

## **제 2주제**

# **K-water의 우수율제고 및 관망관리**

**최 종 섭 과 장**

**(한국수자원공사 수도관리처 관망개선팀)**

**충청남도 지방상수도 운영관리 및 우수율제고 워크숍**

# **K-water의 우수율제고 및 관망관리**

**2010. 6. 11**

**최 종 섭  
관망개선팀  
수 도 관 리 처**



# 발 표 순 서

**I** 사업추진현황 및 전략

**II** 관망운영관리 사례

**III** IT기반의 관망운영관리



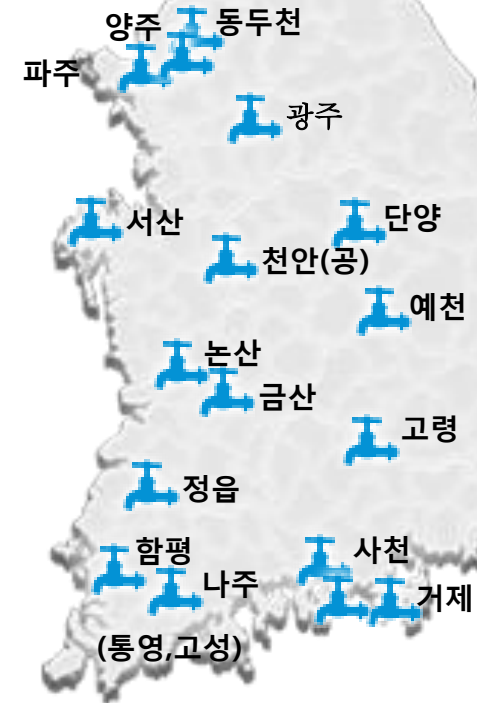
# I. 사업추진현황 및 전략

- 지방상수도 운영효율화 사업현황
- 관망관리 및 유수율제고 전략
- 세부추진전략
- 사업추진단계별 주요업무



## 위수탁 운영 현황

- '04이후 16개 지방상수도 수탁운영
  - 시설용량 : 1,038천  $m^3$ /일
  - 총 인 구 : 1,859천명
  - 급수인구 : 1,365천명
- '09 경남서부권 통합운영 시범사업 추진  
(사천,거제,통영,고성 등 4개 지자체)



## 우수율제고를 통한 저비용, 고효율의 운영관리 실현

### 효율적 시설개선

#### 관망진단/분석을 통한 전략적 시설개선

- 고객관리 접근
  - 민원분석 및 관리개선
- 공간적 접근
  - 최적 블록구축, 운영
- 시간적 접근
  - 년차별 적정 투자시행

### 과학적 시설운영

#### 경제성을 고려한 누수저감 및 시설운영

- 실시간 관망관리 및  
누수감시 체계구축
- 누수발생의 즉각적 대응
- 투자대비 적정 우수율  
관리

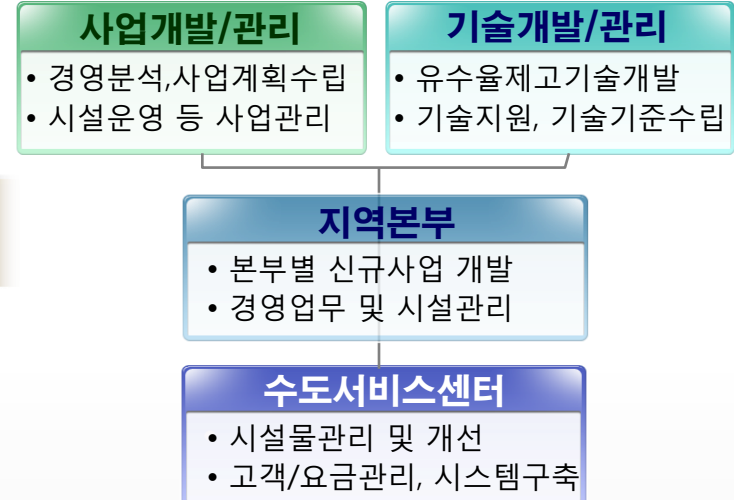
### 전문인력 구축

#### 전문기술교육 기술절차,표준,제도화

- 관망관리, 우수율관리  
전문기술교육 시행
- 업무효율성 증대를 위한  
업무절차, 표준화 구축
- 선진기술도입을 위한  
산/학/연 협력체계 구축

## 조직체계 및 인력 전문화

### • 유기적인 조직운영 및 체계적 사업추진을 위한 지방상수도 사업조직의 시스템화



※ 지방상수도 사업 종사인력 : 총 600여명 ('09.12월 기준)

### • 인력의 전문화 및 기술정보의 공유

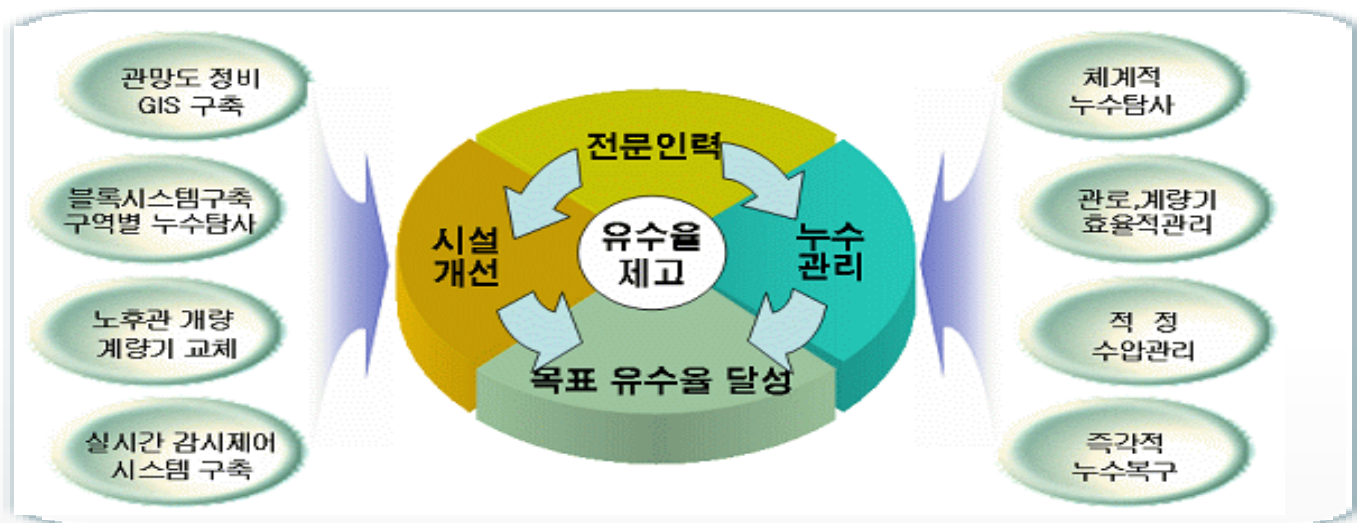
- 관망진단, 최적관리 및 우수율제고/관리 등 **전문기술 교육** 이수
- 산/학/연 네트워크 구성 및 전문가 초빙 **세미나 개최**
- 성공 및 실패사례공유, 현업 우수사례 발굴 등 **사내 워크샵** 운영
- 관망최적관리, 우수율제고/관리 등 관망관리 관련 **기술표준수립 및 가이드라인** 제시



※ 기술기준 및 매뉴얼 등 총 26여개의 지침수립

## 관망시설개선 및 운영

- 종합계획 수립을 통하여 배급수체계 개선, 노후관개량 등의 시설개선과 병행하여 누수저감을 위한 관망관리 시행



- 유수율제고를 위한 명확한 목표설정 및 실행전략 수립

### 목표1 정확한 요금부과

- 수도미터관리, 부정사용관리
- 검침방법 개선 등

### 목표2 정확한 공급량관리

- 유량계관리, 공급체계개선

유효수량  
관리

유수율제고

무효수량  
관리

### 목표3 누수량 저감 및 감시

- 블록시스템운동을 통한 누수감시
- 적정 수압관리
- 체계적 누수탐사/복구 개선
- 배급수관, 설비 등 시설정비



# 사업추진단계별 주요업무



**관망조사, 진단, 평가 후 합리적 시설개선 시행**

- 사업단계별 주요업무의 체계적, 지속적 추진 -

## 사업 추진 절차

### 시설물조사 및 D/B구축

관망도 전산화

현장조사 및 기초진단

블록시스템 구축

블록시스템 운영자료 분석

관망정비계획수립  
(유수율제고/관망성능개선)

관망정비 시행

- ☐ 수도시설물 전수조사 및 이력관리 구축
- ☐ 불량 밸브류, 불량계량기 등 문제시설물 도출 및 조기 개선 실시

## 수도시설물 조사 개요

밸브류 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 밸브류 위치확인 및 밸브 정보조사</li> <li>• 밸브실 정보 및 이상 유무조사</li> <li>• 밸브 작동 적적성 조사(개폐여부 등)</li> <li>• 근경 및 원경 사진 촬영 및 D/B 반영</li> </ul>	 
관로 및 시설물 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 송·배수, 급수관로 도면 검토 및 확인</li> <li>• 시설물 세부현황 기록(사진촬영 포함)</li> <li>• 개략도 작성 및 D/B에 반영</li> </ul>	 
급수전 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계량기 세부현황 기록 (위치, 구경, 년도, 지침, 기물번호, 상태, 수압)</li> <li>• 보호통 상태 및 위치, 물탱크 사용 유무</li> <li>• 계량기 사진 촬영 및 D/B에 반영</li> </ul>	 
수용가 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수용가 인적 현황 및 사용형태 조사 (가구수, 인구수 등)</li> <li>• 수용가의 부정급수 여부</li> <li>• 주간 사용 수압 조사(간이 수압측정)</li> </ul>	 

## 사업 추진 절차

시설물조사 및 D/B 구축

관망도 전산화

현장조사 및 기초진단

블록시스템 구축

블록시스템 운영자료 분석

관망정비계획수립  
(유수율제고/관망성능개선)

관망정비 시행

- ☐ 시설조사결과를 활용하여 수도시설물에 대한 관망도전산화 실시
- ☐ 관로교체, 누수 등 각종 이력사항 관리

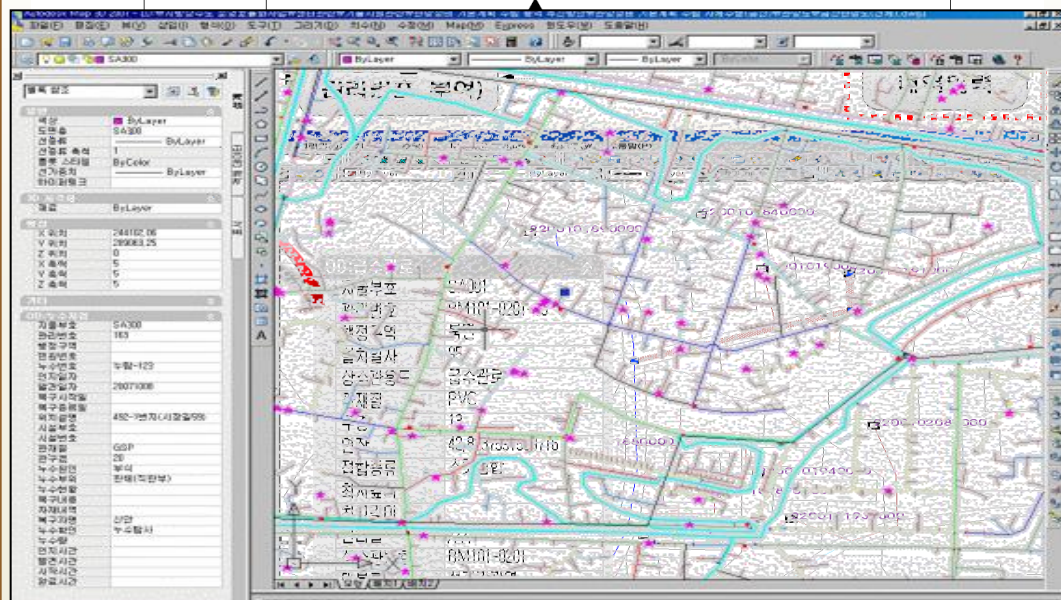
## 이력관리 및 분석

- 누수복구 이력관리
- 출수불량, 수질민원 등 민원정보 관리

보완

원인별  
공간별  
유형별  
분석실시

- 근본 개선대책 마련
- 민원 재발 방지
- 관망정비 등 활용



### 시설운영 이력관리

- 시설 및 운영이력 관리 및 공유를 통해 수리/수질/시설적 현재 관망 상태를 파악시 활용
  - 관망의 문제파악 및 우수율제고 시행 효과분석시 활용
- ➡ **현재 관망상태의 이해, 분석, 관리수준의 판단기준**

### 사업추진 자료관리

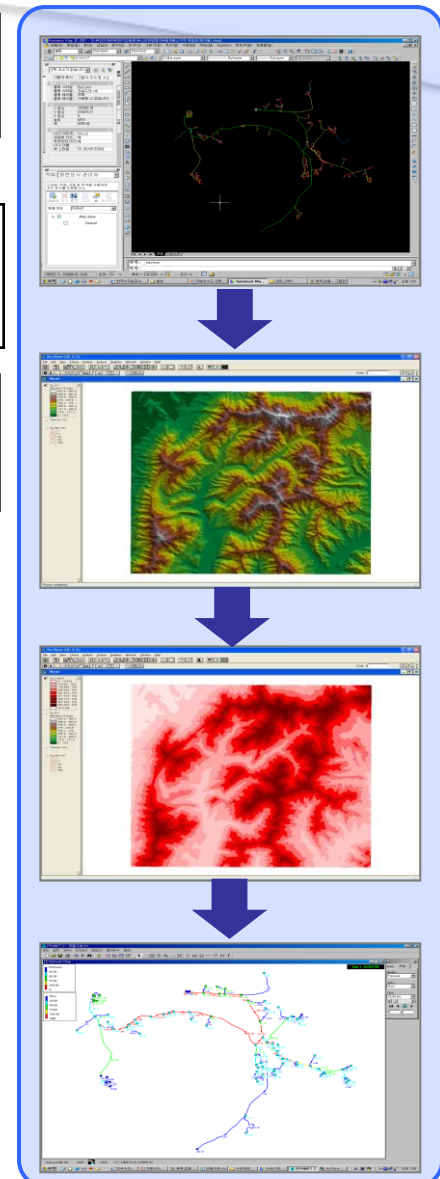
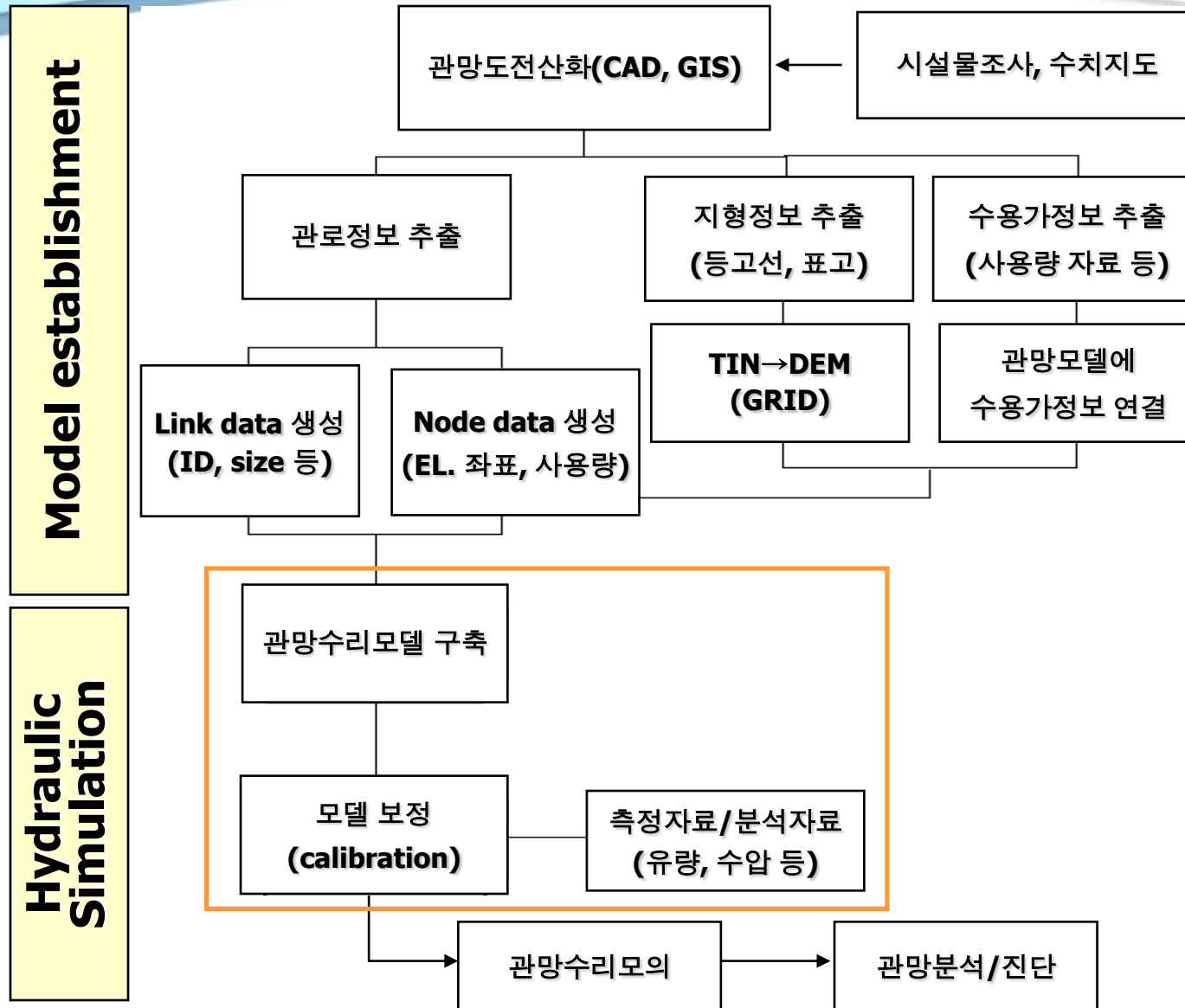
- 블록구축 계획시, 도상분할계획, 블록고립 확인, 관망정비계획 등 활용
  - 수압관리방안 수립, 우수율분석 등을 위한 시설 및 수용가정보 취득
- ➡ **관망도의 신뢰도는 사업추진 의사결정의 신뢰도와 직결**

### 관망해석 모델구축

- 관망해석 모델구축시 도형/속정정보 취득오류 방지
  - 수질사고 원인분석, 신규급수 시설계획 등의 신뢰성 제고
  - 합리적 중장기 관망운영계획 수립
- ➡ **관망모의분석의 활용성, 신뢰성, 접근성 제고**



# ※ 관망해석 수행절차



## 사업 추진 절차

시설물조사 및 D/B 구축

관망도 전산화

현장조사 및 기초진단

블록시스템 구축

블록시스템 운영자료 분석

관망정비계획수립  
(유수율제고/관망성능개선)

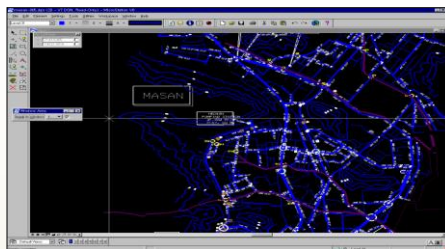
관망정비 시행

☐ 현장조사를 통한 문제점 도출 및 DB구축

☐ 진단을 위한 자료수집 및 분석

[관망해석용 도면작성, 압력, 유량측정, 수질샘플링, 관체 시편채취, 매설현황 등]

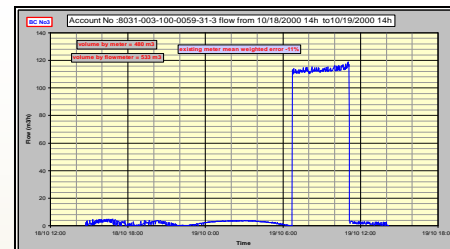
## 기초진단 현장조사



CAD



수압측정



데이터 분석



유량측정

## 현상 및 문제점

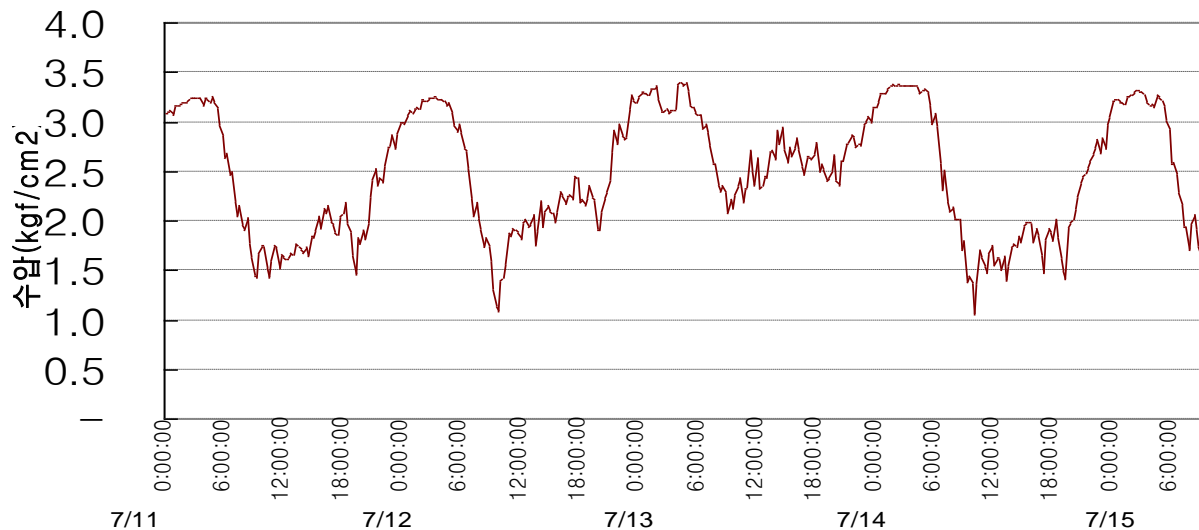
블록유입점

L=7km

임계

EL. 35m

평균동수두 : 69m



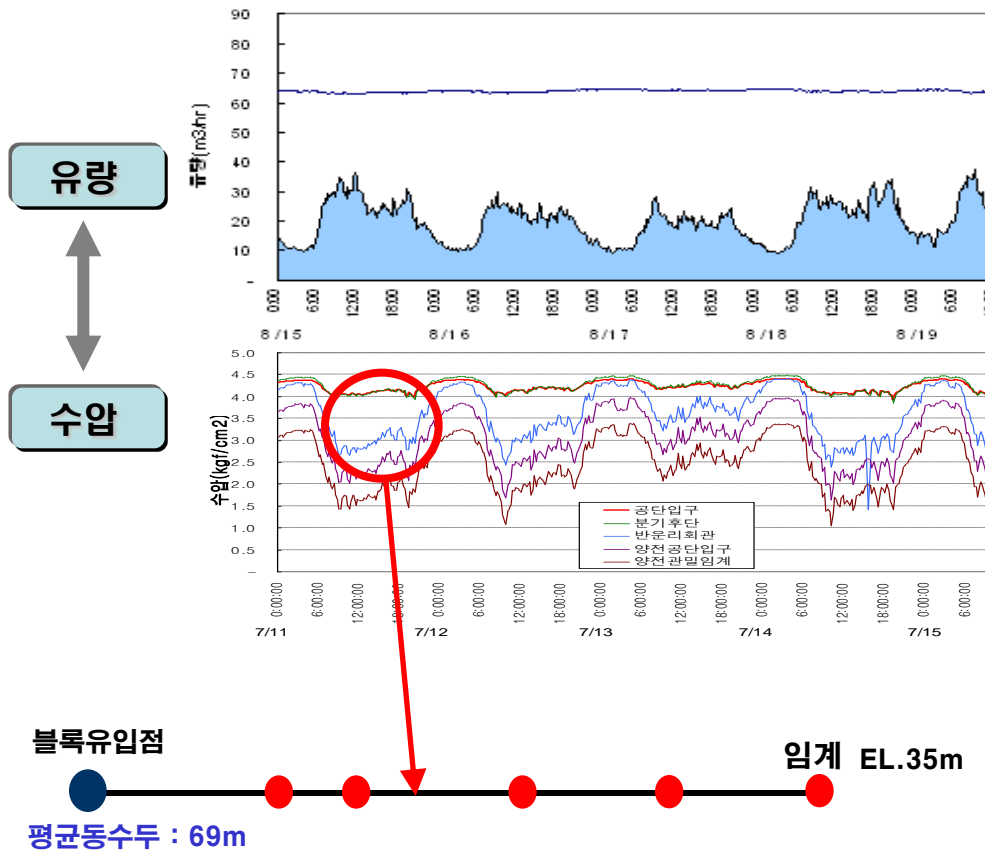
문제점

- 지반고 및 관로연장/손실 대비 관말지역 이상 **출수불량 지속발생**
- 누수저감을 위한 **저지대 수압관리방안 수립 저해**

개선대책 ?

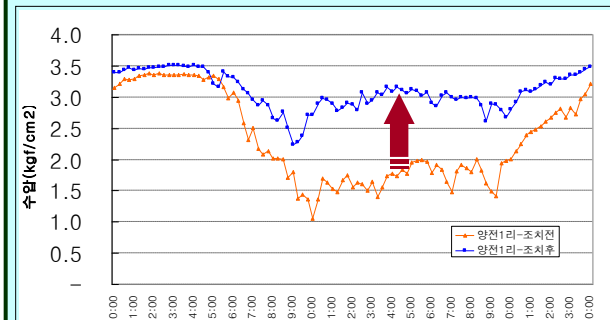
## 현장조사 및 분석

### • 유량-수압 시계열분석 및 동수두 분석



### 개선실적

- 매몰밸브 발굴 및 100% 개방조치
- 통수능확보 및 수압복원
- 출수불량 민원해소





## 사업 추진 절차

시설물조사 및 D/B 구축

관망도 전산화

현장조사 및 기초진단

블록시스템 구축

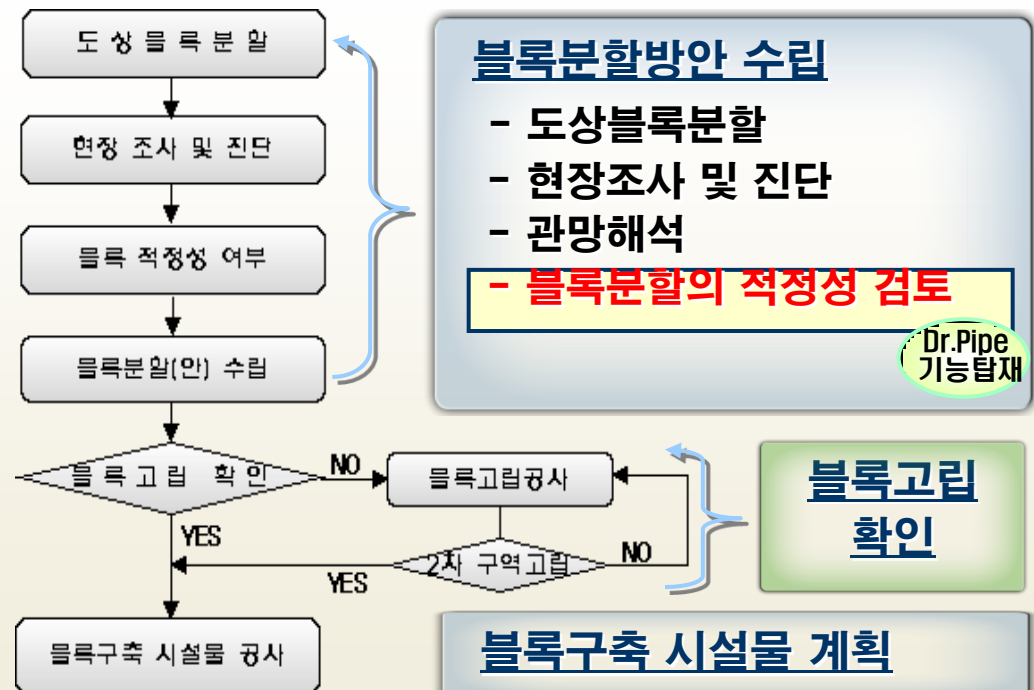
블록시스템 운영자료 분석

관망정비계획수립  
(유수율제고/관망성능개선)

관망정비 시행

- ☐ 복잡한 급수체계를 블록단위로 분할하여 유량 및 수압 감시체계 구축
- ☐ 야간최소유량 감시 등을 통해 누수관리, 적정수압 관리로 선진관망운영

## 블록구축 계획절차



## 사업 추진 절차

시설물조사 및 D/B 구축

관망도 전산화

현장조사 및 기초진단

블록시스템 구축

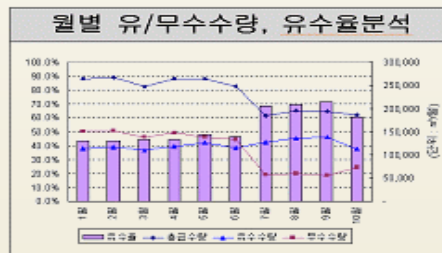
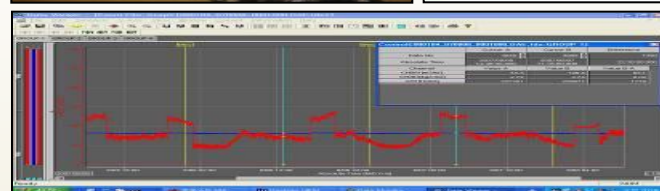
블록시스템 운영자료 분석

관망정비계획수립  
(유수율제고/관망성능개선)

관망정비 시행

- ☐ 블록별 유수율 및 누수량 분석의 용이성 제고 및 실시간 관망상태의 감시를 위한 관망감시체계 구축
- ☐ 실시간 이상구간(유량, 수압 및 누수발생 등) 감시대응

## 감시설비 구축

상  
하  
관  
망

## 유수율 분석

- 월별, 소블록, 구역별 유수율 분석 (유수율 %, 무수수량, 총급수량, 일별 공급량 등)
- 야간최소유량 비교분석을 통한 유수율 분석
- 문제구간(누수문제, 수질문제 등) 선정 및 집중관리구역 개선방안 수립시 활용

## 사업성과관리 및 효과분석

- “지방상수도 운영효율화 사업”의 성과지표인 전체 사업장 유수율(%)의 제고 성과관리
  - 공간적, 시간적 증감요인에 대한 원인분석(MNF vs. 시설개선이력/사고이력 등)
  - 사업추진내역 대비 유수율(MNF) 변화 비교를 통한 사업효과분석

## 수리/수질적 거동파악

- 블록내 유입유량과 주요지점의 수압관계 분석을 통한 수리적 거동파악
- 계통간 또는 블록간 연계 운영 계획수립 (장래계획, 임시운영 등)
- 관망해석의 정확성, 신뢰성 제고를 위한 공간적 최소단위의 보정자료 취득(수요패턴 등)

## 사업 추진 절차

시설물조사 및 D/B 구축

관망도 전산화

현장조사 및 기초진단

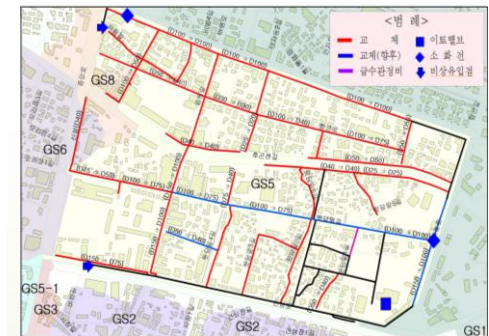
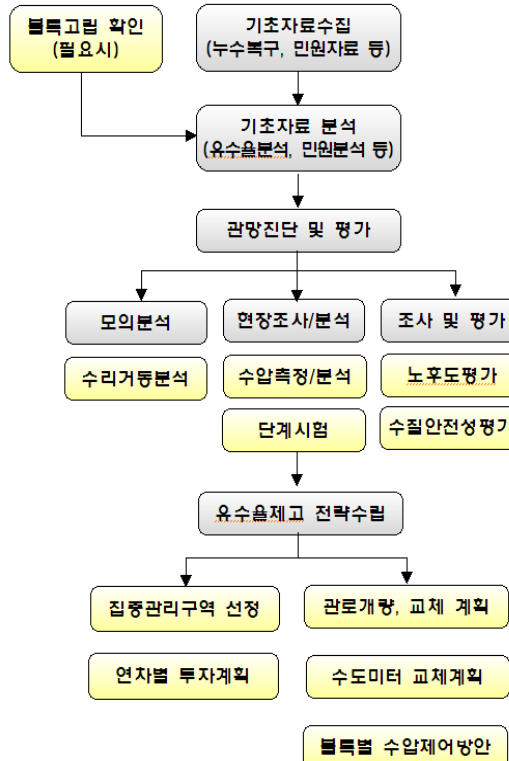
블록시스템 구축

블록시스템 운영자료 분석

관망정비계획수립  
(유수율제고/관망성능개선)

관망정비 시행

- 과학적 관망진단을 통한 시설개선으로 누수저감 및 수질개선 도모
- 잔존관 및 다발관 체계적 정비, 수압관리로 누수 발생요소 억제 및 관망체계 개선



- 노후관 개량
- 다발관 정비
- 잔존관 정비



## II. 관망운영관리 사례

- 블록시스템 운영을 통한 개량의사결정 사례
- 수압제어를 통한 누수저감 사례
- 조사, 진단을 통한 시설 및 서비스개선사례
- 12개 우수탁사업 추진성과

# 블록시스템 운영을 통한 개량의사결정 사례(1)

## 소블록별 유량감시 및 우수율분석을 통한 효율적 관망정비 추진

- 소블록별 측정/감시/분석을 통한 집중관리블록 선정 후 개선대책 수립 -

### 정읍시 동지역(마곡계통)



### 마곡배수지 계통 시설현황

- '09년말 공급량 : 12,570m<sup>3</sup>/일(우수율 84%)
- 급수전수 : 11,595전 - 관로연장 : 297km
- 블록시스템 : 총 10개 소블록 운영

### □ 마곡배수지 계통 주요 사업추진 현황

- '07년초 : 블록시스템 구축완료
- '07년 : 블록별 수압제어시행(시간제어식 PRV 운영)
- '07~'08 : 노후관 개대체공사(약 45.8km)  
(전체관로 중 약 15% 차지)
- 기타사항 : 노후계량기교체, 누수탐사/복구 등

### 사업추진 사례

#### 소블록별 유량감시

- 소블록별 유량, 수압감시(TM)
- 소블록별 야간최소유량 감시(TM)

#### 우수율분석

- (공간적) 블록별 분석
- ("량"개념 도입) 우수수량 분석  
- 단위급수전당 또는 관로길이당

#### 집중관리구역 선정

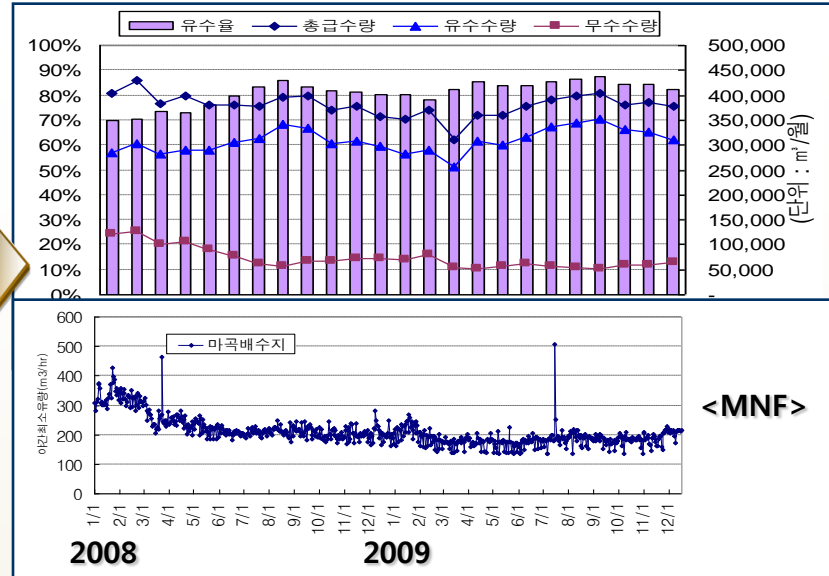
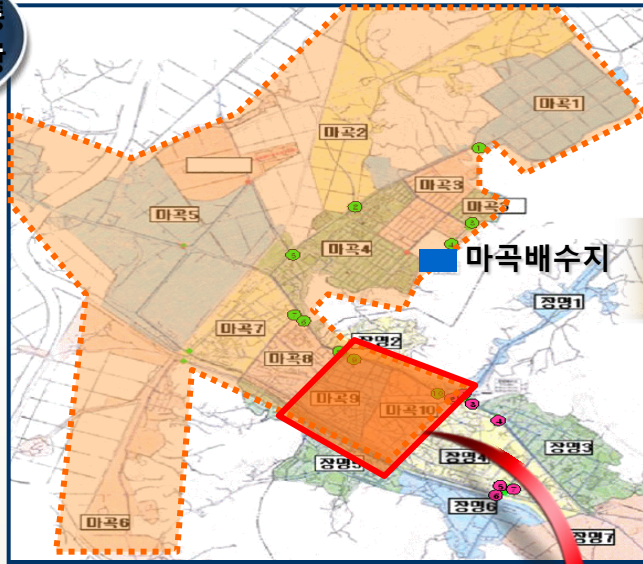
- 분석결과에 의거 문제구역 선정
- 누수저감량 목표설정

#### 년차별 시설개선

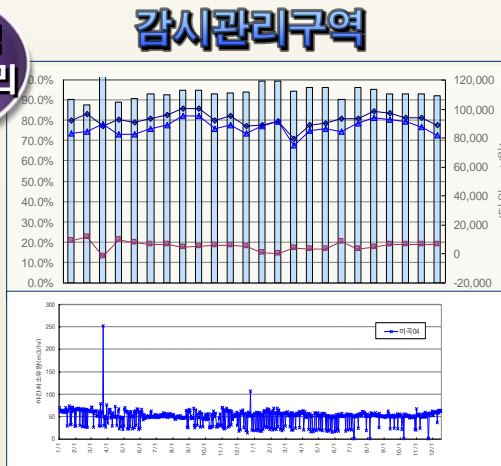
- 관망,지형특성을 고려한 사업방법 결정 및 시설개선 시행

# 블록시스템 운영을 통한 개량의사결정 사례(2)

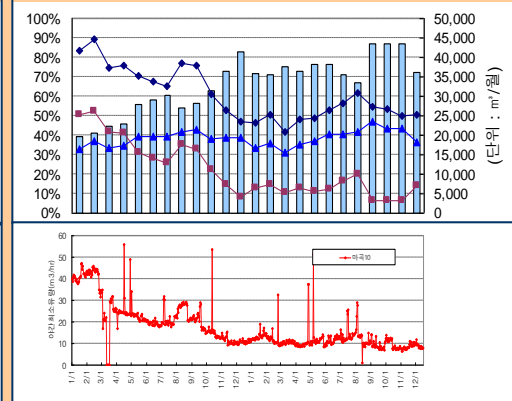
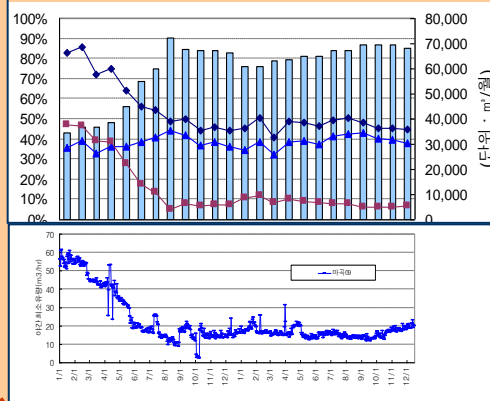
배수지계통  
유수율현황



소블록분석  
문제구역관리



집중관리구역 선정 및 시설개선 시행



## 시설개선 이력관리 & 유수율개선 효과분석

- 사업추진 효과분석을 위한 지표(시설/운영이력정보, 유수율, MNF분석등) 활용 중요
- 유수율제고를 위한 사업비와의 투자효과 비교분석

### 수용가정보 & MNF변화

시설,수용가변경에 따른  
유량변동 분석

### 누수복구 & MNF변화

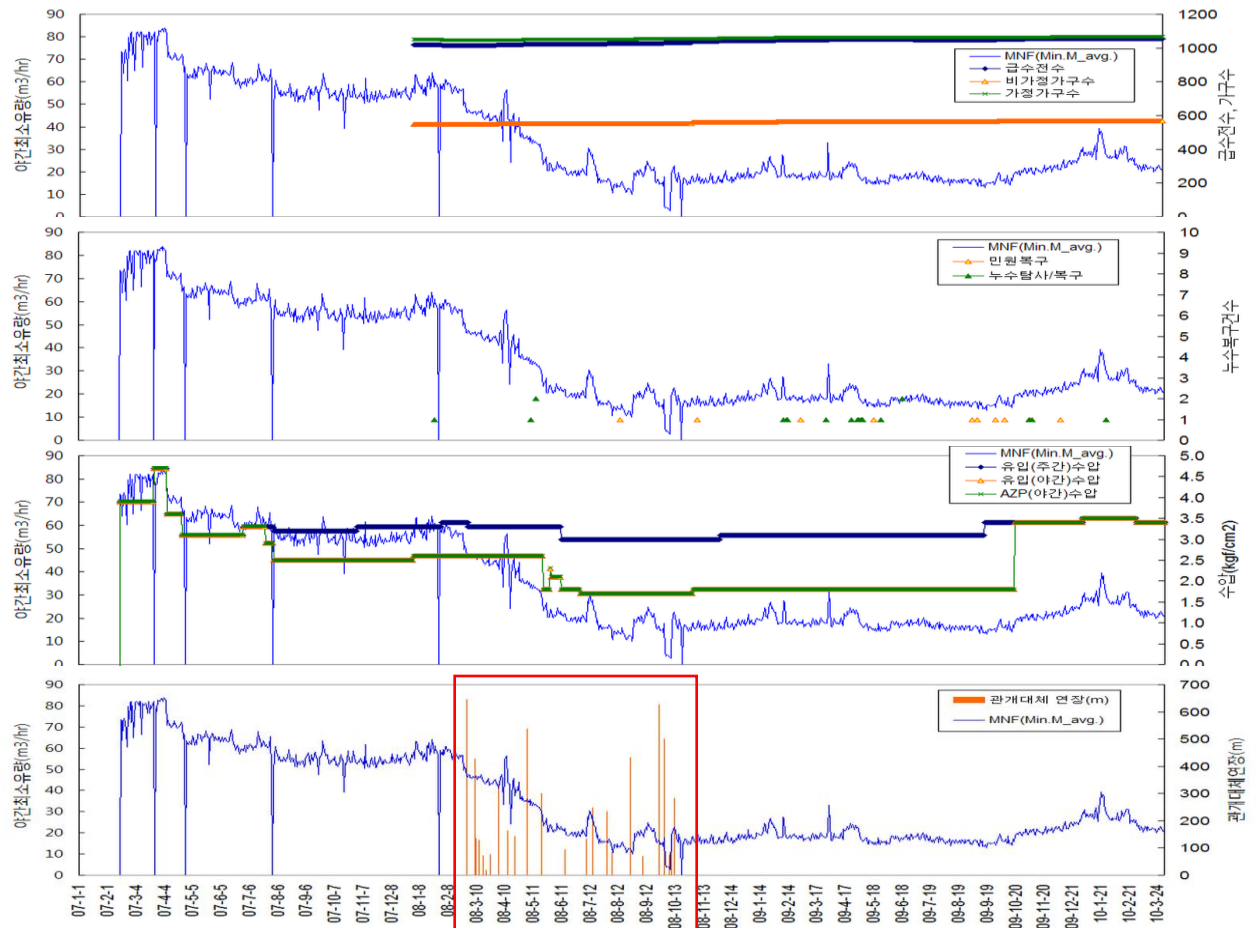
누수탐사/복구 시행효과  
분석 및 Feedback(시행주기)

### 수압제어 & MNF변화

수압제어효과분석  
(수압과 누수관계 분석)

### 관개대체 & MNF변화

관개량 추진효과분석  
(시설개선비 vs. 유수율제고)

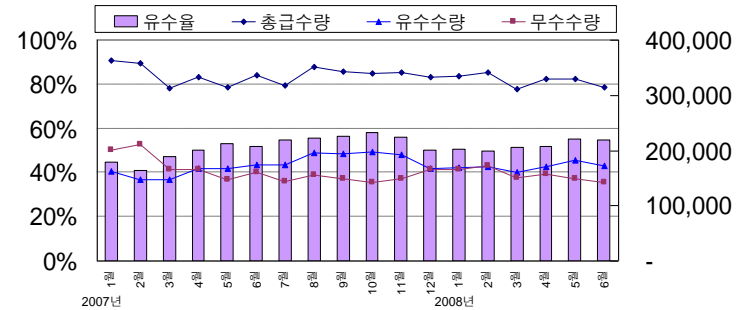




# 수압제어를 통한 누수저감 사례

## 현안문제

- 다수의 누수탐사 및 복구시행에도 불구하고,
- 높은 수압 및 불안정한 수압분포로 인한 잦은 누수복원 발생



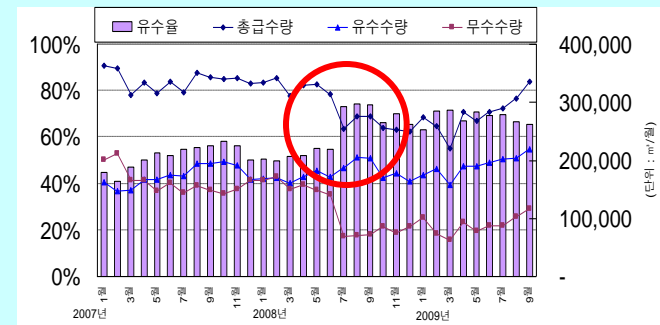
## 현장조사/진단

- K-PRESSURE를 이용한 적정 수압관리방안 수립
- ' 09.6월 수압제어시행(감압밸브 운영개시)

	감압밸브 운영 전 (측정치)	K-PRESSURE 모델 모의결과		
		고정유출	시간별 제어	유량별 제어
블록유입 유량 (m³/day)	6,777	5,939	5,772	5,562
야간최소유량 (m³/hr)	186	164	143	139

## 개선실적

- 감압시행 전/후 :  
(전) 5.4kgf/cm² → (후) 4.4kgf/cm² (약 1.0kgf/cm² 감압)
- 야간최소유량 :  
(전) 약 180~190m³/hr → (후) 약 120~155m³/hr  
⇒ 유수율 20% 향상, 누수복원 빈도수 감축  
⇒ 약 800m³/일의 공급량 감소, 정수장 가동시간 4~5hrs 단축





# 조사, 진단을 통한 시설 및 서비스개선사례

## 적정 수압관리

### 고 령

#### 현황 및 문제점(기존)

- 다수의 누수탐사 및 복구시행에도 불구하고,
- 높은 수압 및 불안정한 수압분포로 인한 잦은 누수복원 발생

#### 개선실적

- 누수복원 방지를 위한 적정 수압관리 시행
- ➡ ✓ 유수율 20% 향상
- ✓ 생산량 저감에 따른 정수장 가동 시간 단축(4~5시간)

## 통수능 확보

### 거 제

#### 현황 및 문제점(기존)

- 정수장 시설초과공급 및 관로상 수압 저하, 낮은 유수율 등 용수부족으로,
- 동부면 등 지방상수도 급수구역 1984년 이후 제한급수 및 민원고충 심화

#### 개선실적

- 관로 복선화를 통한 통수능 증대
- 광역-광역, 광역-지방 급수체계 조정
- 고수압지역 수압제어 시행
- ➡ ✓ 25년간의 제한급수 해제

## 운영관리 개선

### 금 사 산 천 양 주

수직형 새들분수전



수직형 제수밸브



다목적 미니철개



채수전



# 12개 위수탁사업 추진성과

## 운영개시

논 산

'04.3월

정 읍

'05.4월

사 천

'05.12월

예 천

'05.11월

서 산

'06.5월

고 령

'06.12월

금 산

'07.1월

동두천

'07.1월

거 제

'08.2월

양 주

'08.8월

나 주

'08.7월

단 양

'08.7월

## 고객만족도 성과

수탁전

2009

56.9

75.0

64.1

77.7

68.3

76.2

68.9

82.0

64.5

73.9

65.9

75.0

63.1

75.9

65.8

74.0

57.6

73.7

63.8

72.5

65.6

75.1

63.7

78.0

## 유수율 성과

수탁전

2009

53.4

82.8

49.8

81.6

39.6

72.0

51.1

74.2

65.3

81.7

48.0

72.1

49.9

69.5

60.7

79.1

59.9

66.9

84.9

85.6

66.5

72.6

53.1

64.1

### Ⅲ. IT기반의 관망운영관리

- 관망운영관리 시스템 운영 필요성
- 시스템 운영 및 개선방향
- 통합 상수관망 운영관리 시스템 개발

## 인력중심의 관망관리



- 진단/평가를 통한 의사결정 장애
- 비효율적인 시설개선 추진 우려

## 인력&시스템 관망관리

### 단계별 사업추진



합리적  
의사결정

TM/TC



DB 관리



- 진단/평가의 신뢰성 제고
- 합리적 의사결정지원
- 시설/운영 DB의 지속적 관리운영

## 시설, 운영DB의 체계적 관리를 통한 정보화 운영으로 최적관망관리 기반마련

### 수도통합정보시스템 [Water-INFOS]

- **요금관리(Water-Bills)**
  - 수용가 및 검침관리
- **고객관리(Water-CRM)**
  - 민원관리 및 방문/알림서비스 등
- **시설운영관리(Water-Way)**
  - 관망관리 및 사업장 관리

### 수도시설, 운영 DB 관리

### 실시간수운영시스템 [Water-K]

- **수도사업장 공정 및 설비 원격 감시제어**
  - 취,정수설비 운영관리
  - 펌프, 밸브 등 실시간 원격감시/제어
  - 관망 블록시스템 실시간 감시

## IT기반의 통합 관망운영관리 체계 구축

### 과학적 진단

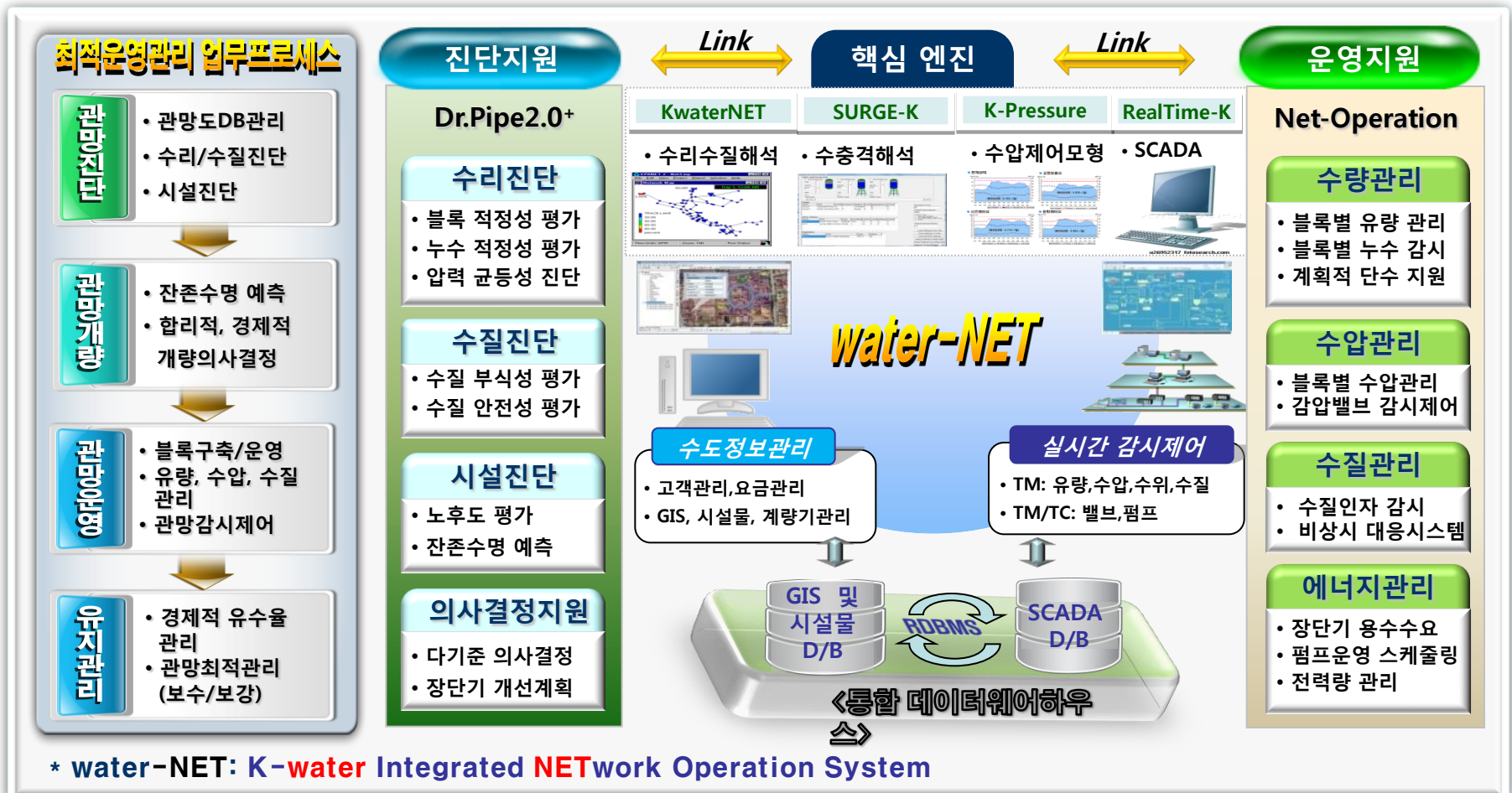
시설 및 운영DB를 이용한 진단/분석시행 및 관망 성능 평가 및 개선 의사결정지원

### 체계적 운영관리

국내 시설현황 및 현장여건을 감안한 관망 운영관리 체계 확립 및 고도화된 운영기술의 활용성/경쟁력 제고



- 상수도 관망관리 선진화 및 통합운영 정책에 대한 기술적 backup을 위한 기술집약형 **통합 상수관망 운영관리시스템[water-NET]** 개발
- DB관리, 관망진단, 관망운영**을 하나의 시스템으로 통합한 **Total Solution** 제공



# 1 진단지원시스템 – Dr.Pipe (1)

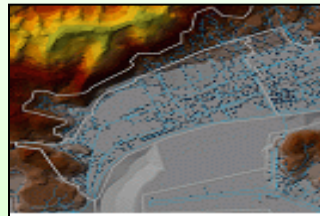
사용자  
편의성 강화

Map Maker

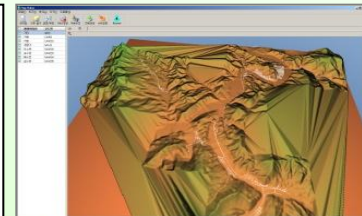
- 상품화를 고려한 범용 소프트웨어 형태의 사용자 인터페이스 구축
- 구글 맵, 진단 마법사 도입

- 상수관망 수치지도를 관망진단 및 관망해석에 적합한 형태로 재구축
  - 관망도 오류 자동 검보정 및 오류 보고서 생성
  - Grid 생성에 의한 절점 표고 자동 입력, 절점 사용량 자동 입력 등

〈관망도(CAD, GIS)〉



〈수리모형 관망도〉



## 구역분할

- 블록경계 도상분할  
적정성 평가
- 진단효율화를 위한  
진단구역 분할

## 수리·수질분석

- 누수량 배분, 진단  
구역 수요패턴 분석
- 잔류염소 감소, 소독  
부산물 생성예측을  
위한 반응계수 산정

## 수리수질모의 (EPANET-K)

- EPANET을 활용한  
수리·수질 모의
- 누수량을 고려한  
관망해석

관망분석

# 1 진단지원시스템 – Dr.Pipe (2)

## 관망진단/ 평가

### 수리진단

- 수리진단 모듈 추가
  - 유수율, 급수전당 누수량 외 6개 **WLPI의 블록별 평가**
  - 절점별 **수압, 유속의 적정성 평가 및 시공간적 분포** 표출
  - PRESMAC 벤치마킹, 감압 밸브를 활용한 **수압최적관리**

### 수질진단

- 수질안전성 평가
  - (기초진단)
    - 주요지점 수질조사결과 분석
  - (일반진단)
    - 수질조사지점 선정, 결과분석, 시설별 **수질변동율**

### 시설진단

- 관상태 평가
  - (개략평가)
    - 운영자료에 의한 **점수평가**
    - 손익분기 분석 평가
    - 물리적 **파손위험성 평가**
  - (정밀평가)
    - 육안검사, 시편채취 분석 등

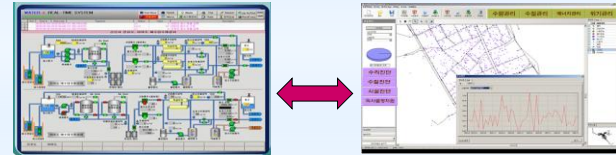
단계별 종합적 성능평가 및 의사결정지원 체계 구축

# 2 운영지원시스템 – Net.Operation

## 실시간 수리해석

- 수리모형(Mapmaker) 및 실시간 감시데이터(유량, 수압등)를 이용한 실시간 수리해석 모듈

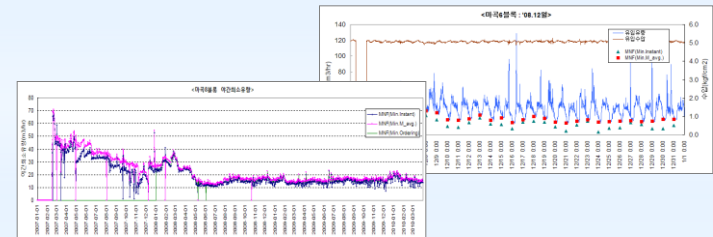
- 유량 : 블록유입지점 수요패턴 이용
- 수압 : 주요지점 수압데이터 이용



## 수량관리

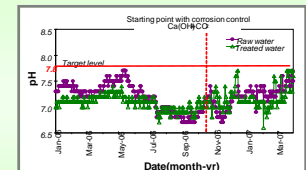
- 유수율관리, 누수량 산정기법 정립 및 감시프로세스 개발

- 유량 및 수압데이터 분석
- 야간최소유량 산정방식 개선 및 분석
- 야간사용량 산정 및 누수량 추정



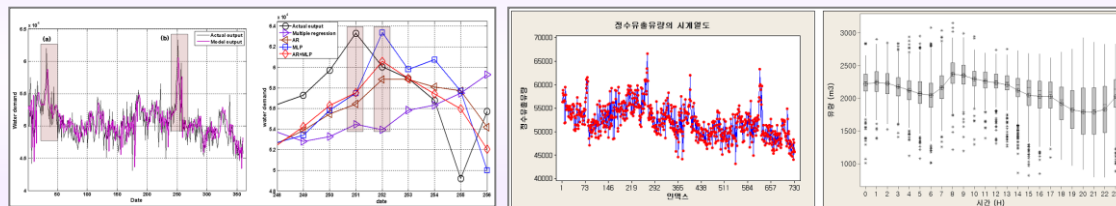
## 수압/수질 관리

- GIS기반의 실시간 수질모니터링 지점선정 로직 개발
- 재염소 투입지점 및 농도설정, 관세척 구간 선정



## 에너지관리

- 수송에너지 최적화를 위한 수요예측 로직개발





# 감사합니다

