Land Transport and Maritime R&D Report

건설기술혁신사업 기획보고서

R&D / 09건설혁신-C01

차세대 용수공급시스템 기획연구보고서

2010. 10. 21.

주관연구기관 / 한국수자원공사
위탁연구기관 / (주)기술과가치

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

본 보고서를 "차세대 용수공급시스템 기획연구"(연구기간 : 2009. 5. 20 ~ 2010. 5. 19)의 최종 보고서로 제출합니다.

2010. 10. 21

주관연구기관명 : 한국수자원공사

■ **주관기관 연구책임자** : 김 충 환

■ **주관기관 참여연구원** : 김정현, 서인석, 박노석, 채선하, 김성수, 최형철, 하익수, 장봉석, 박두호, 이두진, 송영일, 김병군, 김주환, 오병현, 김완영, 임정열, 김관엽, 정희경, 임영택, 유아현

■ **기 획 위 원** : 구자용, 김수명, 김상길, 김성한, 김승현, 김영근, 김응상, 김인철, 김자겸, 김정현, 김종겸, 김한수, 김형수, 김형수, 남해욱, 도중호, 민경수, 박수완, 박승국, 신흥섭, 유충식, 윤재경, 이송희, 이승환, 임성균, 임효재, 장기준, 장정환, 전제성, 전항배, 정우창, 정준화, 정진욱, 조지성, 최영준, 하동식, 홍대의

■ **자 문 위 원** : 안창진, 양해진, 정남정, 최승일, 현인환, 최계운, 조성환, 손경복, 이창규, 최철식, 이규호, 강용혁, 이현동, 김홍선, 이영남

■ **위탁기관 참여연구원** : 김동남, 양현모, 허광범, 은희운, 천명진

요 약 문

Ⅰ. 제 목

■ 차세대용수공급시스템 기획연구

Ⅱ. 기획연구의 배경 및 필요성

■ 기획연구의 배경

○ 기존 용수공급 시스템의 한계

▪ 최근 들어 '국민의 보건'과 '삶의 질 향상'과 맞물려 물 공급이라는 수도의 기본적인 기능 이외에 고품질 수도, 친수환경 조성, 물순환의 연속성 확보와 친환경적 대체수자원의 확보 등 다양한 유·무형의 기능적 역할을 요구하고 있으며 기술적, 기능적, 구조적으로 새로운 시스템으로의 전환을 필요로 하고 있음



▌그림 1.1 용수공급시스템(수도)의 개념적 변천사 ▐

▪ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대(長大)형 용수공급시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응에 어려움이 있음, 1993년 울산 공단의 가뭄피해 및 1991년, 2008년 발생한 낙동강 페놀 누출 사고는 비상시 긴급한 상황에서의 "비상용수 공급체계 구축 마련"의 필요성을 더욱더 절실하게 하고 있음

▪ 용수 생산 및 공급과정은 막대한 에너지를 소비하고 있음에 '저탄소 녹색에너지 도입 및 활용'의 구체적인 방안을 모색하여야 할 시기

○ 기존 수도에 대한 새로운 요구 및 미래사회 용수공급 시스템

▪ 사회와 경제발전에 따라 수도 보급률 제고 위주의 기존 수도에 대한 이해와 요구가 최근 생활수준의 향상과 더불어 수돗물의 불신과 같은 새로운 사회적 갈등으로 표출되고 있음

▪ 21세기 물산업의 성장은 전 세계적인 현상으로, 선진국에서는 기존 시설에 대한 재투자 시기 도래와 국민의 환경요구 증대가, 후진국의 경우 여전히 낮은 상하수도 서비스 보급률이 성장 동인이 될 것임

▪ 미래 사회와 도시에 적합한 용수공급시스템은 지역적 단위 도시에 일방적인 용수공급을 수행하는 기반 시설을 초월하여 유역간, 도시간, 도시내 융합시스템을 구축 및 통합관리의 광역적 개념의 Total 시스템 구축

▪ 미래의 용수공급시스템은 거주민이 도시에 건설된 기반시설을 찾아가 이용하던 기존의 개념으로부터 탈피하여 '기반시설이 거주민을 찾아가서 서비스를 제공'하는 최종 소비자 중심의 형태로 변화(Decentralization) 예상

■ 기획연구의 필요성

○ 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송·배수관로 및 배·급수 관로의 장거리화로 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 관로 노후화로 인한 2차 오염이 큰 문제



▎그림 2 기존 용수공급 계통도 ▎

○ '70~'90년대 양적 공급시기를 지나 국민들의 수돗물에 대한 관심이 증대하고 있으나 근본적인 해결에는 한계

○ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대(長大)형 용수공급시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응에 어려움이 있음

○ 용수 생산 및 공급과정은 막대한 에너지를 소비하고 있음에 '저탄소 녹색에너지

도입 및 활용'의 구체적인 방안을 모색하여야 할 시기이며, 국내적으로 수자원의 지역적 균등분배와 물공급의 안정성 확보를 위해 반드시 필요하며, 향후 중국 및 개발도상국의 수로건설사업, 자원외교 또는 수자원의 배분에 기여할 기술을 도출하기 위해 필요함

○ 따라서, 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 용수공급시설은 단계적이고 전면적인 개량이 필요한 시점에서 자동화, 안정성, 저에너지 소비, 전과정 분석 등을 기반으로 하는 "차세대 용수공급시스템"의 구축이 시급하게 필요함

Ⅲ. 기획연구의 범위 및 내용

○ 차세대 용수공급시스템 연구단 연구목표 및 연구내용, 추진전략 수립
- 연구단의 추진방안, 연구성과 달성방안 및 계획수립
- 타당성 조사 및 분석(기술적, 정책적, 경제적 타당성 및 파급효과 분석)
- 연구단 공모 RFP 작성 및 평가기준 설정

○ 세부과제별 연구개발사업 제안서(RFP) 제시
- 주요 세부과제, 세부연구내용 및 주요 요소기술 도출
- 우선순위를 고려한 세부과제별 로드맵 제시
- 연구 목표 설정, 추진전략, 연구수행 방법, 주요연구내용 등 제시

Ⅳ. 차세대 용수공급시스템 연구단의 비전 및 목표

■ 비전

○ 미래사회가 요구하는 안전하고 안정적인 용수공급시스템 구축

■ 연구단의 목표

○ 비상용수 확보를 통한 단수제로
○ 수질신뢰성 확보를 통한 음용률 제고
○ 관로 유지관리비 50%절감
○ 수송에너지 30% 절감
○ 용수공급 시스템 에너지 자립도 30% 달성

Ⅴ. 세부과제 도출

■ Part 1

세부과제	추진방향	세부연구내용
분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설기술	분산화 및 지하저류 기반의 차세대 용수공급 인프라 구축기술 개발	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술 개발
		비상용수 확보 및 관리를 위한 지하저류 시설의 설계 및 건설 기술 개발
		건설 소재 국산화 및 요소기술 개발
차세대용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술	수송에너지 절감 및 물안보 확보를 위한 용수공급 시스템의 운영관리기술 개발	차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
		차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술	지하저류기반의 용수공급시스템과 연계한 신재생에너지 생산· 연계활용 기술 및 신재생에너지 융합 수처리 플랜트 기술 개발	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
		용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
		저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발

■ Part 2

세부과제	추진방향	세부연구내용
분산형 정수처리 설계기술 개발 및 Prototype 제작	분산형 용수공급시스템의 기본 설계 및 수직형 정수처리시스템 상세 설계 기술 개발	분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발
		수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작
		용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축	테스트베드 구축을 통한 분산형 용수공급시스템 설계 기술 검증 및 시공 기술 개발	수직형 정수처리시설 시공기술 개발
		급/배수 시스템 연계 기술 개발
분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발	수송에너지 절감 및 물안보 확보를 위한 용수공급 시스템의 운영관리 기술 개발	기존 용수공급시스템 활용 및 연계기술
		지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
		분산화 된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
		용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축

Ⅵ. 상세기획연구 결과의 활용방안

○ 본 기획연구 결과는 차세대 용수공급시스템 연구단의 과제공모를 위한 지침서로 활용

Summary

Ⅰ. Title

■ Planning Research & Feasibility Study of New Water Supply System for Next Generation

Ⅱ. Research Objectives

■ The objectives of this report are to propose reasonable sub-research projects for core technologies of new water supply system for next generation and to plan detailed tasks of the project.

Ⅲ. Research Contents

■ **Establishment of research objectives, contents, and strategies for the core technology projects**

- Planning of sub-research project objectives, contents and strategies
- Proposal of an industrialization strategy of sub-research projects related to water industry and oversea water market.
- Specification and quantification of the research objectives
- Assessment of the fund reliability

■ **Preparation of request for proposals(RFP) and requisite for the head of research group**

■ **Feasibility study**

- Technical Appropriateness study : Analysis of priority, prospects of success, and overlapping check with the existing projects
- Political Appropriateness study : Analysis of national strategic importance,

correspondence with superordinate programs, and adequacy of research and development system

- Economic Feasibility study and ripple effects analysis : Economic feasibility through the analysis of economic and technological ripple effects

IV. Results

■ PART 1

Sub-technology projects (Government budget)	Objectives of each project	Sub-Contents
Development of Design and Construction Technology for New Water Supply System (NWSS) on Decentralization and underground (17.2 billion KRW)	▪ Developing design technology for decentralized vertically- process combined treatment system (20,000~30,000 m^3/day) ▪ Securing redundancy at least 300% ▪ Curtailing 30% transportation energy ▪ Curtailing 70% the footprint of the existing ▪ Targeting less than 1.4 times the existing construction cost	Development of design and construction technologies for decentralized WTS
		Development of design and construction technologies for underground storage facilities to secure emergency water
		Localization of construction and O&M materials and equipments and software & Development of core technologies
Development of O&M Technology of NWSS and Water Security Technology (8.2 billion KRW)	▪ Securing soundness of hydraulic structure, safety of water quality and stability of water quantity ▪ Securing semi-permanence ▪ Establishing the system for "No-Interruption" ▪ Developing water security technology for disaster and accidents	Development of innovative operation and management technologies for NWSS
		Development of water security technology for disasters and accidents related with water quantity and quality
Development of New & Renewable energy Production, Application and Fusion Technology for Establishing Environmentally Friendly Water Supply System (10.4 billion KRW)	▪ Achieving 30% energy independence of WSS ▪ Promoting the energy efficiency for realization of "Smart Green Water Supply System" ▪ Development of energy generation technologies from photovoltaic power, small hydropower, fuel cell power, geothermal power etc. ▪ Developing water treatment plant emitting CO_2 free with core technologies for penetrating to global water market	Development of new and renewable energy generation technology related with water supply
		Development of innovative energy application technology related with water supply
		Development of low carbon water treatment plant

■ PART 2

Sub-technology projects (Government budget)	Objectives of each project	Sub-Contents
Development of Design Technology and Prototype Model for Decentralized Water Supply System (DWSS) (2,135 million KRW)	▪ Developing design technology for decentralized vertically- process combined treatment system (20,000~30,000 m^3/day) ▪ Securing redundancy at least 100% ▪ Curtailing 70% the footprint of the existing ▪ Targeting less than 1.4 times the existing construction cost	Development of design for decentralized water treatment system(WTS)
		Development of design technology and prototype model for vertically- process combined treatment system
		Establishment of draft for legislation and institution for DWSS
Development of Test-bed for Decentralized Water Supply System (DWSS) (3,689 million KRW)	▪ Developing construction technology for DWSS test-bed - Over 500 m^3/day vertically-process combined treatment system (establishing the similarity to the 20,000~30,000 m^3/day capacity) ▪ Developing technology for connecting DWSS with the existings	Development of innovative construction technology for DWSS
		Development of connection technology with the existing distribute supply system
Development of O&M Technology of DWSS and Water Security Technology (3,932 million KRW)	▪ Achieving 30% energy independence of WSS ▪ Promoting the energy efficiency for realization of "Smart Green Water Supply System" ▪ Securing soundness of hydraulic structure, safety of water quality and stability of water quantity ▪ Securing semi-permanence ▪ Establishing the system for "No-Interruption" ▪ Developing water security technology for disaster and accidents	Development of the connection technology for utilizing the existing multi-regional WSS
		Development of innovative energy application technology related with DWSS
		Development of innovative technology for managing water quality and safety
		Establishment of total operation and maintenance system for DWSS

목 차

제 1 장 기획연구의 개요 ····· 1

제 1 절 기획연구의 배경 및 필요성 ····· 1
1. 기획연구의 배경 ····· 1
2. 기획연구의 필요성 ····· 8

제 2 절 기획연구의 목표 및 주요 내용 ····· 10
1. 기획연구의 목표 ····· 10
2. 기획연구의 주요 내용 및 범위 ····· 11

제 3 절 기획연구의 추진전략 및 추진체계 ····· 12
1. 기획연구의 추진전략 ····· 12
2. 추진체계 및 추진절차 ····· 14

제 2 장 국내외 환경분석 ····· 23

제 1 절 국내외 정책동향 ····· 23
1. 국내 정책 동향 ····· 23
2. 국외 정책 동향 ····· 29

제 2 절 국내외 시장 현황 및 전망 ····· 32
1. 국내 시장 현황 및 전망 ····· 32
2. 국외 시장 현황 및 전망 ····· 40

제 3 절 관련기술의 특허 동향 조사 ····· 56
1. 특허조사 방법론 ····· 56
2. 용수공급시스템 기술 분야별 특허동향 ····· 57
3. 차세대 미래도시 용수공급시스템 기술의 국가별 특허 동향 ····· 67
4. 용수공급 및 수처리에 적용 가능한 신재생에너지 기술의 특허동향 ····· 105

제 4 절 국내외 기술 동향 분석 ····· 127
1. 국내 기술 동향 ····· 127
2. 국외 기술 동향 ····· 145

제 5 절 기술 역량 분석 ····· 273
1. SWOT 분석 ····· 273
2. SWOT 전략 ····· 274
3. 기술 수준 분석 ····· 275

제 3 장 차세대 용수공급시스템 연구단의 비전 및 목표 ····· 287

제 1 절 비전 및 목표 ····· 287
1. 비전 ····· 287
2. 차세대 용수공급시스템의 정의 ····· 287
3. 연구단의 목표 ····· 287
4. 차세대 용수공급시스템의 개요 ····· 287

제 2 절 세부과제 도출 ····· 290
1. 세부과제 도출방법 ····· 290
2. 세부과제 도출 및 선정 ····· 291

PART 1

제 4 장 세부과제별 연구개발 추진계획 ····· 301

제 1 절 1 세부과제 ····· 302
1. 정의 및 비전 ····· 302
2. 연구개발 목표 ····· 302
3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정 ····· 302
4. 기술로드맵 (TRM) ····· 312

제 2 절 2 세부과제 ····· 314
1. 정의 및 비전 ····· 314
2. 연구개발 목표 ····· 314
3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정 ····· 314
4. 기술로드맵 (TRM) ····· 322

제 3 절 3 세부과제 ····· 324
1. 정의 및 비전 ····· 324
2. 연구개발 목표 ····· 324
3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정 ····· 324
4. 기술로드맵 (TRM) ····· 333

제 4 절 연차별 연구 추진전략 ····· 335

제 5 장 타 과제와의 중복성 검토 ····· 337

제 1 절 조사 개요 및 방법 ····· 337

1. 조사 개요 ····· 337
2. 조사 방법 및 대상 ····· 337
제 2 절 조사 결과 ····· 337
1. 정부 부처별 R&D 사업과의 연관성 ····· 337
2. 기존 R&D 사업 유사과제와의 중복성 및 연계방안 ····· 338

제 6 장 추진전략 및 추진체계 ····· 347

제 1 절 추진전략 ····· 347
제 2 절 추진체계 ····· 350

제 7 장 소요예산 ····· 351

제 1 절 소요예산 산정근거 ····· 351
제 2 절 소요예산 ····· 352
제 3 절 세부과제별 소요예산 ····· 355

제 8 장 기술개발효과 및 성과활용방안 ····· 361

제 1 절 기술개발효과 ····· 361
1. 과학기술적 파급효과 ····· 361
2. 경제사회적 파급효과 ····· 363
제 2 절 성과활용방안 (실용화 방안) ····· 365
1. 정책적 활용 ····· 365
2. 경제적 활용 ····· 365

제 9 장 정부정책과의 연계방안 ····· 367

제 1 절 물산업 육성 ····· 367
제 2 절 MDGs 달성을 위한 국제협력사업 (ODA 등) ····· 368
제 3 절 녹색성장 전략 ····· 369
제 4 절 수도사업의 선진화에 기여 ····· 369
제 5 절 기후변화 대비 전략 ····· 371

제 10 장 세부과제 선정/평가방법 설정 ····· 373

제 1 절 총괄 RFP ····· 373
제 2 절 세부과제별 RFP ····· 385
1. 1 세부과제 ····· 385
2. 2 세부과제 ····· 396
3. 3 세부과제 ····· 406
제 3 절 제안 과제 평가 전략 ····· 415
제 4 절 세부과제별 성과 지표 ····· 417

PART 2 : 평가위원회(안)

제 4 장 세부과제별 연구개발 추진계획 ····· 421

제 1 절 1 세부과제 ····· 423
1. 정의 및 비전 ····· 423
2. 연구개발 목표 ····· 423
3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정 ····· 423
4. 기술로드맵 (TRM) ····· 430
제 2 절 2 세부과제 ····· 431
1. 정의 및 비전 ····· 431
2. 연구개발 목표 ····· 431
3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정 ····· 431
4. 기술로드맵 (TRM) ····· 437
제 3 절 3 세부과제 ····· 438
1. 정의 및 비전 ····· 438
2. 연구개발 목표 ····· 438
3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정 ····· 438
4. 기술로드맵 (TRM) ····· 448
제 4 절 연차별 연구 추진전략 ····· 450

제 5 장 타 과제와의 중복성 검토 ····· 452

제 1 절 조사 개요 및 방법 ····· 452

1. 조사 개요 ····· 452
2. 조사 방법 및 대상 ····· 452
제 2 절 조사 결과 ····· 452
1. 정부 부처별 R&D 사업과의 연관성 ····· 452
2. 기존 R&D 사업 유사과제와의 중복성 및 연계방안 ····· 453

제 6 장 추진전략 및 추진체계 ····· 460

제 1 절 추진전략 ····· 460
제 2 절 추진체계 ····· 463

제 7 장 소요예산 ····· 464

제 1 절 소요예산 산정근거 ····· 464
제 2 절 소요예산 ····· 465
제 3 절 세부과제별 소요예산 ····· 468

제 8 장 기술개발효과 및 성과활용방안 ····· 472

제 1 절 기술개발효과 ····· 472
1. 과학기술적 파급효과 ····· 472
2. 경제사회적 파급효과 ····· 474
제 2 절 성과활용방안 (실용화 방안) ····· 476
1. 정책적 활용 ····· 476
2. 경제적 활용 ····· 476

제 9 장 정부정책과의 연계방안 ····· 478

제 1 절 물산업 육성 ····· 478
제 2 절 MDGs 달성을 위한 국제협력사업 (ODA 등) ····· 479
제 3 절 녹색성장 전략 ····· 480
제 4 절 수도사업의 선진화에 기여 ····· 480
제 5 절 기후변화 대비 전략 ····· 482

제 10 장 세부과제 선정/평가방법 설정 ····· 484

제 1 절 총괄 RFP ····· 484
제 2 절 세부과제별 RFP ····· 494
1. 1 세부과제 ····· 494
2. 2 세부과제 ····· 503
3. 3 세부과제 ····· 511
제 3 절 제안 과제 평가 전략 ····· 521
제 4 절 세부과제별 성과 지표 ····· 522
제 5 절 지식서비스 과제 분야 안내 ····· 526

Contents

Chapter 1. Introduction of detail project planing ····· 1

1. Backgrounds and Essential points ····· 1
2. Goals and contents ····· 10
3. Propulsion strategy and Organization ····· 12

Chapter 2. Analysis of Environment ····· 23

1. Policy trends in domestic and worldwide ····· 23
2. Status and prospect of markets ····· 32
3. Patents Analysis ····· 56
4. Technical trends in domestic and worldwide ····· 127
5. SWOT analysis ····· 273

Chapter 3. Vision and Purposes of research group ····· 287

1. Vision and purposes ····· 287
2. Selection and draw of sub-projects ····· 290

PART 1

Chapter 4. Establishment of R&D strategy ····· 301

1. Sub-project 1 ····· 302
2. Sub-project 2 ····· 314
3. Sub-project 3 ····· 324
2. Annual R&D strategy ····· 335

Chapter 5. Investigation of duplication ····· 337

1. Investigation methodology ····· 337
2. Results of investigation ····· 337

Chapter 6. Propulsion strategy and organization ····· 347

1. Propulsion strategy ····· 347
2. Propulsion organizations ····· 350

Chapter 7. R&D budget ····· 351

1. R&D budget source ····· 351
2. Overall R&D budget ····· 352
3. Embodiment of R&D budget ····· 355

Chapter 8. Spin-off effects and application plans ····· 361

1. Spin-off effects ····· 361
2. Application plans ····· 365

Chapter 9. Connection plans to government policy ····· 367

Chapter 10. Selection and Evaluation of sub-projects ····· 373

1. All inclusive RFP ····· 373
2. RFPs by sub-projects ····· 385
3. Indicators of selection ····· 415
4. Indicators of productions ····· 417

PART 2

Chapter 4. Establishment of R&D strategy ····· 421

1. Sub-project 1 ····· 423
2. Sub-project 2 ····· 431
3. Sub-project 3 ····· 438
2. Annual R&D strategy ····· 450

Chapter 5. Investigation of duplication ····· 452

1. Investigation methodology ····· 452
2. Results of investigation ····· 452

Chapter 6. Propulsion strategy and organization ····· 460

1. Propulsion strategy ····· 460
2. Propulsion organizations ····· 463

Chapter 7. R&D budget ····· 464

1. R&D budget source ····· 464
2. Overall R&D budget ····· 465
3. Embodiment of R&D budget ····· 468

Chapter 8. Spin-off effects and application plans ····· 472

1. Spin-off effects ····· 472
2. Application plans ····· 476

Chapter 9. Connection plans to government policy ····· 478

Chapter 10. Selection and Evaluation of sub-projects ····· 484

1. All inclusive RFP ····· 484
2. RFPs by sub-projects ····· 494
3. Indicators of selection ····· 521
4. Indicators of productions ····· 522
5. Knowledge service sub-projects ····· 526

표 목 차

표 1.1 연구내용 및 범위 ····· 11
표 2.1 신성장 동력으로서의 고도물처리산업 ····· 25
표 2.2 정부의 기타 용수공급 관련 사업 및 지원 ····· 28
표 2.3 이스라엘, 싱가포르 물산업 클러스트 현황 ····· 29
표 2.4 주요 선진국의 녹색 기술관련 투자 및 노력 ····· 30
표 2.5 국가별 수직적 통합 사례 ····· 31
표 2.6 물 산업 분야별 국내 시장 규모(2003년 기준) ····· 32
표 2.7 국내 물산업의 기술수준 평가결과 ····· 33
표 2.8 한국수자원공사 해외 상하수도 관련사업 추진현황(2009년 현재) ····· 34
표 2.9 한국환경공단 해외 상하수도 관련사업 추진현황(2009년 현재) ····· 35
표 2.10 한국수자원공사에서 운영·관리중인 수도/수자원시설을 활용한 신재생에너지 개발 현황 및 계획 ····· 38
표 2.11 20세기 세계 인구 증가 및 도시화율 추이 ····· 40
표 2.12 각 국의 주요 시장동향 ····· 42
표 2.13 물 전문기업 추이(누계) ····· 43
표 2.14 시장 점유율 현황 - 서비스 인구기준 ····· 43
표 2.15 주요 기업의 물관련 사업분야 ····· 44
표 2.16 주요기업의 핵심역량 분석 ····· 44
표 2.17 세계 15대 물기업 현황 (2008년) ····· 45
표 2.18 각국의 상하수도 및 전력 서비스 수혜 현황 ····· 46
표 2.19 개발도상국의 연간 물 분야 투자수요 ····· 46
표 2.20 유럽과 북미를 제외한 도시인구증가와 신도시수 대비 ····· 48
표 2.21 주요기업 해외신도시 추진현황 ····· 50
표 2.22 한국토지주택공사(LH)의 신도시 수주현황 ····· 51
표 2.23 특허동향분석 분야 ····· 57
표 2.24 특허동향분석 분야별 키워드 ····· 57
표 2.25 수도관 상태 평가법 ····· 131
표 2.26 관로 유지관리 관련 기술개발 현황 ····· 131
표 2.27 상수원 수질오염 사고 사례 ····· 134

표 2.28 K-water SAFE 수질사고 신속대응 시스템 구성 ····· 136
표 2.29 대・소수력발전 보급 현황 ····· 139
표 2.30 동경의 수원과 수도시설 ····· 145
표 2.31 오사카도 수원지 ····· 146
표 2.32 오사카의 수원과 정수시설 ····· 147
표 2.33 오사카 도송수 및 배수관 현황 ····· 148
표 2.34 막여과 시설현황 ····· 153
표 2.35 일본과 한국의 상하수도 및 기초시설 비교 ····· 154
표 2.36 유럽의 상수도 통계 ····· 156
표 2.37 케냐의 물수지 분석 ····· 163
표 2.38 케냐의 급수률 ····· 164
표 2.39 에티오피아의 수자원 보유 현황 ····· 164
표 2.40 에티오피아의 급수률 ····· 165
표 2.41 최근 주요홍수 일람표 ····· 176
표 2.42 입갱제원 ····· 179
표 2.43 유입시설 제원 ····· 179
표 2.44 터널 제원 ····· 180
표 2.45 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지의 현황 ····· 188
표 2.46 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 사용현황 ····· 192
표 2.47 고베시 시설수 현황 비교 (2007년 4월 현재) ····· 194
표 2.48 고베시 수도시설내진화 시책 및 사업내용 ····· 202
표 2.49 용도별 수로터널의 해외 적용 사례 ····· 210
표 2.50 소프트웨어 특징과 모델형식 ····· 227
표 2.51 소프트웨어 특징과 모델형식 (계속) ····· 228
표 2.52 용수공급시스템에 대한 위협 ····· 236
표 2.53 EPA의 취약성 분석 보고서 ····· 239
표 2.54 용수공급시스템 개소별 위해원인 사상 ····· 243
표 2.55 세계의 소수력 발전소 운영현황 ····· 251
표 2.56 국외 온도차에너지를 이용한 열공급 사례 ····· 258
표 2.57 로브스텐 해수이용 지역열공급시스템의 이용형태 ····· 262
표 2.58 CSIRO 방법을 적용한 각 기술의 평가결과 ····· 274
표 2.59 건설인프라 부분 기술분석·평가 결과 ····· 275

표 2.60 상하수도 분야의 국내 기술실현 시기 ····· 277
표 2.61 수질 분야의 기술수준 비율 ····· 278
표 2.62 정수장 효율향상 고도처리기술부분 국내기술수준 ····· 280
표 2.63 상하수도 관망 최적관리기술 부분 국내기술수준 ····· 280
표 2.64 양질의 상수원수 확보 및 유지관리기술 부분 국내기술수준 ····· 281
표 2.65 신·재생에너지 분야별 기술수준 및 국산화율 (2007년말 기준) ····· 282
표 2.66 차세대 용수공급시스템 주요 기술의 기술수준 ····· 284
표 5.1 1세부 1세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 337
표 5.2 1세부 2세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 338
표 5.3 1세부 3세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 339
표 5.4 2세부 1세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 340
표 5.5 2세부 2세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 341
표 5.6 3세부 1세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 342
표 5.7 3세부 2세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 343
표 5.8 3세부 3세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ····· 344
표 8.1 핵심기술별 과학기술적 파급효과 및 기대효과 ····· 360
표 9.1 지방상수도 통합운영 시범사업 계획 ····· 365
표 9.2 지역 규모별 상수도 보급률 수준 (‘07년) ····· 368
표 10.1 제안서 평가 기준 ····· 415

표 C-5.1 1세부과제 관련 기존연구과제의 중복성 및 연계성 ····· 454
표 C-5.2 2세부과제 관련 기존연구과제의 중복성 및 연계성 ····· 455
표 C-5.3 3세부과제 관련 기존연구과제의 중복성 및 연계성 ····· 456
표 C-8.1 핵심기술별 과학기술적 파급효과 및 기대효과 ····· 473
표 C-9.1 지방상수도 통합운영 시범사업 계획 ····· 478
표 C-9.2 지역 규모별 상수도 보급률 수준 (‘07년) ····· 481
표 C-10.1 제안서 평가 기준 ····· 521

그 림 목 차

그림 1.1 용수공급시스템(수도)의 개념적 변천사 ····· 1
그림 1.2 기존 용수공급 계통도 ····· 3
그림 1.3 경년별 수도관 현황 ····· 3
그림 1.4 전력원단위 상승 경향 ····· 4
그림 1.5 용수공급에 있어서 에너지 사용비율 ····· 4
그림 1.6 물 공급 관련 에너지 소비량 ····· 5
그림 1.7 연구 추진전략 ····· 13
그림 1.8 기획연구 추진체계 ····· 14
그림 1.9 사전 타당성조사 추진체계 ····· 15
그림 2.1 물산업 패러다임에 대한 정부시각의 변화 ····· 23
그림 2.2 우리나라 온실가스 배출전망 및 감축목표량 ····· 26
그림 2.3 3대 핵심정책 과제 ····· 27
그림 2.4 한국수자원공사 해외 사업 진출국(2009년 현재) ····· 34
그림 2.5 한국수자원공사 해외 상수도 진출사례 ····· 35
그림 2.6 신재생에너지 보급률 확대계획 ····· 37
그림 2.7 우리나라 에너지 관련 통계 및 전망(IEA, 2009) ····· 38
그림 2.8 한국수자원공사의 신재생에너지 생산시설 사례 ····· 40
그림 2.9 세계 물 시장 규모 ····· 41
그림 2.10 해외 탄소제로도시 건설 사례 ····· 49
그림 2.11 연도별 국제유가 변동현황 ····· 52
그림 2.12 전 세계 청정에너지 공급확대 전망 ····· 53
그림 2.13 WIPS 프로그램을 이용한 국내외 특허 조사 방법 ····· 56
그림 2.14 비상용수 및 물 안보 분야의 연도별 출원 동향 ····· 58
그림 2.15 비상용수 및 물안보 분야의 국가별 출원 동향 ····· 58
그림 2.16 비상용수 및 물안보 분야의 국가별 점유율 ····· 59
그림 2.17 수처리 플랜트 분야의 연도별 출원 동향 ····· 59
그림 2.18 수처리 플랜트 분야의 국가별 출원 동향 ····· 60
그림 2.19 수처리 플랜트 분야의 국가별 점유율 ····· 60
그림 2.20 수처리 공정 및 시스템 분야의 연도별 출원 동향 ····· 61

그림 2.21 수처리 공정 및 시스템분야의 국가별 출원 동향 ····· 62
그림 2.22 수처리 공정 및 시스템 분야의 국가별 점유율 ····· 62
그림 2.23 하수처리 공정 및 시스템 분야의 연도별 출원 동향 ····· 63
그림 2.24 하수처리 공정 및 시스템 분야의 국가별 출원 동향 ····· 63
그림 2.25 하수처리 공정 및 시스템 분야의 국가별 점유율 ····· 64
그림 2.26 용수공급 및 관로 분야의 연도별 출원 동향 ····· 64
그림 2.27 용수공급 및 관로 분야의 국가별 출원 동향 ····· 65
그림 2.28 용수공급 및 관로 분야의 국가별 점유율 ····· 65
그림 2.29 특허 분석 포트폴리오 ····· 66
그림 2.30 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ····· 67
그림 2.31 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 출원인 국적(한국) ····· 67
그림 2.32 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 포트폴리오 ····· 68
그림 2.33 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ····· 68
그림 2.34 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 분야의 출원인의 국적(한국) ····· 69
그림 2.35 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 분야의 포트폴리오 ····· 69
그림 2.36 친환경 용수생산 플랜트 기술 ····· 70
그림 2.37 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 출원인의 국적(한국) ····· 70
그림 2.38 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ····· 71
그림 2.39 한국의 각 기술 점유율(출원일 기준 1990~2005) ····· 71
그림 2.40 한국의 각 기술 점유율(출원일 기준 2000~2005) ····· 72
그림 2.41 연도별 발전 추세 ····· 72
그림 2.42 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ····· 73
그림 2.43 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 출원인 국적(미국) ····· 75
그림 2.44 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 포트폴리오 ····· 75
그림 2.45 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ····· 76
그림 2.46 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 출원인의 국적(미국) ····· 77
그림 2.47 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 포트폴리오 ····· 77
그림 2.48 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축 ····· 78
그림 2.49 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 출원인의 국적(미국) ····· 79
그림 2.50 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 분야의 포트폴리오 ····· 80
그림 2.51 친환경 용수생산 플랜트 기술 ····· 80
그림 2.52 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 출원인의 국적(미국) ····· 82

그림 2.53 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ····· 82
그림 2.54 미국의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 1990~2005) ····· 83
그림 2.55 미국의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 2000~2005) ····· 83
그림 2.56 연도별 발전추세 ····· 84
그림 2.57 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ····· 84
그림 2.58 미래도시 광역 용수공급시스템의 설계 및 건설 기술분야의 포트폴리오 ····· 87
그림 2.59 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ····· 87
그림 2.60 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 포트폴리오 ····· 88
그림 2.61 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 ····· 89
그림 2.62 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 분야의 포트폴리오 ····· 90
그림 2.63 친환경 용수 생산 플랜트 기술 ····· 91
그림 2.64 친환경 용수 생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ····· 94
그림 2.65 일본의 각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 1990~2005) ····· 95
그림 2.66 일본의 각 기술 분야별 점유율 (출원일 기준 2000~2005) ····· 95
그림 2.67 연도별 발전추세 ····· 96
그림 2.68 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ····· 96
그림 2.69 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 출원인 국적(유럽) ····· 97
그림 2.70 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 포트폴리오 ····· 97
그림 2.71 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ····· 98
그림 2.72 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 출원인의 국적(유럽) ····· 99
그림 2.73 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 포트폴리오 ····· 99
그림 2.74 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 ····· 100
그림 2.75 물안보 및 비상용수 관리시스템 구축기술(유럽) ····· 100
그림 2.76 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 분야의 포트폴리오 ····· 101
그림 2.77 친환경 용수생산 플랜트 기술 ····· 101
그림 2.78 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 출원인의 국적(유럽) ····· 102
그림 2.79 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ····· 102
그림 2.80 유럽의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 1990~2005) ····· 103
그림 2.81 유럽의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 2000~2005) ····· 103
그림 2.82 연도별 발전 추세 ····· 104
그림 2.83 태양광분야 국가별 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ····· 105
그림 2.84 태양광분야 국적별 점유율 및 특허등록 추이(미국특허) ····· 106

그림 2.85 태양광분야 국적별 중점특허 ····· 106
그림 2.86 태양광분야 포트폴리오 ····· 107
그림 2.87 태양광분야 피인용도 및 시장 확보력 ····· 107
그림 2.88 태양광분야 연구개발방향 및 기술 발전속도 ····· 108
그림 2.89 주요국가의 태양광분야 기술력 지수 ····· 108
그림 2.90 소수력발전 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ····· 109
그림 2.91 소수력발전 국적별 점유율 및 특허출원 추이(일본특허) ····· 109
그림 2.92 소수력발전 분야 주요국의 역점기술분야 ····· 110
그림 2.93 소수력발전 분야 주요국의 포트폴리오 ····· 110
그림 2.94 소수력발전 분야 피 인용도 및 시장 확보력 ····· 111
그림 2.95 소수력발전 분야 연구개발방향 및 기술발전 속도 ····· 111
그림 2.96 소수력발전 분야 주요국가의 기술력 지수 ····· 112
그림 2.97 바이오가스 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ····· 112
그림 2.98 바이오가스 국적별 점유율 및 특허등록 추이(미국특허) ····· 113
그림 2.99 주요국의 바이오가스 역점기술 분야 ····· 113
그림 2.100 각국의 바이오가스분야 포트폴리오 ····· 114
그림 2.101 바이오가스분야 피인용도 및 시장 확보력 ····· 114
그림 2.102 바이오가스분야 연구개발방향 및 기술발전 속도 ····· 115
그림 2.103 주요국가의 바이오가스 기술력 지수 ····· 115
그림 2.104 수소/연료 전지분야 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ····· 116
그림 2.105 주요국의 수소/연료전지 분야 역점기술 분야 (최근 10년간) ····· 116
그림 2.106 주요국의 수소/연료전지 분야 포트폴리오(최근 10년간) ····· 117
그림 2.107 수소/연료전지 피인용도 및 시장확보력 ····· 117
그림 2.108 수소/연료전지 연구개발방향 및 기술발전속도 ····· 118
그림 2.109 주요국가의 수소/연료전지 기술력 지수 ····· 118
그림 2.110 태양열의 국가별 점유율 및 특허건수 추이 ····· 119
그림 2.111 주요국의 태양열 역점 기술분야 ····· 119
그림 2.112 태양열 세부기술별 특허점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석(한국특허) ····· 120
그림 2.113 태양열 세부기술별 특허점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석(유럽특허) ····· 120
그림 2.114 주요국가의 태양열 특허영향력 및 시장 확보력 ····· 121
그림 2.115 주요국가의 태양열 연구개발방향 및 기술발전 속도 ····· 121
그림 2.116 주요국가의 태양열 기술력 지수 ····· 122

그림 2.117 지열/폐열분야 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ····· 122
그림 2.118 지열/폐열분야 국적별 점유율 및 특허등록 추이(미국특허) ····· 123
그림 2.119 지열/폐열분야 주요국의 역점기술분야 ····· 123
그림 2.120 지열/폐열분야 포트폴리오 ····· 124
그림 2.121 지열/폐열분야 피인용도 및 시장확보력 ····· 124
그림 2.122 지열/폐열분야 연구개발방향 및 기술발전 속도 ····· 125
그림 2.123 주요국가의 지열/폐열분야 기술력 지수 ····· 125
그림 2.124 한강하류급수체계구축 1차 사업 제 1공구 한강하저터널 단면 및 실드머신 ····· 126
그림 2.125 한강하류급수체계구축 1차 사업 제 6공구 김포하저터널 단면 및 실드머신 ····· 127
그림 2.126 김포하저터널 종단면도 ····· 127
그림 2.127 김포하저터널 수직갱 및 터널 내부 ····· 128
그림 2.128 북악터널배수지 ····· 129
그림 2.129 수정산 터널배수지 ····· 129
그림 2.130 상수관망 성능평가 및 진단프로그램 (Dr. Pipe)의 주요기능 ····· 132
그림 2.131 통합 상수관망 운영관리시스템 (water-NET)의 기능 및 구성도 ····· 133
그림 2.132 Dr. Water 구동 화면 ····· 133
그림 2.133 환경부 오염물질 유입시 행동 매뉴얼 및 위기경보 발령체계 ····· 135
그림 2.134 수질사고 대응 업무 프로세스 (K-water SAFE) ····· 136
그림 2.135 태백에서의 비상용수 공급 사진 ····· 137
그림 2.136 국내 정수장 태양광 발전설비 설치 사례 ····· 138
그림 2.137 대청댐 현황 및 냉난방설치 전경 ····· 140
그림 2.138 청주정수장 냉난방시스템 구성도 ····· 140
그림 2.139 주암댐 발전소동 수열원 냉난방시스템 구성도 ····· 141
그림 2.140 낙동강 하천수 히트펌프 공정도 ····· 141
그림 2.141 국내 정수장 태양광 발전설비 설치 사례 ····· 142
그림 2.142 스마트그리드 제주실증단지 조감도 ····· 143
그림 2.143 동경의 수자원과 공급시스템 ····· 145
그림 2.144 오사카의 수자원과 공급시스템 ····· 147
그림 2.145 오사카의 수도 수요변화 추이 ····· 148
그림 2.146 평면계 정수시설 ····· 151
그림 2.147 빌딩형 정수시설 ····· 151
그림 2.148 빌딩형 정수시설의 공정도 및 내부 구성도 ····· 151

그림 2.149 후루에정수장 빌딩형 정수시설 공정도 및 구조 ····· 152
그림 2.150 키누타정수장 막여과동 및 막여과 ····· 153
그림 2.151 네덜란드 3단 인공 저수지(Biesbosh reservoir) ····· 157
그림 2.152 독일 Witten정수장 원수 저류 방식 ····· 158
그림 2.153 스위스 Lengg 정수장의 연도별 정수처리 공정 변화 ····· 159
그림 2.154 유럽 정수장의 안전성 확보를 위한 공정 격리 구조 ····· 160
그림 2.155 유럽 정수장의 미학적 건축 설계 ····· 161
그림 2.156 유럽 국가별 GDP와 수도요금 상관관계(2005년 기준) ····· 163
그림 2.157 콩고 공화국 지도 ····· 165
그림 2.158 Thames Water Ring Main ····· 169
그림 2.159 뉴욕 제3터널 1단계 및 2-4단계별 공사구간 ····· 171
그림 2.160 뉴욕 제3터널 수직하강터널 및 7 m 직경 관로 내부 ····· 172
그림 2.161 뉴욕 제3터널 구간 및 단면 ····· 172
그림 2.162 보스턴 Metro West Water Supply Tunnel 내부 ····· 173
그림 2.163 보스턴 Metro West Water Supply Tunnel 구간 ····· 174
그림 2.164 나카가와·아야세가와 하천구배 ····· 175
그림 2.165 나카가와·아야세가와 유역의 도시화율 ····· 176
그림 2.166 나카가와·아야세가와 종합치수대책 ····· 177
그림 2.167 도권외곽방수로 전체도(상) 및 시설구성(하) ····· 178
그림 2.168 와류식 Drop Shaft ····· 180
그림 2.169 공사에 사용한 shield machine ····· 181
그림 2.170 배수시설의 모식도 ····· 181
그림 2.171 조압수조 내부 ····· 183
그림 2.172 수도권외곽방수로 설치 전후의 효과비교 ····· 184
그림 2.173 Kanda river 과거 침수피해 발생 상황 ····· 184
그림 2.174 칸다가와 환상형 지하조절지 계획노선 ····· 185
그림 2.175 Kanda river system ····· 186
그림 2.176 유역내 인구 및 도시화율 추이 ····· 186
그림 2.177 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 및 동경의 우수배제 비전 ····· 187
그림 2.178 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 단면도 ····· 188
그림 2.179 칸다가와(?田川) 환상 7호선 지하조절지 단면모식도 ····· 189

그림 2.180 Myosyoji river의 shaft 건설 전경 ····· 189
그림 2.181 2단계(stage 2) 터널 건설당시 전경 ····· 190
그림 2.182 칸다가와(?田川) 환상 7호선 지하조절지 취수시설 및 관리실 ····· 190
그림 2.183 연결터널 및 지하조절 지 내부 ····· 191
그림 2.184 트렌치 설치 ····· 191
그림 2.185 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 효과분석 ····· 193
그림 2.186 고베시 1일당 수원 확보량 현황 ····· 194
그림 2.187 고베시 배수지현황 ····· 195
그림 2.188 고베시 수도시설 운영관리 시스템 ····· 195
그림 2.189 고베시 수도시설 개요도 ····· 196
그림 2.190 수자원 확보 현황 ····· 197
그림 2.191 인접도시와의 긴급 시 연락관 정비 현황 ····· 198
그림 2.192 한신・아와지 대지진시 피해 상황(1995년) ····· 199
그림 2.193 한신-아와지 지진의 교훈으로부터의 지진 대응 체계 ····· 199
그림 2.194 한신-아와지 지진시 주민으로 부터의 반응/민원 ····· 200
그림 2.195 재해시 기간별 응급급수 목표수량 ····· 200
그림 2.196 재해시 응급급수 기간별 대응체계 ····· 201
그림 2.197 재해시 응급급수 방안의 체계 ····· 201
그림 2.198 응급급수기지 현황 (2005년도) ····· 203
그림 2.199 긴급 차단변(밸브)시스템 개요 ····· 203
그림 2.200 긴급저류시스템(대용량저수조) 구조 ····· 204
그림 2.201 긴급저류시스템 정비 현황 ····· 204
그림 2.202 긴급저류시스템 설비 ····· 204
그림 2.203 대용량 송수관 전체 구상도 ····· 206
그림 2.204 대용량 송수관(제Ⅰ기) 계통도 ····· 206
그림 2.205 대용량 송수관 단면도 ····· 207
그림 2.206 대용량송수관 시공 현황 ····· 207
그림 2.207 고베시 모토야마 급수거점 전경 ····· 208
그림 2.208 대용량 송수관 활용 효과 ····· 209
그림 2.209 The Kasumigaura water conveyance project ····· 211
그림 2.210 레소토 Highlands Water Project의 Katse Dam ····· 211
그림 2.211 The Swedish Bolmen project ····· 212

그림 2.212 SMART Project 개념도 ····· 213
그림 2.213 SMART 위치 계획 및 터널 단면 형상 ····· 213
그림 2.214 SMART 내부 구조 형상(좌) 및 우수배제 시스템(우) ····· 214
그림 2.215 The Swedish Underverket project ····· 215
그림 2.216 The Ormen (The Snake) project ····· 216
그림 2.217 The Saltsjo tunnel project ····· 216
그림 2.218 The Kvernberget rock cavern tank project ····· 217
그림 2.219 The Hogasen underground water tank in Trondheim ····· 217
그림 2.220 The Skullerud water treatment plant ····· 218
그림 2.221 The Hovringen underground sewage treatment plant ····· 219
그림 2.222 The Ladehammeren underground sewage treatment plant ····· 219
그림 2.223 남수북조 프로젝트 중 장강에서 북경까지의 수로 ····· 220
그림 2.224 수로터널 유지관리 시스템 개요 ····· 222
그림 2.225 고베시의 배수지 감시시스템 ····· 223
그림 2.226 EPOCH의 실험관로 (요코하마시 川井정수장) ····· 224
그림 2.227 일본 NEW EPOCH의 관 상태평가 절차 흐름도 ····· 224
그림 2.228 GIS 기반의 관 상태진단 결과 ····· 225
그림 2.229 미국의 관 상태평가의 패러다임 변화 ····· 225
그림 2.230 Water Safety Plan Manual ····· 230
그림 2.231 HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) ····· 230
그림 2.232 물리위협의 감지 및 지연시간 계산 ····· 232
그림 2.233 물공급시설 물리적 안보 가이드라인과 물리위협에 대한 의사결정 시스템의 예 ····· 233
그림 2.234 EPA 물 안보 프로그램의 기능 ····· 234
그림 2.235 용수공급시스템의 물 안보 계획 및 설계 단계 ····· 235
그림 2.236 RAM-WTM Methodology ····· 237
그림 2.237 Vulnerability Self-Assessment Tool (VSATTM) ····· 238
그림 2.238 비용-위해도저감 곡선 ····· 238
그림 2.239 오염경보시스템 설계에 대한 다중요소 접근 ····· 240
그림 2.240 신시내티 오염경보시스템 시험적용 과정 ····· 240
그림 2.241 오염경보시스템의 구성 ····· 241
그림 2.242 신시내티 pilot의 비용 분포 ····· 241
그림 2.243 오염경보시스템의 수질모니터링 SCADA 시스템 구성도 ····· 242

그림 2.244 수질 모니터링 자료의 흐름도 ····· 242
그림 2.245 위해수준의 설정 순서 ····· 244
그림 2.246 물 안전계획의 책정과 운영의 흐름 ····· 244
그림 2.247 고베시 수원수질사고 연락망 개념도 ····· 245
그림 2.248 고베시 정수장의 수질감시 장치 ····· 246
그림 2.249 고베시 정수장의 연속자동수질감시장치에 의한 감시체계 ····· 246
그림 2.250 스위스 Lengg 정수장의 무지개 송어 모니터링 장치 ····· 247
그림 2.251 스위스 취리히시 링메인 관로 시스템 ····· 248
그림 2.252 무라노 정수장 경사판 침전지 상부의 태양열 판넬 ····· 249
그림 2.253 아사카 정수장 태양광발전 설비 ····· 250
그림 2.254 무라노 정수장 수위차 발전설비 ····· 251
그림 2.255 후지전기의 마이크로 튜블러 수차의 구조 ····· 252
그림 2.256 수도관 차압을 이용한 실용화 예 ····· 253
그림 2.257 링 수차의 구조 ····· 253
그림 2.258 링 수차의 실증 사례 ····· 254
그림 2.259 실증용 링 수차의 구조 ····· 255
그림 2.260 수로형상에 맞추어 설치한 수차 ····· 256
그림 2.261 유수식 스트림 수차 설치 예 ····· 256
그림 2.262 해외의 미활용에너지 국가별이용현황 ····· 257
그림 2.263 해외의 미활용에너지 열원별 이용현황 ····· 257
그림 2.264 하코자키 지역냉난방 공급지역 및 히트펌프 ····· 259
그림 2.265 하코자키지구 하천수이용 지역열공급시스템 개략도 ····· 259
그림 2.266 칸사이빌딩의 취수구와 취출구 위치 ····· 260
그림 2.267 나카노지만 열공급시스템 구성도 ····· 260
그림 2.268 모모치지구 열공급플랜트의 현황 및 열원시스템 흐름도 ····· 261
그림 2.269 열공급시스템 구성도 및 열교환기 구성(7대) ····· 261
그림 2.270 상수관로 이용 냉난방 시스템 ····· 262
그림 2.271 마이크로 그리드 망 구축 모식도 및 시설개요 ····· 265
그림 2.272 Thames Gateway BWRO plant 전경 ····· 269
그림 2.273 Carlsbad Desalination 시설 전경 ····· 269
그림 2.274 Perth Seawater Desalination plant 시설 ····· 270
그림 2.275 Solar distiller의 원리(좌) 및 New Mexico의 설치사례(우) ····· 270

그림 2.276 SODIS의 원리(좌) 및 아프리카의 적용사례(우) ····· 271
그림 2.277 Trunz Water Systems의 적용사례 ····· 271
그림 2.278 먹는물 분야의 미래기술과 실현 시기 ····· 279
그림 3.1 차세대 용수공급시스템 연구단의 비전수립 ····· 285
그림 3.2 차세대 용구공급시스템의 개념도 ····· 286
그림 3.3 핵심키워드 및 세부과제 선정절차 ····· 288
그림 3.4 기존 용수공급시스템의 문제점 분석 및 핵심 keyword 도출 ····· 290
그림 3.5 과학기술 미래비젼에 근거한 용수공급 분야의 발전전망 핵심 keyword 도출 ····· 292
그림 3.6 세부과제 도출 1안 (1차 자문위원회 상정 안) ····· 293
그림 3.7 세부과제 도출 2안 (2차 자문위원회 상정 안) ····· 294
그림 3.8 세부과제 도출 3안 (3차 자문위원회 상정 안) ····· 295
그림 4.1 차세대 용수공급시스템 개념도 ····· 300
그림 4.2 연구개발 개념도 및 1 세부과제 개발기술 위치도 ····· 301
그림 4.3 연구개발 개념도 및 2 세부과제 개발기술 위치도 ····· 313
그림 4.4 연구개발 개념도 및 3 세부과제 개발기술 위치도 ····· 323
그림 4.5 연구과제의 연차별 추진전략 ····· 333
그림 5.1 정부부처별 주요연구사업 분석(1999～2008) ····· 336
그림 6.1 연구 추진체계 ····· 348
그림 9.1 동아시아 기후 파트너쉽의 사업목표 ····· 367

그림 C-4.1 분산형 용수공급시스템 개념도 ····· 423
그림 C-4.2 수직형 정수처리시설 개념도 ····· 432
그림 C-4.3 3 세부과제 연구개발 개념도 ····· 439
그림 C-4.4 연차별 추진전략 ····· 450
그림 C-5.1 정부부처별 주요연구사업 분석(1999～2008) ····· 453
그림 C-9.1 동아시아 기후 파트너쉽의 사업목표 ····· 480

제 1 장 차세대 용수공급시스템 기획연구의 개요

제 1 절 기획연구의 배경 및 필요성

1. 기획연구의 배경

1) 용수공급 시스템의 변천과정

▌인류와 도시발전, 그리고 수도의 역사

▪인류 4대 문명의 지형적 공통점은 물에 대한 접근의 용이성과 이로 인한 물 사용으로 인간 의식주 활동의 발전을 들 수 있음

▪로마시대를 시작으로 수도시설에 대한 이해와 접근이 있었으나, 고대 도시에서의 수도의 기능적 부분은 물 사용과 관련한 치수(治水)에 집중되어 있었으며, 이후 근대화와 현대도시를 거치면서 법제화, 기술의 축적, 운영관리 방법 등 체계화된 시스템으로서의 모습을 갖게 됨

▪근대에 이르러 국민 보건 중요성이 대두됨

▪수도의 역사는 최근 들어 '국민의 보건'과 '삶의 질 향상'과 맞물려 물 공급이라는 수도의 기본적인 기능 이외에 고품질 수도, 친수환경 조성, 물순환의 연속성 확보와 친환경적 대체수자원의 확보 등 다양한 유·무형의 기능적 역할을 요구하고 있음

▪이에 용수공급 시스템은 인구증가와 산업발전에 따라 기술적, 기능적, 구조적으로 새로운 시스템으로의 전환을 필요로 하고 있음



▌그림 1.1 용수공급시스템(수도)의 개념적 변천사 ▐

▌인구증가와 도시발달의 가속화

▪20세기 들어서면서 전 세계적으로 급격한 인구 증가와 도시화·산업화로 인해 교통, 통신, 용수공급시설 등 인프라의 구축 및 확대에 치중

▪21세기에 접어들면서 보다 나은 삶의 질을 위한 지속가능한 도시 및 사회를 위한 새로운 친환경 인프라 요구 증대

▪국내에서도 1970년대부터 신도시개발 사업을 수행하여, 세종 도시, 혁신 도시, 기업 도시, 경제 자유구역 개발사업 등이 활발한 개발이 이루어지고 있음

▪특히 국내 건설업체들의 해외 진출에 있어서 U-city 개발이 사업진출에 있어서 새로운 블루오션으로 부상하고 있음(국토해양부, 신도시 해외진출확대를 위한 비즈니스 모델 개발, 2008)

▪이와 같은 현실에도 불구하고, 수도의 개념과 역할은 인간 활동을 지원하는 지역적 사회구성기반시설로 간주되어 그 가치와 기능적 중요성이 낮게 평가되어 왔으며, 이로 인해 지역별 시설규모와 운영관리 수준의 편차가 심해 새로운 해결방안의 모색이 필요한 시점임

▪인구 증가와 더불어 산업화도 물의 사용량을 증가시키고 있음. 미국의 경우 30년간 물 사용량이 300%이상 급증하였는데, 그 주요 원인으로 전체 물 사용량의 60% 이상을 차지하는 산업용수 수요의 급증이 지적되고 있음(LG Business Insight, 2008)

▪세계 물 포럼(World Water Forum)에 따르면 2008년 기준 11억 명이 안전한 물을 마시지 못하고 있으며, 전쟁으로 인한 사망자의 10배에 해당하는 매년 500만 명 이상이 수인성 질병으로 사망하고 있음(LG Business Insight, 2008)

2) 기존 용수공급시스템의 문제점

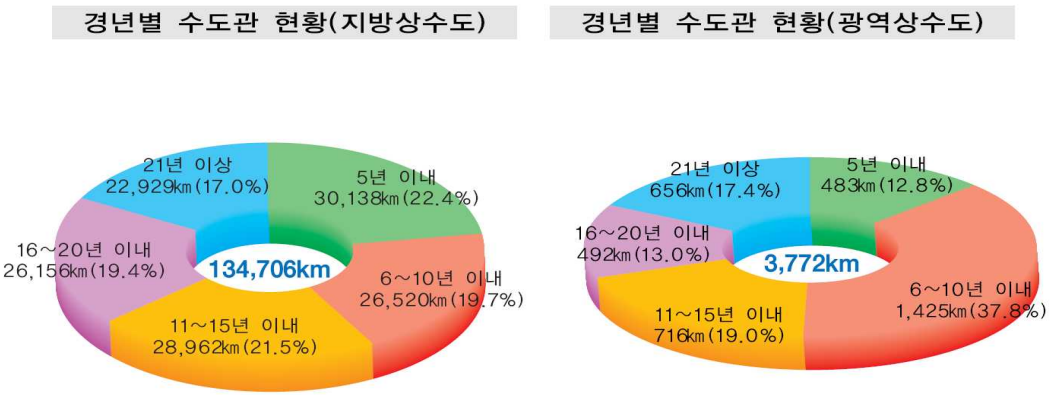
▌기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송·배수관로 및 배·급수 관로의 장거리화로 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 관로 노후화로 인한 2차 오염이 큰 문제

▪우리나라 수도관 총연장 138,478km 중 약품처리 후 가정으로 공급되는 관로 연장이 135,426km로 97.9%를 차지함

▪수도관 총연장 중 21년 이상 경과된 관은 23,586km(17.0%)이며, 16~20년은 26,648km(19.2%), 11~15년은 29,678km(21.4%), 6~10년은 27,945km(20.2%), 5년 이내 30,622km(22.1%)임



▌그림 1.2 기존 용수공급 계통도 ▐



▌그림 1.3 경년별 수도관 현황 ▐

▌'70~'90년대 양적 공급시기를 지나 국민들의 수돗물에 대한 관심이 증대하고 있으나 근본적인 해결에는 한계

▪수돗물 내 THM(트리할로메탄), 미량유해물질 검출, 낙동강 오염사고 등으로 수돗물 불신증가에 따른 저조한 직접 음용율

▪소득수준의 향상에 따라 정수기의 이용이 증가하고, 수돗물을 직접 이용하는 비율은 감소

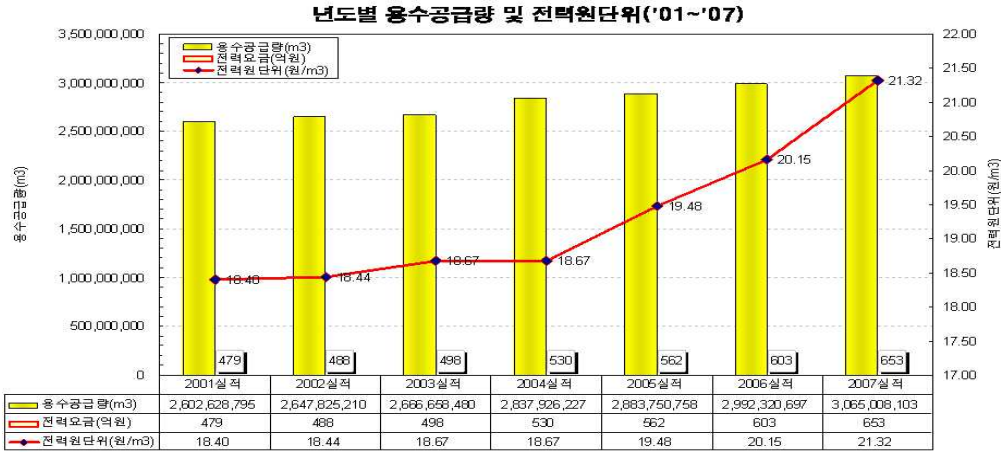
▌기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대(長大)형 용수공급시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응에 어려움이 있음

▪1993년 울산 공단의 가뭄피해 및 1991년, 2008년 발생한 낙동강 페놀 누출사고는 비상시 긴급한 상황에서의 "비상용수 공급체계 구축 마련"의 필요성을 더욱 더 절실하게 하고 있음

▌용수 생산 및 공급과정은 막대한 에너지를 소비하고 있음에 '저탄소 녹색에너지 도입 및 활용'의 구체적인 방안을 모색하여야 할 시기

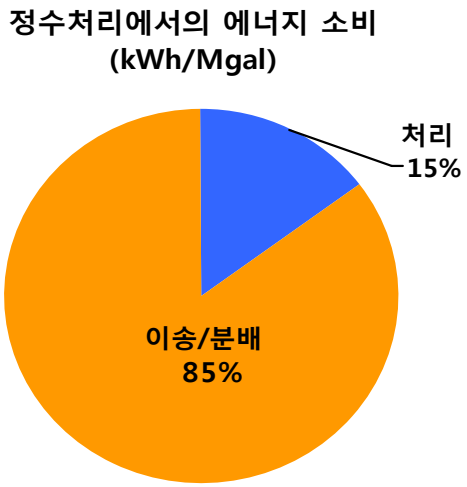
▪용수공급은 막대한 에너지를 소모하며, 이로 인해 상당한 CO_2 또한 발생, 미국의 River Network 보고서(2009)에 따르면, 미국 내에서 물과 관련된 CO_2 방출량은 5% 수준으로 막대하며, 또한, 일본 동경시의 경우, CO_2 총 발생량의 15%를 용수 생산 및 공급이 차지(하나끼, 2008)하는 것으로 나타남.

▪**국내의 경우,** 용수공급량의 증가에 비해 생산원가의 54%를 차지하는 전력비(653억원)가 매년 생산원가 대비 4%씩 증가하므로 수송에너지의 절감기술 개발 필요



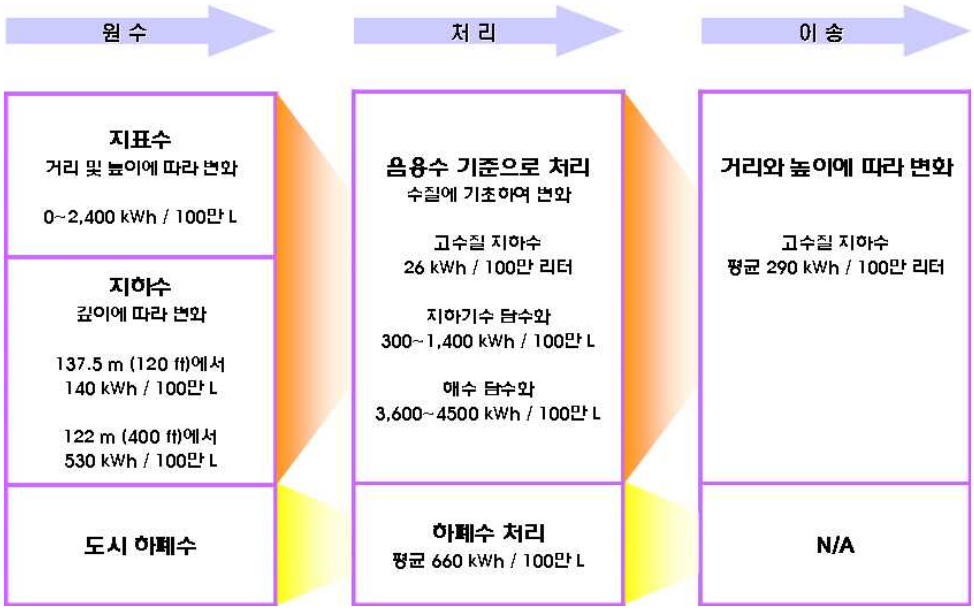
	2001실적	2002실적	2003실적	2004실적	2005실적	2006실적	2007실적
용수공급량(m3)	2,602,628,795	2,647,825,210	2,686,658,480	2,837,926,227	2,883,750,758	2,992,320,697	3,065,008,103
전력요금(억원)	479	488	498	530	562	603	653
전력원단위(원/m3)	18.40	18.44	18.67	18.67	19.48	20.15	21.32

▌그림 1.4 전력원단위 상승 경향 ▐



(자료: Univ. of Texas Austin, 2009)

▌그림 1.5 용수공급에 있어서 에너지 사용비율 ▐



▌그림 1.6 물 공급 관련 에너지 소비량 ▐

(자료: 21세기 물과에너지, KONETIC, 2009)

3) 미래사회 전망과 용수공급시스템에 대한 새로운 요구

▌미래사회는 분산화된 새로운 도시형태의 발달과 교통, 통신, 환경, 문화, 교육 등 다양한 분야에서 유비쿼터스 기술과 인프라 구축에 기초하여 대상 지역을 통합하는 포털 도심 서비스 시스템이 구축될 것으로 전망

▪근대도시와 미래도시의 원동력인 industrialization, urbanization으로 인해 지역적 인구집중화 현상이 발생하여 왔음

▪과학기술 미래비전(교육과학기술부, 2009. 11)등 많은 미래 트랜드 분석에서 인구구조변화, 고령화, 식수난해소, 자원문제 등이 메가트랜드로 부각됨.

▪지역적 인구 집중화 현상은 더욱 가속화 될 것으로 전망되며, 이로 인해 주거, 교통, 물류, 기초기반시설 등 다양한 사회 환경 전반에 걸쳐 새로운 문제점들이 발생

▪반면, 저출산으로 인한 비도심 지역의 인구감소와 사회적·지역적 기반시설의 불균형에 따른 광역 조정기구와 시스템 필요

▪전 세계적으로 계획되고 있는 신도시는 지역별 거주인구가 약 50,000명 이하로 분산화되는 도시의 특성이 뚜렷이 나타남(국토해양부, 2008)

▪국내의 경우, 1970년대부터 신도시개발 사업을 수행하여, 세종 도시, 혁신 도시, 기업 도시, 경제 자유구역 개발사업 등이 활발한 개발이 이루어지고 있으며, 최

근에는 국내외적으로 “탄소제로”도시, “탄소중립” 도시선설 프로젝트가 동시다발적으로 진행 중임.

▪IBM(IBM, 2009)에서는 향후 5년간 도시를 바꿀 5가지 기술로 질병면역관리, 건물관리 자동화, 친환경동력 차량, 식수난해소 및 자원절약, 범죄 및 재난예방 기술을 예측함.

▪미래사회는 교통, 통신, 환경, 문화, 교육 등 다양한 분야에서 유비쿼터스 기술과 인프라 구축에 기초하여 대상 지역을 통합하는 포털 도심 서비스 시스템이 구축될 것으로 전망

미래사회의 전망 및 트랜드

1) 과학기술 미래비전, 메가트랜드(교육과학기술부, 2009. 11)
인구구조변화, 과학기술 융합 가속화, 새로운 안보이슈 등장, 환경과 자원문제 심화, 지식기반사회 진전과 글로벌화

2) 미래사회의 대표적인 특징(미래를 읽는 기술, 한국경제신문, 2008)
고령화, 정보기술, 의료, 생명기술, 에너지, 나노기술, 매체와 통신, 자연환경과 생태계 유지

3) 향후 5년간 도시를 바꿀 5가지 기술(IBM, 2009)
질병면역관리, 건물관리 자동화, 친환경동력 차량, 식수난해소 및 자원절약, 범죄 및 재난예방

▌미래의 용수공급시스템은 거주민이 도시에 건설된 기반시설을 찾아가 이용하던 기존의 개념으로부터 탈피하여 ‘기반시설이 거주민을 찾아가서 서비스를 제공’하는 최종 소비자 중심의 형태로 변화(Decentralization) 예상

▪기존 수도는 단위시설(공정)로부터 조합시설로 발전되어 왔으나 미래사회에서의 용수공급 시스템은 소비자 중심의 시스템 사업으로 발전 전망

▪미래사회는 ‘거주민이 도시에 건설된 기반시설을 찾아가 이용’하던 기존의 개념으로부터 탈피하여 ‘**기반시설이 거주민을 찾아가서 서비스를 제공**’하는 최종 소비자 중심의 형태로 변화 예상(Decentralization)(최동진, 2008)

▪또한, 소득증대에 따른 ‘삶의 질 향상’에 대한 국민적 욕구상승으로 인해 고차원의 기초기반시설이 확충과 친환경 조성에 대한 관심이 집중될 것으로 전망

▌용수공급 및 이수(利水)에 새로운 패러다임 요구

▪미래 사회와 도시에 적합한 용수공급시스템은 지역적 단위 도시에 일방적인 용수공급을 수행하는 기반 시설을 초월하여 유역간, 도시간, 도시내 융합시스템을 구축 및 통합관리의 광역적 개념의 Total 시스템 구축

▪수량, 수질, 분배, 통합관리 등 다양한 법적·제도적 조건과 함께 미래사회가 필요로 하는 요구 충족 필요

▪건설, 기계, 전기전자 등 다양한 응용 기술의 융합이 필요

▪정부는 기후협약 대책으로 **"국제적 위상에 부합하는 온실가스 감축 및 기술개발을 통한 기후변화 영향 최소화"**라는 국가정책 비전을 제시함으로서 이런 정책적 기조에 적극 호응하기 위한 기술개발의 일환으로 이산화탄소 배출을 저감하고 용수 생산단가를 절감 할 수 있도록 하는 용수공급 인프라의 구축 기술 및 이와 연계한 적극적인 신재생에너지(소수력, 태양광 등)의 생산 및 활용기술의 개발이 요구되는 시점임.

▌도시발전에 따른 기존 수도의 문제점 개선 필요

▪사회와 경제발전에 따라 수도 보급률 제고 위주의 기존 수도에 대한 이해와 요구가 최근 생활수준의 향상과 더불어 수돗물의 불신과 같은 새로운 사회적 갈등으로 표출되고 있음

▪기존 수도 시스템을 유지하는 수준으로는 미래사회의 기대와 요구를 충족할 수 없음

▪수도 기술은 동시대 관련 기술들의 집합체이자, 효과적 운영을 위한 다양한 법적·제도적 장치에 대한 준수와 이해관계자(stakeholder)들 간의 조율을 필요로 하므로 미래사회의 기대와 요구를 충족하기 위해서는 전과정 시스템화가 가능한 국가주도의 프로그램이 필요한 시기임

▌용수공급 시스템은 '도시의 기반시설'이라는 고정관념에서 '산업이다'라는 개념의 전환

▪1980년대 중반부터 전문기업들이 정부나 지방자치단체를 대신해서 상하수도서비스를 제공하는 세계적인 물 시장 형성

▪2009년 1월 정부 또한 17개의 신성장 동력 내에 6개의 녹색기술사업 중 '고도물처리'를 선정하였으며, 이를 근간으로 하여 STAR 브랜드로 스마트 상수도, 친환경대체용수 및 지속가능 물환경에 집중 지원 결정

▪21세기 물산업의 성장은 전 세계적인 현상으로, 선진국에서는 기존 시설에 대한 재투자 시기 도래와 국민의 환경요구 증대가, 후진국의 경우 여전히 낮은 상하수도 서비스 보급률이 성장 동인이 될 것임

· 영국 물 전문 조사기관인 Global Water Intelligence(2010.3)에 따르면, 2010년 기준 세계 물산업 규모는 연간 미화 8,900억 달러로 추정
  - 전 세계 환경산업의 1/3 이상을 차지하는 규모
  - 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성 전망

▪미래 용수공급시스템은 국가 간의 구분 없이 수요와 공급의 원칙에 입각한 사업 영역의 확장이 예상되며, 그 주체로 전문화된 거대 물기업의 영향력이 커질 것으로 예상

☞ 인구 증가와 경제 성장이라는 변수를 함께 고려할 때 중국, 인도, 러시아, 브라질 등 “BRICs"국가를 중심으로 거대 물산업 형성 전망(2050년에 BRICs 국가는 세계 인구의 37%를 차지하며, G7국가들과 맞먹는 수준의 경제력을 확보할 것으로 예상)(Global Water Intelligence, 2009)

2. 기획연구의 필요성

▌본 기획연구는 국내적으로 수자원의 지역적 균등분배와 비상용수의 확보 등 물 공급의 안정성 확보를 위해 반드시 필요하며, 향후 중국 및 개발도상국의 수로건설사업, 자원외교 또는 수자원의 배분에 기여할 기술을 도출하기 위해 필요함

▌국내·외적으로 용수공급 시설은 건설한지 40~50년 이상 노후 시설들이며, 강화되는 수질기준(국내 탁도 기준의 경우 1989년까지 2도에서 현재는 0.3 NTU로 강화)을 만족시키기 위하여 노후시설의 전체적인 개량(갱생 및 교체)하고자하는 노력 없이 운전 및 유지관리 측면에서만 해결책을 찾으려고 해왔음

▌따라서, 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 용수공급시설이 전진적으로 노후화되어 단계적이고 전면적인 개량이 필요한 시점이며, 또한, 30조 달러로 추산되는 해외 도시건설시장에 국내 건설기업이 적극 참여하고 여건에서 도시건설관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회가 확대되고 있는 상황으로 미래도시의

지속성장을 확보할 수 있는 안전성, 안정성, 저에너지 소비, 자동화, 전과정 분석 등을 기반으로 하는 “차세대 용수공급시스템”의 구축이 시급하게 필요함

▌차세대 용수공급시스템 구축은 국내 용수공급 시설의 선진화 및 해외시장 진출을 위해서 반드시 필요한 과제이나 현재까지 진행되어 오던 단편적이고 단위공정 개발위주의 국내 연구 사업으로는 종합적이고 집합적인 시스템의 개발이 불가능함

▌용수공급시스템의 구축은 사회기반 인프라 시설로 공공주도하의 기술개발이 필요하며, 세계 물 시장 및 도시건설 시장의 추세를 반영하여 기술경쟁력의 주체가 되는 민간부문의 참여를 적극 유도하여 기술을 개발토록하고 나아가 민간부문이 해외에 진출하여 국익을 창출할 수 있는 기반을 마련해야 함

▌따라서, 차세대 용수공급시스템 연구개발사업은 국가적 차원의 연구단 과제이므로 기획연구의 수행을 통하여 체계적이며 목표지향적인 사업계획 및 추진전략의 수립이 필요함

제 2 절 기획연구의 목표 및 주요 내용

1. 기획연구의 목표

▌본격적인 연구단의 추진에 앞서 대규모 예산 투입에 따른 예산 효율성과 연구개발 성공 가능성을 높이기 위해서 연구단 과제의 방향성과 실행방안을 제시함

▌연구단 연구목표와 핵심과제 별 연구내용 및 추진전략을 수립하고, 이를 바탕으로 연구단장 및 과제 공모를 위한 RFP를 작성 제시함

본 차세대 용수공급시스템 기획연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

□ 차세대 용수공급시스템 연구단 연구목표 및 연구내용, 추진전략 수립

- 연구단의 추진방안, 연구성과 달성방안 및 계획수립
- 타당성 조사 및 분석(기술적, 정책적, 경제적 타당성 및 파급효과 분석)
- 연구단 공모 RFP 작성 및 평가기준 설정

□ 세부과제별 연구개발사업 제안서(RFP) 제시

- 주요 세부과제, 세부연구내용 및 주요 요소기술 도출
- 우선순위를 고려한 세부과제별 로드맵 제시
- 연구 목표 설정, 추진전략, 연구수행 방법, 주요연구내용 등 제시

2. 기획연구의 주요 내용 및 범위

▌표 1.1 연구내용 및 범위 ▐

연구내용	연구 범위
국내외 기술동향 및 시장분석	▪ 국내·외 정책, 기술, 시장현황 및 전망 분석 ▪ 관련 인프라 및 기술개발 현황과 정책/시장/투자 현황 등의 현황 분석에 기초한 SWOT분석
연구단 과제의 최종연구목표 및 범위 설정	▪ 환경 분석을 토대로 과제의 최종연구목표 및 성과물 제시 ▪ 세부과제 및 연구내용의 연차별 연구범위 설정
과제의 타당성 조사 및 분석	▪ 기술적 타당성 분석 : 관련기술수준의 파악, 기술 개발계획의 우수성, 기술적 성공가능성, 기존 사업과의 중복성 등에 대한 분석 ▪ 정책적 타당성 분석 : 국가 전략적 중요성, 중장기 재정운용계획, 과학기술상위계획 등과의 부합성, 관계부처 기술정책과의 일관성 및 추진 의지 등 분석 ▪ 경제적 타당성 및 파급효과 분석 : 경제성, 과학기술적 파급효과, 경제사회적 파급효과 등을 정량적으로 분석
세부과제와 연구목표 달성을 위한 주요 요소 기술도출	▪ 주요 세부과제 도출 ▪ 우선순위 선정을 통한 세부과제 선정 ▪ 차세대 용수공급 시스템 사업 목표 달성을 위한 주요요소기술 도출
연구과제별 추진전략 및 추진체계 수립	▪ 시급성을 고려한 로드맵 작성 ▪ 세부과제별 예산 계획 ▪ 국제 공동연구 등 연구역량 확보방안 제시 ▪ 기타 추진 시 고려사항
실용화 및 상용화 전략 수립	▪ 지역별, 수준별 적용기술 차별화전략 ▪ 계획, 건설, 설계, 컨설팅 등 분야별 상용화방안
연구단 공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정	▪ 연구단장 자격요건 ▪ 연구단 평가/선정 기준 ▪ 세부 과제별 RFP

제 3 절 기획연구의 추진전략 및 추진체계

1. 기획연구의 추진전략

▌본 기획연구에서는 기존 용수공급시스템의 문제점을 기술, 정책 및 경제적 측면에서 다각도로 분석하고 이를 극복할 수 있는 새로운 시스템의 기본 개념을 정립하며, 또한 이를 구현하기 위한 주요 요소기술을 도출함으로써 국내뿐만 아니라 해외와 미래 시장에서 경쟁할 수 있는 용수공급 기술의 브랜드화를 달성하고 향후 물 산업을 견인할 수 있는 기술개발의 방향과 비전을 제시 함.

▌시간적, 공간적으로 제한된 용수를 소비자가 안전하고 충분하게 사용할 수 있도록 생산하고 균등하고 안정적으로 공급하기 위해서는 용수의 개발, 처리, 공급과정에서 다양한 분야의 설계, 건설, 장치 등의 집약된 기술이 필요하며, 이를 위해서는 기초와 응용의 기술적 융합뿐만 아니라 관련분야 官・産・學・硏 전문가가 고루 참여하는 인적 Pool을 구축 및 활용

▌본 연구의 추진단계에서는 국내・외 전문가를 통한 관련분야 기술동향 및 향후 발전방향 분석을 통하여 우리나라 기술수준과 국외시장을 고려한 고부가가치 잠재기술을 발굴하여 연구개발 투자가치가 높은 주요 요소기술을 선정하였음

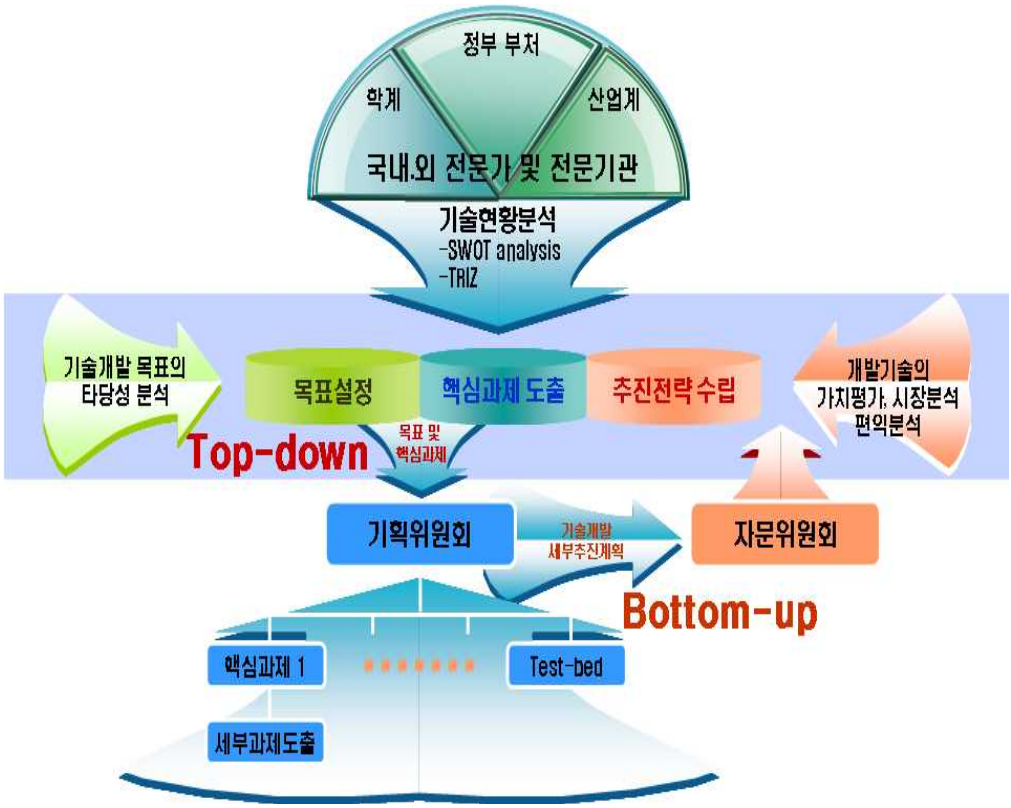
▌전문 컨설팅 기관으로부터 각 핵심 기술의 개발 타당성과 시장수요를 분석하고, 연구 개발 사업의 비용 편익분석을 통하여 예상되는 연구 성과의 사업화 가능성을 타진하여 국가 녹색성장 동인으로 개발하고자 함

▌이러한 과제 및 예산 기획의 과정을 과학적이고 체계적으로 지원하기 위하여 각 분야의 전문가를 중심으로 기술을 제안, 검토하는 기획위원회와 이를 검토하고 조정하는 자문위원회를 구분하여 구성하여 연구 목표, 세부 과제, 기술개발 우선순위, 소요예산 등을 도출하고, 개발의 실용화 가능성을 높이고 연관 산업의 파급효과를 극대화하기 위하여 국내・외 외부 자문을 통하여 최종적으로 기획을 확정하게 됨

▌연구추진은 전문기관 및 전문가의 기술현황 및 전망분석을 통하여 Top-down 방

식으로 해결해야 할 미래과제, 즉 연구 목표를 설정하게 되고, 제시된 목표를 달성하기 위한 방법론, 세부과제 및 세부 연구내용, 주요 요소기술 등은 기획위원회, 자문위원회 및 국내·외 자문의 3단계 검토 과정을 거쳐 Bottom-up 방식으로 도출하게 됨

▌본 기획연구는 하향식 연구목표의 설정과정에서 SWOT 분석과 Triz 분석 등의 기술조사 및 분석방법을 동원하여 목표의 정량성을 확보하고 상향식 연구과제 도출과정에서는 분과별 Brain storming, AHP, B/C분석 등을 통하여 도출과제의 과학적 타당성과 소요 예산의 적정성을 검증하고자 함

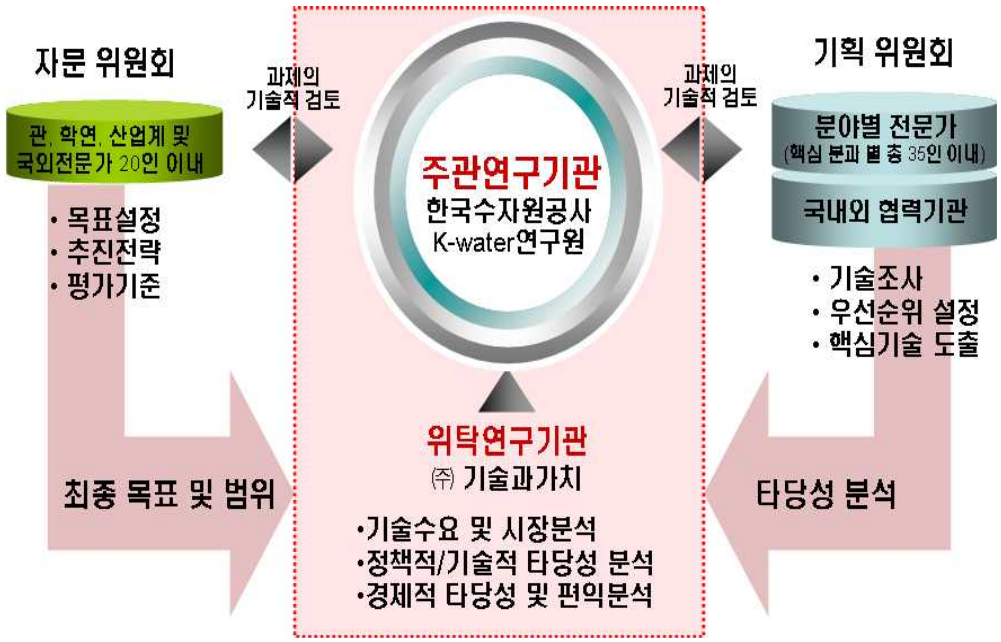


▌그림 1.7 연구 추진전략 ▐

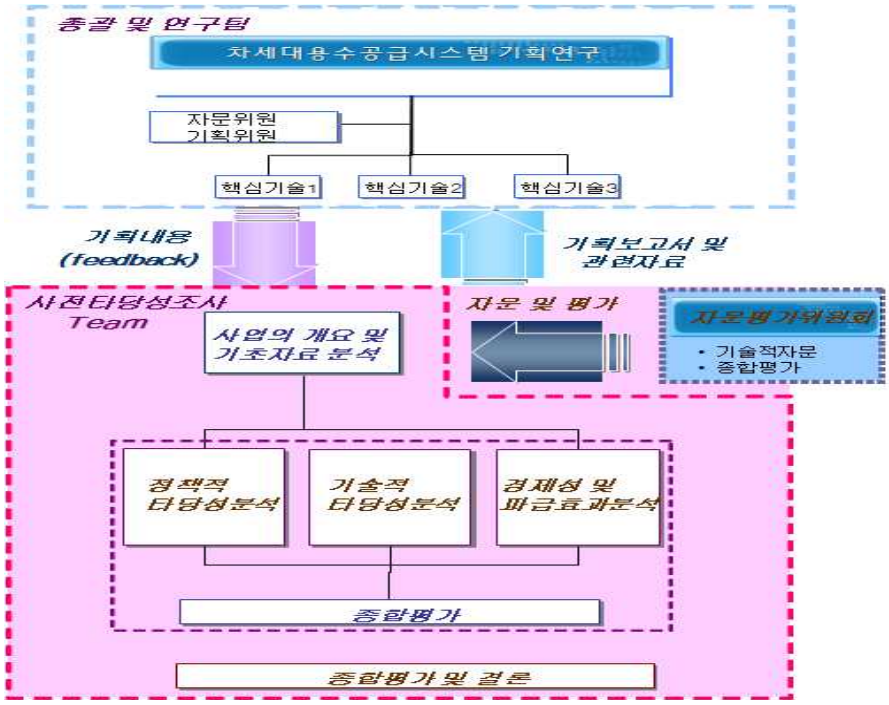
2. 추진체계 및 추진절차

1) 추진체계

▌차세대 용수공급시스템 기획연구의 추진체계는 기획연구를 총괄하는 주관연구기관인 한국수자원공사, 기술수요분석, 타당성 분석을 수행하는 위탁연구기관인 (주)기술과가치, 주관연구기관과 기획에 참여한 기획위원회 및 기획연구의 성과물에 대한 자문을 수행한 자문위원회로 구성되어 운영되었다. 기획연구의 추진체계 및 (주)기술과 가치에서 수행한 타당성조사 추진체계는 다음과 같다.



▌그림 1.8 기획연구 추진체계 ▐



▌그림 1.9 사전 타당성조사 추진체계 ▐

(1) 기획위원회

▌기획위원회는 차세대 용수공급시스템 연구단 기획을 하는데 있어서 객관성과 공정성 확보를 목표로 다양한 분야의 전문가를 적절히 배치하려고 노력하였으며, 세부 과제별로 각각 아래와 같이 구성하였음

· **기획위원회 구성(3개 분과, 37인)**
① 건 설 분과 : 10인 (기획위원장 성균관대학교 김형수 교수)
② 유지관리 분과 : 15인 (기획위원장 경남대학교 김승현 교수)
③ 녹색기술 분과 : 12인 (기획위원장 충북대학교 전항배 교수)

▌산업계, 학계, 연구계, 관계 등 다양한 분야의 전문가 총 37명(수공 6인, 대학 12인, 지자체 1인, 연구소 4인, 기업체 14인)으로 구성된 기획 위원회에서는 연구단의 최종목표 및 범위설정, 선행기술 조사, 과제 도출, 예산 기획, 성과 및 선정지표 작성 등을 수행하였음

▌특히, 녹색기술 분과의 경우 용수공급 시스템구축기술과 에너지 공학기술의 융합을 위해서 에너지기술연구원, 전기연구원, 코오롱(주) 등의 학계 및 업계의 에

너지 전문가들이 초빙되었음

▌표 1-2 세부과제 별 기획위원회 구성 ▐

건설분과	분산화 및 지하저류 기반의 차세대 용수공급시스템 설계 및 건설 기술 (간사 : 박노석, 하익수)

구 분	성 명	분 야	소 속	연락처
주관기관 (2)	김한수	상하수도	K-water	Tel : 042-629-3361 E-mail : hansu@kwater.or.kr
	김자겸	상하수도	K-water	HP : 010-2228-6412 E-mail :jakyum@kwater.or.kr
대학 (3)	김형수	상하수도	성균관대	HP : 011-796-7520 E-mail : sookim@skku.edu
	전제성	터널	인덕대학	HP : 017-234-6697 E-mail : jsjeon@induk.ac.kr
	정우창	수리	경남대	HP : 010-8157-1798 E-mail : jeongwc@kyungnam.ac.kr
지자체 (1)	최영준	상하수도	서울시	HP : 010-9169-0186 E-mail : membrano@korea.kr
연구소 (1)	정준화	토질/지반	한국건설기술연구원	HP : 011-9072-0097 E-mail : jhjeong@kict.re.kr
기업체 (3)	신홍섭	시스템설계	한국종합 Eng.	HP : 016-687-5366 E-mail : shin@hankukeng.com
	정진욱	설계/건설	삼성 Eng.	HP : 010-7132-3883 E-mail : jin-wook.chung@samsung.com
	조지성	구조/시공	포스코 건설	HP : 010-5212-5819 E-mail : meshless@poscoenc.com

유지관리 분과	차세대 용수공급시스템의 운영· 유지관리 및 물안보 기술 (간사 : 채선하, 장봉석)

구 분	성 명	분 야	소 속	연락처
주관기관 (3)	김성한	상하수도	K-water	Tel : 032-540-0790 E-mail : shkim@kwater.or.kr
	이송희	상하수도	K-water	Tel : 042-629-2821 E-mail : shl@kwater.or.kr
	홍대의	상하수도	K-water	Tel : 042-629-2801 E-mail : hdo@kwater.or.kr
대학교 (4)	김승현	상하수도	경남대학교	HP : 010-9341-0386 E-mail : shkim@kyungnam.ac.kr
	구자용	상하수도	서울시립대학교	HP : 010-5477-6688 E-mail : jykoo@uos.ac.kr
	박수완	상하수도	부산대학교	HP : 010-9342-2586 E-mail : swanpark@pusan.ac.kr
	유충식	토목/터널	성균관대학교	HP : 010-9039-2897 E-mail : csyoo@skku.edu
연구소 (1)	김인철	환경소재	한국화학연구원	HP : 042-860-7638 E-mail : ickim@krict.re.kr
기업체 (7)	김상길	물안보	(주)환경바이오	HP : 010-3887-6304 E-mail : sagana@enbio.net
	김영근	토목/터널	삼성건설	HP : 010-3322-6749 E-mail : babokyg@hanmail.net
	김정현	상하수도	GS건설	HP : 019-260-1601 E-mail : kimjh@gsconst.co.kr
	도중호	설계	한국종합기술	HP : 017-236-4491 E-mail : do@kecc.co.kr
	민경수	상하수도	수자원기술	HP : 011-770-2345 E-mail : ksmin1959@wareco.co.kr
	하동식	상하수도	한수 Eng.	HP : 010-7172-4374 E-mail : hds64@hotmail.com
	장정환	유지관리/계측설비	TM Enc.	HP : 016-265-9344 E-mail : jang9344@empal.com

녹색기술 분과	차세대 용수공급시스템의 신·재생에너지 활용 및 융합기술 (간사 : 서인석, 최형철)

구 분	성 명	분 야	소 속	연락처
주관기관 (1)	김수명	수처리	K-water	Tel : 042-629-3815 E-mail : soo.myung.kim@gmail.com
대학 (5)	김종겸	에너지	강릉원주대	HP : 016-369-2580 E-mail : jgkim@nukw.ac.kr
	임효재	에너지	호서대학교	HP : 010-3114-5802 E-mail : hjlim@hoseo.edu
	전항배	상하수도	충북대학교	HP : 010-9188-2470 E-mail : jhbcbe@cbnu.ac.kr
	이승환	상하수도	금오공과대학교	HP : 010-9124-4240 E-mail : dlee@kumoh.ac.kr
	김형수	상하수도 및 지질자원	중원대학교	HP : 010-3033-8682 E-mail : hskim@jwu.ac.kr
연구소 (2)	윤재경	에너지	한국에너지기술연구원	HP : 010-4704-7235 E-mail : jyoon@kier.re.kr
	김응상	에너지	전기연구원	HP : 010-7590-9195 E-mail : eskim@keri.re.kr
기업체 (4)	남해욱	상하수도	포스코건설(주)	HP : 010-4561-6595 E-mail : biofilm@poscoenc.com
	박승국	상하수도	(주)한화건설	HP : 010-3401-1042 E-mail : psk0417@hanwha.co.kr
	임성균	환경/에너지	코오롱건설(주)	HP : 010-6334-3117 E-mail : skyim@kolon.com
	장기준	에너지/설비	제넥스 엔지니어링	HP : 010-7233-2884 E-mail : genexg@paran.com

(2) 자문위원회

▌자문위원회는 15인으로, 용수공급시스템의 설계, 건설 및 운영 경력이 있는 수자원공사 기술 전문가, 연구경력이 20년 이상인 학계 전문가, 국토해양부, 환경부 및 지자체 용수공급 관련 공무원, 엔지니어링 및 건설업체의 기술 전문가들로 구성하였음

▌자문위원장은 고려대학교 최승일 교수가 수행

▌표 3 자문위원회 구성 ▌

구 분	성 명	분 야	소 속	연 락 처
주관기관 (3)	안창진	상하수도	K-water	Tel : 042-629-2204 E-mail :
	양해진	상하수도	K-water	Tel : 042-870-7300 E-mail : @kwater.or.kr
	정남정	상하수도	K-water	Tel : 042-629-2745 E-mail : chung@kwater.or.kr
대학 (4)	최승일	상하수도	고려대학교	HP : 010-7688-5575 E-mail : eechoi@korea.ac.kr
	현인환	상하수도	단국대학교	HP : 011-724-3268 E-mail : ihhyun@dankook.ac.kr
	최계운	상하수도	인천대학교	HP : 010-4232-8467 E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr
	조성환	에너지	전주대학교	Tel : 063-220-2663 E-mail : shcho@jj.ac.kr
정부기관 (3)	손경복	수자원	국토해양부	HP : 010-8707-3944 E-mail : sonkb@mltm.go.kr
	이창규	상하수도	환 경 부	Tel : 02-2110-6878 E-mail : partisan72@me.go.kr
	최철식	상하수도	대구시 상수도사업본부	Tel : 053-670-2300 HP : 010-6354-1684 E-mail : chlcjftlr@dgmail.net
연구소 (3)	이규호	환경소재	한국화학연구원	Tel : 042-860-7240 E-mail : khlee@krict.re.kr
	강용혁	에너지	한국에너지기술연구원	Tel : 042-860-3518 E-mail : yhkang@kier.re.kr
	이현동	상하수도	한국건설기술연구원	HP : 010-9001-0627, E-mail : hdlee@kict.re.kr
기업체 (2)	김홍선	상하수도	도화종합기술공사	Tel : 042-484-3330 E-mail : kimhs47@naver.com
	이영남	토목건설	GS건설(주)	HP : 010-7276-2029 E-mail : ynlee@gsconst.co.kr

(3) 위탁연구기관

▌위탁연구기관인 (주)기술과가치는 기획연구결과의 기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석 및 파급효과 분석을 수행하였음

▌위탁연구기관은 기존에 기술개발 타당성 분석, 사업 성과분석 등 다양한 연구추진경험이 있는 전문기관으로, 본 기획연구에 경영학, 행정학, 공학 등 다양한 분야의 전공 인력이 연구진으로 포함되어 있음

2) 추진 절차

추진절차	세 부 내 용	수행기간
주관기관 내 과제 착수회의	▪ 차세대 용수공급시스템 구축방향 설정 및 과제 진행방향에 대한 논의	'09.06.08
세부과제 도출(안) 마련	▪ 사례조사 및 K-water의 운영노하우를 바탕으로 세부과제 도출(안) 마련	'09.06
전문가 자문회의	▪ 차세대 용수공급시스템 구축을 위한 세부과제 도출에 대한 사내·외 전문가 의견수렴	'09.07.01
필요성 및 세부과제 도출 타당성 조사	▪ 과제의 필요성 및 시급성, 세부과제 도출의 타당성 등에 대한 다양한 분석 및 유사 사례조사	'09.07~08
전문가 의견수렴 회의	▪ 도출된 세부과제에 대한 전문가 의견수렴을 통한 세부과제 확정	'09.09.23
자문 및 기획위원회 구성	▪ 세부과제/세부 연구내용 도출, 소요예산 등의 도출을 위한 각 세부과제 분과별 기획위원회(3개분과, 37인) 및 도출된 기획안에 대한 검토를 위한 자문위원회(15인) 구성 운영	'09.10~
1차 기획위원회	▪ 과제수행 및 세부과제 도출에 대한 전반적인 설명을 통한 공감대 형성 ▪ 세부과제별 세부 연구내용 도출 협의	'09.10.16
2차 기획위원회	▪ 분과별 세부과제 도출을 위한 공통의제에 대한 협의	'09.11.03
3차 기획위원회	▪ 세부과제별 세부연구내용 및 주요 요소기술 도출 협의	'09.11.27
4차 기획위원회	▪ 세부과제별 세부연구내용 및 주요 요소기술 도출(안) 마련	'09.12.10

추진절차	세 부 내 용	수행기간
1차 자문위원회	▪ 과업의 목표 및 범위, 세부과제 및 세부 연구내용 도출 등에 대한 전문가 검토	‘09.12.17
국외 전문가 자문시행	▪ 미국 및 일본 용수공급시스템 기술동향 조사 (미국:최연식 교수, 일본:김현아 박사)	‘09.12.28~ 03.10
5차 기획위원회	▪ 1차 자문위원회 자문의견 반영협의 ▪ 세부과제별 소요예산 도출	‘10.01.07
기획연구 협약변경 신청	▪ 녹색기술 등 환경요인 변화 반영을 위한 협약기간 연장 (2개월 연장 및 연구비 비목간 조정)	‘10.01~02
유지관리 분과 기획위원회	▪ 유지관리 분과 내 세부과제 및 소요예산 도출 협의	‘10.01.21
국외사례조사를 위한 국외출장	▪ 일본 내 수로터널 및 신재생에너지 관련 기술 조사	‘10.02.23~ 27
6차 기획위원회	▪ 세부과제별 소요예산 및 성과지표 도출	‘10.03.10
2차 자문위원회	▪ 세부과제 및 세부 연구내용 도출, 소요예산 및 성과지표 등 도출 안에 대한 전문가 검토	‘10.03.25
7차 기획위원회	▪ 2차 자문위원회 자문의견 반영 협의 ▪ 세부과제별 RFP 작성 협의	‘10.04.01
8차 기획위원회	▪ 세부과제별 RFP 및 과제 선정지표 작성	‘10.04.15
3차 자문위원회	▪ 도출된 기획안(과제 수행결과)에 대한 전문가 검토	‘10.04.21‘
9차 기획위원회	▪ 3차 자문위원회 의견을 반영한 최종 기획안 마련	‘10.04.28
공청회	▪ 최종 기획결과에 대한 외부 발표 및 의견 수렴	
최종보고	▪ 공청회 의견 반영을 통한 최종 결과 보고 실시	
전문기관 자문위원회	▪ 전문기관 내 자문위원회 개최를 통한 기획결과 심의	

제 2 장 국내외 환경 분석

제 1 절 국내외 정책동향

1. 국내 정책 동향

(1) 국내 물 산업 관련 정책 현황

▌환경부 (2007.7.16) 「물산업육성 5개년 세부추진 계획」및 국토해양부 (2010.4)「국가 물산업 개선 방안」에 따르면 "물산업"을 '물을 최종적으로인 재화로 공급하거나, 이를 위해 직접적으로 필요한 중간 재화 혹은 용역을 제공하는 산업'으로 정의함

▪정부에서는 물산업의 패러다임에 대한 변화를 다음과 같이 예상하고 있음



▌그림 2.1 물산업 패러다임에 대한 정부시각의 변화 ▐

▪즉, 물산업에 대한 투자는 시장 기구에 내재화하기 어려운 강한 긍정적 외부효과를 가짐에 따라 국가 차원의 투자와 관리가 필요함을 역설

▪물은 국가 경쟁력에 미치는 전방효과가 크고, 최근 들어 세계 물산업의 성장에 따라 민간 연관 산업 발전이라는 후방효과가 부각되고 있어 공공부문의 선도적인 역할이 요구되고 있음

▌해외진출을 목적으로 하는 물산업 정책의 문제점은 우선적으로 국가 차원의 전략의 부재에 있음

▪국내 해외 건설은 잇따라 사상 최고의 수주 실적을 경신, 플랜트, 엔지니어링 등 고부가가치 공정 중심으로 수주 구조 역시 고도화

☞ ('04) 95억불 → ('05) 109억불 → ('06) 165억불 → ('07) 398억불 → ('08) 476억불

▪물산업 해외진출은 저조한 실정으로 글로벌 경기침체 상황에서 해외건설 활황을 이어가기 위한 국가 차원의 전략 요구

▪물산업의 경우 건설과 운영 능력을 동시에 요구하는 '투자개발형 사업 방식'이 주종으로 대외신인도, 운영경험을 갖춘 공기업과 시공능력을 갖춘 민간기업간의 해외 공동 진출이 필용하나,

▪공기업의 경우 사업 경영 및 인력 운영상 자율성과 탄력성 부족으로 투자 개발형 해외 사업의 적극적 추진에 한계

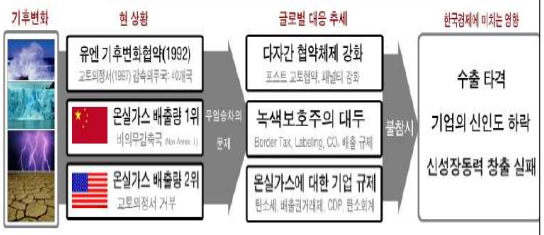
(2) 국가 신성장 동력 종합 추진계획

▌포스트 교토체제(~2012년) 형성을 위해 새로운 무역규제와 인센티브 도입 추진, 정부는 21세기 전세계적 자원·환경 위기 및 초고령 사회에 대비한 미래준비와 녹색성장의 본격 추진하기 위해『신성장동력 비전 및 발전전략』발표(2009.1.13), 녹색성장 국가전략 5개년 계획 발표(2009.7.6)

[기후변화 협약]

□ 우리나라는 기후변화 대응 온실가스 감축 의무대상국은 아니나, 포스터 교토협약이 임박하여 감축의무대상국에 포함될 가능성이 높고, 이는 국내 산업에 큰 영향

기후변화 대응 글로벌 동향과 한국경제에의 영향



* 삼성경제연구소, CEO Information 「기후변화협약 위기인가 기회인가」 2009.7.29

[3대 분야 17개 신성장동력 육성]

□ 미래 성장의 바탕이 되고 기후변화·자원 위기에 대한 해결능력이 큰 녹색기술분야

□ 세계시장규모와 우리 기술 역량(IT분야)이 높고, 융합을 통해 기존 산업고도화와 신산업 창출이 가능한 첨단산업

□ 일자리 창출 잠재력이 크고, 기존 서비스업에 경제적 측면을 보강하여 고부가가치 창출이 가능한 분야

3대 분야	17개 신성장동력
녹색기술 산업	**신재생에너지**, 탄소저감에너지, **고도 물처리**, LED 응용, 그린수송시스템, 첨단 그린도시
첨단융합 산업	방송통신융합산업, IT융합시스템, 로봇 응용, 신소재·나노 융합, 바이오제약(자원)·의료기기, 고부가 식품산업
고부가서비스산업	글로벌 헬스케어, 글로벌 교육서비스, 녹색금융, 콘텐츠·소프트웨어, MICE·관광

▪상기 17개 신성장 동력 중에서 수자원 및 이수(利水)관련 신성장 동력으로 녹색 기술의 일환인 “고도물처리산업”을 들 수 있음

▪고도물처리산업은 ‘스마트 상수도’, ‘친환경 대체용수’ 및 ‘지속가능한 물환경’이라는 3개의 STAR 브랜드로 구성되어 있고,

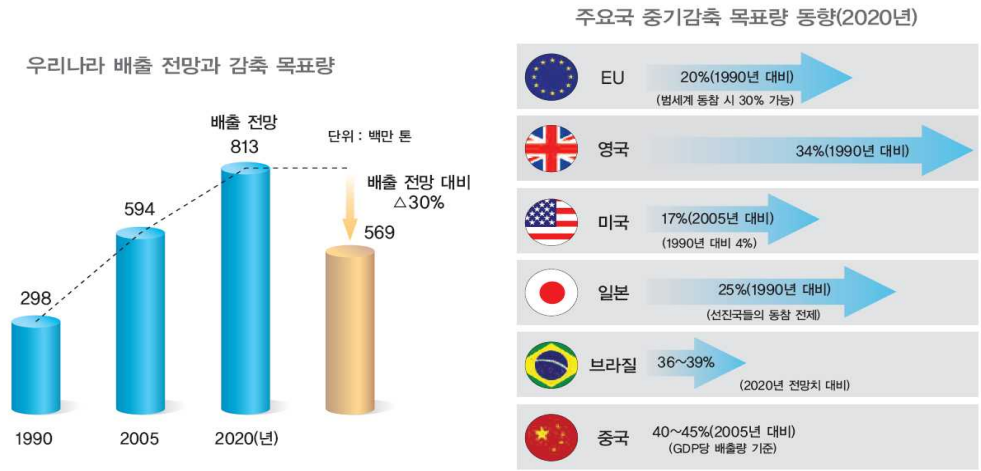
▪각각의 STAR 브랜드는 정부에서 아래 표와 같이 신성장 동력 기술의 개요, 선정 사유, 전략 품목 및 추진전략을 수립하였음

▌표 2.1 신성장 동력으로서의 고도물처리산업 ▐

STAR 브랜드	내 용	
스마트상수도 (깨끗하고, 안전한 물생산・공급)	개요	・막을 이용한 정수처리 방식을 도입하여 고품질의 깨끗한 물을 생산하고 각 가정까지 안전하게 공급할 수 있는 지능형 물 생산 및 공급 시스템
	선정 사유	・수돗물의 최대 위협은 녹물로 지하에 매설되어 있어 관리가 어려운 상수관망 관리의 필요
	전략 품목	・저에너지 정수막, 지능형 막여과・정수 시스템, WISE 관망진단・개량 시스템, SMART 관망 관리 시스템
	추진 전략	・막소재와 공정기술 등의 핵심 기술 개발 ・노후관 정비 및 시설 개선을 통한 유수율 향상
친환경 대체 용수	개요	・고도처리를 통해 수질이 양호한 하수처리수를 대체 수자원으로 개발하거나 해수담수화를 통해 산업 전반에 필요한 각종 용수를 안정적으로 공급
	선정 사유	・하수 재이용은 매년 꾸준히 증가하는 추세이며, 지역적인 물부족 현상이 심화됨에 따라 해수 담수화 시설에 대한 수요가 증가하고 있음
	전략 품목	・대체 용수 전용 분리막, 환경영향 저감 하수재이용 시스템, 차세대 해수담수화 하이브리드 플랜트, 대체 용수 플랜트 최적관리 시스템
	추진 전략	・핵심기술(멤브레인, 해수담수화 플랜트 등) 및 고효율 저에너지 설계 기술 확보를 통한 해외시장 진출
지속가능한 물환경	개요	・물부족을 효율적이고 경제적으로 해소하고, 지속가능 물 및 수생태 관리를 통한 쾌적하고 안전한 21세기 물환경 구축
	선정 사유	・‘12년까지 국내 관련 시장규모 10조원 중 5,000억원 매출실적과 9,000명 이상의 고용창출 기대
	전략 품목	・생태 하천, Eco-water system, 통합 수자원관리시스템
	추진 전략	・우리 하천에 맞는 수생태복원기술 개발 및 상용화 ・3차원 하천 분석 및 관리 기술, IT 융합 수문계측 시스템 기술 등을 중심으로 사업화

(3) 이수(利水)와 저탄소 녹색 성장 융합을 위한 정책방향 설정

▌정부는 2009년 11월 17일 1년여의 논의 끝에 2020년 온실가스 감축 목표를 2020년 온실가스 배출 전망치 대비 30%를 감축 목표로 설정하고 국내총생산(GDP)의 2%를 녹색성장에 투자할 계획(청와대 정책소식, 2009, 11)



▌그림 2.2 우리나라 온실가스 배출전망 및 감축목표량 (청와대 정책소식, 2009, 11) ▌

▌녹색성장위원회 (2009. 7)는『저탄소 녹색성장 기본법』을 근간으로 녹색성장 국가 전략 및 5개년 계획안을 발간함

▪저탄소 녹색성장 기본법의 주요 내용은 녹색경제, 녹색산업의 창출 및 단계적 전환 촉진, 녹색산업투자회사 설립, 기후변화, 에너지 목표 관리제의 도입, 총량제한 배출권 거래제 등 도입, 녹색국토 조성, 저탄소 교통체계 구축 등

▪2020년까지 세계 7대, 2050년까지의 세계 ?대 녹색강국 진입을 비전으로 설정

▪기후변화 적응 및 에너지 자립, 신성장 동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상 강화를 3대 전략으로 채택

▪효율적 온실가스 감축, 탈석유·에너지 자립강화, 기후변화 적용역량 강화, 녹색기술개발 및 성장동력화, 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성, 산업구조의 고도화, 녹색경제 기반 조성, 녹색국토·교통의 조성, 생활의 녹색혁명, 세계적인 녹색성장 모범국가 구현을 10개 정책방향으로 설정

▌정부는 (2008.8.15) '저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Korea)'국가 비전을 수립하고, 지자체의 기후변화 대응 10대 과제와 분야별 추진과제를 설정

▪'저탄소 녹색성장'은 기존의 화석연료 중심의 에너지 소비체제에서 벗어나 온실가스와 환경 오염을 줄이는 지속가능한 성장이며 녹색기술과 청정에너지로 신성장 동력과 일자리를 창출하는 신국가 발전의 패러다임을 의미

▪친환경 도시 사례 분석 결과 친환경 저탄소 도시 내 이수관련 (용수 수송에너지의 절감 및 보조 수자원으로서 중수 및 우수의 활용) 기술과의 융합이 필수적임

▌국토해양부(2008. 12)는 2009년 업무 보고에서 '물과 함께하는 국토 재창조' 등 『3대 핵심 정책 과제』와 공기업·민간 투자 유발효과가 커서 내수 진작 효과가 높은 프로젝트를 "한국형 뉴딜 10대 프로젝트"로 제시



[3대 핵심정책과제]

□ 공공부문이 경기회복을 견인하고 과감한 규제완화 추진
- 재정조기 집행과 건설시장 정상화로 침체된 경제 회복

□ 3대 핵심과제의 성공적 추진에 모든 역량 집중

▌그림 2.3 3대 핵심정책 과제 ▐

▌국토해양부(2010. 4)는 '저탄소 에너지절약형 신도시 조성방안 연구'에서 기존 도시의 운영보다는 도시 계획적 측면에서 주거부문, 에너지 부문, 환경기초시설 부문(상하수도 인프라 포함), 교통 부문, 녹지 부문 등 다양한 분야에 대한 탄소 저감 및 에너지 절약을 위한 전략이 요구됨을 강조, 또한 국토해양부는 기후변화에 대응해 앞으로 조성되는 신도시는 신재생에너지활용, 분산형 빗물관리 시스템 도입 등 저탄소 에너지절약형 신도시를 조성하기로 결정

▪'지속가능한 신도시 계획기준', '도시 계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙' 등을 개정하여 신도시 건설시 적용 예정

▪기후 변화를 초래하는 화석연료를 줄이고, 태양광, 태양열, 지열, 풍력 등 환경친화적인 신재생 에너지 사용의 확대

(4) 기타 용수공급 관련 사업 및 지원

▌ 상수도 시설 확충 및 운영·관리 효율성 제고 사업

▪정부차원에서의 수도분야 지원 및 정책은 대부분 환경부에서 주관하는 업무들로

지방자치단체에서 운영하는 소규모 시스템 및 용수공급 측면에서 열악한 환경에 놓여있는 직접 소비자들을 대상으로 하는 것임

▪수원부터 광역 용수공급 시스템에 달하는 도시 내 또는 도시 간의 통합 용수공급시스템 차원에서의 정책 및 지원 사업은 거의 없음

▌표 2.2 정부의 기타 용수공급 관련 사업 및 지원 ▐

사업 및 지원명	주관부서	사업 및 지원 내용
중소도시 지방상수도 개발	환경부	· 상수도시설이 부족하고 지방재정이 열악한 중소도시(시·읍)에 국고를 융자/지원하여 상수도 시설확충 · 2010년 예산 내역 : 계속 사업 2개소 3,860백만원
기초생활수급가구 수도분기관 연결지원	환경부	· 소규모수도시설 급수구역을 일반상수도 급수구역으로 전환함에 따라 전환지역의 기초생활수급가구에 대하여 수도분기관 연결 비용을 지원하여 깨끗하고 안전한 생활용수 공급 · 2010년 예산내역 : 2,004가구 1,022백만원 지원
저소득층 옥내급수관 개량 지원	환경부	· 녹물출수 등으로 생활에 불편을 겪고 있는 기초수급대상자 소유 건축물이 옥내 급수관 개량 비용을 지원함으로써 수돗물의 불신해소 및 소외계층 생활환경 개선사업 · 2010년 예산내역 : 1,144가구, 1,114백만원 지원 · 2013년까지 기초생활 수급 28,603가구에 옥내급수관 개량을 지원할 계획임
농어촌 생활용수 개발 사업	환경부	· 마을 상수도, 우물 등을 생활용수로 이용하고 있는 농어촌 지역 주민들에게 수량이 풍부한 양질의 깨끗한 수돗물을 공급함으로써 지역 주민들의 삶의 질 개선 · 2010년 예산 내역 : 115개 시·군 145개 면단위 219,363백만원 지원
고도 정수처리시설	환경부	· 하천수질악화로 기존의 정수처리 공정으로는 처리가 어려운 오염물질을 추가 정수함으로써 국내 정수처리수준 향상 및 국민이 안심하고 마실 수 있는 수돗물 공급 · 2010년 예산 내역 : 7개 시·군 9개 사업 4,992백만원
소규모 수도시설 개량 사업	환경부	· 지방상수도 공급이 곤란한 농어촌 지역 소규모시설을 개량하여 소외된 농어촌지역에 깨끗한 먹는 물을 공급함으로써 농어촌 주민들의 삶의 질 개선 · 2010년 예산 내역 : 647개소 56,811백만원 지원
상수관망(배급수) 최적관리 시스템 구축 사업	환경부	· 상수도 유수율이 극히 저조함에도 지방재정이 열악하여 투자여력이 없는 수도사업 통합 참여 지자체를 대상으로 국고를 지원하여 수도시설 운영 효율증대 및 수돗물의 안정적 공급 · 2010년 예산 내역 : 23개시 시·군 35,293백만원 지원
IT를 접목한 상하수도 정보화 사업 추진	환경부	· 상하수도 통계자료의 통합관리시스템(WIIS), 시범 정수장 수질데이터 인터넷 실시간 감시 (Water-Now), 수도시설 운영 자동화 시범사업 등 구축·운영

2. 국외 정책 동향

(1) 국외 물 산업 관련 정책 현황

▌많은 국가에서 자국시장 보호와 해외진출 확대를 위해 정책적으로 물산업 공기업의 육성을 추진하고 있음 (국토해양부, 2010. 4「국가 물산업 개선 방안)

▪브라질, 이탈리아, 네덜란드, 독일, 이스라엘, 포르투칼 등 국가가 대표적으로 물산업 공기업 육성정책 추진 중

※ 물산업 공기업 육성정책은 WTO나 FTA 협상에서도 수용

▪반면, 민간사업자가 발달한 국가는 물기업 경영권 방어에 골몰

※ 프랑스 정부는 물기업 경영권 방어에 공적 자금 투입(베올리아 14%, 수에즈 35.6%, 소어 47%)

※ 영국과 미국의 물기업 다수가 금융 및 외국계 자본 소유로 전락(R&D 투자 소홀로 연관 산업 육성에도 부정적 영향)

▌최근 들어 일부 국가를 중심으로 물산업 클러스트 구축을 통한 연관 산업 육성 정책 추진사례 증가

▪주요 물산업 클러스트가 물산업 기술의 녹색기술화 주도

※ 물산업 클러스트의 사례 : 이스라엘, 싱가포르, 미국 실리콘 벨리 2~3곳, 네덜란드 델프트, 포르투칼, 호주 남부, 핀란드 울부, 일본 간사이 등

▪특히, 이스라엘과 싱가포르는 범정부 차원의 육성 체계를 갖추고 수자원 공기업을 적극 활용하는 물산업 육성 전략 추진 중

▌표 2.3 이스라엘, 싱가포르 물산업 클러스트 현황 ▐

구분 (공기업)	관련업체	고 용	수출('07)	수출목표
이스라엘 (Mekorot)	250개	8.0천명	1조1천억원	20조원('20년)
싱가포르 (PUB)	50여개	5.5천명	4천억원	1.4조원('15년)

※ 공기업이 중소/벤처 기업들의 물산업 기술 사업화 전단계 지원담당(R&D, 제품설계, 시제품 제작, 실증 실험, 인증, 양상 판로 개척 등)

▌ISO(International Organization of Standard)는 상하수도 서비스의 국제 표준화 및 이를 근간으로 하는 시장 개방 및 자유 경쟁 체제의 도입을 추진 중에 있음

▪국제 표준이 제정되면, 국내외 사업자간 서비스 품질에 대한 상호비교가 가능하게 됨

▪EU는 상하수도서비스를 WTO가 정하는 교역 대상에 포함시키려고 노력할 것을 예상

(2) 해외 국가들의 'Green Race'

▌전 세계적으로 2050년까지 녹색성장 분야에 45조 달러에 달하는 투자가 예측되며 (도이취은행, 2009), 주요 선진국들은 기후 변화에 대응하고자 녹색산업, 녹색기술을 국가 경쟁력의 원천으로 인식하고 있음. 이러한 노력에 발 맞추어 2005년 선진국이 온실가스 감축에 구속력을 부여한 교토의정서가 발효되었고, 선진국들은 2008~2012년까지 연평균 온실가스 배출량을 1990년 대비 평균 5.2% 감축해야 함

▪지속가능한 신도시란 거시적으로 지구환경을 보전하는 관점에서 에너지, 자원 폐기물 등 한정된 지구자원을 고려하고, 미시적으로 정주지 주변 환경과 친밀하고 아름답게 조화를 이루게 하며, 도시의 경제발전 및 사회 조화를 이루어 안정되고 활력 있는 도시로 정의하였음

▌표 2.4 주요 선진국의 녹색 기술관련 투자 및 노력 ▐

국가	투자 및 노력
영국	2020년까지 207조원 투자
독일	2020년까지 50만 명의 고용창출
미국	온실가스 감축, 그린에너지를 통해 고용확대 전략(오바마 행정부)
EU	6개 부분(물산업, 자원 재활용, 재생에너지 등) 시장육성전략('08.1)
일본	환경을 경쟁력으로 활용하여 세계 환경시장 진출과 경제활성화 전략 추진

자료 : 저탄소 에너지 절약형 신도시 계획 수립보고서 (LH연구소, 2009.5)

(3) 용수공급시스템의 조직적/제도적 통합화

▌전 세계 용수공급 산업에 있어서 도매와 소매 간의 수직적 통합은 일반적인 현상임

▪특히, 국가 또는 주정부 공사가 광역사업자인 경우 수직적 통합이 활발

▌표 2.5 국가별 수직적 통합 사례 ▌

구분	국가(공사)	주정부공사, 지자체 등
유럽	DS(터키), ADP(포르투칼), EYDAP 등(그리스)	
북・남미		SABESP 등(브라질)
아시아	K-water(한국), PUB(싱가포르)	도도부현 및 기업단(일본)
중동	Mekorot(이스라엘), ONEP(모로코) 상하수도지주회사(이집트)	
아프리카	Rand water 등(남아공)	

▌일본은 정부정책 지원 하에 수도용수 공급사업자가 수도 사업을 통합 추진 중에 있음

▪1981년 사가동부기업단 수도사업 인가, 2002년 하가스이기업단 수도사업 통합 등

▪1977년 「광역적 수도정비계획」 수립근거 도입 (수도법 제정)

※ 오일쇼크 발발로 경영에 어려움을 겪는 지자체가 많아지자, 국가는 안정적 수돗물 공급 보장을 위해 수도용수공급사업자 등의 수도사업 참여 허용

▪2001년 수도사업 통합절차 간소화 (수도법 개정)

▪2004년 新 수도광역화 개념 도입 (수도비전 제정)

※ 기존 광역화 : 사업 통합 → 新 수도광역화 : 경영 일체화, 관리 일체화, 시설 공동화

▌호주 퀸즐랜드의 경우 기후 변화의 대응하여 수자원 확보와 용수 공급에 있어 주 정부의 역할을 대폭 강화하고 있음

▪호주 북동부 퀸즐랜드주의 주도인 브리스번 지역은 1999년 이후 계속된 극심한 가뭄으로 기존 댐을 통해 확보한 수자원이 고갈될 위기에 직면, 또한 주 전체적으로 매년 2~3차례의 홍수 피해가 발생

▪이에 주정부는 2007년 3.5억 m^3/년 규모의 추가용수 확보 및 공급을 위해 총 90억 달러를 투자하는 대단위 사업 착수

▪25개에 달하는 댐 및 광역상수도 사업을 수직적 단계별 5개 기관으로 통합

▪투자비 회수를 위해 2017년까지 광역상수도 요금 인상 추진계획

제 2 절 국내·외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장 현황 및 전망

(1) 국내 물 산업(시장) 현황 및 전망

▌국내에서 물 관련 산업은 사회간접자본으로서 공공성 측면이 강조되어 왔으나, 최근 들어 세계적인 물기업의 성장에 따라 산업적인 측면이 부각되고 있음

▪우리나라 물 산업은 정부와 지자체가 주도한 대대적인 시설 확충의 결과로 2004년 시설 보급률이 상수도 90%, 하수도 80%를 넘어 선진국 수준 도달

▪현재 수도산업의 규모가 2003년 우리나라 전체 물산업 10.9조원의 84.5%를 차지하며, 국내총생산(GDP)의 1.3% 수준에 달함

▌표 2.6 물 산업 분야별 국내 시장 규모(2003년 기준) ▌ (단위: 조원)

합 계	상수도	하수도	폐 수	생 수	정수기	기 타
10.9 (100%)	5.14 (47.3%)	4.05 (37.2%)	0.97 (8.9%)	0.19 (1.7%)	0.41 (3.8%)	0.12 (1.1%)

자료 : 물산업 육성방안(2006.2)

▌정수장, 하수처리장 등 인프라 건설의 비중이 높았으나, 점차 운영·관리, 시설개량 등의 비중이 확대되는 추세

▪신규 상하수도 인프라 구축은 2011년경에 거의 완료될 전망

※ 인프라 구축율(2003년→2011년): 상수도 89% → 96%, 하수도 79% → 85%

▪상수도의 경우 2004년 신규 시설 공사비는 전체 세출의 15.5%에 불과한 반면, 개량 및 유지관리 비용이 52.1%까지 확대된 상황

▌수돗물 공급은 크게 확대되었지만, 수돗물에 대한 국민의 불신이 심각한 상황으로 기존의 시설을 효과적으로 개량하고 전문적인 운영·관리 기법을 도입하여 고품질 서비스를 제공하는데 집중하여야 할 시기 도래

※ 관망, 정수장 등 상하수도 기초시설의 노후화로 인해 수질악화 및 누수 등의 문제점 발생 (2004년 수돗물 누수율 : 14.2%)

▌"건설시대"에서 "관리시대"로 전환됨에 따라 적극적으로 기존시설에 대한 재투자 수요를 발굴하고 사업화할 전문적인 주체가 필요

▪적기에 적정 규모의 재투자가 이루어지지 않으면 미래세대의 부담이 크게 늘어나고 경제성장에 지장이 초래될 우려가 있음

※ 기존 상하수도 시설에 대한 적정 재투자 실현은 대부분 선진국들의 현안과제

▌한편, 우리나라에도 지자체 상하수도 사업의 운영 효율성 제고를 위한 위탁운영 제도가 도입되어 활용되고 있음

▪한국수자원공사는 1,648만톤/일을 공급할 수 있는 27개 광역 및 공업용수도 시설을 활용하여 전국 주요도시와 산업단지에 생활 및 공업용수를 공급(국내 상수도 47% 공급)하고 있으며, 전국을 12개 광역급수권으로 구분, 권역별 통합급수체계를 구축 운영하고 논산, 정읍 등 15개 지자체 지방상수도 수탁운영 중

▌우리나라 상하수도 사업은 7개 특·광역시의 경우 규모나 기술면에서 상당한 수준에 올라있으나, 160개 시·군 단위 사업의 경우 대부분 전문인력과 투자재원이 만성적으로 부족하여 영세성을 면치 못하고 있는 실정임

▪면 단위 농어촌 지역의 경우 2004년 말 기준 상수도 보급률은 35.2%에 불과

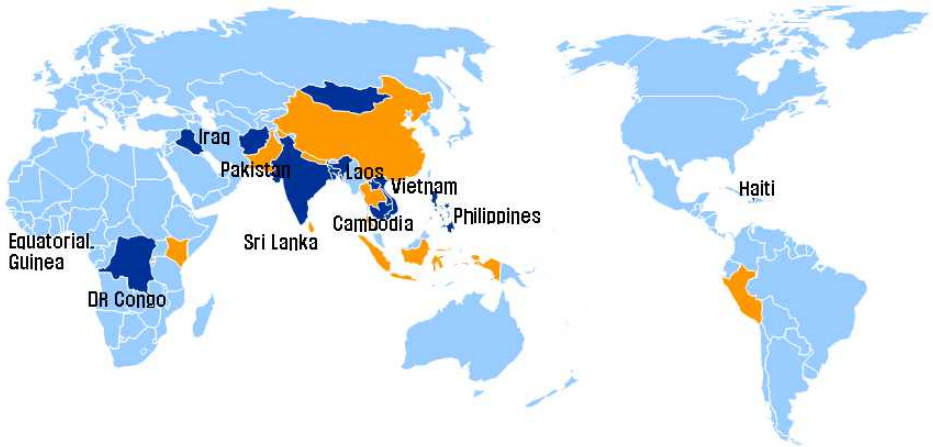
▌국내 물산업 기술수준은 정부가 자금을 지원한 "G-7 환경공학기술개발사업(1992~2001)"에 의해 발전하였으나, 선진국 수준에 못 미치는 것으로 평가

▌표 2.7 국내 물산업의 기술수준 평가결과 ▐

구 분	내 용
차세대 핵심환경기술 개발 10개년 종합계획 (2002.7, 환경부)	• 선진국 대비 50% 수준 내외 - 관망기술 부문은 41% 수준 - 하폐수 고도처리 및 재이용 부문은 63% 수준
수도산업 실태 조사분석 (2004.10, 환경미디어)	• 전문가 대상 델파이조사 결과 중진국 수준 이하 - 중진국 수준 52.5%, 후진국 또는 중하위 수준 32.8%
물산업 육성방안 (2006. 2, 환경부등)	• 선진국 대비 70~80% - 상수(75), 관망(55), 하수(80), 폐수(70), 먹는샘물(80), 정수기(80)

▌상하수도 서비스 제공을 위한 해외진출사업은 활발한 단계는 아니나, 그동안 축적한 기술력을 바탕으로 해외인력의 교육프로그램 유치 및 해외사업 진출이 점진적으로 증가 추세

▪수자원공사의 경우, 1994년부터 17개의 해외사업 프로젝트가 완료되었으며, 2009년 11월 현재 12국에서 14개의 프로젝트가 진행 중이다. 상하수도 사업의 대표적인 예는 KOICA, EDCF 등을 활용하여 페루 상수도보급 타당성조사 및 이라크 상하수도 현대화사업 등이다.



▌그림 2.4 한국수자원공사 해외 사업 진출국(2009년 현재) ▌

▌표 2.8 100. 한국수자원공사 해외 상하수도 관련사업 추진현황(2009년 현재) ▌

NO	국가	사 업 명	기 간	금액 (억원)	수주 형태	업무형태
완료사업	페루	아마릴리스 상수도 사업	'04.12~'06.02	7.5	KOICA	실시설계, 시공감리
	이라크	아르빌 상하수도 현대화 사업	'05.10~'07.04	67.9	KOICA	타당성조사, 실시설계
	몽골	식수개발 사업	'05.12~'07.02	5	KOICA	타당성조사
	베트남	호아빈 상수도 사업	'06.12~'07.03	1.5	EDCF	타당성조사
	베트남	호아깐떠이 상수도 사업	'07.09~'07.12	0.2	EDCF	타당성조사
	르완다	나바롱고강 식수개발 사업	'07.07~'08.10	4.3	KOICA	개발계획, 타당성조사
	캄보디아	수자원개발 종합계획수립 사업	'06.09~'08.11	12.5	KOICA	개발계획, 타당성조사
	케냐	아셈보 정수장 및 수스와 상수도 건설 사업	'07.08~'09.02	20.3	KOICA	실시설계, 시공감리
	방글라데시	치타공 상하수도 마스터플랜수립 사업	'07.09~09.07	8.3	KOICA	개발계획, 타당성조사
수행중	적도기니	몽고모 상수도 사업	'06.11~'09.11	53	현지정부	운영관리
	라오스	볼리칸군 식수개발 사업	'07.12~'09.12	5.0	KOICA	실시설계, 시공감리
	베트남	끼엔장 식수개발 사업	'08.01~'10.06	22.0	KOICA	실시설계, 시공감리
	아이티	크루아데부께 식수공급확장 사업	'08.10~'09.12	12.3	KOICA	실시설계, 시공감리
	이라크	아르빌 침사지 설치사업	'09.11~'11.5	8.1	KOICA	실시설계, 시공감리



▌그림 2.5 한국수자원공사 해외 상수도 진출사례(라오스 볼리칸군 식수개발 사업(좌), 케냐 아셈보 정수장 및 수스와 상수도 건설사업의 대상지구(우) ▐

▪한국환경공단의 경우, KOICA의 개발원조를 통해 베트남(산업오염방시사업) 등 진출

▌표 2.9 한국환경공단 해외 상하수도 관련사업 추진현황(2009년 현재) ▐

사 업 명	기 간
2006년도 외국과의 청정개발체제 추진 국제협력사업 대행	06.02~06.12
베트남 가내수공업마을 환경관리 공동연구 기초조사 사업	07.11~08.10
환경전문가 교환근무 프로그램	08.09~09.11
베트남 먹는물 안전성 관리역량강화사업	08.11~09.11
아제르바이잔 마스터플랜 수립사업	09.03~09.12
캄보디아 마스터플랜 수립사업	09.03~09.12
베트남 빙증성 수질관리 타당성 조사사업	09.07~09.10

(2) 국내 도시건설 시장 현황 및 전망

▌국내 도시건설(신도시) 사업의 트랜드 변화

▪전통적인 건설업 범위를 초월해 정보통신기술(IT) 등 소프트웨어와 각종 제조업 기반 하드웨어 기술 등이 총망라되는 융·복합산업임.

▪세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 지구 온난화로 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중.

▌유비쿼터스 기반 미래도시, 저탄소 녹색에너지형 도시, 친수형 Aqua city 개발 트렌드에 따라 관련 기술에 대한 정부의 R&D 투자 증대 및 신규시장 형성 전망

▪기술간 융복합을 통한 기존기술의 저탄소·에너지 고효율화 추구 및 새로운 녹색기술 모색 필요

▪수처리분야의 막여과 기술발달은 장거리 수송체계로 운영되는 광역상수도를 대체할 취수원확보가 가능

▪도시개발 방향은 저탄소 녹색도시 조성이 대세가 될 것이며, 친수공간 조성에 대한 물수요가 급증할 수 있음.

▌ 국내기업의 해외 건설시장 역량강화 및 주도

▪국내 건설업체들과 한국토지주택공사(LH)가 한국형 신도시 건설 노하우를 바탕으로 30조 달러 규모의 해외 신도시 건설시장 진출, 국내 건설업체들은 베트남 등 개발도상국은 물론 알제리, 가나 등과 같은 신흥 산유국을 중심으로 신도시 수요가 급증함에 따라 수주역량을 강화

▪한국토지주택공사(LH)는 아제르바이잔, 탄자니아, 알제리, 인도, 가나, 필리핀, 베트남 등의 신도시 마스터플랜을 수립하거나 프로젝트 관리를 진행하는 등 전 세계에 경험을 전수

▌해외 도시건설시장의 부가가치는 막대하며, 관련 인프라 구축기술의 동반 해외진출을 견인

▪하나의 신도시를 건설하는데 수십억 달러가 소요돼 신도시 수출로 자동차 수십만대를 수출하는 효과

▪최근 환경에 대한 중요성이 부각되면서 물 공급 및 하·폐수 처리 관련 수처리 플랜트 수출도 늘어날 전망으로 산유국과 같은 신흥 자원부국에서는 정부, 공기업, 민간기업들이 공동으로 참여하는 패키지 딜을 통해 자원의 안정적 확보와 해외건설시장 진출 및 수주 확대가 가능할 것으로 전망

(3) 국내 신재생에너지 시장 현황 및 전망

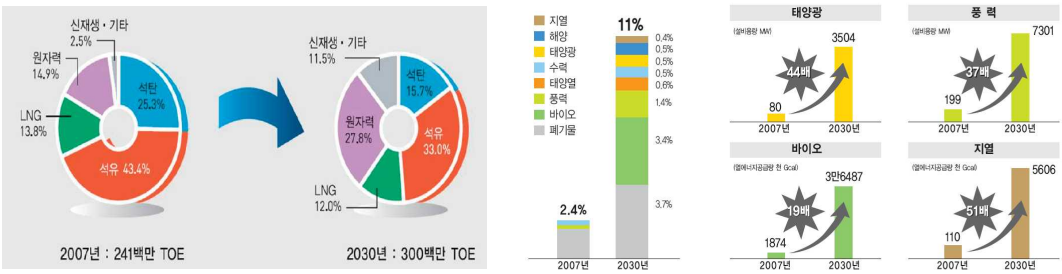
▌기후변화 대비 저탄소 녹색에너지 산업이 미래성장동력으로 급부상하고 있으며, 기후변화 협약 포스트 교토 체제 하에서 선진국 중심으로 녹색보호주의가 강화될 경우 탄소배출권 시장이 확대될 전망

▪세계 및 국내 물시장은 성장할 전망이나, 해외 기업과 국내 민간기업간 제휴를 통해 기존 시장 진출을 활발히 전개되고 있어 경쟁이 점점 격화될 전망

▪저탄소 녹색에너지산업 전망 및 탄소배출권 수익 창출 등에 비추어 수자원시설을 이용한 다양한 R&D 투자 필요

[저탄소 녹색에너지 산업]	[탄소배출권 시장]
□ 기후변화협약을 위한 국제적 움직임에 능동적으로 대응하여 수출경쟁력 및 신성장동력 창출 기회로 활용 가능	□ 온실감축 의무대상국 중심으로 탄소배출권에 대한 구매수요가 늘어날 전망 - 녹색에너지 생산을 통해 탄소배출권 수익창출 가능.
<한국 신재생에너지산업의 매출 및 고용전망>  	(억US달러, %) 2005년 2006년 2007년 비중 전 체 108.6 (710) 312.3 (1,745) 640.3 (2,983) 100.0 할당량 시장 79.7 (328) 246.9 (1,134) 503.9 (2,109) 78.7 ▪ EU ETS 79.0 (321) 244.3 (1,104) 500.9 (2,061) 78.2 프로젝트 시장 28.9 (382) 65.3 (611) 136.4 (874) 21.3 ▪ CDM 26.3 (351) 62.4 (562) 128.7 (791) 20.1 주 : 1) ( )내는 탄소 거래량으로 백만CO_2톤 기준
* 삼성경제연구소, '기후변화 협약, 한국기업에 위기인가 기회인가'(09.7월)	* World Bank, State and Trends of the Carbon Market(2008)

▪정부는 '07년 현재 2.4% 수준의 신·재생에너지보급률을 2030년까지 11%까지 확대할 계획.

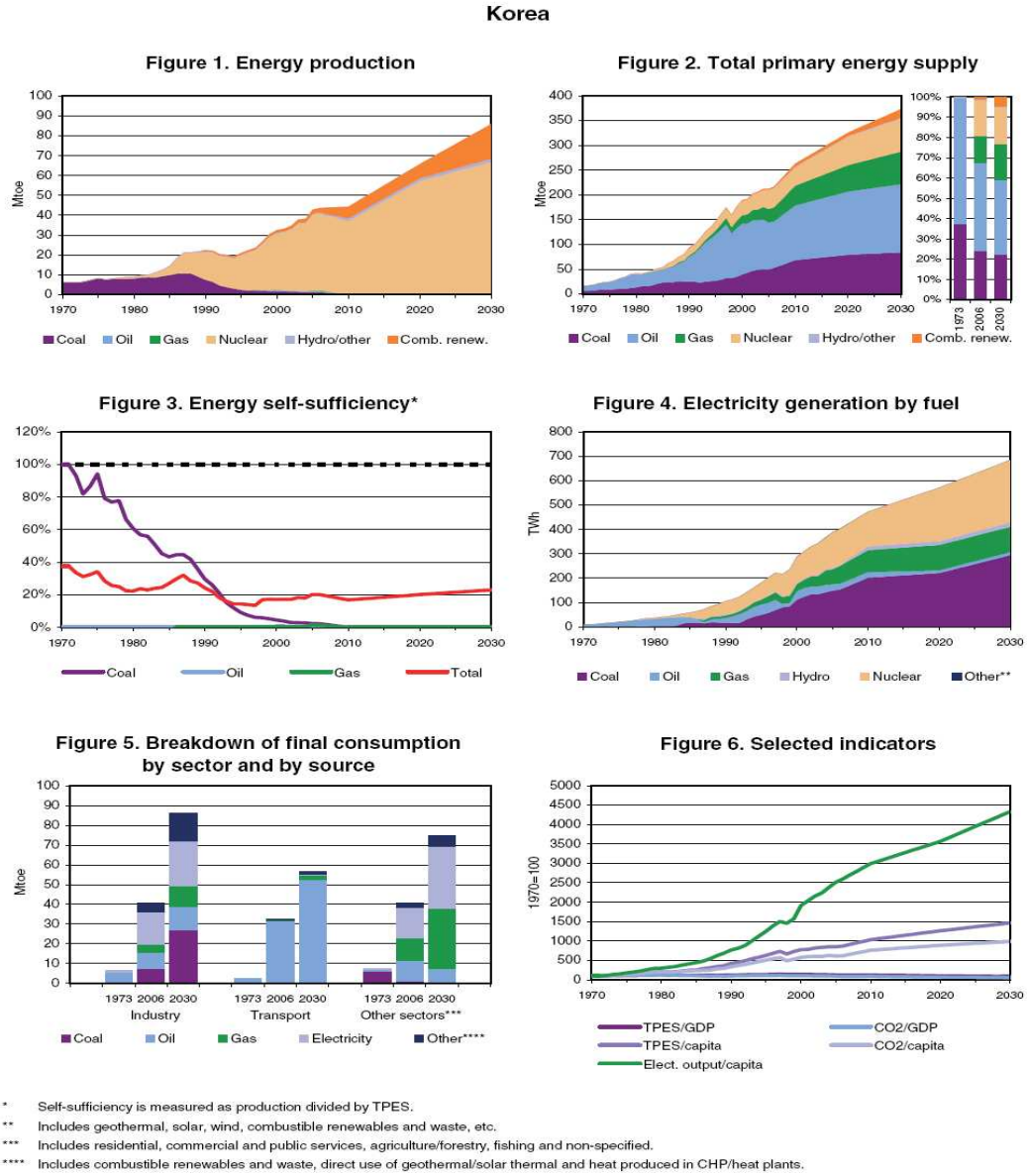


자료 : 신재생에너지백서, 에너지관리공단, 2008

자료 : 국가에너지기본계획(2008),

▌그림 2.6 신재생에너지 보급률 확대계획 ▐

▪국내 에너지 자립율은 20% 수준이며, 에너지소비 중 2030년까지 신재생에너지 비중 지속적 증대 예상(IEA, 2009)



* Self-sufficiency is measured as production divided by TPES.
** Includes geothermal, solar, wind, combustible renewables and waste, etc.
*** Includes residential, commercial and public services, agriculture/forestry, fishing and non-specified.
**** Includes combustible renewables and waste, direct use of geothermal/solar thermal and heat produced in CHP/heat plants.

▌그림 2.7 우리나라 에너지 관련 통계 및 전망(IEA, 2009) ▐

▌신재생에너지 시장의 민간투자 확대(3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획)

▪제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획'에서는 신재생에너지 보급 목표를 1차 에너지 대비 신재생에너지 비중으로 2015년 4.3%, 2020년 6.1%, 2030년 11.0% 달성 제시.

▪이와 함께, 집중적인 기술개발을 통해 2020년 이전에 신재생에너지의 Grid Parity(화석연료 수준의 발전단가와 동일수준) 달성을 목표.

▪이와 같은 보급목표와 기술개발 목표를 달성하기 위해서 오는 2030년까지 총 111.5조원의 투자비가 소요될 전망이며 이중 정부의 투자비는 총 39.2조원으로, 보급투자비는 32조원, 기술개발투자비 7.2조원으로 전망.

▪한편 총 투자비 소요와 관련하여 최근 민간부문의 신재생에너지 투자계획을 조사한 결과, 올해 투자계획은 총 3.1조원으로 지난해 대비 103% 증가한 규모로서 민간투자가 크게 확대될 것으로 예상.

▌신재생에너지 생산기반기술은 정부의 적극적인 지원 및 보급정책 시행으로 활성화 되고 있으며, 용수공급 시설을 활용한 소수력, 냉난방 수온차등 신재생에너지 생산·활용기술은 CDM 사업으로 발전되고 있음

▪ '09년 2월 기준으로 국내 CDM 사업은 22건수가 등록되어 있는 상황임.

▪ 한국수자원공사(K-water)는 국내 최초 수돗물 탄소성적표지 인증을 획득(2009)하고 '09년 현재 대표적인 사례로 시화조력발전소(254㎿(25.4㎿x10기)등 수력, 조력, 태양광 등 신재생에너지 1,276㎿ 건설・운영이며, 장기적인 계획을 수립하여 추진 중임

☞ **탄소성적표지 인증제도** : 제품의 생산, 수송, 유통, 사용, 폐기등의 모든 과정에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 제품에 표시하는 것

▌표 2.10 한국수자원공사에서 운영·관리중인 수도/수자원시설을 활용한 신재생에너지 개발 현황 및 계획 ▌ (단위 : ㎿, RT)

구 분	합 계	소수력	태양광	풍 력	조 력	수온차
'09	17.3	16.6	0.7	-	-	100RT
'30	988	50	646	38	254	3,092,000



시화조력발전소



청주정수장 수온차냉난방 시스템

▌그림 2.8 한국수자원공사의 신재생에너지 생산시설 사례 ▐

2. 국외 시장 현황 및 전망

가. 국외 물산업(시장) 동향 및 전망

▌물 산업은 지난 20세기 동안 전 세계적인 인구의 증가와 도시화·산업화의 영향으로 크게 성장하였으며, 물 수요는 전 세계적으로 폭발적으로 증가할 것으로 예측

▪Goldman Sachs는 그동안 전 세계적으로 물에 대한 수요가 20년마다 두배로 증가했다고 추정(The Economist, 2008)

▪에너지원은 다양해져 서로 제한적이나마 대체가 가능하나 물은 대체방안이 전혀 없다는 면에서 상황은 더 심각

▌표 2.11 20세기 세계 인구 증가 및 도시화율 추이▐

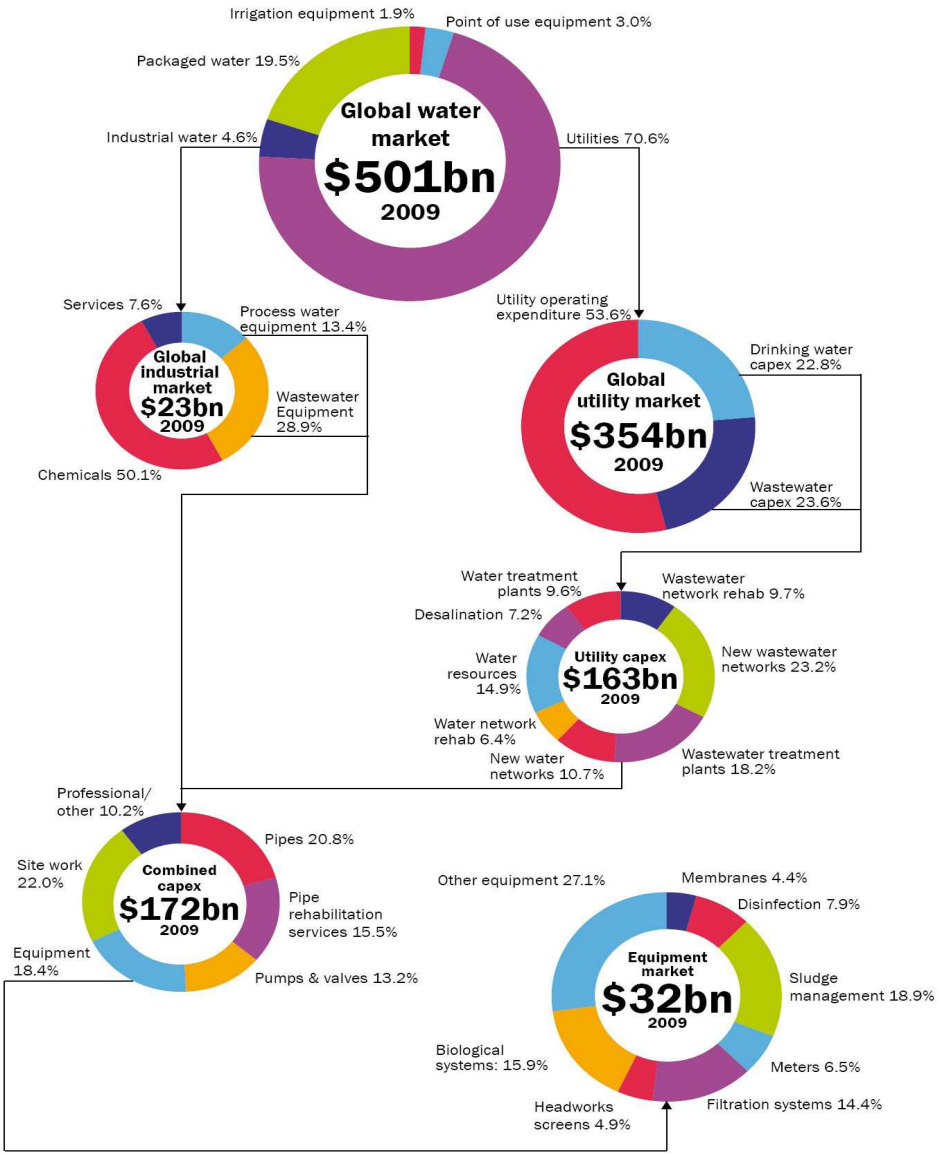
연 도	세계 인구(명)	도시 인구(명)	도시화율(%)
1900	1,619,886,800	232,694,900	14.3
1970	3,610,034,400	1,354,237,000	37.5
1985	4,781,124,000	2,053,544,000	42.9
2000	6,055,049,000	2,881,079,000	47.6

* 자료 : Greenway and Monsna, 1989; Barrett and Johnson, 2001

▌현재 세계 물 시장규모 5,010억 달러로 추정(GWI, 2009.7)되며, 수처리에 있어서 멤브레인의 비중이 증대될 것으로 전망됨(LG Business Insight, 2009)

▪2007년 멤브레인 시스템 시장은 61억 달러 수준으로 추산되고 있으며, 연평균 19.5%로 성장하여 2016년에는 303억 달러 규모로 커질 것으로 예상.

▪반면, 기존의 수처리 방식에서 자주 사용되었던 화학처리제 관련 시장은 2007년에는 멤브레인의 3배 규모인 180억 달러 규모였으나, 연평균 3.7%의 낮은 성장으로 2016년에는 250억 달러수준으로 멤브레인 시스템 시장보다 작아질 것으로 예상.



*자료 : *GWI, 2009.7*

▌그림 2.9 세계 물 시장 규모 ▐

▌각국의 지속적인 물 수요 증가에 따른 물 시장 확대 추세

▪아시아의 경우, 중국, 베트남을 중심으로 폭발적인 경제개발 진행 중이며, 최근 일부 국가에서 물 분야 인프라시설에 대한 적극적인 민자유치 추진

▪중동의 경우, 세계인구의 5%를 차지하고 있으나 가용수자원은 1%로 만성적인 물 부족하나- 인구는 세계 평균보다 약 55% 빠르게 성장하고 있어 물 부족은 더욱 심화 예상되며, 최근 해수담수화시장 활발

▪아프리카의 경우, 인구증가로 물 수요는 지속적으로 증가하나, 물 분야 투자는 매우 취약한 실정

▌표 2.12 각 국의 주요 시장동향 ▐

주요시장	시 장 동 향
아시아	- '90년대 말 아시아 금융위기 이후 경제는 전반적으로 안정적 성장세 유지 - 중국, 베트남을 중심으로 폭발적인 경제개발 진행 중 - 물 관련 인프라의 부족으로 대부분의 나라(고소득국가 제외)가 상하수도 서비스 부재 - 최근 일부 국가에서 물 분야 인프라시설에 대한 민자유치를 적극적으로 유치하고 있으나, 낮은 구매력, 법적·제도적 장치 미흡
중동	- 중동시장은 세계인구의 5%를 차지하고 있으나 가용수자원은 1%로 만성적인 물 부족 - 인구는 세계 평균보다 약 55% 빠르게 성장하고 있어 물 부족은 더욱 심화 예상 - 2015년까지 1,270억 달러 규모의 상하수도 투자가 예상, 특히 부족한 수자원 해결을 위하여 해수담수화 시장 급성장 - 대부분의 투자 및 엔지니어링 부분은 유럽, 미국 기업에서 장악 (물 분야의 투자사업은 담수화 부문과 하수도 부문이며, 시장진입이 매우 어려움)
아프리카	- 인구증가로 물 수요는 지속적으로 증가하나, 물 분야 투자는 전무한 실정 (국가재정 등) - 민간투자는 AfDB 또는 IBRD등의 자금차입을 조건으로 주로 "O&M 계약" 또는 "Lease 계약" 형태로 진행되고 있음 - 아프리카 특유의 Governance로 대부분의 나라에서 법적 안정성이 취약
중남미	- 인구증가로 물 수요는 급증하나, 물 인프라 부족 - '90년대부터 IBRD등 차관기관의 차관조건으로 물 분야 민영화 추진 - 경제위기, 환율조정, 부패 스캔들, 국민저항 등을 거치면서 대부분의 민간투자사업 실패, 대부분 프랑스, 영국, 미국 물 기업이 철수한 상태 - 현재 대부분의 민영사업은 스페인 물 기업과 현지 물 기업이 장악 - 중남미에 불고 있는 좌파 정책으로 신규 민간투자 기회는 없는 편이고, 일부 국가에서는 기존 민영사업을 국유화 (Bolivia, Uruguay, Venesuela 등)

자료 : 세계 물 시장 수요현황 및 진출전략(이경환, 2008)

▌각국은 세계 물 시장 공략을 위한 투자 및 지원확대 등 움직임 가속화

▪KOTRA 보고서(2009)에 의하면, 싱가포르, 독일, 스페인 등의 국가에서는 자국에서의 경험을 활용하면서 국가정책의 일환으로 세계시장을 공략하는 움직임이 가속화

▪일본의 경우, 2025년까지 세계 물시장 점유율을 6%(1조8000억원 규모)까지 끌어올리기 위해 물산업에 집중적인 투자 지원을 하며, 해외기업과의 합작기업 설립, 물처리 기업 인수 등을 적극 지원.

▌물 전문기업을 보유한 국가와 기업 수는 '99년 이후 '08년까지 10년 동안 2배 이상 증가

▌표 2.13 물 전문기업 추이(누계) ▌

구 분	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
국 가 수	13	15	16	15	18	22	28	27	27	28
기 업 수	70	81	82	84	102	117	128	142	145	150
• OECD 국가	59	69	70	68	73	72	77	74	75	78
• 중 진 국	2	2	2	2	6	13	13	18	19	20
• 개 도 국	9	10	10	14	23	32	38	50	51	52

자료 : Pinsent Masons Water Yearbook 2008-2009

▌다국적 기업의 시장 점유율 감소

▪상위 5대기업(Veolia, Suez, SAUR, Agbar, RWE)의 시장점유율이 '01년 73%를 정점으로'08년 39%까지 하락

▌표 2.14 시장 점유율 현황 - 서비스 인구기준 ▌ 단위 : 백만명

구 분	'99	'01	'03	'04	'05	'06	'07	'08
Veolia	74.8	95.2	104.5	108.2	117.5	115.0	133.9	119.3
Suez	81.7	94.7	104.2	102.4	104.5	98.2	100.4	88.2
RWE	23.7	56.5	70.1	69.5	67.2	42.7	35.7	38.2
Agbar	31.2	35.3	35.2	35.2	34.9	26	22.1	29.5
SAUR	27.6	30.4	34.0	33.5	13.7	13.6	13.6	13.0
계	239.0	312.1	348.0	348.8	337.8	295.5	305.7	288.2
세계 전체	350	430	490	545	565	632	681	742
비 율	68%	73%	71%	64%	60%	47%	45%	39%

자료 : Pinsent Masons Water Yearbook 2008-2009

▌세계적인 물기업은 사업범위 확대하고 핵심역량 분석에서 Veolia, Suez는 운영역량 강화에 집중

▪상수도·하수도를 비롯한 산업용수, 해수담수화, 지하수 등의 물순환 전반으로 사업범위 확대

▌표 2.15 주요 기업의 물관련 사업분야 ▐

기업명	상수도	하수도	산업용수	해수담수화	지하수
Veolia	●	●	●	●	●
Suez	●	●	●	●	●
RWE	●	●	●		
Agbar	●	●			
Sabesp	●	●			
United Utilities	●	●	●		
FCC	●	●			
ACEA	●	●	●		
Severn Trent	●	●	●		
Saur	●	●			

자료 : Pinsent Masons Water Yearbook 2008-2009

· US Filter 등 수처리 제조업체를 매각하고 사업 참여 시 제휴, 아웃소싱을 통해 고객에게 관련 서비스 제공

▌표 2.16 주요기업의 핵심역량 분석 ▐

경쟁·선도기업	제조	건설	컨설팅/설계	운영
VEOLIA	일부 계열사 보유		설계기술 보유	상하수도 운영관리
SUEZ	일부 계열사 보유		설계기술 보유	상하수도 운영관리
Simens, Doosan	펌프, 설비 제조	설비 건설	설비 설계	

핵심분야(주력육성) 연관분야(참여) 비핵심분야(필요시 간접참여)

▌표 2.17 세계 15대 물기업 현황 (2008년) ▐

순 위 '08	순 위 '07	기업명 (본사소재)	물기업 브랜드	기업형태	사업분야	매출액 (백만)	서비스 인구 (만명)	해외사업 비중
1	1	베올리아 엔바러먼트(프랑스 VE)	VEOLIA WATER	민간기업	물, 쓰레기, 에너지, 운송	유로 10,900	11,927	80%
2	2	수에즈 엔바러먼트 (프랑스 Suez)	suez ENVIRONNEMENT	민간기업	물, 쓰레기, 에너지, 전기, 가스 등	유로 6,500	11,048	99%
3	3	알베에(독일)	RWE	민간기업	물, 쓰레기, 전기, 가스, 운송 등	유로 1,601	3,824	65%
4	7	아그바(스페인)	Agbar agua	민간기업	물, 건강, 운송	유로 1,563	2,951	49%
5	6	사베습(브라질)	sabesp	공기업	물, 산업용수	BRL 5,971	2,620	0%
6	5	FCC(스페인)	fcc FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.	민간기업	물, 운송, 에너지, 부동산 등	유로 1,332	2,290	43%
7	4	유나이티드 유틸리티즈(영국 United Utilities)	United Utilities	민간기업	물, 전기	파운드 1,414	2,079	65%
8	9	템즈워터(호주 Macquarie)	Thames Water	민간기업	물, 산업용수	파운드 1,536	1,770	100%
9	-	American Water Works (독일 RWE)	AMERICAN WATER	민간기업	상·하수도	US$ 2,214	1,700	2%
10	10	NEW Holdings (중국)	新創建 NWS NWS HOLDINGS LIMITED	민간기업	물, 도로, 에너지, 항만 등	-	1,612	0%
11	-	China Water Industry Group(중국)	China Water Industry Group Limited	민간기업	상·하수도	HKD 95	1,528	0%
12	12	Severn Trent Water(영국)	Severn Trent Water	민간기업	물, 쓰레기, 환경	파운드 1,552	1,448	43%
13	11	ACEA (이탈리아)	acea	공기업	물, 에너지	유로 421	1,431	37%
14	-	Shanghai Industrial Holdings(중국)	SIHC	민간기업	물, 도로, 의약, 소비재, 부동산 등	HKD 466	1,390	0%
15	13	Saur(프랑스)	SAUR	민간기업	물, 쓰레기, 슬러지, 플랜트 등	유로 1,030	1,295	58%
16	14	Tianjin Capital EP(중국)	創業環保	민간기업	물	CNY 939	1,235	0%
17	15	COPASA (브라질)	COPASA	공기업	물	BRL 1,836	1,220	0%

☞ 자료 : GWI, 기업별 홈페이지 & Annual Report

▌개발도상국은 안전한 상하수도 서비스 및 전력 서비스에 취약하며, 물 투자수요 매우 큼

▪세계은행(2006)에 따르면, 생활 및 경제성장에 있어 SOC로서의 중요성에도 불구하고 아직까지 개발도상국의 많은 인구가 안전한 상하수도 서비스 및 전력 서비스를 받지 못하고 있음.

▌표 2.18 각국의 상하수도 및 전력 서비스 수혜 현황 ▌

구분	상수도		하수도		전기	
	도시	농촌	도시	농촌	도시	농촌
East/Southeast Asia	70	69	71	35	99	81
South Asia	53	80	64	23	68	30
Sub-Saharan Africa	39	46	55	26	51	7
Middle East/North Africa	92	78	90	56	99	77
East Europe/Central Asia	98	78	93	64	-	-
Latin America	95	69	84	44	98	51
OECD Countries	100	94	100	92	100	98

자료 : Water, Electricity, and the Poor, 세계은행, 2006

▪상하수도 보급률이 낮고 인구가 계속 증가하는 아시아, 남미, 아프리카의 개발도상국을 중심으로 물 분야 투자수요가 매우 큰 상황임(환경부, 2006)

▌표 2.19 개발도상국의 연간 물 분야 투자수요 ▌

구 분	1999년	2002년~2025년
합 계	750억불	1,800억불
수돗물 공급	130억불	130억불 (이상)
기초 위생설비	10억불	170억불
하수 처리	140억불	700억불
산업폐수 처리	70억불	300억불
농업 용수	325억불	400억불
환경 보호	75억불	100억불

자료 : World Water Council 외, "Financing Water For All", 2003. 3

▌물 시장의 표준화 및 시장개방 논의 활발하게 진행 중

▪국제표준화기구(ISO)는 프랑스 표준기구(AFNOR)의 제안으로 2001년 4월 산하에 전문위원회(TC224)를 구성하여 2007년 10월 상하수도서비스 국제 표준 발간을 목표로 작업 중

▪서비스 분야는 우루과이라운드(UR) 협상을 계기로 세계무역기구(WTO)의 다자간 무역체제에 편입되었으며, 2001년 11월 개시된 '도하개발아젠다(DDA)'에서 시장개방 협상이 진행 중이며, 2000년 11월 유럽연합(EU)은 상하수도를 포함하는 환경서비스 분류체계 개선을 제안하였으며, 주요 국가들이 이 기준을 지지하고 있음

▪전 세계적인 규모로 진행되는 WTO의 시장개방 협상은 더딘데 비해, 국가 간에 체결하는 자유무역협정(FTA)을 통한 시장개방은 비교적 활발하며, 우리나라는 칠레, 싱가포르, 유럽자유무역연합(4개국)와 FTA 체결, 미국, 아세안(10개국), 캐나다, 멕시코, 인도 등 14개국과 협상 진행 중

※ 유럽연합(25개국)과는 예비협의 중으로 적절한 시점에 협상 개시 검토 예정

▌21세기에도 세계 물산업의 성장은 계속될 것으로 전망됨

▪물 산업은 20세기의 석유산업과 같은 21세기 최대 성장산업(미국 포춘지)

▪21세기에는 물산업이 수천조원 규모의 산업 형성 예측(세계은행)

▪선진국에서는 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대로 인해 물산업이 성장할 것으로 전망됨.

※ 상하수도 인프라의 내구연한은 보통 60-80년 정도로 간주되며, 물 공급을 위한 인프라가 빠르게 노후화하고 있어, 막대한 투자가 필요한 시점

▪후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력에 따라 물 산업이 성장할 것으로 전망됨

▪2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달함

▌물 부족, 상하수도 보급 미비 등 '물 문제가 심각한 신흥국은 안정적 수자원 확보를 위해 인프라를 구축 중

▪후진지역의 물 오염 심각하여 전 세계적으로 약 10억명 정도가 안전하게 물을 마실 수 없는 것으로 알려져 있으며, 이에 대한 사업기회가 큼(SAM study, 2007)

▪특히 아프리카는 아시아 다음으로 인구가 많은 대륙으로 면적은 20.4%에 해당하

나 약 2/3 정도만 전기의 혜택을 받으며, 리비아, 남아프리카공화국, 이집트를 제외하면 약 20% 정도만 전기를 공급받아(Wikipedia, 2009) 용수공급에도 큰 장애가 됨으로 저에너지형 또는 신재생에너지 기반의 플랜트기술에 대한 수요가 클 것으로 전망 됨.

▪선진국과 비교할 때 중국, 인도, 중동 등 신흥국의 물 부족 현상이 상대적으로 심각

※ 주요국 물빈곤지수: 캐나다 77.7, 프랑스 68.0, 미국 65.0, 일본 64.8, 한국 62.4, 쿠웨이트 53.5, 인도 53.2, 중국 51.1

▪깨끗한 물의 공급과 안전한 수처리를 위한 상하수도 구축도 미흡

※ 중국의 경우 지표수 중 식용가능한 물은 68%에 불과 (2009년)

▪KOTRA 조사(2009)에 의하면, 인도네시아 정부는 상수도 보급률을 2015년까지 도시지역 80%, 비도시지역 60%까지 올릴 계획(현재 각각 40%, 20%)

나. 국외 도시건설 시장동향 및 전망

▌전 세계적인 인구증가와 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상

▪유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가 증가 전망임

▌표 2.20 유럽과 북미를 제외한 도시인구증가와 신도시수 대비 ▌

구분			2007년	2010년	2030년	2050년
세계	도시인구		33.5억 명	35억 명	50억 명	64억 명
	신도시수	15만명		1,000 개	11,000 개	20,333개
		30만명		500 개	5,500 개	10,167 개
아시아	도시인구		17억 명	18억 명	27억 명	35억 명
	신도시수	15만명		667 개	6,667 개	12,000 개
		30만명		333 개	3,333 개	6,000 개

▪해외 도시건설시장 규모는 30조 달러에 달할 것으로 추산되며, 해외건설협회에 따르면 현재 추진 중이거나 계획 중인 도시개발사업은 총 105건으로 분석

※국제연합(UN)의 인구통계분석의 2050년까지 도시인구 증가분 29억명 중 20%

인 5억8000만명에 근거하며, 시 건설에 필요한 비용은 거주인구 만명당 평균 5억3000만달러 수준이며, 지역별로는 중동이 인구 만명당 9억달러로 최대이고 인구 10만명이 사는 신도시를 건설하려면 53억~90억달러의 비용 소요

▌세계 도시개발의 트랜드는 "탄소제로" 도시로 급속하게 발전

▪탄소제로도시 건설은 UAE의 마스다르가 대표적이며, 도시개발 프로젝트가 동시다발적으로 진행 중으로 용수공급을 포함한 도시 내 사회간접인프라 에너지 비용 절감 필요성 급증

세계최초 탄소제로시티(Zero Carbon City) 마스다르 시티

- 태양광 풍력 등 친환경에너지 사용을 극대화하는 것을 목표로 아부다비 정부가 2007년 건설 계획을 발표한 이 친환경도시에는 2016년까지 총 220억 달러(약 25조4000억원) 투입. 면적은 여의도의 4분의 3이며, 상주인구와 출퇴근 인구를 포함해 총 9만명을 수용하는 도시
- 도시 건설에 필요한 에너지도 태양광 발전과 폐기물 발전 등 100% 재생 에너지로 충당한다는 계획







▌그림 2.10 해외 탄소제로도시 건설 사례 ▌

▌국내 건설사 해외 신도시 시장 진출 활발하게 추진 중

▪대우건설, 경남기업, 코오롱건설, 동일하이빌, 대원 등 5개 건설사로 구성된 THT 개발㈜은 베트남 하노이시에서 북서쪽으로 5㎞ 떨어진 홍강 이남에 '따이호따이' 신도시를 추진 중이며, 베트남에서는 포스코건설이 현지업체인 비나코넥스와 공동으로 28억달러 규모의 북안카잉 신도시를 건설중

▪GS건설도 베트남 호찌민시 남쪽 343만㎡ 부지에 인구 7만명을 수용하는 '나베신도시'를 조성 중

▪알제리의 수도 알제에서 남쪽으로 250km 떨어진 곳에 있는 부그즐 신도시에서는 대우건설, 우림건설 등이 인구 35만명을 수용하는 신도시를 추진 중

▪알제리 시디압델라에서도 경남기업, 태영 등 7개사가 인구 20만명을 수용하는 신도시를 건설 중

▪최근에는 STX그룹이 가나에서 100억달러에 달하는 주택 20만가구 건설사업 수주

▌표 2.21 주요기업 해외신도시 추진현황 ▐

국가	도시	참여업체	사업내용	추진현황
베트남	하노이	대우건설,경남기업, 대원, 코오롱건설, 동일하이빌	9억불 208ha 5000가구	09.9 기본설계승인 10년 착공 예정
	북안카잉	포스코건설, 비나코넥스(베)	28억불 265ha 7600가구	09.12 합작법인 설립 10년 착공예정
	호치민	GS건설	10억달러 333ha 인구7만명	07.5 투자승인 19년 완공예정
알제리	부이난	대우건설, 한화건설, 우림건설 등 8개사	40억불 617ha 인구5만명	09 하반기 투자협약서 체결 및 기공식 예정
	부그즐	대우건설, 삼환기업 등 5개사	6.1억불 2150ha 인구35만명	08.8 계약체결 08.10 착공
	시디압델라	경남기업, 태영 등 7개사	6.5억달러 3000ha 인구20만명	08.11 계약체결 09.1 착공
가나	10개 도시	STX그룹	100억불 20만가구	09.12 합작법인 설립 10 2분기 착공

▪LH는 아제르바이잔 신도시 프로젝트관리(PM)용역, 탄자니아 키감보니 신도시 마스터플랜 용역, 알제리 4개 신도시 PM용역 등을 수주

▌표 2.22 한국토지주택공사(LH)의 신도시 수주현황 ▐

국가	사업명	추정사업비	사업면적(ha)	진행단계
아제르바이잔	신도시 PM	287억불	7,200	계약체결
탄자니아	키감보니 신도시 마스터플랜	미정	5,500	계약체결
알제리	4개 신도시 PM용역	미정	7,975	임시계약자
인도	구자라트 산업단지	2억불	1,100	사업타당성 용역 진행
가나	신도시 개발계획수립 기술자문		10,000	계약체결
필리핀	복합산업클러스터 타당성조사 기술자문		미정	계약체결
베트남	하이퐁신도시 개발계획 기술자문		325	계약체결

▌신도시 시장 해외 진출 활성화로 관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회 확대

▪중동의 경우 자원수출로 축적된 국부를 신도시 개발과 인프라 시설 확충하면서 자연스럽게 물 공급 및 하폐수 처리 사업 기회가 증가

▪'09년 3월 KOTRA에 의하면, 상대적으로 사회 인프라가 낙후된 베트남에서 신도시 건설, 발전소 건설, 석유화학 공장 건설, 제철소 건설 등이 활발하게 추진될 것으로 전망되어 새로운 기회를 창출하는 것으로 분석함으로서, 신도시 건설의 핵심 인프라인 water life line 건설의 기회도 창출될 것으로 전망됨.

다. 국외 신재생에너지 시장동향 및 전망

▌국제유가의 100시대 도래'에 대한 전문가들의 예측은 이미 2008년 2월에 시현되었고 지난 7월에는 국제유가(WTI油 현물 기준)가 145.31달러로 사상최고가 기록



자료 : 신재생에너지백서, 에너지관리공단, 2008

▎그림 2.11 연도별 국제유가 변동현황 ▎

▎선진국은 신재생에너지 산업을 고용효과가 높은 차세대 산업으로 인식하고 중장기 전략을 수립하여 산업육성을 지원하고 있음

▪전 세계는 현재 향후 10~20년의 중장기적 신재생에너지 보급목표와 핵심육성분야를 선정해 투자와 지원을 추진 중이며, 미국은 기후변화 기술 프로그램과 18개 전략기술, 세금 인센티브를 통해 정부가 중장기 기술개발전략을 선도하고 있고, EU 역시 전략적 에너지 기술 계획과 15개 전략기술을 선정해 재정 지원, 일본은 혁신적 에너지 기술 프로그램 및 21개 혁신기술 선정하고 보조금을 병행하는 실정(에너지저널, 2009).

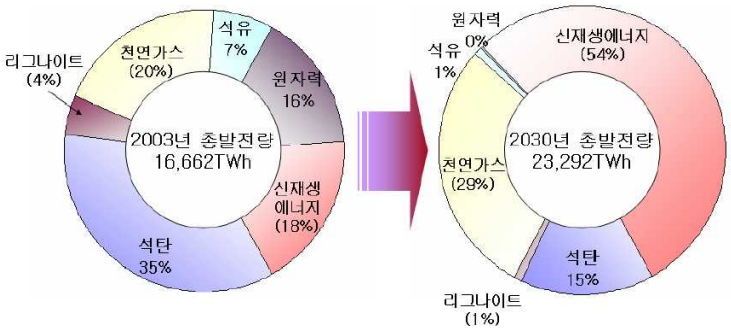
▪미국의 경우, Renewable Electric Plant Information System이라는 데이터베이스를 구축하고 National Renewable Energy Laboratory에서 관리하고 있으며, 2002년도 집계 115,000(MW)의 용량이 등록되어 있음

▎ 전 세계적으로 신재생에너지의 확대에 막대한 예산이 투입되었으며, 지속적으로 공급이 확대될 전망

▪'08년 중 전 세계적으로 약 1550억불이 풍력, 태양력, 소수력, 바이오매스, 지역에너지 개발 등 신·재생에너지 프로젝트에 투자되었음 (대규모 수력발전소 제외)

※ '07년에 비해 약 366억불 증가 (27%), 2004년에 비해서는 약 4배 증가

▪삼성경제연구소의 보고서(SERI 경제포커스, 2008.9)에 따르면 신재생에너지 개발 등 에너지원을 다양화하고 청정에너지 공급확대 전망(2030년 전체 발전량 중 신재생에너지 비중이 50%를 넘어설 전망)



▌그림 2.12 전 세계 청정에너지 공급확대 전망
(SERI 경제포커스, 2008.9) ▐

자료 : European Renewable Energy Council, Energy Revolution, 2007

▪신재생에너지 응용, 에너지효율 혁신제품, 친환경재료·소재를 포함한 세계의 환경, 에너지 시장은 '05년 2,972억$, '10년 7,845억$, '15년 1조 9,832억$로 연평균 20% 성장할 것으로 NeoEcos에서 추정하고 있음.

▌전 세계적으로 신재생에너지를 활용한 CDM 사업 활발하게 추진 중

▪2009.6.1 현재 세계적으로 총 4,417건의 사업이 CDM 사업으로 등록 완료되었거나, 등록 추진 중(환경부 지구환경동향보고, 2009)

※ 지역별로는 아시아 3,432건(77.7%), 라틴아메리카 791건 (17.9%)으로 절대 다수를 차지하고 있고, 아프리카 지역은 100건(2.3%), 국가별로는 중국, 인도, 브라질, 멕시코가 전체 사업 중 73% 차지, 사업 유형별로는 수력(1,200건, 27%), 풍력(705건, 16%), 바이오매스 에너지(645건, 15%) 등이 가장 큰 비중 차지

▪아프리카 지역에서 추진되고 있는 CDM 사업 중 남아프리카공화국이 27건으로 가장 많은 사업을 추진하고 있으며, 케냐(14건), 이집트(12건), 우간다·모로코(10건), 나이지리아(6건), 탄자니아(5건) 등의 순임

※ 탄소배출권 기준으로는 나이지리아(33.8%), 남아프리카공화국(24.5%), 이집트(20.4%), 케냐(3.7%), 모로코(3.3%) 등의 순이며, 사업 유형별로는 신재생에너지(42%), 매립지 등(23%), 화석연료 교체(7%)가 가장 높은 비중 차지

▌Pike Research(2009)는 현재는 마이크로그리드가 스마트그리드 시장에서 차지하는 비중이 상대적으로 작지만 향후 성장하는 시장이 될 것으로 전망

▪스마트그리드 부분의 시장은 2015년까지 약 2,100억 달러가 투자되고 시장규모는 400억 달러에 이를 것으로 전망

▪이중 마이크그리드 시장은 2015년까지 78억 달러가 투자되고, 21억 달러의 시장이 형성될 것이라고 전망

▪전력사업자들은 대형 발전소, 대형 송전망, 소비자에게 일방향으로 전달되는 배전시스템 등을 선호해왔으나 간헐적으로 발전을 하는 태양 및 풍력발전량이 전력망과 연계되는 비중이 높아지면서 지역적 전력 품질 통제가 대단히 중요한 이슈로 부각됨

▪많은 인구가 전력부족현상을 겪고 있는 인도와 같은 지역보다 태양, 풍력, 지열 등의 청정에너지를 바탕으로 잘 조직된 형태로 전력사업자에 전력을 판매할 수 있는 구조를 갖춘 북미지역이 가장 큰 규모의 마이크로그리드 시장이 될 것을 전망

▪미국, 유럽의 스마트그리드가 IT를 이용하여 국가 레벨의 광역에서 전력수급을 제어하는 것을 목표로 하는 반면, 일본은 가정에서 전력을 생산 저장하고 판매하는 이른바 '마이크로그리드' 분야를 전략적으로 육성

제 3 절 관련기술의 특허 동향 조사

1. 특허조사 방법론

가. 분석방법

▌특허를 검색한 방법으로는 wips (www2.wips.co.kr)의 신규검색엔진과 분석도구를 사용

나. 분석 범위

▌분석기간은 특허의 출원수가 급격히 증가하고 또한 특허가 기업의 이윤과 연결되기 시작한 시점인 1990년부터 조사하였음. 출원일을 기준으로 1990년부터 2005년까지 조사함.

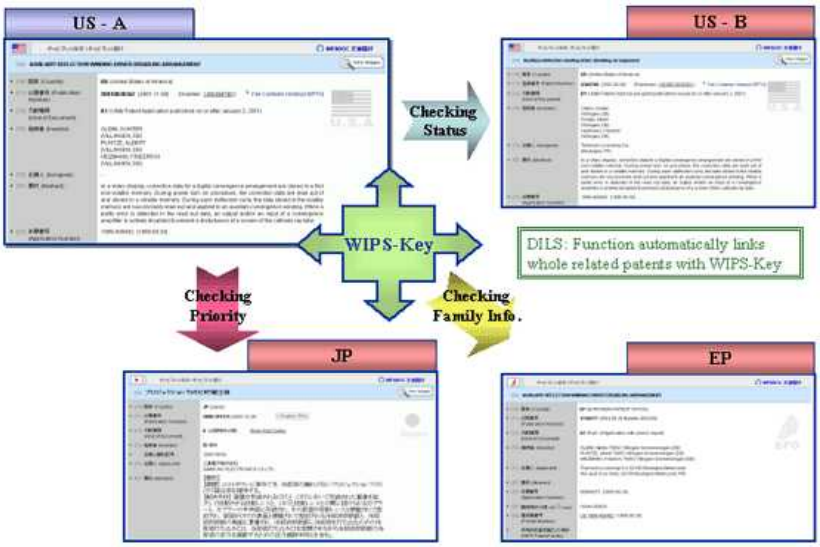
▌한국 특허의 경우, '서지+요약+청구1항'에서 특허 공개와 실용공개 모두를 검색함. 일반적으로 한국 특허는 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련 정보를 대중에게 공개하도록 하고 있어, 2007년까지 공개된 한국특허출원을 대상으로 한 본 보고서에서는 이와 같은 특허제도상의 특성으로 미공개 데이터가 존재하는 2006~2007년의 한국특허출원은 분석대상에 포함되지 않았음.

▌미국 특허의 경우, 과거 공개제도를 채택하지 않아 출원 후 등록이 된 후에 등록된 특허에 대해서만 관련 정보가 공개되었으며, 2005년까지 등록된 특허를 분석대상으로 한 본 보고서에는 통상적인 심사기간을 2~3년까지 등록이 이루어지지 않고 심사가 계속 중인 특허출원이 있다하더라도 분석대상에 포함시킴. 본 보고서는 미국의 등록 특허와 공개 특허 모두를 분석대상으로 함

▌일본 특허의 경우, 특허공개, 실용공개, 등록실용 부분을 검색. wips사(社)에서 일본특허를 자동 번역하여 검색가능하게 하므로 별도의 일본 특허 웹을 검색하지 않음.

▌**유럽 특허의 경우**, 는 '유럽에서의 통일적 특허부여절차와 특허능력에 관한 조약(유럽특허조약)'에 의하여 부여되는 특허임. 조인국은 유럽공동체(EC)의 구성국 외에 오스트리아, 노르웨이, 포르투갈, 스웨덴, 스위스, 핀란드 등이 있음.

▌1990년부터 2005년까지 공개된 한국 특허 공개 및 실용 공개, 일본 특허 공개 및 실용공개와 등록 실용, 유럽 공개특허(EP-A(Applications))와 미국 등록 및 공개 특허를 분석 대상으로 함.



▎그림 2.13 WIPS 프로그램을 이용한 국내외 특허 조사 방법 ▎

2. 용수공급시스템 기술 분야별 특허동향

▌특허 동향 분석은 차세대 용수공급시스템 관련하여 분야를 다음과 같이 분류하여 정리하였음

▎표 2.23 특허동향분석 분야 ▎

구분	분야명
분야 1	비상용수 및 물 안보 분야
분야 2	수처리 플랜트 분야
분야 3	수처리 공정 및 시스템 분야
분야 4	하수처리 공정 및 시스템 분야
분야 5	용수 공급 및 관로 분야

▌ 용수공급시스템 관련 특허동향 분석에 적용한 각 분야별 키워드는 다음과 같음.

▌표 2.24 특허동향분석 분야별 키워드 ▌

주 keyword	보조 keyword
Water security	· Equipment · operation/maintenance, · monitoring(management, sensing) · emergency · earthquake
Treatment plant	· building · underground · energy
Water treatment	· Treatment system/process - membrane · sludge · operation & maintenance technology · monitoring · automation/integration
Waste water or sewage treatment	· treatment system/process · automation · treatment system/process + membrane · sewer · reuse · sludge · energy
Water supply + pipe + distribution system	· assessment · monitoring · operation & management · trenchless · measurement(metering, flowmeter) · rehabilitation(repair, replacement)

가. 비상용수 및 물 안보 분야

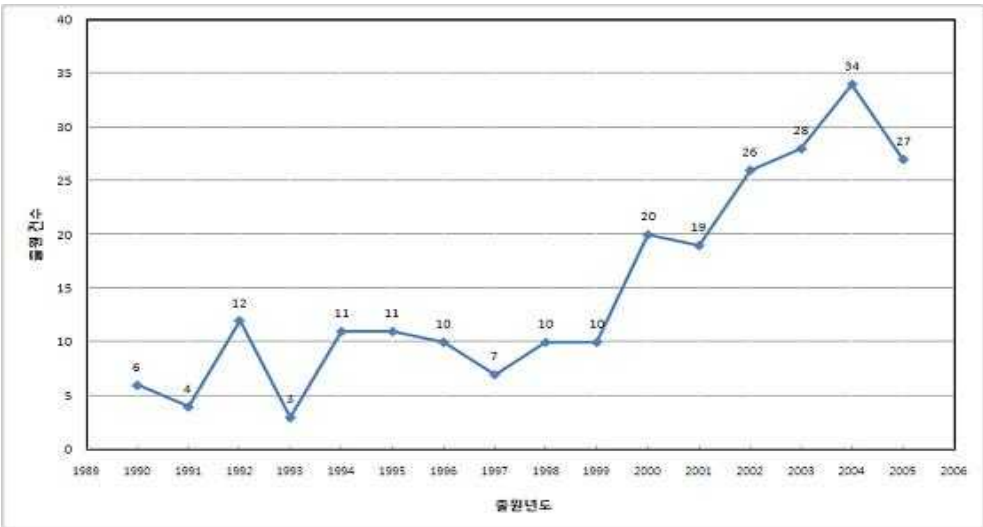
(1) 검색어

water and security, equipment, operation, maintenance, monitor*, management, sens*, emergency, earthquake

☞ 최종검색은 위의 키워드를 'AND' 연산자와 'OR' 연산자를 조합하여 연결

(2) 연도별 출원 동향

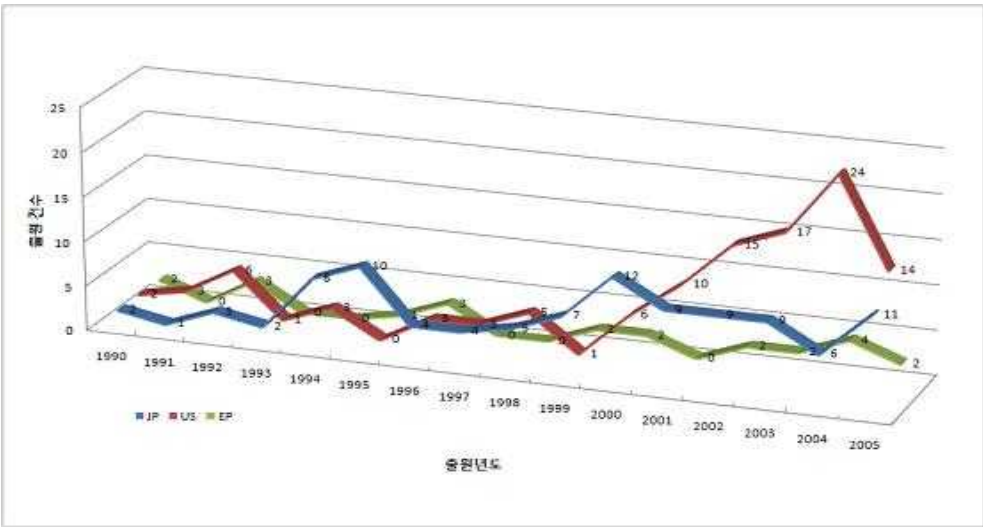
▌1990년대에는 상대적으로 소량의 특허의 수를 보이다가 2000년도부터 점차 증가하기 시작함.



▌그림 2.14 비상용수 및 물 안보 분야의 연도별 출원 동향▐

(3) 국가별 출원 동향

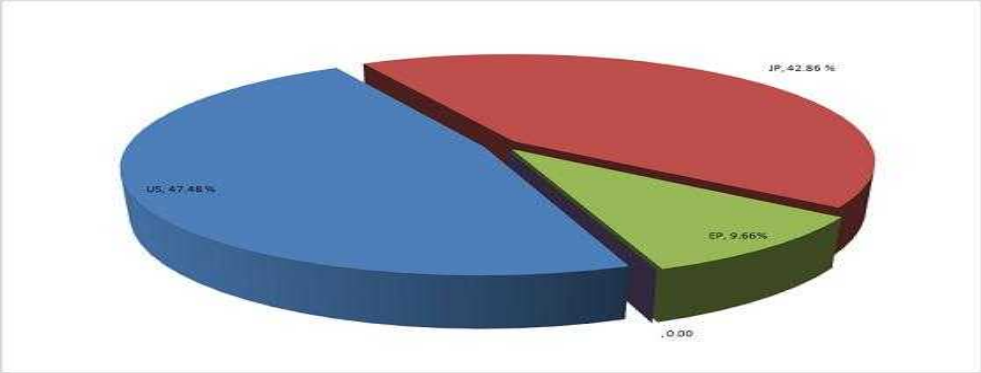
▌미국의 경우 2000년부터 관련 특허가 조금씩 증가하는 추세이며, 한국의 경우 물 안보 분야에 대한 특허는 전무한 상태임.



▌그림 2.15 비상용수 및 물안보 분야의 국가별 출원 동향▐

(4) 국가별 점유율

▌미국과 유럽이 비슷한 수의 점유율을 보이지만, 미국이 근소하게 앞섬. 한국의 경우 특허 출원이 없음



▌그림 2.16 비상용수 및 물안보 분야의 국가별 점유율 ▌

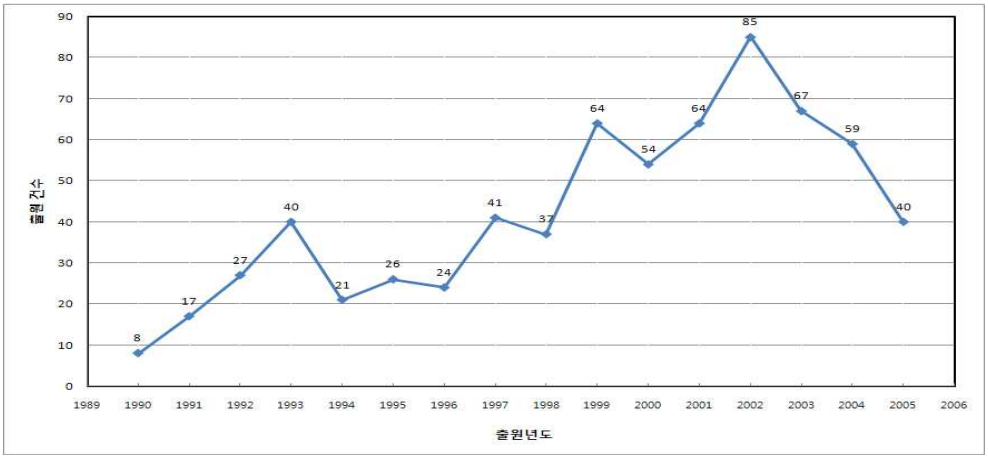
나. 수처리 플랜트 분야

(1) 검색어

treatment, plant, building, underground, underworld, energy
☞ 최종검색은 위의 키워드를 'AND' 연산자와 'OR' 연산자를 조합하여 연결

(2) 연도별 출원 동향

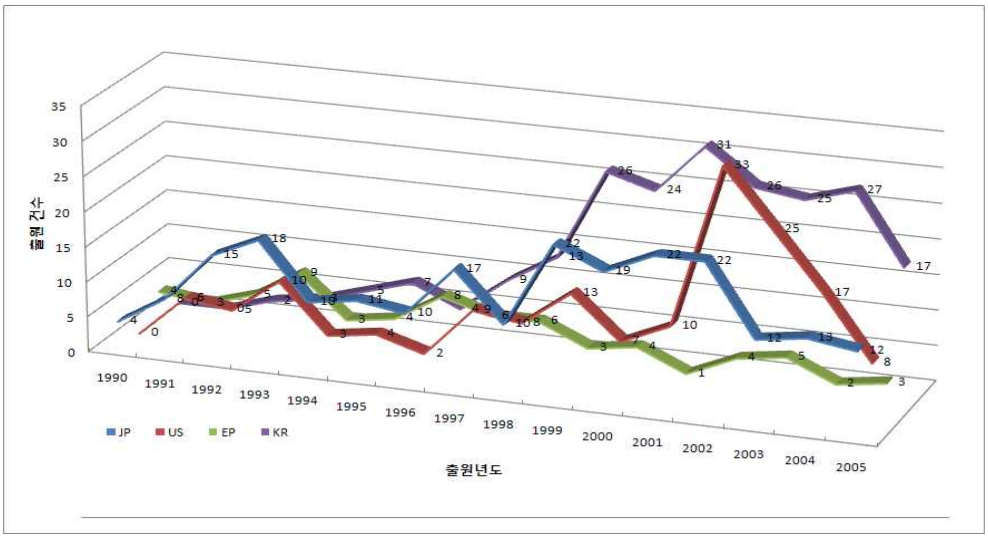
▌특허의 수는 전체적으로 증가하는 추세를 보이다가 2000년 중반부터 보합적인 형태를 보임



▌그림 2.17 수처리 플랜트 분야의 연도별 출원 동향 ▌

(3) 국가별 출원 동향

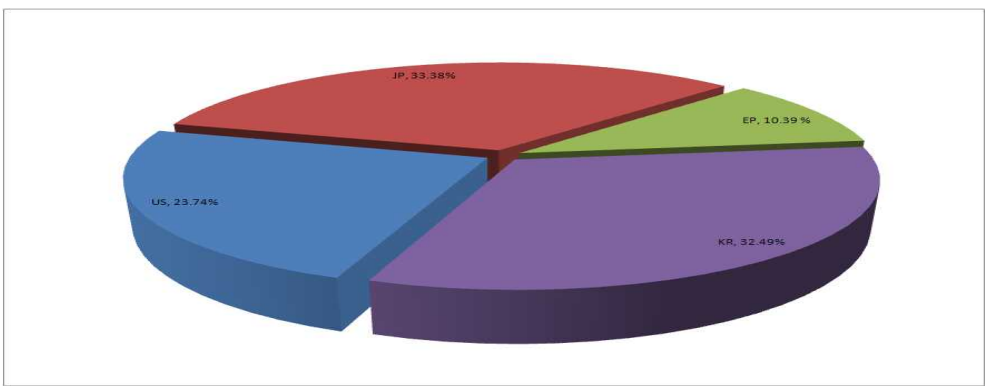
▌전반적으로 특허의 수는 많지 않으나 국가별로 꾸준하게 보합적인 증가추세를 보이고 있고, 유럽은 특허의 수가 많지 않으며, 2005년까지의 추이에서 적극적인 변화 의지가 감지되고 있지 않으며, 한국의 경우 1998년부터 특허의 수가 급격히 증가 추세임.



▌그림 2.18 수처리 플랜트 분야의 국가별 출원 동향 ▌

(4) 국가별 점유율

▌일본과 한국이 비슷한 수준의 특허 점유율을 나타내고 있으며, 일본이 근소하게 우위를 보임. 유럽은 상대적으로 적극적인 특허 출원이 이루어지지 않음.



▌그림 2.19 수처리 플랜트 분야의 국가별 점유율 ▌

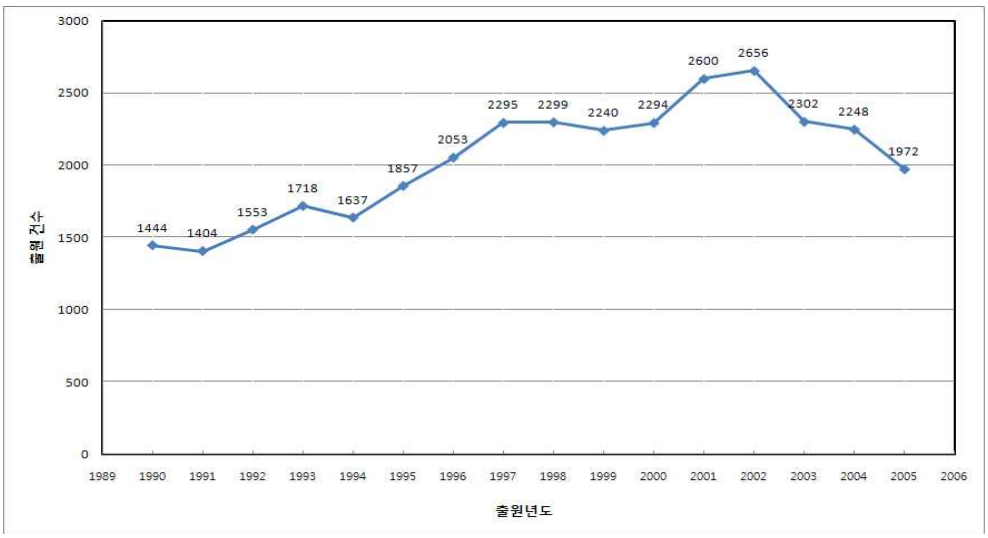
다. 수처리 공정 및 시스템 분야

(1) 검색어

water and treatment, system, process, membrane, automation, integration, operation, technology, operation, technology, monitor*
☞ 최종검색은 위의 키워드를 'AND' 연산자와 'OR' 연산자를 조합하여 연결

(2) 연도별 출원 동향

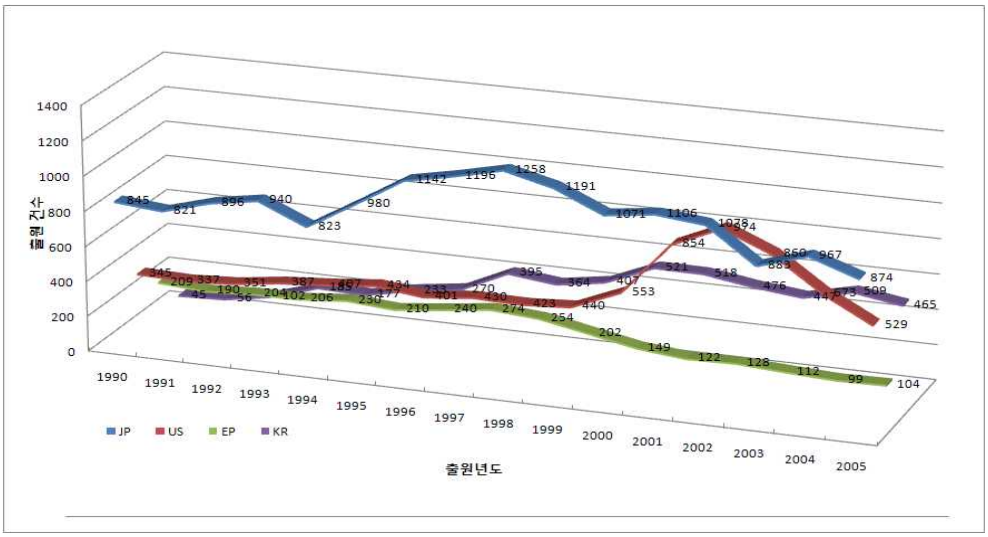
▌조사 기간 중 꾸준한 증가 추세를 보이고 있음



▌그림 2.20 수처리 공정 및 시스템 분야의 연도별 출원 동향▐

(3) 국가별 출원 동향

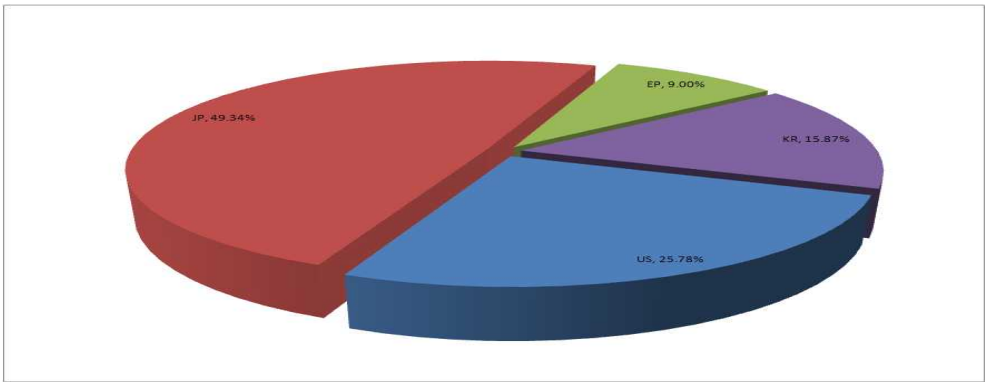
▌일본은 1990년대부터 가장 많은 특허 출원을 보이고 있으나 2000년 이후에는 다소 감소하는 추세이며, 한국은 1990년도 후반부터 특허출원의 급격한 변화를 보이고, 유럽은 2000년도 이후 특허 출원이 점차 감소되고 있음.



▌그림 2.21 수처리 공정 및 시스템분야의 국가별 출원 동향▐

(4) 국가별 점유율

▌일본과 미국이 관련특허의 75%를 차지하고, 한국은 1990년대 중반부터 급격하게 출원건수가 증가하여, 전체 점유율의 15% 차지함



▌그림 2.22 수처리 공정 및 시스템 분야의 국가별 점유율▐

라. 하수처리 공정 및 시스템 분야

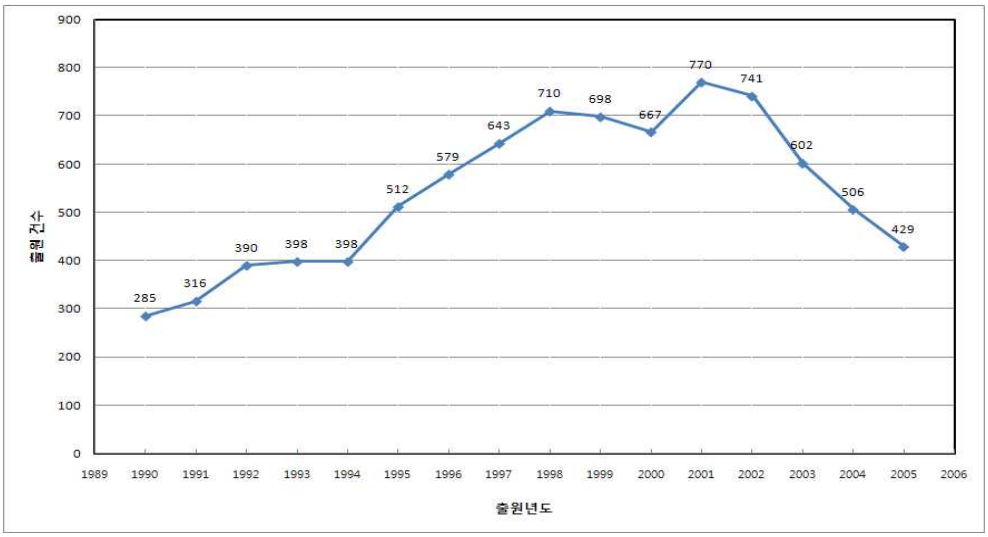
(1) 검색어

water, treatment, waste, sewage, system, process, membrane, sewer, reuse, sludge, energy, automation

☞ 최종검색은 위의 키워드를 'AND' 연산자와 'OR' 연산자를 조합하여 연결

(2) 연도별 출원 동향

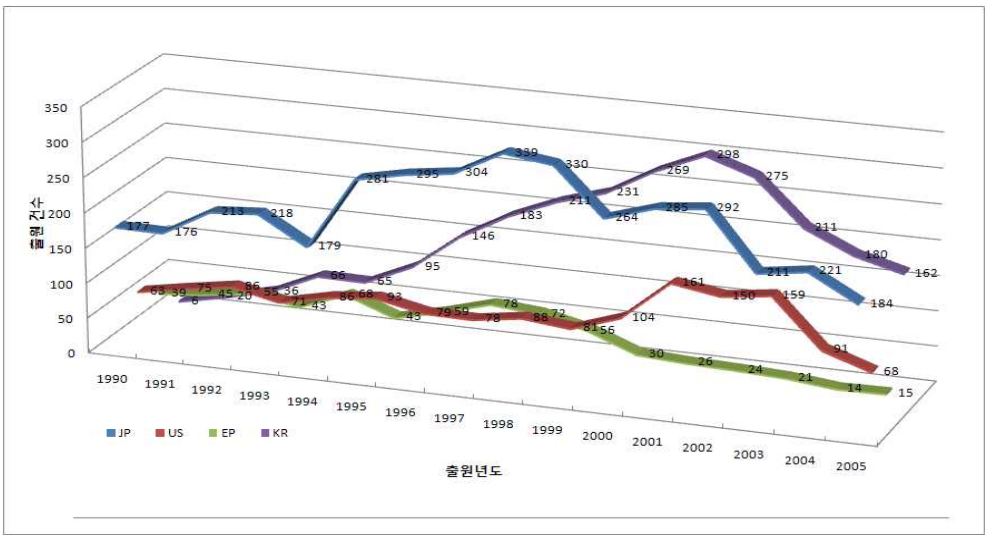
▌1990년도부터 꾸준하게 증가추세를 보이다가 2000년 후부터 다소 감소하는 추세.



▌그림 2.23 하수처리 공정 및 시스템 분야의 연도별 출원 동향 ▌

(3) 국가별 출원 동향

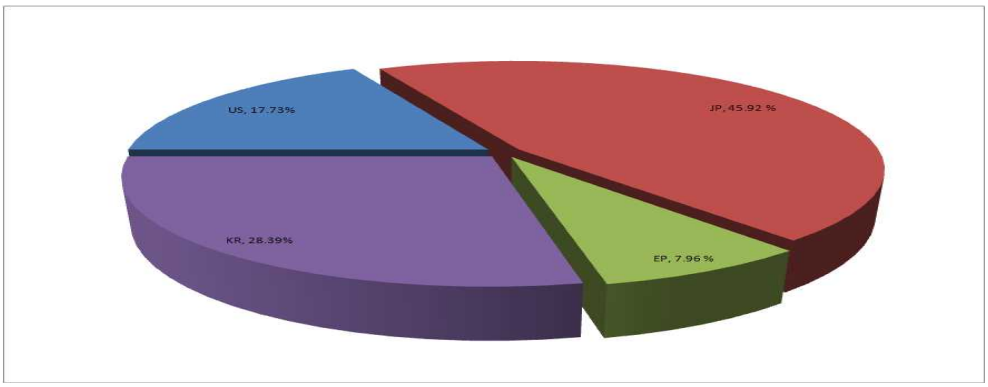
▌일본은 1990년도 이후 가장 많은 특허 출원을 보이며, 미국은 2000년도까지 점차 증가하는 추세를 보이다가 2000년 이후에는 감소하는 경향을 보이고, 한국은 2000년대까지 급격한 특허 출원 증가를 보이다가 최근 감소하는 추세.



▌그림 2.24 하수처리 공정 및 시스템 분야의 국가별 출원 동향 ▌

(4) 국가별 점유율

▌일본과 한국이 관련 특허의 70%이상을 차지하였으며, 유럽의 경우 상대적으로 적극적으로 특허 출원이 이루어지지 않음.



▌그림 2.25 하수처리 공정 및 시스템 분야의 국가별 점유율 ▌

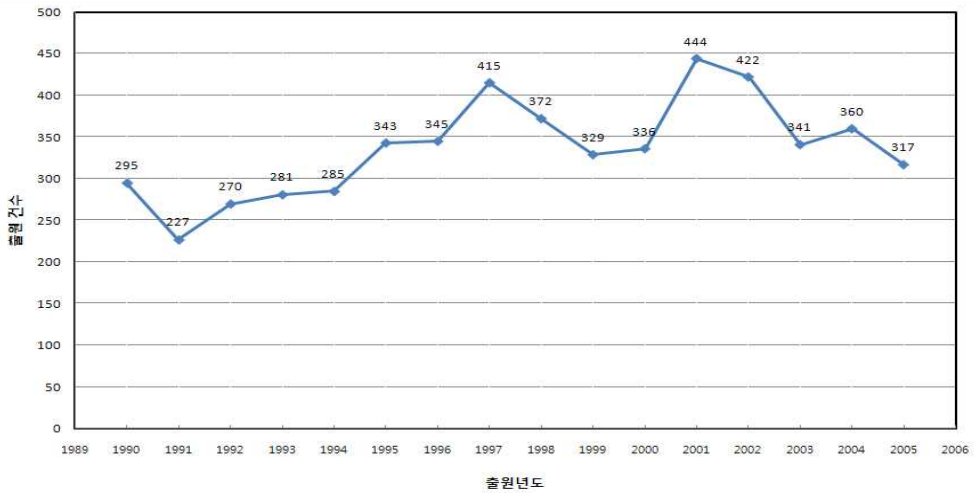
마. 용수공급 및 관로 분야

(1) 검색어

water, supply, pipe, distribution system, assessment, monitor*, operation, management, measurement, metering, replacement, trenchless, rehabilitation
☞ 최종검색은 위의 키워드를 'AND' 연산자와 'OR' 연산자를 조합하여 연결

(2) 연도별 출원 동향

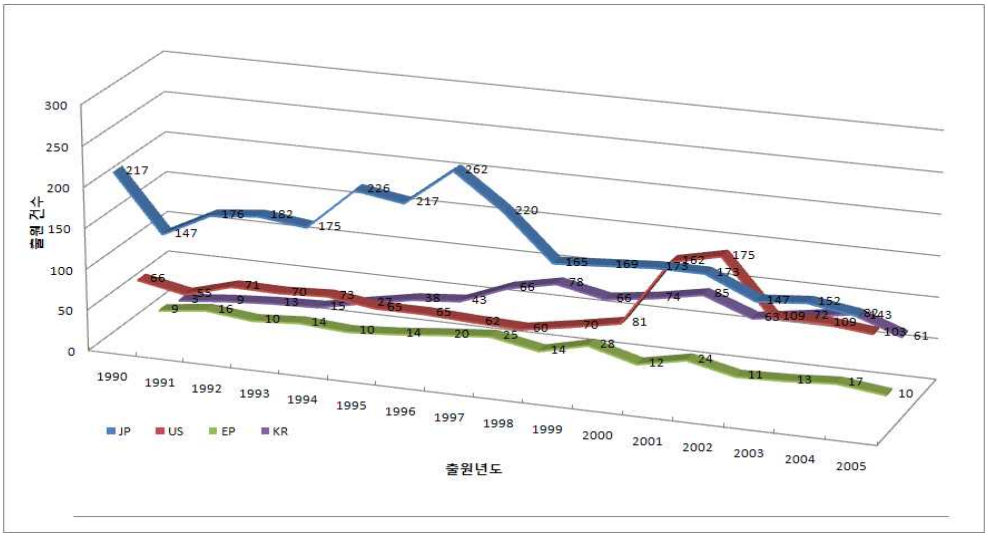
▌조사 기간 중 보합적인 추세를 보임.



▌그림 2.26 용수공급 및 관로 분야의 연도별 출원 동향 ▌

(3) 국가별 출원 동향

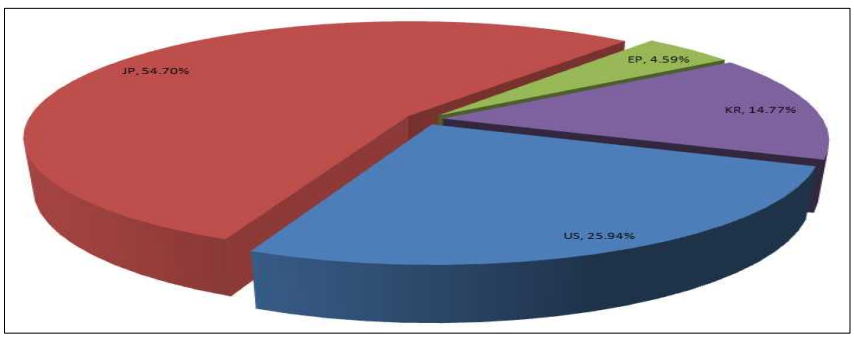
▌일본이 대부분의 특허 출원을 차지하며, 한국은 1990년 중반부터 꾸준하게 증가하는 추세이고, 미국은 2000년 초반에 급격하게 출원이 증가하다가 2000년 중반에 감소하고 있으며, 유럽의 경우 상대적으로 적극적으로 특허 출원이 이루어지지 않음.



▌그림 2.27 용수공급 및 관로 분야의 국가별 출원 동향 ▌

(4) 국가별 점유율

▌일본과 미국이 관련특허의 80%이상을 차지하며, 한국은 1990년 중반부터 꾸준하게 증가하고 있으나 약 15%의 점유율을 보이고 있음.



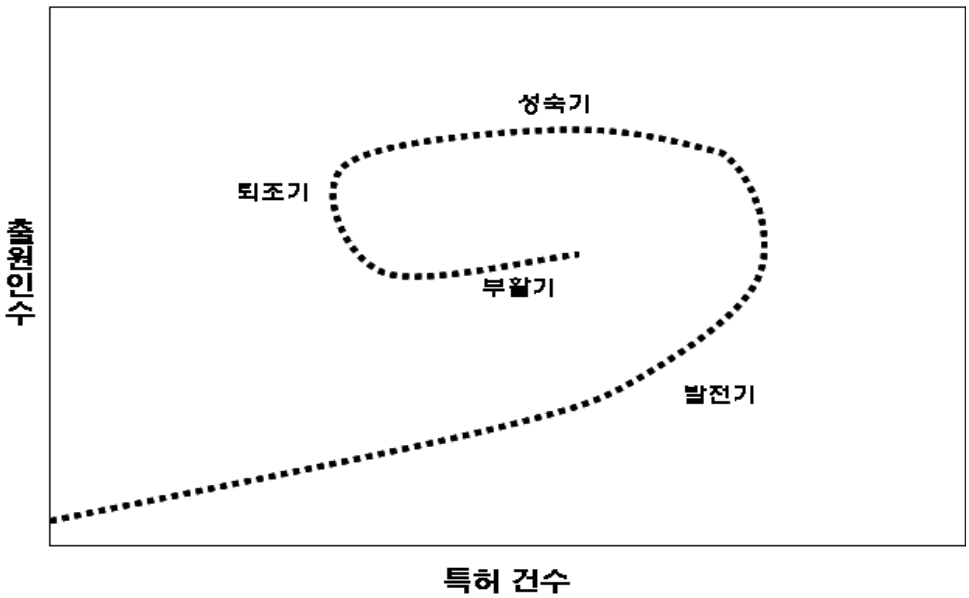
▌그림 2.28 용수공급 및 관로 분야의 국가별 점유율 ▌

3. 차세대 미래도시 용수공급시스템 기술의 국가별 특허 동향

▌관련 기술의 발전 단계를 알아보기 위한 포트폴리오 분석

▪발전기, 성숙기, 퇴조기, 부활기의 네 단계

▪출원인수와 특허건수의 2년간 단위로 하여 그래프의 성향 분석



▎그림 2.29 특허 분석 포트폴리오 ▎

가. 한국의 특허 동향

(1) 기술 분야별 특허 동향

(가) 용수공급시스템 설계 및 건설 기술

▌한국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인

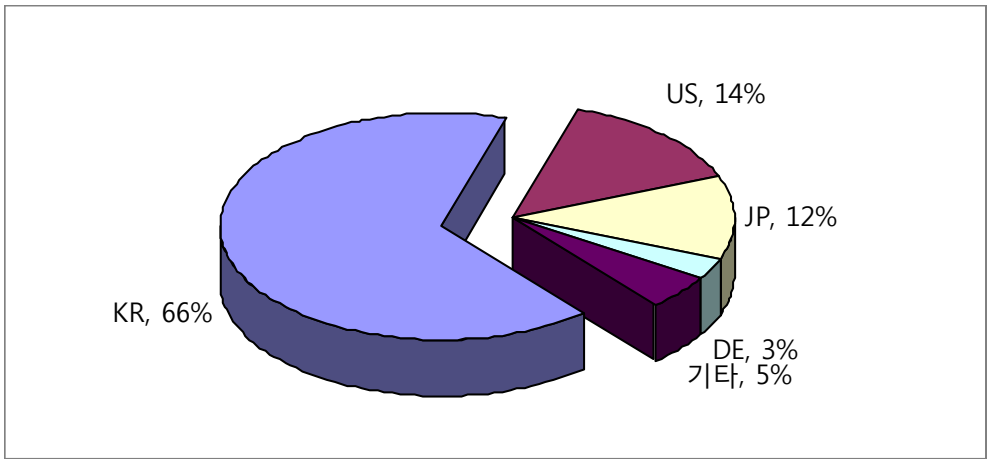


▌그림 2.30 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술▐

▌한국수자원공사 K-water연구원에서는 '08년 "차세대 용수공급시스템" 특허를 출원하였으며, 내용은 컨셉 도시내 지하 저류조, Water Ring Main, 수처리시설의 빌딩형화 및 지하화, 하수 처리플랜트에서 발생하는 신재생 에너지의 이용, 수처리시설의 분산화(decentralization)등이 통합되어 있는 도시 및 도시간의 용수공급 방안을 개념특허로 출원하였음

▌출원인의 국적에 따른 특허건수가 분석대상의 특허 수보다 많게 나옴. 이는 한 특허를 여러 나라의 기업 또는 개인이 공유하고 있음을 의미

▪우리나라의 특허가 66%를 차지하여 우위를 보이며, 미국과 일본 특허는 각각 14%, 11%를 차지하고 있음

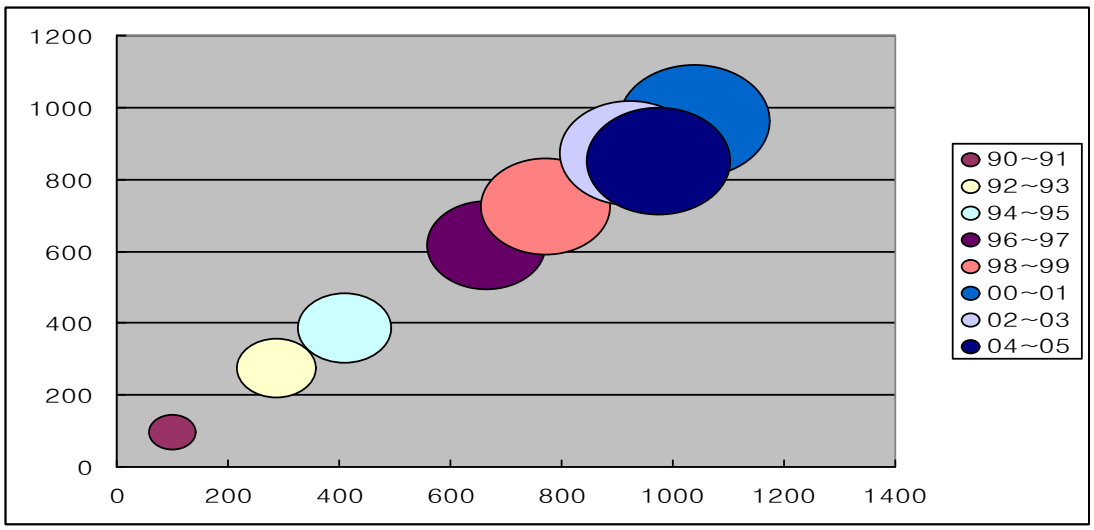


▌그림 2.31 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 출원인 국적(한국) ▐

▌한국의 관련 기술의 발전 정도

▪그래프의 양상은 90년대 중반이후로 발전기의 양상을 보임

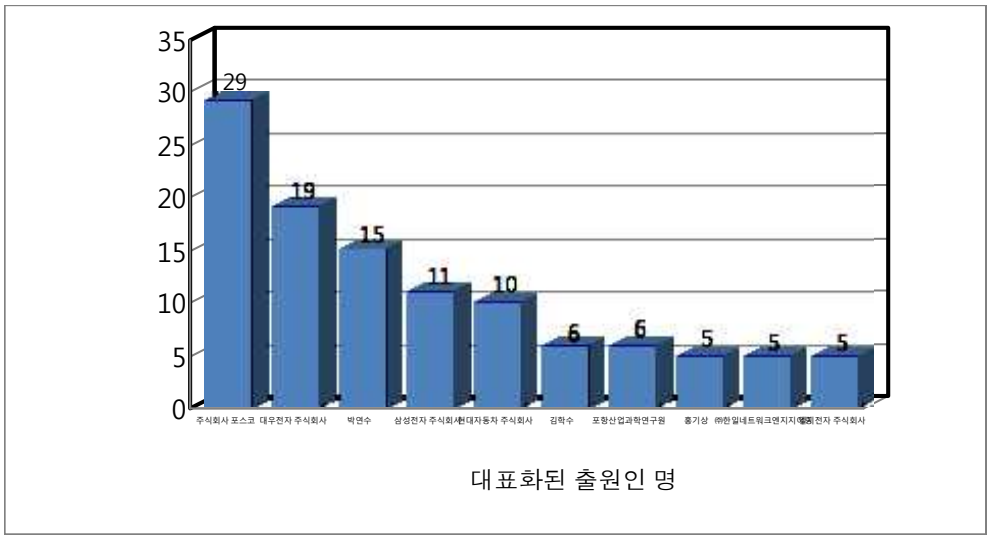
▪원의 크기 또한 커지고 있어 미래에 더 큰 규모로 발전할 가능성이 있음



▌그림 2.32 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 포트폴리오 ▐

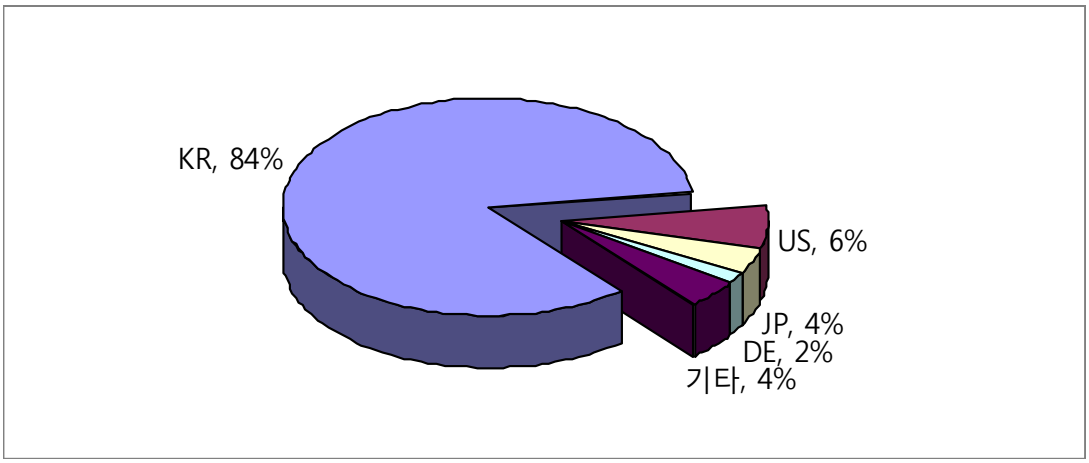
(나) 광역용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술

▌한국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.33 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ▐

▌출원인의 국적분석에서 자국의 특허가 84%를 차지하여 우위를 보이며, 미국과 일본 특허는 각각 6%, 4%를 차지하고 있어 외국인의 특허활동이 국내에서는 활발하지 않음

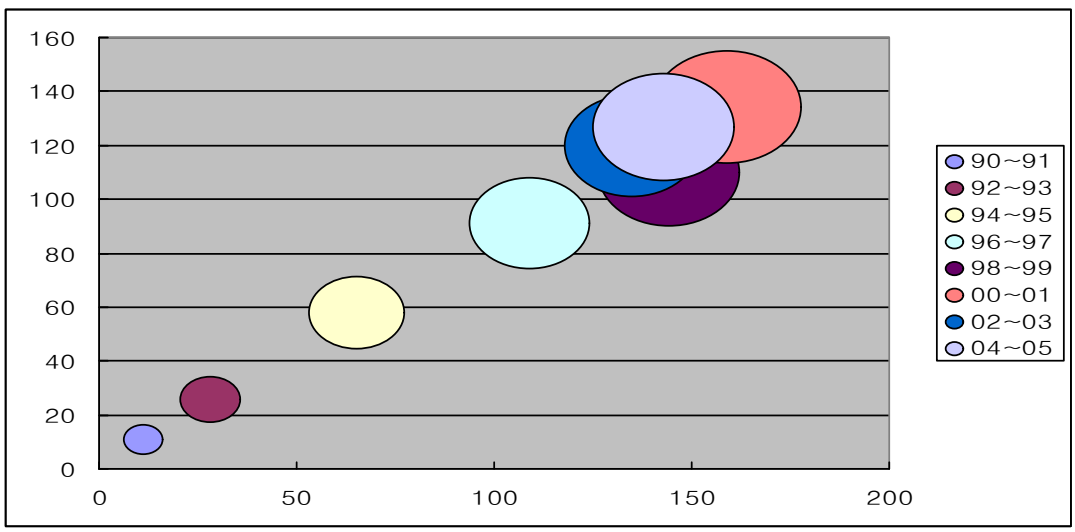


▌그림 2.34 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 분야의 출원인의 국적(한국) ▐

▌한국의 관련 기술의 발전 정도

▪한국의 경우 광역용수공급시스템의 경우 크게 90년대 초반과 갱생의 필요성이 강조되던 2000년대 초반이후로 발전기의 양상을 보이고 있음

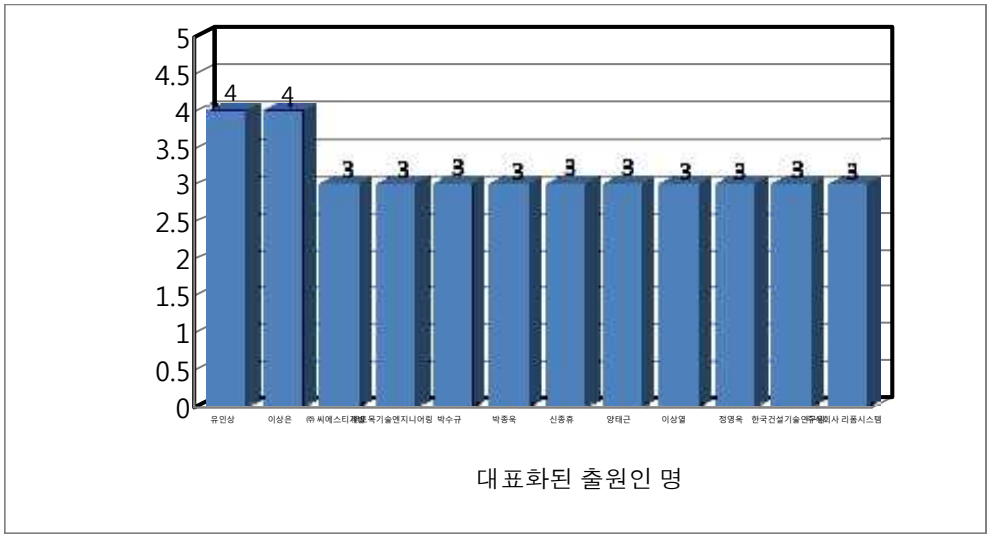
▪원의 크기 또한 커지고 있어 미래에 더 큰 규모로 발전할 가능성이 내포되어 있음



▌그림 2.35 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 분야의 포트폴리오 ▐

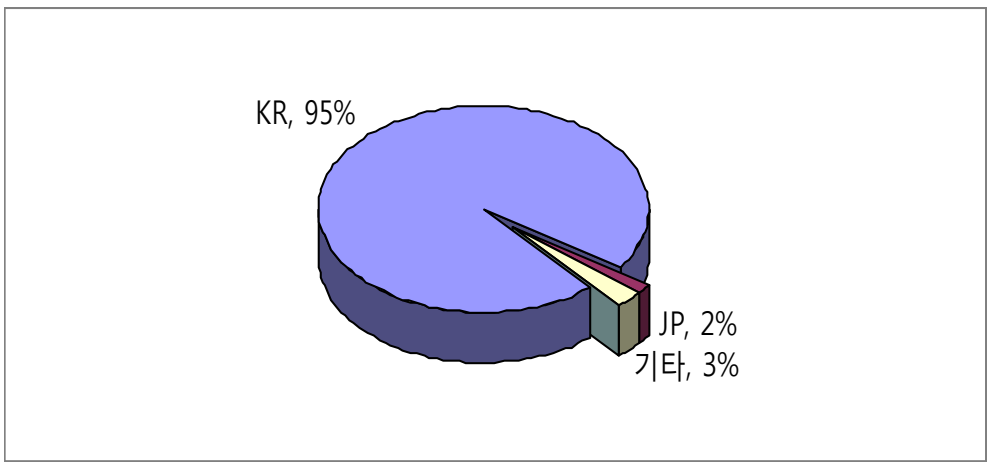
(다) 친환경 용수생산 플랜트 기술

▌한국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.36 친환경 용수생산 플랜트 기술 ▌

▌출원인의 국적분석에서 자국의 특허가 95%를 차지하고 외국 및 회사의 특허활동이 국내에서는 활발하지 않음

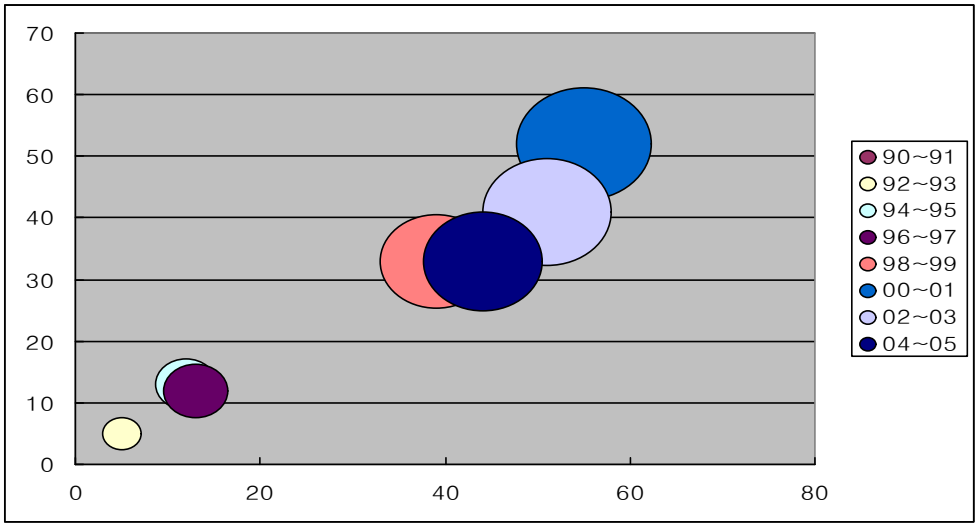


▌그림 2.37 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 출원인의 국적(한국) ▌

▌한국의 관련 기술의 발전 정도

▪그래프의 양상은 2000년대 초반이후부터 발전기의 양상을 보이고 있음

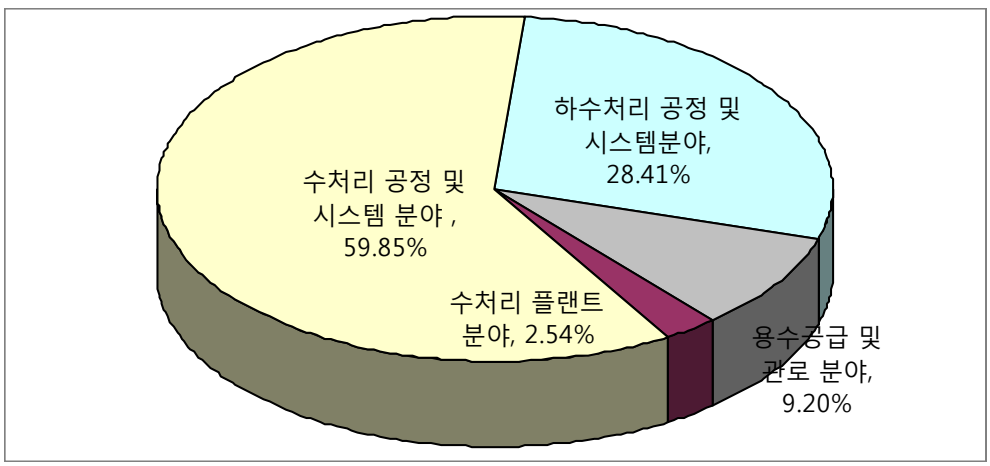
▪2000년대 이후 원의 크기가 일정하게 유지됨으로써 기술개발의 성숙기로 접근해 가고 있는 것으로 판단됨



▎그림 2.38 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ▎

(2) 각 기술 분야별 점유율

▌각 기술 분야별 점유율 (출원일 기준 1990년부터 2005년까지)



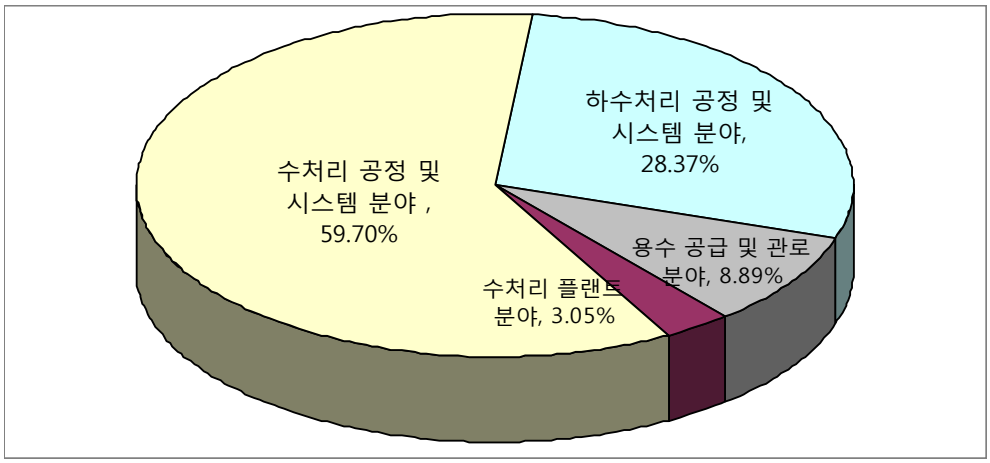
▎그림 2.39 한국의 각 기술 점유율(출원일 기준 1990~2005) ▎

▌최근 6년간 각 기술 분야별 점유율 (출원일 기준 2000년부터 2005년까지)

▪비상용수 및 물안보 분야에 대한 기술은 전무한 실정임

▪각 기술간 점유율은 크게 변하지 않음

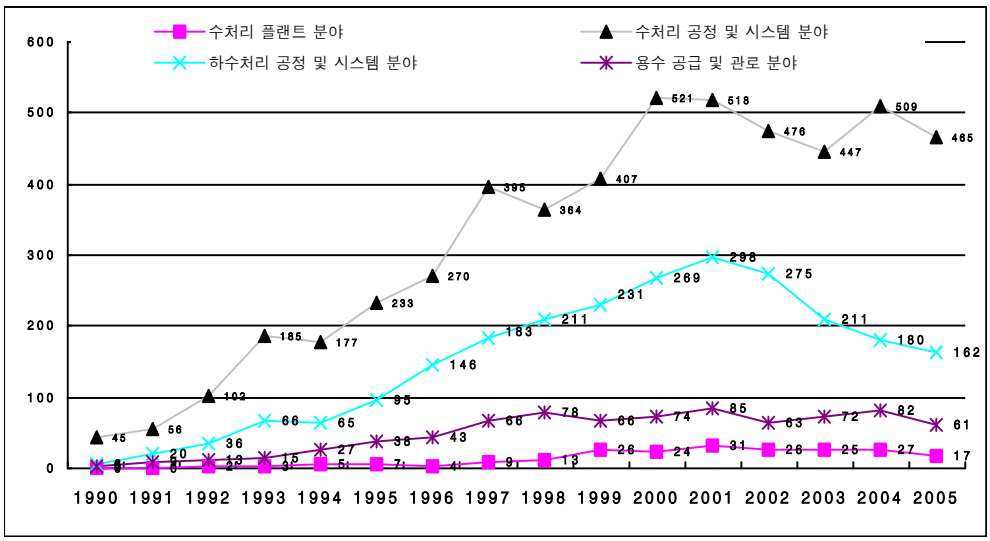
▪전체적인 특허의 수가 증가하였음을 고려하면 비슷한 발전 양상을 보이고 있음



▎그림 2.40 한국의 각 기술 점유율(출원일 기준 2000~2005) ▎

(3) 연도별 발전추세

▪전반적으로 1990년대 후반부터 조사 대상의 기술들이 상승 추세를 보임



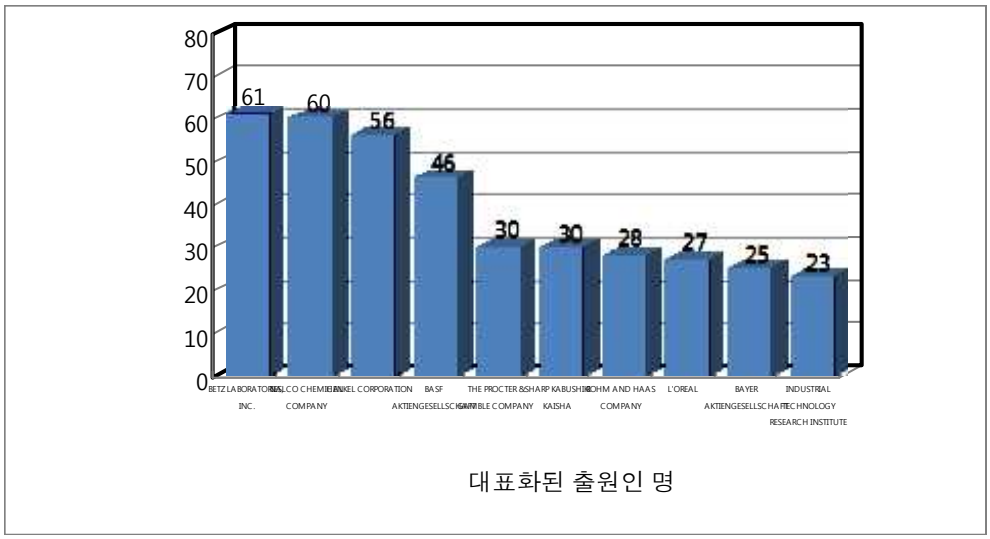
▎그림 2.41 연도별 발전 추세 ▎

나. 미국의 특허 동향

(1) 기술 분야별 특허 동향

(가) 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설 기술

▌미국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.42 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ▐

▪The university Iowa Research Foundation에서는 2002년에 “System and Method for Controlling Effluents in Treatment Systems; (US 6408227 B1)”라는 특허를 등록하였는데 그 내용은 수처리 플랜트에서 운영인자(operational parameter)를 분석하기 위하여, Historical data를 이용하여 현재 및 미래의 수처리 시스템의 성능을 실시간으로 예측하는 데에 탁도에 대한 Non-linear 예측 모델(본 특허에서는 neural network사용) 적용하였음.

▪Hessert 등은 2003년에 “Method and Composition for Forming Water Impermeable Barrier (US 6667279B1)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 Swellable polymer gel composition 소재를 이용하여 통수가 시작되면서 chelation을 형성하여 방수 barrier를 생성시킴. 이에 이 발명은 수처리장의 지하화에 있어서 상기 특허와 같은 소재의 소요가 증가할 것으로 판단됨.

▪Milosavljevic은 2007년에 “Compositions and Methods for Fluid Purification (US 20070246419A1)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 수처리 공정에 적용

되는 여과공정은 소요부지가 큰 데 반해, 여재의 비표면적 활용성을 높이고 손실수두를 저감할 수 있는 여과공정이며, 도시내 수처리 시스템의 분산화 및 소요부지 최소화에 적합한 기술임.

▪Liang 등은 2008년에 “Apparatus and Method for Connecting Water Treatment Devices(US 7326325B2)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 수처리의 각 공정을 결합할 때 적용되는 장치로서 수처리 기기 및 장비의 조합시 multiple configuration이 가능하여 빌딩형 수처리 시스템의 건설이 간편해 질 수 있음.

▪Haase는 2002년에 “Potable Water Treatment System and Method of Operation Thereof (US 20020017494A1)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 원수를 취수해서 수처리 공정으로 원수를 유입시키는 과정에서 유량비례제어기법을 이용하여 약품주입량을 결정하는 방법 및 시스템임.

▪EIMCO Water Technologies사는 2007년에 MBR공정 운영에 있어서 파울링을 방지하는 공기세정방법에 대한 특허를 공개하였음(WO2007/053528A2).

▪University of California는 2004년에는 하수고도처리공정과 여과 및 역삼투막으로 구성된 하수처리시스템을 공개하였음(WO2004/011399A2).

▪GEORG FRITZMEIER GMBH & CO.는 2007년에 막 표면에 생물막의 성장을 억제하는 방법으로 파울링을 방지하는 방법에 대한 특허를 공개하였음(WO2007/ 062621A1).

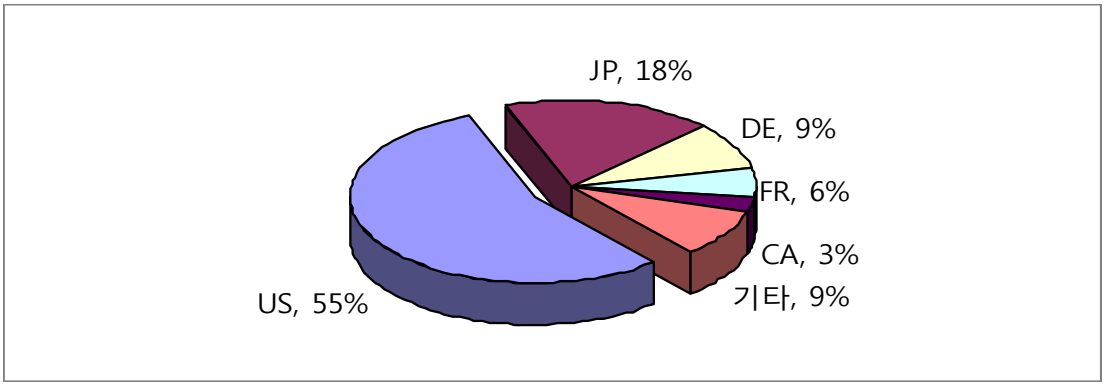
▪Zennon에서는 2007년에서 하폐수처리에 있어서 멤브레인(membrane supported biofilm)을 이용한 하수처리에 대한 특허가 등록되었음.
(US7118672B2, US7175763B2, US7303677B2)

▪Bayer Healthcare AG사는 2008년에 유입수의 질소농도 변동이 심한 큰 폐수처리시 슬러지의 오존산화에 의한 유기물 생산기술과 DOC에 의한 제어기술을 접목한 하수 고도처리 공정기술을 보유하고 있음(US2008/0017582A1)

▌출원인의 국적

▪출원인의 국적에 따른 특허건수가 분석대상의 특허 수보다 많게 나옴, 이는 한 특허를 여러 나라의 기업 또는 개인이 공유하고 있음을 의미함

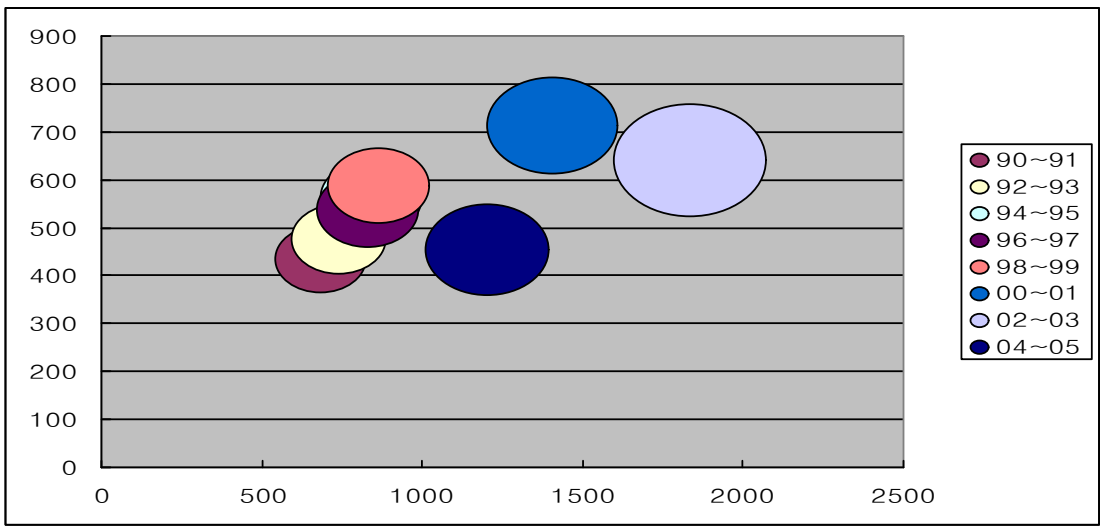
▪자국의 특허가 55%, 일본특허가 18%를 차지하고 있음



▌그림 2.43 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 출원인 국적(미국) ▐

▌ 미국의 관련기술의 개발 정도

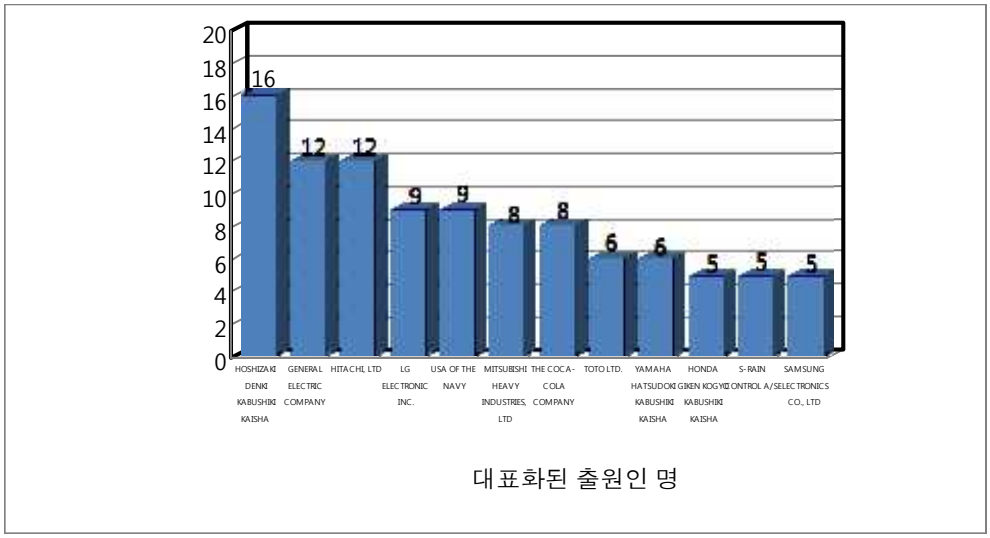
▪90년대 후반부터 원의 크기가 커지는 형상을 보이고 있어 2000년대 초부터 원이 상당히 커짐, 이는 2000년부터 2003년까지 상하수도 표준화, 민영화 및 물산업에 대한 전 세계적인 관심이 증가된 가운데 발전기와 성숙기를 단시간에 맞이하게 됨.



▌그림 2.44 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 포트폴리오 ▐

(나) 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술

▌ 미국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.45 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술▐

▪미국의 Chief Davis는 2007년에 하수관거 맨홀에 Hydro Turbine을 설치하여 하수로부터 전기를 생산하는 특허를 공개하였음(US2007-0182159A1)

▪미국의 Thomas는 2006년에 하수관을 카메라가 부착된 장비를 이용하여 점검/정비하는 “Simultaneously Clean and Inspect Sewer Pipes(WO2006/127095A1)”특허를 공개하였음.

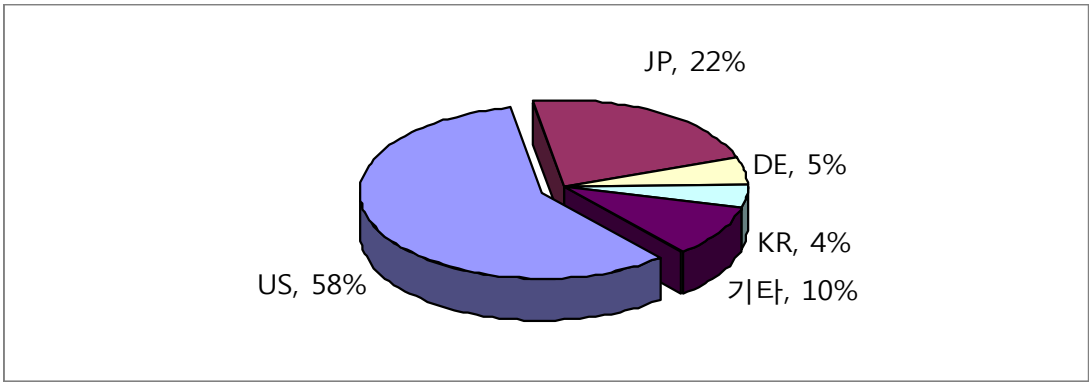
▪한국의 SUROTECH. CO., Ltd.는 2006년에 GIS based graphic screen을 이용하여 하수관거의 유지관리를 위한 의사결정시스템을 개발하여 PCT가 공개되었음(WO2006/ 004233A2).

▪미국의 Berry는 우수관과 하수관이 조합된 일체형 하수관시스템인 “Separated Sanitary and Storm sewer system”을 개발하여 미국내 특허가 공개됨(US2006/0016500A1).

▪미국의 Timothy Martine은 2004년 하수관거 내부 청소를 고압의 물로 수행하는 vehicle을 개발하여 특허가 공개됨(US2004/8973A1)

▌출원인의 국적

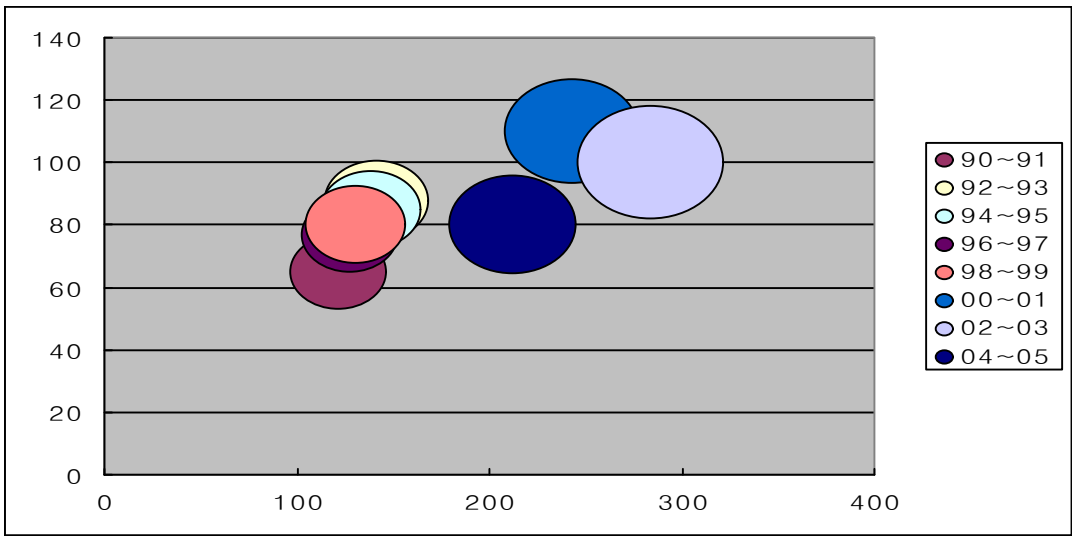
▪미국 특허 55%, 일본 특허가 22%를 차지하며, 한국의 경우 4%의 특허 점유율을 보이고 있음



▎그림 2.46 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 출원인의 국적(미국) ▎

▌미국의 관련 기술의 발전 정도

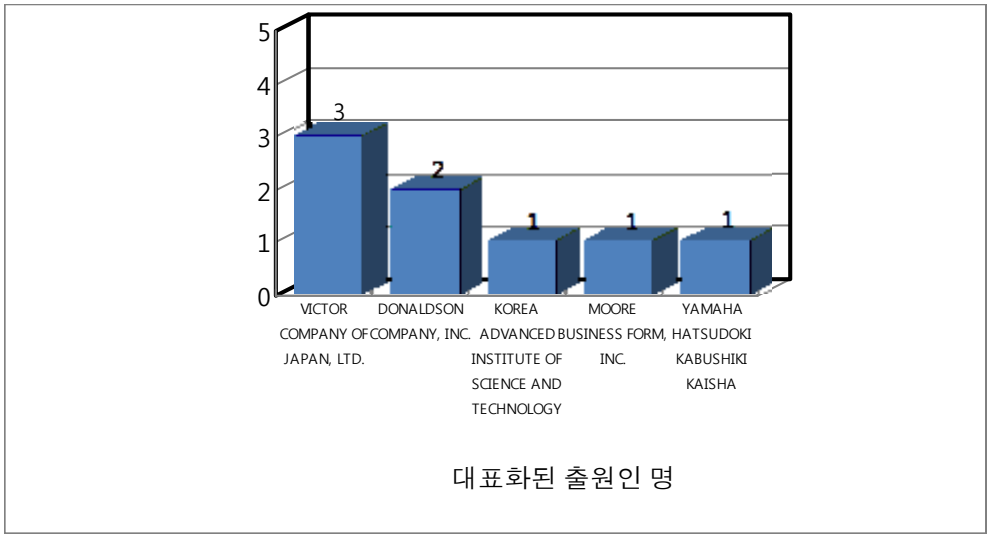
▪90년대부터 지속적으로 용수 공급관오에 대해서 지속적으로 일정량의 연구 성과들이 특허 형태로 출원되고 있으며, 2000년대 들어서는 원의 크기가 급격하게 증가하는 경향이 있음



▎그림 2.47 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 포트폴리오 ▎

(다) 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술

▌미국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▎그림 2.48 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축 ▎

▪McGuire 등은 2006년에 “Disaster Response Unit (US 20060113251A1)”이라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 화재, 오염물 유출, 수해(홍수 및 갈수 재해)시 또는 선박 운항시 조난되었을 때 자가 동력원을 이용하여 소비자에게 한시적으로 먹는 물을 공급하는 장치이며, 최근 우리나라에서 발생한 상수원 오염 등이 발생하였을 때 오염원을 제거 수처리장이 정상가동할 때까지 적용 가능함

▪Frosolone은 2006년에 “Fresh Water Intake Monitoring System and Method (US 20060124172A1)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 수처리장으로 유입되는 원수내의 pathogens, chemical 또는 기타 생물학적 오염원을 연속적으로 측정하는 장치로서 도수관 중간 여러 지점에서 샘플링이 가능하고 Detector에서 이상감지 신호가 감지되었을 때 취수펌프의 작동을 shut down시킴.

▪Kodukula 등은 2005년에 “Water Treatment Monitoring System(US 6845336B2)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 멀리 떨어져 있는 하폐수 처리장의 데이터를 인터넷을 이용하여 컴퓨터와 link시켜 중요도에 따라 운전 변수에 우선순위를 메기는 방법 및 장치에 관한 것임. 또한 발생할 수 있는 문제점들의 확률분포를 예측함으로써 일어날 수 있는 사고들을 미연에 방지하는 기법 마련을 마련하였음.

▪Water security & Technology 사는 2007년에 “ Impurity Detection Device(US 7201831B2)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 원수내의 불순물을 측정하는 시료를 준비하고 측정하는 장치로써, 전극과 semipermeable membrane을 이용하여 원수내의 불순물이 지나가면서 발생되는 전하값을 detecting하는 장치와 막

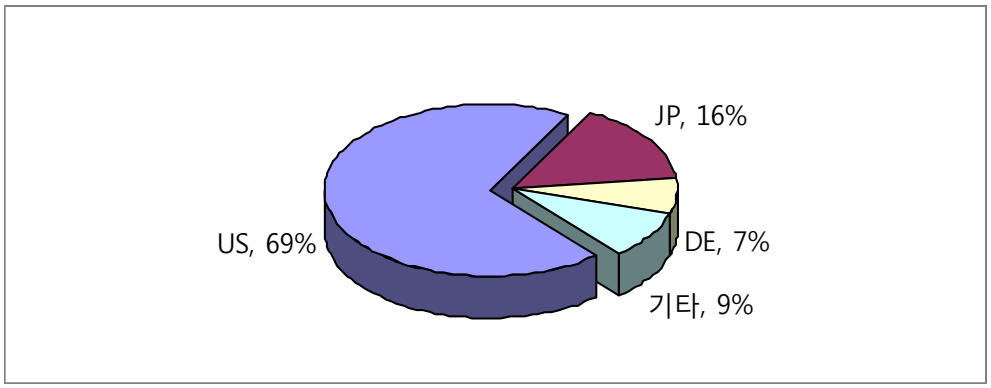
을 이용한 수처리 시스템의 품질을 감시하는 장치로 구성되어 있음.

▪Yokosawa 등은 2005년에 “In Situ Water Treatment (US 20050000915 A1)”라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 현장에서 case membrane을 이용하여 오염된 원수에서 오염물을 제거한 깨끗한 정수를 취수하는 장치임.

▪D’Emidio 등은 2005년에 “Point-of-Use Water Treatment Assembly (US 20050087500A1)”라는 특허를 등록하였는데, 이는 이동이 가능한 membrane적용 water treatment 장치로 아주 극소량의 비상용수를 공급하는 장치(국자를 통해 물을 공급할 정도)임.

▌출원인의 국적

▪미국특허는 69%의 점유율을 보이고 있으며, 독일과 일본의 순으로 특허 점유율을 나타냄

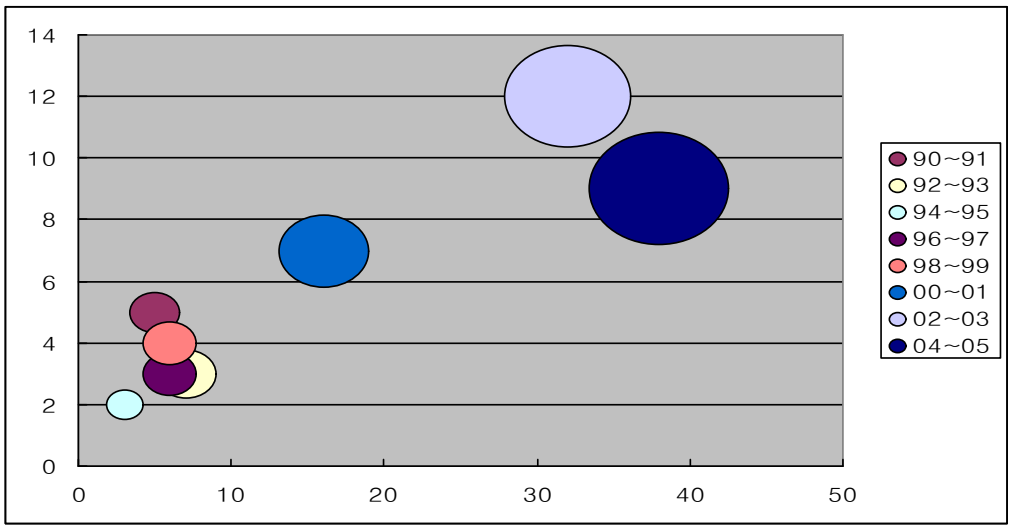


▎그림 2.49 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 출원인의 국적(미국) ▎

▌미국의 관련 기술의 발전 정도

▪미국의 경우 물에 대한 테러 및 비상용수공급시스템의 필요성이 강조되기 시작한 2000년대 초부터 활발한 출원을 보임

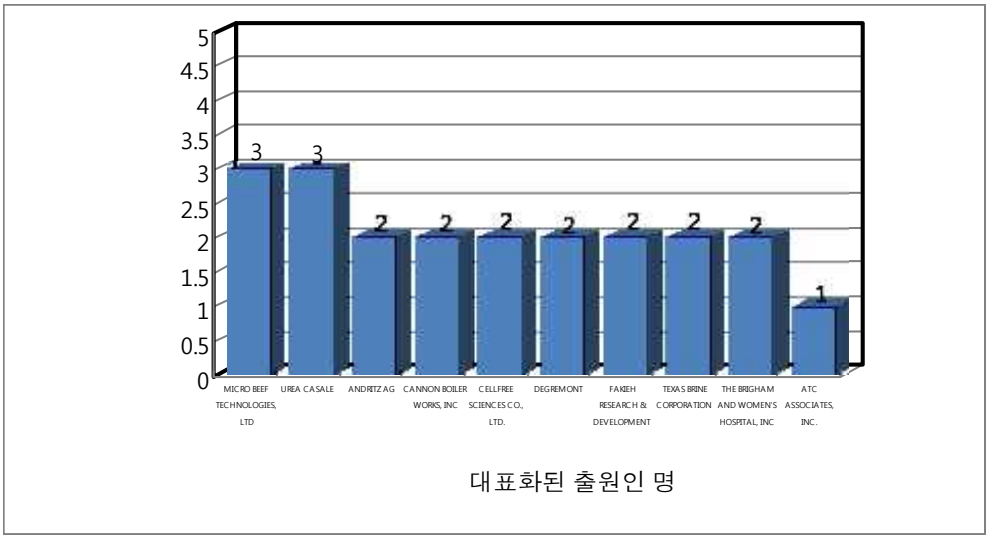
▪그래프의 양상은 원의 크기가 커지고 양의 기울기이므로 발전기임을 타나냄



▌그림 2.50 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 분야의 포트폴리오 ▐

(라) 친환경 용수생산 플랜트 기술

▌미국 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.51 친환경 용수생산 플랜트 기술 ▐

▪Argad-Eyal Ltd.는 2004년에 "Water Treatment Method and Apparatus (US 6733654 B1)"라는 특허를 등록하였는데, 본 발명은 오·폐수 처리수를 발전설비 및 건물의 냉각수로 활용하고, 냉각수로 유입된 물은 열에너지 전달매체로서 다

시 에너지를 활용하는 발명임. 이는 에너지 사용의 효율화와 용수 절약을 동시에 도모할 수 있는 방안임.

▪Terry R. Galloway는 하수슬러지 등의 다양한 유기성폐기물을 greenhouse 가스 방출없이 전기를 생산하는 기술에 대해 미국특허 및 PCT를 가지고 있음(US 7220502B2, WO2005/001977A1). 이 기술은 가스화를 이용하여 일산화탄소와 수소 등의 가스로 회수하여 전기화학을 이용 연료전지로 에너지 및 유용한 탄화수소생성물을 회수하는 기술임. 또한 연료전지로 전기에너지를 회수하는 과정에서 steam/CO2 reformer를 사용하는 것을 특징으로 하는 특허를 추가로 출원하였음(US2007/0099038A1).

▪Zeikus(Michigan State University, US)와 Park(KR)은 2007년에 하수 슬러지 등에서 전기화학적 방법인 연료전지를 이용하여 전기를 생산하는데 있어서 발효 또는 효소반응에 적용할 수 있는 graphite에 기초를 둔 다양한 전극에 대해 특허를 취득하였음 (US7250288B2).

▪Brain S. Appel 등은 2007년에 하수슬러지, 폐타이어, 플라스틱과 같은 폐기물을 이용하여 가스, 오일, 유용화학물질, 탄소고형물로 회수하는데 있어서 열과 압력을 적용하는 방법 및 장치에 대한 특허를 획득하였음(US7301060B2).

▪한국에너지연구원(KIER)은 2006년에 하수슬러지-coal-oil co-agglomeration방법을 통하여 탈수특성을 크게 개선하고 탈수 케익은 연료로 사용하는 방법에 대해 미국특허를 취득하였음(US7087171B2).

▪Manufacturing and Technology Conversion International, INC.는 2007년 하수슬러지, 산업폐기물 등 유기성 폐기물로부터 가스화 또는 steam reforming을 통하여 생산된 수소나 열을 이용하여 전기를 생산하는 공정에 대한 PCT를 “Hybrid energy conversion system and processes(WO2007/084539A2)"명으로 출원하였음.

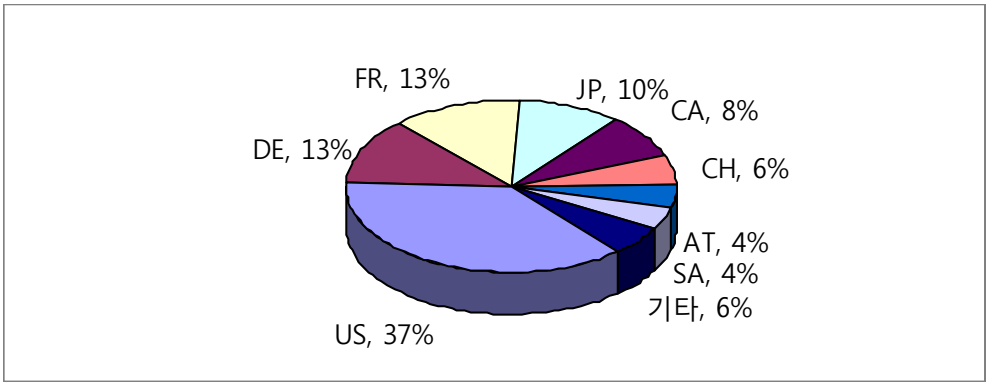
▪Murcia는 하수처리장에서 처리수에 존재하는 낙차에너지로부터 재생에너지를 생산하는 방법에 대한 특허를 출원하였음(WO2004/060809A2)

▪David Bolyard는 2007년에 하수도의 말단에 터빈(hydro generator)을 설치하여 전기를 생산하는 기술에 대해 특허를 보유하고 있음(US2007/0212213A).

▪미국의 Fassbender는 2005년 하수처리와 혐기성슬러지 처리과정에서 에너지를 회수하는 “Sewage Treatment System(US06893566B2)"기술을 보유하고 있음.

▌출원인의 국적

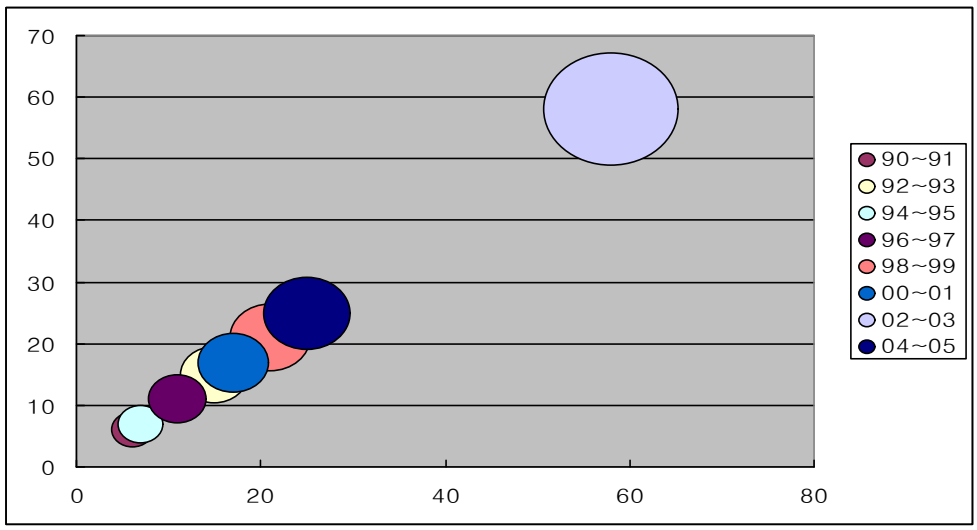
▪미국특허는 37%의 점유율을 보이고 있으며, 독일, 프랑스와 일본의 순으로 특허 점유율을 나타냄



▌그림 2.52 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 출원인의 국적(미국) ▐

▌미국의 관련 기술의 정도

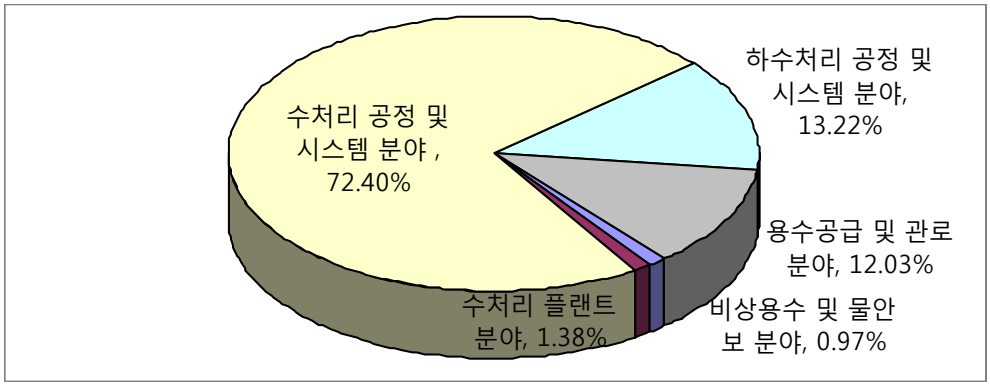
▪미국의 경우 2002년~2003년도에 활발한 출원을 보이며, 그래프에서 볼 수 있듯이 원의 크기가 증가하고 양의 기울기 변화양상을 보이므로 발전기임



▌그림 2.53 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ▐

(2) 각 기술 분야별 점유율

▌각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 1990년부터 2005년까지)

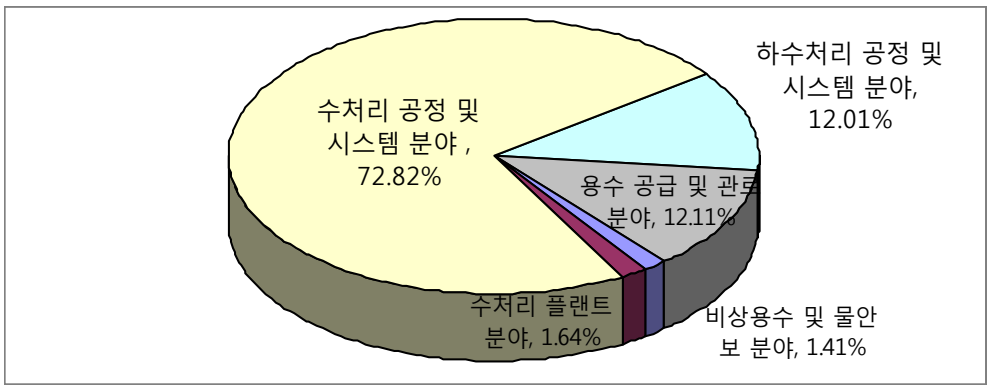


▌그림 2.54 미국의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 1990~2005) ▐

▌최근 6년간 각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 2000년부터 2005년까지)

▪각 기술간 점유율은 크게 변하지 않음

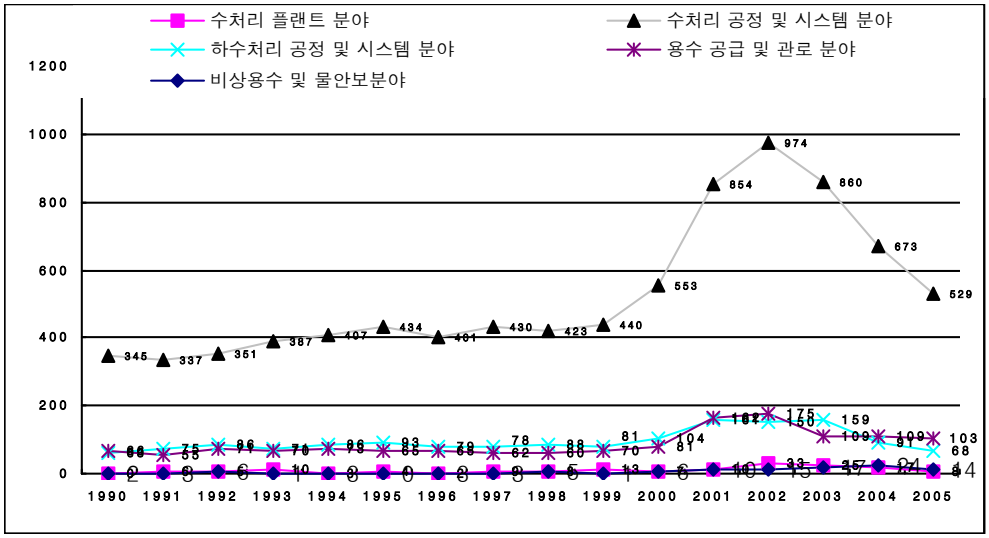
▪전체적인 특허수가 증가하였음을 고려하면 비슷한 발전 양상을 보이고 있음



▌그림 2.55 미국의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 2000~2005) ▐

(3) 연도별 발전추세

▪전반적으로 2000년대 초반을 기점으로 하락하는 추세를 보임



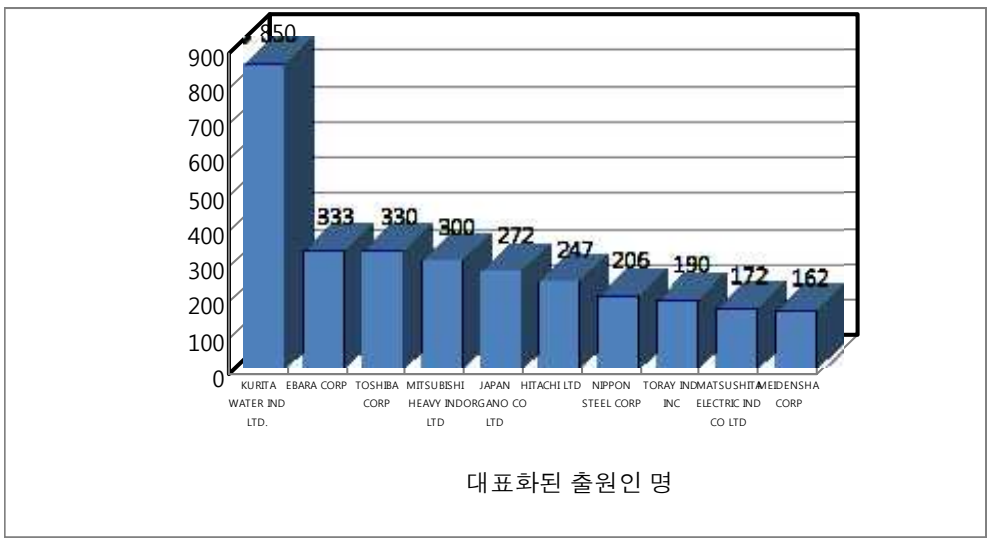
▌그림 2.56 연도별 발전추세 ▐

다. 일본의 특허 동향

(1) 기술 분야별 특허 동향

(가) 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설 기술

▌ 일본 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.57 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ▐

▪三浦공업주식회사는 2007년에 “수질측정시스템 (P2007-263806A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 수처리 시스템에서 각 단위 공정 간에 연결된 관로에서 샘플을 취수하여 수질을 측정하는 장치로써 수처리 시스템내의 처리효율 평가나 안전성을 상시 감시한다는 측면에서 유용한 기술로 평가됨.

▪중국전력주식회사는 2007년에 “수처리 시스템 및 제어방법 (P2007-260633A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 스케일, 슬러지, 부식 등의 발생을 억제할 수 있는 한편 이온교환 수지의 재생 빈도를 감소할 수 있는 수처리 시스템임.

▪富山엔지니어링은 2006년 “고정형 전기식 정수장치 (P2006-116519A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 Pool이나 온천, 쿨링 타워 저수조, 또는 물처리 시설전용의 타이머 장치부, 및 전압 변환장치부 고정형 전기식 정수 장치는 전기와 이온 정수의 2개를 합체 시킨 정수 장치로 박테리아 등의 미생물을 사멸하고, 기타 생물학적 오염을 방지할 수 있음.

▪票田공업주식회사는 2003년에 “수처리 기기의 운전관리 방법(P2003-269889A)”라는 특허를 등록하였는데, 이는 슬라임 장해 등을 방지하기 위한 수처리 설비 및 시스템 거동의 성능평가를 할 수 있는 원격감시제어 장치 및 방법으로써 냉각수의 수질 제어 및 관리를 위해 냉각수내의 무기물의 농도를 자동 원격측정하며, 그 결과를 원거리 송신하여 제어에 활용하는 장치 및 기술임.

▪상기 票田공업주식회사는 또한 2006년에 “순수제조장치(P2006-255652A)”라는 특허를 등록하였는데, 이는 판개방도 조절을 할 필요 없이 초순수를 제조할 수 있는 장치로써, 활성탄 공정과 역삼투막장치를 거쳐 원수를 탈염시키고, 전기탈이온 장치를 거쳐 이온을 제거함.

▪票田공업주식회사는 2007년에 “수처리장치 (P2007-98198A)”라는 특허를 등록하였는데, 이는 용기내에 이온교환 수지가 충진된 수처리 공정에 대해 유입수의 편류나 벽류의 발생을 방지하고, 반응조내의 이온교환 수지의 이온 교환 용량을 극대화하며, 이온 교환 용량을 최소화하는 장치임.

▪일본 신일본제철주식회사는 2004년에 “하수오니케익의 처리방법(P2004-189875A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 하수슬러지에 석탄을 첨가, 건조해 코크스 제조 원료로 유효하게 재이용하며, 악취를 효과적으로 감소시킴과 동시에 비용을 저감시키는 하수슬러지의 처리방법임.

▪일본의 HITACHI Ltd.는 2004년에 기존 하수처리장에서 최종침전지를 최초침전지로 활용하고 MBR을 적용하는 개선기술을 특허로 등록하였으며(P2004-321862A),

▪2007년에는 평막을 이용한 하수처리공법을 출원하였음(P2007-296461A).

▪Yamamoto는 2007년에 금속 및 플라스틱을 소재로 트럭 등으로 운반이 가능한 이동형 MBR하수처리 시스템에 대한 특허를 공개함(P2007-175618A).

▪일본 Toray industry Inc.는 2007년 하수처리에 적용되는 MBR공정에서 플럭스를 증가시키기 위한 Composite semi-permeable 막 소재기술을 공개하였으며(P2007-14833A),

▪또한, 상기 회사는 MBR공정에서 용존산소의 영향을 최소화하여 효율을 증가시킬 수 있는 기술을 공개하였음(P2006-7137).

▪일본 KOBELCO Eco-solutions Ltd.는 2006년에 MBR공정과 효율적인 backwashing 운영방법에 대한 기술을 공개하였음(P2006-55718A).

▪일본 Ebara, Kurita Water Industry Ltd., HITACH Ltd. 및 Nishihara Environmental Technology Inc사는 2004년 공동으로 침전, 여과 등 후처리가 불필요한 MBR하수고도처리 공정을 개발하여 하수처리 재이용의 활용성을 제고시키는 공정기술을 특허로 등록하였으며(P2004-202387A),

▪이의 후속으로 2005년에는 탈수기를 결합하여 슬러지 처리까지 포함한 공정기술을 공개하였음(P2005-349337A).

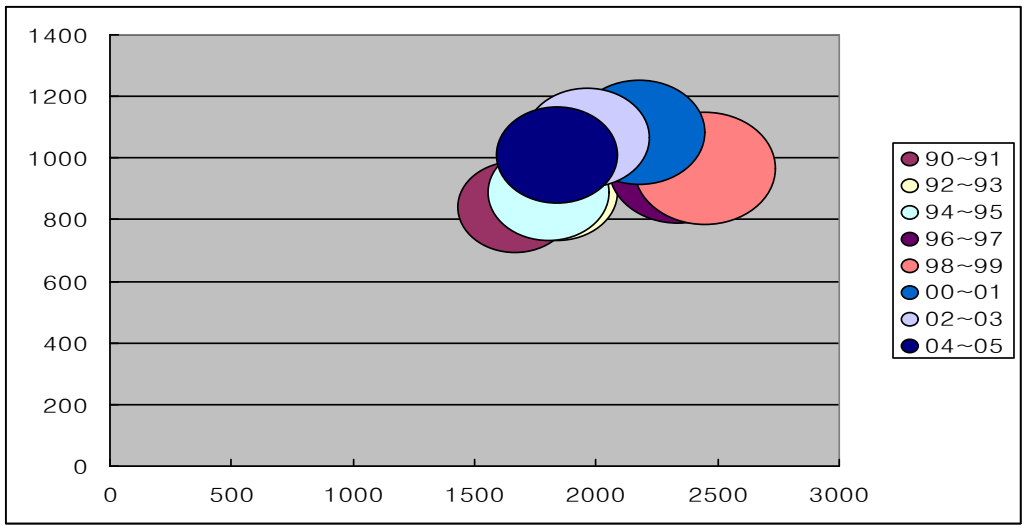
▪Kubota Corp.는 2005년 간헐포기와 멤브레인을 결합한 MBR공정기술을 공개하였으며(P2005-211728A),

▪또한, MBR 공정의 운영에 있어서 응집제를 투입하는 공정기술(P2004-313923A 및 P2005-74345A)과,

▪막세정 시 air scrubbing시 공급되는 공기량을 제어하는 운영기술에 대해서 기술을 공개하였음(P2005-74346A).

▌일본의 관련 기술의 발전 정도

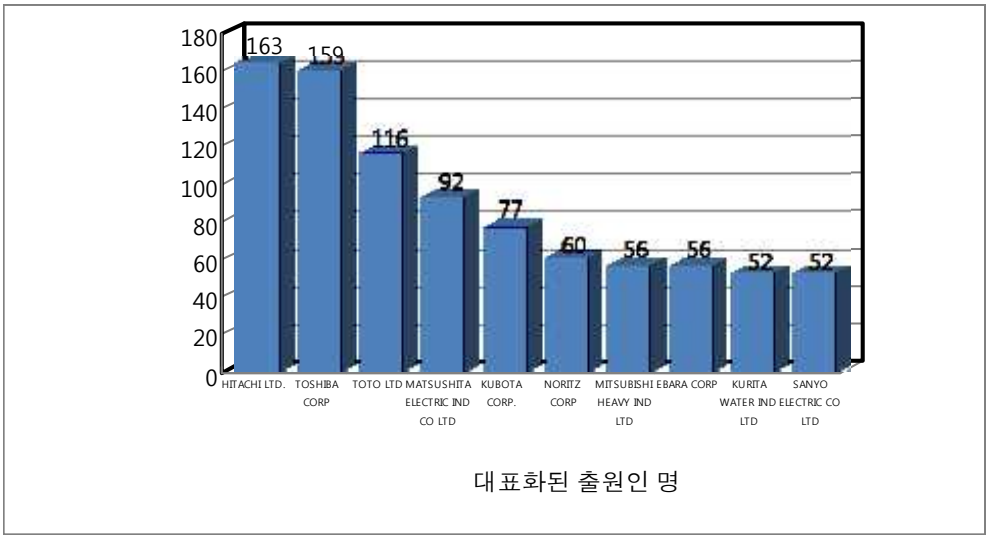
▪일본의 용수공급 기술은 포트폴리오에서 나타나듯이 성숙기에 머무르면서 매년 일정량의 특허가 출원되고 있으며, 이는 일본의 경우 국가차원에서 물산업에 집약적인 투자 및 국가차원의 R&D사업의 발굴에 기인한 것으로 판단됨



▎그림 2.58 미래도시 광역 용수공급시스템의 설계 및 건설 기술분야의 포트폴리오 ▎

(나) 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술

▌일본 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▎그림 2.59 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ▎

▪東拓공업주식회사는 2006년에 "도수관로와 매설방법(P2006-336699A)"라는 특허를 등록하였는데, 이는 간편하고 효율적으로 배관작업 및 매설 작업을 할 수 있는 방법으로 경질 합성 수지 소재의 요철 파형 외벽과 연질의 합성수지 소재 외벽 내주면에 원통상태로 융착되어 있는 내벽을 갖추고 있으며, 큰 곡률반경의

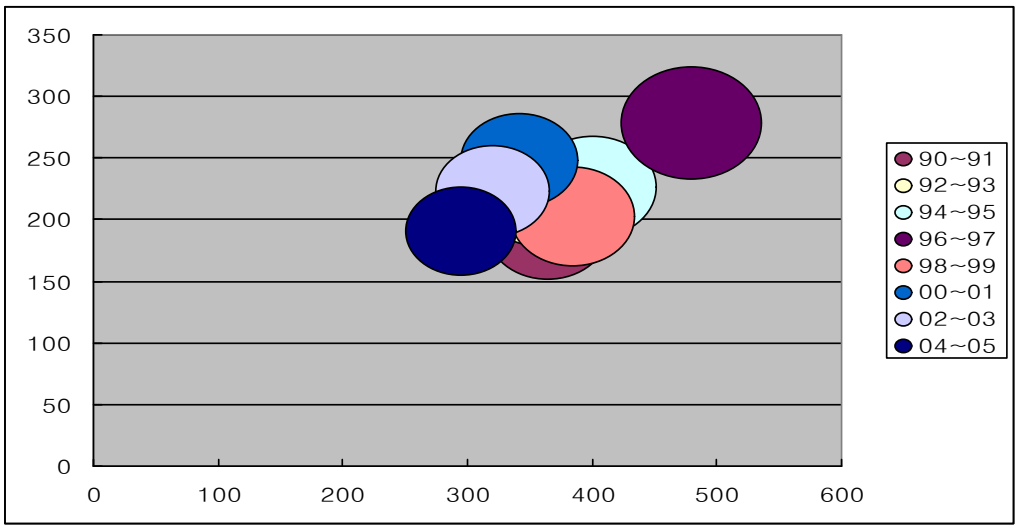
만곡 설치시 불균형한 신축이 없어 강도를 유지할 뿐만 아니라 관로 내 청소 및 상시 감시가 가능한 기기를 부가하였음.

▪일본의 Yamaguchi University는 2006년에 하수관거시스템의 맨홀에서 모니터링 된 자료를 이용하여 손상정도 및 기능상태 등을 진단하여 갱생계획을 수립하는 데 활용하는 하수관거관리시스템에 대한 기술을 개발하였음(P2006-183274A).

▌일본의 관련 기술의 발전 정도

▪일본의 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술은 포트폴리오에서 나타나듯이 성숙기에 머무르면서 매년 일정량의 특허가 출원되고 있음

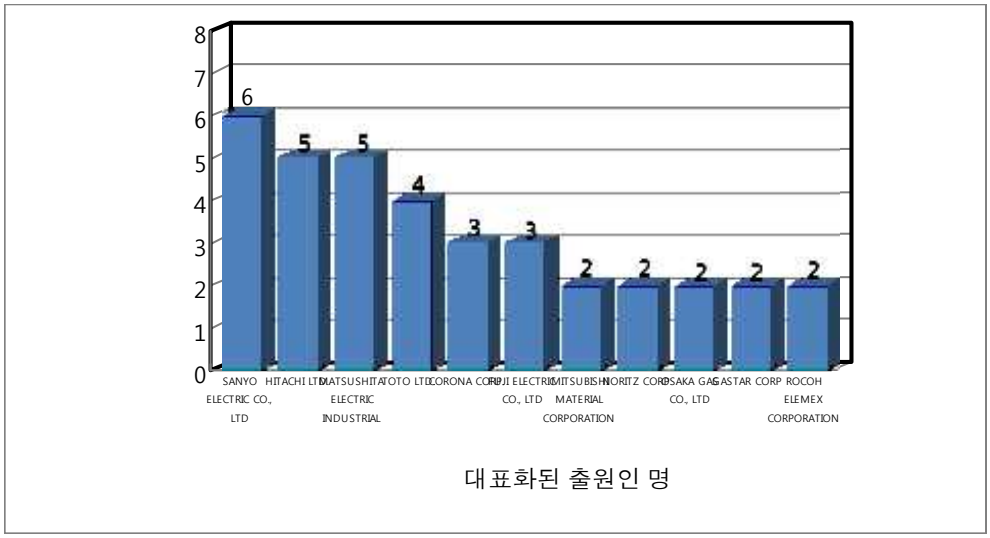
▪수도역사가 오래된 선진국의 경우 1990년대에 들면서 이를 사업화하는 기술들이 꾸준히 지속적으로 출원되고 있음



▎그림 2.60 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 포트폴리오 ▎

(다) 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술

▌일본 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▎그림 2.61 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 ▎

▪후지 크리닝 공업주식회사는 2007년에 “수처리 시스템 (P2007-270536A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 재해시에 피난 장소에 설치된 수처리 시설로 오폐수를 간단히 처리하여 화장실 용수로 이용하는 기술로써, 지진 및 재해(홍수 및 갈수피해)가 많은 지역에 비상용수 개념으로 적용 가능함.

▪일본 錬水주식회사는 2005년에 “수처리감시제어 시스템, 수처리 감시방법(P2005-188824A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 수처리 감시에 있어서 컴퓨터 서버를 이용하여 감시 및 제어하는 시스템임.

▪독립행정법인 농업・식품산업기술연구소는 2007년에 “수질 모니터링 장치(P2007- 263723A)”라는 특허를 등록하였는데, 이는 유기성 오수를 대상으로 한 오수처리 시설에 대해 처리성능을 정확하게 평가함으로써 시스템의 최적화를 도모하는 수질 모니터링 장치임

▪삼미전기주식회사에서는 2007년에 “하수처리장의 통합운용관리방법(P2007-2474A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 통합운영을 통해 발생 하수량의 변화가 발생하는 경우에도 처리수의 수질기준을 만족시킨 수 있는 운영 방법으로 Web server 설치함으로써 하수처리장의 처리수의 수질정보를 광역 회신망에 송신하여 저장/분석하여 동일 방류 하천에 방류하는 여러 배출수의 수질 실측치의 평균이 수질기준 범위 내에 들도록 제어하는 시스템임.

▪뉴메틱카주식회사는 2006년에 “정수자동급수기의 워크 시스템(P2006-307635A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 재해 및 비상시에 공공 위생 및 복리를 위해서 한시적으로 용수를 공급하는 시스템 및 장치로써 임의의 지역에서 재해 및

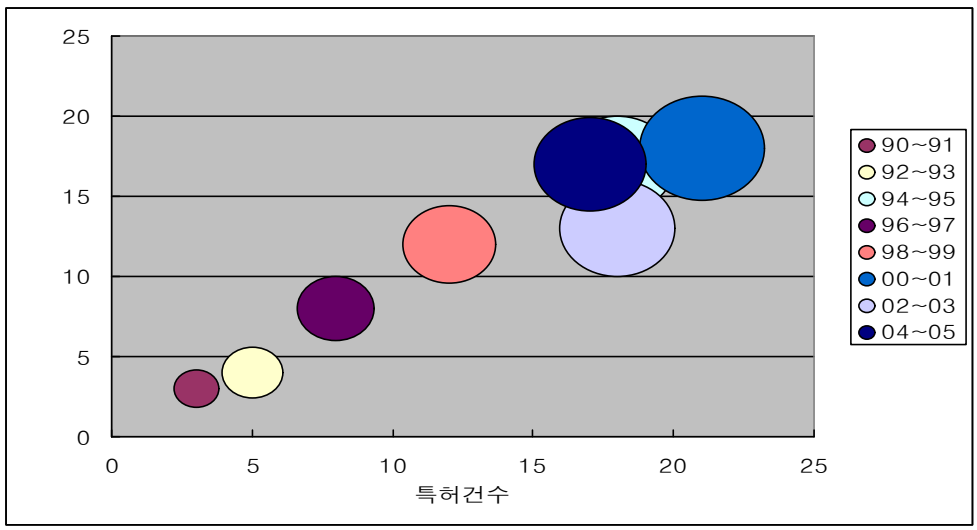
비상시 빗물, 하천수, 호소수, 해수 등의 원수의 저수조에 원수를 끌어들여 평상시의 수도공급 라인을 변환시켜 일시적으로 완전시설의 복구가 이루어지기 전까지 정수를 공급할 수 있는 시스템임.

▪大江通博은 2003년에 "정수방법 및 정수장치(P2003-236313A)"라는 특허를 등록하였는데, 이는 막여과를 이용하여 급수 설비가 정비되어 있지 않은 장소에서 레저용 용수 또는 지진이나 태풍 등의 재해에 의해 먹는 물의 공급이 중단된 경우, 한시적으로 용수를 공급하는 장치 및 방법임.

▌일본의 관련기술의 발전 정도

▪상기 그래프에서 볼수 있듯이, 원의 크기가 증가하고 양의 기울기 변화 양상을 보이므로 발전기라 판단할 수 있음

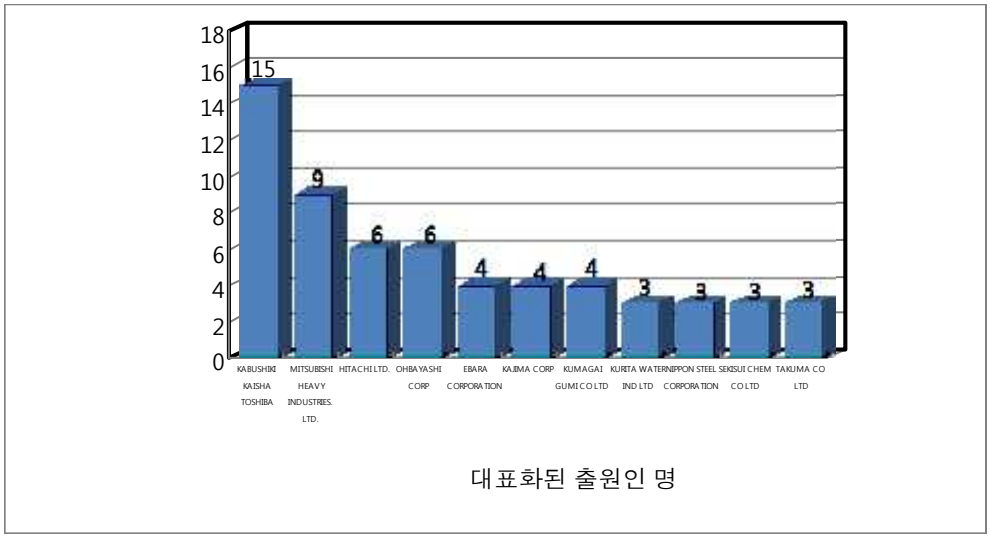
▪원래 지진이 많은 일본의 경우 지속적으로 비상시 및 재해시 피해자들에게 일시적으로 생활에 필요한 용수(음용수 포함)를 공급할 수 있는 시스템 특허가 지속적으로 출원되고 있음



▌그림 2.62 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 분야의 포트폴리오 ▐

(라) 친환경 용수생산 플랜트 기술

▌일본 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.63 친환경 용수 생산 플랜트 기술 ▐

▪票田공업주식회사는 2005년에 “연료전지장치(P2005-310483A)”라는 특허를 등록하였는데, 이는 연료 전지의 배기가스 응축수를 작고 간편한 수처리 장치에 의해 효율적으로 처리해 양호한 수질의 처리수를 얻고, 이것을 연료 전지의 용수로서 재이용하는 장치임.

▪닛산 자동차 공업주식회사는 2007년에 “연료전지 시스템(P2007-42477)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 연료 전지 stack 상태를 효율적으로 유지 안정적으로 활용하는 시스템 및 장치로써 연료전지의 열조건을 상시 감시하면서 열화를 효율적으로 억제하여 안정적인 전력의 공급을 도모할 수 있음.

▪송하전기산업주식회사는 2005년에 “수소생성장치, 수소생성장치의 운전방법 및 연료전지 시스템(P2005-8479A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 연료 전지에 수소 가스를 공급하는 수소 생성 장치 및 수소의 순도를 높이는 장치로써 수소 가스 중의 일산화탄소를 촉매를 통한 산화로 저감시키는 장치 및 방법론임.

▪일본 中外공업주식회사는 2004년에 “유기성폐기물의 가스로부터 메탄의 분리회수방법(P2004-16841A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 하수슬러지 등의 각종 유기성 폐기물의 소화에서 발생하는, 메탄, 이산화탄소, 그리고 황화수소를 함유한 가스로부터의 이산화탄소와 황화수소와(을)를 수산화칼슘 분말에 고정시켜 메탄을 고효율로 분리 회수하는 방법임.

▪일본 碍子주식회사는 2004년에 “바이오매스로부터의 가스화 시스템(P2004-51745A)”이라는 특허를 등록하였는데 이는 유기 고형물인 바이오매스(biomass)의 소각 과정으로부터 에너지를 가연가스의 형태로 회수할 수 있는 가

스화방법 및 가스화 장치임.

▪또한 상기 碍子주식회사는 2004년에 “폐기물처리로부터 발생되는 암모니아의 에너지 회수방법(P2004-19545A)”이라는 특허를 등록하였는데, 이는 하수슬러지, 분뇨, 가축분뇨 등의 유기성폐기물을 처리하는 공정으로 폐수 중에 발생하는 암모늄이온을 암모니아 스트립핑법으로 회수하여 회수된 암모니아 가스를 촉매에 의해 분해해 수소를 전환시켜, 이 수소를 연료 전지, 가스 엔진발전기, 가스타빈 발전기 등의 발전 장치에 공급해 전력 에너지를 얻는 방법임.

▪2007년 碍子주식회사는 다시 “하수오니의 활용방법(P2007-160133A)"이라는 특허를 냈는데, 이는 하수슬러지를 수열장치로 저산소분위기중의 수열가스화 조작에 의해 가스화해, 발생한 수열가스에 연료가스를 혼합해 에너지 밀도가 4000kcal/Nm3이상의 혼합가스로 가스엔진에 공급함으로써 하수처리장에서 사용되고 있는 전력을 발전과 함께 엔진의 고온 배열을 수열가스화 조작의 열원으로 사용하는 방안임.

▪유한회사 庭宏은 2004년에 “수소회수형오수오니처리장치(P2004-243221A)”라는 특허를 냈는데, 이는 염분 농도의 높은 고농도 오수 진흙의 처리와 수소 가스에 의한 에너지 회수방법 및 장치임.

▪동경 瓦斯주식회사는 2004년에 “유기물의 초임계수처리에 대한 전처리 방법 및 장치(P2004-298818A)"라는 특허를 등록하였는데, 이는 무기 염류를 함유하는 하수슬러지나 바이오매스 등의 유기물을 초임계수에 의해 처리해 수소나 메탄 등을 주요 성분으로 하는 연료가스를 제조하는 공정에 대해, 무기 염류 석출의 발생에 의한 전열의 저하, 유체유로의 폐색, 촉매활성의 상실 등의 부진을 방지하는 처리방법임.

▪한국에너지기술연구원은 2004년에 “슬러지 석탄 유공동응집법에 의한 하수슬러지 처리방법(P2004-344876A)”이라는 특허를 냈는데, 이는 탈수를 위한 슬러지를 슬러지-석탄-기름의 응집물을 선별, 분리하여 슬러지의 탈수처리가 보다 신속하고 용이하게 하고 슬러지를 고급 연료로써 활용할 수 있는 방법임.

▪독립행정법인 산업기술종합연구소는 2005년에 “광촉매를 이용한 수소제조방법(P2005-67973)”이라는 특허를 냈는데, 이는 유기질 슬러지를 이용해 광촉매의 존재 하에, 특히 전자 공여 성분을 사용하는 일 없이 효율적으로 수소를 제조할 수 있는 장치 및 방법임.

▪일본 Ebara에서는 2005년에 “Method and apparatus for anaerobically treating organic waste(P2005-125149A)"라는 특허를 냈는데, 이는 하수슬러지와 같은 유

기성 폐기물을 수소발효 또는 메탄발효 처리하는 것임.

▪또한 Ebara는 2007년에 하수 슬러지를 혐기성 소화 후 MAP(Magnesium Ammonium Phosphate)공정을 이용하여 인을 효과적으로 회수하는 방법 공정기술을 보유하고 있음(US264715B1).

▪미츠비시중공업주식회사에서는 2005년에 “고함수률유기성의 가스화 시스템 및 잠열 회수보일러(P2005-139443A)”라는 특허를 냈는데, 이는 하수 슬러지 등의 고함수률 유기물을 연료로 하면서 발전효율을 비약적으로 높인 가스화 시스템과 잠열회수 및 건조열원으로의 재활용방안임.

▪또한, 미츠비시중공업주식회사는 2007년에 하수고도처리 MBR공정과 슬러지 처리 기술인 열분해로부터 에너지를 회수하는 조합기술로 특허를 획득함(P2007-160147A).

▪月島기기주식회사는 2006년에 “하수오니의 가스화발전설비 및 하수오니의 가스화 발전방법(P2006112299A)”이라는 특허를 냈는데, 이는 하수 슬러지의 보류 에너지를 가스화 및 발전설비에 의해 고효율 전력으로 회수하는 기술임.

▪주식회사 還元용융기술연구소에서는 2006년에 “하수오니를 바이오매스원으로 이용하는 수소에너지회수 시스템 및 수소에너지 회수방법(P2006-116514A)"이라는 특허를 냈는데 이는 일반가정으로부터 배출되는 하수슬러지나 공장으로부터 배출되는 슬러지나 하천의 슬러지 및 해양의 준설 슬러지 등의 유기물을 가스화시켜 수소나 일산화탄소가스의 형태로 에너지를 회수하는 시스템 및 방법임.

▪石川島중공업주식회사는 2006년에 “가스화장치 및 방법, 수소제조방치 및 방법, 메탄올제조 장치 및 방법, 화학제품제조 및 방법(P2006-124463A)"이라는 특허를 냈는데, 이는 석탄 고형연료와 하수 슬러지를 혼합하여 가스화하여 에너지를 회수하는 방법임.

▪新日鉄엔지니어링주시회사는 2007년에 “폐기물처리방법(P2007-167782A)”이라는 특허를 냈는데, 이는 하수 슬러지 등의 유기성 폐기물의 소화처리에 의해 생성되는 생성물, 특히 소화처리한 후의 찌꺼기를 가스화 용해하여 가스를 생성 및 연소시켜 에너지로써 이용할 수 있게 폐기물을 처리하는 방안임.

▪일본 NGK Insulators Ltd.는 2006년 “Method for Treating Organic Waste (P2006-110509A)”와 ”Concentrating Methods and Storing Device of Methane from Sewage Sludge(P2006-112488A)”란 특허를 냈는데, 이들은 하수 슬러지와 같은 유기물을 처리하는데 있어서 메탄 발효를 거쳐 메탄과 같은 바이오가스를 생산 및 농축하는 회수방법임.

▪일본 KOBE Steel Ltd.는 2006년 "메탄농축기술(P2006-159193A)"이라는 특허를 냈는데, 이는 하수 슬러지의 혐기성 발효과정에서 생산된 메탄가스로부터 Zeolite 멤브레인을 이용하여 불순물을 제거하여 고순도 메탄을 농축하는 기술임.

▪일본 HITACHI Plant Technologies Ltd.는 2006년에 "메탄가스 회수기술(P2006-297213A)"이라는 특허를 등록하였는데, 이는 하수슬러지로부터 메탄과 같은 gas 에너지를 회수하는 2단 혐기성 소화조를 운영하는 기술임.

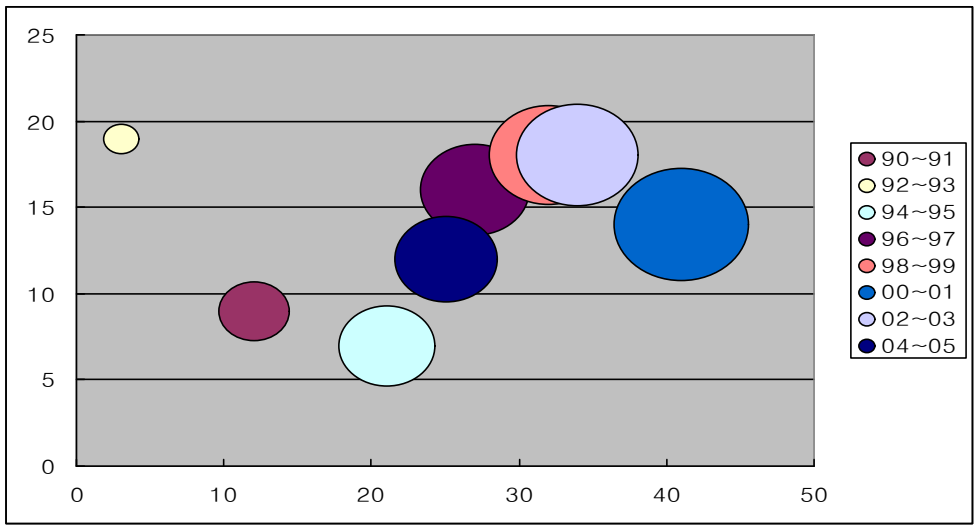
▪일본의 Tofuku Shoji KK는 2003년 하수슬러지로부터 발효 및 증류공정을 적용하여 알코올을 생산한 후 수소를 제조하는 기술에 대한 특허를 보유하고 있음(P2003-19498A)

▪일본 Sewage works agency와 Kurita water industry Ltd.는 2007년에 활성슬러지와 슬러지감량화(멤브레인+오존+결정화)를 결합한 슬러지 감량형 하수고도처리기술을 특허로 등록하였음(P2007-50387A).

▌일본의 관련 기술의 발전 정도

▪2005년부터 발효된 교토의정서의 영향으로 일본은 90년대 후반부터 바이오가스 분야의 기술발전을 통해 수처리 및 용수공급시스템을 운전하고자하는 노력이 있었음

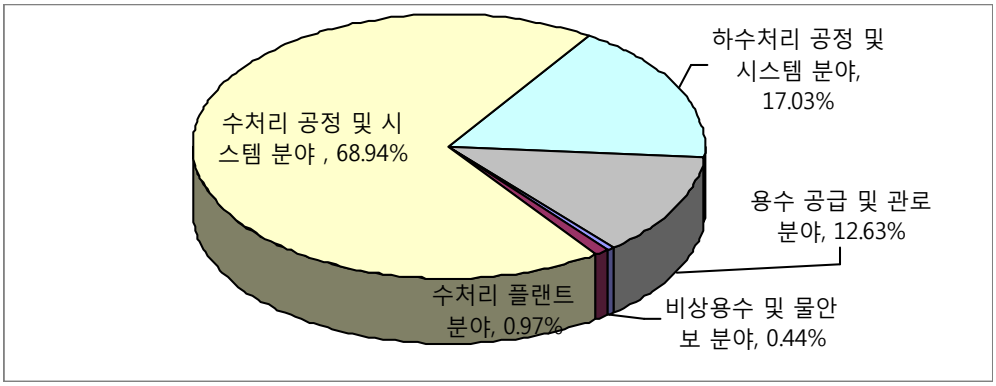
▪특히 하수처리 슬러지로부터의 바이오가스의 추출 및 저장 기술은 세계에서도 으뜸으로 손꼽히고 있음



▌그림 2.64 친환경 용수 생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ▐

(2) 각 기술분야별 점유율

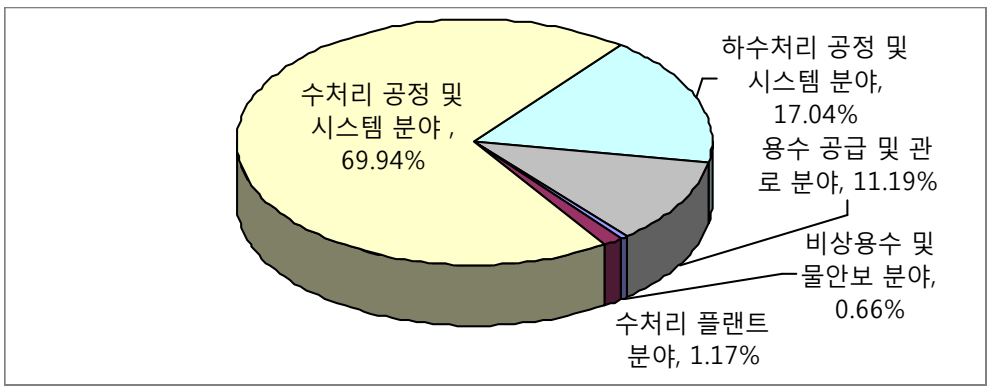
▌각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 1990년부터 2005년까지)



▌그림 2.65 일본의 각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 1990~2005) ▌

▌최근 6년간 각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 2000년부터 2005년까지)

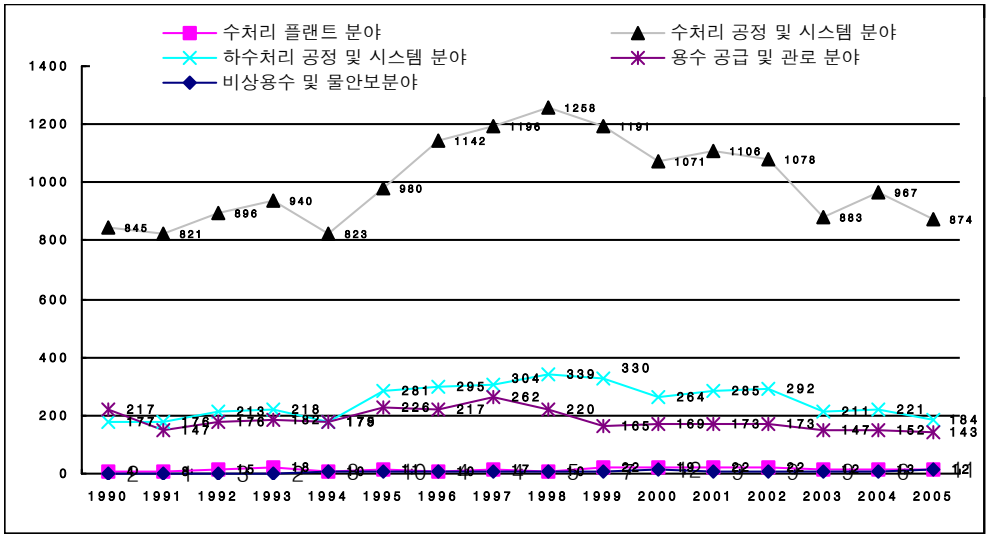
▪각 기술간의 점유율의 변화는 크지 않음



▌그림 2.66 일본의 각 기술 분야별 점유율 (출원일 기준 2000~2005) ▌

(3) 연도별 발전추세

▌전반적으로 1990년대 후반을 기점으로 보합적인 추세를 나타냄



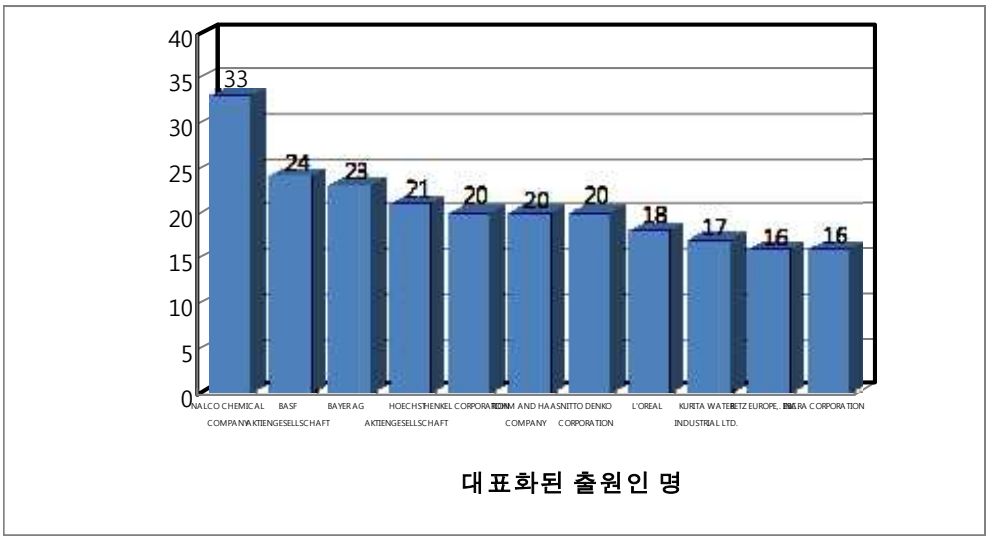
▌그림 2.67 연도별 발전추세 ▐

라. 유럽 및 기타 국가의 특허 동향

(1) 기술 분야별 특허 동향

(가) 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설 기술

▌ 유럽 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인

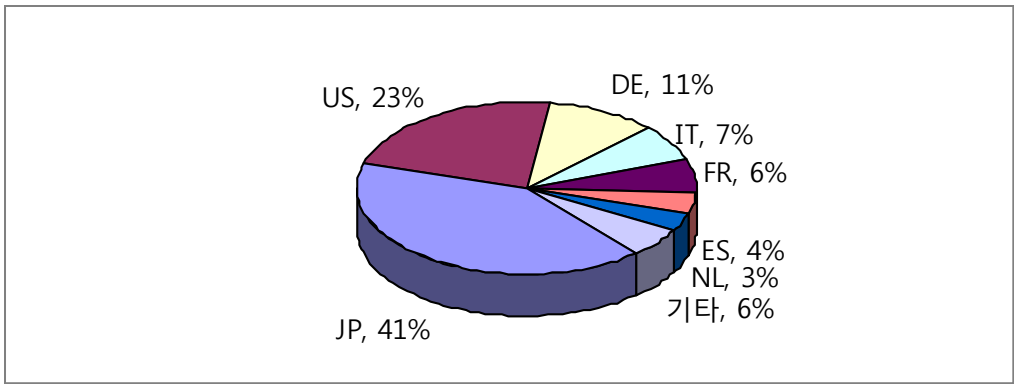


▌그림 2.68 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 ▐

▌출원인의 국적

▪출원인의 국적에 따른 특허건수가 분석대상의 특허수보다 많게 나으며, 이는 한 특허를 여러 나라의 기업 및 개인이 공유하고 있음을 의미함

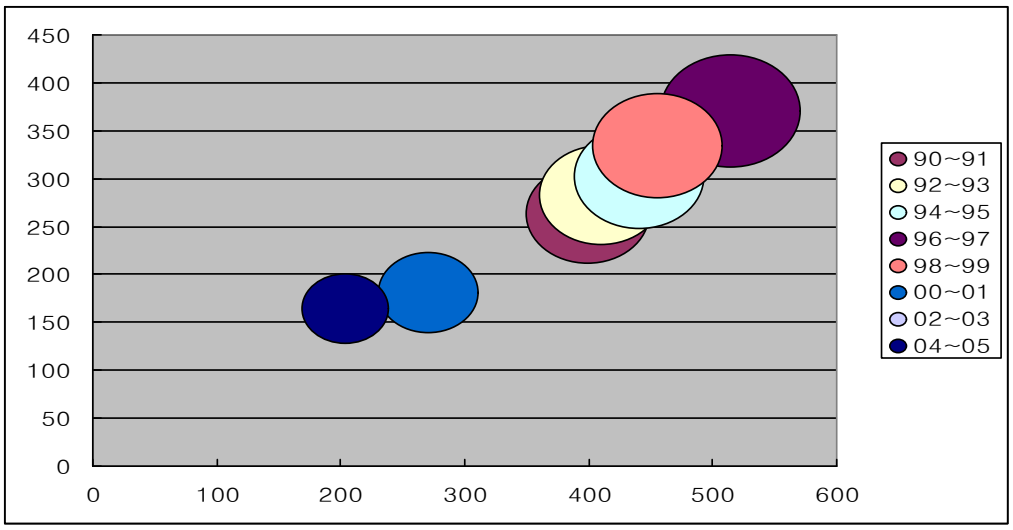
▪일본, 미국, 독일의 순서로 점유율을 나타냄



▌그림 2.69 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 출원인 국적(유럽) ▐

▌유럽의 관련 기술의 발전 정도

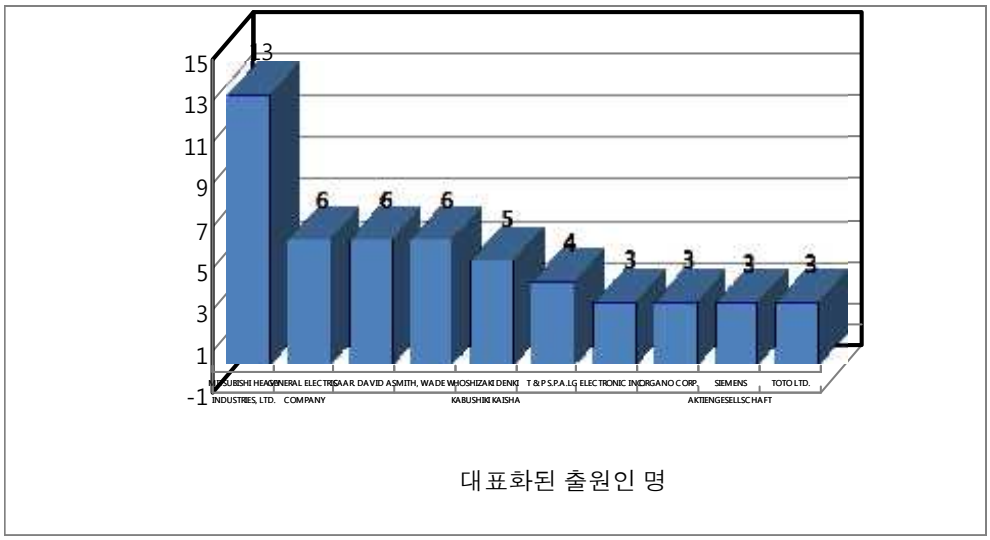
▪용수공급 및 수도의 역사가 오래된 유럽의 경우 원의 크기가 줄어들고 있으며 기술의 정점을 넘어선 쇠퇴기로 진행되고 있으며, 그래프에서 나타나듯이, 2000년 이후 특허 건수가 감소하는 현상을 볼 수 있음, 이는 물산업의 민영화로 인해 특허를 통한 기술의 공개보다는 비공개로 기술을 보유하는 형태가 증가하는 이유도 있음



▌그림 2.70 미래도시 광역 용수공급시스템 설계 및 건설기술 분야의 포트폴리오 ▐

(나) 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술

▌유럽 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



▌그림 2.71 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술 ▐

▪핀란드의 EVAC INTERNATL(P2007-270612A), Vantaa(US2007/270612A), Gunnar Lindroos(US2007/0175515A1)에 의해 진공하수관거 시스템에 관련된 특허가 공개되었음.

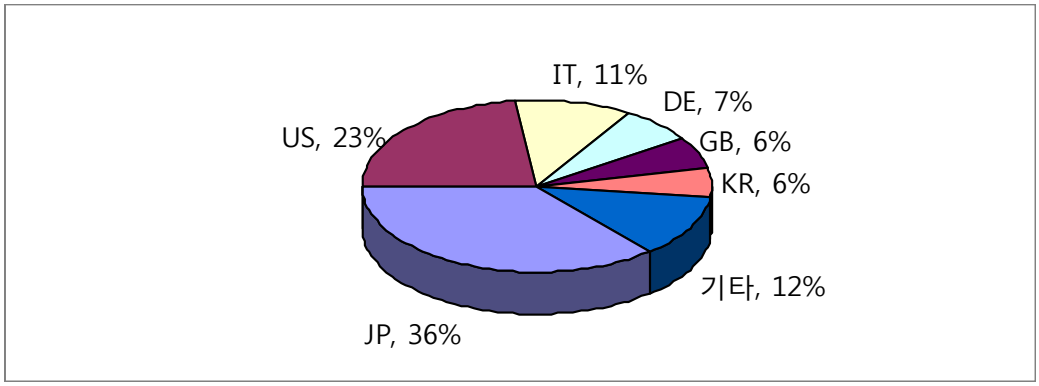
▪Ebara Corp.는 2007년에 combined sewer system에서 유입되는 스컴이나 찌꺼기를 제거할 수 있는 펌프장에 대한 특허가 공개됨(P2007-085065A)

▪캐나다의 CLEARFORD INDUSTRIES INC.에 의해 개발된 1차 처리시설을 배치한 “High Performance Sewer System (WO2007/036027A1)”가 공개됨.

▪호주의 Sydney Water Corporation은 2007년에 하수관 청소와 관련된 “Ayyachment Device for a Sewer Pipe Cleaning System(WO2007/030878A1)"에 대한 특허가 공개됨.

▌출원인의 국적

▪일본 특허 36%, 미국특허가 23%의 점유율을 나타내고 한국의 경우 6%의 특허 점유율을 보이고 있음

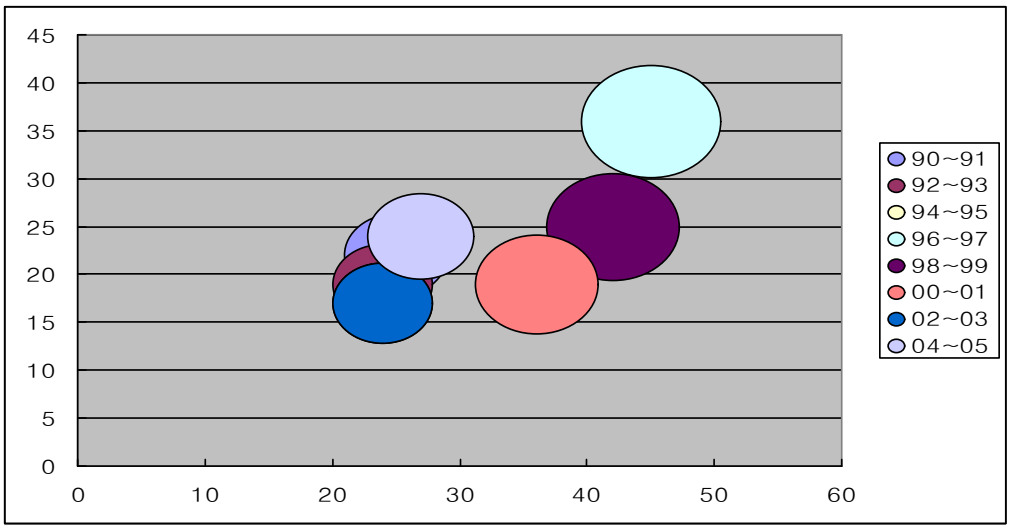


▎그림 2.72 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 출원인의 국적(유럽) ▎

▌유럽의 관련 기술의 발전 정도

▪민영화가 발단된 유럽의 경우 1990년대부터 꾸준히 많은 나라로부터 특허가 출원되어 왔음

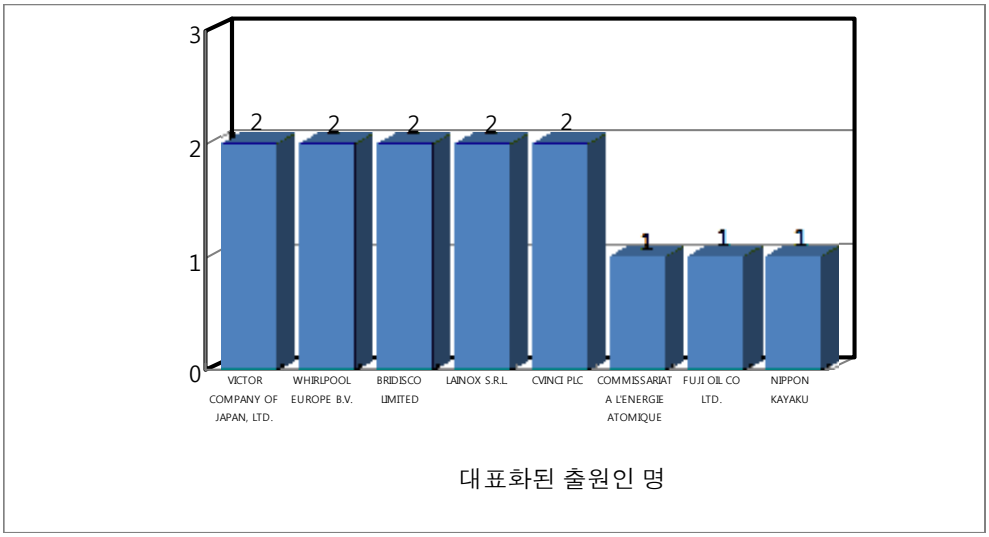
▪특히 수도의 역사가 오래된 이유로 2000년대에 들어서도 원의 크기가 감소하지 않고 기존 시설에 대한 갱생 기술이 특허로 출원되고 있음



▎그림 2.73 광역 용수공급시스템의 갱생 및 유지관리 기술분야의 포트폴리오 ▎

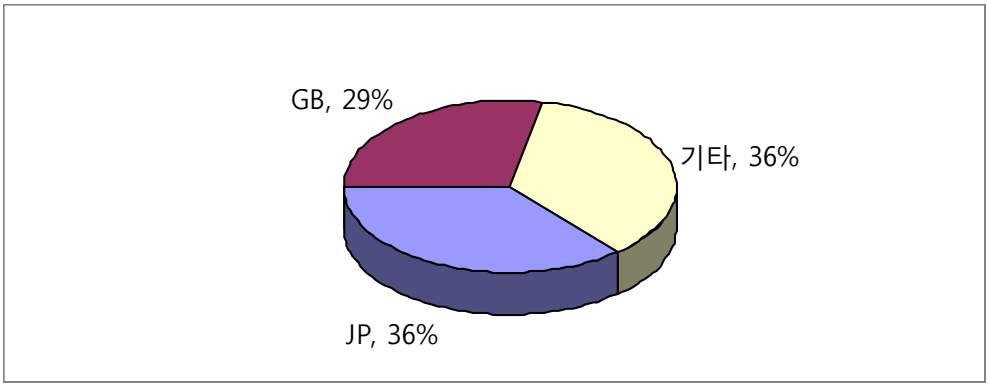
(다) 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술

▌유럽 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



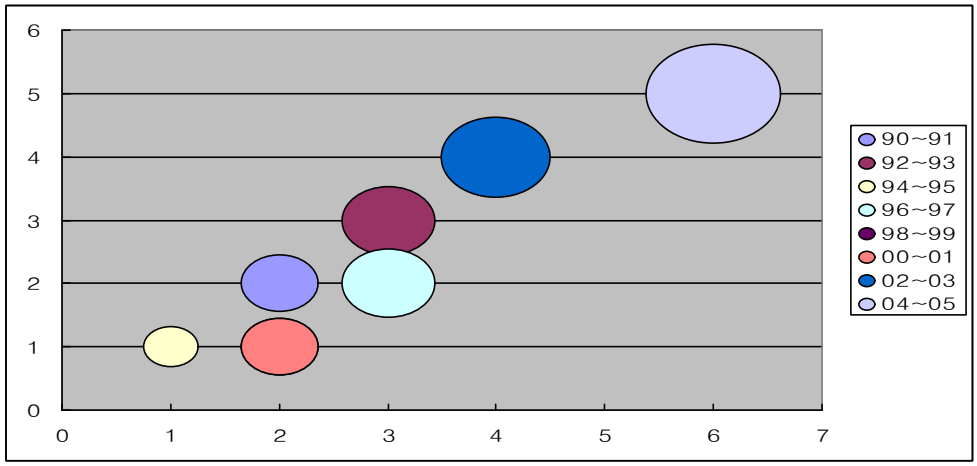
▌그림 2.74 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 ▌

▌출원인의 국적



▌그림 2.75 물안보 및 비상용수 관리시스템 구축기술(유럽) ▌

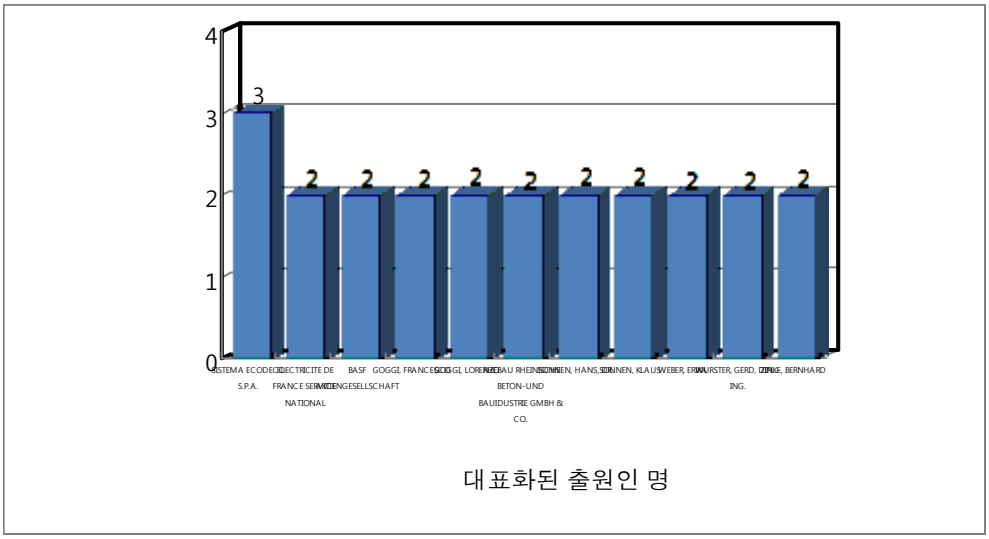
▌유럽의 관련 기술의 발전 정도



▌그림 2.76 물안보 및 비상용수 관리 시스템 구축기술 분야의 포트폴리오 ▌

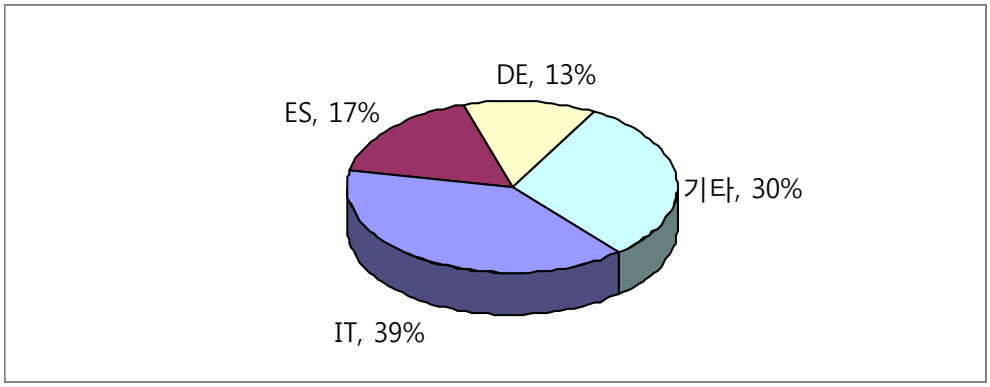
(라) 친환경 용수생산 플랜트 기술

▌유럽 특허에서 최근 5년간 (출원일 기준 2002년부터 2007년까지; 2008년 출원 포함)의 특허 출원에서 상위 10위 이내의 출원인



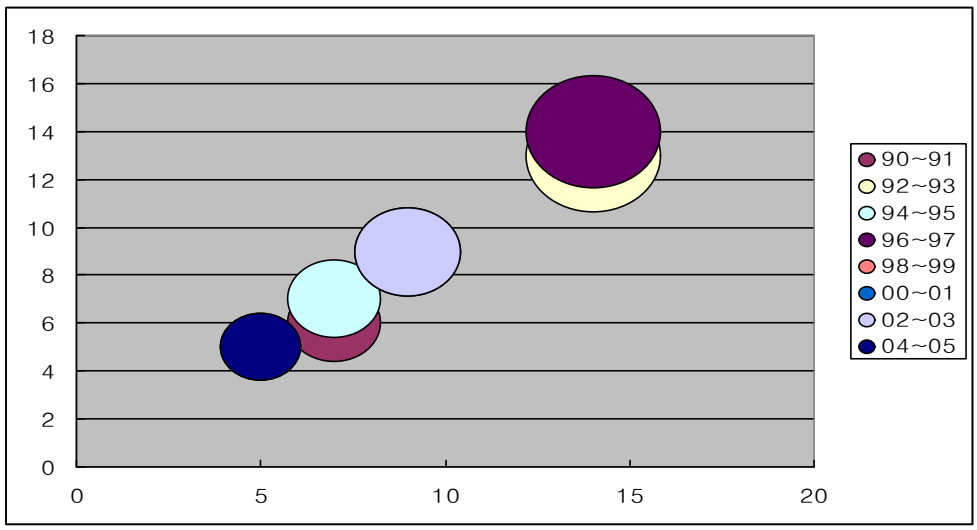
▌그림 2.77 친환경 용수생산 플랜트 기술 ▌

▌출원인의 국적



▎그림 2.78 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 출원인의 국적(유럽) ▎

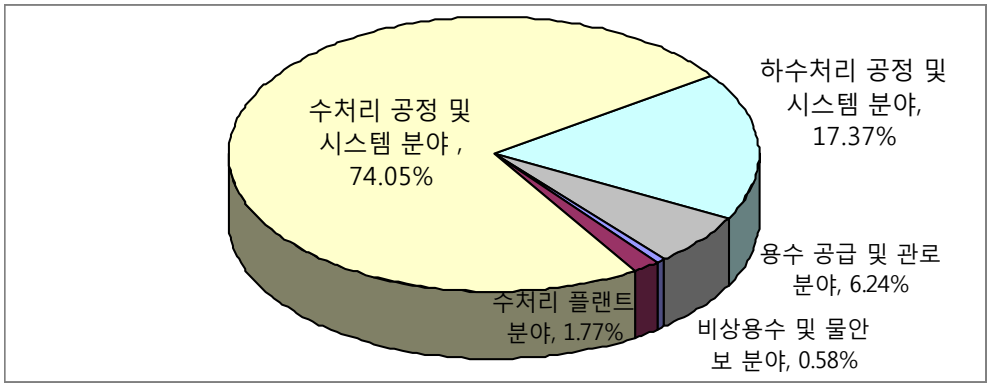
▌유럽의 관련 기술의 발전 정도



▎그림 2.79 친환경 용수생산 플랜트 기술분야의 포트폴리오 ▎

(2) 각 기술 분야의 점유율

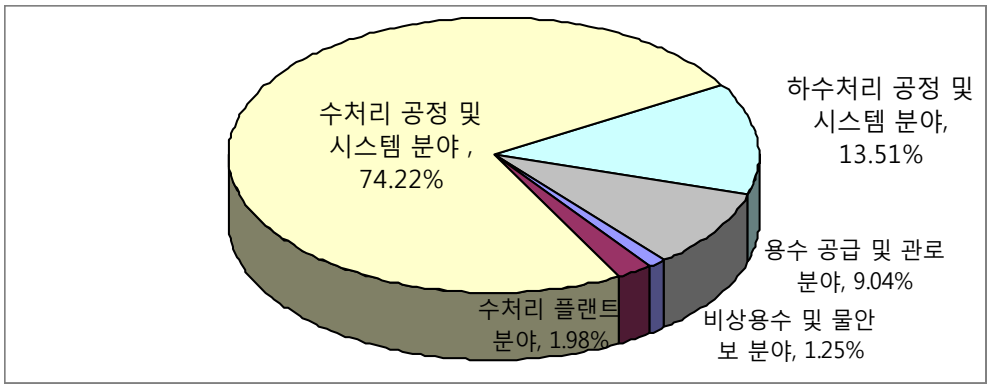
▌각 기술 분야별 점유율(출원일 기준 1990년부터 2005년까지)



▌그림 2.80 유럽의 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 1990~2005) ▌

▌최근 6년간 각 기술분야별 점유율(출원일 기준 2000년부터 2005년까지)

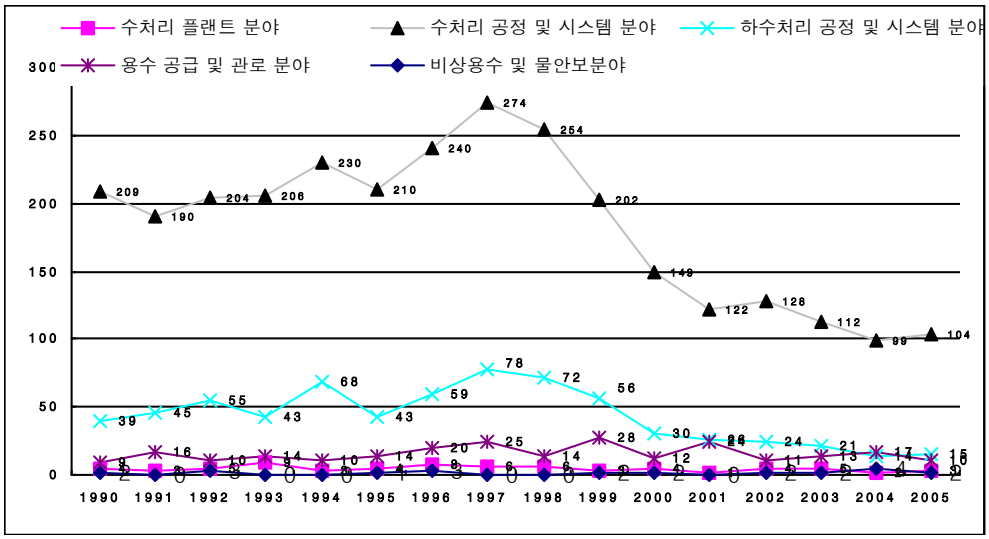
▪하수처리 공정 및 시스템 분야의 점유율이 소폭 하락하였고, 용수공급 및 관로분야 점유율이 조금 증가하는 추세이며, 각 기술간 점유율은 크게 변하지 않았음



▌그림 2.81 유럽의 각 기술 점유율(출원일 기준 2000~2005) ▌

(3) 연도별 발전 추세

▪전반적으로 1990년대 후반을 기점으로 증가추세를 나타냄



▌그림 2.82 연도별 발전 추세 ▐

4. 용수공급 및 수처리에 적용 가능한 신재생에너지 기술의 특허동향

▌신재생에너지에 대한 세계적인 관심이 커지면서 관련분야의 특허출원 또한 빠르게 증가

▪특허청에 따르면 2003년부터 2006년까지 신재생에너지 분야의 특허출원이 연평균 27% 증가율로 큰 폭 증가

▪이는 같은 기간 중 전체 특허·실용의 출원증가율 연평균 7.5%에 그친 것에 비하면 괄목할 만한 수준

▪분야별로 보면 풍력, 수소·연료전지, 태양에너지등 3대 분야가 전체의 63.4%를 차지하고 있으며, 주요 다 출원 기업을 보면 삼성SDI, 현대자동차 등 국내 대기업이 점유

▪특히 풍력분야의 경우 독일 ENERCON사가 전체의 68.4%를 독식

▌해외 특허등록현황에서도 신재생에너지 분야 증가

▪2000년 이후 미국 등록특허는 전체 16만 건 수준에서 정체인 반면, 신재생에너지 분야는 오히려 연평균 15% 이상 증가하고 있는 추세

▪미국 등록특허에서 차지하는 국가별 비중을 보면 미국, 일본, 독일 등 선진국들이 대부분을 점유하고 있으며, 특히 일본은 태양광 분야에서 전체 등록특허의 50% 가까이 차지하는 등 전반적으로 두각을 나타냄

▌우리나라는 3대 분야 모두 1% 내외에 불과한 실정

▪각 국 특허의 영향력을 비교하는 영향력 지수면에서 보면 선진국에 비해 많이 떨어지는 수준

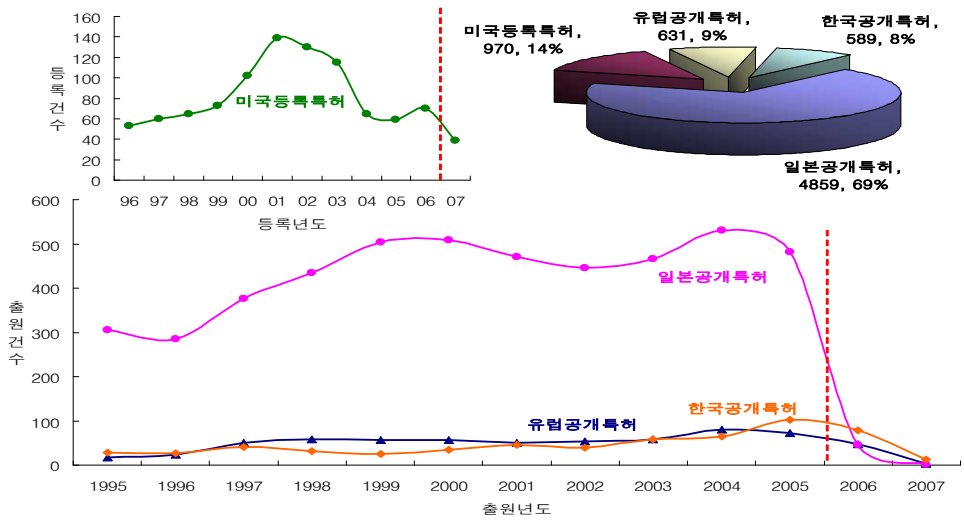
▪고유가가 지속되고, 환경문제가 대두되면서 향후 신재생에너지 분야에 대한 기술경쟁은 더욱 치열해질 것으로 보이며, 후발국 입장에서는 선진국의 기술장벽을 극복하기 위해서는 기술개발뿐 아니라 적절한 특허전략도 중요할 것

▪따라서 선진국이 아직 선점하지 않은 분야나, 틈새 기술분야를 찾아 전략적으로 특허를 확보할 필요가 있으며 이를 위해서는 세계의 특허동향과 신기술동향을 빠르게 파악하여, 기술개발 전략에 참조해야 할 필요성이 있음

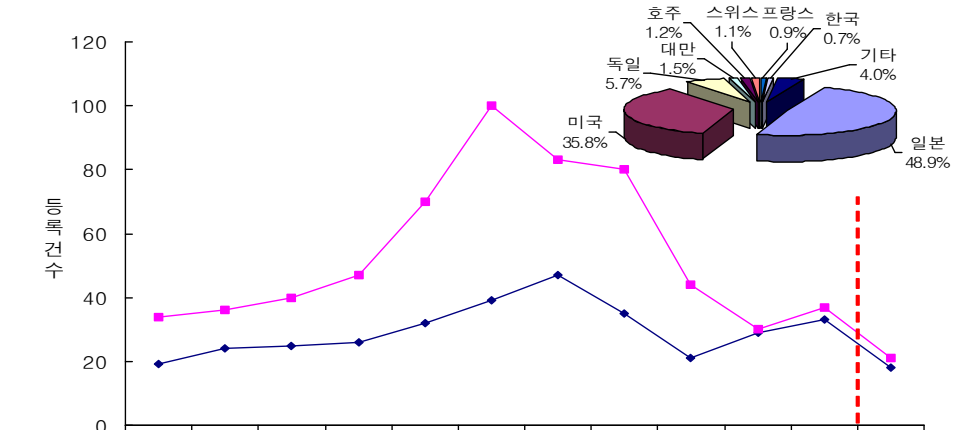
가. 태양광

(1) 특허현황

▌ 신재생 에너지 태양광 분야의 한국특허는 589건으로 전 세계 특허에서 차지하는 비중이 8% 수준 이며, 일본 특허가 69%로 압도적인 출원 건수를 기록하고 있고 미국 특허는 최근 등록건수가 감소하고 있으며, 미국에서 한국인의 등록특허는 전체대비 0.7%(8위)로 미미함



▌그림 2.83 태양광분야 국가별 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ▌

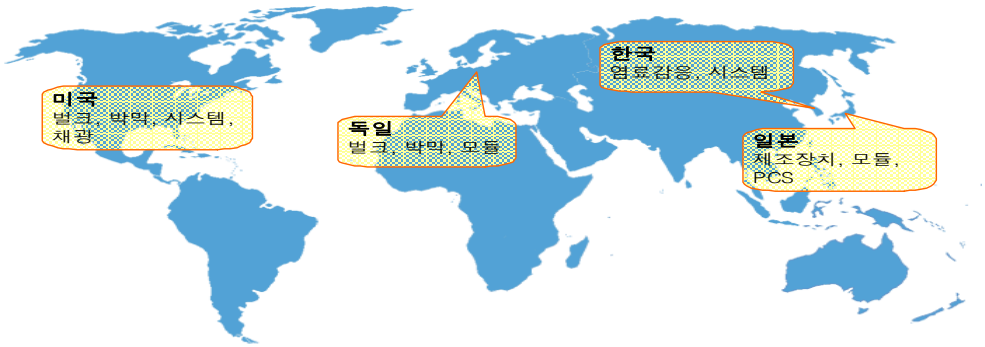


	`96	`97	`98	`99	`00	`01	`02	`03	`04	`05	`06	`07
자국인	19	24	25	26	32	39	47	35	21	29	33	18
외국인	34	36	40	47	70	100	83	80	44	30	37	21

▎그림 2.84 태양광분야 국적별 점유율 및 특허등록 추이(미국특허) ▎

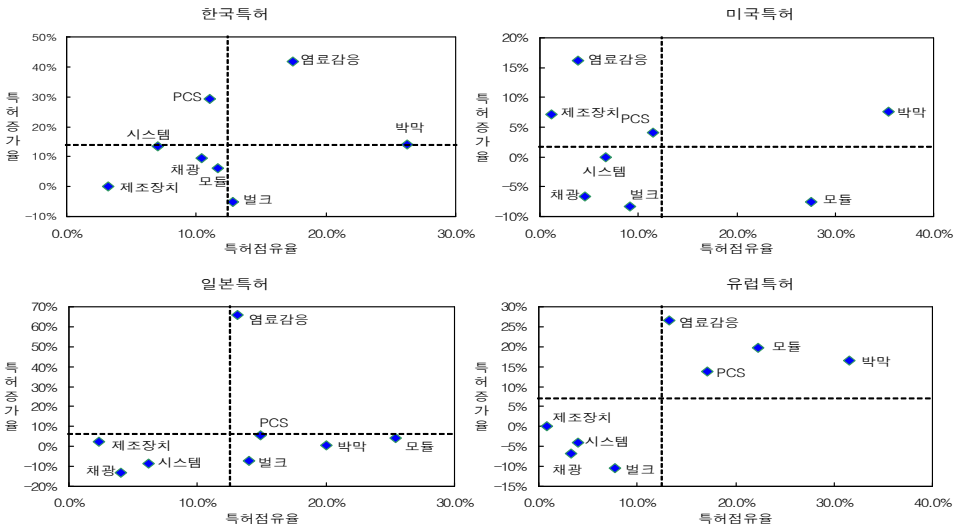
(2) 특허동향 비교

▌한국은 염료감응, 시스템 분야에 연구개발 역량을 집중하고 있으며, 최근 한국에서 염료감응 분야의 특허출원이 활발하게 진행 중임



※기술분야별 특허건수와 특허활동지수(Activity Index,AI)를 이용하여 도출

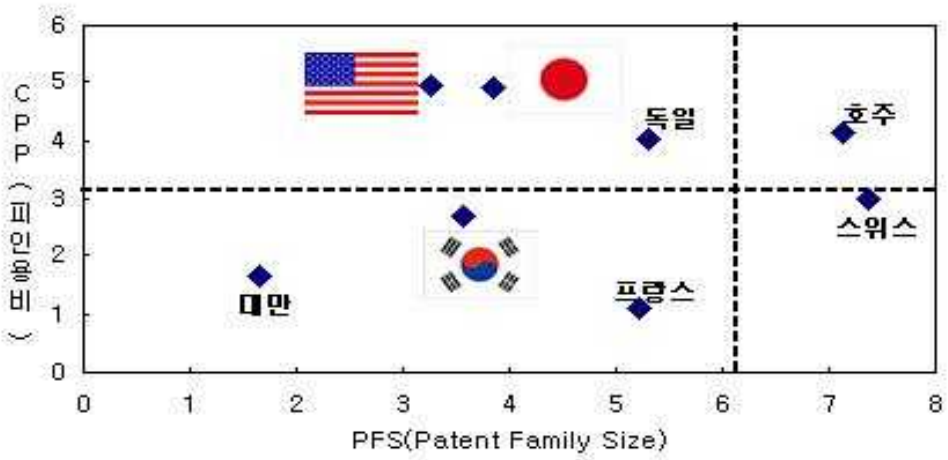
▎그림 2.85 태양광분야 국적별 중점특허 ▎



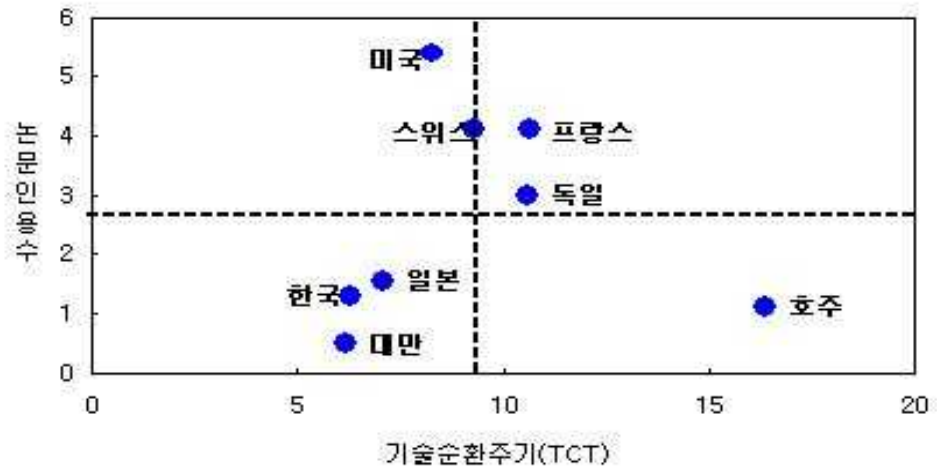
▌그림 2.86 태양광분야 포트폴리오▐

(3) 특허 경쟁력 비교

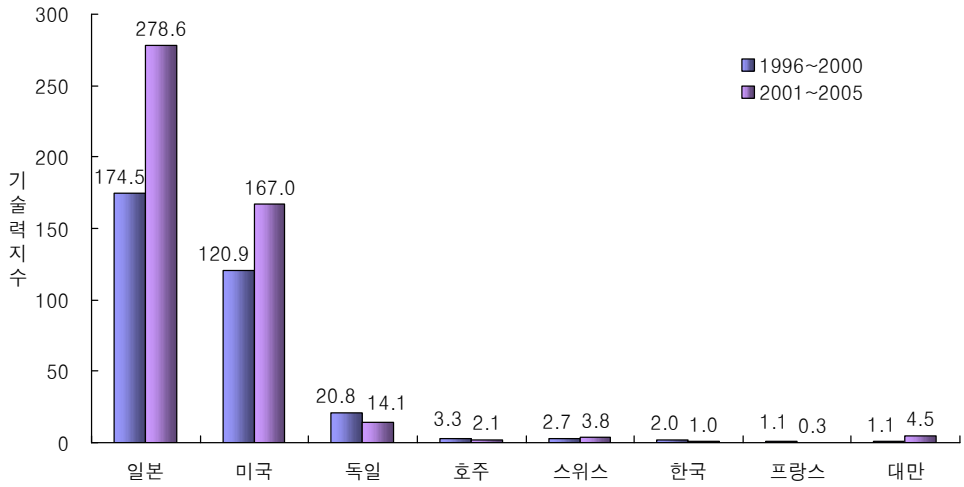
▌한국의 기술발전 속도는 빠르지만, 다른 경쟁력지표는 주요경쟁국보다 낮은 것으로 나타남



▌그림 2.87 태양광분야 피인용도 및 시장 확보력▐



▌그림 2.88 태양광분야 연구개발방향 및 기술 발전속도 ▐

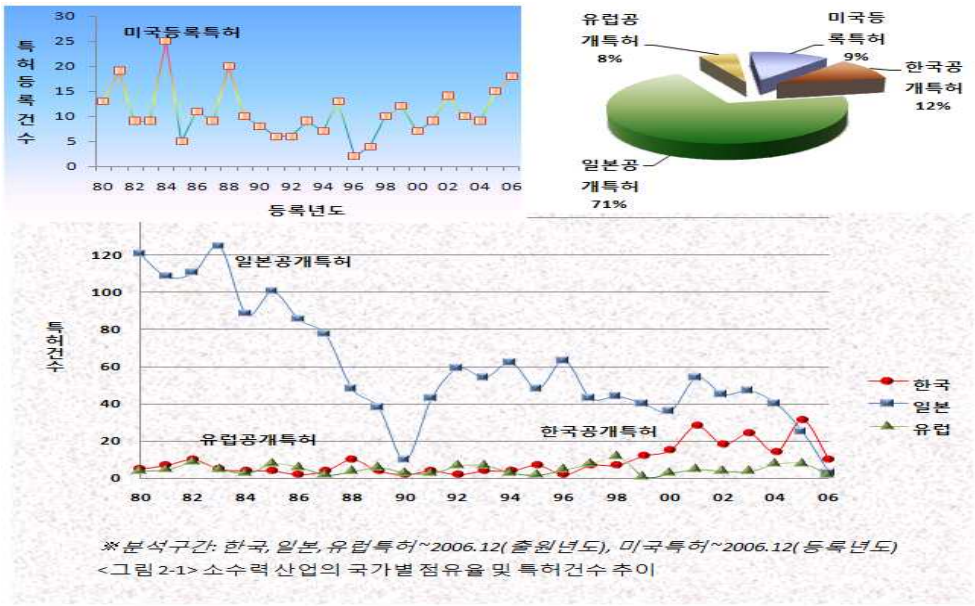


▌그림 2.89 주요국가의 태양광분야 기술력 지수 ▐

나. 소수력 발전

(1) 특허현황

▌소수력 분야의 한국특허는 246건으로 전 세계 특허에서 차지하는 비중이 12% 수준이며, 세계 최대 시장인 일본에서 일본인에 의한 출원이 전체대비 99%로 나타남



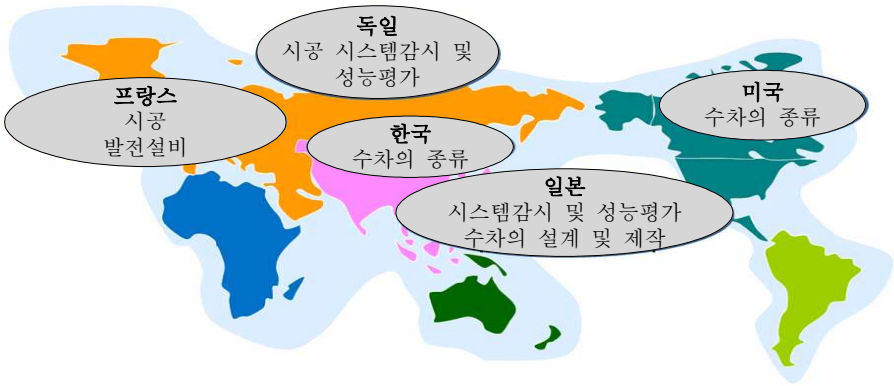
▌그림 2.90 소수력발전 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ▐



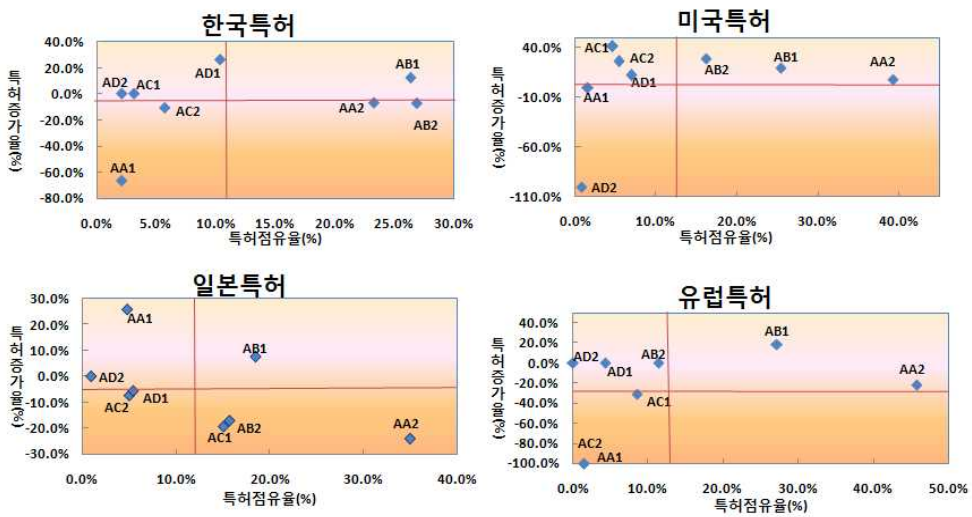
▌그림 2.91 소수력발전 국적별 점유율 및 특허출원 추이(일본특허) ▐

(2) 특허동향 비교

▌한국과 미국은 수차의 종류 분야에 상대적으로 집중하고 있는 것으로 나타나며, 한국에서 수차의 설계 및 제작방법 분야의 특허출원이 활발하게 진행 중임



▌그림 2.92 소수력발전 분야 주요국의 역점기술분야 ▐



※기술분야별 특허건수와 특허활동지수(Activity Index, AI)를 이용하여 도출

AA1 : 수차의 종류	AA2 : 수차의 설계 및 제작방법
AB1 : 발전설비	AB2 : 발전기
AC1 : 자동화	AC2 : 시스템감시 및 성능평가
AD1 : 시공	AD2 : 개, 보수 및 현대화

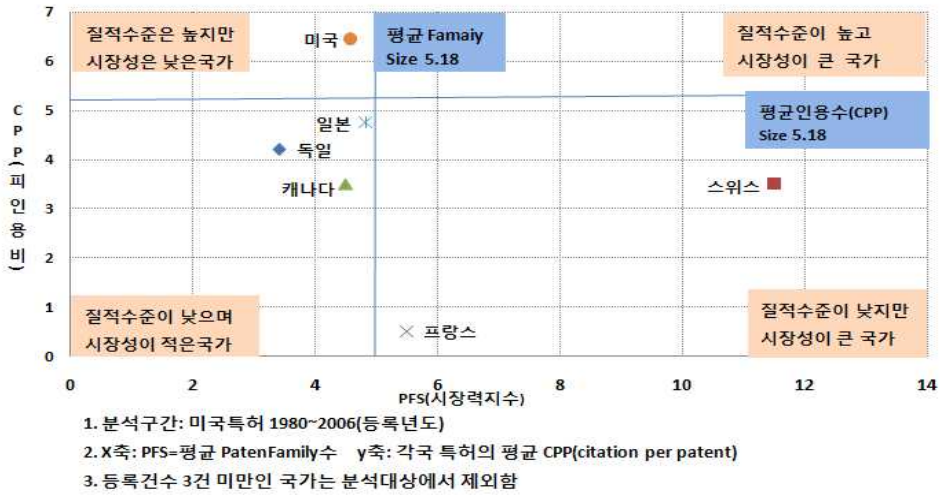
▌그림 2.93 소수력발전 분야 주요국의 포트 폴리오 ▐

(나) 특허 경쟁력 비교

▌미국은 기술영향력이 평균 이상이지만 시장력이 평균 이하인 것으로 나타남

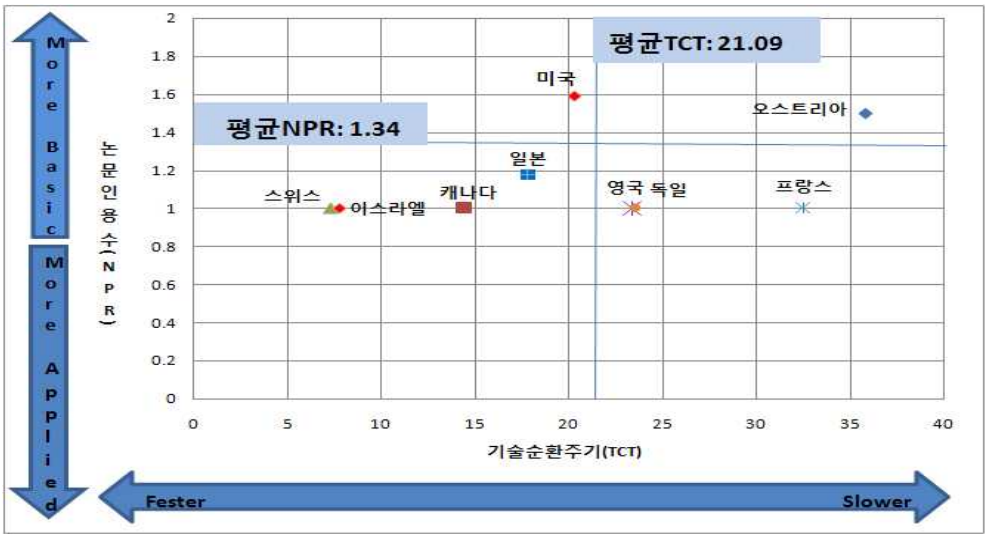
▪피 인용도는 미국이 압도적으로 높으며, 다른 국가들은 엇비슷한 수준이고 시장 확보력은 스위스와 프랑스가 강하게 나타남

▪기초과학과의 연계성은 미국이 가장 높으며, 프랑스가 가장 낮으며, 기술순환주기는 스위스와 이스라엘이 다른 국가보다 기술발전 속도가 높고 기술력 지수는 미국과 일본이 높게 나타남

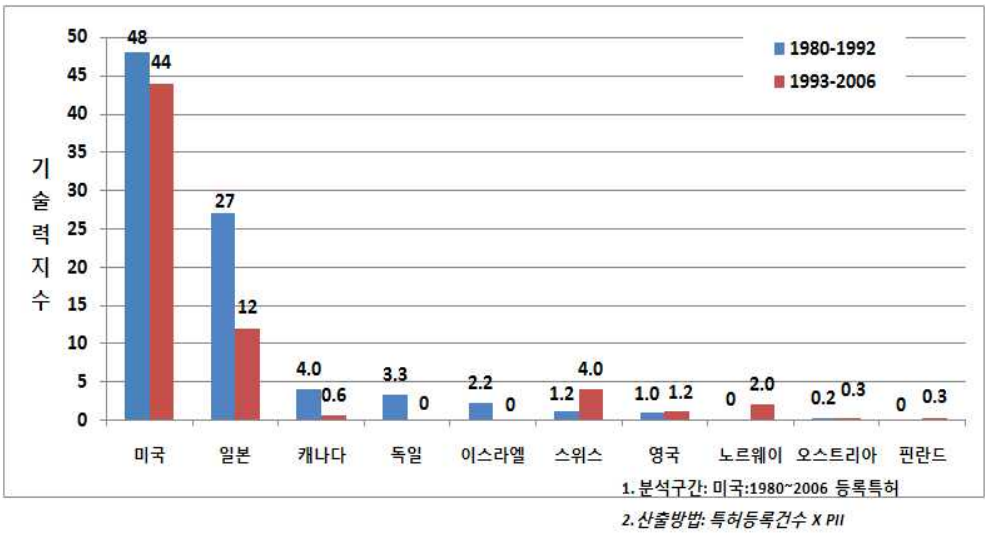


1. 분석구간: 미국특허 1980~2006(등록년도)
2. X축: PFS=평균 PatenFamily수 y축: 각국 특허의 평균 CPP(citation per patent)
3. 등록건수 3건 미만인 국가는 분석대상에서 제외함

▎그림 2.94 소수력발전 분야 피 인용도 및 시장 확보력 ▎



▎그림 2.95 소수력발전 분야 연구개발방향 및 기술발전 속도 ▎



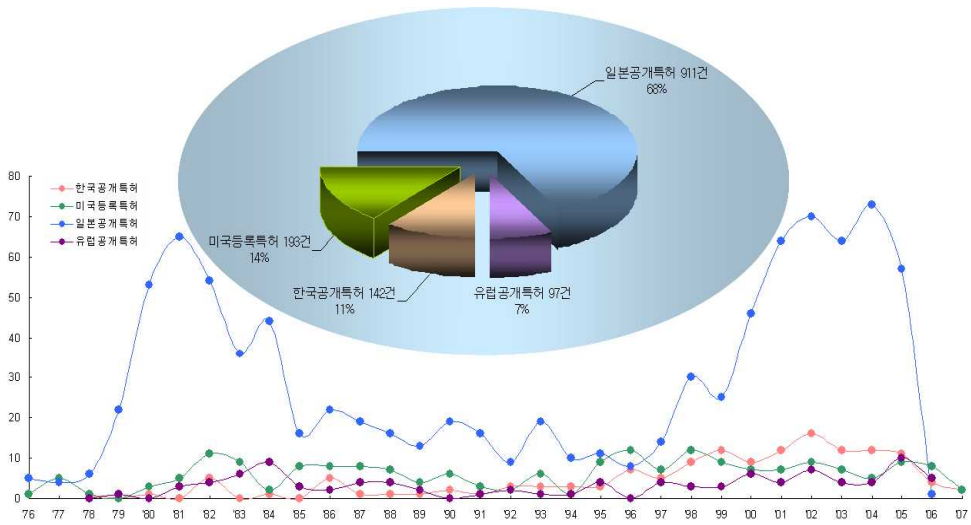
▌그림 2.96 소수력발전 분야 주요국가의 기술력 지수▐

다. 바이오 가스

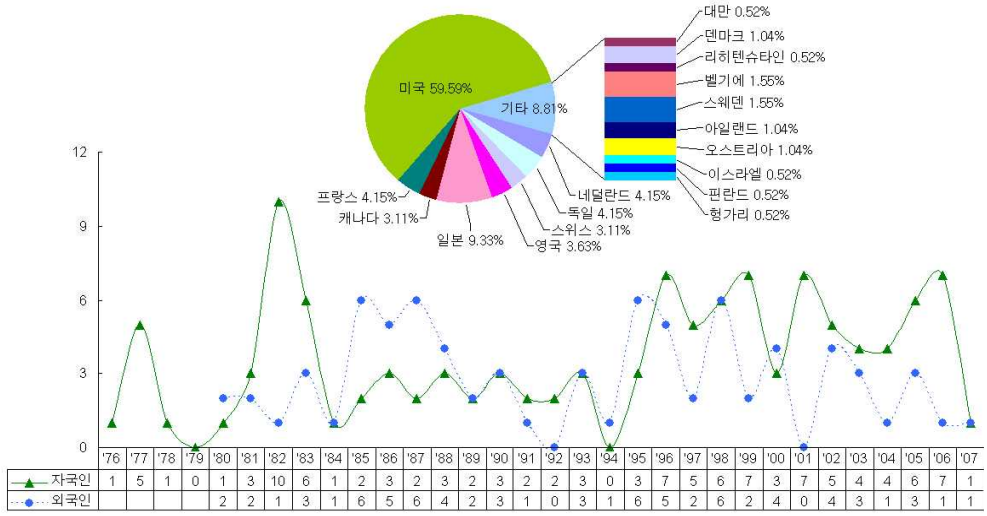
(1) 특허현황

▌ 바이오가스 분야의 한국특허는 142건으로 전 세계 특허에서 점유하는 비중이 11% 수준이며, 최근들어 전체적인 특허출원 증가율은 낮음

▌ 세계 최대 시장인 미국에서 한국인의 등록특허는 없으며, 유럽공개특허는 유럽의 자국어로 출원된 특허의 영문 번역 미비로 인해 특허점유율이 떨어지는 것으로 보임



▌그림 2.97 바이오가스 특허 점유율 및 출원(등록) 추이▐



	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
자국인	1	5	1	0	1	3	10	6	1	2	3	2	3	2	3	2	2	3	0	3	7	5	6	7	3	7	5	4	4	6	7	1
외국인					2	2	1	3	1	6	5	6	4	2	3	1	0	3	1	6	5	2	6	2	4	0	4	3	1	3	1	1

▌그림 2.98 바이오가스 국적별 점유율 및 특허등록 추이(미국특허) ▐

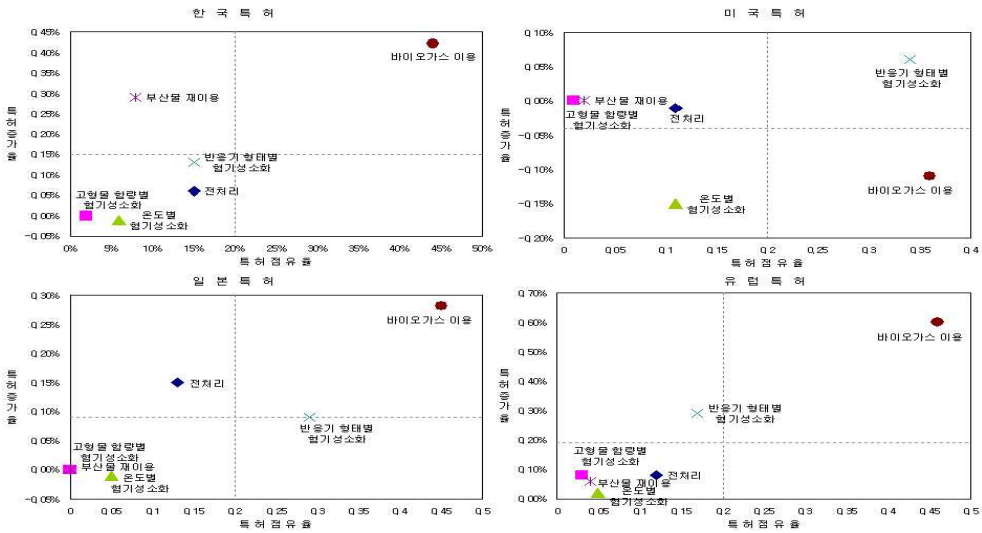
(2) 특허동향 비교

▌ 미국은 온도별 혐기성 소화, 반응기 형태별 혐기성 소화, 바이오가스 이용 분야가 역점 분야이며, 바이오가스 이용 분야는 모든 국가에서 특허점유율이 가장 많음



※ 기술분야별 특허건수와 특허활동지수(Activity Index, AI)를 이용하여 도출

▌그림 2.99 주요국의 바이오가스 역점기술 분야 ▐

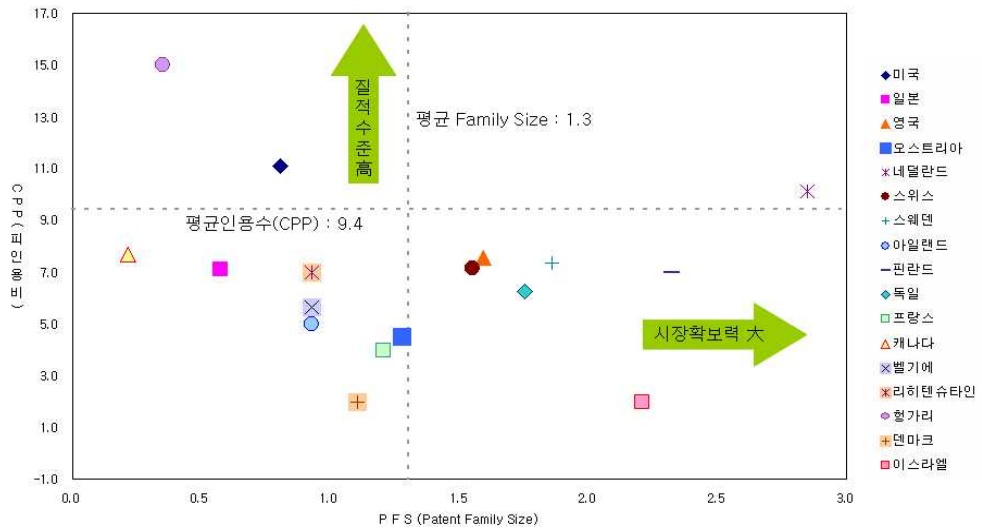


▌그림 2.100 각국의 바이오가스분야 포트폴리오 ▐

(3) 특허 경쟁력 비교

▌한국의 경쟁력지표는 미국 출원 건이 없는 관계로 나타나지 않으며, 피인용도는 헝가리가 압도적으로 높으며, 시장 확보력은 헝가리와 핀란드가 강하며, 미국과 독일, 영국은 중위권임

▌기술력지수는 미국이 가장 높으며, 특히 최근 기술력지수가 증가한 것을 알 수 있음



▌그림 2.101 바이오가스분야 피인용도 및 시장 확보력 ▐

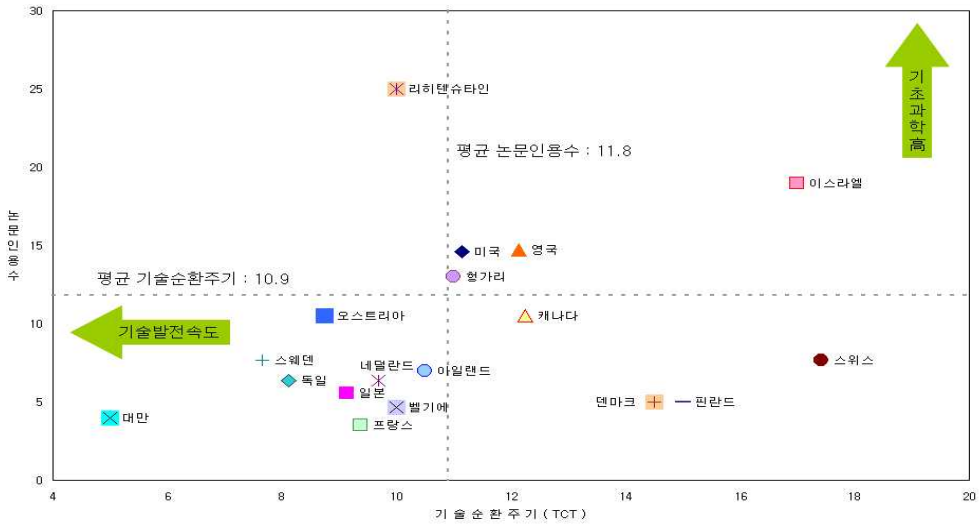


그림 2.102 바이오가스분야 연구개발방향 및 기술발전 속도

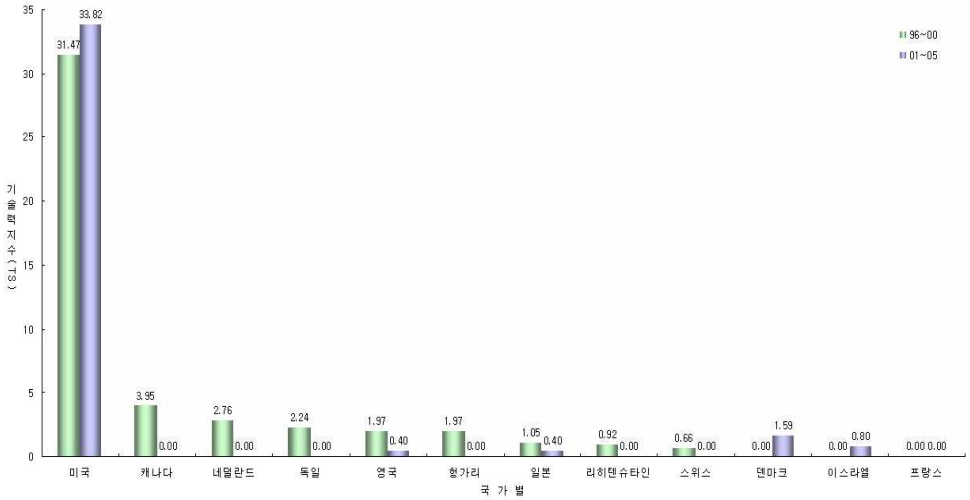
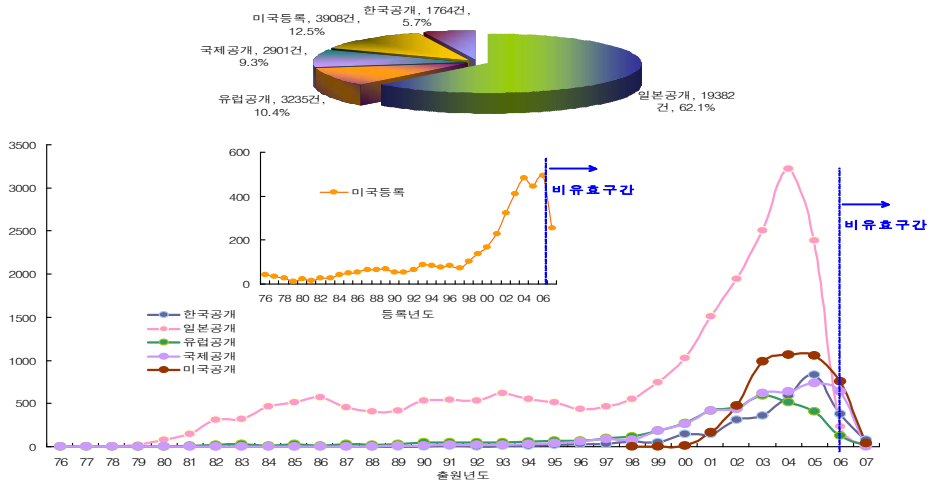


그림 2.103 주요국가의 바이오가스 기술력 지수

라. 수소/연료 전지

(1) 특허현황

▌연료전지 분야의 한국특허는 1764건으로 전 세계 특허에서 차지하는 비중이 5.7% 수준이나 세계 최대 시장인 미국에서 한국인의 등록특허는 전체대비 1.1%(42건)로 미미함



▌그림 2.104 수소/연료 전지분야 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ▐

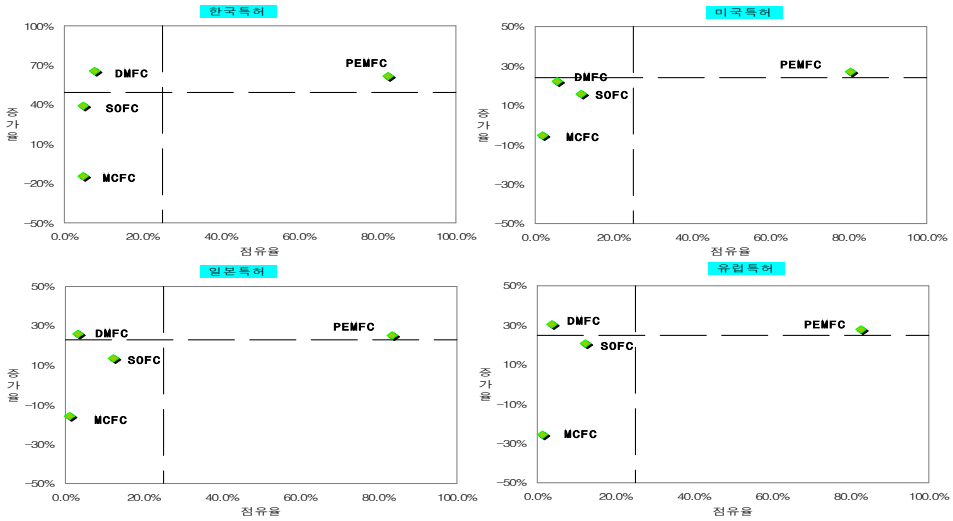
(2) 특허동향 비교

▌한국은 PEMFC, DMFC, MCFC 분야에 연구개발 역량을 집중하고 있으며, 최근 10년간 모든 국가에서 PEMFC 분야의 특허출원이 활발하게 진행되고 있음



※ 기술분야별 특허건수와 특허활동지수(Activity Index, AI)를 이용하여 도출

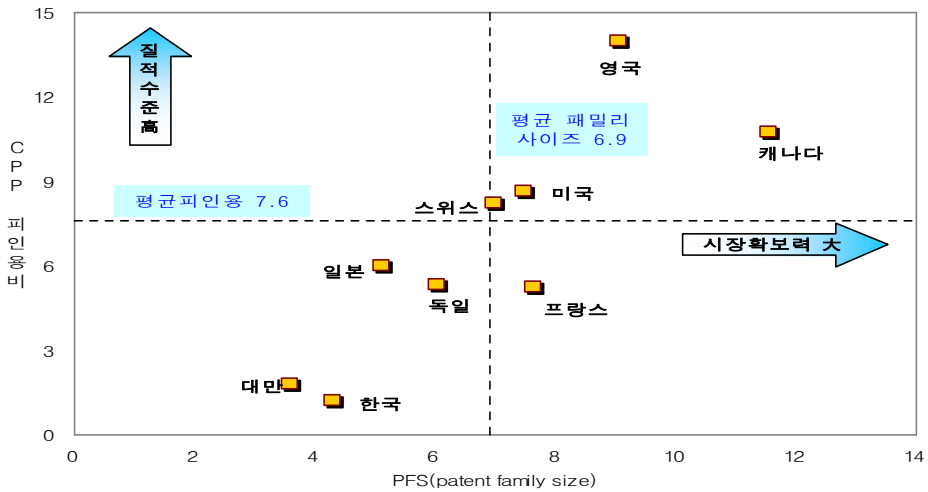
▌그림 2.105 주요국의 수소/연료전지 분야 역점기술 분야 (최근 10년간) ▐



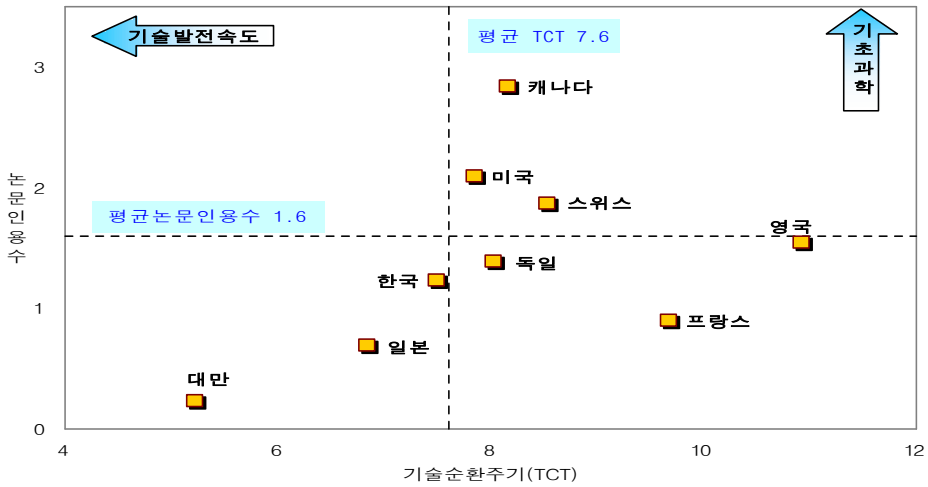
▌그림 2.106 주요국의 수소/연료전지 분야 포트폴리오(최근 10년간) ▐

(3) 특허 경쟁력 비교

▌한국의 기술발전 속도는 평균 정도지만, 다른 경쟁력지표는 주요경쟁국보다 낮은 것으로 나타나며, 한국의 최근 5년간 기술력 지수는 9.8로 미국의 1/130, 일본의 1/50 수준임



▌그림 2.107 수소/연료전지 피인용도 및 시장확보력 ▐



▌그림 2.108 수소/연료전지 연구개발방향 및 기술발전속도▐

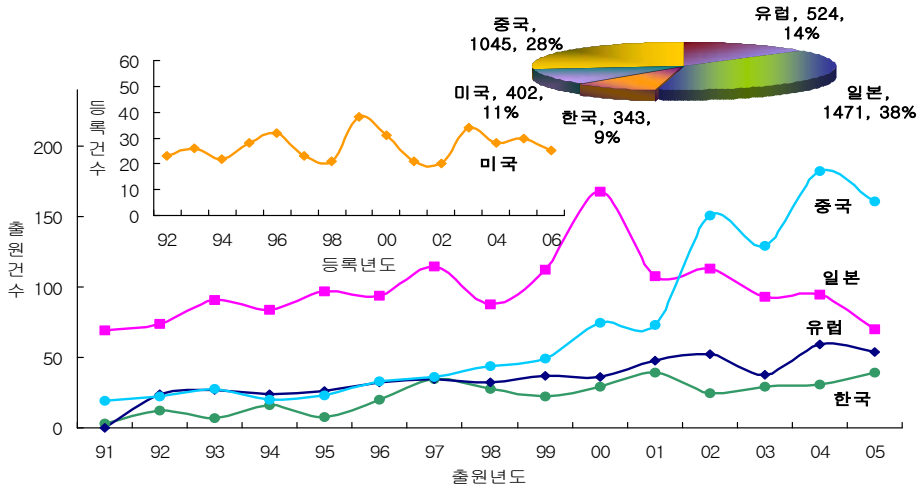


▌그림 2.109 주요국가의 수소/연료전지 기술력 지수▐

마. 태양열

(1) 특허현황

▌태양열 기술 분야의 한국특허는 343건으로 분석대상 특허의 9%를 점유하고 있으며, '91년 이후 15년간 한국특허는 20.1%의 연평균성장률을 보이며 증가하고 있으며, 최근 큰 변동 없이 30건 내외의 출원을 보이고 있음

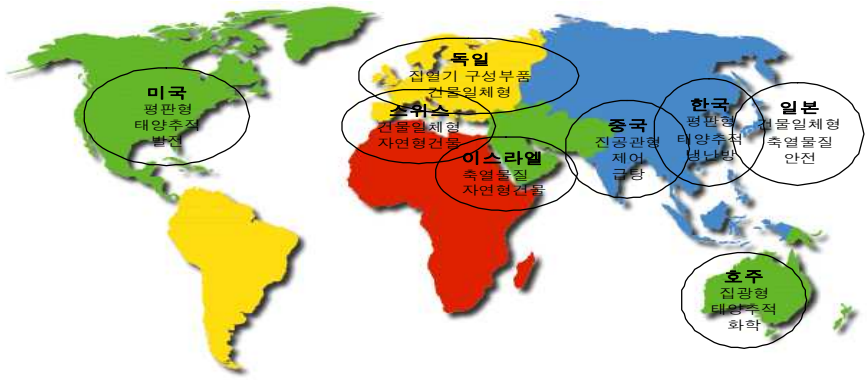


▌그림 2.110 태양열의 국가별 점유율 및 특허건수 추이 ▐

(2) 특허동향 비교

▌한국은 평판형집열기, 태양추적기술, 냉난방시스템기술에 연구개발 역량을 집중하고 있으며, 최근 한국특허에서는 축열(조)와 제어 및 설계 기술에 대한 특허활동이 활발한 편임

▌유럽특허에서는 건물일체형 집열기, 화학, 열발전시스템의 점유율이 타국에 비해 높은 편이며, 특히 화학 분야에 대한 특허출원이 최근 급성장하고 있는 것으로 나타남



▌그림 2.111 주요국의 태양열 역점 기술분야 ▐

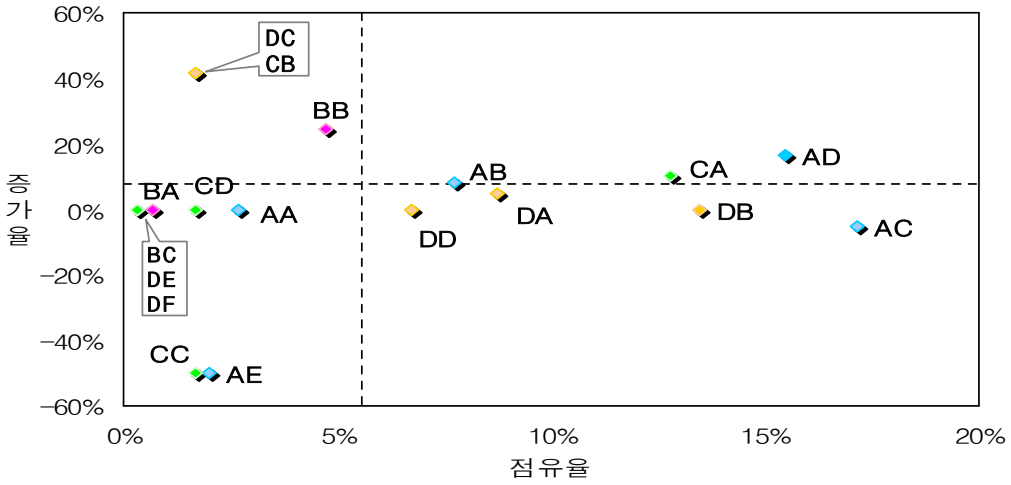
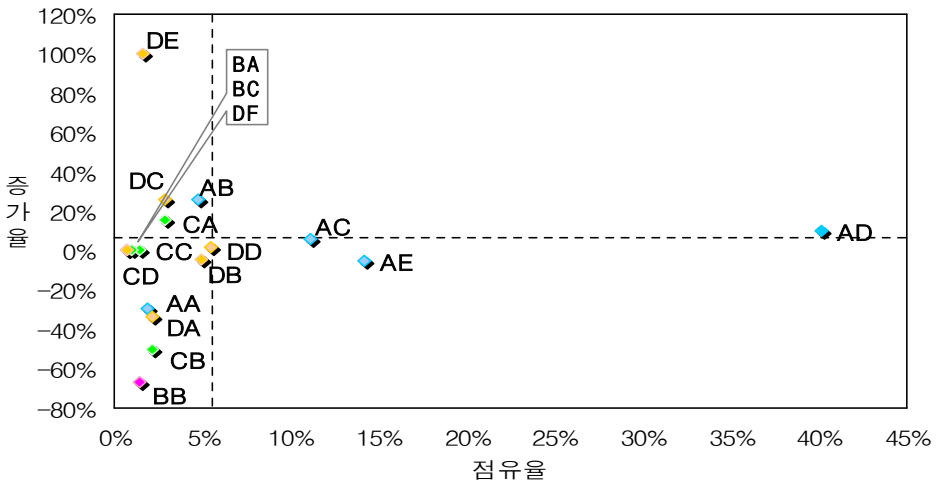


그림 2.112 태양열 세부기술별 특허점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석(한국특허)



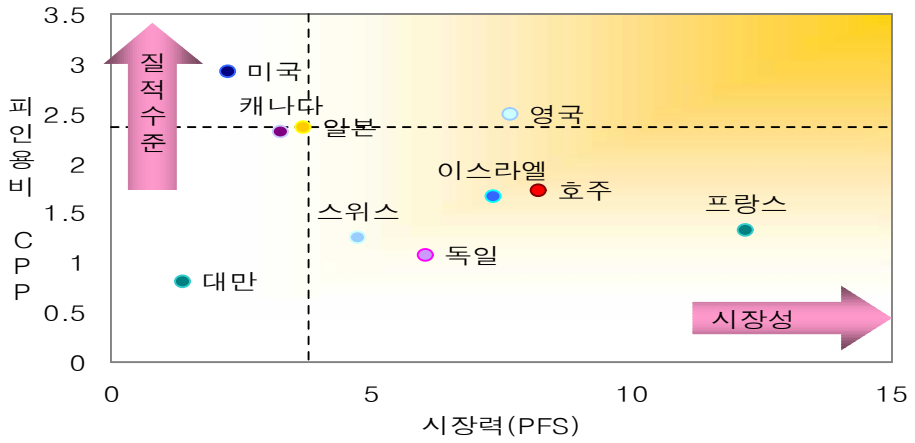
집열기					제어및설계			
평판형	진공관형	집광형	구성요소	건물일체형	태양추적	제어	안전	기타
AA	AB	AC	AD	AE	CA	CB	CC	CD
축열(조)			활용분야/시스템					
축열물질	구조	축열조재질	급탕	냉난방	자연형건물	발전	화학	기타
BA	BB	BC	DA	DB	DC	DD	DE	DF

그림 2.113 태양열 세부기술별 특허점유율 및 증가율에 따른 포트폴리오 분석(유럽특허)

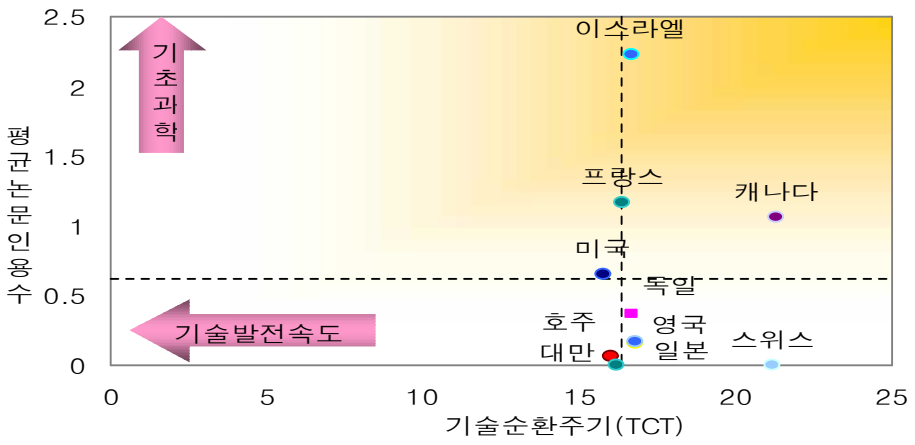
(3) 특허 경쟁력 비교

▌'97~'01년간 양적·질적인 수준을 고려한 기술력 지수에서 미국, 일본, 독일, 이스라엘, 호주의 순을 보이고 있으나 '02~'06년간에는 미국, 이스라엘, 영국, 독일, 캐나다 순을 보여 이스라엘, 영국, 캐나다는 최근 양적·질적으로 우수한 연구개발 활동을 보이는 반면, 일본, 호주 등의 특허활동은 둔화된 것으로 보임

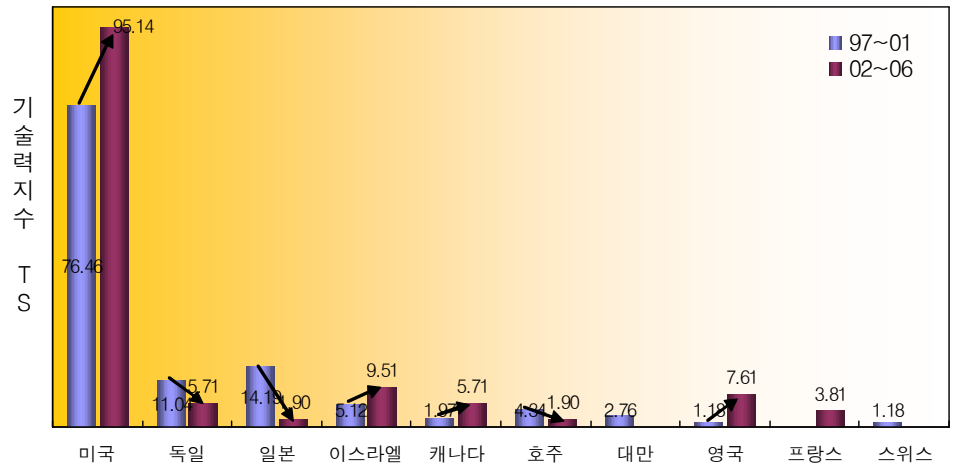
▌미국과 캐나다는 질적 수준이 높은 특허를 다수 보유하였고 유럽국가들은 시장성이 큰 특허를 보유하고 있으며, 캐나다, 영국, 스위스, 독일, 영국은 기술발전 속도가 느린 편으로 기술혁신 후 영향력이 오래 지속되는 기술을 보유하고 있고 이스라엘, 프랑스, 캐나다는 기초과학에 연계된 기술개발을 주로 하는 편이며 독일, 일본, 호주 등은 응용과학에 연계된 연구개발 활동을 하는 것으로 나타남



▌그림 2.114 주요국가의 태양열 특허영향력 및 시장 확보력 ▌



▌그림 2.115 주요국가의 태양열 연구개발방향 및 기술발전 속도 ▌



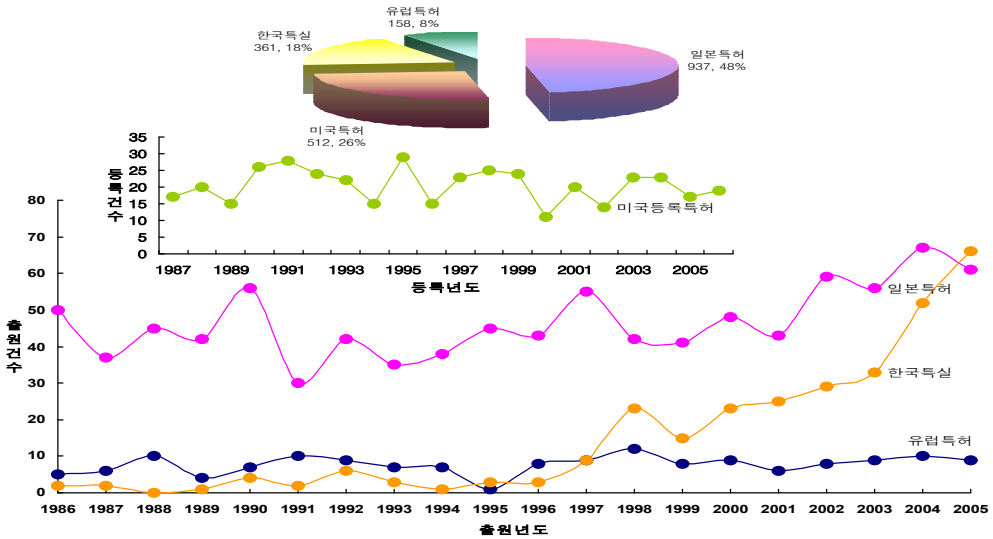
▌그림 2.116 주요국가의 태양열 기술력 지수 ▐

바. 지열/폐열

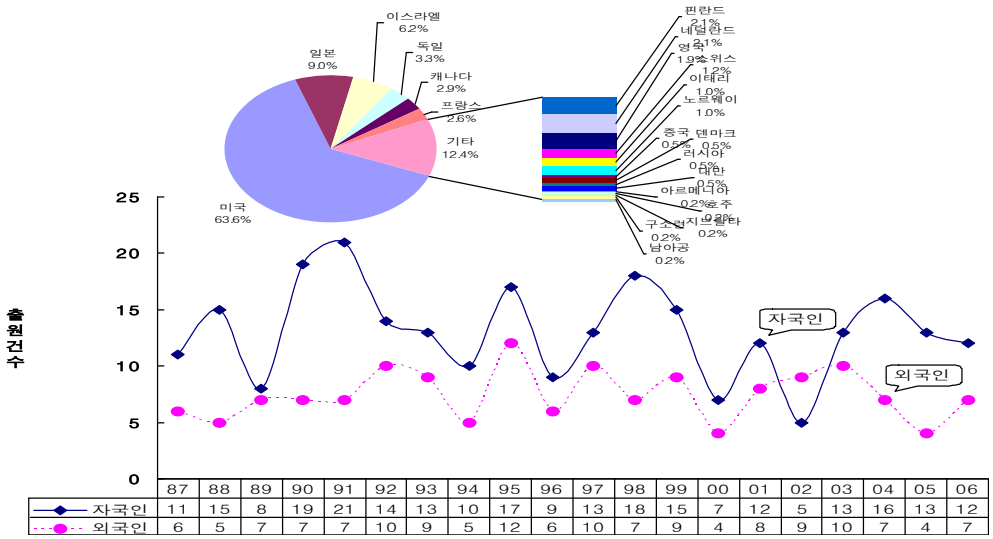
(1) 특허현황

▌지열에너지 분야의 전 세계 특허동향을 살펴보면, 전체적으로 한국과 일본은 증가 추세를 보이고 있으며, 미국과 유럽은 큰 변동 없이 유지 되어지는 상태임

▌세계 최대 시장인 미국에서 한국인의 등록특허는 전무함



▌그림 2.117 지열/폐열분야 특허 점유율 및 출원(등록) 추이 ▐



	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
자국인	11	15	8	19	21	14	13	10	17	9	13	18	15	7	12	5	13	16	13	12
외국인	6	5	7	7	7	10	9	5	12	6	10	7	9	4	8	9	10	7	4	7

▎그림 2.118 지열/폐열분야 국적별 점유율 및 특허등록 추이(미국특허) ▎

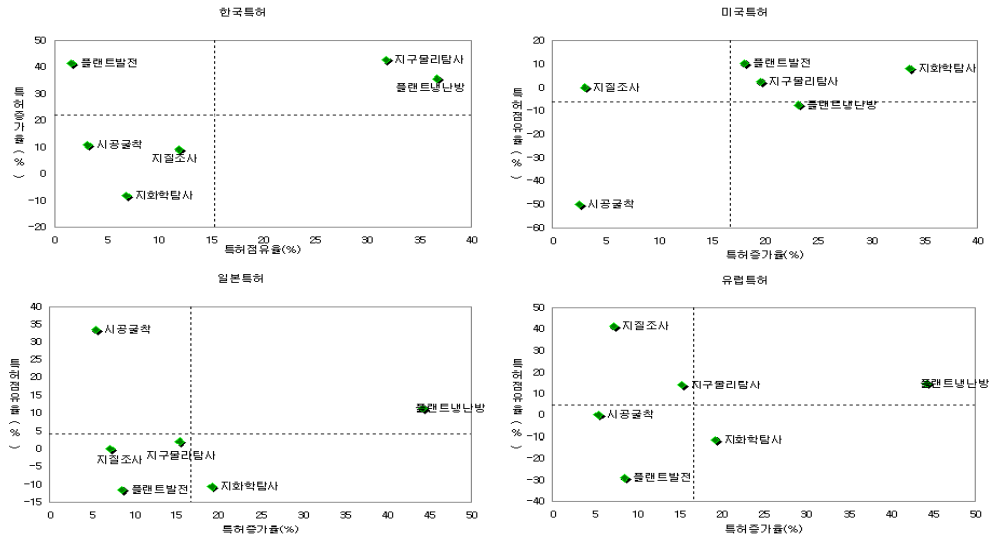
(2) 특허동향 비교

▌한국은 플랜트 냉난방과 지질 조사 분야에 연구개발 역량을 집중하고 있으며, 최근 한국에서 플랜트 냉난방과 지구물리 탐사 분야의 특허출원이 활발하게 진행중임



▎그림 2.119 지열/폐열분야 주요국의 역점기술분야 ▎

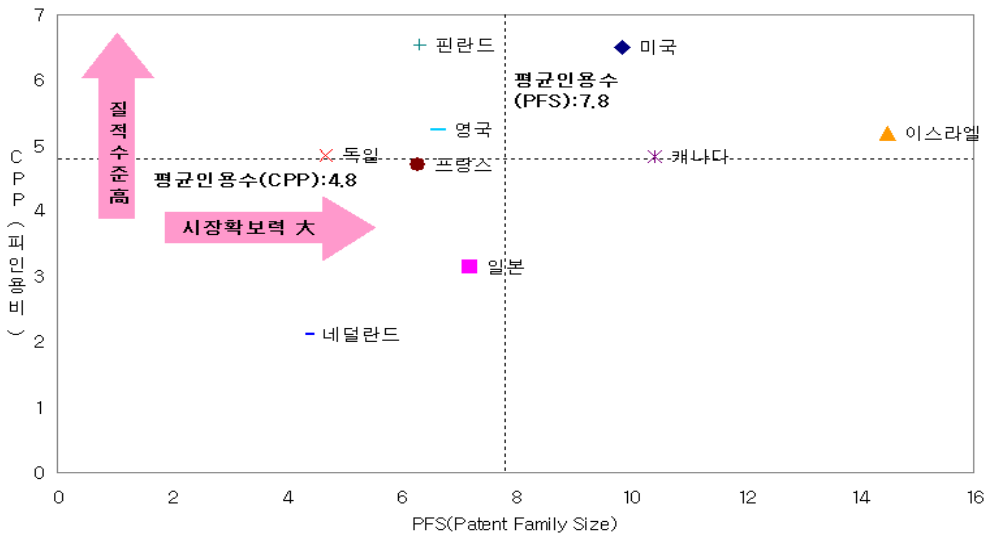
※ 기술분야별 특허건수와 특허활동지수(Activity Index, AI)를 이용하여 도출



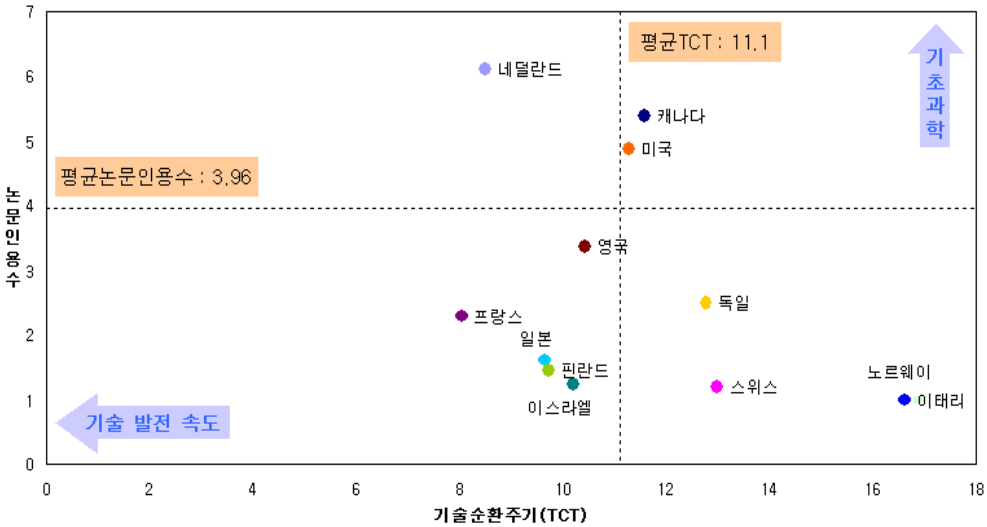
▎그림 2.120 지열/폐열분야 포트폴리오 ▎

(3) 특허 경쟁력 비교

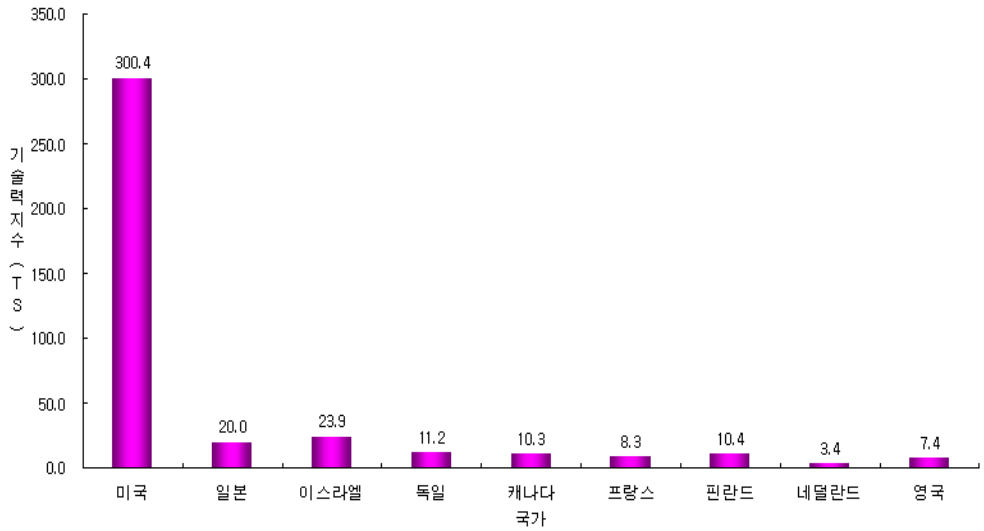
▌미국, 이스라엘, 캐나다는 기술영향력과 시장성확보와의 관계에 있어 평균을 상회하고 있으며 타국은 아직 미국에 미치지 못하고 있는 것으로 나타나며, 프랑스, 일본, 영국, 핀란드, 이스라엘은 기술발전 속도는 빠르나 기초 과학에 대한 연구가 상대적으로 부족하며, 캐나다와 미국의 경우는 기초 과학에 대한 연구가 활발하나 기술발전 속도가 더딘 편임



▎그림 2.121 지열/폐열분야 피인용도 및 시장확보력 ▎



▎그림 2.122 지열/폐열분야 연구개발방향 및 기술발전 속도 ▎



▎그림 2.123 주요국가의 지열/폐열분야 기술력 지수 ▎

제 4 절 국내외 기술 동향 분석

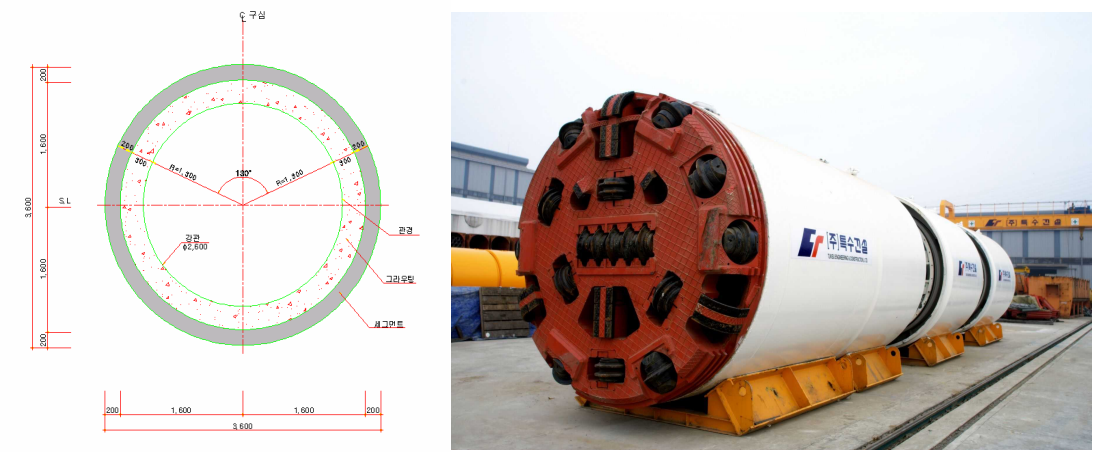
1. 국내 기술 동향

가. 수로터널

▌국내에는 현재까지 대심도 관계법령이 제정되지 않은 상태이며 그 적용사례 또한 한강횡단 하저터널 외에는 적용사례가 없는 상태이며, 한강횡단 하저터널은 한강 하부에 설치한 하저터널로서 육상의 대심도에 건설된 영국, 일본, 미국 등의 대심도 터널의 사례와는 다소 차이가 있음

▪적용사례 : 한강하류급수체계구축 1차사업 제1공구 도수시설공사

- 한국수자원공사의 한강하류권급수체계구축 1차 사업에서는 원수를 취수하여 정수장으로 보내는 도수시설 공사에 일부 구간에서 하저터널이 계획되어 시공이 완료된 구간(1공구) 및 현재 시행중인 구간(6공구)이 있음
- 한강하류급수체계구축 1차사업 제1공구 도수시설공사 중 추진(터널) 공사는 한강하저터널(실드TBM, 외경3600㎜, 내경2600㎜, 연장1.3㎞), 파천(여의도 샛강 하류) 추진(세미실드공법, 외경3000㎜, 내경2600㎜, 연장410m), 올림픽도로추진(세미실드공법, 외경3000㎜, 내경2600㎜, 연장210m) 3개소가 시공되어 현재 통수중에 있음



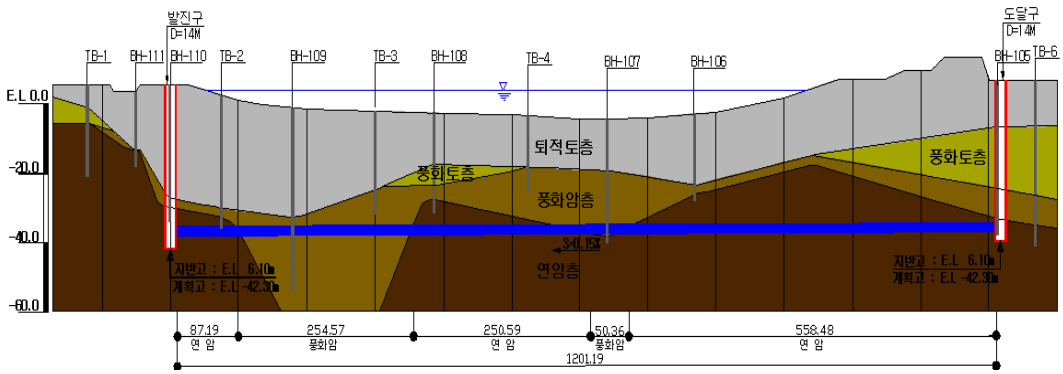
▎그림 2.124 한강하류급수체계구축 1차 사업 제 1공구 한강하저터널 단면 및 실드머신 ▎

• 한강하류급수체계구축 1차사업 제6공구 도수시설공사인 김포하저터널은 한강하저터널과 같이 터널 굴착시 막장 및 상부의 토압을 견딜수 있도록 세그먼트로 굴착단면을 보강하여 안전하게 터널을 굴착하는 공법으로 파쇄대 및 단층대에 대응이 확실하고 지하수 차수대책이 필요 없는 이수가압식 SHIELD-TBM 공법을 적용하여 2010.03월 현재 공사가 진행 중에 있음

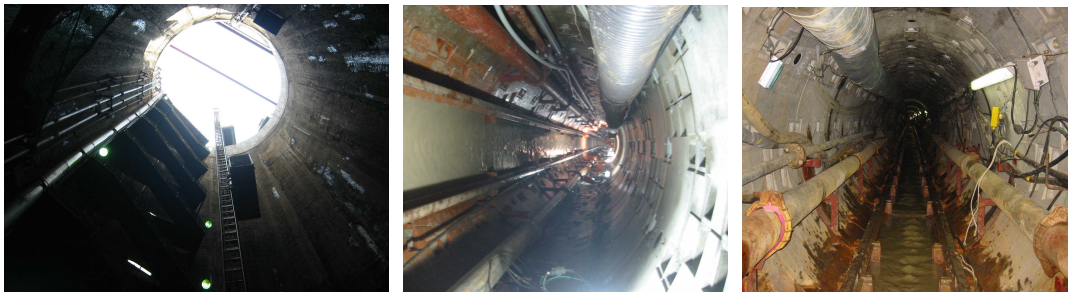


▎그림 2.125 한강하류급수체계구축 1차 사업 제 6공구 김포하저터널 단면 및 실드머신 ▎

• 김포 하저터널은 전체연장 1,201m로서 파쇄대 구간은 당초 설계시 풍화암 및 연암이었으나 실제 굴착시 자갈 및 모래층으로 설계 굴진속도인 3.4m/일 보다 훨씬 작은 속도인 0.5m/일의 속도로 공사가 진행중에 있음. 이러한 하저 수로터널 공사에 있어서 실드 장비를 제외하고는 모든 시설 및 공사가 국내 기술에 의해 진행되고 있는 현실임



▎그림 2.126 김포하저터널 종단면도 ▎



▌그림 2.127 김포하저터널 수직갱 및 터널 내부 ▐

▌국내 수로터널은 거의 모두 천심에 설치되어 있고 본 기획연구에서 언급하고 있는 대심도 지하저류시설과는 상이하며, 수로 터널의 목적 또한 물의 이송을 위해 시공된 것임. 국내 수로터널 중 도수터널이 전체 수로터널의 84.2%를 차지하고 있으며 송수터널은 11.8%, 취수터널은 3.9%를 차지

▪광역상수도망 구축과 관련하여 145 km 이상의 수로터널이 시공, 운영 중

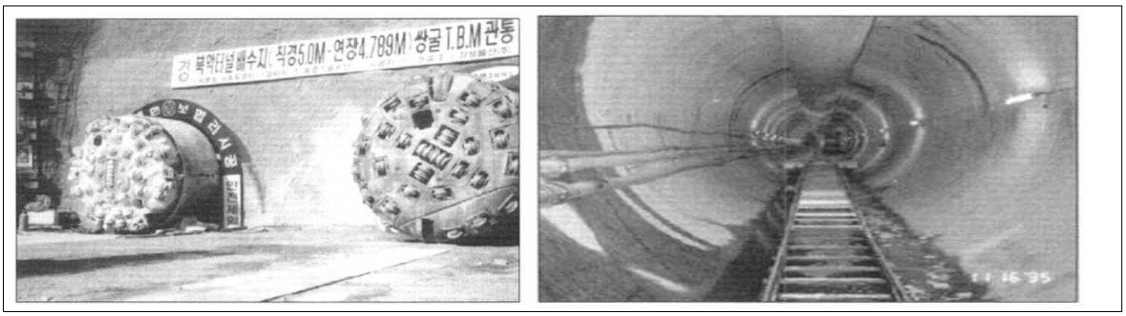
▪관경별 매설 현황을 보면 2,000 mm 이상이 648 km로 17.2%, 1,500~1,900 mm가 589 km로 15.6%, 1,000~1,350 mm가 833 km로 22.1%, 500~900 mm가 1,070 km로 28.4%, 500 mm 이하가 628 km로 16.7%의 비율로 구성

▪압력터널 및 개수로터널의 형태로 운용되며, 압력터널이 전체 수로터널의 76.3%, 개수로 터널이 23.7%를 차지

▪직경은 취수터널 일부를 제외하고는 대부분 1,900~3,900 mm 범위로 분포 하는데, 가장 많은 빈도수를 보이는 직경이 2,100~2,300 mm이고, 수도권 광역상수도의 경우 직경 3,200~4,300 mm로 시공

▪적용사례 : 북악터널배수지

- 제원 : 직경 5.0 m, 길이 : 4,789 m
- 형태 : 2개의 원형 관 형태
- 용도 : 송수관 및 배수지 겸용



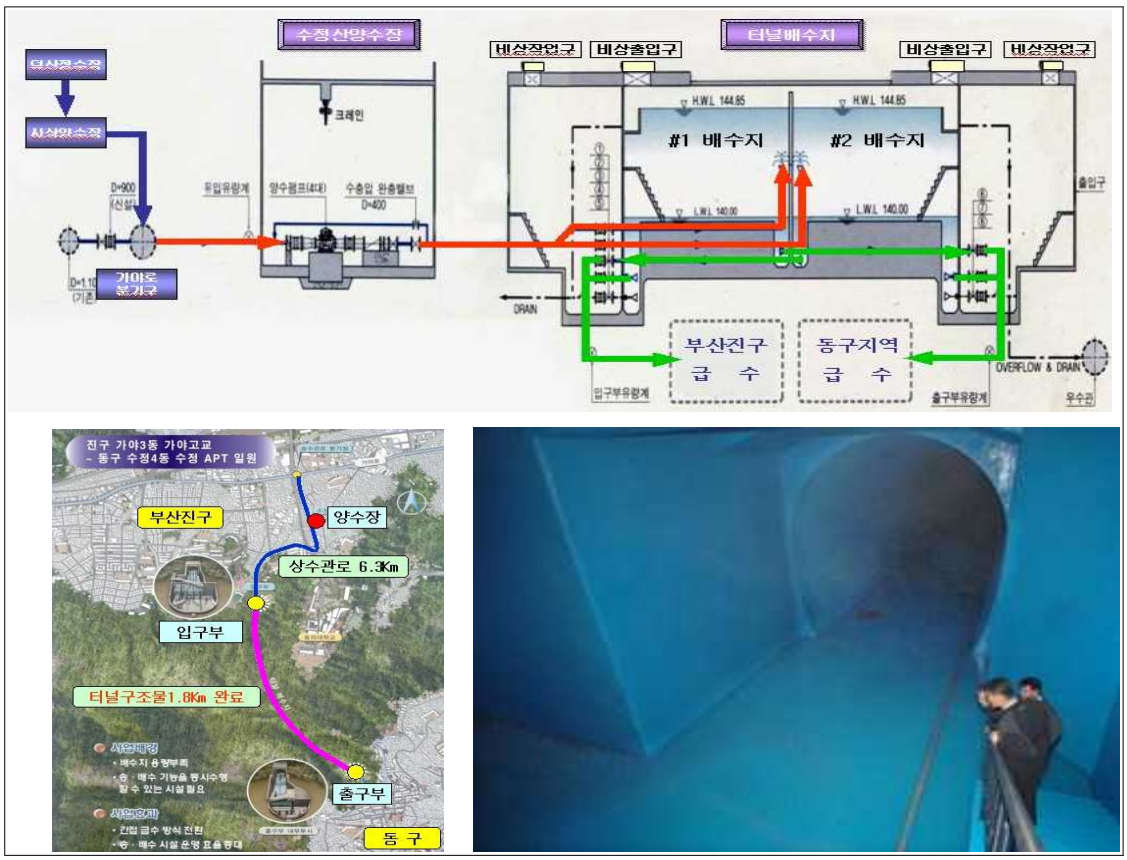
▎그림 2.128 북악터널배수지 ▎

▪적용사례 : 불광 터널배수지

- 제원 : 직경 6.2 m, 길이 1,780 m
- 형태 : 2개 관로의 병렬배치 형태, 900~1,800 mm의 송·배수관로 4.2 km 부설

▪적용사례 : 수정산 터널배수지

- 제원 : 직경 5 m, 길이 1,800 m, 저류용량 : 35,000 m^3/day



▎그림 2.129 수정산 터널배수지 ▎

나. 용수공급시스템 유지관리 기술

▌국내에서는 높은 누수율로 인해 제한급수 고통과 경제적 손실을 겪었으며, 이로 인해 노후수도관에 대한 진단 및 정비의 필요성이 강조됨에 따라 국토해양부, 환경부, 교육과학기술부를 중심으로 관로의 개량/갱생, 진단, 보수/보강 기술 개발에 관한 연구가 지속적으로 수행되고 있음

▪현재 우리나라 상수도관 총연장은 2008년말 기준으로 143,883 km ('09년 상수도 통계)에 이르는 거대한 시스템이나, 시간 경과에 따른 노후화로 전체적인 성능(Performance)이 악화되므로 이를 적절하게 유지관리하고 성능을 개선하기 위한 기술 필요

▪국내에서도 최근 최악의 가뭄과 높은 누수율로 인해 17만명이 제한급수 고통을 겪었으며, 이로 인해 노후수도관에 대한 진단 및 정비의 필요성이 강조됨에 따라 상수관망의 종합적인 성능평가 및 개선을 위한 합리적이고, 경제적인 투자유도와 계획 수립을 위한 진단, 평가, 개량기술 등의 개발이 매우 시급한 실정임

▪수도법 개정(2006.3)에 따른 상수관망 진단 의무화로 인하여 상수관망에 대한 진단과 평가를 통한 개량계획 수립이 필수적이므로 향후 상수관망에 대한 설계, 진단, 평가, 개량계획 등에 이르는 종합적인 성능의 평가와 개선을 위한 시스템 개발이 시급한 실정임

▪궁극적으로 경제적인 유지관리 및 운영이 가능토록 관망의 수리적·수질적·시설적 성능을 진단·평가하는 기술 개발 필요

▪국내에서는 교육과학기술부, 국토해양부, 환경부를 중심으로 관로의 개량/갱생, 진단, 보수/보강 기술 개발에 관한 연구가 지속적으로 수행되고 있음

▪국내에서는 관 상태평가 모델로 주로 점수평가법이 사용되며, 최근 확률론적 모델 또는 Fuzzy를 도입한 연구수행

☞ 점수평가법은 관 제원, 매설, 운영환경 DB로 구축 용이

▌표 2.25 수도관 상태 평가법 ▐

관 상태평가 모델		평가 방법
점수평가법	수도관 의사결정 시스템 (한국수자원공사, 1995)	• 관종별, 관경별 평가시트(총 8개), 총 18개 항목
	노후 수도관 매뉴얼 (한국수자원 공사 /환경부, 2002)	• 관종별, 관경별 평가 → 1개 시트로 통합, 총 16개 항목
기타 손익분기 또는 확률론적 모델		• 사고이력 기반이고, 물리적 모델도 관체수집 →부식상태 등 분석DB 필요

▌관망관련 S/W 분야에서는 유수율 제고, 과학적이고 효율적인 관망관리체계를 구축을 목적으로 개발하여 현장적용 평가 수행 중

▪G-7을 통해서 개발된 "kor-Assess(ver.1)"이 관망도(map)를 활용한 국내 최초로 S/W로 개발하였으나 GIS 등 정보 미구축으로 활용도, 현장적용을 통한 검증 부족으로 상용화 한계 발생

▪최근 21C 프로티어 사업 등 국가사업을 통해서 유수율 제고를 위한 S/W 일부 개발 추진 중

▪K-water (한국수자원공사)는 광역상수도 및 논산시 등 수탁운영 중인 16개 지방상수도와 정부에서 추진중인 지방상수도 통합운영에 대비해 과학적이고 효율적인 관망관리체계를 구축하고자 상수관망 성능평가 및 진단 프로그램인 Dr. Pipe를 개발하여 현장적용 평가 중에 있음.

▌표 2.26 관로 유지관리 관련 기술개발 현황 ▐

연구수행 기관	연구개발의 내용	성과 활용현황
K-water연구원 (2001-)	◦ 관망의 진단, 개량 및 부식방지 기술개발 ◦ 관 노후도에 영향을 주는 인자에 대한 상관성 등에 통계적 방법 등을 도입하여 관 노후상태를 진단	광역상수도 수리해석 및 노후도 평가에 활용
프론티어 연구사업 (2002-)	◦ 누수감시 및 저감기술 개발 ◦ 부식모니터링 시스템 개발 ◦ 초음파를 이용한 관로상태평가 장비개발	개발기술 현장적용 수행중
수처리 선진화사업 (2004-)	◦ 상수관망의 수질관리 최적화 및 에너지 최소화 ◦ 상후관망 세척/갱생, 보수/보강 ◦ 부식제어 및 예방기술	상수관망 최적 수질관리 기술 상용화



▌그림 2.130 상수관망 성능평가 및 진단프로그램 (Dr. Pipe)의 주요기능 ▐

▌상수도 통합관리 및 관망관리 선진화 등 수도산업 선진화를 위한 정부정책 추진과 상하수도서비스 국제표준 도입에 따른 물시장 개방 및 경쟁력 강화에 대한 요구에 부응하여 수리, 수질, 시설의 종합적인 진단을 통해 최적의 운영, 유지관리, 시설개량을 실현함으로서 현재와 미래를 동시에 대비할 수 있는 상수관망 운영관리를 위한 토털 솔루션(Total Solution) 개발의 중요성 높아짐

▪K-water에서는 관망정비 계획부터 운영관리 단계까지 진단, 블록구축, 관망정비, 누수관리 등 관망 최적관리를 위한 핵심기술의 개발과 운영관리체계의 구축을 위해 통합 상수관망 운영관리시스템인 'water-NET' 개발계획을 수립하여 개발 중

▪water-NET은 그동안 개별적으로 이루어졌던 관망 DB관리 및 관망진단, 관망운영을 하나의 시스템으로 통합·연계함으로서 상수관망관리의 토털 솔루션을 제공

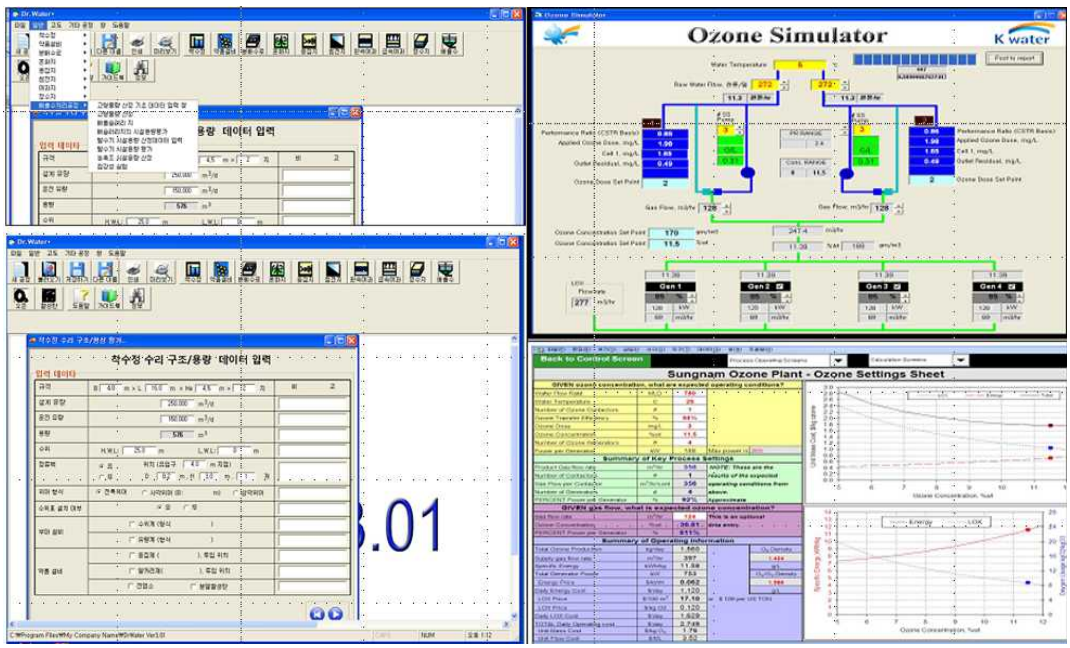
▪도·송수시설뿐만 아니라 배·급수시설에도 적용이 가능하도록 구성하여 상수관망의 성능개선과 수질향상을 통한 국내 수도사업 국제경쟁력 강화는 물론, 상수도 관망의 성능평가 및 개선기법, 소독능 확보기술, 개량공법 선정 등의 기능을 통해 관망정비를 통한 유수율 제고사업, 블록시스템 구축사업 등에 적극 활용될 수 있을 것으로 기대



▎그림 2.131 통합 상수관망 운영관리시스템 (water-NET)의 기능 및 구성도 ▎

▎수도시설의 성능제한인자를 도출하기 위한 기존의 정수장 진단 프로그램 및 고도처리, 막여과시설 등을 포함한 전체 정수처리공정을 진단할 수 있는 컴퓨터 베이스의 기술진단 전문 Tool 개발

▪K-water에서는 정수처리공정 미국 EPA에서 개발된 CCP (Composite Correction Program, EPA)에 단위공정 최적화 개념보안, 규모별·형식별 진단 양식 구성, 자가진단 및 정밀진단의 2계열로 구성, 고도처리공정을 고려한 정수시설 진단 프로그램인 Dr. Water 개발



▎그림 2.132 Dr. Water 구동 화면 ▎

라. 물안보 및 비상용수공급시스템

▌국내에서는 낙동강 수질오염 사고로 대표되는 수원 수질오염 사고의 지속적 발생으로 재정적 손실, 소비자 불편 등을 초래

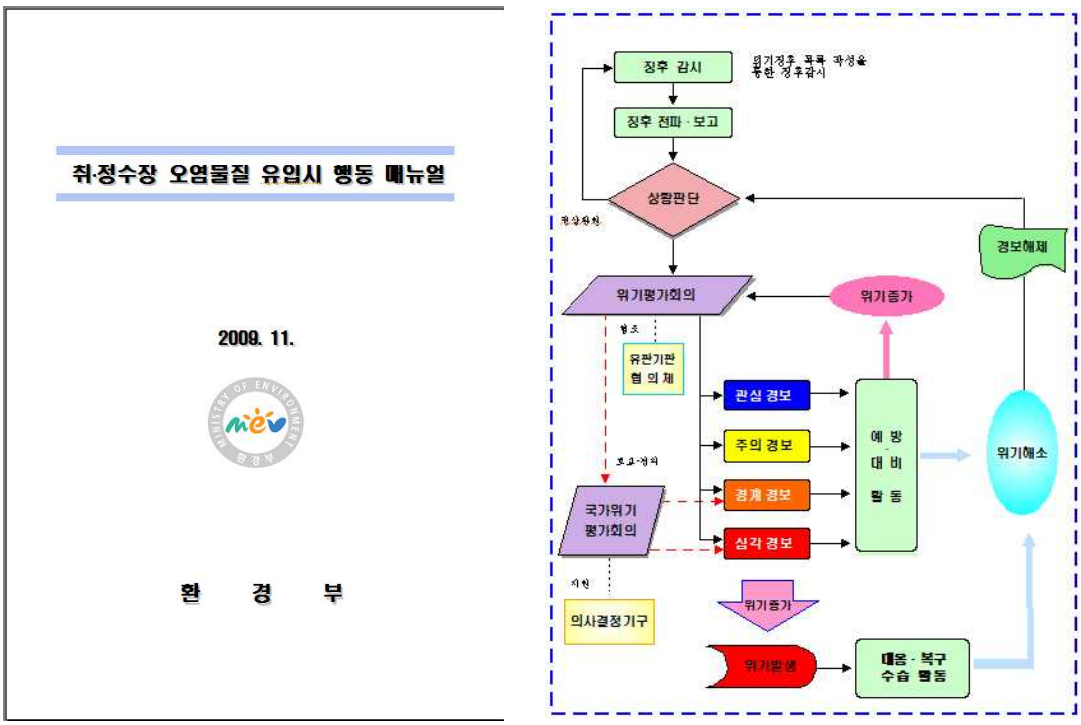
▪환경부 조사에 따르면, 2005년 이후, 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 기타수계에서 발생한 수원 수질오염 사고수는 각각 79, 31, 20, 11, 73건

▪배출업소에서 방류되는 산업폐수에 의한 수질오염사고는 감소하고 있으나 유류·유독물시설 부적정 관리에 의한 유출사고는 지속적으로 발생하고 있으며 수환경변화 및 농약 등 비점오염원에 의한 오염사고 증가

▌표 2.27 상수원 수질오염 사고 사례 ▐

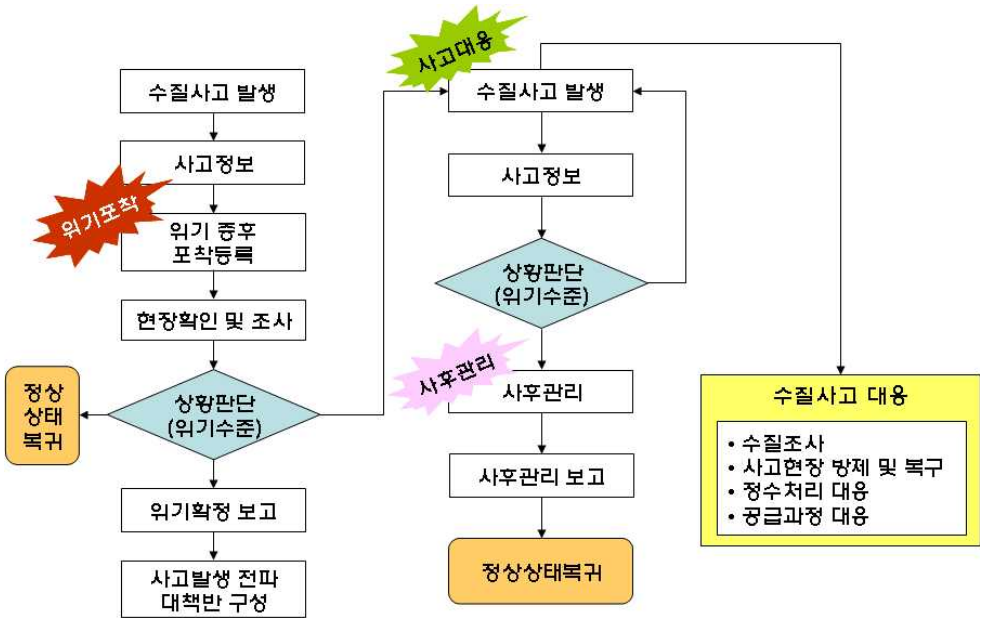
수질오염사고	사고경위
정수장 THMs 검출	1990년 6월, 전국 262개 정수장 중 17개 정수장에 대한 표본조사 결과가 발암물질인 THM이 당시 WHO 허용기준인 0.1 mg/L을 크게 초과 검출
낙동강 페놀 오염사고	1991년 3월 16일, 1991년 4월 22일 2차례에 걸쳐 페놀원액 저장탱크에서 수지생산공장으로 페놀원액을 공급하는 과정에서 지상파이프가 고장, 예비용 지상파이프를 사용하던 중 연결부에 페놀원액이 유출되어 낙동강으로 유입
낙동강 수질 오염사고	1994년 1월 4일부터 1월 8일까지 원수 중 암모니아성 질소 성분의 증가와 정수처리 미흡, 벤젠 등의 유기용제 유출 등 복합요인으로 수돗물에서 악취가 발생
수돗물 바이러스 검출 사고	수돗물 내 바이러스 함유 논란에 따라 환경부에서 1997년 12월 31일부터 2001년 5월 26일 기간 중 대표지점 64개소를 대상으로 「수돗물 바이러스 분포실태조사」조사결과, 일부상수원에서 바이러스 검출(정수장 소독미비, 운영부실, 배관노후, 부적절한 취수장 위치가 원인)
영산강 오염사고	2005년 6월 6일 공장 지하탱크 내 기름 (B-Cdb) 주입 시 탱크로리 차량 운전자의 부주의로 탱크가 월류하여 기름 약 100L가 대전천으로 유출
섬진강 오염사고	2005년 6월 26일 순천시 황전면 월산리 원전마을 앞 황전천에 농약 또는 독극물(추정) 유입

▌수원 수질오염 사고의 지속적 발생으로 재정적 손실, 소비자 불편 등을 초래함에 따라 환경부에서는 '취·정수장 오염물질 유입시 행동 매뉴얼'을 제작하였으며 K-water에서도 '수질 사고 대응 업무 프로세스'를 제작하여 시행하고 있으나 외국과 비교하여 미비한 상태임



▌그림 2.133 환경부 오염물질 유입시 행동 매뉴얼 및 위기경보 발령체계 ▌

▪K-water에서는 수질사고의 발생부터 사후관리까지 IT기술과 연계한 종합적인 대응시스템 구축으로 비상대처 능력 강화



▎그림 2.134 수질사고 대응 업무 프로세스 (K-water SAFE) ▎

▎표 2.28 K-water SAFE 수질사고 신속대응 시스템 구성 ▎

사고정보	대응정보	기술정보		훈련정보
사고정보 종합관리	수질조사/ 방제 및 현장복구	오염물질 정보DB	GIS와 연계한 오염물질 농도 예측모델	수질사고 모의훈련
사고대응 마법사	상황별 정수처리 대응	유관기관 정보DB	정수처리모델, 대응 시나리오	평가, 문제점 진단
GIS연계 위치정보	오염물질 농도예측 분석	수질조사 정보DB		

▎과학적이고 체계적인 비상용수 공급체계의 확보 미흡

▪태백에서는 겨울가뭄으로 인해 2009년 1~3월까지 88일간 물부족 사태가 발생하여 급수차로 비상용수를 공급하고 시간제 급수를 실시하는 조치를 취하였으나 체계적이고 근본적인 비상용수공급 체계의 부재로 인한 주민 불편이 초래됨



▌그림 2.135 태백에서의 비상용수 공급 사진 ▐

마. 신재생에너지

▌2009년 5월 "2009년도 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 실행계획"이 수립되어 전 세계적인 녹색성장 추세에 맞춰 신·재생에너지의 적극적 개발 및 보급을 촉진함

▌2000년 이전까지는 태양광 분야가 사업화를 추진할 만한 여건이 충분치 않아 주로 기초적이고 핵심적인 요소기술 위주로 개발이 진행되었으나, 최근 국내 기업들의 적극적 투자로 국내업계의 시장점유율이 증가하고 있으며 향후 수출 확대도 예상됨

▪우리나라의 태양광 기술수준은 2007년 대비 71% 정도이며, 국산화율은 설계분야에서 70%, 제작생산 분야에서 68%로 상업화된 개발기술이 현장에서 성능의 실증 연구가 이루어지는 수준

▪2008년 7월말 기준으로 현재 가동 중인 176MW의 태양광발전소 중 국산모듈 사용 비중은 25%, 196MW의 풍력발전기 중 국산 발전기는 750kW로 0.4%

▪2000년 이전까지는 태양광 분야가 사업화를 추진할 만한 여건이 충분치 않아 주로 기초적이고 핵심적인 요소기술 위주로 개발이 진행됨

▪국내 정수장 등 수처리 부문에 태양광보급은 2003년 이후 점진적으로 설치 및 보급

▪현재까지는 국내에 보급되는 상업용 설비 모듈의 85% 이상을 해외 수입에 의존하고 있었으나, 최근 국내 기업들의 적극적 투자로 국내업계의 시장점유율이 증가하고 있으며 향후 수출 확대도 예상됨



▌그림 2.136 국내 정수장 태양광 발전설비 설치 사례 ▐

▌'신재생에너지 R&D 전략 2030 (소수력)'에서는 선진국 대비 국내 수차발전실비의 성능평가 기술수준은 선진국에 비교해 다소 부족한 60%로 평가되었으나 2000년 이후 민간 기업에 의해 개발된 사례는 전무하고, 공공기관에서 기존 시설물을 이용한 소수력 개발로 명맥 유지

▪수차발전기는 선진국의 55% 기술수준으로 수차발전기 효율과 부속설비 (개도조절 장치, 수밀장치, 권선절연방법 등) 기술 미흡

▪소수력 발전설비의 국내 시장이 협소하고 산업기간이 취약하여 경쟁력에 한계가 있으며, 연구 인력 및 연구 기반 조성 미흡으로 기술개발을 위한 인프라가 열악한 상황으로 인허가 추진에 따른 주변 지역민의 반대와 환경단체의 반대로 보급에 어려움 발생

▪국산 수차는 외산 수차에 비해 가격 경쟁력이나 고장 발생 시 부품조달 등 유지보수 측면에서 다소 우위에 있으나, 내구성과 효율 등에 대한 기술 부족

▪설비의 국산화는 상당부분 이루어졌으나, 소수력 발전설비에 대한 국가적으로 표준화된 수차발전기의 성능평가 진단 기준·절차에 의해 수차발전기의 성능 평

가가 실시되지 않고, 사업주체에 따라 성능평가 실시여부나 항목이 매우 상이하게 이루어지고 있는 실정

▪현재 국내 소수력의 75% 이상이 보증사항 (효율, 출력, 진동 등)에 대한 성능 평가 기준이 없이 준공·운영되고 있으며, 해당설비의 안전성, 신뢰성 강화를 위한 기법개발이 시급히 필요하고, 종합적인 성능평가기법 및 기준을 정립으로 소수력발전의 경제성을 제고하고, 성능개선 및 고장 발생을 억제시킴으로써 유지관리 비용 최소화할 필요

▪국내 소수력 보급 현황은 51개 지점, 총 설비용량 65,412kW('07. 10월 기준) 임

▌표 2.29 대·소수력발전 보급 현황 ▐

구 분	운영기관	용량(kW)	점유율(%)	비 고
소수력	소계(51개소)	65,412	100	
	민간 발전사업자(16개소)	28,609	43.7	대아 등
	한국수자원공사(16개소)	15,434	23.6	용담 등
	한전 및 발전회사(8개소)	14,145	21.6	삼천포 등
	한국농촌공사(6개소)	6,749	10.3	담양 등
	지방자치단체(5개소)	475	0.7	천상 등

* 자료원 : 신·재생에너지 RD&D 전략 2030('07. 11), 수공 및 한수원 경영정보

▌국내 미활용에너지 분야는 유망한 신재생에너지 자원으로 부각되고 있지만, 반면에 외국기술에 대한 의존도가 가장 심한 분야중의 하나임

▪국내에서 최초로 미활용에너지를 이용한 사례는 1991년 서울 마포변전소 지하에 있는 변전소의 주변압기에서 냉각시 발생되는 열을 히트펌프로 회수하여 지상에 있는 한전 서부지점 신축건물의 난방에 이용한 것임

▪최근에는 하천수 및 정수장 착수정 원수를 열원으로 하여 냉난방 에너지를 생산하는 사례가 있으나 이들은 대부분 기술개발에 따른 시범적용사업의 일환으로 소규모로 이용한 사례에 지나지 않음

▪적용사례 : 대청댐 수온차냉난방시스템

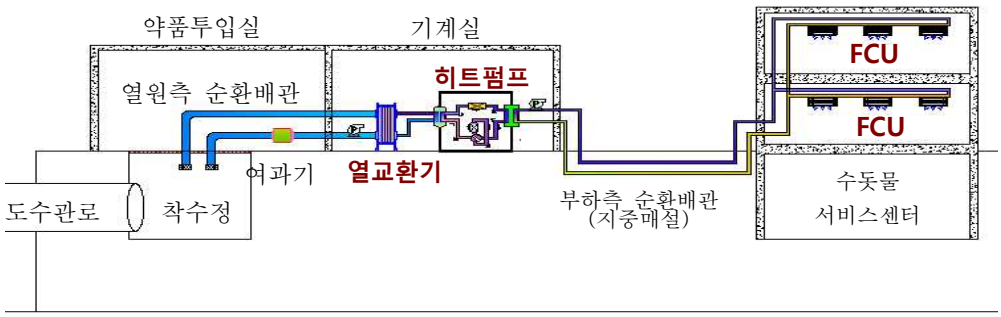
- 열원 : 수차발전기 냉각수 (연중온도 5~23℃)
- 용량 : 80RT(공조 사무실수 19개)
- 방식 : 하이브리드형(공기열원+수열원) 물-냉매공급방식



▎그림 2.137 대청댐 현황 및 냉난방설치 전경 ▎

▪적용사례 : 청주정수장 냉난방시스템

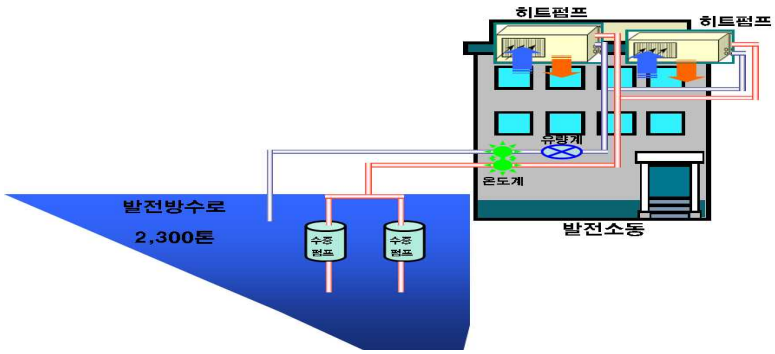
- 열원 : 착수정 입구원수(연중온도 5~27℃)
- 용량 : 30RT(공조 사무실수 13개)
- 방식 : 수열원히트펌프 물-물공급방식



▎그림 2.138 청주정수장 냉난방시스템 구성도 ▎

▪적용사례 : 주암댐 수온차냉난방시스템

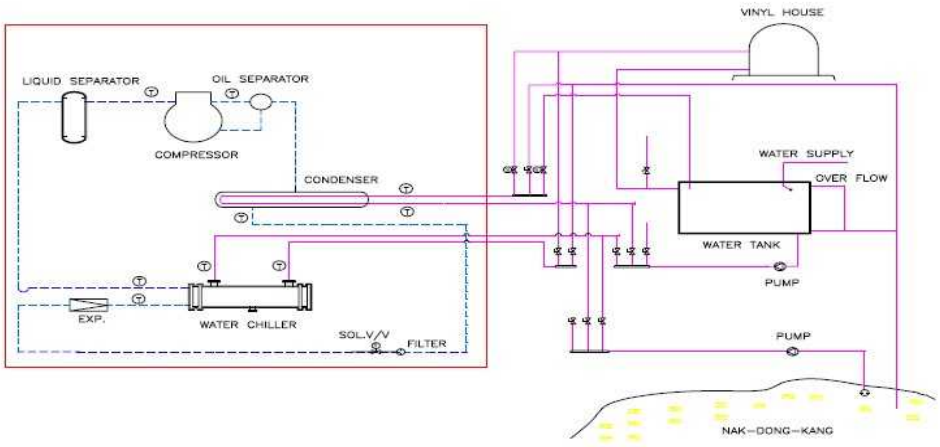
- 열원 : 발전소 방수로 방류수
- 용량 : 10RT(공조 사무실수 13개)
- 방식 : 수열원히트펌프 물-공기공급방식, 개방형시스템



▎그림 2.139 주암댐 발전소동 수열원 냉난방시스템 구성도 ▎

▪적용사례 : 낙동강 하천수 히트펌프

- 열원 : 낙동강 하천수 (최저온도 약 5℃)
- 용량 : 5HP(10평형 2동)
- 목적 : 1999년 부산광역시 지역에너지사업으로 수행



▎그림 2.140 낙동강 하천수 히트펌프 공정도 ▎

▎지열 냉난방시스템에 대한 국내의 연구개발 투자는 2002년부터 본격적으로 시작되었으며 '공공기관 설치의무화제도', '보급보조사업' 등이 추진되고 저우와 산·학·연이 연계한 기술개발이 많은 노력을 기울이면서 현재는 선진국에 비해 비교적 낮은 수준이나 향후 기술수준이 높아질 것으로 전망

▪국내 지열원 열펌프 시스템은 상용 공기 열원 열펌프 시스템보다 초기 투자비가 크기 때문에 상업용 건물, 호텔이나 팬션과 같은 리조트 시설 그리고 학교의 도서관과 같은 건물에 주로 설치

▪지열에너지 분야에 대한 설문조사에서 지중열교환기(61.6%)와 열공급시스템

(58.5%), 응용기술(54.0%), 표준화 및 인증기술(52.3%) 부문에 대한 기술수준은 상대적으로 낮은 것으로 나타났으며, 전체 시스템을 포함하여 설계와 시공기술의 신뢰성을 구축하는 데 필요한 표준화 및 인증 부문에서는 기술개발 투자가 다소 부족했음을 보여줌

관악구청 통합청사

• 소재지 : 서울시 관악구
• 냉난방 유닛 : 총 125 RT
• 방식 : 수직밀폐형, 44개의 보어홀을 200 m 깊이로 설치



주택공사 광주 지역 본부

• 소재지 : 광주광역시
• 냉난방 유닛 : 총 146 RT
• 방식 : 수직밀폐형, 40개의 보어홀을 200 m 깊이로 설치



경기케어센터

• 소재지 : 경기도 화성시
• 냉난방 유닛 : 총 350 RT
• 방식 : 수직밀폐형, 77개의 보어홀을 170 m 깊이로 설치



▌그림 2.141 국내 정수장 태양광 발전설비 설치 사례 ▐

▌국내 스마트그리드 사업은 전력 IT 10대 사업, 스마트 계량기 보급 사업, 전기차 충전 인프라 구축 사업, 실증단지 구축 사업 등을 통해 기술 개발 및 보급을 추진 중

▪주로 전력산업 분야의 중전기 및 전력 시스템 등에 중점을 두고 있음

▪최근에는 상호운용성 (Interoperability)이 제공되는 IT 인프라 기반의 사용자단 구축과 관련해서 관련 기업이나 연구소 등에서 추진, 검토되고 있음

▪국내에서는 한국전기연구원이 2004년부터 미래기술의 선행적 연구과제 형태로 진행되었으며 한국전기산업기술연구조합에 의해 2007년부터 2012년까지 국가전략과제로 마이크로그리드용 통합에너지 관리시스템 개발 및 적용기술 연구를 수행중

▪적용사례 : 한국형 스마트그리드 신기술 테스트 단지 착공(제주도)

• 2009년 8월 31일 제주도 구좌읍 일대에 한국형 스마트그리드 신기술 테스트 단지 착공
• 신재생에너지 연구단지와 풍력, 태양광발전 등의 신재생에너지 발전원 포함
• 해외여타의 실증단지와는 달리 국가주로로 진행되며 에너지·환경문제 대응,

신성장동력 육성 및 국민의 저탄소 녹생성장 패턴을 정착을 종합적으로 고려



▌그림 2.142 스마트그리드 제주실증단지 조감도 ▐

▌국내 신재생에너지 기반기술을 활용한 국제협력사업가 점진적으로 활성화 되고 있으며, 신재생에너지를 이용한 사막화방지 시스템 실증(몽골)이 대표적인 예임.

▪적용사례 : 신재생에너지를 이용한 사막화방지 시스템 실증(몽골)

- 사업내용 : 태양광·풍력 복합시스템을 이용한 지하수 펌핑시스템을 구축하여 농업 및 식목용수로 활용하는 사막화방지시스템 실증
  * 한국 : 시스템 설계, 제작, 설치 및 운전기술 제공
  * 몽골 : 실증부지 선정 및 제공, 발전시스템 모니터링, 시스템 설치 및 운전
- 주관기관 : 대구도시가스
- 참여기업 : 비제이피엔에스, 준마엔지니어링, 다코웰, 호서대(위탁기관)
- 사업기간 : '07.6 ~ '09.6(2년)
- 총사업비 : 2,706백만원(정부지원금 : 1,580백만원, 지식경제부 신재생에너지R&D사업)
- 울란바타르 부근에 설치('09.6월 준공) 후 실증 운전 중

  ※태양광 80kW(LS산전), 풍력 30kW(준마엔지니어링), 지하수펌핑시스템(7.5마력 1기, 5마력 2기), 모니터링시스템 및 저수조 설치(3개소 총 3천5백㎥)

2. 국외 기술 동향

가. 용수공급시스템

(1) 일본 용수공급시스템 현황

▌일본의 수도사업은 시(현), 동경(도) 등 수도사업자별 수도사업을 단기(3개년), 중기(10개년), 장기(25개년) 계획을 수립하여 중앙정부로부터 인가를 받고 있으나 업무는 수도사업자한테 위임하였으며, 수도법은 한국 수도법과 유사하고, 지방공영기업으로 운영관리를 확대 중이며, 댐, 수도시설물 관리는 도에서 일원화하여 관리하며, 지리적 특성 상, 수도시설물의 지진·재해에 대비 내진설계에 중점

(가) 동경

▪용수 공급 현황

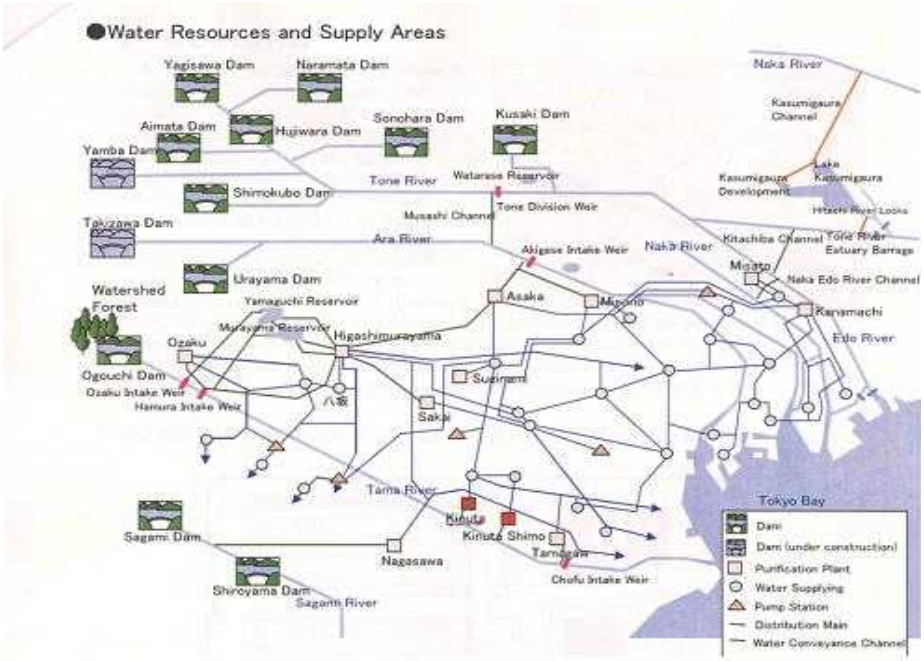
- 동경도의 관할구역인 23개구와 25개시에 용수를 공급
- 급수현황 : 보급률 100%, 급수구역 1,222.28km^2
- 급수인구 : 12,052천명, (수도전 6,311천개)
- 용수 생산 시설현황 : 시설용량 : 6,959.5천m^3/일, 관로현황 : 24,782km

▪수원

- 토네강, 아라카와강 수계 : 485만m^3/일
- 타마강 수계 : 116만m^3/일
- 기타 수계 : 22만m^3/일

▪정수 시설

- 총 11개의 정수장이 있으며 전체 시설용량은 6,859,500m^3/일



▌그림 2.143 동경의 수자원과 공급시스템 ▐

▌표 2.30 동경의 수원과 수도시설 ▐

as of March 2007

Water Resource	Purification Plant	Capacity (m^3/day)	処理方法
Tone & Ara River System	Kanamachi	1,500,000	Rapid Sand Filtration &partially Advanced Water Treatment (O_3 & Biological Activated Carbon)
	Misato	1,100,000	
	Asaka	1,700,000	
	Misono	300,000	Rapid Sand Filtration &partially Advanced Water Treatment (under construction)
	Higashimurayama	880,000	
		385,000	
Tama River System	Ozaku	280,000	Rapid Sand Filtration
	Sakai	315,000	Slow Sand Filtration
	Kinuta	114,500	Membrane Filtration & Slow Sand Filtration
	Kinuta Shimo	70,000	
	Tamagawa	(152,500)	Rapid Sand Filtration & Slow Sand Filtration
Sagami River System	Nagasawa	200,000	Rapid Sand Filtration
Ground Water	Suginami	15,000	Chlorination
Total		6,859,500	—

Production of the Tamagawa Purification Plant is excluded from the total in the above table; the plant stopped supplying drinking water since 1970 due to heavy contamination of raw water.

▪수요 변화

- 1960년대 후반에서 70년대에 걸친 고도경제 성장기에 수도권의 인구와 산업 집중으로 급격한 증가
- 1975년 오일 쇼크 이후 경제의 저성장, 수도 인구억제정책에 의해 속도를 급격히 멈춤
- 최근에는 크게 변화가 없는 상태
- 수요예측방법은 과거 15년 데이터를 분석하여 2025년까지의 생활, 공업용수 등 중회귀 분석을 통해 수요예측
- 동경도의 부하율은 81%로 일본수도설계지침에 제시되어 있으며, 도의 재정장기계획상의 인구변동 계획에 따라 조정되고 있음

▪관로 관리

- 동경내 배수관 설치는 완료, 수도관 갱생 및 지진대책 수립 등에 중점
- 동경도의 유수율은 94%이며, 일본내 누수율이 낮은 수치는 후쿠오카 1위, 동경이 2위('05년 누수율 4.2% → '06년 3.6%)
- 배수지관은 50년을 교체주기로 계획하고 있으며, 전부 교체할 계획
- 수질기준 강화로 급수관의 누수원인 비율을 많이 차지하던 아연도강관은 1980년도부터 스테인리스관으로 교체하여 2006년 완료하였음

(2) 오사카

▪용수 공급 현황

- 급수현황 : 보급률 100%, 급수구역 221.96km^2
- 급수인구 : 2,627천명, (수도전 1,421천개)
- 용수 생산 시설현황 : 시설용량 : 2,430천m^3/일, 관로현황 : 5,152km

▪수원

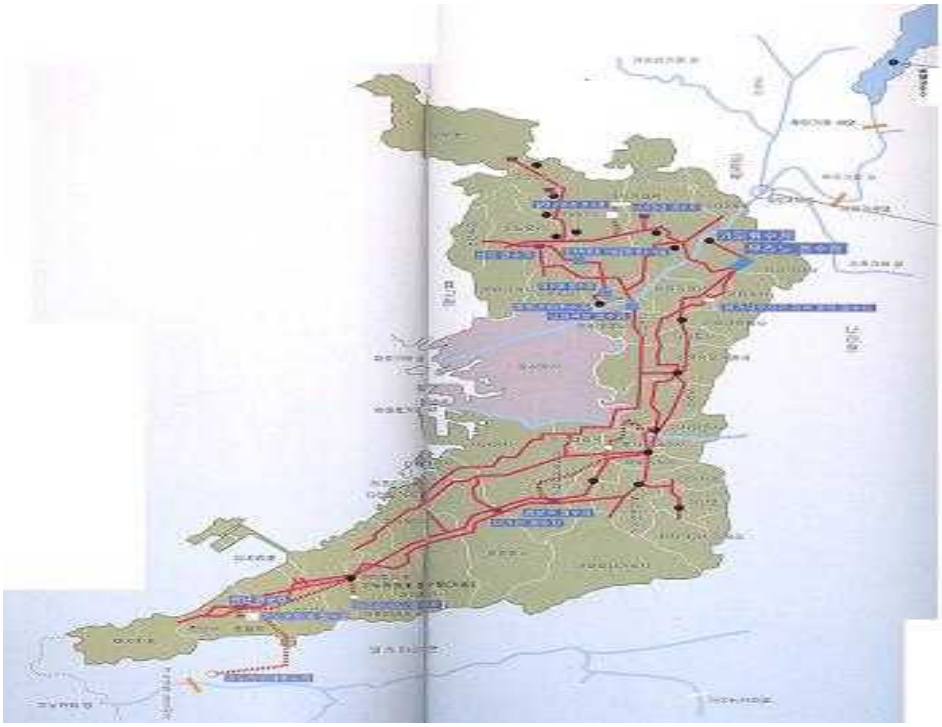
- 수원지는 저수량 275억m^3 (면적 670km^2)의 비와호(Lake Biwa)
- 우지강, 키즈강, 카츠라강이 합류한 하류의 요도강(Yodo River)에서 취수

▪정수 시설

- 총 9개의 정수장이 있으며 전체 시설용량은 2,430,000m^3/일

▌표 2.31 오사카도 수원지 ▐ (단위 : 천m^3/일)

수원명	요도강	나가라보	타카야마댐	쇼렌지댐	쇼렌지강	비와호	계
취수가능량	1,432	123	194	89	189	646	2,673



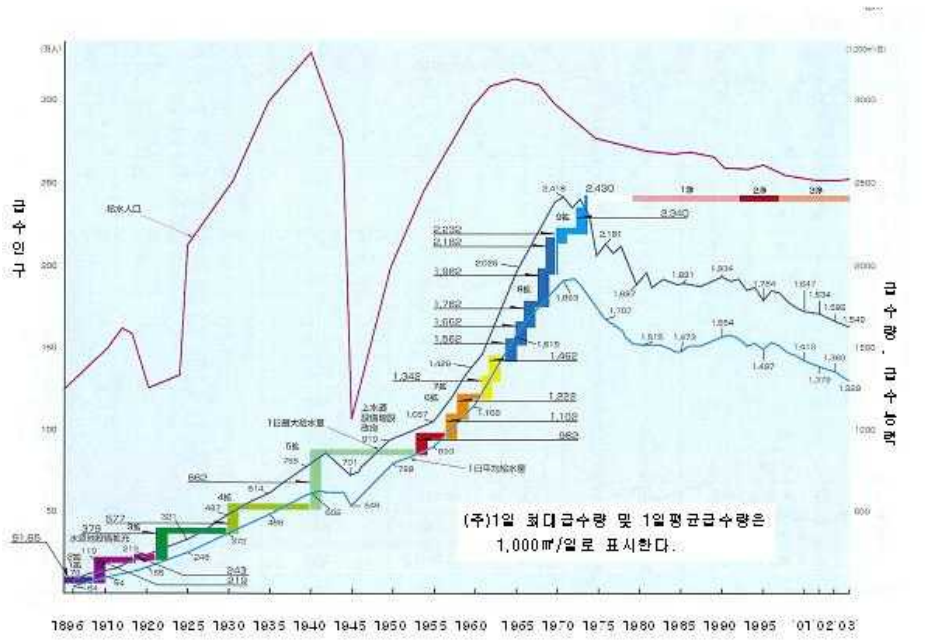
▌그림 2.144 오사카의 수자원과 공급시스템 ▐

▌표 2.32 오사카의 수원과 정수시설 ▐

수 원	정수장	시설용량 (m^3/일)	처리방법
요도강	쿠니지마	1,180,000	고도정수처리
요도강	니와쿠보	800,000	고도정수처리
요도강	토요노	450,000	고도정수처리
요도강	무라노	1,797,000	고도정수처리
요도강	미시마	330,000	
인아강	후루에	217,500	고속응집,여과

▪수요 변화

- 1892년 수도업무 시작(창설당시 급수인구 61만 명, 1일최대급수량 51,240㎥/일)
- 시의 발전과 수요수량의 증가로 지금까지 9회에 걸친 확장사업 실시
- 1970년도부터 감소경향 시작, 1975년부터 수도창설이래 계속된 시설의 확장시대에서 시설유지관리의 시대로 이행됨



▌그림 2.145 오사카의 수도 수요변화 추이 ▐

▪관로 관리(배수관 정비계획)

- 경년관은 1950년대 전반까지 매설한 보통주철관 “교체 잔여연장 281km”과 1950년대~1960년대 전반에 매설한 고급주철관 “교체 잔여연장 589km” 등 매설 후 40년 이상된 관과 누수다발관 등 일부관로를 대상으로 개체
- 배수정보시스템 설치를 통해 수압·유량 감시 (143개소)하고 있으며, 그 중 일부시설에 대해서는 원격 (40개소)으로 감시하고 있음
- 관로세정작업은 구경 300mm 이하 배수관 (4,300km)에 대해 10년에 1cycle로 시행하되, 관내유속 1m/s 이상, 세정수량은 관용량의 5배로 시행하고 소화전을 통해 배수

▌표 2.33 오사카 도송수 및 배수관 현황 ▐

구 분	관 종	구 경	연 장
계			5,152km
도수관	덕타일주철관, 강관	D2,200~600	35km
송수관	덕타일주철관, 강관	D2,000~1,000	59km
배수관	덕타일주철관, 강관,주철관	D2000~75	5,058km

(3) 빌딩형 정수장

(가) 무라노 정수장(1,797,000m^3/일)

▪도입배경 : 시설용량 550,000㎥/d의 단층 정수처리시설을 위한 용지확보가 곤란

▪취수원 : 비와코호수 요도강

▪오사카 부영수도의 약 80% 수준(지하수 포함)의 용수를 공급

▪대표적인 일본내 계층식(건물형) 정수장

▪평면형(1,247천㎥/d)과 계층(건물)형(2동, 550천㎥/d)이 공존

▪계층형 시설의 경우, 부지면적 축소를 제외한 기술적 매리트는 부족함

정수장	정수과정
평면계 공정 1963년 가동	혼화·응집 → 침전(3Type) → 급속여과 → 오존접촉지 → 입상활성탄 흡착지 → 정수지
계층계 공정 1994년 가동	혼화·응집 → 침전(경사관) → 흡수정 → 펌프 → 급속여과 → 오존접촉지→ 입상활성탄 흡착지 → 정수지

▪계층형 시설(빌딩형)의 특징

- 전 시스템(침전/여과/오존/활성탄)이 밀폐형으로 설계됨
- 경사관(평면계에 비해 1/3의 부지면적 소요)을 설치, 1회/년 세척
- 유량제어 : 계층시설의 유입부에서 조절, 처리수는 월류되어 유출되므로 정전시에도 만수상태를 유지
- 문제점 : 기둥이 많아 건물 용적율이 떨어지고 방수/결로문제 발생
- 적정 수요/물량에 맞는 면적산정이 어려움(공정별 사구역 발생이 큼)
- 운영측면에서 생산비에 의거 평면계가 주공정, 계층계는 보조 형태로 운영

▪정수처리 조정센터 : 수질·수량 데이터, 정수약품 사용량 및 전체 정수처리 공정을 감시 제어하기 위하여 정수처리 조정센터가 24시간 운영

① 이중 시스템 : 감시·제어설비는 고장에 대비하여 이중으로 구성

② 분산 시스템 : 시스템의 기능을 분산하여 돌발사고의 영향을 최소화

③ 축적된 데이터에 의한 유지관리 관행

▪송수관리 센터

- 물공급제어센터(Water Supply Control Center)는 무라노, 니와쿠보, 미시마 정수장에서 생산되어 540km의 송수관로를 통하여 공급되는 수돗물을 조정·통제

하며, 수돗물의 공급을 원활히 하기 위하여 10개 펌프장과 6개의 배수지가 관로를 따라 설치되어 있음

- 시설 자동화, 무선통신을 통하여 24시간 원격감시·제어
- 비상사태에 대처하기 위하여 예비시설이 비치되어 있으며, 현내 41개 자치단체는 "Aquanet Osaka"라는 네트웍을 통하여 각종 데이터를 교환·공유

▪원수 수질감시

- Koi 센서 설치 : 1994년 4월 이소시마 취수장에 잉어의 행동변화를 관찰하여 원수 수질변화를 감지할수 있는 Koi 센서 설치
- Yuki 센서 : VOC 화합물의 24시간 연속 감시시스템으로 벤젠 등 23개 유기화합물의 매 시간 동시 측정이 가능

▪슬러지 처리과정

- 슬러지 농축(함수율 94%)후 소석회 처리 → 가압탈수 → 탈수케익(함수율 64%) → 건조(함수율 35%) → 재활용(간척지 복토)

- 2001년 기준으로 일 평균 탈수케익 발생량은 118톤

▪기 타

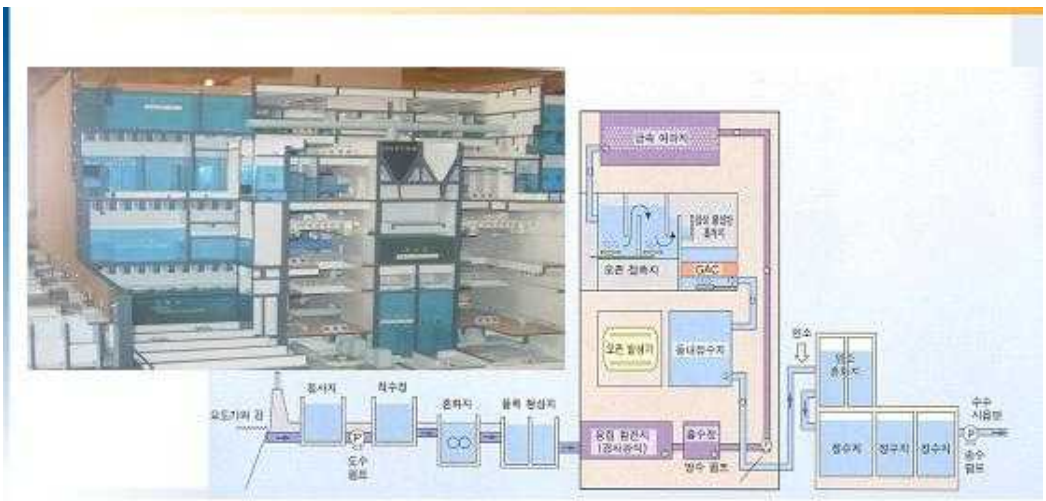
- 환경 친화적인 관리시스템(ISO 14001) : 환경친화적인 정수장 관리를 위하여 1999년 8월에 ISO 14001 인증을 취득
  ☞ 환경관리 목표 : 전력사용량 절감, 슬러지 및 폐기물 배출량 최소화, 정수처리 및 시험시약의 최적 유지관리, 상수원(요도강) 보전활동 추진
- 수위차 발전설비 : 다층 정수시설의 염소 접촉조와 정수지의 낙차 10m를 이용하여 연간 1,160,000kwh의 전기를 생산하며, 생산된 전기는 정수장 운영에 사용
- 가스폐열 발전시스템 : 가스폐열 발전시스템은 케이크 야적장의 NOX, CO2를 줄이고 전기를 보완할 목적으로 설치되었으며, 발생되는 폐열은 슬러지 건조에 이용
- 태양광 발전시스템 : 침전지에 태양광 판넬을 설치하여 전기를 생산하고 있으며, 태양광 판넬은 침전지 덮개로 작용하여 조류발생 방지



▎그림 2.146 평면계 정수시설 ▎



▎그림 2.147 빌딩형 정수시설 ▎



▎그림 2.148 빌딩형 정수시설의 공정도 및 내부 구성도 ▎

(나) 이케다시 후루에정수장 (217,500㎥/d)

▪도입배경 : 관상수 재배 및 주거지역으로 부지확보 어려워 빌딩형 채택

▪무라노 정수장과는 달리 설계초기부터 완전 계층식 (지상 4층, 지하 2층)으로 설계 및 운영 중 (부지면적 1/3로 감소 효과)

▪취수원 : 인아강 직접취수 또한 일본의 대표적인 계층식 정수장으로 일반 정수처리공정 (혼화/응집/침전/소독)으로 구성

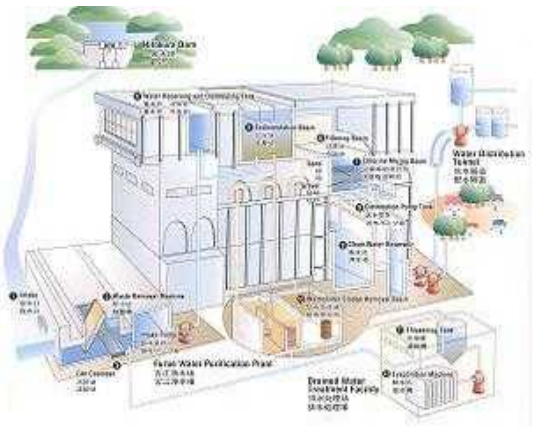
▪취수원의 수질이 양호하여 별도 고도처리시설 도입을 검토하고 있지 않음

▪현 시설은 101,000명 인구에 대해 97% 용수공급능 확보, 이외 3% 수준에 대해 타지역(오오사카부에서) 용수공급 (1941년 가동)

▪계층형 시설(빌딩형)의 특징

• 정수장 전 시스템이 밀폐형으로 설계됨

- 공정 : 고속응집침전 → 여과 → 소독
- 동일 건물내에 시설동과 관리동 분리
- 수원의 수질이 양호(원수 탁도: 1~100도, 설계당시 1,000 도 설계)하여 고도정수 시스템의 도입을 검토하고 있지 않음
- 방수를 위해 독일 노벨사의 비닐시트를 사용함





▎그림 2.149 후루에정수장 빌딩형 정수시설 공정도 및 구조 ▎

(다) 동경 키누타 정수장 (114,500㎥/d)

▪취수원 : 타마강 하천복류수

▪공정 : (혼화)막여과/소독

▪원수수질 : 탁도 0도, TOC 0.2mg/L

▪인근 지역 키누타시모(중공사막, 4만㎥/d, 무인운전)정수장의 막여과 시설도 동시 운영·관리

▪막여과시설 (빌딩형: 일체형 건물형)

- 막여과시설 (중공사막, 4만㎥/d) 2007년부터 운전
- SUS344 재질의 저류조 (초기비용은 고가이나 장기적 관점에서의 운영관리를 위해 저장탱크 및 관망에 스테인레스 스틸을 사용)

▌표 2.34 막여과 시설현황 ▐

구 분	내 용
종 류	외압식 정밀여과막(MF)
형 태	중공사막
재 질	PVDF(유기막)
공칭공경	0.1㎛
1본당막면적	75㎡
막모듈형식	縱(종)케이싱일체형
막모듈외형	8inch×2300mmL





▌그림 2.150 키누타정수장 막여과동 및 막여과 ▐

▌표 2.35 일본과 한국의 상하수도 및 기초시설 비교 ▐

분 야	국가	설계/건설 분야			기술 분야			비기술 분야		
		위 치	형 식	건설 모토	적용공법	공법특이사항	기술수준	환경조건	국민성	정책
정수처리시설	일본	도심지내 또는 지근거리내	계층 또는 평면형	취수원 또는 소비자와의 지근거리 확보	일반정수처리 고도정수처리	원수수질 양호에 따른 후속공정의 컴팩트화 가능	신/구기술의 조화 (최근 막여과 기술로의 전환 시도중)	수원~수도~하수처리의 물순환고리 형성/관리 (원수수질 양호)	수돗물에 대한 신뢰형성 국민요구 정체	수돗물 신뢰구축을 위한 적극적 홍보 및 교육실시
	한국	도심외곽 또는 취수원 부근	평면형	양호한 취수원 확보 및 광역운영	일반정수처리 고도정수처리	안정적 원수수질 및 수량확보	구>신기술로의 공법 및 공정개량 (최근 막시설 도입)	행정적 이원화에 따른 물순환고리 미형성	수돗물에 대한 신뢰 미구축 국민요구 점증	수돗물 신뢰구축을 위한 홍보 및 교육실시
하수처리시설	일본	도심지내 또는 지근거리내	지하형	시민활용공간 하수처리 및 에너지 활용	일반하수처리 고도하수처리	물순환 및 에너지 순환고리 형성 (시스템화 구축)	신/구기술이 상존 (최근 MBR 적용) 대체에너지 활용에 대한 고려 반영	도심지내 물순환고리 형성 및 시스템 구축 (중수도 이용)	혐오시설로 인식하지 않음 →지하시설,악취 등 관리철저	수돗물 값에 비해 중수도 사용에 따른 경제성 확보
	한국	도심지 외곽 방류하천 부근	지상 노출형	하수처리 위주	일반하수처리 고도하수처리	하수처리 위주의 Flow 형성	신/구기술이 상존 (최근 MBR 적용) 대체에너지 분야는 연구단계 수준	물순환고리 및 관련 시스템의 통합 불가능	NIMBY 심각 (대표적 혐오 시설로 분류)	중수도 및 에너지 활용시장 여건/형성미흡
기초시설	일본	도심지내 펌프장 위치	지하형	강우시 침부방지 및 에너지 활용	1차처리 및 하수펌핑 시설, 에너지회수 시설	동경만으로 CSOs 방류 및 초기오수 처리시설 구축	무인/자동화 시설 소음/진동/악취 control	-	-	-
	한국	하천변 위주 빗물펌프장	지상 노출형	강우시 하수의 강제배제(하천)	1차처리 및 저류/펌핑 시설	하천방류를 목적 Gate-operation	최근 초기우수처리 및 CSOs 고려 중	-	-	-
총평		• 정수 및 하수처리 기술분야는 한국과 일본간의 차이가 없거나 일부 기술분야는 한국이 더 발달된 것으로 판단 • 일본은 신/구기술의 조화 및 운영관리 시스템을 갖추고 있으며, 분산화된 물 순환고리(대응운전 및 대비가능)를 구축하고 있음 • 또한 일본은 (한국과 달리) 수처리 이외에 에너지 이용 및 시민공간으로의 활용에 대한 컨셉이 반영되어 있음 • 현재까지 조사된 자료는 특정 도심지(오오사카, 동경)에 대한 결과로 보다 많은 사례를 필요로 함								

(2) 유럽의 용수공급시스템 현황

(가) 유럽의 지리적, 사회적 배경

▌다양한 국가, 민족이 다양한 사회적, 지리적 배경 하에 존재하는 유럽은 경제 규모가 국가마다 큰 차이를 보이며, 국가 간의 경계가 인접해 있으므로 동일한 수계의 물을 여러 나라가 취수하여 이용하면서 다양한 상수도 시스템을 구축하고 있음

▪EU 연합은 1960년대부터의 산업화로 인해 이미 수질 오염 사고 등의 다양한 경험으로 상하수도에 대한 관심과 연구 개발 및 현장 적용 경험이 많음

▪유럽의 지형 특성상 국가 간 오염 물질 배출로 인한 취수원 오염 및 일부 지역의 경우 해수 등의 유입으로 인하여 원수에 염분침투를 경험

- 1963년 네덜란드 Meuse강과 Maas강의 염분 침투
- 1970년대 스위스 취리히호 페놀 사건(2일 단수)
- 1970년대부터 네덜란드의 경우 강 상류 지역의 프랑스, 벨기에 등으로부터 오염물질(카드뮴, 제초제 등)의 지속적인 유입으로 연 평균 약 30일 취수 중단

▪조기 산업화를 통한 경제 발전으로 상대적으로 높은 GDP 수준을 유지 하고 있음. 아울러 높은 소득 수준과 다양한 수질 사고 등의 경험으로 상대적으로 높은 상하수도 요금을 수용하는 성숙된 국민의식 수준

▪저소득층 계층에 대한 상하수도 요금의 감면, 면세 등의 세제 제도 시행

▪지형 및 경제활동 여건 상 상수원으로 지하수 의존도가 높아, 지하수의 직접 취수에 대한 무거운 세금 부과로 간접 취수방법 유도

▪네덜란드는 지하수 직접 취수 시 0.8€/㎥ 세금을 부과하나, 인공 함양 후 취수 시 0.02€/㎥ 세금 부과.

▪취수 방식별 세금 부과 차등 제도로 물 부족을 대비하고 수질 안전성을 확보

▌표 2.36 유럽의 상수도 통계 ▐

국가	보급률	정수장	ℓpcd	관로연장	유수율
Austria	89.6%	6,000개소	150	28,000km	n/a
Belgium	96.4%	2,500개소	108	102,235km	79%
Bulgaria	90%	42개소	90	70,620km	32%
Cyprus	100%	42개소	108	n/a	85.2%
Czech Republic	87%	157개소	104	56,000km	75%
Denmark	100%	2,700개소	125	43,000km	94%
Estonia	77%	20개소	100	3,100km	65%
Finland	90%	n/a	240	84,000km	85%
France	99%	14,615개소	175	850,000km	72%
Germany	99%	14,525개소	130	500,000km	92%
Greece	82%	n/a	136	n/a	65~85%
Hungary	93.0%	N/A	98	65,000km	80%
Ireland	90.0%	2,691개소	135	65,000km	56.6%
Italy	96%	2,000개소	278	176,000km	73%
Latvia	78%	30개소	125	3,500km	65%
Lithuania	67%	0개소	100	4,500km	80%
Luxembourg	99.9%	1개소	150	4,600km	80%
Malta	100%	5개소	223	2,200km	75%
Netherlands	100%	224개소	126	112,000km	95%
Poland	94.3%	3,000개소	60	40,267km	59%
Portugal	91.9%	552개소	n/a	7,000km	50~60%
Romania	68%	2,700개소	146	40,267km	20%
Slovakia	80%	1,500개소	113.6	24,896km	75.1%
Slovenia	80%	147개소	147	6,000km	61%
Spain	99%	n/a	238	n/a	75%
Sweden	88%	2,000개소	330	67,000km	75%
United Kingdom	100%	1,858개소	150	405,413km	77%

(나) 유럽 용수공급시스템의 특성

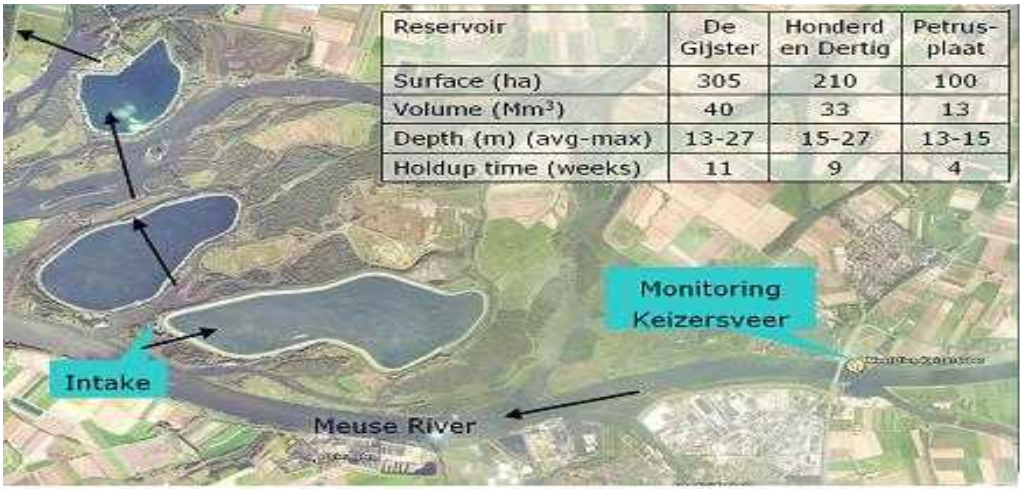
① 대규모 저류 시설 확보 및 강변여과 활용

▌네덜란드의 Avides사가 운영하는 Baanhoek 정수장 등은 취수원의 해수 침투 사고로 인해 대규모 저수지를 건설하여 운영

▪1963년 해수의 유입으로 인한 상수원 염분 침투 문제 발생 → 1973년 Meusr강과 Maas강 합류 지점의 삼각주에 형성된 농지를 구매 하여 대규모 저수지(Biesbosh reservoir)건설(그림 II-28)

▪3개의 인공 저류 시설을 건설하여 직렬로 연결하여 사용 → 원수의 총 저류 기간은 약 24주

▪저수지 장기 체류에 의한 부영양화로 야기될 수 있는 맛·냄새 문제를 제거하기 위해 정기적으로 저수지 준설 실시.



▎그림 2.151 네덜란드 3단 인공 저수지(Biesbosh reservoir) ▎

▌네덜란드의 WPH 정수장은 수질 오염에 대한 안전성 확보 및 수질 개선 효과를 위하여 운하에서 원수를 취수 하여 저류지에서 저류 시킨 후 강변여과 형태로 취수하여 정수처리

▪저류지 체류시간은 평균 1.5년 유지

▪저류지를 2단으로 구분 → 전단에 수질 모니터링을 실시하여 비상시 원수 유입 차단

▪저류지 주변에 40여개의 관정을 설치하여 취수하며, 각 관정 마다 체류시간(traveling time)을 다르게 유지하여(개별 관정 위치가 취수원과 각기 다른 위치에 설치) 오염 물질 유입 시 희석 효과 및 차단 효과 기대

▪조류 제어를 위해 수중 폭기 방법을 도입하여 원수의 조류 성장을 제어

▪강변 여과 취수 방식을 통해 Cryptosporidium과 같은 원생동물 및 미생물의 여과방식의 소독실시 (1 log)

▌독일 라인 강물을 원수로 이용하는 뒤셀도르프 정수장은 수질 오염에 대한 안전성 확보 및 수질 개선 효과를 위해 강변 여과 방식 취수를 선택

▪강에서 관정까지 원수의 모래층 통과 시간은 3~6주 (정수용량 : 150,000㎥/일)

▪안정적 수량 확보를 위해 4~5년 주기로 관정 청소 실시

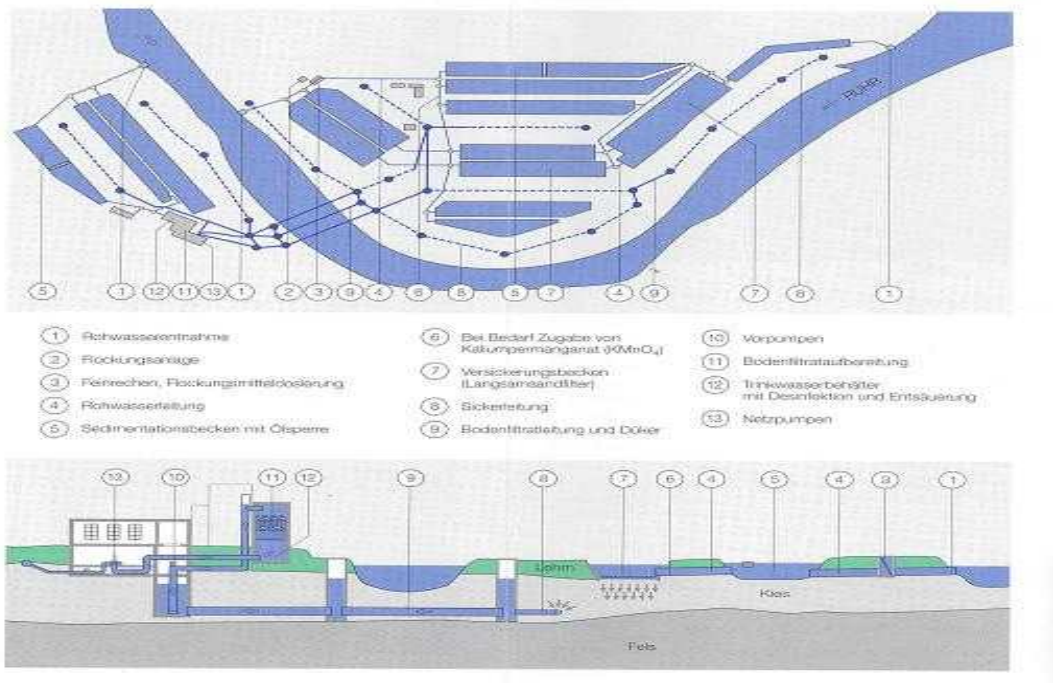
▪강변 여과를 거친 원수의 용존 유기물질 농도(DOC)는 1mg/L 이하

▌독일의 Ruhr 강물을 원수로 이용하는 Witten 정수장은 수질 오염에 대한 안전성 확보 및 수질 개선 효과를 위해 저류시설 및 강변여과 시설을 동시에 운영 (정수용량 : 100,000㎥/일 규모)

▪강물을 취수하여 대규모 저류 시설에서 원수의 침전 과정을 거친 후 저류지의 하부 모래층을 통과하는 방식의 여과 방식 채택(그림 II-29)

▪일반 지형을 이용한 여과 후 정수장에서 전오존, 혼화/응집, 이중여과(모래+활성탄) 방식으로 재처리 함.

▪강물 오염 시 정수장 유입 전 침전지 및 여과지에서 장기간 저류하므로 오염 물질의 정수장 유입을 차단할 수 있는 시간 및 방법 확보.



▌그림 2.152 독일 Witten정수장 원수 저류 방식 ▌

② 정수처리 무약품 공정 및 공정 단순화 추구

▌유럽의 대규모 원수 저류지를 확보한 정수장의 경우 장기간 저류에 의한 자연적 수질 개선 효과로 후단의 정수공정이 간단해질 수 있음

▪네덜란드의 WHP 정수장의 경우 대규모 저류지의 수심을 30~40m로 유지하여 호소 하부에서 강변 여과를 시킴으로서 수온이 상시 20℃를 유지 → 높은 수온 유지로 생물학적 활동도가 높아 정수장 유입 전 질산화가 이루어지고, 미생물 성장가능 탄소(AOC) 농도가 상당량 저감되어 유입(AOC 10㎍/L이하 유지)

▪정수장에서는 응집제 주입 없이 급속여과, 입상 활성탄, 소독 공정만으로 운영하므로 공정 구성 단순

▪정수처리공정에서 약품 사용을 가급적 배제하기 위해 소독 공정은 염소 대신 자외선 소독 공정 운영

▪처리수의 AOC 농도 또한 낮은 농도이므로 잔류 소독제가 없어도 배·급수 관망에서의 미생물 재성장 문제가 없음.

▪강변여과를 통해 미생물의 소독능(1 log)을 확보하므로 정수장 소독 공정의 단순화가 가능

▪배출수 처리를 위해 막여과(MF/UF) 공정을 도입하여 공정 단순화를 추구하며, 슬러지는 벽돌 재료로 재활용

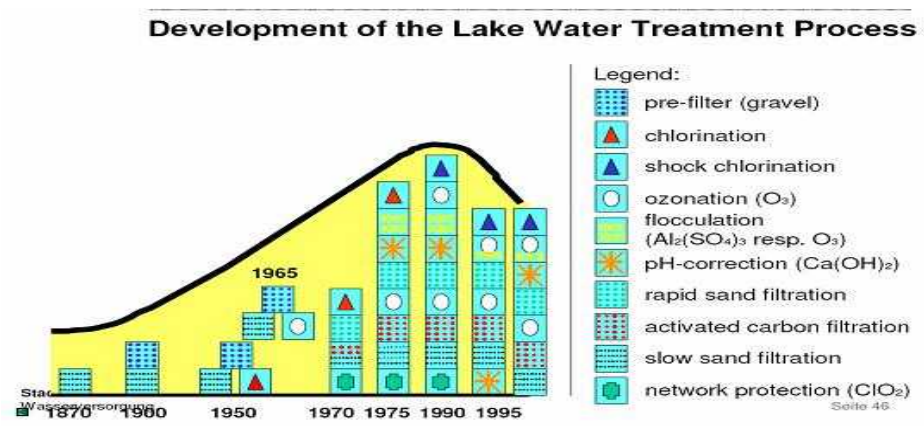
▪독일 뒤셀도르프 정수장의 경우 강변여과 후 정수장에서 오존, 여과 공정만으로 처리

▪여과지는 GAC와 모래로 구성된 이중 여재를 사용함으로서 공정의 컴팩트화 추구

▪네덜란드 Berenplaat 정수장의 경우 대규모 저류조(24주)에서 취수된 원수를 다시 정수장 저류지에서 침전 처리 시키며 정수처리 → 정수처리공정을 모래여과, 활성탄, UV소독으로 단순화

▪스위스의 호소수를 원수로 하는 정수장의 경우 그림 II-30과 같이 산업화 함께 정수처리 공정이 복잡해지고 다양한 약품을 사용하였으나, 최근 정수처리공정의 단순화, 무약품화 추세 → 취리히 Lengg 정수장의 경우 현재 전오존, 모래여과, 중오존, 활성탄, 완속여과 순으로 처리 → 약품을 사용하는 혼화, 응집과 소독공정이 없음

▪유럽 지역의 많은 정수장에서 소독은 가능한 강변여과, 완속여과 등 물리적 방법으로 만족 시키고 소독제 사용을 가급적 배제 → 수돗물에서 THM 기준이 25ppb이므로 필요시 이산화염소를 최소량(0.5mg/L 이하)으로만 주입



▌그림 2.153 스위스 Lengg 정수장의 연도별 정수처리 공정 변화 ▐

③ 정수장 위생 문제 확보 및 미관을 고려한 설계

▌정수장은 처리 효율뿐 아니라 건물 외관, 공정 내 배관 등도 미학을 고려하여 설계 및 시공

▪건물 외부의 미학을 고려하여 네덜란드 WPH의 정수장이나 Andjik 정수장은 설계 시부터 건축 전문 설계자를 참여시켜 미학적 건물 설계가 가능토록 함

▪공정 배관의 색체도 파스텔톤, 벽체 및 바닥 구조 투명화 적용

▌수돗물의 무소독제 운영으로 인하여 모든 정수처리 공정은 운영자와 격리될 수 있도록 설치되며, 감기 등 운영자의 경미한 질병에도 감염을 고려하여 병원체 보균자의 정수장 출입 금지

▪공정의 안전성 확보를 위하여 유럽의 대부분 정수장은 각 공정에 대한 운영자 및 견학인의 통행을 차단하는 시설을 설치하여 안전성을 확보



▌그림 2.154 유럽 정수장의 안전성 확보를 위한 공정 격리 구조 ▌

④ 지리적, 사회적 여건을 고려한 개성 있는 공정 도입

▌정수장의 획일적 공정 구성, 배치보다는 각자의 정수장 환경, 경제적 여건을 고려한 신 공정 적용

▪네덜란드 Andjik정수장은 해수 침투 가능성으로 오존 공정 적용 시 Bromate의 맹독성 오존 소독부산물(5ppb 규제) 발생 가능성에 따라 과산화수소/UV 공정 적용

▪과산화수소/UV공정의 운영 단가는 0.11 €/㎥로 상당히 고가임에도 불구하고 수돗물의 안전성을 위해 채택

▪네덜란드 Andjik 정수장의 또 다른 공정은 호소수의 응집, 침전 후 모래 사구

지형을 이용하여 인공함양 후 취수하여 Lime으로 연수화시 염농도가 높아지는 것을 우려해 고가의 UF와 RO를 이용하여 처리하는 방식 채택

▪스위스 취리히 호소수를 취수하는 Lengg정수장은 전오존/Lime/모래여과/중오존/활성탄/완속여과의 다단계 공정 적용

▌신규 정수장 건설 보다는 정수장 증설 및 공정 추가 등으로 기존 정수장을 개보수하여 활용하려는 노력

▪Lengg정수장은 1960년에 건설되어 완속 여과 공정으로 운영하다 1975년 이후 지속적인 개보수로 오존, 활성탄 공정 적용 → 완속 여과지의 폐쇄 없이 현재까지 이용 중이며 현재 UF 막공정 추가 도입 여부를 평가

▪독일 뒤셀도르프 정수장은 1900년 초반 강변여과수를 수돗물로 직접 공급하다가 1982년 오존/활성탄 공정 추가 사용

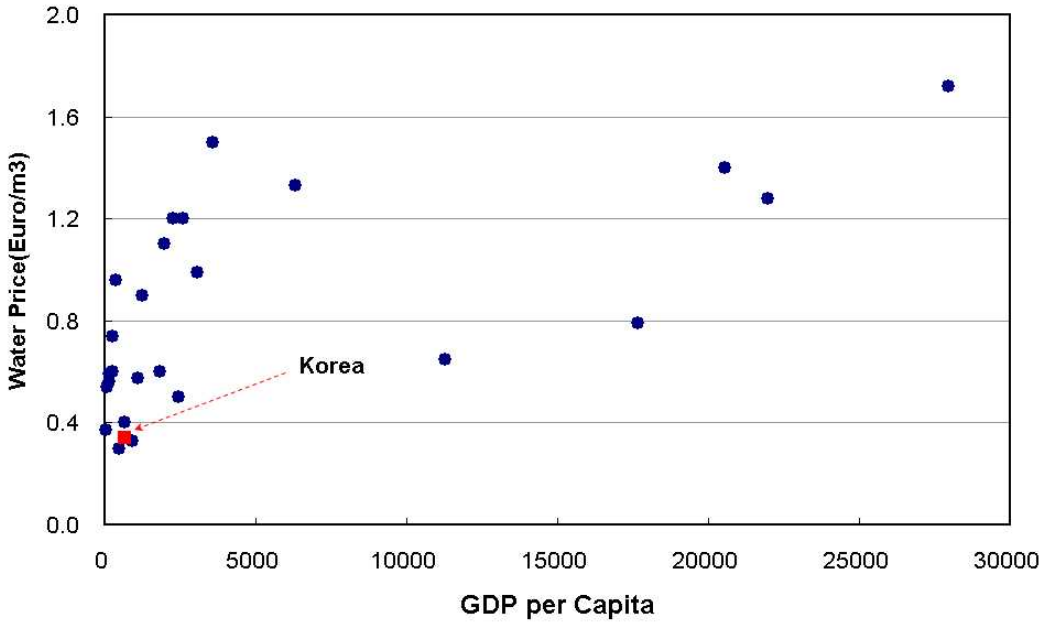
▪독일 Witten정수장은 1800년대 후반 강물을 취수하여 모래여과 공정 만으로 처리하였으나, 1980년대 대대적인 개보수를 통하여 강변여과, 오존, 활성탄 공정 도입



▌그림 2.155 유럽 정수장의 미학적 건축 설계 ▐

유럽의 용수공급시스템에 대해 간단하게 요약하면,

- 산업화로 인한 많은 수질 사고를 경험하고 상대적으로 1인당 GDP가 높은 유럽의 경제적 배경으로 다양한 건강상 안전을 고려한 고비용의 취수방법, 정수 처리 방법 등이 도입
- 고비용 정수 시스템을 운영하면서 정수처리에서 무약품화 및 약품 사용량을 줄이는 추세임. 이는 비용 절약측면 보다는 수돗물의 품질 향성을 추구하는 측면이 높음



▌그림 2.156 유럽 국가별 GDP와 수도요금 상관관계(2005년 기준) ▐

- 수질사고 대비, 단수 최소화, 무소독제 정수장 운영 등의 목적으로 원수가 장기 체류할 수 있는 저류조를 설치하여 운영하며, 저류조 건설 및 운영에 소용되는 비용이 높은 상수도 시스템임에도 불구하고 안전하고 안정적인 수돗물을 확보하고자 하는 국민 의식 반영
- 유럽의 용수 수요량 감소와 민영화에 따른 사회적 변화로 운영 정수장 개소를 가능한 감소시키기 위하여 운영 효율화 방안으로 링메인 시스템을 도입하여 운영 및 정수장 운영 인력 최소화. 이에 필요한 통합 물관리 체계를 구축
- 운영 효율화의 일환으로 관로의 링메인 시스템과 함께 비상 용수 공급을 위한 정수장 분산화 시스템을 구축.
- 사회적 불평 등을 해소하기 위해 사회적 취약계층에 대한 수도요금의 감면, 면제 제도 도입

(4) 제3세계 용수공급시스템 현황

(가) 아프리카

▌2000년 Global Water Supply and Sanitation Assessment의 보고서에 따르면 아프리카 대륙의 약 62%의 인구만이 제한된 용수공급시설로부터 용수를 공급 받고 있고, 도시시역은 85%, 비도시지역은 47%로 지역적인 불균형이 아주 심각하며, 대륙인구의 28%와 13%는 용수공급 서비스 및 하수처리 서비스를 받고 있지 못하며, 아프리카의 인구는 지금부터 25년 이후에는 약 65% 정도 증가할 것으로 예상되고 있음

① 케냐(동부아프리카)

▪케냐의 경우 상시 물부족국가로 분류되고 있으며, 2025년에는 1인당 약 245m3으로 수자원 확보량이 감소할 것으로 예상하고 있음

▪수문조사 network, 수문데이터의 관측 및 저장, 또한 모니터링 장비의 부족으로 수자원 부존량을 정확하게 산정조차 할 수 없음

▪케냐의 경우 1970년에는 수문조사 관측소가 900개에 달했으나, 현재에는 경우 약 100개에 달함

▌표 2.37 케냐의 물수지 분석 ▌

연 도	1969	1979	1989	1999	2004
인구(CBS)	10.9	15.3	21.5	28.7	33
1인당 사용가능량(m^3)	1,853	1,320	942	704	612
부존량(m^3)	11.4	8.1	5.8	4.3	3.9

▪용수처리 및 공급시설의 경우 상당히 열악한(poor) 실정이며, 인구 중의 도시에 사는 약 60%만이 침전수를 이용하고 있고 대부분의 시설 및 설비는 20년에서 40년 전에 건설되어 노후화로 인해 제기능의 발휘가 어려운 실정임

▌표 2.38 케냐의 급수률 ▐

지역 구분		1990	1995	2000	2002
도시지역	총급수율(%)	91	90	89	89
	HC(%)	58	57	57	56
비도시지역	총급수율(%)	30	37	43	46
	HC(%)	11	11	12	12

※ HC : Household Connection

② 에티오피아(북부아프리카)

▪에티오피아의 경우 케냐와 다르게, 풍부한 수자원을 보유하고 있음

▪9개의 유역으로부터 122 billion m^3의 수자원을 보유하고 있으며, 지하수의 경우 약 2.6billion m^3을 가지고 있음

▪수자원 중에서 약 2%정도만 사용하고 나머지 중 86%는 관개용수로 활용하고 있음

▌표 2.39 에티오피아의 수자원 보유 현황 ▐

유역 이름	유역 면적(km^2)	유출량(billion m^3)	specific discharge ($L/s/km^2$)
Abbay	199,812	52.6	7.8
Awash	112,700	4.6	1.4
Baro-Akobo	74,100	23.6	9.7
Genale-Dawa	171,050	5.80	1.2
Mereb	5,700	0.26	3.2
Omo-Gibe	78,200	17.90	6.7
Rift Valley	52,740	5.60	3.4
Tekeze	89,000	7.63	3.2
Wabe Shebele	200,214	3.15	0.5
Afar-Danakil	74,000	0.86	-
Ogaden	77,100	0	-
Aysha	2,200	0	-
Total	1,136,816	12.00	

▪풍부한 수자원 보존량에도 불구하고, 인력문제, 재정문제, 기술적인 문제 등으로 인해 급수율은 매우 낮음

▪통계상 2002년 기준으로 도시지역의 급수율은 사하라사막 이남지역 국가와 비슷

한 82%정도를 보임

▪비도시지역의 급수율은 사하라사막 이남지역 국가의 평균보다도 낮은 45%로 집계됨

▪비도시지역에서는 대부분 지하수를 원수로 사용하고 있으며 특별한 처리공정 없이 용수를 사용하고 있음

▌표 2.40 에티오피아의 급수률 ▐

지역 구분		1990	1995	2000	2002
도시지역	총급수율(%)	80	81	81	81
	HC(%)	4	10	19	23
비도시지역	총급수율(%)	16	14	12	11
	HC(%)	0	0	0	0

▪하수도 보급률의 경우 도시인구의 19%와 비도시지역인구의 4%만이 서비스를 받고 있음 (사하라 남부 지역국가의 평균은 도시지역의 경우 55%, 비도시지역의 경우 26%임)

▪낮은 급수율과 하수도 보급률은 많은 수인성 전염병의 원인이 되고 있으며, 또한 현재 에티오피아에서 발생하는 질병의 70%가 수인성 전염병이라 조사되고 있음

③ Lubumbashi ; 콩고(Democratic Republic of Congo)의 광산도시



▌그림 2.157 콩고 공화국 지도 ▐

▪Lubumbashi는 인구 30만 규모의 도시로 계획되었으나, 현재 인구는 약 200만 정도로 추산됨

▪외국의 많은 광산기업이 진출하고 있어 주거단지의 개발 및 생활시설 확충이 시급한 실정임

▪구체적인 수자원의 부존량 및 정보의 부족으로 상하수도 및 수자원 개발의 계획이 부재중임

▪Lubumbashi의 용수공급 현황

- 취수원 : 하천수 및 지하수를 병용
- 정수처리 : 기존 공정 및 염소소독
- 용수공급관망 : 도시구역 및 특성별 통합시스템 보다는 분산시스템 도입이 필요한 실정임

▪하폐수 처리 관련 시설 및 관망은 기초자료조사가 없을 정도로 관리가 소홀한 실정임 → 재정 및 인력 부족에 기인됨

(나) 중국

▪난징시 현황

- 장수성의 중심도시로 20년 전부터 화학, 기계, 철강 등의 산업이 활성화
- 인구는 약 390만이며 하수도 보급률은 현재 약 65%수준임
- 난징시에는 현재 3개의 하수처리장이 운전 중이며, 1개의 처리장이 건설 중에 있음
- 처리된 방류수는 양쯔강으로 유입됨

▪중국의 북부지역을 대표하는 심양시는 요령성의 수도로써 행정구역상 5개의 구로 구성되어 있음

- 오아이 하수처리장(10만 톤/일), 북부 하수처리장(40만 톤/일), 선녀하 하수처리장(32만 톤/일), 선수이완 하수처리장(20만 톤/일)등이 운전되도 있음
- 중국의 경우 대규모 하수처리장을 건설하여 운영하고 있는 집중형 시스템이 기존에 운전되고 있음

▪중국의 비도심 지역 중 허난, 가오춘 지역은 A/O공법인 가오춘 하수처리장과 대형 식당에 설치된 하수처리시설로 하수를 처리하고 있음

(다) 베트남(하노이)

▪하수배제 시스템으로 합류식을 채택하고 있으며, 우기 시 홍수에 대비한 우수배제시스템으로 활용하고 있음

나. 대심도 터널

▌선진 외국에서는 용수공급을 목적으로 하는 대심도 수로터널이 건설되어 운영되고 있으며, 일본은 대심도 지하의 사용에 관한 법률적 기반 구축

▪일본은 **「대심도 지하의 공공적 사용에 관한 특별조치법」**이 제정되어 있어, 통상 이용하지 않는 지하공간 (40m 이상 심도)에 대해, 공익성을 가진 사업을 실시하는 경우 토지소유자에 대한 사전 보상을 행하지 않고 사용이 가능하므로 대심도 공공인프라 건설에 대한 법률적 기반이 되어 있음

> 「**대심도지하사용법**」(정식명「대심도 지하의 공공적 사용에 관한 특별조치법」)은 통상 이용하지 않는 지하공간(40m 이상 심도)에 대해, 공익성을 가진 사업을 실시하는 경우 토지소유자에 대한 사전 보상을 행하지 않고 사용이 가능한 법률

▌용수공급 목적의 대표적인 대심도 수로터널로는 영국의 지하수도환상간선(Thames Water Ring Main), 미국의 뉴욕시 도시터널, 시카고의 TARP, 보스턴의 Metro West Water Supply Tunnel 등이며, 일본의 수도권외곽방수로, 칸다가와 지하조절지, 동경의 지하하천 등 수해경감의 목적으로도 활용되고 있음

▪이중 Themes Water Ring Main, 뉴욕시 도시터널, Metro West Water Supply Tunnel은 용수공급의 목적으로 건설된 사례이며 수도권외곽방수로 및 칸다가와 지하조절지는 강우에 의한 수해경감을 위한 목적으로 건설된 대표적인 사례임

(1) Thames Water Ring Main (영국)

(가) 대심도 환상간선의 건설배경

▌기존수도의 용량한계에 도달하고 기존시설의 누수, 관 파손, 펌프압송비용의 증대 등을 초래할 우려가 있고 교통량이 많은 장소에서 광범위한 지표 굴착을 해야 하는 등의 문제가 예상되어 새로운 용수공급체계의 필요성 대두

▪종래의 런던 수도는 사용하는 물의 약 70%를 Thames강에서 취수하며, 약15%는 런던쪽의 리이강에서 취수하고 나머지는 지하수를 취수

▪정수는 런던의 정수장으로부터 동서로 뻗는 연장 1만 4천 5백km의 송수간선에 의해, 또 일부는 지상에 노출된 15개의 대구경 송수간선에 의해 송수

▪약 60개 배수지역에서는 500개 이상의 배수본관으로 배수하고 있고, 수요변동에 대처하기 위해 100개 이상의 배수지가 있으며 대부분의 물은 취수지점에서부터 공급지점까지 펌프장에서 3~4회 가압되는 에너지 의존형 시스템

▪런던 근교의 수도수원이 한계용량이 달하고 1991년부터 2006년까지는 1일 평균 수요량은 현행의 15%, 또 최대수요시는 30% 증가가 예측되어 기존 설비의 한계 봉착에 따른 새로운 대응책 요구

▪또한 종래의 송수간선시스템이 노후화 되어 간선 연결부로부터 누수가 많았으며 최대 수요시에는 본관 파손사고 발생 증가

▪이러한 상황에서 종래 방식 증, 천심도에 본관을 추가하고 기존의 정수장을 개량하는 방법으로 수요증가에 대응할 경우에는, 기존보다 고압으로 송배수해야 하며 시설의 노후화 등을 고려하면 기존시설의 누수, 관파손, 펌프압송비용의 증대 등을 초래할 우려

▪또한 공사를 위해서는 교통량이 많은 장소에서 광범위한 지표 굴착을 해야 하는 등의 문제 가 예상되어 새로운 시스템이 검토

(나) 대심도 환상간선 건설개요

▪2006년을 목표로 하는 런던의 정수장과 송·배수 문제를 조사하기 위해 1984년 3월에서부터 검토를 시작한 결과, 대심도 지하수도환상간선 구상이 제안되어 1985년에 승인

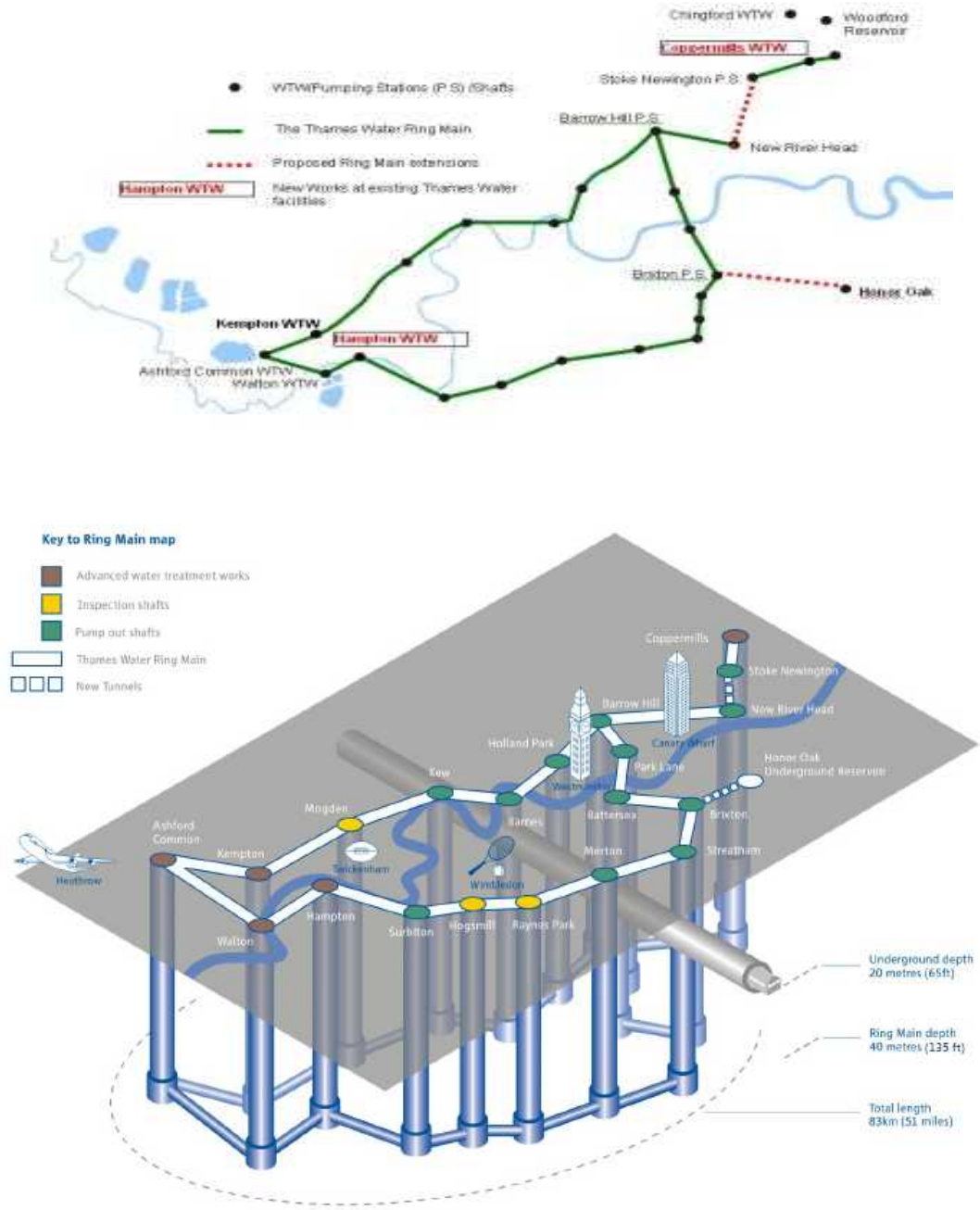
▪새로운 시스템인 대심도 지하수도환상간선은 기설된 지하철 등 지하시설군의 하층에 건설되는 것이며, 지하 30m~70m의 위치에 콘크리트 터널을 건설하여 정수장으로부터 정수를 자연유하로 이 터널에 유입시키고, 터널과 기존 배수간선의 접점에 설치된 양수입갱으로부터 펌프양수하는 시스템

▪서부의 Ashford Common 정수장부터 런던 중앙부 및 리이강을 횡단하여 타원상의 넓은 대심도 지하수도환상간선은, 이미 1974년에 건설된 Ashford-Merton 사이의 19km에 걸쳐 있는 남터널 본관을 포함하여 연장이 약 80km에 이르며 직경 2.1~2.9m의 터널로 구성

▪대심도 지하수도 환상간선의 물을 이용하는 각 지역의 배수체제 대부분은 건설초기 그대로이지만, 배수구역은 재검토됨

(다) 대심도 환상간선 건설 효과

▌대심도 지하수도환상간선에 의해 배수되는 각각의 배수구역에서는 어떠한 정수장으로부터의 물도 받을 수 있기 때문에 급수의 안정성이 강화와 각 구역마다 정수처리량을 확장할 필요가 없어짐과 동시에 환상간선의 저류능력에 의해 배수지용량을 삭감



▌그림 2.158 Thames Water Ring Main ▐

(2) 뉴욕 제3터널 (미국)

(가) 건설 배경

▌뉴욕시의 경우 현재 1, 2 터널 등을 1917년, 1936년에 완공되었으나, 기존 터널의 검사 및 수리, 보수공사가 시급함에 따라 건설 추진

▪뉴욕시의 제 3터널은 총연장 100 km에 다다르는 상수를 위한 대심관로로써 뉴욕시의 북부에 90m 지하에서 시작하여 남쪽으로 수직 240m 하강하도록 설계

▪총 20여 군데 설치될 수직상승 관로는 5mm 두께 1.2m 직경 스테인레스 스틸로 만들어져 2020년에 완공 계획

▪제3터널은 향후 100여년간 뉴욕시 상수 공급에 지장이 없도록 밸브 등의 재료 선택 및 설계됨

▪1960년대 준비과정을 거쳐 1970년에 공사를 시작한 후 4단계로 나누어 콘크리트 관로를 건설중

▪총 공사비는 U$ 6 B (약7조원)으로 책정 2020년 이후에 완공될 예정

▪완공 후 제3터널은 1,2터널의 수량을 공급하도록 설계

(나) 건설 경과

▌제 1 단계는 76 ~ 240 m 지하에 7.3 ~ 6.1 m 직경의 관을 굴착80년대에 공사가 마무리 되어 1998년부터 사용하기 시작

▪14개의 지상으로 연결되는 수직 상승관을 통해 현존하는 상수관과 연결시켜 상수를 공급

▪특수 지하 밸브 공간을 마련하여 미래에 물을 배수하거나 공급을 중단하지 않고 2-4단계의 대심 관로 공사를 할 수 있도록 설계

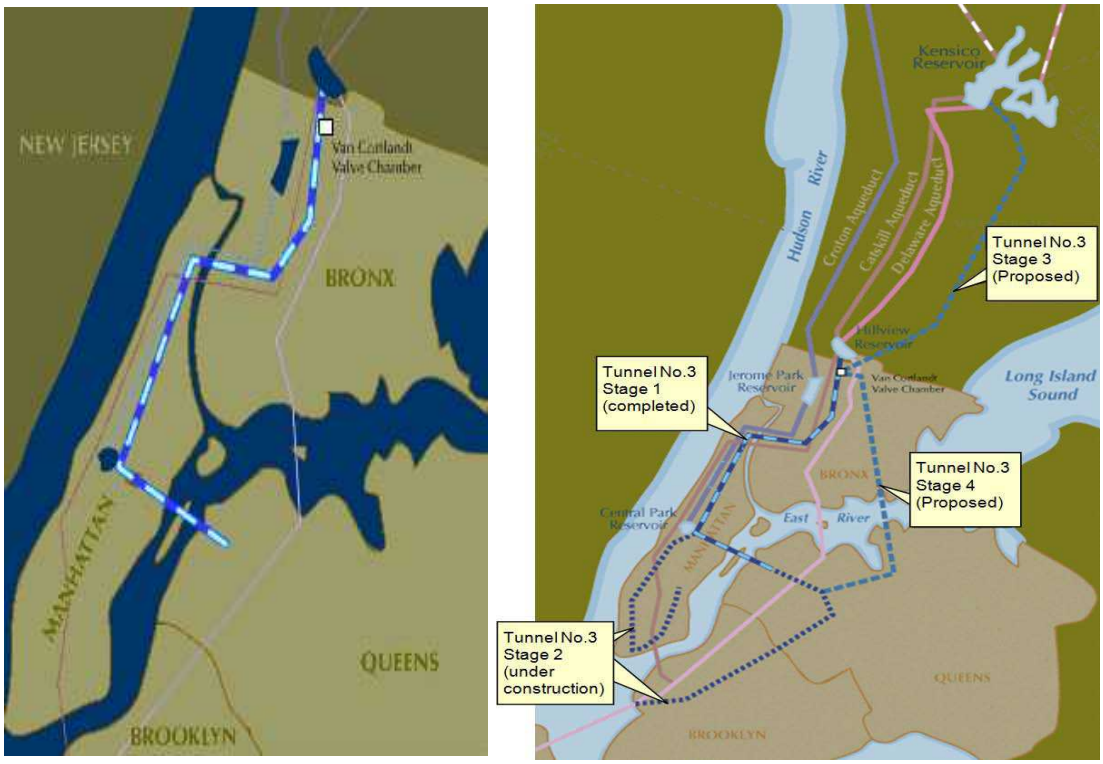
▌제 2 단계는 14 km를 연결하는 3m직경의 관이 Manhattan 남쪽지역을 관통하고, 또 다른 하나의 직경 6.1m, 연장 8 km의 관로는 Queens을 거쳐서 4.9m 직경의 관으로 Brooklyn쪽으로 연결

▪2006년에 대심관로를 지하 터널공사가 완료되었고, 수직 상승관 공사 및 부대시설이 완공되는 2013년에 가동을 시작하도록 예정

▌현재 계획 중인 제3단계 Kensico-City터널은 뉴욕시 북부지역에 위치한 Kensico저수지에서 세계 최대의 밸브시설이라 할 수 있는 Van Cotland Valve Chamber로 연결되는 총 25.7 km, 7.3m 직경의 관로로 건설 예정

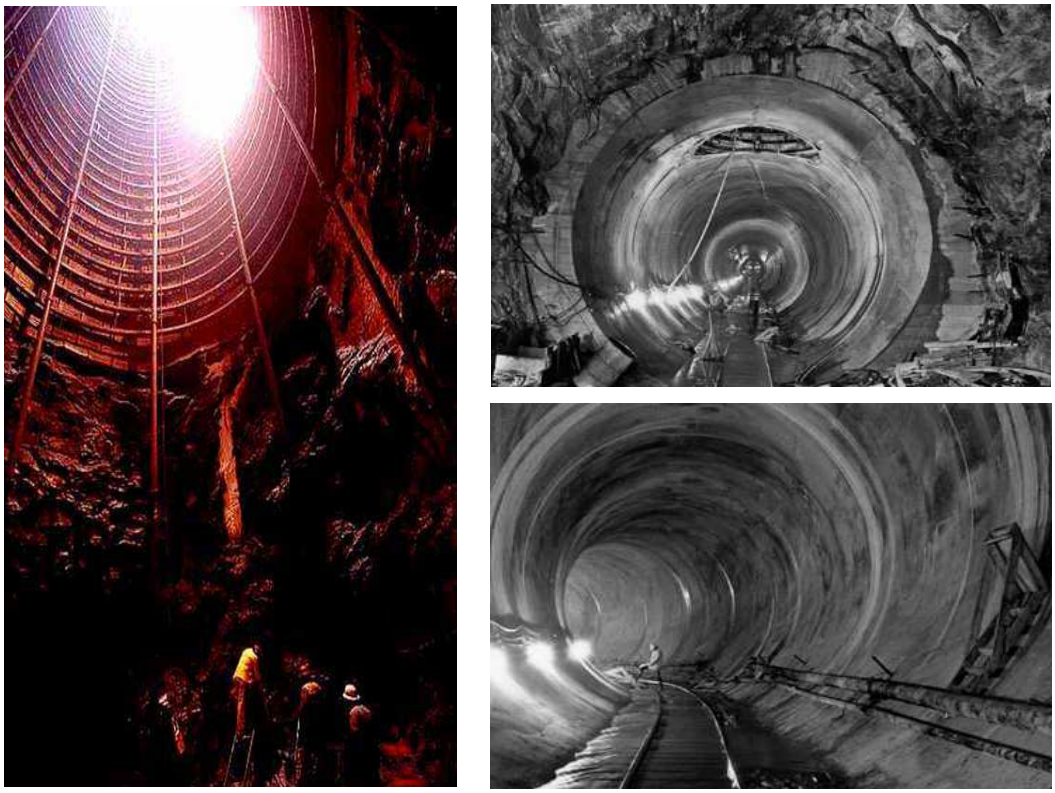
▪뉴욕시 상수의 90%가 Van Cotland 밸브 시설을 통과할 예정이며, 이 시설은 지하 76m에 설치

▌마지막 제4단계 관로는 Queens 지역으로 22.5 km 연장하여 제2단계에서 건설된 관로로 연결될 예정



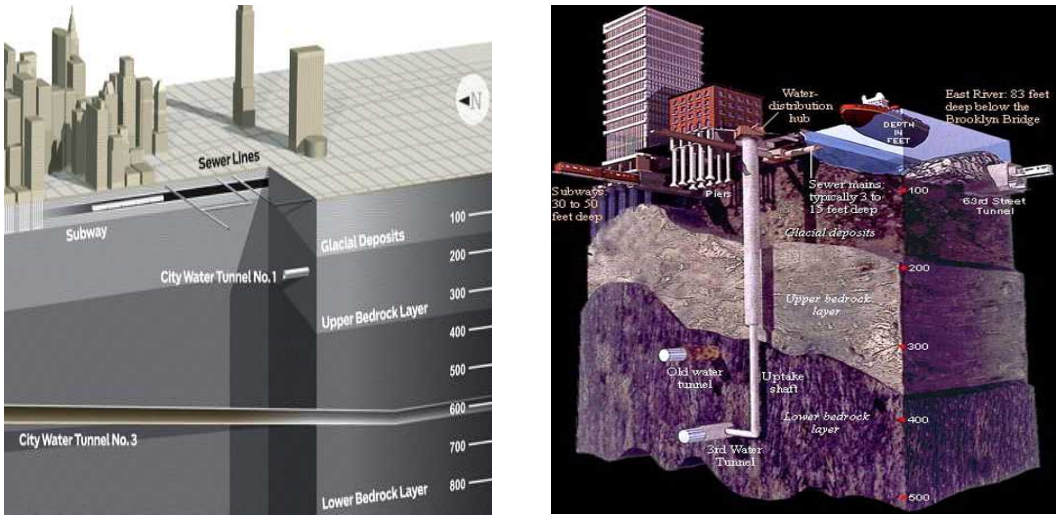
(출처 : www.water-technology.net)

▌그림 2.159 뉴욕 제3터널 1단계 및 2-4단계별 공사구간 ▐



(출처 : www.flatrock.org.nz)

▌그림 2.160 뉴욕 제3터널 수직하강터널 및 7 m 직경 관로 내부 ▐



(출처 : NYC Audit Report, Construction of City Water Tunnel 3, 1999)

▌그림 2.161 뉴욕 제3터널 구간 및 단면 ▐

(3) 보스턴 MetroWest 대심관로 (미국)

(가) 건설 배경

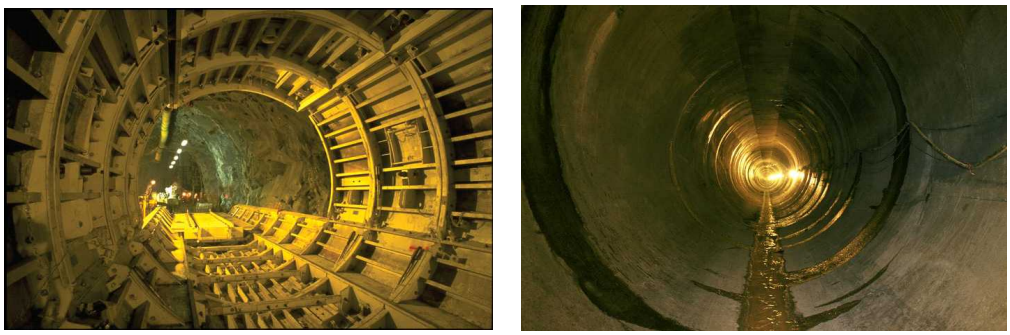
▌1989년 매사추세츠 수자원 공사 (Massachusetts Water Resources Authority)에서 보스턴 서부에서 도심으로 물을 끌어들이는 대심관로 계획 및 설계, 뉴욕과 같은 도심지가 아님에도 불구하고 환경보존과 보상비등을 포함한 총 비용액을 감안하여 지상수로가 아닌 대심관로 선택

(나) 건설개요

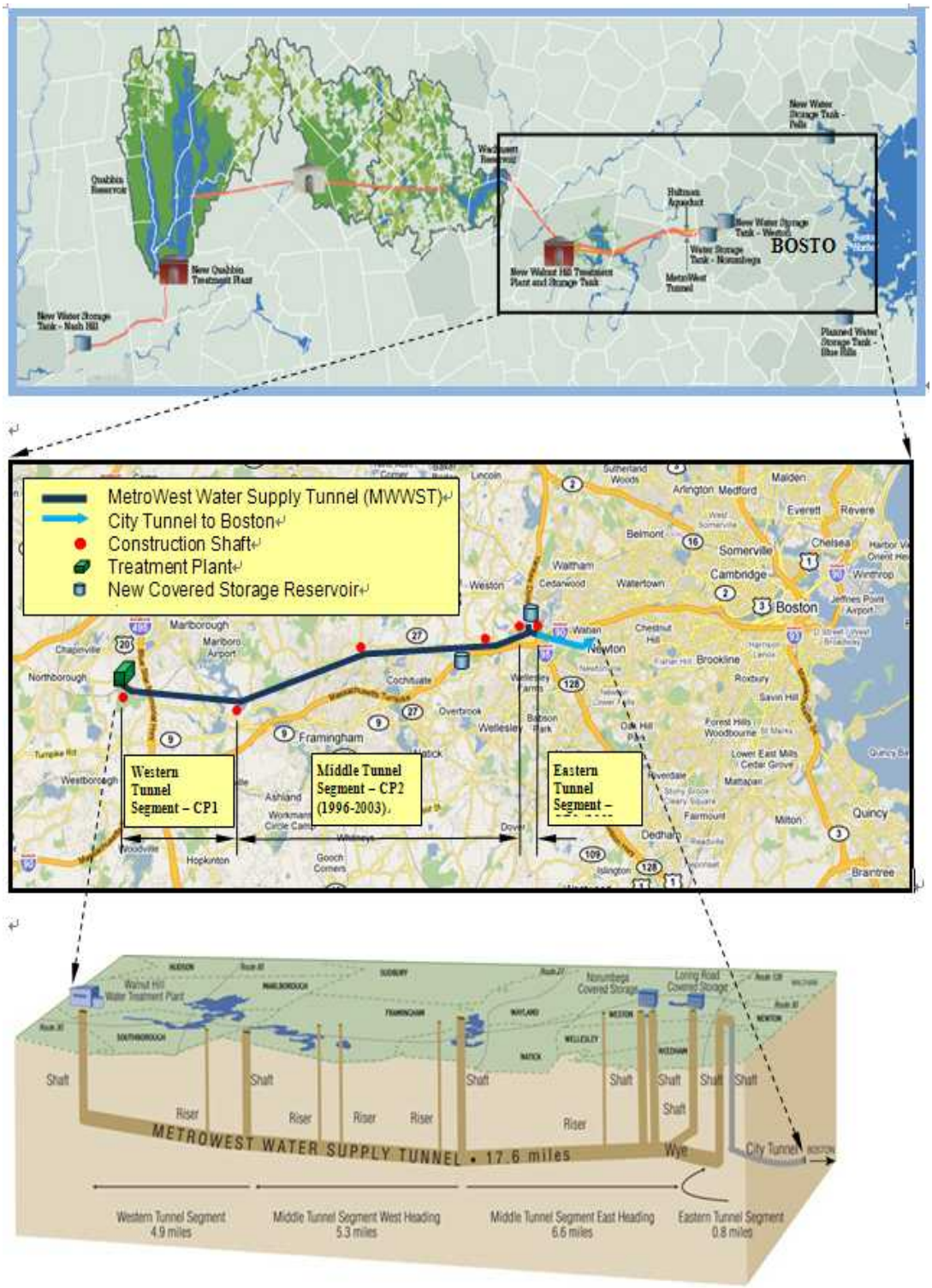
▪보스턴 서부 Marlborough에 위치한 John J. Carroll 상수 처리장에서 시작 보스턴 시외 외각까지 총 연장 28.3 km, 깊이 60-152m, 평균 직경 4.3 m (상류에 위치한 최대직경 4.8m, 하류에 위치한 최소 직경 4.0m)의 대심관로
▪1940년대에 건설된 Hultman Aquaduct와 거의 일치하는 중복 노선을 기획하여 다섯 군데의 상승관로를 통해 물을 요소마다 필요시 공급
▪1995년 $ 728,000,000 (8,379억원)이 책정되어 최종 $665,000,000 (7,654억원)의 비용이 소요

(다) 건설 효과

▌광역 보스턴시 인구의 절반인 2백 3십만 주민에게 상수를 공급하게 되었고 현존하는 Hultman Aquaduct와 더불어 두 번째 수자원 공급로를 확보함으로써 물 안보차원과 자연재해 등의 비상시 대비



▌그림 2.162 보스턴 Metro West Water Supply Tunnel 내부(출처: mwra.com) ▌



▌그림 2.163 보스턴 Metro West Water Supply Tunnel 구간 (출처: mwra.com) ▐

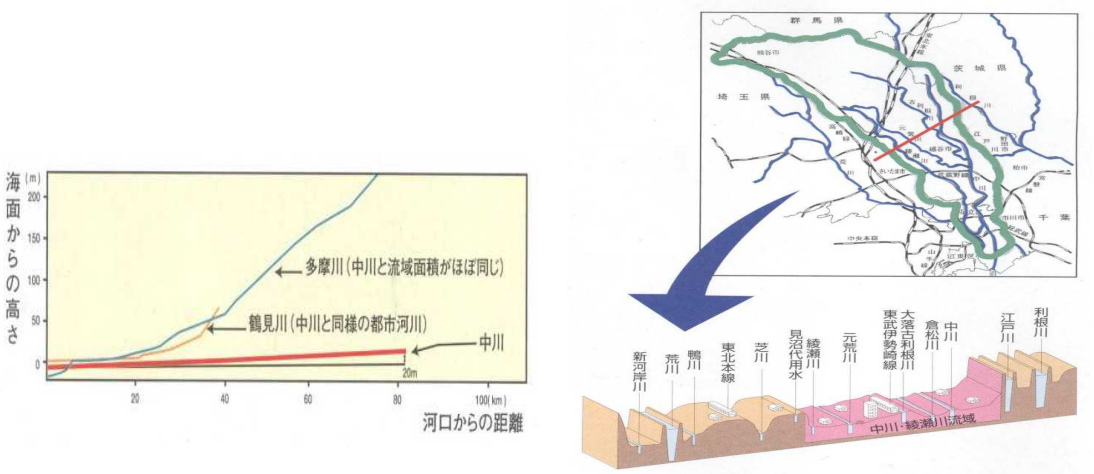
(4) 일본 수도권 외곽방수로

(가) 유역현황

▌나카가와 유역은 일찍이 도네가와, 아라가와가 홍수시마다 유로를 변형시켜 예로부터 침수피해 발생

▪지형적으로도 도네가와, 에도가와, 아라가와의 대하천에 둘러싸여 물이 고이기 쉬운 그릇과 같은 지형

▪하천의 구배가 완만하여 물이 흐르기 어려운 특징이 있어 폭우가 내리면 수위가 감소하지 않아 위험한 상태가 지속적으로 발생

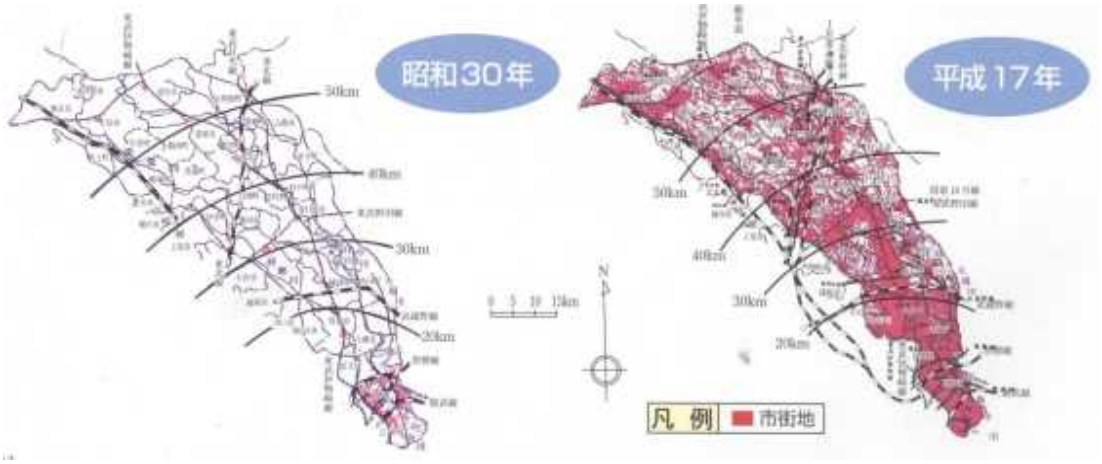


▌그림 2.164 나카가와・아야세가와 하천구배 ▌

▌근래, 수도권의 광범위한 개발 (도시의 무질서한 확대)에 따라, 하류역에서 침수의 우려가 있는 중, 상류역으로의 인구·산업의 집중이 진행

▪동경으로부터 20~40 km 권역의 시가화율이 50%에 이르러 교통기관의 정비, 시가화정비계획과 더불어 금후도로 중류역의 개발은 현저히 진전될 것으로 예상

▪급격한 도시화에 따라 홍수피해를 방지하기 위한 하천정비나 하수도정비가 뒷받침 되지 못하였으며 이후 한층 더 도시화가 진행되면, 과거와는 비교될 수 없는 막대한 피해를 받을 우려가 있음



▌그림 2.165 나카가와·아야세가와 유역의 도시화율 ▐

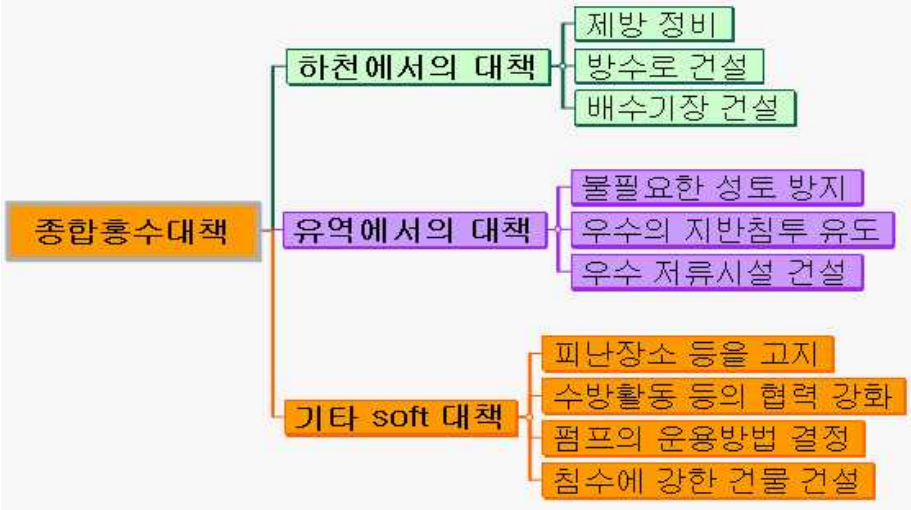
▌표 2.41 최근 주요홍수 일람표 ▐

홍수년월	강우규모(mm/48시간)	침수가옥(호)	침수면적(ha)
1958년 9월 25일	282.0	41,544	27,840
1982년 9월 10일	210.4	36,425	27,690
1986년 8월 4일	196.6	22,962	6,531
1991년 9월 19일	186.5	31,431	9,236
1993년 8월 26일	180.4	15,977	6,962
1996년 9월 21일	152.4	2,825	2,469
1998년 9월 16일	126.8	239	700
1999년 8월 14일	172.6	634	635
2000년 7월 7일	159.5	826	1,107
2002년 7월 7일	163.8	69	46
2004년 10월 9일	199.2	1,273	1,029

▌유역전체가 일환이 되어 대처하는, 수해에 강한 거리를 목표로 하는 「나카가와·아야세가와 종합치수대책」의 큰 축으로 건설

▪수해로부터 지역을 지키기 위해서는 지금까지의 치수시설의 정비와 함께 지역이 일체가 되어 개발에 따른 손상된 하천 본래의 보수·유수기능을 확보하고, 우수가 단번에 하천으로 유입되는 것을 방지하도록 유역대책이 필요

▪수도권외곽방수로는 그 큰 축으로서 활용됨



▌그림 2.166 나카가와・아야세가와 종합치수대책 ▌

(나) 수도권 외곽방수로의 현황

▪관동지방정비국은 국토교통성 산하 기관으로써 국토형성계획의 책정, 사회자본 정비 중점계획의 책정 및 수도관련 평상시의 유지관리, 긴급시의 재해대책, 공공사업의 품질확보 등의 업무를 담당

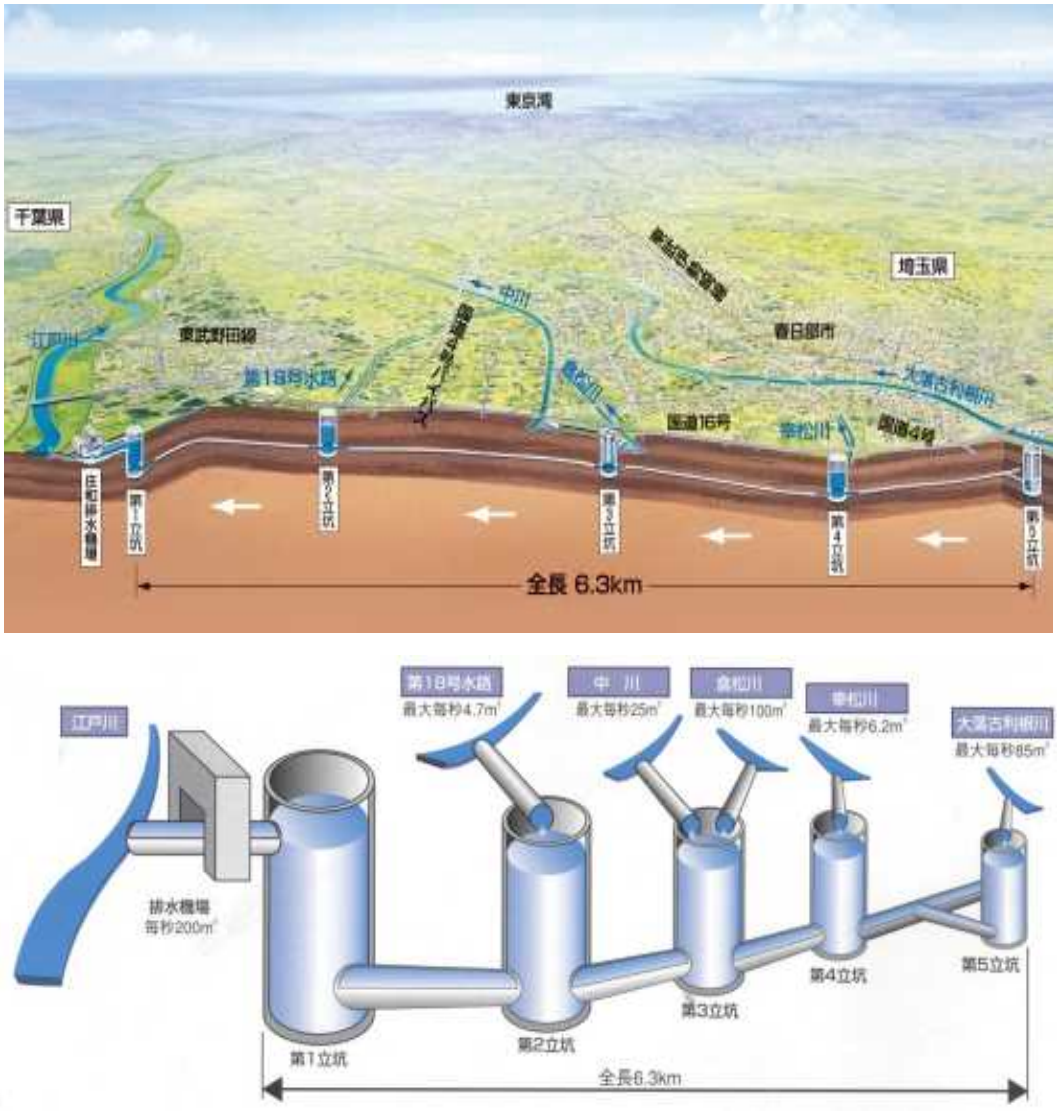
▪수도권외곽방수로는 동경시내 침수피해를 줄이고자 건설한 시설로 에도가와 하천사무소에서 관리하고 있다. 강우시 [유입시설→수직갱→대심도 터널 수로→조압수조→배수펌프→에도가와천]의 시스템으로 우수를 하천까지 방류

▪1993년 5월 3일에 착공, 13년간의 공사 끝에 2006년 6월 오오토시후르토네가와에서 에도가와까지의 통수가 가능하도록 함

▪사이타마현 동부의 국도 16호선의 지하를 이용하여 설치된 세계최대 규모의 홍수방어시설로써 입갱의 최대깊이는 약 70 m, 외곽방수로 전체의 저류용량 67 만 ㎥, 배수펌프장으로부터 에도가와(江戸川)로 배수되는 물의 양은 200 ㎥/초

시설요약

- 범 위 : 사이타마현 가츠시카군 쇼와마치 ~ 카스카베시
- 연 장 : 6.3 km
- 터널단면 : 10.6 m (내경)
- 깊 이 : 약 50 m (지표로부터)
- 총사업비 : 약 2,400 억엔



▎그림 2.167 도권외곽방수로 전체도(상) 및 시설구성(하) ▎

(다) 수도권 외곽방수로의 주요시설

▪입갱 (홍수유입과 방수로의 유지관리)

- 제1～제5까지 5개의 「입갱」은 지하터널마다 있고, 나카가와, 쿠라마츠가와, 오오토시후르토네가와 등에서 홍수를 유입시키는 것 외에 관리차량의 반입이나 환기설비의 설치 등, 외곽방수로의 유지관리면에서 중요한 역할을 수행
- 깊이 약 70 m, 내경 약 30 m

▌표 2.42 입갱제원 ▐

	상부측벽	하부측벽	입갱깊이	시공방법
제1입갱	ϕ31.6m 벽두께 2.5m	ϕ30.0m 벽두께 3.3m	GL-72.1m	역권공법 및 순권공법
제2입갱			GL-71.5m	
제3입갱			GL-73.7m	
제4입갱	ϕ25.1m 벽두께 2.0m	ϕ22.5m 벽두께 3.3m	GL-69.0m	
제5입갱	ϕ15.0m 벽두께 2.0m	ϕ15.0m 벽두께 2.0m	GL-74.5m	자동화오픈케이슨공법 (SOCS공법)

▪유입시설 (홍수시 「월류제」물을 유입)

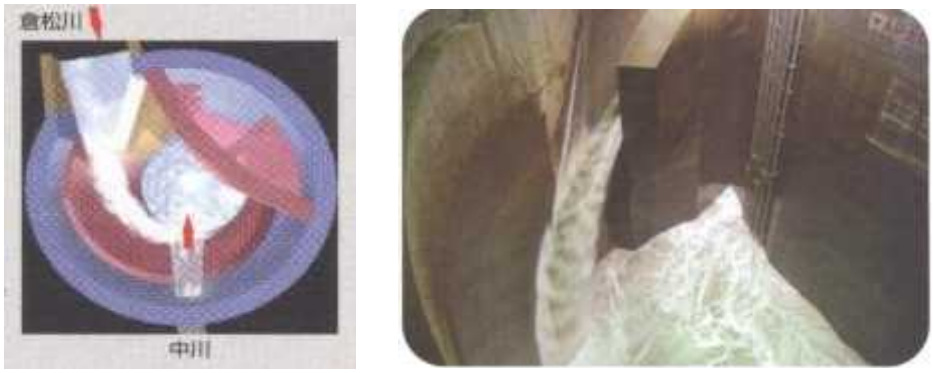
- 외곽방수로로의 홍수의 유입은 나카가와, 쿠라마츠가와, 오오토시후르토네가와 등 각 하천의 제방에 설치된 「월류제」에서 행하며 하천의 수위가 상승하여 월류제의 높이를 초과하면 자연적으로 유입

▌표 2.43 유입시설 제원 ▐

유입하천	유입량	월류폭	계획량	유입방식
나카가와	$25m^3/s$	17m	$250m^3/s$	월류제방식
쿠라마츠가와	$100m^3/s$	53m	$100m^3/s$	
오오토시후르토네가와	$85m^3/s$	33m	$365m^3/s$	
18호 수로	$4.7m^3/s$	4.1m		
코마츠가와	$6.2m^3/s$	9.0m		

▪와류식 Drop Shaft(제3입갱·제5입갱)

- 제3입갱에서는 쿠라마츠가와・나카가와의 홍수가 유입되기 때문에 쿠라마츠가와 유입에 와류식 Drop Shaft를 채용
- 입갱의 유입구로부터 입갱의 벽면을 타고 물이 낙하되도록 유입구의 형태를 변형시켜 60m 정도 낙하하는 물의 충격을 완화시켜 2개 하천의 유입선형이 교차되어 불필요한 저항이 발생되지 않도록 채용된 구조
- 제5입갱에서도 채용



▎그림 2.168 와류식 Drop Shaft ▎

▪터널 (지하 50m, 총연장 6.3km의 「지하하천」)

- 나카가와, 쿠라마츠가와, 오오토시후르토네가와 등으로부터 유입된 홍수를 에도가와로 흐르게 한 지하하천
- 5개의 입갱을 연결한 터널은 국도 16호의 지하 50m에 연장되고, 내경 약 10m, 총연장 6.3km이다. 최대 매초 200m^{3}의 홍수 유입이 가능

▎표 2.44 터널 제원 ▎

공 구	굴진구간	굴진연장	터널내경
제1터널	제1입갱→제2입갱	1,396m	10.6m
제2터널	제2입갱→제3입갱	1,920m	10.6m
제3터널	제3입갱→제4입갱	1,384m	10.6m
제4터널	제4입갱→오오토시후르토네가와	1,235m	10.9m
연결터널	제5입갱→제4터널	380m	6.5m

▪쉴드터널 (터널 (지하하천)은 쉴드공법 채용)

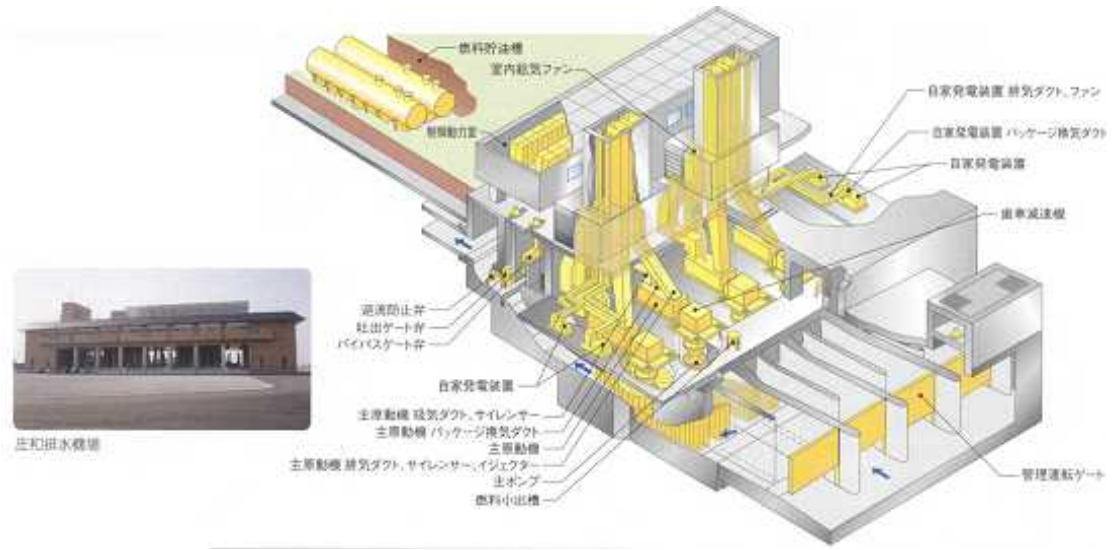
- 공사는 대심도 (지하 50m), 대구경 (터널내경 10.6m)인 밀폐형 이수식 쉴드공법을 채용
- 제1입갱에서 오오토시후르토네가와까지의 제1공구터널부터 제4공구터널까지는 2002년에, 제5입갱에서 제4공구터널까지의 연결터널은 2005년에 관통됨



▎그림 2.169 공사에 사용한 shield machine ▎

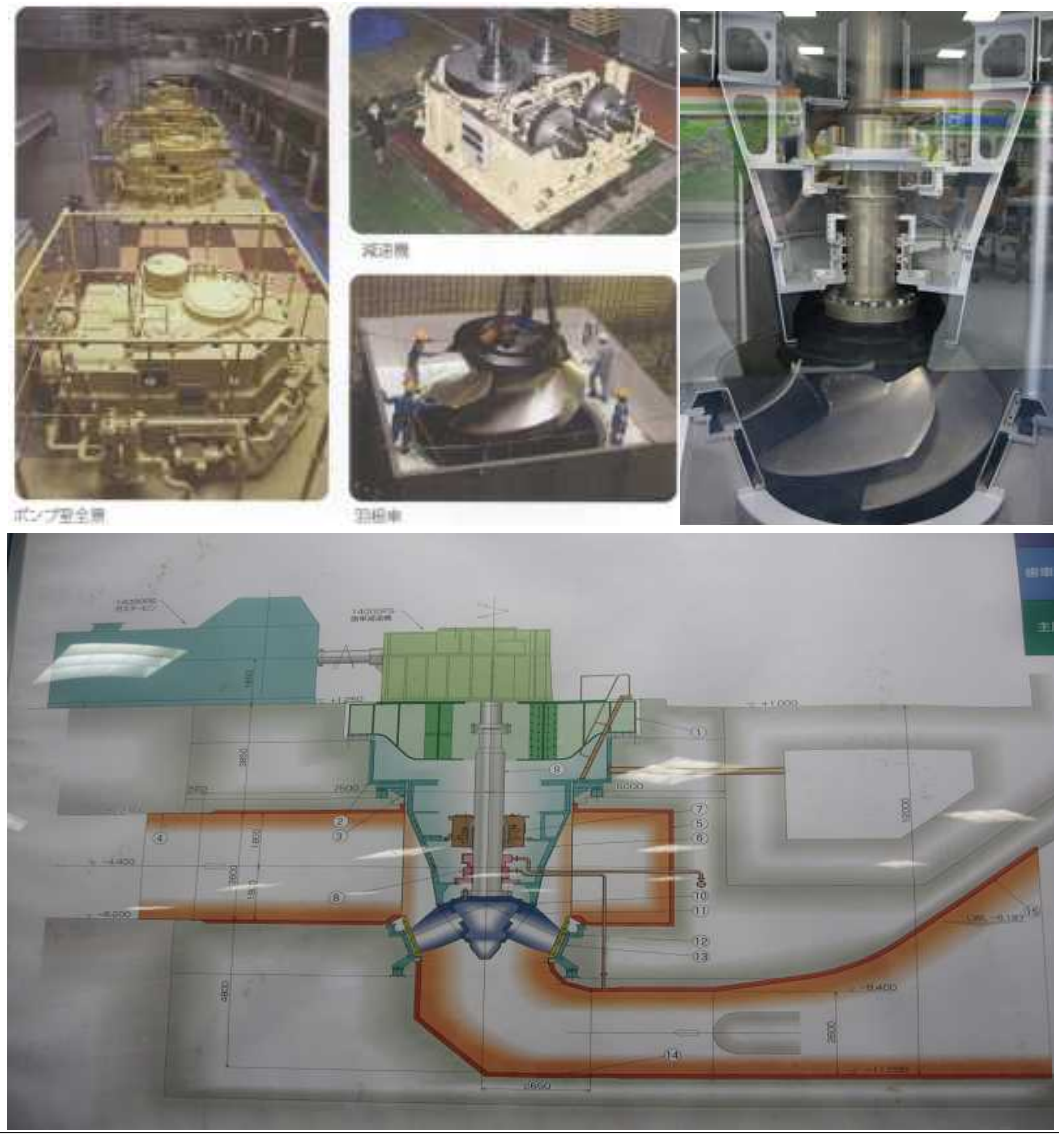
▪배수시설 (거대시설을 제어하는 "심장부")

- 쇼화배수기장은 지하터널을 유하시킨 홍수를 조압수조로부터 대용량펌프, 배수통관을 지나 에도가와로 배수하는 역할
- 각 유입시설의 조작이나 집중 감시하는 역할



▎그림 2.170 배수시설의 모식도 ▎

배수펌프설비 제원
① 펌프제원 · 펌프형식 : 입축와권사류펌프 (고유속형) · 계획배수량 : 매초 50m^3 (1대당) · 계획전양정 : 4m · 유량제어 : 펌프회전수에 따른 유량 0~100% 제어 · 설치대수 : 4대 ② 원동기제원 · 원동기형식 : 2축식모형가스터빈 (항공기 전용형) · 정격출력 : 10,300kW (14,000PS) · 연료 : A중유 ③ 감속기제원 · 감속기형식 : 직교축치차감속기 · 감속비 : 1/27.6



▪조압수조

- 지하터널로부터 흐르는 물의 세를 약화시켜 에도가와로 부드럽게 물을 이송하기 위해 지하 약 22m의 위치에 설치된 길이 177m, 폭 78m, 높이 18m에 이르는 거대수조
- 펌프의 운전시에 필요한 수량의 확보와 긴급정지시에 발생하는 역류의 수압조정을 수행
- 길이 7m, 폭 2m, 높이 18m, 무게 약 500t인 59개의 기둥



▌그림 2.171 조압수조 내부 ▐

▪배수통관 (홍수를 에도가와로 배수)

- 수도권외곽방수로로부터 홍수를 배수하는 시설
- 배수기장에서 펌프에 의해 흡입된 홍수는 5.4m×4.2m의 배수통관 6문을 통하여 에도가와로 이송
- 에도가와로부터의 역류를 방지하는 역할

(라) 수도권 외곽방수로의 효과분석

▌수도권외곽방수로는 2002년의 부분통수로부터 2007년 12월 시점에서 38회의 홍수조절실적

▪시험통수 전 나카가와·아야세가와 유역에서 160mm의 우량을 기록했는데, 침수면적 약 114ha, 침수가옥 236세대에 이르는 큰 피해 발생

▪통수개시 후에 발생한 2002년 7월의 태풍6호에는 143mm의 우량을 기록했으나

침수면적은 약 2ha, 침수가옥은 단지 1세대로 침수피해의 대폭 경감 효과

▪나카가와・아야세가와 정비계획에서 상정된 약 10년에 1도 정도로 발생한 호우(유역평균 48시간우량: 217mm)에 의한 침수피해의 예상도(나카가와・아야세가와에서 종합치수대책협의회가 발족된 1980년과 현재, 유역정비계획 완성시점을 비교하여 침수개소 시뮬레이션 결과)



▌그림 2.172 수도권외곽방수로 설치 전후의 효과비교 ▐

(5) 일본 칸다가와 지하조절지

(가) 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 계획 수립 배경

▌ Kanda river 유역의 홍수피해는 과거 지속적으로 발생

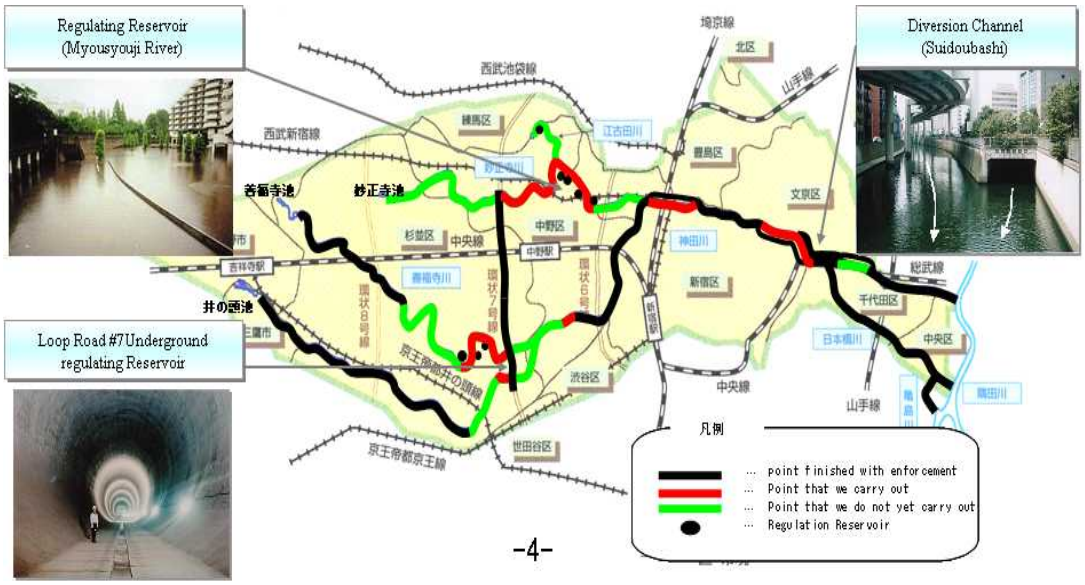


▌그림 2.173 Kanda river 과거 침수피해 발생 상황 ▐

▌수해가 빈번하게 발생하고 있는 칸다가와의 중류지역에 '환상형 지하하천'을 우선적으로 정비하여 이를 우수 조절지로 이용 목적

▪지하조절지외에도 하상준설, 저류조 설치 등 다양한 형태의 조절기능 목적

▪시설계획은, 환상 7호선의 도로 아래로 연장 4.5 km, 내경 12.5 m의 터널을 건설해, 여기서 칸다가와와 선복사천의 홍수 약 540,000 ㎥을 저장하는 시설을 설치해 약 시간당 50 mm 정도의 우량에 대한 안전성이 확보되는 것과 동시에, 환상 7호선보다 상류로 하천 개수



▌그림 2.174 칸다가와 환상형 지하조절지 계획노선 ▌

(나) Kanda river system의 개요

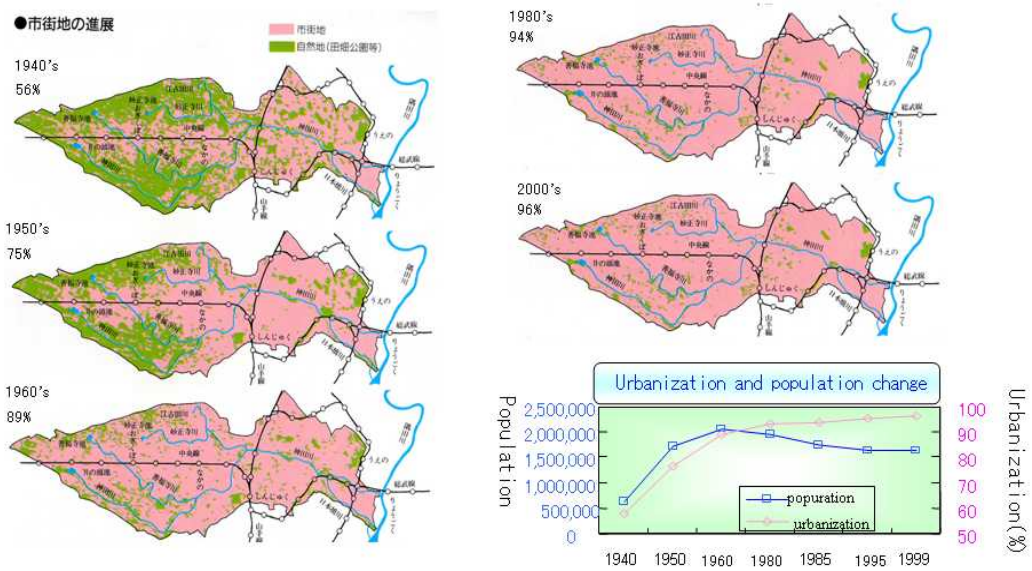
▪Kanda river는 일본의 Class A급 강으로 24.6km이며, 강의 발원은 Mitaka시의 Inogashira 저수지이며, 유역면적은 동경의 중소규모 강(river)중에서 가장 넓음

▪유역은 1960년대에 급격하게 도시화가 진행되었으며, 2000년 기준으로 도시화율은 95%이며, 인구는 1965년을 정점으로 감소추세에 있으며, 현재는 1,650,000명 수준



Boasts a Flow Area		105km²
Length	Kanda River	24.6km
	ZenpukujiRiver	10.5km
	MyousyoujiRiver	9.7km
	Ekota River	1.6km
	NihonbashiRiver	4.8km
	KameshimaRiver	1.1km
Total Length		52.3km

▌그림 2.175 Kanda river system ▐



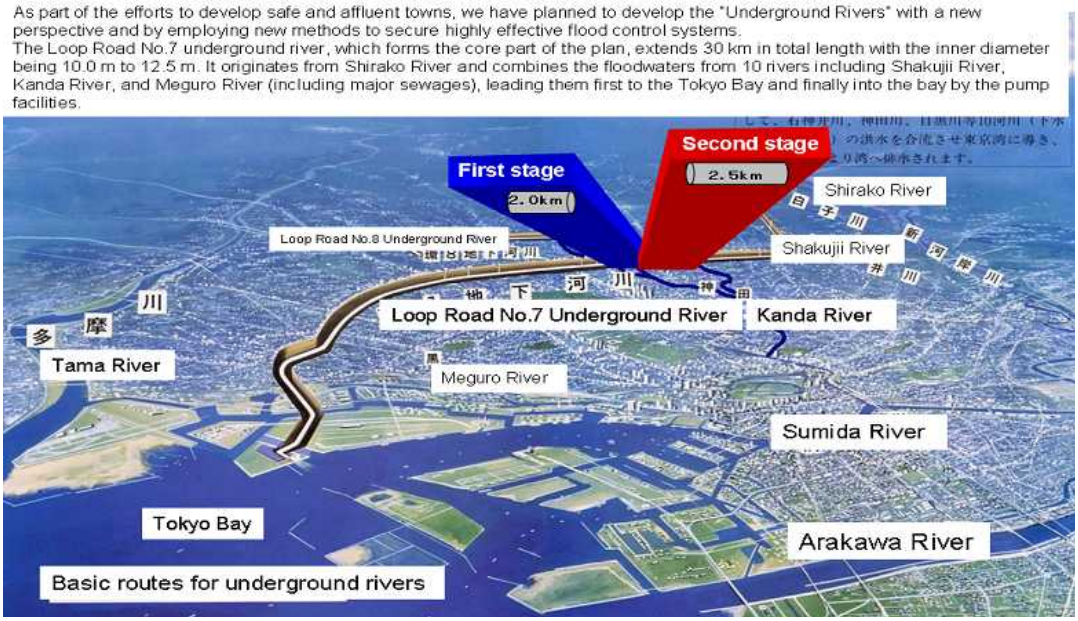
▌그림 2.176 유역내 인구 및 도시화율 추이 ▐

(다) 시설개요

▌현재 동경은 약 30km에 달하는 지하하천(underground river)를 건설하여 동경만으로 우수를 배제할 장기비젼을 수립하고 있으나, 현재까지는 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지만 건설되어 운영 중

시설요약

- 환상 7호선의 도로 아래로 **연장 4.5 km, 내경 12.5 m의 터널**
- 칸다가와와 선복사천의 홍수 약 540,000 ㎥을 저장하는 시설.
- 약 시간당 50 mm 정도의 우량에 대한 안전성이 확보
- 총사업비는 시공비 및 보상비를 포함하여 1,010억엔 (약 1조 4천억원)
- 지반은 실트, 모래, 자갈등으로 구성, 암반은 없었음(압축강도 35-50kg/㎡)
- 수직갱의 폭은 30m, 깊이 60m



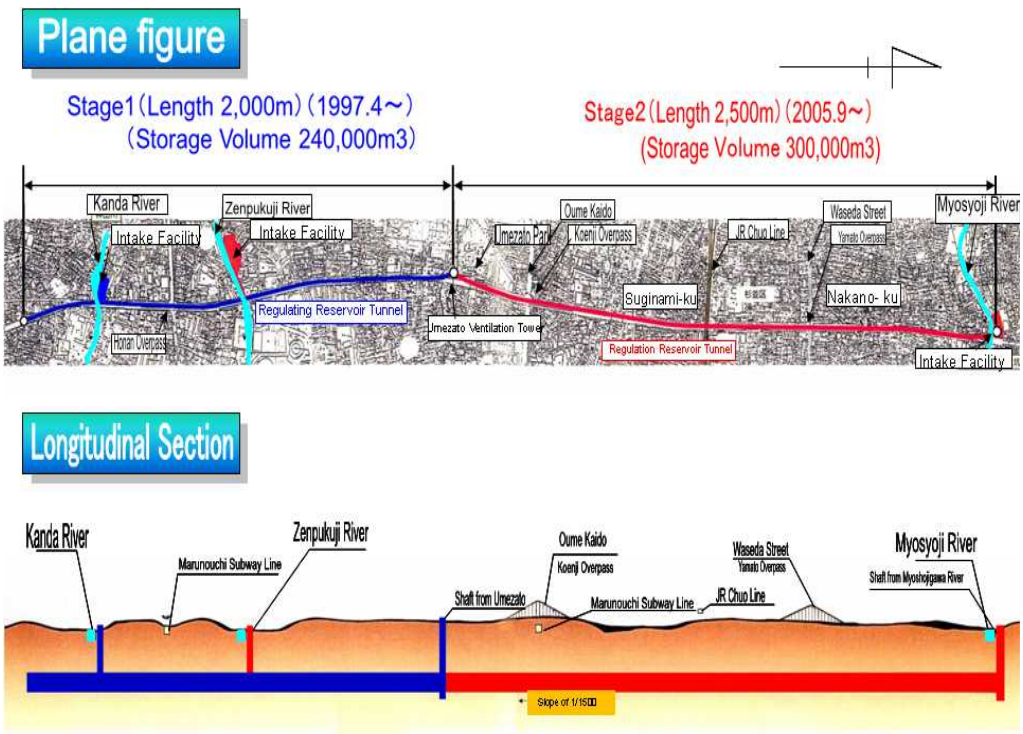
▌그림 2.177 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 및 동경의 우수배제 비전 ▌

▪칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 건설은 2차에 걸쳐 이루어졌으며, 1차는 2km 연장에 저류량 240,000㎥, 2차는 2.5km 연장에 300,000㎥ 으로 총 4.5km에 540,000㎥의 저류용량

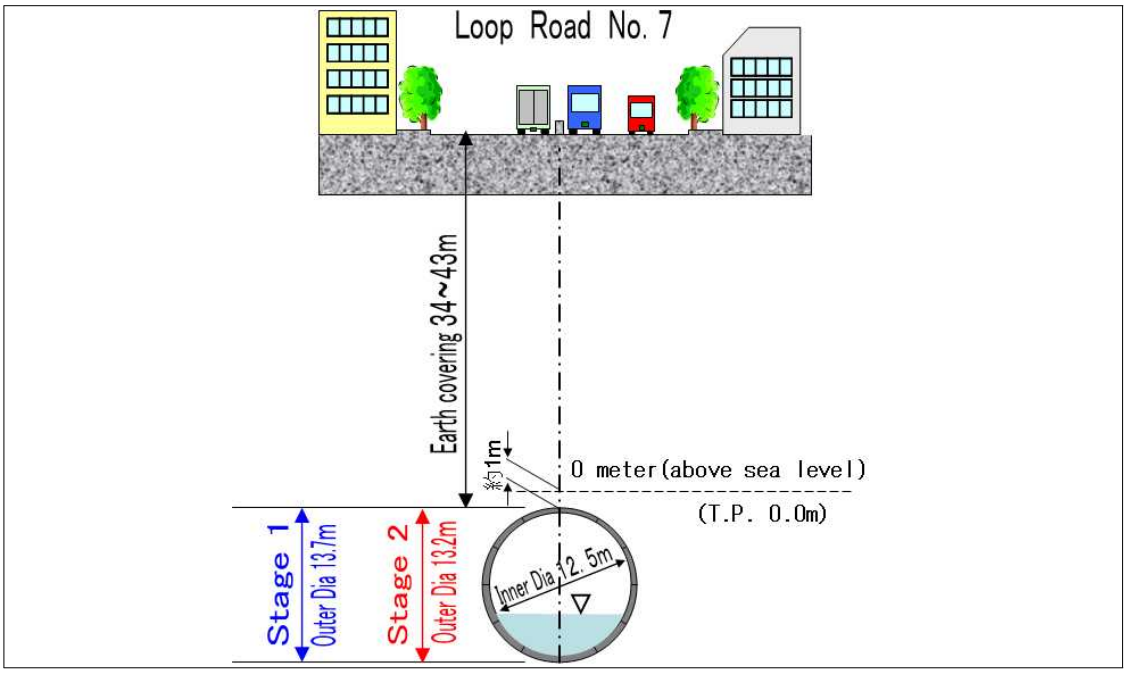
▌표 2.45 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지의 현황 ▐

구 분	Total	Stage 1 project	Stage 2 project
저류량, ㎥	540,000	240,000	300,000
터널길이, km	4.5	2.0	2.5
터널내경, m	12.5		
유입시설	Three points	Kanda river	Zenpukuji river
			Myoshoji river

▪칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지는 7호선 도로 지하에 설치되었으며, 지하 34~43 m(해수면 보다 1m 정도 하부)에 내경 12.5 m로 설치

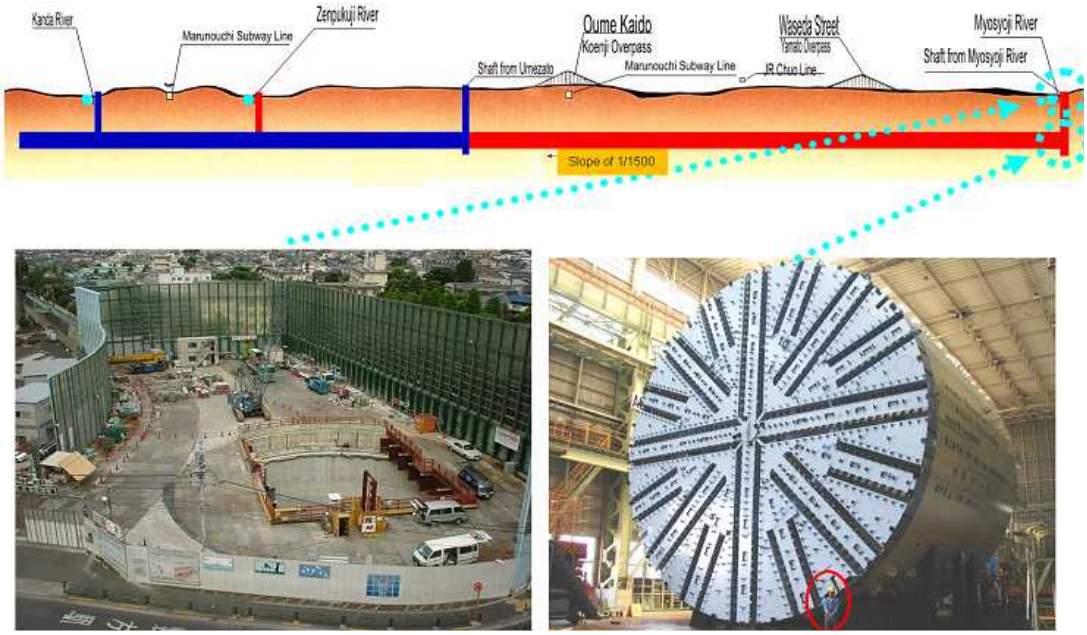


▌그림 2.178 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 단면도 ▐

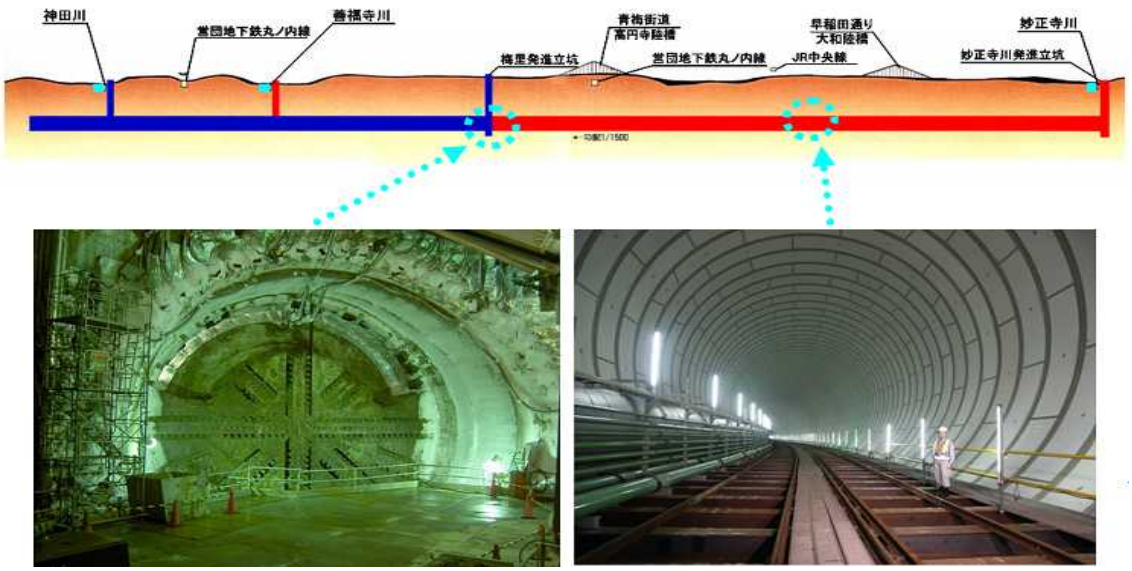


▌그림 2.179 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 단면모식도 ▌

▪칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지의 건설당시 사용된 shield machine은 폭이 13.44m로 단시 세계최대이었으며, 착속도는 1차 건설 시 5m/24hr, 2차 건설 시 9m/24hr



▌그림 2.180 Myosyoji river의 shaft 건설 전경 ▌



▌그림 2.181 2단계(stage 2) 터널 건설당시 전경 ▐

(라) 시설구성

▪취수시설(Intake facilities)

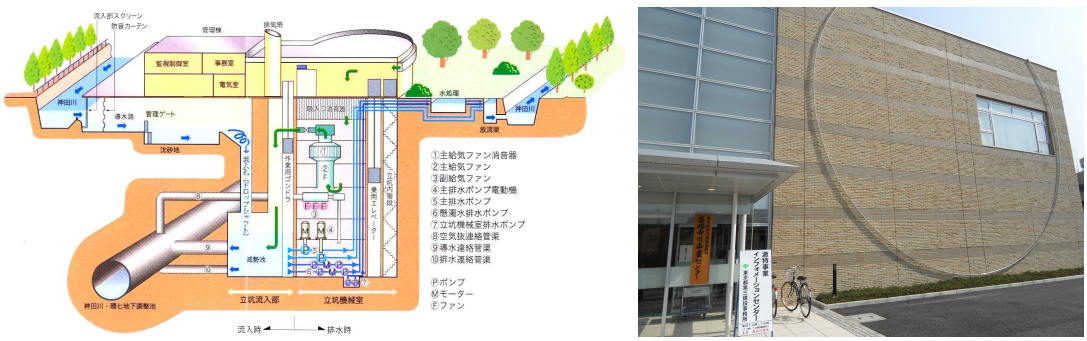
- 강이 범람시 물을 취수하고 지하터널로 유입하는 시설이며, 강둑을 따라 설치된 월류웨어, 지하로 유입되도록 하는 shaft, 터널로 연결되는 duct, 배수펌프, 환기시설 등을 포함

▪조절지 터널(Regulating tunnel)

- 취수시설을 통해 유입된 물을 저류하는 시설

▪관리시설(Control building)

- 각종 설비의 작동상태를 모니터링하고 제어하는 시설



▌그림 2.182 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 취수시설 및 관리실 ▐



▌그림 2.183 연결터널 및 지하조절 지 내부 ▐

(마) 유지관리

▌터널의 운영관리에 있어서 내진설계는 되어있으나, 특별한 센서를 이용한 모니터링 설비는 없었으며, 년 1회 안전점검만 시행

▪시설의 청소는 터널내부에 차량을 이용하여, 6~10월 장마기간을 피해 11월이후 년 1회 시행하며 청소에는 약 2개월이 소요되며, 청소를 용이하게 하기위해 터널 바닥에 트렌치 구조를 만들어 관리

▪현재 이 시설은 기본적으로 무인으로 운영되고 있으며, 장마기간에만 일부 인력이 한시적으로 근무함(월1회 시설점검)



▌그림 2.184 트렌치 설치 ▐

(바) 시설활용 및 효과

▌칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지의 이용은 1997년부터 2008년까지 23회 사용하였으며, 2005년 9월 420,000㎥ 까지 저류

▌칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 활용효과를 분석한 결과, 1993년과 2004년 건설 전후의 약 290mm의 강우시 건설 전인 1993년에는 85ha가 침수되고 침수피해 가구수가 3,117 가구인 반면, 건설후인 2004년에는 4ha 침수면적에 침수피해 가구수도 46가구로 크게 감소하여 이 유역의 침수방지에 큰 효과가 있는 것으로 분석

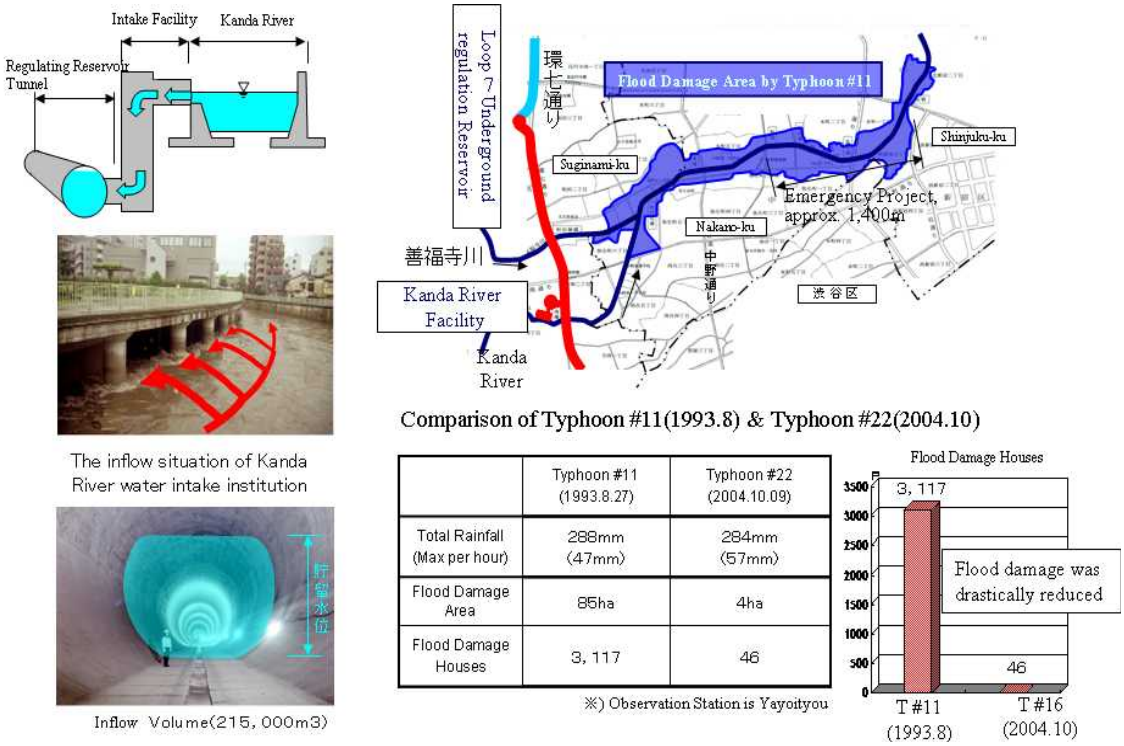
▌표 2.46 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 사용현황 ▐

2008.9.30

No	Date	Event	Inflow Volume (m3)	Rainfall(mm)		Observation Station
				Max/hour	Total	
1	1997. 6. 20	Typhoon #7	40,800	45	214	Musashino
2	1997. 8. 23	orrential rain	37,000	55	78	Izumi
3	1997. 9. 3	orrential rain	20,000	43	45	Kugayama
4	1997. 9. 8	orrential rain	8,000	35	43	Kugayama
5	1998. 8. 6	orrential rain	14,000	45	51	Takaido
6	1998. 9. 15	Typhoon #5	151,700	33	175	Izumi
7	1999. 7. 21	orrential rain	70,000	65	71	Takaido
8	1999. 8. 14	orrential rain	52,000	38	169	kKugayama
9	1999. 8. 29	orrential rain	24,000	46	62	Wadamibashi
10	1999. 9. 4	orrential rain	9,500	58	89	Izumi
11	2000. 7. 8	Typhoon #3	214,000	28	198	Izumi
12	2000. 9. 12	orrential rain	61,000	53	60	Naritahigashi
13	2001. 9. 11	Typhoon #15	120,000	38	170	Takaido
14	2003. 6. 25	orrential rain	38,000	44	47	Kugayama
15	2003. 10. 13	orrential rain	148,000	68	69	Wadamibashi
16	2004. 10. 9	yphoon #22	215,000	58	247	Yayoityou
17	2004. 10. 20	yphoon #23	52,000	46	162	Yayoityou
18	2005. 8. 15	Torrential rains	35,000	43	44	Naritahigashi
19	2005. 9. 4	rrential rai	420,000	101	238	Kugayama
20	2006. 6. 16	Torrential rains	128,900	31	103	Kugayama
21	2007. 7. 29	Torrential rains	76,000	28	58	Kugayama
22	2008. 5. 20	Torrential rains	79,000	26	131	Kugayama
23	2008. 8. 10	Torrential rains	1,000	43	44	Saginomiya

Note) 1 Stage1 Retention Volume 240,000m3 commenced water intake in September,2005 (Total Retention Volume 540,000m3)

2 Precipitation is the maximum level recorded upstream of the water intake facility by an observation station in the vicinity of Kanda River



▌그림 2.185 칸다가와(神田川) 환상 7호선 지하조절지 효과분석 ▐

(6) 고베시 대용량 송수관

(가) 설치목적

▌1995년 대지진으로 고베시 수도시설이 막대한 피해를 입어, 수원의 3/4을 차지하는 한신수도기업단으로 부터의 송수가 정지되어 시내 대부분의 지역에서 단수를 하게 되었으며 응급복구에 10주간의 기간이 소요되어 지진시나 자연재해, 갈수, 사고 등의 긴급시, 소비자에 미치는 영향을 최소화하여 안정된 용수공급 도모하기 위해 「고베시 수도시설내진화기본계획」에 따라 비상용수를 확보할 목적으로 사업을 실시

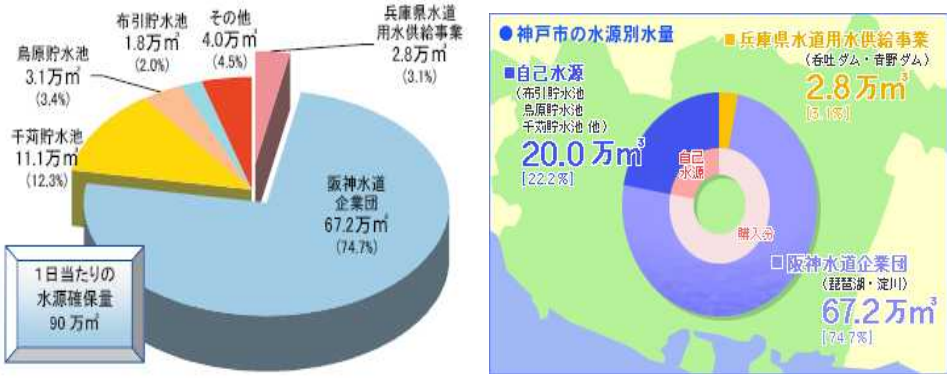
(나) 고베시 수도의 개요

▌도시 확대와 인구 증가에 따라 수원(水源)이 부족하여, 한신수도기업단 및 효고현 수도용수공급사업(兵庫県水道用水供給事業)으로부터 물을 수수

▪현재 고베시 전체 90만 ㎥/일의 공급능력이며, 고베시 수도는 1900년 전국에서

7번째의 근대 수도로써 급수를 개시

▪누노비키(布引), 카라스하라(烏原), 센가리(千苅) 저수지(댐)를 건설하여 물을 확보하고 도시 확대와 인구 증가에 따라 수원(水源)이 부족하여, 한신수도기업단(阪神水道企業団) 및 효고현 수도용수공급사업(兵庫縣水道用水供給事業)으로부터 물을 수수



▌그림 2.186 고베시 1일당 수원 확보량 현황 ▐

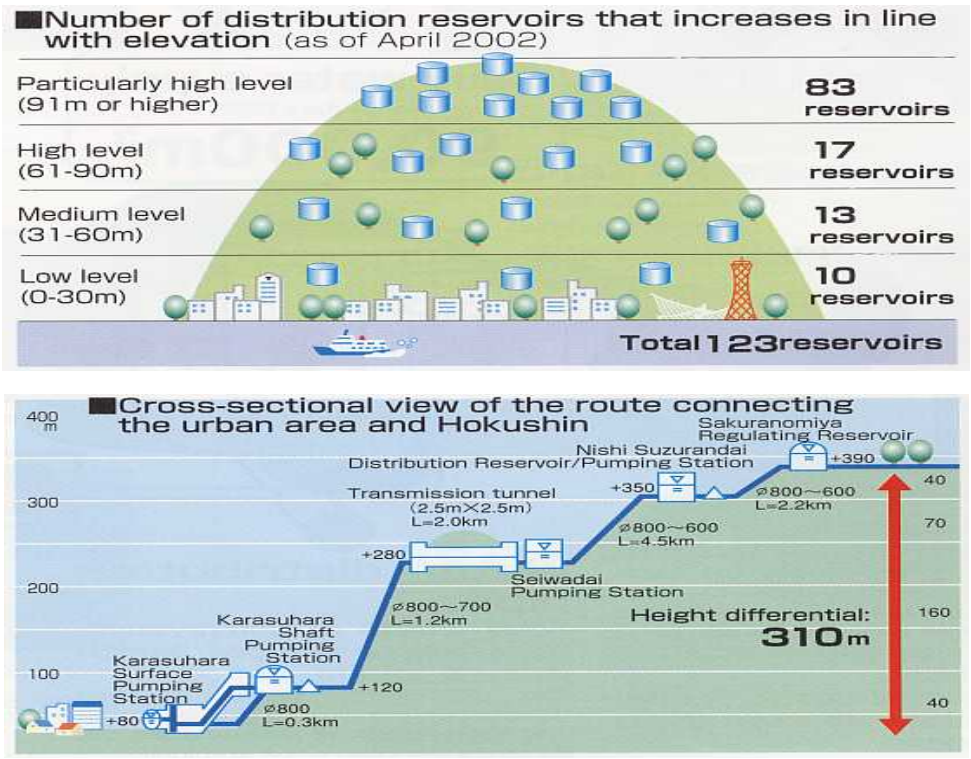
▌고베시는 해발 90m 이상의 로코산(六甲山) 남쪽은 경사가 심하고, 북서쪽은 넓은 지형적 특성을 가지고 있어서 펌프장과 배수지 등의 시설이 많이 필요

▪경사가 커서 123개의 배수지를 자연유하로 운영하고 있으며 배수지 수는 경사가 적은 오사카시의 약 14배가 되며, 재해시나 갈수시에는 시가지로부터 북구(北區) 지역으로 300m 고도차를 넘어 송수

▪123개의 배수지는 사용수량의 약 0.7일분을 저류할 수 있으며, 49개소의 펌프장에 243대의 펌프가 설치

▌표 2.47 고베시 시설수 현황 비교 (2007년 4월 현재) ▐

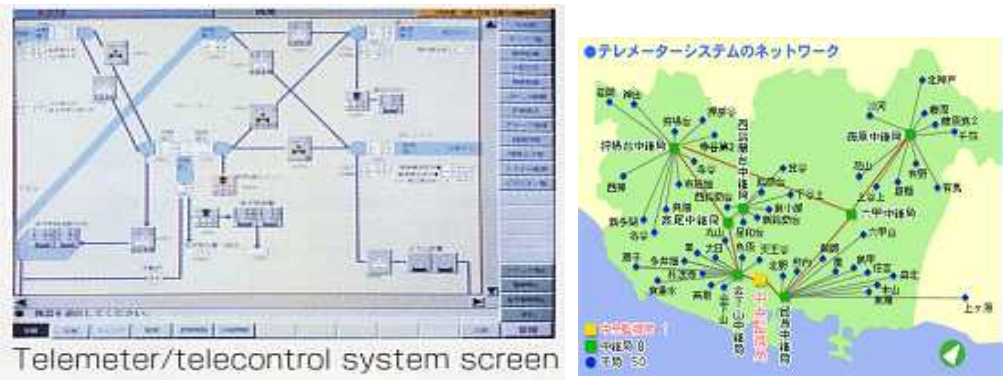
구 분	고 베 시	오사카시
저수지 (개소)	3	-
정수장 (개소)	6	3
펌프장 (개소)	49	7
배수지 (개소)	123	9
도・송・배수 관로 (㎞)	4,961 43 (도수관) 279 (송수관) 4,638 (배수관)	5,152
급수인구 (인)	1,524 천	2,636 천
연간 총배수량 (㎥)	200,321 천	475,577 천



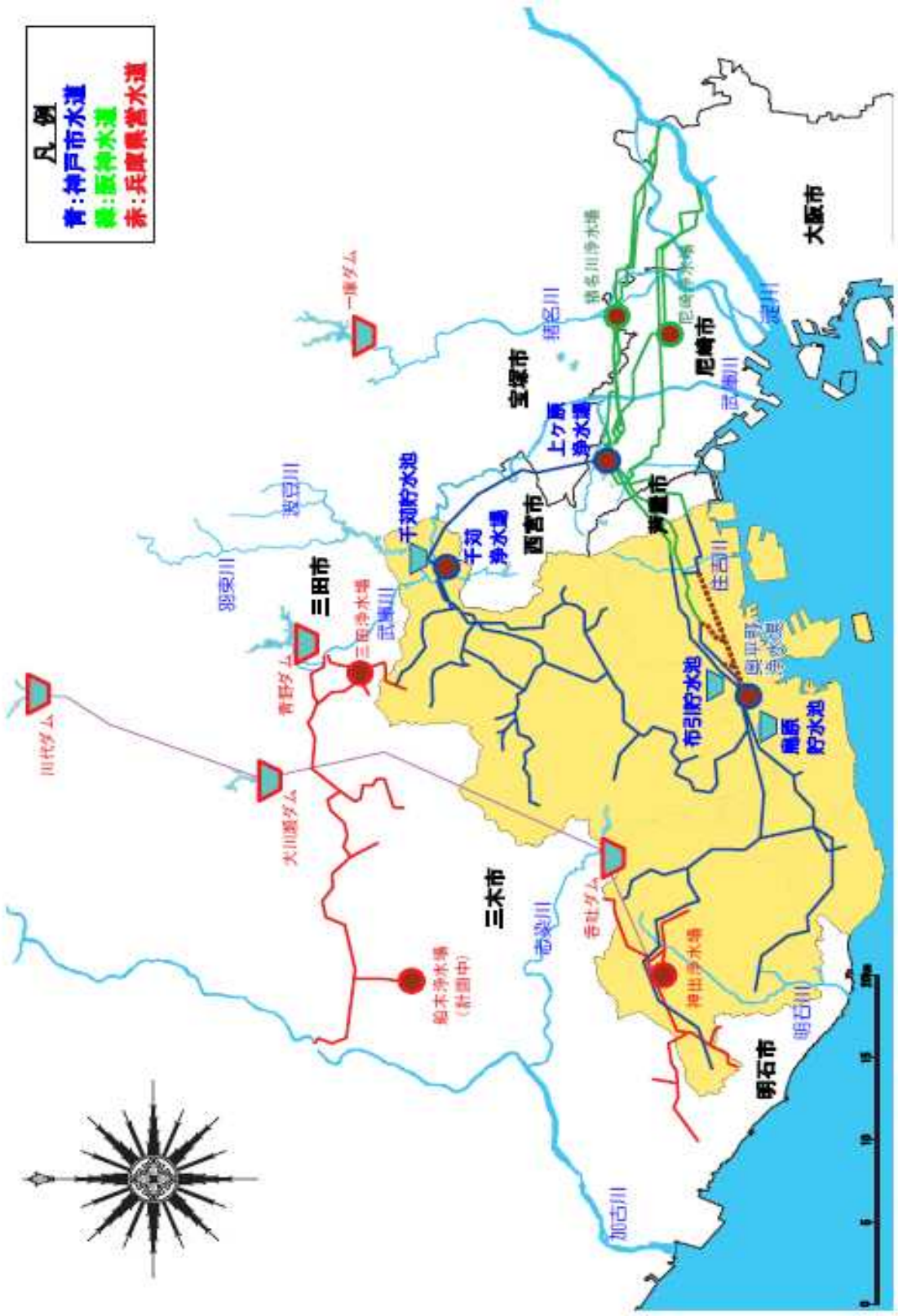
▎그림 2.187 고베시 배수지현황 ▎

▪고베시 수도는 이러한 운영상 불리한 요인을 포함하고 있으므로, 시내 각 지역의 배수지 수량을 24시간 집중 관리하는 텔레미터(TM)·텔레컨트롤(TC) 시스템에 의한 시설 무인화를 계획하여 시설관리에 필요한 비용을 억제 하는 등 운영의 효율화를 도모

▪TM시스템 네트워크는 중앙감시국 1개소, 중계국 8개소로 구성



▎그림 2.188 고베시 수도시설 운영관리 시스템 ▎



▌그림 2.189 고베시 수도시설 개요도 ▐

▌재해에 강하고 조기 복구가 가능한 수도시스템 구축

▪**1995년 대지진으로** 고베시 수도시설이 막대한 피해를 입어, 수원의 3/4을 차지하는 한신수도기업단으로 부터의 송수가 정지되어 **시내 대부분의 지역에서 단수를 하게 되었으며 응급복구에 10주간의 기간이 소요**

▪지진의 경험을 교훈 삼아 수도국에서는 고베시 수도부흥계획검토회로 부터「고베시수도내진화지침」의 자문을 받아「고베시수도시설내진화기본계획」을 1995년 7월에 책정.

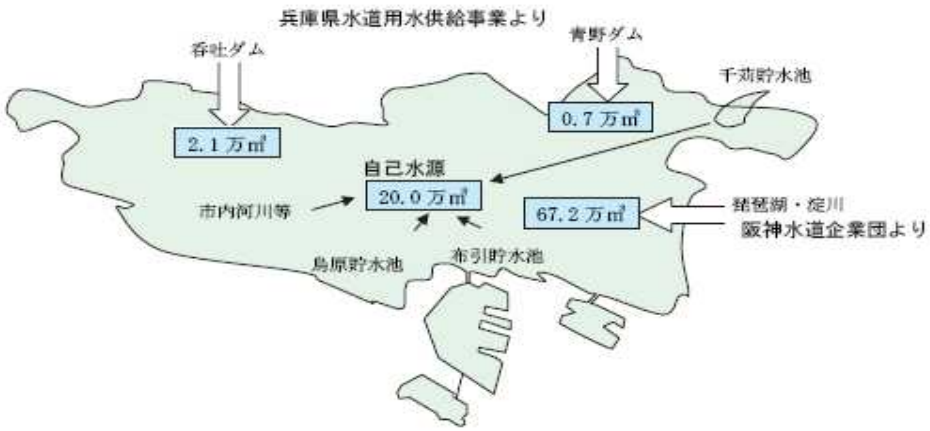
▪지진시나 자연재해, 갈수, 사고 등의 긴급시, 소비자에 미치는 영향을 최소화하여 안정된 용수공급 도모

1. 수자원의 확보 (갈수대책, 누수방지 대책)
2. 재해・사고시 대응 충실
3. 노후화 대책 (시설 개량)과 내진화 추진

① 갈수대책 (수원의 확보 등)

▌고베시는 자체 수원이 적어 한신수도기업단으로부터 3/4를 공급 받고, 서북지역은 효고현 수도용수공급사업으로부터 수수하는 복수의 수원을 확보하여 안정 급수를 도모

▪최근 지구온난화 등의 영향으로 강우가 적어 갈수가 발생하는 빈도가 증가하고 있다. 장기물수요예측(2005년)에 따른 1일 최대배수량 68만 ㎥에 비하여, 고베시가 확보한 수원 수량은 1일 약 90만 ㎥



▌그림 2.190 수자원 확보 현황 ▐

▪수도사고와 갈수대책으로써 다른 수원의 급수구역을 상호 보완하여 시가지·북구 연결시설 등 백업(back up) 시설의 정비, 인접도시와의 긴급시 연결관 포설을 추진

▪긴급 시 연결관(구경 150 및 200 ㎜)은 1994년 말 경 2개시 2개소, 2003~2006년의 4년 동안 3개시와의 연결관을 순차적으로 정비한 결과 현재, 5개시 7개소의 시설이 설치

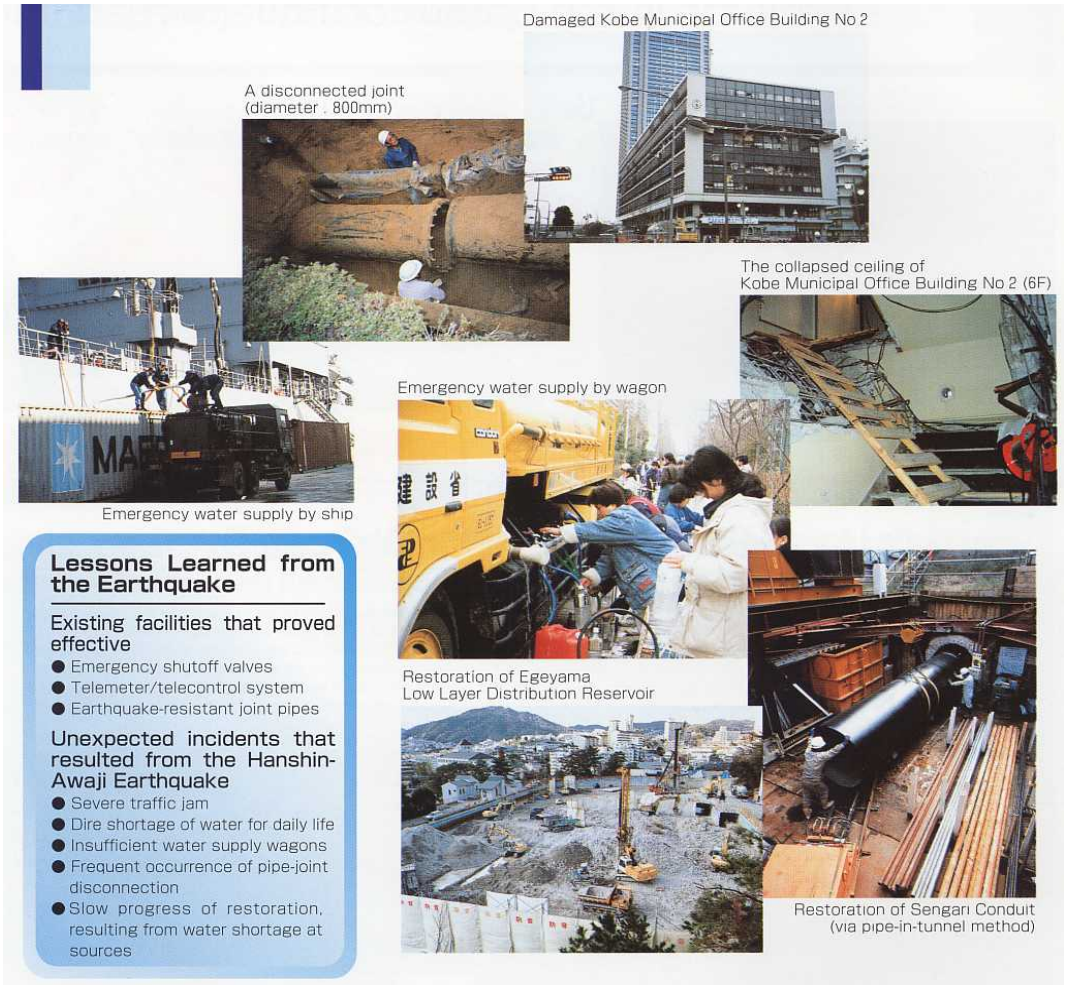


▌그림 2.191 인접도시와의 긴급 시 연락관 정비 현황 ▐

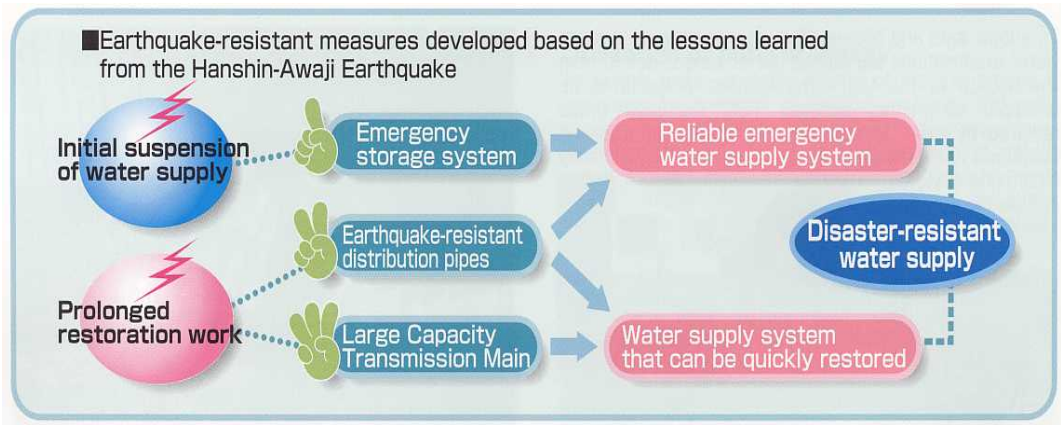
② 재해·사고시 대응 충실

▌지진 발생시 응급복구 등 시민에게 미치는 영향을 최소화 하기 위한「고베시 수도시설내진화기본계획」에 따라 다음의 계획 목표를 달성하는 것을 목적으로 사업을 실시

- 응급복구를 4시간 이내에 완료
- 복구기간 중 응급급수의 목표수량을 아래의 표와 같이 정함
- 방재 거점에서의 물을 확보
- 지리적으로 연속된 공평한 복구 실시
- 병원, clean center 등 시민생활에 영향을 주는 시설은 조기에 물을 확보



▌그림 2.192 한신・아와지 대지진시 피해 상황(1995년) ▐



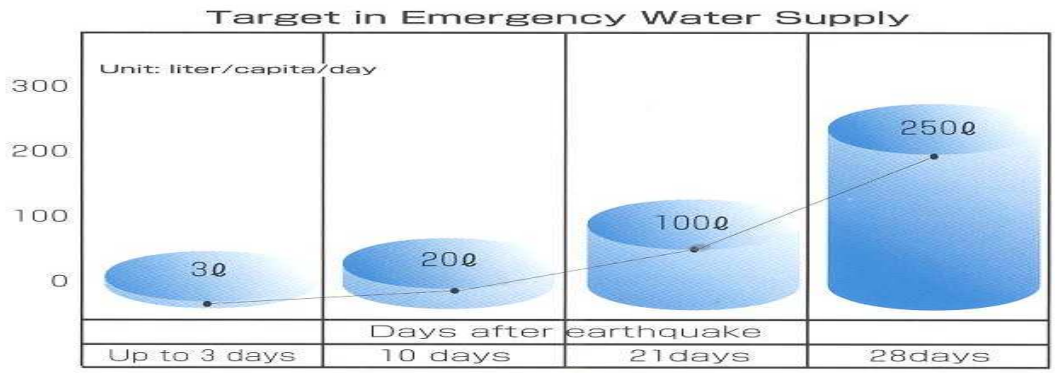
▌그림 2.193 한신-아와지 지진의 교훈으로부터의 지진 대응 체계 ▐

▌재해(지진 등)대비 비상용수 공급체계 구축을 위하여 이중 저류조를 운영하여 반경 2km 내에서 재해시 물을 공급할 수 있도록 하고 있으며, 재해발생 후 3, 10, 21, 28일 단계별로 필요 용수량을 산정하여 공급체계 구축을 계획하였다.

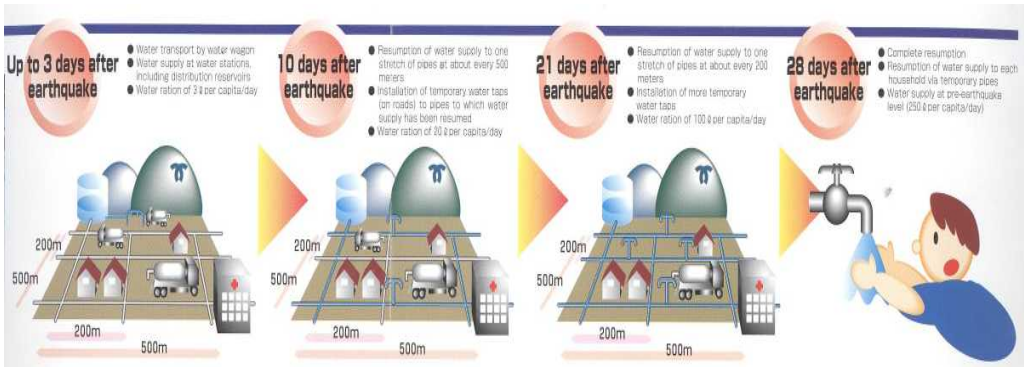
▌대용량송수관의 규모 결정은 한신-아와지 지진시 주민으로 부터의 반응/민원의 패턴분석을 통해 결정되었으며, 지진 후 3일이내 필요량인 3L/인-일을 기준으로 하였다.



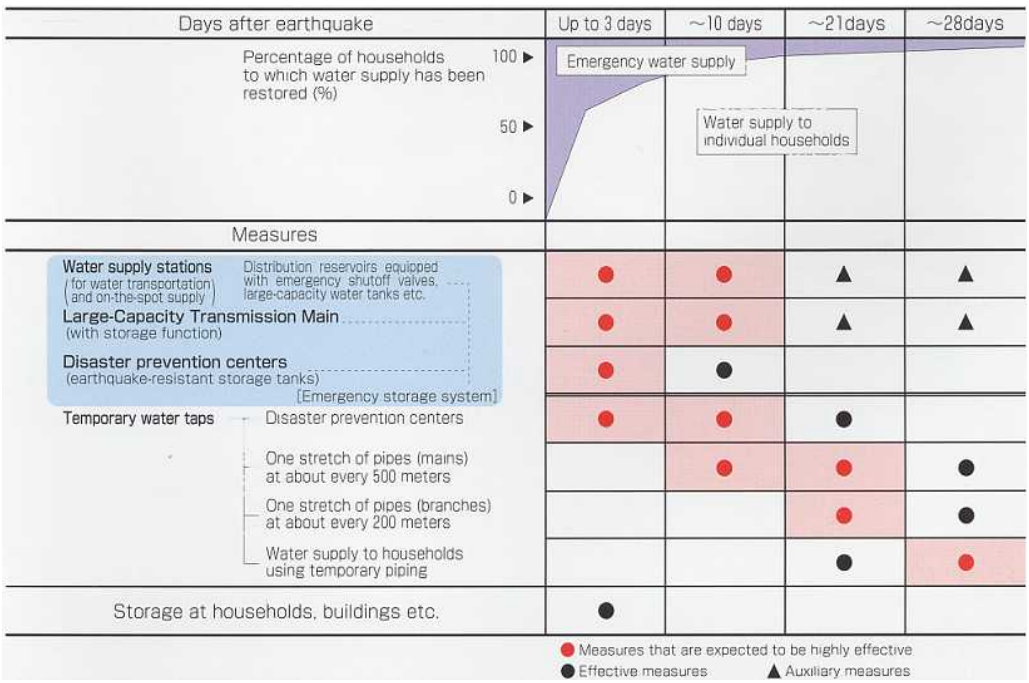
▌그림 2.194 한신-아와지 지진시 주민으로 부터의 반응/민원 ▌



▌그림 2.195 재해시 기간별 응급급수 목표수량 ▌



▌그림 2.196 재해시 응급급수 기간별 대응체계 ▐



▌그림 2.197 재해시 응급급수 방안의 체계 ▐

▌표 2.48 고베시 수도시설내진화 시책 및 사업내용 ▐

시 책 항 목	사 업 내 용
운반급수 기지(긴급저류시스템)의 정비	거점 배수지의 긴급 차단변 설치
	대용량 저수조 정비
배수관의 내진화	500m 메쉬(간선), 200m 메쉬(지선)의 내진 관로망 구축
	방재거점까지의 루트 내진화
	그 외 비(非) 닥타일관의 내진화
대용량송수관의 정비	**대용량 송수관의 정비**
	방재기능을 유지하는 거점시설의 정비
기간시설의 내진화	댐 보수, 제체 보강
	도송수관 내진화, 2 계통화
	배수지 등 시설의 내진화, 개량
전기·계장설비의 내진화와 관로 정보관리시스템의 정비	2회선 수전(受電), 자가발전 설비
	텔레미터 시설 개량
	관로 정보관리시스템에 의한 재해시 지원기능 강화
건축물의 내진화	내진설계 강화
급수장치의 내진화	재질, 구조의 내진성 강화

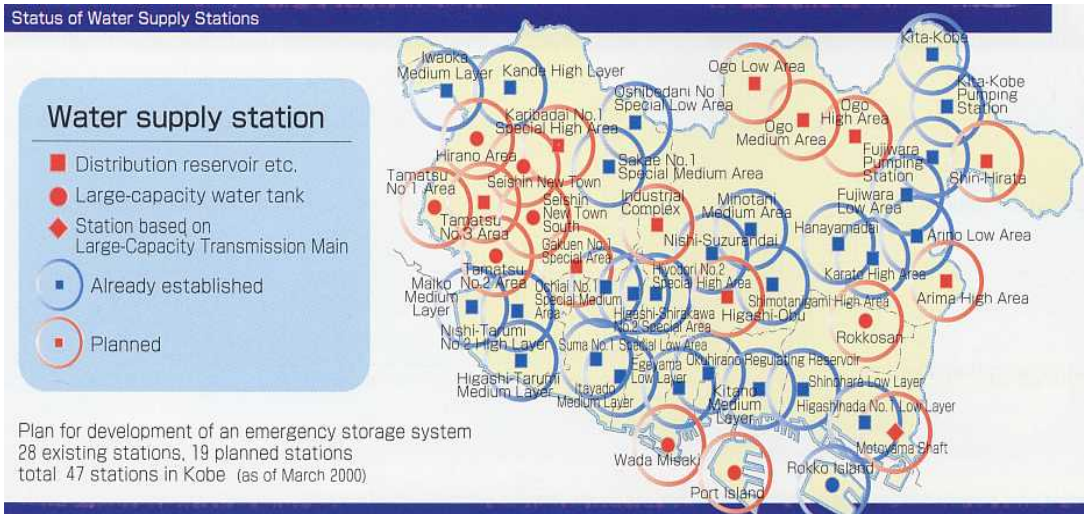
▌긴급저류시스템의 정비

▪긴급저류시스템은 재해 직후 응급급수에 필요한 음료수를 배수지나 대용량저수조에 확보하여 급수탱크차의 운반급수기지 및 주변 주민에의 응급급수거점으로써의 역할을 담당

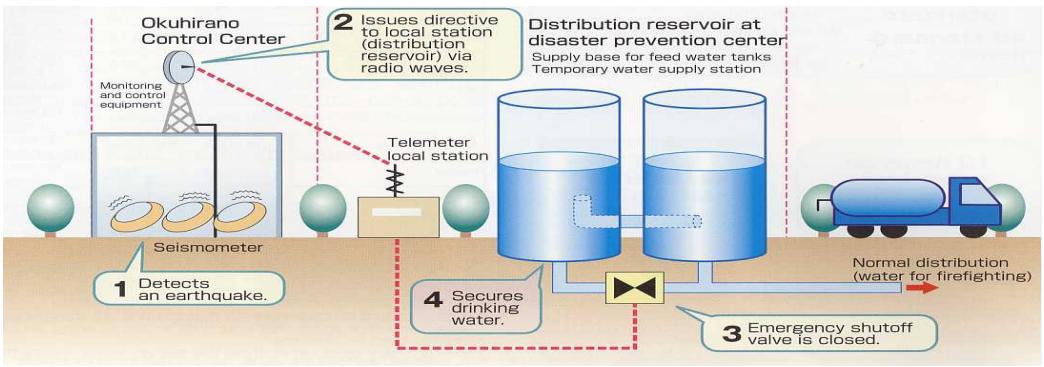
긴급저류시스템의 개요

- 개소수 : 전체 47개소 (개략 반경 2 ㎞에 1개소)
- 저류수량 : 3L/인·일 × 7일분
  (재해 발생~3일간 + 병원·복지시설 등으로의 급수와 방재거점으로의 보급 등을 감안)

▪긴급저류시스템은 1994년 완성 21개소/계획 31개소에서 2006년 완성 37개소/계획 47개소로 정비



▎그림 2.198 응급급수기지 현황 (2005년도) ▎



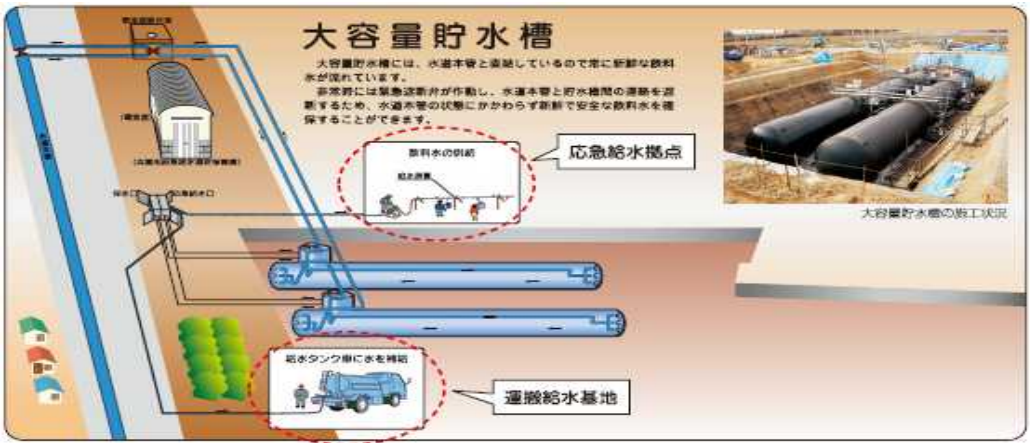
▎그림 2.199 긴급 차단변(밸브)시스템 개요 ▎

▪긴급 시 용수공급을 위해서, 배수지에 지진시 자동 차단(폐쇄)되는 밸브(emergency shut-off valve)가 설치되어 지진 감지시 컨트롤센터에서 비상용으로 1개라인을 차단

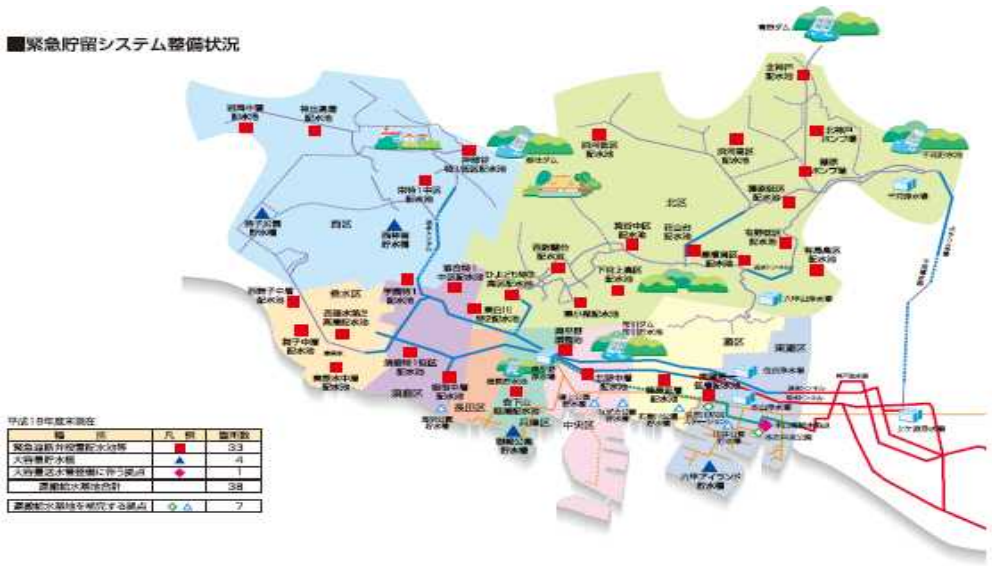
▪긴급저류시스템인 대용량저수조에도 평시 공급라인인 배수관에 연결되어 있다가 지진시 자동으로 밸브가 차단되어 비상용수를 공급

▪반경 2 ㎞이내에 설치되어 지진시 주민들이 최소 반경 2 ㎞ 이내에서 물을 확보

▪향후 계속적으로 배수지의 신규정비와 공원지하의 대용량저수조 정비 등을 행하여 전체 계획의 조기완성을 목표로 함



▎그림 2.200 긴급저류시스템(대용량저수조) 구조 ▎



▎그림 2.201 긴급저류시스템 정비 현황 ▎



긴급 급수거점 (저수탱크) 대용량 저수조 가설 급수전

▎그림 2.202 긴급저류시스템 설비 ▎

③ 노후화 대책 (시설 개량)과 내진화 추진

▌배수관의 개량·내진화 및 내진관로 정비 실시

- 한신·아와지 대지진으로 배수관 1,757개소가 피해를 입어, 재해 복구에는 주로 배수관의 내진화를 우선적으로 시행 (연장 약 118 ㎞)
- 파손사고가 많은 관로(1965년 이전의 재질)를 개량하는 것으로부터 관망의 내진성 향상 도모
- 「고베시수도시설내진화기본계획」에 의거하여, 우선적으로 배수간선(500메쉬), 주요 배수관로망(200메쉬)과 방재거점까지 루트의 내진관로의 정비
- 배수간선에는 소화전을 설치하지 않고, 배수지와 직결된 배수간선을 정비하는 사이에는 간선에도 소화전을 설치하여 응급급수 및 소화용수 조기 확보

▪갱신 투자의 대폭적인 증대를 억제하기 위해 매설 연수에 따른 갱신을 하지 않고, 열화도(노후도), 중요도를 고려하여 계획적 갱신·내진화를 검토 필요

▪경년 열화된 배수관을 갱신우선순위가 높은 것부터 「고규격배수관정비사업」에 따라 내진성이 높은 재질과 이음매 관으로 갱신

(다) 대용량송수관 정비

▌「고베시 수도시설 내진화 기본계획」에 따라 재해에 강한 수도를 추진하면서, 로쿠산을 통과하는 2개의 송수터널에 추가하여 새로이 시가지를 관통하는 대용량송수관을 정비하여 재해시 위험 분산화 도모

▪높은 내진성과 큰 저류능력(59,000 ㎥)을 갖추어 재해시 응급급수와 조기복구가 가능하도록 함

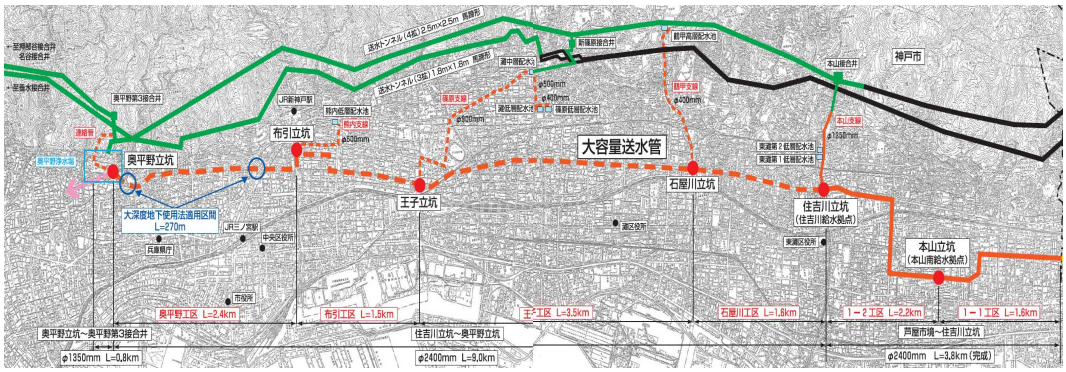
▪2개의 송수터널을 개량하기 위한 대체 루트로써도 이용 (ladder network)

시설개요 (제Ⅰ기)

- 연장 12.8km, 구경(직경) 2.4m
- 계획송수능력 40만 ㎥ (일 최대), 저류능력 59,000 ㎥
- 사업비 400 억엔
- 공사기간 1996~2012(예정)

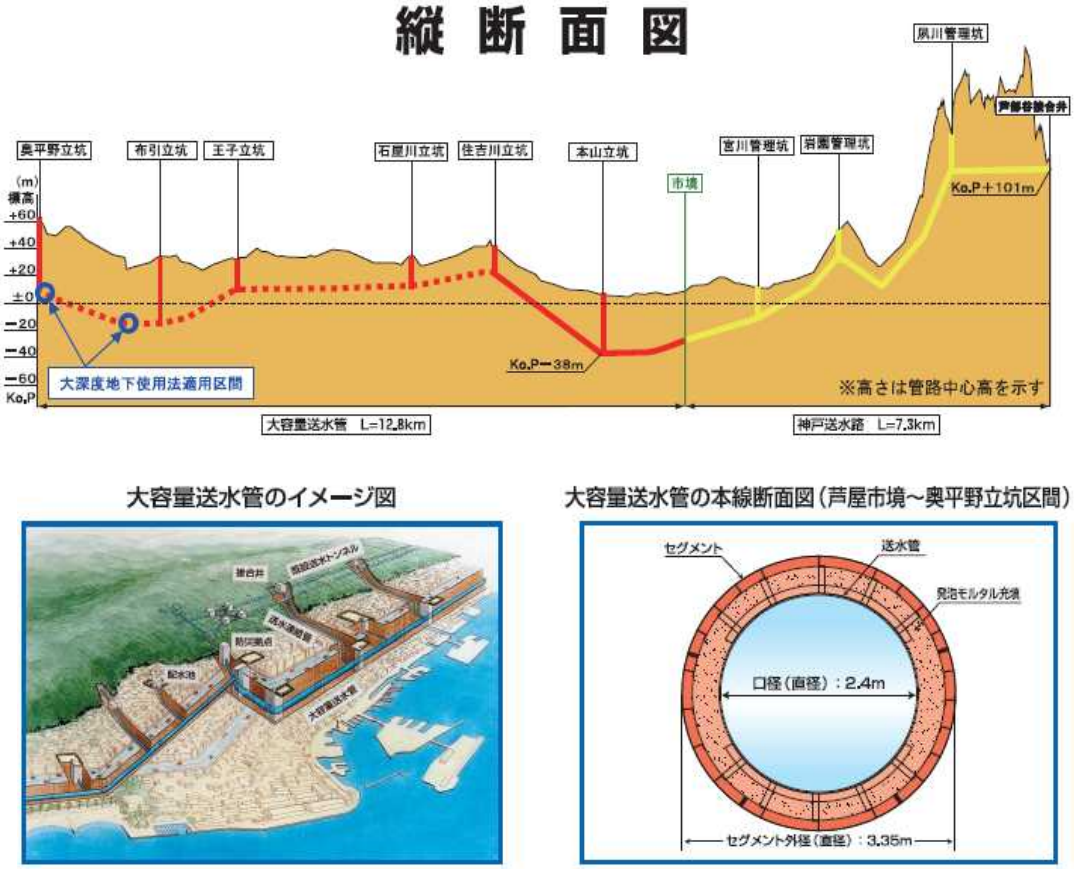


▌그림 2.203 대용량 송수관 전체 구상도 ▐





▌그림 2.204 대용량 송수관(제Ⅰ기) 계통도 ▐



▎그림 2.205 대용량 송수관 단면도 ▎



입갱 공사 쉴드터널 내부 강관(에폭시라이닝) 삽입

▎그림 2.206 대용량송수관 시공 현황 ▎

▪아시야시(芦屋市) 경계로부터 오쿠히라노정수장 까지의 전체 구간 중 스미요시강(住吉川) 입갱까지 구간은 2003년 운전을 시작하였고, 코스트 감축을 의식한 루트와 정비시기 등을 검토

▪2008년 공사를 착수한 누노비키 입갱부터의 구간은 전국에서 처음으로 「대심도지하사용법」의 인가를 받아, 시공연장의 단축에 따라 공사비 및 공기의 감축

「**대심도지하사용법**」(정식명「대심도 지하의 공공적 사용에 관한 특별조치법」)은 통상 이용하지 않는 지하공간(40m 이상 심도)에 대해, 공익성을 가진 사업을 실시하는 경우 토지소유자에 대한 사전 보상을 행하지 않고 사용이 가능한 법률



모토야마 급수거점(공사시 입갱) 모토야마 급수거점 입구 급수거점 내부

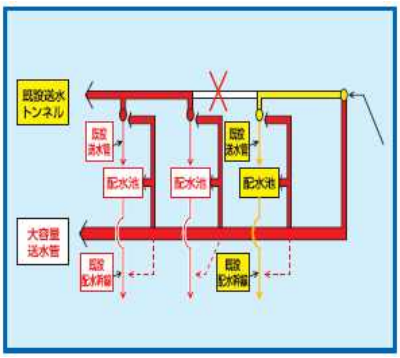
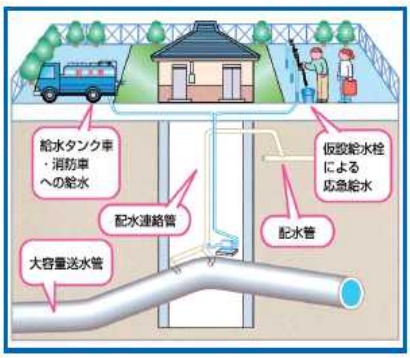
배수관 및 급수관 배수(drain)관 응급급수라인

▎그림 2.207 고베시 모토야마 급수거점 전경 ▎

(라) 대용량송수관의 기대효과

▎고베시의 대용량 송수관 건설로 인해 기존관로의 갱생시 용수공급 대체, 재해시 비상용수 확보 등 많은 기대 효과 확보

① 기설 송수터널 파손 등의 경우 갱생공사 실시시 대체 송수 루트로 활용
② 재해시 교통 정체의 영향을 받는 시가지의 방재 거점으로 응급 급수 가능
③ 송수가 정지되는 경우에도 관내에 저류하는 물을 응급급수로 이용 가능
④ 배수지나 간선배수관이 파손되는 경우 대용량 송수관으로부터 직접 시내 배수관망으로 송수하여 복구기간을 단축 할 수 있음

대체수송 루트로써 활용	재해시 생활을 유지하는 급수거점	거점급수
		
기설 송수터널의 송수가 어려운 경우 대용량 송수관의 백업 기능	입갱을 응급 급수거점으로 정비, 지진 등 재해시 급수차, 소방차로 급수하고, 가설급수전에 의해 응급 급수 등 방재활동의 거점 기능	

▎그림 2.208 대용량 송수관 활용 효과 ▎

다. 수로터널

▎해외 용수공급 수로터널은 목적에 따라 물이송, 물저장, 지하댐 등으로 구분되며 물이송에서도 물공급 목적의 수로터널이 주로 건설됨

▪물 공급은 일본과 미국의 건설사례가 많고, 또한 일본의 경우 홍수방재 목적의 수로터널이 건설된 사례가 많음

▪스웨덴의 경우 주로 하수배제 수로터널이 많고, 노르웨이의 경우 지형적 특성상 암반 하부에 건설된 하수처리장 및 하수배제 터널이 건설됨

▌표 2.49 용도별 수로터널의 해외 적용 사례 ▐

Facilities Usage	Water conveyance	Water storage	
	Tunnel Underground River	Reservoir & Cavern	Others Underground dam Natural cavern
Water Supply	FR 1 JP 6 LS 2 SE 1 UK 1 USA 3	NO 6 UK 1	NL 1
Sewerage	FR 1 JP 2 SE 4 UK 1	FR 1 NO 3	UK 1
Industrial Water supply	JP 1		
Irrigation Water supply	AU 1 FR 2 JP 1		
Flood control	JP 3 MAL 1	FR 1 JP 2	

AU: Australia; FR: France; JP: Japan; LS: Lesotho; NL: Netherlands; NO: Norway; SE: Sweden; UK: United Kingdom; USA: USA MAL: Malaysia
자료 : Nordmark, Overview on survey of water installations underground: underground water-conveyance and storage facilities, 2002)

(1) 수로터널 해외 사례

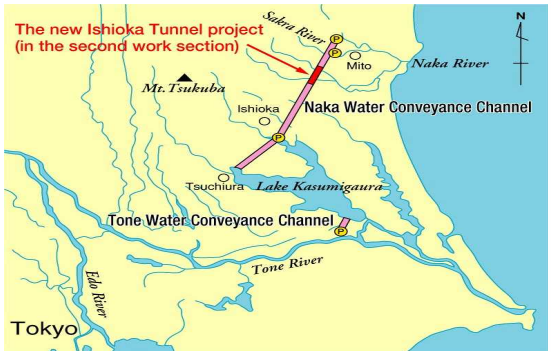
(가) 물 이송

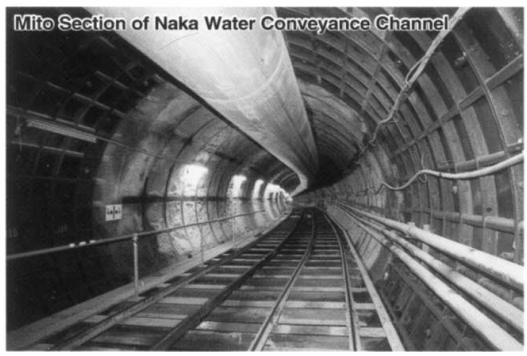
▌적용사례 : Kasumigaura Water Conveyance Project (일본)

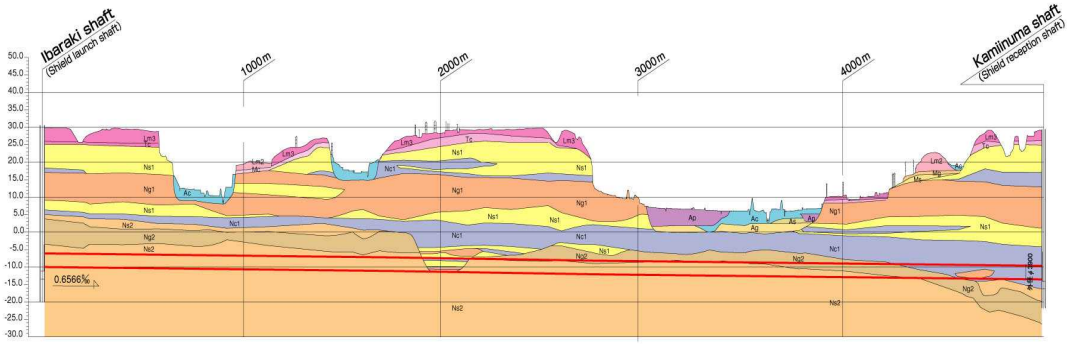
▪목적 : 호소수의 정화 및 수도용수, 산업용수, 농경용수의 이송

▪규격 : 45 km (L), 4.5 m (D), 25-35 ㎥/s (최대공급유량)

▪Naka Water Conveyance Channel과 Lake Kasumigaura와 Tone River를 연결하는 water conveyance channel로 구성







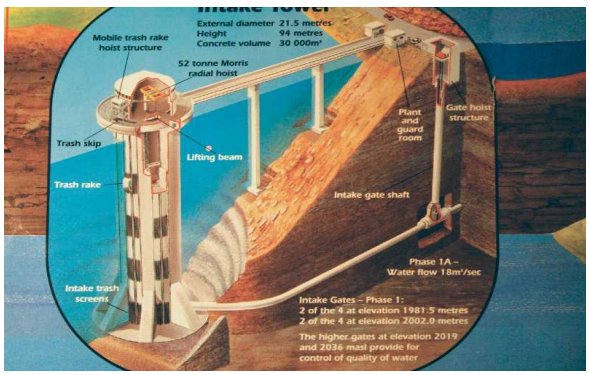
▌그림 2.209 The Kasumigaura water conveyance project ▐

▌적용사례 : Highlands Water Project (레소토)

▪수력발전을 위한 2개의 도수터널

▪규격 : 15, 45 km (L), 4.5 m (D), 32 ㎥/s (최대공급유량)





(출처: www.ethisphere.com, www.chartechnica.com)

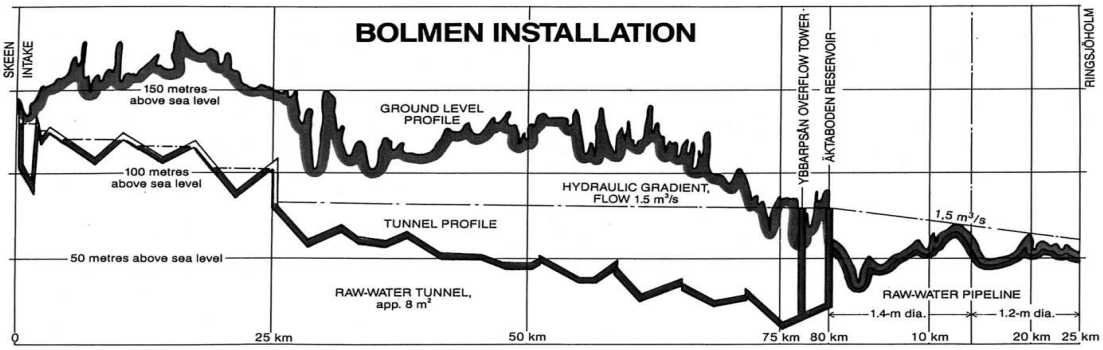
▌그림 2.210 레소토 Highlands Water Project의 Katse Dam ▐

▌적용사례 : Swedish Bolmen Project (스웨덴)

▪목적 : Bolmen호의 물을 스웨덴 남부지역에 공급

▪건설시기 : 1975-1985년

▪규격 : 3.5 m (W), 2.5 m (H), 80 km (L), 6 ㎥/s (최대공급유량)



TUNNEL DATA

Volume of rock excavated	
- main tunnels	770,000 m³
- access tunnels	130,000 m³
- sidings	150,000 m³
- open cut	50,000 m³
Total	1,100,000 m³
Distance drilled	app. 3.5 million m
Explosives used	app. 2.5 million kg
Number of man-days	app. 225,000
Number of rock bolts	app. 40,000 No.
Shotcrete in per cent of the tunnel surface area	app. 17%
Pregrouting in per cent of the tunnel length	app. 25%
Pregrouting	
- number of holes	2,500 No.
- distance drilled	310,000 m
- weight of cement	10,200 t
Longest distance tunnelled in one day	20 m



▌그림 2.211 The Swedish Bolmen project ▌

▌적용사례 : SMART (Stormwater Management & Road Tunnel) Project

▪쿠알라룸프르시의 홍수운영문제 및 교통문제를 해결하기 위해 계획됨

▪고대지화 된 표면유하를 증가시켜 도심을 흐르는 강의 부하를 증가시켜 빈번한 홍수발생 및 도심의 개발로 교통혼잡 문제 발생

▪쿠알라룸푸르시 남부에서의 교통소통 원활 및 쿠알라룸푸르시 우수배제(홍수방지)

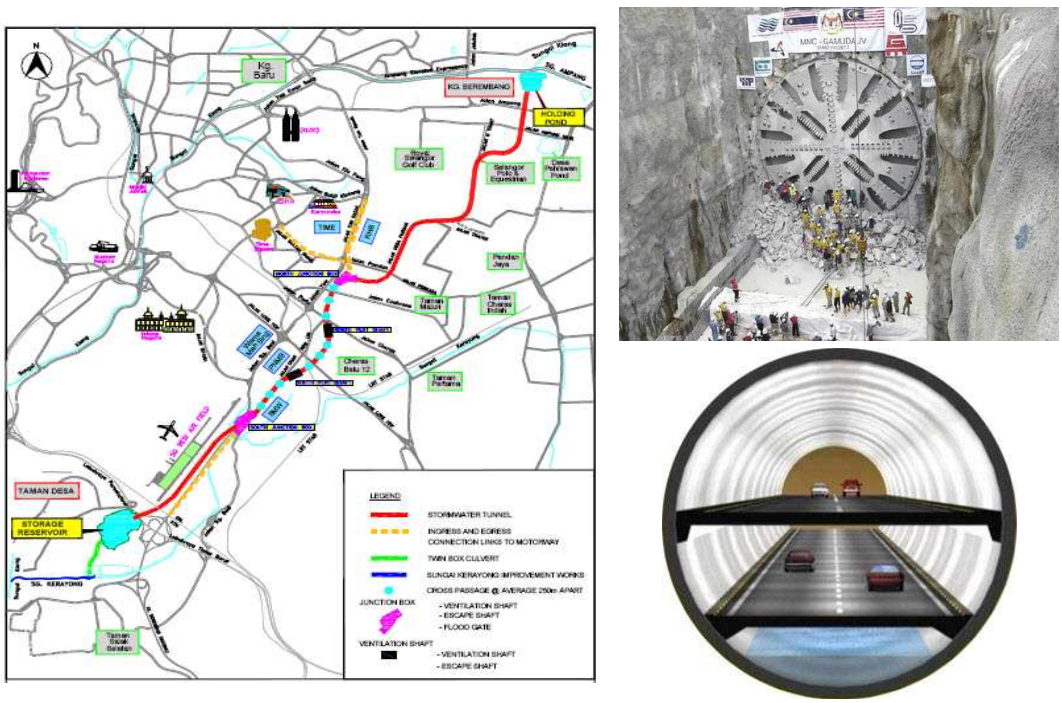


▎그림 2.212 SMART Project 개념도 ▎

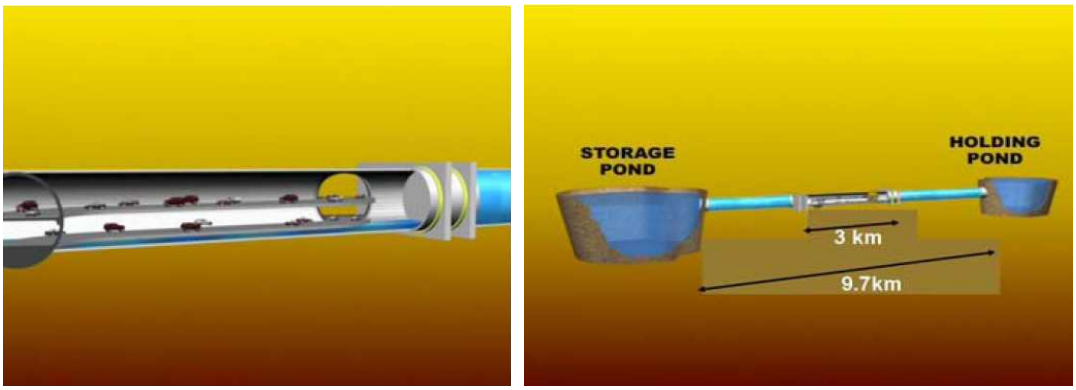
▪직경 11.83 m, 연장 9.7 km 터널의 중앙부에 double-deck 구조의 3 km의 자동차로 위치

▪평상시 2,3 층은 도로, 1층은 수로로 활용하다가 홍수시 운전모드에 따라 우수배제 수로터널로 활용

▪홍수터널 내에 자동차로를 조합한 개념은 세계 최초



▎그림 2.213 SMART 위치 계획 (우수관리 및 교통관리) 및 터널 단면 형상 ▎



▎그림 2.214 SMART 내부 구조 형상(좌) 및 우수배제 시스템(우) ▎

▪SMART는 홍수감지시스템 (FDS), 교통운영·제어시스템 (TMCS)의 2가지 요소를 채택하여 강우시 교통시스템과 홍수배제시스템의 전환을 자동화 운영

▪SMART에서 자동차로의 운영은 홍수조건에 따라 세가지 형태로 운전됨

- Mode 1 : 강우가 없거나 소량인 경우로 SMART로의 우수배제가 필요 없고, 자동차로 터널은 정상상태로 운영
- Mode 2 : 중간강우상태 invert level (가장 낮은 세그먼트)에서 bypass 터널로 우수유입. 자동차로의 상하부 deck은 그대로 차로로 이용
- Mode 3 : 자동차로는 폐쇄되고, 터널의 모든 부분이 우수배제 용도로 사용됨
  - FDM 시스템이 mode 3 운전 필요성을 확인
  - Mode 2에서 Mode 3로 전환되기 위해서는 대략 1시간 소요
  - 우수배제 이후 다시 자동차 통행이 재개되기 위해서는 배수, 세척 및 TMCS 재구동을 위해 적어도 2일의 시간이 필요함

▪홍수감지시스템 (FDS)는 모니터링 장비와 자료 송수신 장치로 구성됨

- 집수 모니터링 시스템 : 강우량, 수위, 유량 등을 감시
- 터널센서 모니터링 : 초음파 및 gas purge로 터널의 상태 감시
- 모델링 시스템 : 수문학 및 수리학 모델링을 통해 유량변동 사항 예측
- Radio Transmission Repeater Stations : 수집된 자료의 전송
- Radar System (향후 도입계획)

▪홍수 경감조치 계획의 운전은 모니터링 시스템과 각 게이지로부터 전송된 자료를 무선감시국과 게이지로부터 전송되는 자료의 자동수집에 기초하며 이 정보는 SCADA 시스템 및 홍수예보 소프트웨어에 의해 감시되고, 처리되며 이 시스템

을 통해 hydrograph가 예측되고, 홍수제어센터에 표시됨

▪홍수 조건 경보시 Sg Ampang과 Sg Klang의 합류점에서 고유량의 강물은 보를 통해 Kampung Berembang의 저류조로 유입됨

▪저류조로부터 홍수는 터널로 유입되고 터널 반대쪽의 Taman Desa 저류지로 배출

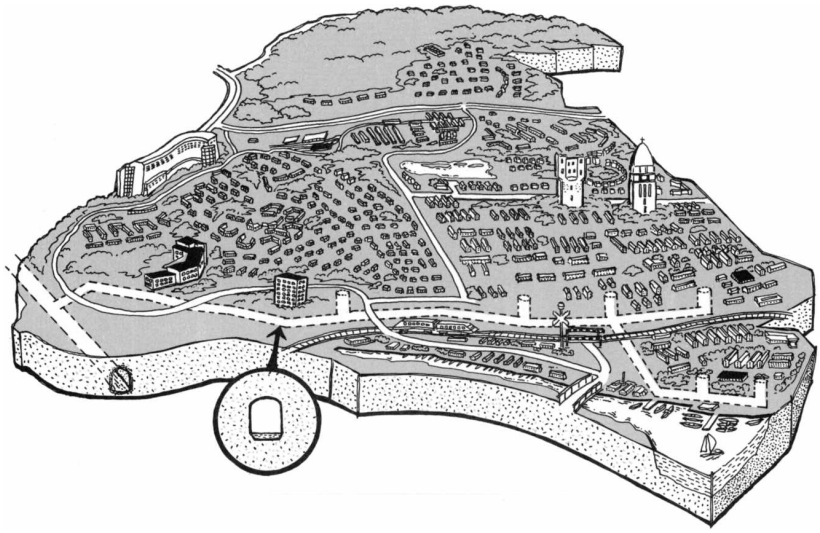
▌적용사례 : Swedish Underverket Project (스웨덴)

▪건설목적 : 하수의 지표누출 방지를 위해 지하에 건설

▪건설시기 : 1996-1998년

▪규격 : 3.25 km (L), 15 ㎡ (A), 8 ㎥/s (최대유량), 25,000 ㎥ (저류용량)

▪깊이 : 15~20 m



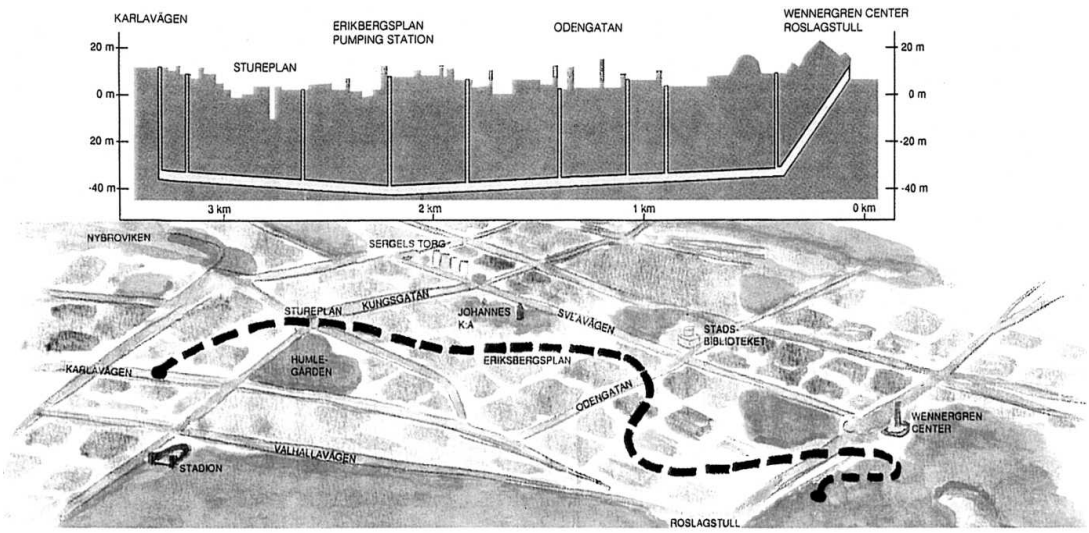
▌그림 2.215 The Swedish Underverket project ▐

▌적용사례 : Ormen (The Snake) Project (스웨덴)

▪건설목적 : 홍수시 관망과 근처 처리장의 부하가 저감될 때까지 일시적으로 잉여수량를 저장하는 용도로 이용되며 부지부족 문제로 지하에 건설

▪건설시기 : 1991-1993년

▪규격 : 3.2 km (L), 3.5 m (D), 32,000 ㎥ (저류용량)



Profile and view of the Stockholm "Snake Tunnel" for waste-water overflow.
The tunnel has a capacity of approximately 35,000 m³.

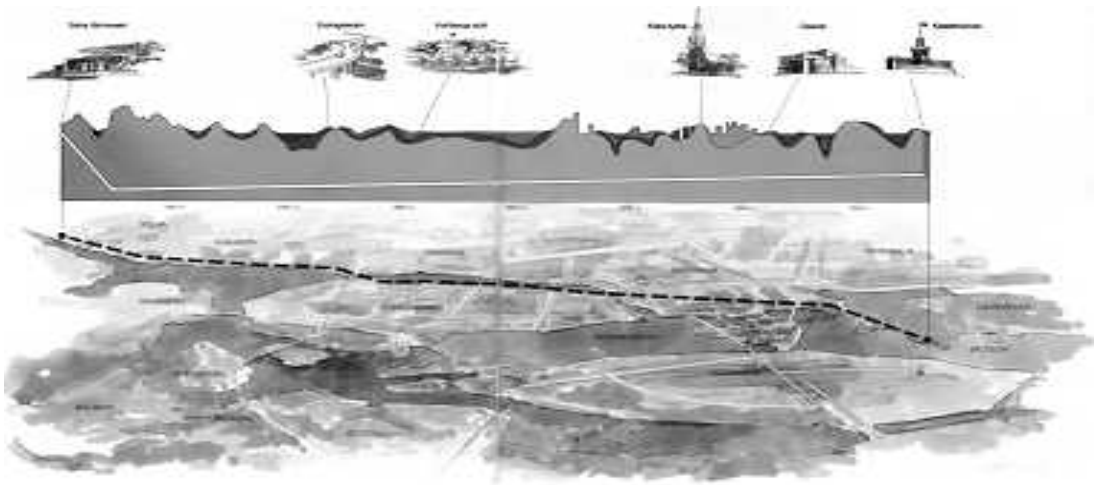
▌그림 2.216 The Ormen (The Snake) project ▐

▌적용사례 : Saltsjo Tunnel Project (스웨덴)

▪건설목적 : 스톡홀롬시 하수를 처리하여 Baltic Sea로 배출시키기 위한 터널로서 수원인 Malaren호를 보호하고, 도심지역 부지부족 문제를 해결하고자 지하에 건설

▪건설시기 : 1986-1989년

▪규격 : 7.5 km, 3.5 m (D)



▌그림 2.217 The Saltsjo tunnel project ▐

(나) 물 저장

▌노르웨이에서는 1950년대부터 물저장 시설이 지하에 건설됨

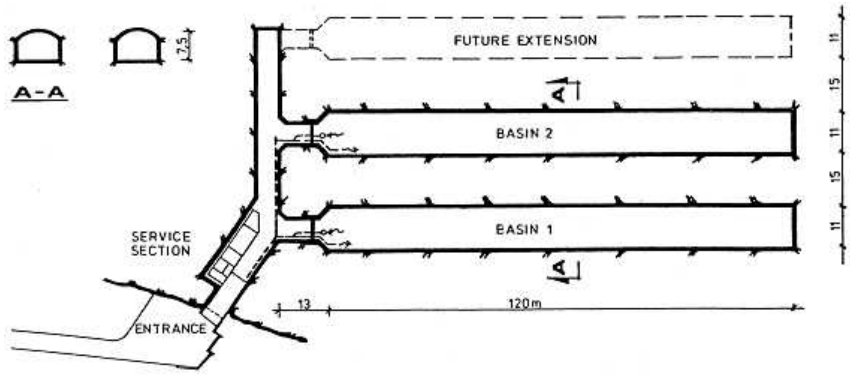
▪암질이 좋아 라이닝이 필요 없기 때문에 지하에 건설

▪지형적으로 적합하고, 5,000 m^3 이상의 저류용량에서는 no-support 형식의 지하 저류조가 일반적인 철근콘크리트 저류조보다 건설비가 작고, 유지관리비가 절감되기 때문에 지하 암반에 건설

▌적용사례 : Kvernberget Rock Cavern Tank Project (노르웨이)

▪저장용량 : 16,000 ㎥

▪규격 : 11 m (W), 7.5 m (H), 120 m (L)



▌그림 2.218 The Kvernberget rock cavern tank project ▌

▌적용사례 : Hogasen Underground Water Tank (노르웨이)

▪저장용량 : 22,000 ㎥

▪규격 : 8 m (W), 8.5 m (H), 80 m (L)

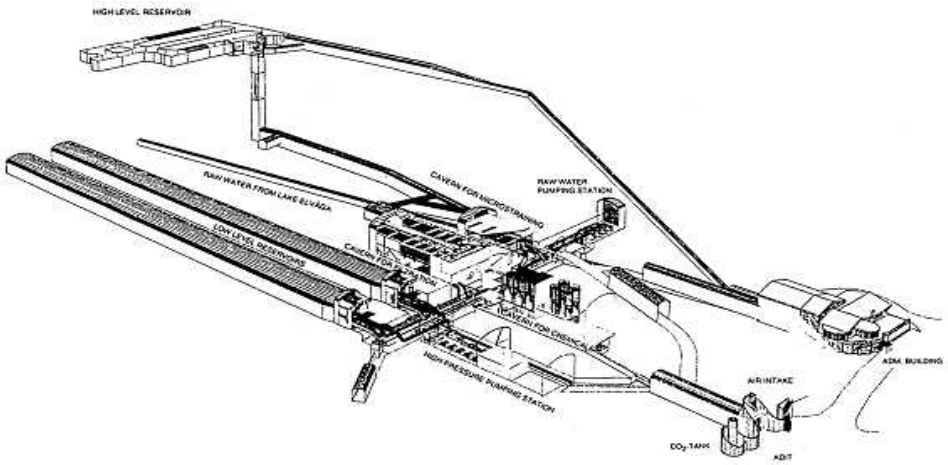


▌그림 3.219 The Hogasen underground water tank in Trondheim ▌

▌적용사례 : Skullerud Water Treatment Plant (노르웨이)

▪완공시기 : 1994년

▪규격 : 2×15,000 ㎥ (low level 저류지), 7,000 ㎥ (high level 저류지)



▌그림 2.220 The Skullerud water treatment plant ▌

▌적용사례 : Knapp Mill Water Treatment Works Storage Reservoir Project (영국)

▪목적 : 환경보전과 안전성을 위해 지하에 건설

▪규격 : 93.5 m (W), 6.3 m (H), 51.2 m (L), 24,000 ㎥ (저류용량)

(다) 관개용수 (물 이송)

▌적용사례 : Canal de Province (프랑스)

▪목적 : 농업, 수력발전과 관광 목적

▪건설시기 : 1960-1990년

▪규격 : 140 km (L), 2.3-5.0 m (D), 20개 터널

▌적용사례 : Canal du Verdon (프랑스)

▪건설시기 : 1865-1875년

▪규격 : 82 km (L), 4.1 ㎥/s (유량), 20개 터널

▌적용사례 : Snowy Mountains Scheme Project (호주)

▪목적 : 농업용수 및 수력발전

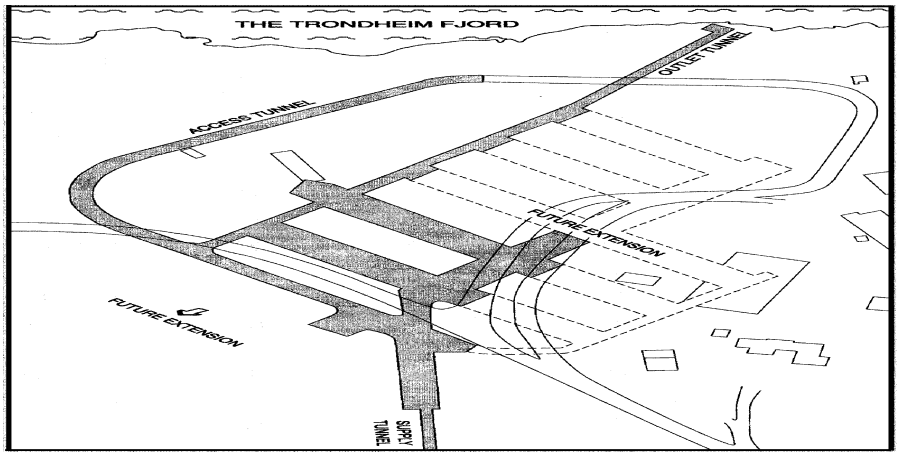
▪규격 : 134.7 km (L), 3.1-8.5 m (D)

(라) 지하 수처리 시설

▌적용사례 : Hovringen Underground Sewage Treatment Plant (노르웨이)

▪플랜트 설비를 포함한 시설과 함께 향후 확장을 고려하여 건설이며, 90,000명 (Trondheim시 인구의 70%) 배출량을 처리하는 시설

▪석영 섬록암으로 구성된 모암층 하부에 건설



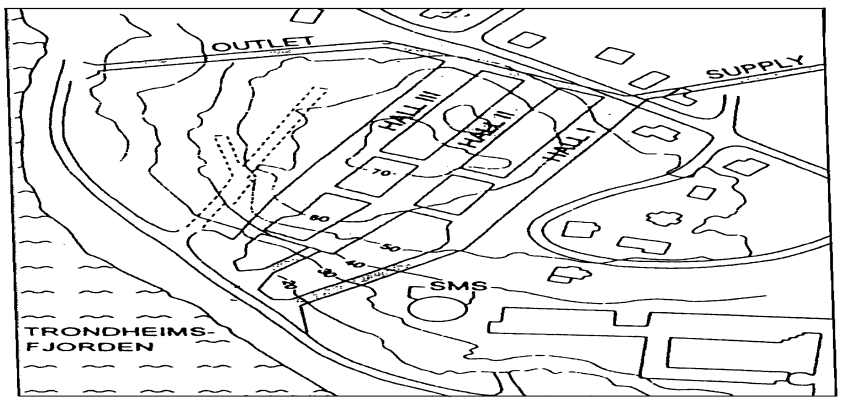
▌그림 2.221 The Hovringen underground sewage treatment plant ▌

▌적용사례 : Ladehammeren Underground Sewage Treatment Plant (노르웨이)

▪Oslofjord의 수질 향상을 위하여 하수이송 터널시스템 및 지하하수처리장이 건설됨

▪석영각반암을 포함한 녹색편암층에 건설되었으며, 10,000 m^3 규모의 세 개의 터널로 구성

▪2차 처리 플랜트로 50,000명의 하수 및 산업폐수 처리



▌그림 2.222 The Ladehammeren underground sewage treatment plant ▌

▌적용사례 : Brighton Stormwater Project (영국)

▪지형상의 조건과 부지 부족 문제로 지하에 건설(심도 35 m)되었으며, 터널은 집중호우 시에만 사용되며 호우가 끝난 후 처리 · 방류

▪규격 : 5.1 km (L), 6 m (D), 140,000 ㎥ (저류용량)

(마) 홍수제어 (우수집수, 홍수시 지하저류)

▌적용사례 : Stade de France (프랑스)

▪160,000 ㎥ (저류용량)

▌적용사례 : Vitry sur Seine (프랑스)

▪City Hall Square 지하저류

▪55,000 ㎥ (저류용량)

▌적용사례 : Imaigawa Underground Rewervoir (일본)

▪규격 : 2.4 km (L), 10.8 m (D), 214,000 ㎥ (저류용량)

▌중국의 경우, 남방의 풍부한 수자원을 급증하는 인구와 경제발전, 그리고 빈번한 가뭄으로 인한 용수 및 식수부족을 겪어온 북방 지역으로 이송하여 약 2억 이상의 인구에 물을 공급하기 위한 대규모 사업으로서 남수북조 프로젝트 (South-North Water Diversion Project or SNWD) 수행

▪2014년 완공을 목표로 하는 중부선 및 동, 서부 3개 노선을 중심으로 장강 (양쯔강), 황하, 회하, 해하 4대강을 주축으로 소위 4횡 3종의 구조를 형성

▪중국 수자원의 남북조절 및 동서구제의 합리적인 수자원 배치를 위한 대규모 유역변경 수리공정 (The Economist, Oct. 2008)



▌그림 2.223 남수북조 프로젝트 중 장강에서 북경까지의 수로▐

라. 용수공급시스템 유지관리 기술

▌미국은 향후 2025년까지 노후관망 개량을 위하여 $77~$325 billion이 소요될 것으로 전망되고 있으며, 세계적으로 합리적이고 경제적인 상수관망 개량사업과 종합적인 성능향상을 위한 진단과 평가기술, 그리고 개량기술 등 확보가 가장 큰 이슈가 되고 있음 (EPA, 2002)

▪미국 AWWARF에서는 1995년부터 배수시스템 성능평가 가이드라인을 개발하였으며 수압/유량/수질 적정성, 서비스 신뢰도/만족도 등 4개 성능목표를 토대도 종합적인 성능 평가

▌영국 WRc에서는 1989년 배수시스템의 개량계획을 수립

▪상수관망 운영·관리에 대한 기준 설정 및 기준 초과비율, 위험도 분석 등을 토대로 개량우선지역 선정

▪상수관망 진단, 성능평가, 우선순위, 개량계획 수립에 활용

▌IWA에서는 2000년에 상수도시스템 성능평가 지표(PI) 개발

▪7개 분야 (수자원관리, 인력관리, 물리적, 운전관리, 서비스품질, 경제성지표 등) 133개 지표로 성능평가 및 상수도시스템 표준화

▌캐나다 NRC에서는 상수관로 갱생 planner 개발

▪관 파손과 관련 인자인 기상조건, 관체, CP, 개량비용을 근거로 다변량분석에 의한 장단기 관로 개량계획 수립

▪노후상수관의 개량계획 수립시 우선순위 결정에 활용

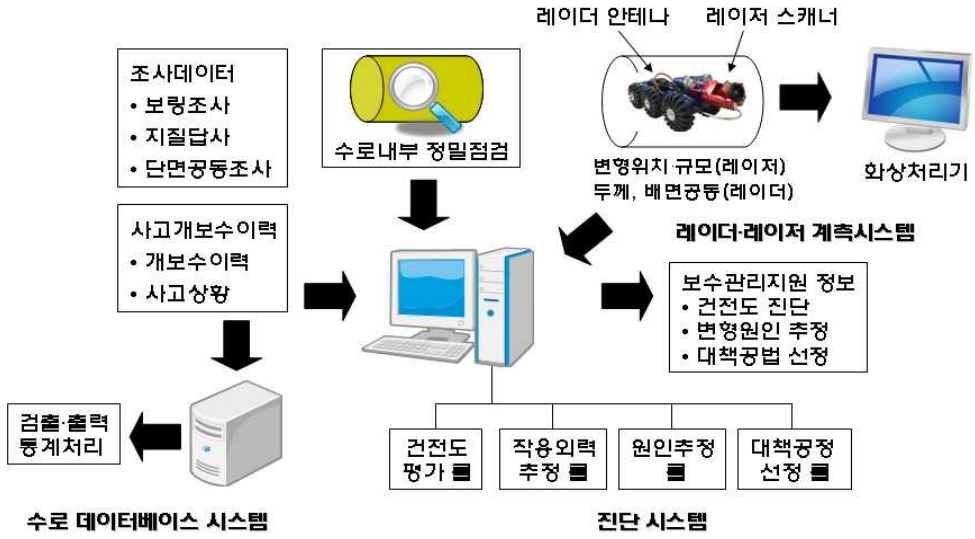
▌ 유럽연합 (EU)에서는 관로 개대체 전략수립을 위한 S/W(CARE-W)개발

▪연간 개량계획(ARP) 수립시 후보관로의 선정을 위한 분석 Tool 개발중

▌일본은 수로터널의 유지관리 및 재해관련 대용량 송수관의 운영관리시스템이 운영되고 있으며, EPOCH ('02~'05년) 및 Post EPOCH ('05~'07년) 프로젝트 추진

▪적용사례 : 동경전력(주)의 수로터널 유지관리 시스템(일본)

- 동경전력(주)에서는 총 연장이 770 km에 이루는 수로터널 구조물의 유지관리 업무를 수행중
- 기본적으로는 3년에 1회 정도 실시하고 있는 단수(발전정지)에 따른 수로내부 점검시에 육안 및 간이측정에 의한 변형의 유무, 진행성 등의 상황을 확인하여 설비의 건전도를 평가
- 수로터널은 재령이 오래 되었고, 지하 구조물로서 주변 산지에 과한 불확정적인 요소가 많으며 육안판정에 의한 요소가 많기 때문에 객관적이며 신뢰성 있는 건전도를 평가하는 것은 어려움
- 수로터널에 관한 보수 관리업물의 명확화, 효율화를 도모하는 것이 매우 중요하며 이를 위해 수로터널 유지관리 시스템을 개발
- 수로터널 유지관리 시스템은 수로터널의 건전도를 평가하여 그 결과를 바탕으로 변형원인 추정과 대책공법의 선정을 실시하는 진단시스템과 과거의 조사 데이터, 구조제원, 개보수 이력 등의 각종 데이터를 관리하는 수로 데이터 시스템으로 구성

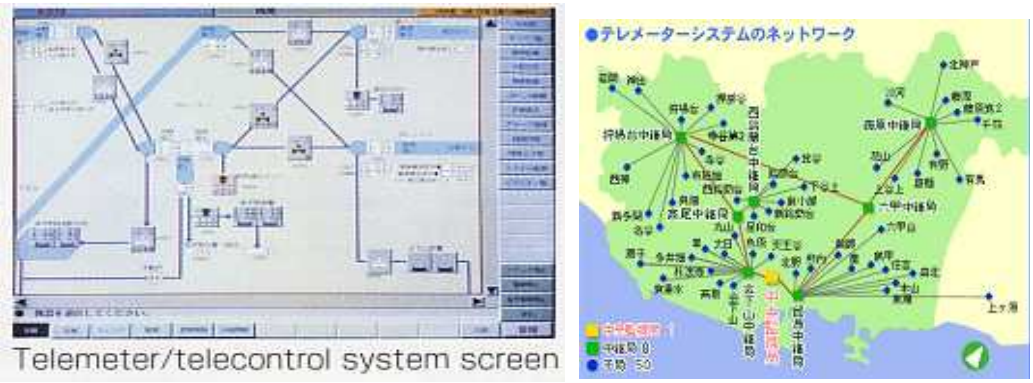


▎그림 2.224 수로터널 유지관리 시스템 개요 (전력기술동향, 2005년 3월호) ▎

▪적용사례 : 고베시 대용량송수관 유지관리 시스템 (일본)

- 고베시는 해발 90m 이상의 로코산(六甲山) 남쪽은 경사가 심하고, 북서쪽은 넓은 지형적 특성으로 인해 펌프장과 배수지 등의 시설이 다수 필요
- 경사가 커서 123개의 배수지를 자연유하로 운영 (오사카시의 약 14배)

- 재해시나 갈수시에는 시가지로부터 북구(北區) 지역으로 300m 고도차를 넘어 송수
- 시내 각 지역의 배수지 수량을 24시간 집중 관리하는 텔레미터(TM)·텔레컨트롤(TC) 시스템에 의한 시설 무인화를 통한 운영 효율화 추진
- TM시스템 네트워크는 중앙감시국 1개소, 중계국 8개소로 구성



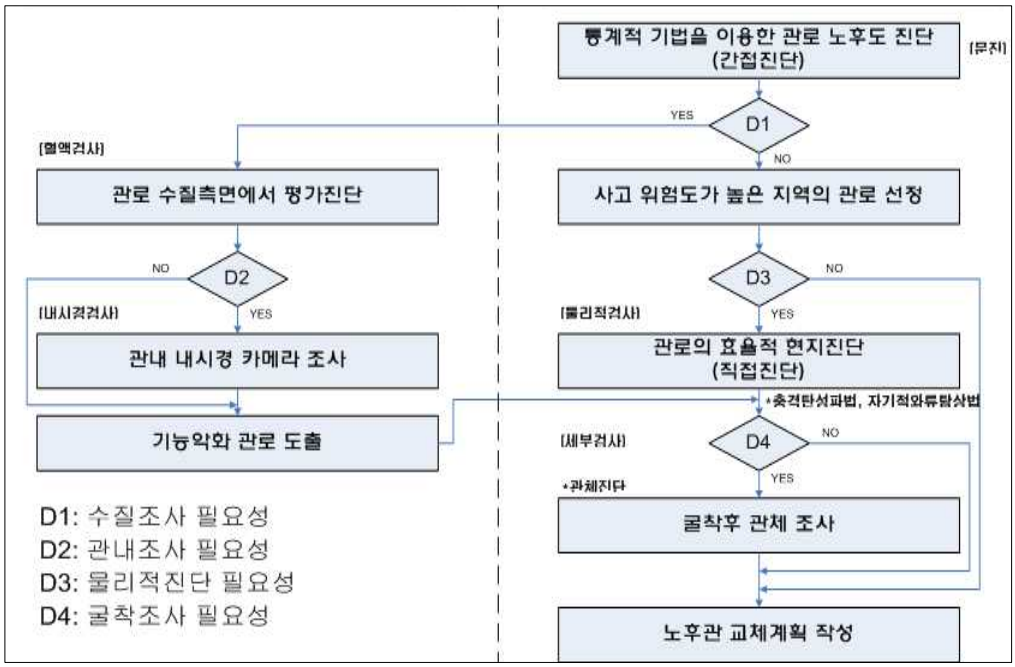
▌그림 2.225 고베시의 배수지 감시시스템 ▐

▪연구사례 : EPOCH 및 Post EPOCH Project (일본)

- EPOCH ('02～'05년) 및 Post EPOCH ('05～'07년) 프로젝트를 추진하여 관로의 종합적 기능 진단·평가기법 및 수도시설 전체의 요구기능 유지하도록 수질악화와 탁수발생의 위험성을 포함한 관로의 개량순위 산정기법을 개발
- 관로 등의 유지관리, 갱신기술의 개발 검토 : U지수 개선대책, 배수지 청소로봇, 부식센서 등 개발, 비굴착 개량공법 연구
- 관로진단에 필요한 요소기술의 개발 : 비굴착 노후도진단 기술, 누수탐지기술
- 관로 등의 유지관리, 갱신에 관한 제반 문제 대응 : 시공시 문제점 및 애로사항 연구, 갱생 비용 및 효과분석 기법 연구



▌그림 2.226 EPOCH의 실험관로 (요코하마시 川井정수장) ▌



▌그림 2.227 일본 NEW EPOCH의 관 상태평가 절차 흐름도 ▌

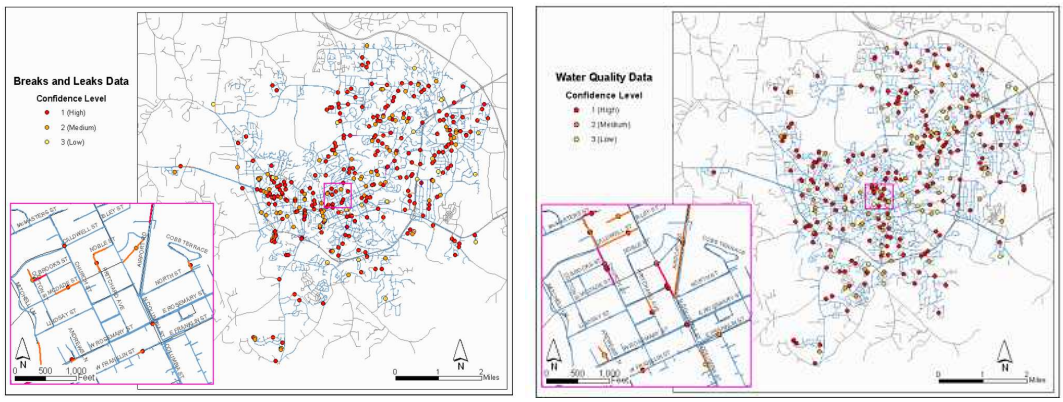
▌ 상수관로 파손(Failure)의 개념 변화

▪물리적인 측면의 파손(Break)에서 수리, 수질, 물리적인 파손(Rupture)으로 변화

※ 수리(수압), 수질, 시설(누수, 단수 등)적 서비스에 대한 기준 설정

▪상수관망의 특징을 고려한 점(Point)적인 평가보다는 시스템적 평가 기술 개발 중점

※ 관 상태평가 GIS 등 공간적 분석과 연계 ⇒취약관망, 관로구간 도출



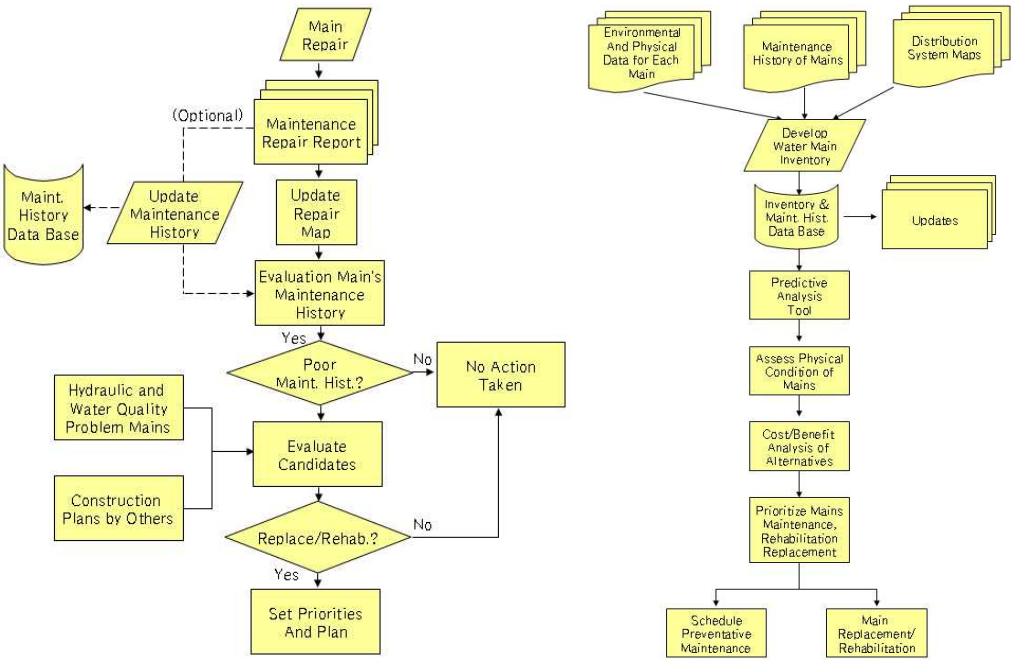
▌그림 2.228 GIS 기반의 관 상태진단 결과 ▐

▌상수관망 개량에 대한 접근방법의 패러다임 변화

▪대응적 접근(Reactive approach)에서 예견적 접근(Proactive approach)으로 변화

▪미국 등에서는 과거 사고이력(Breaks event) 근거하였으나 현재는 예측적 분석(Predictive analysis)후 물리적 상태 평가와 비용 효과분석을 통한 대안을 검토

※기존 대응적 방법과 예견적 방법의 차이 ⇒ 예측모델(Predictive Analysis Tool)도입, 이후 정밀평가(Physical Assessment)와 비용분석 수행



[대응적 접근방법] [예견적 접근방법]

▌그림 2.229 미국의 관 상태평가의 패러다임 변화 ▐

▌노후 상수관망 시설 증가에 따른 경제적 개량사업 추진을 위한 구체적 대한 제시 요구와 기법이 요구되는 추세

▪수도시설 투자비중 80%이상이 상수관로 송/배수관로에 투자가 되고 있고, 북미 지역은 관로 노후화로 향후 20년간 이들 시설개량에 약 $325billion이 소요될 것으로 전망 (AWWA, 1999)

▌관 상태 S/W 개발 분야에서는 미국, 유럽 등 GIS를 기반으로 한 관 개량의사결정 프로그램 개발 중

▪상수관망 전체에 대한 공간적 분석(취약관로, 관망, 블록, 지역 등)과 상호 연관성 분석 등

▪물리적 모델과 통계적 모델 중심의 관 상태예측 모델 탑재

▪통계적 모델은 주로 손익분기와 생존함수 중심이며, 물리적 모델은 주로 부식속도를 통한 파손위험성 예측

▪주요기능

- 문제 상수관로에 대한 개량방안과 우선순위 정보 제공
- 잔존수명 예측기능을 통한 장단기 개량계획 수립지원
- 공간적 분석을 통한 상호영향과 투자우선순위 결정(관망 또는 지역 등)

▌표 2.50 소프트웨어 특징과 모델형식 ▐

S/W명	상세특징	관 상태평가 예측 모델형식
AQUA-watermin 4.0 (독일)	○관측을 통한 상태조건에 따른 관상태점수에 따라 크게 6등급(6 class) 분류 ○현 상태에서 낮은 상태로의 전이를 예측 - Weibull distribution function 활용 ○각 관로구간의 노후상태와 장래의 개량의 필요성을 예측하고, 보수시기와 경제성 분석을 토대로 개량 시나리오에 따른 비용 비교 가능	-점수평가 -Weibull 분포함수 -Herz distribution based on cohort survival model
AssetMap (프랑스)	○상용GIS+공간분석S/W를 활용한 실험적 접근 모델링을 통한 의사결정 S/W ○사고이력→파손율(IR)→GIS→공간분석 수행 ○통계분석을 이용하여 다양한 개량전략(시나리오)에 따른 시간에 따른 파손예측	-Poisson회귀 이용 (파손율)
Eparel/epanet (노르웨이/미국)	○EPAnet 기반의 관 파손예측 프로그램 ○파손확률은 그룹핑(관재질, 매설년도, 수질, 관경과 주변 토양 등)하여 모델화 ○파손율이 극히 작은 관로구간(대구경관 등)은 전문가의 판단반영	-Weibull 분포함수 -Non-homogeneous Poisson Process
Failnet (프랑스)	○비례위험모델(Proportional hazard model)을 적용하여 과거의 사고이력을 분석 ○Weibull 함수를 토대로 한 생존함수 구축 ○Monte-carlo 방법을 이용하여, 정의된 기간 동안의 파손율을 예측	-Proportional hazard model -Monte-carlo 방법
Gemini VA (노르웨이)	○Gemini VA는 GIS interface로 관 파손정보를 통합관리, interface를 통해서 개별관로를 선택하여 평가 가능하며, DB 시스템으로부터 관망에 필요한 정보의 검색과 추출이 가능 ○Gemini VA에는 관망의 운영과 유지관리 정보를 관리하는 모듈 탑재 ○통계적 분석과 그래픽 뷰잉 등 보고기능	

▌표 2.51 소프트웨어 특징과 모델형식 (계속) ▐

S/W명	상세특징	관 상태평가 예측 모델형식
KANEW (현재, CARE-W) (독일/미국)	○상수도 관로의 교체/갱생량을 예측하기 위해 독일 Karlsruhe 대학에서 개발된 관로군에 대한 생존 모형 ○네트웍 재고 모듈(network inventory module), 파손 예측 모듈(failure and break forecasting module), 경제성 분석 모듈(economic data module) 그리고 전략 비교 모듈(strategy comparison module)로 구성 ○KANEW를 이용하여 관종에 따른 생존함수를 도출하고 관로의 잔존수명을 예측할 수 있으며, 예측된 잔존수명으로부터 연간 갱생/교체 비용을 산정하고 그에 따른 누수/파손율 변화 등과 같은 효과를 산정	-생존함수(잔존수명) ・cohort survival model
Kurecad (독일)	○GIS를 이용하여 하수관거의 개량을 관리하기 위한 프로그램	
Utilnets (prototype) (유럽 다수국가 참여)	○기존 통계자료를 이용하여 파손율을 예측하고자 하는 다른 모형들에 비하여 UtilNets는 관로의 노후상태에 직접 영향을 끼치는 인자들에 대한 자료를 이용하는 물리적 모형에 기반을 둔 모델(UtilNets는 8개의 모듈로 구성) ○CIP과 DIP의 내부 및 외부의 부식도를 산정, 동일 관체이라도 전 길이에 걸쳐 다양한 부식 양상을 보일 수 있으므로 부식의 확률분포 이용 (구조적 파손위험성 평가에 활용) ○GIS 기반의 사용자 인터페이스(interface)가 구현하여 배수관망 전체 관로 세그먼트에 대한 갱생 중요도를 부여하여 관로 갱생계획의 수립을 지원 ○배수관망의 전체적인 구조적, 수리/수질을 예측하고 서비스 신뢰도를 산정하며, 관로의 갱생계획에 따른 비용을 산정	-Physical model -Probabilistic distribution function

마. 물안보 및 비상용수공급시스템

▌과거에는 용수공급시설 또는 수원에 대한 공격은 수원 개발이나 물 배분의 결정에 대한 불공평함으로 발생하였으나 최근 들어 국가간의 분쟁에 따른 테러의 목적으로 발생될 우려가 있으며 물리/화학적인 테러와 함께 광범위한 피해를 발생시킬 수 있는 사이버테러에 대한 위협도 존재함

▪1907년부터 1913년에 걸쳐 캘리포니아의 Owens Valley 농민이 급성장하고 있는 로스앤젤레스로 물을 끌어 들이기 위하여 건설 중인 도수관을 반복하여 다이너마이트로 폭파

▪2000년 북프랑스 화학공장의 노동자가 보수를 받지 못하여 5,000리터의 황산을 Meuse강에 폐기

▪최근 인도·파키스탄·페르시아만·중동에서 발생된 일련의 사건은 물과는 관계없는 다양한 전쟁이나 분쟁으로 물 및 용수공급시스템이 테러의 표적이 되고 있음을 재인식

▪2000년 호주의 퀸즐랜드에서 컴퓨터와 무선으로 하수시스템을 컨트롤하여 공원과 강에 하수를 방류하려고 한 남성이 체포된 사건 발생 (수도계에서 확인된 최초의 사이버 테러)

▪2002년에는 미국의 사법 및 정보 당국이 알카에다가 SCADA 시스템의 정보를 표적으로 하고 있다는 조짐을 포착

▌2004년 WHO의 음용수 수질 가이드라인에서는 위해를 체계적으로 평가하고 관리할 수 있도록「Water Safety Plans (WSPs)」의 책정 및 이행을 권고

▪식품제조분야에서 확립된 HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)의 방법을 도입하여 수원으로부터 급수전에 으리는 전체 단계에서 위해평가와 위해관리를 행하여 안전한 물의 공급을 확실히 하는 수도시스템의 구축 목적

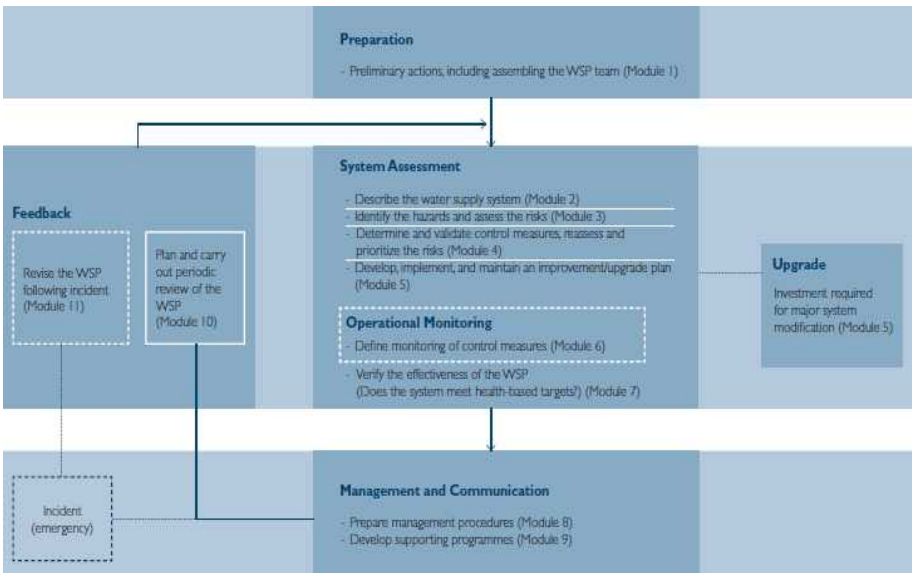
▪WHO의 물 안전계획(WSPs)은 원수수질의 오염을 가능한 한 최소화, 정수처리과정에서 오염물질을 저감·제거, 배/급수 과정에서 수도수의 오염 방지가 목적

▪물안전계획은 다음의 요소로 구성됨

- **수도시스템의 평가** : 수도를 구성하는 전체 시스템의 수도 수질기준 및 수질목표 달성여부 평가
- **관리조치의 설정** : 수도 시스템 위협이 되는 risk를 특정하여 이들을 포괄적으로 제어하기 위해 필요한 정수처리 등의 관리조치를 확립

• **계획의 운용** : 수도 시스템의 운전, 제어의 방법이나 수도 시스템에서 발생할 가능성이 있는 이상사태에 대응 (이상시의 연락체제를 포함)을 문서화





▌그림 2.230 Water Safety Plan Manual ▐



▌그림 2.231 HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) ▐

(1) 미국

▌미국에서는 환경보호국 (EPA) 및 기타 정부조직도 포함한 상수 인프라 부분은 수도공급자, 산업단체 및 이 risk에 대처하기 시작한 관계시민을 공영적 및 민영적으로 보유

▪위협 및 취약성을 평가한 결과, 인프라 부분은 이들 중 가장 중요한 것으로 대응하기 위해서 이상상태의 수질을 감시할 수 있는 센서를 사용하기 시작하는 것을 적극적으로 시도

▪다른 중요한 수단으로서는 수도시스템 인원을 기존의 비상시 대응 네트워크에 투입하고 수질측정을 다른 data 추적활동에 도입

▪물의 인프라 부문은 비상시 대응계획을 개발하고, 정보자원을 설치하여 실험실 정원을 증가

▪EPA, ASCE, AWWA를 중심으로 물안보 및 오염경보시스템, 취약성 및 위해도 평가에 대한 가이드라인을 제시하고 있음



▌그림 100. EPA, ASCE, AWWA의 물안보 및 취약성 및 위해도평가 가이드라인 ▐

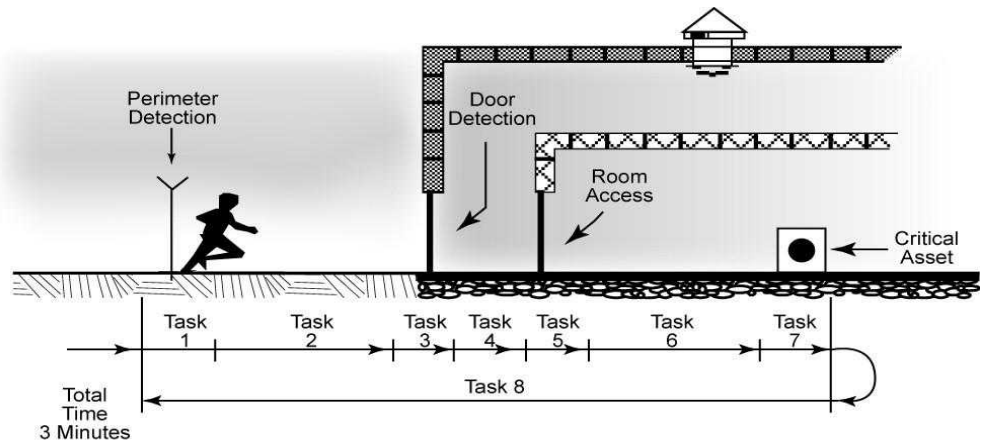
(가) Guidelines for the Physical Security of Water Utilities (ASCE/AWWA)

▌ASCE와 AWWA에서는 2006년 12월, 물공급 시설의 물리위협 발생시 대처에 관한 가이드라인으로 "Guidelines for the Physical Security of Water Utilities" 제정

▪수돗물 수원, 처리 및 분배시스템에 사용되는 시설의 물리적인 안보에 적용

▪가이드라인 적용 단계

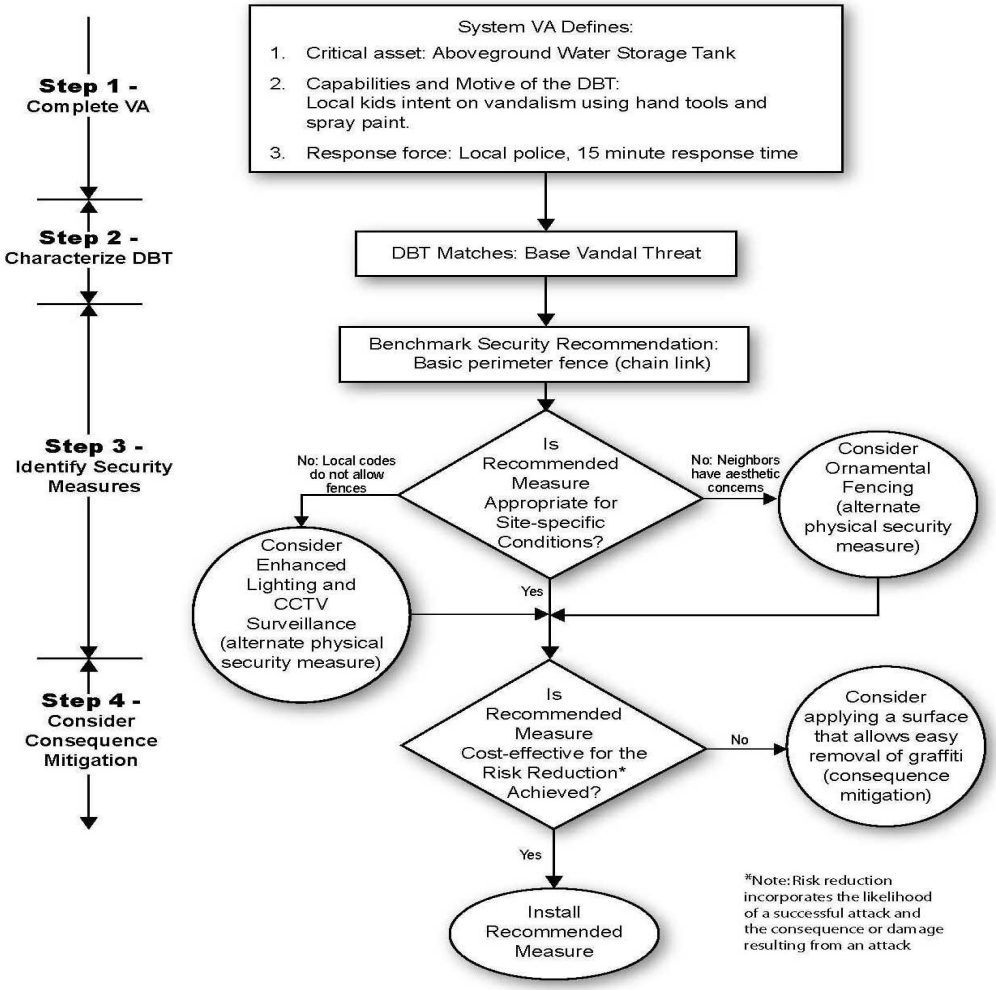
- **Step 1** - Vulnerability Assessment (취약성 평가)
  - 평가 tool : Vulnerability Self-Assessment Tool (VSAT™) (NACWA 2005), Asset Based Vulnerability Checklist for Wastewater Utilities (NACWA 2002), Security Vulnerability Self-Assessment Guide for Small Drinking Water Systems (ASDWA 2002), Protecting Your Community's Assets: A Guide for Small Wastewater Systems (NETCSC 2002)
- **Step 2** - Design Basis Threat (기준위협수준 설정)
- **Step 3** - Identify Security Measures (현재안보수준 평가)
- **Step 4** - Consider Consequence Mitigation(위협 경감에 따른 경제성에 따라 경감대책 결정)



Task	Task Time (minutes)	Cumulative Time (minutes)	Adversary Task Description	Response
	Time Estimate			
1	0.1		Climb over fence	1st Alarm
2	0.3	0.4	Run 250 feet (76 m)	
3	0.8	1.2	Force door	2nd Alarm
4	0.4	1.6	Walk 150 feet (46 m)	
5	0.2	1.8	Cut door lock	
6	0.1	1.9	Walk to asset	Response Force Arrives
7	0.2	2.1	Disable asset	Stop Adversary
8	0.9	3.0	Escape	
	3.0		Total Time	

Effective response time

▌그림 2.232 물리위협의 감지 및 지연시간 계산 (adapted from Garcia, 2001) ▌



▌그림 2.233 물공급시설 물리적 안보 가이드라인과 물리위협에 대한 의사결정 시스템의 예 ▐

(나) Water Security Research and Technical Support Action Plan (EPA)

▌EPA는 물안보에 있어서 수도 기반시설 보호를 위한 연구와 기술지원 활동 (실행 지침, homeland security에 대한 전략 및 계획 등 조합) 및 비상대응, 위해도 평가, 유해폐기물 정화, 음용수 및 하폐수 처리, 수질 모니터링 역할 수행

▌EPA에서는 2004년 5월 "물안보 연구 및 기술 지원 시행계획" 발표

▪2001년 9월 11일 탄저균 테러 위협 이후, 미국 시민들 사이에서 건강 위해에 대한 관심 증가

▪테러리스트 위협은 개인뿐만 아니라 음용수 및 하폐수 시스템을 포함한 국가의

주요 시설과 기반시설까지 목표로 함

▪정부, 수도 설비, 수도 기관, 공공건강기구 등은 수도 기반시설을 보호할 준비 필요

▪이들 기관들은 테러에 대한 취약성의 감소, 테러공격에 대한 방지와 준비, 공공건강 영향 및 기반시설 손상의 최소화 등을 위한 공조 필요

▪Water Security Division과 National Homeland Security Research Center로 구성

▪위협, 오염물질 및 위험상황에 대해 주기적으로 업데이트



▌그림 2.234 EPA 물 안보 프로그램의 기능 ▐

▌Action plan의 7가지 이슈

- 물리적, 사이버 위협으로부터 음용수 시스템 보호
- 음용수 위협, 오염물질 및 위협 시나리오 확인
- 분석 방법과 음용수 모니터링 시스템의 향상
- 오염, 처리, 정화와 오염물질의 처분
- 우발적 사고와 기반시설 상호의존성 계획
- 건강 위해에 대한 공공에의 정보전달
- 하폐수 처리와 집수 시스템의 보호

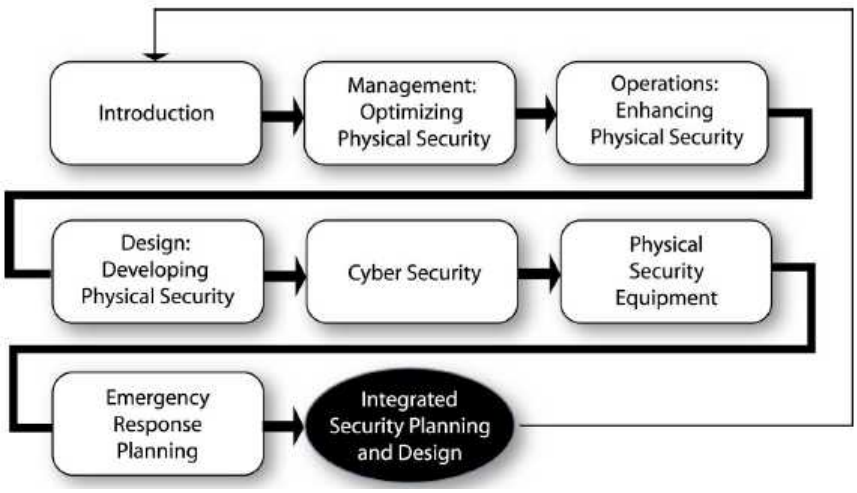
▌물 안보 이슈에 대한 접근 방법

- 협력 연구와 기술 지원 향상
- 시험, 평가와 입증을 통한 기술 진보
- 안전하고 공공연한 방식의 정보공유

(다) Interim Voluntary Security Guidance For Water Utilities (ASCE, AWWA, Water Environment Federation)

▌신규 용수공급시스템 또는 기존 시스템의 재설계 및 개량시 물리적인 안보 확보 및 공공수도에 대한 위해도를 저감시키기 위한 목적으로 개발

▪공공수도를 보호하기 위해 이 안내서는 시설의 운영 및 운전과 설계시 고려해야 할 사항에 대해 제시함



▌그림 2.235 용수공급시스템의 물 안보 계획 및 설계 단계 ▌

표 2.52 용수공급시스템에 대한 위협

시스템	전체적인 논점	잠재적인 위협의 예	영향대상		
			시설	개인	사회
원수 및 수처리시설	- 원수와 이송지역간 원거리 - fence외 보안시설 부족	- 주요자산의 손상/무력화 - 원수/처리장에 독극물 투입 - 염소가스 배출	- 구조물/설비 손상 - 처리공정 장애	- 폭발/독극물에 의한 작업자 부상	- 용수공급 장애 - 오염수/염소가스에 의한 건강악화
분배시스템	- 시설/관로의 모니터링 부재	- 시스템을 적의 통로로 이용 - 시설에 급조폭발물 설치	- 관로와 저류조 손상	- 폭발/독극물에 의한 작업자 부상	- 용수공급 장애 - 오염수에 의한 건강악화 - 주위건물/주민 피해
펌프장	- 원거리 위치 - 무인화	- 임의가동 - 시설 및 장비의 손상 - 펌프장 panel 파괴	- 구조물/설비 손상	- 폭발/독극물에 의한 작업자 부상	- 물부족/오염수에 의한 건강악화
SCADA 시스템	- SCADA 시스템 해킹 (인터넷/전파방해)	- 경보기 불능화 - 흐름 및 공정 제어의 장악 - 상황파악 인지 지연화	- 처리/분배공정 장애	- 상황/상태 미인지	- 용수공급 장애 - 정보부재로 인한 건강악화

▌기반시설, 수질, 피고용자, 정보, 재정 등이 포함된 용수공급시스템에 대한 취약성 및 위해도를 평가함

▪Vulnerability (취약성) : 시설에서 개발 가능한 안보의 약점 또는 결핍

- 위협에 의해 기반시설의 파괴 또는 무능력화 되기 쉬운 주요 기반시설의 설계, 운영 및 운전 특성
- Data 또는 용수공급의 완결성, 기밀성, 책임성 및 유효성에 영향을 미칠 수 있는 안보과정, 소프트웨어, 내부시스템 제어 또는 운전 면에서의 결함
- 침입자에 의해 악용되거나 비적대적인 위협환경에서 자산이 손상을 입을 수 있는 약점

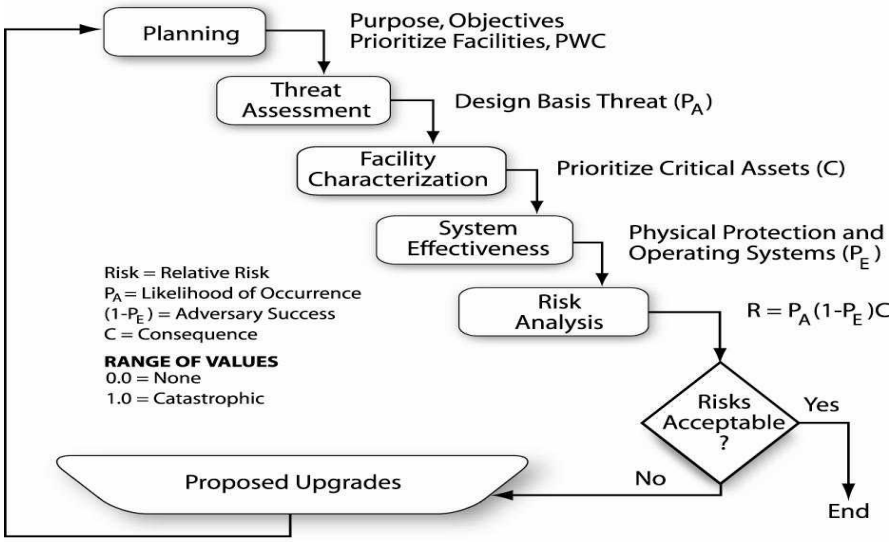
▪Risk (위해도) : 잠재적인 손상이나 자산의 손실값 또는 가능성

- 생활, 건강, 자산 또는 그 환경에 대한 나쁜 결과의 현실화 잠재성
- 가능한 손실의 정량적, 정성적 표현

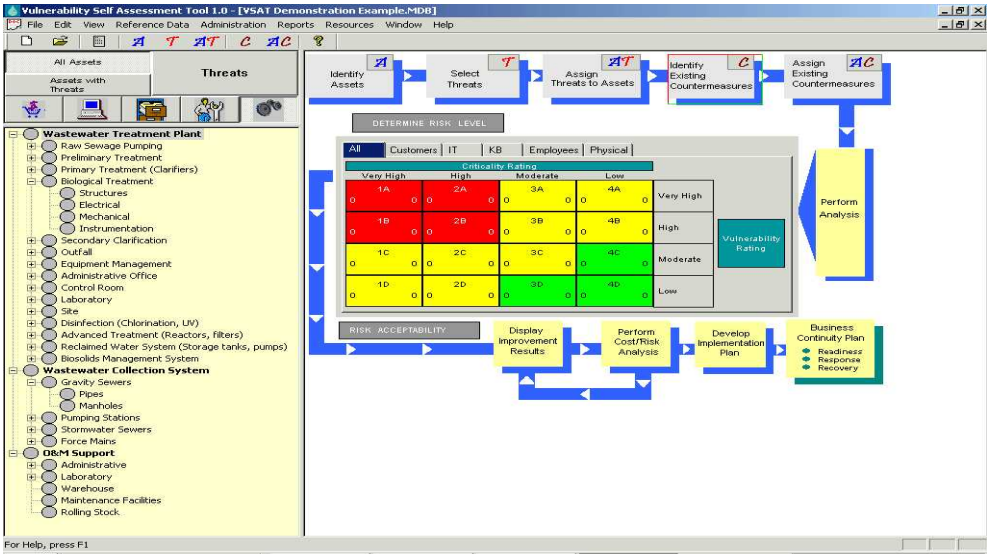
▪확인된 위협에 의해 영향을 받을 수 있는 특정 자산과 이러한 자산들의 상대적인 임계성 확인이 필요함

- 위협이 구체화 될 가능성 결정
- 용수공급시스템 자산의 손실 결과 계산
- 기존 대응책의 평가
- 위협과 자산에 관련된 현재의 위해도 분석
- 추가적인 대책 확인 및 위해도 저감 분석에 기초한 우선순위화

▪대표적인 취약성 분석방법으로는 Sandia National Laboratories의 RAM-W^{TM}과 Association of Metropolitan Sewerage Agencies (AMSA)의 VSAT^{TM}이 있음

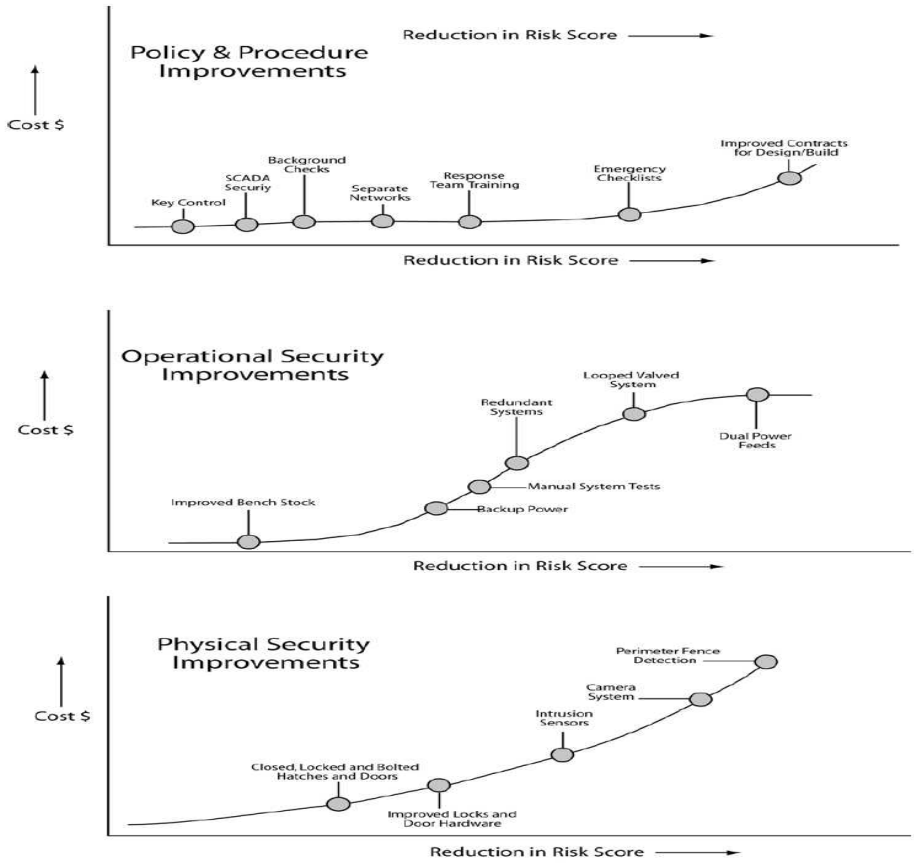


▌그림 2.236 RAM-W^{TM} Methodology ▐



▌그림 2.237 Vulnerability Self-Assessment Tool (VSAT^{TM}) ▐

▌비용-위해도 저감 곡선을 이용하여 위해도 저감 수준에 따른 비용을 고려하여 효율적이고 경제적인 취약성 저감 대책을 수립함



▌그림 2.238 비용-위해도저감 곡선 ▐

▌취약성 분석의 단계는 용수시스템의 특성파악, 위해의 확인과 우선순위화, 주요자산의 결정, 문제 발생의 가능성 평가, 현재 대응책의 평가하여 최종적으로 위해도 분석 및 저감대책을 결정하는 순서로 수행

▌표 2.53 EPA의 취약성 분석 보고서 ▌

기본요소	고려사항
1. 용수시스템의 특성 (임무와 목적)	■ 용수공급의 최우선 순위 결정 ■ 시스템에서 가장 중요한 시설, 공정 및 자산 결정
2. 확인과 우선순위화	■ 시스템의 물공급을 방해하는 악영향을 고려 ■ 각 사건에 대한 결과 및 영향을 확인 ■ 고려인자 - 서비스 방해의 정도 - 경제적인 영향 - 사상자수 - 장기적인 영향
3. 주요자산의 결정	■ 취약성 평가 항목 - 이송관로 - 취수, 전처리 및 처리시설 - 저류, 분배시설 - 공공용수시스템의 전기, 컴퓨터, 자동화시설 - 다양한 약품의 저장, 취급 - 시스템의 운전과 유지관리
4. 문제 발생의 정성적인 가능성	■ 용수시스템의 주요자산에 기초한 가능성 모드 결정 ■ 지리적 위치, 시설규모, 이전공격사례
5. 현재 대응책의 평가	■ 현재 시스템의 감지, 지연, 대응능력 - 감지능 : 침입감지시스템, 수질모니터링, 운전경보, 안보인식프로그램 - 지연능 : 잠금장치, 울타리, 주요자산의 구조완결성, 검문소 - 대응능 : 시스템 고장경보, 수질이상감지장치, 사이버 침입 ■ 사이버 보호 시스템 (SCADA) - 방화벽 - 모뎀, 인터넷 및 외부연결 - 안보정책 및 프로토콜 ■ 현재의 정책과 과정 - 개인보안 - 물리적 보안 - 시스템 제어와 운전 data - 화학약품 - 안보교육 및 연습기록
6. 위해도의 분석 및 우선순위화 계획의 개발	■ 위협, 주요자산, 용수시설 운전, 결과와 대응에 대한 정보 분석을 통해 현재의 위해도 결정 ■ 특정 위해도 저감대책의 선택 (장기, 단기) ■ 안보 향상 계획 고려 ■ 취약성 저감 범주 - sound business practices - 원활한 상호의사소통 - 시스템 업그레이드 : 운전, 장치, 공정, 시설 - 안보 업그레이드 : 감지, 지연, 대응능 향상

(라) Water Security Initiative: Cincinnati Pilot Post-Implementation System Status(EPA)

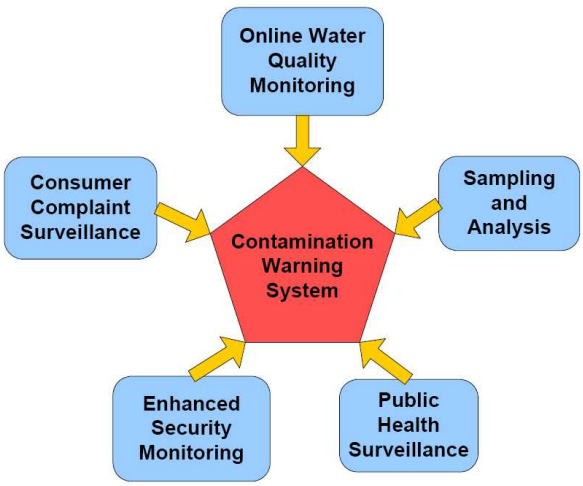
▌EPA의 물안보 시스템을 신시내티 용수공급시설에 pilot 형태로 적용하여 오염경보시스템의 적용성 및 경제성 평가를 실시

▪신시내티 오염경보시스템의 설계 목적

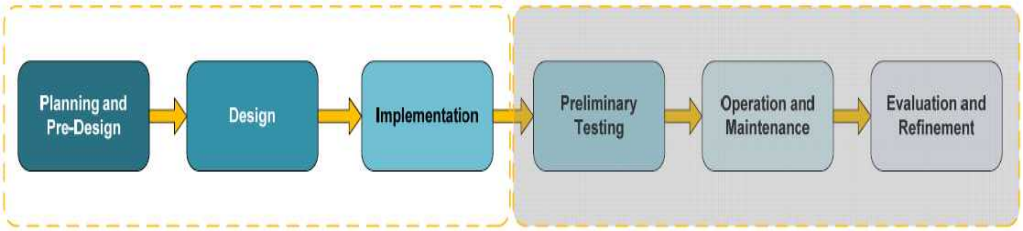
- 공공에 위해가 되거나 용수공급 장애를 일으킬 수 있는 잠재적인 오염 스펙트럼 감지
- 전체 분배시스템의 공간적인 보호
- 대응행동이 이행되도록 충분한 시간 내에 오염사고 감지
- 최소한의 위양성 (false-positive)을 나타내도록 오염사고를 신뢰성 있게 표시
- 분배시스템의 지속가능한 모니터링 경보시스템 제공

▪수질모니터링 장치, 수질모니터링 네트워크, 자료 수집과 통신, 수질사고 검출 시스템으로 구성됨

▪오염 감지를 위한 다중요소 접근방법을 적용



▌그림 2.239 오염경보시스템 설계에 대한 다중요소 접근 ▐

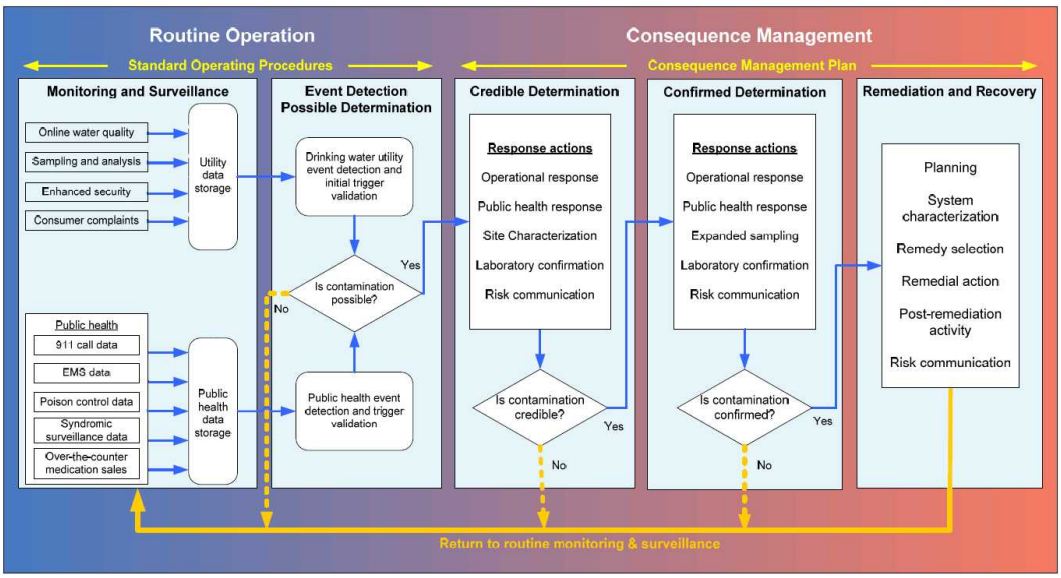


▌그림 2.240 신시내티 오염경보시스템 시험적용 과정 ▐

▌오염경보시스템의 개념설계는 일상운전단계와 오염사고시 운영단계로 구분됨

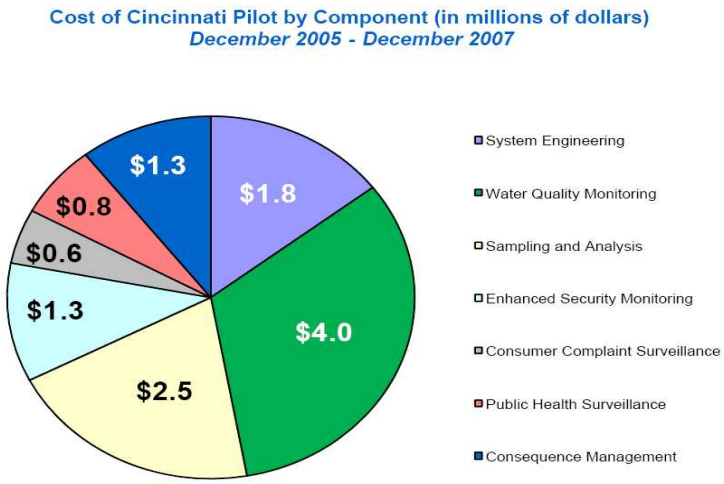
▪Routine Operation Phase : 가능한 오염의 경향지표를 확인하기 위해 시스템에서 생성된 대량의 data들을 얻기 위해 설계된 사건감시시스템 및 모니터링, 감시 요소 포함

▪Consequence Management Phase : 가능한 오염사고 확인 후, 오염의 신뢰성 조사, 사건 확인 및 오염된 시스템의 복구 포함

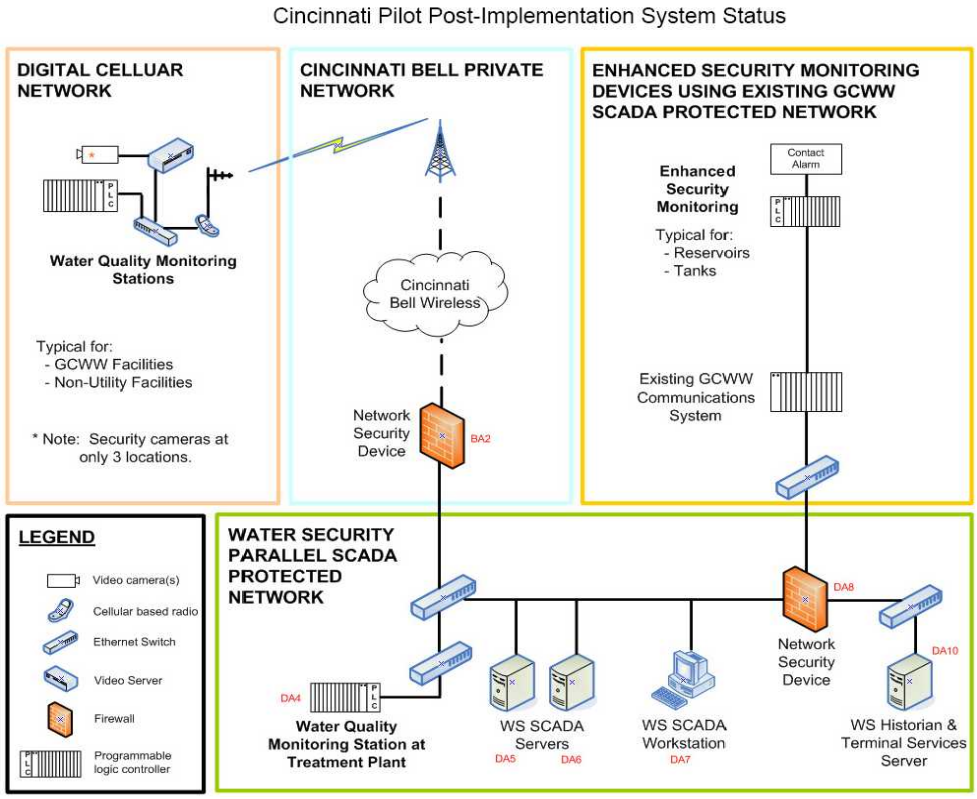


▌그림 2.241 오염경보시스템의 구성 ▐

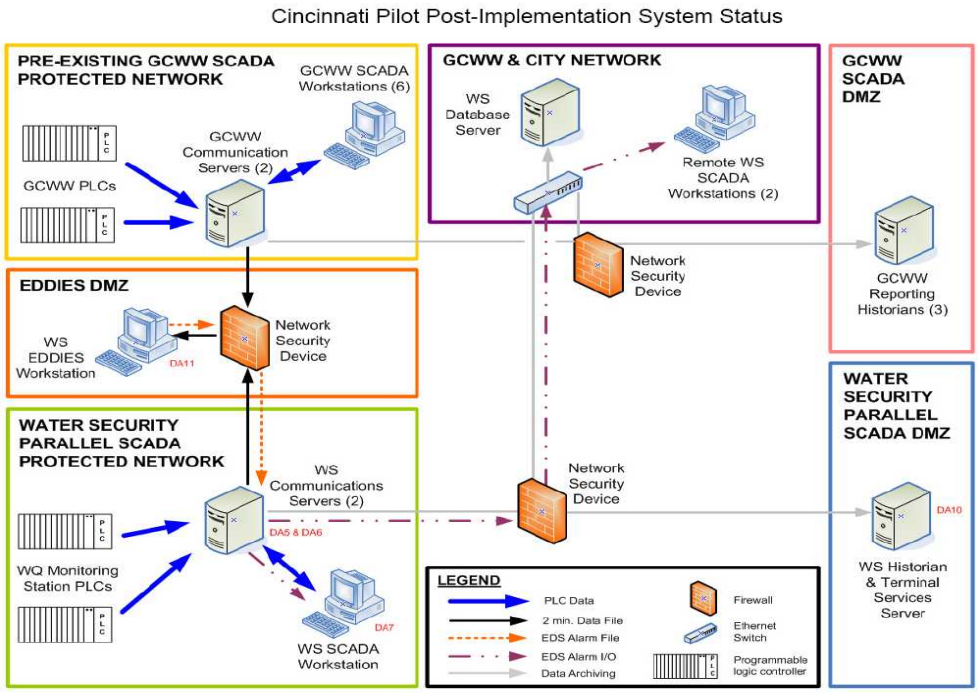
▌2005년 12월부터 2007년 12월까지 오염경보시스템의 각 요소의 비용을 평가한 결과, 수질모니터링에 약 4백만달러가 소요되어 가장 큰 비용요소로 나타났으며 약 250만달러가 소요된 시료채취 및 분석과 함께 전체 비용의 50% 정도를 차지함



▌그림 2.242 신시내티 pilot의 비용 분포 ▐



▌그림 2.243 오염경보시스템의 수질모니터링 SCADA 시스템 구성도 ▐



▌그림 2.244 수질 모니터링 자료의 흐름도 ▐

(2) 일본

(가) 물안전계획책정 가이드라인

▌일본에서는 2008년 5월 30일에 후생노동성에서 「물안전계획책정 가이드라인」(이하, 가이드라인)을 공표하여 2011년경까지를 목표로 물안전계획의 책정 또는 이에 준한 위해관리를 철저히 하여 양질의 안전한 수도수의 공급확보에 노력 중

▌일본의 물안전계획은 HACCP적 관리방법을 기초로 하여 용수공급시스템의 안정성 향상, 유지관리의 향상·효율화를 목적으로 함

▪물안전계획은 신뢰성 (안전성)이 높은 수도수를 지속적으로 공급하기 위한 수도시스템 전체를 포괄하는 계획

▪수원관리, 정수관리, 급배수관리, 수질관리 등의 수원에서 수도꼭지까지의 관리 전체를 계통화 한 종합적인 품질관리 시스템

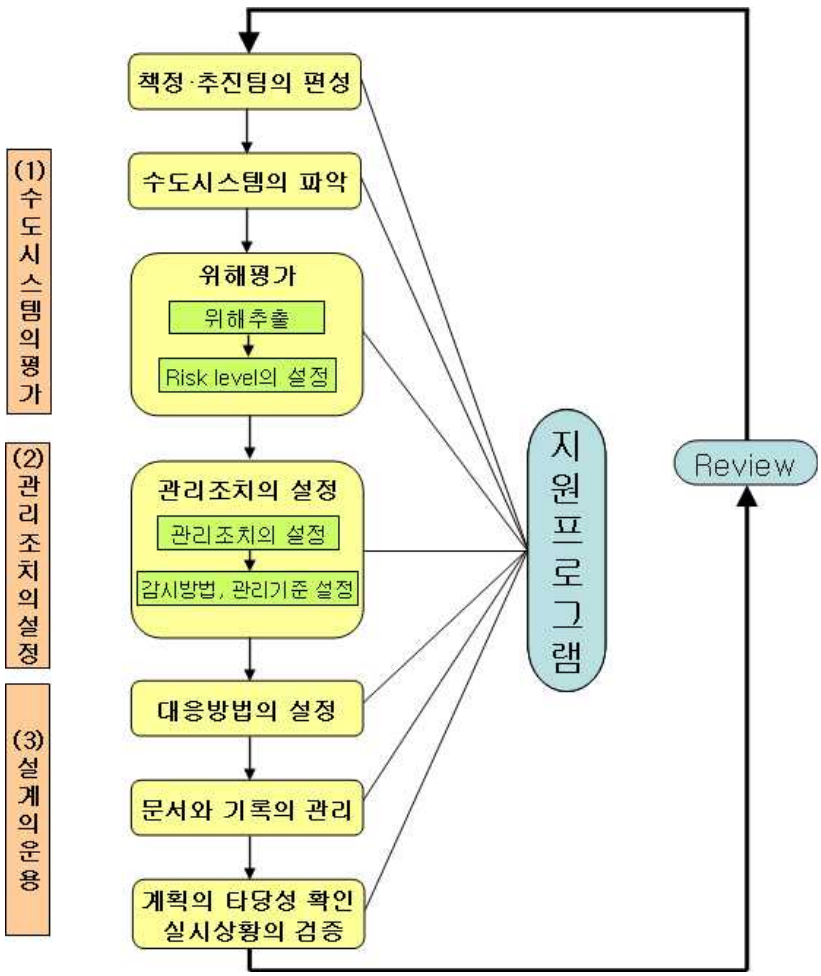
▌물 안전계획은 수도시스템의 평가, 관리지침의 설정, 설계의 운용의 3요소 순서로 구성되며 세부적으로는 물안전계획 채정·추진팀의 편성, 수도시스템의 파악, 위해도 평가, 관리조치 결정, 대응방법 설정, 문서/기록관리의 순서으로 행하며 마지막으로 계획의 타당성 확인 및 실시상황을 검증함

▌표 2.54 용수공급시스템 개소별 위해원인 사상 ▐

발생개소		위해원인사상
수원유역		PTTR 대상물질, 기름, 농약, 내염소성병원생물, 그 외의 오염물질 등의 유출 (예를 들면, 공장폐수, 하수방류 등)
수원	수원하천 등	고사에 따른 수질악화, 강우시의 고탁도, 갈수시의 수질악화, 유래에 의한 수질오탁
	수원정호	케이싱 파손, 스크린 폐색, 유기염소계용제 고농도
취수・도수	취수	취수언 파손, 취수구폐색
	도수	차량사고, 불법투기
정수장	착수정	약품의 과잉주입, 약품의 주입부족
	침전지	플록침강부족, 슬러지퇴적, 단락류
	여과지	세정부족, 탁도누설
	정수지	잔류염소부족, 내면도장제박리
	정수약품 관련설비	유효염소농도저하, 염소산농도상승, 주입기고장・주입관파손
	계장설비	샘플링관폐색, 계기지시값이상
배수	배수지	모니터링기기이상, 방충망파손
	배수관	부식, 적수, 흑수
급수		cross connection, 잔류염소부족, 소독부생성물증가
저수조수도		인위적독물투입, 잔류염소부족, 소독부생성물증가



▌그림 2.245 위해수준의 설정 순서▐



▌그림 2.246 물 안전계획의 책정과 운영의 흐름▐

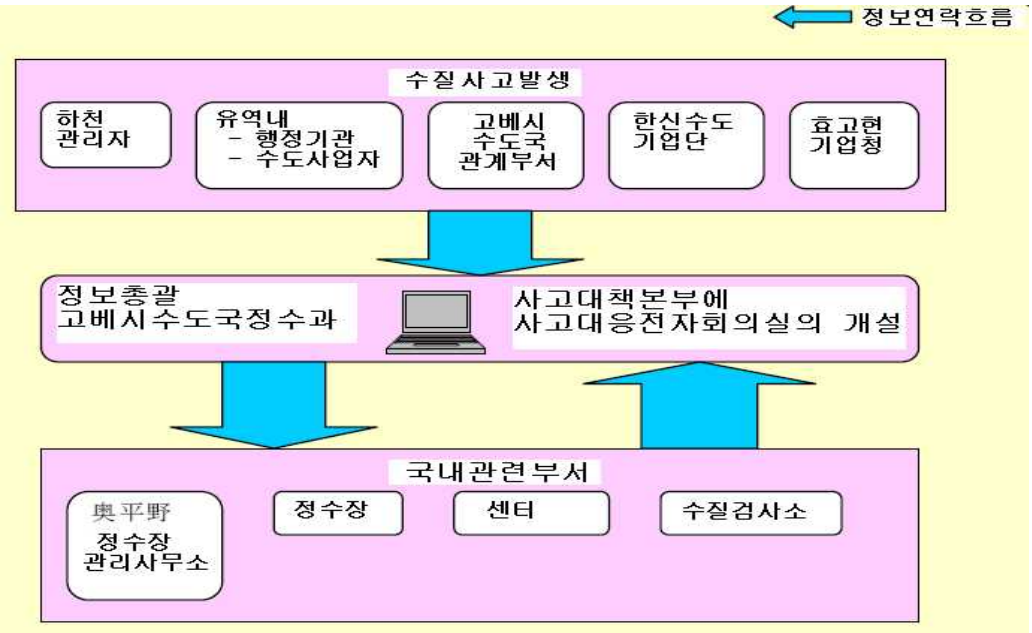
(나) 고베시 정수장 물 안전 대책

▌수원에서의 수질오염사고에 대해서는 하천을 관리하는 효고현을 통하여 정보연락망을 정비하고, 긴급연락 및 정보의 수집에 노력함

▪원수에서 수질이상이 발생된 경우에는 「수질오염사고에 관한 위기관리실요령」에 따라 사고내용의 조기파악과 취수 및 정수처리에 대한 영향을 판별하여 사고가 정수처리에 영향을 미치지 않도록 적절한 대응을 행하도록 체계화 됨

▪정수를 공급받는 한신수도기업단 및 효고현영수도와는 「수원수질이상사고시 등에 대한 연락통보체계표」에 따라 긴급연락을 수신하도록 하여 수질이상에 대비함

▪정수처리에 영향을 미치는 사고발생 시에는 즉시 사고대책본부를 세우고, 전자회의실을 활용하여 전부서가 실시간 사고대응현황을 공유하도록 함



▌그림 2.247 고베시 수원수질사고 연락망 개념도 ▐

▌고베시 정수장에서는 처리공정마다 수질계측기를 설치하여 상시감시하는 시스템을 도입하고 있음

▪Operator에 의한 수질확인

▪수질검사소직원에 의한 주 1~2회 정밀수질검사

▪물고기를 이용한 독물검지수조 상시감시

▪내염소성병원성미생물 (크립토스포리디움, 지아디아)에 대해서는 여과수탁도가

0.1도 이하가 되도록 탁도를 상시감시

▪원수 내 내염소성변원성미생물 검사를 3개월에 1회 실시

▪수도수가 크립토스포리디움 등에 오염될 가능성이 있는 경우나 정수에서 이들 병원미생물이 검출된 경우에는 정수처리의 정지나 송수계통의 전환 등 사전에 정해진 대응방법에 기초하여 즉시 대응하도록 함



금붕어를 이용한 독물검지장치



여과수탁도 상시감시장치

▌그림 2.248 고베시 정수장의 수질감시 장치 ▐

▌송수 및 급·배수 관망에서도 정기적으로 수질검사를 실시하여 수돗물의 안전성을 확보함

▪배수지나 배수관의 일상점검 및 급수전의 매일검사를 통한 잔류염소 측정

▪설정된 관리값에 대한 이상을 감지하는 장치 설치

▪배수지에 침입자에 의한 인위적 수질이상 방지를 위해 경보장치 설치



연속자동수질감시장치



data수집센서



수질검사소에서의 감시단말

▌그림 2.249 고베시 정수장의 연속자동수질감시장치에 의한 감시체계 ▐

(3) 유럽

▌취수원으로 대규모 저류 시설을 이용해 오염 물질 유입 시 수원을 안전하고 안정적으로 운영함. 또한 취수원에 모니터링 장치를 설치, 운영하여 항시 오염 물질 유입에 대비

▪네덜란드 WPH 정수장은 취수대상의 강, 강물 취수구 입구, 대규모 원수 저류지 입구에 생물 모니터링 및 이화학적 모니터링 장치를 설치, 운영하여 오염물질 유입에 대비

▪오염 물질 유입 시 저류지 유입부(모니터링 장치 설치지역)를 차단하고 나머지 저류지 용량으로 지속적인 원수 공급이 가능토록 함.

▪취수원인 대규모 저류지 주변은 상수원 보호 구역으로 설정하여 오염 유발 활동 규제

▪네덜란드 Andjik, Baanhok 정수장, 독일 뒤셀도르프 정수장등은 저류지 (혹은 강변여과 관정)유입부분에 생물 모니터링, 화학적 모니터링, 물리적 모니터링을 병행하여 운영 → 이상 징후 시 취수를 중단하고 위해성 여부 판단 시 까지 저류지에 저장된 원수를 사용

▪기존 모니터링 장치의 검출 감도가 낮은 한계를 극복하기 위해 농축 방식을 이용한 모니터링 장치를 개발하여 운영

▪스위스 Lengg 정수장은 방공 시설을 고려해 정수장을 지하화 하고, 정수지의 저류 용량을 1일 급수량 만큼 확보하여 비상시 단수 없는 운영이 가능토록 함. 아울러 취리히 호수의 오염 상태를 무지개 숭어를 이용해 상시 모니터링



▌그림 2.250 스위스 Lengg 정수장의 무지개 송어 모니터링 장치 ▐

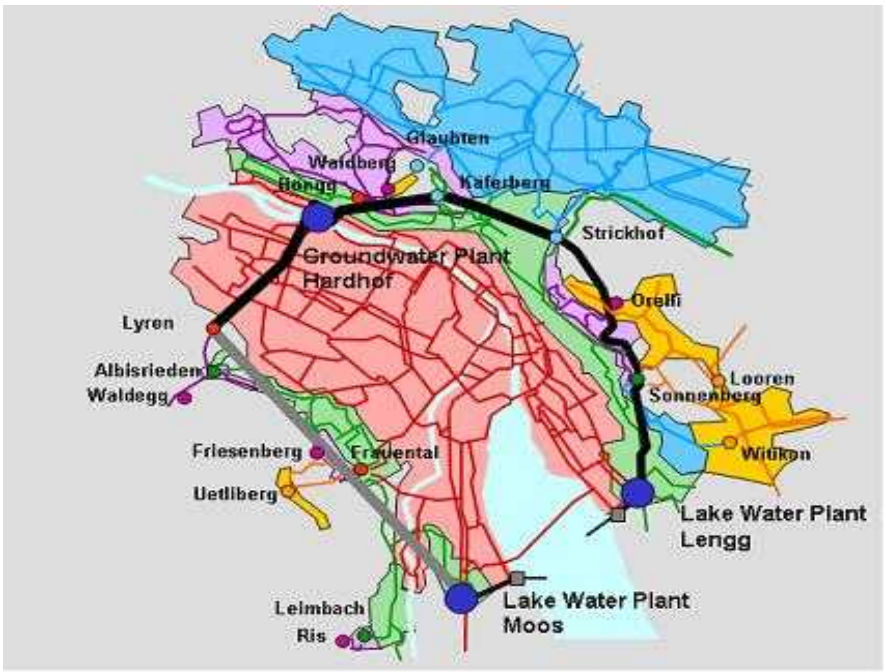
▌상수도 시설 테러 , 용수 부족, 정수장 운영 문제 등 비상시를 대비한 환형 용수 관로 시스템(Ring Main) 구축

▪스위스 취리히시의 경우 평상시 Lengg 정수장(250,000m^3/일)에서 용수를 공급하며, 용수 부족 시 Hardhof 정수장(150,000m^3/일)의 생산 용량을 증가시켜 공급. 또한 비상시 각 지역 지하수를 관로 시스템에 공급 가능토록 운영하여 비상시 지하수 공급 가능(그림 II-32)

▪25개의 정수장을 보유하고 있는 네덜란드 WML사도 강물, 지하수, 우물물을 사용하여 정수처리된 물을 ring main system을 이용하여 공급

▪관망의 체류시간은 최대 3일로 유지, 약 900개의 소화전을 이용하여 연 1회 Flushing으로 관망 유지, 관망 수질은 미생물 항목을 모니터링 함

▪독일 뒤셀도르프시의 경우 관로에서 생물학적, 화학적 모니터링을 병행함



▌그림 2.251 스위스 취리히시 링메인 관로 시스템 ▐

▌비상시를 대비하여 취수원의 다변화를 추구

▪네덜란드 WML사, PWN사, Avides사 모두 취수원을 강물에만 의존하지 않고 수원으로 지하수, 우물물 등을 5~20% 이용하여 비상시 활용

▪스위스 취리히시도 호소수(70%), 지하수(15%), 우물물(15%)을 원수로 사용하여 정수처리할 수 있도록 하여 비상시 활용

바. 신재생에너지

(1) 태양광

▌2000년 이후 미국, 독일, 일본, 노르웨이 등을 중심으로 활발히 전개되어 온 선진국의 기술개발은 태양광발전 산업의 빠른 발전에 기인

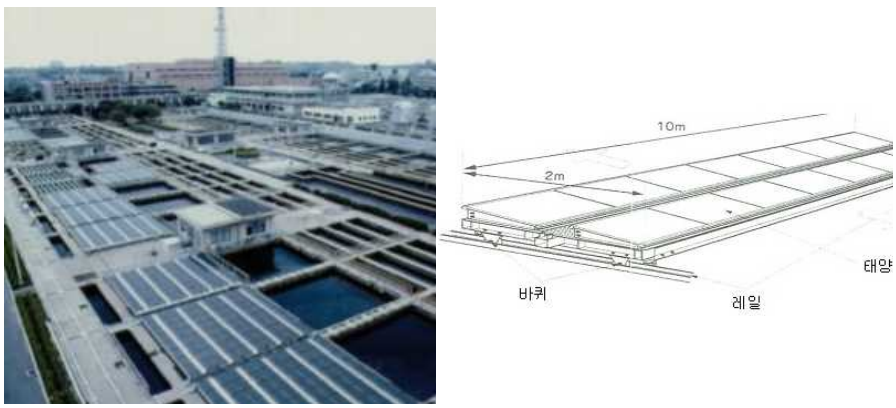
▪2004년 말 이후 유가의 고공행진이 계속되므로 선진국들은 태양광발전 산업이 필수적 산업이라 보고 더욱 상용화 기술 가속화

▪세계기술 및 시장을 선도하고 있는 일본, 유럽, 미국은 정부주도의 장기 기술개발을 추진 중

▪용수공급시스템에서 태양광발전 시스템의 적용은 수원인 하천 또는 호소 수면위에 태양광 판넬을 설치하는 방식이 주로 적용되며 정수장의 경우, 침전지 및 여과지에서 조류발생 및 이물질 투입을 방지하기 위한 계패장치를 태양광 판넬로 대체하여 시공하는 사례가 있음

▪적용사례 : 일본 무라노 정수장

- 설치장소 : 경사판 침전지 상부
- 연간발전량 : 26만2천 kWh
- 태양전지 판넬 : 다결정 실리콘 (134W×2,700매)



▌그림 2.252 무라노 정수장 경사판 침전지 상부의 태양열 판넬 ▐

▪적용사례 : 아사카 정수장

- 설치장소 : 일본 아사카 정수장 여과지 상부
- 설비용량 : 1,200kW
- 연간발전량 : 약 96만 kWh (일본 최대규모)



▌그림 2.253 아사카 정수장 태양광발전 설비 ▐

(2) 소수력 발전

(가) 소수력 발전 현황

▌소수력 발전은 세계적으로 광범위하게 운영되고 있으며, 특히, 중국의 소수력 발전 용량은 38,500MW로 가장 많이 운영되고 있음

▪소수력 수차의 경우, 일반적으로 발전용량이 증가할수록 경제성이 증가하나, 외국의 경우에는 경제성이 우수한 저낙차, 저용량의 수차를 개발, 사용

▪유럽 등 선진국은 수차 종류별로 설계기술을 확보했으며 형식별로 표준화 및 간소화 기술 개발을 완료한 상태

▪미국은 '80년대에 수력발전의 잠재지역을 조사하였으며, 90년대에는 수차의 표준화와 개도국에 대한 기술지원

▪독일의 경우 소수력 발전소 1개소당 평균 발전용량은 58kW의 극소규모(Micro) 수력발전소를 건설하여 부존에너지를 최대한 활용하도록 정부에서 발전소 건설 및 운영에 대하여 지원

▪일본은 80년대에 Sunshine계획의 일환으로 수차의 국산화 개발과 수력발전

시스템 자동화 연구를 수행하였으며 90년대에는 New Sunshine계획으로 수차의 표준화 개발 완료, 일본 무라노 정수장의 경우, 계층식 정수장으로서 다른 정수장에 비해 이용할 수 있는 낙차가 큰 점을 이용하여 수위차 발전을 적용 중

▌표 2.55 세계의 소수력 발전소 운영현황 ▐

국명	용량(MW)	국명	용량(MW)	국명	용량(MW)
아르헨티나	400	이탈리아	2,233	벨기에	60
오스트리아	843	일본	1,700	룩셈부르크	40
브라질	859	한국	65	포르투갈	317
캐나다	1,056	노르웨이	806	영국	58
중국	38,500	파키스탄	107	그리스	60
체코	201	페루	215	아일랜드	37
핀란드	309	루마니아	311	말레이시아	107
프랑스	1,956	스페인	1,700	볼리비아	104
독일	1,600	스웨덴	935	베트남	70
인도	1,694	터키	83	콩고	65
인도네시아	58	미국	3,420	스리랑카	35



▌그림 2.254 무라노 정수장 수위차 발전설비 ▐

(나) 소수력 발전 수차 현황

▌마이크로 튜블러 수차(micro tubular turbine)

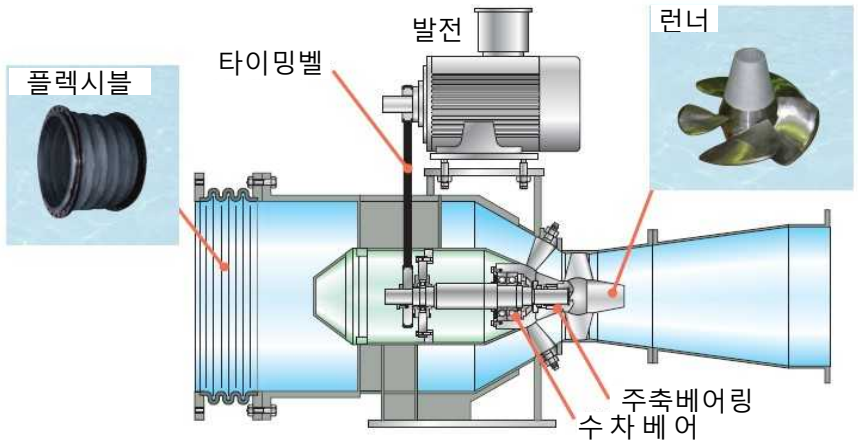
▪개발사: 일본 후지전기시스템 주식회사

▪수차발전기 구조

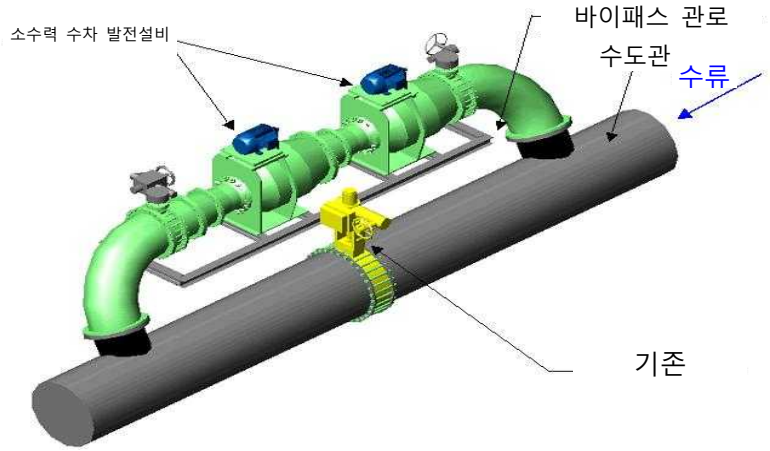
- 유량변화가 있는 지점에서는 에너지를 최대한 이용하기 위해 전동 가동익 수차를 선택할 수 있다.
- 수차중심은 방수면보다 높게 위치할 수 있어, 토목비의 삭감이 가능
- 발전기에의 동력전달은 고효율 타이밍벨트를 채택
- 플렉시블 튜브를 채택하여 탈부착이 용이

▪특징

- 유량이 많은 지점에 적용하는 튜블러형 수차로 상수, 하수, 농업용수, 하천 등 넓은 활용 가능성이 있음
- 광범위의 운전범위에서 고효율화를 실현하였고, 간소화된 구조로 보수가 용이



▌그림 2.255 후지전기의 마이크로 튜블러 수차의 구조 ▐

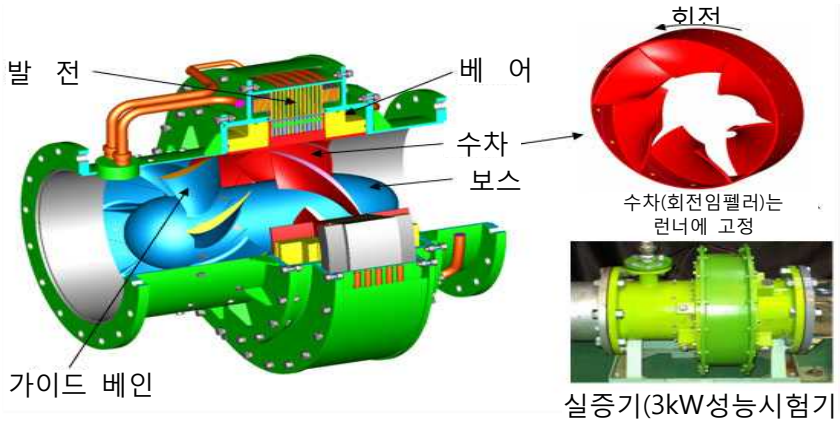


▎그림 2.256 수도관 차압을 이용한 실용화 예 ▎

▌ 링 수차 (ring turbine)

▪개발사: 일본 카와사키중공업

▪수차발전기 구조



▎그림 2.257 링 수차의 구조 ▎

▪특징

- 간결한 디자인 : 영구자석을 런너에 매입하여 수차와 발전기를 일체화하여 종래의 인라인형 수차에 비해 50% 이하의 크기를 실현하였고, 이때까지 도입이 어려웠던 좁은 배관 공간에서도 설치 가능
- 저소음, 저진동 : 수윤활 베어링을 채택하여 고체 접촉이 발생하지 않기 때문에 소음 및 진동이 거의 발생하지 않는다. 이 때문에 주택이 가까운 장소에 도입하는 경우에도, 특별한 소음대책이 불필요하다. 또한, 감압밸브, 유량조절밸브 대신에 링 수차를 도입하면, 발전에너지 회수와 동시에 주변 환경에의 소음을 대폭 저감하는

것이 가능하다.

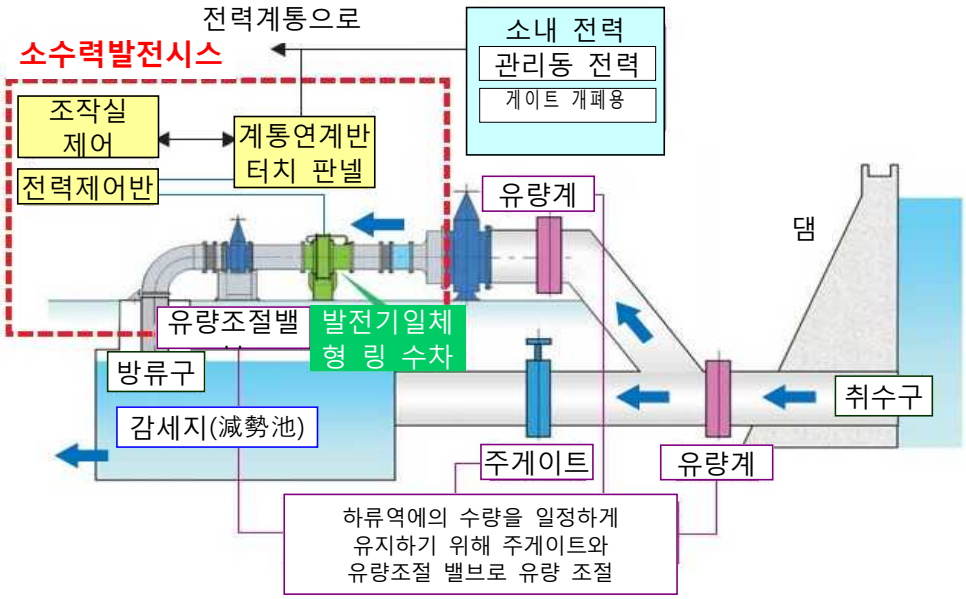
- 오일레스화 : 발전용 수류의 압력만으로 수차의 회전을 지지하는 수윤활 베어링을 채택하고 있기에, 오일을 전혀 사용하지 않고, 수질에 영향을 주지 않는다.
- 간단한 유지보수 : 오일 보충 및 벨트 교환 등의 일상 메인트넌스가 불필요하다.

▪적용사례 : 일본 효고현의 다목적댐

- 실증 시험은 일본의 효고현의 다목적댐으로, 하류역으로의 수류를 일정하게 유지하기 위한 방수관(주게이트)에 설치한 바이패스 배관에 설치
- 유효낙차 8.4m, 유량 0.72CMS, 수차 직경 450mm, 출력 40kW
- 2007년 여름부터 실증시험 중



▎그림 2.258 링 수차의 실증 사례 ▎



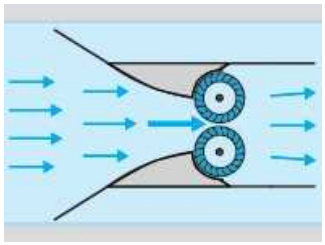
▎그림 2.259 실증용 링 수차의 구조 ▎

▌ 유수식 스트림 수차 (small hydro stream turbine)

▪개발사 : 일본 Seabell international(주)

▪특징

- 수직 2축형 발전시스템 : 수직 2축형 수차의 수력발전 시스템으로, 유속을 빠르게 하는 특허 기술을 적용하여 수류 에너지를 고효율로 수차에 작용시켜, 발전에너지를 얻을 수 있게 시스템화하고 있다.
- 저낙차 수로에도 설치가능 : 개방수로를 이용하는 소수력 발전시스템으로, 낙차가 적은 수로에도 설치가능.



▪간단한 유지보수 : 수로에 계류하여 설치하기에, 대규모 공사를 하지 않아도 도입 가능하고, 설치 후에도 유지보수 시 등 수상에 끌어 올릴 수 있는 구조

▪수로형상에 맞추어 설치 : 동일 수로 상에 복합 대수의 시스템을 연속해서 설치 가능하고, 위치에너지를 이용한 종래의 수력발전과의 큰 차이점으로, 복수대의 연속운전으로 큰 발전에너지를 발생할 수 있고, 기존 수력발전설비의 후방에 유수식 수력발전설비를 설치하는 이용방법도 가능



▌그림 2.260 수로형상에 맞추어 설치한 수차 ▐

▪적용사례 : 일본 山梨県 / 2009. 4 ~

• 수로 유속 약 1.8m/s, 수로 폭 2.5m, 수심 약 0.6m



▌그림 2.261 유수식 스트림 수차 설치 예 ▐

(3) 수온차 히트펌프

▌미활용에너지의 이용은 규모의 경제성으로부터 대규모 빌딩의 냉난방시스템이나 지역냉난방에 실용화되고, 세계적으로 83개 지역에서 냉난방 열공급에 미활용을 이용하고 있음

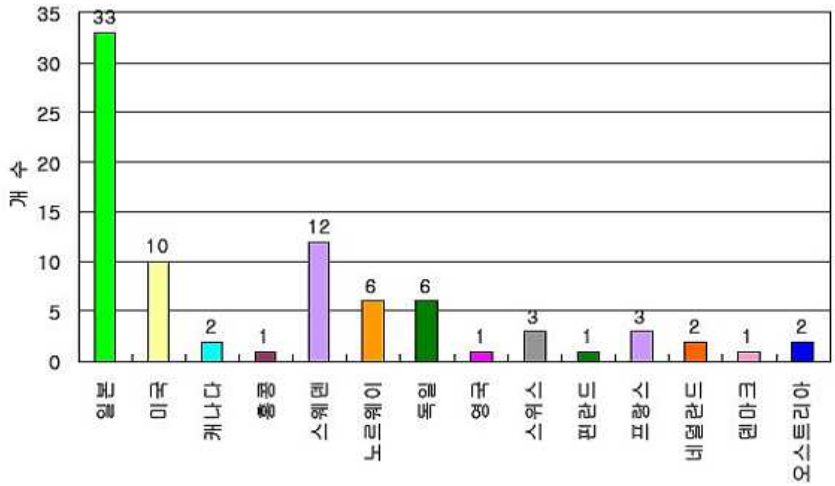
▪북유럽을 비롯한 일본 등에서 미활용에너지를 이용하여 열 공급부문에서 에너지 이용 합리화를 도모하고 있음

▪특히 일본의 경우에는 전국 136지구에서 행해지고 있는 지역 열공급사업중 26.5%인 36지구가 미활용에너지를 열원으로 이용하고 있으며, 신설되는 플랜트

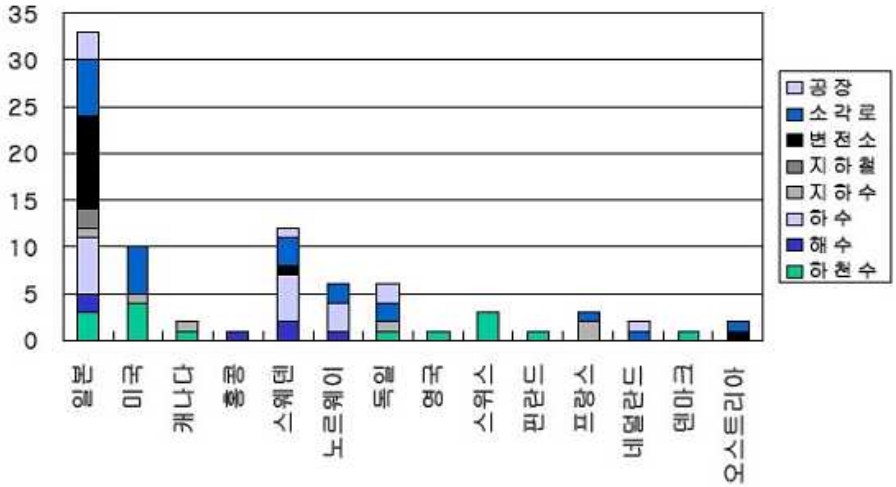
에서는 미활용에너지의 도입비율이 증가되고 있음

▪해외에서의 미활용에너지 이용사례를 국가별, 열원별, 열공급 형태별, 설비규모별로 분석한 결과는 일본, 스웨덴, 미국, 노르웨이, 독일 등이 높은 것으로 나타남

▪일본, 유럽을 중심으로 하수, 하천수, 해수, 지하수 등 모든 열원을 이용하여 온도차에너지를 이용하고 있음



▎그림 2.362 해외의 미활용에너지 국가별이용현황 ▎



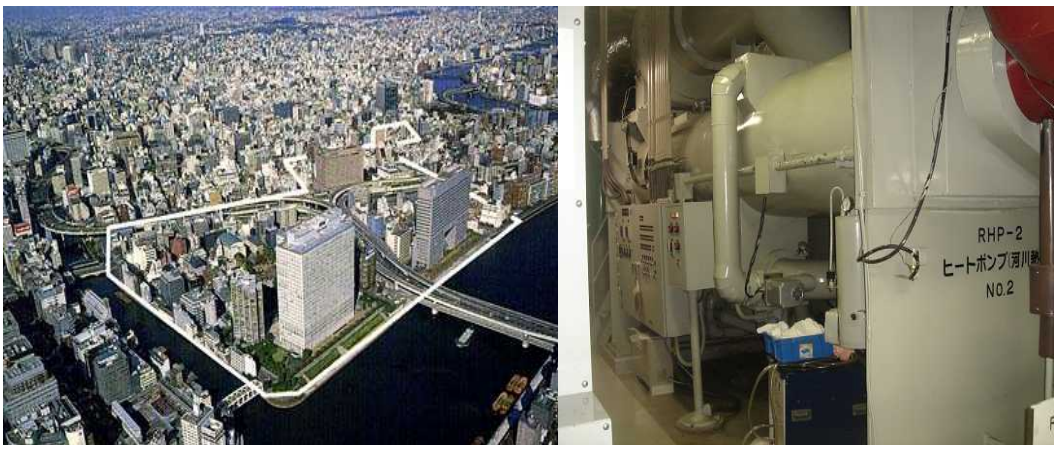
▎그림 2.363 해외의 미활용에너지 열원별 이용현황 ▎

▌표 2.56 국외 온도차에너지를 이용한 열공급 사례 ▐

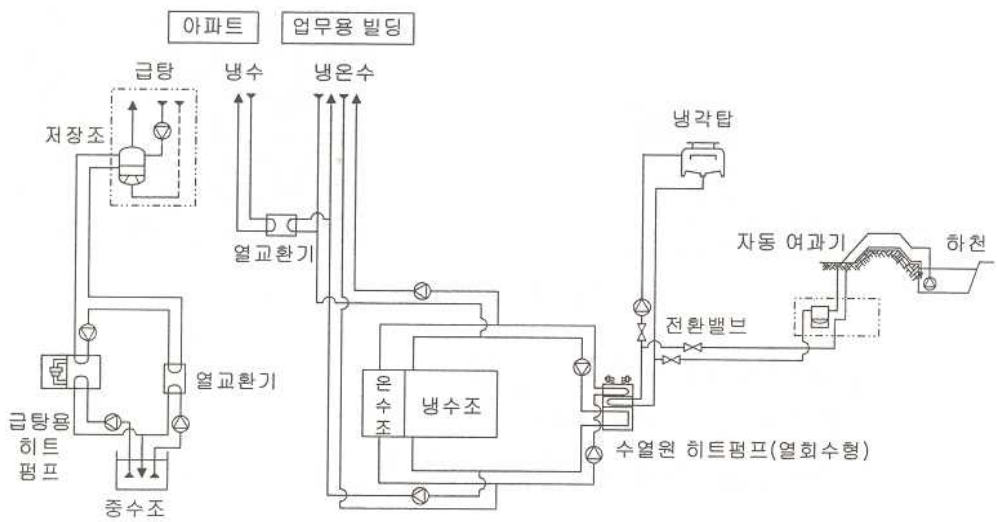
이용열원(개소)		국가	공급지구명	공급대상	공급형태	공급면적(ha)
하수(6)	처리수(5)	일본	幕張新都心 Hightech-Business	오피스빌딩외	온수 냉수	48.9
			千葉問屋町	오피스빌딩,호텔외	증기·냉수·온수	4.4
			盛岡驛西口	오피스,방송국,쇼핑센터	온수·냉수	7.1
			高松市番町	행정시설,병원,복지시설	온수·냉수	7.8
			下川端再開發	극장,호텔,병원외	증기·냉수·온수	2.2
	생하수(1)		後樂1丁目	오피스빌딩,호텔,문화시설	온수·냉수	21.6
하천수(3)			箱崎	오피스빌딩외	온수·냉수	22.7
			天滿橋1丁目	호텔,오피스빌딩,주택	온수·냉수	5.1
			富山驛北口	오피스빌딩,공공시설,병원	온수·냉수	15.3
해수(2)			Seaide Momochi	호텔, 야구장,오피스빌딩	온수·냉수	43.5
			大阪南港Cosmo Square	오피스빌딩,호텔외	온수·냉수	21
지하수(2)			高崎市中央	오피스빌딩,공공시설	온수·냉수	18.2
			高松市番町	행정시설,병원,복지시설	온수·냉수	7.8
하수(8)	처리수(5)	스웨덴	스톡홀롬(소르나)	주택, 업무, 공장	온수(75℃)	120
			스톡홀롬(하마비)	주택	온수(70~120℃)	114
			마루메	주택, 업무, 상업	온수(85~120℃)	40
			우프사라	주택, 업무, 상업	온수(85~120℃)	6
			예테보리	주택, 업무	온수(80~120℃)	1,600
	생하수(3)	노르웨이	바륨·센드윗카	주택, 업무, 상업	온수(78℃),냉수(5℃)	23
			오슬로(스코얀웨스트)	주택	온수(85℃)	8
			오슬로	주택, 업무	온수(70~80℃)	21
해수(4)		스웨덴	스톡홀롬(로프스텐)		온수(80℃)	262
			스톡홀롬(리팅고)	주택, 업무, 공장	온수(50~120℃)	14.7
		노르웨이	오레슨	주택	온수(60~90℃)	6
		홍콩	호텔 日航香港	호텔	냉수,온수(호텔내)	
하천수·호수(11)		독일	드레스텐	주택/학교등	온수(70~120℃)	4.5
		영국	돗크랜드	업무	온수(70~120℃)	6
		스위스	르잔누	대학시설등	온수(65℃), 냉수	15
			취리히	주택/대학시설등	온수(70℃)	10
			루체룬	업무/상업/학교	온수(65~70℃)	2.6
		핀란드	헬싱키	주택	온수(70~120℃)	2,850
		미국	뉴욕	업무/상업	냉수(5.6℃)	5,200
			화이트포트	주택/업무	증기, 냉수	56
			올바니사우스몰	업무/상업	증기, 냉수	21
			캐나다 문명박물관	박물관	온수, 냉수	8
		캐나다	Public Works	업무	증기, 냉수	145
지하수(5)		독일	스탄베르크	리조트	온수	
		프랑스	폴베닐	주택/공공시설등	온수(55~69℃)	1.5
			파리교외	주택	온수(50℃)	0.5
		미국	세인트폴	주택·공장	온수, 냉수(6.1℃)	
		캐나다	칼톤대학	대학	온수, 냉수	2

▪적용사례 : 하코자키지구 지역냉난방 공급

- 열원 : 일본 하코자키지구 스미다강의 하천수
- 용량 : 3,200RT
- 목적 : 일본 최초로 동경전력에 의해 동경하코자키 재개발지구에 지역냉난방 공급



▎그림 2.264 하코자키 지역냉난방 공급지역 및 히트펌프 ▎



▎그림 2.265 하코자키지구 하천수이용 지역열공급시스템 개략도 ▎

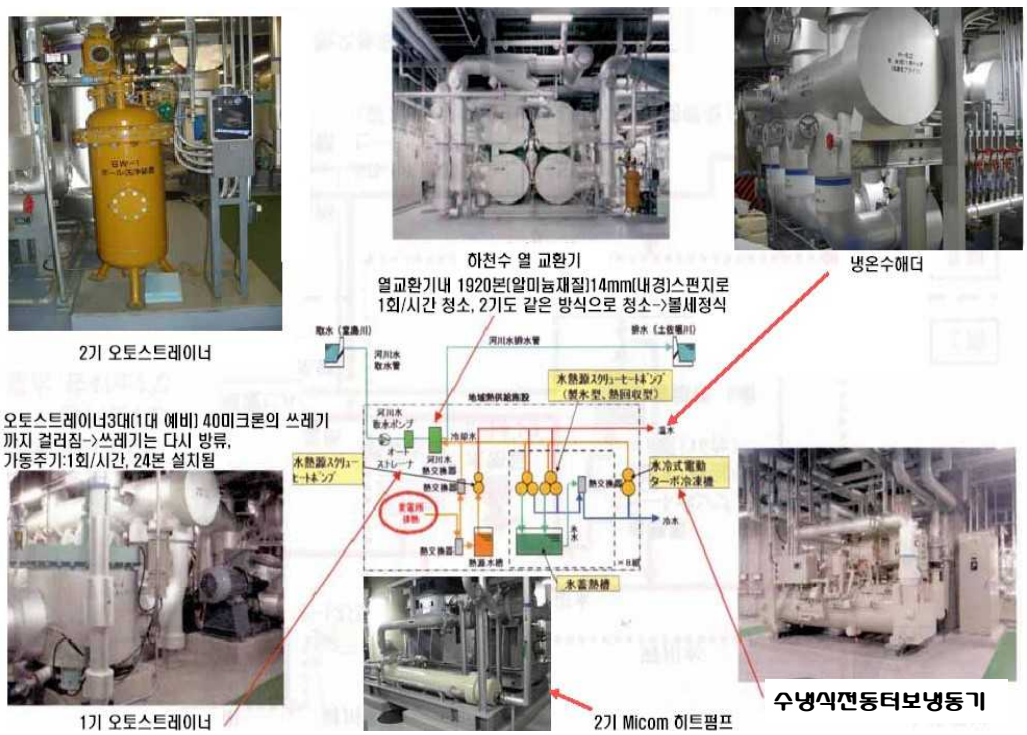
▪적용사례 : 나카노지마 열공급 시스템

- 열원 : 오사카시 도지마강에서 취수, 도사보리강에서 배수
- 용량 : 2,320RT

• 목적 : 사카지역의 중심부에 위치한 칸사이전력빌딩(41층)을 포함하여 대규모재건축공사가 추진에 따른 열공급



▎그림 2.266 칸사이빌딩의 취수구와 취출구 위치 ▎



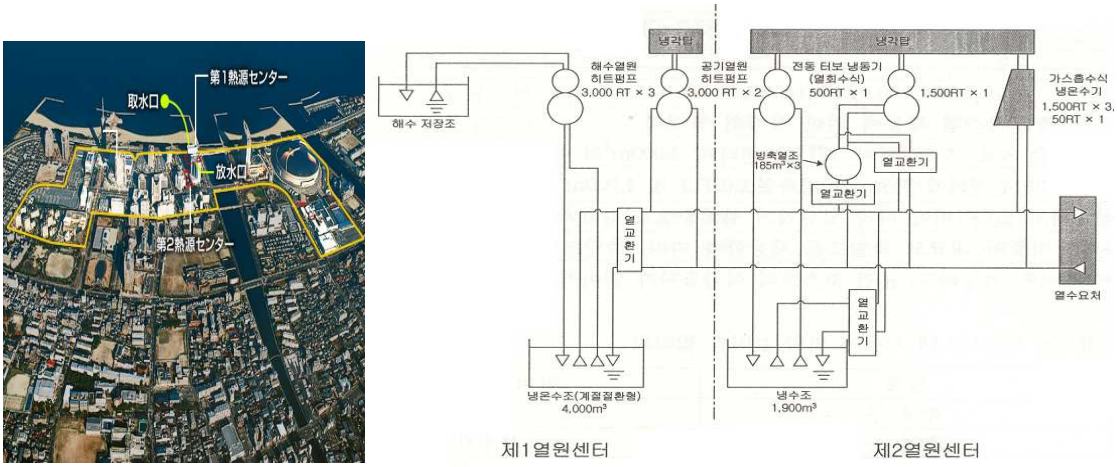
▎그림 2.267 나카노지만 열공급시스템 구성도 ▎

▪적용사례 : 후쿠오카 모모치지구 냉난방공급

• 열원 : 하카타만 해안지역 해수

• 용량 : 22,000RT

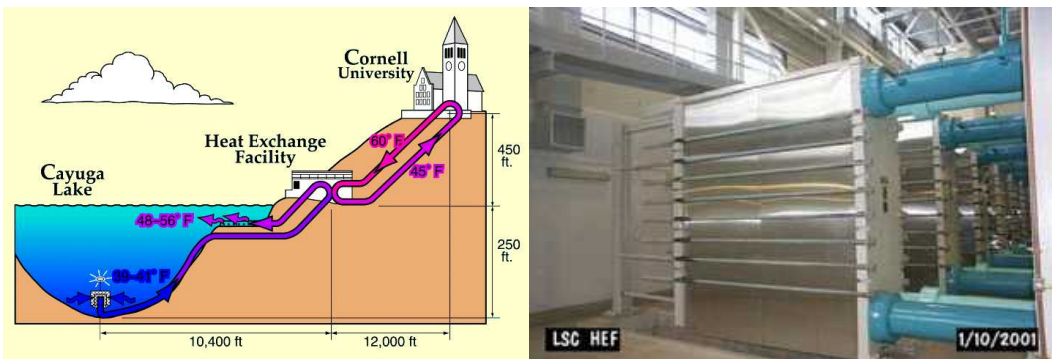
• 목적 : 서일본환경에너지(주)에서 해수열원을 이용한 축열실 열펌프시스템 채용에 의한 모모치지구 열공급 사업 개시



▎그림 2.268 모모치지구 열공급플랜트의 현황 및 열원시스템 흐름도 ▎

▪적용사례 : 코넬대학교 호수심층수 냉난방공급

- 열원 : Cayuga호수 심층수
- 용량 : 1,800RT
- 목적 : 미국 코넬대학 70개 건물(3백50만ft2)의 냉방에 사용



▎그림 2.269 열공급시스템 구성도 및 열교환기 구성(7대) ▎

▪적용사례 : 스웨덴 스톡홀름 로브스텐 냉난방공급

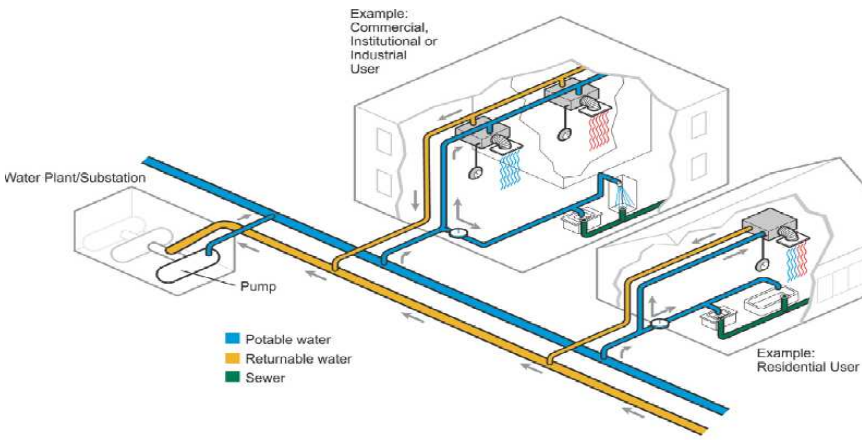
- 열원 : 스톡홀름시 해안지역 해수
- 용량 : 74,500RT
- 목적 : 스톡홀롬시 냉난방공급을 위해 제1,2,3플랜트를 설치하여 운영

▌표 2.57 로브스텐 해수이용 지역열공급시스템의 이용형태 ▐

	열원		수요
종별/용도	해수	히트펌프	
규모 (전기/열 MW)	취수량 15㎥/s 8.4㎥/s	27㎿×6 25㎿×4	연간 344,000Gcal
열조건 (온도, 압력 등)	1.5 - 2.0℃		공급온도 : 급수 80℃ 환수 40 - 50℃
기타	동계는 보조 보일러로 보완 축열조 지상설치 탱크 30톤 보조보일러 40×2대		

▪적용사례 : 미국 상수도 열이용

- 열원 : Waterplus사에서 설치한 상수도관로수
- 용량 : 3,500RT



▌그림 2.270 상수관로 이용 냉난방 시스템 ▐

(4) 지열 에너지

▌세계적으로 76개국에 지열자원 부존되어 지열난방 플랜트가 사용되고 있으며 24개국에서 지열발전을 시행하고 있음

▪지열 설비의 대부분은 이탈리아, 인도네시아, 일본, 멕시코, 뉴질랜드, 필리핀, 미국 등이 기술력을 보유

▪아이슬란드의 경우 전력의 2/3 정도를 지열로 충당하여 이 부문에 대한 세계적인 기술력 보유

▪일본의 지열발전은 1919년 이후 시작되었으며, 1980년부터 NEDO에서 본격적인 조사를 실시하였으며, 2006년에는 2000kW 발전소(일본 최초의 binary plant) 운전을 개시

▪2007년 기준으로 일본의 지열발전은 총 18개소에서 발전총량은 535,260 kW

▪1912년 스위스의 Heinrich Zoelly가 처음 특허를 출원하면서 소개 (지열원 열펌프시스템)

▪1976년 미국 오클라호마주립대학에서 파이프를 지중에 매설하는 지중열교환기를 개발하여 실용화 기반 구축

▪1996년 오클라호마 주립대학에서 슬린키(slinky) 방식의 지중 열교환기를 개발하여 건물 냉난방에 적용

▪1997년 스위스에서는 말뚝형 지중 열교환기를 개발하여 스위스공항에 시범 적용

▪일본은 지열 열펌프 시스템의 초기 투자비를 절감시킬 수 있는 분야와 도로 제설(snow melting) 분야에 많은 투자를 하고 있음

▪미국 IGSHPA나 ASHRAE는 지열 열펌프 시스템에 대한 실제 적용성 검증 후, 매년 고성능, 다기능의 지열 열펌프 및 지중 열교환기 설치 방법 개발

▌세계적으로 자국의 지중 및 기후조건에 적합한 지열이용시스템을 개발하여 보급하는데 많은 투자를 하고 있으며, 특히 냉각탑이나 태양열 집열기 등을 지열 시스템과 혼용하여 중대규모 건물에 적용하는 복합(hybrid)시스템 개발 및 건축물의 하부구조를 활용하는 지중열교환기 개발에 주력하고 있음

▪미국은 세계 지열산업을 주도하는 선진국으로서 지열열펌프 제조사와 대학 및 연구소가 초기투자비를 줄이기 위해 많은 노력을 하고 있으며 고효율 지열 열펌프, 최적 설계, 건물 통합 및 제어 기술, 하이브리드 시스템 및 각종 지중 데이터베이스 구축 등을 적극 전파

▪유럽은 전반적으로 지열 열펌프시스템이 활성화 되어 있으며 시스템 최적화, 시뮬레이션을 통한 최적 설계 및 지중 열물성 측정 기술이 매우 발달하고 각 나라의 지질 특성 및 환경에 맞는 다양한 지중열교환 기술을 보유

(5) 신재생에너지를 활용한 Smart Grid

▌일본은 신재생에너지 사용 확대, 전기자동차 인프라 구축, 신비지니스 창출을 목적으로 '07년 12월 Cool Earth 정책을 수립하여 IT 분야를 비롯한 20개 분야의 주요 에너지 혁신 기술 개발을 추진 중이며 고효율 IT 기기 및 망, HEMS/BEMS (Home/Building Energy Management System) 및 지역 에너지 관리 시스템 등 에너지 관리 분야에서 기술 개발을 추진 중

▪경제산업성이 Okinawa Electric Power, Inc.와 함께 2009년 시작한 Okinawa 스마트그리드 사업은 Okinawa현의 4개 섬들에서 기존 전력망의 신재생에너지 연계, 전력 저장용 전지에 대한 실증사업으로 2012년에 실증을 완료 예정

▪일본이 미국 New Mexico주에서 진행 중인 스마트그리드 사업은 경제산업성과 함께 Hitachi, Toshiba, Panasonic 등 12개의 일본기업들이 New Mexico주 일부 지역에 1,000가구 규모의 스마트그리드를 구축하는 사업 진행중

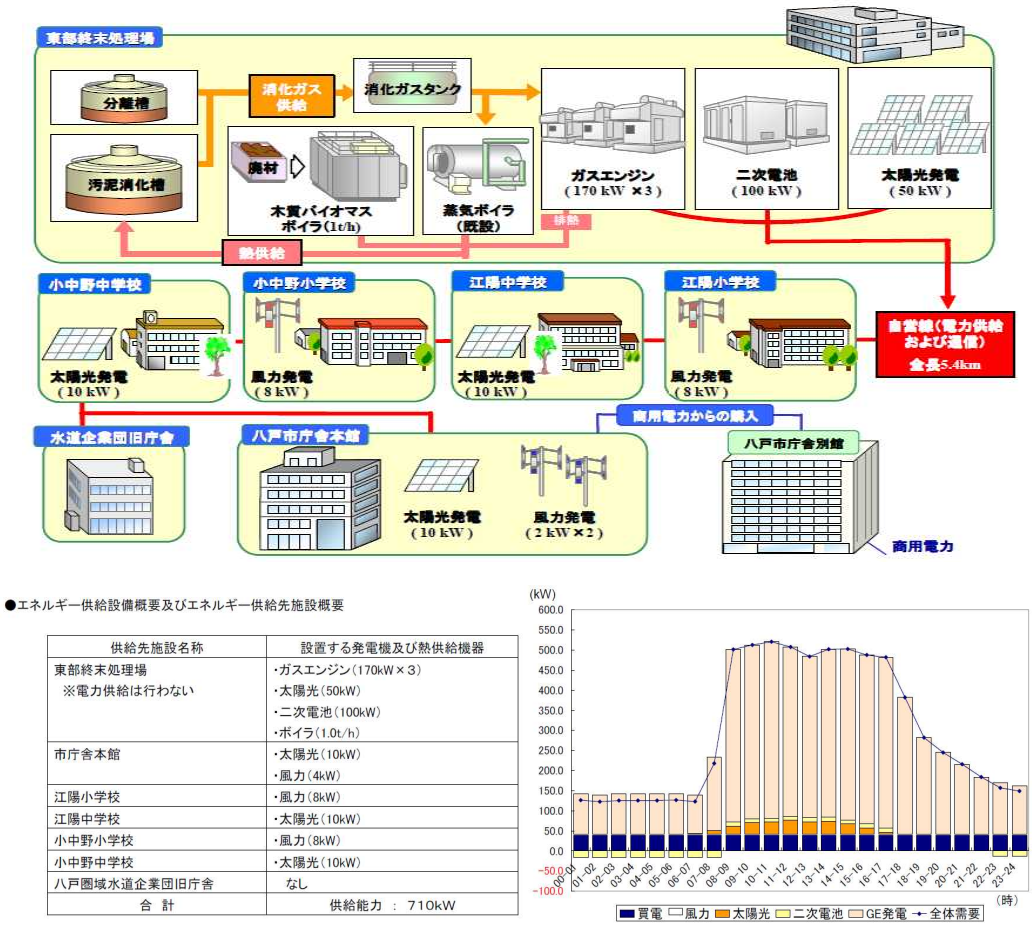
▪상하수도 시설의 신재생에너지 생산 및 마이크로그리드 구축은 NEDO를 주축으로 수행되고 있음.

▪적용사례 : 일본 Hachinohe시 스마트그리드 프로젝트

- NEDO (New Energy and Industrial Technolgy Deveolopment Organization)가 중심이 되어 수행
- Hachinohe시 프로젝트경우 동부종말처리장(하수처리장)에서 발생한 오니(汚泥) 소화가스를 이용한 가스엔진발전과 태양광발전, 풍력발전, 2차 축전지 등의 재생에너지원을 조합하여 단독 마이크로 그리드망을 구축하고 이 전력망에 접속된 시청사 본관, 시권역 수도사업단 및 부근 4개 초중학교(4개교)에 생산된 전력을 공급하고 있음.
- 본 프로젝트는 태양열 발전이나 풍력 발전 같은 날씨 등에 좌우되는 자연 변화 에너지와 하수 처리장의 슬러지 가스를 이용한 가스 엔진 발전이나 전지 등을 조합하여 제어하여 100 % 재생 가능 에너지에 의한 전력 공급을 실현하고, 또한 자영업 선을 이용한 삽화로 세계적으로 처음 시도이고 도입한 가스 엔진, 태양광, 풍력 등 공급능력은 총 710kW.
- 이 시스템은 실증 시험 지역의 시청이나 초등학교 등 실제 수요에 대응하는 에너지 안정 공급을 실시하면서 연계하는 전력 계통에 최대한 영향을 주지 않는 이른바 마이크로 그리드라는 개념을 기반으로 새로운 에너지의 대량 도입의 관

점에서도 새로운 에너지 공급 형태의 하나로서 최근 주목

• 바이오매스 자원의 이용도 포함하면 시스템 도입 이전과 비교하여 약 80 %의 CO_2절감 효과 기대



●エネルギー供給設備概要及びエネルギー供給先施設概要

供給先施設名称	設置する発電機及び熱供給機器
東部終末処理場 ※電力供給は行わない	・ガスエンジン(170kW×3) ・太陽光(50kW) ・二次電池(100kW) ・ボイラ(1.0t/h)
市庁舎本館	・太陽光(10kW) ・風力(4kW)
江陽小学校	・風力(8kW)
江陽中学校	・太陽光(10kW)
小中野小学校	・風力(8kW)
小中野中学校	・太陽光(10kW)
八戸圏域水道企業団旧庁舎	なし
合 計	供給能力 ： 710kW

▎그림 2.271 마이크로 그리드 망 구축 모식도 및 시설개요 ▎

▎영국은 에너지와 주요 자원의 대형 소비자로서 중앙 정부 차원의 그린 IT 비전을 제시

▪기존의 탄소중립을 위한 SOGE 목표 및 SOGE 정의와 발맞추어 정부사무실 ICT의 전력 소비에 대해 2012년까지 탄소중립 달성

▪탄소중립 정의와 추진 방법에 대해서는 환경식품농업부(Defra)와 함께 작업 추진 예정

▪ "그린 ICT 추진단(Green ICT Delivery Group)"이 설치되어 그린 ICT 실현을 위한 모범 사례 인식을 제고하고, 시행 중인 부처에 지원 및 자문 제공

▪영국 내각부(Cabinet Office)는 2008년 7월 정부 기관에서 사용하고 있는 IT 장비의 CO2 배출 감축 계획으로 「Greening Government ICT: Efficient, Sustainable, Responsible」을 발표하였으며 2012년까지 영국 정부 부처에서 발생되는 CO2 46만톤 중 약 20%를 차지하는 IT 부문 CO_2 배출의 탄소중립을 달성하는 것을 목표로 하고 있음

▪내각부는 상기 보고서를 통해 정부 IT 부문을 PC 및 노트북, 일반 사무실, 데이터센터 등 3대 영역으로 나누어 CO_2 배출 감소를 위한 18개 지침 제시

▌미국은 새로운 전력 발전소 건설이 제한되면서 IT 장비의 전력 소비 증가에 대한 우려에 따라 1992년 에너지 효율 증대 방안으로 에너지 스타 (Energy Star) 프로그램 도입하여 아울러 보다 안정적이고 저렴하게 전력을 공급하기 위한 방안으로 2003년부터 전력과 IT를 결합한 스마트 전력망인 인텔리그리드 (IntelliGrid) 프로젝트를 추진

▪에너지 스타 프로그램은 전력소비로 발생되는 CO_2 배출을 감축하기 위한 방안으로 환경보호청(EPA)이 도입

▪상기 프로그램은 에너지 절약 제품 사용을 장려하고 이를 증명하기 위해 에너지 스타라는 환경마크를 컴퓨터 제품에 처음 도입하였으나 이후 다양한 전기전자기・인텔리그리드 프로젝트는 2003년 에너지부(DOE)의 지원 아래 전력연구원(EPRI)에 의해 시작되어 현재는 다수의 전력회사와 대학 및 연구기관이 참여하는 국제적 프로젝트로 확대하여 전력망 지능화를 위한 아키텍처 설계, 고성능 배전자동화 시스템 구축을 위한 DER/ADA 연구, 소비자 포탈 구축, 지능형 제어 알고리즘 설계를 위한 FSM, 스마트 칩, 전력저장기술, 연료전지 등의 연구 진행

IntelliGrid

- 참여기관: EPRI, EDF(프랑스), Hitachi, GE 및 미국 주요전력회사
- 특 징: 전력설비와 정보통신이 결합된 새로운 전력시스템 개발

SmartGridCity

- Xcel Energy사는 Colorado Boulder시에 미국 최초의 스마트그리드 기술을 도입하여 SmartGridCity 구축

▌EU의 모든 가입국들은 기후변화협약에 적극 대응하고 다국적 기업들이 주축이 되어 기술적으로 우세한 신재생에너지 분야에 대한 개발을 추진하고 있음

▪SmartGrids Technology Platform

- 참여기관: ABB, SIEMENS, Shell 등 다국적 기업
- 특징: EU정부 주도로 대체에너지 사용, 국가간 전력거래 활성화 추진

▌미국은 국가 아젠다로 스마트그리드 분야에 약 12조원의 자금을 투자하여 전력산업 현대화를 목표로 IT를 비롯한 융합형 신기술을 개발하고 강력한 법·제도, R&D의 연계 전략을 추진 중

▪미국에서는 Duke Energy, San Diego Gas & Electric, Exelon의 자회사 Commonwealth Edison과 같은 전력사업자와 방위산업체 등이 마이크로그리드 프로젝트를 진행 중

▪Fort Collins의 FortZED 프로젝트나 IIT (Illinois Institute of Technology)의 PPP (perfect power prototype) 프로젝트는 미국 에너지부의 재정지원을 받은 상태

▪San Diego Gas & Electric은 마이크로그리드 프로젝트를 Borrego Springs에서 실험 중이며 태양발전과 수요반응 시스템 및 각 가정의 스마트계량기 간 연계를 추진 중

▪Lockheed Martin과 같은 방위산업체들도 스마트그리드 사업의 일환으로서 마이크로그리드 프로젝트에 참여 중

▪GE는 2009년 7월부터 Twentynine Palms의 해병대 기지를 대상으로 200만 달러 규모의 마이크로그리드 시스템 전환 프로젝트를 추진중으로 고도의 알고리즘과 계산엔진을 갖춘 마이크로그리드 컨트롤러 핵심기술을 개발하여 시스템의 안보, 안정성, 긴급 시 고성능 유지의 특수성을 갖는 군사시설의 자체적인 전력공급을 해결하기 위한 연구를 수행 중

▪미국에서는 DOE와 California Energy Commission의 지원으로 설립된 CERTS (Consortium for Electric Reliability Technology Solutions)에서 소형의 실증시험장을 운영 중

▪위스콘신대학에 있는 WEMPEC (Wisconsin Electirc Machine and Power Electronics)에서 실험실규모의 축소모형을 개발하여 CERTS와 공동으로 산학연 공동연구를 2000년부터 2004년까지 수행

▪미 전력연구원 EPRI의 지원에 의한 CEIDS (Consortium for Electric Infrastructure to Support a Digital Society)는 2020년까지 1GW급 마이크로그리드 시스템 구축을 목표로 연구진행

▪DOE 지원에 의한 Northern Power System사가 2003년 8월에 버몬트주에 마이크로그리드를 설치하여 운영 중

▌유럽은 신재생에너지 중심의 분산형 전원의 보급 확대, 환경 보전, EU 국가간 전력 거래에 초점을 맞추어 추진 중이며 기술 개발 차원에서는 범 유럽 연구개발 프로그램(FP7)에서 IT 기반 에너지 효율화 과제를 추진 중

▪대부분의 유럽국가는 에너지 수입국으로 화석연료를 대체하는 발전기술 (풍력발전 등)에 대한 기술개발의 활발함

▪유럽에서는 EU에서 지원하는 European Research Project의 하나로 다양한 연구소, 전력회사, 산업체 등이 참여하여 국가간 공동연구를 2006년까지 수행(독일, 스페인, 네덜란드, 덴마크, 그리스 등에 7개의 마이크로그리드를 실증용으로 운용 중)

▪덴마크는 2025년까지 에너지 소비율의 30%를 풍력 등 재생가능 에너지로 충당한다는 목표를 설정하였으며 미국의 IBM과 독일의 지멘스의 주도로 발트해에 있는 본홀름 섬에서 스마트그리드에 연결되는 전기자동차에 풍력발전으로 만든 전력을 충전시켜 이용하는 축전시스템 연구중

▪독일은 스마트그리드 구축의 일환으로 화석연료로부터 독립을 통한 에너지 확보를 국가적 과제로 추진

사. 신재생에너지와 정수처리의 융합기술

▌최근 상하수도 분야에 저에너지형 기술 개발을 목적으로 신재생에너지를 도입 및 융합하는 시도가 활발하게 진행되고 있음

▪적용사례 : Thames Gateway BWRO plant (영국 해수담수화 시설)

- 용량 : 150,000 m^3/d (40 MGD)
- 장소 : Thames River 북쪽 제방 (Beckton)
- 플랜트에 재생에너지를 동력원으로 사용하는 것을 법적으로 규제함
  (런던의 식당 및 가정에서 배출된 기름 등을 재생한 바이오디젤을 동력원으로 사용)

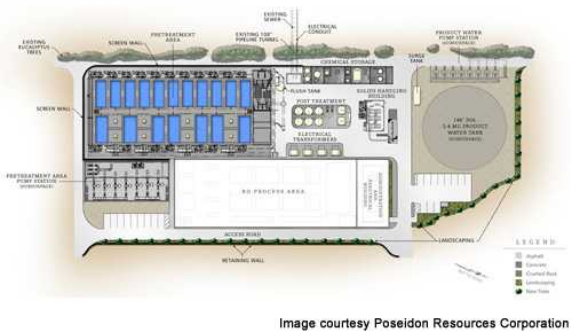


▎그림 2.272 Thames Gateway BWRO plant 전경 ▎

▪적용사례 : Carlsbad Desalination Project (미국)

- 용량 : 189,000 m^3/d (50 MGD)
- 장소 : Carlsbad, San Diego, California
- 50,000 ft^2의 태양광 발전 시스템 및 압력교환기 기반의 에너지 회수 시스템 적용





▎그림 2.273 Carlsbad Desalination 시설 전경 ▎

▪적용사례 : Perth Seawater Desalination plant (호주)

- 용량 : 250,000 m^3/d
- 장소 : Kwinana
- Emu Downs Wind Farm으로부터 80 MW의 풍력발전 전력이 공급됨
- 에너지 회수 시스템 적용



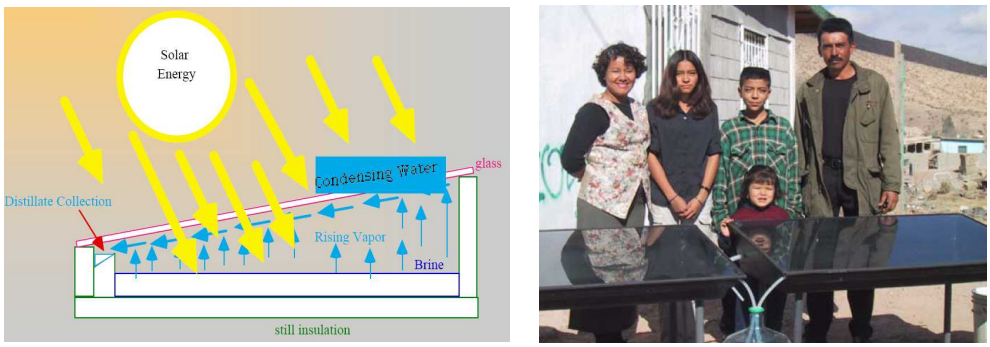
Perth Seawater 해수담수화 플랜트 풍력 발전 시스템 에너지 회수 시스템

▌그림 2.274 Perth Seawater Desalination plant 시설 ▐

▌아프리카 등 저개발국가에서는 태양에너지를 정수처리에 활용하는 기술개발이 이루어지듯이 최근 신재생에너지를 기반으로 하는 융합기술인 용수생산 및 처리기술의 개발이 급속히 진행되고 있음

▪적용사례 : 신재생에너지를 이용한 정수처리 : EPSEA(El Paso Solar Energy Association, Mexico State University, and Solar Aqua) Demonstration Project

- 본 프로젝트는 태양에너지만을 이용하고 증발과 응축의 원리를 이용한 정수처리 기술(Solar distiller)
- '95년 Texas State Energy Conservation Office의 지원을 받아 시작한 본 프로젝트는 '01년 EPA Project로 연결되었으며, Texas와 New Mexico에 80 가구를 대상으로 설치(Solar World Congress, 2005).



▌그림 2.275 Solar distiller의 원리(좌) 및 New Mexico의 설치사례(우) ▐

▪적용사례 : 태양에너지(자외선)을 이용한 살균(SODIS)

- Solar Water Disinfection (SODIS) process은 태양에너지를 이용하여 수인성전염병을 유발하는 병원성미생물을 사멸시키기 위한 간단한 방법으로 주로 소규모에 적용이 가능
- 오염된 물을 프라스틱병에 채운 후 햇볕에 약 6시간동안 노출되면 완료된다. 처리기작은 두가지에 의해 이루어진다. 즉, UV-A(320-400㎚에서의 radiation과 수온상승이다. 수온이 50°C 이상 증가하면 살균과정은 3배정도 빨라진다. 본 방법은 기온(지역)에 제약조건이 있다 (위도 35°N and 35°S).
- 현재 탄자니아를 비롯한 많은 아프리카지역에서 활용 중에 있음.



▎그림 2.276 SODIS의 원리(좌) 및 아프리카의 적용사례(우) ▎

▪적용사례 : 신재생에너지를 이용한 정수처리 : Trunz Water Systems

- 스위스 Trunz그룹의 Trunz Water Systems은 solar and / or wind power 기반의 수처리시스템을 개발/보급
- 시스템은 ultra-filtration membrane이나 reverse osmosis(담수화의 경우) 을 장착하고 있으며, 대략적인 생산량은 7,000～ 24,000L 이며, 이 기술은 군 캠프 등에 유용하게 활용가능하며, trailer 형태로도 제작.



▎그림 2.277 Trunz Water Systems의 적용사례 ▎

제 5 절 기술 역량 분석

1. SWOT 분석

	강 점 (Strengths)	약 점 (Weaknesses)
내부요인	• 기존의 광역 용수공급체계에 대한 기술력 확보 • 환경부에서 급·배수관망의 노후도 조사 및 갱생기술 개발에 주력 • 세계적 IT기술 및 정보화 수준 확보 • 해외시장에서의 건설능력 인지도 확보 • 용수공급시스템 설계 및 운영 경험과 인력 풍부 • BT, NT 등 첨단기술 분야 연구력 우수 • 용수공급시스템 분야 개별 요소기술 및 국내외의 인적 네트워크 • 미래도시 구현을 위한 정부의 적극적 지원정책 및 재원투자 의지 • 아·태지역 시장에 대한 지리적, 문화적 접근성 용이	• 대구경 관로의 갱생 경험 미비 • 매설관의 강도 측정 및 추정 기술 미비 • 수도시설의 자산가치 평가방법론 부재 (경제적 내구연한 및 물리적 내구연한의 한계점 부재) • 지하 대심도 관계 법령 부재 • 정부부처의 전문 인력 부족 및 관련제도 운영 경험 미비 • 체계적인 Cost/Benefit 분석 부재 • 국가적 차세대용수공급시스템 비전과 전략의 부재 • 대심도 수로터널 및 물안보에 대한 연구결과 미비 • 자본·기술력을 구비한 물 전문기업 부재 • 공공부문 중심의 서비스 공급 체계로 경쟁력 부족 • 핵심·원천기술 부족
외부환경	기 회 (Opportunities)	위 협 (Threats)
	• 용수의 안정적 공급 등 수자원과 관련한 사회·경제적 니즈 증대 • 신재생에너지 융복합 기술에 대한 세계적 관심 증대 및 관련제도 강화 • 우리나라의 환경 특성에 대한 외국기술의 적용 한계 • 직경 2m이상의 대구경 관로로 구성된 광역 상수도의 유지관리는 추후 국책사업의 주요 안건이 될 전망 • 용수공급시설의 경우 내진 설계가 미비 (새로운 시장 형성 전망) • 주택공급 및 신도시 건설수요증대 • 선진국으로 도약을 위한 새로운 도시발전 모델의 구축 요구 증대 • 국내이 성공적 사례를 바탕으로 노하우를 보유하는 기업의 해외 진출을 통한 새로운 국부 창출 기대 • 차세대용수공급시스템 구축의 확대로 인해 산업 전반에 경제적 파급효과 생성 가능 (산업연관효과 등) • 국민들의 물 관련 생활수준의 향상에 따른 물 서비스 기대수준 상승	• 전통적으로 공공서비스 영역에 머물러 수출산업화에 대한 개념 미흡 • Rehabilitation 재료 및 장비의 개발은 전적으로 해외 기술에 의존 • 우리 환경에 맞는 참조 가능한 선진사례의 부재 (한국적 상황의 여러 가지 위험요소 발생 가능성 내재) • 빠른 기술변화에 따른 정책적 예측가능성 축소 • 민간부분의 투자 및 협력체계 구축 불명확 • 건설시장 개방으로 용수공급시스템 건설기술의 국제경쟁 심화 및 국내시장 잠식 우려 • 엔지니어링 기술의 선진국 의존도 높음 • 세계적인 원자재 가격의 상승 • 에너지 및 환경문제의 이슈 부각 • 선진 물기업의 세계시장 지배구조 강화 • 국내 물산업 서비스 품질에 대한 소비자 불신

2. SWOT 전략

	S O	W O
대응방안	• 시공분야 시장확대를 위한 정부 지원 정책 마련 • 설계 · 엔지니어링분야 시장개척을 위한 정부 지원정책 마련 • 첨단 융합기술 R&D 지원정책 마련 • 수요에 대응하는 용수공급시스템 브랜드 개발 • IT기술을 융합한 통합설계기술 개발 • 첨단 융복합의 신소재 개발 • 녹색기술지향 시공 및 공사관리기술 개발 • 친환경 기술의 국제표준화를 통한 국가경쟁력 강화 • 국내외 다수 연구개발 경험 기반으로 신속한 특화기술화 추진 • 기술의 상용화 및 수출 • 세계최고의 IT기술을 기반으로 하는 통합 운영 관리기술 개발 용이	• 관련 규제 및 제도 정비 • 용수공급시스템 구축기술 및 시방 등의 글로벌화 • 지하 대심도 지하저류시설, 분산형, 수직형 수처리 시스템 디자인기법 개발 • 세계적으로 개발 초긱기술의 선진화 • 용수공급시스템의 안전성, 안정성, 환경성능 향상방안 마련 • 운영 및 유지관리를 위한 DB의 구축 • 국내외 선도기업과의 협력적인 연구체계 구축 • 친환경 기술의 세계시장 진출을 위한 교두보 확보 • 선진 IT기술을 접목한 물안보 기술에 대한 시스템 엔지니어링 기술 확보와 세계시장 진출 • 미래도시 용수공급시스템에 적합한 제도 및 정책대한 마련
대응방안	**S T**	**W T**
	• 수량의 안정성, 수질의 안전성을 고려한 지속가능한 기술개발 및 관련 제도 수립 • 지하 대심도 지하저류시설, 분산형, 수직형 수처리 시스템 엔지니어링 기술의 국산화 • 건설소재 및 용수공급시스템 유지관리 기술의 국산화 • 국내 실정에 적합한 용수공급시스템 건설 기술 및 물안보 구축 기술 확보 • 자동화, 시스템화, 컴팩트화로 용수공급능력 향상 및 인력투입 저감 • 신기술 등 지적재산권 확보로 인한 국산화에 해외시장 개척기반 마련 • 고부가가치 비정형 엔지니어링분야 개척 • 용수공급 통합관리시스템의 구축으로 실적자료 및 노하우 축적/활용 • 에너지 자립형 용수공급시스템 구축	• 지하 대심도 지하저류시설, 분산형, 신재생에너지 융합형 용수공급시스템 구축 기술의 해외시장 진출을 위한 지원제도 도입 • 대심도 지하저류시설 기반의 용수공급시스템의 특수성을 반영한 관련 제도 개선 • 집중투자에 의한 미래기술 선점 • Rehabilitation 재료 및 장비의 국산화 • 최적화 시스템을 통하여 탄소배출을 최소화함으로써 녹색성장을 주도할 차세대 기술 확보

3. 기술 수준 분석

▌기술수준 분석은 기존 기술수준 조사자료를 토대로 분석을 실시하였다.

가. 건설인프라 분야

▌차세대 용수공급시스템 관련 건설인프라 분야의 기술수준 조사는 '건설교통기술 동향조사 (2007)'의 자료를 토대로 정리

▌표 2.58 CSIRO[1] 방법을 적용한 각 기술의 평가결과 ▌

기술명	잠재 이익	국가 능력	매력도	잠재력	R&D 능력	연구 실현성
고성능 건설재료 기술	5.921	5.816	34.436	6.276	4.895	43.009
친환경 건설재료 기술	6.641	6.625	43.994	6.389	5.063	45.282
에너지 자립형 복합도시 구축기술	7.069	7.444	52.628	5.975	5.056	42.290
입체형 첨단 지하도시 개발기술	7.431	8.167	60.683	5.750	4.500	36.225
지하댐 건설기술	6.672	7.500	50.041	5.645	5.196	41.058
차세대 용수공급시설 구축기술	6.428	6.864	44.120	6.757	5.000	47.298
수자원 통합시스템 구축기술	6.083	7.025	42.735	5.820	4.950	40.333
차세대 수도시설 구축기술	6.934	7.583	52.583	7.825	6.208	68.012
도시 물순환/하천 복원기술	6.672	7.341	48.981	6.409	4.977	44.660
대심도 복합 지하플랜트 구축기술	6.964	7.536	52.481	6.054	4.643	39.348
대단면 대심도 장대터널 기술	6.003	6.297	37.798	6.527	5.109	46.691
차세대 굴착시스템 기술	5.942	6.722	39.944	5.946	4.944	41.158
재해 예측 및 감시기술	6.877	8.029	55.222	5.943	4.588	38.173
실시간 재해 대응시스템 기술	7.222	8.333	60.185	5.325	5.417	40.381
기반시설 통합유지관리시스템 기술	5.929	6.450	38.243	6.608	5.000	46.253
LCC 인프라 건설관리시스템 기술	5.925	6.947	41.166	6.039	4.526	38.271
기반시설 설계정보 표준화 기술	5.552	5.625	31.230	6.263	5.625	49.317
신재생에너지 고효율 복합플랜트 기술	7.088	7.778	55.129	5.158	4.194	30.291
초순도 수처리 플랜트 기술	6.917	7.300	50.492	7.778	5.400	58.798

▌표 2.59 건설인프라 부분 기술분석·평가 결과 ▐

기술명	기술분석 및 평가
고성능 건설재료 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
친환경 건설재료 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
에너지 자립형 복합도시 구축기술	-선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
입체형 첨단 지하도시 개발기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
지하댐 건설기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
차세대 용수공급시설 구축기술	선진국 대비 기술은 동등한 수준, 기술개발은 응용 단계
수자원 통합시스템 구축기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
차세대 수도시설 구축기술	선진국 대비 기술은 동등한 수준, 기술개발은 응용-개발 단계
도시 물순환/하천 복원기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
대심도 복합 지하플랜트 구축기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
대단면 대심도 장대터널 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
차세대 굴착시스템 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
재해 예측 및 감시기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
실시간 재해 대응시스템 기술	선진국 대비 기술은 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
기반시설 통합유지관리시스템 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
LCC 인프라 건설관리시스템 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
기반시설 설계정보 표준화 기술	선진국 대비 기술은 약간 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
신재생에너지 고효율 복합플랜트 기술	선진국 대비 기술은 낮은 수준, 기술개발은 응용 단계
초순도 수처리 플랜트 기술	선진국 대비 기술은 동등한 수준, 기술개발은 응용-개발 단계

기술명	기술개발단계			기술수준비교					기술개발수준		개발 가능 시기	산업 적용 시기
	기초	응용	개발	매우 낮음	낮음	약간 낮음	동등	약간 높음	경쟁적 위치	연구 인프라		
고성능 건설재료 기술						▲●■			4.9	4.8	2012	2015
친환경 건설재료 기술						▲●■			5.4	4.8	2012	2016
에너지 자립형 복합도시 구축기술						▲●■			5.3	4.8	2013	2017
입체형 첨단 지하도시 개발기술						▲●■			4.7	4.3	2016	2019
지하댐 건설기술						▲●■			5.3	5.1	2012	2015
차세대 용수공급시설 구축기술						●	▲■		5.0	5.0	2012	2015
수자원 통합시스템 구축기술						▲●■			5.0	5.0	2012	2016
차세대 수도시설 구축기술							▲●■		6.0	6.4	2012	2015
도시 물순환/하천 복원기술						▲●■			5.0	5.0	2012	2017
대심도 복합 지하플랜트 구축기술						▲●■			4.8	4.5	2014	2018
대단면 대심도 장대터널 기술						▲●■			5.1	5.1	2012	2015
차세대 굴착시스템 기술						▲●■			5.1	4.8	2014	2018
재해 예측 및 감시기술						▲●■			4.6	4.6	2013	2017
실시간 재해 대응시스템 기술					●■	▲			5.5	5.3	2015	2020
기반시설 통합유지관리시스템 기술						▲●■			5.3	4.7	2012	2015
LCC 인프라 건설관리시스템 기술						▲●■			4.5	4.5	2012	2014
기반시설 설계정보 표준화 기술						▲●	■		5.5	5.8	2013	2020
신재생에너지 고효율 복합플랜트 기술					●■	▲			4.3	4.1	2013	2016
초순도 수처리 플랜트 기술							▲●■		5.5	5.3	2012	2015

▲ : 미국과의 기술수준 비교, ● : 일본과의 기술수준 비교, ■ : 유럽과의 기술수준 비교

· 기술개발수준 : 해당기술 분야에서 현재 국내의 기술 수준 및 연구개발 능력 정도

- 경쟁적 위치: 선진국과 비교했을 때 해당기술 분야에서 현재 국내기술력의 경쟁적 위치
- 연구 인프라 (인력, 시설 등): 해당기술의 개발에 필요한 연구 인력과 연구 기자재 및 장비의 보유 정도 등 국내의 해당기술 연구개발 능력 정도

나. 수질환경기술 분야

▌차세대 용수공급시스템 관련 수질환경기술 분야의 기술수준 조사는 '수자원장기종합계획', 환경기술진흥원(2007)의 '환경기술동향 · 수준조사 및 미래환경 신기술 예측'의 자료를 토대로 정리

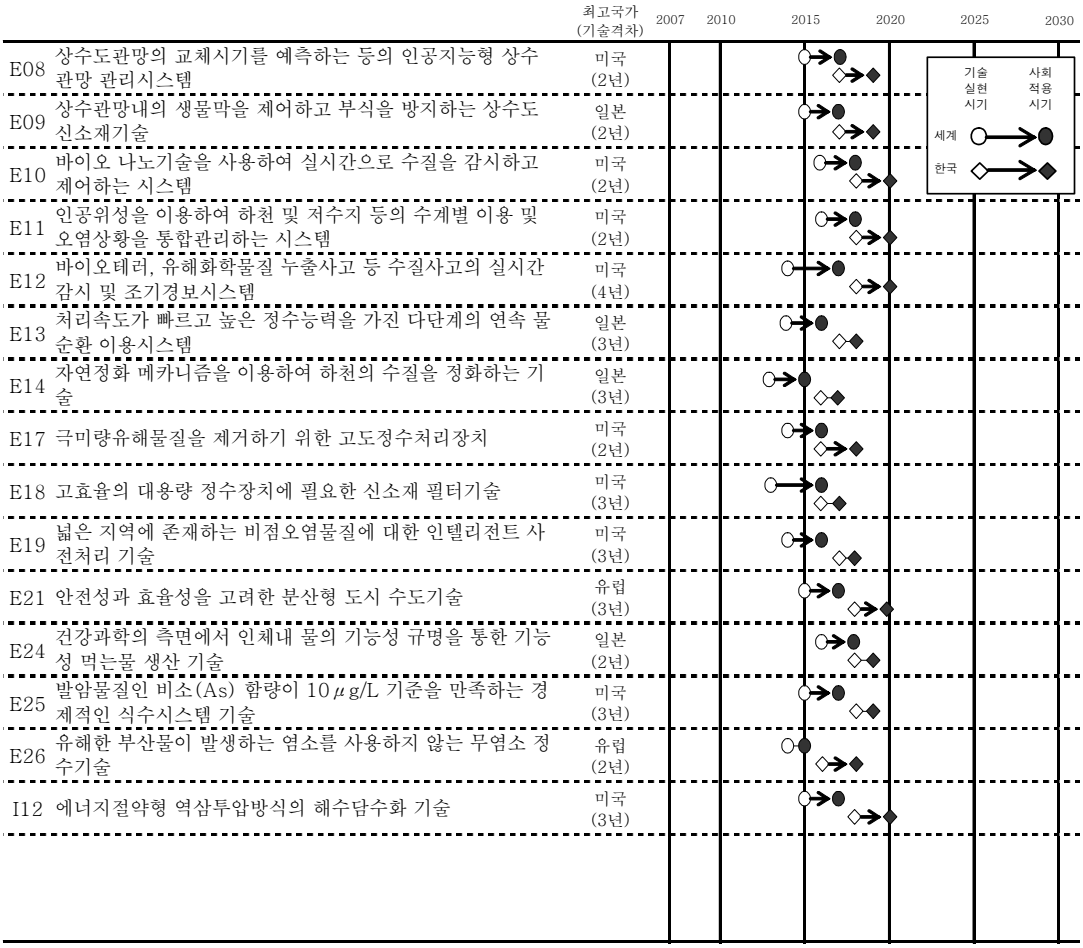
▌표 2.60 상하수도 분야의 국내 기술실현 시기 ▌

기술명	기술 실현시기
작은 공간에 설치가 가능한 컴팩트한 하폐수처리 장치	2015
상하수관거를 이용하여 에너지를 생산하는 기술	2020
상수도관망의 교체시기를 예측하는 등의 인공지능형 상수관망 관리시스템	2017
상수관망내의 생물막을 제어하고 부식을 방지하는 상수도 신소재기술	2017
바이오 나노기술을 사용하여 실시간으로 수질을 감시하고 제어하는 시스템	2018
인공위성을 이용하여 하천 및 저수지 등의 수계별 이용 및 오염상황을 통합관리하는 시스템	2018
바이오테러, 유해화학물질 누출사고 등 수질사고의 실시간 감시 및 조기경보시스템	2018
처리속도가 빠르고 높은 정수능력을 가진 다단계의 연속 물순환 이용시스템	2017
자연정화 메카니즘을 이용하여 하천의 수질을 정화하는 기술	2016
난분해성 오염물질(Persistant Organic Pollutants)의 오존분해 및 생물학적 처리법에 의한 수질오염처리기술	2016
역삼투압등의 방법에 의한 경제적이고 실용적인 오염수 정화기술	2015
극미량유해물질을 제거하기 위한 고도정수처리장치	2016
고효율의 대용량 정수장치에 필요한 신소재 필터기술	2016
넓은 지역에 존재하는 비점오염물질에 대한 인텔리전트 사전처리 기술	2017
하수처리장에서의 메탄, 이산화질소 등 온실가스(greenhouse gas)의 발생을 차단하는 기술	2017
안전성과 효율성을 고려한 분산형 도시 수도기술	2018
지진에 견딜수 있는 고강도의 상하수도 구축기술	2019
건강과학의 측면에서 인체내 물의 기능성 규명을 통한 기능성 먹는물 생산 기술	2018
발암물질인 비소(As) 함량이 10μg/L 기준을 만족하는 경제적인 식수시스템 기술	2018
유해한 부산물이 발생하는 염소를 사용하지 않는 무염소 정수기술	2016
고성능 이온교환막이나 흡착재에 의한 이온(F-, CN등) 또는 금속(As, Pb 등)의 선택적회수 및 제거기술	2017
에너지절약형 역삼투압방식의 해수담수화 기술	2018

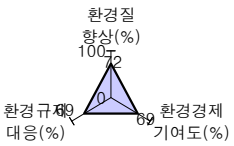
▌표 2.61 수질 분야의 기술수준 비율 ▐

기술명	기술수준 (%)
작은 공간에 설치가 가능한 컴팩트한 하폐수처리 장치	82
극미량유해물질을 제거하기 위한 고도정수처리장치	79
고효율의 대용량 정수장치에 필요한 신소재 필터기술	79
합류식 하수 월류수를 완벽하게 관리하는 기술	79
유해한 부산물이 발생하는 염소를 사용하지 않는 무염소 정수기술	79
유전자 재조합기술을 이용한 특정 오염물질 제거용 미생물	79
처리속도가 빠르고 높은 정수능력을 가진 다단계의 연속 물순환 이용시스템	78
역삼투압등의 방법에 의한 경제적이고 실용적인 오염수 정화기술	78
바이오 나노기술을 사용하여 실시간으로 수질을 감시하고 제어하는 시스템	77
건강과학의 측면에서 인체내 물의 기능성 규명을 통한 기능성 먹는물 생산 기술	76
고성능 이온교환막이나 흡착재에 의한 이온(F-, CN등) 또는 금속(As, Pb 등)의 선택적회수 및 제거기술	76
에너지절약형 역삼투압방식의 해수담수화 기술	76
오염물질의 특성에 맞는 인공지능형 하폐수처리 고도화 시스템	75
에너지를 생산하고 자원을 순환(질소, 인 회수)하는 하폐수처리기술	75
안전성과 효율성을 고려한 분산형 도시 수도기술	75
나노센서를 이용하여 하폐수내 미량유해물질을 검출하는 기술	74
상수도관망의 교체시기를 예측하는 등의 인공지능형 상수관망 관리시스템	74
상수관망내의 생물막을 제어하고 부식을 방지하는 상수도 신소재기술	74
하수처리장에서의 메탄, 이산화질소 등 온실가스(greenhouse gas)의 발생을 차단하는 기술	73
하수도 관망 내에서 하폐수를 처리할 수 있는 기술	72
발암물질인 비소(As) 함량이 10μg/L 기준을 만족하는 경제적인 식수시스템 기술	72
인공위성을 이용하여 하천 및 저수지 등의 수계별 이용 및 오염상황을 통합관리하는 시스템	71
바이오테러, 유해화학물질 누출사고 등 수질사고의 실시간 감시 및 조기경보시스템	71
넓은 지역에 존재하는 비점오염물질에 대한 인텔리전트 사전처리 기술	71
상하수관거를 이용하여 에너지를 생산하는 기술	68
지진에 견딜수 있는 고강도의 상하수도 구축기술	68

실현시기

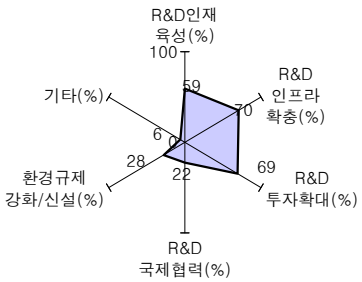


기술의 중요도

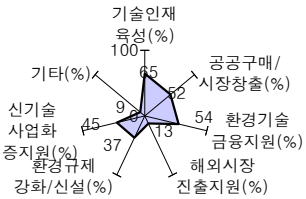


정부의 정책 수단

기술실현을 위한 시책



사회적용을 위한 시책



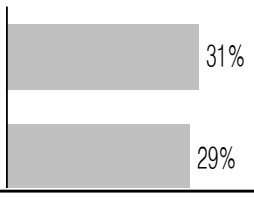
▌그림 2.278 먹는물 분야의 미래기술과 실현 시기▐

▌정수장 효율향상 및 고도처리기술 분야에서 국내 기술수준은 선진국 대비 72% 수준

▪유럽이 최고기술수준을 보유하고 있으며 기술선도국가는 미국, 일본, 독일, 캐나다, 영국 등

▪최고기술 선도국과는 4.6년의 기술격차

▌표 2.62 정수장 효율향상 고도처리기술부분 국내기술수준 ▐

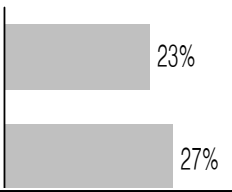
	기술선도국	국내기술수준	기술격차
Total	유럽	72%	4.6년
미국		72%	4.5년
일본		73%	4.3년
유럽		70%	4.9년

▌상하수도관망 최적관리 기술 분야에서의 국내 기술수준은 선진국 대비 68% 수준

▪최고기술수준은 유럽이 보유하고 있으며 기술선도국가는 미국, 영국, 캐나다, 독일, 호주 등

▪최고기술 선도국과는 5.1년의 기술격차

▌표 2.63 상하수도 관망 최적관리기술 부분 국내기술수준 ▐

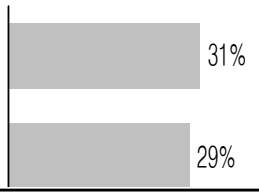
	기술선도국	국내기술수준	기술격차
Total	유럽	68%	5.1년
미국		71%	5.1년
일본		68%	5.9년
유럽		65%	5.4년

▌양질의 상수원수 확보 및 유지관리 기술 분야에서 국내 기술수준은 선진국 대비 66% 수준

▪유럽이 최고기술수준이며 기술선도국가는 미국, 영국, 캐나다, 독일, 호주 등

▪최고기술 선도국과는 5.0년의 기술격차

▌표 2.64 양질의 상수원수 확보 및 유지관리기술 부분 국내기술수준 ▐

	기술선도국	국내기술수준	기술격차
Total	유럽	66%	5.0년
미국		66%	4.9년
일본		67%	4.8년
유럽		65%	5.2년

▌고정밀 센서기술의 최고기술수준 보유국가는 미국이며 기술선도국은 미국, 일본, 독일, 영국, 중국 등

▪기술 선도국인 미국에 비해 국내 기술수준은 61%이고 기술격차는 6.7년. 기술선도기업의 육성이 가장 필요

▌측정분석 장비기술 분야에서 최고기술수준 보유국가는 미국이며 기술선도국은 미국, 독일, 캐나다, 영국, 일본 등

▪기술 선도국인 미국에 비해 국내 기술수준은 58%이고 기술격차는 7.3년

▌원격모니터링 기술의 최고기술수준 보유국가는 미국이며 미국, 영국, 독일, 프랑스, 일본 등이 기술 선도 국가임

▪기술 선도국인 미국에 비해 국내 기술수준은 61%이고 기술격차는 6.9년

다. 신재생에너지 분야

▌지식경제부의 '신재생에너지 백서 2008'에 따르면 2008년 국내 신· 재생에너지 기술수준은 전반적으로 선진국의 50~80% 수준으로 평가되고 있으며 전체 평균은 71%수준 (2005년 50% 중반 수준)

▪수소 . 연료전지 등 주요 분야 핵심기술은 50~60%수준

▪주요 시스템기술, 생산 단가 등은 선진국에 비해 많이 부족한 실정

▌표 2.65 신·재생에너지 분야별 기술수준 및 국산화율 (2007년말 기준) ▐

구분	기술수준	국산화율		구분	기술수준	국산화율	
		설계	제작/생산			설계	제작/생산
수소	51	46	47	태양열	69	73	74
연료전지	66	64	64	폐기물	75	81	74
태양광	83	88	75	지열	69	69	64
풍력	79	70	86	소수력	83	78	72
석탄이용	56	48	57	해양	79	83	81
바이오	74	68	68	전체평균	71	70	69

(*자료원 : 신재생에너지백서 2008, 지식경제부)

▌소수력 분야 기술 수준은 선진국 대비 80% 정도로 평가됨

▪소수력 자원조사 및 활용기술은 선진국의 75% 수준으로 평가

▪무인 자동화시스템 및 상시 감시 진단·수배전반 간소화 등의 국산화 및 표준화 기술은 선진국 대비 70% 정도 수준

▪수차발전기는 선진국의 55% 수준으로 수차발전기 효율과 부속설비 (개도조절 장치, 수밀장치, 권선절연방법 등) 기술 미흡

▪유럽 등 선진국은 수차 종류별로 설계기술을 확보한 상태이며 형식별로 표준화 및 간소화 기술 개발 완료 상태

▪국내에서 개발된 수차는 외국의 제품에 비해 가격 경쟁력은 있지만 효율이 부족하고 설계·제작 품질과 부속설비 부문에서 경쟁력 낮음

▪동기발전기와 유도발전기의 제작기술은 선진국 이상의 수준으로 평가

▌태양광 발전 분야의 기술수준은 2007년 선진국 대비 80%으로 평가됨 (2005년 70% 수준)

▪태양광 발전용 PCS와 연료전지의 PCS 부분에서는 일본이 세계 최고 수준의 기술 보유하고 있으며 태양전지 분야에서는 미국 기술이 최고 수준

▪태양광 발전 기술은 반도체 및 디스플레이 기술과 유사점이 많으므로 단시간에 선진국 수준의 기술적 경쟁력을 갖출 잠재력이 있음

▌지열 발전 분야는 열공급시스템, 지중열교환기, 표준화 및 인증, 응용기술의 4개 핵심기술로 구성되며 국내 수준은 평균 57.8%로 평가됨

▪현재 국내에 보급되고 있는 지열원 이용 관련기술은 대부분 선진국의 단편적인 기술만을 들여와 보급하고 있는 실정

▪지열에너지분야에 대한 설문조사에서 4개 핵심기술 중 지중열교환기 (61.6%)와 열공급시스템 (58.5%) 부문의 기술수준은 상대적으로 높은 반면, 응용기술 (54.0%)이나 표준화 및 인증기술 (52.3%) 부문은 상대적으로 낮은 것으로 평가됨

▌국내 스마트그리드 분야에서는 2004년부터 기초기술 개발을 시작하였으며 2009년 G8 확대 정상회의에서 스마트그리드 분야의 선도국가로 선정됨

▪2005년부터 국내 전력망 첨단화, 고도화를 위한 전력IT사업 추진하여 차세대 전력서비스체계 구현을 위한 전력IT 실증단지 (Test Bed) 구축을 위한 사업 착수

▪세계적 수준의 전통적 중전기기 기술과는 달리, 부품 및 정보처리 기술은 선진국의 50~70% 수준임

라. 차세대 용수공급시스템 각 세부 분야의 기술수준

▌용수공급시스템 건설인프라, 운영관리기술 및 신재생에너지 각 분야에서의 국내 기술수준 분석 자료를 기초로 하여 차세대 용수공급시스템의 주요 기술의 수준을 평가함

▌표 2.66 차세대 용수공급시스템 주요 기술의 기술수준 ▌

주요 기술명	세계 최고 수준 국가 및 기관	국내 기술수준	
		수준 (%)	경쟁력 평가
분산형 수처리 시설 설계 및 건설 기술	일본	75 1)	STRONG
대심도 지하저류시설의 설계 및 건설 기술	미국	49 2)	WEAK
소재, 계측 및 제어기기 요소기술	일본	59 3)	MEDIUM
용수공급시스템 통합 운영 및 유지관리 기술	미국	59 4)	MEDIUM
수도시설의 내진 설계 기술	일본	68 5)	MEDIUM
수질감시 및 경보시스템 기술	미국	74 6)	STRONG
비상용수 공급시스템 기술	미국	50 7)	WEAK
용수공급연계 신재생에너지 생산 기술	유럽	76 8)	STRONG
신재생에너지 활용 효율화 기술	유럽	71 9)	STRONG
저탄소형 수처리 플랜트 기술	유럽	42 10)	WEAK

50% 이하 : WEAK

51~70% : MEDIUM

71% 이상 : STRONG

1) 안전성과 효율성을 고려한 분산형 도시 수도기술 75%
2) 대심도 관련 기술개발 수준 (48, 45, 51, 51)의 평균값 49%
3) 인프라 부분 건설재료 기술 (49, 48, 54, 48)과 수질환경 부분 소재 기술 (79, 74)의 평균값 59%
4) 기반시설 통합유지관리시스템 기술 (53, 47)과 수질환경 부분 유지관리 기술 (66), 광망관리 (68)의 평균값 59%
5) 수질환경 부분 지진에 견딜수 있는 고강도의 상하수도 구축기술 68%
6) 수질환경 부분 수질감시 제어 (77), 조기경보시스템 (71)의 평균 74%
7) 인프라 부분 재해 예측 및 감시기술 (46), 실시간 재해 대응시스템 기술 (54)의 평균 50%
8) 신재생에너지 부분 용수공급관련 분야인 소수력 (83), 지열 (69)의 평균 76%
9) 신재생에너지 전분야 평균 기술수준 71%
10) 인프라 부분 신재생에너지 고효율 복합플랜트 기술 (43, 41)의 평균 42%

제 3 장 차세대 용수공급시스템 연구단의 비전 및 목표

제 1 절 비전 및 목표

1. 비전

▌미래사회가 요구하는 안전하고 안정적인 용수공급시스템 구축

2. 차세대 용수공급시스템의 정의

▌수질의 안전성과 수량의 안정성 확보를 통해 소비자에게 중단 없는 다품질의 용수공급을 위한 소비자 중심의 시설분산과 네트워크 통합형 용수공급시스템

3. 연구단의 목표

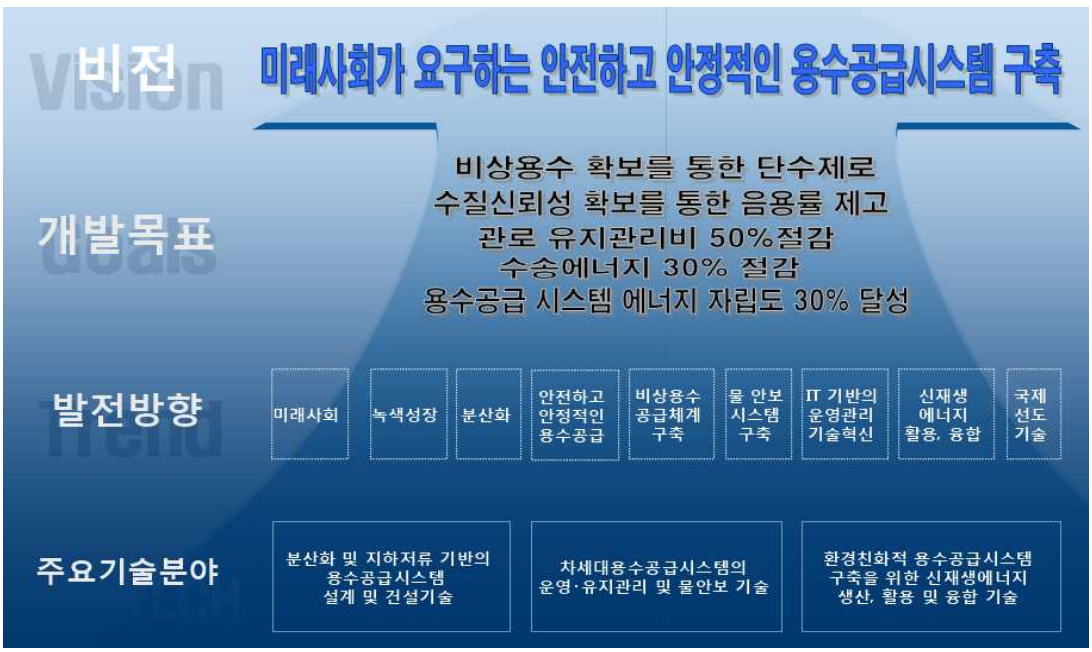
▌비상용수 확보를 통한 단수제로

▌수질신뢰성 확보를 통한 음용률 제고

▌관로 유지관리비 50%절감

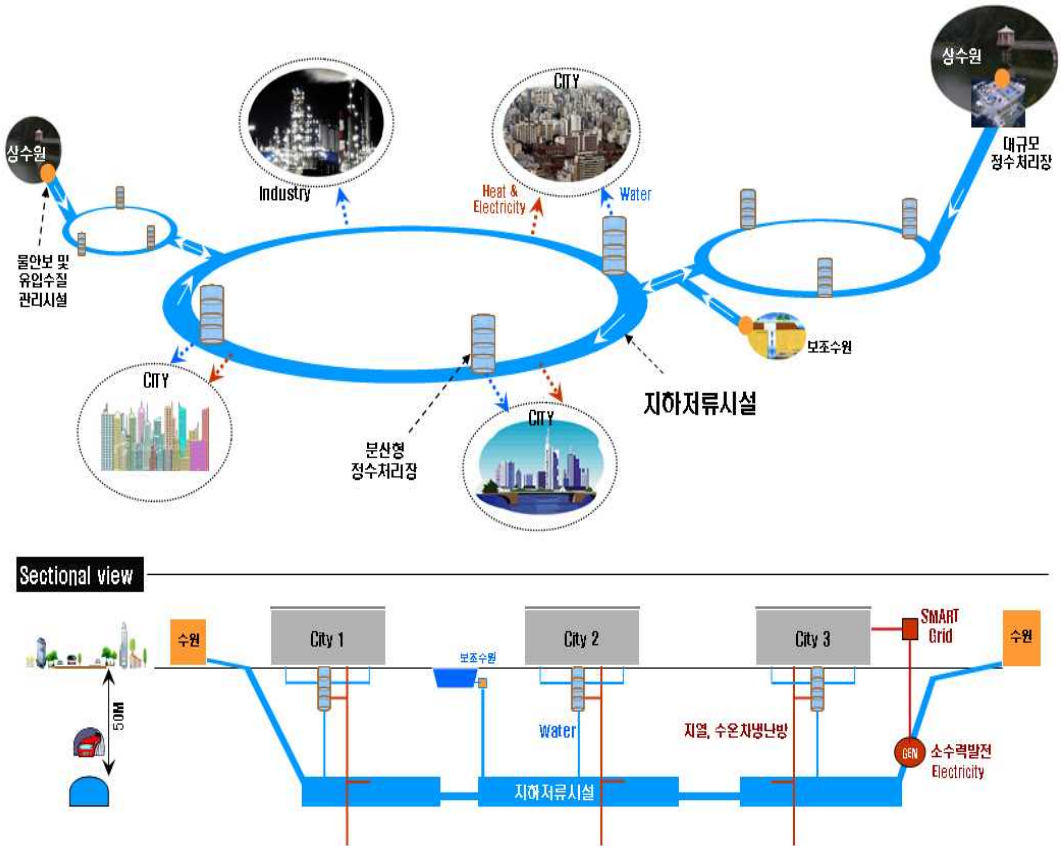
▌수송에너지 30% 절감

▌용수공급 시스템 에너지 자립도 30% 달성



▌그림 3.1 차세대 용수공급시스템 연구단의 비전수립 ▐

4. 차세대 용수공급시스템의 개요



▎그림 3.2 차세대 용구공급시스템의 개념도 ▎

▌차세대 용수공급시스템은 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급 인프라 건설기술, IT 기반의 운영관리 혁신기술, 신재생에너지 생산, 활용 및 융합기술을 통해 미래사회가 요구하는 안전하고 안정적인 용수공급시스템을 구축하는 프로젝트

▌기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대(長大)형 용수공급시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응에 어려움이 있고 1993년 울산 공단의 가뭄피해 및 1991년, 2008년 발생한 낙동강 페놀 누출사고는 비상시 긴급한 상황에서의 “비상용수 체계 구축”과 “물 안보의 강화”에 대한 필요성을 더욱더 절실하게 하고 있음. 이에 비상시에도 안정적으로 용수를 공급할 수 있는 지하저류시설에 기반한 용수공급인프라의 필요

▌미래사회는 ‘**거주민이 도시에 건설된 기반시설을 찾아가 이용**’하던 기존의 개념으로부터 탈피하여 ‘**기반시설이 거주민을 찾아가서 서비스를 제공**’하는 최종 소비자

위주의 형태로 변화 예상(Decentralization)(최동진, 2008)되고, 전 세계적으로 계획되고 있는 신도시는 지역별 거주인구가 약 50,000명 이하로 분산화되는 도시의 특성이 뚜렷이 나타남(국토해양부, 2008). 이에 소비자에 요구 및 미래 도시사회의 형태에 가장 적합한 분산화된 용수공급시스템 필요

- 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송·배수관로 및 배·급수 관로의 장거리화로 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 관로 노후화로 인한 2차 오염이 큰 문제

■ 국내의 경우, 1970년대부터 신도시개발 사업을 수행하여, 세종 도시, 혁신 도시, 기업 도시, 경제 자유구역 개발사업 등이 활발한 개발이 이루어지고 있으며, 해외 도시건설시장 규모(30조달러 추산)가 활성화 되고 있고, 최근에는 국내외적으로 “탄소제로”도시, “탄소중립” 도시 프로젝트가 동시다발적으로 진행 중으로 도시 인프라시설의 에너지 비용에 대한 중요성 증대

■ 미국 내에서 물과 관련된 CO_2 방출량은 5% 수준(River Network, 2009), 일본 동경시의 경우, CO_2 총 발생량의 15%를 용수생산 및 공급이 차지(하나끼, 2008), 따라서, 녹색성장을 위한 용수공급의 에너지 비용 절감 및 신재생에너지의 활용 요구가 증가

■ 선진 각국에서는 에너지원 확보가 국가의 부흥을 결정하는 중요한 요소로 작용할 것을 예상하고 국가경쟁력 향상 및 생존을 위한 전략으로 신재생에너지원 기술개발에 심혈을 기울이고 있고 기술개발 및 상용화를 위하여 중장기적인 개발계획을 수립하고 과감한 정책적, 재정적 지원을 하고 있음.

■ 향후, 차세대 용수공급시스템의 구축 및 이의 연관기술의 발전으로 국내외 신도시 건설사업 및 해외 도시건설사업에 브랜드화된 차세대 용수공급 인프라 구축사업의 동반진출 및 CDM 사업 등에 진출하여 국익창출에 기여할 것으로 전망

제 2 절 세부과제 도출

1. 세부과제 도출방법

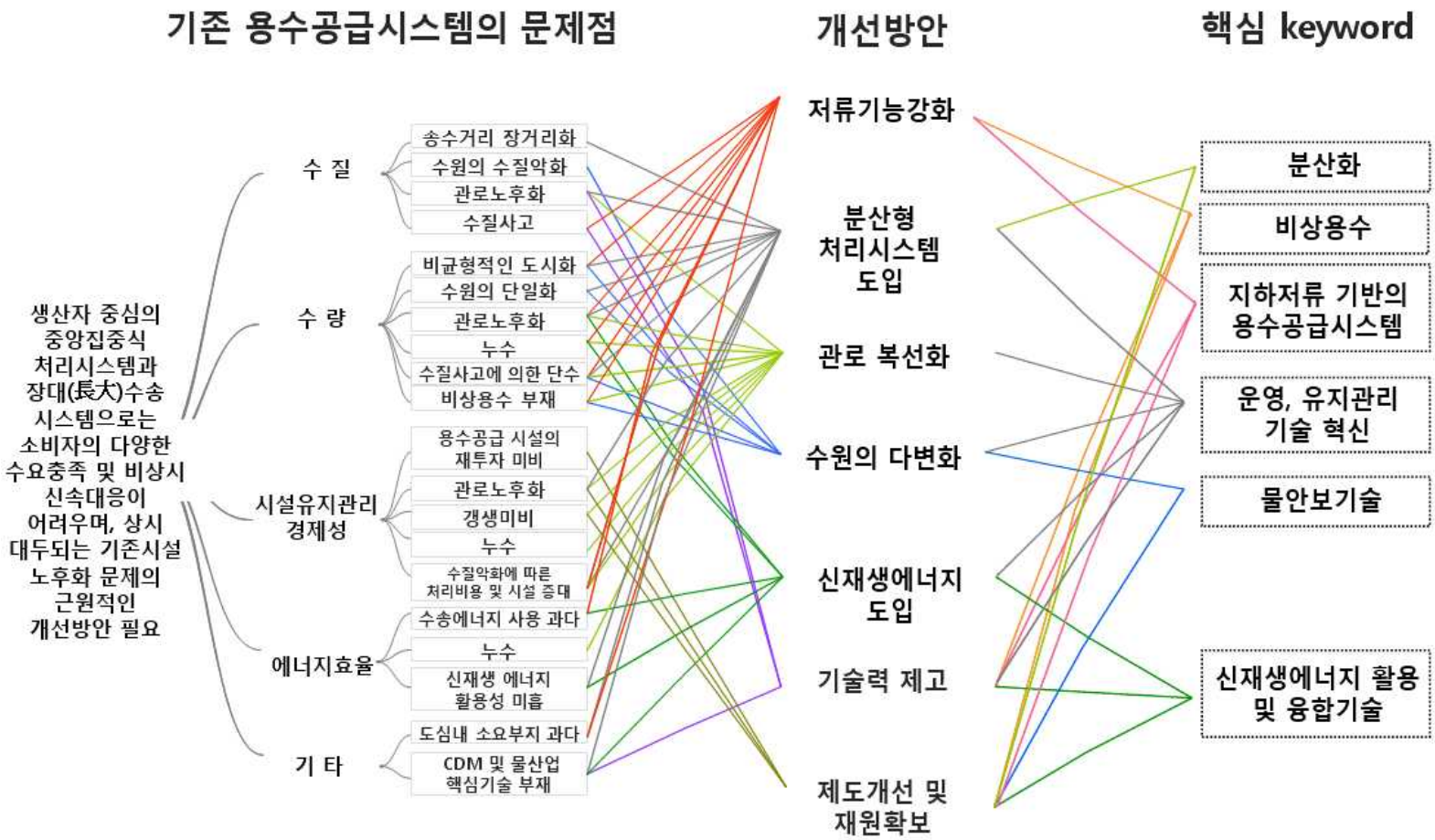
- 세부과제를 도출하기 위해 ThinkWise 프로그램(씸텍시스템)을 이용하여 Triz 분석을 수행하였으며, 방법론적으로는 현재의 문제점으로 부터(Bottom-up)의 해결방안 접근과 미래를 위한 변화전망(Top-down)의 양방향으로 접근하여 키워드를 도출하였다.
- 현재의 문제로부터 접근한 Bottom-up 분석은 기존 용수공급시스템의 문제점으로부터 출발하는 해결방안 제시하고, Top-down 분석은 과학기술 미래비전(교육과학기술부, 2009)을 바탕으로 미래비전 트랜드 및 변화전망을 분석하였다.
- 문제점분석 및 미래전망 결과를 활용하여 국내 용수공급시스템관련 전문가로부터 설문조사를 실시하고 세부과제에 대한 의견을 수렴하였다.
- 기존 용수공급시스템의 문제점과 미래비전을 모두 충족하기 위한 키워드를 선정하고 이에 따른 세부과제의 키워드를 도출하였다.
- 세부과제의 도출과정에는 분야별 전문가 37명이 참여하는 기획위원회에서 검토 및 수정하였으며, 또한, 최종적으로 관·산·학·연 전문가 15인이 참여하는 자문위원회에서 최종적으로 검토하여 도출하였다.



▌그림 3.3 핵심키워드 및 세부과제 선정절차 ▐

2. 세부과제 도출 및 선정

- 기존 용수공급시스템의 문제점 분석은 **“기존 생산자 중신의 중앙집중식 처리시스템과 장대(長大)수송시스템으로는 소비자의 다양한 수요충족 및 비상시 신속대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존시설 노후화 문제의 근원적인 개선방안이 필요하다”**는 전제로 출발하였다.
- 이러한 문제점을 수질, 수량, 시설유지관리 경제성, 에너지효율, 기타로 분류하고 이에 해당되는 세부적인 문제점을 제시하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 해결방안을 분류하고 6개의 핵심 키워드로 분류하여 정리하였다.



▌그림 3.4 기존 용수공급시스템의 문제점 분석 및 핵심 keyword 도출 ▐

▌또한, 미래전망으로부터 세부기술의 keyword를 도출하기 위하여 검토를 수행하였다. 다양한 미래전망이 최근 제시되고 있으나,

· **미래사회의 전망 및 트랜드**

1) 미래사회의 대표적인 특징(미래를 읽는 기술, 한국경제신문, 2008)
고령화, 정보기술, 의료, 생명기술, 에너지, 나노기술, 매체와 통신, 자연환경과 생태계 유지

2) 과학기술 미래비전, 메가트랜드(교육과학기술부, 2009. 11)
인구구조변화, 과학기술 융합 가속화, 새로운 안보이슈 등장, 환경과 자원문제 심화, 지식기반사회 진전과 글로벌화

3) 향후 5년간 도시를 바꿀 5가지 기술(IBM, 2009)
질병면역관리, 건물관리 자동화, 친환경동력 차량, 식수난해소 및 자원절약, 범죄 및 재난예방

▌미래전망 중 2040년까지 우리나라의 과학기술 발전방향을 세부적으로 제시한 과학기술 미래비전(교육과학기술부, 2009)을 본 분석에 기본 미래전망으로 활용하였으며, 메가트랜드인 **인구구조변화, 과학기술융합가속화, 새로운 안보이슈 등장, 환경과 자원문제 심화, 지식기반사회 진전과 글로벌화** 등 5개의 메가트랜드를 바탕으로 용수공급 분야에서 변화가 예상되고 이에 대한 준비가 필요한 기술을 바탕으로 분석한 결과, **"미래는 사회구조의 변화와 기술의 발전에 따라 다양한 도시모델이 출현하고 물과 에너지의 부족에 대한 대비가 이루어지며, 안전하고 안정적인 녹색지향의 용수공급시스템이 필요"** 할 것으로 미래를 전망하고 발전전망 keyword를 도출하였다.

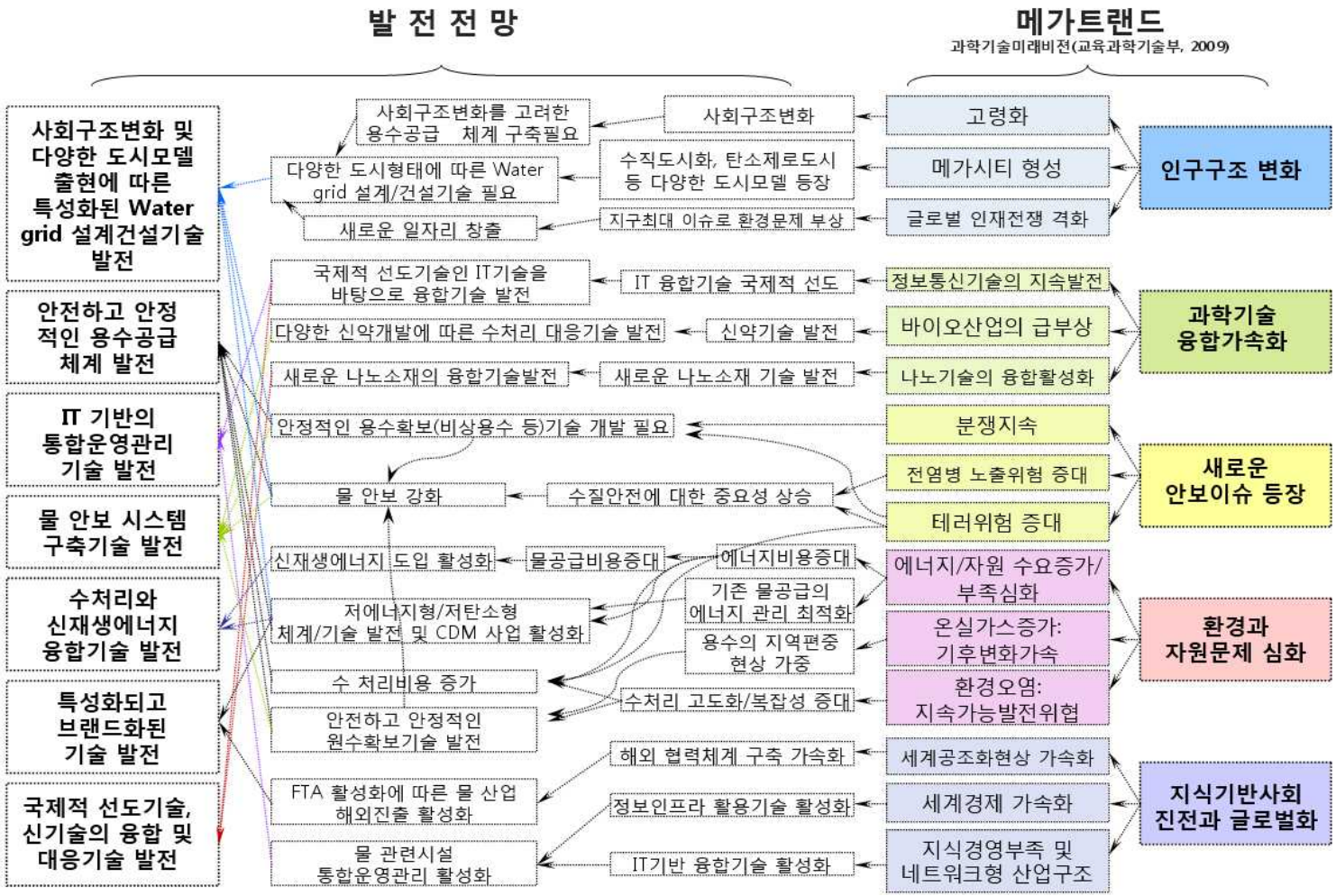


그림 3.5 과학기술 미래비전(교육과학기술부, 2009)에 근거한 용수공급 분야의 발전전망 핵심 keyword 도출

▌상기에서 도출한 개선방안 keyword와 발전전망 keyword의 연계성에 근거하여 세부과제(1안)을 도출하였다.

▌**세부과제 (1안)** : 용수공급 시스템의 분산화, 지하저류 시설을 통한 물안보, 녹색기술을 근간으로 3개의 세부과제(1안)를 도출하였음



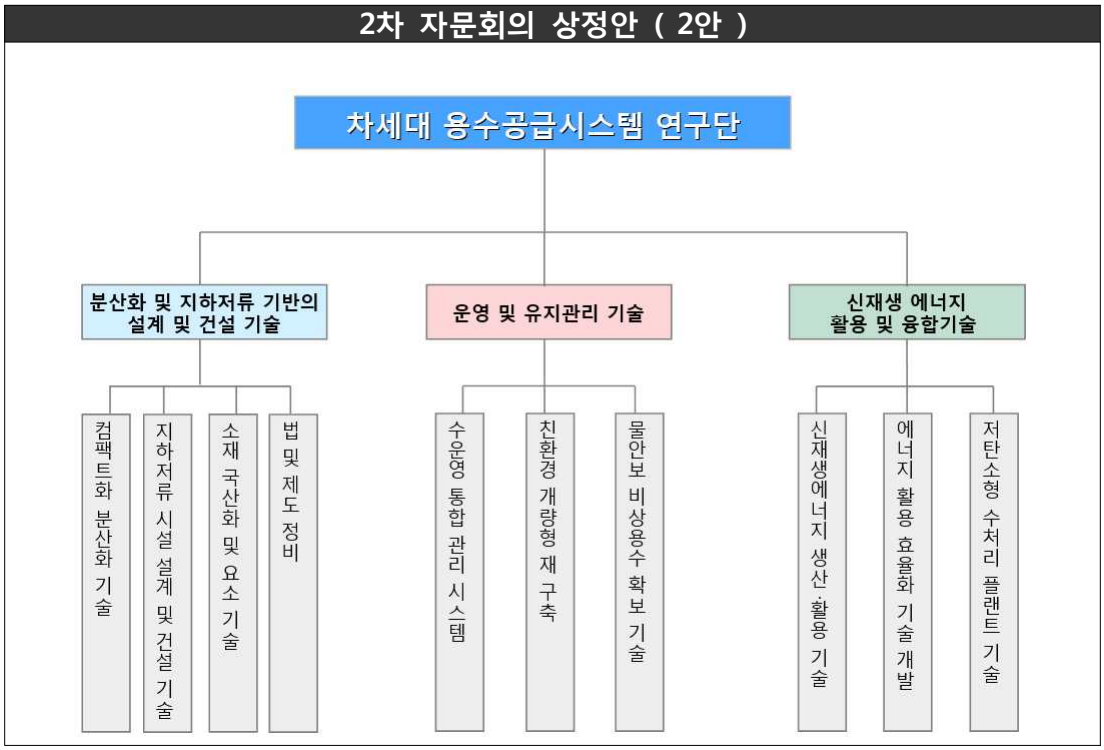
▎그림 3.6 세부과제 도출 1안 (1차 자문위원회 상정 안) ▎

▪ 1차 자문회의 결과, 기술적 분류에 의거한 세부과제 구성으로 세부과제 단위의 수행 효율성이 높을 것으로 판단되나, 세부과제수가 많아 효율적인 연계에 불리한 것으로 검토.

장점	· 기술적 분류에 의거한 세부과제 구성으로 세부과제 단위의 수행 효율성이 높을 것으로 판단됨
단점	· 세부과제의 수가 많아 행정력의 과다소모가 우려됨 · 세부과제 간의 효율적인 협조와 연계가 불리하고 성과 통합에 무리가 있을 것으로 판단됨

▌**세부과제 (2안)** : 본 기획 연구에서는 자문위원회 및 기획위원회를 통해 아래의 조정 논리에 근거하여 총괄과제 및 3개의 세부과제로 통합 및 조정하였음

- 세부 과제의 목표 수준의 정량화
- 각 기술 간의 연계성
- 세부과제 단위로 세계 시장 선도기술 도출 가능성
- 목표 성과물의 구분의 명확성
- 기술 Grouping 및 Leveling의 타당성
- 대상 시장 및 파급 효과의 차별성
- 민간 기업 참여유도(주관) 가능성
- 기존 연구와의 중복성 여부

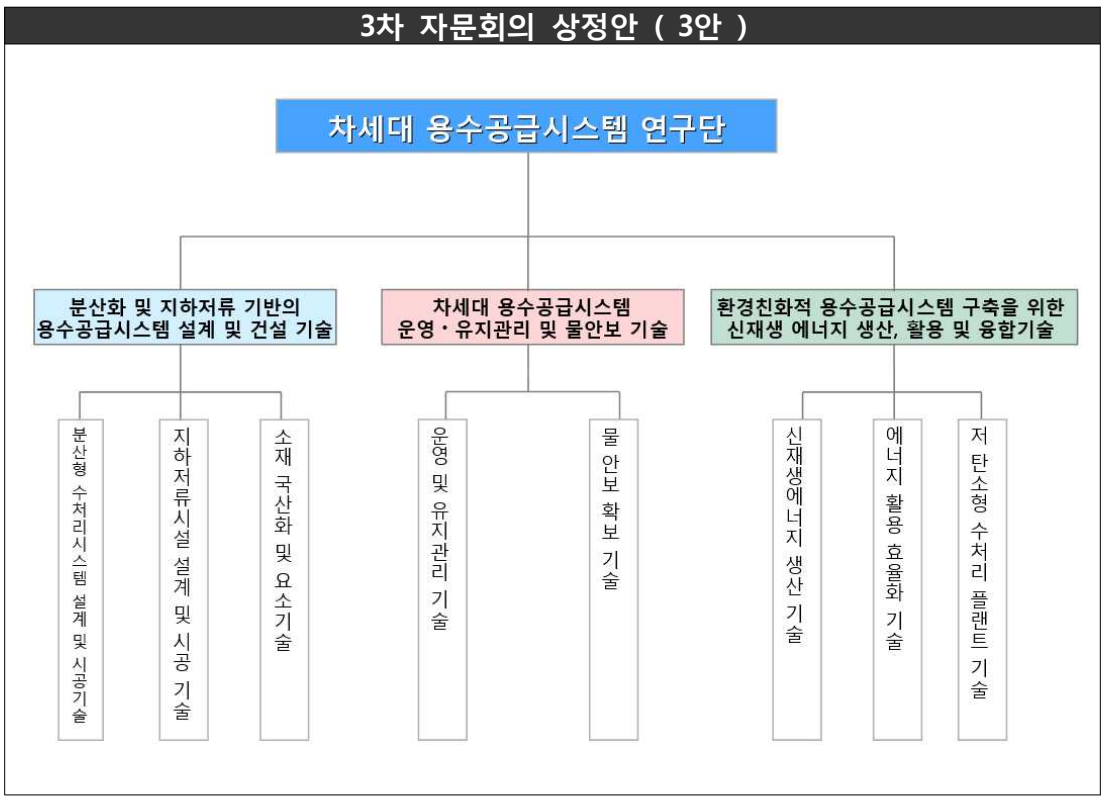


▌그림 3.7 세부과제 도출 2안 (2차 자문위원회 상정 안) ▌

- 2차 자문회의 결과, 세부과제 수행 주체의 명확한 구분되고 융합이 용이하나 법 및 제도적인 내용의 추가가 필요하며, 기존 용수공급시스템의 연계 관련 연구범위 조정 한 것으로 검토

주요 변경 사항	· 1안의 차세대 용수공급 시스템 유지관리 세부과제와 물안보 및 비상용수 확보 시스템 세부과제를 통합하였음 · 기존 광역 용수공급 및 지자체 용수공급 시스템간의 법 및 제도적 문제점 보완 세부연구내용 추가
장점	· 세부과제 수행 주체의 명확한 구분 · 세부과제 단위의 고유 시장 개척 가능 · 각 세부과제에 융합 기술적인 성격부여가 용이함
단점	· 운영관리 분과 및 신재생에너지 분과의 법 및 제도적인 문제 간과 우려 · 각 분과 간에 내재된 법 및 제도적 문제점의 통합화 문제 내재

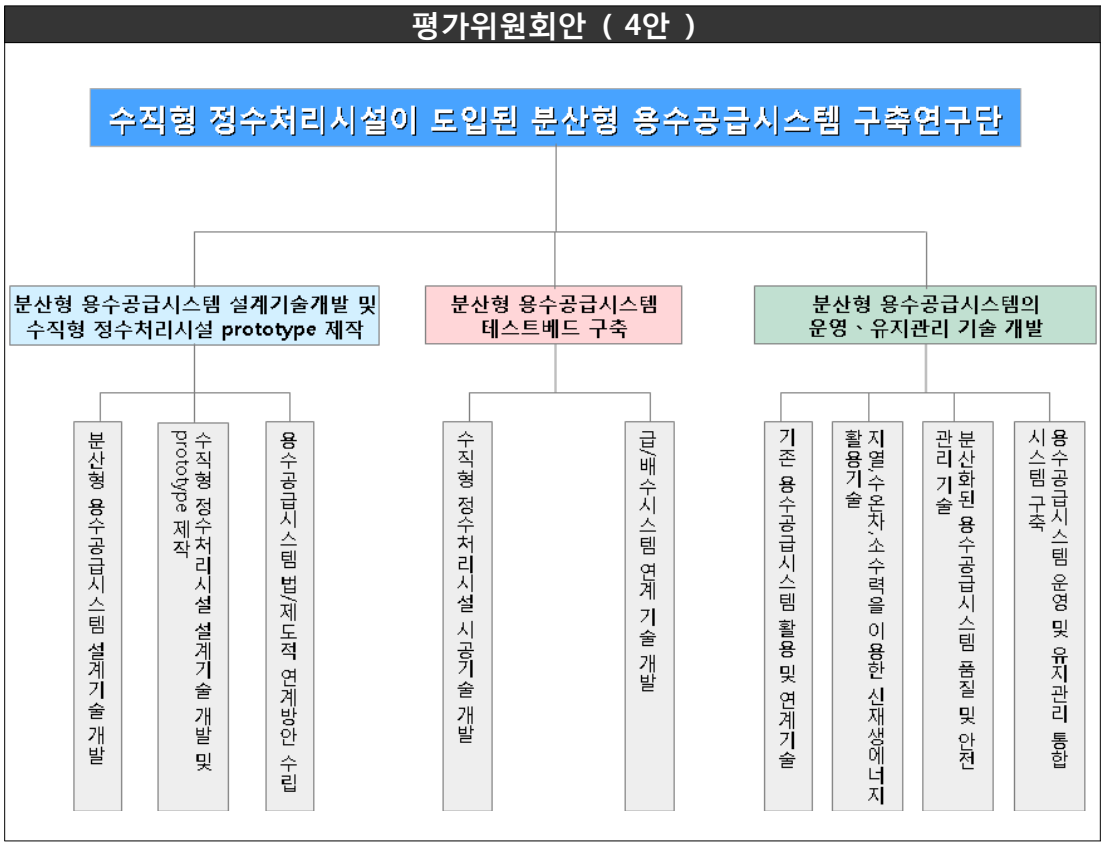
▌**세부과제 (3안)** : 세부과제(2안)에서 법 및 제도관련 기술은 각 세부과제별로 주요 요소기술로 이전 및 통합



▎그림 3.8 세부과제 도출 3안 (3차 자문위원회 상정 안) ▎

주요 변경 사항	· 주요 요소기술 및 세부연구내용에서 "건설"이라는 용어는 시공으로 대체 · 건설 분과의 법 및 제도관련 주요 요소기술은 세부과제로 이전 및 통합
장점	· 세부과제별 수행주체의 명확한 구분 · 수행과제 단위의 고유 시장개척 가능 · 각 세부과제에 융합기술적인 성격 부여가 용이함
단점	· 연구 성과물의 통합 작업에 연구단의 중점 관리 필요 · 연구 성과물 연계 방안 마련을 위해 성과 관리 중요

▌**세부과제 (4안)** : 세부과제(3안)에 대해 평가위원회를 개최한 결과, 대심도 지하저류시설과 관련하여 기술적 실현가능성, 경세성 등의 문제로 중장기적인 검토가 필요함으로 저류시설은 분산형에 적합한 소규모로 변경하고 신재생에너지 부분은 기존 개발기술을 최대한 활용하고, 개발기술을 검증하는 테스트베드를 포함하는 것으로 제시되어 과제명을 변경되는 내용에 적합하도록 "수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축"으로 변경하고 조기 실현가능성이 있는 기술을 중심으로 과제를 축소하여 구성



▌그림 3.8 세부과제 도출 4안 (평가위원회안) ▐

주요 변경 사항	· "차세대 용수공급시스템"의 모호성으로 과제명을 “수직형 정수처리 시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축”으로 변경 · 지하저류시설 관련연구 중 대심도 관련 연구를 수직형 정수처리 시설에 적합한 소규모 지하저류조로 변경 · 개발기술의 검증을 위한 테스트베드를 추가하고 신재생에너지 생산관련 연구는 관련부처의 개발기술을 적극 활용하는 것을 고려하여 신재생에너지 활용기술로 축소하여 기존 운영관리기술에 통합하여 구성
장점	· 세부과제별 수행주체의 명확한 역할 구분 · 각 세부과제에 융합기술적인 성격 부여가 용이함 · 개발 기술의 실현가능성 향상
단점	· 개발기술 연계성 및 통합화를 위한 관리 중요

▌본 기획 연구에서는 자문위원회 상정 1안을 기준안으로 Pugh Matrix 평가를 수행하였음

평가 기준	1 안	2 안	3 안	4안
· 세부과제 목표 수준의 정량화	S	+	+	+
· 각 기술 간의 연계성	S	S	S	S
· 세부과제 단위로 세계시장 선도 기술 도출 가능성	S	+	+	S
· 목표 성과물의 구분의 명확성	S	+	S	+
· 기술 Grouping 및 Leveling의 타당성	S	-	+	+
· 대상시장 및 파급 효과의 차별성	S	S	+	+
· 민간 기업 참여유도(주관) 가능성	S	S	+	+
· 기존 연구와의 중복성 여부	S	S	S	S
Sum of Positives	0	3	5	5
Sum of Negatives	0	1	0	0
Sum of Sames	8	4	3	3
Sum of Points	0	2	**5**	**5**

주) S : 기준안 대비 동등 수준
+ : 기준안 대비 우위
- : 기준안 대비 열위

▌**세부과제는 기술의 도입시기 및 예산 등 제반여건을 고려하여 추진할 수 있도록 Pugh Matrix 평가에 의거한 3안과 평가위원회안인 4안으로 구분하여 확정하고 이에 대한 연구개발 추진계획을 구분하여 수립하였음.**

당초 기획 안
▪**세부과제 1**은 다양한 소비자의 요구에 부흥하고, 미래도시의 다양한 도시모델 출현 및 비상용수 확보를 고려한 "분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설기술"이며, ▪**세부과제 2**는 현재의 수송시스템에서 막대한 에너지 비용을 절감하고 물 안보 체계를 확립하기 위한 "차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 및 물 안보 기술" ▪**세부과제 3**은 용수공급시스템으로부터 신재생에너지의 생산 및 활용 등 새로운 용수공급시스템의 패러다임을 제시하고 신재생에너지의 융합기술의 발전을 위한 "환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술"

평가위원회 안
▪**세부과제 1**은 다양한 소비자의 요구에 부흥하고, 미래도시의 다양한 분산형 도시모델 출현 및 비상용수 확보를 고려한 "분산형 용수공급시스템 설계기술 개발 및 수직형 정수처리시설 prototype 제작"이며, ▪**세부과제 2**는 세부과제 1에서 개발되는 분산형 용수공급시스템 구축 핵심기술의 검증을 위한 "분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축" ▪**세부과제 3**은 분산형 용수공급시스템의 도입에 따른 기존 시설과의 연계성, 신재생에너지 활용성 증대 등을 포함한 분산형 용수공급시스템 효율적 운영 및 유지관리기술 확보 및 물 안보 체계를 확립하기 위한 "분산형 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발"

PART 1 : 당초기획안

제 4 장 세부과제별 연구개발 추진계획

▌세부과제는 3개로 구성되어 있으며, 각 세부과제별 추진방향 및 세부연구내용은 다음과 같다.

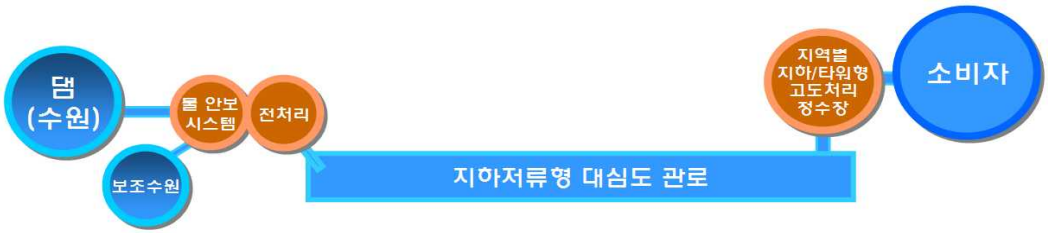
세부과제	추진방향	세부연구내용
분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설기술	분산화 및 지하저류 기반의 차세대 용수공급 인프라 구축기술 개발	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술 개발
		비상용수 확보 및 관리를 위한 지하저류 시설의 설계 및 건설 기술 개발
		건설 소재 국산화 및 요소기술 개발
차세대용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술	수송에너지 절감 및 물안보 확보를 위한 용수공급 시스템의 운영관리기술 개발	차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
		차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술	지하저류기반의 용수공급시스템과 연계한 신재생에너지 생산·연계활용 기술 및 신재생에너지 융합 수처리 플랜트 기술 개발	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
		용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
		저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발

제 1 절 1 세부과제 : 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급 시스템 설계 및 건설기술

1. 정의 및 비전

가. 정의

▌도시의 기능 및 미관을 고려한 분산형 컴팩트 수처리 플랜트 및 용수공급의 안정성/안전성 확보와 수송에너지의 저감 및 유수율을 제고할 수 있는 지하저류 시설의 설계 및 건설 기술 개발



▌그림 4.1 차세대 용수공급시스템 개념도 ▌

나. 비전

▌미래도시의 안전하고 안정적이고 경제적인 분산화 및 지하저류기반의 용수공급 인프라 구축

2. 연구개발 목표

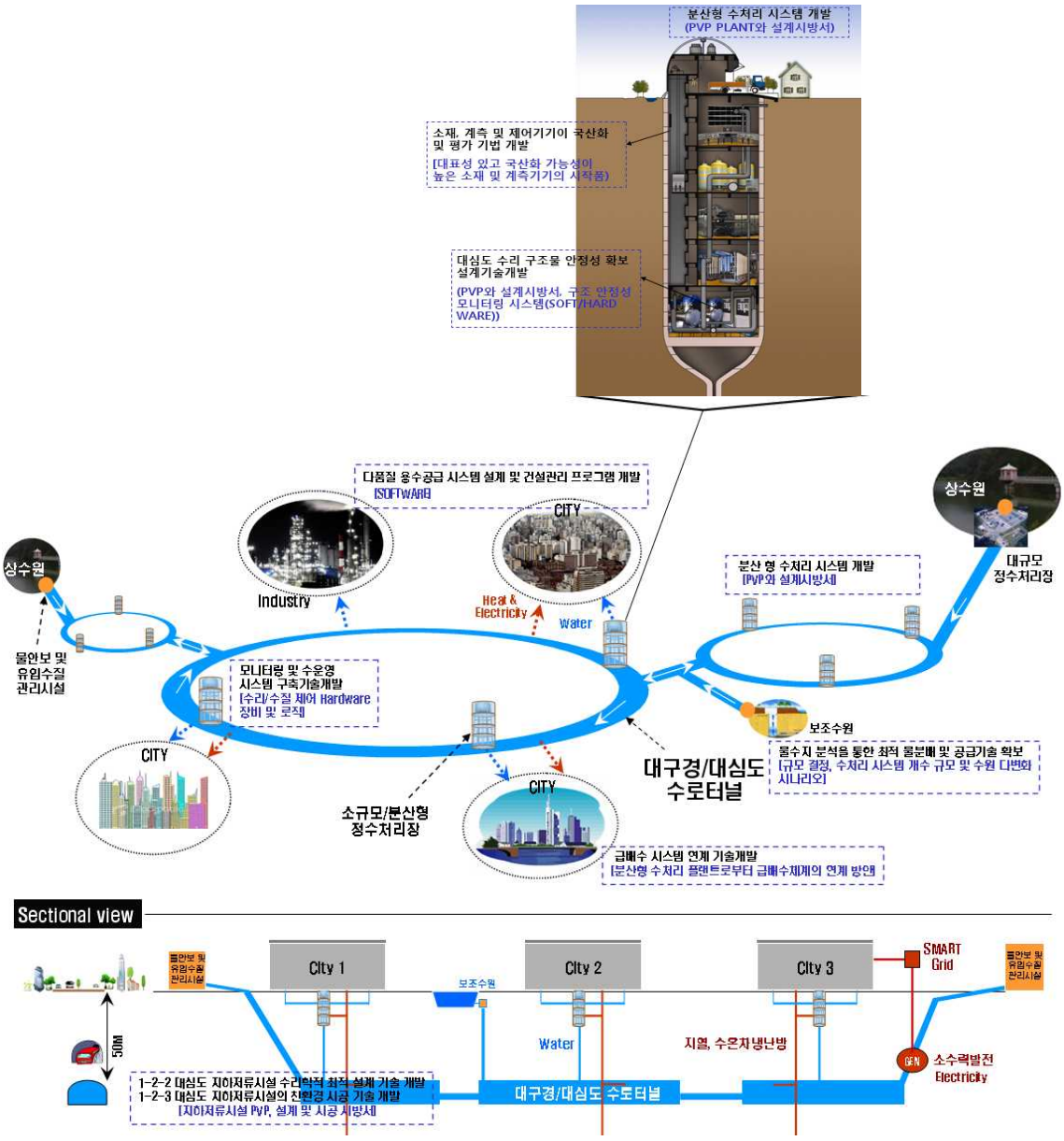
▌ 비상용수 및 다중 방어 시스템 확보를 통한 수질사고 Zero

▌ 수질신뢰성 확보를 통한 음용률 제고

3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정

▌1 세부과제의 세부 연구내용은 3개로 구성되어 있으며, 1 세부연구내용은 분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술개발이며, 2 세부연구내용은 비상용수 확보 및 관리를 위한 지하저류시설의 설계 및 시공 기술개발, 제3 세부연구내용은 건설 소재 국산화 및 요소기술개발이다.

구 분		세 부 연 구 내 용
분산화 및 지하저류 기반의 용수공급 시스템 설계 및 건설기술	제 1 세부연구내용	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공기술 개발
	제 2 세부연구내용	지하저류시설의 설계 및 시공기술 개발
	제 3 세부연구내용	건설 소재 국산화 및 요소기술 개발
핵심 keyword		비상용수, 분산형수처리시스템, 대심도지하저류시설, 물수지분석



▌그림 4.2 연구개발 개념도 및 1 세부과제 개발기술 위치도 ▐

▌1세부연구내용

▪ 1 세부연구내용 정의

세부과제	분산화 및 지하저류기반의 용수공급 시스템 설계 및 건설 기술
세부연구내용	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술개발
제안배경	▪ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템은 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존 시설의 노후화 문제의 근원적인 해결 방안 필요 ▪ 생산자 중심의 중앙집중형 처리스시템의 문제점 해결을 위해서 분산형(2~3만톤/일) 수처리 시스템의 건설을 위한 수처리 공정의 수직조합 기술개발 및 감성 디자인 고려가 필요 ▪ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 신도시에 적용 가능한 차세대 (분산화, 저에너지, 물안보 등) 용수공급 시스템의 아이디어 부재(세계 물시장 2015년 8,000억 전망) ▪ 1970년대 급수율 제고를 위해 건설되었던 기존 용수공급 시스템은 경제적/물리적 내수연한 문제가 지속적으로 대두됨
주요 연구내용	▪ 분산형 수처리 시스템 개발 ▪ 모니터링 및 수운영 시스템 구축기술 개발 ▪ 급/배수 시스템 연계 기술 개발 ▪ 광역 및 지자체 용수공급 시스템 법/제도적 연계방안 수립
목표성과물	▪ 분산형 수처리 시스템 설계 및 상세도면 ▪ 모니터링 및 자동연계 시스템 상용화버전 - Total 시스템 제어가능 시스템 중앙제어실 구성 ▪ 배수지(조)가 없는 직결 급배수 시스템 ▪ 광역 및 지자체 용수공급 시스템 연계 및 사업활성화 법 및 제도적 방안 ▪ Process Verification Plant(수직형 수처리시설 및 지하저류시설 데모 플랜트)
기술개발효과	▪ 기존 소요부지 1/10이상 절감, 기존 대비 건설비 1.4이하 기술 확보 ▪ 직결 급배수 시스템으로 인한 수질안전성 확보 ▪ Closed 수직형 용수처리 시스템 구축 기술 확보를 통해 증발산량이 많은 해외지역(중국, 동남아, 남미 등) 물시장 진출 가능
용어정의	▪ Bench-scale test : 제어된 조건(일정한 온도, 압력, pH 등)하에서 공정과 관련된 반응 메커니즘을 이해하기 위한 실험실 규모의 시험 ▪ Pilot Plant : 실제 규모에 적용되는 크기의 장치를 사용해서, 단위 공정 혹은 2개 이상의 복합 공정에 대한 시험을 수행하기 위한 시설. 단위 공정에 대한 설계 및 운영 인자를 알아내는 데 사용 ▪ Process Verification Plant : 실제 도입될 전체 공정을 대상으로, 용량만 축소하여, 시험을 수행하기 위한 시설. 전체 시스템의 운영 성능과 단위 공정들의 조합 연계성 등을 최종적으로 시험하기 위해 사용 ▪ 상용화 버전 : 시제품을 시장에 출시하기 위해 사용자 편의 및 디자인을 고려한 공정 생산화 모델

▪ 1 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

1세부연구내용	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 분산형 수처리시설물 설계 시방서 및 상세도면 작성 ▪ 다중 방어 시스템 적용을 통한 수질사고 zero ▪ 직접 음용율 90%이상	▪ 분산형 수처리 시스템 개발 ▪ 모니터링 및 수운용 시스템 구축기술 개발 ▪ 급/배수 시스템 연계 기술 개발 ▪ 광역 및 지자체 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립

▪ 1 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

1세부연구내용	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공기술 개발
주요 요소기술	주요내용
분산형 수처리 시스템 개발	▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계 기술 ▪ 2~3만 톤/일 용량의 수처리공정수직조합기술 개발 ▪ PVP(Process Verification Plant) 시공을 통한 지하저류시설과의 연계기술
모니터링 및 수운용 시스템 구축기술개발	▪ 분산형 수처리시스템과 지하저류시설의 연계 운영 Hardware 구축기술개발 ▪ Total 시스템 내의 감시 및 제어인자 도출 ▪ 모니터링 시스템 통합 로직 구성
급/배수 시스템 연계 기술 개발	▪ 분산형 수처리 시스템과 급/배수 시스템의 연계 기술 ▪ 급배수 시스템의 최적 설계 기술개발
광역 및 지자체 용수공급 시스템 법/제도적 연계방안 수립	▪ 기존 제도의 검토 및 보완 ▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도안 수립

▪ 1 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

1세부연구내용	분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	분산형 수처리 시스템 개발	▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 기본설계 ▪ 상사성을 고려한 Lab 실험
	광역 및 지자체 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립	▪ 기존 제도의 검토 및 보완
2차 년도	분산형 수처리 시스템 개발	▪ 2~3만 톤/일 용량의 수처리공정 수직조합 기본설계 ▪ 감압변 및 저류조가 없는 수직형 수처리시스템 상세설계 ▪ PVP가 고려된 Pilot plant 실험
	광역 및 지자체 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립	▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도안 수립
3차 년도	분산형 수처리 시스템 개발	▪ 상세 설계 및 검증 ▪ 시방서 도출
	모니터링 및 수운용 시스템 구축기술 개발	▪ 지하저류조 및 컴팩트형 수처리 시스템 내 감시 인자 도출(수리 및 수질인자) ▪ IT기반의 시제품의 감시 장비 개발
	급/배수 시스템 연계 기술개발	▪ 급/배수 시스템과의 연계 방안 수립 ▪ 수송에너지 저감 기술 개발(3분과 연계)
4차 년도	분산형 수처리 시스템 개발	▪ PVP(Process Verification Plant) 시공 ▪ 지하저류시설과의 연계
	모니터링 및 수운용 시스템 구축기술개발	▪ 모니터링 시스템 통합 로직 구성 ▪ 상용화-version 개발
	급/배수 시스템 연계기술개발	▪ 배수시스템의 최적위치 선정 및 설계 기술 개발

▌2세부연구내용

▪ 2 세부연구내용 정의

세부과제	분산화 및 지하저류기반의 용수공급 시스템 설계 및 건설 기술
세부연구내용	지하저류시설의 설계 및 건설 기술
제안배경	▪ 지하저류시설 및 다지점으로 건설되는 분산화 수처리 시스템의 최적설계를 위해서는 상호간의 유입 및 유출 물수지 분석을 통하여 다양한 조건에서 유동량을 산정하는 분석 기술 필요 ▪ 광역 지하저류시설의 설계 및 건설을 위해서는 용수공급 및 비상저류 시나리오에 따른 최적 저류량, 최적 관길이 및 관경 그리고 망(지하저류시설과 시설 간)의 구성에 대한 최적 설계 기술 필요 ▪ 시공 중 및 시공 후 주변 환경에 대한 영향을 최소화하는 지속가능한 친환경 시공기술 개발이 필요 ▪ 사용 수명동안 발생할 수 있는 내외부 안전성 위해 요인(지진, 화재, 누수, 테러 등)에 대한 대응 시스템 구축 및 지반 지진 응답 편차가 큰 지하저류 수리구조물 및 수처리 시설에 대한 내진 설계 기술 필요
주요 연구내용	▪ 물수지 분석을 통한 최적 물분배 및 공급기술 확보 ▪ 대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계기술 개발 ▪ 대심도 지하 저류시설 친환경 시공 기술 개발 ▪ 대심도 수리 구조물 안전성 확보 설계 기술 개발
목표성과물	▪ 물수지 분석에 근간한 지하저류시설의 기본설계 도면 ▪ 안전성 확보를 위한 지중 수리구조물 설계 시방서 및 상세 도면 ▪ 지하저류시설 친환경 시공 매뉴얼 ▪ 지하저류시설 데모 시공 구조물
기술개발효과	▪ 용수공급 에너지 30% 이상 절감 ▪ 지중 수리구조물의 반영구적인 내수연한 확보 ▪ 비상용수 확보 및 소수력 발전 효율의 극대화 ▪ 시공 중/후 환경적인 impact 최소화
용어정의	▪ **물수지 분석** : 어떤 특정기간 동안 대상지역에 물의 유입, 저류 및 유출되는 과정을 정량적으로 분석하는 것 ▪ BIM(Building Information Modelling) : 시공과정의 3차원 가시화가 가능한 시뮬레이션 시스템 소프트웨어

▪ 2 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

2세부연구내용	지하저류시설의 설계 및 시공 기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 지하 저류시설의 설계 및 시방서 작성 및 설계 ▪ 시공 노하우 확보 ▪ 세계 최고 수준의 선진 설계 및 시공기술의 확보	▪ 물수지 분석을 통한 최적 물분배 및 공급 기술 확보 ▪ 대심도 지하 저류시설 수리학적 최적 설계 기술 확보 ▪ 대심도 지하 저류시설이 친환경 시공 기술개발 ▪ 대심도 수리 구조물의 안전성 확보 설계 기술

▪ 2 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

2세부연구내용	지하저류시설의 설계 및 시공기술 개발
주요 요소기술	주요내용
물수지 분석을 통한 최적 물분배 및 공급기술확보	▪ 물수지 분석을 통한 유동량 산정 기술 개발 ▪ 보조수원의 연계 및 혼합 조건/지점 최적화 ▪ 수요관리를 통한 수직형 수처리 시스템의 최적지점 도출
대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계	▪ 지하저류시설의 최적설계 수리인자 도출(펌프 및 경사 등) ▪ 용수공급 시나리오에 따른 Total system 수리적 최적설계 기술
대심도 지하저류시설의 친환경 시공 기술 개발	▪ 대심도 지하저류시설 시공에 따른 주변 환경 영향 리스크 예측, 평가 및 제어기술 개발 ▪ 대심도 지하저류시설 친환경 시공을 위한 지식기반형 설계/시공 BIM 시스템 개발 ▪ 고수압 환경에서의 지하저류조 오염원 차단 및 기밀성 확보 친환경 시공 기술 ▪ PVP 구축시 지하저류시설 연계기술 개발
대심도 수리구조물 안전성 확보 설계 기술 개발	▪ 화재, 누수, 테러 등 구조물 안정성 위협 요소 대응체계 개발 ▪ 대심도 수리구조물 내진설계, 취약부평가 및 보강기술 개발

▪ 2 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

2세부연구내용	지하저류시설의 설계 및 건설 기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	물수지 분석을 통한 최적 물 분배 및 공급기술 확보	▪ 국내 사례조사를 통한 기술개발 현황 및 적용성 검토 ▪ 분산화 수처리 시스템과 대심도 지하저류조의 물수지 분석을 통한 유동량 산정 ▪ 수원의 다변화를 위한 보조수원의 역할 및 혼합정도와 혼합지점 결정
	대심도 지하 저류시설 수리학적 최적설계 기술개발	▪ 국내 사례조사를 통한 대심도 지하저류시설의 기본설계 ▪ 대심도 지하저류시설의 수리학적 최적설계 인자도출 ▪ (비상용수확보 및 수송에너지 저감을 위한)적정 저류량 산정 및 저류형태
	대심도 지하저류시설의 친환경 시공 기술개발	▪ 지하저류시설 시공시 지하수 영향 평가 ▪ 지하저류시설 주변환경 영향 인자 도출
2차 년도	물수지 분석을 통한 최적 물 분배 및 공급기술 확보	▪ 장래예측 물수지 분석을 통한 분산화 수처리시스템 최적지점 도출 ▪ 지하저류조로부터 수처리 시스템으로의 처리수의 최적 배분 및 공급기술 개발
	대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계 기술 개발	▪ 용수공급 시나리오에 따른 수리학적 최적 설계 기술개발 ▪ 수리모형 실험을 통한 지하저류시스템의 특성 연구 ▪ 분산화 규모 결정
	대심도 지하저류시설의 친환경 시공 기술 개발	▪ 지하저류시설 시공에 따른 지하수 유동 등 주변영향 예측 및 평가 요소기술 개발 ▪ 지하저류시설 시공 리스크 평가 관리 요소기술
	대심도 수리 구조물의 안전성 확보 설계 기술 개발	▪ 지진 거동 분석 및 해석 모델 개발 ▪ 지진 모니터링 시스템 기본설계 ▪ 화재, 누수, 테러 등 구조물 안전성 위협요소 대응 시스템 개발
3차 년도	대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계 기술 개발	▪ 지하저류시설의 상세설계도면 작성 ▪ 시방서 작성 및 설계인자 도출
	대심도 지하저류시설의 친환경 시공 기술 개발	▪ 대심도 지하저류시설 친환경 시공 설계 BIM 시스템 개발 ▪ 지식기반형 지하저류시설 모니터링 가시화(시공중) 및 시공성 평가 기술 개발 ▪ 지하저류조 시공특성이 고려된 친환경 시공 요소기술 개발
	대심도 수리구조물 안전성 확보 설계 기술 개발	▪ 대심도 수리구조물 지진 취약부 평가 및 보강 기술 개발 ▪ 지진 모니터링 시스템 상세 설계
4차 년도	대심도 지하저류시설의 친환경 시공 기술 개발	▪ PVP에 연계할 demonstration 터널 시공 ▪ 분산형 수처리 시스템 연계기술 개발

▌3 세부연구내용

▪ 3 세부연구내용 정의

세부과제	분산화 및 지하저류기반의 용수공급 시스템 설계 및 건설 기술
세부연구내용	건설 소재 국산화 및 요소 기술 개발
제안배경	▪ 추후 해외 신도시 개발 사업 진출을 위해서 범용적으로 사용 가능한 지하저류시설 및 수직형 용수공급시스템의 설계 자동화 소프트웨어의 개발 필요 ▪ 용수공급관련 물산업에 소요되는 소재, 장비 및 계측기기의 수입을 최소화하고 건설단가의 저감을 위해 핵심 소재 및 기기의 국산화 필요 ▪ 단, 대표성 있고 국산화의 목표가 가장 가능성이 있는 소재, 장비 및 기기로 한정
주요 연구내용	▪ 다품질 용수공급시스템 설계 및 건설관리 프로그램 개발 ▪ 소재, 계측 및 제어기기의 국산화 및 평가 기법 개발
목표성과물	▪ 설계 및 건설관리 프로그램(software) ▪ 용수공급시스템 구축 관련 소재, 장비 및 계측 기기 국산 상용화 버전
기술개발효과	▪ 설계 및 시공 관리 Man-hour 50% 절감 ▪ 수입 대체 소재 국산화를 통한 총 공사비 10% 절감
용어정의	▪ **다품질 용수 공급** : 본 기획연구에서 언급하는 다품질은 공업용수, 생활용수 등 소비자 지역을 특성을 고려한 다양한 수질의 공급차원에서 품질의 다변화를 언급함

▪ 3 세부연구내용 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

3세부연구내용	건설 소재 국산화 및 요소기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 수리 및 구조해석 기반의 설계 및 시공 관리 소프트웨어 개발 ▪ 소재 및 기기 국산화를 통한 건설비 30% 절감	▪ 다품질 용수공급 시스템 설계 및 건설관리 프로그램 개발 ▪ 소재, 계측 및 제어기기의 국산화 및 평가기법 개발 (연구단 지정공모과제)

▪ 3 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

3세부연구내용	건설 소재 국산화 및 요소기술 개발
주요 요소기술	주요내용
다품질 용수공급시스템 설계 및 건설관리 프로그램 개발	▪ 유체 및 구조 해석, 적산 알고리즘을 연계한 설계 자동화 프로그램 개발 ▪ 가상 시나리오 작성 및 상세 설계를 통한 검증
소재, 계측 및 제어 기기의 국산화 기법 개발(자유공모과제)	▪ 대표성 있고 국산화 가능성이 가장 높은 소재, 장비 및 기기 선정 ▪ 국산화 시 경제적 편익 도출 ▪ Full-scale 규모의 시스템에 적용 및 검증을 통한 상용화-version 개발

▪ 3 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

3세부연구내용	건설 소재 국산화 및 요소기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	소재, 계측 및 제어기기의 국산화 및 평가기법 개발(자유공모과제)	- 대표성 있고 국산화 가능성이 높은 소재 및 기기 선정 - 국산화를 통한 경제적 편익 분석 - 개발 및 적용 시 제도 보완 및 안 수립
2차 년도	소재, 계측 및 제어기기의 국산화 및 평가 기법 개발(자유공모과제)	- Lab 규모 시설 및 검증을 통한 시제품-version 개발
3차 년도	다품질 용수공급 시스템 설계 및 건설 관리 프로그램 개발	- 유체 및 구조해석 알고리즘을 연계한 설계 자동화 프로그램 개발 - 공정 조합 기술 대안 제시 기능 탑재
	소재, 계측 및 제어기기의 국산화 및 평가 기법 개발(자유공모과제)	- Full-scale 규모의 수처리 공정 적영 및 검증을 통한 상용화-version 개발
4차 년도	다품질 용수공급 시스템 설계 및 건설 관리 프로그램 개발	- 가상 시나리오 작성 및 설계를 통한 검증

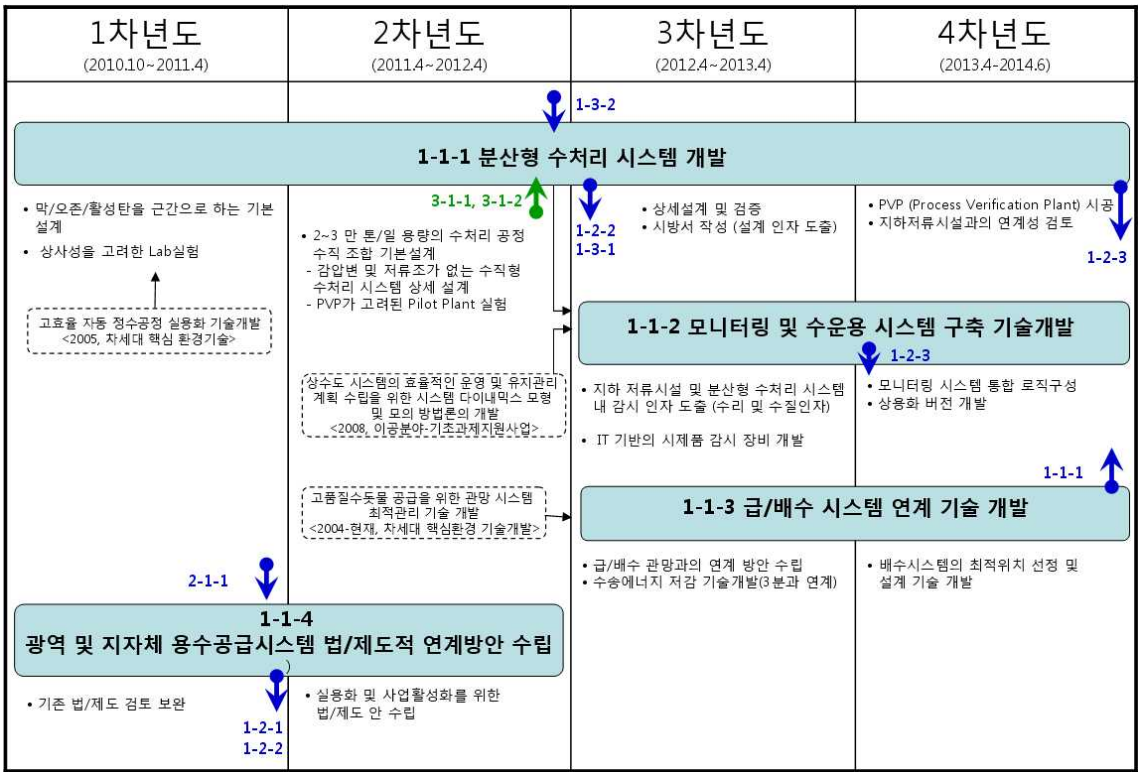
4. 기술로드맵 (TRM)

▌1 세부과제의 기술로드맵은 아래와 같다

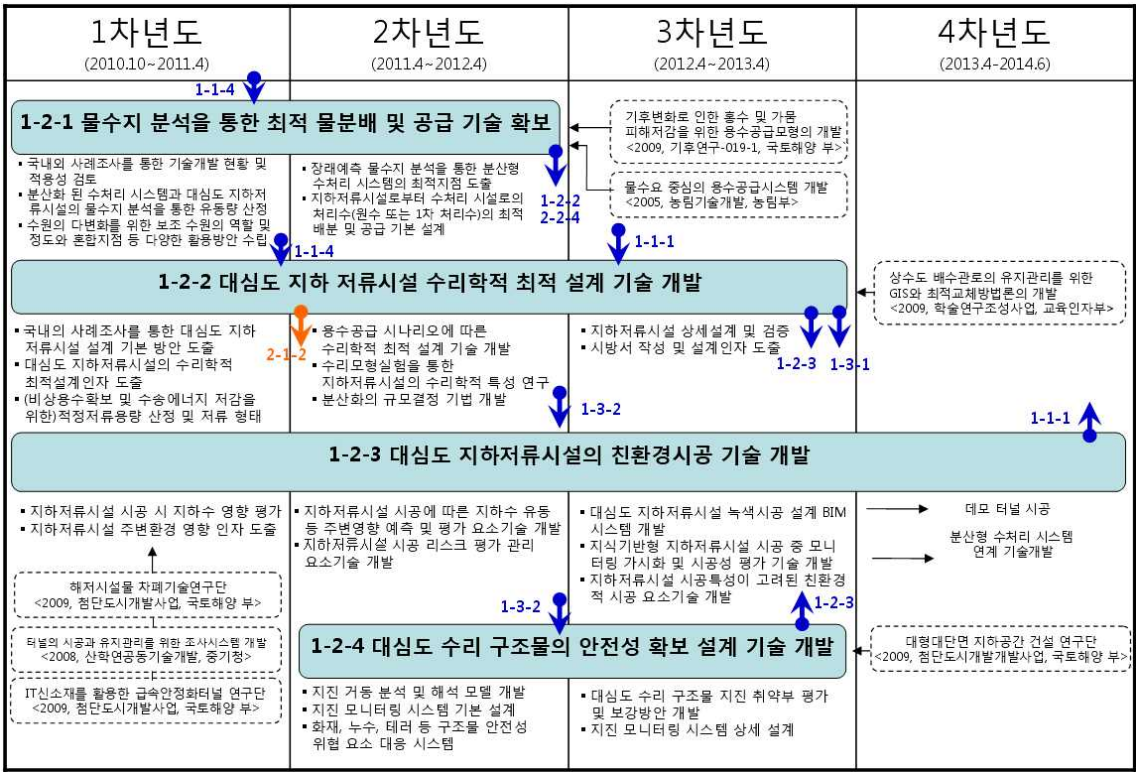
▌기술로드맵은 국토해양부, 지식경제부, 교육과학기술부, 환경부 등 정부에서 과거 10년간(1997-2007) 수행한 과제를 분석하여 연계 및 활용성을 포함하여 작성하였으며, 그림내의 점선으로 기 수행된 연구과제 및 연계내용(성과물 연계활용가능분야)을 표시하였으며,

▌또한, 각각의 세부 연구내용에 대한 연구내용을 포함하였으며, 화살표를 이용하여 제 1, 2 및 3 세부의 각 세부연구내용 및 주요 요소기술 간의 연계성을 표현하였으며, 각각의 기술명(번호)와 주요 연계내용을 포함하였다.

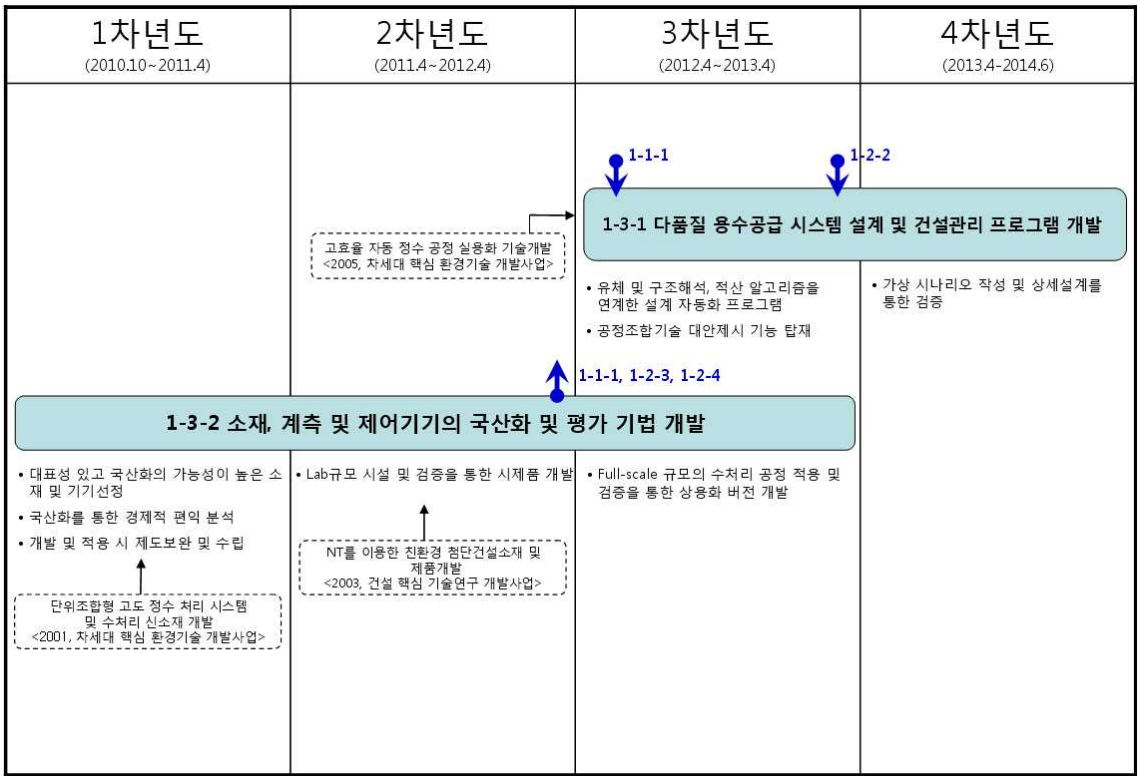
□ 제 1 세부연구내용 : 분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공기술 개발



□ 제 2 세부연구내용 : 지하저류시설의 설계 및 시공기술 개발



□ 제 3 세부연구내용 : 건설 소재 국산화 및 요소기술 개발



제 2 절. 2세부과제 : 차세대용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물 안보 기술

1. 정의 및 비전

가. 정의

▌현재의 수송시스템에서 막대한 에너지 비용을 절감할 수 있는 지하저류시설 건전성, 수질 안전성 및 용수공급의 안정성이 확보된 차세대 용수공급 시스템의 운영·유지관리 기술 개발과 수질사고 및 재해 발생으로부터 완전 대응 가능하고 중단없는 안전한 물공급이 가능한 물 안보 체계를 확립하기 위한 차세대 용수공급 시스템의 물안보 기술 개발

나. 비전

▌수질의 안전성과 수량의 안정성 확보를 통해 차세대용수공급시스템의 중단 없는 다품질의 용수공급

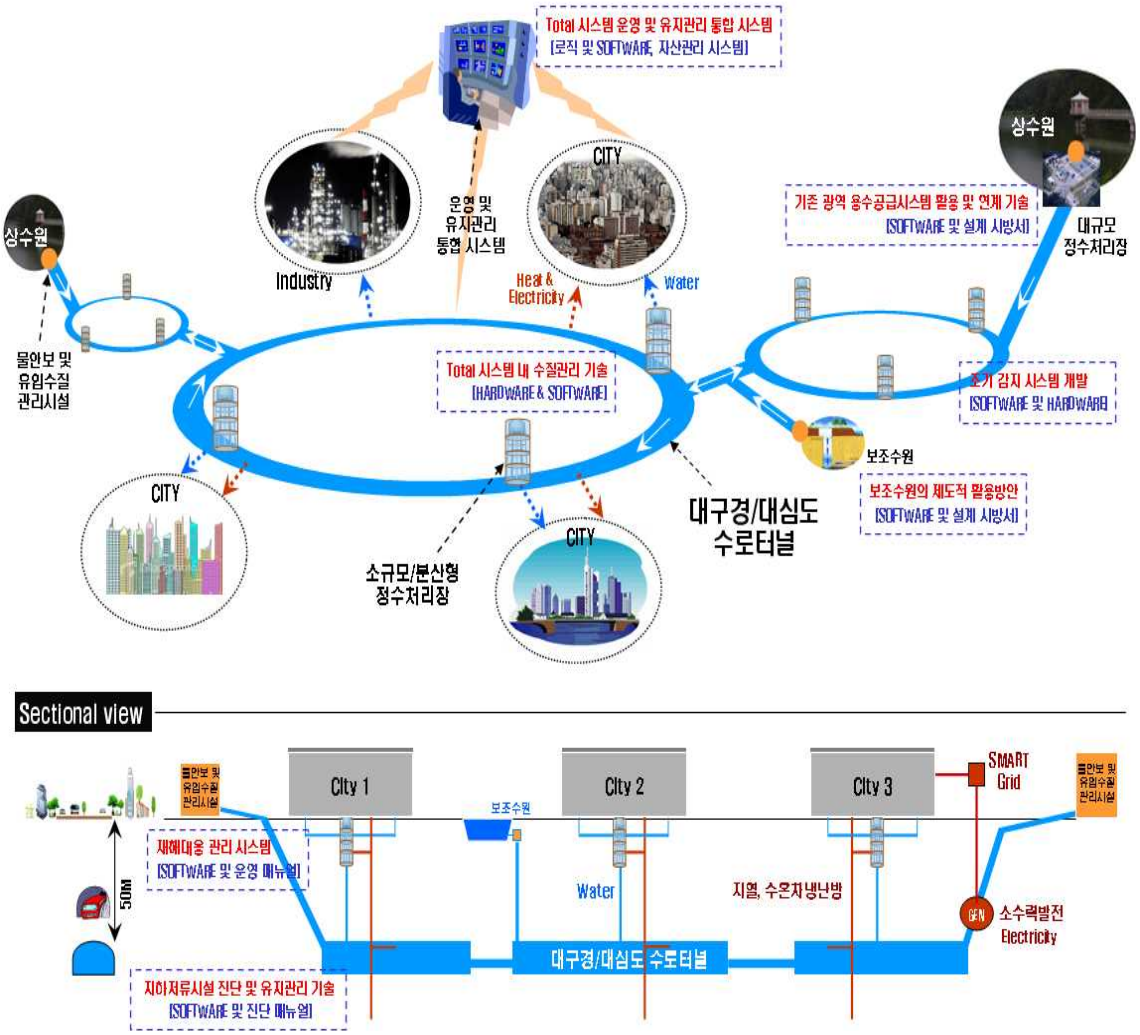
2. 연구개발 목표

▌차세대용수공급시스템의 지하저류시설 건전성, 수질 안전성 및 용수공급 안정성 확보
▌반영구적인 시설물의 내구연한 확보
▌차세대용수공급시스템의 통합 운영 및 유지관리 기술개발
▌중단없는 안전한 물 공급 체계 구축
▌수질사고 및 재해 발생대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보

3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정

▌2세부과제의 세부연구내용은 2개로 구성되어 있으며, 1세부과제는 차세대 용수공급시스템의 수질 안전성, 용수공급 안정성 확보를 위한 통합운영 및 유지관리 기술을 개발하는 것이며, 2세부과제는 중단없는 안전한 물공급 체계를 구축하기 위한 차세대 용수공급 시스템의 물 안보 확보 기술의 개발이다.

구 분		세부연구내용
차세대 용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물 안보 기술	제 1 세부연구내용	▪ 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
	제 2 세부연구내용	▪ 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
핵심 keyword		물안보, 비상용수, 재해대응시스템, 운영관리통합시스템, 지하저류시설 진단, 자산관리



▌그림 4.3 연구개발 개념도 및 2 세부과제 개발기술 위치도 ▐

▌1 세부연구내용

▪ 1 세부연구내용 정의

세부과제	차세대용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술
세부연구내용	차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
제안배경	▪ 기존의 용수공급 시스템과 차세대 용수공급시스템을 연계하기 위한 요소기술과 통합을 위한 시스템 최적화 구축 필요 ▪ 지하저류 구조물의 건전도를 평가하고 유지관리하기 위한 기술 개발이 필요 ▪ 별도의 단수조치가 없는 상황에서 대단면 수로터널 등의 지하저류시설에 대한 원격 무인 조사 및 분석, 평가가 가능한 무단수 원격 무인 Inspection 장비 개발이 필요 ▪ 차세대 용수공급 시스템의 지하저류조 및 분산화된 용수공급 시스템 내 수질을 관리하기 위한 시스템 구축이 필요 ▪ 차세대 용수공급시스템의 저에너지형의 운영 및 수량·수질·시설을 유지관리하기 위한 통합 시스템이 필요
주요 연구내용	▪ 기존용수시스템 활용 및 연계 기술 ▪ 지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발 ▪ 지하저류조 및 분산화된 용수공급 시스템 내 수질관리 기술 개발 ▪ 차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축
목표성과물	▪ 기존용수공급시스템과 차세대용수공급 시스템의 연계 가이드라인 ▪ 물수요 예측 프로그램 (용수공급을 위한 단기 수요예측 기술) ▪ 네트워크 구성 기술 (분산형 용수공급시스템의 네트워크 구성기술) ▪ 대단면 지하저류시설의 조사 진단, 유지보수용 통합 원격 무인 장비 ▪ 대단면 지하저류시설 손상평가 및 유지보수 매뉴얼 ▪ 대단면 유수조건내 조사·진단·유지보수 기능 수행 ▪ 수질관리 프로그램/매뉴얼 ▪ 최적 수질 모니터링 가이드라인 ▪ 차세대 용수공급 시스템의 LCC 및 자산관리 프로그램/매뉴얼 ▪ 차세대 용수공급 시스템 수량·수질 및 시설 통합 관리 프로그램/매뉴얼
기술개발효과	▪ 지하저류시설 건전성, 수질 안전성 및 용수공급 안정성 확보 ▪ 반영구적인 시설물의 내구연한 확보 ▪ 시스템 에너지 30% 절감 (용수생산 및 수송비용 30% 절감) ▪ 수질 관리 비용 20% 절감 ▪ 기존 시스템 대비 운영 유지관리 비용 30% 절감
용어정의	▪ ROV : Remotely Operated Vehicle, 유속이 있는 수중에서 각종 조사·진단·유지보수 업무를 수행할 수 있게 하는 자체 무인 구동 로봇 ▪ 원격무인 Inspection 시스템 : 유속이 있는 수중에서 ROV에 탑재되어 대단면 시설물의 조사·진단·유지보수 업무를 원격으로 수행할 수 있는 장비 및 시스템 ▪ LCC : Life Cycle Cost, 생애주기비용 ▪ 자산관리시스템(Asset Management System) : 용수공급시설의 가치를 평가하고 최소 비용으로 최적유지관리를 지원하는 프로그램

▪ 1 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 지하저류시설 건전성, 수질 안전성 및 용수공급 안정성 확보 ▪ 반영구적인 시설물의 내구연한 확보 ▪ 통합 운영 및 유지관리 기술개발	▪ 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술 ▪ 지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발 ▪ 지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 기술 개발 ▪ 차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축

▪ 1 세부과제 연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
주요 요소기술	주요내용
기존용수공급시스템 활용 및 연계기술	▪ 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 통합시스템의 로드맵 개발 ▪ 최적 용수공급 및 배분을 위한 단기 용수공급 예측 기술 개발 ▪ 수운영 통합관리 프로그램의 요소기술 개발 ▪ 용수공급구역의 통합을 위한 시스템 구축
지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발	▪ 대단면 지하 저류시설에 대한 무단수 원격 무인 Inspection 및 유지보수 장비 개발 ▪ 대단면 지하저류시설에 대한 손상탐지 및 평가 기술 개발 ▪ 시범적용 및 검증
지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 기술 개발	▪ 대단면 지하 저류시설의 수질관리시스템 구축 기술 ▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수질관리 시스템 구축
차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축	▪ 수량, 수질 및 시설 통합 유지관리를 위한 요소기술 개발 ▪ 차세대용수공급시스템의 자산관리 시스템 구축 ▪ 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획 수립

▪ 1 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

1세부과제명	차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발	
구분	연구내용	주요내용
1차 년도	기존 용수공급시스템 활용 및 연계기술	▪ 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 통합시스템의 로드맵 개발 ▪ 최적 용수공급 및 배분을 위한 단기 용수공급 예측기술 개발 ▪ 용수공급구역의 통합을 위한 시스템 구축
2차 년도	기존 용수공급시스템 활용 및 연계기술	▪ 최적 용수공급 및 배분을 위한 단기 용수공급 예측기술 개발 ▪ 수운영 통합관리 프로그램의 요소기술 개발 ▪ 용수공급구역의 통합을 위한 시스템 구축
	지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발	▪ 대단면 지하 저류시설에 대한 무단수 원격 무인 Inspection 및 유지보수 장비 개발
	지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 기술 개발	▪ 대단면 지하 저류시설의 수질관리시스템 구축 기술 ▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수질관리 시스템 구축
3차 년도	지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발	▪ 대단면 지하 저류시설에 대한 무단수 원격 무인 Inspection 및 유지보수 장비 개발
	지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 기술 개발	▪ 대단면 지하 저류시설의 수질관리시스템 구축 기술 ▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수질관리 시스템 구축
	차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	▪ 수량, 수질 및 시설 통합 유지관리를 위한 요소기술 개발 ▪ 차세대용수공급시스템의 자산관리 시스템 구축 ▪ 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획 수립
4차 년도	지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발	▪ 시범적용 및 검증 ▪ 대단면 지하저류시설에 대한 손상탐지 및 평가 기술 개발
	차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	▪ 수량, 수질 및 시설 통합 유지관리를 위한 요소기술 개발

▌2 세부연구내용

▪ 2 세부연구내용의 정의

세부과제	차세대용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술
세부연구내용	차세대 용수공급시스템을 위한 물안보 확보 기술 개발
제안배경	▪ 차세대 용수공급 시스템의 운영을 위한 물안보에 대한 개념을 정립하고, 관련 법안의 수립이 필요 ▪ 용수공급 시스템의 물안보를 유지하기 위한 수량과 수질을 감시할 수 있는 기술 개발이 필요 ▪ 용수공급 시스템의 시설물에 대한 공격이나 재난에 대비한 재난 상황별 대응기술 개발이 필요하고, 재난 발생 시 비상용수의 확보 및 공급할 수 있는 방안 마련이 필요 ▪ 재난 상황 발생 및 수원의 다변화 측면에서 보조수자원의 공급체계를 구축할 필요성 대두
주요 연구내용	▪ 물안보 표준 및 기준 수립 ▪ 조기 감지 시스템 개발 ▪ 재해대응 관리시스템 개발 ▪ 보조수원 제도적 활용 방안 수립(수원의 다변화, 활성화)
목표성과물	▪ 물안보 법령 초안 ▪ 물안보 로드맵 ▪ 유해물질 대응 조기 감지 시스템 ▪ 비상관리 매뉴얼 ▪ 이동형 비상용수 공급장치 ▪ 보조 수자원의 제도적 활용 방안
기술개발효과	▪ 중단없는 안전한 물공급 체계 구축 ▪ 재해 발생대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보 ▪ 물안보 확보가능 법령 체제 완비 ▪ 바이오센서 장착 유해물질 감지시스템 적용 ▪ 재난시 단수제로 달성 ▪ 재난 피해액 30% 절감 ▪ 재난 대비 시설보강비용 50% 절감
용어정의	▪ **물안보** : 물 테러나 물관련 재해(홍수, 가뭄)으로부터 용수공급시스템을 보호 ▪ **피해산정모델** : 재난으로 인한 피해를 산정하기 위한 모델 ▪ **시스템 취약도** : 물테러나 재난에 대한 용수공급시스템의 취약한 정도 ▪ **재해 위험도** : 재난의 위험한 정도 ▪ **이동형 비상용수 공급장치** : 비상시 지속적 용수공급을 달성하기 위해서 용수공급을 가능하게 하는 이동형 장치 ▪ **보조수자원**: 물 재이용, 빗물, 해수 등 기존 수자원의 보조 수원

▪ 2 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
세부과제 연구목표	주요 요소기술
▪ 중단없는 안전한 물공급 체계 구축 ▪ 수질사고 및 재해 발생 대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보	▪ 물안보 표준 및 기준 수립 ▪ 조기 감지 시스템 개발 ▪ 재해대응 관리시스템 개발 ▪ 보조수원 제도적 활용 방안 수립(수원의 다변화, 활성화)

▪ 2 세부과제 연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
주요 요소기술	주요내용
물안보 표준 및 기준 수립	▪ 물 안보 정의 및 범위 설정 ▪ 물안보 로드맵 개발
조기 감지 시스템 개발	▪ 외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발 ▪ 용수공급 시스템의 수질 감시기법 개발 ▪ 수질감시 국산화 장비 개발 ▪ 시범적용 및 검증
재해대응 관리시스템 개발	▪ 재난 위험도 분석 ▪ 시스템 취약도 산정 ▪ 비상 대응시스템 개발
보조수원 제도적 활용 방안 수립(수원의 다변화, 활성화)	▪ 보조수자원 용수공급체계 구축 기술

▪ 2 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

2세부과제명	차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발	
구분	연구내용	주요내용
1차 년도	물 안보 표준 및 기준 수립	▪물 안보 정의 및 범위 설정 ▪물안보 로드맵 개발
2차 년도	물 안보 표준 및 기준 수립	▪관련 법안 수립
	조기 감지 시스템 개발	▪외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발 ▪용수공급 시스템의 수질 감시기법 개발 ▪수질감시 국산화 장비 개발
	재해 대응 관리시스템 개발	▪재해 위험도 분석 ▪시스템 취약도 산정
3차 년도	조기 감지 시스템 개발	▪외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발 ▪용수공급 시스템의 수질 감시기법 개발 ▪수질감시 국산화 장비 개발
	재해 대응 관리시스템 개발	▪비상 대응시스템 개발
	보조수원 제도적 활용방안 수립(수원의 다변화, 활성화)	▪보조수자원 용수공급체계 구축 기술
4차 년도	조기 감지 시스템 개발	▪시범적용 및 검증
	재해 대응 관리시스템 개발	▪비상 대응시스템 개발 ▪통합 재해관리 대응시스템 구축 ▪비상용수 확보 및 공급방안
	보조수원 제도적 활용방안 수립(수원의 다변화, 활성화)	▪보조수자원 용수공급체계 구축 기술

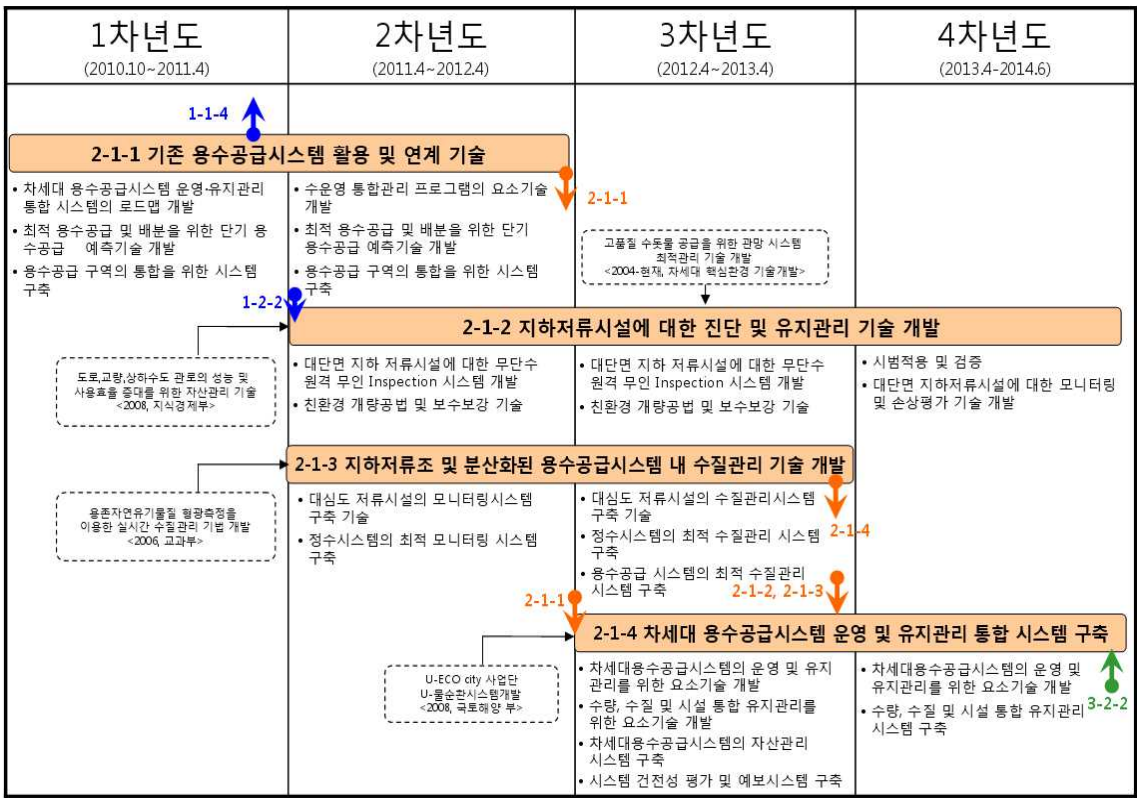
4. 기술로드맵 (TRM)

▌2 세부과제의 기술로드맵은 아래와 같다

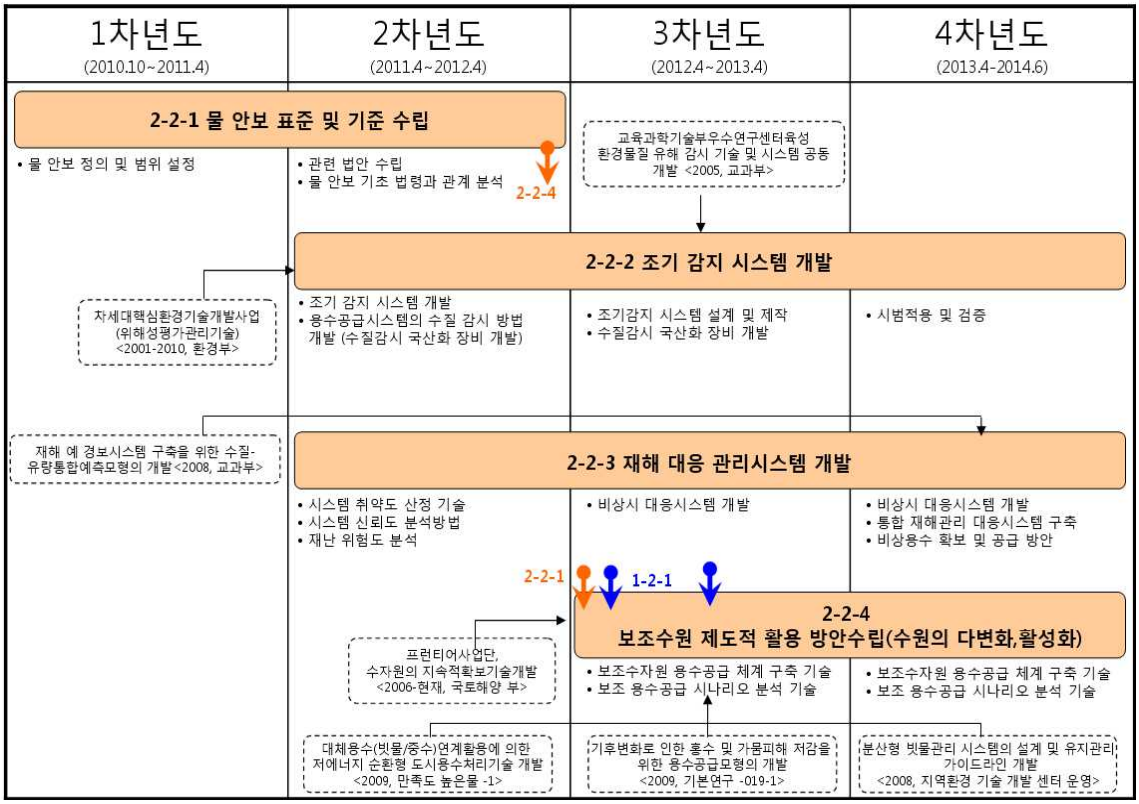
▌기술로드맵은 국토해양부, 지식경제부, 교육과학기술부, 환경부 등 정부에서 과거 10년간(1997-2007) 수행한 과제를 분석하여 연계 및 활용성을 포함하여 작성하였으며, 그림내의 점선으로 기 수행된 연구과제 및 연계내용(성과물 연계활용가능분야)을 표시하였으며,

▌또한, 각각의 세부 연구내용에 대한 연구내용을 포함하였으며, 화살표를 이용하여 제 1, 2 및 3 세부의 각 세부연구내용 및 주요 요소기술 간의 연계성을 표현하였으며, 각각의 기술명(번호)와 주요 연계내용을 포함하였다.

□ 제 1 세부과연구내용 : 차세대용수공급시스템 운영·유지관리 기술개발



□ 제 2 세부연구내용 : 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발



제 3 절 3세부과제 : 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술

1. 정의 및 비전

가. 정의

▌분산화 및 지하저류기반의 차세대 용수공급시스템과 연계하여 신재생에너지의 생산을 극대화하고 에너지를 효율적으로 관리하여 용수공급시스템 에너지자립도 30% 이상을 달성하기 위한 신재생에너지 생산·활용·관리 기반기술 확보 및 해외 CDM 사업에 활용 가능한 신재생에너지 기반의 저에너지형 수처리플랜트 실용기술 개발

나. 비전

▌ 신재생에너지의 생산, 활용 및 융합을 통한 친환경 용수공급시스템 구축

2. 연구개발 목표

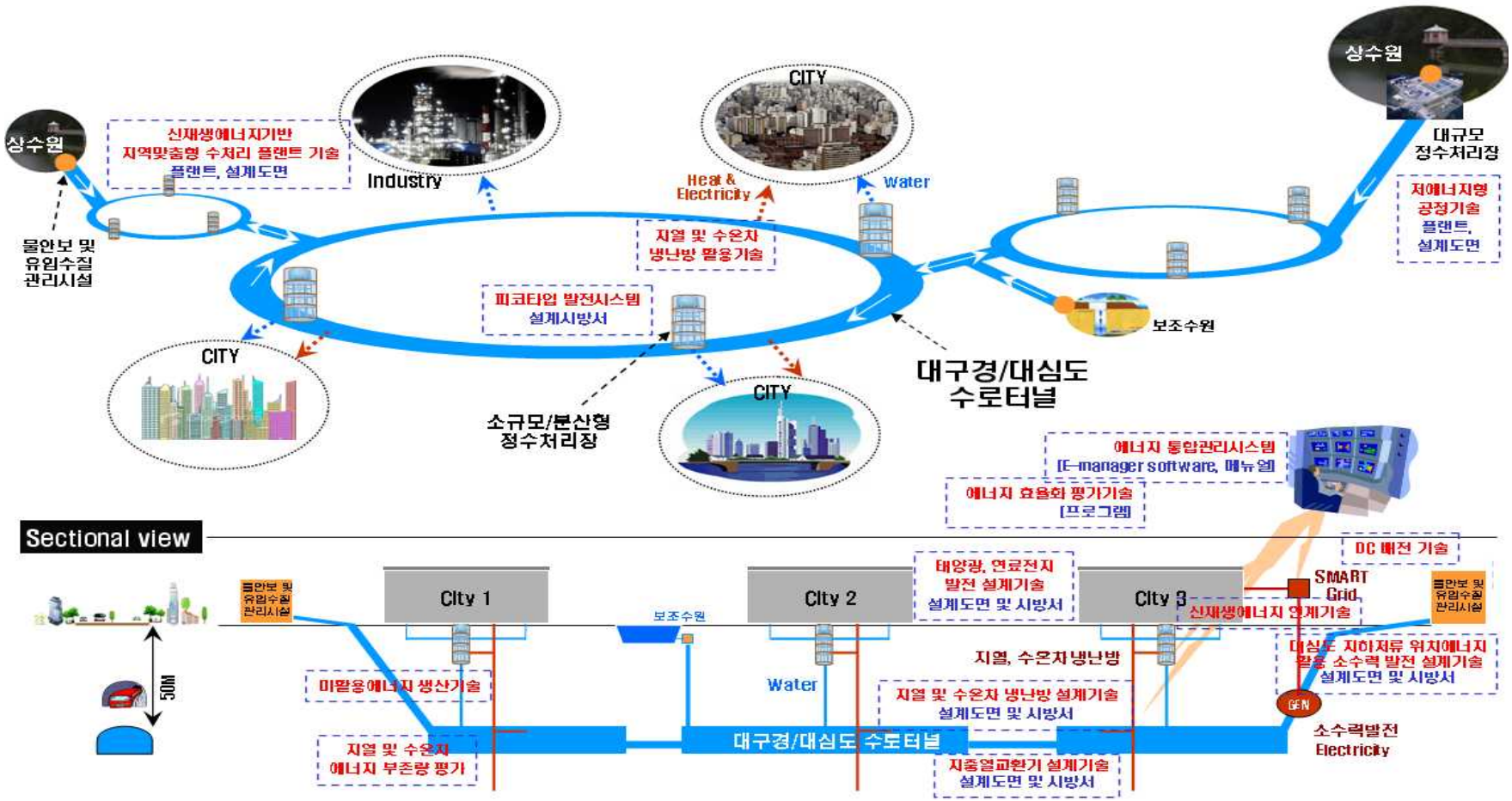
▌용수공급시스템의 에너지 자립도 30% 이상을 달성할 수 있는 신재생에너지 생산·활용·관리 기반기술 확보

▌신재생에너지 기반의 저에너지형 수처리플랜트 개발 및 해외진출

3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정

▌3세부과제의 세부연구내용은 3개로 구성되어 있으며, 1세부연구내용은 지하저류기반의 차세대 용수공급시스템과 연계하여 신재생에너지의 생산을 극대화는 기술이며, 2세부연구내용은 생산된 신재생에너지를 포함한 용수공급시스템에 사용하는 에너지를 효율적으로 연계활용, 관리의 기반기술을 확보하는 것이며, 3세부연구내용은 해외 CDM 사업에 활용 가능한 신재생에너지 기반의 저에너지형 수처리 플랜트 실용기술 개발이다.

구 분		세부 연구내용
환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술	제 1 세부연구내용	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
	제 2 세부연구내용	용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
	제 3 세부연구내용	저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발
핵심 keyword	지하저류시설기반 소수력발전, CDM 사업, 신재생에너지 생산, 저탄소형 수처리플랜트, 제로탄소형 수처리플랜트	



▌그림 4.4 연구개발 개념도 및 3 세부과제 개발기술 위치도 ▐

▌1 세부연구내용

▪ 1 세부연구내용의 정의

세부과제	환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술
세부연구내용	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
제안배경	▪ 용수공급기술이 녹색성장에 기여하고 해외시장에 진출하여 국익을 창출하기 위해서는 용수공급 인프라를 활용한 적극적인 신재생에너지 생산 기술의 개발이 필요 ▪ 지하수저류시설 기반의 용수공급시스템이 구축됨에 따라, 경제성이 예상되는 소수력발전, 수온차냉난방, 태양광 및 연료전지, 지열 등의 에너지의 타당성 검토 및 생산기술 개발이 필요
주요 연구내용	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발 · 수차 형식별 적용 타당성 평가기술 · 플랜트 내 피코타입 발전 시스템 적용 기술 · 대심도 터널을 이용한 소수력 발전 설계 기술 ▪ 수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발 · 현장적용 형 태양광발전 적용기술 개발(BIPV) · 전력저장시스템 연계 적용기술 개발 · 지하공간 활용 연료전지시스템 적용기술 개발
목표성과물	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 설계 및 상세도면 ▪ 원수온도 제어를 위한 지중 열교환기 설계 및 상세도면 ▪ 차세대플랜트 활용 태양광발전시스템 설계 및 상세도면 ▪ 연료전지 및 전력저장시스템 설계 및 상세도면
기술개발효과	▪ 지하저류기반의 용수공급시스템 구축으로 생산 가능한 신재생에너지 생산기술개발
용어정의	▪ 피코타입 발전기 : 5(kW)이하 수력발전기 ▪ 연료전지 : 연료전지는 수소와 산소를 반응시켜서 물을 만들 때, 수소가 갖는 화학적에너지를 전기에너지로 변화시켜 발전하는 방식 ▪ BIPV(Building Integrated Photovoltaic System) 시스템 : 건물 외피를 전지판으로 이용하는 건물 외장형 태양광 발전시스템 ▪ 전력저장시스템 : 심야전력을 이용하여 전지를 충전하고 주간 피크부하시 전기를 이용하는 시스템

▪ 1 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
연구목표	주요 요소기술
용수생산 플랜트 에너지 자립도 30 % 이상을 위한 신재생에너지 생산기술 확보	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발 ▪ 수처리플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용기술 개발

▪ 1 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
주요 요소기술	주요내용
용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 수차형식별 적용 타당성 평가기술 ▪ 플랜트 내 피코타입 발전시스템 적용기술 ▪ 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발	▪ 현장적용형 태양광발전 적용기술 개발(BIPV) ▪ 전력저장시스템 연계 적용기술 개발 ▪ 지하공간 활용 연료전지시스템 적용기술 개발

▪ 1 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도		
2차 년도	용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 수차형식별 적용 타당성 평가기술 ▪ 플랜트 내 피코타입 발전 시스템 적용 기술 ▪ 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
	수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 적용 기술 개발	▪ 현장적용형 태양광발전 적용기술 개발(BIPV)
3차 년도	용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 플랜트 내 피코타입 발전 시스템 적용 기술 ▪ 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
	수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발	▪ 현장적용 형 태양광발전 적용기술 개발 ▪ 전력저장시스템 연계 적용기술 개발 ▪ 지하공간 활용 연료전지시스템 적용기술 개발
4차 년도	용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
	수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발	▪ 전력저장시스템 연계 적용기술 개발 ▪ 지하공간 활용 연료전지시스템 적용기술 개발

▌2 세부연구내용

▪ 2 세부연구내용의 정의

세부과제	환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술
세부연구내용	용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술개발
제안배경	▪ 차세대 용수공급시스템과 연계하여 개발되는 신재생에너지는 궁극적으로 효율적 활용 및 최적 관리에 의해 활용이 극대화 되므로 이에 따른 기술 개발 필요 ▪ 향후 국내적용 및 해외진출 등 실용성 및 활용성을 극대화하기 위해서는 관련제도 및 정책 등의 인프라 구축이 필요함.
주요 연구내용	▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발 · 수온차 에너지 부존량 평가 및 적용기법 개발 · 수온차 히트펌프시스템 적용평가 · 천부지열 타당성 평가 및 활용기법개발 · 지중 열 교환기 활용 기술 개발 ▪ 차세대 용수공급시스템 기반의 Smart green energy 효율화 기술 개발 · 신재생 에너지원별 상호연계 및 효율화 운영기법 개발 · DC배전 적용 기술 개발 · 플랜트 에너지 효율 평가 기법 개발 · CDM사업타당성 평가 기법 개발 · 미활용에너지 타당성 검토 · 에너지 통합관리시스템(E-manager)적용기술 개발 ▪ 신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도개선 및 신설 방안 · 차세대 용수공급시스템과 연계된 신재생에너지의 사회적 활용방안 · 차세대 용수공급시스템으로부터 생산된 신재생에너지의 기존 에너지 및 상하수도 인프라와 연계 및 표준화
목표성과물	▪ 신재생에너지원별 상호연계 및 연계를 위한 제도개선(안) 제시 ▪ 수온차 냉난방시스템 설계 및 상세도면 ▪ 신재생에너지원별 통합운영 설계 및 상세도면 ▪ Hybrid(AC/DC)전원체계 설계 가이드라인 ▪ 에너지 통합관리 기술 프로그램 개발 및 매뉴얼 작성
기술개발효과	▪ 개발된 신재생에너지를 이용한 용수공급시스템 연계기술 개발 ▪ 저에너지, 저탄소 등 스마트그린 용수공습 시스템 구현을 목표로 하는 에너지효율화 기술 개발
용어정의	▪ DC배전 : DC를 사용하는 기기에 DC를 직접 공급하는 배전기술 ▪ 히트펌프(Heat Pump) : 저온의 열원을 고온으로 전달하거나 고온의 열원을 저온으로 전달하는 냉난방장치 ▪ Smart green energy : 신재생에너지를 지능형시스템에 의해 용수공급시스템 활용 ▪ 천부지열방식 : 땅속 얕은 곳의 열을 이용하는 열교환 방식

▪ 2 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
세부과제 연구목표	주요 요소기술
용수생산 플랜트 에너지 자립도 30 % 이상을 위한 신재생에너지 활용 및 관리기술 확보	▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발 ▪ 차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발 ▪ 신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도 개선 및 신설 방안

▪ 2 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
주요 요소기술	주요내용
신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도 개선 및 신설 방안	▪ 차세대 용수공급시스템과 연계된 신재생에너지의 사회적 활용방안 ▪ 차세대 용수공급시스템으로부터 생산된 신재생에너지의 기존 에너지 및 상하수도 인프라와 연계 및 표준화
지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 수온차에너지 부존량 평가 및 적용기법 개발 ▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 ▪ 천부지열 타당성 평가 및 활용 기법 개발 ▪ 지중 열 교환기 활용 기술 개발
차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발	▪ 신재생에너지원별 상호연계 및 효율적 운영기법 개발 ▪ DC 배전 적용기술 개발 ▪ 미활용에너지 타당성 검토 ▪ 플랜트 에너지효율 평가 기법 개발 ▪ CDM사업 타당성 평가 기법 개발 ▪ 에너지 통합관리 시스템 (E-manager) 적용기술 개발 ▪ CDM사업 타당성 평가 기법 개발

▪ 2 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도 개선 및 신설 방안	▪ 차세대 용수공급시스템과 연계된 신재생 에너지의 사회적 활용방안
2차 년도	지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 수온차에너지 부존량 평가 및 적용기법 개발 ▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 ▪ 천부지열 타당성 평가 및 활용 기법 개발
	차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발	▪ 신재생에너지원별 상호연계 및 효율적 운영 기법 개발 ▪ DC 배전 적용기술 개발 ▪ 미활용에너지 타당성 검토
	신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도 개선 및 신설 방안	▪ 차세대 용수공급시스템과 연계된 신재생 에너지의 사회적 활용방안 ▪ 차세대 용수공급시스템으로부터 생산된 신재생에너지의 기존 에너지 및 상하수도 인프라와 연계 및 표준화
3차 년도	지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 ▪ 지중 열 교환기 활용 기술 개발 ▪ 천부지열 타당성 평가 및 활용 기법 개발
	차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발	▪ 신재생 에너지원별 상호연계 및 효율화 운영기법 개발 ▪ DC배전 적용기술 개발 ▪ 플랜트 에너지효율 평가 기법 개발 ▪ CDM사업 타당성 평가 기법 개발 ▪ 미활용에너지 타당성 검토 ▪ 에너지 통합관리 시스템 (E-manager) 적용 기술 개발
	신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도 개선 및 신설 방안	▪ 차세대 용수공급시스템으로부터 생산된 신재생에너지의 기존 에너지 및 상하수도 인프라와 연계 및 표준화
4차 년도	차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발	▪ 에너지 통합관리 시스템 (E-manager) 적용 기술 개발 ▪ DC배전 적용기술 개발 ▪ 플랜트 에너지효율 평가 기법 개발 ▪ CDM사업 타당성 평가 기법 개발
	지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 ▪ 지중 열 교환기 활용 기술 개발

▌3 세부연구내용

▪ 3 세부연구내용의 정의

세부과제	환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술
세부연구내용	저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발
제안배경	▪ 전 세계적으로 전기 미 보급지역이 51% 인 상황과 용수공급 관련 에너지 비용이 지속적으로 증가되는 상황 ▪ 국내의 중소규모 지역 뿐만 아니라 아프리카, 동남아시아 등 에너지 사정이 충분치 않은 지역에 수출 또는 지원할 수 있는 신재생에너지 기반으로 운영되는 탄소형(저에너지현) 용수생산 플랜트 기술 확보 필요 ▪ 해외 CDM 사업 및 ODA 사업과 연계한 해외사업에 활용
주요 연구내용	▪ 상하수도 CDM사업 전략 개발 ▪ 저탄소 수처리 요소공정기술 개발 ▪ 신재생에너지기반 지역맞춤형 수처리 조합기술 개발
목표성과물	▪ 지역 맞춤형 신재생에너지 조합 메뉴얼 ▪ 지역특성별 수요특성별 신재생에너지활용 수처리 플랜트 ▪ Zero CO_2형 수처리플랜트 실증모델
기술개발효과	▪ 용수생산 에너지 비용 절감(경제성 향상) ▪ 아프리카, 동남아시아 등 해외 CDM 사업 및 ODA 사업에 활용가능한 용수생산 플랜트 기술력 확보
용어정의	▪ Zero CO_2형 수처리 플랜트 : 저에너지형 수처리 플랜트 공정기술과 신재생에너지를 조합하여 실질적으로 화석연료가 사용되지 않는 수처리 플랜트 ▪ CDM(Clean Development Mechanism) 사업 : 지구 온난화 현상을 완화시키기 위하여 추진하는 온실가스 감축사업 ▪ ODA(Official development assistance) : 경제 협력 개발 기구의 개발 원조이며, 증여·차관·배상·기술원조 등의 형태

▪ 3 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 3 세부연구내용	저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발
세부과제 연구목표	주요 요소기술
신재생에너지기반의 지역맞춤형 수처리 플랜트 기술 확보 및 해외진출	▪ 상하수도 CDM사업 전략 개발 ▪ 저탄소 수처리 요소공정기술 개발 ▪ 신재생에너지기반 지역맞춤형 수처리 조합기술 개발

▪ 3 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 3 세부연구내용	저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발
연구내용	주요내용
상하수도 CDM사업 전략개발	▪ 상하수도기술 활용 탄소배출권 확보전략 수립 ▪ 상하수도 CDM 사업 타당성 평가 및 추진전략 개발
저탄소형 수처리 요소공정기술 개발	▪ 에너지절감형 수처리 요소공정기술 개발 ▪ 태양광화학반응 이용 수처리공정개발
신재생에너지기반 지역 맞춤형 수처리 조합 기술 개발	▪ 지역맞춤형 신재생에너지 활용 및 조합 기술 ▪ 수요특성별 수처리 조합공정 개발 ▪ 지역특성별 수요특성별 신재생에너지 활용 수처리 플랜트 개발

▪ 3 세부과제의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 3 세부연구내용	저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요과제내용
1차 년도	상하수도 CDM사업 전략개발	▪ 상하수도기술 활용 탄소배출권 확보전략 수립
2차 년도	상하수도 CDM사업 전략개발	▪ 상하수도 CDM 사업 타당성 평가 및 추진 전략 개발
	저탄소형 수처리 요소공정기술 개발	▪ 에너지절감형 수처리 요소공정기술 개발 ▪ 태양광화학반응 이용 수처리공정개발
	신재생에너지기반 지역 맞춤형 수처리 조합 기술 개발	▪ 지역맞춤형 신재생에너지 활용 및 조합기술 ▪ 수요특성별 수처리 조합공정 개발
3차 년도	저탄소형 수처리 요소공정기술 개발	▪ 에너지절감형 수처리 요소공정기술 기술 개발 ▪ 태양광학반응이용 수처리 공정 개발
	신재생에너지기반 지역 맞춤형 수처리 조합 기술 개발	▪ 수요특성별 수처리 조합공정 개발 ▪ 지역맞춤형 신재생에너지 활용 및 조합기술 ▪ 지역특성별 수요특성별 신재생에너지 활용 수처리 플랜트 개발
4차 년도	신재생에너지기반 지역 맞춤형 수처리 조합 기술 개발	▪ 지역특성별 수요특성별 신재생에너지 활용 수처리 플랜트 개발 ▪ 제로탄소형 수처리 플랜트 실증모델 개발

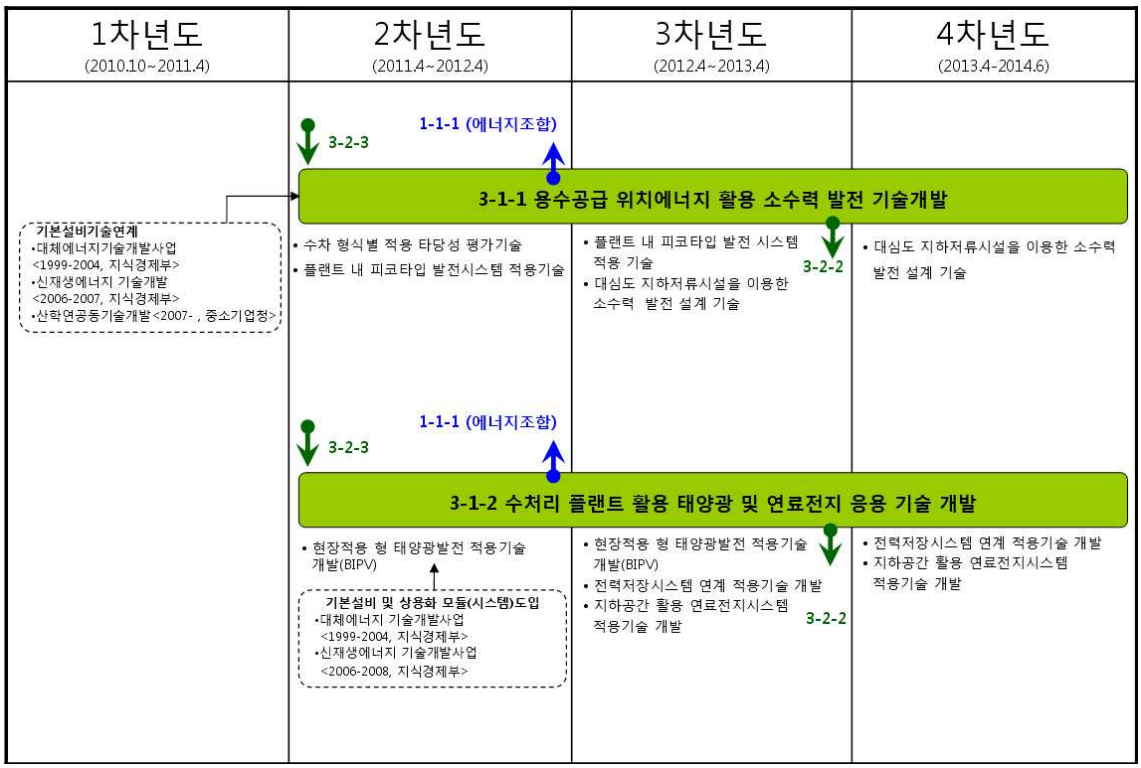
4. 기술로드맵 (TRM)

▌3 세부과제의 기술로드맵은 아래와 같다

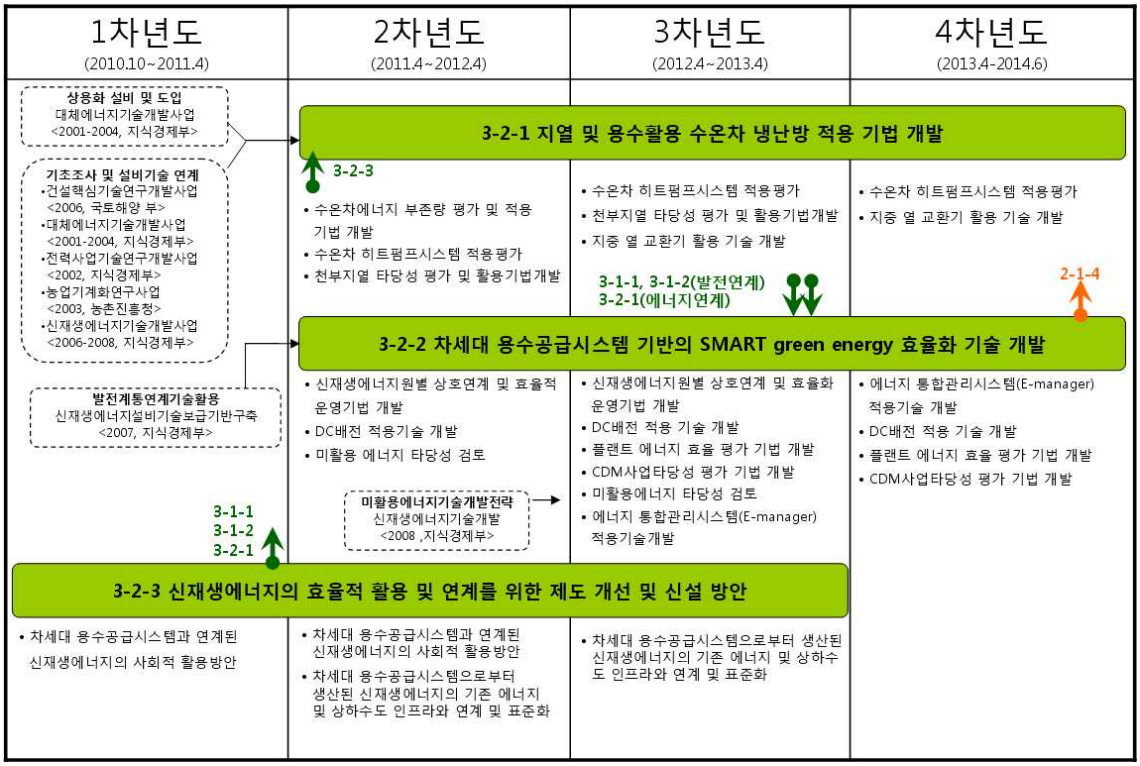
▌기술로드맵은 국토해양부, 지식경제부, 교육과학기술부, 환경부 등 정부에서 과거 10년간(1997-2007) 수행한 과제를 분석하여 연계 및 활용성을 포함하여 작성하였으며, 그림내의 점선으로 기 수행된 연구과제 및 연계내용(성과물 연계활용가능분야)을 표시하였으며,

▌또한, 각각의 세부 연구내용에 대한 연구내용을 포함하였으며, 화살표를 이용하여 제 1, 2 및 3 세부의 각 세부연구내용 및 주요 요소기술 간의 연계성을 표현하였으며, 각각의 기술명(번호)와 주요 연계내용을 포함하였다.

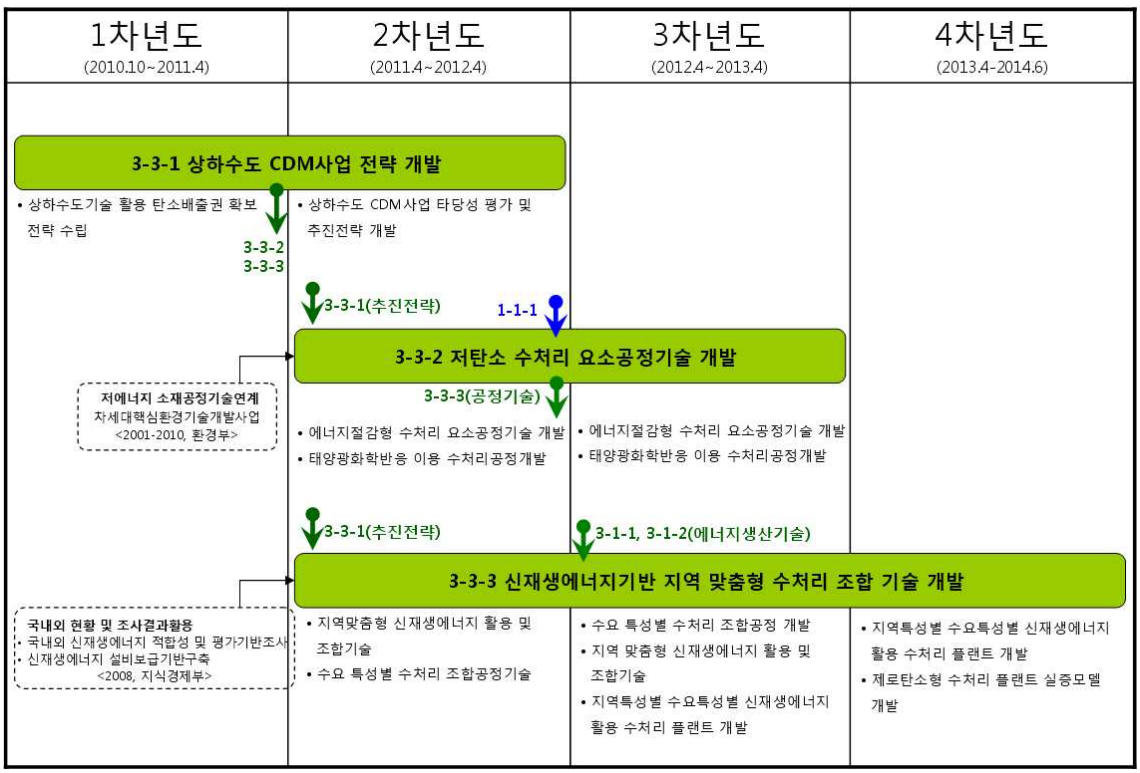
□ 제 1 세부연구내용: 용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발



□ 제 2 세부연구내용 : 용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발

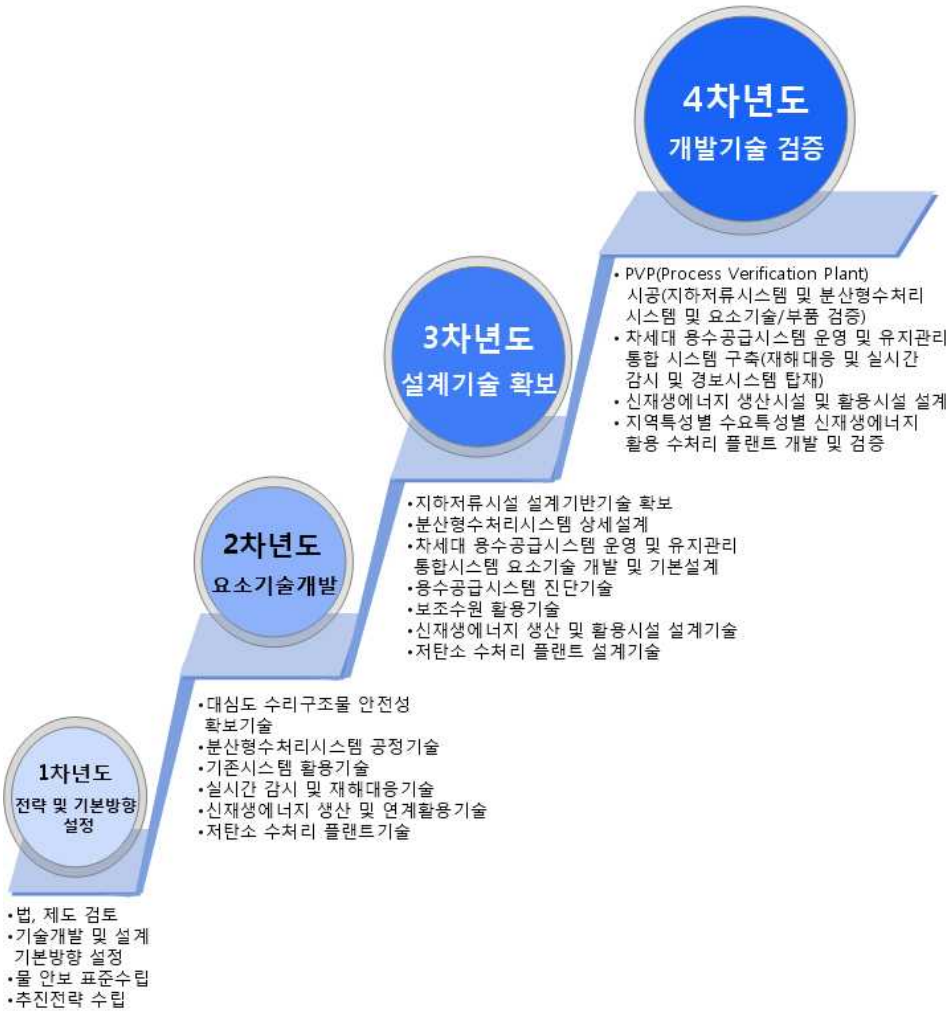


□ 제 3 세부연구내용 : 저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발



제 4 절 연차별 연구 추진전략

▪ 차세대 용수공급시스템 연구단 연구과제의 연차별 추진전략은 다음과 같다.



▌그림 4.5 연구과제의 연차별 추진전략 ▐

제 5 장 타 과제와의 중복성 검토

제 1 절 조사 개요 및 방법

1. 조사 개요

▌**국가가 지원하는 연구개발지원에 있어서 동일, 유사한 연구과제를 정부 각 부처에 중복 제안하여 지원 받는 사례를 사전에 방지하고, 국가연구개발투자의 효율성을 제고하기위해 국가과학기술지식정보서비스 (www.ntis.go.kr)를 이용하여 조사**

2. 조사 방법 및 대상

▌**1999년부터 2008년까지 정부 기관 또는 산하기관에서 추진된 수행과제에 대하여, "차세대 용수공급시스템 개발"과 관련되거나 유사한 내용 (즉, 연구제목, 연구내용 등)이 포함된 과제에 대해 과제 내용을 전수 조사 실시**

▪연구분야별 주요 키워드 검색을 통해 정부 부처별 관련 사업 및 과제 조사

▪용수공급 및 수처리 기술 등의 범위에서 선행 R&D 사업 및 과제를 추출하여 차세대 용수공급시스템 기획연구 간의 중복성을 분석함

제 2 절 조사 결과

1. 정부 부처별 R&D 사업과의 연관성

▌**차세대 용수공급시스템과 관련하여 1999년부터 2008년까지 정부 각 부처에서 인프라, 수질, 수량, 신재생에너지 분야별로 수행하였거나 수행중인 사업 및 과제의 현황을 조사함.**

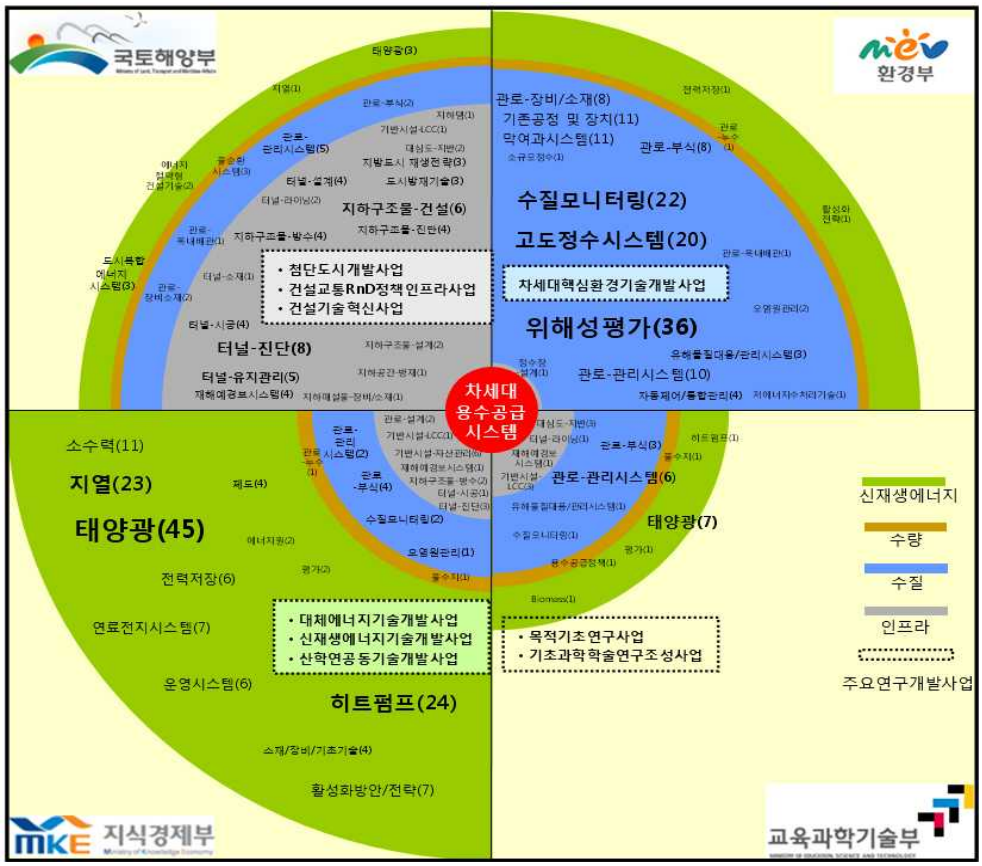
▪**국토해양부**는 첨단도시개발사업, 건설교통RnD정책인프라사업, 건설기술혁신사업에서 **용수공급시스템의 인프라 부문이 주요 연구 분야임**

▪**환경부**는 차세대핵심환경기술개발사업을 중심으로 수질모니터링 및 고도정수처

리시스템, 위해성평가 등 **수질분야에 관한 연구가 대부분**을 차지함

▪**지식경제부**는 대체에너지기술개발사업, 신재생에너지기술개발사업, 산학연공동기술개발사업을 통해 태양광, 지열, 히트펌프 등 **신재생에너지 단위기술 및 융·복합 기술 개발에 주력함**

▪**교육과학기술부**는 목적기초연구사업 및 기초과학학술연구조성사업 등을 통해 용수공급시스템의 인프라, 수질, 수량, 신재생에너지와 관련된 연구가 있으나 국토해양부, 환경부, 지식경제부에 비해 차세대 용수공급시스템과 관련된 연구가 적음



▎그림 5.1 정부부처별 주요연구사업 분석(1999～2008) ▎

2. 기존 R&D 사업 유사과제와의 중복성 및 연계방안

▎본 과제의 연구개발계획에 포함된 주요 성과물과 기존 R&D사업 유사과제의 세부 연구내용을 조사하여 중복성을 조사하고 이에 따른 연계방안을 검토하였음.

▪중복도는 3, 2, 1, 0으로 측정하였으며, 숫자의 크기가 클수록 기존 R&D사업과 중복도가 높음을 의미함

▪기존 R&D사업 유사과제의 성과물을 본 과제의 연구개발계획에 포함된 과제로의 연계방안을 제시함

▌제1세부과제 : 미래도시를 위한 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설기술

▪1 세부연구내용 : 분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술개발

▌표 5.1 1세부 1세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	과제명	세부연구내용		
분산형 수처리 시스템 개발	차세대 핵심 환경기술 개발(환경부)	고효율 자동 정수공정 실용화 기술개발 (2006~2007)	- 단위 정수공정별 효율 평가 - 최적 정수공정 선정 및 조합화 - 정수공정 기능 진단, 개선 및 평가시스템 개발	0	정수처리 통합 운전·유지관리시스템 및 고효율 자동 정수공정 실증연구 결과를 막여과 기반 수직형 고도처리공정 지하저류시설과의 조합기술과 연계함
모니터링 및 수운용 시스템 구축기술개발	이공분야_기초연구과제지원사업(교육과학기술부)	상수도 시스템의 효율적인 운영 및 유지관리 계획 수립을 위한 시스템 다이내믹스 모형 및 모의 방법론의 개발 (2008~2009)	- 상수도 시스템 운영 및 유지관리 모형 개발	0	상수도 시스템 운영관리 모델을 분산형 수처리시스템과 지하저류시설간의 조합운영 하드웨어 구축 기술개발 및 시스템 내의 감시·제어인자 도출과 연계
급/배수 시스템 연계 기술 개발	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	고품질수돗물 공급을 위한 관망 시스템 최적관리 기술 개발 (2004~2011)	- 상수관로 용수공급 수송에너지 및 교체비용 저감을 위한 설계 및 최적유지관리 기법 개발 - 관망 성능 개선 지표 및 평가모델 개발	0	상수관로 설계 및 최적유지관리 기법 및 국내외 관로관리 사례 조사 결과를 차세대 용수공급시스템의 급배수 시스템 최적 설계 기술 및 분산형 수처리 시스템과 급/배수 시스템과의 연계 기술 개발에 활용
		유수율 제고를 위한 상수도 관망 블록 최적관리시스템 (2005~2006)	- 관망현장모델 선정, 운영 및 실증화 - 블록시스템 구축 및 원격계측을 통한 블록 관리방안 도출	0	
광역 및 지자체 용수공급 시스템 법/제도적 연계방안 수립	관련과제 없음	-	-	-	

▪2 세부연구내용 : 비상용수 확보 및 관리를 위한 지하저류시설의 설계 및 시공 기술개발

▌표 5.2 1세부 2세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세부연구내용	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
물수지 분석을 통한 최적 물분배 및 공급 기술 확보	수자원의 지속적 확보기술 개발 사업 (국토해양부)	유역통합 물수지 분석 및 수자원 계획 기술 개발 (2001~2004)	- 수량-수질 및 수요관리 통합수자원계획모형 개발	0	물수요 관리방안 및 관리기술을 유동량 산정 기술 개발 및 수요관리를 통한 수직형 수처리 시스템의 최적 지점 도출, 보조수원과의 혼합 조건/지점 최적화와 연계함
	정책연구 (환경부)	물수요 관리 종합대책 수립방안에 관한 연구(2002)	- 물 수요관리 영향인자 도출 - 물 수요 관리대책의 법적, 제도적 여건 분석	0	
	농림기술 개발 (농림수산식품부)	물수요 중심의 용수공급시스템 개발 (2004~2007)	- 수위계 및 정보전달체계 확립 - 태양광 간이 전동수문 및 설정수위 조절형 무동력 자동 수문과 유량파악기법 개발	0	
대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계 기술 개발	학술연구조성사업 (교육과학기술부)	상수도 배수관로의 유지관리를 위한 GIS와 최적 교체방법론의 개발(2005~2006)	- 지리정보시스템을 이용한 상수도 관로 유지관리시스템 개발	0	지형공간정보를 이용한 상수도 관로 설계 및 유지관리 기술을 지하저류시설의 펌프 및 경사 등 최적설계 수리인자 도출과 연계
대심도 지하저류시설의 녹색시공 기술 개발	첨단도시개발사업 (국토해양부)	해저시설물 차폐기술연구단 (2005~2010)	- 해저시설물 건설을 위한 조사/계측/방/배수 및 방재기술과 해저시설물 건설을 위한 차폐 핵심기술 개발	0	해저터널 방·배수 설계기술 및 신재료, 수리-역학적 설계기술, 차폐 및 시공 시뮬레이션 기술 등은 본 사업에서 대심도 수로터널의 설계 및 시공에 연계함
		IT 및 신소재를 활용한 급속안정화터널 시공기술 개발 (2005~2010)	- 터널 시공 중 급속 정보화 전략 및 표준모델 개발 - 급속 안정화 터널 지반 정보 표준모델 개발 - 굴착터널의 안정성 해석 모델 개발	0	터널 시공 정보화 활용시스템 , 굴착터널에 대한 안정성 평가 기술, 신개념 굴착공법, 신 지보시스템의 개발 및 최적 패턴 설계 기술 개발의 결과를 본 사업의 대심도 수로터널의 시공에 활용
대심도 수리구조물의 안전성 확보 설계 기술 개발		대형 대단면 지하공간 창출을 위한 지하공간 건설기술 연구 (2004~2009)	- 지하공간 시공기술 개발 - 고품질, 고성능 지보재 기술 개발 - 저비용, 고안정성 보장을 위한 핵심기술개발 - 얕은 심도 지하공간 건설기술 개발	0	대형대단면 지하공간 건설의 설계기법, 시공기술, 지보재, 조사 및 계측에 관한 패키지 기술 개발 결과를 대심도 지하저류시설의 설계방법에 연계함
	산학연 공동기술 개발 (중소기업청)	터널의 시공과 유지관리를 위한 조사시스템 개발 (2007~2008)	- 굴착면 면구조 3차원으로 자동측정하는 기기 및 s/w 개발 - 터널벽면 안정성 평가 s/w 개발 - 보강설계 지원 시스템 개발	0	터널 시공사 암반구조 측정, 안정성 평가, 보강설계 시스템 기술을 주변 위해도를 고려한 대심도 지하저류시설 시공 기술 개발에 활용함
	산업혁신기술개발 (지식경제부)	상수도 송수관 및 배수관로의 내진설계 기준 표준화 (2002~2004)	- 닥타일 주철 신축가동관의 시제품 제작 및 평가 - 시제품의 신축 및 편심 작용시 수밀성능 조사	0	상수도 송배수관로의 내진설계기준을 대심도 수리구조물 내진설계, 취약부평가 및 보강 기술 개발과 연계함

▪3 세부연구내용 : 건설 소재 국산화 및 요소기술개발

▌표 5.3 1세부 3세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세부연구내용	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
다품질 용수공급 시스템 설계 및 건설관리 프로그램 개발	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	고효율 자동 정수공정 실용화 기술개발 (2006~2007)	- 단위 정수공정별 효율 평가 - 최적 정수공정 선정 및 조합화 - 정수공정 기능 진단, 개선 및 평가시스템 개발	0	정수처리 통합 운전·유지관리시스템 및 고효율 자동 정수공정 실증연구 결과를 용수공급시스템 설계 자동화 프로그램 개발과 연계함
소재, 계측 및 제어기기의 국산화 및 평가 기법 개발	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	단위조합형 고도 정수 처리 시스템 및 수처리 신소재 개발 (2003~2004)	- 요소기술의 단위공정화 및 하이브리드 시스템의 현장실증 - 고분자 자성응집제 양산기술 하이브리드형 고도정수처리 시스템 개발 - 기존 정수장 개선용 단위조합형 고도 정수처리 시스템 개발	0	개발된 건설 (수처리) 소재, 계측 및 제어기기의 대표성 및 국산화 가능성 평가, 실규모 시스템에서의 적용 및 검증에 활용
	건설 핵심 기술연구 개발 (국토해양부)	NT를 이용한 친환경 첨단건설소재 및 제품개발 (2003~2006)	- 고기능성을 지닌 NT를 건설분야에 응용하여 기존의 콘크리트와 시멘트를 대체할 수 있는 고성능 및 고강도의 신개념의 나노건설소재 개발	0	

제2세부과제 : 차세대용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물 안보 기술

▪1 세부연구내용 : 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발

▌표 5.4 2세부 1세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세부연구내용	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
기존 용수공급 시스템 활용 및 연계기술	관련과제 없음	-	-	0	
지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발	공공시설물 자산관리 체계 개발 (지식경제부)	도로,교량,상하수도 관로의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기술(2008)		0	관로, 관망, 터널의 통합 유지관리시스템 및 진단 기술의 현장적용 결과와 연계하여 대단면 지하 저류시설에 대한 원격 무인 검사시스템 및 모니터링, 손상평가 기술 개발에 활용함
	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	고품질 수돗물 공급을 위한 관망 시스템 최적관리 기술 개발(2004~2011)	- 상수관로 용수공급 수송에너지 및 교체비용 저감을 위한 설계 및 최적유지관리 기법 개발 - 관망 성능 개선 지표 및 평가모델 개발	0	
		전과정 비용산정 기법을 이용한 상수관망 통합 유지관리 시스템 및 비굴착 갱생 공법용 자재·장치 개발(2005~2006)	- 상수도관망 통합유지관리시스템 개발을 위한 해석모델 및 영향인자를 선정 - 상수도갱생 공법을 적용할 수 있는 자재 개발 - 상수도 관망해석 모델 개발	0	
	21세기 프론티어연구개발사업(교육과학기술부)	관망진단시스템의 실용화 및 현장 적용성 기술개발 (2004~2007)	- 관체결함 평가기준 설정 및 기술 개발 - 배수관용 스캐너 개발 - 상후소도관망의 신뢰성 평가시스템 개발	0	
	건설 핵심 기술연구 개발 (국토해양부)	터널 안전진단을 위한 외관 및 내부결함 자동 인식시스템 개발(2003~2006)	- 영상 획득 제어 장치 및 콘트롤러 제작결함 인식모듈 개발 - 손상맵 프로그램 연계백업시스템 설계 기술 개발	0	
지하저류조 및 분산화된 용수공급 시스템 내 수질관리 기술 개발	기초과학학술연구조성 (교육과학기술부)	용존자연유기물질 형광측정을 이용한 실시간 수질관리 기법 개발(2006~2008)	- 자연유기물질 형광분석법 및 그 해석을 이용한 수질관리 기술 개발	0	기 개발된 수질관리 기법 및 시스템 기술을 분산형 수처리시스템 및 대심도 저류시설의 수질관리시스템 구축과 연계함
	지역 환경기술개발 센터 운영 사업(환경부)	상수도관망내의 수돗물 수질관리 방안(2005~2006)	- 정수장에서 생산된 수돗물이 각 가정까지 공급되는 동안의 수질 변화를 정략적을 조사, 분석	0	
	산학연 공동 기술 개발 (중소기업청)	GIS를 이용한 수질관리시스템 개발(2004~2005)	- GIS를 이용한 수질오염 통합관리시스템 구축	0	
차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축	U-ECO city 사업단 (국토해양부)	U-물순환시스템 구출기술 개발 (2007~2012)	- 도시 물순환시스템 실용화 기술 개발 - 도시용수 및 오염물질 통합관리 기술 개발 - 다기능 생태녹지 조성을 위한 분산식 빗물관리 시스템 개발		도시물순환 실용화 기술, 도시용수 및 오염물질 통합관리 기술, 분산식 빗물관리 시스템 개발을 진행중이므로 그 연구결과를 용수공급 통합관리 시스템 및 분산형 용수공급시스템에 연계

▪2 세부연구내용 : 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발

▌표 5.5 2세부 2세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세부연구내용	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
물안보 표준 및 기준 수립	관련과제 없음	-	-	0	-
조기 감지 시스템 개발	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	위해성 평가, 관리 요소기술 (2008)	- 환경유해물질에 대한 독성 및 위해성 평가 표준모델 개발 - 통합 환경관리를 위한 기법 개발 - 수질오염 모니터링을 위한 위해성 관리방안 구축	0	유해화학물질 비상대응정보시스템 및 통합경보정치, 위해성 평가 모듈 등의 연구개발 결과를 용수공급시스템 수질변화 조기 감지 시스템 개발에 연계함
	우수연구센터 육성(교육과학기술부)	환경물질 유해 감시 기술 및 시스템 공동개발 (2004~2011)	- 유전자 발현 profiling 기반 유해화학 물질 분석 기법 확보 - 유전자 발현 양상 및 발현 유전자 분석을 통한 테스트 화학물질의 유해성 경로 및 메커니즘 분석 기법 확립	0	Bioinformatics 및 시스템즈 생물학 기법을 접목한 환경모니터링 기술을 용수공급시스템 물안보 시스템 구축에 연계함
	중소기업 기술혁신 개발 (중소기업청)	상수원오염 조기경보시스템용 발광미생물의 고정화 및 응용기술 개발(2005~2006)	- 발광미생물의 수질오염 및 수질독성 측정 장치 개발 - 독성정보전송네트워크 시스템 개발	0	수원 수질오염 조기경보시스템 기술과 연계하여 수질 감시 시스템 및 국산화 장비 개발에 활용함
재해대응 관리시스템 개발	기초과학학술연구조성 (교육과학기술부)	재해 예·경보 시스템 구축을 위한 수질-유량 통합예측모형의 개발(2008~2011)	- 재해 예·경보시스템 구축을 위한 수질-유량통합예측모형의 개발	0	재해 예·경보 시스템 저감기술을 이용하여 시스템 취약도 산정 및 대시도 터널의 비상시 대응시스템 개발에 연계함
	터널 건설 관련 재해 최소화 및 예방기술 개발 (지식경제부)	노후터널 안전관리 및 재해예방 기술 개발(2004~2008)	- 노후터널 안전관리 및 재해예방 기술 개발	0	
보조수원 제도적 활용 방안 수립 (수원의 다변화, 활성화)	21C 프론티어 연구개발사업 (국토해양부)	대체용수 활용기반 기술 개발 (2001-2004)	- 하수처리장 방류수를 농업용수 및 하천유지용수로 재이용을 하기 위한 기반기술을 개발	0	대체용수 활용 수원 다변화 관련 기술을 차세대 용수공급시스템의 보조수자원 용수공급체계 구축 및 유지관리 기술, 보조용수공급 시나리오 분석 기술 개발 등에 활용
	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	대체용수(빗물/중수)연계활용에 의한 저에너지 순환형 도시 용수처리기술 개발(2009~2012)	- 생활용수 등 유입원수내의 유기물 제거를 위한 분리형 (빗물처리 연계)MBR 시스템 개발	0	
	지역 환경기술개발센터 운영사업 (환경부)	분산형 빗물관리 시스템의 설계 및 유지관리 가이드라인 개발 (2008~2009)	- 분산형 빗물관리시스템의 최적 구축 방안 도출 - 분산형 빗물관리시스템의 최적 운영을 위한 의사결정체계 구축 - 분산형 빗물관리시설의 네트워크화를 통한 최적 유지관리방안 도출	0	

제3세부과제 : 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술

▪1 세부연구내용 : 용수공급 연계 신재생에너지 생산·활용 기술 개발

▌표 5.6 3세부 1세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	대체에너지기술 개발사업 (지식경제부)	소수력발전시스템 무인화 설비 및 계통병입 안전장치개발 (2003~2006)	- 계통병입을 위한 컨버터 기술 - PC기반단위 제어장치 구축 및 운전 알고리즘을 개발 - PLC/ PC 기반 양방향 감시 제어 시스템 개발	0	소수력 자원조사 및 성능특성 분석기법, 소수력 발전의 무인화 기술과 연계하여 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술 개발에 활용함
		환경친화적 소수력 자원조사 및 활용 기술개발(2004~2006)	- 기존 시설물 이용이 가능한 소수력 자원조사 및 소수력발전 후보지의 수문학적 성능특성 분석기법 개발	0	
	신재생에너지 기술개발 사업 (지식경제부)	소수력 수차축 변위추적식 수차봉수장치 개발(2004~2006)	- 수입에 의존하는 소수력 수차 봉수장치 개발(Mechanical seal)	0	수차형식별 적용 타당성 평가기술 개발과 연계
	산학연 공동기술 개발 (중소기업청)	관로 유속을 이용한 소수력 발전 시스템 (2007~2008)	- 정수장의 Sollar Cell을 이용하여 전력을 공급하는 장치를 정수장에 유입되는 수로에 임펠러를 설치, 전력을 발생할 수 있는 장치 개발	0	대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술 개발에 활용함
지열원을 이용한 에너지 생산 활용 기술 개발	건설핵심기술 연구 개발 사업 (국토해양부)	지열냉난방시스템 활용을 위한 친환경 수직형 지중열교환 시스템의 개발 (2006~2009)	- 친환경적이고 우수한 열전도도를 지닌 그라우트재와 지중 열교환 시스템의 효율을 높이는 HDPE 파이프 단면 개발	0	기존 지열발전 기술의 적용 타당성에 관한 기초조사 및 지열 냉난방 히트펌프, 지열발전설비의 실증 연구 결과를 대심도 지하공간에서의 천부·심부 지열의 타당성 평가 및 지중 열교환기 활용기술 개발과 연계함
	대체에너지 기술 개발 사업 (지식경제부)	지열 냉난방 시스템 성능평가 및 엔지니어링 기술 확보 (2002~2003)	- 부하계산에 따른 시스템 장비선정 방법 및 지열시스템 설비 기술습득-설계 s/w tool 검증 및 시뮬레이션 기술 확보	0	
	신재생에너지 기술개발 사업 (지식경제부)	한국형 지열발전 시스템의 기술개발 타당성 연구 (2008~2009)	- 국내외 지열발전 기술현황을 분석, 국내 도입 타당성 검토 - 지열발전 시스템 기술개발을 위한 로드맵을 작성	0	
	전력사업 기술 연구 개발 사업 (지식경제부)	지열원 히트펌프를 이용한 축냉시스템 개발 (2002~2005)	- 지열회수장치에 연결되는 축냉식 히트펌프 축냉시스템 개발	0	
	농업 기계화 연구 사업 (농촌진흥청)	밀폐식 지열 열교환시스템 개발(2003~2004)	- 지열을 이용하여 농업에너지를 절감할 수 있는 친환경 지열-히트펌프 냉난방시스템 개발	0	
수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발	대체에너지 기술 개발 사업 (지식경제부)	지역별 태양광 발전 시스템의 모니터링을 위한 통합모니터링 시스템(CMS)의 구축 및 운영분석(2003~2005)	- 기 설치된 태양광 발전시스템 실태조사를 통하여 전국의 태양광 발전시스템의 운영실태 조사 - 비정상 사이트에 대한 대처방안 제시	0	태양광 발전 기본설비 및 상용화 모듈 (시스템) 도입하여 태양광발전 및 전력저장시스템, 지하공간 활용 연료전지시스템 적용 기술, 개발과 연계함
	신재생에너지 기술개발 사업 (지식경제부)	주거/공공건물용 차세대 고품질, 다기능 계통연계형 태양광발전시스템 개발(2007~2009)	- 위한부하 10KVA[3상], 3KVA[단상], 태양전지 3 KWp 이상의 주거/공공건물용 차세대 고품질/다기능 태양광 발전 시스템 개발	0	
	산학연 공동 기술 개발 사업 (중소기업청)	고효율 중,소형 태양광전지 모듈 개발(2004~2005)	- 고효율 중,소형 태양광전지 모듈 개발	0	

▪2 세부연구내용 : 용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발

▌표 5.7 3세부 2세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	대체에너지 기술 개발 사업 (지식경제부)	지하수 열원식 히트펌프를 이용한 시설 원예냉난방시스템 개발 (2001~2003)	- 지하수 열원 히트펌프 시스템의 핵심요소 기술 개발 - 열펌프 시스템의 최적화 설계 및 제작, 성능평가 - 하우스 냉난방 실증시험	0	수온차 냉난방 설비 기술을 도입하여 용수공급 시스템에서의 수온차에너지 적용기법 개발 및 수온차 히트펌프시스템 적용성 평가에 연계함
	에너지절약기술 개발 (지식경제부)	생활배수열 이용 축열식 히트펌프시스템 적용 연구 (2000~2003)	- 생활배수열 이용 축열식 히트펌프 시스템 최적설계기술개발 - 시스템 구성요소인 자동세정 열교환기 및 최적제어기 개발	0	
차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발	신재생에너지 기술 개발 (지식경제부)	미활용에너지를 활용한 신재생에너지 기술개발 전략 (2008~2009)	- 하천수, 해수 및 지하수 등 온도차를 이용한 미활용에너지의 활용사례 조사 - 기술적, 제도적 과제 및 이용촉진방안 제시	0	하천수, 해수 및 지하수 등 온도차를 이용한 미활용에너지의 기술적, 제도적 과제 및 이용촉진 방안 등을 차세대 용수공급시스템의 미활용 에너지 타당성 검토에 활용함
	신재생에너지 설비보급 기반구축 (지식경제부)	신재생에너지 설비보수 유지관리 표준화 (2007~2008)	- 신재생에너지 설비 표준설치모델 개발 - 신재생에너지 설비 유지관리 메뉴얼 작성	0	신재생에너지 보급 활성화를 위한 법령 등을 검토하여 차세대 용수공급 시스템에서 생산된 신재생에너지의 상하수도 인프라와 연계 및 표준화에 활용함
		국내외 신재생에너지 적합성 및 평가기반 조사 (2008~2009)	- 국내외 신재생에너지 적합성 및 평가기반 조사 - 적합성평가제도의 개선안 제시	0	
신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도 개선 및 신설 방안	신재생에너지 기술 개발 (지식경제부)	신재생에너지 보급 활성화를 위한 원별 사업안내 매뉴얼 마련 및 관련 제도 개선방안 (2006)	- 신재생에너지 사업 인허가 시 적용되는 관련 법령 분석 및 신재생에너지 보급 활성화를 위한 현행법령 개선사항 제시	0	신재생에너지 보급 활성화를 위한 법령 등을 검토하여 차세대 용수공급 시스템에서 생산된 신재생에너지의 상하수도 인프라와 연계 및 표준화에 활용함

▪3 세부연구내용 : 저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발

▌표 5.8 3세부 3세부연구내용 관련 기존연구과제의 세부연구내용 ▐

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
저탄소형 수처리 요소공정기술 개발	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	저에너지형 소규모 광전기소독 정수시스템 개발 (2006~2009)	- Pilot 규모의 UV소독장치 표준 설계도 작성 - 담수전해장치의 유지관리성 및 전극내구성 향상을 위한 공정 설계	0	저에너지 소재 및 공정 기술을 연계하여 태양광 화학반응이용 공정 등 에너지 절감형 수처리 요소공정기술 개발
		대체용수 (빗물/중수) 연계활용에 의한 저에너지 순환형 도시용수처리기술 개발 (2009~2012)	- 생활용수 등 유입원수내의 유기물 제거를 위한 분리형 (빗물처리 연계)MBR 시스템 개발	0	
신재생에너지 기반 지역 맞춤형 수처리 조합 기술 개발	신재생에너지 설비보급기반 구축 (지식경제부)	국내외 신재생에너지 적합성 및 평가기반 조사 (2008~2009)	- 국내외 신재생에너지 적합성 및 평가기반 조사 - 적합성평가제도의 개선안 제시	0	신재생에너지 인증제도에 대한 국내외 현황 및 조사결과를 활용하여 수요특성별 지역맞춤형 신재생에너지 활용 수처리 플랜트 개발에 연계
상하수도 CDM사업 전략개발	관련과제 없음	-	-	-	-

제 6 장 추진전략 및 추진체계

제 1 절 추진전략

▌연구의 조기 실용화를 위하여 우선 적용대상을 국내 계획도시 건설 및 해외 도시 건설의 용수공급 인프라 구축으로 연구를 집중

▪기존 도시의 용수공급 인프라를 변경하는 것은 많은 시간과 협의가 필요한 사항으로 조기 실용화에 어려움이 있음

▪따라서, 우선 적용대상을 향후 신규로 건설될 국내 계획도시나 해외 도시건설시장으로 집중하여 기술개발 추진

▪기존도시의 경우, 본 연구단의 기술개발을 근간으로 향후 Test bed 등 검증단계를 거친 후 논의 필요

▌연구추진체계의 구성에 있어서는 산·학·연·정 분야별 전문가와 협력체계의 구축 및 역할분담으로 연구의 효율성 극대화

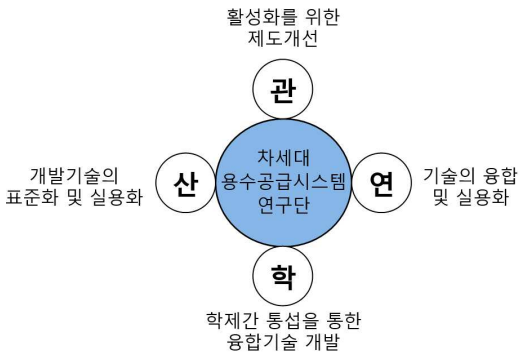
▪산업계는 개발기술의 표준화 및 실용화에 중점을 두어 연구추진체계 구성

▪학계는 국내외 연구개발 네트워크를 구축하여 활발한 학제간 통섭을 통해 실용적인 융합기술의 개발 추진

▪연구소는 국내외 연구개발 네트워크를 구축하여 공동연구체계 활성화 및 기술의 융합 추진

▪정부는 개발기술의 활성화를 위해 필요한 제도의 개선 등 실용화를 위해 필요한 제반 여건조성

▪연구추진 체계의 구성에 있어서는 국내외 전문인력을 적극 활용하고 국외 선진 연구기관과의 국제협력체계를 구축하여 선진기술의 도입 및 해외진출의 인프라로 활용

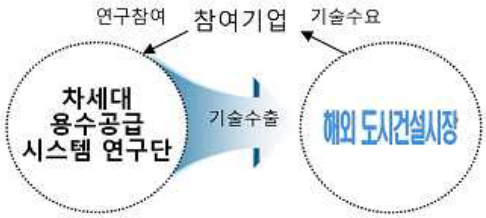


▌차세대 용구공급시스템 구축을 위한 핵심기술 개발에 민간분야가 적극 참여하여 세계적인 브랜드 기술 개발

▪용수공급시스템의 계획수립 및 시행은 정부의 역할이나 차세대 용수공급시스템의 설계시공, 운영관리기술 및 신재생에너지 융합기술은 향후 민간에서 국내 및 해외시장에 활용가능성이 매우 큼

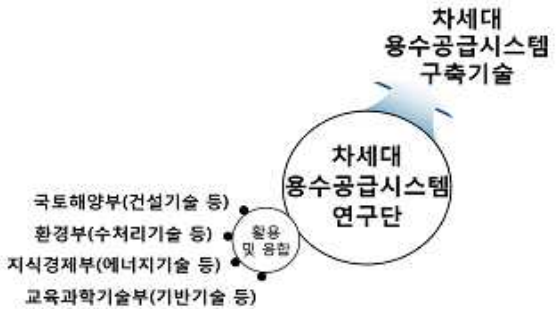
▪이에 국가의 기술경쟁력을 높이고 기술경쟁력의 실체가 되고 해외 건설 및 플랜트 시장 진출의 주체가 되는 산업계의 참여를 적극 유도

▪차세대 용수공급시스템 구축기술이 조기에 실용화 될 수 있도록 연관기술을 보유한 산업계의 참여를 적극 유도



▌정부 관련부처 원천기술 활용을 통한 차세대 용수공급시스템 구축기술 개발

▪차세대 용수공급시스템 구축은 건설사업이나 IT, ET 등 모든 기술의 융합기술임으로 환경부, 지식경제부, 교육과학기술부 등에서 기 개발된 차세대 용수공급시스템 관련 원천기술을 연계 활용하여 예산의 중복투자 방지 및 활용 극대화 도모



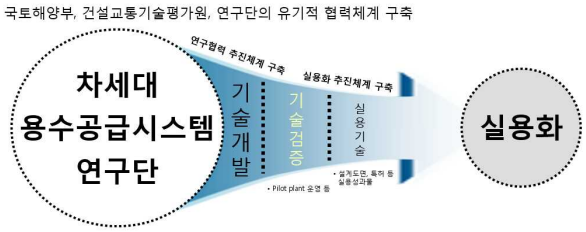
▌개발 기술의 기술적 검증 및 실용화를 위한 추진체계 확립

▪국토해양부, 전문기관(건설교통기술평가원) 및 총괄연구기관의 명확한 역할분담을 통한 기술개발 성과 확보

▪개발된 기술은 그 기능 및 성능이 확보될 수 있도록 pilot plant 운영 및 평가 등 적절한 방법으로 기술적 검증을 수행

▪차세대 용수공급시스템의 개발기술이 상호 연계되어 기술개발 성과가 체계화되고 극대화 될 수 있도록 세부과제별 네트워킹이 원활하도록 연구 협력 추진체계 구축

▪차세대 용수공급시스템의 개발기술이 조기에 실용화 될 수 있도록 실용화 추진체계구축 필요



제 2 절 추진체계

▌차세대 용수공급시스템 구축의 비전인 "**미래사회가 요구하는 안전하고 안정적인 용수공급시스템 구축**" 을 달성하기 위한 세부기술인 "분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설기술", "차세대 용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물 안보 기술", "환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술" 을 효과적으로 추진하기 위하여 연구단 과제로 추진

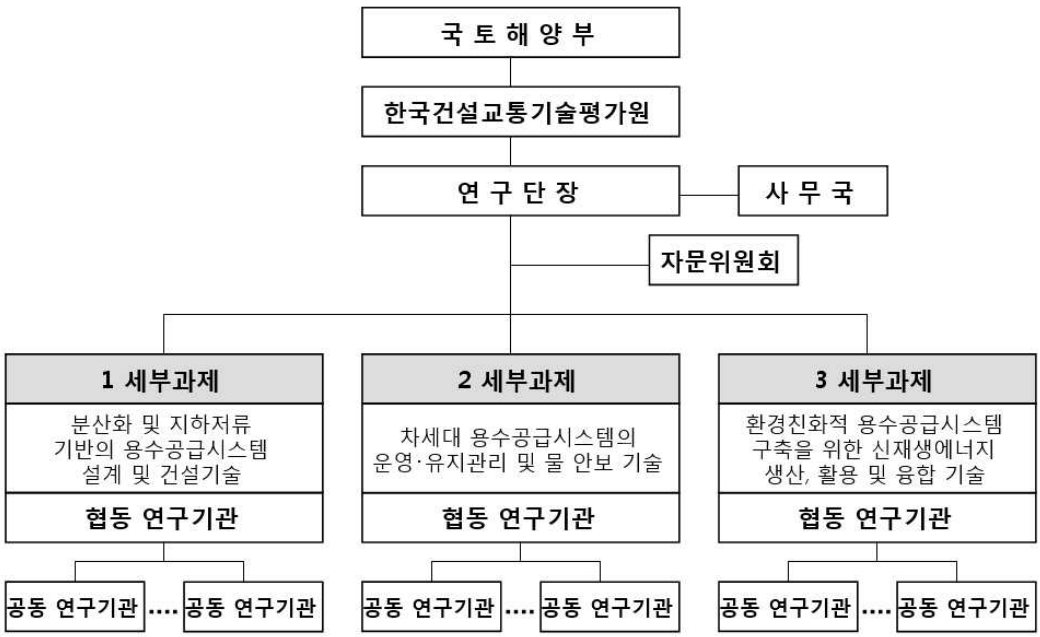


그림 6.1 연구 추진체계

▌**연구단**은 연구단사가 연구단이 되며, 연구단사는 연구단의 단장을 선임해야 함.

▌**연구단장**은 용수공급분야의 실무경력 또는 연구경력 20년 이상인 박사학위 소지자

▌연구의 완성도를 높이고 산・학・연 용수공급시스템 각 분야별 전문가의 효율적 활용을 위하여 세부과제별 최적의 참여연구기관을 구성・운영

▌연구를 효율적으로 추진하여 성과를 극대화하고 실용화를 효율적으로 추진하기 위하여 세부과제간 정기적 진도점검 세미나를 개최하여 연계기능 강화

▌연구단 산하에 차세대 용수공급시스템 구축기술과 관련된 국내외 산・학・연・관 전문가로 자문위원회를 구성하여 연구방향 및 연구 성과의 기술적 평가수행

제 7 장 소요예산

제 1 절 소요예산 산정근거

▌산정 개요

▪세부과제별 기획위원회 회의(5, 6, 7차 기획위원회)를 거쳐 37인의 기획위원에 의한 상향식(Bottom up) 방법으로 예산을 산출함

▪최소 연구단위인 세부 요소기술 개발을 위해 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 각 세부과제별 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정

▪민간참여 비율은 최소비율인 총 연구비의 25%(중소기업 비중)로 제안하여 각 세부과제별 정부출연금과 민간부담금 비율은 정부출연금 75%, 민간부담금 25%를 기준으로 산정하였음

▌세부 산정 기준

▪세부과제별 연구비 산정을 위하여 국토해양기술연구개발사업 연구비 관리 및 정산매뉴얼(2010.03) 및 국토해양기술 연구개발사업 관리지침(2009.06) 등에서 제시된 비목별 연구개발비 산정 기준 등을 작성 기준으로 활용함

▪연구비 산정은 상기의 지침을 근거로 인건비, 직접비, 간접비, 위탁연구개발비의 총 4개 비목으로 구분하여 계상

▪인건비 및 직접비는 각 단위과제별 연구내용, 연구성과물을 기초로 예산을 산출하였으며, 간접비는 인건비와 직접비를 합한 금액의 17% 수준으로 작성

▪인건비는 연구항목별 투입인원(M/M)을 예상하여 총 연구비의 40% 범위 내외에서 산정함

▪직접비는 연구장비-재료비, 연구활동비, 연구수당 등으로 구성되며, 세부적으로 요소기술별 연차별로 소요 예상되는 큰 규모의 직접비 중심으로 전체 연구비의 40% 수준에서 산정함.

▪연구단 운영경비는 주관기관에 총연구비의 5% 범위에서 년도별로 계상함

제 2 절 소요예산

▌ 소요예산 총괄

▪총 4차년도에 걸쳐 전체 예산은 376.08억원으로 연구비 총 357.3억원, 운영경비 18.8억원으로 산정

구 분	총 연구비	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
총연구비	37,608	526	10,667	18,173	8,242
정부출연금	28,205	394	8,000	13,630	6,181

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	196	37.3	4,064	38.1	6,688	36.8	2,915	35.4	13,863	38.8
	직 접 비	219	41.6	4,015	37.6	6,510	35.8	2,914	35.3	13,658	38.3
	간 접 비	85	16.2	1,646	15.5	2,737	15.1	1,261	15.3	5,729	16.0
	위탁연구비	0		410	3.8	1,330	7.3	740	9.0	2,480	6.9
연구비 소계		500	95	10,135	95	17,265	95	7,830	95	35,730	100
연구단 운영경비		26	5	532	5	908	5	412	5	1,878	5
합 계		526	100	10,667	100	18,173	100	8,242	100	37,608	100
재원조달	정 부	394	75	8,000	75	13,630	75	6,181	75	28,205	75
	민 간	132	25	2,667	25	4,543	25	2,061	25	9,403	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		526	100	10,667	100	18,173	100	8,242	100	37,608	100

▌세부과제 단계별/연차별 연구비

(단위 : 백만원)

구 분	1세부과제		2세부과제		3세부과제		합 계	
	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
1차년도	300	1.7	100	1.2	100	1.0	500	1.4
2차년도	4,815	28.0	2,570	31.4	2,750	26.6	10,135	28.4
3차년도	8,480	49.3	3,785	46.4	5,000	48.3	17,265	48.3
4차년도	3,620	21.0	1,710	21.0	2,500	24.1	7,830	21.9
합 계	**17,215**	100	**8,165**	100	**10,350**	100	**35,730**	100

▌과제 비목별 연구비

(단위 : 백만원)

구 분		1세부과제		2세부과제		3세부과제		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	6,469	37.6	3,247	39.7	4,147	40.0	13,863	38.8
	직 접 비	6,396	37.1	2,913	35.7	4,349	42.0	13,658	38.2
	간 접 비	2,870	16.7	1,105	13.6	1,754	17.0	5,729	16.0
	위탁연구비	1,480	8.6	900	11.0	100	1.0	2,480	7.0
합 계		17,215	100	8,165	100	10,350	100	35,730	100
재원조달	정 부	12,911	75	6,124	75	7,762	75	26,797	75
	민 간	4,304	25	2,041	25	2,588	25	8,933	25
	기타(지차체 등)	0		0		0		0	
합 계		17,215	100	8,165	100	10,350	100	35,730	100

▌비목별, 연차별 총 연구비

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	196	39.2	4,064	40.1	6,688	38.7	2,915	37.2	13,863	38.8
	직 접 비	219	43.8	4,015	39.6	6,510	37.7	2,914	37.2	13,658	38.2
	간 접 비	85	17.0	1,646	16.2	2,737	15.9	1,261	16.1	5,729	16.0
	위탁연구비	0		410	4.1	1,330	7.7	740	9.5	2,480	7.0
합 계		500	100	10,135	100	17,265	100	7,830	100	35,730	100
재원조달	정 부	375	75	7,601	75	12,949	75	5,872	75	26,797	75
	민 간	125	25	2,534	25	4,316	25	1,958	25	8,932	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		500	100	10,135	100	17,265	100	7,830	100	35,730	100

▌연구단 운영경비

구 분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
연구비	500	95	10,135	95	17,265	95	7,830	95	35,730	95
연구단 운영경비	26	5	532	5	908	5	412	5	1,878	5
합 계	526	100	10,667	100	18,173	100	8,242	100	37,608	100

제 3 절 세부과제별 소요예산

가. 세부과제 비목별, 연차별 소요예산

▌1 세부과제 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	120	40	1,851	38.4	3,166	37.3	1,332	36.8	6,469	37.6
	직 접 비	127	42.3	1,845	38.3	3,088	36.4	1,336	36.9	6,396	37.1
	간 접 비	53	17.7	809	16.8	1,396	16.5	612	16.9	2,870	16.7
	위탁연구비	0		310	6.5	830	9.8	340	9.4	1,480	8.6
합 계		300	100	4,815	100	8,480	100	3,620	100	17,215	100
재원조달	정 부	225	75	3,611	75	6,360	75	2,715	75	12,911	75
	민 간	75	25	1,204	25	2,120	25	905	25	4,304	25
	기타 (지차체 등)	0		0		0		0			
합 계		300	100	4,815	100	8,480	100	3,620	100	17,215	100

▌2 세부과제 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	38	38	1,045	40.7	1,622	42.8	542	31.7	3,247	39.8
	직 접 비	46	46	1,055	41.1	1,302	34.4	510	28.9	2,913	35.7
	간 접 비	16	16	370	14.4	461	12.2	258	15.0	1,105	13.5
	위탁연구비	0		100	3.8	400	10.6	400	23.4	900	11.0
합 계		100	100	2,570	100	3,785	100	1,710	100	8,165	100
재원조달	정 부	75	75	1,927	75	2,839	75	1,282	75	6,123	75
	민 간	25	25	643	25	946	25	428	25	2,042	25
	기타(지차체 등)	0		0		0		0		0	
합 계		100	100	2,570	100	3,785	100	1,710	100	8,165	100

▌3 세부과제 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	38	38	1,168	42.5	1,810	36.2	1,041	41.6	4,147	40
	직 접 비	46	46	1,115	40.5	2,210	44.2	1,068	42.8	4,349	42
	간 접 비	16	16	467	17.0	880	17.6	391	15.6	1,754	17
	위탁연구비	0		0		100	2	0		100	1
합 계		100	100	2,750	100	5,000	100	2,500	100	10,350	100
재원조달	정 부	75	75	2,062	75	3,750	75	1,875	75	7,762	75
	민 간	25	25	688	25	1,250	25	625	25	2,588	25
	기타 (지차체 등)	0		0		0		0		0	
합 계		100	100	2,750	100	5,000	100	2,500	100	10,350	100

나. 직접비 소요예산

▌각 세부과제별 연차별로 발생이 예상되는 큰 규모의 직접비에 대하여 설정

▪ 1 세부과제 (단위 : 백만원)

항목 / 년차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
설계 외주		·분산형 수처리 시스템 기본설계(50) ·Total 시스템 기본설계(50) ·주변환경 영향 리스크 분석(80)	·분산형 수처리시스템 2기 상세 설계(100) ·지하저류시설 상세 설계(200)	
기자재 시설비		·제어설비(200) ·급/배수 펌프 연계 설비(200)	·제어설비(200)	
S/W 구입 및 임차	·유체해석 프로그램 임대(20) ·수리해석 프로그램 임대(10)	·동적상호작용해석프로그램 임대(30) ·물수지 분석 프로그램 구입(40)	·동적상호작용해석프로그램 임대(30)	
시험체 제작		·500m^3/일 규모의 분산형 수처리 시스템 제작(400) ·수운영시스템 Hardware 개발 (200) ·지하저류시설 수리모형 제작(200) ·지하저류시설 PVP제작(300) ·소재, 계측, 기기 시제품 제작(400)	·500m^3/일 규모의 분산형 수처리 시스템 제작(700) ·지하저류시설 PVP 제작(800) ·소재, 계측, 기기 상용화 버전 제작(400)	·통합 PVP제작(500) ·프로그램 시제품 제작(70)
시험 비용		·구조물-지반 상호작용 모형전단시험(40) ·펌프성능 평가(50) ·수리 모형 실험(100)	·동적원심모형실험(50)	·분산형 수처리 구조물 안정성 및 시험 운영(200)
현장 적용 및 성능 평가			·수운영시스템 적용/검증(50) ·설계 및 건설관리 프로그램 현장 검증(100)	·계측 및 설계·구조 변경(200)
시뮬레이션/프로그램 개발			·IT기반의 수운영 시스템 로직 개발(100) ·설계 및 건설관리 프로그램 개발(20)	·설계 및 건설관리 프로그램 개발(60)
기타	·저류시설 및 터널 시공 관련 해외출장(10) ·법/제도관련 해외 출장(20) ·소재, 기기 및 장비 박람회 관련 해외출장(15) ·기술 설명회 및 연구성과 홍보(30)	·법/제도관련 자문회의 및 공청회(60) ·기술 설명회 및 연구성과 홍보(100)	·기술 설명회 및 연구성과 홍보(100)	기술 설명회 및 연구성과 홍보(100)
소계	**105**	**2,500**	**2,850**	**1,130**

▪ 2 세부과제 (단위 : 백만원)

항 목 / 년차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
설계외주				
기자재 시설비		·ROV 설계 및 구동제어 장비개발(300) ·이동형 용수공급장치 차량구입(100)	·지하저류시설 원격무인 Inspection 및 유지보수장비(450) ·수질감시장비 (160)	
S/W 구입 및 임차		·수질감시평가용 S/W(40)		
시험체 제작		·조기감지시스템 제작(100) ·이동형용수공급장치 제작(100)	·조기감지시스템 제작(200) ·이동형용수공급장치 제작(200)	
시험 비용			·조기감지시스템 운영시험 (50) ·수질감시국산화장비 시험(50)	
현장 적용 및 성능 평가				·원격 무인 Inspection 및 유지보수 장비 성능평가(100) ·이동형 용수공급장치 성능평가(90) 조기감지시스템 성능평가(40)
시뮬레이션/프로그램 개발		·대단면지하저류시설 모니터링시스템 (210) ·분산화 용수공급시스템 모니터링시스템(190)	·수질관리시스템(200) ·통합시스템(100) ·자산관리시스템(100) ·재난위험도분석(100)	·통합시스템(200) ·지하저류시설 손상 추적 및 분석 프로그램 (100)
기타	·통합시스템 구축 관련 해외출장(13) ·물안보 관련 해외출장(13) ·기술 설명회 및 연구성과 홍보(20)	·법/제도관련 자문회의 및 공청회(60) ·기술 설명회 및 연구성과 홍보(100)	·기술 설명회 및 연구성과 홍보(100)	·기술 설명회 및 연구성과 홍보(100)
소계	**46**	**1200**	**1700**	**630**

▪ 3 세부과제 (단위 : 백만원)

항 목 / 년차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
설계 외주				
기자재 시설비		・신재생에너지(태양광, 연료전지) 관련 기자재(70)		
S/W 구입 및 임차		・유체모의 프로그램(50) ・신재생에너지 SMART grid 연계가능 해석프로그램 구입(150)	・전력계통 예측모델(100)	
시험체 제작		・소수력발전 시험체 제작(50) ・저탄소 수처리 Bench scale 실험장치(50) ・신재생에너지 기반 지역맞춤형 수처리 bench scale 실험장치(80)	・소수력발전 시pilot 플랜트 제작(150) ・태양광 및 연료전지 pilot 플랜트 제작(300) ・지열, 수온차냉난방 열교환설비제작(200) ・DC배전 pilot plant 제작(150) ・저탄소 수처리 pilot 플랜트(150) ・신재생에너지 기반 지역맞춤형 수처리 pilot 플랜트(300)	
시험 비용		・수처리 Bench scale 평가실험(50)	・소수력발전 성능시험(30) ・태양광, 연료전지 성능시험(50) ・수처리 Pilot 플랜트 운영 및 평가실험(100) ・지열, 수온차 냉난방 성능시험(100)	・소수력발전 성능시험(30) ・태양광, 연료전지 성능시험(50) ・지열, 수온차냉난방 성능시험(100) ・신재생에너지 기반 지역맞춤형 수처리 pilot 플랜트 운영 및 평가실험(100)
현장 적용 및 성능 평가		・지열, 수온차냉난방 타당성 조사(100)		
시뮬레이션/프로그램 개발			・에너지 통합관리시스템(E-manager)제작(300)	・플랜트에너지효율평가 프로그램제작(200)
기타	・신재생에너지 생산 및 활용제도관련 해외조사(10) ・해외진출 전략수립을 위한 해외 자료조사(10)	・신재생에너지 생산 및 활용제도관련 해외조사(10) ・해외진출 전략수립을 위한 해외 자료조사(10)	・기술설명회 및 연구성과 홍보(20)	・신재생에너지 생산플랜트 설계(50) ・제로탄소형 수처리 플랜트 설계(50) ・기술설명회 및 연구성과 홍보(20)
소계	**10**	**620**	**1950**	**600**

제 8 장 기술개발효과 및 성과활용방안

제 1 절 기술개발효과

1. 과학기술적 파급효과

▌차세대 용수공급시스템 사업의 경우 IT, NT, ET 등 융·복합을 통한 기술개발로 인하여 각 기술 분야간 연계를 통한 기술 영역 창출이 가능할 것으로 예상됨

▪지하 저류시설 및 분산화 수처리 시스템 내 수리 및 수질을 예측/감시하고 운영 및 유지관리에 요구되는 의사결정지원시스템을 구축할 수 있음

▪가정 및 공업/상업 용수의 처리 및 공급과정에서 발생하는 가격 상승 및 유지관리의 난점이 해결됨

▪용수공급 관련 물산업에 이용되는 소재 및 계측기기 수입의 최소화 및 핵심소재・기기의 국산화를 도모할 수 있음

▪시스템을 이용한 비상용수 시설의 원수로서 이용될 수원의 다변화 연구성과를 확보할 수 있으며, 물을 이용한 테러 및 원수와 공급 관로의 사고 대처능력을 확보할 수 있음

▪또한, 재생에너지원별 효율의 극대화로 에너지원의 효용가치를 높여 고부가가치의 기술로 국가주도의 기술개발이 가능하며, 지역별・기후별로 저에너지형 수처리 플랜트에 소요되는 전력수준의 신재생에너지를 생산하는 설비의 조합 및 이의 설계기술을 확보할 수 있음

▪대심도 터널을 이용한 소수력발전 설계기술 개발 및 지열발전 생산전력의 연계활용이 가능

▪수처리플랜트를 해외로 수출함으로써 탄소배출권을 확보가 가능

▌표 8.1 세부과제별 과학기술적 파급효과 및 기대효과 ▐

세부과제	과학기술적 파급효과 및 기대효과
[세부과제 1] 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설 기술	· 공정성능의 안정성 및 최종수질의 안전성 보장 · 지하 저류시설 및 분산화 수처리 시스템 내 수리 및 수질을 예측/감시하고 운영 및 유지관리에 요구되는 의사결정지원시스템 구축 · 가정 및 공업/상업 용수의 처리 및 공급과정에서 발생하는 가격 상승 및 유지관리의 난점 해결 · 용수공급 관련 물산업에 이용되는 소재 및 계측기기 수입의 최소화 및 핵심소재·기기의 국산화
[세부과제 2] 차세대 용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술	· 시스템을 이용한 비상용수 시설의 원수로서 이용될 수원의 다변화 연구성과 확보 · 시설상황 파악 및 원격관리 시스템의 최적 구축 가능 · 물을 이용한 테러 및 원수와 공급 관로의 사고 대처능력 확보 · 저에너지, 저비용, 고효율화를 위한 최적 운전·유지관리 기술 및 재해에 강한 수도 구현
[세부과제 3] 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합기술	· 대심도 터널을 이용한 소수력발전 설계기술 및 생산전력 연계 활용 · 재생에너지원별 효율의 극대화로 에너지원의 효용가치를 높여 고부가가치의 기술로 국가주도의 기술개발 가능 · 지역별/기후별로 저에너지형 수처리 플랜트에 소요되는 전력수준의 신재생에너지를 생산하는 설비의 조합 및 이의 설계기술 확보 · 수처리플랜트를 해외로 수출함으로써 탄소배출권 확보

2. 경제사회적 파급효과

가. 산업적 파급효과

▌상하수도 관련 건설 사업의 매출 증가를 가져오며, 국내 브랜드의 대규모 설계/운영 소프트웨어 및 용수공급시설 개량 기술의 적용을 통해 해외 기업의 국내로의 진출을 대처할 수 있음

※ Veolia : 현대 석유화학, 하이닉스 반도체 각각 20년, 12년 위탁 운영

※ Suez : 서울시 전체 수도시설의 20% 설계, 부산시 전체 수도시설의 80% 설계

▌국내·외 상하수도 관련 사업수행에 있어서 최적의 설계 및 운영지침의 마련을 통한 과다/과소 설계 조감 등 기술 혁신을 통한 비용의 감소를 가져올 수 있음

※ 해외 시장 진출시 국내 기업의 기술 위상 제고 : 설계, 건설 및 운영기술 노하우

※ 용수공급시설의 운영비용 절감효과 제고(용수공급시설의 운영비용 10% 절감, 에너지 20% 절감, 잔존 수명 20% 연장, 교체비용 20% 절감)

▌용수공급시설의 개량 및 건설 시장의 창출을 기대할 수 있으며, 이를 통해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있음

▪수처리/신재생에너지 플랜트산업부문 매출증가 및 고용증진

▪수처리/신재생에너지 융합플랜트의 고부가가치 기술 개발을 통한 저개발 국가 수출 및 기술경쟁력 확보

▪친환경, 에너지 공급형 수처리플랜트 개발로 수익모델 창출

▪세계탄소시장에 수처리 산업이 진입할 수 있는 기반기술 개발로 기업경쟁력 강화

▪수도시설 소요부지 최소화를 통한 생태계 파괴 최소화

나. 사회적 파급효과

▌국민의 안전 및 건강생활 증진 및 국토의 균형적 발전을 위한 수자원의 균등분배 달성이 가능함

▪용수공급에 대한 신뢰성 회복 및 비용 절감

▪유해물질 사고 및 대테러 국가 비상대응 시스템 구축을 통한 국민의 신뢰성 제고 및 안전성 확보

▪노후화된 용수공급 시설의 개량(시공한지 20년 이상 된 시설물)을 통한 양질의 용수공급

▌국가 위상 제고 및 안전보장을 위한 기반을 마련함

▌수입대체 및 수출증대효과, 즉 경제적인 편익 발생은 없으나 무역수지 개선 등의 간접적 효과(계량화되어 비용편익분석에 포함된 내용 제외)를 기대할 수 있음

▌사회적 비용 절감효과로 환경, 보건, 재해 등과 관련된 분야에서 발생할 수 있는 효과(계량화되어 비용편익분석에 포함된 내용 제외)를 기대할 수 있음

▌용수공급에 대한 국민적 편의 증대 등의 파급효과는 비용절감 및 부가가치 창출 외에도 국민의 행복감 또는 생활만족도에 대한 효과 발생이 가능함

다. 고용증대효과 및 산업유발효과

▌R&D 투자의 경제사회적 파급효과 중 생산유발효과 및 고용촉진효과는 한국은행의 2006년 산업연관표(2010년 기준 가장 최신 연도에 발표된 산업연관표) 활용하여 분석을 실시함

▪고용유발효과 분석결과 2011～2014년 기간 동안 R&D 투자지출 중 간접비를 제외한 약 310.11억 원의 투입으로 동기간 총투자지출액(357.15억 원)의 약 12.88배인 4.599.88억 원의 고용유발효과가 있는 것으로 나타남

▪또한, 같은 방법으로 생산유발효과를 분석한 결과 총투자지출액의 약 1.75배인 626.38억 원의 생산유발효과가 있는 것으로 분석됨

라. 국민행복지수

▌본 사업의 경우처럼 재해방지를 통한 사망, 사고율 감소와 수명연장, 작업환경 개선(거주지 및 생활환경), 국민적 자긍심 고취 등의 파급효과는 비용절감과 부가가치 창출 이외에도 국민의 행복감 또는 생활만족도에 대한 효과를 발생시킴

▌로스웰(Rothwell)과 코언(cohen)은 국민의 행복감 또는 생활만족도를 산출하기 위해 2002년 발표한 행복공식을 적용하여 본 사업이 미치는 국민행복지수를 예측하였을 때, 본 사업이 성공적으로 수행되어 음용율이 10%로 증가할 경우 국민행복지수는 현재에 비하여 30% 증가할 것으로 예상됨

제 2 절 성과활용방안

1. 정책적 활용

▌미래지향적 용수공급의 국가 미래비전 및 전략 수립에 활용

▌비상용수 확보 및 공급 개념의 정립으로 가뭄이나 지진 등 재난 시 국가 비상용수 공급체계구축에 활용

▪지하 저류공간을 확보하여 비상시 대응능력을 키우고, 물 공급의 안정성을 확보

▌대심도 지하저류형 용수공급시스템 구축의 법률적 체계구축에 활용

▪대심도 개발에 따른 법, 제도 정비의 초석 마련

▌안전한 상수원 확보를 위한 국가 물 안보시스템 체계구축에 활용

▌미래지향적 분산형 용수공급시스템 구축의 국가전략 수립에 활용

▌국제적 홍보로 국가 위상 확립 수단으로 활용

2. 경제적 활용

▌해외 도시건설시장에 용수공급시스템 구축 브랜드화 기술의 동반 진출

▪차세대 용수공급시스템 마케팅 전략구축으로 민간/공공부문의 해외시장 공동진출에 활용

▪국내 건설회사의 해외 신도시 건설시장 진출에 브랜드화된 용수공급시스템 구축 기술의 동반 진출로 국익창출

▪해외 신도시의 특성에 적합하도록 테일러 메이드형 용수공급시스템의 설계 및 적용

▌국내 신도시의 Smart Water Main System 구축에 활용

▪개발되는 신도시의 특성에 가장 적합하도록 테일러 메이드형 용수공급시스템의 설계 및 적용

▌선진 용수공급시스템 운영관리기술 확보로 해외 물 공급 인프라의 운영관리 시장 진출

▪과학적이고 체계적인 운영관리 핵심 요소기술의 확보로 해외 운영관리시장의 진출 및 주도

▌에너지자립형 용수공급 시스템의 해외진출

▪에너지 자립형 용수공급시스템의 CDM 사업 활용 및 국가지원을 통합 국익창출 및 국제적 국가위상 제도

▪ODA 사업과 연계하여 물산업 해외진출의 일환으로 분산형 시스템의 기술 수출

▌에너지자립형 용수공급 시스템의 농어촌 지역 보급

▪대도시처럼 인구가 밀집되어 있지 않은, 농어촌 지역 등의 경우 관망으로 물을 공급할 경우 경제성이 떨어지므로, 분산형 처리 시스템으로 물을 공급

▪지하수나 소규모 수원등을 이용하여 자립적인 용수공급시스템을 구축

▌국가 R&D에 의해 개발된 부품/소재기술의 연계로 기술력의 동반상승 및 조기 상용화

▪차세대 용수공급시스템 구축기술의 연관기술의 중복 투자를 방지하고, 기 개발된 연관기술의 연계로 국가개발기술의 조기 상용화

제 9 장 정부정책과의 연계방안

제 1 절 물산업 육성

▌물 산업 육성을 위해 지방상수도 통합운영 시범사업과 물산업 해외진출 활성화를 추진 중에 있음

▪정부는 물산업 육성을 위해 상하수도 서비스업의 경영효율화, 상하수도 인프라 개선 및 운영체계 개선을 통한 시장확대, 물산업 연구개발역량 확대 및 성장기반 조성을 위한 인력양성, 물산업 수출역량 강화, 연관산업의 공동발전을 위해 5년간 9조 5천억을 투자할 계획으로 경제장관회의를 거쳐 2007년 물산업 육성방안을 발표

▪지방상수도 통합운영 시범사업의 경우 경북권 5개 시군, 전남권 9개 시군, 태백권 5개 시군 통합운영 시범사업 MOU를 체결하고 기본계획 수립을 위하여 국고를 지원

▪통합운영은 현재 운영관리의 통합을 추진하고 있으나, 장기적으로는 하드웨어 측면에서의 용수공급체계의 통합이 필요하며, 차세대 용수공급 시스템에서 제시하고 있는 개념의 적용이 가능

▌표 9.1 지방상수도 통합운영 시범사업 계획 ▐

(금액 : 억원)

경북권		전남권		태백권	
개소수	시 · 군	개소수	시 · 군	개소수	시 · 군
5	포항, 경주, 영천, 영덕, 울진	9	목포, 무안, 영암, 해남, 강진, 장흥, 완도, 진도, 신안	5	동해, 태백, 영월, 평창, 정선
'09년 기본계획 수립중		'09년 기본계획 수립중		'10년 기본계획 수립예정	

▪세계 물산업의 시장규모는 약 544조원으로 추정되며, 2015년까지 약 2배까지 성장할 것으로 전망.

▪세계 물산업 시장은 현재 상하수도 서비스 분야에서는 프랑스의 기업들이 시장을 지배하고 있고, 소재와 부품 등의 분야는 미국과 일본, 독일의 기업들이 우위에 있으며, 우리나라의 경우 건설산업과 연계된 플랜트 분야에서 경쟁력을 가지고 있음.

▪개도국의 경우 기존의 선진국의 상하수도 사업의 형태로는 접근이 어려우며, 지

역여건을 고려한 분산형 시스템의 적용이 요구되고 있으며, 많은 개도국의 경우 우리나라의 경제성장 모델을 선호

▪차세대 용수공급 시스템은 물산업에서 우리나라의 상대적으로 강점을 활용하여 전략산업화 할 수 있는 분야

제 2 절 MDGs 달성을 위한 국제협력사업 (ODA 등)

▌개도국의 기후변화 적응 역량 강화

▪동남아시아와 서남아시아는 세계에서 도시화가 가장 급속도로 이루어지고 있는 지역으로, 이 지역의 급증한 인구가 기후변화에 의한 홍수나 가뭄과 같은 자연재해에 적절히 대처할 수 있는 기반시설이나 재정능력의 취약 심각

▪인구의 대부분이 농업에 종사하며, 또 농업 종사자 대부분이 최저소득층인 인구구조를 지니고 있기 때문에, 기후변화로 인한 급격한 농산물 생산성의 변화가 개발도상국의 식량안보와 생계 위협

▪2008년 7월 일본에서 개최된 G8 확대정상회담에서 우리나라 대통령이 개발도상국의 기후변화 대응 지원을 위해 “동아시아 기후파트너십”이라는 국제 이니셔티브를 발표

▪사업목표 중 첫 번째가 기후변화 적응능력 배양이며, 그 중에서도 첫 번째 목표는 안정적인 수자원 확보

▪개도국의 경우 도시지역을 제외하고는 선진국에서 일반화되어 있는 집중형 상수도 시스템이 적합하지 않으며, 분산형 시스템의 개발과 보급이 필요

▪개도국의 실정에 맞는 분산형 시스템을 개발하여 보급할 경우 개도국의 새천년 개발목표 달성에 크게 기여할 것으로 예상



▌그림 9.1 동아시아 기후 파트너쉽의 사업목표 ▐

제 3 절 녹색성장 전략

▌저탄소 녹생성장기본법과 녹색성장전략

▪2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입을 위한 비전을 세우고 3대 전략 및 10대 정책방향, 27대 중점기술을 발표

▪27대 중점 기술 중에서 대체수자원 확보기술은 신개념 취수방식을 통한 수자원 확보방안을 제시하고 있음. 또, 분야의 전략목표로 소규모 고효율 시설을 개발하여 산간 및 도서지역 활용성을 강화하는 방안을 제시

▪분산형 용수공급 시스템은 산간 및 도서지역 활용성이 강한 소규모 고효율 시스템

제 4 절 수도사업의 선진화에 기여

▌물산업 선진화와 상수도 서비스의 신뢰회복

▪정부에서는 수돗물에 대한 불신을 해소하기 위해 “수돗물 수질개선 종합대책”을 수립하여 발표

▪대책의 주요 내용으로 옥내급수관 관리체계 혁신, 노후시설개량, 저수조설치 및

유지관리 개선 등이 제시되고 있으나 불신의 원인이 되고 있는 녹물과 누수 등에 대한 근본적인 처방이 되지 못하고 있음

▪다른 한편으로 수돗물에 대한 수질기준이 강화되면서, 이로 인해 수돗물의 생산비용은 계속 상승하지만 음용률은 높지 않고 병물 이용량은 계속 늘어가고 있음.

▪차세대 용수공급시스템에서 제시하고 있는 물공급의 이원화와 분산형 현지정수시스템은 수도사업의 경제성을 높이고, 수요자가 요구하는 수질의 수돗물의 공급이 가능

▌상수도 서비스의 지역간 격차

▪우리나라의 상수도 보급률은 지역규모별로 비교해 보면 7개 특·광역시의 상수도보급률이 99.1%, 시지역이 97.6%, 읍지역이 86.2%, 면단위 농어촌지역이 45.2%로 농어촌 지역으로 갈수록 보급률이 저조

▪상수도가 공급되지 않는 지역은 마을상수도 등 소규모시설을 이용하여 생활용수를 공급받고 있으며, 유형별로는 마을상수도 이용인구가 1,572천명 (3.1%), 소규모 급수시설 이용인구가 601천명 (1.2%), 전용상수도 인구가 273천명 (0.5%), 우물 등 기타시설 이용인구가 1,527천명 (3.1%)

▌표 9.2 지역 규모별 상수도 보급률 수준 ('07년) ▌

구 분	총인구 (천명)	급수인구 (천명)	보급률 (%)	급수량 (천㎥/일)	급수량 (ℓ/일 · 인)
전 국	50,034	46,057	92.1	15,657	340
특광역시	23,284	23,081	99.1	7,443	322
시지역	17,672	17,256	97.6	7,002	406
읍지역	3,938	3,395	86.2	1,212	212
면지역	5,140	2,325	45.2		

▪수돗물의 지역간 격차는 보급률 뿐만 아니라 수도요금에서도 심각한데, 그 원인으로는 광역상수도와의 연결 여부, 취수원 개발의 용이성, 취수원과 물공급지역과의 거리, 수돗물 생산 시설의 규모, 정수처리 비용, 수도사업 경영능력 및 재정 상태 등이 제시되고 있으나 가장 큰 원인은 분산되어 있는 소비자들에게 집중형 상수도 시스템을 공급하고 있기 때문.

▪미국과 일본의 경우 집중형 시스템과 분산형 시스템의 경제성을 비교하여, 분산형 시스템이 유리한 경우 기준의 상수도를 보급하지 않고, 분산형 시스템을 도입.

▪우리나라의 마을상수도와 간이상수도는 기술적인 개발 수준이 낮아 생산비용과 서비스의 질의 수준에서 상수도에 비해 경쟁력이 떨어짐.

▪차세대 용수공급시스템에서 개발하려는 분산형 시스템은 기존의 수도시스템에 비해 수질, 경제성, 에너지 자립의 측면에서 유리한 소규모 시스템으로 수도서비스의 지역간 격차 해소에 기여할 것으로 기대됨.

제 5 절 기후변화 대비 전략

▌소유역단위 자급형 물관리체계 구축

▪IPCC 2007년 보고서에서는 기후변화로 인해 지구의 모든 지역에서 가장 심각하게 영향 받는 것이 수자원이며, 이에 대한 대비가 즉시 시행되어야 한다고 강조

▪소유역단위 자급형 수환경관리 체계가 구축되어야 함

▪기후변화로 인한 가장 큰 영향 중 하나는 가뭄으로 인한 피해라고 할 수 있으며, 기존의 댐과 지표수에 의존하는 상수도 시스템은 기후변화에 대한 적용성이 약하여 대규모 가뭄시에 안정적인 물공급이 곤란

▪차세대 용수공급시스템은 지역 내에 안정적인 저류공간을 확보하여 비상시에 안정적인 용수공급이 가능

제 10 장 세부과제 선정/평가방법 설정

제 1 절 총괄 RFP

연구과제명	차세대 용수공급시스템
1. 연구개발 목표	
	○ 미래사회가 요구하는 용수공급시스템 구축에 있어서 수질의 안전성과 수량의 안정성을 확보할 수 있고 용수생산 및 공급에 소요되는 에너지를 절감할 수 있는 핵심요소기술 개발 - 비상용수 확보(잉여공급량 최소 300% 확보)를 위한 지하저류시설의 설계 및 시공기술 개발 - 기존 용수공급시스템 대비 수송에너지 30% 절감 - 2~3만톤/일 용량의 수직형/분산형 수처리 시설물 설계기술 개발 - 수질사고 및 재해 발생대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보 - 용수공급시스템의 에너지 자립도 30% 이상을 달성하기 위한 신재생에너지의 생산 및 활용 기반기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대 수송시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존시설 노후화 문제의 근원적인 해결방안 필요 ○ 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송수관로의 장거리화 및 관로의 노후화로 야기되는 2차 오염 및 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 있음 ○ 수원의 단일화 및 저류시설의 부재로 비상시 용수공급의 안정성 위협하고 있는 상황이며, 특히, 1993년 가뭄 피해 및 1991, 2008년 낙동강 페놀 누출사고 등 비상상황에서 국가 비상용수 및 물 안보 체계구축 마련이 필요한 실정

○ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 도시건설(제로탄소도시 등) 시장에 진출할 차세대(분산화, 저에너지, 물안보 등) 용수공급 시스템의 브랜드 기술이 부재한 상황(세계 물시장 2015년 8,000억 전망, Global Water Index, 2010) 으로 해외시장에 진출할 브랜드화된 용수공급 인프라 설계, 건설 및 유지관리기술의 개발 및 확보가 필요함.

○ 대규모 지반굴착에 의한 대단면 수로터널 등의 지하저류시설은 굴착시공과정과 통수직후 및 운영 중 크고 작은 변상과 손상을 나타내며, 이러한 손상은 누수 및 외부 지하수 유입으로 인한 수질저하 등의 문제점을 발생시키는 주요 원인이 됨으로 시공과정 중 및 시공후 운영중의 대단면 저류시설에 대한 신속한 내부 조사 및 평가 기술이 요구되며, 통수중에는 별도의 단수조치가 없는 상황에서의 상시 원격 무인 조사 및 분석, 평가에 대한 기술개발이 필요함.

○ 수로터널 및 관로 등의 대단면 지하저류시설은 건설 후 장기간의 운영과정 속에서 인근 타 신규시설물(도로, 터널, 전력 및 통신시설등)과의 간섭이 필연적으로 수반될 것이며, 이때 기존 지하저류시설물의 지속적 안정성 확보를 위해서는 상시 원격 무인 조사 및 평가에 대한 기술개발이 필요함.

○ 저탄소 녹색에너지 산업이 미래성장동력으로 급부상하고 있으며, 기후변화 협약 포스트 교토 체제 하에서 선진국 중심으로 녹색보호주의가 강화될 경우 탄소배출권 시장이 확대될 전망되어 용수공급시설을 이용한 다양한 R&D 투자 필요

○ 미국 내에서 물과 관련된 CO_2 방출량은 5% 수준(River Network, 2009), 일본 동경시의 경우, CO_2 총 발생량의 15%를 용수생산 및 공급이 점유(하나끼, 2008)하고 있어 용수공급의 에너지 비용 절감 필요성 증가하고 있는 상황으로 신재생에너지를 융합한 저에너지형 용수공급시스템 구축기술의 개발이 필요함.

○ 전 세계적으로 전기 미보급지역이 51% 인 상황과 용수공급관련 에너지 비용이 지속적으로 증가되는 상황에서 신재생에너지 기반으로 운영되는 용수생산(상하수도) 플랜트 기술을 확보함으로서 국내의

	중소규모 지역의 적용 뿐 아니라 아프리카, 동남아시아 등 에너지 사정이 충분치 않은 지역에 수출함으로써 향후 CDM 사업 확보에 큰 역할을 할 것으로 기대 ○ 현 시점에서 미래사회를 위한 용수공급인프라의 건설 및 운영관리기술과 신재생에너지 생산기술은 녹색성장의 성장동력이 될 것이며, 세계 용수공급 인프라 건설시장에서 우위를 확보할 수 있는 핵심기술임.
□ 기술동향	○ 런던은 용수공급을 위한 Thames Waters사의 Ring Main이 건설, 운영 중에 있음(타원상의 넓은 지하수로, 연장 약 80km, 직경은 2.1~2.9m), 시공에는 closed cut 형식의 EPBM(Earth Pressure Balnace Machine)을 이용하였으며, 최근 누수 문제로 운영 및 추가건설이 재검토되고 있음 ○ 네덜란드, 스위스 등의 유럽은 취수원으로 대규모 저류시설을 이용해 오염물질의 유입시 수원을 안전하고 안정적으로 운영하고, 취수원에 모니터링 장치를 설치하여 항상 오염 물질에 대비(네덜란드의 WPH정수장, 스위스 Lengg정수장) ○ 미국 뉴욕시의 제3터널은 총연장 100 km의 상수를 위한 대심관로로서 14개의 지상으로 연결되는 수직 상승관을 통해 현존하는 상수관과 연결시켜 공급을 중단하지 않게 유지하기 위한 대심관로 임 ○ 일본의 경우 동경 수도권 외곽방수로(연장 6.3km, 직경 10.6m, 깊이 50m) 및 칸다가와 환상 7호선 지하조절지(연장 4.5km, 직경 12.5m, 깊이 34~43m)를 건설하여 수해피해 경감을 위한 우수 조절시설로 활용 중 ○ 미국 캘리포니아주 수자원부(DWR)에서는 수로터널에 대한 과학적 유지관리 및 의사결정을 위해서 수로터널 내부에 대한 조사 및 진단시 원격 무인 조사장비 ROV(Remote Operated Vehicle)를 적극 활용하고 있으며, 미국 샌프란시스코 소재의 미들포크 수로터널(7km)은 터널내 누수 및 퇴적위치를 조사와 복구작업에 ROV를 활용하였으며, 세부 조사에는 터널내 맵핑, 영상촬영, 소나탐지 등의 기법이 적용되었음. ○ 일본 고베시는 한신·아와지 대지진 이후 지진 대비 비상용수 확보

목적으로 대용량 송수관을 건설하였으며, 저류능력(59,000 ㎥)을 보유하고 있으며, 기설된 2개의 송수터널을 개량하기 위한 대체 루트로써도 이용 가능

○ 미국의 Metro West Water Supply Tunnel (MWWST)(총 연장 28.3 km, 깊이 60-152m, 평균 직경 4.3 m)은 대심관로로 보스턴시 인구의 절반인 2백 3십만 주민에게 상수를 공급하게 되었고 현존하는 Hultman Aquaduct와 더불어 두 번째 수자원 공급로를 확보함으로써 물 안보차원과 자연재해 등의 비상시에 대비하고 있음

○ 미국은 9.11 테러사건이후 물을 안보 측면에서 검토하여 미국 환경청에서 “Water Security Research and Technical Support Action Plan”을 발간하여 운영 중에 있음

○ 전 세계적으로 상하수도 사업장내에서 신재생에너지의 생산 및 활용 기술이 급속하게 증가 추세(일본 무라노정수장 등의 소수력, 태양광 발전, 스웨덴, 노르웨이, 독일의 하수처리수 및 하천열이용 지역냉난방 시설)이며, 신재생에너지 마이크로 그리드 기반으로 새로운 에너지 공급 형태의 활용

○ 우리나라의 수로터널 중 도수터널이 전체 수로터널의 84.2%를 차지하고 있으나, 거의 모두 천심에 설치되어 있고 대부분 직경이 1,900~3,900mm로 물의 이송을 위해 시공된 것이며, 저류를 위한 목적은 아님

○ 우리나라에서는 유비쿼터스 기반 미래도시, 저탄소 녹색에너지형 도시, 친수형 Aqua city 개발 트렌드에 따라 관련 기술에 대한 정부의 R&D 투자 증대 및 신규시장 형성 전망

○ 국내에서는 용수공급 관련 비상용수 및 물안보에 대한 체계가 정립되어 있지 않아 이에 대한 제도적 정비가 필요하며, 수로터널 및 대단면 관로의 조사·진단, 수질관리 등 유지관리 업무에 있어 장비개발, 운영관리시스템 개발 등 과학적인 운영관리 체계 구축 필요

○ 용수공급시설을 활용한 소수력, 냉난방 수온차등 신재생에너지 생산기술은 정부의 적극적인 R&D 및 지원사업 추진으로 신재생에너지 관련 제도정비 및 지원제도, 관련 핵심기술 및 부품의 국산화 기술의

향상으로 발전되고 있으나, 활용성은 아직 미흡한 실정이며, 대심도 용수공급 인프라시설을 활용한 신재생에너지 생산 및 활용기술은 시설인프라의 부재로 전무함

3. 연구개발내용	

□ **세부과제 1 : 분산화 및 지하저류기반의 용수공급시스템 설계 및 건설 기술**

○ 분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술개발
- 분산형 수처리 시스템 개발
- 모니터링 및 수운영 시스템 구축기술 개발
- 급/배수 시스템 연계기술 개발
- 광역 및 지자체 용수공급 시스템 법/제도적 연계방안 수립

○ 지하저류시설의 설계 및 건설 기술 개발
- 물수지 분석을 통한 최적 물분배 및 공급 기술 확보
- 대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계 기술 개발
- 대심도 지하 저류시설 친환경 시공 기술 개발
- 대심도 수리구조물 안전성 확보 설계 기술 개발

○ 건설 소재 국산화 및 요소기술 개발
- 다품질 용수공급시스템 설계 및 건설관리 프로그램 개발
- 소재, 계측 및 제어 기기의 국산화 및 평가 기법 개발

□ **2세부과제 : 차세대 용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술**

○ 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
- 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술
- 지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발
- 지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 기술 개발
- 차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축

○ 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
- 물안보 표준 및 기준 수립
- 조기 감지 시스템 개발
- 재해대응 관리시스템 개발
- 보조수원 제도적 활용 방안 수립(수원의 다변화, 활성화)

□ 3세부과제 : 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술

○ 용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
- 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발
- 수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발

○ 용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
- 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발
- 차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발
- 신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도개선 및 신설 방안

○ 저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발
- 상하수도 CDM사업 전략 개발
- 저탄소 수처리 요소공정기술 개발
- 신재생에너지기반 지역맞춤형 수처리 조합기술 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

- 1차년도 : 전략 및 기본방향 정립
  · 법, 제도 검토
  · 추진전략 수립 및 기술개발 및 설계 기본방향 정립

- 2차년도 : 핵심 요소기술 개발
  · 핵심기술 개발에 대한 정성적 특허분석 및 시장확보 방안 수립
  · 세부과제별 핵심 요소기술 개발

- 3차년도 : 설계기술 확보
  · 핵심개발기술의 실험 평가
  · 핵심개발기술의 설계, 운영관리기술 확보

- 4차년도 : 개발기술 검증 및 실용화
  · 핵심개발기술의 현장적용성 평가
  · 핵심개발기술의 실용화 기반 마련
  · 핵심요소기술별 매뉴얼 작성
  · 개발기술의 실용화 및 기술이전

	○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)
□ 추진체계	○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요 시 지하 용수저류시설 구축의 재료 및 시공분야에서 선도적 위치에 있는 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음. ※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 지하저류시설 설계분야는 지질공학분야와 접목되어 수행되어야 하며, 대심도 지하 수로터널 전문가가 연구진에 포함되어야 함 ○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함 ○ 신재생에너지 전문가가 연구진에 포함되어야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	**□ 세부과제 1 : 분산화 및 지하저류기반의 용수공급시스템 설계 및 건설기술** ○ 수처리 시설의 컴팩트화 및 분산화 기술 개발 - 분산형 수처리 시스템 설계 및 상세도면 제시(기존 소요부지 70%이상 절감, 기존 대비 건설비 140%이하)

- 모니터링 및 자동연계 시스템 상용화 버전
- 급배수 시스템 연계 및 최적 배수시스템 설계 도면(Water age (최종 생산수 생산 이후의 시간) 24시간 이하)
- 수직형 수처리 시스템 및 지하 저류시설 demo 시설물

○ 지하저류시설의 설계 및 건설 기술개발
- 물수지 분석에 근간한 지하저류시설의 기본 설계(기존 대비 용수 공급 수송에너지 30% 이상 절감, 비상용수 확보량(잉여공급량; Redundancy 최소 300% 확보) 및 소수력 발전 효율 최대화)
- 지중 수리 구조물 설계 시방서 및 상세도면
- 지하저류시설 친환경 시공 매뉴얼 및 BIM 시스템(기존 대비(매뉴얼 및 BIM이 없는 경우) 시공비 및 시공기간 10% 절감)
- 용량 500톤/일 규모의 지하저류시설 데모 시공

○ 건설소재 국산화 및 요소기술 개발
- 설계 및 건설관리 software(유체 및 구조해석, 적산, 시공관리가 연계된 software)(기존 work 수행 대비 설계 및 시공 감리 Man-hour 30% 절감)
- 국산화 소재, 장비 및 기기 상용화 버전

□ 2세부과제 : 차세대 용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술

○ 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발
- 물수요 예측 프로그램 (용수공급을 위한 단기 수요예측 기술)
- 네트워크 구성 기술(분산형 용수공급시스템의 네트워크 구성기술)
- 대단면 지하저류시설의 조사 진단, 유지보수용 통합 원격 무인 장비(용수공급시스템 모의시설내 시범적용 및 검증)
- 대단면 지하저류시설 손상평가 및 유지보수 매뉴얼
- 수질관리 프로그램/매뉴얼(기존 공급시스템 대비 수질 관리 비용 20% 절감)
- 최적 수질 모니터링 가이드라인
- 차세대 용수공급 시스템의 LCC 및 자산관리 프로그램/매뉴얼
- 차세대 용수공급 시스템 수량·수질 및 시설 통합 관리 프로그램/매뉴얼(기존 용수공급시스템 대비 운영 유지관리 비용 30% 절감)

○ 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발
- 물안보 확보가능 법령 체제 완비

- 유해물질 대응 조기 감지 시스템(바이오센서장착)
- 수질감시 국산화 장비(온라인)
- 시스템 취약도 산정 기술, 재해 위험도 분석 기술(재난 피해액 30% 절감, 재난 대비 시설보강비용 50% 절감)
- 비상관리 매뉴얼(재난 시 단수제로 달성)
- 보조 수자원 활용을 위한 제도적 기준 수립

□ 세부과제 3 : 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술

○ 용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발
- 기존 수처리 플랜트 소비전력의 30% 이상을 충당할 신재생에너지 생산기술(위치에너지 활용 소수력 발전, 태양광 및 연료전지 등)
- 지하저류기반의 용수공급시스템연계 신재생에너지 통합 생산플랜트 설계도면 제시

○ 용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발
- 기존 수처리플랜트 대비 에너지자립도 30% 달성
- 지열, 수온차 에너지 냉난방 적용기술 및 설계 상세도면 (공기열원 냉난방시스템 대비 20% 효율향상)
- 배전계통 DC배전 적용 설계 상세도면
- 에너지 통합관리시스템 프로그램 및 매뉴얼

○ 저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발
- 신재생에너지기반 지역맞춤형 수처리 조합기술 개발(수처리에 소모되는 에너지의 100%를 대상지역의 신재생에너지로 충당)
- 에너지절감형 수처리 요소공정(기존 요소공정(혼화, 여과 등)의 에너지 소비 30% 절감)
- 태양광화학반응 이용 수처리공정(소독 가능, 미량오염물질 80% 이상 제거)

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까

지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 국내 신도시 건설은 세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중이며, 세계적인 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상(유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가 증가 전망)되어 해외도시건설시장 활성화(해외 도시건설시장 규모는 30조 달러 추산)에 따른 용수공급 인프라 구축기술에 대한 활용성 및 수요가 큼

○ 중동의 경우 자원수출로 축적된 국부를 신도시 개발과 인프라 시설 확충하면서 자연스럽게 물 공급 사업 기회가 증가하고 있으며, KOTRA('09.3)에 의하면, 상대적으로 사회 인프라가 낙후된 베트남에서 신도시 건설, 발전소 건설, 석유화학 공장 건설, 제철소 건설 등이 활발하게 추진될 것으로 전망되어 새로운 기회를 창출하는 것으로 분석함으로서, 신도시 건설의 핵심 인프라인 water life line 건설의 기회도 창출될 것으로 전망되어 신도시 시장 해외 진출 활성화로 관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회 확대

○ 기존 시설 개량사업 및 운영관리 시장은 지속적인 증가추세에 있음. 미국은 향후 2025년까지 노후관망 개량을 위하여 $77~$325 billion이 소요될 것으로 전망되고 있으며, 세계적으로 합리적이고 경제적인 상수관망 개량사업과 종합적인 성능향상을 위한 진단과 평가기술, 그리고 개량기술 등 확보가 가장 큰 이슈가 되고 있어(EPA, 2002), 용수공급시스템 인프라 구축기술 및 운영관리기술의 수요는 매우 큼

○ '08년 중 전 세계적으로 약 1550억불이 풍력, 태양력, 소수력, 바이오매스, 지역에너지 개발 등 신·재생에너지 프로젝트(대규모 수력발전소 제외)에 투자되었으며, 지속적으로 공급이 확대될 전망이고, 삼성경제연구소의 보고서(SERI 경제포커스, 2008)에 따르면 신재생에너지 개발 등 에너지원을 다양화하고 청정에너지 공급확대 전망(2030년 전

체 발전량 중 신재생에너지 비중이 50% 초과 전망)으로 용수공급시스템 인프라로부터 신재생에너지를 생산하고 융합하는 기술은 용수공급비용 절감의 효과가 큼

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.10 ~ 2014.6 (3년 8개월)
- 총 연구비 : 375.9억원(정부출연금 281.9억원 이내)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.10 ~ 2011.4(6개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 6개월로 함.

○ 차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)

○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)

○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.6(1년2개월)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 “분산공유 6대 실험시설” 적극 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 시험시공시 이를 활용하여 연구할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

제 2 절 세부과제별 RFP

1. 1 세부과제

1 세부과제명	분산화 및 지하저류기반의 용수공급시스템 설계 및 건설 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 감성디자인을 고려한 2~3만톤/일 용량의 수직형/분산형 수처리 시설물의 설계 기술 개발 ○ 비상용수 확보(잉여공급량 최소 300% 확보) 및 단수 제로를 위한 지하저류시설의 설계 및 시공기술 개발 ○ 기존 대비 용수공급 수송 에너지 30% 절감 ○ 중앙 집중 수평 배열식 수처리공정의 소요부지 대비 70%이상 절감 ○ 중앙 집중식 공정 대비 톤당 건설단가 140%이하 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대 수송시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존시설 노후화 문제의 근원적인 해결방안 필요 ○ 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송수관로의 장거리화 및 관로의 노후화로 야기되는 2차 오염 및 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 있음 ○ 수원의 단일화(예; 수도권의 경우 팔당댐) 및 저류시설의 부재로 비상시 용수공급의 안정성 위협 ○ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 신도시에 적용 가능한 차세대(분산화, 저에너지, 물안보 등) 용수공급 시스템의 아이디어 부재 (세계 물시장 2015년 8,000억 전망, Global Water Index, 2010) ○ 전 세계적으로 개발되는 신도시는 약 50,000명의 인구가 거주하는 것으로 기획되어 약 2~3만톤/일의 소·중규모 정수장의 분산화가 필요한 시점임 ○ 해외 물산업 시장을 주도할 국가요소기술 확보가 필요한 시점 (연구 및 검증의 부재로 해외 물시장 참여에 제한)

	○ 특히, 1993년 가뭄 피해 및 1991, 2008년 낙동강 페놀 누출사고는 비상상황에서 국가비상용수 체계구축 마련의 필요성을 더욱더 절실하게 하고 있음 ○ 상기와 같은 기존 용수공급 시스템의 문제점 해결 및 미래 도시의 이수에 대한 니즈 충족을 위해서는 신개념 즉, 처리시설의 분산화 및 컴팩트화, 지하저류시설의 도입을 통한 비상용수확보, 해외 물산업 시장을 주도할 요소기술의 확보 등을 포함하는 차세대 용수공급시스템의 건설 및 시공기술이 시급히 개발되어야 함
□ 기술동향	<국 내> ○ 국토해양부, 지식경제부, 환경부가 합동으로 수립한 “물산업 육성방안”에 의하면 용수공급시스템의 수출산업화를 통하여 2015년까지 세계적인 물기업을 육성을 추진하였으나, 물산업에 대한 개념정립의 모호함으로 인해 수도사업 구조개편 중심으로 진행됨 ○ “수도사업 구조개편”에서는 용수공급시스템 기반시설 구축 및 개선사업의 지속적인 확대추진, 물산업 촉진을 위한 원천기술 개발 및 확보 주력(지능형 수처리 기술, UT기반의 용수공급시스템 운영관리 기술, 에너지 완전 순환형 수처리 기술 등의 육성), 또한 중국 및 개도국 물시장 진출을 위한 맞춤형 기술개발 사업을 제언하고 있음 ○ 국내 용수공급시스템 설계 및 건설기술과 관련된 주요 기술적 영역에서 국내 기술수준은 전반적으로 관련 기술 최고 수준 국가대비 평균이상인 것으로 조사됨 ○ 국내 제조업체의 수처리 업무 아웃소싱으로 공업용수 시장에 해외 물기업이 참여하는 시장이 형성 - 현재 Veolia waters는 하이닉스 반도체 수처리시설을 2,300억에 매입, 12년간 운영계약, 현재 석유화학을 상대로 수처리시설을 1,400억에 매입, 20년간 운영 계약 체결 - 정부에서는 지속적으로 고도정수처리시설 도입에 약 1.2조원, 마을 수도시설 및 소규모 수도시설 개량에 약 4,600억원 투자 예정(환경부, 2009) ○ 미래도시의 개발의 경우 기존용수공급 시스템과 차별화된 첨단 용수공급 시스템의 도입이 요구됨 - 서해안 송산 그린시티의 경우 새로운 개념의 지역별(주거지역, 위

락지역 등) 차세대 맞춤형 용수공급 시스템의 적용이 요구됨

○ 용수의 양적인 공급은 크게 확대되었지만, 2005년 환경부 조사결과 “수돗물이 식수로 부적합하다”는 의견이 57.8%에 달할 정도로 국민의 불신이 심각함

○ 국내 수로터널 중 도수터널이 전체 수로터널의 84.2%를 차지하고 있으며, 송수터널은 11.8%, 취수터널은 3.9%를 차지하고 있음

○ 그러나 이러한 터널들은 거의 모두 천심에 설치되어 있고 본 기획연구에서 언급하고 있는 대심도 지하저류시설과는 상이함

○ 대부분 직경 또한 1,900~3,900mm로 물의 이송을 위해 시공된 것이며, 저류를 위한 목적은 아님

<국 외>

○ 일본의 오사카 무라노 정수장(1,797,000m^3/일)은 대표적인 일본내 계층식 정수장으로 고도처리 시설(오존, GAC 등)을 도입하여 운영중에 있음 그러나 부지면적 축소를 제외한 기술적 메리트는 없음

○ 또한 일본의 경우 동경 수도권 외곽방수로를 건설하여 운영 중에 있음 (연장: 6.3km, 직경: 10.6m, 지표면에서 깊이 약 50m)

○ 일본 칸다가와 환상 7호선 지하조절지는 칸다가와 지역의 수해피해 경감을 위한 우수 조절시설로써 그 깊이가 지점별로 34~43m에 건설되어 있음(연장: 4.5km, 직경: 12.5m)

○ 네덜란드, 스위스 및 독일 등의 유럽은 대규모 저류시설을 확보하고 강변여과를 활용하고 있음 (네덜란드의 Baanhoek 정수장, 독일의 뒤셀도르프 정수장 등)

○ 또한, 유럽의 용수공급 시스템은 취수원으로 대규모 저류시설을 이용해 오염물질의 유입시 수원을 안전하고 안정적으로 운영하고, 취수원에 모니터링 장치를 설치하여 항상 오염 물질에 대비 (네덜란드의 WPH정수장, 스위스 Lengg정수장)

○ 대부분의 유럽 국가는 용수공급 서비스의 민영화를 추진하고 있는데, 현재 사업자간의 구조조정이 진행 중에 있음

○ 미국 뉴욕시는 19개의 저수지와 3개의 인공호수를 수원으로 하여 900만 뉴욕시민에게 4,158천m3/일의 용수를 공급 중이며, 용수공급 체계는 3개의 분리시스템으로 구성되어 수로터널을 이용한 연계운영을 하고 있음

○ 런던은 용수공급을 위한 Thames Waters사의 Ring Main이 건설,

운영 중에 있음(서부의 Ashford Common 정수장으로부터 런던 중앙부 및 리이강을 횡단하여 타원상의 넓은 지하수로이며, 연장은 약 80km, 직경은 2.1~2.9m의 본 관으로 구성), 시공에는 closed cut 형식의 EPBM(Earth Pressure Balnace Machine)을 이용하였으며, 최근 누수 문제로 운영 및 추가건설이 재검토되고 있음

3. 연구개발내용	

□ 세부연구내용 1 : 분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술개발

○ 연구개발의 필요성

- 생산자 중심의 중앙 집중형 처리시스템의 문제점 해결을 위해서 분산형(약 2~3만톤/일) 수처리 시스템의 건설을 위해서는 수처리 공정의 수직조합 기술개발 및 감성디자인 고려가 필요함
- 지하저류조 및 분산형 수처리 시스템내 수질 및 수리인자의 도출 및 제어 로직의 개발 필요
- 배수 시스템의 최적 위치 선정을 통한 급배수 시스템과의 연계방안 수립 필요
- 기존 제도상 명시되어 있는 광역 및 지자체 용수공급시스템 관련 업무 분담 및 책임 부분 등을 검토하여 국가차원에서 차세대 용수공급시스템 구축에 제한이 되는 법/제도적 해결방안의 마련이 시급

○ 연구개발 내용

- 분산형 수처리 시스템 개발
  - · 2~3만톤/일 용량의 수처리공정 수직조합 설계 기술 개발
  - · 감압변 및 저류조가 없는 수직형 수처리 공정 조합기술 개발
  - · 분산형 수처리 시스템 및 지하저류시설 데모(PVP; Process Verification Plant) 구축
- 모니터링 및 수운영 시스템 구축기술 개발
  - · 분산형 수처리 시스템과 지하저류시설의 연계 운영 hardware 구축 기술 개발
  - · Total 시스템내의 감시 및 제어인자 도출
  - · 모니터링 시스템 통합 로직 구성
- 급/배수 시스템 연계기술 개발
  - · 분산형 수처리시스템과 기존 급/배수 시스템의 연계 방안 수립

· 급배수 시스템의 최적 설계 기술 개발

- 광역 및 지자체 용수공급 시스템 법/제도적 연계방안 수립
  · 기존 제도의 검토 및 보완
  · 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도안 수립

□ **세부연구내용 2 : 지하저류시설의 설계 및 건설 기술 개발**

○ 연구개발의 필요성

- 대심도 관로를 포함하는 지하저류시설 및 다지점 건설되는 분산화 수처리 시스템의 최적설계를 위해서는 상호간의 유입 및 유출 물수지 분석을 통하여 다양한 조건에서 유동량을 산정하는 분석 기술이 필요함
- 대심도 지하저류시설의 설계 및 건설을 위해서는 용수공급 및 비상저류 시나리오에 따른 최적 저류량, 최적 관길이 및 관경 그리고 망(지하저류시설과 시설간)의 구성에 대한 최적 설계를 위한 수리학적 분석 및 검토가 필요함
- 친환경 대심도 지하저류시설의 건설을 위해서는 주변 환경에 대한 영향을 최소화하는 지속가능한 친환경 기술의 개발이 필요
- 사용 수명동안에 발생할 수 있는 내외부 안전성 위해 요인(지진, 화재, 누수, 테러 등)에 대한 대응시스템 구축 및 지반지진응답의 편차가 큰 지하 저류 수리 구조물 및 수처리시설에 대한 내진설계 기술 개발이 필요함

○ 연구개발 내용

- 물수지 분석을 통한 최적 물분배 및 공급 기술 확보
  · 물수지 분석을 통한 유동량 산정기술 개발
  · 지하수 및 빗물 등 보조수원의 연계 및 혼합 조건/지점 최적화
  · 수요관리(소비자의 사용패턴 및 량)를 통한 수직형 수처리시스템의 최적지점 도출
- 대심도 지하저류시설 수리학적 최적 설계 기술 개발
  · 지하저류시설의 최적설계 수리인자 도출(펌프 및 경사 등)
  · 용수공급 시나리오에 따른 Total 시스템 수리적 최적 설계 기술
  · 소수력 발전 효율 극대화를 위한 설계 기술 개발

- 대심도 지하 저류시설 친환경 시공 기술 개발
  - · 대심도 지하저류시설 시공에 따른 주변 환경 영향 리스크 예측, 평가 및 제어기술 개발
  - · 대심도 지하저류시설 친환경 시공을 위한 지식기반형 설계/시공 BIM 시스템 개발
  - · 고수압 환경에서의 지하저류조 오염원 차단 및 기밀성 확보 친환경 시공 기술
  - · PVP 구축시 지하저류시설 연계기술 개발
- 대심도 수리구조물 안전성 확보 설계 기술 개발
  - · 화재, 누수, 테러 등 구조물 안전성 위협 요소 대응체계 개발
  - · 대심도 수리구조물 내진설계, 취약부 평가, 보강기술 개발
  - · 실시간 지진모니터링 시스템 설계

□ 세부연구내용 3 : 건설 소재 국산화 및 요소기술 개발

○ 연구개발 필요성

- 추후 해외 신도시 개발 사업 진출을 위해서 범용적으로 사용가능한 지하저류시설 및 수직형 용수공급시스템의 설계 자동화(소프트웨어)의 개발이 필요
- 용수공급관련 물산업에 소요되는 소재, 장비 및 계측기기의 수입을 최소화하고 건설 단가의 저감을 위해 핵심 소재 및 기기의 국산화 필요 (단, 대표성이 있고 국산화의 목표가 가장 가능성이 있는 소재, 장비 및 기기로 한정)

○ 연구개발 내용

- 다품질 용수공급시스템 설계 및 건설관리 프로그램 개발
  - · 유체 및 구조해석, 적산 알고리즘을 연계한 설계 자동화 프로그램 개발
  - · 가상 시나리오 작성 및 상세 설계를 통한 검증
- 소재, 계측 및 제어 기기의 국산화 및 평가 기법 개발(제안공모과제)
  - · 대표성 있고 국산화 가능성이 높은 소재, 장비 및 기기 선정
  - · 국산화 시 경제적 편익 도출
  - · Full-scale 규모의 시스템에 적용 및 검증을 통한 상용화 버전 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 세부과제 책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
- 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영

○ 관련분야 전문가 자문
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 (www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)

○ 향후 세계 도시건설 시장의 용수공급인프라 구축에 진출을 고려하여 대상국가의 정책고려 및 세계표준에 맞는 소재 개발

□ 추진체계

○ 타 세부과제 협동연구기관과의 협업을 통한 기술개발 과제의 연계성 확보
- 1 세부과제내의 세부연구내용간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 추진
- 향후 용수공급 인프라 구축 후 효율적 운영관리를 고려하여 2세부과제 협동연구기관과, 수송에너지 절감 등 에너지 절감기술 관련해서는 3세부과제 협동기관과 협조체계를 구축하여 추진

○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요 시 지하 용수저류시설 구축의 재료 및 시공분야에서 선도적 위치에 있는 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음.

※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도

○ 지하저류시설 설계분야는 지질공학분야와 접목되어 수행되어야 하며, 대심도 지하 수로터널 전문가가 연구진에 포함되어야 함

○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

□ 세부연구내용 1 : 수처리 시설의 컴팩트화 및 분산화 기술 개발

○ 분산형 수처리 시스템 설계 및 상세도면 제시
- 기존 소요부지 70%이상 절감, 기존 대비 건설비 140%이하

○ 모니터링 및 자동연계 시스템 상용화 버전
- Total 시스템 제어가능 중앙제어실 구성

○ 급배수 시스템 연계 및 최적 배수시스템 설계 도면
- Water age(최종 생산수 생산 이후의 시간) 24시간 이하인 시스템

○ 광역 및 지자체 용수공급시스템 연계 및 사업 활성화 법 및 제도적 방안

○ 수직형 수처리 시스템 및 지하 저류시설 demo 시설물(Process Verification Plant)

□ 세부연구내용 2 : 지하저류시설의 설계 및 건설 기술개발

○ 물수지 분석에 근간한 지하저류시설의 기본 설계 보고서
- 기존 대비 용수공급 수송에너지 30% 이상 절감
- 비상용수 확보량(잉여공급량; Redundancy 최소 300%확보) 및 소수력 발전 효율 최대화

○ 수리구조물 안전성 확보를 위한 지중 수리 구조물 설계 시방서 및 상세도면

○ 지하저류시설 친환경 시공 매뉴얼 및 BIM 시스템
- 기존 대비(매뉴얼 및 BIM이 없는 경우) 시공비 및 시공기간 10% 절감
- 기존 대비 시공 중/ 후 환경 impact 30% 저감

○ 용량 500톤/일 규모의 지하저류시설 데모 시공

□ 세부연구내용 3 : 건설소재 국산화 및 요소기술 개발

○ 설계 및 건설관리 software (유체 및 구조해석, 적산, 시공관리가 연계된 software)
- 기존 work 수행 대비 설계 및 시공 감리 Man-hour 30% 절감

○ 국산화 소재, 장비 및 기기 상용화 버전
- 자산(Total 시스템의 재화가치) 기준 총 시설비 1% 절감

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 국내 신도시 건설은 세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중이며, 세계적인 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상(유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가 증가 전망)되어 해외도시건설시장 활성화(해외 도시건설시장 규모는 30조 달러 추산)에 따른 용수공급 인프라 구축기술에 대한 활용성 및 수요가 큼

○ 중동의 경우 자원수출로 축적된 국부를 신도시 개발과 인프라 시설 확충하면서 자연스럽게 물 공급 사업 기회가 증가하고 있으며, KOTRA('09.3)에 의하면, 상대적으로 사회 인프라가 낙후된 베트남에서 신도시 건설, 발전소 건설, 석유화학 공장 건설, 제철소 건설 등이 활발하게 추진될 것으로 전망되어 새로운 기회를 창출하는 것으로 분석함으로서, 신도시 건설의 핵심 인프라인 water life line 건설의 기회도 창출될 것으로 전망되어 신도시 시장 해외 진출 활성화로 관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회 확대

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.10 ~ 2014.6 (3년 8개월)
- 총 연구비 : 172억원(정부출연금 129억원 이내)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.10 ~ 2011.4(6개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 6개월로 함.

○ 차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)
○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)
○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.6(1년2개월)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토해양부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 "분산공유 6대 실험시설" 적극 활용

※ 공고시 첨부한 "분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료" 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 시험시공시 이를 활용하여 연구할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

2. 2 세부과제

세부과제명	차세대 용수공급시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 지하저류시설 건전성, 수질 안전성 및 용수공급 안정성 확보 ○ 반영구적인 시설물의 내구연한 확보 ○ 통합 운영 및 유지관리 기술개발 ○ 중단없는 안전한 물공급 체계 구축 ○ 수질사고 및 재해 발생대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보 ○ 차세대 용수공급시스템의 유지 관리를 위한 장비 및 소재 개발 ○ 개발된 장비 및 기술의 시범적용 및 검증을 통한 현장 적용성 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 용수공급시스템의 분산화 및 컴팩트화, 지하저류시설의 유지관리, 기존 용수공급 시스템과의 연계를 위해서는 차세대 용수공급시스템을 운영·유지 관리하기 위한 기술 개발이 필요함 ○ 대규모 지반굴착에 의한 대단면 수로터널 등의 지하저류시설은 굴착시공과정과 통수직후 및 운영중 크고 작은 변상과 손상을 나타내며, 이러한 손상은 누수 및 외부 지하수 유입으로 인한 수질저하 등의 문제점을 발생시키는 주요 원인이 됨. 더욱이 초기의 소규모 손상은 인근 지반 및 지하수와의 상호작용을 통해 지속적으로 확장되며, 일정 규모이상의 확장단계에서는 대규모 장기 보수보강이 수반되어야 함. 이와 관련하여 시공과정중 및 시공후 운영중의 대단면 저류시설에 대한 신속한 내부 조사 및 평가 기술이 요구되며, 통수중에는 별도의 단수조치가 없는 상황에서의 상시 원격 무인 조사 및 분석, 평가에 대한 기술개발이 시급한 실정임. ○ 수로터널 및 관로 등의 대단면 지하저류시설은 건설 후 장기간의 운영과정 속에서 인근 타 신규시설물(도로, 터널, 전력 및 통신 시설등)과의 간섭이 필연적으로 수반될 것이며, 이때 기존 지하저류시설물의 지속적 안정성 확보를 위해서는 상시 원격 무인 조사 및 평가에 대한 기술개발이 절실한 상태임. ○ 물은 인류 생존에 절대적으로 필요하면서도 대체물이 없다는 점에서 국가안보에 중요한 위치를 차지함. 물 공급이 단절되거나, 물에 건강에 유해한 물질이 포함되면 국민들 생존이 위협받을 수 있게

	되므로, 물은 안보와 밀접하게 연관되어 있음. ○ 경제성장으로 각 집단 간 격차가 심해지면서 테러활동이 늘어가고 있고, 과거와는 달리 전 세계가 한 생활권이 되면서 국내도 테러로부터 안전하다고 자신할 수 없는 실정으로 물을 안보측면에서 고려한 물 안보에 대한 연구가 시급한 실정임
□ 기술동향	<국내> ○ 국내에서는 수로터널 및 대단면 관로의 조사·진단 등 유지관리 업무에 있어, 잠수부 투입 및 임의 단수후 육안관찰 등의 고전적 방법을 사용하고 있으나, 잠수부를 통한 수중 육안관찰은 시야확보 및 시거오차 등에 의한 기술적 오류의 소지가 많으며, 임의 단수는 시설의 운용특성상 원하는 시기에 충분한 기간동안 수행할 없는 현실적 어려움과 동시에 수중조건에서의 손상형태를 관찰할 수 없는 문제점이 있음. 이러한 이유로 미국, 영국, 뉴질랜드 등에서는 IT기술이 접목된 첨단 장비를 활용하여 대단면 저류시설에 대한 유지관리 업무를 수행하고 있음. ○ 국내 수도권광역상수도 3단계 수로터널의 경우, 수로터널 인근의 신규 도로터널 건설에 따른 기존 수로터널의 안정성 문제가 크게 대두되었으며, 임의 단수가 어려운 운영특성하에서 수로터널내부의 무단수 원격조사 및 평가 방법이 없는 관계로 정량적인 조사 및 안정성 평가가 불가능하였음. 7년여 기간의 오랜 기술적 분쟁 끝에 결국 우회관로를 신설하는 것으로 최종결론을 도출한 상태임. ○ 국내는 물 안보에 대한 관심도 많지 않고, 이를 주제로 한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정으로 이는 과거에 물을 대상으로 한 테러사례가 국외에 국한되고 국내에서는 거의 발생하지 않았기 때문임 <국외> ○ 일본의 동경전력(주)에서는 총 연장이 770 km에 이루는 수로터널 구조물의 유지관리를 위해 수로터널의 건전도를 평가하여 그 결과를 바탕으로 변형원인 추정과 대책공법의 선정을 실시하는 진단시스템과 과거의 조사 데이터, 구조제원, 개보수 이력 등의 각종 데이터를 관리하는 수로 데이터 시스템으로 구성수로터널 유지관리 시스템을 개발하여 운영 중에 있음 ○ 미국 캘리포니아주 수자원부(DWR)에서는 수로터널에 대한 과학적 유지관리 및 의사결정을 위해서 수로터널 내부에 대한 조사 및

진단시 원격 무인 조사장비 ROV(Remote Operated Vehicle)를 적극 활용하고 있음.

○ 미국 샌프란시스코 소재의 미들포크 수로터널(7km)은 터널내 누수 및 퇴적위치를 조사와 복구작업에 무인 원격 조사장비(ROV)를 활용하였으며, 세부 조사에는 터널내 맵핑, 영상촬영, 소나탐지 등의 기법이 적용되었음.

○ 미국 및 영국에서는 수로터널 및 대구경 관로 등의 조사와 진단에 원격 무인 조사장비(ROV)를 적극 적용하고 있으며, 기존의 단순 영상촬영 기능에 음파탐지을 통한 손상추적, 3차원 맵핑, 수중보강 작업 지원 등의 응용 진단기술을 포함시켜 활용하고 있음.

○ 일본 고베시의 대용량 송수관은 재해시 위험 분산을 목적으로 높은 내진성과 큰 저류능력 (59,000 ㎥)을 보유하고 있으며, 기설된 2개의 송수터널을 개량하기 위한 대체 루트로써도 이용 가능(ladder network 구축)한 시설로 시내 각 지역의 배수지 수량을 24시간 집중 관리하는 텔레미터(TM)·텔레컨트롤(TC) 시스템에 의한 시설 무인화를 통한 운영 효율화을 추진하였으며, TM시스템 네트워크는 중앙감시국 1개소, 중계국 8개소로 구성되어 있음. 한신・아와지 대지진으로 배수관 1,757개소가 피해를 입어, 재해 복구에는 주로 배수관의 내진화를 우선적으로 시행 (연장 약 118 ㎞)하였고, 매설 연수에 따른 갱신을 하지 않고, 효율적인 갱신과 내진화, 배수관망의 신뢰성 향상을 위해 중요도, 건전도, 대체성 등을 고려하여 갱신우선순위 평가를 실시하여 내진성이 높은 재질과 이음매 관으로 갱신하고 있음

○ 미국 뉴욕시의 제3터널은 총연장 100 km의 상수를 위한 대심관로로서 14개의 지상으로 연결되는 수직 상승관을 통해 현존하는 상수관과 연결시켜 상수를 공급하고, 특수 지하 밸브 공간을 마련하여 미래에 물을 배수하거나 공급을 중단하지 않게 유지하기 위한 대심관로 임

○ 미국의 Metro West Water Supply Tunnel (MWWST)은 보스턴 서부 Marlborough에 위치한 John J. Carroll 상수 처리장에서 시작 보스턴 시외 외각까지 총 연장 28.3 km, 깊이 60-152m, 평균 직경 4.3 m (상류에 위치한 최대직경 4.8m, 하류에 위치한 최소 직경 4.0m)의 대심관로로 보스턴시 인구의 절반인 2백 3십만 주민에게 상수를 공급하게 되었고 현존하는 Hultman Aquaduct와 더

불어 두 번째 수자원 공급로를 확보함으로써 물 안보차원과 자연재해 등의 비상시에 대비하고 있음

○ 물을 대상으로 한 테러는 용수공급시스템 시설에 대한 공격과 시스템에 생화학적 독극물을 주입하는 공격으로 구분해 볼 수 있음 과거 사례로는 2000년 이라크 바그다드에서는 테러조직이 송수관을 공격하였으며, 같은 해 호주 퀸스랜드에서는 콤퓨터와 무선으로 하수시스템을 조작하여 공원과 강에 하수를 무단 방류하려는 시도가 발각된 사례가 있음. 또한 1992년 터키 이스탄불 공군기지 급수 댐에서 테러조직이 주입한 것으로 추정되는 청산가리가 치사농도로 발견되었음.

○ 미국은 9.11 테러사건이후 물을 안보 측면에서 검토하여 미국환경청에서 “Water Security Research and Technical Support Action Plan”을 발간하여 운영 중에 있음

3. 연구개발내용	

□ **세부연구내용 1 : 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발**

○ 연구개발의 필요성

- 기존의 용수공급 시스템과 차세대 용수공급시스템을 연계하기 위한 요소기술과 통합을 위한 시스템 최적화 구축 필요
- 지하저류 구조물의 건전도를 평가하고 유지관리하기 위한 기술개발이 필요
- 별도의 단수조치가 없는 상황에서 대단면 수로터널 등의 지하저류시설에 대한 원격 무인 조사 및 분석, 평가가 가능한 무단수 원격 무인 Inspection 장비 개발이 필요
- 차세대 용수공급 시스템의 지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질을 관리하기 위한 시스템 구축이 필요
- 차세대 용수공급시스템의 저에너지형의 운영 및 수량·수질·시설을 유지관리하기 위한 통합 시스템이 필요

○ 연구개발 내용

- 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술
  - · 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 통합시스템의 로드맵 개발
  - · 최적 용수공급 및 배분을 위한 단기 용수공급 예측기술 개발
  - · 수운영 통합관리 프로그램의 요소기술 개발
  - · 용수공급구역의 통합을 위한 시스템 구축
- 지하저류시설에 대한 진단 및 유지관리 기술 개발

· 대단면 지하 저류시설에 대한 무단수 원격 무인 Inspection 및 유지보수 장비 개발
· 대단면 지하저류시설에 대한 손상탐지 및 평가 기술 개발
· 시범적용 및 검증

- 지하저류조 및 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 기술 개발
· 대단면 지하 저류시설의 수질관리시스템 구축 기술
· 분산화된 용수공급 시스템의 수질관리 시스템 구축
- 차세대 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축
· 수량, 수질 및 시설 통합 위기관리를 위한 요소기술 개발
· 차세대용수공급시스템의 자산관리 시스템 구축
· 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획 수립

□ **세부연구내용 2 : 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발**

○ 연구개발의 필요성

- 차세대 용수공급 시스템의 운영을 위한 물안보에 대한 개념을 정립하고, 관련 법안의 수립이 필요
- 용수공급 시스템의 물안보를 유지하기 위한 수량과 수질을 감시할 수 있는 기술 개발이 필요
- 용수공급 시스템의 시설물에 대한 공격이나 재난에 대비한 재난 상황별 대응기술 개발이 필요하고, 재난 발생 시 비상용수의 확보 및 공급할 수 있는 방안 마련이 필요
- 재난 상황 발생 및 수원의 다변화 측면에서 보조수자원의 공급체계를 구축할 필요성 대두

○ 연구개발 내용

- 물안보 표준 및 기준 수립
· 물 안보 정의 및 범위 설정
· 물안보 로드맵 개발
- 조기 감지 시스템 개발
· 외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발
· 용수공급 시스템의 수질 감시기법 개발
· 수질감시 국산화 장비 개발
· 시범적용 및 검증
- 재해대응 관리시스템 개발

	·재해 위험도 분석 ·시스템 취약도 산정 ·비상 대응시스템 개발 - 보조수원 제도적 활용 방안 수립(수원의 다변화, 활성화) ·보조수자원 용수공급체계 구축 기술
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 세부과제 책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함. ○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 (www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)
□ 추진체계	○ 타 세부과제 협동연구기관과의 협업을 통한 기술개발 과제의 연계성 확보 - 2 세부과제내의 세부연구내용간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 추진 - 향후 효율적 운영관리가 이루어 질 수 있도록 운영관리를 위한 인프라 구축기술은 1세부과제 협동연구기관과, 에너지 절감 운영관리 기술 관련해서는 3세부과제 협동기관과 협조체계를 구축하여 추진 ○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요 시 지하 용수저류시설 구축의 재료 및 시공분야에서 선도적 위치에 있는 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음. ※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 물 안보 전문가가 연구진에 포함되어야 함

○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

□ 세부연구내용 1 : 차세대 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발

○ 물수요 예측 프로그램 (용수공급을 위한 단기 수요예측 기술)
- 차세대용수공급시스템의 단기 수요예측기술 확보

○ 네트워크 구성 기술(분산형 용수공급시스템의 네트워크 구성기술)
- 기존용수공급시스템 대비 시스템 에너지 30% 절감(용수생산 및 수송비용 30% 절감)

○ 대단면 지하저류시설의 조사 진단, 유지보수용 통합 원격 무인 장비
- 용수공급시스템 모의시설내 시범적용 및 검증

○ 대단면 지하저류시설 손상평가 및 유지보수 매뉴얼
- 대단면 유수조건내 조사, 진단, 유지보수 기능 수행

○ 수질관리 프로그램/매뉴얼
- 기존용수공급시스템 대비 수질 관리 비용 20% 절감

○ 최적 수질 모니터링 가이드라인

○ 차세대 용수공급 시스템의 LCC 및 자산관리 프로그램/매뉴얼
- Risk 관리, 전략적 개량계획 수립

○ 차세대 용수공급 시스템 수량·수질 및 시설 통합 관리 프로그램/매뉴얼
- 기존 용수공급시스템 대비 운영 유지관리 비용 30% 절감

□ 세부연구내용 2 : 차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발

○ 물안보 법령 초안
- 물안보 확보가능 법령 체제 완비

○ 유해물질 대응 조기 감지 시스템
- 기존 화학반응 및 생물감지법 대체 바이오센서 장착시스템

○ 수질감시 국산화 장비
- 수질감시 국산화 장비 개발 및 시범적용

○ 시스템 취약도 산정 기술, 재해 위험도 분석 기술
- 재난 피해액 30% 절감, 재난 대비 시설보강비용 50% 절감
○ 비상관리 매뉴얼
- 재난시 단수제로 달성
○ 이동형 비상용수 공급장치
○ 보조 수자원의 제도적 활용 방안
- 보조 수자원 활용을 위한 제도적 기준 수립

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 기존 시설 개량사업 및 운영관리 시장은 지속적인 증가추세에 있음. 미국은 향후 2025년까지 노후관망 개량을 위하여 $77~$325 billion이 소요될 것으로 전망되고 있으며, 세계적으로 합리적이고 경제적인 상수관망 개량사업과 종합적인 성능향상을 위한 진단과 평가기술, 그리고 개량기술 등 확보가 가장 큰 이슈가 되고 있어 (EPA, 2002), 용수공급시스템 인프라 구축기술 및 운영관리기술의 수요는 매우 큼

○ 국내 물 산업 중 운영관리 시장의 비중이 확대되는 추세이며, 상수도의 경우 2004년 신규 시설 공사비는 전체 세출의 15.5%에 불과한 반면, 개량 및 유지관리 비용이 52.1%까지 확대된 상황이며, 특히, 관망, 정수장 등 상하수도 기초시설의 노후화로 인해 수질악화 및 누수 등의 문제점 발생 (2004년 수돗물 누수율 : 14.2%)하여 매년 막대한 예산을 투입하고 있는 상황으로 누수율 감소 인프라 구축 및 운영관리기술은 CDM 사업화 및 막대한 예산낭비를 방지할 것으로 기대

○ 차세대 용수공급시스템 구축 및 과학적인 운영관리 기술의 확보로 수돗물의 안전에 대한 소비자의 신뢰를 증진시킴으로서 소비자의 직접음용율을 제고시킬 것으로 기대

○ 비상용수 공급체계 및 물 안보 체계가 구축되면, 지진, 상수원 오수질염 등 비상사태에 신속한 대처가 가능하게 되며, 이는 현재의 사고 시 비용부담을 고려하면 막대한 편익이 될 것으로 기대

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.10 ~ 2014.6 (3년 8개월)
- 총 연구비 : 81.7억원(정부출연금 61.2억원 이내)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.10 ~ 2011.4(6개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 6개월로 함.

○ 차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)

○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)

○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.6(1년2개월)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 "분산공유 6대 실험시설" 적극 활용

※ 공고시 첨부한 "분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료" 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

3. 3 세부과제

세부과제명	환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 용수공급시스템의 에너지 자립도 30% 이상을 달성하기 위한 신재생에너지의 생산 및 활용 기반기술 개발 ○ 지하저류기반의 용수공급시스템의 구축으로 생산가능한 소수력, 수온차냉난방, 태양광 및 연료전지, 지열 등의 신재생에너지 생산 기술 개발 ○ 개발된 신재생에너지를 용수공급시스템 자체 또는 기존 에너지 인프라등과의 연계 활용 및 저에너지, 저탄소 등 스마트그린 용수시스템 구현을 목표로 한 에너지효율화 기술 개발 ○ 신기술의 도입을 통한 수처리 플랜트에서 발생하는 CO_2 를 최소화하는 공정요소기술의 개발과, 이를 기반으로 해외 기술수출을 위한 지역맞춤형 수처리 플랜트의 실증모델 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 포스터 교토협약으로 국내외 산업에 큰 영향을 미칠 전망이며, 전체 CO_2 발생량의 5~15%를 차지하고 있는 용수공급 분야에 대해서도 저에너지, 저탄소 기술이 미래성장동력으로 급부상하고 있으며, 탄소배출권 시장 또한, 빠르게 확대 진행되고 있음 ○ 5,010억 달러로 추정(GWI, 2009.7)되는 세계 물 시장에서 주도적인 역할을 하기 위해서는 미래기술인 녹색기술의 확보가 매우 시급한 실정임. ○ 전 세계적으로 전기 미보급지역이 51% 인 상황과 용수공급관련 에너지 비용이 지속적으로 증가되는 상황에서 신재생에너지 기반으로 운영되는 용수생산(상하수도) 플랜트 기술을 확보함으로서 국내의 중소규모 지역의 적용 뿐 아니라 아프리카, 동남아시아 등 에너지 사정이 충분치 않은 지역에 수출함으로써 향후 CDM 사업 확보 및 상하수도 관련 해외건설시장 진출에 큰 역할 ○ 이러한 기술적 우위를 확보하여 국가성장에 기여하고 해외시장에 진출하여 국익을 창출하기 위해서는 용수공급 인프라를 활용한 적극적인 신재생에너지 생산, 활용 및 신재생에너지 융합 수처리

	플랜트 기술의 개발이 필요하며, 또한, 개발기술의 국내적용 및 해외진출 등 실용성 및 활용성을 극대화하기 위해서는 관련제도 및 정책 등의 인프라 구축이 필요함. ○ 따라서, 용수공급인프라를 활용하여 신재생에너지를 경제성 있게 생산하는 기술을 확보하게 되면 용수공급 인프라가 녹색성장의 성장동력이 될 것이며, 세계 용수공급 인프라 건설시장에서 우위를 확보하여 국내 산업발전과 국익창출이 가능할 것으로 판단됨.
□ 기술동향	<국 내> ○ 포스트 교토체제(~2012년) 형성을 위해 새로운 무역규제와 인센티브 도입 추진, 정부는 21세기 전세계적 자원·환경 위기 및 초고령 사회에 대비한 미래준비와 녹색성장의 본격 추진하기 위해 『신성장동력 비전 및 발전전략』 발표(2009.1.13), 녹색성장 국가전략 5개년 계획 발표(2009.7.6) ○ 정부는 2009년 11월 17일 1년여의 논의 끝에 2020년 온실가스 감축 목표를 2020년 온실가스 배출 전망치 대비 30%를 감축 목표로 설정하고 국내총생산(GDP)의 2%를 녹색성장에 투자할 계획(청와대 정책소식, 2009, 11) ○ 또한, 정부는 '07년 현재 2.4% 수준의 신 ·재생에너지보급률을 2030년까지 11%까지 확대할 계획으로 있어 새로운 신재생에너지의 발굴은 국가의 운명을 좌우할 중요한 과제 ○ 도시의 물 처리 및 공급 비용의 80%는 전력이 차지한다. 우리나라의 경우, 전력비는 생산원가의 54%를 차지하며, 매년 4%씩 증가하고 있는 실정. ○ 유비쿼터스 기반 미래도시, 저탄소 녹색에너지형 도시, 친수형 Aqua city 개발 트렌드에 따라 관련 기술에 대한 정부의 R&D 투자 증대 및 신규시장 형성 전망 ○ 정부의 적극적인 R&D 및 지원사업 추진으로 신재생에너지 관련 제도정비 및 지원제도, 관련 핵심기술 및 부품의 국산화 기술은 크게 향상되고 있는 단계임. ○ 신재생에너지에 대한 세계적인 관심이 커지면서 관련분야의 특허출원 또한 빠르게 증가(2003년부터 2006년까지 신재생에너지 분야의 특허출원이 연평균 27% 증가) ○ 용수공급시설을 활용한 소수력, 냉난방 수온차등 신재생에너지 생산기술이 발전되고 있으나, 활용성은 아직 미흡한 실정이며, 대심

도 용수공급 인프라시설을 활용한 적극적인 신재생에너지 생산 및 활용기술은 시설인프라의 부재로 전무함.

○ 해외 건설시장에서 국내기업은 상위권을 차지하고 있으나, 용수공급 인프라 구축은 대부분 외국의존도가 높음

<국 외>

○ 미국 내에서 물과 관련된 CO_2 방출량은 5% 수준(River Network, 2009), 일본 동경시의 경우, CO_2 총 발생량의 15%를 용수생산 및 공급이 점유(하나끼, 2008)

○ 전 세계에 "탄소제로" 도시 프로젝트가 동시다발적으로 진행 중으로 용수공급의 에너지 비용 절감 시급

○ 선진 각국에서는 에너지원 확보가 국가의 부흥을 결정하는 중요한 요소로 작용 할 것을 예상하고 국가경쟁력 향상 및 생존을 위한 전략으로 신재생에너지원 기술개발에 심혈을 기울이고 있음

○ 상하수도 사업장내에서 신재생에너지의 생산 및 활용기술이 급속하게 증가 추세(일본 무라노정수장 등의 소수력, 태양광 발전, 스웨덴, 노르웨이, 독일의 하수처리수 및 하천열이용 지역냉난방 시설)이며, 신재생에너지 마이크로 그리드 기반으로 새로운 에너지 공급 형태의 활용

○ 일부 국가에서 신재생에너지를 융합한 정수처리기술(SODIS, Trunz Water Systems 등) 개발 및 활용

○ 2000년 이후 미국 신재생에너지 분야는 특허건수는 연평균 15% 이상 증가하고 있는 추세이며, 국가별 비중을 보면 미국, 일본, 독일 등 선진국들이 대부분을 점유하고 있으며, 특히 일본은 태양광 분야에서 전체 등록특허의 50% 가까이 차지하는 등 전반적으로 두각을 나타냄.

○ 최근 상하수도 분야에서 에너지자립형 기술개발이 활성화되고 있으며, 최근 신재생에너지를 기반으로 하는 용수생산 및 처리기술의 융합기술 개발이 급속히 이루어지고 있음.

3. 연구개발내용

□ 세부연구내용 1 : 용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발

○ 연구개발의 필요성

- 용수공급기술이 녹색성장에 기여하고 해외시장에 진출하여 국익을 창출하기 위해서는 용수공급 인프라를 활용한 적극적인 신재생에너지 생산 기술의 개발이 필요
- 대심도 지하저류시설 기반의 용수공급시스템이 구축됨에 따라, 경

제성이 예상되는 소수력발전, 수온차냉난방, 태양광 및 연료전지, 지열 등의 에너지의 타당성 검토 및 생산기술 개발이 필요

○ 연구개발 내용

- 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발
  - · 수차 형식별 적용 타당성 평가기술
  - · 플랜트 내 피코타입 발전 시스템 적용 기술
  - · 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
- 수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 응용 기술 개발
  - · 현장적용 형 태양광발전 적용기술 개발(BIPV)
  - · 전력저장시스템 연계 적용기술 개발
  - · 지하공간 활용 연료전지시스템 적용기술 개발

□ 세부연구내용 2 : 용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발

○ 연구개발의 필요성

- 차세대 용수공급시스템과 연계하여 개발되는 신재생에너지의 효율적 활용 및 최적 관리 기술 개발 필요
- 향후 국내적용 및 해외진출 등 실용성 및 활용성을 극대화하기 위해서는 관련제도 및 정책 등의 인프라 구축이 필요함.

○ 연구개발 내용

- 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발
  - · 지열 및 용수활용 수온차에너지 부존량 평가
  - · 수온차 히트펌프시스템 적용평가
  - · 지중 열 교환기 활용 기술 개발
- 차세대 용수공급시스템 기반의 SMART green energy 효율화 기술 개발
  - · 신재생 에너지원별 상호연계 및 효율화 운영기법 개발
  - · DC배전 적용 기술 개발
  - · 플랜트 에너지 효율 평가 기법 개발
  - · CDM사업타당성 평가 기법 개발
  - · 미활용에너지 타당성 검토
  - · 에너지 통합관리시스템(E-manager)적용기술 개발
- 신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도개선 및 신설 방안
  - · 차세대 용수공급시스템과 연계된 신재생에너지의 사회적 활용방안
  - · 차세대 용수공급시스템으로부터 생산된 신재생에너지의 기존

에너지 및 상하수도 인프라와 연계 및 표준화

□ 세부연구내용 3 : 저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발

○ 연구개발 필요성

- 신기술의 도입을 통한 수처리 플랜트에서 발생하는 CO_2 를 최소화하는 공정요소기술의 개발과, 이를 기반으로 해외 기술수출을 위한 지역맞춤형, 처리수준별 제로탄소형 수처리 플랜트의 실증모델 개발 필요
- 국내외 상하수도 CDM 사업 진출을 위한 진출 대상국의 선정및 추진전략 개발 필요
- 진출 대상국의 특성에 맞는 신재생에너지의 조합기술, 처리수준별 수처리플랜트 조합기술 등 세부화한 신재생에너지 기반의 수처리 플랜트 개발 필요

○ 연구개발 내용

- 상하수도 CDM사업 전략 개발
  - · 상하수도기술 활용 탄소배출권 확보전략 수립
  - · 상하수도 CDM사업 타당성 평가 및 추진전략 개발
- 저탄소 수처리 요소공정기술 개발
  - · 에너지절감형 수처리 요소공정기술 개발
  - · 태양광화학반응 이용 수처리공정개발
- 신재생에너지기반 지역맞춤형 수처리 조합기술 개발
  - · 지역맞춤형 신재생에너지 활용 및 조합기술
  - · 지역특성별 수요특성별 신재생에너지활용 수처리 플랜트 개발
  - · 제로탄소형 수처리 플랜트 실증모델 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 세부과제 책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축

- 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영

○ 관련분야 전문가 자문

- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사

	- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 (www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)
□ 추진체계	○ 타 세부과제 협동연구기관과의 협업을 통한 기술개발 과제의 연계성 확보 - 3 세부과제내의 세부연구내용간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 추진 - 지하저류기반의 용수공급 인프라로부터 신재생에너지를 효율적으로 생산, 활용될 수 있도록 1세부과제 협동연구기관과 협조체계를 구축하고, 에너지통합관리시스템 등 에너지 관련 운영관리 기술은 2세부과제의 "차세대 용수공급시스템 수운영 통합관리 프로그램"과 연계되도록 협동기관과 협조체계를 구축하여 추진 ○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요 시 지하 용수저류시설 구축의 재료 및 시공분야에서 선도적 위치에 있는 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음. ※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 신재생에너지 전문가가 연구진에 포함되어야 함 ○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	**□ 세부연구내용 1 : 용수공급 연계 신재생에너지 생산 기술 개발** ○ 기존 수처리플랜트(혼화~소독) 소비전력의 30% 이상을 충당할 신재생에너지 생산기술(위치에너지 활용 소수력 발전, 태양광 및 연료전지 등) ○ 지하저류기반의 용수공급시스템연계 신재생에너지 통합 생산플랜트 설계기술 확보(설계도면 제시)

□ **세부연구내용 2 : 용수공급 연계 에너지 활용 효율화 기술 개발**

○ 공기열원 냉난방시스템 대비 20(%) 효율향상 기술
○ 기존 수처리플랜트(혼화~소독) 대비 에너지자립도 30(%)달성
○ 지열, 수온차 에너지 적용기술 및 설계 상세도면 제시
○ DC배전 적용 설계 상세도면 제시
○ 신재생 에너지원별 상호연계 및 효율화 운영 시스템(에너지 통합관리시스템, E-manager) 프로그램 및 매뉴얼 제작
○ 신재생에너지의 효율적 활용 및 연계를 위한 제도개선(안) 제시

□ **세부연구내용 3 : 저탄소형 수처리 플랜트 기술 개발**

○ 기존 요소공정(혼화, 여과 등)의 에너지 소비가 30% 절감되는 에너지절감형 수처리 요소공정
○ 소독이 가능하고 미량오염물질 80% 이상 제거가 가능한 태양광화학반응 이용 수처리공정
○ 지역 맞춤형 신재생에너지 조합기술(메뉴얼)
○ 수처리에 소모되는 에너지의 100%를 대상지역의 신재생에너지로 충당하는 탄소배출량 ZERO인 수처리플랜트 실증모델 설계기술 확보(설계도면)

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 국내 신도시 건설은 세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중이며, 세계적인 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상(유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가

증가 전망)되며, 특히, 최근 제로탄소도시의 탄생 등 용수공급을 포함한 도시 인프라의 저탄소 저에너지 기술의 수요가 큼

○ '08년 중 전 세계적으로 약 1550억불이 풍력, 태양력, 소수력, 바이오매스, 지역에너지 개발 등 신·재생에너지 프로젝트(대규모 수력발전소 제외)에 투자되었으며, 지속적으로 공급이 확대될 전망이고, 삼성경제연구소의 보고서(SERI 경제포커스, 2008)에 따르면 신재생에너지 개발 등 에너지원을 다양화하고 청정에너지 공급확대 전망(2030년 전체 발전량 중 신재생에너지 비중이 50% 초과 전망)으로 용수공급시스템 인프라로부터 신재생에너지를 생산하고 융합하는 기술은 용수공급비용 절감의 효과가 큼

○ 용수공급시설을 활용한 소수력, 냉난방 수온차등 신재생에너지 생산 기술이 발전되고 있으나, 활용성은 아직 미흡한 실정이며, 대심도 용수공급 인프라시설을 활용한 적극적인 신재생에너지 생산 및 활용기술은 시설인프라의 부재로 전무하나, 향후 지하저류 기반의 용수공급 시스템 도입 시, 새로운 신재생에너지 창출의 동력이 될 것으로 기대

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.10 ~ 2014.6 (3년 8개월)
- 총 연구비 : 103.5억원(정부출연금 77.6억원 이내)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.10 ~ 2011.4(6개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 6개월로 함.

○ 차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)

○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)

○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.6(1년2개월)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토해양부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 "분산공유 6대 실험시설" 적극 활용

※ 공고시 첨부한 "분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료" 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

제 3 절 제안 과제 평가 전략

▌제안 과제의 평가 전략은 다음과 같음

▪본 기획연구에서 제안하는 RFP에서는 개발 기술이 도출되지 않고 개발 목표만을 제시하여 제안자로부터 좋은 아이디어를 유발할 수 있도록 제시됨

▪제시된 목표를 얼마나 좋은 아이디어와 연구조직으로 달성할 수 있는지를 우선 평가함

▪연구추진체계에서 제시된 개발목표를 달성하기 위해 해당분야의 적합한 기관이 참여를 하고 있는지와 개발 기술의 조기 실용화와 기술이전을 위해 적절한 기관이 개발단계부터 참여하고 있는지 평가함

▪국외 전문기관이 참여시 가점 부여 필요. 본 기술은 해외 물시장 및 신도시 건설에 적용이 가능하므로 국외 전문기업 참여시 가점 반영 검토. 전문기관이 없을 시에는 전문가와의 국외 공동연구 또는 위탁연구 수행 바람직

▪본 RFP에서는 각 주요 요소기술별 성과지표와 연구개발 목표를 제시하므로 제안자는 그 최종목표 달성을 위해 어떠한 세부 목표를 설정하는지 그 적정성을 평가

▌표 10.1 제안서 평가 기준 ▐

평가 기준	세 부 항 목	배점
연구개발 목표 (15점)	▪ 최종 목표 및 연차별 달성 목표의 명확성-타당성 ▪ 연차별 성과지표의 목표 적정성 ▪ RFP 연구목표와의 부합성	5 5 5
연구개발 내용 (20점)	▪ 연구개발 내용의 목표실현 가능성 ▪ 연구개발 내용의 독창성 및 차별성	15 5
추진전략 및 계획 (15점)	▪ 연구추진 전략 및 체계의 적정성 (관련 전문기관이 각 세부별로 참여하는지 평가) (실용화를 위한 연구추진체계의 적정성) ▪ 연구기간 및 연구개발비의 적절성	10 5
국제공동연구 (5점)	▪ 국제공동연구 또는 국외 전문가 활용계획의 적정성	5
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성가능성 (30점)	▪ 연구성과물의 활용계획 및 방안의 구체성 ▪ 연구성과물의 기대효과(정책적, 사회적, 경제적 파급효과)	15 15
연구진 구성의 전문성 (15점)	▪ 연구진의 전문성 및 구성의 적정성	5

제 4 절 세부과제별 성과 지표

▌주요 성과 지표 및 인정 기준 (국토해양기술 연구개발사업 관리지침, 2009. 06. 30)

성과지표	인정기준
공통	▪ 과제시작 이후 출원, 발표, 제안 등 발생된 성과 인정 ▪ 전문기관 연구관리포탈시스템에 증빙자료 등록시 인정
지식재산권	▪ 출원 또는 등록된 특허, 실용신안, 디자인, 소프트웨어, 상표, 서비스 등 ▪ 한국특허정보원 등 전담기관 전산시스템에서 검색된 경우 인정 ▪ 증빙자료 : 출원사실증명원, 등록원부 등 명칭, 출원일 또는 등록일, 출원번호 또는 등록번호, 출원인 또는 등록권리자 내역을 모두 확인할 수 있는 자료
국내외 학술지 게재	▪ 국내 학술지의 경우, 학술진흥재단의 등재 및 등재후보 학술지에 게재된 논문 인정 ▪ SCI(Science Citation Index)상의 국내외 학술지에 게재된 논문만 SCI급 논문으로 인정(SCIE 포함) ▪ 간행(Publish)된 성과 인정(게재 예정·확정인 경우 불인정) ▪ 증빙자료 : 학술지명 및 게재일이 명기된 논문 전문
국내외 학술회의 발표	▪ 국내 및 국외 학술회의에서 발표한 논문 실적 ▪ 증빙자료 : 학술회의명 및 발표연도가 명기된 논문 전문
법 제정 및 개정	▪ 법률, 시행령(대통령령), 시행규칙(부령), 훈령, 예규, 고시, 지침상의 제정 및 개선 성과 인정 ▪ 증빙자료 : 신규 제정 또는 개정 내용(법령명, 조항, 시행일시 등)
정책제안 및 채택	▪ 정부 부처 및 유관기관 등에 제안 또는 채택된 성과 ▪ 특정 정책과 무관하게 연구결과로 보고서상 단순 “안”을 제시하는 경우 불인정 ▪ 증빙자료 : 제안 또는 채택된 내용(정책명, 관련부처, 일시 등)
설계기준, 시방서, 지침에 제안 및 반영	▪ 발주청에서 공공적 목적으로 제정한 설계기준, 시방서, 지침에 제안 또는 반영된 성과 ▪ 설계·시공업체의 자체적인 기준, 시방서, 지침인 경우 불인정 ▪ 증빙자료 : 제안 및 반영된 내용(명칭, 일시 등)
기술료	▪ 기술료 계약, 징수, 사용 실적에 대해 전문기관에 문서로 보고된 경우에 인정

■ 1 세부과제 : 분산화 및 지하저류기반의 용수공급시스템 설계 및 건설 기술

성과목표	성과지표		측정방법	단계별목표치				최종목표치	가중치 (0~1)	비고
				1	2	3	4			
과학기술적 연구 성과 향상	1-1	학술지 게재 - SCI/SCI(E)	건		4	5	4	13	0.1	
	1-2	학술지 게재 -일반학술지	건		6	10	5	21	0.1	
	1-3	국내외 학술회의 발표	건	2	9	11	5	27	0.1	
	1-4	지식재산권 - 특허, 소프트웨어	건		5	11	7	23	0.2	
	1-5	고유지표	건		1	6	3	9	0.5	
기술개발 역량향상	2-1	과제당 산학연 협력 활동건수	건	2	6	8	4	20	0.1	
	2-2	산학연 기술지원 건수	건		6	10	4	20	0.1	
	2-3	세부과제 평가보고서 (고유지표)	권		4	8	4	16	0.5	
	2-4	관련분야 국제협력 네트워크 구축 (고유지표)	건	2	8	7	4	21	0.1	
	2-5	해외진출을 위한 현장조사 실적 (고유지표)	건	3	5	6	1	15	0.2	
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 관련 홍보 건수	건	2	9	11	5	27	0.2	
	3-2	기술 확산을 위한 상호교류 정도	건	1	3	3	1	8	0.3	
	3-3	전문인력양성 (고유지표)	명	5	20	25	20	70	0.5	기술이전 포함
기술개발 계획 및 추진체계 확립	4-1	법/제도/정책 제안	건		3	4	1	8	0.4	
	4-2	설계 기준 및 시방서 (매뉴얼)	권		2	2	2	6	0.2	
	4-3	용수공급 인증절차 및 상용화버전 등 (고유지표)	건		2	4	4	10	0.4	
합계										

■ 2 세부과제 : 차세대 용수공급 시스템의 운영·유지관리 및 물안보 기술

성과목표	성과지표		측정방법	단계별목표치				최종 목표치	가중치 (0~1)	비고
				1	2	3	4			
과학기술적 연구 성과 향상	1-1	학술지 게재 - SCI/SCI(E)	건		2	7	2	11	0.1	
	1-2	학술지 게재 - 일반학술지	건		6	13	7	26	0.1	
	1-3	국내외 학술회의 발표	건	1	10	14	8	33	0.1	
	1-4	지식재산권 - 특허, 소프트웨어	건			11	3	14	0.2	
	1-5	고유지표	건		1	5	2	8	0.5	
기술개발 역량향상	2-1	과제당 산학연 협력 활동건수	건		6	12	5	23	0.1	
	2-2	산학연 기술지원 건수	건			6	7	13	0.1	
	2-3	세부과제 평가보고서 (고유지표)	권	2	10	10	6	28	0.5	
	2-4	관련분야 국제협력 네트워크 구축 (고유지표)	건	1	1	2		4	0.1	
	2-5	해외진출을 위한 현장조사 실적 (고유지표)	건	2	8	5	1	16	0.2	
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 관련 홍보 건수	건	1	8	13	7	29	0.2	
	3-2	기술 확산을 위한 상호교류 정도	건	2	9	9	4	24	0.3	
	3-3	전문인력양성 (고유지표)	명		5	5		10	0.5	기술이전 포함
기술개발 계획 및 추진체계 확립	4-1	법/제도/정책 제안	건	1	1	3	2	7	0.4	
	4-2	설계 기준 및 시방서 (매뉴얼)	권			9	2	11	0.2	
	4-3	용수공급 인증절차 및 상용화버전 등 (고유지표)	건			2	3	5	0.4	
합계										

■ 3 세부과제 : 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생 에너지 생산, 활용 및 융합기술

성과목표	성과지표		측정방법	단계별목표치				최종 목표치	가중치 (0~1)	비고
				1	2	3	4			
과학기술적 연구 성과 향상	1-1	학술지 게재 - SCI/SCI(E)	건				10	10	0.1	
	1-2	학술지 게재 - 일반학술지	건		6	16	18	40	0.1	
	1-3	국내외 학술회의 발표	건	1	12	21	19	53	0.1	
	1-4	지식재산권 - 특허, 소프트웨어	건		1	5	10	16	0.2	
	1-5	고유지표	건					3	0.5	
기술개발 역량향상	2-1	과제당 산학연 협력 활동건수	건		5	11	10	26	0.1	
	2-2	산학연 기술지원 건수	건		2	10	10	22	0.1	
	2-3	세부과제 평가보고서 (고유지표)	권		4	8	8	20	0.5	
	2-4	관련분야 국제협력 네트워크 구축 (고유지표)	건			3	3	6	0.1	
	2-5	해외진출을 위한 현장조사 실적 (고유지표)	건			3	5	8	0.2	
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 관련 홍보 건수	건	1	7	11	13	32	0.2	
	3-2	기술 확산을 위한 상호교류 정도	건	1	6	8	12	27	0.3	
	3-3	전문인력양성 (고유지표)	명		10	10	15	35	0.5	기술이전 포함
기술개발 계획 및 추진체계 확립	4-1	법/제도/정책 제안 설계기준 및 시방서 (매뉴얼)	건 (권)		2	2	10	14	1.0	
합계										

PART 2 : 평가위원회안

제 4 장 세부과제별 연구개발 추진계획

■ “수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축” 연구단의 세부과제는 3개로 구성되어 있으며, 각 세부과제별 추진방향 및 세부연구내용은 다음과 같다.

세부과제	추진방향	세부연구내용
분산형 정수처리 설계기술 개발 및 Prototype 제작	분산형 용수공급시스템의 기본 설계 및 수직형 정수처리시스템 상세 설계 기술 개발	분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발
		수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작
		용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축	테스트베드 구축을 통한 분산형 용수공급시스템 설계 기술 검증 및 시공 기술 개발	수직형 정수처리시설 시공기술 개발
		급/배수 시스템 연계 기술 개발
분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발	수송에너지 절감 및 물안보 확보를 위한 용수공급 시스템의 운영관리 기술 개발	기존 용수공급시스템 활용 및 연계기술
		지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
		분산화 된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
		용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

▌"수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축" 연구단의 총괄 기술로드맵은 다음과 같다.

□ 연구단 과제 : 수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축

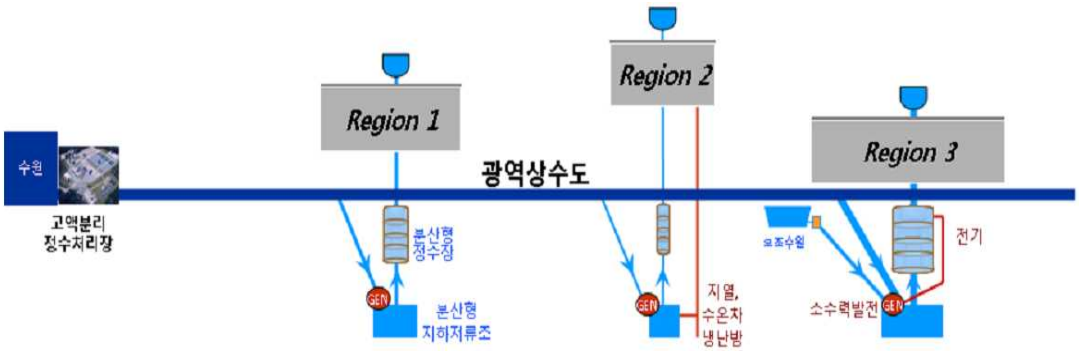
세부연구 내용	1차년도 (2010.12-2011.04)	2차년도 (2011.04-2012.04)	3차년도 (2012.04-2013.04)	4차년도 (2013.04-2014.04)
1 세부과제 : 분산형 정수처리시설 설계 기술 개발 및 Prototype 제작		1-1 분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발		
	1-2 수직형 정수처리 시스템 설계기술 개발 및 Prototype 제작			
	1-3 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립			
2 세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축	2-1 수직형 정수처리기술 시공기술 개발			
		2-2 급/배수 시스템 연계 기술 개발		
3 세부과제 : 분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술개발	3-1 기존 용수공급시스템 활용 및 연계 기술			
	3-2 지열, 수온차 및 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술			
	3-3 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술			
		3-4 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축		

제 1 절 1 세부과제 : 분산형 정수처리시설 설계 기술 개발 및 Prototype 제작

1. 정의 및 비전

가. 정의

▌도시의 기능 및 미관을 고려하고 용수공급의 안정성/안전성 확보를 위한 분산형 용수공급 시스템의 설계기술 개발 및 컴팩트한 수직형 단위 공정 조합의 정수처리 시설 설계 및 검증 기술 개발



▌그림 C-4.1 분산형 용수공급시스템 개념도 ▌

나. 비전

▌미래도시의 안전하고 안정적이고 경제적인 분산형 용수공급 인프라 구축

2. 연구개발 목표

▌ 비상용수 및 다중 방어 시스템 확보를 통한 수질사고 Zero

▌ 수질신뢰성 확보를 통한 음용률 제고

3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정

▌1 세부과제의 세부 연구내용은 3개로 구성되어 있으며, 1 세부연구내용은 분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발, 2 세부연구내용은 수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작, 3 세부연구내용은 용수공급시스템 법/제도적 연계 방안 수립이다.

구 분		세 부 연 구 내 용
분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작	제 1 세부연구내용	분산형 용수공급시스템 설계기술 개발
	제 2 세부연구내용	수직형 정수처리 시스템 설계기술 개발 및 Prototype 제작
	제 3 세부연구내용	용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
핵심 keyword		분산형 용수공급시스템, 수직형 정수처리 시스템, Prototype, 용수공급시스템 법 및 제도

▌1세부연구내용

▪ 1 세부연구내용 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템 설계기술 개발 및 수직형 정수처리시설 Prototype 제작
세부연구내용	분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발
제안배경	▪ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템은 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존 시설의 노후화 문제의 근원적인 해결 방안 필요 ▪ 기존 광역시스템과 연계되는 지하 저류조 및 다지점 건설되는 분산화 수처리 시스템의 최적설계를 위해서는 상호간의 유입 및 유출되는 물수지 분석을 통하여 다양한 조건에서 유동량을 산정하는 분석 기술이 필요 ▪ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 신도시에 적용 가능한 신개념(분산화, 저에너지, 물안보 등)의 용수공급 시스템의 아이디어 부재(세계 물시장 2015년 8,000억 전망) ▪ 용수공급 구역내 물수지 분석을 통한 수직형 정수처리시설의 용량, 개수, 최적지점, 지하 저류조의 규모 등 기본설계 필요
주요 연구내용	▪ 물수지 분석을 통한 분산형 정수처리스시템의 최적 지점 도출 ▪ 물수지(공급과 수요) 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 유동량 산정 ▪ 분산형 용수공급시스템의 기본 설계
목표성과물	▪ 분산형 용수공급시스템 기본 설계 시방서 ▪ 수원 및 거주지역의 특성을 고려한 수직형 정수처리시설의 용량, 지하저류조의 규모 및 형태 등 결정
기술개발효과	▪ 분산화 및 급배수 관로 길이저감에 따른 용수수질 신뢰성 확보 ▪ 유동량 산정 및 물수지 분석을 통한 경제성 확보 ▪ Closed 수직형 용수처리 시스템 구축 기술 확보를 통해 증발산량이 많은 해외지역(중국, 동남아, 남미 등) 물시장 진출 가능

▪ 1 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

1세부연구내용	분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 분산형 용수공급시스템의 기본설계 및 도면 작성 ▪ 5만명 이하 거주지역의 용수공급시스템 설계 기술확보	▪ 물수지 분석을 통한 분산형 정수처리스시템 유동량 산정 ▪ 분산형 용수공급시스템 기본 설계

▪ 1 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

1세부연구내용	분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발
주요 요소기술	주요내용
물수지 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 유동량 산정	▪ 시스템 내 물수지 분석 및 도·송수 펌프 설계 ▪ 공정선정 및 단위공정별 용량 산정 ▪ 기본설계 시방서 및 도면 작성
분산형 용수공급시스템 기본설계	▪ 수원(보조수원 포함) 및 거주지역의 특성 파악 ▪ 신재생에너지, 기존 도·송수 및 급·배수 활용방안 고려 ▪ 수직형 정수처리시설의 단위결정 ▪ 지하저류조 규모, 구배 및 수두 결정 ▪ 기본설계 시방서 및 도면 작성

▪ 1 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

1세부연구내용	분산형 용수공급시스템 설계기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요내용
2차 년도	물수지 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 유동량 산정	▪ 시스템 내 물수지 분석 ▪ 도·송수 펌프 설계
	분산형 용수공급시스템 기본설계	▪ 수원(보조수원 포함) 및 거주지역의 특성파악 ▪ 신재생에너지 활용 방안 검토 ▪ 기존 도·송수 및 급·배수 활용방안 고려
3차 년도	물수지 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 유동량 산정	▪ 공정선정 및 단위공정별 용량 산정 ▪ 기본 설계 시방서 및 도면 작성
	분산형 용수공급시스템 기본설계	▪ 수직형 정수처리시설의 단위 결정 ▪ 지하저류조 규모, 구배 및 수두결정 ▪ 기본 설계 시방서 및 도면 작성
4차 년도	분산형 용수공급시스템 기본설계	▪ 기본 설계 시방서 및 도면 작성

▌2세부연구내용

▪ 2 세부연구내용 정의

세부과제	분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작
세부연구내용	수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작
제안배경	▪ 생산자 중심의 중앙 집중식 정수처리시스템의 문제점 해결을 위해서 분산형(약2~3만톤/일) 수처리 시스템의 건설을 위해서는 수처리 공정의 수직조합 기술개발 및 감성 디자인의 고려가 필요함 ▪ 일본의 무라노 정수장의 경우, 빌딩형 수처리에 있어서 각 단위공정 사이에 변과 저류조로 인해 소요부지 절감에 한계가 있음 ▪ 핵심 요소기술 확보 및 연구결과의 가시화를 위해 Prototype의 제작이 필요
주요 연구내용	▪ 수직형 정수처리시설 설계 기술 개발 ▪ 수직형 정수처리시설 Prototype 제작
목표성과물	▪ 수직형 정수처리시설 기본 및 상세 설계 도면 - 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계기술 - 감성설계가 고려된 설계 기술 - 2~3만톤/일 수직형 수처리 공정 조합기술 및 500톤/일 테스트 베드 상세 설계 시방서 및 도면 ▪ 수직형 정수처리시설 Prototype - 500톤/일 이상 규모의 수직형 수처리 시설과의 상사성이 확보된 prototype
기술개발효과	▪ 수직형 수처리공정 조합 기술 확보를 통한 해외 물시장 진출 ▪ 상세 설계 기술 및 시방서 확보를 통한 시공기술 risk 저감 ▪ 도시 미관을 고려한 설계로 조경효과 증대

▪ 2 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

2세부연구내용	수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작
연구목표	주요 요소기술
▪수직형 정수처리시스템 설계 시방서 및 상세 설계 ▪수직형 수처리 시스템 Prototype 제작을 통한 scale-up 상사성 확보	▪수직형 정수처리시설 설계 기술 개발 ▪수직형 정수처리시설 Prototype 제작

▪ 2 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

2세부연구내용	수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작
주요 요소기술	주요내용
수직형 정수처리시설 설계 기술 개발	▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계 기술 개발 ▪ 미관 및 감성설계가 고려된 설계 기술 개발 ▪ 2~3만톤/일 수직형 수처리공정 조합기술 및 500톤/일 규모 이상의 테스트베드 상세 설계 시방서 및 도면 제작
수직형 정수처리시설 Prototype 제작	▪ 500톤/일 이상 규모의 수직형 수처리시설과의 상사성이 확보된 Prototype 제작

▪ 2 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

2세부연구내용	수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	수직형 정수처리시설 설계 기술 개발	▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계 기술 개발 ▪ 미관 및 감성설계가 고려된 설계 기술 개발 ▪ 2~3만톤/일 수직형 수처리공정 조합기술 및 500톤/일 규모 이상의 테스트베드 상세 설계 시방서 및 도면 제작
2차 년도	수직형 정수처리시설 설계 기술 개발	▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계 기술 개발 ▪ 미관 및 감성설계가 고려된 설계 기술 개발 ▪ 2~3만톤/일 수직형 수처리공정 조합기술 및 500톤/일 규모 이상의 테스트베드 상세 설계 시방서 및 도면 제작
	수직형 정수처리시설 Prototype 제작	▪ 500톤/일 규모 이상의 수직형 수처리 시설과의 상사성이 확보된 Demo Plant 제작
3차 년도	수직형 정수처리시설 Prototype 제작	▪ 500톤/일 규모 이상의 수직형 수처리시설과의 상사성이 확보된 Demo 제작

▌3 세부연구내용

▪ 3 세부연구내용 정의

세부과제	분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작
세부연구내용	용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
제안배경	▪ 기존 제도상 명시되어 있는 광역 및 지자체 용수공급시스템 관련 업무분담 및 책임 소재 등을 검토하여 국가 차원에서 분산형 용수공급시스템의 구축 및 운영에 제한이 되는 법/제더작 해결 방안 마련이 필요 ▪ 수원의 다변화 및 분산형 용수공급시스템 구축시 발생소지가 있는 수리권 문제 및 업무 분담의 검토가 필요 ▪ 또한 본 연구단에서 최종 제시되는 연구 성과의 사업화 및 실용화를 목적으로 해외 물산업 진출을 위한 전략 및 계획의 수립이 필요함
주요 연구내용	▪ 기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시 ▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립
목표성과물	▪ 제도적 보완 안(광역 수도법, 관련 수리권 등) ▪ 물산업 진출 전략 및 사업화 방안 기본 계획
기술개발효과	▪ 연구 성과의 사업화 및 실용화 ▪ 해외 물산업 진출

▪ 3 세부연구내용 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

3세부연구내용	용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
연구목표	주요 요소기술
▪ 법/제도적 보완안 ▪ 물산업 진출전략 및 사업화 기본 계획	▪ 기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시 ▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립

▪ 3 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

3세부연구내용	용수공급시스템 법/제도적 연계 방안 수립
주요 요소기술	주요내용
기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시	▪ 기존 법/제도적 문제점 도출 ▪ 용수공급 관련 광역 및 지자체 중복투자 및 효율저하의 제도적 문제점 해결안 도출 ▪ 공청회 개최
실용화 및 사업활성화를 위한 법/제도(안) 수립	▪ 이수에 대한 정부 정책 및 국내외 물산업 진출 전략 수립 ▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립 ▪ 공청회 개최

▪ 3 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

3세부연구내용	용수공급시스템 법/제도적 연계 방안 수립	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시	▪ 기존 법/제도적 문제점 도출 ▪ 용수공급 관련 광역 및 지자체 중복투자 및 효율저하의 제도적 문제 해결안 제시
2차 년도	기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시	▪ 기존 법/제도적 문제점 도출 ▪ 용수공급 관련 광역 및 지자체 중복투자 및 효율저하의 제도적 문제 해결안 제시
	실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립	▪ 이수에 대한 정부 정책 및 국내외 물산업 진출 전략 수립 ▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립
3차 년도	기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시	▪ 기존 법/제도적 문제점 도출 ▪ 용수공급 관련 광역 및 지자체 중복투자 및 효율저하의 제도적 문제 해결안 제시 ▪ 공청회 개최
	실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립	▪ 이수에 대한 정부 정책 및 국내외 물산업 진출 전략 수립 ▪ 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립 ▪ 공청회 개최

4. 기술로드맵 (TRM)

▌1 세부과제의 기술로드맵은 아래와 같다

▌또한, 각각의 세부 연구내용에 대한 연구내용을 포함하였으며, 화살표를 이용하여 제 1, 2 및 3 세부의 각 세부연구내용 및 주요 요소기술 간의 연계성을 표현하였으며, 각각의 기술명(번호)와 주요 연계내용을 포함하였다.

□ 제 1 세부과제 : 분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작

<table>
<tr><th>세부연구 내용</th><th>1차년도
(2010.12-2011.04)</th><th>2차년도
(2011.04-2012.04)</th><th>3차년도
(2012.04-2013.04)</th><th>4차년도
(2013.04-2014.04)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1-1
분산형 용수공급 시스템 설계 기술</td><td rowspan="3"></td><td colspan="2">1-1-1 물수지 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 유동량 산정</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>- 시스템내 물수지 분석
- 도송수 펌프 설계</td><td>- 공정선정 및 단위 공정별 용량 산정
- 기본설계 시방서 및 도면 작성</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-1-2 분산형 용수공급시스템 기본설계</td></tr>
<tr><td colspan="2">-수원(보조수원 포함) 및 거주지역의 특성 파악
-신재생에너지 활용 방안 검토
-기존 도/송수 및 급/배수 활용방안 고려</td><td>-수직형 정수처리시설의 단위 결정
-지하저류조 규모, 구배 및 수두결정</td><td>-기본설계 시방서 및 도면 작성</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1-2
수직형 정수처리 시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작</td><td colspan="2">1-2-1 수직형 정수처리시설 설계 기술 개발</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">- 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계 기술 개발
- 미관 및 감성설계가 고려된 설계 기술 개발
- 2~3만톤/일 수직형 수처리공정 조합기술 및 500톤/일 테스트베드 상세 설계 시방서 및 도면 제작</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-2-2 수직형 정수처리시설 Prototype 제작
- 500톤/일 규모의 수직형 수처리 시설과 상사성이 확보된 Demo Plant 제작</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1-3
용수공급시스템 법/제도적 연계 방안 수립</td><td colspan="2">1-3-1 기존 법/제도의 문제점 도출 및 보완안 제시</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">- 기존 법/제도적 문제점 도출
- 용수공급 관련 광역 및 지자체 중복투자 및 효율저하의 제도적 문제점 해결안 도출
- 공청회 개최</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-3-2 실용화 및 사업활성화를 위한 법/제도(안) 수립
- 이수에 대한 정부정책 및 국내외 물산업 진출 전략 수립
- 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안)수립
- 공청회 개최</td></tr>
</table>

제 2 절. 2 세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축

1. 정의 및 비전

가. 정의

▌분산형 용수공급시스템의 실용화 및 사업화를 위해서 고도처리를 근간으로 하는 실규모의 수직형 정수처리시설의 시공기술 개발 및 중단 없는 최종 생산수의 공급을 위한 급/배수 시스템의 최적 연계기술 개발

나. 비전

▌분산형 용수공급시스템의 시공기술 확보를 통한 중단 없는 용수공급

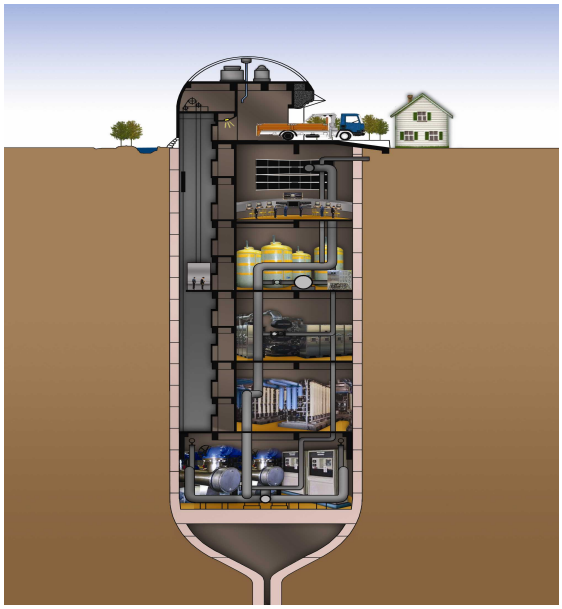
2. 연구개발 목표

▌500㎥/일 규모의 수직형 정수처리 시설 시공 기술 확보
▌중앙집중식 공정 수평 배열 정수시설 대비 공사비 140%이하 달성
▌중앙집중식 공정 수평 배열 정수시설 대비 소요부지 70%이상 절감

3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정

▌2세부과제의 세부연구내용은 2개로 구성되어 있으며, 1 세부연구내용은 수직형 정수처리시설의 시공기술 개발, 2 세부연구내용은 급/배수 시스템 연계 기술 개발이다.

구 분		세부연구내용
분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축	제 1 세부연구내용	▪ 수직형 정수처리시설 시공기술 개발
	제 2 세부연구내용	▪ 급/배수 시스템 연계기술 개발
핵심 keyword		수직형 정수처리 시설, 테스트베드, 급/배수시스템 연계



▌그림 C-4.2 수직형 정수처리시설 개념도▐

▌1 세부연구내용

▪ 1 세부연구내용 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축
세부연구내용	수직형 정수처리시설 시공기술 개발
제안배경	▪ 기존의 용수공급 시스템과 분산형 용수공급시스템을 연계하기 위한 요소기술과 통합을 위한 시스템 최적화 구축 필요 ▪ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 신도시에 적용 가능한 신개념(분산화, 저에너지, 물안보 등) 용수공급 시스템의 아이디어 부재 ▪ 전 세계적으로 개발되는 신도시는 약 50,000명의 인구가 거주하는 것으로 기획도어 약 2~3만톤/일의 소·중규모 정수장의 분산화가 필요한 시점임 ▪ 1세부과제의 수직형 정수처리 시스템 상세 설계 기술(1-2세부연구내용)을 구체화하여 테스트베드화함으로써 3세부과제 운영·유지관리 기술을 축적할 수 있음
주요 연구내용	▪ 수직형 공정조합 정수처리시설 시공 기술 개발 ▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공기술 개발 ▪ 감성설계가 고려된 미적 시공 기술 개발
목표성과물	▪ 수직 정수처리시설 시공 시방서 ▪ 500톤/일 규모의 수직형 정수처리시설 2기 시작품
기술개발효과	▪ 시공 시방서 확보를 통한 기술의 표준화 ▪ 테스트베드 구축 등 기술의 시작품 제작을 통한 홍보 효과 ▪ 핵심 요소기술의 적용 대상 확보

▪ 1 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	수직형 정수처리시설 시공기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 수평형 정수처리시설 대비 공사비 140%이하 달성 ▪ 소요부지 70%이상 절감 ▪ 감성설계 개념을 도입한 미적 시방서 작성	▪ 수직형 공정조합 정수처리시설 시공 기술 개발 ▪ 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공기술 개발 ▪ 감성설계가 고려된 미적 시공 기술개발

▪ 1 세부과제 연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	수직형 정수처리시설 시공기술 개발
주요 요소기술	주요내용
수직형 공정조합 정수처리 시설 시공 기술 개발	▪ 중앙제어실 및 공정 구성 계획 수립 ▪ 수공구조물의 수밀성 및 건전성 확보 기술 ▪ 수처리 시설물 구축 시공재료 선정 ▪ 지하저류조와 연계 기술 개발
막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공기술 개발	▪ 공정간 수두손실 저감기술 개발 ▪ 감압변 및 저류조 최소화 기술 ▪ 테스트베드 500톤/일 규모 이상의 수직형 플랜트 제작 ▪ 운영관리를 고려한 중앙제어실 구성기술
감성설계가 고려된 미적 시공 기술 개발	▪ 해외 수처리 플랜트 자료 수집 ▪ 공모를 통한 디자인 기본 설계 ▪ 도시 미관과 연계한 시공 기술 개발 ▪ 시공 기준 수립 및 표준화

▪ 1 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

1세부과제명	수직형 정수처리시설 시공기술 개발	
구분	연구내용	주요내용
1차 년도	수직형 공정조합 정수처리 시설 시공기술 개발	▪ 중앙제어실 및 공정 구성 계획 수립 ▪ 수공구조물의 수밀성 및 건전성 확보 기술
2차 년도	수직형 공정조합 정수처리 시설 시공 기술 개발	▪ 수공구조물의 수밀성 및 건전성 확보 기술 ▪ 수처리 시설물 구축 시공재료 선정
	막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공 기술 개발	▪ 공정간 수두손실 저감기술 개발
	감성설계가 고려된 미적 시공 기술 개발	▪ 해외 수처리 플랜트 자료 수집 ▪ 공모를 통한 디자인 기본 설계
3차 년도	수직형 공정조합 정수처리 시설 시공 기술 개발	▪ 지하저류조와 연계 기술 개발
	막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공 기술 개발	▪ 감압변 및 저류조 최소화 기술 ▪ 테스트베드 500톤/일 규모 이상의 수직형 플랜트 제작
	감성설계가 고려된 미적 시공 기술 개발	▪ 도시 미관과 연계한 시공 기술 개발 ▪ 시공 기준 수립 및 표준화
4차 년도	막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공 기술 개발	▪ 감압변 및 저류조 최소화 기술 ▪ 운영관리를 고려한 중앙제어실 구성 기술
	감성설계가 고려된 미적 시공 기술 개발	▪ 시공 기준 수립 및 표준화

▌2 세부연구내용

▪ 2 세부연구내용의 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축
세부연구내용	급/배수 시스템 연계 기술 개발
제안배경	▪ 수직형 정수처리시설의 최적위치선정을 통해 유수율을 제고하고, 최종 처리수를 각 소비자에게 안전하게 공급할 수 있는 급/배수 시스템 연계 기술의 개발이 필요함
주요 연구내용	▪ 최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발 ▪ 수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치 선정 및 설계 기술 개발
목표성과물	▪ 수직형 정수처리시설과 연계된 급/배수 시스템 설계 및 시공 시방서 ▪ 펌프조합 및 직결급수 시스템 설계 및 시공 시방서 ▪ Water age 단축을 위한 방안
기술개발효과	▪ 중단없는 안전한 물공급 체계 구축 ▪ 기존 급/배수 시스템 관련 연구 성과와의 연계를 통한 기존 국가과제 성과의 활용성 증대
용어정의	▪ Water age : 용수공급에 있어서 최종생산수가 배수지 및 급/배수관로에서 잔류하는 시간 (최근 미국에서 관로내 미생물 증식의 가능성을 평가하는 지표로 적용 타당성이 검토되고 있음)

▪ 2 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	급/배수 시스템 연계 기술 개발
세부과제 연구목표	주요 요소기술
▪ 급/배수 시스템 최적 연계 기술 확보 ▪ 급/배수 시스템 연계 시공 시방서 작성	▪ 최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발 ▪ 수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치 선정 및 설계 기술 개발

▪ 2 세부과제 연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	급/배수 시스템 연계 기술 개발
주요 요소기술	주요내용
최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발	▪ 기존 급/배수 시스템 검토 ▪ 최종 생산수 저류 기술 개발 ▪ 펌프 조합 및 직결 급수 시스템 타당성 검토 ▪ 펌프 조합 및 직결 급수 시스템 시방서 작성
수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치선정 및 설계 기술 개발	▪ 수송 에너지 분석 및 정량화 기술 확보 ▪ 공급 구역내 최적 배수지 선정 기술 ▪ 배수지(조)와 펌프(송수 펌프) 최적 조합 기술

▪ 2 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

2세부과제명	차세대 용수공급 시스템을 위한 물 안보 확보 기술 개발	
구분	연구내용	주요내용
2차 년도	최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발	▪ 급/배수 시스템 검토 ▪ 최종 생산수 저류 기술 개발 ▪ 펌프 조합 및 직결 급수 시스템 타당성 검토
	수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치선정 및 설계 기술 개발	▪ 수송 에너지 분석 및 정량화 기술 확보 ▪ 공급 구역내 최적 배수지 선정 기술
3차 년도	최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발	▪ 최종 생산수 저류 기술 개발 ▪ 펌프 조합 및 직결 급수 시스템 타당성 검토
	수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치선정 및 설계 기술 개발	▪ 공급 구역내 최적 배수지 선정 기술 ▪ 배수지(조)와 펌프(송수 펌프) 최적 조합 기술
4차 년도	최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발	▪ 펌프 조합 및 직결 급수 시스템 시방서 작성
	수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치선정 및 설계 기술 개발	▪ 배수지(조)와 펌프(송수 펌프) 최적 조합 기술

4. 기술로드맵 (TRM)

▌2 세부과제의 기술로드맵은 아래와 같다

▌또한, 각각의 세부 연구내용에 대한 연구내용을 포함하였으며, 화살표를 이용하여 제 1, 2 및 3 세부의 각 세부연구내용 및 주요 요소기술 간의 연계성을 표현하였으며, 각각의 기술명(번호)와 주요 연계내용을 포함하였다.

□ 제 2 세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축

<table>
<tr><th>세부연구 내용</th><th>1차년도
(2010.12-2011.04)</th><th>2차년도
(2011.04-2012.04)</th><th>3차년도
(2012.04-2013.04)</th><th>4차년도
(2013.04-2014.04)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">2-1
수직형 정수처리 시설 시공기술 개발</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">2-1-1 수직형 공정조합 정수처리시설 시공 기술개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 중앙제어실 및 공정 구성 계획 수립</td><td>- 수공구조물의 수밀성 및 건전성 확보 기술
- 수처리 시설물구축 시공재료 선정</td><td>- 지하 저류조 연계기술 개발</td></tr>
<tr><td colspan="3">2-1-2 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공기술 개발</td></tr>
<tr><td>- 공정간 수두손실 저감기술 개발</td><td>- 감압변 및 저류조 최소화 기술
- 테스트베드 500톤/일 2기 제작</td><td>- 중앙제어실 구성</td></tr>
<tr><td colspan="3">2-1-3 감성 설계가 고려된 미적 시공 기술개발</td></tr>
<tr><td>- 해외 수처리 플랜트 자료수집
- 공모를 통한 디자인 기본 설계</td><td>- 도시 미관과 연계한 시공기술 개발
- 시공기준 수립 및 표준화</td><td>- 시공기준 수립 및 표준화</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2-2
급/배수 시스템 연계기술 개발</td><td rowspan="6"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2-2-1 최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발</td></tr>
<tr><td>- 급/배수 시스템 검토
- 최종 생산수 저류기술 개발
- 펌프조합 및 직결 급수 시스템 타당성 검토</td><td>- 최종 생산수 저류기술 개발
- 펌프조합 및 직결 급수 시스템 타당성 검토</td><td>- 펌프 조합 및 직결 급수 시스템 시방서 작성</td></tr>
<tr><td colspan="3">2-2-2수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치 선정 및 설계 기술 개발</td></tr>
<tr><td>- 수송에너지 분석 및 정량화 기술확보
- 공급 구역내 최적 배수지 선정기술</td><td>- 공급 구역내 최적 배수지 선정기술
- 배수지(조)와 펌프(송수펌프) 최적 조합 기술</td><td>- 배수지(조)와 펌프(송수펌프) 최적 조합 기술</td></tr>
</table>

제 3 절 3 세부과제 : 분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발

1. 정의 및 비전

가. 정의

▌분산형 용수공급시스템의 안전하고 안정적인 운영 및 유지관리와 에너지 자립도를 향상시킬 수 있는 통합시스템의 구축 기술과 수질사고 및 재해발생으로부터 대응이 가능한 물안보 확보 기술

나. 비전

▌분산형 용수공급시스템의 안정적이고 안전한 통합 운영관리 기술확보를 통한 에너지 자립도 제고 및 물 안보 체계 확립

2. 연구개발 목표

▌비상용수 및 보조 수원확보를 통한 예비율 100% 확보
▌정수처리시설 내 에너지 자립도 30%이상 확보
▌수질사고 및 재해 발생대비 완전 대응 시스템 및 복구기술 확보
▌통합 시스템 및 LCC 프로그램 개발

3. 연구개발 내용 및 연차별 추진일정

▌3세부과제의 세부연구내용은 4개로 구성되어 있으며, 1 세부연구내용은 기존 용수공급시스템 활용 및 연계하는 기술이며, 2 세부연구내용은 지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용 기술이며, 3 세부연구내용은 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술, 마지막으로 4 세부연구내용은 용수공급 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축 기술이다.

구 분		세부 연구내용
분산형 용수공급시스템의 운영, 유지관리 기술 개발	제 1 세부연구내용	기존 용수공급시스템 활용 및 연계 기술
	제 2 세부연구내용	지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
	제 3 세부연구내용	분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
	제 4 세부연구내용	용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축
핵심 keyword	신재생에너지, 품질 및 안전관리, 통합시스템, 물안보	



▌그림 C-4.3 3세부과제 연구개발 개념도 ▐

▌1 세부연구내용

▪ 1 세부연구내용의 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발
세부연구내용	기존 용수공급시스템 활용 및 연계 기술
제안배경	▪ 기존 광역용수공급 시스템(중앙집중식 대규모 정수장 및 도·송수관로)활용 및 연계를 통한 기술의 확장성을 확보하고자 함 ▪ 원수의 이송에 있어서 기존 구축되어 있는 도·송수관로 및 펌프시설을 활용함으로써 국내 적용 가능성을 제고시킬 필요가 있음
주요 연구내용	▪ 기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토 ▪ 기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 개발 ▪ 장/단기 용수공급 예측 기술 개발 ▪ 기존 광역 용수공급시스템 구역 통합화 기술
목표성과물	▪ 기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 ▪ 광역 관로와 지하저류조 연계 설계 시방서 ▪ 용수공급 구역의 통합화 시나리오
기술개발효과	▪ 기존 광역상수도의 활용 극대화를 통한 경제성 확보 ▪ 용수공급 구역의 통합화를 통한 단수 가능성 저감 ▪ 경제적인 지하저류조 설계 및 시공방안 확보

▪ 1 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	기존용수공급시스템 활용 및 연계기술 개발
연구목표	주요 요소기술
▪ 기존 광역용수공급 시스템의 연계성 극대화 ▪ 용수공급 시설물의 내구연한 연장	▪ 기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토 ▪ 기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 개발 ▪ 장/단기 용수공급 예측 기술 개발 ▪ 기존 광역 용수공급시스템 구역 통합화 기술

▪ 1 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	기존용수공급시스템 활용 및 연계기술 개발
주요 요소기술	주요내용
기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토	▪ 도/송수 시스템(펌프 포함) 진단 및 평가 ▪ 용수의 이송에너지 평가 기술 ▪ 저류조 및 비상용수 확보능 평가
기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 개발	▪ 단위 공정 성능 평가 기술 확보 ▪ 자산 및 내구연한 평가 ▪ 고액 분리 성능 평가(여과공정까지)
장/단기 용수공급 예측 기술 개발	▪ 소비자 사용 패턴 분석을 통한 일 및 연 사용량 예측 ▪ 배수지(조) 규모 및 예비율 평가
기존 광역 용수공급시스템 구역 통합화 기술	▪ 보조 수원의 접근성 평가 ▪ 기존 정수장 활용 방안 수립

▪ 1 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 1 세부연구내용	기존용수공급시스템 활용 및 연계기술 개발	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토	▪ 도수시스템(펌프 포함) 진단 및 평가 ▪ 송수시스템(펌프 포함) 진단 및 평가
2차 년도	기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토	▪ 도/송수 시스템(펌프 포함) 진단 및 평가 ▪ 용수의 이송에너지 평가 기술
	기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 개발	▪ 단위 공정 성능 평가 기술 확보 ▪ 자산 및 내구 연한 평가
	장/단기 용수공급 예측 기술 개발	▪ 소비자 사용 패턴 분석을 통한 일 및 연 사용량 예측
	기존 광역 용수공급시스템 구역 통합화 기술	▪ 보조 수원의 접근성 평가
3차 년도	기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토	▪ 저류조 및 비상용수 확보능 평가
	기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 개발	▪ 자산 및 내구연한 평가 ▪ 고액 분리 성능 평가(여과공정까지)
	장/단기 용수공급 예측 기술 개발	▪ 배수지(조) 규모 및 예비율 평가
	기존 광역 용수공급시스템 구역 통합화 기술	▪ 기존 정수장 활용 방안 수립

▌2 세부연구내용

▪ 2 세부연구내용의 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발
세부연구내용	지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
제안배경	▪ 용수공급기술이 녹색성장에 기여하고 해외시장에 진출하여 국익을 창출하기 위해서는 용수공급 인프라를 활용한 적극적인 신재생에너지의 생산 및 활용 기술 개발이 필요 ▪ 지하저류시설 기반의 용수공급시스템이 구축됨에 따라, 소수력발전, 수온차 냉난방, 태양광 및 연료전지, 지열 등의 에너지 타당성 검토 및 생산기술 개발이 필요 ▪ 용수공급시스템과 연계하여 개발되는 신재생에너지의 효율화 기술 및 IT기반의 운영 관리 기술 개발 필요 ▪ 기존 용수공급시스템 대비 운영 및 유관리비 저감을 통해 분산화를 통해 감소된 경제적 경쟁력을 확보하고자 함
주요 연구내용	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발 ▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발 ▪ 수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 설계 기술 ▪ 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술
목표성과물	▪ 신재생에너지 생산 및 활용 시설 설계 및 시방서 ▪ 에너지 설비 및 효율화 기술 설계서 및 시방서
기술개발효과	▪ 신재생에너지를 활용한 용수공급시스템내 에너지 자립도 제고 ▪ 저에너지, 저탄소 등 스마트그린 용수공습 시스템 구현을 목표로 하는 에너지효율화 기술 개발
용어정의	▪ Smart green energy : 신재생에너지를 지능형시스템에 의해 용수공급시스템 활용

▪ 2 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
세부과제 연구목표	주요 요소기술
분산형 용수공급시스템 내 에너지 자립도 제고	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발 ▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발 ▪ 수처리 플랜트 활용 태양광 및 연료전지 설계 기술 개발 ▪ 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발

▪ 2 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
주요 요소기술	주요내용
용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 수차형식별 적용 타당성 평가 기술 ▪ 플랜트 내 피코타입 발전시스템 적용기술 ▪ 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계기술
지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 지열 및 용수활용 수온차에너지 부존량 평가 ▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 ▪ 지중 열교환기 활용기술 개발 ▪ 지중 열교환기 실적용 방안 수립
태양광 및 연료전지 설계 기술 개발	▪ 발전설비 타당성 조사, 분석 및 기본 설계기술
용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발	▪ 신재생에너지원별(소수력, 태양광, 연료전지 등) 상호연계 및 효율화 운영기법 개발 ▪ Hybrid(AC/DC)전원 체계 기술 및 저에너지 설비 개발 ▪ 에너지 관리시스템 적용기술 개발

▪ 2 세부연구내용의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 2 세부연구내용	지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술	
구분	주요 요소기술	주요내용
1차 년도	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 수차형식별 적용 타당성 평가기술
2차 년도	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 플랜트 내 피코타입 발전시스템 적용기술
	▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 지열 및 용수활용 수온차에너지 부존량 평가
	▪ 태양광 및 연료전지 설계 기술 개발	▪ 발전설비 타당성 조사, 분석 및 기본 설계기술
	▪ 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발	▪ 신재생에너지원별 상호연계 및 효율화 운영 기법 개발 ▪ Hybrid(AC/DC)전원체계 기술 및 에너지설비 기술개발 ▪ 에너지 관리시스템 적용기술개발
3차 년도	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 플랜트 내 피코타입 발전시스템 적용기술 및 지하저류시설을 이용한 소수력발전 설계기술
	▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 및 지중열 교환기 활용기술 개발
	▪ 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발	▪ Hybrid(AC/DC)전원체계 기술 및 에너지설비 기술개발 ▪ 에너지 관리시스템 적용기술개발
4차 년도	▪ 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발	▪ 지하저류시설을 이용한 소수력발전 설계기술
	▪ 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발	▪ 수온차 히트펌프시스템 적용평가 및 지중열 교환기 실적용 방안 수립
	▪ 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발	▪ Hybrid(AC/DC)전원체계 기술 및 에너지설비 기술개발 ▪ 에너지 관리시스템 적용기술개발

▌3 세부연구내용

▪ 3 세부연구내용의 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발
세부연구내용	분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전 관리 기술
제안배경	▪ 분산화된 용수공급시스템 내 수질을 관리하기 위한 시스템 구축 필요 ▪ 용수공급시스템의 유지관리 및 물안보를 확보하기위한 수량과 수질을 감시할 수 있는 기술 개발이 필요 ▪ 분산형 용수공급 시스템의 운영을 위한 물안보에 대한 개념을 정립하고, 관련 법안의 수립이 필요 ▪ 용수공급시스템의 시설물에 대한 공격이나 재난에 대비한 재난 상황별 대응기술 개발이 필요하고, 재난 발생시 비상용수의 확보 및 공급할 수 있는 방안 마련 필요
주요 연구내용	▪ 재해대응 관리 시스템 개발 ▪ 분산화된 용수공급시스템 수질 관리 및 수리 제어기술 ▪ 조기 감지 시스템 개발 ▪ 기존시설과 연계한 보조수자원의 활용방안 수립
목표성과물	▪ 최적 수질 관리 모니터링 매뉴얼 및 프로그램(S/W) ▪ 용수공급시스템 재난대응 및 물안보 확보 매뉴얼 ▪ 유해물질 대응 조기감지 시스템 ▪ 시스템 취약도 산정 기술 및 재해 위험도 분석 기술
기술개발효과	▪ 소비자에게 중단 없는 안전한 용수공급 ▪ 비상용수 및 물안보 확보를 통한 재난 대응체계 확립 ▪ 내구연한의 반영구화

▪ 3 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 3 세부연구내용	분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
세부과제 연구목표	주요 요소기술
▪ 중단 없는 안전한 용수공급 ▪ 비상용수 확보를 통한 물안보 확립 ▪ 유해물질 조기감지 시스템 구축	▪ 재해대응 관리시스템 개발 ▪ 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술 개발 ▪ 조기 감지 시스템 개발 ▪ 기존시설과 연계한 보조수자원 활용 방안 수립

▪ 3 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 3 세부연구내용	분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
연구내용	주요내용
재해대응 관리시스템 개발	▪ 물안보 표준 및 기준 수립 ▪ 재해 위험도 분석 및 비상 대응시스템 개발
분산화 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술개발	▪ 분산화된 용수공급시스템의 수질관리 기술 ▪ 분산화된 용수공급시스템의 수리제어 기술
조기 감지 시스템 개발	▪ 외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발 ▪ 용수공급 시스템의 수질 감시기법 개발 ▪ 시범적용 및 검증
기존시설과 연계한 보조수자원 활용 방안 수립	▪ 보조수자원 연계성 평가 ▪ 보조수자원 용수공급체계 구축 기술

▪ 3 세부과제의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 3 세부연구내용	분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술	
구분	주요 요소기술	주요과제내용
1차 년도	재해대응 관리 시스템 개발	▪ 물안보 표준 및 기준 수립
2차 년도	재해대응 관리시스템 개발	▪ 물안보 표준 및 기준 수립 ▪ 재해 위험도 분석
	분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술 개발	▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수질 관리 기술 ▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수리 제어 기술
	조기 감지 시스템 개발	▪ 외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 및 용수공급시스템 수질 감시기법 개발
	기존시설과 연계한 보조수자원 활용 방안 수립	▪ 보조수자원 연계성 평가
3차 년도	재해대응 관리시스템 개발	▪ 비상 대응시스템 개발
	분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술 개발	▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수질 관리 기술 ▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수리 제어 기술
	조기 감지 시스템 개발	▪ 시범적용 및 검증
	기존시설과 연계한 보조수자원 활용 방안 수립	▪ 보조수자원 용수공급체계 구축 기술
4차 년도	재해대응 관리시스템 개발	▪ 비상 대응시스템 개발
	분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술 개발	▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수질 관리 기술 ▪ 분산화된 용수공급 시스템의 수리 제어 기술
	조기 감지 시스템 개발	▪ 시범적용 및 검증
	기존시설과 연계한 보조수자원 활용 방안 수립	▪ 보조수자원 용수공급체계 구축 기술

▪ **4** 세부연구내용의 정의

세부과제	분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발
세부연구내용	용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축
제안배경	▪ 분산형 용수공급시스템의 체계적이고 효율적인 운영관리를 위하여 통합 시스템의 구축이 필요 ▪ 효율적인 에너지의 사용 및 수량·수질·시설을 유지관리하기 위한 통합 관리 소프트웨어 필요 ▪ 최근, 용수공급관련 수리 구조물에 관련된 LCC관리 tool 및 자산관리 프로그램 개발이 요구되고 있음
주요 연구내용	▪ 분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축 ▪ LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발
목표성과물	▪ 용수공급 시스템 수량·수질 및 시설 통합관리 프로그램/매뉴얼 ▪ 분산형 용수공급시스템의 LCC tool 및 자산관리 프로그램 ▪ 통합관리 제어실(Hardware)
기술개발효과	▪ 소비자에게 중단 없는 안전한 용수공급 ▪ 용수공급시스템 통합관리를 통한 유지관리비 절감 ▪ 자산관리 및 LCC 평가를 통한 내구연한 연장

▪ **4** 세부연구내용의 목표 및 연구개발은 다음과 같다.

제 4 세부연구내용	용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축
세부과제 연구목표	주요 요소기술
▪ 중단없는 안전한 용수공급 ▪ 용수공급시스템 통합관리를 통한 유지관리비 절감 ▪ 내구연한 연장	▪ LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발 ▪ 분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

▪ **4** 세부연구내용의 주요내용은 다음과 같다.

제 4 세부연구내용	용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축
연구내용	주요내용
LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발	▪ 분산형 용수공급시스템 LCC 평가 tool 마련 ▪ 자산관리 프로그램 및 매뉴얼 개발
분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축	▪ 수량, 수질 및 시설 통합 위기관리를 위한 요소기술 개발 ▪ 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획 수립 ▪ 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

▪ **4** 세부과제의 연차별 추진내용은 다음과 같다.

제 4 세부연구내용	용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	
구분	주요 요소기술	주요과제내용
2차 년도	LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발	▪ 분산형 용수공급시스템 LCC 평가 tool 마련
	분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	▪ 수량, 수질 및 시설 통합 위기관리를 위한 요소기술 개발
3차 년도	LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발	▪ 자산관리 프로그램 및 매뉴얼 개발
	분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	▪ 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획 수립 ▪ 운영 및 유지관리 통합시스템 구축
4차 년도	LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발	▪ 자산관리 프로그램 및 매뉴얼 개발
	분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	▪ 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

4. 기술로드맵 (TRM)

▌3 세부과제의 기술로드맵은 아래와 같다

▌또한, 각각의 세부 연구내용에 대한 연구내용을 포함하였으며, 화살표를 이용하여 제 1, 2 및 3 세부의 각 세부연구내용 및 주요 요소기술 간의 연계성을 표현하였으며, 각각의 기술명(번호)와 주요 연계내용을 포함하였다.

□ 제 3 세부과제: 분산형 용수공급시스템의 운영・유지관리 기술개발

세부연구 내용	1차년도 (2010.12-2011.04)	2차년도 (2011.04-2012.04)	3차년도 (2012.04-2013.04)	4차년도 (2013.04-2014.04)
3-1 기존 용수공급 시스템 활용 및 연계 기술	**3-1-1 기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토**			
	- 도/송수 시스템 진단 및 평가	- 도/송수 시스템 진단 및 평가 - 용수의 이송에너지 평가 기술	- 저류조 및 비상용수 확보능 평가	
		3-1-2 기존 용수공급시스템 운영/유지관리 평가 기술 개발		
		- 단위공정 성능평가 기술 확보 - 자산 및 내구연한 평가	- 자산 및 내구연한 평가 - 고액분리 성능 평가(여과공정까지)	
		3-1-3 장/단기 용수공급 예측 기술 개발		
		- 소비자 사용패턴 분석을 통한 일 및 연 사용량 예측	- 배수지(조) 규모 및 예비율 평가	
		3-1-4 기존 광역 용수공급시스템 구역 통합화 기술		
		- 보조수원의 접근성 평가	- 기존 정수장 활용 방안 수립	
3-2 지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생 에너지 활용기술	**3-2-1 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발**			
	- 수차형식별 적용타당성 평가기술	- 플랜트 내 피코타입 발전시스템 적용 기술	- 플랜트 내 피코타입 발전시스템 적용 기술 및 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술	- 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
		3-2-2 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발		
		- 지열 및 용수활용 수온차에너지 부존량 평가	- 수온차 히트펌프 시스템 적용평가 및 지중 열교환기 활용기술 개발	- 수온차 히트펌프 시스템 적용평가 및 지중 열교환기 실적용 방안 수립
		3-2-3 태양광 및 연료전지 설계 기술 개발		
		- 발전설비 타당성 조사, 분석 및 기본설계 기술		
		3-2-4 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발		
		- 신재생에너지원별 상호연계 및 효율화 운영기법 개발 - Hybrid 전원체계 기술 및 에너지설비 기술	- Hybrid 전원체계 기술 및 에너지설비 기술 - 용수&에너지 통합운영관리시스템 적용기술 개발	- Hybrid 전원체계 기술 및 에너지설비 기술 - 용수&에너지 통합운영관리시스템 적용기술 개발

세부연구 내용	1차년도 (2010.12-2011.04)	2차년도 (2011.04-2012.04)	3차년도 (2012.04-2013.04)	4차년도 (2013.04-2014.04)
3-3 분산화된 용수공급 시스템 품질 및 안전관리 기술	**3-3-1 재해대응 관리 시스템 개발**			
	- 물안보 표준 및 기준 수립	- 물안보 표준 및 기준 수립 - 재해 위험도 분석	- 비상 대응시스템 개발	- 비상 대응시스템 개발
		3-3-2 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술 개발		
		- 분산화 용수공급시스템 수질관리 기술 - 분산화 용수공급시스템 수리제어 기술	- 분산화 용수공급시스템 수질관리 기술 - 분산화 용수공급시스템 수리제어 기술	- 분산화 용수공급시스템 수질관리 기술 - 분산화 용수공급시스템 수리제어 기술
		3-3-3 조기 감지 시스템 개발		
		- 외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발 - 용수공급시스템 수질 감시기법 개발	- 시범 적용 및 검증	- 시범 적용 및 검증
		3-3-4 기존시설과 연계한 보조수자원 활용 방안 수립		
		- 보조수자원 연계성 평가	- 보조수자원 용수공급체계 구축기술	- 보조수자원 용수공급체계 구축기술
3-4 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축		**3-4-1 LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발**		
		- 분산형 용수공급시스템 LCC 평가 Tool 마련	- 자산관리 프로그램 및 매뉴얼 개발	- 자산관리 프로그램 및 매뉴얼 개발
		3-4-2 분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축		
		- 수량, 수질 및 시설 통합 위기관리를 위한 요소기술 개발	- 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획수립 - 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	- 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

제 4 절 연차별 연구 추진전략

▪ “수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축” 연구단 연구과제의 연차별 추진전략은 다음과 같다.



▌그림 C-4.4 연차별 추진전략 ▐

제 5 장 타 과제와의 중복성 검토

제 1 절 조사 개요 및 방법

1. 조사 개요

▌**국가가 지원하는 연구개발지원에 있어서 동일, 유사한 연구과제를 정부 각 부처에 중복 제안하여 지원 받는 사례를 사전에 방지하고, 국가연구개발투자의 효율성을 제고하기위해 국가과학기술지식정보서비스 (www.ntis.go.kr)를 이용하여 조사**

2. 조사 방법 및 대상

▌**1999년부터 2008년까지 정부 기관 또는 산하기관에서 추진된 수행과제에 대하여, "차세대 용수공급시스템 개발"과 관련되거나 유사한 내용 (즉, 연구제목, 연구내용 등)이 포함된 과제에 대해 과제 내용을 전수 조사 실시**

▪연구분야별 주요 키워드 검색을 통해 정부 부처별 관련 사업 및 과제 조사

▪용수공급 및 수처리 기술 등의 범위에서 선행 R&D 사업 및 과제를 추출하여 차세대 용수공급시스템 기획연구 간의 중복성을 분석함

제 2 절 조사 결과

1. 정부 부처별 R&D 사업과의 연관성

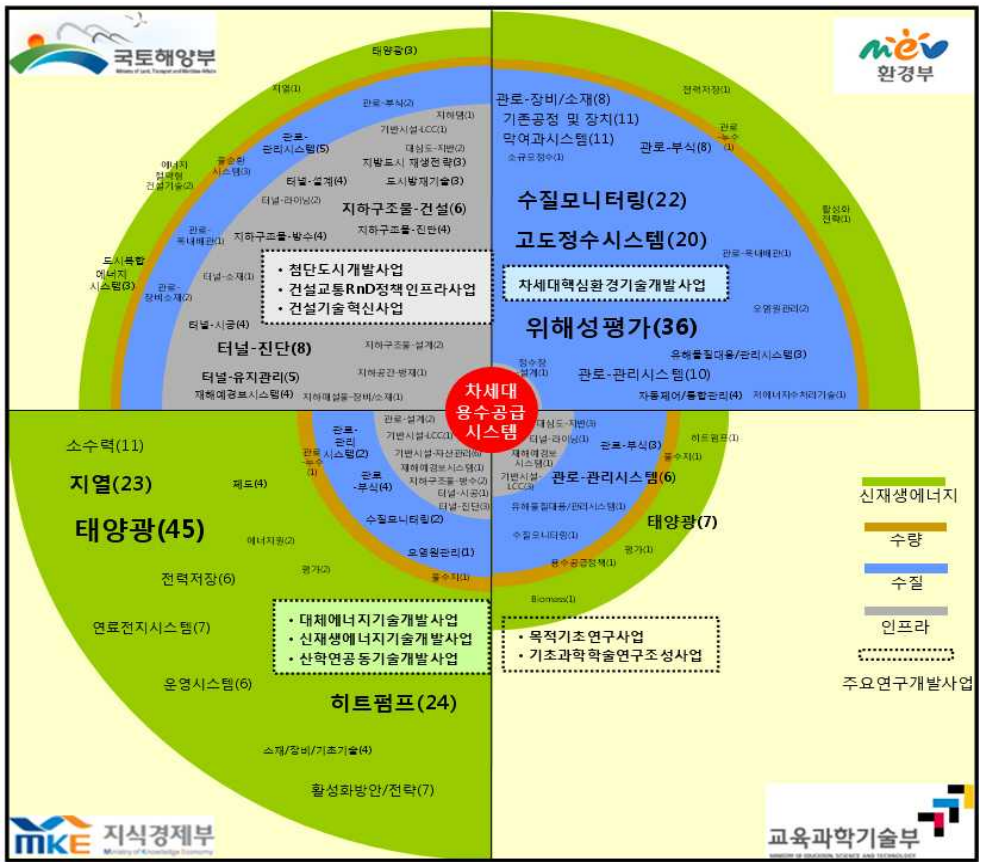
▌**차세대 용수공급시스템과 관련하여 1999년부터 2008년까지 정부 각 부처에서 인프라, 수질, 수량, 신재생에너지 분야별로 수행하였거나 수행중인 사업 및 과제의 현황을 조사함.**

▪**국토해양부**는 첨단도시개발사업, 건설교통RnD정책인프라사업, 건설기술혁신사업에서 **용수공급시스템의 인프라 부문이 주요 연구 분야임**

▪**환경부**는 차세대핵심환경기술개발사업을 중심으로 수질모니터링 및 고도정수처리시스템, 위해성평가 등 **수질분야에 관한 연구가 대부분**을 차지함

▪**지식경제부**는 대체에너지기술개발사업, 신재생에너지기술개발사업, 산학연공동기술개발사업을 통해 태양광, 지열, 히트펌프 등 **신재생에너지 단위기술 및 융·복합 기술 개발에 주력함**

▪**교육과학기술부**는 목적기초연구사업 및 기초과학학술연구조성사업 등을 통해 용수공급시스템의 인프라, 수질, 수량, 신재생에너지와 관련된 연구가 있으나 국토해양부, 환경부, 지식경제부에 비해 차세대 용수공급시스템과 관련된 연구가 적음



▌그림 C-5.1 정부부처별 주요연구사업 분석(1999～2008) ▐

2. 기존 R&D 사업 유사과제와의 중복성 및 연계방안

▌본 과제의 연구개발계획에 포함된 주요 성과물과 기존 R&D사업 유사과제의 세부 연구내용을 조사하여 중복성을 조사하고 이에 따른 연계방안을 검토하였음.

▪중복도는 3, 2, 1, 0으로 측정하였으며, 숫자의 크기가 클수록 기존 R&D사업과 중복도가 높음을 의미함

▪기존 R&D사업 유사과제의 성과물을 본 과제의 연구개발계획에 포함된 과제로의 연계방안을 제시함

▌제1세부과제 : 분산형 용수공금시스템 설계기술개발 및 수직형 정수처리시설 prototype 제작

▌표 C-5.1 1세부과제 관련 기존 연구과제의 중복성 및 연계성 ▌

분산형 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	과제명	세부연구내용		
분산형 용수공급시스템 설계기술	수자원의 지속적 확보기술 개발 사업 (국토해양부)	유역통합 물수지 분석 및 수자원 계획 기술 개발 (2001~2004)	- 수량-수질 및 수요관리 통합수자원계획모형 개발	0	물수요 관리방안 및 관리기술을 유동량 산정 기술 개발 및 수요관리를 통한 수직형 수처리 시스템의 최적지점 도출, 보조수원과의 혼합 조건/지점 최적화와 연계함
	정책연구 (환경부)	물수요 관리 종합대책 수립방안에 관한 연구(2002)	- 물 수요관리 영향인자 도출 - 물 수요 관리대책의 법적, 제도적 여건 분석	0	
	농림기술 개발 (농림수산식품부)	물수요 중심의 용수공급시스템 개발 (2004~2007)	- 수위계 및 정보전달체계 확립 - 태양광 간이 전동수문 및 설정수위 조절형 무동력 자동 수문과 유량파악기법 개발	0	
	학술연구조성 사업 (교육과학기술부)	상수도 배수관로의 유지관리를 위한 GIS와 최적 교체방법론의 개발(2005~2006)	- 지리정보시스템을 이용한 상수도 관로 유지관리시스템 개발	0	지형공간정보를 이용한 상수도 관로 설계 및 유지관리 기술을 지하저류조의 펌프 및 경사 등 최적설계 수리인자 도출과 연계
수직형 정수처리시스템 설계기술 개발 및 prototype 제작	차세대 핵심 환경기술 개발(환경부)	고효율 자동 정수공정 실용화 기술개발 (2006~2007)	- 단위 정수공정별 효율 평가 - 최적 정수공정 선정 및 조합화 - 정수공정 기능 진단, 개선 및 평가시스템 개발	0	정수처리 통합 운전·유지관리시스템 및 고효율 자동 정수공정 실증연구 결과를 막여과 기반 수직형 고도처리공정 기술과 연계함
	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	단위조합형 고도 정수 처리 시스템 및 수처리 신소재 개발 (2003~2004)	- 요소기술의 단위공정화 및 하이브리드 시스템의 현장 실증 - 고분자 자성응집제 양산기술 하이브리드형 고도정수처리 시스템 개발 - 기존 정수장 개선용 단위조합형 고도 정수처리 시스템 개발	0	개발된 건설 (수처리) 소재, 계측 및 제어기기의 대표성 및 국산화 가능성 평가, 실규모 시스템에서의 적용 및 검증에 활용
용수공급 시스템 법/제도적 연계방안 수립	관련과제 없음	-	-	-	

제2세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축

▌표 C-5.2 2세부과제 관련 기존 연구과제의 중복성 및 연계성 ▐

분산형 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	과제명	세부연구내용		
수직형 정수처리시설 시공기술 개발	첨단도시개발사업 (국토해양부)	해저시설물 차폐기술 연구단 (2005~2010)	- 해저시설물 건설을 위한 조사/계측/방/배수 및 방재기술과 해저시설물 건설을 위한 차폐핵심기술 개발	0	해저터널 방·배수 설계기술 및 신재료, 수리-역학적 설계기술, 차폐 및 시공 시뮬레이션 기술 등은 본 사업에서 지하저류조 설계 및 시공에 연계함
		IT 및 신소재를 활용한 급속안정화터널 시공기술 개발 (2005~2010)	- 터널 시공 중 급속 정보화 전략 및 표준모델 개발 - 급속 안정화 터널 지반 정보 표준모델 개발 - 굴착터널의 안정성 해석모델 개발	0	터널 시공 정보화 활용시스템 , 굴착터널에 대한 안정성 평가 기술, 신개념 굴착공법, 신 지보시스템의 개발 및 최적 패턴 설계 기술 개발의 결과를 본 사업의 지하저류조 설계 및 시공에 연계함
		대형 대단면 지하공간 창출을 위한 지하공간 건설기술 연구 (2004~2009)	- 지하공간 시공기술 개발 - 고품질, 고성능 지보재 기술 개발 - 저비용, 고안정성 보장을 위한 핵심기술개발 - 얕은 심도 지하공간 건설기술 개발	0	대형대단면 지하공간 건설의 설계기법, 시공기술, 지보재, 조사 및 계측에 관한 패키지 기술 개발 결과를 지하저류조 설계 및 시공에 연계함
	산학연 공동기술 개발 (중소기업청)	터널의 시공과 유지관리를 위한 조사시스템 개발 (2007~2008)	- 굴착면 면구조 3차원으로 자동측정하는 기기 및 s/w 개발 - 터널벽면 안정성 평가 s/w 개발 - 보강설계 지원 시스템 개발	0	터널 시공사 암반구조 측정, 안정성 평가, 보강설계 시스템 기술을 주변 위해도를 고려한 지하저류조 설계 및 시공에 활용
	산업혁신기술개발 (지식경제부)	상수도 송수관 및 배수관로의 내진설계 기준 표준화 (2002~2004)	- 닥타일 주철 신축가동관의 시제품 제작 및 평가 - 시제품의 신축 및 편심 작용시 수밀성능 조사	0	상수도 송배수관로의 내진설계기준을 수리구조물 내진설계, 취약부평가 및 보강 기술개발과 연계함
	건설 핵심기술연구 개발 (국토해양부)	NT를 이용한 친환경 첨단건설소재 및 제품개발 (2003~2006)	- 고기능성을 지닌 NT를 건설분야에 응용하여 기존의 콘크리트와 시멘트를 대체할 수 있는 고성능 및 고강도의 신개념의 나노건설소재 개발	0	개발된 건설 (수처리) 소재, 계측 및 제어기기의 대표성 및 국산화 가능성 평가
급/배수 시스템 연계 기술 개발	차세대 핵심환경기술 개발 (환경부)	고품질수돗물 공급을 위한 관망 시스템 최적관리 기술 개발 (2004~2011)	- 상수관로 용수공급 수송에너지 및 교체비용 저감을 위한 설계 및 최적유지관리 기법 개발 - 관망 성능 개선 지표 및 평가모델 개발	0	상수관로 설계 및 최적유지관리 기법 및 국내외 관로관리 사례 조사 결과를 차세대 용수공급시스템의 급배수 시스템 최적 설계 기술 및 분산형 수처리 시스템과 급/배수 시스템과의 연계 기술 개발에 활용
		유수율 제고를 위한 상수도 관망 블록 최적관리시스템 (2005~2006)	- 관망현장모델 선정, 운영 및 실증화 - 블록시스템 구축 및 원격계측을 통한 블록 관리방안 도출	0	

제3세부과제 : 분산형 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발

▌표 C-5.3 3세부관련 기존 연구과제의 중복성 및 연계성 ▐

분산형 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세부연구내용	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
기존 용수공급 시스템 활용 및 연계기술	관련과제 없음	-	-	0	
용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	이공분야_기초연구과제지원사업(교육과학 기술부)	상수도 시스템의 효율적인 운영 및 유지관리 계획 수립을 위한 시스템 다이내믹스 모형 및 모의 방법론의 개발 (2008~2009)	- 상수도 시스템 운영 및 유지관리 모형 개발	0	상수도 시스템 운영관리 모델을 분산형 수처리시스템과 지하저류도간의 조합 운영 하드웨어 구축 기술 개발 및 시스템 내의 감시·제어인자 도출과 연계
	공공시설물 자산관리 체계 개발 (지식경제부)	도로,교량,상하수도 관로의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기술(2008)		0	관로, 관망, 터널의 통합 유지관리시스템 및 진단기술의 현장적용 결과와 연계하여 분산형 용수공급시스템 유지관리 및 진단기술 개발에 활용함
	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	고품질 수돗물 공급을 위한 관망 시스템 최적관리 기술 개발 (2004~2011)	- 상수관로 용수공급 수송에너지 및 교체비용 저감을 위한 설계 및 최적유지관리 기법 개발 - 관망 성능 개선 지표 및 평가모델 개발	0	
		전과정 비용산정 기법을 이용한 상수관망 통합 유지관리 시스템 및 비굴착 갱생 공법용 자재·장치 개발(2005~2006)	- 상수도관망 통합유지관리 시스템 개발을 위한 해석모델 및 영향 인자를 선정 - 상수도갱생 공법을 적용할 수 있는 자재 개발 - 상수도 관망해석 모델 개발	0	
	21세기 프론티어연구개발사업(교육과학기술부)	관망진단시스템의 실용화 및 현장 적용성 기술개발 (2004~2007)	- 관체결함 평가기준 설정 및 기술 개발 - 배수관용 스캐너 개발 - 상후소도관망의 신뢰성 평가시스템 개발	0	
	건설 핵심 기술연구 개발 (국토해양부)	터널 안전진단을 위한 외관 및 내부결함 자동 인식시스템 개발(2003~2006)	- 영상 획득 제어 장치 및 콘트롤러 제작결함 인식모듈 개발 - 손상맵 프로그램 연계백업 시스템 설계 기술 개발	0	
용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	지역 환경기술개발 센터 운영 사업(환경부)	상수도관망내의 수돗물 수질관리 방안(2005~2006)	- 정수장에서 생산된 수돗물이 각 가정까지 공급되는 동안의 수질 변화를 정략적을 조사, 분석	0	기 개발된 수질관리 기법 및 시스템 기술을 분산형 수처리시스템 및 저류조 수질관리시스템 구축과 연계함
	산학연 공동 기술 개발 (중소기업청)	GIS를 이용한 수질관리시스템 개발(2004~2005)	- GIS를 이용한 수질오염 통합관리시스템 구축	0	
	U-ECO city 사업단 (국토해양부)	U-물순환시스템 구출기술 개발 (2007~2012)	- 도시 물순환시스템 실용화 기술 개발 - 도시용수 및 오염물질 통합관리 기술 개발 - 다기능 생태녹지 조성을 위한 분산식 빗물관리 시스템 개발		도시물순환 실용화 기술, 도시용수 및 오염물질 통합관리 기술, 분산식 빗물관리 시스템 개발을 진행중이므로 그 연구결과를 용수공급 통합관리 시스템 및 분산형 용수공급시스템에 연계

<표 C-5.3 계속>

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세부연구내용	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	위해성 평가, 관리 요소기술 (2008)	- 환경유해물질에 대한 독성 및 위해성 평가 표준모델 개발 - 통합 환경관리를 위한 기법 개발 - 수질오염 모니터링을 위한 위해성 관리방안 구축	0	유해화학물질 비상대응정보시스템 및 통합경보정치, 위해성 평가 모듈 등의 연구개발 결과를 용수공급시스템 수질변화 조기 감지 시스템 개발에 연계함
	우수연구센터 육성(교육과학기술부)	환경물질 유해 감시 기술 및 시스템 공동개발 (2004~2011)	- 유전자 발현 profiling 기반 유해화학 물질 분석 기법 확보 - 유전자 발현 양상 및 발현 유전자 분석을 통한 테스트 화학물질의 유해성 경로 및 메커니즘 분석 기법 확립	0	Bioinformatics 및 시스템즈 생물학 기법을 접목한 환경모니터링 기술을 용수공급시스템 물안보 시스템 구축에 연계함
	중소기업 기술혁신 개발 (중소기업청)	상수원오염 조기경보시스템용 발광미생물의 고정화 및 응용기술 개발(2005~2006)	- 발광미생물의 수질오염 및 수질독성 측정 장치 개발 - 독성정보전송네트워크 시스템 개발	0	수원 수질오염 조기경보시스템 기술과 연계하여 수질 감시 시스템 및 국산화 장비 개발에 활용함
	기초과학학술 연구조성 (교육과학기술부)	재해 예·경보 시스템 구축을 위한 수질-유량 통합예측모형의 개발(2008~2011)	- 재해 예·경보시스템 구축을 위한 수질-유량통합예측모형의 개발	0	재해 예·경보 시스템 저감기술을 이용하여 시스템 취약도 산정 및 비상대응시스템 개발에 연계함
	터널 건설 관련 재해 최소화 및 예방기술 개발 (지식경제부)	노후터널 안전관리 및 재해예방 기술 개발(2004~2008)	- 노후터널 안전관리 및 재해예방 기술 개발	0	
	21C 프론티어 연구개발사업 (국토해양부)	대체용수 활용기반 기술 개발 (2001-2004)	- 하수처리장 방류수를 농업용수 및 하천유지용수로 재이용을 하기 위한 기반기술을 개발	0	대체용수 활용 수원 다변화 관련 기술을 차세대 용수긍급시스템의 보조수자원 용수공급체계 구축 및 유지관리 기술, 보조용수공급 시나리오 분석 기술 개발 등에 활용
	차세대 핵심 환경기술개발 (환경부)	대체용수(빗물/중수)연계활용에 의한 저에너지 순환형 도시 용수처리기술 개발(2009~2012)	- 생활용수 등 유입원수내의 유기물 제거를 위한 분리형 (빗물처리 연계)MBR 시스템 개발	0	
	지역 환경기술개발센터 운영사업 (환경부)	분산형 빗물관리 시스템의 설계 및 유지관리 가이드라인 개발 (2008~2009)	- 분산형 빗물관리시스템의 최적 구축 방안 도출 - 분산형 빗물관리시스템의 최적 운영을 위한 의사결정체계 구축 - 분산형 빗물관리시설의 네트워크화를 통한 최적 유지관리방안 도출	0	

<표 C-5.3 계속>

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술	대체에너지기술 개발사업 (지식경제부)	소수력발전시스템 무인화 설비 및 계통병입 안전장치개발 (2003~2006)	- 계통병입을 위한 컨버터 기술 - PC기반단위 제어장치 구축 및 운전 알고리즘을 개발 - PLC/ PC 기반 양방향 감시 제어 시스템 개발	0	소수력 자원조사 및 성능특성 분석기법, 소수력 발전의 무인화 기술과 연계하여 대심도 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 기술에 활용함
		환경친화적 소수력 자원조사 및 활용 기술개발(2004~2006)	- 기존 시설물 이용이 가능한 소수력 자원조사 및 소수력발전 후보지의 수문학적 성능특성 분석기법 개발	0	
	신재생에너지 기술개발 사업 (지식경제부)	소수력 수차축 변위추적식 수차봉수장치 개발(2004~2006)	- 수입에 의존하는 소수력 수차 봉수장치 개발(Mechanical seal)	0	수차형식별 적용에 활용
	산학연 공동기술 개발 (중소기업청)	관로 유속을 이용한 소수력 발전 시스템 (2007~2008)	- 정수장의 Sollar Cell을 이용하여 전력을 공급하는 장치를 정수장에 유입되는 수로에 임펠러를 설치, 전력을 발생할 수 있는 장치 개발	0	지하저류조를 이용한 소수력 발전기술에 활용함
	건설핵심기술 연구 개발 사업 (국토해양부)	지열냉난방시스템 활용을 위한 친환경 수직형 지중열교환 시스템의 개발 (2006~2009)	- 친환경적이고 우수한 열전도도를 지닌 그라우트재와 지중 열교환 시스템의 효율을 높이는 HDPE 파이프 단면 개발	0	기존 지열발전 기술의 적용 타당성에 관한 기초조사 및 지열 냉난방 히트펌프, 지열발전설비의 실증 연구 결과를 지하저류조 기반의 지열의 타당성 평가 및 지중 열교환기 활용기술 개발과 연계함
	대체에너지 기술 개발 사업 (지식경제부)	지열 냉난방 시스템 성능평가 및 엔지니어링 기술 확보 (2002~2003)	- 부하계산에 따른 시스템 장비선정 방법 및 지열시스템 설비 기술습득-설계 s/w tool 검증 및 시뮬레이션 기술 확보	0	
	신재생에너지 기술개발 사업 (지식경제부)	한국형 지열발전 시스템의 기술개발 타당성 연구 (2008~2009)	- 국내외 지열발전 기술현황을 분석, 국내 도입 타당성 검토 - 지열발전 시스템 기술개발을 위한 로드맵을 작성	0	
	전력사업 기술 연구 개발 사업 (지식경제부)	지열원 히트펌프를 이용한 축냉시스템 개발 (2002~2005)	- 지열회수장치에 연결되는 축냉식 히트펌프 축냉시스템 개발	0	
	농업 기계화 연구 사업 (농촌진흥청)	밀폐식 지열 열교환시스템 개발(2003~2004)	- 지열을 이용하여 농업에너지를 절감할 수 있는 친환경 지열-히트펌프 냉난방시스템 개발	0	
	대체에너지 기술 개발 사업 (지식경제부)	지역별 태양광 발전 시스템의 모니터링을 위한 통합모니터링 시스템(CMS)의 구축 및 운영분석(2003~2005)	- 기 설치된 태양광 발전시스템 실태조사를 통하여 전국의 태양광 발전시스템의 운영실태 조사 - 비정상 사이트에 대한 대처방안 제시	0	태양광 발전 기본설비 및 상용화 모듈 (시스템) 기술을 신재생에너지 활용기술과 연계함
	신재생에너지 기술개발 사업 (지식경제부)	주거/공공건물용 차세대 고품질, 다기능 계통연계형 태양광발전시스템 개발(2007~2009)	- 위한부하 10KVA[3상], 3KVA[단상], 태양전지 3 KWp 이상의 주거/공공건물용 차세대 고품질/다기능 태양광 발전 시스템 개발	0	
	산학연 공동 기술 개발 사업 (중소기업청)	고효율 중,소형 태양광전지 모듈 개발(2004~2005)	- 고효율 중,소형 태양광전지 모듈 개발	0	

<표 C-5.3 계속>

차세대 용수공급시스템 연구단	기존연구과제			중복도	연계방안
세세부과제	사업명 (부처)	세부과제명	세부연구내용		
지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술	대체에너지 기술 개발 사업 (지식경제부)	지하수 열원식 히트펌프를 이용한 시설원예냉난방시스템 개발 (2001~2003)	- 지하수 열원 히트펌프 시스템의 핵심요소 기술 개발 - 열펌프 시스템의 최적화 설계 및 제작, 성능평가 - 하우스 냉난방 실증시험	0	수온차 냉난방 설비 기술을 도입하여 용수공급시스템에서의 수온차에너지 적용기법 개발 및 수온차 히트펌프시스템 적용성 평가에 연계함
	에너지절약기술 개발 (지식경제부)	생활배수열 이용 축열식 히트펌프시스템 적용 연구 (2000~2003)	- 생활배수열 이용 축열식 히트펌프 시스템 최적설계기술개발 - 시스템 구성요소인 자동세정 열교환기 및 최적제어기 개발	0	
	신재생에너지 기술 개발 (지식경제부)	미활용에너지를 활용한 신재생에너지 기술개발 전략 (2008~2009)	- 하천수, 해수 및 지하수 등 온도차를 이용한 미활용에너지의 활용사례 조사 - 기술적, 제도적 과제 및 이용촉진방안 제시	0	하천수, 해수 및 지하수 등 온도차를 이용한 미활용에너지의 기술사항을 용수공급시스템의 미활용 에너지 타당성 검토에 활용함
	신재생에너지 설비보급 기반구축 (지식경제부)	신재생에너지 설비보수 유지관리 표준화 (2007~2008)	- 신재생에너지 설비 표준설치모델 개발 - 신재생에너지 설비 유지관리 메뉴얼 작성	0	신재생에너지 보급 활성화를 위한 법령 등을 검토하여 분산형 용수공급시스템에서 생산된 신재생에너지의 상하수도 인프라와 연계 및 표준화에 활용함
		국내외 신재생에너지 적합성 및 평가기반 조사 (2008~2009)	- 국내외 신재생에너지 적합성 및 평가기반 조사 - 적합성평가제도의 개선안 제시	0	
	신재생에너지 기술 개발 (지식경제부)	신재생에너지 보급 활성화를 위한 원별 사업안내 매뉴얼 마련 및 관련 제도 개선방안 (2006)	- 신재생에너지 사업 인허가 시 적용되는 관련 법령 분석 및 신재생에너지 보급 활성화를 위한 현행법령 개선사항 제시	0	신재생에너지 보급 활성화를 위한 법령 등을 검토하여 용수공급시스템에서 생산된 신재생에너지의 상하수도 인프라와 연계 및 표준화에 활용함

제 6 장 추진전략 및 추진체계

제 1 절 추진전략

▌연구의 조기 실용화를 위하여 우선 적용대상을 국내 계획도시 건설 및 해외 도시 건설의 용수공급 인프라 구축으로 연구를 집중

▪기존 도시의 용수공급 인프라를 변경하는 것은 많은 시간과 협의가 필요한 사항으로 조기 실용화에 어려움이 있음

▪따라서, 우선 적용대상을 향후 신규로 건설될 국내 계획도시나 해외 도시건설시장으로 집중하여 기술개발 추진

▪기존도시의 경우, 본 연구단의 기술개발을 근간으로 향후 Test bed 등 검증단계를 거친 후 논의 필요

▌연구추진체계의 구성에 있어서는 산·학·연·정 분야별 전문가와 협력체계의 구축 및 역할분담으로 연구의 효율성 극대화

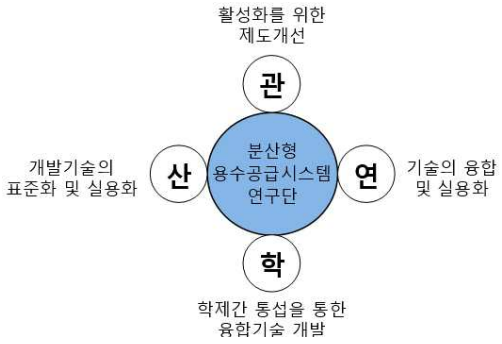
▪산업계는 개발기술의 표준화 및 실용화에 중점을 두어 연구추진체계 구성

▪학계는 국내외 연구개발 네트워크를 구축하여 활발한 학제간 통섭을 통해 실용적인 융합기술의 개발 추진

▪연구소는 국내외 연구개발 네트워크를 구축하여 공동연구체계 활성화 및 기술의 융합 추진

▪정부는 개발기술의 활성화를 위해 필요한 제도의 개선 등 실용화를 위해 필요한 제반 여건조성

▪연구추진 체계의 구성에 있어서는 국내외 전문인력을 적극 활용하고 국외 선진 연구기관과의 국제협력체계를 구축하여 선진기술의 도입 및 해외진출의 인프라로 활용

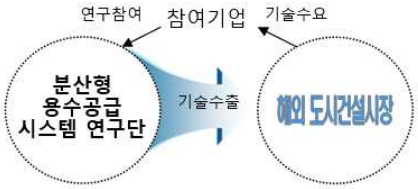


▌수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축을 위한 핵심기술 개발에 민간분야가 적극 참여하여 세계적인 브랜드 기술 개발

▪용수공급시스템의 계획수립 및 시행은 정부의 역할이나 분산형 용수공급시스템의 설계시공, 운영관리기술 및 신재생에너지 융합기술은 향후 민간에서 국내 및 해외시장에 활용가능성이 매우 큼

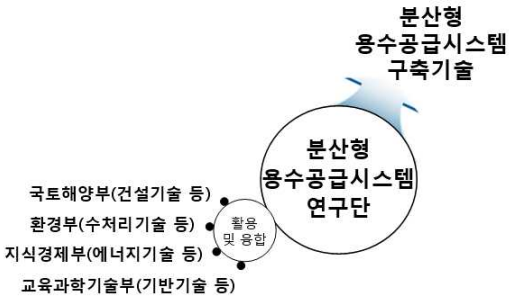
▪이에 국가의 기술경쟁력을 높이고 기술경쟁력의 실체가 되고 해외 건설 및 플랜트 시장 진출의 주체가 되는 산업계의 참여를 적극 유도

▪분산형 용수공급시스템 구축기술이 조기에 실용화 될 수 있도록 연관기술을 보유한 산업계의 참여를 적극 유도



▌정부 관련부처 원천기술 활용을 통한 분산형 용수공급시스템 구축기술 개발

▪분산형 용수공급시스템 구축은 건설사업이나 IT, ET 등 모든 기술의 융합기술임으로 환경부, 지식경제부, 교육과학기술부 등에서 기 개발된 분산형 용수공급시스템 관련 원천기술을 연계 활용하여 예산의 중복투자 방지 및 활용 극대화 도모



▌개발 기술의 기술적 검증 및 실용화를 위한 추진체계 확립

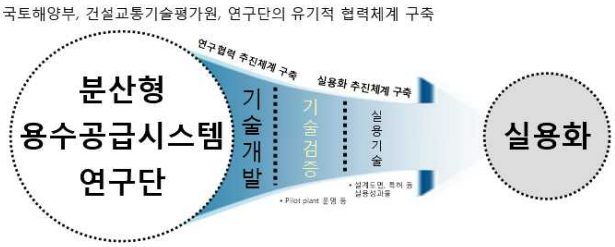
▪국토해양부, 전문기관(건설교통기술평가원) 및 총괄연구기관의 명확한 역할분담을 통한 기술개발 성과 확보

▪개발된 기술은 그 기능 및 성능이 확보될 수 있도록 테스트베드 운영 및 평가 등 적절한 방법으로 기술적 검증을 수행

▪분산형 용수공급시스템의 개발기술이 상호 연계되어 기술개발 성과가 체계화되

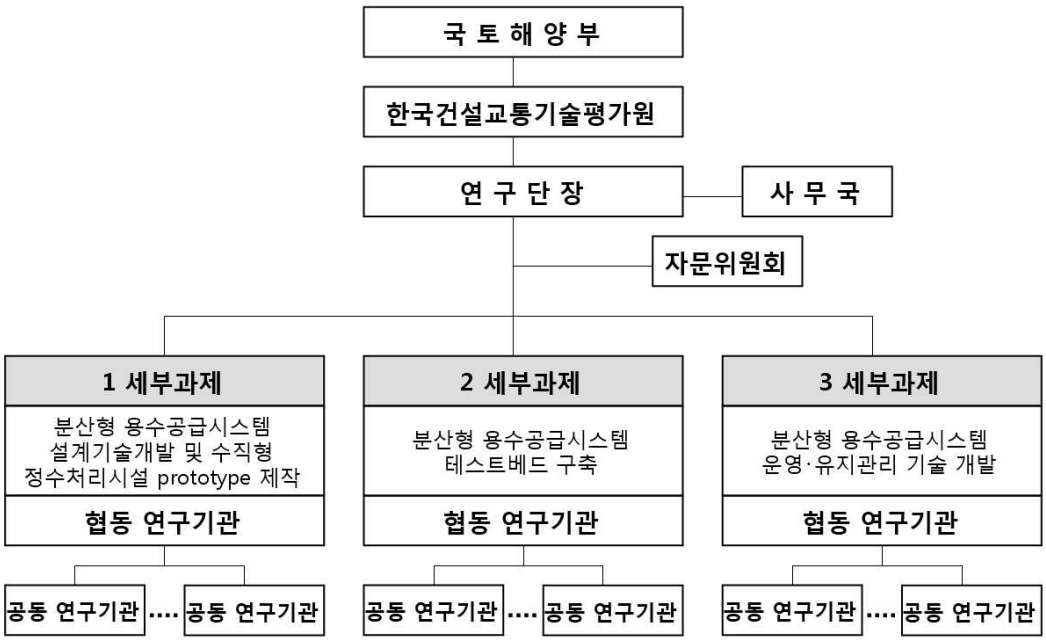
고 극대화 될 수 있도록 세부과제별 네트워킹이 원활하도록 연구 협력 추진체계 구축

▪분산형 용수공급시스템의 개발기술이 조기에 실용화 될 수 있도록 실용화 추진체계구축 필요



제 2 절 추진체계

▌수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축의 비전인 "**미래사회가 요구하는 안전하고 안정적인 용수공급시스템 구축**" 을 달성하기 위한 세부기술인 "분산형 용수공급시스템 설계기술개발 및 수직형 정수처리시설 prototype 제작", "분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축", "분산형 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발" 을 효과적으로 추진하기 위하여 연구단 과제로 추진



▌**연구단**은 연구단사가 연구단이 되며, 연구단사는 연구단의 단장을 선임해야 함.

▌**연구단장**은 용수공급분야의 실무경력 또는 연구경력 15년 이상인 박사학위 소지자

▌연구의 완성도를 높이고 산·학·연 용수공급시스템 각 분야별 전문가의 효율적 활용을 위하여 세부과제별 최적의 참여연구기관을 구성·운영

▌연구를 효율적으로 추진하여 성과를 극대화하고 실용화를 효율적으로 추진하기 위하여 세부과제간 정기적 진도점검 세미나를 개최하여 연계기능 강화

▌연구단 산하에 분산형 용수공급시스템 구축기술과 관련된 국내외 산·학·연·관 전문가로 자문위원회를 구성하여 연구방향 및 연구 성과의 기술적 평가수행

제 7 장 소요예산

제 1 절 소요예산 산정근거

▌산정 개요

▪세부과제별 기획위원회 회의(5, 6, 7차 기획위원회)를 거쳐 37인의 기획위원에 의한 상향식(Bottom up) 방법으로 예산을 산출함

▪최소 연구단위인 세부 요소기술 개발을 위해 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 각 세부과제별 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정

▪민간참여 비율은 최소비율인 총 연구비의 25%(중소기업 비중)로 제안하여 각 세부과제별 정부출연금과 민간부담금 비율은 정부출연금 75%, 민간부담금 25%를 기준으로 산정하였음

▌세부 산정 기준

▪세부과제별 연구비 산정을 위하여 국토해양기술연구개발사업 연구비 관리 및 정산매뉴얼(2010.03) 및 국토해양기술 연구개발사업 관리지침(2009.06) 등에서 제시된 비목별 연구개발비 산정 기준 등을 작성 기준으로 활용함

▪연구비 산정은 상기의 지침을 근거로 인건비, 직접비, 간접비, 위탁연구개발비의 총 4개 비목으로 구분하여 계상

▪인건비 및 직접비는 각 단위과제별 연구내용, 연구성과물을 기초로 예산을 산출하였으며, 간접비는 인건비와 직접비를 합한 금액의 17% 수준으로 작성

▪인건비는 연구항목별 투입인원(M/M)을 예상하여 총 연구비의 40% 범위 내외에서 산정함

▪직접비는 연구장비-재료비, 연구활동비, 연구수당 등으로 구성되며, 세부적으로 요소기술별 연차별로 소요 예상되는 큰 규모의 직접비 중심으로 전체 연구비의 40% 수준에서 산정함.

▪연구단 운영경비는 주관기관에 총연구비의 5% 범위에서 년도별로 계상함

제 2 절 소요예산

▌ 소요예산 총괄

▪총 4차년도에 걸쳐 전체 예산은 97.6억원으로 연구비 총 92.7억원, 운영경비 4.9억원으로 산정

구 분	총 연구비	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
총연구비	9,756	310	2,863	4,931	1,652
정부출연금	7,317	233	2,147	3,698	1,239

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	90	29	600	21	690	14	325	20	1,705	18
	직 접 비	163	53	1,738	61	3,332	68	1,019	62	6,252	64
	간 접 비	42	13	382	13	662	13	225	13	1,311	13
	위탁연구비										
연구비 소계		295	95	2,720	95	4,684	95	1,569	95	9,268	95
연구단 운영경비		15	5	143	5	247	5	83	5	488	5
합 계		310	100	2,863	100	4,931	100	1,652	100	9,756	100
재원조달	정 부	233	75	2,147	75	3,698	75	1,239	75	7,317	75
	민 간	78	25	716	25	1,233	25	413	25	2,439	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		310	100	2,863	100	4,931	100	1,652	100	9,756	100

▌세부과제 단계별/연차별 연구비

(단위 : 백만원)

구 분	1세부과제		2세부과제		3세부과제		합 계	
	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
1차년도	105	5	50	1	140	4	295	3
2차년도	980	51	670	19	1,070	28	2,720	29
3차년도	852	44	2,455	69	1,377	37	4,684	51
4차년도			405	11	1,164	31	1,569	17
합 계	**1,937**	100	**3,580**	100	**3,751**	100	**9,268**	100

▌과제 비목별 연구비

(단위 : 백만원)

구 분		1세부과제		2세부과제		3세부과제		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	470	24	490	14	745	20	1,705	18
	직 접 비	1,191	62	2,598	72	2,463	66	6,252	68
	간 접 비	276	14	492	14	543	14	1,311	14
	위탁연구비								
합 계		1,937	100	3,580	100	3,751	100	9,268	100
재원조달	정 부	1,453	75	2,685	75	2,813	75	6,951	75
	민 간	484	25	895	25	938	25	2,317	25
	기타(지차체 등)	0		0		0		0	
합 계		1,937	100	3,580	100	3,751	100	9,268	100

▌비목별, 연차별 총 연구비

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	90	31	600	22	690	15	325	21	1,705	18
	직 접 비	163	55	1,738	64	3,332	71	1,019	65	6,252	68
	간 접 비	42	14	382	14	662	14	225	14	1,311	14
	위탁연구비										
합 계		295	100	2,720	100	4,684	100	1,569	100	9,268	100
재원조달	정 부	221	75	2,040	75	3,513	75	1,177	75	6,951	75
	민 간	74	25	680	25	1,171	25	392	25	2,317	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		295	100	2,720	100	4,684	100	1,569	100	9,268	100

▌연구단 운영경비

(단위 : 백만원)

구 분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
연구비	295	95	2,720	95	4,684	95	1,569	95	9,268	95
연구단 운영경비	15	5	143	5	247	5	83	5	488	5
합 계	310	100	2,863	100	4,931	100	1,652	100	9,756	100

제 3 절 세부과제별 소요예산

가. 세부과제 비목별, 연차별 소요예산

▌1 세부과제 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	30	29	205	21	235	28			470	24
	직 접 비	59	56	642	66	490	58			1,191	62
	간 접 비	16	15	133	13	127	15			276	14
	위탁연구비										
합 계		105	100	980	100	852	100			1,937	100
재원조달	정 부	79	75	735	75	639	75			1,453	75
	민 간	26	25	245	25	213	25			484	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		105	100	980	100	852	100			1,937	100

▌2 세부과제 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	15	30	175	26	190	8	110	27	490	13
	직 접 비	28	56	400	60	1,930	78	240	59	2,598	73
	간 접 비	7	14	95	14	335	14	55	14	492	14
	위탁연구비										
합 계		50	100	670	100	2,455	100	405	100	3,580	100
재원조달	정 부	38	75	502	75	1,841	75	304	75	2685	75
	민 간	12	25	168	25	613	25	101	25	895	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		50	100	670	100	2,455	100	405	100	3,689	100

▌3 세부과제 소요예산

(단위 : 백만원)

구 분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		계	
		연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)	연구비	비율(%)
소요예산	인 건 비	45	32	220	21	265	19	215	18	745	20
	직 접 비	76	54	696	65	912	66	779	67	2,463	66
	간 접 비	19	14	154	14	200	15	170	15	543	14
	위탁연구비										
합 계		140	100	1,070	100	1,377	100	1,164	100	3,751	100
재원조달	정 부	105	75	802	75	1032	75	873	75	2,812	75
	민 간	35	25	268	25	345	25	291	25	939	25
	기타 (지차체 등)										
합 계		140	100	1,070	100	1,377	100	1,164	100	3,751	100

나. 직접비 소요예산

▌각 세부과제별 연차별로 발생이 예상되는 큰 규모의 직접비에 대하여 설정

▪ 1 세부과제 (단위 : 백만원)

항목 / 년차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
설계 외주		· 분산형 용수공급 시스템 기본설계(100) · 수직형 정수처리시설 상세설계 및 도면(100)	· 분산형 수처리시스템 기본설계 및 시방서(50) · 수직형 정수처리시설 상세설계 및 도면(50)	· 분산형 수처리시스템 기본 설계 및 시방서(30)
기자재 시설비		· 제어설비(50)	· 제어설비(20)	
S/W 구입 및 임차		· 물수지 분석 프로그램 구입(40)		
시험체 제작		· 수직형 정수처리시설 Prototype제작 (150)	· 수직형 정수처리시설 Prototype제작 (150)	
시험 비용	· 수직형 공정 조합 기초실험(25)	· 수리 모형 실험(100)		
시뮬레이션/프로그램 개발			· 설계 자동화 프로그램 개발 (200)	
기타	· 시공 관련 해외출장(10) · 법/제도관련 해외 출장(10) · 법/제도관련 자문(30)	· 실용화 및 사업화 방안 수립관련 자문 및 공청회 (50) · 법/제도관련 자문 및 공청회(50) · 기술 설명회 및 연구성과 홍보(50)	· 실용화 및 사업화 방안 수립관련 자문 및공청회 (50) · 법/제도관련 자문 및 공청회(50) · 기술 설명회 및 연구성과 홍보(50)	
소계	**71**	**672**	**570**	**30**

▪ 2 세부과제 (단위 : 백만원)

항목 / 년차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
시험체 제작		· 수직형 수처리시스템 Testbed 제작(500톤/일 이상)(200)	· 수직형 수처리시스템 Testbed 제작(500톤/일 이상)(1800)	
현장 적용 및 성능 평가				· 수직형 수처리시스템 Testbed 운영 (100)
기타		· 감성설계를 위한 디자인 공모(40)		
소계	**30**	**400**	**1,980**	**265**

▪ 3 세부과제 (단위 : 백만원)

항 목 / 년차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
설계 외주				
기자재 시설비		· 수질감시장비 (160)		
S/W 구입 및 임차		· 수질감시평가용 S/W(40)	· 전력계통 예측모델 (50)	
시험체 제작		· 신재생에너지 시험체 제작(200)	· 신재생에너지 시험체 제작(300) · 실시간 감시 및 조기감지시스템 제작 (100)	· 신재생에너지 시험체 제작(400)
시험 비용				· 조기감지시스템 운영시험 (100)
현장 적용 및 성능 평가		· 지열, 수온차냉난방 타당성 조사(100)		
시뮬레이션/프로그램 개발	· 네트워크 구성 로직(10)	· 네트워크 구성 로직 (40) · 진단 및 관리프로그램(100)	· 자산관리 시스템 (50) · 통합운영관리시스템(100) · 진단 및 관리프로그램(100)	· 자산관리 시스템 (50) · 통합운영관리시스템(200)
기타	· 신재생에너지 생산 및 활용 제도 관련 해외조사(10) · 물안보 관련 해외출장(15)	· 법/제도관련 자문회의 및 공청회(60) · 기술 설명회 및 연구성과 홍보(20)	· 기술 설명회 및 연구성과 홍보(20)	· 기술 설명회 및 연구성과 홍보 (20)
소계	**102**	**748**	**912**	**827**

제 8 장 기술개발효과 및 성과활용방안

제 1 절 기술개발효과

1. 과학기술적 파급효과

▌수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 사업의 경우 IT, NT, ET 등 융·복합을 통한 기술개발로 인하여 각 기술 분야간 연계를 통한 기술 영역 창출이 가능할 것으로 예상됨

▪지하저류조 및 분산화 수처리 시스템 내 수리 및 수질을 예측/감시하고 운영 및 유지관리에 요구되는 의사결정지원시스템을 구축할 수 있음

▪가정 및 공업/상업 용수의 처리 및 공급과정에서 발생하는 가격 상승 및 유지관리의 난점이 해결됨

▪용수공급 관련 물산업에 이용되는 소재 및 계측기기 수입의 최소화 및 핵심소재・기기의 국산화를 도모할 수 있음

▪시스템을 이용한 비상용수 시설의 원수로서 이용될 수원의 다변화 연구성과를 확보할 수 있으며, 물을 이용한 테러 및 원수와 공급 관로의 사고 대처능력을 확보할 수 있음

▪또한, 재생에너지원별 효율의 극대화로 에너지원의 효용가치를 높여 고부가가치의 기술로 국가주도의 기술개발이 가능하며, 지하저류조를 이용한 소수력발전, 수온차, 및 지열에너지의 연계 활용이 가능

▌표 C-8.1 세부과제별 과학기술적 파급효과 및 기대효과 ▐

세부과제	과학기술적 파급효과 및 기대효과
[세부과제 1] 분산형 용수공급시스템 설계기술개발 및 수직형 정수처리시설 prototype 제작	· 공정성능의 안정성 및 최종수질의 안전성 보장 · 미래도시의 분산형 용수공급 인프라 계혹 및 설계기술 확보 · 저에너지형 용수공급 용수공급 인프라 설계기술 확보 · 재해에 강한 용수공급 인프라 구현 · 중단 없는 용수공급 인프라 설계기술 확보
[세부과제 2] 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축	· 미래도시의 분산형 용수공급 인프라 건설기술 확보 · 브랜드화된 수직형 용수공급시스템 건설 및 관리기술 확보 · 분산형 용수공급시스템의 실용화 기술 확보
[세부과제 3] 분산형 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발	· 시스템을 이용한 비상용수 시설의 원수로서 이용될 수원의 다변화 연구성과 확보 · 시설상황 파악 및 원격관리 시스템의 최적 구축 가능 · 물을 이용한 테러 및 원수와 공급 관로의 사고 대처능력 확보 등 위기대처기술 및 물 안보 기술 확보 · 저에너지, 저비용, 고효율화를 위한 최적 운전·유지관리 기술 확보 및 용수공급 인프라시설을 활용한 신재생에너지 연계 활용기술 확보로 에너지원의 효용가치를 높여 고부가가치의 기술로 국가주도의 기술개발 가능

2. 경제사회적 파급효과

가. 산업적 파급효과

▌상하수도 관련 건설 사업의 매출 증가를 가져오며, 국내 브랜드의 대규모 설계/운영 소프트웨어 및 용수공급시설 개량 기술의 적용을 통해 해외 기업의 국내로의 진출을 대처할 수 있음

※ Veolia : 현대 석유화학, 하이닉스 반도체 각각 20년, 12년 위탁 운영

※ Suez : 서울시 전체 수도시설의 20% 설계, 부산시 전체 수도시설의 80% 설계

▌국내·외 상하수도 관련 사업수행에 있어서 최적의 설계 및 운영지침의 마련을 통한 과다/과소 설계 조감 등 기술 혁신을 통한 비용의 감소를 가져올 수 있음

※ 해외 시장 진출시 국내 기업의 기술 위상 제고 : 설계, 건설 및 운영기술 노하우

※ 용수공급시설의 운영비용 절감효과 제고(용수공급시설의 운영비용 10% 절감, 에너지 20% 절감, 잔존 수명 20% 연장, 교체비용 20% 절감)

▌용수공급시설의 개량 및 건설 시장의 창출을 기대할 수 있으며, 이를 통해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있음

▪수처리/신재생에너지 플랜트산업부문 매출증가 및 고용증진

▪수처리/신재생에너지 융합플랜트의 고부가가치 기술 개발을 통한 저개발 국가 수출 및 기술경쟁력 확보

▪세계탄소시장에 수처리 산업이 진입할 수 있는 기반기술 개발로 기업경쟁력 강화

▪수도시설 소요부지 최소화를 통한 생태계 파괴 최소화

나. 사회적 파급효과

▌국민의 안전 및 건강생활 증진 및 국토의 균형적 발전을 위한 수자원의 균등분배 달성이 가능함

▪용수공급에 대한 신뢰성 회복 및 비용 절감

▪유해물질 사고 및 대테러 국가 비상대응 시스템 구축을 통한 국민의 신뢰성 제고 및 안전성 확보

▪노후화된 용수공급 시설의 개량(시공한지 20년 이상 된 시설물)을 통한 양질의 용수공급

▌국가 위상 제고 및 안전보장을 위한 기반을 마련함

▌수입대체 및 수출증대효과, 즉 경제적인 편익 발생은 없으나 무역수지 개선 등의 간접적 효과(계량화되어 비용편익분석에 포함된 내용 제외)를 기대할 수 있음

▌사회적 비용 절감효과로 환경, 보건, 재해 등과 관련된 분야에서 발생할 수 있는 효과(계량화되어 비용편익분석에 포함된 내용 제외)를 기대할 수 있음

▌용수공급에 대한 국민적 편의 증대 등의 파급효과는 비용절감 및 부가가치 창출 외에도 국민의 행복감 또는 생활만족도에 대한 효과 발생이 가능함

다. 고용증대효과 및 산업유발효과

▌R&D 투자의 경제사회적 파급효과 중 생산유발효과 및 고용촉진효과는 한국은행의 2006년 산업연관표(2010년 기준 가장 최신 연도에 발표된 산업연관표) 활용하여 분석을 실시함

▪고용유발효과 분석결과 2011~2014년 기간 동안 R&D 투자지출 중 간접비를 제외한 약 310.11억 원의 투입으로 동기간 총투자지출액(357.15억 원)의 약 12.88배인 4.599.88억 원의 고용유발효과가 있는 것으로 나타남

▪또한, 같은 방법으로 생산유발효과를 분석한 결과 총투자지출액의 약 1.75배인 626.38억 원의 생산유발효과가 있는 것으로 분석됨

라. 국민행복지수

▌본 사업의 경우처럼 재해방지를 통한 사망, 사고율 감소와 수명연장, 작업환경 개선(거주지 및 생활환경), 국민적 자긍심 고취 등의 파급효과는 비용절감과 부가가치 창출 이외에도 국민의 행복감 또는 생활만족도에 대한 효과를 발생시킴

▌로스웰(Rothwell)과 코언(cohen)은 국민의 행복감 또는 생활만족도를 산출하기 위해 2002년 발표한 행복공식을 적용하여 본 사업이 미치는 국민행복지수를 예측하였을 때, 본 사업이 성공적으로 수행되어 음용율이 10%로 증가할 경우 국민행복지수는 현재에 비하여 30% 증가할 것으로 예상됨

제 2 절 성과활용방안

1. 정책적 활용

▌미래지향적 용수공급의 국가 미래비전 및 전략 수립에 활용

▌비상용수 확보 및 공급 개념의 정립으로 가뭄이나 지진 등 재난 시 국가 비상용수 공급체계구축에 활용

▪지하 저류공간을 확보하여 비상시 대응능력을 키우고, 물 공급의 안정성을 확보

▌분산형 용수공급시스템 구축의 법률적 체계구축에 활용

▪분산형 용수공급시스템 개발 및 적용을 위한 법, 제도 정비의 초석 마련

▌안전한 상수원 확보를 위한 국가 물 안보시스템 체계구축에 활용

▌미래지향적 분산형 용수공급시스템 구축의 국가전략 수립에 활용

▌국제적 홍보로 국가 위상 확립 수단으로 활용

2. 경제적 활용

▌해외 도시건설시장에 용수공급시스템 구축 브랜드화 기술의 동반 진출

▪분산형 용수공급시스템 마케팅 전략구축으로 민간/공공부문의 해외시장 공동진출에 활용

▪국내 건설회사의 해외 신도시 건설시장 진출에 브랜드화된 용수공급시스템 구축 기술의 동반 진출로 국익창출

▪해외 신도시의 특성에 적합하도록 테일러 메이드형 용수공급시스템의 설계 및 적용

▌국내 신도시의 Smart Water Main System 구축에 활용

▪개발되는 신도시의 특성에 가장 적합하도록 테일러 메이드형 용수공급시스템의 설계 및 적용

▌선진 용수공급시스템 운영관리기술 확보로 해외 물 공급 인프라의 운영관리 시장 진출

▪과학적이고 체계적인 운영관리 핵심 요소기술의 확보로 해외 운영관리시장의 진출 및 주도

▌분산형 용수공급 시스템의 해외진출

▪ODA 사업과 연계하여 물산업 해외진출의 일환으로 분산형 시스템의 기술 수출

▌국가 R&D에 의해 개발된 부품/소재기술의 연계로 기술력의 동반상승 및 조기 상용화

▪분산형 용수공급시스템 구축기술의 연관기술의 중복 투자를 방지하고, 기 개발된 연관기술의 연계로 국가개발기술의 조기 상용화

제 9 장 정부정책과의 연계방안

제 1 절 물산업 육성

▌물 산업 육성을 위해 지방상수도 통합운영 시범사업과 물산업 해외진출 활성화를 추진 중에 있음

▪정부는 물산업 육성을 위해 상하수도 서비스업의 경영효율화, 상하수도 인프라 개선 및 운영체계 개선을 통한 시장확대, 물산업 연구개발역량 확대 및 성장기반 조성을 위한 인력양성, 물산업 수출역량 강화, 연관산업의 공동발전을 위해 5년간 9조 5천억을 투자할 계획으로 경제장관회의를 거쳐 2007년 물산업 육성방안을 발표

▪지방상수도 통합운영 시범사업의 경우 경북권 5개 시군, 전남권 9개 시군, 태백권 5개 시군 통합운영 시범사업 MOU를 체결하고 기본계획 수립을 위하여 국고를 지원

▪통합운영은 현재 운영관리의 통합을 추진하고 있으나, 장기적으로는 하드웨어 측면에서의 용수공급체계의 통합이 필요하며, 분산형 용수공급 시스템에서 제시하고 있는 개념의 적용이 가능

▌표 C-9.1 지방상수도 통합운영 시범사업 계획 ▐

(금액 : 억원)

경북권		전남권		태백권	
개소수	시 · 군	개소수	시 · 군	개소수	시 · 군
5	포항, 경주, 영천, 영덕, 울진	9	목포, 무안, 영암, 해남, 강진, 장흥, 완도, 진도, 신안	5	동해, 태백, 영월, 평창, 정선
'09년 기본계획 수립중		'09년 기본계획 수립중		'10년 기본계획 수립예정	

▪세계 물산업의 시장규모는 약 544조원으로 추정되며, 2015년까지 약 2배까지 성장할 것으로 전망.

▪세계 물산업 시장은 현재 상하수도 서비스 분야에서는 프랑스의 기업들이 시장을 지배하고 있고, 소재와 부품 등의 분야는 미국과 일본, 독일의 기업들이 우위에 있으며, 우리나라의 경우 건설산업과 연계된 플랜트 분야에서 경쟁력을 가지고 있음.

▪개도국의 경우 기존의 선진국의 상하수도 사업의 형태로는 접근이 어려우며, 지

역여건을 고려한 분산형 시스템의 적용이 요구되고 있으며, 많은 개도국의 경우 우리나라의 경제성장 모델을 선호

▪분산형 용수공급 시스템은 물산업에서 우리나라의 상대적으로 강점을 활용하여 전략산업화 할 수 있는 분야

제 2 절 MDGs 달성을 위한 국제협력사업 (ODA 등)

▌개도국의 기후변화 적응 역량 강화

▪동남아시아와 서남아시아는 세계에서 도시화가 가장 급속도로 이루어지고 있는 지역으로, 이 지역의 급증한 인구가 기후변화에 의한 홍수나 가뭄과 같은 자연재해에 적절히 대처할 수 있는 기반시설이나 재정능력의 취약 심각

▪인구의 대부분이 농업에 종사하며, 또 농업 종사자 대부분이 최저소득층인 인구구조를 지니고 있기 때문에, 기후변화로 인한 급격한 농산물 생산성의 변화가 개발도상국의 식량안보와 생계 위협

▪2008년 7월 일본에서 개최된 G8 확대정상회담에서 우리나라 대통령이 개발도상국의 기후변화 대응 지원을 위해 “동아시아 기후파트너십”이라는 국제 이니셔티브를 발표

▪사업목표 중 첫 번째가 기후변화 적응능력 배양이며, 그 중에서도 첫 번째 목표는 안정적인 수자원 확보

▪개도국의 경우 도시지역을 제외하고는 선진국에서 일반화되어 있는 집중형 상수도 시스템이 적합하지 않으며, 분산형 시스템의 개발과 보급이 필요

▪개도국의 실정에 맞는 분산형 시스템을 개발하여 보급할 경우 개도국의 새천년 개발목표 달성에 크게 기여할 것으로 예상



▌그림 C-9.1 동아시아 기후 파트너쉽의 사업목표 ▐

제 3 절 녹색성장 전략

▌저탄소 녹생성장기본법과 녹색성장전략

▪2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입을 위한 비전을 세우고 3대 전략 및 10대 정책방향, 27대 중점기술을 발표

▪27대 중점 기술 중에서 대체수자원 확보기술은 신개념 취수방식을 통한 수자원 확보방안을 제시하고 있음. 또, 분야의 전략목표로 소규모 고효율 시설을 개발하여 산간 및 도서지역 활용성을 강화하는 방안을 제시

▪분산형 용수공급 시스템은 산간 및 도서지역 활용성이 강한 소규모 고효율 시스템

제 4 절 수도사업의 선진화에 기여

▌물산업 선진화와 상수도 서비스의 신뢰회복

▪정부에서는 수돗물에 대한 불신을 해소하기 위해 “수돗물 수질개선 종합대책”을 수립하여 발표

▪대책의 주요 내용으로 옥내급수관 관리체계 혁신, 노후시설개량, 저수조설치 및

유지관리 개선 등이 제시되고 있으나 불신의 원인이 되고 있는 녹물과 누수 등에 대한 근본적인 처방이 되지 못하고 있음

▪다른 한편으로 수돗물에 대한 수질기준이 강화되면서, 이로 인해 수돗물의 생산비용은 계속 상승하지만 음용률은 높지 않고 병물 이용량은 계속 늘어가고 있음.

▪분산형 용수공급시스템에서 제시하고 있는 물공급의 이원화와 분산형 현지정수시스템은 수도사업의 경제성을 높이고, 수요자가 요구하는 수질의 수돗물의 공급이 가능

▌상수도 서비스의 지역간 격차

▪우리나라의 상수도 보급률은 지역규모별로 비교해 보면 7개 특·광역시의 상수도보급률이 99.1%, 시지역이 97.6%, 읍지역이 86.2%, 면단위 농어촌지역이 45.2%로 농어촌 지역으로 갈수록 보급률이 저조

▪상수도가 공급되지 않는 지역은 마을상수도 등 소규모시설을 이용하여 생활용수를 공급받고 있으며, 유형별로는 마을상수도 이용인구가 1,572천명 (3.1%), 소규모 급수시설 이용인구가 601천명 (1.2%), 전용상수도 인구가 273천명 (0.5%), 우물 등 기타시설 이용인구가 1,527천명 (3.1%)

▌표 C-9.2 지역 규모별 상수도 보급률 수준 ('07년) ▌

구 분	총인구 (천명)	급수인구 (천명)	보급률 (%)	급수량 (천㎥/일)	급수량 (ℓ/일 · 인)
전 국	50,034	46,057	92.1	15,657	340
특광역시	23,284	23,081	99.1	7,443	322
시지역	17,672	17,256	97.6	7,002	406
읍지역	3,938	3,395	86.2	1,212	212
면지역	5,140	2,325	45.2		

▪수돗물의 지역간 격차는 보급률 뿐만 아니라 수도요금에서도 심각한데, 그 원인으로는 광역상수도와의 연결 여부, 취수원 개발의 용이성, 취수원과 물공급지역과의 거리, 수돗물 생산 시설의 규모, 정수처리 비용, 수도사업 경영능력 및 재정 상태 등이 제시되고 있으나 가장 큰 원인은 분산되어 있는 소비자들에게 집중형 상수도 시스템을 공급하고 있기 때문.

▪미국과 일본의 경우 집중형 시스템과 분산형 시스템의 경제성을 비교하여, 분산형 시스템이 유리한 경우 기준의 상수도를 보급하지 않고, 분산형 시스템을 도입.

▪우리나라의 마을상수도와 간이상수도는 기술적인 개발 수준이 낮아 생산비용과 서비스의 질의 수준에서 상수도에 비해 경쟁력이 떨어짐.

▪분산형 용수공급시스템에서 개발하려는 분산형 시스템은 기존의 수도시스템에 비해 수질, 경제성, 에너지 자립의 측면에서 유리한 소규모 시스템으로 수도서비스의 지역간 격차 해소에 기여할 것으로 기대됨.

제 5 절 기후변화 대비 전략

▌소유역단위 자급형 물관리체계 구축

▪IPCC 2007년 보고서에서는 기후변화로 인해 지구의 모든 지역에서 가장 심각하게 영향 받는 것이 수자원이며, 이에 대한 대비가 즉시 시행되어야 한다고 강조

▪소유역단위 자급형 수환경관리 체계가 구축되어야 함

▪기후변화로 인한 가장 큰 영향 중 하나는 가뭄으로 인한 피해라고 할 수 있으며, 기존의 댐과 지표수에 의존하는 상수도 시스템은 기후변화에 대한 적용성이 약하여 대규모 가뭄시에 안정적인 물공급이 곤란

▪분산형 용수공급시스템은 지역 내에 안정적인 저류공간을 확보하여 비상시에 안정적인 용수공급이 가능

제 10 장 세부과제 선정/평가방법 설정

제 1 절 총괄 RFP

연구과제명	수직형 정수처리시설이 도입된 분산형 용수공급시스템 구축
1. 연구개발 목표	
	○ 미래사회가 요구하는 용수공급시스템 구축에 있어서 수질의 안전성과 수량의 안정성을 확보할 수 있고 용수생산 및 공급에 소요되는 에너지를 절감할 수 있는 핵심요소기술 개발 - 수질 신뢰성 확보를 통한 음용율 제고 - 비상용수 및 물안보 확보를 통한 수질사고 Zero - 2~3만톤/일 용량의 수직형/분산형 수처리 시설물 설계기술 개발 - 수질사고 및 재해 발생대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보 - 용수공급시스템의 에너지 자립도 30% 이상을 달성하기 위한 신재생에너지의 생산 및 활용 기반기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대 수송시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존시설 노후화 문제의 근원적인 해결방안 필요 ○ 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송수관로의 장거리화 및 관로의 노후화로 야기되는 2차 오염 및 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 있음 ○ 수원의 단일화 및 저류시설의 부재로 비상시 용수공급의 안정성 위협하고 있는 상황이며, 특히, 1993년 가뭄 피해 및 1993, 2008년 낙동강 페놀 누출사고 등 비상상황에서 국가 비상용수 및 물 안보 체계구축 마련이 필요한 실정 ○ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 도시건설(제로탄소도시

	등) 시장에 진출할 신개념(분산화, 저에너지, 물안보 등)의 용수공급 시스템의 브랜드 기술이 부재한 상황(세계 물시장 2015년 8,000억 전망, Global Water Index, 2010) 으로 해외시장에 진출할 브랜드화된 용수공급 인프라 설계, 건설 및 유지관리기술의 개발 및 확보가 필요함. ○ 저탄소 녹색에너지 산업이 미래성장동력으로 급부상하고 있으며, 기후변화 협약 포스트 교토 체제 하에서 선진국 중심으로 녹색보호주의가 강화될 경우 탄소배출권 시장이 확대될 전망되어 용수공급시설을 이용한 다양한 R&D 투자 필요 ○ 미국 내에서 물과 관련된 CO_2 방출량은 5% 수준(River Network, 2009), 일본 동경시의 경우, CO_2 총 발생량의 15%를 용수생산 및 공급이 점유(하나끼, 2008)하고 있어 용수공급의 에너지 비용 절감 필요성 증가하고 있는 상황으로 신재생에너지를 융합한 저에너지형 용수공급시스템 운영 및 유지관리기술의 개발이 필요함. ○ 현 시점에서 미래사회를 위한 용수공급인프라의 건설 및 운영관리기술과 신재생에너지 활용기술은 녹색성장의 성장 동력이 될 것이며, 세계 용수공급 인프라 건설시장에서 우위를 확보할 수 있는 핵심기술임.
□ 기술동향	○ 네덜란드, 스위스 등의 유럽은 취수원으로 대규모 저류시설을 이용해 오염물질의 유입시 수원을 안전하고 안정적으로 운영하고, 취수원에 모니터링 장치를 설치하여 항상 오염 물질에 대비(네덜란드의 WPH정수장, 스위스 Lengg정수장) ○ 미국 뉴욕시의 제3터널은 총연장 100 km의 상수를 위한 대심관로로서 14개의 지상으로 연결되는 수직 상승관을 통해 현존하는 상수관과 연결시켜 공급을 중단하지 않게 유지하기 위한 대심관로 임 ○ 일본의 경우 동경 수도권 외곽방수로(연장 6.3km, 직경 10.6m, 깊이 50m) 및 칸다가와 환상 7호선 지하조절지(연장 4.5km, 직경 12.5m, 깊이 34~43m)를 건설하여 수해피해 경감을 위한 우수 조절시설로 활용 중 ○ 일본 고베시는 한신·아와지 대지진 이후 지진 대비 비상용수 확보 목적으로 대용량 송수관을 건설하였으며, 저류능력(59,000 ㎥)을 보유

하고 있으며, 기설된 2개의 송수터널을 개량하기 위한 대체 루트로써도 이용 가능

○ 미국의 Metro West Water Supply Tunnel (MWWST)(총 연장 28.3 km, 깊이 60-152m, 평균 직경 4.3 m)은 대심관로로 보스턴시 인구의 절반인 2백 3십만 주민에게 상수를 공급하게 되었고 현존하는 Hultman Aquaduct와 더불어 두 번째 수자원 공급로를 확보함으로써 물 안보차원과 자연재해 등의 비상시에 대비하고 있음

○ 미국은 9.11 테러사건이후 물을 안보 측면에서 검토하여 미국 환경청에서 “Water Security Research and Technical Support Action Plan”을 발간하여 운영 중에 있음

○ 전 세계적으로 상하수도 사업장내에서 신재생에너지의 생산 및 활용 기술이 급속하게 증가 추세(일본 무라노정수장 등의 소수력, 태양광 발전, 스웨덴, 노르웨이, 독일의 하수처리수 및 하천열이용 지역냉난방 시설)이며, 신재생에너지 마이크로 그리드 기반으로 새로운 에너지 공급 형태의 활용

○ 우리나라의 수로터널 중 도수터널이 전체 수로터널의 84.2%를 차지하고 있으나, 거의 모두 천심에 설치되어 있고 대부분 직경이 1,900~3,900mm로 물의 이송을 위해 시공된 것이며, 저류를 위한 목적은 아님

○ 우리나라에서는 유비쿼터스 기반 미래도시, 저탄소 녹색에너지형 도시, 친수형 Aqua city 개발 트렌드에 따라 관련 기술에 대한 정부의 R&D 투자 증대 및 신규시장 형성 전망

○ 국내에서는 용수공급 관련 비상용수 및 물안보에 대한 체계가 정립되어 있지 않아 이에 대한 제도적 정비가 필요하며, 수로터널 및 대단면 관로의 조사·진단, 수질관리 등 유지관리 업무에 있어 장비개발, 운영관리시스템 개발 등 과학적인 운영관리 체계 구축 필요

○ 용수공급시설을 이용한 소수력, 냉난방 수온차등 신재생에너지 활용 기술은 정부의 적극적인 R&D 및 지원사업 추진으로 신재생에너지 관련 제도정비 및 지원제도, 관련 핵심기술 및 부품의 국산화 기술의 향상으로 발전되고 있으나, 활용성은 아직 미흡한 실정임

3. 연구개발내용

□ 세부과제 1 : 분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작

○ 분산형 용수공급시스템 설계 기술 개발
- 물수지 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 유동량 산정
- 분산형 용수공급시스템 기본설계

○ 수직형 정수처리시스템 설계 기술 개발 및 Prototype 제작
- 수직형 정수처리 시설 상세 설계 기술 개발
- 수직형 정수처리 시설 Prototype 제작

○ 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
- 기존 법/제도적 문제점 도출 및 보완안 제시
- 실용화 및 사업화를 위한 법/제도(안) 수립

□ 2세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축

○ 수직형 정수처리시설 시공기술 개발
- 수직형 공정조합 정수처리시설 시공기술 개발
- 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정 조합 시공 기술
- 감성 설계가 고려된 미적 시공 기술 개발

○ 급/배수 시스템 연계 기술 개발
- 최종 생산수 공급을 위한 급배수 시스템 최적 설계 및 연계기술
- 수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적위치선정 및 설계 기술 개발

□ 3세부과제 : 분산형 용수공급시스템 운영·유지관리 기술 개발

○ 기존 용수공급시스템 활용 및 연계 기술
- 기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토
- 기존 용수공급시스템 운영/유지관리 평가기술 개발
- 장/단기 용수공급 예측 기술 개발
- 기존 광역용수공급시스템 구역 통합화 기술

○ 지열, 수온차 및 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
- 용수공급 위치에너지를 활용한 소수력 발전 기술 개발
- 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발

- 태양광 및 연료전지 설계 기술 개발
- 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발

○ 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
- 재해대응 관리 시스테 개발
- 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어 기술 개발
- 조기 감지 시스템 개발
- 기존시설과 연계한 보조수자원 활용방안 수립

○ 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축
- LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발
- 분산형 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

- 1차년도 : 전략 및 기본방향 정립
  · 법, 제도 검토
  · 추진전략 수립 및 기술 개발
  · 설계 기본 방향 정립

- 2차년도 : 핵심 요소기술 개발 및 Prototype 제작
  · 핵심기술 개발에 대한 정성적 특허분석 및 시장확보 방안 수립
  · 세부과제별 핵심 요소기술 개발
  · 기본 설계 및 Prototype 제작

- 3차년도 : 설계기술 확보 및 테스트베드 구축
  · 핵심개발기술의 실험 평가
  · 핵심개발기술의 설계, 운영관리기술 확보
  · 상세 설계, 시공기술의 적용 및 테스트베드 구축

- 4차년도 : 시공 및 운영관리 기술 검증 및 실용화
  · 핵심개발기술의 현장 적용성 평가
  · 핵심개발기술의 실용화 기반 마련
  · 핵심요소기술별 매뉴얼 작성
  · 개발기술의 실용화 및 기술이전

○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축

	- 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)
□ 추진체계	○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요 시 분산형 용수공급시스템의 설계 및 시공분야에서 선도적 위치에 있는 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음. ※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 시공분야는 건설재료 및 구조역학분야와 접목되어 수행되어야 하며, 물수지 분석 분야 수공학 전문가 연구진에 포함되어야 함 ○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함 ○ 신재생에너지 전문가가 연구진에 포함되어야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	**□ 세부과제 1 : 분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작** ○ 분산형 용수공급시스템 설계기술 개발 - 분산형 수처리 시스템 기본 설계 및 도면 제시(기존 소요부지 70%이상 절감, 기존 대비 건설비 140%이하) ○ 수직형 정수처리 시스템 설계기술 개발 및 Prototype 제작 - 수직형 정수처리시설 설계 기술 및 상세 설계 도면

- 수직형 정수처리시설 Prototype

○ 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립
- 제도적 보완안(광역수도법, 수리권 등)
- 물산업 진출전략 및 사업화 방안

□ 2세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축

○ 수직형 정수처리기술 시공기술 개발
- 수직형 정수처리시설 시공 시방서
- 500톤/일 규모의 수직형 정수처리시설 2기 또는 500톤/일 이상 1기 규모 시작품

○ 급/배수 시스템 연계 기술 개발
- 수직형 정수처리시설과 연계된 급/배수시스템 설계 및 시공 시방서
- 펌프 조합 및 직결급수시스템 설계 및 시공 시방서

□ 세부과제 3 : 분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술개발

○ 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술
- 기존 용수공급체계와의 통합관리 프로그램
- 용수공급 구역의 통합화 시나리오

○ 지열, 수온차 및 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술
- 신재생에너지 생산 및 활용시설 설계 및 시방서
- 에너지 설비 및 효율화 기술 설계서 및 시방서

○ 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술
- 최적 수질관리 모니터링 매뉴얼/프로그램
- 용수공급시스템 재난 대응 및 물안보 확보 매뉴얼

○ 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축
- 운영 및 유지관리 통합 시스템(H/W, S/W)
- LCC 및 용수공급 자산관리 프로그램/매뉴얼

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도

하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 국내 신도시 건설은 세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중이며, 세계적인 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상(유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가 증가 전망)되어 해외도시건설시장 활성화(해외 도시건설시장 규모는 30조 달러 추산)에 따른 용수공급 인프라 구축기술에 대한 활용성 및 수요가 큼

○ 중동의 경우 자원수출로 축적된 국부를 신도시 개발과 인프라 시설 확충하면서 자연스럽게 물 공급 사업 기회가 증가하고 있으며, KOTRA('09.3)에 의하면, 상대적으로 사회 인프라가 낙후된 베트남에서 신도시 건설, 발전소 건설, 석유화학 공장 건설, 제철소 건설 등이 활발하게 추진될 것으로 전망되어 새로운 기회를 창출하는 것으로 분석함으로서, 신도시 건설의 핵심 인프라인 water life line 건설의 기회도 창출될 것으로 전망되어 신도시 시장 해외 진출 활성화로 관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회 확대

○ '08년 중 전 세계적으로 약 1550억불이 풍력, 태양력, 소수력, 바이오매스, 지역에너지 개발 등 신·재생에너지 프로젝트(대규모 수력발전소 제외)에 투자되었으며, 지속적으로 공급이 확대될 전망이고, 삼성경제연구소의 보고서(SERI 경제포커스, 2008)에 따르면 신재생에너지 개발 등 에너지원을 다양화하고 청정에너지 공급확대 전망(2030년 전체 발전량 중 신재생에너지 비중이 50% 초과 전망)으로 용수공급시스템 인프라로부터 신재생에너지를 융합하는 기술은 용수공급비용 절감의 효과가 큼

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.12 ~ 2014.4 (3년 5개월)
- 총 연구비 : 9,756백만원(정부출연금 7,192백만원)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.12 ~ 2011.4(5개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 6개월로 함.

○ 2차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)

○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)

○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.4(1년)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 “분산공유 6대 실험시설” 적극 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 시험시공시 이를 활용하여 연구할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

제 2 절 세부과제별 RFP

1. 1 세부과제

1 세부과제명	분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작
1. 연구개발 목표	
	○ 감성디자인을 고려한 2~3만톤/일 용량의 수직형/분산형 수처리 시설물의 설계 기술 개발 ○ 수질 신뢰성 확보를 통한 음용율 제고 ○ 비상용수 및 다중방어 시스템 확보를 통한 단수사고 Zero
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대 수송시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존시설 노후화 문제의 근원적인 해결방안 필요 ○ 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송수관로의 장거리화 및 관로의 노후화로 야기되는 2차 오염 및 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 있음 ○ 수원의 단일화(예; 수도권의 경우 팔당댐) 및 저류시설의 부재로 비상시 용수공급의 안정성 위협 ○ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 신도시에 적용 가능한 신개념(분산화, 저에너지, 물안보 등)의 용수공급 시스템의 아이디어 부재 (세계 물시장 2015년 8,000억 전망, Global Water Index, 2010) ○ 전 세계적으로 개발되는 신도시는 약 50,000명의 인구가 거주하는 것으로 기획되어 약 2~3만톤/일의 소·중규모 정수장의 분산화가 필요한 시점임 ○ 해외 물산업 시장을 주도할 국가요소기술 확보가 필요한 시점 (연구 및 검증의 부재로 해외 물시장 참여에 제한) ○ 특히, 1993년 가뭄 피해 및 1993, 2008년 낙동강 페놀 누출사고는

	비상상황에서 국가비상용수 체계구축 마련의 필요성을 더욱더 절실하게 하고 있음
□ 기술동향	<국 내> ○ 국토해양부, 지식경제부, 환경부가 합동으로 수립한 “물산업 육성방안”에 의하면 용수공급시스템의 수출산업화를 통하여 2015년까지 세계적인 물기업을 육성을 추진하였으나, 물산업에 대한 개념정립의 모호함으로 인해 수도사업 구조개편 중심으로 진행됨 ○ “수도사업 구조개편”에서는 용수공급시스템 기반시설 구축 및 개선사업의 지속적인 확대추진, 물산업 촉진을 위한 원천기술 개발 및 확보 주력(지능형 수처리 기술, UT기반의 용수공급시스템 운영관리 기술, 에너지 완전 순환형 수처리 기술 등의 육성), 또한 중국 및 개도국 물시장 진출을 위한 맞춤형 기술개발 사업을 제언하고 있음 ○ 국내 용수공급시스템 설계 및 건설기술과 관련된 주요 기술적 영역에서 국내 기술수준은 전반적으로 관련 기술 최고 수준 국가 대비 평균이상인 것으로 조사됨 ○ 국내 제조업체의 수처리 업무 아웃소싱으로 공업용수 시장에 해외 물기업이 참여하는 시장이 형성 - 현재 Veolia waters는 하이닉스 반도체 수처리시설을 2,300억에 매입, 12년간 운영계약, 현재 석유화학을 상대로 수처리시설을 1,400억에 매입, 20년간 운영 계약 체결 - 정부에서는 지속적으로 고도정수처리시설 도입에 약 1.2조원, 마을 수도시설 및 소규모 수도시설 개량에 약 4,600억원 투자 예정(환경부, 2009) ○ 미래도시의 개발의 경우 기존용수공급 시스템과 차별화된 첨단 용수공급 시스템의 도입이 요구됨 - 서해안 송산 그린시티의 경우 새로운 개념의 지역별(주거지역, 위락지역 등) 맞춤형 용수공급 시스템의 적용이 요구됨 ○ 용수의 양적인 공급은 크게 확대되었지만, 2005년 환경부 조사결과 “수돗물이 식수로 부적합하다”는 의견이 57.8%에 달할 정도로 국민의 불신이 심각함

<국 외>

○ 일본의 오사카 무라노 정수장(1,797,000m^3/일)은 대표적인 일본내 계층식 정수장으로 고도처리 시설(오존, GAC 등)을 도입하여 운영중에 있음 그러나 부지면적 축소를 제외한 기술적 메리트는 없음

○ 네덜란드, 스위스 및 독일 등의 유럽은 대규모 저류시설을 확보하고 강변여과를 활용하고 있음 (네덜란드의 Baanhoek 정수장, 독일의 뒤셀도르프 정수장 등)

○ 또한, 유럽의 용수공급 시스템은 취수원으로 대규모 저류시설을 이용해 오염물질의 유입시 수원을 안전하고 안정적으로 운영하고, 취수원에 모니터링 장치를 설치하여 항상 오염 물질에 대비 (네덜란드의 WPH정수장, 스위스 Lengg정수장)

○ 대부분의 유럽 국가는 용수공급 서비스의 민영화를 추진하고 있는데, 현재 사업자간의 구조조정이 진행 중에 있음

○ 미국 뉴욕시는 19개의 저수지와 3개의 인공호수를 수원으로 하여 900만 뉴욕시민에게 4,158천m3/일의 용수를 공급 중이며, 용수공급 체계는 3개의 분리시스템으로 구성되어 수로터널을 이용한 연계운영을 하고 있음

3. 연구개발내용

□ 세부연구내용 1 : 분산형 용수공급시스템 설계기술 개발

○ 연구개발의 필요성

- 기존 광역시스템과 연계되는 지하 저류조 및 다지점 건설되는 분산화 수처리 시스템의 최적설계를 위해서는 상호간의 유입 및 유출 물수지 분석을 통하여 다양한 조건에서 유동량을 산정하는 분석 기술이 필요함
- 용수공급 구역내 물수지 분석을 통한 수직형 정수처리시설의 용량, 개수, 최적 지점, 지하저류조의 규모 등 기본 설계 필요

○ 연구개발 내용

- 물수지 분석을 통한 분산형 정수처리시스템 내 유동량 산정
  · 시스템 내 물수지 분석 및 도·송수 펌프 설계
  · 공정선정 및 단위공정별 용량 산정

· 기본 설계 시방서 및 도면 작성

- 분산형 용수공급시스템 기본 설계
  · 수원 및 거주지역의 특성 파악
  · 신재생에너지 활용방안 및 기존 도·송수, 금·배수 관로 검토
  · 수직형 정수처리시설 단위 규모 결정
  · 지하저류조의 규모, 구배 및 수두 결정
  · 기본 설계 시방서 및 도면 작성

□ **세부연구내용 2 : 수직형 정수처리 시스템 설계기술 개발 및 Prototype 제작**

○ 연구개발의 필요성
- 생산자 중심의 중앙 집중형 처리시스템의 문제점 해결을 위해서 분산형(약 2~3만톤/일) 수처리 시스템의 건설을 위해서는 수처리 공정의 수직조합 기술개발 및 감성디자인 고려가 필요함
- 일본의 무라노 정수장의 경우, 빌딩형 수처리에 있어서 각 단위공정 사이에 변과 저류조로 인해 소요 부지 절감에 한계가 있음
- 핵심 요소기술 확보 및 연구 결과의 가시화를 위해서 실내 규모의 Prototype의 제작이 필요함

○ 연구개발 내용
- 수직형 정수처리시설 설계 기술 개발
  · 2~3만톤/일 용량의 수처리공정 수직조합 설계기술 개발
  · 감압변 및 저류조가 없는 수직형 수처리공정 조합기술 개발
  · 정수처리시설의 감성 설계 기술 개발
- 수직형 정수처리시설 Prototype 제작
  · 2~3만톤/일 용량 수직형 정수처리시설과의 상사성을 확보한 Demo 구축
  · 상향류 및 하향류 등 최적 수리흐름 유지 기술 개발

□ **세부연구내용 3 : 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립**

○ 연구개발 필요성
- 기존 제도상 명시되어 있는 광역 및 지자체 용수공급시스템 관련

	업무 분담 및 책임 소재 등을 검토하여 국가 차원에서 분산화 용수공급시스템의 구축에 제한이 되는 법/제도적 해결 방안 마련이 필요 - 수원의 다변화 및 분산형 용수공급 시스템 구축시 발생 소지가 있는 수리권 문제 및 업무 분담 검토가 필요 ○ 연구개발 내용 - 기존 법 및 제도의 문제점 도출 및 보완안 제시 ·광역 및 지자체간에 발생하는 용수공급 중복투자 및 효율저하의 문제 해결안 제시 - 실용화 및 사업 활성화를 위한 법/제도(안) 수립 ·정책적/경제적 타당성을 근간으로 한 사업화 방안 계획수립
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 세부과제 책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함. ○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 (www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ○ 향후 세계 도시건설 시장의 용수공급인프라 구축에 진출을 고려하여 대상국가의 정책고려 및 세계표준에 맞는 소재 개발
□ 추진체계	○ 타 세부과제 협동연구기관과의 협업을 통한 기술개발 과제의 연계성 확보 - 1 세부과제내의 세부연구내용간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 추진 - 향후 용수공급 인프라 구축 후 효율적 운영관리를 고려하여 2세부과제 협동연구기관과, 용수공급시스템의 운영·유지관리기술

관련해서는 3세부과제 협동기관과 협조체계를 구축하여 추진

○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 필요 시 지하 용수저류시설 구축의 재료 및 시공분야에서 선도적 위치에 있는 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음.

※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도

○ 설계분야는 건설회사 및 엔지니어링 산업계와 접목되어 수행되어야 함

○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

□ 세부연구내용 1 : 분산형 용수공급시스템 설계기술 개발

○ 분산형 용수공급 시스템 기본 설계 및 상세 도면 제시
- 분산형 용수공습시스템 설계 가이드라인
- 수원, 거주지역, 수직형 정수처리시설의 용량, 지하저류조의 규모 및 형태 등 결정

□ 세부연구내용 2 : 수직형 정수처리 시스템 설계기술 개발 및 Prototype 제작

○ 수직형 정수처리시설 기본 및 상세 설계 및 도면
- 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 설계 기술
- 감성설계가 고려된 설계 기술
- 2~3만톤/일 수직형 수처리공정 조합기술 및 500톤/일 규모 이상 테스트베드 상세 설계 시방서 및 도면

○ 수직형 정수처리시설 Prototype
- 500톤/일 규모 이상의 수직형 수처리시설과의 상사성이 확보된 prototype 제작

□ 세부연구내용 3 : 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립

○ 제도적 보완안(광역수도법, 수리권 등)

○ 물산업 진출전략 및 사업화 방안 기본 계획

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 국내 신도시 건설은 세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중이며, 세계적인 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상(유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가 증가 전망)되어 해외도시건설시장 활성화(해외 도시건설시장 규모는 30조 달러 추산)에 따른 용수공급 인프라 구축기술에 대한 활용성 및 수요가 큼

○ 중동의 경우 자원수출로 축적된 국부를 신도시 개발과 인프라 시설 확충하면서 자연스럽게 물 공급 사업 기회가 증가하고 있으며, KOTRA('09.3)에 의하면, 상대적으로 사회 인프라가 낙후된 베트남에서 신도시 건설, 발전소 건설, 석유화학 공장 건설, 제철소 건설 등이 활발하게 추진될 것으로 전망되어 새로운 기회를 창출하는 것으로 분석함으로서, 신도시 건설의 핵심 인프라인 water life line 건설의 기회도 창출될 것으로 전망되어 신도시 시장 해외 진출 활성화로 관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회 확대

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.12 ~ 2014.4 (3년 5개월)

- 총 연구비 : 2,135백만원(정부출연금 1,601억원 이내)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.12 ~ 2011.4(5개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 5개월로 함.
○ 2차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)
○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)
○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.4(1년)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토해양부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 "분산공유 6대 실험시설" 적극 활용
※ 공고시 첨부한 "분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료" 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 시험시공시 이를 활용하여 연구할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

2. 2 세부과제

세부과제명	분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축
1. 연구개발 목표	
	○ 500톤/일 규모 이상의 수직형 정수처리 시설 시공 기술확보 ○ 중앙집중식 공정 수평 배열 정수시설 대비 공사비 140%이하 달성 ○ 중앙집중식 공정 수평 배열 정수시설 소요부지 70%이상 절감 ○ 내구연한의 반영구화 ○ 감성설계 개념을 도입한 정수처리시설의 미적 시공 시방서
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 기존 생산자 중심의 중앙집중식 처리시스템과 장대 수송시스템으로는 소비자의 다양한 수요를 충족시키기 어렵고 비상시 신속한 대응이 어려우며, 상시 대두되는 기존시설 노후화 문제의 근원적인 해결방안 필요 ○ 기존 용수공급시스템은 정수장에서 생산한 정수를 이송하는데 필요한 송수관로의 장거리화 및 관로의 노후화로 야기되는 2차 오염 및 유지관리 비용이 지속적으로 증가하고 있음 ○ 수원의 단일화(예; 수도권의 경우 팔당댐) 및 저류시설의 부재로 비상시 용수공급의 안정성 위협 ○ 전 세계적으로 건설되는 새로운 개념의 신도시에 적용 가능한 신개념(분산화, 저에너지, 물안보 등)의 용수공급 시스템의 아이디어 부재 (세계 물시장 2015년 8,000억 전망, Global Water Index, 2010) ○ 전 세계적으로 개발되는 신도시는 약 50,000명의 인구가 거주하는 것으로 기획되어 약 2~3만톤/일의 소·중규모 정수장의 분산화가 필요한 시점임 ○ 해외 물산업 시장을 주도할 국가요소기술 확보가 필요한 시점 (연구 및 검증의 부재로 해외 물시장 참여에 제한) ○ 1 세부과제의 수직형 정수처리 시스템 상세 설계기술(1-2세부연구내용)을 구체화하여 테스트 베드화함으로써 3세부과제의 운영·유지관리기술을 축적할 수 있음
□ 기술동향	<국내> ○ 국토해양부, 지식경제부, 환경부가 합동으로 수립한 “물산업 육성

방안"에 의하면 용수공급시스템의 수출산업화를 통하여 2015년까지 세계적인 물기업을 육성을 추진하였으나, 물산업에 대한 개념정립의 모호함으로 인해 수도사업 구조개편 중심으로 진행됨

○ "수도사업 구조개편"에서는 용수공급시스템 기반시설 구축 및 개선사업의 지속적인 확대추진, 물산업 촉진을 위한 원천기술 개발 및 확보 주력(지능형 수처리 기술, UT기반의 용수공급시스템 운영관리 기술, 에너지 완전 순환형 수처리 기술 등의 육성), 또한 중국 및 개도국 물시장 진출을 위한 맞춤형 기술개발 사업을 제언하고 있음

○ 국내 용수공급시스템 설계 및 건설기술과 관련된 주요 기술적 영역에서 국내 기술수준은 전반적으로 관련 기술 최고 수준 국가 대비 평균이상인 것으로 조사됨

○ 국내 제조업체의 수처리 업무 아웃소싱으로 공업용수 시장에 해외 물기업이 참여하는 시장이 형성

- 현재 Veolia waters는 하이닉스 반도체 수처리시설을 2,300억에 매입, 12년간 운영계약, 현재 석유화학을 상대로 수처리시설을 1,400억에 매입, 20년간 운영 계약 체결
- 정부에서는 지속적으로 고도정수처리시설 도입에 약 1.2조원, 마을 수도시설 및 소규모 수도시설 개량에 약 4,600억원 투자 예정(환경부, 2009)

○ 미래도시의 개발의 경우 기존용수공급 시스템과 차별화된 첨단 용수공급 시스템의 도입이 요구됨

- 서해안 송산 그린시티의 경우 새로운 개념의 지역별(주거지역, 위락지역 등) 맞춤형 용수공급 시스템의 적용이 요구됨

○ 용수의 양적인 공급은 크게 확대되었지만, 2005년 환경부 조사결과 "수돗물이 식수로 부적합하다"는 의견이 57.8%에 달할 정도로 국민의 불신이 심각함

<국 외>

○ 일본의 오사카 무라노 정수장(1,797,000m^3/일)은 대표적인 일본내 계층식 정수장으로 고도처리 시설(오존, GAC 등)을 도입하여 운영중에 있음 그러나 부지면적 축소를 제외한 기술적 메리트는 없음

○ 네덜란드, 스위스 및 독일 등의 유럽 정수장은 처리효율뿐만 아니

라 건물외관, 공정 내 배관등도 미학을 고려하여 설계



▌유럽 정수장의 미학적 건축 설계 ▌

- 건물 외부의 미학을 고려하여 네델란드 WPH의 정수장이나 Andjik 정수장은 설계 시부터 건축 전문 설계자를 참여시켜 미학적 건물 설계가 가능토록 함
- 공정 배관의 색체도 파스텔톤, 벽체 및 바닥구조 투명화 적용

○ 정수장의 획일적 공정 구성, 배치보다는 각자의 정수장 환경, 경제적 여건을 고려한 신 공정 적용

- 네델란드 Andjik정수장은 해수 침투 가능성으로 오존 공정 적용 시 Bromate의 맹독성 오존 소독부산물(5ppb 규제)발생 가능성에 따라 과산화수소/UV공정 적용

3. 연구개발내용	

□ 세부연구내용 1 : 수직형 정수처리시설 시공기술 개발

○ 연구개발의 필요성

- 1 세부과제의 수직형 정수처리 시스템 상세 설계기술(1-2세부연구내용)을 구체화하여 테스트 베드화함으로써 3세부과제의 운영·유지관리기술을 축적할 수 있음
- 500톤/일 규모 이상의 수직형 정수처리시설을 개발된 단위 기술

의 평가 및 수처리 시설로써 인증 획득에 활용
- 감압변 및 저류조가 없는 정수처리시설의 표준화된 시공 시방서의 마련을 통해 기술의 표준화 필요

○ 연구개발 내용
- 수직형 공정조합 정수처리시설 시공 기술개발
  · 수공구조물의 수밀성 및 건전성 확보 기술
  · 수처리 시설물 구축 시공재료 선정
  · 지하저류조 연계기술 개발
- 막/오존/활성탄을 근간으로 하는 수직형 공정조합 시공 기술 개발
  · 공정간 수두손실 저감기술개발
  · 감압변 및 저류조 최소화 기술
  · 500톤/일 규모이상 (500톤/일 2기규모 또는 500톤/일 이상 1기 규모)의 수직형 정수처리시설 시공
- 감성설계가 고려된 미적 시공 기술개발
  · 공모를 통한 디자인 기본 설계
  · 도시미관과 연계한 시공기술 개발
  · 시공기준 수립 및 표준화

□ 세부연구내용 2 : 급/배수 시스템 연계 기술개발

○ 연구개발의 필요성
- 수직형 정수처리시설의 최적위치선정을 통해 유수율을 제고하고, 최종 처리수를 각 소비자에게 안전하게 공급할 수 있는 급/배수 시스템 연계기술의 개발이 필요함

○ 연구개발 내용
- 최종 생산수 공급을 위한 급/배수 시스템 최적설계 및 연계 기술 개발
  · 펌프조합 및 직결 급수 시스템 설계 및 시공 시방서 작성
  · 기존 급/배수관망 연계 검토
- 수송에너지 효율화 및 저감화를 고려한 배수지(조) 최적 위치선정 및 설계 기술개발
  · 수송에너지 분석 및 정량화 기술
  · 베수지(조)와 펌프 최적 조합기술

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략 ○ 세부과제 책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전

	략 및 일정계획을 수립하여야 함. ○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 (www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)
□ 추진체계	○ 타 세부과제 협동연구기관과의 협업을 통한 기술개발 과제의 연계성 확보 - 2 세부과제내의 세부연구내용간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 추진 - 향후 효율적 운영관리가 이루어 질 수 있도록 운영관리를 위한 인프라 구축기술은 1세부과제 협동연구기관과, 운영및 유지관리기술 관련해서는 3세부과제 협동기관과 협조체계를 구축하여 추진 ○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 하며, 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음. ※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	**□ 세부연구내용 1 : 수직형 정수처리기술 시공기술 개발** ○ 수직형 정수처리시설 시공 시방서

- 수평형 정수처리시설 대비 공사비 140%이하 달성
- 소요부지 70%이상 절감
- 감성설계 개념을 도입한 미적 시공 시방서

○ 500톤/일 규모의 수직형 정수처리시설 2기 또는 500톤/일 규모 이상 1기 규모 시작품

□ **세부연구내용 2 : 급/배수 시스템 연계 기술 개발**

○ 수직형 정수처리시설과 연계된 급/배수 시스템 설계 및 시공 시방서

○ 펌프조합 및 직결급수시시스템 설계 및 시공시방서

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 국내 신도시 건설은 세계 최고의 기술인 첨단 IT기술과 융복합해 유시티(U-city) 건설이 가능하고, 신재생에너지와 친환경기술이 부각되면서 에코시티(Eco-city)로 진화 중이며, 세계적인 도시화 현상의 가속화로 제3세계 및 개도국 등에서 도시개발 수요의 급진적 증가가 예상(유엔 경제사회국 인구분과의 '2007 세계 도시화 전망'에서는 2010년에 30만 규모의 신도시 500여 개 분의 도시 인구가 증가 전망)되어 해외도시건설시장 활성화(해외 도시건설시장 규모는 30조 달러 추산)에 따른 용수공급 인프라 구축기술에 대한 활용성 및 수요가 큼

○ 중동의 경우 자원수출로 축적된 국부를 신도시 개발과 인프라 시설 확충하면서 자연스럽게 물 공급 사업 기회가 증가하고 있으며, KOTRA('09.3)에 의하면, 상대적으로 사회 인프라가 낙후된 베트남에서 신도시 건설, 발전소 건설, 석유화학 공장 건설, 제철소 건설 등이 활발하게 추진될 것으로 전망되어 새로운 기회를 창출하는 것으로 분석함으로서, 신도시 건설의 핵심 인프라인 water life

line 건설의 기회도 창출될 것으로 전망되어 신도시 시장 해외 진출 활성화로 관련 인프라시설(용수공급 인프라 등)의 동반 진출 기회 확대

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.12 ~ 2014.4 (3년 5개월)
- 총 연구비 : 3,689백만원(정부출연금 2,766억원 이내)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.12 ~ 2011.4(5개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 5개월로 함.

○ 2차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)

○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)

○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.4(1년)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공

유형 건설연구 인프라 구축」과제의 “분산공유 6대 실험시설” 적극 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

3. 3 세부과제

세부과제명	분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 분산형 용수공급시스템의 수질 안전성 및 용수공급 안정성 확보 ○ 반영구적인 시설물의 내구연한 확보 ○ 통합 운영 및 유지관리 기술개발 ○ 중단 없는 안전한 물공급 체계 구축 ○ 수질사고 및 재해 발생대비 완전 대응시스템 및 복구기술 확보 ○ 용수공급시스템의 에너지 자립도 제고를 위한 신재생에너지의 생산 및 활용 기반기술 개발 ○ 분산형 용수공급시스템의 구축으로 생산 가능한 지열, 소수력, 수온차 냉난방, 태양광 및 연료전지 등의 신재생에너지 생산기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 분산형 용수공급시스템의 구축을 위해서는 용수공급시스템의 분산화 및 컴팩트화, 기존 용수공급 시스템과의 연계가 필요하고 이를 위해 분산형 용수공급시스템을 운영·유지 관리하기 위한 기술 개발이 필요함 ○ 상수도 통합관리 및 관망관리 선진화 등 수도산업 선진화를 위한 정부정책 추진과 상하수도서비스 국제표준 도입에 따른 물시장 개방 및 경쟁력 강화에 대한 요구에 부응하여 수리, 수질, 시설의 종합적인 진단을 통해 최적의 운영, 유지관리, 시설개량을 실현함으로서 현재와 미래를 동시에 대비할 수 있는 상수관망 운영관리를 위한 토털 솔루션(Total Solution) 개발의 중요성 높아짐 ○ 포스터 교토협약으로 국내외 산업에 큰 영향을 미칠 전망이며, 전체 CO_2 발생량의 5~15%를 차지하고 있는 용수공급 분야에 대해서도 저에너지, 저탄소 기술, IT운영기술 등이 미래 성장동력으로 급부상하고 있으며, 탄소배출권 시장 또한, 빠르게 확대 진행되고 있음 ○ 용수공급인프라를 활용하여 신재생에너지를 경제성 있게 생산하는 기술을 확보하게 되면 용수공급 인프라가 녹색성장의 성장동력이 될 것이며, 세계 용수공급 인프라 건설시장에서 우위를 확보하여 국내 산업발전과 국익창출이 가능할 것으로 판단됨.

	○ 물은 인류 생존에 절대적으로 필요하면서도 대체물이 없다는 점에서 국가안보에 중요한 위치를 차지함. 물 공급이 단절되거나, 물에 건강에 유해한 물질이 포함되면 국민들 생존이 위협받을 수 있게 되므로, 물은 안보와 밀접하게 연관되어 있음. ○ 임의의 지역에서 재해 및 비상시 일시적으로 수도시설의 공급이 이루어지지 않을 때 빗물, 하천수, 호소수, 해수 등의 수자원을 이용하여 정수를 공급할 수 있는 시스템 구축이 필요함
□ 기술동향	<국내> ○ 국내 물 산업 중 운영관리 시장의 비중이 확대되는 추세이며, 상수도의 경우 2004년 신규 시설 공사비는 전체 세출의 15.5%에 불과한 반면, 개량 및 유지관리 비용이 52.1%까지 확대된 상황이며, 특히, 관망, 정수장 등 상하수도 기초시설의 노후화로 인해 수질악화 및 누수 등의 문제점 발생 (2004년 수돗물 누수율 : 14.2%)하여 매년 막대한 예산을 투입하고 있는 상황 ○ 국내에서는 높은 누수율로 인해 제한급수 고통과 경제적 손실을 겪었으며, 이로 인해 노후수도관에 대한 진단 및 정비의 필요성이 강조됨에 따라 국토해양부, 환경부, 교육과학기술부를 중심으로 관로의 개량/갱생, 진단, 보수/보강 기술 개발에 관한 연구가 지속적으로 수행되고 있음 ○ 정부는 '07년 현재 2.4% 수준의 신 ·재생에너지보급률을 2030년까지 11%까지 확대할 계획으로 있어 새로운 신재생에너지의 발굴은 국가의 운명을 좌우할 중요한 과제 ○ 정부의 적극적인 R&D 및 지원사업 추진으로 신재생에너지 관련 제도정비 및 지원제도, 관련 핵심기술 및 부품의 국산화 기술은 크게 향상되고 있는 단계임. ○ 용수공급시설을 활용한 소수력, 냉난방 수온차등 신재생에너지 생산기술이 발전되고 있으나, 활용성은 아직 미흡한 실정이며, 용수공급 인프라시설을 활용한 적극적인 신재생에너지 생산 및 활용 기술은 시설인프라의 부재로 전무함. ○ 국내는 물 안보에 대한 관심도 많지 않고, 이를 주제로 한 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정으로 이는 과거에 물을 대상으로 한 테러사례가 국외에 국한되고 국내에서는 거의 발생하지 않았기 때문임 ○ 수원 수질오염 사고의 지속적 발생으로 재정적 손실, 소

비자 불편 등을 초래함에 따라 환경부에서는 '취·정수장 오염물질 유입시 행동 매뉴얼'을 제작하였으며 K-water에서도 '수질 사고 대응 업무 프로세스'를 제작하여 시행하고 있으나 외국과 비교하여 미비한 상태임

○ 보조수자원을 이용한 비상용수 관리 시스템 구축은 거의 전무한 상황이며, 과학적이고 체계적인 비상용수 공급체계의 확보 미흡

<국외>

○ 일본의 수도사업은 시(현), 동경(도) 등 수도사업자별 수도사업을 단기(3개년), 중기(10개년), 장기(25개년) 계획을 수립하여 중앙정부로부터 인가를 받고 있으나 업무는 수도사업자한테 위임하였으며, 수도법은 한국 수도법과 유사하고, 지방공영기업으로 운영관리를 확대 중이며, 댐, 수도시설물 관리는 도에서 일원화하여 관리하며, 지리적 특성 상, 수도시설물의 지진·재해에 대비 내진설계에 중점을 두고 있으며, 수요량이 증가하여 시설의 증설이 필요한 경우 빌딩형 정수장을 도입하여 운영하고 있음

○ 유럽은 다양한 국가, 민족이 다양한 사회적, 지리적 배경하에 존재하는 유럽은 경제 규모가 국가마다 큰 차이를 보이며, 국가 간의 경계가 인접해 있으므로 동일한 수계의 물을 여러 나라가 취수하여 이용하면서 다양한 상수도 시스템을 구축하고 있음. 네덜란드의 Avides사가 운영하는 Baanhoek 정수장 등은 취수원의 해수 침투 사고로 인해 대규모 저수지를 건설하여 운영하고 있고, 독일의 Ruhr 강물을 원수로 이용하는 Witten 정수장은 수질 오염에 대한 안전성 확보 및 수질 개선 효과를 위해 저류시설 및 강변여과 시설을 동시에 운영 (정수용량 : 100,000㎥/일 규모)하고 있음

○ 상하수도 사업장내에서 신재생에너지의 생산 및 활용기술이 급속하게 증가 추세(일본 무라노정수장 등의 소수력, 태양광 발전, 스웨덴, 노르웨이, 독일의 하수처리수 및 하천열이용 지역냉난방 시설)이며, 신재생에너지을 이용한 마이크로 그리드 기반의 새로운 에너지 공급 형태의 활용

○ 일부 국가에서 신재생에너지를 융합한 정수처리기술(SODIS, Trunz Water Systems 등) 개발 및 활용

○ 2000년 이후 미국 신재생에너지 분야는 특허건수는 연평균 15% 이상 증가하고 있는 추세이며, 국가별 비중을 보면 미국, 일본, 독일 등 선진국들이 대부분을 점유하고 있으며, 특히 일본은 태양광 분야에서 전체 등록특허의 50% 가까이 차지하는 등 전반적으로 두각을 나타냄.

○ 최근 상하수도 분야에서 에너지자립형 기술개발이 활성화되고 있으며, 최근 신재생에너지를 기반으로 하는 용수생산 및 처리기술의 융합기술 개발이 급속히 이루어지고 있음.

○ 물을 대상으로 한 테러는 용수공급시스템 시설에 대한 공격과 시스템에 생화학적 독극물을 주입하는 공격으로 구분해 볼 수 있음 과거 사례로는 2000년 이라크 바그다드에서는 테러조직이 송수관을 공격하였으며, 같은 해 호주 퀸스랜드에서는 콤퓨터와 무선으로 하수시스템을 조작하여 공원과 강에 하수를 무단 방류하려는 시도가 발각된 사례가 있음. 또한 1992년 터키 이스탄불 공군기지 급수 댐에서 테러조직이 주입한 것으로 추정되는 청산가리가 치사농도로 발견되었음.

○ 미국은 9.11 테러사건이후 물을 안보 측면에서 검토하여 미국환경청에서 “Water Security Research and Technical Support Action Plan”을 발간하여 운영 중에 있음

3. 연구개발내용	

□ **세부연구내용 1 : 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술**

○ 연구개발의 필요성

- 기존의 용수공급 시스템과 분산형 용수공급시스템을 연계하기 위한 요소기술과 통합을 위한 시스템 최적화 구축 필요

○ 연구개발 내용

- 기존 광역 용수공급시스템 연계성 검토 및 지하저류조 설계
- 기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술 개발
- 장/단기 용수공급 예측 기술 개발
- 기존 광역 용수공급시스템 통합화 기술

□ **세부연구내용 2 : 지열, 수온차냉난방, 소수력 등을 이용한 신재생에너지 활용기술 개발**

○ 연구개발의 필요성

- 용수공급기술이 녹색성장에 기여하고 해외시장에 진출하여 국익

을 창출하기 위해서는 용수공급 인프라를 활용한 적극적인 신재생에너지 생산 ·활용기술의 개발이 필요
- 지하저류시설 기반의 용수공급시스템이 구축됨에 따라, 소수력발전, 수온차냉난방, 태양광 및 연료전지, 지열 등의 에너지 타당성 검토 및 생산기술 개발이 필요
- 용수공급시스템과 연계하여 개발되는 신재생에너지의 효율화 기술 및 IT기반의 운영 관리 기술 개발 필요

○ 연구개발 내용
- 용수공급 위치에너지 활용 소수력 발전 기술 개발
  · 지하저류시설을 이용한 소수력 발전 설계 기술
- 지열 및 용수활용 수온차 냉난방 적용 기법 개발
- 태양광 및 연료전지 설계 기술 개발
- 용수공급시스템 기반의 SMART 그린에너지 효율화 기술 개발

□ 세부연구내용 3 : 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술 확보

○ 연구개발의 필요성
- 분산화된 용수공급시스템 내 수질을 관리하기 위한 시스템 구축 필요
- 용수공급 시스템의 유지관리 및 물안보를 확보하기 위한 수량과 수질을 감시할 수 있는 기술 개발이 필요
- 분산형 용수공급 시스템의 운영을 위한 물안보에 대한 개념을 정립하고, 관련 법안의 수립이 필요
- 용수공급 시스템의 시설물에 대한 공격이나 재난에 대비한 재난상황별 대응기술 개발이 필요하고, 재난 발생 시 비상용수의 확보 및 공급할 수 있는 방안 마련이 필요

○ 연구개발 내용
- 재해대응 관리 시스템 개발
  · 물안보 표준 및 기준 수립
  · 비상 대응 시스템 개발
- 분산화된 용수공급시스템 내 수질관리 및 수리제어기술 개발
  · 분산화 용수공급시스템 수질관리 기술
  · 분산화 용수공급시스템 수리제어 기술
- 조기 감지 시스템 개발

· 외부에서 유입된 유해물질의 조기 감지 시스템 개발
· 용수공급시스템 수질 감시 기법 개발
· 시범 적용 및 검증
- 기존 시설과 연계한 보조수자원 활용 수립
· 보조수자원의 연계성 평가
· 보조수자원 용수공급체계 구축 기술

□ 세부연구내용 4 : 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

○ 연구개발의 필요성
- 분산형 용수공급시스템의 저에너지형의 운영 및 수량·수질·시설을 유지관리하기 위한 통합 시스템이 필요

○ 연구개발 내용
- LCC 시스템 및 자산관리 프로그램 개발
· 분산형 용수공급시스템 LCC 평가 tool 마련
· 자산관리 프로그램 및 매뉴얼 개발
- 분산형 용수공급 시스템 운영 및 유지관리 통합 시스템 구축
· 수량, 수질 및 시설 통합 위기관리를 위한 요소기술 개발
· 시스템 건전성 평가 및 유지관리 계획 수립
· 운영 및 유지관리 통합시스템 구축

4. 연구개발 추진 방법

□ 추진전략

○ 세부과제 책임자는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함.

○ 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
- 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영

○ 관련분야 전문가 자문
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

	(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)
□ 추진체계	○ 타 세부과제 협동연구기관과의 협업을 통한 기술개발 과제의 연계성 확보 - 3 세부과제내의 세부연구내용간의 유기적인 연계가 이루어질 수 있도록 추진 - 향후 효율적 운영관리가 이루어 질 수 있도록 운영관리를 위한 인프라 구축기술은 1·2세부과제 협동 연구기관과 협조체계를 구축하여 추진 ○ 본 연구단은 실용화 중심의 연구개발사업으로 산·학·연 공동연구를 기본으로 함. ※관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 지자체, 공사, 기업 등 기술수요자의 측면에서 연구를 살펴 볼 수 있는 전문가가 연구에 참여해야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	**□ 세부연구내용 1 : 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술** ○ 기존 용수공급시스템 운영·유지관리 평가 기술(S/W) ○ 광역 관로와 지하저류조 연계 기술 ○ 용수공급 구역의 통합화 시나리오 **□ 세부연구내용 2 : 지열, 수온차, 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술** ○ 신재생에너지 생산 및 활용 시설 설계 및 시방서 ○ 에너지 설비 및 효율화 기술 설계서 및 시방서 ○ 에너지 관리시스템 프로그램 및 매뉴얼 작성 **□ 세부연구내용 3 : 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술확보** ○ 최적 수질관리 모니터링 프로그램/매뉴얼 ○ 유해물질 대응 조기 감지 시스템

○ 시스템 취약도 산정 기술, 재해 위험도 분석 기술
○ 용수공급시스템 재난 대응 및 물안보 확보 매뉴얼
- 재난시 단수제로 달성
- 물안보 확보가능 법령 체제 완비
○ 보조 수자원의 제도적 활용 방안
- 보조 수자원 활용을 위한 제도적 기준 수립

□ **세부연구내용 4 : 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축**
○ 용수공급 시스템 수량·수질 및 시설 통합 관리 프로그램/매뉴얼
○ 분산형 용수공급 시스템의 LCC 및 자산관리 프로그램/매뉴얼
○ 통합관리 제어실(Hardware)

6. 기대효과 및 파급효과

○ 세계 물 산업 시장(2010년 기준)은 연간 미화 8,900억 달러로 추정되고 상하수도 서비스와 산업체 수처리 부문이 물산업의 성장을 주도하여 2016년에는 연간 13,100억 달러의 시장 형성이 전망되며, 특히 선진국의 경우, 시설의 재투자 시기 도래와 국민의 환경에 대한 욕구 증대되고, 후진국의 경우 인구증가와 도시화·산업화 확산에 따른 수요 증가와 국제사회의 상하수도 보급확대 노력으로 2025년까지 개도국의 물 분야 총 투자수요는 연간 1,800억달러에 달할 것으로 전망되어 기술의 수요가 큼

○ 기존 시설 개량사업 및 운영관리 시장은 지속적인 증가추세에 있음. 미국은 향후 2025년까지 노후관망 개량을 위하여 $77~$325 billion이 소요될 것으로 전망되고 있으며, 세계적으로 합리적이고 경제적인 상수관망 개량사업과 종합적인 성능향상을 위한 진단과 평가기술, 그리고 개량기술 등 확보가 가장 큰 이슈가 되고 있어 (EPA, 2002), 용수공급시스템 인프라 구축기술 및 운영관리기술의 수요는 매우 큼

○ 국내 물 산업 중 운영관리 시장의 비중이 확대되는 추세이며, 상수도의 경우 2004년 신규 시설 공사비는 전체 세출의 15.5%에 불과한 반면, 개량 및 유지관리 비용이 52.1%까지 확대된 상황이며, 특히, 관망, 정수장 등 상하수도 기초시설의 노후화로 인해 수질악

화 및 누수 등의 문제점 발생 (2004년 수돗물 누수율 : 14.2%)하여 매년 막대한 예산을 투입하고 있는 상황으로 누수율 감소 인프라 구축 및 운영관리기술은 CDM 사업화 및 막대한 예산낭비를 방지할 것으로 기대

○ 분산형 용수공급시스템 구축 및 과학적인 운영관리 기술의 확보로 수돗물의 안전에 대한 소비자의 신뢰를 증진시킴으로서 소비자의 직접 음용률을 제고시킬 것으로 기대

○ 비상용수 공급체계 및 물 안보 체계가 구축되면, 지진, 상수원 수질오염 등 비상사태에 신속한 대처가 가능하게 되며, 이는 현재의 사고 시 비용부담을 고려하면 막대한 편익이 될 것으로 기대

7. 사업기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010.12 ~ 2014.4 (3년 5개월)
- 총 연구비 : 3,932백만원(정부출연금 2,949백만원)

○ 1차년도 연구기간 : 2010.12 ~ 2011.4(5개월)
※ 1단계 연구기간은 협약일로부터 5개월로 함.

○ 차년도 : 2011.4 ~ 2012.4(1년)

○ 3차년도 : 2012.4 ~ 2013.4(1년)

○ 4차년도 : 2013.4 ~ 2014.4(1년)

※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨.

○ 매년 **기술** 및 **시장 동향조사**를 **실시**하여 차년도 연구계획에 반영

해야 함

○ 연구성과의 **정량적·정성적 파급효과** 제시
- 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거

○ 연구개발 성과물의 현장시험시공을 통한 **실용성 검증** 및 **사업화 추진계획**을 필히 제시해야 함.

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 건설기술혁신사업「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제의 "분산공유 6대 실험시설" 적극 활용

※ 공고시 첨부한 "분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료" 참조

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 연구기관에서 제안한 성과지표에 건설기술혁신사업 공통 성과지표를 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 제안 연구내용의 지식서비스 분야(디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토하고 해당되는 경우 협약시 반영예정

제 3 절 제안 과제 평가 전략

▌제안 과제의 평가 전략은 다음과 같음

▪본 기획연구에서 제안하는 RFP에서는 개발 기술이 도출되지 않고 개발 목표만을 제시하여 제안자로부터 좋은 아이디어를 유발할 수 있도록 제시됨

▪제시된 목표를 얼마나 좋은 아이디어와 연구조직으로 달성할 수 있는지를 우선 평가함

▪연구추진체계에서 제시된 개발목표를 달성하기 위해 해당분야의 적합한 기관이 참여를 하고 있는지와 개발 기술의 조기 실용화와 기술이전을 위해 적절한 기관이 개발단계부터 참여하고 있는지 평가함

▪국외 전문기관이 참여시 가점 부여 필요. 본 기술은 해외 물시장 및 신도시 건설에 적용이 가능하므로 국외 전문기업 참여시 가점 반영 검토. 전문기관이 없을 시에는 전문가와의 국외 공동연구 또는 위탁연구 수행 바람직

▪본 RFP에서는 각 주요 요소기술별 성과지표와 연구개발 목표를 제시하므로 제안자는 그 최종목표 달성을 위해 어떠한 세부 목표를 설정하는지 그 적정성을 평가

▌표 C-10.1 제안서 평가 기준 ▐

평가 기준	세 부 항 목	배점
연구개발 목표 (15점)	▪ 최종 목표 및 연차별 달성 목표의 명확성-타당성 ▪ 연차별 성과지표의 목표 적정성 ▪ RFP 연구목표와의 부합성	5 5 5
연구개발 내용 (20점)	▪ 연구개발 내용의 목표실현 가능성 ▪ 연구개발 내용의 독창성 및 차별성	15 5
추진전략 및 계획 (15점)	▪ 연구추진 전략 및 체계의 적정성 (관련 전문기관이 각 세부별로 참여하는지 평가) (실용화를 위한 연구추진체계의 적정성) ▪ 연구기간 및 연구개발비의 적절성	10 5
국제공동연구 (5점)	▪ 국제공동연구 또는 국외 전문가 활용계획의 적정성	5
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성가능성 (30점)	▪ 연구성과물의 활용계획 및 방안의 구체성 ▪ 연구성과물의 기대효과(정책적, 사회적, 경제적 파급효과)	15 15
연구진 구성의 전문성 (15점)	▪ 연구진의 전문성 및 구성의 적정성	5

※본 평가 기준은 과제 공모시 변경될 수 있음

제 4 절 세부과제별 성과 지표

■ 주요 성과 지표 및 인정 기준 (국토해양기술 연구개발사업 관리지침, 2009. 06. 30)

성과지표	인정기준
공통	▪ 과제시작 이후 출원, 발표, 제안 등 발생된 성과 인정 ▪ 전문기관 연구관리포탈시스템에 증빙자료 등록시 인정
지식재산권	▪ 출원 또는 등록된 특허, 실용신안, 디자인, 소프트웨어, 상표, 서비스 등 ▪ 한국특허정보원 등 전담기관 전산시스템에서 검색된 경우 인정 ▪ 증빙자료 : 출원사실증명원, 등록원부 등 명칭, 출원일 또는 등록일, 출원번호 또는 등록번호, 출원인 또는 등록권리자 내역을 모두 확인할 수 있는 자료
국내외 학술지 게재	▪ 국내 학술지의 경우, 학술진흥재단의 등재 및 등재후보 학술지에 게재된 논문 인정 ▪ SCI(Science Citation Index)상의 국내외 학술지에 게재된 논문만 SCI급 논문으로 인정(SCIE 포함) ▪ 간행(Publish)된 성과 인정(게재 예정·확정인 경우 불인정) ▪ 증빙자료 : 학술지명 및 게재일이 명기된 논문 전문
국내외 학술회의 발표	▪ 국내 및 국외 학술회의에서 발표한 논문 실적 ▪ 증빙자료 : 학술회의명 및 발표연도가 명기된 논문 전문
법 제정 및 개정	▪ 법률, 시행령(대통령령), 시행규칙(부령), 훈령, 예규, 고시, 지침상의 제정 및 개선 성과 인정 ▪ 증빙자료 : 신규 제정 또는 개정 내용(법령명, 조항, 시행일시 등)
정책제안 및 채택	▪ 정부 부처 및 유관기관 등에 제안 또는 채택된 성과 ▪ 특정 정책과 무관하게 연구결과로 보고서상 단순 “안”을 제시하는 경우 불인정 ▪ 증빙자료 : 제안 또는 채택된 내용(정책명, 관련부처, 일시 등)
설계기준, 시방서, 지침에 제안 및 반영	▪ 발주청에서 공공적 목적으로 제정한 설계기준, 시방서, 지침에 제안 또는 반영된 성과 ▪ 설계·시공업체의 자체적인 기준, 시방서, 지침인 경우 불인정 ▪ 증빙자료 : 제안 및 반영된 내용(명칭, 일시 등)
기술료	▪ 기술료 계약, 징수, 사용 실적에 대해 전문기관에 문서로 보고된 경우에 인정

※본 평가 기준은 과제 공모시 변경될 수 있음

1 세부과제 : 분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Prototype 제작

성과목표	성과지표		측정방법	단계별목표치				최종목표치	가중치 (0~1)	비고
				1	2	3	4			
과학기술적 연구 성과 향상	1-1	학술지 게재 - SCI/SCI(E)	건		1	1	1	3	0.1	
	1-2	학술지 게재 -일반학술지	건		2	3	3	8	0.1	
	1-3	국내외 학술회의 발표	건	1	2	2	1	6	0.1	
	1-4	지식재산권 - 특허, 소프트웨어	건		2	3	2	7	0.2	
	1-5	고유지표	건		2	2	2	9	0.5	
기술개발 역량향상	2-1	과제당 산학연 협력 활동건수	건	1	1	2	1	5	0.1	
	2-2	산학연 기술지원 건수	건		2	3	1	6	0.1	
	2-3	세부과제 평가보고서 (고유지표)	권	3	3	3	3	12	0.5	
	2-4	관련분야 국제협력 네트워크 구축 (고유지표)	건	1	2	2	1	6	0.1	
	2-5	해외진출을 위한 현장조사 실적 (고유지표)	건	3	2	2	1	8	0.2	
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 관련 홍보 건수	건	1	2	2	2	7	0.2	
	3-2	기술 확산을 위한 상호교류 정도	건	1	3	3	1	8	0.3	
	3-3	전문인력양성 (고유지표)	명	5	20	25	20	70	0.5	기술이전 포함
기술개발 계획 및 추진체계 확립	4-1	법/제도/정책 제안	건		1	1	1	3	0.5	
	4-2	설계 기준 및 시방서 (매뉴얼)	권		1	2	2	5	0.5	
합계										

2 세부과제 : 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축

성과목표	성과지표		측정방법	단계별목표치				최종 목표치	가중치 (0~1)	비고
				1	2	3	4			
과학기술적 연구 성과 향상	1-1	학술지 게재 - SCI/SCI(E)	건			1	1	2	0.1	
	1-2	학술지 게재 - 일반학술지	건		2	2	2	6	0.1	
	1-3	국내외 학술회의 발표	건		1	2	2	5	0.1	
	1-4	지식재산권 - 특허, 소프트웨어	건			3	2	5	0.2	
	1-5	500톤/일 규모 이상의 수직형 수처리 시스템	건			1		1	0.5	
기술개발 역량향상	2-1	과제당 산학연 협력 활동건수	건		3	5	4	12	0.1	
	2-2	산학연 기술지원 건수	건			6	7	13	0.1	
	2-3	세부과제 평가보고서 (고유지표)	권	1	2	2	2	7	0.5	
	2-4	관련분야 국제협력 네트워크 구축 (고유지표)	건	1	1	2		4	0.1	
	2-5	해외진출을 위한 현장조사 실적 (고유지표)	건	2	2	2	1	7	0.2	
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 관련 홍보 건수	건	1	2	2	2	7	0.2	
	3-2	기술 확산을 위한 상호교류 정도	건	2	3	3	1	9	0.3	
	3-3	전문인력양성 (고유지표)	명		5	5		10	0.5	기술이전 포함
기술개발 계획 및 추진체계 확립	4-1	법/제도/정책 제안	건		1		1	2	0.5	
	4-2	설계 기준 및 시방서 (매뉴얼)	권			2	1	3	0.5	
합계										

3 세부과제 : 분산형 용수공급 시스템의 운영·유지관리 기술개발

성과목표	성과지표		측정방법	단계별목표치				최종목표치	가중치(0~1)	비고
				1	2	3	4			
과학기술적 연구 성과 향상	1-1	학술지 게재 - SCI/SCI(E)	건			2	1	3	0.1	
	1-2	학술지 게재 - 일반학술지	건		2	2	2	6	0.1	
	1-3	국내외 학술회의 발표	건		1	1	1	3	0.1	
	1-4	지식재산권 - 특허, 소프트웨어	건			1	2	3	0.2	
	1-5	고유지표	건					3	0.5	
기술개발 역량향상	2-1	과제당 산학연 협력 활동건수	건		1	2	3	6	0.1	
	2-2	산학연 기술지원 건수	건		2	2	1	5	0.1	
	2-3	세부과제 평가보고서 (고유지표)	권	2	4	4	4	14	0.5	
	2-4	관련분야 국제협력 네트워크 구축 (고유지표)	건		1	2		3	0.1	
	2-5	해외진출을 위한 현장조사 실적 (고유지표)	건	1	1	1		3	0.2	
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 관련 홍보 건수	건	1	2	2	2	7	0.2	
	3-2	기술 확산을 위한 상호교류 정도	건		1	2	3	6	0.3	
	3-3	전문인력양성 (고유지표)	명		10	10	15	35	0.5	기술이전 포함
기술개발 계획 및 추진체계 확립	4-1	법/제도/정책 제안	건			1	1	2	0.5	
	4-2	설계기준 및 시방서 (매뉴얼)	권		2	2	2	6	0.5	
합계										

제 5 절 지식서비스 과제 분야 안내

■ 디자인, 설계, 콘텐츠, 소프트웨어 개발 등 지식서비스 분야

세부과제	주요연구내용	자식서비스 분야 여부
1세부과제 분산형 정수처리시설 설계기술 개발 및 Proto type 제작	1-1 분산형 용수공급시스템 설계기술 개발	지식서비스 분야
	1-2 수직형 정수처리 시스템 설계기술 개발 및 Prototype 제작	지식서비스 분야
	1-3 용수공급시스템 법/제도적 연계방안 수립	-
2세부과제 분산형 용수공급시스템 테스트베드 구축	2-1 수직형 정수처리기술 시공기술 개발	-
	2-2 급/배수 시스템 연계 기술 개발	-
3세부과제 분산형 용수공급시스템의 운영·유지관리 기술개발	3-1 기존용수공급시스템 활용 및 연계기술	-
	3-2 지열, 수온차 및 소수력을 이용한 신재생에너지 활용기술	-
	3-3 분산화된 용수공급시스템 품질 및 안전관리 기술	-
	3-4 용수공급시스템 운영 및 유지관리 통합시스템 구축	지식서비스 분야

※ 상기 주요연구내용 중 '지식서비스 분야'로 분류되지 않은 내용은 추후 사전검토 및 선정평가시 상세검토('세부 연구내용의 지식서비스 분야'와 '사업자등록증 상의 업종분류'의 부합성 등)를 실시하여 타당한 경우 지식서비스 분야 과제로 인정 가능

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설기술연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 건설기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가 과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하야서는 안됩니다.