 · 축척 1/5,000 이상 수문지질도 작성(영제2조)
	중기	③서울시 지하수관리 통합시스템 구축	· 지하수 정보관리 및 업무의 통합, 운영 시스템 구축
	단기	④지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축	· 서울시 지하수 관정(약 15,000개소) 및 폐공(약 14,000개소) 자료의 데이터베이스와 관리시스템 구축
	중기	⑤지동관측망 시설의 유지관리 및 확대	· 118개소 지동관측망 시설의 유지관리 및 확대 · 취득정보(수위, 수온, 전기전도도)의 분석방안 정립
개발 이용 및 보전 관리	중기	⑥지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB구축	· 정화조, 주유소, 매립장, 세차장 등 지하수오염유발시설물(잠재오염원)의 체계적 조사 및 관리 · 수위강하, 지반침하, 수질오염지역 등의 조사 및 관리
	중기	⑦지하철배출 지하수의 하천방류 사업	· 하천의 건천화방지, 수질개선 및 유량확보 · 총 56개역사에 지하수 배출 전용관로 부설(24km) 및 지하수 방류
	장기	⑧지하수 오염정화사업	· '99년 지동관측망 수질검사항과 일부지역 지하수 오염 확인됨. · 지하수 및 토양의 오염확산 차단 및 오염정화사업 추진
	장기	⑨대체용수 개발사업	· 강변여과수 개발에 의한 대체용수 확보 · 수질이 개선된 상수원수의 확보 및 원수 수질오염사고 예방
교육 및 홍보	장기	⑩교육 및 홍보	· 전문적 지하수 실무교육 실시(서울시 공무원 교육원 활용) · 지하수조사 연보 및 관측월년보 발간과 대시민 홍보

- 제도보완사항

구분	제도보완 사항	세부내용
정책	①지하수관리 운영조직 개선	· 지하수 업무분장체계 다원화 및 관련업무의 계속적 증가 · 2001년 지하수법 개정으로 지자체의 법정 수행사항 대폭 증가 · 1과(지하수과), 3팀(개발·이용팀, 보전관리팀, 지하수정보팀)으로 확대 개편
	②지하수관리 재원확보 방안	· 국고보조, 지방세 증액 징수 및 지하수이용부담금(안) · 지하수의 공수개념 도입(안)
보전 관리	③폐공관리방안	· 미신고 폐공 및 방치폐공에 대한 관리방안 수립 · 원상복구 및 재활용 재원확보 방안 수립
	④지하수 잠재오염원관리 방안	· 지하수 잠재오염원 분류 및 관리기준 제정(지하수법 개정안) · 오염원인자로 하여금 오염정화비용 부담(지하수법 개정안)
	⑤ 지하수 수질관리방안	· 지하수 수질기준의 재정립 (지하수법 개정안) · 모든 관정에 대하여 지하수 수질검사 실시(지하수법 개정안)
	⑥지하수 보전구역 지정 및 관리	· 지하수 보전구역, 개발제한구역 등 지정 및 관리방안 수립 · 지하수 고갈, 지반침하, 지하수 함양지역 등에 대한 보전관리
	⑦비상급수용 지하수관리 방안	· 비상급수용 공동우물의 시설관리를 지하수관리부서로 이관



〈그림 6-1〉 서울시 지하수관리 체계도

4. 추진사업의 일정 및 소요예산(안)

- 총 사업기간

- 1차 총 사업기간은 5년으로 하며, 각사업들은 가능한한 3단계(시범단계, 시험운영 및 보완단계, 확대실시단계)로 구분하여 수행한다.

• 주요 추진사업의 예산(안)

－ 1차 총 사업예산(안)은 약 28,956백만원 정도가 제안되었으나 오염정화사업, 대체용수개발사업 등의 비용은 포함되지 않았으며, 지하수오염조사비도 일부만 계산되었으므로 실제 사업비 규모는 훨씬 증가될 전망이다.

－ 총 사업예산(안) : 28,956백만원

- 서울지역 지하수관리 계획 수립 : 150백만원
- 지하수 세부정밀조사 및 DB구축 : 4,150백만원
- 지하수관리 통합시스템 구축 : 2,750백만원
- 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축 : 850백만원
- 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 : 4,219백만원
- 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB구축 : 2,300백만원
- 지하철배출 지하수의 하천방류사업 : 14,287백만원
- 지하수 오염정화사업 : (추후 포함)
- 대체용수개발사업 : (추후 포함)
- 교육 및 홍보 : 250백만원

－ 단계별 사업예산 : 각 사업들은 3단계로 나누어 추진예정

단계	기간	예산(안) (단위: 백만원)
준비단계	2000	1,859
1단계(시범사업단계)	1년	2,760
2단계(시험운영 및 보완단계)	1년	6,319
3단계(확대실시단계)	3년	18,018
총계		28,956

• 단계별 추진일정 및 소요예산(안)

(단위 : 백만원)

구분	주요사업	합계	준비단계	1단계	2단계	3단계			소계
			(2000)	1년	1년	3년			
						1년차	2년차	3년차	
정책	1. 서울지역 지하수관리계획 수립			→					
	소계	150		150					
조사 및 자료 관리	2. 지하수 세부정밀조사 및 DB 구축 · 시범사업(1개 구청) · 시험운영단계(안정화 및 보완) · 24개 구청 확대실시단계			→	→			→	
	소계	4,150		150	100	1,200	1,200	1,500	3,900
	3. 지하수관리 통합시스템 구축 · 조사자료 DB 및 시스템 구축 · 시험운영단계(안정화 및 보완) · 24개 구청 확대운영			→	→			→	
	소계	2,750		250	100	800	800	800	2,400
	4. 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축 · 관정과 폐공의 DB 및 관리시스템 구축 · 시험운영 · 24구청 확대실시 · 폐공의 원상복구 및 재활용			→	→			→	
	소계	850		250	150	150	150	150	450
	5. 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 · 2001년 이후 56공 확대 · 유지관리 위탁(전문업체)					→		→	
	소계	4,219	201	1,310	1,310	1,078	160	160	1,398
	6. 지하수 오염유발시설조사 및 DB 구축 · 오염유발시설조사 및 DB구축 · 오염정밀조사 및 관리방안 수립			→				→	
	소계	2,300		300	500	500	500	500	1,500
개발 이용 및 보전 관리	7. 지하철배출 지하수의 하천방류사업 · 25개 역사 공사 완료 및 진행 · 31개역사 2002년 이후 연차적 시행		(기투자)	(실시 설계)	→		→		
	소계	14,287	1,658	300	4,109	4,109	4,111		8,220
	8. 지하수 오염정화사업 · 토양 및 지하수 정화 사업(시험사업) · 확대 실시		(소요예산 추후산정)		→			→	
	소계								
	9. 대체용수개발사업 · 타당성조사 및 시험운영 · 확대사업실시		(소요예산 추후산정)		→			→	
	소계								
교육 및 홍보	10. 교육 및 홍보							→	
	소계	250		50	50	50	50	50	150
총계		28,956	1,859	2,760	6,319	7,887	6,971	3,160	18,018

※ 1단계 : 시범사업단계, 2단계 : 시험운영 및 보완단계, 3단계 : 확대실시 단계

제3절 주요 추진사업의 세부내용

1. 서울지역 지하수관리계획 수립

1) 필요성 및 목적

- 서울시에서는 자동관측망운영, 폐공관리, 지하수이용실태조사 등 매년 단기계획을 수립하여 시행하고 있으나 이 사업들의 대부분은 법정사항들로서 매해 반복되는 기본사업들이다.
- 정부에서는 지역의 지하수관리 체계화를 위하여 2001년 상반기에 지하수법 개정을 서두르고 있는 실정이며, 지자체의 「지역지하수관리계획」 수립을 의무규정화하고 있다. 또한 법률개정안은 미신고대상관정의 관리대상포함, 지하수오염유발시설 관리, 수질검사대상 확대 등 내용들이 포함되어 있어 지자체의 지하수 관련 업무수행에 많은 변화가 예상되고 있다. 따라서 서울시에서는 이에 대한 대책마련이 시급하며, 지하수의 체계적 관리를 위한 중·장기 사업계획을 수립하여 단계적으로 시행하여야 할 것이다.
- 목적
 - － 서울시 지하수의 체계적인 개발·이용 및 보전관리를 위한 기본계획 수립

2) 사업내용

- 서울시 지하수관리를 위한 단기 및 중·장기 사업계획 수립
 - － 지하수 부존특성 및 개발가능량
 - － 지하수의 이용실태 및 이용계획
 - － 지하수의 보전관리계획
 - － 기타 지하수 관리에 관한 사항
- 단계별 세부 추진사업 내용 및 소요예산

3) 사업기간 및 소요예산

- 기간 : 1년, 소요예산(안) : 150백만원

2. 지하수 세부정밀조사 및 데이터베이스 구축(1/5,000 수문지질도 작성) (※세부사항은 제4장 참조)

1) 필요성 및 목적

- 서울시 지하수의 체계적 개발·이용 및 보전관리를 위해서는 세부정밀조사를 통한 상세한 지하수자료의 획득이 무엇보다도 시급하다. 이러한 지하수자료들은 지역의 지하수개발가능량 관리, 오염원 관리, 보전구역 관리 등 지하수업무 수행을 위해 필수적인 자료들이나, 현재 서울시는 자료의 미비로 지하수관리 정책 개발 및 수행에 많은 어려움이 있다. 지하수 세부정밀조사는 1/5,000 이상 축척의 수문지질도작성을 위한 조사로서, 지하수법 제5조제2항의 규정에 의하여 관계중앙행정기관의 장 또는 시·도지사가 관할구역의 지하수 조사를 수행하는 경우를 말한다.
- 목적
 - 지역적 지하수관련 상세정보의 획득
 - 과학적 정보에 의한 서울시 지하수관리체계 확립

2) 사업내용

- 지하수 세부정밀조사에 의한 축척 1/5,000 이상 수문지질도 및 각종 주제도 작성
 - 지하수 세부정밀조사의 주요내용은 현황자료분석, 지하수 및 수리지질 조사, 부존특성 및 오염현황 조사, 종합평가(도면 및 보고서 작성) 등이다.
 - 조사자료의 데이터베이스 구축
- 지역별 및 수문지질단위별 지하수 개발가능량과 부존량 산출
- 지하수 수질보전 및 재해방지 대책수립
- 지하수 보전구역 설정 및 운영 관리

3) 사업기간

- 5년간

4) 소요예산(안)

- 총계 : 4,150백만원
 - 1단계(1년: 시범사업단계) : 150백만원
 - 2단계(1년: 시험운영 및 보완단계) : 100백만원
 - 3단계(3년: 확대실시단계) : 3,900백만원

단계 구분	기간	단계별 주요사항	작성지역	작성도엽수 (1/5,000)	사업비 (백만원)	비고
1단계	1년	· 시범사업 단계	· 1개 구청(조사 및 DB구축)	6	150	· 도엽당 조 사비 및 DB구축비 30백만원 으로 계산 · 1/5,000 도 엽 크기: 2.2km×2.7 5km
2단계	1년	· 안정화 및 보완단계	· 시범운영		100	
3단계 (3년)	1년	· 확대조사 및 DB구축	· 8개 구청: 한강이남지역	40	1,200	
	1년	· 확대조사 및 DB구축	· 8개 구청: 강북지역	40	1,200	
	1년	· 확대조사 및 DB구축	· 강남·북지역	50	1,500	
	소계				3,900	
합계				136	4,150	

5) 추진방법

- 5년간 3단계(시범사업, 보완 및 확대조사 실시단계)로 구분하여 실시
 - 1단계(1년) 시범사업(1개구청) 완료후, 2단계(1년) 시험운영을 통하여 미비점을 보완하고, 3단계(3년간)에서는 24개 자치구청으로 조사사업 확대 실시
 - 조사자료들은 지하수관리 통합시스템의 데이터베이스로 구축되어 관리될 것
이기 때문에 세부정밀조사기간은 지하수관리 통합시스템의 구축기간과 같은
일정이 요구된다.

3. 서울시 지하수관리 통합시스템구축(※세부사항은 제3장 참조)

1) 필요성 및 목적

- 서울시 지하수의 체계적 관리를 위해서는 방대한 지하수자료의 과학적 관리와 분석, 그리고 이 자료들을 지하수 행정업무에 직접 연계, 운영하는 정보시스템이 필수적으로 필요하나, 현재 서울시청 및 자치구청에는 이러한 시스템이 없다. 따라서 시청과 자치구청의 지하수정보와 관련업무가 통합처리될 수 있는 서버/클라이언트 구조의 정보시스템 및 데이터베이스 구축이 절실히 요구되고 있다.
- 목적
 - 지하수 개발·이용 및 보전관리에 필요한 자료의 효율적 운영을 위한 지하수 정보체계구축
 - 지하수정보의 과학적 분석을 통한 지하수관리 정책 개발 및 시행

2) 사업내용

- GIS를 이용하여 지하수정보와 관련업무가 연계, 운영되는 통합시스템 구축
 - 지하수정보관리시스템, 지하수전문분석시스템, 지하수업무관리시스템 등의 서브시스템 개발
 - 지하수정보관리 : 지형, 지하수, 관정 및 폐공, 수문지질도, 관측공, 지하수 오염원, 수질 등의 기초 지하수자료의 관리
 - 지하수전문분석 : 개발가능량, 오염확산 및 수위변동 등의 분석 및 자료 관리
 - 지하수업무관리 : 지하수조사, 지하수 허가 및 신고 관리, 지하수 보전구역 관리, 지하수 개발·이용실태 관리, 오염실태조사 및 조치 관리, 수질검사 관리, 과태료 부과 및 징수 관리, 방치폐공 업무관리 등
- 지하수 세부정밀조사자료 및 지하수 관련자료의 종합 데이터베이스 구축
 - 지역적 지하수 개발·이용량, 수질분석, 오염조사 및 분석, 지질 등의 조사 및 분석 자료들의 데이터베이스구축

- GIS를 이용한 수문지질도(주도면) 및 각종 주제도 작성

3) 사업기간

- 5년간
- 2항의 지하수 세부정밀조사자료 데이터베이스 구축이 중요하며, 따라서 조사사업과 같은 기간이 요구됨

4) 소요예산(안)

- 총계 : 2,750백만원
 - 1단계(1년: 시범사업단계) : 250백만원
 - 2단계(1년: 시험운영 및 보완단계) : 100백만원
 - 3단계(3년: 확대실시단계) : 2,400백만원

단계구분	기간	단계별 주요사항	구축지역	소요예산(백만원)	비고
1단계	1년	· 시범구축 단계	· 1개 구청	250	· DB 및 시스템 구축
2단계	1년	· 안정화 및 보완단계(시범운영)	· 시범운영	100	· DB 및 시스템 보완
3단계 (3년)	1년	· 확대실시 단계	· 8개 구청(한강이남)	800	· 24개구청 확대실시 -DB구축/시스템확대 (100백만원/구청당) -자치구청은 H/W 구축비용확보(100 백만원/구청당)
	1년	· 확대실시 단계	· 8개 구청(강북지역)	800	
	1년	· 확대실시 단계	· 8개 구청(강남·북지역)	800	
	소계			2,400	
합계7				2,750	

5) 추진방법

- 5년간 3단계로 구분하여 실시
 - 시범구축단계, 시험운영단계(안정화 및 보완), 확대실시단계
- 1단계(1년) 시범사업(1개구청) 완료후, 2단계(1년) 시험운영을 통하여 미비점을 보완하고, 3단계(3년)에서는 24개 자치구청으로 확대실시
 - 확대실시단계에는 시청에서 데이터베이스 구축비, 자치구청에서는 하드웨어 비용 확보필요

4. 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축

1) 필요성 및 목적

- 서울시에서는 매해 지하수 이용실태조사에 의하여 지하수 관정 및 폐공들을 일제 조사하고 있다. 그러나 이들은 단지 대장에 의하여 주소로만 관리되기 때문에 정확한 위치표기가 불가능하며, 추후 개발관정의 폐공처분시에는 그 위치추적이 아주 어려운 실정이다. 따라서 이들의 정확한 위치정보(도면)와 관리대장을 연계, 운영할 수 있는 GIS 시스템 및 데이터베이스 구축이 시급한 실정이다.
- 지하수 관정자료는 지역의 지하수 개발·이용량 관리를 위한 필수정보이며, 폐공자료는 폐공위치 및 조치현황(원상복구 및 재활용) 등에 대한 상세정보로써 이들의 데이터베이스구축은 지하수 환경오염에 대한 대책수립을 가능하게 할 것이다.
- 목적
 - 지하수 개발·이용 관정 및 폐공의 체계적 관리체계 확립

2) 사업내용

- 관정 및 폐공 관리를 위한 정보시스템 구축
- 현재 서울시에서 관리되고 있는 약 15,000개소의 관정과 14,000개소의 폐공 자료에 대한 데이터베이스 구축
- 관정 및 폐공 관리방안 수립
- 지하수 개발·이용량 관리

3) 사업기간

- 5년(지속적으로 사업 추진)
 - 1단계 시범시스템 구축후 직접 확대실시도 고려할 수 있기 때문에 상황에 따라 사업기간의 단축이 필요하다.

4) 소요예산(안)

- 총계 : 850 백만원

단계 구분	기간	단계별 주요사항	사업비 (백만원)	구축지역
1단계	1년	· DB 및 시범 시스템 구축	150	· DB : 서울시 전역 관정 및 폐공 · 시범시스템 : 1개 구청
		· 원상복구 및 재할용	100	
		소계	250	
2단계	1년	· DB 및 시스템 시험운영	50	· 시험운영 및 보완
		· 원상복구 및 재할용	100	
		소계	150	
3단계	3년	· DB 및 시스템 유지관리	150	· 24개 구청 확대 · DB 및 시스템 유지관리비, 연간 약 50백만 원 소요 · 원상복구 및 재할용 비용, 연간 약 100백 만원 소요
		· 원상복구 및 재할용	300	
		소계	450	
합계			850	

5) 추진방법

- 1단계(1년)에 데이터베이스구축 및 관리시스템 개발, 2단계(1년) 시험운영을 거
쳐 3단계(3년) 시스템 확대구축 실시(필요시 사업기간 단축)
- 확대구축 단계에서는 각 구청에서 하드웨어 및 기본 소프트웨어 비용 확보

5. 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대(※세부내용은 제5장 참조)

1) 필요성 및 목적

- 현재 서울시에서는 118개소의 지하수 자동관측정을 설치운영하고 있으며, 매시
간 3개의 지하수관련 정보(수위, 수온, 전기전도도)를 자동취득하고 있다. 그러
나 '99년 조사에 의하면 관측망시설의 유지관리 미비로 관측자료 신뢰도가 약
50%에 그치고 있으며, 인력 및 전문성의 부족으로 자료분석에 많은 어려움이
있는 것으로 나타났다.
- 목적
 - 관측망시설의 체계적인 유지관리 및 시설의 확대
 - 자동관측자료의 신뢰성 확보

2) 사업내용

- 자동관측망의 체계적 유지관리 실시
 - 자료의 정밀취득, 지속적인 현장기기 점검 및 보정, 취득자료의 이상 및 고장 시 즉각 대처할 수 있는 체계구축
 - 센서의 정기적 점검 및 교체, 우물세척 및 에어써징
- 취득자료의 과학적 분석 및 활용
 - 지역적 수위강하와 수질오염분석 및 조치(취수제한, 오염방지조치 등)
- 자동관측망 시설의 확대
 - 추가 관측정 56개소 설치하여 총 180공 운영계획

3) 사업기간

- 3년 (추가 관측정(56공)의 설치기간)
 - 자동관측망 유지관리는 2001년부터 계속실시

4) 소요예산(안)

- 총계 : 4,219 백만원
 - 추가 관측정 56공 신설비 : 3,419백만원(추가설치는 변경될 수 있음)
 - 유지관리비(2001~) : 800 백만원(연간 160백만원)

구분	총계	2000	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	비고
총계(개소)	62	6	20	20	16	-	-	· 현재 118개소 운영중이며 180개소로 확대 예정임
관측정신설(개소)	1	1	-	-	-	-	-	
민방위관정활용(개소)	51	4	17	17	13	-	-	
공공관정(개소)	7	1	2	2	2	-	-	
시설관정(개소)	3		1	1	1	-	-	
시설비용 소계(백만원)	3,419	201	1,150	1,150	918	-	-	
유지관리비 소계(백만원)	800		160	160	160	160	160	
총소요예산(백만원)	4,219		1,310	1,310	1,078	160	160	

5) 추진방법

- 전체 신설관측정 56개소 중에서 47개소를 기존의 민방위관정 활용 예정
- 자동관측망 시설의 유지관리(특히 센서 및 전송회선)는 전문기관에 위탁관리
- 관측자료의 분석은 전문기관(서울시정개발연구원, 농업기반공사 등)에게 의뢰하여 실시

6. 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 데이터베이스 구축

1) 필요성 및 목적

- 2001년 지하수법 개정안은 지하수 오염유발시설(잠재오염원)의 지정 및 관리, 수질검사 등을 의무화하는 제도를 마련중이다. 따라서 지하수의 주요 오염유발 시설인 주유소, 폐기물 매립장, 세차장, 세탁소, 정화조 등에 대한 체계적인 조사와 이들을 관리하기 위한 조사자료들의 데이터베이스 구축이 시급하다. 데이터베이스 구축은 시설물의 이력관리 및 오염방지대책수립에 필수적 요소이다.
- 또한 '99년도 지하수 자동관측망조사에 의하면 일부지역에서는 심각한 수질오염과 지하수위 강하 등이 나타났다. 이러한 지하수 오염지역 및 재해지역을 선정하여 연차적으로 조사를 실시하고 방지대책을 시급히 수립하여야 한다.
- 목적
 - 지하수 오염유발시설조사 및 방지대책 수립
 - 조사자료의 체계적인 데이터베이스 구축

2) 사업내용

- 제1단계 : 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB 구축
 - 지하수 오염유발시설물의 위치와 주변관정의 오염현황조사 및 DB 구축
 - 오염유발시설(잠재오염원) 현황조사, 수질검사 등
 - 주변관정의 수질검사는 시(구청)에서 실시(검사비 시에서 부담)
- 제2단계 : 지하수 오염정밀조사를 통한 오염원규명 및 대책수립

- 주요 오염원, 오염물질, 유동경로, 오염특성 규명
- 오염정도에 따라서 관리구역의 구분
 - 오염정화처리 대상지역, 오염지역, 청정지역을 구분하여 관리
 - 정화처리 최대효율 가능지역의 선정
- 지하수 오염감시시스템 구축
- 지하수 오염예측도작성(오염취약성도)
- 지하수 잠재오염원 관리 방안수립

3) 사업기간

- 5년
 - 1단계(1년) : 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB 구축
 - 2단계(4년) : 지하수 오염정밀조사를 통한 오염원규명 및 대책수립
 - 2단계 후에도 사업의 계속적인 추진이 필요함.

4) 소요예산(안)

- 총계 : 2,300 백만원
 - 1단계(1년 : 시험조사단계) : 300백만원
 - 2단계(4년 : 세부조사단계) : 2,000백만원

단계 구분	기간	단계별 주요사항	사업비 (백만원)	비고
1단계	1년	· 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB 구축(서울시 전지역)	300	· 2단계에서는 조 사 지 역 을 연도별로 5개 지역씩 선정 (조사 및 DB 구축비 지역 별로 1억원씩 산정) · 주변 관 정 의 수 질 검 사 는 시 (구청)에서 실시(검사비 시에서 부담)
2단계 (4년)	1년	· 지하수 오염정밀조사를 통한 오염원규명 및 대책수립	500	
	1년	· 오염원 및 오염특성 규명	500	
	1년	· 지하수 오염정밀조사를 통한 오염원규명 및 대책수립	500	
	1년	· 오염관리구역 구분 및 예측도 작성, 오염방 지 대책수립	500	
	소계		2,000	
합계			2,300	

5) 추진방법

- 1단계에서는 서울시 전역의 지하수 오염유발시설(잠재오염원)과 주변 지하수 관정의 오염현황 조사 및 DB구축
 - 주변관정의 수질검사는 시(구청)에서 실시(검사비 부담)
- 2단계에서는 조사결과를 토대로 오염원을 밝혀낸 후 오염원 유형별로 국지적인 오염방지대책 수립 및 시행

7. 지하철훈배출 지하수의 하천방류사업

1) 필요성 및 목적

- 서울시 지하철훈 역사중 지하수를 배출하는 역사는 152개 역사(서울시, 2000)로 조사되었고 총 지하수 배출량은 153천 m^3 /일(55,845천 m^3 /년)이며, 이중 지하수 활용이 가능한 곳은 63개 역사로 나타났다.
- 따라서 서울시에서는 수질이 양호하고 수량이 풍부한 역사에 대하여 전용관로를 부설하여 하천의 건천화 방지, 수질개선 및 수량확보를 위해 지하철훈배출 지하수를 인근 하천으로 방류하는 사업을 추진중에 있다.

2) 사업내용

- 지하철훈배출 지하수 전용관로 부설 24km (주철훈관 D150~500mm) 및 가압펌프장 4개소 설치
- 대상 : 수질이 양호하고 1일 500 m^3 이상 수량이 풍부한 56개 역사(113천 m^3 /일) (총 63개소 : '98년 이전방류 7개소 포함)

3) 사업기간

- 총 사업기간 : 8년('97~2004년 예정)
- 현재까지 추진현황
 - '97.12 ~ '98.12 : 타당성조사 및 기본설계

- '99.4 ~ '99.12 : 실시설계 (20개 역사)
- 2000.3 ~ 2000.12 : 25개 역사 공사실시(기존 지하철 10개 역사 및 개통예정 15개 역사)
- 향후 계획
 - 2001년 : 실시설계(21개 역사)
 - 실시설계 후 3년간 31개 역사(21.8km)에 대하여 연차적 공사 시행

4) 소요예산

- 총 사업비 : 14,287백만원
- 지하철배출 지하수의 하천방류(전용관로공사) 현황 및 계획(서울시, 2000.9.30)

연도	방류하천	공사 현황 및 계획	배출량 (m ³ /일)	예산(백만 원)	비고
'97. 12~ '98. 10	한강, 전농천, 성내천, 우이천	• 7개소('98년 이전 기하천 방류)	17,620	188	• 타당성 조사 및 기본설계
'99. 4~ '99. 12	-	-	-	137	• 실시설계(20개 소)
2000. 3~ 2000. 12	• 청계천외 9 개하천 • 녹번천외 10 개하천	• 25개 역사 공사실시 - 기존지하철 10개 역사(구 청과 지하철공사 시행) - 개통 및 개통예정 지하철 15개 역사(지하철역사 건 설과 병행 시행)	44,787 (14,368+30,419)	1,333	• 2000. 9.30일 현재
2001	-	-	-	300	• 21개 역사에 대한 실시설계
3년간 연차적 시행	1년	• 청계천, 중랑 천, 면목천외	• 10개 역사(안)	21,263	• 연차적공사 시 행 -31개역사
	1년	• 청계천외	• 10개 역사(안)	21,263	
	1년	• 사당천, 한강 외	• 11개 역사(안)	21,264	
	소계	(31)	(63,790)	(12,329)	
총계	-	63	126,197	14,287	• '98년이전 방 류 7개소 포함

8. 지하수 오염정화사업

1) 필요성 및 목적

- 지하수 관측망 수질검사결과 이미 일부지역의 지하수가 오염되어 있는 것으로 나타났으며, 이에 따라 자세한 오염현황파악 및 확산차단대책이 시급하다. 따라

서 지하수 세부정밀조사 및 오염조사 결과에 따라 오염지역을 선정하고 체계적인 지하수 오염정화사업을 실시하여야 한다.

- 현 토양보전법은 오염복원을 원인자부담 원칙으로 정하고 있으나 장기간, 복합적인 지하수 오염경우에 기술적으로 원인자 규명이 곤란하다. 따라서 2001년 지하수법 개정안은 오염원인자가 확실할 경우 그가 오염정화 비용을 부담하고, 오염원인자에 의한 실시가 곤란하거나 불확실한 경우에는 시·도지사가 오염정화를 수행하도록 하는 제도를 추진중이다.
- 목적
 - 지하수와 토양의 오염정화처리를 통한 원상복구 실시
 - 오염정화 기술의 개발

2) 사업내용

- 오염원 및 오염원인자의 규명
- 오염성분별 정화처리 최적공법의 선정
 - 반응벽체공법(PRB), Pump And Treat(PAT)법, 토양세척법, 토양증기추출법, 열적처리, 생물학적 복원공법, 지하수순환법 등
- 오염위해성 평가
- 오염정화처리사업의 시행
 - 토양오염 정화처리, 지하수오염 정화처리
- 정화처리 효율검증 및 장기관측

3) 사업기간

- 2002년 이후
 - 지하수 세부정밀조사 및 오염조사 결과에 따라 사업기간 결정

4) 사업비

- 지하수 세부정밀조사 및 오염조사 결과에 따라 사업비 추후 산정
- 오염원 및 오염원인자 규명이 우선 필요하며, 이에 따라 사업비가 달라질 수 있

다.

5) 추진방법

- 지하수 세부정밀조사 및 오염조사 결과에 따라 대표지역 선정하여 우선적으로 시험 실시
- 시험결과를 토대로 오염성분별 정화처리공법 설계 및 실시

9. 대체용수 개발사업

1) 필요성 및 목적

- 한강 등의 하천수질은 점차 악화되고 있으며, 대부분의 정수장은 하천으로부터 직접 원수를 취수하여 상수원으로 이용하고 있다. 따라서 장기적으로 한강변 고수부지 등에서 용수개발단가가 약 20% 정도 저렴한 강변여과수개발 등이 추진되어 추후 서울의 대체용수확보에 대비하여야 할 것이다(대한지하수환경학회, 2000).
- 강변여과수란 하천을 따라 널리 분포하는 충적퇴적층내(한강고수부지)에 취수정을 설치하여 저질화된 지표수를 일단 충적퇴적층을 통해 관류시킨 후 취수하는 방식을 말한다.
- 목적
 - 수질이 개선된 상수원수의 안정된 확보
 - 지표수 원수의 수질오염사고 예방
 - 서울시 취수개선(간접취수방식) 및 신규수원 확보

2) 사업내용

- 강변여과수 개발목표량은 1차로 2006년까지 $200,000\text{m}^3/\text{일}$ 개발공급(연간 7,300만 m^3)하며, 2006년 이후 추가로 $300,000\text{m}^3/\text{일}$ (연간 1억 m^3) 개발한다.
- 2006년 서울시 수돗물 부족량은 $147,400\text{m}^3/\text{일}$ (전국수도종합계획, 98, 환경부)로 예상됨.

- 강변여과수 개발위치는 한강주변 6~7개 정수사업소중 4곳을 선정하여 그 인근의 고수부지 및 기타 부지(구하상 및 사구발달 지역)에 우물장(well field)을 설치한다.
 - 우물장별 개발량 : 50,000~100,000m³/일
- 기존시설과의 연계 방안
 - 개발된 강변여과수를 기존의 정수사업소의 정수시설에 직접 연결하여 공급하는 방안과 기존 부지내 별도의 정수시설을 신설하여 정수후 공급하는 방안이 가능하다.

3) 사업기간

- 5년(지하수 세부정밀조사와 연계 실시)
 - 1단계(2년) : 타당성 조사 및 시험운영
 - 2단계(3년) : 확대운영 실시

4) 소요예산(안)

- 지하수 세부정밀조사 결과에 따라 시험조사지역 선정하고 추후 타당성 조사 및 운영 사업비 산정 예정

5) 추진방법

- 기본계획수립 및 예비타당성조사의 우선 실시
 - 1차로 200,000m³/일의 강변여과수개발을 위한 기본계획수립 및 예비타당성조사 실시
 - 예비타당성조사시 시범시설의 설치 및 운영방안 : 1개의 방사집수정 형태 취수정(최소 5,000m³/일)을 시범설치·운영하고 이로부터 취득된 자료에 기초하여 기본계획 세부사항을 수립한다.
 - 기간 및 소요예산 : 약 12개월 (소요예산은 추후 산정)

10. 교육 및 홍보

1) 필요성 및 목적

- 현재 건설교통부산하 수자원공사에서 연 1주일씩 지하수분야 담당공무원을 상대로 교육을 실시하고 있다. 그러나 지하수업무는 고도의 전문지식이 필요하기 때문에 이 교육내용 및 기간으로는 전문성 확보가 어려우며, 시자체에서 지하수 전문가를 초빙하여 담당공무원들을 정기적으로 교육할 필요가 있다.
- 또한 지하수의 개발·이용이 증대됨에 따라 자치구민을 대상으로 지하수자원의 중요성, 수질환경오염 및 개발·이용 인·허가 방법 등에 대하여 정기적인 홍보가 필요하다.
- 목적
 - 관련공무원들의 지하수업무 전문성 확보
 - 일반시민들에게 지하수환경의 중요성 홍보

2) 사업내용

- 서울시 공무원 교육원에 지하수 교과과목 신설 추진
 - 기간
 - 1회(2주일)/분기 : 4회/년
 - 1주차 : 기본이론, 2주차 : 관리실무 및 정책
 - 교육내용
 - 기본이론 : 기본적인 지하수 분석방법, 수질검사방법 등
 - 관리실무 및 정책
 - : 지하수관리기법(지하수량 및 수질 관리, 잠재오염원 관리, 폐공 관리, 관측망 관리 등)
 - : 지하수법 및 관련법(먹는물관리법, 수질환경보전법, 폐기물관리법, 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률, 토양환경보전법 등) 해설
 - : 외국의 지하수 관리사례
- 서울시 지하수조사 연보(1회/년) 및 관측 월년보(1회/월, 1회/년) 발간

- 팜프렛 등 홍보물 제작 및 배포
 - 서울시 지하수 관련 홈페이지 작성
 - 정기적인 지하수환경 홍보 팜프렛 및 책자 발간

3) 사업기간

- 2001년부터 지속적으로 실시

4) 소요예산(안)

- 총 사업비
 - 250백만원(단, 5년간 비용임)
 - 연간 약 50백만원

5) 추진방법

- 서울시 공무원 교육원에서 시청 및 자치구청 담당공무원들에게 정기적 지하수 실무교육 실시
- 지하수조사 연보 및 관측 월년보를 작성하여 일반이용자 및 관계기관에게 서울시 지하수정보 제공
- 자치구민을 대상으로는 팜프렛, 반상회보, 지역신문, 홈페이지 등을 활용하여 지하수에 관련된 민원사항 및 지하수 중요성에 대하여 홍보

제4절 제도보완 사항

1. 서울시 지하수관리 운영조직 개선

1) 현황 및 문제점

(1) 현황

- '95년 4월 이후 시청 건설국 치수와 지하수팀이 운영되고 있으며(4명), 이들이 서울시 지하수의 전체 관리를 책임지고 있는 실정이다.
- 25개 자치구청에서는 하수와 지하수팀나 하수과정팀(4~5인) 등 관련팀(총 114명)을 운영하고 있으나 현장조사업무 등 과다업무로 사기가 저하된 상태이다.

(2) 문제점

- 현재 서울시 지하수관련조직의 지하수업무 분장체계 다원화와 수위 및 수질의 체계적 관리, 보전구역 설정 등 전문적 지하수업무들이 계속적으로 증가되고 있다.
- 2001년 지하수법 개정안은 현재 미신고대상 관정(사용량 30m³/일 미만)을 관리 대상에 포함시키고 있다. 또한 지하수 오염유발시설(주유소, 세탁소, 세차장 등)의 관리, 지반지질조사용(공사용포함) 시추공의 관리, 수질검사대상의 확대(청소, 조경, 공사용 지하수포함) 등 지자체의 법정 지하수관리업무가 대폭 증가할 것으로 예상된다.
- 따라서 지금의 시청 및 구청의 팀단위 행정력으로는 역부족 상태이며, 서울시 지하수의 총체적인 관리체계에 심각한 문제점을 내포하고 있다.

2) 개선 방안

- 현재 시청 치수과내 지하수팀을 1과(지하수과) 3팀(지하수개발·이용팀, 지하수 보전관리팀, 지하수정보팀)으로 확대개편하여 방대한 서울시 지하수자원의 체계적 관리를 수행하여야 할 것이며, 자치구청도 시청과 같은 내용으로 전문성을 보완하여 운영조직을 개선하여야 한다.

– 지하수관리 운영조직 개선(안)

구분	담당계	주요 업무	소요인력
지하수과 (시청)	지하수 개발·이용팀	서울시 지하수관리와 조사계획 수립 및 시행 지하수 개발·이용계획 수립 및 시행 지하수 개발·이용실태 관리 지하수 영향조사의 심사 및 관리 지하수 개발·이용 시설물 유지관리 불법지하수개발 관리 폐공관리 지하수 이행보증금 예치업무 서울시 지하수관리자문위원회 관리	6인
	지하수 보전관리팀	지하수 보전계획 수립 및 시행 지하수 보전구역 및 개발제한구역 등의 지정 및 관리 지하수 오염원(오염유발시설)관리 지하수 수질검사 관리 지하수 오염실태조사 지하수 오염정화사업 지하수관련 과태료업무	"
	지하수 정보관리팀	지하수 정보체계 구축(시청, 자치구청 및 건설교통부, 환경부) 지하수 개발·이용실태 및 수질측정망 자료관리 지하수 자동관측망 시설 및 자료 유지관리 지하수관리 통합시스템 운영 및 유지관리 각종 지하수자료의 전산화 및 홈페이지 유지관리 서울시 지하수조사 연보 및 관측 월년보 발간 지하수관리 홍보 및 교육	"
	합계		18인

2. 지하수관리 자원확보 방안

1) 현황 및 문제점

(1) 현황

- 서울시 지하수사용에 따른 하수도사용료(공공하수도사용요금에 준함) 징수액은 1997년 지하수사용량 44,839천m³에 대하여 약 227억원이지만 이중 지하수관리를 위해서 사용된 금액은 거의 없다.
- 지하수사용에 따른 현행 세금은 지방세법 제257조제1항제2호(과세표준과 세율)에 의하여 20원/m³을 징수하고 있다. 또한 먹는물관리법 제28조제5항(수질개선 부담금의 부과, 징수) 수질개선부담금은 서울지역에 허가된 샘물이 없기 때문에 해당이 안된다.

(2) 문제점

- 지방세법의 지하수사용 금액은 매우 적은 금액이기 때문에, 현행 지하수법상 지하수관리를 위한 자원확보는 거의 불가능하다. 또한 낮은 물가격으로 일반인들

은 지하수를 허드렛 물 정도로 인식하고 그에 대한 중요성을 인식 못하고 있는 실정이다.

2) 개선방안

(1) 추후 지하수법 개정시 추진되어야 할 사항

- 지하수의 공수개념(국가소유)도입으로 지하수이용부담금(안)의 징수
 - 본 사항은 2001년 지하수법 개정안에서는 반영치 못하였으나 추후 계속 추진이 필요함(지하수 개발·이용 허가를 받거나 신고를 하고 지하수를 사용을 하는 자에게 지하수이용부담금(안)을 징수부과).

(2) 현재 가능한 실행방안

- 지하수 다량사용자(50m³/일 혹은 100m³/일 이상)에 대한 규제방안 수립
 - 다량사용자에 대해서는 요금요율 기준을 보다 세분화하여 업종 및 사용수량에 따른 차등징수와 상향조정된 요금체계 등을 통한 수익자 부담원칙을 도입 적용한다.
- 다량사용하여 영업활동하는 사용자들에게는 현재의 지역개발세(지방세법제257조)이외의 지하수보전기금(안)을 별도로 부과한다.
 - 50m³/일(안) 이상 사용하는 사용자에게 대해서는 사용요금에 현재 20원/m³ 인 지역개발세 이외에 별도의 지하수보전기금(안)을 부과할 수 있도록 서울시 지하수 조례를 제정(혹은 사용료 20원/m³ 을 상향조정)
- 현재의 지하수사용에 따른 하수도사용료중 일부(약 10%내외)를 서울시 지하수 관리를 위한 재원으로 전용할 수 있도록 조례 제정
- 지하수관리를 위한 특별회계의 설치

3. 폐공관리방안

1) 현황 및 문제점

(1) 서울시 폐공현황 및 정비결과(서울시, 2000)

- '94년 지하수법 제정 이후 '99년 말 기준으로 보고된 서울시 폐공은 약 14,073공

이나, 이 숫자는 더욱 늘어날 전망이다.

- 또한 지하수법 시행이전 사용중지 관정에 대한 정비결과 총 대상관정 20,097공 (2000년 11월 현재)에서 원상복구가 19,570공에 달하며, 미복구는 527공이다(표 6-2).

〈표 6-2〉 지하수법 시행이전 사용중지 관정에 대한 정비결과(서울시, 2000)

구칭	총계 (공)	원상복구 및 미복구					
		원상복구	미복구				
			소계	복구	재활용	조치중	미조치
총계	20,097	19,570	527	0	93	92	342
종로	592	572	20	0	14	0	6
중구	644	640	4	0	0	0	4
용산	131	131	0	0	0	0	0
성동	383	382	1	0	0	1	0
광진	122	118	4	0	4	0	0
동대문	610	605	5	0	0	0	5
중랑	893	891	2	0	0	0	2
성북	127	127	0	0	0	0	0
강북	1,210	1,192	18	0	16	2	0
도봉	1,073	1,042	31	0	9	22	0
노원	2,561	2,556	5	0	5	0	0
서대문	245	231	14	0	0	14	0
마포	227	215	12	0	0	12	0
은평	2,667	2,597	70	0	34	36	0
양천	473	473	0	0	0	0	0
강서	247	247	0	0	0	0	0
구로	1,836	1,836	0	0	0	0	0
금천	85	81	4	0	0	4	0
영등포	1,167	1,123	44	0	0	0	44
동작	276	269	7	0	7	0	0
관악	1,450	1,450	0	0	0	0	0
서초	240	240	0	0	0	0	0
강남	613	608	5	0	4	1	0
송파	1,309	1,028	281	0	0	0	281
강동	916	916	0	0	0	0	0

(※ 원상복구: 퇴매웁공사 완료공, 재활용: 수질우수 및 소규모로 재사용 신고완료, 미조치: 원인자 및 주소 불명)

(2) 문제점

- 현행 지하수법상 미신고 폐공에 대한 관리대책이 없으므로 폐공의 계속 증가를 방치하고 있다.
 - 사용량 30m³/일 미만 개발관정의 폐공
 - 이들은 현행법상 허가 및 신고사항에서 제외되고 폐공신고 및 원상복구(법제 15조) 대상에서도 누락되어 있다. 현재 이들은 하수도법의 공공하수도관리대장에 의하여 하수도사용료를 부과하고 있으며, 폐공시에는 단지 공공하수도관리대장에만 폐공기록이 되기때문에 지하수관리 업무부서에서는 이를 파악하지 못하고 있다. 따라서 방치폐공 발생증가의 중요한 원인이 되고 있다.
 - 지하수법 시행('94년 8월)이전의 폐공
 - '94년 8월 이전의 지하수 관정은 하수도법에 의한 하수도사용료 부과를 위하여 공공하수도관리대장에 의하여 관리하였으나 이들은 현재 지하수법 관리대상이 아니기 때문에 그에 대한 현황파악 및 조치가 아주 어려운 상태이다.
 - 기타 미신고 폐공
 - 지반조사용 및 토목지질조사용 시추공, 개발목표량 미달인 굴착공, 수량감소 및 수질악화시의 폐공, 시추작업시 사고로 인한 폐공 등을 관리하는 법적규정이 아직 없으며, 이들은 위치가 불분명하여 파악이 아주 어렵다.
- 폐공의 원상복구비용 조달의 어려움
 - 원상복구 이행의무자가 확실한 경우
 - 지하수법 제14조 및 시행규칙 제17조에서는 원상복구비를 개발·이용 굴착공사비의 10/100로 정하고 있으나 이 금액은 소액으로써 폐공의 완전한 원상복구는 불가능한 실정이다.
 - 원상복구 이행의무자가 불명인 경우(방치폐공)
 - 환경부의 폐공관리지침(1999)에서는 지방세법 제257조제1항제2호(과세표준과 세율)에 의하여 확보된 자금(20원/m³)을 활용토록 지시하고 있으나 원상복구를 위한 금액으로는 너무 부족하다(예: 중구지역은 100m³/일 이상 사용처가 1군데(롯데호텔)이며, 1년의 세금은 약 1,000천원 미만임).

- 폐공의 현지조사시 위치의 불분명
 - 공공하수도관리대장에는 기록이 있으나 현지조사시 위치 불분명으로 발견되지 않는 폐공이 상당히 많다.

2) 개선방안

(1) 2001년 지하수법 개정시 보완사항

- 사용량 30m³/일 미만 개발관정들도 개발·이용의 신고의무를 부여하여 지하수관리부서에서 현황과약을 할 수 있도록 추진중이며, 지반지질조사용 시추공 등에 대해서도 신고토록 규정하고 있다.
- 또한 지하수시설의 원상복구사업 수행자(시행령 제34조제2항)는 소형관정(30m³/일 이하)의 경우 일반사업자도 수행토록 규정을 완화할 필요가 있다.

(2) 현재 가능한 실행방안

- 기타 미신고 폐공(지반조사용 및 토목지질조사용 시추공 등) 관리방안
 - 지하수법 제16조제2항 및 영제26조(지하수오염방지조치명령)를 근거로 지하수오염방지조치 명령
 - 관련조례는 2001년 지하수법 개정후에 제정하는 것이 바람직하다.
- 원상복구 이행의무자가 불명인 폐공(방치폐공)의 원상복구 및 재활용 재원 조달 방안
 - 국고보조 및 지방세의 증액 징수방안 검토(지하수 사용료 20원/m³ 을 상향조정)
 - 장기적 방안으로는 2001년 지하수법개정안에 반영치 못한 지하수이용부담금(안) 징수의 계속 추진
- 방치폐공의 현장 위치조사에 대한 개선방안
 - 대장 및 수소문에 의한 폐공조사시 공공하수도번호대장의 공공하수도 폐지신고를 필히 확인하여 사용량 30m³/일 미만 개발관정의 폐공과 지하수법 시행

- ('94년 8월)이전의 폐공에 대한 현황파악
- 현장조사시 불분명한 대장주소의 인근지역들에 대한 지구물리탐사 등 새로운 기법적용이 필요하다.
- 폐공의 재활용시 철저한 검사를 통한 관정활용방안 수립
- 관정에 대한 검사, 주변오염원 실태조사 등을 통하여 원상복구 또는 재활용(관 측정 등) 여부를 결정한다.
 - 지하수 수질기준초과 여부, 주변오염원의 분포, 폐공의 재활용 가능여부 등을 고려하여 세부검사항목 조정(세부사항은 건설교통부의 『지하수업무수행 지침서('99.6)』 참조)

4. 지하수 잠재오염원(오염유발시설) 관리방안

1) 현황 및 문제점

(1) 현황

- 현재 지하수법에는 지하수 잠재오염원 분류나 관리기준이 없다. 따라서 지하수 주요 잠재오염원인 분뇨 및 정화조 오니 등은 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률, 산업폐수 배출업소(세탁소, 세차장, 공장 등)들은 수질환경보전법, 주유소의 지하저장탱크는 토양환경보전법 등에 규제를 받고 있다.
- 이들이 우수 및 하수가 분리가 안된 합류식(약 90%) 불량하수관을 통하여 하수 처리장으로 이동중 파손된 하수관을 통하여 지하로 스며들어 지하수가 대부분 오염되고 있는 실정이다.

(2) 문제점

- 타법의 오염관리현황은 각종 시설물에서 배출되는 오·폐수 등의 배출허용기준만이 적용되며, 그 이후 오·폐수에 의한 지하수오염에 대한 규제사항은 없다. 또한 폐수배출허용기준 이하라 할지라도 장시간 주기적인 폐수배출은 충분히 지하수를 오염시킬 수 있으나 이에 대한 특별한 조치는 없는 실정이다.

- 지하수법에서도 오·폐수 배출 이후 이에 의한 지하수오염관리 및 조치사항은 빠져 있으며, 실제로 이러한 관리를 위해서는 기술적으로 잠재오염원과 지하수 오염과의 상관관계의 규명이 필요하다.

2) 주요 개선방안

(1) 2001년 지하수법 개정시 보완사항

- 지하수오염유발시설의 관리와 지하수 수질검사의 의무규정 신설
 - 지하수오염유발시설의 지정
 - 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률, 수질환경보전법, 토양환경보전법, 폐기물관리법, 유해화학물질관리법 등의 오염시설물을 지하수오염유발시설로 규정.
 - 오염유발시설의 설치자(관리자)에게 지하수 오염방지조치계획 제출의 의무화
 - 오염원인자는 오염방지시설 설치 및 오염정화에 대한 의무 규정
- 지하수 오염방지를 위한 타법의 보완요구도 동시에 필요함(3)세부 개선방안 참조)
 - 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률, 토양환경보전법, 수질환경보전법, 폐기물관리법 등

(2) 현재 가능한 실행방안

- 지하수오염우려시설 설치자에게 지하수오염방지조치명령 및 정기수질검사결과 보고의 의무화 (지하수법 제16조)
- 오염원부근 지하수 오염발생시 오염원과 지하수오염과의 상관관계를 규명하고 오염발생원인자로 하여금 조치토록 하는 규정 필요

3) 세부 개선방안 내용

(1) 정화조

지하수 오염원	개소수 ('99년 기준)	현행관리법	문제점	개선안
정화조	6884 (k/일)	<ul style="list-style-type: none"> • 오수 · 분뇨및축산폐수의처리에관한법률 시행규칙 제9조제1항 <ul style="list-style-type: none"> -분뇨 단독정화조 방류수기준 · 일반지역: 제거효율 50%이상 농도기준 없음 · 특정지역: 제거효율 65%이상 BOD 100ppm 이하 • 오수 · 분뇨및축산폐수의처리에관한법률 시행규칙 제30조 제2항, 제3항, 제5항 <ul style="list-style-type: none"> -(2항) 1일 처리용량이 200m³이상인 오수처리 시설 또는 1일 처리대상 인원 2000인 이상인 단독정화조는 6개월마다 1회이상 방류수의 수질을 자기측정 -(3항)단독정화조는 연 1회이상내부청소할 것 -(5항)1일 처리용량이 100m³이상인 오수처리 시설 또는 1일 처리대상인원 500인 이상인 단독정화조에서 방류되는 배출수에 대해서는 염소 등으로 소독할 것 	<ul style="list-style-type: none"> • 서울시 화장실형태가 수거식에서 수세식으로 전환 • 하수관의 88.2%가 합류식이며, 하수관 대부분의 이음 불량 • 처리용량 200m³ 이상의 주택 정화조는 거의 보급되지않고 있음. • 이러한 분뇨정화조는 단지 연 1회 내부청소만 해야함 	<ul style="list-style-type: none"> • 분뇨정화조에 의한 수질 오염방지 방안 -정화조 방류수질기준의 강화 · 호기성정화조로 변경 -정화조의 유지관리 의무화 · 1일처리용량이 200m³ 이하인 단독정화조에 대해서도 측정대행자로 하여금 점검케함 -정화조 차폐시설 설치 의무화 -우 · 오수관의 조속한 정비공사 실시 -하수관 정비

(2) 지하저장탱크

지하수 오염원	업종	개소수 ('99년 기준)	현행관리법	문제점	개선안
지하 저장 탱크	유해 물질 제조업	5	<ul style="list-style-type: none"> • 토양환경보전법 제4조4항 (토양보전계획) <ul style="list-style-type: none"> -시도지사는 기본계획(환경부)에 따라 구역의 지역토양보전계획을 수립하여 시행함 • 토양환경보전법 제11조, 동법시행규칙 제14조, 제16조 <ul style="list-style-type: none"> -토양오염유발시설의 토양오염 검사항목 규정 -검사결과 5년 보존 • 동법시행령 제8조(토양오염도검사) <ul style="list-style-type: none"> -매년 1회 토양관련전문기관으로부터 받음 • 동법시행령 제7조(토양오염유발시설의 토양오염방지조치) <ul style="list-style-type: none"> -(1항)시설의 부식 · 산화방지처리 및 오염물질누출방지를 위한 재질사용, 이중벽탱크 등 -(2항)토양오염물질 누출 감지시설 설치(지하) -(3항)오염확산방지 또는 독성저감 시설설치 • 소방기술에관한규칙 제200조제1항제2호(지하 탱크저장소의 탱크) <ul style="list-style-type: none"> -탱크의 외면에 방청도장 또는 부식방지처리를 한후 두께 3mm이상의 유리섬유 강화폴라스틱 또는 고밀도 폴리에틸렌으로 피복하여 이중 벽구조로 할 것 	<ul style="list-style-type: none"> • 지하 유류탱크 및 유독물질저장소의 부식이나 균열에 의한 누유로 토양 및 지하수 오염 발생 -유류저장탱크의 부실화 및 밸브접속 부분 불량 	<ul style="list-style-type: none"> • 주유소의 저장시설에 대한 법적규제 강화 -시설설치자가 주유소 주변에 1~4개의 누유탐사관 설치 및 정기적 검사 실시하고 행정기관에 보고 -오염유발자로 하여금 오염물질을 완전히 처리토록 규제 강화 • 누유탐지 기술의 개발 방안 수립 및 실시 • 기름에 의해 오염됨 토양 처리방법 개발
	유해 물질 취급 업체	25			
	유해 물질 판매 업체	580			
	유류 저장 판매업	930			

(3) 폐수배출업소

지하 수오 염원	업종	개소수 (’99년 기준)	현행관리법	문제점	개선안
폐수 배출 업소	세탁소	8,138	<ul style="list-style-type: none"> 수질환경보전법 시행규칙 제5조(폐수배출시설) -용적 2m³이상 또는 용수 1m³/시간 이상인 경우에 시설의 허가를 받고 배출되는 폐수를 처리해야함 	<ul style="list-style-type: none"> 대부분 세탁소에서는 테트라클로로에틸렌(PCB)을 다량 사용하고 있음 -서울시 대부분의 세탁소는 세척시설용적 2m² 이하이거나 용수 1m³/시간 미만인 경우로써 법적 규제가 없는 경우에 해당됨 -세탁소의 배출 폐수가 대부분 하수관으로 유입(하수관 불량으로 토양 및 지하수 오염) 	<ul style="list-style-type: none"> 세탁소에서 발생하는 폐용제에 대한 법적규제 강화 -세척시설용적 2m² 이하이거나 용수 1m³/시간 미만인 경우에도 시설의 허가를 받고 배출되는 폐수를 처리하도록 규제 영세세탁소에 대하여 폐용제를 위탁처리를 할 수 있도록 법적, 행정적기준 설정 세탁업자들에게 정기교육 실시
	연구 실험실 (이화학 실험실)	79	<ul style="list-style-type: none"> 수질환경보전법 시행규칙 제5조(폐수배출시설) -면적 100m²이상인 경우에 시설의 허가를 받고 배출되는 폐수를 처리해야함 	<ul style="list-style-type: none"> 유독성 물질의 경우 폐수처리업체에 위탁 또는 폐수처리시설을 통하여 유해물질을 처리하나, 경미한 경우 대부분 하수도를 통하여 배출 	<ul style="list-style-type: none"> 폐수처리시설 강화
폐수 배출 업소	운수· 세차업	2,089	<ul style="list-style-type: none"> 수질환경보전법 시행규칙 제50조(운수장비·정비 또는 폐차장시설 설치) -비단을 방수처리하여 오염물질이 지하로 침투되는것을 막아야 한다 -비단에 유출된 기름류는 가능한 한 흡착제 등을 이용 흡착제거하여 2차오염이 발생하지 않도록 안전하게 처리 -물로 청소하거나, 작업장 바닥을 물로 청소할 경우에는 발생 되는 오염물질을 제거하기 위한 침전시설 및 유수분리시설을 설치 -강우시 작업장바닥 오염물질의 공공수역 유출을 방지하기 위하여 침전시설 및 유수분리시설을 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 행정규제에 대한 감독 소홀 소규모 운수·세차업, 정비소의 경우 하수도를 통하여 오염물질 배출 	<ul style="list-style-type: none"> 지속적인 행정규제를 통하여 감독 강화
	정비업	443			

지하 수오 염원	업종	개소수 (’99년 기준)	현행관리법	문제점	개선안
폐수 배출 업소	인쇄소	1,411	<ul style="list-style-type: none"> 수질환경보전법시행규칙 제50조(사진처리시설) <ul style="list-style-type: none"> -폐수를 배출허용기준이하로 처리하여 배출하거나 법 제43조의 규정에 의한 폐수처리업자에게 위탁처리 -폐수를 위탁처리하는 경우에 폐수의 수거 보관 처리 및 수거용기의 표기에 관하여는 별표 6, 제2호 라목을 준용 -폐수의 발생량·처리량 및 수탁자에 관한 사항은 1년간 이를 기록·보존하여야 한다 	<ul style="list-style-type: none"> •아연, 납, 질산, 초산 등의 유해물질을 사용 	<ul style="list-style-type: none"> •지속적인 행정규제를 통하여 감독 강화
	사진관	1,737			
	병원	88	<ul style="list-style-type: none"> 수질환경보전법 시행규칙 제5조(폐수배출시설) 관련 별표 3 <ul style="list-style-type: none"> -병원시설(80병상이상): 수술실, 처치실, 병리실이 없는 병원과 한약을 끓이는 시설이 없는 한방병원 제외 	<ul style="list-style-type: none"> •폐수배출에 대한 수질기준설정이 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> •지속적인 행정규제를 통하여 감독 강화
	도축장	3	<ul style="list-style-type: none"> 수질환경보전법 시행규칙 제50조 관련(도축장) <ul style="list-style-type: none"> -수면위의 부유물질을 제거하여 방류하여야 한다 -침전물은 침전시설을 설치하여 침전처리 하여야 하고, 이때 침전물은 재차 부유하지 아니하도록 한다 -염분 등으로 타인에 피해가 가지 아니하도록 하여야 한다 		<ul style="list-style-type: none"> •지속적인 행정규제를 통하여 감독 강화
	쓰레기 매립지	1		<ul style="list-style-type: none"> •가정용 및 산업용 폐기물을 단순투기 방법에 의하여 매립 •강수의 침투에 의하여 매립지 주변 지하수 오염 심각 	<ul style="list-style-type: none"> •침출수 및 지하수관리를 통하여 오염원 확산을 최소화

(4) 하수관

지하 수오 염원	업종	개소수 (’99년 기준)	현행관리법	문제점	개선안
	하수관	9,658 km	<ul style="list-style-type: none"> 하수도법 시행규칙 제6조 (방류수의 수질검사) <ul style="list-style-type: none"> -방류수의 수질검사의 결과는 별지 제2호서식에 의하여 작성하고 이를 보관 하수도법 시행규칙 제12조 ①항(배수설비의 설치 및 구조기준등) <ul style="list-style-type: none"> -배수설비는 공공하수도 또는 다른 배수설비에 연결되어야 한다. -배수설비는 철근콘크리트·경질염화비닐·도기 기타 내구성 및 내부식성이 있는 자재로 누수가 최소한에 그치도록 하여야 한다. -분류식하수도에 하수를 유입시키기 위하여 설치하는 배수설비는 오수와 우수를 분리하여 흐를 수 있도록 하는 구조이어야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> •하수관은 우수와 하수가 같은 관으로 유입하여 흐르는 합류식임. •하수관의 이음이 불량하고 노후되어 하수처리장으로 하수의 효율적인 이송이 어려움. 	<ul style="list-style-type: none"> •하수관거 정비 종합계획의 시행에 따른 지속적 정비 및 관리 필요 •오수와 우수를 분리할 수 있는 배수설비 구조가 필요

(5) 농약 및 비료살포

지하수오염원	업종	개소수 ('99년 기준)	현행관리법	문제점	개선안
농약 및 비료 살포	농경지	46.67 km ²		• 농업오염원은 가축의 분뇨, 비료, 각종 농약 등이 대부분 포함되며, 이들 성분은 주로 질산화합물, 인 산염, 염화물, 중금속 등임	
	골프장	2	• 수질환경보전법 시행규칙 제50조(골프장)〈별표 10〉골프장안의 잔디 및 수목 등에 농약관리법 제18조의 규정에 의한 고독성농약을 사용하여서는 아니된다. 다만 수목의 해충·전염병 등의 방제를 위하여 관할행정기관의 장이 불가피하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니함.		• 골프사업자들로 하여금 정기적으로 수질검사를 실시케 하며, 행정기관의 관리 감독 강화

5. 지하수 수질관리방안

1) 현황 및 문제점

(1) 현황

- 현재 지하수법상 지하수 수질기준은 용도에 따라서 음용수는 먹는물 수질기준, 생활용수, 농업용수, 공업용수는 지하수 수질기준이 적용되고 있다(수질기준의 이원화). 따라서 지하수 개발·이용자는 사용관정의 수질이 악화될 경우 그 용도를 변경하여 계속 사용할 수 있기 때문에 지속적인 수질악화를 초래하고 있다.

(2) 문제점

- 지하수 수질기준의 이원화
 - 음용수인 경우 먹는물수질기준에 근거하여 47개 항목을 검사하며, 타 용도(생활, 농업, 공업)로 사용하는 경우 지하수 수질기준 15개 항목에 대해서만 수질 검사 실시하고 있다.
- 지하수법상 지하수 용도변경에 대한 제한사항 누락
 - 개발자가 음용수로 사용하다가 수질이 악화되면, 생활용수, 농업용수 또는 공

업용수로 용도 변경하여 계속사용 할 수 있다.

- 지하수 수질검사 제외대상 관정들로 인한 수질관리 불가
 - 실제로 수질검사대상에서 제외되어 있는 관정(일사용량 30m³ 이하, 청소용·조경용·공사용)들이 전체 지하수 개발관정의 60% 이상을 차지하고 있기 때문에, 지역적 지하수 수질관리가 전혀 안되고 있는 실정이다.
- 지하수 수질검사의 일부 항목이 지하수 수질기준에 부적합
 - 화학적 산소요구량(COD)과 대장균수는 생활용수의 경우 상수원수 3급수에 해당되는 수질을 기준으로 정하였다.
- 지하수법내에 수질악화된 지하수의 처리방안 누락
 - 수질오염을 유발시킨 원인행위자에게 수질을 정화시킬 수 있는 강제 규제 등이 없다.

2) 개선방안

- 2001년 지하수법 개정시 보완사항
 - 지하수 수질관리의 개선을 위해서는 지하수법의 개정 및 보완이 필수적이다. 즉 지하수 수질기준의 재정립 및 관리방안 수립, 지하수 수질검사의 의무화, 수질악화된 지하수의 처리주체 등에 대한 제도개선 방안이 필요하다(※ 3) 세부 개선방안 참조).

〈표 6-3〉 지하수 수질관리를 위한 지하수법 개선방안 요약 (※세부사항은 3)개선방안의 세부 내용 참조)

구분	세부방안
①지하수 수질검사기준의 재정립	<ul style="list-style-type: none"> • 용도별 수질기준을 삭제하고 새로운 지하수 수질기준을 마련함. • 지하수 오염경고기준과 강제수질기준(오염대책기준)을 설정하여 오염우려지역 및 오염지역 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 오염경고기준: 먹는물 수질기준의 50% - 강제수질기준: 먹는물 수질기준
②새로운 수질검사기준에 따른 관리방안수립	<ul style="list-style-type: none"> • 수질기준 초과시 조치방안 수립
③지하수 수질검사의 의무화	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 관정에 대하여 (1)항의 새로운 지하수 수질기준에 따른 수질검사 실시
④수질악화된 지하수의 처리주체	<ul style="list-style-type: none"> • 오염된 지하수에 대해서는 원인자 부담원칙에 의거하여 오염을 유발시킨 행위자에게 그 정화 및 복구비용을 부담토록 함.

- 현재 가능한 실행방안
 - 지역별로 대표관정을 선정하여 시(구청)에서 주기별(예: 1회/분기)로 지하수 수

질검사 시행

- 기준치 이상의 오염관정에 대해서는 오염시설설치명령과 동시에 다음부터는 오염원인행위자가 검사하여 주기적으로 보고토록 조치(지하수법 제16조)
- 인력 및 예산의 지원 필요
- 지하수 자동관측망의 확대 실시
 - 유지관리방안 수립후 확대 실시

3) 개선방안의 세부내용

(1) 지하수 수질기준의 재정립

- 개선방안 : 용도별 수질기준을 삭제하고 통일된 지하수 수질기준의 제정
 - 먹는물수질검사기준을 기본으로 지하수에 적합한 별도의 수질기준을 정한다.
 - 먹는물수질기준은 농약 등 지표수오염물질과 오염된 지표수를 정수 처리하는 과정에서 생성되는 소독부산물 등 많은 항목이 지표수에 관련된 수질기준으로 설정되어 있기 때문에 지하수에 적합한 별도의 수질기준을 제정한다.
 - 용도별 구분을 삭제시 개발·이용자가 수질에 대하여 책임을 질 수 있는 제도적 보완이 필요하다.
 - 기존의 생활용수 및 음용수의 경우 먹는물수질기준 이하로 관정을 받은 관정은 강제 폐쇄시키고, 과태료 및 벌금부과 등의 강화
 - 음용수를 제외한 관정의 경우, 개발·이용자의 책임하에 사용할 수 있으나 수질이 지속적으로 악화되는 경우 수질복구를 강제적으로 수행하도록 한다.
 - 농업용으로 사용되는 지하수는 특정항목에 대하여서만 수질검사실시가 필요

(2) 지하수 수질검사의 의무화

- 개선방안 : 모든 관정에 대하여 (1)항의 새로운 지하수 수질기준에 따른 수질검사 실시
 - (※ 금번 지하수법 개정안의 새로운 수질기준은 먹는물수질기준으로 통합 예정임)

- 사용량별, 용도별과 관계없이 수질검사를 수행하기 때문에 지하수 수질의 상세한 정보를 파악할 수 있으며, 오염원의 발생위치와 확산정도를 파악할 수 있다.
- 모든 관정의 수질검사 주기가 일정하므로 검사비용의 부담 발생(검사주기의 차별화가 필요).

(3) 지하수 수질관리대책의 기준수립

- 개선방안 : 지하수 수질오염경고기준과 수질오염대책기준(강제수질기준)을 설정하고, 지하수 오염우려지역 또는 오염지역을 평가하여 적절한 관리대책을 수립(건설교통부, 2000 ; 환경부, 1999)
- 지하수 수질오염경고기준
 - 지하수오염을 예방하기 위하여 환경오염유발시설 또는 지하수 오염원 발생지점에 지하수 수질의 변화와 문제를 미리 알려 적절한 대책을 수립하도록 한다.
 - 지하수 수질기준을 현행 먹는물수질기준의 50%로 정하고, 이 기준을 넘는 경우 수질이 악화되고 있음을 경고한다.
- 지하수 수질오염대책기준(강제수질기준)
 - 지하수 수질이 상당히 악화되었음을 지시하며, 따라서 수질을 악화시키고 있는 시설물 및 지하수에 관련된 활동을 즉시 중지시키거나 수질기준치 이하로 수질을 복원할 수 있도록 수질복구대책 실시
 - 지하수 수질기준을 현행 먹는물수질기준으로 설정하고, 이 기준을 넘는 경우 수질복구를 실시하도록 한다.

(4) 수질악화된 지하수의 정화처리에 대한 주체

- 개선방안 : 오염된 지하수에 대해서는 원인자 부담원칙에 의거하여 오염을 유발시킨 행위자에게 그 정화 및 복구비용을 부담토록 한다.

6. 지하수 보전구역 지정 및 관리 방안

1) 현황 및 문제점

(1) 현황

- '99년 서울시의 지하수 자동관측망조사에 의하면 일부지역에서는 지하수 수질악화와 급격한 수위강화가 진행되고 있는 것이 발견되었다.
- 따라서 이를 방지하고 지하수 개발이 과도하게 진행되는 지역 등에 대하여 지하수를 체계적으로 보호하기 위하여 지하수 보전구역지정(지하수법 제12조)이 시급하며, 보전구역에서는 보다 강화된 인·허가 및 시설기준 등의 법적 행위제한 사항이 적용되고 지하수의 양적, 질적 장애 차단이 필요하다.
- 또한 2001년 지하수법 개정안은 지하수 보전구역을 보전구역, 개발제한구역 등으로 세분하여 관리하도록 규정을 하고 있기 때문에 이에 대한 대책마련이 시급하다.

(2) 문제점

- 서울시의 경우 지하수 보전구역의 지정이 한번도 시행되지 않았으나, 국립공원, 도시자연공원, 개발제한구역 등에서는 지표수를 오염시킬 수 있는 행위제한이 타법에 의해서 일부 이루어지고 있기 때문에 잠재적인 지하수보전이 이루어지고 있다고 할 수 있다.
- 그러나 도시계획법, 자연환경보전법, 도시공원법 등에서는 인간활동 및 시설에 대한 행위제한은 있으나, 지하수보전에 관련된 조항은 없다. 따라서 서울시에서는 지하수법(지하수법 제13조)을 근거로 과도한 지하수채수로 인하여 지하수의 고갈 및 지반침하 지역, 산업활동에 의한 수질오염 등 국부적인 지하수 보전구역 지정방안을 수립하여야 할 것이다.
- 또한 보전구역설정에 따른 시민들의 민원발생이 예상되며(주택 및 토지 가격의 하락 등), 이에 대한 대비책의 마련도 필요하다.

〈표 6-4〉 지하수 보전구역의 지정범위 (지하수법 시행령 별표 3)

보전구역	범위
· 주요 지하수 함양원을 보호하기 위한 지역	· 지하수가 주로 함양되는 지역으로서 수질이 양호하고 보전의 필요성이 있는 지역
· 지하수고갈 및 지반침하 지역	· 관정의 채수율 저하지역 · 지하수 이용량 과다지역 · 지반침하로 인하여 구조물에 변형이 발생하는 지역 · 관정밀집지역 · 지하수의 사용량이 많은 위락시설 지역
· 오염발생 및 수질악화 지역	· 인체유해 오염시설의 존재 지역 · 오염유발시설물의 존재 지역 · 오염유발시설의 밀집지역 · 폐광 및 폐기물 처리지역 · 폐기물처리장 분포지역 · 폐관정의 분포가 많은 지역 · 사고시 오염물질 유출지역 · 지하유류 및 화학약품 저장탱크의 분포지역

2) 지하수 보전구역 지정 및 운영관리 방안

지하수법(제12조)상 지하수 보전구역의 지정대상은 ①지하수의 개발·이용으로 인한 지하수의 고갈, 지반의 침하, 또는 지하수의 오염을 방지하기 위한 지역, ②지하수를 이용하는 하류지역과 수리적으로 서로 연결된 상류의 지하수 함양지역, ③기타 지하수의 수량이나 수질의 보전에 필요한 지역으로써 대통령령이 정하는 지역(지하수관리 기본계획에 의하여 지하수의 보전계획이 수립된 지역) 등이다.

(1) 지하수 보전구역 지정방안

지하수법 제12조의 내용은 광역적 및 국지적인 지하수 보전구역지정을 구분하고 있다. 법제12조제2항의 주요한 지하수 함양지역은 광역적 보전구역지정에 해당되며, 제1항의 지하수고갈 및 지반침하지역과 오염발생 및 수질악화지역 등은 지역적 보전구역지정에 해당된다. 따라서 서울시에서는 이를 근거로하여 지하수 보전구역을 지정할 수 있다.

① 광역적 지하수 보전구역(지하수법 제12조제2항)

- 대상지역은 지하수 주함양원인 주요산지 또는 고지대지역, 지하수의 수량과 수질을 보호할 필요성이 높은 지역들이다.
- 자연공원법, 도시계획법, 자연환경보전법 등에 의하여 행위 및 시설제한이 이루어지고 있는 국립공원, 도시자연공원, 녹지보전지역, 개발제한구역, 풍치지구

등

- 이 지역들은 행위 및 시설제한이 매우 엄격히 이루어지고 있기 때문에 일부 지하수보전이 되고 있지만, 지하수보전 등에 관한 직접적인 행위제한사항은 없다.

〈표 6-5〉 서울시 광역적 지하수 보전구역 대상지역(서울시, 1999년 12월 현황)

구분			개소	면적(km ²)	관계법령
공원	소계		1,402	145.25	도시공원법
	도시공원	도시자연공원	20	66.69	
		근린공원	259	34.19	
		어린이공원	1,117	1.64	
		체육공원	1	0.03	
		묘지공원	4	2.99	
	국립공원		1	39.71	자연공원법
도시 계획	도시계획지구	풍치지구	24	16.31	도시계획법
	도시계획지역	보전녹지		0.07	도시계획법, 자연환경보전법
	개발제한구역		110	166.82	도시계획법

② 국지적 지하수 보전구역(지하수법 제12조제1항)

- 대상지역은 지하수고갈 및 지반침하 지역, 오염발생 및 수질악화 지역 등이다.
 - 지하수고갈 및 지하수위 강하에 따른 지반침하 발생지역
 - 지하수 과다채수지역 및 관정밀집지역 등
 - : 지하수의 일일사용량이 타지역에 비하여 매우 높은 경우
 - : 일정한 반경내 지하수 관정이 많이 분포하는 경우
 - : 연도별 지하수위가 계속적으로 낮아지는 지역
 - 지반침하로 인한 시설물의 변이가 발생하였거나 발생할 우려가 있는 지역
 - 지하철역에서 과다하게 지하수를 배출하는 지역
 - : 5, 6, 7, 8호선 등 새로 개통된 지하철역의 지하수 배출지역
 - : 지하철도를 중심으로 일정한 영향권 설정지역
 - 지하수질 오염발생 및 수질악화 지역
 - 인구밀집지역, 공장지역

- 오염유발물질을 배출할 수 있는 공업단지가 밀집하고 있는 지역(영등포구 등)
- 유흥업이나 인구밀도, 상업활동이 상대적으로 매우 높은 지역
- 폐쇄되었거나 현재 사업을 하고 있는 주유소, 화학약품 저장탱크 주변지역
- 한강 난지도매립지 및 기존에 매립지로 사용이 되었던 지역

〈표 6-6〉 국지적 보전구역 지정요건 및 세부조사내용(지하수 업무수행지침서, 1999)

구분	지하수 고갈 및 지반침하 지역	오염발생 및 수질악화 지역
지정요건	<ul style="list-style-type: none"> · 관정 채수를 저하지역 · 지하수 이용량 과다지역 · 지반침하로 구조물에 변형 발생지역 · 관정 밀집지역 · 지하수 사용량이 많은 위락시설지역 	<ul style="list-style-type: none"> · 오염유발시설물 밀집지역 · 폐기물 처리장 분포지역 · 폐공의 분포가 많은 지역 · 사고시 오염물질 유출지역 · 지하 유류 및 화학약품의 저장탱크 분포지역
세부조사 내용	<ul style="list-style-type: none"> · 관정 효율분석 · 개발가능량, 채수량분석 · 대수층의 분포범위와 특성파악 · 지하수위 변동실태조사 · 양수기간 및 양수량조사 · 지하수 영향반경조사 · 구조물 변형상태 관측 · 채수량 규제시 예상되는 사회·경제적 영향 요인 평가 · 수위저하 방지 및 복구대책 · 각계 의견수렴 및 종합평가 	<ul style="list-style-type: none"> · 오염원 현황조사 · 지하수오염 범위 및 실태 조사 · 현장 수리분산시험 및 실내흡착능시험 · 양수기간 및 양수량 조사 · 지하수 영향반경조사 · 지속적인 수위 및 수질변화 감시 · 채수량 규제시 예상되는 인문사회, 경제적 요인 평가 · 수질악화방지 또는 복구대책 · 각계 의견수렴 및 종합평가
보전구역 설정	<ul style="list-style-type: none"> · 자치구청장은 시장에게 보전구역지정 요청 · 시·군·구청장에게 보전구역 지정 및 변경에 관한 사항 통지 · 보전구역의 운영·관리를 위한 조례 제정 및 시행 · 시·군·구에서는 보전구역 지정시 이를 공고하고 지적고시 	

(2) 지하수 보전구역의 운영관리 방안

- 지하수 보전구역안에서의 법적 행위제한 사항(지하수법 제13조, 영제21조)의 철저한 관리
 - 지하수법 제13조제1항제1호 : 법제8조제1항제5호의 규정에 의하여 신고하도록 되어 있는 범위안에서 대통령이 정하는 규모이상(1일 양수능력 30톤이상, 안쪽 지름이 32mm 이상인 토출관사용)의 지하수를 개발·이용하는 행위
 - 지하수법 제13조제1항제2조 : 다음에 해당하는 물질을 배출하는 시설로써 대통령이 정하는 시설의 설치
 - 수질보전법 제2조제3호의 규정에 의한 특정수질유해물질
 - 폐기물관리법 제2조제2호의 규정에 의한 폐기물
 - 오수·분뇨및축산폐수의처리에관한법률 제2조제1호 및 제3호의 규정에 의한 오수, 분뇨 또는 축산폐수

- 지하수법 제13조제1항제3조 : 지하수의 수위저하, 수질오염 또는 지반침하등 명백한 위험을 가져오는 행위로써 대통령이 정하는 행위(영제21조)
 - 터널공사등 지하수의 유동로 및 유동속도를 변경시킬 우려가 있는 지하굴착공사
 - 지하유류저장고 등 지하수를 오염시킬 수 있는 구조물의 설치
 - 폐기물매립장, 특정폐기물보관시설 및 집단묘지 등의 설치
 - 지하수의 수량 및 수질에 현저한 영향을 줄 수 있는 행위로써 건설교통부령이 정하는 규모이상의 채광, 토석채취 및 가축 등의 사육

② GIS를 이용한 보전구역 선정 및 관리방안 수립

- 지하수 세부정밀조사를 통하여 신뢰성 있는 과학적 정보의 우선 확보
- GIS를 이용하여 자연적 요소(수질·수량, 개발·이용량 등)와 인문사회적 환경(인구, 토지이용 등)들을 조합한 보전구역 선정 및 관리 평가지표(등급구분 등), 관리방안 등의 수립

③ 지하수 장애발생지역의 처리방안 수립

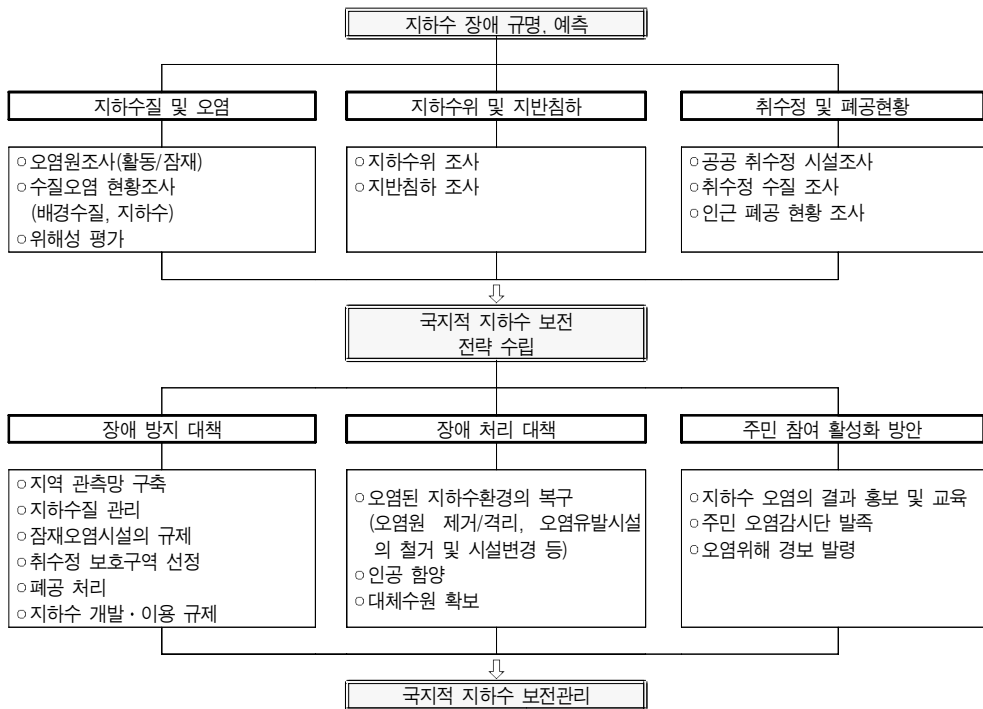
- 지하수 장애발생 규명 및 예측
 - 오염원조사, 수질오염조사, 위해성평가, 지반침하조사, 취수정 및 폐공조사
- 장애방지대책 및 처리대책 수립
 - 지역관측망구축, 수질관리, 취수정 보호구역선정, 폐공처리
 - 오염된 지하수환경의 복구, 인공함양, 대체수원확보
- 지하수 장애발생지역(수질오염 및 지반침하)의 복구조치를 위한 재원확보 필요
 - 오염정화사업

④ 주민 참여 활성화방안 수립

- 지하수 오염결과 홍보 및 교육
- 주민감시단 발족
- 주민과의 정기적인 대화

(3) 서울시 지하수 보전구역지정의 문제점

- 서울시 지하수조사 자료의 미흡
 - 지하수 보전구역설정을 위해서는 지하수 수량 및 수질에 관한 자료가 지속적으로 관측되어 분석되어야 하나, '94년 지하수법이 제정된 이래 '96년 지하수 기초조사가 한번 수행되었고 그 이후의 자료관리가 이루어지지 않았기 때문에 기본자료가 매우 미흡하다.
- 도시지하수의 특성 파악 어려움
 - 지하수와 오염물질과의 상관성, 간섭효과, 도시지하수 특성에 따른 지하수분석 등이 명확히 규명되지 못하고 있다.
- 보전구역설정에 따른 시민들의 민원발생 예상
 - 주택 및 토지 가격의 하락 등



〈그림 6-2〉 국지적인 지하수 보전관리 전략(지하수 업무수행지침서, 1999)

7. 기타 관리방안

1) 비상급수용 지하수관리방안

(1) 현황 및 문제점

- 현황
 - 내무부에서 전국 주요 대도시에 유사시를 대비하여 비상용 공동우물 설치사업을 시행하고 있음(평상시에는 소방용수를 공급함).
- 문제점
 - 지하수 관정내 지하수가 장시간 체류함으로써 수질오염을 유발시키고 있음.
 - 관정의 깊이가 오염되기 쉬운 천층에서 양수되고 있음.
 - 비상급수용 공동우물 관리자를 각 지역 동장으로 임명하고 있음(관리자가 전문인이 아님).

(2) 개선방안

- 비상급수용 공동우물을 일반시민들에게 공개하여 공급하므로써 수질을 유지하여야 하며, 관정심도를 90m 이상으로 하여 암반층에 굴착한다(90m 이상은 20여개소뿐임).
- 비상급수용 공동우물의 시설관리를 평시에는 전문부서인 지하수관리부서에서 담당하고, 비상시에만 민방위과에서 관리하도록 조례제정

2) 지하수 개발관정의 신고양식 개선방안

(1) 현황 및 문제점

- 현황
 - 지하수는 관정개발 초기에서 폐공의 원상복구까지 그 일대기에 대한 철저한 이력관리가 필요하며, 이것은 환경오염방지, 폐공발생 억제 뿐만아니라, 지역의 지하수 개발·이용 및 보전관리에 필수적이다. 그러나 현행 신고양식으로는 이러한 관정의 이력관리가 불가능하다.

- 문제점
 - 현재의 신고양식상 지하수정보가 아주 미비함 : 개발자 인적사항 및 주소, 관정깊이, 양수능력, 이용량, 토출관 직경 등
 - 하루 양수량 $30\text{m}^3/\text{일}$ 미만 관정 현황 파악 불가

(2) 개선방안

- 신고양식의 추가자료 보완
 - 개발업자(Driller Information)의 인허가번호 및 주소, 관정굴착방법(신규굴착 혹은 기존공변경), 오염원정보, 오염원으로부터의 거리, 위치, 수맥도, 지하수부존범위, 주위 기존관정과의 관계(영향범위), 지질주상도 등
 - 신고정보들의 데이터베이스 구축 : 지하수 개발, 이용, 폐정 단계별로 관리체계 정비(정보화)

제 V 부 결론

제 7 장 결론

제1절 요약 및 결론

제2절 향후 추진방향

제 7 장 결론

제1절 요약 및 결론

서울시에서는 '94년 8월 지하수법 시행이후 지하수 기초조사, 자동관측망 설치운영 등을 통해 지하수관리를 수행하고 있으나, 취득된 자료들이 분산되어 연계가 이루어지지 못하고 있기 때문에 지하수관리 정책개발 및 수행에 많은 어려움이 있다. 따라서 서울시 지하수의 체계적 개발·이용 및 보전관리를 위해서는 지하수자료들을 체계적으로 관리, 분석할 수 있는 지하수관리 통합시스템 구축과 지하수 세부정밀조사를 통한 대축척(1/5,000 이상)의 수문지질도작성이 아주 시급한 상황이다. 이러한 배경하에 금번 연구의 주요 목적은 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축과 활용에 대한 방안을 마련하는 것이며, 이를 통하여 서울시 지하수관리를 위한 기본방안들이 제시되었다. 아래의 내용은 본 연구의 주요 결과이다.

1. 서울시 지하수관리 통합시스템 및 데이터베이스 구축방안

1) 기본 방향

서울시 지하수관리 통합시스템 구축의 기본 방향은 지하수 자료관리 및 업무처리 의 전산정보화를 통하여 지하수관리 정책의 수립과 실행을 지원하고 국민의 지하수정보 수요를 충족할 수 있는 지하수정보체계의 구현이다. 기본구조는 시청과 구청간에 자료 및 기능을 공유할 수 있는 서버/클라이언트 구조가 필수적이며, 서울시 GIS기반 자료 및 도시기반시설물자료들과 상호 데이터교환이 가능하도록 데이터베이스가 구축되어야 한다.

2) 서울시 지하수관리 통합시스템 모형개발

지하수관리 통합시스템은 지하수정보관리, 지하수전문분석, 지하수업무관리의 3개 서브시스템으로 구성되며, 이들은 상호 연계되어 운영된다. 지하수정보관리시스템은 기본적인 지형정보, 지하수 및 수문지질정보, 관정 및 폐공 정보, 수문지질도, 수질 및 오염원, 기타 조사자료 등을 관리하며, 전문분석시스템은 지하수정보를 이용하여 지하수 개발가능량, 수위변동 및 오염확산예측 등 지하수전문분석들을 시행한다. 업무관리시스

템은 앞의 두 서브시스템에서 분석된 지하수정보들을 활용하여 시청 및 자치구청에서 지하수조사업무 관리, 허가 및 신고 업무처리, 보전구역 관리, 과태료 부과 및 징수, 수질관리 등 지하수업무를 수행할 수 있는 시스템이다.

3) 지하수정보 데이터베이스 구축방안

지하수정보의 지형지물 및 속성 분류체계는 앞으로 서울시에 작성하게될 1/5,000 수문지질도를 중심으로 설계되었으며, 기본지형도(배경도면)와 지하수정보의 두 부분으로 나뉘어진다. 배경도면인 1/5,000 기본지형도는 서울시 1/1,000 수치지형도를 재편집하여 사용하는 것을 원칙으로 하며, 지형지물 및 속성분류체계는 1/1,000 수치지형도의 지형지물 분류체계 및 부호체계를 기본으로 한 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(안)(‘99.6)』과 『국가지리정보체계(NGIS)의 국가기본도 및 표준수치지도 표준 -지형지물 및 속성부호- 버전 1.1(‘98.11)』의 수용을 원칙으로 한다. 지하수정보의 지형지물 분류방법 및 부호체계는 국가지리정보체계(NGIS)의 『국가기본도 표준(안)』을 활용하였으며, 부호(코드)는 건설교통부 『수문지질도(1/50,000) 제작 및 관리 지침(‘98.12)』의 내용을 기본으로 수정, 보완하여 사용하였고 속성정보의 구성 및 체계도 『국가기본도 표준(안)』을 따르되 속성값은 별도로 부여하였다.

4) 구축일정 및 소요예산

시스템 및 데이터베이스 구축은 5년간 3단계로 구분하여 실시하는데 1단계(1년) 시범사업(1개구청) 완료후, 2단계(1년) 시험운영을 실시하여 미비점을 보완하고, 3단계(3년)에서는 24개 자치구청으로 확대실시한다. 확대실시 단계에서는 시청에서 데이터베이스 구축비, 자치구청에서는 하드웨어 비용을 확보하는 것이 필요하다. 데이터베이스 구축은 지하수 세부정밀조사자료(1/5,000 수문지질도작성)의 데이터베이스 구축이 중요하며, 따라서 조사사업과 같은 기간이 필요하다.

총 소요예산(안)은 약 2,750백만원정도이며, 1단계 시범사업에서는 기본자료의 데이터베이스 및 시범시스템 구축을 포함하여 약 250백만원, 2단계 시험운영은 100백만원(데이터베이스 및 시스템 보완), 3단계 확대실시는 약 2,400백만원이 소요될 전망이다.

2. 지하수관리 통합시스템 활용 및 유지관리 방안

1) 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안

서울시 지하수의 체계적인 개발·이용 및 보전 관리를 위해서는 지하수 세부정밀조사(지하수법 제5조제2항)에 의한 1/5,000 이상의 대축척 수문지질도(영제2조제2항)를 작성하여 활용하여야 한다. 지하수 세부정밀조사는 대상지역의 지하수 현황 및 개발가능량, 오염예측 등을 분석하고 그 결과를 토대로 수문지질도를 작성하는 것이며, 이 자료들은 추후 지하수관리 통합시스템에서 종합 데이터베이스로 관리될 것이다. 따라서 금번 연구는 Arc/Info를 이용하여 기본적인 지하수관리 시험시스템을 제작한 후, 중구 일부지역을 대상으로 1/5,000 수문지질도를 시험작성하였으며, 이를 토대로 서울시의 수문지질도 작성계획을 수립하였다.

- 지하수관리 시험시스템에 의한 1/5,000 수문지질도 시험작성 연구실시
 - Arc/Info, Arc/View 등을 이용하여 기초시스템을 구현한 후, 중구 신당동지역을 대상으로 시험연구 실시(2.2km×2.75km)
 - 시험연구 내용 및 결과
 - 지하수정보관리 서브시스템에 조사자료의 GIS 데이터베이스 구축
 - 지하수전문분석 서브시스템의 지하수 유동 및 오염확산 분석을 통하여 지하수 개발가능량 산출(1,572m³/일)과 질산성질소(NO₃-N)의 오염확산 분석
 - 지하수정보관리 서브시스템의 수문지질도관리 부분에서 수문지질도(주도면) 및 질산성질소의 오염확산예측도 작성
- 수문지질도작성 일정 및 소요예산(안)
 - 작성 일정 : 5년간 3단계로 구분하여 실시함.
 - 시범사업단계, 시험운영 및 보완 단계, 확대실시단계
 - 지하수 세부정밀조사자료들의 데이터베이스구축을 위하여 지하수관리 통합시스템 구축일정과 동일하게 진행되어야 한다.
 - 총 소요예산(안) : 4,150백만원
 - 소요예산은 조사, 분석 및 데이터베이스구축 비용을 도엽당 약 3,000만원으로 산정하였다(추후 변경될 수 있음).
 - : 1단계(1년, 시범사업단계) 150백만원

: 2단계(1년, 시험운영 및 보완단계) 100백만원

: 3단계(3년, 확대실시단계) 3,900백만원

• 수문지질도의 유지관리

- 1차 수문지질도작성 완료지역은 다음해부터 매해 일부 현장보완조사를 거쳐 조사자료의 갱신 및 수정실시 후, 시청과 자치구청의 지하수관리 통합시스템 데이터베이스에 저장
- 현장보완조사 및 데이터베이스 갱신 소요예산은 시청과 자치구청 공동부담 방안 강구(각 50%)

2) 서울시 지하수 자동관측망 자료분석 및 유지관리방안

서울시에서 운영하고 있는 118개소('99년 말) 자동관측정의 관측자료(수위, 수온, 전기전도도)들은 시청 치수과에 매시간당 1회씩 자동저장되고 있으며, 이 자료들도 앞으로 지하수관리 통합시스템의 데이터베이스에서 종합관리될 것이다. 그러나 현재 이 자료들은 자동관측망 시설의 유지관리 미비로 자료의 신뢰도가 상당히 낮으며(약 50%), 체계적인 분석방법이 정립되지 않아 활용도가 미약하다. 따라서 금번 연구에서는 서울시에서 농업기반공사에 의뢰하여 수행한(2000.5) 시험분석자료들을 토대로 관측망자료의 체계적 분석방법, 종합 데이터베이스 구축방안 및 관측망시설의 유지관리방안 등을 마련하였다.

• 관측망자료의 주요분석 내용 및 방법

측정자료	분석내용	분석방법
지하수위	- 지역별 수위변화양상의 예측 - 광역적 지하수계 및 지역적 지하수계의 구분 - 지하수 유동파악 : 지하수위등고선 작성	- 수위 모델링 - GIS분석 - DB작성/통계분석
지하수온	- 지하수 오염탐색 - 지하수온 검층곡선을 통한 지하수 매체 특성 분석	- 실내 및 현장실험 - DB작성/통계분석
전기전도도(EC)	- 지하수 오염탐색 - 시기별 오염물질의 거동특성(확산) 파악	- 수질 모델링 - GIS분석 - DB작성/통계분석

• 자동관측망자료 시험분석(110공)

- 서울시의 평균 지하수위는 지표면에서부터(깊이) 약 7~9m 하부에 위치
- 전기전도도는 $500 \sim 600 \mu S/cm$ 로 정상보다 약간 높은 상태를 보이며, 오염이 우려된다.
- 안양천유역 오염우심지역에서는 지하수위가 과잉양수 등의 원인으로 해수면

이하로 하강현상을 보이며, 전기전도도는 $500\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상으로 수질이 불량하다.

- 자동관측망 시설의 유지관리방안
 - 외부 전문기관에 위탁(연간 예산 약 160백만원 소요)
 - 자료의 정밀취득, 지속적인 현장 기기점검 및 보정, 취득자료의 이상 및 장비 고장시 즉시 대처할 수 있는 체계구축

3. 서울시 지하수관리를 위한 기본방안 수립

서울시 지하수관리의 기본목표는 지하수자원의 체계적 이용·개발 및 보전관리이다. 이를 위해서는 서울시 지하수관리를 위한 중·장기 기본계획을 수립하여 지하수관리 통합시스템 구축, 지하수 세부정밀조사, 관정 및 폐공 관리시스템 구축, 오염 및 재해 조사, 오염정화사업 등의 지하수관리사업들을 체계적, 단계적으로 수행하여야 한다. 동시에 현행 지하수법의 문제점 개선을 위하여 법의 개정을 제도적으로 추진할 필요가 있다. 2001년 지하수법 개정안은 지하수 공수개념의 도입, 일지하수사용량 30m^3 미만 관정의 신고의무, 모든 관정에 대한 수질검사 의무화(청소용, 조경용, 공사용 포함), 지하수오염유발시설의 신고 및 수질감시 등을 제도화할 예정이다.

• 주요 추진사업

구분	기간	추진사업명	세부내용
정책	단기	①서울지역 지하수관리계획 수립	· 지하수관리를 위한 중·장기 기본계획 수립
조사 및 자료 관리	중기	②지하수 세부정밀조사 및 DB구축	· 지하수 개발·이용 및 보전관리 계획 수립과 시행 · 축척 1/5,000 이상 수문지질도 작성(영제2조)
	중기	③서울시 지하수관리 통합시스템 구축	· 지하수 정보관리 및 업무의 통합, 운영 시스템 구축
	단기	④지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축	· 서울시 지하수 관정(약 15,000개소) 및 폐공(약 14,000개소) 자료의 데이터베이스와 관리시스템 구축
	중기	⑤자동관측망 시설의 유지관리 및 확대	· 1187개소 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 · 취득정보(수위, 수온, 전기전도도)의 분석방안 정립
개발 이용 및 보전 관리	중기	⑥지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB구축	· 정화조, 주유소, 매립장, 세차장 등 지하수오염유발시설물(잠재오염원)의 체계적 조사 및 관리 · 수위강하, 지반침하, 수질오염지역 등의 조사 및 관리
	중기	⑦지하철배출 지하수의 하천방류 사업	· 하천의 건천화방지, 수질개선 및 유량확보 · 총 56개역사에 지하수 배출 전용관로 부설(24km) 및 지하수 방류
	장기	⑧지하수 오염정화사업	· '99년 자동관측망 수질검시결과 일부지역 지하수 오염 확인됨. · 지하수 및 토양의 오염확산 차단 및 오염정화사업 추진
	장기	⑨대체용수 개발사업	· 강변여과수 개발에 의한 대체용수 확보 · 수질이 개선된 상수원수의 확보 및 원수 수질오염사고 예방
교육 및 홍보	장기	⑩교육 및 홍보	· 전문적 지하수 실무교육 실시(서울시 공무원 교육원 활용) · 지하수조사 연보 및 관측월년보 발간과 대시민 홍보

• 제도보완사항

구분	제도보완 사항	세부내용
정책	①지하수관리 운영조직 개선	· 지하수 업무분장체계 다원화 및 관련업무의 계속적 증가 · 2001년 지하수법 개정으로 지자체의 법정 수행사항 대폭 증가 · 1과(지하수과), 3팀(개발·이용팀, 보전관리팀, 지하수정보팀)으로 확대 개편
	②지하수관리 재원확보 방안	· 국고보조, 지방세 증액 징수 및 지하수이용부담금(안) · 지하수의 공수개념 도입(안)
보전 관리	③폐공관리방안	· 미신고 폐공 및 방치폐공에 대한 관리방안 수립 · 원상복구 및 재활용 재원확보 방안 수립
	④지하수 잠재오염원관리 방안	· 지하수 잠재오염원 분류 및 관리기준 제정(지하수법 개정안) · 오염원인자로 하여금 오염정화비용 부담(지하수법 개정안)
	⑤ 지하수 수질관리방안	· 지하수 수질기준의 재정립 (지하수법 개정안) · 모든 관정에 대하여 지하수 수질검사 실시(지하수법 개정안)
	⑥지하수 보전구역 지정 및 관리	· 지하수 보전구역, 개발제한구역 등 지정 및 관리방안 수립 · 지하수 고갈, 지반침하, 지하수 함양지역 등에 대한 보전관리
	⑦비상급수용 지하수관리 방안	· 비상급수용 공동우물의 시설관리를 지하수관리부서로 이관

• 주요 추진사업의 일정 및 소요예산(안)

－ 총 사업예산(안) : 28,956백만원

- 서울지역 지하수관리 계획 수립 : 150백만원
- 지하수 세부정밀조사 및 DB구축 : 4,150백만원
- 지하수관리 통합시스템 구축 : 2,750백만원
- 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축 : 850백만원
- 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 : 4,219백만원
- 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 DB구축 : 2,300백만원
- 지하철배출 지하수의 하천방류사업 : 14,287백만원
- 지하수 오염정화사업 : (추후 포함)
- 대체용수개발사업 : (추후 포함)
- 교육 및 홍보 : 250백만원

－ 단계별 사업예산 : 각 사업들은 3단계로 나누어 추진예정

단계	기간	예산(안) (단위: 백만원)
준비단계	2000	1,859
1단계(시범사업단계)	1년	2,760
2단계(시험운영 및 보완단계)	1년	6,319
3단계(확대실시단계)	3년	18,018
총계		28,956

• 단계별 추진일정 및 소요예산(안)

(단위 : 백만원)

구분	주요사업	합계	준비단계	1단계	2단계	3단계			소계
			(2000)	1년	1년	1년차	2년차	3년차	
정책	1. 서울지역 지하수관리계획 수립			→					
	소계	150		150					
조사 및 자료 관리	2. 지하수 세부정밀조사 및 DB 구축 · 시범사업(1개 구청) · 시험운영단계(안정화 및 보완) · 24개 구청 확대실시단계			→	→			→	
	소계	4,150		150	100	1,200	1,200	1,500	3,900
	3. 지하수관리 통합시스템 구축 · 조사자료 DB 및 시스템 구축 · 시험운영단계(안정화 및 보완) · 24개 구청 확대운영			→	→			→	
	소계	2,750		250	100	800	800	800	2,400
	4. 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축 · 관정과 폐공의 DB 및 관리시스템 구축 · 시험운영 · 24구청 확대실시 · 폐공의 원상복구 및 재활용			→	→			→	
	소계	850		250	150	150	150	150	450
	5. 자동관측망 시설의 유지관리 및 확대 · 2001년 이후 56공 확대 · 유지관리 위탁(전문업체)					→		→	
	소계	4,219	201	1,310	1,310	1,078	160	160	1,398
	6. 지하수 오염유발시설조사 및 DB 구축 · 오염유발시설조사 및 DB구축 · 오염정밀조사 및 관리방안 수립			→				→	
	소계	2,300		300	500	500	500	500	1,500
개발 이용 및 보전 관리	7. 지하철배출 지하수의 하천방류사업 · 25개 역사 공사 완료 및 진행 · 31개역사 2002년 이후 연차적 시행		(기투자)	(실시 설계)				→	
	소계	14,287	1,658	300	4,109	4,109	4,111		8,220
	8. 지하수 오염정화사업 · 토양 및 지하수 정화 사업(시험사업) · 확대 실시		(소요예산 추후산정)		→			→	
	소계								
	9. 대체용수개발사업 · 타당성조사 및 시험운영 · 확대사업실시		(소요예산 추후산정)		→			→	
	소계								
교육 및 홍보	10. 교육 및 홍보							→	
	소계	250		50	50	50	50	50	150
총계		28,956	1,859	2,760	6,319	7,887	6,971	3,160	18,018

※ 1단계 : 시범사업단계, 2단계 : 시험운영 및 보완단계, 3단계 : 확대실시 단계

제2절 향후 추진방향

1. 서울시 지하수관리 운영조직의 개선

- 현재 서울시에서는 지하수관련 업무분장체계의 다원화, 지속적인 업무증가, 전문성 필요 등으로 인하여 지하수관리 운영조직의 개선이 필수적으로 요구되고 있다. 2001년 지하수법 개정안은 현재 미신고대상 관정(사용량 30m³/일 미만)을 관리대상에 포함시키고 있으며, 지하수오염유발시설(주유소, 세탁소, 세차장 등)의 관리, 지반지질조사용 시추공의 신고, 수질검사대상의 확대(청소, 조경, 공사용 지하수포함) 등 지자체의 법정 지하수관리업무를 대폭 증가시킬 것이다. 따라서 현재 시청 치수과내 지하수팀을 1과(지하수과) 3팀(지하수개발·이용팀, 지하수보전관리팀, 지하수정보팀)으로 확대개편하여 방대한 서울시 지하수자원의 체계적 관리를 수행하여야 할 것이며, 자치구청도 시청과 같은 내용으로 전문성을 보완하여 운영조직을 개선할 필요가 있다.

2. 서울시 지하수관리를 위한 중·장기 기본계획 수립

- 현재 서울시에서는 자동관측망운영, 폐공관리, 지하수이용실태조사, 수질조사 등 매년 단계계획을 수립하여 시행하고 있으나 이러한 계획들은 대부분 법정사항들로 매해 반복되는 일들이 대부분이다. 금번 지하수법 개정안은 지자체의 「지역지하수관리계획」 수립을 의무 규정화하고 있다. 따라서 서울시 지하수의 체계적 관리를 위해서는 중·장기적인 사업계획을 수립하여 단계적으로 시행하여야 한다. 지하수는 계속적으로 땅속에서 유동되며, 한번 오염되면 거의 회복 불가능한 자원이므로 이에 대한 관리는 단기적인 처방뿐만 아니라 중·장기적으로 지속적인 관리가 필요하다.

3. 지하수자료의 체계적 관리 및 분석방안 수립(서울시 지하수관리 통합시스템구축)

- 방대한 지하수조사자료는 체계화된 정보시스템에 의하여 분석, 관리되어야만 합

리적이고 과학적인 지하수 정책개발 및 관리계획 수립이 가능하나 현재 서울시에는 지하수자료들을 통합 관리할 수 있는 정보시스템이 없다. 따라서 지하수 기본정보, 조사자료 등과 지하수업무를 연계, 운영할 수 있는 정보시스템 구축이 아주 시급하다. 이러한 정보시스템은 지하수의 일반정보와 행정업무가 통합 운영, 관리되는 시스템으로 지하수행정을 과학정보화할 뿐만 아니라 추후 시민들에게 유용한 자료를 제공할 것이다.

4. 지역적 지하수관리가 가능한 정밀 지하수자료의 획득방안 수립 (축척 1/5,000 이상 수문지질도 작성)

- 서울시는 '96년 지하수 기초조사후 정밀조사가 한번도 시행된 바가 없다. 지역적 지하수의 개발·이용 및 보전관리를 위해서는 세부정밀조사를 통한 축척 1/5,000 이상의 수문지질도작성이 필수적이다. 이러한 대축척의 수문지질도를 통하여 지역적 지하수위 변동파악, 지하수 오염방지 및 행위제한, 지하수 보전구역의 지정 및 관리, 개발·이용 허가 및 신고업무 처리 등이 체계적으로 수행될 수 있으며, 이 자료들은 지하수관리 통합시스템에서 관리되어야 할 것이다.

5. 지하수 오염유발시설(잠재오염원) 조사 및 방지대책 수립

- 2001년 지하수법 개정안은 지하수 오염유발시설(잠재오염원)의 관리 및 수질검사 등을 의무 규정화하고 있다. 따라서 지하수의 주요 오염유발시설인 주유소, 폐기물 매립장, 세차장, 세탁소, 정화조 등에 대한 체계적인 조사 및 오염방지대책수립과 이들을 관리하기 위한 조사자료의 데이터베이스 구축이 시급하다. '99년 지하수 자동관측망자료에 의하면 일부지역에서는 심각한 지하수 오염이 나타나고 있으며, 폐공방치, 잠재오염원관리 소홀, 지하수 과잉채수 등은 지역적으로 수질악화, 지반침하 및 붕괴 등을 야기시키고 있다.

6. 지하수 관정 및 폐공 관리시스템 구축

- 서울시에서는 매해 지하수 관정 및 폐공들을 조사하고 있으나 이들의 정확한 위치(도면)와 관련대장을 체계적으로 연계, 관리할 수 있는 정보시스템이 없다.

이 시스템은 지금까지 대장의 주소로만 관리되던 관정과 폐공들을 도면(1/1,000 수치지형도)위에서 이들의 정확한 위치와 속성 관리를 동시에 가능하게 할 것이다. 지하수 관정보는 개발·이용량 관리를 위한 필수정보이며, 폐공자료는 폐공위치 및 조치현황(원상복구, 재활용)에 대한 상세정보로써 이들의 관리시스템 및 데이터베이스 구축은 지하수 환경오염방지를 가능하게 할 것이다.

7. 자동관측망 유지관리 및 취득자료의 체계적 분석방안 수립

- 현재 설치운영되고 있는 자동관측망은 시설의 유지관리 미비로 '99년도에는 약 50% 정도만 자료신뢰성이 확보되었다. 따라서 전문기관에 의한 지속적 유지관리가 필요하며, 자료분석방법의 체계적인 정립이 요구된다. 자동관측망에 의한 지하수의 지속적인 감시는 위급한 지하수 재해발생 사고(수질오염, 지반침하 등)에 즉각적으로 대처할 수 있을 뿐만 아니라, 지역적 지하수의 변동과악에 필수적이다.

8. 지하철훑배출 지하수의 하천방류사업 추진

- 서울시에서는 수질이 양호하고 수량이 풍부한 지하철훑역사에 대하여 지하수배출 전용관로를 부설하여 하천의 건천화 방지 및 수량확보를 위해 지하수를 인근 하천으로 방류하는 사업을 추진중에 있다. 현재 25개 역사에서 지하수 전용관로 부설공사가 완료되었거나 진행중에 있으며, 2001년에 실시설계를 거쳐 연차적으로(3년) 31개소에 대하여 공사를 실시할 계획이다. 따라서 이 사업은 하천의 건천화 방지 및 수질개선을 위해 필수적인 사업이기 때문에 계속적 추진 및 예산의 뒷받침이 요구되며, 추후 수질이 양호한 지하철훑역사의 지하수 간이상수도 설치 방안도 검토해 볼 필요가 있다.

9. 지하수 오염정화사업 추진

- 지하수 관측망 수질검사결과 이미 일부지역의 지하수가 오염되어 있는 것으로 나타났으며, 이에따라 자세한 오염현황과악 및 확산차단대책이 시급하다. 따라서 지하수 세부정밀조사 및 오염조사 결과에 따라 오염지역을 선정하고 체계적

인 지하수 오염정화사업을 실시하여야 한다. 현행 토양보전법은 오염복원을 원인자부담 원칙으로 규정하고 있으나 지하수법에는 이에 대한 관계법규가 없는 실정이다. 따라서 2001년의 지하수법 개정안에서는 지하수 오염원인자로 하여금 오염정화사업의 비용을 부담하도록 규정하고 있으며, 지하수 오염원인자가 불분명하거나 오염원인자의 부담이 불가능한 경우에는 시·도지사가 오염된 지하수의 복원을 실시할 수 있도록 하고 있다.

10. 대체용수 확보방안 수립

- 2006년 이후에 서울의 도시용수는 약 147,400m³/일('98 전국수도종합계획) 부족할 것으로 예상되어 지하수에 대한 의존도가 점점 증가할 전망이다. 현재 한강 등의 하천수질은 점차 악화되고 대부분의 정수장은 하천으로부터 직접 원수를 취수하여 상수원으로 이용하고 있다. 따라서 장기적으로 한강변 고수부지 등에서 용수개발단가가 약 20%정도 저렴한 강변여과수개발 등이 추진되어 추후 서울의 대체용수확보에 대비하여야 할 것이다. 또한 개발된 용수는 필요시 타 시·도에 공급이 가능하며, 용수대금은 지하수관리 기금으로 활용할 수 있을 것이다. 강변여과수관 하천을 따라 널리 분포하는 충적퇴적층내(한강고수부지)에 취수정을 설치하여 저질화된 지표수를 일단 충적퇴적층을 통해 관류시킨 후 취수하는 방식을 말한다. 이것은 서울시의 취수개선(간접취수방식) 및 신규수원 확보에 커다란 기여를 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

참고 문헌

- 건설교통부, 1995, 『지하수 관리조사 보고서』
- 건설교통부, 1995, 수치지도작성작업규칙(건설교통부령 17호)
- 건설교통부, 1996, 『수자원장기 종합계획』
- 건설교통부, 1996, 『지하수관리 기본계획 보고서』
- 건설교통부, 1997, 『GIS를 이용한 지하수 채수량 분석 및 관리시스템 개발 연구』
- 건설교통부, 1997, 『지하수 업무수행 지침서』
- 건설교통부, 1998, 『GIS를 이용한 지하수 채수량 분석 및 관리시스템 개발 연구』
- 건설교통부, 1998, 『수문지질도 제작 및 작성지침』
- 건설교통부, 1999, 『지하수 조사연보』
- 건설교통부, 2000, 『지하수관련 제도개선방안 연구보고서』
- 국립지리원, 1995, 수치지도작성작업내규(국립지리원내규 71호)
- 과학기술처, 1997, 『지하수 오염방지 및 음용화 기술연구(서울지역)』
- 김윤영, 이강근, 성익환, 1998, “서울지역의 지하수 시스템 조사: 수리특성분석”, 『지질공학회지』, 제8권, 제1호, pp.51-73
- 김윤중, 원종석, 이석민, 2000, “GIS를 이용한 서울시 지하수 오염분석 연구”, 『한국GIS학회지』, 제8권, 제2호, pp.317~328
- 김윤중, 이석민, 원종석, 2000, “GIS 데이터베이스를 활용한 서울시 1/5,000 수문지질도 작성방안 연구”, 『한국GIS학회지』, 제8권, 제1호, pp.101~116
- 대한지하수환경학회, 2000, 『서울시 취수개선 및 신규수원 확보 방안』
- 서울시정개발연구원, 1995, 『서울시 지하수 오염방지 및 관리방안 연구』
- 서울특별시, 1996, 『서울특별시 지하수 관리계획 기본 조사보고서』
- 서울특별시, 1999, 『'99 지하수관리계획』
- 서울특별시, 2000, 『2000 지하수관리계획』
- 서울특별시, 2000, 『서울특별시 지하수 관측망 설치 및 운영』
- 제주도, 2000, 『제주도 지하수 보전·관리계획 보고서』
- 한국자원연구소, 1996, 『지하수부존조사연구(임실지역: 한국수문지질도 7권)』

- 한국정보통신기술협회, 1998, 『국가지리정보체계(NGIS)의 국가 기본도 및 표준수
치지도 표준 - 지형지물 및 속성부호 - 버전 1.1
- 한국정보통신기술협회, 1999, 『국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준(
안)』 - 국가기본도, 지하시설물도 -
- 한정상, 1999, 『지하수 환경과 오염』, 박영사
- 한정상외, 1999, 『3차원 지하수모델과 응용』, 박영사
- 환경부, 1999, 『지하수 수질기준 타당성검토 및 조정방안 연구』, 지하수환경학회
- McDonald, M.G. and Harbaugh, A.W., 1988, 「A modular three-dimensional
finite-difference groundwater flow model」, U.S. Geological Survey
techniques of water-resource investigation, book 6
- Struckmeier, W.F. and Margat, J. 1995, 「Hydrological Maps : A Guide and a
Standard Legened」, International association of hydrology

부 록

- I. 국가지리정보체계의 수치지도 통합표준안
- II. 지하수정보에 대한 속성분류체계 및 속성값
- III. 서울시 자동관측망 위치
- IV. 외국의 지하수 관리현황
- V. 지하수 재해 사례

<부록 1> 국가지리정보체계(NGIS)의 수치지도 통합표준안(1999.2)

1) 지형지물 분류체계

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
A			시설물		
	AA		건물 및 관련지물		
		AA001	건물	다각형	다각형
		AA002	기호건물	-	-
		AA003	집단가옥경계	-	다각형
		AA100	담장	선	선
		AA200	문주	다각형	-
		AA201	굴뚝	다각형	점
		AA999	기타		
	AB		문화 및 오락		
		AB001	공동묘지	다각형	다각형
		AB002	묘지	점	점
		AB003	유적지	점	점
		AB010	기념비	점	점
		AB011	입상(동상)	점	점
		AB020	성	다각형	선
		AB100	체육 및 놀이시설	다각형	다각형
		AB999	기타		
	AC		처리시설		
		AC001	처리시설경계	다각형	다각형
	AD		도로		
		AD001	도로	다각형	다각형
		AD002	도로중심선(1)(4m)이상	선	선
		AD003	도로중심선(1)(4m)이하	선	-
		AD010	도로교차점	다각형	다각형
		AD020	도로원표	점	-
		AD101	도시계획도로		
		AD102	도시계획도로중심선		
	AE		도로시설		

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		AE001	인도	선	선
		AE010	교량	다각형	다각형
		AE020	터널	다각형	다각형
		AE021	터널입구	선	선
		AE030	입체교차부(로)	다각형	다각형
		AE031	입체교차로 중앙선	선	선
		AE040	고가도로	다각형	다각형
		AE041	고가도로 중심선	선	선
		AE050	지하도	다각형	다각형
		AE051	지하도 중심선	선	선
		AE052	지하도입구	다각형	다각형
		AE053	지하철입구	다각형	다각형
		AE100	육교	다각형	다각형
		AE110	도로분리대(중앙분리대)	선	선
		AE120	횡단보도	다각형	다각형
		AE121	안전지대(교통성)	다각형	다각형
		AE122	과속방지시설	선	—
		AE123	미끄럼방지시설	선	—
		AE130	차단기	점	—
		AE131	가로등	점	—
		AE132	신호등	점	—
		AE133	분점함	점	—
		AE134	CCTV	점	—
		AE135	검지기	점	—
		AE140	계단	다각형	다각형
		AE150	촉구	선	—
		AE160	가로수	점	—
		AE170	전주	점	—
		AE200	도로반사경	점	—
		AE210	표지	점	—
		AE220	방지책	선	—
		AE221	가드레일	선	—

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		AE222	가드펜스	선	—
		AE230	주차장경계	다각형	—
		AE240	주유소	점	점
		AE250	세차장	점	—
		AE260	정류장	점	—
		AE270	휴게소	점	점
		AE300	우체통	점	—
		AE305	공중전화박스	점	—
		AE310	게시판(시민게시판)	점	—
		AE315	화단	다각형	—
		AE320	가판대	점	—
		AE325	시계탑	점	—
		AE330	분수	점	점
		AE335	벤치	점	—
		AE340	암거	선	선
		AE999	기타		
	AF		철도		
		AF001	철도	선	선
		AF002	철도중심선	선	—
		AF010	삭도	선	선
		AF020	궤도(모노레일)	선	선
		AF030	철도교차점	다각형	다각형
		AF999	기타		
	AG		철도시설		
		AG001	철도용지경계	다각형	다각형
		AG010	철도교량	다각형	다각형
		AG020	철도터널	다각형	다각형
		AG030	철도건널목	다각형	다각형
		AG041	가도교	다각형	다각형
		AG042	과선도로교(과선교)	다각형	다각형
		AG043	지하도	다각형	다각형
		AG044	인도육교	다각형	다각형

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		AG045	입체통로	다각형	선
		AG050	철도옹벽	선	선
		AG060	철도하수	선	선
		AG070	철도울타리	선	선
		AG080	철도정차장(역)	다각형	다각형
		AG081	철도승강장(홈)	다각형	다각형
		AG090	철도건물	다각형	다각형
		AG100	철도신호기	점	—
		AG110	철도전철주(전신주)	점	—
		AG120	철도연장표	점	—
		AG121	철도KM표	점	—
		AG122	철도M표	점	—
		AG999	기타		
	AH		산업시설		
		AH001	저장조	다각형	다각형
		AH100	용수로	선	선
		AH200	광산	점	점
		AH999	기타		
	AI		주거시설		
		AI001	우물	점	점
		AI010	방범등	점	—
		AI999	기타		
	AJ		농경시설		
		AJ001	관정	점	점
		AJ010	양배수장경계	다각형	다각형
		AJ020	양식장경계	다각형	다각형
		AJ999	기타		
	AK		상업시설		
		AK001	시장경계	다각형	다각형
		AK999	기타		
	AL		고속도로(고속도로)		

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		AL001	고속도로	다각형	다각형
		AL002	고속도로중심선	선	선
		AL003	고속도로경계선	선	선
		AL004	고속도로접도구역선	선	선
		AL005	도시계획선	선	선
		AL006	고속도로분리대	선	선
		AL007	터널안고속도로	선	선
		AL008	건설예정고속도로	선	선
		AL009	건설중고속도로	선	선
		AL010	고속도로비상활주로	선	선
		AL011	고속도로광통신망	선	선
		AL999	기타		
	AM		고속국도(고속도로)시설		
		AM001	고속도로입체교차로	다각형	다각형
		AM002	고속도로평면교차로	다각형	다각형
		AM003	고속도로터널입구	다각형	다각형
		AM004	고속도로토널	다각형	다각형
		AM005	고속도로암거	다각형	다각형
		AM006	관할지역본부	다각형	다각형
		AM007	고속도로휴게소	다각형	다각형
		AM008	고속도로교량	다각형	다각형
		AM009	관할지사	다각형	다각형
		AM010	영업소	다각형	다각형
		AM011	톨게이트	다각형	다각형
		AM012	고속도로버스정류장	다각형	점
		AM013	고속도로무인자동카메라	다각형	점
		AM014	고속도로전광안내판	다각형	점
		AM015	고속도로주유소	다각형	점
		AM016	고속도로게시판	다각형	점
		AM017	고속도로가로등	다각형	점
		AM018	고속도로도로반사경	다각형	점

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		AM019	고속도로비상전화	다각형	점
		AM020	고속도로도로정보판	다각형	점
		AM021	고속도로안내표지판	다각형	점
		AM022	고속도로지시표지판	다각형	점
		AM023	고속도로규제표지판	다각형	점
		AM024	고속도로주의표지판	다각형	점
		AM025	고속도로광고판	다각형	점
		AM999	기타		
	AN		고속국도(고속도로)인공시설		
		AN001	고속도로절토	선	선
		AN002	고속도로성토	선	선
		AN003	고속도로절성토	선	선
		AN004	고속도로콘크리트옹벽	선	선
		AN005	고속도로석축	선	선
		AN006	고속도로측구	선	선
		AN007	고속도로낙석방지책	선	선
		AN008	고속도로방호책	선	선
		AN009	고속도로차광책	선	선
		AN010	고속도로소음방지책	선	선
		AN011	고속도로기타콘크리트구조물	선	선
		AN012	고속도로광통신 단자함	다각형	점
		AN999	기타		
	AZ		기타		
		AZ001	소화전	점	-
		AZ010	급수탑	점	-
		AZ015	비상소화장치	점	-
		AZ020	탑	다각형	점
		AZ030	환기구	점	-
		AZ040	맨홀	점	-
		AZ050	관측소	점	-
		AZ060	헬기장	점	점

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		AZ070	성절토상단	선	선
		AZ071	성절토하단	선	선
		AZ080	석축상단	선	선
		AZ081	석축하단	선	선
		AZ085	옹벽상단	선	선
		AZ086	옹벽하단	선	선
		AZ090	경사보호망	다각형	-
		AZ100	온천	점	점
		AZ110	기타경계선	다각형	선
		AZ120	적치장	다각형	-
		AZ130	매립지	다각형	다각형
		AZ140	채취장	다각형	다각형
		AZ150	기중지	다각형	-
B			수계		
	BA		내륙수계		
		BA001	하천경계	선	선
		BA002	하천중심선	선	선
		BA003	세류	선	선
		BA004	건천	선	선
		BA005	복개하천	다각형	다각형
		BA006	폐천	다각형	다각형
		BA010	호수,저수지	다각형	다각형
		BA020	폭포	점	점
		BA030	유수방향	점	점
		BA100	하천구역경계	다각형	다각형
		BA200	모래경계	다각형	다각형
		BA201	습지경계	다각형	다각형
		BA202	염전경계	다각형	다각형
		BA203	갯벌경계	다각형	다각형
		BA204	수역경계	다각형	다각형
		BA205	담유역계	다각형	다각형

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		BA999	기타		
	BB		내륙수계 시설물		
		BB001	제방상단	선	선
		BB002	제방하단	선	선
		BB005	기호제방	선	선
		BB010	수문	선	선
		BB020	댐	다각형	다각형
		BB030	보	선	선
		BB040	잔교	다각형	다각형
		BB050	선착장	다각형	점
		BB060	나루노선	선	선
		BB100	표석(x,y,z)	점	-
		BB999	기타		
	BC		해양		
	BZ		기타		
C			지형 / 지질		
	CA		고도		
		CA001	등고선	선	선
		CA002	표고점	점	점
	CB		지질		
		CB001	퇴적암	다각형	다각형
		CB002	화성암	다각형	다각형
		CB003	변성암	다각형	다각형
		CB999	기타		
	CC		지형		
		CC001	붕토지	다각형	다각형
		CC002	사태지	다각형	다각형
		CC003	벼랑바위	다각형	다각형
		CC004	너덜바위	다각형	다각형
		CC005	동굴입구	선	선
		CC010	능선	선	선

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		CC020	능선	선	선
		CC999	분화구	다각형	다각형
	CZ		기타		
D			식생		
	DA		농작물재배지		
		DA001	재배지경계	다각형	다각형
	DB		목장 및 방목		
		DB001	목장 및 방목경계	다각형	다각형
	DC		숲		
		DC001	숲경계	다각형	다각형
	DD		경관		
		DD001	경관경계	다각형	다각형
	DZ		기타		
		DZ001	기타경계	다각형	다각형
		DZ010	독립수	점	점
E			행정 / 경계		
	EA		행정구역		
		EA001	행정구역경계	다각형	다각형
		EA010	단지경계	다각형	다각형
		EA020	지역 및 구역경계	다각형	다각형
		EA030	특별시계		
		EA031	광역시계		
		EA032	도계		
		EA033	시계		
		EA034	군계		
		EA035	구계		
		EA036	읍계		
		EA037	동계		
		EA038	면계		
	EZ		기타		
F			지적		

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
Z			일반		
	ZA		기준점		
		ZA001	삼각점	점	점
		ZA002	수준점	점	점
		ZA010	수평기준점	점	점
		ZA011	수직기준점	점	점
		ZA020	표정점	점	점
	ZB		편차		
		ZB001	편차	점	점
	ZC		주기		
		ZC000	미분류	점	점
		ZC001	시설물(미분류)	점	점
		ZC002	건물 및 관련지물	점	점
		ZC003	문화 및 오락	점	점
		ZC004	처리시설	점	점
		ZC005	도로	점	점
		ZC006	도로시설(Ⅰ)(AE001-AE053)	점	점
		ZC007	도로시설(Ⅱ)(AE100-AE160)	점	점
		ZC008	도로시설(Ⅲ)(AE200-AE270)	점	점
		ZC009	도로시설(Ⅳ)(AE300-AE340)	점	점
		ZC010	철도	점	점
		ZC011	철도시설	점	점
		ZC012	산업시설	점	점
		ZC013	주거시설	점	점
		ZC014	농경시설	점	점
		ZC015	상업시설	점	점
		ZC099	시설물(기타)	점	점
		ZC100	수계(미분류)	점	점
		ZC101	내륙수계	점	점
		ZC102	내륙수계 시설물	점	점
		ZC103	해양	점	점

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		ZC199	수계(기타)	점	점
		ZC200	지형 / 지질(미분류)	점	점
		ZC201	고도	점	점
		ZC202	지질	점	점
		ZC203	지형	점	점
		ZC299	지형 / 지질(기타)	점	점
		ZC300	식생(미분류)	점	점
		ZC301	농작물재배지(지류)	점	점
		ZC302	목장 및 방목	점	점
		ZC303	숲	점	점
		ZC304	경관	점	점
		ZC399	식생(기타)	점	점
		ZC400	행정 / 경계(미분류)	점	점
		ZC401	행정구역	점	점
		ZC402	도시계획	점	점
		ZC499	행정 / 경계(기타)	점	점
		ZC500	지적(미분류)	점	점
		ZC501	지적	점	점
		ZC599	지적(기타)	점	점
		ZC601	난외주기	점	점
		ZC999	일반(기타)	점	점
	ZD		도곽		
		ZD001	도곽경계	다각형	다각형
		ZD002	격자	다각형	다각형
	ZZ		기타		
S			지하시설물		
	SA		상수도		
		SA000	미분류		
		SA001	상수관	선	선
		SA002	이형관	점	점
		SA003	스탠드파이프(STANDPIPE)	점	점

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		SA004	관말	점	점
		SA005	편락관	점	점
		SA100	상수맨홀	점	점
		SA110	수원지	점	점
		SA111	취수탑	점	점
		SA112	취수펌프장	점	점
		SA113	정수장	다각형	점
		SA114	배수지	점	점
		SA115	배수탑	점	점
		SA116	조정지	점	점
		SA117	유량계	점	점
		SA118	급수탑	점	점
		SA119	소화전	점	—
		SA120	저수조	점	—
		SA121	수압계	점	점
		SA122	수도계량기	점	—
		SA123	수질관측기	점	점
		SA124	전용수도전	점	점
		SA200	제수밸브	점	점
		SA201	역지밸브	점	점
		SA202	이토밸브	점	점
		SA203	배기밸브	점	점
		SA204	감압밸브	점	점
		SA205	안전밸브	점	점
		SA206	가압장	점	점
		SA300	누수지점	점	점
		SA400	배수구역경계	다각형	다각형
		SA401	급수지역경계	다각형	다각형
		SA402	상수관할경계	다각형	다각형
		SA403	구역계량경계	다각형	다각형
		SA404	상수보호구역경계	다각형	다각형

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		SA500	수관교	선	점
		SA999	타		
	SB		하수도		
		SB000	미분류		
		SB001	하수관거(암거)	선	선
		SB002	하수관거(개거)	선	선
		SB003	하수연결관	선	-
		SB004	측구	선	-
		SB005	시설계획관로	선	선
		SB006	관말	점	-
		SB100	역사이편	선	-
		SB101	맨홀(하수맨홀)	점	-
		SB102	받이	점	-
		SB103	우수토실	점	-
		SB104	토구	점	-
		SB200	하수처리사업소	점	점
		SB210	펌프장	점	점
		SB220	유수지	점	점
		SB300	처리구역	다각형	다각형
		SB301	처리분구	다각형	다각형
		SB310	배수구역	다각형	다각형
		SB311	배수분구	다각형	다각형
		SB312	배수예정구역경계	다각형	다각형
		SB313	배수설비	선	-
		SB320	하수면적분할(배수면적)	다각형	다각형
		SB330	분류식지역경계	다각형	다각형
		SB340	공사유지경계	다각형	다각형
		SB400	관측기(지하수량관측기)	점	-
		SB410	환기구	점	-
		SB420	보수지점	점	-
		SB430	중계펌프	점	점
		SB999	기타		

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
	SC		전기		
		SC000	미분류		
		SC010	한전사업소		
		SC110	배전-가공 전주	점	점
		SC121	배전-가공 고압전선	선	선
		SC122	배전-가공 저압전선	선	-
		SC126	배전-가공 보호망선	선	-
		SC210	배전-지중 맨홀	점	-
		SC212	배전-지중개폐기	점	-
		SC220	배전-지중 전력구	선	선
		SC221	배전-지중 관로	선	선
		SC222	배전-지중 직매	선	-
		SC233	배전-지중변압기	점	-
		SC242	배전-지중 환기구	다각형	점
		SC300	변전-변전소	다각형	다각형
		SC301	변전-개폐소	다각형	다각형
		SC400	송전-가공 송전지지물	점	-
		SC420	송전-가공 전선	선	선
		SC421	송전-가공 지선	선	선
		SC510	송전-지중 맨홀	점	-
		SC514	송전-지중 케이블헤드	점	-
		SC520	송전-지중 관로	다각형	선
		SC521	성전-지중 전력구	다각형	선
		SC522	송전-지중 직매	선	-
		SC540	송전-지중 환기구	다각형	점
		SC999	기타		
	SD		통신		
		SD000	미분류		
		SD001	시내통신지하관로	선	선
		SD002	시외통신지하관로	선	선
		SD100	시내통신맨홀	점	-
		SD101	시외통신맨홀	점	-

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		SD110	통신구	선	선
		SD200	전화국	점	점
		SD201	망운용국	점	점
		SD210	분기국사	점	점
		SD220	공중전화부스	점	—
		SD300	시내통신주	점	—
		SD301	시외통신주	점	점
		SD311	직매단자함	점	—
		SD312	CATV전력공급함	점	—
		SD313	접지시설	점	—
		SD314	중간절체반	점	—
		SD321	시외통신표주	점	점
		SD322	고속도로긴급전화	점	점
		SD999	기타		
	SE		난방		
		SE000	미분류		
		SE001	열배관	선	선
		SE100	난방맨홀	점	—
		SE111	에어벤트(AIR VENT)	점	—
		SE112	핸드홀(HANDHALL)	점	—
		SE113	신호전송용설치함	점	—
		SE114	누수감지기설치함	점	—
		SE999	기타		
	SF		송유		
		SF000	미분류		
		SF001	송유관로	선	선
		SF110	송유관보호시설	점	—
		SF120	누유감지케이블	선	선
		SF200	저유소	다각형	점
		SF210	저유탱크	점	점
		SF220	필터	점	—
		SF230	스트레이너	점	—

대분류	중분류	소분류	지형명	자료형태	
				1/1000	1/5000
		SF300	가압소	점	점
		SF400	밸브스테이션	점	점
		SF500	밸브박스(송유밸브박스)	점	—
		SF510	GOV	점	—
		SF520	압력조절밸브	점	—
		SF600	펌프	점	—
		SF999	기타		
	SG		가스		
		SG000	미분류	선	선
		SG001	천연가스배관	선	선
		SG002	LPG배관	점	—
		SG010	정압기	점	—
		SG020	정류기	점	—
		SG030	배류기	점	—
		SG040	밸브(가스밸브)	점	—
		SG050	본딩박스(Bonding Box:Shunt Box)	점	—
		SG060	방식전위관측함	점	—
		SG100	천연가스맨홀	점	—
		SG101	LPG맨홀	점	—
		SG200	가스누설검지공	점	—
		SG300	LNG인수기지	점	점
		SG400	공급기지	점	점
		SG500	LPG 저유공동		
		SG999	기타		

2) 속성정보 분류체계

속성부호 및 분류값

속성부호	유형	속성값	내 용
NUM	I10		번 호(NUMber)
IDN	I10		고유번호(IDentification Number)
INP	I19		지적고유번호(Identification Number of Parcel)
NAM	A30		명 칭(NAMe)
STY	A30		층 수(STorY)
WID	F		폭 (WIDth) 지형지물의 폭 (단위는 0.1 미터)
LEN	F		길 이(LENGth) 지형지물의 길이 (단위는 0.1 미터)
DIA	F		직 경(DIAMeter) 지형지물의 직경 (단위는 0.01 미터)
DEP	F		깊 이(DEPth) 표면으로부터의 깊이 (단위는 0.1 미터)
HIT	F		높 이(HeIghT) 표면으로부터의 높이 (단위는 0.1 미터)
ARA	I		넓 이(AReA) 지형지물 경계에 의해 표시되는 면적 값 (단위는 제곱미터)

WET	I	하 중(WEighT) 지형지물이 견디는 하중을 정수로 표현 (단위는 Kg)
DOW	F	수 심(Depth Of Water) 수면 기준점에서 물에 잠긴 물체의 꼭대 기까지(단위는 0.1 미터)
HSL	I	고도값(Height above Surface Level) 등고선 또는 기준점 등의 고도값(단위는 미터)
ROC	I3	차폐율(Rate Of Cover) 일정구역내의 지붕에 의해 지상면이 가려지는 차폐율(%)
DIR	I3	방향각(DIRection) 진북(True North)을 기준으로 시계방향으로 지형지물의 주축의 각도를 나타냄 : 0 - 360 도까지 (단위는 1도)
DEN	I3	분포밀도(DENSity) 단위면적(1000m×1000m)당 지형지물의 분포 밀도(%)
LIN	I3	(차)선/로수 또는 통로수(LINe)
YMD	I8	설치년도(0000년/00월/00일)
FOR	I3	구조물 형태(FORm)
	000	미분류
	001	원형
	002	원추형
	003	원통형
	004	구형
	005	타원형
	006	난형
	007	반원형
	010	피라미드형

011	4면체형
012	기둥, 축
013	돛대, 활대처럼 둥글고 긴 원재
014	아치형
015	다중아치형
016	돛형
017	고형체형
020	사각형
021	평방형
022	다이아몬드형
023	사다리꼴
024	각형
025	마제형관
026	태형
030	A 형
031	H 형
032	I 형
033	Y 형
034	T 형
050	불규칙한 형태
999	기타

SMA

I3

	구조(Structural MAterial)
000	미분류
001	돌
002	자갈
003	쇄석
004	녹석(돌산호와 일종)
005	등근잔돌
006	바위
007	속돌
008	조약돌
100	흙
101	모래
102	황토
103	진흙
104	점토
105	실트

		106	화산재
		200	벽돌
		201	블록
		202	시멘트
		203	콘크리트
		204	사리도
		205	아스콘
		206	아스팔트
		207	합성재
208	화학재질		
		209	플라스틱
		210	방사성물질
		211	유리
		212	고무
		213	스폰지
		214	나무
		215	(톱으로 켜)재목
		216	물
		217	식생
		218	산호
		219	조개껍질
		220	소금
		221	가스
		222	휘발유
		330	무근콘크리트
		331	철근콘크리트
		332	철근콘크리트 블록
		333	철근콘크리트 조립흙막이
		334	석축
		999	기타

SOO	I3		개통상태(Status Of Openness)
		000	미분류
		001	(계속)운영중
		002	가끔 운영중
		003	임시의
		004	대리의
		005	시험중

TFR	I3	010	건설계획중
		011	건설중
		012	보존되는
		013	단혀진
		014	폐지된
		015	파괴된
		999	기타
			입체형태(Type of Fly over Road)
		000	미분류
		001	지하부
		002	고가부
		010	클로버형
		011	다이아몬드형
		012	갈퀴(포크) 형
		013	로우터리형
		014	Y자형
		020	대칭형 경사
		021	일반 경사
		999	기타
OUG	I3		지상/지하구분 (Over or Under Ground)
		000	미분류
		001	지상
		002	지하
		010	지상과 지하의 연결부
		020	하저
		999	기타
TOA	I3		가축종류(Type Of Animal)
		000	미분류
		001	소
		002	돼지
		003	닭
		004	말
		005	개
		006	오리
		999	기타

TOT	I3		수목류(Type Of Tree)
		000	미분류
		001	침엽수
		002	활엽수
		003	대나무
		004	혼합림
		999	기타

속성부호	유형	속성값	내 용
AAA	I3		건물형태
		000	미분류
		001	일반주택
		002	연립주택
		003	아파트
		004	무벽건물
		005	온실
		006	공사중 건물
		007	가건물
		008	빌딩
		999	기타
AAB	I3		건물용도
		000	미분류
		001	특별시청
		002	광역시청
		003	도청
		004	시청
		005	군청
		006	구청
		007	읍사무소
		008	동사무소
		009	면사무소
		010	법원
		011	검찰청
		012	경찰청
		013	경찰서
		014	파출소
		015	교도소·구치소
		016	소년원
		017	대사관
		018	영사관
		019	공사관
		020	소방서
		021	소방파출소
		022	소방출장소

023	보건소
024	세무서
025	세관
026	우체국
027	기상대·측후소
028	전화국
029	병무청
030	농촌지도소(농촌진흥원)
031	영림서
032	교육청
040	군시설물
050	정부투자기관
051	정부재투자기관
052	정부재정지원기관
053	공공법인체
100	육아시설
101	아동상담소
102	자립지원시설
103	탁아시설
104	영아시설
105	아동일시보호시설
106	아동직업보호시설
107	양로시설
108	장애인재활시설
109	모자보호시설
110	미혼모시설
111	노인복지회관
112	부녀복지관
113	사회복지관
114	초등학교
115	중등학교
116	고등학교
117	대학교
118	유치원·유아원
119	도서관
120	학원
121	기숙사
122	실내체육관

123	실내수영장
124	교회
125	성당
126	절
127	기타종교시설
128	박물관
129	미술관
130	공회당
131	문화재(궁, 문, 능묘 등)
200	TV방송국
201	라디오방송국
202	신문사
203	잡지사
204	CATV방송국
220	은행
221	협동조합
222	보험회사
223	기타금융기관
240	종합병원
241	병원
242	요양병원
243	치과병원
244	한방병원
245	의원
246	치과의원
247	한의원
248	조산원
250	결핵병원
251	나병원
252	정신병원
260	약국
300	역
301	고속버스터미널
302	시외버스터미널
303	공항
320	자동차정비수리소
321	창고
322	관리건물(관리사무소)

330	주차건물	
340	공장	
341	발전소	
342	변전소	
343	LNG인수기지	
344	천연가스 공급기지	
400	시장	
401	백화점	
402	예식장	
403	극장	
404	관광음식점	
405	호텔	
406	여관·모텔·여인숙	
407	콘도미니엄	
408	목욕탕	
409	일반상가	
420	축사	
421	종축장	
422	도축장	
423	양조장	
430	정미소	
500	주유소	
501	유류대리점	
502	도시가스영업소	
510	화약폭발물취급소	
511	유독물관리소	
600	취수장	
601	정수장	
602	가압장	
603	배수지	
610	하수처리사업소	
611	펌프장	
999	기타	
AAC	I3	담장종류
	000	미분류
	001	콘크리트담
	002	관자담

		003	생울타리
		004	흙담
		005	철조망
		006	철책
		999	기타
ABA	I3		유적지구분
		000	미분류
		001	능묘
		002	궁
		999	기타
ABB	I3		놀이시설용도
		000	미분류
		001	운동장
		002	골프장
		003	테니스장
		004	어린이놀이터
		005	스키장
		006	대형놀이시설
		010	풀장
		011	해수욕장
		012	수영장
		999	기타
ACA	I3		처리시설 용도
		000	미분류
		001	펌프장
		002	취수장
		003	정수장
		004	가압장
		020	유수지
		021	수원지
		022	저수지
		023	배수지
		050	하수종말처리장
		051	공단폐수처리장
		052	축산폐수처리장

		053	농공단지오폐수처리장
		054	간이오수처리장
		055	분뇨처리장
		999	기타
ADA	I3		도로종류
		000	미분류
		001	고속국도
		010	일반국도
		020	지방도
		030	시도중 일반도로
		031	시도중 자동차 전용도로
		032	시도중 보행자 전용도로
		033	시도중 자전거 전용도로
		034	시도중 도시고속도로
		035	시도중 고가도로
		036	시도중 지하차도
		040	군(구)도
		050	면/리간 도로
		060	군사도로
		070	사도(개인용)
		080	호텔 부속도로
		081	아파트 부속도로
		085	부지안 도로
		110	1등 도로
		120	2등 도로
		130	3등 도로
		140	4등 도로
		150	5등 도로
		160	6등 도로
		170	7등 도로
		180	8등 도로
		999	기타
ADB	I3		중앙분리대
		000	미분류
		001	중앙분리대 있음
		002	중앙분리대 없음

		010	적용불가
		999	기타
ADC	I		통행폭 도로의 인도, 갓길을 제외한 실 제 통행폭(단위는 미터)
ADD	I3		도로포장재질
		000	미분류
		001	아스팔트콘크리트
		002	콘크리트
		003	사리도
		004	부럭
		005	일반사각부럭
		006	고압부럭
		007	특수콘크리트
		100	AC
		111	OM
		112	SB
		113	GB
		200	비포장
		999	기타
ADE	I1		교차점 유형 교차로에서 분기되는 도로의 수 (단위는 수)
AEA	I3		교량형태
		000	미분류
		001	아치형(Arch)
		002	외팔보형(Cantilever)
		003	상로교/노선교(Deck)
		004	도개교(Draw/Bascule) (성의해자에 걸친 들어올리는 다리)
		005	부교(Floating/Pontoon)
		006	형교(Girder)
		007	탐형 현수교

			(Tower suspension)
		008	아치형 현수교
			(Arch suspension)
		009	적교(suspension)
		010	선개교/선회교(Swing)
		011	승개교(Lift)
		012	운반교(Transporter)
		013	목판교(Slab)
		014	세로로 빔/들보를 깔아서 구성한 다리 (Stringer/Beam)
		015	결구교(Trass)
		016	미닫이형(Retractable)
		017	고정형(Fixed)
		018	인도교(Foot bridge)
		999	기타
AEB	I3		평면교차로 구분
		000	미분류
		001	접합점
		010	교차로/횡단로
		011	5개도로이상 교차로
		020	로우터리
		999	기타
AEC	I3		표지구분
		000	미분류
		001	도로정보판
		002	도로표지판
		003	지시표지
		004	규제표지
		005	주의표지
		006	광고표지
		999	기타
AED	I3		방지책성격
		000	미분류
		001	낙석방지

		002	방호
		003	차광
		004	소화
		005	소음방지
		999	기타
AEE	I3		정류장종류
		000	미분류
		001	시외버스
		002	좌석버스
		003	일반버스
		004	마을버스
		010	택시
		999	기타
AEF	I3		지하도구분
		000	미분류
		001	인도
		002	인도 및 상가
		003	인도 및 차도
		004	차도
		999	기타
AEG	I3		측구구분
		000	미분류
		001	U형(복개)
		002	U형(미복개)
		003	L형
		004	LU형
		005	LO형
		999	기타
AEH	I3		전주종류
		000	미분류
		001	전력주
		002	통신주
		003	유선주
		004	공동주

		999	기타
AEI	I3		분점함구분
		000	미분류
		001	가로등점멸기
		002	신호제어기
		003	지중변압기
		999	기타
AFA	I3		철도종류
		000	미분류
		001	철도 본선
		002	철도 측선
		010	지하철
		020	고속철도
		030	모노레일
		040	전차길
		050	삭도
		060	재목 반출철도
		061	해양철도
		062	유원지 등의 소형철도
		100	특수철도
		999	기타
AFB	I3		철도 궤도구분 (궤도형식에 의한)
		000	미분류
		001	표준궤
		002	협궤
		003	광궤
		999	기타
AFC	I3		선로종류구분 (궤도수에 의한)
		000	미분류
		001	단선
		002	복선
		003	복복선

		004	3복선
		999	기타
AFD	I3		철도본선종류구분
		000	미분류
		002	하본선
		010	상부분선
		011	하부분선
		020	발착선
		030	도착선
		999	기타
AFE	I3		철도측선종류구분
		000	미분류
		010	유치선
		020	입환선
		030	인상선
		040	화물적하선
		050	세차선
		060	검사선
		070	수선선
		080	기회선
		090	기대선
		100	안전측선
		110	피난측선
		999	기타
AFF	I3		철도전철화여부구분
		000	미분류
		001	전철화
		002	비전철화
		999	기타
AFG	I3		영업상 특징구분
		000	미분류
		010	화물전용선
		020	전동차전용선
		030	여객전용선

		040	여객+화물운행선
		999	기타
AFH	I3		철도선번호(철도선별구분)
		000	미분류
		001	경부선
		002	중앙선
		003	호남선
		004	전라선
		005	충북선
		006	경인선
		007	장항선
		011	경의선
		012	용산선
		013	경원선
		999	기타
AGA	I3		철도건널목종류구분
		000	미분류
		010	제1종건널목
		020	제2종건널목
		030	제3종건널목
		999	기타
AGB	I3		철도정차장종류구분
		000	미분류
		010	여객역
		020	화물역
		030	보통역
		040	객차조차장
		050	화차조차장
		060	신호정차장
		999	기타
AGC	I3		철도승강장(홈)종류구분
		000	미분류
		010	여객홈
		020	수소화물선

		030	- 흙
		040	열차흙
		050	전철흙
		060	열차, 전동차, 병용흙
		999	기타
AGD	I3		철도건물종류구분
		000	미분류
		010	역본체
		020	여객통로
		030	수화물취급소
		999	기타
AGE	I3		철도옹벽종류구분
		000	미분류
		001	특종옹벽
		002	1종옹벽
		003	2종옹벽
		004	3종옹벽
AGF	I3		철도터널형식구분
		000	미분류
		010	제1종형
		020	제2종형
		030	제3종형
		040	제4종형
		999	기타
AGG	I3		철도신호기구조상분류
		000	미분류
		010	기계식
		020	색등식신호기
		030	등렬식신호기
		999	기타
AGH	I3		철도신호기조작상분류
		000	미분류
		010	수동신호기

		020	자동신호기
		030	반자동신호기
		999	기타
AGI	I7		철도역분류
AGJ	I7		종점역분류
AGK	I4		대피소갯수
AGL	I3		전주형식구분
AHA	I3		저장탱크 종류
		000	미분류
		001	저수조
		002	저유조
		003	가스 저장소
		100	폐기물
		101	산업용
		102	위험물
		104	폭발물
		999	기타
AHB	I3		용수로용도
		000	미분류
		001	농업용
		002	공업용
		999	기타
AHC	I3		광산형태
		000	미분류
		001	수평갱
		002	수직갱
		003	사갱
		004	노천광
		010	사금채취
		015	광맥
		999	기타

AHD

I3

	광물분류
000	미분류
001	금
002	은
003	동
004	연, 아연
005	철
006	중석
007	모리브덴
008	망간
009	창연
011	니켈
012	코발트
013	안치모니
014	비소
015	티탄철
016	크롬
017	기타 금속광
100	규석
101	장석
102	납석
103	도석
104	견운모
105	활석
106	흑연
107	고령토
108	석회석
109	백운석
110	명반석
111	규회석
112	사문석
113	볼석
114	벤토나이트
115	산성박토
116	규조토
117	반토혈암
118	석면
119	우라늄

120	석고
121	연옥
122	수정
123	남정석
124	홍주석
125	형석
126	규사
127	운모
128	중정석
129	기타 비금속광
200	무연탄
201	유연탄
202	갈탄
203	토탄
204	코우크스
300	화강암류
301	섬록암류
302	현무암류
303	사암류
304	편마암류
305	대리암류
306	기타 석재
400	하천골재
401	산림골재
402	바다골재
403	기타골재
500	암쇄토
501	산림토
502	퇴적토
503	충적토
504	염류토
505	화산회토
506	범람지
507	간석지
508	적황색토
509	회색토
510	기타 토양

AIA	I3		샘형태
		000	미분류
		001	관정
		002	온천
		003	화산 분기공
		004	아르와트식(지하압력으로뿜어 나 오는 샘)
		005	물웅덩이
		006	분수
		007	연못
		999	기타
AIB	I3		샘물특징
		000	미분류
		001	마시기 적당한
		002	마시기 부적당한
		003	염기성
		004	광천수
		005	알칼리성
		006	적용불가
		999	기타
AZA	I3		탐분류
		000	미분류
		001	교탐
		002	등탐
		010	계류탐
		011	송전탐
		020	취수탐
		021	저수탐
		023	소방탐
		030	화재감시탐
		031	감시탐
		032	조명탐
		040	라디오 송신탐
		041	TV송신탐
		042	초고주파탐
		050	레이다탐

		051	관제탑
		060	군수탑
		999	기타
AZB	I3		맨홀종류
		000	미분류
		001	공동구
		010	가스맨홀
		011	통신맨홀
		012	전기맨홀
		013	하수맨홀
		014	상수맨홀
		015	송유맨홀
		016	가로등맨홀
		999	기타
AZC	I3		관측종류
		000	미분류
		001	수위
		002	유량
		003	우량
		004	수질
		005	파랑
		006	풍향, 풍속
		007	대기오염
		008	지질
		009	지진
		999	기타
AZD	I3		매립지 분류
		000	미분류
		001	공지
		002	적치장
		010	토사 매립지
		011	폐기물 매립지
		012	쓰레기 매립지
		999	기타

BAA	F		평균 유속 하천의 장마철, 가뭄을 제외한 평균유속(단위는 0.1m/sec)
BAB	I3	000	하천구역종류
		001	미분류
		002	하천구역
		999	금지구역
			기타
BBA	I3	000	제방용도
		001	미분류
		002	하천제방
		003	방조제
		004	방과제
		999	방사제
			기타
BBB	I		왼쪽제방 경사도 하천의 하류를 향할 때 왼쪽제방의 실제 경사도로 %로 표시 경사도 = (제방높이 /수면점으로부터 최고점의 수평거리) ×100
BBC	I		오른쪽제방 경사도 하천의 하류를 향할 때 오른쪽제방 의 실제 경사도로 %로 표시 경사도 = (제방높이/수면점으로부터 최고점의 수평거리)×100
BBD	I3	000	수문종류
		001	미분류
		002	배수문
		999	배수통관
			기타
BBE	I3	000	차량통행여부
			미분류

		001	승용가능
		002	화물용가능
		003	승용차 + 화물차
		004	모든차량 통과
		010	차량통행불가
		999	기타
CAA	I3		등고내용
		000	미분류
		001	계곡선
		002	주곡선
		003	간곡선
		004	조곡선
		011	함몰지 계곡선
		012	함몰지 주곡선
		013	함몰지 간곡선
		014	함몰지 조곡선
		999	기타
DAA	I3		재배용도
		000	미분류
		001	논
		002	밭
		003	과수
		004	산림
		005	뽕나무밭
		006	대밭
		007	초지
		008	잔디
		009	녹지(잡목)
		010	진흙
		011	모래
		999	기타
DCA	I3		조림유형
		000	미분류
		001	인공
		002	자연

		999	기타
DCB	I3		식생밀도
		000	미분류
		001	개방지 (5% 이하)
		002	저밀도 (5-15%)
		003	중간밀도 (15-50%)
		004	고밀도 (50%이상)
EAA	I10		시구동 코드 (KS C 5618-90)
EAB	I3		구역경계
		000	미분류
		001	국경
		002	특별, 광역시도계
		003	시군구계
		004	읍면동계
		005	이계
		999	기타
EAC	I3		단지성격
		000	미분류
		001	국가공업단지
		002	지방공업단지
		003	농공단지
		004	축산단지
		005	관광단지
		006	위락단지
		999	기타
EAD	I3		구역성격
		000	미분류
		001	자연환경보전지구
		010	자연생태계보전지구
		020	상수원보호구역

030	개발제한구역
040	환경보전을 위한 특별 대책지역
050	문화재보호구역
999	기타

3) 지형지물과 속성부호의 연계 테이블

지형지물부호	지형지물과 속성간 연계		내 용
	지형지물명	속성부호	
AA001	건물	NAM	명칭
		STY	층수
		SMA	구조
		AAA	건물형태
		AAB	건물용도
AA002	기호건물		
AA003	집단가옥경계		
AA100	담장	AAC	담장종류
AA200	문주		
AA201	굴뚝		
AB001	공동묘지	NAM	명칭
		ARA	넓이
AB002	묘지		
AB003	유적지	NAM	명칭
		ABA	유적지구분
AB010	기념비		
AB011	입상(동상)		
AB020	성	NAM	명칭
AB100	놀이시설	NAM	명칭
		SOO	개통상태
		ABB	놀이시설용도
AC001	처리시설경계	NAM	명칭
		SOO	개통상태
		ACA	처리시설용도
AD001	도로		
AD002	도로중심선(I)	NUM	번호
		NAM	명칭
		SOO	개통상태
		WID	폭
		LEN	길이
		LIN	차선수
		ADA	도로종류
		ADB	중앙분리대

AD003	도로중심선(II)	ADC	통행폭
		ADD	도로포장재질
		NUM	번호
		NAM	명칭
		SOO	개통상태
		WID	폭
		LEN	길이
		LIN	차선수
		ADA	도로종류
		ADB	중앙분리대
AD010	도로교차점	ADC	통행폭
		ADD	도로포장재질
AD020	도로원표		
AE001	인도	SMA	구조
		ADD	도로포장재질
		LEN	길이
		WID	폭
AE010	교량	NUM	번호
		NAM	명칭
		SMA	구조
		WID	폭
		LEN	길이
AE020	터널	AEA	교량형태
		NUM	번호
		NAM	명칭
		SMA	구조
		WID	폭
		LEN	길이
AE021	터널입구	HIT	높이
AE030	입체교차부(로)	NAM	명칭
		SMA	구조
		WID	폭
		LEN	길이
		TFR	입체형태
AE031	입체교차로 중심선	AEB	평면교차로구분

AE040	고가도로	NAM	명칭
		NUM	번호
		LEN	길이
		WID	폭
AE041	고가도로중심선		
AE050	지하도	NAM	명칭
		NUM	번호
		LEN	길이
		WID	폭
		AEF	지하도 구분
AE051	지하도중심선		
AE052	지하도입구		
AE053	지하철입구		
AE100	육교		
AE110	도로분리대		
AE120	횡단보도		
AE121	안전지대		
AE122	과속방지시설		
AE123	미끄럼방지시설		
AE130	차단기		
AE131	가로등		
AE132	신호등		
AE133	분점함		
AE134	CCTV		
AE135	검지기		
AE140	계단		
AE150	측구		
AE160	가로수		
AE170	전주	AEH	전주종류
AE200	도로반사경		
AE210	표지	AEC	표지구분
AE220	방지책	AED	방지책성격
AE221	가드레일		
AE222	가드펜스		
AE230	주차장경계		
AE240	주유소		
AE250	세차장		
AE260	정류장	AEE	정류장종류

AE270	휴게소		
AE300	우체통		
AE305	공중전화박스		
AE310	게시판		
AE315	화단		
AE320	가판대		
AE325	시계탑		
AE330	분수		
AE335	벤치		
AE340	암거		
AF001	철도		
AF002	철도중심선	NAM	명칭
		YMD	설치년월일(개통)
		SOO	개통상태
		LEN	길이
		AFC	선로종류구분(궤도수)
		AFB	철도궤도구분
		AFE	철도지선특징
		AFF	철도전철화여부 검토
		AFG	영업상특징구분
		AFH	철도선번호
		AGI	철도역분류(시점역)
		AGJ	중점역분류(중점역)
AF030	철도교차점		
AF010	삭도	NUM	번호
		NAM	명칭
		LEN	길이
AF020	궤도(모노레일)	NUM	번호
		NAM	명칭
		LEN	길이
AG001	철도용지경계		
AG010	철도교량	NUM	번호(교량고유번호)
		NAM	명칭
		LEN	길이
		AEA	교량형태
		AGK	대피소갯수
		YMD	설치년월일
AG020	철도터널	NUM	번호

AG030	철도건설목	NAM	명칭
		LEN	길이
		AGF	철도터널형식구분
		AGK	대피소갯수
		YMD	설치년도(준공년월일)
		NUM	번호(건설목고유번호)
		NAM	명칭(건설목명)
		AGA	철도건설목종류 구분
AG041	가도교	WID	폭(건설목폭)
		ADA	도로종류
		NUM	번호
		NAM	명칭(가도교명)
		AEA	교량형태(구조형식구분)
		LEN	길이
		HIT	높이 (유효고)
		YMD	설치년도(준공년월일)
AG042	과선도로교(과선교)	NUM	번호
		NAM	명칭(과선교명)
		AEA	교량형태(구조형식구분)
		LEN	길이
		HIT	높이(유효고)
		YMD	설치년도(개통년월일)
		NUM	번호
		NAM	명칭(지하도명)
AG042	지하도	AEA	교량형태(구조형식구분)
		LEN	길이
		HIT	높이(유효고)
		YMD	설치년도(개통년월일)
		NUM	번호
		NAM	명칭(인도육교명)
		AEA	교량형태(구조형식구분)
		LEN	길이
AG044	인도육교	HIT	높이(유효고)
		YMD	설치년도(개통년월일)
		NUM	번호
		NAM	명칭(인도육교명)
		AEA	교량형태(구조형식구분)
		LEN	길이
		HIT	높이(유효고)
		YMD	설치년도(개통년월일)
AG045	입체통로	NUM	번호
		NAM	명칭(입체통로명)
		AEA	교량형태(구조형식구분)
		LEN	길이

AG050	철도옹벽	HIT	높이(유효고)
		YMD	설치년도(개통년월일)
		NUM	번호
		FOR	구조물형태(옹벽형식구 분)
AG060	철도하수	NUM	번호
		FOR	구조물형태(하수형식구 분)
AG070	철도울타리	NUM	번호
		FOR	구조물형태(울타리형식 구분)
AG080	철도정차장(역)	NAM	명칭(정차장(역)명)
		AGI	철도역분류(정차장(역)코 드)
AG081	철도승강장	AGB	철도정차장종류 구분
AG090	철도건물	NUM	번호(건물(재산)식별 번 호)
		NAM	명칭(건물명)
		AAA	건물형태
		AAB	건물용도
AG100	철도신호기	NUM	번호
		NAM	명칭(신호기명)
		AGG	철도신호기구조상분류
		AGH	철도신호기조작상분류
AG110	철도전철주(전주)	NUM	고유번호
		AGL	전주구분(전주형식구분)
AG120	철도연장표		
AG121	철도KM표	NUM	번호
AG122	철도 M표	NUM	번호
AH001	저장조	NAM	명칭
		NUM	번호
		OUG	지상/지하구분
		AHA	저장탱크종류
AH100	용수로	NAM	명칭
		SMA	구조
		OUG	지상/지하구분
		AHB	용수로용도

AH200	광산	NAM	명칭
		SOO	개통상태
		AHC	광산형태
		AHD	광물분류
AI001	우물	NAM	명칭
		AIA	샘형태
		AIB	샘물특징
AI010	방법등		
AJ001	관정		
AJ010	양배수장경계		
AJ020	양식장경계		
AK001	시장경계		
AZ001	소화전	NUM	번호
		OUG	지상/지하구분
AZ010	급수탑	NUM	번호
AZ015	비상소화장치	NUM	번호
AZ020	탑	SMA	구조
		AZA	탑분류
AZ030	환기구		
AZ040	맨홀	AZB	맨홀종류
AZ050	관측소	AZC	관측종류
AZ060	헬기장	HSL	고도값
AZ070	성절토상단	HIT	높이
		WID	폭
AZ071	성절토하단	WID	폭
AZ080	석축상단	HIT	높이
		WID	폭
AZ081	석축하단	WID	폭
AZ085	옹벽상단	WID	폭
		HIT	높이
AZ086	옹벽하단	WID	폭
AZ090	경사보호망		
AZ100	온천		
AZ110	기타경계선		
AZ120	적치장		
AZ130	매립지	AZD	매립지분류
AZ140	채취장		
AZ150	기중기	WET	하중

BA001	하천경계			
BA002	하천중심선	NUM		번호
		NAM		명칭
		BAA		평균유속
BA003	세류			
BA004	건천			
BA005	복개하천			
BA006	폐천			
BA010	호수, 저수지			
BA020	폭포			
BA030	유수방향			
BA100	하천구역경계	BAB		하천구역종류
BA200	모래경계			
BA201	습지경계			
BA202	염전경계			
BA203	갯벌경계			
BA204	수역경계			
BA205	담유역계			
BB001	제방상단	NAM		명칭
		WID		폭
		SMA		구조
		BBA		제방용도
		BBB		왼쪽제방경사도
		BBC		오른쪽제방경사도
BB002	제방하단	WID		폭
		HIT	높이	
BB005	기호제방			
BB010	수문	BBD	수문종류	
BB020	댐	NAM		명칭
		SOO		개통상태
BB030	보			
BB040	잔교	BBE		차량통행여부
BB050	선착장			
BB060	나루노선	NAM		명칭
		BBE		차량통행여부
BB100	표석			
CA001	등고선	HSL	고도값	

		CAA		등고내용
CA002	표고점	HSL		고도값
CB001	퇴적암			
CB002	화성암			
CB003	변성암			
CC001	붕토지			
CC002	사태지			
CC003	벼랑바위			
CC004	너덜바위			
CC005	동굴입구			
CC010	능선			
CC020	분화구			
DA001	재배지경계	NAM		명칭
		DAA		재배용도
DB001	목장 및 방목경계		NAM	명칭
DC001	숲경계	TOT	수목류	
		DCA		조림유형
		DCB		식생밀도
DD001	경관경계			
DZ001	기타경계			
DZ010	독립수	TOT	수목류	
EA001	행정구역경계	NAM		명칭
		EAA		시구동 코드
		EAB		구역경계
EA010	단지경계	NAM		명칭
		EAC		단지성격
EA020	지역 및 구역경계	NAM		명칭
		EAD		구역성격
		ARA		넓이

<부록 2> 지하수정보에 대한 속성분류체계 및 속성값

1) 속성분류체계 및 속성값

속성코드	속성값	속성자료내용	비고
NUM	I10	번호 (NUMber)	국가기본도 표준속성코드
IDN	I10	고유번호 (IDentification Number)	
INP	I19	지적고유번호(Identification Number of Parcel)	
NAM	A30	명칭 (NAME)	
STY	I3	층수 (STorY)	
WID	F	폭 (WIDth)	
LEN	F	길이 (LENgth)	
DIA	F	직경(DIAmeter)	
DEP	F	깊이(DEPth)	
HIT	F	높이 (HelghT)	
ARA	I	넓이 (AReA)	
WET	I	하중(WEGht)	
DOW	F	수심(Depth Of Water)	
HSL	I	고도값(단위는 미터) (Height above Surface Level)	
DIR	I3	방향(DIRection) : 선구조, 지하수 유동방향	
DEN	F	밀도(DENSity) : 선구조	
DUS	A30	관정 세부용도	
LIN	I3	(차)선로수 또는 통로수(LINe)	
YMD	I8	설치년도(0000년/00월/00일)	
HOL	I	가로길이 (HORizontal Length)	
NOP	I	관망개수 및 관구개수(Number Of Pipeline)	
CHB	F	생활하수 오염부하량 : 단위(mg/l)	
CIF	F	파쇄대 폭 : 단위(m)	
ELC	F	전기전도도(EC)	
MNR	A30	광물명(MiNeRal) : 지하수함유	수문지질도에서 부여된 새로운 속성코드
PEB	F	투수계수(K) : cm/sec	
PEH	F	수소이온농도(pH)	
PER	I3	지질시대구분(PERIOD)	
PUC	F	현재 지하수 이용량 : m ³ /일, m ³ /년	
PYC	F	지하수 개발가능량(Potential Yield Capacity): m ³ /일, m ³ /년	
ROC	A30	암석명(ROCK NAME) ; 암석구분	
SAV	F	염도값	
SLP	F	구배 (SLOpe of Pipeline)	
STO	F	저유계수(S)	
SWY	F	지하수부존량	
TDI	F	토출관직경 : 단위(cm)	
TEM	F	수온 : 단위(도)	
TRA	F	투수량계수(T) : m ² /일	
USD	A30	관정 이용용도	
VLC	F	속도(VELOCITY) : cm/sec,	
VOL	F	부피(VOLUME) : m ³ /일, m ³ /년	

속성코드	속성값	속성자료내용	비고
WCA	F	관정 양수능력 : 단위(m ³ /일)	새로운 속성코드 수문지질도에서 부여된
WDI	I	관경(Diameter of Pipeline) : 단위(cm)	
WDP	F	관정 깊이 : 단위(m)	
WLE	F	관정 수위 : 단위(m)	

※ 수질기준항목에 대한 속성분류

속성코드	속성값	속성자료내용	비고
PHI	F	수소이온농도(pH)	지하수수질기준 (일반항목) 및 음용수 수질기준항목
COD	F	화학적 산소 요구량(COD) : 단위(mg/l)	
CON	F	대장균군수 : 단위(갯수/ml)	
NON	F	질산성질소 : 단위(mg/l)	
CLI	F	염소이온 : 단위(mg/l)	
CAD	F	카드뮴 : 단위(mg/l)	지하수수질기준 (특정 유해물질) 및 음용수 수질기준항목
ARS	F	비소 : 단위(mg/l)	
CYA	F	시안 : 단위(mg/l)	
MEB	F	수은 : 단위(mg/l)	
ORP	F	유기인 : 단위(mg/l)	
PIE	F	페놀 : 단위(mg/l)	
LEA	F	납 : 단위(mg/l)	
CRP	F	6가 크롬 : 단위(mg/l)	
TCE	F	트리클로로에틸렌 : 단위(mg/l)	
PCE	F	테트라클로로에틸렌 : 단위(mg/l)	
BAC	F	일반세균 : 단위(갯수/ml)	음용수수질기준 미생물에 관한 기준
FLU	F	불소 : 단위(mg/l)	음용수수질기준 (건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준)
SRN	F	세레늄 : 단위(mg/l)	
AMN	F	암모니아성질소 : 단위(mg/l)	음용수수질기준 (건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준)
THM	F	총트리할로메탄 : 단위(mg/l)	
DIG	F	다이아지논 : 단위(mg/l)	
MRT	F	말라티온 : 단위(mg/l)	
PNT	F	페니트로티온 : 단위(mg/l)	
CBL	F	카바릴 : 단위(mg/l)	
TCE	F	트리클로로에탄 : 단위(mg/l)	
DCM	F	디클로로메탄 : 단위(mg/l)	
BEN	F	벤젠 : 단위(mg/l)	
ETB	F	에틸벤젠 : 단위(mg/l)	
CSL	F	크실렌 : 단위(mg/l)	
ODO	A10	냄새	음용수수질기준 (심미적 영향물질에 관한 기준)
TAS	A10	맛	
COL	F	색도 : 단위(도)	
HAZ	F	탁도 : 단위(도)	
SUL	F	황산 : 단위(mg/l)	
VAM	F	증발잔유물 : 단위(mg/l)	
POP	F	과망간산칼륨소비량 : 단위(mg/l)	
IRO	F	철 : 단위(mg/l)	
HAR	F	경도 : 단위(mg/l)	
COP	F	동 : 단위(mg/l)	
ZIN	F	아연 : 단위(mg/l)	
MAN	F	망간 : 단위(mg/l)	
ABS	F	세재 : 단위(mg/l)	
ALU	F	알루미늄 : 단위(mg/l)	

속성코드	속성값	속성자료내용
CBA	I3	수문지질단위
	001	미고결암
	002	신기퇴적암
	003	화강암
	004	기타화성암
	005	편마암
	006	편암
	007	기타변성암류
	008	기타
CBB	I3	암상단위
	001	점토
	002	모래
	003	자갈
	004	혼성 퇴적물
	005	화산쇄설물
	006	매립지
	007	기타퇴적물
	008	풍화암
	011	산성분출암
	012	중성분출암
	013	염기성분출암
	014	응회암
	015	기타분출암
	021	반고결성 퇴적암
	022	천해성-비해성퇴적암
	023	기타신기퇴적암
	031	석영암맥
	032	산성암맥
	033	흑운모화강암
	034	반상화강암
	035	기타산성심성암
	036	중성심성암
	037	염기성심성암
	038	기타화성암
	051	이암
	052	미사암
	053	셰일
	054	이회암
	055	사암
	056	역암
	057	석회암
	058	쇄설성퇴적암
	059	기타퇴적암

속성코드	속성값	속성자료내용
	071	화강암질편마암
	072	우백질편마암
	073	안구상편마암
	074	호상흑운모/운모편마암
	075	각섬석편암
	076	석영편암
	077	슬레이트
	078	천매암
	079	규암
	080	기타편마암
	081	기타편암
	082	기타변성암
PER	I3	지질시대 및 단위
	001	제 4기
	002	풍화대
	003	제 3기
	004	백악기
	005	쥬라기
	006	트라이아스기
	007	페름기
	008	석탄기
	009	데본기
	010	사일루리아기
	011	캠브리아기
	012	원생대
	013	신생대
CBC	I3	지형분류
	001	평야, 곡간
	002	대지
	003	산지
	004	해안
	005	구릉
	006	카르스트
CBD	I3	공극형태
	001	일차공극
	002	기공
	003	단열
	004	동혈
	005	터널
CBE	I3	투수계수 등급(추후 보완)
	001	
	002	
	003	
	004	
CBF	I3	투수량계수 등급(추후 보완)
	001	
	002	
	003	
	004	
CBG	I3	저유계수 등급(추후 보완)
	001	
	002	
	003	
	004	

속성코드	속성값	속성자료내용
CBI	I3	지하수 부존성
	001	대
	002	중
	003	소
CIA	I3	지질경계
	001	확정
	002	추정
CIB	I3	수문지질경계
	001	확정
	002	추정
CIC	I3	경계의 수리적 특성
	001	장애
	002	통로
	003	영향없음
	004	정보없음
CID	I3	단층
	001	정단층
	002	수평이동단층
	003	역단층
	004	사교단층
	005	хин단층
	006	층상단층
	007	오바쓰러스트
	999	기타
CIE	I3	수리학적 중요성
	001	수리학적으로 중요함
	002	수리학적으로 중요하지 않음
CRW	I3	지질구조선(Lineament) 종류
	001	1차
	002	2차
CIG	I3	지질구조선 밀도
	001	0 % ~ 2 %
	002	2 % ~ 4 %
	003	4 % ~ 6 %
	004	6 % ~ 8 %
	005	8% 이상
CIH	I3	지하수 수질에 영향을 미치는 광물을 함유한 지층
	001	원소광물
	002	유화광물
	003	유염광물
	004	산화 및 수산화광물
	005	헬로겐광물
	006	탄산염, 실산염, 붕산염광물
	007	황산염, 크롬산염광물
	008	인산염, 비산염, 박나딘산염광물
	009	텅그스텐산염, 몰리브덴산염광물
	010	규산염광물

속성코드	속성값	속성자료내용
CII	I3	화산분화구
	001	코니테형
	002	아스피테형
	003	틀로이데형
	004	벨로니테형
	005	호마테형
	006	페디오니테형
	007	마아르형
CIJ	I3	단면선
	001	직선 단면선
	002	직선이 아닌 단면선
CIK	I3	기반암심도 확정구분
	001	확정(시추공 확인심도)
	002	추정
CJA	I3	지하수면 구분
	001	자유면 지하수위
	002	피압면 지하수위
CJB	I3	대수층 구분
	001	충적층 지하수
	002	암반 지하수
CJC	I3	지하수 유동 방향
	001	배출
	002	함양
CJD	I3	지하수 분수령 형태
	001	지형 분수령과 일치
	002	지형 분수령과 불일치
CJE	I3	피압지하수 부존지역
	001	피압지하수
	002	자분정지역
CJF	I3	용천 발생구분
	001	용천
	002	해저 용천
	003	용천군
	004	지속적인 카르스트 용천
	005	일시적인 카르스트 용천
	006	용천선
	999	기타
CJG	I3	온도에 따른 용천 종류
	001	냉광천 또는 기수 용천
	002	온천
	003	열광천
CJH	I3	지하수 누출 지역 형태(추후 보완)
	001	
	002	
	003	

속성코드	속성값	속성자료내용
CDA	I3	관정
	001	관정(단독정호)
	002	집수암거
	003	지하댐
	004	재래식 우물(인력관정)
	005	자분하는 우물(군)
	006	관정군
CDB	I3	폐공
	001	그라우팅
	002	설치
	003	미설치
CDC	I3	미확인
	001	계량기
	002	설치
	003	미설치
CDD	I3	미확인
	001	보호공
	002	설치
	003	미설치
CDE	I3	미확인
	001	수위측정관
	002	설치
	003	미설치
CDF	I3	미확인
	001	케이싱
	002	설치
	003	미설치
CDG	I3	미확인
	001	수질검사구분
	002	생활용수
	003	공업용수
	004	농업용수
CDH	I3	음용수
	001	수질검사합격구분
	002	적합
CDI	I3	부적합
	001	조사공
	002	조사시추공
CDJ	I3	조사확정공
	001	조사용관측공
	002	관측공
	001	자동관측공
	002	수질측정공

속성코드	속성값	속성자료내용
CDK	I3	광천수 우물
	001	광천수 우물(군)
	002	열광천수 우물(군)
	003	온천공
	999	기타
CDL	I3	주입공
	001	지하수주입공
	002	시험 주입공
CDM	I3	양수장, 양수공장
	001	300,000 m ³ /년 이하
	002	300,000 m ³ /년 - 3,000,000 m ³ /년 이하
	003	3,000,000 m ³ /년 이상
CDN	I3	용천수 양수공(추후 보완)
	001	
	002	
CEA	I3	지하수 상황 및 하향 누출
	01	상향 누출
	02	하향 누출
	03	수리구배 변화에 따라 변화는 누출
CEB	I3	심부의 지하수 유동
	001	심부의 지하수 수평 유동
	002	심부의 지하수 수직 유동
CEC	I3	하천(하천의 수리적 특성 구분)
	001	이득하천(지하수에 의하여 공급)
	002	손실하천(대수층에 공급)
	003	교대하천(이득 또는 손실)
	004	독립하천(대수층에 비교류)
	005	정보없음
	006	인접한 천층 지하수계와 밀접하게 관련된 하천
	999	기타
CED	I3	수로
	01	지하수계로부터 배출에 의하여 보급되는 수로
	02	지하수계의 함양원이 되는 수로
CEE	I3	저수지
	001	지하수계의 함양원이 되는 저수지
	002	지하수계와 연결되지 않은 저수지
CEF	I3	함양 및 배출지역
	001	함양지역:규모가 큰 광역적인 지하수계
	002	함양지역:규모가 중간 정도인 지하수계
	003	함양지역:규모가 작은 국지적인 지하수계
	004	함양중간지역:규모가 큰 광역적인 지하수계
	005	함양중간지역:규모가 중간 정도인 지하수계
	006	배출지역:규모가 큰 광역적인 지하수계
	007	배출지역:규모가 중간 정도인 지하수계
	008	배출지역:규모가 작은 국지적인 지하수계
CEG	I3	지하수계가 발달하지 않은 지역
	001	미고결퇴적층
	002	신기퇴적암
	003	고기퇴적암
	004	화산암
	005	화성암
	006	변성암
	007	기타

속성코드	속성값	속성자료내용
CEH	I3	함양 및 배출지역의 경계선
	001	유역별 경계
	002	지역별 경계(행정구역)
	003	도곽별 경계
CFA	I3	지하수 흐름이 공극을 따라 발생하는 대수층
	001	광범위하게 분포하며 산출성이 높은 대수층
	002	광범위하게 분포하며 산출성이 낮은 대수층
	003	국지적 또는 불연속적이며 산출성이 높은 대수층
	004	국지적 또는 불연속적이며 산출성이 낮은 대수층
CFB	I3	지하수 흐름이 주로 균열 등을 따라 발생하는 대수층
	001	광범위하게 분포하며 산출성이 높은 대수층
	002	광범위하게 분포하며 산출성이 낮은 대수층
	003	국지적 또는 불연속적이며 산출성이 높은 대수층
	004	국지적 또는 불연속적이며 산출성이 낮은 대수층
CFC	I3	중요성이 낮은 대수층을 형성하는 지층
	001	지하수 부존이 국지적으로 제한된 소규모 대수층
	002	기본적으로 부존되지 않은 지층
	003	광범위하게 분포하는 대수층이 두께가 얇은 지층에 의하여 피복되어 있을 때
CFD	I3	지하수 경계
	001	유입경계(지표에 노출된 경계)
	002	유입경계(매몰된 경계)
	003	유출경계(지표에 노출된 경계)
	004	유출경계(매몰된 경계)
	005	불투수성경계(지표에 노출된 경계)
	006	불투수성경계(매몰된 경계)
	007	정보가 없는 경계
	008	기타 대수층의 경계선
CFE	I3	지하수 개발가능량 경계
	001	유역별
	002	지역별(행정구역)
	003	도곽별
CGA	I3	각종 수질경계 구분
	001	대수층에서 염수 지하수의 경계
	002	담수와 해수의 경계 등고선
	003	해수침입 지역
	004	지하수의 수질에 영향을 줄 수 있는 광물을 함유한 지층의 경계
CGB	I3	광화대 및 지열 분포지역
	001	내륙의 광화된 지하수 분포지역
	002	담수 지하수 상부에 광화된 물이 분포하는 지역
	003	내륙의 광화된 천층 지하수의 경계
	004	지열이 높은 지역
	999	기타
CGC	I3	특정수질 하천 및 호소
	001	광화된 물이 흐르는 하천
	002	염수 또는 기수, 석호 또는 호소
	003	주기적으로 저수되는 염수호
	004	일시적으로 저수되는 플라야
	005	염수 늪지
	999	기타

속성코드	속성값	속성자료내용
CGD	I3	오염취약성도
	001	취약성이 대단히 높음
	002	취약성이 높음
	003	중간정도
	004	취약성이 낮음
CGE	I3	오염취약성 경계선
	001	유역별
	002	지역별(행정구역)
	003	도곽별
CHA	I3	주요오염원
	001	축산단지
	002	공동묘지
	003	유류저장소
	004	주유소
	005	세차장
	006	광산
	007	일반폐기물 매립지
	008	특정폐기물 매립지
	009	소각장
	010	공업단지
	011	농공단지
	012	세탁소
	013	분뇨저장소
	999	기타
CKA	I3	하천(지형학적 구분)
	001	지속하천 및 간헐하천
	002	망상하천, 침수 퇴적평원
	003	내륙분지에서 사라지는 하천
	999	기타
CKB	I3	카르스트
	001	하곡에서의 카르스트 수 손실
	002	카르스트 수의 손실과 재용출과의 연결(확인된경우)
	003	카르스트 수의 손실과 재용출과의 연결(추정)
	004	카르스트 동굴
	005	카르스트 지역의 경계
CKC	I3	분수령
	001	지표수의 주 분수령
CKD	I3	관측소
	001	유량 관측소
CKE	I3	폭포 및 담수호
	002	기상 관측소
CKE	I3	폭포 및 담수호
	001	폭포
	002	담수호
	003	주기적으로 저수되는 담수호
	004	일시적으로만 저수되는 담수호
	005	하천 늪지
	006	늪지

속성코드	속성값	속성자료내용
CKF	I3	수리시설물
	001	지하 배수구
	002	하천 취수장
	003	관로
	004	수로
	005	저수지(지속적인 경우)
	006	저수지(일시적인 경우)
	007	댐 또는 언
	008	제방 또는 해안 방벽
	009	홍수-조수 독 또는 조력 발전소
	010	탈염 시설
	999	기타
CKG	I3	지하수 관련지역
	001	지하수 함양지역
	002	관개 지역
	003	지하수 개발이 활발한 지역의 경계
	004	자연적인 지하수계에 영향을 미치는 광산 지역(지하 채굴)
	005	자연적인 지하수계에 영향을 미치는 광산 지역(노천 채굴)
CKH	I3	탐사지점
	001	전기탐사 지점
	002	탄성파탐사 지점
	003	기타 탐사지점
CKI	I3	지역지구
	001	공원
	002	녹지
	003	풍치지구, 개발제한구역, 유원지
	004	주거지역
	005	공업지역
	006	상업지역
	007	수계
	999	기타

2) 지형지물 및 속성부호의 연계 테이블

지형지물명 수문지질단위

지형지물코드 CB001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호	I10			
ROC	암석명칭	A30			현지조사
ARA	넓이	F			현지조사 전산자료
CBA	수문지질단위	I3	001	미고결암	현지조사
			002	신기퇴적암	
			003	화강암	
			004	기타화성암	
			005	편마암	
			006	편암	
			007	기타변성암류	
			999	기타	
PER	지질시대구분	I3	001	제 4기	현지조사
			002	풍화대	
			003	제 3기	
			004	백악기	
			005	จู라기	
			006	트라이아스기	
			007	페름기	
			008	석탄기	
			009	데본기	
			010	사일루리아기	
			011	캠브리아기	
			012	원생대	
			013	신생대	
CBB	지질단위	I3	001	점토, 점토질양토, 이토	현지조사
			002	모래	
			003	자갈	
			004	혼성퇴적물	
			005	화산쇄설물	
			006	매립지	
			007	기타퇴적물	
			008	풍화암	
			011	산성분출암	
			012	중성분출암	
			013	염기성분출암	
			014	응회암	
			015	기타분출암	
			021	반고결성 퇴적암	
			022	천해성-비해성 퇴적암	
			023	기타신기퇴적암	

계속)

지형지물명 수문지 질단위

지형지물코드 CB001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
CBB	지질단위	I3	031	석영암맥	
			032	산성암맥	
			033	흑운모화강암	
			034	반상화강암	
			035	기타산성심성암	
			036	중성심성암	
			037	염기성심성암	
			038	기타화성암	
			051	이암	
			052	미사암	
			053	세일	
			054	이회암	
			055	사암	
			056	역암	
			057	석회암	
			058	쇄설성퇴적암	
			059	기타퇴적암	
			071	화강암질편마암	
			072	우백질편마암	
			073	안구상편마암	
			074	호상흑운모/운모편마암	
			075	각섬석편암	
			076	석영편암	
			077	슬레이트	
			078	천매암	
			079	규암	
			080	기타편마암	
			081	기타편암	
			082	기타변성암	
CBC	지형	I3	001	평야, 곡간	현지조사 전산자료
			002	대지	
			003	구릉	
			004	해안	
			005	산지	
			006	카르스트	
CBD	공극형태	I3	001	일차공극	현지조사 전산자료
			002	기공	
			003	단열	
			004	동형	
			005	터널	
CBE	투수계수	I3 or F	001		현지조사 전산자료 (추후 보완)
			002		
			003		
			004		

계속)

지형지물명 수문지 질단위
지형지물코드 CB001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
CBF	투수량계수	I3 or F	001		현지조사
			002		전산자료
			003		(추후 보완)
			004		
			005		
CBG	저유계수	I3 or F	001		현지조사
			002		전산자료
			003		(추후 보완)
			004		
			005		
PYC	지하수	F			현지조사
	개발가능량				전산자료
CBI	지하수부존성	I3	001	소	현지조사
			002	중	전산자료
			003	대	

지형지물명 지질단위
지형지물코드 CB002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ROC	암석명	A30			현지조사
ARA	넓이	F			현지조사 전산자료
CBB	지질단위	I3	001	점토, 점토질양토, 이토	현지조사
			002	모래	
			003	자갈	
			004	혼성퇴적물	
			005	화산쇄설물	
			006	매립지	
			007	기타퇴적물	
			008	풍화암	
			011	산성분출암	
			012	중성분출암	
			013	염기성분출암	
			014	응회암	
			015	기타분출암	
			021	반고결성 퇴적암	
			022	천해성-비해성 퇴적암	
			023	기타신기퇴적암	

지형지물명 지질단위
지형지물코드 CB002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
CBB	지질단위	I3	031	석영암맥	현지조사
			032	산성암맥	
			033	흑운모화강암	
			034	반상화강암	
			035	기타산성심성암	
			036	중성심성암	
			037	염기성심성암	
			038	기타화성암	
			051	이암	
			052	미사암	
			053	세일	
			054	이회암	
			055	사암	
			056	역암	
			057	석회암	
			058	쇄설성퇴적암	
			059	기타	
			071	화강암질편마암	
			072	우백질편마암	
			073	안구상편마암	
			074	호상흑운모/운모편마암	
			075	각섬석편암	
			076	석영편암	
			077	슬레이트	
			078	천매암	
			079	규암	
			080	기타편마암	
			081	기타편암	
			082	기타변성암	
PER	지질시대구분	I3	001	제 4기	현지조사
			002	풍화대	
			003	제 3기	
			004	백악기	
			005	쥬라기	
			006	트라이아스기	
			007	페름기	
			008	석탄기	
			009	데본기	
			010	사일루리아기	
			011	캠브리아기	
			012	원생대	
			013	신생대	

지형지물명 지질 및 수문지질경계
지형지물코드 CI001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	넓이	F			현지조사 전산자료
CIA	지질경계	I3	001	확정	현지조사
			002	추정	
CIB	수문지질경계	I3	001	확정	현지조사
			002	추정	
CIC	지질경계의 수리적특성	I3	001	장애	현지조사
			002	통로	
			003	영향없음	
			004	정보없음	

지형지물명 단층
지형지물코드 CI002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NAM	명칭	A30			현지조사
LEN	길이	F			현지조사 전산자료
CID	단층분류	I3	001	정단층	현지조사
			002	수평이동단층	
			003	역단층	
			004	사교단층	
			005	힌지단층	
			006	층상단층	
			007	오버쓰러스트	
			999	기타	현지조사
CIE	수리학적 중요성	I3	001	수리적으로 중요함	
			002	수리적으로 중요하지 않음	

지형지물명 파쇄대
지형지물코드 CI003

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
LEN	길이	F			현지조사 전산자료
CRW	파쇄대 폭	F			현지조사
CIE	수리학적 성	중요 I3	001 002	수리적으로 중요함 수리적으로 중요하지 않음	현지조사

지형지물명 지질구조선
지형지물코드 CI004

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NAM	명칭	A30			현지조사
LEN	길이	F			현지조사 전산자료
CIF	구조선분류	I3	001 002 999	1차 2차 기타	현지조사
CIG	지질구조선밀도	I3	001 002 003 004 005	0% ~ 2% 2% ~ 4% 4% ~ 6% 6% ~ 8% 8% 이상	현지조사

지형지물명 광물함유지층
지형지물코드 CI005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ROC	암석명칭	A30			현지조사
MNR	광물명칭	A30			현지조사
ARA	면적	F			현지조사 전산자료
CIH	분류	I3	001	원소광물	현지조사
			002	유화광물	실험조사
			003	유염광물	
			004	산화 및 수산화광물	
			005	헬로겐광물	
			006	탄산염, 실산염, 붕산염 광물	
			007	황산염, 크롬산염 광물	
			008	인산염, 비산염, 화나딘산염	
			009	텅그스텐산염, 몰리브덴산염	
			010	규산염 광물	
			999	기타	

지형지물명 화산분화구
지형지물코드 CI006

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NAM	명칭	A30			현지조사
ROC	암석명칭	A30			현지조사
ARA	면적	F			현지조사 전산자료
CII	분류	I3	001	코니테형	현지조사
			002	아스피테형	
			003	톨로이테형	
			004	벨로니테형	
			005	호마테형	
			006	페디오니테형	
			007	마아르형	
			999	기타	

지형지물명 단면선
지형지물코드 CI007

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NAM	명칭	A30			현지조사
LEN	길이	F			현지조사 전산자료
CIJ	구분	I3	001 002	직선단면선 직선이 아닌 단면선	현지조사

지형지물명 기반암 심도
지형지물코드 CI008

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ROC	암석명칭	A30			현지조사
HSL	해발고도	A30			현지조사
LEN	길이	A30			현지조사
DEP	깊이	F			현지조사
CIK	심도확정구분	I3	001 002	확정 (시추공 확인심도) 추정	현지조사

지형지물명 지하수 등수위선
지형지물코드 CJ001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
DEP	지하수위	F			현지조사
HSL	해발고도	A30			현지조사
CJA	구분	I3	001 002	자유면 지하수위 피압면 지하수위	현지조사
CJB	구분	I3	001 002	충적층 지하수 암반 지하수	현지조사

지형지물명 지하수 유동방향
지형지물코드 CJ002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
SLP	구배	F			현지조사
VLC	속도	F			현지조사
CJC	유동방향구분	I3	001 002	배출 함양	현지조사

지형지물명 지하수 분수령형태
지형지물코드 CJ003

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
LEN	길이	F			현지조사
CJD	구분	I3	001 002	지형 분수령과 일치 지형 분수령과 불일치	현지조사

지형지물명 피압지하수 부존지역
지형지물코드 CJ005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ROC	암석명칭	A30			현지조사
ARA	면적	F			현지조사
CJE	구분	I3	001 002	피압지하수 자분정지역	현지조사

지형지물명 염수로 둘러싸인 담수렌즈
지형지물코드 CJ006

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현지조사
VOL	부피	F			현지조사

지형지물명 강우에 의한 지하수함양 지역
지형지물코드 CJ007

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현지조사
CKI	지역지구	I3	001	공원	현지조사
			002	녹지	
			003	풍치지구, 개발제한구역, 유원지	
			004	주거지역	
			005	공업지역	
			006	상업지역	
			007	수계	
			999	기타	

지형지물명 용천
지형지물코드 CJ008

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NUM	명칭	A30			현지조사
ROC	암석명칭	A30			현지조사
CJF	용천발생구분	I3	001	용천	현지조사
			002	해저용천	
			003	용천군	
			004	지속적인 카르스트 용천	
			005	일시적인 카르스트 용천	
			006	용천선	
			999	기타	
CJG	온도에 따른 용천종류	I3	001	냉광천 또는 기수용천	현지조사
			002	온천	
			003	열광천	

지형지물명 지하수누출지역 (추후 보완)
지형지물코드 CJ007

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
CJH	지하수누출형태	I3	001		현지조사
			002		
			003		
			004		
			999		

지형지물명 관정
지형지물코드 CD001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
DEP	지하수위	F			현지조사
LEV	고도	F			현지조사
CJA	구분	I3	001	자유면 지하수위	현지조사
			002	피압면 지하수위	
CJB	구분	I3	001	충적층 지하수	현지조사
			002	암반 지하수	
USD	이용용도	A30			현장확인
DUS	세부용도	A30			현장확인
YMD	설치일자	A30			현장확인
INP	위치	A30			현장확인
WDE	관정깊이	F			현장확인
WDI	직경	F			현장확인
WCA	양수능력	F			현장확인
TDI	토출관직경	F			현장확인
PUC	현재 지하수이용량	F			현장확인
PYC	지하수 개발가능량	F			현장확인
CDA	관정형태	I3	001	관정 (단독정호)	현장확인
			002	집수암거	
			003	지하댐	
			004	재래식우물(인력관정)	
			005	자분우물(군)	
			006	관정군	
			007	폐공	
CDB	그라우팅	I3	001	설치	현장확인
			002	미설치	
			003	미확인	
CDC	계량기	I3	001	설치	현장확인
			002	미설치	
			003	미확인	
CDD	보호공	I3	001	설치	현장확인
			002	미설치	
			003	미확인	
CDE	수위측정관	I3	001	설치	현장확인
			002	미설치	
			003	미확인	
CDF	케이싱	I3	001	설치	현장확인
			002	미설치	
			003	미확인	
CDG	수질검사구분	I3	001	생활용수	현장확인
			002	공업용수	
			003	농업용수	
			004	음용수	
CDH	수질검사항격구분	I3	001	적합	현장확인
			002	부적합	

지형지물명 관 정
지형지물코드 CD001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
PEH	수소이온농도	F			조서확인
COD	화학적 산소요구량	F			조서확인
CON	대장균군수	F			조서확인
NON	질산성질소	F			조서확인
CLI	염소이온	F			조서확인
CAD	카드	F			조서확인
ARS	비소	F			조서확인
CYA	시안	F			조서확인
MER	수은	F			조서확인
ORP	유기인	F			조서확인
PHE	페놀	F			조서확인
LEA	납	F			조서확인
CRP	6가 크롬	F			조서확인
TCE	트리클로로에틸렌	F			조서확인
PCE	테트라클로로에틸렌	F			조서확인
BAC	일반세균	F			조서확인
FLU	불소	F			조서확인
SRN	세레늄	F			조서확인
AMN	암모니아성질소	F			조서확인
THM	총트리할로메탄	F			조서확인
DIG	다이아지논	F			조서확인
MRT	말라티온	F			조서확인
PNT	페니트로티온	F			조서확인
CBL	카바릴	F			조서확인
TCE	트리클로로에탄	F			조서확인
DCM	디클로로메탄	F			조서확인
BEN	벤젠	F			조서확인
ETB	에틸벤젠	F			조서확인
CSL	크실렌	F			조서확인
ODO	냄새	F			조서확인
TAS	맛	F			조서확인
COL	색도	F			조서확인
HAZ	탁도	F			조서확인
SUL	황산	F			조서확인
VAM	증발잔유물	F			조서확인
POP	과망간산칼륨	F			조서확인
IRO	철	F			조서확인
HAR	경도	F			조서확인
COP	동	F			조서확인
ZIN	아연	F			조서확인
MAN	망간	F			조서확인
ABS	세제	F			조서확인
ALU	알루미늄	F			조서확인

지형지물명 조사공
지형지물코드 CD002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
YMD	설치일자	A30			현장확인
INP	위치	A30			현장확인
DEP	깊이	F			현장확인
DIA	직경	F			현장확인
CDI	조사공구분	I3	001	조사시추공	현장확인
			002	조사착정공	
			003	조사용관측공	

지형지물명 지형지물코드	관측공 CD003				
Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
YMD	설치일자	A30			현장확인
INP	위치	A30			현장확인
DEP	깊이	F			현장확인
DIA	직경	F			현장확인
CDJ	관측공구분	I3	001 002	자동관측공 수질측정공	현장확인
TEM	수온	F			전산확인
WLE	수위	F			전산확인
ELC	전기전도도	F			전산확인
COD	화학적 산소요구량	F			조서확인
CON	대장균군수	F			조서확인
NON	질산성 질소	F			조서확인
CLI	염소이온	F			조서확인
CAD	카드	F			조서확인
ARS	비소	F			조서확인
CYA	시안	F			조서확인
MER	수은	F			조서확인
ORP	유기인	F			조서확인
PHE	페놀	F			조서확인
LEA	납	F			조서확인
CRP	6가 크롬	F			조서확인
TCE	트리클로로에틸렌	F			조서확인
PCE	테트라클로로에틸렌	F			조서확인
BAC	일반세균	F			조서확인
FLU	불소	F			조서확인
SRN	세레늄	F			조서확인
AMN	암모니아성 질소	F			조서확인
THM	총트리할로메탄	F			조서확인
DIG	다이아지논	F			조서확인
MRT	말라티온	F			조서확인
PNT	페니트로티온	F			조서확인
CBL	카바릴	F			조서확인
TCE	트리클로로에탄	F			조서확인
DCM	디클로로메탄	F			조서확인
BEN	벤젠	F			조서확인
ETB	에틸벤젠	F			조서확인
CSL	크실렌	F			조서확인
ODO	냄새	F			조서확인
TAS	맛	F			조서확인
COL	색도	F			조서확인
HAZ	탁도	F			조서확인
SUL	황산	F			조서확인
VAM	증발잔유물	F			조서확인
POP	과망간산칼륨	F			조서확인
IRO	철	F			조서확인
HAR	경도	F			조서확인
COP	동	F			조서확인
ZIN	아연	F			조서확인
MAN	망간	F			조서확인
ABS	세제	F			조서확인
ALU	알루미늄	F			조서확인

지형지물명 광천수우물
지형지물코드 CD004

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
INP	위치	A30			현장확인
DEP	깊이	F			현장확인
CDK	광천수구분	I3	001	광천수 우물(군)	현장확인
			002	열광천수 우물(군)	
			003	온천공	

지형지물명 주입공
지형지물코드 CD005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
INP	위치	A30			현장확인
DEP	깊이	F			현장확인
CDL	주입공구분	I3	001	지하수주입공	현장확인
			002	시험주입공	

지형지물명 양수장, 양수장공
지형지물코드 CD006

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NUM	명칭	A30			현장확인
INP	위치	A30			현장확인
CDM	양수장구분	I3	001	300,000m ³ /년 이하	현장확인
			002	300,000 ~ 3,000,000m ³ /년	
			003	3,000,000m ³ /년 이상	

지형지물명 지하수상향 및 하향누출
지형지물코드 CE001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
CEA	구분	I3	001	상향누출	현장확인
			002	하향누출	
			003	수리구배에 따라 변하는 누출	

지형지물명 심부의 지하수 유동
지형지물코드 CE002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
CEB	구분	I3	001	심부의 지하수 수평유동	현장확인
			002	심부의 지하수 수직유동	

지형지물명 하천(수리적 특성구분)
지형지물코드 CE003

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NUM	명칭	A30			현장확인
LEN	길이	F			현장확인
CEC	구분	I3	001	이득하천	현장확인
			002	손실하천	
			003	교대하천	
			004	독립하천	
			005	정보없음	
			006	인근 천층 지하수계와 밀	
				접하게 연결된 하천	
			999	기타	

지형지물명 수로
지형지물코드 CE004

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NUM	명칭	A30			현장확인
LEN	길이	F			현장확인
CED	구분	I3	001	지하수배출에 의해 보급	현장확인
				되는 수로	
			002	지하수계의 함양원이 되	
				는 수로	

지형지물명 저수지
지형지물코드 CE005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
NUM	명칭	A30			현장확인
ARA	면적	F			현장확인
CEE	구분	I3	001	지하수계의 함양원이 되는 저수지	현장확인
			002	지하수계와 연결되지 않는 수로	

지형지물명 함양 및 배출지역
지형지물코드 CE006

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CEF	구분	I3	001	규모가 큰 광역적 함양지역	현장확인
			002	규모가 중간정도인 함양지역	
			003	규모가 국지적인 함양지역	
			004	규모가 큰 함양중간지역	
			005	규모가 중간정도인 함양중간지역	
			006	규모가 큰 광역적 배출지역	
			007	규모가 중간정도인 배출지역	
			008	규모가 작은 국지적배출지역	

지형지물명 지하수계가 발달되지 않은 지역
지형지물코드 CE007

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CEG	구분	I3	001	미고결암	현장확인
			002	신기퇴적암	
			003	고기퇴적암	
			004	화산암	
			005	화성암	
			006	변성암	
			999	기타	

지형지물명 함양 및 배출지역 경계선
지형지물코드 CE008

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
LEN	길이	F			현장확인
CEH	구분	I3	001	유역별	현장확인
			002	지역별(행정구역)	
			003	도곽별	

지형지물명 대수층(공극에 따라 발생)
지형지물코드 CF001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CFA	구분	I3	001	광범위하며 산출성이 높음	현장확인
			002	광범위하며 산출성이 낮음	
			003	국지적 또는 불연속이며, 산출성이 높음	
			004	국지적 또는 불연속이며, 산출성이 낮음	

지형지물명 대수층 (균열에 따라 발생)
지형지물코드 CF002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
	면적	F			현장확인
ARA					
CFB	구분	I3	001	광범위하며 산출성이 높음	현장확인
			002	광범위하며 산출성이 낮음	
			003	국지적 또는 불연속이며, 산출성이 높음	
			004	국지적 또는 불연속이며, 산출성이 낮음	

지형지물명 중요성이 낮은 대수층
지형지물코드 CF003

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CFC	구분	I3	001	국지적이고 소규모적인 대수층	현장확인
			002	지하수가 부존되지 않은 대수층	
			003	광범위하게 분포하지만 대수층의 두께가 얇은 대수층	

지형지물명 지하수경계
지형지물코드 CF004

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
CFD	구분	I3	001	유입경계(지표에 노출된 경계)	현장확인
			002	유입경계(매몰된 경계)	
			003	유출경계(지표에 노출된 경계)	
			004	유출경계(매몰된 경계)	
			005	불투수성(지표에 노출된 경계)	
			006	불투수성(매몰된 경계)	
			007	정보가 없는 경계	
			008	기타 대수층의 경계선	

지형지물명 지하수 개발가능량 경계
지형지물코드 CF005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
CFE	구분	I3	001	유역별	현장확인
			002	지역별 (행정구역)	
			003	도곽별	

지형지물명 수질경계
지형지물코드 CG001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CGA	구분	I3	001	염수지하수의 경계	현장확인
			002	담수와 해수의 경계	
			003	해수침입지역	
			004	광물을 포함한 지층경계	

지형지물명 전기전도도 등농도선
지형지물코드 CG002

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ELC	전기전도도	F			실내실험

지형지물명 수소이온농도 등농도선
지형지물코드 CG003

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
PEH	수소이온농도	F			실내실험

지형지물명 수온 등농도선
지형지물코드 CG004

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
TEM	전기전도도	F			실내실험

지형지물명 등염도선
지형지물코드 CG005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
SAV	염도값	F			실내실험

지형지물명 광화대 및 지열분포지역
지형지물코드 CG006

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CGB	구분	I3	001	내륙의 광화된 지하수	현장확인
			002	담수 지하수상부에 광화된 물이 분포	
			003	내륙의 광화된 천층 지하수	
			004	지열이 높은 지역	
			005	지열이 낮은 지역	
			999	기타	

지형지물명 특정수질 하천 및 호소
지형지물코드 CG007

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CGC	구분	I3	001	광화된 물이 흐르는 하천	현장확인
			002	염수호소	
			003	주기적으로 저수되는 염수호	
			004	일시적으로 저수되는 플라야	
			005	염수 늪지	
			999	기타	

지형지물명 오염취약성도
지형지물코드 CG008

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CGD	구분	I3	001	아주높음	현장확인
			002	높음	
			003	중간	
			004	낮음	
			005	아주낮음	

지형지물명 오염취약성 경계
지형지물코드 CG009

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
CGE	구분	I3	001	유역별	현장확인
			002	지역별 (행정구역)	
			003	도곽별	

지형지물명 주요오염원
지형지물코드 CH001

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CHA	구분	I3	001	축산단지	현장확인
			002	공동묘지	
			003	유류저장소	
			004	주유소	
			005	세차장	
			006	세탁소	
			007	광산	
			008	일반폐기물 매립지	
			009	특정폐기물 매립지	
			010	소각장	
			011	공업단지	
			012	농공단지	
			999	기타	

지형지물명 생활하수 오염부하량 경계 (추후 보완)
지형지물코드 CH002

Item	Description	Type	Value	Value	Meaning	Source
IDN	고유번호					
ARA	면적	F				현장확인
CHB	구분	I3	001			현장확인
			002			
			003			
			004			
			005			

지형지물명 하천 (지형학적 구분)
지형지물코드 CK001

Item	Description	Type	Value	Value	Meaning	Source
IDN	고유번호					
CKA	구분	I3	001	지속하천 및 간헐하천		현장확인
			002	망상하천, 침수 퇴적평원		
			003	내륙분지에서 사라지는 하천		
			999	기타		

지형지물명 카르스트
지형지물코드 CK002

Item	Description	Type	Value	Value	Meaning	Source
IDN	고유번호					
ARA	면적	F				현장확인
CKB	구분	I3	001	하곡에서의 카르스트수 손실		현장확인
			002	카르스트수의 손실과 재용출 과의 연결(확인된경우)		
			003	카르스트수의 손실과 재용출 과의 연결(추정)		
			004	카르스트 동굴		
			005	카르스트 지역의 경계		

지형지물명 분수령
지형지물코드 CK003

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CKC	구분	I3	001	지표수의 주 분수령	현장확인
			002	지표수의 2차 분수령	

지형지물명 관측소
지형지물코드 CK004

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CKD	구분	I3	001	유량관측소	현장확인
			002	기상관측소	

지형지물명 폭포 및 담수호
지형지물코드 CK005

Item	Description	Type	Value	Value Meaning	Source
IDN	고유번호				
ARA	면적	F			현장확인
CKE	구분	I3	001	폭포	현장확인
			002	담수호	
			003	주기적으로 저수되는 담수호	
			004	일시적으로만 저수되는 담수	
			005	호	
			006	하천높지	
			007	높지	

지형지물명 수리시설물
지형지물코드 CK006

Item	Description	Type	Value	Value	Meaning	Source
IDN	고유번호					
ARA	면적	F				현장확인
CKF	구분	I3	001	지하 배수구		현장확인
			002	하천취수장		
			003	관로		
			004	수로		
			005	저수지(지속적인 경우)		
			006	저수지(연속적인 경우)		
			007	댐 또는 언		
			008	제방 또는 해안 방벽		
			009	홍수-조수 독 또는 조력 발전소		
			010	탈염시설		

지형지물명 지하수 관련지역
지형지물코드 CK007

Item	Description	Type	Value	Value	Meaning	Source
IDN	고유번호					
ARA	면적	F				현장확인
CKG	구분	I3	001	지하수 함양지역		현장확인
			002	관개지역		
			003	지하수 개발이 활발한 지역의 경계		
			004	자연적인 지하수계에 영향을 미 치는 광산 지역(지하 채굴)		
			005	자연적인 지하수계에 영향을 미 치는 광산 지역(노천 채굴)		

지형지물명 탐사지점
지형지물코드 CK008

Item	Description	Type	Value	Value	Meaning	Source
IDN	고유번호					
ARA	면적	F				현장확인
CKH	구분	I3	001	전기탐사지점		현장확인
			002	탄성과탐사 지점		
			003	기타 탐사지점		

<부록 3> 서울시 자동안측망 위치(서울시, 2000)

□ 관측시설 설치 장소(118개소)

(’99. 12. 31 현재)

구 분	공 번	위 치	관정관리부서
'96 개발	1	종로 훈정 114 종묘공원	구청하수과
"	2	도봉 방학 708 도봉소방서	"
"	3	마포 성산 445 성산펌프장	"
"	4	양천 신정 310-7 양천근린공원	"
"	5	서초 양재 311 양재근린공원	"
기존	6	종로 삼청 산2 삼청공원	구청민방위과
"	7	종구 신당3 372-128 씬지마당공원	"
"	8	용산 서계 226-3 청파어린이공원	"
"	9	성동 옥수 233-1 옥정초등학교	"
"	10	광진 광장 248-28 동사무소	"
"	11	동대문 장안2동 329 시영아파트66동	"
"	12	동대문 장안3동 356장안근린공원	"
"	13	종랑 면목4동 699-149 시영아파트	"
"	14	강북 미아3동 162-1 어린이놀이터	"
"	15	강북 수유3동 193-1 어린이놀이터	"
기존	16	도봉 도봉1동 286-1 노인정	구청민방위과
"	17	노원 월계2동 845 라이프아파트	"
"	18	은평 갈현2동 451-15 갈현초등학교	"
"	19	은평 구산동 40 예일여자고등학교	"
"	20	서대문 연희2동 182 흥연아파트114동	"
"	21	마포 서교동 341 서교초등학교	"
"	22	마포 성산2동 95-1 중동초등학교	"
"	23	양천 목3동 906 파리공원	"
"	24	양천 신월4동 425-2 동사무소	"
"	25	강서 가양 30-8 가양아파트	"

구 분	공 번	위 치	관정관리부서
"	26	강서 염창 280 상승아파트	"
"	27	구로 개봉본 1147 오류여자중학교	"
"	28	구로 구로3동 256-1 구로아파트	"
"	29	금천 독산1동 1011-6 독산아파트	"
"	30	금천 시흥4동 4-29 효봉공원	"
"	31	영등포 당산1동 385-1 당산공원	"
"	32	동작 노량진2동 47-2 동작구청	"
"	33	동작 대방 390-5 서울기계공업고등학교	"
"	34	관악 봉천11동 180-311 군인아파트	"
"	35	관악 봉천7동 244-2 교수아파트	"
"	36	서초 반포1동 214-3 주공A3단지35동	"
"	37	서초 서초2동 1343-8 어린이놀이터	"
"	38	강남 개포1동 660-1 주공아파트 1단지	"
"	39	강남 일원동 688 공무원아파트 9단지	"
"	40	강동 하일동 362-52 동사무소	"
기존 '98	41	종로 송현동 37 덕성여자중학교	"
"	42	종로 창성동 117 정무문서보관소	"
"	43	중구 인현동2가 6 덕수중학교	"
"	44	용산 한남1동 29-4 한성아파트	"
"	45	용산 한강3동 65-500 청우아파트	"
'98	46	용산 한남1동 644-2 태성아파트	구청민방위과
"	47	성동 상수1가 685-20 성동구민체육센터	구청하수과
"	48	광진 능동 18 어린이대공원	구청민방위과
"	49	광진 자양1동 220-147 광진구청	"
"	50	광진 중곡3동 190-26 중곡아파트	"
"	51	광진 자양동 553-233 신양초등학교	"
"	52	광진 노유2동 57-8 신양중학교	"
"	53	광진 자양3동 581-2 새마을유아원	"

구 분	공 번	위	치	관정관리부서
"	54	동대문 장안2동 329	장안시영아파트71동	"
"	55	동대문 전농3동 8-3	시립대학교	"
"	56	성북 길음3동 25-2	신세계백화점	구청하수과
"	57	강북 미아8동 329-11	미아8동어린이놀이터	구청민방위과
"	58	강북 수유3동 172-209	수유동 "	"
"	59	도봉 창2동 553-8	창 2동 어린이놀이터	"
"	60	노원 상계1동 산51	시립노인요양원	"
"	61	노원 중계4동 129-1	재연중학교	"
"	62	노원 공릉2동 62-39	태강삼육초등학교	"
"	63	노원 중계4동 157	샷갯봉 근린공원	"
"	64	은평 불광2동 산2	기독교 수양관	"
"	65	은평 구산동 산61-8	은평시립 갯생원	구청하수과
"	66	은평 대조동 212	대조어린이놀이터	구청민방위과
"	67	서대문 천연동 13-1	금화초등학교	"
"	68	서대문 연희3동 6-50	연희시민아파트	"
"	69	마포 상수동 산2-7	상수어린이놀이터	"
"	70	마포 합정동 437 -18	삼산 아파트	"
'98	71	마포 망원2동 433-3	성신 아파트	구청민방위과
"	72	마포 상수동 35	삼오 아파트	"
"	73	양천 신월1동 125	왕실 아파트	"
"	74	양천 신월6동 591-5	신안약수 아파트	"
"	75	양천 신월3동 337	독수리 아파트	"
"	76	양천 목4동 735	영도중학교	"
"	77	강서 내발산동 656	칼 아파트	"
"	78	강서 등촌 1동 644-11	청우 아파트	"
"	79	강서 방화2동 615-11	형제 아파트	"
"	80	강서 화곡4동 22-577	신정여자상고교	"
"	81	강서 화곡6동 980-16	강서구청	"

구 분	공 번	위 치	관정관리부서
"	82	강서 내발산동 160-1 명덕고등학교	"
"	83	구로 구로본동 435 구로구청	"
"	84	구로 고척1동 97-3 고척삼명 아파트	"
"	85	구로 구로5동 92-2 영림중학교	"
"	86	구로 구로3동 256 구로 아파트(2)	"
"	87	구로 궁동 35 동광상업고등학교	"
"	88	금천 가산2동 1034 독산초등학교	구청하수과
"	89	영등포 문래1동 59 문래근린공원	구청민방위과
"	90	영등포 당산2동 122 당산시범 아파트	"
"	91	영등포 대림3동 790 영남중학교	"
"	92	동작 사당1동 1011-1 남사초등학교	"
"	93	동작 사당1동 1028-1 사당어린이놀이터	"
"	94	동작 사당5동 197 사당 아파트	"
"	95	동작 대방동 375-1 성남중고등학교	"
'98	96	동작 대방동 97-1 전철 아파트	구청민방위과
"	97	동작 대방동 414-2 대방 어린이놀이터	"
"	98	관악 봉천7동 738-51 낙성대공원	"
"	99	관악 신림9동 233-1 삼성초등학교	"
"	100	서초 반포본동 793 반포주공 아파트66 동	"
"	101	서초 잠원동 14-2 신동초등학교	"
"	102	송파 가락1동 479 가락시영 아파트27동	"
"	103	송파 신천동 20-5 신천시영 아파트 158동	"
"	104	송파 잠실3동 35-1 영동여자고등학교	"
"	105	송파 풍납2동 389-2 태양근린공원	"
"	106	송파 신천동 20-5 송파시영 아파트 71동	"
"	107	강동 암사3동 414-2 강동 아파트 24동	"
"	108	강동 상일동 121 상일주공 아파트364동	"
"	109	강동 하일동 141-1 가래여울	"
"	110	강동 천호4동 320-4 천호4동사무소	"

구 분	공 번	위 치	관정관리부서
'99 개발	111	강남구 세곡동 122-2 대왕초등학교	구청치수과
“	112	강남구 수서동 303-4 수서초등학교	“
“	113	도봉구 방학동 304-7 방학초등학교	구청토목하수과
“	114	성북구 석관동 205 석관초등학교	구청치수방재과
“	115	도봉구 창동 729-4 월천초등학교	구청하수과
“	116	성동구 행당동 320 행당초등학교	구청치수과
“	117	금천구 독산1동 1089 안천중학교	구청하수과
“	118	서대문구 홍제3동 245-1 인왕초등학교	구청토목하수과

<부록 4> 외국의 지하수관리 현황

(※ 출처: 지하수관련 제도개선방안 연구보고서(건설교통부, 2000))

1) 미국의 지하수관리

(1) 지하수관리 실태

- 전 미국민의 50%가 음용수의 수원으로 지하수를 사용하고 있고, 미국의 도시중에서 대략 75%가 먹는물의 전부 또는 일부로 지하수를 사용함.
- 미국의 연방정부와 각 주정부 모두 지하수의 수질을 보호하는 방향으로 정책을 펴고 있음. 자원보전 및 복원법(RCRA), 종합환경영향법, 보상 및 회복에 관한 연방법률(CERCLA) 등은 지하수의 수질을 저하시킬 수 있는 행위를 제한할 수 있는 규정을 가지고 있음.
- CERCLA는 오염된 지하수와 대수층을 복원·정화시키는 규정도 가지고 있음.
- 개정된 음용수법은 지하수 수질을 보호하기 위해서 주정부가 지하수 함양지역 안에서의 여러 행위를 제한할 수 있는 프로그램을 만들 수 있게 허용하고 있음.

(2) 지자체의 지하수관리

- 지하수 보호의 일차적인 책임은 지방자치단체에 있으므로 지하수 보전계획은 각주정부의 실정에 맞도록 추진함.
- 지하수 보호정책의 주요 내용
 - 특별한 오염원(정화조, 폐기물 매립지 등)의 관리규정
 - 대수층의 지하수에 대해 적절한 수질기준을 정하고 관리하는 규정. 이 때 수질 기준은 지하수의 자연적인 특성이나 현재 또는 미래의 사용용도를 감안하여 규정하게 됨.
 - 지하수로 유입될 수 있는 배출수의 화학물질에 관한 규정
 - 관정의 설치와 사용에 관한 규정
 - 중요한 대수층의 지하수 함양지역에서 지면이용에 관한 규정

• 중앙정부와 지자체의 지하수관리 역할분담

구분	연방정부		지방자치단체	
	미국환경청(EPA)	미국지질조사소(USGS)	주정부	일선행정기관
개요	지하수보호 기준, 지침 및 기술적 정보 등을 제공하고 감독하는 지하수 보호업무의 최고기관	지하수관리에 필요한 과학적 자료의 제공	환경청의 지침을 수용하며 지자체에 적합한 계획을 작성하여 수행하는 기관	주정부의 기준 및 지침에 따라 국지적 기준을 세우고 실행하며, 지하수 이용자 지원 및 정보제공을 실시하는 일선 업무기관
지하수정보	전국 지하수 상태를 파악하고 지자체의 기술자문 실시	전국 지하수 및 지표수 수질자료 관리	지하수 양과 질에 관한 정보, 화학제품 사용 및 처분, 토지이용에 관한 모든 정보를 수집하고 지하수영향의 평가 및 관리를 수행함.	지하수 개인 이용자에게 필요한 기본정보 제공
지하수 관리계획	국가적인 기초 연구수행, 지하수관리에 대한 기금을 조성하고 지원함.	일부 지역의 지하수관리를 연구하거나 지자체와 공동수행	주단위 지하수보호계획을 수립하고 산하기관의 광역적, 국지적 지하수관리 계획에 대한 행·재정 지원	국지적 지하수관리계획을 수립하고 시행함.
기준과 적용	전국가적 기준을 채택하고 지자체 기준 채택을 위한 과학기술적 지원 실시 및 전국 오염원 관리	미국 환경청과 각 지자체에 지하수자원의 상태에 관한 기술적 자료 제공.	주정부와 연방정부에서 정한 기준과 오염원 관리를 하는 기초단위기관이며, 지자체 지하수 기준을 수립	적절한 지하수 기준을 정립하고 실행
대중홍보	지하수 보호방안에 관한 과학적, 공공적 논의의 관심유도를 위한 홍보	DB나 연구결과 제공	지하수 보전의 목표, 기준, 정책 및 관련된 투자사업에 관한 사업정보 제공 및 교육실시하고, 토론회 개최 등	개인 이용자들에 대한 홍보 실시

2) 캐나다의 지하수관리

- 캐나다는 서부에 남북방향으로 발달되어 있는 록키산맥을 제외하고는 대체적으로 준평원지역으로 이루어져 있음. 이들 준평원지역은 빙하의 영향으로 곳곳에 빙하호가 발달되어 담수량이 풍부함.
- 연간 강우량에 기초한 수자원 총량은 약 422억톤이고 용수는 생활용수 11.2%, 농업용수 8.4%, 공업 및 산업 용수 60.1% 임.
- 캐나다의 지하수 이용률은 총 수자원 이용량의 26%이나 Prince Edward Island는 거의 100%이고, Yukon 지역은 63%, Quebec주는 17% 정도임.
- 지하수를 먹는물로 이용하는 인구는 전체인구의 2/3이며, 주로 우물개발에 의존하고 있음.

(1) 지하수관리 실태

- 도시 및 농업지역의 급속한 성장으로 물수요가 급증하여 개발과 더불어 물공급도 크게 증가하고 있음. 캐나다의 기본적인 수자원관리는 맑고 깨끗한 물을 언제 어디서나 얻을 수 있도록 하는데 있으며, 수자원관리는 주정부와 연방정부가 공동으로 관리하고 있음.
- 물관리의 최종적인 책임은 주정부가 가지고 있음. 국립공원, 인디언 거주지와 국유림은 연방정부의 지원을 받아 주정부가 관리책임을 지고 있음.
- 캐나다의 강이나 호수의 관리는 연방정부의 하천 및 호수 관리법에 의하여 주로 주정부가 책임지고 있음. 이러한 법적 근거하에 우물, 하수처리 등 상수도과 하수도의 구조, 운영, 재원, 관리정책 등을 수립 운영하고 있음.
- 지하수이용 및 토지이용이 이루어지지 않는 지역에서는 지하수의 수질이 자연상태로서 양질임. 그러나 캐나다의 서쪽 일부지역에서는 특정물질이 고농도로 함유된 지역이 있으나 약간의 처리로 활용이 가능함.
- 광산의 선광폐수에 의한 지하수 오염이 브리티시컬럼비아주 등에서 발생하고 있음.

(2) 지하수 보호관리

- 캐나다는 1970년에 Canada Water Act를 제정하여 이 법에 의거 수자원을 포괄적으로 관리하기 시작하였음. 이를 기초로 하여 각 주별로 특성에 맞게 법령을 제정하고 물위원회를 운영하여 수자원정책을 결정함과 동시에 법에서 규정하고 있는 수질자료, 수자원조사, 수자원관리연구 등을 정기적으로 실시하여 수자원의 질과 양을 결정하고 있음.
- 지하수 보전관리를 위하여 브리티시컬럼비아주의 경우에는 수리지질도를 만들어 변화상태를 파악하고 지하수의 양과 질 변화에 대처하고 있으며, 국립 수리연구소(National Hydrology Research)가 주관하고 있음.
- 기굴착된 우물의 현황조사자료를 데이터베이스화하였음. 이들 우물을 연속적으로 관측하고 오염된 우물관리를 철저히 하여 자연상태의 물을 유지하는데 노력하고 있고, 지하수를 이용하여 생수를 생산하는 경우에는 기준에 의거해야 함.

3) 호주의 지하수관리

- 호주는 지표수 자원이 부족하여 지하수를 활발히 활용하고 있음.
- 호주에서 산출되는 지하수의 대부분은 충적층 기원의 미고결층으로부터 개발하며, 보통 충적층이 두꺼운 경우 채수가능량은 5,000~10,000m³/일 임.
- 호주의 연간 유용가능한 담수의 지하수량은 약 48.6억m³/년으로 추정되며, 1984년의 경우 이의 18%를 개발한 것으로 추정됨.
- 과잉채수, 폐기물, 농업비료, 토지이용에 따른 염도변화 등으로 지하수 오염이 우려되고 있음.

(1) 빅토리아주의 지하수관리법

- 호주의 수자원관리는 각 주정부가 관장하고 있음. 지하수의 경우 각 주정부마다 그 주의 환경과 수리지질 조건에 맞는 지하수법을 가지고 있음.
- 지하수법에는 「빅토리아주에 거주하는 주민의 현재와 장래의 유익한 사용을 위하여 지하수자원을 보호하고 관리하는 것을 그 목적으로 한다.」고 명시되어 있음.
- 모든 지하수의 소유권은 원칙적으로 국가에 속하는 공수로 규정하고 있으며, 누구라도 지하수를 사용하고자 하는 자는 법에 의해 정해진 기관의 장으로부터 허가나 면허를 받아야 함.

(2) 빅토리아주의 지하수관리

- 지하수의 사용은 가정용수와 가축용수, 그리고 그외의 용도로 구분함. 개인이나 법인이체가 지하수를 해당지역내에서 사용목적에 적합하게 사용하겠다는 계획을 세우게 되면 우선 해당지역내에 사용목적에 적합한 지하수가 부존되어 있는가를 지하수 관리부서에 문의함.
- 이를 위하여 지하수 관리부서에서는 문의에 응할 수 있는 자료와 전문가를 확보하고 있음. 지하수에 관한 모든 자료는 대형 컴퓨터에 입력되어 있는데 빅토

리아주의 경우는 현재까지 정부가 조사연구를 위하여 착공한 3만개의 시추공을 포함하는 12만개의 우물에 대한 정보가 모두 입력되어 있으며 각 우물의 위치는 1/50,000 지형도상에 표시되어 있음.

- 여기에는 우물의 위치, 공의 크기, 심도, 지층, 대수층, 양수량, 수질, 용도 및 소유자의 성명이 포함됨. 사설우물의 자료는 시추업자의 준공보고서에서 발췌한 것이고, 이와 동시에 관리부서의 장은 수집된 자료를 체계화하고 자료가 미비한 지역이나 문제가 있는 지역의 조사를 계속 수행하여 지하수 데이터베이스를 수시로 보완하고 있음.
- 주관부서의 장은 빅토리아주 전체의 지하수 개발현황과 조사결과 그리고 문제점들을 연 1회 국회에 서면으로 보고하도록 지하수법에 규정하고 있음. 지하수 부존에 관한 문의자료를 통해서 개발자가 개발을 결정하게 됨.
- 관정을 굴착하기 위해서는 착정허가 신청서를 제출하여 착정사업에 대한 허가를 받아야 함. 이 허가서에는 착정작업을 수행할 사람을 명기해야 함. 원칙적으로 모든 착정은 착정면허소지자에 의해서 수행됨.
- 개발하려는 관정이 가정용수나 가축용수인 경우에는 착정허가에 대한 수수료는 없으며 우물이 완공된 후 보고서만 제출하면 준공허가서가 발부되어 즉시 사용할 수 있음. 준공보고서는 작업을 수행한 착정면허소지자가 작성함. 준공보고서 제출을 지연시키거나 제출하지 않을 때는 경고후 면허 취소조치를 취할 수도 있는 강력한 법적인 장치가 있음.
- 가정용수나 가축용수를 제외한 모든 지하수개발은 착공허가 신청서를 제출할 때 소요 양수량을 명시해야 하며, 담당부서에서는 그 지역에 부존하는 대수층의 용량, 주위의 기존 우물에 미치는 영향, 신청 수량의 타당성 여부를 고려하여 착정허가서를 발부함.
- 신청한 수량이 과다하다고 인정되면 수정된 양수량을 신청자에게 제시하게 되며, 이 때 신청자가 수정된 수량에 대하여 동의를 하면 허가서가 즉시 발부되나 불복할 경우에는 장관이 임명하는 심의위원회에 회부하여 결정토록 함.

4) 네덜란드의 지하수관리

- 네덜란드는 충적층의 두께는 얇고 바다깊이도 얇음. 네덜란드 지하수의 흐름속도는 약 30m/년이며, 충진 지역에서의 수직 흐름은 약 1m/년 보다 작음.
- 네덜란드는 인구밀도가 395인/km² 임. 토지이용은 64%가 농업용이며, 11.9%는 시가화 면적이며, 8.5%는 비시가화 면적이고, 3.6%는 도로 등 교통수단을 위한 면적임. 토지의 많은 부분이 농업용으로 사용되고 있기는 하지만 나라 전체가 산업화되어 있음. 토양에 뿌려지는 질소함유 퇴비의 양은 평균 약 260kg/ha.년 임.
- 이와 같은 오염물질의 대량사용으로 말미암아 토양 및 지하수가 상당히 쉽게 오염될 가능성이 있음. 따라서 네덜란드는 지하수 관측정(monitaring well)을 이용하여 다음과 같이 지하수 수질을 파악하고 감시하고 있음.

(1) 환경감시

- 네덜란드는 환경정책에 의하여 몇 개의 국립 환경오염 관측망을 가지고 있으며 국립관측망은 지역별, 도별, 국지별 관측망을 가지고 있음. 관측망 측정항목은 음용수, 지표수, 지하수, 토양, 빗물, 대기의 질 등으로 환경관측망에 대한 관리 는 NIPHE(National Institute of Public Health and Environment)에서 관장하고 있음.
- 관측망은 주기적으로 샘플링하는 지역으로 영구관측망은 국가에서 관리하며, 시료 채취빈도는 토양일 경우는 5년에 1회이나 그 외의 목적과 환경구획에 따라 달라질 수 있음.

(2) 전국 지하수 수질망(Dutch National Groundwater Quality Network)

- 네덜란드에서는 1980년대 초기에 전국 지하수 수질망을 구축하였음. 이 수질망 구축의 목적은 ①수리지질 조건, 토양 형태, 토양사용과 관련한 지하수 수질의 진단, 지하수의 자원조사, ②지하수 수질의 사람에 의한 영향, ③지하수 수질에 대한 장기전망, ④지하수와 수질 관리를 위한 정보의 제공 등임.
- 관측정의 수는 현재 1개/100km²로서 전국적으로 고른 분포로 380개를 가지고 운

영하고 있으며, 이들 관측정은 지하수 수질 결정요소를 측정하는 목적으로 운용되고 있음. 대부분의 관측정은 음용수 지하수관정 근처나 염수 침범지역에 위치하고 있음.

- 각 관측정의 설치기준은 지표 오염정도, 토양형태, 수리지질적조건 등임. 토지이용에 관한 관측정은 녹지, 개간지, 도시 인구밀집지역 및 자연지역 등에 위치해 있음.
- 시료는 일년에 1회 채취하며 현장에서 pH, 전기 전도도, 용존산소량, 온도 등을 측정함.
- 관측망 데이터베이스는 ㉠개개 지하수 관정에 대한 자료검색, ㉢매년 지역적 자료 검색, ㉡지하수 수질에 대한 수질도작성, ㉣통계적 처리를 통한 지하수 수질현황 분석 등에 대한 검색 등이 가능하도록 구성되어 있음.

(3) 지역 지하수 수질망(Regional Groundwater Quality Network)

- 네덜란드는 전국을 12개 권역으로 나누고 각 지역의 지하수 수질을 포함한 지역의 환경 질문제를 지역 자치장이 관할하도록 하고 있음. 전국적 차원에서 지하수 수질망은 각 자치단체에 정보를 제공하지만 자치단체가 정책을 수립하지는 않음. 이런 이유로, 전국적인 관측망은 1984년에 이미 완성 되었으나, 지방 자치단체 수준의 관측망구축은 1989년에 처음으로 Greenland주에서 시작하여 1993년까지 12개의 모든 자치단체의 관측망이 완성되어 현재 운용되고 있음. 이 관측망은 RIVM (National Institute of Public Health and Environment Protection)과 긴밀한 협조 아래 개발되었으며, 전국 지하수 수질망에 대해 충분한 협조체제를 이루고 있음.
- 일반적으로 지방자치단체의 관측망의 기능과 목적은 국가적 차원의 관측망과 거의 동일함. 전국 관측망과는 별도로 각 자치단체는 그 수에 있어서 1~3배에 가까운 관측정을 운영함. 국가적 관측망은 RIVM의 책임하에 모든 일이 행해지며 자치단체 관측정은 단체장 책임하에 시료를 채취하고 분석함. 국가적, 자치단체 관측정에 대한 정보는 최종 탐지용 모니터에 저장되었다가 RIVM에 의해 개발된 GIS를 통해 국가적 차원과 자치단체적 차원에서 관리되지만 학문을 연

구하는 연구자와 개인용 컴퓨터에서도 자료를 검색할 수 있도록 하고 있음.

(4) 음용 지하수 수질관리

- 네덜란드에서 공공으로 공급하는 용수의 70%는 지하수로서 연간 사용하는 지하수량은 약 10억 m^3 에 이름. 지하수 수질검사는 네덜란드의 「Drinking Water Act」를 근거로 71개 항목에 대하여 분석함. 1968년부터 수질자료가 보관되어 있어 수질악화나 시간에 따른 항목별 추이를 확인할 수 있으며 또한 지하수 양수정 주위에 몇개의 관측정으로 부터 지하수 수질을 확인하여 오염조기경보체제를 강화하기도 하였음.
- 네덜란드에서는 GIS를 활용하여 ①대기, 농업, 지역 오염원으로부터 지표층을 오염시키는 요소, ②토양사용, ③식물성장, ④지하수 함양률, ⑤토양특성, ⑥지질특성, ⑦지표고도 등의 정보 활용이 가능함.

5) 일본의 지하수관리

(1) 지하수관리 실태

- 1970년대까지 고도 성장기를 거치면서 일본에서는 지하수 사용량이 획기적으로 증가하여 각 지역에서 지반침하와 같은 지하수 장애가 발생하기 시작하였음.
- 지반침하가 발생한 지역은 대부분 충적층과 홍적층 분포지역중 지하수를 다량으로 사용하는 곳으로 수도용수와 공업용수를 다량으로 채취한 대도시나 천연가스를 채취한 신규 간척지구, 농업용수를 채취한 지역 등이 대표적인 지역임.
- 동경의 강동지구의 경우 1930년대 이전부터 지반침하가 발생하여 1955년에는 20cm 정도가 침하하기도 하였음.
- 현재 지반침하를 방지하기 위하여 제정된 법은 공업용수법(1956년 제정), 건축물용 지하수 채수규칙(1962년 제정) 등이 있음.
- 1966년부터 지하수 장애가 발생하였거나 예상되는 지역에서는 통상산업성이 지하수 이용의 안정화조사를 행하고 그 지역내에서 수위강하를 발생시키지 않고 사용할 수 있는 지하수의 안정 양수량을 구하는 조사를 실시하였음. 이러한 조사가 실시된 일부지역에서는 지하수 이용자가 자주적으로 운영하는 지하수이용

대책협의회가 조직되어 지하수를 안정 양수량 범위에서 사용하려고 함.

- 1970년 중반에 들면서 과다양수로 인한 지반침하 등 지하수 장애는 전국적으로 확산되었음. 이러한 심각성에 대응하여 적정양수량산정, 인공지하수함양, 우수 침투시설, 물사용의 효율증대 등으로 양적관리를 시작함.
- 공업용수법과 빌딩용수법에 의해 규제를 행하기 어려운 지역에서는 자치단체의 조례에 의해 채취 규제를 하고 있음. 채취규제방법은 허가제, 계출제, 협의 및 승인제, 노력 혹은 조치준수 등으로 지방자치단체별로 특성을 살려 시행하고 있음.
- 일본 지하수관리상 오염원은 쓰레기, 하수, 공장폐수, 광산폐수, 방사능 등으로 구분됨. 일본은 1982년과 1983년에 TCE가 크게 문제가 된 적이 있음. 내륙지역에서는 질산성질소가 다량으로 검출되고 이런 지역을 대상으로 취수정보보호계획을 실시하여 수질을 자정시키는 방법을 유도함. 특히 대도시의 지하수관리는 철저한 사전조사를 장기적으로 실시하여 그 결과에 의해 지하수 수질을 관리하는 시스템을 가지고 있음.

(2) 지자체 사례(관동지방)

- 관동평야
 - 관동평야에서는 1도1현에 대하여 지하수의 양수규제가 행해지고 있음. 동경도 지하수채취 규제로서는 공업용수법, 빌딩용수법 및 동경도 공해방지조례가 있음.
 - 공업용수법에 근거한 규제는 1961년부터 수차례에 걸쳐 지역지정을 행하고, 현재 강동지구 및 성북지구의 8개구가 지정되어 있음. 빌딩용수법에 근거한 규제는 1963년에 강동, 성북, 성남동에 대하여 지정을 행했던 것을 시초로 현재 동경도 구내 전역이 지역지정되어 있음.
 - 동경도공해방지조례에 의한 규제는 1970년경의 지하수 채취량의 증대를 배경으로 1972년부터 공업용 및 건축물용의 지하수 채취에 이용하는 우물을 대상으로 각 법률에 의한 규제지역을 제외했던 수도 안의 거의 전 지역을 지정하여 시행하고 있음. 또한, 지하수사용 합리화 기준에 근거하여 일정량 이상의

지하수를 사용하고 있는 자에 대하여 물 이용의 합리화를 지도, 권고하고 있음.

- 천기시, 횡병시에서는 공업용수법에 의해 横병市神奈川區, 鶴見區의 각 일부가 1959년에 천기시의 일부가 지역지정되어 있음. 또한 이 외에 神奈川현 공해방지조례, 川崎市 공해방지조례에 의한 규제도 실시되고 있음.
- 埼玉현에 대해서는 공업용수법에 근거한 규제가 1963년부터 川口市의 일부 등에서 행해져 1979년에는 川口市의 일부, 浦和市의 일부 및 與野市가 추가지정되었음.
- 발당용수법에 근거한 규제는 1972년부터 기옥현 천구시, 포하시, 대공시, 여야시, 戸田市, 구곡시에서 행해지고 있음. 상기 두개 법에 의한 규제외에 기옥현에서는 1972년부터 기옥현 방지조례에 의해 지하수 채취를 규제하고 있음.
- 차성현에서도 공해방지조례 및 지하수 채취 적정화에 관한 조례가 정해져 있으며, 현의 남·서부 지역에서는 관개용의 토출구 단면적이 125cm² 이상 우물 및 기타 용도 50cm² 이상 우물개발에 대해서는 허가제로 하고 있음.
- 또한 千葉현에 대해서도 공업용수법 및 조례에 의해 규제가 행해지고 있음.

〈표 1〉 지하수 양수규제의 개요(1)

명칭		공업용수법	건축물용 지하수 채취의 규제에 관한 법률
규제내용	적용업종	공업용수	건축물용수
	신고기준	양수기의 토출구의 단면적이 6cm ² 을 초과하는 것	양수기 토출구의 단면적이 6cm ² 을 초과하는 것
	허가기준 등	토출구 단면적과 스트레나의 위치(지역마다 설정)	좌동
	기존시설에 대한 경과 조치	허가기준에 적합하게 되어있는 것에 대해서는 모두 허가. 그 외는 1년 이내에 변경	기준에 적합하게 되어 있는 것은 모두 허가된다. 기타는 2년 이내에 변경
기타		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지하수원의 보전에 현저한 지장을 줄 우려가 없는 경우에 대해서는 그 우물에서 채취하는 지하수를 하천에 배출하는 것을 허가함. ▶ 장해가 발생했던 경우, 지하수 양수량의 삭감을 권고함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 수세변소에 공급하는 지하수의 채취에 기타 수원으로 대체하는 것이 매우 어려울 때는 예외적으로 허가함. ▶ 장해가 발생했던 경우, 지하수양수량의 삭감 또는 금지 권고함

〈표 2〉 지하수 양수규제의 개요(2)

명칭		동경도 공해방지조례	기옥현 공해방지조례
규제 내용	적용업종	공업용수 및 건축물용수	공업용수 및 건축물용수
	신고기준	양수기의 토출구의 단면적이 6cm ² 을 초과하는 것	양수기의 토출구의 단면적이 6cm ² 을 초과하는 것
	허가기준 등	토출구 단면적과 스트레나의 위치(지역마다 설정)	위치 : 650m이하의 깊이 단면적 : 21cm ² 이하
	기존시설에 대한 경과조치	모두허가	모두허가
	기타	▶허가를 받은 자는 양수량의 측정보고를 의무화함 ▶지하수 양수량의 삭감을 권고함	작동
규제 내용	적용업종	전용도	전용도
	신고기준		양수기의 토출구의 단면적이 6cm ² 을 초과하는 것
	허가기준등	▶일 양수량 100m ³ ▶이 수량 이상의 양을 양수 할 때는 허가가 필요	토출구 단면적과 스트레나의 위치(지역마다 설정)
	기존시설에 대한 경과조치	모두허가	모두허가
	기타	▶허가를 받은 자는 양수량의 측정보고를 의무화함 ▶지하수 양수량의 삭감을 권고함	작동
규제지역		현내의 전역	현의 남부 및 서부
규제 내용	적용업종	특정 시설의 설치 신고	전용도(온천수 및 하천구역은 제외)
	신고기준	토출 단면적 19cm ² 이상	▶지하수 수위저하의 장애 방지에 지장을 초래하거나 그릴 우려가 있는 경우는 불허가 ▶허가가 필요한 것은 관개용 : 토출 단면적 125cm ² 이상, 기타 : 50cm ² 이상
	허가기준등	-	-
	기존시설에 대한 경과조치	모두 허가	모두 허가
	기타	▶허가를 받은 자는 양수량의 측정보고를 의무화함 ▶지하수 양수량의 삭감을 권고함	▶허가를 받은 자는 양수량의 측정보고를 의무화함 ▶지하수 양수량의 삭감을 권고함 ▶방화시, 가뭄시, 수질, 수온의 점검에 필요한 경우에 예외로 허가한다.

• 九十九里 평야

- 당해 평야 및 주변의 지반침하하는 주로 천연가스를 함유한 지하수 채취가 원인이라고 여겨지고 있음. 이 때문에 당해지구에서는 천연현과 천연가스기업 사이에 가스정호의 삭감을 내용으로 했던 「지반침하방지협정」이 체결되어 이것을 기초로 천연가스를 함유한 물의 양수량을 규제하고 있음.
- 이 협정이 성립되기 이전에도 1970년 6월부터 일부지역에 대하여 양수량을 평균 30%(20~61.2%) 정도 삭감하는 규제가 자발적으로 행해졌음. 그러나 지반침하가 여전히 진행되었기 때문에 천연현은 모든 가스정호를 대상으로 「천연가스정호 총점검」을 실행하고, 이 결과에 의하여 1973년에 상기의 협정을 결

정했음. 이 협정에 의해 1975년까지 325개의 가스정호가 줄어 들었지만 현저한
지반침하가 감소하였던 지구도 있기 때문에 1976년까지 감소시킬 예정이었던
133개를 1980년말까지 단계적으로 감소시키는 것으로 변경하였음. 또한 1981년
1월에는 현이 실시했던 시뮬레이션 결과를 감안하여 동 협정을 개정하였고 천
연가스를 함유한 물의 양수량을 일정 범위내에서 억제함으로써 지반침하를 방
지하였음.

- 상기 협정에 추가하여 茂原市, 成東町, 大多喜町, 岬町, 睦澤町에서는 공해방지
조례를 정하여 지하수 채취량을 규제하고 있음.

- 相模 평야

- 지반침하를 억제시키는 방법은 2가지가 있는데, 첫째는 침하지역의 대수층으로
보급수를 함양하는 방법이고 다른 하나는 지하수의 양수량을 규제하는 방법임.
- 神奈川현은 신내천현 공해방지조례에 근거한 지하수채취 규제지역을 1971년 9
월에 厚木市の 일부 및 海老名市, 1973년 5월에 平塚市, 寒川町등을 지정하였
음.

- 甲府 분지

- 山梨현에서는 1973년 6월에 「산리현 지하수자원 보호 및 채취 적정화에 관한
요강」을 제정하고, 지하수의 보전과 적정채취를 도모하고 있음. 또한 이 이하
의 독자적인 규제, 조례 등을 제정하고 있는 지역도 있음. 또한 산리현에서는
「공업용수법」, 「건축물용 지하수의 채취에 관한 법률」에 의한 지정지역은
없음.

<부록 5> 지하수 재해 사례

1) 지하수 재해

- 대상정의 : 지하수와 관련된 모든 재해를 뜻함. 지하수에 의한 산사태, 지하수압 변화에 의한 지반 또는 구조물의 분리현상, 관정의 개발·이용과 관련된 재해 등을 들 수 있음.
- 재해구분
 - 과잉양수에 의한 수원고갈 : 수위강하에 의한 회복이 길어지거나 양수량이 급격히 증가하는 경우 지하수원의 고갈이 발생하여 지하수계의 평형이 파괴됨.
 - 지하수위 강하에 따른 지반침하 : 미고결 지층에서 양수량이 급격히 증가하는 경우 발생하는 지반의 침하 현상임.
 - 지하수위 변화에 따른 각종 재해 : 지하수위가 강하되어 평형이 깨지는 경우에는 지표오염물질의 침투, 해안지역 염수침투, 간척지 토양오염, 사막화 진행, 식생고사 등이 발생되고 지하수위가 이상 상승하게 되면 습화에 의한 식생피해, 생태계 파괴, 사면안정성 저하 등이 발생됨.
 - 지하구조물 설치에 따른 지하수 유동변화 : 지하수 유로를 차단하거나 지하수 충전을 억제하면 지하수 유동에 장애가 발생되어 지반함몰, 심부지하수 오염촉진 등 지하수 장애가 발생됨.
 - 지하수 오염으로 인한 각종 재해 : 자연상태에서 강우의 불균형으로 인한 갈수기 함양량 저하로 인한 자연적인 오염증가와 인공적인 오염이 있음. 자연적인 오염은 위험성이 적으나, 인공적인 시설 및 인구증가에 의한 지하수 오염은 생태계 위험요인 등이 될 수 있음.

2) 사례 요약

- 지하수위 강하
 - 서울시 : 1999년 안양천 주변 일부지역에서 해수면 이하로 수위강하
 - 부곡온천 : 지하수 과다 채수로 인한 지하수위 강하 발생. 6년간 145m 수위강

하 발생

- 포천군 : 지하수위 저하로 인하여 인접 과수원 수목 고사
- 동경 : 1957년부터 10년간 지하수 과다채수로 40m 정도의 지하수위 강하 발생 하였으며, 현재 채수량을 제한하여 회복중임.
- 캘리포니아 : 산조아퀸지역 90m 수위 강하 발생

• 지반침하

- 과천시 : 부림동지역의 지하철공사로 인하여 지하수계가 파괴되어 지반 10cm 강하
- 동경 : 충적층이 광범위하게 분포하는 지역으로 최대 침하량은 4.58m에 이름.
- 멕시코시티 : 지하수 과잉채수로 인하여 9cm 지반침하 발생

시정언 2000-R-22

서울시 지하수관리 통합시스템 구축방안

발 행 인 권 원 용

발 행 일 2000년 12월 31일

발 행 처 서울시정개발연구원

100-250 서울시 중구 예장동 산 4-5

전화: (02)726-1180 팩스: (02)726-1187

ISBN 89-8052-217-7-9353C

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.