

지역물문제해결 교과목

2024년 1학기 특강 자료집 모음

목차

- ▶ 1차 특강 : 상수도 디지털 관리, 서울시 상수도 시설
(서울아리수본부 백광인 부장), 3p~77p
- ▶ 2차 특강 : 도시 침수 관련 서울시 수방 정책
(서울특별시 물순환안전국 김지환 과장), 78p~100p
- ▶ 3차 특강 : 최신 하수도 정책 및 한국상하수도협회 역할
(한국상하수도협회 윤여천 처장), 101p~149p
- ▶ 4차 특강 : 공공하수처리시설 현대화 사업
(한국환경공단 이상배 부장), 150p~173p
- ▶ 5차 특강 : 디지털 트윈과 상수도 관망 운영 관리
(K-water 김경필 박사), 174p~276p
- ▶ 6차 특강 : 초순수 폐수 재이용기술
(한성크린텍 박성민 부소장), 277p~291p
- ▶ 7차 특강 : 상수도 관망 진단
(수자원기술주식회사 김진원 고문), 292p~356p

특강 1. 상수도 디지털 관리, 서울시 상수도 시설

- 서울아리수본부 백광인 부장 -



건강하고 가치있는 선택, **아리수**

서울아리수 과거 현재 미래

동행·매력
특별시 서울

CONTENTS

건강하고 가치있는 선택, **이리수**

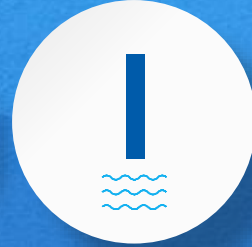


I 서울시 상수도사업본부 소개

II 서울시 상수도사업본부 연혁

III 서울의 급수환경 변화

IV 지속 가능한 상수도 기반 조성 추진



서울시 상수도사업본부 소개

건강하고 가치있는 선택, **이리수**

1. 서울시 상수도사업본부 소개

조직 및 인력

재정 및 예산

상수도사업본부
시설 및 급수현황

서울시 상수도 주요 지표

해외 수도요금 및
수돗물 사용량 현황

“서울시 산하 가장 큰 조직, 인력, 광범위한 시설물 보유”

서울시 수돗물은

1908년 9월 1일 뚝도 정수장에서 최초 통수되었고 올해 116년을 맞이하였습니다.
서울시 수돗물을 책임지고 있는 상수도 사업본부에는 2024.03.04 현재 1,848명의 직원이 근무하고 있습니다.



1. 서울시 상수도사업본부 소개

조직 및 인력

재정 및 예산

상수도사업본부
시설 및 급수현황

서울시 상수도 주요 지표

해외 수도요금 및
수돗물 사용량 현황

자산 규모

2023.12.31기준

자산 **5조 2,443억 원**

- ◉ 부채 | 1,544억 원
- ◉ 자본 | 5조 899억 원



예산

2024년 세입 및 세출예산

9,700억 원



1. 서울시 상수도사업본부 소개

조직 및 인력

재정 및 예산

상수도사업본부
시설 및 급수현황

서울시 상수도 주요 지표

해외 수도요금 및
수돗물 사용량 현황


생산시설

취수장 4개소, 정수센터 6개소
생산용량: 480만 톤 / 일 (고도정수용량: 380만톤 / 일)


급수인구

9,645천 명, 4,469천 세대 (2023.12.31)

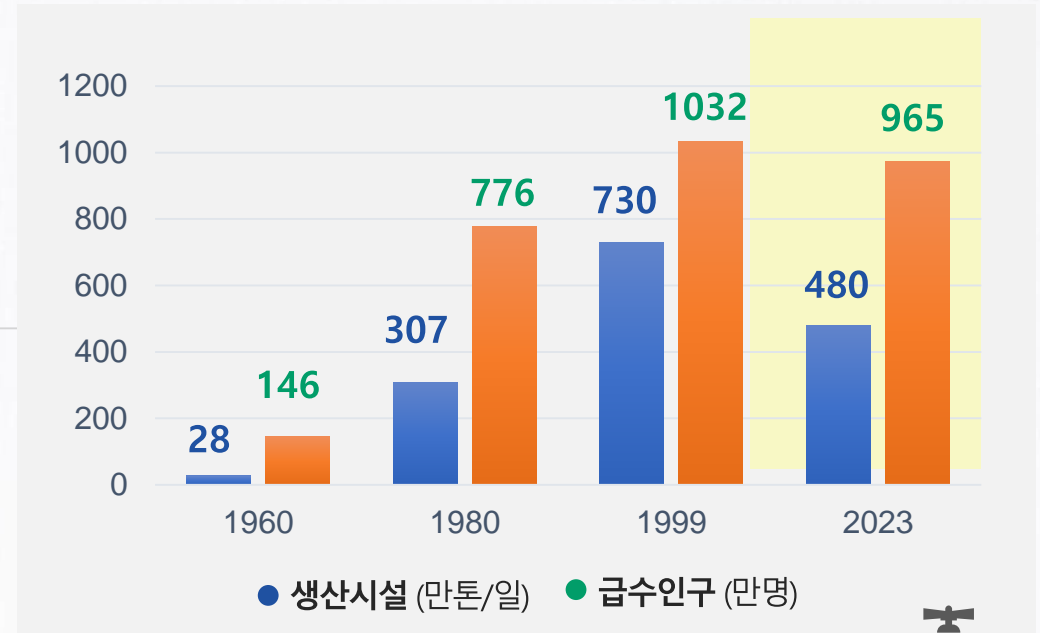
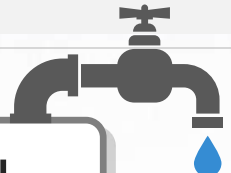

급수시설

상수도관
13,350km

배수지
102개소(227만 m³)

아리수올림터
222개소

수도계량기
228 만전



1. 서울시 상수도사업본부 소개

조직 및 인력

재정 및 예산

상수도사업본부
시설 및 급수현황

서울시 상수도 주요 지표

해외 수도요금 및
수돗물 사용량 현황

상수도 보급률

100%

수도요금

631원
m³당

수질검사 항목수

352개

생산능력

480만
m³/일

물 사용량

301L
1인당/일

상수도관

13,350km
서울에서 부산 32회 왕복

유수율

96.6%

1. 서울시 상수도사업본부 소개

조직 및 인력

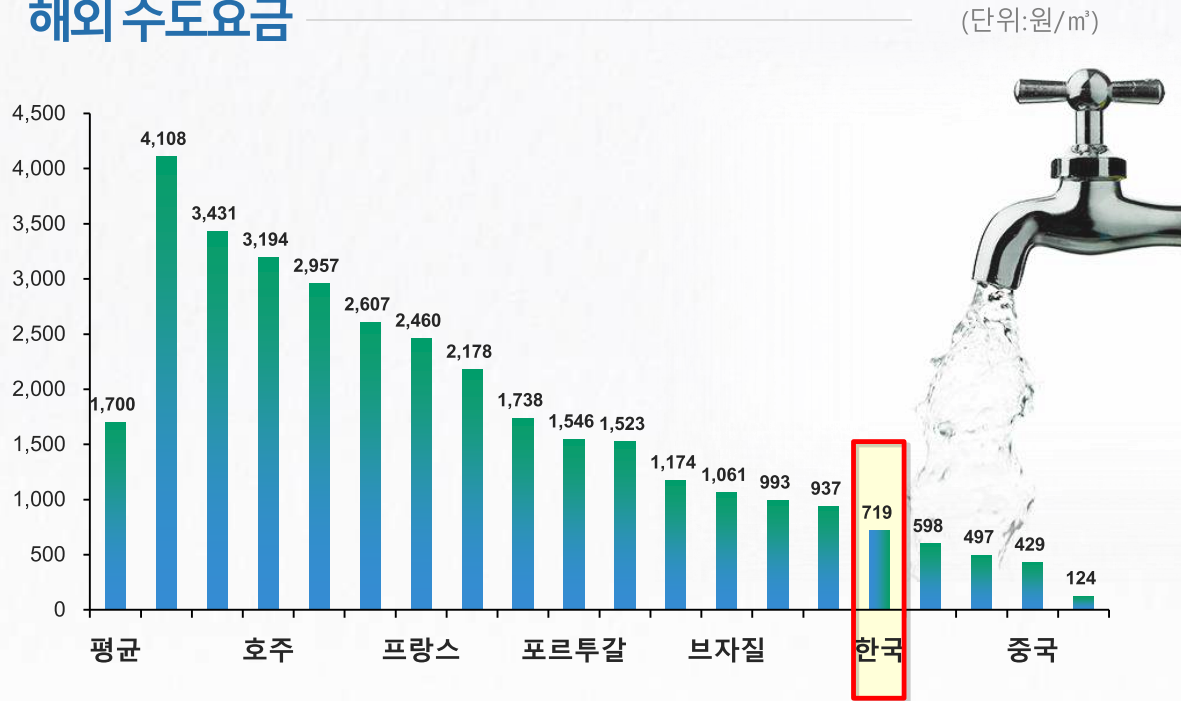
재정 및 예산

상수도사업본부
시설 및 급수현황

서울시 상수도 주요 지표

해외 수도요금 및
수돗물 사용량 현황

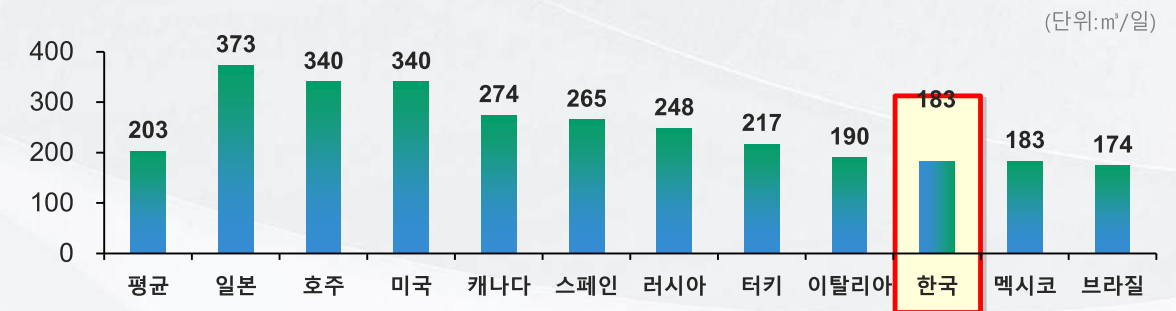
해외 수도요금



1인당 하루 물 사용량



1인당 가정용 수돗물 사용량

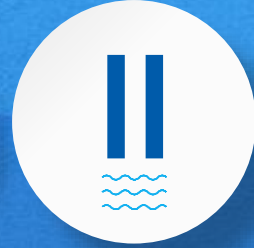


수도요금 (2021년 GWI 기준):
한국과 비교시 덴마크 5.7배, 미국 3.0배, 일본은 1.6배 비쌌

가정용 수돗물 사용량 (2016년 GWI 기준):
한국과 비교시 일본은 2배, 미국 1.9배, 캐나다 1.5배 많음

※ 조사기관:GWI(Global Water Intelligence : 세계 물시장 조사기관)
※ 출처:k-water

※ 국가별로 사용량 조사 유무가 있어 2016년 이후 업데이트자료 없음



서울시 상수도사업본부 연혁

건강하고 가치있는 선택, **이리수**

2. 서울시 상수도사업본부 연혁

수돗물 공급 시작

서울시 상수도의
시작과 전쟁

경제개발과
상수도 시설의 확충

상수도 전문 조직화 및
새로운 100년의 시작

서울시 상수도사업본부 연혁

서울의 수돗물 아리수는 한강의 옛말입니다.

1908년 뚝도정수장 통수를 시작으로

서울에 수돗물 공급 시작

2. 서울시 상수도사업본부 연혁

수돗물 공급 시작

서울시 상수도의
시작과 전쟁

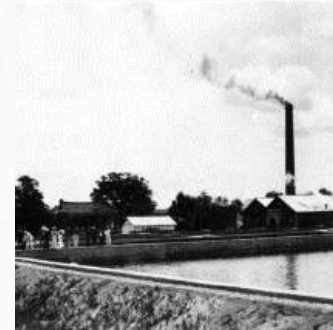
경제개발과
상수도 시설의 확충

상수도 전문 조직화 및
새로운 100년의 시작

1908
~ 1944년

○ 대한제국 및 일제강점기 상수도의 시작

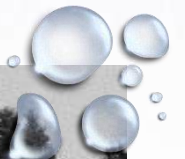
- 고종황제가 콜브란·보스트윅 상사에게 상수도 시설 및 경영에 대한 독점특허권 부여(1903)
- 뚝도정수장 통수(1908.9.1), 12.5만명 급수
- 노량진정수장('10), 구의정수장('36) 건설
※ 일제강점기 수돗물 혜택은 일부 상류층만 누릴 수 있는 특권



1945
~ 1960년

○ 한국전쟁으로 인한 수도시설의 파괴와 재건

- 한국전쟁으로 상수도 시설의 30~90% 파괴
- 피해복구에 전력을 기울여 1955년에 이르러 대부분 시설 복구
- 1956년 서울시 건설국 수도과 설치 → 1961년 수도국 승격



2. 서울시 상수도사업본부 연혁



수돗물 공급 시작

서울시 상수도의
시작과 전쟁

경제개발과
상수도 시설의 확충

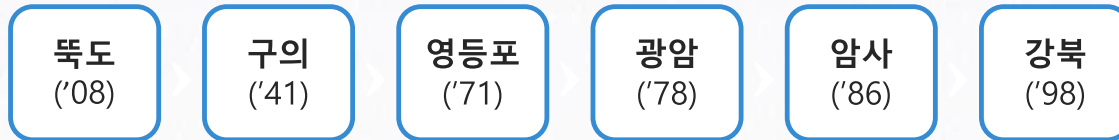
상수도 전문 조직화 및
새로운 100년의 시작

1961
~ 1979년

○ 경제발전 및 서울 인구팽창에 따른 상수도 확충

- 60년대 경제개발 및 서울 인구 팽창으로 상수도 수요 급증
- '61년 5개 사업소 신설, '73년 11개 사업소 확대

※ 아리수정수센터의 연혁



1980
~ 1988년

○ 상수도 시설의 안정화

- '81년 서울시 상하수국 발족
- 1980년대 서울의 수돗물 보급률 90% 달성
- 고지대 급수민원 해소를 위한 가압시설 확충



2. 서울시 상수도사업본부 연혁

수돗물 공급 시작

서울시 상수도의
시작과 전쟁

경제개발과
상수도 시설의 확충

상수도 전문 조직화 및
새로운 100년의 시작

1989
~ 2007년

○ 상수도사업본부의 발족

- 서울시 상수도사업본부 발족('89년)
- 노후 정수장 폐쇄 및 경영합리화 제고
 - 선유, 노량진, 신월, 보광동 등 4개소 노후 정수장 폐쇄
- 수돗물 브랜드화: '아리수'의 탄생(04년 상표등록 완료)



2008
~ 현재

○ 새로운 100년의 시작! 새로운 출발!

- 수돗물 홍보관 '아리수 나라' 개관('10년)
- 고도정수처리시설 구축 완료('15년)
- 국제식품규격인증(ISO 22000) 국제인증('16년)
 - 믿고 마실 수 있는 식품으로 인정받음
- 스마트워터그리드, 무단수 급수체계 구축('18년 ~ '30년)



2. 서울시 상수도사업본부 연혁

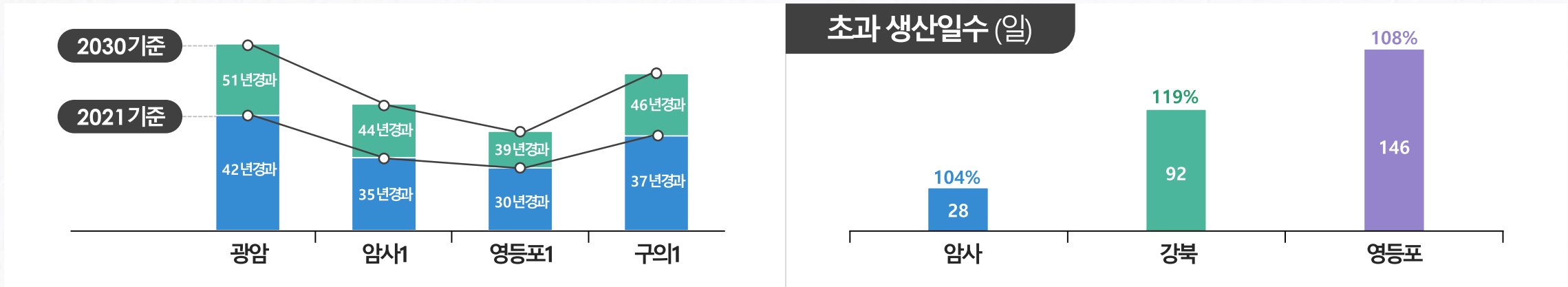
수돗물 공급 시작

서울시 상수도의
시작과 전쟁

경제개발과
상수도 시설의 확충

상수도 전문 조직화 및
새로운 100년의 시작

6개 정수센터가 대부분 30년 경과, 생산용량의 여유없이 100% 풀가동, 5개가 서울시 동측에 편중



사고시 신속 대처능력 제고, 수돗물을 정상적으로 공급하면서 노후 시설 정비 필요

- ① 강북2 정수장 신설 (25만m³/일): '22년~'28년 (100만m³/일 → 125만m³/일)
- ② 광암 고도 증설 (10만m³/일) : '22년~'28년 (25만 m³/일 → 35 만 m³/일)
- ③ 광암, 구의, 암사, 영등포장 순환 재건설 : '22년~'33년

구분	계	광암	구의	암사	영등포
용량	180만m ³ /일	40만m ³ /일	25만m ³ /일	130 → 85만m ³ /일	30만m ³ /일
사업비(억원)	4,607	990	919	1,672	1,026
사업기간	-	'22~'28년	'25~'31년	'27~'33년	'27~'33년



서울의 급수환경 변화

건강하고 가치있는 선택, **이리수**

3. 서울의 급수환경 변화

95년 이후 시설변동

급수환경 변화

상수도 현황

정수장 시설용량 : 1999년 730만톤/일을 정점으로 감소

연도	계	광암	구의	뚝도	보광	노량진	영등포	선유	신월	암사	강북
1995년	619	100	113	100	32	30	60	40	12	132	-
1999년	730	100	113	100	30	15	60	40	10	162	100
2002년	652	100	90	100	30	-	60	-	10	162	100
2005년	540	80	65	75	-	-	60	-	-	160	100
2017년	480	40	50	70	-	-	60	-	-	160	100

배수지 용량 : 1995년~2005년 간 약 140만톤 확충

- 1997년 이전 : (정수장→수요가) 급수방식/비상급수 개념의 소배수지 운영
- 1997년 이후 : 배수지 간접급수 체계 구축 추진



3. 서울의 급수환경 변화

95년 이후 시설변동

급수환경 변화

상수도 현황

● 상수도관 : 1992년 18,768km를 정점, 2000년부터 대폭 감소

구분	단위	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2017년	2023년	비고
총 상수도관 연장	km	18,196	17,477	14,146	13,846	13,697	13,587	13,350	급수관 연장
급수관 연장	km	9,149	8,221	4,556	3,417	3,268	3,183	3,032	감소가주원인

● 유수율 : 1995년(64%) ~ 2022년(95%)로 약 31% 향상

[유수율 향상 주요 요인]

- 내부적 요인

- ▶ 1984년 이후 지속적인 **노후관 및 불용관 정비사업** 및 누수탐지, 누수방지사업 추진
- ▶ **배수지를 통한 간접 급수체계 구축** 추진 (근거 : 1997년 수도정비기본계획)
 - ☞ 급수관 연장 감소의 한 원인이며, 수압의 안정화로 누수방지에 기여

- 외부적 요인

- ▶ 2002년부터 시작된 **뉴타운 사업**으로 낙후지역의 수도관(배수관, 급수관)을 포함한 기반시설 일제 정비
- ▶ **서울 인구증가의 둔화** (지속적인 인구 증가를 예상하였으나 1,000만 명 수준으로 안정화)



3. 서울의 급수환경 변화

95년 이후 시설변동

급수환경 변화

상수도 현황

연도별 상수도 주요 지표

구분	단위	1995년	1999년	2000년	2002년	2005년	2010년	2015년	2019년	2023년	비고
인 구 수 (급 수 인 구)	천명	10,596 (10,584)	10,321 (10,320)	10,373 (10,372)	10,280 (10,280)	10,297 (10,296)	10,575	10,297	10,025	9,638	'08년 보급률 100%
생 산 시 설 용 량	만m ³ /일	619	730	690	652	540	455	445	480	480	최대: '99년 730만m ³ /일
1 일 최 대 생 산 량 (가 동 률)	만m ³ /일	540 (87.2%)	470 (64.4%)	468 (67.8%)	414 (63.5%)	399 (73.9%)	368 (80.9%)	351 (78.9%)	346 (72.0%)	342 (69.0%)	
1 일 평 균 생 산 량 (이 용 률)	만m ³ /일	496 (80.1%)	434 (59.5%)	418 (60.6%)	378 (57.8%)	350 (64.8%)	327 (71.9%)	317 (71.2%)	317 (66.0%)	305 (63.5%)	
유 수 율	%	64.76	68.2	72.0	79.2	88.0	93.4	95.2	95.8	95.4	'06년 90.0% 달성

3. 서울의 급수환경 변화

95년 이후 시설변동

급수환경 변화

상수도 현황

고도정수처리시설 준공에 따른 생산/공급환경 변화

➤ 2015년 서울시 전체 정수장 고도정수처리시설 도입 완료(5,285억)

➔ 건강하고 맛있는 수돗물 생산

(단위 : 만톤/일)

구 분	계	광암	구의	뚝도	영등포	암사	강북
표준	480	40	50	70	60	160	100
고도	357	25	45	60	45	110	72
고도시기	'09~'15	'09~'12	'09~'15	'09~'15	'09~'11	'09~'14	'10~'14



오존의 산화력



활성탄의 흡착력



취수



응집·침전



여과



고도정수처리



수도 꼭지

3. 서울의 급수환경 변화

95년 이후 시설변동

급수환경 변화

상수도 현황

배수지 건설 환경변화 : 수도시설의 인식변화, 환경규제 강화

- 2023년 기준 배수지 현황 : 103개소, 245만 m³
- 2040 배수지 신설 및 확충 목표 : 13개소(신설 7개소, 확충 6개소)



3. 서울의 급수환경 변화

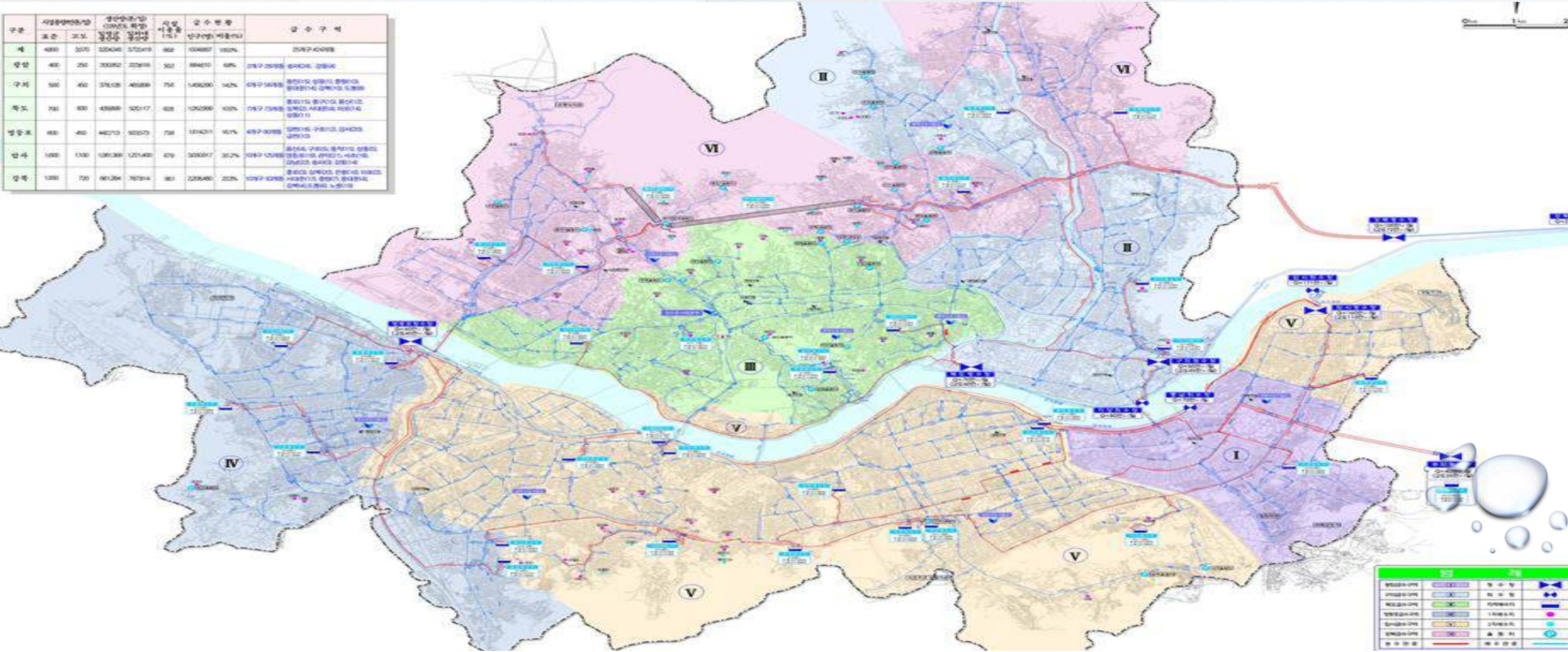


95년 이후 시설변동

급수환경 변화

상수도 현황

구분	사업용량(천톤/일)		상수도용량(천톤/일)		시설 이용률 (%)	급수 비율 (%)	급수 구역
	요구	공급	필요량	공급량			
계	4800	5270	32040	37219	98	100.00	전지구 4개구
강남	400	250	30000	22000	73	88.00	2개구 25개동 중4개동, 중동4
구치	500	450	37000	40000	76	100.00	2개구 16개동 중동1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
북부	700	800	43000	50117	88	100.00	2개구 7개동 중동1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100
영동부	600	450	44000	32000	73	100.00	4개구 60개동 중동1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100
남부	1000	1300	100000	120000	80	100.00	2개구 12개동 중동1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100
강북	1000	700	60000	30000	50	100.00	2개구 12개동 중동1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100





지속 가능한 상수도 기반 조성 추진

(2040 서울시 수도정비 기본계획)

건강하고 가치있는 선택, **이리수**

1. 서울특별시 2040 수도정비 기본 계획



수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

추진근거: 수도법 제5조 (수도정비계획의 수립)

☞ 수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 수도의 정비에 관한 계획을 10년마다 수립하여야 함

- ▶ 제①항 : 10년마다 수도의 정비에 관한 종합적인 계획(수도정비계획) 수립
 - 1991. 12 수도법 개정 시 신설 → 1992년부터 시행, 2022. 1. 수도법 개정으로 수도정비기본계획에서 수도정비계획으로 변경
- ▶ 제⑨항 : 수도정비계획을 고시한 후 5년이 경과한 때에는 수도정비계획의 타당성 여부를 재검토 하여 이를 반영 (1997. 8. 신설)

수도정비계획의 특성

☞ 종합계획이면서 일부 실행계획의 성격을 보유

☞ 장기 비전 제시뿐만 아니라 사업 타당성 및 재정투자계획 등 구체성 확보 필요

1. 서울특별시 2040 수도정비 기본 계획

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

수도정비계획의 주요 내용

- 수도정비계획 (기본사항 결정, 시설확충 · 개량, 수질관리, 유지관리, 정보화계획)
- 상수도 수요관리 계획 (포함 수립 경우, 물수요관리 시행계획을 기본계획으로 같음)
- 상수도시설 안정화 계획 (생산 · 공급시설 안정화, 비상연계, 재해대책 등)
- 재정 및 경영 계획 등

수도정비계획 수립 절차

- 기본계획 초안 제출
 - ▶ 수요추정 및 규모 결정
- 초안 검토의견 통보
 - ▶ 검토의견 반영



- 본 보고서 제출
 - ▶ 보완의견 통보
- 최종 보고서 제출
- 검토 및 승인



- 수도정비계획 고시·통보

1. 서울특별시 2040 수도정비 기본 계획

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

2040 수도정비 기본 계획의 주요 내용

○ 미래 상수도 비전

2040 ARISU VISION
시민과 소통하는 고품질의 스마트 **아리수**

1,000만 시민 소통 중심

AI 스마트 상수도



기본에 충실한 고품질

목표

어디서나 안심하고 마실 수 있는 **친근한 수돗물 공급**

추진전략



실행
방안

수도시설의
최적화

- 미래 수요에 대비한 고도정수처리 생산능력 확보
→ 광암, 영등포 정수센터
- 고품격 고품질 생산을 위한 정수센터의 선제적 성능 개량
→ 광암 침전·정수지 전면 성능개선 및 구의 #1 등 정수센터 재건설
- 수요자 중심의 미래형 지역정수시설로 전환 기반구축
: 공급자 대규모 집중형 → 수요자 소규모 인접형

유지관리의
첨단화

- 스마트 상수도 관리체계 구축
→ IoT, ICT, AI 적용 등
- 첨단생산시설 구축
→ 스마트 생산시설 구축 등
- 원격 자동 수요관리 체계 구축
→ 원격검침, 수질자동측정기
- 아리수 품질확보를 위한 이송체계운영 고도화
→ 주기적 관세척 시행
→ 관로 내 잔류염소 최적관리

원·정수생산·공급의
안정화

- 정수장 계열화, 예비용량 확보
• 관로의 복선화, 이중화 구축
• 순환정비 가능한 정수센터체계 구축
- 수도시설의 상호연계체계 구축
→ 원수, 정수 시설연계 및 안정화
→ 급수구역간 Co-network 구축
- 대심도 송수터널 구축
→ 비상시 공급가능한 시스템 구축

상수도 경영
선진화

- 핵심인력 양성으로 인력의 고도화
- 요금체계개선 및 적정 요금현실화를 유지
→ 업종통합 및 현실화를 95% 이상 유지
- HWM(실습장) 및 SWW(4차산업프로그램) 개발에 따른 전문성 향상
- 과학적 자산관리 체계 운영

시민중심 양방향
소통

- 신뢰성 있는 위기관리 시스템 도입
- 수질사고 발생 중점지역 중심으로 사후관리 지속
- 첨단 민원관리기술(AI 챗봇) 도입 및 단수의 필요성 홍보 추진
- 미래 수용가 수도 필터 공급 구상
→ 수도꼭지 또는 계량기 전단 설치

1. 서울특별시 2040 수도정비 기본 계획

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

2040 수도정비 기본 계획 규모 결정

● 계획 지표

계획 급수인구 10,050천인 → 8,731천인(△ 13.1%) 감소, 일최대 급수량 원단위 346Lpcd → 359Lpcd천인(3.8%) 증가

구분		2018년	2025년	2030년	2035년	2040년
계획인구(천인)		10,050	9,352	9,156	8,954	8,731
계획급수인구(천인)		10,050	9,352	9,156	8,954	8,731
계급수단위(Lpcd)	사용량원단위(Lpcd)	293	294	296	297	298
	유수율(%)	95.1	96.0	96.0	96.0	96.0
	일평균 급수량 원단위	308	303	305	306	307
	첨두부하율	1.12	1.17	1.17	1.17	1.17
	일최대 급수량 원단위	346	355	357	358	359



● 계획 용수수요량

서울시는 2030년 기준 일최대급수량 3,607천m³/일로 가장 많이 발생한 이후 2040년 3,474천m³/일로(△ 133천m³/일) 감소

(단위 : 천m³/일)

구분	기수립수도정비기본계획				본계획				증감		비고	
	2015년	2020년	2025년	2030년	2025년	2030년	2035년	2040년	2025년	2030년		
정수(a+b+c)	3,692	3,709	3,737	3,743	3,579	3,607	3,543	3,474	△ 158	△ 138		
생활용수	일평균	3,018	3,050	3,075	3,081	2,834	2,793	2,740	2,680	△ 241	△ 288	
	일최대(a)	3,469	3,506	3,534	3,540	3,315	3,269	3,206	3,136	△ 219	△ 273	
시계외(b)	186	178	178	178	258	332	332	332	80	154		
기타용수(c)	37	25	25	25	5	6	6	6	△ 20	△ 19		
공업용수	32	32	32	32	32	32	32	32	-	-		

주) 대규모 수용기(국제교류복합지구 1.3천m³/일, 삼성동) : 암사정수센터 2정수장에 적용 반영

2. 정수장 순환정비 체계 구축

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

서울특별시 정수장 현황

정수센터가 서울 동쪽에 편중



정수장 대부분 30년 경과



시설용량(고도) 초과 생산('19년) 1인가구 및 1인평균 사용량 증가



서남권 물수요 증가

2. 정수장 순환정비 체계 구축

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

정수장 순환정비 체계 구축

▶ 사업기간 : 2022~2033년 ▶ 총 사업비 : 11,990억원

- 1단계 | 노후 정수장 재정비 시기 도래에 따라 순환정비용 정수장 신설
- 2단계 | 재건설(정비) 기간 중 순환정비 정수장에서 수돗물 지원 공급 (수돗물 공급 중단 없이 노후 시설 정비 추진)
- 3단계 | 노후 정수장 부분 가동 중단, 재건설(정비)



2. 정수장 순환정비 체계 구축

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

정수장 순환정비 체계 구축

▶ 사업기간 : 2022~2033년 ▶ 총 사업비 : 11,990억원

확충(신설) 제7정수장

- 사업기간 | 2022 ~ 2028
- 규모 | 45만 m³/일
- 총사업비 | 4,897억원



확충(신설) 강북2

- 사업기간 | 2022 ~ 2028
- 규모 | 25만 m³/일
- 총사업비 | 2,486억원



현대화 광암

- 사업기간 | 2022 ~ 2028
- 규모 | 40만 m³/일
※ 고도확충 10만 m³/일
- 총사업비 | 990억원



2. 정수장 순환정비 체계 구축

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

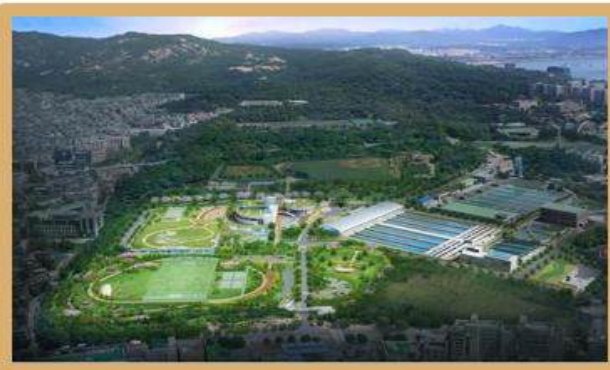
정수장 순환정비 체계 구축

▶ 사업기간 : 2022~2033년 ▶ 총 사업비 : 11,990억원

현대화

구의1

- 사업기간 | 2025 ~ 2031
- 규 모 | 25만^{m³}/일
- 총사업비 | 919억원



현대화

암사1

- 사업기간 | 2027 ~ 2033
- 규 모 | 130→85만^{m³}/일
- 총사업비 | 1,672억원



현대화

영등포1

- 사업기간 | 2027 ~ 2033
- 규 모 | 30만^{m³}/일
- 총사업비 | 1,026억원



3. 대심도 송수터널 체계 구축

수도 정비 계획

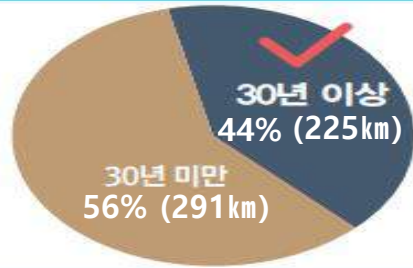
정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

간선 송수관로 건설 여건

■ 송수관로 516km



① 대형 송수관로 노후



② 도로 하부 지하시설물
[강남 뱅뱅사거리 지하매설물 현황]



③ 노후 송수관로 누수 (암사~노량진)



④ 간선도로 누수복구



⑤ 간선도로 교통 혼잡



⑥ 지하 대심도 활용

3. 대심도 송수터널 체계 구축

수도 정비 계획

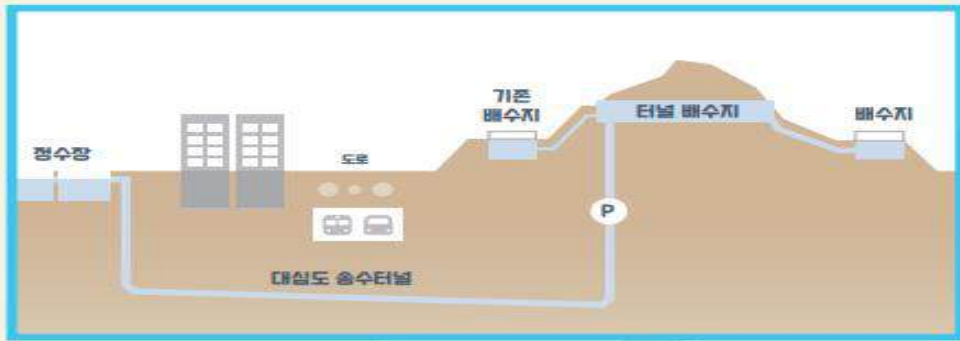
정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

대심도 송수터널 체계 구축(안)

▶ 사업기간 : 2022~2044년 ▶ 총 사업비 : 17,391억원



■ 대심도: 심도 40m 이상

■ 송수터널 4개 구간 67km ('22년~'44년)

■ 터널 배수지 2개소 22만m³ ('31년~'44년)

- 배수지 (기존)
- 정수센터 (기존)
- 정수센터 (신설)
- 대심도 송수터널
- 송수관로 (기존)
- 송수관로 (신설)



3. 대심도 송수터널 체계 구축

수도 정비 계획

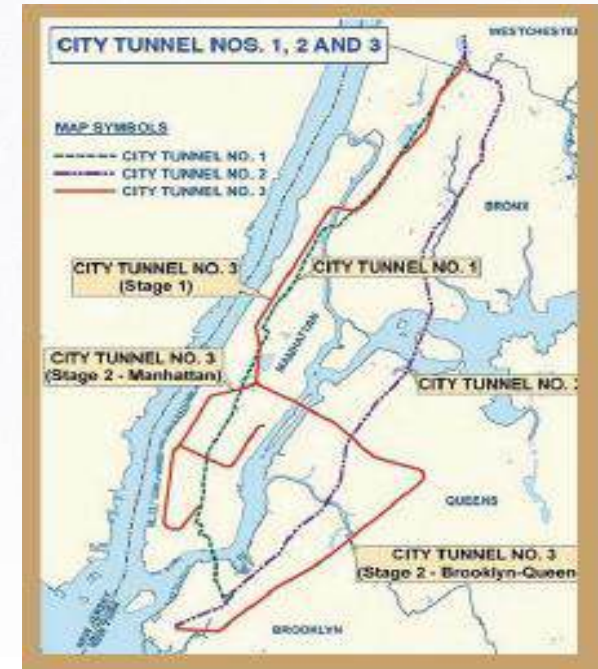
정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

◆ 대심도 국외 사례 (뉴욕 대심도 수도터널)

- 3개의 Water Tunnel 보유
- 1905년부터 건설하여 2021년 완공
- 구경 3~7.3m, 연장 158km, 깊이 60~150m



4. 광암정수장 취수원 안정화

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

광암정수장 취수원 안정화 추진배경

원수수질(녹조, 기름 유출 등)사고 및 노후관 누수에 대처할 수 있는 취수원 이중화 구축



원수구입비 절감 등 경영합리화를 통한 취수원 안정화 추진

팔 당

- 원수비용 : 189억원/연간
- 원수단가 : 233.7원/m³

연간
128억원 절감

한강(암사)

- 원수비용 : 61억원/연간
- 원수단가 : 52.7원/m³

4. 광암정수장 취수원 안정화

수도 정비 계획

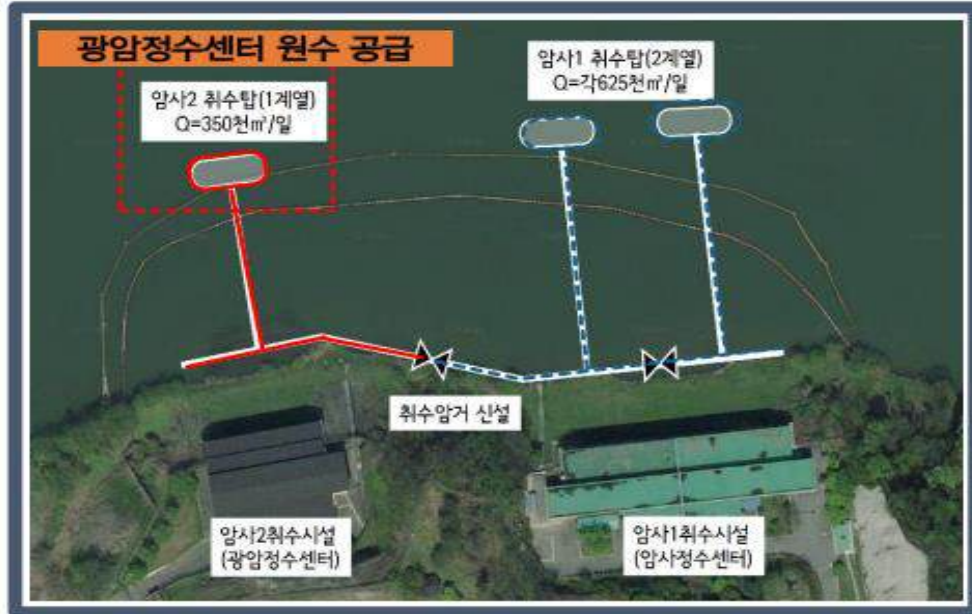
정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

사업계획 - 1. 암사 취수탑 신설

▶ 사업기간 : 2023~2028년 ▶ 총 사업비 : 654억원



4. 광암정수장 취수원 안정화

수도 정비 계획

정수장 순환정비 체계 구축

대심도 송수터널 체계 구축

광암정수장 취수원 안정화

사업계획 - 2. 도수관로 신설



■ 기대 효과

- 단일 취수원인 팔당 취수원에서 녹조발생 등 원수 수질 사고시 대체 취수원 확보로 안전망 구축
- 취수원수비 절감을 통한 경영개선 (연간 128억원의 절감 예상)

5. 『상수도 비전 2040』 기본계획

◆ AI 기반 지능형 생산공정 기본안



6. 향후 유지관리의 첨단화

정보통신기술(ICT)과 사물인터넷(IOT)으로 수돗물 생산, 공급과정 관리

◆ 첨단 정보통신 기술을 활용한 차세대 물관리 시스템 구현



건강하고 가치있는 선택, **아리수**

감사합니다

동행·매력
특별시서울

서울아리수본부
Seoul Water

동행·매력
특별시서울

백 광 인 (白光寅) 서울아리수본부 / 급수부장
기술사

03741 서울특별시 서대문구 서소문로 51
Tel. 02-3146-1401 Fax. 02-3146-1429
Mobile. 010-8898-9092 E-mail. bki100@seoul.go.kr
<http://arisu.seoul.go.kr>

정수처리 공정의 이해

서울아리수본부
급수부장 백광인

목 차

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

2. 표준정수처리 공정

3. 고도정수처리 공정

4. 서울시 현안 정수처리 도입

A dynamic splash of clear water with many bubbles, set against a light blue gradient background. The water is captured in mid-air, creating a sense of movement and freshness.

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

2. 표준정수처리 공정

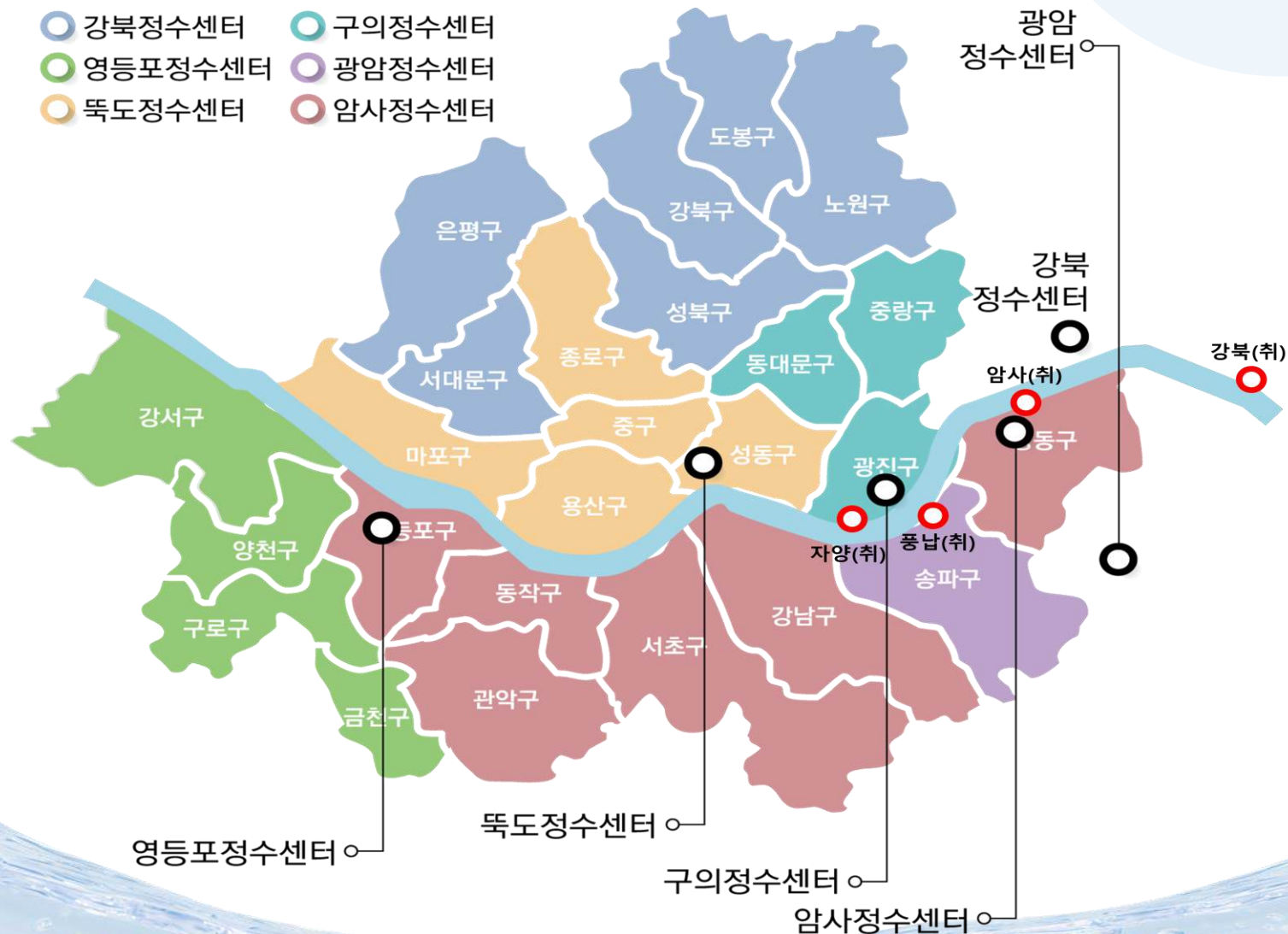
3. 고도정수처리 공정

4. 서울시 현안 정수처리 도입

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

6개 정수센터, 4개 취수장 운영 ※ 광암정수센터 팔당취수(K-water 운영)

- 강북정수센터
- 구의정수센터
- 영등포정수센터
- 광암정수센터
- 뚝도정수센터
- 암사정수센터



1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

철저한 수질관리를 위해 전 정수센터에 고도정수처리 도입

서울시 정수처리 공정



- (서울시) 팔당댐~잠실수중보까지 약 25km 구간 한강물 취수

 - 취수장 위치 : 팔당, 강북, 암사, 풍납, 자양취수장

- (정수처리공정) 오존, 활성탄 등 고도처리를 포함한 공정

 - 수처리제 : 응집(보조)제, NaOH, CO₂, 염소(전염소, 중염소, 후염소), 오존(후오존), GAC

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

취 수

한강물을 끌어들이어 정수센터로 보냄

전 염 소

오염물질의 산화분해, 대부분 병원체 사멸

약품주입

미세한 입자들을 서로 달라붙게 하여 큰 입자로 만드는 약품투입

혼 화

원수에 약품(응집제 및 응집보조제)을 수초내로 혼합

응 집

미세하고 가벼운 입자들을 모아서 더 큰 입자들로 만들어 침전과 여과공정을 보조

침 전

큰 floc을 가라앉혀 맑은 윗물을 여과지고 보냄

중 염 소

전처리에서 파괴되는 조류 등을 중간염소처리로 대처

여 과

침전 후에 남아있는 미세 floc을 다시 여과

고도처리

오존과 입상활성탄 공정으로 오존의 특성인 강력한 산화력과 활성탄의 특성인 탁월한 흡착력을 이용하여 보다 깨끗하고 안전한 물을 만들

후 염 소

병원성미생물 사멸과 불활성화, 배·급수 관로에 적정잔류염소 유지

정수지

소독을 위한 염소접촉시간을 확보하고 수요에 대비하여 저장

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with numerous bubbles and droplets scattered throughout. The water is captured in mid-air, creating a sense of movement and freshness.

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

2. 표준정수처리 공정

3. 고도정수처리 공정

4. 서울시 현안 정수처리 도입

2. 표준정수처리 공정

① 혼화지

- ❖ 착수정 : 수류의 안정, 원수량 조절
- 체류시간 : 1.5분

혼화지의 역할

- 착수정에서 보내온 물에 적정량의 정수약품(응집제)을 투입하고 혼합시킴
 - 정수약품은 미세한 입자들(콜로이드성 물질)을 큰 덩어리로 뭉치게 함.
- ❖ 영향인자 : 수온, PH, 탁도, 교반강도, 체류시간 등

혼화장치 형식

- 기계식, 수류식, 인라인기계식, 인라인 고정식
- 가압수확산(영등포), 파이프 격자(강북), 수류낙차



<기계식 교반(영등포 1정수장)>



<가압수 확산(영등포 2정수장)>

2. 표준정수처리 공정

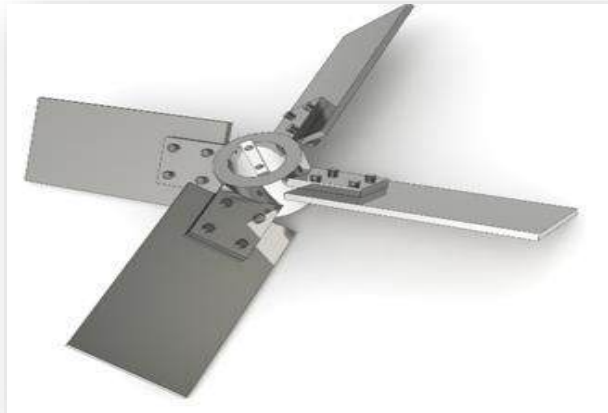
혼화지 방식 기기



〈패들형〉



〈터빈형〉



〈피치형〉



〈하이드로포일형〉

2. 표준정수처리 공정

② 응집지

응집지의 역할

- 응집된 미소플록을 크게 성장(기계식교반, 우류식)
- 주변속도 : 기계식(15~80cm/s), 우류식(15~30cm/s)
- 교반강도 : 하류로 갈수록 점차 감소시키는 것이 바람직
- 체류시간 : 계획정수량 대비 20~40분

응집지의 구조

- 단락류나 정체부가 생기지 않도록 충분히 교반
- 3~4단으로 구성(서울시는 3단)

❖ 응집제 주입률 결정 방법

- ✓ 자테스트, 조건표, 연산식, 제타포텐셜, 인공지능(AI)

2. 표준정수처리 공정

② 응집지

응집지(패들형, 영등포)



응집지(패들형, 암사)



2. 표준정수처리 공정

③ 침전지

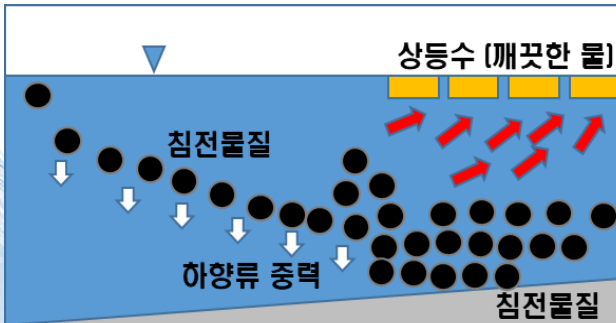
침전지의 역할

- 유입 탁질을 가장 효과적으로 침전시켜 제거하는 기능
- 침전효율 지표 : 표면부하율($Q/A = \text{유량}/\text{표면적}$)

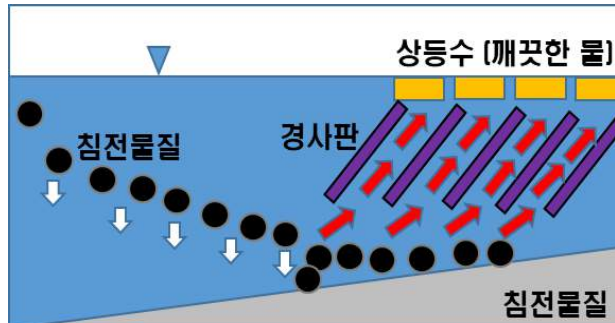
침전지 형식

- 장방형 : 하향류 중력 침전방식(3~4시간 체류), 사례 다
- 경사판 : 경사판 설치, 침강면적 증가로 효율 증대
- 맥동식 : 진공에 의한 맥동 발생, 부유 슬러지층 탁질제거

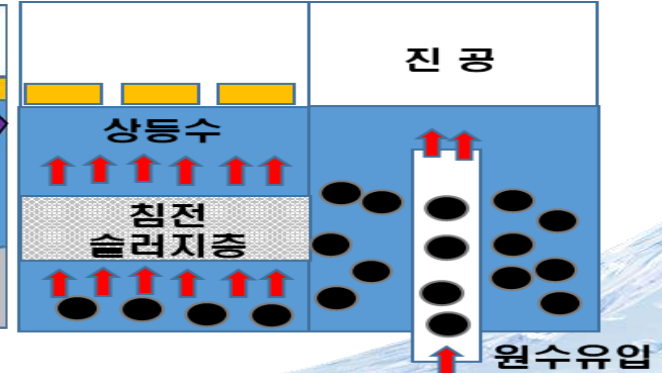
<장방형 침전지>



<경사판 침전지>



<맥동식 침전지>



2. 표준정수처리 공정

③ 침전지

장방형 침전지(암사)



경사판 침전지(뚝도)



2. 표준정수처리 공정

④ 여과지

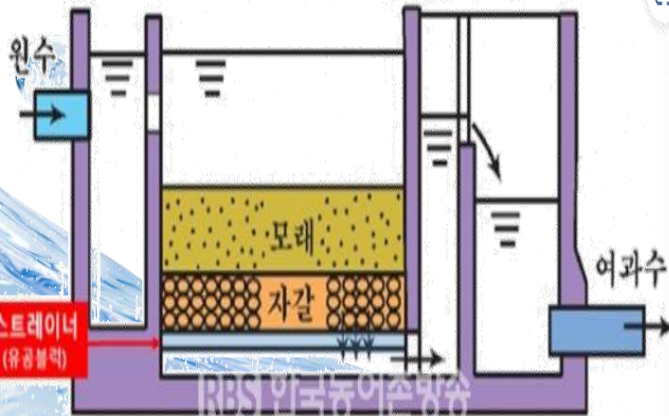
역세척의 필요성

- 역세척 : 여과지속으로 역류탁질이 증가하여 여과수 수질이 한계수질 도달시 세척하는 조작
- 여상하부로부터 정수 역류 → 여층 팽창, 부유 → 역류탁질 탈리 → 배출
- 역세척 불충분 시 : 여과지속시간 감소, Mud ball 발생, 여층 불균일
- 역세척 방법 : 물세척, **물+공기세척**

하부집수장치

- 물세척 방식
 - 휠러블록, 티피블록 등
- **물+공기세척 방식**
 - 스트레이너형
 - 유공블록형

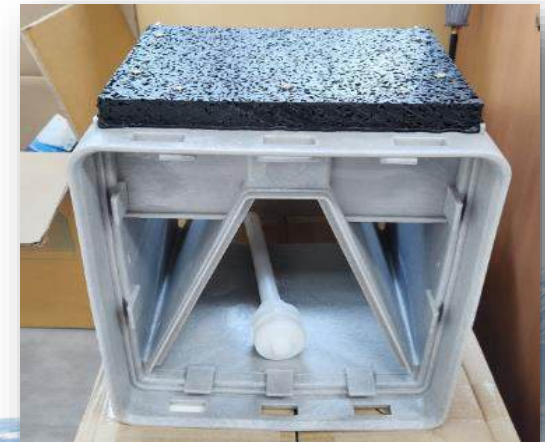
<여과지 단면도>



<여과지 여재층>



<하부집수장치(유공블록)>



2. 표준정수처리 공정

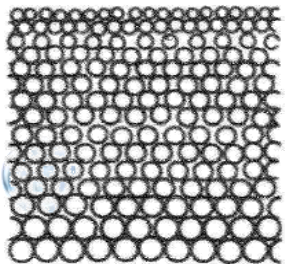
④ 여과지

여과지의 역할

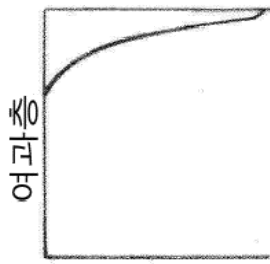
- (기능) 정화기능, 탁질 억류, 수질/수량변동 완충기능
- (설계) 여재입경, 여층두께, 여과속도, 역세척방식/빈도
- (성능) 여과속도(m/hr) x 여과지속시간(hr)
- (종류) 단층여과(120~150m/d), 다층여과(120~240m/d)

여층의 구성

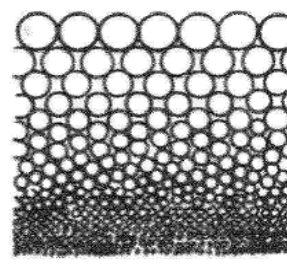
- 여과층의 두께: L/De비 합 1,000 이상
- 여재 유효경 0.45~0.7mm, 여층두께 60~70cm
- 여재 유효경 0.90~1.1mm, 여층두께 90~100cm



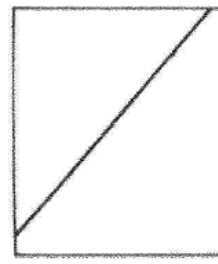
(A) 단일여과층



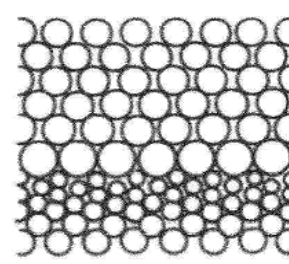
(A')



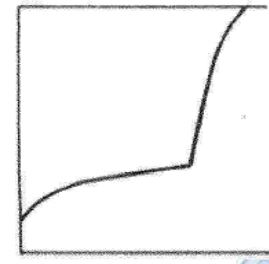
(B) 조립→세립여과



(B')



(C) 2층 여과층



(C')

2. 표준정수처리 공정

④ 여과지

국내 여과공정 발전사

도입시기 (년대)	종 류	총깊이 (m)	여과속도 (m/day)	역세척	비 고
60 ~ 70	일반모래여과지 ($Sd_e = 0.6 \text{ mm}$)	0.6	120 ~ 150	표세+물 (팽창)	
70 ~ 80	일반이중여재여과지 ($Sd_e = 0.6 \text{ mm}$) ($Ad_e = 1.0 \text{ mm}$)	0.7 ~ 0.8	180 ~ 200	표세+물 (팽창)	성남, 수지, 와부 수자원공사 수도권 정수장
80 ~ 90	조립 심층 모래여과지 ($Sd_e = 1.0 \text{ mm}$)	1.0	120 ~ 150	공기+물 (비팽창)	서울시 정수장 (광암, 암사, 강북, 뚝도)
2000	조립 심층 이중여재여과지 ($Sd_e = 0.6-0.7 \text{ mm}$) ($Ad_e = 1.2-1.4 \text{ mm}$)	1.5 ~ 2.0	240 ~ 360	공기+물 (팽창)	여과지의 Compact화 고도정수처리도입과 함께 계획 (서울시: 영등포, 구의 정수장) K-water 원주 송전 정수장

2. 표준정수처리 공정

④ 여과지

여과지에서 탁도 측정 의의

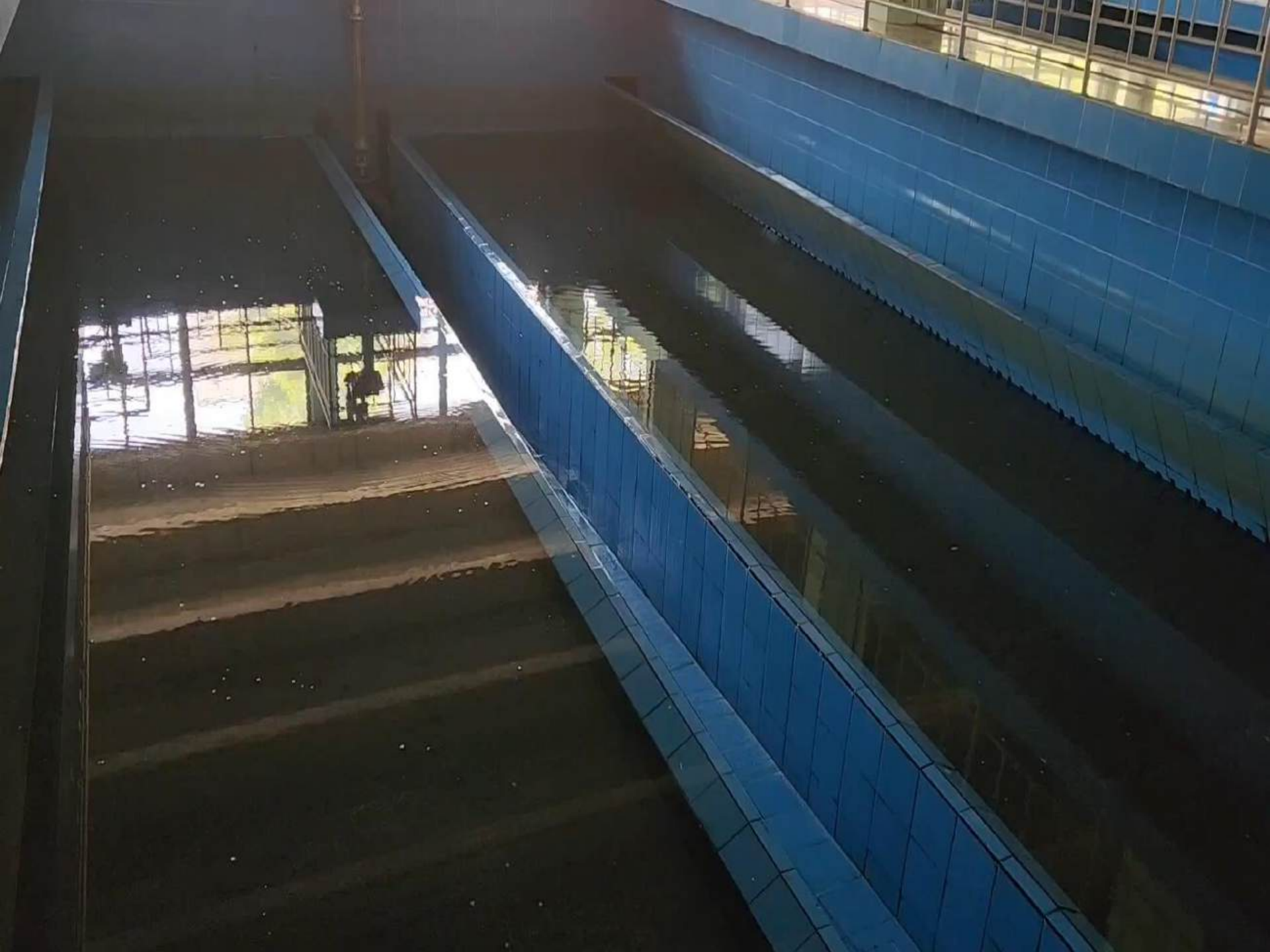
- 병원균은 소독내성이 강해 염소소독만으로는 정수처리 기준 달성 곤란
- 상관관계가 있는 탁도를 여과지 처리수의 지표로 관리
- 매월 측정된 시료 95%이상이 0.3NTU(급속여과), 0.5NTU(완속여과)를 초과하지 않아야 함
- 개별 여과지 탁도가 1.0NTU를 초과하지 않아야 함

측정방법

- 산란광 측정방법(NTU)
※ '먹는물공정시험방법' 규정
- 투과광 측정방법(FTU)
- 육안분석법(JTU)

탁도기준 준수 시 병원성 미생물 제거율

여과방식	제거율		
	바이러스	지아르디아포낭	크립토스포리디움 난포낭
급속여과	99%(2.0log)	99.68%(2.5log)	99%(2.0log)
직접여과	90%(1.0log)	99%(2.0log)	99%(2.0log)
완속여과	99%(2.0log)	99%(2.0log)	99%(2.0log)



2. 표준정수처리 공정

⑤ 소독처리

소독능(CT)

- 소독능 : 정수시설의 일정지점에서 소독제 농도 및 소독제와 물과의 접촉시간 등을 측정, 평가하여 계산한 값
- 병원성미생물의 불활성화비 평가에 활용
- 불활성화비 : $CT(\text{계산값}) / CT(\text{요구값})$ 이 1 이상시 불활성화 달성

소독능(CT) 영향인자

- C(농도) : 온도, pH, 유기물질, NH 미생물, 염소형태 등
- T(시간) : 수위(체류시간 변화) 침전지(단락류, 밀도류, 장폭비) 등

정수 처리 기준

구분	침전, 여과(탁도)	소독(CT)
바이러스	2.0log	4.0log
지아르디아 포낭	2.5log	3.0log
크립토스포리디움	2.0log	염소내성(여과지 탁도관리)

2. 표준정수처리 공정

⑤ 소독처리

염소 소독(전염소, 중염소, 후염소)

- 정수처리공정에서 처리된 정수는 탁질과 세균을 99.9% 완전히 제거한 안전한 수돗물이지만,
- 배수지를 거쳐 수도관을 통해 가정까지 운반되는 동안 세균의 침입 방지 위해 염소 소독 실시(0.1ppm 이상 유지)



<염소 소독실 내부>

⑥ 정수지

정수지 기능

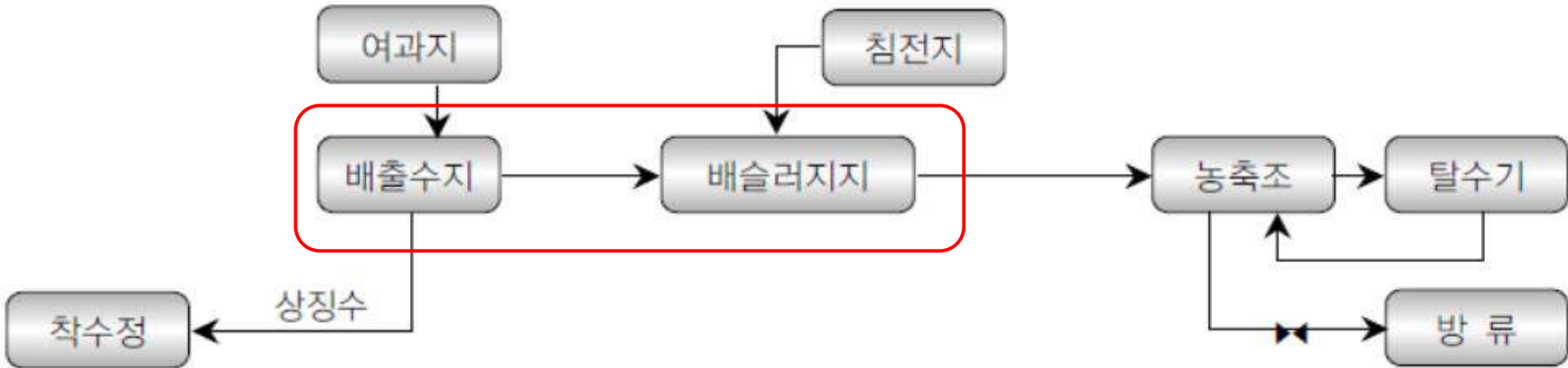
- 최종 염소 소독된 수돗물을 임시로 저장하고, 수량 변동시 수량을 조절하는 마지막 과정
- 수요량의 시간적 변동에 대응할 수 있어야 하며, 적절한 소독 접촉시간 확보로 소독능(CT) 달성



<정수지 상부>

2. 표준정수처리 공정

⑦ 배출수 처리



- 침전지 슬러지와 여과지 배출수의 배출량을 조정하는 시설로 배슬러지지와 배출수지로 구성
- 슬러지는 조정시설을 거쳐 적정 처리, 처분되고, 배출수는 처리 수 반송되어 재이용

배출수지

- 기능 : 역세척수 저류
- 용량 : 1회 세척배출수량 이상

배슬러지지

- 기능 : 슬러지 저류, 슬러지량, 질 조정
- 용량 : 24시간 평균 배출슬러지량 또는 1회 배출슬러지량 중 큰 값

2. 표준정수처리 공정

⑦ 배출수 처리

- 배출수처리시설 수질기준 : 물환경보전법, 하수도법 (유기물 관리를 위한 COD → TOC 지표 전환)

구 분	'95년 이전	'08~'12년	'13년~'23년6월	'23년6월 이후	비 고
SS	70	30 → 20	10	10	TMS 관리항목
pH	58~86	58~86	58~86	58~86	
COD	50	40	40	-	
TOC	-	-	-	25	
용해성망간	2	2(10)	2(10)	2(10)	청정(일반)지역 기준
클로르포름	-	0.08(0.8)	0.08(0.8)	0.08(0.8)	

- 배출수 수질검사 : 분기별 1회(특정수질유해물질 32항목), 용해성망간, 클로르포름 월1회 실시

❖ 수질원격감시체계 (TMS : Tele-Monitoring System)

- 목적 : 방류수 수질을 원격감시하여 객관적인 배출부담금 산정 및 수질오염사고 예방, 폐수 배출 방지시설 개선
- 주관 : 환경부 (구축 및 운영 : 한국환경공단, 허가 및 감독 : 관할 시/도)
- 대상 : 공공하수 및 폐수처리시설, 1~3종 사업장(서울시 정수센터 폐수배출시설, 제1종 사업장)
- 설치기기 : COD(TOC), pH, SS, 유량계, 시료자동채수기, 자료수집기 등 (서울시 7개소 운영중) ※ 암사 2개

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with numerous bubbles and droplets scattered throughout the scene.

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

2. 표준정수처리 공정

3. 고도정수처리 공정

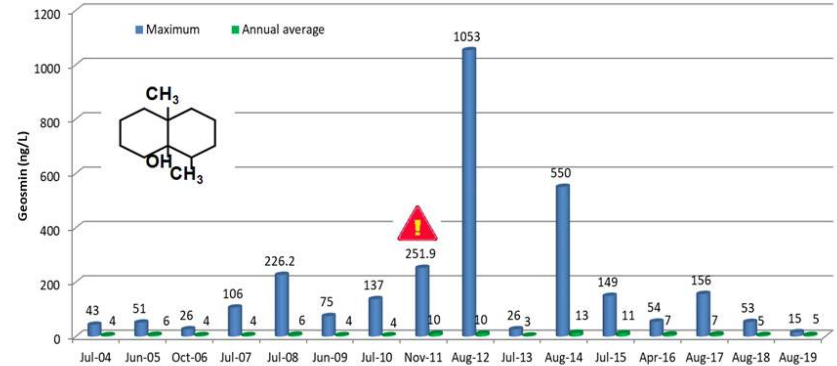
4. 서울시 현안 정수처리 도입

3. 고도정수처리 공정

① 고도정수처리 도입 배경

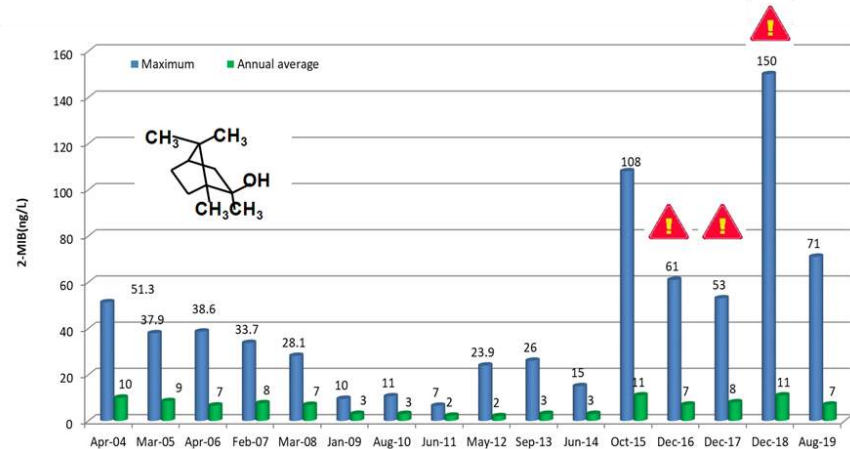
Geosmin(흙냄새 유발)

- 여름 장마철 시작 전 7~8월 발생(고농도 추세)
- 발생경로 : 남조류 등
- 대부분 세포성(80%)으로 존재



2-MIB(곰팡이냄새 유발)

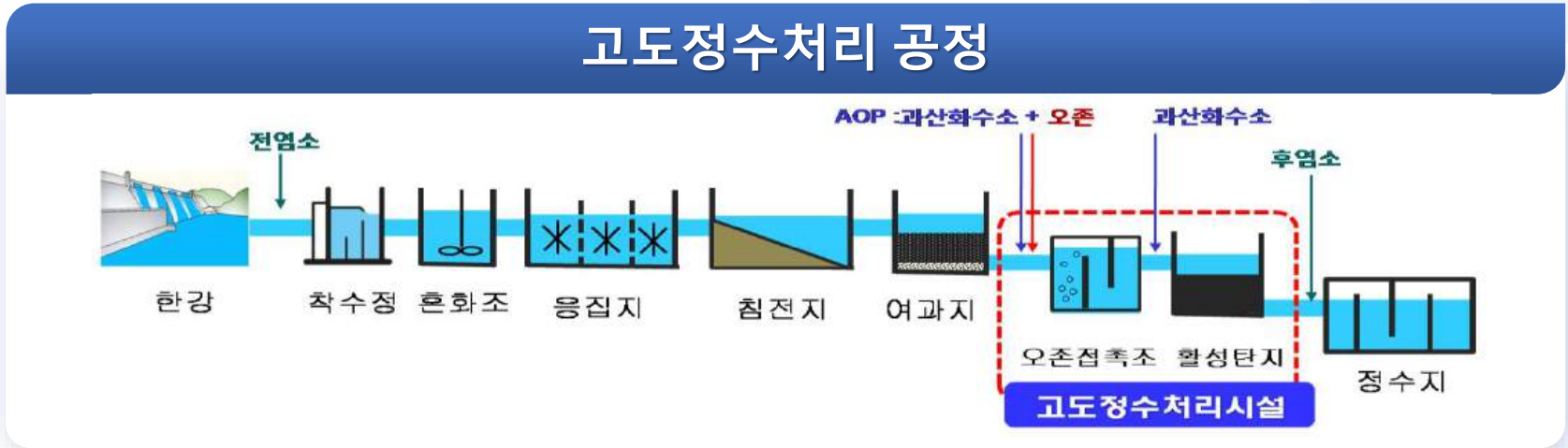
- 겨울 11~2월 발생(최근 겨울철 저수온 시기 지속 발생)
- 발생경로 : 남조류 등
- 대부분 용존성



고농도 맛, 냄새물질 발생(특히 최근 3년 동절기 2-MIB 증가)

3. 고도정수처리 공정

② 고도정수처리 공정과 목표수질



고도정수처리 목표 수질

제거대상 물질		수질기준(환경부)	목표수질기준(관리 지표)
맛·냄새	Geosmin	20 ng/L 이하	8 ng/L 이하
	2-MIB	20 ng/L 이하	8 ng/L 이하
	잔류염소	4.0 mg/L 이하	0.1 mg/L 유지 (수도꼭지)
소독부산물	THMs	100 μ g/L 이하	30 μ g/L 이하
	HAAs	100 μ g/L 이하	20 μ g/L 이하
미생물	지아디아	3log 제거 (여과2.5 + 소독0.5)	소독(오존+ 후염소) 0.5log 제거

3. 고도정수처리 공정

③ 정수센터별 오존투입설비

암사아리수정수센터

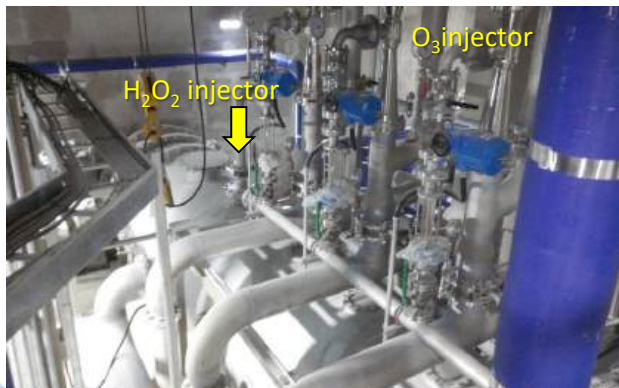


H_2O_2 Metering Pumps

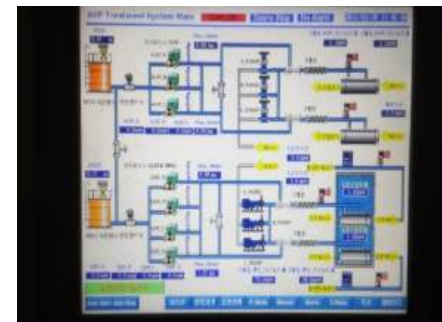


Residual O_3 Monitor
Residual H_2O_2 Monitor

구의아리수정수센터



H_2O_2 Metering Pumps



AOP Process MMI

3. 고도정수처리 공정

④ 활성탄의 기능과 종류

활성탄 기능

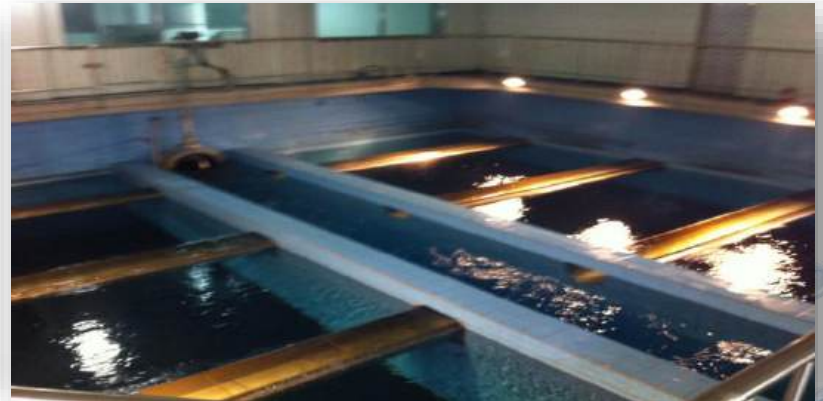
- 입상활성탄을 충전하고 오존처리한 물을 통과시켜 처리대상물질인 오염물질을 흡착시켜 제거
- 목재, 야자껍질, 석탄 등을 원료로 하여 탄화와, 활성화 과정을 거쳐 생산된 흑색 다공성 탄소질 물질



<영등포 1정수장 활성탄흡착지>

활성탄 종류

- 분말 활성탄(PAC) : 비상시 투입
- 입상 활성탄(GAC) : 흡착을 통한 유기물 등 제거
- 생물 활성탄(BAC) : 미생물 대사작용, BDOC 제거



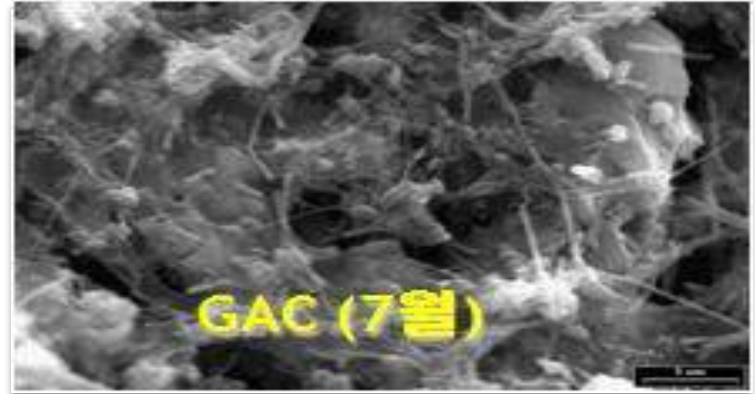
<영등포 2정수장 활성탄흡착지>

3. 고도정수처리 공정

⑤ 고도정수처리 공정의 주요 기능

서울시 고도정수처리 공정

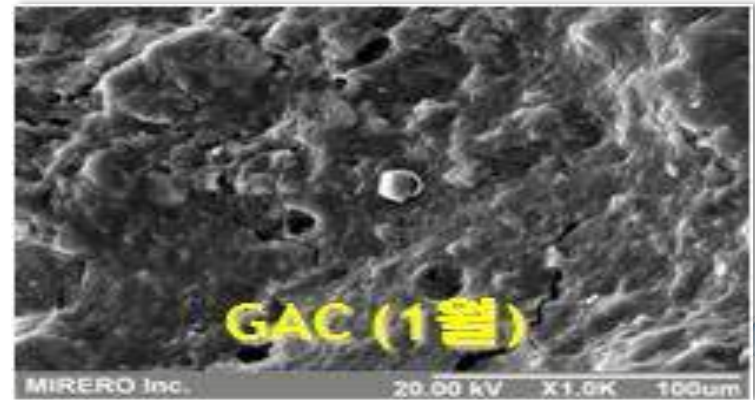
- (공정) 응집.침전.여과 + Post 오존 + 입상 활성탄
- 맛, 냄새물질 제거에 가장 효과적인 공정
- 오존주입량 절감, 활성탄 사용기간 연장



고도 공종별 주요 기능

- 오존 : 산화(큰 유기물 → 작은 유기물)
- 활성탄 : 흡착, 생물 분해(여름철 효율 증대)

겨울철 맛냄새 발생 시 주로 오존으로만 제거 가능
맛냄새물질 : 오존 70~80%, 활성탄 20~30% 제거



<활성탄 1000배 확대>

A dynamic splash of clear water against a light blue background, with numerous bubbles and droplets scattered throughout the scene.

1. 서울시 정수센터 현황과 정수처리공정

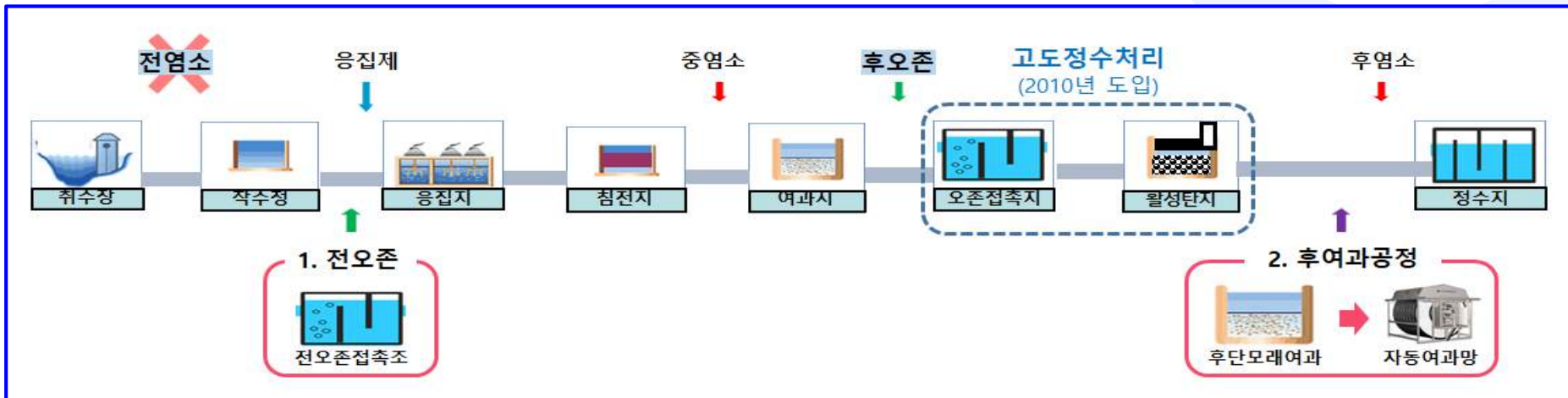
2. 표준정수처리 공정

3. 고도정수처리 공정

4. 서울시 현안 정수처리 도입

4. 서울시 현안 정수처리 도입

① 초고도처리공정 도입



전오존 도입 ('25년~)

- 광암정수센터 신설 35만^m/일 시범적 도입('25년)
- 운영효율 등 효과분석을 통한 정수센터 순차적 도입 검토

막여과(후여과) 도입('26년~)

- 서울형 '초고도정수처리 공정' 연구·개발 ('23~'24년)

소독부산물 THM

0.049mg/L

0.010mg/L

80% 개선

유기물 TOC

1.2mg/L

0.7mg/L

42% 개선

소형생물

선제적 차단 지속적으로

“0” 유지

4. 서울시 현안 정수처리 도입

② 차염설비 도입 (광암정수장)

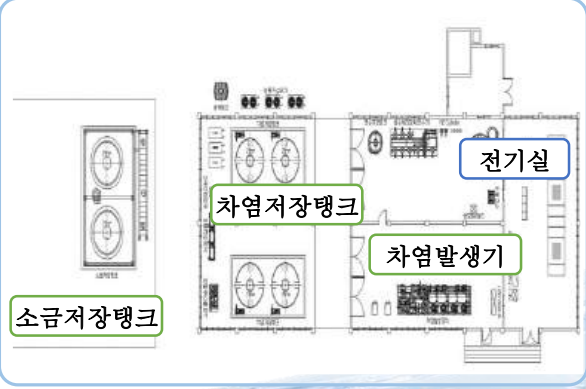
소독방식 비교

구분	액화염소 주입방식 (기존 방식)	시판 차염 주입방식
개념도		
개요	<ul style="list-style-type: none"> 유효 염소 농도 : 99% 이상 염소가스를 압축/액화하여 고압 용기에 충전된 염소가스를 사용 용기는 100kg, 1000kg 등을 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 유효 염소 농도 : 12%(2종) 시판되는 12% 농도의 차염 용액을 구매하여 탱크에 일시 저장 후 정량 펌프로 주입 사용량을 고려한 차염 저장탱크 용량 선정
장단점	<ul style="list-style-type: none"> 차염 대비 공사비, 유지관리 및 운영비 등이 경제적임 차염 대비 소독부산물이 적어 수돗물 품질 향상 액화염소 누출시 차염 대비 큰 피해 발생 우려 안전 및 화학물질 관련법의 각종 규제 및 조치 이행 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 액화염소 대비 안전관리가 용이하고, 법적 규제가 적음 액화염소, 현장제조차염 대비 부지사용면적이 적음 보관온도, 생성시기 등에 따라 품질의 변질 우려가 있음 생산 여건의 변화에 따라 가격이 증가할 우려가 있음

차염설비 도입 배경

- 2004년 이후 서울시에서 관리하는 상수도 계통에서 215건의 사고가 발생
 - 관로사고 103건, 취·정수장 사고 50건, 공급과정 중 사고 32건, 공사사고 30건
- 취·정수시설에서 발생한 사고 50건 중 소독설비와 관련한 사고는 8건임
 - 소독설비 운영 관련 사고(전염소 파괴점 도달실패 1건)
 - 소독설비 자재 및 부품 관련 사고(계측기 오동작 등 5건)
 - 소독설비 관련 안전사고(안설시설 미설치 등 2건)
 - 인명사고등 중대사고 미발생(액화염소 누출 X)

차염설비 배치



4. 서울시 현안 정수처리 도입

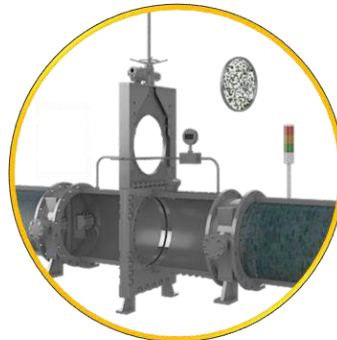
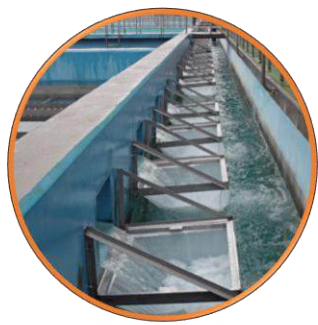
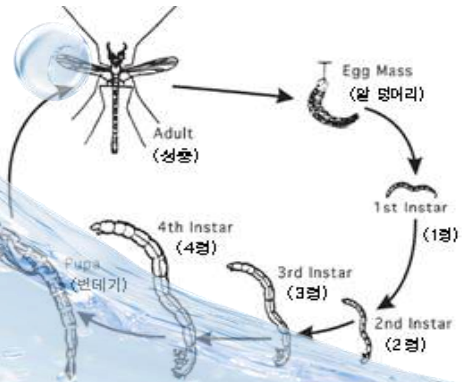
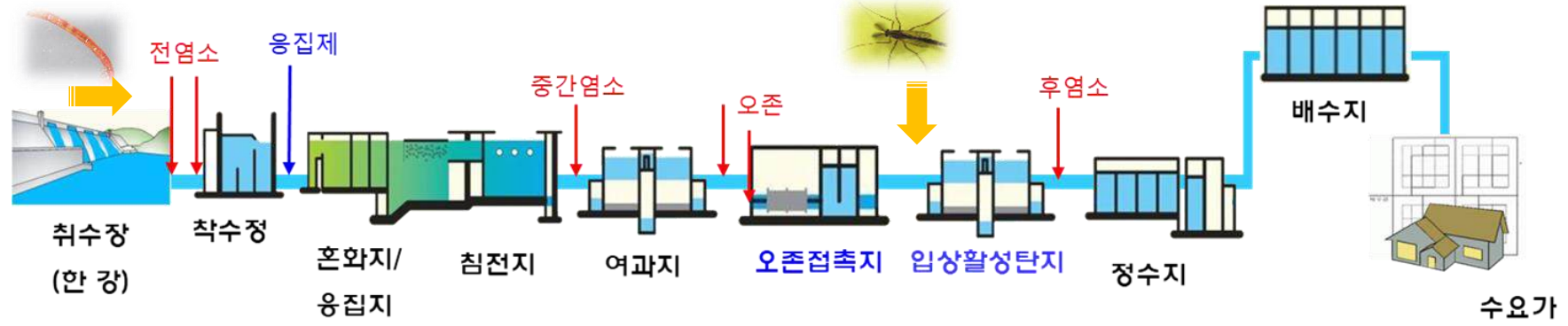
③ 유충대응 정수과정 운영최적화

- ❖ 소독기능 강화 (염소, 오존)
- ❖ 여과지, 활성탄지, 역세척강화
- ❖ 각 공정 거름망 설치



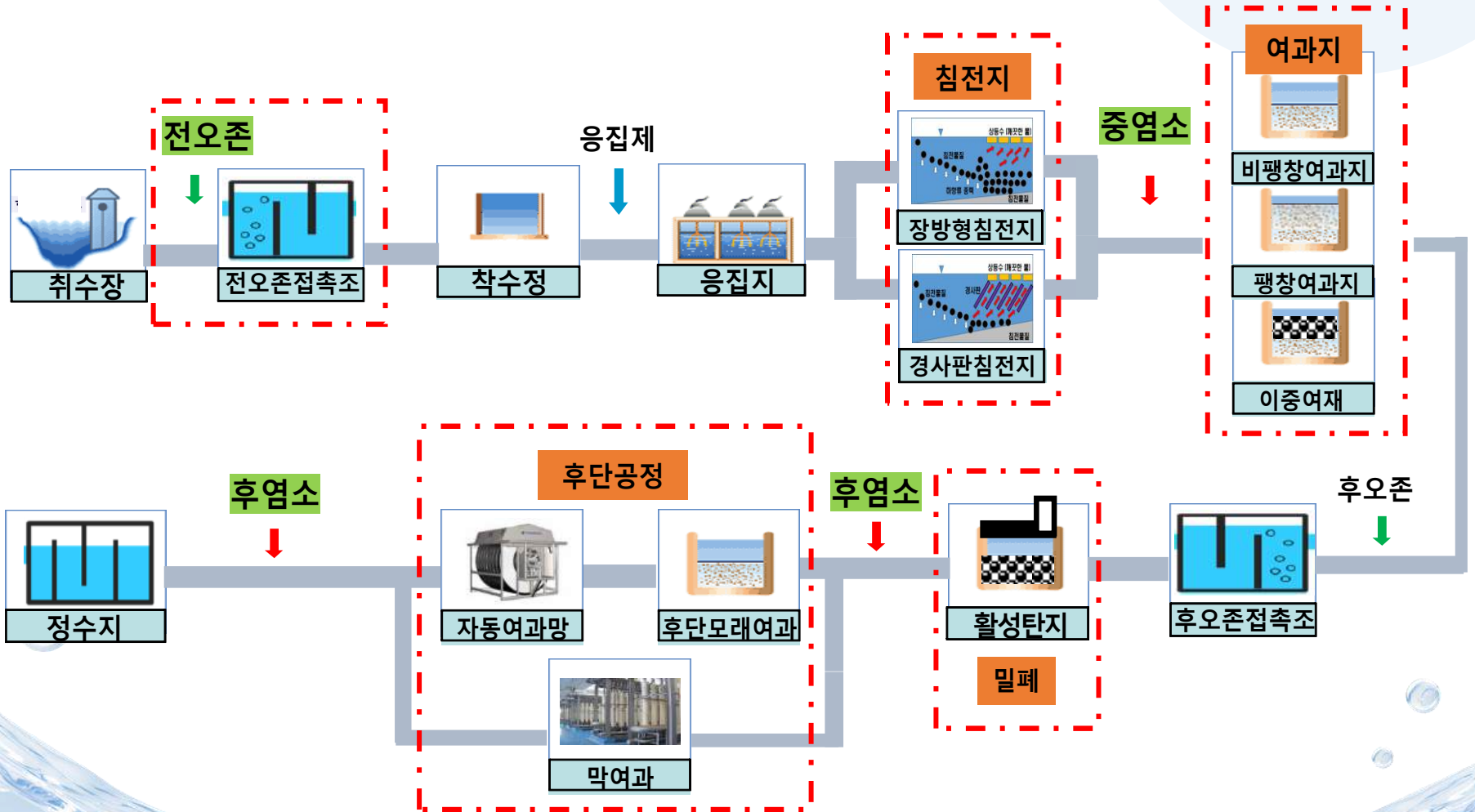
유충 제어

성충 차단



참고자료

수처리 공정 연구(현안) 과제



참고자료

수처리 공정 연구(현안) 과제

연번	구 분	과 제 제 목
1	취수펌프	전력부하관리에 따른 정수처리 효율적 운영방안 연구
2	전오존	수질안전성 강화를 위한 전오존 도입방안 연구
3	약품설비	CFD를 활용한 CO ₂ 혼화설비 개량 및 죄적주입지점선정 연구
4	침전지	침전지 효율 평가 및 개선방안 연구
5		강북 침전지 성능평가를 통한 개량방안 연구
6	여과지	이중여재 고속여과지 개선방안 연구
7	오존처리공정	CFD를 이용한 오존처리공정 및 개선방안 연구
8	오존접촉조	영등포 오존접촉조 혼화효율 평가 및 개선방안 연구
9		뚝도·광암 오존접촉조 성능평가를 통한 개선방안 연구
10		강북 오존접촉조 혼화망 설치에 따른 혼화효율 평가 연구
11	후오존 쉼칭	잔류오존제거제(티오황산나트륨) 현장 적용 연구
12	활성탄지	입상활성탄 하부 모래포설을 통한 입자누출 저감방안 연구
13	활성탄지	활성탄 흡착탑을 활용한 대기오존농도 관리 연구
14	후여과	입자성물질 제거를 위한 최종단계 후여과 공정 연구
15	막여과	나노여과를 이용한 미량물질 제어 연구
16	후염소 혼화설비	후염소 교반설비 안전성 강화방안 연구
17	정수지	정수지 도류벽 구조 개량을 통한 시설물 안전성 향상방안 연구
18	배출수	배출수 처리공정 내 유해물질 제어방안 연구
19	정수처리 디지털 개선	디지털 트윈 기반 정수처리시스템 개선 연구
20	고도정수처리 운영	빅데이터 분석을 통한 고도정수처리 운영관리 개선연구
21	소형생물	소형생물 대응 정수센터별 운영방안 도출 연구
22	매뉴얼 개정	고도처리 비상운영매뉴얼 재정 연구

경청해 주셔서 감사합니다.

서울아리수본부 백광인

- 급수부장, 토목시공기술사
- 한국산업인력공단 기술사 시험 출제위원
- Tel : 02)3140-1401
- Mobile : 010-8898-9092
- E-mail : bki100@seoul.go.kr

특강 2. 도시 침수 관련 서울시 수방 정책

- 서울특별시 물순환안전국 김지환 과장 -

인명피해 제로화를 위한

서울시 기후위기 대응 방안

2024. 4. 5.

 서울특별시
SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT



현황 및 여건

이상기후로 인한 전례없는 폭우피해 속출, 치수관리 불확실성 증대

- ✓ 전세계 지구 온난화로 국지적, 집중적인 극한기상 현상 빈발
 - (해외) '23년 12월 미국 동북부 130mm 이례적 폭우 '겨울철 이상고온 현상'
 - (국내) '23년 장마철 1위 강우일수 대비 강수량(30일간660mm), 사망 49명, 피해액 7,513억
 - (서울) '22년 기상관측 이래 최대폭우(1시간141.5mm, 일381.5mm), 사망 8명, 피해액 683억

리비아 대 홍수(23. 9.) (일 414mm, 사망 18,000여명)



오송 지하차도 참사(23. 7) (일 269mm, 사망 14명)



침수원인 및 한계

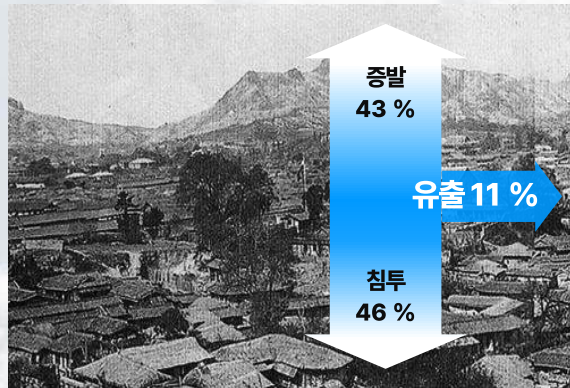
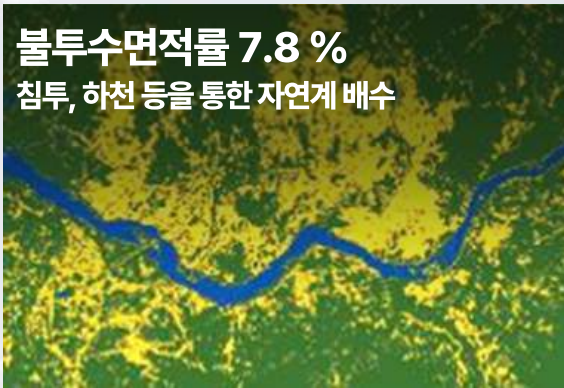
✓ 수십년 지속된 **수도권지역 개발**에 따른 불투수율 증가로 **서울의 침수위험 증가**

▶ 침투되지 못한 노면수 발생량 증가 (저지대 집중)

▶ 수도권 개발로 한강지천 **홍수량 상승** (주변 저지대 배수불량)

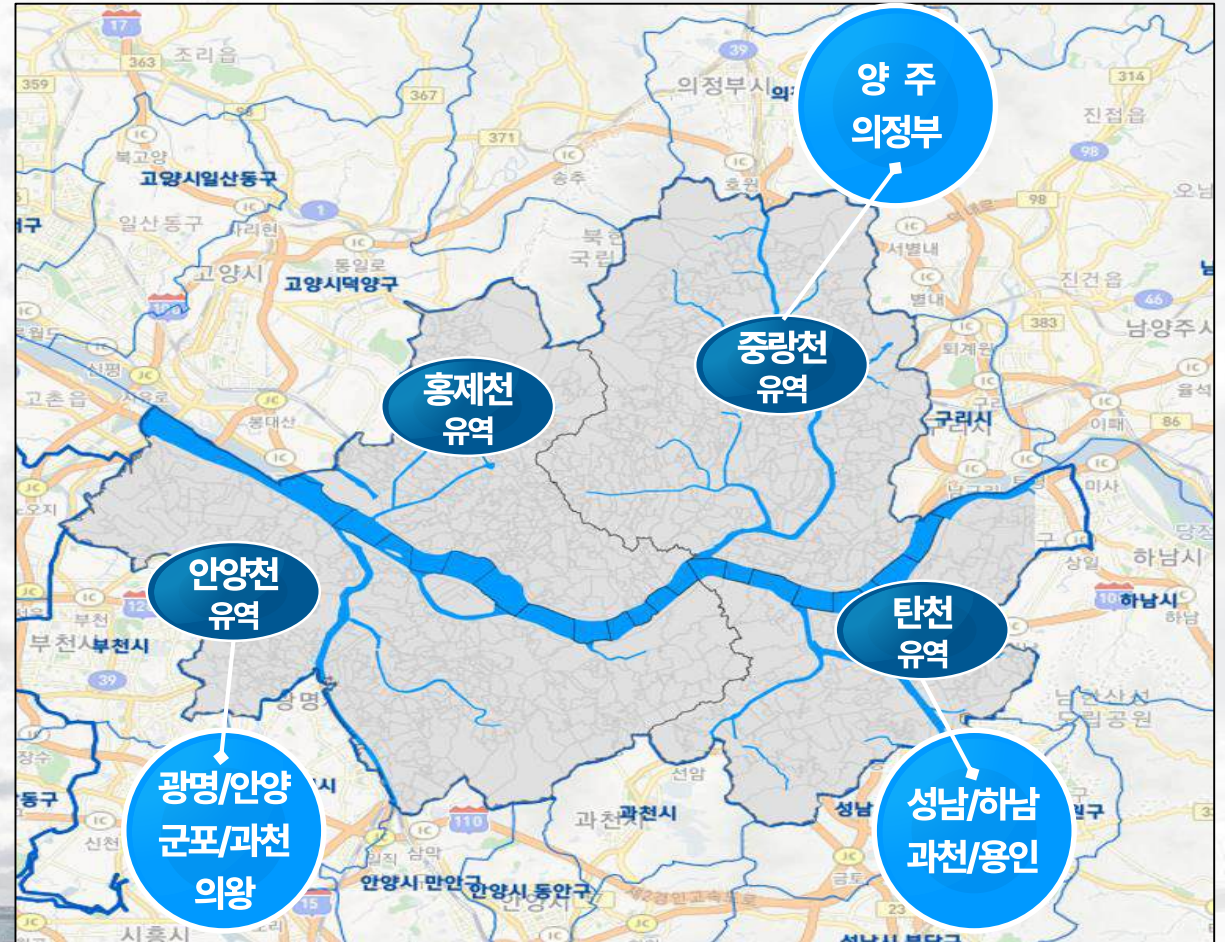
1960년대 서울

1960년대 물순환



2020년대 서울

현재 물순환



침수원인 및 한계

✓ 굴곡진 지형, 하수관 용량 부족, 빗물관리 미흡 등 다양한 요인이 침수피해 야기

지형적 요인



✓ 지형적 특성으로 침수피해 가중

- 노면수가 모이는 굴곡진 지형(분지형 지형)
- 하천 홍수위보다 낮은 저지대
- ↳ 주요지역 : 강남역, 사당역, 도림천 등

하수관 용량 부족



✓ 하수관로 성능 부족

- 서울의 방재성능은 60~95mm/h 수준,
방재성능 초과 강우에 대응하기에는 역 부족

빗물관리 미흡



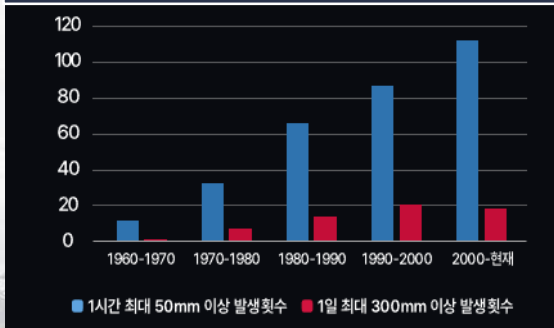
✓ 여름철 강수량이 1년의 80%를 차지함에도 빗물의 효율적 관리 미흡

침수원인 및 한계

이상폭우 빈도·횟수 증가 추세로 방재시설 확충만으로는 기후재난 대처 역 부족

- ✓ 대심도 터널, 빗물펌프장, 하수관로 등 시설 확충에는 대규모 예산 및 기간 소요
 - ↳ 방재시설 확충 전까지 지역 가용자원을 최대 활용한 **비구조적 대책 병행 필요**
- ✓ 강우 예측과 재난의 불확실성 증대로 기존 지자체 주도 및 인력중심 시스템으로는 인명피해 예방 한계
 - ↳ **시민의 주도적 재난대응** 및 **유관기관 협력** 강화와 **데이터·예측기반** 대응체계 구축 필요

'60s대비 재해유발 강우 10배 증가



신월 빗물저류배수시설



하수관로 확충



빗물펌프장 신·증설



일상화된 기후재난에도 안전한 서울을 위해

다양한 **풍수해 안전대책**을 시행하고 있습니다.

방재성능 강화

방재성능목표 상향
대심도 빗물배수터널
지역 맞춤형 방재시설

인명피해 예방대책

침수 예·경보제 운영
동행파트너 구성·운영
침수예측 정보시스템

침수피해 예방대책

10cm 빗물담기 프로젝트
지하공간 침수예방시설 확충

방재성능 강화

방재성능목표 상향
대심도 빗물배수터널
지역 맞춤형 방재시설

이상기후 대비 '서울시 방재성능목표' 상향 (22.12.)

더 커진 위험성 대비 방재시설 설계기준 '방재성능목표' 100mm/h로 상향
수리학적·사회경제적 요소를 고려하여 '중점관리지역'은 한 단계 더 강화 (강남역 110mm/h)

서울시
방재성능목표

95 mm/hr
2022년 현재

100 mm/hr
방재목표 상향

110 mm/hr

취약지역은
한 단계 더 강화

• 금회 최대 강우인 141mm가 아닌 100mm로 상향하는 이유?

- 방재성능을 높이는데 천문학적인 예산과 긴 기간이 필요, 투자대비 효과와 도심내 하천의 처리능력을 고려하여 적정 목표 설정
- 100mm 방재성능 달성을 위해 하수관 등 정비에 23조원, 50년 이상 기간 소요 / 하천은 통상 100~110mm 처리용량

침수에 가장 취약한 6개 지역은 대심도 빗물저류배수시설 설치

1단계

22~28년 시행
(24년 우선시공분 착공)

- 1 강남역 일대
- 2 도림천 일대
- 3 광화문 일대

2단계

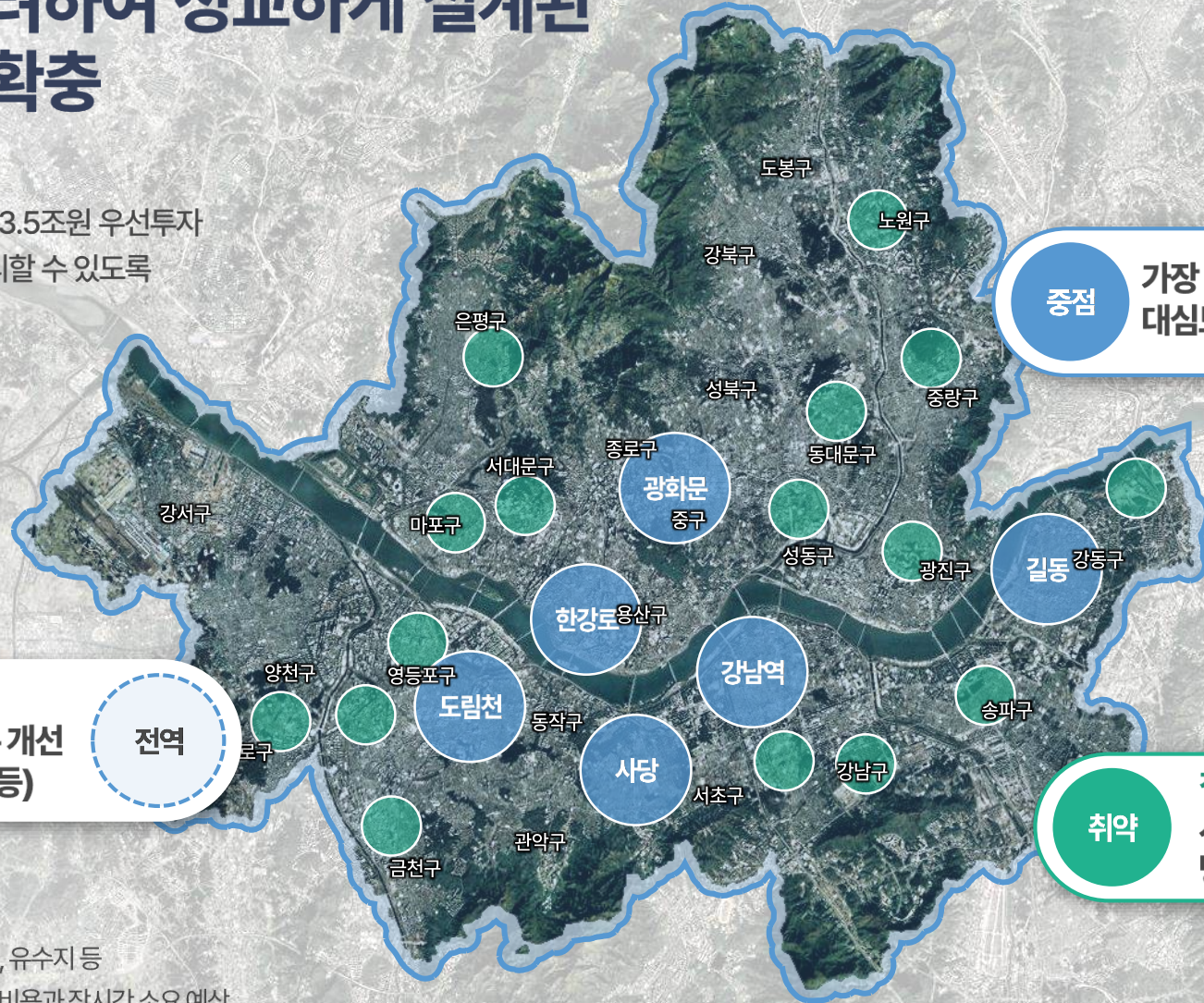
25~32년 시행

- 4 사당역 일대
(25년 이수-과천
복합터널 착공)
- 5 한강로 일대
- 6 길동 일대



지역별 여건을 고려하여 정교하게 설계된 선제적 방재시설 확충

- 시 재정과 시민불편 등을 고려
중점관리지역과 취약지역에 10년간 3.5조원 우선투자
- 시간당 100mm(최대 110mm)를 처리할 수 있도록
방재인프라를 단계적으로 확충



중점 가장 취약한 지역
대심도 배수터널 설치

자연기반해법을 적용
도시가 물을 머금을 수 있도록 개선
(저영향 개발, 물순환 시설 등)

전역

취약 침수취약지역
시간당 100mm까지 수용토록
방재시설 확충

- 방재시설: 하수관로, 빗물펌프장, 하천, 저류조, 유수지 등
- 서울시 전역 100mm 방재수준 향상에는 많은 비용과 장시간 소요 예상
하수관 등 정비에 약 23조원 이상, 50년 이상 기간이 필요

인명피해 예방

도심지 침수 예·경보제 운영
재해약자 대피 지원 위한 동행파트너 운영
침수예측 정보시스템



시민들이 침수에 **스스로 대응**하고,

수해 관련기관이 **사전대비**토록 전국 최초 **침수 예경보제 시행**

데이터 모니터링 (침수예보기준)

- ① 15분 20mm, 1시간 55mm 동시 (하나라도 충족시, 사전예고 자동문자)
- ② 15분 30mm 이상
- ③ 도로수위계 침수심 15cm 이상

침수예보 발령

- 발령방법** | 강우량 또는 침수심 기준 하나라도 충족시 발령
- 발령주체** | 서울시 재난안전대책본부
- 수신** | 자치구, 경찰, 소방, 동행파트너 등 (문자, 카톡, 밴드 등)

침수경보 발령

- 발령방법** | 침수상황 및 위험정도 등 자체판단
- 발령주체** | 자치구 재난안전대책본부
- 수신** | 일반시민 (재난문자 등)

침수예보

침수에 사전 대비

- 자치구 침수상황 및 위험정도 등 파악, **침수경보 발령 검토**
- 경찰 도로 침수상황 확인 및 교통통제 검토
- 소방 구조·구급 활동 준비
- 동행파트너 **재해약자 거주가구 방문** 및 연락체계 유지

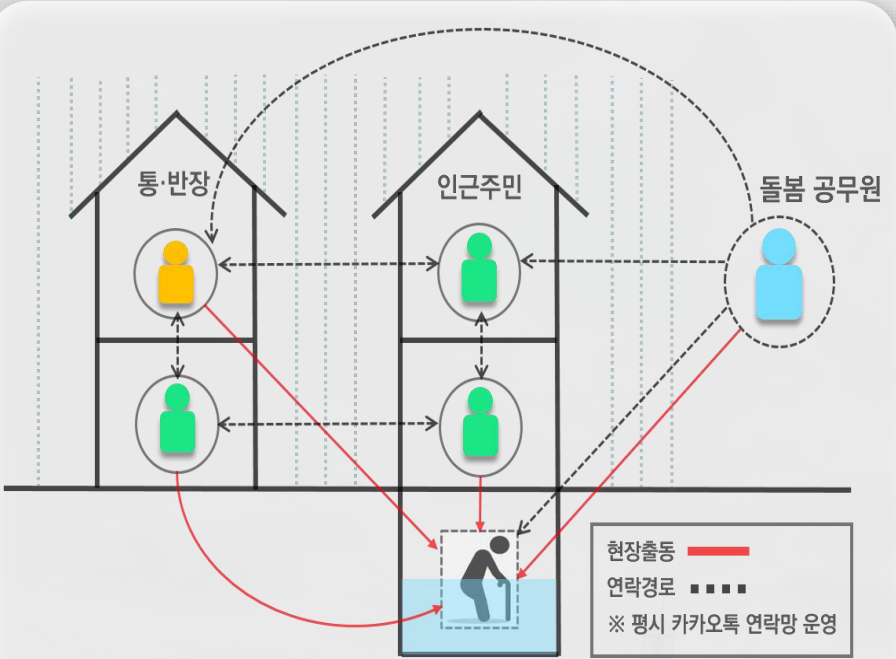
침수경보

행동요령에 따라 스스로 침수 대응

- 반지하, 지하역사·상가 물막이판 설치 및 침수징후 발견 즉시 대피
- 지하주차장 물막이판 설치, 지하에 시민이 있을시 탈출 유도
- 차량이용자 교통정보에따라우회도로이용, **침수도로·지하차도 진입 금지**
- 동행파트너 **위험징후 발견시 대피 시행**

침수우려시 인명구조 골든타임 확보 차원

이웃주민이 자력 탈출이 어려운 반지하 거주 재해약자 대피 지원



< 동행파트너 개념도 >

✓ 재해약자 가구 수 | 954가구(반지하 거주 중증장애, 노인, 아동)

✓ 인원구성 | 총 2,391명(가구당 5인 내외, 돌봄공무원+통반장+인근주민)

✓ 기본임무 | 예보시 재해약자 가구 방문, 경보시 신속대피 지원

✓ 연락체계 | 돌봄공무원이 주관하여 단체 카톡방 구성



< 동행파트너 활동사진 >

✓ 23년 침수예보 4회 발령하여 동행파트너가 재해약자 가구 방문 및 주변 위험요소 확인

22년까지 자동차전용도로 위주 통제

23년부터 **침수위험 일반도로도 사전통제**

➔ **인명 및 차량침수 피해 예방**

- ✓ 차량피해가 컸던 **강남역, 이수역, 대치역** 3곳 우선 도입
- ✓ 서울시, 자치구, 경찰이 협업 통제
- ✓ 재난문자, 내비게이션 등으로 교통 우회안내



강남역

도심지 침수취약도로 교통통제 절차

침수예보 발령	침수경보 발령	교통 통제
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도로침수 15cm 이상 ▪ 상황 전파 및 출동 · 예보발령 시 경찰, 도로관리기관, 자치구 출동 · 자치구, 주요관리기관 전파 <p>〈시 재대본〉</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교통통제 준비 ▪ 상황 전파 · 자치구 상황판단 회의 (※ 통제사전 검토) · 재난문자(CBS) 발송 <p>〈구 재대본〉</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도로침수 30cm 이상 ▪ 상황 전파 및 통제실시 · 경찰 협업 교통 통제 · 내비게이션 표출(TOPIS 등) · 재난문자(CBS) 발송 <p>〈구 재대본〉</p>



< 강남역 침수차량 모습 (22.8) >



< 강남역 교통통제 훈련 현황 >

※ '23. 5. 이상폭우 대비 풍수해 종합훈련(시, 구, 경찰, 소방 등 14개 기관 참여)

예상치 못한 기습적 집중호우 대비

강우량에 따른 실시간 침수예측을 위해 「**침수예측 정보시스템**」 구축·운영



침수위험
예측과정

- ✓ 23년 시범운영 통해 실제 강우시 시스템상 예측정보에 오류가 없었는지 검증 및 보정하는 과정을 거침
- ✓ 금년도 정확도 개선 및 시스템 안정화 통해, 향후 의사결정 활용 및 시민공개까지 적극 검토 예정

침수피해 예방

10cm 빗물담기 프로젝트

지하공간 침수예방시설 확충

저수지·호수, 임시 저류조, 운동장, 건물옥상 등 활용한 빗물저류 시행

✓ 가용자원(토지, 건물 등)을 빗물그릇으로 활용하여 빗물 유출지연 및 저류를 통해 저지대 침수피해 예방

- 금년도 주요지역(도림천, 강남역, 사당역 등) 피해 예방을 위해 빗물담기 집중 시행

#1) 공원내 저수지, 연못·호수 사전방류 후 빗물 저장



청계저수지 **담수 전**(사전방류)



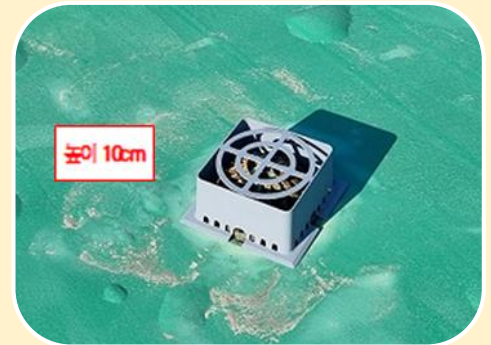
빗물 담수 후 모습

#2) 공사중 저류조 임시 활용



신림공영차고지(공사중) **저류조 담수 후**

#3) 건물옥상 빗물 담기



건물옥상 배수흡통 설치

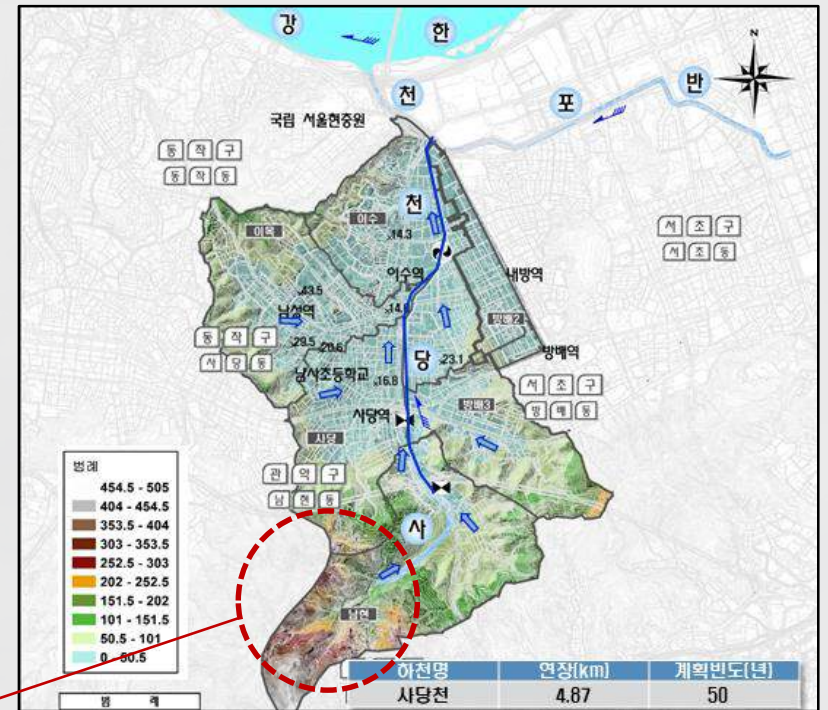
10cm 빗물담기 프로젝트

[주요사례] 수도방위사령부 부지 활용

- ✓ 22년 8.8일 이상폭우로 사당천 유역일대 대규모 피해 발생 (주택·상가 1,722동 침수)
 - 사당천 유역 상류부는 고지대 급경사 지형으로 홍수도달시간이 매우 짧고 하류부는 완만한 저지대로 침수에 매우 취약



< 사당천 유역 지형 및 배수계통도 >

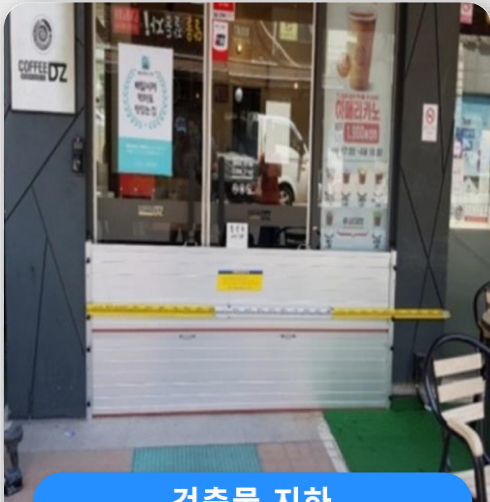


✓ 사당역 일대 침수피해 예방 위한 수방사 업무협약(24.3.28)

- 연병장 상·하부(하부는 영구 저류조), 계곡부, 건축물 옥상 빗물담기를 통해 약 6.5만톤 저류 계획



건축물, 지하철, 지하차도 등 지하 침수예방을 위한 시설확충 및 대응체계 구축



건축물 지하

취약계층 지원 침수취약주택 및 소규모 상가 침수방지시설 설치 지원

제도 정비 침수우려지역 내 건축물 물막이설비 설치 의무화 (건축물 설비기준규칙개정, '24.3)



지하철 역사

전 역사 출입구 차수판 설치 (~23.12.)

저지대 역사 차수판 높임 (1단→2단)

민간건물 출입구 및 연결통로 관리 (비상연락망 구축, 차수판 설치 주체 지정)



지하차도

시설 확충 진입차단설비, CCTV, 침수감지장치 등

사전 통제 지하차도별 (165개소) 현장책임관(4인) 지정 침수우려시 경찰과 협업통제



수방장비 확대 배치

소형양수기 주민센터 전진 배치 및 사전 지급 등(19,224대)

중형 펌프 7개 권역 62대 배치 대형빌딩 침수에 대비

이동식, 휴대용 물막이 침수상황 시 신속 간편설치로 긴급 대응(12,817개)

24년 서울시 수해예방 콘텐츠 공모전 시행

- ✓ 공모기간 : **24.3.25 ~ 4.26** (5.24 결과 발표예정)
- ✓ 주 제 : 수해안전 관련 **웹툰 또는 숏폼(40초 이내)**

- 기후변화에 따른 수해의 위험성에 대한 내용
- 수해 피해예방 시민행동요령
- 수해 피해 예방 및 대응을 위한 내용

▶ 위 3가지 주제 중 택 1

- ✓ 시상내역 : 서울특별시시장 상장 및 문화상품권

· 대상(2명) : 각 100만원 · 우수상(4명) : 각 50만원 · 장려상(8명) : 각 20만원

★ 학생 여러분들의 많은 참여 부탁드립니다 !



2024년 수해 예방 숏폼·웹툰 공모전

2024. 3. 25.(월) ~ 4. 26.(금)

수해예방 공모전

구분	순위	명수	상장 및 부상
대상	1	1	서울특별시시장 상장 및 문화상품권 100만원
우수상	2	2	서울특별시시장 상장 및 문화상품권 50만원
장려상	4	4	서울특별시시장 상장 및 문화상품권 20만원

공모분야
숏폼(40초이내), 웹툰

공모기간
2024. 3. 25.(월) ~ 4. 26.(금)

참가자격
제한없음 (관심 있는 개인, 단체 누구나)

공모주제
* 1가지 주제 선택
- 기후변화에 따른 수해의 위험성에 대한 내용
- 수해(침수, 홍수, 극한호우 등) 피해예방 시민행동요령
- 수해 피해 예방 및 대응을 위한 내용

결과발표
2024. 5. 24. * 발표일은 상황에 따라 변동 가능

문의처
서울특별시 물순환안전국 치수안전과 담당자 (☎02-2133-3894, 3867)

시상내역
서울특별시시장 상장 및 문화상품권

작품규격
숏폼 : (해상도) 1920x1080픽셀 이상 고화질 원본, (포맷) 29.97fps (포맷) mp4 권장, mov, mpg, avi 등 표준포맷
웹툰 : 표지포함 12컷 이내로 제작, (해상도) 1080x1080픽셀, (포맷) jpg, jpeg, png, gif

참가방법
신청서류 및 해당 작품 이메일(watersafety3894@gmail.com) 접수
* 신청 서식은 서울시 홈페이지 공고 및 내 손안에 서울 참고

풍수해로부터 안전한 서울을 위해

시민 여러분의 많은 관심과 협조 부탁드립니다

① 하천·도로 통제시
접근하지 않기

② 침수시 주변 이웃,
재해약자 살펴보기

③ 빗물받이에담배꽂초,
쓰레기 버리지 않기

④ 태풍·호우 예보시
외출 자제하고,
기상정보 지속 청취

2024년에도 서울시는 힘껏 뛰겠습니다

감사합니다

동행·매력 특별시 서울

특강 3. 최신 하수도 정책 및 한국상하수도협회 역할

- 한국상하수도협회 윤여천 처장 -

최신 하수도 정책 및 한국상하수도협회의 역할

2024. 4. 19.



한국상하수도협회
KWWA KOREA WATER AND WASTEWATER WORKS ASSOCIATION

목 차

- I 하수도 개요
- II 한국의 하수도 발전 과정, 현황 및 문제점
- III 최신 하수도 정책방향
- IV 한국상하수도협회의 역할



하수도 개요



하수도는 인류문명과 함께 시작



<크레타 섬 크노소스 궁전(BC 1700)>



하수 배수시설
(사진 우측 하단의 붉은
줄무늬가 아궁이 및
부엌만 흔적.
사진 중앙부분의 판석이
세워진 부분이 배수시설임.)

<백제 주거지 터(BC18~AD660)>

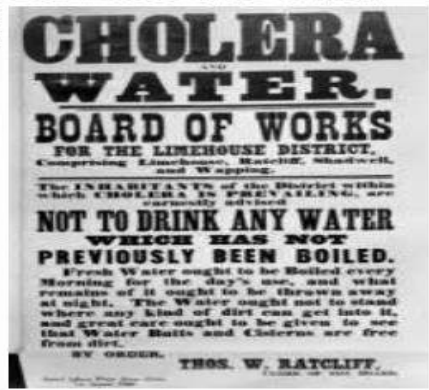


<인더스 문명(BC 3300~1300년)>



<로마제국(BC 753~AD476년)>

중세 암흑기를 거쳐 근대에 다시 태동한 하수도



● The 1830's Cholera Epidemic :

- 1817년 인도 Bengal, 1831년 러시아, 폴란드, 독일, 스코틀랜드, 1832년 영국 런던, 캐나다 Quebec, 몬트리올, 미국 뉴욕, 시카고, 미시시피 강을 따라 New Orleans까지 확산
- 100만 도시인 런던에서 콜레라로 인해 수 십만 명 사망

● The London Cholera Epidemic of 1854, 1866, 1888

● 1800년대 도시팽창, 비위생적 도시환경이 주 원인

- 오물, 하수, 쓰레기등과 뒤범벅된 환경/ 도심 우물 사용
- 높은 유아 사망률과 상대적으로 낮은 평균수명

● 영국, 하수도 건설 착수

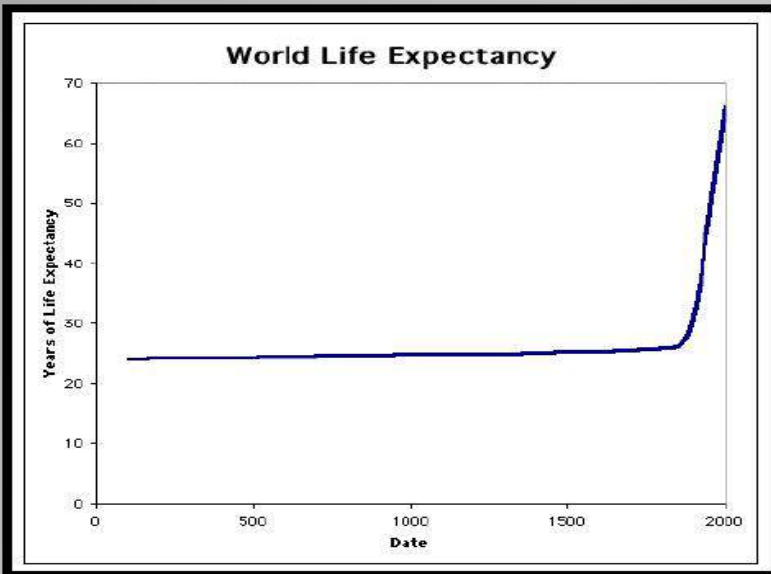
- 지하에 도시하수관망을 건설, Thames 강 하구로 하수를 배제 [간선 720km, 지선 21,000km/ 1859~1865년]

< 우리나라 전염병 역사 기록 >

- 삼국시대[삼국사기]
- 고구려에서 3회, 백제 6회, 신라 18회의 전염병 발생을 기록
- 고려시대[고려사] : 20여 회 공식기록
- 조선시대[조선왕조실록]
- 1392~1891년까지 500년 동안 전염병이 발생한 햇수는 160년
- 1807년~1835년(28년간), 95만 명 사망(콜레라로 추정) [조선 전체인구의 12.5% 사망(1807년 인구 : 7백56만 명)]

하수도는 인류 평균 수명을 연장시킨 1등 공신

<참고2> 인류의 평균수명



- 20세기 초반부터 인간 평균수명이 급격히 증가
- 여러 가지 의학적 발전의 덕도 있었지만 **상하수도시스템**을 개발, **위생문제를 해결**한 것이 가장 크게 기여
 - 1900년대 초 **여과 및 소독기술 적용** 시작, 안전한 음용수, 손 씻기 등 기초적 위생해결

What's the Greatest Medical Advance?

- 영국 **British Medical Journal** 조사결과(2007); (영국, 미국, 호주, 독일, 스페인 등 1만1천명 이상 의사를 대상으로 1840년 이후 **현대의학 업적** 설문조사)
 - **1위 상하수도(Sanitation)**, 2위 항생제, 3위 마취, 4위 백신, 5위 DNA 구조 발견 등...
- 인류 질병의 80%는 수인성 질병(영, The Times)
- 20세기 들어 평균수명 35년 증가, 30년은 물 위생 덕분

LIFE EXPECTANCY THROUGH THE AGES

Early humans did not generally live long enough to develop heart disease, cancer or loss of mental function. A snapshot of how life expectancy has changed, and the big killers of each era:

Period	Average Life Expectancy	Key Killers
Neanderthals (30,000 years ago)	30 years	Injuries, food scarcity, rabies, tuberculosis, brucellosis, yellow fever, and encephalitis.
Neolithic (8500 BC to 3500 BC)	38 years	Fecal contamination, cholera, smallpox, typhoid, polio, malaria, and insects.
Classical Greece and Rome (500 BC to 500 AD)	35 years	Tuberculosis, typhoid fever, smallpox, and scarlet fever.
Medieval period (500 AD to 1500 AD)	48 years	Famine, crop failures, and bubonic plague.
Late Medieval (1347-1351)	38 years	The Black Death (wiped out 25 million people in Europe and 60 million in Asia).
Victorian (1850s to 1900)	40 years	Typhus, typhoid fever, rickets, diphtheria, tuberculosis, scarlet fever, and cholera.
1900s	70 years (men), 75 years (women)	Better health care, sanitation, and living conditions.
Canada (1981-1985)	82 years (men), 85 years (women)	Cancer, heart disease, and stroke.
Today	~80 years	Cancer, heart disease, and stroke.

RESEARCH BY RICK SZHAJDA/TORONTO STAR LIBRARY. SOURCES: JOURNAL OF POPULATION RESEARCH, PRINCETON UNIVERSITY, STANFORD UNIVERSITY, WORLD HEALTH ORGANIZATION

1 하수분뇨 및 하수도의 개념

하수와분뇨

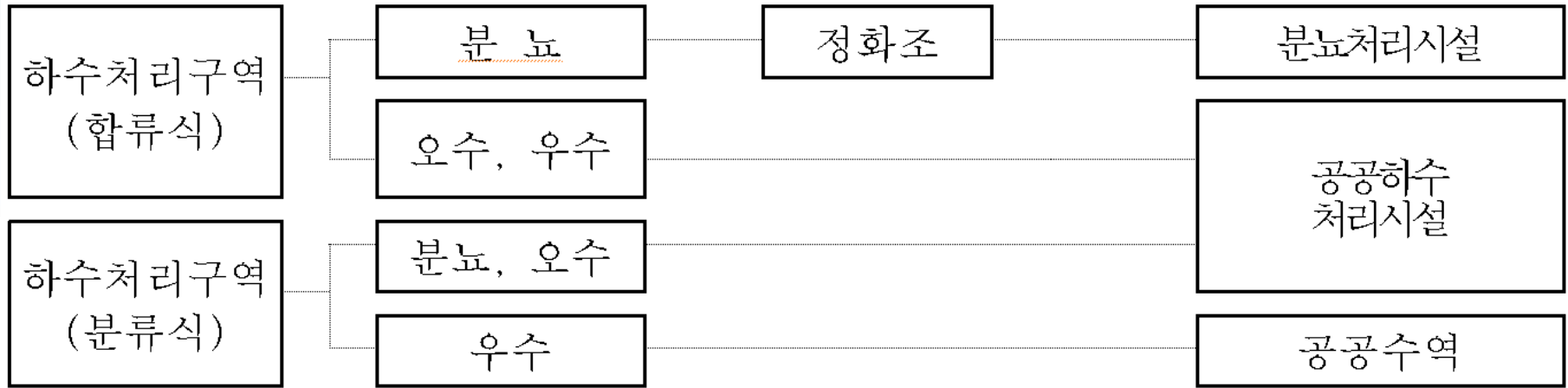
- **하수**: 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물 (오수)와 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지로부터 하수도로 유입되는 빗물지하수(농작물의 경작으로 인한 것은 제외)
- **분뇨**: 수거식 화장실에서 수거되는 액체성 또는 고체성의 오염물질(개인하수처리시설의 청소 과정에서 발생하는 찌꺼기 포함)

하수도

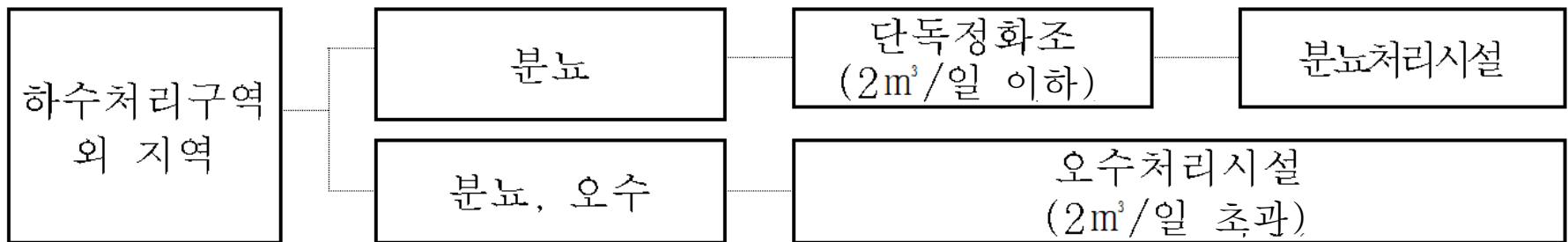
- **하수도**: 하수와 분뇨를 유출 또는 처리하기 위하여 설치되는 하수관로·공공하수처리시설·간이공공하수처리시설·하수저류시설·분뇨처리시설·배수설비·개인하수처리시설 그 밖의 공작물시설의 총체

2 하수도의 종류

• **공공하수도**: 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 하수도(개인하수도 제외)



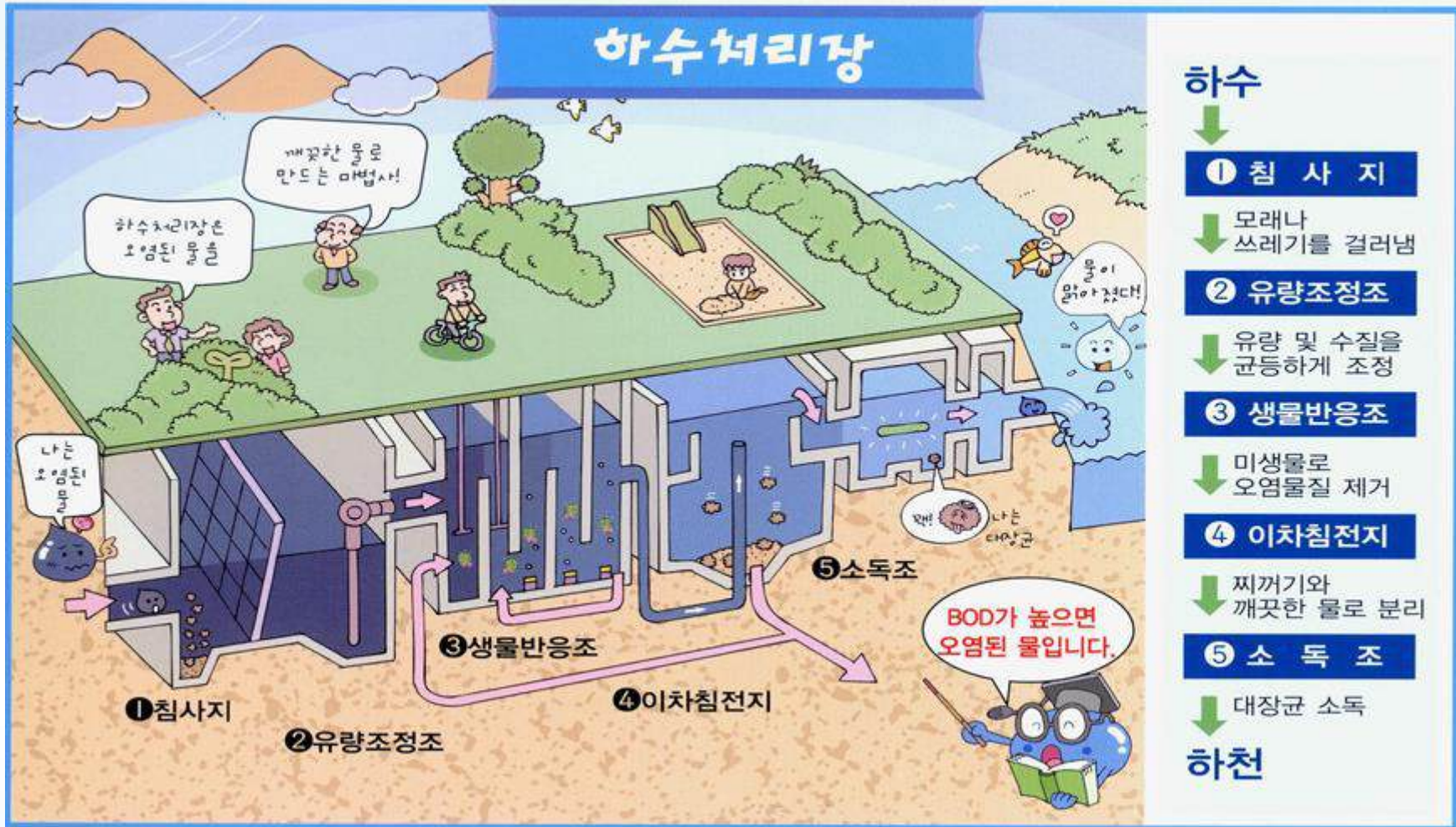
• **개인하수도**: 건물·시설 등의 설치자 또는 소유자가 당해 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 유출 또는 처리하기 위하여 설치하는 배수설비. 개인하수처리시설과 그 부대시설



3 공공하수도: 하수의 이송 및 처리



3 공공하수도 : 공공하수처리시설



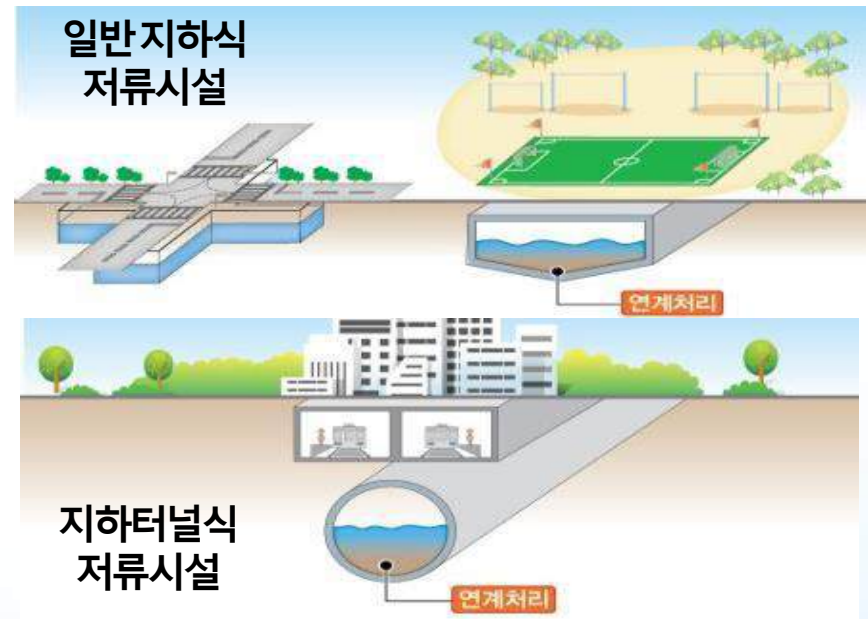
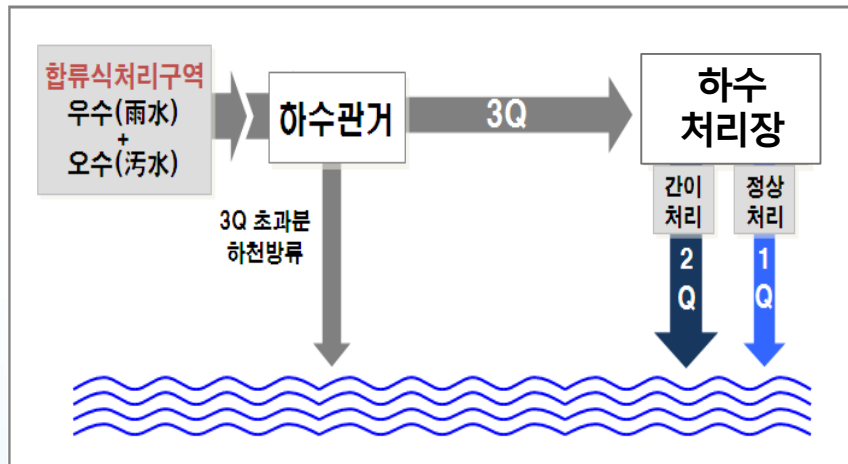
- 하수**
- ↓
 - 1 침사지**
 - ↓ 모래나 쓰레기를 걸러냄
 - 2 유량조정조**
 - ↓ 유량 및 수질을 균등하게 조정
 - 3 생물반응조**
 - ↓ 미생물로 오염물질 제거
 - 4 이차침전지**
 - ↓ 찌꺼기와 깨끗한 물로 분리
 - 5 소독조**
 - ↓ 대장균 소독
 - 하천**

3 공공하수도 : 간이공공하수처리시설 및 하수저류시설

• **간이공공하수처리시설**: 강우로 인하여 공공하수처리시설에 유입되는 하수가 일시적으로 늘어날 경우 하수를 신속히 처리하여 하천·바다, 그 밖의 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설

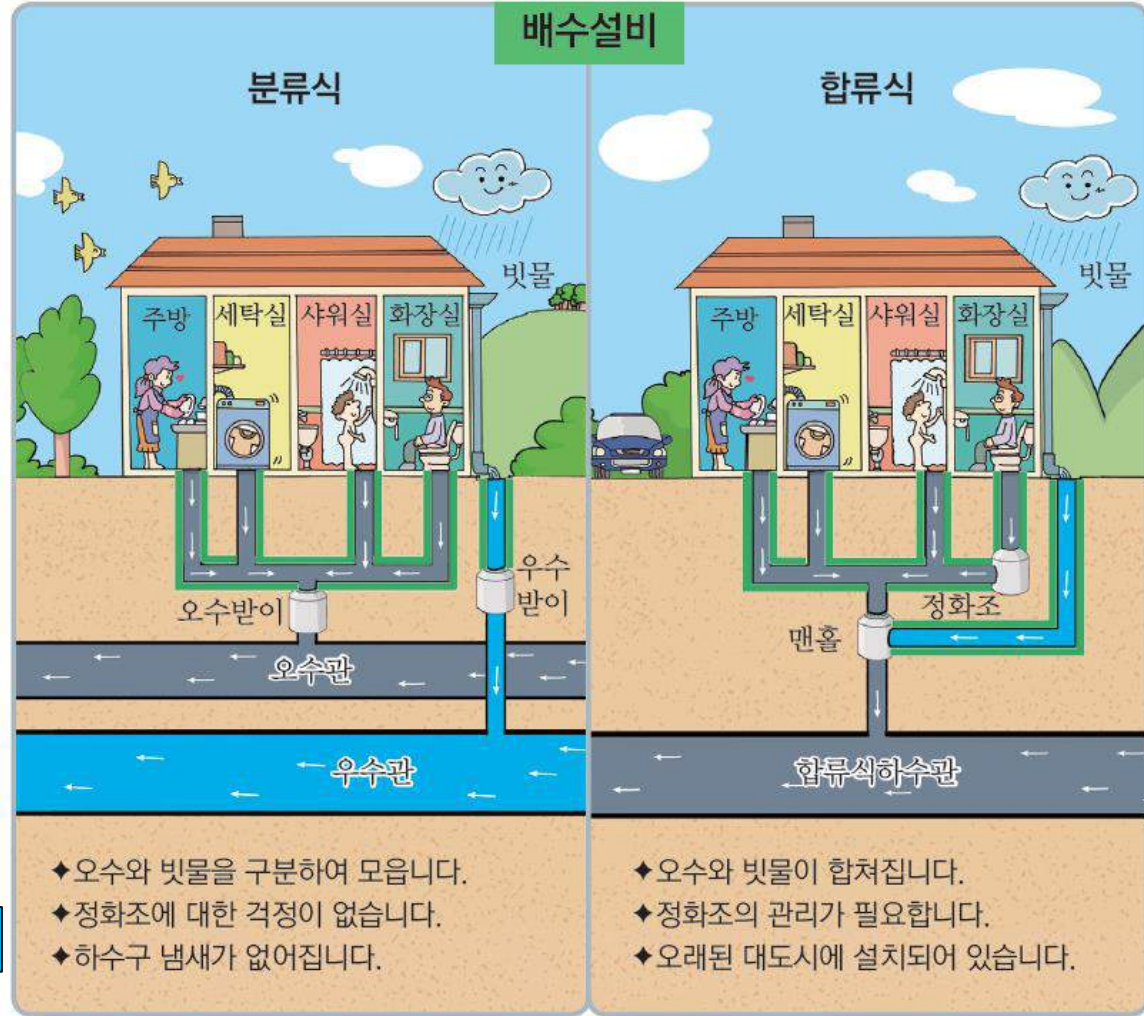
• **하수저류시설**: 하수관로로 유입된 하수에 포함된 오염물질이 하천·바다, 그 밖의 공유수면으로 방류되는 것을 줄이고 하수가 원활하게 유출될 수 있도록 하수를 일시적으로 저장하거나 오염물질을 제거 또는 감소하게 하는 시설

간이공공하수처리 개념도



4 개인하수도

• 배수설비 : 건물·시설 등에서 발생하는 하수를 공공하수도에 유입시키기 위하여 설치하는 배수관과 그 밖의 배수시설



- ◆오수와 빗물을 구분하여 모읍니다.
- ◆정화조에 대한 걱정이 없습니다.
- ◆하수구 냄새가 없어집니다.

- ◆오수와 빗물이 합쳐집니다.
- ◆정화조의 관리가 필요합니다.
- ◆오래된 대도시에 설치되어 있습니다.

개인하수도

배수설비

개인하수처리시설

오수처리시설

정화조

5

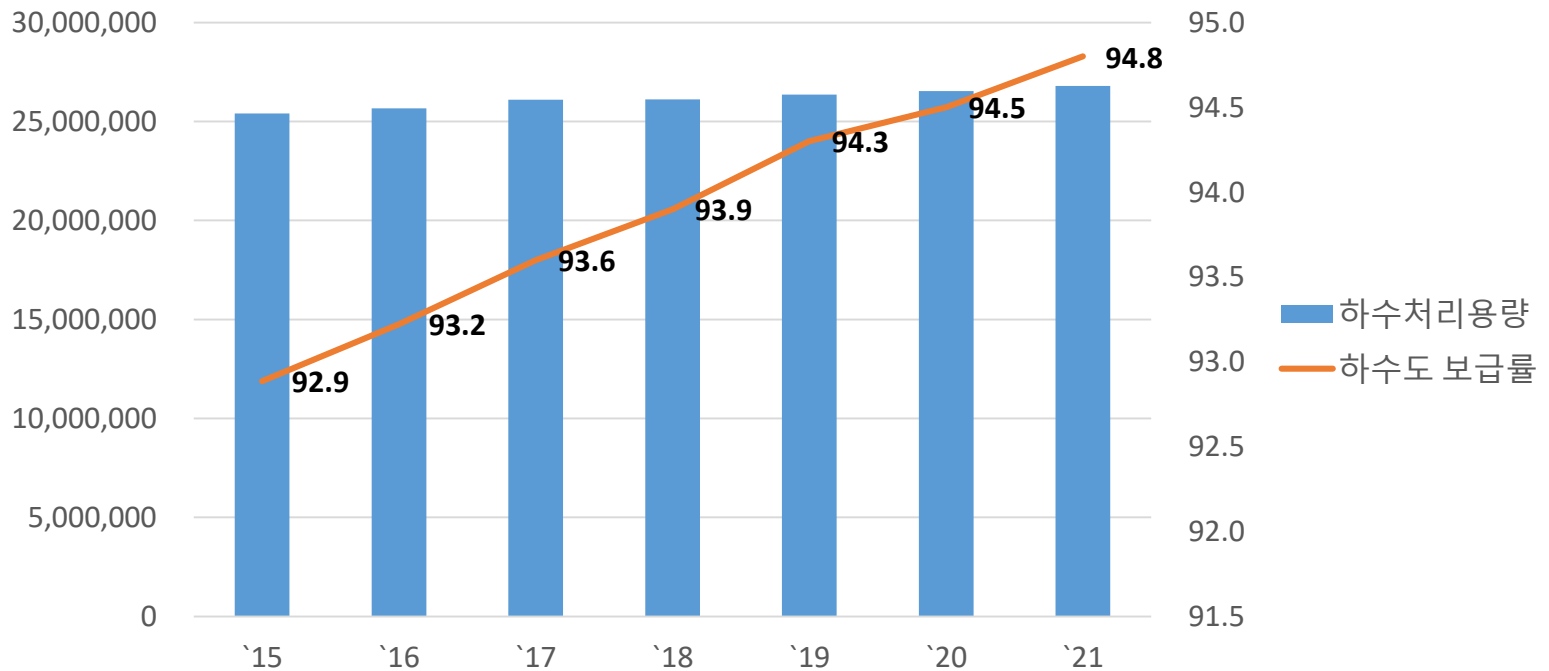
하수도 보급현황

하수도 보급률

• 전국 하수도 보급률('21) : 94.8%로 전년 대비 0.3%p 상승

▶ 하수도 보급률(%) = $\frac{\text{공공하수처리시설} \cdot \text{공공폐수처리시설을 통해 처리되는 하수처리구역 내 하수처리인구}}{\text{총인구}}$

하수처리용량 및 하수도 보급률



5 하수도 보급현황

하수도 보급률

주요 OECD국가와의 하수도보급률 비교

▶ 일본 하수도보급률은 배수설비 접속이 완료된 인구를 적용하고 있어 보급률 낮게 산정

국가	한국	오스트리아	네델란드	덴마크	영국	독일	스위스	일본
보급률(%)	94.8	100	100	100	100	97	100	90
기준년도	2021	2019	2019	2019	2010	2016	2013	2019

* 출처 : 2019 OECD 환경통계

5 하수도 보급현황

• 공공하수처리시설('21): 총 4,339개소, 시설용량은 26,799천m³/일

구분		연도	2017	2018	2019	2020	2021
처리시설 (개소)	합계		4,072	4,111	4,216	4,281	4,339
	500m ³ 이상		660	671	681	698	704
	500m ³ 미만		3,412	3,440	3,535	3,583	3,635
시설용량 (천톤/일)	합계		26,107	26,124	26,360	26,543	26,799
	500m ³ 이상		25,408	25,836	26,068	26,244	26,492
	500m ³ 미만		262	271	292	299	307

• 공공하수관로('21): 총 연장 167,409km, 이중 20년 이상 사용된 하수관로 65,966km(39.4%)

기간(연도)	5년 이내 (2017~2021년)	6~10년 (2012~2016년)	11~15년 (2007~2011년)	16~20년 (2002~2006년)	20년 초과 (2001년 이전)
총연장					
167,409 (100%)	25,465 (15.2%)	26,402 (15.7%)	27,637 (16.5%)	17,628 (10.5%)	65,966 (39.4%)

6

하수도 요금 및 하수처리수 재이용 현황

• 하수도 요금 ('21): 평균 요금은 602.1원/톤으로 현실화율은 45.3%(전년대비 0.8%p 증가)

구 분 \ 연 도	2017	2018	2019	2020	2021
평균요금(A) (원/톤)	521.3	559.2	597.8	580.1	602.1
하수처리비용(B) (원/톤)	1,134.7	1,228.3	1,248.1	1,303.3	1329.5
현실화율 (A/B)X100	45.9	45.5	47.9	44.5	45.3

• 하수처리수 재이용률('21): '10년 10.9%(7억 4천만톤)에서 '21년 15.4%(11억 2.6천만톤)로 증가

구 분 \ 연 도	2017	2018	2019	2020	2021
하수처리수 재이용량 (백만톤/년)	1,113	1,112	1,148	1,144	1,126
재이용률(%)	15.9	15.5	16.1	15.5	15.4



한국의 하수도 발전 과정,
현황 및 문제점

한국의 하수도 50년



<'70.6월 착공 청계천하수처리장 공사현장>

- 1966년 : 하수도법 제정(건설부)
- 1976년 : 청계천 하수처리장 최초 건설(15만톤/일)
- 1989년 : 맑은물 공급 종합대책 수립 (총리실 주관, 관계부처 합동)
- 1994년 : 하수도 업무를 건설부에서 환경부로 일원화
- 2002년 : 하수관거 정비 원년 선포, 관로정비사업 본격 추진
- 2007년 : 하수도법을 오분법과 통합
- 2010년 : 물 재이용법 제정
- 2015년 : 노후하수관로 정비대책 추진
- 2018년 : 물관리 일원화

<하수도 주요 변천사>



하수도법 주요 연혁



제정

'하수도법' 제정 ('66.8.3)

- 공해방지법('63.11.23 제정)에서 정의한 공해(공장폐수, 산업폐수, 일반하수로 인해 보건위생에 미치는 위해) 중 공공하수도에 관한 사항 개별법으로 관리
- 공공하수도의 효율적 정비 도모, 도시의 건전한 환경 조성 및 수자원 보호를 위해 도시생활에서 생기는 하수를 배제·처리하는 공공하수도의 설치·관리 등 규정



오분법
통합

'하수도법' 전부 개정 ('07.9.27)

- '오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률'로 관리하던 오수·분뇨에 관한 사항을 '하수도법'으로 관리
- 2개 법률로 이원화하여 관리하던 하수(공공하수도)와 오수(개인하수도)를 통합하여 하수도 시설 분류체계 단순화, 하수 및 오수처리시설의 중복 설치 방지 등 효율적인 하수도 관리 기반 마련



하수도
기능
확대

- 하수저류시설 규정(하수도법 일부개정, '11.4.5)
- 하수도정비중점관리지역 지정 제도 도입(하수도법 일부개정, '12.2.1)
- '하수도법' 목적에 도시침수 예방 기능 명시 (하수도법 일부개정, '18.10.16)

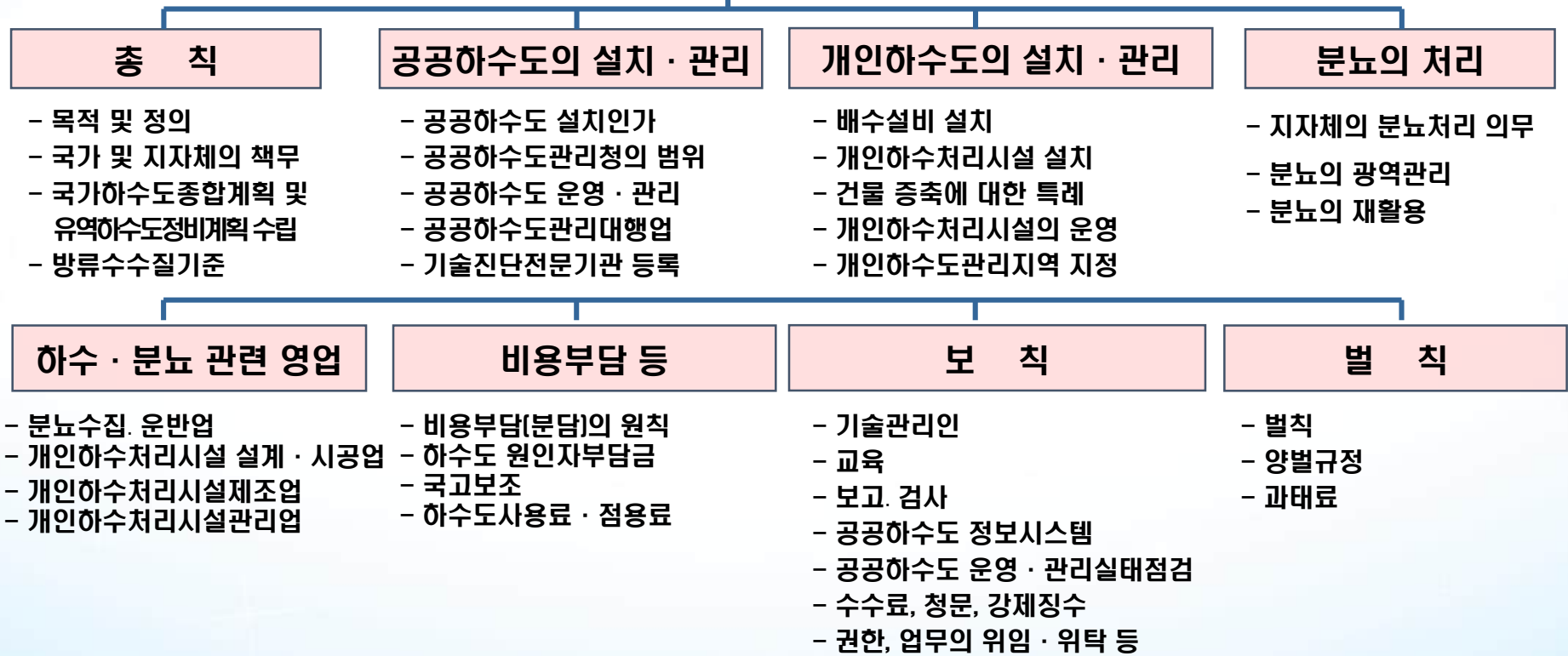


하수도법 주요 내용

하수도법 목적 (제1조)

- 하수도의 계획, 설치 및 운영 관리의 기준 등을 정함으로써 하수와 분뇨를 적정하게 처리하여, **하수의 범람으로 인한 침수 피해 예방**, 지역사회와 지속가능한 발전과 공중위생의 향상에 기여, 공공수역의 수질 보전

하수도법 (총 8장 99개 조문)

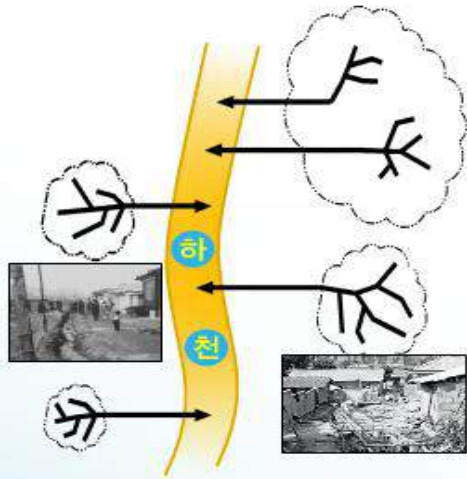


한국 하수도 어디까지 왔나?

어디서나 국민 모두에게 하수도 서비스를

~1970년

신속한 우수배제
도시계획에 따른
우수관로



침수방지 및 하수배제를 위한
하수(우수)관로 설치

1980년~2000년

하천수질환경 개선
하수처리장
집중 설치



하수처리장, 차집관로 설치
하수도 보급률 70%

2000년~현재

유입수질 향상
관로 집중 투자
시설 고도화



고도처리시설, 하수관로 설치
하수도 보급률 94.8%

한국 하수도 어디까지 왔나?

재정 투입 : '92~'22까지 약 45조 국고 투자

최근 5년간 예산

구분	'19	'20	'21	'22	'23
총계(억원)	17,479	15,624	17,109	18,051	22,058(100%)
하수처리장	3,150	2,573	2,582	2,686	4,202(19.1%)
하수관로	10,308	10,308	11,726	12,223	13,351(60.5%)
농어촌하수도	3,459	2,743	2,801	3,142	4,505(20.4%)

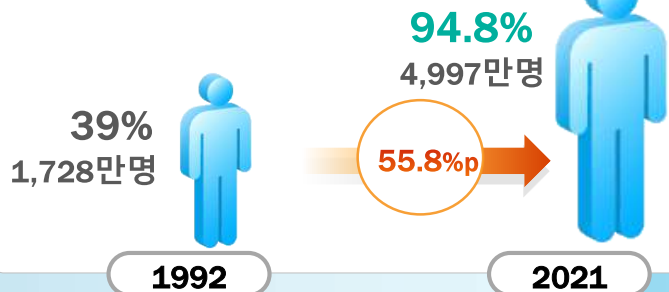
※ 하수처리장 : 하수처리장확충+하수재이용+유역하수도연구용역 등
 하수관로 : 하수관로정비+도시침수대응+BTL임대료(세종 포함)
 농어촌하수도 : 농어촌마을하수도+면단위하수처리장(세종, 제주 포함)

한국 하수도 어디까지 왔나?

짧은 시간 불구, 선진국 수준의 인프라 (2021하수도통계 기준)

하수도 보급률

하수처리 인구



공공하수처리시설

시설용량

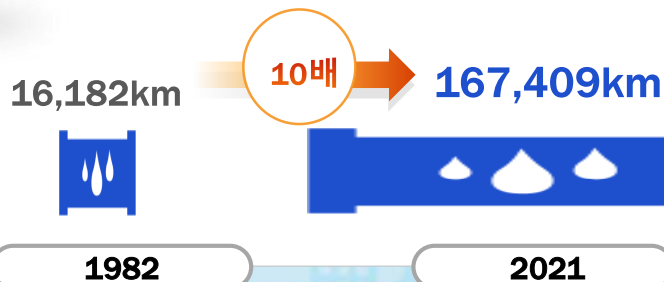


방류수수질(BOD)



하수관로 정비

관로연장



공공
하수도
확충

[기후 변화]

The JoongAng

2022년 08월 10일 (수)
종합 01면

이런 폭우 없었다, 483mm 강남 폭포비

(8월 9일 오후 8시 현재 최대 강수량)



물때진 강남. 두 시간 침수차량 아수장 서울과 수도권에 기록적인 폭우가 내리면서 도로 곳곳이 침수되고, 운전자가 앞을 볼 수 없을 정도로 도로가 물에 잠겨 있다. 서울과 수도권에서 5000대 가량의 침수 차량 신고가 접수되고 있다고 한다. 뉴스1 뉴스

“서울 115년 기상관측 이래 최대 폭우” 자치체가 따르면 9일 오후 10시까지 서울 강남구, 경기 이불산 400mm 밤에 피켓은 아랑성, 피해 더 커 사망 11명 실종 6명 이재민 400여명 내일까지 최대 350mm 또 쏟아져

8일부터 서울 강남 지역 수도권과 경기 연서 지방에 쏟아진 역대급 폭우로 인명과 재산 피해가 잇따르고 있다. 곳곳에서 시간당 100mm가 넘는 폭우가 쏟아진 가운데 기상청은 이번 폭우가 11일까지 이어져 최대 350mm 더 내릴 수 있다고 경고했다. 중앙기상연구소(총대원과 각 부문의 침수 등)의 피해를 밝혔다.

기상청에 따르면 서울 중구구 기상청의 자동관측기상장비(AWS)는 8일 오후 9시 15분에 141.5mm의 시간당 강수량을 기록하기도 했다. 비공식적으로는 1907년 기상 관측 이래 가장 많은 양의 1시간 강수량을 기록한 것이다. 지금까지 서울을 기준으로 시간당 강수량 역대 최고치는 1942년 8월 5일경 118.6mm다. 다만 이 수치는 서울의 공식 기상관측을 집계하는 한국기상청의 수치지상 관측소가 아닌 자동관측기상장비의 수치지상 관측 기록을 가리키는 것이다. 한편 기상청과 서울 기상청의 관측소가 모두 이곳이다. 서울은 68.62으로 가장 많고 인천 50.7, 강원 2.8, 경기 1.7이다. 5000대 가량의 차량의 침수 신고가 접수되고 있다. 이번 폭우는 8일부터 9일 오전까지 서울 강남 일대에 집중적으로 쏟아졌다. 시간당 강수량이 100mm를 훌쩍 뛰어넘을 정도로 곳곳에서 침수차량 수가 계속 늘고 있다. 기상청과 서울 기상청의 관측소가 모두 이곳이다. 서울은 68.62으로 가장 많고 인천 50.7, 강원 2.8, 경기 1.7이다. 5000대 가량의 차량의 침수 신고가 접수되고 있다.

서울경제

이상기후에 강한 한반도...중부 300mm 더 퍼붓는다

(서울취재부)

중부 집중 폭우-남부는 가뭄 선을 수도권-강원 등 또 '물폭탄' 예고

최고치를 기록했고 8일 오후에도 사상 처음으로 나타났다. 8일 기상청에 따르면 이날부터 11일까지 서울을 포함한 수도권 강원 내륙 등 중부지방에 100~300mm 비가 더 쏟아질 것으로 전망된다. 특히 경기남부-강원과 내륙 등 일부 지역은 강수량이 350mm 이상으로 예상된다. 이차 서울 지역에는 300mm 이상이 내릴 기온에 피해가

커질 것으로 전망된다. 비는 11일까지 중부지방에 12일 남부지방으로 남하하며 12일 오후까지 수도권-강원 내륙 등 일부 지역에는 300mm 이상 비가 내릴 것으로 예상된다. 기상청은 이번 폭우를 포함한 이상기후가 이어질 수 있다. 이번 폭우는 수도권-강원 내륙 등 일부 지역에는 300mm 이상 비가 내릴 기온에 피해가

2022년 08월 10일 (수)
종합 01면

에필드경제

서울 물난리, 광주 가뭄...작년에도 이상기후 몸살

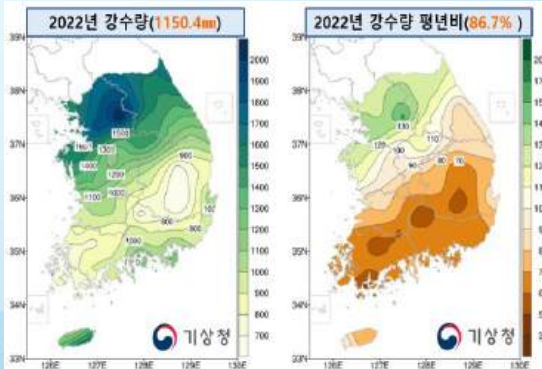
2023년 01월 20일 (금)
환경 02면

기상청, 2022년 기후분석 발표

지난해 계절별로 이상기후 현상이 두루 나타났다는 분석 결과가 나왔다. 서울 등 중부 지역은 '물난리'가 날 정도로 강수량이 많았던 반면, 남부 지방은 전례없는 가뭄에 시달리는 등 유형이 극단적으로 나타났다. 20일 기상청은 기후변화 영향으로 계절별 이상기후 현상이 다양하게 나타나고 있다는 내용의 '2022년 기후 분석 결과'를 발표했다. 연 강수량은 적었지만 여름철 집중호우와 태풍으로 인한 피해는 컸다. 봄-가을 기온은 평년보다 높았지만 겨울은 유난히 추웠다. 유례없는 기온현상은 "2022년은 인도-파키스탄의 폭우, 북미 폭설, 대만 한파 등 전 세계적으로 기상이변이 빈발했던 해"라며 "우리나라 또한 중부 지방 집중호우, 남부지방 작은 강수량, 동해안 역대급 태풍 등으로 피해가 컸다"고 설명했다. 우선 강수량에서 중부 지방과 남부 지방에 큰 차이를 보였다. 여름철 남

부지방 누적 강수량은 483.3mm로 중부지방(941.3mm)의 절반 수준에 그쳤다. 주로 중부지방에 경제전선이 활성화되면서 이곳에 많은 비가 내렸다. 중부지방 집중 호우기간(8월 8-11일) 누적 강수량은 서울 동작구 577.5mm에 달했다. 반면 광주·전남지역 강수량은 하위 3위를 다른 지역에 비해 가장 적었다. 연누적 강수량은 중부지방 1454.7mm, 남부 922.2mm였다. 동해안에는 9월 태풍 '한눈'의 영향으로 많은 비가 내렸다. 2003년 태풍 '매미' 이후 기록적인 태풍으로, 9월 6일 포항 일강수량만 342.4mm에 달했다. 전국 기준 연 강수량은 평년 대비 86.7% 수준에 불과했다. 1150.4mm로 평년(1193.2mm-1444.0mm) 대비 85.7%로 적었다. 1월부터 5월까지 이동성 고기압 영향으로 강수량이 160.9mm로 가장 적었고, 장마철 강수량(285.9mm) 또한 적었다(295.4-334.8mm)보다 적었다. 전국 연평균 기온은 12.9℃로 평년 대비 0.4℃ 높았다. 1973년 기상관측

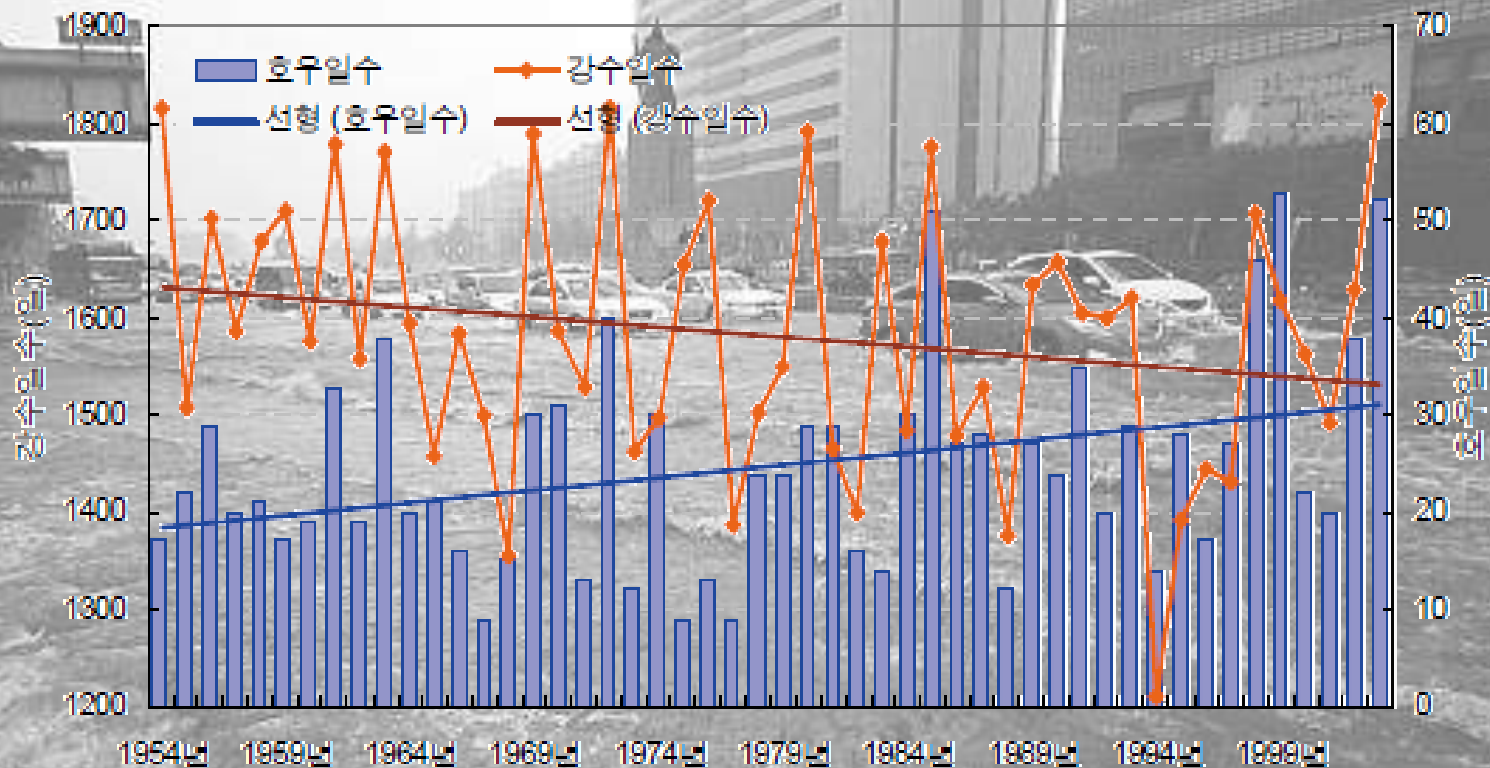
이래로 9번째로 높은 기온이다. 2022년 전지구 연평균 기온이 5번째로 높았던 가운데, 우리나라에 봄철과 초여름 강한 햇빛과 따뜻한 남시풍이 유입되면서 연평균 기온을 끌어올렸다. 봄철(3-5월) 전국 평균 기온은 13.2℃로 평년 대비 1.3℃ 높았다. 봄철 평균 기온 역대 가장 높았다. 기온 또한 마찬가지다. 11월 한대륙고기압이 평년보다 약해 낮 기온이 크게 올라 11월 평균 최고기온이 16.5℃에 달했다. 평년 대비 2.9℃ 높은 것으로 역대 가장 높았다. 초여름 고온도 상당했다. 덥고 습한 바람이 불어오면서 연대아가 일찍 찾아왔다. 서울, 수원, 춘천 등 15개 지점에서 1973년 이래 처음으로 6월 연대아가 발생했다. 반면 겨울철 12월에는 전국 평균기온이 -1.4℃로 매우 추웠다. 평년 대비 -2.5℃ 낮은 수치로 겨울철 평균기온 하위 4위를 기록했다. 서울 한강은 평년보다 무려 16일 빠른 12월 25일 첫 눈발이 관측되기도 했다. 박지영 기자



무엇이 문제인가?

강우패턴 변화

▶ 시간당 50mm 이상 호우 : 1960년대 8회 → 2000년대 111회로 14배 증가



강수 일수는 감소하나 호우 일수는 증가하는 경향

[하수도 시설 노후화]



<20년 이상 경과 하수 관로 연도별 비율>



<30년 경과 노후 하수처리시설 추이>



최신 하수도 정책방향

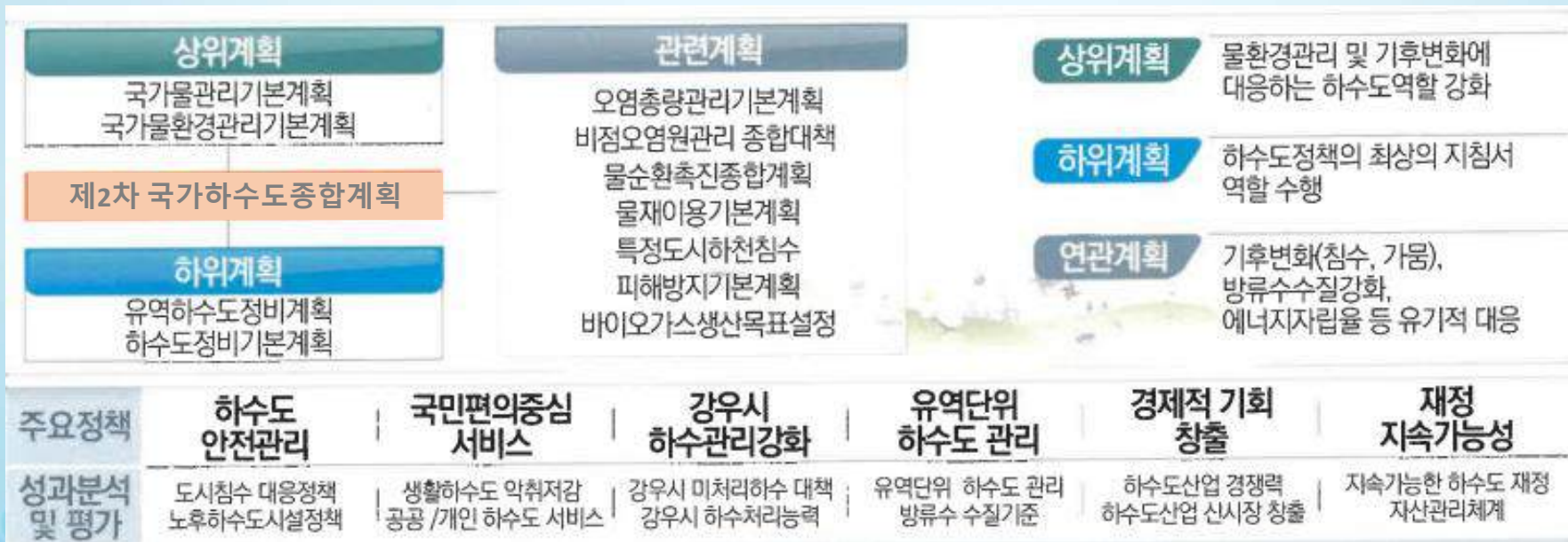


국가 하수도 종합계획

추진계획

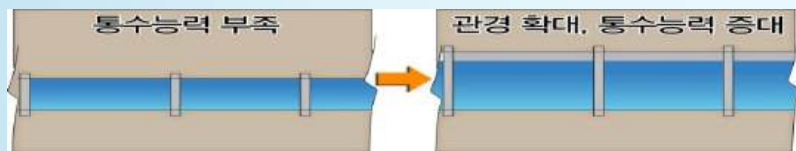
❖ 제2차 국가 하수도 종합계획('16~'25) 수립 -> 제3차 계획 수립중('26~'35)

» 기존 하수도 정책 진단 및 평가, 장래여건 전망, 목표 및 기본방향 설정을 통한 하수도 정책의 미래 비전 제시

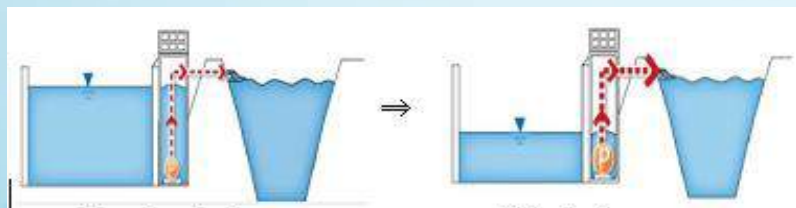


[도시침수 예방사업 추진]

- ❖ **【추진방향】** 사전에 침수발생 우려지역 예측 → 지역특성에 맞춘 인프라 구축
→ 시설 관리 강화, 정보통신기술로 관리
- 하수도정비기본계획 수립시 전지역의 침수위험도 예측분석 의무화 (22.12, 하수도법개정)
- 하수도 중점관리지역 지정 확대 ('13년~ '22년 까지 173개소 지정)
 - 서울시 대심도 하수저류시설 확충 등 지역 특성을 반영한 침수 대응시설 설치
- 상습침수지역 빗물받이 청소·하수 관로 준설 등 시설 유지관리 의무화 (22.12, 하수도법개정)



<관 키우기>



<펌프 용량 증설>



<터널형 저류시설 설치>

[공공하수처리시설 처리수 재이용]

- ❖ **(목적)** 장래 용수 수요 증가와 가뭄 등 물 부족 대응을 위한 하·폐수처리수, 빗물 등 다양한 수원을 효율적 배분·관리·운송
- ❖ **(기대효과)** 공업용수 부족 등 지역간 수자원 불균형 해소

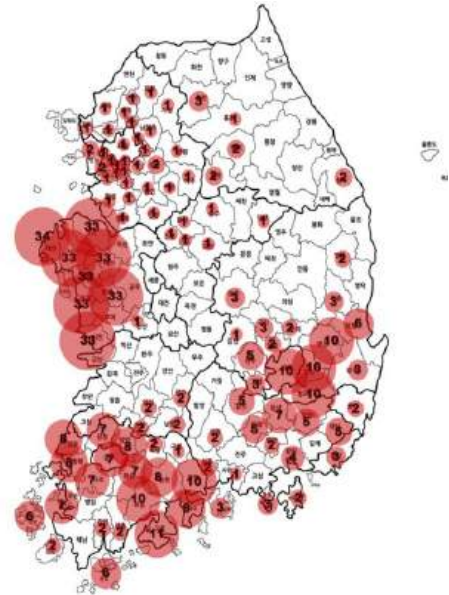
● 하수처리수 재이용 광역공급망 구축

- 경기 남부지역 : 평택, 수원 용인, 화성 등(반도체 공업용수 부족)
- 충남 서부지역 : 서산, 예산 당진, 태안 등
- 전남 남부지역 : 여수, 광양, 순천, 구례 등
- 영남 중·남부지역 : 대구시, 경산시, 청도군 등

● 광역공급망을 기반으로 워터블랜딩 도입

- 물 생산·공급을 통합관리하고 재이용수·빗물·해수 등 다양한 수자원을 효율적으로 배분·이송

<지자체별 가뭄 예경보 현황>



[노후하수처리시설 개선]

- ❖ **(필요성)** '90년대부터 집중적으로 설치된 하수처리장은 '20년대 들어서면서 노후화가 급속히 진행된 반면 처리장 주변은 점차 도심지화
→ 지역간 갈등, 공공수역 수질오염 방지 등을 위해 **사전 정비 필요**
- ❖ **(계획)** 도시지역 대규모 처리장 중심으로 현대화 사업 추진, 중장기적으로 **노후하수처리장 현대화 로드맵 마련** ('23)
 - 하수처리장을 지하화, 상부는 주민편의 등 친환경시설로 개선
 - ※ 노후시설 중 시설개선이 필요한 6개 지자체에 대하여 개선 계획 마련

하남 유니온 파크



안양 새물공원



용인 수지레스피아



[노후 관로 정비]

- ❖ 1차 노후관로 정밀조사('15~'16) 결과 확인된 결함관로 교체·보수 지속 추진
 - 1차 정밀조사 결과 정비 대상 2,128km 중 1,767km 정비 완료('16~'22)
- ❖ 2차 노후 관로 정밀조사 실시
 - 전국 111개 지자체의 설치 후 20년 이상 노후 하수관로 30,726km를
 - ※ '19~'24년간 정밀조사 추진('19~'22년까지 23,057km 조사 완료)

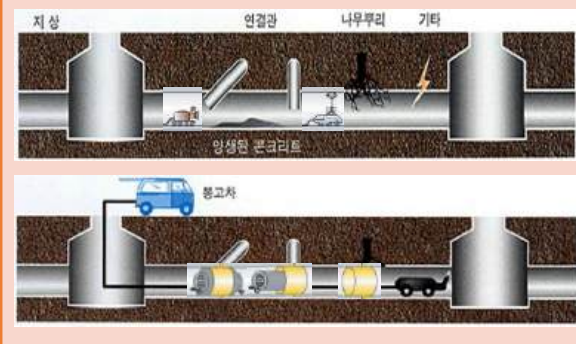
굴착교체



비굴착보수(전체)



비굴착보수(부분)



[스마트 하수도 관리체계 구축운영]

❖ ICT 기반 실시간 모니터링 - 원격 제어관리를 통한 하수처리 수과정 스마트화

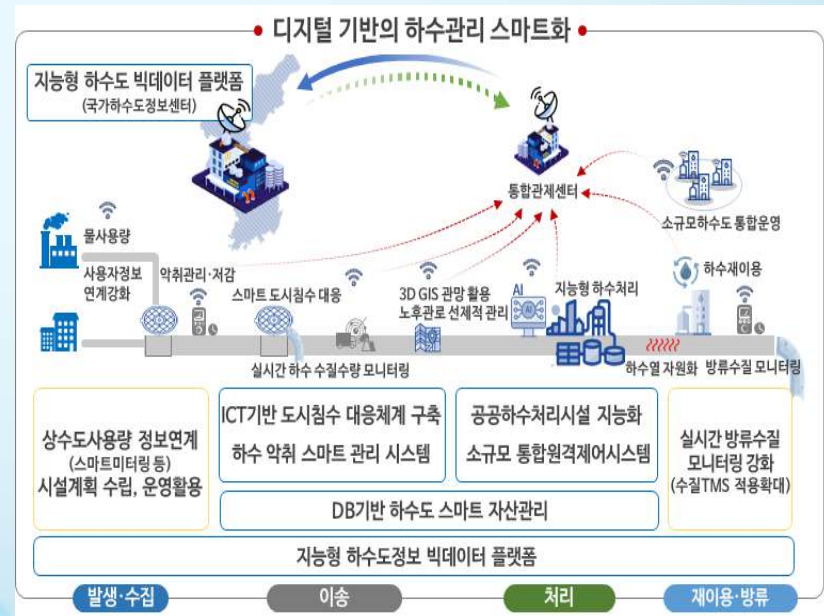
- 빅데이터-AI 분석 지능형 하수처리시설
- 사전 예방형 도시침수 대응체계
- 실시간 하수악취 관리체계
- 하수도 자산 DB화

" 스마트하수도 관리체계 구축 " 사업 개요

- (사업명) 스마트하수도 관리체계 구축운영 선도사업
- (사업목적) 하수처리 수과정(수집-이송-처리)에 대한 ICT 기반 실시간 모니터링, 원격 제어관리 등 스마트 관리체계 구축
- (사업기간) '21~'24년(4년간)
- (사업비) 3,324억원(국고 2,231억원)

▶▶▶ 주요사업내용

- ① 스마트 하수처리장 공공하수처리장 지능화시스템 구축 시범사업 (13개소, 전시행 4개소 제외)
- ② 스마트 하수관로 도시침수 대응체계(5개 지자체), 하수악취 관리체계 구축(5개 지자체)
- ③ 스마트 자산관리 하수도 자산관리체계 구축(10개 지자체)



□ 공공하수처리장 에너지 자립화 추진 □

1 국내외 동향

- **(국제)** 미국, EU 등은 하수처리시설을 에너지절감 대상에서 탄소중립을 위한 잉여에너지 생산(Energy-Positive) 시설로 정책 추진
- **(국내)** 2050년 탄소중립 목표 선언('20.12) 이후, 명확한 탄소중립 방향성 제시와 추진력 확보를 위해 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획 수립('23.4)
 - 환경기초시설을 활용한 재생에너지 생산보급 기지화를 과제로 설정

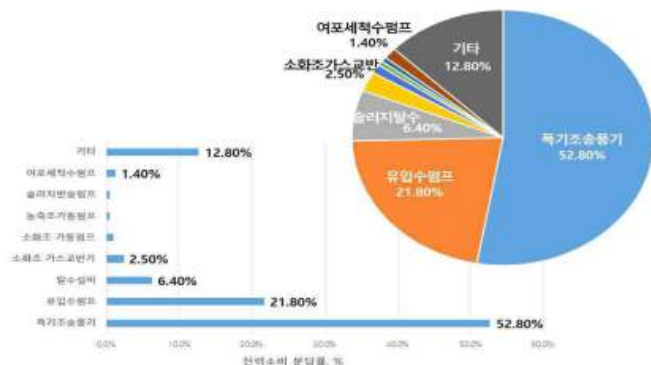
2 에너지자립화 필요성

- **(잠재원)** 하수처리시설은 큰 부지면적*을 보유한 에너지 다소비 시설이자 다양한 에너지원**을 보유하고 있어 잠재적인 재생에너지 생산시설
 - * 3만㎡/일 이상 공공하수처리장의 평균 면적은 135천㎡(약 4만평)
 - ** 하수슬러지를 활용한 바이오가스, 하수열 활용, 넓은 부지면적을 활용한 태양광 발전 등
- 전력 사용량은 국내 총 전력 사용량(51만GWh)의 0.7% 수준(0.36만GWh), 공공용 전력(2.4만GWh)의 15% 차지
 - ⇒ 공공부문 에너지전환의 유력한 수단

공공하수처리장 에너지 자립화 추진

- (사용량) 하수처리장 설비 중 폭기조 송풍기(52.8%), 유입펌프(21.8%)가 많은 전력 소비

<하수처리장 용도별 전력사용량>



<하수처리장, 정수장 전력사용량>

구분	정수장 (484개소)	하수처리장 (698개소)
전력사용량(GWh)	1,212	3,552
시설용량 (m ³ /일)	27,399,690	26,244,080
m ³ 당 전력사용량	44.2kWh	135.3kWh

※ 하수처리장의 단위 용량당 전력사용량은 광역정수장의 약 3배 이상

※ 하수처리장 단위조작별 전력소비 분석, 서울시, '12년

- (생산량) 재생에너지 12만TOE 생산, 이중 바이오가스가 전체 재생에너지 생산량의 78.5%(9.5만TOE)로 가장 높은 비중을 차지

< 공공하수처리시설 에너지 자체 생산량('20년) >

구분	소화가스	태양광	소수력	풍력	하수열	기타	합계
에너지생산량 (TOE)	94,565 (78.53%)	18,480 (15.35%)	268 (0.22%)	59 (0.05%)	38 (0.03%)	7,000 (5.82%)	120,410 (100%)
시설수(개소)	52	219	5	2	1	8	287

공공하수처리장 에너지 자립화 추진

2021년 환경부 탄소중립 이행계획(21.3)

환경기초시설을 활용한 **신재생에너지 생산보급 기지화**를 과제로 선정

❖ 공공하수처리장 에너지 사용·생산 현황

사용량 총 에너지 사용량은 약 93.4만 TOE (20년 기준) *국내 산업부문 총 전력 사용량의 0.7% 수준

생산량 총 에너지 생산량은 약 12만 TOE (20년 기준) * 소화가스 에너지 78.5%, 태양광 에너지 15.4%

하수처리장의 탄소 중립을 위해 81.4만 TOE 이상의 에너지 생산 또는 절감 필요

❖ 공공하수처리장 탄소중립 추진

에너지 절감

처리시설 스마트화

고효율 기기 보급

고효율 공정 도입

에너지 생산

통합바이오가스

하수열 등 활용

태양광 확대

제도 개선

재원 조달계획 수립 의무화

예산 우선 지원

평가 강화, 기술 진단

2050년까지 **에너지자립률 100% 달성**

유기성 폐자원 활용 바이오가스 활성화

바이오가스 개념

버려지는 생물자원(음식물쓰레기, 가축분뇨 등)을 활용하여 생산한 가스로, 화석연료 대신 사용 가능한 재생에너지

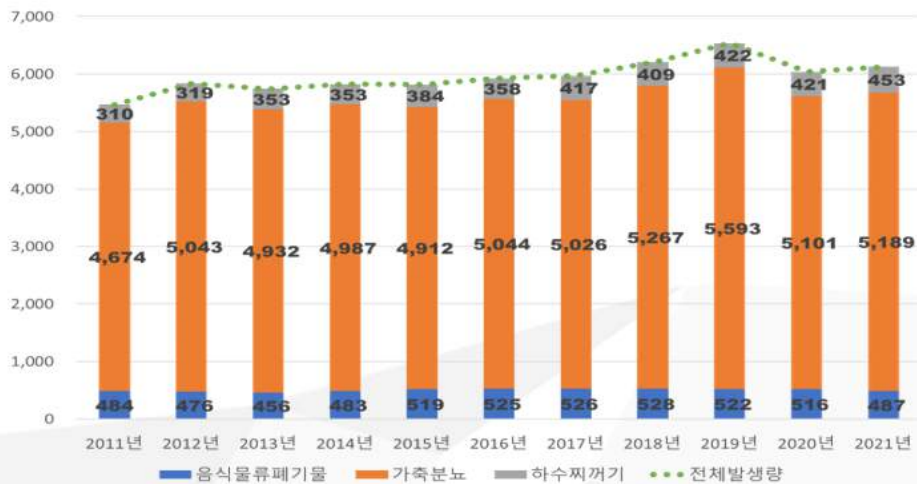
* 메탄 60%, CO₂ 40% 및 소량의 수소, 황화수소로 구성

유기성 폐자원 바이오가스화 공정

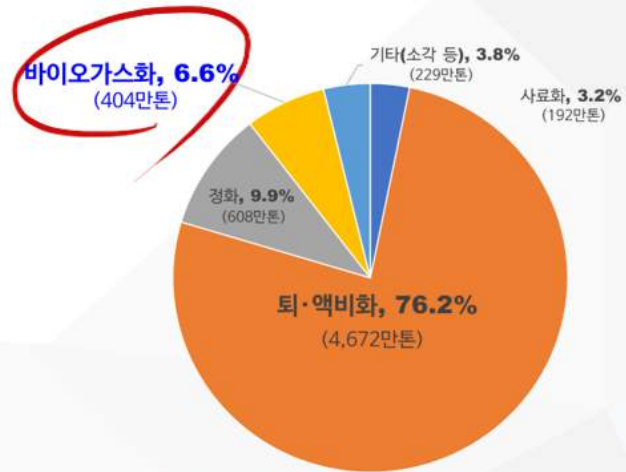


유기성 폐자원 활용 바이오가스 활성화

유기성 폐자원 발생 및 처리현황



유기성 폐자원 발생량 최근 10년간 12.1% 증가
('11년 5,468만톤 ➡ '21년 6,129만톤)



퇴액비화, 사료화(79.4%) 중심

바이오가스화 처리량은 6.6% 불과

유기성 폐자원 활용 바이오가스 활성화

해외 바이오가스화 정책 동향

✓ EU 중심, 제도적 기반 마련과 함께 정부 주도의 다양한 정책적 지원을 통해 바이오가스 산업 육성

* (독일) 보조금, 세액 공제, 대출지원 및 도시가스망 접속권 보장 등을 통해 바이오가스로 전력수요의 6% 가량 충족
(덴마크) 도시가스망에 바이오메탄 공급시 추가 보조금 지급, '40년까지 천연가스를 바이오가스로 전량 대체 계획

< 국가별 바이오가스 생산량 비교 >

국가	인구수 ¹⁾	바이오가스 시설수 ²⁾	바이오가스 생산량 ²⁾	1인당 가스생산량
독일	8,337만명	11,084개	152억m ³ /년	182m ³ /년 · 인
덴마크	588만명	141개	7.6억m ³ /년	129m ³ /년 · 인
이탈리아	5,904만명	1,655개	35.9억m ³ /년	60.8m ³ /년 · 인
스웨덴	1,055만명	280개	3.5억m ³ /년	33.2m ³ /년 · 인
우리나라('21년)	5,182만명	110개	3.75억m ³ /년	7.2m ³ /년 · 인

[출처] 1) World population review 2022,

2) Biogas policies and production development in Europe: a comparative analysis of eight countries('2022, biogas fuels)

[유기성 폐자원 활용 바이오가스 활성화]

유기성 폐자원을 활용한 통합 바이오가스화 확대

국정과제 89-4. 골칫덩이 음식물쓰레기·가축분뇨를 에너지로 탈바꿈

▶ 가축분뇨, 음식물쓰레기, 하수찌꺼기 등을 통합하여 바이오가스 생산('26년까지 최대 5억Nm³/년 생산)

바이오가스법 제정('22.12)

- **바이오가스 생산목표제 시행**
- 공공부문('25년~), 민간부문('26년~)
- **재정적, 기술적 지원**
- 국고 지원 및 시설설치 예타면제
- 바이오가스 센터를 통한 기술지원

제도
마련

+

생산·이용
확대

시설 확충 및 이용 다변화

- **(생산) 바이오가스화 시설 확충**
- 단독시설에서 통합시설 중심으로 전환
- **(이용) 기존 수요처 공급 확대 및 신규 수요처 발굴 추진**
- 도시가스 공급 확대, 수소활용 등

▶▶ 민간 의무 생산자

가축분뇨 배출자

3년간 월평균 돼지 사육
두수가 2만5천두 이상

가축분뇨 처리자

200톤/일 이상 국고지원
처리시설

음식물류 폐기물 배출자

3년 평균 배출량
1천톤/년 이상

※ 음식물류 폐기물 처리자는 국고 지원받은 시설 없음

유기성 폐자원 활용 바이오가스 활성화

바이오가스 생산 확대

» 바이오가스 생산시설 확충 : (現) 110개소 → ('30년) 140개소

- ✓ 통합 바이오가스화 시설 신규 설치
 - ✓ 非 에너지화(퇴비·사료화) 시설 및 단독 바이오가스화 시설을 통합 시설로 전환
- * ('22~'23년) 4개소/년 지원, ('24년) 8개소 신규 지원 추진



< 단독 · 통합 바이오가스화 공정 원리 >



< 서산시 통합 바이오가스(320톤/일) 사례 >

구 분	설치비 (억원)	운영비 (억원/년)	가스생산량 (m ³ /일)
단독처리시설	630	30	6,224
통합처리시설	470	24	7,549
단독시설 比	25% ↓	20% ↓	21% ↑

* 음식물50, 하수찌꺼기100, 가축분뇨100, 분뇨70

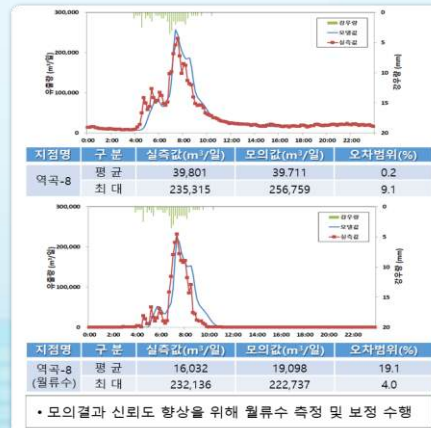
[강우시 미처리 하수 관리 강화]

- 『하수도법』 제19조 제3항 신설에 따라 '강우시 미처리 하수 수질 측정 기록' 의무
 - 강우시 미처리 하수의 수량과 수질 측정기록 가이드라인 배포('21.12월)
 - * 1)모니터링 계획, 2)모니터링 실시, 3)데이터 품질관리, 4)데이터 관리
- 모니터링 결과를 토대로 모델링 실시, 하수도시스템에 대한 진단 평가
 - * 자료 수집 및 분석 → 모델 구축(소유역 분할, 관망 구축 등) → 매개변수 보정 및 검증 → 유출 모의 → 대책 수립 및 효과 분석

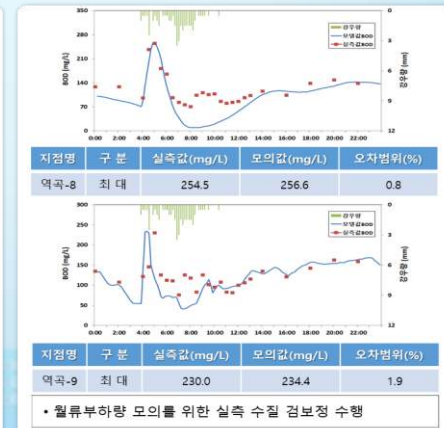
합류식 하수관로 월류수(CSOs)



(3) 유량 보정



(4) 수질 보정





한국상하수도협회의 역할

01

협회 소개

탄소중립 2050

ESG경영체계 확립 운영



안전한 상하수도 기반 구축



한국상하수도협회
맑은 물 세상

상하수도의 새로운 변화를 위한
민(民), 관(官), 학(學) 거버넌스 조성으로
국민생활의 질적 향상 기여

동반성장 체계확립



공공기관으로서 사회적 가치 실현



지속가능한 미래를 위한 녹색전환 시도



디지털 전환을 통한 상하수도 발전



한국상하수도협회는

상수도 서비스의 선진화를 통한
안전하고 행복한
국민 물 복지 실현

맑은 물 세상을 만드는
한국상하수도협회

- 『수도법』개정을 통해 2002년 설립된 법정단체(비영리 사단법인)
- 민(民)·관(官)·학(學)의 다양한 주체를 회원으로 구성한 거버넌스형 복합조직

- 상하수도 분야 책임 있는 주체들의 소통과 협력으로 깨끗한 물을 안정적으로 확보·공급
- 상하수도 선진화와 국민 물복지 실현 및 물산업 발전에 기여

주요 연혁

상수도
물산업
거버넌스

한국상수도협회

수도사업자

도/시/군, 수공, 환경공단 등
(171)

기업

국내 물산업 분야 기업
(450)

단체

조합, 학회, 연구기관 등
(17)

특별

환경부, 행안부
(2)

개인

물분야 종사자, 시민사회
(776)

- 2010.11 교과부 평생교육시설 지정
- 2014.04 상수도공동연구협의회 발족 및 공동연구 추진
- 2015.01 기타공공기관 및 공직유관단체 지정
- 2015.04 하수도공동연구협의회 발족 및 공동연구 추진
- 2016.03 KS인증기관 지정 및 인증사업 확대 추진
- 2017.03 물산업기술발전협의회 사무국 지정
- 2017.11 고용노동부 직업훈련 우수기관 선정

2000s

2010s

2020s

탄소중립 2050

- 2002.01 한국 상수도협회 설립
- 2002.11 제1회 국제물산업박람회(WATER KOREA) 개최
- 2005.01 기술지원 및 정보보급, 단체표준 인증사업 개시
- 2007.03 정수시설운영관리사 국가자격운영
- 2009.04 수돗물홍보협의회 발족 및 공동홍보 추진

- 2020.04 고용노동부 환경 인적자원개발위원회(ISC) 지정
- 2020.11 수도시설 기술진단 결과평가 기관 지정
- 2021.03 수돗물 먹는 실태조사 기관 지정
- 2021.03 상수도관망시설운영관리사 자격제도 운영
- 2022.01 협회 20주년 기념식 및 책자 발간
- 2023.06 온오프라인 교육환경 개선 완료



주요사업

안전한 상/하수도 구현을 위한 연구, 정책지원, 평가

안전한 상수도 구현을 위한 연구 및 정책지원 기반 마련 및 수도 분야 업무강화를 위한 기술지원과 정보관리의 디지털화

1. 상하수도 시설 설계·시공 기준 관리



KWWA



7. 상하수도 공동연구

2. 지방상수도 현대화사업 성과판정위원회 운영



6. 정수처리기준에 의한 인증

3. 수도시설 기술진단 결과평가



5. WATER 119 (상하수도 기술지원)



4. 하수도기술인 경력/실적 등 디지털 정보관리



하수도 분야 주요사업

맑은 물 세상을 만드는 **한국상하수도협회**

03

**정부·지자체와 상생을 위한 공공하수도 기반구축**

- 하수도 위수탁 연구, 공공하수도 기술지원
- 하수도공동연구협의회 운영

02

**하수도 분야 평가·조사 전문기관 도약**

- 하수관로 조사보고서 작성 시스템 운영
- 공공하수도 관리대행 성과평가 전문기관
- 공공하수도시설 운영·관리 실태점검 기관

01

**하수도 분야 신규사업 추진**

- 하수도 기술인 경력관리 제도
- 물 재이용 실태조사 및 중수도 품질 등급 마크제도
- 공공 하수도 기술 진단 결과 평가
- 하수관로 CCTV조사 및 판독 품질 관리



감사합니다



특강 4. 공공하수처리시설 현대화 사업

- 한국환경공단 이상배 부장 -

노후하수처리장 현대화 추진방안

2024. 5. 10.



한국환경공단



- 1 추진 배경
- 2 현대화 필요성
- 3 평가기준 개선(안)
- 4 기대효과

1 추진배경



[1 | 추진배경]

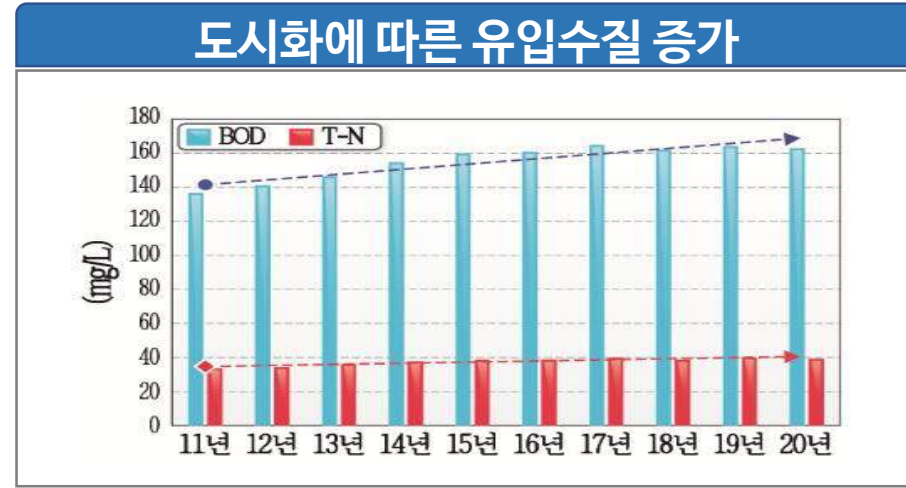
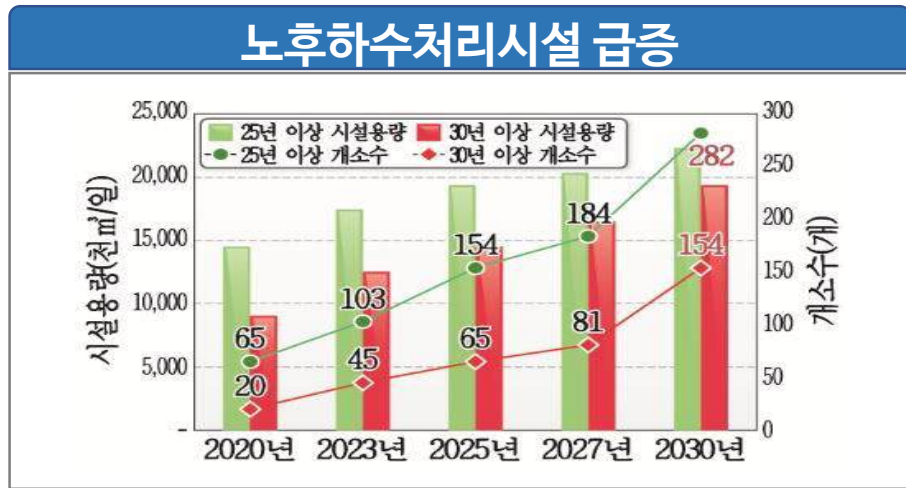
✓ 사용기간 증가 등으로 노후 하수처리시설 지속적 증가

1980년대 이전
침수/하수배제용
합류식관로 설치

1980년 ~ 2000년
수질환경개선목적
하수처리시설 집중설치

2000년 ~ 현재
방류수 수질강화에 따른
고도처리, 분류식화 사업

✓ 도시화 및 생활여건 변화에 따른 공공하수처리시설 운영상 문제 발생



✓ 국가하수도 미래전략에 부합하는 노후하수처리시설 현대화방안 마련 필요

- 01 **대내외 여건변화를 고려한 노후하수처리시설 현대화사업 타당성평가기준 개선(안) 마련 필요**
대상시설 선정, 성능평가, 경제성평가, 타당성 우선순위 등 기준 제시
- 02 **상부공간 활용 및 에너지 생산시설 구축을 통한 탄소중립체계 구축 마련**
지역특성을 고려한 상부공간 활용방안 및 에너지 생산시설 설치방안 마련
- 03 **현대화 모델 제시 및 중장기 로드맵 구축**
효율적인 노후하수처리시설 사업을 위한 현대화 사업 제도 개선 마련

2 현대화 필요성



[2 | 노후하수처리장 현대화 필요성]

1 시설 노후화

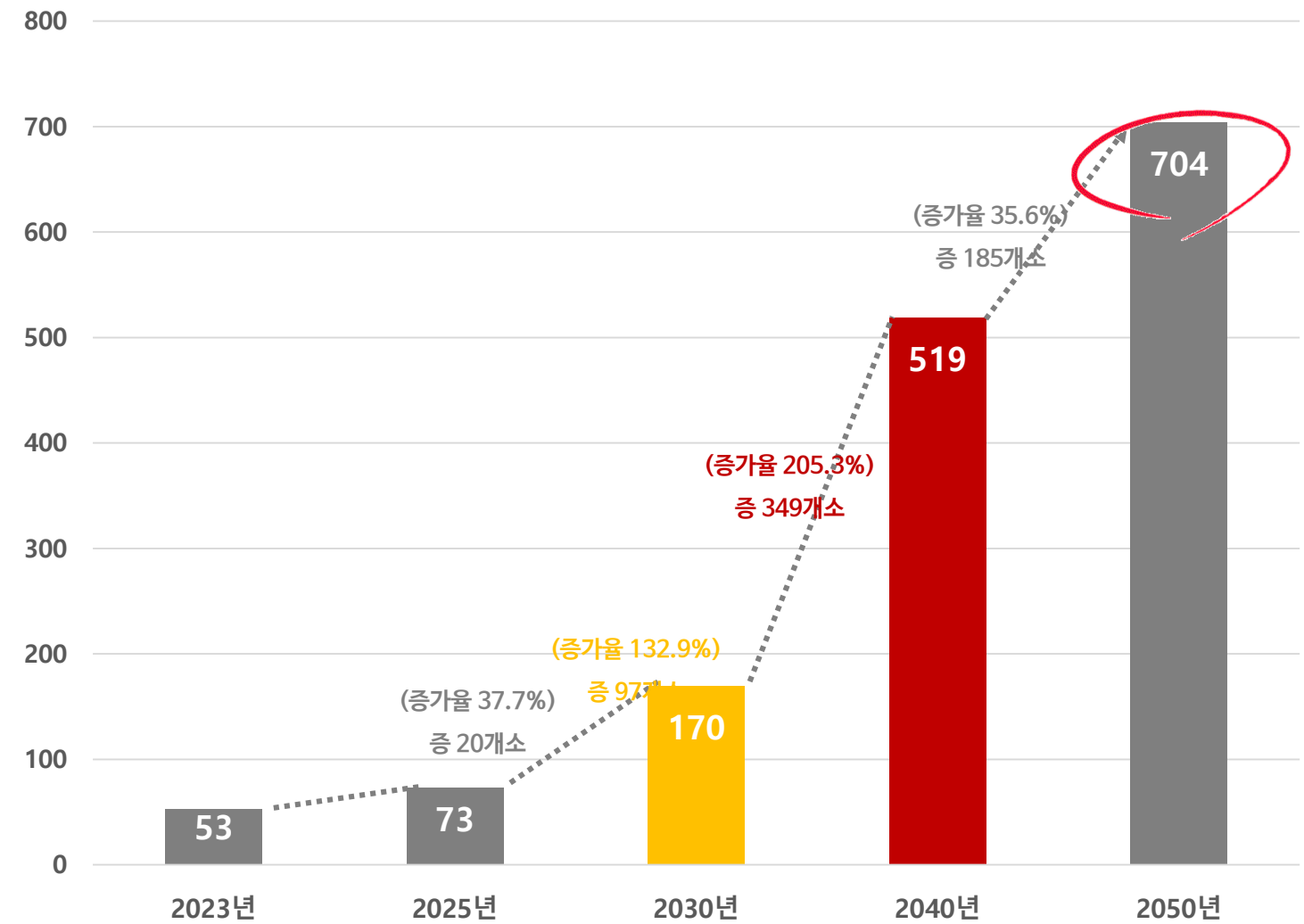
하수처리장의 급격한 노후화 진행

- ✓ '90년 전후로 대규모 하수처리시설의 확충이 집중되며, 공공 하수도의 보급률은 95.1%로 선진국 수준에 도달했으나, 시설노후화에 따른 대응방안 마련 필요성 대두

30년 이상 경과시설 (2023년 기준)

- ✓ '23년 53개소(7.5%) ... '30년 170개소(24.1%)
- ... '40년 519개소(73.7%)
- ... '50년 704개소(100.0%)

노후하수처리장 증가 예상 추이 2023년 ~ 2050년

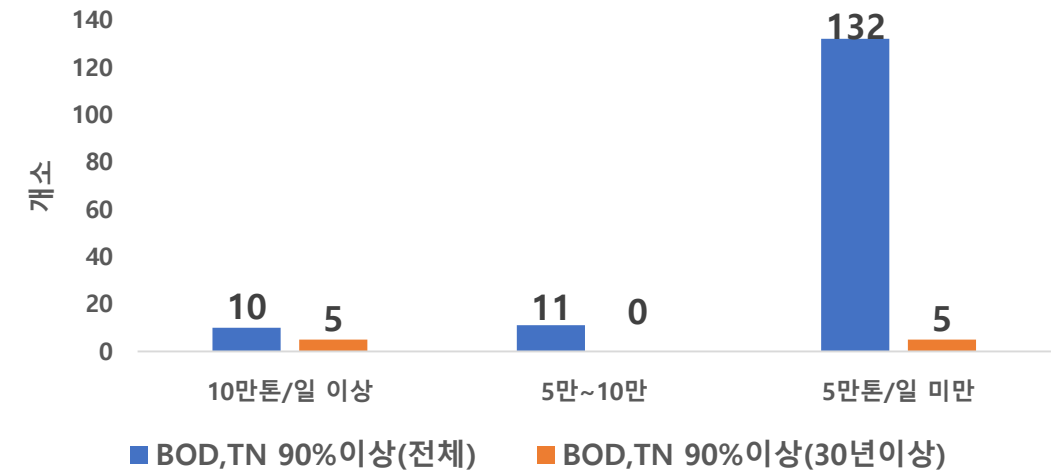


2 유입여건 변화

도시화 및 산업화 등에 따른 유입수질 성상 변화로 운영유입부하 증가에 따른 처리장 운영상 문제 대두

- ✓ BOD 유입부하 90% 이상 : 63개소, 8.9%
- ✓ T-N 유입부하 90% 이상 : 96개소, 13.6%
- ✓ BOD, T-N 동시 유입부하 90%이상 : 153개소, 21.7%
- ✓ 유입부하가 높은 하수처리장 중 30년이상 경과된 시설 : **26개소**

BOD&T-N 유입부하 90% 이상 시설



최근 기후변화에 따른 강우시 하수처리장 유입유량 증가로 하수처리운영상 문제 발생

- ✓ 시설용량대비 유입유량 100%이상 초과시설 : 67개소
- 67개소 중 30년이상 하수처리시설 : **5개소**

용량대비 유입유량 100% 초과시설

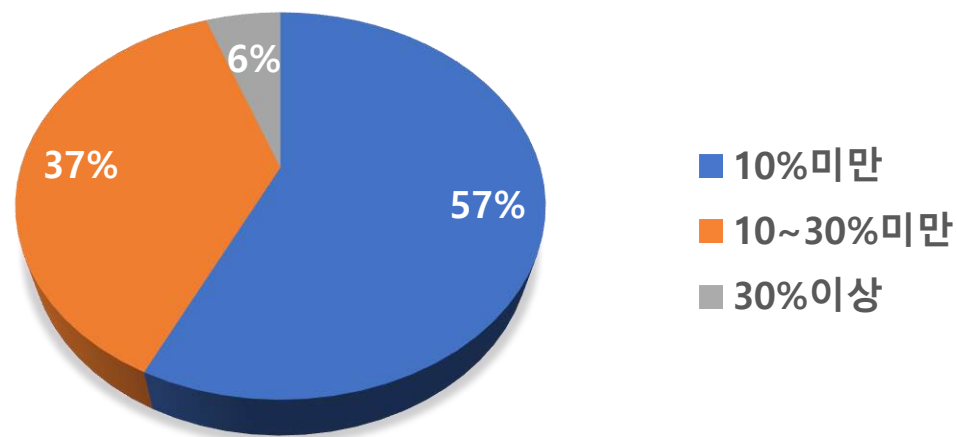


3 탄소중립기준 변화

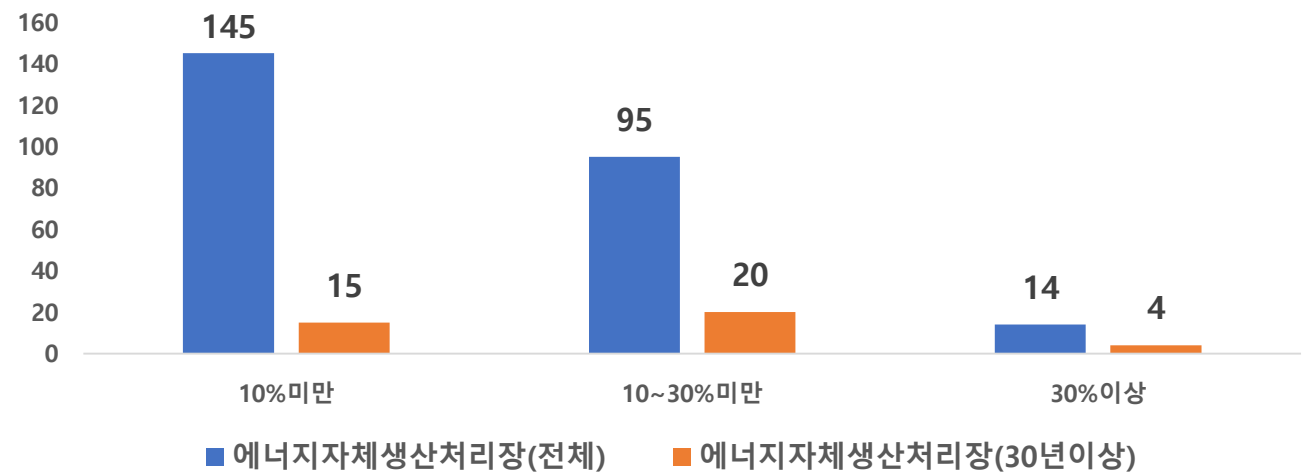
☑ 탄소중립 실현을 위한 하수처리장내 에너지 생산시설 설치 필요

- ✓ 공공하수처리시설은 대규모 폭기장치, 펌프 등을 24시간 가동하는 에너지 다소비시설
- ✓ 하수도 통계상 에너지 자체 생산시설은 254개소이며 전체 하수처리장의 36%정도로 저조한 실정
- ✓ 254개소 대상으로 에너지 생산량 검토결과 자립율은 13%에 불과하여 운영비 절감에는 크게 못 미치고 있는 실정
- ✓ 254개소 중 30%이상 에너지 자립화율의 하수처리장은 14개소(6%)로 매우 저조한 실정

에너지자립화율 분포



에너지생산시설 하수처리장 현황



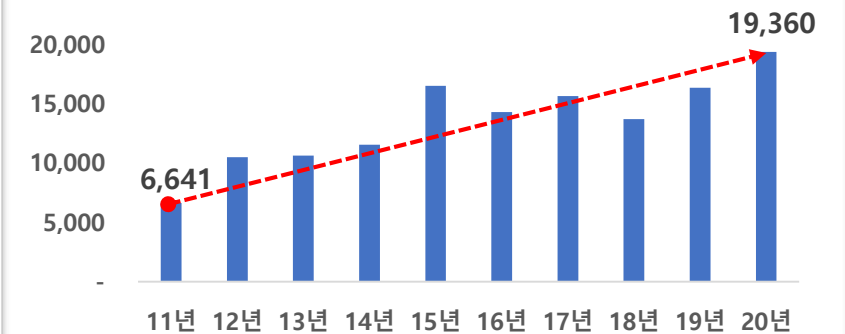
4 지역여건 변화

☑ 도시화, 산업화에 따른 지역 여건 변화로 민원 발생에 대한 대책 필요

- ✓ 도심에 위치한 하수처리장을 개축하여 국민생활환경 개선 및 경제 활성화 촉진 필요
- ✓ 최근 10년간 악취민원 6,641건 ➔ 19,360건으로 약 3배 증가

➔ 시설개량 또는 재건설 등 시설개선 대책 시급

악취민원발생현황

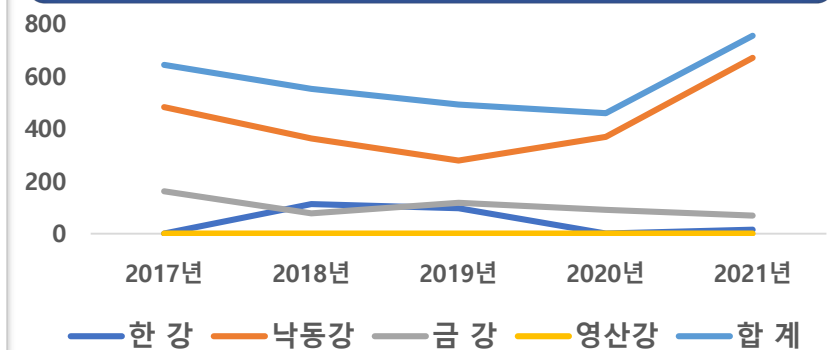


5 서비스 수준 변화

☑ 수계관리를 위해 요구되는 하수도 서비스 수준 강화 필요성

- ✓ 기상이변, 이상기후 등 여건 변화에 따른 수계관리 강화 요구
- ➔ 부영양화 및 녹조 방지를 위한 처리능력 강화가 요구되는 추세
- ✓ 기존 하수처리공정의 기능저하시 처리수질 안정성 확보 불리

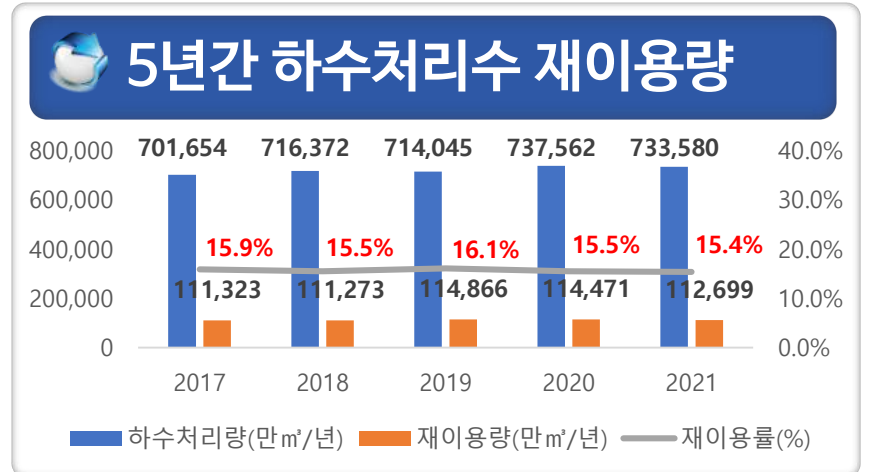
수계별 조류경보 발령일수



6 물환경여건 변화

지속되는 기후위기 속에 수원부족 및 수질관리여건 악화에 따른 대체수자원 대책 필요

- 대체수자원은 상시공급이 가능하고 수량이 풍부하여야 하므로 **하수처리수 재이용을 통해 부족한 수자원을 확보 가능**
- 하수처리수 재이용 현황(2021)을 분석한 결과 **재이용율 5년 평균 15.7%에 불과**
 - 장내용수(46.2%), 하천유지용수(39.3%), 공업용수(11.5%)순



용인 반도체 클러스터 등 하수처리수 재이용 활성화를 위한 국가정책에 부합되는 시설개선 필요

- 최근 국가정책인 반도체 산업 활성화에 하수처리수 재이용 도입으로 수원확보방안 제시
- 현재 기존 하수 고도처리공법으로는 요구수질 불충족**
- 반도체 등에 공업용수 공급을 위해서 하수처리장내 물재이용설비 도입이 필요하며 요구수질 충족을 위해서는 재이용설비(UF+RO) 또는 초고도처리공법 도입이 필요
- 하수처리시설 재건설시 재이용설비 동시 도입으로 비용절감 및 물재이용 활성화 도모**



3 평가기준 개선(안)





기존 타당성 평가기준 문제점

구분	대상하수처리시설 선정	타당성 평가	경제성평가
평가기준	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 내용연수 30년 이상 공공하수처리시설 ❖ 내용연수 25년 이상+평균유입부하 90%이상 하수처리시설 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 구조물 평가 : 내용연수 + 정밀안전진단 ❖ 처리성능평가 : 처리용량검토 + 기술진단 [기계/전기] 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ LCC 분석 : 대안별 소요비용분석 ❖ 가치평가 : 개량비용 + 잔존가치분석
문제점	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 30년 이상, 25년 이상(유입부하 90% 이상) 경과시설의 내용연수 기준 모호(단계별 증설시설에 대한 적용기준 정립 필요) ❖ 25년미만 하수처리시설 중 하수처리기능이 저하된 시설 타당성 평가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 하수처리시설은 시특법 상 2종시설물로서 정밀안전진단 미대상으로 법과의 연계성 부족 ❖ 하수처리시설 내 시설물 자산에 대한 정확한 평가기준 부족 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 잔존가치 수명 산정 명확화 필요 ❖ 완전지하화 및 일단복개 등 사업비 산출기준 병행 적용 필요

- ✓ 기존 타당성 평가 **문제점 분석을 통한 평가기준 개선(안)** 마련
- ✓ 지속가능한 기반시설 관리법의 공통성능기준과 연계된 새로운 평가기준 도출

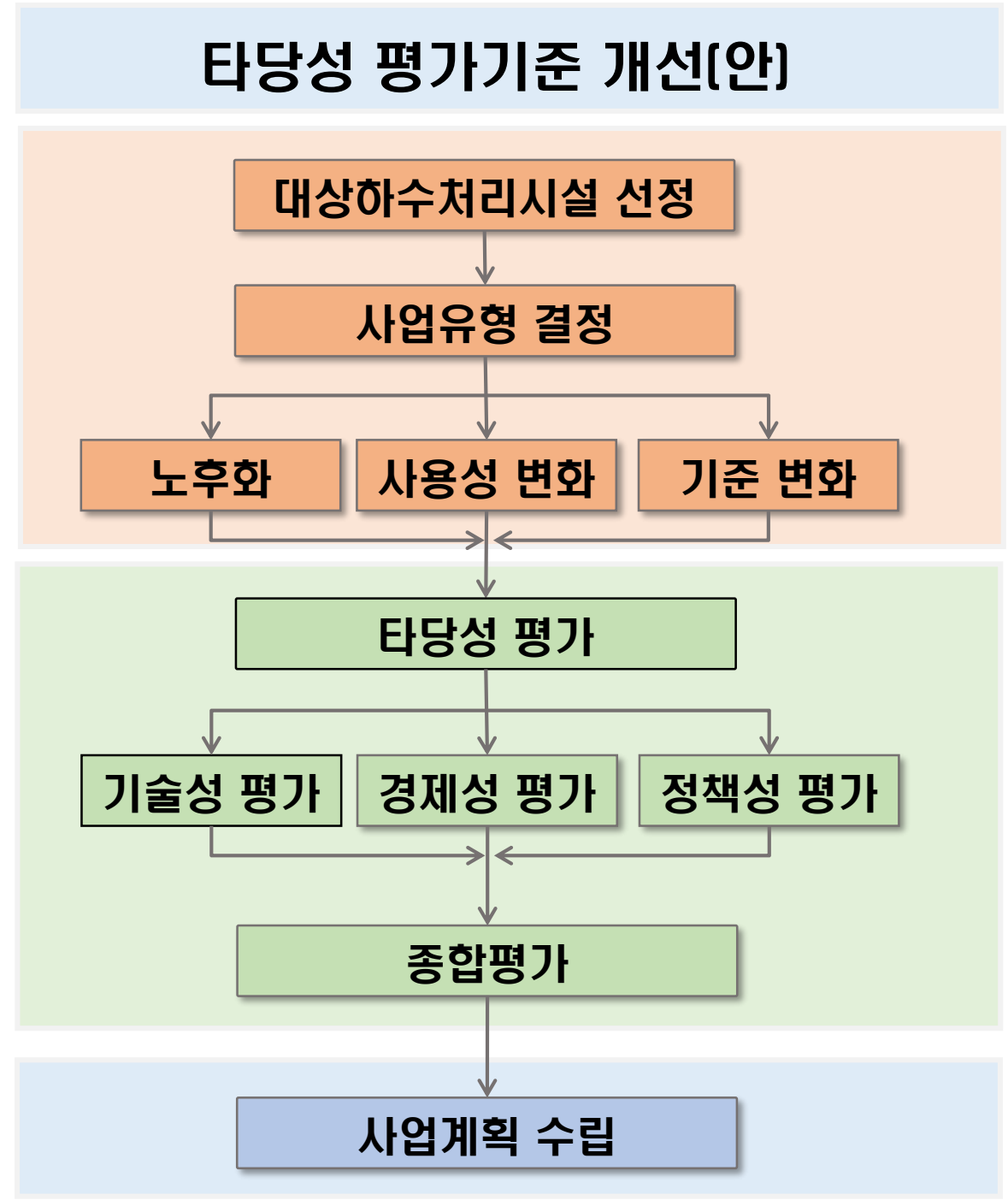
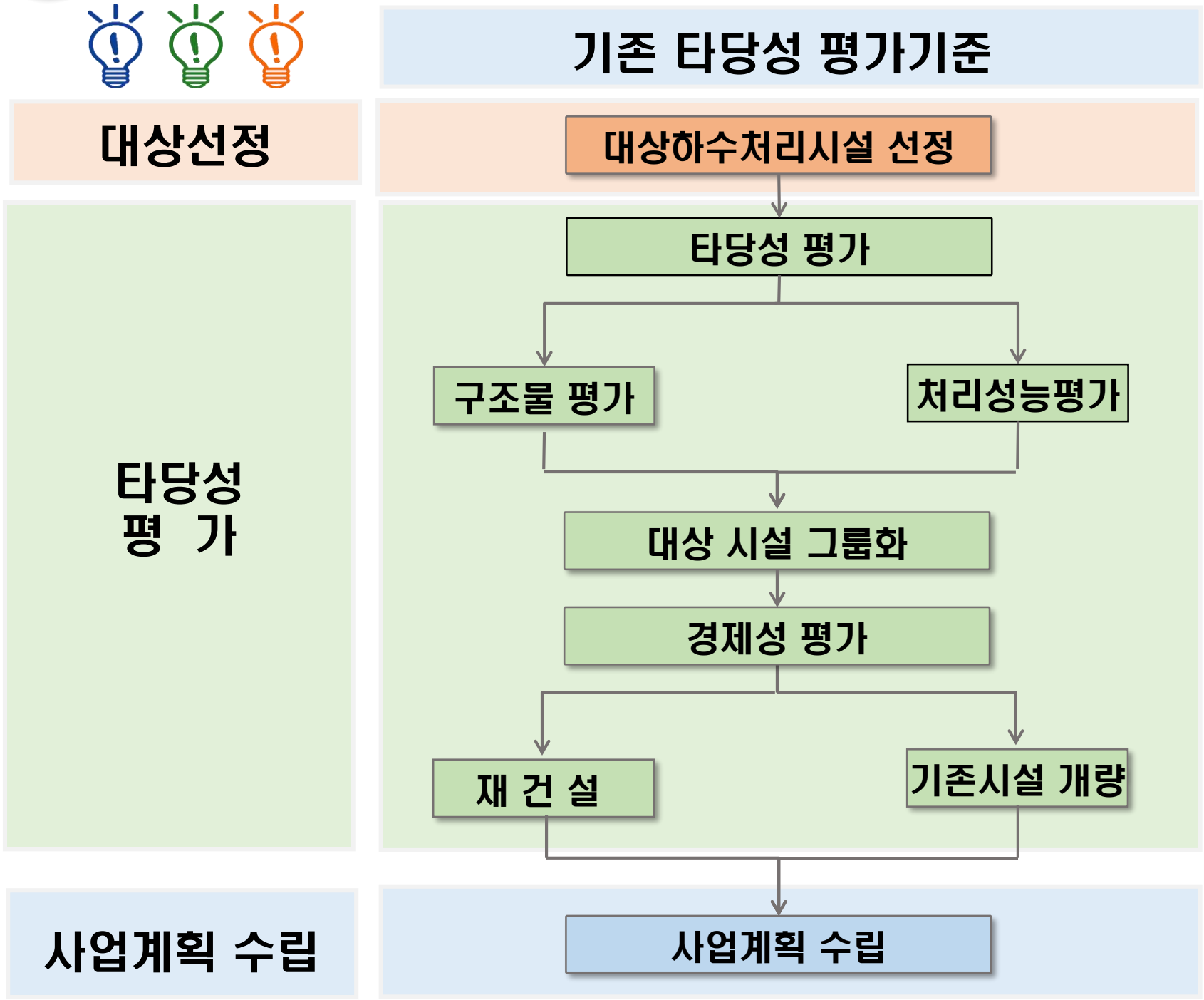


타당성 평가기준 변경(안) 주요내용

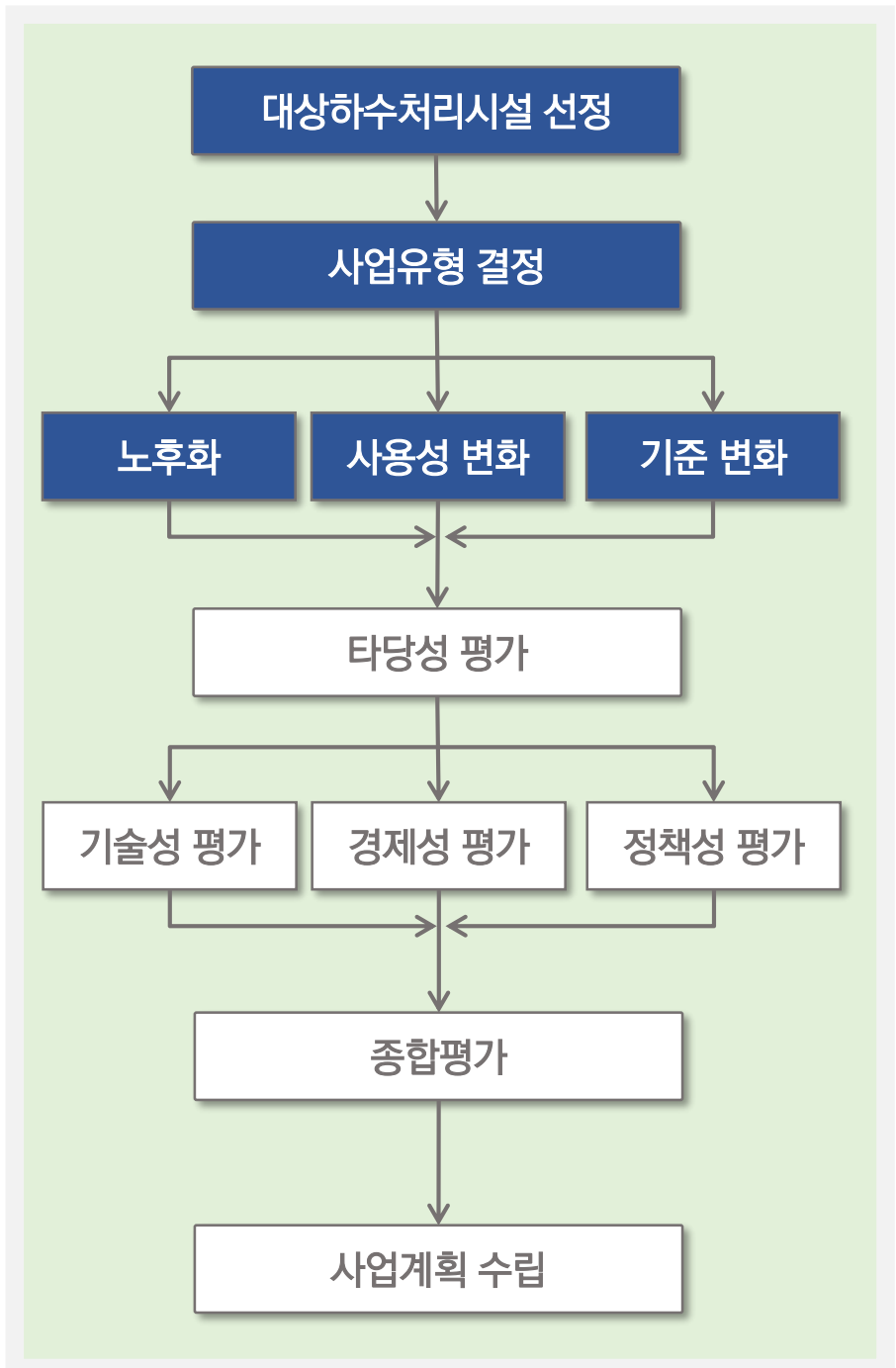
구분	당 초	변경(안)
대상시설 선정	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 내용연수 30년 이상 공공하수처리시설 ❖ 내용연수 25년 이상+평균유입부하 90%이상 하수처리시설 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 평가대상 유형별로 구분 (노후시설, 기준변화시설, 사용성 변화시설)
타당성 평가	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 처리성능평가 <ul style="list-style-type: none"> - 구조물 평가 : 내용연수 + 정밀안전진단 - 처리성능평가 : 용량검토 + 기술진단 (기계/전기) ❖ 대상시설 그룹화 ❖ 경제성평가 <ul style="list-style-type: none"> - LCC 분석 : 대안별 소요비용분석 - 가치평가 : 개량비용 + 잔존가치분석 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 기술성평가 <ul style="list-style-type: none"> - 노후도평가 : 설비잔존수명, 구조물안전성(정밀안전점검), 기계/전기설비 평가 - 처리성능 및 용량평가 ➤ 경제성평가 <ul style="list-style-type: none"> - LCC 분석 : 대안별 (시설개량 VS 재건설) 소요비용분석 ➤ 정책성 평가 ➤ 종합평가

[3 | 타당성 평가기준 개선(안)]

 타당성 평가기준 수립절차(당초, 변경)



1 대상하수처리시설 선정 및 사업유형 결정 방안



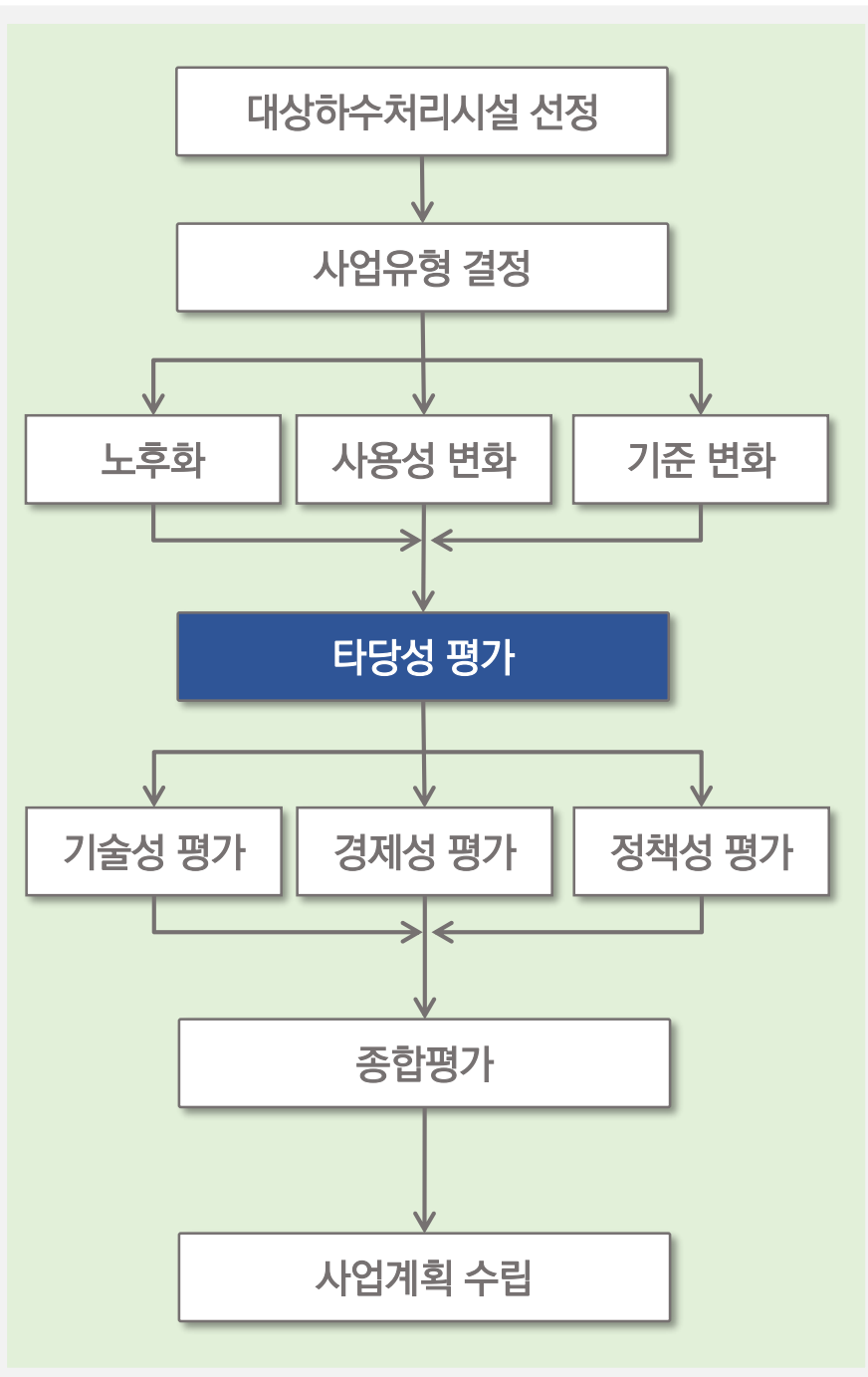
대상하수처리시설 선정

✓ 시설용량 Q= 500m³/일 공공하수처리시설
 (단, 10년 이내 증설된 시설 및 개량된 시설 또는 현재 공사 중인 시설은 제외)

사업유형 결정 ☞ 사업유형 결과에 따라 종합평가 가중치 적용

구분	유형별 대상시설 조건
노후화	Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설 중 최초가동일 이후 30년 이상 경과시설
기준 변화	방류수 수질기준이 강화된 지역의 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설
	침수 등 발생으로 하수처리가 문제되는 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설
	에너지생산시설 설치에 따른 시설개선이 필요한 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설
사용성 변화	시설용량 100% 초과되는 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설(강우시/청천시 모두포함)
	BOD, T-N 유입부하가 90% 이상 되는 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설
	유역단위 또는 하천수계내 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설 통합 신설의 경우
	도시개발계획 등 각종개발계획에 따라 이전 또는 개축이 필요한 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설
	악취 및 소음 등 다양한 민원 발생으로 성능개선이 필요한 Q= 500m ³ /일 공공하수처리시설

2 타당성평가



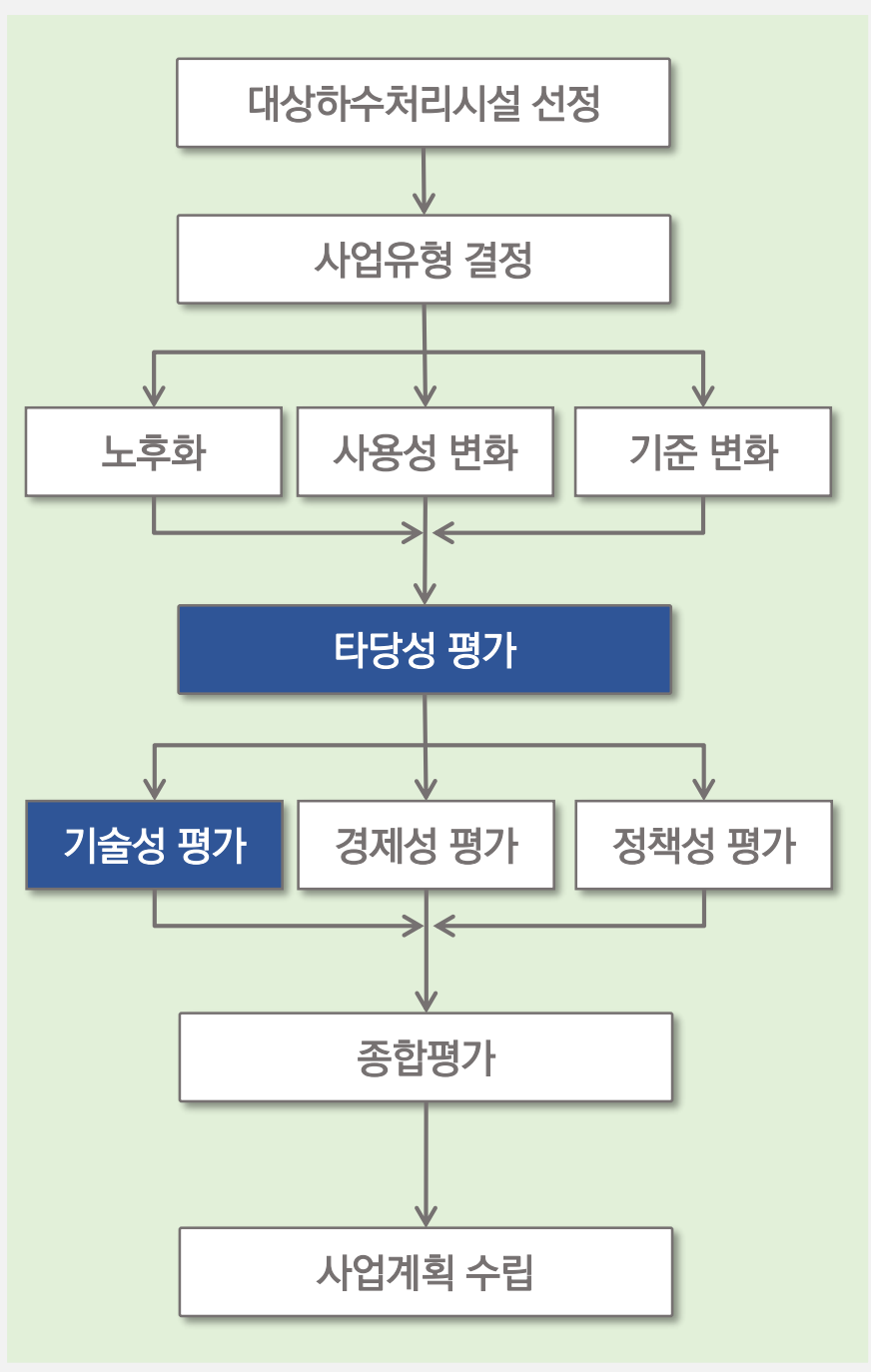
타당성 평가 항목

✓ 자산관리와 기반시설법을 기반으로 타당성 평가항목 도출

- ➔ 자산관리 체계의 “고장(결함) 모드(Failure Mode)”
- ➔ 기반시설법 체계의 “기술성 평가, 경제성 평가, 정책성 평가” 적용

고장(결함) 모드	설명	조치방안	기반시설법
자산의 노후도 (Mortality)	<ul style="list-style-type: none"> 자연 발생으로 인한 물리적 성능 저하 및 사용성, 운전자의 실수 등에 따라 자산의 소모가 허용수준 이하로 성능을 감소시킬 때 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 자산의 물리적 노후화에 따른 자산의 잔여 유효 수명을 확인하고, 노후화에 관련된 상세원인을 파악하여 유지보수 및 개·대체 등 관리 시행 	기술성 평가
처리용량 (Capacity)	<ul style="list-style-type: none"> 처리시설의 최초 설계용량보다 수요량이 초과하게 될 때 문제 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 인구증가율, 공장 설립계획, 도시계획 등을 파악하여 관련 자산을 재설계 함 재설계를 바탕으로 증설이나 확장 필요 	
경제적 효율성 (Efficiency)	<ul style="list-style-type: none"> 처리시설 운영비용이 실현 가능한 대안을 초과했을 때 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 취득원가, 운영비용, 유지보수비용, 개축비용, 해체비용 등을 파악하여 자산의 생애주기비용 (LCC) 설정 자산의 LCC가 현가 기준 교체비용보다 커지는 시점을 파악하여 자산을 개축하는 것으로 관리 가능 	경제성 평가
서비스 수준 (LoS)	<ul style="list-style-type: none"> 처리시설의 설계능력보다 고객이 원하는 서비스 수준이 더 높아 이를 만족시키지 못할 때 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 법, 제도 등을 검토하고, 민원 및 설문조사 등을 통해 서비스 수준 변화를 파악 현재 서비스 수준과 목표치를 비교하여 자산을 파악하고, 운영체계 및 유지보수 등을 최적화 	정책성 평가

3 타당성평가

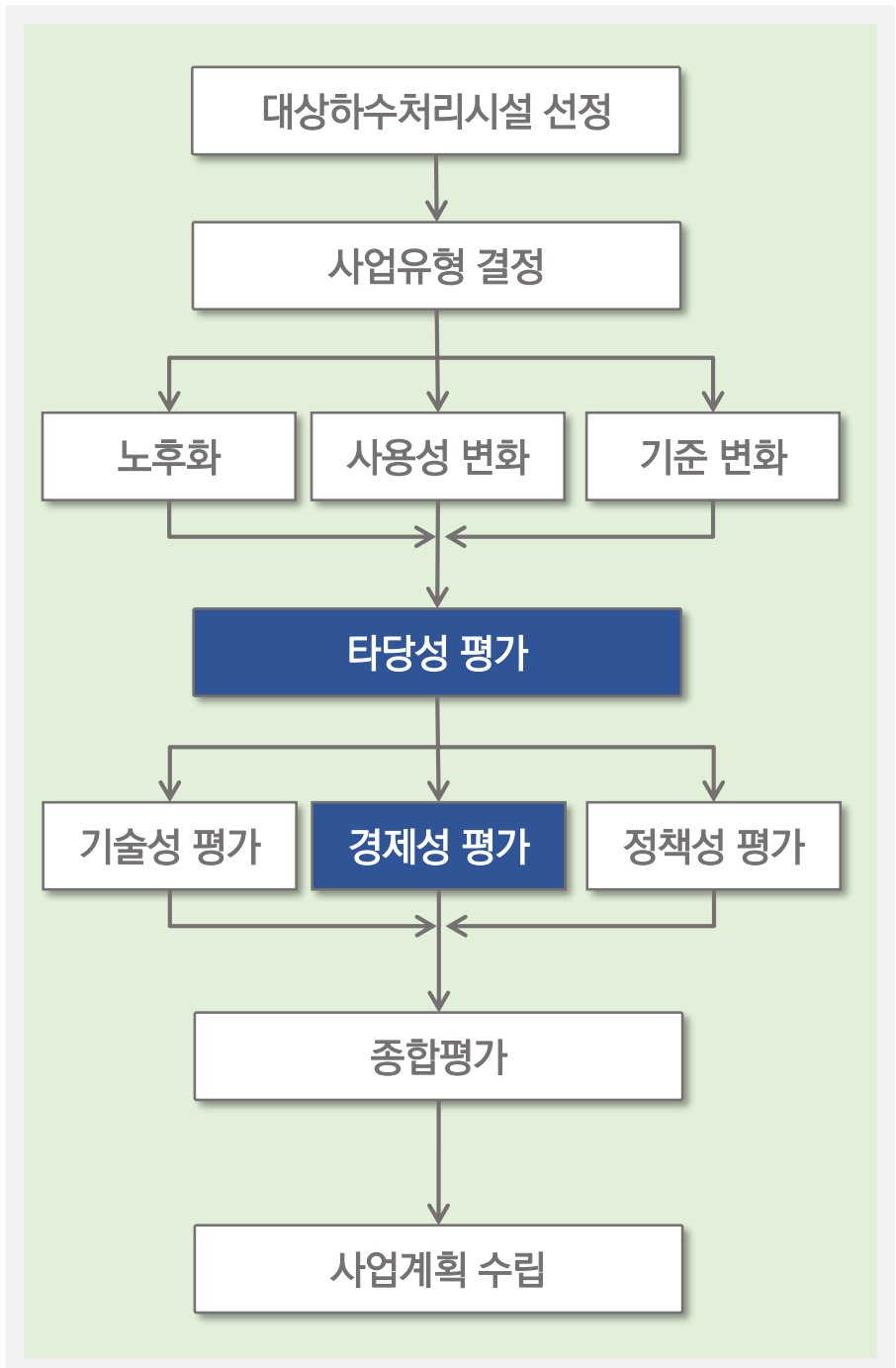


기술성 평가

- ✓ 노후도 평가(Mortality)와 처리성능/용량(Capacity) 평가로 구성
- ✓ 노후도(Mortality) 평가
 - ① 잔존수명 : 내용연수 기반 세부설비별 잔존수명 산정 후, 세부시스템별 가중치를 고려하여 하수처리장 종합 잔존수명 산정
 - ② 구조물 안정성 : 정밀안전점검 평가결과 적용 (국토안전관리원 FMS결과 적용) (시특법과 부합되는 평가 적용, 단, D, E등급 시설은 정밀안전진단 적용)
 - ③ 기계/전기 노후도 : 하수처리시설 기술진단 분석 (기계/전기설비 진단)
- ✓ 처리성능 및 용량(Capacity) 평가
 - ④ 하수처리시설 기술진단 분석 (공정진단)
- ✓ 4가지 평가 항목별 가중치를 고려하여 기술성 평가 점수 산정

구분	노후도 평가(Mortality)				처리성능 및 용량 (Capacity)
	잔존수명	구조물 안정성	기계/전기	소계	
가중치	0.3	0.1	0.15	0.55	0.45

3 타당성평가

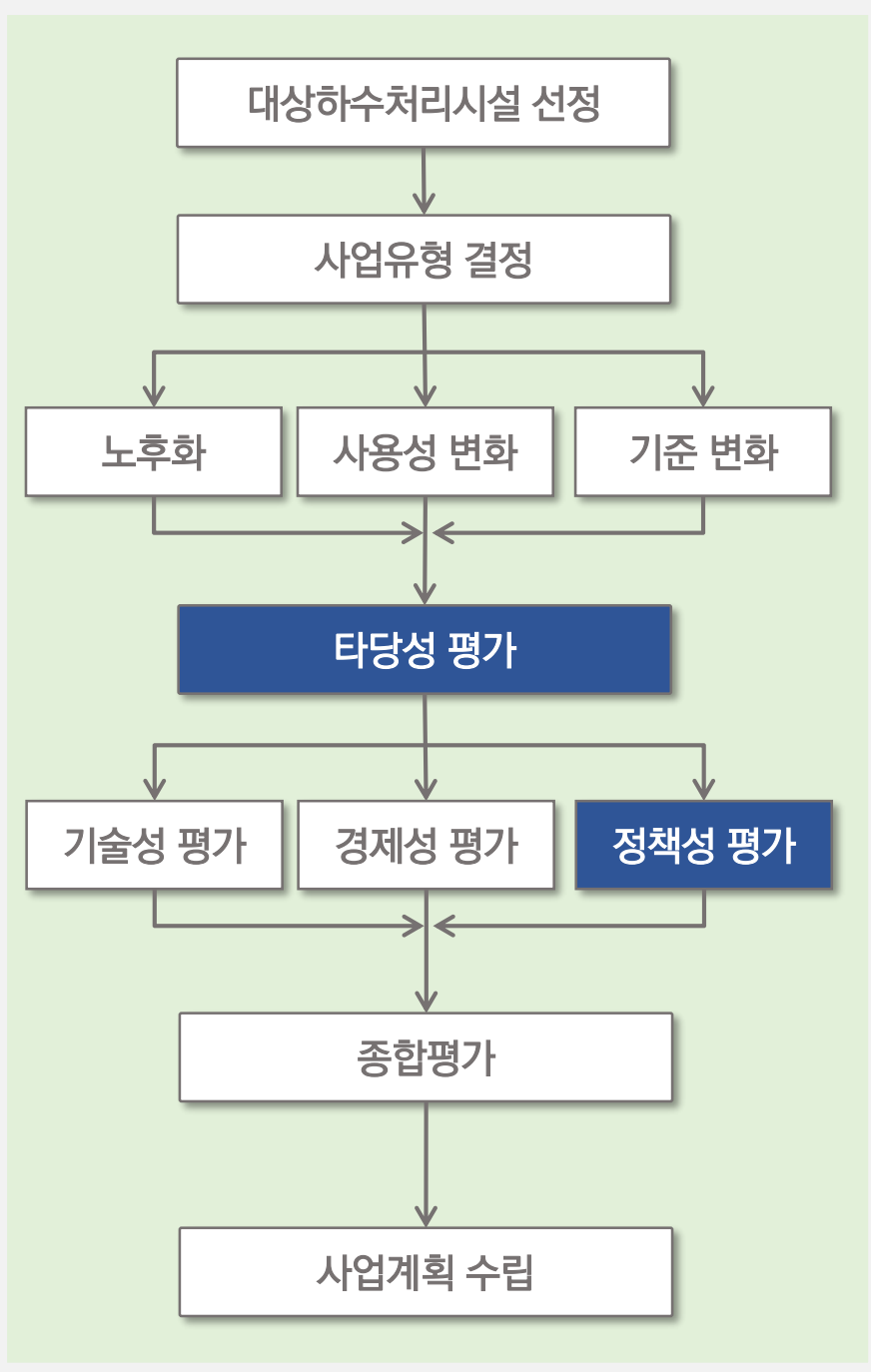


경제성 평가

- ✓ 기존 타당성평가의 LCC분석 적용
(단, 잔존가치평가는 기술성 평가의 잔존수명평가와 중복되어 제외)
- ✓ 기존시설 개량은 용량 증설 + 악취방지 + 기술진단개선비용 +내진보강비용 등
- ✓ 개축 공사비는 복개비용으로 산정(일단복개 또는 완전지하화 선택)
- ✓ 재건축시 부지 이전 또는 용량 축소의 경우 부지 매입비 적용
- ✓ 운영비는 2년간 운영비 평균 톤당 단가 적용

기존시설 개량비용	총사업비	증설 제외	A
		증설 포함	B
	40년간 운영비		C
	합 계		D=B+C
	현재가치		E=D의 현재가치
재건설 비용	총사업비		F
	40년간 운영비		G
	부지매각비(부지 이전시)		H
	합 계		I=F+G-H
	현재가치		J=I의 현재가치

3 타당성평가

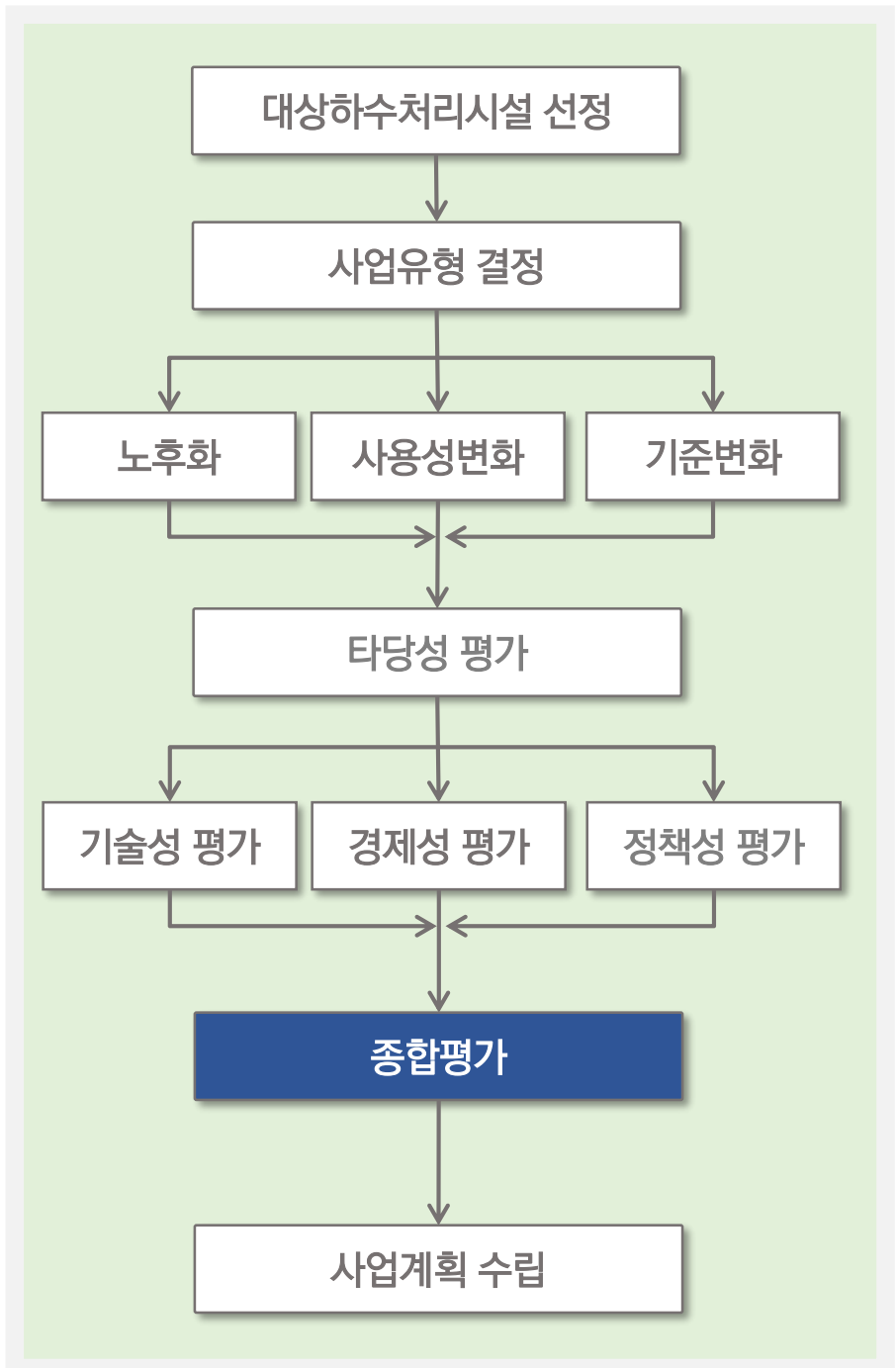


정책성 평가

✓ 기술·경제성 평가 외, 다양한 정책적 고려 사항에 대한 적합성 평가

정책성 평가 항목	평가내용 및 주안점
국가 정책상 개발계획 반영 여부	• 국가정책, 하수도정비기본계획, 도시기본계획 등에 처리장 성능개선 사업 반영 계획 수립 등에 대한 평가 수행
지자체 및 지역주민의 사업 수용성	• 처리장 성능개선 사업에 대한 지자체 및 주민 수용 여부
요금현실화 및 재원조달 가능성	• 하수도요금 인상 및 민간투자, 총당금 확보 등 성능개선 사업 추진을 위한 재원 확보 및 확보 방안 마련 여부
지역경제 파급효과	• 지하화를 통한 상부공간 활용 및 에너지 생산, 영양물질 회수(비료, 바이오가스), 인력고용, 성능개선 사업 시 지자체 경제 활성화 등 지역경제에 미치는 영향 정도
에너지 생산시설 및 재이용 계획 수립	• 성능개선 시, 에너지 생산 및 재이용에 관한 계획 수립 여부 • 그 외, 에너지 절감을 위한 대책 수립 여부
악취 민원 발생 대응 등 환경성 개선 가능성	• 기존 하수처리장의 악취, 소음 등 다양한 환경성 민원 개선을 위한 대책 수립 여부

4 종합평가



종합평가

✓ 항목별 가중치 적용하여 종합평가

➔ $\text{종합평가점수} = \alpha \times \text{기술성 점수} + \beta \times \text{경제성 점수} + \gamma \times \text{정책성 점수}$

- ⓐ $\alpha + \beta + \gamma = 1$ (가중치의 합)
- ⓑ 재건설 사업유형에 따른 평가항목 가중치 차등 적용

✓ 사업대상 유형별 가중치(안)

성능개선 사업유형	평가항목별 가중치		
	기술성	경제성	정책성
노후화	0.6~0.8	0.1~0.3	0.0~0.1
기준변화	0.4~0.6	0.2~0.4	0.1~0.2
사용성 변화	0.3~0.5	0.3~0.5	0.1~0.2

- ❖ 노후 진행 혹은 노후화된 하수처리장의 개축을 기본 방향으로 함에 따라 기술성 가중치를 가장 높게 설정함. 정책성에 기반하여 사업 시행 여부가 결정되지 않도록 정책성 가중치는 최소화함
- ❖ 사용성 변화로 개축할 경우, 기술성과 경제성 평가의 가중치를 동등하게 적용하여 경제성 확보 유무를 다른 사업유형에 비해 높게 적용할 수 있도록 함

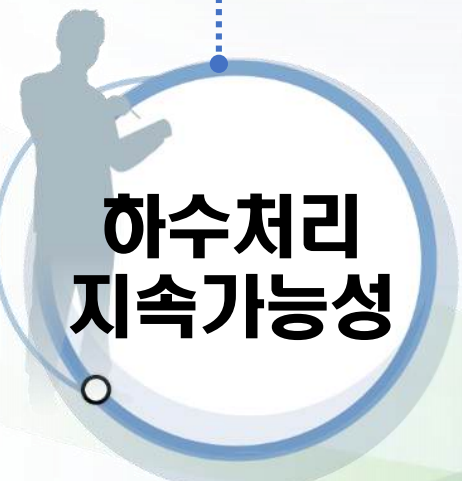
✓ 종합평가 결과, **90점이상** 인 경우 성능개선(개축) 사업계획 수립

4 기대효과



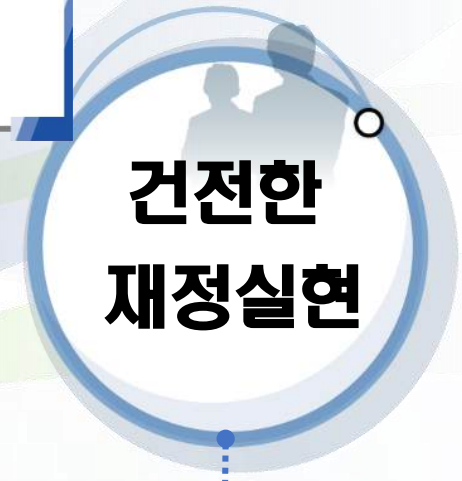
하수처리시설 현대화 사업으로,

- ❖ 안정적인 하수처리 지속성 확보
- ❖ 건강한 수생태계환경 조성
- ❖ 디지털화로 운영비용 절감 실현



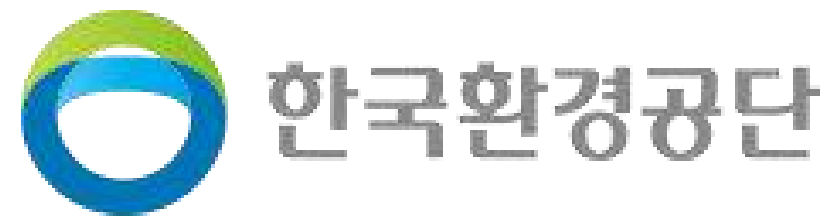
- ❖ 극한강우시 안정적인 처리기능 확보
- ❖ 극한가뭄시 건전한 물순환체계 구축

- ❖ 상부공간 활용을 통한 주민편의공간 조성
- ❖ 에너지생산으로 탄소중립 실현
- ❖ 부가가치 창출 실현
- ❖ 유역기반 신개념 하수도 산업 창출



- ❖ 하수처리장 다기능화로 재정 건전화 도모

경청해 주셔서 감사합니다.



특강 5. 디지털 트윈과 상수도 관망 운영 관리

- K-water 김경필 박사 -

지역물문제해결 디지털 트윈과 상수도관망 운영관리



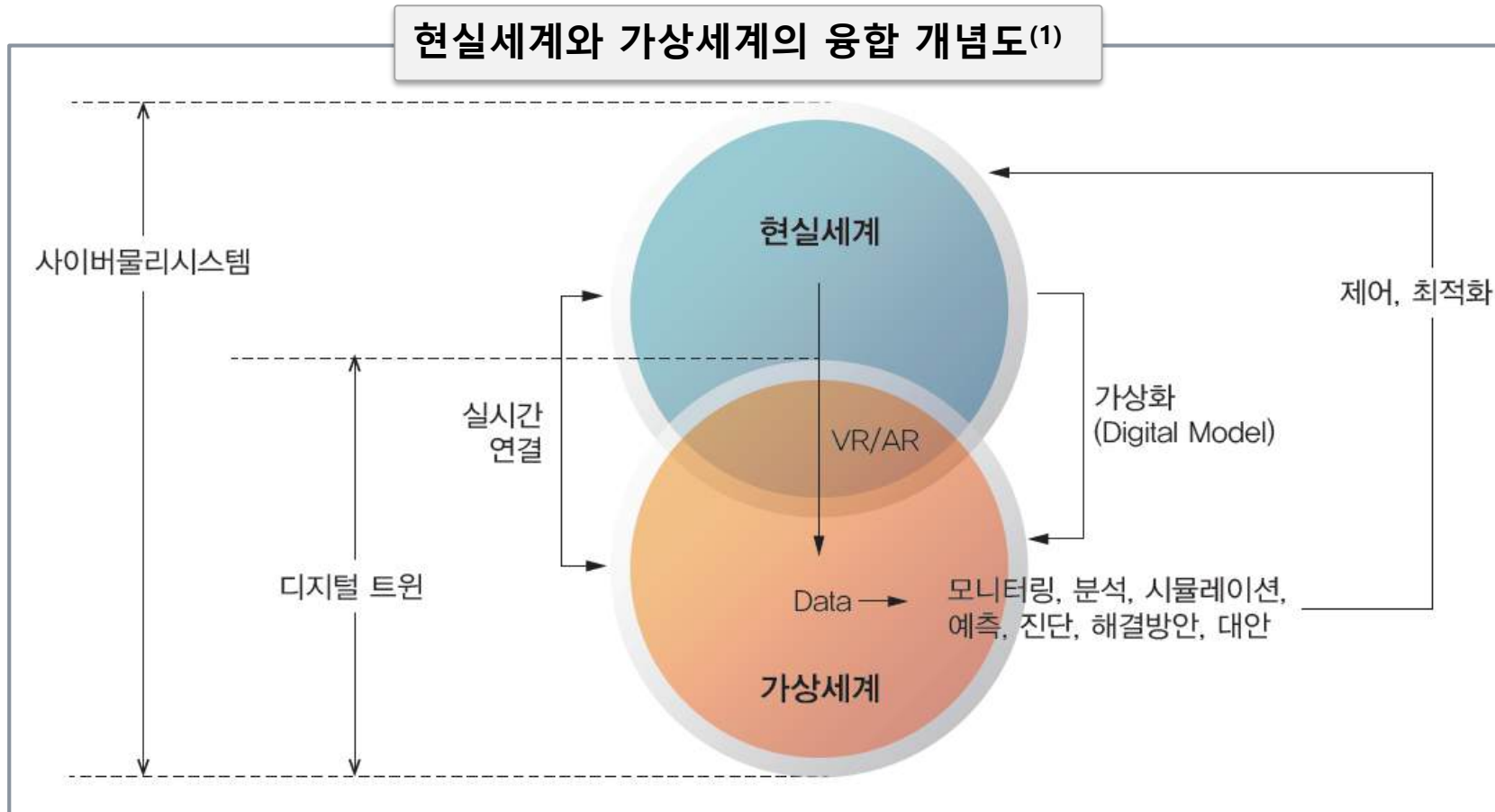


CONTENTS

- 01 상수도관망 Digital Twin
- 02 Physical System (관망시설)
- 03 Physical System (원격감시제어시스템)
- 04 Physical System (GIS)
- 05 상수도관망 디지털 트윈 구축 사례

디지털 트윈이란? (DT; Digital Twin)

- ▶ 물리적 자산이나 프로세스를 디지털로 복제(Modeling), 물리적 자산의 데이터와 상시 연계된 살아 있는 시스템 (사공호상 등, 2018)
- ▶ 컴퓨터에 현실 속 사물의 복제를 만들고, 현실에서 발생할 수 있는 상황을 모의하여 결과를 미리 예측 하는 기술 (이광기 등, 2018)



디지털 트윈의 의미(2)

- 현실 세계에 존재하는 대상이나 시스템의 디지털 버전
- 물리적 기계 혹은 프로세스의 소프트웨어 모델
- 물리적 자산에 대한 살아 있는 디지털 시뮬레이션 모델
- 물리적 객체의 시뮬레이션 모듈
- 프로세스 또는 실제 제품의 최신 디지털 프로파일
- 물리적 시스템의 구조, 문맥, 동작을 나타내는 데이터와 정보(Intelligence)의 조합

* 출처 : (1) 4차 산업혁명을 견인하는 '디지털 트윈 공간(DTS)' 구축 전략(사공호상 등, 2018)
(2) 디지털 트윈 기술 발전방향 (이광기 등, 2018)

비즈니스 측면에서의 디지털 트윈 정의

GE에서 처음 만든 개념

오래전부터 산업계에서 사용되고 있는 기술로, 디지털 트윈의 **기술적 차별성**이 무엇인지 보다 사람들이 관심을 가지는 디지털 트윈의 **배경과 비즈니스 가치**가 무엇인지에 관심을 두어야 함

Asset Digital Twin (자산 디지털 트윈)



- 시설, 설비 예지보전의 핵심 (가용성, 신뢰성, 효율성, 수익성 개선)
- 부품(펌프), 설비(터빈), 공장(발전소)의 운영 및 플릿 데이터로 디지털 트윈 구축

Network Digital Twin (네트워크 디지털 트윈)



- 전력망, 상하수도 관로 등 그리드 인프라 최적 운영관리
- 운영데이터, ADMS*, GIS를 융합하여 디지털트윈 구축

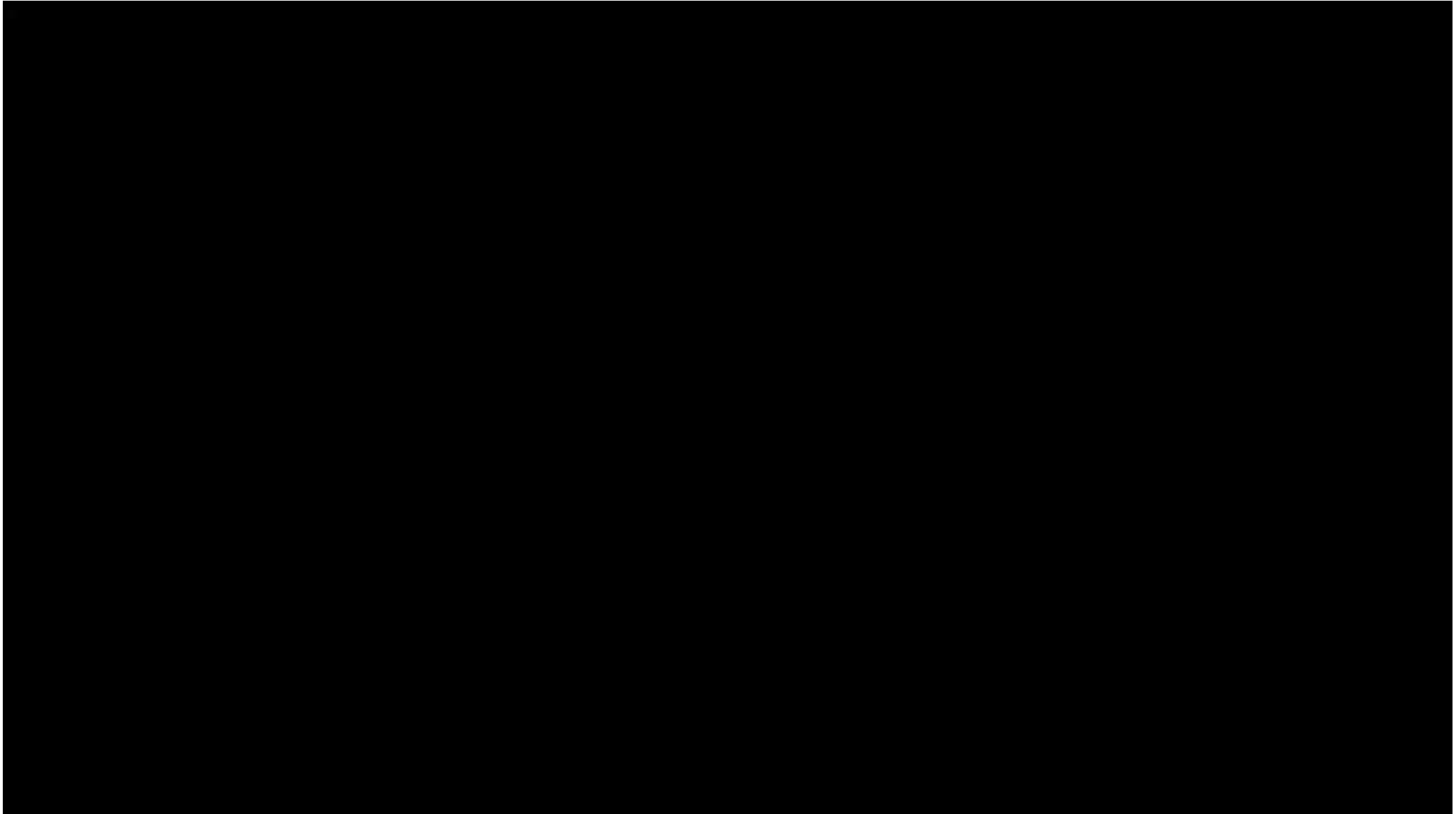
* Advanced Distribution Management System

Process Digital Twin (디지털 운영)



- 운영상태의 실시간 복제
- 특정 환경(수요조건, 수질, 기온)에서 프로세스를 실행하는 최적방법 탐색

Asset Digital Twin (GE APM; Asset Performance Management)



Process Digital Twin (스마트정수장 시범사업)

Digital Twin - The Mind of a Machine

SEE	<p>Data → Model → Solutions</p>	updating, learning	
THINK		reasoning, optimizing	
DO		informing, acting using edge controls	

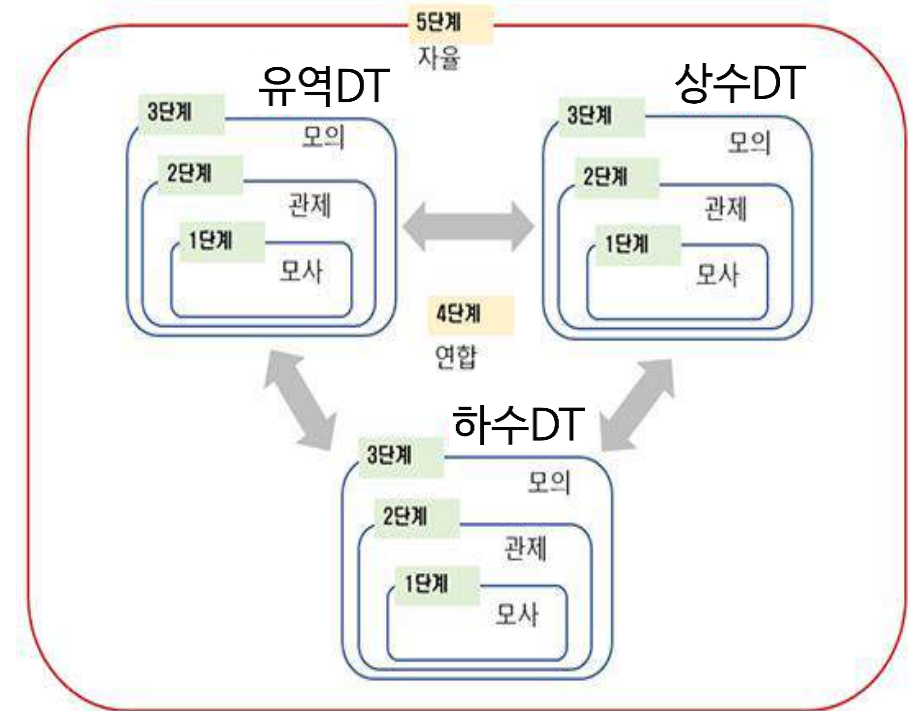
Machines + Mines

Network Digital Twin (이스라엘 Takadu)



기술 단계별 디지털 트윈의 정의

기술단계	정의
5단계	자율 디지털 트윈(Autonomous) (K) 개별 및 복합 디지털 트윈에서 자율적으로 문제점을 인지하고 해결하여 물리대상 최적화 (A) 사용자 대신 자율적으로 추론하고 행동하며 더 넓은 역량과 책임성을 갖춘 디지털 모델
4단계	연합 디지털 트윈(Federated) (K) 최적화된 개별 물리대상들이 상호 연계된 복합 디지털 트윈 재구성 및 상호운영 최적화 (A) 주변환경을 포함한 다양한 데이터 소스로부터 효율적인 학습역량을 갖춘 디지털 모델
3단계	모의 디지털 트윈(Simulation/Modelling) (K) 디지털 트윈 모의결과를 적용한 물리대상 최적화 (A) 예지정비, 분석 및 통찰력을 제공할 수 있는 디지털 모델
2단계	관제 디지털 트윈(Monitoring) (K) 디지털 트윈 기반 물리대상 모니터링 및 관계분석을 통한 제어 (A) 피드백 및 제어능력을 갖춘 디지털 모델로, 종종 소규모 시스템의 모델링으로 제한
1단계	모사 디지털 트윈(Mirroring) (K) 물리대상을 디지털 트윈으로 복제 (A) 실제 시스템과 연결되어 있지만 지능, 학습 또는 자율성이 결여된 디지털 모델



©e4ds.com

(K) 디지털 트윈의 기술적 정의와 세부적 발전 5단계(Level)모델 (정보통신기획평가원, 2021)

(A) Digital Twin Report (ARUP, 2019)

상수도관망 디지털 트윈의 정의와 구조

- **[정의]** 상수도 시설/시스템의 자산 및 운영상태의 가상/디지털 표현을 제공하는 **와해성(disruptive)** 기술
 - 실시간 검보정에 기반한 **물리**(온라인 관망해석) 및 **데이터**(AI, ML, 통계 등) 모델 기반의 동적 시뮬레이션 모델
- **[역할]** 상수도 시스템 **생애주기 전반**에 활용(설계, 건설, 운영)되며, **시스템 전체에 대한 통찰력**을 통한 **최적 운영 의사결정지원**

Ref) Collin J. Parris, VP of Software, GE - "A living model that drives outcomes"

▶ Structure of Digital Twin in Water and Wastewater System (SWAN)

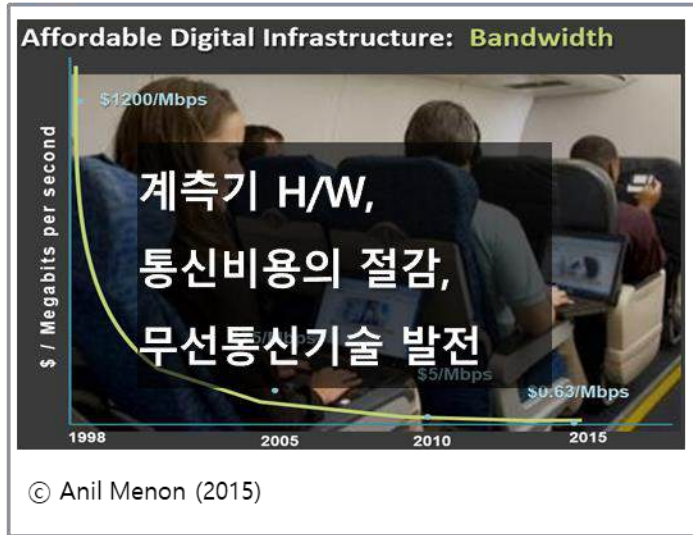
실제 상수도 시설/시스템 (Physical Systems)			가상 디지털 트윈 시스템 (Digital Twin Systems)		
관망시설	데이터 수집 및 소스		데이터 통합/관리	분석모델	가시화
<p>기존 계측기 수위, 수압, 유량, 수질, 수온 등</p> <hr/> <p>액추에이터 수리, 수질, 전기, 기계 등</p> <hr/> <p>스마트 계측기 IoT, AMI, Edge Devices</p>	<p>단위 업무/운영 시스템 고객관리 시스템, GIS시스템, 실험실정보관리 시스템, CAD/BIM 등</p> <hr/> <p>자동화 시스템 SCADA, 원격측정</p>	<p>데이터 특성 공간정보, 운영정보, 임시저장정보 등</p>	<p>데이터 통합, 활용 빅데이터 플랫폼</p> <hr/> <p>데이터 관리 - 데이터 품질(오결측 등) - 현행화</p>	<p>데이터 모델 머신러닝, AI, 통계 등</p> <hr/> <p>물리 모델 관망해석 (수리/수질, 정적/동적)</p>	<p>시뮬레이션 및 의사결정지원</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> - 가상 시나리오 - 실시간 상황판 - 증강(AR)/가상(VR) 현실 - 모바일 알람 - 자율운영 시스템 </div>

상수도관망 디지털 트윈을 가능케한 견인력

IoT 센서를 활용한 실시간 감시확대, Open Source 기반 AI·빅데이터 분석 기술 발전



1 계측기 설치, 운영비용의 감소



2 계측기 설치 장애 요소 해소



3 오픈소스 기반 다양한 S/W



상수도 디지털 트윈의 장점

▶ Digital Twin Readiness Guide (SWAN, 2022)

📍 최적 운영

- 분야를 넘어서는 다목적 최적화
- 지속적인 최적운영
- **실행에 앞선 디지털 트윈의 사전 테스트**
- 의사결정 향상

📍 협업 및 투명한 운영관리

- **분야간 부서간 투명화**
- **부서간 협업 향상 및 갈등 해소**
- 신입 직원의 지식 보유
- 적극적 활동
- 과거 운영관리 의사결정의 이해도 향상

📍 전체 시스템의 감독

- **하나의 포괄적 시선**
- **조기 경보에 의한 사고예방 등 관리비용 절감**
- 이상 감지
- 운영관리 비용 절감
- 기준 위반 저감

📍 예측적 운영관리

- 사전 예방적 운영관리
- 수도시설과 디지털 트윈의 실시간 연결
- **항상 준비된 시나리오 모의 기능**
- **다양한 상황에 대한 신속한 의사결정을 통한 대응 및 적응**

불확실한 미래 상수도 운영관리 여건과 디지털 트윈

1. 상수도관망의 최적 운영관리

2. 불확실한 미래 수돗물 생산·공급 여건에 대한 대비

- 경험해보지 못한 운영관리 상황에 대한 사전 시뮬레이션을 통한 신속한 의사결정 및 대응



© 매일경제 (2022.5)



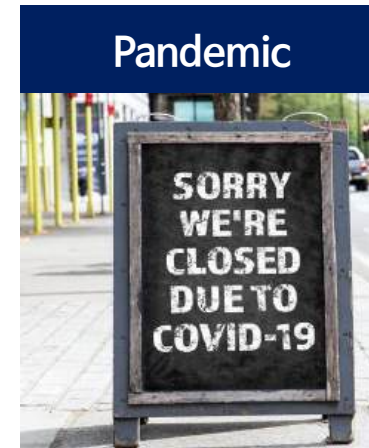
© 서울경제 (2020.7)



© BBC News 코리아 (2019.6)



© JTBC (2017.11)

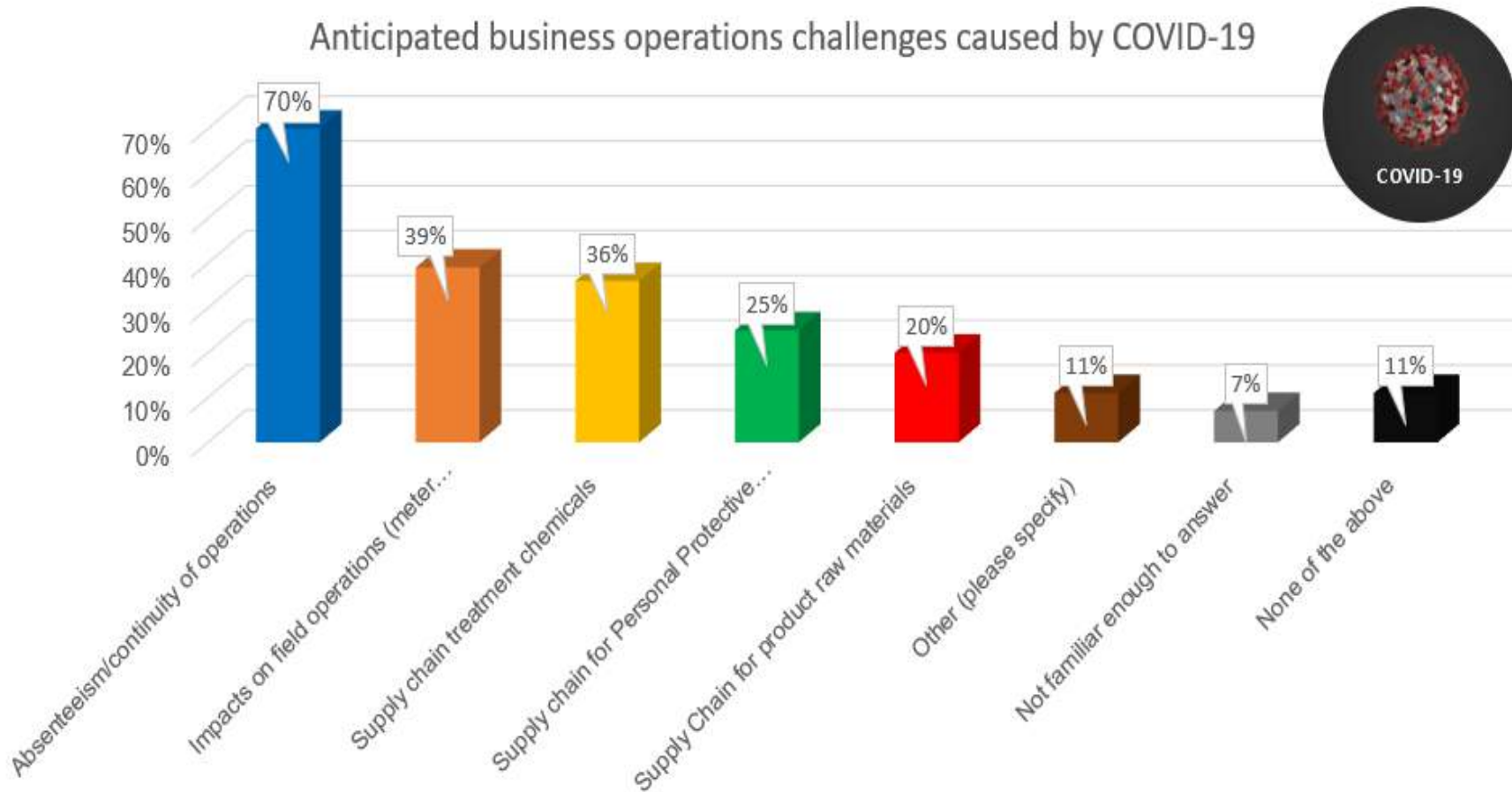


© WaterColor Management

불확실한 미래 상수도 운영관리 여건과 디지털 트윈

Pandemic(COVID-19) ⇒ 자율 운영체계 구축 필요

Anticipated business operations challenges caused by COVID-19

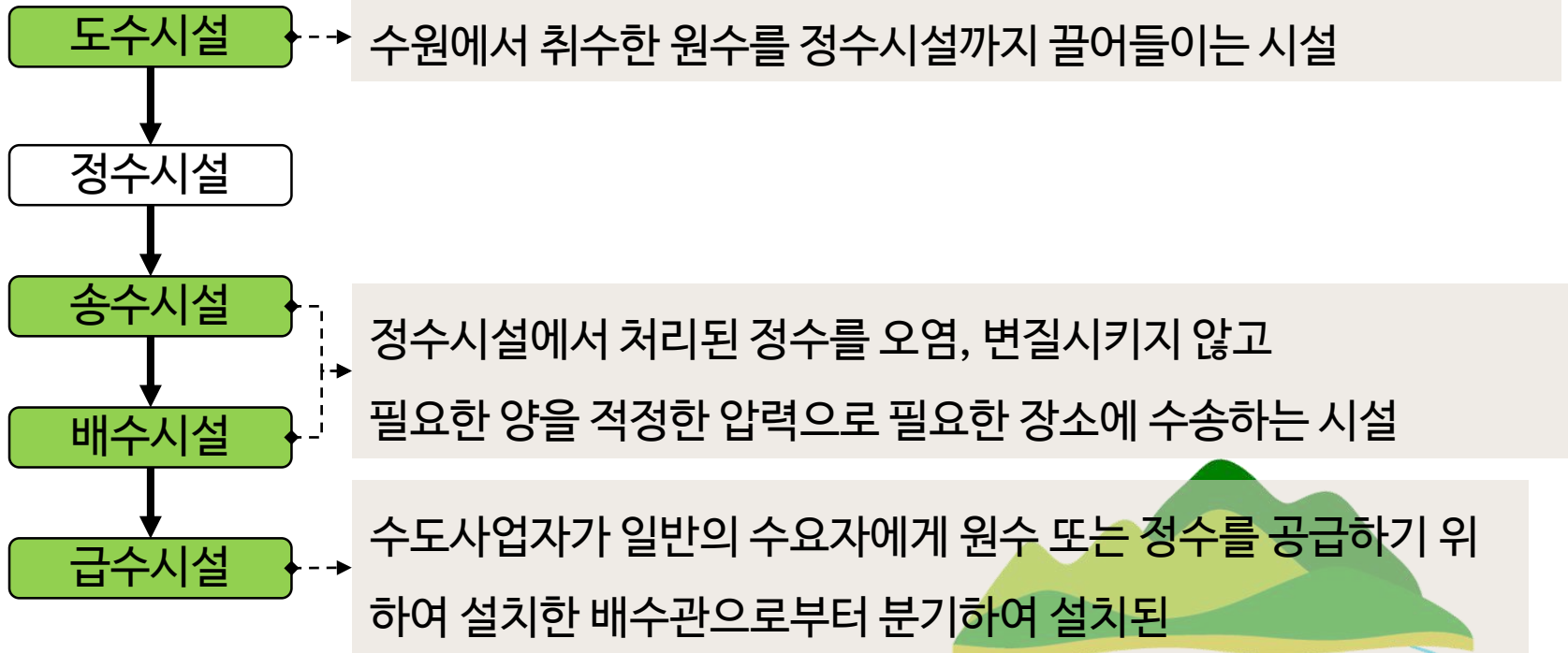


02

—
Physical System (관망시설)

상수도관망 시설의 구성

상수도관망 시설의 구성



상수도관망 시설의 구성

📍 상수도관망 시설별 구성요소

구 분	구성요소
도수시설	도수관 또는 도수거, 펌프설비, 계측설비, 기타 부속설비
송배수시설	송수관, 배수본관, 배수지관, 배수지, 배수탑, 고가탱크, 펌프, 밸브, 계측설비, 기타 부속설비
급수시설	급수관(옥내급수관 포함), 계량기, 저수조, 수도꼭지, 계측설비, 기타 부속설비

상수도관망 시설의 구성

📍 상수도관망 시설별 구성요소의 주요기능

구 분	주요기능
관로시설 (관본체)	원수 및 정수를 수용가로 이송하는 공간 및 경로 를 제공
밸브설비	통수 또는 제어(유량, 수압, 수위), 차단, 공기배출, 배수(드레인), 감압, 역류방지
펌프설비	수압이 낮거나 토출유량이 부족한 경우 양수를 통해 수돗물의 이송 및 사용을 정상화
계측설비	상수도관망시설의 수질, 수량, 수압 등의 운영관리 향상, 합리적·효율적·안정적 운전제어 , 이상시 신속하고 적절한 대응을 위해 관련정보 수집
그 외 부속설비	수도미터(스마트미터), 자동(원격)드레인 설비, 재염소투입설비, 제어설비, 전기·통신설비, 정밀여과장치, 관세척 인프라 등

관로시설 (관 본체)

원수 및 정수를 이송하는 공간 및 경로를 제공

- 관용도(기능)에 따른 상수도 관로의 분류

구분	내용
도수관	취수시설로부터 정수장까지 원수를 보내는 관
송수관	정수시설로부터 배수구역 시점(배수지 등)까지 정수를 보내는 관
배수본관	정수를 배수지관에 수송하고 분배하는 역할을 하며 원칙적으로 급수관을 분기하지 않는 관
배수지관	배수본관에서 분기되며 수요자에게 직접 공급기능을 담당하는 급수관을 분기하는 관
급수관	배수관을 기점으로 하여 일반 수용가까지 보내는 관



관로시설 (관 본체)

관 용도에 따른 관종(재질)

- 관 용도에 따른 관경의 범위가 상이
- 관 재질 및 관 내·외면의 라이닝 기술의 발전

구 분	관 재질
도수관, 송수관, 배수관	에나멜코팅 도복장강관, 액상에폭시 도복장강관, 주철관, 덕타일주철관(DCIP), PVC관, 내충격수도관, PE관, 흙관 및 기타
급수관	에나멜코팅 도복장강관, 액상에폭시 도복장강관, 주철관, 덕타일주철관(DCIP), PVC관, 내충격수도관, PE관, 아연도강관, 동관, 스테인레스관, 기타

출처: 상수도통계 작성방법 (국가상수도정보센터, 2021) p.40, p.42



〈덕타일주철관〉



〈도복장강관〉



〈PE관〉



〈PVC관〉



〈스테인리스관〉

관로시설 (관 본체)

관 용도에 따른 관종(재질)

- 관 용도별 관종 현황

구분	도수관(m)	송수관(m)	배수관(m)	급수관(m)
총계	3,559,095	12,467,584	130,522,605	81,773,255
에나멜코팅 도복장강관	1,187,652	2,430,768	4,223,205	1,233,617
액상에폭시 도복장강관	978,989	2,221,470	4,835,833	1,946,732
주철관	389,766	1,400,873	10,251,669	337,009
덕타일주철관	564,194	5,563,065	48,748,596	1,214,055
PVC관	9,592	95,430	11,110,753	12,845,643
내충격수도관(급수관)	16,654	188,359	21,580,597	7,474,950
PE관	51,779	267,502	22,193,048	22,300,488
흡관	34,803	1,187	-	-
아연도강관	-	-	-	762,782
동관	-	-	-	273,259
스테인리스관	-	-	-	25,565,017
기타	325,666	298,930	7,578,904	7,819,703

관로시설 (관 본체)

관재질에 따른 상수도관로의 분류

대분류	소분류
강관	에나멜코팅도복장강관, 액상에폭시도복장강관, 분말에폭시도복장강관, 폴리우레아도장강관, 혼합형에폭시수지도장강관, 폴리에틸렌피복강관, 폴리에틸렌분체도장강관, 복합강관 등
주철관	덕타일주철관(에폭시분체도장), 덕타일주철관(시멘트모르타르라이닝), 덕타일주철관(무라이닝), 회주철관 등
PVC관	경질폴리염화비닐관(PVC), 경질염화비닐관, 내충격경질염화비닐관(HIVP), 염소화폴리염화비닐관 등
PE관	폴리에틸렌관
기타플라스틱관	폴리페닐설파이드관, 폴리부틸렌관, 폴리프로필렌관, 폴리아미드관, 폴리에스테르수지유리섬유강화플라스틱관, 열경화성수지관, 내충격성ABS관 등

관로시설 (관 본체)

📍 [참고] 현재 개량이 필요한 관종(재질) ?

관 재질	1950	1960	1970	1980	1990	2000~
주철관종	회주철관* (Gray cast iron pipe, CIP) : 1953~1970대 중반(1963)					
	무래이닝 닥타일주철관 (Ductile iron pipe, DIP) : 1970년대 중반~1980대 초반(1974) - 1968년 최초 제작					
	시멘트모르터 라이닝 닥타일주철관 (CML-DIP 또는 DCIP) : 1980대 초반~현재(1984) - 1971년 최초 제작					
강 관 (100A 이상)	내면 콜타르, 외면 콜타르 아스팔트 : 1963년 상수도도복장강관(KS) - 1973(콜타르), 1975(아스팔트)(KS)					
	내면 콜타르, 외면 콜타르 또는 내면 에폭시, 외면 콜타르 : 1994년 수도용 내면 콜타르 폐지 - 1991년 KSD 8502(에폭시)					
	내면 에폭시, 외면 폴리에틸렌 : 1980 폴리에틸렌피복강관					
PVC	VP(일반 회색 PVC) : 1970년대~현재(1965)					
	Hi-VP(내충격 PVC) : 1990년대 중반~현재					
PE	: 1980년대 초반~현재(1973)					

- 아연도 강관은 1994년 후 사용금지(1977년 KS)

- 경질염화비닐강관(2000년 이전), PFP(내외면 폴리에틸렌), PEP(내면 에폭시/외면 폴리에틸렌)

밸브

설치 목적 : 관로 내 물의 움직임을 제어

기능	사용목적	종류
제어	취수, 송수, 배수의 유량 및 압력제어, 배수지의 수위조정, 수충격에서 시설보호	버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브, 니들밸브, 슬리브밸브, 플로트밸브, 오리피스밸브, 편심밸브 등
차단	취수, 송수, 배수관의 수계 전환이나 기기 보전을 위한 개폐, 재해발생시 긴급차단	게이트밸브, 슬루스밸브, 버터플라이밸브, 글로브밸브, 콘밸브, 볼밸브, 수문, 사이펀밸브
공기 배출	관내 공기를 배출하여 에어포켓에 의한 통수능력 저하 방지, 밸브의 급격한 개폐 및 펌프의 긴급 정지 등에 따른 수격작용을 완화하여 관로파손 등을 방지	급속공기밸브, 공기밸브
배수 (드레인)	관내 세정수 배수, 배수지 설비 등의 내부 점검시 관로나 시설내부 배수	고정형 콘밸브, 홀로제트밸브, 슬리브밸브 등
감압	높은 수압에 의한 피해 방지. 누수제어	감압밸브(오토밸브), 버터플라이밸브, 콘밸브, 볼밸브, 오리피스밸브 등
역류 방지	물 흐름의 한 방향 제어(역류방지), 펌프 토출측에는 펌프 정지시 이상수압 발생을 방지	체크밸브, 풋밸브, 플랩밸브 등

밸브

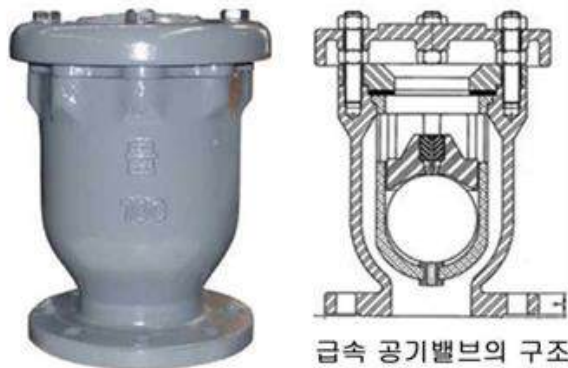
상수도관망에서 많이 사용되는 밸브의 예



(a) 게이트밸브



(b) 버터플라이밸브



급속 공기밸브의 구조

(c) 급속공기밸브



(d) 체크밸브(역지밸브)

밸브

📍 게이트 밸브



출처: YouTube(고대리)

밸브

📍 글로브 밸브



밸브

버터플라이 밸브



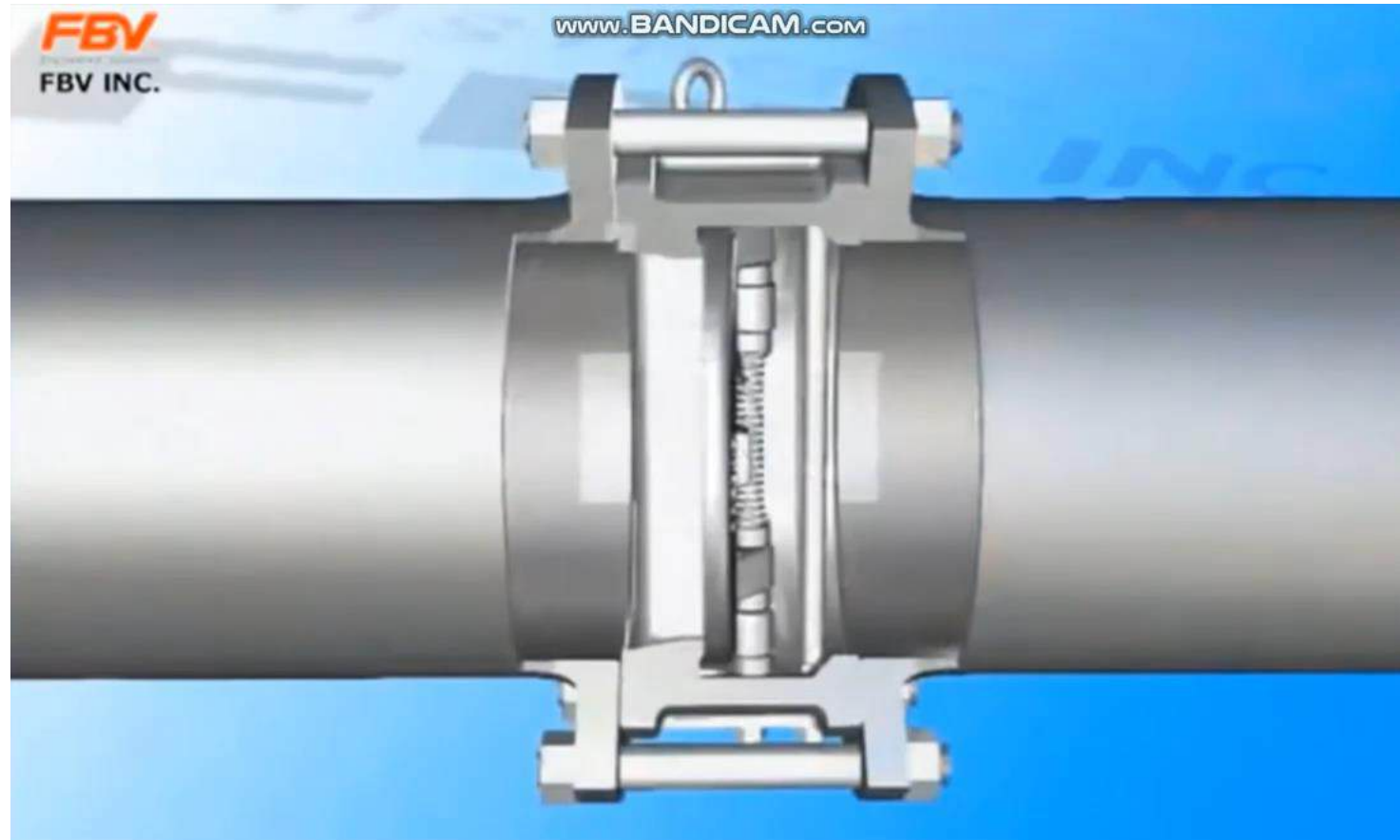
밸브

볼밸브



밸브

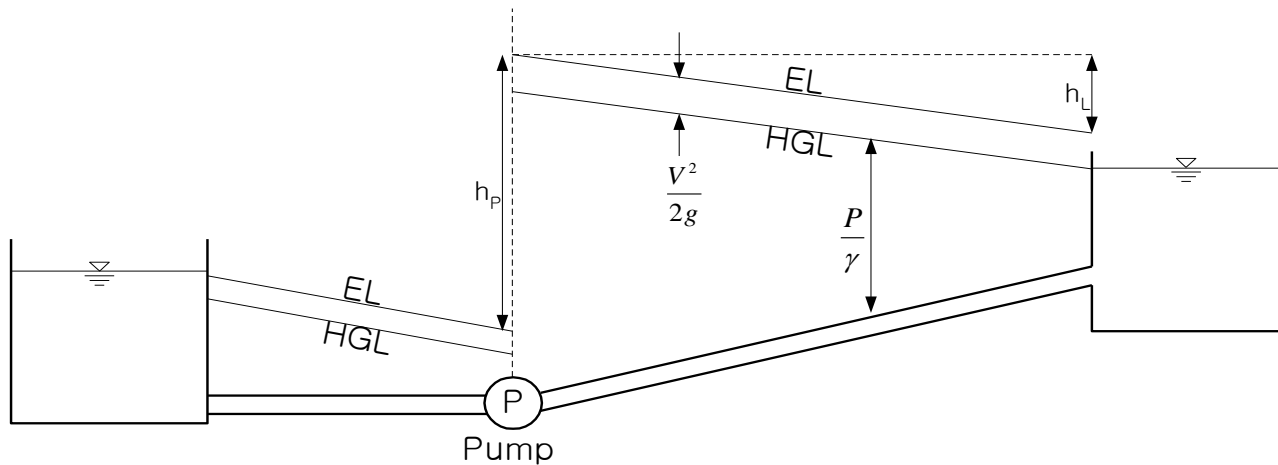
📍 체크밸브



펌프

에너지가 부족한 관망의 동수두 상승

- 설치 필요성
 - 관로를 동수경사선보다 높게 설치해야 하는 경우
 - 계획량만큼 용수를 이송하지 못하는 경우
 - 목표지점의 가용 수압이 낮은 경우 등



실시간 계측기

실시간 수리/수질/에너지 거동 감시 및 제어

설치 필요성

- 수량, 수압, 수질 등의 용수 공급품질 관리 향상
- 시설의 가동상황 파악에 따른 합리적, 효율적, 안정적 운전제어
- 이상발생 시 신속하고 적절한 대응
- 노동의 경감 및 안전위생의 유지로 노동조건 향상

수위계



검출기



변환기



잔류염소계 예시



탁도계 예시



압력계

유량계



검출기



변환기



유량계



pH계 예시

수도미터

📍 수용가 용수사용량의 계량

▪ 설치 위치

- 급수관로를 포함한 급수설비는 수용가에서 설치하고 관리하는 것이 원칙이나,
- 대지경계선 밖 또는 수도미터까지의 급수설비는 수도사업자가 관리



03

—
Physical System (원격감시제어시스템)

원격감시제어 시스템(SCADA)

SCADA

Supervisory => 감시

Control => 제어

And

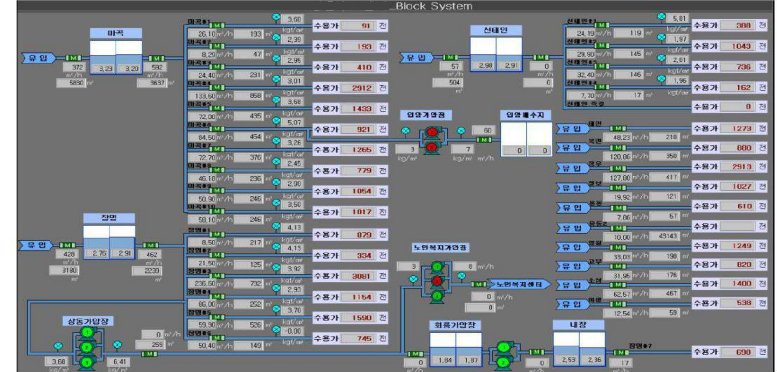
Data => 데이터

Acquisition => 수집

수운영센터



HMI S/W

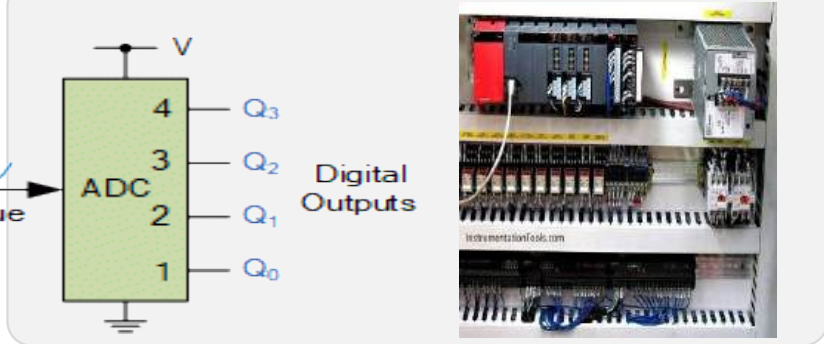


- HMI(Human-Machine Interface)
- 이력 데이터 저장, 경보(알람), 데이터 보정 등의 기능 수행

상수도관망 계측기



데이터 송수신 단말기



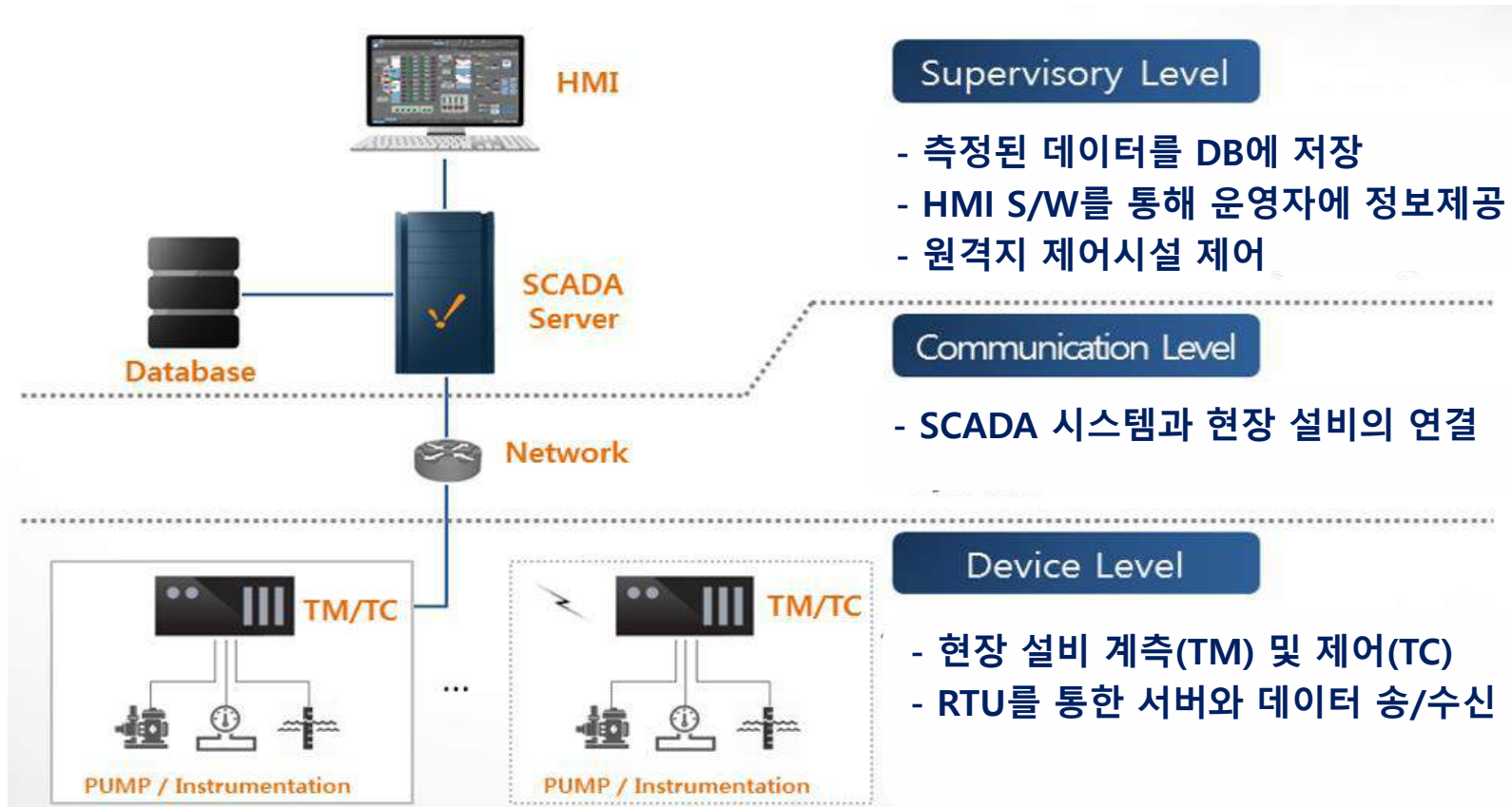
SCADA Server

통신망(유선/무선)



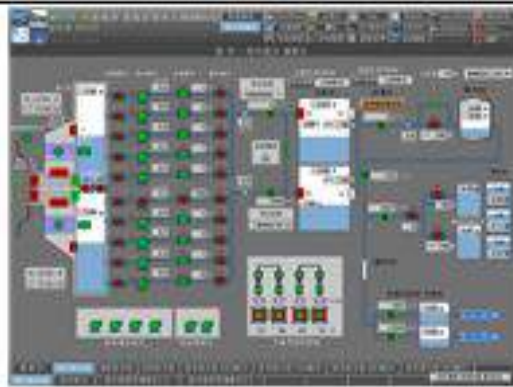
원격감시제어 시스템 구성요소

원격감시제어(SCADA) 시스템의 구성요소



인간-기계 인터페이스 (HMI; Human-Machine Interface)

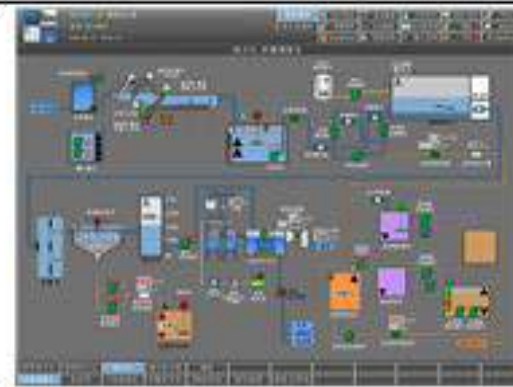
- 데이터를 감시, 제어, 분석하여 관리자에게 전달해주는 통합 S/W
- PC와 사용자 사이에 GUI(Graphic User Interface)가 있다면, 수도시설과 운영자 사이에 HMI가 있음
- 컴퓨터 프로그램 또는 시스템과의 통신을 가능하게 해주는 대시보드
- MMI (Man Machine Interface)



광역상수도



지방상수도

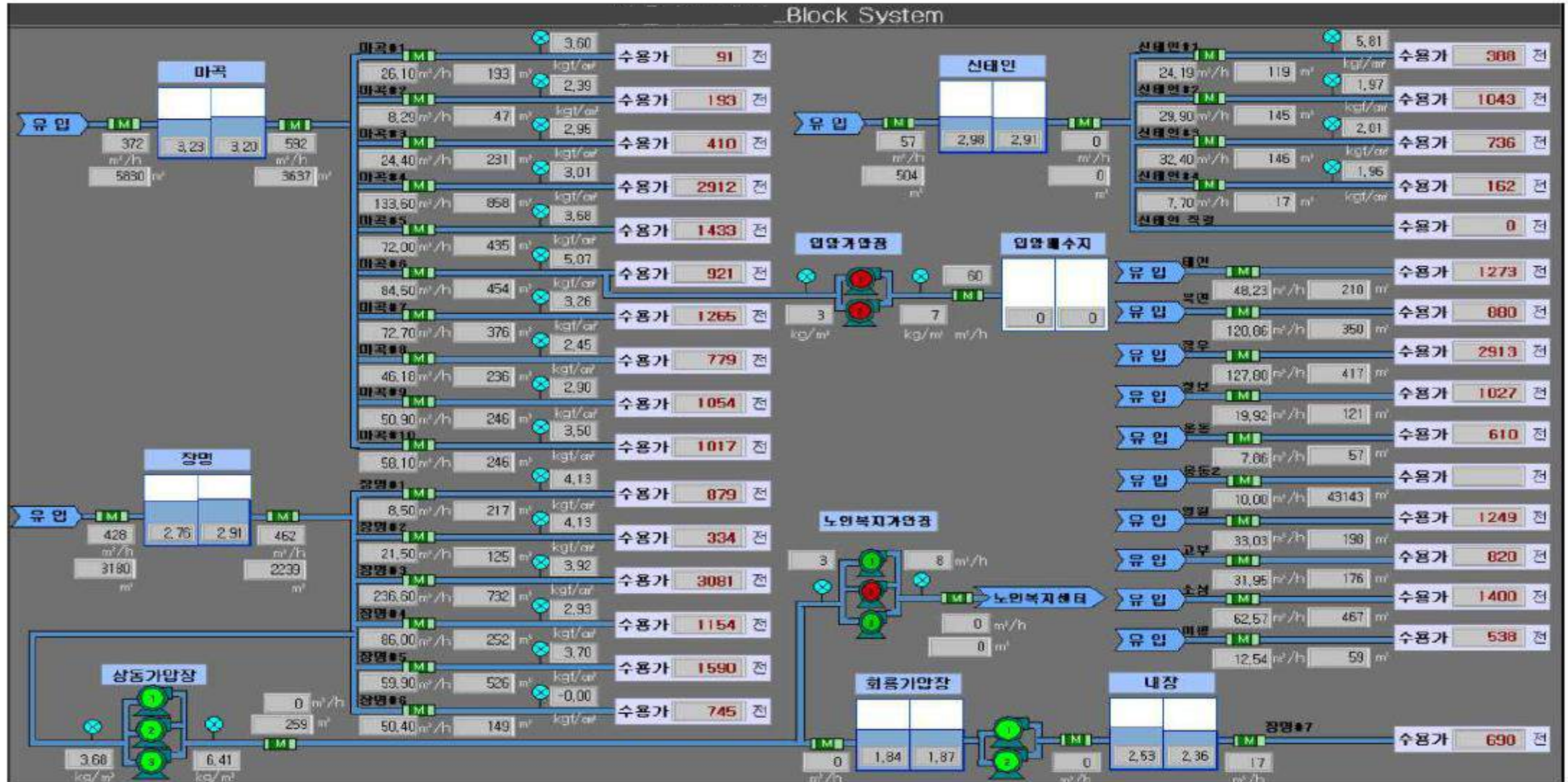


하수도



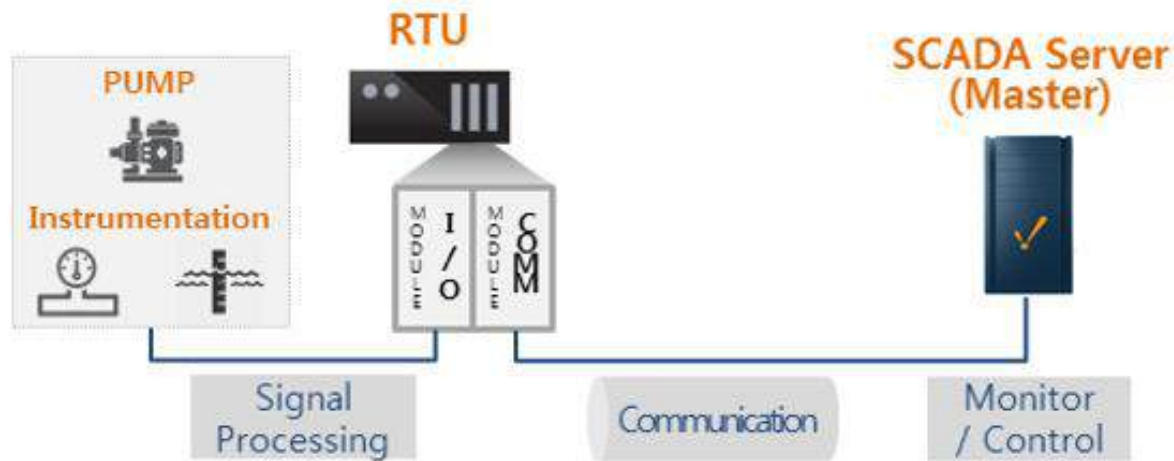
해수담수화

인간-기계 인터페이스 (HMI; Human-Machine Interface)



원격단말기 (RTU; Remote Terminal Unit, 단국장치)

- 계측기와 직접 연결되는, 즉 원격지에 설치되는 독립형 데이터 수집 및 제어 장치
- 계측기에서 나오는 아날로그 신호를 컴퓨터가 인식할 수 있는 디지털 데이터로 상호 변환
- 데이터를 SCADA 시스템에 전송하는 장치
- SCADA 시스템으로부터 작업 명령을 전송 받아 일련의 작업절차를 수행하기도 함



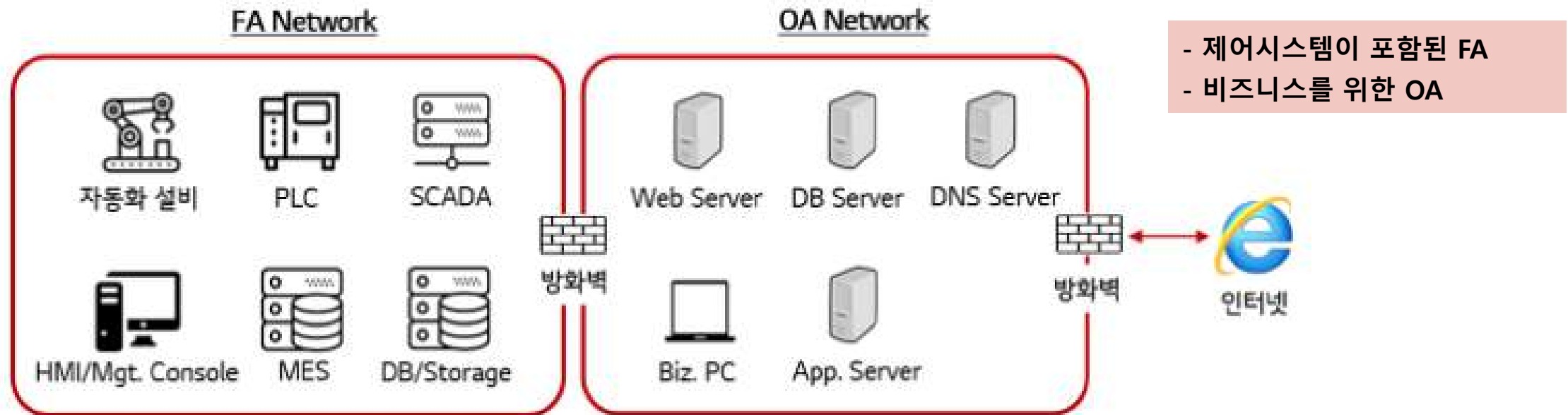
원격단말기 (RTU; Remote Terminal Unit, 단국장치)

▪ Signal Processing

항 목		Format	Target
Digital	Input	Binary (0 or 1)	설비 상태 (On/Off)
	Output	Binary (0 or 1)	설비 제어명령
Analog	Input	4~20mA → (A/D converter) → Binary	온도, 압력, 유량 계측데이터
	Output	Binary → (A/D converter) → 4~20mA	압력, 유량, 수위 설정 제어

통신시설

- 제어시스템, RTU(원격단말기) 등 멀리 떨어져 있는 요소들이 서로 통신할 수 있도록 해주는 통신망
- 해킹, 사이버 공격, 악성코드 및 바이러스 침해 사고로부터 안전한 운영관리를 위한 망분리를 원칙에 따라
 - 업무망(관망감시망(FA; Factory Automation),
 - 관망관리망(OA; Office Automation), 행정정보통신망)
 - 외부망(인터넷망)으로 구분



보안설비

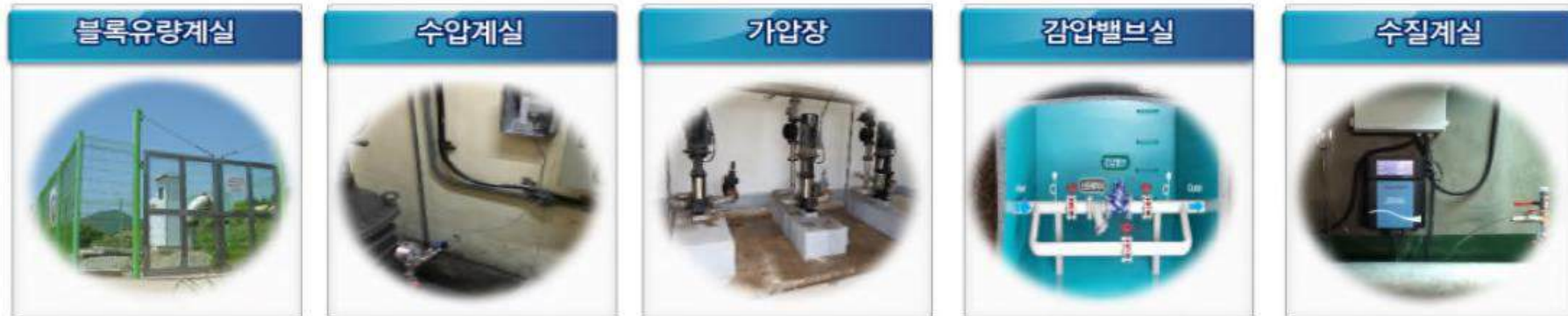
- 국가정보보안 정책 및 안전한 제어시스템 운영을 위해 관망감시망(FA)은 인터넷 망 등 상용망과 분리해야 하며, 연동이 필요한 경우 별도의 망연계장치를 추가 설치
- 대표적인 보안설비의 종류
 - **[일방향전송장치]** 데이터 취득(행정망→관망관리망(FA)) 및 전송(관망감시망(FA)→관망관리망(OA)) 한방향으로만 전송가능
 - **[VPN(Virtual Private Network)]** 공중 네트워크를 통해 한 회사나 몇몇 단체가 내용을 외부에 노출하지 않고 통신할 목적으로 사용하는 가상 사설망
 - **[방화벽]** 침입 차단 시스템, 가상 사설망(VPN) 등 다양한 보안 솔루션 기능을 하나로 통합한 보안 솔루션, 비용 절감 및 관리 복잡성 최소화
 - **[NAC(Network Admission Control)]** 접근제어라고도 하며, 미리 정의된 보안 정책에 부합되는 단말기에만 네트워크 자원의 이용을 허용하는 보안 방식

[참고] 모바일 디바이스 관리(MDM) : 사용 및 보안 측면에서 모바일 디바이스를 관리하는 프로세스, 각 디바이스에 대한 필수 정보를 추적하고, 설치할 수 있는 애플리케이션을 결정하고, 모바일 디바이스를 분실 또는 도난당한 경우 원격으로 보호하는 전략을 통해 관리

원격감시제어설비(TM/TC)

- 원격지(분기점, 배수지)의 계측기기 등 상태정보 데이터를 수집하고 제어명령을 처리하는 설비

구분	블록유량계실	수압계실	가압장	감압밸브실	수질계실
감시 설비 구성	옥외자립형 판넬	옥외자립형 판넬	옥외자립형 판넬	옥외자립형 판넬	옥외자립형 판넬
	데이터 수집장치	데이터 수집장치	데이터 수집장치	데이터 수집장치	데이터 수집장치
	모뎀(LTE)	모뎀(LTE)	모뎀(LTE)	모뎀(LTE)	모뎀(LTE)
	무정전전원장치	무정전전원장치	무정전전원장치	무정전전원장치	무정전전원장치
	서지보호기	서지보호기	서지보호기	서지보호기	서지보호기
	기타 부속설비	기타 부속설비	기타 부속설비	기타 부속설비	기타 부속설비



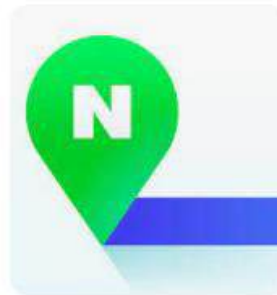
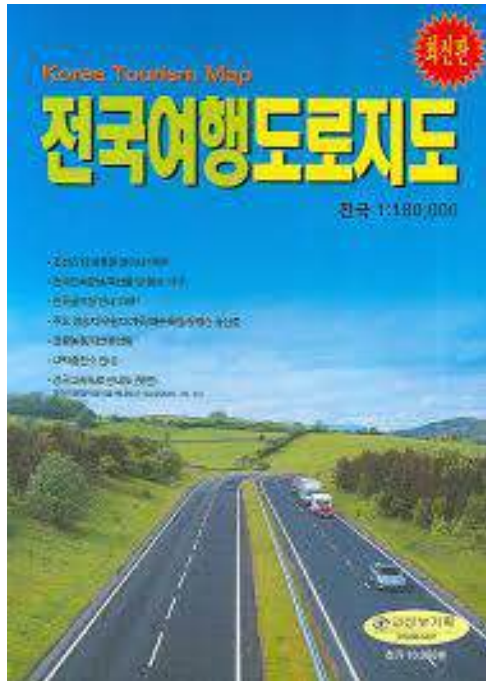
04

—
Physical System (GIS)

상수도 관망도 전산화 및 관리

관망도 전산화

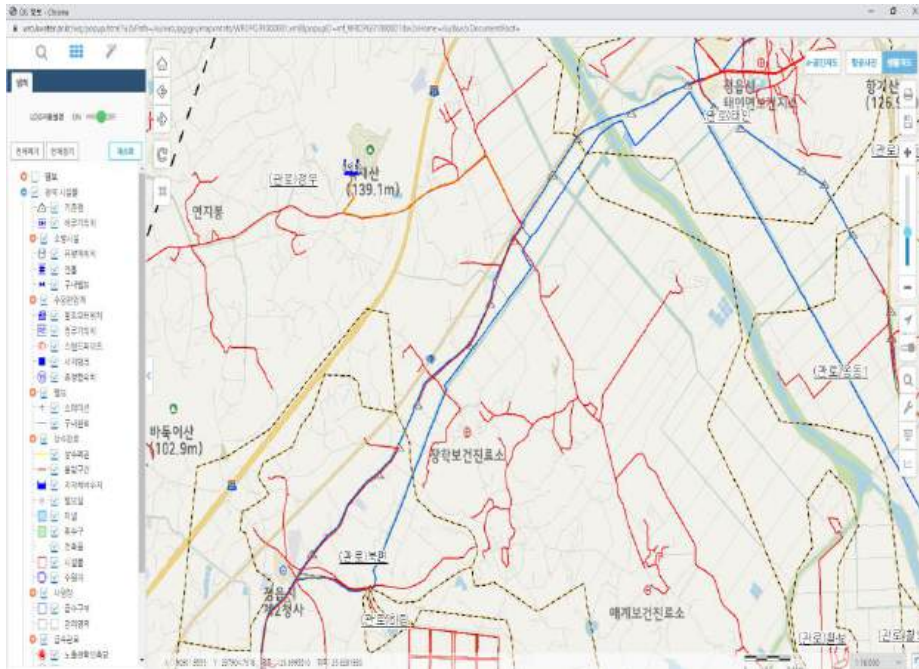
- 관망시설 정보를 각종 조서, 대장, 종이 도면으로 관리하였으나 보관, 관리가 쉽지 않고 시설 보수 및 개량 시 대장 및 도면 보완이 원활하게 이루어지지 않아 실제 시설과 보유 정보에 차이가 발생하는 일이 빈번하게 발생
- 관로시설의 공간적 정보와 제원, 운영·관리 이력의 체계적 관리를 위해 시설물에 대한 기초조사 및 현장조사 결과를 바탕으로 CAD, GIS 파일 포맷으로 관망도를 작성하는 것



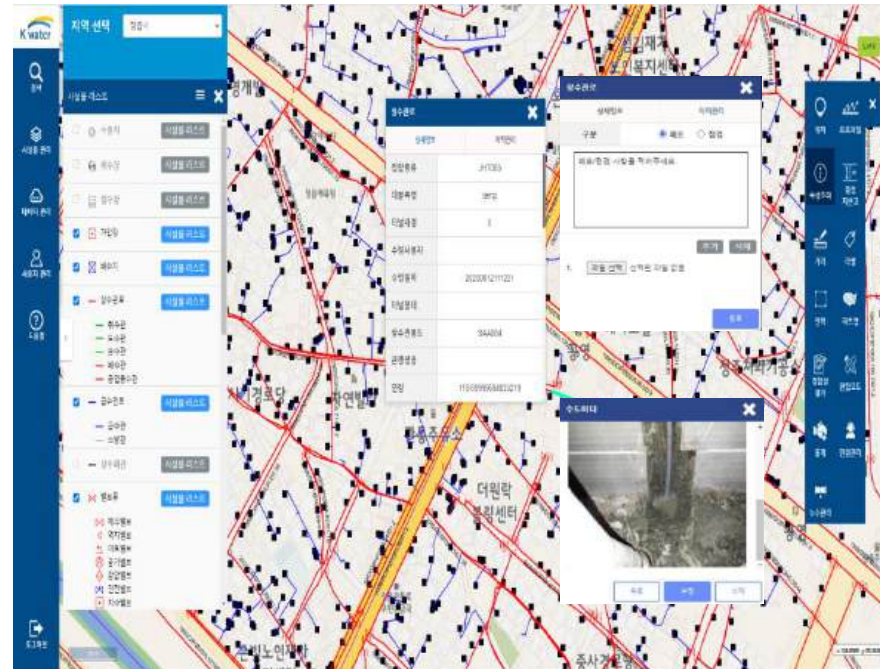
상수도 관망도 전산화 및 관리

관망도 관리

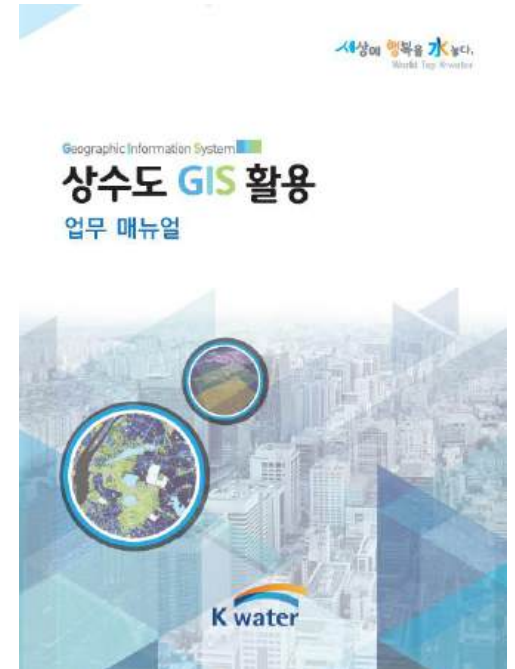
- 전산화된 관망도를 활용하여 관로의 신설 및 교체, 누수, 민원 등 각종 이력 사항을 관리하는 것
- 대부분의 국내 수도사업자들은 시설물 조사 및 관망도 전산화 단계에서는 CAD 포맷으로 관망도를 관리
- 블록시스템 구축 및 관망정비를 통해 시설물 정보에 대한 정확도가 향상 되면, 지속적인 이력관리와 활용이 용이한 GIS DB기반의 상수도관망 지리정보시스템에 업로드하여 활용 중



ERP GIS 시스템



현대화관망관리시스템



GIS활용 매뉴얼

상수도 관망도 전산화 및 관리

📍 상수도 관망도 전산화 대상

- 사업장 : 취수원, 취수장, 정수장, 가압장, 배수지
- 상수도관로 : 취수관, 도수관, 송수관, 배수관, 급수관, 공업용수관, 터널
- 밸브류 : 제수밸브, 공기밸브, 이토밸브, 퇴수밸브, 역지밸브, 감압밸브 등
- 계측설비 : 유량계, 수압계, 수질계
- 수도미터
- 기타시설 : 소방시설, 펌프설비, 밸브실 등
- 각종경계 : 도엽, 행정구역, 대·중·소블록
- 이력정보 : 누수지점, 민원 등

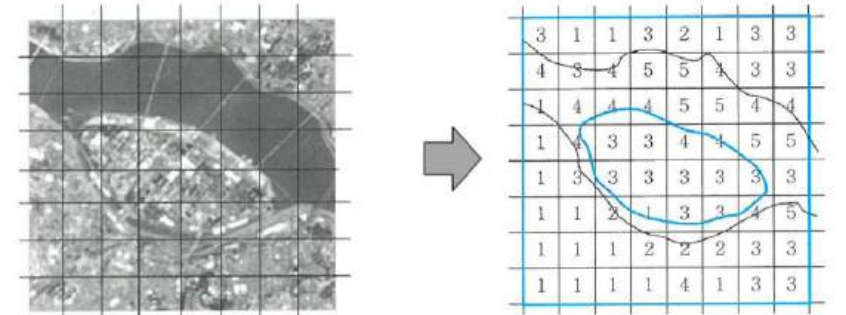
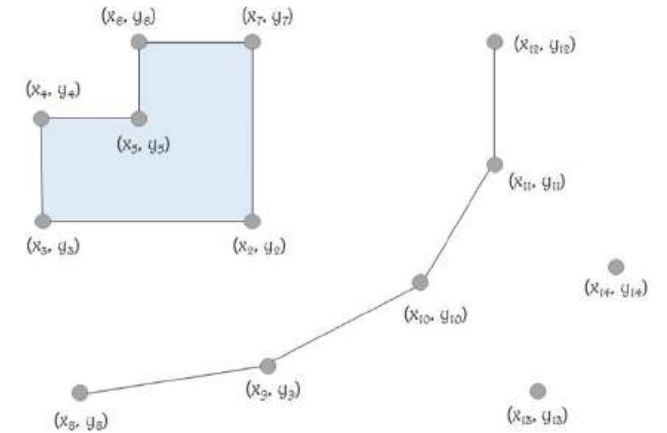
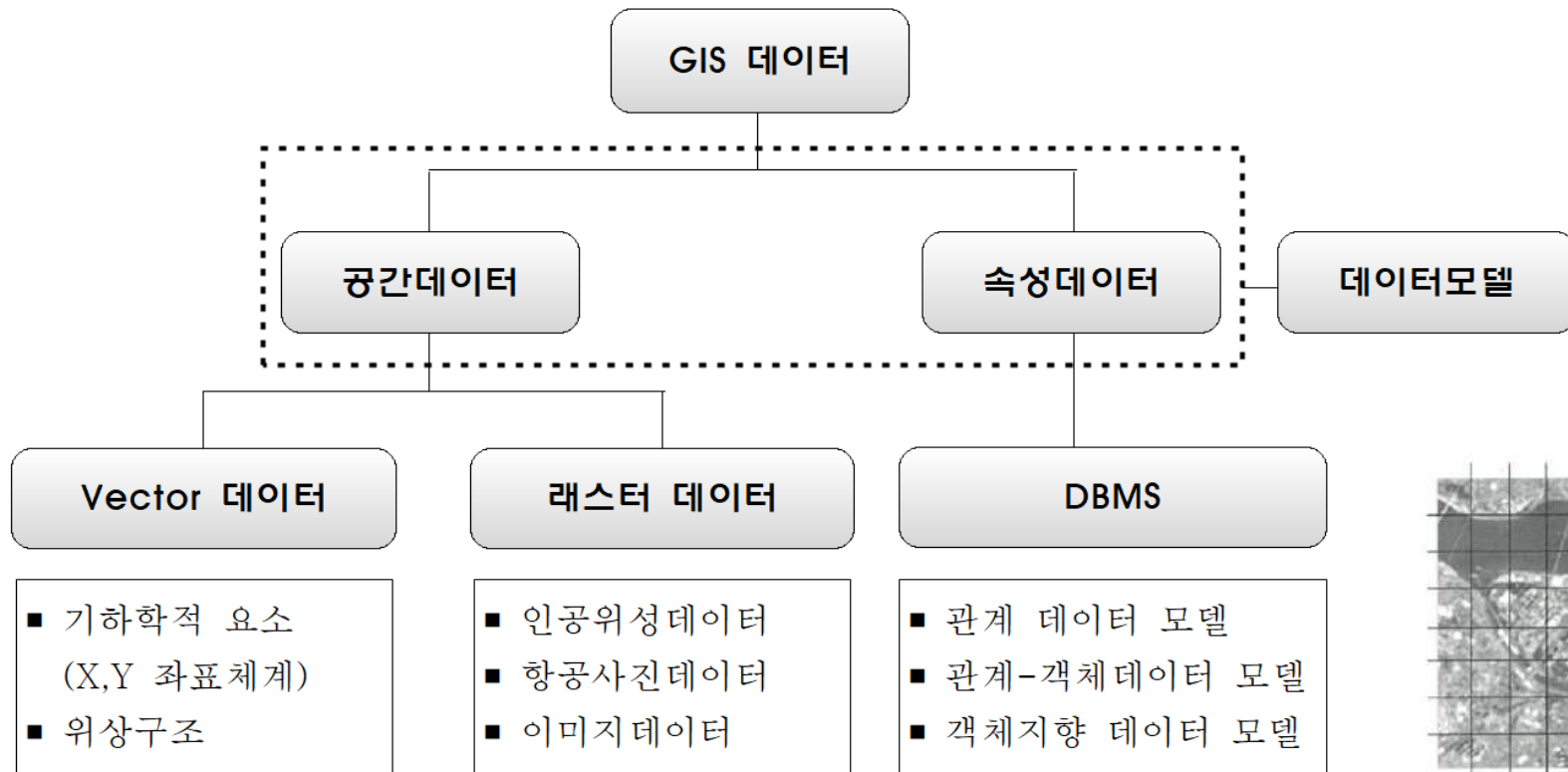
[참고]

- 관망도 전산화 대상은 「지방자치단체의 상·하수도의 시설물관리를 위한 범용프로그램의 기본설계서 및 품질인증기준(건교부 고시 제2002-137호, 2002.7.23.)」준용

GIS 개요

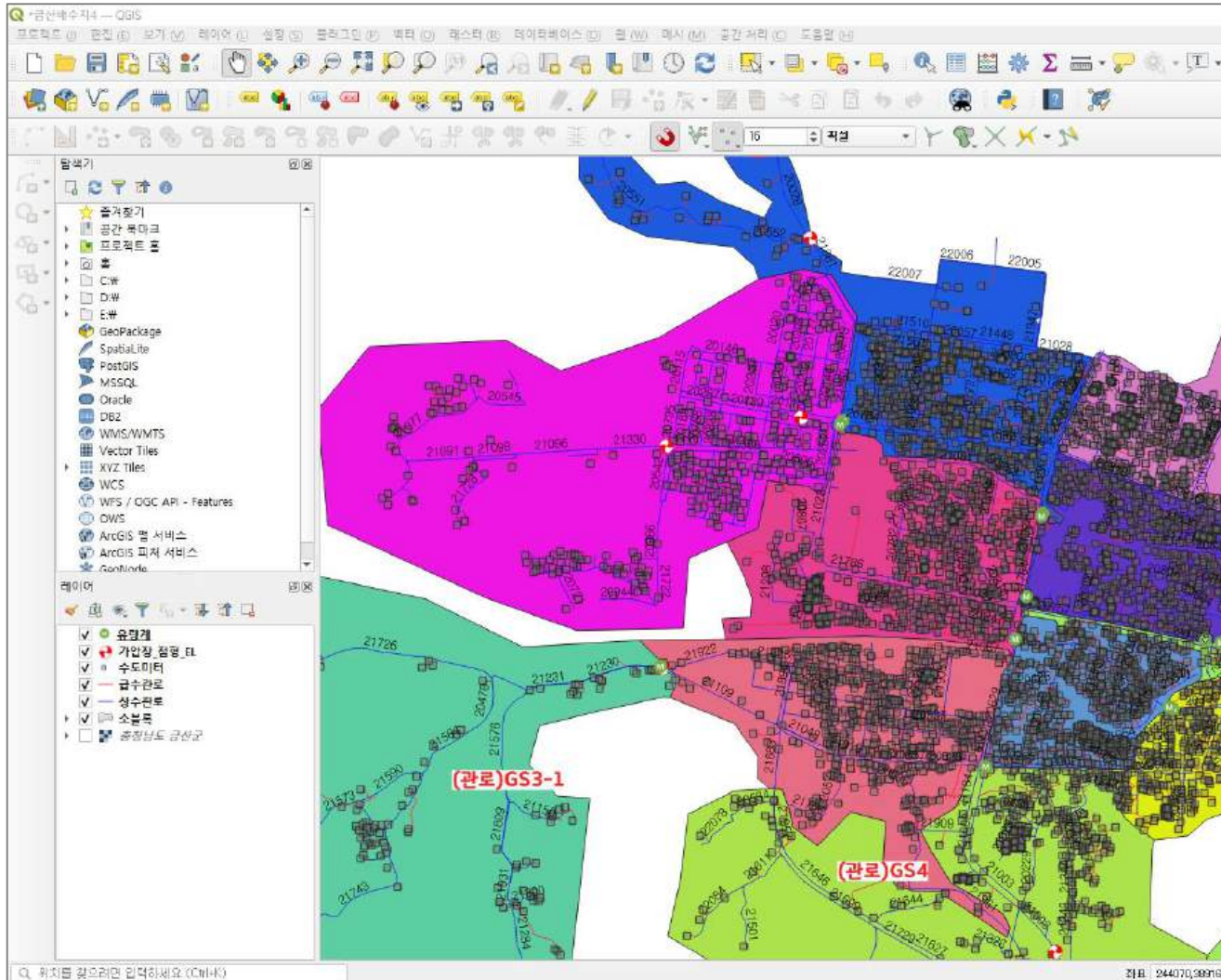
GIS(Geographic Information System)

넓은 의미로 인간의 **의사결정 능력 지원**을 위해 공간상 위치를 나타내는 **도형자료(graphic data)**와 이에 관련된 **속성자료(attribute data)**를 연결하여 처리하는 정보시스템



GIS 데이터의 유형

상수도 벡터 레이어



구분	시설명	레이어명	심벌	구분	시설명	레이어명	심벌
사업장	수원지	SA110		밸브류	제수밸브	SA200	
	취수탑	SA111			역지밸브	SA201	
	취수장	SA112			이토밸브	SA202	
	정수장	SA113			이토밸브관달	SA006	
	가압장	SA206			공기밸브	SA203	
	배수지	SA114			감압밸브	SA204	
	취수관	SAA001(관경)			안전밸브	SA205	
상수관로	도수관	SAA002(관경)		기타시설	지수밸브	SA207	
	송수관	SAA003(관경)			상수맨홀	SA100	
	배수관	SAA004(관경)			신축관실	SA991	
	공업용수관	SAA010(관경)			유량계	SA117	
	관달	SA004			수압계	SA121	
급수관로	급수관	SAA005		각종경계	저수조	SA120	
	소방관	SAA020			도엽경계	ZD001	
	관달	SA004			대블록경계	BZ001	
소방시설	급수탑	SA118		중블록경계	BZ002		
	소화전	SA119		소블록경계	BZ003		

GIS 데이터의 유형

GIS 속성데이터

- NGIS기반의 국토부 국가 지하시설물

통합 DB를 준용

- 그러나 최소한도의 표준이라 할 수 있으며,
자산관리 등 수도사업자별 운영관리 수준에
따라 더 확장된 정보를 구축하여 운용 중

[가압장 속성정보 사례]

항목정의	타입	길이	단위	항목정의 설명
지형지물부호(*)	문자	5		가압장 : SA206
관리번호(*)	숫자	10		가압장의 관리번호(일련번호 예 * 000001)
행정읍면동코드(*)	문자	10		가압장이 포함된 행정구역 표준코드(code.go.kr)
도엽번호(*)	문자	10		수치지형도 인덱스
관리기관코드(*)	문자	7		관리기관 행정표준코드(code.go.kr)
준공일자	문자	8		가압장이 설치된 연월일(예, 20011014)
가압장명	문자	100		가압장의 명칭
부지면적	숫자	10, 2	m ²	가압장의 부지면적
가압형식	문자	10		가압장의 가압형식
가동여부	문자	6		배수지 가동여부 : 가동, 운휴, 폐쇄
관리방법(*)	문자	6		관리방법 : 관리방법의 종류 참조
가압장표고	숫자	7, 2	m	가압장 가압펌프 중심의 해발 고도값
펌프용량	숫자	10, 2	m ³ /일	가압장의 총 시설용량
펌프대수	숫자	2	대	가압장의 펌프대수
가압구역	문자	50		관련 급수구역의 명칭
가압수해가구	숫자	8, 2		관련 급수구역의 가구수
수충격설비	문자	10		수충격완화설비 설치여부(예 : 유, 무)
수충격용량	숫자	10, 2		수충격완화설비의 용량
수충격설비형태	문자	10		수충격완화설비형태 : 수충격완화설비 종류 참조
공사번호	문자	50		
대블록명	문자	2		가압장이 설치된 대블록명(영문자 2자리)
중블록명	문자	2		가압장이 설치된 중블록명(영문자 2자리)
소블록명	문자	4		가압장이 설치된 소블록명(영숫자 4자리)
대장초기화여부(*)	문자	1		도형과 속성자료 원전입력여부(0 : 초기화, 1 : 완료)

GIS 데이터의 유형

운영통합정보시스템 - Chrome
 wro.kwater.or.kr/wq/index.jsp?w2xPath=/ui/index.xml

운영통합정보시스템 > 유량계관리 > 수도권영 > 설비운영 > 유량계운영 > 유량계관리

권역: 금강본부 | 관리부서: 아산권지사 | 관리대상: 전체 | 관리주체: 전체

유량계 목록 (152건) ※ 유량계 신규 등록 및 제원정보 수정은 SAP(시설)에서 가능합니다. [역설]

시설설비번호	지형지물번호	유량계ID	유량계명	권역본부	관리부서	관리번호	사업장	사업단계	계통	구간	
35660062			유량계.포터블.Master Meter	금강본부	아산권지사	디폴트					
	1999000146	1999000146	유량계 (공업)신평분기	금강본부	아산권지사	0011		아산권공업용수...	아산권공업용수도 1...	고대계를 신평분기...	비
50070959			유량계.송악분기공업	금강본부	아산권지사			아산권공업용수...	아산권공업용수도 1...	고대계를 신평분기...	

유량계 상세정보 - Chrome
 wro.kwater.or.kr/wq/winPopup.jsp?w2xPath=/ui/wro/pg/4_eqpoper/flwmtropemng/sealngmng/WROPG31300002.xml

관리정보

관리기관	관리대상	관리주체	용도구분
권역본부: 금강본부	관리부서: 아산권지사	담당자	전화번호: 041-539-4271
관리번호: 디폴트	유량계명 (설치위치, 고각명): 유량계.송악분기생활	작동상태: 가동	
수종	환경부보고: <input type="radio"/> 예 <input type="radio"/> 아니오	검침방법	자료등록구분

유량계 정보

계원정보 | 설치정보 | 봉인장치관리 | 교정(비교측정)관리 | 검정정보관리

시설설비번호: 31603681	유량계ID	등록일자	관리상태
유량계형식	구경(mm): 700.00	관중	센서수량(SET)
제조(기기)번호: 디폴트	제조일자: 디폴트	철거지침(m ²)	모델명
제조사: SIEMENS	구매단가(원)	폐기: <input type="radio"/> 예 <input checked="" type="radio"/> 아니오	TM설치유무: <input type="radio"/> 예 <input type="radio"/> 아니오
TC설치유무: <input type="radio"/> 예 <input type="radio"/> 아니오	UPS설치여부: <input type="radio"/> 예 <input type="radio"/> 아니오		

NOTICE

시설물 레이어 지형지물관리번호가 없습니다. 다시 확인하여 주십시오.

[확인]

[위치확인]

Shp 파일

Shape File :

미국 ESRI에서 만든 벡터 형식 GIS의 3개 파일로 구성된 확장 포맷 (*.shp , *.shx *.dbf)

이름	수정한 날짜	유형	크기
wtl_pipe_lm.cst	2020-09-01 오후...	CST 파일	1KB
wtl_pipe_lm.dbf	2020-09-01 오후...	OpenOffice.org X...	6KB
wtl_pipe_lm.prj	2020-09-01 오후...	PRJ 파일	1KB
wtl_pipe_lm.shp	2020-09-01 오후...	SHP 파일	1KB
wtl_pipe_lm.shx	2020-09-01 오후...	SHX 파일	1KB

*.shp : 도형 정보를 저장하는 주요 파일 (필수)

*.shx : 도형정보의 색인(index)을 저장하는 인덱스 파일 (필수)

*.dbf : 도형 속성을 저장하는 dBASE 테이블, 엑셀 등에서 확인 가능 (필수)

*.prj : 좌표체계 정보를 담고 있는 파일

좌표계

EPSG (European Petroleum Survey Group) : 전세계 좌표계에 대한 표준 고유코드

어떤 타원체(WGS84, GRS80)?, 어디를 중심으로(지리좌표계)?, 어떻게 변환(투영법, TM, UTM)?

EPSG	타원체	원점	경·위도	횡·종축값	비고
4326	WGS84		경위도 좌표체계		전지구 좌표계
2096	Bessel	동부	경도 129 위도 38	+x 200000 +y 500000	보정안된 오래된 지리원 표준
2097		중부	경도 127 위도 38		
2098		서부	경도 125 위도 38		
5173	Bessel	서부	경도 125.002890278 위도 38	+x 200000	오래된 지리원 표준
5174		중부	경도 127.002890278 위도 38	+y 500000	
5175		제주	경도 127.002890278 위도 38	+x 200000 +y 550000	
5176		동부	경도 129.002890278 위도 38	+x 200000	
5177		울릉	경도 131.002890278 위도 38	+y 500000	

EPSG	타원체	원점	경·위도	횡·종축값	비고
5180	GRS80	서부	경도 125 위도 38	+x 200000 +y 500000	타원체를 변경한 지리원 표준 (카카오 5181)
5181		중부	경도 127 위도 38		
5182		제주	경도 127 위도 38	+x 200000 +y 550000	
5183		동부	경도 129 위도 38	+x 200000	
5184		울릉	경도 131 위도 38	+y 500000	
5185		서부	경도 125 위도 38		
5186	GRS80	중부	경도 127 위도 38	+x 200000 +y 600000	2002년 이후 현재 국토리지정보원 표준
5187		동부	경도 129 위도 38		
5188		울릉	경도 131 위도 38		

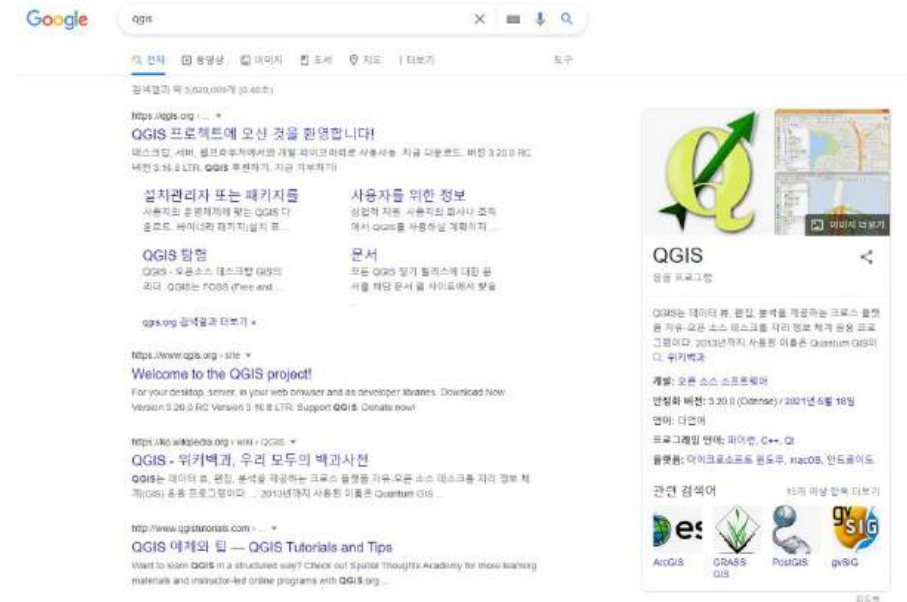
* NAVER 5179, 구글맵 3857, GPS 4326

QGIS (1/5)



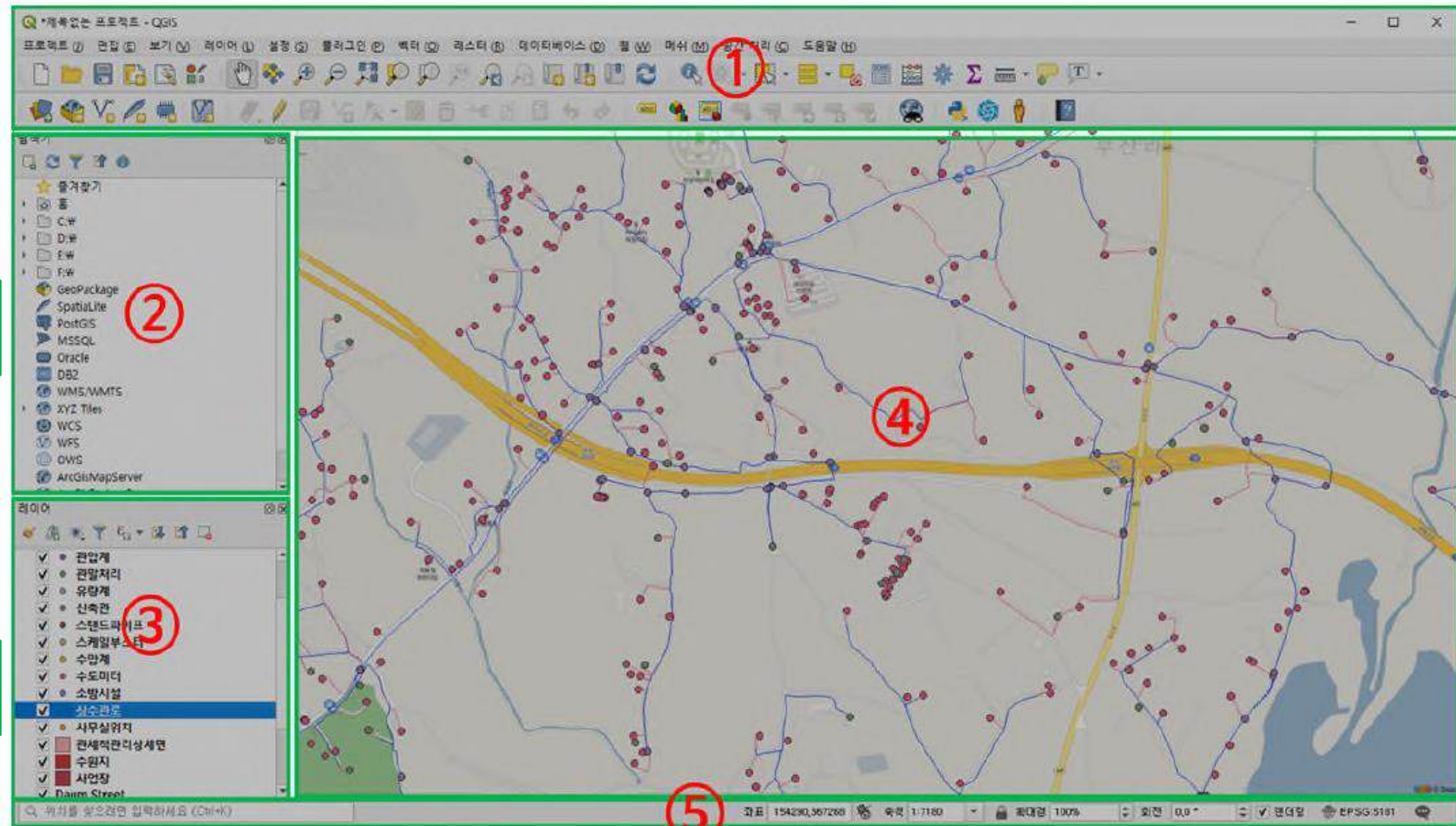
QGIS는 무료 오픈소스 지리정보 프로그램(GPL; General Public License)으로 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 미국 ESRI사의 ArcMap과 유사한 기능을 제공

- * 공식 홈페이지 : <https://qgis.org/ko/site>
- * 매뉴얼 : https://docs.qgis.org/3.22/ko/docs/user_manual/



QGIS (2/5)

메뉴, 툴바, 사이드 툴바



브라우저 패널

레이어 패널

맵 캔버스

상태 바 : 축적, 좌표 등을 확인

QGIS (3/5)

레이어 속성 - 상수관로 | 정보

제공자로부터의 정보

이름 상수관로
 경로 D:\2022\99_ETC\관망해석교재\202211\배제\배제1_관망도_정보\상수관로.shp
 저장소 ESRI Shapefile
 주석
 인코딩 System
 도형 Line (MultiLineString)
 좌표계 EPSG:5186 - Korea 2000 / Central Belt 2010 - 투영
 범위 188773.7068999996408820,330525.2772000003606081 ; 194967.8926999997347593,336982.1161000002175570
 단위 미터
 격자 계수 476

식별 정보

Identifier	Parent Identifier	Title	Type
		dataset	dataset

범위

스타일 | 확인 | 취소 | 적용 | 도움말

레이어 속성 - 상수관로 | 원본

설정

레이어 이름 상수관로 | 다음과 같이 표현됨 상수관로
 데이터 원본 인코딩 System

도형과 좌표계

원본 좌표계 설정
 EPSG:5186 - Korea 2000 / Central Belt 2010
 공간 인덱스 생성 | 범위 갱신

제공자 격자 필터

좌표계 선택

이 레이어의 좌표계를 정의하세요:
 이 레이어는 투영체 사양을 보유하지 않은 것으로 보입니다. 기본적으로 프로젝트의 투영체가 이 레이어에 적용되지만, 아래에서 다른 투영체를 선택해서 프로젝트 투영체를 무시할 수도 있습니다.

필터

최근 이용한 좌표계

좌표계	권한 ID
* 생성한 좌표계 (+proj=tmerc +lat_0=38 +lon_0=127 +k=1 +...	USER:100001
* 생성한 좌표계 (+proj=laea +lat_0=52 +lon_0=10 +x_0=4321...	USER:100000
WGS 84	EPSG:4326
Korea 2000 / Central Belt 2010	EPSG:5186
Korea 2000 / Central Belt	EPSG:5181

세계 좌표계 폐기 예정인 좌표계 숨기기

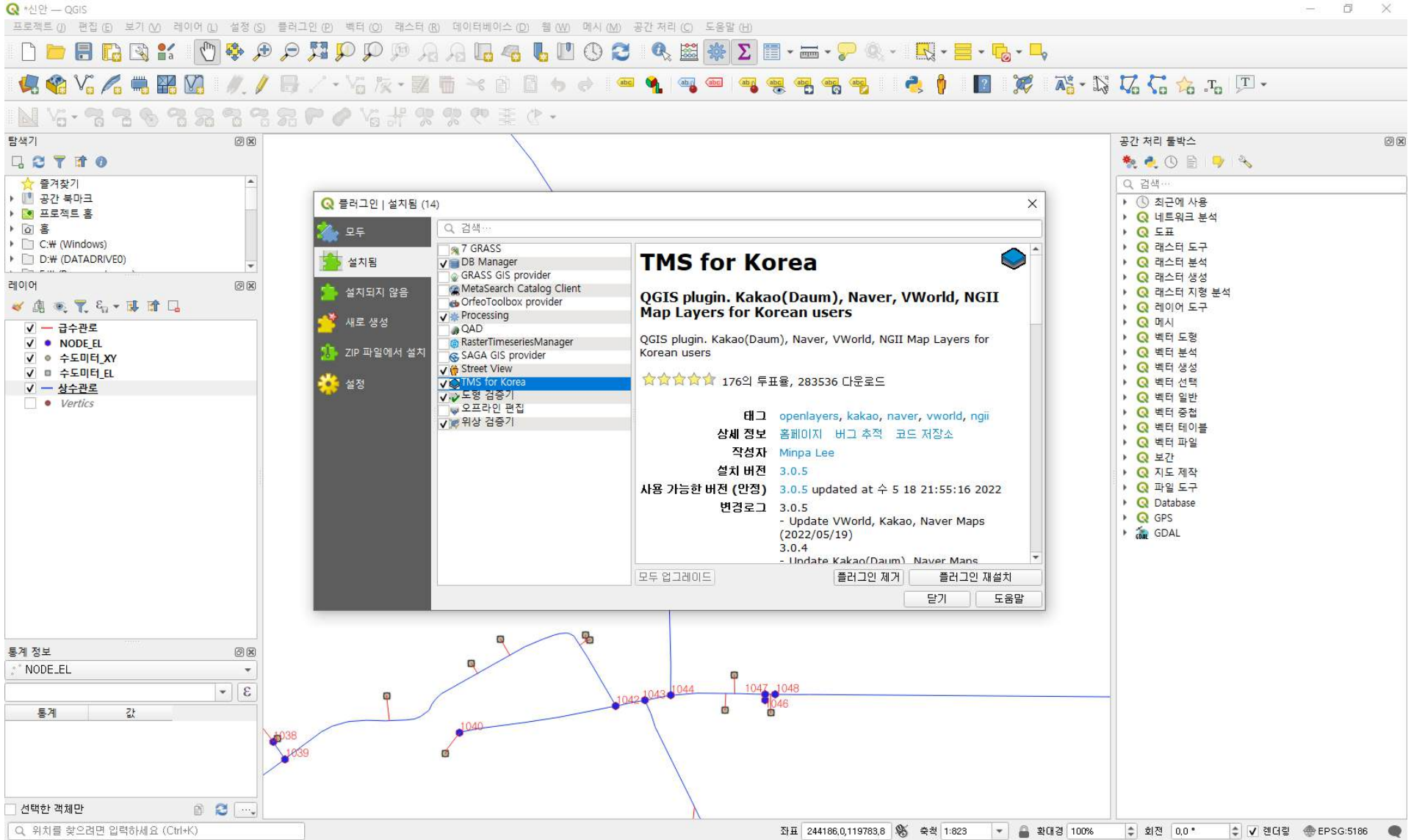
좌표계	권한 ID
Korea 2000 / Central Belt 2010	EPSG:5186
Korea 2000 / Central Belt Jeju	EPSG:5182
Korea 2000 / East Belt	EPSG:5183
Korea 2000 / East Belt 2010	EPSG:5187
Korea 2000 / East Sea Belt	EPSG:5184

Korea 2000 / Central Belt

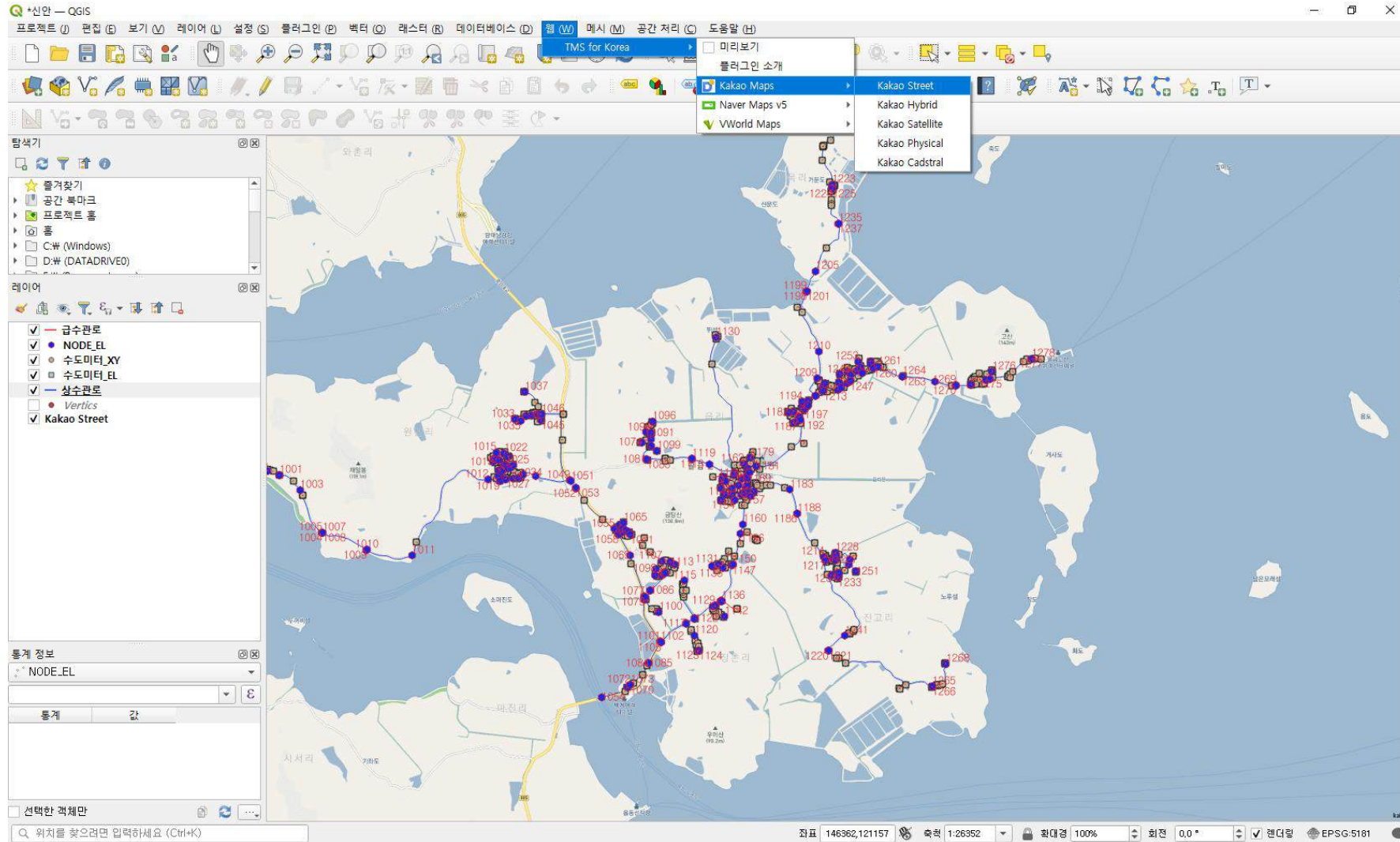
범위
 126.00, 33.96, 128.00, 38.33
 Proj4
 +proj=tmerc +lat_0=38 +lon_0=127 +k=1
 +x_0=200000 +y_0=500000 +ellps=GRS80
 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no_defs

확인 | 취소 | 도움말

QGIS (4/5)



QGIS (5/5)



지방상수도관리 시스템 (LWS; Local Waterworks System)

- **고객관리** : 고객정보관리, 고객센터, 민원관리, SQI(Service Quality Index) 관리
- **요금관리** : 검침관리, 요금조정, 요금고지, 요금수납 등
- **시설관리** : 시설현황, 사업장관리, 관로시설관리, 유량계관리, 기타시설관리, 블록관리
- **운영관리** : 유수율관리, 운영관리, 공사관리, 위기관리, GIS, 상수도통계 등

The screenshot shows the LWS web interface. The left sidebar contains navigation options: 고객관리, 요금관리, 시설운영관리, 업무지원, and 매뉴얼. The main content area displays two bar charts: '민원현황' (Complaint Status) and '지방상수도 요금' (Local Waterworks Fee). The right sidebar includes notices and utility icons.

민원현황 (Complaint Status)

연월	민원현황 (건)
2023-05	2,016
2023-06	1,910
2023-07	1,771
2023-08	1,732
2023-09	1,574
2023-10	1,828
2023-11	1,976
2023-12	1,613
2024-01	1,567
2024-02	1,523
2024-03	1,545
2024-04	1,868
2024-05	718

지방상수도 요금 (Local Waterworks Fee)

연월	요금 (건)
2023-06	23,579
2023-07	23,452
2023-08	23,308
2023-09	9,055
2023-10	36,793
2023-11	23,113
2023-12	9,532
2024-01	36,694
2024-02	23,361
2024-03	9,954
2024-04	36,072
2024-05	1,271

공지사항 | FAQ

- 위택스(간단E납부) 관련 공지 드립니다. (최준범 | 정보관리처 | 2024-05-07)
- 전자팩스 관련 공지 드립니다. (최준범 | 정보관리처 | 2024-04-12)
- 위택스(간단E납부) 관련 공지 드립니다. (최준범 | 정보관리처 | 2024-03-06)

Utility Icons: 매뉴얼, EASY, 시설현황, 종합민원(F1), 민원처리(F2), 실시간민원지도, IT서비스요청

2024.05.16

05

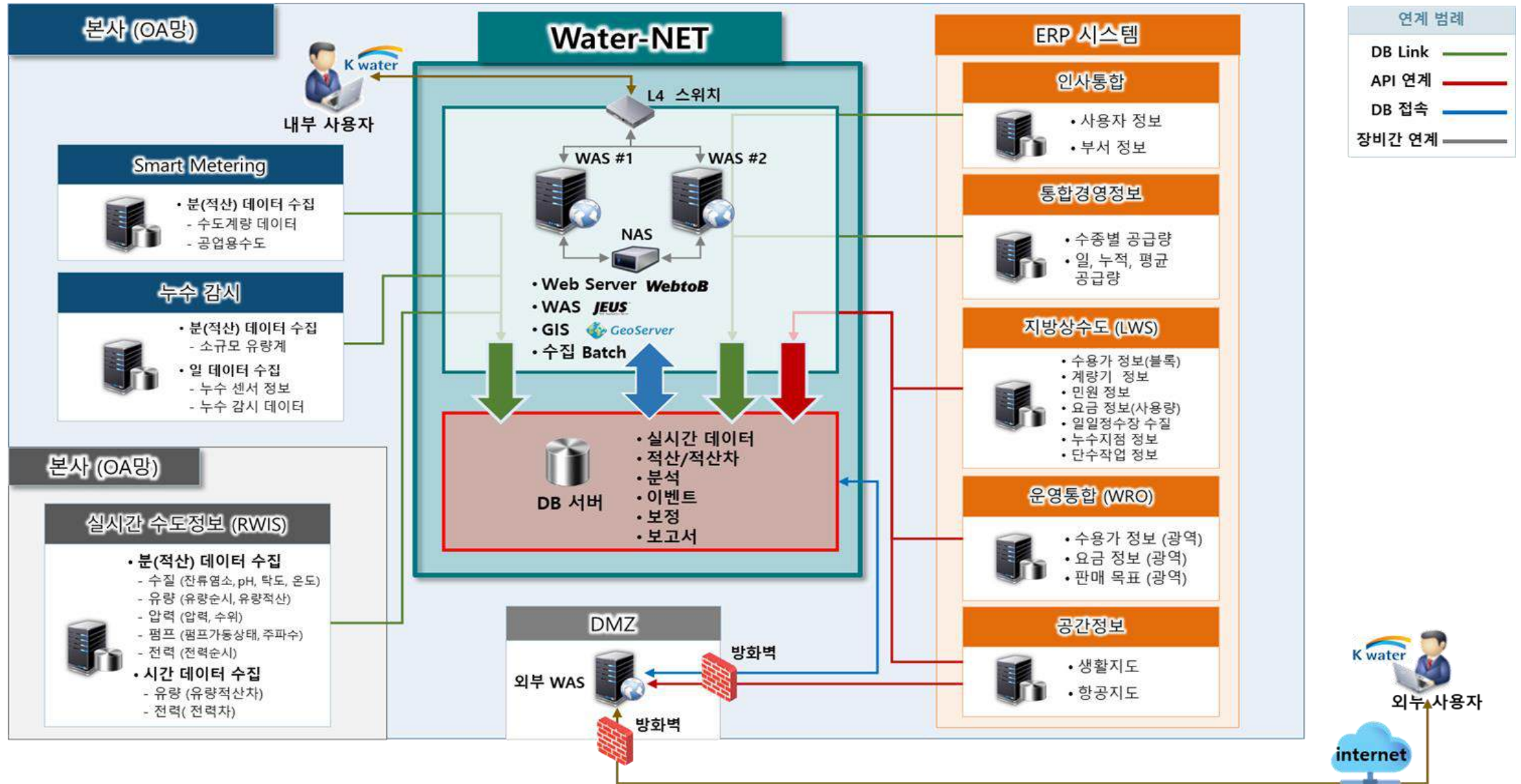
— 상수도관망 디지털 트윈

상수도관망 디지털 트윈의 구조

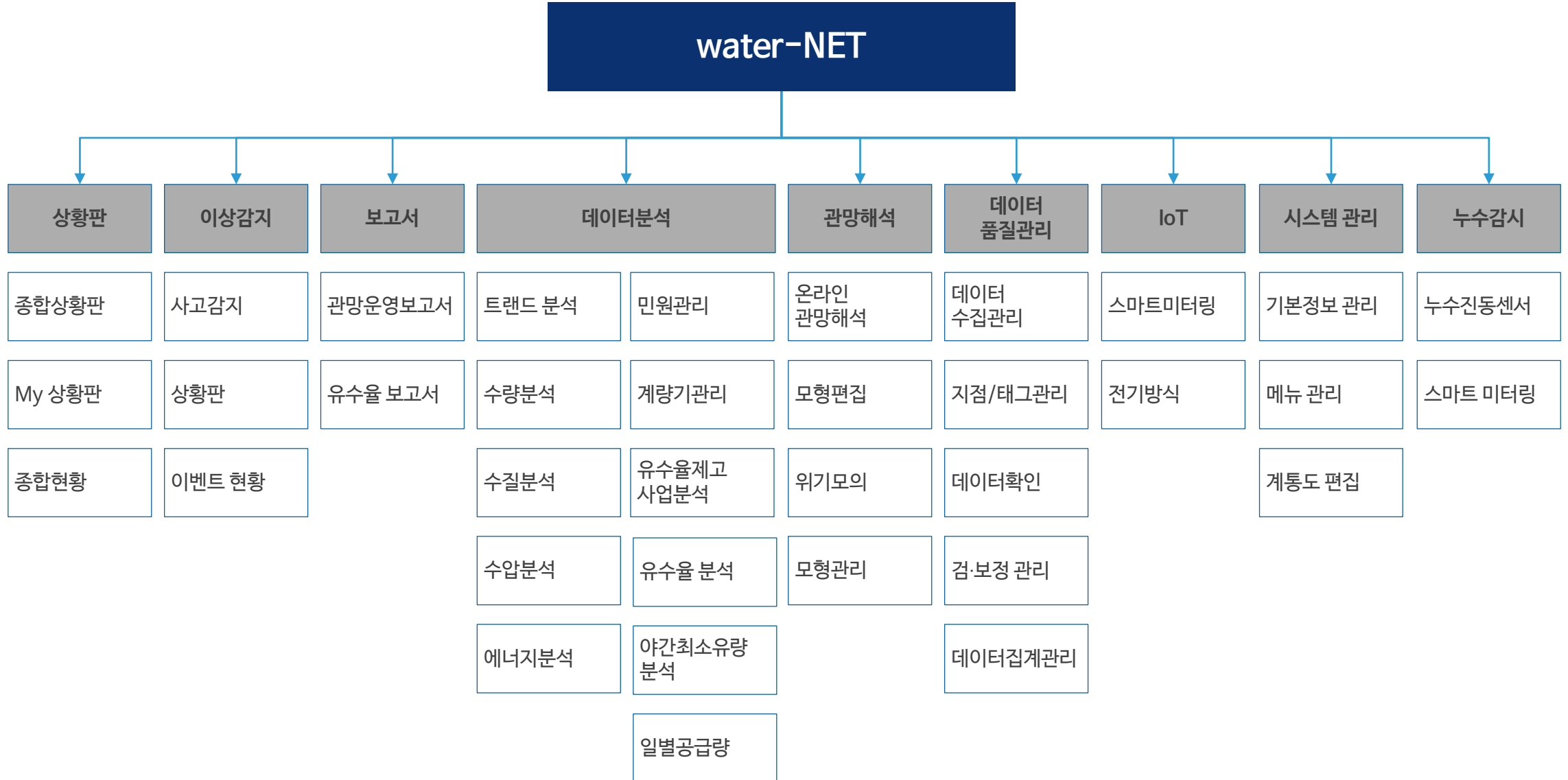
가상 디지털 트윈 시스템 (Digital Twin Systems)

데이터 통합/관리	분석모델	가시화
<p data-bbox="282 651 657 803">데이터 통합, 활용 빅데이터 플랫폼</p> <hr/> <p data-bbox="343 982 596 1036">데이터 관리</p> <ul data-bbox="165 1086 644 1232" style="list-style-type: none">- 데이터 품질(오결측 등)- 현행화	<p data-bbox="1080 662 1332 716">데이터 모델</p> <p data-bbox="1003 766 1409 821">머신러닝, AI, 통계 등</p> <hr/> <p data-bbox="1105 958 1307 1012">물리 모델</p> <p data-bbox="848 1062 1021 1116">관망해석</p> <p data-bbox="843 1153 1286 1208">(수리/수질, 정적/동적)</p>	<p data-bbox="1709 644 2308 698">시뮬레이션 및 의사결정지원</p> <div data-bbox="1612 758 2339 1239"><ul style="list-style-type: none">- 가상 시나리오- 실시간 상황판- 증강(AR)/가상(VR) 현실- 모바일 알람- 자율운영 시스템</div>

water-NET 시스템 구성도



water-NET 기능구성



상수도 디지털 트윈의 분석 모델

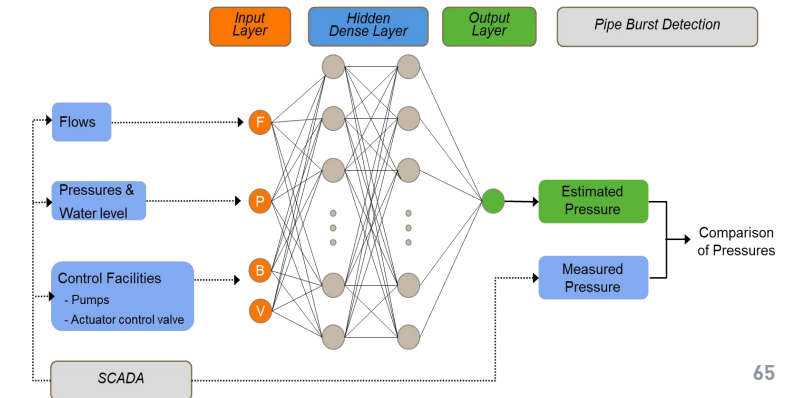
- ▶ (Physics Based Models) Hydraulic, Biological, etc. (static and dynamic)
- ▶ (Data Driven Models) Machine Learning, AI, Statistic, etc.

구분	데이터 모델	물리 모델
모델 표현력	변수들 간의 상관관계	변수들 간의 인과관계
대상 시스템 지식	시스템 지식 불필요	시스템 지식 필요
모델 다이내믹스	입력 → 출력 정적 매핑 $x \rightarrow \boxed{y = f(x)} \rightarrow y$ No state within model	(입력, 상태) → 출력 동적 매핑 $x \rightarrow \boxed{\begin{matrix} Q \\ q' = f(q, x) \\ y = g(q, x) \end{matrix}} \rightarrow y$ State Q within model
모델링 수단	데이터 마이닝, 기계학습	물리 이론 및/또는 운영규칙
분석 수준	서술 → 예측 (제어정책 결정 無)	예측 → 규범적 (제어정책) → 인지적 (계획수립)
예측의 타당성 확보 조건	학습전후 시스템 구조 불변	모델 VV&A
모델 실행 소요시간	매우빠름 ~ 실시간	비교적 긴시간 ~ 거의 실시간
특별한 상황, 또는 존재하지 않는 시스템	적용 불가	적용 가능

• 물리모델 : EPANET (Static Model)



• 데이터모델 : AI 관파손 사고감지



물리모델 (관망해석S/W)



Search EPA.gov

- Environmental Topics
- Laws & Regulations
- Report a Violation
- About EPA

Related Topics: [Water Research](#)

CONTACT US

EPANET

Application for Modeling Drinking Water Distribution Systems

EPANET is a software application used throughout the world to model water distribution systems. It was developed as a tool for understanding the movement and fate of drinking water constituents within distribution systems, and can be used for many different types of applications in distribution systems analysis. Today, engineers and consultants use EPANET to design and size new water infrastructure, retrofit existing aging infrastructure, optimize operations of tanks and pumps, reduce energy usage, investigate water quality problems, and prepare for emergencies. It can also be used to model contamination threats and evaluate resilience to security threats or natural disasters.

Software, Compatibility, and Manuals

EPANET is public domain software that can be freely copied and distributed. It is a Windows®-based program that will work with all versions of Windows. Continued development and bug fixes are occurring under an open source project site in GitHub. Software bugs and feature requests can be reported on the site as issues, and information is available for those interested in contributing to the code and/or viewing the quality assurance plan, contributor guidelines, software development roadmap, automated testing suite, and other information.

- [EPA's GitHub site for EPANET 2.2 open source project](#) EXIT

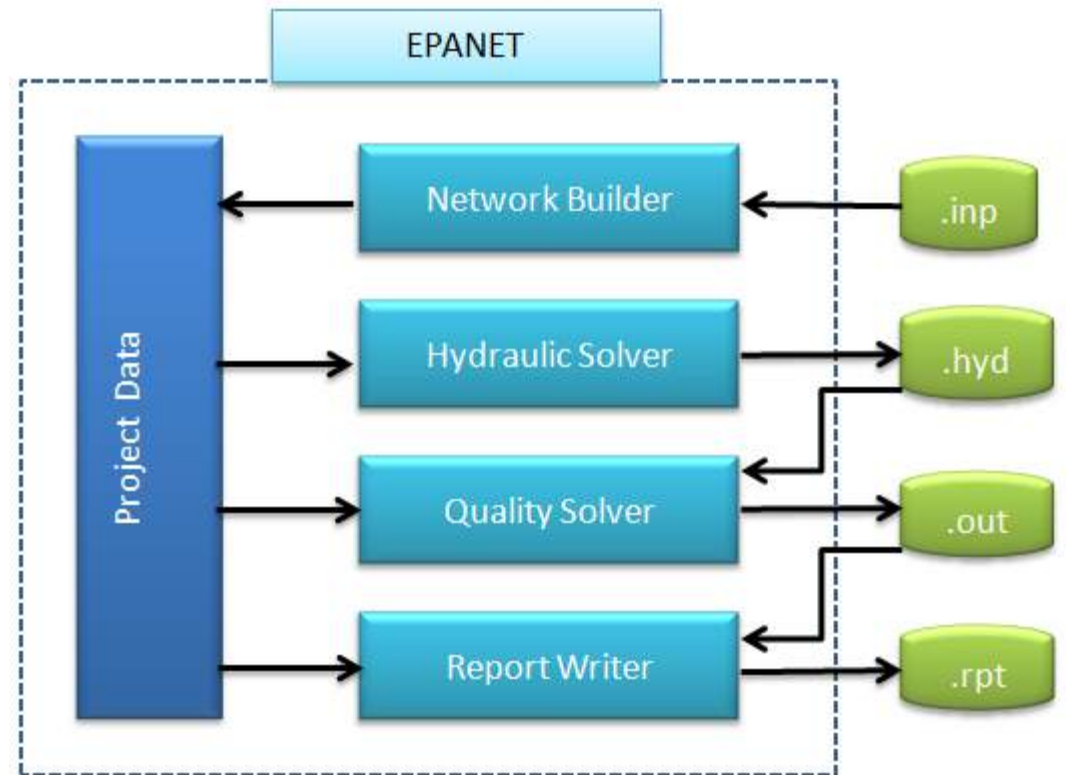
Software

On this Page

- [Software, Compatibility, and Manuals](#)
- [Capabilities](#)
- [Applications](#)
- [Related Resources](#)
- [Technical Support](#)



Disclaimer: Any mention of trade names, manufacturers, or products



관망해석모델의 필요성



새상에 행복을 가립니다.
World's Top K-water

관 리 번 호
2023-WS-GP-416-641

Geographic Information System
**GIS를 이용한
관망해석모델 구축 및 활용**
업무 매뉴얼



【 관망해석 활용 업무 】

- (계획단계) : 장래 상수도 시설물의 예정 노선과 위치 결정, 관로, 배수지, 펌프와 같은 시설물 신설 등의 장단기 투자계획 수립을 위한 의사결정 지원
- (설계단계) : 수압 부족 등 문제구역 파악과 보강을 위한 계획수립, 감압밸브의 위치, 구경 및 제어방법, 배수지 위치 및 용량, 펌프장 위치 및 펌프 대수와 용량 결정 등 관망 시설물 도입 시 설계에 활용
- (운영단계) : 재해 및 사고 대책 수립, 직결급수 관리 등 수압관리, 출수불량 등 민원해결, 관망시설 기술진단 등 관망 운영상의 다양한 문제를 사전에 예측하거나, 해결방법 모색에 활용
- (수질개선) : 관 세척 구간의 적정 유속검토, 오염원 추적, 다중 취수원에 대한 취수원 추적, 체류시간 계산, 수질 측정지점 선정 등 관망 내 전반적인 수질문제를 분석하고 개선방안 수립에 활용

관망해석 관련 규정

📍 상수도관망시설 유지관리 세부기준(환경부 고시 제2021-43호, 2021.2.26)」

제9조(상수도관망시설의 정보관리)

② 일반수도사업자는 상수도관망에 대한 관망모델을 구축하고, 상수도관망 기술진단 수행 시 갱신된 관로 및 밸브 등의 시설물 정보와 실제 측정된 수압, 유량, 잔류염소농도 결과 및 밸브개폐 현황 등을 반영하여 관망모델을 보정하고 그 결과를 수도정비 기본계획에 반영하도록 한다.

📍 K-water 수도시설운영관리 규정

제13조 (도·송수시설)

④ 관리부서의 장은 관리 중인 전체 수도시설(용수구는 K-water 관리한계까지를 말한다)에 대하여 **년 1회 이상 수압측정결과를 반영한 관망해석모델을 갱신하여 관리주관부서의 장에게 매년 9월 30일까지 제출**하여야 한다. 이 경우 **관리주관부서의 장은 제출된 관망해석모델결과를 검토하여 최종 확정**하여야 한다.

제32조 (관망정비 기본계획)

③ 관리부서의 장은 관망정비 기본계획을 수립함에 있어 기술적 검토가 필요한 다음 각 호의 중요사항에 대하여 관리총괄 부서의 장에게 기술검토를 요청하여야 한다. 이 경우 특별한 사유가 없는 한 기술검토 결과에 따라 필요한 조치를 취하고 그 결과를 관리총괄부서의 장에게 제출하여야 한다. <개정 2019.10.22>

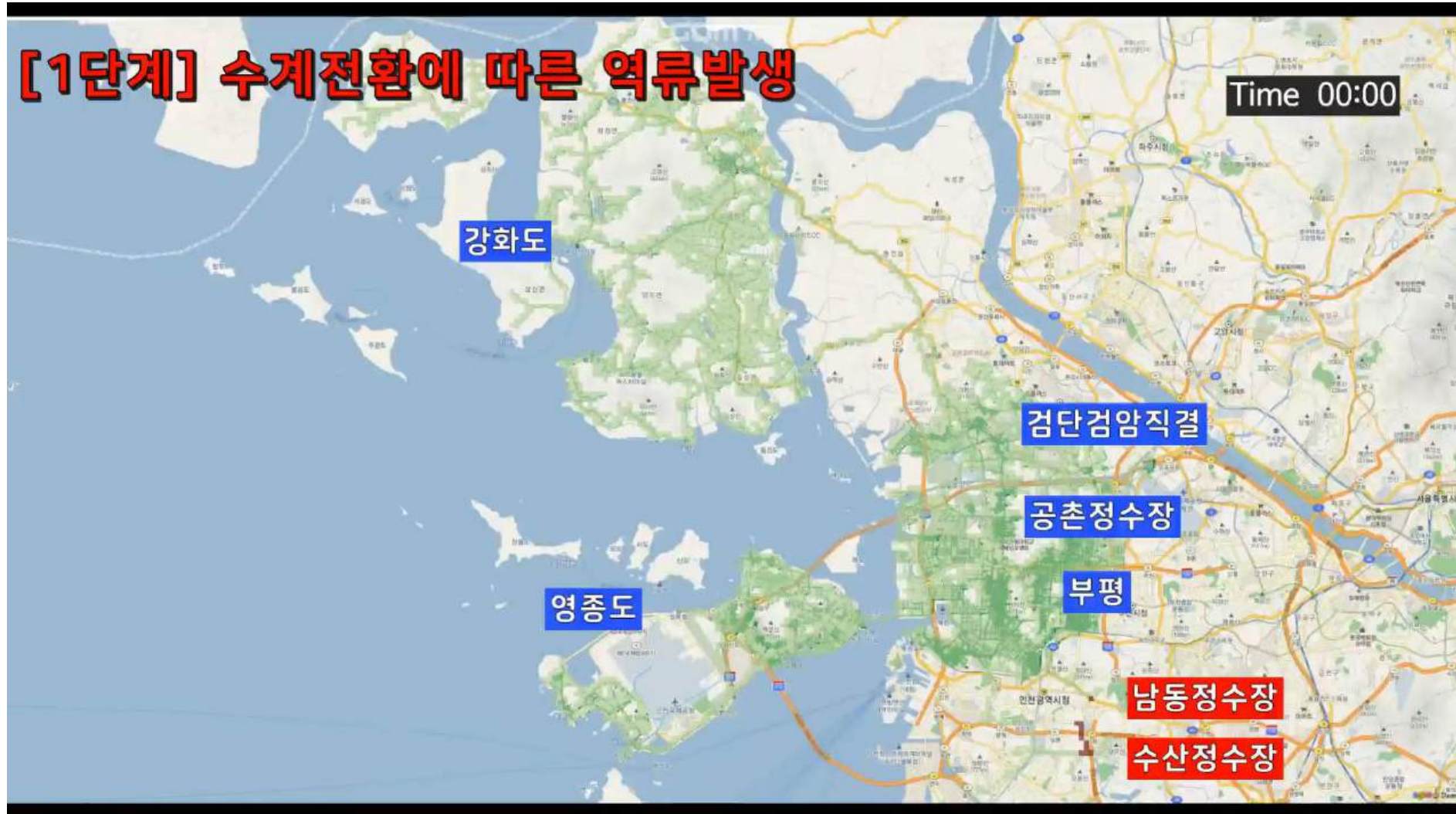
1. 블록시스템 구축 기본계획 수립

나. 도상, **관망해석 및 현장측정(유량,수압)을 통한 블록분할계획**

관망해석 적용 사례

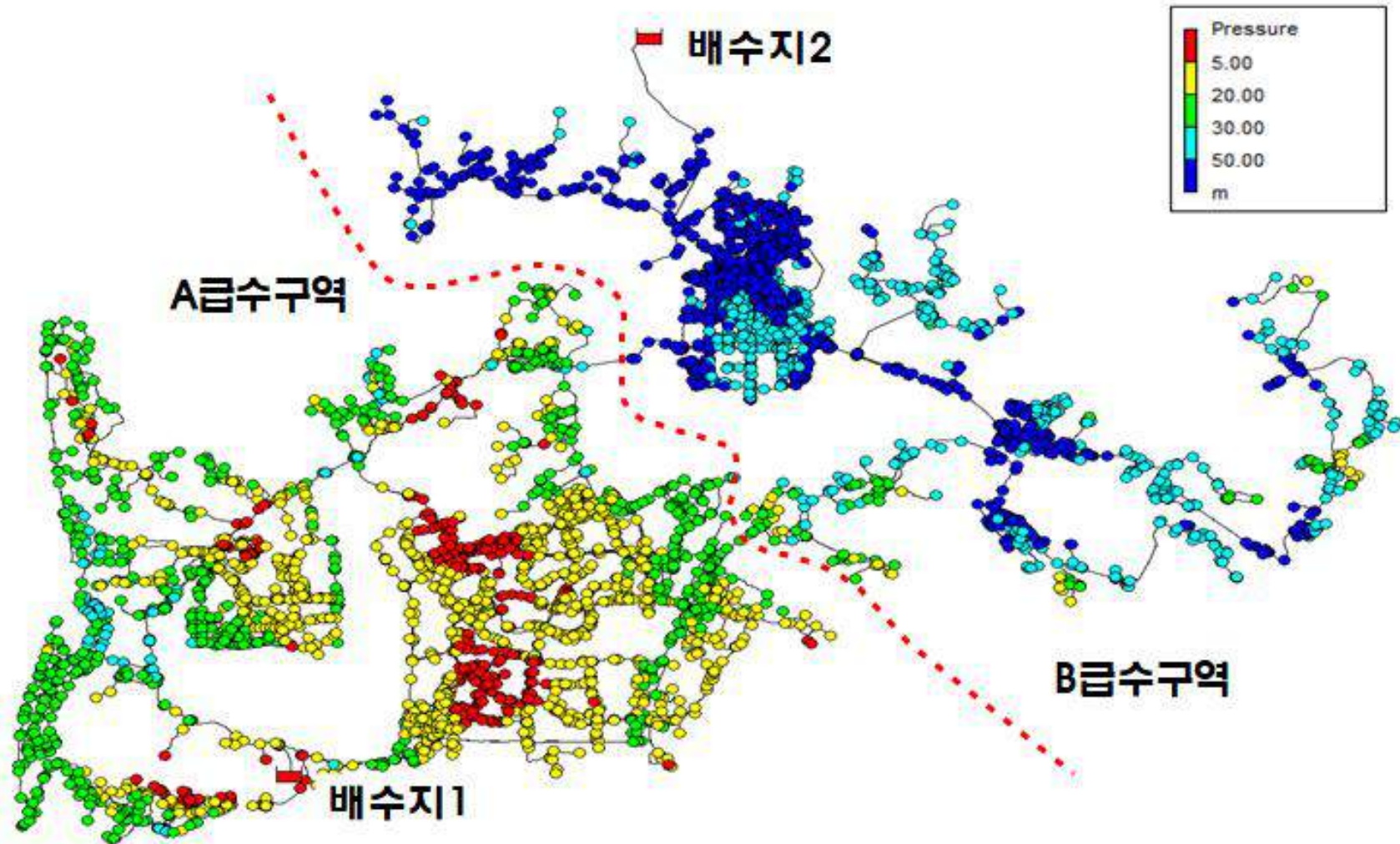
📍 수질사고 모의 및 대응계획 수립

[1단계] 수계전환에 따른 역류발생



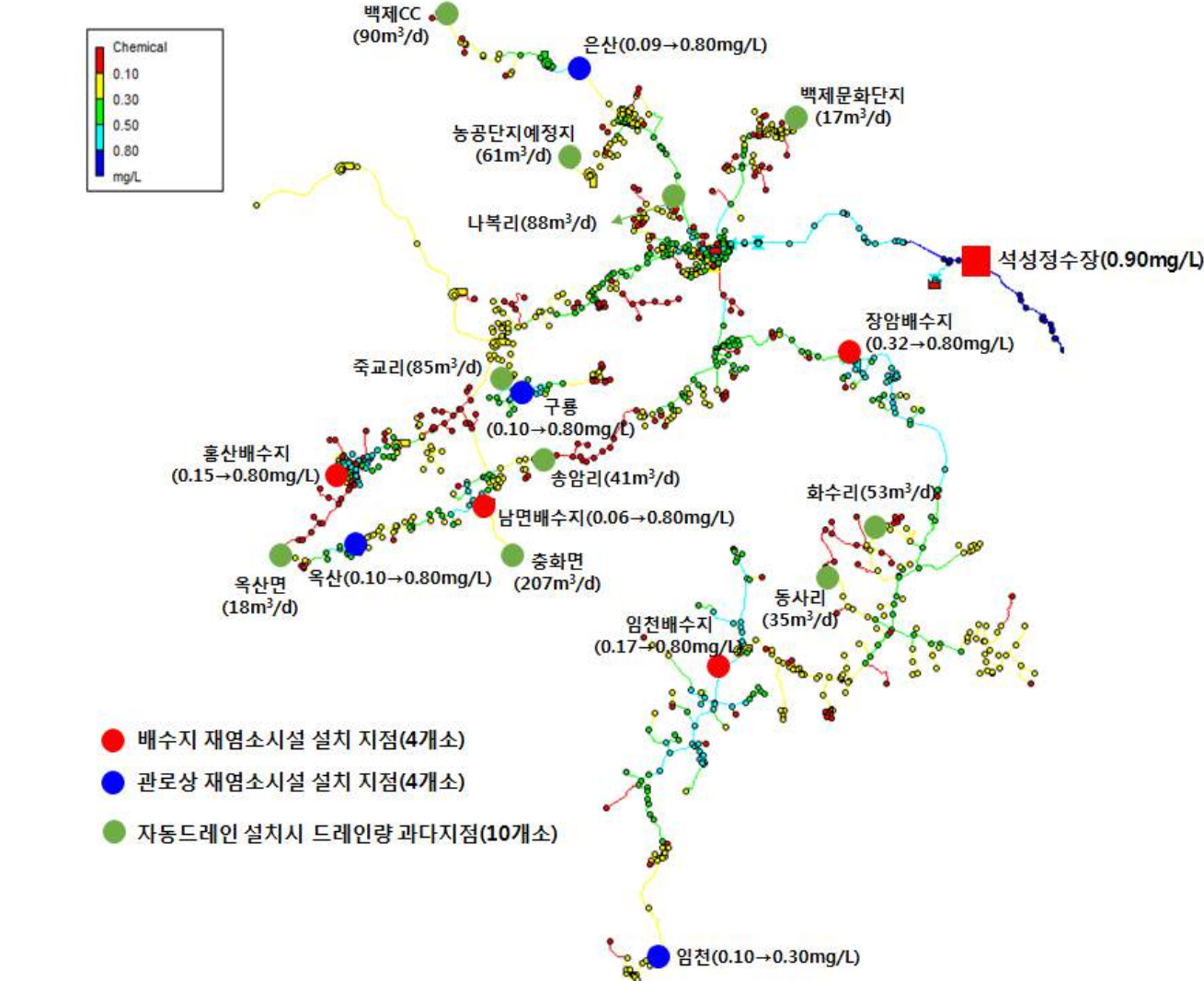
관망해석 적용 사례

최적 비상연계방안 모의



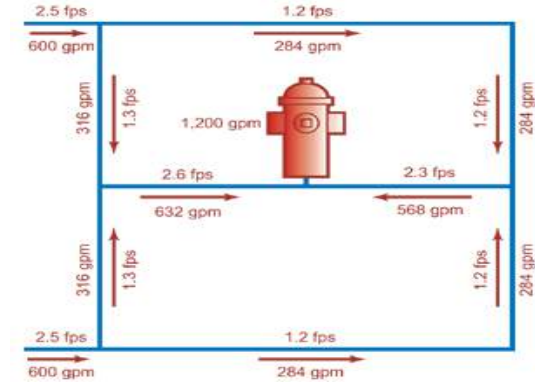
관망해석 적용 사례

관망해석 적용 사례

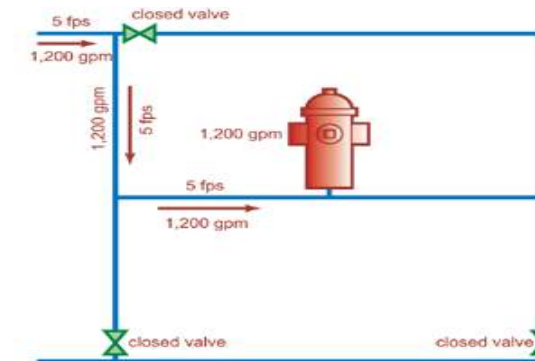


관 세척 계획 수립

- 재래식 플러싱



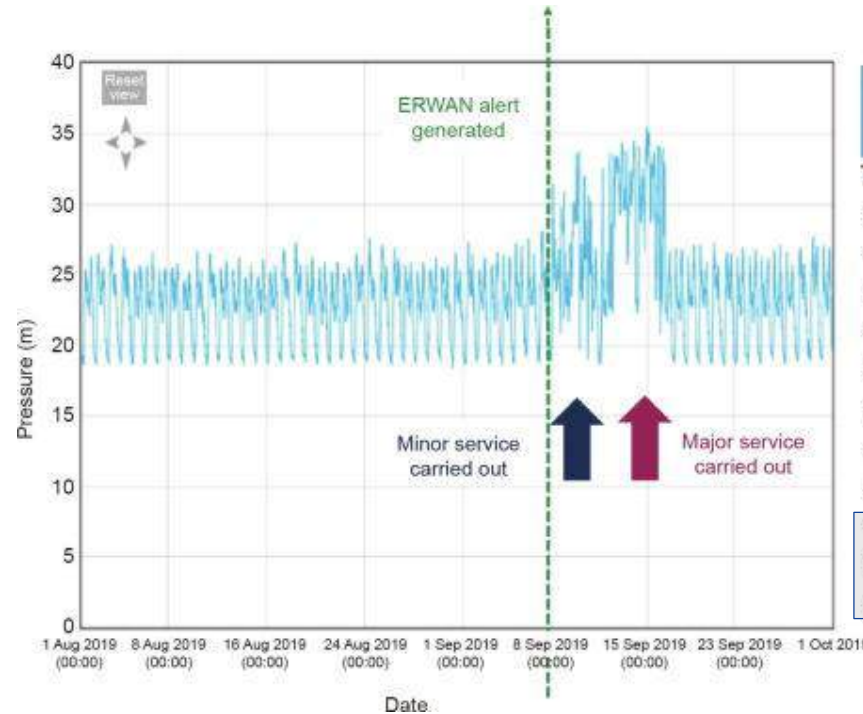
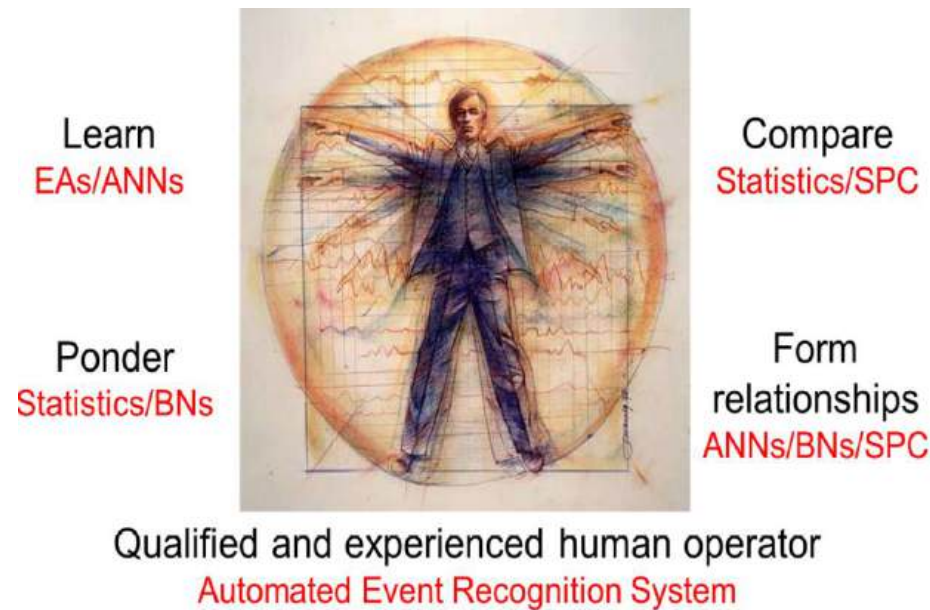
- 단방향 플러싱



[국외사례] United Utilities in England

ERWAN (new Event Recognition in the Water Network)

- 인공신경망, 진화 베이지안네트워크(BNs), 통계적공정 관리 등 다양한 모델의 상호 검증을 통한 예측신뢰도 제고
- 30분 이내(계측주기 15분) 관 파손사고를 감지, 오경보율 10%미만
- PDD 관망해석 기반의 사고대응(IRPT; Interactive Response Planning Tool) 시스템 구축**

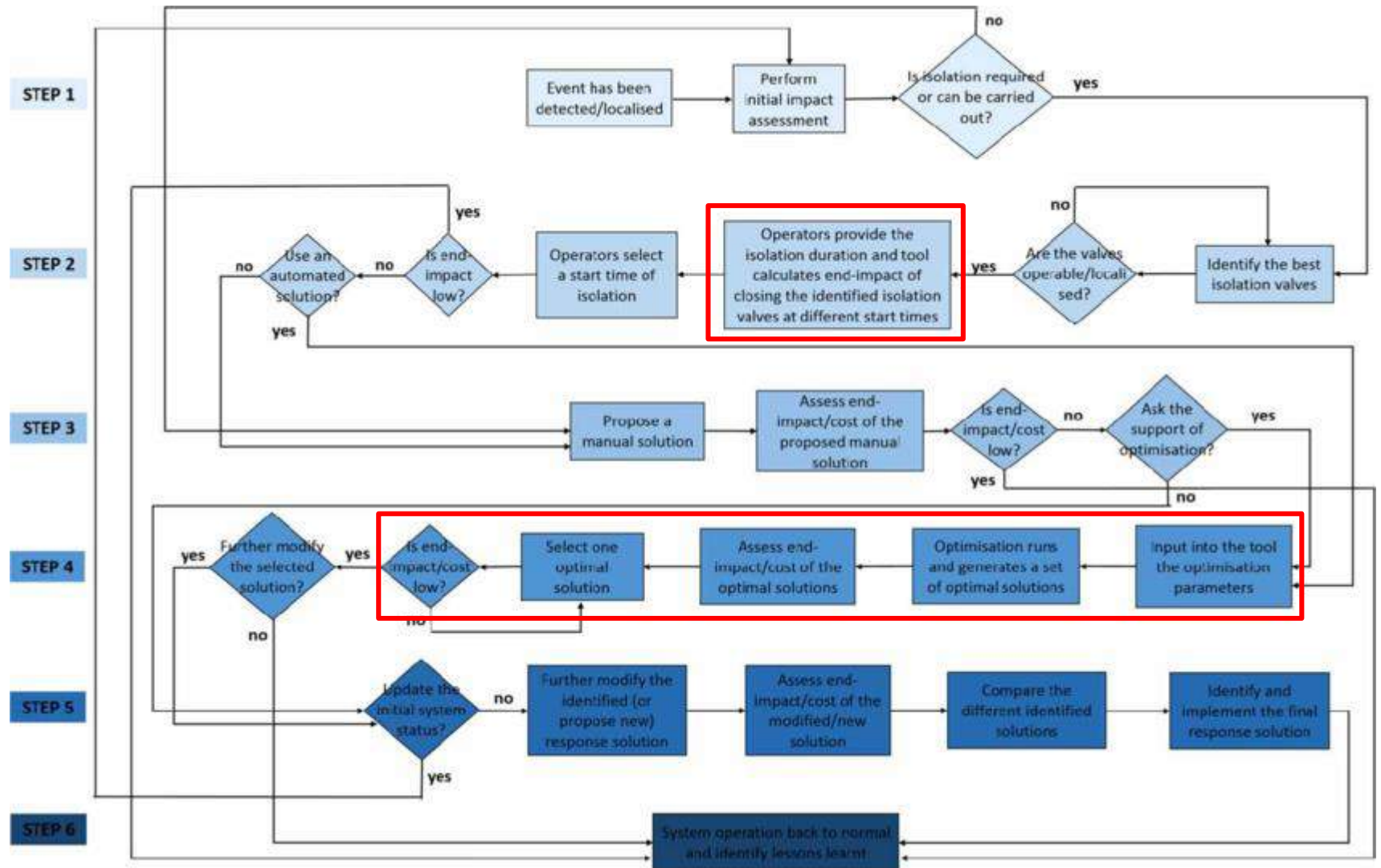


United Utilities			
ERWAN	Alert Queue	Amend Parameters	Analyse
Alert ID	42374		
Dominant trigger	Pressure up		
Automated root cause	Multi-DMA controlling asset fault		
Priority	3		
Count	41		
Consequence priority score	6		
Timestamp	09/09/2019 22:45:00		
Status	Closed job raised		
User root cause	Unknown		
SAP impact description	Pressure-high P1		
SAP work order description	PMV minor overhaul-P1		
SAP work number	52000046817		

[국외사례] United Utilities in England

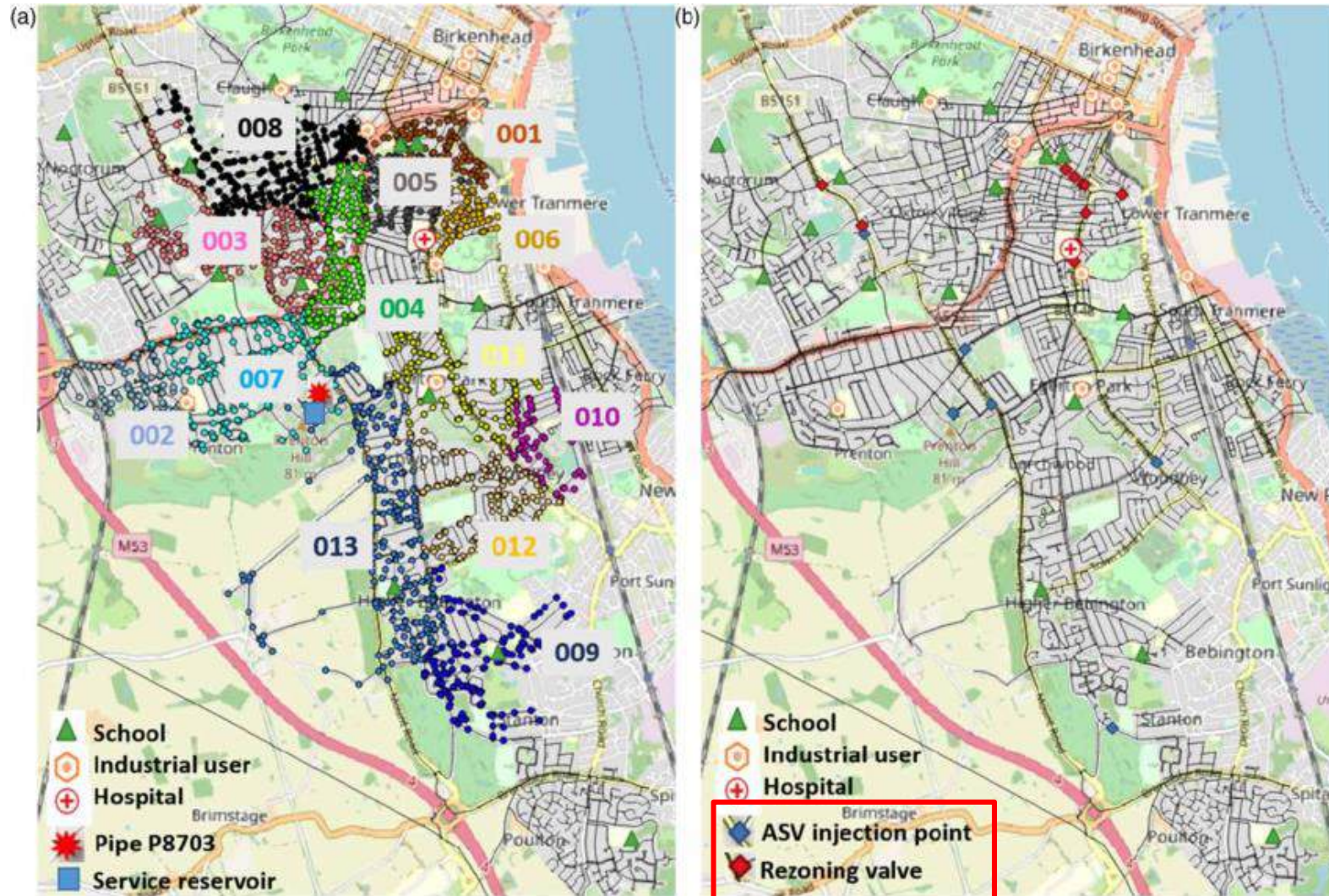
📍 IRPT (Interactive Response Planning Tool)

- 사고 감지 후 1 시간 이내 현장 운영관리자에게 최적 위기대응 방안 제시 (피해 영향 및 비용 최소화)
- 사고에 따른 고립 영향분석
- 최적 대안 제시



[국외사례] United Utilities in England

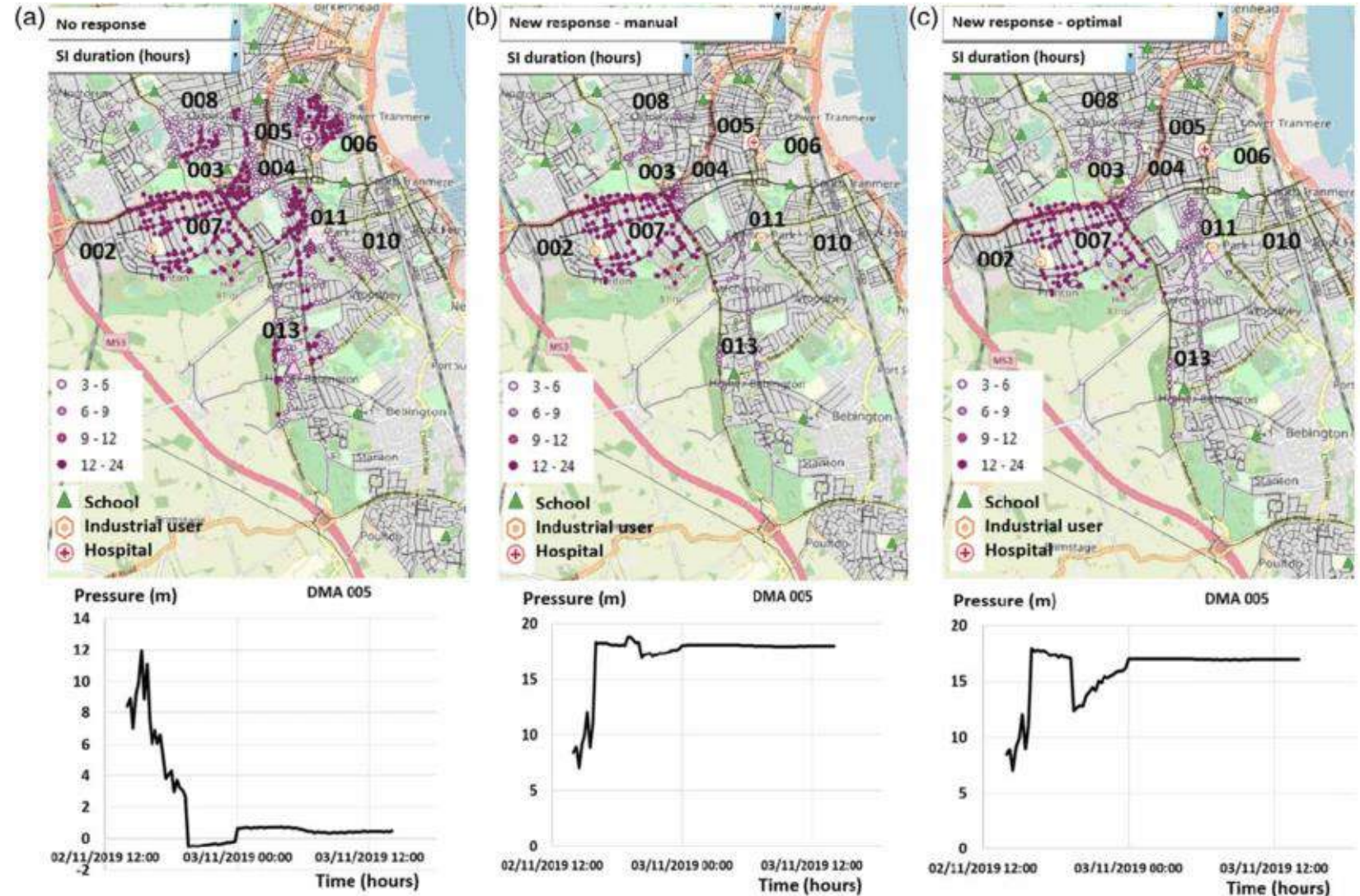
📍 IRPT (Interactive Response Planning Tool)



[국외사례] United Utilities in England

📍 IRPT (Interactive Response Planning Tool)

- 영향 분석인자
 - 단수영향 인구
 - 출수불량 인구 (>3m)
 - 무수수량
 - 탁수발생 위험도



상수도관망에서의 사고

상수도 시스템에서 발생하는 사고는 대부분 관로에서 발생

(노후화, 수충격, 타공사, 관내 부식, 슬라임 침전 등)

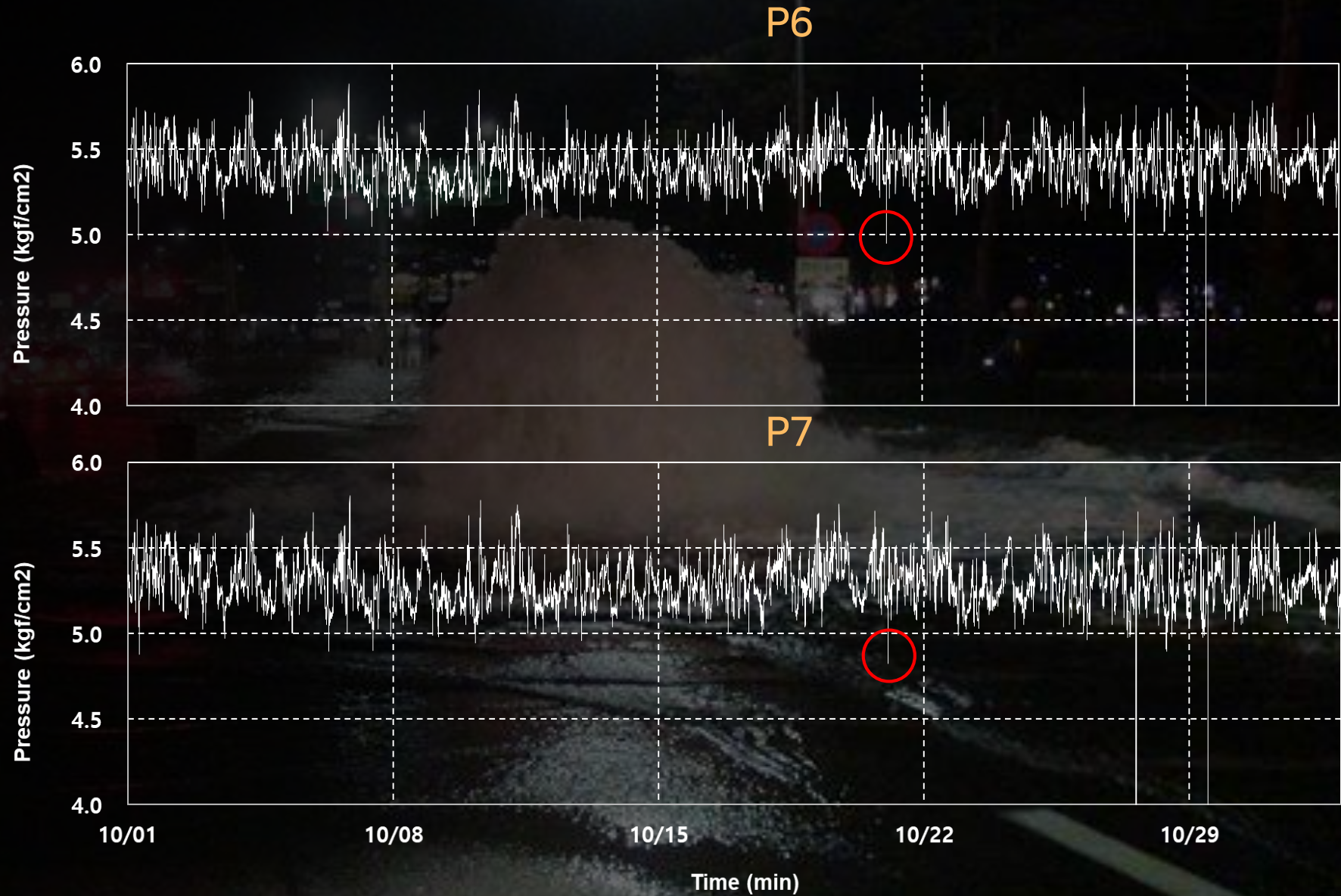
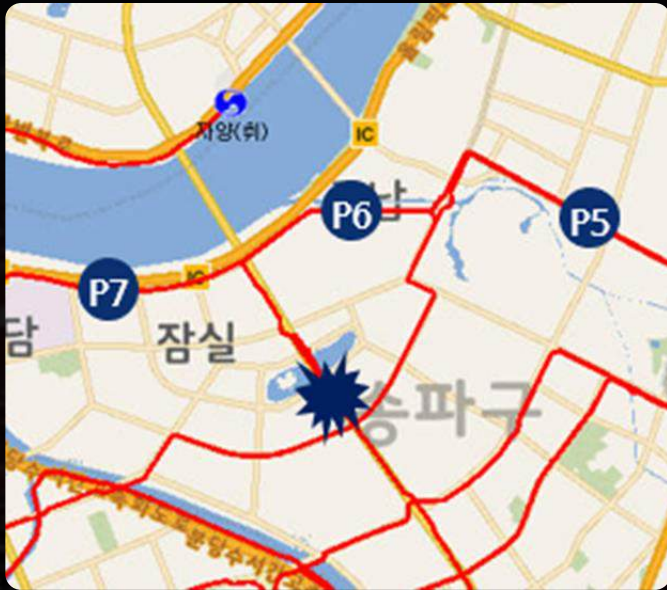


광역상수도 관 파손사고 사례 (1/3)

- 사고위치 : 경기도 A시
- 사고일시 : '19.09.13(금, 추석) 22시
- 사고내용 : 45년된('74) 노후관 파손(D1,000mm)



광역상수도 관 파손사고 사례 (2/3)

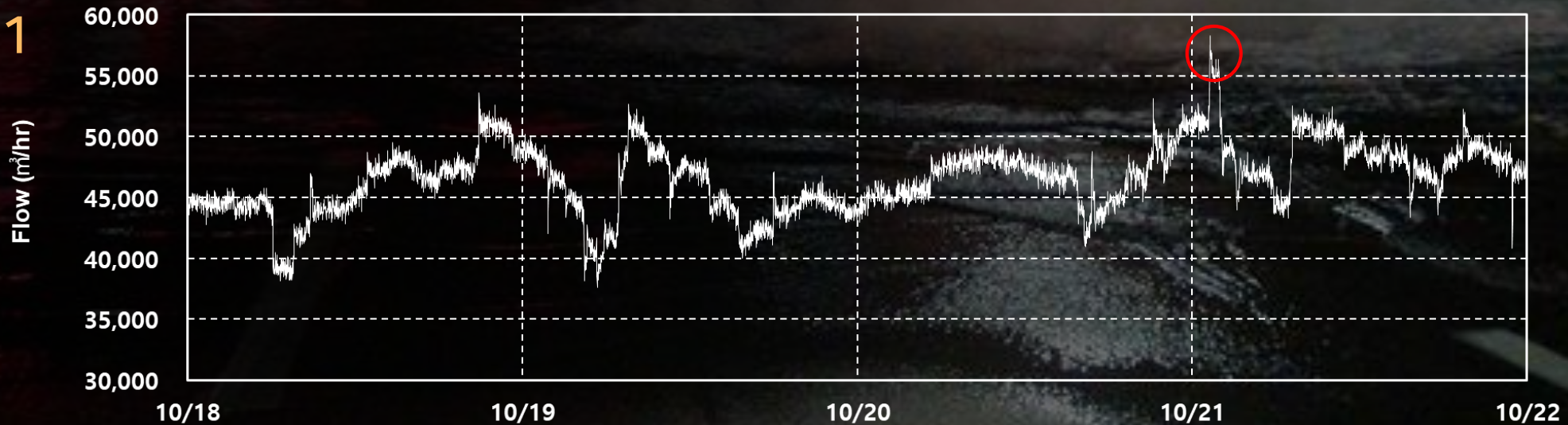


광역상수도 관 파손사고 사례 (3/3)

- 사고 일시 : 2015. 10. 21(수) 01:40
- 사고 부위 : 타공사에 의한 손괴 (D800mm, SP)
- 사고 대응 : 공급량 이상증가 인지 후 펌프 운영 추가(0.5hr), 외부신고 접수 사고인지 (0.4hr), 복구 및 통수 (28hr)



F1



상수도관망의 사고 감지 및 관리 방법 (1/5)

Best Scenario

사고 발생이전 평상시와 다른
사고발생 직전의 징후 포착

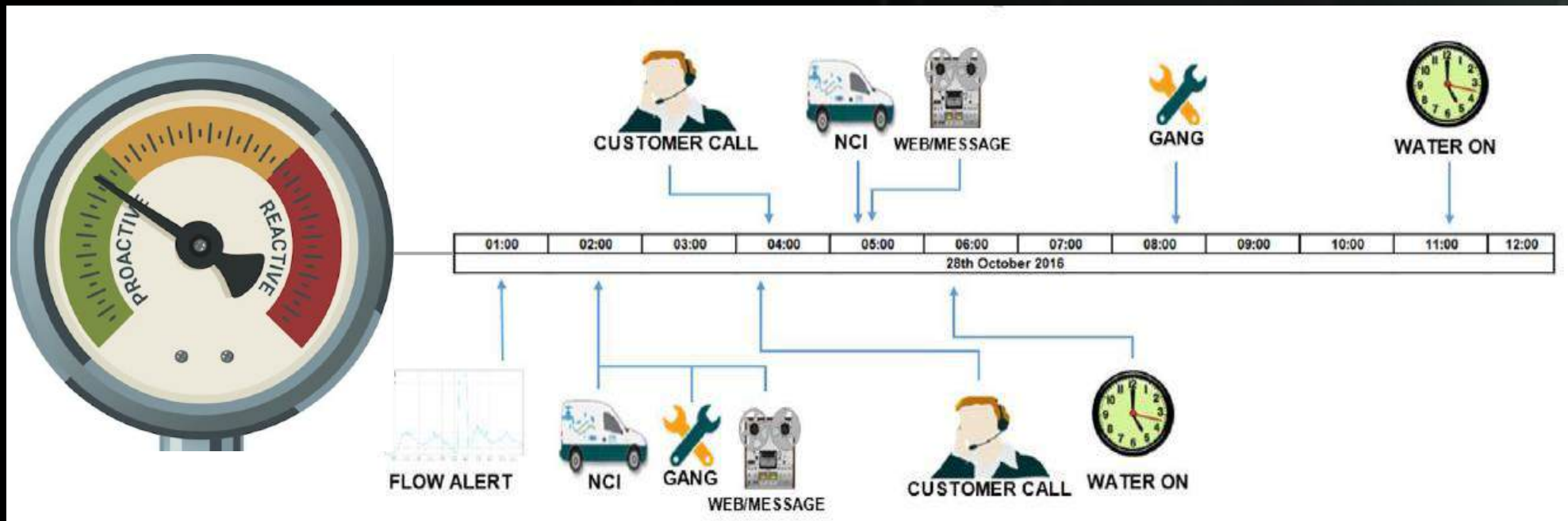
사고위험요소 제거

사고 발생 징후의 단기적
사전 예측 또는 감지 기술은 아직 없음

상수도관망의 사고 감지 및 관리 방법 (2/3)

2. Proactive Detection (사전감지)

관 파손사고가 외부신고(민원)에 의해 발견되기 이전에 발생즉시 감지 및 신속한 대응



상수도관망의 사고 감지 및 관리 방법 (3/3)

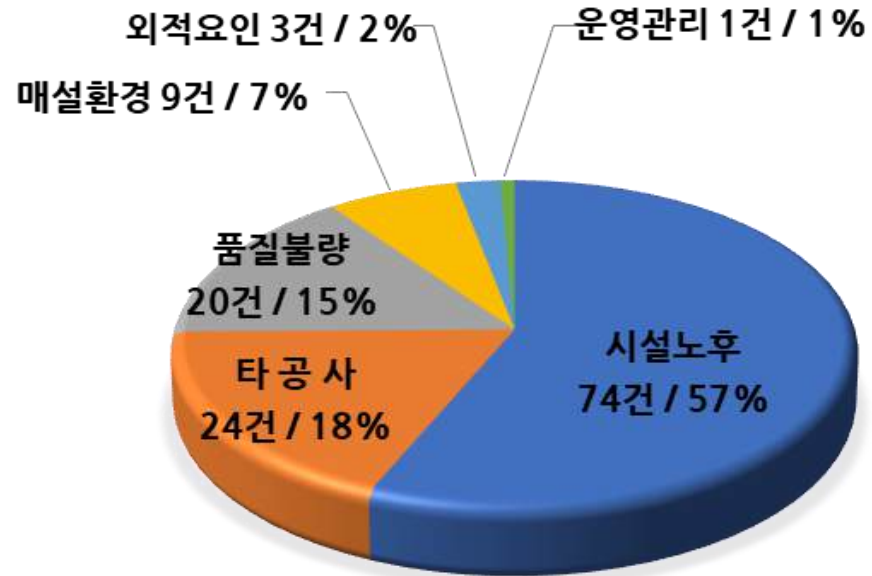
3. Forensic Analysis of Failure (재발방지)

사고의 근본 원인을 식별하는 것을 목표로, 유사한 사고의 재발을 사전에 예방



북미 상수도관로 파손 65.5%는 수충격이 원인 (©jbswe.com)

최근5년간 관로사고 발생원인



water-NET 사고감지 모듈

관망운영일보 (Predictive Detection)

(기술설명) 사용자 정의 또는 통계분석으로 자동설정된 계측기별 상하한 기준 위반 감시

(감시주기) 1일

(감시대상)

- 정수장, 가압장, 야간최소유량, 감압밸브 운영상태
- 수리(유량, 압력), 수질(탁도, 잔류염소) 거동감시

진도수도관리단 지방상수도 일일 관망운영 모니터링 결과

일시: 2020-03-11 24:00 수요일

지점	평균 계측 시간	잔류염소(ppm)					운영 범위	운영 결과	인도(DNTU)					운영 범위	운영 결과
		최소	최대	균일 평균	편차 평균	연년 동월 평균			최소	최대	균일 평균	편차 평균	연년 동월 평균		
최종정수장		0.00	0.63	0.55	0.48	0.60	0.33~0.76	정상	0.14	0.23	0.22	0.14	0.16	-0.10	중요
동정수장		0.35	0.37	0.36	0.36	0.56	0.25~0.48	정상	0.22	0.75	0.22	0.22	0.10	-0.10	중요
남정수장		0.00	0.50	0.40	0.41	0.55	0.27~0.64	정상	0.00	0.19	1.43	0.12	0.08	-0.10	중요
진도정수장	36	0.45	0.47	0.46	0.46	0.40	0.32~0.62	정상	0.07	0.07	0.07	0.12	-0.10	중요	
연정수장		0.16	0.74	0.34	0.38	0.47	0.26~0.88	정상	0.19	0.23	0.21	0.21	0.11	-0.10	중요
의정수장		0.41	0.50	0.45	0.44	0.42	0.32~0.60	정상	0.19	0.22	0.21	0.21	0.13	-0.10	중요
경안정수장	15	0.34	0.37	0.36	0.36	0.41	0.25~0.49	정상							

데이터 확인 | 이력 확인

AI 관 파손사고 감지 (Proactive Detection)

(기술설명) 딥러닝 기반 실시간 압력예측 모형을 이용한 관 파손 및 수질사고 발생감지

(감시주기) 1분

(감시대상)

- 광역 및 지방 배수본관
- 지방 소블록 (*소블록내 압력계 필요)

(학습데이터)

- (공통) 유량, 압력, 수위, 펌프, 밸브개도
- (수질) 잔류염소, 수온, 전기전도도, pH
- (지방) 스마트 미터, 소블록내 압력

이러닝 기반 실시간 압력예측 모형을 이용한 관 파손 및 수질사고 발생감지

온라인 관망해석 / 위기모의 (Proactive Detection/Response)

(기술설명-온라인 관망해석) EPANET엔진과 실시간 계측데이터를 이용한 실시간 수리적 거동 감시

(감시주기) 1시간(또는 필요시)

(감시대상) 광역상수도, 지방상수도

(기술설명-위기모의) EPANET 엔진과 GIS를 이용한 차단-비상연계 밸브 검색, 밸브제어에 따른 단수 구역 및 급수인구 분석

(감시대상) 광역상수도, 지방상수도

EPANET 엔진과 GIS를 이용한 차단-비상연계 밸브 검색, 밸브제어에 따른 단수 구역 및 급수인구 분석

관망운영 일보 (Predictive Detection)

관망운영 일보

관망운영 보고서

2020-08-17

광역상수도 일일 관망운영 모니터링 결과

일자: 2020-08-17 24:00 일요일

1. 공급량, 미용량, 가동률 현황

사업장	시설종류 (단위)	공급	관년 평균	관년 최대	미용량	가동률	공급 목표 (A)	관년 누계 (B)	관년 누계 (C)	목표 대비 (D=B/A)	관년 대비 (E=B/C)	운영 결과
보신소	250.0	141.7	181.0	181.1	102.7%	72.4%	25.833	20,212	20,849	84.5%	98.2%	정상
고양소	250.0	252.8	214.7	259.9	81.3%	72.5%	58.403	48,370	50,311	84.5%	98.0%	정상
북문소	223.0	119.1	100.3	418.4	47.5%	108.5%	35.772	24,441	34,440	65.3%	71.0%	정상
영등포소	227.0	147.8	123.5	192.0	23.9%	48.8%	40.427	28,586	28,329	70.5%	74.0%	정상
대방소	223.0	109.9	84.0	111.1	26.1%	50.0%	20.525	18,460	22,138	84.8%	87.9%	정상

2. 관망수질 현황

지점명	평균계수	강화염소(ppm)					탁도(MTU)							
		최소	최대	공급 평균	관년 평균	관년 최대	최소	최대	공급 평균	관년 평균	관년 최대			
영등포소	0.15	0.34	0.09	1.08	1.22	0.76-1.44	정상	0.07	0.17	0.07	0.07	0.06	<-0.10	정상
북문소	0.21	0.27	0.23	0.20	0.20	0.01-1.19	경상	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	<-0.10	정상
고양소	14.01	0.63	1.00	0.90	0.88	0.54-1.15	정상	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	<-0.10	정상
보신소	0.78	0.86	0.84	0.85	0.87	0.70-0.99	정상	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	<-0.10	정상
대방소	23.0	0.67	0.72	0.70	0.71	0.66-0.91-0.91	정상	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	<-0.10	정상
영등포소	0.62	0.76	0.73	0.75	0.70	0.51-0.91	정상	0.05	0.16	0.07	0.08	0.06	<-0.10	정상

3. 전력현황

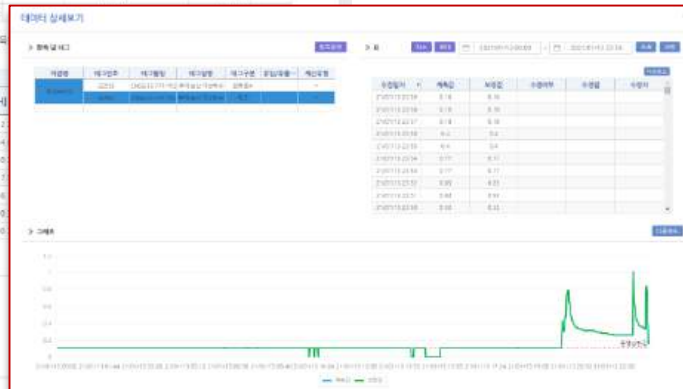
사업장명	공급량(MWh/일)			전력량(kWh)			전력량단위(MWh/일)					
	공급	관년 평균	관년 최대	공급	관년 평균	관년 최대	공급	관년 평균	관년 최대	목표 대비 (1=A/B/A)	관년 대비 (1=A/C/C)	운영 결과
합계	227,888	885,582	730,798	5,016	121,888	144,726	0.0000	0.1804	0.2188	143.8%	101.2%	정상
고양소	252,840	214,874	219,360	5,895	69,303	76,083	0.0146	0.3213	0.3438	107.5%	107.5%	정상
북문소	141,700	131,786	134,711	1,525	26,872	30,270	0.0108	0.2197	0.2247	102.2%	102.2%	정상
보신소	78,488	78,927	97,413	305	5,810	8,481	0.0044	0.0738	0.0848	115.2%	115.2%	정상
영등포소	147,760	125,598	108,288	271	17,059	17,522	0.0019	0.1277	0.1688	117.0%	117.0%	정상
대방소	119,000	106,204	100,393	90	878	1,000	0.0003	0.0093				

4. 유량, 수질 현황

지점명	공급량(M/일)			수질현황(M/일)		
	공급(A)	관년 평균	관년 최대	평균(B)	최대(C)	평균 년도(D)
고양소	252,840	214,874	219,360	8.161	9.232	8.364
북문소	141,700	131,786	134,711	5.968	6.881	6.420
보신소	78,488	78,927	97,413	1.822	2.140	1.971
영등포소	147,760	125,598	108,288	1.709	1.952	1.830
대방소	119,000	106,204	100,393	0.954	1.000	0.993

Click

- 사전에 정의된 관리기준으로 운영자가 정의한 관리항목에 대해, **전일 운영결과**를 매일 아침 8시, **정상, 관심, 주의**로 **보고서 생성**
- **관심, 주의 발생원인**의 신속한 분석
- 관리 지표 및 계측기 추가와 같은 **시설·운영 관리 현행화 편집**을 운영자가 직접 수행 가능



일자	지점	수정여부	운영 결과	초치내용
2022/11/13	영등포소	Y	정상	
2022/11/14	영등포소	Y	정상	
2022/11/15	영등포소	Y	정상	
2022/11/16	영등포소	Y	정상	
2022/11/17	영등포소	Y	정상	
2022/11/18	영등포소	Y	정상	
2022/11/19	영등포소	Y	정상	
2022/11/20	영등포소	Y	정상	
2022/11/21	영등포소	Y	정상	
2022/11/22	영등포소	Y	정상	
2022/11/23	영등포소	Y	정상	
2022/11/24	영등포소	Y	정상	
2022/11/25	영등포소	Y	정상	
2022/11/26	영등포소	Y	정상	
2022/11/27	영등포소	Y	정상	
2022/11/28	영등포소	Y	정상	
2022/11/29	영등포소	Y	정상	
2022/11/30	영등포소	Y	정상	

AI 관 파손사고 감지 모듈 (Proactive Detection)



- 송수 및 배수본관에서 **관 파손사고** 및 **수질이상**을 실시간으로 감지
- 사고발생에 따른 **2차 피해영향의 최소화** 및 **신속한 복구**를 위한 의사결정지원

Deep Learning

사고발생 즉시 감지 및 2차 피해 최소화를 위한 의사결정 지원

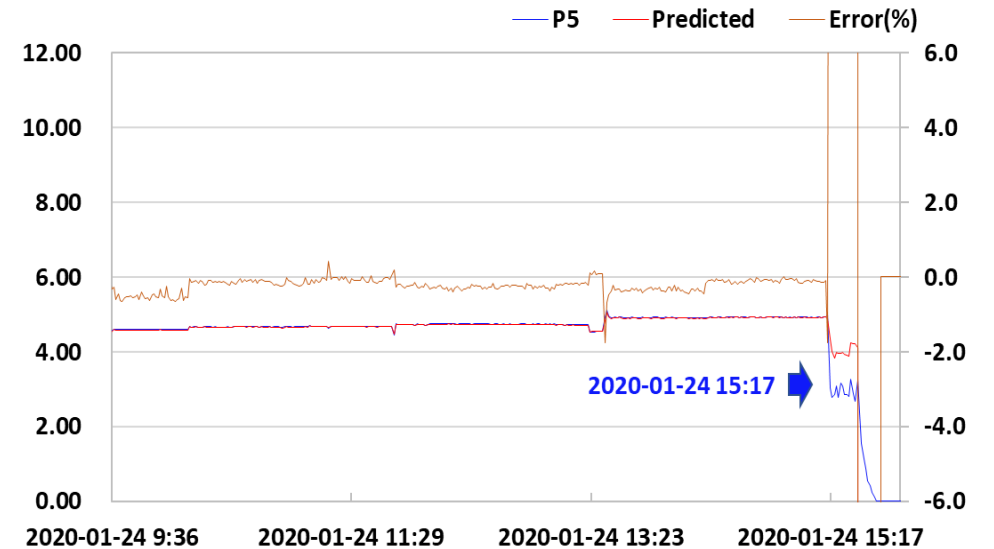
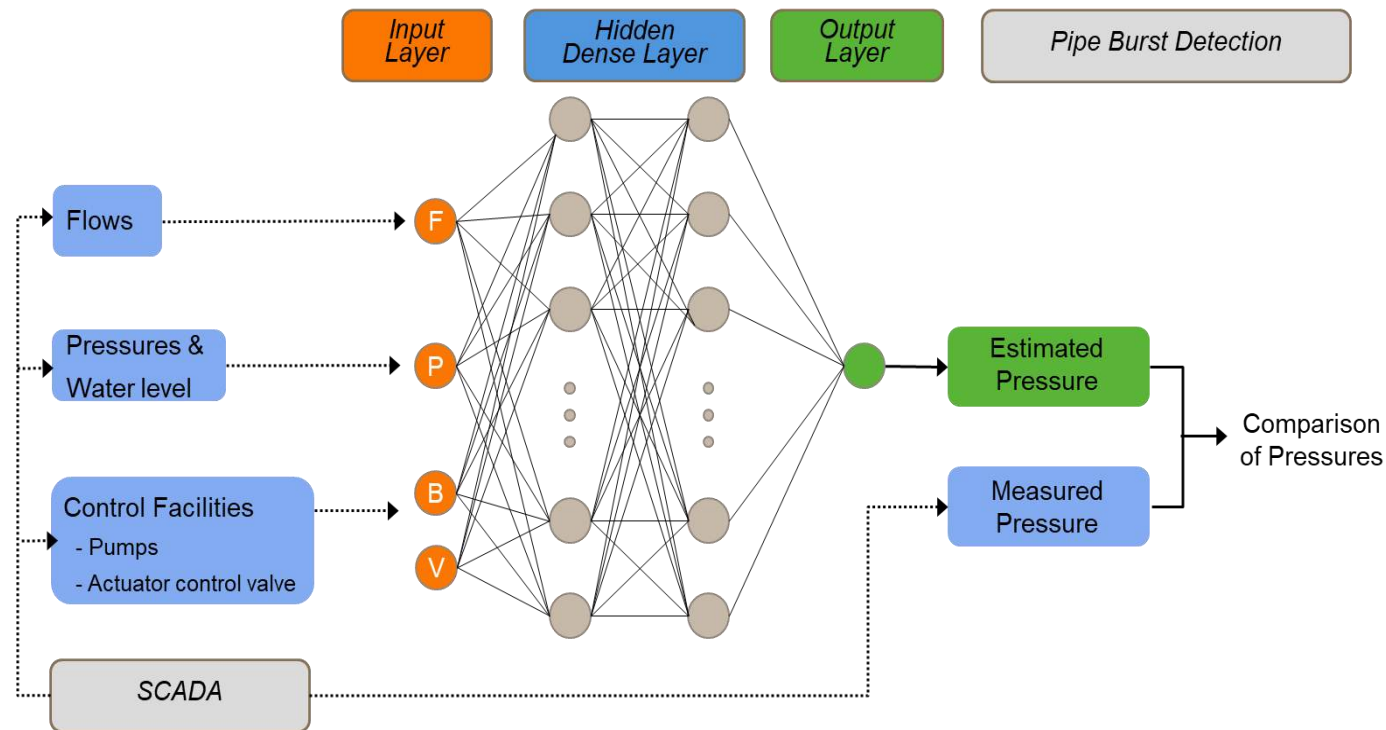


- 모델 생성에 필요한 학습기간은 2주(20,160 min)로 최신 운영관리 상태 반영을 위해 매주 최신 감지 모델 재생성
- 수압계 위치로서 관 파손사고의 개략적 위치 추적 (수질이상은 잔류염소 이상으로 감지)
- EPANET 관망해석 및 GIS를 이용한 2차 피해 최소화를 위한 차단/비상 연계 밸브 탐색 및 모의

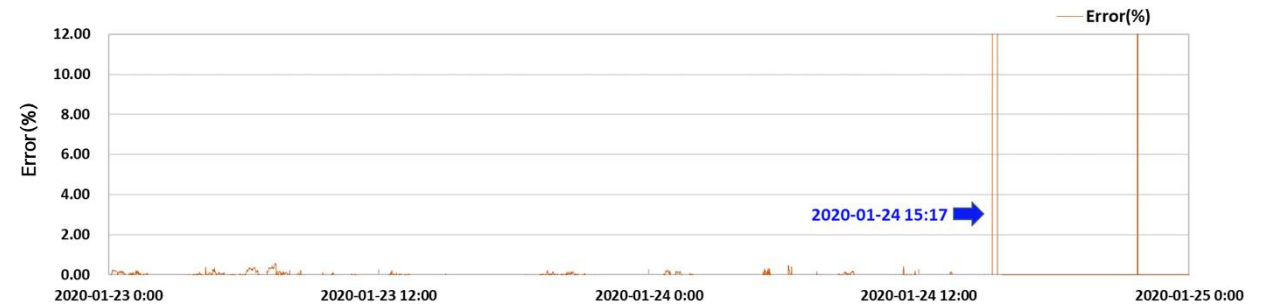
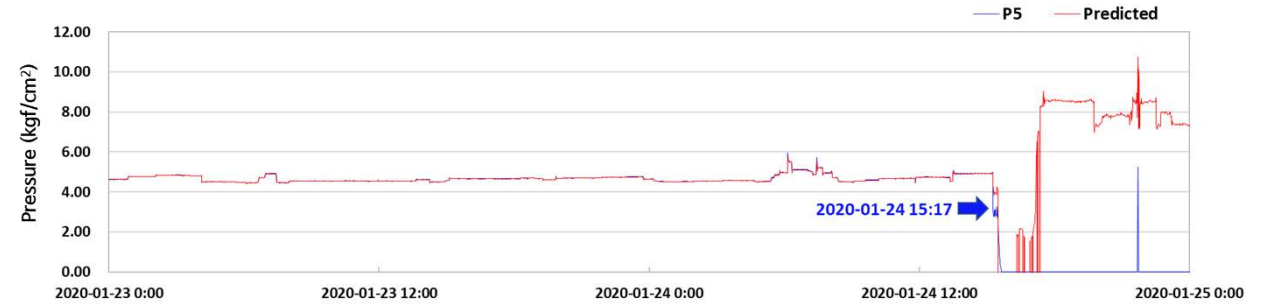
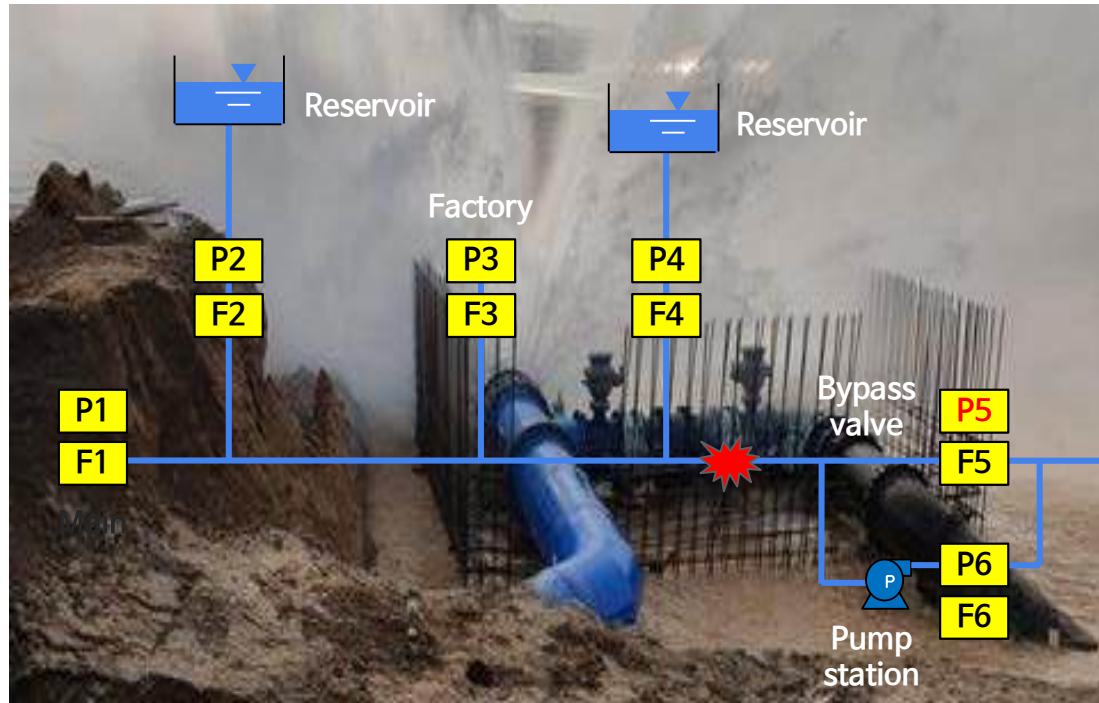
AI 관 파손사고 감지 알고리즘

“딥러닝 모델” 복잡한 상호영향, 계측 시간지연을 갖는 데이터 학습을 통한 관망시스템 압력 예측

- 실시간(1분) 압력예측 오차와 허용오차를 초과하는 이상상태의 시·공간적 연속성을 이용한 사고 판별
- 예측오차 = [(예측값 - 실측값) / 실측값]



과거사고 데이터를 이용한 모델 개발 및 검증



Date	P1			P2			P3			P4			P5			P6		
	Model	Sensor	Error(%)	Model	Sensor	Error(%)	Model	Sensor	Error(%)	Model	Sensor	Error(%)	Model	Sensor	Error(%)	Model	Sensor	Error(%)
2020-01-24 15:14	9.26	9.11	1.75	6.26	6.26	0.03	4.05	4.01	1.18	4.44	4.40	0.79	4.923	4.93	-0.14	5.05	5.08	-0.71
2020-01-24 15:15	9.27	9.11	1.73	6.26	6.26	-0.06	4.05	4.01	1.02	4.42	4.47	-1.11	4.927	4.93	-0.09	5.05	5.08	-0.70
2020-01-24 15:16	9.29	9.11	2.02	6.26	6.26	0.01	4.04	4.02	0.57	4.44	4.43	0.39	4.889	4.98	-1.76	5.07	5.04	0.63
2020-01-24 15:17	9.07	8.29	9.47	6.27	5.79	8.32	2.44	6.26	-60.97	4.45	3.60	23.64	4.348	3.05	42.74	4.29	4.78	-10.29

실시간 관 파손사고 감지 상황판

K water 한국어 | English

상황판
이상감지
보고서
데이터분석
누수관리
관망해석
데이터 품질관리
스마트미터링
계시판
수요예측
시스템 관리

금강유역본부
광역시
전주권지사
Welcome! 김경필

상황판
종합현황
감지모델
모델관리
모델 생성이력
사고모의

· 사고감지 현황

정상 33,235건 (97.50%)

관심 65건 (0.19%)

주의 786건 (2.31%)

이상 0건 (0.00%)

· 오결측 현황(계측기수 : 110)

정상 89,783건 (89.89%)

홀딩 220건 (0.22%)

오측 0건 (0.00%)

결측 9,877건 (9.89%)

· 위치기반 사고 감지(0건)

고산(경) 해전분기(전주방향)압력 (F_CV)			
54746	AI사고감지	관망해석(2021/10/29 14:00)	
	(압력,kgf/cm2)	(압력,m)	(총수두,m)
예측	8.56	87.80	92.60
계측	8.57	83.99	88.79
오차	-0.07	4.54	4.29

· 사고감지 상세현황 (단위 :건)

그룹명	모델번호	태그번호	정상	관심	주의
[생활] 1-1	1	120709	896	0	0
[생활] 1-1	2	34419	896	0	0
[생활] 1-1	3	34422	896	0	0
[생활] 1-1	4	3651	896	0	0

· 모델별 학습현황

* 학습데이터수 : 25,679건 * 모델오차 : 0.0051

98

■ 정상(%)
■ 홀딩(%)
■ 오측(%)
■ 결측(%)

· 모델별 예측 현황

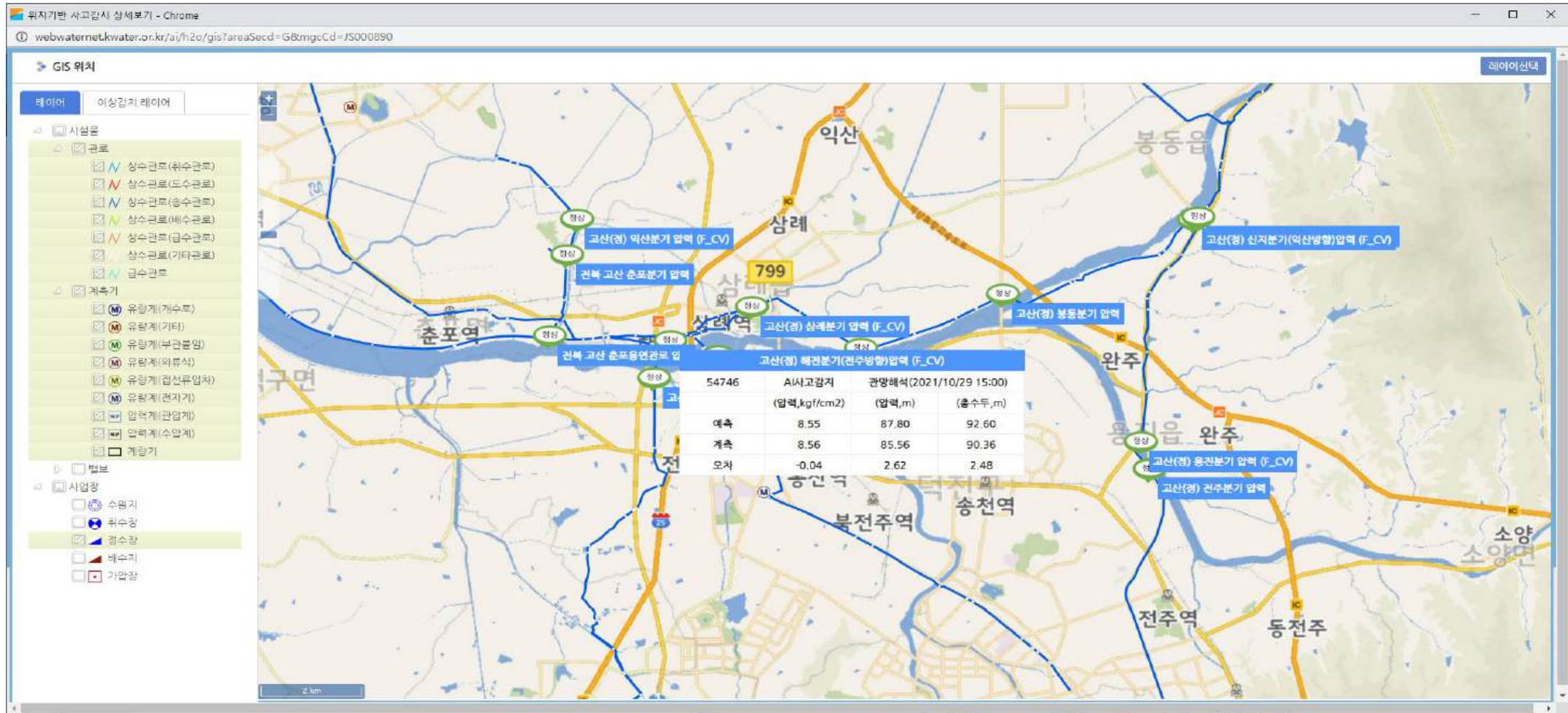
오차(kgf/cm2)

— 예측값(kgf/cm2)
— 계측값(kgf/cm2)
— 예측오차(kgf/cm2)
— 예측오차(%)

· 실시간 알림

실시간 관 파손사고 감지 현황도

📍 각 압력계 설치 지점별 딥러닝 및 수리해석 모델의 예측/계측/오차를 실시간으로 표시



감시구역별 실시간 관 파손사고 감지 현황

데이터 수집(오결측)현황, 알람 발생 현황, 센서 위치

상황판
종합현황
감지모델
모델관리
모델 생성이력
사고모의

사고감지 구역
센서맵
오결측 현황(계측기수 : 94)
상세현황
사고감지 목록

2021/10/29
조회
다운로드
감지이력

그룹명

- [생활] 1-1
- [공업] 1-2

90
10

■ 정상(%) ■ 오결측(%)

감지시간	이상	주의	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13:57		1															
13:56		1															
13:55		1															
13:54		1															
13:53		2															
13:52		1															

GIS 위치

모델번호	태그번호	태그설명
1	3651	고산(정) 송수 메인 압력 (F_CV)
2	47674	전북 고산(정) (신)송수 메인 압력
3	54758	고산(정) 고지대 압력 (F_CV)
4	3656	고산(정) 신지분기(전주방향)압력 (F_CV)
5	54744	고산(정) 용진분기 압력 (F_CV)
6	51484	고산(정) 대성분기 압력
7	51485	고산(정) 원당분기 압력
8	36601	고산(정) 전주분기 압력
9	3657	고산(정) 신지분기(익산방향)압력 (F_CV)
10	54745	고산(정) 봉동분기 압력

감지모델(계측기)별 실시간 관 파손사고 감지 상세현황

📍 Status of model operation

상황판
종합현황
감지모델
모델관리
모델 생성이력
사고모의
감지모델(테스트)

📅 2021/10/29 ~ 📅 2021/10/29
조회
태그정보

🔍 사고감지구역

그룹명	유형	모델생성 주기(일)
[생활] 1-1	압력	14
[공업] 1-2	압력	14

🔍 감지모델

모델 번호	태그번호	태그설
7	51485	고산(정) 원당분기 압력
8	36601	고산(정) 전주분기 압력
9	3657	고산(정) 신지분기(익산방향)압력
10	54745	고산(정) 봉동분기 압력
11	54759	고산(정) 하리분기 압력 (F_CV)
12	54749	고산(정) 삼래분기 압력 (F_CV)
13	54746	고산(정) 해전분기(전주방향)압력
14	120709	대체관로(반월) 압력
15	54751	고산(정) 반월분기 압력 (F_CV)
16	54757	고산(정) 금구분기 압력 (F_CV)
17	3663	전북 고산 이서분기 안련

🔍 고산(정) 해전분기(전주방향)압력 (F_CV) 다운로드

시간	예측값	계측값	예측오차 (%)	예측오차 (kgf/cm ²)	결과	비고
2021-10-29 15:38	8.46	8.44	0.27	0.02	정상	
2021-10-29 15:37	8.47	8.44	0.31	0.03	정상	
2021-10-29 15:36	8.46	8.43	0.31	0.03	정상	
2021-10-29 15:35	8.47	8.45	0.18	0.02	정상	
2021-10-29 15:34	8.47	8.45	0.29	0.02	정상	
2021-10-29 15:33	8.46	8.43	0.31	0.03	정상	
2021-10-29 15:32	8.47	8.46	0.17	0.01	정상	
2021-10-29 15:31	8.53	8.54	-0.16	-0.01	정상	

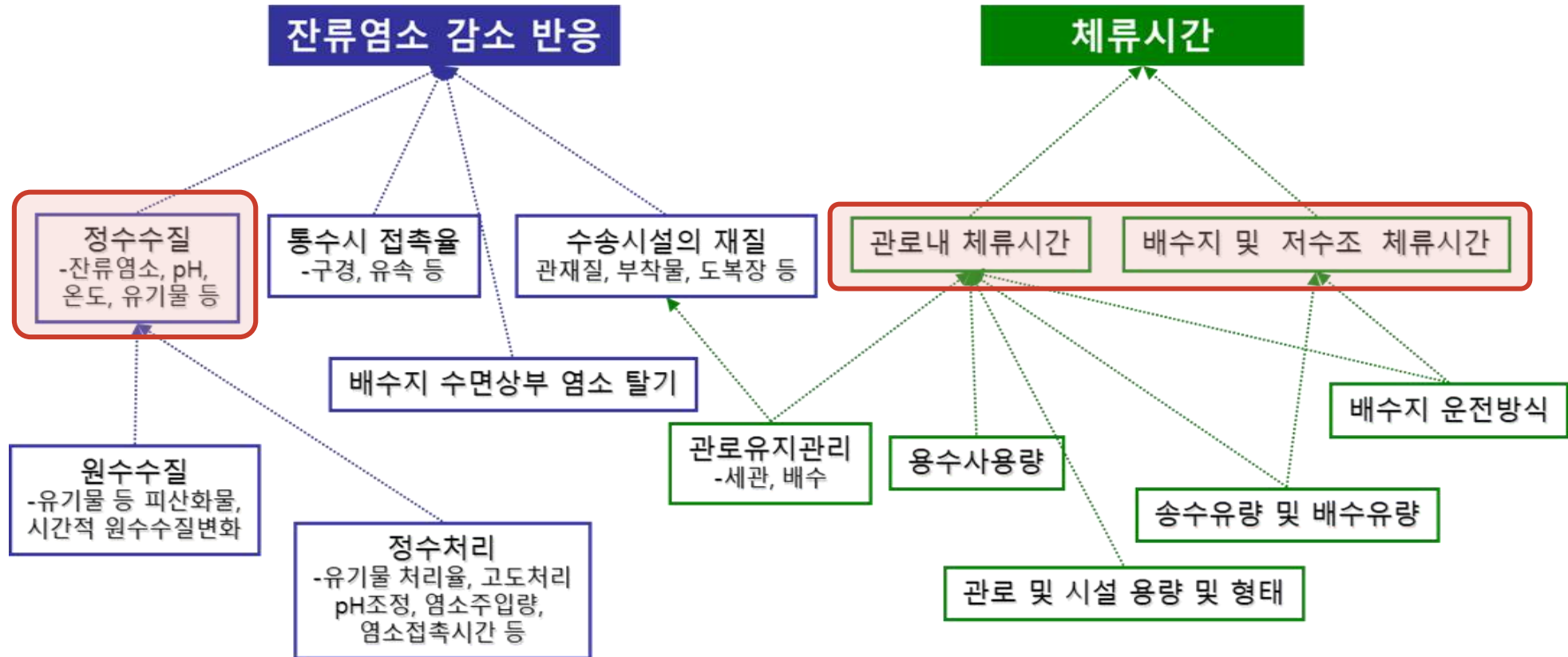
이상기준값 : 0.511

태그	영향도
120709	1.00
54751	0.69
3803	0.57
3658	0.57
118207	0.54
3664	0.47
1361	0.47
3663	0.44
34360	0.44
54757	0.42
3695	0.41
51455	0.41
56053	0.41
52985	0.40
55973	0.39
34368	0.37
56005	0.37
54941	0.36
54748	0.36
3701	0.36
56019	0.36

실시간 수질이상 감지 알고리즘 (1/2)

수질이상감지 (잔류염소)

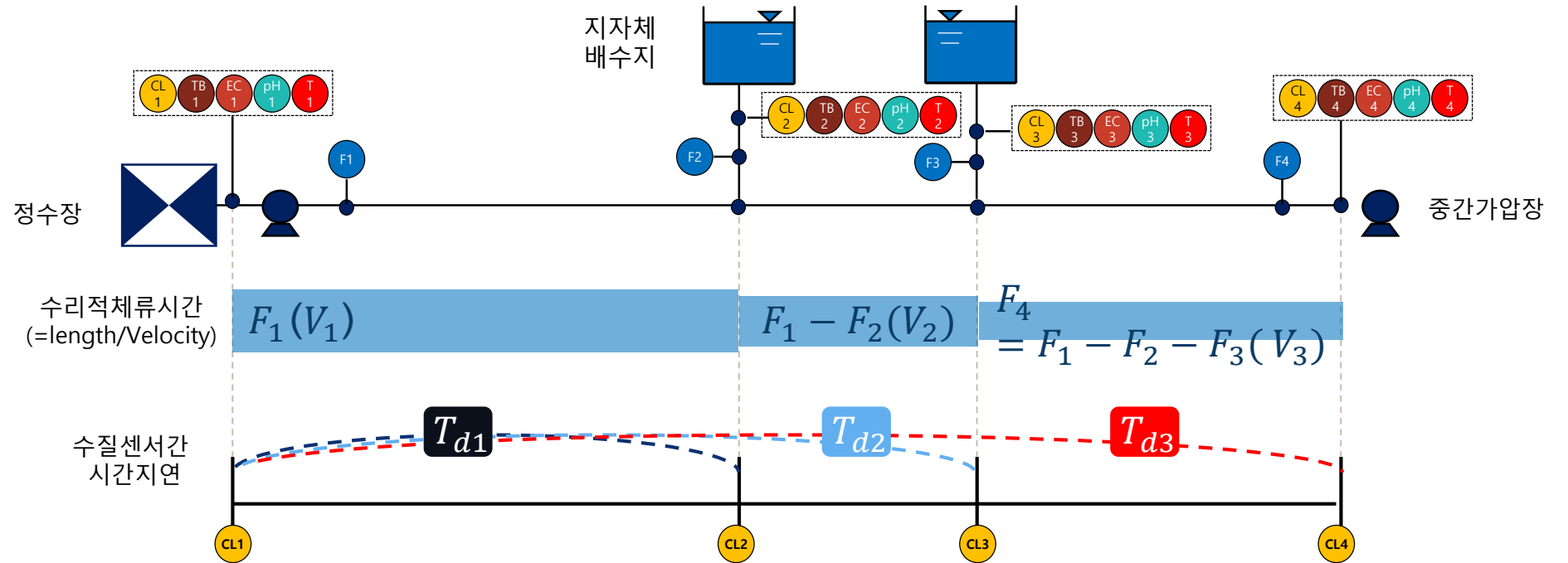
- 관내 잔류염소는 수체반응(bulk reaction)과 관벽반응(pipe wall)에 의해 감소, 두 반응은 시간(t)의 함수
- 수질이상 현상은 단기적으로 관벽반응 보다는 수체반응 속도에 영향을 미침



실시간 수질이상 감지 알고리즘 (2/2)

“딥러닝 모델” 복잡한 상호영향, 수리적 시간지연을 갖는 데이터 학습을 통한 잔류염소 예측

- 망간, 용존유기물 등의 관내 유입, 관내 침전 물질의 재부상 등 잔류염소 감쇠반응을 촉진하는 이상수질 발생 감지



- 데이터간 시간지연은 관망해석, 시계열데이터 유사도 측정 방법을 이용하여 산정하여 추가 학습

water-NET AI 사고감지 사례 (2/6)

📍 1단계 P01 – water-NET 관 파손사고 감지결과 (17:06)

상황판
종합현황
감지모델
모델관리
이력관리
사고 모의
보고서
사고 관리

📅 2022/06/13 ~ 📅 2022/06/13
조회
태그정보

❖ 사고감지 구역

그룹명	유형	모델 생성 주기(일)
[삼천포]1-1	압력	7
[출무]1-2	압력	7
[1단계 조절지]1-3	압력	7
[저양정2단계]1-1	압력	7
[저양정2단계_지족(가)]1-2	압력	7
[고양정2단계]1-1	압력	7

❖ 감지모델

모델...	태그번호	태그설명
1	6838	사천 고성음분기 압력
2	42219	고성 대죽(배) 메인 유입압력
3	50589	고성 송산(불) 압력
4	118425	거산(배) 유입 압력
5	42237	고성 당항(배) 유입압력
6	42235	고성 회화(배) 유입압력
7	6834	사천 거류1분기 압력
8	49102	통영 도산(불) 압력
9	6835	사천 광도분기 압력
10	6836	사천 통영관말 압력

❖ 사천 고성음분기 압력 다운로드

시간	예측값	계측값	예측오차 (%)	예측오차 (kgf/cm2)	결과	비고
2022-06-13 17:09	9.68	8.24	17.51	1.44	주의	
2022-06-13 17:08	9.71	8.26	17.61	1.45	주의	
2022-06-13 17:07	9.51	8.24	15.53	1.28	주의	
2022-06-13 17:06	9.32	8.31	12.18	1.01	주의	
2022-06-13 17:05	9.05	8.54	5.99	0.51	관심	
2022-06-13 17:04	9.53	9.64	-1.18	-0.11	관심	
2022-06-13 17:03	9.66	9.62	0.50	0.05	관심	
2022-06-13 17:02	9.67	9.64	0.31	0.03	정상	

❖ 이상기준 값 : 0.0592(06/07)

❖ 태그별 영향도

태그	영향도
7042	1.00
7319	0.46
42219	0.31
42176	0.29
6857	0.27
6836	0.26
6835	0.25
118426	0.23
42170	0.23
50589	0.22
6834	0.21
49099	0.21
42152	0.21
7237	0.20
50570	0.19
42149	0.19
118425	0.19
57739	0.19
49102	0.19
7047	0.18
6860	0.18

water-NET AI 사고감지 사례 (3/6)

📍 1단계 P02 – water-NET 관 파손사고 감지결과 (17:05)

상황판
종합현황
감지모델
모델관리
이력관리
사고 모의
보고서
사고 관리

📅 2022/06/13 ~ 📅 2022/06/13
조회
태그정보

🔍 사고감지 구역

그룹명	유형	모델 생성 주기(일)
[삼천포]1-1	압력	7
[총무]1-2	압력	7
[1단계 조절지]1-3	압력	7
[저압정2단계]1-1	압력	7
[저압정2단계_지족(가)]1-2	압력	7
[고압정2단계]1-1	압력	7

🔍 사천 거류1분기 압력

시간	예측값	계측값	예측오차 (%)	예측오차 (kgf/cm2)	결과	비고
2022-06-13 17:09	10.48	9.36	11.96	1.12	주의	
2022-06-13 17:08	10.74	9.51	12.90	1.23	주의	
2022-06-13 17:07	10.98	9.43	16.41	1.55	주의	
2022-06-13 17:06	11.11	9.51	16.77	1.60	주의	
2022-06-13 17:05	11.40	9.23	23.60	2.18	주의	
2022-06-13 17:04	11.27	11.40	-1.14	-0.13	관심	
2022-06-13 17:03	11.18	11.41	-2.01	-0.23	관심	
2022-06-13 17:02	11.26	11.39	-1.14	-0.13	관심	

🔍 태그별 영향도

태그	영향도
7319	1.00
7047	0.95
6838	0.94
42237	0.91
50589	0.90
57739	0.89
50570	0.87
49099	0.85
42152	0.83
6857	0.82
7237	0.81
7042	0.72
118425	0.68
42235	0.67
49102	0.66
6835	0.65
6836	0.59
42149	0.57
118426	0.56
42176	0.53
42170	0.50

🔍 감지모델

모델...	태그번호	태그설명
1	6838	사천 고성음분기 압력
2	42219	고성 대죽(배) 메인 유입압력
3	50589	고성 송산(불) 압력
4	118425	거산(배) 유입 압력
5	42237	고성 당항(배) 유입압력
6	42235	고성 회화(배) 유입압력
7	6834	사천 거류1분기 압력
8	49102	통영 도산(불) 압력
9	6835	사천 광도분기 압력
10	6836	사천 통영관말 압력

🔍 이상기준 값 : 0.1886(06/07)

압력(kgf/cm2)

오차(kgf/cm2)

— 예측값(kgf/cm2)
— 계측값(kgf/cm2)
■ 예측오차(kgf/cm2)
■ 예측오차(%)

water-NET AI 사고감지 사례 (4/6)

📍 1단계 P03 – water-NET 관 파손사고 감지결과 (17:05)

상황판
종합현황
감지모델
모델관리
이력관리
사고 모의
보고서
사고 관리

📅 2022/06/13 ~ 📅 2022/06/13
조회
태그정보

🔍 사고감지 구역

그룹명	유형	모델 생성 주기(일)
[삼천포]1-1	압력	7
[홍무]1-2	압력	7
[1단계 조절지]1-3	압력	7
[저양정2단계]1-1	압력	7
[저양정2단계_지족(가)]1-2	압력	7
[고양정2단계]1-1	압력	7

🔍 사천 광도분기 압력

시간	예측값	계측값	예측오차 (%)	예측오차 (kgf/cm2)	결과	비고
2022-06-13 17:10	15.70	3.05	415.72	12.66	주의	
2022-06-13 17:09	16.87	3.12	441.68	13.76	주의	
2022-06-13 17:08	19.13	3.32	477.07	15.81	주의	
2022-06-13 17:07	20.51	3.46	493.58	17.05	주의	
2022-06-13 17:06	21.97	3.78	481.13	18.19	주의	
2022-06-13 17:05	17.41	4.20	314.64	13.21	주의	
2022-06-13 17:04	9.15	8.87	3.18	0.28	정상	
2022-06-13 17:03	9.36	9.38	-0.20	-0.02	정상	

🔍 태그별 영향도

태그	영향도
6836	1.00
7319	0.73
7042	0.62
6857	0.44
7047	0.42
6838	0.37
49102	0.37
50589	0.36
42176	0.36
49099	0.35
7237	0.35
6834	0.35
42152	0.34
50570	0.34
118425	0.33
118426	0.33
42237	0.33
57739	0.32
42219	0.32
42235	0.29
42149	0.28

🔍 감지모델

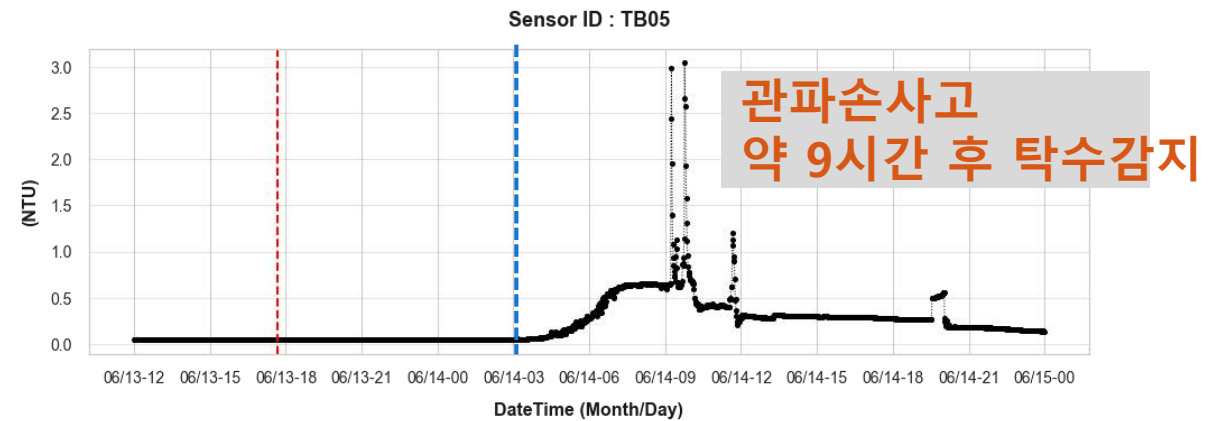
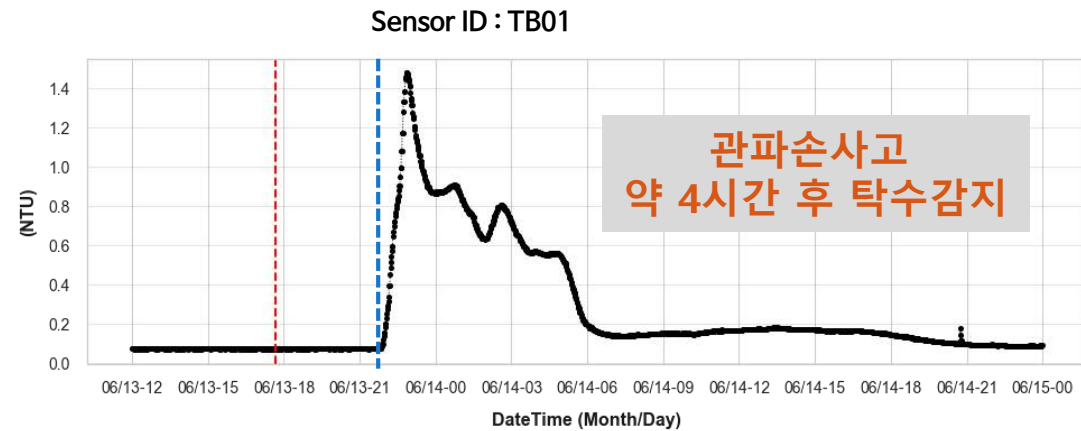
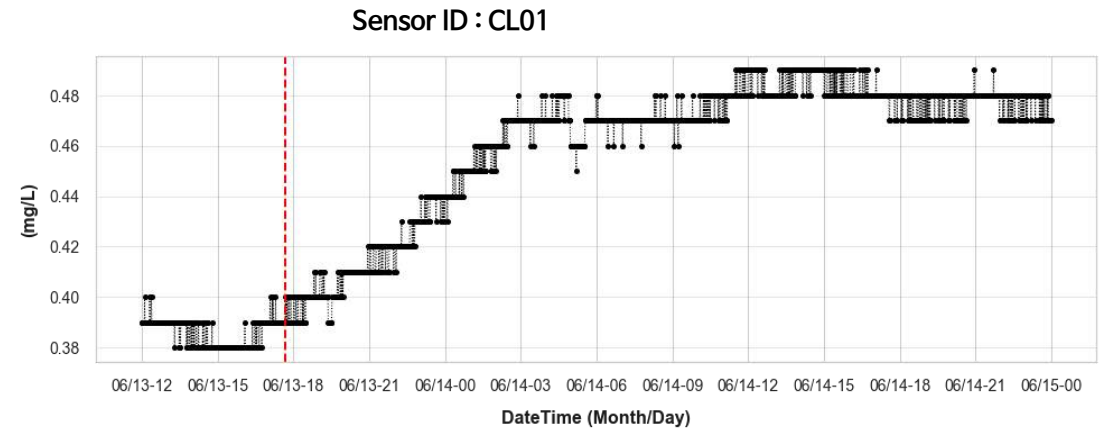
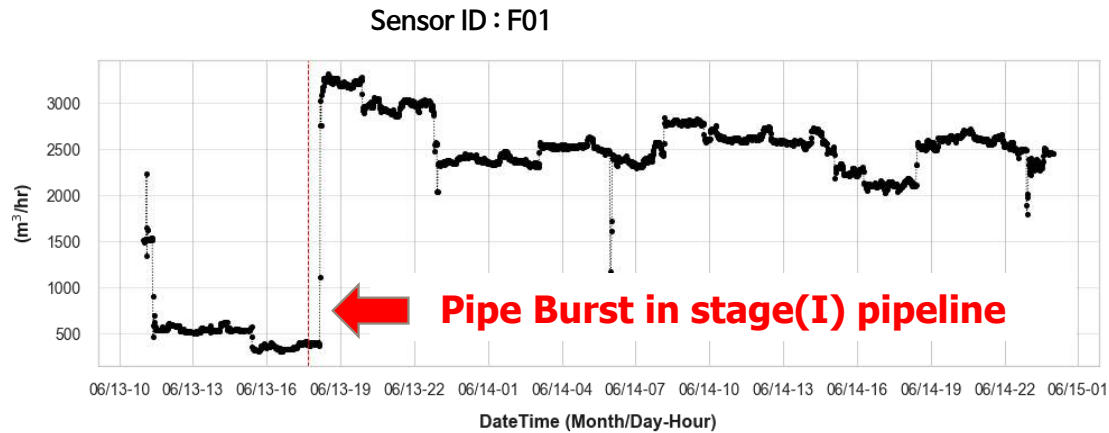
모델...	태그번호	태그설명
1	6838	사천 고성음분기 압력
2	42219	고성 대독(배) 메인 유입압력
3	50589	고성 송산(불) 압력
4	118425	거산(배) 유입 압력
5	42237	고성 당항(배) 유입압력
6	42235	고성 회화(배) 유입압력
7	6834	사천 거류1분기 압력
8	49102	통영 도산(불) 압력
9	6835	사천 광도분기 압력
10	6836	사천 통영관말 압력

🔍 이상기준 값 : 0.0732(06/07)

water-NET AI 사고감지 사례 (5/6)

📍 2단계 "TB01", "TB05" 탁수유입 감지

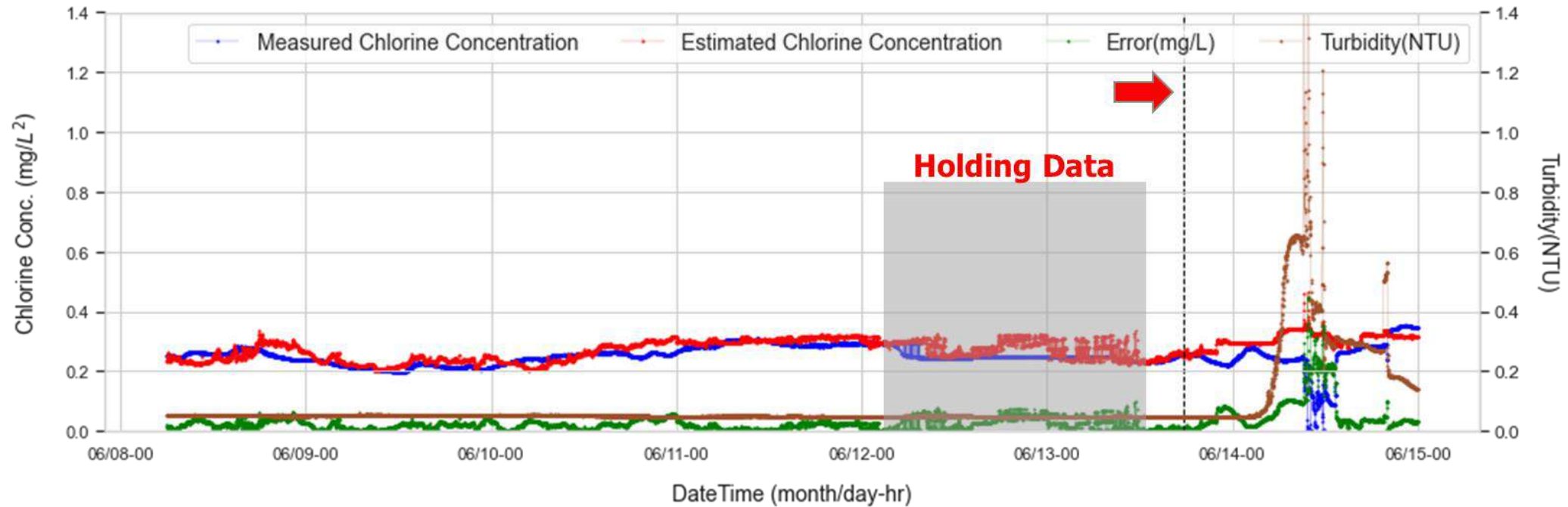
- 1단계 유량 유입에 따른 2단계 유량의 급격한 증가 및 유입 잔류염소(CL01) 상승, 약 4시간 후 탁수 유입(TB01)



water-NET AI 사고감지 사례 (6/6)

📍 2단계 탁수유입에 따른 "CL05" 수질이상 감지

- 6/12 잔류염소 계측기 holding으로 인한 water-NET 사고감지 모듈의 감시 불가
- 탁수유입에 따른 잔류염소 계측농도 감소에 따른 예측오차 증가



Data enabling technologies create an opportunity

Thank you

특강 6. 초순수 폐수 재이용 기술

- 한성크린텍 박성민 부소장 -

초순수 및 반도체 폐수처리 기술 동향

CONTENTS

- I 초순수의 이해
- II 초순수 생산 단위공정
- III 반도체 폐수처리 기술 동향

초순수의 이해

초순수(Ultra Pure Water)

초순수

- 초순수는 전처리 공정 - 순수처리 공정 - 초순수처리 공정 등 각종 설비를 통하여 생산되며, 불순물이 극히 적은 물
- 초순수는 비저항(Resistivity)이 18.2MΩ·cm 이상, Particle, SiO₂, DO, TOC, Boron, 박테리아 등을 거의 완벽하게 제거하여 산업의 공정수로 사용



초순수의 수질

구 분	단 위	2013	2017	2020
DRAM 1/2 Pitch	nm	32	20	14
Particle Size	nm	16	10	7
Particle	개/L	200	200	200
Resistivity at 25°C	MΩ·cm	18.2	18.2	18.2
TOC	ppb	< 1	< 1	< 1
Bacteria	CFU/L	< 1	< 1	< 1
Total Silica	ppb	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Critical Ion	ppt	< 50	< 50	< 50
Critical Metal	ppt	< 1.0	< 1.0	< 1.0
DO(Dissolved Oxygen)	ppb	< 10	< 10	< 10
Temp. Stability	(K)	± 1	± 1	± 1
Temp. Gradient at 10min	(K)	< 0.1	< 0.1	< 0.1

※ 출처 : International Technology Roadmap For Semiconductors

• 불순물의 단위

- ppm = 1/1,000,000 (10⁻⁶)
- ppb = 1/1,000,000,000 (10⁻⁹)
- ppt = 1/1,000,000,000,000 (10⁻¹²)
- ppq = 1/1,000,000,000,000,000 (10⁻¹⁵)

• 불순물의 단위의 이해

50m x 25m x 2m의 Pool = 2,500m³



초순수의 이해

초순수 적용 분야

구 분	적용분야	전기전도도 ($\mu\text{s/cm}$)	유기물 (ppm)
하천수	원수	1,000 ~ 100	> 15
청천수	범용적 공업용수	1,000 ~ 100	1 ~ 15
저순수	제품가공용수, 음료수 제조	100 ~ 10	1 ~ 5
고순도 공업용수	순수	반도체 부품 세정 카메라 렌즈 세정	10 ~ 1
	초순수	집적회로 제조, 반도체 웨이퍼 세척	0.1 ~ 0.055

※ 전기전도도 : $\mu\text{s/cm} = 1/\text{비저항}(\text{M}\Omega\cdot\text{cm})$
 $S(\text{siemens}) = 1/\Omega(\text{Ohm})$
 ppm(Parts per million) : 용액 1kg에 들어 있는 용질의 mg 수

구 분	수질현황	용도	상세공정
반도체 (초순수)	>18.2 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	세정	웨이퍼 제조, 식각, 현상 전후 공정 세정
	>17.5 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	약품 희석	현상액, 식각액 희석
화학 (순수)	>0.1 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	냉각수	증류탑 냉각수
	>1.0 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	공정수	반응탑 공급수
	>0.1~5.0 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	보일러	보일러
제철 (순수)	>0.02 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	냉각수	간접 냉각수
	>0.01 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	제품 세척	철강제품 세척, 직접 냉각수

※ 비저항 : 물질이 전류의 흐름에 얼마나 세게 맞서는지를 측정한 물리량

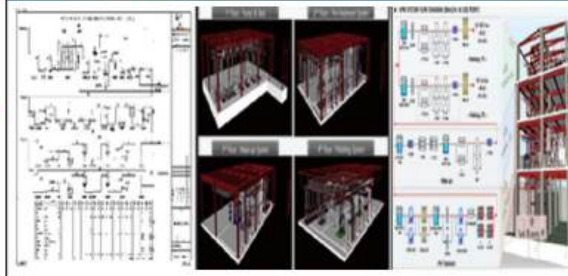
초순수의 이해

초순수 공정 국산화 기술 개발



실증 플랜트

기본/상세 설계 및 3D Modeling



단위 공정별 제작 및 반입



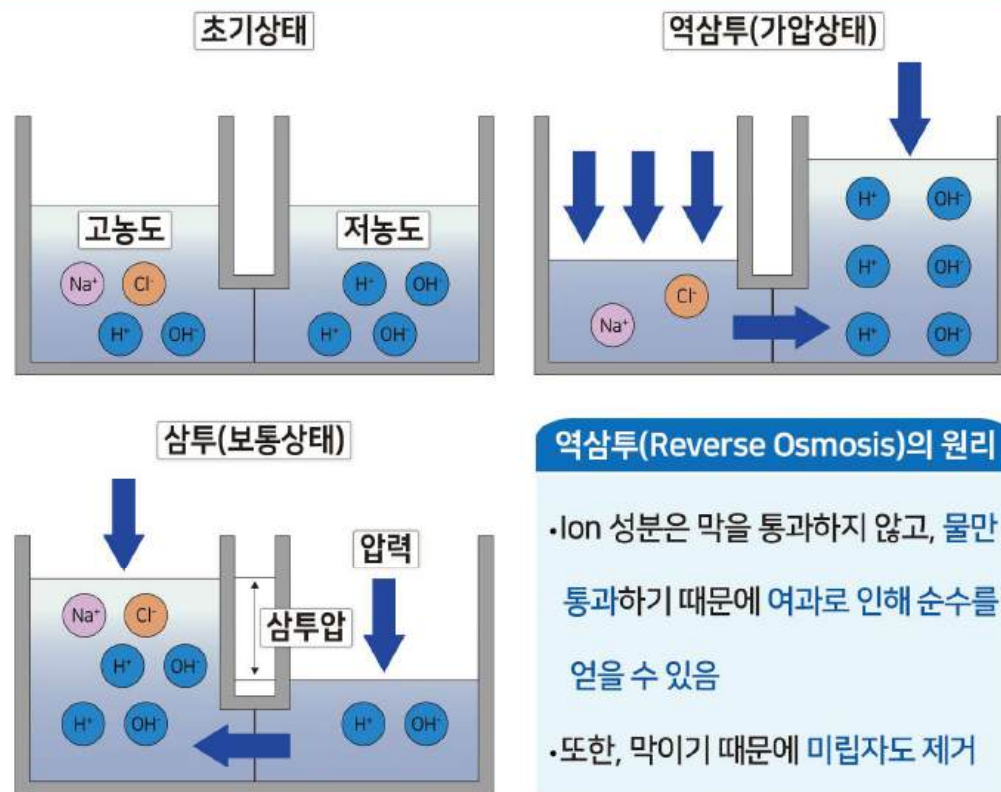
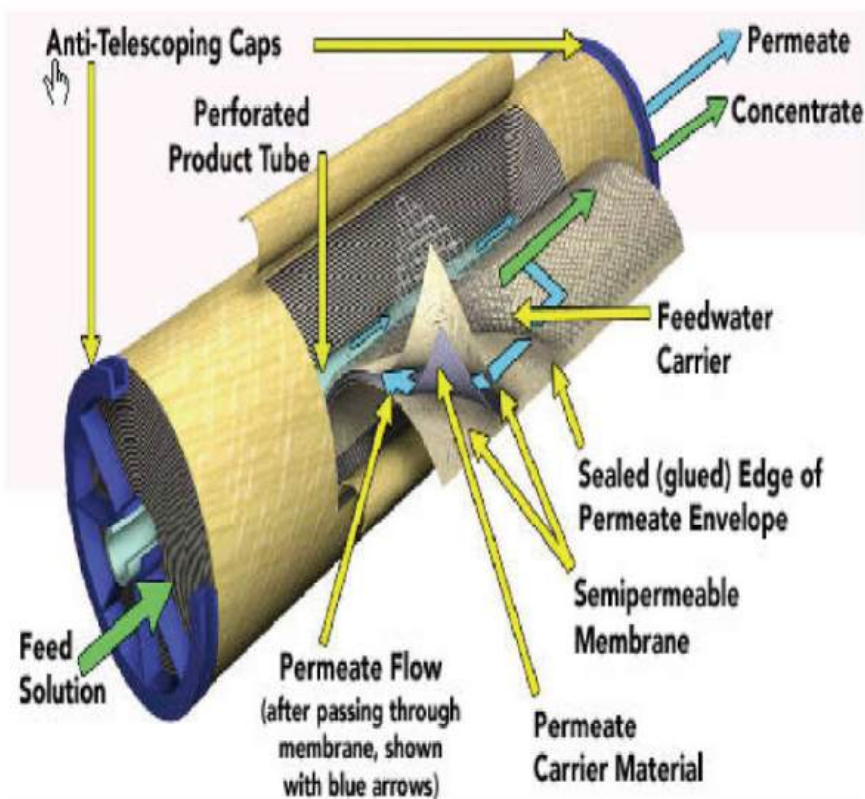
1, 2 단계 실증플랜트 구축



초순수 생산 단위 공정

초순수 생산 주요 공정 설명 - RO(Reverse Osmosis) Membrane

- RO 공정은 Pore Size가 0.001 μ m 이하인 Membrane을 활용하여 무기성 이온류 및 저분자 유기물 등을 제거하는 공정
- 고압펌프를 이용하여 염분이 많은 원수에 압력을 가하여 반투막을 통하여 순수한 물만을 침투시켜 순수를 생산하기 때문에 유입수, 생산수, 농축수의 흐름을 수반하는 공정



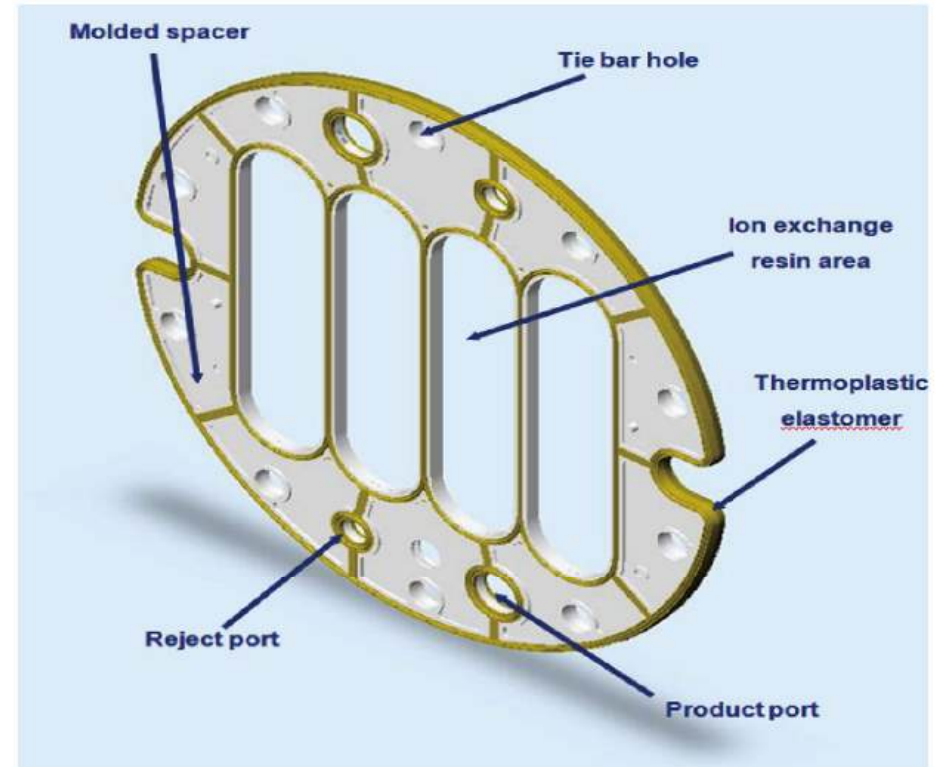
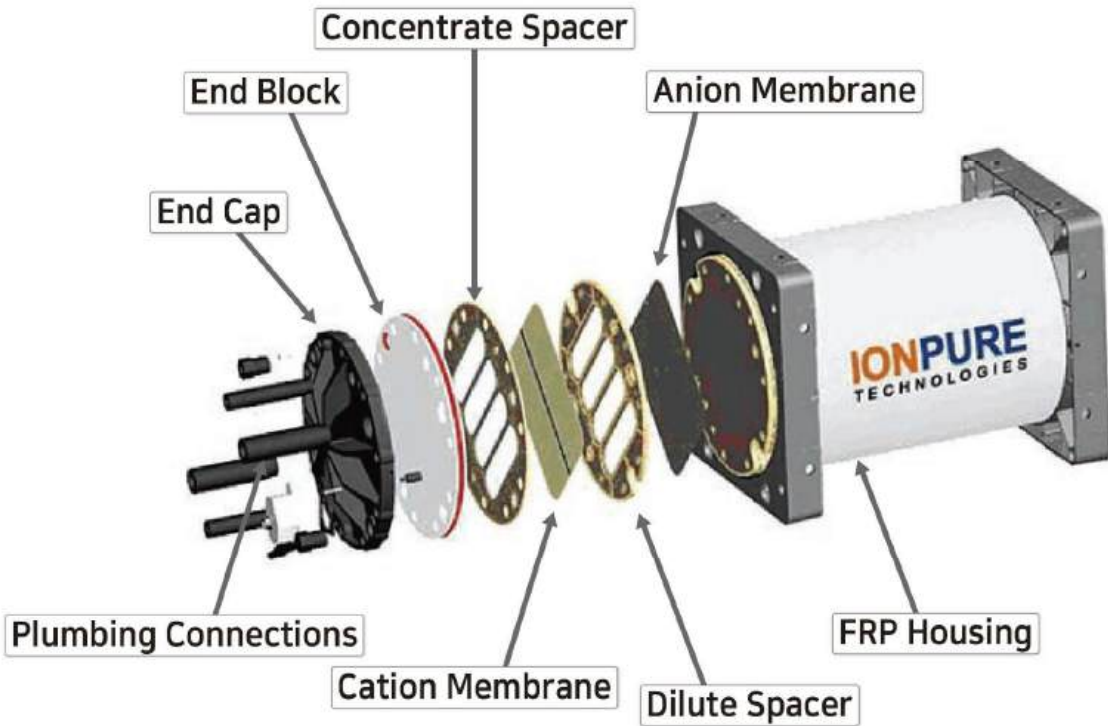
역삼투(Reverse Osmosis)의 원리

- Ion 성분은 막을 통과하지 않고, 물만 통과하기 때문에 여과로 인해 순수를 얻을 수 있음
- 또한, 막이기 때문에 미립자도 제거

초순수 생산 단위 공정

초순수 생산 주요 공정 설명 - CEDI(Continuous Electro Deionization)

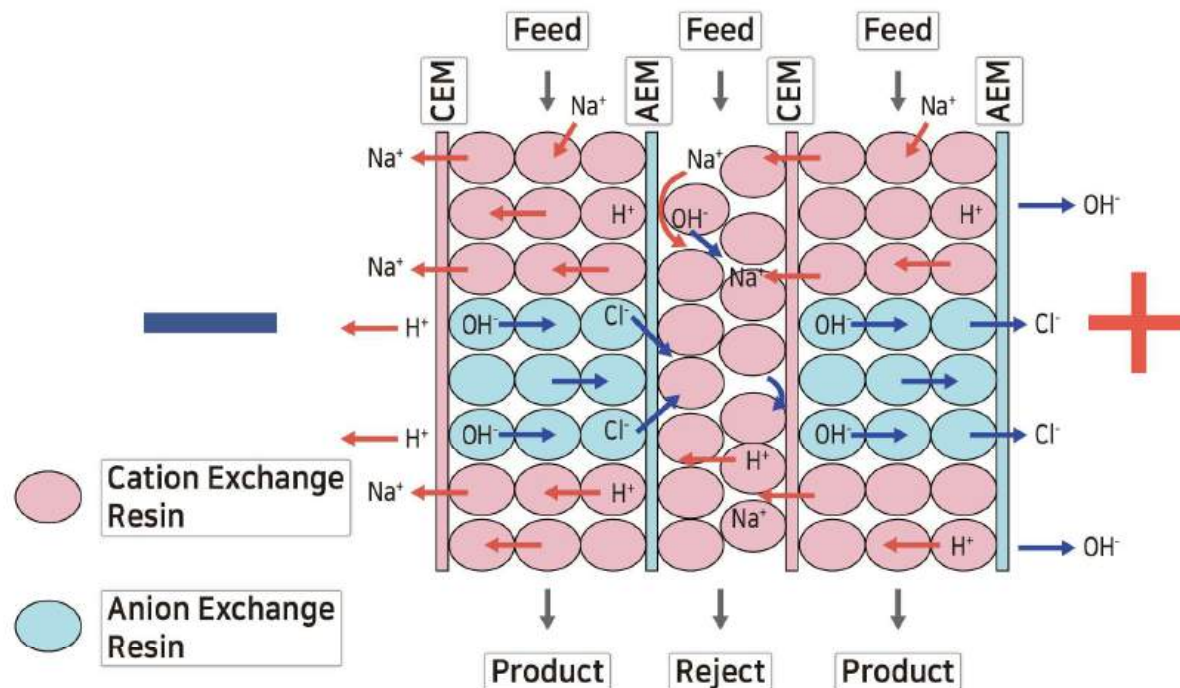
- CEDI 공정은 연속적인 전기재생 방식으로 직류전원을 이용하며 화학약품을 사용하지 않고도 수중의 이온성 물질을 제거 할 수 있는 환경친화적인 수처리 시스템으로 기존의 혼상식 순수제조장치 (MBP)보다 운전이 간편하며, 유지보수에 용이한 장치



초순수 생산 단위 공정

초순수 생산 주요 공정 설명 - CEDI(Continuous Electro Deionization)

- ① 이온제거 : 음이온은 인접한 음이온 교환막만을, 양이온은 양이온 교환막만을 통과하므로 희석실에서 이온이 제거된 순수만을 생산
- ② 양이온교환막 : 양이온 활성기를 가지고 있으므로, 전기적으로 양이온만을 선택적으로 통과
- ③ 음이온 교환막 : 음이온 활성기를 가지고 있으므로, 전기적으로 음이온만을 선택적으로 통과
- ④ 이온교환 수지 : 전극방향으로 이온의 이동속도를 증가시키는 매개체로 작용하여 전기저항을 감소
- ⑤ 직류전원 : 전극방향으로 이온의 이동을 유발

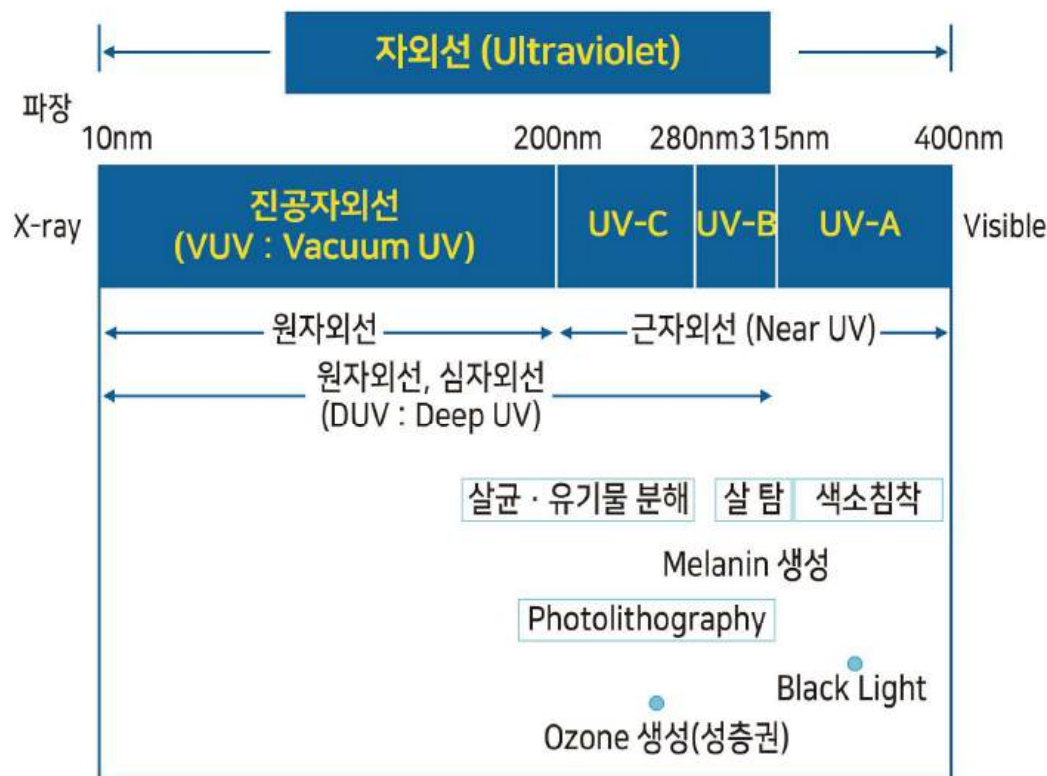


구분	Ion Exchange Resin (Mixed Bed)	CEDI
작동원리	양이온및음이온 이온교환수지 혼합층진	전기투석과 이온교환수지(막) 공정 조합
특징	<ul style="list-style-type: none"> •안정적인수질확보 (높은비저항) •분리및재생공정 필요 	<ul style="list-style-type: none"> •재생불필요 •실리카,보론 제거효율 우수 •유입수 수질의제한

초순수 생산 단위 공정

초순수 생산 주요 공정 설명 - TOC-UV

- UV는 수중에 자외선을 투과시켜 색상이나 냄새, 맛 등의 화학적인 변화나 물속의 박테리아 혹은 미생물 등의 성분을 소독하거나 제거하는 장치이며, 석영관 바깥쪽으로 흐르는 물에 254nm의 자외선을 투과시켜 미생물 등을 분해
- TOC-UV(Total Organic Carbon Ultra Violet)는 일반 UV와 달리 254nm의 파장 속에 185nm의 파장이 약 10% 정도 혼재, 여기서 254nm의 파장은 소독 및 살균작용을 185nm의 파장은 멸균 및 미생물과 유기물을 분해시키는 작용을 하며 근본적인 TOC 성분을 제거하는 역할을 하는데 이를 통해 **TOC-UV는 수중에 존재하는 박테리아 및 TOC 성분을 제거**



초순수 생산 단위 공정

초순수 생산 주요 공정 설명 - MDG(Modified Degassing)

- MDG Unit은 Vacuum Pump와 Module 내부의 중공사막(Membrane)을 이용하여 순수 내부의 용존산소를 제거하는 장치
- MDG의 핵심은 MDG 막의 중공사막 외부를 지나가는 DI의 압력이 중공사막 내부를 통과하는 Sweep Gas측의 압력보다 높아 DI에 녹아 있던 DO, CO₂ 등이 압력이 낮은 중공사막(Hollow Fiber) 안쪽으로 스며 들어가서 Sweep gas와 함께 배출되는 구조

Illustration 1:
Liqui-Cel®
Extra-Flow
Membrane
Contactor

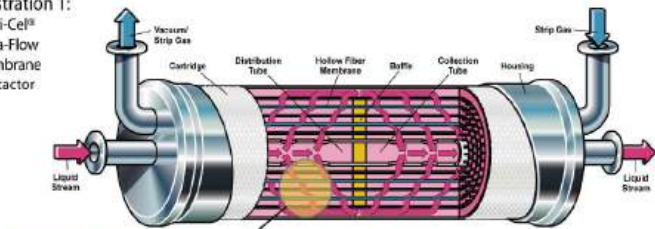
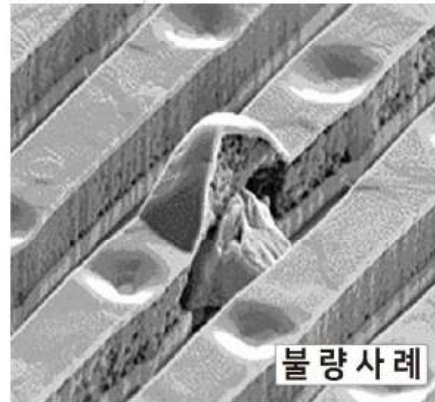
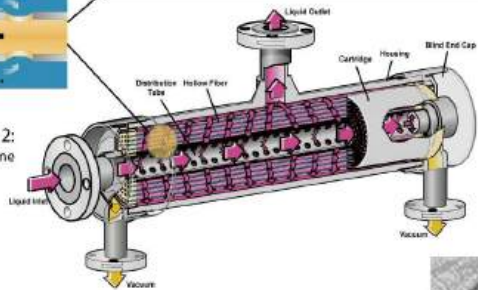


Illustration 2:
NB® Membrane
Contactor



불량 사례

DO의 제거가 중요한 이유

- 탄산성분은 음이온에 해당하므로 그냥 두면 음이온 타워에 부하로 작용해 다른 중요한 음이온류 제거에 방해
- 초순수가 반도체 FAB으로 공급되었을 때 초순수 내에 DO 존재 시 Wafer의 세정 시 목적인 산화막 외에 산소성분에 의해 부식으로 자연 산화막의 형성을 일으켜 반도체 회로 패턴의 불량을 초래
- 초순수 공급 배관 내 박테리아가 증식되기 쉬움

반도체 폐수처리 기술 동향

TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide) 폐수 제거 시스템

- TMAH는 구조가 매우 안정적이며 친수성을 띠고 있어 응집 및 흡착으로 제거가 어려우며, TMAH 농도가 증가할 경우 생물학적처리 효율을 저하시켜 처리수의 수질을 악화시키고 생태독성을 발현
- TMAH를 함유한 폐수는 이온교환, Membrane을 이용한 분리 농축, 호기성 처리, 혐기성 처리, 촉매 산화 등의 방법으로 처리 가능

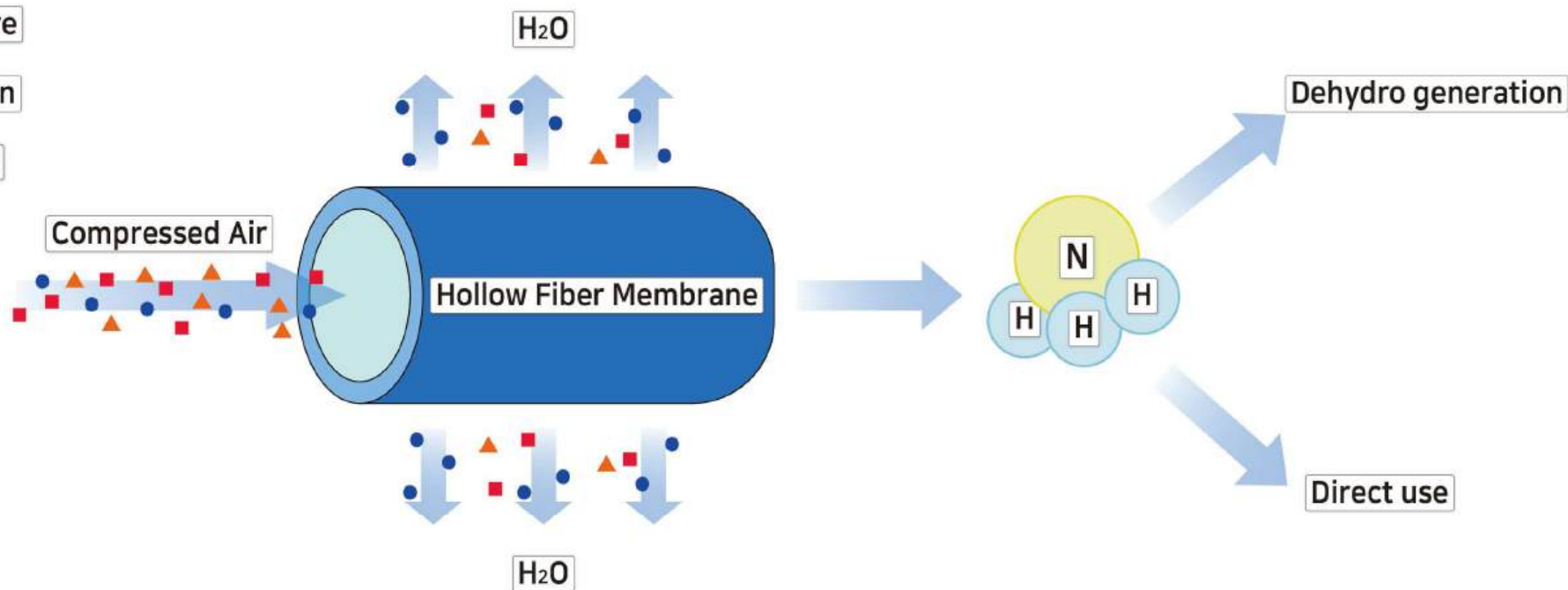


반도체 폐수처리 기술 동향

고농도 암모니아를 포함한 폐수처리 시스템

- 암모니아(NH₃)는 부영양화를 유발하는 대표적인 물질이지만 의약품의 원료, 에너지원으로 현대 사회의 필수적인 화합물
- 반도체 세정폐수 중 SC-1계 폐수는 고농도의 암모니아를 포함하며, 세정 단계에서 사용하는 암모니아를 포함한 질소 함유 배수량이 증가
- 암모니아를 함유한 폐수는 탈기를 통해 암모니아를 휘산시키고 촉매 혹은 활성탄으로 처리

- Moisture
- Nitrogen
- ▲ Oxygen



H₂O H₂ He CO₂ H₂S O₂

Air CO N₂ CH₄

Fast ←

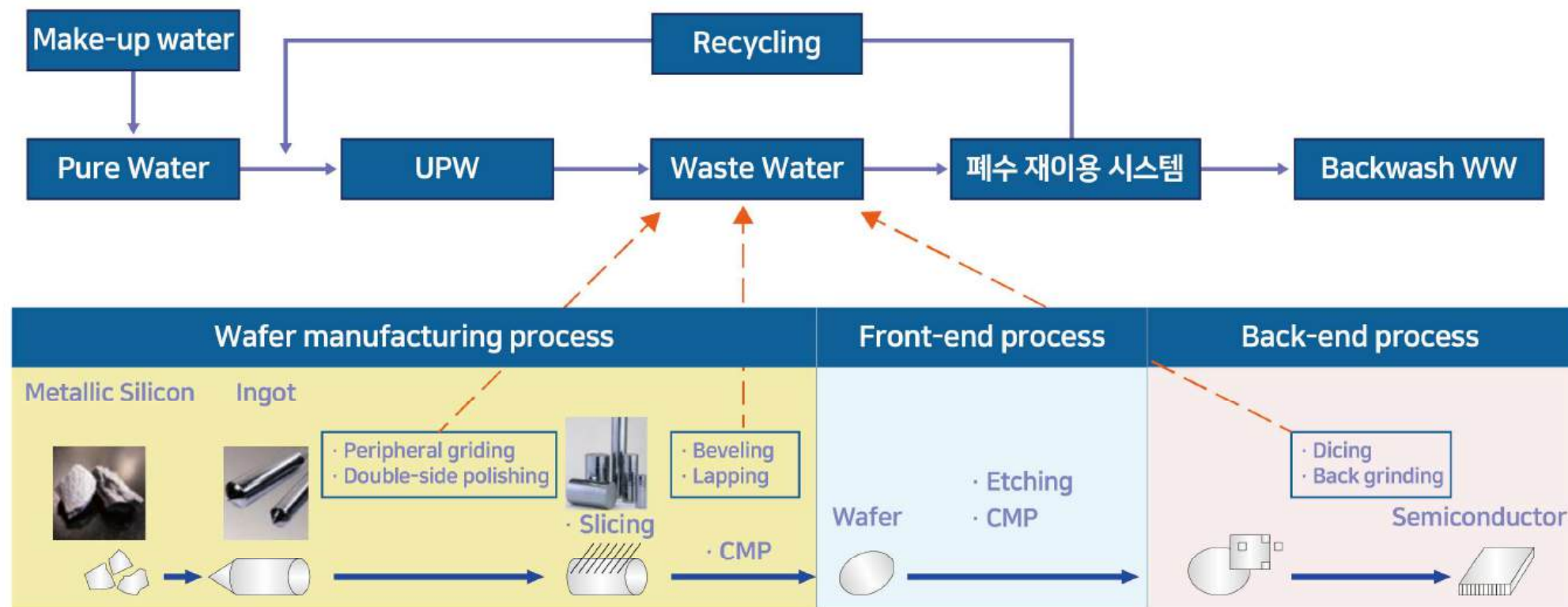
기체의 상대적인 투과속도

→ Slow

반도체 폐수처리 기술 동향

반도체 폐수 재이용 기술

- 반도체 산업 발전에 따른 물 수요량 증가 및 폐수의 발생량이 증가되었으며, 반도체 Wafer 제조 공정 중 다량의 실리카(SiO₂) 입자를 포함한 폐수가 발생
- 실리카 폐수를 그대로 외부로 배출시킬 경우 수질 오염을 초래할 수 있으며, 고가의 실리콘이 낭비되는 문제 발생
- 실리카 폐수 제거를 위한 막분리 기술(Membrane)을 적용하여 다른 불순물까지 제거 가능



당사는 초순수 국산화를 통해 산업 및 국가 경쟁력을 높여가고 있습니다

THANK YOU

특강 7. 상수도 관망 진단

- 수자원기술주식회사 김진원 고문 -

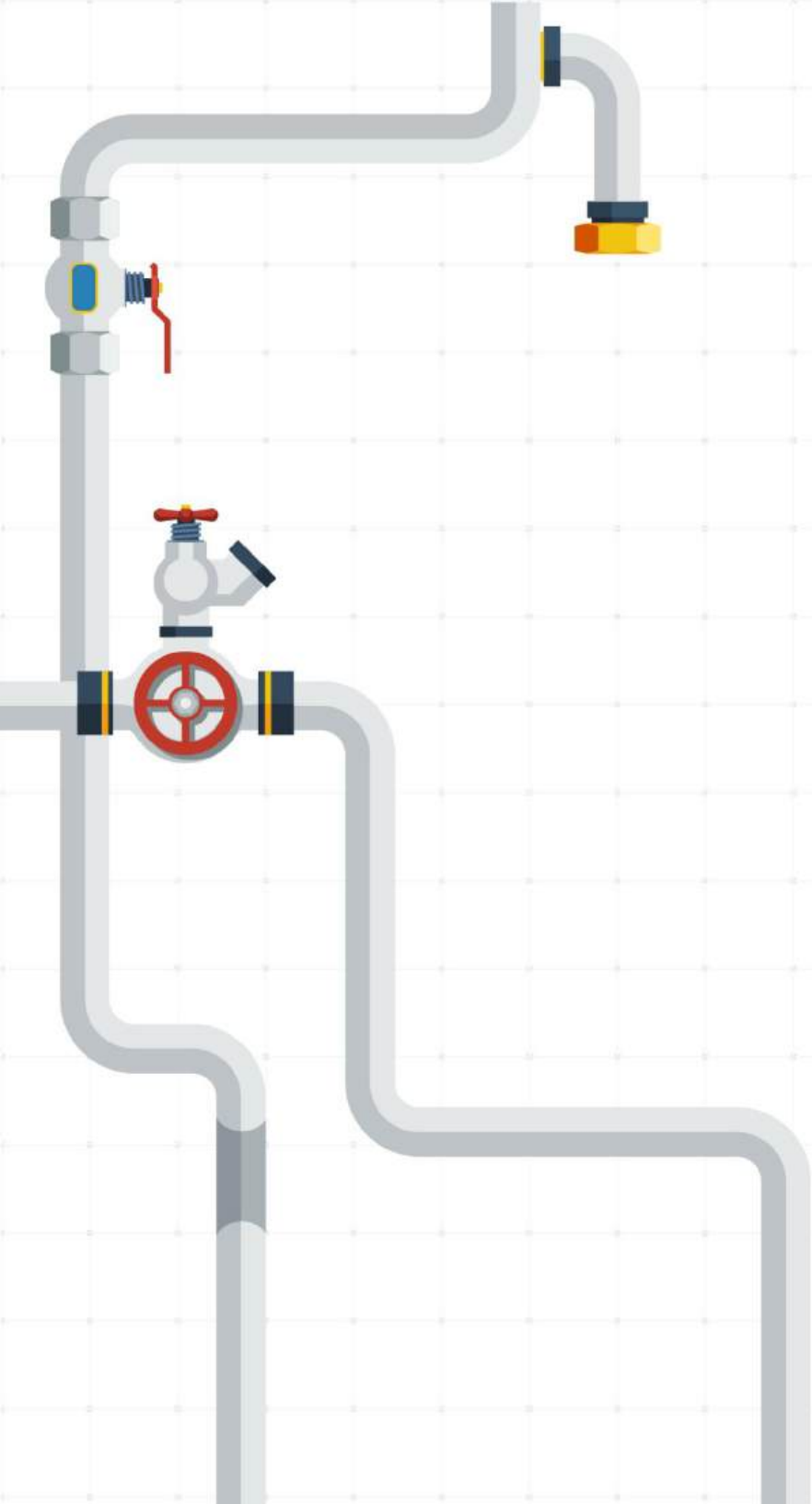
2024 서울시립대학교

노후 상수관망 진단기술 및 적용사례

Deteriorate Water Pipe Network Diagnostic Technology & Application Cases

발표자 | (주)대연테크 김진원





Contents

- I 상수관망 관리현황
- II 상수관망 진단기술
- III 적용사례

A dark blue background featuring a stylized water pipe system. On the left, a white pipe with a faucet has two blue water droplets falling from it. The rest of the image shows a network of grey pipes with various valves, gauges, and fittings, including a prominent circular gauge on the right side.

I

상수관망 관리 현황

1. 상수관망 개요
2. 상수관망 현황
3. 상수관망 관리 문제점
4. 상수도관련 법규

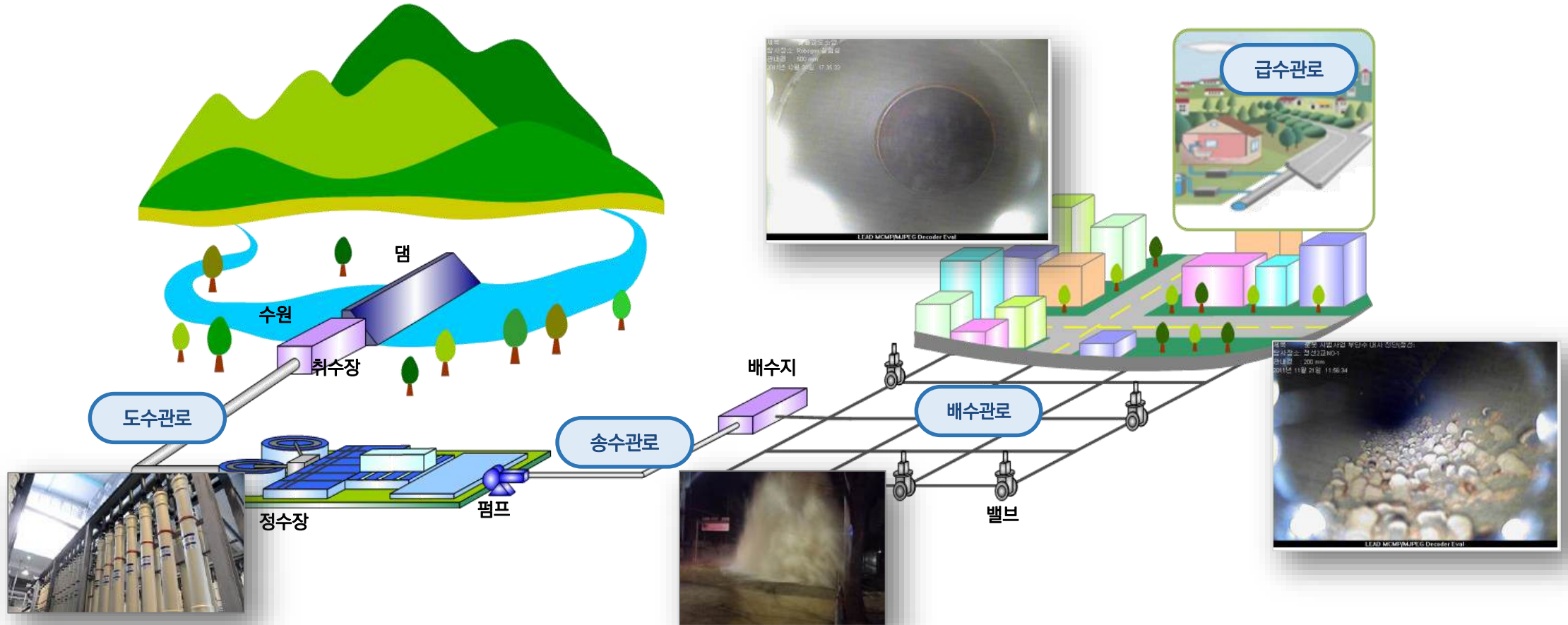


01 상수관망의 개요

From Source To Tap

상수도관망(Water Supply Network)이란?

정수처리된 물을 실 소비자인 수용가(水用家)에 공급하기 위한 시설





01 상수관망의 개요

상수관망의 정의 및 목적

상수관망의 정의

상수관망이란 정수시설에서 처리된 용수를 소비자에게 까지 안정적으로 공급하기 위한 시설로써 정수시설 이후의 송수, 배수 및 급수관이 하나의 그물과 같이 서로 유기적으로 연결되어 이루어진 관로의 집합체

상수관망의 목적

정수시설로 부터 처리된 물을 평상시 뿐만 아니라 비상시에도 실소비자에게

안전한 수질, 안정적인 수량, 적정한 수입으로 공급하는 것

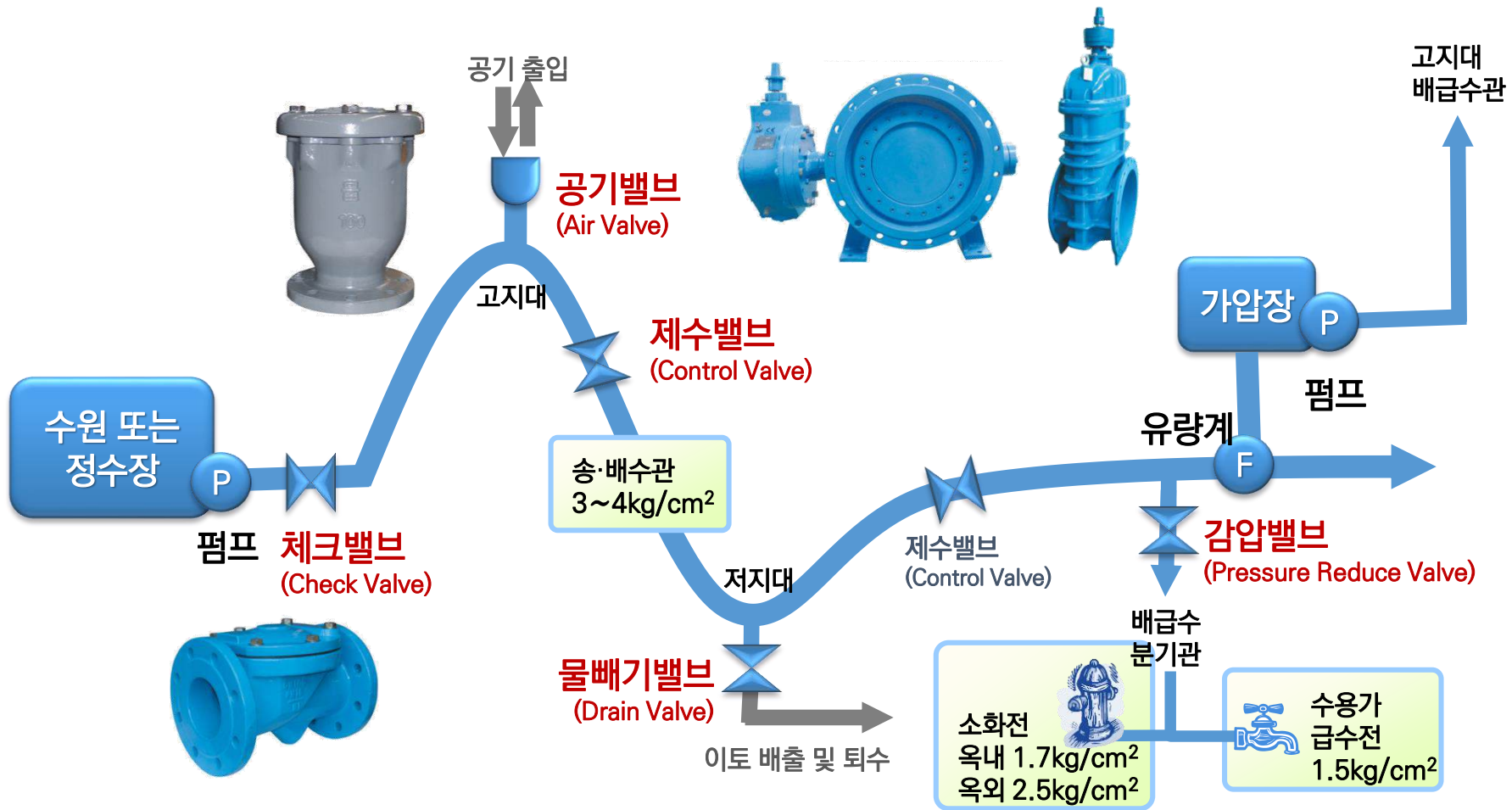
상수도의 구비조건 3요소



01 상수관망의 개요

상수관망의 구성요소

상수관로상 시설물



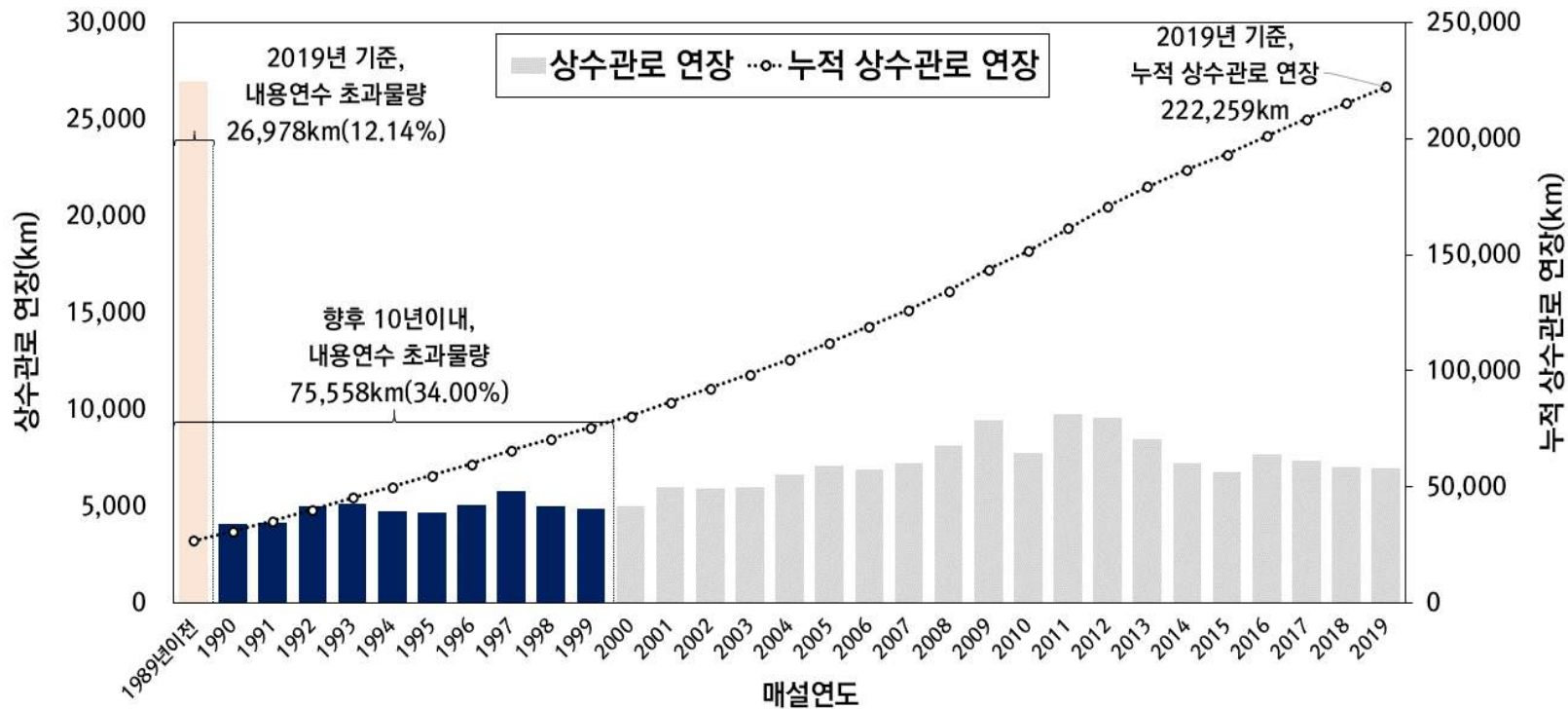


02 상수관망의 현황

국내 상수도 관로 현황

상수도 통계에 따른 노후 상수관로 매설현황

- 2019년 기준, 누적 상수관로 연장 : 총 222,259km
- (지방공기업법상 내용연수 30년) 2019년 기준 내용연수 초과물량은 전체의 12.14%인 26,978km
- 향후 10년 이내, 내용연수를 초과하는 관로의 물량은 75,558km
- 단기간 양적 성장으로 향후 개량수요의 급격한 증가, 유지관리에 막대한 시간과 예산 소비 예상





02 상수관망의 현황

상수관로 시설현황

상수관로 용도별 노후도 현황

(단위 : km)

구분	총계	5년 이내 (‘16~‘20년)	6~10년 (‘11~‘15년)	11~15년 (‘06~‘10년)	16~20년 (‘01~‘05년)	21년 이상 (‘00년 이전)
지방 상수도	222,641 (100%)	35,487 (15.9%)	41,523 (18.7%)	39,043 (17.5%)	29,758 (13.4%)	76,830 (34.5%)
광역 상수도	5,682 (100%)	373 (6.6%)	399 (7.0%)	640 (11.3%)	1,639 (28.8%)	2,631 (46.3%)
합계	228,323 (100%)	35,860 (15.7%)	41,921 (18.4%)	39,684 (17.4%)	31,397 (13.7%)	79,461 (34.8%)

- 21년 이상된 상수관로는 광역상수도가 46.6%인 2,631km이며, 2030년에는 86.4%인 4,910km로 증가할 것으로 전망.
- 21년 이상된 지방상수도는 34.5%인 76,830km이며, 2030년에는 65.4%인 145,631km로 증가.



02 상수관망의 현황

상수관로 시설현황

연도별 수도관 신설, 교체, 개량 현황

(단위 : %)

구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
신설률	4.2	4.7	3.2	2.9	2.7	2.8	2.5	3.1	2.5	2.1
교체율	0.9	0.9	1.1	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
개량률	0.9	0.6	0.8	0.7	0.5	0.5	0.9	0.5	0.8	1.2

- 연도별 수도관의 신설, 교체, 개량 현황을 살펴보면 신설률과 교체율은 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, 개량률은 증,감을 반복하고 있는 추세로 보인다.

노후관 비율 증가 예상 및 개량률 저조
 용수공급의 안정성 확보를 위한 상수도관의 **최적관리가 필요**



03 상수도망 관리 문제점

상수도관로 사고의 패러다임 변화

수리사고 (관파열 등)



2019년 06월 17일 대전 노후 상수도관 파열 (YTN 보도)



● 안양 인덕원 공업용수관 파열로 ‘물난리’ (2019-09-13), 1,000mm DCIP (1974년매설)



2019년 05월 24일 대구 노후 상수도관 파열 (머니투데이 보도)



● 평택시 대형 송수관(1,000mm) 시설 노후에 의한 파손 사고 (2015-01-31)



03 상수도관망 관리 문제점

상수도관로 사고의 패러다임 변화

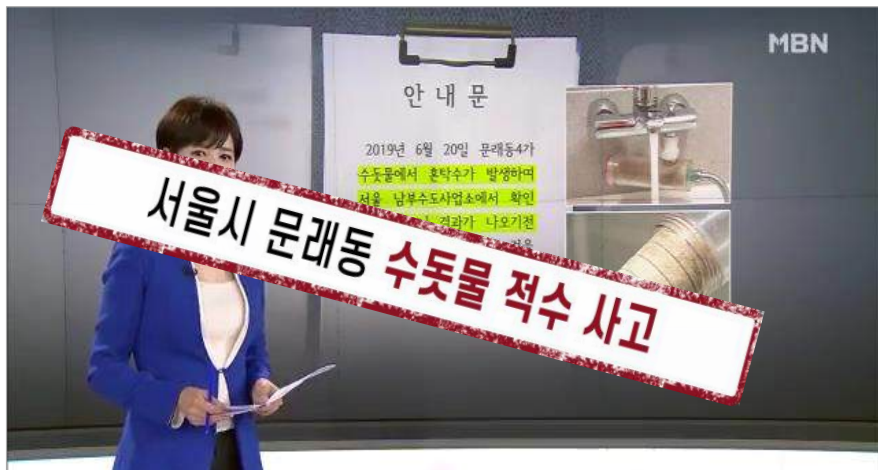
■ 수질사고 (적수, 유출 등)



2019년 06월 04일 00시 서구 적수 (뉴스투데이/MBC 보도)



2019년 06월 21일 붉은 수돗물 공포 (MBN 보도)



2019년 06월 21일 서울서도 붉은 수돗물 공포 (MBN 보도)



2020년 정수장 유충 발생 (SBS 보도)



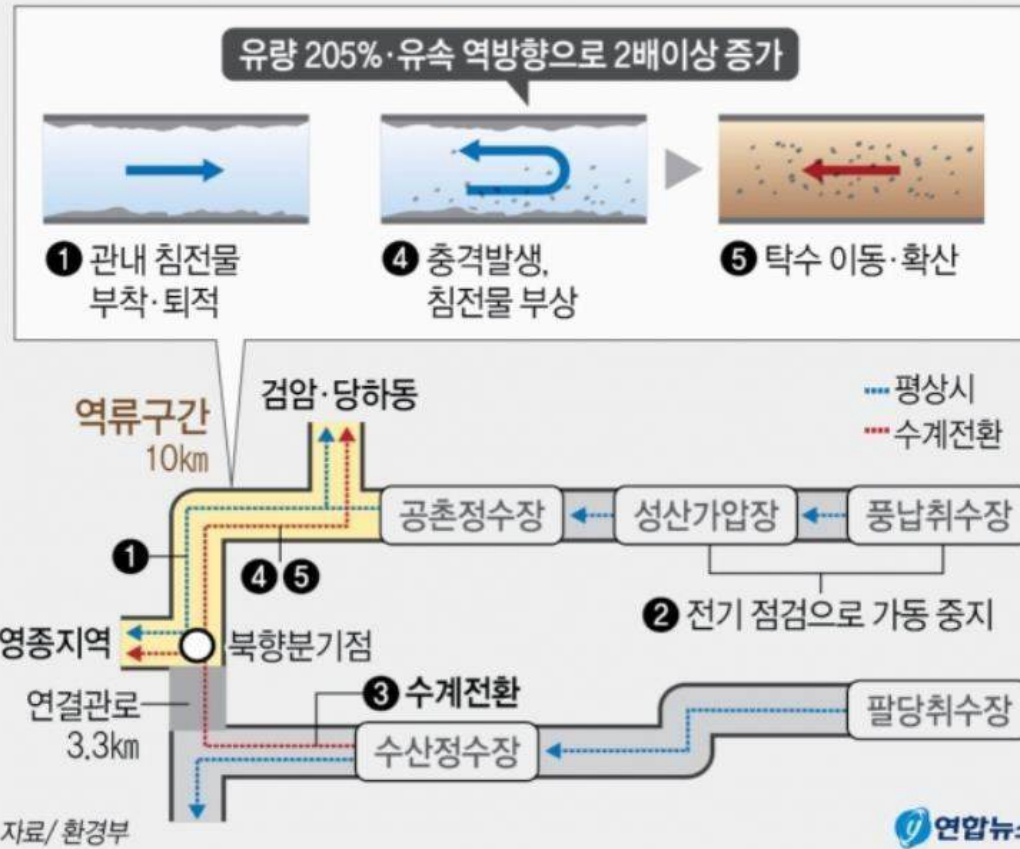


03 상수관망 관리 문제점

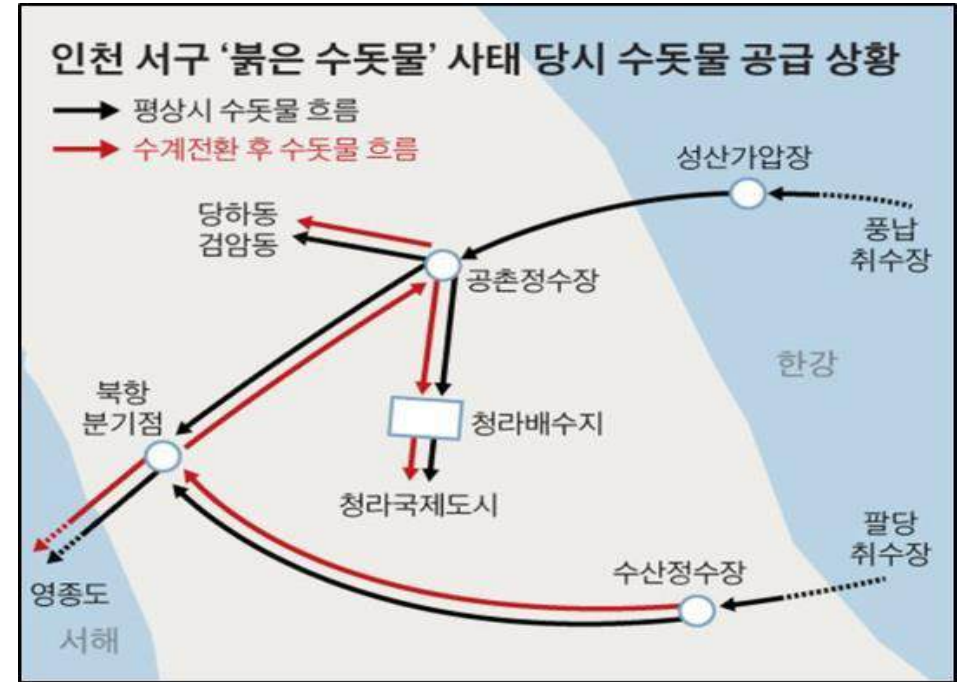
인천 「붉은 수돗물」 사태 발생 (2019. 5. 30.)

수계전환에 따른 혼탁수 발생 추정

풍납취수장과 성산가압장이 전기 점검으로 가동 중지돼 수산·남동정수장에서 정수한 물을 수계 전환 방식으로 대체 공급하는 과정에서 준비부실, 초동대처 미흡



김영은 기자 / 20190618





03 상수관망 관리 문제점

서울시 문래동 수질사고 발생 (2019. 6. 19.)

발생일시

2019. 6. 19.(수) 영문초등학교(08시 민원접수)
2019. 6. 20.(목) 문래동 일대 아파트(08:30 민원접수)

발생내용

법정 수질기준(0.5NTU)을 초과한 혼탁수가 아파트 저수조 등에 유입

발생원인

노후 배관과 관말지역의 퇴적물이 수질변동을 유발하는 교란 요인으로 작용해 혼탁수가 발생한 것으로 추정



- 1973년도에 부설된 800mm 강관 1.75km 조기 교체
- 배수관 물세척 및 관말지역 정체수 퇴수작업
- 민원발생 10개 아파트 중 탁도 수질기준(0.5NTU) 초과 5개 단지 해당 아파트에 식수 사용 제한 조치

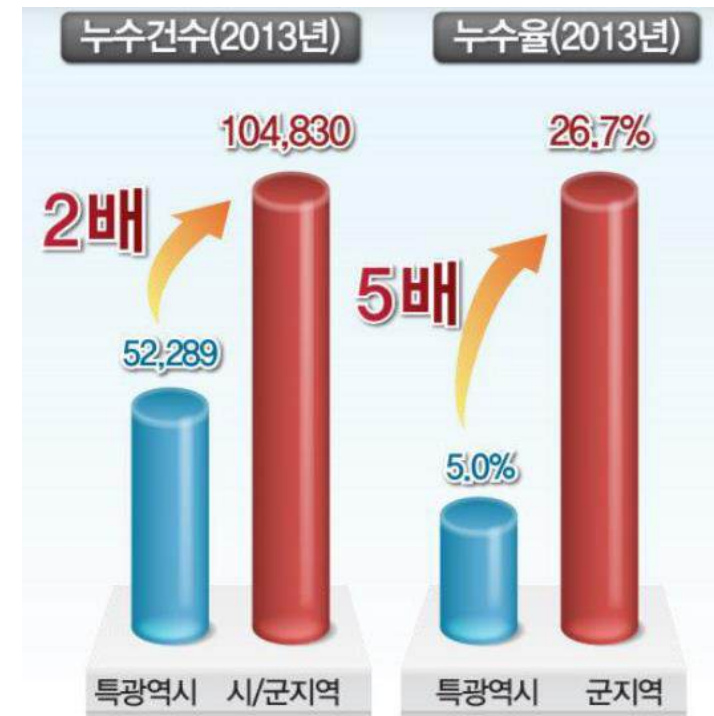
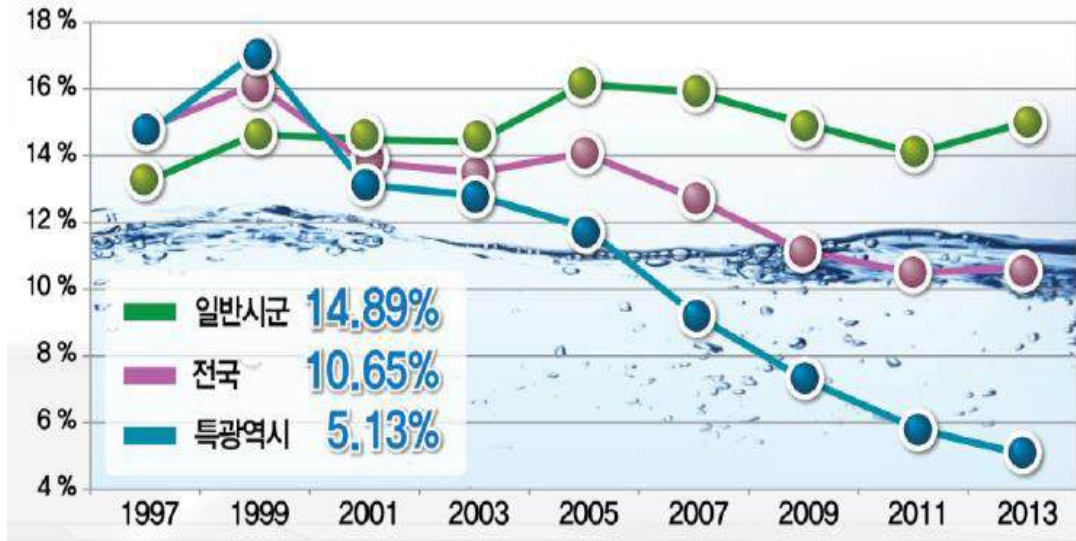




03 상수관망 관리 문제점

누수로 인한 예산손실 증가

- 특광역시 누수율은 점차 감소하나, 노후관 개량을 위한 예산 투자에도 불구하고, 일반 시군은 오히려 누수율이 증가하는 상태이며, 도농간의 양극화 현상 심화
- 연간 수도관 정비 소홀 등으로 2010년 누수손실량이 6.4억m³,
: **남강댐 저수량의 2.3배에 해당**
- 지난 10년간 누수량 75억m³, 손실액 약 6조원





03 상수관망 관리 문제점

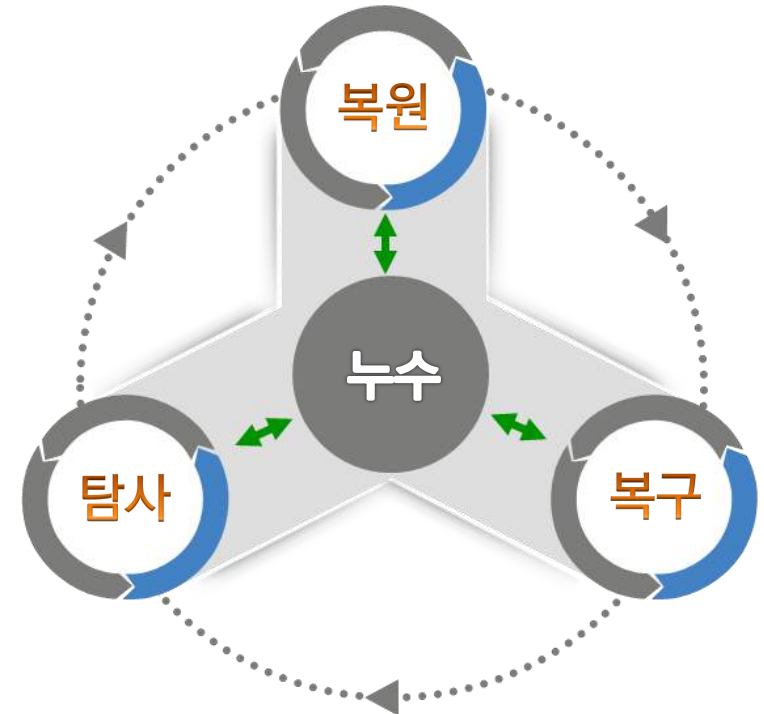
노후관 위주의 교체사업

- 기존 상수도관망 개량사업은 누수사고 수리나 노후관 교체 위주로 진행되어 구조적인 문제를 체계적으로 해결하지 못함.
- 그간 상수도 관망관리는 노후관의 단순 교체 수준, 관망 시스템 전체에 대한 고려 미흡

- 관망의 노후상태 파악을 위한 진단과정 없이 노후연수 (21년 이상)에 기초한 개량을 관행적으로 실시
- 지자체 전문성(인력 및 경험) 부족으로 관망진단에 소극적



‘先진단 後개량’을 통한 효과적인 관망 정비 수행 필요

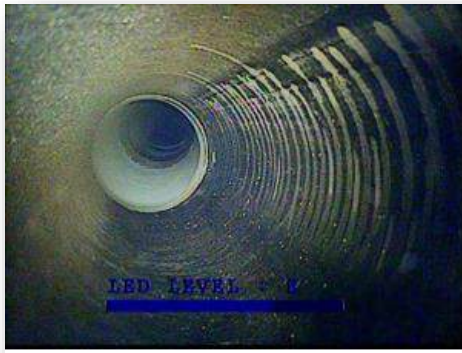




03 상수관망 관리 문제점

사전예방적 상수관로 관망관리의 필요성

2000년 이전 매설



1997, DCIP, 200mm



1999, DCIP, 200mm



1994, PE, 150mm



1999, HI-3p, 100mm

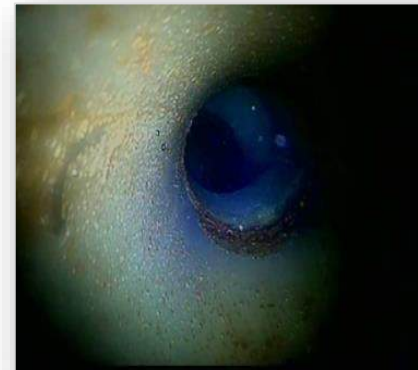
2001년 이후 매설



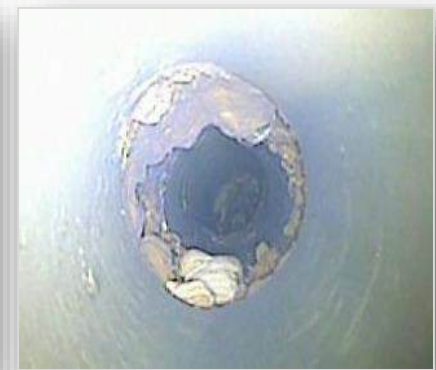
2005, SP, 150mm



2005, SP, 150mm



2001, SP, 250mm



2003, SP, 100mm

내용연수와 상수관로 노후도간의 상관관계 없음.





03 상수관망 관리 문제점

수돗물에 대한 불신



<수돗물홍보협의회·수돗물시민네트워크, 2017>



주요 서비스 불만족 VOC

[Base=55]

불만족 요인 8	중복(%)
수질이 안 좋음(이물질 등)	42.3
수질에 대한 신뢰가 부족함	13.5
신뢰가 안 감	13.5
홍보/안내/정보가 부족함	7.7
수압이 약함/낮음	5.8
불만족/불편함	3.8
수도관등 관리가 부족함	3.8
요금부과체계에 대한 불만	1.9
냄새가 남/소독약냄새/비린내	1.9
민원에 대한 처리가 정확하지 않음	1.9
개선된 것이 없음	1.9
직원들(검침원 등)을 믿을수가 없음	1.9
전화연결이 힘들	1.9
노후 수도관 교체 필요하다	1.9
서비스가 부족함	1.9

※ 주요 응답만 제시





03 상수관망 관리 문제점

수돗물 인식의 현주소



영화 7번방의 선물
(2013.01.23 개봉)



“아빠, 수돗물 먹으면 안돼.” “어, 수돗물 안돼! 꿀인물!”

2013년 개봉 영화의 대사, 2024년의 지금은 수돗물 먹어도 될까요?



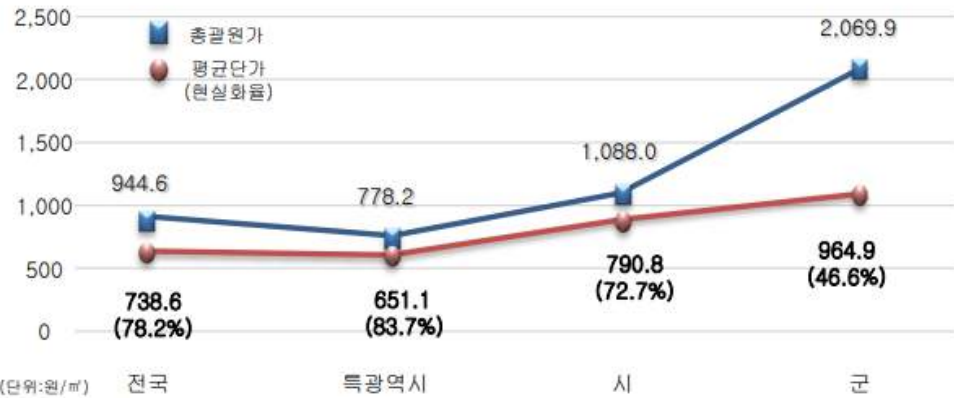
03 상수관망 관리 문제점

상수도 요금 현실화 문제

요금 현실화율 저조

수도사업 경영 악순환

- (요금 현실화) 시 72.7%, 군 46.6%로 특광역시 대비 낮음
- (규모의 경제) 군지역이 특광역시 대비 1.5배 높음



구분	총괄원가 (원/㎡)	평균단가 (원/㎡)	요금 현실화율 (%)
전체	944.6	738.6	78.2%
특광역시	778.2	651.1	83.7%
시	1,088.0	790.8	72.7%
군	2,069.9	964.9	46.6%

수도요금 비현실화

상수도 투자 감소

생산원가보다 낮은 수도요금

지방 재정 악화

일반회계 전입금으로 상수도 적자해소

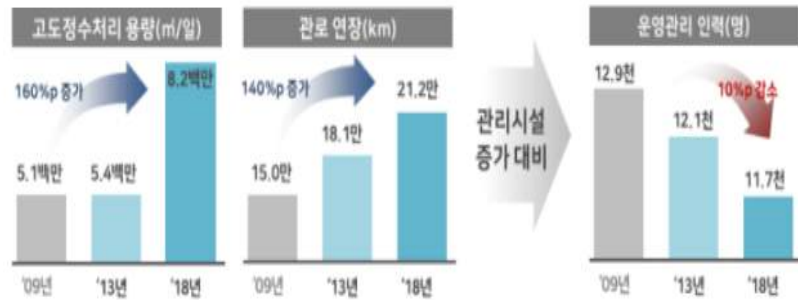




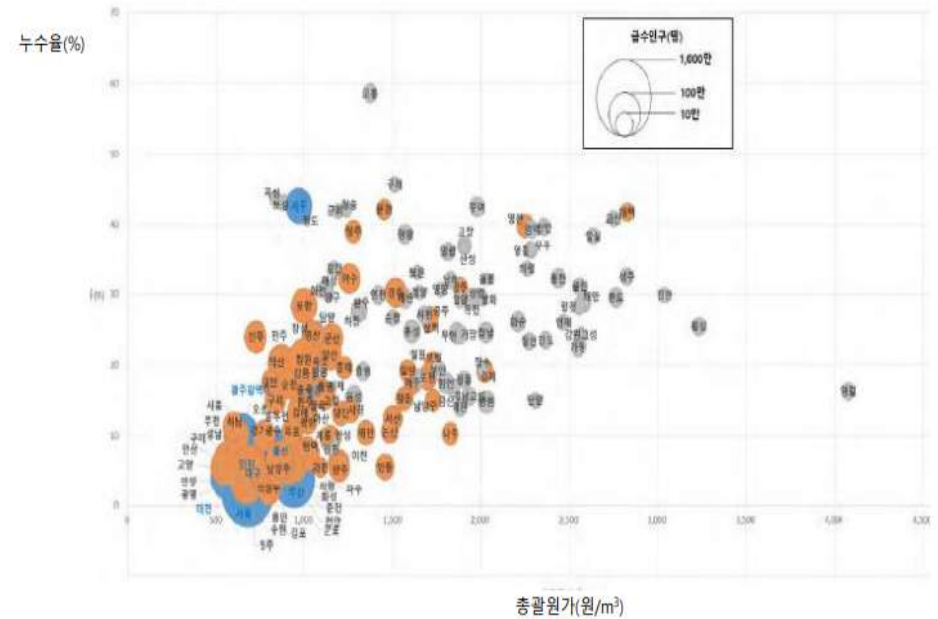
03 상수관망 관리 문제점

상수도 운영관리 인력문제

운영관리 인력 부족, 전문성 확보



수도사업 영세성



구분	관련법령	배치기준 요약
수도시설관리자 정수시설 운영관리자	수도법 제21조 동법 시행령 제34조	·토목, 전기, 전자, 기계, 건축, 화공, 환경분야 기사 이상 자격증 보유자 등 ·시설규모 별 1~3급 배치
상수도관망시설 운영관리자	수도법 제21조	·상수도관망시설 운영관리사 배치기준 ·600km 미만 2급 1명 이상, 600이상 1,000km 미만 2급 2명 이상 ·1,000이상 1,500km 미만 1급 1명 이상, 2급 2명 이상 ·1,500km 이상 1급 2명 이상, 2급 2명 이상
전기 안전관리자	전기사업법 제73조 동법 시행규칙 제40조	·수전용량 1,000kW, 발전용량 300kW ·(이상설비) K-water 직원 자체 선임 ·(미만설비) 사업장 여건에 따라 외부위탁 및 자체 선임 병행
소방안전 관리자	공공기관의 소방안전 관리에 관한 규정 제5조 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 제24조	·특정 소방대상물 별 배치
안전보건관련 관리자	산업안전보건법 제13조	·안전보건관리책임자 : 1명, ·관리감독자 : 1명 이상 ·안전관리자 : 1~2명, ·보건관리자 : 1~2명
고압가스 안전관리자	고압가스 안전관리법 제5조 동법 시행령 제12조	·안전관리 총괄자 : 1명, ·안전관리 부총괄자 : 0~1명 ·안전관리 책임자 : 1명, ·안전관리원 : 1~2명 이상
유해화학물질 관리자	화학물질관리법 제32조 동법 시행규칙 제33조	·유해화학물질 영업자는 사업장 취급량 및 종사자 수에 따라 관리자 선임
환경기술인	물환경보전법 제47조 동법 시행령 제59조	·폐수 배출시설을 운영하는 사업자는 환경기술인(규모별 자격 상이)을 임명
기계설비 유지관리자	기계설비법 제19조	·기계설비의 점검 및 관리를 실시하고 운전 운영하는 모든 행위를 위한 유지관리자 선임

국토연구원, 인구감소, 지방분권시대에 대응한 지방상수도 정책 개선방안 연구(2020)

인구 규모가 작은 지자체 총괄원가 상승, 상대적으로 높은 누수율,
요금 현실화를 저조 → 수도사업 지속가능성 위협





03 상수관망 관리 문제점

상수관로 노후화 문제 및 해결 방안





04 상수도관련 법규 및 기준

상수도 관련 법규 및 기준 강화

법규 및 업무처리지침 제정 및 개정사항

- ➡ 2005. 12. : 수도법 개정 (법률 제7777호)
 - 상수도관망에 대한 기술진단 도입 ('06. 6. 30 시행)
- ➡ 2006. 05. : 수도정비기본계획 수립지침 개정
 - 상수도관망 진단업무 추가
- ➡ 2006. 11. : 수도정비기본계획 표준품셈 발간 (한국엔지니어링 진흥협회)
- ➡ 2007. 01. : 상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시 (환경부 제2007-11호)
- ➡ 2007. 12. : 상수도관망 기술진단 매뉴얼 제정 (환경부)
- ➡ 2012. 07. : 상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 관한 고시(환경부)
- ➡ 2021. 02. : 상수도관망시설 유지관리업무 세부기준 개정(환경부)
- ➡ 2021. 04. : 수도법 개정
 - 상수도관망의 관리, 상수도관망관리대행업 신설

A dark blue background featuring a faint, stylized illustration of a water pipe system. On the left, a white pipe with a faucet is shown dripping two blue water droplets. The rest of the background is filled with a network of grey pipes, valves, and a pressure gauge, all rendered in a low-contrast, semi-transparent style.

II

상수관망 진단 기술

1. 부단수 관내시 진단장비
2. SUMIRE-500(장거리 이송형 진단장비)
3. 비금속관 노후도 진단장비
4. 통합형 다기능 조사 진단 시스템
5. 부단수 장거리 영상 진단 시스템



01 Total Health Care

Smart Water Utility System

노후 상수관로 정밀 진단

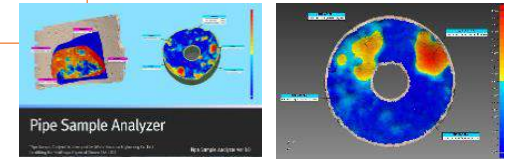
- 통합형 다기능 탐사 시스템 (PIPECARE)
(매설관 위치 탐사 + 누수 탐사 + 내시진단)
- 장거리 이송형 진단 시스템 (SUMIRE)



관망 일반검진

노후 상수관로 조사/진단

- 부단수 관로 내시 진단 시스템
- 부단수 장거리 영상진단 시스템
- 3D Scan 시편 분석 시스템



관망 정밀검진

Total Health Care

관망 건강관리

상수관망 유지관리

- 아이스 클리닝 세척 공법
- 수도시설 점검정비 사업



배급수관용 세척 장비

노후 상수관로 보수 보강

- 갱생용 로봇 및 시스템
- 대형관 자동화 갱생 시스템
(LINECARE SYSTEM)

관망 질병치료





01 부단수 내시 진단장비

단수 없이 장비를 설치하여 관로 내부를 화상촬영 및 분석하는 진단장비

장비특징

고정밀 카메라
: 200만 화소



[소구경용]



[중대구경용]



[이송형]



구분	소구경	중구경	이송형
적용 범위	상수관로내 공기 밸브 및 부단수 천공부		
운용 압력	Max 18kgf/cm ² 이하		
적용 관경	D100mm~D300mm	D350mm 이상	D100~1200mm
설치 구경	50mm	100mm	50mm
설치 높이	최소 0.5m 이상	최소 1.3m 이상	이동거리 : 최대 50m
적용 효과	관로내 노후화 정도 파악, 밸브류 이상원인 파악, 밸브의 개폐상태 파악		



01 부단수 내시 진단장비

관내부 진단 사례

■ 상태 양호



■ 슬라임 초기



■ 슬라임 심함



■ 부분 도막탈락 점부식 발생



■ 부분 도막탈락 부분 부식 발생



■ 도막탈락 면부식 발생





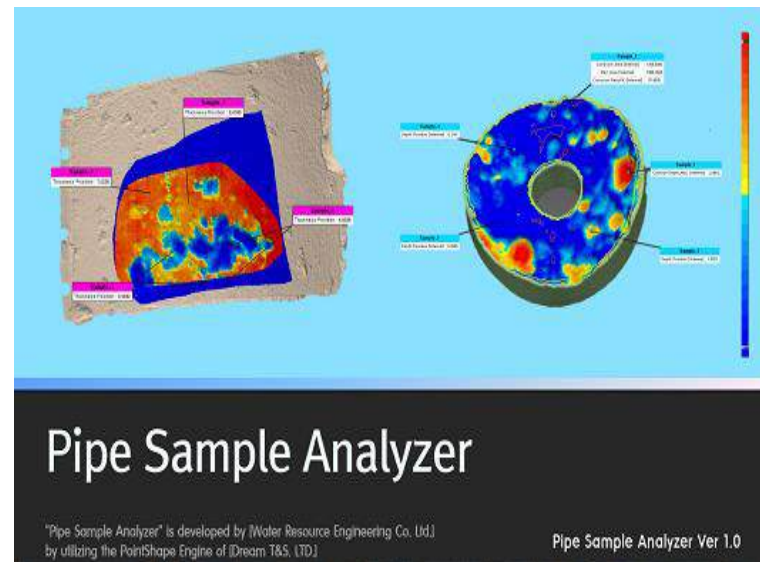
01 부단수 내시 진단장비

3D SCAN 시편 분석장치

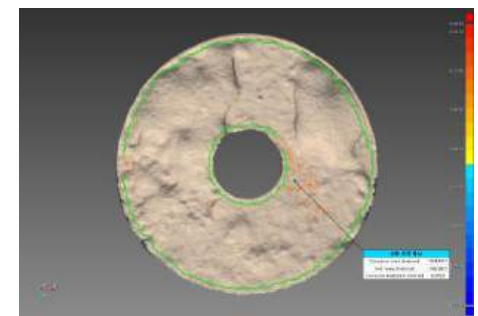
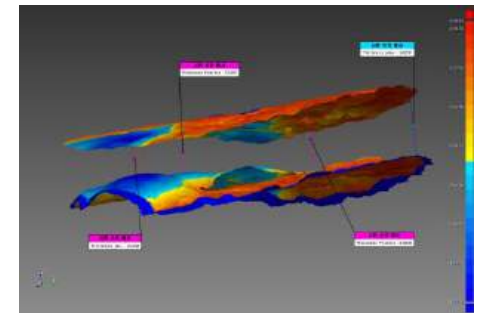
- 상수관로 시편의 정확한 크기 측정을 통한 관상태 직접평가의 정확도 향상
- 3D 스캐닝장치 및 시편분석 소프트웨어를 활용한 상수관로 시편 정밀 측정(정밀도 $\pm 0.1\text{mm}$)
- 측정항목 : 초기/최대/최소/평균관두께, 내/외면 최대부식깊이, 내/외면 부식면적비
- 입력정보(시편사진, 제원 등) + 분석정보(컬러맵, 측정결과값) 저장 및 보고서 출력



<3D 관로 시편 스캐닝 장비>



<3D 관로 시편 분석 소프트웨어(Pipe Sample Analyzer)>





01 부단수 내시 진단장비

3D SCAN 시편 분석장치 적용사례

- PIPE-01 : 관로 내부에 전체적으로 30~40mm 정도의 스케일 발생, 부식 깊이 비율이 53%로 갱생/교체 대상으로 분류

- SU시 M동 노후 교체 상수관로 절단 후, 관로 시편 분석 실시

구분	부단수 내시진단	간접평가	직접평가
PIPE-01	D (면부식 발생)	III(노후진행 대)	IV (갱생/교체)

PIPE-01 [CIP,1982,D150]



SU시 M동



⑤ 시편 분석 결과

구분	시편 1	시편 2	
관 두께			
내면 부식 깊이			
외면 부식 깊이			
시편 측정 항목	측정값(mm)	시편 측정 항목	측정값(mm)
내면 최대 부식 깊이	1.00	내면 최대 부식 깊이	0.63
외면 최대 부식 깊이	0.21	외면 최대 부식 깊이	1.81
최소 관 두께	8.29	최소 관 두께	7.05
최대 관 두께	9.92	최대 관 두께	9.52
초기 관 두께	9.23	초기 관 두께	9.43
평균 관 두께	8.98	평균 관 두께	9.05

<관로 취득 및 절단 등>

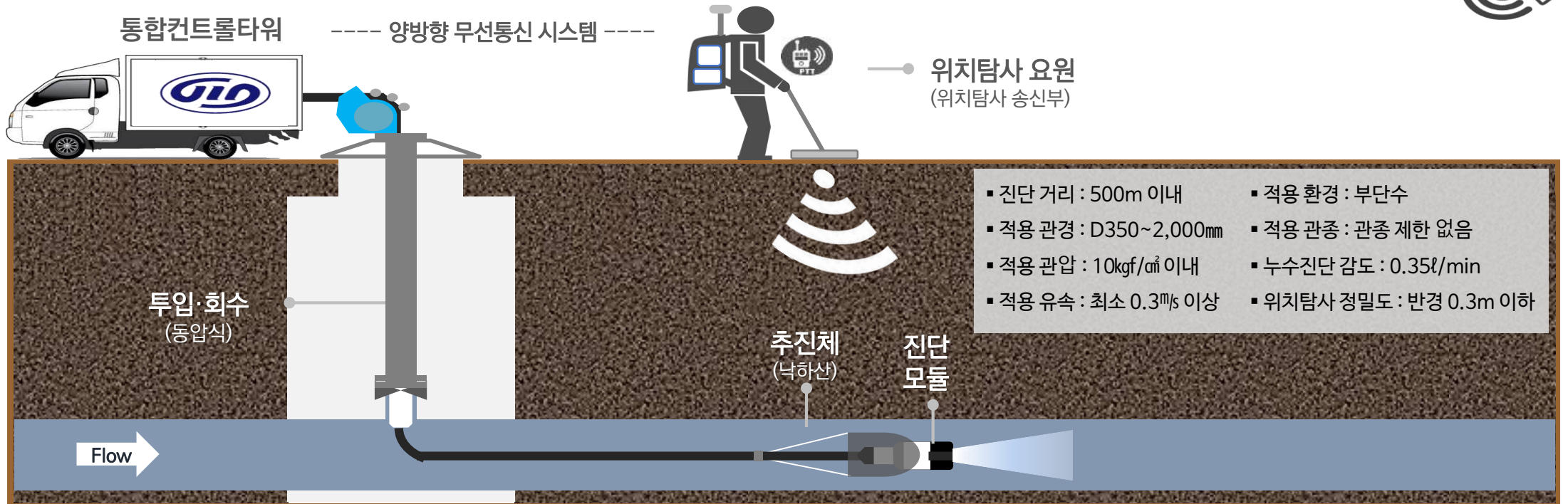
<관로 시편 분석>





02 SUMIRE-500 (장거리 이송형 진단장비)

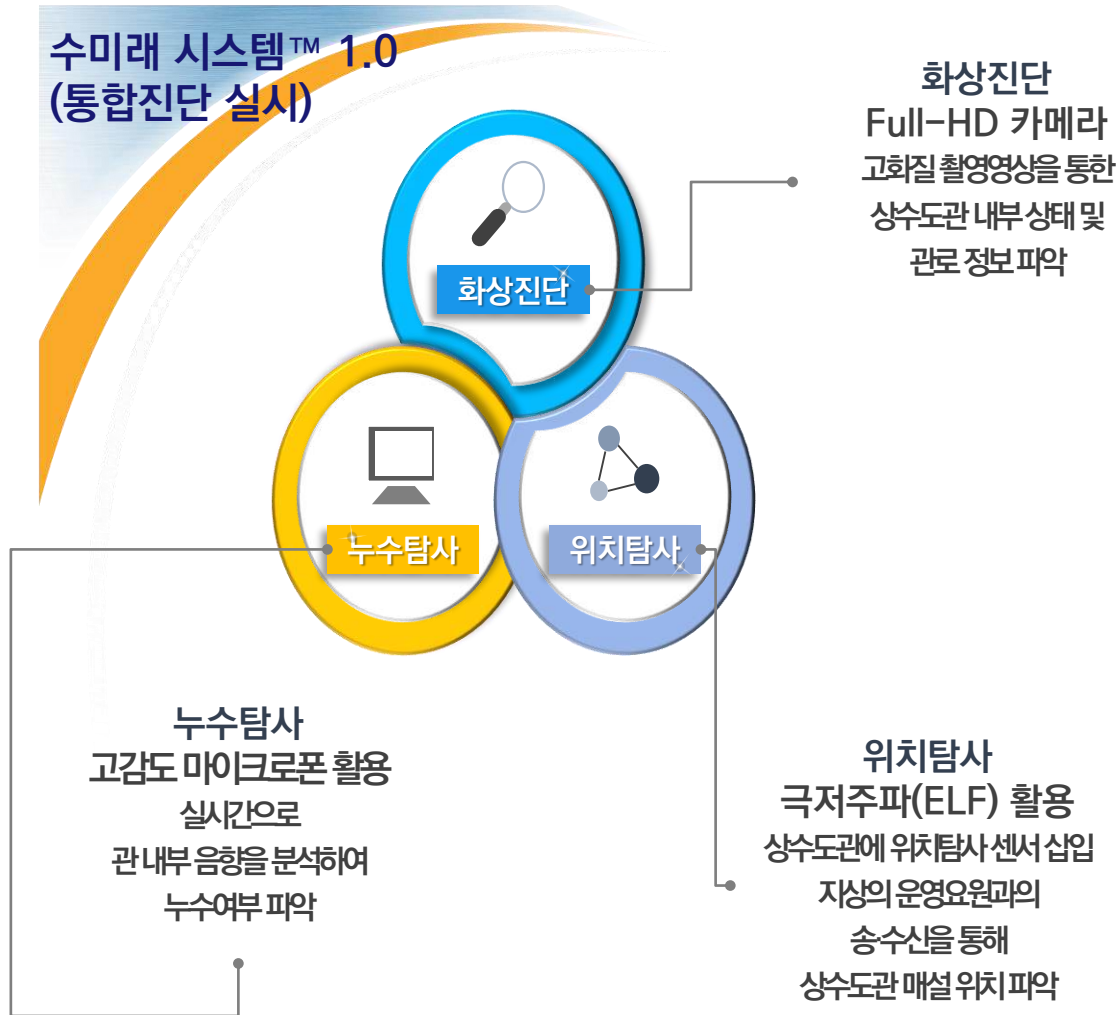
단수없이 관내부를 촬영하고, 마이크를 이용하여 누수음을 취득 위치를 확인하며 극저주파를 활용하여 지상에서 송수신을 통해 위치를 파악하는 종합적 진단장비





02 SUMIRE-500 (장거리 이송형 진단장비)

기술 고도화 및 품질향상



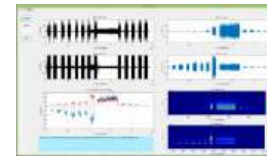
- 화상진단 : Full HD 정밀분석기법 확보



(원본 영상)

(정밀분석기법 영상 : 부식면적 계량화)

- 누수탐사 : 2ch MIC 이용 실시간 진단



(위상차 누수음향 분석)



(2ch MIC 누수음향 취득)

- 위치탐사 : 휴대용 무선 통신 시스템 개발



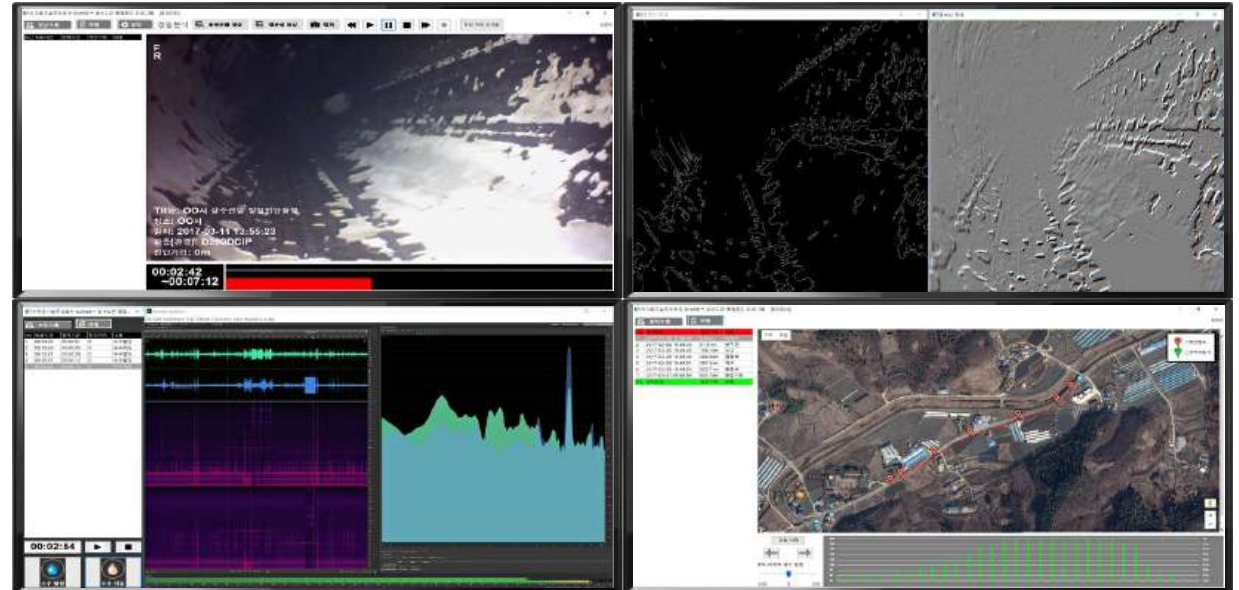
(통합 컨트롤 시스템)

(위치탐사 운영요원)





02 SUMIRE-500 (장거리 이송형 진단장비)



• 이동형 모니터링 시스템 구축

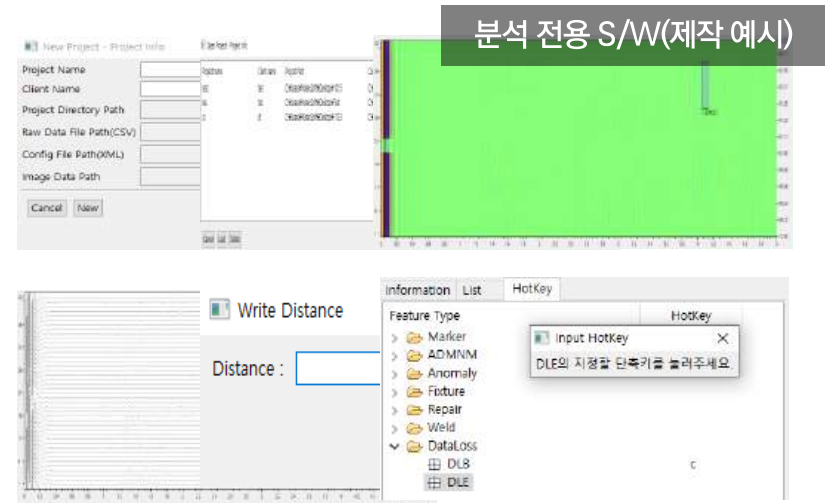
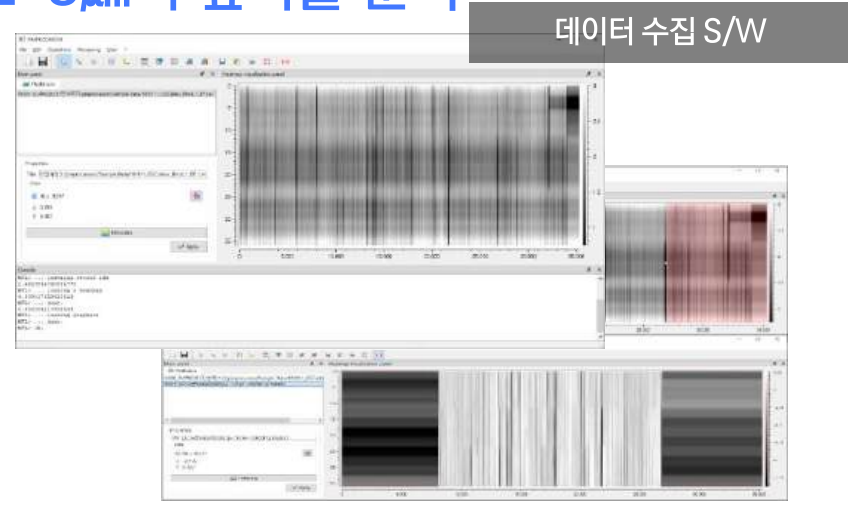
- 차량 내에 제어 및 모니터링 시스템 배치
- 자체 전원(220V) 생산설비 탑재하여 자가 운영 가능

- 장거리용(진단거리 : 최대 500m) : 봉고 III 플러스 내장차(1.2ton)
- 중거리용(진단거리 : 최대 250m) : 그랜드 스타렉스



03 비금속관 노후도 진단장비

- 분광방식의 FT-IR 기성장비를 도입하여 상수도 매설환경 조건을 반영할 수 있게 Add-on하여 비금속관 노후도를 측정하는 계측 시스템
- 측정시료에 접촉 창이 닿으면 표면에서부터 2~3 μ m의 깊이를 분석



데이터 수집 S/W 제작

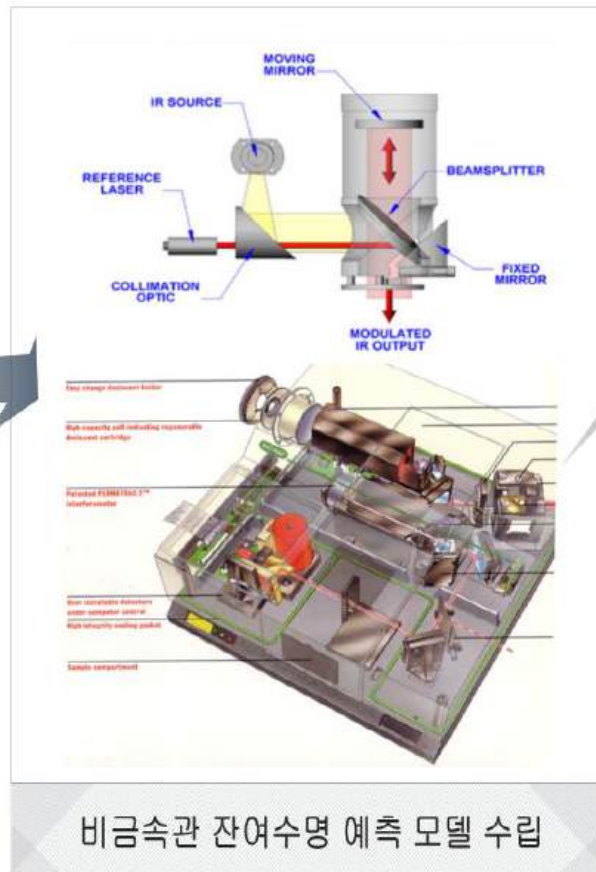
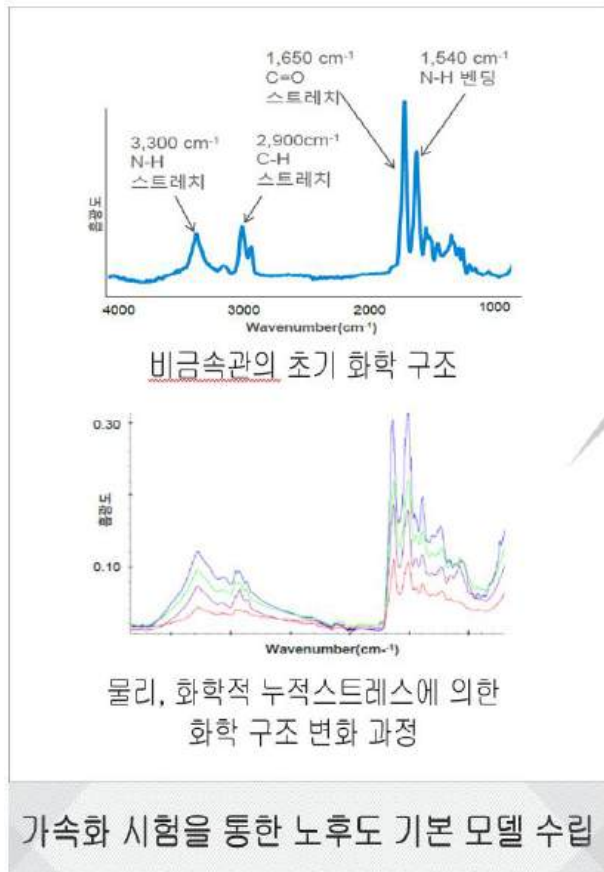




03 비금속관 노후도 진단장비

노후도 진단 절차

장기운영의 노후도 패턴모델과 진단장치를 적용하여 운영중인 비금속관 재료의 배관을 대상으로 인장강도 및 인장신율의 기준을 기반으로 현재의 상태평가와 지속적인 기능유지를 잔여수명으로서 정보를 제공



04 통합형 다기능 조사 진단 시스템

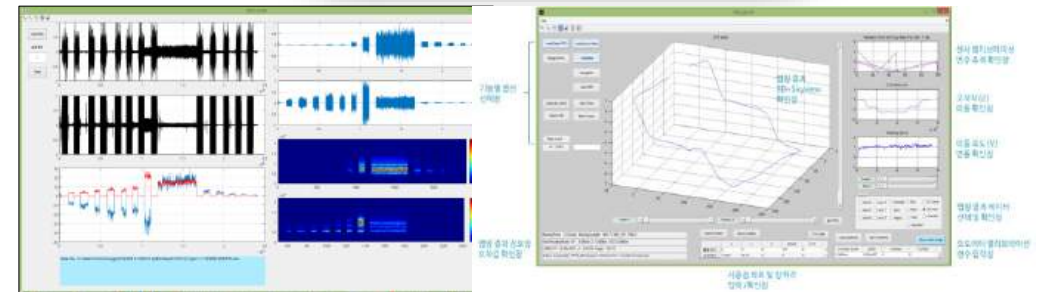
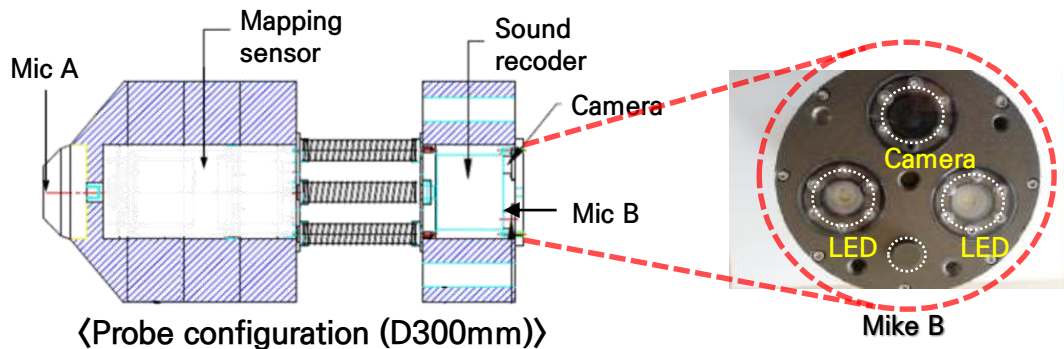
상수관로의 내부를 이동하며 항법데이터를 수집, 이동경로를 기록하여 3차원(3D)의 위치지리정보(Geographic Information)를 획득하는 시스템. [맵핑시스템 (Mapping System)]



- 관로 적용 조건 : D200mm ~ D400mm, 관종 제한 없음, 곡관부 45도 이내
- 위치오차 정밀도 : 실제 관로 위치 포인트(GPS측량) 중심, 대상관경 이내
- 맵핑/누수탐사/내시진단 의 통합형으로 개발



〈D300mm〉



〈Leakage detection S/W〉



05 무단수 장거리 영상 진단 시스템

부단수 영상 프로브 상수관로 촬영 장비

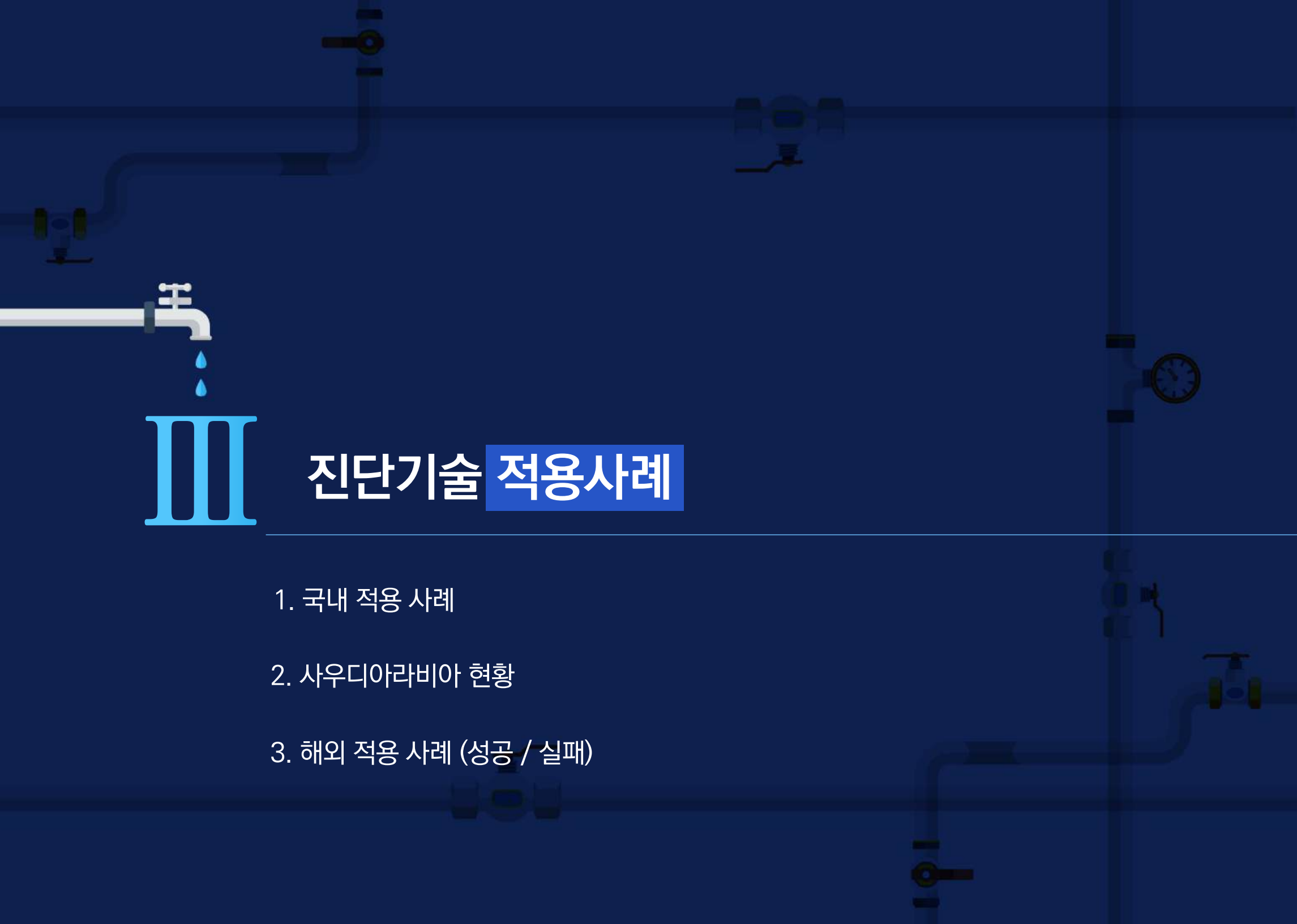
- ✔ 무단수 투입/회수가 가능한 영상 프로브로 관로 영상 정보를 획득하는 기술(D300~500mm, L1km이상)
- ✔ 실험 결과, 프로브 회전 및 조명 치우침 문제는 있으나 전반적인 관의 상태 파악 가능(성능 개선 진행 중)



부단수 영상 프로브 촬영 동영상 (D300mm, SP)

부단수 장거리 영상진단 장비





III

진단기술 적용사례

1. 국내 적용 사례
2. 사우디아라비아 현황
3. 해외 적용 사례 (성공 / 실패)



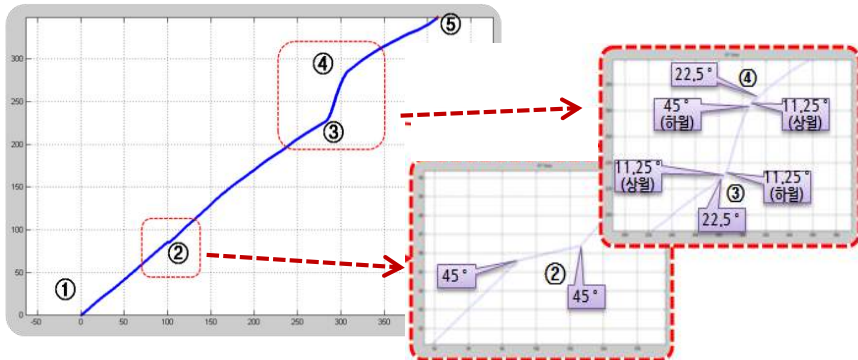
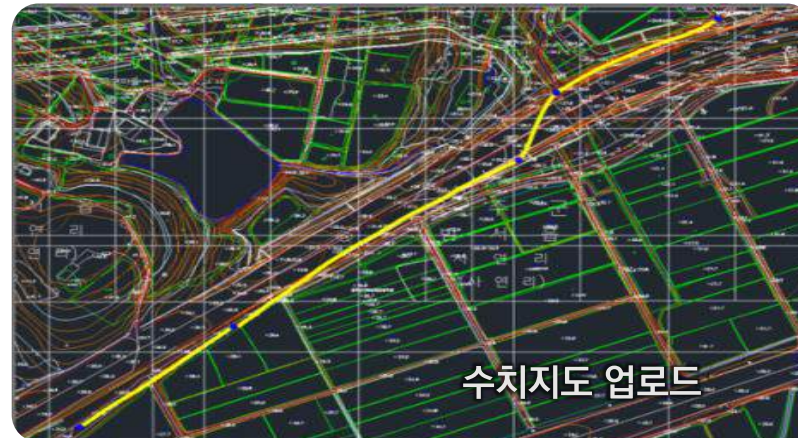
01 국내 적용사례

통합형 다기능 조사 진단 시스템



U-City 적용 사례

- ✓ 상수관로(DCIP, D300mm) 현장적용을 3회 실시함.
- ✓ 위치탐사 결과 ,도로 선형 변경공사로 인하여 불명확하였던 상수관로의 위치를 탐사함.
- ✓ 관로 총 연장 [XY] 550.3m, [XYZ] 564.4m, 다수 곡관 (11.25°, 22.5°, 45°) 사용



프로브 회수



매몰 G/V 디스크 70% Open



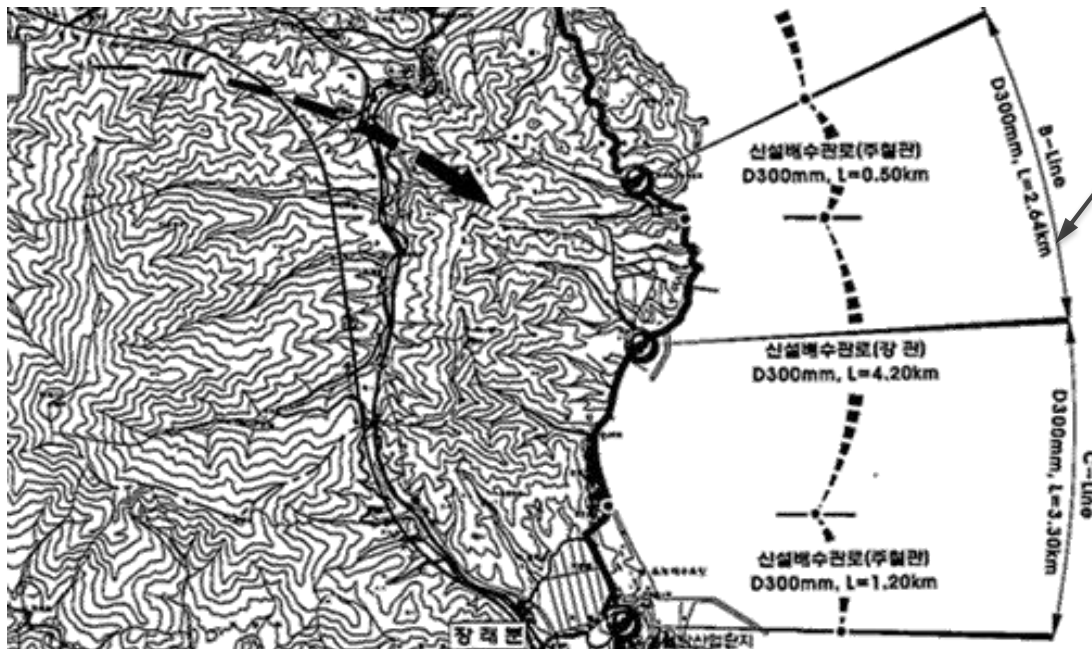
01 국내 적용사례

통합형 다기능 조사 진단 시스템



G-City 적용 사례

- ✓ [사업개요] G-City 관내부 조사진단용역 / D300mm, PFP강관, L=2.0km / 2016.11 시행
- ✓ [적용기술] 통합형 다기능 조사진단 시스템 中 관내부 촬영
- ✓ [적용목적] 신설배수관로 통수 중 발생한 관로 이탈/누수, 배수지 적수/내면 피복 탈락의 원인분석
- ✓ [적용결과] 도장탈락, 녹/부식, 변형/변색 등 발견



D300mm, L=4.2km 中 L=2.0km (2개소)
 신설배수관로(강관) 내부조사진단

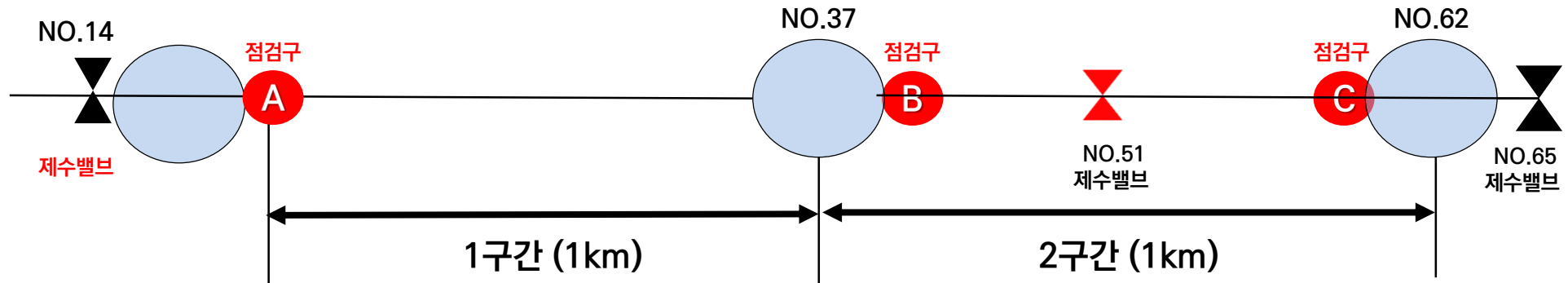
- ▷ 관로 내부 동영상 촬영
- ▷ 관로 내부 손상 및 결함 분석



01 국내 적용사례

통합형 다기능 조사 진단 시스템

G-City 적용 사례



A점검구 지점



B점검구 지점



C점검구 지점



A점검구 절단 시편



C점검구 절단 시편

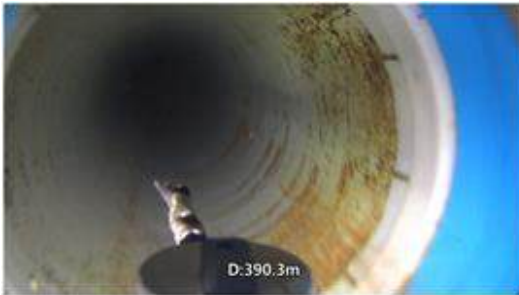


01 국내 적용사례

통합형 다기능 조사 진단 시스템

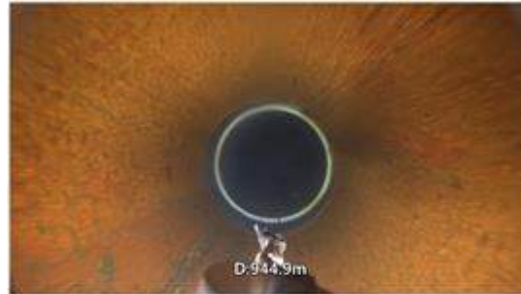
☐ G-City 적용 사례

∨ 녹/부식 발생

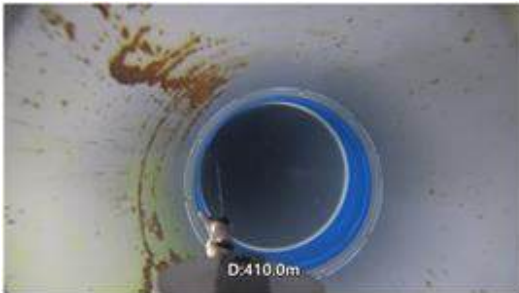


전방향 점부식 (단관)

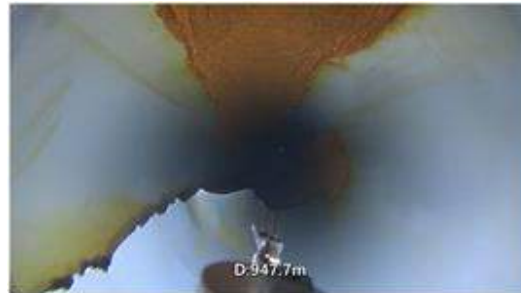
∨ 내부 코팅 박리



전체 도장 박리



7~11시방향 점부식 (단관, 전체)



부분 박리/들뜸



관내부 조사진단 결과 영상

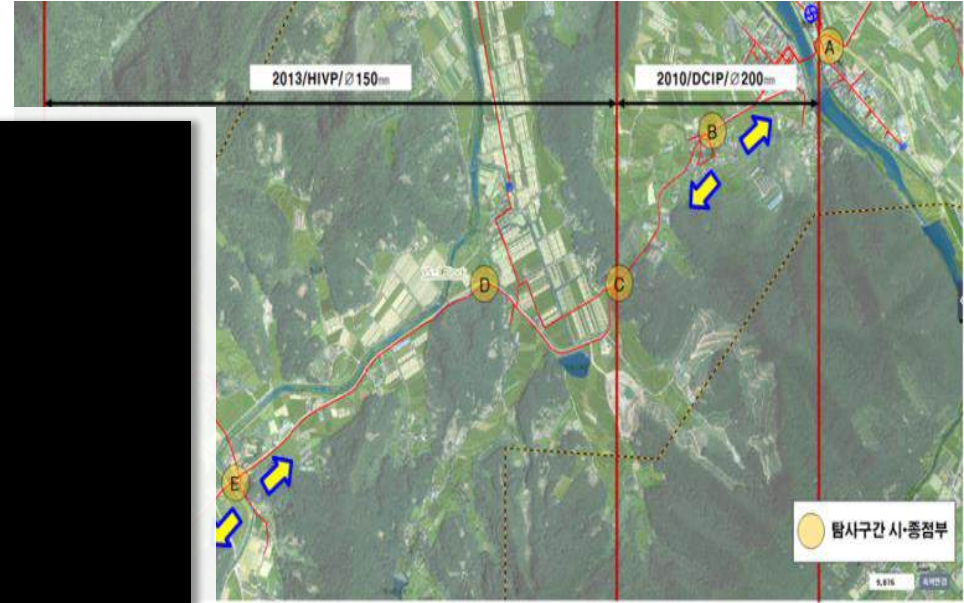
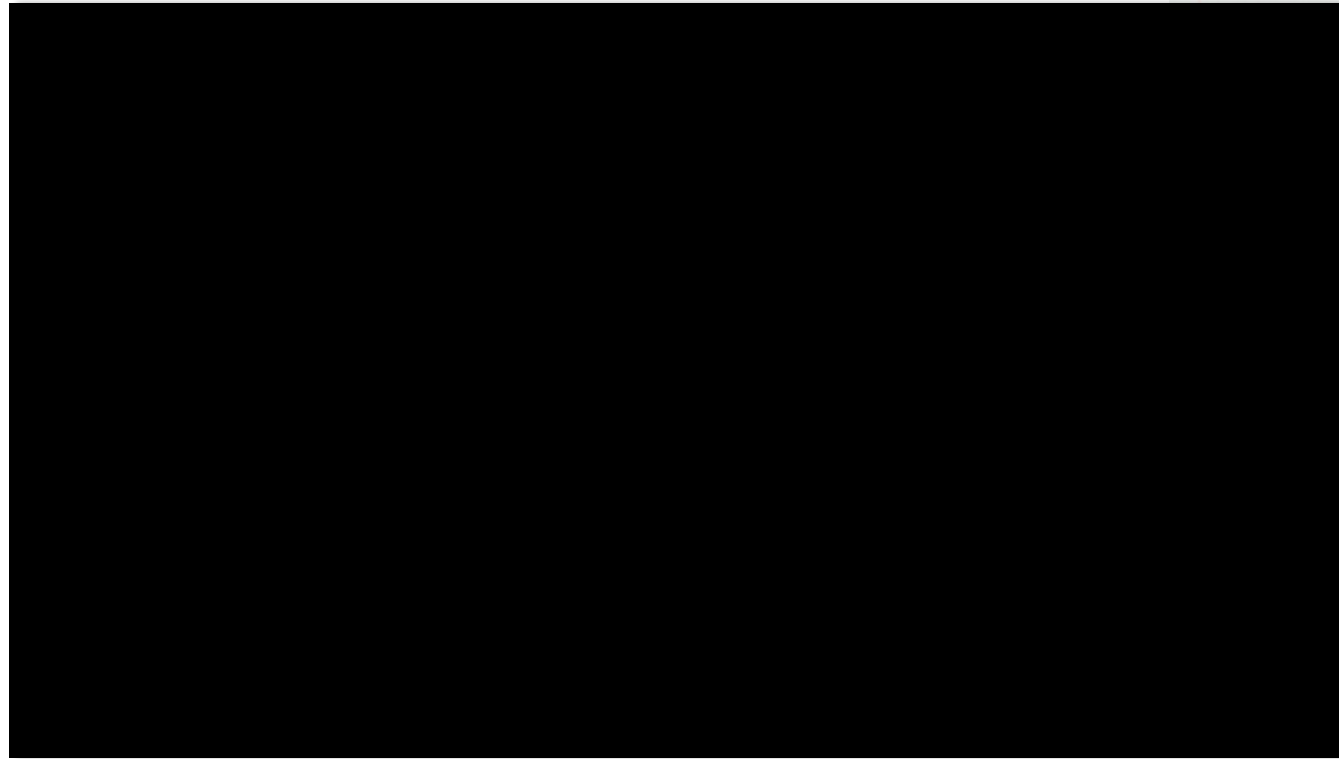


01 국내 적용사례



장거리 이송형 진단 시스템 (SUMIRE-500)

N-City 적용 사례



• (진단결과) 교량 관 매달기 구간_이종관 불량 시공/도복장 박리/관내 부식 진행(스케일 생성) ⇨ 문제구간 재시공 실시



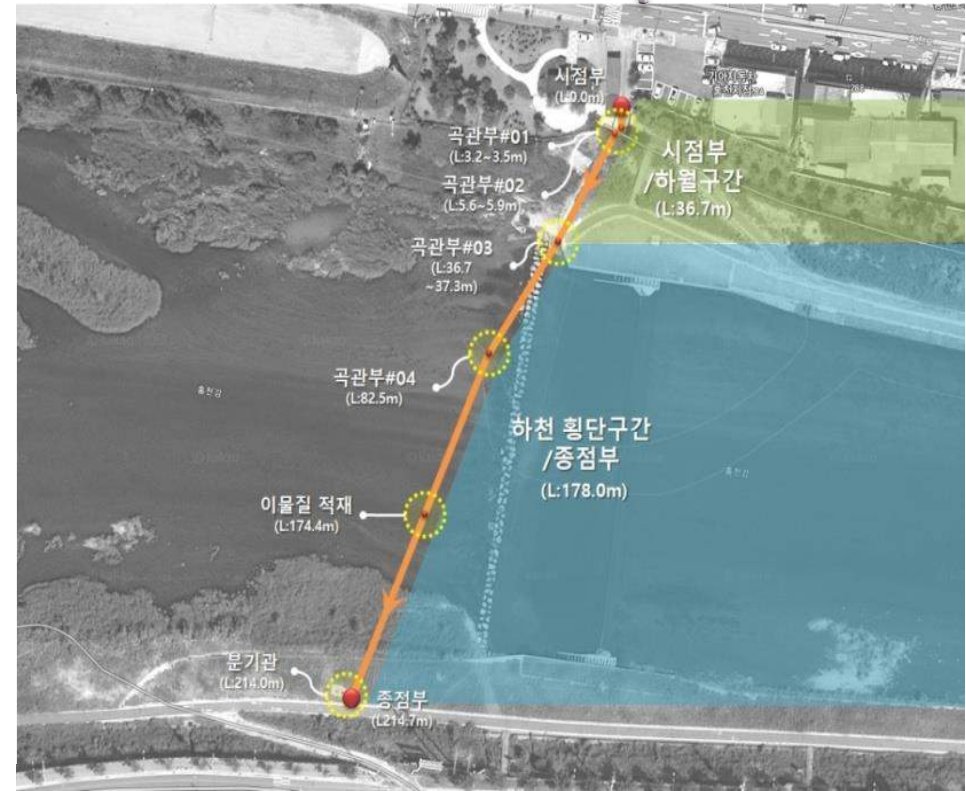
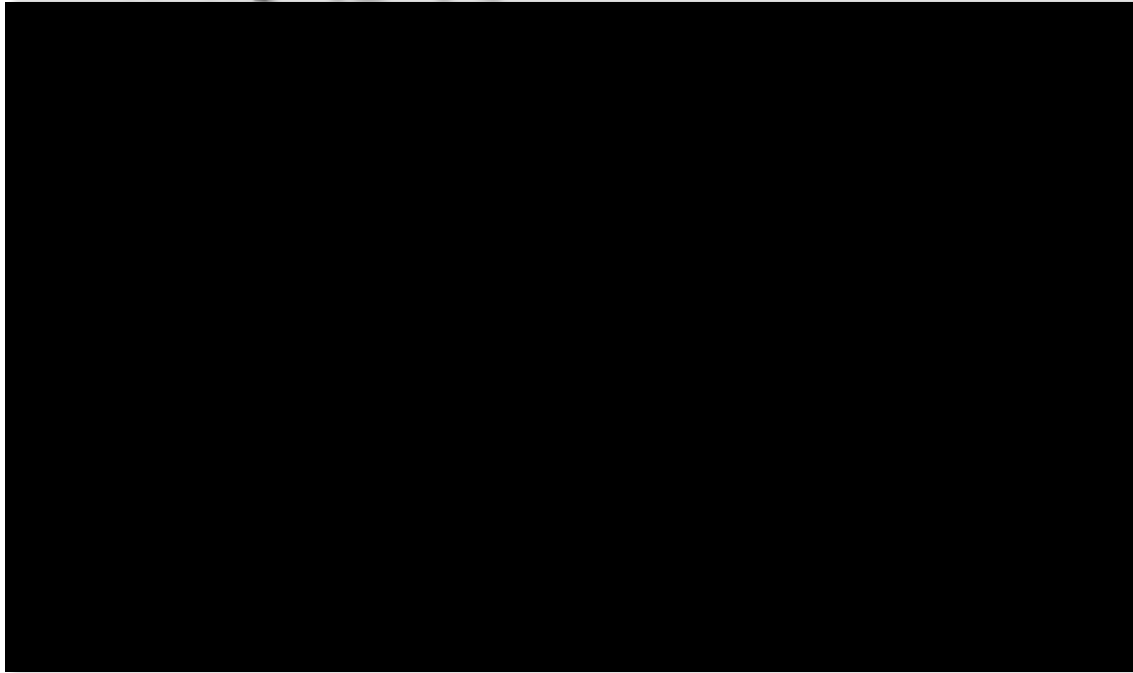


01 국내 적용사례

장거리 이송형 진단 시스템 (SUMIRE-500)



H-City 적용 사례



• (진단결과)

- 내면상태 : **부식진행** 단계(실코트·CML 탈리_일부 면 부식 진행), **관내 이물질 적재**(시공 마감 불량)
- 누수진단 : 본관(D500mm)에서 분기되는 **물배기관(D200mm)** 구간 누수 발견(플랜지 접합부 시공 불량)
- **(예산절감)** 하천횡단구간 관 교체공사 → 고수부지 내 단순 누수복구공사 변경
- **(물손실 절감)** 누수 추정량 154,979m³/년 ⇨ 약 1.3억 원/년 절감 효과

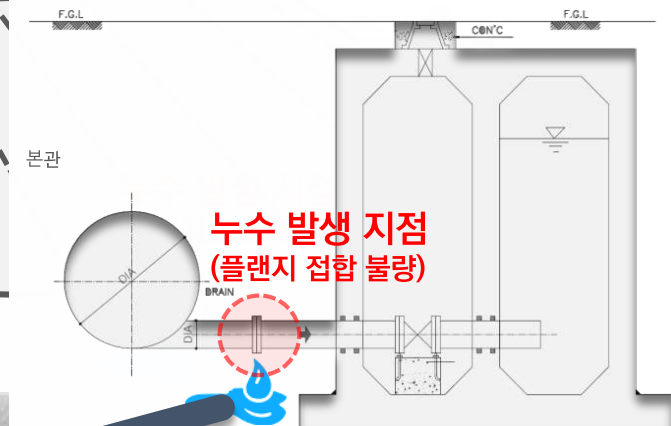
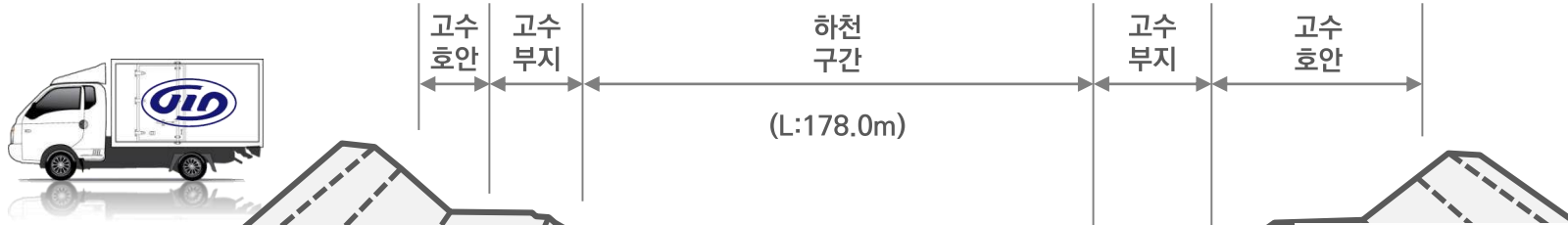




01 국내 적용사례

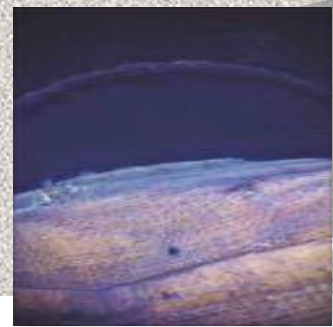
장거리 이송형 진단 시스템 (SUMIRE-500)

관내부 진단 결과 이토분기 플랜지 누수 판정



진행 방향 →

- 범례
- 이형관
 - ✓ 진단결과



관내 이물질 적재 (시공 마감 불량)





02 사우디아라비아 현황

사우디아라비아 소형관 누수사고 사례

✓ 사고 사례 1

소형관 (HDPE관 300mm) 기준 월8회 잦은 누수 사고와 단수가 빈번히 발생함에 따라 관 내부 상태 및 진단이 필요함



파일럿 운영을 통한 자료수집 및 기술 현지화
노후도 진단 사업화 구축

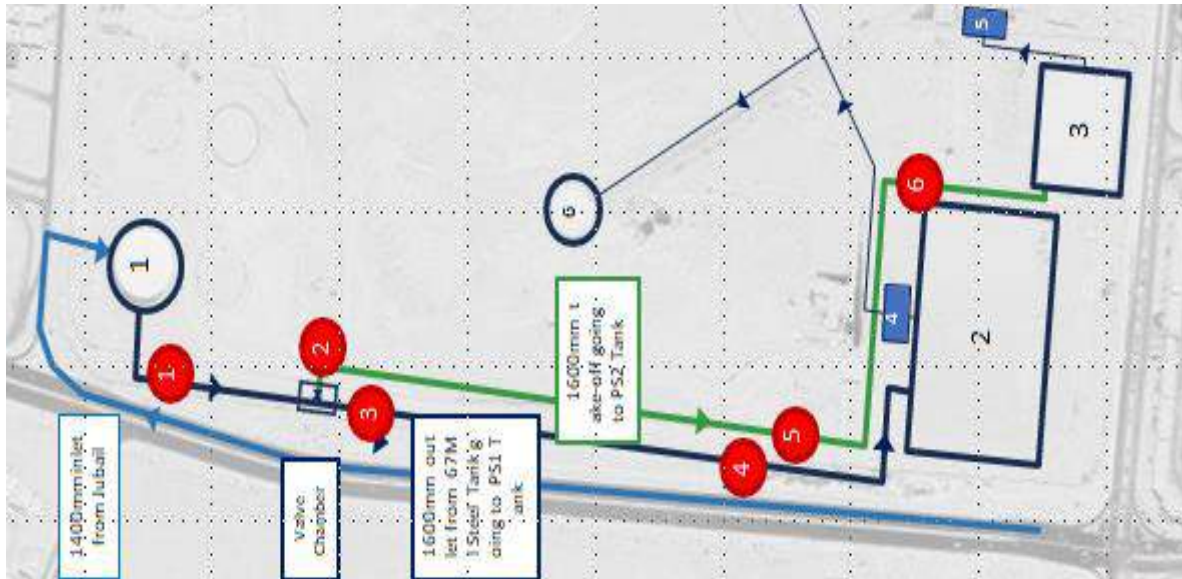


02 사우디아라비아 현황

사우디아라비아 대형관 누수사고 사례

✓사고 사례 2

대형관 (FRP관 1,600mm)기준 2년사이에 총 6건의 누수사고가 빈번히 발생함에 따라 관 내부 상태 및 진단이 필요함



사우디아라비아 시 AHSA 누수구간 도면

	Leak Detection / Test Pitting	Depth (m) of excavation
1	Pipe interconnection	7
2	Flange	9
3	Flange	9
4	Pipe interconnection	12
5	Pipe interconnection	12
6	Pipe interconnection	12

누수지점 및 매설깊이

국내 기술을 활용한 노후도 진단사업 진출



02 사우디아라비아 현황

사우디아라비아 대형관 누수사고 사례

✓ 사고 사례 2

대형관 (FRP관 1,600mm) 기준 2년 사이에 총 6건의 누수사고가 빈번히 발생하고 복구하는데 7일~ 15일 소요



사우디아라비아 시 AHSA 누수복구

국내 기술을 통한 노후도 진단으로 사고예방

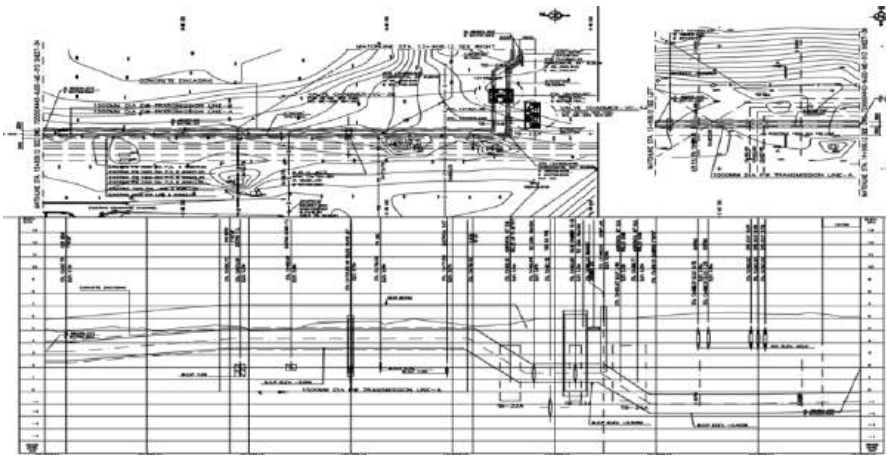


03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

노후 비금속관 산재로 대형 누수사고 발생 우려

비금속관 현황

- ✓ 관종 : GRP / FRP관
- 관경 : 1,000 ~ 4,000mm
- 매설연도 : 1983년 ~ 2007년
- 위치 : 사우디아라비아 MARAFIQ (Jubail)



사우디아라비아 MARAFIQ 적용구간 도면 및 사진

03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

현장조사 및 문제점 도출



관 종	관 경	관 압	유 속	문제점	사 진
FRP	1,800	1.4	1.0	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 250mm 공기변 아래 제수변이 BFV로 진단장비 투입 불가. ✓ 대책 : 특수편락관을 제작하여 투입 	
FRP	4,000	2.3	0.7	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 600mm 대형공기밸브로 차단밸브가 BFV로 진단장비 투입 불가 ✓ 대책 : 특수 편락관 제작 (600 x 100) 	
FRP	1,000	2.0	1.5	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 150mm 공기변 구조가 Y자형으로 되어 있어 투입 불가 ✓ 공기변 차단밸브가 BFV로 투입 불가 	

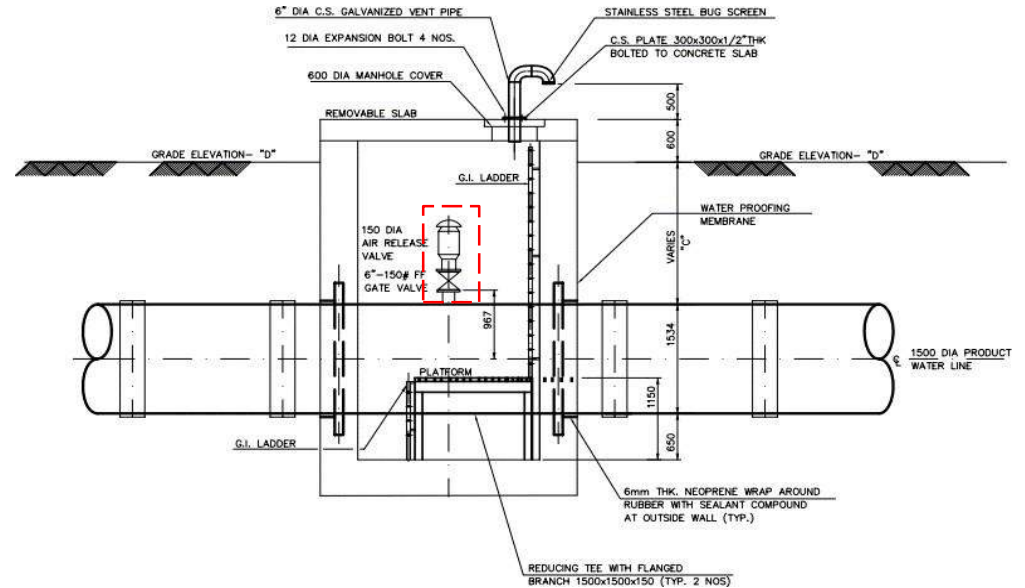
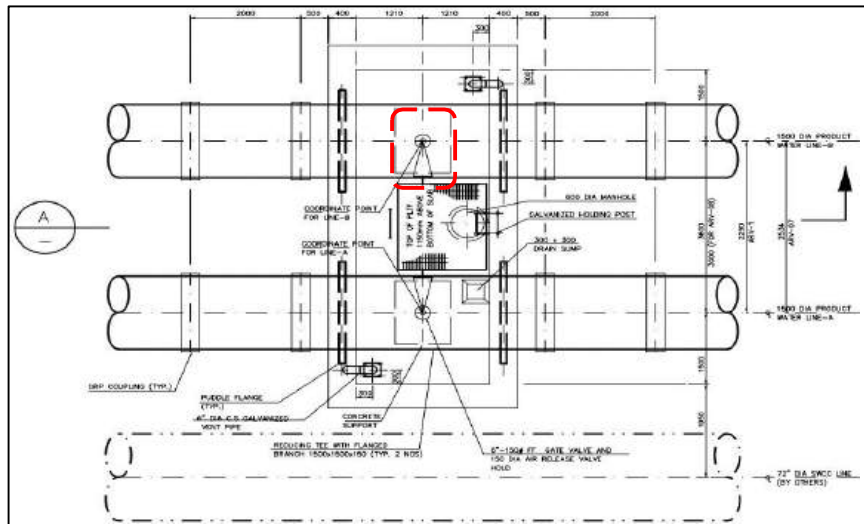


03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

A. 사우디 JUBAIL 의 MARAFIQ 해수담수라인 관내부 진단

1. 위치 : MARAFIQ JUBAIL 상수관망 Network#1
JWAP Line A and B
2. 현장조사 : 2023. 9. 12
3. 진단 시행 : 2023. 9.20 (09:00 ~ 12:00)
4. 진단 장비 : SUMIRE-500,
부단수관내시진단장비

관 종	관 경	관 압	유속
FRP	1,500mm	1.8bar	0.5m/s
공기밸브	밸브실	밸브실 깊이	제수밸브
150mm	ARV 06	5.0m	GV



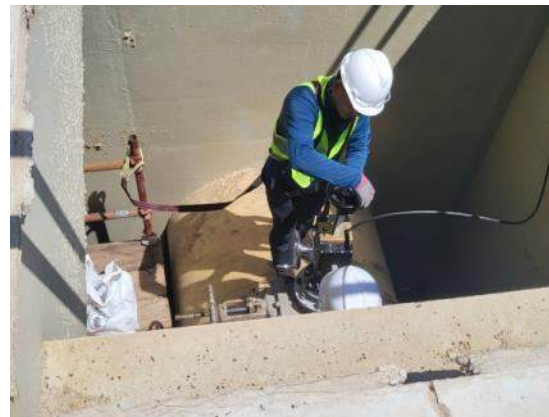


03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

A. 사우디 JUBAIL 의 MARAFIQ 해수담수라인 관내부 진단



FRP 1,500mm x 150mm(Air Valve)



SUMIRE-500 설치 및 관내부 진단



03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

A. 사우디 JUBAIL 의 MARAFIQ 해수담수라인 관내부 진단

관내부는 대체적으로 양호하지만 내벽에 슬라임이 생성되어 있으며 부유물질이 있고 바닥에 소량의 슬러지가 침착되어 있는 상태

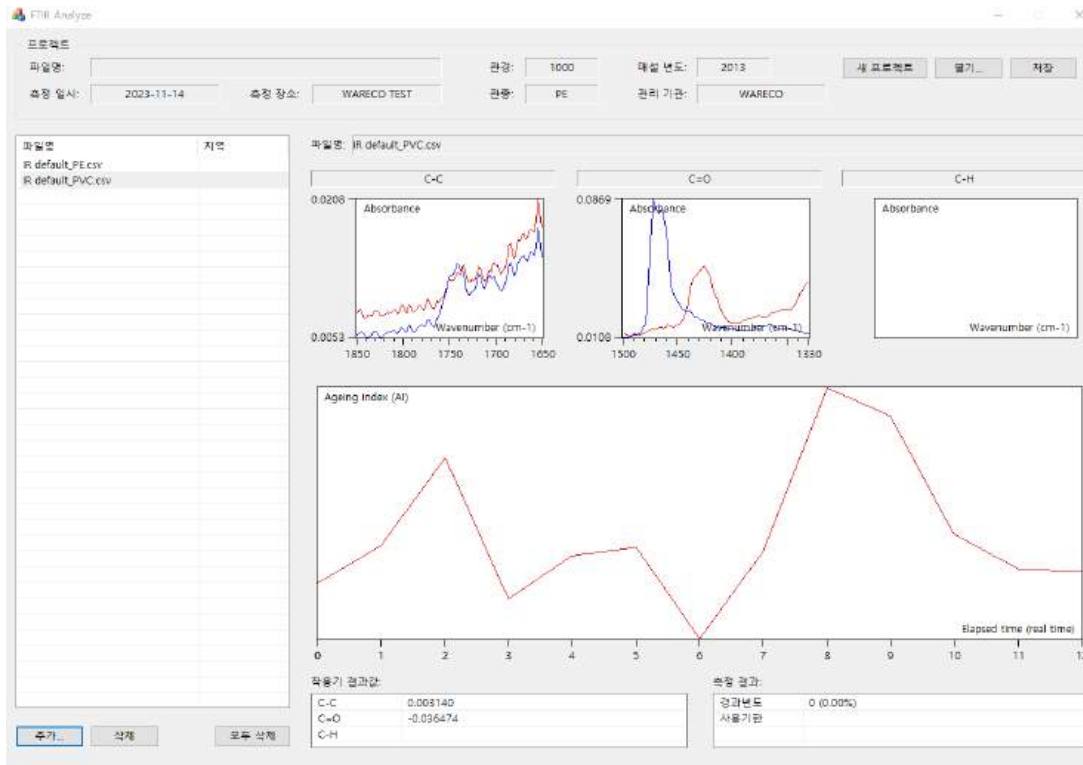




03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

B. 사우디 JUBAIL 의 MARAFIQ 해수담수시설내 배관 노후도 진단

1. 위치 : MARAFIQ 해수담수화 설비 내 구내배관
2. 현장조사 : 2023. 9. 12
3. 진단 시행 : 2024. 2.13 (09:00 ~ 12:00)
4. 진단 장비 : 비금속관 노후도 진단장비
5. 진단 대상 : HDPE 100mm, SDR 11, PN16 (2014년도 부설)

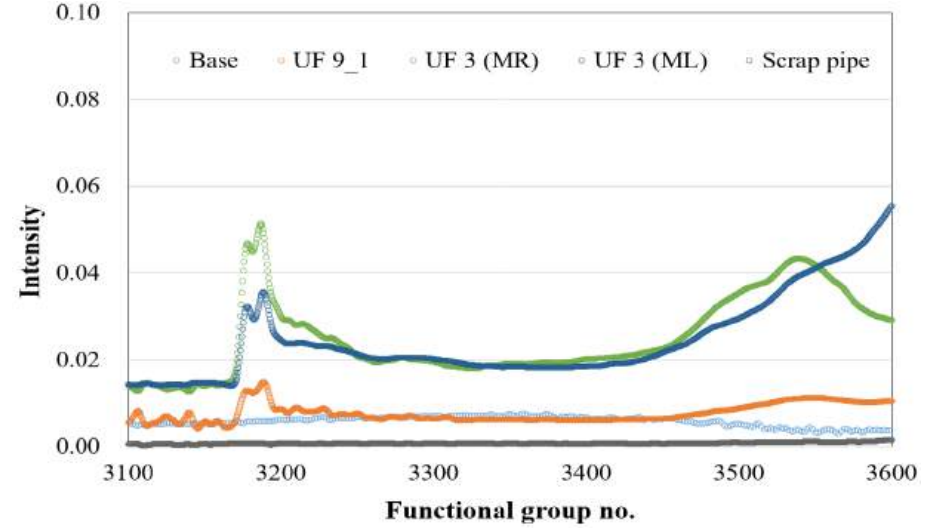
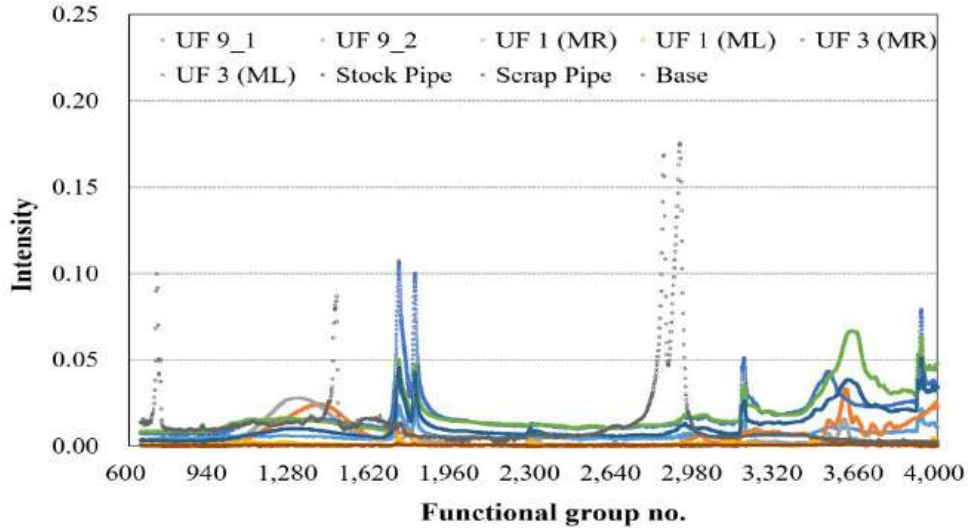




03 사우디아라비아(담맘) 성공 사례

B. 사우디 JUBAIL 의 MARAFIQ 해수담수시설내 배관 노후도 진단

총 5개소를 측정하여 분석한 결과를 보고서 제출. 향후 매설된 비금속관을 대상으로 확대 추진



No.	Measured file name	Line No.	Material	Note
1	2024-01-18T09-55-45	UF 9_1	HDPE	SWRO 4
2	2024-01-18T10-17-30	UF 3 (MR)		
3	2024-01-18T10-33-15	UF 3 (ML)		
4	2024-01-18T10-39-22	Stock Pipe		YARD AREA
5	2024-01-18T10-43-11	Scrap Pipe		

대상 지점

No.	Measured file name	Line No.	Add. usage rate*
1	2024-01-18T09-55-45	UF 9_1	about 17 yr
2	2024-01-18T10-17-30	UF 3 (MR)	about 15 yr
3	2024-01-18T10-33-15	UF 3 (ML)	about 15 yr
4	2024-01-18T10-39-22	Stock Pipe	about 13 yr
5	2024-01-18T10-43-11	Scrap Pipe	Aging

분석결과 예상 잔존수명





04 사우디아라비아(젯다) 실패 사례

개요

* 사우디아라비아 물산업 진출을 위한 기술시연회 개최

- ◆ 일 시 : 2014 . 01. 15(수) ~ 01. 26(일)(9박12일간)
- ◆ 참가기관 : 환경부, 한국환경공단, 로봇산업진흥원, 수자원기술
- ◆ 목 적 : SUMIRE 장비를 활용한 관내부 진단 시연
- ◆ 위 치 : 사우디아라비아 젯다 (Abbass Al-Halwaney st.)





04 사우디아라비아(젯다) 실패 사례

시연회 현장확인 및 사전조사

- ◆ 일 시 : 2014 . 01. 20(월) 12:00~14:00
- ◆ 조치내용 :
 - 밸브실 상단슬라브 천공 확인
 - 밸브조작 가능 여부 : NWC 자체 조작
 - 필요장비 점검 및 안전시설물 확인





04 사우디아라비아(젯다) 실패 사례

시연회

- ◆ 일 시 : 2014 . 01. 21(월) 09:00~13:00
- ◆ 담당자 : Shouki H. Hameed
- ◆ 시연내용 :
 - D400 DCIP
 - SUMIRE 시연
 - 부단수 내시진단장비



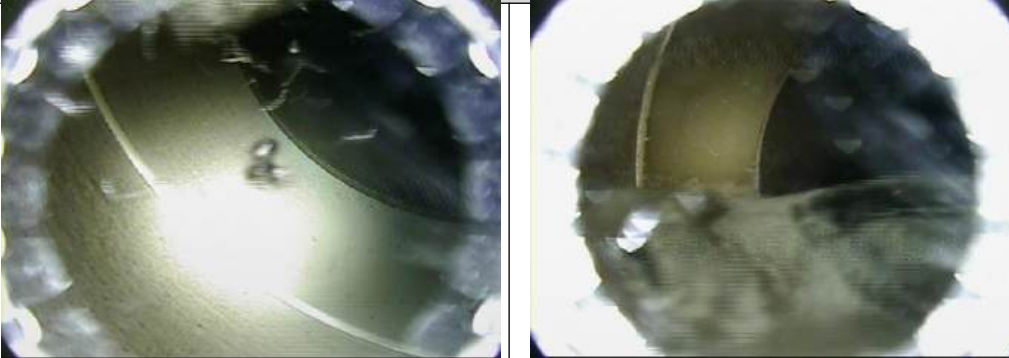


04 사우디아라비아(젯다) 실패 사례

진단 결과

관내부가 만관이 되지 않는 사항을 미리 인지하지 못하여 유속이 없어 SUMIRE장비가 진행 불가로 실패



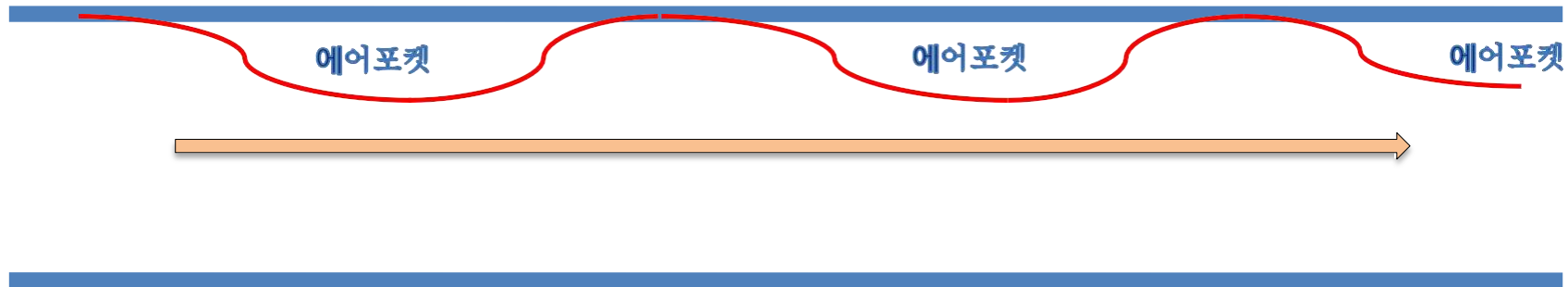
구분	수미래 FX 화상진단 사진	평가등급
400mm Pipe Line		NONE
평가의견	<p>◦ 수미래 300 진단 시 V/V Full Close 상태에서도 유동의 흐름이 발생하여 난류가 발생하고, Air Pocket현상이 나타나 영상진단 시 흔들림으로 인해 정확한 진단이 불가능 함</p>	



02 사우디아라비아(젯다) 실패 사례

진단 결과 원인 분석 및 해결방안

- 에어포켓 현상 : 관경 축소, 관경 규격 변화 → 유속증가, 심한 와류 현상 초래
- 워터햄머 현상 : 에어포켓 급속한 소멸 → 유속증가, 심한 와류 현상 초래



해결방안

- ✓ 만관을 유지하고 유량과 유속을 적정선 까지 유지
- ✓ 관내부의 에어포켓, 워터햄머 현상 등을 제거
- ✓ 충분한 시간을 가지고 진단을 진행



IV

향후 활용 방안

1. 국내 진단사업 진출
2. 중동지역 진출 방안



01 국내 진단사업 방향

최적 관망관리 기대효과



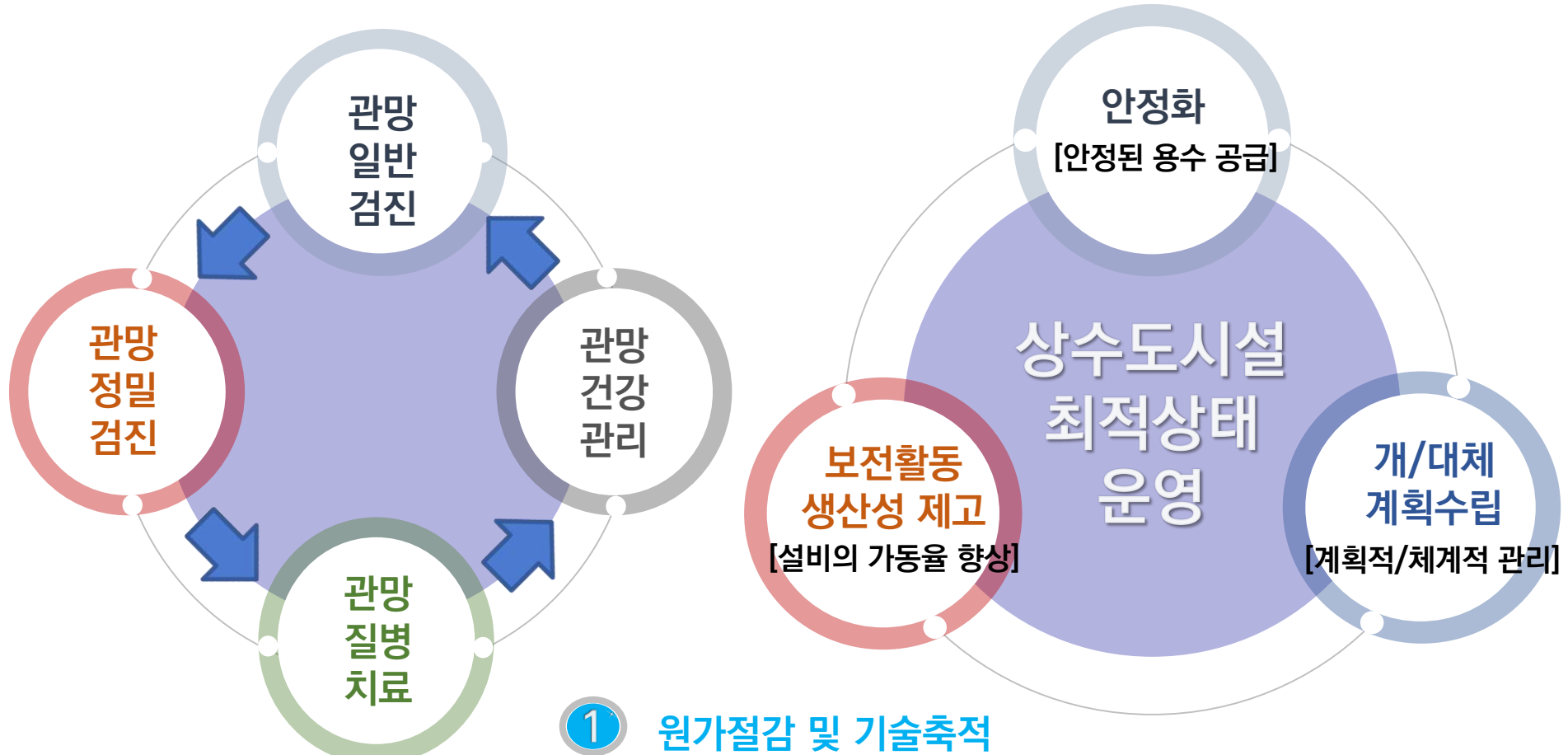
‘先진단 後개량’ 및 자산관리를 통한 효과적인 관망 정비 수행





01 국내 진단사업 방향

최적 관망관리 기대효과



- ① 원가절감 및 기술축적
- ② 돌발사고 예방 및 복구
- ③ 누수율 감소 및 수질향상
- ④ 수도시설 안전성 향상





02 중동지역 진출 방안

중동 국가 관(물) 관리 현황

- ☑ 중동 국가들은 세계에서 가장 물 부족이 심각한 지역 중 하나로서, 효율적인 물 관리 체계의 필요성이 높은편
- ☑ 상수도 시설 기존의 인프라 노후화, 유지보수 및 갱신에 필요한 기술적, 재정적 자원 부족 상태
- ☑ 상수도관 진단 기술은 누수를 찾아내고 방지함으로써 물 손실을 최소화하는 데 중요함



중동 국가 관(물) 관리 전망

- ☑ MENA 지역의 수처리 프로젝트
수요 증가: 중동 및 북아프리카(MENA) 지역에서는 기온 상승, 인구 증가, 산업 용수 사용 증가로 인해 **심각한 물 부족 문제가 발생하고 있음**
- ☑ 이에 따라 수자원 생산 및 관리 시설에 대한 수요가 **증가하고 있음**. 예정된 수처리 프로젝트 규모는 770억 달러를 상회하는 것으로 알려짐
- ☑ 누수 관리를 위한 투자: 담수화와 폐수처리 시설뿐만 아니라 **배수 네트워크와 디스트리뷰션 인프라에 투자가 이루어지고 있어, 누수를 줄이고 물의 낭비를 방지하는 방향으로 진행**



02 중동지역 진출 방안

연계성 확보 기반의 사업확장을 위한 Reference(실적) 필요

현지 사업의 연계성 확장

- ◆ 현지(Saudi.) HDPE, FRP 재질의 수도관 노후도 진단 장치 적용시 성과는 **동일 환경의 중동지역 등의 관심도 높음**
- ◆ 현지파트너 (NABATAT. Co., LTd) 과의 협업을 통한 인접국가인 바레인, 카타르, UAE 등 기술설명, 교류 개최
- ◆ 물관리에 대한 인식도가 높아지고 있어 향후 **누수 방지대책**이 필요
- ◆ 해외사업으로 **현지 파트너**는 필수사항 (현지의 제약조건 등이 까다로움)



〈바레인 EWA 와의 사업화 진행 교류〉
2024. 3



〈바레인 EWA 와의 기술설명회 및 사업화 교류〉
2024. 3



〈현지업체(NABATAT)〉



노후 상수관망 진단기술 및 적용사례

Deteriorate Water Pipe Network Diagnostic Technology & Application Cases

감사합니다

