시민이 행복한
용궁이 해양수도 부산

2019~2022년, 민선7기

# 부산상수도 마스터플랜 2019

부산광역시 상수도사업본부
Busan Water Authority

# 목 차

〈부산상수도 마스터플랜을 발행하면서〉

Ⅰ. 들어가며

Ⅱ. 고품질 수돗물 지향

1. 청정상수 원수확보 ····· 6
1-1. 부산시 자체 상수원수 확보노력 ····· 6
1-2. 낙동강 상수원수의 수질개선 ····· 8
1-3. 낙동강 대체상수원 확보 ····· 13
1-4. 해수(기수) 담수화 도입 ····· 15

2. 정수시설 재구축 ····· 17
2-1. 정수장 시설능력 재검토 및 정비방향 설정 ····· 19
2-2. 원수수질에 따른 정수시설 보강 ····· 22
2-3. 정수시설의 막 여과공법 도입 ····· 25

3. 관로에서의 수질개선 ····· 29

4. 배수지 확충 및 수질관리 ····· 31
4-1. 배수지 확충 ····· 31
4-2. 배수지에서의 수질관리 ····· 34

5. 직결급수의 추진 ····· 35

6. 고품질을 향한 전과정 수질관리 ····· 37
6-1. 수도공급 전과정 수질관리 ····· 37
6-2. 수도꼭지의 수질관리 강화 ····· 39

## Ⅲ. 안정적인 공급체계 구축


1. 관로의 공급체계 구축 ····· 44
1-1. 간선관로의 이중화 및 네트워크화 ····· 45
1-2. 관로의 블록화 ····· 47

2. 노후관의 교체 및 장수명화 추진 ····· 51
2-1. 노후관로의 갱신 ····· 52
2-2. 신규 관로의 장수명화 추진 ····· 54

3. 각종 시설물 및 기계·전기시설 등의 적정관리 ····· 57
3-1. 각종 시설물의 내진보강 ····· 57
3-2. 기계·전기시설 등의 장수명화 추진 ····· 59


## Ⅳ. 위기관리


1. 수돗물 생산 및 공급과정별 위기관리 ····· 63
1-1. 낙동강 원수 수질사고 대응 ····· 63
1-2. 정수장 수질사고 대응 ····· 65
1-3. 염소소독시설의 교체 ····· 67
1-4. 관로의 파열사고 등의 대응 ····· 68
1-5. 정전대비 정수장 비상대책관리 ····· 71

2. 사이버보안 위기관리 ····· 72
2-1. 데이터센터 원격지 백업 ····· 72
2-2. 사이버보안 위협 대응 ····· 73


## Ⅴ. 고객·사회에 기여


1. 고객과의 대화 ····· 76
1-1. AnyTime AnyWhere 시민공감「포털 고객센터」구축 ····· 76
1-2. 상수도 전분야 SNS, 동영상을 통한 적극 홍보 ····· 79
1-3. 고객에 대한 다양한 서비스 제공 ····· 81
1-4. ICT신기술 도입한 원격검침 추진 ····· 82

1-5. 사회적 약자를 위한 감면 서비스 제공 ····· 83
1-6. 순수365 행복나눔사업 추진 ····· 84

2. 사회에의 공헌 ····· 86
2-1. 친환경 에너지 도입추진 ····· 86
2-2. 에너지 절감시책 적극 추진 ····· 88
2-3. 정수슬러지 친환경적 활용연구 ····· 89

3. 국내외 수도사업 공헌 ····· 90
3-1. 국내·외 교류를 통한 수도기술 발전 ····· 90
3-2. 지역 상수도 산업 육성 추진 ····· 91

## Ⅵ. 경영관리

1. 인력·조직 혁신 ····· 94
1-1. 유능한 인재확보를 위한 노력 ····· 95
1-2. 직원 전문성 향상을 위한 교육·훈련센터 및 지식은행 운영 ····· 97
1-3. 지역사업소의 대사업소로 전환추진 ····· 98
1-4. 상수도사업의 공단위탁 추진 ····· 100

2. 재정운영 혁신 ····· 101
2-1. 경영분석을 통한 생산원가 절감 ····· 101
2-2. 자산관리시스템 구축 ····· 103
2-3. 중장기 재정분석 및 투자재원 확보 ····· 104

* 수도사업 가이드라인 업무지표 일람 ····· 107

# 「부산상수도 마스터플랜」을 발행하면서

오 거 돈
부산광역시 시장

1886년, 서구 동대신동 보수천에 대나무를 깎아 수도관을 만들고 둑을 축조하여 대청동 배수지를 통해 물을 공급한 것이 우리나라 수도설비 역사의 시작이라 할 수 있습니다.

근대 부산시의 상수도 사업은 일제강점기 1932년 범어정수장과 법기수원지 준공으로 시작이 되었습니다. 그 당시 부산시의 인구는 약 1만 6천명이었으나, 86년이 지난 2018년말 현재 약 350만명의 도시로 성장하였습니다. 2018년 7월에 출범한 민선 7기는 "시민이 행복한 동북아 해양수도 부산"을 목표로 다시 한번 부산을 도약시키려 합니다.

상수도는 이러한 도시성장과 함께 보다 나은 시민생활을 위하여 매우 중요한 인프라이지만 부산시는 광역도시 중 유일하게 댐 용수를 확보하지 못하고, 낙동강 최하류의 물을 수자원으로 이용하고 있습니다. 이로 인해 1991년도 구미시 페놀오염사고를 비롯한 매년 크고 작은 수질사고가 반복되고 있고, 수돗물에 대한 시민들의 불만이 높은 것도 사실입니다.

정부와 우리시는 이러한 낙동강 수질문제를 극복하기 위하여 크게 3가지 방향으로 업무를 추진해 왔습니다. 즉, 낙동강 수질개선 사업, 대체상수원 확보사업 및 정수장의 고도정수처리시설 도입 등 입니다. 1991년 페놀사고 이후 이러한 방향으로 정책을 지속해 왔지만, 아직도 만족할 만한 결과는 달성하지 못했습니다.

저는 부산시장으로서 이때까지 우리시가 추진해온 상수도 정책들을 뒤돌아보고, 우리 현세대 뿐만 아니라 미래세대를 생각하면서, 우리 시민들에게 안전하고 맛있는 물을 24시간 안정적으로 공급할 수 있도록 상수도정책을 펴가고자 합니다.

이 상수도 마스터플랜은 우리시 상수 사업의 경영방향을 책정하는 것으로써, 향후 10년간 중점적, 우선적으로 추진해야할 시책과 사업들입니다. 이러한 과제들을 성실히 실천해서 상수도사업이 장래에도 안정적으로 지속될 수 있도록 최선의 노력을 다하겠습니다.

앞으로도 우리시 상수도사업에 대한 많은 이해와 협력을 부탁드립니다.

2019년 9월

# I 들어가며

# Ⅰ. 들어가며

## 부산시 상수도 역사

부산시는 1886년 서구 동대신동 보수천 주변에서 상수도사업을 시작하였다. 대나무를 깎아 수도관을 만들고 둑을 축조하여 대청동 배수지를 통해 물을 공급하였다. 이후 1895년 보수천에 모래 등을 이용한 자연 여과장치를 설치하였으며, 대청산에 배수지를 설치하고, 구경 150㎜ 토관을 사용하여 공용급수전 70개소에 공급한 것이 부산의 '근대적' 상수도의 기원이라 할 수 있다.

그림 Ⅰ-1. 대신동 보수천 대나무 죽관 사용 (고종 23년 1886년)

## 부산시 자체수원의 이용

도시의 발전에 있어 용수확보는 필수적인 요소이다. 부산시도 도시의 발전과정에서 용수를 확보하기 위하여 많은 노력을 해왔다. 1960년 이전까지 부산시는 주로 회동수원지, 성지곡 수원지, 법기수원지, 구덕수원지 등에서 주로 생활용수와 공업용수를 확보해 왔다. 그러나 1970~80년대 도시의 확장과 산업공단의 입지 등으로 많은 용수가 필요하게 되었고, 기존의 시역내 수자원으로는 부족하게 되었다.

## 낙동강을 부산시의 수자원으로 활용

부산시는 시역내 자체 수자원의 부족을 극복하기 위하여 1960년 후반부터 낙동강에 의존하기 시작했다. 1966년 낙동강수계의 하류인 물금에 취수장을 설치하였고, 1975년에 물금취수장의 확장과 화명정수장을 신설하였다. 이후 1995년 당시 아시아에서 최대의 시설용량인 155만톤/일 규모로 매리취수장과 덕산정수장을 설치함으로써 수량적인 문제는 해결하였다. 그러나, 낙동강에

의존함으로써 갈수기에 해수가 취수장까지 역류되어 취수의 중단 및 제한급수 문제가 종종 발생하였다. 이러한 생활, 산업 및 농업용수를 안정적으로 확보하기 위하여 정부는 1985년부터 낙동강 하구둑의 축조를 시작하여 1987년에 완공하였다.

## 낙동강의 수질문제에 대한 대응

낙동강의 하구둑 축조로 안정적인 수자원은 확보하였으나 대구, 구미 등의 낙동강 상류에 위치한 도시 및 공단 등에서 발생하는 하수 및 폐수 등으로 인해 낙동강 하류는 수질에 매우 취약한 구조적인 문제가 있었다. 특히, 1991년초에 발생한 구미공단의 페놀유출사고로 부산의 수돗물에서 악취가 심하게 발생하게 되었고, 몇 일간 급수를 중단했다.

정부와 부산시는 이러한 문제를 크게 두 가지 방향으로 대처하고자 하였다. 하나는 낙동강 물보다 수질이 좋은 청정원수를 부산 인근인 경남지역에서 확보하여 공급하는 방안이다. 이 청정원수의 수자원으로 남강댐, 합천댐, 강변여과수 등이 거론되었고, 1990년 중반부터 현재까지 국가사업으로 추진되고 있지만, 경남도 및 해당지자체, 지역주민들의 반대로 아직도 답보상태에 있다. 둘째는 낙동강물의 수질상태를 고려하여 정수장에서 처리시설을 보완하여 깨끗한 수돗물을 생산하는 것이다. 1989년부터 부산시는 전국 최초로 화명정수장에 모래여과 등 재래식 정수처리공정에서 오존 및 입상활성탄 공정을 추가한 고도정수처리 공정을 도입하였다. 1995년부터 덕산 및 명장정수장에도 고도정수처리공정을 도입하여 낙동강의 수질악화에 대응할 수 있도록 하였다.

## 안전하고 맛있는 수돗물 생산을 위한 대응방향

그러나 4대강 사업이후 낙동강의 수질은 또 한번 크게 바뀌고 있다. 4대강 사업으로 낙동강 상류에 보의 건설로 수량이 증가함으로써 어떤 시기에는 수질이 좋으나 갈수기 때에 상류부터 고농도의 조류가 발생하여 하류에 영향을 미쳐 현재의 정수처리시스템으로는 대응이 어렵게 되었다. 아울러, 물에 대한 분석기술의 발달로 이전에는 검출하지 못했던 미량유해화학물질들이 검출됨으로써 이에 대한 대응도 절실하게 되었다.

이러한 현재의 문제점을 극복하기 위해서는 페놀사고 때처럼 결국 두가지 방향으로 접근할 수밖에 없다. 하나는 부산시민의 안전한 생존권 확보차원에서 낙동강물보다 깨끗하고 안전한 수자원을 확보하기 위해 정부, 경남, 기초지자체 및 경남지역 주민들과 계속 상생방안을 모색해 가는 것이다. 둘째는 기존 고도정수공정을 더욱 보강하여 안전하고 맛있는 물을 생산하는 것이다. 특히, 고농도 조류는 물론 새롭게 검출되고 있는 미량유해화학물질에 대응하기 위해 2000년 이후 새로운 수처리 기술로 인식되고 있는 막여과공법(NF, RO 등)을 도입하는 것이다. 아울러, 정수장에서 깨끗하게 생산된 물을 가정의 수도꼭지까지 유지하기 위해서는 상수관로, 배수지, 가정물탱크 등 공급과정에서의 수질관리도 매우 중요함으로 이에 대한 적극적인 대응도 필요하다.

## 마스터플랜이 지향하고자 하는 목표

이 마스터플랜은 현재의 시점에서 미래를 바라보고, 부산시민들에게 안전하고 맛있는 물을 안정적으로 공급하기 위한 방안을 실현하기 위한 것이다. 그러기 위해선 현재까지 추진해온 부산시 수도정책을 뒤돌아보고, 긍정적인 면은 더욱 적극적으로 추진하고, 부족한 점은 더욱 보강하여 단기적인 실천(민선 7기)은 물론 장기적인 비전을 제시한다.

또한, 수도사업자로서 수돗물을 사용하는 고객, 즉 시민들에 대한 서비스 개선방안과 공기업으로서의 역할, 즉 공공성과 함께 기업으로서의 효율성 추구에 대한 고민도 함께 담았다. 나아가, 상수도사업은 우리 부산이 지속되는 한 차세대에게 이어주어야 할 사업이기 때문에 이를 위한 인재의 육성 및 관리, 뒷받침해 줄 수 있는 조직관리 체계 및 재정확보 문제도 상당히 중요함으로 이에 대한 것도 함께 담았다.

## 마스터플랜의 구성 체계

이 마스터플랜의 구성은 수도사업의 근간을 이루는 수도 기간시설의 적정관리로 ① 고품질 수돗물 지향 ② 안정적인 공급체계 구축 ③ 상수도 사고 위기관리 대응 ④ 수도기업으로서 공공성 역할을 주안점으로 한 고객서비스, ⑤ 효율적인 경영관리를 위한 인력, 조직, 재정 등 기업으로서의 역할로 구분하여 구성되어 있다.

또한, 이 마스터플랜의 주요사업과 예산집행 사항은 향후 수도정비기본계획에 반영하여 추진 할 계획이다.

그림 Ⅰ-2. 마스터플랜 구성 체계도

# Ⅱ 고품질 수돗물 지향

1. 청정상수 원수확보
2. 정수시설 재구축
3. 관로에서의 수질개선
4. 배수지 확충 및 수질관리
5. 직결급수의 추진
6. 고품질을 향한 전과정 수질관리

# Ⅱ. 고품질 수돗물 지향

시민들에게 안전하고 맛있는 수돗물을 공급하기 위하여 원수확보, 정수과정, 관로공급 및 수도꼭지까지 최상의 수질을 확보해 가도록 한다. 이를 위해선 기존의 방식을 재검토하고, 미래를 위한 새로운 비전을 설정하고 이의 실현을 위한 정책들을 발굴해 간다.

## 1. 청정상수 원수확보

수도사업에서 가장 기본이고 중요한 것이 질 좋고 풍부한 수자원의 확보다. 부산은 낙동강 하류에 위치하고 있어 수량적인 면은 문제가 없으나 수질적인 면에서 많은 문제를 안고 있다. 이것이 부산시민들이 수돗물을 불신하는 근본적인 원인이다. 이를 해소하기 위해 우리시는 시역 내는 물론 시역 외 인근지역을 포함해서 안전하고 안정적인 수자원의 확보에 많은 노력을 기울이고 있다.

사실 우리시 자체 상수원으로 사용하고 있는 회동 및 법기수원지가 있으나 그 용량이 크지 않고, 우리시의 대부분 상수원수는 낙동강물에 의존하기 때문에 부산시민에게 있어 낙동강 물은 생명수나 다름없다. 우리시는 낙동강 수질개선은 물론 낙동강의 수질사고 혹은 수질악화에 대비하여 계속 대체상수원 확보에도 많은 노력을 기울일 수밖에 없다.

### 1-1. 부산시 자체 상수원수 확보노력

#### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 생활용수 등을 낙동강에서 약 90% 이상 취수하고, 나머지는 우리시의 자체 상수원인 회동수원지와 법기수원지에서 취수하고 있다.

〈2018년 부산시의 취·정수량 현황〉

(단위 : ㎥/일)

| 구 분 | 계 | 낙동강 표류수 | | | 호소수 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 소 계 | 덕산(매리) | 화명(물금) | 소계 | 명장(회동) | 범어사(법기) |
| 평균 취수량 | 1,086,690<br>(100%) | 968,935<br>(89.2%) | 596,479<br>(54.9%) | 372,456<br>(34.3%) | 117,755<br>(10.8%) | 116,779<br>(10.7%) | 976<br>(0.1%) |
| 평균 생산량 | 1,046,015 | 948,674 | 588,416 | 360,258 | 97,341 | 95,659 | 1,682 |

* 갈수기(2018.1월~ 3월, 78일간) 물금취수장에서 회동수원지로 보충 : 45,500㎥/일

즉, 우리시는 자체적으로 확보할 수 있는 수량이 적고, 90%이상을 낙동강 물에 의존한다. 만약 낙동강에 문제가 생길 경우 우리시의 용수확보가 매우 곤란하므로 우리시의 자체수원인 회동수원지와 법기수원지는 비상급수원으로서 중요한 역할을 수행한다.

법기수원지

회동수원지

그림 II-1. 수원지 전경

〈부산시 수원지(댐) 현황〉

| 구 분<br>(위치) | 시설연도 | 유역면적<br>(㎢) | 총저수량<br>(천㎥) | 댐 높이<br>(길이) | 일평균 취수량<br>(㎥/일) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 회동수원지<br>(금정구 회동동) | 1946년<br>(1966년 증고) | 93.02 | 18,507 | 35.8<br>(168.1m) | 98,535 | 콘크리트댐 |
| 법기수원지<br>(양산 동면 법기리) | 1932년 | 6.85 | 1,507 | 21.2m<br>(258m) | 1,698 | 흙댐 |

- 회동수원지의 깨끗한 수질을 유지하기 위해서는 상류지역을 상수원보호구역으로 지정하고 관리하는 것이 불가피하나 지역주민들은 토지이용제한 등에 대한 불만이 매우 높음으로 이에 대한 적절한 배려가 필요하다.
- 상수원보호구역중 민감한 지역은 토지매수 등을 통해 보상하고, 수원림 등으로 조성하는 것이 바람직하나 토지수용에 대한 제도적인 장치가 없어 개선이 필요하다.

## 나. 주요 대책

■ 시역 내 확보하고 있는 수원지의 수질개선 및 용량확충에 노력한다.

- 상수원보호구역내 오염물 발생 최소화 및 토지매입 등에 의한 수원림(수목의 물 저장기능, 수질정화 기능, 강우 시 토사유출 방지기능 등) 조성 등을 추진한다.
- 수원지의 용량확보를 위해 주기적으로 퇴적토 준설 등을 추진한다.
- 상수원보호지역내 토지에 대한 합리적인 관리방안을 마련하고, 필요한 경우 상수원보호지역내 수변 일정부분에 한해 토지를 수용할 수 있는 제도를 도입하도록 추진한다.

**추진과제**

① 회동 및 법기수원지의 주기적인 준설사업으로 최대 저수용량 확보
② 상수원보호구역 민감지역의 토지매입 및 수원림 조성(필요시 제도개선)

## 1-2. 낙동강 상수원수의 수질개선

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 생활용수와 산업용수를 낙동강에서 약 90% 이상을 취수하기 때문에 낙동강의 수질변화에 민감할 수밖에 없다. 즉, 낙동강의 수질이 좋으면 정수장에서 안정적으로 깨끗한 물을 생산할 수 있으나, 그렇지 않을 경우 정수장 운전이 어렵고, 수질도 상대적으로 떨어질 수 밖에 없다. 그렇기 때문에 수돗물의 생산에 있어 깨끗한 원수의 확보는 매우 중요하다.
- 특히, 우리시는 1991년 페놀사고로 수돗물에서 심한 악취가 나는 고통을 겪었고, 이후 1994년 벤젠, 톨루엔 검출, 2004년 1,4-다이옥산 검출, 2006년 퍼클로레이트 검출 등 미량의 유해화학물질들이 계속 낙동강에서 검출되었고, 이로 인해 부산의 수돗물에 대한 불신감은 더욱 높아졌다.

**낙동강 주요 수질오염 사고**

| 시기 | 사고 |
|---|---|
| 1991년 | 페놀 유출 |
| 1994년 | 벤젠·톨루엔 검출 |
| 2004년 | 1, 4-다이옥산 검출 |
| 2006년 | 퍼클로레이트 검출 |
| 2008년 | 페놀 유출 |
| 2012~2013년 | 불산 유출 |
| 2018년 | 과불화화합물 검출 |

그림 II-2. 낙동강에서 유해화학물질 검출사례

- 정부에서도 1991년 낙동강의 페놀유출사고 이후 부산의 물문제를 해결하기 위해 대체상수원(남강댐, 합천댐 등) 사업과 함께 낙동강의 수질개선을 위해 2002년 "낙동강 수계관리 및 주민지원에 관한 법률(이하 「낙동강수계법」이라 한다)"을 제정하였다. 이 법에 따라 물이용부담금, BOD 총량규제 등이 도입되었고, 이러한 제도로 인해 부산시민들은 낙동강 수질개선에 많은 비용을 지불하게 되었지만, 낙동강 수질이 개선되어 맑은 상수원수를 확보할

수 있을 것으로 기대하였다.

## 낙동강 수질은 BOD[1] 개선, COD[2] 악화

- 그러나, 낙동강수계법 제정이후 17년이 흐른 현재 낙동강의 수질은 BOD는 약간 개선되었으나 COD는 오히려 악화된 경향을 보여주고 있다.

그림 II-3. 낙동강 하류에서 BOD, COD 농도의 연도별 추이

- 이러한 수질추이로 추정해보면, BOD를 유발하는 주요 오염원인 생활하수는 하수처리장 등의 건설로 상당히 줄어들었으나 BOD 총량규제에 따라 줄어든 BOD 할당량 만큼 신규 오염유발시설을 설치할 수 있어, 오히려 동일기간에 낙동강 상류 지역의 산업공단은 102개소(2002년)에서 264개소(2018년)로 증설 혹은 추진 중이다.
- 이는 대개 공단에서 발생하는 폐수는 생물학적 난분해성 오염물질이 많아 BOD로는 낮으나 COD는 오히려 높은 경향을 보여주는 것으로 상수원수로서는 더욱 좋지 않은 결과가 초래되었다.

## 4대강 사업이후 고농도 조류의 발생

- 4대강 사업으로 낙동강에 8개의 보가 건설되어 하천수량 확보면에서는 크게 향상되었으나 낙동강 표류수의 유속이 저하하게 되었고, 수온 및 일조량이 증가하는 여름철에는 고농도의 조류가 발생하여 정수처리에 많은 어려움을 주고 있다.

1) BOD(㎎/L) : 생물화학적 산소요구량(생활환경 기준, 3이하 약간좋음, 5이하 보통, 8이하 약간나쁨)
2) COD(㎎/L) : 화학적 산소요구량(생활환경 기준, 3이하 좋음, 5이하 보통, 8이하 약간나쁨)

〈낙동강(물금) 남조류(마이크로시스티스) 발생현황〉

| 년도 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 세포수 (7~8월) | 2,939 | 1,843 | 457 | 52,067 | 19,849 | 8,312 | 6,576 | 8,874 | 2,428 | 47,343 | |

* 남조류의 개체수가 10년간 15배 증가

### 미량유해화학물질의 새로운 대두

- 최근 수질분석 기술의 발전으로 과거 제대로 알려지지 않았던 미량화학물질들이 새롭게 대두되었고, 점점 수질에 대한 시민들의 욕구도 증가함에 따라 이에 대한 적절한 대책이 필요하게 되었다. 특히, 낙동강 원수에서 니트로사민류, 과불화화합물 등이 검출되었고, 이러한 물질 중 일부는 극미량이지만 정수된 물에서도 검출됨으로써 정수장에서 새로운 대책이 필요하게 되었다.

## 나. 주요 대책

- 낙동강 수질개선을 위해서는 중앙정부와 상류 지자체에서 적극적인 의지를 가지고 시행해야 목표를 달성할 수 있다. 그러나, 상류 지자체는 해당지역의 발전을 위해 개발사업이나 공단유치 등을 선호함으로써 낙동강의 수질개선을 강력히 원하는 부산시민들의 여론과는 배치될 수밖에 없다.
- 정부는 이러한 상호대립 입장을 고려해서 2002년 '낙동강수계법'을 제정하였고, 이 법에 따라 부산시민들도 낙동강 수질개선을 위해 물이용부담금을 지원해 왔으나, 17년이 지난 현재의 시점에서 낙동강의 수질은 더욱 악화되었다. 따라서, 부산시는 「낙동강수계법」에 대한 전면 재검토와 함께 중앙정부에 낙동강 수질개선을 위해 더욱 강력한 정책을 요구할 수밖에 없다.
- 낙동강의 수질개선을 위해서는 i) 상류지역의 공단, 도시개발 억제 등을 통해서 신규 오염물질 유발요인들을 차단하고, ii) 기존 공장 등의 오염물질은 배출기준을 강화하는 제도개선 및 정부지원 정책을 강화할 필요가 있고, iii) 법적 기준치 내 방류된 오염물질들도 가능한 하천에 유입되기 전에 저류시설 혹은 수변구역 등에서 정화되도록 시설을 설치한다.
- 우리시는 현재 이러한 방향으로 「낙동강수계법」의 개정을 건의해 가고 있다.
  - 낙동강 중상류에 일정규모 이상 개발사업 추진 시 '낙동강수계관리위원회'에 심의 추진
  - 낙동강 상류지역 공업단지, 공장 등의 폐수방류수 기준을 보다 강화하고, 방류수를 처리하기 위한 완충 저류시설을 설치

- 현재 낙동강수계법의 BOD총량규제에 더하여 COD 혹은 TOC 총량규제를 도입하도록 제도개선
- 상수원수를 취수하는 취수구 상류 일정지역을 수변구역으로 지정

## 추진과제

① 낙동강수계법 개정 (개발행위의 사전심의, 수변구역확대 등)
② COD 혹은 TOC 총량규제 도입

# 물이용부담금 제도

이 제도는 1999년에 "한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한법률"(이하 한강수계법)이 만들어진 것을 계기로, 2002년 낙동강수계의 수자원과 오염원을 적절하게 관리하고, 상수원 상류지역의 수질 개선과 주민지원사업을 효율적으로 추진하기 위하여 "낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률" (이하 낙동강수계법)을 제정하였다.

그러나, 이 법은 한강수계법이 팔당호의 수질개선을 위해 그 상류지역 오염물질의 수처리를 위한 시설지원 및 토지이용 제한을 받는 주민들을 지원해 주는 것이 주목적인데 비해, 낙동강수계법은 낙동강 전체 수계의 수질개선과 댐 상류 일부 토지이용제한을 당하는 주민들에게 지원해 줌으로써 법적용의 상당한 차이가 있다.

이 법 제정(2002년) 이후 부산시민들은 2017년까지 물이용부담금을 6,862억원을 부담하였고, 전체 물이용부담금의 약 60%를 상류지역의 수질개선을 위해 하폐수처리시설 건설 및 운영 등에 투자하였지만, 낙동강 수질은 오히려 악화됨으로써 이 제도에 대한 근본적인 문제점과 개선방향을 위한 재검토가 필요한 실정이다.

〈물이용부담금 시도별 납부현황(2002~2017년)〉

(단위 : 억원)

| 구분 | 합계 | 부산 | 대구 | 울산 | 경북 | 경남 | 수자원공사 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 사업비 | 28,447 | 6,862 | 6,214 | 361 | 4,261 | 4,347 | 6,402 |
| 비중(%) | 100 | 24.1 | 21.8 | 1.3 | 15.0 | 15.3 | 22.5 |

* 2017년 부산시의 부담금: 약 540억원

〈각시도별 기금지원 금액(2002~2017년)〉

(단위 : 억원)

| 구분 | 합계 | 부산 | 대구 | 울산 | 경북 | 경남 | 강원 | 전북 | 수공 | 사무국 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 사업비 | 29,029 | 673 | 2,616 | 35 | 11,135 | 8,411 | 273 | 82 | 60 | 5,744 |
| 비중(%) | 100 | 2.3 | 9.0 | 0.1 | 38.4 | 29.0 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 19.8 |

〈물이용부담금 사용내역(2002~2017년)〉

(단위 : 억원)

| 계 | 환경기초시설 설치운영 | 토지매수 사업 | 주민지원 사업 | 비점시설설치 등 | 오염총량 관리 | 기본 경비 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29,029<br>(100%) | 17,370<br>(59.8) | 4,663<br>(16.1) | 4,189<br>(14.4) | 1,676<br>(5.8) | 677<br>(2.3) | 454<br>(1.6) |

## 1-3. 낙동강 대체상수원 확보

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 1991년 페놀사고 이후 식수문제를 해결하기 위해, 낙동강 주변에 기 형성되어 있는 대도시 및 산업단지에서 나오는 하·폐수를 근원적으로 차단하여 수질을 개선하기에는 한계가 있다고 판단하고, 그 대안으로 낙동강의 대체상수원을 확보하는 광역상수도 사업에 많은 노력을 기울여 왔다. 실제 우리시를 제외한 특·광역시는 상수원수를 대부분 댐이나 댐 하류에서 취수함으로써 깨끗하고 안전한 수자원을 상수원수로 이용하고 있다.

〈특·광역시 취수원(댐용수) 확보 현황〉

| 구 분 | | 서울 | 인천 | 대전 | 대구 | 광주 | 부산 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 취수원 | 댐용수 | 팔당댐 | 팔당댐 | 대청댐 | 운문댐 | 주암댐 | - | |
| | 표류수 | 한강 | 한강 | - | 낙동강 | 황령강 | 낙동강 | |

그림 Ⅱ-4. 특·광역시의 취수원 수질(BOD)현황 (출처 : 환경부 물환경정보시스템)

- 광역상수도사업은 국가에서 추진해야 할 사업으로, 우리시는 1995년부터 경남지역의 대체상수원(합천댐, 남강댐 등)을 개발하여 부산에 공급해 주도록 중앙정부에 계속 요청해 왔다.
  - 1995년 : 남강댐 활용 및 광역상수도 시설 건의(부산시 → 정부)
  - 1996년 : 합천군, 거창군 이해관계로 사업추진 유보

취수원 상류지역 상수원보호구역 지정으로 사유재산권 침해

- 2004년 : 건설교통부(現 국토교통부) 수도정비기본계획에 재반영
  개발계획 : 100만㎥/일(합천댐 50, 남강댐 50)
- 2006년 : 「경남·부산권 광역상수도사업 시행방안 기본조사」 용역완료
  합천댐용수 50만㎥/일 우선개발, 취수지점은 황강하류 44km 지점
- 2008년 : 「경남·부산권 광역상수도사업」 정부사업 추진발표
  남강댐 65만㎥/일, 창녕 강변여과수 68만㎥/일 개발 (사업비 15,415억원)
  총133만㎥/일 개발 (동부경남 38만㎥/일 우선공급, 부산 95만㎥/일 공급)

그림 II-5. '경남·부산권 광역상수도 사업' 개념도 (2008년)

## 나. 주요 대책

- 우리시는 정부의 '경남·부산권 광역상수도사업'이 답보상태에 있어 자체적으로 대안을 모색하고자 조사용역을 실시하여 경남주민들과 환경단체들이 동의할 수 있는 대안을 만들기 위해 노력하였다.
  - 그 결과 댐이 아닌 남강이나 황강(합천댐 하류)의 하류부(즉 낙동강 합류 전)에 취수원 개발, 강변여과수(하천 고수부지내의 하상여과) 개발, 해수담수화 시설 등이 대안으로 제시되었고, 이를 중앙정부에 건의하였다.
- 또한, 부산지역의 물 공급에 대한 경남지역의 부정적인 정서를 충분히 파악하여 지역상생과 발전차원에서 청정수자원이 있는 지자체에 대한 지원방안 등을 함께 모색해 간다.

### 추진과제

① 중앙정부와 함께 수자원을 제공하는 경남지역에 대해 상생지원 방안 강구

## 1-4. 해수(기수) 담수화 도입

### 가. 현황 및 과제

- 낙동강 물보다 청정원수는 아니나 부산은 여건상 바다와 가까이 접하고 있고, 바닷물을 상수원으로 활용하는 기술인 해수담수화 및 하굿둑 개방에 대비하여 기수담수화 사업에 관심을 가지고, 미래의 물 산업 육성과 함께 연계하여 추진한다.
- 바다는 기존 수자원(하천, 댐, 지하수 등)을 대체하는 상수원으로서 수처리의 기술개발(해수담수화)을 통해 물문제를 극복하고자 한다. 현재 해수담수화 시설은 전 세계 120여 개국, 13,000개소에서 가동 중에 있다.

그림 II-6. 세계 담수화 시설 현황

- 우리시는 2009년 국가사업으로 해수담수화 R&D사업(45,000톤/일, 사업비 1,255억원)을 기장군 대변리 지역에 유치하여 2014년에 완공하였다. 그러나, 이 시설은 인근 고리원전의 방사능(삼중수소) 오염을 우려한 기장군 일부 주민들의 반대로 운영하지 못하고, 민선 7기 들어 인근 공단 등에 산업용수로 공급하는 것으로 추진하고 있다.
  - 해수담수화 기술(RO막 기술)은 정수처리 분야에서 고급기술이지만, 기장의 사례에서 보듯 지역 주민들의 동의가 필수적이다. 또한, 초기투자비 및 운영비도 기존 정수공정보다 2~3배 정도 비싸므로 이를 극복해야 하는 문제도 있다.
  - RO막 기술을 해수가 아닌 낙동강물의 미량유해화학물질 처리를 위해 도입을 검토한다.

### 나. 주요 대책

- 해수(기수) 담수화 시설은 우리시의 물산업 육성차원에서 강서구 구(舊)공업정수장에 담수화 클러스터 조성, 기장 해수담수화시설과 연계하여 추진한다.
  - 해수담수화 시설은 초기비용과 운영비용이 많이 들기 때문에 국가적인 정책방향(국비지원 등)과 우리시의 대체상수원 확보사업, 낙동강 수질개선 및 정수장의 고도처리시설 보강 등을 고려하면서 추진한다.

- 또한, 향후 낙동강 하굿둑 전면 개방 시 기존 물금, 매리취수장의 염분유입에 대비하여 염분처리 정수공정 도입 등을 검토하고, 앞으로 해수(기수)담수화 사업은 충분한 기술적 검토와 함께 지역주민의 공감대를 형성하면서 추진토록 한다.

## 추진과제

① 담수화 클러스터 등 물산업 육성추진(5-3절)
② 해수(기수) 담수화 사업 추진(장기)

## 2. 정수시설 재구축

정수장은 수도사업에서 가장 중요한 핵심시설로서, 도시가 처해 있는 수자원의 위치, 원수 확보 가능량, 수질 등의 상황에 따라 정수장 규모나 처리시스템이 달라진다. 특히, 고품질 수돗물의 생산 뿐만 아니라 도시 곳곳에 안정적으로 수돗물을 공급하기 위해서는 정수장을 적절하게 분산 배치하고, 생산량도 서로 비슷하게 운영하는 것이 바람직하다.

시민들에게 보다 안전하고 깨끗한 수돗물을 공급하기 위해서 현재 추진하고 있는 청정원수 확보사업 이외에 정수장에서 정수처리기능을 더욱 보강할 필요가 있다. 우리시는 3개 정수장에 고도정수처리 시설인 오존 및 입상활성탄 시설들이 도입되어 있으나 최근 고농도의 조류 발생이나 과불화화합물[3], 니트로사민류와 같은 미량유해화학물질의 검출로 정수공정을 더욱 강화할 필요가 있다.

〈부산시 정수장별 시설현황〉

(천㎥/일)

| 구 분 | 명장 | 화명 | 덕산 | 범어사 |
|---|---|---|---|---|
| 시설용량 | 190 | 544 | 1,157 | 8 |
| 정수방식 | 급속여과<br>고도정수 | 급속여과<br>고도정수 | 급속여과<br>고도정수 | 완속여과<br>- |
| 시설연도 | 1946~2004 | 1972~1982 | 1983~1995 | 1927~1932 |
| 수 원 | 회동수원지 | 낙 동 강 | 낙 동 강 | 법기수원지 |

* 덕산정수장 시설용량 1,157천㎥/일 중 생활용수 805천㎥/일, 공업용수 352천㎥/일

일반적으로 기존 정수장의 구조를 바꾸는 작업은 수돗물을 계속 생산하면서 공사를 해야 하기 때문에 장기간 소요되고, 비용도 많이 든다. 또한, 한 정수장을 공사하려면 미리 부산시 전체 정수장의 생산능력을 검토한 후 미리 다른 정수장의 생산여유 능력을 확보한 이후에 본 공사를 추진하는 것이 필요하다.〈그림 Ⅱ-7〉 따라서, 정수시설을 재구축하기 위해서는 장기간 많은 비용이 소요됨으로 계획을 잘 세워 추진하는 것이 무엇보다 중요하다.

현재 우리시의 대규모 정수장은 덕산, 화명, 명장정수장으로 시설이 노후화되어 있기 때문에 개량이 필요하다. 낙동강수질의 악화, 시역내 안정적인 수돗물 공급을 위한 정수장의 생산능력 재분배, 향후 낙동강의 대체상수원으로 청정원수의 확보 상황을 고려하면서 정수처리시설을 재구축해 간다.

3) 과불화화합물 : 탄화수소의 기본 골격 중 수소가 불소로 치환된 형태의 물질 총14종을 통칭한 것으로 대표적인 것은 과불화옥탄산(PFOA), 과불화옥탄술폰산(PFOS), 과불화헥산술폰산(PFHxS)이 있고, 과불화화합물은 표면보호와 방수효과가 뛰어나 프라이팬 등 조리기구, 종이, 광택제, 등산복 등 광범위하게 사용되고 있다.

그림 II-7. 정수장 정비를 위한 과정 개념도

이 마스터플랜을 수립하기 전에는 화명, 덕산정수장은 낙동강 이외의 대체 상수원수가 확보되면 개량하는 것으로 추진을 미루어 왔다. 이렇게 계속 정수장 개조를 미루게 되면 현재 일어나고 있는 문제점들에 대해 전혀 대응할 수 없다. 또한, 향후 장기적으로 대체상수원수도 확보하지 못하고, 정수장의 시설만 노후화되어 버리면 그때는 어떻게 할 수 없는 한계상황에 부딪힐 수밖에 없다. 따라서 이러한 궁극적인 상황에 부딪히지 않기 위해서는 지금부터 착실히 준비해 가는 것이 필요하다.

이 마스터플랜에서는 정수장의 원수를 낙동강 물과 현재 대체 상수원으로 거론되고 있는 남강 및 황강 하류부, 강변여과수 등의 도입을 가정하여 장기적인 관점에서 정수처리시설을 개량하도록 추진한다.

## 2-1. 정수장 시설능력 재검토 및 정비방향 설정

### 가. 현황 및 과제

- 정수장의 생산능력은 환경부의 "상수도 시설기준"에 따라 산정하지만 실제 운영과정에서는 원수의 수질에 따라 크게 변동한다. 원수수질이 좋으면 각 정수공정에서 체류시간이 짧아도 적정 수질의 확보가 가능하기 때문에 많은 양을 생산할 수 있지만, 수질이 좋지 않으면 체류시간이 길어져 생산량을 줄여 운전할 수 밖에 없다.

- 그동안 우리시는 경영효율화 측면에서 정수장 시설의 가동율[4]과 이용율[5]이 낮아 효율이 떨어진다는 이유로 정수장의 가동율을 높이기 위해 불필요한 시설의 폐쇄 또는 정비를 추진하여 왔다.
  - 2000~2007년, 노후된 소규모 정수장(7개소, 77천톤/일) 폐쇄
    동부·서부·이천(2000년), 신평(2002년), 오륜·월내(2006년), 좌천(2007년)
  - 2016. 1월, 정수장 기술진단에 따라 성능평가 용량으로 변경 승인(환경부)
    덕산 1,555천톤/일 → 1,157천톤/일, 화명 600천톤/일 → 544천톤/일,
    명장 280천톤/일 → 190천톤/일
  - 2017. 9월, 강서 공업용수정수장을 폐쇄하고, 덕산정수장(2정수 계통)으로 이전 및 통합 운영함에 따른 시설용량 변경 승인(환경부)
    덕산 1,157천톤/일 → 생활용수 805천톤/일, 공업용수 352천톤/일

| 2014년 | ⇨ | 2015년 | ⇨ | 2016년 | ⇨ | 2017년 | ⇨ | 2018년 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60.5% | | 61.4% | | 77.7% | | 75.8% | | 74.1% |

그림 Ⅱ-8. 부산시 정수시설 가동율 추이

- 2018년말 기준 전체 정수장의 가동율 74%, 이용율 65% 정도로 환경부에서 정한 기준치에 적합하나 우리시의 정수장 특성상(화명, 덕산정수장의 맥동식 침전지) 낙동강 원수의 수질이 나쁠 경우, 특히 고농도의 조류가 발생하면 맥동식 침전지는 기능이 현저히 떨어져 적정 생산량을 유지하기가 어렵다. 향후 정수장이 노후화되어 개량을 진행할 경우 시설능력에 여유가 없어 고농도 조류발생 시 상당한 어려움에 직면할 수 있다.

4) 가동율 : 일최대생산량에 대한 시설용량을 백분율로 나타내고, 적정가동율은 75%로 규정한다.
5) 이용율 : 일평균생산량에 대한 시설용량을 백분율로 나타내고 있다.

〈부산시 정수장 가동율(이용율) 현황〉

(2018.12.31.기준)

| 정수장 | 시설용량 (㎥/일) | 생산량(㎥/일) | | 가동율 (%) | 이용율 (%) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 일최대(일자) | 일평균 | | | |
| 계 | 1,547,000 | 1,146,925(9/22) | 1,014,444 | 74.1 | 65.6 | |
| 덕 산 | 805,000 | 646,800(2/13) | 545,079 | 80.4 | 67.7 | |
| 화 명 | 544,000 | 411,900(2/15) | 354,565 | 75.7 | 65.2 | |
| 명 장 | 190,000 | 129,786(2/15) | 113,878 | 68.3 | 59.9 | |
| 범어사 | 8,000 | 3,133(9/6) | 922 | 39.2 | 11.5 | |

- 우리시의 정수장은 낙동강 원수수질이 나쁠 때(고농도 조류나 고탁도 발생) 정수장의 운영이 매우 어려운데, 그 원인으로 맥동식 침전지가 거론된다. 맥동식 침전지는 원수가 양호한 곳에서는 유리하나, 낙동강처럼 오염물질의 부하변동이 심한 곳은 안정적인 처리에 매우 불리하다. 장기적으로는 전통적인 횡류식 침전지로 개조하는 것이 바람직하다.

■ 2018년말 수돗물 공급기준으로 덕산정수장이 54%, 화명 35%, 명장 11%인데, 이 중 덕산과 화명은 낙동강 표류수를 원수로 사용하고, 명장은 회동저수지를 원수로 사용하나 갈수기에는 회동저수지의 물이 부족하여 낙동강 표류수를 회동저수지로 보내어 사용한다.

- 사실 우리시는 덕산이나 화명정수장의 의존율이 너무 높아 연계관로, 펌프장 등에 문제가 생길 경우 혹은 낙동강 수질사고나 고농도 조류가 발생할 경우 수돗물 공급에 비상이 걸릴 수밖에 없는 구조적인 약점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 3개의 정수장에 서로 비슷한 양을 생산하도록 시설능력을 분산하는 것이 바람직하다.

그림 Ⅱ-9. 부산시 정수장별 급수구역도

- 특히, 명장정수장의 생산량을 늘리는 분산대책은 낙동강물을 회동수원지로 보낼 때 야간에 이송할 경우 전력비를 절약할 수 있고, 또한 낙동강 수질에 따른 선택적 취수가 가능하여 고농도 조류나 고탁도가 발생 시 취수를 피할 수 있는 장점이 있다.
- 명장정수장의 경우 처리용량은 19만톤/일이나 시설이 노후화되어 운영능력이 떨어져 평균 10만톤/일만 생산하고 있어, 시설가동율이 낮은 편이다. 향후 시설가동율을 최대로 올리면서, 시설개량 시 시설능력을 최대한 확충하는 것이 바람직하다.



## 나. 주요 대책

■ 정수장 개량에는 오랜 시간이 걸림으로 현재 발생한 문제점을 해결하기 위해 장기간에 걸쳐 단계적으로 계획을 세워 추진해 간다.

■ 먼저, 정수장의 정수시설의 전면적인 개량에 대비하여 노후화된 시설을 정비하여 현재 상태에서 생산능력을 최대한 발휘하도록 정비한다.
- 덕산, 화명정수장의 모래여과지, 오존처리시설, 입상활성탄조 등 노후화되거나 시설능력이 떨어지는 시설은 개선한다.

■ 둘째, 명장정수장의 노후화된 1개 라인을 전면 개량한다. 시역내 수돗물의 안정적인 공급을 위한 정수장의 분산대책 및 덕산, 화명정수장의 낙동강의 고농도 조류에 대한 취약점을 개선하기 위해 명장정수장의 생산량을 현재의 시설능력 19만톤/일에서 최대한 늘리도록 추진한다.
- 명장정수장은 도심지 내에 위치하고 있어 주변여건을 변화시키지 않는 범위 내에서 기존정수장의 시설들을 최대한 활용하여 개선목적(수질개선보다는 수량확대)에 맞도록 개량을 추진한다.

■ 셋째, 화명정수장 처리시설 중 일부(20만톤/일 정도)를 낙동강 및 강변여과수에서 검출될 우려가 있는 미량유해화학물질을 처리할 수 있는 시설을 도입한다. 처리공법으로는 기존 고도처리시설을 보완하거나 대체할 수 있는 막처리 공법(MF, UF, NF 혹은 저압RO 등)을 도입한다.

■ 넷째, 덕산정수장의 맥동식 침전지를 단계적으로 횡류식 침전지로 전환한다.
- 이때, 원수로 낙동강물을 계속 이용하고 있을 때는 전환을 추진하되, 낙동강물이 아닌 대체상수원이 확보될 경우 그에 맞는 공정을 선택한다.

■ 다섯째, 화명정수장과 마찬가지로 청정원수 확보 곤란 시 덕산정수장 처리시설 중 일부(20만톤/일 정도)를 기존 처리시설을 활용하면서 막처리 공법을 도입한다.
- 낙동강의 수질상황, 대체원수 확보 상황 등을 고려하면서 신중히 검토한다.

**추진과제**

① 덕산 및 화명정수장의 노후화된 정수처리 시설 개량
② 명장정수장 1개 라인 전면개량 및 확충
③ 화명정수장의 막처리 공법 도입
④ 덕산정수장 맥동식 침전지를 횡류식 침전지로 개량(장기)

## 2-2. 원수수질에 따른 정수시설 보강

### 가. 현황 및 과제

■ 여기서는 정수원수의 수질악화에 따른 대응방안을 모색해 본다. 부산의 경우 덕산과 화명정수장은 낙동강 물을 취수함으로써 낙동강의 수질변화에 매우 민감하다. 낙동강은 특성상 홍수기는 고탁도의 영향, 갈수기는 고농도 조류의 영향, 4계절 내내 상류의 미량유해화학물질의 영향 등 오염물질의 부하변동이 심하여 안정적으로 처리시설을 운영하기가 매우 어렵다. 부산의 정수장은 이러한 악조건에서도 안전하고 깨끗한 물을 생산할 수 있도록 정수시설을 구상하고 보강해 가야 한다.

그림 II-10. 부산시 3개 정수장의 연도별 유입원수 BOD 수질비교

- 낙동강 주변 취수장인 매리, 물금에 비해 회동수원지의 수질이 좋은 것을 알 수 있고, 또한 정수공정을 거친 처리수의 경우에도 회동수원지를 수원으로 이용하는 명장정수장이 소독부산물(THMs[6])이 적은 것을 알 수 있다〈그림 II-10, 11〉.

6) THMs : Trihalomethanes 총트리할로메탄

- 따라서, 원수의 수질이 좋으면 정수 후의 수질도 좋은 것으로 볼 때, 가능한 청정원수 확보에 주력하고, 불가피한 경우 정수처리시설로 보강하는 것이 바람직하다.

그림 II-11. 부산시 3개 정수장의 연도별 정수후의 THM 비교

■ 일반적으로 정수장에서 재래식 정수처리(침전지 + 모래여과지)는 주로 탁질물질을 제거하기 위한 것이고, 낙동강과 같이 미량유해화학물질들이 유입되는 곳이나 이취미를 제거해 물맛을 더욱 좋게하기 위하여 고도처리시설(오존 + 입상활성탄)을 도입하는데, 우리시의 3개 정수장은 고도처리시설이 도입되어 운영되고 있다.

그림 II-12. 부산시 3개 정수장의 정수처리 흐름도

- 최근 10년간 고농도의 탁도(500NTU이상)는 4대강사업 이후 줄어든 경향이 있으나 조류(50㎎/㎥이상) 농도는 더욱 높아지는 경향을 보이고 있는데, 고농도 조류가 발생하면 정수장 운영에 상당한 어려움을 겪는다.
  - 고탁도 발생시 화명정수장의 횡류식 침전지는 안정적으로 물을 생산할 수 있으나 고속응집침전지인 명장의 슬러지 순환형 침전지나 덕산, 화명의 맥동식 침전지는 제대로 처리하지 못하고 상당한 양의 미세플록이 모래여과지로 유입되어 처리에 부담을 준다.
  - 고농도 조류는 상대적으로 가벼워 침전하지 않고 부상하여 모래여과지에 많은 부담을 주게 됨으로 이에 대한 대책이 필요하다.
- 최근 문제가 되고 있는 미량유해화학물질(과불화화합물, 니트로사민류 등)도 원수 및 정수에서 법적 기준치 이하이지만 꾸준히 검출되고 있음으로 이에 대한 대책도 필요하다.

## 나. 주요 대책

- 현재의 원수수질과 기존 정수장의 공정을 고려할 때 고탁도 보다는 고농도의 조류 및 미량유해화학물질에 대한 보강대책이 시급하다. 이러한 보강대책을 도입할 경우 오염물질에 대한 제거효과는 상호 복합적으로 일어나기 때문에 우선 시급한 고농도의 조류 및 미량유해화학물질의 제거에 초점을 맞추어 정수시설을 보강해 가도록 한다.
- 조류에 대한 보강대책
  - 첫째, 조류의 영향이 적은 수심 깊은 곳에서 취수할 수 있도록 취수탑이 없는 곳은 취수탑을 설치한다. 조류는 낮 동안에 햇빛을 많이 받기 위해 표면에 고농도로 존재함으로 가능한 수심이 깊은 곳에서 취수한다. 명장과 화명은 취수탑이 설치되어 있어 수심 5m이하에서 취수할 수 있으나 덕산의 매리취수장은 낙동강의 표면에서 취수함으로써 조류의 영향에 매우 취약하여 취수탑을 설치하도록 추진한다.
  - 둘째, 취수장 및 정수장으로 유입된 조류는 부상법(공기부상법 혹은 오존부상법)으로 제거하는 공정을 추가한다. 일반적으로 상수원수는 가장 먼저 침사지에서 모래 등 무거운 물질들이 제거되나, 조류는 비교적 가벼워 제거되지 않고 후단의 침전지, 모래여과지 등으로 이동하여 처리에 부담을 주게 된다. 정수의 전체 공정을 고려하여 조류를 효율적으로 제거할 수 있도록 공정을 추가한다. 이때 조류발생이 한시적이고 제거된 조류 슬러지의 적정처리를 감안하여 추가 위치를 정한다.
- 미량유해화학물질에 대한 보강대책
  - 첫째, 분말활성탄 처리시설을 도입한다. 분말활성탄 시설은 미량유해화학물질은 물론 조류의 이취미를 제거하는 효과도 있어 유용하나 운영상 비용문제 및 상시 사용시 누출로 인한 사고 가능성이 있다. 실제 부산에서는 1994년 분말활성탄을 주입한 후 응집이 제대로 되지 않아

커다란 수질사고가 발생한 적이 있다. 이러한 수질사고에 대비하면서 도입하려면, 분말활성탄 + MF 혹은 UF막처리와의 조합을 생각할 수 있다.

- 둘째, 기존 고도처리시설(오존처리와 입상활성탄)을 전면 개량한다. 30년 가까이 된 시설들에 대해 처리효율을 재검토하고, 필요시 BAC를 GAC로 운영하는 등 더욱 처리효율이 좋은 방향으로 시설의 개선을 추진한다.
- 셋째, 최근 새로운 기술로 평가받고 있는 막처리공법을 부분적으로 도입한다. 전처리의 MF(UF) 막공법, 기존 혹은 변형한 고도정수처리(오존 혹은 고급산화 + 입상활성탄), NF 혹은 저압RO(LPRO) 막공법을 조합한 시설 등의 도입을 적극 모색한다. 낙동강 물은 현재의 정수시설로는 맑은 물 생산에 한계가 있음으로 보다 맑은 물을 생산하기 위해서는 보다 새로운 공법도입이 필요하다. 다만, 막공법 도입시 초기투자비 및 운영비가 기존 고도처리시설보다는 비싸기 때문에 부분적으로 도입하여 처리수를 혼합하는 방식(하이브리드 정수장)으로 운영한다.



**추진과제**

① 매리취수장의 취수탑 설치
② 조류제거를 위한 부상분리시설 도입
③ 분말활성탄 흡착시설 도입(MF막처리와 조합)
④ 기존 고도처리시설(오존, 입상활성탄)의 노후시설 개량 (2-1절)
⑤ MF(UF) 막공법 + 고도정수처리 혹은 막공법(NF, LPRO 등) 조합의 부분적인 도입 (2-1절)

## 2-3. 정수시설의 막 여과공법 도입

### 가. 현황 및 과제

■ 막 여과공법은 다른 공법보다 늦게 도입된 신공법으로 시설 설치에 필요한 소요 부지면적이 좁고, 자동제어가 가능하다는 장점이 있다. 반면, 초기투자비와 운전비용이 비싸고, 막의 막힘으로 인해 계획생산량보다 적게 생산되거나, 막의 수명이 짧아 수명이 다하면 전면 개량해야 하는 등의 단점이 있다. 그러나, 막공법은 막의 종류에 따라 원하는 수질을 확실하게 보장할 수 있다는 장점 때문에 세계적으로 계속 적용이 확대되어 가고 있다.

그림 II-13. 막의 종류 및 주요 제거 대상

- 부산의 정수시설에 막공법을 도입하기 위해서는 도입 목적을 분명히 설정할 필요가 있다. 일반적으로 막은 여러종류가 있는데, 수처리 목적에 따라 막의 종류를 달리하여 선정한다. 막의 공극크기가 크면 그만큼 생산수량을 늘릴 수 있고, 에너지 비용이 적게 드는 반면 수질은 좋지 않은 특징이 있다.
  - 막공법의 도입은 기존 재래식 정수처리(침전지 + 모래여과지) 대신 MF, UF막을 도입하거나 더 좋은 수질의 수돗물을 생산하기 위해 고도처리시설(오존 + 입상활성탄) 대신 NF 혹은 RO막의 도입을 고려할 수 있다.
- NF 혹은 RO막은 원수의 수질이 나쁠 경우 기존 재래식처리와 고도처리(오존 + 입상활성탄) 보다 정수수질을 더욱 좋게 할 목적으로 도입(초고도처리)한다. 특히, 최근에는 저압RO는 낙동강처럼 담수에서도 원수수질이 안 좋은 곳(미국, 유럽 등)에서 점차 도입이 확대되고 있다.

〈NF, RO막을 담수에 적용한 사례〉

| 구 분 | 소재지 | 설립 연도 | 수 원 | 시설용량 $(m^3/day)$ | 주요 공법 | 도입목적 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 마평 | 삼척시 마평군 | 2011 | 복류수 | 20,000 | 가압식 NF | 경도 제거 | SF 50<br>NF 50 |

| 구 분 | 소재지 | 설립 연도 | 수 원 | 시설용량 ($m^3/day$) | 주요 공법 | 도입목적 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yucaipa Valley | California | 2007 | 지하수 및 지표수 | 45,000 | 가압식 MF, NF | 유기물질 제거 USEPA 수질기준 만족 | MF 50 NF 50 |
| NeWater Ulupandan | Koh Sek Lim | 2007 | 표류수 | 191,000 | 침지식 UF, RO | 물 부족에 따른 하수 재이용 정책 | RO 100 |
| sant joan | 바르셀로나 | - | LLOBREGAT강 | 206,064 | UF, RO | 미량 유해물질, 소독부산물, 용존 고형물질 제거 | SF 50 RO 50 |
| Almoguera-Algodor | 마드리드 | 2007 | Tagus강 | 207,360 | UF, RO | 황산이온, 용존 고형물질 제거 | RO 100 |
| Mery-Sur-Oise | 프랑스 | 1993 | Oise 강물 | 140,000 | NF | 유기물질, 농약 제거 | BAC 50 NF 50 |
| Jupiter-Town | 플로리다 | - | 지하수 | 34,068 | 저압RO | 용존 고형물질, 경도 제거 | RO 100 |
| Plantation-Central | 플로리다 | - | 지하수 | 67,700 | 저압RO | 유기물질 제거 | RO 100 |

## 나. 주요 대책

- 정수처리 개선을 통해 보다 좋은 수돗물을 생산하기 위하여 막공법을 적용한다면, 전면적인 도입은 워낙 비용이 많이 들기 때문에 부분적으로 도입하여 필요에 따라 기존 정수처리공정과 조합하여 운영할 수 있다.
  - 특히, 덕산과 화명정수장은 낙동강 수질의 부하변동이 심하고, 미량유해화학물질에 상시 노출되어 있고, 소독부산물도 많이 생성되는 것을 고려하여 이를 해결할 수 있는 막처리 공법(MF, UF, NF, 저압RO막)을 도입한다.
  - 막공법은 초기투자비 및 운전비용이 많이 소요되기 때문에 국비지원을 받을 수 있도록 강구하고, 가능한 기존 정수공정을 최대한 활용하도록 한다.
- 향후 낙동강물 대체상수원의 취수 확보량을 감안하면서 정수장별 처리계통 중 일부공정에 한정하여 막공법을 도입한다.

### 추진과제

① 화명, 덕산정수장에 MF(UF) 막공법 + 고도정수처리 혹은 NF, 저압RO막을 조합한 시설도입 검토 (2-1절)

## 에코델타시티의 스마트정수장 사업

한국수자원공사(K-Water)에서 강서 에코델타시티에 시범적으로 추진하는 소규모의 빌딩형 정수처리시설로서 도심 내 소비자 가까이에 배치하고 공업용수 및 빗물을 활용한 저염소의 정수된 물을 수요자에게 공급하기 위한 사업이다.

- 사업규모 : 생활용수 2,700㎥/일
- 사용수원 : 덕산의 공업용수, 빗물저류수 등
- **정수공정 : ① 계열: 정밀/한외여과(MF/UF) + 산화(O3, AOP) + 활성탄흡착**
  **② 계열: 정밀/한외여과(MF/UF) + 나노여과(NF)/역삼투 (RO)**
- 소독공정 : 자외선(UV) + 염소 (잔류염소 0.2ppm 이하)
- 구축기간 : '20~'21년 (예상사업비 152억원)

* 우리시는 수자원공사 에코델타시티의 스마트정수장 설치사업을 적극적으로 협조하여 한국수자원공사와 함께 이 스마트정수장에 대한 초기투자비 및 운영비 등을 종합적으로 검토하고, 향후 우리시의 정수장 전면개조에 적극적으로 활용할 필요가 있다.

## 3. 관로에서의 수질개선

정수장에서 생산된 수돗물을 가정까지 깨끗하게 공급하기 위해서는 관로에서의 수질관리도 매우 중요하다. 관로에서의 수질오염은 주로 관부식 등 노후화에 의한 것으로 법적으로 5년에 한번 시행하는 상수도관망 기술진단을 통해 노후화된 관로의 갱신(과제 III-3-1)을 추진한다.

아울러, 관로의 이중화나 네트워크화(과제 III-2-1), 관로의 블록화(과제 III-2-2)가 진행되면 블록별로 단수를 최소화 하면서 관로 내 세척작업 등을 수행할 수 있으므로 관로에서의 수질오염을 더욱 방지할 수 있다.

### 가. 현황 및 과제

- 정수장에서 생산된 수돗물은 부산 전역에 설치된 8,480km의 관로를 통해 각 가정집으로 공급되고 있는데, 이때 관로가 노후화되거나 관내부 퇴적물이 쌓여 수질오염의 원인이 될 수 있다. 이러한 관로에서 수질오염을 방지하기 위해서는 주기적으로 관내부의 세척이 필요하다. 관세척을 위해서는 단수가 필요한데, 단수없이 혹은 단수를 최소화하기 위해서는 관로의 이중화나 네트워크화, 관로의 블록화 등이 함께 추진되어야 한다.
- 관로에서 수질문제는 금속성 재질의 상수관로 부식에 의한 녹물발생, 망간산화에 의한 흑수발생, 고농도 염소소독으로 관내의 수중에 있는 자연유기물질(NOM)과 반응하여 소독부산물(THMs)의 증가 등이 거론된다.
- 특히, 수돗물에서의 녹물발생은 관로 작업완료 후 재개통하거나 정수계통이 다른 관로를 상호 연결할 때 갑작스런 수압변화(수충격 등)나 유속변화로 관로내 부착되어 있던 부식물질이 떨어지면서 심하게 발생할 수 있으므로 이러한 작업을 할 경우에는 매우 주의하여야 한다.

### 나. 주요 대책

- 관로내 수질상태를 최적화하기 위하여 단수없이 혹은 단수를 최소화할 수 있는 지역부터 단계적으로 관세척을 추진한다.
  - 관내 침전물, 녹, 물 때 등을 제거하기 위하여 관로의 크기에 따라 계획을 세워 주기적으로 관세척을 진행한다.
- 관세척은 관내 자체수압에 의한 유속으로 소화전 또는 퇴수(이토)밸브를 통해 물을 배출시키는 방법과 기구를 이용한 세관 즉, 관로 내부의 스케일 등을 제거하기 위해 기구를 외부로부터

삽입하여 세척하는 방법인 Air scouring, Swab Pig, Scraper, Water Jet 방법 등이 있다.

그림 II-14. 관세척 공법

## 추진과제

① 단수를 최소화하면서 주기적인 수도관 세척을 위한 계획 수립 및 시행

# 4. 배수지 확충 및 수질관리

배수지는 정수장에서 생산한 수돗물을 송수펌프로 보내어 일시적으로 물을 저장하는 기능을 하는 곳으로 이곳에 저장한 후 가정의 수도꼭지까지 안정적으로 공급하기 위한 시설이다.

일반적으로 시민들이 수돗물을 불신하는 원인 중의 하나가 강한 염소소독의 이취미로 거론되는데, 배수지는 안정적인 수량 확보 뿐만 아니라 정수지에서 저농도의 염소소독 후 필요시 배수지에서 다시 저농도 염소를 투입함으로써 도시 전체의 수도꼭지에서 잔류염소 농도를 낮추어 물맛을 더욱 좋게 할 수가 있어, 배수지는 수질관리 측면에서도 매우 중요해졌다.

또한, 배수지는 가정의 물탱크 역할을 대신할 수가 있다. 가정의 물탱크는 물의 일시적인 저장기능과 자연수압으로 수돗꼭지로 물을 보내는 역할을 하는데, 배수지에서 자연수압으로 가정에 물을 보내게 되면, 물탱크가 필요없게 된다. 가정의 물탱크는 일시적으로 물이 체류하면서 침전물의 발생이나 미생물이 증식할 수 있는데, 물탱크를 없앰으로써 이러한 수질문제를 예방할 수 있다.

현재 서울시는 일 최대급수량의 16시간분, 일본의 오사카시는 18시간분의 배수지 용량확보를 추진하는데 비해, 부산시는 법적 기준치인 12시간분도 아직 미치지 못함으로 배수지 확충사업을 지속적으로 추진할 필요가 있다.

그림 II-15. 부산시 배수지 용량 확보 추이

## 4-1. 배수지 확충

### 가. 현황 및 과제

■ 부산은 산악지형이 많아 고지대의 급수를 위해 펌프를 많이 이용한다. 펌프에 의한 가압급수는

관내 수압이 높아 관파열 사고가 일어나기 쉽고, 펌프가동으로 인한 전력비가 많이 소요됨으로 비경제적이다. 이를 해결하기 위하여 산중턱에 물을 저류할 수 있는 배수지(물탱크)를 설치하게 된다. 배수지가 있으면 전력비가 저렴한 심야시간대에 물을 이곳에 보내 저류하고, 낮에 각 가정으로 자연수압에 의해 보내는 방식(간접급수)으로의 전환이 가능해 전력비를 크게 낮출 수 있다.

- 배수지를 이용하여 간접급수를 하게 되면 누수사고, 정전, 수질사고 등 각종 상수도 사고가 발생하여도 단수를 최소화할 수 있다. 또한, 정수장에서 각 가정까지 장거리 송수 시 중간지점의 배수지에서 부족한 염소를 투입함으로써 2차 수질오염의 예방은 물론 저농도 잔류염소의 수돗물을 가정에 공급함으로 물맛을 더욱 좋게 할 수 있다.
- 현재 우리시는 배수지 없이 바로 정수지나 펌프시설로 물을 보내는 직접급수가 53%이며, 배수지를 통한 간접급수가 47%이다. 안정적인 급수를 위해서는 직접급수에서 간접급수 방식으로 전환이 필요한데, 이를 위해서 배수지를 더욱 확보할 필요가 있다.
  - 현재 우리시의 배수지 저수용량은 일 최대급수량의 10.3시간분을 확보하고 있으나 법적기준의 12시간분[7]에는 미치지 못하고 있는 실정이다.
  - 향후 지속적인 배수지 확충이 필요하고, 또한 그렇게 함으로써 가압장 등의 펌프시설을 줄일 수 있고, 수돗물의 수질향상을 위해 가정의 물탱크를 없앨 수 있는 직결급수로의 전환도 용이하다.

그림 II-16. 배수지의 기능 및 직 · 간접 급수 모식도

7) 「수도법 제18조, 시행령 제29조, 시행규칙 제9조」 일최대 급수량의 12hr 이상 확보

## 나. 주요 대책

■ 단기적으로 현재 추진하고 있는 12시간분의 배수지 확충계획을 앞당겨 실현해 간다.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 신설 | 8개소 | 117,700㎥ | 황령산터널(75천), 사직(4천)<br>당감2(12천), 구포3(12천)<br>철마(0.1천), 당리(8천),<br>구평(0.6천), 의과학(6천) |
| 증설 | 1개소 | 6,000㎥ | 금곡(6천) |
| 폐쇄 | 1개소 | 2,000㎥ | 용호1(2천) |

그림 II-17. 배수지의 확충계획

■ 중·장기적으로 배수지 추가확보 계획을 16시간분 기준으로 추진해 간다.

- 배수지 위치 선정을 할 때 기존 배수지와 함께 추가로 설치할 배수지는 지형 고도차 50m 정도의 단위로 고지, 중지, 저지 개념을 도입하여 배수지에서 바로 가정으로 자연수압에 의해 물이 도달될 수 있도록 한다. 이렇게 함으로써 가압장이나 펌프시설의 설치를 최소화함은 물론 가정에서 직결급수로 전환할 때에도 감압밸브 설치 등을 최소화 할 수 있어 관로의 유지관리가 용이하다.
- 가압 직접급수구역에 배수지를 신설하여 간접급수구역으로 전환한다.
- 배수지가 없거나 배수지의 용량이 적은 고지대 주거 밀집지역에 안정적인 급수를 위해 배수지의 확충 건설계획을 수립한다.
- 배수지 설치가 어렵거나 소규모 급수구역으로 간접급수가 어려운 지역에 대해서만 가압 직접급수를 한다.

그림 II-18. 부산시 배수지에서의 간접급수 방식 개념도

**추진과제**

① 배수지 1차 확충 (1차, 73개 → 80개소 증설, 12시간분)
- 간접급수율 : 47% → 82.3%(정수지계통 미포함)

② 배수지 2차 확충계획 수립추진 (16시간분 확보추진)

## 4-2. 배수지에서의 수질관리

### 가. 현황 및 과제

- 부산은 덕산과 화명정수장의 의존율이 매우 높고, 이들 정수장은 서부산쪽에 있어 동부산쪽으로 물을 보내기 위해서는 많은 관로와 배수지를 거치게 된다. 이 과정에서 정수지에서 염소농도를 0.7ppm 정도로 맞추어 공급하게 되는데, 정수장에서 가까운 가정의 수도꼭지는 염소농도가 높아 강한 염소냄새가 나타나고, 반대로 관로가 먼 수도꼭지에서는 관로를 거치면서 염소가 소모되어 '0'에 가깝게 된다. 잔류염소가 없으면 중간단계인 물탱크에서 미생물의 번식을 초래할 수 있어 수질오염의 원인이 된다.
- 이처럼 잔류염소의 관리는 중요한데, 법적으로 수도꼭지에서 잔류염소농도를 0.1ppm이상 되도록 하고 있기 때문에 이를 맞추기 위해서는 중간에 배수지가 있는 경우 염소를 재투입하여 가정의 수도꼭지에서 잔류염소농도를 0.1ppm이상으로 맞출 수 있지만, 중간에 배수지가 없을 경우 정수지에서 고농도의 염소를 투입할 수밖에 없다. 이렇게 되면 수돗물의 강한 염소냄새는 물맛을 더욱 나쁘게 할 수 있다. 따라서, 수도꼭지에서 잔류염소 농도를 낮추어 물맛을 더욱 좋게 하기 위해서는 배수지에서의 수질관리가 필요하다.
- 현재 우리시는 73개 배수지중 염소 재투입시설이 설치되어 있는 곳은 29개이고, 향후 수도꼭지에서의 잔류염소를 계속 조사하여 일정하게 관리할 필요가 있다.

### 나. 주요 대책

- 도시 전체적으로 잔류염소농도가 가정의 수도꼭지에서 일정(잔류염소농도 0.1~0.3ppm이하)하게 되도록 정수지 및 배수지에서 염소소독 시설을 재구축해 간다.
  - 수도꼭지에서 잔류염소농도를 점검하여 일정하게 하기 위해 배수지 증설계획에 맞추어 염소소독 시설들을 추가로 설치한다.

**추진과제**

① 시내 전역 수도꼭지에서의 잔류염소농도 정기적 조사 실시

② 잔류염소농도에 따른 배수지에서의 염소 재투입 시설 설치

## 5. 직결급수의 추진

정수장에서 만들어진 수돗물이 관로와 배수지를 통해 가정에 도달하기 전에 아파트 등의 저수조나 개인 물탱크에 저장되었다가 수도꼭지에서 나오게 된다. 이때 배수지와 관로까지 깨끗하게 전달된 수돗물이 마지막 단계인 저수조나 물탱크에서 체류하면서 오염될 가능성이 있다. 깨끗한 수돗물을 가정에 전달하기 위해서는 이 마지막 단계인 저수조 및 물탱크의 관리도 중요하다.

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 배수지를 통한 간접급수(47%)지역에 대해 배수지의 자연수압에 의해 일반가정에 공급될 수 있는 지역을 대상으로 가정의 물탱크를 없애고, 수도꼭지에 물을 공급할 수 있는 직결급수사업을 추진하고 있다. 이렇게 함으로써 물탱크에서의 수질오염 가능성을 사전에 예방하여 더욱 좋은 물을 일반 가정에 제공하기 위한 것이다.
  - 다만, 아파트 등의 대형 저수조가 있는 경우에는 1년에 두 번씩 아파트 관리자가 물청소 등을 행하기 때문에 오염될 가능성은 낮아 이의 직결급수사업은 수요자가 스스로 판단해서 추진하도록 하고 있다.
- 직결급수사업을 확대하기 위해서는 배수지의 확보가 중요하다. 물탱크는 비상시 관로 등의 고장으로 물 공급이 안 될 경우 비상 저장탱크 역할을 수행하는데, 배수지없이 펌프에 의한 직접급수의 경우 관로에 이상이 생기면 바로 단수가 되는 문제가 발생할 수 있음으로, 이러한 점을 고려하여 직결급수사업을 확대해 가는 것이 필요하다.

〈물탱크 급수〉 〈직결연결〉 〈직결연결 및 감압변설치〉

그림 II-19. 일반가정에서의 직결급수 모식도

## 나. 주요 대책

- 단기적으로 배수지계통의 간접급수지역 중에 5층이하 단독 혹은 공동주택을 중심으로 직결급수사업을 확대해 간다.
  - 이 사업은 2017년부터 수도사용자들에게 보다 좋은 물을 공급하기 위한 서비스 차원에서 사용자들의 신청에 의해 추진하고 있다.

| 물탱크철거 | 직결연결 | 감압변 설치 | 마감 |
|---|---|---|---|

그림 II-20. 직결급수공사 순서도

- 중장기적으로 배수지의 확충에 맞추어 직결급수 조건이 되는 지역을 우선적으로 직결급수사업을 확대해 간다.
  - 직결급수 조건은 i) 배수지에서 자연수압으로 물 공급 가능한 지역, ii) 가능한 관로내 감압없이 일정수압 유지가 가능한 지역, iii) 관로의 네트워크화로 관로 사고가 나서 단수가 되더라도 다른 관로를 이용하여 수돗물 공급이 가능한 지역

### 추진과제

① 대형저수조 수질관리 점검 (연2회 청소)
② 배수지를 통한 간접급수지역을 중심으로 직결급수사업 확대

# 6. 고품질을 향한 전과정 수질관리

안전하고 맛있는 수돗물을 가정의 수도꼭지까지 보내기 위해서는 원수에서부터 수도꼭지까지 전과정의 수질관리가 매우 중요하다. 깨끗한 원수확보, 원수의 수질에 따른 정수장의 대응, 정수장에서 깨끗하게 만들어진 물을 관로와 배수지, 물탱크 등을 통하는 과정에서 오염되지 않도록 종합적으로 관리해 감으로써 수도꼭지에서 최상의 수질을 확보할 수 있다. 또한, 이러한 수질관리 과정에서 측정한 수질데이터에 대하여 시민들이 신뢰할 수 있도록 정기적으로 공개를 추진한다.

## 6-1. 수도공급 전과정 수질관리

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 수도법에서 정한 원수 및 수도꼭지에서의 수질측정 및 공개항목에 더하여 우리시 독자적으로 수도공급의 전과정에 대한 수질관리(이를 "부산 고품질 순수365 프로그램"이라 한다)를 위해 분석항목을 늘려 조사하고, 이를 전문가, 시민대표, 시의회 등이 참여하는 '수돗물평가위원회'에 정기적으로 보고하여 시민들에게 공개하고 있다.

그림 Ⅱ-21. 부산시 고품질 순수365 프로그램 추진도

- 원수는 정부에서 정한 수질기준 32항목을 포함해 우리시가 독자적으로 중금속이나 농약 등의 항목을 추가하여 261항목에 대하여 분석한다. 이 수질검사를 바탕으로 정수과정에서 이러한 물질들을 제거할 수 있도록 정수처리시설을 운영한다.

〈상수원수 수질분석 검사항목 및 검사주기〉

| 검사주기 | 매일 | 매주 | 매월 | 매분기 | 매반기 |
|---|---|---|---|---|---|
| 검사항목 (261종) | 55종 | 24종 | 6종 | 123종 | 53종 |
| 항목종류 | 일반 + 유류항목 | 미생물 + 유해중금속 | 냄새 등 | 과불화 + 의약 + 방사성 등 | 농약 등 |
| 검사사유 | 공정관리 + 오염사고대비 | 분석 3~5일 소요 | 분석 약10일 소요 | 분석 약15일 소요 | 분석 약1개월 소요 |

- 정수처리 과정에서는 정수시설의 적정운전 여부를 항상 체크하기 위하여 정수공정별 자동수질계측기(pH, 탁도, 잔류염소)나 전문운영 인력에 의하여 실시간으로 측정·감시하고 있다.
- 정수장에서 생산된 물은 법정항목 60개, 환경부감시항목 29개 및 우리시 자체 감시항목 190개 등 총 279개에 대하여 수질검사를 정기적으로 실시하고 있다.

〈수돗물 수질분석 검사항목 및 검사주기〉

| 검사주기 | 매일 | 매주 | 매월 | 매분기 | 매반기 | 년 | 수시 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 검사항목 (279종) | 40종 | 20종 | 2종 | 159종 | 42종 | 13종 | 3종 |
| 항목종류 | 일반항목 | 미생물 + 유해중금속 | 방사성물질 | 유기물 + 과불화화합물 등 | 농약 등 | 유기물 + 농약등 | 냄새 + 조류독소 |
| 검사사유 | 최소한의 안전항목 | 분석 3~5일 분석소요 | 분석 약10일 소요 | 분석 약15일 소요 | 분석 약1개월 소요 | 분석 약1개월 소요 | 분석 약1개월 소요 |

■ 관로 및 배수지에서의 수돗물 오염여부를 확인하기 위하여 실시간 및 주기적으로 수질검사를 실시하고 있다.

- 우리시 4개 정수장의 급수계통별로 33개소, 11개 항목에 대하여 월1회 수질검사를 실시한다.
- 배수, 급수과정의 수질관리를 위해 정수장 3개소, 배수지내 41개소, 소블록 내 29개소 수질을 자동측정기를 설치하여 관리하고 있다.

〈배수·급수과정 수질분석 검사항목 및 검사주기〉

| 수질검사 | 검사대상 | 검사항목 | 검사주기 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 급수과정별<br>(배수,급수) | 4개 정수장 급수계통별<br>33개소 | 11개 항목<br>(일반세균, 대장균군, 총대장균군, $NH_3$-N, THM, pH, 동, 아연, 철, 탁도, 잔류염소) | 월 1회 | |
| | 자동측정기(73개소) | 3~5개 항목<br>(pH, 탁도, 잔류염소, 전기전도도, 수온) | 실시간 | |

- 수도꼭지에서 수질관리는 〈과제 II-6-2〉에서 보다 자세히 기술한다.

■ 우리시는 정수장에서 생산된 맑고 깨끗한 수돗물이 수도꼭지까지 이상없이 공급되는지 확인하기 위해 배수 및 급수과정별, 수도꼭지에서 수질검사를 시행하고, 검사결과를 부산상수도 홈페이지를 통해 공개하고 있다.

### 나. 주요 대책

■ 원수, 정수 및 급배수 과정에서 취득한 수질데이터 중 시민들에게 공개할 수 있는 것은 더욱 세밀하게 공개하여 수질관리를 철저히 해 간다.

- 원수에 대한 수질공개 항목을 더욱 늘리고, 필요한 경우 중앙정부 등에 항목 공개 확대를 건의한다.
- 미규제 감시항목 중 감시항목으로 되어야 할 항목을 발굴하여 건의한다.

**추진과제**

① 원수 및 정수과정별 수질분석 항목 중 공개항목 추가

## 6-2. 수도꼭지의 수질관리 강화

### 가. 현황 및 과제

■ 수도사용자가 수돗물을 깨끗하고 안전하게 느끼는 것은 수도꼭지에서 수돗물을 사용할 때이므로, 수도꼭지에서 수질상태를 점검해 봄으로써 정수장에서부터 관로, 배수지 등의 관리 상태를 간접적으로 확인해 볼 수 있다.

■ 우리시는 수도법에서 정한 3만명당 한 개의 수도꼭지를 분석하도록 한 기준에 따른 295개소 및 우리시의 필요에 따라 4개 정수장 계통별로 14개소에 대하여 수질분석을 수행하고 있고, 수질문제 발생시 즉각적으로 대응할 수 있도록 하고 있다. 수질분석결과는 사용자들에게 공개하고 있다.

〈수도꼭지에서의 수질검사 항목 및 검사주기〉

| 수질검사 | 검사대상 | 검사항목 | 검사주기 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 일반 수도꼭지 | 관내 전역 일반수도꼭지 295개소 | 4개 항목 (일반세균, 대장균군, 총대장균군, 잔류염소) | 월 1회 | |
| 노후 수도꼭지 | 4개 정수장 계통별 14개소 | 10개 항목 (일반세균, 대장균, 총대장균군, $NH_3$-N, 동, 아연, 염소이온, 철, 망간, 잔류염소) | 월 1회 | |

※「수도법」 제19조 및 「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 제4조

■ 각 가정에서 수돗물에 대한 불안감을 해소하기 위해 2003년부터 「수돗물 홈닥터서비스」를 시행하였고, 이를 2014년부터 전국통합망인 「우리집 수돗물 안심확인제」로 변경하여 수질민원 신청한 가정을 직접 방문하여 무료로 수질검사를 시행하고 있다. (신청방법 : http://ilovewater.or.kr)

| 수질검사 | 물탱크점검 | 수돗물 안심확인제(접수 및 결과통보) |
|---|---|---|

그림 II-22. 수돗물 무료점검서비스 및 수돗물 안심확인제

## 나. 주요 대책

■ 「우리집 수돗물 안심확인제」를 더욱 개선하여 금년(2019년)부터는 각 가정의 수질민원 유형에 따라 검사항목을 세분화하여 맞춤형 수질검사를 시행한다.

- 민원 유형에 따라 6종으로 분류하여 맞춤형 수질검사에 대한 시민의 만족도와 신뢰도 향상을 위해 노력한다.

〈수돗물 "맞춤형 수질검사"(2019년)〉

| 구 분 | 검사항목 수 | 비 고 |
|---|---|---|
| 음용여부 | pH,탁도,잔류염소 등 6종 | |
| 녹물 등 금속류 | 아연, 철, 납 등 11종 | |
| 휘발성물질 | 총트리할로메탄 등 9종 | |
| 냄새 | 벤젠, 톨루엔 등 15종 | |
| 앙금 | 경도, 증발잔류물 등 8종 | |
| 분홍색 물때 | 일반세균, 대장균 등 9종 | |



## 추진과제

① '우리집 수돗물 안심 확인제' 확대

# Ⅲ 안정적인 공급체계 구축

1. 관로의 공급체계 구축
2. 노후관의 교체 및 장수명화 추진
3. 각종 시설물 및 기계 · 전기시설 등의 적정관리

# Ⅲ. 안정적인 공급체계 구축

수도사업자는 관로사고 등으로 수돗물을 단수하게 되면 소비자의 생활에 커다란 불편을 초래하게 됨으로 수도사업에 있어 중단없이 24시간 상시 수돗물을 공급할 수 있도록 안정적인 체계를 구축하는 것은 매우 중요하다.

Ⅱ장에서는 우리시 4개 정수장에서 생산된 고품질의 수돗물을 각 가정에까지 유지하기 위한 수질관리 관점에서 상수원수 확보에서부터 정수장, 배수지, 가정에 이르기까지 각종 과제들을 발굴하고 정리하였다. 이들 과제중 수돗물의 고품질 수질관리와 함께 안정적인 공급에도 기여하는 중복적인 사업들도 있다. 특히, 수질이 좋은 원수확보는 안정적인 수돗물의 공급체계를 구축하는데도 매우 중요하고, 정수장의 위치 및 정수생산 능력, 배수지의 확보 등도 수질관리측면 뿐만 아니라 안정적인 공급측면에서도 매우 중요한 사업이다.

이 장에서는 Ⅱ장에서 언급한 과제들은 제외하고, 정수장에서 생산한 정수를 가정에까지 안정적으로 공급하는데 필요한 각종 시설물, 예를 들면, 노후화된 토목구조물 및 건축물, 관로, 펌프, 전기시설 등에 대하여 수돗물의 안정적인 공급체계 구축이란 측면에서 각종 과제들을 발굴해 간다.

또한, 이러한 수도시설물들은 시간이 지나면 노후화되고 수선이나 교체가 불가피한데, 이때 시설물들에 대한 법정내구연수와 실사용연수가 다르기 때문에 가능한 시설물들의 유지관리를 잘해 오래 사용하는 것이 바람직함으로 이에 대한 대책도 모색해 간다.

## 1. 관로의 공급체계 구축

안정적인 수돗물 공급을 위해서는 관로의 공급체계 구축이 매우 중요하다. 관로는 한번 매설된 후 세월이 흐르면 노후화가 진행되고, 각종 관파열 사고가 발생하고 궁극적으로는 새로운 관으로 교체해야 한다. 이처럼 관로의 사용연수가 예측 가능하고 수돗물의 단수 등을 방지하기 위해서는 적정한 시기에 관로를 교체해야 하는데, 관로 교체에는 많은 비용이 들기 때문에 사전에 철저한 준비가 필요하다.

현재 우리시는 상수도보급율 100%를 달성한 상태로 기본적인 수도관망은 완성되어 있으나 관로의 사고대비 및 관로내 청소 등을 위해 일정구간 단수를 최소화할 수 있는 관로체계를 구축해 가는 단계이다. 이러한 관로체계가 완성되면 24시간 수도공급의 안정성은 더욱 높아질 것이다.

우리시의 관로체계는 3단계 구조로 구축하고 있다. 먼저, 정수장에서 배수지나 대형1차

가압장으로 보내는 광역적인 송수운용을 담당하는 대블록 개념의 「간선네트워크」[8], 배수지나 가압장 급수계통으로 약 100여개 전후의 중블록으로 분할하여 관리하는 「1차 배수블록」[9], 중블록 단위 밑에 469개 지역을 소블록으로 분할하여 관리하는 「2차 배수블록」[10](완료)이다.

이처럼 3단계 구조의 관로체계가 완성되면, 원격으로 수압과 수량 감시에 의한 수도시설의 운영이 더욱 용이해지고, 누수방지 효과로 유수율 향상은 물론 관로사고 발생시 단수를 최소화하여 복구할 수 있다. 또한 소블록(2차 배수블록) 구간 내 단수를 최소화하면서 노후관로의 교체도 가능하며, 관세척도 더욱 용이하게 할 수 있다. 이러한 관로의 세척은 관로내 수질개선은 물론 관내부의 부식을 억제할 수 있으므로 관 수명을 더욱 길게 할 수 있다. 그러나 이러한 관로의 체계를 완성하려면 오랜 시간과 많은 비용이 소요되기 때문에 장기적으로 계획을 잘 세워 지속적으로 투자해 가는 것이 매우 중요하다.



## 1-1. 간선관로의 이중화 및 네트워크화

### 가. 현황 및 과제

- 상수도시설중 대형관로인 도·송수관 관로는 한번 누수나 관 파열사고가 발생하면 단일 공급시스템 내에서는 예비관로가 없기 때문에 광범위한 급수중단이나 도로·주택 등의 침수에 의한 커다란 피해를 입히게 된다. 또한, 재해발생 때는 다른 사회기반시설의 복구에도 영향을 미칠 우려가 크기 때문에 시설의 단수사태에 대비하여 노후시설의 개량과 더불어 정수장 수계간 연결 등 기간시설간 이중화 혹은 네트워크화하여 백업기능을 충분히 확충할 필요가 있다.
- 간선 네트워크의 사업은 비상시 배수계통간의 상호융통성을 높이고, 대형관로의 다양한 사고위험에 대비해야하는 상황에서 매우 중요하다. 또한 관로의 이중화 또는 네트워크화는 관로가 노후화되어 갈 때 관내부의 세척이나 갱생을 통해 보다 오래 사용할 수 있도록 하는 데도 매우 유용하다.
- 우리시는 1990년대 초반부터 덕산정수장 계통의 도·송수관부터 우선적으로 이중화를 추진하였고, 정수장간에도 상호융통이 될 수 있도록 비상연락관 부설 등 간선시설의 네트워크를 추진하고 있다.

---

8) 간선네트워크 (대블록) : 각 정수장에서 시역내 배수지나 대형가압장으로 송수하는 1차 배수블록에서의 배수역할을 하는 기간관로망. 관로망의 정비에 의하여 비상시에 정·배수지간의 상호융통성이 확보될 뿐만 아니라 평상시에도 각 정수장간 수요변동에 따라 탄력적인 배수운용이 가능해 진다.

9) 1차 배수블록 (중블록) : 간선으로부터 분기된 준 간선의 네트워크로 배수지 및 가압장 급수구역으로 구성된 블록. 하천·철도·도로, 행정구역 등을 경계로 블록이 구분되며, 급수전 1,500~5,000전 규모, 소블록 5~10개 정도의 규모로 분할하여 관리한다.

10) 2차 배수블록 (소블록) : 상수도 사고나 재해 등 긴급 시 조기대응과 세밀한 배수운용을 행하기 위해 설정한 도로, 공원, 공단, 대단위 아파트 등의 단위구역으로 최소 블록으로 급수전 500~1,500전 규모로 경계를 설정한다. 지진이나 누수사고 시에는 단수 영향범위의 최소화가 가능하다.

## 나. 주요대책

- 관로의 사고발생 시에도 안정적인 급수가 가능하도록 「급수중단 없는 부산만들기」 관점에서 관로의 이중화와 네트워크화 사업을 추진하다.
  - 종전의 급수체계는 3개 정수장간 연계가 부족하여 한 정수장의 공급중단 시 해당지역의 단수가 불가피한 면이 있었다. 이를 개선하기 위해 한 정수장이 문제가 생기더라도 다른 정수장의 물을 공급할 수 있도록 정수장간 상호 보완적 관망 네트워크 혹은 중요 상수관로의 이중화를 추진한다.

그림 Ⅲ-1. 부산시 정수장간 비상연계 관망형성 기본개념도

- 우리시는 2023년까지 3개 정수장간 비상연계 관로 관망형성 및 화명정수장 송수관 이중화 사업을 우선적으로 시행하고, 나머지 시역내 주요 송·배수관시설의 이중화 및 네트워크화하여 백업시스템을 단계적으로 추진해 나간다.

그림 Ⅲ-2. 간선관로의 이중화·네트워크화 추진현황도

### 추진과제

① 2023년까지 송·배수관로 이중화 및 네트워크화 추진
② 2025년 이후 주요 송·배수관로 이중화 및 네트워크화 추진계획 수립

## 1-2. 관로의 블록화

### 가. 현황 및 과제

■ 관로에서 「수량」·「수압」·「수질」의 관리는 평상시는 물론 비상시에도 블록간 단수에 대한 상호융통성을 높이고, 배수조정 운영에서도 매우 중요한 요소이다. 특히, 일정구역의 관로를 블록화하면, 구역 안의 물사용 패턴에 따라 수량과 수압을 일정하게 관리할 수 있다. 이때 비정상적으로 수량이 늘어나거나 수압이 떨어질 경우 누수의 가능성을 추정해 볼 수 있고, 이러한 방법을 통해 유수율을 크게 향상시킬 수 있다.

그림 Ⅲ-3. 우리시 관로의 블록화 개념도

■ 우리시는 과학적인 수돗물 관리를 위하여 1999년도부터 2010년도에 걸쳐 시 전역에 대해 469개의 소(小)블록으로 「2차 배수블록」 시스템을 구축하였다. 소블록은 배수관들이 거미줄처럼 복잡한 것을 도로, 철도, 하천 등의 경계와 높이, 급수구역 등을 고려하여 급수전(주택단위) 500전에서 1,500전 기준으로 분할하여 하나의 고립된 블록을 만들었다. 블록화 사업을 통해 불용관은 정비하고, 기존 수도관과 신규 매설된 관을 통해 순환관망이 형성되도록 하였다. 또한 비상시에는 블록간 상호 물을 보낼 수 있도록 연결하여 관망의 안정성을 꾀하였다.

〈소블록 구축도〉 〈블록간 경계변 설치도〉

그림 Ⅲ-4. 소블록 구축 개념도

■ 소블록 시스템의 도입은 관리적 측면에서 블록단위의 ① 계획수립 및 현황파악이 쉽고 ② 사고발생시 긴급대응 및 단수지역을 최소화할 수 있는 급수조절이 용이하고 ③ 적절한 수압유지로 누수저감 및 최적의 물수요 관리가 가능하게 되었다. 이 사업으로 경영적인 측면에서 사업 시행전 유수율은 68.5%에서 사업이 완료된 2010년 유수율은 90.9%로 상승되어 선진국

수준의 유수율을 달성할 수 있었다. 현재 2018년말 유수율은 93.3%로 누수로 인한 물 손실을 최소화 해 가고 있다.

## 나. 주요 대책

■ 소블록 시스템을 더욱 보강하기 위하여 2019년부터 중블록 시스템인 「1차 배수블록화」 사업을 추진한다.

- 중블록은 배수지, 가압장 급수계통 및 기존 구축된 소블록을 기반으로 급수전(주택단위) 1,500~5,000전 규모 또는 소블록 5~10개 규모로 블록화 하는 것이다. 이 중블록 구축사업이 완료되면 현재 운영 중인 소블록 체계와 연계하여 통합 관리함으로써 상수관망 전체의 안정성은 더욱 나아질 것이다.

그림 Ⅲ-5. 부산시 블록시스템 구성 체계도

### 추진과제

① 중블록 구축사업 추진

## 상수도 종합상황실 운영

- 취·정수장에서 수도꼭지까지 상수도 전 시설에 대한 24시간 실시간 원격감시, 데이터 수집 및 신속·정확한 누수사고 조치 등 각종 상수도 사고대처를 위해 종합상황실을 운영하고 있다. 2006년에 종합상황실에서는 「물공급 운영시스템」을 구축하였고, 이를 통해 정수장 단수·각종 공사 및 관로사고 발생 시 단수로 인한 시민들의 불편함을 최소화하도록 노력하고 있다.

- 또한, 종합상황실은 2014 ~ 16년에 걸쳐 「물공급 운영시스템」을 더욱 개선하여, 종합상황실과 정수장 및 시설관리사업소 사이에 실시간 감시시스템을 연계, 구축하여 부산시 전역의 상수도 시설물 운영상황을 종합적으로 관리하고 있다.

〈물공급 운영시스템(Water Supply Operation System) 감시 및 유지관리〉

## 2. 노후관의 교체 및 장수명화 추진

수도관은 매설 후 일정기간이 지나면 노후화될 수밖에 없고, 관로의 교체가 필요하다. 이때 관로의 교체기준을 삼는 법정내용연수와 실사용연수가 다르기 때문에 상수도 경영 차원에서 관로교체에 대한 개념의 정립이 필요하다. 일반적으로 "법정내용연수"는 감가상각비를 산출하기 위해 사용하는 기업회계법상(공기업법시행규칙 제19조, 감가상각의 방법)의 연수이고, 실제 사용하는 "실사용연수"와는 다르기 때문에 법정내용연수를 초과했다고 해서 사용할 수 없게 되는 것은 아니다. 노후관의 교체에는 많은 비용과 시간이 소모됨으로 수돗물 공급의 안정성 차원에서 계획을 잘 세워 노후관의 갱신을 추진해 가는 것이 바람직하다.

〈수도관의 법정 내용연수 표〉

| 관 종 | 강 관 | 주철관 | 스텐레스관 | PVC관, PE관 | 그 밖의 관 (재질에 따라) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 내용연수 | 30년 | 30년 | 30년 | 20년 | 20~30년 | |

현재 Ⅲ-1절에서 추진하는 관로의 공급체계가 구축되면 관로망 전체의 유지관리 효용성이 향상되기 때문에 관로의 수명도 단순 법정내용연수 보다 훨씬 더 늘어날 수가 있다. 즉, 현재 우리시의 수도시설 자산 중 관로가 차지하는 비율은 전체의 약 58%에 상당하는 약 1조1,230억원의 규모인데, 이것을 철거 및 새로운 관로로 교체한다면 현재 가치에 할증을 1.5배하면 교체 총비용은 1조6,854억원의 규모가 된다.

향후 이들 관로를 전부 법정내용연수(한국 30년) 기준으로 단순 교체해 간다고 가정하면 연간 562억원이 필요하지만, 3층 구조의 관로체계가 완성되면 관로망 전체로서의 안정성과 유지관리성의 효과가 높아지므로 관로의 실질적인 내용연수는 약 45~60년으로 증가되고, 노후관 갱신에 필요한 비용은 연간 280~375억원 정도로 낮추어 평준화할 수가 있다.

또한, 관로의 공급체계를 구축하는데도 많은 비용이 소요되기 때문에 기존 관로 및 신설하는 관로에 대하여 최대한 관로를 오래 사용하도록 관리해가는 것이 필요하다. 즉, 기존 관로는 관의 내구성을 고려하여 가능한 법정내용연수보다 더 오래 사용할 수 있도록 관내 세척 등을 통해 관리해가고, 신설 관로는 최초 공사할 때부터 유지관리를 잘해 오래 사용하겠다는 목표를 가지고 시공함으로써 장기적으로 비용을 절감해가도록 한다.

## 2-1. 노후관로의 갱신

### 가. 현황 및 과제

- 부산시는 1963년 1월 직할시로 승격되고 1995년 1월 광역시로 승격되는 과정에서 기장군 등 인근지역을 흡수하고, 시역을 확장함으로써 인구의 증가 및 공장 등의 증가로 수돗물의 수요가 크게 증가하였다. 이에 따라 6차에 걸쳐 상수도확장사업을 시행하였고, 이 과정에서 수돗물 공급의 중추 관로인 송·배수관은 1960년대초 30㎞에서 2018년말에는 4,170㎞로 급증하였고, 2018년말 현재 총 상수관로 매설길이는 8,480㎞이다.

〈관로의 구성 및 구경별 현황〉

| 〈용도별 현황〉 | 〈관종별 현황〉 | 〈매설년도별 현황〉 |
|---|---|---|

- 우리시가 주로 사용하고 있는 상수도관은 다음과 같다.
  - 도·송·배수관 중 구경 1350㎜이상은 도복장강관, 1200㎜이하는 닥타일주철관, 급수관(경15~65㎜)은 스텐레스관(STS)을 주로 사용하고, 염분이 많은 해안매립지나 산성 토질에는 부식방지에 적합한 폴리에틸렌피복강관(PFP)을 사용한다.
  - 이들 관은 내식·내구·위생성 등 우수성이 검증된 상수도용 관으로써 국내·외에서 가장 많이 사용되고 있다.

도복장강관 닥타일주철관 스테인리스관 PFP관

그림 Ⅲ-6. 부산시 상수도 관로에 사용하는 주요 종류

- 과거 1960~70년대 매설된 수도관의 대부분은 회주철관, 아연도강관, PVC관으로 관내부에 부식방지 라이닝이 되지 않은 비내식성자재로서 사용기간이 오래됨에 따라 녹물 및 잦은 누수로 안정적인 급수와 시설물 유지관리에 많은 문제가 발생하였다. 이러한 관에 대해 1984년부터 1차 노후관 개량사업을 시작으로, 2004년에 2차, 2011년부터 3차 노후관 개량사업을 시행하고 있다.
  - 1차 사업(1984~2003년, 3,800억원) : 아연도강관, PVC, 흄관 등의 교체
  - 2차 사업(2004~2010년, 1,318억원) : 갱생회주철관, 에폭시관 등의 교체
  - 3차 사업(2011~2020년, 2,850억원) : 에폭시관, 에나멜 도장강관 등의 교체
- 우리시는 현재 1차에서 3차의 노후관개량사업의 추진으로 30년이상 법정내용연수를 넘긴 관로(L=1,064㎞)는 상대적으로 적은편이다. 만약 상수도관을 법정내용연수 기준으로 노후관을 정해 일률적으로 개량해 간다면 2019년부터 향후 10년 이내 개량 해야 할 상수도관은 약 3,084㎞로서 전체 상수도관의 36%에 해당하는 막대한 물량으로, 이를 철거 및 새로운 관로로 교체한다면 총 사업비는 6,129억원 상당으로 연평균 612억원이 소요될 것이다.

그림 Ⅲ-7. 상수도관 부설 년도별 현황 (31년 이상된 관: L= 1,064㎞)

- 이렇게 많이 소요되는 비용을 감안하여 관로교체 비용을 분산할 필요가 있다. 실제 관로는 법정내용연수보다 실사용연수는 훨씬 길게 사용할 수 있으나 오래될수록 물공급의 안정성이 떨어지게 됨으로 안정성도 기하면서 가능한 관로를 오래 사용할 수 있도록 관리해가는 것이 바람직하다.

## 나. 주요 대책

- 노후관 개량사업은 수도법에 따라 5년에 한번 시행하는 「상수도관망 기술진단」을 통해 관의 노후도 등을 평가하여 개량대상을 선정하고, 단계별로 추진하게 되는데, 이때 내용연수에 기준한 일률적인 개량을 지양하고, 아래 기준을 참고하여 정비 우선순위를 정한다.

- 누수·파열 사고에 수반한 단수 영향 및 도시교통 장애가 큰 노선
- 사고이력이 높은 노선
- 배수블록 골격(프레임)을 형성하는 관로
- 분기된 급수관이 많고, 지관이 많은 배수관
- 독립수관교·교량 첨가관
- 포장 등 도로공사가 예정되어 있는 도로에 부설되어 있는 관로

그림 Ⅲ-8. 낙동강횡단수관교 및 양산수관교

■ 노후관 개량사업을 할 때 먼저, 관로의 교체보다는 내부를 갱생하여 사용할 수 있는 관로는 갱생하여 사용하도록 한다. 또한, 관로의 교체비용을 줄이고 비용을 분산하기 위하여 관로를 최대한 오래 사용할 수 있도록 Ⅱ-3절에 언급한 것처럼 주기적으로 관세척을 추진한다.

**추진과제**

① 노후관로의 교체 및 갱생계획 수립
② 관의 실사용연수 평가를 위한 관체조사 제도 정착화
③ 관로 내부 주기적인 세척 (Ⅱ-3절)

## 2-2. 신규 관로의 장수명화 추진

### 가. 현황 및 과제

■ 우리시는 100%의 수도 보급률을 달성하여 기본적인 수도 관로망은 완성하였으나 신규주택, 아파트 등의 개발사업으로 수도관을 신규로 매설하거나 노후된 상수도관의 교체사업을 할 때, 혹은 정수장이나 가압장 등의 고장이나 관로누수 등의 단수에 대비하여 관로의 이중화나

네트워크화, 블록화 등을 추진할 때 신규관로의 선정이 필요하다.

- 신규관로 부설시 관로의 수명을 연장하기 위해서는 i) 내구성이 강한 재질의 관을 사용하고, ii) 시공과정에서 자재 취급주의 및 부실시공을 방지하고, iii)관로의 내·외부에 부식 인자로부터 차단하는 것이 중요하다. 이처럼 관로 개별적으로 오래 사용할 수 있도록 함과 동시에 Ⅲ-1절에서 언급한 것처럼 관로의 공급체계를 구축하면 관로의 유지관리가 용이해져 실사용 연수는 훨씬 오래 사용할 수 있을 것이다.

## 나. 주요 대책

- 우리시는 가능한 신규관로의 사용연수를 늘리기 위하여 현재의 법정내용연수(30년)의 1.5배 이상 사용하는 것을 목표로 관로의 장수명화 계획을 추진한다. 이를 위해서는 관종의 선정, 신규 관로부설의 공사방법, 관로내부의 주기적인 세척 등을 추진한다.

〈부산시의 관종별 사용가능 예상연수〉

| 관 종 | | 법정 내용연수 | 사용가능 연수(예상) | 사용가능 연수의 산정이유 |
|---|---|---|---|---|
| 도복장 강 관 | 콜타르에나멜(내부)<br>콜타르에나멜(외부) | 30년 | 30년 | **1965~1992년까지 부설된 관**<br>1. 장기간 사용시 콜타르에나멜 박리<br>2. 온도변화에 따른 수축, 이완으로 크랙 발생이 높고 동절기 내충격에 약함 |
| | 에폭시(내부)<br>콜타르에나멜(외부) | 30년 | 45년 | **1993~2008년까지 부설된 관**<br>1. 장기간 사용시 콜타르에나멜 박리<br>2. 관내부 에폭시 도장되어 콜타르에나멜에 비하여 부착성이 높아 부식우려 저하 |
| | 에폭시(내부)<br>폴리에틸렌(외부) | 30년 | 50년 | **2009년부터 부설된 관**<br>1. 내식성, 내약품성 강함.<br>2. 외부 도장재가 3층으로 전식, 부식, 염분지역에서도 강함. |
| 닥타일 주철관 | 회주철관(CIP) | 30년 | 30년 | **1968~1981년까지 부설된 관**<br>1. 닥터일주철관에 비해 충격에 약함<br>2. 관 내부 별도의 방식대책(라이닝) 없음 |
| | 시멘트모르타르라이닝 닥타일주철관(DCIP) | 30년 | 45년 | **1982~2010년까지 부설된 관**<br>1. 관 내부 방식(시메트몰탈라이닝) 개선<br>2. 관 외부 방식에 강한 주철자재 개선 |
| | 내면에폭시분체도장 닥타일주철관(DIP) | 30년 | 50년 | **2010년부터 부설된 관**<br>1. 관 내부 방식(에폭시라이닝) 개선<br>2. 관 외부 방식에 강한 주철자재 개선 |
| 스테인리스관(STS) | | 30년 | 45년 | **1984년부터 부설된 관**<br>1. 내부식성, 위생성 우수<br>2. 염분, 산성토양에 내부식성 약함. |
| PFP관 (폴리에틸렌분체라이닝강관) | | 30년 | 45년 | **1995년부터 부설된 관**<br>1. 관 내·외부 방식(PE분체라이닝) 우수<br>2. 염분, 산성토양에 내부식성 강함. |

■ 관로는 한번 선정하여 지하에 부설하게 되면 유지관리를 잘하여 최대한 오래 사용하는 것이 바람직함으로 관종을 선정할 때 신중을 기해야 한다. 현재 우리시는 기본적으로 관을 오래 사용할 수 있도록 내구성(관내·외부가 부식에 강한 관로), 위생성, 매설 환경, 취급의 용이성과 향후 유지관리에 있어서 관로의 갱생 및 자재창고 비축의 용이성 등을 종합적으로 고려하여 우수성이 검증된 관을 사용하도록 기본방침을 정하고 있다.

- 도복장강관(도·송수관) : 1350㎜이상
- 닥타일주철관(도·송·배수관) : 80 ~ 1200㎜
- 스테인리스관(급수관) : 15 ~ 50㎜
- 폴리에틸렌분체라이닝강관[11] (PFP관, 급수관) : 15 ~ 65㎜

■ 신규로 설치하는 관로는 장수명화를 위해서 아래 사항을 고려하여 부설한다.

- 신규관로 시공시 내진설계를 반영하고, 특히 접합부는 누수에 취약함으로 내진 이음부를 설치하도록 한다. 다만, 양호한 지반인 경우에는 일반 이음부로도 시공할 수 있으나 연약지반은 반드시 내진 이음부를 설치한다.
- 관외부의 부식방지를 위해서 강관이나 구경이 큰 닥타일주철관(600㎜이상) 중심으로 외부에 PE보호막(폴리에틸렌 슬리브)을 씌워, 관 외부의 토질이나 전식 등 부식인자를 사전에 차단함으로써 관의 실제 사용기간을 늘릴 수 있도록 한다.
- 관내부의 부식에 의한 노후화를 방지하기 위해 주기적으로 세척할 수 있도록 하고, 필요시 유지관리 맨홀을 설치한다. 향후 관리할 때 관내의 노후화가 확인될 경우 에폭시 갱생 등을 통해 부식을 억제한다.

PE비닐 씌우기 | 관부설 | 관부설 완료

그림 Ⅲ-9. PE보호막(폴리에틸렌 슬리브) 시공

## 추진과제

① 신규 관로의 선정시 기준준수
② 신규 관로 공사시 장수명화 계획 추진

11) 해안 매립지로 염분이 많은 지역, 산성토질 지역에 제한적으로 사용 (외부 부식방지 PFP관)

# 3. 각종 시설물 및 기계·전기시설 등의 적정관리

수돗물의 안정적인 공급을 위해서는 관로뿐만 아니라 펌프장 및 전기시설 등의 유지관리도 중요하다. 특히, 우리시는 타 지역에 비해 고지대가 많아 배수지나 가압장이 많은 특성을 지니고 있다. 가압장은 주로 건축구조물 내에 대형펌프들로 구성되어 있고, 가압장의 종류는 정수장에서 보내어진 물을 시역내로 공급하는 대형가압장과 배수지에 저류하기 위해 보내는 중간가압장, 배수지보다 높은 지역의 급수를 위한 부스터펌프장 등으로 구성되어 있다.

〈부산시 상수도 가압시설 현황〉

| | 배수지 | 대형가압장 | 중간가압장 | 부스터펌프장 | 양탕장 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 사업장수 | 73 | 2(덕천, 사상) | 41 | 111 | 2 | |

가압장 뿐만 아니라 취·정수장에도 펌프, 전기, 약품시설 등 많은 시설들이 존재하고 있다. 이러한 기계 및 전기시설들도 법정내용연수가 정해져 있으나 실사용연수는 이보다 더 길게 사용하는 것이 일반적이다. Ⅲ-2-2절에서 언급한 관로의 장수명화와 마찬가지로 기계 및 전기시설들에 대하여도 장수명화 계획을 적극적으로 수립하고, 신규시설 및 기존 시설들에 대해 유지관리를 잘해 오래 사용할 수 있도록 추진해 간다.

아울러, 우리시도 지진에 대한 안전지대가 아니므로 각종 수도시설 구조물에 대하여 신설시는 내진설계를 반영하여 철저히 시공하고, 기존 시설물에 대하여도 내진보강 및 안전기준 등에 맞도록 시설물들을 보강해 간다.

## 3-1. 각종 시설물의 내진보강

### 가. 현황 및 과제

- 부산지역에서 대규모 지진이 발생하여 수도시설의 파손이나 관 파열 사고가 발생할 경우 대규모 급수중단 사태로 시민들에게 불편을 초래할 뿐만 아니라 침수 등의 2차 피해도 발생할 수 있다. 또한, 지진 등의 재해발생시는 원상 복구에도 장기간 소요되므로 이러한 재난에 대비하여 수도시설에 대한 내진보강을 시행할 필요가 있다.
- 우리시는 관련법인 「지진·화산재해대책법」, 「기존 공공시설물 내진보강 기본계획 (2016~2020)」에 따라 소관 시설물인 건축물, 일반댐, 수도시설물, 상수관로 등에 대해 '부산시

2019년도 수도 공공시설물 내진보강대책'을 수립하여 상수도 모든 시설에 대하여 시설물 내진평가 및 보강계획을 추진한다.

- 도·송·배수시설 토목구조물 이외 상수관로 부분(대상 512㎞)에 대하여는 별도 「시설물 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 의거 2019년부터 내진성능평가를 시행하고, 그 결과에 따라 단계별로 내진보강을 추진한다.

〈상수도 관로 정밀안전진단 및 내진성능평가 추진계획〉

| 구 분 | 급수계통 | 대상관로 | 연장(km) | 추진시기 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1단계 | 덕산 · 화명 · 명장 | 도수관 | 65 | 2019년 | |
| 2단계 | 덕산정수장 | 송수관 | 291 | 2021년 | |
| 3단계 | 화명정수장 | 송수관 | 110 | 2023년 | |
| 4단계 | 명장정수장 | 송수관 | 46 | 2025년 | |

- 한편, 우리시는 2006년 전국 최초로 상수도 종합상황실을 구축하여 시내 상수도 전시설에 대하여 실시간으로 시설물 원격감시가 가능하고, 각종 재난이나 상수도 사고에 대응할 수 있도록 운용하고 있다.

## 나. 주요 대책

- 수도시설물 총 265개소 중 내진성능평가 대상이 126개소이며, 이 중 내진보강이 필요한 시설물은 20개소이다. 2018년까지 14개소를 완료하였으며, 2020년까지 나머지 6개소에 대하여 내진보강을 완료할 계획이다. 회동댐과 법기댐은 2012년 정밀안전진단 결과 내진 1등급으로 안전성이 확보되었고, 2017년도에 지진계를 설치하여 계속 관리하고 있다.
- 재해발생 시 시민생활의 영향을 최소화하기 위하여 중요한 토목구조물에 대하여 내진화를 조기에 추진할 필요가 있어, 아래 표와 같이 지속적으로 추진할 예정이다.

〈부산시 주요시설의 내진화 추진상황〉

| 주요사업 | 사업대상 및 지표 | | 2019년 (현재) | 목표연도 (비율) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 토목구조물 내 진 화 | 댐 (2개소) | 내진완료*/내진대상×100 | 100% | 2012년 완료 | |
| | 정수장 (4개소) | | 75% | 2020년 완료 | |
| | 가압장 (46개소) | | 20% | 2020년 완료 | |
| | 배수지 (53개소) | | 96% | 2020년 완료 | |
| | 건축물 (18개소) | | 72% | 2020년 완료 | |
| 관로 내진화 | 도·송·배수관 (512㎞) | 내진관 사용/총연장×100 | - % | 2025년 예정 | |

* 내진완료 : 내진성능 만족 + 보강완료

**추진과제**

① 2020년까지 상수도 주요시설물(토목구조물) 내진화 추진
② 2025년까지 주요 도·송·배수관(512㎞) 내진성능평가 용역 완료 및 단계적 추진

## 3-2. 기계·전기시설 등의 장수명화 추진

### 가. 현황 및 과제

- 우리시의 수도사업은 향후 노후정수장의 개량, 정수시설의 초고도처리시설 도입, 관로의 3단계 공급체계 구축 등 많은 비용이 수반될 것이다. 이러한 투자비용은 소비자의 부담을 증가시킬 우려가 있음으로 이를 최대한 억제하기 위해서는 우리시 스스로 투자재원을 확보하기 위한 노력을 하지 않으면 안된다. Ⅲ-2-2절의 관로의 장수명화 계획처럼 기계·전기시설 등에 대하여도 경영효율화를 위하여 적극적으로 장수명화를 추진한다.
- 기계·전기시설들에 대한 장수명화 계획을 추진하기 위하여는 우선 시설물의 안전성 확보를 바탕으로 일률적인 법정내용연수를 따르기 보다는 우리시의 관리경험을 통하여 자체적으로 각 시설별의 특성에 맞는 실사용연수의 설정이 필요하다. 우리시는 장수명화 계획을 통하여 기전설비들의 실사용연수를 법정내용연수의 1.5배 이상 사용하는 것을 목표로 추진한다.
  - 기전시설들은 신규시설 설치단계에서부터 오래 사용할 수 있도록 내구성, 유지관리의 편리성 등을 충분히 고려하여 선정한다.
  - 유지관리 단계에서는 일일점검, 주간점검 등의 계획을 세워 실천하고, 노후화나 고장 발생 시는 즉시 보수·보강 등을 통해 최적의 상태로 유지한다.

〈부산시 기전시설물별 실사용가능 예상연수〉

| 구 분 | 법정 내용연수 | 사용가능 연수(예상) | 사용가능 연수의 산정이유 |
|---|---|---|---|
| 펌프, 호이스트 | 11년 | 20년 | **1995~2010년까지 설치된 펌프**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 부분고장(노후) 수리 및 교체 |
| 밸브, 오존시설, 재생설비 | 10년 | 15년 | **1995~2010년까지 설치된 밸브**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 부분고장(노후) 수리 및 교체 |
| 탈취기, 송풍기 | 8년 | 15년 | **1995~2010년까지 설치된 탈취기**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 부분고장(노후) 수리 및 교체 |

| 구 분 | 법정 내용연수 | 사용가능 연수(예상) | 사용가능 연수의 산정이유 |
|---|---|---|---|
| 차염설비 | 7년 | 12년 | **1995~2010년까지 설치된 차염설비**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 부분고장(노후) 수리 및 교체 |
| 유량계, 전동기, 태양광발전장치 | 11년 | 15년 | **1995~2010년까지 설치된 유량계**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 부분고장(노후) 수리 및 교체<br>3. 회전자 수리 및 절연보완 |
| 수·배전반 | 10년 | 20년 | **1995~2010년까지 설치된 수·배전반**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 부분고장(노후) 수리 및 교체 |
| 에너지저장장치(충전장치) | 9년 | 15년 | **2017~2018년까지 설치된 에너지저장장치**<br>1. 일일, 주·월간, 반기 점검<br>2. 에너지저장장치(ESS)실 적정 온·습도 유지 |

- 현재 우리시의 기전시설물들은 정기적으로 검사를 시행한다. 자가용 전기설비 30개소는 전문검사기관을 통해 3년 주기로 정기검사를 시행하고, 일반용 전기설비 153개소는 매년 자체적으로 점검한다. 대형사업장 2개소(사상, 덕천가압장)의 소방시설은 매년 종합정밀점검 및 작동 기능점검을 하여 사업장 안전사고 예방에 만전을 기하고 있다.

## 나. 주요 대책

- 기전설비의 수명을 길게 하기 위해서는 신규설치 단계에서 i) 기전시설을 선정할 때 내마모성, 안전성, 취급의 용이성 등을 고려하여 선정하고, ii) 제작과정의 확인 및 설치과정에서 자재 취급주의, 부실시공을 방지하도록 한다.
- 유지관리 단계에서도 i) 기전시설물의 일일점검, 주·월간점검, 반기점검 계획을 수립하여 시행하고, ii) 기전설비의 내·외부를 부식인자(습기, 온도변화 등)를 차단하는 것도 중요하다. 이처럼 기전설비의 점검·유지관리 정보를 관리할 수 있도록 V-2-2의 자산관리시스템과 연계하면 시설의 갱신시기를 최적화할 수 있다.
- 지하에 설치하는 기전설비는 부식 등으로 인한 고장발생 가능성이 높으므로 환기시설을 설치하여 기전설비의 수명을 늘릴 수 있도록 한다.

### 추진과제

① 기전설비의 법정내용연수의 1.5배 이상 사용하도록 장수명화 계획 추진

# Ⅳ 위기관리

1. 수돗물 생산 및 공급과정별 위기관리
2. 사이버보안 위기관리

# Ⅳ. 위기관리

부산시는 상수원수의 약 90% 이상을 낙동강에 의존함으로써 상류에서 유입되는 오염물질로 인해 각종 수질오염 사고위험에 노출되어 있다. 또한, 지구온난화 등 기상이변으로 인한 빈번한 자연재해와 시설자동화에 따른 기계 오작동 등 여러 가지 사고발생 위험이 상존하고 있다. 따라서, 각종 사고발생을 사전에 예방함은 물론 사고발생시 신속히 대처하여 피해를 줄일 수 있도록 위기대응 체계구축이 필요하다. 아울러, 각종 수도시설들이 자동화되고 원격제어 시스템이 도입됨에 따라 정보화 고도화로 인한 각종 사이버 공격의 취약성도 높아짐으로 이에 대한 적절한 대책도 필요하다.

최근 경주(2016년), 포항(2017년) 등 국내·외 잦은 강진 발생으로 우리시도 지진 안전지대가 아니므로 사전에 Ⅲ-3-1절의 시설물의 내진보강을 충실히 수행할 필요가 있다. 또한, 지진 등의 발생으로 수도시설에 큰 피해가 발생했을 때에도 그 영향을 최소화하기 위하여 정수장 계통간 비상연계관로, 주요 송·배수관망의 이중화 및 네트워크화 등을 지속적으로 추진할 필요가 있다.

우리시는 수도 관련한 각종 사고유형별 위기관리에 대한 '상수도 사고대비 현장조치 매뉴얼'을 만들어 대응하고 있고, 향후 이러한 매뉴얼이 제대로 작동되는지 확인하면서 계속 업그레이드 시킬 필요가 있다. 이를 위해 평상시 실제 긴급대응훈련 등을 수시로 실시하고, 방재기관과 함께 합동으로 위기관리에 대응한다. 광역적, 대규모 재해나 사고 등에 대비하여 인근 도시 및 한국수자원공사(K-water) 등 수도사업자간 상호 응급복구를 지원하기 위한 제휴도 필요하다.

그림 Ⅳ-1. 상수도 비상대비 매뉴얼 및 합동 방재훈련 전경

# 1. 수돗물 생산 및 공급과정별 위기관리

상수도는 어떠한 상황에서도 시민들에게 안전하고 맛있는 수돗물을 24시간 상시 공급할 수 있는 체계를 구축하여야 한다. 그러기 위해서는 원수에서부터 취·정수장의 수질사고 및 관로의 파열사고 등 수돗물의 생산에서부터 가정에 공급될 때까지 각 과정별 발생 가능한 위기상황에 대비하여 위기관리 대응체계를 구축하고 실천해 간다.

## 1-1. 낙동강 원수 수질사고 대응

### 가. 현황 및 과제

- 댐용수를 공급받고 있는 다른 도시와 달리 낙동강 하류에 위치한 우리시는 상수원수의 약 90% 이상을 낙동강에서 취수하고 있는데, 취수원인 낙동강 중·상류지역에는 대규모 산업단지가 밀집하여 1991년 구미 페놀유출사고처럼 크고 작은 수질오염사고가 빈번하게 발생하고 있다.

그림 Ⅳ-2. 낙동강수계 수질오염사고 발생현황(2008~2017년)

- 2002년 낙동강수계법 제정이후 낙동강 상류지역의 공단도 102개소에서 264개소로 2배 이상 증가할 예정으로 낙동강 중·상류지역에서 배출되는 산업폐수 등으로 인한 각종 수질오염사고 가능성은 더욱 높아졌다.

〈낙동강 주요 수질오염사고(유해물질) 발생현황〉

| 년도 | 오염사고(물질) | 내용 | 원인 |
|---|---|---|---|
| 1991 | 페놀 | 경북 구미시 두산전자에서 페놀원액 30톤 낙동강 지류인 옥계천에 유출사고 | 페놀공급 파이프라인의 이음새 파열 |
| 1994 | 디클로로메탄 | 암모니아성질소 및 디클로로메탄 등 미량 유해유기물질 냄새사고 발생 | 낙동강 유량저감으로 자정능력의 감소 |
| 2004 | 1-4 다이옥산 | 대구 매곡, 두류정수장 등 영남지역 6개 정수장에서 다이옥산 검출 | 인근 공장에서 유입 |
| 2006 | 퍼클로레이트 | 낙동강 주요 취수장에서 유해물질인 퍼클로레이트가 검출 | 인근 공장에서 유입 |
| 2008 | 페놀 | 낙동강 페놀유입 사고로 취수중단 | 경북 김천 공장 화재사고 |
| 2009 | 1-4 다이옥산 | 대구시 일부 정수장 가동 중단 | WHO 가이드라인 (50㎍/L) 초과 |

- 이에, 우리시는 낙동강 수질오염사고에 대비하여 정수처리공정 개선과 함께 취수원수 수질감시체계를 구축·운영하여 수질오염사고 발생시 신속히 대응하도록 한다.

## 나. 주요 대책

- 낙동강 표류수 취수원 사용에 따른 수질안정성을 확보하기 위하여 취수원 입구 및 상류 낙동강 수계에 대한 수질 감시체계를 구축하여 운영한다.
  - 물금, 매리, 회동 상수취수 원수에 대해 Ⅱ-6-1절의 "BUSAN 고품질 순수365 프로그램" 중 상수원수 분석항목에 따라 수질감시를 실시한다.
- 취수원 수질감시 강화를 통해 낙동강 원수 수질오염을 인지하면 "정수장 긴급대응 매뉴얼"에 따라 오염물질별 긴급조치 사항을 철저히 시행한다.

| 오 염 물 질 | 처 리 방 법 |
|---|---|
| 미생물<br>- 대장균군, 일반세균 | 긴급대책 : 전염소처리 및 후염소처리 등 소독·여과처리 강화<br>**오존 소독처리 (전오존 : 1.2ppm이상)** |
| 무기물 I<br>- CN,Hg,Pb,Cd,As,Se, $Cr^{+6}$중금속 및 독성물질 | 혼화, 응집, 침전 공정으로 제거 |

| 오 염 물 질 | 처 리 방 법 |
|---|---|
| 무기물Ⅱ<br>- 암모니아성질소 | 긴급대책 : 파괴점 전염소처리(검출농도의 10배 정도 투입) |
| 유기물Ⅰ<br>- 농약류 및 합성유기물질 | 긴급대책 : 취수구 및 착수지 분말활성탄처리<br>**오존 + 입상활성탄 병행처리가 가장 효과적임** |
| 유기물Ⅱ<br>- 맛·냄새, 휘발성유기물질 | 긴급대책 : 착수지 분말활성탄처리, 전오존처리<br>**오존 + 입상활성탄 병행처리가 가장 효과적임** |
| 유기물Ⅲ<br>- 페놀류 | 긴급대책 : 착수지 분말활성탄 처리<br>**오존 + 입상활성탄 병행처리 (전염소 중지)** |
| 유기물Ⅳ<br>- 합성세제 | 긴급대책 : 착수지 분말활성탄처리<br>**입상활성탄 처리** |
| 유기물Ⅴ<br>- THMs, HAAs<br>- THMFP, HAAFP | 긴급대책 : 착수지 분말활성탄처리<br>**오존 + 입상활성탄 병행처리** |
| 유기물Ⅵ<br>- 1,4-다이옥산 | 긴급대책 : 오존처리<br>**오존 + 입상활성탄 병행처리** |

**추진과제**

① 수질오염사고 발생에 따른 먹는물 수질기준 초과율 제로

## 1-2. 정수장 수질사고 대응

### 가. 현황 및 과제

■ 상수도 전체과정에서 가장 큰 수질사고 중에 하나가 '정수장 수질사고'이다. 정수장 수질사고는 수돗물이 바로 소비자에게 공급되어 시민들의 건강문제와 직결되기 때문에 매우 민감하다. 과거 우리시 정수장에서는 2건의 큰 수질사고가 발생하였다.

| 년도 | 사고유형 | 내용 | 원인 | 조치사항 |
|---|---|---|---|---|
| 1994 | 탁수 유출 | 덕산정수장 수돗물에서 탁수가 유출되어 덕산 공급 계통 일부지역에서 20~30분간 검회색의 수돗물 출수 | 정수약품 투입기기 오차로 정량 투입이 안되고, 기온 급강하로 인해 미세한 분말활성탄이 응집제와 화학반응이 되지 않아 침전되지 않고 여과지를 통과 | 30분간격 공정별 시료채수, 정수탁도, 알카리도 등 체크와 Jar-Test 실험으로 응집제 최적 투입으로 응집형성 및 침강 상태 양호로 수질 안정화됨 |
| 1999 | 응집제 유출 | 덕산계통 일부단수지역 수돗물 공급을 위해 오륜정수장 재가동하면서 응집제가 과다투여되어 금정구 일대 4만4천여세대에 끈적끈적하고 떫은 맛이 나는 수돗물 공급 | 오륜정수장의 정수약품투입 기계고장으로 응집제 과다 투여 | 사고발생과 동시에 오륜정수장 가동을 중지하고 화명정수장 계통으로 급수전환하여 정상 급수조치, 사고지역의 모든 물탱크의 위생조치 신속대응 |

- 이러한 사고 이후, 정수공정에서 발생할 수 있는 사고에 신속히 대처할 수 있도록 현장에서 관리하던 시스템을 중앙관리실에서 통합하여 관리할 수 있도록 통합관리시스템으로 전환하여 운영하고 있다.
- 아울러, 정수장 수질사고 예방을 위해 원수 등 수질 악화시 정수공정별 대응방법을 매뉴얼화하여 문제가 생길 때 즉시 대응할 수 있도록 하고 있다.

〈정수공정별 대응방법〉

| | |
|---|---|
| 취수장<br>전염소 | 사고 발생시 정수장으로 비상연락 및 상황을 통보<br>긴급하다고 판단될 때는 취수중단의 기준에 따라 취수중단<br>취수장에서 실시 가능한 방제조치 실시(오일펜스 설치 등)<br>취수구 분말활성탄 투입<br>전염소 투입 중지 |
| 전오존 | 생산량 조절로 전오존 체류시간 증대<br>전오존 투입강화(ex. 평시 0.8 → 1.2ppm 이상) |
| 착수지 | 원수 도달 전 사전에 원수를 확보하여 예비 수질조사<br>유입정도에 따라 필요시 분말활성탄 투입(약 5ppm이상)<br>Jar-Test 후 응집제 투입량 강화(조절) |
| 침전<br>·<br>여과 | 침전지 상태 매시간 관찰 및 취기검사<br>사여과지 역세주기 조절 강화(ex. 평시 72 → 36시간)<br>역세척수 필요에 따라 회수금지 |
| 후오존 | 생산량 조절로 후오존 체류시간 증대<br>후오존 투입강화(ex. 평시 1.0 → 1.5ppm) |

| | |
|---|---|
| 입상활성탄 여과지 | 체류시간 조절(ex. 평시 15분 → 25분) |
| 정수지 | 정수 2시간별 채수 후 자체유기물 항목 분석(필요시 연구소 의뢰)<br>수질분석시간 확보를 위한 정수지 체류시간 증대 (수위확보)<br>미량유해물질 정수 기준초과 징후 발견 시 즉시 급수중단 |

### 나. 주요 대책

- 정수장 수질사고 발생시 신속한 정수공정별 대응매뉴얼에 따라 대응하고, 부족한 점이 발견될 경우 매뉴얼을 보강해 가도록 한다.

**추진과제**

① 정수장 수질사고 발생율 제로

## 1-3. 염소소독시설의 교체

### 가. 현황 및 과제

- 취·정수장은 수처리를 위해 많은 화학약품들을 사용하는데, 이러한 약품중 소독을 위해 사용하는 액체염소는 누출시 염소가스로 쉽게 전환되어 사고 발생할 경우 매우 위험하다.
  - 울산 한화케미칼 염소누출 사고 : 2015. 7월 6명 사망, 2018. 5월 19명 부상
- 현재 우리시 정수장에서 사용하는 염소소독 시설중 특히 명장과 화명정수장은 도심의 인구밀집 지역에 위치하고 있어, 이에 대한 안전대책이 필요하다.
- 정부에서도 2015년 유해화학물질관리법 등 관련법규의 소독약품에 대한 규제를 강화하여 독성이 낮은 염소소독 시설로 대체하도록 하였다. 산업안전보건법에서도 위험물질 누출, 화재, 폭발 등 중대 산업사고로 인한 인명피해 예방을 위하여 유해하거나 위험한 시설에 대해 보다 안전한 시설로 개선하도록 하고 있다. 이에, 우리시는 정수장의 노후 액체염소투입 설비를 보다 안전한 대체시설로 교체하도록 추진한다.

### 나. 주요 대책

- 우리시 정수장에서 사용 중인 액체염소를 대체하기 위해 2018년에 염소소독 대체시설 설치 타당성조사 및 기본계획 용역을 실시하였고, 2019년부터 최적의 대체 공법을 선정하여 안전한 염소소독 대체시설을 설치하도록 추진한다.
- 염소소독 대체시설은 화학물질관리법 등 관련법규에 적합하고 기존 염소시설을 최대한 활용하면서 인구밀집(위험순위)과 우리시 재정상태를 고려하여 우선순위를 정하여 추진할 필요가 있다.

〈염소소독 대체시설 연도별 투자계획〉

(단위 : 억원)

| 구 분 | 연도별 투자계획 | | | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2019년 | 2020년 | 2021년 | 2022년 | |
| 명 장 | 39.6 | - | - | - | 공사 35.1, 감리 2.8, 설계 1.7 |
| 화 명 | - | - | 101.6 | - | 공사 90.1, 감리 7.3, 설계 4.2 |
| 덕 산 | - | - | - | 195.1 | 공사 173.1, 감리 14.1, 설계 7.9 |

**추진과제**

① 염소소독 대체시설 설치

## 1-4. 관로의 파열사고 등의 대응

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 지형적으로 바다와 접한 해안도시로서 만입이 발달한 긴 해안선을 가지고 있고, 도시내 평지보다는 산이 많아 표고 100m 이상의 지형이 도시 전체의 약 55.4%를 차지하고 있다. 그럼에도 불구하고, 부산은 인구 밀도가 높고 고지대까지 많은 인구가 살고 있어 지역에 따라 가압급수가 불가피하고, 해안 매립지는 염분 등으로 인해 관의 부식속도가 빨라 관의 누수사고에 매우 취약하다.
- 2018년말 상수관로는 8,480㎞ 부설되어 있고, 이중 직경 80㎜ 이상 송·배수관은 전체의 약 50%를 차지하고 있으며, 특히, 시내 일부지역에는 직경 1500~2000㎜ 대형 송수관이 120㎞ 가량 매설되어 있다. 지하에 매설된 상수도관은 여러 가지 요인으로 누수가 발생할 수 있으며, 관의 누수사고는 경제적·사회적으로 커다란 피해를 수반할 수 있다. 특히 대형관의 파열은 피해가

더 심각해 질 수 있다.

- 누수의 형태는 파열누수(대규모 누수), 배경누수(소규모 누수)로 구분되며, 누수는 관재질, 설계 및 시공기술, 관내요인과 같은 내적요인과 매설환경, 외부환경 등의 외적요인으로 발생한다.
- 2018년도 한 해 동안 발생한 누수통계에 의하면 총 9,794건이 발생하였으며, 원인별로는 국부부식이 가장 많고, 관종별, 구경별로는 현재 개량중인 에폭시관을 제외하고는 스테인리스관과 관경15㎜에서 누수가 많은 것으로 나타났다.
- 스테인리스관 및 관경 15㎜의 누수가 많은 것은 총 35만전 수도미터기중 약 30만전이 수도미터기내 주 배관으로 구성된 접합부가 짧기 때문인데, 특히 동절기에 한파 지속시 동파로 인한 것이 주원인으로 분석되었다.

| 누수원인별 | 관종별 | 구경별 |
|---|---|---|

## 나. 주요 대책

- 누수는 먼저 발생하지 않도록 예방하는 것이 최상책이다. 이를 위해 노후관의 개량, ICT를 결합한 블록시스템구축, 상수도시설물 GIS 구축, 스마트 누수탐사 추진, 적정수압을 유지하는 간접급수를 통한 최적관망 감시시스템의 구축 등을 지속적으로 추진한다.
- 2006년도부터 상수도종합상황실을 신설하여 사무실과 현장을 연계한 예방, 대응, 조치 및 사후관리 하도록 하는 상수도시설물관리 통합시스템을 구축하였다. 현재 여기에 총 32명(일근 5명, 1일 3조 2교대 27명)이 24시간 교대로 근무하면서 취·정수장, 가압장, 배수지 등 급수상황을 실시간으로 감시하고 있다.

종합상황실

정수장 수계별 관망체계도

그림 Ⅳ-3. 종합상황실 및 수계별 관망체계도

- 상수도사고 발생시 현장에서 사고 초기부터 침수피해를 줄일 수 있도록 급수계통을 조절(제수변 개·폐)하고, 누수 복구공사, 관세척 등을 행한 후 신속히 복구하도록 365일 비상체계를 유지한다.
  - 관로 복구공사는 1999년부터 통합도급제도(공개경쟁, 연간 단가계약) 도입으로 전문민간업체(44개)가 수행하도록 체제를 전환하였고, 2017년부터는 각종 공사 현장에서 보다 빠르고 시공의 품질향상을 위하여 건설사업관리제도(25개 업체)를 도입하여 운영하고 있다.

누수발생 → 출동지시 → 작업자출동 → 공사시행 → 공사완료

그림 Ⅳ-4. 누수복구공사 처리 흐름도

- 아울러, 관 파열사고 발생시 긴급 복구조치와 함께 사고이력 등의 관련 정보를 수집하여 관리하고, 이를 토대로 원인을 분석하고 대응해 간다. 이러한 정보 및 관리데이터는 Ⅲ-2-1절의 노후관로 갱신대상을 선정할 때 참고하여 사전에 관파열 사고를 예방해 간다.

## 추진과제

① 관로의 1km당 누수발생 건수 줄이기
② 누수발생시 단수시간 최소화

## 1-5. 정전대비 정수장 비상대책관리

### 가. 현황 및 과제

- 정수장에 공급되는 전력장치는 외부의 한전에서 공급되는 부분과 우리시 내부 정수장에서의 전력설비들을 나누어 대책을 강구하고 있다.
- 한전에서 공급되는 전력장치는 선로가 이중화되어 있어 한 선로의 전력공급설비의 보수·사고 등으로 전력이 공급되지 않더라도 이를 대체하는 예비선로가 구축되어 있다.
  - 상용 선로의 문제발생시 자동적으로 예비선로로 전력을 공급받을 수 있도록 되어 있다.
  - 만약 정전사고 발생시 상용선로에서 예비선로로 교체하는 동안 발생할 수 있는 공백을 무정전전원공급장치(UPS)가 대신하여 시설물내 전등 및 제어설비 등에 전력을 공급할 수 있다.
- 한전에서 상용선로 및 예비선로에 전력이 공급되지 되지 않을 경우를 상정하여 비상조치를 위한 비상발전기를 설치하여 운영하고 있다.

〈정수장별 비상발전기 보유현황〉

| 사업소명 | 비상발전기 설치장소(규격) | 비고 |
|---|---|---|
| 명장 정수사업소 | 변전실(380V 200㎾), 회동지소(380V 60㎾), 범어사정수장(380V 10㎾) | |
| 화명 정수사업소 | 변전실(380V 320㎾), 송수펌프동(380V 320㎾), 배출수지(380V 300㎾), 펌프기동반(380V 250㎾) | |
| 덕산 정수사업소 | 5차 기계실(380V 650㎾), 6차 기계실(380V 650㎾), 관리동(380V 145㎾), 재생동(380V 160㎾), 매리(380V 260㎾) | |

### 나. 주요 대책

- 한전의 전력공급 중단될 경우 및 야간전력을 활용한 에너지 절약대책으로 에너지 저장 장치(ESS) 및 연료전지 구축을 단계적으로 추진한다.
- 정수장내 일시적으로 정전 또는 사고가 발생하여 비상전원이 필요한 경우에 대비하여 '이동식 비상발전기'를 점차적으로 도입한다.

**추진과제**

① 대규모 정전시 대비 비상전원 공급방안 마련

# 2. 사이버보안 위기관리

사이버보안 위협은 갈수록 복잡해지고 대형화되고 있다. 수도사업에서도 주요 정보통신 인프라에 해당하는 정수제어망, 공급제어망 등에 대한 보안위협도 더욱 증가되고 있음으로 유관기관과 연계한 포괄적 대응이 필요하다. 우리시는 시민들에게 수돗물을 안전하게 공급하기 위해 상시 모니터링하는 물공급 전용망을 폐쇄망으로 운영하고 있고, 상수도 행정 대시민 서비스를 위해 부산시 사이버침해 대응센터와 연계해서 지속적으로 IT 정보보안을 강화하면서 사이버 위협에 대응하고 있다.

## 2-1. 데이터센터 원격지 백업

### 가. 현황 및 과제

- 수용가정보 등 상수도 행정업무 전산화를 위해 서버, 보안장비, SW 등 전산장비 440여대를 운영하고 있으며, 주요 정보시스템으로 수용가정보, 경영정보, 수질정보, ARS 납부 및 콜센터시스템 등을 데이터센터에 두고 24시간 운영하고 있다.
- 지진, 화재 등 예상치 못한 재해로부터 데이터센터내 정보시스템, 통신·보안시스템 등 대민 웹서비스의 전산장비 보호를 위해 2016년에 면진테이블 구축 및 이중마루 내진보강 등을 완료하였으며, 향후 지능화되는 사이버 공격에 적극 대응하고 시스템 중단 등 재해 발생시 신속한 복구를 위해 자체 원격지 백업망 및 재해복구 구축체계도 필요하다.

면진테이블 설치 랙

면진테이블

이중마루 내진보강

그림 Ⅳ-5. 데이터센터 내진 보강시설

### 나. 주요 대책

■ 상수도사업본부 데이터센터와 부산시 인재개발원간 자체적으로 원격지 백업망 및 재해복구 체계를 구축한다. 이를 통해 장애로 인한 업무중단, 랜섬웨어와 같은 데이터 위·변조 악성코드 감염시 데이터 오류발생 직전 시점으로 복원할 수 있도록 하여 데이터 유실피해의 최소화를 추진한다.

**추진과제**

① 자체 원격지 백업망 및 재해복구시스템 구축 추진

## 2-2. 사이버보안 위협 대응

### 가. 현황 및 과제

■ 우리시는 수돗물이 각 가정에 안전하게 공급되는 과정을 상시 모니터링하기 위해 최신 정보통신망을 갖추고, 행정 업무망과 물공급 전용망을 분리하여 운영하고 있다. 또한 행정 업무망도 2018년부터 외부 인터넷망을 업무망으로부터 분리시켜, 해킹·악성코드 등 외부 보안위협을 근본적으로 차단하여 정보보안을 강화하였다.

- 또한, 부산시 사이버침해 대응센터와 연계하여 콜센터시스템 및 행정 업무망 전반에 대해 악성코드 등 사이버 침해상황을 24시간 실시간 탐지·대응 등 보안관제 하고 있고, 국가정보원 사이버 공격 경보 발령시 관련사항을 전 부서에 즉시 전파하여 네트워크 차단 등 신속한 대응조치를 취하도록 한다.
- 안전한 물공급 정보통신망 구성을 위해 상수도사업본부 ↔ 정수장 ↔ 취수장 구간은 자체 자가망(폐쇄망)으로 구성하였고, 이 「물공급 운영시스템」을 통해 물공급 안정적 운영과 스마트 급수관리를 위해 24시간 모니터링 하고 있다. 특히 3개 정수장 정수제어시스템과 물공급 운영시스템간 시스템연계 구간에는 일방향 통신장비를 추가 설치하여 사이버 테러에 적극 대비하고 있다.
- 또한 급수인구 100만명 이상의 정수제어시스템을 운영하는 화명·덕산정수장은 주요 정보통신 기반시설로 지정하여 정보보호 대책을 수립하고 있고, 명장정수장은 급수인구가 40만 미만이어서 주요 정보통신 기반시설 지정에서 제외되어 있다. 이에 명장정수장도 화명·덕산정수장과 유사하게 정보통신 기반시설에 준하는 정보 보호대책 수립이 필요하다.

## 나. 주요 대책

- 행정 업무망과 외부 인터넷망 분리를 상수도본부 산하 전 사업소로 확대하고, 랜섬웨어 대응 솔루션을 신규 도입하여 사이버 보안위협에 대응한다.
- 명장정수장 및 취수장에도 「주요 정보통신기반시설」에 준하는 정보보호 조치를 시행해 간다.

### 추진과제

① 상수도사업본부 전부서 망분리 구축 및 랜섬웨어 솔루션 도입·운영
② 명장정수장에 대한 주요 기반시설 정보통신 취약점분석·평가 추진

# V 고객·사회에 기여

1. 고객과의 대화
2. 사회에의 공헌
3. 국내외 수도사업 공헌

# V. 고객·사회에 기여

상수도는 공기업으로서 공공성 측면에서 물수요자(고객)와 사회에 대한 책임을 다하고자 한다. 고객과 적극적인 소통을 통해 고객의 요구사항을 세심하게 반영하여 고객이 만족하는 다양한 서비스를 발굴해 간다. 또한, 상수도 분야의 시책에 대하여 SNS(페이스북)를 통한 홍보활동을 강화하여 수도사업에 대한 이해를 구함과 동시에 쌍방향 소통으로 고객의 요구에 대응해 간다. 지역사회에서는 환경을 고려한 신재생 에너지를 적극적으로 개발 및 확대하고, 에너지 효율화 사업도 착실히 추진해 간다. 또한, 상수도가 가진 물관련 기술로 물산업 관련 지역업체를 지원하고, 해외 자매도시와의 행정교류를 통하여 선진 상수도 기술과 정보를 알려 나간다.

## 1. 고객과의 대화

시민의 요구사항은 복잡다양하게 증가하고 있어 이에 맞추어 민원유형별 포털 고객센터를 구축하여 120번 전화 한통으로 민원처리가 되도록 해간다. 그리고, 원수확보에서부터 취수, 정수, 급수까지 상수도 전 분야에 대한 시책을 SNS(페이스북), 동영상을 통한 적극적인 홍보로 시민과 소통해 나간다. 기존 시행하는 사회적 약자에 대한 수도요금 감면서비스는 계속 시행하면서 사용자 중심의 맞춤형 자동납부 출금제 도입 등 다양한 서비스를 도입해 간다.

### 1-1. AnyTime AnyWhere 시민공감 「포털 고객센터」 구축

#### 가. 현황 및 과제

- 우리시의 수도사업과 관련해서 고객과의 소통을 하는 수단은 크게 전화, 홈페이지, 지역 사업소 방문 등이고, 해마다 상담 및 민원건수가 증가하고 있는 실정이나 상담인원 등의 부족으로 체계적인 대응이 부족하다. 이러한 민원해소 방안으로 콜센터(2016.11.8. 서비스 개시) 서비스를 시작하였으나 2018년은 전년도에 비해 상담건수가 약 20%나 폭증하여 새로운 대책이 필요한 실정이다.

〈2018년도 유형별 접수현황〉

| 계 | 전 화 | 전자민원(홈페이지) | 지역사업소 |
|---|---|---|---|
| 448,865건 | 338,710건 | 5,171건 | 104,984건 |

■ 이 대책방안의 하나로 가장 손쉬운 전화 한통이면 민원을 해결할 수 있는 「눈으로 보는 ARS 상담서비스」를 구축해 간다. 아울러, 전화민원 뿐만 아니라 전자민원, 지역사업소 민원 등을 종합적으로 고객의 목소리를 듣고, 분석하여 대응할 수 있는 「포털 고객센터」를 구축해 간다.

- 이 고객센터에는 고객의 민원, 불편사항, 건의 및 제보사항 등에 대한 시민의 목소리를 듣고 소통하는 한편 우리 상수도본부의 소식으로 각종 상수도 사건사고, 야간복구 현장 사진, 미담사례 등도 함께 전하도록 해간다.

V-1. 포털 「고객센터」 운영 개념도

■ 향후 「포털고객센터」는 고객센터의 빅데이터 등 데이터에 근거한 과학적인 분석을 통해 고객들이 제기하는 불만들을 종류별로 잘 분류하는 등 고기능 피드백을 통하여 같은 민원이 반복되지 않도록 적절한 대책을 세워 가도록 한다.

## 나. 주요 대책

■ 「눈으로 보는 ARS 상담서비스」 전산시스템을 구축하여 증가하는 전화민원 등에 대비하여 고객의 상담서비스 기능을 향상시킨다.

■ 「포털 고객센터」를 구축하여 콜센터전화, 전자민원(홈페이지), 방문민원, 각 사업소 개별접수 민원 등 시민들의 상수도에 대한 모든 문의사항을 기록하는 통합데이터 베이스를 만들어 자료를 수집하고 분석해 간다.

- 스마트폰, 테블릿, PC 등 여러 매체를 통하여 상수도 서비스를 이용하는 시민들의 성별, 지역, 나이 등 빅데이터를 수집·분석한다.

■ 매월 고객센터 분석결과를 사업부서와 공유하여 민원유형, 민원상담이 많은 피크타임 등 과학적인 데이터를 기반으로 하는 세심한 민원응대 매뉴얼작성, 탄력적인 직원 근무시간·인력을 배치해 간다.

### 추진과제

① 눈으로 보는 ARS 상담서비스 구축추진 (2019년)
② 시민공감 포털고객센터 구축추진

## 1-2. 상수도 전분야 SNS, 동영상을 통한 적극 홍보

### 가. 현황 및 과제

- 부산 수돗물에 대한 시민들의 불신을 해소하고 신뢰도를 향상시키기 위해 방송 및 홍보매체(대중교통, 시정홍보채널 등) 활용 광고, 도시철도역 문화 이벤트, 워터투어 등 다양한 홍보를 하고 있으나 낙동강 미량유해물질, 고농도 조류 발생 등으로 원수 수질에 대한 불안감이 높아지면 상수도 행정서비스에 대한 시민만족도는 크게 떨어지는 경향을 보인다.
- 기존 홍보·광고는 "수돗물의 깨끗한 이미지"로 우수성만을 강조한 CF와 디자인 중심으로 행해왔고, 시민참여를 위한 문화이벤트, 워터투어 등 행사는 의견수렴 및 피드백 과정이 부족하였다. 이에 시민들이 상수도업무의 어려움을 이해하고, 낙동강원수에 대한 이해와 청정원수를 확보하려는 우리시의 노력 등에 대하여 시민들과 소통하고 공감하는 쌍방향 홍보를 적극 도입할 필요가 있다.

| 언론·영상 활용 홍보 | 옥외광고매체 홍보 | 브랜드 홍보 |
|---|---|---|
| 상수도 홍보CF 제작·송출 | 도시철도역 스크린도어 | 사직야구장 야외펜스 |

### 나. 주요 대책

- 2017년 2월부터 상수도본부 자체 페이스북(http://www.facebok.com/busanwaterauthority)을 개설하여 취수·정수에서 수돗물 공급까지 전분야에 대해 상수도에 대한 홍보를 추진하고 있는데, 이를 더욱 활용하여 상수도에 대한 이해 증진의 도모와 함께 시민과 소통하는 공간으로 활용하도록 한다.
- 시민들이 가장 바라는 깨끗하고 안전한 수돗물의 공급을 위하여 이 마스터플랜에서 언급한 고품질 수돗물을 지향하는 사업들을 충실히 하면서 시민들의 공감대를 확대해 간다.
- 홍보 CF에도 "청정원수 확보의 필요성"과 "수돗물을 안전하게 생산하기 위한 상수도본부의 노력"이라는 두 가지 주제로 제작하여 시 정책의 일관성을 도모하고, 공모전은 디자인, UCC, 사진콘테스트 등 분야를 다양하게 개최하여 시민 참여를 높이도록 한다.

그림 V-2. 상수도 전분야에 대한 SNS 홍보 계획

## 1-3. 고객에 대한 다양한 서비스 제공

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 홈페이지를 통한 상수도 온라인 민원신청과 다양한 요금납부 체계를 마련하는 등 고객만족을 위해 지속적으로 노력하고 있다. 요금조회, 전자민원 신청(21종), 실시간 수질정보 및 단수정보 제공 등을 홈페이지를 통해 제공하고 있으며, 고객의 요금 납부 편의를 위해 계좌이체, 신용카드, ARS납부 뿐만 아니라 최근에는 핀테크 기술을 응용한 카카오페이 납부까지 납부방법 다양화, 간편결제 등 대민서비스를 획기적으로 개선하였다.
- 또한, 사용자의 납부방법을 더욱 편리하게 하기 위하여 가상계좌, 인터넷납부, 신용카드 자동납부 도입(2016), OCR수도요금 고지서 전국 최초 폐지(2018), 모바일앱을 통한 간편 청구 및 납부서비스(2018)를 시행하고 있다.

〈상수도 요금 납부방법 및 납부종류〉

| 납 부 방 법 | 납 부 종 류 |
|---|---|
| 은행방문 CD/ATM | 현금, 신용카드, 현금카드, 계좌이체 |
| 편의점납부(2개편의점) | 현금, 신용카드(4종), 체크카드 |
| 인터넷·모바일(위텍스 등) | 신용카드(9종), 계좌이체, 카카오페이 |
| 가상계좌(국민,농협,부산) | 국민은행은 평생 고정계좌 |
| ARS 실시간납부(☏1899-0100) | 신용카드(9종), 체크카드, 휴대폰소액결제 |
| 신용카드 자동납부(이체) | 신용카드(9종) |

※ 납부가능 신용카드 9종(국민, BC, 롯데, 삼성, 현대, 시티, NH농협, 하나, 신한)

- 그러나, 고령자 등 정보소외계층에 대해서도 보다 쉽고 간편하게 납부할 수 있는 방안을 강구해갈 필요가 있고, 향후 사물인터넷 기반 원격검침이 도입되면 그에 따른 고객서비스도 더욱 다양화 될 것이다.

### 나. 주요 대책

- 상수도의 요금납부를 더욱 편리하게 할 수 있도록 「보이는 ARS요금 납부서비스」 소프트 웨어를 개발하여 보급한다.
- 원가(비용)를 절감 할 수 있는 요금납부 관련 시책을 지속 발굴하고, 이를 통하여 절감되는 비용은 고객에게 이익이 돌아가도록 해간다.
  - 전자고지 할인서비스(휴대폰문자, 전자우편 고지서 전달시 요금감면)를 적극 도입한다.

■ IT금융 환경변화에 따른 시민욕구 충족을 위하여 모바일을 통한 수도요금청구 및 납부, 조회가 가능하도록 추진하고, 옥내누수 감면신청 등의 기한있는 민원을 직접 방문하지 않고 스마트폰으로 처리할 수 있는 One-Stop 서비스를 추진해 간다.

**추진과제**

① 눈으로 보는 ARS 납부 서비스 추진

## 1-4. ICT신기술 도입한 원격검침 추진

### 가. 현황 및 과제

■ 우리시는 2003년부터는 현재 355천전의 급수전 검침을 민간에 위탁하여 검침 및 고지서를 송달하고 있다. 현재 수도검침은 민간위탁 검침원이 직접 수용가를 방문하여 PDA에 입력한 검침자료가 유선전송의 방식으로 수용가정보시스템에 업로드 되도록 되어 있으며, 폐문(부재), 부적정한 계량기 위치로 검침이 용이하지 않는 급수전에 대하여는 옥외검침 시스템(2014년)을 도입하는 등 효율적인 검침을 위하여 다양한 방법을 시행하고 있다.

■ 최근 ICT 기술의 비약적 발전으로 수용가를 직접 방문하지 않고 검침하는 스마트검침 시스템(AMI)[12]이 점차 확대되고 있는데, 우리시도 이를 적극적으로 도입할 필요가 있다. 스마트 검침은 수도 사용량의 실시간 모니터링, 단수(누수) 등의 각종 정보획득이 용이하고, 취약계층의 고독사 방지 등 복지업무와 연계하여 이용할 수도 있다.

그림 V-3. 스마트 검침시스템 구성도

12) AMI(Advanced Metering Infrastructure) 정보통신기술을 접목하여 수도, 전기 등의 에너지 흐름을 실시간으로 모니터링하여 수요에 따라 공급을 조절하거나 사고에 실시간으로 대응하는 등 신뢰성, 안정성, 복원력 등이 향상된 지능형 원격 검침시스템

- 우리시는 2018년부터 고지대 주택밀집지역 등에 106전의 스마트 검침기를 설치하여 시범운영 중이며, 이의 장단점을 분석하여 단계적으로 확대해갈 필요가 있다.

### 나. 주요 대책

■ 첨단 ICT 기술을 활용한 스마트 검침은 초기투자비가 많이 소요됨으로 현행 검침인력의 고용승계와 연계하여 점차적으로 확대해 간다.

- 향후 수도사업도 정부의 시책에 부응하여 주 52시간 근무제에 맞추어 4조2교대로 전환할 필요가 있고, 이때 상당한 인력증원이 예상됨으로 스마트 검침을 확대함으로써 인력 증원을 최대한 억제해 갈 수 있다.

■ 또한, 현행 민간위탁검침은 최저임금의 급격한 상승으로 원가 상승의 요인이 되고 있는 반면, 스마트검침은 통신기술의 비약적 발전 등으로 가격 경쟁력이 높아지고 있고, 초기비용 및 운영상의 리스크 문제도 기술개발 등으로 최소화 할 수 있음으로 우리시의 여건에 맞추어 점차적으로 확대해 간다.

**추진과제**

① 단계적인 스마트 검침확대 계획수립

## 1-5. 사회적 약자를 위한 감면 서비스 제공

### 가. 현황 및 과제

■ 부산시는 안전한 수돗물을 공급하는 공기업으로서 사회적 책임을 다하기 위하여 2000년부터 생계의료수급자, 장애인 등 사회취약 계층을 대상으로 수도요금 감면 서비스를 시행해 왔으며, 현재 10만여세대(부산시 전체 세대중 7% 차지)가 수도요금 월 10톤에 상당하는 수도요금 할인 혜택을 받고 있다.

■ 2018년부터는 저출산 위기대응의 국가정책에 발맞춰 다자녀 감면을 전국 특광역시 최초로 시행하였으며, 복지감면 외에도 옥내누수감면, 중수도, 학교 등 다양한 할인 서비스를 제공하고 있다.

| 구 분 | 실적(2018년) | |
|---|---|---|
| | 수혜세대 | 감면금액 (백만원) |
| 계 | 103,070 | 8,078 |
| 장애인 | 26,273 | 2,153 |
| 국가유공자 | 1.223 | 104 |
| 생계·의료 수급자 | 61,925 | 4,851 |
| 다자녀 | 13,421 | 955 |
| 조손가정 | 228 | 15 |

그림 V-4. 사회취약계층 수도요금 감면서비스 현황

### 나. 주요 대책

■ 사회여건 변화에 따라 다자녀 가정 등과 같이 시민이 공감할 수 있는 서비스의 대상을 지속 발굴하되 현실화율, 재정여건 등의 제반 사항을 고려하여 적정 범위내(현행 2.6% → 3%이내)에서 할인서비스 제도를 운영해 가도록 한다.

## 1-6. 순수365 행복나눔사업 추진

### 가. 현황 및 과제

■ 우리시는 2015년 상수도 보급률 100%를 달성한 후 시민들에 대한 수돗물 서비스를 강화하기 위하여 2017년부터 주민지원사업을 추진하고 있다. 2019년부터는 그간의 문제점을 보완하여 사회적 약자가 최우선 지원될 수 있도록 '순수365 행복나눔사업'으로 재편하여 시행 중에 있다.

- 기초생활수급자, 차상위계층 등 사회적 약자는 무상으로 전면 지원하나, 일반세대는 예산확보된 일정금액 이내에서 지원한다.

■ 이러한 '순수365 행복나눔사업'을 지나치게 확대할 경우 본래의 수도사업 추진에 지장이 있으므로 이를 감안하여 일정 범위 이내에서 예산을 책정하여 추진할 필요가 있다.

〈순수365 행복나눔사업〉

## 나. 주요 대책

■ 우리시는 중·장기 연차별 투자계획을 수립하여 재정여건을 고려한 적정 규모의 행복나눔 사업에 예산을 편성한다.

- 전체 예산의 5% 이내로 투자 목표를 설정한다.(연간 사업비 100억 이내)
- 시역 전체의 상수도 시설확충, 노후시설 개량 등 상수도 주요 투자사업을 완료한 이후 행복나눔사업의 점진적 확대를 시행한다.

■ 사회적 약자에게 최우선 무료 지원될 수 있도록 계속 추진한다.

- 기초생활수급자, 차상위계층, 사회복지시설 등 소외계층 우선 지원

■ '직결급수 및 물탱크 철거사업'은 배수지 확충사업과 병행하여 배수지 계통의 간접급수 지역을 중심으로 점진적으로 확대하여 시행하도록 한다.

- 배수지 확충사업 → 2025년 기준으로 일 최대급수량의 12시간분 확보 계획

### 추진과제

① 사업소별 목표량 및 집행계획 수립하여 예산범위 내에서 복지사업 추진

# 2. 사회에의 공헌

상수도본부는 수도사업을 하는 공기업으로서 경제성만을 추구하지 않고 정부정책에 적극적으로 부응하기 위하여, 에너지 절약 및 친환경 에너지 보급확대 등의 사업에 적극 동참한다. 그리고, 자원절약 및 재활용을 통한 친환경 정책에도 적절한 계획을 수립하여 추진함으로써 공기업으로서의 책무를 다한다.

또한, 우리시 상수도본부는 부산지역에서 수도사업을 하는 독점적 지위의 사업체로서 부산의 물산업과 관련한 기업에게는 개발한 기술을 적용할 수 있는 수요처이고, 구매처이므로 물산업과 관련한 기업육성을 위해 적극적으로 노력해 간다.

## 2-1. 친환경 에너지 도입추진

### 가. 현황 및 과제

- 수도사업은 기계 및 펌프를 많이 사용함으로써 에너지를 대량 사용한다. 이때 일반적으로 친환경 에너지인 태양광, 소수력 발전설비, 에너지 저장장치(ESS) 등은 아직 일반 전력비용 보다는 비싸지만, 에너지 절약시책, 친환경 에너지사용 및 확대보급 시책에 맞추어 적극적으로 친환경 에너지시설들을 도입해 간다.
- 정부의 신재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진법에 따라 신재생에너지 보급확대 추진계획을 마련하여 환경을 고려한 에너지 자립목표 달성을 위해 노력해 간다.

〈상수도본부 신재생에너지 자립도 현황〉

| 구 분 | 2017년 | | 2018년 | | 2019년 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 설비(kw) | 발전량(kwh) | 설비(kw) | 발전량(kwh) | 설비(kw) | 발전량(kwh) |
| 태양광 | 5,866 | 7,168,369 | 6,443 | 7,873,474 | **6,943** | **8,484,484** |
| 소수력 | 55 | 214,615 | 55 | 214,615 | **110** | **429,230** |
| 소계 | 5,921 | 7,382,984 | 6,498 | 8,088,089 | **7,053** | **8,913,714** |
| 전력사용량 | 255,907,568kwh | | 246,880,781kwh | | **249,349,588kwh** | |
| 전력자립도 | 2.9% | | **3.2%** | | **3.5%** | |

〈전력사용량 대비 발전량〉

〈전력자립도〉

■ 아울러, 태양광, 풍력, 소수력 에너지 등 각종 친환경 에너지원을 발굴하여 우리시 수도 사업에 적극 도입하여 에너지 자립도를 높여가도록 한다.

## 나. 주요 대책

■ 우리시 상수도분야 자체적으로 수립한 에너지 자립율 향상을 위한 「상수도 신재생에너지 보급 확대 추진사업」을 착실히 추진해 간다.

- 덕산정수장, 매리취수장 등 2개소에 태양광발전설비 950㎾ 설치 추진
- 위치에너지를 이용한 소수력발전소(55㎾) 1개소 추진
- 버려지거나 숨어있는 에너지를 모아 전기에너지로 변환하는 에너지 하베스팅 기술을 활용하여 신규 에너지원을 발굴해 간다.

■ 현재 설치된 신재생 에너지 설비를 정기적인 정비와 관리로 발전효율을 최대한 올리도록 노력한다.

### 추진과제

① 덕산정수장, 매리취수장 등 2개소에 태양광발전설비 950㎾ 설치 추진
② 위치에너지를 이용한 소수력발전소(55㎾) 1개소 추진
③ 2020년까지 에너지 자립율 3.8% 달성을 위한 사업 발굴

## 2-2. 에너지 절감시책 적극 추진

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 수도사업에 대규모 에너지가 소모됨으로 이 에너지를 절약하기 위해 다양한 시책들을 발굴하고 추진해 간다. 이 중 하나가 인버터 펌프제어방식의 도입이다.
- 일반적으로 펌프시설은 정수지에서 배수지로, 또 배수지에서 가정으로 물을 보낼 때 자연수압으로 보내지 못하면 부득이 펌프시설들을 이용하여 보내게 되는데, 이때 펌프를 가동해 물을 보낼 때 적정 유출압력을 유지하기 위해 가압펌프를 설치·운영하고 있다.
  - 가압펌프중 수용가에 직접급수로 수돗물을 공급하는 부스터 펌프장의 경우 수용가의 물사용량에 따라 유출압력을 일정하게 유지할 수 있는 인버터 펌프 제어방식을 2000년부터 도입하여 안정적인 급수와 에너지 낭비를 줄이고 있다.

〈각 지역사업소별 가압펌프시설 현황〉

| 구 분 | 총 계 | 중부 | 괴정 | 동부 | 해운대 | 북부 | 덕천 | 사상 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 계 | 457 | 39 | 86 | 50 | 104 | 99 | 39 | 40 | |
| 설 치 | 169 | 15 | 38 | 24 | 40 | 36 | 6 | 10 | |
| 미설치 | 288 | 24 | 48 | 26 | 64 | 63 | 33 | 30 | 설치 불필요 |

### 나. 주요 대책

- 인버터 펌프 제어방식 사용을 통하여 불필요한 에너지 낭비를 줄이고, 적절한 수압 제어로 관파열사고를 예방하여 안정적인 급수에 기여한다.
- 향후 급수방식 전환 등 급수환경의 변화에 따라 필요시 인버터 펌프 제어방식을 적극적으로 도입한다.
- 또한, 설치 후 5년 주기로 인버터 분해정비를 실시하여 유지관리를 통해 법정내용연수에 구애됨이 없이 사용기간을 최대한 늘리도록 노력한다.

**추진과제**

① 인버터 펌프 제어 방식의 적극적인 도입 (목표 도입율 40%)
※ 2019년 현재 도입율(36.98%) → 2030년 목표 도입율(40%)

## 2-3. 정수슬러지 친환경적 활용연구

### 가. 현황 및 과제

- 정수장에서 나오는 정수슬러지는 2007년 「해양오염방지법」 개정 이전에는 해양투기 하여 처리하였으나 개정이후 육상처리로 전환하여 처리에 많은 어려움에 봉착해 있다.
- 현재 우리시에서 발생하는 정수슬러지량은 연간 46,000여톤 정도되는데, 민간위탁하여 각종 사업의 성·복토재로 사용하거나 단순매립 혹은 시멘트 원료·화분난석 등으로 재활용 하고 있다.

〈최근 3년간 정수장별 슬러지 발생량〉

| 연도 \ 정수장 | | 합 계 | 덕 산 | 화 명 | 명 장 | 강 서 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2016년 | 발생량(톤/년) | 43,098 | 22,196 | 14,229 | 3,872 | 2,801 |
| 2017년 | 발생량(톤/년) | 40,444 | 21,614 | 13,076 | 3,366 | 2,388 |
| 2018년 | 발생량(톤/년) | 46,349 | 27,423 | 15,387 | 3,539 | - |

- 2010년 산·학·관 합동으로 정수슬러지 재활용방안에 대하여 연구하였는데, 정수슬러지를 경량토(슬러지 + 시멘트 + 흙혼합)로 개량하여 도로기층재 또는 보도블럭으로 제품화를 추진하였으나 경제성이 없었고, 비료·토양 개량 등으로 사용하도록 연구를 하였으나 그다지 수요가 없어 현재는 중단된 상태이다.
- 그러나, 민간업체에서 매립이나 재활용 등 처리곤란한 상황을 감안하여 항상 안정적인 처리방법을 찾을 필요가 있고, 가능한 친환경적으로 재활용 혹은 처리되도록 하여야 한다.

### 나. 주요 대책

- 정수슬러지 처리에 대한 국내외 우수한 기술을 찾고, 우리시에 적용 가능한 것을 적극적으로 도입하도록 한다.
  - 수질연구소, 대학교 및 관련업체 등과 재활용방안을 모색해 간다.

# 3. 국내외 수도사업 공헌

우리시는 국내외 수도사업에 대한 정보 및 기술교류를 통해 우리시에 필요한 기술을 습득하고, 우리시의 우수한 기술을 해외에 전파하도록 하여 우리시의 물산업 관련 기업체가 기술도입 및 해외에 진출할 수 있는 매개체 역할을 충실히 해나간다.

우리시는 오염이 심한 낙동강 물을 정수원수로 사용함으로써 세계 어느 도시보다 정수장의 수처리기술을 고도화할 필요가 있다. 이러한 점을 고려하여 우리시가 선도적으로 수처리 신기술을 가진 기업체들을 우리시로 유치하고, 우리시 정수장 등에서 정수처리기술의 테스트베드 역할을 할 수 있도록 기술개발을 지원해 간다.

## 3-1. 국내·외 교류를 통한 수도기술 발전

### 가. 현황 및 과제

- 상수도사업본부는 직원 교육 및 국외 자매도시와의 교류를 통하여 선진 정보와 기술을 습득하고, 해외 행정교류를 바탕으로 수도관련 기업체가 해외 진출할 수 있도록 지원하는 역할을 해간다.
- 현재 상수도 정보 및 기술발전을 위한 해외교류사업으로 일본 후쿠오카시, 베트남 호찌민시와 상수도 행정교류를 실시하고 있고, 상수도 주요 의제에 대한 발표와 토론, 시설 견학을 통해 상수도 기술을 공유하고, 자매도시와의 우호 협력을 강화하고 있다.
  - 2019년 호찌민시 수도공사와 업무협약을 체결하여 행정교류를 강화해 간다.
- 향후 이러한 행정교류에 수도관련 업체도 참여할 수 있도록 확대하고, 각 도시의 우수한 수도기술들이 외국에 전파될 수 있도록 행정교류가 매개체 역할을 할 수 있도록 해간다.

### 나. 주요 대책

- 행정교류를 통해 보다 실질적인 상수도 기술교류가 되도록 추진한다.
  - 부산시 소재 상수도 기업체의 산업전이나 박람회 개최시기에 교류를 추진하여 우리시 상수도 기업과의 접촉기회를 늘려준다.
- 일본, 베트남 이외에 동남 아시아나 인도 등의 자매도시와 수도사업 교류가 활성화 되도록 추진한다.

## 3-2. 지역 상수도 산업 육성 추진

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 낙동강하류 수질의 악화로 이에 대응하는 과정에서 전국 최초로 고도정수처리 공정을 도입하여 운영했고, 국내 최초로 시 전역에 소블록 배수시스템을 구축하여 유수율을 약 93%정도까지 향상시켰다. 이러한 경험들은 우리시뿐만 아니라 상수도관련 업체들도 함께 축적한 기술로서 이러한 기술들을 보다 확대할 수 있도록 우리시 상수도 관련업체를 육성할 필요가 있다.
- 그러나, 우리시역의 상수도 사업체는 영세하여 전국적인 경쟁력이 있는 업체는 많지 않은 것이 현실이다. 우리시는 수돗물을 공급하는 수도사업자로서 다양한 수도관련 시설 및 공정 등을 도입하여 운영하고 있다. 이 과정에서 우리시의 상수도 시설운영에 도움이 되고, 상수도 관련기업의 경쟁력도 키울 수 있도록 지원해 가는 것이 중요하다.
- 2014년 물산업 관련 지역업체의 애로사항 조사결과[13] ⅰ) 판로개척 및 마케팅(34.9%), ⅱ) 자금 및 R&D기술개발 문제(30.9%), ⅲ) 시장수요 부족(28.4%) 등으로 조사되고 있다.
- 이러한 애로사항들을 지원하는 방안으로 먼저, 판로개척 및 마케팅을 위해 매년 우리시와 베트남에서 열리는 전시회인 "환경에너지 산업전"등을 적극 활용할 필요가 있고, R&D 기술개발 지원은 기업체가 소유하기 어려운 분석관련 기술 및 R&D자금을 지원할 수 있는 체계마련이 필요하다.

### 나. 주요 대책

- 물산업 관련 기업체에 물 분석기술 및 R&D지원 등을 위해 우리시 (舊)강서공업용수 정수장에 공정개선 연구기능을 재배치하고, 3개 정수장 및 기장해수담수화 시설과 연계하여 정수처리 기술개발을 위한 Test-Bed로 활용하도록 지원한다.
  - 물산업 허브단지의 앵커시설로서 수질연구소의 기능(낙동강 수질분석 및 감시기능, 정수장 공정개선 연구기능)중 정수장 공정개선 연구기능을 공업용수정수장으로 이전한다.
- 수질연구소와 함께 수처리 공정 등을 공동연구할 수 있는 물산업 관련업체들을 유치하고, 이와 함께 시너지 효과를 낼 수 있는 공공 및 민간 수처리 관련 연구 및 교육기능도 함께 유치하도록 추진한다.
  - (舊)공업용수정수장 뿐만 아니라 기장 해수담수화시설, 3개 정수장에도 Test-Bed로 활용할 수 있도록 지원하고, 성공적인 정수공정 개발시 우리시에도 적극적으로 도입한다.
  - 기업체와 수도사업자의 역량강화를 위하여 상수도관련 연구·교육센터 설립을 추진한다.

13) 부산광역시 환경산업 육성 방안(양진우 외, 2014)

이 교육센터에서는 우리본부 및 타 지역 수도산업 관련자들이 실제 정수장 및 관로 상에서 발생할 수 있는 문제에 대해 대처할 수 있는 실무능력을 기를 수 있도록 한다.

■ 장기적으로는 부산시 물산업 육성정책인 (舊)공업용수정수장 부지를 활용한 '담수화 클러스터 혹은 물산업 허브단지 조성'과 연계하여 추진한다.

- 부산시의 선진 상수도기술에 대하여 민-관 협력체계를 구축하여 동남아 개도국 시장에 진출할 수 있도록 ODA사업 등 교두보를 마련한다.
  → 「베트남 호치민시 부산형 스마트 배수블록시스템 구축」 등

그림 Ⅴ-5. 부산 상수도 관련산업 육성 개념도

## 추진과제

① 제1단계 : 수질연구소 일부 기능을 공업정수장으로 이전
② 제2단계 : (舊)강서공업용수정수장 일부 시설을 활용한 교육·연구센터 건립

# Ⅵ 경영관리

1. 인력 · 조직 혁신
2. 재정운영 혁신

# Ⅵ. 경영관리

수도사업은 우리시가 지속되는 한 계속 이어가야 할 사업이다. 현재의 물수요자 뿐만 아니라 미래의 물수요자도 감안하여 안정적이고 안전한 수돗물을 생산할 수 있는 기반을 구축해 차세대에게 물려 주어야 한다. 그렇기 때문에 수도 기반시설들의 정비에 있어서는 현재의 관점 뿐만 아니라 미래세대의 관점에서 사업들의 계획을 세우고 추진하는 것이 바람직하다.

또한, 수도 기간시설의 정비사업은 수요자에게 계속 물을 공급하면서 사업을 추진해야 하기 때문에 사업기간이 상당히 오래 걸리고, 비용도 많이 들게 된다. 이러한 측면에서 수도 기간 시설을 정비할 때는 충분한 사업기간과 재정적인 충당방안도 함께 마련해서 외부환경에 흔들림 없이 진행해야만 성과를 거둘 수 있다.

일반적으로 성공적인 수도사업을 위해서는 수도사업에 대한 전문성 및 기술력 확보, 재정 확보 등 수도사업과 관련된 유능한 인재를 발굴하고 관리해 가는 것이 매우 중요하다. 이 장에서는 앞 장에서 논의한 다양한 수도사업의 문제들과 앞으로 다가오는 외부환경 (노동환경, 고령화, 저출산화 등) 변화에 효과적으로 대응하기 위해서 인력 및 조직혁신 방안과 기간시설 정비에 대한 투자 재원마련을 위한 재정혁신 방안 등에 대하여 방향을 제시한다.

## 1. 인력·조직 혁신

우리나라의 수도사업은 공공기관에서 독점기업형태로 운영하다보니 경영혁신이나 신규 기술 개발 및 도입 등에 취약한 점이 많다. 그러나, 저출산 등으로 물수요 인력이 줄어들고, 그에 따른 수도사업 수입도 점차 줄어들 것이 예상되는 가운데, 경영혁신 및 기술혁신을 통해 미래를 준비하지 않으면 안된다.

또 한편으로 부산은 낙동강 물에 의존하다보니 수돗물의 불신이 심화되는 가운데 고품질 수돗물을 생산하기 위해서는 정수장 등에 대규모 신규투자가 필요하다. 수돗물의 안정적인 공급체계를 구축하기 위해서도 배수지 및 관로망 신설 등에도 많은 투자가 필요한 실정이다. 이처럼 새로운 재정적 부담도 극복하면서 계획된 사업들을 추진하기 위해서는 경영혁신 및 기술혁신이 필요한 상황이고, 이러한 혁신을 뒷받침하기 위해서는 전문성을 가진 유능한 인재의 확보 및 관리가 매우 중요하다.

## 1-1. 유능한 인재확보를 위한 노력

### 가. 현황 및 과제

- 우리시의 수도사업은 2000년 초반 정수장의 고도처리시설 도입이후 정수장에는 거의 투자하지 않고, 안정적인 공급위주로 배수지 및 노후관로 정비사업에 소규모로 투자해 왔다. 그리고, 정수장, 배수지 등 투자된 시설을 유지관리하는 차원에서 인력을 관리하다 보니 단순 기술인력으로도 대응이 가능한 것으로 인식되었다. 기존 수도 시설들과 투자 재원을 운영하는 전문가들의 업무도 단순 일반 행정업무로 인식되었고, 이에 상수도 사업의 양대 전문가 인력축인 기업행정직과 수도토목직이 2007년 일반직으로 통합하여 인력을 운영하게 됨으로써 수도사업에 대한 전문성이 현저히 낮아지게 되었다.
  - 상수도본부내 기업행정과 수도토목직이 차지하는 비율은 전체 행정직중 기업행정직 23%(일반행정 153명, 기업행정 46명), 수도토목직 57%(일반토목 55명, 수도토목 74명), 평균연령이 49세로 10년내 전문성이 급격히 약화될 우려가 있다.
  - 일반행정의 경우 153명중 약 40%(58명)는 전환직(기능직 → 일반직)이 차지하고 있고, 젊은 일반행정직은 대개 구·군에서 전입하여 상수도 근무기간이 2년 미만으로 상수도 본부를 거쳐 시청에 전입하는 과정으로 인식되고 있어 급격히 전문성이 위축되고 있다.

- 아울러, 수도사업은 장기적인 관점에서 사업투자를 위한 전문 기획력 뿐만 아니라 현장에서 관로의 파열 사고 등에 대비하고, 각종 기계·펌프시설들을 운전하고 유지관리해야 하는 단순 기술력도 중요한데, 이러한 단순 기술력을 뒷받침하는 기능직이 2013년에는 일반직으로 전환됨에 따라 현장의 기술인력 확보도 매우 시급한 실정이다.

- 현재 기업행정, 수도토목, 상수도본부내 기능직이 아직도 상당한 인원이 남아 지금의 체제를 이어가고 있으나, 이러한 인력들이 고령화되었고, 이들이 퇴직한 후 대체할 수 있는 신규 인력확보가 매우 어려운 상황이다.
  - 일반 행정직이나 토목직의 경우 상수도본부에 전입해 와도 2~3년 지나면 새로운 보직을 위해 수도사업과 무관한 부서에 이동함으로써 전문성이 이어지지 못하고 있다.
  - 기능직을 대체하는 일반직인 기계·전기직의 경우도 2~3년 지나면 현장과는 전혀 다른 부서로 옮겨감으로써 현장의 경험들이 전혀 축적되지 않아, 장기적으로는 반드시 문제가 생길 수밖에 없는 구조적인 문제점을 안고 있다.

〈1005명의 연령분포(공무직 포함)〉

〈현장기술 인력현황〉

그림 Ⅵ-1. 상수도본부 인력구조 현황 (2018년말)

- 상수도본부내 노령화도 심각하여 전체 인력 1005명중 51세 이상이 54%를 차지하고 있다.
- 현장(정수장, 가압장 운영)에서 10년 이상 담당했던 전환직, 관리운영, 공무직 등 현장 기술 인력이 퇴직함에 따라 신규직원이 공업직(일반직)으로 들어오나 순환 전보의 원칙에 따라 평균근무 기간이 1.9년에 불과하다.

## 나. 주요 대책

■ 현재 수도사업 업무는 전국 특광역시가 비슷한 상황에 놓여 있으므로 이들 시와 연계하여 장단기적인 대책을 강구해 간다.

■ 단기적으로 현재의 조직체계를 유지하면서 인력의 전문성을 확보해 가는 방안을 모색해 간다.
- 상수도본부 전입인력에 대하여 일정기간(3년) 인사교류를 제한하고, 3년 이상 장기근무 인력에 대하여는 다양한 인센티브를 제공한다.
- 상수도 전문 직렬(기업행정, 수도토목직)에 대한 일정규모 이내에서 우수한 젊은 인재를 확보하도록 한다. (서울시는 전문직렬 30% 확보 추진)
- 상수도관련 전문자격증을 가진 인재에 대해서 특별히 우대하는 시책(경제적 보상 및 승진가점 등)을 추진한다.
- 현행의 전문직위 확대를 통한 현장 기술인력 양성 및 교육을 통한 기술전수가 되도록 추진한다. (현재 전문직위 확대 추진)

■ 장기적으로 수도업무를 이원화하여, 전문인력 확보문제를 해결해 간다. 즉, 향후 물수요 축소 및 수익 감소화에 대비하여 경쟁력을 강화하기 위하여 IT기술 및 정수처리 등을 고도화하여 인력을 소수정예화 하고, 일부 업무를 민간 혹은 공단설립 등을 통하여 위탁한다〈과제Ⅵ-1-4절〉.

- 고도의 의사결정이 필요한 장기적인 계획이나 투자업무는 부산시가 추진하고, 상수도 업무 중 단순 유지관리 업무(관로관리, 요금징수 등)는 민간 혹은 공단에 위탁 추진한다.

## 1-2. 직원 전문성 향상을 위한 교육·훈련센터 및 지식은행 운영

### 가. 현황 및 과제

- 맑고 깨끗한 물을 생산하기 위하여 수도사업에는 많은 시설들을 운영하는데, 이 기간시설 들이 정전, 사고 등의 재난·긴급상황 발생시 신속하고 안전한 비상조치를 취하여 피해를 최소화하는 것이 필수적이다.
- 그러나, 2013년 기능직이 일반직으로 통합됨으로써 젊은 신규인력의 지속적인 확보가 곤란하고, 이러한 현장인력(관리운영직, 공무직)도 현재 51세 이상이 54%정도로 향후 5년 이내 현장의 전문인력이 급감함으로 이를 대비할 수 있는 전문인력의 양성도 시급하다.
- 또한, 우리시는 「부산광역시 수도정비기본계획」을 기본으로 상수도시설의 현대화 및 정수시설의 선진화를 계획·추진하고 있는데, 이러한 사업을 제대로 추진하기 위해서도 전문성을 가진 전문인력이 필요하다.
- 현재, 상수도 전문성 강화 및 전문인력 양성을 위해 한국수자원공사, 한국상하수도 협회, 한국가스안전공사, 한국전기기술인협회, 한국화학물질관리협회 등 국내 전문교육 기관에서 위탁교육을 실시하고 있지만, 우리 상수도본부내 자체교육은 미약한 실정이다.

〈2017~2018년 상수도 전문인력 교육실적〉

| 구 분 | 계 | 실무 맞춤형 교 육 | 시설안전 교 육 | 직무강화 교 육 | 에너지 및 신기술 교육 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017년 | 174명 | 111명(6회) | 22명 | 9명 | 32명 | 기술직 (398명) |
| 2018년 | 204명 | 111명(6회) | 5명 | 8명 | 80명 | |

- 우리시 자체적으로 전문성을 쌓고, 수도시설의 비상사고 발생 시 신속히 대응할 수 있는 현장경험을 배양하기 위하여 교육·훈련 지원센터가 필요하다.
  - 이 센터는 구)공업용수정수장에 설치하여 V-3-2의 지역상수도 산업육성과 연계하여 추진한다.
- 아울러 향후 20~30년 근무하면서 쌓은 전문 노하우나 지식을 가진 유능한 직원들이 그 업무에

공백이 생길 수밖에 없는데, 이러한 것에 대비하여 직원들이 가진 노하우나 전문지식을 체계적으로 관리할 필요가 있다. 즉, 직원들이 가진 노하우를 영상이나 강연, 매뉴얼 등으로 암묵지를 형식지로 전환하고, 향후 신규직원들이 지식은행을 통해 전문성을 이어가도록 하는 지식정보 공유시스템의 도입도 필요하다.

### 나. 주요 대책

- 구)공업용수정수장 부지내 교육·훈련 지원센터를 개소하여 신규직원에 대하여 현직 전문인력 및 퇴직인력 중에 현장 경험이 많은 직원들을 강사로 초빙하여 실기 위주의 현장실습교육을 실시하여 업무에 바로 적응될 수 있도록 한다.
  - 현장에서는 상수도 전문분야별 매뉴얼을 만들어 자체 직무교육(매뉴얼 지식전달)을 실시하여 인사이동으로 직원이 변경되더라도 상수도의 전문성을 유지한다.
  - 상수도본부내 현장 전문인력 육성을 위해 자체 교육프로그램을 활성화한다.
  - 상수도 전문인력 양성을 위하여 부산인재개발원에 상수도관련 교육과정을 도입하여 전문성을 가진 유능한 퇴직자를 강사로 활용한다.
  - 수도법에 의한 수도시설운영관리자 법정교육 및 전문기술 교육강화와 함께 전문성을 쌓을 수 있는 민간교육기관 등에도 교육받을 수 있도록 지원한다.
- 상수도 관련 전문지식을 쌓을 수 있도록 지식정보은행을 도입한다. 기존 상수도 관련 정보를 체계적으로 관리하고, 직원들이 가진 노하우 등의 암묵지는 형식지로 전환하여 기록하고 보관하여, 필요시 직원들이 활용할 수 있도록 한다.
  - 지식정보은행에 형식지를 만들어 제공한 직원들에게는 경제적 지원 등의 인센티브 제도를 도입하여 지식은행을 더욱 활성화시킨다.

**추진과제**

① 교육· 훈련 지원센터 구축 및 지식은행 도입 추진

## 1-3. 지역사업소의 대사업소로 전환추진

### 가. 현황 및 과제

- 정부에서 최근 근로기준법 개정에 따른 주 52시간 근무제를 시행함에 따라 현재 공공 수도사업에 종사하는 공무원은 해당되지 않지만, 유연하게 이러한 환경변화에 적응할 필요가 있다.

- 현재 상수도본부는 현장근무자들이 3조 2교대 근무방식으로 업무를 진행하고 있다. 이로 인해 수면장애와 스트레스 등 근무자의 건강 문제가 생길 수 있음으로, 근무여건 개선을 위해서는 4조 2교대로 근무전환이 필요한데, 이에 따른 추가 소요인력이 필요한 상황이다.
- 아울러, 인력부족으로 정수장내 오존, 염소 및 특고압 전력을 관리하는 위험 근무지의 경우 1인1조 운영으로 취약시간대(야간) 누출 및 감전사고 발생시 1인 근무에 따른 신속한 사고처리가 곤란하고, 인명사고 위험마저 상존하고 있다. 2인1조 근무체제로 변경이 필요하지만, 인력보강이 쉽지 않다. 대안으로 각종 시설들에 ICT 기술을 적극 도입하여 무인운전 및 원격감시 시스템을 추진하는 것이 필요하다.
- 이처럼 현장의 인력증원 요구목소리는 높으나 시 전체의 인력관리상 증원이 쉽지 않다. 가능한 인원 증가를 억제하면서 주 52시간 근무제, 4조 2교대 등 새로운 근무환경에 대비하기 위하여 기존 지역사업소를 대사업소로 전환하는 등 현장인력을 재배치할 필요가 있다.
  - 2016.11월부터 기존 동래사업소와 금정사업소를 북부통합사업소로 통합하여 운영하고 있으나, 노조 등의 반대로 더 이상 추진을 못하고 있다.

## 나. 주요 대책

- 스마트 검침도입 확대, 정수장의 안전한 소독설비 전환 및 가압장 등의 ICT기술 도입 등 기술혁신으로 인력증원을 최대한 억제하는 방향으로 시책을 추진한다.
- 근무여건의 변화 등 불가피한 인력 증원은 최소화하면서 기존 인력을 재배치하기 위한 지역사업소를 대사업소로의 전환도 추진한다.
  - 근무여건의 변화와 인력 증원의 한계 등에 대하여 본부의 노조와 서로 공감대를 형성하면서 수도사업이 나아갈 미래에 대하여 함께 고민해 가도록 한다.

### 추진과제

① 지역사업소의 통합 대사업소 추진
② 3조2교대에서 4조2교대 도입
③ 주 52시간제 단계적인 도입

## 1-4. 상수도사업의 공단위탁 추진

### 가. 현황 및 과제

- 수도사업은 국가별 혹은 도시별로 그 추진하는 방법이 다르다. 대개 크게 3가지로 분류하는데, i) 공공기관에서 독점기업 형태로 추진하는 방법(우리나라), ii) 공공기관과 공사·공단의 출자회사가 업무를 나누어 추진하는 방법(일본 동경도, 나고야 등), iii) 민간영역에 위탁하는 방법(프랑스, 스페인 등) 등이다. 이 세 가지 방법을 혼합하여 점차 민간위탁으로 늘려가는 방법도 있다.
- 부산시 상수도사업본부는 1989. 9. 1. 발족한 후 현재까지 다른 특광역시와 마찬가지로 부산시 직영체제로 운영하고 있는데, 과거 1990년 초반경에 경영의 효율화를 추구하기 위해 지방상수도의 공사화가 논의된 적이 있으나 물 사유화 및 수도요금 폭등 등을 우려한 사회적 여론으로 추진되지 못하였다.
- 그러나, Ⅵ-1-1절에서 언급한 바와 같이 기업행정, 수도토목, 기능직 등의 전문인력 충원은 현재의 공무원 인력수급 제도하에서는 상당히 어렵다. 또한 지역사업소의 경우 과거 계장제도가 있어 신규직원들의 전입 시 업무전수가 계단위로 가능하였으나, 2016년 조직 개편으로 계단위가 없어짐으로써 30여명이나 되는 인력을 소장 1명이 관리해야 하는 형편이다.
- 이러한 현재의 인사제도나 조직운영체계로는 향후 수도사업의 근무여건 변화나 직원들의 전문성 향상에는 한계가 있음으로 보다 발전하기 위해서는 상수도업무에 대한 근본적인 혁신이 필요한데, 그러한 한 방안으로 민간 혹은 공단을 설립하여 위탁하는 방안을 생각할 수 있다.
  - 공기업에 위탁하는 방법은 2가지 형태인데, 하나는 한국수자원공사처럼 출자기관으로 공사화 하는 것이고, 다른 하나는 우리시의 환경공단처럼 업무를 단순 위탁 관리하는 것인데, 우리시가 타 지자체에 수돗물을 공급, 관리하는 광역상수도 사업은 추진이 곤란함으로 우리시 상수도업무 중 정수장, 관로관리 등을 단순위탁 관리하는 공단형태가 바람직하다.

### 나. 주요 대책

- 장기적인 관점에서 상수도사업의 발전을 위해 부산환경공단의 사례를 참고로 공단을 설립하고, 여기에 정수장, 각종 가압장 등의 시설관리 및 지역사업소의 업무들을 위탁한다.
  - 선진국 및 국내 사례들을 참고하여 장단점을 세밀히 분석해 간다.
  - 이해관계가 있는 직원들 뿐만 아니라 시의회, 시민들의 의견을 들어 공단의 발족 여부를 신중히 검토해 간다.

**추진과제**

① 상수도공단 설립 추진

## 2. 재정운영 혁신

우리시는 상수원수를 낙동강물에 의존함으로써 이를 정수처리하기 위해 전국에서 가장 먼저 고도정수처리시설을 도입함으로써 정수비용이 높다. 또한 부산의 지형특성상 산악지대가 많고, 대규모 정수장이 낙동강 주변에 위치하고 있어 여기서 정수하여 생산한 물을 시내로 보내는데도 많은 전력비가 소요된다. 이로 인해 전국 특·광역시중에 울산 다음으로 수도요금이 비싸다.

〈2018년 결산 특·광역시 상수도 톤당 요금 및 원가 비교〉

| 구분 | 부산 | 평균 | 서울 | 대구 | 인천 | 광주 | 대전 | 울산 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 판매단가(원) | 846.47 | 682.20 | 566.89 | 634.57 | 659.99 | 653.45 | 556.44 | 857.60 |
| 생산원가(원) | 938.09 | 745.44 | 713.22 | 694.34 | 682.51 | 666.71 | 576.44 | 946.74 |
| 요금 현실화율 | 90.23% | 91.85% | 79.48% | 91.39% | 96.70% | 98.01% | 96.53% | 90.58% |

그러나, Ⅱ장과 Ⅲ장에서 논의한 바와 같이 부산시는 고품질의 수돗물 생산을 지향하기 위해, 또한 24시간 안정적인 수돗물 공급체계를 구축하기 위해 앞으로도 많이 비용이 소요될 것이다. 이러한 투자비용을 효율적으로 확보하기 위해서는 생산원가 등의 비용을 더욱 절감하고, 노후화된 관로나 시설물에 대한 교체 등의 투자재원을 합리적으로 확보하기 위해 시설물에 대한 자산관리시스템을 도입하고, 궁극적으로 모자라는 투자재원은 수도요금 인상이나 지방채의 발행 등을 고려하지 않을 수 없다.

### 2-1. 경영분석을 통한 생산원가 절감

#### 가. 현황 및 과제

- 최근 5년간의 결산에 따른 경영성과를 분석해보면, 2016년부터 3년간 8% 요금인상 추진으로 영업수익은 증가하였으나, 일반가정 옥내 노후배관교체 등의 물복지사업 및 노후시설 수선교체비, 동력비 등의 영업비용 증가로 인하여 영업이익 및 당기순손익은 계속하여 적자를 기록하고 있다. 다만 2018년 결산에서 3년 연속 요금인상의 결과로 당기순이익을 기록하였다.

〈2016~2018년 결산 영업이익 및 당기순손익〉

(단위: 백만원)

| 구 분 | 2016년 | 2017년 | 2018년 | 평 균 |
|---|---|---|---|---|
| 영업이익 | △9,051 | △17,909 | △1,995 | △9,651 |
| 당기순이익 | △5,234 | △13,770 | 4,529 | △4,825 |

- 2019년부터는 요금인상 계획이 없어, 톤당 원가는 연평균 1.4% 증가하는 것을 고려할 때 향후 요금현실화율은 80% 전후로 하락할 것으로 예상된다.

■ 앞으로 정수장 개선 및 안정적인 관로망 구축을 위해 많은 투자비용이 소요될 것이므로, 상수도 업무 전반에 걸쳐 수돗물의 생산원가를 낮추기 위하여 재정운영의 건전화와 경영효율화를 추구하는 것이 필요하다.

## 나. 주요 대책

■ 상수도 생산원가의 대부분은 영업비용 【93%(영업비용 3,207억원)/(총괄원가 3,466억원)】으로 주요 비용으로는 인력운영비, 수선교체비, 감가상각비, 동력비가 총괄원가 증가에 큰 비중을 차지하고 있어, 이를 줄이도록 노력해 간다.

- 상수도본부 및 사업소의 조직·인력운영 효율화를 추구한다.
- 수선교체비를 효율적으로 투자하여 자본적자산의 실제 사용수명을 늘린다.
- 자산관리시스템을 도입하여 관로, 기계, 펌프시설 등 가동설비자산의 실사용 기간을 늘려 감가상각비를 줄인다.
- 가압장 펌프효율 개선 등으로 동력비를 줄이도록 노력한다.

■ 보다 구체적인 원가절감을 위하여 매년 9개분야의 경영개선 추진과제를 선정하고, 실적을 관리함으로써 예산절감 및 수익증대를 통하여 재정건전성을 확보한다.

① 효율적 조직·인력 운영 ② 예산절감 ③ 세입관리 ④ 유수율 및 이용률 제고
⑤ 동력비절감 ⑥ 취·정수시설 효율성 제고 ⑦ 사업예산 원가관리
⑧ 경영수익 증대 ⑨ 공사비 절감

### 추진과제

① 경영개선 추진과제 선정 및 절감관리

## 2-2. 자산관리시스템 구축

### 가. 현황 및 과제

- 부산의 수도시설은 정수시설의 경우 명장정수장 46년, 화명정수장 37년, 덕산정수장 24년이 경과하였고, 상수도 관망시설의 38.6%(3,277㎞)가 20년이 경과한 관으로 노후화가 많이 진행되어, 대규모 정비투자가 지속적으로 필요한 실정이다.
- 부산은 지형적 특성상 고지대가 많고 취수장-정수장간 거리가 멀어 가압급수를 위한 가압장 및 배수지 등 수도 관련 시설이 많아 유지관리비용이 많이 들고, 상수도 자산의 약 58%를 차지하는 상수도 관망도 점차 노후화가 진행되고 있기 때문에 재투자를 위해서 상당한 재정적 부담이 된다.
- 이렇게 대규모 시설들에 대한 적절한 유지관리와 재투자 시기를 적절히 조정하기 위하여 자산관리 시스템의 도입이 필요하다. 자산관리 시스템은 중·장기적 관점에서 기존 시설에 대한 기초자료 정리나 기술적인 근거에 의한 점검 및 진단을 통하여 시설물에 대한 건전성을 정확하게 평가하고, 미래의 수도시설 전체에 대한 갱신 수요의 규모 및 피크시기를 예측하여 중요도나 우선 순위도를 고려한 합리적인 투자계획 수립이 가능하다.

〈상수도시설 자산관리 수행 체계〉

- 이 자산관리시스템의 도입과 함께 Ⅱ장에서 언급한 관로 및 시설물들의 장수명화 계획을 통하여 교체 등의 개량사업에 필요한 재원을 합리적으로 분산하여 확보할 수가 있다. 이미 미국, 일본, 호주 등의 선진국에서는 이러한 자산관리시스템을 도입하여 수도자산을 합리적으로 관리하고 있다.

### 나. 주요대책

- 기존 상수도 분야의 회계시스템이나 도시정보 시스템(UIS)과 연동이 되도록 최소한의 범위에서 자산관리시스템의 도입을 추진한다.
  - 새로운 업무가 늘어나거나 중복되면 실패할 가능성이 높으므로 사용자 중심으로 개발하여 신규, 점검, 보수 등의 이력을 한 번의 입력으로 저장·활용이 가능하도록 하고, 기존 시스템의 데이터와 연동되도록 구축한다.

**추진과제**

① 상수도 자산관리 시스템의 도입추진

## 2-3. 중장기 재정분석 및 투자재원 확보

### 가. 현황 및 과제

- 우리시는 상수도 원가대비 낮은 요금 현실화율로 재정악화가 심화되어 시설투자를 위한 재원확보의 어려움이 있으나, 수도사업의 중·장기적인 관점에서 사회적 여건변화와 정책 우선순위를 반영하여 사업재원을 확보해 간다.
- 세입전망은 '16년 3월부터 최근 3년간 8% 사용료 인상으로 수익이 증가하였으나 '19년 이후 요금인상 요인이 없고, 신규사업에 대한 타회계 건설보조금(국비) 지원도 계속 감소 추세로 '20년부터는 정체상태이다.
- 세출전망은 「2035년 수도정비기본계획」에 근거하여 '19년~'28년 10년간 연차별 계획을 수립하였으나, 이 계획은 본 경영플랜에 근거하여 '20년에 수도정비기본계획을 조정할 예정으로, 고품질의 수질향상과 안정적인 공급체계구축(관로망, 배수지 등)을 위해 향후 신규투자 계획 변경이 불가피하므로, 이에 따라 재정확보 및 투자계획을 재조정할 필요성이 있다.

〈연차별 투자계획〉

(단위: 백만원)

| 사업명 | '19년 | '20년 | '21년 | '22년 | '23년 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 총계 | 170,269 | 180,121 | 178,203 | 182,454 | 170,787 | |
| 수질·정수시설 정비 | 42,986 | 35,503 | 46,291 | 48,495 | 43,444 | |
| 송·배수 시설 정비 | 62,188 | 81,204 | 81,056 | 80,731 | 66,687 | |
| 급수설비 정비 | 54,447 | 52,567 | 39,759 | 42,131 | 49,659 | |
| 신뢰도 제고 | 9,676 | 9,875 | 9,875 | 9,875 | 9,875 | |
| 정보화 계획 | 972 | 972 | 1,222 | 1,222 | 1,122 | |

* 근거 : 2035년 부산시 수도정비기본계획(2016년)

■ 향후 10년간 건설개량비는 연평균 3.3% 증가율이 예상되고, 특히 수질 및 정수시설 정비사업인 수원·수질관리, 정수시설 복개화, 기존 취·정수시설의 갱신 등 남조류 발생 및 미량 유해물질로부터 안전한 물에 대한 필요성이 더욱 강조되고 있어, 연평균 3%의 재원 증가가 필요한 실정이다.

■ 또한, 송·배수 시설 정비사업인 노후관 정비, 블록시스템 구축 및 유지관리, 관로의 이중화(복선화) 및 관망의 네트워크화, 배수지 확충사업, 시설물 정밀안전점검 등 중단없는 수돗물의 안정적 공급을 위해 필요한 재원은 연평균 6.3% 증가되는 추세이다.

■ 투자전망에 따른 가용재원은 급수수익 증가, 사업시기 및 사업물량 조절로 가용재원 범위내 투자규모를 조정할 필요가 있으나, 부득이하게 추진해야 할 필요가 있는 사업은 민간투자 방식이나 지방채를 발행하여 적극적으로 추진하도록 한다.

- 이러한 채무행위의 투자사업은 신규 수도시설이 건설되면 현 세대 뿐만 아니라 미래세대에도 지속적으로 혜택을 받을 수 있기 때문에 우선 채무행위로 사업을 추진하고, 향후 수도요금에 반영하여 그 상환비용을 회수함으로써 현세대와 미래세대가 공평하게 부담하도록 한다.
- 우리나라는 부채비율이 거의 0%에 가까우나 일본 주요도시의 경우 부채비율이 20~50% 정도로 시설투자를 위해 적정하게 부채를 이용하고 있다.

〈향후 10년간 투자재원 확보계획〉

(단위: 백만원)

| 구분 | | '19년 | '20년 | '21년 | '22년 | '23년 | '24년 | '25년 | '26년 | '27년 | '28년 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 세입예측 (A) | | 404,747 | 403,154 | 403,154 | 403,154 | 403,154 | 428,194 | 453,234 | 478,274 | 478,274 | 478,274 |
| | 사용료수익 | 312,566 | 313,000 | 313,000 | 313,000 | 313,000 | 338,040 | 363,080 | 388,120 | 388,120 | 388,120 |
| | 급수공사수익 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 | 40,495 |
| | 기 타 | 51,686 | 49,659 | 49,659 | 49,659 | 49,659 | 49,659 | 49,659 | 49,659 | 49,659 | 49,659 |
| 세출예측 (B) | | 404,747 | 403,154 | 403,154 | 409,361 | 400,898 | 426,895 | 450,814 | 474,990 | 475,154 | 475,411 |
| | 영업비용 | 234,478 | 223,033 | 224,951 | 226,907 | 230,111 | 232,042 | 234,415 | 238,266 | 239,465 | 245,970 |
| | 건설개량비 | 170,269 | 180,121 | 178,203 | 182,454 | 170,787 | 194,853 | 216,399 | 236,724 | 235,689 | 229,441 |
| 과부족(C=A-B) | | - | - | - | △6,207 | 2,256 | 1,299 | 2,420 | 3,284 | 3,120 | 2,863 |

## 나. 주요 대책

■ 투자재원에 부족에 대한 재원확보 방안은 3가지로 검토할 수 있다.

① 민간투자방식 : 시 전체 관리채무비율 증가 요인이나, 단일사업으로 규모가 큰 사업에 대하여 민간투자방식으로 사업을 진행할 수 있는데, 하수사업의 경우 하수분리관거사업을 민간사업인 BTL사업으로 많이 추진한다.

② 지방채 발행 : 중기지방재정계획에 반영된 사업으로 투자의 효과성을 감안 투자심사 대상

사업에 한해 추진할 수 있으며, 현재 부산시는 행안부의 지방채 발행 한도액 기준내에서 탄력적 운용으로 예산대비 관리채무비율[14] 22%이하 유지를 목표로 마무리사업, SOC사업 위주로 발행한다.

- 수도사업은 특별회계이므로 이 관리채무비율 대상에서 제외하고, 별도로 부채비율을 22%가 넘지않게 하든지 해서 수도사업을 원활히 할 수 있도록 개선이 필요하다.

③ 수도요금을 인상하여 투자재원으로 확보할 수 있다.

## 추진과제

① 투자계획 확정 시 가용재원 재분석 및 재원확보 방안 강구

14) 관리채무 : 일반채무(지방채 + 채무부담행위 + 보증채무부담행위) + BTL임대료

# * 수도사업 가이드라인 업무지표 일람

# 수도사업 가이드라인 업무지표 일람

| 분류 | 업무지표 | 정의 | 지표치 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 동경시 | | 부산시 |
| | | | 2013년 | 2014년 | 2018년 |
| 고품질 | 자기보유수원율(%) | (자기보유수원수량/전체수원수량)×100 | 18.7 | 18.7 | **6** |
| 〃 | 원수수질감시도(항목) | 원수수질 감시항목수 | 140 | 155 | **261** |
| 〃 | 수질검사 개소 밀도 (개소/100㎢) | (수질검사 채수개소수/급수구역면적)×100 | 10.6 | 10.6 | **44.4** |
| 〃 | 연속자동수질감시도 (대/(1,000㎥/일)) | (연속자동수질감시장치설치수/1일평균 배수량) ×1,000 | 0.031 | 0.031 | **0.066** |
| 〃 | 수질기준 부적합율 | (수질기준 부적합회수/전체검사회수)×100 | 0.0 | 0.0 | **0.0** |
| 〃 | 총 THM 농도 수질기준비(%) | (총 THM최대농도/총 THM농도수질 기준치)×100 | 45 | 29 | **48** |
| 〃 | 유기물(TOC) 농도 수질기준비(%) | (유기물최대농도/유기물수질기준치)×100 | 30 | 30 | **27** |
| 〃 | 농약 농도 수질관리 목표비(%) | (측정을 실시한 농약별 최대농도를 각각의 수질관리목표치에서 제외한 값의 합계/측정을 실시한 농약수)×100 | 0.008 | 0.008 | **0.0** |
| 〃 | 중금속농도 수질기준비(%) | (6항목의 중금속별의 최대농도를 각각의 수질기준치에서 제외한 값의 합계/6)×100 | 8 | 7 | **0.0** |
| 〃 | 무기물질농도 수질기준비(%) | (6항목의 무기물질별의 최대농도를 각각의 수질기준치에서 제외한 값의 합계/6)×100 | 23 | 25 | **145** |
| 〃 | 유기물질 농도 수질기준비(%) | (4항목의 유기물질별의 최대농도를 각각의 수질기준치에서 제외한 값의 합계/4)×100 | 15 | 10 | **0.0** |
| 〃 | 유기염소화학물질농도 수질기준비(%) | (9항목의 유기염소화학물질별의 최대농도를 각각의 수질기준치에서 제외한 값의 합계/9)×100 | 5 | 4 | **5.6** |
| 〃 | 활성탄투입율(%) | (연간활성탄투입일수/연간일수)×100 | 100 | 100 | **100** |
| 안정 | 급수인구 1인당의 배수량(ℓ/일/인) | (1일평균배수량/급수인구)×1,000 | 324 | 321 | **290** |
| 〃 | 정수예비력 확보율(%) | [(전체저수시설능력-1일 최대정수)/전체정수 시설능력] ×100 | 32.5 | 33.5 | **26.2** |
| 〃 | 배수지 저류능력(일) | 배수지총용량/1일 평균배수량 | 0.79 | 0.79 | **0.73** |
| 〃 | 급수제한수(일) | 연간급수제한일수 | 0 | 0 | **0** |
| 〃 | 보급율(%) | (급수인구/급수구역내 인구)×100 | 100.0 | 100.0 | **100.0** |
| 〃 | 배수관 연장밀도(㎞/㎢) | 배수관연장/급수구역면적 | 21.5 | 21.6 | **11.0** |
| 〃 | 수도계량기 밀도(개/㎞) | 수도계량기/배수관연장 | 269 | 271 | **41.8** |
| 〃 | 경년화 정수시설율(%) | (법정내구연수를 초과한 정수시설능력/전체정수시설능력) ×100 | 6.3 | 6.3 | **16.7** |
| 〃 | 경년화 설비율(%) | (경년화 연수를 초과한 전기·기계설비수/전기·기계설비의 총수)×100 | 41.0 | 43.4 | **62.3** |
| 〃 | 경년화 관로율(%) | (법정내구연수를 초과한 관로연장/관로총연장)×100 | 10.5 | 11.7 | **10.1** |

| 분류 | 업무지표 | 정의 | 지표치 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 동경시 | | 부산시 |
| | | | 2013년 | 2014년 | 2018년 |
| 안정 | 관로의 갱신율(%) | (갱신한 관로연장/관로총연장)×100 | 2.04 | 1.98 | **1.0** |
| 〃 | 밸브의 갱신율(%) | (생산된 밸브수/밸브설치수)×100 | 3.08 | 2.67 | **5.66** |
| 〃 | 관로의 신설율(%) | (신설관로연장/관로총연장)×100 | 0.31 | 0.45 | **2.33** |
| 〃 | 수원의 수질사고수(건) | 연간의 수원수질사고건수 | 4 | 3 | **0** |
| 〃 | 정수시설 내진율(%) | (내진대책이 실시된 정수능력/전체정수능력)×100 | - | - | **100** |
| 〃 | 약품비축일수(일) | 평균약품저장량/1일 평균사용량 | 36.6 | 40.0 | **30** |
| 〃 | 연료비축일수(일) | 평균연료저장량/1일 사용량 | 1.8 | 2.0 | **0.95** |
| 경영 | 영업수지비율(%) | (영업수익/업업비용)×100 | 110.8 | 111.4 | **99.43** |
| 〃 | 경상수지비율(%) | [(영업수익+영업외수익)/(영업비용+영업외 비용)]×100 | 110.6 | 113.7 | **101.28** |
| 〃 | 총수지비율(%) | (총수익/총비용)×100 | 110.9 | 112.0 | **101.28** |
| 〃 | 이월금비율(수익적 수지분)(%) | (손익계산이월금/수익적수입)×100 | 0.5 | 0.6 | **1.4** |
| 〃 | 이월금비율(자본적 수입)(%) | (자본계산이월금/자본적수입)×100 | 12.0 | 26.8 | **57.26** |
| 〃 | 직원1인당 급수수익 (만원/인) | (급수수익/손익계산소속직원수)×(1,000) | 86,693 | 89,216 | **30,339** |
| 〃 | 급수수익에 대한 감가 상각비의 비율(%) | (감가상각비/급수수익)×100 | 22.6 | 23.8 | **25.67** |
| 〃 | 요금회수율(%) (급수에 드는 비용중 수도 요금으로 회수되는 비용) | (공급단가/급수원가)×100 | 98.4 | 101.3 | **90.23** |
| 〃 | 공급단가(원/㎥) | 급수수익/유수수량 | 1,957 | 1,952 | **846.47** |
| 〃 | 급수원가(원/㎥) | [경상비용-(수탁공사비+재료및불용품매각 원가+부대사업비)]/유수수량 | 1,989 | 1,927 | **938.09** |
| 〃 | 유수율(%) | (유수수량/급수량)×100 | 96.7 | 95.9 | **93.3** |
| 〃 | 시설 이용율(%) | (1일평균급수량/1일급수능력)×100 | 60.8 | 60.7 | **65.6** |
| 〃 | 시설 가동율(%) | (1일최대급수량/1일급수능력)×100 | 67.5 | 66.5 | **74.0** |
| 〃 | 부하율(%) | (1일평균급수량/1일최대급수량)×100 | 90.1 | 91.4 | **94.4** |
| 〃 | 유동비율(%) | (유동자산/유동부채)×100 | 289.8 | 209.6 | **674.11** |
| | 자기자본 구성비율(%) | [(자기자본금+잉여금/부채·자본 합계]×100 | 79.5 | 81.5 | **98.46** |
| 〃 | 고정비율(%) | [고정자산/(자기자본금+잉여금)]×100 | 110.6 | 109.2 | **95.73** |
| 〃 | 고정자산 사용효율 (㎥/100,000원) | (급수량/유형고정자산)×100,000 | 7.3 | 7.1 | **20.56** |
| 〃 | 직원자격 취득도(건/인) | 직원이 취득한 법정자격수/전직원수 | 1.98 | 2.48 | **1.03** |

| 분류 | 업무지표 | 정의 | 지표치 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 동경시 | | 부산시 |
| | | | 2013년 | 2014년 | 2018년 |
| 경영 | 민간자격 취득도(건/인) | 직원이 취득한 민간자격취득수/전직원수 | 0.009 | 0.008 | **0.13** |
| 〃 | 외부 연수시간(시간) | 직원이 외부연수를 받은 시간·연수/전직원수 | 11.1 | 10.6 | **33.7** |
| 〃 | 내부 연수시간(시간) | 직원이 내부연수를 받은 시간·연수/전직원수 | 18.0 | 17.2 | **26.7** |
| 〃 | 기술직원율(%) | (기술직원총수/전직원수)×100 | 52.6 | 52.6 | **70** |
| 〃 | 수도업무 경험년수도 (건/인) | 전직원의 수도업무경험년수/전직원수 | 18.5 | 19.0 | **14.6** |
| 〃 | 기술개발 직원율(%) | (기술개발업무 종사직원수/전직원수)×100 | 0.6 | 0.6 | **3.3** |
| 〃 | 기술개발비율(%) | (기술개발비/급수수익)×100 | 0.1 | 0.1 | **0.3** |
| 〃 | 직원 1인당 배수량 (㎥/인) | 연간 배수량/전직원수 | 395.000 | 392.000 | **338.562** |
| 〃 | 직원1인당 계량기수 (개/인) | 수도계량기수/전직원수 | 1.856 | 1.871 | **324.4** |
| 〃 | 공상율(%) | [(공상으로 휴무한 총인원·일수)/(전직원수×연간공무일수)]×100 | 0.01 | 0.01 | **0** |
| 고객 | 직·간접 음용율(%) | (직·간접음용회답수/직·간접음용앙케이트회답수)×100 | 49.9 (직접) | 50.7 (직접) | **53.3 (직·간접)** |
| 〃 | 앙케이트 정보 수집비율 (인/1,000인) | (앙케이트회답인수/급수인구)×1,000 | 0.29 | 0.35 | **0.23** |
| 〃 | 수도시설 견학자 비율 (인/1,000인) | (견학자수/급수인구)×1,000 | 30.0 | 31.3 | **8.17** |
| 〃 | 수도서비스에 대한 민원비율(건) | (수도서비스 민원건수/급수건수) | 0.29 | 0.28 | **0.28** |
| 〃 | 수질에 대한 민원비율 (건) | (수질민원건수/급수건수) | 0.0052 | 0.0026 | **0.008** |
| 〃 | 수도요금에 대한 민원비율(건) | (연간수도요금에 대한 민원건수/급수건수) | 0.054 | 0.047 | **0.97** |
| 〃 | 감사청구수(건) | 연간 감사청구 건수 | 0 | 0 | **0** |
| 〃 | 직원1인당 접수건수 (건/인) | 접수건수/전직원수 | 852.4 | 849.7 | **918.6** |
| 안정 | 배수량1㎥당 전력 소비량(KWh/㎥) | 전시설의 전력사용량/연간배수량 | 0.54 | 0.53 | **0.62** |
| 〃 | 배수량1㎥당 소비 에너지(MJ/㎥) | 전시설에서의 총에너지 소비량/연간배수량 | 2.10 | 2.07 | **2.3** |
| 〃 | 재생가능 에너지이용율(%) | (재생가능에너지설비의 전력사용량/전시설의 전력사용량) ×100 | 1.0 | 0.7 | **3.3** |
| 〃 | 정수발생토의 유효 이용율(%) | (유효이용토량/정수발생토량)×100 | 24.7 | 86.1 | **100** |

| 분류 | 업무지표 | 정의 | 지표치 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 동경시 | | 부산시 |
| | | | 2013년 | 2014년 | 2018년 |
| 안정 | 배수지 청소실시율(%) | [최근5년간청소한배수지용량/(배수지 총용량)/5]×100 | 61 | 88 | **93** |
| 〃 | 연간펌프 평균가동율(%) | [펌프운전시간의 합계/(펌프총대수×연간일수×24)]×100 | 39.7 | 38.6 | **30.3** |
| 〃 | 검침 오인 비율 (건/1,000건) | (착오검침건수/검침총건수)×1,000 | 0.03 | 0.03 | **0.04** |
| 〃 | 요금검침 착오 비율 (건/1,000건) | (착오요금청구건수/요금청구총건수)×1,000 | 0.03 | 0.03 | **0.04** |
| 〃 | 요금 미납율(%) | (년도말 미납요금총액/총요금수입액)×100 | 5.8 | 4.5 | **1.5** |
| 〃 | 급수정비 비율 (건/1,000건) | (급수정지건수/급수건수)×1,000 | 15.1 | 14.4 | **5.5** |
| 〃 | 정수장 사고비율 (10년간의 건수/개소) | 10년간의 정수장 정지사고건수/정수장총수 | 0.3 | 0.4 | **0.25** |
| 〃 | 닥타일주철관·강관비율 (%) | [(닥타일주철관 연장 + 강관연장)/관로총연장]×100 | 99.4 | 99.6 | **99.7** |
| 〃 | 관로의 사고비율 (건/100㎞) | (관로의 사고건수/관로총연장)×100 | 2.2 | 2.8 | **0.4** |
| 〃 | 주철관로의 사고비율 (건/100㎞) | (주철관로의 사고건수/주철제 관로총연장)×100 | 2.2 | 2.8 | **14.3** |
| 〃 | 비철제 관로의 사고비율(건/100㎞) | (비철제관로의 사고건수/비철제관로 총연장)×100 | 20.6 | 18.4 | **68.2** |
| 〃 | 급수관의 사고비율 (건/1,000건) | (급수관의 사고건수/급수건수)×100 | 1.3 | 1.2 | **2.6** |
| 〃 | 누수율(%) | (연간누수량/연간배수량)×100 | 2.2 | 3.1 | **2.9** |
| 〃 | 설비점검 실시율(%) | (전기·계장·기계설비 등의 점검회수/전기·계장·기계설비의 법정점검회수)×100 | 314 | 329 | **210** |
| 〃 | 관로 점검율(%) | (점검한 관로연장/관로 총연장)×100 | 18 | 19 | **20.2** |
| 〃 | 밸브설치 밀도(개/㎞) | 밸브 설치수/관로 총연장 | 15.0 | 15.1 | **13.5** |
| 〃 | 소화전 점검율(%) | (점검한 소화전수/소화전수)×100 | 12.4 | 20.5 | **150** |
| 〃 | 소화전 설치밀도(개/㎞) | 소화전수/배수관연장 | 5.0 | 5.0 | **1.2** |
| 〃 | 저수조 지도율(%) | (저수조 지도건수/저수조 총수)×100 | 4.7 | 5.2 | **5.0** |

※ 이 지표는 일본 수도사업 업무지표를 참고로 하였다.