안 산 시　수 도 정 비　기 본 계 획

보　　고　　서

2010. 9

안 산 시

목 차

제1장 총 론

1. 계획의 목적 및 범위 ····· 1 – 1

1.1 과업의 목적 ····· 1 – 1

1.2 과업의 범위 ····· 1 – 1

1.3 과업의 효과 ····· 1 – 1

2. 수도정비 기본방침 ····· 1 – 2

2.1 급수구역 ····· 1 – 2

2.2 관련계획과의 부합성 ····· 1 – 3

2.3 용수공급의 안정성 ····· 1 – 3

2.4 비상시 급수대책 ····· 1 – 3

2.5 유지관리 ····· 1 – 4

3. 계획의 개요 ····· 1 – 4

3.1 용수공급계획 ····· 1 – 4

3.2 시설확충 및 개량계획 ····· 1 – 6

3.2.1 시설확충계획 ····· 1 – 6

3.2.2 시설개량계획 ····· 1 – 7

4. 계획의 수립 ····· 1 – 10

제2장 기초조사

1. 자연적 조건에 관한 조사 ····· 2 – 1

1.1 지역의 개항 ····· 2 – 1

1.1.1 지역의 연혁 ····· 2 – 1

1.1.2 위치 및 면적 ····· 2 – 2

1.1.3 지형 및 지세 ····· 2 – 4

1.1.4 지 진 ····· 2 – 6

1.2 하천 및 수계현황 ····· 2 – 7

1.3 기상 개황 ·····2 – 8
1.3.1 천기일수 ·····2 – 8
1.3.2 평균기온 ·····2 – 8
2. 사회적 특성에 관한 조사 ·····2 – 11
2.1 행정구역 및 인구현황 ·····2 – 11
2.1.1 행정구역 ·····2 – 11
2.1.2 인 구 ·····2 – 12
2.2 지역경제 ·····2 – 15
2.2.1 지역경제 규모 ·····2 – 15
2.2.2 지역경제의 발전 ·····2 – 16
2.3 산업·경제 ·····2 – 18
2.3.1 산업구조 ·····2 – 18
2.3.2 산업구조의 변화 ·····2 – 19
2.3.3 경제 활동 인구 ·····2 – 20
2.3.4 농업 부문 ·····2 – 21
2.4 토지이용현황 ·····2 – 21
2.4.1 토지지목별 이용현황 ·····2 – 21
2.4.2 토지 용도별 이용현황 ·····2 – 23
3. 관련 계획에 대한 조사 ·····2 – 24
3.1 장기 및 상위계획 ·····2 – 24
3.1.1 제4차 국토종합계획 수정계획 (대한민국정부, 2005.12) ·····2 – 24
3.1.2 경기2020(비전과 발전) (21세기 경기발전위원회, 1997.1) ·····2 – 27
3.1.3 수자원 장기 종합계획(2006~2020) (건교부, 2006. 7) ·····2 – 28
3.1.4 전국수도종합계획 (환경부, 2007. 3) ·····2 – 35
3.1.5 2020년 안산도시기본계획 (안) ·····2 – 48
3.1.6 안산도시계획재정비 (안산시, 2001.9) ·····2 – 61
3.1.7 "2010 비전안산" 발전계획 (안산시, 1999.12) ·····2 – 66
3.1.8 시화지구 장기종합계획 (건설교통부, 2006.5) ·····2 – 67
3.1.9 시화 MTV 개발계획 (한국수자원공사, 2008.12) ·····2 – 71
3.1.10 대부동 종합발전계획 (안산시, 2002.9) ·····2 – 81
3.1.11 하수처리수의 공업용수 재이용계획 타당성검토 (안산시, 2009.7)) ·····2 – 86

4. 급수량 산정을 위한 기초조사 ····· 2 – 88
4.1 과거 급수량 실적 조사 ····· 2 – 88
4.1.1 과거 급수보급현황 ····· 2 – 88
4.2 용도별 사용수량 분석 ····· 2 – 91
4.3 과거 유수량 현황조사 ····· 2 – 93
5. 상수도 현황 ····· 2 – 94
5.1 수도시설의 급수현황 ····· 2 – 94
5.2 수원의 수량, 수질 현황 및 변화 ····· 2 – 95
5.2.1 상수원 보호구역 현황 ····· 2 – 95
5.2.2 수원 및 수질자료 분석 ····· 2 – 96
5.3 취·정수장 시설현황 ····· 2 – 97
5.3.1 취수시설 ····· 2 – 97
5.3.2 정수시설 ····· 2 – 97
5.4 송·배수시설 ····· 2 – 100
6. GIS 구축에 관한 조사 ····· 2 – 101
6.1 GIS 사업 추진 배경 ····· 2 – 101
6.2 개발시스템 및 세부내용 ····· 2 – 101
6.3 상수도 분야 ····· 2 – 103

제3장 기본사항의 결정

1. 목표년도 ····· 3 – 1
2. 계획급수구역 ····· 3 – 1
2.1 계획급수구역 ····· 3 – 2
2.2 급수구역 검토 ····· 3 – 3
3. 계획급수 인구 및 관련변화의 분석 ····· 3 – 3
3.1 과거 인구 증가 추이 ····· 3 – 3
3.2 장래인구 계획 ····· 3 – 8
3.2.1 수학적 인구 추정 ····· 3 – 8
3.2.2 과거 평균증가율을 적용한 인구추정 ····· 3 – 14
3.2.3 개발계획을 고려한 인구추정 ····· 3 – 14

3.2.4 관련계획상 추정인구 ·····3 – 26
3.2.5 계획인구 선정 ·····3 – 27
3.3 급수 보급률 ·····3 – 28
3.3.1 급수 보급률 ·····3 – 28
3.4 계획 급수 인구 ·····3 – 29
4. 계획급수량 원단위 ·····3 – 29
4.1 계획 1인 1일 평균급수량 원단위 ·····3 – 29
4.1.1 상수도 급수현황 분석 ·····3 – 29
4.1.2 생활용수 소비량 추정 ·····3 – 33
4.1.3 계획 유수율 ·····3 – 38
4.1.4 계획 1인1일 평균급수량 원단위 ·····3 – 41
4.2 계획 1인 1일 최대급수량 원단위 ·····3 – 41
4.2.1 첨두부하율 ·····3 – 41
4.2.2 계획 1인1일 최대급수량 원단위 ·····3 – 43
5. 계획 급수량 ·····3 – 43
5.1 생활용수 급수량 ·····3 – 43
5.2 공업용수 급수량 ·····3 – 44
5.2.1 개 요 ·····3 – 44
5.2.2 전용공업용수 원단위 산정방법 ·····3 – 45
5.2.3 전용공업용수 급수량 산정 ·····3 – 46
5.2.4 공단지역 제조용수(정수) 산정 ·····3 – 55
5.2.5 공단지역 지하수 급수량 ·····3 – 57
5.2.6 안산시 공단지역 공업용수 급수량 ·····3 – 58
5.3 기타 용수량 ·····3 – 60
5.3.1 관광용수 소비량 ·····3 – 60
5.3.2 군대 용수 소비량 ·····3 – 63
5.3.3 기타 용수 집계 ·····3 – 64
5.4 용수 수요량 추정 총괄 ·····3 – 65

제4장 시설확충계획

1. 확장용량계획 ····· 4 – 2

1.1 용수수급현황 ····· 4 – 2

1.2 용수 과부족량 ····· 4 – 3

1.3 용수 수급계획 ····· 4 – 4

2. 정수시설 확충계획 ····· 4 – 6

2.1 고도정수처리 도입의 타당성검토 ····· 4 – 6

2.1.1 고도정수처리 도입 기준 ····· 4 – 6

2.1.2 수도권 맛·냄새 발생 특성 ····· 4 – 6

2.1.3 안산시 정수장 원수 수질현황 ····· 4 – 9

2.1.4 고도정수처리 도입 타당성 검토 결과 ····· 4 – 10

2.1.5 고도정수처리 도입 시설용량계획 ····· 4 – 10

2.2 고도처리 공정 검토 ····· 4 – 11

2.2.1 공정 선정의 접근방법 ····· 4 – 11

2.2.2 공정선정시 중점 고려사항 ····· 4 – 11

2.3 맛·냄새 관련 기준 및 수질 목표 ····· 4 – 12

2.3.1 국내의 맛,냄새 관련 수질목표 현황 ····· 4 – 12

2.3.2 국외 맛·냄새 관련 수질목표 현황 ····· 4 – 13

2.3.3 고도처리공정 수질목표 설정 ····· 4 – 13

2.4 고도정수처리 공정 검토 ····· 4 – 14

2.4.1 오존처리기술 ····· 4 – 14

2.4.2 고도산화 공정(Advanced Oxidation Process, AOP) ····· 4 – 17

2.4.3 입상활성탄(Granular Activated Carbon, GAC) ····· 4 – 19

2.4.4 생물활성탄 처리기법(Biological Activated Carbon, BAC) ····· 4 – 21

2.4.5 막 분리 기술 ····· 4 – 22

2.5 적용가능한 단위공정 ····· 4 – 25

2.5.1 여과 ····· 4 – 25

2.5.2 산화 ····· 4 – 26

2.5.3 활성탄 ····· 4 – 27

2.6 대안공정의 구성(단위공정조합) ····· 4 – 28

2.6.1 일반사항 ·····4 – 28
2.6.2 대안공정 설정 ·····4 – 29
2.6.3 각 공정별 장단점 비교 ·····4 – 31
2.6.4 각 공정별 비교검토 결과 ·····4 – 34
2.6.5 고도정수처리 공정선정 ·····4 – 37
2.6.6 고도정수처리 도입시기 ·····4 – 37
3. 송·배수시설 확충계획 ·····4 – 38
3.1 급수구역의 분할 ·····4 – 38
3.1.1 계획의 개요 ·····4 – 38
3.1.2 용수공급계통 조정 ·····4 – 38
3.1.3 급·배수구역 분할 ·····4 – 41
3.1.4 급·배수구역 분할 계획 ·····4 – 44
3.1.5 비상급수 계획 ·····4 – 66
3.2 송·배수계획 ·····4 – 80
3.2.1 송배수방식 결정 ·····4 – 80
3.3 송수관로 계획 ·····4 – 89
3.3.1 경제적 관경 및 관종검토 ·····4 – 89
3.3.2 송수관로 시설 현황 ·····4 – 96
3.3.2 송수관로 검토 ·····4 –100
3.3.3 송수관로 계획 ·····4 –112
3.4 배수관로 계획 ·····4 –116
3.4.1 배수관로 정비계획 ·····4 –116
3.4.2 배수관망 수리해석 ·····4 –118
3.4.3 배수관로 계획 ·····4 –192
3.5 배수지 계획 ·····4 –194
3.5.1 개 요 ·····4 –194
3.5.2 배수지 현황 ·····4 –194
3.5.3 배수지 계획의 방향 ·····4 –197
3.5.4 배수지 용량계획 ·····4 –198
3.5.5 배수지 수위계획 ·····4 –203

3.5.6 신설배수지 위치선정 ····· 4 –205
3.5.7 배수지 시설계획 ····· 4 –210
3.6 가압시설 계획 ····· 4 –213
3.6.1 계획의 고려사항 ····· 4 –213
3.6.2 가압장 시설계획 ····· 4 –217
3.6.3 송수가압장 시설계획 ····· 4 –219
3.6.4 배수가압장 시설계획 ····· 4 –222
3.6.5 가압장 계획 종합 ····· 4 –222

제5장 시설개량계획

1. 자료수집 및 평가 ····· 5 – 1
1.1 수질자료 수집 및 평가 ····· 5 – 1
1.1.1 안산정수장 ····· 5 – 1
1.1.2 연성정수장 ····· 5 – 11
1.2 시설자료 수집 및 평가 ····· 5 – 21
1.2.1 안산정수장 시설현황 ····· 5 – 21
1.2.2 연성정수장 시설현황 ····· 5 – 27
2. 정수시설 ····· 5 – 33
2.1 기본사항 ····· 5 – 33
2.1.1 안산정수장 ····· 5 – 33
2.1.2 연성정수장 ····· 5 – 43
2.2 단위시설별 개량계획 ····· 5 – 49
2.2.1 안산정수장 ····· 5 – 49
2.2.2 연성정수장 ····· 5 – 94
2.3 기계분야 ····· 5 –122
2.3.1 안산정수장 ····· 5 –122
2.3.2 연성정수장 ····· 5 –151
2.4 전기분야 ····· 5 –203
2.4.1 안산정수장 ····· 5 –203
2.4.2 연성정수장 ····· 5 –213

2.5 계측제어분야 ·····5 -225
2.5.1 안산정수장 ·····5 -225
2.5.2 연성정수장 ·····5 -241
3. 배출수 처리시설 ·····5 -257
3.1 단위시설별 개량계획 ·····5 -257
3.1.1 안산정수장 ·····5 -257
3.1.2 연성정수장 ·····5 -269
3.2 기계분야 ·····5 -286
3.2.1 안산정수장 ·····5 -286
3.2.2 연성정수장 ·····5 -297
4. 송 · 배수시설 ·····5 -310
4.1 기본사항 ·····5 -310
4.1.1 송•배수 시설현황 ·····5 -310
4.1.2 배수지 운영현황 ·····5 -314
4.1.3 배수지 개량 계획 ·····5 -327
4.1.4 가압장 개량 계획 ·····5 -398
4.2 노후관 개량계획 ·····5 -465
4.2.1 노후관의 정의 및 수도관파손의 원인 ·····5 -465
4.2.2 수도관로 개량공법의 적용과 선택방법 ·····5 -468
4.2.3 노후관로 판단방법 ·····5 -475
4.2.4 노후수도관 개량계획 ·····5 -483
4.3 관망블록화 계획 ·····5 -524
4.3.1 개요 ·····5 -524
4.3.2 블록시스템의 구성 ·····5 -525
4.3.3 블록시스템 구축 고려사항 ·····5 -528
4.3.4 안산시 블록시스템 구축 현황 ·····5 -531
4.3.5 블록시스템 정비 계획 ·····5 -536
5. 유량계 등 설비 및 시스템개량계획 ·····5 -570
5.1 개 요 ·····5 -570
5.2 기본구상 및 방법 ·····5 -570

5.3 관망감시항목선정 ·····5 –571
5.3.1 소블록 관망감시 항목의 자료수집방법 ·····5 –573
5.4 안산시 블록시스템 TM 구축사업 ·····5 –574
5.4.1 사업의 개요 ·····5 –574
5.5 시스템 검토 ·····5 –576
5.5.1 계측기기 선정 및 설치기준 ·····5 –576
5.5.2 통신망 ·····5 –579
5.5.3 TM반 시스템 ·····5 –580
5.5.4 GIS 연계 방안 ·····5 –582
5.5.5 유수율, 누수율 분석 방안 ·····5 –583
5.5.6 누수방지 및 누수발생시 신속대처 방안 ·····5 –586
5.5.7 요금관리프로그램(Billing) 연계 ·····5 –589
5.5.8 UMS(비상경보전달시스템) ·····5 –589
5.6 블록시스템 통합관리시스템 구축 ·····5 –591
5.6.1 개요 ·····5 –591
5.6.2 설치 기준 ·····5 –591
5.6.3 기본 방향 ·····5 –591
5.6.4 통합관리시스템 개요 ·····5 –592
5.6.5 주요시스템 기능 ·····5 –592
5.6.6 통합관리시스템 구성 ·····5 –593
6. 시설의 폐지 및 휴지계획 ·····5 –595
6.1 개 요 ·····5 –595
6.2 시설 휴지 및 폐지계획 ·····5 –595
6.2.1 배수지 ·····5 –595
6.2.2 가압장 ·····5 –596
6.2.3 시설 휴지 및 폐지계획 ·····5 –599

제6장 마을상수도 및 소규모 급수시설 정비계획

1. 현황조사 ·····6 – 1
1.1 마을상수도 및 소규모 급수시설의 정의 ·····6 – 1

1.2 마을상수도 및 소규모 급수시설의 분류 ····· 6 – 1
1.3 마을상수도 및 소규모 급수시설 현황 ····· 6 – 2
2. 운영현황 조사 및 분석 ····· 6 – 2
2.1 운영현황 ····· 6 – 2
2.1.1 안정적 수량·수질확보 곤란 ····· 6 – 2
2.1.2 먹는물 수질기준 확보 곤란 ····· 6 – 3
2.1.3 이용주민의 인식 부족 ····· 6 – 3
2.2 원수 및 정수 수질 조사 ····· 6 – 3
3. 시설개선 계획수립 ····· 6 – 12
3.1 지방상수도 공급계획에 따른 전환 계획 ····· 6 – 12
3.1.1 급수구역 현황 ····· 6 – 12
3.1.2 지방상수도 공급 계획 ····· 6 – 12
4. 도서지역 정비계획 ····· 6 – 12
4.1 도서지역 마을상수도 및 소규모 급수시설 현황 ····· 6 – 12
4.2 풍도 정비계획 ····· 6 – 13
4.2.1 마을현황 ····· 6 – 13
4.2.2 마을상수도 현황 ····· 6 – 13
4.2.3 기존시설 문제점 ····· 6 – 14
4.2.4 개선방안 ····· 6 – 17
4.3 육도정비계획 ····· 6 – 19
4.3.1 마을현황 ····· 6 – 19
4.3.2 마을상수도 현황 ····· 6 – 20
4.3.3 기존시설 문제점 ····· 6 – 20
4.3.4 개선방안 ····· 6 – 22
4.4 해수담수화 시설 도입계획 ····· 6 – 24
4.4.1 일반사항 ····· 6 – 24
4.4.2 해수 담수화 방식의 선정 ····· 6 – 24
4.4.3 국내 도서지역의 해수담수화시설 현황 및 안산시 적용방안 ····· 6 – 28
4.4.4 해수담수화 시설 용량계획 ····· 6 – 31
4.4.5 해수담수화 도입시 개략사업비 ····· 6 – 32
4.4.6 해수담수화 도입 계획 ····· 6 – 32

제7장 대체수원 개발계획

1. 개 요 ····· 7 – 1

2. 대체수원 검토 ····· 7 – 1

2.1 개요 ····· 7 – 1

2.2 중수도 보급 ····· 7 – 1

2.2.1 일반사항 ····· 7 – 1

2.2.2 중수도의 설치 대상기준 ····· 7 – 2

2.2.3 중수도 도입시 주요 고려사항 및 문제점 ····· 7 – 3

2.2.5 중수도 수질기준 ····· 7 – 6

2.2.6 중수도 설치 현황 ····· 7 – 7

2.2.7 안산시 중수도 도입계획 ····· 7 – 7

2.3 하수처리수 재이용 ····· 7 – 7

2.3.1 개요 ····· 7 – 7

2.3.2 하수처리수 재이용 방안 ····· 7 – 8

3. 하수처리수 재이용 시설 도입 검토 ····· 7 – 12

3.1 추진배경 ····· 7 – 12

3.2 안산시 도입계획 ····· 7 – 12

3.2.1 사업개요 ····· 7 – 12

3.2.2 추진상황 ····· 7 – 12

3.2 하수처리수 재이용 타당성 검토 및 기본계획('09.9~진행중, 안산시) ···7 – 13

3.2.1 공급규모 ····· 7 – 13

3.2.2 비용 편익 분석 ····· 7 – 13

3.3 검토결과 ····· 7 – 14

제8장 상수도 수질관리 계획

1. 개요 ····· 8 – 1

2. 상수원 수질관리 ····· 8 – 1

2.1 상수원 관리 현황 ····· 8 – 2

2.1.1 팔당상수원 현황 ····· 8 – 2
2.1.2 팔당호 수질 현황 ····· 8 – 4
2.1.3 팔당호 수질개선 종합대책 추진 ····· 8 – 4
2.2 수질 관리 ····· 8 – 5
2.2.1 수질기준의 강화 ····· 8 – 7
2.2.2 지하수의 수질오염방지 및 관리방안 ····· 8 – 7
3. 정수 수질관리 ····· 8 – 9
3.1 수돗물 수질기준 및 수질관리 계획 ····· 8 – 9
3.1.1 법정 수질검사 ····· 8 – 9
3.1.2 먹는물 수질감시항목 및 자체감시항목 검사 ····· 8 – 10
3.1.3 먹는물 수질기준 ····· 8 – 11
3.1.4 안산 정수장 수질 분석 ····· 8 – 13
4. 송·배수 수질관리 ····· 8 – 20
4.1 개 요 ····· 8 – 20
4.2 송배수 수질의 문제점 ····· 8 – 20
4.2.1 송배수시설지 수질의 문제점 ····· 8 – 20
4.2.2 송배수관로 수질의 문제점 ····· 8 – 21
4.3 수질관리현황 ····· 8 – 22
4.4 송·배수관로 잔류염소 관리 ····· 8 – 26
4.4.1 개 요 ····· 8 – 26
4.4.2 잔류염소 농도의 관리 ····· 8 – 26
4.4.3 시설정비에 의한 잔류염소농도의 관리 ····· 8 – 27
4.4.4 관망에서의 잔류염소농도의 관리 ····· 8 – 27
4.5 관망해석상의 잔류염소 검토 ····· 8 – 29
4.5.1 개 요 ····· 8 – 29
4.5.2 배수관로 잔류염소 검토 ····· 8 – 31
4.6 수질관리를 위한 Flushing 계획 ····· 8 – 41
4.6.1 세척/세관 공법의 선정 ····· 8 – 41
4.6.2 Flushing 주기 및 절차 ····· 8 – 43
4.7 저수조 관리 ····· 8 – 44

4.7.1 개요 ····· 8 – 44
4.7.2 수질기준 ····· 8 – 44
4.7.3 저수조 관련제도 ····· 8 – 45
4.7.4 저수조 현황 ····· 8 – 48
4.7.5 저수조 수질관리의 문제점 ····· 8 – 48
4.7.6 저수조 수질관리계획 ····· 8 – 49
5. 먹는물 수질검사 강화 ····· 8 – 51
5.1 수질검사제도의 강화 ····· 8 – 51
5.1.1 수질검사방법 개선 ····· 8 – 51
5.1.2 민관합동 수질확인검사 활성화 ····· 8 – 54
5.1.3 안산시 먹는 물 수질관리 기관 운영 ····· 8 – 54
5.1.4 안산시 수질검사 실시 현황 ····· 8 – 55
5.2 수질감시계획 수립 ····· 8 – 56
5.3 수질정보공개 및 시민참여 ····· 8 – 57
5.3.1 수돗물 실명제 도입 ····· 8 – 57
5.3.2 수질위반 공시제도 도입 ····· 8 – 57
5.3.3 수질검사 결과 주민흥보 ····· 8 – 58
5.3.4 수돗물수질평가위원회 운영 ····· 8 – 58
5.3.5 행정 서비스 강화 ····· 8 – 59

제9장 상수도 수요관리 계획

1. 개요 ····· 9 – 1
1.1 목적 및 기본방향 ····· 9 – 1
2. 유수율 제고 ····· 9 – 1
2.1 유수율제고 사업추진을 위한 특성별 분류 ····· 9 – 1
2.2 종합계획상 목표 ····· 9 – 1
2.3 계획목표설정 ····· 9 – 2
2.4 유수율제고 계획 ····· 9 – 2
2.4.1 블록시스템 구축 검토 ····· 9 – 2
2.4.2 수도관 정비계획 ····· 9 – 3

2.4.3 유수율제고 사업에 의한 절감량 산출 ·····9 – 6
2.4.4 수도계량기 교체 계획 ·····9 – 8
3. 중수도 보급계획 ·····9 – 10
3.1 종합계획상 중수도 보급 추진계획 ·····9 – 10
3.2 종합계획상 목표 ·····9 – 10
3.3 계획수립 ·····9 – 11
3.3.1 중수도의 일반적 사항 ·····9 – 11
3.3.2 반월도금단지내 중수도 적용가능성검토 ·····9 – 11
3.3.3 중수도 보급모델 및 추진계획 ·····9 – 13
3.4 중수도 보급에 따른 목표 절감량 ·····9 – 16
4. 절수설비 및 절수기기 보급 계획 ·····9 – 16
4.1 종합계획상 목표 ·····9 – 16
4.2 계획수립 ·····9 – 17
4.2.1 목표검토 및 적용목표 설정 ·····9 – 17
4.3 절수기기 설치에 따른 목표설정 ·····9 – 18
4.4 절수기기 설치에 따른 목표 절감량 ·····9 – 18
5. 빗물이용시설 설치 계획 ·····9 – 19
5.1 종합계획상 목표 ·····9 – 19
5.2 계획수립 ·····9 – 19
5.2.1 목표검토 및 적용목표 설정 ·····9 – 19
5.2.2 연차별 사업계획 ·····9 – 20
5.3 세부 설치계획 ·····9 – 21
5.3.1 시설 설치 계획 ·····9 – 21
5.4 빗물이용시설 설치에 따른 목표 절감량 ·····9 – 21
6. 하·폐수처리수 이용 계획 ·····9 – 22
6.1 종합계획상 목표 ·····9 – 22
6.2 하·폐수처리수 재이용 방안 ·····9 – 22
6.2.1 배경 및 필요성 ·····9 – 22
6.2.2 재이용 가능량 조사 ·····9 – 22
6.2.3 향후 추진계획 ·····9 – 24

6.3 하수처리수 재이용 계획에 따른 목표 절감량 ····· 9 – 25
7. 수도요금 체계확립 ····· 9 – 25
7.1 종합계획상 목표 ····· 9 – 25
7.2 계획수립 ····· 9 – 26
7.2.1 기본방향 ····· 9 – 26
7.2.2 목표대비 현황비교 ····· 9 – 26
7.2.3 세부 수도요금 계획 ····· 9 – 26
7.2.4 수도요금 합리화에 의한 절감량 산출 ····· 9 – 28
7.3 활성화 방안 ····· 9 – 29
7.3.1 상수도 요금 현실화 홍보 방안 ····· 9 – 29
7.3.2 타 지자체의 요금인상 사례 홍보 ····· 9 – 30
7.4 수도요금 합리화에 따른 목표 절감량 ····· 9 – 30
8. 교육, 홍보 계획 ····· 9 – 31
8.1 교육 및 홍보현황 ····· 9 – 31
8.1.1 홈페이지를 통한 교육 및 홍보 ····· 9 – 31
8.1.2 계획수립 ····· 9 – 31

제10장 운영관리 개선계획

1. 경영체계 개선 ····· 10 – 1
1.1 수도요금제도의 개선 ····· 10 – 1
1.1.1 안산시 수도요금 현실화 현황 ····· 10 – 2
1.1.2 요금제도의 개선 방향 ····· 10 – 4
1.2 민간위탁 방안 연구 ····· 10 – 12
1.2.1 수도사업의 특징 및 문제점 ····· 10 – 12
1.2.2 민간위탁의 효율성 ····· 10 – 13
1.2.3 민간참여의 법적 규제 ····· 10 – 13
1.2.4 민간참여 방법의 검토 ····· 10 – 14
1.2.4 최적 적용모델 ····· 10 – 16
1.2.6 민간참여시 예상되는 문제점 ····· 10 – 17
1.2.7 위탁관리 추진체계 및 절차 ····· 10 – 19

1.2.8 위탁관리비용 산정방식 ····· 10 – 20
1.2.9 안산시 상수도 민간위탁 추진현황 ····· 10 – 22
1.3 안산시 예산절감 방안 ····· 10 – 23
1.3.1 간이가압장 전기 요금 계약종별 변경 ····· 10 – 23
1.3.2 광역상수도 사용계약 변경 ····· 10 – 24
1.3.3 자율절전 약정 활용 ····· 10 – 25
2. 연구 및 기술개발 ····· 10 – 26
2.1 개요 ····· 10 – 26
2.2 정수처리 공정개선 분야 ····· 10 – 26
2.2.1 개요 ····· 10 – 26
2.2.2 기존 정수처리 공정의 개선분야 ····· 10 – 26
2.2.3 신공정 개발 및 응용분야 ····· 10 – 26
2.3 상수관로 관리 개선분야 ····· 10 – 27
2.3.1 개요 ····· 10 – 27
2.3.2 상수도관로의 유지관리 시스템 개발 ····· 10 – 27
2.3.3 상수도관로의 정보관리 시스템 개발 ····· 10 – 28
2.3.4 수돗물의 2차오염 방지기술 ····· 10 – 28
2.3.5 수도관로의 특성해석 ····· 10 – 28
2.4 기타 관련 분야 ····· 10 – 29
2.4.1 물 소비 절약에 관한 연구 ····· 10 – 29
2.4.2 에너지 절약에 관한 연구 개발 ····· 10 – 29
2.4.3 전문인력 확보를 위한 교육에 관한 연구 및 기술개발 ····· 10 – 29
2.4.4 상수도 관련 시설의 국산화 및 표준화에 관한 연구 및 기술개발 ····· 10 – 29
2.5 안산시 시행 고도정수처리시스템 최적화 연구사업 ····· 10 – 29
2.5.1 사업개요 ····· 10 – 29
2.5.2 필요성 ····· 10 – 29
2.5.3 추진계획 ····· 10 – 30
2.5.4 기대효과 ····· 10 – 30
3. 수도인력확보 및 교육훈련 ····· 10 – 31
3.1 수도관리 인원현황 ····· 10 – 31

3.1.1 안산시 인원현황 ····· 10 – 31
3.2 수도관리자 교육훈련계획 ····· 10 – 32
3.2.1 환경부 교육훈련 ····· 10 – 32
3.3.2 한국 수자원공사 교육훈련 ····· 10 – 33
3.3.3 안산시 교육훈련과 자체 연찬활동 실적 ····· 10 – 35
3.3.4 지방상수도 기술지원단 기술지원 ····· 10 – 36
3.3.5 향후 교육훈련계획 ····· 10 – 40
4. 정보화 관리 ····· 10 – 40
4.1 상수도 정보화계획 ····· 10 – 40
4.1.1 추진목표 ····· 10 – 40
4.1.2 관련 상위계획 ····· 10 – 41
4.1.3 정보화 추진방향 ····· 10 – 42
4.2 상수도 시설의 유지관리 ····· 10 – 43
4.2.1 개요 ····· 10 – 43
4.2.2 통합시스템의 구축 ····· 10 – 45
4.2.3 안산시 전산화 등 경영정보화 추진 ····· 10 – 48
5. 기구정비 ····· 10 – 50
5.1 상수도 업무분장체계 ····· 10 – 50
5.2 안산시 관리조직 ····· 10 – 56
5.2.1 현행기구에 대한 검토 ····· 10 – 56
5.2.2 기구정비에 대한 제안 ····· 10 – 57

제11장 기술진단계획

1. 전문기술진단 ····· 11 – 1
1.1 개요 ····· 11 – 1
1.2 정수시설 기술진단 ····· 11 – 1
1.2.1 안산정수장 기술진단 ····· 11 – 1
1.2.2 연성정수장 기술진단 ····· 11 – 8
2. 관망진단 ····· 11 – 11
2.1 목 적 ····· 11 – 11

2.2 관망진단의 개요 ····· 11 – 11
2.3 기술진단결과 및 정비계획 ····· 11 – 13
2.3.1 교체대상 관로 및 소요사업비 산출 ····· 11 – 13
2.3.2 점검구 설치연장 및 소요사업비 ····· 11 – 14
2.4 원인별 개량대책 방안 ····· 11 – 15
3. 향후기술진단 계획 ····· 11 – 15

제12장 재해대책

1. 수질사고 대책 ····· 12 – 1
1.1 취수 원수중 유해물질 유입시 안전관리 대책 ····· 12 – 1
1.1.1 수질감시 ····· 12 – 1
1.1.2 긴급조치 및 행동요령 ····· 12 – 2
1.1.3 수질오염시 취수중단 판단기준 ····· 12 – 2
1.1.4 주민홍보 방안 ····· 12 – 3
1.2 안산시 수질사고시 대책 ····· 12 – 4
2. 비상 급수대책 ····· 12 – 6
2.1 개요 ····· 12 – 6
2.2 갈수기 대책 ····· 12 – 6
2.2.1 기본적인 고려사항 ····· 12 – 6
2.2.2 사전준비 ····· 12 – 6
2.2.3 갈수상황의 파악 ····· 12 – 7
2.2.4 체제의 정비 ····· 12 – 7
2.2.5 갈수대책에 대한 계획 수립 ····· 12 – 7
2.2.6 홍보활동 및 일반사항 ····· 12 – 9
2.2.7 단계별 제한급수대책 시나리오 ····· 12 – 10
2.2.7 긴급수원의 확보 ····· 12 – 10
2.2.7 소방용수의 확보 ····· 12 – 11
2.2.8 갈수대책 기록작성 ····· 12 – 11
2.3 비상시 절수대책 방안 ····· 12 – 11
2.3.1 자율적인 절수대책 ····· 12 – 11

2.3.2 규제를 통한 소비억제 시책 ····· 12 – 12
2.4 안산시 비상 대책 ····· 12 – 16
2.4.1 사고예방 및 수습대책 ····· 12 – 16
2.4.2 단계별 조치계획 ····· 12 – 17
2.4.3 비상급수 계획 ····· 12 – 19
3. 내진대책 ····· 12 – 20
3.1 내진성능 향상 방안 및 보강대책 ····· 12 – 20
3.2 내진성능 평가방법 및 절차 ····· 12 – 20
3.2.1 내진성능 평가수준 ····· 12 – 20
3.2.2 내진성능 평가절차 ····· 12 – 21
3.2.3 내진성능 예비평가 ····· 12 – 21
3.2.4 예비평가 평가기준 및 평가방법 ····· 12 – 22
3.2.5 내진성능 상세평가 ····· 12 – 23
3.3 구조물 내진대책 ····· 12 – 24
3.4 상수관로 내진대책 ····· 12 – 25
3.4.1 도 · 송수관로 ····· 12 – 25
3.4.2 배수관 조직 ····· 12 – 25
3.4.3 내진관 ····· 12 – 26
3.5 조직적 방재 체제의 강화 ····· 12 – 26
3.5.1 지진재해에 있어서의 평상시 대응 ····· 12 – 26
3.5.2 도면, 대장 등의 분산관리 ····· 12 – 26
3.5.3 지진 재해시의 위기관리체제 ····· 12 – 26
3.5.4 비상급수 대책 ····· 12 – 27
3.5.5 응급복구 대책 ····· 12 – 27
4. 계절별 급수대책 ····· 12 – 27
4.1 하절기 급수대책 ····· 12 – 27
4.2 동절기 급수대책 ····· 12 – 28
5. 기타 안전관리 대책 ····· 12 – 29
5.1 배수지 시설의 관리 ····· 12 – 29
5.1.1 배수로감시 ····· 12 – 29

5.1.2 한냉지대책 ····· 12 – 29
5.1.3 오염방지 및 안전대책 ····· 12 – 30
5.2 펌프장의 이상과 그 대책 ····· 12 – 31
5.2.1 이상발견 ····· 12 – 31
5.2.2 이상상태와 대책 ····· 12 – 31
5.2.3 정전시 조치 ····· 12 – 31
5.2.4 재해대책 ····· 12 – 32
5.3 오염방지 및 안전대책 ····· 12 – 33
5.3.1 펌프흡수정의 오염방지 ····· 12 – 33
5.3.2 실내의 오염방지 ····· 12 – 33
5.3.3 안전대책 ····· 12 – 33

제 13 장 재정계획

1. 과거 상수도사업 재무현황 ····· 13 – 2
1.1 일반사항 ····· 13 – 2
1.2 손익계산서 ····· 13 – 2
1.3 대차대조표 ····· 13 – 5
1.4 자금수지표 ····· 13 – 5
1.5 재무비율 분석 ····· 13 – 5
1.6 상수도 요율 체계 ····· 13 – 8
2. 재무적 사업타당성 분석 ····· 13 – 10
2.1 개 요 ····· 13 – 10
2.2 투자비 소요액 ····· 13 – 10
2.3 자금조달계획 ····· 13 – 12
2.3.1 기본가정 ····· 13 – 12
2.3.2 자금조달계획 ····· 13 – 12
2.4 재무적 타당성 검토 ····· 13 – 15
2.4.1 서 론 ····· 13 – 15
2.4.2 추정을 위한 가정 ····· 13 – 15
2.4.3 추정 재무제표 분석 ····· 13 – 18

2.5 상수도 요율분석(요금현실화계획) ····· 13 – 24
2.5.1 안산시 상수도 요금현실화 수준 ····· 13 – 24
2.5.2 요금현실화계획(매년 요금현실화율 100% 달성) ····· 13 – 24
2.5.3 현실적인 요금현실화계획 대안 ····· 13 – 25
2.5.4 안산시 적정 요금현실화계획 ····· 13 – 27

■ 첨 부

1. 환경부 초안 지적사항 및 조치결과(2009. 6)
2. 환경부 안 지적사항 및 조치결과(2010. 3)
3. 환경부 승인조건 조치계획(2010. 8)

제1장 총 론

1. 계획의 목적 및 범위

2. 수도정비 기본방침

3. 계획의 개요

4. 계획의 수립

제1장 총 론

1. 계획의 목적 및 범위

1.1 과업의 목적

수도정비기본계획은 수도법 제4조 및 동법시행령 제6조의 규정에 따라 일반수도 및 공업용수를 적정하고 합리적으로 설치, 관리하기 위하여 수립하는 계획으로서 계획적이고 체계적으로 정비함에 있어 기 수립된 수도정비기본계획과 도시기본계획을 기초로 하여 제반사항을 적극 반영 및 정비하여 물 공급을 위해 적정 수요량을 파악하는 등 능동적으로 대처함은 물론 수도정비에 대한 종합적인 계획을 수립하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위

본 과업은 수도법 제4조의 “수도정비 기본계획”에 의거 안산시 수도시설 전반에 걸쳐 검토 분석하고 상수도 장기발전 계획의 일환으로 수도정비 기본계획을 수립하여 급수 수요량 파악, 송·배수시설의 정비계획과 효과적인 유지관리계획 등의 전반적인 정비계획을 수립한다.

- 과 업 명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역
- 계획기간 : 20년(5개년 단위의 시행단계 구분)
  - 1단계 목표년도 : 2010 년 까지 - 2단계 목표년도 : 2015 년 까지
  - 3단계 목표년도 : 2020 년 까지 - 4단계 목표년도 : 2025 년 까지
- 기본계획구역 : 안산시 행정구역
- 수립기준 : 수도법의 수도정비 기본계획 수립에 의거 작성

1.3 과업의 효과

수도정비 기본계획 수립 후 예상되는 사업효과는 다음과 같다.

- 양질의 수돗물 공급
  - 가압, 송·배수 및 급수시설의 기술진단 및 현대화를 도모하여 효율적인 관리와 안전한 수돗물을 공급
  - 먹는물 수질기준에 적합한 정수 공급

• 안정적 공급
 – 생활용수 수요량 증가에 능동적으로 대처하여 용수공급 시설확장의 적기시행
 – 상수도의 불신을 해소하고 신뢰도 향상
 – 도.농간의 균형있는 급수계획의 수립
• 수운영의 합리화
 – 지역간 안정급수, 균등급수의 도모로 급수불량지역 해소
 – 누수방지, 노후관 교체 및 갱신으로 유수율 제고
 – 경제적 시설계획으로 상수도 경영의 합리화
• 효율적인 유지관리
 – 기구정비에 따른 수도전문직에 의한 계획 시공 및 유지관리로 생산성 향상
 – 자동화 공정채택으로 효율적인 유지관리는 물론 민원업무의 효율적 처리가능
 – 전문직의 적은 인원으로 유지관리 효율 제고
 – 비상시 신속하고 효율적인 업무처리 가능

2. 수도정비 기본방침

2.1 급수구역

급수구역은 계획기간내에 배수관을 부설하여 급수할 지역을 말하며 일반적으로 기존 시가지 및 장래도시계획에 따른 개발예정지를 중심으로 결정한다.
본 계획에서는 기존 상수도 급수구역, 각종 택지개발 사업지구, 장래 지방상수도 도입이 필요한 지역 등 급수구역의 확장에 따른 상수도 공급이 가능한 지역을 포함하도록 하였으며 다음과 같은 기준에 의거 급수구역을 설정하였다.

 – 기존 상수도 급수구역
 – 공단조성지역
 – 도시계획구역
 – 마을상수도 및 소규모 급수시설 지역

2.2 관련계획과의 부합성

수도정비 기본계획은 도시기본계획을 기본으로 하여 결정하되 본 계획과 관련된 각종 상위계획을 검토하여 상치되지 않도록 하며 수도와 관련된 타기관 및 안산시의 타부서와 사전협의를 거쳐 적정한 계획이 되도록 한다.

본 계획시 검토한 상위계획 및 관련계획은 다음과 같다.

- 2020년 안산도시기본계획
- 경기2020 비전과 전략
- 수자원 장기 종합계획
- 전국수도종합계획
- 한강하류권 권역별 급수체계구축
- 안산시 물수요관리 시행계획

2.3 용수공급의 안정성

상수도의 원활한 공급을 위해서는 안정적 상수공급, 용수수요증가에 대응한 시설확장, 기존시설의 효율적 관리 등이 선행되어야 하므로 다음과 같은 내용의 검토 및 계획을 수립하여 추진한다.

• 단계별 용수수요량의 안정된 공급을 위한 시설확장
  - 기존 취·정수장의 활용방안
  - 배수지
  - 송·배수관로 및 가압장
• 노후화 시설의 개량 및 교체에 따른 안정된 급수
• 급수중단사태에 대비한 비상연계 계획

2.4 비상시 급수대책

비상시 급수대책은 크게 수량부족과 수질악화의 두가지 경우를 고려할 수 있다. 수량부족의 경우는 갈수시 용수부족에 따른 문제이며, 수질문제의 경우에는 상수원수의 오염, 정수처리 과정에서의 수질오염 및 급수시설에서의 수질오염 사고시에 발생되는 문제이다.

• 갈수시 급수대책
  - 환경부 “갈수대책 추진요령”의 단계별 제한급수대책 시나리오에 따라 대처

- 제한급수
- 긴급수원의 확보
- 수질관리강화
- 갈수대책 기록작성

• 수질오염시 대책

- 배·급수시설의 수질오염 : 배·급수시설의 수질오염 사고는 정수의 운송과정중 관로 또는 저수조 등에서 발생하며 관로 또는 저수조의 재질개선, 약품투입 등으로 해결한다.
- 수질오염 감시체계 구축
- 수질경보시스템 구축
- 비상연락체계 구축

2.5 유지관리

상수도 시설의 근본목적은 안전한 물을 안정되게 공급하는 것이며 이는 설치된 시설물의 효과적인 유지관리에 달려 있으므로 다음 항목에 대한 계획을 수립하여 실시한다.

• 유수율 향상계획
• 노후시설 개량계획
• BLOCK SYSTEM 도입방안 계획
• 수도기술 개발계획

3. 계획의 개요

3.1 용수공급계획

안산시의 경우 2007년 급수 보급율이 99.6%로서 타 시·도 보다 매우 높은 수치를 보이고 있다. 이는 안산시가 국가산업단지(반월공단)의 배후도시로 탄생한 전국 최초의 계획도시로 타 도시 보다는 계획적인 개발의 결과라 보여 진다. 따라서 본 계획에서는 안산시의 급수구역 대상을 안산시 전체로 검토하였다. 또한 용수공급계획은 과거 인구변동사항 및 물 수요 패턴의 변화를 고려하여 산정한 수요량에 근거하여 계획하도록 한다.

<표 1.3-1> 안산시 장래 인구 및 수요량

(단위 : ㎥/일)

구 분				안산시 장래 소비량 및 급수량			
				2010년	2015년	2020년	2025년
소비량	일평균	생활용수	인구에의한생활용수	210,706	231,876	245,276	257,953
			기타용수	238	238	238	238
			생활제조용수	55,800	55,800	55,800	55,800
			소 계	266,744	287,914	301,314	313,991
		공업용수	전용공업용수	192,854	192,854	192,854	192,854
			소 계	192,854	192,854	192,854	192,854
		계		459,598	480,768	494,168	506,845
	일최대	생활용수	인구에의한생활용수	259,168	285,207	301,689	317,282
			기타용수	293	293	293	293
			생활제조용수	55,800	55,800	55,800	55,800
			소 계	315,261	341,300	357,782	373,375
		공업용수	전용공업용수	192,854	192,854	192,854	192,854
			소 계	192,854	192,854	192,854	192,854
		계		508,115	534,154	550,636	566,229
급수량	일평균	생활용수	인구에의한생활용수	226,566	249,329	263,738	277,368
			기타용수	256	256	256	256
			생활제조용수	60,000	60,000	60,000	60,000
			소 계	286,822	309,585	323,994	337,624
		공업용수	전용공업용수	207,370	207,370	207,370	207,370
			소 계	207,370	207,370	207,370	207,370
		계		494,192	516,955	531,364	544,994
	일최대	생활용수	인구에의한생활용수	278,673	306,673	324,397	341,163
			기타용수	315	315	315	315
			생활제조용수	60,000	60,000	60,000	60,000
			소 계	338,990	366,989	384,712	401,478
		공업용수	전용공업용수	207,370	207,370	207,370	207,370
			소 계	207,370	207,370	207,370	207,370
		계		546,358	574,358	592,082	608,848
	Lpcd(생활용수일평균)			373	368	365	363
	Lpcd(생활용수일최대)			441	437	433	431
	Lpcd(총용수일최대)			710	684	666	654

3.2 시설확충 및 개량계획

안산시 상수도의 품질향상을 위해 정수장 고도처리를 도입하도록 계획하였으며 장래 용수의 원활한 공급을 위해 정수지 증설, 송수관로 및 배수지 신설계획을 수립하였다.

목표년도 배수관망 수리계산에 따라 확충이 요구되는 급수구역별 배수관로 및 소규모 배수가압장, 감압밸브등을 위한 시설확충계획 및 개량계획을 수립하였다.

3.2.1 시설확충계획

<표 1.3-2> 정수장 고도정수처리 도입계획

구분	시설용량(천㎥/일)	안산시배분량(천㎥/일)	도입시기
안산정수장	143(생활:83, 공업:60)	143(생활:83, 공업:60)	2011년 ~ 2013년
연성정수장	383(생활:260, 공업:123)	257(생활:134, 공업:123)	2013년 ~ 2015년

<표 1.3-3> 송수관로 신설계획

단 계	구간	관경(mm)	연장(m)	비 고
2단계 (2015년)	성포가압장 ~ 본오배수지	D800	3,800	
	안산동가압장 ~ 안산배수지	D250	1,000	
계			4,800	

<표 1.3-4> 배수관로 계획

단 계	구 분	관경(mm)	연장(m)	비 고
1단계 (2010년)	신설	D100	2,583	
		D150	4,327	
		D200	2,053	
		D250	1,260	
		D300	370	
		D400	1,398	
		D600	1,086	
	확장개량	-	-	
	소계		13,077	
2단계 (2015년)	신설	D100	585	
		D200	315	
		D400	840	
		D500	900	
		D800	1,227	
		D900	2,054	
	확장개량	D400	1,326	
		D500	828	
	소계		8,075	
계			21,152	

<표 1.3-5> 배수지 신설 및 확장 계획

단 계	배수지명	용량 (㎥)	수위(m)		지수 (지)	비 고
			HWL	LWL		
2단계 (2015년)	본오동배수지	30,000	86	82	4	
	안산동배수지	2,000	104	100	2	

3.2.2 시설개량계획

<표 1.3-6> 정수장 개량계획

구분	개요	개량내용	비고
안산정수장	•플록형성지 유입부	•유입배관(D500~D700) -L=110m •유량계 및 유량계실	
	•정수장 인근부지를 매입하여 정수지를 증설	•정수지 증설 -21,000㎥ •배관 개량 -D800, L=200m(정수관) -D900, L=300m(배수관)	하수처리수 재이용 계획과 연계
	•공업용수 정수지를 생활용수 정수지로 활용	•배관 개량 -D800, L=30m(정수관) -D900, L=30m(배수관)	
	•기계,전기,계측제어	•1식	
연성정수장	•여과지 지별 유입유량을 균등화하기 위하여 유량계 및 제어밸브설치	•밸브 및 밸브실(2개소) •유량계 및 유량계실(2개소)	
	•기계,전기,계측제어	•1식	

<표 1.3-7> 송수가압장 계획

단 계	명칭	계통	용량	비 고
2단계 (2015년)	성포가압장	본오동배수지 및 반월배수지	75,000㎥/일	신설
	안산동가압장	안산동배수지	5,400㎥/일	기존배수가압장 활용

<표 1.3-8> 노후관 개량계획

단 계	관경(mm)	연장(km)		비 고
		송수관로	배수관로	
1단계 (2010년)	D80		0.6	
	D100		2.9	
	D150		2.2	
	D200		0.8	
	D250			
	D300		0.6	
	D900			
	D1,000			
	소계		7.1	
2단계 (2015년)	D75		0.1	
	D80		4.7	
	D100		7.1	
	D150		5.7	
	D200		4.7	
	D250		0.3	
	D300		1.2	
	D350		-	
	D400		0.5	
	D600		4.6	
	D800		1.2	
	D900		0.6	
	D1000		0.6	
	소계		31.3	
3단계 (2020년)	D50		-	
	D80		1.7	
	D100		3.0	
	D150		5.9	
	D200		4.7	
	D250		-	
	D300		1.6	
	D350		0.8	
	D400		0.2	
	D500		1.3	
	D600		0.4	
	D800	5.91	1.2	
	D900		4.8	
	D1200			
	소계	5.91	25.6	
4단계 (2025년)	D50		-	
	D80		0.7	
	D100		2.7	
	D150		4.0	
	D200		8.5	
	D250		2.3	
	D300		1.8	
	D350		0.3	
	D400		0.5	
	D500		0.5	
	D600	1.05	-	
	D800		-	
	D900		3.4	
	D1,000	0.22	0.5	
	D1,200	2.47	-	
	소계	3.74	25.2	
계		9.65	89.2	

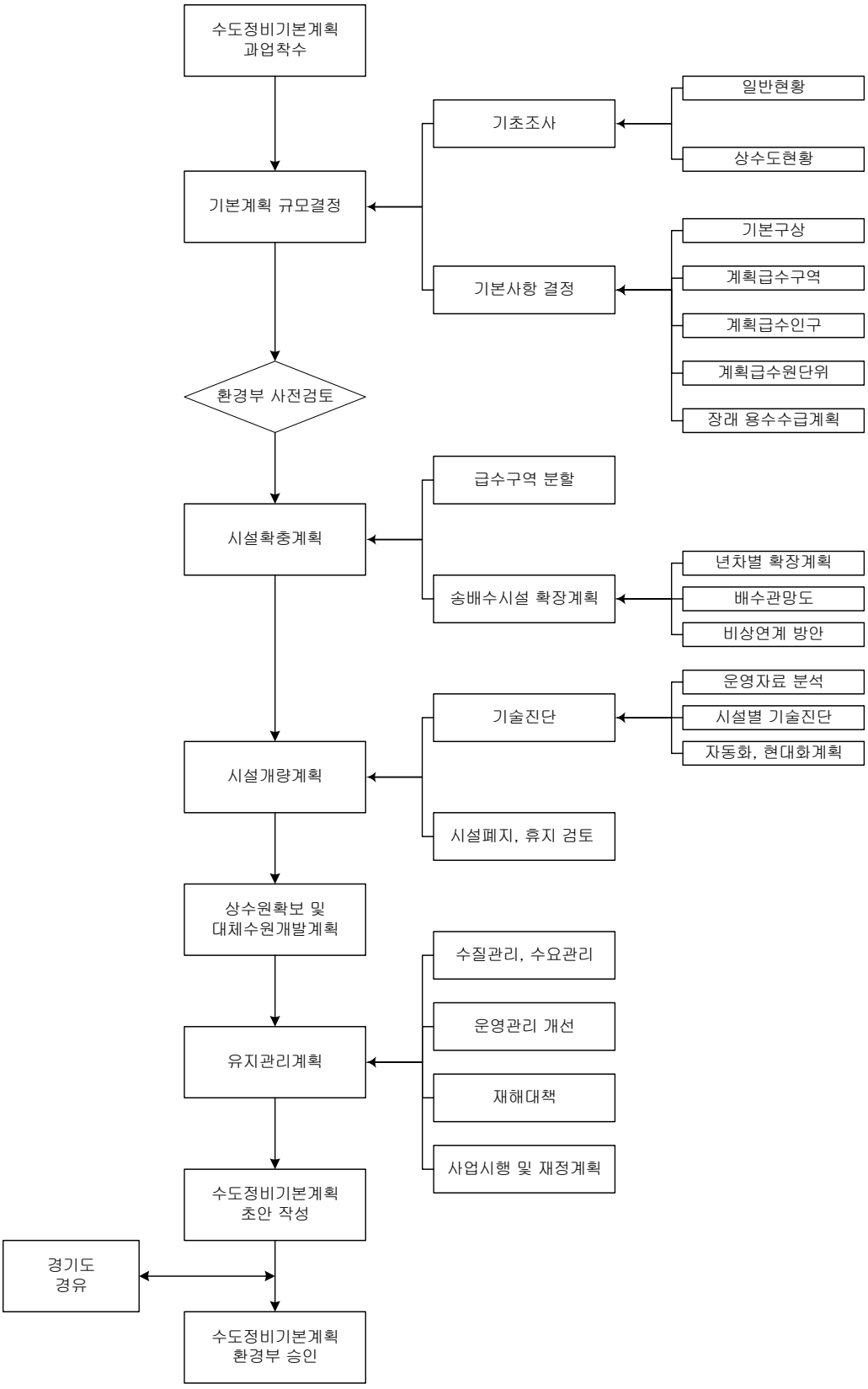
<표 1.3-9> 사업시행 및 재정계획

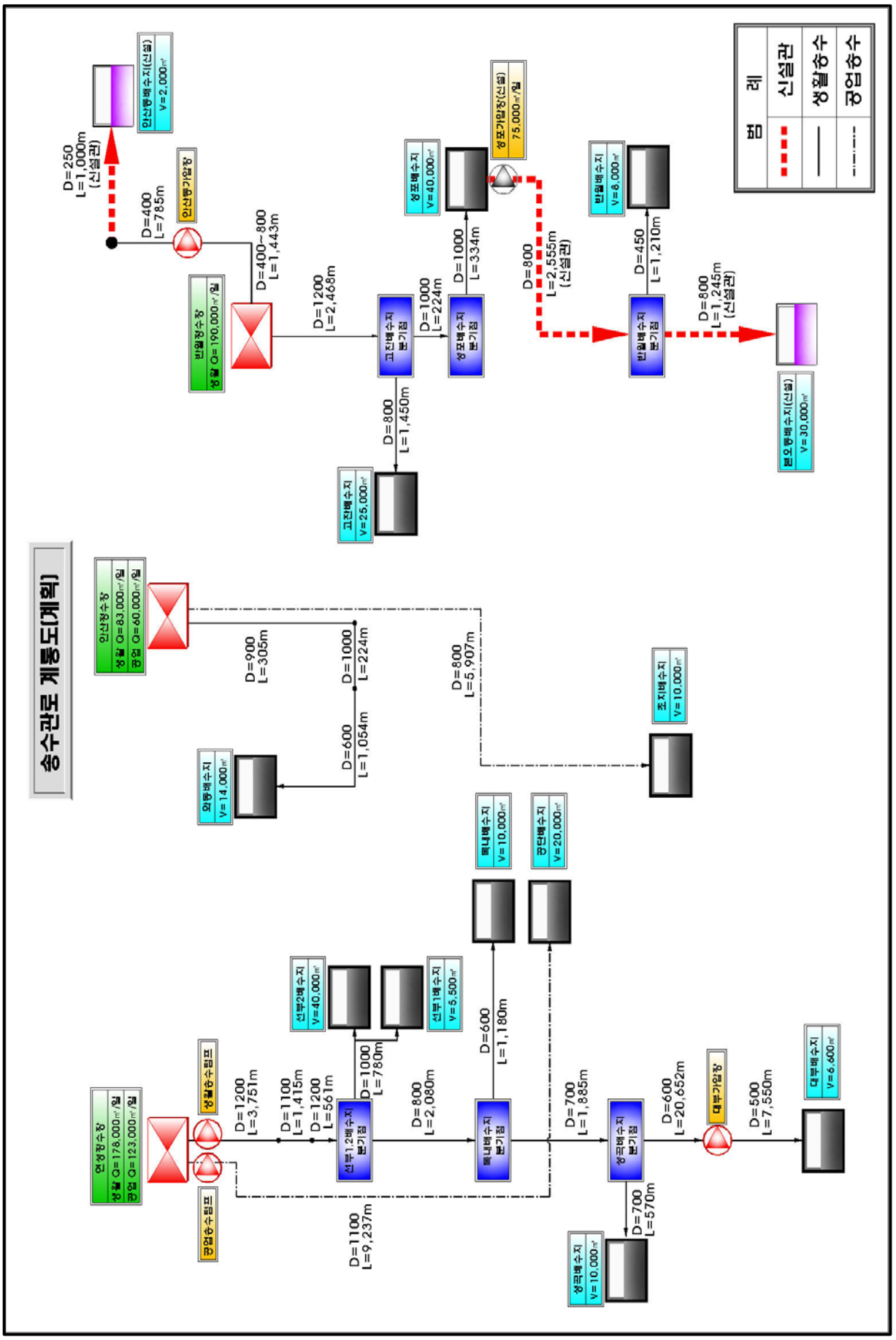
(단위 : 백만원)

구 분			계	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
총계			126,402	8,117	7,596	13,675	14,099	20,372	19,472	4,081	4,389	5,137	4,386	4,173	4,119	4,088	4,101	4,145	4,453
시설확충	계		49,464	3,869	3,447	10,729	10,636	11,253	9,531	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	정수장	소계	11,728	850	2,273	2,343	2,250	2,867	1,145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		고도정수처리시설	11,728	850	2,273	2,343	2,250	2,867	1,145										
	송배수관로	소계	37,736	3,019	1,173	8,386	8,386	8,386	8,386	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		배수지	21,121			5,280	5,280	5,280	5,280										
		송수관로	4,067			1,017	1,017	1,017	1,017										
		배수관로	8,886	3,019	1,173	1,173	1,173	1,173	1,173										
		가압장	3,663			916	916	916	916										
시설개량	계		61,278	2,562	2,493	2,231	2,791	8,476	9,286	3,350	3,350	3,350	3,350	3,350	3,338	3,338	3,338	3,338	3,338
	정수장	소계	14,079	749	220	-	560	6,275	6,275	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		정수지증설	13,111				560	6,275	6,275										
		기계교체 및 증설	469	469															
		전기 및 계측제어	90	90															
		기타정수장시설개량	410	190	220														
	송배수관로	소계	47,198	1,813	2,273	2,231	2,231	2,201	3,011	3,350	3,350	3,350	3,350	3,350	3,338	3,338	3,338	3,338	3,338
		배수지	1,132		110	68	68	38	848										
		송수관로	9,188							941	941	941	941	941	896	896	896	896	896
		배수관로	36,879	1,813	2,163	2,163	2,163	2,163	2,163	2,408	2,408	2,408	2,408	2,408	2,442	2,442	2,442	2,442	2,442
		가압장	-																
물수요	계		14,931	1,687	927	715	672	643	655	731	1,039	1,787	1,036	823	781	750	763	807	1,115
	유수율제고(수도계량기교체)		14,291	1,647	887	675	632	603	615	691	999	1,747	996	783	741	710	723	767	1,075
	교육및홍보		640	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
마을상수도	계		729	-	729	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	해수담수화		729		729														

4. 계획의 수립

수도정비 기본계획의 수립절차는 다음과 같다.




송수관로 계통도(계획)
범 례
신설관
생활송수
공업송수
안산정수장
생활 Q=83,000㎥/일
공업 Q=60,000㎥/일
D=900
L=305m
D=1000
L=224m
D=600
L=1,054m
D=800
L=5,907m
외동배수지
V=14,000㎥
조지배수지
V=10,000㎥
D=1200
L=3,751m
D=1100
L=1,415m
D=1200
L=561m
D=1000
L=780m
D=800
L=2,080m
D=600
L=1,180m
D=700
L=1,885m
D=600
L=20,652m
D=500
L=7,550m
D=1100
L=9,237m
D=700
L=570m
선부2배수지
V=40,000㎥
선부1배수지
V=5,500㎥
목내배수지
V=10,000㎥
광덕배수지
V=20,000㎥
선부1배수지 분기점
목내배수지 분기점
성곡배수지 분기점
대부기압장
대부배수지
V=6,600㎥
성곡배수지
V=10,000㎥
연성정수장
생활 Q=178,000㎥/일
공업 Q=123,000㎥/일
생활송수펌프
공업송수펌프
D=250
L=1,000m
(신설관)
안산동배수지(신설)
V=2,000㎥
D=400
L=785m
안산동기압장
D=400~800
L=1,443m
반월정수장
생활 Q=190,000㎥/일
D=1200
L=2,468m
고잔배수지 분기점
D=800
L=1,450m
고잔배수지
V=25,000㎥
D=1000
L=224m
성포배수지 분기점
D=1000
L=334m
성포배수지
V=40,000㎥
성포기압장(신설)
75,000㎥/일
D=800
L=2,555m
(신설관)
반월배수지 분기점
D=450
L=1,210m
반월배수지
V=8,000㎥
D=800
L=1,245m
(신설관)
본오동배수지(신설)
V=30,000㎥

제2장 기초조사

1. 자연적 조건에 관한 조사

2. 사회적 특성에 관한 조사

3. 관련 계획에 대한 조사

4. 급수량 산정을 위한 기초조사

5. 상수도 현황

6. GIS 구축에 관한 조사

제2장 기초자료

1. 자연적 조건에 관한 조사

본 장에서는 안산시 지역 일원의 인문, 사회현황, 지세, 기상, 토지이용, 인구, 상하수도 시설 현황 등을 조사하여 상수도시설의 기능을 최대한 발휘토록 하여 상수도 생산량 제고는 물론 시민들에게 양질의 맑은 물을 안정적으로 공급할 수 있는 합리적이고 타당성 있는 수도정비 기본계획을 수립하는데 기초자료로서 활용토록 하였다.

1.1 지역의 개황

1.1.1 지역의 연혁

안산시는 원래 고구려의 장항구현 또는 고사야홀차현인데, 신라 진덕왕이 장구현으로 고쳤으며, 신문왕 때 장구군으로 승격되었다. 고려초기에 안산현으로 고쳤고, 현종 9년(1018)에 수원의 속현으로 되었으며, 충렬왕 34년(1308)에 덕종, 정종, 문종이 탄생한 명예로운 고을이라하여 안산군으로 승격되었다. 이후 1986.1.1일 안산시로 승격 되었고(법률 제3798호) 반월동, 수암동, 중앙동, 군자동, 원곡동, 원초동, 선부동 등 7개 행정동을 두었으며, 현재의 행정구역은 2개의 구, 24개 행정동(30개 법정동)으로 구성되어있다.

<표 2.1-1> 안산시 연혁

년 도	연 혁
1976.12.31	·반월도시개발지원사업소 설치조례 공포
1979. 8.10	·경기도 반월지구 출장소 설치
1986. 1. 1	·안산시 승격(법률 제 3798호) 반월동, 수암동, 중앙동, 군자동, 원곡동, 원초동, 선부동 등 7개행정동을 둠
1988.10. 1	·중앙동을 고잔1,2동, 성포동으로, 원초동을 초지, 공단동으로, 원곡동을 원곡 1,2동으로 분동(안산시 조례 제213호)
1991.11.18	·반월동을 일동, 본오동으로 수암동을 월피동, 와동으로 선부동을 선부 1,2동으로 분동(안산시 조례 제416호)
1993.12. 6	·본오동을 사동, 본오동으로 선부2동을 선부 2,3동으로 분동(안산시 조례 제509호)
1994. 7. 1	·본오동을 본오1동과 본오2동으로 분동(안산시 조례 제545호)
1994.12.26	·화성군 반월면 일부와 옹진군 대부면 전체가 안산시로 편입(안산시 조례 제572호)
1995. 3. 2	·월피동을 월피동과 부곡동으로 분동(안산시 조례 제605호)
1995. 4.20	·시흥시 화정동 일부와 장상동, 장하동, 수암동이 안산시로 편입(안산시 조례 제618호)
1996. 1.12	·사동을 사1동과 사2동으로, 본오2동을 본오2동과 본오3동으로 분동 (안산시 조례 제665호)
1998.10.12	·공단동을 초지동에 편입(안산시 조례 제800호)
2002.11. 1	·상록구, 단원구 2개 구청 개청(안산시 조례 제1027호)
2003. 3. 3	·고잔1동을 고잔1동과 호수동으로 분동(안산시 조례 제1056호)
2004. 7. 1	·일동을 일동과 이동으로 분동(안산시 조례 제1122호)
2007. 2.22	·사1동을 사1동과 사3동으로 분동(안산시 조례 제1293호)

1.1.2 위치 및 면적

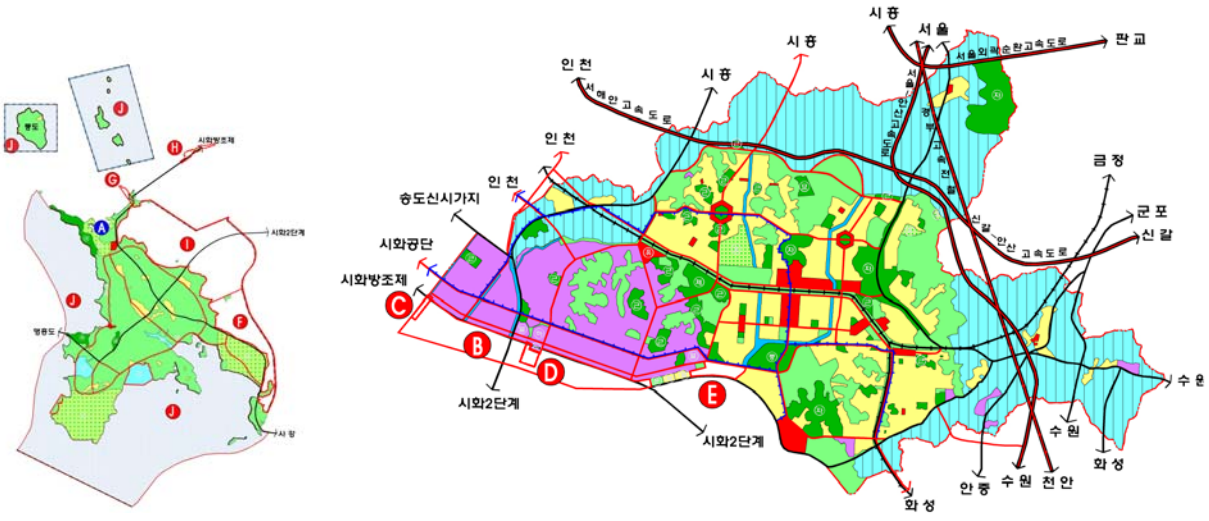
가. 위 치

안산시는 경기도의 남서부에 위치하여 주위는 낮은 구릉지대에 둘러싸여 있고 서해의 임해공단을 형성 계획화된 전원공업도시와 사면이 서해바다에 둘러싸여 있고 아름다운 자연경관을 지닌 대부동으로 이루어져 있다. 동쪽은 군포시 서쪽은 서해 남쪽은 화성시와 의왕시 북쪽은 시흥시에 접해있다. 서울의 인구 및 산업 분산시책의 일환으로 도시 전체가 완전히 계획적이고 인공적으로 개발된 전원주택도시이다. 서울의 30km반경 남서부에 위치하며 서해안과 접해있고, 지형은 내륙쪽으로 비교적 완경사를 이루고 있다. 시흥시와 접한 북부에는 광덕산·마산, 남부에는 나봉산·칠보산등의 낮은 구릉성 산지가 연속적으로 이어진다. 반월천·안산천·화정천등의 하천이 시내를 지나 그 주변 연안에는 비교적 넓은 충적지가 발달되었으며, 비교적 논으로 이용된다.

<표 2.1-2> 안산시 경·위도상 위치

시청소재지	방위	경도와위도의 극점		연장거리
		지명	극점	
경기도 안산시 단원구 고잔동 515번지	동단	안산시 상록구 사사동	북위 37-17-29 동경 126-56-10	동서간 49.0km
	서단	안산시 단원구 풍도동	북위 37-06-32 동경 126-22-55	
	남단	안산시 단원구 풍도동 미육도	북위 37-04-40 동경 126-27-50	남북간 32.8km
	북단	안산시 상록구 수암동	북위 37-22-26 동경 126-53-13	

주) 안산시 Home page



<그림 2.1-1> 안산시 위치도

나. 면 적

<표 2.1-3> 안산시 행정구역 현황

구분(년)	면적(㎢)	구	행정동	법정동	통	반	출장소
2007	148.05	2	25	30	1,182	5,850	-

주) 안산시 통계연보 (2008)

<표 2.1-4> 안산시 동별 행정구역 현황

구 분	면적 (㎢)	동		통	반	출장소
		행정	법정			
상 록 구	57.36	13	15	598	3,030	
일 동	2.76	1	2	35	241	-
이 동	2.08	1		41	252	-
사1 동	2.2	1	1	55	280	-
사2 동	3.49	1		59	296	-
사3 동	3.48	1		22	145	
본오1동	6.44	1	2	63	306	-
본오2동	0.82	1		50	232	-
본오3동	1.1	1		48	175	-
부 곡 동	6.21	1	1	36	141	-
월 피 동	5.54	1	2	71	415	-
성 포 동	1.7	1	1	64	305	-
반 월 동	13.14	1	3	35	166	-
안 산 동	8.4	1	3	19	76	-
단 원 구	90.69	12	15	584	2,820	-
와 동	3.21	1	1	69	266	-
고잔1동	1.85	1	1	54	300	-
고잔2동	1.99	1		49	254	-
호 수 동	2.25	1		37	246	-
원곡본동	8	1	2	59	216	-
원곡1동	0.95	1		40	176	-
원곡2동	0.56	1		15	116	-
초 지 동	21.16	1	4	76	435	-
선부1동	0.86	1	2	42	200	-
선부2동	2.07	1		53	247	-
선부3동	5.86	1		70	309	-
대 부 동	41.93	1	5	20	55	-

주) 안산시 통계연보 (2008)

1.1.3 지형 및 지세

가. 기정시가지

- 남측으로 시화호와 연접되어 있어 지형·지세는 내륙에서 시화호 측으로 비교적 완경사를 이룸.
- 안산시 전지역의 평균 표고는 100m이내로서 부분적으로 돌출한 산들의 급경사를 제외하고는 전체적으로 완만한 경사를 이루고 있으며, 북측의 수리산이 해발 475m로 가장 높음.

나. 대부동

- 해안변으로 산지가 둘러 싸여 있으며, 육지부는 대부분이 농경지로 이용되는 완경사지로 이루어져 있음.
- 안산 기정시가지와 연육된 섬으로 북동측의 해발 168m의 황금산을 주산으로 북동, 북서와 북남방향으로 지맥을 형성하고 있으며, 산지의 많은 부분이 시화지구사업의 토취장으로 활용되고 있는 실정임.
- 해안선을 따라 수려한 자연경관을 이루고 있으며, 넓은 갯벌이 형성되어 있음.

<표 2.1-5> 안산시 지형표고 분석

(단위:㎢, %)

구 분	계	50m이하	50~70m	70~100m	100~200m	200~300m	300~400m	400m초과
면 적	147.91	123.09	10.72	7.56	5.35	0.94	0.24	0.01
비 율	100.0	83.2	7.2	5.1	3.6	0.6	0.2	0.1

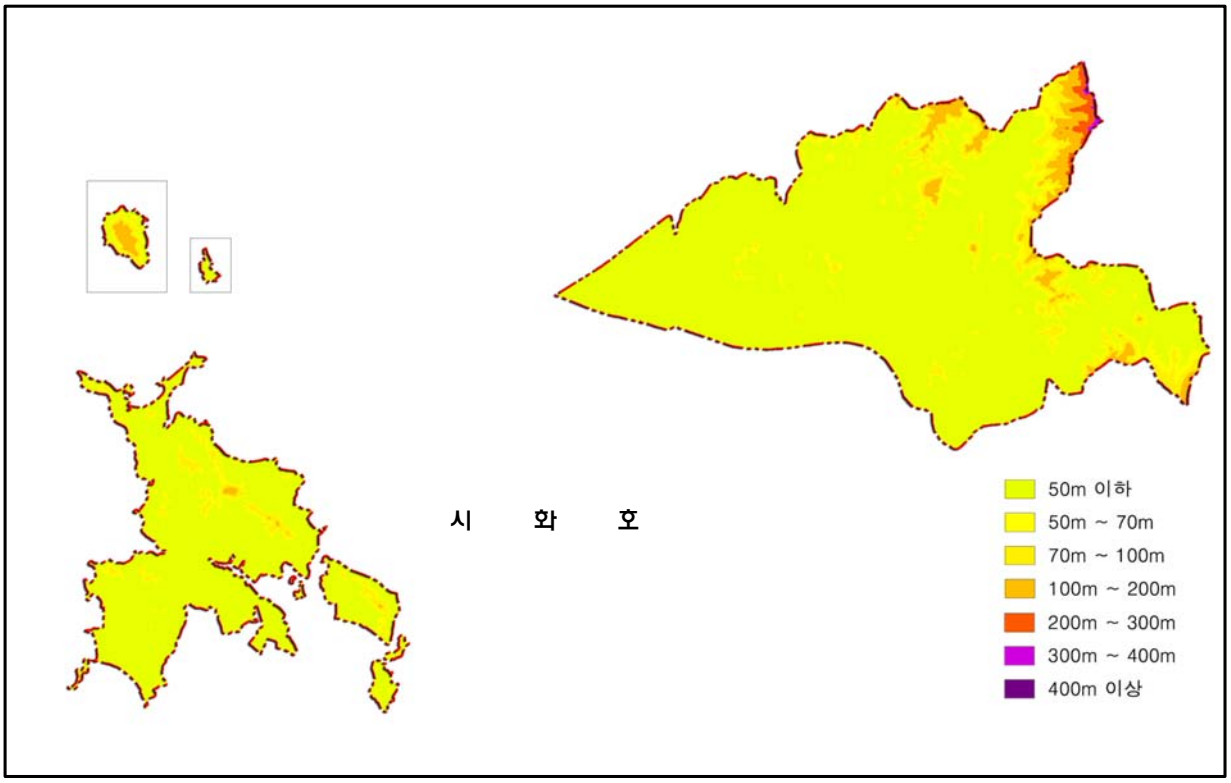
주) 수치지형도를 Arc-GIS에서 분석

<표 2.1-6> 안산시 지형경사 분석

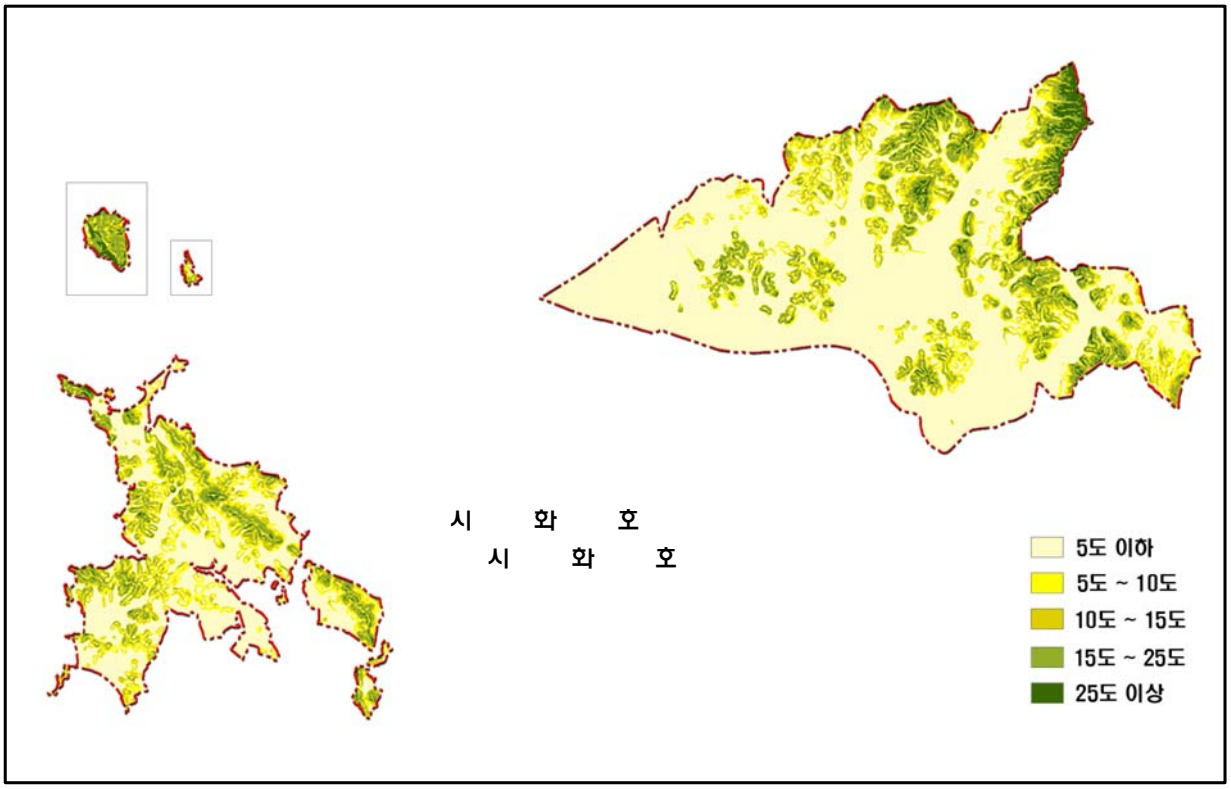
(단위:㎢, %)

구 분	계	5° 이하	5° ~ 10°	10° ~ 15°	15° ~ 25°	25° 초과
면 적	147.91	85.64	19.82	17.00	20.66	4.79
비 율	100.0	57.9	13.4	11.5	14.0	3.2

주) 수치지형도를 Arc-GIS에서 분석



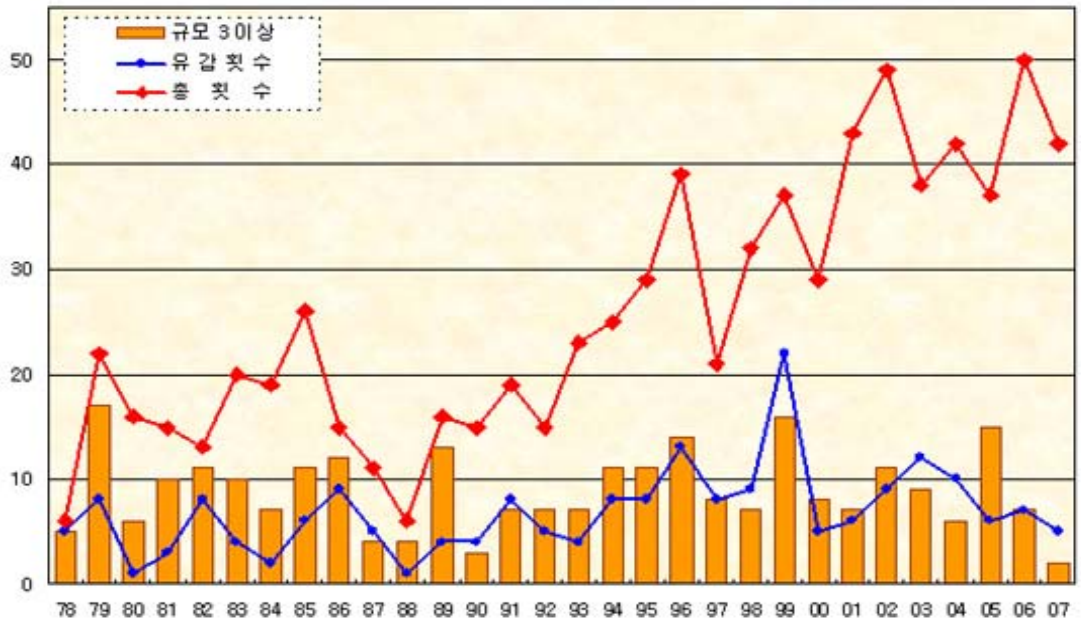
<그림 2.1-2> 안산시 표고 분석도



<그림 2.1-3> 안산시 경사 분석도

1.1.4 지 진

근래에 일본, 이란, 터키, 미국, 대만 등에서 강진에 의한 대규모 피해가 자주 발생되고 있으며 우리나라의 경우에는 지진규모 2이상의 지진이 연평균 30여회 정도 발생하는데 최근에는 지반활동이 점차 활동적으로 전환되는 경향과 더불어 관측기기의 발달로 지진관측 횟수가 증가하고 있다. 특히 2006년에는 50차례의 지진이 관측되는 등, 우리나라가 더 이상 지진에 대해서 결코 안전한 지대라 할 수는 없을 것으로 판단된다.



<그림 2.1-4> 2007년 지진 분석

우리나라의 주요 지진 발생 지역은 홍성을 중심으로 한 충남 해안지방, 지리산 일대 및 포항-부산간 지역(영일 단층대), 목포를 중심으로 한 전남·북 해안지방 등이다. 지역 별로는 경상도, 전라도가 많고 평북 하남 지역은 발생빈도가 극히 적은 것으로 조사되었다.
우리나라의 지진발생 현황을 조사한 결과 안산시에서는 지진이 직접적으로 발생한 적은 없으나 인근 지역에서 크고 작은 지진이 발생되고 있다. 따라서 최근 경기도 지역에 진앙을 둔 지진현황을 정리하였다.

<표 2.1-7> 경기도 지진 현황

진원시	규모	위도	경도	위 치
2008/03/15 01:38:01	2.0	38.11 N	127.10 E	경기 연천군 북동쪽 3km 지역
2004/09/15 07:47:33	2.5	37.50 N	126.90 E	경기도 광명시 북동쪽 약 5km 지역

주) 기상청 지진센터 Home page

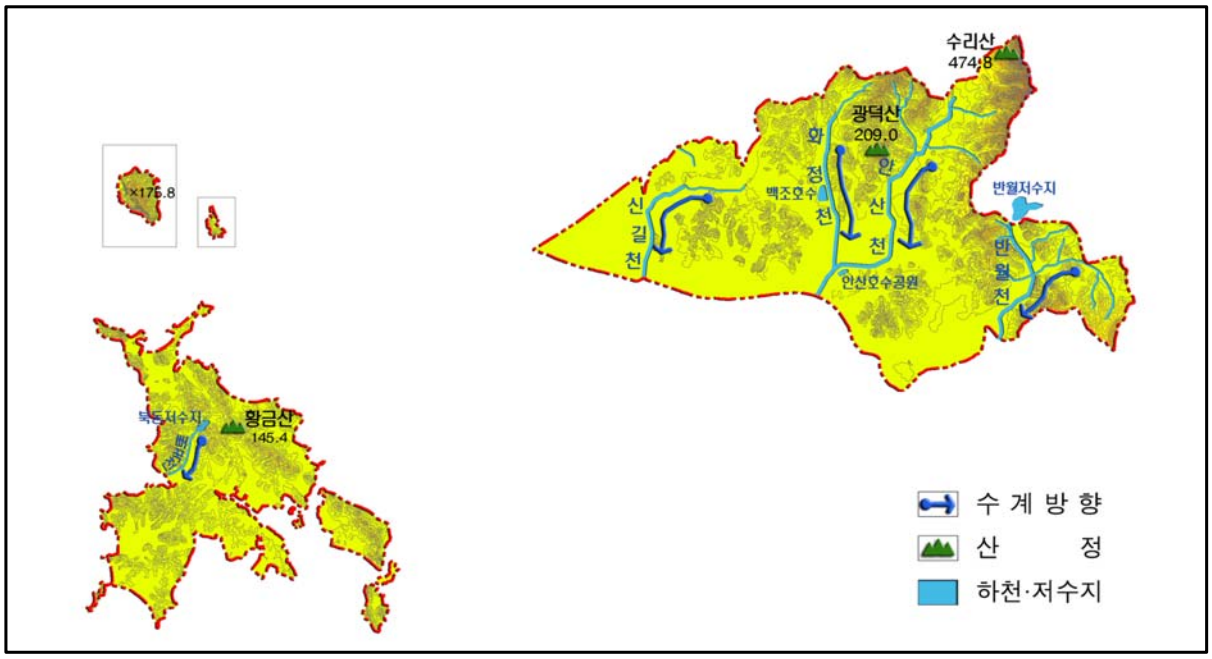
1.2 하천 및 수계현황

- 하천의 흐름은 지형경사에 따라 북측에서 남측으로 흐르고 있으며, 안산시 주요하천인 안산천, 화정천, 반월천이 시화호로 유입되고 있음.
- 안산시의 하천은 규모가 작고 유역면적이 협소하여 갈수기에 수량확보가 곤란
- 반월신도시 조성사업에 따른 안산천 및 화정천은 100년 빈도의 홍수위로 계산되어 단지 조성과 동시에 축조
  - 과거 안산천 및 화정천 용수는 농업용수로만 이용되었으나, 안산 신도시 2단계 개발로 인하여 그 기능을 상실
- 대부동은 북동저수지를 중심으로 남측 해안으로는 분지천, 서측 해안으로는 뻐꾹천을 통하여 바다로 방류

<표 2.1-8> 안산시 하천현황

구분(년)	하천수(개소)	총연장(km)	요개수	기개수	미개수	개수율(%)
2007	5	23.17	43.78	36.43	7.35	83.21

주) 안산시 통계연보 (2008)



<그림 2.1-5> 안산시 수계 분석도

1.3 기상 개황

안산시는 한반도 중서부에 위치하고 황해와 인접한 관계로 겨울에는 차가운 북서계절풍이 불어오며, 여름과 가을에는 해양성기후의 영향을 받아 남동계절풍의 고온다습한 바람이 부는 특성을 보인다.

안산시의 과거 10년간의 천기일수, 평균기온 및 강수량, 풍향 및 풍속 등을 조사하여 다음에 정리하였다.

1.3.1 천기일수

안산시의 최근 10년간(1997～2007년) 기상자료에 의하면 연평균 맑은 날 102일, 흐린 날 94일, 강수 108일, 서리 69일, 안개 29일, 눈 22일, 뇌전 18일 등을 나타났으며 천기일수 자료는 다음과 같다.

<표 2.1-9> 천기일수

(단위 : 일)

년 도	맑음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍
1997	103	78	103	62	60	21	22	
1998	95	101	117	79	58	22	17	
1999	117	77	99	71	30	13	12	
2000	90	99	92	70	16	38	18	
2001	90	89	92	70	16	35	16	1
2002	98	106	110	70	29	22	16	
2003	93	121	123	64	34	14	11	
2004	123	86	107	71	9	15	18	
2005	124	81	103	53	17	23	21	
2006	86	100	107	64	35	18	20	
2007	101	97	138	82	20	20	22	
평균	101.82	94.09	108.27	68.73	29.45	21.91	17.55	

주) 안산시 통계연보 (2008)

1.3.2 평균기온

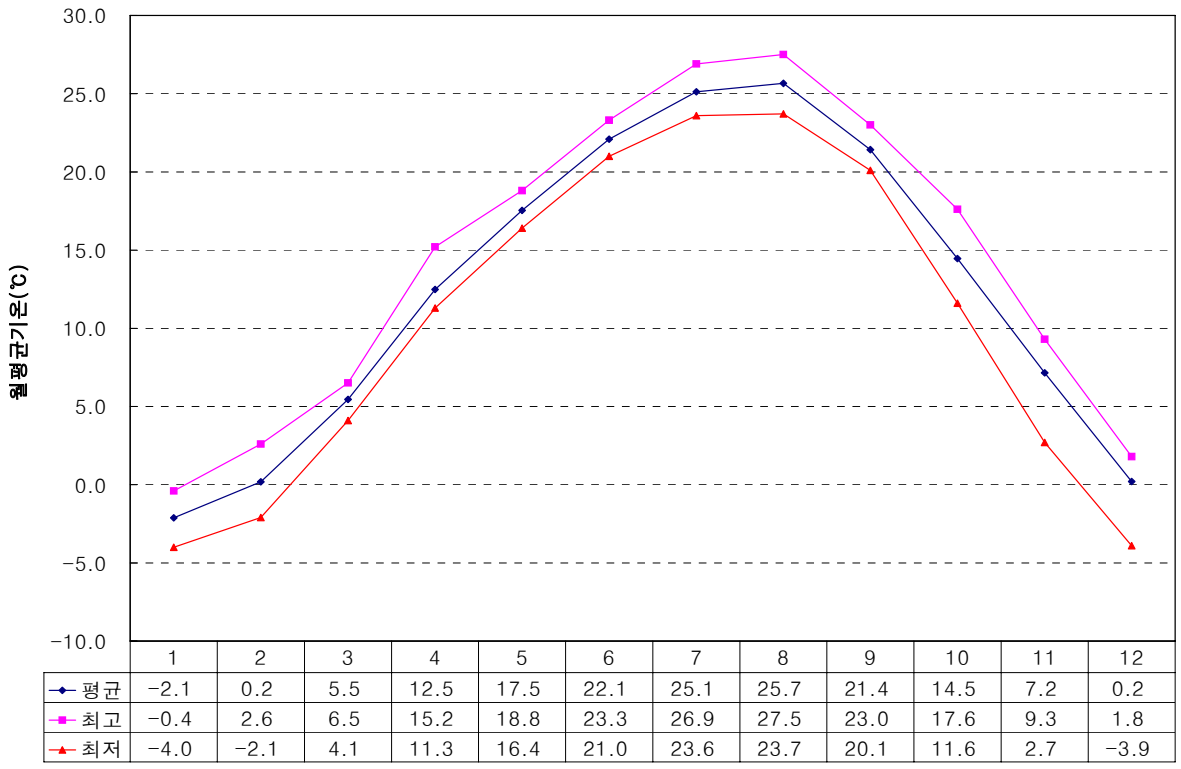
연평균 최저기온은 -4℃이고, 평균 최고기온은 27.5℃이며 평균기온은 12.5℃로 비교적 기온차가 심하고 밤낮의 일교차가 뚜렷하다. 연평균 강우량은 1,325.5mm이며 계절별로 보면 하계 다우형으로 하절기인 6～8월에 연간 평균 강우량의 64.4%인 853.5mm가 내린다.

<표 2.1-10> 연도별 평균기온

(단위 : ℃)

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1997	-3.2	0.3	5.9	12.0	16.9	22.8	25.9	26.6	20.2	12.9	8.3	1.5	12.5
1998	-1.4	2.6	6.5	15.2	18.5	21.6	25.2	25.6	23.0	16.7	6.9	1.4	13.5
1999	-1.1	0.4	6.0	12.8	16.9	22.4	25.5	25.9	22.9	13.9	7.3	-0.1	12.7
2000	-2.0	-2.1	5.6	11.6	17.5	23.3	26.9	25.9	20.1	14.1	6.1	0.3	12.3
2001	-4.0	-0.6	4.2	12.1	18.1	21.8	25.5	25.7	21.6	15.4	5.9	-1.1	12.1
2002	-0.4	0.4	6.2	12.7	16.4	21.0	24.7	23.7	20.6	11.6	2.7	0.4	11.7
2003	-4.0	0.7	5.3	12.4	18.8	21.3	23.8	24.2	21.0	13.6	9.3	0.6	12.3
2004	-2.2	1.9	5.7	12.2	17.0	22.6	24.8	26.1	21.3	14.4	8.4	1.8	12.8
2005	-2.5	-1.6	4.1	12.6	17.1	22.4	25.3	25.4	22.2	14.4	8.2	-3.9	12.0
2006	-0.4	-0.1	5.0	11.3	18.2	21.7	23.6	27.5	21.3	17.6	8.4	1.2	12.9
2007	-0.1	3.3	6.0	11.1	17.8	22.6	24.0	26.1	21.2	14.8	6.2	1.6	12.9
평 균	-2.1	0.2	5.5	12.5	17.5	22.1	25.1	25.7	21.4	14.5	7.2	0.2	12.5
최 고	-0.4	2.6	6.5	15.2	18.8	23.3	26.9	27.5	23.0	17.6	9.3	1.8	13.5
최 저	-4.0	-2.1	4.1	11.3	16.4	21.0	23.6	23.7	20.1	11.6	2.7	-3.9	11.7

주) 안산시 통계연보 (2008)



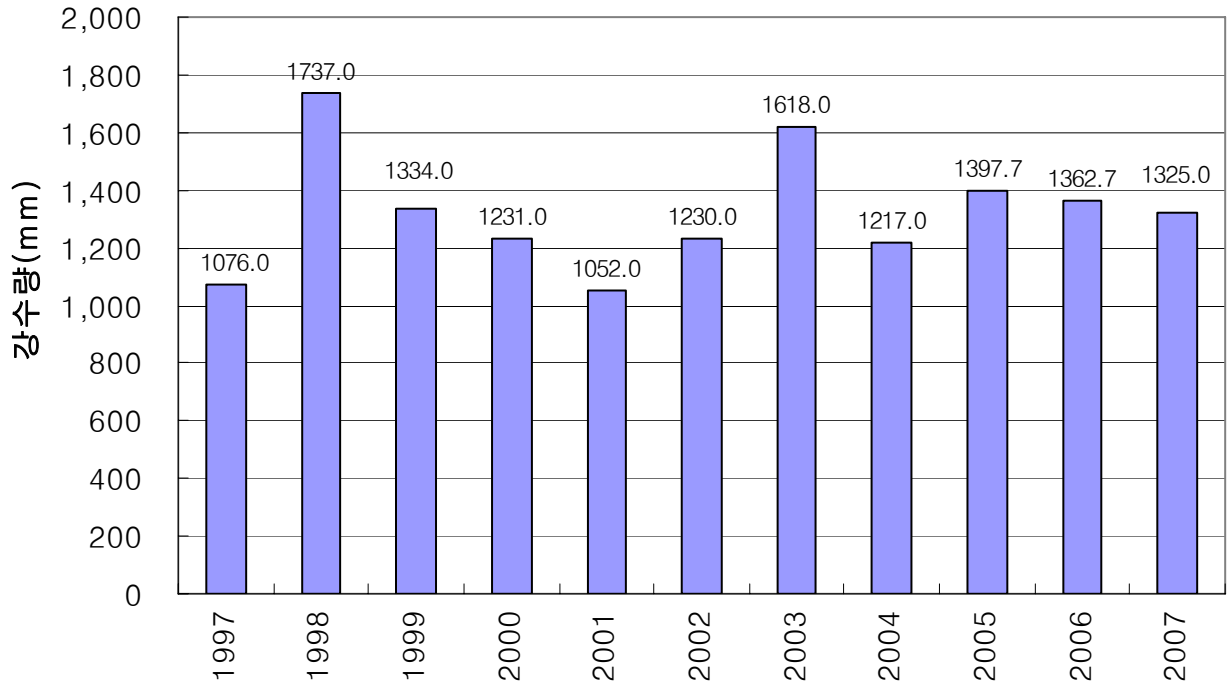
<그림 2.1-6> 월별기후 현황

<표 2.1-11> 연도별 평균 강우량

(단위 : mm)

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1997	4.0	36.0	20.0	42.0	245.0	110.0	249.0	223.0	28.0	14.0	71.0	34.0	1076.0
1998	8.0	22.0	43.0	98.0	84.0	215.0	343.0	657.0	161.0	24.0	40.0	42.0	1737.0
1999	7.0	–	32.0	74.0	125.0	59.0	257.0	407.0	287.0	46.0	16.0	24.0	1334.0
2000	40.0	–	–	18.0	38.0	109.0	324.0	483.0	178.0	19.0	18.0	4.0	1231.0
2001	3.0	15.0	2.0	8.0	15.0	139.0	581.0	190.0	13.0	62.0	12.0	12.0	1052.0
2002	24.0	–	26.0	152.0	74.0	51.0	264.0	514.0	20.0	76.0	17.0	12.0	1230.0
2003	7.0	34.0	31.0	156.0	99.0	147.0	403.0	388.0	256.0	33.0	54.0	10.0	1618.0
2004	17.8	42.6	14.4	63.8	125.2	135.7	382.0	157.4	183.4	2.0	67.5	25.2	1217.0
2005	5.7	15.0	25.6	85.6	59.6	160.8	251.7	357.5	315.2	70.2	38.8	12.0	1397.7
2006	38.6	19.5	6.9	59.9	133.2	156.7	754.7	66.4	21.9	18.0	61.6	25.3	1362.7
2007	9.3	15.1	135.3	24.2	146.7	74.2	269.7	295	268.8	18.3	57.1	11.3	1325.0
평균	14.95	18.11	30.56	71.05	104.06	123.40	370.83	339.85	157.48	34.77	41.18	19.25	1,325.49

주) 안산시 통계연보 (2008)



<그림 2.1-7> 연도별 평균 강우량

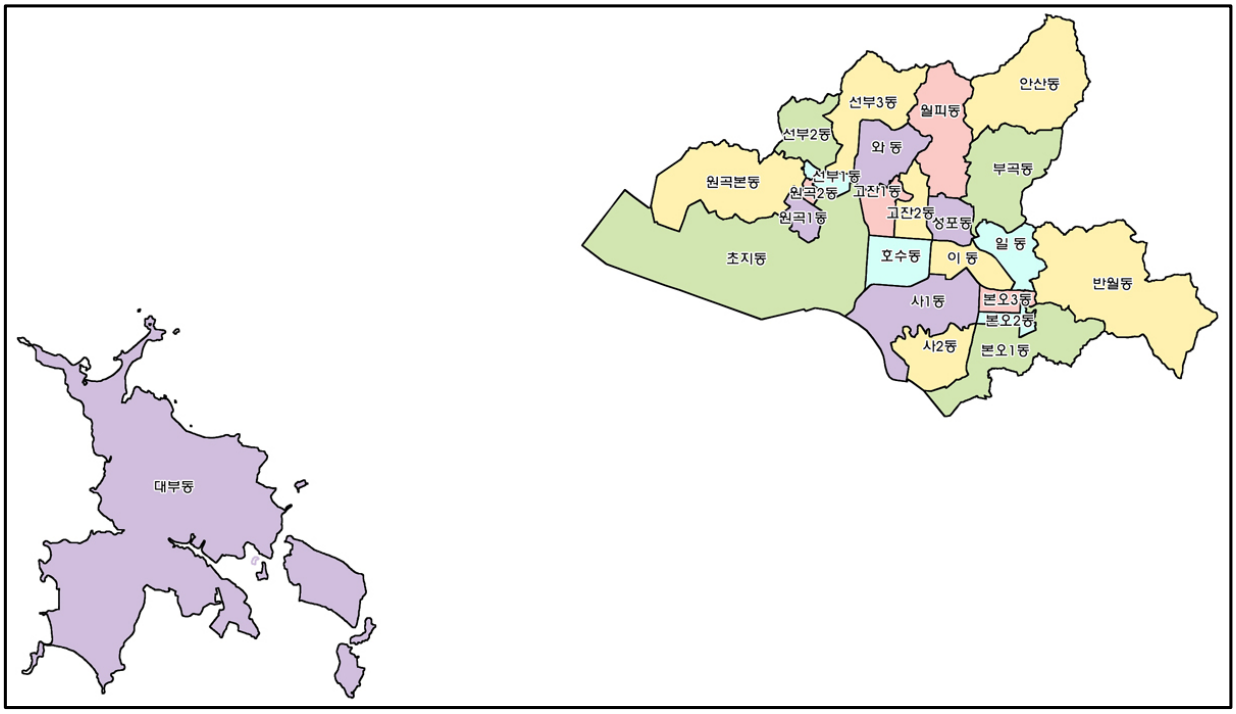
2. 사회적 특성에 관한 조사

본 절에서는 안산시 지역 일원의 인문, 사회현황, 지세, 기상, 토지이용, 인구, 상하수도 시설 현황 등을 조사하여 상수도시설의 기능을 최대한 발휘토록 하여 상수도 생산량 제고는 물론 시민들에게 양질의 맑은 물을 안정적으로 공급할 수 있는 합리적이고 타당성 있는 수도정비 기본계획을 수립하는데 기초자료로서 활용토록 하였다.

2.1 행정구역 및 인구현황

2.1.1 행정구역

안산시는 1986년 법률(제3798호)로 안산시로 승격한 이후 기존 동들의 분동 및 신설을 거치다가 현재 2개 구, 25개 행정동(30개 법정동)으로 구성되어 있다.



<그림 2.2-1> 안산시 행정구역 현황

<표 2.2-1> 안산시 행정구역

구 분	면적 (㎢)	구성비 (%)	동		통	반	출장소
			행정	법정			
2002년	146.23	100	22	30	1,073	5,006	1
2003년	146.62	100	23	30	1,135	5,470	1
2004년	147.14	100	24	30	1,141	5,561	1
2005년	147.13	100	24	30	1,171	5,761	-
2006년	147.91	100	24	30	1,178	5,835	-
2007년	148.05	100	25	30	1,182	5,850	-
상 록 구	57.36	38.74	13	15	598	3,030	
일 동	2.76	1.9	1	2	35	241	-
이 동	2.08	1.4	1		41	252	-
사1 동	2.2	1.5	1	1	55	280	-
사2 동	3.49	2.4	1		59	296	-
사3 동	3.48	2.4	1		22	145	
본오1동	6.44	4.3	1	2	63	306	-
본오2동	0.82	0.6	1		50	232	-
본오3동	1.1	0.7	1		48	175	-
부 곡 동	6.21	4.2	1	1	36	141	-
월 피 동	5.54	3.7	1	2	71	415	-
성 포 동	1.7	1.1	1	1	64	305	-
반 월 동	13.14	8.9	1	3	35	166	-
안 산 동	8.4	5.7	1	3	19	76	-
단 원 구	90.69	61.3	12	15	584	2,820	-
와 동	3.21	2.2	1	1	69	266	-
고잔1동	1.85	1.2	1	1	54	300	-
고잔2동	1.99	1.3	1		49	254	-
호 수 동	2.25	1.5	1		37	246	-
원곡본동	8	5.4	1	2	59	216	-
원곡1동	0.95	0.6	1		40	176	-
원곡2동	0.56	0.4	1		15	116	-
초 지 동	21.16	14.3	1	4	76	435	-
선부1동	0.86	0.6	1	2	42	200	-
선부2동	2.07	1.4	1		53	247	-
선부3동	5.86	4.0	1		70	309	-
대 부 동	41.93	28.32	1	5	20	55	-

주) 안산시 통계연보 (2008)

2.1.2 인 구

안산시의 과거 10년간(1997~2007) 인구변화 추이를 살펴보면 1997년 551,310 명의 인구가 2007년 734,713명으로 10년 평균 2.89%, 5년 평균 증가율 2.93% 로서 인구증가율이 꾸준히 상승하는 것으로 조사되었다. 또한, 사회적 인구는 최근 5년간 평균 2.03%증가를 보이는데 이는 2001.8.24년 안산 도시계획 재정비 승인(경기도고시 제2001-161호)등에 따라 대규모 단지를 형성 외부 유입 인구가 크게 증가함을 알 수 있다.

<표 2.2-2> 인구현황

년도	안산시		자 연 증 가 인 구				사회적 증가 인구	
	인구 (인)	증가율 (%)	출 생	사 망	순 증가 인구(인)	자 연 증가율 (%)	사회적 증 가 인구(인)	사회적 인 구 증가율(%)
1996	533,293		12,212	1,639	10,573			
1997	551,310	3.38	12,241	1,609	10,632	1.9	7,385	1.3
1998	552,557	0.23	10,805	1,641	9,164	1.7	-7,917	-1.4
1999	554,138	0.29	9,928	1,858	8,070	1.5	-6,489	-1.2
2000	575,574	3.87	10,080	1,861	8,219	1.4	13,217	2.3
2001	598,560	3.99	8,812	1,884	6,928	1.2	16,058	2.7
2002	637,660	6.53	8,212	2,041	6,171	1.0	32,929	5.2
2003	671,687	5.34	8,440	2,009	6,431	1.0	27,596	4.1
2004	686,873	2.26	8,247	2,049	6,198	0.9	8,988	1.3
2005	697,239	1.51	7,369	2,151	5,218	0.7	5,148	0.7
2006	723,075	3.71	7,402	2,236	5,166	0.7	20,670	2.9
2007	734,713	1.61	8,196	2,233	5,963	0.8	5,675	0.8
최근 5년간 평균		2.89	7,931	2,136	5,795	0.9	13,615	2.0
최근10년간 평균		2.93	9,067	1,961	7,105	1.2	11,205	1.8

주) 안산시 통계연보 (2008)

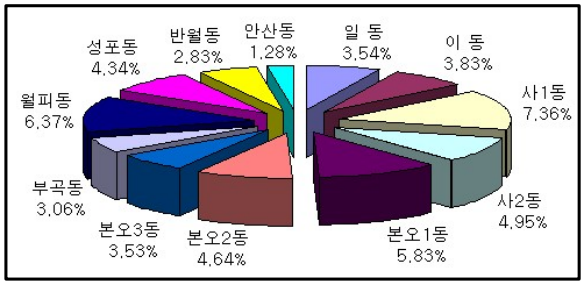
안산시의 인구구조를 살펴보면 2007년 현재 안산시 전체인구는 734,713명이고, 인구밀도는 본오2동, 본오3동, 선부1동, 원곡2동에서 20,000인/㎢ 이상으로 안산시 평균 4,915인/㎢보다 높게 나타나고 있으며, 대부동은 164인/㎢로 가장낮게 나타나고 있다. 또한 개발제한구역이 분포되어 있는 부곡동, 월피동, 반월동, 안산동, 원곡1동, 선부3동 등에서는 비교적 낮은 인구밀도를 보이고 있다.

<표 2.2-3> 행정구역별 인구현황

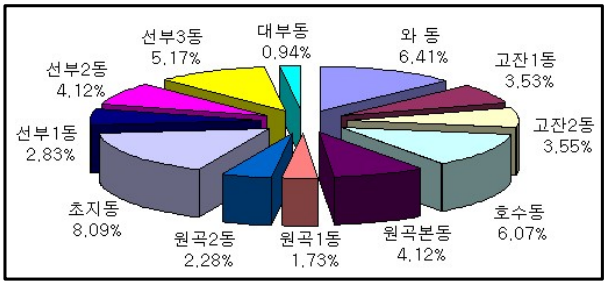
구 분	총인구 (인)	인구분포 (인/㎢)	면적 (㎢)	비 고
2007년	734,713	4,963	148.05	
상록구	378,359	6,596	57.36	
일 동	25,515	9,245	2.76	
이 동	28,405	13,656	2.08	
사1동	37,242	16,928	2.2	
사2동	35,699	10,229	3.49	
사3동	19,493	5,601	3.48	
본오1동	42,583	6,612	6.44	
본오2동	33,576	40,946	0.82	
본오3동	25,397	23,088	1.1	
부곡동	21,882	3,524	6.21	
월피동	46,619	8,415	5.54	
성포동	31,103	18,296	1.7	
반월동	21,608	1,644	13.14	
안산동	9,237	1,100	8.4	
단원구	356,354	3,929	90.69	
와 동	47,092	14,670	3.21	
고잔1동	25,157	13,598	1.85	
고잔2동	25,610	12,869	1.99	
호수동	44,018	19,564	2.25	
원곡본동	34,835	4,354	8	
원곡1동	12,149	12,788	0.95	
원곡2동	16,945	30,259	0.56	
초지동	58,528	2,766	21.16	
선부1동	20,629	23,987	0.86	
선부2동	29,780	13,362	2.07	
선부3동	37,405	6,275	5.86	
대부동	6,823	166	41.93	

주) 안산시 통계연보 (2008)

<그림 2.2-2> 안산시 구·동별 인구현황



상록구 동별 인구 현황



단원구 동별 인구 현황

2.2 지역경제

2.2.1 지역경제 규모

2007년 현재 안산시의 경제활동인구는 248,055명으로 전년대비 7.7%(17,787명) 증가 하였으며 전국, 경기도의 경제인구 구조 현황은 다음과 같다.

<표 2.2-4> 경제인구 구조현황

구 분	전 국	경기도
* 15세이상인구 (천명)	39,170	8,989
경제활동인구 (천명)	24,216	5,585
취업자 (천명)	23,433	5,398
실업자 (천명)	783	187
비경제활동인구 (천명)	14,954	3,404
경제활동참가율 (%)	61.8	62.1
고용률 (%)	59.8	60.1
실업률 (%)	3.2	3.4

주) 경제활동 인구연보 (2008, 통계청)

2007년 전국 및 경기도의 지역내총생산(GRDP)은 다음과 같다

<표 2.2-5> 전국 지역내총생산 규모

(단위 : 백만원)

시도별	2007	2005년 기준년가격	연쇄지수(2005=100)
전국	983,030,289	965,297,715	-
서울특별시	236,516,741	227,495,134	108.9
부산광역시	52,679,517	52,097,835	108.2
대구광역시	32,260,900	31,244,281	108.6
인천광역시	47,779,931	46,309,856	114.7
광주광역시	21,281,252	20,830,752	110.4
대전광역시	22,185,830	21,361,183	106.7
울산광역시	48,059,434	44,265,129	106.6
경기도	193,657,734	193,614,985	114.3
강원도	25,989,407	25,300,388	110
충청북도	30,000,748	29,380,374	110
충청남도	55,148,397	57,563,405	120.6
전라북도	28,586,477	27,850,680	110.4
전라남도	47,021,497	46,466,347	108.3
경상북도	63,969,332	67,990,258	110.3
경상남도	69,157,152	64,876,525	111.5
제주도	8,735,940	8,650,583	108.6

주) 국가 통계 포털 KOSIS (통계청)

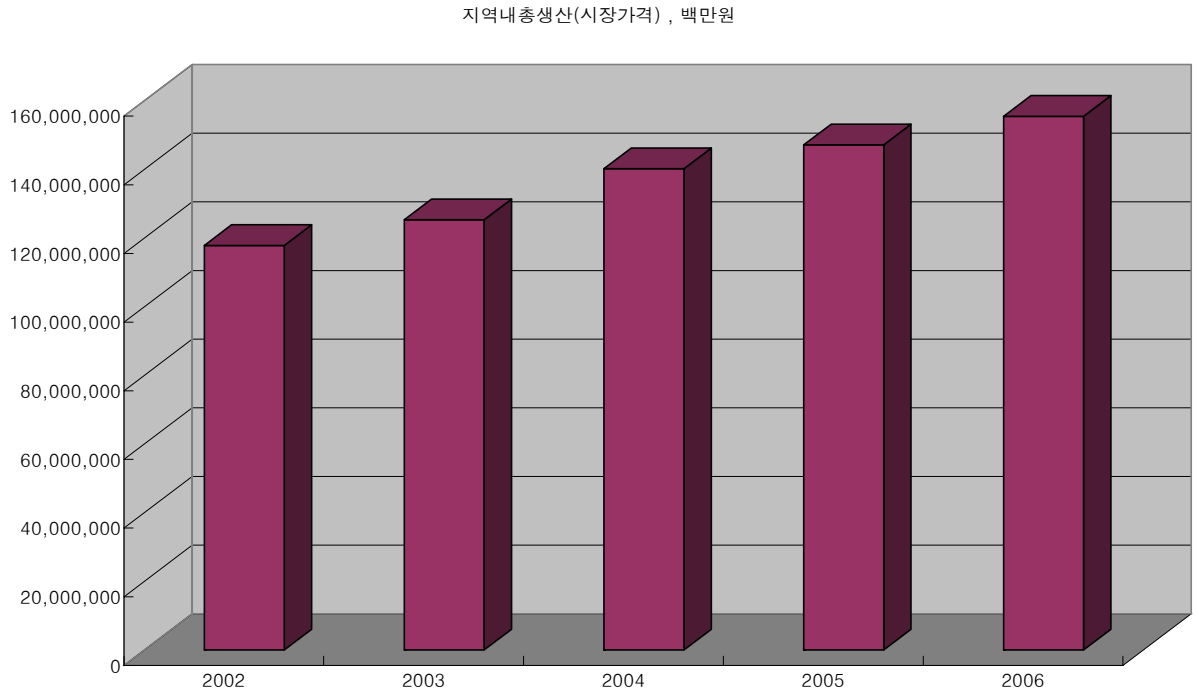
2.2.2 지역경제의 발전

<표 2.2-6> 경기도 지역내 종류별 총생산 규모

(단위 : 백만원)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
지역내 총부가가치(기초가격)	125,344,242	140,178,240	147,168,960	156,356,301	163,517,996
농림어업	2,583,335	2,903,341	2,875,488	2,866,201	2,675,270
광업	193,719	266,417	253,721	255,201	327,241
제조업	46,528,520	54,960,245	56,211,931	59,472,932	60,416,892
전기, 가스 및 수도사업	2,772,904	2,869,892	2,807,636	2,772,882	2,946,342
건설업	13,105,195	14,130,340	15,099,297	15,578,444	16,274,719
도소매업	6,253,734	6,804,627	7,300,640	7,999,057	8,384,733
숙박 및 음식점업	2,975,055	3,402,617	3,495,317	3,643,149	3,790,544
운수업	3,230,272	3,748,580	3,947,508	4,084,769	4,377,623
통신업	3,975,765	3,835,448	4,209,916	4,424,623	4,522,847
금융 및 보험업	7,510,221	8,245,881	8,452,631	8,954,334	9,854,307
부동산 및 사업서비스업	15,404,705	16,073,853	17,191,622	18,699,055	20,119,399
공공행정, 국방및사회보장	6,457,224	7,014,605	7,721,142	8,268,698	8,702,071
교육서비스업	6,315,985	7,142,613	7,717,099	8,421,015	9,157,961
보건 및 사회복지사업	2,913,974	3,263,866	3,720,815	4,329,376	4,935,333
기타서비스업	5,123,634	5,515,915	6,164,197	6,586,518	7,032,714
순생산물세	16,825,867	16,040,756	16,813,691	18,806,223	19,313,675
지역내 총생산(시장가격)	142,170,109	156,218,996	163,982,651	175,162,524	182,831,671

주) 경기도 통계연보 (2008)



<그림 2.2-3> 지역내 총생산

지역경제의 규모를 나타내는 지표에는 여러 가지가 있으나 본 계획에서는 경제활동인구 및 지역내총생산(Gross Regional Domestic Products : GRDP)을 사용하였다. GRDP란 일정기간(1년)동안 일정한 지역내에서 산출된 재화와 용역의 부가가치를 화폐액으로 나타낸 것으로 지역별 경제규모 및 경제력 수준을 나타내는 종합적인 지표로 사용된다.

2007년 기준 경기도 지역내총생산 규모는 163조 5,179억원(국방·수입세 제외)으로 2006년 156조 3,563억원에 비하여 7조 1,616억원(4.4%) 증가하였다.

2.3 산업·경제

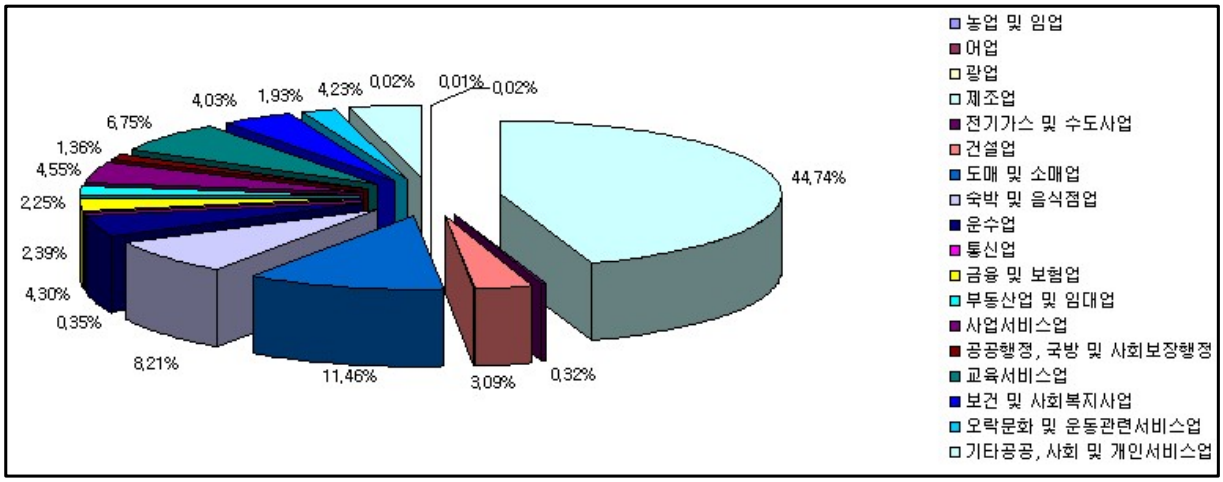
2.3.1 산업구조

안산시 산업별 구성비(종사자수 기준)를 보면 제조업이 전체 산업의 44.7%를 차지하고 있으며, 도매 및 소매업이 11.5%를 차지하고 있어 전형적인 생산위주의 산업도시구조 형식을 보이고 있다. 이는 국가산업단지인 반월공업단지와 시화공업단지, 지방산업단지인 반월도금지방산업단지 등 대규모 산업단지에 기인한 것으로 판단된다.

<표 2.2-7> 산업체별 현황 (2007)

구 분	사업체수	종사자수
2002년	36,394	233,693
2003년	38,825	234,509
2004년	38,494	236,251
2005년	38,888	232,109
2006년	39,828	230,268
2007년	41,839	248,055
농업, 임업 및 어업	6	60
광업	4	30
제조업	5,848	103,601
전기, 가스 증기 및 수도사업	20	760
하수 · 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	78	1,376
건설업	1,243	10,375
도매 및 소매업	9,705	28,100
운수업	4,641	10,506
숙박 및 음식점업	7,311	20,572
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	144	1,593
금융 및 보험업	378	5,671
부동산업 및 임대업	1,888	5,260
전문, 과학 및 기술서비스업	718	5,491
사업시설관리 및 사업지원서비스업	372	9,054
공공행정, 국방 및 사회보장행정	80	4,664
교육서비스업	2,051	17,244
보건업 및 사회복지서비스업	1,228	10,378
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	1,669	3,818
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	4,455	9,502

주) 안산시 통계연보 (2008)



<그림 2.2-4> 산업별 종사자수 구성비

2.3.2 산업구조의 변화

과거 4년간 산업구조의 변화를 아래 표에서 살펴보면 교육서비스업, 보건 및 사회복지산업의 비중은 증가하고 있으며 반면에 광업, 전기 및 수도사업, 숙박 및 음식점업은 상대적으로 그 비중이 감소하고 있다.

<표 2.2-8> 산업별 종사자수 추이

(단위 : 인)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
합계	234,509	236,251	232,109	230,268	248,055
농업 및 임업	42	36	37	43	60
어업	229	26	21	22	
광업	63	46	32	38	30
제조업	106,612	110,336	107,836	103,029	103,601
전기가스 및 수도사업	826	874	811	746	760
건설업	10,260	9,023	7,453	7,105	10,375
도매 및 소매업	26,513	26,135	24,758	26,392	28,100
숙박 및 음식점업	20,758	19,527	19,052	18,912	20,572
운수업	10,037	8,707	11,206	9,910	10,506
통신업	792	752	823	809	1,593
금융 및 보험업	5,461	5,387	4,882	5,494	5,671
부동산업 및 임대업	5,603	5,589	4,848	5,179	5,260
사업서비스업	10,210	10,967	10,545	10,467	14,545
공공행정, 국방 및 사회보장행정	3,362	3,292	3,411	3,124	4,664
교육서비스업	12,790	13,755	14,000	15,539	17,244
보건 및 사회복지사업	6,971	7,641	8,262	9,271	10,378
오락문화 및 운동관련서비스업	4,410	4,547	4,683	4,451	3,818
기타공공, 사회 및 개인서비스업	9,570	9,611	9,449	9,737	10,878

주) 안산시 통계연보 (2008)

2.3.3 경제 활동 인구

안산시의 연령별 인구를 살펴보면 경제활동인구(15~64세)의 구성비가 5년간 69.5 ~ 72.1 % 로서 일정하게 증가되고 있다. 이는 안산 도시계획 재정비를 통한 대규모 단지 및 안산 신도시 형성에 따른 주거인구 및 경제활동인구의 유입에 의한 것으로 판단된다.

<표 2.2-9> 연령별 인구

(단위 : 인)

5세계급별	2003		2004		2005		2006		2007	
성 별	인구	구성비	인구	구성비	인구	구성비	인구	구성비	인구	구성비
계	651,625	100	666,784	100	679,011	100.00	698,819	100.00	705,040	100.00
0~4세	48,840	7.50	46,171	6.92	42,054	6.19	40,204	5.75	39,064	5.54
5~9세	59,871	9.19	58,732	8.81	57,034	8.40	55,571	7.95	51,483	7.30
10~14세	56,186	8.62	59,292	8.89	61,822	9.10	62,578	8.95	61,762	8.76
15~19세	41,330	6.34	43,639	6.54	46,155	6.80	50,293	7.20	54,197	7.69
20~24세	46,786	7.18	47,042	7.06	47,001	6.92	46,564	6.66	45,078	6.39
25~29세	57,076	8.76	55,667	8.35	55,853	8.23	57,882	8.28	57,977	8.22
30~34세	75,163	11.53	73,624	11.04	71,052	10.46	68,761	9.84	65,526	9.30
35~39세	73,796	11.32	75,825	11.37	76,191	11.22	78,488	11.23	77,867	11.04
40~44세	66,788	10.25	69,119	10.37	70,470	10.38	71,165	10.18	71,423	10.13
45~49세	42,571	6.53	48,193	7.23	54,116	7.97	60,672	8.68	65,207	9.25
50~54세	22,633	3.47	25,347	3.80	29,240	4.31	34,070	4.88	37,924	5.38
55~59세	16,013	2.46	17,334	2.60	18,899	2.78	20,026	2.87	21,992	3.12
60~64세	14,757	2.26	14,890	2.23	15,123	2.23	15,649	2.24	16,015	2.27
65~69세	12,318	1.89	12,856	1.93	13,242	1.95	14,113	2.02	15,075	2.14
70~74세	8,005	1.23	8,768	1.31	9,666	1.42	10,709	1.53	11,504	1.63
75~79세	5,070	0.78	5,500	0.82	5,957	0.88	6,387	0.91	6,845	0.97
80~84세	2,905	0.45	3,179	0.48	3,339	0.49	3,619	0.52	3,830	0.54
85세이상	1,520	0.23	1,606	0.24	1,797	0.26	2,068	0.30	2,271	0.33

주) 안산시 통계연보 (2008)

2.3.4 농업 부문

2007년 말 안산시의 농가 수는 1,926가구, 농가인구는 6,216인으로 안산시 총인구의 0.7%를 점유하고 있으며, 경지 면적은 총 2.097㎢으로 점차 줄어들고 있는 상태이다.

<표 2.2-10> 농업 현황

년 도	농 가				경지면적(ha)					
	농가수 (개소)	농가인구(인)			합계	논	밭	가구당 경지면적		
		계	남	여				계	논	밭
2002	1,908	7,038	3,597	3,441	2,209	931	1,278	1.16	0.49	0.67
2003	2,006	7,564	3,911	3,654	2,190	897	1,293	1.09	0.45	0.64
2004	1,989	7,390	3,798	3,592	2,208	893	1,315	1.11	0.45	0.66
2005	1,805	5,634	2,811	2,823	2,113	809	1,304	1.17	0.45	0.72
2006	1,617	5,143	2,506	2,637	2,113	801	1,312	1.31	0.50	0.81
2007	1,926	6,216	3,140	3,076	2,097	758	1,339	1.09	0.39	0.70

주) 안산시 통계연보 (2008)

2.4 토지이용현황

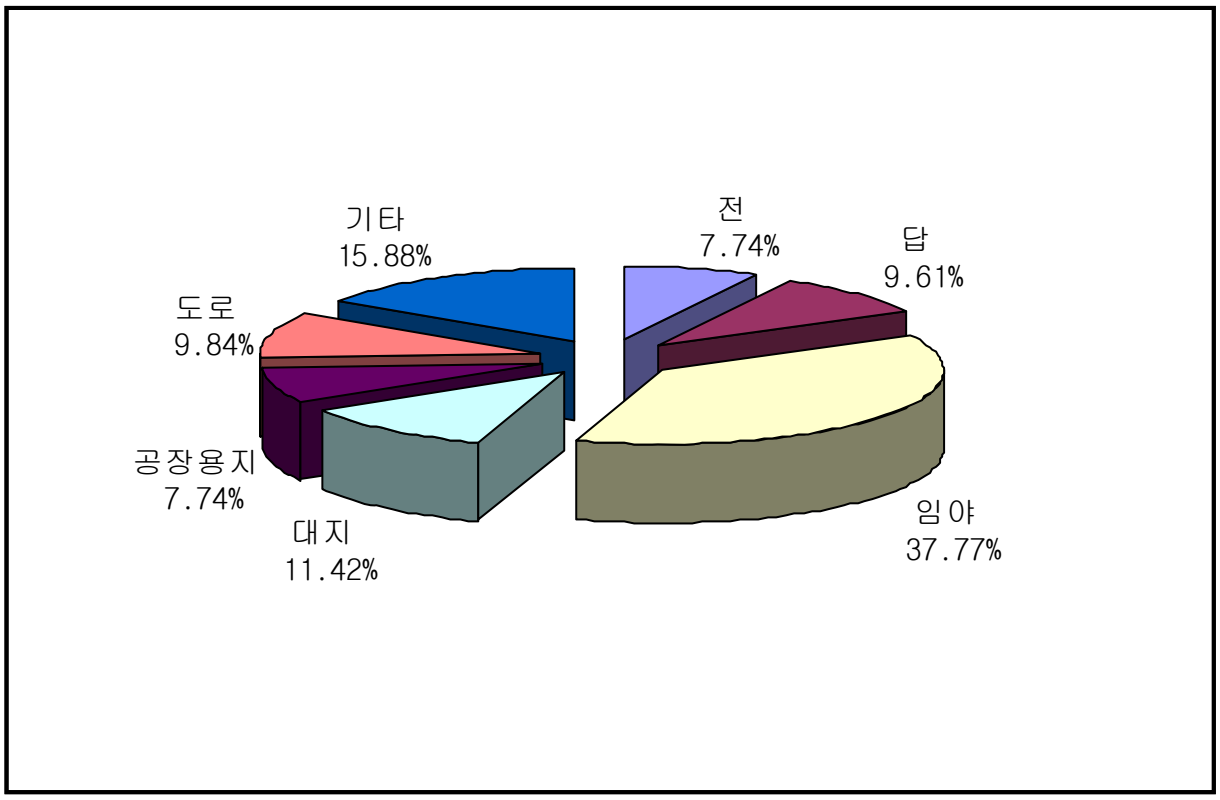
2.4.1 토지지목별 이용현황

안산시의 총면적은 148,047㎢로 지목별 토지 현황은 임야 55.473㎢(37.5%), 전·답 등 경작지 25,456㎢(19.2%), 대지 17,081㎢(11.5%), 도로 14,736㎢(10.0%), 공장용지 11.450㎢(7.7%), 순이며 기타가 23,851㎢(16.1%)를 차지하고 있다.

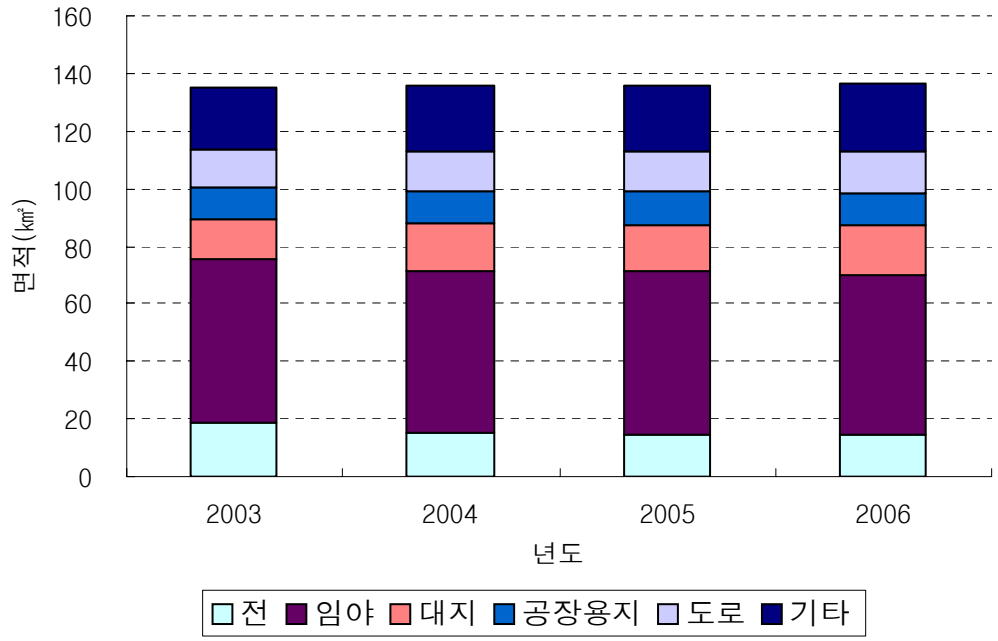
<표 2.2-11> 토지 지목별 이용현황

구 분	면적(천㎡)	구성비(%)
계	148,047	100
전	11,550	7.8
답	13,906	11.4
임야	55,473	37.5
대지	17,081	11.5
공장용지	11,450	7.7
도로	14,736	10.0
기타	23,851	16.1

주) 안산시 통계연보 (2008)



<그림 2.2-2> 토지 지목별 구성비



<그림 2.2-3> 연도별 토지지목별 구성비

2.4.2 토지 용도별 이용현황

2007년 안산시의 용도지역 총면적은 229.72㎢이며 주거지역은 22.19㎢ (9.7%), 상업지역은 2.5㎢(1.1%), 공업지역은 14.29㎢ (6.2%), 녹지지역은 106.20㎢ (46.21%)를 차지하고 있다.

<표 2.2-12> 용도지역현황

(단위 : ㎢)

년 도	용도지역						
	계	도시지역					비도시지역
		주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	미지정	
2002	227.36	20.88	2.5	14.29	107.10	0	82.59
2003	227.37	21.83	2.5	14.29	106.16	0	82.59
2004	227.37	21.83	2.5	14.29	106.16	0	82.59
2005	229.72	22.19	2.5	14.29	106.16	1.99	82.59
2006	229.72	22.19	2.5	14.29	106.16	1.99	82.59
2007	229.72	22.19	2.5	14.29	106.20	1.97	82.58

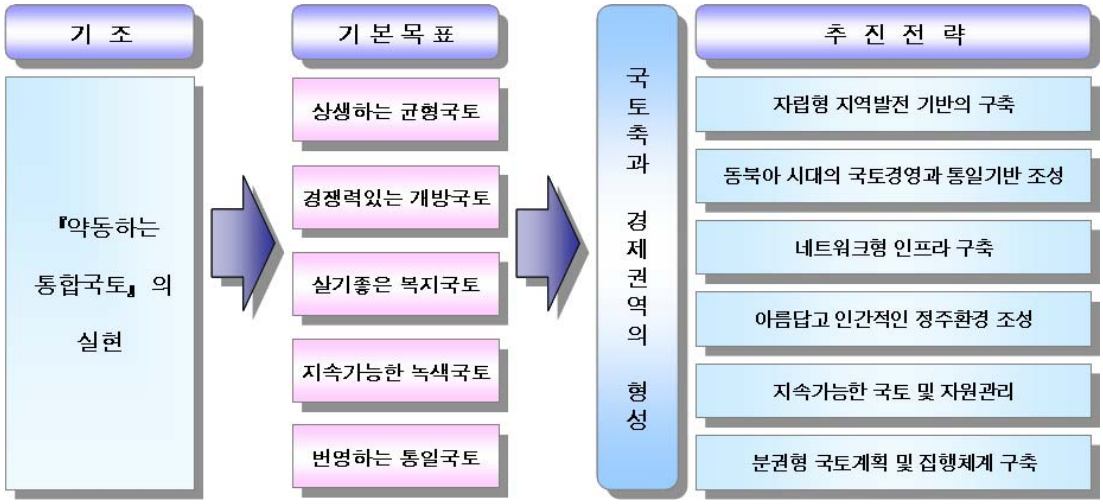
주) 안산시 통계연보 (2008)

3. 관련 계획에 대한 조사

본 절에서는 건설교통부, 환경부, 경기도 및 기타 유관기관에서 수행한 상위 관련계획의 추진목표, 개발방향, 지료를 검토하여 상위계획의 상수도분야 계획에 배치되지 않고 일관적이며 현실적인 수도정비 기본계획이 되도록 하였다.

3.1 장기 및 상위계획

3.1.1 제4차 국토종합계획 수정계획 (대한민국정부, 2005.12)



가. 계획의 기조

○ 「약동하는 통합국토」의 실현

나. 기본목표

○ 상생하는 「균형국토」
○ 경쟁력 있는 「개방국토」
○ 살기 좋은 「복지국토」
○ 지속가능한 「녹색국토」
○ 번영하는 「통일국토」

다. 추진전략

○ 상생하는 균형국토
- 다핵분산형 국토구조를 형성하고 지역별로 특화된 발전 기반을 구축하여 국토의 균형발전을 촉진
- 수도권과 비수도권·권역간·도농간의 연계와 협력을 통한 상생적 발전체제를 구축하고 참여와 합의에 의한 국토정책 추진 체계를 정립

○ 경쟁력 있는 개방국토
- 우리나라가 동북아의 물류·금융·교류중심지로 도약하기 위해 국토의 개방 거점을

확충하고 상생적 국제협력을 선도하는 기반을 조성

- 지역혁신체계를 구축하고 산업단지 및 농산어촌의 혁신클러스터를 육성하여 혁신주도형 국토발전 기반을 확립

○ 살기 좋은 복지국토

- 도시 및 농촌의 정주환경을 개선하여 국민 모두가 풍요롭고 쾌적한 삶을 누리는 국토를 조성
- 취약계층 및 사회적 약자의 삶의 질을 배려하여 주거복지를 증진하고 도시환경 및 교통시설을 개선

○ 지속가능한 녹색국토

- 국토의 지속가능성을 고려하여 환경친화적 개발을 강화하고 국토생태망 구축과 연결성을 강화하여 아름다운 국토를 조성
- 깨끗한 물의 안정적 공급체계를 확보하고 전방위 재난관리체제를 구축하여 재해 걱정 없는 안전한 국토를 조성

○ 번영하는 통일국토

- 한반도의 평화와 공존을 위한 접경지역의 평화벨트 조성과 북한지역 개발을 위한 남북간 협력체제를 정립
- 남북한 경제협력과 국토통합을 촉진할 수 있도록 한반도 통합인프라 구축과 국내외 지원체제를 확립

라. 계획내용

○ 국토구조 형성의 기본 방향

- 미래의 국가 성장동력 창출과 지역통합의 기반으로서 대외적 개방과 국내 지역간 연계를 지향하는 새로운 국토구조를 구축
- 대외적으로 유라시아 대륙과 환태평양을 지향하는 개방형(π형) 국토발전축 구축
  ; 남해안축 : 부산~창원~진주~광양~목포~(중국~일본)
  ; 서해안축 : 목포~군산~서산~평택~인천~(신의주~중국)
  ; 동해안축 : 부산~울산~포항~강릉~속초~(나진·선봉~러시아)
- 대내적으로 자립형 지방화와 지역간 상생을 촉진하는 다핵연계형 국토구조 구축
  ; 다핵연계형 국토구조 구축의 기본단위로 수도권, 강원권, 충청권, 전북권, 광주권, 대구권, 부산권, 제주도 등 7+1의 경제권역을 설정
  ; 7+1의 경제권역은 경쟁력 있는 특화산업을 기반으로 자립형 지방화와 지역의 국제경쟁을 위한 기본 단위로 육성

○ 개방형(π형) 국토축 발전 방향

– 남해안축 : 환태평양 진출을 위한 해양물류 및 산업경쟁력 강화

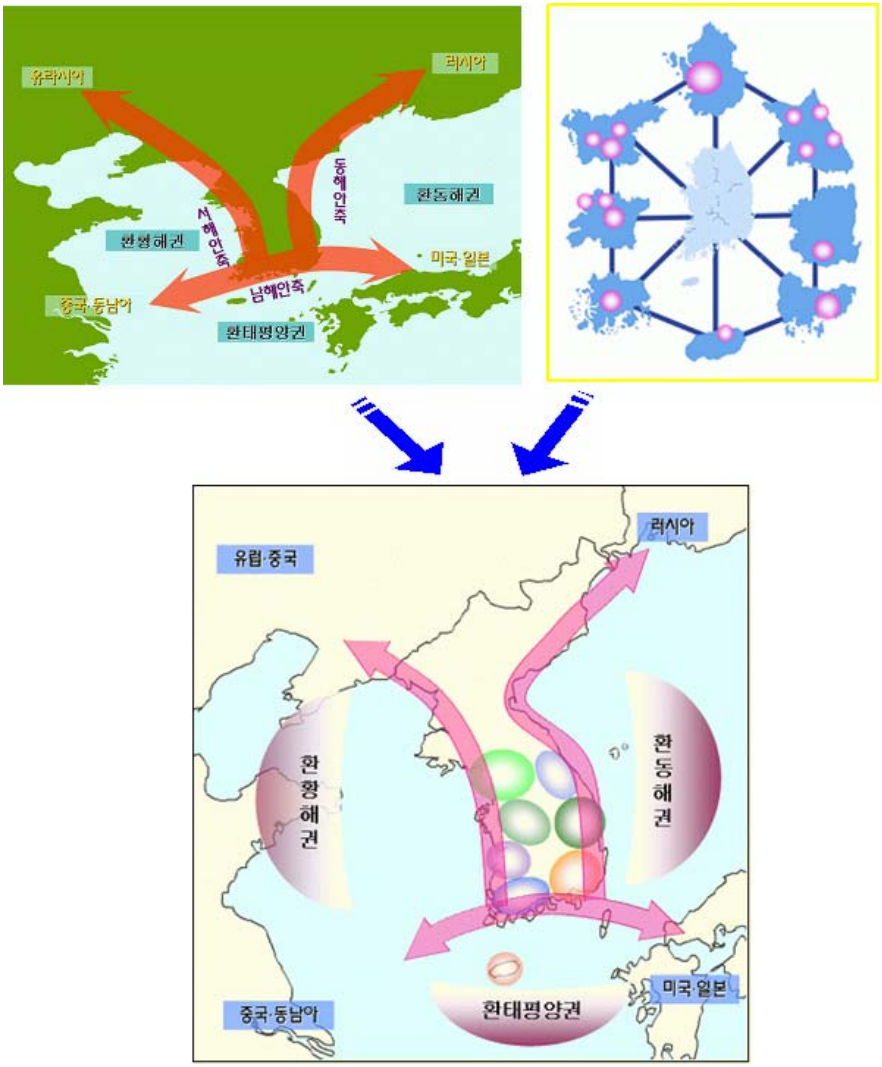
; 중국과 일본, 환태평양 등 해양지향적인 국토의 관문으로 도약하기 위해 산업·물류·관광 기반의 국제교류지대로 육성

– 서해안축 : 중국 등 동북아를 향한 국제물류·비즈니스, 신산업, 문화관광 기반의 성장 동력 육성

; 중국의 성장에 대응하여 환황해경제권에서 중심적 역할을 수행할 수 있도록 국제물류, 신산업 및 관광클러스터를 육성

– 동해안축 : 유라시아 진출 및 남북교류의 거점지대로 육성

; 남북교류 및 동북아 개발협력의 전진기지로 육성하기 위해 기간교통망을 확충하고, 관광·생태 네트워크를 구축



○ 다핵연계형 국토구조 발전 방향

- 수도권 : ·공간구조 재편 및 질적 고도화를 통해 국제물류 및 금융·비즈니스, 지식 기반 산업 중심지로 위상을 재정립
- 강원권 : 자연생태자원 및 접경지역을 활용한 국제(남북)관광 및 청정·건강 산업지대로 육성
- 충청권 : R&D 및 바이오산업, 행정중심복합도시와 연계한 교육·연구·물류 및 지식기반 산업의 특화육성
- 전북권 : 친환경 지향의 농업·생명산업 고도화와 자동차기계 및 에너지 관련 산업 중심의 신산업지대 구축
- 광주권 : 광산업, 에너지 등 첨단미래산업의 육성과 자연자원·친환경 농어업·향토문화를 연계한 문화관광산업지대로 육성
- 대구권 : 전자정보산업과 한방산업을 육성하고 역사문화·교육자원의 활용 극대화로 지역의 성장 잠재력을 증진
- 부산권 : 자동차산업, 조선, 기계 등 주력산업의 첨단화와 동북아 해양물류 및 영상산업의 중심지로 위상 강화
- 제주도 : 국제자유도시 개발을 중심으로 세계적인 관광휴양·교류거점으로 육성

3.1.2 경기2020(비전과 발전) (21세기 경기발전위원회, 1997.1)

가. 기본목표 및 방향

기본목표	기본방향
○ 산업경제구조의 개편과 고도화 ○ 사회간접자본의 정비와 확충 ○ 도시·농촌의 발전과 토지이용 합리화 ○ 환경보전과 환경친화적 발전 ○ 삶의 질 제고와 문화·복지사회의 실현	○ 수도권의 확산에 대비한 광역 개발체계의 구축 ○ 강력한 순환성장축과 중추도시군 형성 ○ 첨단산업 및 R&D 기능의 입지벨트 설정 ○ 일극집중형의 공간구조를 다핵연합형의 구조로 개편 ○ 간선철도, 도시철도, 경전철 등의 대중교통체계 강화

나. 서울인접(서남)도시권 발전구상

1) 과제 및 잠재력

○ 실생활권의 서울 예속화를 탈피하여 자족적 기반조성이 과제

○ 도로교통의 혼잡에 대응하는 대중교통 체계의 정비

○ 환경파괴적 개발로 주민의 환경요구 수준에 미달

○ 기존 시가지의 정비 및 신개발지의 편익성 제고문제

2) 토지이용구상

○ 생산기능, 연구개발 기능이 생산자 서비스 부문과 융합된 모델의 공업지역

→ 세계화의 초국가적 기술창조기지로 육성

3) 구상 및 발전전략

○ 산업구조 고도화에 따른 2.5차 산업 및 도시적 고차산업의 공간적 분업수행

○ 업무 등 도심 기능 성장의 계획적 수용

○ 역세권 개발 및 정비를 통해 시가지 구조개선 도모

○ 노후화된 시가지의 갱신전략 등 거주환경의 질 향상

4) 인구전망

서울인접(서남) 도시권 인구전망

(단위 : 천인)

구 분	1995년	2000년	2010년	2020년
합 계	2,775	3,070	3,335	3,440
안 양	591	650	700	720
군 포	235	260	275	280
의 왕	108	115	120	120
부 천	779	860	930	950
광 명	351	370	390	400
과 천	68	70	70	70
안 산	510	600	670	700
시 흥	133	145	180	200

3.1.3 수자원 장기 종합계획(2006~2020) : (건교부, 2006. 7)

가. 계획의 의의

1) 미래의 수자원 비전·전략 계획

○ 1999년 하천법 전면 개정에 따라 수립되는 수자원장기종합계획으로서 이수, 치수, 하천환경 및 수자원 조사·연구개발의 미래 로드맵을 제시하는 국가기본계획

○ 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020)의 목표인 균형국토, 개방국토, 복지

국토, 녹색국토 및 통일국토 실현을 위한 수자원 이용·개발·보전에 관한 국가사업의 기본전략 수립계획

2) 경제발전과 삶의 질 향상을 위한 국가의무 이행 계획

○ 안정적인 물 공급을 통한 경제발전과 국민복지 향상 및 가뭄·홍수 등 자연재해로부터 국민생활을 안전하게 보호하여야 하는 국가의무를 체계적·종합적으로 이행하기 위한 계획

3) 지속가능한 국토환경 유지를 위한 계획

○ 제한된 수자원과 자연환경을 다음 세대들과 함께 지속적으로 이용할 수 있도록 수자원의 효율적인 배분·이용과 수질개선을 위한 장기적인 국토환경 유지계획

4) 미래 불확실성에 대응하기 위한 물 과학·기술·조사 발전계획

○ 미래의 물이용과 관리에 불확실한 영향을 주는 기후변화, 수요전망, 하천유량·수질, 하천생태계 등의 정량적 해석과 수자원의 불확실성에 대응하기 위한 수자원 조사·정보화 및 물 과학·기술의 발전계획

나. 용수 수요량 산정

1) 물 수요 추정방법

○ 생활용수 : 최근의 1인 1일당 물사용량 감소를 반영하기 위해 시계열 모형을 사용

○ 공업용수 : 생산품 제조에 따른 물사용량 반영 위해 생산액당 원단위 모형 사용

○ 장래 사회·경제 전망의 불확실성과 수요추정에 이용되는 자료의 한계를 고려하여 고수요, 기준수요, 저수요 시나리오 설정 후에 장래 물 수요량 추정

물 수요 추정방법

용 수	수요구분	시나리오
생활용수	고 수 요	물수요의 현재 감소경향 반영과 함께 최대 절감량의 50% 반영
	기준수요	물수요의 현재 감소경향 반영과 함께 최대 절감량의 70% 반영 (환경부 수요관리계획 고려)
	저 수 요	물수요의 현재 감소경향 반영과 함께 최대 절감량 반영
공업용수	고 수 요	4%성장에 따른 수요량
	기준수요	3.5% 성장에 따른 수요량
	저 수 요	3%성장에 따른 수요량

2) 생활용수

① 방법론 비교

○ 생활용수 수요량 = 상수도 수요량(전용공업용수 제외) + 미급수지역 수요량

+ 기타지하수 이용량

○ 상수도 수요량 실적을 가정용수와 비가정용수로 구분하고 상수도 통계에 포함되어 있는 전용공업용수량을 제외하여 용도별로 장래 수요량을 추정

생활용수 수요 추정방법

구 분		수자원 장기종합계획(2006~2020)
급수 지역 수요량	수요추정 방법	•1인1일사용량을 추정 후 유수율, 급수인구 및 보급률을 적용하여 상수도 수요량 산정(188개 시군별 산정) •수요관리 절감량에 따른 시나리오 설정
	자료기간	1983-2003
	사용모형	•단변량 시계열 모형 (로지스틱, 콤페르쯔, 퍼얼성장, 수정지수모형, 최소자승II, 등차, 등비, 최소자승)
	변수	•1인1일 사용량(가정용, 비가정용)
미급수지역 수요량		•인구× (1-급수보급률)× 215ℓ
기타 지하수 이용량		•2003년 이용량 적용
수요관리		•시나리오에 반영

② 생활용수 수요량

○ 생활용수 수요량은 정부의 수요관리계획 달성가능성을 충분히 검토 후 최대 수요관리 절감량을 산정하고 현실성을 고려하여 고수요(50% 달성), 기준수요(70% 달성), 수요(100% 달성)로 시나리오를 설정

○ 노후관 개량, 절수기기 설치 등 수요관리를 반영한 전국 생활용수는 2011년 79~82억㎥, 2020년에는 79~84억㎥으로 전망

(단위 : 백만㎥/년)

행정구역		2003년	장래 생활용수 수요량				비 고
			2006년	2011년	2016년	2020년	
전 국	고 수 요	7,627	7,987	8,241	8,348	8,384	
	기준수요	7,627	7,877	8,103	8,180	8,195	
	저 수 요	7,627	7,711	7,896	7,929	7,912	
안산시	고 수 요	86.8	88.7	93.6	94.8	92.9	
	기준수요	86.8	88.6	93.5	94.5	92.5	
	저 수 요	86.8	88.6	93.3	94.1	91.9	

③ 장래계획인구

통계청의 추계인구(16개 광역지자체)를 이용, 시군별 인구 증감추세를 분석하여 시군별 배분

(단위 : 인)

행정구역	2003년	장 래 인 구 추 정				비 고
		2006년	2011년	2016년	2020년	
전 국	48,823,837	48,710,241	49,782,861	50,444,562	50,650,260	
경 기 도	2,742,123	2,766,383	2,748,602	2,716,680	2,677,143	
안산시	671,687	676,202	699,002	732,302	745,702	

④ 보급률

수도정비기본계획(건교부, 2004) 및 전국 수도종합계획 수립연구(환경부, 2004)의 보급률 자료를 이용하여 2016년까지 산정하였으며, 2016이후는 2016년까지의 자료를 통계적으로 보완하여 적용

(단위 : %)

행정구역	2003년	급수보급률				비고
		2006년	2011년	2016년	2020년	
전 국	89.4	93.7	95.8	97.0	97.8	
경 기 도	90.3	94.0	96.1	97.3	98.3	
안 산 시	99.2	99.9	99.9	99.9	100.0	

⑤ 유수율

- 전국 수도종합계획 수립연구(환경부, 2004)의 2006년 예측 유수율이 78.3%로 2003년 현재 유수율 78.4%보다 작으므로 전국 수도종합계획 수립연구의 산정방법을 따르되 2003년 기준자료로 보완
- 2016년까지는 환경부의 물절약 종합대책을 반영한 전국 수도종합계획 수립연구의 자료를 사용
- 2020년은 2006년과 2011년까지의 증가율과 2011년과 2016년까지의 증가율 중 두 증가율의 평균 증가율을 사용하여 2020년을 산정하였으며, 산정된 전국의 평균 유수율은 2011년에 80.1%, 2020년에 83.5%임
- 상수도 통계상에는 2003년 유수율이 78.4%이나 2002, 2003년 감사원의 지방상수도 유수율 감사결과(85개 시,군)를 적용하여 보정한 결과 77.4%로 나타나 이를 적용

(단위 : %)

행정구역	2003년 (현재)	장래 유수율 계획				비 고
		2006년	2011년	2016년	2020년	
전 국	77.4	78.2	80.1	82.0	83.5	
특·광역시	80.6	81.8	83.8	86.0	87.7	
9개도	73.9	74.7	76.8	78.8	80.2	
안산시	95.4	95.4	95.4	95.4	95.4	

⑥ 급수량 원단위

○ 금회 계획의 공급량 기준 1일 1인당 상수 급수량(Lpcd)는 '01년 수자원장기종합계획과 비교하여 2011년 기준으로 40~60L기 적음

○ 환경부 상수도통계상의 2003년 급수량 원단위는 359L이나 본 계획에서는 전용공업용수를 제외한 급수량 원단위인 351L를 적용(전용공업용수는 공업용수 중의 상수도 공급분의 일부로 적용)

(단위 : L/인·일)

행정구역	2003년 (현재)	1인1일급수량 계획				비 고
		2006년	2011년	2016년	2020년	
특·광역시	351	351	351	345	341	
9개도	349	346	341	334	327	
안산시	350	354	361	348	334	

3) 공업용수

① 방법론 비교

생활용수 수요량 = 생산액당 원단위 × 장래 생산액

구 분	수자원 장기종합계획(2006~2020)
수요추정방법	• 산업별 최종수요 전망 → 생산액 전망 → 원단위 추정 → 회수율 추정 → 공업용수 수요 추정의 과정을 거침
자료분석기간	• 2003년
사용모형	• 다 지역 산업연관모형(MRIO)에 의한 생산액 원단위 예측
변수	• 생산, 투입계수 행렬, 생산액당 용수 원단위의 대각행렬, 산업별 공업용수 회수율의 대각행렬
기타사항	• 공업용수 회수율 증가추이 고려 –2003년 재이용률 자료 이용 –업종별 일본의 증가추세 및 PCSD 재이용률 증가목표 반영 • 경제성장에 따른 시나리오별 수요추정

② 산업별 최종수요 전망

공업용수 수요량은 장래 경제성장 전망에 따라 시나리오별로 산정

기간평균	저성장	기준성장	고성장
2001~2005	0.041	0.042	0.044
2006~2010	0.029	0.034	0.042
2011~2015	0.026	0.033	0.039
2016~2020	0.024	0.032	0.036
전체 연평균(2001~2020)	0.030	0.035	0.040

③ 장래 생산액

○ 장래 성장률, 지역 간 교역, 기술수준 향상 등을 고려하여 산업연관 모형으로 산정 (1995 불변가격)

○ 2003년 산업 총조사의 생산액을 생산자 물가지수를 이용하여 1995년 불변가격으로 변환 후 산업연관 모형에 의해 산정된 생산액 증가율을 고려하여 장래 생산액 보완

(단위 : 억)

구 분	2003년	2006년	2011년	2016년	2020년
고 성 장(4.0%)	706,462	847,208	1,148,463	1,532,298	1,869,448
기준성장(3.5%)	706,462	824,691	1,058,589	1,346,996	1,619,473
저 성 장(3.0%)	706,462	786,958	951,332	1,156,979	1,321,951

④ 생산액 원단위

○ '03년 산업 총조사의 이용량에 생산자 물가지수로 보정한 생산액을 이용하여 생산액 원단위 산정

업종	생산액(백만원)		이용량	원단위(㎥/백만원)	
	경상가격	95불변가격	(㎥)	경상가격	95불변가격
음식료 및 담배	47,658,986	34,720,486	249,377,265	5.23	7.18
섬유 · 가죽	40,352,166	36,078,744	311,265,596	7.71	8.63
목재 · 종이 · 출판	29,883,899	21,410,028	133,739,099	4.48	6.25
석유정제화학	131,895,713	92,114,058	502,441,212	3.81	5.45
비금속 및 1차 산업	105,059,746	83,545,612	416,503,067	3.96	4.99
일반기계	76,006,297	81,771,851	100,155,791	1.32	1.22
전기기계장치	26,008,864	23,107,680	40,880,850	1.57	1.77
전자통신기기	103,483,327	223,048,522	277,752,832	2.68	1.25
정밀기기	5,717,783	5,172,929	12,108,333	2.12	2.34
운송장비	100,498,805	95,926,159	120,762,791	1.20	1.26
가구 및 기타제조	10,805,738	9,566,407	17,525,036	1.62	1.83
합계(평균)	677,371,324	706,462,476	2,182,511,872	3.22	3.09

⑤ 재이용률

- 공장폐수의 발생과 처리 (환경부, 2003)의 재이용 현황을 업종별로 재분류 및 해수를 제외하여 재이용률을 산정한 후 '03년 산업 총조사의 이용량을 이용하여 재이용률을 재산정

(단위 : %)

업 종	2003년	2006년	2011년	2016년	2020년
음식료 및 담배	1.14	4.29	9.53	14.78	27.78
섬유 · 가죽	2.12	5.78	11.87	17.96	31.63
목재 · 종이 · 출판	44.66	46.12	48.54	50.96	61.69
석유정제화학	4.05	7.54	13.37	19.19	32.66
비금속 및 1차 산업	20.22	23.05	27.78	32.50	45.08
일반기계	13.26	16.28	21.32	26.36	39.19
전기기계장치	23.03	26.26	31.65	37.03	50.14
전자통신기기	23.03	26.26	31.65	37.03	50.14
정밀기기	13.26	16.28	21.32	26.36	39.19
운송장비	2.30	5.67	11.27	16.87	30.16
가구 및 기타제조	0.54	4.17	10.21	16.25	29.89
합계(평균)	14.15	17.26	21.99	27.07	40.07

⑥ 공업용수 수요량 산정결과

- 우리나라의 공업용수 수요량은 2016년부터 감소 전망
- 기준수요량은 2003년 현재 62.4억㎥/년에서 2011년 76.8억㎥/년, 2016년 88.0억㎥/년, 2020년 84.5억㎥/년으로 전망

(단위 : 억㎥/년)

행정구역			2003년	공업용수 수요량				비 고
				2006년	2011년	2016년	2020년	
	안산시	고 수 요	62.4	67.6	83.5	99.4	97.3	
		기준수요	62.4	66.0	76.8	88.0	84.5	
		저 수 요	62.4	64.1	70.3	76.7	70.3	

4) 용수수요량 총괄

(단위 : 백만㎥/년)

행정구역		2003년	장래 용수 수요량(생활 + 공업)				비 고
			2006년	2011년	2016년	2020년	
전 국	고 수 요	34,546.0	36,201.0	37,079.0	37,079.0	37,222.0	
	기준수요	34,378.0	35,498.0	35,800.0	35,800.0	35,568.0	
	저 수 요	34,030.0	34,504.0	34,062.0	34,062.0	33,301.0	
경기도	고 수 요	3,640.6	3,783.6	4,098.8	4,335.8	4,315.0	
	기준수요	3,640.6	3,722.7	3,969.6	4,136.6	4,091.0	
	저 수 요	3,640.6	3,635.3	3,811.8	3,909.1	3,831.5	
안산시	고 수 요	149.1	156.3	177.2	194.2	190.2	
	기준수요	149.1	154.7	170.3	182.5	177.0	
	저 수 요	149.1	152.7	163.6	170.8	162.3	

3.1.4 전국수도종합계획 : (환경부, 2007. 3)

가. 개요

1) 목적 및 배경

국가수도정책의 중장기 정책방향 제시, 용수의 효율적 이용 및 수돗물의 안정적 공급 등을 위한 종합계획 수립

2) 법적근거 및 적용범위

a) 수도법 제4조의2(전국수도종합계획의 수립)

- 환경부장관은 국가수도정책의 체계적 발전과 용수의 효율적인 이용 및 수돗물의 안정적인 공급을 위하여 다음내용을 포함한 전국수도종합계획을 10년마다 수립

b) 전국수도종합계획의 공간적 적용범위는 전국 모든 시·군을 대상으로 지방상수도, 광역상수도, 소규모수도시설 등을 포함하며, 계획목표년도는 1단계(2010년), 2단계(2015년)로 구분하여 단계별 수립

3) 주요내용

- 신뢰성 있는 생활, 공업 및 마을상수도 용수별 수급전망과 공급계획
- 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발을 위한 상수원확보, 강변여과 및 지하댐 등 대체수원 개발계획
- 공급의 안전도 확보와 수도시설 운영관리의 효율성 제고를 위한 수도시설 간 연계이용 및 통합운영 관리방안
- 4대강 유역을 바탕으로 권역을 설정, 공급시설 잉여지역과 부족지역의 수도시설을 연계하여 과·부족 해결, 기존 수도시설 가동률 제고 및 비상급수 체계확립
- 요금체계 개선 등 효율적인 수도사업 경영체계 개선방안
- 안심하고 마실 수 있는 수돗물 공급을 위한 상수원, 정수, 송·배수, 저수조 및 급수관 수질관리계획
- 물 절약형 사회기반 구축을 위한 물 수요관리계획
- 경쟁력 제고를 위한 수도사업 구조개편 방향 및 로드맵
- 국민의 신뢰성 확보를 위한 수돗물 정보공개 및 시민참여 활성화 방안

2) 수도정책방향 및 상수도 주요계획지표

① 수도정책방향

- 급수체계조정을 통한 잉여수량 활용 위주로의 상수도 공급정책 전환
- 농어촌지역 보급률 확대로 국민 복지균형과 지역별 불균형 해소
- 국민이 안심하고 마실 수 있는 수돗물 생산·공급체계 구축
- 기존시설 운영관리 효율화 및 선진 운영체계 구축
- 물 절약형 사회정착을 위한 물 수요관리 정책 강화
- 기초조사 강화로 수도정책의 신뢰성 확보 및 사회적 갈등 해소

② 상수도 주요계획지표

a) 공급목표

풍요로운 국민생활 영위와 국가 산업발전 지원을 위한 맑은 물의 안정적인 공급



수량관리	수질관리	수요관리	운영관리
용수공급 시설 지속 확충 및 비상시 안정적 공급체계구축	국민이 신뢰할 수 있는 수돗물 생산	21세기 물부족 상황에 대비한 안정적 물절약형 사회로의 정착	경영체계 개선 및 기술개발· 정보화 등을 통한 경쟁력제고
·급수체계조정 (여유량 활용) ·지방상수도 및 광역· 공업용수도, 마을상수도 확충 ·수도시설간 연계 이용 체계 구축	·상수원 수질관리 ·정수수질 관리 ·고도처리 도입 ·저수조 및 옥내 급수관 수질관리 ·정보공개 및 시민참여	·유수율 향상 (노후관 개량) ·중수도 및 절수기기 보급 ·하폐수처리수 및 빗물이용 등	·통합운영체계 (시스템) 구축 ·수도사업구조개편 ·수도시설 개량 및 현대화 ·수도기술 개발 및 정보화 등

b) 계획 및 목표연도 : 2006~2015년(목표년도 2015년)

• 제4차 국토종합계획 및 수도정비기본계획 등 상위·관련계획과의 연계성과 수도시설 확충 소요기간을 고려하여 2015년까지 수립

c) 계획지표

당 초['06]	현 재['04]		변 경['15]
52,403	장래인구[천인]	49,053	49,803
93.2	급수보급률[%]	90.1	96.5
48,866	급수인구[천인]	44,187	48,062
451	1인1일급수량[L]	365	332~363

3) 상수도 수요전망

① 수요량 산정방향

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">산 정 방 향</th></tr>
<tr><td rowspan="5">생활
용수</td><td rowspan="3">계획
인구</td><td colspan="2">· 통계청 발표(2005) 광역시 및 도별 추계인구 적용
· 시·군·읍·면별 인구는 과거통계 분석 적용</td></tr>
<tr><td>2010년</td><td>2015년</td></tr>
<tr><td>49,220천인</td><td>49,803천인</td></tr>
<tr><td>단위
급수량</td><td colspan="2">· 과거 21년간 용도별 사용량 분석에 의한 추정
· 인구 10만 이상 도시 개별원단위 추정하여 도시별 특성 최대한 반영
· 인구규모별(6단계) 표준도시 선정 분석에 의한 추정
– 10 ~ 5만 – 2 ~ 1만(평지, 산지)
– 5 ~ 2만 – 1만미만(평지, 산지)
· 실적자료 분석결과와 표준도시 원단위를 비교·분석하여 타당한 값 반영</td></tr>
<tr><td>보급률</td><td colspan="2">· 지자체 보급의지 반영</td></tr>
<tr><td>유수율</td><td colspan="2">· 현재의 유수율과 지자체별 장래 목표를 현실성있게 분석, 결정
– ‘10년 : 82.1%, ‘15년 : 84.3%</td></tr>
<tr><td>첨두
부하율</td><td colspan="2">· 상수도 통계의 인구규모별 최근 3년간 첨두부하율을 분석하고, 광역상수도 용수배분체계 개선방안 연구 등 관련 자료를 고려 산정
– 100만 이상 : 1.20 – 10 ~ 50만 : 1.35
– 50 ~ 100만 : 1.30 – 10만 이하 : 1.35</td></tr>
<tr><td colspan="2">공업용수</td><td colspan="2">· 전용 공업용수
– 주로 전용공업용수도에 의해 수요처 공급
– 공업용수도 수도정비기본계획에서 조사·산정한 수요량 반영
· 공업용수(정수)
– 원단위 추정을 위한 과거자료에 공업용수 포함
– 원단위 추정의 기초자료에 대한 신뢰성 및 자료왜곡을 방지하기 위해 생활용수원단위에 포함</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타용수</td><td colspan="2">· 관광용수, 군부대용수, 항만용수, 공항용수 등 생·공용수에 포함되지 않은 용수로 관련계획 및 상위계획상의 기타용수에 대해서는 개별 시군 원단위 적용을 원칙으로 함
· 생활용수 원단위에 포함되었거나 또는 공업용수, 개발계획과의 중복여부 등을 검토 산정</td></tr>
<tr><td colspan="2">개발계획용수</td><td colspan="2">· 각 지지체가 수립한 대규모 택지개발, 산업단지건설, 대학교 유치 등 개발계획을 조사하여 외부 유입인구 산정
· 조사자료의 확실성을 검증하기 위해 각 지자체 협의 후 보정하여 재산정 적용</td></tr>
</table>

② 장래계획인구

장래인구 추정

(단위 : 인)

행정구역	2004년	통계청 인구추정		비고
		2010년	2015년	
전 국	49,052,988	49,219,542	49,802,603	
서울특별시	10,287,847	10,072,098	10,055,002	
안 산 시	686,873	795,661	881,488	

③ 계획지표의 산정

인구규모별 표준도시 원단위(유수량기준)

(단위 : L/인·일)

구 분		2010년	2015년	비 고
10 ~ 5만		273	279	
5 ~ 2만		275	286	
2 ~ 1만	평탄지	262	267	
	산 지	240	249	
1만 미만	평탄지	224	228	
	산 지	177	178	

목표연도별 유수량 원단위

(단위 : L/인·일)

행정구역	2004년 (현재)	1인1일 유수량 계획(L)		비 고
		2010년	2015년	
특·광역시부	284	310	312	
9개도	279	295	301	
시 부	287	312	317	
읍 부	257	287	297	
면 부	238	217	223	

목표연도별 급수량 원단위

(단위 : L/인·일)

행정구역	2004년 (현재)	1인1일급수량 계획(L)		비 고
		2010년	2015년	
전 국	365	368	363	
특·광역시	358	357	353	
9개도	374	378	373	
서울특별시	348	340	340	
안 산 시	553	546	528	

a) 목표유효율 결정

- 유효율은 과거 유수율 변화추이와 '04년 현재 유수율을 감안하여 유수율을 추정한 후 수도사업 용수량 및 공공수량 등을 포함하여 결정
- 최근 5년간 통계 분석결과 하향추세인 경우 현실성 감안
  - 최근 1, 2년도 연속 감소하는 지자체 : 현행 유지
  - 증감이 반복되는 지자체 : 적용구간 1단계 하위 증가율 적용(증가율 둔화)
- 미급수지역에 상수도를 공급할 경우는 해당지역 목표유효율 적용

장래 유효율 계획

행정구역	2004년 (현재)	장래 유효율계획 (%)		비 고
		2010년	2015년	
전 국	78.4	82.1	84.3	
특·광역시	79.2	86.8	88.5	
9개도	74.4	77.8	80.7	
서울특별시	85.6	91.0	92.0	
안 산 시	97.2	97.2	97.2	

b) 첨두부하율

최근 3개년간의 상수도통계를 분석하고, 광역상수도를 대상으로 최근 조사 연구한 '광역상수도 용수배분체계 개선방안' 연구결과('01) 등을 비교·검토하여 적용

인구 규모별 첨두부하율

구 분	인 구 규 모	부 하 율	비 고
시급이상	100만 이상	1.20	
	50 ~ 100만	1.30	
	10 ~ 50만	1.35	
읍·면지역	10만 이하	1.35	

c) 급수보급률 결정

상위 및 관련계획의 상수도정책과 연계가 가능하도록 하였으며, 농어촌지역의 보급률 확대에 주력하는 것으로 반영

급수보급률 계획

행정구역	2004년 (현재)	급수보급율 (%)		비 고
		2010년	2015년	
전 국	90.1	95.0	95.6	
특·광역시	98.8	99.5	99.6	
9개도	97.3	91.0	93.9	
서울특별시	100.0	100.0	100.0	
안 산 시	99.2	99.9	99.9	

④ 생활용수 수요량 산정

a) 기본방향

상수도 중·장기 수급전망에 적용하는 1인1일급수량은 최고 수요발생 시에도 용수공급에 차질이 없도록 장래추정치 중 가장 높은 값을 적용하여 용수공급의 안정성을 확보할 수 있도록 함.

b) 생활용수 수요량

일최대 수요량

(단위 : ㎥/일)

행정구역	일최대 생활용수		비 고
	2010년	2015년	
전 국	21,893,807	22,233,475	
경 기 도	9,411,103	9,773,434	
서울특별시	4,109,416	4,102,441	
안 산 시	564,195	604,449	

⑤ 개발계획용수 반영

본 관련지역은 인구산정 시 개발계획을 기반영하여 산정

⑥ 장래 생활용수 수요량 총괄

인구증감에 의한 용수수요량과 개발계획에 의한 용수수요량을 합산하여 산정

장래 생활용수 수요량 총괄

(단위 : ㎥/일)

행정구역	장래 생활용수 수요량		비 고
	2010년	2015년	
전 국	22,981,054	23,511,654	개발계획 포함
경 기 도	9,411,103	9,773,434	
서울특별시	4,109,416	4,102,441	
안 산 시	564,195	604,449	

⑦ 마을상수도 수요량

마을상수도 급수인구는 농·어촌지역에 대한 지방 및 광역상수도 보급 확대에 따라 점차 감소하는 추세임

마을상수도 급수인구 추이

(단위 : 인)

행정구역	2004년	2010년	2015년	비 고
전 국	1,792,920	709,931	514,061	
안 산 시	417	63	70	

마을상수도 용수 수요량

행정구역	일평균 (㎥/일)		일최대 (㎥/일)		비 고
	2010년	2015년	2010년	2015년	
전 국	168,165	121,717	224,584	162,340	
경 기 도	8,878	7,397	11,415	9,550	
안 산 시	43	48	54	60	

⑧ 전용 공업용수 수요량

전용공업용수 수요량은 광역상수도 및 공업용수도 수도정비기본계획('04 . 7)의 내용을 그대로 인용함.

a) 수요추정 방법

- 기존공단은 실사용량, 현행 배분량, 용수사용량, 부지면적당 원단위 적용량으로 수요추정
- 계획공단은 부지면적당 원단위 적용량 또는 수요처 요구량으로 고려하여 수요추정
- 자유입지 업체 중 생활용수에 포함된 용수 사용처는 산정에서 제외

- 부지면적당 원단위는 「수자원 정책관리 개선방안 연구('00. 5, 건교부)」의 기준 적용

b) 전용공업용수 수요량

전용공업용수 수요량 (침전수)

(단위 : ㎥/일)

행정구역	전용공업용수 (침전수)				비 고
	2006년	2011년	2016년	2020년	
전 국	3,667,470	4,310,670	4,438,670	4,579,270	
안 산 시	216,400	216,000	216,900	217,100	

⑨ 장래 용수수요량 총괄

2015년 기준 장래 용수수요량 산정 결과, 생활 및 공업용수는 점차 증가하고, 마을상수도 용수는 감소될 전망

용도별 용수수요량

(단위 : 천㎥/일)

구 분	일평균 (㎥/일)		일최대 (㎥/일)		비 고
	2010년	2015년	2010년	2015년	
계	22,504,794	22,976,892	27,516,308	28,112,664	
생활용수	18,025,959	18,416,505	22,981,054	23,511,654	
공업용수	4,310,670	4,438,670	4,310,670	4,438,670	
마을상수도	168,165	121,717	224,584	162,340	

주) 개발계획용수는 생활용수에 포함, 공업용수는 건교부 수도정비기본계획자료 적용
('11→'10년, '16년→15년)

4) 상수도공급 계획

① 기본방향

- 국민 모두가 균형적인 상수도 혜택을 받을 수 있도록 보급률이 낮은 중소도시 및 농어촌지역 중심의 상수도 보급정책을 추진하고
  - 지역 간 용수수급 불균형 해소와 소외된 농어촌지역의 상수도보급 확대
- 수도시설 확충(개발) 위주에서 기존시설을 최대한 활용하는 급수체계 조정 위주로 상수도 공급정책을 전환
  - 장래 생활용수 부족이 예상되는 지역에 지방상수도 및 광역상수도 여유물량 활용을 우선적으로 고려하여, 급수체계조정 활성화
  - 급수체계조정기본계획을 추진('07~'10)하여 "상수도 관리업무 개선방안('06.4, 국무조정실)"의 권역별 실행계획 수립

② 용수수급전망

장래 용수수급 전망(일최대 기준)

(단위 : ㎥/일)

구 분	2004년	2010년	2015년	비 고
용수수요량	20,457,262	22,981,054	23,511,654	
용수공급량	28,322,688	30,543,788	30,543,738	
과 부 족	8,513,026	7,562,684	7,032,084	

시도별 용수 수급전망(2010년)

(단위 : ㎥/일)

행정구역		수요량	공급량	과부족	여유량	부족량	비 고
전 국	2010	22,981,054	30,543,738	7,562,684	8,153,775	591,091	
	2015	23,511,654	30,543,738	7,032,084	8,017,748	985,664	
안산시	2010	564,195	639,200	75,005	75,005	—	
	2015	604,449	639,200	34,751	34,751	—	

③ 급수체계조정 및 연계이용 계획

a) 기본방향

급수체계조정은 공급체계조정, 연계운영, 지방 및 광역상수도 개발계획의 상호연관성 등을 고려하여 합리적이고 종합적인 기본계획수립과 광역과 지방상수도 시설간의 연계운영 및 최적 활용방안 수립

b) 용수공급 권역설정 계획

- 개별 운영되고 있는 지방상수도간, 지방상수도와 광역 및 공업용수도 간의 권역설정을 통한 용수공급체계의 안정성과 통합운영에 따른 운영 및 관리의 효율성 향상
- 권역설정 계획안

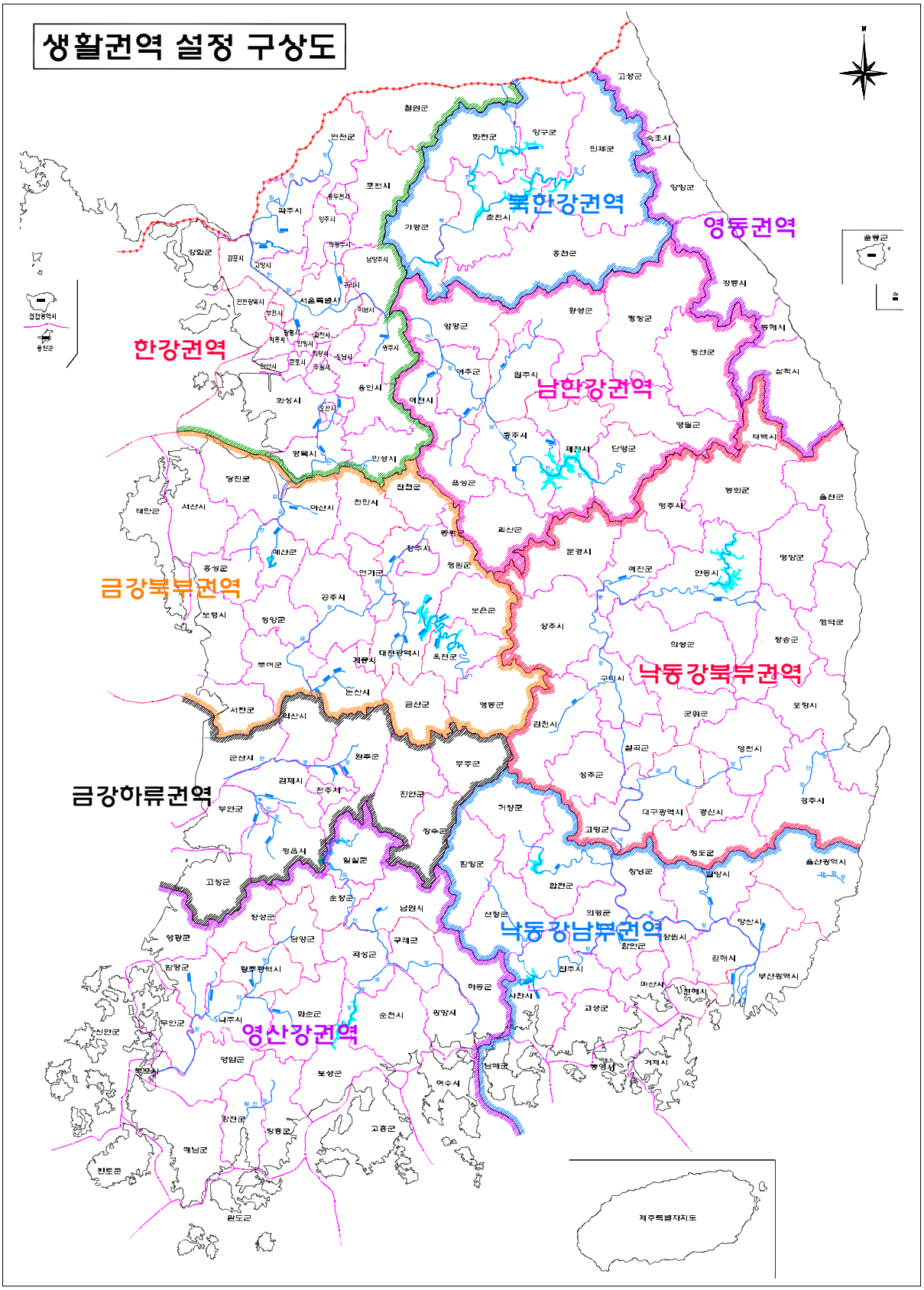
4대강 유역을 기본으로 설정한 9개 대권역 현황은 다음과 같음

급수체계 대권역 설정계획

구 분	시·도	설 정 내 용	비 고
한강권역	서울 인천 경기 (26시 1군) 강원(1군)	·한강유역 중 북한강과 남한강 합류지점부터 한강하구까지의 유역과 안성천,임진강,한탄강 유역에 포함된 도시 ·총인구 : 23,139.1천인(47.7%) ·급수인구 : 22,318.9천인(보급률 : 96.5%) ·시설용량 : 10,651.4천㎥/일(55개소)	
북한강권역	경기(1군) 강원(1시4군)	·한강유역 중 북한강유역에 포함된 도시 ·총인구 : 4,619천인 (1.0%) ·급수인구 : 364.2천인 (보급률 : 78.8%) ·시설용량 : 246.6천㎥/일 (26개소)	
남한강권역	경기(1시2군) 강원(1시4군) 충북(2시3군)	·한강유역중 남한강유역에 포함된 도시 ·총인구 : 1,358.4천인 (2.8%) ·급수인구 : 920.6천인 (보급률 : 67.8%) ·시설용량 : 447.5천㎥/일 (60개소)	
영동권역	강원(4시2군)	·강원도내 도시중 태백산맥을 기준으로 동측지역의 도시 ·총인구 : 554.2천인 (1.1%) ·급수인구 : 494.8천인 (보급률 : 89.3%) ·시설용량 : 329.2천㎥/일 (28개소)	
금강북부권역	대전 충북(1시6군) 충남(7시9군)	·금강유역을 중심으로 삽교천과 지역정서 관리 및 효율성을 고려 설정 ·총인구 : 4,412.9천인 (9.1%) ·급수인구 : 3,444.4천인 (보급률 : 78.1%) ·시설용량 : 1,477.7천㎥/일 (61개소)	
금강남부권역	전북(5시6군)	·만경강,동진강유역을 중심으로 금강유역 상류지역 (무주, 진안, 장수군)을 포함하여 관리와 지역정서 고려 설정 ·총인구 : 1,754.0천인 (3.6%) ·급수인구 : 1,468.6천인 (보급률 : 83.7%) ·시설용량 : 276.7천㎥/일 (23개소)	
영산강권역	광주 전북(1시2군) 전남(5시17군) 경남(1군)	·영산강유역과 섬진강유역내 도시와 탐진강유역을 포함하여 하나의 권역으로 설정 ·총인구 : 3,617.6천인 (7.5%) ·급수인구 : 2,766.7천인 (보급률 : 76.5%) ·시설용량 : 1,635.0천㎥/일 (109개소)	
낙동강북부권역	대구 경북(10시13군) 강원(1시)	·낙동강유역내 도시를 대상으로 설정하되 유역의 범위가 크므로 효율적 관리 위해 금호강유역을 포함하여 상류권역으로 설정 ·총인구 : 5,311.7천인 (11.0%) ·급수인구 : 4,646.3천인 (보급률 : 87.5%) ·시설용량 : 3,137.0천㎥/일 (122개소)	
낙동강남부권역	부산. 울산 경남(10시9군)	·낙동강유역내 도시중 낙동강상류권역을 제외한 지역으로 울산광역시와 황강.남강을 포함한 유역으로 설정 ·총인구 : 7,885.9천인 (16.3%) ·급수인구 : 7,204.8천인 (보급률 : 91.4%) ·시설용량 : 4,492.4천㎥/일 (70개소)	

주) 시설용량은 지자체 정수시설 용량임

대권역 설정 계획도


생활권역 설정 구상도
북한강권역
영동권역
한강권역
남한강권역
금강북부권역
낙동강북부권역
금강하류권역
낙동강남부권역
영산강권역
제주특별자치도

5) 급수체계조정 및 연계이용 계획

지방 및 광역상수도를 종합적으로 고려한 급수체계조정사업 타당성 검토('06. 환경부)결과 9개 권역에서 사업량 1,416.5천㎥/일으로 총 사업비 7,079억원의 급수체계조정이 필요한 것으로 나타남.

지방 및 광역상수도 급수체계조정 타당성검토

권 역 명		사업비 (억원)	사업량 (천㎥/일)	연계공급대상 시·군
9개 권역		7,079	1,416.5	49개 시·군
한강 유역	한강권역	1,649	690.0	김포시, 구리시, 시흥시, 오산시 화성시, 의왕시, 용인시, 광주시 의정부시, 양주시, 연천군
	북한강권역	157	4.5	화천군, 양구군
	남한강권역	–	–	
	영동권역	361	9.0	동해시, 고성군, 양양군
금강 유역	금강북부권역	2,173	378.0	천안시, 태안군, 홍성군, 청양군, 연기군 금산군, 청원군, (행정중심복합도시)
	금강남부권역	205	92.0	군산시, 전주시, 정읍시, 무주군 장수군
영산강 유 역	영산강권역	446	39.0	광양시, 곡성군, 구례군, 고흥군 하동군, 무안군
낙동강 유 역	낙동강북부권역	851	51.0	김천시, 경산시, 영주시, 상주시 칠곡군, 군위군, 울진군
	낙동강남부권역	1,237	153.0	김해시, 진해시, 마산시, 거제시 통영시, 고성군, 함양군, 의령군

3.1.5 2020년 안산도시기본계획 (안)

가. 계획수립의 목적

- 『2016년 안산도시기본계획』(1997) 수립 이후 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 등 관련법령의 정비와 수도권 광역도시계획 수립 등 상위계획 및 시화MTV, 신길택지개발사업 등 관련계획, 지역내외의 다양한 여건변화 등에 따라 2020년을 목표로 하는 도시기본계획의 수립의 필요성 대두
- 도시기본계획 수립을 통하여 종합적이고 거시적인 도시 미래상을 설정하고, 도시 장래의 도시공간구조와 정주체제, 도시행정에 대한 합리적인 방향 설정으로 장기적인 도시계획의 기본 틀 마련
- 21세기 세계화·지방화 시대에 부응하는 종합적이고 실현성 있는 도시기본계획 수립으로 각 부문별 도시개발계획 및 도시관리계획의 지침 제공

나. 계획의 성격

- 도시기본계획의 의의
  - 도시기본계획은 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』에 의해 수립되는 법정계획이나, 일반시민에게 법적 구속력이 없는 예비적·개념적 성격의 계획
  - 제4차 국토종합계획수정계획, 수도권 광역도시계획 등 상위계획의 내용을 수용하고 도시전체의 장기적인 발전방향과 바람직한 미래상 제시
  - 물적·공간적 내용뿐만 아니라 사회·경제·문화·환경적 내용을 포함하여 주민 생활환경의 변화를 예측하고 대비하는 종합적인 20년 장기계획으로 도시관리(재정비)계획 입안시 반영
  - 도시가 장래 지향해야 할 장기적 도시개발의 전략과 방향, 도시공간구조 및 정주환경의 질적 수준 제시
  - 도시행정의 바탕이 되는 각 부문별 도시개발지표 설정 및 토지의 개발·보전, 기반시설 확충 등 효율적인 도시관리전략 제시

다. 계획의 범위

- 공간적 범위
  - 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 하위규정 중 “도시기본계획 수립지침” 제3절에 의해 안산시 관할구역 전체를 도시기본계획구역으로 설정
  - 행정구역은 2개 구, 24개 행정동(30개 법정동)으로 구성

- 시간적 범위
  - 계획기준년도 : 2005년
  - 계획목표년도 : 2020년

도시기본계획 계획년도

단 계	1단계	2단계	3단계	비 고
계획기간(년)	2006 ~ 2010	2011 ~ 2015	2016 ~ 2020	5년 단위

- 내용적 범위
  - 기 수립된 도시기본계획의 틀을 재검토하고 지역내외의 다양한 여건변화에 대비한 21세기 안산 도시발전의 기본 틀 마련

도시기본계획의 내용

구 분		계 획 내 용
도시특성	도시조사 및 분석	•도시연혁, 도시세력권, 자연환경, 인문사회환경 등 각 분야별 도시조사 및 분석
	상위 및 관련계획 검토	•제4차국토종합계획 수정계획, 제3차수도권정비기본계획, 수도권광역도시계획, 2016년안산도시기본계획, 안산도시계획재정비, 2010 비전안산 등
	주민의식 조사 및 분석	•주택, 생활환경, 교통, 산업, 관광, 지역발전, 도시경관 등 각 분야별 주민의식 조사 및 분석
	지역특성 종합분석	•안산시 현황분석을 통한 특성 및 개발가능한 잠재력 도출
계획목표 및 도시지표	도시미래상	•안산시의 도시미래상 제시
	계 획 목 표	•도시미래상을 실현하기 위한 계획목표 수립
	도 시 지 표	•인구지표(장래 총인구 및 가구, 인구구조 등), 도시경제지표(지역총생산, 경제활동인구, 취업인구, 산업구조 등), 환경지표(생활환경, 여가환경, 복지환경 등)
도시공간 구조	도시공간구조 구상	•상위계획 및 인접지역 개발, 환경조건 등 제반 여건을 고려한 미래의 바람직한 도시골격 구상
	생활권설정 및 인구배분계획	•안산시 발전과정, 개발축, 도시기능, 자연환경 및 생활환경 여건 등을 고려한 생활권 설정 및 생활권별 인구배분
부문별 계획	토지이용계획	•효율적인 토지자원의 활용 및 각 부문별 계획과의 연관성을 고려한 토지이용계획 수립
	기반시설계획	•교통·물류계획 : 광역 및 지역·도시교통의 총체적 교통체계 구상 •정보·통신계획 : 정보수요 예측 및 도시정보체계 구상 •공공시설계획 : 공공시설 수요 예측 및 공공시설계획
	도심 및 주거환경계획	•지역특성을 고려한 도심 및 시가지 정비방안 제시 •주택의 유형별 적정수준 유지를 위한 종합적인 주택정책 제시
	환경의 보전과 관리계획	•상·하수도, 에너지 등 공급시설계획, 폐기물처리계획 •지속적인 도시발전을 위한 수질·대기환경 등에 대한 환경보전계획
	경관 및 미관계획	•자연경관 및 역사문화경관, 시가지경관 등 경관관리 및 조성을 위한 계획지침 제시
	공원·녹지계획	•기존 공원녹지 및 주변환경과 연계한 공원녹지체계 수립
	방재 및 안전계획	•풍수해·화재·교통사고·범죄 등 도시재해 방지와 방재 및 안전계획 수립
	경제·산업·사회·문화의 개발 및 진흥계획	•1차·2차·3차산업의 개발지표 달성을 위한 개발전략 수립 •지역잠재력을 최대한 발휘할 수 있는 첨단산업 및 관광산업의 육성·발전방향 모색 •의료보건 및 사회복지, 교육, 문화체육 등 분야별 시설 및 서비스계획 수립
실행계획	재 정 계 획	•재정계획 수립

라. 계획수립의 목표 및 기본방향

- 21세기 서해안 거점도시로서의 안산시 발전에 대한 Vision 제시
  - 21세기 서해안시대의 거점도시로서 역할수행을 위한 Vision 제시
  - 사회·경제·문화적 여건변화에 대응할 수 있는 미래지향적 도시구조 및 발전방향 모색
- 상위계획 및 관련계획에 부합하는 계획 수립
  - 제4차 국토종합계획 수정계획 및 제3차 수도권정비계획, 수도권 광역도시계획 등에 부합하고 관련계획을 검토하여 도시개발계획 및 도시관리계획 등에 지침이 되는 계획 수립
- 생태계 및 자연환경의 보전과 개발이 조화된 쾌적한 도시환경 조성
  - 보전이 필요한 지역과 개발이 필요한 지역을 구분하여 '선계획 후개발' 체계를 실현하고, 자원절약형 도시개발 유도로 개발과 환경이 조화를 이루는 환경적으로 건전하고 지속적인 개발이 가능한 친환경 도시 건설

마. 계획구역의 설정

- 도시기본계획구역면적은 당초 2016년 도시기본계획구역면적 151.239㎢에서 273.623㎢가 증가하여 424.862㎢로 변경 설정함.
- 정 도시기본계획구역중 시화 MTV, 북측간석지, 시화간척농지, 방아머리항개발 및 자연환경보전지역, 시화호일대, 풍도연안 등 해수면지역이 도시기본계획구역으로 포함되면서 전체적으로 273.623㎢가 증가됨.

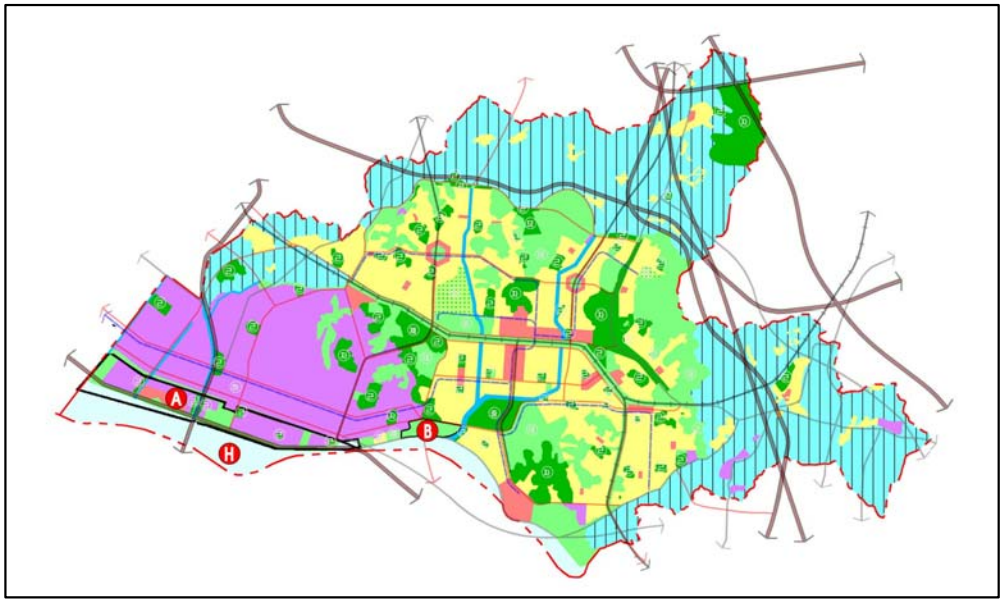
도시기본계획의 내용

(단위 : ㎢)

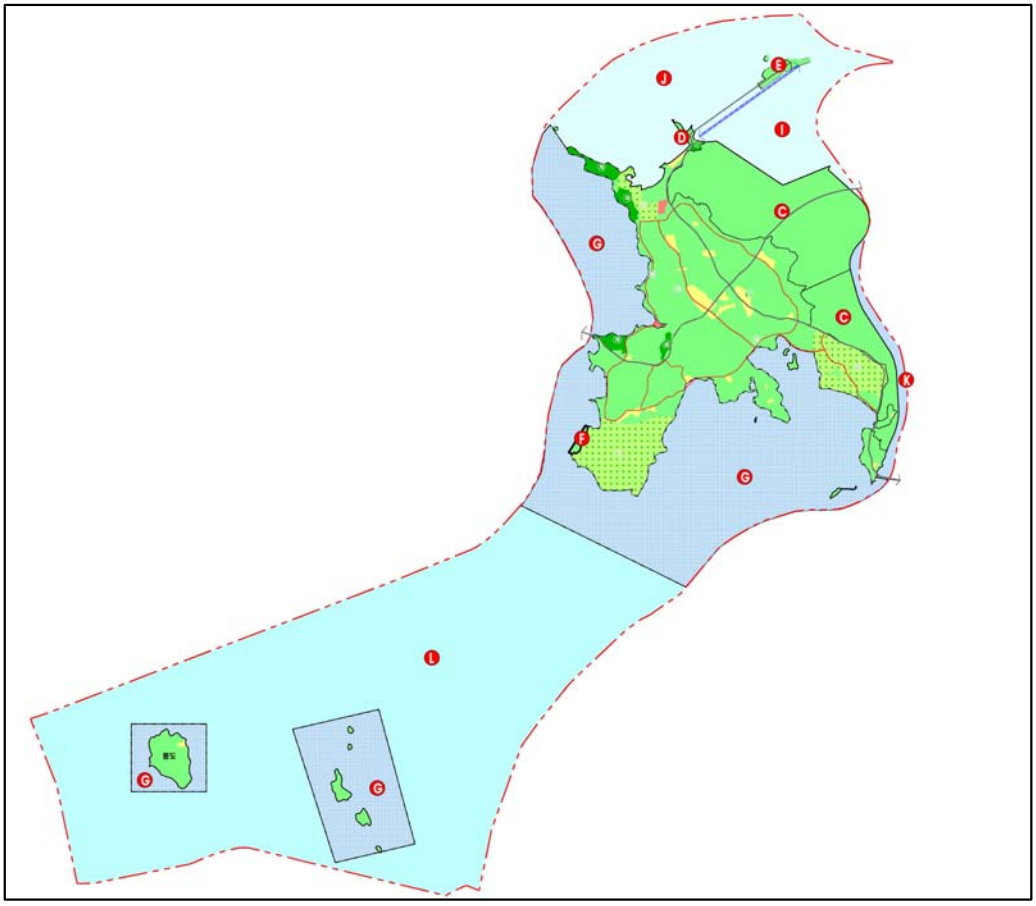
구 분	기정	변경	변경후	비고
도시기본계획구역	151.239	증)273.623	424.862	
신규포함지역	-	증)273.623	273.623	
시화MTV(A)	-	증) 3.891	3.891	
경기테크노파크 확장(B) (북측간석지)	-	증) 0.330	0.330	
시화간척농지(C) (대송단지, 3, 4, 5공구)	-	증) 21.350	21.350	
방아머리항개발(D)	-	증) 0.112	0.112	
조력발전소 관광단지 개발(E)	-	증) 0.538	0.538	
한화매립지(F)	-	증) 0.230	0.230	
해수면	-	증) 247.172	247.172	
자연환경보전지역(G)	-	증) 77.928	77.928	
기성시가지연접 시화호(H)	-	증) 6.446	6.446	
대부도연접 시화호(I)	-	증) 12.318	12.318	
시화호 외해(J)		증) 23.674	23.674	
탄도호(K)	-	증) 2.225	2.225	
풍도연안(L)	-	증)124.581	124.581	

도시기본계획의 내용

기정 시가지 지역



대부동 지역



바. 인구지표의 설정

• 인구의 추정

– 자연적 인구 증가

자연적 증가인구 추정결과 외국인을 포함한 2005년 인구 667,000인에서 2010년에는 698,000인, 2015년에는 722,000인, 2020년에는 745,000인으로 추정되어 2005년 인구에 비해 2020년에는 약 78,000명이 증가.

자연적 증가인구 추정결과

(단위 : 인)

구 분	2005년		2010년		2015년		2020년	
	남	여	남	여	남	여	남	여
0~4세	23,901	22,270	19,647	18,436	16,893	15,852	15,378	14,530
5~9세	30,679	28,053	23,803	22,185	19,645	18,433	16,891	15,851
10~14세	31,021	28,271	30,662	28,041	23,798	22,182	19,643	18,432
15~19세	22,309	21,330	31,005	28,260	30,655	28,029	23,793	22,180
20~24세	23,319	23,723	22,284	21,314	30,982	28,205	30,645	28,000
25~29세	28,455	27,212	23,277	23,678	22,250	21,265	30,968	28,165
30~34세	37,622	36,002	28,381	27,151	23,239	23,624	22,249	21,224
35~39세	38,692	37,133	37,500	35,914	28,341	27,075	23,223	23,568
40~44세	37,341	31,778	38,517	37,013	37,367	35,797	28,308	27,012
45~49세	26,571	21,622	37,033	31,645	38,206	36,817	37,307	35,650
50~54세	13,634	11,713	26,185	21,482	36,485	31,468	37,958	36,708
55~59세	8,949	8,385	13,319	11,616	25,832	21,374	36,417	31,455
60~64세	6,883	8,007	8,691	8,297	13,010	11,512	25,817	21,367
65~69세	5,362	7,494	6,568	7,867	8,237	8,217	12,700	11,419
70~74세	3,355	5,413	4,930	7,289	5,997	7,670	7,873	8,173
75~79세	1,809	3,691	2,920	5,112	4,078	6,750	5,265	7,457
80~84세	1,024	2,155	1,405	3,248	2,008	4,201	3,006	5,946
85세이상	415	1,191	918	2,552	1,597	4,766	2,658	7,899
소계	341,341	325,443	357,045	341,100	368,620	353,237	380,099	365,036
	666,784		698,145		721,857		745,135	
적용	667,000		698,000		722,000		745,000	

주1) 외국인 포함, 외국인현황(안산시 통계연보, 2005)자료를 근거로 과거추세연장에 의한 추정
주2) 5년간 출생인구 = 가임여성인구×출산율
주3) 5년후 5~9세인구 = (전년도 0~4세인구)×생잔율
주4) 계산된 수치를 다소 가감하여 단순화 하였음.

- 사회적 인구 증가

안산시로 유입되는 사회적 증가인구는 도시·주거환경정비사업 등 기정시가지 개발, 신길택지개발사업 등 신규 주택지 개발 및 시화MTV 개발 등 고용인구 증가에 따른 유입인구 등을 종합한 결과 2020년까지 약 185,000인이 증가는 것으로 산정.

사회적 유입인구 추정결과

(단위 : 인)

구 분			규모	2005년	2010년	2015년	2020년	비고
사회적 증가인구				20,000	113,400	158,200	185,000	
기성 시가지 개발	도시·주거 환경정비사업	2010 정비구역	31개소	-	8,000	8,000	8,000	
		2015 정비예정구역	7개소 및 예정구역	-	-	18,100	18,100	
		2020 정비예정구역	예정구역	-	-	-	12,300	
	안산신도시 2단계 미개발지		7,000가구	-	13,000	13,000	13,000	
신규 주택지 개발	신길택지개발사업		13,896인	-	9,000	9,000	9,000	
	신길온천역국민임대주택단지		2,774인	-	1,800	1,800	1,800	
	한국농촌공사부지생태주거단지		11,324인	-	-	7,400	7,400	
	대부동 주택단지개발	근린주구형 주거단지	1.136㎢	-	-	10,300	10,300	
		방아머리 · 구봉 관광배후지	1.004㎢	-	-	-	5,400	
	광역도시계획 조정가능지	신길동(4404)	1.150㎢	-	-	-	3,100	
		사사동(4406)	0.289㎢					
	역세권 개발	소사-원시선(석수골)	0.064㎢	-	3,000	3,000	3,000	
		소사-원시선(화랑)	0.092㎢	-	3,000	3,000	3,000	
	안산신도시 2단계지역 용도전환	37블럭	0.064㎢		-	2,000	2,000	
		89블럭	0.337㎢	-	10,000	10,000	10,000	
		90블럭	0.524㎢	-	11,600	11,600	11,600	
고용 인구 유입	산업용지개발	시화MTV	3.624㎢	-	24,000	24,000	24,000	
	외국인인구			20,000	30,000	37,000	43,000	

- 계획인구 설정

자연적 증가인구는 2005년 667,000인에서 78,000인이 증가되어 2020년에는 745,000인으로 될 것으로 전망되며, 사회적 증가인구는 기정 시가지 개발, 신규 주택지 개발, 고용인구 유입 등에 의하여 2020년에 185,000인이 외부에서 유입될 것으로 전망 된다.

이에 따라 안산시 계획인구는 자연적 증가인구와 사회적 증가인구를 합하여 2010년 811,000인, 2015년 880,000인, 2020년 930,000인으로 추정된다.

사회적 유입인구 추정결과

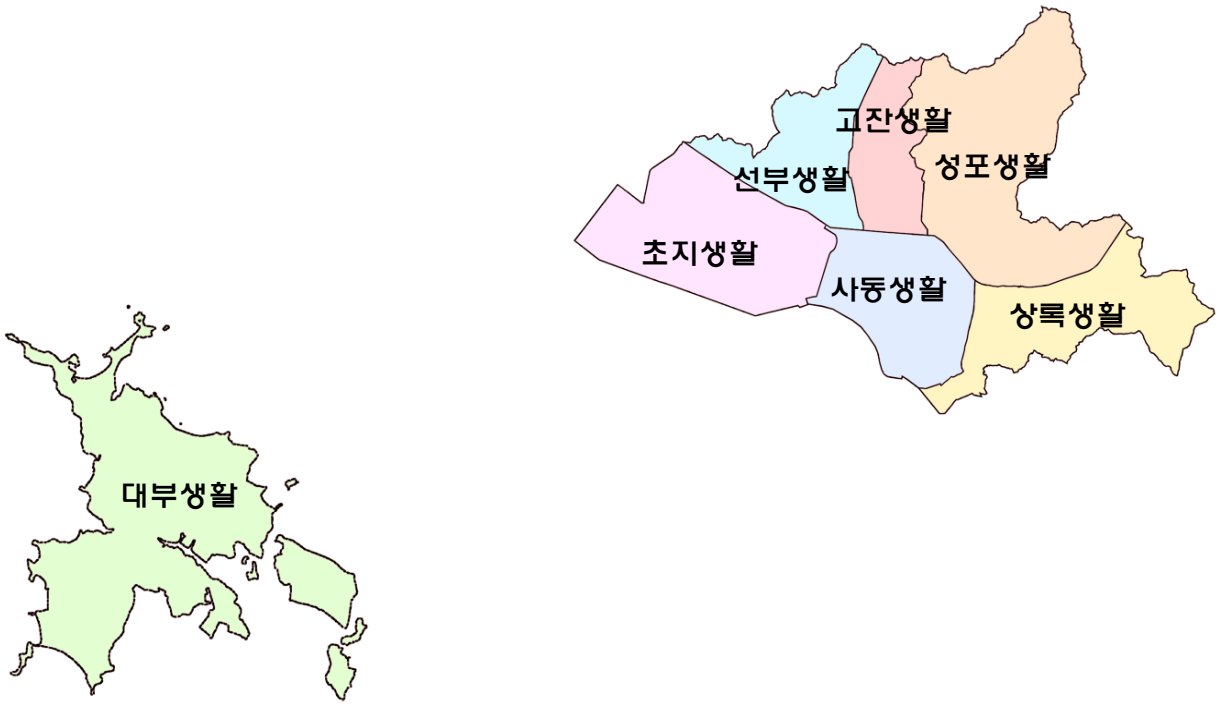
(단위 : 인)

구 분	2005년	2010년	2015년	2020년
총인구	687,000	811,000	880,000	930,000
자연적 증가인구	666,784	698,000	722,000	745,000
사회적 증가인구	20,000	113,400	158,200	185,000
기성시가지개발	-	21,000	39,100	51,400
신규주택지개발	-	38,400	58,100	66,600
고용인구유입	20,000	54,000	61,000	67,000

• 생활권 설정

안산시는 중앙을 가로지르는 중앙로와 안산선을 중심으로 남북으로 분리되어 생활권의 단절이 예상된다. 북측엔 기정 시가지가 조성되어 상업지역 분포 및 인구현황검토를 통하여 다이아몬드 광장을 중심으로 한 선부생활권, 안산시청을 중심으로 한 고잔생활권과 예술광장을 중심으로 하는 성포생활권으로 구분하였으며, 남측은 초지동 일대에 조성된 산업단지를 특수생활권으로 분리하여 초지생활권, 안산신도시 2단계지역을 중심으로 하는 사동생활권과 본오동을 중심으로 하는 본오생활권으로 구분하였다. /따라서 안산시는 시 전체를 1개의 대생활권으로 하고, 대부동지역 중생활권과 기정시가지지역을 6개의 중생활권으로 구분하여 크게 1개 대생활권과 7개의 중생활권으로 구분하였다.

생활권 구분도



- 생활권별 특성 및 특성화 전략

생활권별 특성

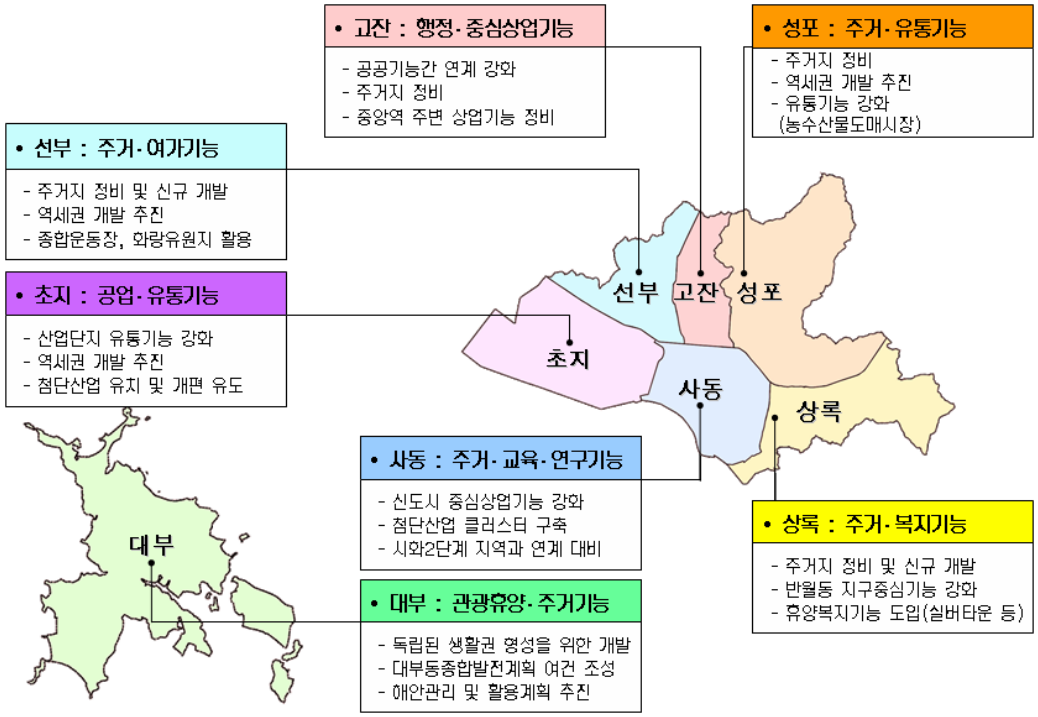
대생활권	중생활권	주 요 특 성
안산시 전 체	선 부 생활권	•주거기능 중심지역으로 일부 공공기관이 포함 •개발제한구역이 포함되어 있으며, 일부지역이 우선해제취락과 국책사업의 택지개발사업지구로 지정 •영동고속도로가 관통하고 있으며, 서안산IC를 통한 진출입이 가능 •화랑유원지 및 종합운동장 건립 등으로 문화 및 여가기능 잠재력 풍부
	고 잔 생활권	•행정, 상업중심기능과 주거기능이 포함 •개발제한구역이 포함되어 있으며, 일부지역이 우선해제취락으로 지정 •대부분의 중추적인 공공기관이 밀집되어 있으며, 안산문예회관, 올림픽기념관, 중앙공원, 안산예술대학 등이 입지하고 있음.
	성 포 생활권	•주거기능중심지역으로 상록수역 주변으로 상업·업무기능이 일부 포함 •개발제한구역이 포함되어 있으며, 일부지역이 우선해제취락으로 지정 •농수산물도매시장이 입지, 유통상업기능이 활발 •안산IC, 안산JC, 조남JC 등을 통해 영동고속도로, 서해안고속도로, 서울외곽순환고속도로에서 진출입 가능 •골프장, 안산1대학, 안산예술종합학교, 시외버스터미널 등의 시설이 입지
	초 지 생활권	•시화공단, 반월공단이 입지한 특수생활권 •안산공과대학 주변으로 주거기능이 일부 포함 •개발제한구역이 포함되어 있으며, 일부지역이 우선해제취락으로 지정 •공단역, 안산역, 신길온천역 등 전철역사가 포함되어 인구유입 잠재력이 풍부
	사 동 생활권	•안산신도시 2단계 지역이 포함되어, 주거·상업기능이 활발 •한양대학교 및 경기테크노파크 등이 입지하여 교육, 연구기능의 중심역할 •시화2단계 사업지구와 연계여건이 양호 •안산호수공원이 입지하고 있으며 시화호와 연접
	본 오 생활권	•본오동을 중심으로 주거기능중심지역으며, 상록수역 주변으로 상업·업무기능이 일부 포함 •개발제한구역이 포함되어 있으며, 일부지역이 우선해제취락으로 지정 •일부 준공업지역내 공장들이 밀집되어 있음. •국도 39, 42호선이 관통하고 있으며, 반월역 전철역사가 입지하여 교통여건 양호
	대 부 생활권	•방조제로 연육된 대부도지역 전역이 생활권이며, 풍도, 육도 등 일부도서지역도 포함 •농업, 수산업 등 1차산업이 주요산업이며, 일부 횟집, 숙박 등 상업관광기능이 포함 •해안주변으로 염전, 양식장 등이 분포하고 있으며, 연안지역 대부분이 해상도립공원으로 지정됨. •산지의 대부분은 간척사업을 위한 토취장으로 지정되어 활용되고 있음.

생활권별 특성화 전략

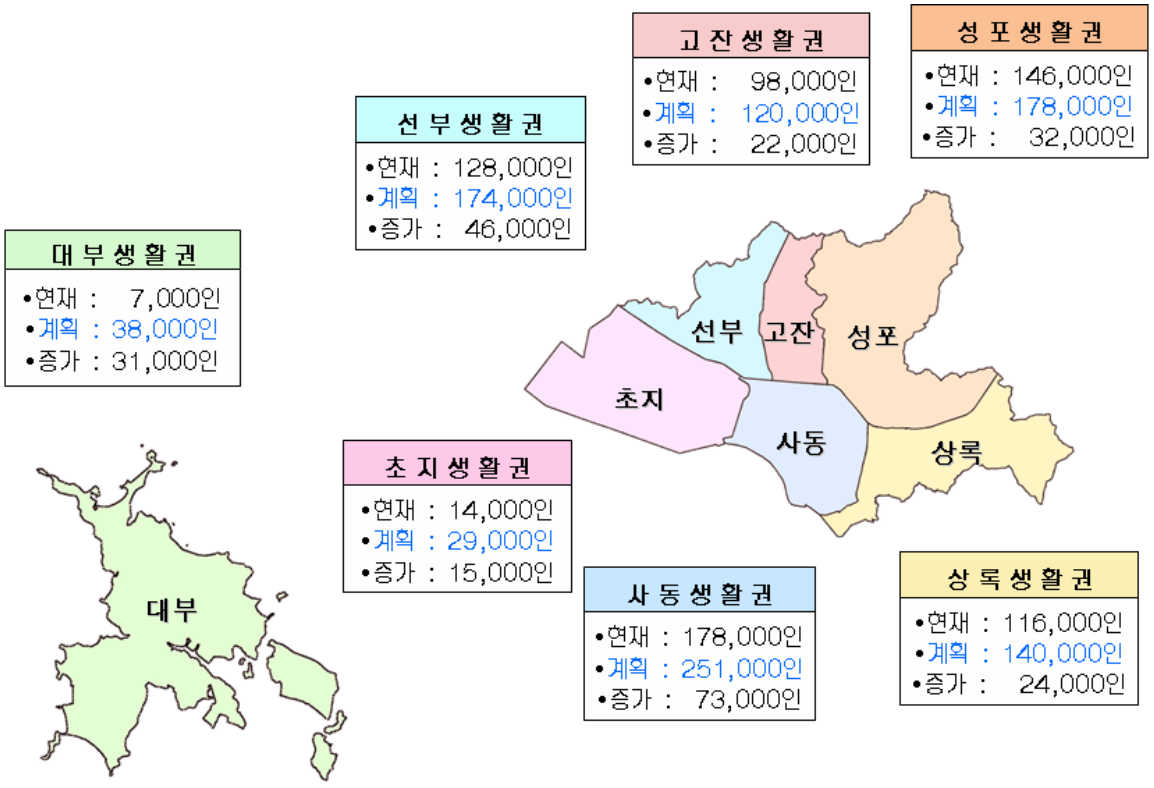
대생활권	중생활권	소 생 활 권	주요기능	특성화 전략
안산시 전 체	선 부 생활권	•원곡본동(일부), 원곡1동(일부), 원곡2동, 선부1동, 선부2동, 선부3동(일부) 초지동(일부)	주거 + 여가	•기존 주거지 정비 및 신규 주택지개발에 따른 도시구조 정비 •역세권개발을 통한 상업·업무기능 강화 •종합운동장 건립 및 화랑유원지를 활용한 여가기능 강화방안 마련
	고 잔 생활권	•고잔1동, 고잔2동, 와동, 선부3동(일부)	행정 + 중심상업	•행정중심기능 집적효과를 유지하기 위한 공공기능간 연계 강화 •중앙역 주변 상업기능의 정비
	성 포 생활권	•월피동, 안산동, 부곡동, 성포동, 반월동(일부), 일동(일부)	주거 + 유통	•기존 주거지 정비 •상업유통기능 강화를 위한 농수산물도매시장 부지확장 등 방안 마련 •신안산선 건설을 고려한 수암동지역내 거점중심기능 강화
	초 지 생활권	•원곡본동(일부), 원곡1동(일부), 초지동(일부)	공업 + 유통	•안산역 주변 역세권개발 및 유통기능 강화 •기존의 전통산업 정비 및 고도화 •신규산업 유치시 첨단산업 유도
	사 동 생활권	•호수동, 사1동, 사2동, 일동(일부), 초지동(일부)	주거 + 교육 + 연구	•안산 신도시 2단계 개발에 따라 새로운 중심지로 부각 •산·학·연의 첨단산업 Cluster 구축 •시화2단계 지역과 연계가능한 사동지역의 지역중심기능 강화
	본 오 생활권	•본오1동, 본오2동, 본오3동, 반월동(일부)	주거 + 복지	•기존 주거지 정비 •반월동지역내 거점중심기능 강화로 상업활성화 도모 •실버타운 등 휴양복지기능 도입
	대 부 생활권	•대부동	관광휴양 + 주거	•중심지체계 구상을 통한 계획적인 개발 추진(근린주구형 주거단지 구상) •대부동종합발전계획 등 관련계획의 실현여건 조성 •토취장부지의 친환경적 활용방안 구상 •연안, 염전, 양식장 등 해안에 대한 관리 및 활용방안 마련

생활권 설정 및 인구배분 개념도

생활권별 기능



생활권별 인구현황



사. 공급계획

• 상수도 수질관리계획

– 수역의 관리

차집관거, 하수관거 재정비, 초기 우수저장시설 등 유입부하량 저감대책 시행하고, 우수의 지하수 침투 촉진, 투수성포장 확대, 하수처리장 방류수 재이용 등 안정적 수량 확보를 통해 하천의 건천화 방지한다. 또한, 오염물질 대상사업장에 대하여 철저한 배출규제 및 처리시설 정비·개선하며, 쓰레기매립지 정비, 침출수처리장 설치 및 관리, 화학비료 제한, 축산분뇨 유출방지대책 등 비점오염원 저감방안을 수립하여 시행한다.

– 물 관리

공공건축물 중수도 시설 설치 의무화방안 수립 및 중수도 설치 건물의 인센티브 확대방안을 강구 등 중수도 시스템 보급화 추진하고, 절수용 수도제품 사용 확대방안 및 지하철 구간에서 용출되는 지하수의 활용 등으로 하수발생 최소화한다.

– 체계적인 상수도 관리시스템 구축

상수원 및 정수장, 도수·송수, 급·배수 등 각 급수과정별 모니터링 시스템을 통한 수질 및 수량변화 감시로 각종 수질 및 수량 사고에 신속히 대처하며, 상수 공급량과 사용현황에 대한 지역별 DB 구축을 통한 효율적 수자원 관리체계 구축한다.

3.1.6 안산도시계획재정비 (안산시, 2001.9)

가. 계획의 목적

- 미래 지향적이며 장기적 종합계획인 도시기본계획에서 설정된 도시개발방향을 법정 도시계획으로 전환시키는 수단으로의 목적과, 기정 도시계획이 내포하고 있는 문제점을 검토, 시민의 도시생활에서 일어나는 개발행위의 발전적 유도를 통하여 쾌적한 도시환경을 조성
- 구체적으로 대부동 지역이 도시지역으로 편입됨에 따라 기정 시가지내의 용도지역 및 용도지구의 지정·조정 등으로 급변하는 도시환경 변화에 능동적으로 대처하고 하나의 정주단위로 자급자족할 수 있는 생활편익시설을 공급하여 무분별한 개발을 방지하고 도시생활의 편의를 도모

나. 계획의 범위

구 분	내 용
시간적 범위	• 목표연도 : 2006년 • 기준년도 : 1997년
공간적 범위	•대부동지역이 도시지역으로 변경(25.307㎢, '99. 12. 4)됨에 따라 도시계획구역을 행정구역과 일치시키기 위하여 안산시 행정구역 144.773㎢을 계획 수립대상지로 설정

다. 도시공간구조 구상

구 분	내 용
도시기능	•수도권 서남부 지역의 산업중심도시 기능 •서해안축 교통결절지 기능 •주거+상업+생산+관광기능이 조화된 복합도시 기능 •시화2단계 사업지구 배후도시로서의 기능 •도시와 농어촌기능이 조화된 전원도시 기능
토지이용	•기정 시가지의 체계적인 정비 •주거용지내 미개발 나대지의 적정인구밀도 설정에 따른 합리적 개발 유도 •고잔뜰 개발사업에 따른 공공시설의 충분한 확보 •장래 인구증가에 대비한 도시용지 확보(시화 담수호 해안간석지의 적극 활용) •대부동의 임해관광 도시개발 •G.B내 기능을 상실한 대규모 농지를 고부가가치의 농업용지로 활용

구 분	내 용
교 통	•안산시 외곽으로 잘 발달된 지역간 도로(서해안고속도로, 서울-안산 고속도로, 신갈-안산 고속도로, 국도39,42호선)와 지역내 도로와의 적극적인 연계 강화 •시화2단계 사업지구와 적극적인 연계개발을 위한 연결도로 계획 •지역간 도로의 확장계획(국도39호선, 42호선)추진 •반월공단, 시화공단 화물량의 도심통과 방지를 위한 화물 통과교통의 우회처리 •시가지 내부간선도로망의 순환기능 강화
공원·녹지	•공원 이용권을 고려한 기능별, 생활권별 공원의 적정 배치 •기정시가지내 보전녹지는 타용도로의 전환을 최대한 억제토록 하며 반월공단 인접 보전녹지는 공원으로 조성하여 무질서한 무허가 건축의 난립을 방지하고 체계적인 유지, 관리 •기 결정된 공원의 적극적인 개발, 정비로 실제 이용이 가능토록 계획 •공원간의 연계성을 고려한 공원녹지체계 구상 •고잔지구내 고잔저수지를 이용하여 안산시를 대표하는 대규모 중앙공원 개발

라. 생활권 구분

• 1개의 안산 대생활권과 5개 중생활권으로 계획

생활권구분		면적(㎢)	주요기능	비 고
계		144.773		
군자생활권	선부1동, 선부2동, 선부3동, 원곡본동, 원곡1동, 원곡2동, 고잔1동 일부지역, 고잔2동	31.58	주거+상업+공공	
수암생활권	성포동, 월피동, 부곡동, 안산동	21.85	주거+상업	
상록생활권	본오1동, 본오2동, 본오3동,반월동, 일동, 사1동, 사2동	27.328	주거+교육	
고잔생활권	공단동, 초지동	23.087	주거+상업+공업	
대부생활권	대부동	40.982	관광 + 위락	

마. 부문별 계획

- 토지이용계획
  - ○ 수도권 중심도시로서의 기능강화와 인구증가에 따른 도시용지 확보차원의 토지이용계획수립
  - ○ 목표연도의 계획인구를 수용하기 위한 토지공간의 합리적인 배분
  - ○ 기정시가지는 대규모 개발보다는 정비차원의 개발
  - ○ 대부동 지역은 체계적이고 균형있는 발전을 도모하기 위한 도시공간구조 설정
  - ○ 저밀개발을 정책적으로 유도하여 기존의 주거형태 유지
  - ○ 우량농경지 및 양호한 수림의 보전
  - ○ 기정시가지 남측 간석지는 국가계획 수립지역인 시화지구 토지이용계획 수립시 반영
- 교통계획
  - ○ 상위계획상 제시된 광역교통체계의 수용 및 연계도로망 구축
  - ○ 생활권간 효과적인 연결체계를 구축
  - ○ 도로의 신설보다는 정비차원에서의 가로망 체계 구상
  - ○ 대부동 지역은 도시기본계획상의 간선도로망 계획을 수용하되, 장래교통량, 경제성, 지형 등을 고려하여 폭원 및 선형을 조정
  - ○ 시도 1, 2, 3호선 및 공사중인 영흥화력발전소 진입도로 등 기 결정된 노선의 검토·반영
  - ○ 도시특성을 고려, 자연지형을 최대한 보전하며 기존 도로를 활용토록 계획
- 정보·통신계획
  - ○ 국가 초고속 정보통신망 계획과 지역통신망의 연계로 종합적인 지역통신 「네트워크」를 구축
  - ○ 정보화 시대의 진전에 따라 다양한 통신매체 수단의 개발로 인한 지역정보센타 육성
  - ○ 기반시설의 정보화 추진으로 도시생활의 안정성 확보
  - ○ 장래 국제화 시대에 대응한 국제통신시설의 확충
  - ○ 소득증대 및 정보화 시대에 대응한 초고속 통신망의 구축
- 공공시설계획
  - ○ 광역적인 시설과 국지적인 시설을 구분할 때 각 시설의 이용성과 기능운영에 적합하도록 배치
  - ○ 국지적인 시설은 생활권별로 적정규모 배치
  - ○ 대부동 계획에 있어 가급적 근린공공시설 분포를 근린주구 중심지에 입지토록 계획

- 산업개발계획
  - ○ 농업 생산구조의 변화 및 어업장비의 현대화 등으로 생산성 증대와 유통구조 정비를 통한 수익률 제고
  - ○ 2000년대 고도화, 국제화에 대응하는 신산업 유치 및 쾌적한 도시환경 창출을 제약하는 부적격 공장의 점진적 이전 및 도시형 업종으로의 전환 도모
  - ○ 지역정보산업의 확충 및 교육·연구기능 강화 및 중소기업 육성을 위해 집단화, 규모화 유도
  - ○ 3차산업 위주의 산업기능으로의 전환대비 및 인구증가에 따른 자족적 상권 형성
  - ○ 국제화 시대에 부응하는 컨벤션기능 도입
  - ○ 기정시가지내 유원지와 중앙공원의 적극개발 및 임해관광자원과 광역교통망을 이용한 서부수도권의 대표적인 관광지로 개발
- 생활환경계획
  - ○ 기정시가지는 인구고밀화를 대비한 주택공급, 대부동은 저층 중심의 주택지 형성
  - ○ 수도권 개발에 관련한 광역공급체계를 확립하여 상수도 공급체계를 효율적으로 배치하여 상수도 공급의 원활화 도모
  - ○ 기정시가지는 배수인구 100%, 대부동은 86%로 전망하여 하수도 시설 확충 및 정비
  - ○ 쓰레기의 100% 수거 및 분뇨 발생의 100% 수세식 처리
  - ○ 전력시설은 광역공급망의 체계화를 도모함과 동시에 신규 전력수요에 적합한 공급망을 형성하고, 청정연료로의 대체 및 에너지 절약형 공업 유치
  - ○ 시가지 개발시 환경영향을 고려하여 오염원 최소화 및 환경오염 방지시설의 의무설치 및 단속에 대한 행정력 강화
- 공원·녹지계획
  - ○ 중로 1-30호선변(북측외곽도로)의 완충녹지를 인근주민들의 휴게공간 제공을 위하여 근린공원으로 지정
  - ○ 본오동 주민의 체육활동 공간과 약수터 이용객의 휴게공간 제공을 위해 보전녹지지역을 공원으로 지정
  - ○ 대부동 지역은 경관이 수려한 서측해안에 도시자연공원 2개소 및 국토이용관리법상의 묘지지구를 묘지공원으로 지정
  - ○ 북측외곽도로의 선형조정에 따라 발생되는 자투리땅을 경관녹지로 조정
- 사회개발계획
  - ○ 의료시설의 대폭적인 확충 및 저소득층을 위한 공공의료시설의 확충 도모

○ 노인연령층, 여성층, 장애자, 시민 등 각 계층별 복지시설 및 교육, 직업훈련시설 설치 등으로 사회참여 서비스를 보장할 수 있는 종합적인 사회복지체계 구축

○ 인구증가에 따른 학교시설 확충과 생활권별로 적절한 분산 배치 등을 통한 교육의 효율성 및 학교간 시설격차 해소

○ 도서관, 복지센터 등 문화·체육시설의 분산배치 및 종합운동장 건설

○ 대부동에 관광·휴양도시로서의 위상제고와 지역경제 활성화를 위하여 운동장(골프장)을 계획하고 선감동에 청소년수련시설을 계획

• 도시방재계획

○ 전기, 가스, 수도 등의 공급시설은 관망정비를 통하여 블록화, 지중화 추진

○ 시가지내 공원, 녹지, 광장등의 공간에 화재시 피난공간, 방재활동의 거점, 연소차단대, 재해복구 활동기지 등의 역할 부여

○ 도시내 도로의 사고다발구간은 안전표시판 및 보호난간 설치와 도로선형 및 구조를 전반적으로 재검토

○ 기정 시가지의 하수도시설 보급을 완비시키고 하수관리망을 증설하여 배수능력을 제고

○ 산사태, 옹벽붕괴 예상지역 및 고지대는 사방사업과 재해에 대한 사전예방조치를 지속적으로 추진

• 도시경관계획

○ 지구지정, 경관조례 제정, 지역·지구의 세분화 등을 통한 자연경관 보전

○ 천변 녹지축 강화, 하천의 자연적인 형태의 시설로 개선 및 대부동 해안사구 및 갯벌보전과 정비를 통한 수변경관 보전

○ 간선가로 도로시설 및 조경기준의 차별화, 경관 특성도로 지정 등을 통하여 시가지 경관 보전

○ 역사적 건축물, 보전지역의 목록을 작성하여 경제적 지원 및 보조금 마련 등을 통하여 역사적 경관 보전

3.1.7 "2010 비전안산" 발전계획 (안산시, 1999.12)

가. 기본구상

환경친화적 미래형 산업구조	– 산업구조 고도화를 통한 첨단산업도시 건설 – 환경친화적 산업활동 강화 – 유통산업과 연계된 해양·교육·관광산업의 육성 – 경쟁력 있는 미래형 중소기업의 육성
디지털형 도시공간구조	– 신속한 기능전환이 가능한 디지털형 도시의 건설 – 안산공동체 정보망, CINA(Community Information Network of Ansan)를 구축 – 자연이 살아 숨쉬는 녹색도시의 건설 – 도시 내 지역간 연계기능의 강화 및 균형발전의 추구 – 수도권내 우수한 입지조건을 최대한 활용하는 도시
문화가 살아있는 쾌적한 복지도시	– 삶의 여유를 즐길 수 있는 문화의 도시 – 북유럽형 복지도시의 건설 – 누구나 살고 싶은 전국최고의 쾌적한 환경을 가진 도시

나. 중장기 발전계획

도시공간구조

자연이 살아 숨쉬는 녹색도시	– 개발제한구역과 보존녹지의 개발 억제 및 철저한 보존, – 주거지 주변의 근린공원 조성 및 확대
쾌적한 도시환경 편리한 도시	– 최적인구 설정 및 인구관리
도시 내 지역간 균형발전을 이루는 도시	– 제1단계 및 제2단계 신도시의 이원화 문제 해결, – 안산시의 중심상업지구 기능 강화, – 저소득 밀집지역의 경제활동 강화
관광자원 및 입지조건을 최대한 활용하는 도시	– 대부도 관광객을 유치할 수 있는 전국 최초의 아울렛몰 조성, – 대부도와 안산시를 연계할 수 있는 시화호 방조제상 4차선도로에 모노레일 설치 및 전기자동차 도입 – 관광과 쇼핑을 겸할 수 있는 1일 관광코스 개발

3.1.8 시화지구 장기종합계획 (건설교통부, 2006.5)

가. 장기종합구상

- **방조제 주변지역**

① 조력발전

○ 국제 기후변화협약에 적극 대처하기 위하여 무공해 전력을 생산·공급하는 시범사업으로 추진 필요

○ 시화호의 보다 효율적인 수질 개선을 위하여 조력발전을 통한 대규모 해수유통시스템 도입이 필요

○ 조력발전소 입지는 수질개선효과, 지반조건, 경제성 등을 종합적으로 고려할 때 작은 가리섬 주변이 적지

○ 방조제 중앙부에 위치한 작은 가리섬에 수차와 수문을 설치

; 시설용량 : 252㎿

연간 발전량 : 552GWh

연간통과유량 : 62억㎥ ~ 70억㎥

② 항만

○ 급증하는 수도권의 항만수요 및 효율적인 물류유통체계를 고려할 때 시화호 방조제 주변이 항만 최적지로 평가

○ 2011년까지 소요되는 34선석은 송도남측에 개발

○ 2012~2020년까지 소요되는 56선석 중 송도남측에 5선석을 추가개발하고, 시화호 방조제측에 24선석 개발, 기타입지에 27선석을 개발하되(대안2), 시화호 방조제측 개발은 조력발전시설 이후(2009년) 조수의 유통상황, 시화호 수질개선상황, 주변 기반시설 등을 종합적으로 재검토하여 추진

- **북측간석지 지역**

① 멀티테크노밸리

○ 시화 멀티테크노벨리는 1996년부터 추진해 온 사업으로 현재 각종 영향평가 절차가 완료됨

○ 수도권내 입지가 불가피한 첨단·벤쳐산업 수요에 대처하고, 자체용지 확보능력이 없는 중소기업을 위하여 저렴한 용지를 공급할 수 있는 첨단산업입지를 조성

○ 총 개발면적 : 1,046ha

- 생산시설 용지 : 333ha

- 생산지원시설 용지 : 92ha(R&D, 벤쳐, 지원시설 등)
- 상업·업무·유통시설 용지 : 128ha
- 공공시설 및 기타 용지 : 492ha

※ 개발규모에 대하여 건설교통부, 산자부, 환경부 등 관계기관과 협의회에서 논의중

○ 유치업종 : 조립·금속, 전기·전자, 첨단지식 기반 제조업 등

○ 종사 및 유발 인구 : 184천명

② 테크노파크

○ 경기 테크노파크부지 확장사업의 일환으로 규모 330,250㎡을 조성하여 경기 테크노파크에서 연구·개발된 제품의 생산시설 유치

○ 안산시에서 필요로 하는 상징공원·수변공원들의 공원시설과 공단내 화물을 집산·배송하는 화물터미널 유치

○ 멀티테크노파크와 연계되는 녹지벨트 조성

○ 총 개발면적 : 33ha

- 연구생산 시설용지 : 11.5ha
- 상징공원 : 6.6ha
- 공공시설 용지 : 14.8ha

• 남측간석지 지역

○ 부문별 구상에서 남측간석지에 대해서는 다양한 의견이 제시되고 있으나 1998년에 이미 농업용지와 도시용지의 구획선이 확정되었고, 농업용지는 현재 공사중인 점을 감안하여 당초 구획선을 유지

① 농업용지 구상

○ 4.392ha만평(44.05㎢)를 농업적 목적으로 활용

- 기계화 영농단지 : 2,873ha
- 환경농업 시범단지 : 165ha
- 기타(유수지 등), 생태습지 : 1,354ha
- 도시용지 구상

○ 자연환경보전 및 갯벌보전을 위하여 일부 불가피한 지역을 제외하고는 현재 육지가 드러나 있는 지역(표고 -1m 이상) 5,680ha을 계획대상지로 하되(대안 2) 도입기능 및 입지는 탄력적으로 적용

○ 단지의 주요기능은 레저·관광·주거·산업 등 복합적 용도로 함

- 주거용지 : 825ha
- 레저·연구용지 : 132ha
- 관광·레저 용지 : 1,453ha
- 학술·연구단지 : 891ha
- 생태문화체험파크 : 1,486ha
- 기타(수로, 도로, 녹지 등) 891ha

시화지구 장기종합구상

지 역	도입기능	규 모	비 고
방조제 주변	조력발전소	시설용량 252천㎾	작은 가리섬 주변
	항만	63선석	송도남측 39선석, 시화방조제 24선석은 2012년 이후 재검토(27선석은 기타지역에 입지)
북측간석지	시화멀티테크노밸리	1,046ha	
	안산테크노파크	33ha	
남측간석지	농업용지	4,392ha	
	도시용지	5,680ha	

나. 주거용지 수요 검토

- **주거용지의 필요성**
  - ○ 수도권의 입지적 장점, 주변지역의 성장추이, 광활한 토지자원 등을 감안할 때, 주거용지로의 개발 잠재력이 높음
  - ○ 지구내 산업·레저기능의 배후주거기능, 시화멀티테크노밸리 등의 배후주거단지로서의 기능을 담당할 필요성 제기

- **지구내 수용인구 추정**
  - ○ 시화멀티테크노밸리 지역 유발인구 전망 : 184,000명
    - 통근가능권 지역(안산, 시흥, 인천, 수원, 광명 등)과 시화지구 주변에서 수용
    - 남측간석지내 수용(30～40%, 52,000명)
  - ○ 남측간석지 레저·연구용지(132만㎡) 유발인구 예측 : 22,000명
    - 남측간석지내 수용(50%, 11,000명)
  - ○ 지구내 관광·레져용지(1,453만㎡) 유발인구 예측 : 55,000명

- 지구내 수용(40%, 22,000명)

○ 안산, 시흥 등 기존도시에서의 유입인구 전망 : 10,000명

주거기능 수용인구 추정

구분	면적(만㎡)	유발인구(인)	유치인구(인)	비 고
시화멀티테크노밸리	10,468	184,000	52,000	유발인구의 30~40% 유치
레저산업 연구기능	132	22,000	11,000	유발인구의 50% 유치
관광·레저 기능	1,453	55,000	22,000	유발인구의 40% 유치
기타유입인구	-	-	10,000	시화,반월,화성 등 기존도시 유입인구
합계	12,053	261,000	95,000	

● **주거용 토지 수요추정**

○ 쾌적하고, 친환경적인 주거지 조성

- 공원·녹지율 : 25% 내외(화성동탄지구 24%, 김포지구 21%)
- 개발밀도 : 용적률 140~150%
- 인구밀도 : 평균 115/ha

다. 안산 테크노파크 개발계획

● **대상지 현황**

○ 시화호 상류 북측에 위치하여 서측으로 반월공단, 동측으로 아파트 단지, 북측으로 근린공원 및 준주거지역이 입지

○ 공단, 기존도심의 산업·업무·주거기능의 중간지점

● **유치기능**

○ 산업·연구기능 : 경기 테크노파크 확장

○ 시화 상징공원 및 레저기능 : 상징공원, 수변공원 설치로 도심부에 시화호 조망 각종 레저기능과 연계

○ 교통시설 확충기능 : 화물주차시설 확충, 부지내 해안도로 신설

● **토지이용계획 구상(안)**

○ 부지규모 : 330,000㎡(연구생산시설 : 115,000㎡, 상징공원 : 66,000㎡, 공공시설용지 : 149,000㎡)

라. 안산시내 인구수용 계획

- **상위계획 검토**
  - ○ 2006. 5 건설교통부 '시화지구 장기종합계획에 의하면 시화지구인 시화MTV, 남측간석지의 유발인구는 261,000명이며, 이중 약 30~40%인 95,000명을 시화지구내에 수용하는 유치인구로 계획하여야 하고, 나머지 166,000명은 안산, 화성, 시흥, 수원 등에서 수용계획
  - ○ 『시화 멀티테크노밸리 조성사업 인구영향평가서, 2005. 5 한국수자원공사』 자료를 기준으로 사회적 인구증가 약 2,000명 발생 추정
- **인구수용계획**
  - ○ 상위계획의 대구모사업 등으로 유발되는 인구중 일부는 안산시 기정시가지로 수용예측
  - ○ 상위계획 등 대규모사업으로 유입되는 인구중 일부를 저소득층 등을 수용하기 위한 공공주택사업의 구상으로 주거지 확보

3.1.9 시화 MTV 개발계획 (한국수자원공사, 2008.12)

가. 계획목적

- ○ 첨단·벤처업종 등 지식기반산업을 중심으로 연구개발, 유통 등의 지원기능과 관광·휴양의 여가기능 등이 조화된 미래지향적 첨단복합단지 조성
- ○ 양호한 입지여건을 활용하여 계획적인 입지공간을 제공함으로써 개별입지에 따른 난개발을 방지하고 주변단지와의 상호보완기능을 바탕으로 중소기업의 경쟁력 제고 및 지역경제 활성화 도모
- ○ 시화호 수질개선사업의 지속적 추진으로 안정적인 수질을 확보하여 주변해안에 대한 환경자원 이용도를 제고함과 동시에 충분한 녹지공간 조성 등을 통해 친환경적인 생태단지 조성

나. 계획개요

- ○ 위치 : 경기도 시흥시 정왕동, 안산시 신길동 일원
- ○ 계획목표년도 : 2011년
- ○ 면적 : 9,256천㎡

다. 토지이용계획

- ○ 기본방향

- 삶의 질 및 쾌적한 환경의 욕구증대 정보화, 국제화, 관광·문화 중시화, 어메니티의 고품격 추구 경향에 부응하는 친환경적 단지 건설
- 미래성장성이 높고 환경에의 영향이 적은 첨단지식산업의 조성으로 시화호 및 공원·녹지와 연계한 생태산업단지 체계 구축
- 각 기능간 연계체계를 고려한 공간배치계획을 수립하므로서 단지의 생산성, 쾌적성은 물론 토지이용의 효율성 극대화
- 지형여건과 기 설치된 시설을 최대한 활용·연계 개발하여 경제적인 단지개발 추구

토지이용계획표

구 분		전체(변경)		시흥시(변경)		안산시(변경)	
		㎡	구성비	㎡	구성비	㎡	구성비
합 계		9,256,296	100.0	5,630,648	60.8	3,625,648	39.2
유상공급부지	소 계	4,610,369	49.9	2,886,813	31.2	1,723,556	18.7
	첨단산업지구	2,007,535	21.7	936,983	10.1	1,070,552	11.6
	IT 산 업	743,797	8.0	322,936	3.5	420,861	4.6
	첨단기계산업	534,915	5.8	534,915	5.8	–	–
	신소재산업	728,823	7.9	79,132	0.9	649,691	7.0
	벤처기업지구	286,951	3.1	198,834	2.2	88,117	1.0
	지원시설지구	398,566	4.3	131,820	1.4	266,746	2.9
	첨단서비스	–	–	–	–	–	–
	지원시설	270,701	2.9	82,908	0.9	187,793	2.0
	환경센터	40,856	0.4	–	–	40,856	0.5
	주 차 장	87,009	0.9	48,912	0.5	38,097	0.4
	유통업무지구	289,184	3.1	163,045	1.8	126,139	1.4
	관광위락지구	–	–	–	–	–	–
	상업업무지구	909,286	9.8	737,284	8.0	172,002	1.9
	주거지구	344,525	3.7	344,525	3.7	–	–
	학 교	374,322	4.0	374,322	4.0	–	–
공공시설	소 계	4,645,927	50.2	2,743,835	29.6	1,902,092	20.5
	도 로	1,587,018	17.2	982,475	10.6	604,543	6.5
	보행자전용도로	42,981	0.5	24,231	0.3	18,750	0.2
	하수처리장	63,678	0.7	38,565	0.4	25,113	0.3
	하 천	386,875	4.2	296,959	3.2	89,916	1.0
	변 전 소	21,678	0.2	6,995	0.1	14,683	0.2
	공 원	408,737	4.4	232,447	2.5	176,290	1.9
	녹 지	2,096,344	22.7	1,162,163	12.6	934,181	10.1
	녹 지	1,689,421	18.3	776,817	8.4	912,604	9.9
	철새서식지	406,923	4.4	385,346	4.2	21,577	0.2
	폐기물매립장	38,616	0.4	–	–	38,616	0.4

토지이용계획도



라. 유발인구 추정

1) 원단위 산정

- 「산업입지 원단위 산정에 관한 연구, 건설교통부, 한국토지공사」상 계획 원단위 적용방법을 검토하여 본 계획의 원단위 산정에 적용
- 본 계획의 원단위 산정은 상기 연구에서 제시된 업종별 중분류중 지식기반제조업의 유치업종을 검토하여 유사한 업종으로 적용

지식기반제조업 부지면적당 생산액 원단위

(단위 : 백만원/천㎡)

구 분	2004년	2009년	2015년
기타 기계 및 장비 제조업	1,402.8	1,999.3	2,993.0
전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	5,363.5	6,222.3	8,045.3
제1차 금속 제조업	1,427.1	1,684.3	2,240.1
화합물 및 화학제품 제조업	1,143.7	1,379.7	1,779.9

자료 : 건설교통부, 한국토지공사, 산업입지원단위 산정에 관한 연구, 2006. 12

지식기반제조업 생산액당 종사자수 원단위

(단위 : 인/억원)

구 분	2004년	2009년	2015년
기타 기계 및 장비 제조업	0.47	0.34	0.21
전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	0.26	0.21	0.13
제1차 금속 제조업	0.15	0.12	0.07
화합물 및 화학제품 제조업	0.17	0.14	0.10

자료 : 건설교통부, 한국토지공사, 산업입지원단위 산정에 관한 연구, 2006. 12

지식기반제조업 부지면적당 종사자수 원단위

(단위 : 인/천㎡)

구 분	2004년	2009년	2015년
기타 기계 및 장비 제조업	6.55	6.75	6.22
전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	13.75	12.96	10.29
제1차 금속 제조업	2.11	1.99	1.65
화합물 및 화학제품 제조업	1.99	1.87	1.77

자료 : 건설교통부, 한국토지공사, 산업입지원단위 산정에 관한 연구, 2006. 12

2) 유발인구 추정

- 유발인구를 첨단생산시설 종사자, 복합시설 종사자, 지원 및 유통시설 종사자, 부양가족 및 이에 따른 3차서비스 인구로 구분하며 부지면적에 의한 원단위, 생산액에 의한 원단위, 기존 산업단지의 실적분석 등을 이용하여 추정

① 첨단생산시설 종사자

- 2009년 기준 생산액에 의한 종업원은 14,072인, 부지면적에 의한 종업원은 13,940인이며, 2015년 기준 생산액에 의한 종업원은 11,923인, 부지면적에 의한 종업원은 11,841인으로 추정
- 본 계획에서는 생산액에 의한 종업원 수와 부지면적에 의한 종업원 수를 이용하여 제조업 종사자 수를 각각 약 14,000인, 12,000인으로 추정 하였으며, 입주시기(2011년)를 감안하여 2009년과 2015년의 평균인 13,000인을 추정

첨단생산시설 종사자 추정

구 분	연도	면 적 (천㎡)	생산액에 의한 방법				부지면적에 의한 방법		평 균
			부지면적당 생 산 액 (백만원/천㎡)	생산액 (억원/년)	생산액당 종 업 원 (인/억원)	종사자 (인)	부지면적당 종업원 (인/천㎡)	종사자 (인)	
계	2009	2,294.4	-	64,387	-	14,072	-	13,940	14,008 ≒14,000
	2015		-	86,728	-	11,923	-	11,841	11,883 ≒12,000
마이크로 일렉트로닉스	2009	743.8	1,999.3	14,871	0.34	5,056	6.75	5,021	5,039
	2015		2,993.0	22,262	0.21	4,675	6.22	4,626	4,651
메카트로닉스 정밀기기	2009	534.9	6,222.3	33,283	0.21	6,989	12.96	6,932	6,961
	2015		8,045.0	43,033	0.13	5,594	10.29	5,504	5,549
신소재 정밀화학	2009	728.8	1,684.3	12,275	0.12	1,473	1.99	1,450	1,462
	2015		2,240.1	16,326	0.07	1,143	1.65	1,203	1,173
생물산업 환경	2009	286.9	1,379.7	3,958	0.14	554	1.87	537	546
	2015		1,779.9	5,107	0.10	511	1.77	508	510

자료 : 건설교통부, 산업입지원단위 산정에 관한 연구, 2006. 12

주 : 1. 부지면적당 생산액 원단위를 적용하여 생산액을 산출하고 생산액당 종업원 원단위를 적용하여 종업원 추정

2. 마이크로일렉트로닉스는 기타 기계 및 장비 제조업의 원단위를 적용하며, 메카트로닉스 및 정밀기기는 전자부품, 영상, 음향 및 통신장비 제조업의 원단위를 적용, 신소재는 제1차 금속 제조업의 원단위를 적용, 정밀화학·생물산업·환경은 화합물 및 화학제품 제조업의 원단위를 적용

② 생산자 서비스업 종사자

- 생산자 서비스업은 지식기반 제조업의 입지와 밀접히 연관되어 있으며
  - 안산시와 시흥시의 생산자 서비스업 입지수요 중 MTV지역의 수요는 지식기반 제조업과 같이 안산시 수요분의 50%, 시흥시 수요분의 80%를 적용하여 생산자 서비스업 종사자수를 약 12,200인으로 추정

생산자 서비스업 종사자 추정

구 분	생산자 서비스업 입지 수요			MTV 배분 수요		
	안산시	시흥시	계	안산시	시흥시	계
종업원수(인)	11,329	8,159	19,488	5,665	6,527	12,192
건물면적(㎡)	329,892	237,583	567,474	164,946	190,066	355,012
부지면적(㎡)	164,946	118,790	283,736	82,473	95,031	177,504

주 1 : 생산자서비스업 입지수요중 MTV 배분율은 안산시 50%, 시흥시 80%를 적용
주 2 : 생산자서비스업 입지수요 추정 방식은 상업 및 기타 업무 서비스업 전망을 참조
주 3 : 건물면적을 부지면적으로 환산함에 있어서는 용적률 200%를 적용

③ 지원시설 종사자

- 산업단지내 지원시설용지 종사자수는 산업단지면적, 생산액, 지원시설의 수 및 규모와 상관성이 있음

반월국가산업단지 지원시설용지 종사자현황

(단위 : 개사, 천㎡)

구 분		전체면적		'04. 6말 현재		향후계획	
		업체수	면 적	업체수	면 적	업체수	면 적
총 계		20	371	18	364	2	7
공단운영	소 계	8	61	6	54	2	7
	공 단 청 사	1	16	1	16	–	–
	예 비 군 여 단	1	4	1	4	–	–
	지 원 회 관	1	8	1	8	–	–
	복 지 회 관	1	8	1	8	–	–
	여사원 아파트	1	8	1	8	–	–
	보 세 창 고	1	10	1	10	–	–
	근린 생활 시설	2	7	–	–	2	7
지원기관유치	소 계	12	310	12	310	–	–
	열병합 발전소	1	64	1	64	–	–
	전시 판매 센타	1	8	1	8	–	–
	종 합 상 가	1	8	1	8	–	–
	중소기업연수원	1	181	1	181	–	–
	변 전 소	2	28	2	28	–	–
	자동차정비공장	1	12	1	12	–	–
	주 유 소	3	7	3	7	–	–
	공 단 윤 활 유	1	1	1	1	–	–
	세 차 장	1	1	1	1	–	–

자료 : 반월국가산업단지 관리기본계획

- 인근 반월국가산업단지의 지원시설용지 원단위 260인/ha를 적용하면 지원시설용지 면적 398,566㎡의 종사자수는 약 10,363인으로 산정되나 기존단지 보다 보다 쾌적한 서비스 제공을 위하여 약 15% 추가하여 약 12,000인으로 추정

④ 유통시설 종사자

전국 시·도별 유통시설 평균규모

구분	시설수	단지규모(㎡)		시설처리능력 (톤/년)	연간처리실적 (톤/년)	종사자수 (인/일)	용적률 (%)
		부지면적	건물연면적				
서울	810	1,604	2,490	55,946	48,536	313	155.3
부산	510	3,058	1,416	273,469	150,249	60	46.3
대구	349	667	811	41,188	23,736	87	121.6
인천	221	5,269	1,372	1,893,577	3,290,793	119	26.0
광주	155	681	727	56,168	5,602	78	106.8
대전	225	866	857	103,818	109,822	120	99.0
경기	273	2,945	2,205	74,395	58,643	101	74.9
강원	104	3,821	679	631,247	1,086,770	14	17.8
충북	219	1,298	694	1,924,144	137,038	73	53.4
충남	634	682	295	107,052	85,961	26	43.2
전북	432	2,098	535	98,810	71,073	37	25.5
전남	1,108	864	316	431,760	89,443	25	36.5
경북	941	1,134	594	175,395	482,784	16	52.3
경남	562	2,058	811	171,218	185,662	94	38.9
제주	70	1,836	905	77,505	53,438	16	49.3
전국	6,613	1,619	967	340,306	269,901	86	58.9

자료 : 경기도 물류시설 적정입지 선정 및 규모 결정에 관한 연구, 경기개발연구원

- 유통시설의 용도지역은 여러 유통단지의 사례를 조사·비교하고, 용도지역간 적용제한 등을 고려할 때 국토의 계획 및 이용에 관한 법률상의 준공업지역으로 하여 70%의 건폐율, 평균층수 1층과 단위면적당 종업원수 원단위(2인/100㎡)를 적용
- 본 계획에서는 유통시설 종사자수를 약 4,100인으로 추정
  - 부지면적(289천㎡) × 건폐율(70%) × 평균층수(1층) × 원단위(2인/100㎡)
  = 4,049 ≒ 4,100인

⑤ 부양가족

- 부양 가족규모는 종업원을 기혼자와 미혼자로 구분하고 기혼자에 대한 부양가족수를 적용하여 산정
- 본 계획에서는 기혼자 대 미혼자의 구성비를 7 : 3로 하고, 2020년 시흥·안산 도시기본계획 생활환경지표의 가구당 인구수 2.8인(종업원 당사자를 제외하면 1.8인)을 이용하여 부양가족수를 산정한 결과 약 52,050인으로 추정
  - 41,300인 × 0.7 × 1.8인 = 52,038인

⑥ 3차업종 관련 서비스 인구

- 공단조성으로 유발되는 종업원과 그 부양가족에 의한 3차산업 관련 서비스 인구를 종업원수의 약 30% 기준으로 산정한 결과 약 12,400인으로 추정됨

MTV 유발인구

구 분	유 발 인 구 (인)	비 고
계	105,750	
종업원수	41,300	· 첨단제조업종사자 : 13,000 · 서비스업 종사자 : 12,200 · 지원시설 종사자 : 12,000 · 유통시설 종사자 : 4,100
부양인구	52,050	· 기혼 : 미혼 = 7 : 3 · 평균가족원수 : 1.8 (당사자 제외)
3차서비스인구	12,400	· 종업원수 × 0.3

주 : 2009/2015평균 : MTV 입주시점이 2011년을 감안하여 적용

⑦ OO대학교 유발인구

- 유발인구는 교직원, 학생, 부양가족 및 이에 따른 3차서비스 인구로 구분하며 OO대학교 “비젼 2020 중장기 발전계획” 및 자체내부자료 등을 이용하여 추정

현황 및 계획

구 분	2008년	2015년
학과	11개 학과	15개 학과
교직원	448명	592명
학생	5,491명	11,000명

자료 : 내부자료, 비젼 2020 중장기발전계획, OO대학교

⑧ OO대학교 부양가족

- 부양 가족규모는 교직원을 기혼자와 미혼자로 구분하고 기혼자에 대한 부양가족수를 적용하여 산정
- 본 계획에서는 기혼자 대 미혼자의 구성비를 7 : 3로 하고, 2020년 시흥·안산 도시기본계획 생활환경지표의 가구당 인구수 2.8인(종업원 당사자를 제외하면 1.8인)을 이용하여 부양가족수를 산정한 결과 약 750인으로 추정

  - 592인 × 0.7 × 1.8인 = 746인 ≒ 750인

⑨ OO대학교 관련 3차업종 서비스 인구

- OO대학교 조성으로 유발되는 종업원과 그 부양가족에 의한 3차산업 관련 서비스 인구를 교직원 및 학생의 약 30% 기준으로 산정한 결과 약 3,500인으로 추정됨

OO대학교 유발인구

구 분	유 발 인 구 (인)	비 고
계	15,842	
교직원	592	
학생	11,000	
부 양 인 구	750	· 교직원 기준 · 기혼 : 미혼 = 7 : 3 · 평균가족원수 : 1.8 (당사자 제외)
3 차 서 비 스 인 구	3,500	· (교직원+학생) × 0.3

⑩ 유발인구 총괄

- 산업단지 및 OO대학교 유발인구를 합하여 단지내 총 유발인구 119,000명 추정

유발인구 총괄

구 분		유 발 인 구 (인)	비 고
계		118,842	
종업원수		41,300	· 첨단제조업종사자 : 13,000 · 서비스업 종사자 : 12,200 · 지원시설 종사자 : 12,100 · 유통시설 종사자 : 4,100
OO대학교		11,592	
	교직원	592	
	학생	11,000	
부양인구		52,800	
	MTV	52,050	· 기혼 : 미혼 = 7 : 3 · 평균가족원수 : 1.8 (당사자 제외)
	OO대학교	750	· 교직원 기준 · 기혼 : 미혼 = 7 : 3 · 평균가족원수 : 1.8 (당사자 제외)
3차서비스인구		13,150	
	MTV	12,400	· 종업원수 × 0.3
	OO대학교	750	· (교직원+학생) × 0.3

마. 유발인구 수용계획

① 수용인구

- 시화 MTV 유발인구 약 119천인을 서울 및 서울에 인접한 기성도시들로부터 본 사업지구로 접근하는 고속도로, 전철 등이 확충되어 있어 유발인구의 약 8천인(약 7%)는 서울의 서남부 및 인천·수원·부천·안양·광명, MTV내 주거용지 등 통근가능권(약 30㎞)내서 통근이 가능할 것으로 예상됨
- 유발인구의 93%인 약 111천인은 별도의 배후주거단지 조성 등을 통한 수용계획 필요

② 수용방안

- 단기적으로 서울 및 서울에 인접한 기성도시 지역 등 주변지역에 수용하고 장기적으로는 공장입주 및 주변여건을 감안하여 최적입지의 주거단지를 조성하여 수용

유발 인구 수용 방안

수용인구	시흥시	MTV내	안산시	송산G.C
111천인	37천인	14천인	33천인	27천인

- 시흥시·안산시의 수용인구 70천인은 별도의 배후주거단지 조성을 통한 수용 방안 마련 예정
- 배후단지의 규모는 수용인구에 대한 총밀도를 최근 신도시 조성에 따른 쾌적한 저밀형 인구밀도(95인/ha-판교) 감안하여 90인/ha를 적용시 약 7.8㎢가 필요 예상
  - 70천인 ÷ 90인/ha ≒ 7.8㎢

3.1.10 대부동 종합발전계획 (안산시, 2002.9)

가. 계획의 배경

○ 뛰어난 자연환경, 수도권의 대규모 시장을 배후(시화방조제, 서해안고속도로)로 한 개발잠재력을 지님

○ 수요에 비해 부족한 관광인프라, 대부동의 장기적인 발전을 위함

나. 계획의 목적

○ 자족적 정주권 형성과 국제적 체류형 관광도시의 건설을 계획

○ 자연환경과 문화자원의 개발잠재력의 발굴을 통해 대부동의 발전적인 도시미래상의 제시

다. 계획의 범위

○ 위치 : 안산시 대부동 전지역

○ 면적 : 총면적 40.82㎢

○ 기준년도/목표년도 : 2001년 / 2021년

라. 개발방향 및 기본전략

개 발 방 향	기 본 전 략
•수도권 최대 관광·휴양단지 개발 •유휴공간의 적극적 활용 및 자연환경 보존에 의한 환경친화형 단지 조성 •국제적 접근루트를 활용한 휴양도시 건설 •자족적 도시기반형성으로 지역경제 활성화 및 생활의 질 향상 도모	•해양(OCEAN)+육지(LAND)+자연(NATURE)을 주제별·지구별로 특성화 수립 •7개 지구의 특성화로 체류형 휴양지 유도 •업무+위락의 복합형 외국인 전용단지 조성 •가족단위 이용의 주말농장 수요·공급과, 주민의 자족적 정주기능 강화로 지역정체성 유지

마. 7개 지구별 공간구상

7개 지구	공 간 구 상
도시기반기능 강화지구	•행정서비스 및 유통/공급처리기능 강화 (대부도의 서비스 인프라 구축) •유발인구를 감안 주거기능을 부여
청소년 운동휴양지구	•해안자연경관 보전, 청소년 종합수련기능 도입 •방아머리항의 기능강화로 주변 주요항과 인근의 관광지 연계 •해안의 공원일부를 「Sea Village」고급해양전원주택지 조성
종합휴양지구	•중·장년층의 레저수요 충족 및 지역경제 활성화의 스포츠, 쇼핑, 실버타운 조성 •해안경관이 우수한지역의 고급 해양빌라촌 조성
종합레저 스포츠지구	•간척지와 개활지를 이용한 항공스포츠 레저공간으로 특화 •종합레저스포츠단지 조성 (모터사이클장, 사격장 등)
해양 레크레이션지구	•해양 주제의 이용계층 및 해상루트의 강화 •업무와 레저기능을 복합적으로 수용한 외국인 수요공급을 극대화
농업휴양지구	•농업생산기반을 이용한 다양한 체험공간 계획 •주말가족단위의 체류형 휴양공간 계획
어업휴양지구	•체험공간과 휴양공간의 계획으로 대부도의 어업생활문화를 바탕으로한 휴양지구 •어업생산 및 판매기능 강화로 특화

위 치 도



바. 지구별 사업별 계획

• 유원지/공원/운동장 계획

구 분	계획의 범위	개 발 구 상	추 진 계 획
구봉지구 개발계획	•대부북동 구봉이 해안주변 •면적 : 총 1,321,700㎡ – 구봉유원지 336,700㎡ – 구봉도시자연공원 875,000㎡ – 제1종전용주거지역 110,000㎡ •연간 예상관광객수 : 574,900명	•체험 및 휴양관광단지 •도입활동 – 해양체험 – 레저문화 – 중심상업 – 청소년수련(도시자연공원) – 전원주택 (140호, 호당 600㎡)	•용도지역변경 및 유원지 시설결정 •도시자연공원조성계획 •총투자비 (백만원) 유원지 : 125,100 자연공원 : 8,600
선감 해양휴양 관광단지 개발계획	•선감동 일원 •면적 : 2,418,700㎡ – 상위개발계획 2.418㎢ – 재정비상 유원지면적 1.726㎢ •연간예상관광객수 : 1,693,100명	•해양휴양관광단지 조성 •도입활동 – 해양문화체험 – 어촌관광시설 – 농어촌체험시설 – 산악스포츠시설	•경기도에서 관광진흥법에 따른 관광단지 지정 및 시행 예정 •총투자비 : 137,757백만원
쪽박섬 유원지 개발계획	•대부남동 쪽박섬 및 북측일대 •면적 : 701,000㎡ •연간예상관광객수 : 687,000명	•종합위락시설단지 조성 •도입활동 – 위락시설 – 숙박시설 – 상업/업무타운 – 풍력발전소	•공유수면매립기본계획반영 •도시기본계획 변경 •용도지역, 유원지결정 (도시계획) •도시계획사업시행 •총투자비 : 239,900백만원
메추리섬 유원지 개발계획	•대부남동 메추리섬 주변일대 •면적 : 1,305,600㎡ •연간예상관광객수 : 61,279,480명	•해양레저및휴양단지 조성 •도입활동 – 해양스포츠타운 – 해양관광및해양레저타운 – 중심상업타운 – 숙박타운 – 휴양문화타운	•한화매립지의 공유수면매립기본계획반영 •용도지역, 유원지결정 (도시계획) •도시계획사업시행 •총투자비 : 347,200백만원
운동장 (골프장) 개발계획	•대부남동 산159번지 일원 •면적 : 1,517㎢ (서부해안부 등 주변지역 0.286㎢ 편입)	•골프장 (27홀 규모) – 민자유치상 36홀 배치 필요하나, – 묘지공원이전이 어려움	•용도지역, 운동장결정 (도시계획) •민자유치사업으로 시행 •총투자비 : 117,300백만원

• 관련계획 사업계획

구 분	계획의 범위	개 발 구 상	추 진 계 획
방아머리 어항개발 계획	•대부북동 방아머리 선착장 일대 •면적 : 190,000㎡	•관광형 어항개발 •도입활동 – 여객터미널 – 수변상업시설 – 모노레일역사	•어항개발계획 수립, 어항조성사업시행 (어항법) •총투자비 : 58,500백만원
시화호 상징공원 조성계획	•대부북동 방아머리 산2–1일원 •면적 : 140,100㎡	•역사문화전시설의 상징공원 •도입활동 – 문화시설 – 물류 · 교통시설 – 상업시설	•근린공원지정 (도시계획) •공원조성계획수립, 시행 (도시공원법) •총투자비 : 28,000백만원
시화호 간척지 활용계획	•대부동동 시화동동 상징공원 인접한 간척지 •면적 : 825,000㎡	•관광형 특화농업생산단지 •도입활동 – 수변상업 – 숙박시설 – 친환경농장지구	•공유수면매립기본계획 변경 •용도지역 지정 (도시계획법) •총투자비 : 68,875백만원
탄도항 어항개발 계획	•선감동 탄도항 일대 •면적 : 197,000㎡ •연간예상관광객수 : 301,400명	•전원형 관광어항 •도입활동 – 해양문화 – 수변상업 – 일반상업 – 숙박시설 – 휴양시설	•어항개발계획 수립, 어항조성사업시행 (어항법) •총투자비 : 39,600백만원
시화호 조력발전소 건설계획	•시화방조제 갑문설치 인근	•개발규모 – 시설용량 125,000KW – 년간발전용량 870GW •발전시설의 관광자원화 – 모노레일, 전시장	•투자계획 – 기업 : NatE사 (기술) MayflowerGroup(자본) – 금액 : 약2억불
풍력 발전단지 조성계획	•쪽박섬 유원지 남쪽해안 •면적 : 60,000㎡	•개발규모 – 1MW × 10기 – 년간최소발전용량 : 26,280MW(효율30%) – 일일공급가능가구 : 2,000가구	•총투자비 : 260억원
안산 · 화성 연안해상 도립공원 지정	•육도, 풍도, 대부도와 제부도 사이의 갯벌지역 •면적 : 총 130.542㎢ – 안산 89.119㎢ – 화성 45.423㎢	•해안이용의 제한 •편익편의시설의 적정규모 •숙박시설, 낚시터 조성 •주민의 낙후주택정비	–

• 기타 신규사업계획

구 분	계획의 범위	개 발 구 상	추 진 계 획
관광유람선 운항계획	•대부도 육상해상관광 – 시화호유람선 – 관광여객 · 유람선 – 쾌속유람선	•주요활동 – 일몰감상, 디너쇼, 이벤트 •도입시설 – 레스토랑,전문식당,공연장 – 바라운지,오락실,이벤트장	•총사업비 : 4,600백만원 (터미날 100 + 선박 2,500)
모노레일 운행계획	•시화방조제의 교통시설 – 연장 11㎞ (오이도–방아머리항)	•역사 : 3개소 •기지창 : 8,000㎡ •최대승객수 : 320명 •평균속도 28㎞/hr •운행시간 25분	•민간+공공(제3섹타방식) •총투자비: 3,500억원 (공공 : 민간 = 1,700 : 1,800)
영화세트장 (문화시설)개발계획	•대부남동 산343번지 폐염전부지 •면적 : 231,000㎡	•체험 및 관람형의 영상문화지원시설 •도입활동 – 영상제작 – 영상문화 – 전통가옥세트지구	•도시계획시설 문화시설로 지정 •도시계획사업 시행 •총투자비 : 39,800백만원
전원주택 개발계획	•대부북동 – 구봉도시자연공원 서측해안일대 110,000㎡ – 골프장용지 북측해안 295,000㎡	•제1전원주택(구봉이지구) – 가족형 Sea Village – 140호, 가구당 600㎡ •제2전원주택(골프장부지) – 별장형 Hill Side Village – 250호, 가구당 660㎡	•제1종전용주거지역으로 지정후 지구단위계획 수립 •총투자비 : 36,680백만원 – 구봉이지구 : 9,180백만원 – 골프장부지 : 27,500백만원
황금산지구 개발계획	•대부동 황금산 동측 평지부 일대 •면적 : 827,000㎡ •연간예상관광객수 : 347,340명	•각종 레포츠시설단지 •도입활동 – 모터사이클장, 사격 – 레포츠훈련 – 경비행장, 행글라이더장	•관광진흥법에 의한 관광지지정 사업시행 •총투자비 : 69,300백만원
농어촌관광 휴양단지 개발계획	•상동방조제 하단 매립부지 •대부남동 동측 염전일부와 서측공유수변일대 염전 •면적 : 457,000㎡ •연간예상관광객수 : 115,140명	•농어촌 관광휴양단지 •도입활동 – 중심시설(관리시설) – 숙박휴양 – 연구 및 전시관람 – 농장체험	•공유수면매립기본계획시 관광휴양용도 변경 •농어촌휴양단지지구지정 및 사업시행(농어촌정비법) •총투자비 : 74,500백만원
실버타운 조성계획	•골프장부지에 북측 전원주택단지와 인접 •면적 : 289,000㎡	•실버타운 •도입활동 : 주거,운동,요양,휴식	•도시계획시설(사회복지시설)결정 •사회복지법, 노인복지법상의 복지시설로 시행 •총투자비 : 97,100백만원
	•대부남동 산235–10번지 일대 •면적 : 37,534㎡	•노인의료복지시설	–

3.1.11 하수처리수의 공업용수 재이용계획 타당성검토 (안산시, 2009.7)

가. 과업의 배경 및 목적

- 세계적인 이상기후현상으로 연강수량은 증가하나, 강우일수가 감소로 주기적인 가뭄 현상이 반복되고 있어 고도처리로 수질이 양호하며 연중 발생량이 일정하고 막대한 (65억톤/년) 하수처리수를 안정적인 대체 수자원으로 검토
- 현재 하숯리수 재이용사업은 유지용수나 농업용수 등 다양한 용도로 분산되어 있으나, 산업활동 촉진을 위한 실질적인 대규모 물수요가 요구되는 산업단지(지방산단 포함) 및 공업지역 대상의 물 산업 육성정책 요구
- 새로운 물 산업 시장창출을 도모하기 위해서는 국가 재정지원 사업으로 한계가 있으므로 민간투자사업을 통한 물 산업 집중육성 등 물 순환 이용 촉진 도모
- 타당성 및 민자적격성을 분석하여 민간투자사업으로 시행하기 위한 타당성을 확보하고 장래 수요 예측을 단계별로 제시하여 물수요의 효과적인 관리를 하고자 함

나. 과업의 내용

- 사업 현황 및 수요조사·분석
- 하수처리수 재이용 사업의 타당성·민자적격성 검토
- 사업 추진시 문제점 및 개선방안
- 사업의 효과 및 장래 물수요 연차별 예상계획

다. 하수처리수 재이용시설 공법 검토

하수처리수 재이용시설에 대한 공업용수 수질기준과 처리공정 선정을 토대로 하수처리수를 재처리한 공업용수를 전자, 철강, 도금, 염색, 제지 등의 업종에서 원료수나 부원료수, 냉각수, 보일러수 등으로 사용하기 위해서는 전기전도도, 철, 염이온, 마그네슘, 탄산염 등의 항목들에 대한 제어가 필요하며 이를 위해서는 R/O(역삼투설비)가 적용되어야 할 것으로 판단된다.

라. 공급규모의 결정

1) 공급지역 선정

현재 연성정수장광 안산정수장에서 공급되는 공업용수는 공단배수지와 초지배수지를 이용하여 매설된 공업용수 전용관로를 통해 공급되고 있다 이중 급수블록 별로 재이용수 공급 계획을 수립하였다.

2) 시설용량 결정

구 분	공급가능 업체수	2007.7~2008.6		비고
		일평균사용량	일최대사용량	
계	282	100,967	126,209	
금회	154	82,840	103,550	
장래분	128	18,127	22,659	

마. 사업의 타당성 분석

재처리시설 공사비 산정은 "예비타당성 조사"에서 적용한 공법 (디스크 필터+U/F 설비+역삼투 설비)을 적용하였으며, 송수관로 공사비는 공급대상지역의 공업용수 블록까지 연결하는 것으로 약 8.0㎞, 관경은 용량에 적합토록 D500, D700 으로 적용하였다.

구 분	경제성 분석	비 고
총편익의 현가(백만원)	198,820	
총비용의 현가(백만원)	172,135	
B/C Ratio	1,16	
NPV(백만원)	26,685	
IRR(%)	21,48%	

바. 정책적 타당성 분석

- 저탄소 녹색성장 정부 정책 부응 : 물생산시설에 소요되는 동려소비, 동력을 생산하는 화석연료로 인한 이산화탄소 배출을 감소할 수 있다.
- 물 부족 해결 : 양질의 공업용수의 추가 공급이 가능하다.
- 경제적 파급효과 : 대규모 사업비 투입 사업으로 지역경제 활성화 및 신규 일자리 창출로 인한 파급효과로 산업 및 지역 경제 성장에 도움을 줄 것으로 판단된다.
- 환경개선 효과 : 방류수역의 오염부하량 감소 등으로 수질이 개선되고 오염믈의 총량도 상당히 줄어들 것이다.

사. 법률적 타당성 분석

현재 재이용 사업을 추진중이거나 계획중인 지자체들은 조례를 개정하여 하수도세 감면 등의 세제혜택을 부여하고 있는 실정이므로 법률적 타당성은 충분한 것으로 판단된다.

4. 급수량 산정을 위한 기초조사

4.1 과거 급수량 실적 조사

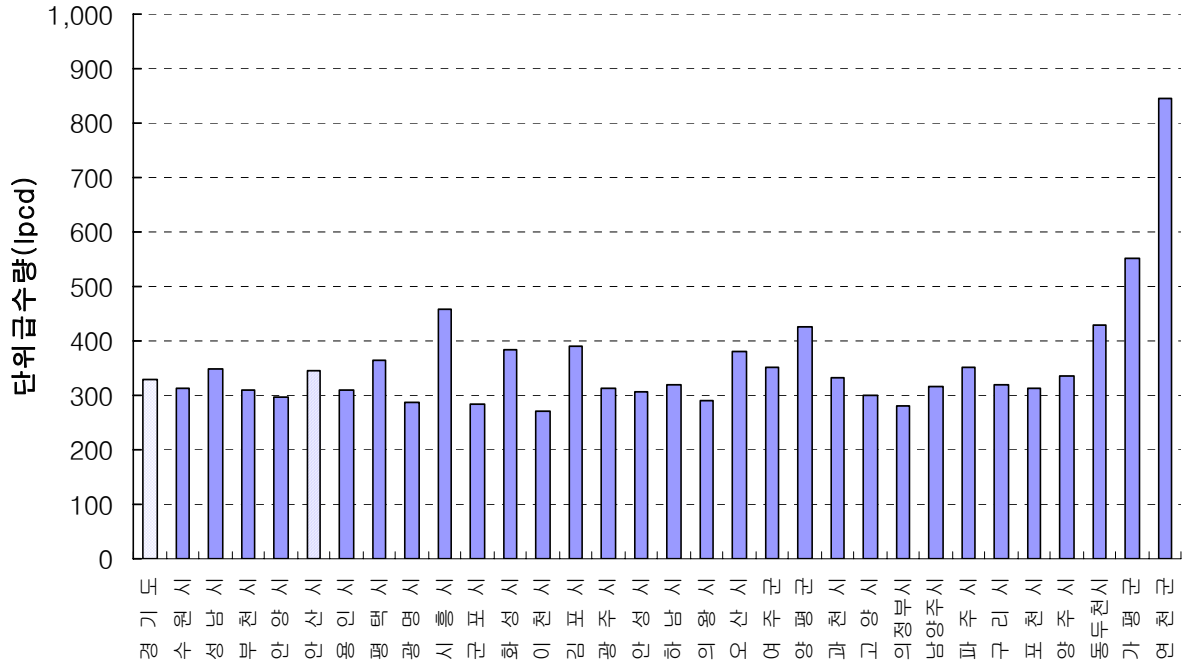
4.1.1 과거 급수보급현황

장래 상수도 급수량을 산정하기 위해서는 우선 계획 급수구역내의 필요수량을 산정하여야 하며 이러한 필요수량 산정을 위해서는 기본적으로 과거의 급수인구 변화추이 및 급수보급율, 1인 1일당 소비량(Lpcd), 무수율, 유수율 등의 자료조사가 선행되어야 한다. 또한 상수도수요량은 이러한 자료들을 근거로 추정하는 수학적 추정방법 외에 계획도시의 규모, 기후, 생활수준 및 생활양식 등에 따라 수요량은 많은 차이를 나타낸다.

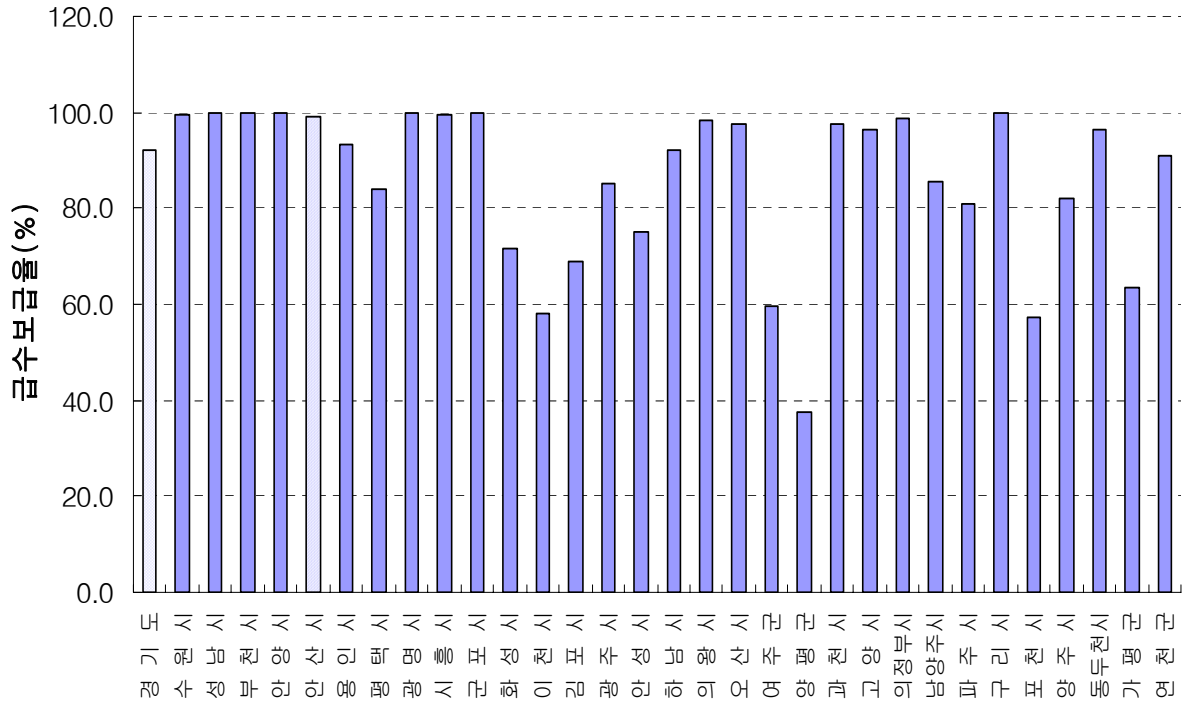
<표 2.4-1> 경기도 주요도시 급수보급현황 (2006)

구 분	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	1인1일당 급수량Lpcd
경 기 도	11,106,831	10,248,274	92.2	6,250,100	3,379,351	330
수 원 시	1,082,271	1,078,039	99.6	620,000	338,598	314
성 남 시	977,627	976,137	99.8	635,000	339,414	348
부 천 시	870,183	870,183	100.0	475,000	269,257	309
안 양 시	629,659	628,770	99.9	392,000	186,307	296
안 산 시	723,075	717,828	99.3	679,200	248,224	346
용 인 시	777,849	726,339	93.4	242,000	224,359	309
평 택 시	406,052	341,114	84.0	312,300	124,827	366
광 명 시	315,945	315,312	99.8	145,000	90,295	286
시 흥 시	403,648	401,629	99.5	394,000	184,221	459
군 포 시	278,049	277,798	99.9	156,000	78,419	282
화 성 시	329,312	235,268	71.4	144,000	90,580	385
이 천 시	196,763	114,607	58.2	69,000	30,962	270
김 포 시	217,558	150,231	69.1	137,000	58,828	392
광 주 시	229,912	195,646	85.1	84,000	61,259	313
안 성 시	163,682	122,770	75.0	70,900	37,438	305
하 남 시	136,475	125,753	92.1	43,000	40,336	321
의 왕 시	139,395	136,897	98.2	78,000	39,607	289
오 산 시	138,456	134,900	97.4	51,000	51,438	381
과 천 시	60,876	59,273	97.4	50,000	19,665	332
고 양 시	919,365	887,187	96.5	448,000	266,601	301
의정부시	414,030	409,470	98.9	211,000	115,057	281
남양주시	475,733	406,275	85.4	248,000	128,974	317
파 주 시	300,059	243,285	81.1	144,000	85,724	352
구 리 시	195,054	194,809	99.9	110,000	62,365	320
포 천 시	165,307	94,867	57.4	51,700	29,753	314
양 주 시	177,065	145,547	82.2	63,000	48,909	336
동두천시	87,810	84,762	96.5	90,000	36,502	431

주) 경기도 통계연보



<그림 2.4-1> 경기도 주요시 단위급수량 현황 (2006년)



<표 2.4-2> 경기도 주요시 급수보급율 현황 (2006년)

<표 2.4-2> 안산시 과거 10년간 급수보급현황

년도	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (m3/일)	급수량 (m3/일)	1인1일(Lpcd)	
						시설용량	급수량
1996	533,293	522,772	98.0	378,200	323,446	723	619
1997	551,310	540,224	98.0	378,200	342,562	700	634
1998	552,557	543,216	98.3	378,200	325,145	696	599
1999	554,138	545,872	98.5	587,200	348,663	1,076	639
2000	575,574	567,308	98.6	679,200	369,609	1,197	652
2001	598,560	591,539	98.8	679,200	376,493	1,148	636
2002	637,660	632,520	99.2	679,200	389,230	1,074	615
2003	671,687	666,307	99.2	679,200	374,209	1,019	562
2004	686,873	681,644	99.2	679,200	376,732	996	553
2005	697,239	691,869	99.2	679,200	379,187	982	548
2006	723,075	717,828	99.3	679,200	387,525	946	540
2007	734,713	731,677	99.6	679,200	393,824	926	538

주) 안산시통계연보

안산시의 1인1일 급수량의 경우 2005년의 548에 비해 2006년에 346으로 크게 차이가 나는데 이는 2005년까지는 공업용수를 포함한 원단위 산출에 기인한 것이다.

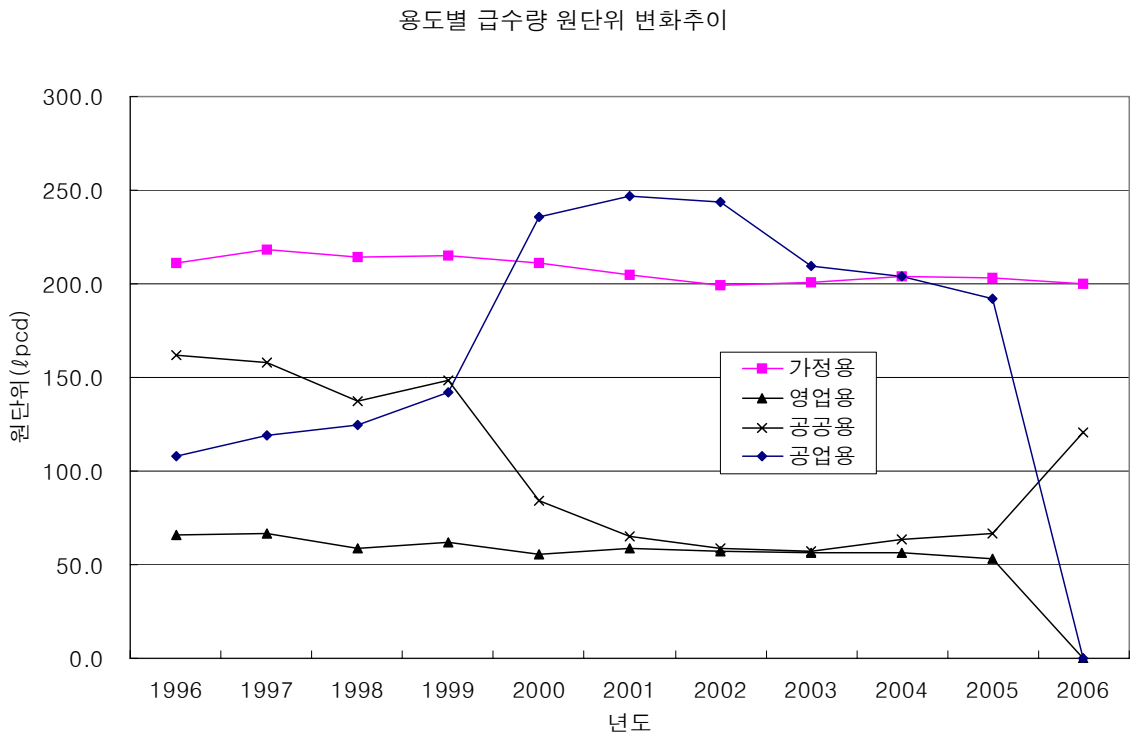
안산시의 과거 상수도 급수현황을 살펴보면 위의 표에 보이는 바와 같이 급수보급률의 경우 2006년 급수보급율이 99.3 %로서 경기도 평균 92.20%, 전국평균 90.10% 보다높으며 100%에 가까운 것으로 조사되었다.

4.2 용도별 사용수량 분석

상수도 소비량은 국민생활 수준의 향상 및 생활양식의 서구화로 인하여 점차 증가하는 것이 일반적이나 일본의 동경과 같은 대도시에서는 최근에 오히려 1인 1일당 급수량이 감소하는 경향을 보이고 있으며 이는 국민의식이 높아짐에 따라 자원절약, 절수의식이 점차 고양되고 있기 때문으로 판단된다.

우리나라에서도 국민의 절수의식이 점차 높아지고 있으며 최근에는 수돗물 값 인상방침에 따라 장래 그 수요량은 급격한 증가추이보다는 점차 완만한 감소추이로 보일 것으로 전망된다.

안산시 연도별 사용량 구성비율을 살펴보면 1999년 이후 업무용 사용량의 구성비율은 급격히 줄어드는 반면 전용공업용수의 사용비율은 40%를 넘어 2000년 이후에는 가정용수 비율을 초과하여 안산시에서 가장 많은 사용비율을 보이는 것으로 조사되었다. 이러한 조사결과는 반월공단의 공업용수가 생활용수로 공급되어 업무용으로 분류되다가 2000년, 2001년에 걸쳐 분리배관 공사를 실시하여 전용공업용수를 공급한 결과로 판단된다.



<그림 2.4-3> 안산시 과거 업종별 사용량 원단위 현황

<표 2.4-3>안산시 용도별 사용량 현황

년도	급수인구(인)	상수도소비량									
		계		가정용		일반용		목욕탕		공업용	
		백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일
1986	120,804	26	594	6	139	20	452	0	3		-
1987	158,566	34	584	8	136	26	444	0	4		-
1988	167,652	40	658	10	160	30	493	0	5		-
1989	201,040	52	712	12	166	29	395	0	6	11	144
1990	249,802	63	695	16	179	31	345	1	6	15	164
1991	308,438	53	471	6	51	32	286	1	6	14	128
1992	350,187	75	587	23	184	36	284	1	7	14	112
1993	398,650	83	573	30	204	37	253	1	7	16	109
1994	449,443	95	579	34	207	42	254	1	5	19	113
1995	496,926	102	563	38	208	44	242	1	5	19	107
1996	522,772	108	564	41	216	44	232	1	5	21	110
1997	540,224	114	579	44	223	45	229	1	6	24	121
1998	543,216	109	550	43	218	40	200	1	5	25	127
1999	545,872	116	581	44	219	43	214	1	5	29	144
2000	567,308	124	599	44	214	29	142	1	5	50	239
2001	591,539	127	588	45	208	27	125	1	6	54	250
2002	632,520	132	571	46	201	27	117	2	7	57	246
2003	666,307	130	536	49	202	28	115	2	8	51	211
2004	681,664	134	539	51	205	30	120	2	8	51	205
2005	691,869	133	528	52	205	30	121	2	8	49	194
2006	717,823	135	515	53	202	32	122	2	7	48	184
2007	731,677	137	512	54	201	32	118	2	7	50	186
용도별 구성비(%)	10년평균	100%		37.7%		26.0%		1.2%		35.0%	
	20년평균	100%		35.7%		33.3%		1.1%		29.9%	
	2006년 현재	100%		39.3%		23.1%		1.4%		36.3%	
증가율	10년	1.8%		2.0%		-3.5%		5.0%		7.6%	
	20년	6.7%		9.4%		0.2%		10.0%		-	

주) 상수도통계 (2006년 자료는 보정자료임)

4.3 과거 유수량 현황조사

무수율은 누수율과 도수율 등을 합한 것이며 이를 감소시키기 위해서는 누수량의 감소, 부정 급수전의 단절, 계량기 오차 등의 유수율 장애요인들을 제거해야 한다. 그러나 기존의 무수율 자료만으로는 이러한 결함이 어떤 방식으로 또 어느 정도 영향을 미치고 있는가 하는 것은 분석하기 어렵다.

2006년 현재 안산시의 유수율은 95.7% 로 전국평균의 80%에 비교하여 아주 우수한 것으로 조사되었고, 무수율의 경우 8%이하로 매우 우수한 것으로 조사되었다.

유수율제고연구(환경부, 2001)」에 의하면 무효수량중 누수량의 비율이 가장 큰 것으로 조사되었다. 따라서 무수율을 줄이기 위해서는 누수방지사업에 지속적인 노력이 필요하다. 관로의 노후화가 계속 진행됨으로 무수율은 증가되나, 안산시의 경우 신도시 건설에 의한 유수율향상 및 안산시의 유수율 향상의지등으로 인하여 현재의 무수율을 장래에도 계속 유지할 것으로 판단된다.

<표 2.4-4> 안산시 과거 무수율, 유수율 현황

(단위:천㎥/년)

구분	년간 생산량	유효수량				무효수량	
		유수수량	유수율(%)	유효무수수량	계	무효수량	누수율(%)
1997	125,035	114,263	91.4	4,643	118,906	6,129	4.9
1998	118,820	109,068	91.8	4,167	113,235	5,585	4.7
1999	127,262	115,846	91.0	5,498	121,344	5,918	4.7
2000	135,277	124,128	91.8	4,599	128,727	6,550	4.8
2001	137,420	127,063	92.5	4,149	131,212	6,208	4.5
2002	142,069	131,847	92.8	4,255	136,102	5,967	4.2
2003	136,586	130,351	95.4	2,759	133,110	3,476	2.5
2004	137,884	134,092	97.2	1,445	135,537	2,347	1.7
2005	138,403	133,285	96.3	2,768	136,053	2,350	1.7
2006	90,602	86,743	95.7	2,273	89,016	1,586	1.7
2007	92,002	87,372	95.0	2,585	89,957	2,045	2.2

주) 상수도 통계(환경부)

5. 상수도 현황

안산시 상수도는 1981년 반월정수장(시설용량:150,000㎥/일) 건설에 따라 통수를 시작으로 1989년 안산정수장(시설용량:143,000㎥/일), 2000년 연성정수장(시설용량:383,000㎥/일) 등의 상수도 시설의 증설 및 신설을 통하여 2006년 말 현재 급수인구 717,828 인에 총 시설용량 679,200㎥/일에 이르게 되었다.

<표 2.5-1> 정수장시설 현황

(단위 : ㎥/일)

구 분	시설용량		안산시 배분량		비 고
	생활용수	공업용수	생활용수	공업용수	
반월정수장	190,000	-	190,000	-	광역상수도
시흥정수장	101,000	166,000	5,200	40,000	광역상수도
안산정수장	83,000	60,000	83,000	60,000	지방상수도
연성정수장	260,000	123,000	178,000	123,000	지방상수도
계	634,000	349,000	456,200	223,000	

5.1 수도시설의 급수현황

2006년 말 현재 안산시 시설용량은 679,200㎥/일이며, 1인 1일당 급수량은 346L로써 전국 평균인 345.6L와 비슷하며, 경기도의 329.5L보다는 다소 높게 조사되었다. 또한, 급수보급율은 99.3%로 전국평균인 92.2%와 경기도의 92.6%보다 높게 조사되었다.

<표 2.5-2> 상수도 보급현황

구 분	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	1일1인당 급수량(ℓ)	급수전수 (전)
2002	637,660	632,520	99.2	679,200	389,230	615	52,488
2003	671,687	666,307	99.2	679,200	374,209	562	54,235
2004	686,873	681,644	99.2	679,200	376,732	553	55,347
2005	697,239	691,869	99.2	679,200	379,187	548	56,175
2006	723,075	717,828	99.3	679,200	387,525	540	57,504
2007	734,713	731,677	99.6	679,200	393,824	538	60,130

주) 안산시 통계연보

<표 2.5-3> 상수도 관로현황

(단위:m)

연별	합계	도수관		송·배수관				급수관			
		계	강관	계	강관	주철관	기 타	계	주철관	스테인레스관	기 타
2004	1,131,275	15,682	15,682	824,956	91,471	601,357	132,128	290,637	5,665	258,694	26,278
2005	1,165,035	15,682	15,682	855,072	91,471	584,033	179,568	294,281	5,665	272,329	16,287
2006	1,190,922	15,682	15,682	873,622	91,471	578,658	203,493	301,618	5,828	279,503	16,287
2007	1,197,948	15,682	15,682	873,622	91,471	563,082	219,069	308,644	5,828	286,529	16,287

주) 안산시 통계연보

가. 마을 상수도 및 소규모 급수시설

2006년 말 현재 안산시의 인가된 마을상수도 및 소규모 급수시설은 각각 2개소, 2개소로, 총급수인구 314인이며, 지역별 마을상수도 및 소규모 급수시설 시설현황은 다음과 같다.

<표 2.5-4> 마을상수도 시설현황

구 분	명칭	시설용량 (㎥/일)	급수인구		비 고
			가구수(가구)	인구(인)	
계			130	314	
마을상수도	북동(뒤현1반)	100	32	105	지하수, 양수식
	풍도동(풍도)	30	55	120	지하수, 양수식
소규모	북동(뒤현2반)	20	21	57	지하수, 양수식
	풍도동(육도)	28	22	32	지하수, 양수식

주1) 안산시 상하수도 사업소(2008.1.1)

5.2 수원의 수량, 수질 현황 및 변화

5.2.1 상수원 보호구역 현황

현재 안산시는 상수도 원수를 모두 수도권 광역상수도에서 공ㄱ브다아 별도의 취수시설이나 상수원 보호구역이 없다.

5.2.2 수원 및 수질자료 분석

가. 수질자료

안산시에는 5개의 하천이 있지만 유로연장이 10km 이하로 짧고 선현이 북쪽에서 남쪽으로 흐르는 직선적인 형태를 이루고 있으며, 서해와 인접해 있는 관계로 자체 상수원 확보가 어려워 수도권광역상수도에 전량 의존하고 있다.

수도권광역상수도의 수원인 한강은 한반도의 중앙에 위치하여 총 유로연장 481km, 유역면적 26,219㎢인 남한 제1의 하천으로서 유역의 형상계수 0.1189, 평균 하상계수 1/393이며, 대체로 굴곡과 사행이 심하고 연장에 비해 폭이 넓고 외국의 하천에 비하여 비교적 치수 및 이수에 있어 불리한 하천이다.

북한강에는 화천댐, 춘천댐, 소양강댐, 의암대 및 청평댐 등 5개소의 대형 다목적댐 및 발전댐이 있으며, 팔당대에서 한강본류의 댐하류에 흐르는 수량을 최종적으로 조정하고 있다. 안산시에 공급되는 용수는 전량 팔당댐에서 취수되고 있으며, 팔당댐 월별 평균유입량 실적은 다음과 같고 취수원에 대한 수질분석 결과는 다음과 같이 호소수질 3등급 범위를 나타내는 것으로 조사되었다.

<표 2.5-5> 팔당댐 월별 평균유입량 실적(2007년)

관측년월	저 수 위 (EL, m)			유 입 량(㎥/s)		
	평균	최저	최고	평균	최저	최고
1월	25.19	25.13	25.28	175.79	117	232.9
2월	25.19	25.05	25.36	172.93	153.6	209.2
3월	25.24	25.12	25.35	250.73	165.6	495.7
4월	25.16	25.03	25.33	288.82	200.9	563.4
5월	25.14	24.97	25.3	392.66	206.3	883
6월	25.02	24.69	25.19	381.31	271.6	499.9
7월	25.06	24.82	25.41	699.19	314.1	1669
8월	25.11	24.7	25.4	2401.71	453.4	7654.6
9월	25.24	24.83	25.47	1829.44	545.1	5417.8
10월	25.11	24.96	25.26	370.45	226.1	619.8
11월	25.15	25.03	25.29	276.81	187.6	387.2
12월	25.07	25	25.2	207.4	173	251.2
평 균	25.14	24.94	25.32	620.60	251.19	1,573.64

주) 환경부 물환경정보시스템 Home page

<표 2.5-6> 팔당댐 수질자료(1998~2007)

년/월	pH	DO (㎎/L)	BOD (㎎/L)	COD (㎎/L)	SS (㎎/L)	총질소 (㎎/L)	총인 (㎎/L)
1998	7.5	9.5	0.9	2	20	4.023	0.063
1999	7.3	9.6	0.9	2.2	11.3	4.455	0.056
2000	7.4	10.7	1	2.3	10.3	4.174	0.072
2001	7.5	10.8	1.5	2.4	6.1	3.944	0.064
2002	7.6	10.9	1.3	2.4	9.2	5.069	0.064
2003	7.7	10.9	1.2	2.1	4.3	4.866	0.029
2004	7.3	10.4	1.2	2.7	4.3	4.742	0.036
2005	7.2	11	1	2.3	3.2	5.822	0.038
2006	7.3	11.4	0.9	2	7.2	4.615	0.055
2007	7.3	10.4	1	2.3	15.1	4.552	0.036

주) 환경부 물환경정보시스템 Home page

5.3 취·정수장 시설현황

5.3.1 취수시설

안산시는 총 4개소의 정수시설이 있으며 이들 정수시설 모두 수더권광역상수도에서 원수를 공급받고 있어 별도의 취수시설은 없다.

5.3.2 정수시설

안산시 4개소 정수시설중 안산시에서 운영하고 있는 정수시설은 안산정수장과 연성정수장이며 반월정수장과 시흥정수장은 수자원공사에서 운영중인 시설이다.

가. 안산정수장

안산정수장은 수도권 광역상수도 3단계 계통에서 Q=60,000㎥/일 및 4단계 계통에서 Q=83,000㎥/일의 원수를 수수하여 총 시설용량 143,000㎥/일 규모의 정수장이며, 3단계 계통 60,000㎥/일은 응집약품을 주입하여 응집·침전 공정을 거친 다음 공단 내의 염색단지에 공업용수로 공급되며, 4단계 계통 83,000㎥/일은 응집·침전 및 급속여과 공정을 거쳐 급수구역 내의 생활용수로 공급하고 있다.

또한 정수처리 과정에서 발생하는 슬러지를 처리하기 위하여 슬러지의 농축 및 탈수 공정 등이 포함된 배출수처리시설이 가동되고 있으며, 각 시설물별 개요는 다음과 같다.

구 분	내 용	
1. 위 치	안산시 고잔동 산88번지 일원	
2. 정수방식	약품침전(3단계)	약품침전 및 급속여과(4단계)
3. 시설용량	Q=60,000㎥/일	Q=83,000㎥/일
4. 정수시설 • 착수정 • 급속혼화지 • 플록형성지 • 침전지 • 급속여과지 • 정수지 • 역세척수조 • 회수조	 B4,5×L10.0×H4.5×1지 B3.8×L3.8×H3.8×2지 B9.6×L10.5×H3.5×3지 B12.0×L55.0×H4.1×3지 – B35.0×L26.6×H4,5×2지 – –	 B4,5×L8.0×H4.5×1지 B4,5×L4.5×H3.8×1지 B10.6×L10.5×H3.5×3지 B8,5×L10.5×H3.5×1지 B13.0×L55.0×H4.1×3지 B11.0×L55.0×H4.5×1지 B10.6×L10.6×6지 B26.6×L31.1×H5.5×2지 B11.0×L17.0×H2.5×2지 B10.0×L20.0×H3.8×2지
5. 배출수처리시설 • 조정조 • 농축조 • 슬러지저류조 • 역포세척수조 • 상징수저류조 • 탈리여액처리조	 B7.8×L25.2×H3.85×2지 D21.0×H3.5×2지 W6.0×L11.0×H3.5×1지 W3.8×L6.0×H3.5×1지 W7.0×L12.0×H4.1×1지 D10.0×H3.5×1지	 3, 4 단계 공용 3, 4 단계 공용 3, 4 단계 공용 3, 4 단계 공용 3, 4 단계 공용 3, 4 단계 공용

나. 연성정수장

연성정수장은 2000년에 383천㎥/일의 시설로 준공하여 현재까지 383천㎥/일로 운영되고 있는 급속여과 방식의 표준정수처리 시설이며, 연성정수장의 취수원은 전량 팔당댐에서 취수하고 있다. 수도권 광역(안산계통) 분기점에서 시화공단 분기점까지 1구간은 수도용 도복장간관 D=2,000mm, L=6.4km의 도수관로로 유입되며, 시화공단 분기점에서 연성정수장 착수정까지 2구간은 D=1,800mm, L=0.4km의 관로를 통하여 정수장으로 원수를 공급하고 있다.

시 설 명		규 격 (B×L×H)(m)		지수		용량(㎥)
착수정		6.0×9.0×4.0		2		2,592
혼화지		5.0×5.0×3.0		4		300
응집지	생활	16.6×3.8×3.5×3단		8		5,298
	공업	17.6×3.8×3.5×3단		2		1,404
침전지	생활	19.0×60.0×4.6		8		41,952
	공업	20.0×60.0×5.3		2		12,720
여 과 지		4.0×13.8×2열		20		2,208
정수지	생활	26.5×40.0×6.0		2		12,720
	공업	19.75×26.5×6.0		2		6,280
송수 펌프동	생활	30.0(안산)㎥/분	18.98(시흥)㎥/분	5대	4대	12,720
	공업	34.0(공업)㎥/분	17.4(공업)㎥/분	3대	1대	6,280

5.4 송·배수시설

현재 안산시는 광역상수도 공급계통인 반월정수장과 시흥정수장, 지방상수도 공급계통인 안산정수장과 연성정수장으로 크게 구분되며, 총 12개의 배수지가 있으며, 이 중 2개의 배수지는 휴지 상태이다.

<표 2.5-7> 안산시 시설 현황

정 수 장	배 수 지	시설용량(㎥)	일일사용량(㎥/일)	비 고
반월정수장	직접급수	-	41,018	
	성포배수지	40,000	62,823	
	고잔배수지	25,000	40,347	
	일동배수지	3,500	11,939	
	반월배수지	8,000	6,577	
	사동배수지	3,500	-	휴지시설
안산정수장	직접급수	-	42,163	
	와동배수지	14,000	-	휴지시설
	초지배수지	10,000	55,884	공업용수
연성정수장	선부배수지	45,500	54,246	1,2배수지전체
	목내배수지	10,000	19,660	
	성곡배수지	10,000	22,256	
	대부배수지	6,600	1,806	
	공단배수지	20,000	97,009	공업용수
시흥정수장	직접급수(생활)	-	6,168	
	직접급수(공업)	-	12,935	

주) 2007년 실측값 기준임

2006년 말 현재 안산시의 상수도 관로현황은 총 연장 1,191km에 이른다. 이는 안산시가 계획도시로서 높은 급수보급율에 기인한 것으로 보인다.

<표 2.5-8> 안산시 관로 현황

관 로	관 종	연 장(m)	비 고
도수관	강 관	15,682	
송수관	강 관	62,325	
배수관	주철관	12,789	
	강 관	29,146	
	주철관	565,869	
급수관	기 타	203,493	
	주철관	5,828	
	스텐레스관	279,503	
	합성수지관	1,468	
계	기 타	14,819	
		1,190,922	

주) 안산시 통계연보 2007년 참조

6. GIS 구축에 관한 조사

6.1 GIS 사업 추진 배경

가. 21세기 고도정보화 시대의 급격한 변화속에 환경친화적인 도시를 건설하며, 각종 도시기반 시설물 관리의 재정비를 통해 업무효율을 향상하기 위한 도시기반 시설물 관리시스템 구축을 이뤄 글로벌시대에 앞선 안산시의 고도 경쟁력 확보

나. 타 자치단체와 마찬가지로 안산시도 도시행정 업무의 대부분이 지도와 관련되어 있으며, 특히 상수도, 하수도, 도로, 교통, 가스, 통신, 전력등과 같은 도시기반 시설물의 경우, 시설물 신설 및 유지관리 업무에 정확한 위치정보의 필요성이 증가하였다. 시민들 역시 양질의 민원 행정 서비스를 요구하고 있기 때문에 기존의 수작업 체계로는 다양하고 방대한 양의 각종 자료를 신속하고 정확하게 처리할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 도시기반시설 관련자료를 효율적으로 취득, 관리, 분석, 출력하기 위한 도시 종합정보시스템을 구축한다.

다. GIS기술은 방대한 양의 도형 및 비도형 자료를 데이터베이스화 하여 입력/수정/검색/분석/출력하는 기능을 가지고 있으며, 이를 활용한 도시정보시스템은 도시기반 시설물의 정보를 통합적으로 관리 할 수 있다. 따라서 도시계획으로 인한 도로의 건설에 상·하수도 관의 설치를 계획하고 업무의 문제점에 대응하며, 나아가 해당 필지의 보상에 이르는 통합적인 도시행정업무를 입체적으로 처리할 수 있게 될 것이며 도로관리시스템은 이러한 도시정보시스템을 구축하는데 기초를 마련하고 각종 관리정보(MIS)가 통합된 정보시스템 관리의 기능을 제공 하는데 있다.

6.2 개발시스템 및 세부내용

안산시 GIS개발 시스템은 아래표와 같이 도로관리, 지하시설물(상하수도)관리, 재난관리, 도시계획관리, 지적관리, 교통관리, 하천(환경)관리에 대해 개발함.

도로관리시스템	하수도관리 시스템	도시계획관리 시스템
· 도로현황 총괄관리 · 도로노선 관리 · 도로 시설물 관리 · 도로공사 대장관리 · 도로도면 관리 · 도로점용 관리 · 도로굴착 관리 · 도로포장 관리 · 도로공사 관리 · 도로통계 관리 · 용지보상 관리 · 도로 대장/조서관리	· 하수도 행정관리 · 하수도 시설관리 · 하수도 관망관리 · 하수도 공사관리 · 하수도 도면관리 · 하수도 대장/ 조서관리 · 하수도 통계관리 · 원인자 부담금관리	· 도시기본계획 관리 · 도시재정비 계획관리 · 도시개발구역 관리 · 도시시설 계획관리 · 토지이용 계획관리 · 택지개발 사업관리 · 개발제한구역 관리 · 용도지역 관리 · 도시공원 및 유원지관리
교통관리 시스템	**상수도관리 시스템**	**재난관리 시스템**
· 교통행정 관리 · 교통계획 관리 · 교통시설 관리 · 교통지도 관리 · 교통운송 관리 · 교통흐름 관리 · 교통유발 부담금 관리 · 교통영향평가 관리	· 상수도 시설물관리 · 상수도 공사관리 · 상수도 관망정리 · 상수도 도면관리 · 상수도 대장/ 조서관리 · 상수도 급수관리 · 상수도 사업장 관리 · 상수도 요금관리 · 상수도 통계관리 · 보수이력관리	· 재난행정관리 · 재난 시설물 관리 · 재난민원 관리 · 재난계획 관리 · 민방위 종합정보 관리 · 소방종합 관리 · 홍수지역 관리 · 구조구급 지원관리 · 재난지원 관리 · 인터넷 재난예보관리
지적관리 시스템	**하천(환경)관리 시스템**	
· 지적전산 도면관리 · 기본코드 관리 · 지적정보 관리 · 부동산 관리 · 토지행정 관리 · 지적관리 · 토지거래 관리 · 공시지가 관리	· 하천기본정보 관리 · 하천대장 관리 · 하천 시설물 관리 · 하천점용 관리 · 하천공사 관리 · 수질종합 관리 · 하천오염원 관리 · 폐기물 관리 · 토양오염 관리 · 대기오염 관리	

6.3 상수도 분야

안산시 GIS 구축사업중 상수도 사업분야의 구축 data는 아래표에 보이는 바와 같다. 이는 대부분의 GIS 사업에서 구축하는 상수도 분야 data 와 크게 다르지 않은 것으로 조사되었으나, 각각의 항목의 자료 유/무를 살펴보면 현재 보유하고 있지 않은 자료도 상당수 있는 것으로 판단된다. 따라서 이러한 GIS구축 시스템을 효과적으로 활용하기 위해서는 현재 보유하고 있는 자료의 보유 양식을 아래와 같은 GIS 시스템 data 항목과 최대한 일치하도록 작성하는 것이 가장 중요할 것으로 판단된다. 또한 이러한 상수도 항목중에서 배수구역관리, 급수구역관리 등은 개념자체가 모호한 항목이므로 삭제하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 상수도 관로부분은 번호체계를 정립하여 구간별로 고유번호를 부여하여 관리하는 것이 장기적으로 바람직할 것으로 판단된다.

<표 2.6-1> GIS 시스템내의 상수도 시스템 내용

시설물 (테이블)	세 부 내 용
상수관로	·설치일자, 관용도, 관재질, 구경, 연장, 접합종류, 최저깊이, 최고깊이, 공사번호…
급수관로	·설치일자, 관용도, 관재질, 구경, 연장, 접합종류, 최저깊이, 최고깊이, 공사번호…
상수관로 심도	·심도
상수맨홀	·설치일자, 관리기관, 규격, 맨홀종류, 맨홀형태, 공사번호, 방향각…
스탠드 파이프	·관리기관, 설치일자, 제수변형식, 재질, 구경, 표고, 제작회사, 공사번호, 방향각..
변류시설	·관리기관, 설치일자, 변류형식, 재질, 구경, 제수변회전방향, 제수변총회전수, 제수변현회전수, 제수변구동방법, 변실형태, 변실규격, 설정압력, 제작회사, 이상상태…
유량계	·관리기관, 설치일자, 종류, 형식, 구경, 제작회사, 공사번호, 방향각…
수압계	·관리기관, 설치일자, 종류, 형식, 구경, 압력, 구경, 제작회사, 방향각…
소방시설	·관리기관, 설치일자. 수용가번호, 형식, 구경, 배수관구경, 급수탑높이, 방향각…..
수원지	·준공일자, 수원지명, 구분, 유입하천명, 유효저수량, 유효면적, 만수면적, 갈수위, 평수위, 홍수위, 최대홍수위, 사수위 상수도보호구역면적, 인구,,,,

<표 2.6-1> GIS 시스템내의 상수도 시스템 내용 (계속)

시설물 (테이블)	세 부 내 용
취수장	·관리기관, 준공일자, 취수장명, 수원구분, 수계명, 취수량, 도수방법, 취수방법….
정수장	·관리기관, 준공일자, 정수장명, 수원구분, 관련취수장, 관련배수지, 처리용량, 사용전력, 부지면적, 여과방법, 공사번호..
가압장	·관리기관, 준공일자, 가압장명, 부지면적, 관리방법, 가압장표고, 가압능력, 가압구역…
배수지	·관리기관, 준공일자. 배수지명, 관련정수장, 부지면적, 관리방법, 시설용량, 최고수위, 배수지유입량, 급수지역, 급수인구, …
상수부속시설 세부현황	·시설번호, 시설명
급수전계량기	·설치일자, 수용가번호, 수용가성명, 주소, 가구수, 업종, 기물번호, 구경, 형식, 제작회사, 관리번호…
계량기 교체이력	·교체일자, 교체구분, 사유, 기물번호, 철거계량기구경, …교체자명,
저수조	·관리기관, 허가일자. 준공일자, 건물유형, 저수조명, 소유자성명, 소유자주소, 관리자성명, 관리자주소…..
저수조세부시설현황	·위치, 재질, 개소수, 규격, 용량, 용도, 소수….
저수조 청소이력	·일자, 내용, 업자
누수지점 및 복구내역	·민원접수번호, 누수일자. 위치, 관재질, 구경, 누수원인, 현황, 복구일자….
상수시설 유지보수이력	·보수일자, 보수이력, 구분, 사유, 내용…
마을상수도 관리대장	·설치일자, 용량, 사용세대수, 인구수, 비고,
먹는물 공동시설	·산구분, 본번, 부번, 번지설명, 시설명, 수질검사일자, 결과
상수배수 구역관리	·배수구역명, 계획년도설명…
급수구역 관리	·급수구역명

<표 2.6-1> GIS 시스템내의 상수도 시스템 내용 (계속)

시설물 (테이블)	세 부 내 용
상수민원 접수 처리대장	·민원내용, 구분, 민원인성명, 주소, 전화번호. 처리기한..
급수공사 대장	·관급자재비, 사급자재비, 부가가치세, 도로복구비, 설계수수료, 자재검사수수료, 공사비총액,수납일자
상수공사 대장	·설계금액, 지출과목, 입찰일자, 예정금액, 계약내용
공사비지급 내역	·지급구분, 지급일자, 지급금액
공사설계 변경내역	·변경일자, 증감금액, 변경사업량
공사하도급 내역	·하도급자명, 주소, 전화번호
상수공사 하자보수 내역	·하자발생일자, 보수일자, 보수내용
상수설계 도면 및사진	·사진명, 도면사진설명, 파일명

제3장 기본사항의 결정

1. 목표년도

2. 계획급수구역

3. 계획급수인구 및 관련변화의 분석

4. 계획급수량 원단위

5. 계획급수량

제3장 기본사항의 결정

1. 목표년도

수도시설은 생활기반시설과 밀접한 관계가 있는 매우 중요한 시설로서 안정적이고 효율적인 유지운영관리가 필요하다. 따라서 계획년도는 장래 예측의 확실성과 시설정비의 합리성을 고려하여 장기간으로 설정한다.

계획년도는 도시계획과 연계하여 도시의 개발여지, 발전상태, 재정의 확보, 유지관리비용, 시설확장의 가능여부, 시설물의 내구연한 등을 고려하여 사업기간을 단계별로 설정하며 「수도정비기본계획수립지침(환경부, 2006.5)」에 따라 계획 목표연도는 5년 주기의 4단계로 계획을 수립하였다.

- 수도정비 기본계획 수립주기 : 매 10년마다 시행
- 상수도 시설기준 계획년도 : 장래 15~20년을 고려하여 계획
- 목표연도

  - 1단계 목표년도 : 2010 년 까지 - 2단계 목표년도 : 2015 년 까지
  - 3단계 목표년도 : 2020 년 까지 - 4단계 목표년도 : 2025 년 까지

2. 계획급수구역

계획급수구역은 계획 기간 내에 급수관을 부설하여 급수가 가능한 구역으로서 지리, 지형조건에 따라 가압하여야 하는 경우도 있다. 또한 수도이용의 확대와 지역주민의 복지향상 등을 고려하여 마을상수도 급수지역 또는 인구밀도가 낮거나 장래 도시발전 전망이 적은 지역도 기술적, 경제적 측면을 검토하여 급수구역 포함여부를 결정하여야 한다.

안산시의 급수보급율은 2007년에 99.6%로서 경기도 93.6%, 전국평균 93.2% 보다 높으며 이미 섬지역 일부를 제외한 안산시 전체가 급수를 보급 받고 있는 것으로 나타나고 있다. 이는 안산시가 국가산업단지(반월공단)의 배후도시로 탄생한 전국 최초의 계획도시로 타 도시에 비하여 계획적인 개발이 이루어졌기 때문이라고 판단된다.

본 계획에서는 안산시의 급수구역을 조정하였으며 용수공급계획은 인구변동사항 및 물수요 패턴의 변화를 고려하여 산정한 수요량에 근거하여 계획하였다. 섬지역인 풍도과 육도도 별도로 계획을 수립하기로 하였다.

2.1 계획급수구역

안산시는 현재 2개 구, 25개 행정동(30개 법정동)으로 구성되어 있으며 총 4개의 정수장을 통해 섬지역 일부를 제외한 안산시 전체에 용수를 공급하고 있다.

안산시 급수구역은 다음 그림과 같이 정수장별로 구분된다



정수장명	급 수 지 역	시설용량	안산시 배분량	사용량 (㎥/일)	비 고
계		983,000	679,200	385,480	
안산정수장	와동, 고잔동일부, 월피동일부, 성포동, 초지동염색단지(공업용수)	143,000	143,000	88,211	안산시
연성정수장	선부동, 원곡동, 초지동일부, 호수동, 원시동, 목내동, 신길동일부, 성곡동일부, 반월공단(공업용수)	383,000	301,000	148,899	
반월정수장	수암동, 장상동, 장하동, 양상동, 부곡동, 월피동일부, 일동, 이동, 고잔동일부, 초지동일부, 사동, 본오동, 팔곡일동, 팔곡이동, 건건동, 사사동	190,000	190,000	132,420	한국수자원공사
시흥정수장	신길동일부, 시화공단(생활,공업용수)	267,000	45,200	15,950	

주) 사용량 : 2006년 5월말 기준

2.2 급수구역 검토

각 정수장별로 급수구역 배수지현황은 아래와 같다. 광역상수도는 반월, 시흥정수장계통이며 지방상수도는 연성, 안산정수장 계통이다. 시흥정수장 안산시 급수구역은 정수장에서 직접 급수하고 있으며 나머지 정수장계통은 정수장으로부터 직접급수와 배수지를 통한 간접급수를 병행하고 있다.

배 수 지 명			주 소	시설용량 (㎥/일)	수위(EL. m)		비고
					H.W.L	L.W.L	
한국수자원 공사	반월정수장	반월배수지	팔곡동 산 41	8,000	84.0	80.0	
		고잔배수지	일동 산10-2	25,000	50.0	45.0	
		일동배수지	일동 717	3,500	60.0	56.0	
		사동배수지	사동 1313	3,500	57.0	53.0	
		성포배수지	일동 산106	40,000	55.0	50.0	
안산시	연성정수장	성곡배수지	성곡동 639-1	10,000	47.0	43.0	
		선부1배수지	선부동 1145-16	5,500	52.5	48.5	
		선부2배수지	선부동 산128	40,000	53.5	48.5	
		목내배수지	목내동 471-1	10,000	50.0	46.0	
		공단배수지	목내동 산28	20,000	57.0	52.0	
		대부배수지	대부동 산233-9	6,600	69.2	65.0	
	안산정수장	와동배수지	와동 804	14,000	56.0	52.0	
		초지배수지	초지동 636-1	10,000	54.0	50.0	

3. 계획급수 인구 및 관련변화의 분석

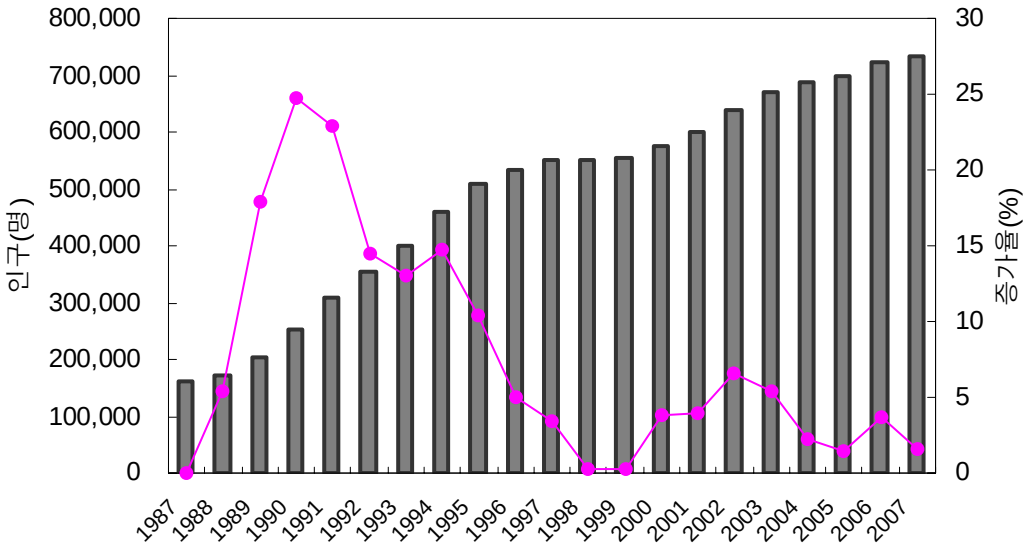
안산시의 과거인구 자료를 근거로 목표년도 계획인구를 추정하였으며 그 결과를 각종 관련계획 등에서 추정한 계획인구 추정치와 비교 검토하여 안산시의 계획인구를 추정하였다.

3.1 과거 인구 증가 추이

안산시의 과거 20년간(1987년~2006년) 인구변화 추이는 1987년 162,569 명에서 2007년 734,713 명으로 5년 평균 2.89%, 10년 평균 2.93%, 20년 평균 증가율 8.07% 로 나타났다.

<표 3.3-1> 안산시 과거인구

년도	안산시		자 연 증 가 인 구				사회적 증가 인구	
	인구 (인)	증가율 (%)	출 생	사 망	순 증가 인구(인)	자 연 증가율 (%)	사회적 증 가 인구(인)	사회적 인 구 증가율(%)
1996	533,293		12,212	1,639	10,573			
1997	551,310	3.38	12,241	1,609	10,632	1.9	7,385	1.3
1998	552,557	0.23	10,805	1,641	9,164	1.7	-7,917	-1.4
1999	554,138	0.29	9,928	1,858	8,070	1.5	-6,489	-1.2
2000	575,574	3.87	10,080	1,861	8,219	1.4	13,217	2.3
2001	598,560	3.99	8,812	1,884	6,928	1.2	16,058	2.7
2002	637,660	6.53	8,212	2,041	6,171	1.0	32,929	5.2
2003	671,687	5.34	8,440	2,009	6,431	1.0	27,596	4.1
2004	686,873	2.26	8,247	2,049	6,198	0.9	8,988	1.3
2005	697,239	1.51	7,369	2,151	5,218	0.7	5,148	0.7
2006	723,075	3.71	7,402	2,236	5,166	0.7	20,670	2.9
2007	734,713	1.61	8,196	2,233	5,963	0.8	5,675	0.8
최근 5년간 평균		2.88	7,931	2,136	5,795	0.9	13,615	2.0
최근10년간 평균		2.93	9,067	1,961	7,105	1.2	11,205	1.8
최근20년간 평균		8.07	9,450	1,907	7,543	1.3	12,014	2.0



<그림 3.3-1> 안산시 과거인구 변화추이

안산시의 과거 인구를 증가율을 보면 과거 20년간 초기 증가율은 20% 이상으로 증가율이 일정치 못하고 상당히 높은 편이였으나 최근 10년간의 증가율은 2.93%로 비교적 일관된 증가추세를 나타낸다. 계획도시로 형성되는 초기에는 외부인구 유입이 많아 증가율이 높으므로 도시가 성장하여 인구증가율이 둔화되는 1997년 이후 최근 5, 10년간의 자료가 과거 20년간 자료보다 일관성 있는 결과라 여겨진다.

안산시의 동별 과거인구를 보면 과거 20년 동안 행정구역의 잦은 변경으로 일률적인 비교가 어려운 실정이다. 따라서 본 계획에서 장래 동별 인구 추정시 현재 동별 인구를 기준으로 과거 동별 인구를 산정한 후 장래 동별 인구를 추정하였다.

<표 3.3-2> 안산시 행정구역별 과거인구

(단위 : 인)

년도	안산시	일동	이동	사1동	사2동	사3동	본오1동	본오2동	본오3동	부곡동	월피동	성포동	반월동
1987	162,569	10,438									4,084	47,060	
1988	171,420	12,068									4,521	16,291	
1989	202,051	20,498									7,677	19,015	
1990	252,157	32,168									24,249	19,066	
1991	309,921	18,099					36,342				25,992	27,777	
1992	354,762	23,556					47,275				29,606	27,295	
1993	401,100	26,740		17,691			52,327				37,144	26,815	
1994	460,380	29,450		34,713			20,866	38,681			44,359	28,899	12,533
1995	507,952	34,361		42,437			26,098	41,366		17,819	33,788	34,009	12,758
1996	533,293	34,370		15,990	30,917		30,214	27,597	23,285	18,936	37,992	33,975	12,543
1997	551,310	37,232		17,889	32,084		33,677	29,567	24,737	19,985	41,209	33,365	12,341
1998	552,557	37,699		17,656	32,310		34,776	29,854	25,018	20,079	41,690	33,133	14,080
1999	554,138	38,045		21,093	32,307		35,219	30,089	25,319	20,077	41,574	33,118	14,616
2000	575,574	39,019		31,391	32,668		36,219	30,421	25,532	20,388	42,400	33,145	14,489
2001	598,560	41,806		34,089	32,855		36,803	31,222	25,402	20,311	42,963	32,497	14,660
2002	637,660	46,216		37,689	35,028		39,215	33,261	25,359	21,538	44,915	32,463	15,820
2003	671,687	50,576		39,565	35,506		41,039	33,491	25,311	22,023	45,370	31,816	15,418
2004	686,873	25,304	26,473	40,590	35,824		41,524	33,575	25,455	22,113	46,088	31,643	15,185
2005	697,239	25,237	26,821	47,418	35,948		41,209	33,557	25,598	22,014	46,123	31,494	15,120
2006	723,075	25,581	27,694	53,218	35,789		42,188	33,548	25,504	22,111	46,094	31,373	20,464
2007	734,713	25,515	28,405	37,242	35,699	19,493	42,583	33,576	25,397	21,882	46,619	31,103	21,608

년도	안산동	와동	고잔1동	고잔2동	호수동	원곡본동	원곡1동	원곡2동	초지동	선부1동	선부2동	선부3동	대부동
1987						30,681	30,092		25,212	15,002			
1988			10,038	24,042		31,301	21,187	13,719	23,636	14,617			
1989			12,920	25,696		33,706	23,333	13,029	24,098	22,079			
1990			21,850	26,140		31,552	22,714	13,127	22,310	38,981			
1991		11,744	27,468	27,764		29,406	20,445	12,444	17,156	24,868	30,416		
1992		16,977	30,947	28,889		25,777	19,175	12,308	16,558	27,787	48,612		
1993		23,571	31,463	28,767		22,876	18,249	11,374	16,887	27,549	25,536	34,111	
1994		29,284	31,669	27,792		20,787	17,463	10,645	17,207	26,549	26,666	37,204	5,613
1995	7,126	35,038	31,654	27,677		19,844	17,160	10,070	17,174	26,182	27,519	40,086	5,786
1996	7,109	39,558	31,145	27,360		18,629	16,431	9,478	18,274	25,294	27,347	40,891	5,958
1997	7,062	42,191	31,123	26,870		17,933	15,906	9,191	18,959	24,735	27,867	41,239	6,148
1998	6,506	42,768	28,664	26,657		20,554	15,532	9,091	17,483	24,079	27,335	40,934	6,659
1999	6,871	43,119	27,408	26,612		20,539	15,104	8,804	16,808	23,607	27,075	40,490	6,244
2000	6,761	43,724	30,727	26,729		20,270	14,390	7,949	22,161	23,166	27,228	40,555	6,242
2001	6,699	43,675	45,676	25,840		19,193	13,531	6,070	30,282	22,399	26,479	39,851	6,257
2002	7,663	45,360	57,504	25,982		19,550	12,844	2,481	39,947	21,901	26,660	39,986	6,278
2003	8,470	46,603	25,546	25,292	42,929	24,019	12,258	79	51,860	21,426	26,653	39,842	6,595
2004	8,706	46,691	25,820	25,592	43,746	23,676	11,951	4,317	58,964	21,116	26,332	39,488	6,700
2005	8,895	46,160	25,556	25,554	44,012	25,681	12,169	8,547	57,710	20,647	26,535	38,461	6,773
2006	9,261	46,354	25,550	25,685	43,897	29,764	12,502	16,511	58,510	20,469	26,780	37,405	6,823
2007	9237	47,092	25,157	25,610	44,018	34,835	12,149	16,945	58,528	20,629	27,660	36,771	6,960

주) 안산시통계연보

<표 3.3-3> 경기도 주요시 과거인구 변화추이

(단위 : 인, %)

구 분	전국	서울특별시	경기도	수원시	성남시	의정부시	안양시
1997	46,684,069	10,336,134	8,470,594	798,640	923,226	306,585	591,522
1998	46,991,171	10,270,506	8,672,632	854,084	921,227	327,965	586,562
1999	47,335,678	10,264,260	8,934,332	910,045	921,204	344,780	582,584
2000	47,732,558	10,311,314	9,219,343	948,065	924,390	361,131	581,166
2001	48,021,543	10,263,336	9,544,496	974,866	932,780	367,171	591,670
2002	48,229,948	10,207,295	9,927,473	1,019,711	940,974	378,424	595,142
2003	48,386,823	10,174,086	10,206,851	1,032,944	962,048	394,803	604,505
2004	48,583,805	10,173,162	10,462,920	1,033,829	977,166	397,612	621,047
2005	48,782,274	10,167,344	10,697,215	1,045,587	983,075	402,410	625,350
2006	48,991,779	10,181,166	10,906,033	1,068,906	964,831	410,938	624,280
2007	49,268,928	10,192,710	11,106,211	1,067,702	953,960	421,853	624,197
10년 평균 증가율	0.54	-0.14	2.75	2.97	0.33	3.26	0.55
5년 평균 증가율	0.43	-0.03	2.27	0.93	0.29	2.20	0.96
구 분	부천시	광명시	시흥시	고양시	과천시	구리시	오산시
1997	788,136	342,630	221,420	718,465	71,128	164,150	75,344
1998	778,789	343,933	253,329	750,418	71,322	163,758	76,638
1999	775,573	340,021	293,272	772,390	71,329	166,232	84,843
2000	775,815	338,139	318,083	797,597	71,432	169,417	105,933
2001	781,091	336,309	337,402	811,467	71,201	184,816	114,540
2002	816,499	340,807	353,860	836,664	70,488	193,214	115,956
2003	844,256	336,083	368,223	865,077	70,324	192,947	118,167
2004	855,697	331,419	378,613	886,000	68,333	193,438	121,326
2005	855,359	327,828	387,239	904,077	60,956	192,548	129,843
2006	860,020	313,372	390,477	910,206	60,482	193,847	136,311
2007	864,037	313,019	390,564	924,839	62,291	196,800	145,825
10년 평균 증가율	0.94	-0.89	5.96	2.56	-1.25	1.87	7.02
5년 평균 증가율	1.15	-1.68	2.00	2.03	-2.33	0.37	4.71

주) 통계청, 외국인 제외

3.2 장래인구 계획

장래인구는 대상지역의 도시계획상 인구지표, 국가 정책적인 인구지표를 고려하여 추정하여야 하나 최근에는 과다한 수요량 추정을 지양하고 현실성이 떨어지는 도시계획지표에 의한 과다한 투자를 방지하기 위해 실질적인 인구추정을 실시하고 있다.

본 계획에서는 안산시의 장래 계획인구를 추정하기 위하여 「2020년 안산도시기본계획(안산시, 2008.8)」, 「수도권 광역도시계획(안)」 등의 상위계획과 각종 상수도 관련 보고서를 검토하고 안산시 통계연보(2008) 등을 기초로 하여 수학적 인구추정 등 여러 가지 방법으로 안산시의 장래인구를 추정하였다.

3.2.1 수학적 인구 추정

수학적 방법에 의한 인구추계는 과거의 인구 증가율(r)을 일정하게 잡고 추계하는 방법과 과거로부터의 증가추세를 연장하는 방법으로 크게 구분할 수 있다. 과거의 인구증가율(r)과 증가추이를 토대로 추계하는 방법에는 등차급수법, 등비급수법, 베기함수법, 지수함수법, 로지스틱법, 수정지수법 등이 있으며 방법별 추계방법과 특성은 다음에 나타낸 바와 같다.

가. 등차급수

등차급수는 다음 식의 형태를 나타내는 직선식이고 b의 절편이 음수가 되어서는 안된다. 이는 통계추정 원년의 값이 절대 "0"보다 작을 수 없기 때문이다.

$$y = ax + b$$

y = 추정치, x = 경과년수, a = y절편, b = 증가율

나. 등비급수

등비급수는 일정비율로 감소나 증가추세가 중복되므로 그 변화가 급변하는 자료값에 잘 어울린다. 그러나 우리나라는 현재 인구나 원단위 모두 완만한 추세에 들어서서 이 곡선식이 잘 어울리지 않으나 일부 개발이 급격히 이루어지는 시군에 한해 적용될 수 있다.

$$y = a(1+b)^x$$

y = 추정치, x = 경과년수, a = y절편, b = 증가율

다. 베기함수

베기함수는 등비급수의 특별한 경우로서 y절편 a를 보다 유연하게 확장하여 추정하는 곡선식이다.

$$y = a(1+b)^x + c$$

y = 추정치, x = 경과년수, b = 증가율, a, c = y절편

라. 지수함수

완만한 증가나 감소에 적합한 추정식으로 매개변수가 3개이다.

$$y = ax^b + c$$

y = 추정치, x = 경과년수, a, b, c = 매개변수

마. 로지스틱법

무한년도에 수렴치(최대값) k를 갖는 추정식으로 S형태의 곡선을 나타낸다. 초기의 급격한 증가 후 점점 그 추세가 완화되는 자료값에 잘 어울린다.

$$y = \frac{k}{1+e^{a-bx}}$$

y = 추정치, x = 경과년수, k = 극한값, a, b, c = 매개변수

바. 수정지수법

수정지수도 로지스틱과 같은 모습을 나타내는 추정식이다.

$$y = k - ab^x$$

y = 추정치, x = 경과년수, k = 극한값, a, b = 매개변수

로지스틱 곡선식에 의한 장래인구 추정은 인구가 무한년 전에 0이고 경과년수에 따라 점증하여 중간기간에는 증가율이 가장 크고 그후 증가율이 점차 감소하여 무한년 후에 인구가 포화된다는 이론에 기초를 둔 것이며, 이 방법은 포화인구 추정이 곤란한 경우 적용이 어렵다.

사. 수학적 인구추정 선정 방법

수학적 인구추정방법에는 위에 보이는 바와 같이 여러 가지 방법이 있으며, 본 절에서는 안산시의 과거 20년간의 과거인구자료를 토대로 하여 여러 가지 수학적 추정방법중 일반적으로 많이 사용되고 신뢰도가 높은 등차급수법, 등비급수법, 베기함수법, 지수함수법, 로지스틱법, 수정지수법 모델을 사용하여 그 적정값을 산정하였다.

각 수학적 추정방법들은 고유의 특성이 있으며 적용대상 지역의 고유의 특성을 고려하여 선택하여야 한다. 기 수행된 일부 과업에서 각 수학적 추정방법에 의해 추정된 장래 인구의 평균치를 채택하는 경우가 있는데 이는 각 기법들의 특성을 고려하지 않기 때문에 옳은 방법이 아니다. 따라서 금회 수도정비에서는 「상수도 수요량 예측 업무편람(안)(2008.6)」에서 제시한 최적추정 곡선식 선정방법을 따르기로 결정했다.

시계열 모형은 여러 가지 방정식들이 사용되며 각 계수는 오차자승의 합이 최소가 되도록 결정하고 있으므로 각 방정식간의 우열성을 비교하는데 오차자승의 합 또는 R^2(결정계수)이 기본적인 판단기준으로 적용될 수 있다고 판단된다.

따라서 상관계수(R^2), 오차자승합(SSE) 및 평균절대비율오차(MAPE), 10년 오차자승합(SSE10) 등을 적용하여 최적 추정곡선식의 선택하는 것을 필요하다. 각 선택기준의 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

- 상관계수(R^2)

$$R^2 = \frac{[n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)]^2}{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}$$

- 오차자승합(Sum of squred Error, SSE)

$$SSE = \sum_{i=1}^{n}(y_i - F_i)^2$$

y_i = 과거자료치, F_i = 과거추정치

- 평균절대비율오차(Mean Absolute Percent Error, MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{|y_i - F_i|}{y_i} \times 100\%}{n}$$

y_i = 과거자료치, F_i = 과거추정치

한편, 이와 같은 결정방법을 연구를 통해 몇몇 지자체에 적용한 결과, 6개의 추정곡

선식은 원자료의 형태 중 비슷한 경향을 나타내는 소그룹으로 나뉘어 장래치를 나타내는 경향이 있으며 보통 2~3개의 추정식이 최적 추정곡선식의 후보가 된다. 그러나 반드시 최적곡선식 선정의 3개의 기준이 항상 한 곡선식에서 최적화 되지는 않는다. 과거자료의 분석을 통해서 살펴본 상관계수보다는 오차자승합이나 평균절대오차 비율로 선택된 곡선이 보다 과거 자료값을 적절히 표현하는 것으로 나타났다.

따라서, 근사한 값을 가지는 후보곡선식 중 최근 10년의 경향을 나타내는 다음의 값이 가장 적은 추정곡선식을 최적추정곡선식으로 선정하는 방법도 충분히 적용될 수 있다고 판단된다.

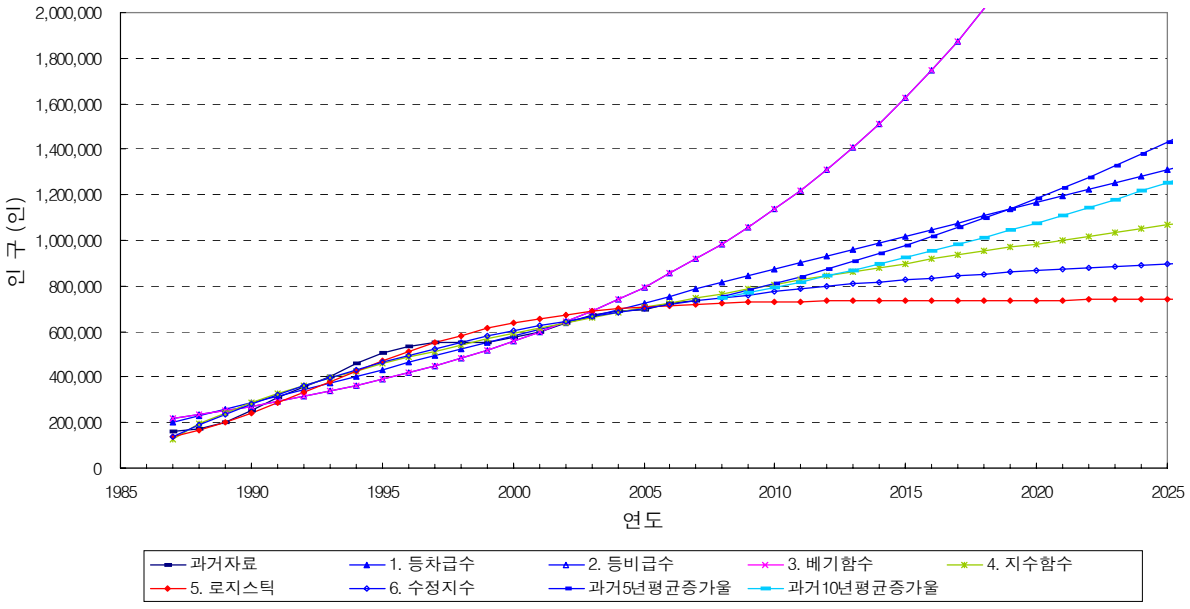
- 10년 오차자승합(SSE10)

$$SSE\,10 = \sum_{i=n-9}^{n} (y_i - F_i)^2$$

그동안 다른 보고서에서 언급한 복잡한 선정과정이 아닌 단순하며 통계적으로 명료한 근거를 제시하고 있으므로 장래 수요량 결정시에는 위에서 제시된 판단기준을 근거로 장래 수요량을 결정하여야 한다.

아. 수학적 인구 추정 결과

앞서 살펴본 수학적 방법을 통해 안산시 인구를 추정한 결과 수정지수 방법을 통한 인구 추정방법이 다른 추정 방법보다 최근 20년 동안의 오차자승합과 절대평균오차율이 적어 가장 적합한 인구 추정방법으로 판단된다.



<그림 3.2-1> 안산시 수학적 인구추정결과

<표 3.3-4> 안산시 수학적 인구추정결과

(단위 : 인)

연도	과거자료	등차급수	등비급수	베기함수	지수함수	로지스틱	수정지수	선 정
2007	734,713							
2008		814,174	985,349	985,349	766,781	723,776	747,433	747,433
2009		843,439	1,058,388	1,058,388	786,669	727,138	761,079	761,079
2010		872,705	1,136,841	1,136,841	806,194	729,768	773,902	773,902
2011		901,970	1,221,110	1,221,110	825,377	731,820	785,953	785,953
2012		931,235	1,311,625	1,311,625	844,237	733,420	797,279	797,279
2013		960,500	1,408,849	1,408,849	862,792	734,665	807,922	807,922
2014		989,765	1,513,280	1,513,280	881,058	735,634	817,924	817,924
2015		1,019,031	1,625,452	1,625,452	899,049	736,387	827,324	827,324
2016		1,048,296	1,745,939	1,745,939	916,779	736,972	836,158	836,158
2017		1,077,561	1,875,357	1,875,357	934,261	737,426	844,460	844,460
2018		1,106,826	2,014,368	2,014,368	951,505	737,779	852,261	852,261
2019		1,136,092	2,163,683	2,163,683	968,521	738,053	859,593	859,593
2020		1,165,357	2,324,066	2,324,066	985,321	738,265	866,483	866,483
2021		1,194,622	2,496,338	2,496,338	1,001,912	738,430	872,959	872,959
2022		1,223,887	2,681,379	2,681,379	1,018,304	738,558	879,044	879,044
2023		1,253,153	2,880,136	2,880,136	1,034,504	738,657	884,763	884,763
2024		1,282,418	3,093,627	3,093,627	1,050,519	738,734	890,137	890,137
2025		1,311,683	3,322,942	3,322,942	1,066,356	738,794	895,188	895,188
상관계수 (R^2)		0.95276	0.85726	0.85726	0.98120	0.97968	0.98601	
오차자승합 (최근20년간)		32,695,925	134,184,363	134,184,363	13,134,218	19,080,920	9,764,288	수정지수
오차자승합 (최근10년간)		5,660,073	69,941,677	69,941,677	1,126,421	13,545,552	2,044,324	
절대평균오차율 (최근20년간)		8.91	15.03	15.03	5.90	5.31	4.94	
절대평균오차율 (최근10년간)		2.65	9.09	9.09	1.50	5.08	1.73	

안산시는 도시성격상 계획적 개발에 의하여 조성된 성장 도시로 과거 사회적 요인에 따른 급격한 인구증가가 이루어졌으며, 현재도 일부지역에 대한 지속적 개발이 추진되고 있기에 안산시 전체 인구로 추정하는 방법과 함께 각 동별 인구로 구분하여 추정하는 방법도 같이 수행하였다. 각 동별 수학적 추정시 방법을 달리하여 좀 더 정확한 추정 값을 얻고자하였다.

<표 3.3-5> 행정구역별 수학적 장래인구 추정

(단위 : 인)

행정구역	2007년	수학적 추정법(인)				선 택
		2010년	2015년	2020년	2025년	
안 산 시	734,713	773,902	827,324	866,483	895,188	수정지수
동별합계	734,713	781,012	895,901	1,041,308	1,229,461	
일동	25,515	27,230	28,743	29,706	30,321	수정지수
이동	28,405	29,708	31,818	33,273	34,276	수정지수
사1동	37,242	47,782	68,461	92,447	119,647	지수함수
사2동	35,699	35,941	35,948	35,949	35,949	로지스틱
사3동	19,493	25,019	35,850	48,415	62,664	지수함수
본오1동	42,583	45,637	47,803	49,095	49,864	수정지수
본오2동	33,576	33,942	33,992	33,999	34,000	로지스틱
본오3동	25,397	25,596	25,599	25,599	25,599	로지스틱
부곡동	21,882	22,110	22,114	22,114	22,114	로지스틱
월피동	46,619	47,798	48,483	48,778	48,904	수정지수
성포동	31,103	36,665	38,403	39,918	41,267	지수함수
반월동	21,608	19,970	24,052	28,883	34,392	지수함수
안산동	9,237	10,453	11,821	12,862	13,603	로지스틱
와동	47,092	47,076	47,092	47,093	47,093	로지스틱
고잔1동	25,157	34,414	47,420	62,269	77,600	로지스틱
고잔2동	25,610	25,565	25,103	24,621	24,119	로지스틱
호수동	44,018	62,582	95,160	144,699	220,030	베기함수
원곡본동	34,835	21,357	20,902	20,529	20,215	지수함수
원곡1동	12,149	12,268	11,676	11,204	10,813	지수함수
원곡2동	16,945	3,309	2,388	1,723	1,244	등비급수
초지동	58,528	60,549	84,234	117,185	163,025	등비급수
선부1동	20,629	27,709	29,272	30,646	31,876	지수함수
선부2동	27,660	28,719	29,014	29,128	29,172	로지스틱
선부3동	36,771	42,545	43,116	43,347	43,439	로지스틱
대부동	6,960	7,068	7,437	7,826	8,235	등비급수

그 결과 안산시 전체 인구로 추정한 인구와 동별로 각각 추정 후 합산한 인구는 차이가 있었다. 이는 동별 특성을 고려해 각기 다른 수학적 추정방법을 적용하여 생긴 차이라 보여지고, 특히 앞서 동별 과거 인구를 살펴보면 택지 개발, 잦은 행정구역 변동, 타시군에서의 편입 등으로 인해 전체 인구가 아닌 개별 동 과거 인구로 추정시에 오차 범위가 더욱 큰 것을 알 수 있다. 따라서 전체 안산시 인구자료를 통해 추정인구를 산정하는 것이 더 알맞은 결과를 얻을 것이라 판단된다.

3.2.2 과거 평균증가율을 적용한 인구추정

앞 절에서 조사한 안산시의 과거 인구자료를 분석해 보면 안산시의 과거 20년, 10년, 5년 평균 증가율은 각각 8.07%, 2.93%, 2.88% 로서 과거 20년 초기에는 30%가까운 증가율을 보였으나 최근에는 점차 줄어드는 증가율을 보이는 것으로 나타났다.

따라서, 본 절에서는 안산시가 앞으로 과거 증가율과 유사하게 발전할 것이라 가정하여 장래인구를 추정하였다.

<표 3.3-6> 과거 평균증가율을 적용한 인구추정 결과

(단위 : 인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
과거 20년간 평균 증가율	927,328	1,366,970	2,015,045	2,970,369	8.07%
과거 10년간 평균 증가율	801,205	925,664	1,069,457	1,235,587	2.93%
과거 5년간 평균 증가율	800,038	922,073	1,062,723	1,224,827	2.88%

그 결과 위에 보이는 바와 같이 20년 평균증가율 적용시 2025년에 2,970,369명으로 10년 평균증가율 적용할 때 2025년 1,235,587명, 5년 평균증가율 적용할 때 2025년 1,224,827명으로 20년 평균증가율을 적용한 경우가 가장 많게 추정되었다. 이는 앞에서 언급했듯이 반월공단의 배후도시로 계획적으로 발전한 도시이기 때문에 초기 인구가 집중해서 유입된 결과로 보인다. 그리고 앞 절에서 수학적 방법을 추정한 결과인 2025년 895,188명과 비교해 보면 과거 증가율을 고려한 인구 추정이 더 과한 것으로 나타났다. 이것 또한 안산시 특성상 최근까지 개발을 통한 유인인구가 많았고 최근 동안 점차 줄어드는 증가율의 특성을 고려하지 못한 결과라고 판단된다.

이와 같이 개발계획에 따른 인구증가를 고려하지 않고 과거 자료만을 통한 결과는 현실인구와 상당한 차이를 나타낼 수 있다. 따라서 다음 절에서는 구체적인 개발계획에 의한 유입인구를 고려한 안산시 장래인구 추정을 실시하였다.

3.2.3 개발계획을 고려한 인구추정

안산시의 과거인구를 출생, 사망에 의한 자연증가율과 전입, 전출에 의한 사회적 증가율로 구분하여 보면 안산시 전체 인구 증감에 미치는 영향이 자연증가율이 약 20%, 사회적 증가율이 약 80% 가량 기여하는 것을 알 수 있다.

본 절에서는 이러한 안산시의 출생·사망에 의한 증가율을 이용 자연증가 인구로 추정한

후 현재 안산시에서 추진하고 있는 각종개발 계획을 조사하여 사회적 증가인구를 추정하여 전체 안산시 장래인구 계획을 수립하였다.

가. 자연증가 인구

1) 수학적 추정방법을 이용한 추정인구

수학적 인구추정방법은 앞에서 본 바와 같이 여러 가지 방법을 사용하였으며 아래 표에서 보듯이 상당히 높은 인구수를 보였다. 그 중 최근10년간 오차자승합과 절대평균비율오차가 제일 작은 수정지수법를 적용하였다.

<표 3.3-7> 안산시 자연 증가 인구 수학적 추정 결과

(단위 : 인)

연도	과거자료	등차급수	등비급수	베기함수	지수함수	로지스틱	수정지수	선 정
2007	734,713							
2008		739,591	740,741	740,741	741,382	740,059	739,552	739,552
2009		747,995	749,925	749,925	750,746	748,703	747,924	747,924
2010		756,497	759,351	759,351	760,246	757,447	756,385	756,385
2011		765,096	769,025	769,025	769,878	766,289	764,935	764,935
2012		773,793	778,954	778,954	779,638	775,229	773,574	773,574
2013		782,588	789,145	789,145	789,524	784,265	782,301	782,301
2014		791,480	799,605	799,605	799,533	793,395	791,116	791,116
2015		800,470	810,341	810,341	809,662	802,619	800,019	800,019
2016		809,558	821,360	821,360	819,908	811,935	809,011	809,011
2017		818,743	832,669	832,669	830,270	821,342	818,090	818,090
2018		828,026	844,277	844,277	840,744	830,838	827,257	827,257
2019		837,407	856,191	856,191	851,329	840,422	836,512	836,512
2020		846,885	868,419	868,419	862,022	850,092	845,854	845,854
2021		856,461	880,969	880,969	872,822	859,847	855,283	855,283
2022		866,135	893,850	893,850	883,726	869,686	864,799	864,799
2023		875,906	907,071	907,071	894,733	879,607	874,402	874,402
2024		885,775	920,640	920,640	905,841	889,609	884,092	884,092
2025		895,741	934,567	934,567	917,049	899,690	893,869	893,869
상관계수 (R^2)		0.04905	0.02536	0.02536	0.16324	0.05318	0.05089	수정지수
오차자승합 (최근20년간)		142,332	159,246	159,246	134,433	142,062	142,198	
오차자승합 (최근10년간)		40,062	50,748	50,748	56,494	43,199	39,520	
절대평균오차율 (최근20년간)		42.25	38.37	38.37	30.73	42.69	42.79	
절대평균오차율 (최근10년간)		26.34	29.23	29.23	31.96	27.74	26.23	

2) 과거 평균 자연 증가율 적용 추정인구

안산시의 과거 5년, 10년, 20년간의 평균 자연 증가율은 각각 0.89%, 1.31%, 1.89% 이며 이를 적용한 출생·사망에 의한 안산시의 장래 자연증가인구는 다음과 같다. 이 중 앞에서 검토한 바와 같이 20년 증가율 보다는 최근 5년 증가율이 현재 안산시 현황을 더 잘 나타낸다고 판단하여 최근 5년 평균 증가율로 선정하였다.

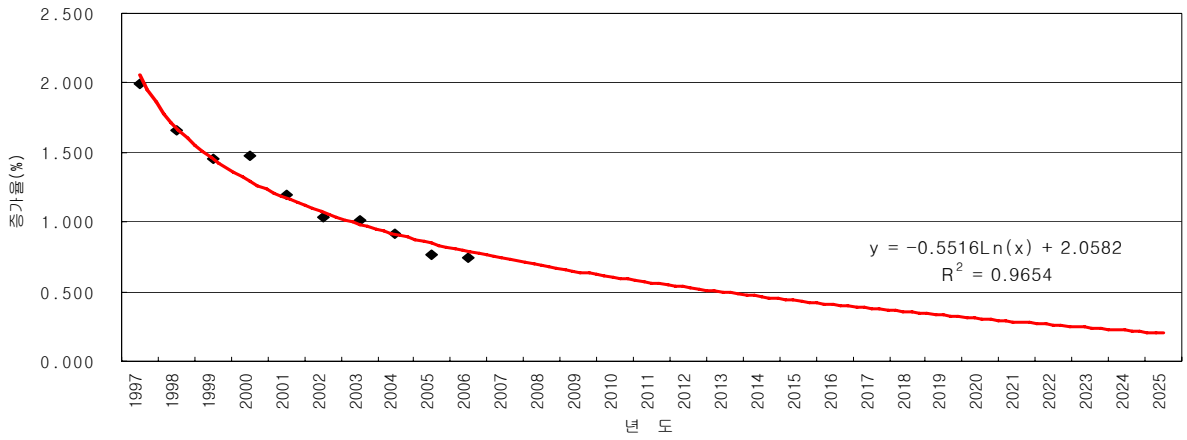
<표 3.3-8> 과거 평균 자연 증가율 적용시 장래 인구

(단위 : 인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
5년 증가율 적용	749,222	783,238	818,800	855,975	0.89%
10년 증가율 적용	761,606	812,669	867,157	925,297	1.31%
20년 증가율 적용	765,960	817,315	872,114	930,587	1.89%

3) 인구증가율 감소 추이를 고려한 인구추정

안산시와 같이 도시가 성숙단계에 접어들어 과거 자연 증가율이 점차 둔화되는 경우는 과거 자연 증가율 추세를 회귀분석 하여 적용하는 것이 더 맞을 것으로 판단되나 계속해서 인구 증가율이 감소한다는 것을 가정하에 추정하므로 다른 추정방법보다 비교적 인구가 적게 추정되는 단점이 있다.



<그림 3.2-2> 회귀분석에 의한 인구증가율 추정

<표 3.3-9> 회귀분석에 의한 인구증가율을 적용한 장래인구 추정

(단위 : 인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
총 인 구	742,567	761,216	774,797	784,178	
인구증가율	0.60%	0.43%	0.31%	0.20%	

4) 생잔률을 고려한 조성법으로 추정

조성법은 출생·사망, 인구이동 등을 동시에 고려하는 것으로 각 지표 추정에 회귀식이나 비율 등을 이용하는 것이다. 또한 "도시기본계획 수립지침"에서 제시한 인구추정방법중의 하나로 안산시 도시기본계획인구도 이 조성법을 사용하여 추정하였다.

전체인구를 연령별, 성별 인구 집단으로 분류하고 출산율과 생잔율만 고려하여 순수한 자연증가분만 계산한다. 가임여성(15~49세)의 출산율과 남·여 출생성비 등은 "통계청, 시도별 장래인구 특별추계결과, 2007.5)"의 경기도 추계를 이용한 장래 추이를 적용하며, 생잔률은 "통계청, 간이생명표"의 연령별 사망확률을 적용하여 산정하였다. 단 이 추정방법에서는 외국인을 포함하여 추정하였다.

<표 3.3-10> 조성법을 이용한 장래인구 추정

(단위 : 인)

구분	2010년 인구			2015년 인구			2020년 인구			2025년 인구		
	계	남자	여자	계	남자	여자	계	남자	여자	계	남자	여자
0~4	22,810	11,776	11,034	33,562	17,327	16,235	31,941	16,433	15,508	33,634	17,295	16,339
5~9	39,118	20,074	19,044	22,785	11,762	11,023	33,528	17,308	16,220	31,911	16,416	15,495
10~14	51,510	26,816	24,694	39,098	20,062	19,036	22,775	11,756	11,019	33,516	17,301	16,215
15~19	61,790	32,366	29,424	51,485	26,801	24,684	39,083	20,053	19,030	22,768	11,752	11,016
20~24	54,362	28,156	26,206	61,710	32,312	29,398	51,425	26,760	24,665	39,042	20,025	19,017
25~29	47,258	24,091	23,167	54,264	28,093	26,171	61,610	32,248	29,362	51,351	26,713	24,638
30~34	62,701	33,280	29,421	47,155	24,023	23,132	54,157	28,023	26,134	61,500	32,176	29,324
35~39	70,195	37,454	32,741	62,522	33,163	29,359	47,036	23,948	23,088	54,034	27,945	26,089
40~44	82,555	42,145	40,410	69,909	37,255	32,654	62,295	33,005	29,290	46,886	23,846	23,040
45~49	74,791	39,130	35,661	82,015	41,768	40,247	69,495	36,956	32,539	61,966	32,767	29,199
50~54	67,145	36,348	30,797	73,955	38,507	35,448	81,206	41,172	40,034	68,871	36,484	32,387
55~59	39,395	21,012	18,383	65,987	35,460	30,527	72,839	37,660	35,179	80,129	40,357	39,772
60~64	23,071	11,888	11,183	38,380	20,228	18,152	64,411	34,214	30,197	71,266	36,415	34,851
65~69	16,098	7,697	8,401	22,130	11,190	10,940	36,924	19,112	17,812	62,150	32,441	29,709
70~74	14,355	6,055	8,300	15,072	6,980	8,092	20,802	10,216	10,586	34,866	17,560	17,306
75~79	10,357	3,858	6,499	12,889	5,170	7,719	13,621	6,042	7,579	18,932	8,954	9,978
80~84	5,582	1,796	3,786	8,520	2,924	5,596	10,732	3,986	6,746	11,445	4,733	6,712
85~89	2,666	716	1,950	3,952	1,141	2,811	6,168	1,912	4,256	7,921	2,676	5,245
90~94	910	229	681	1,481	346	1,135	2,259	572	1,687	3,621	993	2,628
95+	181	30	151	351	75	276	593	118	475	931	203	728
합계	746,850	384,917	361,933	767,222	394,587	372,635	782,900	401,494	381,406	796,740	407,052	389,688

5) 자연증가추정인구 총괄

<표 3.3-11> 자연증가추정인구 총괄

(단위 : 인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
수학적 추정	756,385	800,019	845,854	893,869	
과거 평균증가율 적용추정	749,222	783,238	818,800	855,975	
인구증가율 회귀분석추정	742,567	761,216	774,797	784,178	
생잔률을 고려한 조성법 추정	**746,850**	**767,222**	**782,900**	**796,740**	**선 정**
2020년 안산도시기본계획	698,000	722,000	745,000	-	

6) 통계청추계인구 감안 인구 보정

통계청에서는 인구변동(출생, 사망, 이동)의 실적자료를 이용하여 시도별 과거인구를 확정하고, 중장기 시·도별 장래인구를 추계하여 국가 지역개발과 지방자치단체의 지역정책 및 인구관련 각종 지표 산출을 위한 기초자료로 제공한다. 통계청의 추계인구는 5년마다 시행하는 "인구·주책 총 조사" 결과를 토대로 전국 및 시·도별로 개발계획을 반영한 장래친구 추계자료를 발표한다. 따라서 『상수도 수요량 예측 업무편람(환경부,2008)』에서는 각 지자체에서 추정한 인구의 경우 통계청의 추계인구로 보정하여야 한다고 제시하였다.

추계인구를 해당도의 통계청추계인구를 감안하여 배분 할 경우에는 해당 시군의 추계인구 비율을 통계청 추계인구에 적용하여 산정하여야 한다.

$$\text{시·군배분(추계)인구} = \frac{\text{해당시·군의 추계인구}}{\text{도의 추계인구}} \times \text{통계청 시·도별 추계인구}$$

경기도의 추계인구의 경우 금회 수도정비에서 선정한 추정방식, 즉 생잔률을 고려한 조성법으로 동일하게 추정한 결과는 다음과 같다.

(단위 : 인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
경기도 추계인구(생잔법)	11,476,555	11,727,317	11,884,371	11,992,548	

앞에서 추정한 안산시 추정인구를 생잔법으로 추정한 경기도 추계인구를 통계청 추계인구로 보정하는 비율로 보정하면 다음과 같다.

(단위 : 인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
통계청 경기도 추계인구	11,636,673	12,455,913	13,107,376	13,638,263	
경기도 추계인구(생잔법)	11,476,555	11,727,317	11,884,371	11,992,548	
안산시 추계인구(생잔법)	746,850	767,222	782,900	796,740	
안산시 보정인구	757,300	814,900	863,500	906,100	결 과

나. 사회적 증가인구

사회적 인구 추정시 장래개발 계획을 조사하여 개발계획이 확정된 (고시·지정·승인 등) 계획에 대하여 사회적 인구증가 요인으로 고려하여 장래인구계획을 수립하여야 한다. 현재 안산시는 「2020년 안산도시기본계획(안산시, 2008.8)」을 수립하였으므로 상위계획인 도시기본계획을 따라 적용하였다.

1) 사회적 인구증가 원단위

이러한 개발계획에 의한 유입인구 산정 시 '외부인구 유입율'을 고려해야 한다. 외부인구 유입율에 대한 연구결과를 살펴보면, 「신규 주택단지 조성시 인구유입율 추정연구(환경관리공단, 2001.6)」에서 전국 11개 신규 택지에 관한 입주성향을 분석한 결과 수도권내에 위치한 택지지구는 60%, 5개광역시 주변지구는 40%의 외부 유입율을 나타내었다

<표 3.3-12> 타도시 택지개발지구의 인구 유입률

지구명	사업면적 (천평)	준공년도	입주인구 (명)	기존도시 전입인구 (명)	외부유입인구 (명)	외부인구 유입률(%)
남양주 창현	110	1997	9,614	2,128	7,493	77.9
부천 중동	366	1994	45,922	17,517	28,405	61.9
수원 영통	994	1997	107,560	64,965	42,595	39.6
울산 화봉	321	1994	17,434	13,391	4,242	24.3
동해 북평	42	1993	1,488	796	692	46.5
청주 용암1	379	1995	39,613	31,413	8,200	20.7
대전 둔산	380	1994	13,170	10,951	2,219	16.8
전주 삼천	219	1992	24,130	16,854	7,276	30.2
경산 옥산	156	1992	2,871	1,517	2,354	47.2
김해 내외	590	1995	35,749	19,709	16,040	44.7
서귀포 서호	296	1992	8,170	5,387	2,853	34.9

<표 3.3-13> 안산시 인접도시의 도시기본계획 수립에 따른 외부유입률 적용사례

구 분	외 부 유 입 률		비 고
	적 용	근 거	
2020년 시흥도시기본계획(안)	•산업단지 : 100% •택지개발 : 100%	•사회적 인구증가분의 추정을 개발가용지를 통한 분석방법을 사용하여 최대값을 적용	수립중 (70만인)
2025년 화성도시기본계획(안)	•택지개발/ 주택건설사업 : 85%	•전입인구, 연구자료, 사례조사 결과 종합	수립중 (90만인)
2025년 수원도시기본계획(안)	•신규 개발 : 60% •재건축,재개발 : 30%	•수도권 택지개발사업의 유입비율 적용 •신개발사업에 비해 현지 거주인의 입주비율이 높은 점을 감안	수립중 (135만인)
2025년 용인도시기본계획(안)	•서북부권 : 90% •동남부권 : 70%	•최근 5년간 외부유입률 현황분석을 통하여 설정	중도위심의중 (120만인)

반면 안산시 인접도시의 도시기본계획에서 적용한 외부유입율은 60%~100%로 다양한 수치를 보이고 있다. 또한 「2020년 안산도시기본계획(안산시,2008.8)」에서는 외부유입율을 수도권 인접도시의 도시기본계획에 적용한 유사사례(약60~100%)의 평균치보다 낮은 65%를 선정하였다.

금회 수도정비에서는 안산시 전체에 대해 외부 유입율을 조사를 시도하였지만 현실적인 어려움이 많아 전체에 대해서는 조사가 이루어지지 못했지만 일부 조사가 이루어진 4개동의 외부유입율은 다음과 같았다.

<표 3.3-14> 안산시 외부유입률 조사

구 분	개발년도	당해년도 택지개발 완료 수용인구				외부 유입율 (%)	비고
		당해년도에 입주한 택지개발명(아파트명)	총수용세대수 (세대)	전출입현황(인)			
				관 내	관 외		
호수동	2003	안산고잔3차푸르지오	1,403	1,118	285	25.5	
		안산고잔4차푸르지오	789	526	263	33.3	
		안산고잔5차푸르지오	1,370	969	401	29.3	
원곡본동	2004	두산위브 아파트	204	40	164	80.4	평균 65%
	2005	휴먼빌 아파트	221	162	59	26.7	
	2007	휴먼빌2차 아파트	390	88	302	77.4	
선부2동	2005	일신건영휴먼빌아파트	148	93	55	37.2	
사3동	2007	안산고잔 푸르지오9차	2,025인	199	1,826	90.2	

조사 결과 4개동 외부유입율은 평균 50%로 「2020년 안산도시기본계획(안산시,2008.8)」의 65%보다 적은 결과를 보였다.

특히 원곡본동의 외부유입율은 26.7~80.4%로 매우 큰 편차가 있으며, 선부2동과 사3동도 각각 37.2%와 90.2%로 편차가 큰 것으로 조사되었다. 그리고 이 지역의 개발이 신규택지개발이 아닌 기존 주택단지의 재개발 이기 때문에에 신규택지개발 지역에 적용하기는 어렵다고 판단되었다.

따라서, 본 계획에서는 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부,2008)」에서 제시하고 있는 경기도 외부유입율 평균인 37.3%를 적용하기로 결정하였다.

그리고 세대당 인구는 2007년 현재 안산시의 세대당 인구 2.62인을 고려하여 2.6인/세대를 적용하였다.

<표 3.3-15> 세대당 인구

구 분	적 용 기 간			
	1단계 (2006~2010년)	2단계 (2011~2015년)	3단계 (2016~2020년)	4단계 (2021~2025년)
세대당인구	2.6인	2.6인	2.6인	2.6인

2) 사회적 인구증가 추정

「2020년 안산도시기본계획(안산시,2008.8)」 및 안산시 각 부서에서 추진 및 수립중인 개발계획은 다음과 같으며, 크게 기정시가지 개발, 신규주택지 개발, 고용자수 증가에 따른 유발인구 등으로 구분하여 추정하였다.

① 신길택지개발사업

- 공간적 범위
  - 위치 : 경기도 안산시 신길동, 원곡동, 선부동, 시흥시 거모동 일원
  - 면적 : 812,581.6㎡(245,806평)
- 시간적 범위
  - 기준년도 : 2003년
  - 목표연도 : 2007년
- 추진경위
  - 2002. 6. 28 : 택지개발예정지구 지정(건교부 고시 제2002-130호)
  - 2003. 3. 13 : 안산시 개발제한구역해제결정고시(건교부 고시 제2003-52호)
  - 2003. 6. 20 : 택지계발계획 승인(건교부 고시 제2003-154호)
  - 2003. 11. 28 : 재해영향평가 협의 완료
  - 2003. 12. 11 : 교통영향평가 협의 완료

• 2003. 12. 18 : 환경영향평가 협의 완료

• 2004. 1. 5 : 택지개발 예정지구 변경 및 개발계획변경 및 실시계획 승인
(건교부 고시 제2003-322호)

• 2006. 1. 3 : 택지개발계획 변경 및 실시계획 변경 승인
(건교부 고시 제2005-322호)

- 개발계획

• 국책사업으로 신길택지개발사업이 2007년을 목표로 추진됨에 따라 도시기본계획 인구지표에 반영

• 신길택지개발사업에 따른 증가인구는 고시문에 나타난 인구(13,896인)를 그대로 적용하기 보다는 현재 안산시 인구 현황을 고려해 재산정.
총4,963세대 중 세대당 인구 2.6인을 적용 후(12,904인) 외부유입율 37.3%를 적용하여 약 4,810인으로 산정

② 신길온천역 국민임대주택단지

- 공간적 범위

• 위치 : 안산시 단원구 신길동 일원

• 면적 : 대지면적 45,256㎡(건축연면적 70,583㎡)

- 추진경위

• 2006. 5. 18 : 국민임대주택단지예정지구 지정 고시
(건설교통부 고시 제2006-153호)

• 2006. 10 .31 : 안산신길온천지구 1블럭 국민임대주택건설 사업계획 승인
(승인번호 : 국민임대 제2006-87호)

• 2006. 11. 13 : 안산신길온천지구 2블럭 국민임대주택건설 사업계획 승인
(경기도고시 제2006-380호)

• 2007. 11. 30 : 안산신길온천 국민임대주택단지예정지구 지정 지형도면등 고시
(건설교통부 고시 제2007-524호)

- 개발계획

• 신길온천역 국민임대주택단지에 따른 증가인구는 고시문에 나타난 인구(2,774인)를 그대로 적용하기 보다는 현재 안산시 인구 현황을 고려해 재산정.
총991세대 중 세대당 인구 2.6인을 적용 후(2,577인) 외부유입율 37.3%를 적용하여 약 960인으로 산정.

③ 안산신도시 2단계지역 용도전환 (37, 90블럭)

- 37블럭

• 안산신도시 2단계 지역의 37블럭은 현재 공공청사 용지로 지정되어 있으나, 주거용지로 변경 예정이므로 용도변경에 따른 유입인구 산정

• 37블럭의 부지면적은 63,935㎡이며, 계획용적률 280%(안산시 조례), 도로, 공원 등의 공공용지를 제외한 주거용지의 비율을 70%로 적용시 수용가능한 세대수는 1,140세대임

• 개발 목표연도를 2015년으로 설정시 계획인구는 3,100인으로 산정되며, 유입인구는 외부유입률 37.3%를 적용하여 약 1,200인으로 산정

- 90BL

• 안산신도시 2단계 지역의 90블럭은 현재 일반상업지역으로서 안산신도시 2단계지역 개발계획에 의하여 컨벤션센터로 구상되어 있으므로, 업무, 상업, 주거, 문화 등이 복합된 복합용도로 개발예정임

• 90블럭의 부지면적은 524,471㎡이며, 계획용적율 900%, 공공용지를 제외한 복합용지의 비율을 70%, 이 중 주거용도의 비율을 30%로 설정시 수용가능한 세대수는 6,600세대임

• 개발목표년도를 2020년으로 설정시 계획인구는 17,800인으로 산정되며, 유입인구는 외부유입률 37.7% 적용하여 약 6,700인으로 산정

④ 시화멀티테크노벨리(MTV)

- 공간적 범위

• 위치 : 경기도 시흥시 정왕동, 안산시 신길동 일원

• 면적 : 9,256천㎡ (280만평)

- 시간적 범위

• 목표년도 : 2016년

- 추진경위

• 1986. 09. 27 : 반월특수지역 개발구역 변경지정 및 시화지구개발 기본계획고시

• 1986. 12. 30 : 시화공업단지 조성공사 착수

• 1987. 06. 10 : 외곽시설(방조제) 공사 착수

• 1994. 01. 24 : 시화방조제 끝막이 공사 완료

• 1996. 02. 09 : 시화확장단지 개발 필요성 제기(산업지원부)

• 1996. 04. 17 : 시화지구 간석지 관리대책 수립(건교부)
간석지 관리 : 반월특수지역으로 지정, 사업시행시까지 관리
• 1996. 06. 27 : 시화호 수질개선대책 결정(환경사범대책위원회)
투자재원 중 일부는 간석지개발 이익 등으로 충당
• 1998. 11. 14 : 반월특수지역 지정 변경
• 2001. 02 : 산업입지 정책심의 의결
• 2001. 08. 29 : 시화MTV 개발계획 고시(건교부)
• 2004. 12. 31 : 인구, 재해, 교통영향평가 협의완료 및 광역교통개선대책 심의 완료
• 2005. 06. 21 : 환경영향평가 협의 완료
• 2006. 02. 18 : 시화MTV 개발규모 검증용역 완료
• 2006. 06. 19 : "사회지속협의회"에서 시화MTV 개발규모 280만평 추진 합의
• 2007. 03. 20 : 시화MTV 개발계획 변경고시(건교부)

– 개발계획

• "시화멀티테크노밸리(MTV) 개발계획 변경보고서(2008.12)" 에 따르면 총 유발인구 119천인중 서울 및 서울에 인접한 기성도시들(시흥시, MTV내, 안산시, 송산 G.C 제외한 시화MTV사업지구로 통근가능권(약30㎞))에서 약8천명(7%)정도가 통근이 가능할 것으로 판단.
• 나머지 유발인구의 111천인(93%)는 시흥시, MTV내, 안산시, 송산GC에서 별도의 배후주거단지 조성 등을 통한 수용 계획.

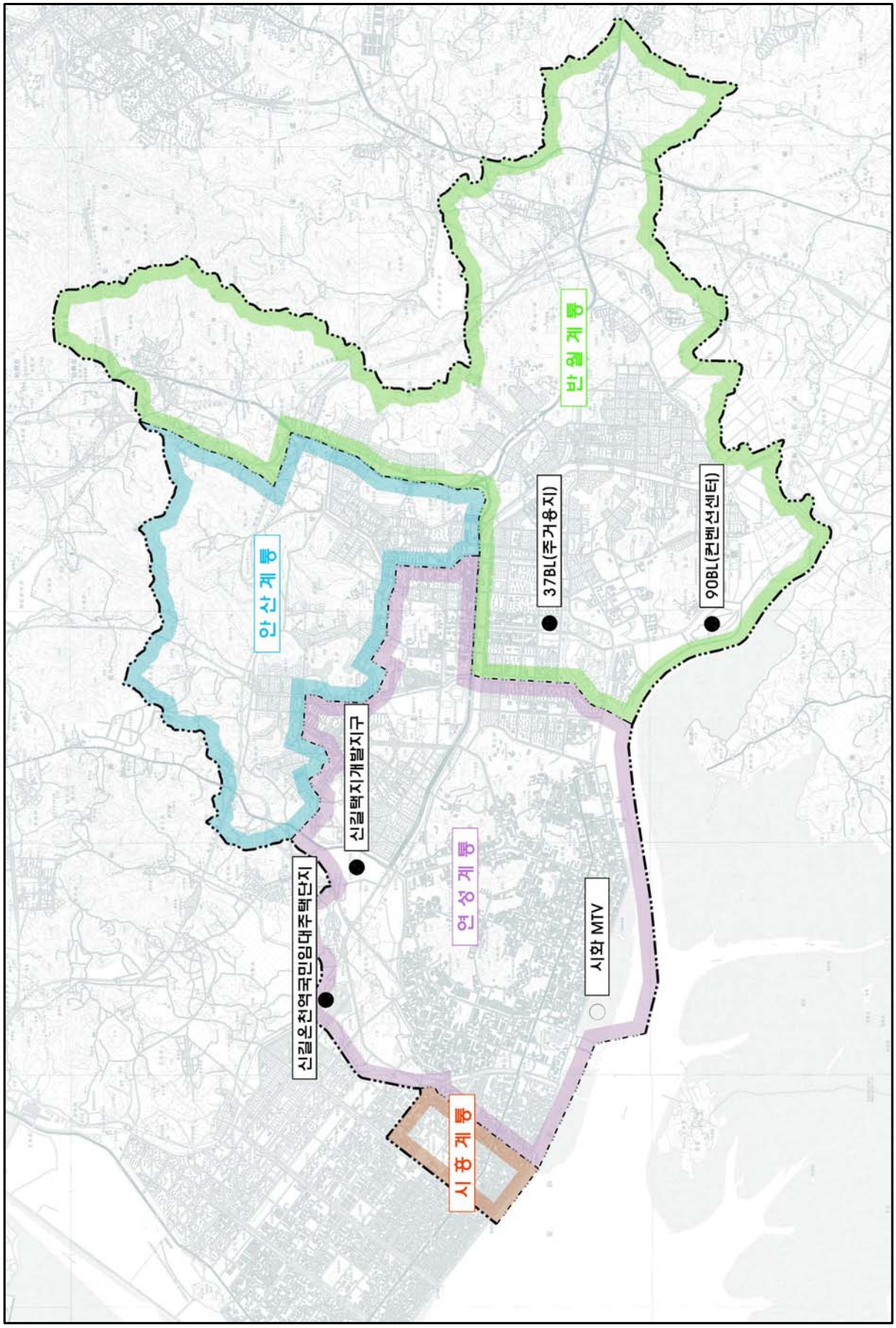
수용인구	시 흥 시	MTV 내	안산시	송산 G.C
111천인	37천인	14천인	33천인	27천인

• 안산시 수용인구 33천인중 외부에서 유입되는 비율 37.3%를 적용하여 약 12,400인으로 산정.

<표 3.3-16> 사회적 증가인구 추정결과

(단위:인)

구 분			규모	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
사회적 증가인구				12,470	26,070	26,070	26,070	
신규 주택지 개발	신길택지개발사업		12,904인	4,810	4,810	4,810	4,810	
	신길온천역국민임대주택단지		2,577인	960	960	960	960	
	안산신도시2단계 지역용도전환	37블럭	0.064㎢		1,200	1,200	1,200	
		90블럭	0.524㎢	6,700	6,700	6,700	6,700	
고용 인구	산업용지개발	시화MTV	3.624㎢		12,400	12,400	12,400	


안산계통
반월계통
연성계통
시흥계통
신길온천역국민임대주택단지
신길택지개발지구
시화 MTV
37BL(주거용지)
90BL(컨벤션센터)

다. 개발 계획을 고려한 안산시 장래인구 추정

조성법을 이용해 추정한 자연증가인구와 장래개발 계획에 의한 유입인구를 추가하여 장래인구를 추정하였다.

<표 3.3-17> 개발계획을 고려한 인구추정

(단위:인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
자연증가인구	757,300	814,900	863,500	906,100	
사회적증가인구	12,470	26,070	26,070	26,070	
추정인구	769,770	840,970	889,570	932,170	

3.2.4 관련계획상 추정인구

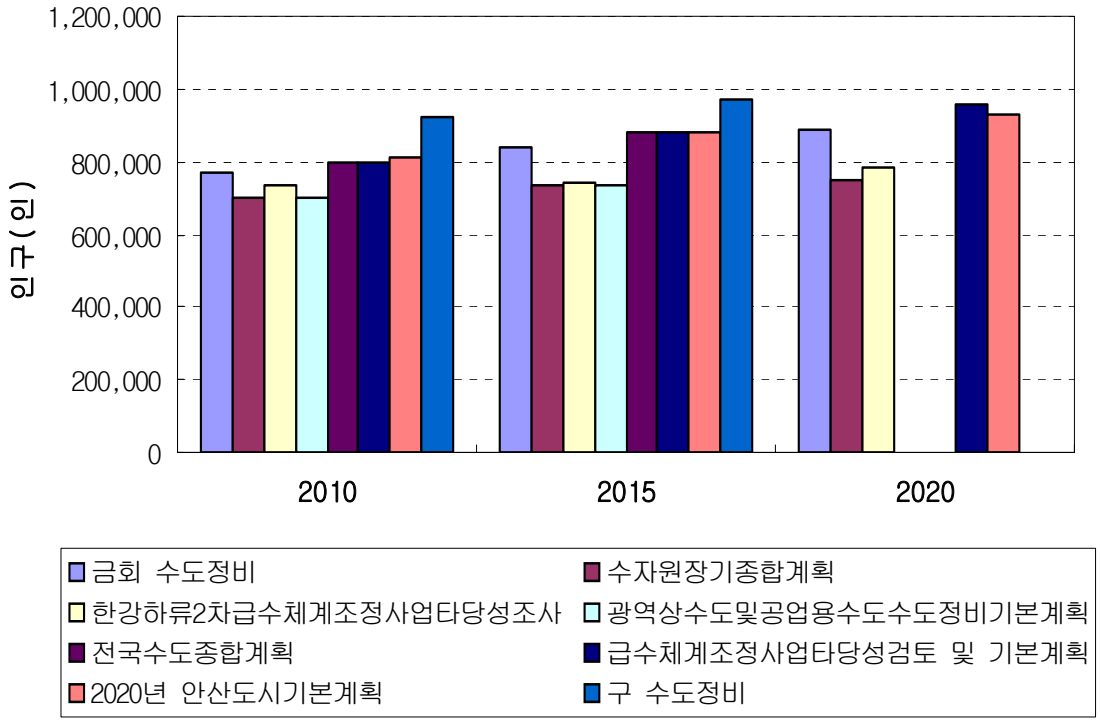
본 절에서는 안산시 관련계획에서 추정한 안산시의 장래계획인구를 조사하여 본 계획에서 추정한 장래인구와 비교하였다.

<표 3.3-18> 관련계획상 안산시 장래인구

(단위:인)

구 분	2007년	2010년	2015년	2020년	2025년	작성연도
금회수도정비분석	734,713	769,770	840,970	889,570	932,170	
수자원장기종합계획		699,002	732,302	745,702	-	2006. 7 (국토해양부)
한강하류권2차급수체계 조정사업타당성조사		734,400	745,200	782,300	-	2007. 12 (국토해양부)
광역상수도 및 공업용수도 수도정비기본계획		699,000[1)]	732,300[2)]	-	-	2004. 6 (국토해양부)
전국수도종합계획(2007)		795,661	881,488	-	-	2007. 3 (환경부)
급수체계조정사업 타당성검토 및 기본계획		795,661	881,488	955,447	-	2006. 12 (환경부)
2020년 안산시도시기본계획		811,000	880,000	930,000	-	2008. 8 (안산시)
안산시(구)수도정비		920,000[1)]	970,000[2)]	-	-	1999. 12 (안산시)

주) 1. 2011년
2. 2016년



안산시 관련계획들의 장래계획인구를 조사한 결과 국토해양부에서 실시한 관련 계획들은 금회 수도정비에서 추정한 2020년 인구 기준 약 150,000명 정도 적게 추정되었다, 그러나 환경부에서 추정한 인구는 비교적 적은 차이를 보이고 있다. 이는 안산시의 각종 개발계획들이 정확히 반영되지 못한 결과라 판단된다.

3.2.5 계획인구 선정

관련계획과 검토 결과 금회 수도정비에서 추정한 값이 적정값이라 판단되어 다음과 같이 선정하였다

<표 3.3-19> 계획인구 선정

(단위:인)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
계획인구	769,770	840,970	889,570	932,170	

3.3 급수 보급률

3.3.1 급수 보급률

안산시의 급수보급율은 2006년 현재 99.3%를 갖추고 있는바 이는 경기도 시급 평균 92.2%에 비하여 상대적으로 높은 보급율을 갖고 있다.

급수보급율은 지역여건, 인구규모, 경제수준등과 밀접한 관계가 있는데 안산시는 계획도시로서 타도시에 비하여 높은 급수보급율을 나타낸다.

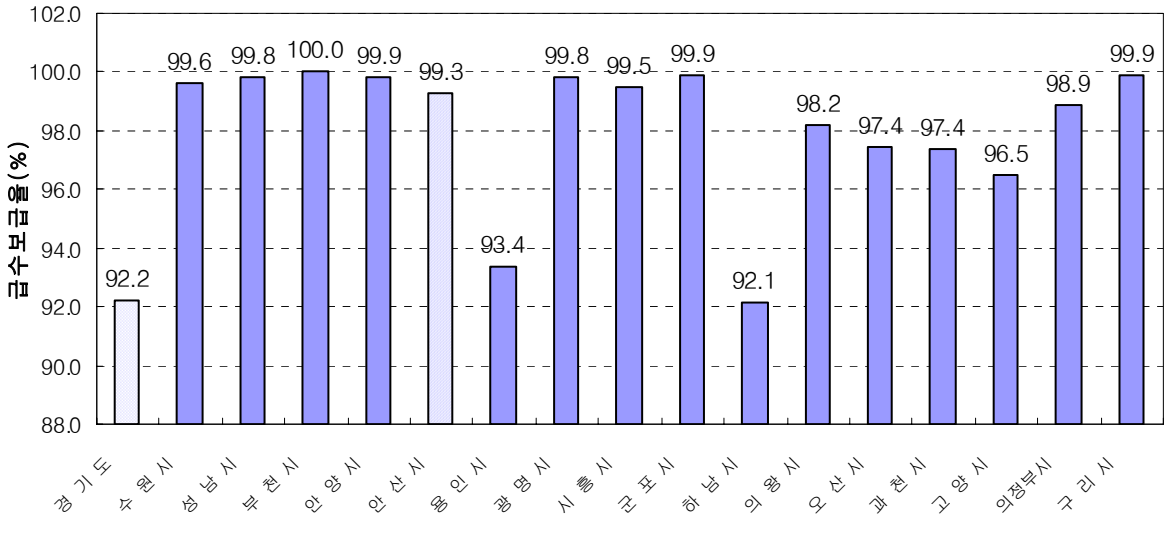
더욱이 안산시는 택지개발 사업 등에 의한 급수수요의 증가 및 도시기반 시설확충계획에 따라 급수보급율은 인구증가에 비례하여 더욱 증가할 것으로 보인다.

따라서 상위, 관련계획을 참고하여 2010년부터 급수보급율을 99.9%로 계획하였으며 이에 따라 안산시는 풍도, 육도를 제외한 모든 지역에 상수도를 공급하게 된다.

<표 3.3-20> 계획년도 급수보급율

(단위:%)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
경기도 물수요관리종합계획	99.9	-	-	-	경기도
전국 수도 종합 계획	99.9	99.9	-	-	환경부
한강 하류권 2차 급수체계 조정사업 타당성 조사	99.9	99.9	99.9	-	국토해양부
2020년 안산도시기본계획	99.9	100	100	-	안산시
금회 수도정비기본계획	**99.9**	**99.9**	**99.9**	**99.9**	



<그림 3.3-1> 경기도 주요시 급수보급율 현황 (2006년)

3.4 계획 급수 인구

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
계획 인구(인)	769,770	840,970	889,570	932,170	
보 급 율(%)	99.9	99.9	99.9	99.9	
계획 급수 인구(인)	769,700	840,130	888,680	931,238	

4. 계획급수량 원단위

4.1 계획 1인 1일 평균급수량 원단위

4.1.1 상수도 급수현황 분석

장래 상수도수요량을 추정하기 위해서는 우선 계획 급수구역내의 필요수량을 산정하여야 하며 이러한 필요수량 산정을 위해서는 기본적으로 과거의 급수인구 변화추이 및 1인 1일당 소비량(Lpcd), 무수율, 유수율 등의 자료조사가 선행되어야 한다. 상수도 수요량은 이러한 자료들을 근거로 추정하는 수학적 추정방법 외에 계획도시의 규모, 기후, 생활수준 및 생활양식 등에 따라 수요량은 많은 차이가 있다.

<표 3.4-1> 최근 10년간 전국 급수보급 현황

년도별	총인구 (천인)	급수 인구 (천인)	보급율 (%)	시설 용량 (천㎥/일)	급수량 (천㎥/일)	소비량 (천㎥/일)	1인1일(Lpcd)			무수율 (%)
							시설용량	급수량	소비량	
1996	46,426	38,823	84	22,902	15,879	11,322	590	409	292	29
1997	46,876	39,607	84	23,960	16,194	11,900	605	409	300	27
1998	47,171	40,190	85	25,695	15,873	11,318	639	395	282	29
1999	47,543	40,948	86	26,590	15,886	11,665	649	388	285	27
2000	47,977	41,774	87	26,980	15,883	11,897	646	380	285	25
2001	48,289	42,402	88	27,734	15,290	11,965	654	361	282	22
2002	48,518	43,021	89	28,561	15,595	12,042	664	362	280	23
2003	48,824	43,633	89	28,462	15,670	12,325	652	359	282	21
2004	49,053	44,187	90	29,460	16,145	12,693	667	365	287	21
2005	49,268	44,671	91	30,950	16,211	13,045	693	363	292	20
2006	49,624	45,303	91	31,130	15,667	12,993	687	346	287	17
최근5년간 평균증가율(%)	0.55	1.33	0.78	2.36	0.51	1.67	1.01	-0.82	0.36	-4.69
최근10년간 평균증가율(%)	0.67	1.56	0.88	3.14	-0.11	1.42	1.56	-1.64	-0.14	-4.84

일반적으로 장래 상수도 수요량은 과거의 급수보급율, 1인 1일당 소비량, 무수율 등의 자료를 조사하여 산정한다. 그러나 안산시를 포함하여 수도권 지역은 매년 용수부족 현상을 일으켜 지역 및 때에 따라서는 상수도 공급량 부족으로 건축허가를 통제하는 경우도 있었으며, 격일제 급수 또는 시간제한 급수 등으로 시민이 만족할 정도로 용수를 사용하지 못한 경우도 있었으므로 과거 자료만으로 장래수요량을 추정한다는 것은 현실적인 방법이 결여될 것으로 사료된다.

따라서 장래 수요량 추정은 기존의 상수도 급수현황을 기준으로 하되 장래 급수보급율 및 1인 1일당 급수량은 도시개발계획 및 용수공급계획 등을 고려하여 조정하였다.

<표 3.4-2> 경기도 주요도시 급수보급현황 (2006년)

구 분	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	1인1일당 급수량 Lpcd
경 기 도	**11,106,831**	**10,248,274**	**92.2**	**6,250,100**	**3,379,351**	**330**
수 원 시	1,082,271	1,078,039	99.6	620,000	338,598	314
성 남 시	977,627	976,137	99.8	635,000	339,414	348
부 천 시	870,183	870,183	100.0	475,000	269,257	309
안 양 시	629,659	628,770	99.9	392,000	186,307	296
안 산 시	**723,075**	**717,828**	**99.3**	**679,200**	**248,224**	**346**
용 인 시	777,849	726,339	93.4	242,000	224,359	309
평 택 시	406,052	341,114	84.0	312,300	124,827	366
광 명 시	315,945	315,312	99.8	145,000	90,295	286
시 흥 시	403,648	401,629	99.5	394,000	184,221	459
군 포 시	278,049	277,798	99.9	156,000	78,419	282
화 성 시	329,312	235,268	71.4	144,000	90,580	385
이 천 시	196,763	114,607	58.2	69,000	30,962	270
김 포 시	217,558	150,231	69.1	137,000	58,828	392
광 주 시	229,912	195,646	85.1	84,000	61,259	313
안 성 시	163,682	122,770	75.0	70,900	37,438	305
하 남 시	136,475	125,753	92.1	43,000	40,336	321
의 왕 시	139,395	136,897	98.2	78,000	39,607	289
오 산 시	138,456	134,900	97.4	51,000	51,438	381
여 주 군	106,270	63,172	59.4	26,000	22,157	351
양 평 군	87,088	32,763	37.6	20,000	13,988	427
과 천 시	60,876	59,273	97.4	50,000	19,665	332
고 양 시	919,365	887,187	96.5	448,000	266,601	301
의정부시	414,030	409,470	98.9	211,000	115,057	281
남양주시	475,733	406,275	85.4	248,000	128,974	317
파 주 시	300,059	243,285	81.1	144,000	85,724	352
구 리 시	195,054	194,809	99.9	110,000	62,365	320
포 천 시	165,307	94,867	57.4	51,700	29,753	314
양 주 시	177,065	145,547	82.2	63,000	48,909	336
동두천시	87,810	84,762	96.5	90,000	36,502	431
가 평 군	55,540	35,219	63.4	28,000	19,406	551
연 천 군	46,723	42,424	90.8	33,000	35,881	846

주) 경기도 통계연보

<표 3.4-3> 경기도 용도별 소비량 현황 (2006년)

구분	급수량 (Lpcd)	소비량 (Lpcd)	용도별소비량(Lpcd)					
			가정용	영업용	목욕탕	공업용	업무용	기타
경기도	330	283	188	58	5	5	27	1
수원시	314	269	194	42	5	0	28	0
성남시	348	285	195	47	8	0	35	5
부천시	309	267	186	57	7	0	17	0
안양시	296	263	190	47	1	0	25	0
안산시	346	331	202	0	7	0	122	0
용인시	309	270	187	61	0	0	22	5
평택시	366	309	171	70	3	0	65	0
광명시	286	257	202	51	5	0	0	0
시흥시	459	400	181	104	7	108	0	0
군포시	282	260	198	56	6	0	0	0
화성시	385	329	172	153	4	0	0	5
이천시	270	252	176	72	4	0	0	0
김포시	392	316	206	104	6	0	0	0
광주시	313	256	179	70	7	0	0	5
안성시	305	237	152	81	4	0	0	0
하남시	321	265	193	67	5	0	0	0
의왕시	289	266	188	73	5	0	0	0
오산시	381	319	189	122	8	0	0	2
여주군	351	261	151	88	0	21	0	0
양평군	427	278	174	102	1	0	0	0
과천시	332	292	202	38	3	0	49	0
고양시	301	280	189	81	10	0	0	0
의정부시	281	244	186	0	4	0	53	0
남양주시	317	243	189	50	5	0	0	0
파주시	352	299	173	38	7	0	81	0
구리시	320	270	194	70	6	0	0	0
포천시	314	237	143	93	1	0	0	0
양주시	336	276	153	83	4	36	0	0
동두천시	431	254	172	46	3	0	33	0
가평군	551	316	127	0	3	0	186	0
연천군	846	488	166	319	3	0	0	1

주) 상수도통계

안산시의 과거 상수도 급수현황을 살펴 보면 위의 표에 보이는 바와 같이 급수보급률의 경우 2006년 급수보급율이 99.3 %로서 경기도 평균 92.2%, 전국평균 91.3%보다 높은 것으로 조사되었다. 그리고 행정구역내 대규모 공단이 조성되어 있어 일반도시와는 다른 용수 사용특성을 나타낸다. 1인1일급수량은 공단에 공급된 전용공업 용수량이 포함되어 1인1일 급수원단위가 540L/인·일로 대단히 높게 나타났다.

<표 3.4-4> 안산시 과거 10년간 급수보급현황

년도	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (m3/일)	급수량 (m3/일)	1인1일(Lpcd)	
						시설용량	급수량
1996	533,293	522,772	98.0	378,200	323,446	723	619
1997	551,310	540,224	98.0	378,200	342,562	700	634
1998	552,557	543,216	98.3	378,200	325,145	696	599
1999	554,138	545,872	98.5	587,200	348,663	1,076	639
2000	575,574	567,308	98.6	679,200	369,609	1,197	652
2001	598,560	591,539	98.8	679,200	376,493	1,148	636
2002	637,660	632,520	99.2	679,200	389,230	1,074	615
2003	671,687	666,307	99.2	679,200	374,209	1,019	562
2004	686,873	681,644	99.2	679,200	376,732	996	553
2005	697,239	691,869	99.2	679,200	379,187	982	548
2006	723,075	717,828	99.3	679,200	387,525	946	540
2007	734,713	731,677	99.6	679,200	393,824	926	538

주) 상수도통계 (2006~7년 자료는 보정자료임)

안산시 지역특성상 대규모 공업단지가 조성되어 있는 바, 본 계획에서는 급수구역 중, 공단지역을 별도로 구분하여 추정하였다. 먼저 공단 외 기존 급수지역의 경우 공단지역의 제조 생활용수를 제외한 과거 급수실적을 이용하여 장래 급수량을 추정한 후 관련 상위계획에서 수립된 계획 급수량과 비교하여 급수량을 산정하였으며, 공단 지역은 공업용수와 제조 생활용수를 별도로 실측값을 이용해 수요량을 추정하였다.

생활용수 중 제조용수를 구분지은 이유는 제조용수가 비록 생활용수에 포함되지만 소비패턴은 공업용수를 따를 것이라 예상되기 때문이다.

안산시 과거 20년간 소비량을 2008년 기준으로 소비량을 업종별로 구분하여 살펴보면 1989년부터 전용공업용수가 공급되었고 2000년부터 일반용에 포함되었던 공업용수가 전용공업용수로 전환되면서 각 용도별 소비량 비율이 달라지게 되었다.

<표 3.4-5> 안산시 과거 20년간 소비량 현황

년도	급수인구 (인)	상 수 도 소 비 량									
		계		가 정 용		일반용		목욕탕		공업용	
		백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일	백만톤/년	ℓ/인일
1986	120,804	26	594	6	139	20	452	0	3		–
1987	158,566	34	584	8	136	26	444	0	4		–
1988	167,652	40	658	10	160	30	493	0	5		–
1989	201,040	52	712	12	166	29	395	0	6	11	144
1990	249,802	63	695	16	179	31	345	1	6	15	164
1991	308,438	53	471	6	51	32	286	1	6	14	128
1992	350,187	75	587	23	184	36	284	1	7	14	112
1993	398,650	83	573	30	204	37	253	1	7	16	109
1994	449,443	95	579	34	207	42	254	1	5	19	113
1995	496,926	102	563	38	208	44	242	1	5	19	107
1996	522,772	108	564	41	216	44	232	1	5	21	110
1997	540,224	114	579	44	223	45	229	1	6	24	121
1998	543,216	109	550	43	218	40	200	1	5	25	127
1999	545,872	116	581	44	219	43	214	1	5	29	144
2000	567,308	124	599	44	214	29	142	1	5	50	239
2001	591,539	127	588	45	208	27	125	1	6	54	250
2002	632,520	132	571	46	201	27	117	2	7	57	246
2003	666,307	130	536	49	202	28	115	2	8	51	211
2004	681,664	134	539	51	205	30	120	2	8	51	205
2005	691,869	133	528	52	205	30	121	2	8	49	194
2006	717,823	135	515	53	202	32	122	2	7	48	184
2007	731,677	137	512	54	201	32	118	2	7	50	186
용도별 구성비 (%)	10년평균	100%		37.7%		26.0%		1.2%		35.0%	
	20년평균	100%		35.7%		33.3%		1.1%		29.9%	
	2007년 현재	100%		39.3%		23.1%		1.4%		36.3%	
증가율	10년	1.8%		2.0%		-3.5%		5.0%		7.6%	
	20년	6.7%		9.4%		0.2%		10.0%		–	

주) 상수도통계 (2006~7년 자료는 보정자료임)

4.1.2 생활용수 소비량 추정

생활용수의 소비량은 과거의 용도별 1인 1일당 소비량을 근거로 하여 관련계획 및 여타 도시와의 비교 검토를 통하여 산정하며, 사용용도는 요금체계상의 분류로서 업종별 구분은 지방자치단체 조례로 정하나 통상 사용목적에 따라 가정용수, 공업용수, 영업용수, 공공용수, 잡용수, 소화용수 등으로 구성된다. 단위 급수량은 위의 각 수량과 누수량을 포함하여 산출되며 대체로 다음과 같은 특징이 있다.

- 소득수준이 높거나 대도시 일수록 소비량 증가
- 산업이 발전한 도시일수록 소비량 증가

• 문화수준의 높은 도시, 관광산업이 번성한 도시일수록 소비량 증가
• 기온이 높은 지방이 낮은 지방보다 소비량 증가

상수도 소비량은 국민생활 수준의 향상 및 생활양식의 서구화식 변화에 따라 점차 증가되는 것이 일반적이나 일본의 동경과 같은 대도시에서는 최근에 이르러 오히려 1인 1일당 급수량이 감소하는 경향을 나타내는데, 이는 국민의식이 높아지고 이에 따라 자원절약, 절수의식이 점차 고양되고 있기 때문으로 판단된다.

안산시의 상수도 용도별 분류는 2002년까지 가정용, 업무용, 영업용, 대중탕용, 공업용으로 구분되었으나 2006년부터 업무용 및 영업용이 일반용으로 통합되면서 다음과 같은 구분표로 변경되었다.

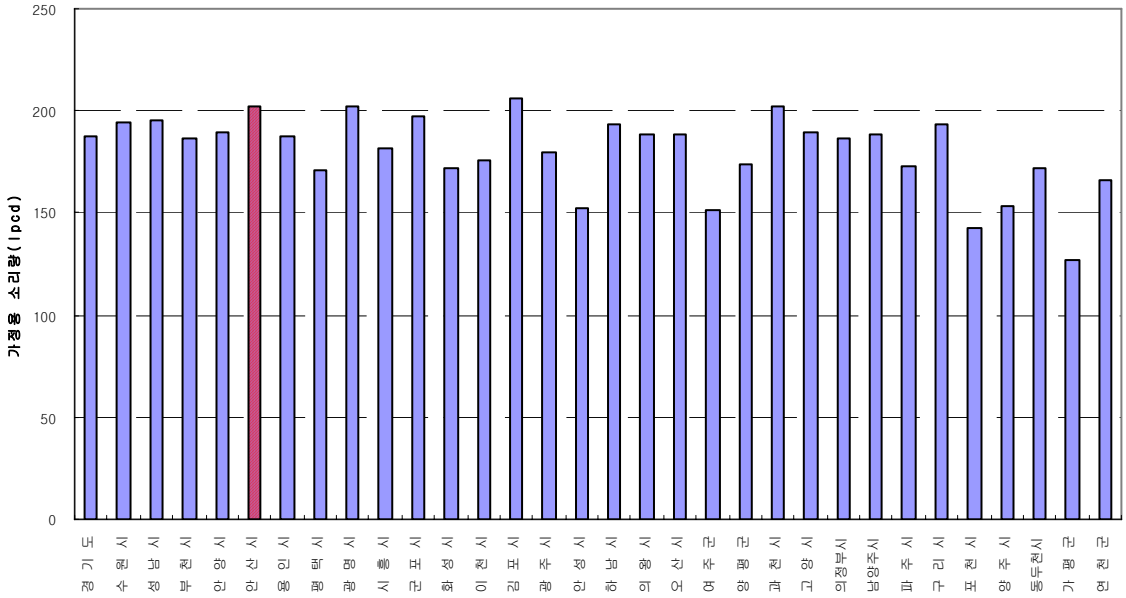
<표 3.4-6> 안산시 업종 구분표 (개정 2008. 1. 11)

업 종	구 분 내 용
가정용	○ 전용 또는 공용 급수전에 의한 가사용급수 ○ 양로시설(「노인복지법」 제32조제1항제1호에 의함) ○ 아동양육시설(「아동복지법」 제16조제1항제1호에 의함) ○ 기숙사 ○ 단, 3자녀 이상 가구, 국가유공자, 장애자, 기초생활수급자는 신청에 의하여 요금을 1단계로 적용한다.
일반용	○ 타 업종에 속하지 않는 모든 급수〔단, 제빙업, 냉동업, 냉장업, 청량음료제조업, 식품가공제조업, 양조업(주정제조업), 벽돌제조업, 의약품제조업, 화공약품제조업, 화장품제조업의 101세제곱미터 이상은 3단계 요금을 적용하고, 학교(초·중·고), 유치원, 보육시설에 대한 급식을 위하여 별도 계량기를 설치한 경우 그 요금은 1단계를 적용한다〕 ○ 단기급수를 목적으로 임시 개설한 급수전(건축허가를 받아 시공중인 건물 : 건축물 준공검사 전까지)
대중탕용	○ 목욕장업(「공중위생관리법」 상의 목욕장업) ○ 호텔 내 목욕장업(호텔과 별도의 급수관 사용시)
전용공업용	○ 별도의 배·급수관에 의하여 공업용으로 공급되는 것

소비량 추정 방법을 환경부 「상수도 수요량 예측 업무편람(2007. 1)」에서는 용도별로 분류하여 경향성이 나타날 수 있도록 20년 이상 과거 사용실적을 바탕으로 장래 용도별 사용량을 추정하는 방법을 제시하였다, 하지만 안산시의 과거 소비량 자료는 잦은 업종 변경으로 인해 신뢰성을 얻기가 어렵다. 따라서 금회 수도정비에서는 각 용도별로 과거자료의 적정성을 판단하여 자료의 적용 기간을 달리 적용하였다.

가. 가정용 소비량 추정

가정용수란 일반가정의 음료, 요리, 세면, 수세식화장실, 목욕, 세탁 등에 사용하는 용수를 의미하며 아래에서 보는 바와 같이 안산시의 2006년 현재 가정용 소비량은 경기도 평균 가정용수 소비량 188L/인·일보다 다소 높은 202L/인·일를 나타내고 있다.



<그림 3.4-1> 경기도 가정용 소비량 원단위현황 (2006년)

다른 유사 도시의 가정용 소비량 추이를 살펴보면, 과거 가정용 소비량이 수세식 화장실의 보급, 주택의 대형화로 인한 1인당 주거면적의 확대, 목욕시설의 완비 등으로 용수증가 요인이 되며, 특히 기존시가지지역 역시 택지개발로 인해 지구의 대부분의 주거형태가 아파트로 구성되어 가정용수가 계속 증가 하였다.

안산시는 다른 시에 비해 급수 실적 및 급수 보급율이 매우 높고 이에 따른 수도시설의 공급 또한 완료되었기 때문에 가정용 소비량 증가가 정점을 지나 조금씩 감소를 보이다 어느 정도 적정수준에 이르면 그 상태를 유지할 것으로 판단된다. 또한 2001년부터 보급된 절수기기로 인해 가정용 소비량은 안정된 소비량 추이를 보이며 이를 고려해 2001년 이후 자료를 통해 수학적 추정을 하여 오차자승합과 절대평균오차율이 작은 값을 선정하였다.

<표 3.4-7> 과거 20년치 자료를 이용한 가정용 소비량 수학적 추정

(단위:L/인·일)

구분	등차급수	등비급수	베기함수	지수함수	로지스틱	수정지수	선정
2010년	230	235	235	225	218	217	225
2015년	243	252	252	231	220	219	231
2020년	256	271	271	236	221	221	236
2025년	269	292	292	240	222	221	240
상관계수(R^2)	0.47784	0.44825	0.44825	0.74187	0.66088	0.66581	지수함수
오차자승합 (최근20년간)	5	5	5	2	6	6	
오차자승합 (최근10년간)	2	3	3	2	1	1	
절대평균오차율 (최근20년간)	6.97	7.23	7.23	4.82	7.54	7.80	
절대평균오차율 (최근10년간)	6.38	6.87	6.87	5.80	4.76	4.62	

안산시 가정용 소비량을 과거 20년간 자료로 추정하면 2010년에 222L/인·일, 2015년에 230L/인·일, 2020년에 237L/인·일, 2025년에 243L/인·일로 계속해서 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 이 추정값은 2006년 현재 경기도내 가장 높은 김포시의 206L/인·일보다 도 훨씬 높아 너무 과하게 추정된 것으로 판단된다. 그 원인으로 과거 20년 초기에 생활수준과 개발의 미흡으로 볼 수 있을 것이다.

<표 3.4-8> 2001년 이후(절수기기 보급후) 자료를 이용한 가정용 소비량 원단위 수학적 추정

(단위:L/인·일)

구 분	등차급수	등비급수	베기함수	지수함수	로지스틱	수정지수	선 정
2010년	200	200	200	201	193	192	201
2015년	197	198	198	201	161	151	201
2020년	195	195	195	200	101	3	200
2025년	192	192	192	200	43	-	200
상관계수 (R^2)	0.24818	0.24818	0.24818	0.34278	0.13266	0.19418	지수함수
절대평균오차율	0.65	0.65	0.65	0.61	0.66	0.66	

반면 2001년 이후의 자료로 소비량 추이를 살펴보면 2010년에 201L/인·일, 2015년에 201L/인·일, 2020년에 200L/인·일, 2025년에 200L/인·일로 점차 줄어드는 것을 알 수 있는데, 이는 앞에서 언급했듯이 가정용 소비량 증가가 정점을 지나 조금씩 감소를 보이다 어느 정도 적정수준에 이르면 그 상태를 유지할 것으로 판단한 것과 비

슷한 결과이다.

안산시의 가정용 소비량 원단위는 2025년 200L/인·일로 현재 경기도 가정용 소비량 원단위보다 약간 높은 수준에 도달할 것으로 판단되며, 본 계획에서는 안산시의 가정용 소비량원단위 계획을 아래 표와 같이 계획하였다.

<표 3.4-9> 가정용 소비량원단위 선정

(단위:L/인·일)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
가정용 소비량	201	201	200	200	

나. 일반용 소비량 추정

일반용 소비량은 기존 영업용, 업무용 및 기타용수가 포함된 업종으로 본 절에서는 양이 적은 대중탕용 소비량을 포함하여 추정하였다.

일반용 소비량에는 제조 생활용수 및 군부대 급수인구가 포함되어 있는데 군부대 급수인구는 안산시 급수인구에 포함되지 않으므로 군부대 소비량을 포함해서 일반용 소비량을 추정하는 것은 불합리하므로 기타 소비량으로 별도로 추정하였다.

일반용에 포함된 제조 생활용수는 앞서 언급했듯이 생활용수보다는 전용공업용수의 추이를 따를 것으로 판단되고 일부 지역에 집중되어 있어 차후 동별 수요량 배분시 좀 더 정확한 수요량 배분을 위해 별도로 산정하였다.

일반용 소비량 소비량은 2000년 전후에 전용공업용수 용도분류 변경 등으로 인해 과거자료에 일관성을 얻기 어려우며 생활제조용수의 실측값 자료는 2003년 이후의 자료밖에 없어서 이를 근거로 추정하였다.

가정용수와 일반용 소비량 비율을 공업용수 실측값을 적용시킨 과거 5년간 자료를 살펴보면 가정용 대비 일반용 소비량 구성비가 일정하므로 과거 자료의 신뢰성이 높은 가정용 추정치 대비를 통해 일반용 소비량을 추정하였다. 과거 5년간의 가정용 대 일반용의 구성비는 73.7 : 26.3으로 산정되었다.

<표 3.4-10> 가정용 소비량 대비 일반용 소비량 원단위

(단위:L/인·일)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
가정용 소비량	201	201	200	200	
일반용 소비량	72	72	71	71	73.7 : 26.3

가정용 소비량 원단위가 점차 감소함에 따라 일반용 소비량이 감소하는 것으로 추정되었으나 상업용 등을 포함한 일반용 소비량까지 감소 경향을 적용시키기에는 무리가 있다고 판단되어 수학적 추정에 의한 원단위를 적용하였다.

수학적 추정결과 지수함수법을 제외하고는 모두 유사한 추정값을 나타냈다. 특히 상관계수와 절대 평균 오차율도 같게 나왔다. 이는 과거자료가 각 수학적 방법에 따른 결과가 다르기 위한 자료의 양이 너무 적었기 때문이라 판단된다. 따라서 가장 동일한 결과를 보여준 값을 적용하였다.

<표 3.4-11> 일반용 소비량 원단위 수학적 추정

(단위: L/인·일)

구분	등차급수	등비급수	베기함수	지수함수	로지스틱	수정지수	선정	비고
2010년	73	73	73	73	73	73	73	
2015년	75	75	75	73	75	75	75	
2020년	76	76	76	73	76	76	76	
2025년	77	77	77	73	77	77	77	
상관계수(R^2)	0.53068	0.53068	0.53068	0.53068	0.53068	0.53068	수정지수	
절대평균오차율	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27		

<표 3.4-12> 생활용수 소비량 원단위

(단위: L/인·일)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
가정용 소비량	201	201	200	200	
일반용 소비량	73	75	76	77	
계	274	276	276	277	

4.1.3 계획 유수율

유수율이란 총 공급량 중 요금으로 징수할 수 있는 수량의 비로, 이를 향상시키기 위해서는 누수량의 감소, 부정급수전의 단절, 계량기 오차 저감 등 무수수량을 감소시켜야 한다.

일반적으로 유수율 자료만으로는 이러한 결함이 어떤 방식으로 얼마만큼 영향을 미치고 있는가 하는 것은 분석하기 어렵다.

<표 3.4-13> 경기도 각 지자체별 목표 유수율 설정기준

현재 유수율	2011년 기준 목표 유수율
90%이상	90%이상 유지
80~90% 이내	90%달성 이후 유지
70~80% 이내	85%
60~70% 이내	80%
60% 이하	70%

주) 경기도 물수요관리종합계획, 2005. 2, 경기도

「유수율제고연구(환경부, 2001)」에 의하면 무효수량중 누수량의 비율이 가장 큰 것으로 조사되었다. 따라서 무수율을 줄이기 위해서는 누수방지사업에 지속적인 노력이 필요하다.

<표 3.4-14> 안산시 과거 유수율 현황

(단위:천㎥/년)

구분	년간 생산량	유효수량				무효수량	
		유수수량	유수율(%)	유효무수수량	계	무효수량	누수율(%)
1997	125,035	114,263	91.4	4,643	118,906	6,129	4.9
1998	118,820	109,068	91.8	4,167	113,235	5,585	4.7
1999	127,262	115,846	91.0	5,498	121,344	5,918	4.7
2000	135,277	124,128	91.8	4,599	128,727	6,550	4.8
2001	137,420	127,063	92.5	4,149	131,212	6,208	4.5
2002	142,069	131,847	92.8	4,255	136,102	5,967	4.2
2003	136,586	130,351	95.4	2,759	133,110	3,476	2.5
2004	137,884	134,092	97.2	1,445	135,537	2,347	1.7
2005	138,403	133,285	96.3	2,768	136,053	2,350	1.7
2006	90,602	86,743	95.7	2,273	89,016	1,586	1.7
2007	92,002	87,372	95.0	2,585	89,957	2,045	2.2

주) 2006년 부터는 전용공업용수 제외한 양, 안산시 통계연보(2007년)

안산시의 과거 유수율 자료로 볼 때 과거 10년전인 1997년 당시 91.4%에서 현재 2006년 95.7%대로써 과거 1997년에 비해 상당히 개선되었으며 2002년 이후 유수율은 95% 이상으로 안정적으로 관리되고 있다. 그러나 최근 개발된 택지개발지역은 관로 상태가 상당히 양호할 것으로 판단되지만, 기존의 촌락지역과 시가지 지역에서는 관의 노후화로 유수율 감소 가능성이 있다.

<표 3.4-15> 유사도시 유수율 목표(도시계획상)

(단위: %)

구 분	유수율		비 고
	2016년	2020년	
서울특별시	92.2	92.2	
인천광역시	85.0	85.0	
김포시	87.4	90.0	
부천시	90.0	90.0	
광명시	91.0	92.0	
군포시	95.0	-	
의왕시	87.9	88.0	
성남시	90.0	90.0	
수원시	90.0	91.0	
안성시	90.0	-	
오산시	85.0	-	
화성시	89.4	-	
용인시	90.0	-	

상위관련계획 "경기도 물수요관리 종합계획"에서는 안산시 목표 유수율을 90%로 계획하였는데 이는 유수율 자체는 경기도 평균이상이고 유지관리는 잘되고 있지만 매설 상수도관의 경년 16년 이상의 관의 비율이 높아 유수율이 미미하게 감소하고 있는 추세를 고려하여 현재보다 낮게 목표치를 잡았다.

따라서 안산시의 장래 유수율은 현재 유수율을 참고로 하되, 매설년수 경과에 따른 노후관의 증가, 유수율 제고의 한계성 등을 고려하여 계획하였다.

<표 3.4-16> 장래 유수율 계획

(단위: %)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
경기도 물수요관리 종합계획	90.0	-	-	-	경기도 (2005. 2)
안산시 물수요관리 시행계획	90.0	90.0	-	-	안산시 (2007. 9)
급수체계 조정사업 타당성검토 및 기본계획	97.2	97.2	97.2	-	환경부 (2006. 12)
한강하류권2차급수체계 조정사업타당성조사	96.3	96.3	96.3	-	국토해양부 (2007. 12)
수 자 원 장 기 종 합 계 획	95.4	95.4	95.4	-	국토해양부 (2006. 7)
금회 수도정비기본계획	**93.0**	**93.0**	**93.0**	**93.0**	

4.1.4 계획 1인1일 평균급수량 원단위

앞서 살펴본 생활용수 소비량 원단위와 유수율을 통해 계획 1인1일 평균급수량 원단위를 추정하였다. 단 이 생활용수는 앞서 언급했듯이 생활제조용수(정수)량이 제외 되어 있어 관련계획과의 비교는 차후 총 급수량으로 비교하였다.

<표 3.4-17> 계획 1인1일 평균급수량 원단위

(단위 : L/인·일)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년
생활용수 소비량 원단위	274	276	276	277
유수율 (%)	93.0	93.0	93.0	93.0
계획 1인1일 평균급수량 원단위	295	297	297	298

4.2 계획 1인 1일 최대급수량 원단위

4.2.1 첨두부하율

상수도 수요량은 1인당 하루에 소비되는 소비량으로 1년동안 사용되는 사용량의 1일 평균값으로 일평균 수요량을 말한다.

그러나 상수도 생산용량 또는 시설용량은 연중 상수도 사용량이 최대가 되는 경우에도 안정적으로 공급해야 하므로 일최대 수요량에 기준을 두고 계획을 수립하여야 한다.

일최대 수요량 산정을 위한 첨두부하율은 일평균 수요량 대비 일최대 수요량의 비율로 나타낸다. 이것은 도시규모, 성질, 입지조건, 기상조건, 생활정도 및 생활양식, 기타 경제 및 사회적인 조건에 따라 그 크기가 변화되며 일반적으로 대도시보다는 도시 규모가 작아질수록 크게 나타난다. 첨두부하율의 산정을 위해서는 과거 상수도 사용현황자료가 충분하고도 정확하게 확보되어야 하나 우리나라의 경우 아직까지도 신뢰성 있는 자료의 확보가 곤란하고 이에 대한 체계적인 연구실적도 없는 상황이다.

우리나라의 1일 최대급수량과 1일 평균급수량의 비는 인구규모에 따라 1.20～1.35를 나타내는 것으로 각종자료와 설계보고서에 기술되어있다.

<표 3.4-18> 인구규모별 첨두 부하율

구 분	인 구 규 모	전국수도종합계획 (2007.3)	상수도 수요량 예측 업무편람 (2008.9)
시급이상	100만 이상	1.20	1.19
	50～100만	1.30	1.23
	10～50만	1.35	1.27
읍·면지역	10만 이하	1.35	1.31

주)전국 수도종합계획

본 계획에서는 이러한 첨두 부하율과 함께 실제 안산시의 첨두부하율을 조사하기 위하여 안산시 배수지의 2년간(2006～2007년)의 유량자료를 분석하여 안산시의 실제 첨두 부하율을 조사하였다.

<표 3.4-19> 각 배수지별 첨두부하율

(단위 : ㎥/일)

구 분		2006년			2007년			비고
정수장	배수지	평균유량	최대유량	첨두부하율	평균유량	최대유량	첨두부하율	
연성	선부2	40,945	59,026	1.44	40,563	53,700	1.32	
	목내	19,315	26,348	1.36	18,068	24,930	1.38	
	성곡	15,086	23,087	1.53	15,315	22,514	1.47	
	공단	70,781	97,271	1.37	71,347	97,409	1.37	공업
	대부	2,855	7,734	2.71	3,315	6,350	1.92	
안산	와동	39,709	68,200	1.72	52,218	63,460	1.22	
	초지	50,706	73,330	1.45	55,769	79,510	1.43	공업
반월	반월	-	-	-	9,848	12,144	1.23	
	고잔	2,822	3,802	1.35	30,654	42,240	1.38	
	일동	4,379	5,590	1.28	7,205	10,710	1.49	
	성포	70,419	94,428	1.34	61,779	78,506	1.27	

안산시의 2년간 유량자료를 분석한 결과 위의 표와 같이 안산시 각 배수지의 실제 첨두부하율은 1.22～2.71로 다양하게 조사되었다. 이 수치들은 각각의 배수지의 자료로서 안산시 전체의 특성을 나타내기는 어려우므로 위 자료중 생활용수 배수지의 일별 유량의 총합을 통해 안산시 전체의 첨두부하율을 검토하였다.

<표 3.4-20> 안산시 첨두부하율

(단위 : ㎥/일)

구 분		평균유량	일최대유량	첨두부하율	비고
안산시	2006년	186,664	230,157	1.23	9월 3일
	2007년	196,644	227,522	1.16	8월 17일

주) 안산시 상하수도사업소

이 결과는 안산시 관련계획들의 인구규모에 따른 첨두부하율과 비슷한 추이를 보이고 있다. 따라서 본 계획에서는 실제 유량자료조사에 의한 첨두부하율 중 큰 값인 1.23 첨두부하율을 적용하였다.

<표 3.4-21> 관련상위계획 첨두부하율

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
전국 수도 종합 계획	1.30	1.30			환경부 (2007. 3)
한강 하류권 2차 급수체계 조정사업 타당성 조사	1.25	1.25	1.25		국토해양부 (2007. 12)
급수체계 조정사업 타당성검토 및 기본계획	1.30	1.30	1.30		환경부 (2006. 12)
금회 수도정비기본계획	**1.23**	**1.23**	**1.23**	**1.23**	

4.2.2 계획 1인1일 최대급수량 원단위

앞서 살펴본 계획 1인1일 평균급수량 원단위와 첨두부하율을 통해 계획 1인1일 최대급수량 원단위를 다음과 같이 추정하였다.

<표 3.4-22> 계획 1인1일 최대급수량 원단위

(단위 : L/인·일)

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
계획 1인1일 평균급수량 원단위	295	297	297	298	
첨두 부하율	1.23	1.23	1.23	1.23	
계획 1인1일 최대급수량 원단위	363	365	365	367	

5. 계획 급수량

5.1 생활용수 급수량

장래 계획인구 및 급수보급율, 1인 1일당 급수량 원단위 추정 등의 근거에 의하여 안산시 장래 상수도 수요량을 산정하면 다음과 같다.

<표 3.5-1> 목표연도별 장래인구에 의한 상수도 수요량 및 급수량

구 분		2010년	2015년	2020년	2025년	비고
인 구	총인구(인)	769,770	840,970	889,570	932,170	
	보급율(%)	99.9	99.9	99.9	99.9	
	급수인구(인)	769,700	840,130	888,680	931,238	
소비량	계획 1인1일 평균소비량 원단위	274	276	276	277	ℓ /인·일
	첨두부하율	1.23	1.23	1.23	1.23	
	계획 1인1일 최대소비량 원단위	337	339	339	341	ℓ /인·일
	생활용수 소비량(일최대)	259,168	285,207	301,689	317,282	㎥/일
급수량	유수율(%)	93.0	93.0	93.0	93.0	
	계획 1인1일 최대급수량 원단위	363	365	365	367	
	생활용수 급수량(일최대)	278,673	306,673	324,397	341,163	㎥/일

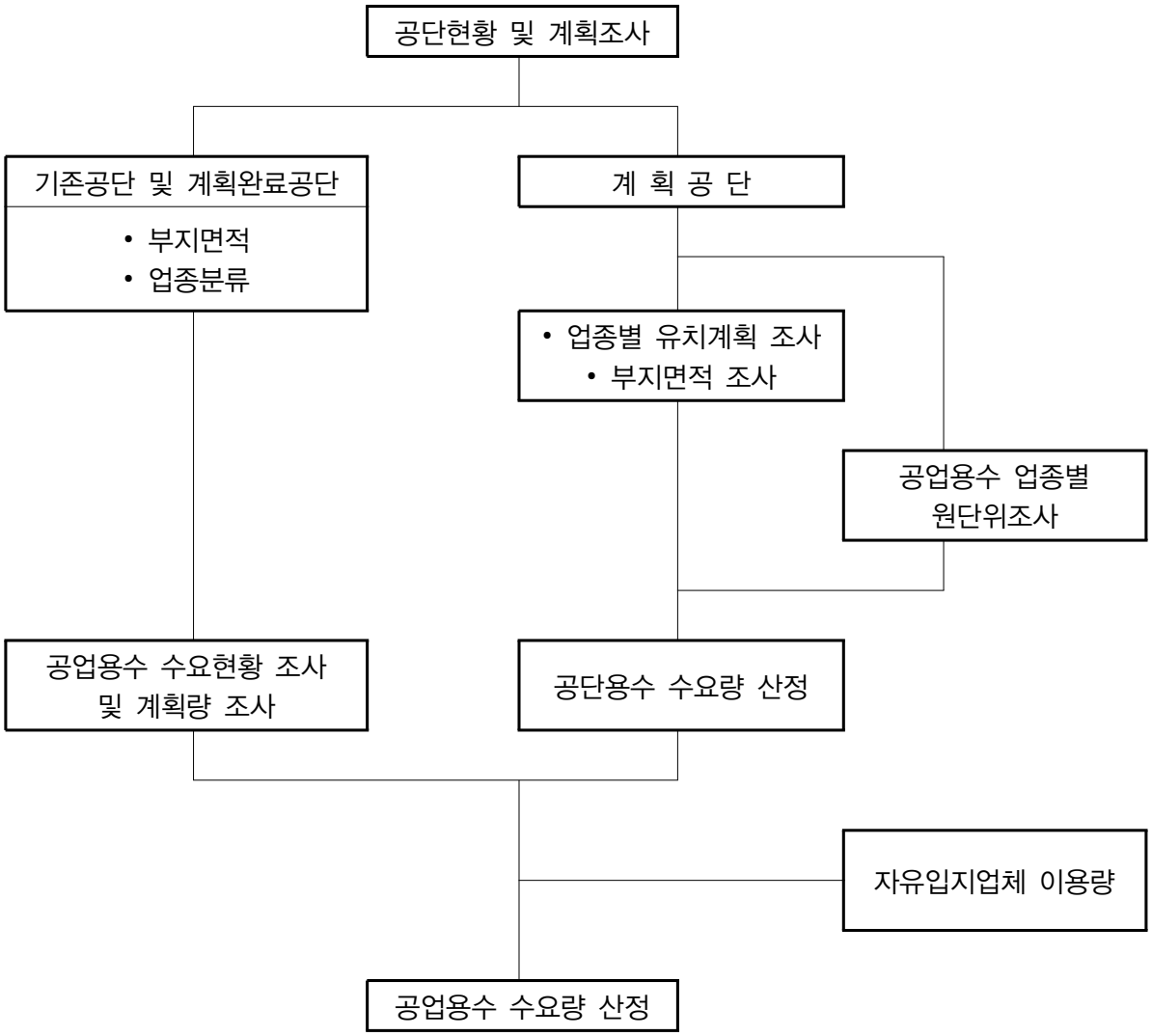
주) 생활제조용수(정수)량을 제외

5.2 공업용수 급수량

5.2.1 개 요

공업용수는 공장에서 사용되는 용수로 보일러용수·원료용수·제품처리용수·세정용수·냉각용수 등을 말하며 업종, 규모, 생산액, 부가가치, 출하액, 제품종류에 따라 매우 다르다. 이러한 공업용수 추정은 일반적으로 계획입지에 대하여 외삽법과 원단위 적용법이 있는데 외삽법은 과거 이용 실적량의 변화추이를 회귀분석하여 장래 수요를 추정하는 방법으로 공단별 과거 자료가 충분히 조사되어야 한다. 그러나 이 관련 자료들이 현실적으로 미비하므로 외삽법은 국내 실정상 현재 도입이 불가능하며, 원단위 적용법의 경우도 ①부지면적당 원단위, ②종업원 1인당 원단위, ③단위 생산액당 원단위, ④부가가치액당 원단위 등의 방법이 사용되고 있으나, 원단위 산정시의 기준인자의 선정 및 분석방법에 따라 큰 차이를 보이는 바, 적용에 신중을 기하여야 한다.

따라서, 본 계획에서는 공업용수 수요량의 정확한 예측을 위하여 공단내 급수전에서의 5년치 사용 검침량 자료를 조사·분석하였으며 일반적인 공업용수 수요량 산정 방식은 다음과 같다.



<그림 3.5-1> 용수수요 추정 흐름도

5.2.2 전용공업용수 원단위 산정방법

가. 부지면적당 원단위 방법

부지면적당 원단위는 산업현장의 부지면적으로 산정된 용수사용량을 기준으로 예측하는 방법으로서 근래 용수수요 추정에 널리 사용되고 있으며, 우리나라와 같은 공단 중심의 산업구조에서는 장래 수요량을 추측하기가 용이한 장점이 있다. 하지만, 부지면적이 공장, 건설용지 및 기타 부지건설 용지로 되어 있어 업체마다 부대시설 용지가 일정한 비율이 아니라 경영구조 및 업체의 위치에 따라 편차가 보이고 있으며, 선진국으로 갈수록 공업용수를 회수하여 재사용하는 경향이 많으므로 용수원단위가 감소하는 추세에 있으나, 우리나라는 공장주들의 필요이상의 부지를 확보하고 있고 가동율이 저조한 편이며 복지시설 등 부대시설이 빈약하여 용수원단위가 대체적으로 적게 나타나고 있는 실정이다.

나. 종업원당 원단위 방법

종업원당 원단위법은 산업에 종사하고 있는 종업원수를 기준으로 산정된 용수사용량을 나타내는 것으로 과거 60~70년대 초반에 주로 사용하였으나, 경공업, 중공업 등 업종에 따라 종업원수가 달라질 뿐만 아니라 종업원은 공장의 자동화 시설과 밀접한 관계가 있어 장래값 추정에는 부적합하다.

다. 생산액당 원단위 방법

생산된 생산액을 기준으로 산정된 용수사용량을 나타낸 것으로, 이 원단위는 생산품의 품질 및 생산액과 밀접한 관계가 있어서 동일업종의 경우에 있어서도 차이가 있을 뿐만 아니라 생산액의 변동에 따른 불변가격의 기준년도 설정과 물가상승 지수에 대한 기존자료의 타당성 여부로 인하여 원단위 설정이 곤란하며, 더욱이 경상가격에 의한 생산액은 과거 생산액의 변동을 추측하는데 그치기 때문에 장래 생산액의 추정에는 부적합하다.

라. 부가가치액당 원단위 방법

산업활동에 의해 생산되는 부가가치액을 기준으로 하여 산정된 용수사용량을 부가가치액 원단위라 하며 이를 이용하여 장래 용수수요 추정을 하는 방법으로 부가가치액을 기준년도에 대한 불변가격으로 변환하여 이를 기준으로 원단위를 산정한다. 부가가치액당 원단위 방법의 경우 장래 추정을 거시경제 측면에서 접근 할 수 있는 장점이 있으나 부가가치액의 불변가격의 기준년도 설정이 곤란한 단점이 있다.

5.2.3 전용공업용수 급수량 산정

가. 사용량 분석

1) 전용공업용수 사용량

현재 안산시 전용공업용수는 반월 및 시화공단에 공급되고 있다. 따라서 장래 전용공업용수 추정을 위해 반월 및 시화공단의 과거 5년간(2003~2007년)은 안산시 상하수도 사업소에서 제공한 실측값을 바탕으로 사용량을 조사하였으며 그 외 1998년~2002년간의 사용량은 현재 공업용수 유수율이 99.9%인 것을 감안하여, 99%의 유수율을 적용하였으며, 공단별 배분량은 2007년을 기준으로 하여 전체용량 대비 반월공단 92%, 시화공단 8%를 적용하였다.

<표 3.5-2> 과거 10년간 안산시 전용공업용수 사용량

(단위 : ㎥/일)

년도	반월공단	시화공단	계	비 고
1998	76,516	6,654	83,170	
1999	87,045	7,569	94,614	
2000	150,288	13,069	163,357	
2001	163,978	14,259	178,237	
2002	172,372	14,989	187,360	
2003	156,350	14,488	170,837	
2004	155,927	14,069	169,996	
2005	149,876	13,032	162,908	
2006	148,364	12,312	160,676	
2007	152,756	12,904	165,660	

주. 안산시 상수도 사업소 자료(2003~2007), 상수도 통계연보 (1998~2002)

2) 공단지역 입주율

안산시 반월 및 시화공단은 다음 표에서 보듯이 2002년 이후 100%의 입주율을 보이고 있으므로 장래 추가 입주업체에 의한 용수사용량은 없는 것으로 검토되었다.

<표 3.5-3> 과거 공단지역 입주율

구 분	반월공단(천㎡)			시화공단(천㎡)			비 고
	입주대상	입주	입주율(%)	입주대상	입주	입주율(%)	
2001	7,934	7,934	100	10,261	10,241	99.8	
2002	7,934	7,934	100	10,702	10,702	100	
2003	7,934	7,934	100	10,643	10,643	100	
2004	7,934	7,934	100	10,640	10,640	100	
2005	7,934	7,934	100	10,938	10,938	100	
2006	7,934	7,934	100	10,942	10,942	100	
2007	7,931	7,931	100	10,942	10,942	100	

주) 한국산업단지공단 참조

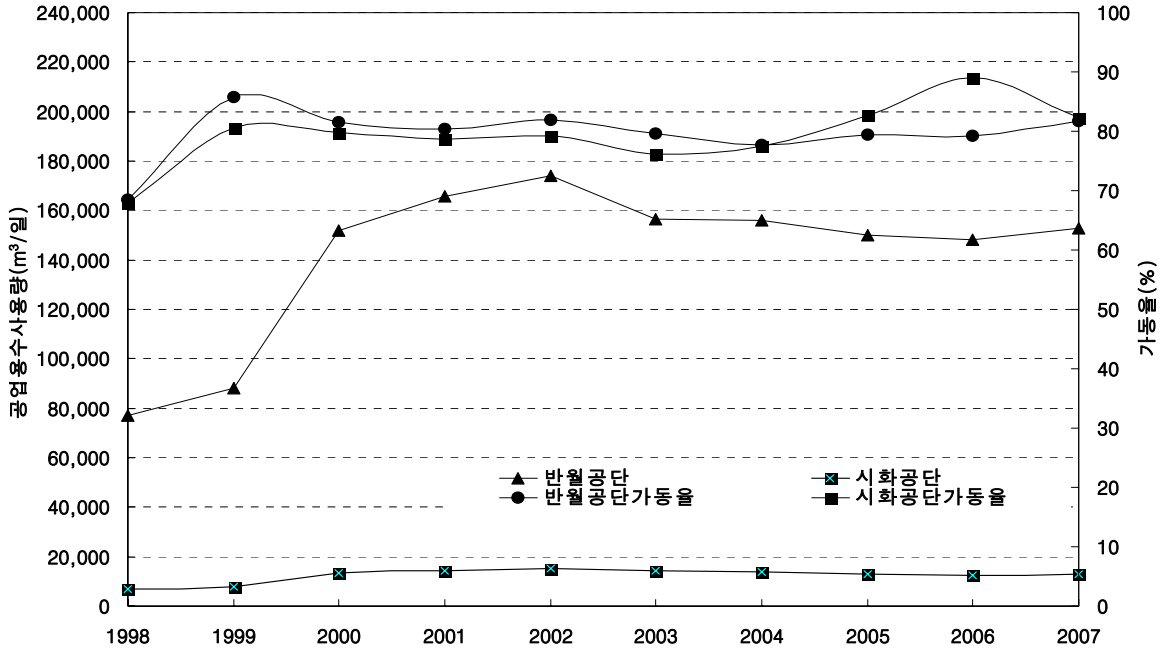
3) 반월 및 시화공단 가동율

국가산업단지 가동율은 최대생산능력에 대한 생산액의 비율로 산정된다. 하지만, 반월 및 시화공단의 가동율은 아래 그림에서 보듯이 사용량과는 뚜렷한 상관관계를 보이지 못하고 있다. 비슷한 가동율을 보이는 2000년, 2002년 및 2007년의 용수사용량을 보면 2002년이 월등이 높으며, 생산액과 가동율이 낮은 2001년의 용수사용량이 2007년보다 높게 나타나고 있다. 이는 가동율을 산정하는 기준인 최대생산능력을 결정하는 인자가 표본업체로부터 산정되는데 그 해의 경제상황 및 환율 등 외부요인의 의한 변동이 있으며, 용수 사용량의 원단위 감소 등으로 인한 것으로 판단된다.

<표 3.5-4> 반월 및 시화공단 가동율

년도	최대생산능력 (백만원)		당월생산액(백만원)		가동율(%)		사용량(㎥/일)		
	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	계
1998	779,678	619,086	533,300	419,740	68.4	67.8	77,289	6,721	84,010
1999	1,839,202	691,675	1,576,713	556,533	85.7	80.5	87,924	7,646	95,570
2000	1,781,628	766,151	1,452,129	611,688	81.5	79.8	151,806	13,201	165,007
2001	1,915,476	763,753	1,540,404	599,941	80.4	78.6	165,634	14,403	180,037
2002	2,117,929	848,985	1,733,864	672,116	81.9	79.2	174,113	15,140	189,253
2003	2,142,041	1,275,894	1,694,279	959,669	79.6	76.1	156,350	14,488	170,838
2004	2,261,445	2,078,183	1,756,650	1610,206	77.7	77.5	155,927	14,069	169,996
2005	2,244,720	2,256,311	1,781,540	1866,184	79.4	82.7	149,876	13,032	162,908
2006	2,344,057	2,301,571	1,857,490	2049,659	79.2	89.1	148,364	12,312	160,676
2007	2,312,855	2,301,284	1,890,379	1895,758	81.7	82.4	152,756	12,904	165,660

주) 1. 시화공단 생산액은 시화공단 전체생산액임.
2. 공단별 가동율은 한국산업단지공단 참조



<그림 3.5-2> 반월 및 시화공단 용수사용량과 가동율 비교

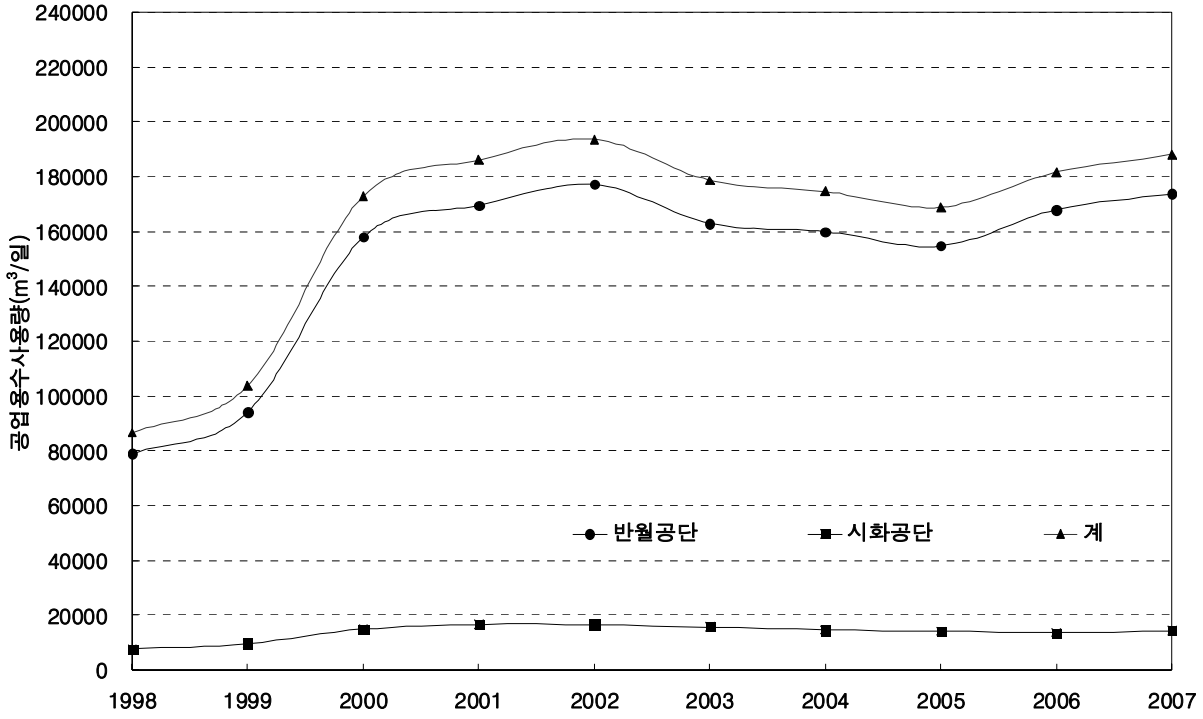
4) 반월 및 시화공단 입주업체 가동현황

앞서 언급한 바와 같이 현재 반월 및 시화공단의 입주율은 100%이다. 하지만, 입주된 모든 업체가 공장 가동을 하고 있지 않으므로 장래 안산시 공단지역 공업용수 산정을 위해 과거 공단내의 입주업체 가동현황(가동업체/입주업체)을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

<표 3.5-5> 과거 반월 및 시화공단 입주업체 가동현황 계획 사용량

년도	사용량(㎥/일)		입주업체가동현황(%)		계획사용량(㎥/일)		
	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	계
1998	76,516	6,654	98	87	78,078	7,648	85,726
1999	87,045	7,569	93	80	93,597	9,461	103,058
2000	150,288	13,069	96	88	156,550	14,851	171,401
2001	163,978	14,259	98	87	167,324	16,390	183,714
2002	172,372	14,989	98	92	175,890	16,292	192,182
2003	156,350	14,488	96	92	162,865	15,748	178,612
2004	155,927	14,069	98	96	159,109	14,655	173,764
2005	149,876	13,032	97	92	154,511	14,165	168,677
2006	148,364	12,312	88	90	168,595	13,680	182,275
2007	152,756	12,904	88	90	173,586	14,338	187,924

주) 1. 계획 사용량=사용량×공단별 가동현황(100% 적용)
2. 공단별 가동현황은 한국산업단지공단 참조



<그림 3.5-3> 과거 반월 및 시화공단 입주업체 가동현황 고려시

5) 안산시 전용공업용수 유수율

안산시 반월 및 시화공단 지역내의 전용공업용수 유수율은 장래 생활용수 유수율은 93%를 적용하였다.

나. 전용공업용수 업종별 원단위 적용 시 사용량 분석

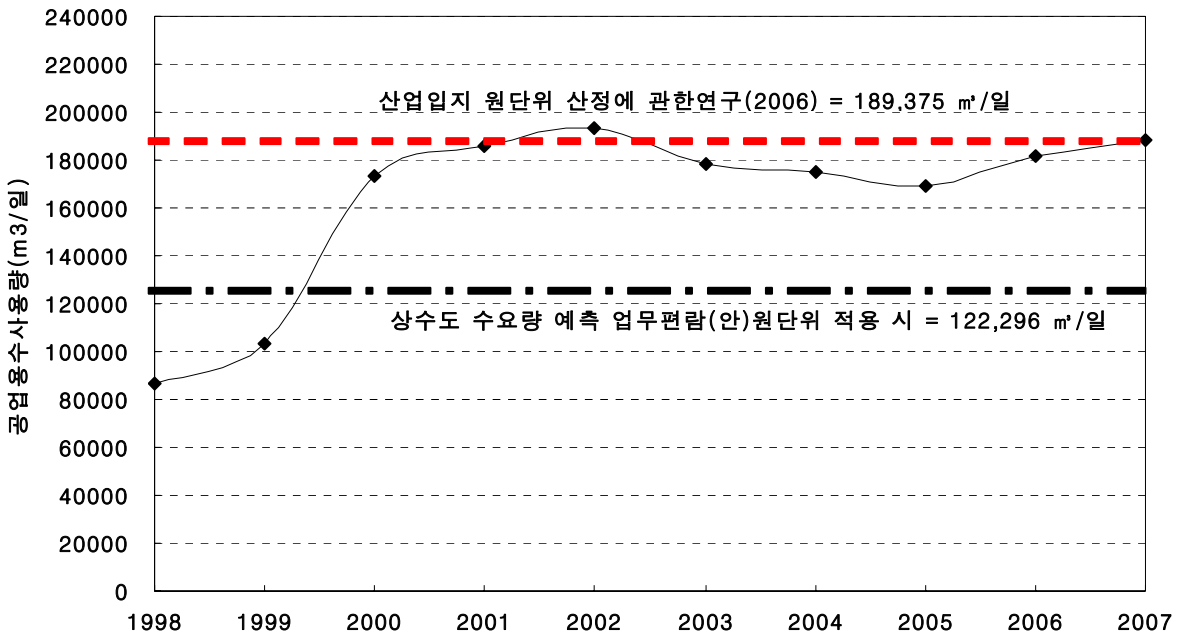
본 계획에서는 공업용수 사용량 및 수요추정시 일반적으로 사용되는 부지면적당 원단위 적용법을 채택하여 공업용수 수요를 비교·검토하였다.

원단위 적용에 관해서는 최근 자료인 「상수도 수요량 예측 업무편람(안)(2008.6)」와 「산업입지 원단위 산정에 관한연구(국토해양부·한국토지공사, 2006)」의 값을 적용하였다.

그 결과 상수도 수요량 예측 업무편람(안)(2008.6)」의 원단위로 추정한 값은 실사용량에 비해 현저한 차이를 보이며 「산업입지 원단위 산정에 관한연구(국토해양부·한국토지공사, 2006)」의 원단위를 적용한 값은 과거 최대 실사용량과 거의 비슷한 결과값을 나타낸다.

<표 3.5-6> 부지면적당 원단위를 적용한 전용공업용수 사용량

업종 구분	부지면적(천㎡)			상수도 수요량 예측 업무편람(안)				산업입지원단위산정에관한연구			
	반월 공단	시화 공단	계	원단위 (㎥/천㎡·일)	사용량(㎥/일) 반월 공단	시화 공단	계	원단위 (㎥/천㎡·일)	사용량(㎥/일) 반월 공단	시화 공단	계
음식료	336.0	114.0	450.0	11.13	3,740	1,269	5,009	20.65	6,937	2,354	9,291
섬유의복	1,325.0	13.6	1,338.6	36.2	47,965	492	48,457	33.15	43,921	451	44,372
목재종이	617.0	454.0	1,071.0	4.87	3,005	2,211	5,216	16.54	10,203	7,507	17,710
석유화학	1,690.0	254.4	1,944.4	5.38	9,092	1,369	10,461	18.24	30,823	4,640	35,463
비금속	–	215.2	215.2	4.31		928	928	5.15	0	1,109	1,109
1차금속	569.0	853.6	1,422.6	3.66	2,083	3,124	5,207	15.85	9,020	13,530	22,550
기계	1,567.0	281.1	1,848.1	16.99	26,623	4,776	31,399	8.63	13,521	2,426	15,947
전기전자	916.3	89.3	1,005.6	6.24	5,718	557	6,275	36.23	33,196	3,235	36,431
운송장비	836.7	69.7	906.4	3.24	2,711	226	2,937	4.36	3,646	304	3,950
기타	62.0	575.7	637.7	10.05	623	5,786	6,409	4.00	248	2,304	2,552
계	7,919.0	2,920.6	**10,839.6**		101,559	20,737	**122,296**		151,515	37,860	**189,375**



<그림 3.5-4> 전용공업용수 실측값 및 원단위 적용 값 비교

다. 안산시 전용공업용수 급수량 산정

안산시 전용공업용수는 반월공단 및 시화공단 개발에 따라 진행되었으며, 관련계획인 「안산시 수도정비 기본계획(1999.12, 안산시)」, 「광역상수도 및 공업용수도 수도정비 기본계획(2004.6, 건교부)」, 「한강하류권 권역별 급수체계구축 기본계획(2004.6)」, 「한강하류2차 급수체계조정사업 타당성 조사(2007.12)」에서 추정된 값을 비교하였다.

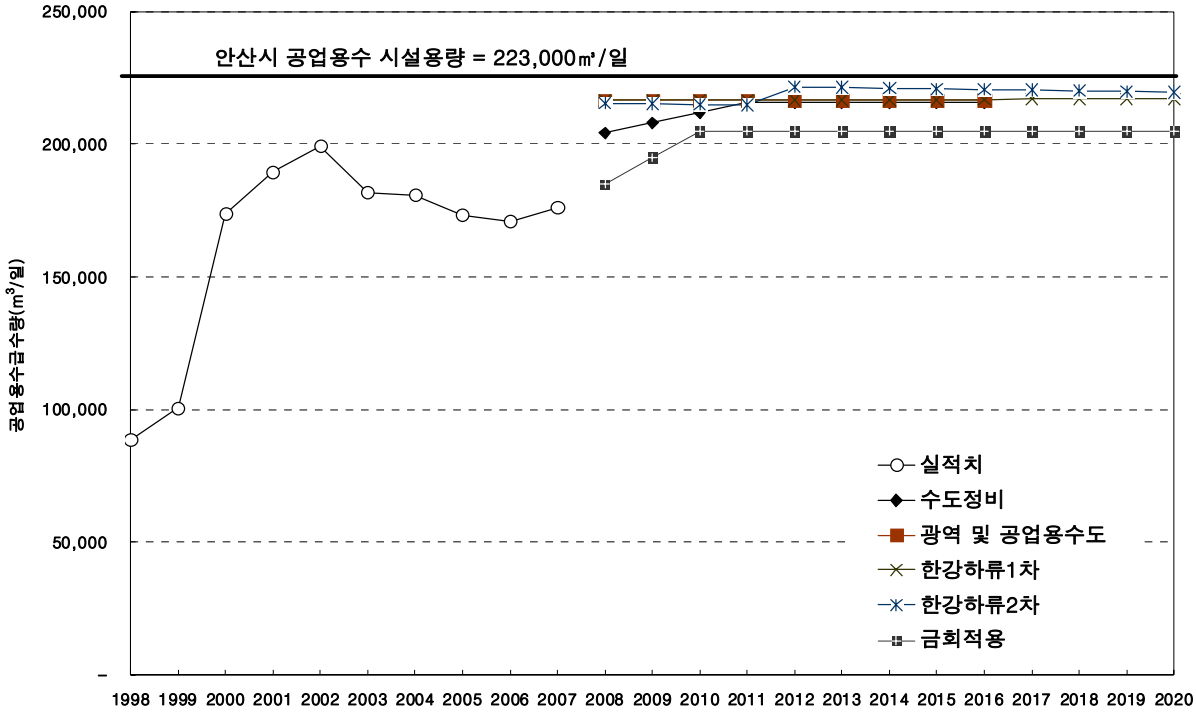
관련계획에서 추정한 공업용수 양은 과거 수도정비 값을 적용하거나 면적당 원단위를 적용한 값으로서 급수량이 과다하게 나타났다.

안산시의 공업단지는 신설단지가 아닌 기존공단이며 실사용량 확인이 가능하기 때문에 본 계획에서는 반월 및 시화공단의 과거 실측값을 기준으로 장래 전용공업용수량을 재 산정 하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다.

년도	계획사용량(㎥/일)		유수율(%)	급수량(㎥/일)			비고
	반월공단	시화공단		반월공단	시화공단	계	
1998	78,078	7,648	91.8	85,052	8,331	93,383	
1999	93,597	9,461	91	102,854	10,397	113,251	
2000	156,550	14,851	91.8	170,534	16,178	186,711	
2001	167,324	16,390	92.5	180,891	17,719	198,610	
2002	175,890	16,292	92.8	189,537	17,556	**207,093**	
2003	162,865	15,748	95.4	170,718	16,507	187,225	
2004	159,109	14,655	97.2	163,692	15,077	178,770	
2005	154,511	14,165	96.3	160,448	14,709	175,157	
2006	168,595	13,680	95.7	176,170	14,295	190,465	
2007	173,586	14,338	95	182,722	15,093	197,815	

주) 계획사용량은 입주업체 가동현황(100%)을 적용한 값임.

앞서 살펴본 것과 같이 「산업입지 원단위 산정에 관한 연구(건설교통부·한국토지공사, 2006)」의 원단위로 추정한 203,630㎥/일(유수율 적용)의 값이 과거 실사용량 중 최대 값인 2002년 207,093㎥/일과 거의 비슷한 결과값을 나타낸다. 따라서 금회 수도정비에서는 과거 실사용량을 기준으로 적용하기로 하였다.



<그림 3.5-5> 안산시 전용공업용수 관련계획 비교

<표 3.5-7> 안산시 공단지역 장래 공업용수 급수량

(단위 : ㎥/일)

구 분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
기존안산시수도정비기본계획	200,000	203,500	207,000	210,600	215,800	215,800	215,800	215,800	215,800	215,800				
광역상수도 및 공업용수도 수도정비 기본계획	216,440	216,480	216,520	216,560	216,600	216,600	216,600	216,600	216,600	216,600	216,600	216,600	216,600	216,600
한강하류권 권역별 급수체계구축 기본계획	216,400	216,500	216,500	216,600	216,600	216,700	216,700	216,800	216,800	216,900	217,000	217,100	217,100	217,100
한강하류2차 급수체계조정사업 타당성 조사	215,800	215,500	215,300	215,000	214,800	221,600	221,400	221,100	220,900	220,700	220,500	220,200	219,900	219,600
금 회 계 획	174,379	185,000	196,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000	207,000

주) 금회계획 2007는 실측값에 유수율 적용

5.2.4 공단지역 제조용수(정수) 산정

가. 사용량 분석

1) 안산시 제조용수 사용량

현재 안산시 제조용수는 반월 및 시화공단에 공급되고 있다. 따라서 제조용수 추정을 위해 반월 및 시화공단의 과거 5년간(2003～2007년)은 안산시 상하수도 사업소에서 제공한 실측값을 바탕으로 사용량을 조사하였다.

<표 3.5-8> 과거 5년간 반월 및 시화공단 제조용수 사용량

(단위 : ㎥/일)

년도	반월공단	시화공단	계	비 고
2003	35,175	5,045	41,220	
2004	40,183	5,771	45,953	
2005	42,235	6,230	48,464	
2006	43,817	6,163	49,980	
2007	40,614	5,860	46,473	

주) 안산시 상수도 사업소 자료(2003～2007)

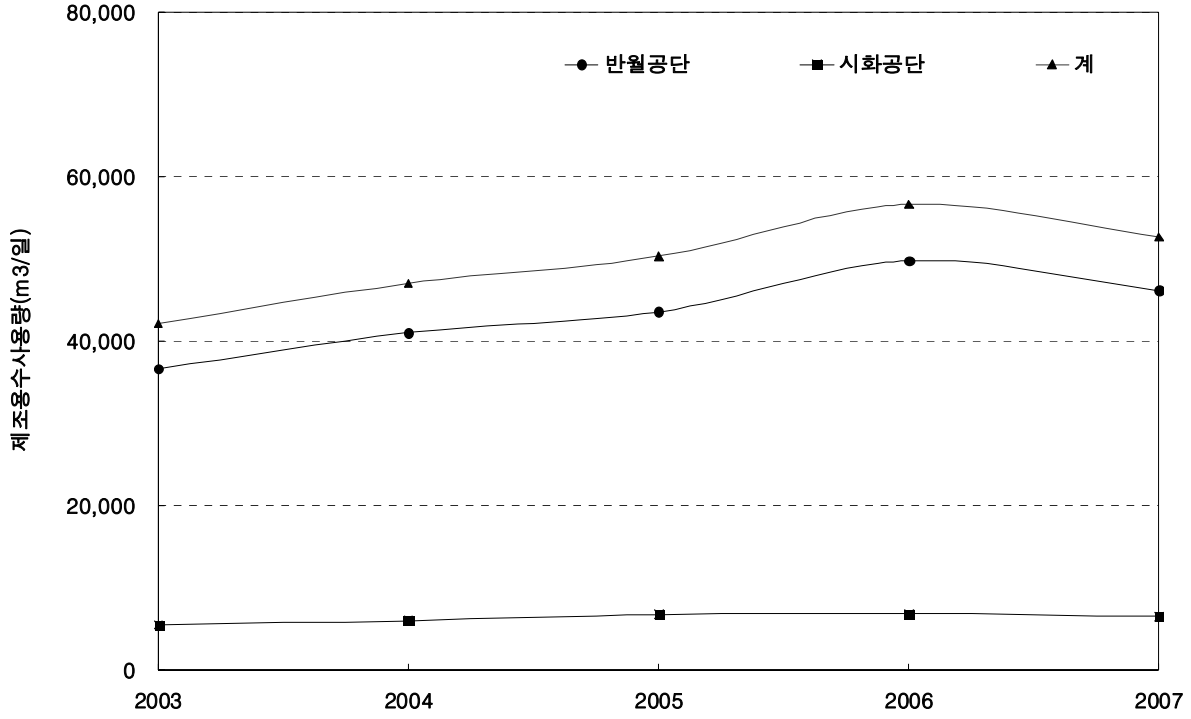
2) 반월 및 시화공단 입주업체 가동현황

앞서 언급한 바와 같이 현재 반월 및 시화공단의 입주율은 100%이다. 하지만, 입주된 모든 업체가 공장 가동을 하고 있지 않으므로 장래 안산시 공단지역 제조용수 산정을 위해 과거 공단내의 입주업체 가동현황(가동업체/입주업체)을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

<표 3.5-9> 과거 반월 및 시화공단 입주업체 가동현황 계획 제조용수 사용량

년도	사용량(㎥/일)		입주업체가동현황(%)		계획사용량(㎥/일)		
	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	반월공단	시화공단	계
2003	35,175	5,045	96	92	36,641	5,484	42,124
2004	40,183	5,771	98	96	41,003	6,011	47,015
2005	42,235	6,230	97	92	43,541	6,772	50,313
2006	43,817	6,163	88	90	49,792	6,848	56,640
2007	40,614	5,860	88	90	46,152	6,511	52,663

주) 1. 계획 사용량=사용량×공단별 가동현황(100% 적용)
2. 공단별 가동현황은 한국산업단지공단 참조



나. 안산시 제조용수 급수량 산정

안산시 제조용수 급수량에 대하여 상위계획에서는 별도 산출을 하지 않고, 생활용수에 포함하여 계획하였다. 하지만, 반월 및 시화공단의 제조용수는 앞서 조사한 바와 같이 그 양이 상당히 많으며, 이를 생활용수로 산정 시 위 지역들에 대한 용수 부족 현상이 발생하게 된다.

따라서 본 계획에서는 반월 및 시화공단의 과거 실측값을 기준으로 생활용수의 과거 유수율을 적용하여 장래 제조용수 급수량을 산정하였으며 그 결과는 다음 표와 같다.

년도	계획사용량(㎥/일)		유수율(%)	급수량(㎥/일)			비고
	반월공단	시화공단		반월공단	시화공단	계	
2003	36,641	5,484	95.4	38,408	5,748	44,156	
2004	41,003	6,011	97.2	42,184	6,184	48,368	
2005	43,541	6,772	96.3	45,214	7,032	52,246	
2006	49,792	6,848	95.7	52,029	7,156	59,185	
2007	46,152	6,511	95.0	48,581	6,854	55,435	

주) 계획사용량은 입주업체 가동현황을 적용한 값임.

위의 표에서 보듯이 안산시 제조용수 급수량은 2006년에 최고치를 나타내고 있다. 따라서 본 계획에서는 장래 제조용수량을 60,000㎥/일로 산정하였다.

<표 3.5-10> 안산시 공단지역 장래 제조용수 급수량

(단위 : ㎥/일)

년도	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
기존 안산시 수도정비 기본계획	54,000	54,600	55,200	55,900	56,600	56,600	56,600	56,600	56,600	56,600				
금 회 계 획	48,920	52,000	56,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000

5.2.5 공단지역 지하수 급수량

현재 안산시 공단지역내에 2007년 지하수 사용업체 및 사용량은 다음과 같다. 하지만 대다수의 업체가 지하수와 공업용수를 병용하여 사용하고 있는 실정이나 장래 전량 공업용수로 전환하는 것으로 검토하였다.

<표 3.5-11> 2007년 안산시 공단지역 지하수 사용업체 및 사용량

(단위 : ㎥)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계	일평균 (㎥/일)
㈜위스컴	227	865	1,342	1,573	1,635	1,642	1,653	1,645	1,651	1,654	1,657	1,637	17,181	57
대화기공	110	123	118	118	97	133	206	175	136	147	111	89	1,563	5
㈜신 승			2,640	1,627	1,421	1,451	2,239	2,114	1,423	2,274	1,217		16,406	55
㈜동서공업				4,261	3,857	3,603	4,262	2,635	3,152	2,546	3,349	3,004	30,669	102
㈜유니켐					186	530	1,036	856	535	86			3,229	11
㈜제일바이오				471									471	2
네오시스			420	140									560	2
오스람코리아㈜		36											36	0
㈜보령제약	1,317	323		30		50							1,720	6
케이피㈜	137	445	468		353	471	481	485	384	690		105	4,019	13
㈜사조산업	1,419	1,362	1,377	1,931	1,775	1,887	2,583	1,263	1,869	1,735	1,922	1,616	20,739	69
㈜신신제약		362	367	468	379	392	208	129	142	140	199	345	3,131	10
유진기공산업	303		70	84	87	105	132	73	109	76	130	96	1,265	4
㈜일신상사	72	65	7	13	12	12	20	26	18		20		265	1
㈜삼풍제약		526	453	352	376	150	303	183	292	223	191	107	3,156	11
송월써키트㈜		207	230										437	1
삼화비철공업			896	231	111	207	593	1,396	1,185	690	755	579	6,643	22
㈜삼아트론			20										20	0
계	3,585	4,314	8,408	11,299	10,289	10,633	13,716	10,980	10,896	10,261	9,551	7,578	104,847	349

지하수 전환용수의 급수량은 기존사용량에 유수율을 고려하여 370㎥/일로 산정하였다.

5.2.6 안산시 공단지역 공업용수 급수량

안산시 공단지역 공업용수 수요량은 장래 전용공업용수, 제조용수 및 지하수 전환용수를 검토하여 산정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

<표 3.5-12> 안산시 장래 공업용수 년간 급수량

(단위 : 천㎥/년)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
전용공업용수 (침전수)	반월,시화공단	52,314	62,100	62,100	62,100	62,100
	지하수전환용수	-	111	111	111	111
	소 계	52,314	62,211	62,211	62,211	62,211
제조용수(정수)	반월,시화공단	14,676	18,000	18,000	18,000	18,000
계		66,990	80,211	80,211	80,211	80,211

<표 3.5-13> 안산시 동별 공업용수 년간 급수량

(단위 : 천㎥/년)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
초지동	전용공업용수	49,447	58,800	58,800	58,800	58,800
	제조용수	12,469	15,294	15,294	15,294	15,294
원곡본동	전용공업용수	2,867	3,411	3,411	3,411	3,411
	제조용수	2,207	2,706	2,706	2,706	2,706
계		66,990	80,211	80,211	80,211	80,211

주) 장래 동별 배분량은 2007년 업체 기준으로 과거 5년간 최대값을 적용하여 산정
(제조용수: 초지동 84.96%, 원곡본동 15.04%), (공업용수: 초지동 94.52%, 원곡본동 5.48%)

<표 3.5-14> 안산시 정수장별 공업용수 년간 급수량

(단위 : 천㎥/년)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
연성정수장	전용공업용수	31,074	36,954	36,954	36,954	36,954
	제조용수	12,812	15,714	15,714	15,714	15,714
안산정수장	전용공업용수	17,054	20,280	20,280	20,280	20,280
	제조용수					
시흥정수장	전용공업용수	4,185	4,977	4,977	4,977	4,977
	제조용수	1,864	2,286	2,286	2,286	2,286
계		66,990	80,211	80,211	80,211	80,211

주) 장래 정수장별 배분량은 2007년 업체 기준으로 과거 5년간 최대값을 적용하여 산정
(제조용수: 연성정수장 87.3%, 시흥정수장 12.7%)
(공업용수: 연성정수장 59.4%, 안산정수장 32.6%, 시흥정수장 8.0%)

<표 3.5-15> 안산시 장래 공업용수 일급수량

(단위 : ㎥/일)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
전용공업용수 (침전수)	반월,시화공단	174,379	207,000	207,000	207,000	207,000
	지하수전환용수	–	370	370	370	370
소 계		174,379	207,370	207,370	207,370	207,370
제조용수(정수)	반월,시화공단	48,920	60,000	60,000	60,000	60,000
계		223,299	267,370	267,370	267,370	267,370

주) 가동일수 300일 적용값임

<표 3.5-16> 안산시 동별 공업용수 일급수량

(단위 : ㎥/일)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
초지동	전용공업용수	164,823	196,000	196,000	196,000	196,000
	제조용수	41,562	50,980	50,980	50,980	50,980
원곡본동	전용공업용수	9,556	11,370	11,370	11,370	11,370
	제조용수	7,358	9,020	9,020	9,020	9,020
계		223,299	267,370	267,370	267,370	267,370

주) 장래 동별 배분량은 2007년 업체 기준으로 과거 5년간 최대값을 적용하여 산정,
(제조용수: 초지동 84.96%, 원곡본동 15.04%), (공업용수: 초지동 94.52%, 원곡본동 5.48%),
가동일수 300일 적용값 임.

<표 3.5-17> 안산시 정수장별 공업용수 일급수량

(단위 : ㎥/일)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
연성정수장	전용공업용수	103,581	123,180	123,180	123,180	123,180
	제조용수	42,707	55,473	55,473	55,473	55,473
안산정수장	전용공업용수	56,848	67,600	67,600	67,600	67,600
	제조용수	–	–	–	–	–
시흥정수장	전용공업용수	13,950	16,590	16,590	16,590	16,590
	제조용수	6,213	4,527	4,527	4,527	4,527
계		223,299	267,370	267,370	267,370	267,370

주) 장래 정수장별 배분량은 2007년 업체 기준으로 과거 5년간 최대값을 적용하여 산정
(공업용수: 연성정수장 59.4%, 안산정수장 32.6%, 시흥정수장 8.0%), 가동일수 300일 적용.

5.3 기타 용수량

5.3.1 관광용수 소비량

가. 관광지 현황

안산시는 전국 최초의 계획도시로 녹지율 74%의 선진국형 주거환경과 발길 닿는 어디서나 푸른 공원을 접할 수 있는 아름다운 자연의 도시이다. 하지만 상대적으로 관광지는 타 도시에 비해 적은 편으로 대규모 관광지 지정은 없는 실정이다. 그러나 1억2천만평에 달하는 대부도관광지가 있어, 수도권최고의 관광명소가 될 잠재력을 가지고 있다.

관광용수 사용량은 관광지역별로 구역 계량하여 이들 자료를 기초로 하여 시설별로 원단위를 산정하여 신설되거나 증설 될 숙박시설이나 관광시설에 대해 용수 사용량을 산정하는 것이 올바른 방법이다. 하지만 대부분의 관광 단지내 용수사용량을 산정할 때 기초자료가 미흡한 관계로 통상 문헌자료 및 지역주민의 생활 용수사용량을 참고로 산정하거나 소규모지역의 경우 별도로 관광용수를 고려하지 않고 있는 실정이다.

문화관광부('01, 제2차 관광개발 기본계획)에서는 관광객수 산정 방법 및 관광 자원의 공급지표기준으로 관광객당 필요한 관광면적과 같은 인자들을 제시하고 있으나, 관광특성에 맞는 관광지별 용수 원단위는 제시하지 않고 있다.

이러한 실정에서 대부분 지역에서는 관광용수를 산정하기 위해서 크게 2가지 방법을 고려하여 관광용수를 산정하고 있는데, 첫 번째는 관광지를 방문하는 관광객수만을 고려하여 산정하는 방법이며, 두 번째는 관광지를 방문하는 관광객수와 함께 관광단지의 시설에 대한 용수량을 산정하여 합산하는 방법이다.

본 계획에서는 안산시 내 숙박외 시설별 실제 사용량 조사가 어렵기 때문에 첫 번째 방법을 사용하였다.

나. 관광 인구 추정

이용 관광객의 수요지표는 최대시 수요량이 기준이 되는데, 최대시 수용은 관광총량에서 '동시수용력' 개념을 이용하여 산정한다.

- 최대시 수요량(동수수용력) = 최대일 관광객수 × 서비스율 × 회전율
- 최대 일관광객수 = 연간 총 관광객수 × 최대일률
- 최대일률 : 연간 관광객수에 대한 최대일 관광객수의 비
- 서비스율 : 관광지에 있어서 경영상의 효율
- 회전율 : 최대시 관광객수의 집중율

최대일률의 적용은 과거에 일본에서 많이 사용해 왔으나, “관광개발기본계획”에서는 우리나라의 관광형태 특성상 일본의 경우보다 주말집중성이 강하다는 점을 고려하여 추정치를 다음과 같이 제시하고 있다.

구 분	1계절형	2계절형	3계절형	4계절형	비 고
전국계획	1/8	1/15	1/30	1/50	적 용
일 본	1/30	1/40	1/60	1/100	

주1) 문화광광부, 1997, 관광진흥 10개년 계획
주2) 서울과 부산은 도시의 특징을 지니면서 외래관광객이 많이 방문하는 도시이므로 3계절형.

관광지에 있어서 경영상의 효율을 고려한 서비스율은 통상 0.6～0.8을 적용한다. 체제시간에 따른 회전율을 달리 적용하며 다음과 같다.

체제시간	1시간	2시간	3시간	4시간	5시간	6시간	7시간	8시간
회전율	1/4	1/2.5	1/2	1/1.7	1/1.5	1/1.4	1/1.3	1/1.2

다. 관광용수 원단위

관광지를 방문하는 관광객수만을 고려하여 관광용수를 산정할 때 일반적으로 숙박객과 일귀가객의 원단위 값은 정해지지 않았지만 숙박객의 경우 200Ｌ/인·일을 일귀가객의 경우 50Ｌ인·일으로 산정하고 있다. 이러한 적용 산정사례는 관광단지내에서 관광객의 목용용수, 화장실용수, 음용수와 기타용수 원단위 값들을 고려하여 산정된 값이다. 아래 표는 일반적인 숙박객과 일귀가객의 원단위의 산정근거를 제시하였다.

구 분	사용량(L/인·일)		비 고
	숙박객	일귀가객	
목욕용수	100		샤워기준
화장실용수	9×5회=45	9×4회≒40	
음용수	10	10	
기타	45	–	
계	200	50	

라. 관광용수 산정

금회 수도정비에서는 현재 공사중인 시화호 조력발전소 관련하여 관광용수 조사 산정하였다.

1) 시화호 조력발전소

- 개발성격
  - 정부의 “시화호 종합관리계획 세부시행계획”에 의거 시화호 조력발전소 건설을 통한 시화호의 수질개선
  - 대체 해양에너지 개발로 UN기후변화 협약에 따른 CO2 저감 노력에 적극 부응하고 국가 부존자원 개발
  - 표적시장 및 계층 : 전국 전지역 및 국외관광객, 전계층
  - 이용형태 : 당일 및 장기 체류형
- 개발목표
  - 조력발전소 가동에 따른 해수교환율의 증대로 시화호내 수질개선효과 증대
  - 호수조절능력 증대로 시화호의 호수에 대한 안정성 증대
  - 조력발전소라는 새로운 이름의 홍보
  - 국내 최초, 세계최대의 조력발전소 건설
  - 환경 친화적 에너지 개발의 이념을 상징하는 장소
  - 새로운 시대의 패러다임의 공유
  - 과거 시화호의 교훈을 기억하는 장
  - 환경교육의 장으로서 적극 활용
  - 레져 레크리에이션의 장
  - 여가공간으로서 활용되는 수변 레크리에이션 활동 거점으로서 조성
  - 다양한 단체와 동호회의 활용을 적극 수용
  - 시화오의 과거 현재 미래의 기억
  - 사라져가는 해양문화의 보전 및 시화호의 원생경관의 회복
  - 바다 경과자원의 적극 활용
- 관광객 추정
  - 조력발전소는 관광지 특성상 하루동안 모두 관광할 수 있는 1일 관광권으로 판단되어 관광객 전부를 일귀각객으로 판단하여 관광용수를 추정하였다.

구분	위치	면적(㎡)	목표년도	관광객수 (인/년)	비고
조력발전소	시화호 방파제 일원	68,100	2010년	1,140,000	

자료 : 시화호 조력발전소 건설공사 실시설계 보고서, 2004,10, 한국수자원공사

2) 관광 용수 소비량 산정

조력발전소의 경우 실시설계 값 및 한국수자원공사가 안산시와 협의한 용수량 값이 있기 때문에 이를 적용하였다.

- 이용객급수원단위 : 30L/일·일
- 관광 일최대 급수량 : 140㎥/일
- 발전소 구내 일최대 소비량 : 16.8㎥/일
- 일최대 소비량 : 156.8㎥/일 (일평균 : 128㎥/일)

<표 3.5-18> 관광 용수 소비량 산정

(단위 : 인, ㎥/일)

구 분	관광객수	원단위	관광용수	발전소구내	계	비 고
조력발전소	4,660	30ℓ /일·일	140	17	157	실시설계 값

<표 3.5-19> 관광 용수 년도별 소비량 및 급수량

(단위 : ㎥/일)

구 분		2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
조력발전소 (한국수자원공사)	소비량	128 (157)	128 (157)	128 (157)	128 (157)	일평균 (일최대)
	급수량	138 (170)	138 (170)	138 (170)	138 (170)	

5.3.2 군대 용수 소비량

군부대 시설의 전체적인 현황에 대해서는 체계적으로 정리되어 공개되어 있는 자료를 찾기가 어렵다. 군부대 시설에는 군대에만 특수하게 존재하는 막사나 훈련장뿐만 아니라 군대 밖에서도 볼 수 있는 식당, 아파트, 사무실, 휴양시설, 병원, 학교 등 다양한 용도의 시설들이 포함되어 있다. 학교 등의 민간부분과 동일한 용도에 시설들 대해서는 용수 수요를 산정할 때도 유사한 방식으로 할 수 있겠지만, 막사 등의 군사시설 등의 물 수요 추정을 위해서는 별도의 지침이 있어야 한다.

「상수도 수요량 예측 업무편람(안)(환경부·국토해양부, 2008. 6)」에서는 상수도로 공급중인 군대의 경우는 생활용수에 포함되어 있으므로 제외하고, 지하수 등 기존 수원을 상수도로 전환하거나 신규시설 계획의 경우에는 그 지역의 생활용수 원단위를 반영하여 산정하여한 한다고 제시하였다.

현재 안산시는 2008년 현재 두 곳의 군부대가 주둔하고 있는데 이 중 한 곳은 이미 상

수도를 공급받고 있는 중이고 다른 한곳도 지하수를 사용하고 있지만 상수도로 전환할 계획을 세우고 있는 것으로 조사되었다. 그런데 이 두 곳의 군부대는 동원 부대로 일반 주둔군이 전부인 일반부대와 달리 앞서 언급한대로 생활용수 원단위를 그대로 적용하는데 문제가 있다고 판단되었다. 따라서 이미 상수도를 공급받고 있는 부대가 금회 추정대상 부대와 부대특성이 비슷한 점을 착안하여 타부대의 실 사용량 대비 인원 대비 가중치를 적용 하여 추정하였다.

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균	금회 (90%)
A부대 (㎥/월)	2,480	3,677	3,679	3,519	4,156	4,103	3,940	3,689	3,835	3,928	3,701	3,330

자료 : ○○○○부대 연대 군수과, 2008년 월 사용량 조사

현재 상수도를 공급받고 있는 타부대의 최근 사용량 자료를 살펴보면 평균 월 3,700톤을 사용하고 있는데 금회 수도정비에서 상수도를 공급 받을 예정인 부대는 타부대 인원비 약 90%정도가 되어 본 계획에서는 공급할 용수량을 인원대비 월 3,330톤 공급하는 것으로 추정하였다. (3,330톤/월÷30일=110㎥/일, 일평균)

<표 3.5-20> 군부대 년도별 소비량 및 급수량

(단위 : ㎥/일)

구 분		2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
군 부 대	소비량	110 (135)	110 (135)	110 (135)	110 (135)	일평균 (일최대)
	급수량	118 (145)	118 (145)	118 (145)	118 (145)	

5.3.3 기타 용수 집계

<표 3.5-21> 기타 용수 급수량 집계(일최대)

(단위 : ㎥/일)

구 분		2010년	2015년	2020년	2025년
생활용수	관광용수	170	170	170	170
	군부대용수	145	145	145	145
총 계		315	315	315	315

5.4 용수 수요량 추정 총괄

(단위 : ㎥/일)

구 분				안산시 장래 소비량 및 급수량			
				2010년	2015년	2020년	2025년
소비량	일평균	생활용수	인구에의한생활용수	210,706	231,876	245,276	257,953
			기타용수	238	238	238	238
			생활제조용수	55,800	55,800	55,800	55,800
			소 계	266,744	287,914	301,314	313,991
		공업용수	전용공업용수	192,854	192,854	192,854	192,854
			소 계	192,854	192,854	192,854	192,854
		계		459,598	480,768	494,168	506,845
	일최대	생활용수	인구에의한생활용수	259,168	285,207	301,689	317,282
			기타용수	293	293	293	293
			생활제조용수	55,800	55,800	55,800	55,800
			소 계	315,261	341,300	357,782	373,375
		공업용수	전용공업용수	192,854	192,854	192,854	192,854
			소 계	192,854	192,854	192,854	192,854
		계		508,115	534,154	550,636	566,229
급수량	일평균	생활용수	인구에의한생활용수	226,566	249,329	263,738	277,368
			기타용수	256	256	256	256
			생활제조용수	60,000	60,000	60,000	60,000
			소 계	286,822	309,585	323,994	337,624
		공업용수	전용공업용수	207,370	207,370	207,370	207,370
			소 계	207,370	207,370	207,370	207,370
		계		494,192	516,955	531,364	544,994
	일최대	생활용수	인구에의한생활용수	278,673	306,673	324,397	341,163
			기타용수	315	315	315	315
			생활제조용수	60,000	60,000	60,000	60,000
			소 계	338,988	366,988	384,712	401,478
		공업용수	전용공업용수	207,370	207,370	207,370	207,370
			소 계	207,370	207,370	207,370	207,370
		계		546,358	574,358	592,082	608,848
Lpcd(생활용수일평균)				373	368	365	363
Lpcd(생활용수일최대)				441	437	433	431
Lpcd(총용수일최대)				710	684	666	654

<표 3.5-22> 관련계획 용수수요량 비교 총괄 (일최대)

구 분	용수수요량 (㎥/일)				비고
	2010년	2015년	2020년	2025년	
금회수도정비	**546,358**	**574,358**	**592,082**	**608,848**	
2020년 안산도시기본계획 (2008.8, 안산시)주1)	353,160	379,280	398,040	–	
급수체계조정사업타당성검토및기본계획 (2006.12, 환경부)	564,195	604,449	631,587	–	
한강하류2차급수체계조정사업타당성조사 (2007.12, 건교부)	549,100	575,600	591,900	–	
전국수도종합계획(2007.3, 환경부)	780,795	821,349	–	–	

주1 : 공업용수 및 생활제조용수 제외

<표 3.5-23> 관련계획 Lpcd 비교 총괄 (일최대)

구 분	Lpcd (L/인·일)				비고
	2010년	2015년	2020년	2025년	
금회수도정비	**441 (710)**	**437 (684)**	**433 (666)**	**431 (654)**	
2020년 안산도시기본계획 (2008.8, 안산시)주1)	363	359	357	–	
급수체계조정사업타당성검토및기본계획 (2006.12, 환경부)	710	686	662	–	
한강하류2차급수체계조정사업타당성조사 (2007.12, 건교부)주2)	440	440	440	–	
전국수도종합계획(2007.3, 환경부)주2)	546	528	–	–	

주1 : 공업용수 및 생활제조용수 제외
주2 : 공업용수 제외
주3 : 금회수도정비의 괄호안의 숫자는 공업용수 포함한 숫자임.

제4장 시설확충계획

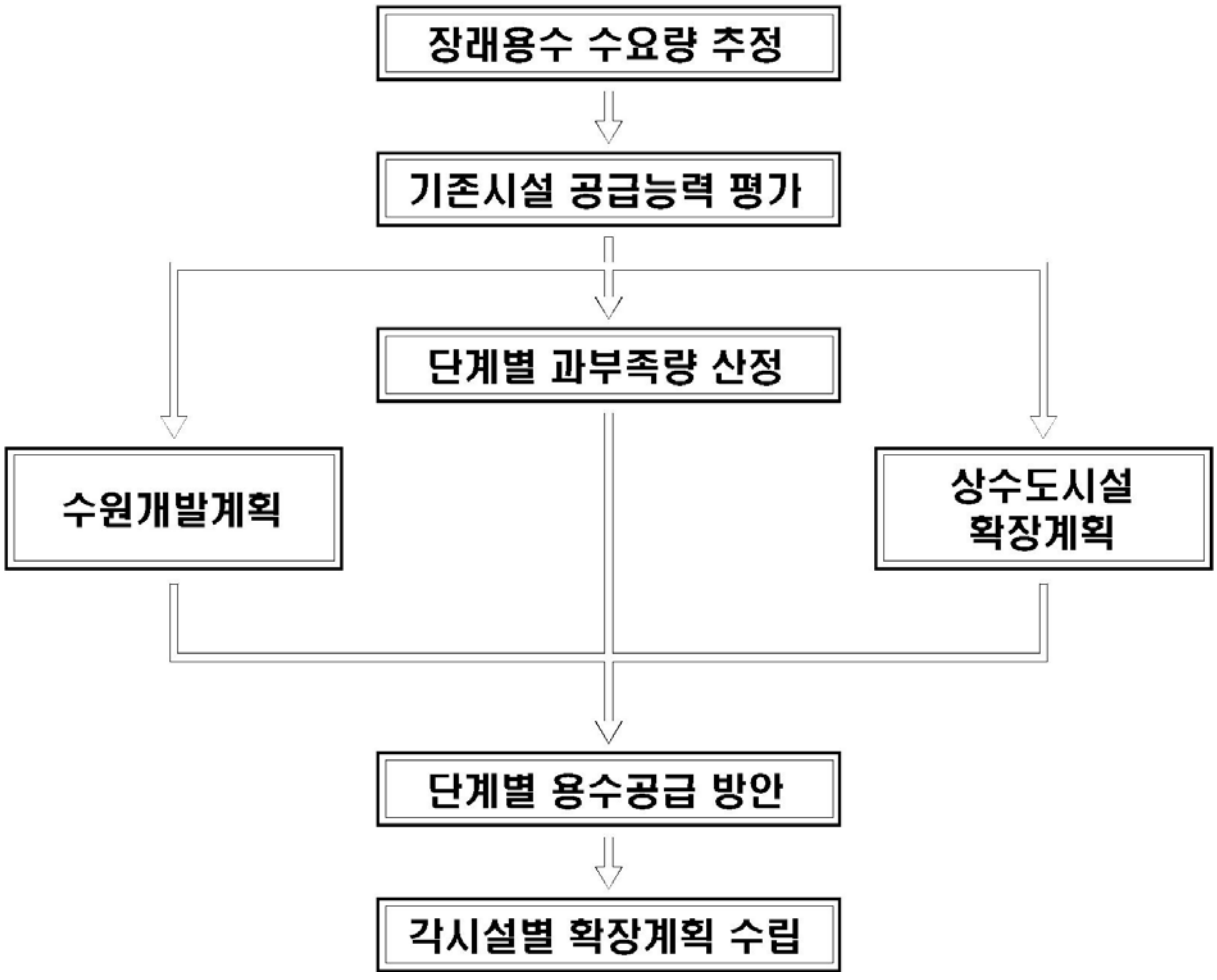
1. 확장용량계획

2. 정수시설 확충계획

3. 송·배수시설 확충계획

제4장 시설확충계획

- 안산시 장래 용수수요량과 기존 시설의 공급능력, 상수원 개발계획 등을 종합적으로 분석하여 다음과 같은 절차에 의해 상수도 시설확장 및 단계별 용수공급 방안 수립
- 해당 급수지역에 안정된 용수공급이 이루어질 수 있도록 기존 상수도 시설관의 연계성을 고려하여 취·정수시설, 송·배수시설 등의 각 시설별 확장계획 수립
- 국가물수요관리정책 강화에 따라 안산시의 상수도 시설용량, 장래수요량, 상위계획인 광역상수도 계획 등을 고려하여 안산시의 용수공급이 원활하도록 공급계획 수립



1. 확장용량계획

• 안산시의 장래 용수수요량, 시설용량, 관련 상위계획 등을 고려하여 용수공급 계획 수립

1.1 용수수급현황

현재 안산시 상수도는 1981년 반월정수장(시설용량 : 150,000㎥/일)을 시작으로 1989년 안산정수장(시설용량 : 143,000㎥/일), 2000년 연성정수장(시설용량 : 383,000㎥/일) 등의 상수도 시설의 증설 및 신설을 통하여 2007년 말 현재 총 시설용량 983,000㎥/일에 이르게 되었다. 하지만 이 중 시흥정수장 및 연성정수장은 시흥시도 용수를 같이 공급 하고 있으며 안산시 배분량은 총 367,200㎥/일 이다.

<표 4.1-1> 용수공급시설 현황

(단위 : ㎥/일)

구 분	총 시설용량(안산+시흥)			안산시 시설용량			안산시 배분량			비 고
	생활용수	공업용수	계	생활용수	공업용수	계	생활용수	공업용수	계	
계	634,000	340,000	974,000	456,200	223,000	679,200	367,200	223,000	590,200	
반월 정수장	190,000	–	190,000	190,000	–	190,000	190,000	–	190,000	광역 상수도
시흥 정수장	101,000	157,000	258,000	5,200	40,000	45,200	5,200	40,000	45,200	광역 상수도
안산 정수장	83,000	60,000	143,000	83,000	60,000	143,000	83,000	60,000	143,000	
연성 정수장	260,000	123,000	383,000	178,000	123,000	301,000	89,000	123,000	212,000	

<표 4.1-2> 안산시 정수장별 원수 배분량 현황

(단위 : ㎥/일)

구 분		광역상수도 원수계통						비 고
		2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	계	
계	생활	150,000	40,000	88,200	73,000	16,000	367,200	
	공업		60,000	40,000	98,000	25,000	223,000	
	계	150,000	100,000	128,200	171,000	41,000	590,200	
반월정수장		150,000	40,000				190,000	광역상수도
시흥 정수장	생활			5,200			5,200	광역상수도
	공업			40,000			40,000	
	계			45,200			45,200	
안산 정수장	생활			83,000			83,000	
	공업		60,000				60,000	
	계		60,000	83,000			143,000	
연성 정수장	생활				73,000	16,000	89,000	
	공업				98,000	25,000	123,000	
	계				171,000	41,000	212,000	

1.2 용수 과부족량

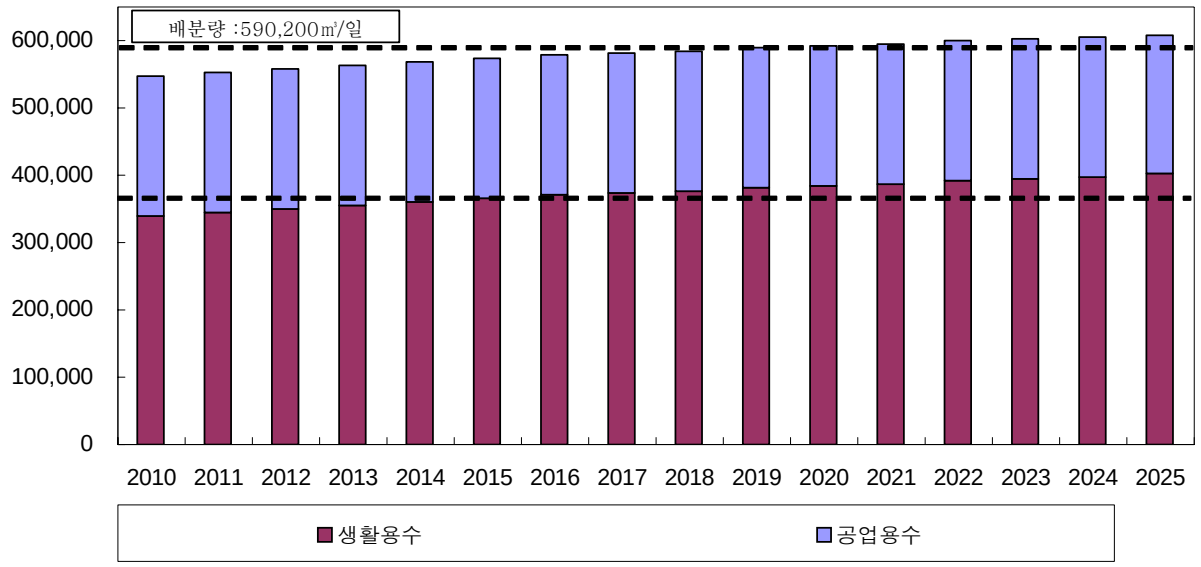
안산시의 각 계통별 배분량 및 수요량을 고려하여 과부족량을 산정하였다. 안산시의 장래 용수수요량 추정결과 아래 표, 그림과 같이 총 생활용수는 2016년부터 부족량이 발생하며, 총 용수은 2020년부터 부족량이 발생한다.

<표 4.1-3> 년차별 공급량 및 수요량 과부족

(단위 : ㎥/일)

구 분		용수수요량				비 고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
공급량 (배분량)	생활용수	367,200	367,200	367,200	367,200	
	공업용수	223,000	223,000	223,000	223,000	
	계	590,200	590,200	590,200	590,200	
수요량	생활용수	339,000	367,000	384,800	401,500	
	공업용수	207,400	207,400	207,400	207,400	
	계	546,400	574,400	592,200	608,900	
여유량	생활용수	28,200	200	△17,600	△34,300	
	공업용수	15,600	15,600	15,600	15,600	
	계	43,800	15,800	△2,000	△18,700	

주) 시화MTV(시흥정수장) 한국수자원공사 추가 배분량은 미반영.



<그림 4.1-1> 년차별 공급량 및 수요량 과부족

1.3 용수 수급계획

안산시의 장래 용수 부족량은 원수 배분량의 차이로 생긴 부족분으로, 현재 안산시 시설용량은 목표연도 2025년의 수요량보다 많기 때문에 원수 배분량만 확보 된다면 언제든지 부족분을 공급 가능한 상태이다.

따라서 본 계획에서는 원수 배분량의 확보 계획을 중심으로 관련기관 및 상위계획을 검토하여 수립하였다.

가. 관련 계획 검토

"2025년 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)(국토해양부, 2009.12)"에 따르면 2015년부터 공업용수 원수의 부족분이 발생함에 따라 당초 연성정수장의 광역상수도 원수의 6단계 확장분 배분량 133천㎥/일 중 89천㎥/일을 추가 공급하는 것으로 계획하였다.

즉, 연성정수장 시설용량은 383천㎥/일이지만 현재 원수 배분량은 250천㎥/일(5단계:209㎥천㎥/일, 6단계:41천㎥/일)으로 133천㎥/일(6단계 확장분)은 아직 준공 되지 않았다. 이 6단계 확장분 중 장래 부족분인 89천㎥/일(안산시:45천㎥/일, 시흥시:44천㎥/일)은 2015년부터 원수계통 전환을 통해 공급 할 계획이다.

<표 4.1-4> 광역상수도 원수 배분량 조정

(단위 : 천㎥/일)

구 분	수요량	공급능력	과부족량	조정물량	급수체계 조정 방안
계	649.8	601.0	△48.8	89.0	연성정수장에서 공급 계획
안산시	392.1	367.2	△24.9	45.0	수도권Ⅵ 확장분 배분
시흥시	257.7	233.8	△23.9	44.0	수도권Ⅵ 확장분 배분

나. 용수 수급 계획

안산시의 현재 정수생산 시설용량은 목표연도 2025년 수요량 보다 많아 원수 배분량만 확보되면 용수생산에는 차질이 없을 것으로 판단된다.

원수 수급에 관해서는 앞서 살펴본 것과 같이 전량 광역상수도 원수에 공급받기 때문에 관련 기관과의 협의가 필요한 사항이다. 환경부 및 국토해양부 등 관련기관과 협의 한 결과 "2025년 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)(국토해양부, 2009.12)"와 같이 장래 원수 45천㎥/일을 추가 공급받는 것으로 계획하였다.

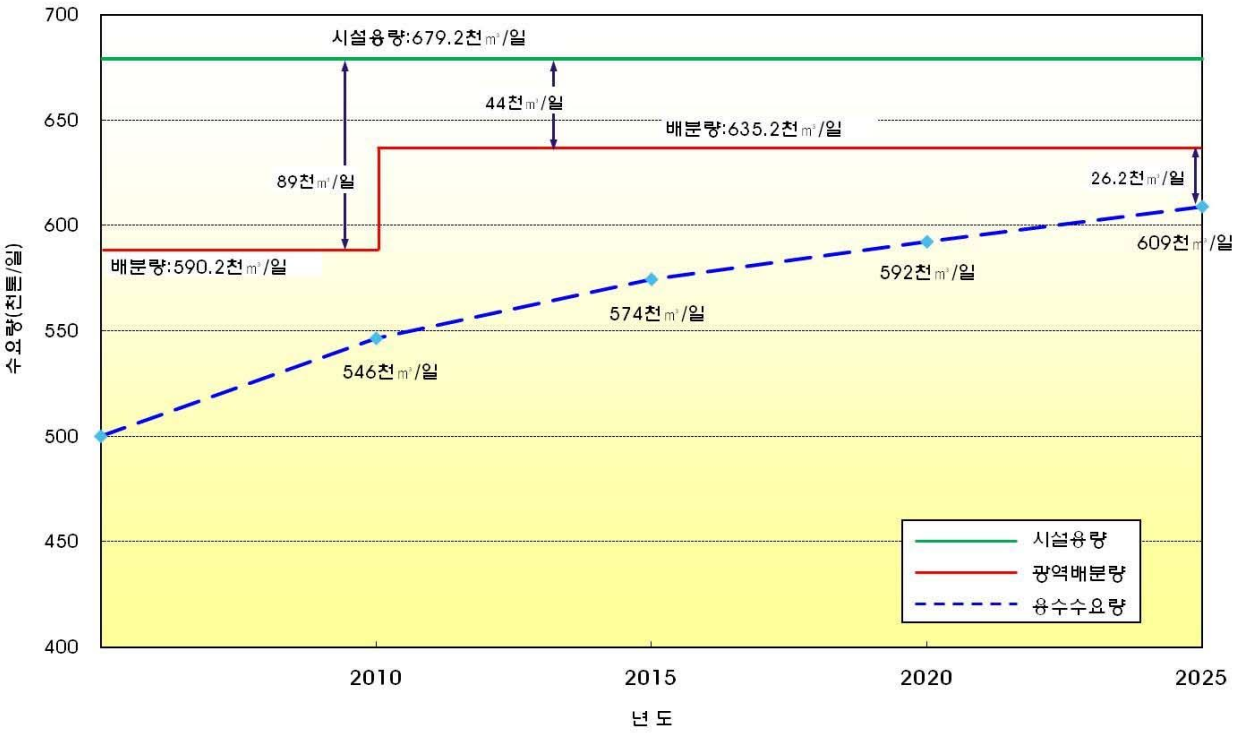
<표 4.1-5> 년차별 공급량 및 수요량 과부족

(단위 : ㎥/일)

구 분		용수수요량				비 고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
공급량 (배분량)	생활용수	367,200	412,200	412,200	412,200	
	공업용수	223,000	223,000	223,000	223,000	
	계	590,200	635,200	635,200	635,200	
수요량	생활용수	339,000	367,000	384,800	401,500	
	공업용수	207,400	207,400	207,400	207,400	
	계	546,400	574,400	592,200	608,900	
여유량	생활용수	28,200	45,200	27,400	10,700	
	공업용수	15,600	15,600	15,600	15,600	
	계	43,800	60,800	43,000	26,300	

주) 시화MTV(시흥정수장) 한국수자원공사 추가 배분량은 미반영.

위 표와 같이 원수 45천㎥/일을 추가 공급받으면 안산시 장래용수 수요량에 대해 부족분이 없는 것으로 나타났다.



<그림 4.1-2> 용수공급 계획도

2. 정수시설 확충계획

- 안산시의 정수시설은 계획목표년도에도 시설용량 확장 없이 여유분을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 먹는 물의 품질향상은 수량과 수질을 모두 고려하여야 하므로 기존 정수시설에 고도정수처리 공정 도입의 타당성 및 안산시에 적용 가능한 공법에 대하여 검토하였다.

2.1 고도정수처리 도입의 타당성검토

2.1.1 고도정수처리 도입 기준

「고도정수처리시설 도입 및 평가지침(환경부, 2005.7)」에서는 고도정수처리시설의 도입을 검토해야하는 정수처리시설의 범위를 다음과 같이 정의하고 있다.

▶원수의 연평균 수질이 3급수인 경우(소독부산물 생성이 높은 경우를 포함한다) 또는 수돗물의 맛·냄새로 인한 민원이 발생하는 경우

▶현재 고도정수처리시설이 도입되어 있는 정수장과 같은 수계에 있으면서, 당해 고도정수처리시설이 도입되어 있는 정수장에서 발생한 문제점과 유사한 문제점이 예상되는 경우

▶원수의 연평균 수질이 2급수 이상인 경우에도 일반정수처리방법으로는 처리가 곤란한 인체 유해물질이 원수에 유입되는 경우

▶일반정수처리방법으로는 먹는물 수질기준 확보가 사실상 어려운 경우

내용을 요약하면 원수의 수질악화 혹은 유해물질 유입으로 인해 일반정수처리방법으로 먹는물 수질기준 확보가 어려운 경우 고도정수처리시설 도입을 검토하여야 하며, 먹는물 수질기준이내의 경우라도 수돗물의 맛·냄새로 인한 민원이 발생하는 경우에 고도정수처리시설 도입을 검토하도록 제시하고 있다.

국내에 도입된 고도정수처리시설의 처리대상물질은 크게 맛·냄새, 소독부산물, 암모니아성 질소 등으로, 한강수계에서는 주로 민원의 원인인 맛·냄새 유발물질 제거를 위한 고도정수처리시설이 도입되고 있다.

2.1.2 수도권 맛·냄새 발생 특성

안산시의 수원인 팔당호는 수질오염이 지속적으로 발생하고 있으며 조류 번성 등에 따라 각종 맛과 냄새를 유발하고 있다

▶평상시는 관능적 방법으로만 감지되는 낮은 강도의 비린내 등의 냄새가 장기간 발생

▶동절기에 주기적으로 2-MIB가 30~40ng/L 수준으로 검출됨

▶하절기 남조류 특히 Anabaena가 대 번성하여 지오스민(geosmin)이 높게 발생한 사례가 과거 수년에 1회 빈도로 있었음

가. 수도권 조류대번성에 따른 맛·냄새 발생(1999)

서울시에서 운영중인 정수장의 취수원에서 경험상 냄새가 가장 심하게 나타난 시기로 알려진 1999년 7월의 남조류 발생현황 및 지오스민 측정현황을 조사한 결과 팔당 1취수장에서 측정된 지오스민은 580ng/L, 구의정수장 원수에서 측정된 지오스민은 144ng/L, 풍납취수장 원수에서 측정된 지오스민은 252ng/L로 기록되었다.

당시 서울시 분석에 의하면 측정된 지오스민은 주로 Anabaena로부터 기인하는 것으로, 100cell/mL를 초과할 경우 11ng/L, 500cell/mL를 초과할 경우 55ng/L, 1,000cell/mL를 초과하는 경우 100ng/L 이상 발생되는 것으로 추정하고 있다.

<표 4.2-1> 1999년 서울시 취수원수내 조류발생 현황

구 분	6월 30일	7월 7일	7월 14일	7월 21일	7월 23일	7월 26일	7월 29일
광 암	70	3,205	439	17,056	3,855	5,351	70
구 의	0	806	587	879	-	1,714	1,143
풍 납	0	126	570	2,989	524	2,966	729

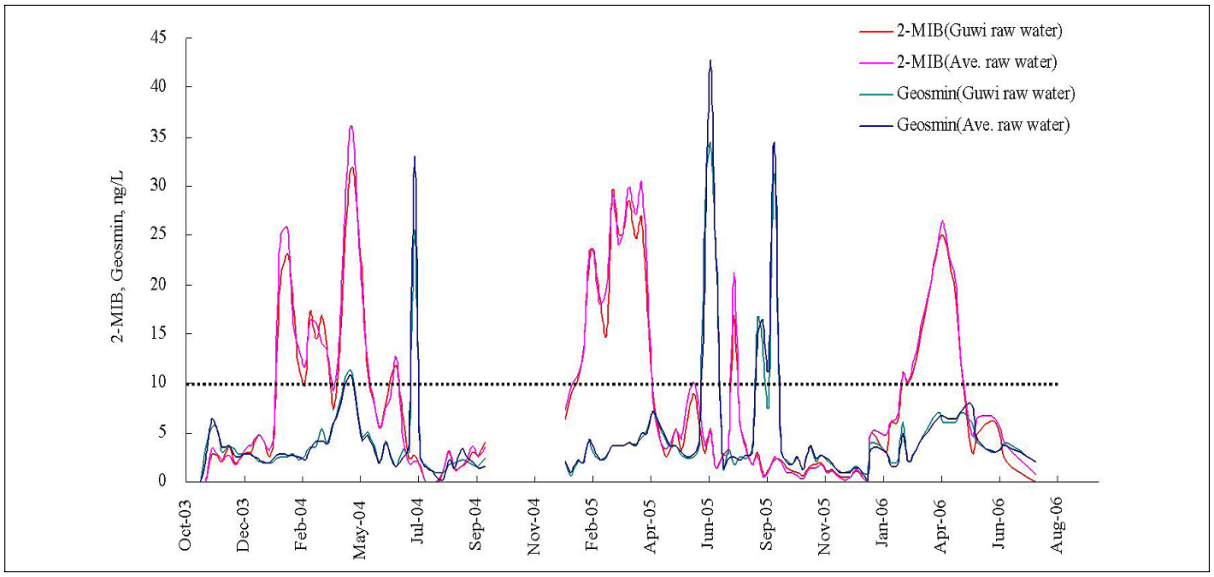
나. 서울시 고도정수처리 3단계 보고서(2003.8~2006.9)

2003년 8월부터 2006년 9월까지 3년간 2-MIB와 지오스민의 농도를 조사한 결과 2004년에는 2-MIB가 최대 32ng/L 발생하였으며 최소감지농도인 10ng/L 이상이 년 20주 정도로 장기간 발생하였다. 2005년에는 2-MIB가 최대 31ng/L, 10ng/L 이상으로 발생한 기간은 년 15주 정도였으며 지오스민은 최대 35ng로 약 7주간 10ng/L 이상 발생하였다. 2006년에는 2-MIB가 최대 27ng/L, 10ng/L 이상으로 발생한 기간은 년 11주 정도였으며 지오스민은 최대 18ng/L로 10ng/L 이상으로 발생한 기간은 년 3주간 발생하였다.

<표 4.2-2> 한강수계 취수원별 맛·냄새 유발물질 발생현황(최대치)

구 분		팔당	강북	암사	구의	자양	풍납	최대
팔당댐으로부터 거리(㎞)		0	6.5	16	18	23	22.4	
2-MIB (ng/L)	2005년	35.4	37.9	30.8	29.4	28.9	30.1	37.9
	2006년	38.6	29.8	26.9	24.6	22.9	23.8	38.6
geosmin (ng/L)	2005년	49.0	50.6	43.8	34.5	33.7	50.0	50.6
	2006년	23.0	13.9	26.0	24.0	21.4	20.6	26.0

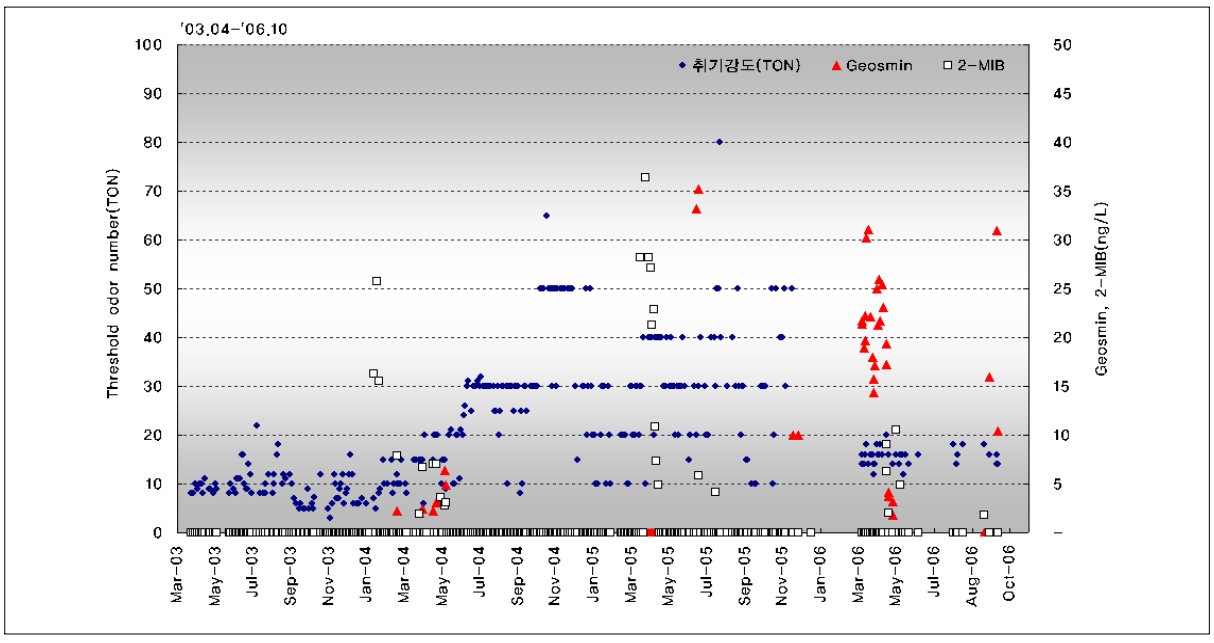
주) 맛·냄새 유발물질 조사 및 분말활성탄 최적주입률 평가(서울시 상수도연구소, '05 ~'06)



<그림 4.2-1> 구의정수장 원수에서의 geosmin과 2-MIB 발생 특성

다. 팔당3취수장 맛·냄새물질 발생현황(2003~2006)

다음 그림은 수지정수장에서 시행한 모형시험운영기간(2003.4~2005.11) 및 이후(~2006.10) 원수(팔당 3 취수장)의 맛·냄새물질을 분석한 것으로서, 취기강도는 최대 80TON, 2-MIB는 36.4ng/L, 지오스민은 35.2ng/L가 측정되었다. 2-MIB와 지오스민은 한강권수질검사소에서 측정하였으며, 취기강도는 파일럿플랜트 운영인력에 의해 측정되었다. 2-MIB는 매년 1월~5월에 주기적으로 발생하였고, 지오스민은 4월~6월 및 9~10월에 발생하였다.



2.1.3 안산시 정수장 원수 수질현황

가. 안산정수장

안산정수장은 팔당댐의 호소수를 원수로 취수하고 있으며 2006년~2008년 동안의 COD 분석결과 189회 측정 중 9회에 걸쳐 생활환경기준 Ⅱ급을 초과하고 있다.

원수 중 맛·냄새 물질인 지오스민은 0.16~38.78ng/L, 2-MIB는 1.01~10.92ng/L로서 최소감지농도 이상이 검출된 것으로 나타났다. 2006년~2008년 동안의 정수 수질분석 결과 모든 항목에서 먹는물 수질기준을 만족하였다.

<표 4.2-3> 원수수질 월간 현황(2006.1~2008.12)

항목		호소수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	비고
생활환경Ⅱ등급	pH	6.5~8.5	7.7	8.9	7.1	114/114	생활환경Ⅵ급
	COD	4 mg/L이하	2.8	11.0	1.2	189/189	생활환경Ⅵ급
	SS	5 mg/L이하	5.8	33.0	1.0	36/36	생활환경Ⅴ급
	DO	5 mg/L이상	10.2	13.5	8.0	36/36	생활환경Ⅰa급
	총대장균군	1,000MPN/100mL이하	58	280	9	25/36	생활환경Ⅰb급
지오스민		-	5.57	38.78	0.16	15/17	-
2-MIB		-	5.33	10.92	1.01	17/17	-

나. 연성정수장

연성정수장도 팔당댐의 호소수를 원수로 취수하고 있으며 2006년~2008년 동안의 COD는 생활환경 Ⅳ급, SS는 생활환경 Ⅴ급을 초과하고 있다.

원수 중 맛·냄새 물질인 지오스민은 1.02~26.19ng/L, 2-MIB는 0.96~19.91ng/L로서 최소감지농도 이상이 검출된 것으로 나타났다. 2006년~2008년 동안의 정수 수질분석 결과 지오스민은 0.98~9.74ng/L, 2-MIB는 2.85~21.56ng/L로 최소감지농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L를 초과하였다.

<표 4.2-4> 원수수질 월간 현황(2006.1~2008.12)

항목		호소수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	비고
생활환경Ⅱ등급	pH	6.5~8.5	7.7	8.8	7.0	76/76	생활환경Ⅵ급
	COD	4 ㎎/L이하	2.87	7.80	1.10	189/189	생활환경Ⅳ급
	SS	5 ㎎/L이하	6.8	29.0	1.0	36/36	생활환경Ⅴ급
	DO	5 ㎎/L이상	10.4	13.5	8.7	27/27	생활환경Ⅰa급
	총대장균군	1,000 MPN/100mL이하	171	920	8	25/36	생활환경Ⅱ급
geosmin		-	5.9	26.2	1.0	20/23	-
2-MIB		-	8.61	19.91	0.96	22/23	-

2.1.4 고도정수처리 도입 타당성 검토 결과

안산시의 4개 정수장은 모두 팔당호로부터 원수를 취수하고 있다. 팔당호를 수원으로 하는 수도권 일대 정수장의 원수 수질자료 및 안산시에서 직접 운영하는 안산, 연성정수장의 원수 수질자료를 검토한 결과 원수의 수질이 생활환경기준 3급을 초과하는 경우가 빈번하다. 또한 팔당호는 수질오염이 지속적으로 발생하고 있으며, 특히 조류 번성 등에 따른 맛·냄새 문제가 자주 발생하는 것으로 파악되었다.

이에 따라 서울시를 비롯해 팔당호를 원수로 이용하는 수도권의 정수장들은 맛·냄새 제거를 위한 고도정수처리공정을 이미 도입하였거나 추진 중이다. 안산시 내에는 수자원공사에서 운영하는 반월, 시흥 정수장 중 반월 정수장이 이미 고도정수처리가 도입되어 운영중이며 시흥 정수장도 곧 도입 예정이다.

먹는 물의 품질을 향상시킴으로써 수돗물에 대한 시민들의 욕구를 충족시키기 위해 수질기준은 점차 강화되고 있으며 「먹는물 수질감시항목 운영지침(환경부, 2008.9.24.)」에서 정수의 감시항목으로 지오스민과 2-MIB를 지정하는 등 안전한 물공급과 품질향상을 위해 노력하고 있다.

검토결과 원수의 수질이 2급수를 초과하는 경우가 빈번하고 같은 팔당수계내에 있는 정수장(서울시, 수자원공사)에 고도처리 공정이 도입되었거나 사업이 진행중이다. 특히, 안산시내에 공급하는 반월정수장에 고도처리 공정이 도입되어 있으며 시흥정수장은 도입예정이므로 지역내 형평성 등을 고려할 때 고도정수처리 공정 도입이 필요하다.

2.1.5 고도정수처리 도입 시설용량계획

고도정수처리시설 도입은 공사비와 유지관리비 등에서 비교적 많은 비용이 든다. 정수장 시설용량과 동일하게 계획하는 경우 과다한 시설이 될 수 있으므로 계획목표년도 정수장별 생활용수 배분계획을 감안하여 시설용량을 다음과 같이 계획하였다.

<표 4.2-5> 정수장별 생활용수배분계획 및 고도정수처리시설 용량계획

(단위 : ㎥/일)

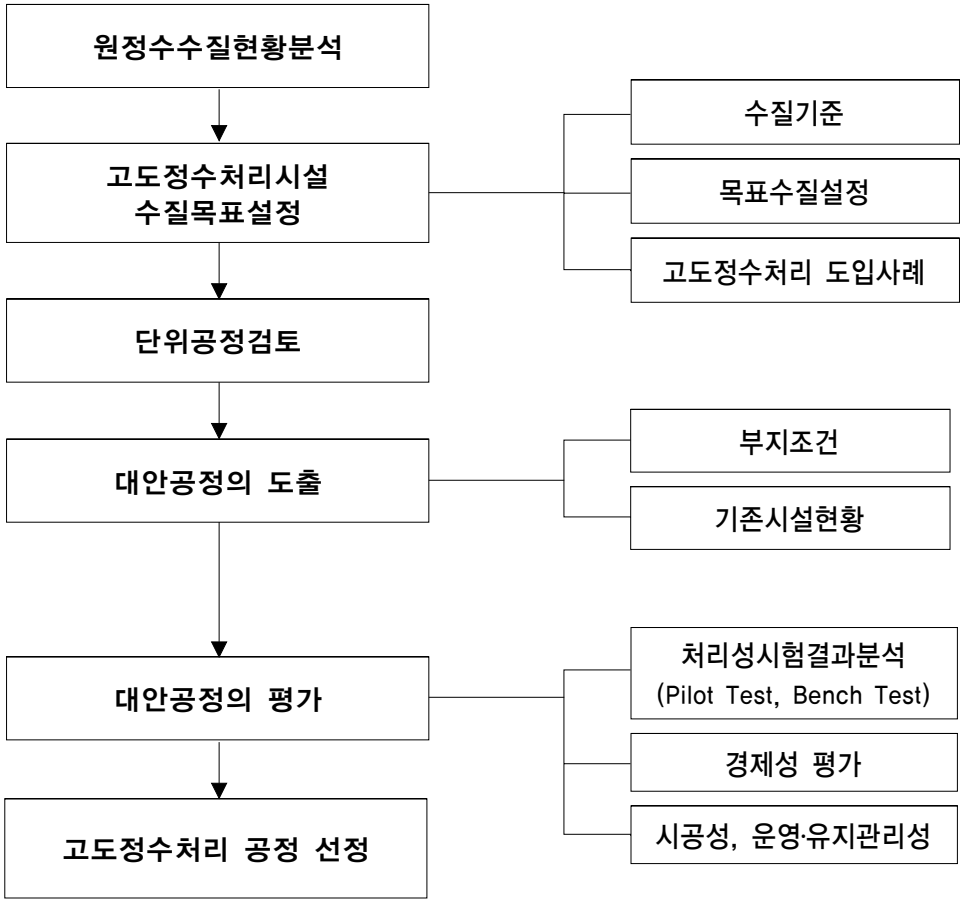
정수장	시설용량	수요량		고도정수처리 용량	비고
		2015년	2025년		
반월	190,000	177,364	186,477	-	광역
안산	83,000	78,244	78,353	83,000	
연성	178,000	106,854	132,121	134,000 (216,000)	
시흥	5,200	4,527	4,527	-	광역
계	456,200	366,989	401,478	217,000 (299,000)	

주) ( )는 시흥시 분량 82,000㎥/일 포함

2.2 고도처리 공정 검토

2.2.1 공정 선정의 접근방법

일반적인 고도정수처리 공정 선정 접근방법은 다음과 같다.



2.2.2 공정선정시 중점 고려사항

▶안산시 정수장에 유입되는 원수의 특성을 고려하여 맛·냄새 유발물질을 처리할 수 있어야 한다.

▶기존정수장의 고도처리시설 도입을 위한 부지는 비교적 협소하므로 단위공정을 검토할 때 용량과 부지제약을 동시에 고려하여야 한다.

▶기존에 도입되어 운영 중인 반월정수장과 도입예정인 시흥정수장의 정수처리 수준 등을 감안하여 수요자 입장에서 수도 공급의 지역간 형평성을 고려한다.

▶안산시의 재정 여건 등을 고려하여 최소의 비용으로 최대의 효과를 발휘할 수 있어야 한다.

▶하수처리수 재이용시설 도입계획이 진행 중이므로 이에 따른 안산정수장 공업계통 시설의 축소 가능성을 감안하여 처리공법 및 도입시기 등을 검토한다.

2.3 맛·냄새 관련 기준 및 수질 목표

2.3.1 국내의 맛,냄새 관련 수질목표 현황

우리나라의 맛과 냄새에 대한 기준은「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」별표1의 심미적 영향물질에 관한 규칙에 '냄새와 맛은 소독으로 인한 냄새와 맛 이외의 냄새와 맛이 있어서는 아니 될 것'을 규정하고 있으나, 미국, 일본 등과 같이 정량적인 지표를 제시하지는 않아 수질관리에는 한계가 있었다. 이에 환경부에서는 시민의 안전하고 맛있는 물에 대한 요구에 부응하고 심미적, 관능적 신뢰회복을 위해 "맛있는 물 Guideline"을 다음 표와 같이 수립하고, 미국의 Secondary drinking water regulation과 같이 강제성을 가지지 않는, 자발적 달성을 위한 권고사항으로 유지하는 것을 제시하였다.

<표 4.2-6> 맛있는 수돗물, 선호되는 수돗물의 Guideline(환경부, 2006)

수질항목	먹는물 수질기준	맛있는 물 Guideline	비 고
잔류염소	0.2 mg/L 이상 4.0 mg/L 이하	0.2 mg/L 이상 0.4 mg/L 이하	추후 소독능의 확보와 함께 잔류염소의 기준을 하향조정하면 본 기준을 하향조정 요망
지오스민 (geosmin)	-	10 ng/L 이하	광역시 정수장에서 월1회 검사 요망, 소규모 정수장에서는 수원에 조류경보가 발령되었을 때 검사 요망
2-MIB	-	10 ng/L 이하	
맛, 냄새	이취미 없을 것	TON 1 이하	
알루미늄	0.2 mg/L 이하	0.1 mg/L 이하	건강에 유의
탁 도	0.5 NTU 이하	0.1 NTU 이하	미생물(원형동물, 바이러스 등)의 제거강화로 건강에 유의
	0.3 NTU 이하 (10만톤/일 이상 정수장)		

한편,「먹는물 수질감시항목 운영지침(환경부, 2008.9.24)」에서는 2009년 7월1일부터는 정수의 감시항목으로 지오스민과 2-MIB를 지정하여 월 1회 측정하도록 하였다.

안산시 내에 반월, 시흥정수장을 운영하고 있는 수자원공사에서는「정수처리공정 Master plan(한국수자원공사, 2002)」을 수립하였으며 우리나라의 수질 특성, 미국 EPA 등 선진외국 수질기준 및 미국 Black & Veatch사가 수행한 수도사업 경쟁력 강화방안 용역결과 등을 감안하여 탁도, 소독부산물, 맛·냄새, 잔류염소, 부식지수 등 5개 중점 수질관리항목 및 수질목표를 설정하였다.

2003년에는 탁도, 맛·냄새, 잔류염소의 4개 항목에 대하여 정수장 수질등급평가제가 도입되었으며 이후 매년 시행계획이 수립되어 평가하고 있다. 이 계획의 시행과정에서 소독부

산물, 망간, 알루미늄, 총유기탄소(TOC) 등의 수질항목이 관리목표로 추가되었다. 맛·냄새와 관련하여서는 지오스민, 2-MIB의 농도를 10ng/L으로 정량화하고, FPA(flavor profile analysis) Index를 도입하여 관리목표로 설정하였다.

<표 4.2-7> 맛,냄새 관련 한국수자원공사 목표수질

2002 Master plan	2008 Master plan(안)	수질등급평가제 수목표질(2008년)
•3TON 이하 (무미, 무취 수준)	-수질목표 •geosmin 10ng/L 이하 •2-MIB 10ng/L 이하 -관리기준 •FPA 1 이하	•무미, 무취 •geosmin 10ng/L 이하 •2-MIB 10ng/L 이하 •FPA 1 이하

2.3.2 국외 맛·냄새 관련 수질목표 현황

미국 및 유럽의 각국에서도 맛·냄새 관련 수질지표는 수질기준보다는 권고기준으로 운영하고 있다. 일본에서는 쾌적수질항목으로 지오스민과 2-MIB를 관리해왔으며 2007년 4월부터 10ng/L의 정량적 기준농도를 설정하여 수질기준으로 규제하고 있다.

미국에서도 개별 정수장에서는 처리 및 관리지료로 TON, FPA, 지오스민, 2-MIB 등을 개별적으로 설정하여 관리하고 있다.(「서울시 고도정수처리 3단계 보고서(서울시 상수도연구원, 2007.8)」에서 인용)

<표 4.2-8> 각국의 맛,냄새 수질기준

수계	한국	수자원공사	미국	일본	영국	프랑스	독일
수질기준 MCL	무미 무취	GM, 2-MIB 10ng/L	-	GM, 2-MIB 10ng/L	-	-	-
Aethetic guide value		3TON (40℃)	3TON (40℃)	3TON (40℃)	3TON (40℃)	2TON(12℃) 3TON(25℃)	2TON(12℃) 3TON(25℃)

※주) 「서울시 고도정수처리 3단계 보고서(서울시 상수도연구원, 2007.8)」에서 발췌, 수정

2.3.3 고도처리공정 수질목표 설정

수질목표는 정량적 지표로 지오스민과 2-MIB를 설정하고 이 두 물질 이외에도 맛·냄새의 원인을 알 수 없는 경우도 많으므로 관능평가 방법을 병용하여 한계냄새강도(TON)를 고도정수처리공정 수질목표로 설정하였다. 동일 수계의 서울시에서도 고도정수처리 수질목표를 지오스민과 2-MIB를 설정하여 이를 제거하기 위한 고도정수처리시설을 도입하고 있다.

맛·냄새를 유발하는 대표적 물질인 지오스민과 2-MIB는 개인차가 있으나 2~5ng/L의 농

도에서 감지하기 시작하는 것으로 알려져 있으며, 미국의 조사결과에 의하면 10~20ng/L의 농도에서 민원이 발생되기 시작하는 것으로 알려져 있다.(AWWA Taste and Odor Committee, "Options for a taste and odor standards", Journal AWWA, 2002.6.)

현재 안산시는 자체적으로 안산, 연성정수장 등을 운영하고 있으며 한국수자원공사에서 반월, 시흥정수장을 운영하고 있다. 수자원공사에서는 반월정수장에 고도처리공정을 이미 도입하였으며 시흥정수장도 도입예정이다.

상기 조건과 국내외 기준 등을 고려할 때, 고도처리수질목표는 한국수자원공사의 2008년 수처리공정개선 마스터플랜(안)에서 제시한 맛·냄새물질의 처리목표와 같이 지오스민과 2-MIB를 각각 10ng/L로 설정한다.

<표 4.2-9> 고도정수처리 목표수질

항 목	수질현황	국내수질기준	EPA	일 본	처리수질목표
맛·냄새	3~80 TON	무미, 무취	3TON	3TON	-
지오스민	0~189 ng/L	-	-	10ng/L	10ng/L
2-MIB	0~36.4 ng/L	-	-	10ng/L	10ng/L

주)수처리공정개선 마스터플랜(안)(2008)에서는 관능평가지표로써 취기강도 기준 3TON은 삭제되고 FPA Index 1 이하로 관리기준을 추가하였음(목표수질은 아님)

2.4 고도정수처리 공정 검토

2.4.1 오존처리기술

19세기말 오존의 살균력이 발견된 후 살균제로서 도입되었으나 맛·냄새물질, 색도, 철, 망간 등의 제거도 가능한 것으로 밝혀지면서 그 사용범위가 확대되었다. 이후 트리할로메탄(THM)문제, 원수의 오염, 오염물질의 증가, 먹는물 수질기준의 강화, 염소처리에 의한 소독부산물(DBPs) 등 수질문제에 대응하여 오존공정은 조류, 미량유해유기물질, 소독부산물 등을 제어할 목적으로 고도정수처리에 도입되고 있다.

오존의 강력한 산화력을 이용하여 맛·냄새물질이나 THM 전구물질을 분해·제거하거나, 색도 제거, 철·망간의 불용화, 각종 SOCs(Synthetic organic chemicals)의 산화제거가 가능하다. 또한 미량 유기물질의 성상을 변화시킨 후 활성탄에 흡착·제거하거나 소독부산물의 제어를 위한 생물활성탄(BAC)공정의 전처리시설로 적용되기도 한다.

그러나 시설 도입 및 유지관리 비용, 현장생산에 따른 기술적인 문제점 등이 있으며 오존의 강한 산화력에 의해 브로메이트(bromate, BrO_3^-), 클로레이트(chlorate, ClO_3^-), 알데하이드(aldehydes)와 같은 소독부산물들이 생성될 수 있어 이에 대한 제어가 필요하다.

가. 오존처리 기작

오존은 수용액에서 불안정하여 비교적 단시간에 분해되며, 20℃에서 반감기가 30분 미만이다. 오존의 분해속도는 오존의 농도, 불순물의 존재여부, 압력, pH 등의 영향을 크게 받으며 pH가 높을수록 분해속도는 빨라진다. 오존 분해속도가 pH의 영향을 받는 것은 수산화기(OH^-)에 의하여 오존이 스스로 분해할 수 있는 특성을 가지고 있기 때문이다. 그 과정은 간단히 다음과 같다.

$$O_3 + H_2O \rightarrow HO_3^{++} + OH^-$$

$$HO_3^+ + OH^- \rightarrow 2HO_2 \bullet$$

$$HO_2 \bullet + O_3 \rightarrow OH \bullet + 2O_2$$

$$HO \bullet + O_3 \rightarrow HO_2 \bullet + O_2$$

오존은 염소보다 강력한 산화력을 가지고 있으며 OH라디칼이나 과산화물에 의해 세포막을 파괴시킴으로써 살균효과가 있는 것으로 알려져 있다.

그러나 오존은 강한 산화력에도 불구하고 맛·냄새 유발물질인 지오스민, 2-MIB와 THM 전구물질 같은 포화탄화수소, 농약 등 대다수 유기물질과 반응이 느리거나 어떤 유기물과는 전혀 반응하지 않는 경우도 있다.

나. 오존처리 효과

1) 살균 및 조류억제

오존은 산화력이 높아 병원성 미생물의 살균력이 염소보다 효과적이다. 그러나 반감기가 약 30분 미만인 매우 불안정한 가스이기 때문에 현장에서 생산하여야 하며 잔류성이 없으므로 지속적인 소독효과를 위해 후염소주입 등이 필요하다.

2) 철·망간 제거

철은 수중에서 맛·냄새 및 색도를 유발시킨다. 또한 급·배수관에서 철박테리아의 증식으로 인해 통수단면 감소 및 적수현상을 일으킬 수도 있다.

망간은 쓴맛을 내며 염소와 반응하면 적은 양으로도 강한 색도를 발생시키는 흑수의 주요 원인물질이다. 보통 철·망간은 수중에서 $Fe(HCO_3)_2$, $Mn(HCO_3)_2$ 또는 착염상, 콜로이드상, 규산/암모니아 등과 공존하는 형태로 존재하는데 오존은 이러한 철·망간을 산화시키는 능력을 가지고 있다. 그러나 과잉의 오존 주입으로 생성된 MnO_4^-는 색도를 유발할 가능성이 있으며 오존 주입으로 MnO_4^-가 발생되면 오존접촉조 후반부에 이를 다시 환원시켜 색도를 제거하는 단위공정이 필요하다.

3) 시안(CN-) 제거

시안은 광산, 화학공장 및 도금공장에서 방류되는 폐수 등에 함유되어 원수를 오염시키는데 포기(aeration)와 미생물 분해에 의해 제거될 수 있다. 오존에 의해서는 가수분해 되어 무해하게 된다.

4) 맛·냄새제거

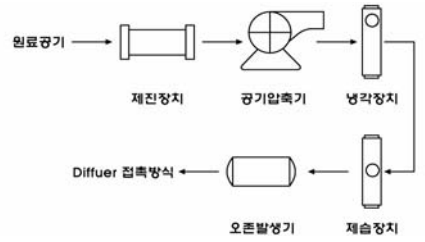
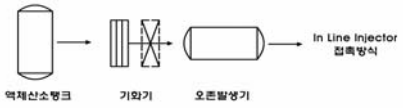
오존의 강한 산화력을 이용해서 맛·냄새의 대표적 원인물질인 지오스민, 2-MIB 등을 제거할 수 있는데 이는 주로 OH라디칼에 의한 산화가 주 반응으로 알려져 있다. 오존은 맛·냄새 유발물질을 제거하는데 매우 효과적이지만 주입농도, 대상 유기화합물의 분자구조, pH, 온도, 유기물 농도, 방해물질 등의 다양한 원인에 영향을 받는다.

5) 응집보조 역할

오존은 원수내의 유기물 및 무기물의 성상을 변화시켜 미세플록을 생성하기 때문에 응집, 침전의 효율을 향상시킬 수 있다. 따라서 응집, 침전 공정에서 오존 전처리를 병행하면 응집 상승효과를 얻게 되고 이에 따라 약품주입량을 절감할 수 있다.

다. 오존처리공정 비교

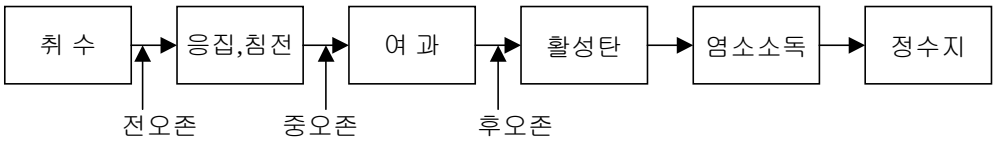
<표 4.2-10> 오존처리공정 비교

구 분	공기 공급식	액체 산소 공급식
형식		
오존농도	1.5~4 wt %	10~15 wt %
접촉효율	70% 이하	92% 이상
장·단점	•산소식에 비해 투자비도 높고 잘 적용하지 않는 추세임 •재래식 방식으로 설비규모가 크고 투자비가 높음 •공기압축기 및 오존발생기의 전력비가 높음	•오존발생기 소비전력이 낮음 •고장의 우려가 적음 •시설투자비가 낮음 •지역에 따라 차이가 있으나 액체산소비가 다소 높음
유지관리	•구성하는 설비가 많고 제어가 어려우므로 고장 발생이 많아 유지관리가 어려움	•구성하는 설비와 제어가 간단하여 무인 운전이 가능하므로 유지관리 용이

라. 주입위치별 오존처리 효과

오존은 원수(전오존), 침전수(중오존), 여과수(후오존)에 주입할수 있으며, 오존주입

위치 및 주입위치별 오존처리 효과는 다음과 같다.



1) 전오존

착수정에 오존을 주입함으로 원수중의 철·망간 등을 산화시키며 THMs 등 소독부산물을 저감

2) 중오존

침전지 후단에 오존을 주입함으로 전오존에 비해 오존 주입량을 줄일 수 있으며, 철·망간 농도가 높을 때 사용

3) 후오존

입상활성탄 전단에 오존을 주입함으로 난분해성 유기물의 생분해성 증가를 통해 생물활성탄으로 운영

2.4.2 고도산화 공정(Advanced Oxidation Process, AOP)

가. 개요

고도산화공정은 오존이나 UV 등을 이용하여 OH라디칼을 생성한 후 이를 이용해 수중의 오염물질(특히 난분해성오염물질)을 산화·분해 제거하는 보다 진보된 산화공정이다.

나. 고도산화법의 원리 및 종류

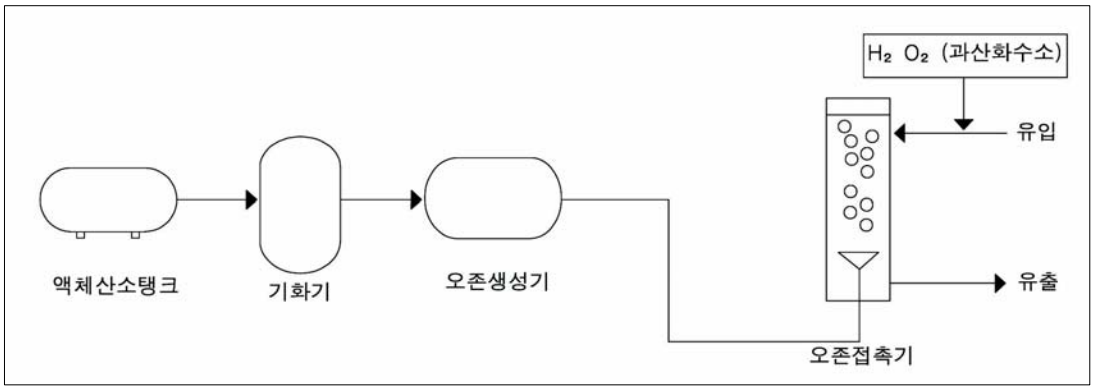
오존(O_3)에 pH를 조절하거나, H_2O_2, UV 등을 주입하여 인위적으로 OH 라디칼을 생성시켜 오염물질을 제거하는 방법으로 유기염소화합물과 같은 난분해성 물질도 신속히 분해한다.

<표 4.2-11> 산화제에 따른 전위차

산화제	산화전위(V)	산화제	산화전위(V)
OH 라디칼	2.80	과망간산칼륨	1.68
오존	2.07	염소	1.36
과산화수소	1.77	-	-

1) Ozone/H_2O_2 AOP (Peroxone)

과산화수소의 짝염기 HO_2가 수산화기(OH) 보다 훨씬 빠르게 오존을 분해하여 OH 라디칼을 생성한다. 이러한 원리를 이용하여 유기물 분해를 촉진하는 산화공법으로 오존에 과산화수소를 첨가하여 OH라디칼을 생성하는 방법으로 오존/과산화수소 AOP라 한다. 이 공정에서 필요 이상의 과산화수소의 주입은 유기물 제거에 역효과를 유발할 수도 있다.

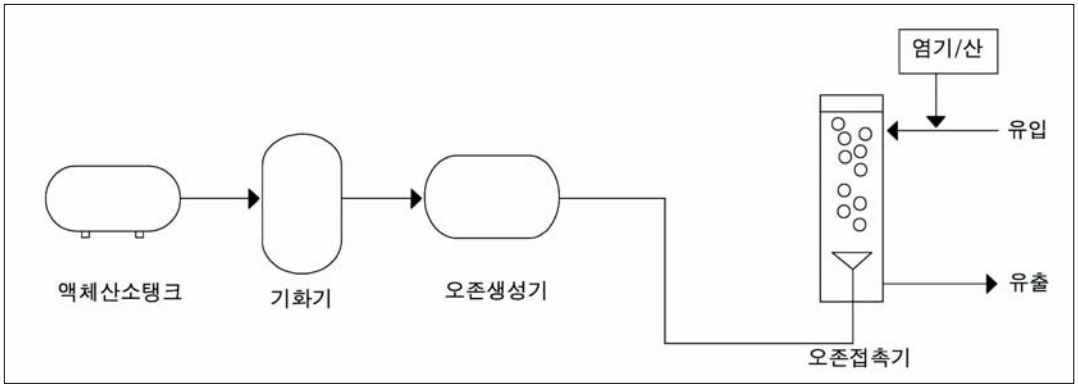


2) Ozone/high pH AOP

오존이 높은 pH에서 많은 OH라디칼을 생성되는 원리를 이용한 것이다.

$$O_3 + OH^- \rightarrow O_3^- + OH$$

$$O_3 + H_2O \rightarrow OH^- + OH + O_2$$



3) UV 광분해법(UV+O_3, UV+H_2O_2)

이 방법은 산화제에 자외선을 조사하여 OH 라디칼을 생성시키는 방법으로 UV+O_3, UV+H_2O_2 두가지 방법이 있다. UV+O_3는 자외선 에너지에 의해 중간생성물인 H_2O_2가 생성되고, OH 라디칼을 생성하는 면에서 Ozone/H_2O_2(Peroxone)공정과 동일하다. 이 공정은 유기물을 UV자체에 의해서도 제거할 수 있는 장점이 있다.

오존이 자외선을 흡수하면 광분해 되는데 중간과정에 과산화수소가 발생한다.

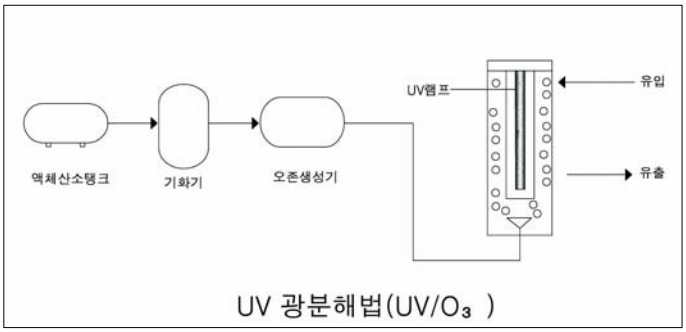
$O_3 + H_2O + hv \rightarrow O_2 + H_2O_2$

$H_2O_2 + hv \rightarrow 2OH \cdot$

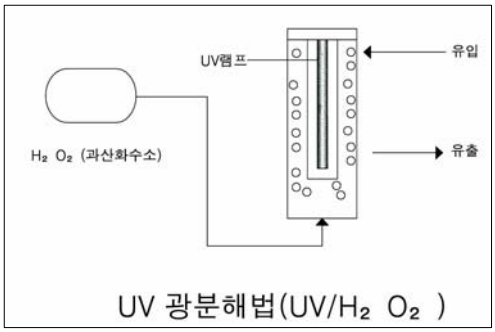
Peroxone법이 오존에 과산화수소를 직접 첨가한 방법이라면 UV/O_3은 자외선으로 과산화수소를 발생시키는 방법이라고 하겠다.

UV/H_2O_2는 그 기작이 매우 간단한 방법으로 과산화수소가 자외선을 흡수하여 다음과 같이 OH 라디칼로 분해된다.

$H_2O_2 + hv \rightarrow 2OH \cdot$



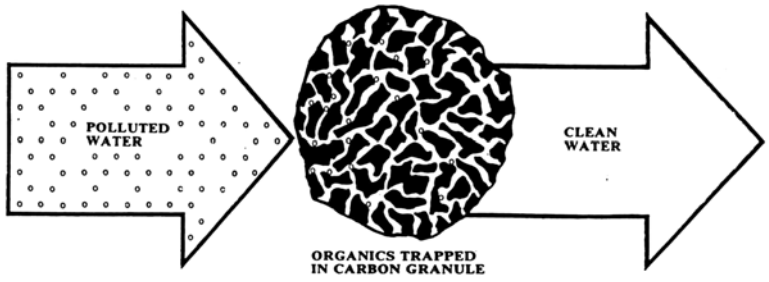
UV 광분해법(UV/O_3)



UV 광분해법(UV/H_2 O_2)

2.4.3 입상활성탄(Granular Activated Carbon, GAC)

활성탄은 내부에 무수한 작은 공극이 있는 탄소입자로서 공극의 표면적이 약 1000㎡/g 내외이다. 활성탄은 주로 용해된 비극성 유기물질을 흡착하는 기능을 하며 아래 그림과 같이 피흡착 물질은 미세한 공극의 내부 표면에 흡착된다.



활성탄의 흡착기능을 통해 수중에서 2-MIB, 지오스민 등 맛·냄새 원인물질, THM, HAA 등 소독부산물 및 그 전구물질, 농약 등의 미량유해물질 및 수원 유역에서의 사고 등으로 인하여 일시적으로 유입되는 화학물질 등을 제거할 수 있다.

활성탄은 재질, 원수수질, 통수조건, 흡착제거하는 대상물질에 따라서 성능이 다르며, 활성탄 흡착시설 도입시 이러한 조건을 고려하여 적절한 설계를 해야 한다. 활성탄 공정은 지름이 0.5~2.0㎜ 정도의 입상활성탄으로 충전된 흡착조를 여과지 후단에 설치하여 흡착

시키는 방법과 착수정 등에 분말활성탄을 투입하여 용해성분을 흡착·제거하는 방법이 있다.

활성탄은 다공질구조가 발달한 탄소재료로서 그 원료, 탄화 및 재생방법에 따라 여러가지 특성을 나타내며 그 흡착성능은 공극률, 비표면적, 세공용적, 세공분포 등에 따라 다르다. 원료로는 식물계, 석탄계, 석유계 등이 있으며 각각 성질이 다르다.

① 식물계 – 목재, 톱밥(분말탄 – 연질), 야자껍질(분말탄 – 경질)

② 석탄계 – 역청탄(입상탄)

③ 석유계 – Pitch(입상탄)

활성탄의 내부에는 10^{-5}~10^{-7}m(10,000~100㎚)정도의 대세공(Macro pore)이 입체적으로 놓여 있으며, 대세공벽에는 10^{-8}~10^{-10}m(10~0.1㎚)정도의 미세공(Micro pore)이 있고 그 비표면적은 700~1,400㎡/g 의 범위에 달하고 있다.

활성탄은 표면에 무수한 미세공극과 커다란 내부표면적을 갖고 있기 때문에 물속에서 여러 가지 미량물질을 흡착하는 능력이 있는데, 이는 활성탄 표면은 소수성이므로 물속의 용존물질 흡착시 친수성이 강하지 않은 유기물질을 선택적으로 물리적 흡착을 하기 때문이다.

입상활성탄 공정은 입경 약 1~2 ㎜ 사이의 활성탄을 깊이 약 2~3m 정도의 깊이로 충전하여 중력식 하향류로 운전하거나 입경 약 0.5~0.6 ㎜의 활성탄을 약 1m 깊이로 충전한 후 상향류 유동상식으로 운전하는 2가지 운전방식이 있다.

<표 4.2-12> 상수처리를 위한 활성탄 흡착방식 비교

구 분	고 정 층 식	유 동 층 식
장 점	•조작이 간단 •처리수 중에 활성탄입자 유출이 적다.	•손실수두가 작고 역세가 필요 없다. •고정층식에 비해 미세한 활성탄을 사용할 수 있고 흡착시간을 줄일 수 있다.
단 점	•부유물질로 인한 손실수두에 의해 정기적인 역세척이 필요하다. •역세척에 의해 활성탄이 유출될 우려가 있다.	•활성탄 입경이 균일성, 비중 등에 유의하여야 한다. •처리수에 활성탄 미립자가 월류하는 경우가 있으므로 유량변경이 어렵다.
선택기준	•단일고정층식 : 한개의 조만 설치, 활성탄 사용기간이 길고 교체 또는 재생비용이 문제가 되지 않는 경우에 가능 •직렬 고정층식 : 하향류로 2개조이상의 고정층을 직렬로 연결하여 처리하는 연속흡착처리의 전형적인 양식으로 메리그랜드식이라고도 함. 흡착속도가 늦고 포화흡착에 가까운 상태로 운영하기 위해 다단화하는 것이 경제적으로 뛰어난 경우에 선택됨.	•상향류 흡착식을 원리로 한 것 •설비면적을 작게할 때 사용 •활성탄 교체빈도가 많고 재생량도 많아 활성탄교체, 재생로이송 등을 자동화하고 싶을 때 선택됨.

일반적으로 흡착지의 깊이는 깊을수록 유리하며 공상체류시간(EBCT)은 길수록 유리하다. 중력식 하향류 흡착지는 모래여과지와 같이 빈번하게 역세척할 필요는 없으며 약 2주일 내외에서 역세척을 하여 침적된 입자성 물질 또는 과도하게 성장된 미생물을 제거하는데, 이때 활성탄 층의 팽창은 가능한 억제하는 것이 유리하다. 역세척으로 인하여 활성탄층이 교란되면 흡착대가 교란되어 파과가 일찍 발생할 가능성이 높아진다.

활성탄의 흡착으로 인하여 소독부산물 전구물질은 비교적 잘 흡착되지만 염소계화합물인 소독부산물은 흡착이 잘 되지 않는다. 총 THM을 구성하는 성분 중 클로로포름은 다른 것에 비교하여 파과가 빨라 흡착효과가 나쁘다. THM의 흡착효과는 염소 주입방법에 따라 다르며, 입상활성탄을 THM제거에 사용할 경우 전염소주입을 될 수 있는 한 하지 않거나 적게 함으로써 활성탄의 수명을 연장할 수 있다고 알려져 있다. 활성탄 흡착지의 유출수는 일상적으로 관찰되어야 하며 수질목표에 포함되어 있거나 특정 오염물질 중 어느 것이라도 파과가 일어나면 곧 운전을 중지하고 활성탄을 인발하여 재생공정을 거치도록 한다. 재생공정은 활성탄의 흡착능력을 재생시키기 위한 것으로서 약 850℃에서 약 30분간에 이루어진다. 재생공정은 위탁하거나 규모에 따라서는 정수장에서 직접 운영할 수 있으며 재생시의 손실율은 통상 10%정도이다.

2.4.4 생물활성탄 처리기법(Biological Activated Carbon, BAC)

입상활성탄 흡착지의 운영에서 활성탄 본래의 능력인 다수의 미세공극(넓은 비표면적)에 의한 흡착작용과 더불어 활성탄 표면에 부착한 호기성 미생물에 의한 생물분해 및 생물에 의한 흡착제 재생 등의 상호작용에 의해 처리대상물질의 제거가 이루어지는 공정이다. 생물활성탄의 최대 장점은 유기물질의 제거를 흡착에만 의존하는 GAC에 비하여 흡착과 생물분해라는 두 가지 제거기구를 이용한다는 것이다.

여기에 오존을 사용하면 난분해성 유기물을 더 간단하고 생물학적 분해가 용이한 유기물로 바꿀 수 있을 뿐 아니라 초기 소독효과도 기대할 수 있기 때문에 입상활성탄 흡착 전단계에 오존 산화단계를 추가하면 생물학적 처리기능을 최적으로 만들 수 있다.

BAC의 흡착능은 GAC와 거의 동일하다고 보는데 이것은 BAC에서 미생물이 크기의 제약상 Macro pore에서만 서식하므로 활성탄 표면적의 99% 이상을 점유하는 Transitional pore와 Micro pore가 건재하기 때문이다. 이것은 생물난분해성 물질에 대한 BAC 흡착능은 GAC와 거의 동일하나 생물분해 가능한 물질은 생물분해하여 활성탄의 흡착능력을 생물난분해성 물질의 흡착에 할애할 수 있으므로 재생주기가 GAC보다 훨씬 길어지게 되며 이에 따라 운영비용이 절감된다.

이와 더불어 오존+생물활성탄을 거친 처리수는 염소요구량이 적고 안정되어 있어 소량의 염소 또는 이산화염소의 주입으로 충분한 잔류소독 효과를 거둘 수 있다.

그러나 이러한 생물분해 기능은 장점인 동시에 단점이 되기도 한다.

그 이유로는 첫째, 생물활성탄이 미생물군을 형성하여 안정적인 기능을 발휘하기까지 약 4~8주의 기간이 필요하며 온도, pH, 유입물질의 종류 등 미생물의 활동에 영향을 미칠 수 있는 주위환경 인자가 변하면 다시 4~8주의 안정화 기간이 소요된다. 따라서 생물활성탄 실증플랜트 운영은 적어도 12개월 이상의 기간이 소요되며 2년 이상의 운영을 통해 설계전 최적 설계조건 및 운영조건을 파악하기 위한 조사·검토가 필요하다.

둘째, 전처리 공정이 다양해지므로 유지관리에 고도의 숙련된 운영요원이 필요하다.

셋째, 생물활성탄 유출수 중에는 활성탄 표면에서 탈리된 미생물들과 미생물들의 활동의 결과로 생성된 미량의 분비물들이 포함되어 있어 생물활성탄 유출수에는 적은 양이나 일정한 양의 유기물질이 항상 포함되어 있다. 그러나 유출수 내의 유기물질의 농도가 균일하게 낮은 상태이므로 파과를 감지하는데는 어려움이 없으며 유출수내의 미생물들도 소량의 염소, 이산화염소 등의 소독제로 쉽게 살균할 수 있다.

2.4.5 막 분리 기술

가. 개요

막에 의한 체가름 효과를 통한 물리적 제거기작을 통해 오염물질을 선택적으로 제거하는 공정이다. 현재 한국 수자원공사에서 시흥정수장에 약 3,000 ㎥/일 규모의 Pilot plant를 설치하였으며, 공주정수장에 30,000㎥/일 규모의 시설을 도입하였다. 서울시에서는 2008년 영등포정수장에 50,000㎥/일 규모의 시설을 도입예정이다.

<표 4.2-13> 막공정 공정별 운전범위 및 제거대상물질

막 공 정	운전범위(㎛)	제거되는 물질	적용사례	비 고
정밀여과(MF)	0.08 ~ 2.0	부유물질(SS), 탁도, 원생동물	응집, 침전, 모래여과	일반적인 정수처리
한외여과(UF)	0.005 ~ 0.2	큰 분자, 콜로이드, 바이러스 및 박테리아		
나노여과(NF)	0.001 ~ 0.01	작은 분자, 일부 경도유발물질(Ca^{2+}, Mg^{2+})	맛·냄새 제거	고도정수처리 시설로 분류
역삼투(R/O)	0.0001 ~ 0.001	매우 작은 분자, 색도, 경도, 황산염, 나트륨, 기타 이온	해수 담수화	

역삼투현상을 이용한 담수화 공정에 사용되고 있는 분리막은 단위 면적당 투과유량이 많고 높은 염 배제율을 가져야 한다. 또한, 화학적 변화와 기계적인 변화에 안정하고 압력, 온도 등의 운전조건 범위가 넓은 특성을 가져야 하며 상업화되기 위해서는 막의 수명이 길고 제조단가가 싸야 한다. 이와 같은 특성을 갖는 막의 소재로 과거에는 주로 셀룰로우스 아세테이트(cellulose acetate, CA)계의 막을 사용하였으나 최근에는 이보다 막 성능이 크게 개선된 합성폴리머 분리막(SPM)인 폴리아미드(polyamide, PA)계 분리막이 개발되어 폭넓게 사용되고 있다.

폴리아미드(PA)계 분리막은 CA(cellulose acetate)막과 비교하여 막의 수명이 길고 pH나 미생물 등에 대한 화학적 안정성이 높으며 저압에서도 운전이 가능하여 운전비용이 적게 든다는 장점이 있다. 그러나 폴리아미드계 RO막은 염소, 과망간산칼륨($KMnO_4$)와 같은 산화제가 함유된 용액과 접촉하게 되면 막의 성능이 급격히 저하되는 단점을 갖고 있어 이의 개선을 위한 연구가 현재 진행되고 있다.

막의 구조는 크게 비대칭막과 복합막의 2가지가 있다. 비대칭막의 경우 박막층의 두께는 0.1～1 μm 정도이나 복합막의 경우는 다공성 지지층 위에 초 박막화 기술을 적용하여 0.1 μm 이하의 박막층을 casting하여 제작할 수 있고 막과 다공성 지지층의 재질을 서로의 기능에 맞게 선택할 수 있다. 따라서 막의 두께가 얇을수록 막의 투과유속을 증대시킬 수가 있고 염 배제율이 우수한 막재질을 선택할 수 있기 때문에 복합막의 구조가 비대칭막보다 우수한 성능을 나타낼 수 있다. 또한 고강도의 다공성 지지층을 사용함으로써 고압 운전으로 인하여 발생되는 막의 압밀화 현상을 최소로 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 복합막은 비대칭막보다 제조 공정이 복잡하여 제조단가가 비싸고 평면형태의 막 제작만 가능하여 나권형(spiral wound type)의 모듈 제작만 가능한 반면 비대칭막은 중공사형(hollow fine fiber type) 모듈과 나권형 모듈 제작이 모두 가능하기 때문에 처리하고자 하는 용수의 조건과 공정설계 방법에 따라 현재 2가지 구조가 모두 사용되고 있다. 운전방식은 가입식과 침지식이 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

1) 가압식(Pressured membrane)

케이싱에 수납하여 막 모듈로서 사용하는 방식으로 펌프로 케이싱 내부에 공급수를 유입하여 막여과하는 방식이며, 가압식 막에는 내압식 막과 외압식 막이 있다.

외압식은 막의 바깥쪽에 공급수를 흘려보내 안쪽에서 막 투과수를 추출하는 여과방법이며 내압식은 막의 안쪽에 공급수를 흘려보내 바깥쪽에서 막 여과수를 얻는 여과방법으로, 막면에서 현탁물질 부착의 흩날림이 적다.

2) 침지식 막여과(Submerged Membrane)

막 모듈을 막 공급수가 유입하고 있는 조에 침적시킨 상태에서 막 여과장치를 운전하는 방식을 말하며, 수조가 케이싱의 역할을 하기 때문에 막 모듈에 원수를 분배하는 배관이 불필요하며 수조에 막을 수납하고 있기 때문에 단위 부피당 막 면적은 작다. 구동압력이 수위차나 흡입력이기 때문에 정밀 여과막 등 작은 압력에서 막 여과가 가능한 막을 선택하고 있다.

<표 4.2-14> 막분리 기술의 장·단점

장 점	문제점 및 단점
•응집제가 필요 없다. •자동화, 무인화가 용이하다. •정수장 면적이 적어진다. •유지관리비가 적어진다. •배수처리가 용이해질 가능성이 있다. •부산물을 생성하지 않는다. •막표면에 축적되는 양을 제한할 수 있어 높은 투과 flux를 유지 가능 •막면 유속에 의해 여과저항을 일정하게 유지할 수 있기 때문에 연속 운전이 가능하다.	•막의 수명 문제 •원수 감시태세 •시공관리 •공사비 및 유지관리 비용 고가 •신기술로 전환에 따른 불안 •막면 유속을 유지하기 위한 순환에 요구되는 에너지가 크기 때문에 전량여과 방식에 비해 펌프의 요량이 크고 에너지(전기비) 효율이 나쁘다. •농축이 점차로 증가하기 때문에 간헐적으로 배출시 배수량이 많다.

2.5 적용가능한 단위공정

2.5.1 여과

기존 정수장에 도입된 단일 여층의 모래여과지를 복층여과, 조립심층여과로 개량하여 여과속도를 증가하여 시설용량을 증대하는 방안에 대하여 검토하였으며 GAC, F/A로 개량하여 시설용량의 증대와 동시에 지오스민, 2-MIB의 제거능력 확보 방안에 대하여 검토하였다. 또한 MF/UF 막여과공정을 도입하여 기존 침전/여과지를 대체하고 기존 침전/여과지를 고도처리공정 도입에 활용하는 방안에 대하여 검토하였다.

구 분	설계개요	장점	단점
이중여재 (Dual media)	•여속 : 180m/일 •여재구성 : 안트라싸이트+모래 •여층 : 500mm+300mm	•과거부터 널리 사용되어 국내 경험이 많음 (수도권광역상수도의 경우 많이 도입). •경제적이면서 적정한 여과속도 증대 효과를 기대 •안트라싸이트층을 900mm 정도로 깊게 하여 심층여과의 효과를 기대할 수 있음	•입경이 상대적으로 작아 손실수두 증대, 여과지속시간 단축 •240m/일 이상 고속으로 운영하는 경우 0.1NTU 탁도 목표 달성이 어려울 수 있음 •맛·냄새, SOC 제거에는 효과 없음
조립 심층 (Deep bed)	•여속 : 240m/일~360m/일 •여재구성 : 안트라싸이트(+모래) •여층 : 1,800~2,000mm(+300mm)	•탁도제거율이 높으며 수질변동에 안정적임 •여과속도가 높아 시설물이 컴팩트하며 공사비가 저렴 •모래에 비하여 floc 저류공간이 크고, UFRV이 크다. •필요시 구조물 변경 없이 GAC 여과지로 교체가 용이	•여층이 깊으므로 여과지 구조물도 깊어지며, 기존 여과지 개량으로 적용에는 한계가 있음. •여재가격이 모래에 비하여 고가임 (GAC보다는 저렴) •모래보다 마모율이 큼 •맛·냄새, SOC 제거 효과 없음
GAC, F/A	•여속 : 240m/일~360m/일(기존 여과지의 경우 EBCT에 따라 달라짐) •여재구성 : 입상활성탄(+모래) •여층 : EBCT 10분 이상 확보	•경제적으로 고도처리가능 •F/A의 경우 부지제약이 적음 •낮은 강도의 맛·냄새 유발물질제거에 효과적 •여층내에 미생물 번식이 용이하여 BAC로 전환시 유기물을 일정 부분 제거할 수 있으며, HAA와 같은 특정 소독부산물 제거에 효과적	•처리목적에 따라 적용 가능한 범위가 제한적임 •여과와 흡착(또는 BAC)의 기능을 동시에 수행하므로 운영관리가 어렵다. •GAC의 주기적 재생 필요 •안트라싸이트보다 마모율이 크고 고가임 •GAC와 접촉되는 시설은 마모성, 부식성에 대비한 설계 필요
막여과 (MF/UF)	•Flux : 1.0~4.0m/일 •분리막 재질 : PAN, PES, PVDF, 세라믹	•기존 정수장 단위공정과 조합하여 설치시 기존 시설의 생산능력 증대 가능 •기존정수장 설치시 침전/여과 공정을 대체하여 침전지, 여과지 부지 또는 구조물을 기타 용도로 활용 가능 •운영 단순화, 무인화에 유리	•설치비용이 많이 소요 •막모듈 교체 비용 높음 •대용량 적용사례가 적으며, 국내에서는 도입사례가 많지 않아 유지관리의 경험이 적음 •막모듈 선정 이후에는 다른 제조사의 막모듈로 교체가 용이하지 않음

2.5.2 산화

2-MIB가 일정기간 계속해서 발생되는 경우, 지오스민이 가끔씩 높게 발생하는 경우, 높은 농도로 발생되지는 않으나 관능적으로는 냄새를 느낄 수 있는 경우 등 맛·냄새는 계절 및 시기적으로 다양하게 나타난다. 산화공정은 이러한 수질특성에 맞추어 유연하게 안정적으로 처리할 수 있다. 산화공정 중 염소산화로는 제거에 한계가 있으므로 오존공정과 UV+과산화수소의 고도산화공정을 검토하였다. 평상시는 맛·냄새 물질을 산화공정에서 고농도시에 비해 적은 양을 제거하며 일시적으로 고농도가 유입되는 경우는 주입농도를 조절하여 산화공정의 제거 효율을 높인다. 그리고 나머지 시기에는 산화공정 없이 후속의 활성탄 공정으로도 처리가 가능하다.

구 분	오존(+ H_2O_2)	UV + H_2O_2
장점	•국내 도입경험이 많음(수공의 경우 최근 도입이 시작되어 운영 및 유지관리 경험이 적음) •비상시 일시적으로 오존발생농도를 낮추어 오존주입량을 증가시킬 수 있음. •과산화수소를 주입을 병행할 경우에는 OH 라디칼 형성을 증가시켜 산화능력을 향상시킬 수 있으며, 과산화수소 주입율이 UV + H_2O_2 공정에 비해 낮아 운영비용 적음 •전오존 공정으로 도입할 경우 조류제거, 혼화/응집 효율 향상 등을 기대할 수 있으며 염소사용량을 감소시킬 수 있음.	•다양한 종류의 냄새물질 처리에 오존공정보다 효과적이고 반응이 매우 빠르며, 오존공정에 비해 시설이 간단하고 소요부지 면적도 적음 •운영 및 유지관리가 오존공정보다 자동화 되어있고 간단함 •산화로 인한 부산물 생성이 거의 없음. •비상시 과산화수소 주입율을 증가시킴으로써 OH 라디칼 형성을 높여 산화능력을 향상시킬 수 있으며 맛,냄새 이외에 다양한 미량유해물질의 제거 가능. •2000년대 이후 세계적으로 도입이 증가하고 있으며, 수자원공사의 기술력 확보에 도움이 됨.
단점	•UV+H_2O_2 공정에 비해 소요부지가 넓고 설비가 많이 필요하며 구조물도 상대적으로 큼 •유지관리 포인트가 많으며 상대적으로 운영이 복잡 •잔류오존관리 필요 •오존공정은 오존분자와의 직접산화반응(direct, selective)과 수질조건에 따른 OH radical 생성에 의한 간접산화반응(indirect, non-selective)을 하며, 직접산화반응에 의한 2-MIB, Geosmin의 제거효율이 낮으며, 원수 pH, NOM, 알칼리도, H_2O_2 주입 등에 따라 변화함. •오존 산화에 의한 부산물 발생됨	•전력소모가 많음 •O_3+H_2O_2 공정에 비해 과산화수소 주입량이 많음 •국내 도입사례가 없으며 소독공정이 아닌 고도산화공정으로 UV 반응기 제작, 공급업체가 많지 않음(Trojan, Calgon Carbon, Berson의 3개 업체). •pilot plant에 의한 제조사의 설비 검증이 쉽지 않으며, UV 설비의 현장 설치후 에너지원단위 및 제거효율에 대한 보증을 공급업체가 하여야 함.

2.5.3 활성탄

활성탄 공정은 흡착공정과 생물학적 산화공정으로 운영되는 것이 일반적이다. 흡착공정은 주로 미량유해물질을 제거하는 목적으로 운영되며 자연유기물(NOM)의 pre-loading에 의해 재생주기가 짧은 것이 특징이다. 맛·냄새는 흡착공정으로 운영하여도 목표수질 달성이 가능하나 재생주기가 1년 정도로 짧으며 원수 중 유기물과 경쟁 흡착을 하므로 활성탄 재생에 따른 운영비가 많이 소요된다. 수도권 정수장 중 서울시는 영등포 1,2공장을 재건설하면서 활성탄 흡착공정으로 공정을 계획하여 오존공정은 도입하지 않았으나, 최근 고도처리공정계획을 오존공정을 도입하고 활성탄 공정은 생물학적으로 운영(BAC)하는 것으로 변경하였다. 한국수자원공사는 기 도입된 고도처리정수장의 활성탄 공정은 생물학적 운영방식으로 계획되었으며, 오존산화공정과 조합하여 도입하고 있다.

구분	post GAC adsorber	GAC Filter/Adsorber
공정상 위치	모래여과지 후단	모래여과지 대체(개량)
EBCT	10분 이상 (통상 15분)	10분 내외 (기존 구조물 제약)
GAC 유효경	0.55~0.75mm	0.8~1.0mm
GAC 균등계수	1.9~2.4 이하	1.3~1.5 이하
역세척주기	1주일 이상	3일 내외
장점	•운영, 관리가 F/A에 비해 용이 •장기간 운영시 F/A에 비하여 GAC 강도, 재생수율이 높을 것으로 예상 •기존 구조물의 제약이 없으므로 활성탄 공정을 최적화하여 설계가능 •여과지가 두개이므로 수질 안정성 증가 (미국 ESWTR에서 Crypto 제거율 0.5 log 추가 인증)	•기존 여과지를 GAC F/A로 전환하므로 별도의 부지가 필요없음 •기존 구조물, 건축시설은 활용하고 여재, 하부집수장치, 트러프, 배관 등 을 교체하므로 초기투자비가 저렴 •기존정수장 도입시 중간가압 불필요하며 전력비 절감 •인허가 절차가 용이
단점	•기존정수장 도입시 중간가압이 필요하며 중간가압장 설치에 따른 운영 및 유지관리 노력이 추가됨 •별도의 여과지를 건설하므로 공사비가 많이 소요되며, 추가 부지가 필요 •경우에 따라 인허가 과정이 복잡해질 수 있음	•기존 구조물 깊이, 배관, 수리적 조건에 따라 공정설계가 제한됨. •여과지를 운영하면서 F/A로 개량하므로 공사가 복잡하고 공사시 운영 안정성이 저하될 수 있음. •용량 증대시 기존 여과지의 수리적 조건에 의한 제약이 있음 •탁질 관리가 상대적으로 어려움 •역세주기가 빈번하여 활성탄 강도저하 및 누출 위험 높음

2.6 대안공정의 구성(단위공정조합)

2.6.1 일반사항

수돗물의 맛·냄새는 생물학적(조류 번성 등) 또는 화학적원인(폐수 누출 등) 뿐만 아니라 정수처리과정에서의 염소 등 소독제 사용, 송·배수 시설 문제 등이 원인이 될 수 있으나, 여기서는 원수에서 발생하는 맛·냄새 유발물질을 정수처리 과정에서 제거하기 위한 고도정수처리 단위공정에 대하여 검토하였다.

기존정수장의 고도처리시설 도입을 위한 부지는 제한적이므로 단위공정을 검토함에 있어 용량증대와 부지제한 조건 등을 동시에 고려하여야 한다.

기존정수장의 여과지는 단일모래여과지이며 이것을 이층여과나 심층여과로 개량할 경우 여과속도를 증가시킬 수 있어 수리학적 조건이 허용하는 범위에서 시설용량 증대가 가능하다. 또한 기존 여과지를 GAC Filter/adsorber(이하 F/A)로 개량하는 경우에는 지오스민과 2-MIB의 제거능력을 확보할 수 있게 된다. 한편 기존 여과공정을 막여과 공정으로 대체 하는 경우에는 기존 모래여과지를 GAC 흡착지(post GAC filter ; 이하 GAC)로 활용하는 등의 시설개량방안에 대한 접근이 가능하다.

맛·냄새의 발생 특성은 매년 상습적으로 발생되는 중농도의 2-MIB와 남조류 대번성에 따라 간헐적으로 발생되는 지오스민으로 구분하며, 모든 경우에 고도정수처리 목표수질인 지오스민과 2-MIB를 10ng/L 이하로 안정적인 처리를 위한 처리공정이 필요하다.

구 분	여과공정	산화공정	활성탄공정
적용가능 단위공정	•이층여과, 심층여과 •GAC Filter/adsorber •막여과(MF/UF)	•오존(+ H_2O_2) •UV + H_2O_2	•post GAC adsorber •GAC Filter/Adsorber
처리수준	•표준공정의 여과처리	•맛,냄새 유발물질의 산화로 70~90% 제거	•잔여 맛,냄새 물질 제거 및 최종 수질목표 달성
주요 처리대상물질	•탁도 •병원성 미생물	•지오스민, 2-MIB •미량유해유기물질(장래 필요시)	•지오스민, 2-MIB •용존유기물(DOC)

2.6.2 대안공정 설정

기존정수장의 시설현황, 부지조건 및 앞서 검토된 단위공정검토 등을 기초로 5개의 대안을 검토하였다.

구 분	공정구성
공정-1	•(PAC) → 혼화/응집/침전 → O_3 → F/A
공정-2	•혼화/응집/침전/여과 → GAC
공정-3	•혼화/응집/침전/여과 → O_3 → GAC
공정-4	•혼화/응집/침전→ 막여과 → GAC

주) ( )는 비상시

가. 공정-1 ((PAC) → [혼화/응집/침전] + O_3 + F/A)

1안은 기존 여과지를 F/A로 개량하는 방안이다. 기존 시설물의 개량을 최소화할 수 있으며 전처리 공정의 영향을 많이 받는다. F/A 공정은 일반적으로 GAC 공정에 비해 잦은 역세척에 의한 흡착대의 교란으로 소독부산물 및 유기탄소에 대하여 매우 빠른 파과경향을 나타내며 2-MIB의 파과도 빠른 것으로 나타낸다. 1월~5월 사이 2-MIB의 고농도 유입시 처리가 불안정해질 수 있으므로 비상시 PAC를 주입하여 처리의 안정성을 높이고 원수인 팔당호의 수질오염이 지속되고 있으므로 오존(O_3)을 주입하여 미량유해물질 및 맛·냄새물질의 산화·제거를 강화한다. 일반적으로 F/A 공정의 활성탄은 재생이 매우 어려워 교체해야 하므로 교체비용이 많고 여과지 운전에 숙련된 기술이 필요하다. 또한 잦은 역세척으로 인해 활성탄의 마모, 유실 및 미분탄의 유출 가능성도 있다. 그러나 기존시설물의 개량을 최소화함에 따라 초기투자비가 적다는 장점이 있다.

▶ F/A의 적용(고도정수처리 기술지침서(2007, 한국수자원공사)

① 미량오염물질의 농도가 낮거나, 간헐적으로 발생할 경우

- 수도시설에서 분말활성탄(PAC)의 연간 운영비용이 매우 클 때
- 유기물이나 소독부산물 등 오염물질에 대한 수질기준이 강화되어 적용될 때
- 기존시설에서 맛냄새 물질을 PAC로 제어하기가 어려운 경우

② 맛·냄새 제어

③ 유기물질 및 소독부산물 제어

나. 공정-2 ([혼화/응집/침전/여과] + GAC)

2안은 기존의 모래여과지를 그대로 두고 GAC 흡착지 신설하여 GAC로 운영하는 공정이다. 이 경우 GAC공정에서 발생하는 손실수두에 의해 자연유하로 정수지에 유입할 수 없기 때문에 처리수를 가압하여 정수지로 유입시킬 수 있도록 중간가압시설 추가 설치가 필요하다. 본 공정은 동절기나 고농도 유입시에도 안정적인 처리가 가능하며 여층내의 미생물 번식이 용이하여 BAC로 전환시 수중 유기물질의 제거도 가능하다. 별도의 GAC 흡착지가 필요하므로 초기투자비가 크며 기존 정수장부지의 제한으로 인해 이에 대한 추가적인 검토가 필요하다. F/A에 비해 파과는 느리게 일어나며 BAC로 전환되면 활성탄 교체주기를 더 길게 할 수 있다. 기존의 모래여과지와 GAC 흡착지로 구성된 2개의 시설을 거치므로 오염물질에 대한 추가 방어가 가능하여 더욱 안정적으로 처리할 수 있다. 기존 공정을 개량하여 도입하는 경우 중간가압장 등의 추가시설이 필요하다.

다. 공정-3 ([혼화/응집/침전/여과] + O_3 + GAC)

3안 공정 전단에 오존공정을 추가한 것으로서 오존에 의해 미량오염물질 및 생물분해가 어려운 물질을 산화하여 여층내의 미생물에 의해 제거가 더욱 용이하도록 한 것으로 BAC로 전환시 효율이 증대된다. GAC 흡착지 내에 잔류오존의 영향으로 운영자의 불편이 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다. 3안에 비해 파과가 느리게 일어나며 미생물의 활동으로 인해 활성탄 교체주기가 길다. 오존공정은 3안에 비해 원수의 맛·냄새물질 농도변화에 대하여 오존주입농도를 조절함으로써 즉각적인 대응이 가능하고 향후 이슈화될 수 있는 거의 대부분의 유해유기물질에 대한 대응이 가능하며 병원성 미생물에 대해서도 다단계 소독 시스템을 갖춤으로써 수질에 대한 안전성이 더욱 향상될 수 있다. 기존 공정을 개량하여 도입하는 경우 중간가압장 등의 추가시설이 필요하다.

라. 공정-4 ([혼화/응집/침전] + 막여과 + GAC)

막여과를 도입하고 기존 여과지는 GAC로 개량하는 방안이다. 원수의 수질변동에도 안정적인 처리가 가능하며 운영의 단순화, 자동화가 용이하다. 기존 정수장 부지가 제한적이나 막여과 시설은 집약적인 구조로 되어 있어 소요부지가 적으므로 설치가 용이하다. 막여과 공정은 초기 투자비와 막모듈 교체에 따른 유지관리비가 비교적 많이 든다. 현재 국내에는 대규모 실적이 적은 편이다.

2.6.3 각 공정별 장단점 비교

가. 맛냄새 처리성능

구 분	맛·냄새 처리성능
공정-1 (O_3+F/A)	•O_3+F/A 공정은 기존의 모래여과지를 개량하여 도입하는 것으로 고농도 맛·냄새물질 유입시 오존주입량 증가로 대응이 가능할 것으로 예측된다. •서울시에서 수행한 파일럿 실험에서는 2-MIB의 파과가 GAC, O_3+GAC 공정에 비해 급속도로 나타났다. TOC 60% 파과시점은 500일 정도로 나타났으며 GAC, O_3+GAC 공정에 비해 100일 정도 짧게 나타났다.
공정-2 (GAC)	•모래여과 이후에 GAC 공정을 추가하는 것으로 서울시에서 수행한 파일럿 실험 결과 맛·냄새 물질인 2-MIB는 느린 파과 형태를 보이나 TOC 60% 파과시점부터 제거효율이 불안정해지며, 운전기간 증가에 따라 급속한 파과가 진행되었다. TOC 60% 파과시점은 600일, THMFP는 300일 정도로 나타났다.
공정-3 (O_3 + GAC)	•모래여과 이후에 오존공정과 GAC 공정을 추가하는 것으로 서울시에서 수행한 파일럿 실험 결과 오존산화를 통해 유기물 중 humic 계통의 비교적 큰 고분자가 중분자화되어 흡착에 용이한 형태로 변화됨에 따라 파과시점이 GAC 단독공정에 비해 연장되었다. 저수온기에 2-MIB 제거는 흡착보다는 오존산화에 의존하고 있으며 운전기간 증가에 따라 2-MIB에 대한 흡착용량 고갈이 나타나 흡착성능이 저하된다. TOC 60% 파과시점은 600일, THMFP는 400일 정도로 GAC에 비해 100일 정도 길게 나타났다.
공정-4 (막 + GAC)	•침전·여과공정을 막여과로 대체하고 기존 여과지는 GAC로 전환하는 방식이다. 일반적으로 막여과 공정(MF, UF)이 도입되어도 맛·냄새 공정의 제거율이 향상되는 것은 아니며 맛냄새 제거율은 오존 및 GAC의 처리능력에 달려있다.

나. 시공성 및 유지관리성

구 분	시공성 및 유지관리성
공정-1 (O_3+F/A)	•가동중인 여과지를 개량하여 활성탄여과지를 도입하여야 하므로 시공에 주의하여야 한다. •GAC에 비해 활성탄 교체주기가 짧고 활성탄의 재생이 곤란하다. •잔류오존에 의한 운영자의 불편을 최소화 하기 위한 대책 필요 •PAC, 오존, F/A의 3공정의 유지관리 필요
공정-2 (GAC)	•부지여건이 협소하여 GAC흡착지를 추가 도입하는 경우 추가부지와 중간가압장이 필요하다. •GAC 1공정의 유지관리 필요
공정-3 (O_3 + GAC)	•부지여건이 협소하여 오존접촉조와 GAC흡착지를 추가 도입하는 경우 추가부지와 중간가압장이 필요하다. •잔류오존에 의한 운영자의 불편을 최소화 하기 위한 대책 필요 •오존, GAC의 2공정의 유지관리 필요
공정-4 (막 + GAC)	•정수공급을 위해 가동중인 여과지를 개량하여 GAC흡착지를 신설하여야 하므로 시공에 주의하여야 함 •정수에 대한 감시태세를 확실히 하여 막손상 등에 대한 대책이 필요하다. •막, GAC의 2공정의 유지관리 필요

다. 경제성

기존 정수장의 공사실적 등을 비교하여 개략사업비를 산출하여 비교하였다.

1)안산정수장(83,000㎥/일)

단위공정 공사비 및 운영비

(단위 : 백만원)

구분		PAC	O_3	F/A		GAC		막
				1년	3년	1년	3년	
공사비	**계**	**1,000**	**2,592**	**5,234**	**5,234**	**12,160**	**12,160**	**24,000**
	하부+공세	–	–	3,000	3,000			–
	중간가압	–	–	–	–	2,892	2,892	–
	부대시설	–	–	–	–	400	400	–
	단위공정	1,000	2,592	2,234	2,234	8,868	8,868	24,000
운영비	**계**	**124**	**190**	**1,910**	**641**	**703**	**403**	**1,779**
	중간가압	–	–	–	–	130	130	–
	단위공정	124	190	1,910	641	573	273	1,779
운영비현가		**1,484**	**2,272**	**22,825**	**7,660**	**8,401**	**4,819**	**21,258**

주) 1. F/A와 GAC는 활성탄 교체주기를 기준으로 구분함
2. 할인율: 5.5%, 현가분석 기간: 20년

대안별 개략공사비 및 운영비

(단위 : 백만원)

구분		제1안	제2안	제3안	제4안
		O_3+F/A(3)	GAC(1)	O_3+GAC(3)	막+F/A(3)
공사비	**계**	**8,126**	**12,160**	**14,752**	**29,234**
	하부+공세	3,000	–	–	3,000
	중간가압	–	2,892	2,892	–
	부대시설	–	400	400	–
	단위공정	5,126	8,868	11,460	26,234
운영비	**계**	**831**	**703**	**593**	**2,052**
	중간가압	–	130	130	–
	단위공정	831	573	463	2,052
운영비현가		**9,932**	**8,401**	**7,091**	**24,524**

주) 1. ( )는 활성탄 교체주기임
2. 할인율: 5.5%, 현가분석 기간: 20년

2)연성정수장(216,000㎥/일)

단위공정 공사비 및 운영비

(단위 : 백만원)

구분		PAC	O_3	F/A		GAC		막
				1년	3년	1년	3년	
공사비	계	2,400	5,494	8,813	8,813	28,480	28,480	34,300
	하부+공세	–	–	3,000	3,000			–
	중간가압	–	–	–	–	5,968	5,968	–
	부대시설	–	–	–	–	1,400	1,400	–
	단위공정	2,400	5,494	5,813	5,813	21,112	21,112	34,300
운영비	계	323	341	4,681	1,582	1,829	969	2,748
	중간가압	–	–	–	–	338	338	–
	단위공정	323	341	4,681	1,582	1,491	631	2,748
운영비현가		3,862	4,074	55,940	18,906	21,857	11,579	32,845

주) 1. F/A와 GAC는 활성탄 교체주기를 기준으로 구분함
2. 할인율: 5.5%, 현가분석 기간: 20년
3. 시흥시분(82,000㎥/일 포함)

대안별 개략공사비 및 운영비

(단위 : 백만원)

구분		제1안	제2안	제3안	제4안
		O_3+F/A(3)	GAC(1)	O_3+GAC(3)	막+F/A(3)
공사비	계	14,807	28,480	33,974	43,113
	하부+공세	3,000	–	–	3,000
	중간가압	–	5,968	5,968	–
	부대시설	–	1,400	1,400	–
	단위공정	11,807	21,112	26,606	40,113
운영비	계	1,923	1,829	1,310	3,379
	중간가압	–	338	338	–
	단위공정	1,923	1,491	972	3,379
운영비현가		22,980	21,857	15,653	40,384

주) 1. ( )는 활성탄 교체주기임
2. 할인율: 5.5%, 현가분석 기간: 20년
3. 시흥시분(82,000㎥/일 포함)

3)안산정수장 + 연성정수장 (299,000㎥/일)

대안별 개략공사비 및 운영비

(단위 : 백만원)

구분		제1안	제2안	제3안	제4안
		O_3+F/A(3)	GAC(1)	O_3+GAC(3)	막+F/A(3)
공사비	계	22,933	40,640	48,726	72,347
	하부+공세	6,000	–	–	6,000
	중간가압	–	8,860	8,860	–
	부대시설	–	1,800	1,800	–
	단위공정	16,933	29,980	38,066	66,347
운영비	계	2,754	2,532	1,903	5,431
	중간가압	–	468	468	–
	단위공정	2,754	2,064	1,435	5,431
운영비현가		32,912	30,258	22,743	64,908

주) 1. ( )는 활성탄 교체주기임
2. 할인율: 5.5%, 현가분석 기간: 20년

2.6.4 각 공정별 비교검토 결과

가. 맛·냄새 처리

고도정수처리 단위공정 중에서 이론적으로 오존, 활성탄 공정은 맛·냄새를 제거할 수 있다. 막여과 공정은 여과공정으로서 탁질, 원생동물, 바이러스, 소독부산물 전구물질 제거에는 효율적이나 단일공정만으로는 맛·냄새 제거와 무관하다. 따라서 맛·냄새 물질을 효율적으로 제거하기 위해서는 오존 또는 활성탄 공정을 반드시 포함해야 한다.

나. 고도처리 부지

기존 시설물을 최대한 이용하고 최소한으로 개량하여 기존 부지 내에 설치하는 것이 가장 경제적이나 기존 정수장 여건상 부지의 추가매입 및 많은 시설개량이 필요하다.

구분	공정-1	공정-2	공정-3	공정-4
개요	O_3+F/A	GAC	O_3+GAC	막+GAC
추가	•오존시설	•GAC 여과지 •중간가압시설	•GAC 여과지 •오존시설 •중간가압시설	•막여과시설
개량	•여과지 여재교체 및 시설개량			•모래여과지를 GAC 여과지로 개량
부지 이용	•오존시설 부지 필요	•GAC 여과지 부지 필요	•GAC 여과지, 오존시설 부지필요	•기존부지이용

기존부지를 최대한 활용하는 측면에서는 기존의 모래여과지의 모래를 활성탄+모래로 교체하여 개량하는 F/A공정과 침전/여과를 대신할 수 있는 막여과 공정이 가장 유리할 것으로 판단된다. 그러나 F/A공정은 오염물질에 대한 추가방어 및 운영관리 측면에서 GAC에 비해 다소 불리하다. 막여과 공정은 침전/여과 과정을 적은 부지에서 할 수 있으나, 근본적으로 맛·냄새를 제거하는 공정은 아니므로 활성탄 공정을 추가하여야 한다.

다. 수도권 정수장 고도정수처리 도입 현황

현재 수도권 일대에 고도정수처리가 도입된 정수장은 다음과 같다.

(단위 : ㎥/일)

수도 사업자	정수장명	시설용량	정수형식별 시설용량			고도처리 도입여부
			급속여과	막여과	고도처리	
서울 특별시	영등포	300,000	300,000	–	–	O_3+GAC공사중
	암사	1,600,000	1,600,000	–	–	O_3+GAC설계중
	구의	650,000	650,000	–	–	O_3+GAC설계중
	광암	800,000	800,000	–	–	O_3+GAC설계중
	강북	1,000,000	1,000,000	–	–	O_3+GAC설계중
동두천시	동두천정수장	40,000	–	–	40,000	GAC단독
파주시	문산정수장	96,000	96,000	–	–	O_3+GAC공사중
김포시	고촌	137,000	137,000	–	–	설계중
수자원 공사	반월	190,000	40,000	–	150,000	O_3+F/A
	성남	786,000	786,000	–	–	O_3+GAC공사중
	시흥	104,600	101,000	3,600	–	O_3+GAC공사중
	수지	711,000	711,000	–	–	설계중
	일산	250,000	250,000	–	–	O_3+GAC공사중

안산시 내에는 수자원공사에서 운영하는 반월, 시흥 정수장 중 반월 정수장은 고도정수처리를 도입하여 운영 중이며 시흥 정수장도 곧 도입 예정이다.

라. 고도처리 비용

각 공정별 공사비 및 유지관리비는 앞에서 검토한 바와 같다. 최근 환경부는 「광역·지역발전 특별회계 개편 설명자료(2009.5.21)」에서 2010년부터 강변여과개발, 농어

촌생활용수개발, 소규모수도시설개량, 고도정수처리에 대해 70% 국고지원을 예정하고 있다. 이에 따라 설계비, 공사비, 감리비는 당초 예상보다 크게 줄어들게 될 것이며 앞서 검토했던 대안들이 경제성면에서 큰 차이가 없는 것으로 판단될 수 있다. 그러나 환경부 협의 결과 막여과 시설은 대규모에는 비경제적이므로 소규모 막여과 시설에 대해서만 70%의 국고지원을 검토하고 있는 것으로 나타났다. 또한 막여과 시설은 도입비용을 지원 받더라도 공사비가 크고 또한 유지관리비가 너무 과대하다. 이는 한정된 예산에 많은 부담을 주게 되므로 결국 상수도 요금을 많이 인상해야 할 가능성이 있으며 급수구역간의 수질 및 요금상의 불균형에 따른 주민 민원을 초래할 수 있다.

<표 4.2-15> 안별 개략공사비 현황

(단위 : 백만원)

구분		제1안	제2안	제3안	제4안
		O_3+F/A(3)	GAC(1)	O_3+GAC(3)	막+F/A(3)
공사비	계	25,032	44,360	53,186	78,969
	공사비	22,933	40,640	48,726	72,347
	설계비	1,002	1,777	2,130	3,163
	감리비	1,097	1,943	2,330	3,460
공사비국고지원(70%)		17,522	31,052	37,230	55,278
지방비	계	7,510	13,308	15,956	23,691
	안산시	**5,651**	**9,758**	**11,720**	**18,236**
	시흥시	1,859	3,550	4,236	5,455

주) 안산시, 시흥시 분배는 고도처리 도입시설용량을 고려하여 분배

<표 4.2-16> 안별 운영비 현황

(단위 : 백만원/년)

구분		제1안	제2안	제3안	제4안
		O_3+F/A(3)	GAC(1)	O_3+GAC(3)	막+F/A(3)
연간 운영비	계	2,754	2,532	1,903	5,431
	안산시	**2,024**	**1,838**	**1,406**	**4,149**
	시흥시	730	694	497	1,283
20년간 운영비 현가	계	32,912	30,259	22,743	64,908
	안산시	**24,188**	**21,961**	**16,801**	**49,577**
	시흥시	8,724	8,298	5,942	15,331

주) 1. 안산시, 시흥시 분배는 고도처리 도입시설용량을 고려하여 분배
2. 할인율 5.5% 적용

<표 4.2-17> 안산시 소요사업비

(단위 : 백만원)

구분	제1안	제2안	제3안	제4안
	O_3+F/A(3)	GAC(1)	O_3+GAC(3)	막+F/A(3)
계	29,839	31,719	28,521	67,813
공사비	5,651	9,758	11,720	18,236
20년간 운영비 현가	24,188	21,961	16,801	49,577

2.6.5 고도정수처리 공정선정

유입원수의 수질 현황 분석결과 안산시 고도정수처리 도입에 가장 우선적인 목표는 맛·냄새 물질의 처리에 있으며 이를 달성하기 위한 가장 경제적이고 안정적인 공정을 모색하였다. 안산시의 취수원인 팔당호를 원수로 하는 정수장들의 고도정수처리 도입 사례와 각종 보고서, 문헌자료, 실험기록 등을 면밀히 검토하였으며 이를 통해 다음과 같은 방안을 제시하였다.

공정은 오존(O_3)+활성탄(post GAC)공정으로 구성한다. 모래여과지와 활성탄 흡착지로 구성된 두 개의 여과지를 설치하여 오염물질에 대한 다중방어 시스템을 갖춤으로써 안정적인 처리가 가능하다. GAC흡착지, 중간가압시설, 오존발생/주입/접촉시설 등 추가시설이 필요하며 연성정수장은 장래고도처리 예정부지내에서 가능할 것으로 판단되나 안산정수장은 고도처리 예정부지가 비교적 협소하여 추가부지 매입, 기존시설 철거(역세척수조 등)가 필요할 것으로 판단된다.

2.6.6 고도정수처리 도입시기

현재 안산시내 정수장 중 수자원공사의 반월정수장은 이미 고도정수처리가 도입되어 운영중이므로 지역내 형평성 등을 감안하여 안산시의 정수장도 빠른 시일내에 도입해야 할 것으로 판단된다.

안산정수장은 그동안 고도처리 도입을 감안하여 정수장 시설개량 및 보수작업을 미루어 왔다. 따라서 안산정수장은 시설이 많이 노후화되어 있어 정비가 시급하므로 안산정수장에 먼저 도입하고 연성정수장은 안산정수장 고도처리 도입공사가 끝나가는 시점에 시설공사를 시작하도록 계획하였다.

안산정수장	연성정수장	비고
2011년 ~ 2013년	2013년 ~ 2015년	

3. 송·배수시설 확충계획

3.1 급수구역의 분할

3.1.1 계획의 개요

2007년말 현재 안산시 상수도 공급계통은 수자원공사가 관리하는 반월정수장 및 시흥정수장과 지방상수도인 안산정수장과 연성정수장으로 대별되며 이들 정수장으로부터 대부동을 포함한 안산시 전역에 용수를 공급하고 있다. 따라서 본 계획에서는 지역적 인구증가 및 생활수준 향상에 따른 용수수요량의 증가에 따라 계통별 용수공급량을 기준으로 급수지역 현황을 분석한 후 장래 수운용의 효율성과 유지관리 편의성을 고려하여 용수공급계통의 조정, 급·배수구역의 분할계획을 수립하여 안산시 전역에 안정적으로 용수를 공급하는 것으로 계획하고자 한다.

본 계획의 최종 목표년도인 2025년까지 용수수급에 별다른 문제점은 없을 것으로 예상되나 안산시의 지역별 개발계획에 따른 시가화 지역의 확대와 미급수지역의 상수공급등의 공급계통 확대에 따른 기존 용수공급계통 및 수급체계에 문제점이 대두될 것으로 예상됨으로서 급수구역별로 지역간 수요·공급량의 불균형 해소를 위한 체계적이고 합리적인 급수구역의 배분이 필요할 것으로 판단된다.

따라서 본 계획에서 급·배수 분할계획은 정수장 계통을 중심으로 정수장별로 시설용량 범위내에서 행정구역(동)별 수요량을 기초로 한 경제적인 급수구역을 선정하는 것으로 하였고, 계통별 급수구역 조정의 시기는 단계별 공급 계획에 따른 지방상수도 정수장별 급수구역과 수자원공사 정수장 급수구역으로 분할하고 년차별 수요증가를 고려하여 계획하였다.

3.1.2 용수공급계통 조정

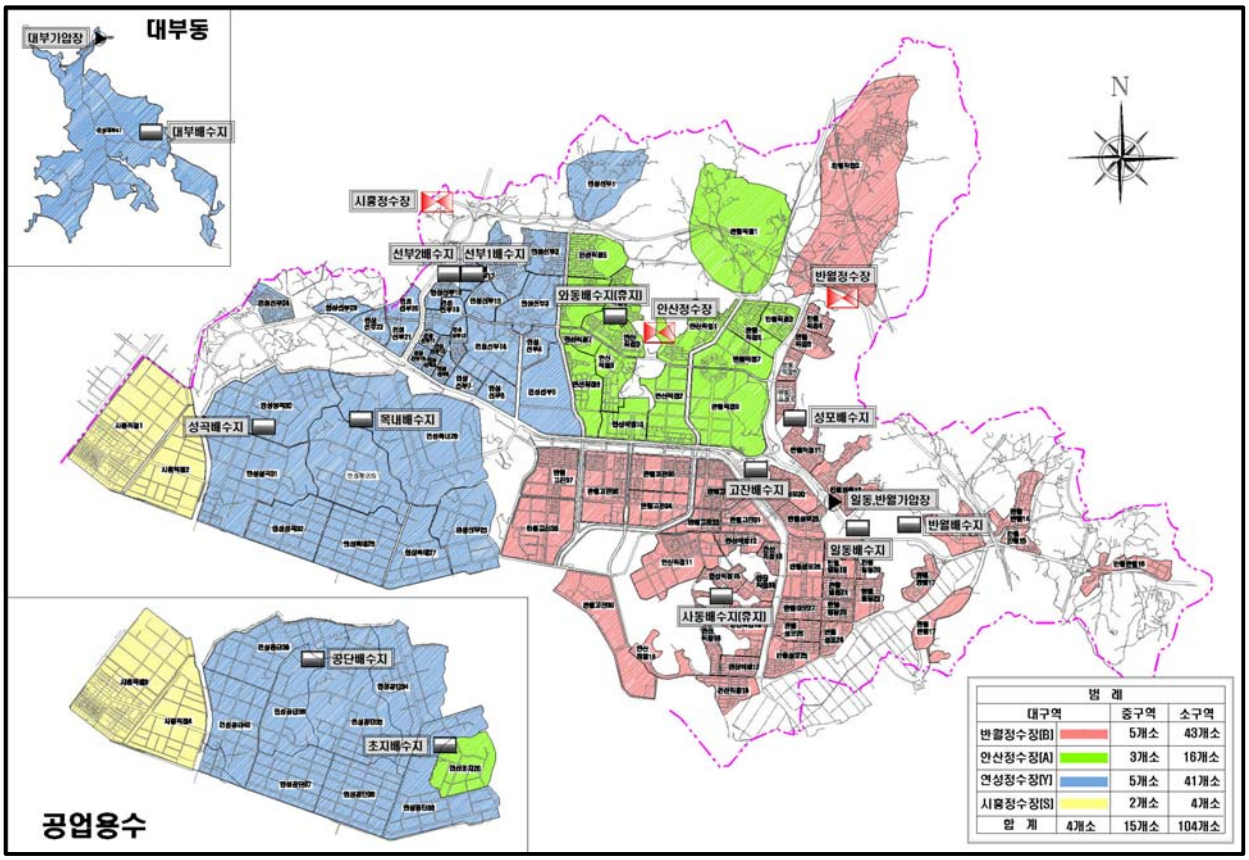
가. 용수공급 현황

2007년말 현재 안산시의 용수공급계통은 안산정수장, 연성정수장, 반월정수장, 시흥정수장의 4개의 생활용수 계통으로 구성되어 있으며, 각각의 공급계통별 급수지역이 구분되어 운영되고 있다.

공업용수의 경우는 안산정수장, 연성정수장, 시흥정수장의 3개 계통으로 구성되며 각각의 계통별로 반월공단 및 시화공단내 전용 공업용수를 공급하고 있다.

<표 4.3-1> 안산시 용수공급 현황

구 분			시설용량 (㎥/일)	급 수 지 역	비 고
생활용수	지방상수도	안산정수장	83,000	와동, 고잔1·2동, 월피동, 성포동	
		연성정수장	178,000	선부1·2·3동, 원곡본동, 원곡1·2동, 초지동일부, 대부동	
	광역상수도	반월정수장	190,000	안산동, 부곡동, 일동, 이동, 호수동, 사1·2·3동, 본오1·2·3동, 반월동, 초지동 일부	
		시흥정수장	5,200	시화공단	
	계		456,200	-	
공업용수	지방상수도	안산정수장	60,000	반월공단(염색단지)	
		연성정수장	123,000	반월공단 안산정수장 공급지역외	
	광역상수도	시흥정수장	40,000	시화공단	
	계		223,000	-	
합 계			679,200	-	



<그림 4.3-1> 안산시 정수장수계별 용수공급 현황

나. 용수공급 계획

『제3장 기본사항의 결정』 편에서 검토한 바와 같이 실제 공급가능한 시설용량은 다음 <표 4.3-2>와 같으며, 안산시의 현재의 생산시설 용량으로 최종목표년도인 2025년까지 안정적인 용수수급이 가능할 것으로 예상된다.

<표 4.3-2> 공급계통별 생산시설 현황 및 계획

(단위 : ㎥/일)

구 분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
생활용수	반월정수장	190,000	190,000	190,000	190,000	190,000	수자원공사
	안산정수장	83,000	83,000	83,000	83,000	83,000	안 산 시
	시흥정수장	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	수자원공사
	연성정수장	178,000 (89,000)	178,000 (134,000)	178,000 (134,000)	178,000 (134,000)	178,000 (134,000)	안 산 시
	소 계	456,200	456,200	456,200	456,200	456,200	
공업용수	안산정수장	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	안 산 시
	시흥정수장	40,000	40,000	30,000	30,000	30,000	수자원공사
	연성정수장	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	안 산 시
	소 계	223,000	223,000	223,000	223,000	223,000	
합 계		679,200	679,200	679,200	679,200	679,200	

주) 연성정수장의 ( )수량은 년차별 원수 배분수량임

다. 용수공급계통 조정

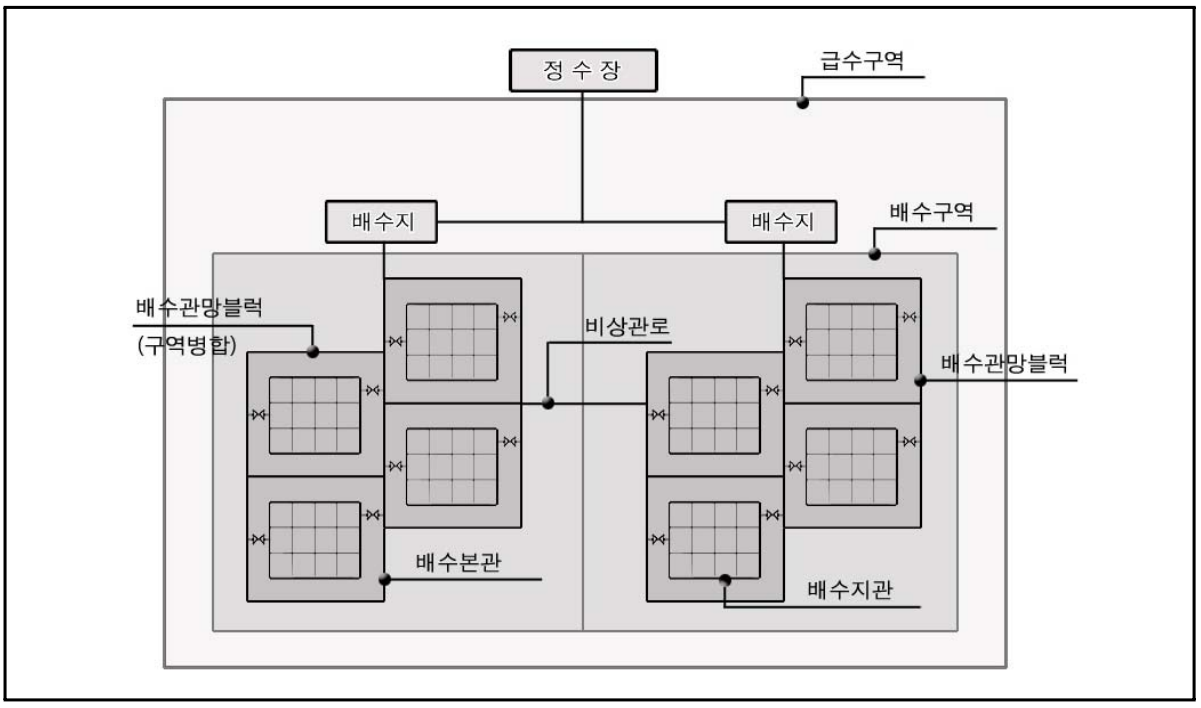
안산시 용수공급계획에 따른 용수공급계통의 확대로 급수지역의 조정이 필요하게 되고 또한 기존의 안산시 급수불량 문제점의 해소, 용수공급체계의 단순화, 안정급수 및 균등배분의 실현을 위하여 각 용수공급계통별 적정 급수지역의 조정이 필요하다. 따라서, 기존 급수체계를 고려하여 급수구역별 단일 공급체계로 조정하되 각 지역간 수요량과 공급량의 균형을 우선적으로 고려하고 급수구역의 단일 Block화 구성으로 인한 유지관리의 편의성 등을 도모할 수 있는 용수공급계통으로 조정하였으며 본장의 『3.1.3 급·배수구역 분할』 편에 비교 안별로 제시하였다.

3.1.3 급·배수구역 분할

가. 개 요

앞에서 검토된 용수공급계통을 기초로 기존 용수공급계통의 불합리성을 해소하여, 배수지별 직송체계를 구성하도록 다음의 기준과 목적을 가지고 안산시 전지역을 대상으로 하는 계획 급수구역 및 배수구역을 분할한다.

계획급수구역	상수도 종합 행정업무를 위한 최적 관리지역 = 정수장단위 = 大 BLOCK
계획배수구역	구역적 배수 기능을 위한 최적 배수구역 = 배수지 단위 = 中 BLOCK



<그림 4.3-2> 급배수분할 개념도

나. 분할목적

급수구역	·상수도 공급계통이 다원화된 지역의 정확한 유량 파악 및 유지관리 편의 ·상수도 행정의 신속화와 능률화의 극대화 ·요금의 적정화와 민원의 해소 ·유수율 증대 등으로 상수도 경영의 합리화 도모
배수구역	·균등급수, 안정급수 등 효율적인 분배 가능 ·BLOCK SYSTEM 도입에 의한 송·배수 운영이 가능 ·비상시나 단수시 피해지역의 최소화 도모

1) 계획 급수구역

상수도 시설이 단순한 경우에는 발생하는 문제도 적지만 급수구역이 넓고 취수, 정수, 배수시설 등의 수가 증가하게 되면 조직형성이 자연적으로 복잡하게 된다. 특히, 안산시와 같이 상수도 공급계통이 다원화된 지역에 있어서는 모든 현상을 정확하게 파악하고 유지관리하기가 매우 어려워지므로 상수도의 기술업무와 경영업무의 조화 있는 종합행정 업무를 위하여 최적단위의 급수구역으로 분할하여 유지관리함으로서 상수도 행정의 신속화와 능률화를 기할 수 있고 요금의 적정화와 민원의 해소, 유수율의 증대 등으로 경영의 합리화를 기할 수 있을 것이다.

2) 계획 배수구역

급수구역이 급·배수의 유지관리를 위한 최적 정수장 단위의 지역분할인데 비하여 배수구역은 균등배수, 안정급수 등 급수의 분배 기능을 보다 효율적으로 하기 위하여 정수장 단위의 급수구역내에 1~5개소의 적정 배수구역으로 분할하는 것이다.

또한, 급수량 배분에 의한 배수구역 설정은 각 수계별로 자체 급수구역내에서 Block- System 도입에 의한 송·배수 운영이 가능하도록 주배수지를 급수원으로 하는 최적단위 배수구역으로 분할할 수 있어야 한다.

이러한 단위 배수구역에는 1개의 주배수지 설치가 필수적이며, 단위배수구역 설정시 고려할 사항은 배수지 설치의 가능여부와 각 단위 급수구역의 지역특성을 고려할 때 소기의 목적달성과 비상시나 단수 시 피해지역을 얼마나 최소화할 수 있는가 하는 응급성 및 경제성이며, 특히 기존시설의 최대한 활용 및 지형의 특성을 조화있게 이용할 수 있는 단위 배수구역으로 분할되어야 한다.

3) 분할의 효과

급수구역 및 배수구역 분할의 목적 달성을 위하여 분할을 계획한다면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있는 것이다.

- 배수구역내의 물 수요분석, 지형의 특성 등을 단순화함으로써 수요분포, 수요변동 등 특성을 파악하여 합리적인 배수관리가 가능하다.
- 관망해석이 비교적 용이하고 송·배수시설 정비계획을 합리적으로 시행할 수 있다.
- 주위의 환경여건으로 인하여 발생하는 단수사고에 대하여 그 영향 범위가 한정되므로 다른 급수지역으로 파급되지 않는다.
- 배수압이 안정되어 수압의 균등화가 용이하고 수충작용이 저하되므로 최대 수압을 방지할 수 있다. 따라서, 관 누수량을 저하시키고 에너지 절약에도 크게 기여할 수

있다.

- 유량측정, 수질측정 등이 용이하며, 감시체제를 이용할 수 있으므로 사고나 누수를 조기에 발견할 수 있다.
- 배수지가 급수원이 되고 정수장에서 생산된 정수는 배수지로 직송되므로 송수와 배수도 전혀 간섭받지 않는다. 따라서, 정수장의 생산 및 공급절약이 가능한 배수지 수위 제어체제를 선택할 수 있어 송수펌프의 운전제어가 가능하게 되므로 에너지 절약은 물론 경제적인 시설운영이 가능하다.
- 급수공급계통의 변경이 용이하므로 급·배수 운영 및 관리가 편리하다.

4) 분할의 기준

본 계획에서의 급·배수구역의 분할은 지형의 특성, 지리적 특성, 배수량 규모, 유지관리, 사회적 특성 등이 다양하기 때문에 일률적으로 기준을 정하기 어려우나 실제로 적용할 때마다 그 지역의 특성과 기존 급·배수 계통을 종합적으로 검토 고려하여 최대한 만족할 수 있도록 적절히 판단하는 것이 통례이므로 다음 사항을 기준으로 분할계획을 하였다.

<표 4.3-3> 급·배수구역 분할의 기준

구 분	급 수 구 역	배 수 구 역
지형, 지리적 특성	- 행정구역, 지반고, 하천, 철도, 급수대상, 급수면적 등	- 좌 동
유 지 관 리	- 목표년도를 기준으로 1인 1일 최대 급수량 이내에서 분할 - 동일 급수지역내 송·배수 유출입 관경의 최소화 - 비상관로인 송·배수관로 연결이 용이하도록 한다.	- 단일 배수지 배수 가능 - 균등급수가 가능하도록 배수지 위치 가능 여부 - 기존 배수관망과 배수구역 등의 연계성 - 가능한 타 급수지역과 공용구획은 하지 않음. - 배수구역의 규모는 계획목표년도 기준으로 일최대 급수량 범위 이내에 되도록 계획 - 배수구역간의 비상 급수가 용이하도록 계획

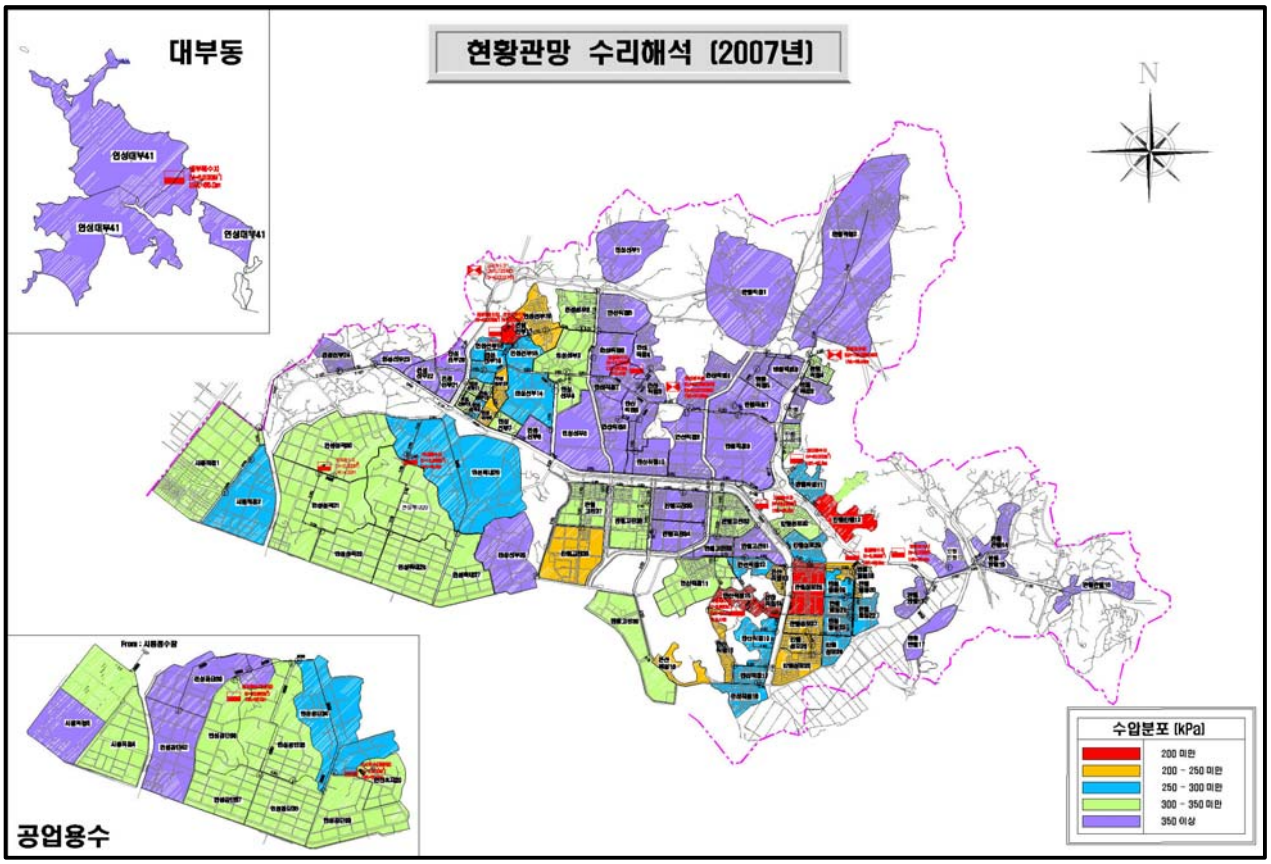
3.1.4 급·배수구역 분할 계획

전항에서 기술한 바와 같이 급·배수구역의 분할 목적, 기본조건을 기준으로 하여 안산시 급·배수구역 분할계획을 수립하고 이에 따라 생산과 배수의 수평형 등 구역의 타당성여부를 검토하여 본 계획의 목표년도에 대한 분할계획의 효과를 최대한 고려하였다.

가. 급수구역 현황분석

1) 현 급수구역 수압분석

현 급수구역내 수압을 분석하여 출수불량지역 및 수압 과다지역등을 검토, 급수구역 수계 조정을 통한 적정수압 확보 방안을 수립할 수 있도록 급·배수구역 분할계획 수립시 참고자료로 활용토록 하였다. 현 급수구역의 수압 검토결과, 선부동, 사동, 본오동, 일동의 일부지역에서 지형적 원인에 의한 출수불량지역이 확인 되었으며 이의 해소를 위해 급수구역 조정이 필요한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-3> 현 급수구역 수압분포도 (2007년)

2) 지형특성 검토

급·배수구역 분할계획 수립을 위한 기초자료로서 안산시의 지형특성을 우선적으로 검토하여 각 고도별 용수수요량을 산정하여 제시하였다.

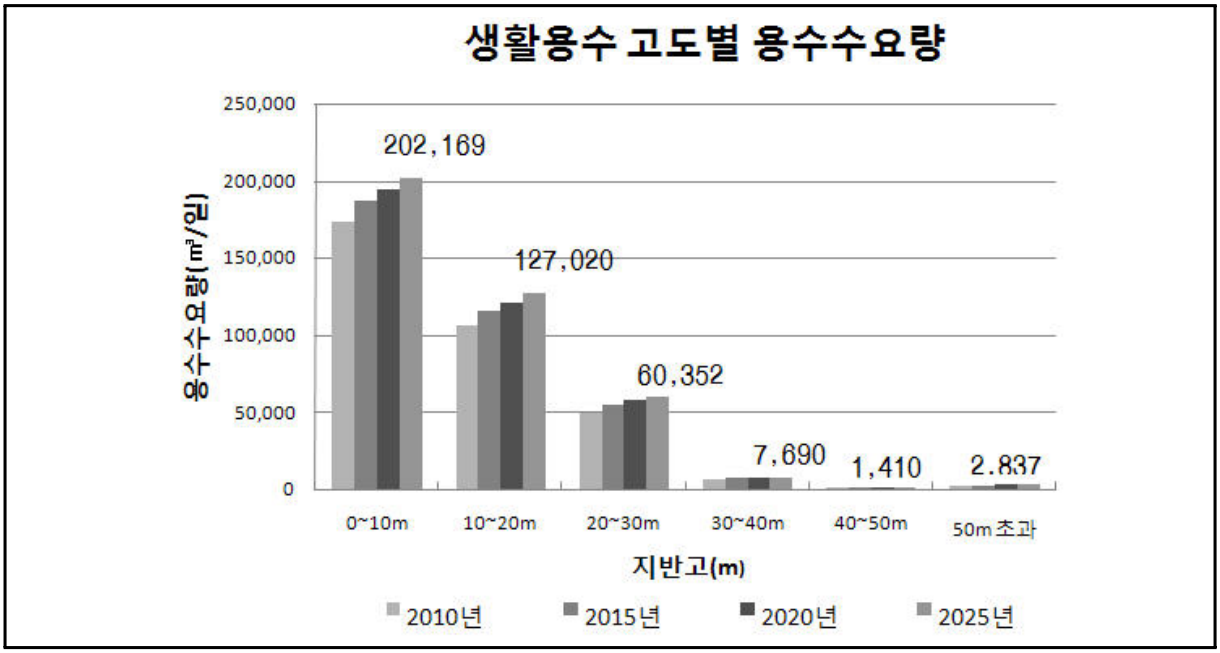
① 생활용수

기존 시가지지역의 급수지역별 지형특성을 지반고를 기준한 용수수요량 산정하여 안산시 전지역 및 행정구역별로 구분하여 검토하고 급·배수구역 분할계획 수립시 참고자료로서 활용토록 하였다. 분석 결과 30m이하가 97.0%로 나타나 대부분 지역에서 급수에 큰 문제는 없으나, 30m초과 일부지역에서 지형적원인의 출수불량이 발생될 수 있을 것으로 판단된다.

<표 4.3-4> 생활용수 고도별 용수수요량

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	구성비(%)
0~10m	173,737	186,899	194,736	202,169	50.4
10~20m	106,581	115,253	121,305	127,020	31.6
20~30m	49,200	54,154	57,343	60,352	15.0
30~40m	6,110	6,882	7,298	7,690	1.9
40~50m	1,118	1,262	1,338	1,410	0.4
50m 초과	2,245	2,539	2,692	2,837	0.7
합 계	338,990	366,989	384,712	401,478	100.0

주) "비고"란의 구성비(%)는 목표년도 2025년 기준임.



<그림 4.3-4> 생활용수 고도별 용수수요량

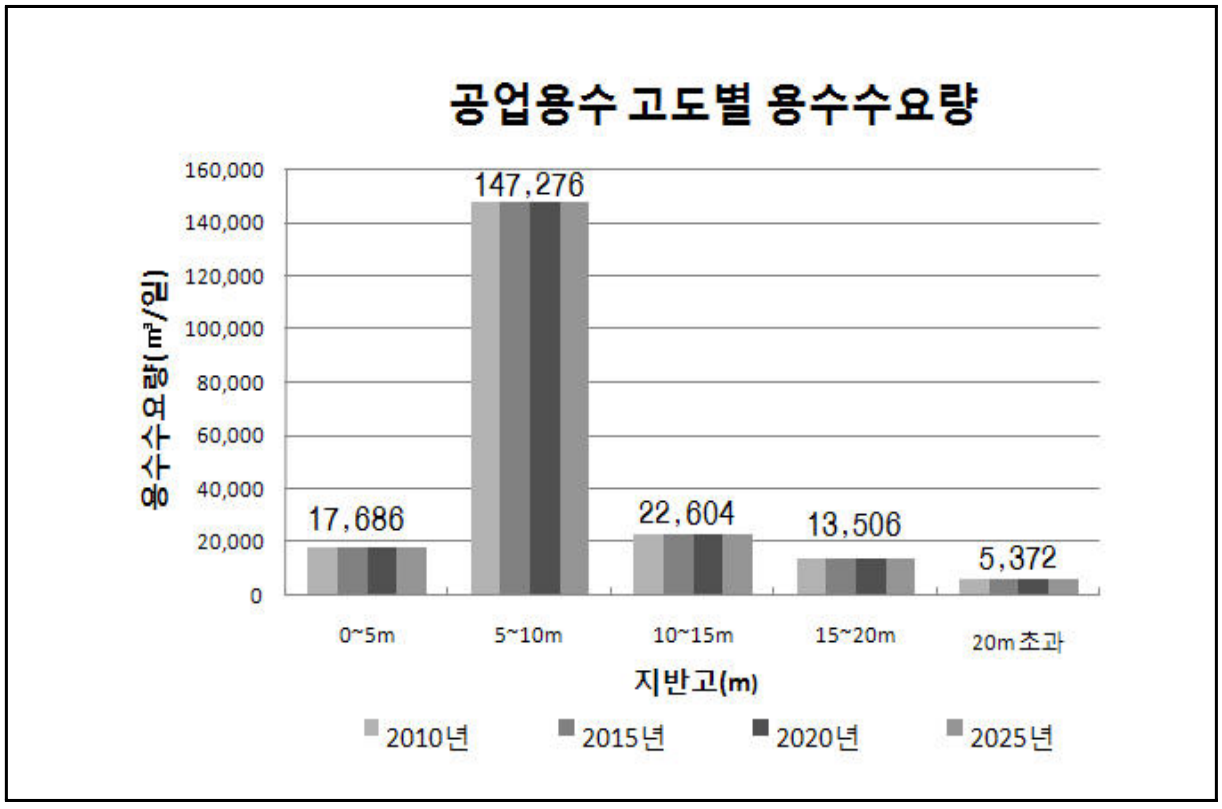
② 전용공업용수

공단지역의 지형을 고려한 용수수요량 분석은 공단 지역 전용공업용수를 공급받고 있는 공단지역 대상으로 검토하고 급·배수구역 분할계획 수립시 참고자료로서 활용토록 하였다. 분석 결과 20m미만이 97.4%로 나타나 지형적원인의 출수불량은 거의 없을 것으로 판단된다.

<표 4.3-5> 전용공업용수 고도별 용수수요량

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
0~5m	17,686	17,686	17,686	17,686	8.6%
5~10m	147,276	147,276	147,276	147,276	71.3%
10~15m	22,604	22,604	22,604	22,604	10.9%
15~20m	13,506	13,506	13,506	13,506	6.5%
20m 초과	5,372	5,372	5,372	5,372	2.6%
합 계	206,443	206,443	206,443	206,443	100.0%

주) "비고"란의 구성비(%)는 목표년도 2025년 기준임.



<그림 4.3-5> 전용공업용수 고도별 용수수요량

나. 급·배수구역 분할검토

상수도 공급계통이 다원화된 안산시 급수구역에 대하여 행정구역 경계 및 지리적 특성과 상기에서 검토한 바와 같은 지형특성을 고려한 고도별 용수수요량 분포특성, 급수대상 시설물 및 단위급수구역의 수평형 등을 고려하여 아래와 같은 조건을 기준으로 정수장 수계별 분담 급수구역을 분할하였다.

- ○ 우선적으로 급수불량을 해소하여 안정적 용수공급을 최우선으로 하고
- ○ 급수구역별 수평형을 되도록 하되,
- ○ 지형적 조건 및 기존시설 활용 측면에 중점을 두고
- ○ 용수수요량 증가에 따른 시설확장 및 개량계획의 최소화를 도모하며
- ○ 현실적으로 격점개량이 가능한 분할계획 수립
- ○ 배수지 위치조건 및 기존 배수관망 등을 고려하여 단일 배수지의 배수가능범위로 배수구역(급수분구) 분할

급·배수구역의 분할은 급수불량해소 방안과 더불어 단기대책 2015년, 장기대책 2025년을 기준으로 하고 각 시설물의 시설용량 및 년차별 원수배분량을 고려하여 검토하였으며 안산시의 제반여건을 고려하여 다음과 같이 장·단기 3개안씩 총 6개안을 선정하여 종합적으로 비교 검토하였다.

<표 4.3-6> 급·배수분할 비교(단기대책)

구 분		비교 1안	비교 2안	비교 3안	비 고
개 요		•현 급수불량 지역에 대한 출수불량 해소를 우선으로 계획하여 배수위 확보가 가능한 안산정수장 급수구역으로 확대하여 사동지역 용수공급 •시설용량과 수요공급의 균형을 고려 계획 •안정적 용수공급이 가능토록 시설 계획을 반영하되 신규시설 가능한 배제 •공업용수 공급계통은 장래용수수량에 맞추어 안산정수장 및 연성정수장의 급수구역을 축소하고 시흥정수장 급수역확대	•현 급수불량 지역에 대한 출수불량 해소를 우선으로 계획하여 배수위 확보가 가능한 안산정수장 급수구역으로 확대하여 사동 및 본오동 지역 용수공급 •시설용량과 수요공급의 균형을 고려 계획 •용수공급계통 전환에 따른 시설이 최소화 되도록 계획 •공업용수 공급계통은 1안과 동일	•현 급수불량 지역에 대한 출수불량 해소를 우선으로 계획하여 반월정수장 급수구역으로 확대 조정하고 선부동 출수부량지역을 안산정수장 급수구역으로 전환 •시설용량과 수요공급의 균형을 고려 계획 •용수공급계통 전환에 따른 시설이 최소화 되도록 계획 •공업용수 공급계통은 1안과 동일	
급수구역조정	조정내용	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 안산직접11~19)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,9 안산직접2)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 안산직접11~19 본오동 반월성포24~27)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,9 안산직접2)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 안산직접11~19, 본오동 반월성포24~30소블록)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,7)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	
	분할범위	•반월정수장: 중블록(5개소), 소블록(40개소) •안산정수장: 중블록(3개소), 소블록(23개소) •연성정수장: 중블록(5개소), 소블록(39개소) •시흥정수장: 중블록(2개소), 소블록(4개소)	•반월정수장: 중블록(5개소), 소블록(39개소) •안산정수장: 중블록(3개소), 소블록(24개소) •연성정수장: 중블록(5개소), 소블록(39개소) •시흥정수장: 중블록(2개소), 소블록(4개소)	•반월정수장: 중블록(5개소), 소블록(47개소) •안산정수장: 중블록(3개소), 소블록(16개소) •연성정수장: 중블록(5개소), 소블록(39개소) •시흥정수장: 중블록(2개소), 소블록(4개소)	

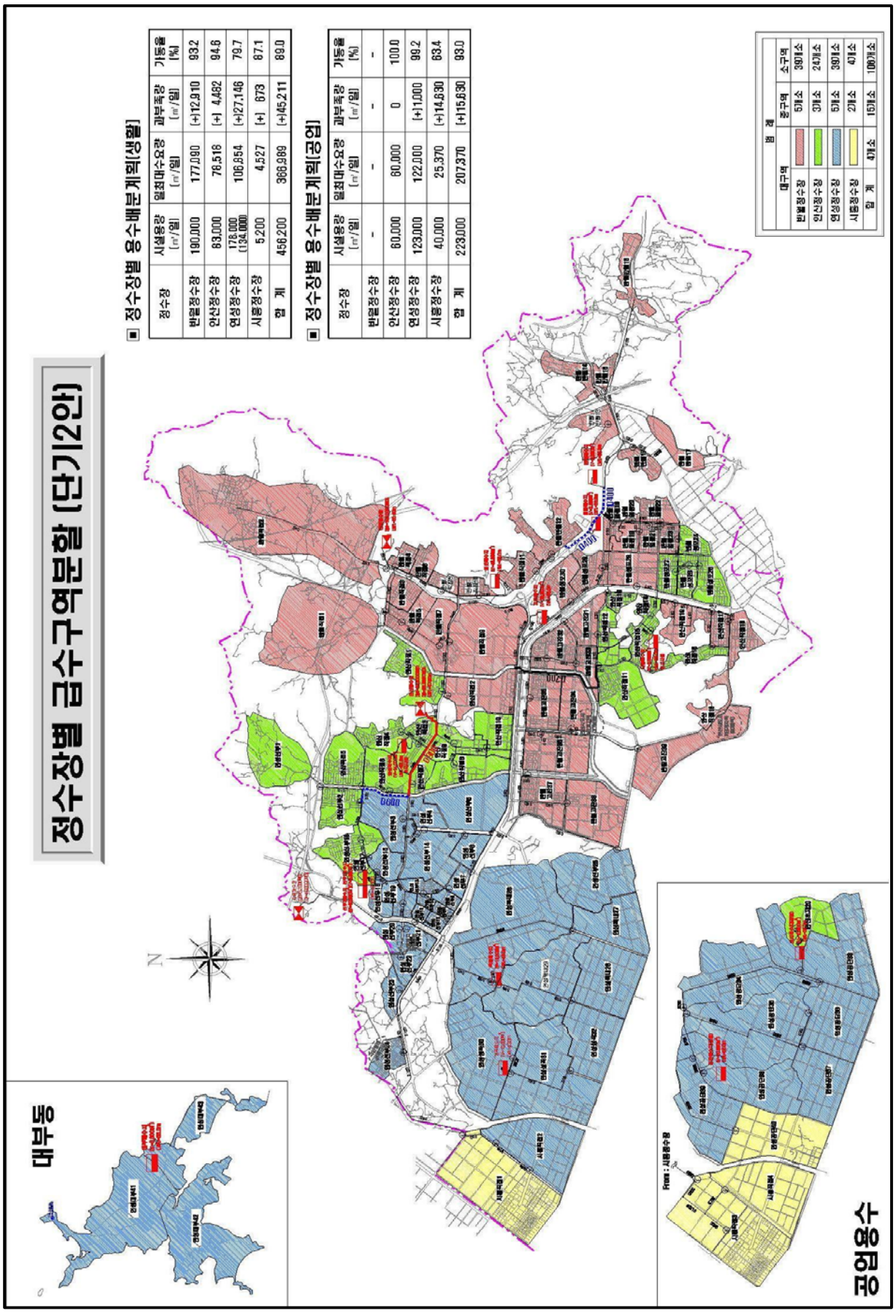
<표 계속>

구 분		비교 1안	비교 2안	비교 3안	비 고
용수배분 계획	생활 (㎥/일)	•반월정수장: 190,000, 가동율: 93.3% 수요 : 177,364, 과부족 : (+)12,636 •안산정수장 : 83,000 가동율: 94.3% 수요 : 78,244, 과부족 : (+)4,756 •연성정수장 : 178,000(134,000) 가동율: 79.7% 수요 : 106,854, 과부족 : (+)27,146 •시흥정수장 : 5,200 가동율: 87.1% 수요 : 4,527, 과부족 : (+)673	•반월정수장: 190,000, 가동율: 93.2% 수요 : 177,090, 과부족 : (+)12,910 •안산정수장 : 83,000 가동율: 94.6% 수요 : 78,518, 과부족 : (+)4,482 •연성정수장 : 178,000(134,000) 가동율: 79.7% 수요 : 106,854, 과부족 : (+)27,146 •시흥정수장 : 5,200 가동율: 87.1% 수요 : 4,527, 과부족 : (+)673	•반월정수장: 190,000, 가동율: 95.6% 수요 : 181,562, 과부족 : (+)8,438 •안산정수장 : 83,000 가동율: 89.2% 수요 : 74,046, 과부족 : (+)8,954 •연성정수장 : 178,000(134,000) 가동율: 79.7% 수요 : 106,854, 과부족 : (+)27,146 •시흥정수장 : 5,200 가동율: 87.1% 수요 : 4,527, 과부족 : (+)673	
	공업 (㎥/일)	•안산정수장 : 60,000 가동율: 100.0% 수요 : 60,000, 과부족: - •연성정수장 : 123,000 가동율: 99.2% 수요 : 122,000, 과부족 : (+)1,000 •시흥정수장 : 40,000 가동율: 63.4% 수요 : 25,370, 과부족 : (+)14,630	•안산정수장 : 60,000 가동율: 100.0% 수요 : 60,000, 과부족: - •연성정수장 : 123,000 가동율: 99.2% 수요 : 122,000, 과부족 : (+)1,000 •시흥정수장 : 40,000 가동율: 63.4% 수요 : 25,370, 과부족 : (+)14,630	•안산정수장 : 60,000 가동율: 100.0% 수요 : 60,000, 과부족: - •연성정수장 : 123,000 가동율: 99.2% 수요 : 122,000, 과부족 : (+)1,000 •시흥정수장 : 40,000 가동율: 63.4% 수요 : 25,370, 과부족 : (+)14,630	
급수불량 해소방안	해소 방안 검토	•선부동 급수불량지역은 현재 비상관로인 안산정수장 ~ 선부배수지 간 일부 송수관로 및 관로를 신설하여 안산정수장에서 용수공급 •일동 급수불량지역은 반월배수구역으로 용수공급계통을 전환하여 용수공급(관로신설) •사동지역의 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 안산정수장 직접배수구역으로 전환하여 용수를 공급 •본오동지역의 급수불량해소를 위해 신설배수관로를 부설하여 용수를 공급	•선부동 급수불량지역은 현재 비상관로인 안산정수장 ~ 선부배수지 간 일부 송수관로 및 관로를 신설하여 안산정수장에서 용수공급 •일동 급수불량지역은 반월배수구역으로 용수공급계통을 전환하여 용수공급(관로신설) •사동, 본오동지역 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 안산정수장 직접배수구역으로 전환하여 용수를 공급	•선부동 급수불량지역은 비교 1안과 동일 •일동 급수불량지역은 비교 1안과 동일 •사동, 본오동지역 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 반월정수장 직접배수구역으로 전환하여 용수를 공급하되 기존송수관로를 활용하여 직간접혼용의 배수방식으로 용수공급하고 성포배수지는 휴지시킴	
	수압 검토	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(280kpa) •본오동 : 기존(60kpa), 개선(150kpa) •사 동 : 기존(110kpa), 개선(250kpa) •일 동 : 기존(100kpa), 개선(370kpa)	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(280kpa) •본오동 : 기존(60kpa), 개선(110kpa) •사 동 : 기존(110kpa), 개선(190kpa) •일 동 : 기존(100kpa), 개선(370kpa)	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(280kpa) •본오동 : 기존(60kpa), 개선(200kpa) •사 동 : 기존(110kpa), 개선(190kpa) •일 동 : 기존(100kpa), 개선(370kpa)	

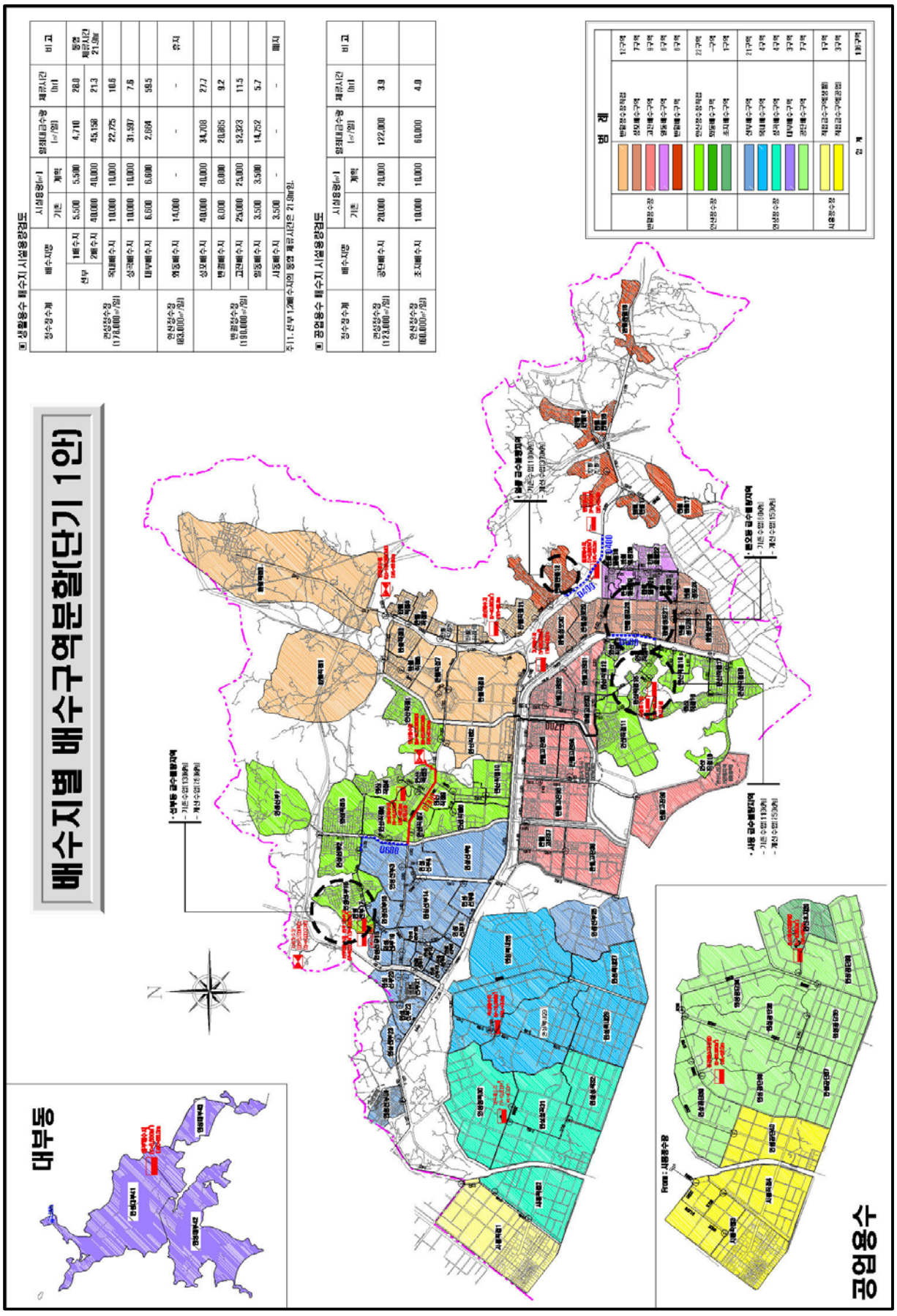
<표 계속>

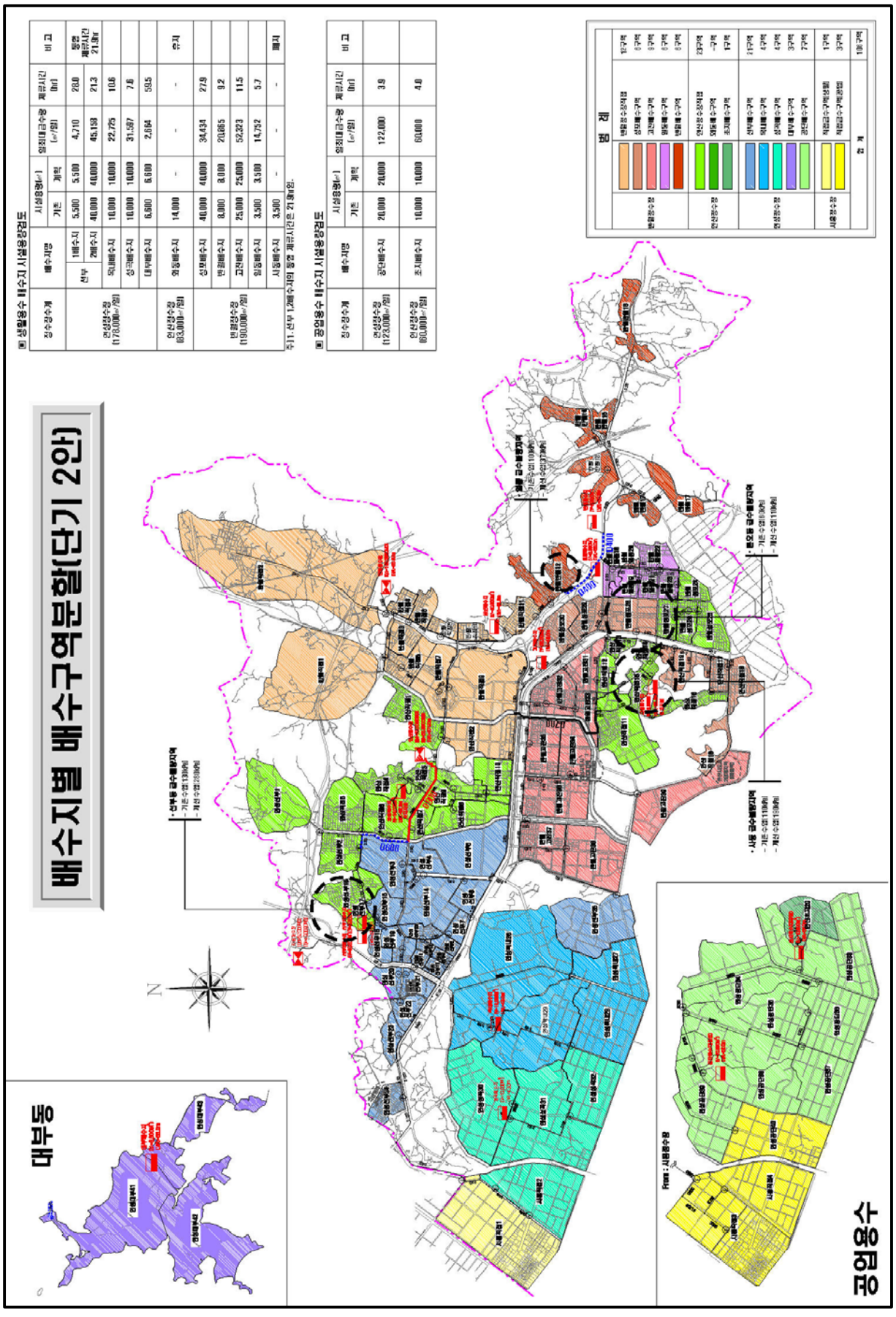
<table>
<tr><th>구 분</th><th>비교 1안</th><th>비교 2안</th><th>비교 3안</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>주요시설물계획
및 개략사업비</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비
(백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수
가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D600,L=1.1km
D500,L=0.9km
D400,L=1.4km</td><td>742
524
681</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>1,947</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비
(백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수
가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D600,L=1.1km
D400,L=1.4km</td><td>742
681</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>1,423</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비
(백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수
가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D600,L=1.1km
D400,L=1.4km</td><td>742
681</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>1,423</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>장단점</td><td>•관로 개량 및 신설을 적게하여 시설사업비가 적고, 단기간에 용수공급계통 전환을 통해 급수불량해소 가능
•사동급수불량지역의 개선 수압이 다른안에 비해 양호
•안산정수장 급수구역이 2안에 비해 기존급수구역과 사동지역으로 일원화 되어 있어 유지관리측면에서 유리함
•본오동 성포배수구역 용수공급지역의 급수불량해소은 관로부설로 다른안에 비해 수압 양호</td><td>•관로 개량 및 신설을 최소화하여 시설사업비가 적고, 단기간에 용수공급계통 전환을 통해 급수불량해소 가능
•본오동 성포배수구역 용수공급지역의 급수불량은 지형적 원인으로 안정적 수압확보가 어려움
•안산정수장 급수구역이 기존급수구역, 사동, 본오동등 여러지역으로 분리되어 있어 용수공급계통의 효율성이 떨어지고 유지관리가 어려움</td><td>•관로 개량 및 신설을 최소화하여 시설사업비가 적고, 단기간에 용수공급계통 전환을 통해 급수불량해소 가능
•장단기 대책의 급수구역이 동일하여 용수공급계통 운영에 유리하고 단기대책의 시설계획을 장기대책에 적용유리
•송배수 혼용 용수공급방식과 급수구역확대에 따른 반월정수지 시설용량 부족으로 안정적 용수공급에 어려움 예상
•성포배수지의 장기간 휴지로 장래 재사용 시 배수지 시설정비에 따른 어려움 예상</td><td></td></tr>
<tr><td>검토분석</td><td colspan="3">•비교 2안은 안산정수장 급수구역이 여러지역으로 분리되어 유지관리에 어려움이 예상되고, 1안에 비해 출수불량지역의 수압개선이 떨어짐
•비교3안은 1,2안에 비해 용수공급계통이 일원화되어 유지관리 시 장점이 있으나, 송배수 혼용의 용수공급방식과 반월배수지 시설용량부족에 따른 안정적 용수공급의 어려움이 예상되고 기존 성포배수지를 휴지시킴으로서 기존시설의 활용성이 떨어지고 장기간 휴지로 장래 재사용 시 배수지 시설정비에 따른 어려움 예상
•비교 1안은 다른안에 비해 시설사업비 다소 많은나 안산정수장 급수구역을 기존급수구역과 사동지역으로 일원화 하여 유지관리측면에서 유리하고, 출수불량지역의 수압개선 측면에서도 유리함</td><td></td></tr>
</table>

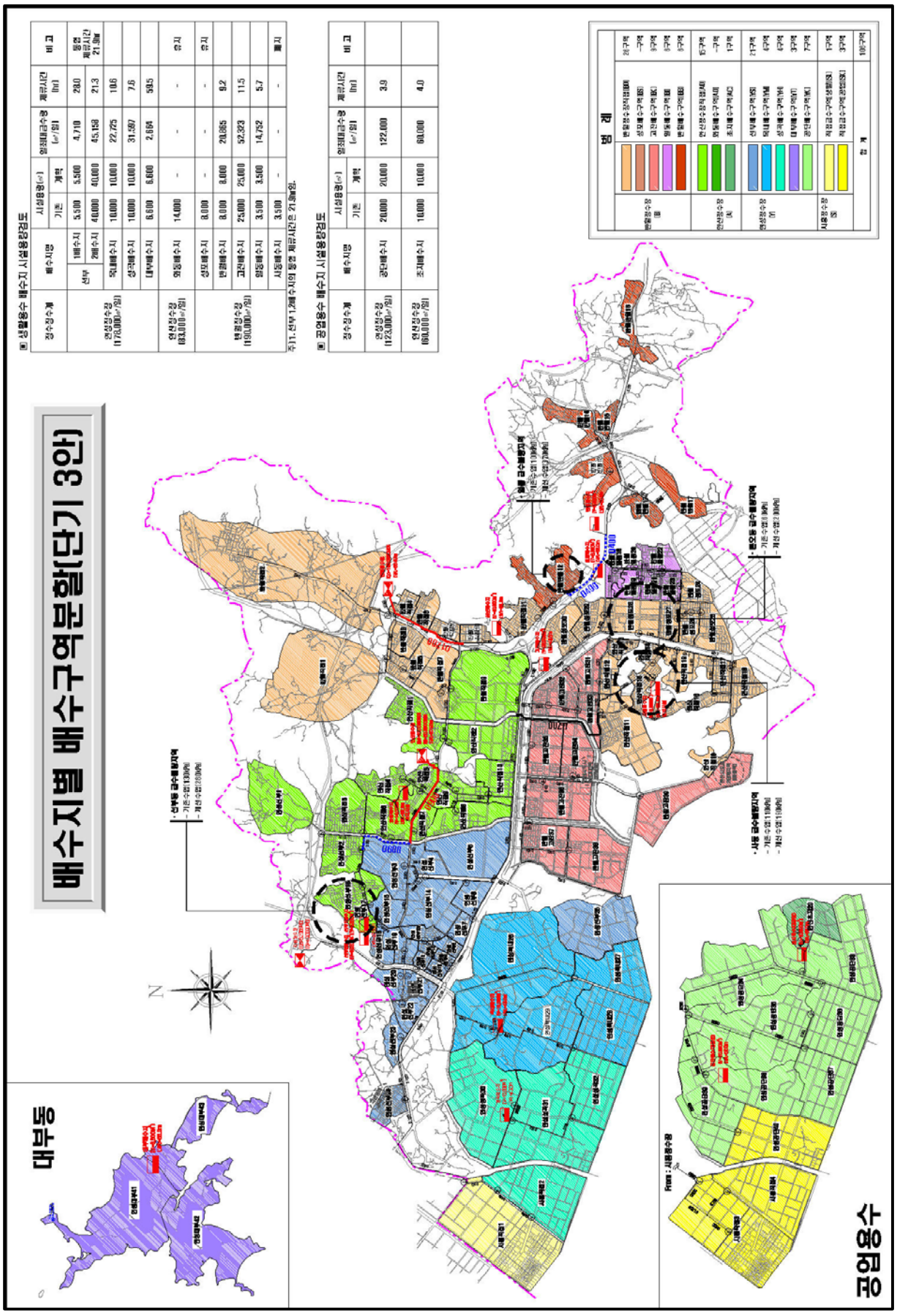
정수장별 급수구역분할 (단기1안)
▣ 정수장별 용수배분계획(생활)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | 190,000 | 177,364 | (+)12,636 | 93.3
안산정수장 | 83,000 | 78,244 | (+) 4,756 | 94.3
연성정수장 | 178,000 (134,000) | 106,854 | (+)27,146 | 79.7
시흥정수장 | 5,200 | 4,527 | (+) 673 | 87.1
합 계 | 456,200 | 366,989 | (+)45,211 | 89.0
▣ 정수장별 용수배분계획(공업)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | - | - | - | -
안산정수장 | 80,000 | 80,000 | 0 | 100.0
연성정수장 | 123,000 | 122,000 | (+)1,000 | 99.2
시흥정수장 | 40,000 | 25,370 | (+)14,630 | 63.4
합 계 | 223,000 | 207,370 | (+)15,630 | 93.0
범례
대구역 | 소구역
반월정수장 | 5개소 | 40개소
안산정수장 | 3개소 | 23개소
연성정수장 | 5개소 | 39개소
시흥정수장 | 2개소 | 4개소
합 계 | 15개소 | 106개소
N
대부동
From : 시흥정수장
공업용수


정수장별 급수구역분할 (단기2안)
▣ 정수장별 용수배분계획(생활)
정수장 | 시설용량 (㎥/일) | 일최대수요량 (㎥/일) | 과부족량 (㎥/일) | 가동율 (%)
반월정수장 | 190,000 | 177,090 | (+)12,910 | 93.2
안산정수장 | 83,000 | 78,516 | (+) 4,482 | 94.6
연성정수장 | 178,000 (134,000) | 106,854 | (+)27,146 | 79.7
시흥정수장 | 5,200 | 4,527 | (+) 673 | 87.1
합 계 | 456,200 | 368,989 | (+)45,211 | 89.0
▣ 정수장별 용수배분계획(공업)
정수장 | 시설용량 (㎥/일) | 일최대수요량 (㎥/일) | 과부족량 (㎥/일) | 가동율 (%)
반월정수장 | - | - | - | -
안산정수장 | 60,000 | 60,000 | 0 | 100.0
연성정수장 | 123,000 | 122,000 | (+)1,000 | 99.2
시흥정수장 | 40,000 | 25,370 | (+)14,630 | 63.4
합 계 | 223,000 | 207,370 | (+)15,630 | 93.0
범 례
대구역 | 혼구역 | 소구역
반월정수장 | 5개소 | 39개소
안산정수장 | 3개소 | 24개소
연성정수장 | 5개소 | 39개소
시흥정수장 | 2개소 | 4개소
합 계 | 15개소 | 106개소
대부동
공업용수

정수장별 급수구역분할 (단기3안)
▣ 정수장별 용수배분계획(생활)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | 190,000 | 181,562 | (+) 8,438 | 95.6
안산정수장 | 83,000 | 74,046 | (+) 8,954 | 89.2
연성정수장 | 178,000 (134,000) | 106,854 | (+)27,146 | 79.7
시흥정수장 | 5,200 | 4,527 | (+) 673 | 87.1
합 계 | 456,200 | 366,989 | (+)46,211 | 89.0
▣ 정수장별 용수배분계획(공업)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | - | - | - | -
안산정수장 | 60,000 | 60,000 | 0 | 100.0
연성정수장 | 123,000 | 122,000 | (+)1,000 | 99.2
시흥정수장 | 40,000 | 25,370 | (+)14,630 | 63.4
합 계 | 223,000 | 207,370 | (+)15,630 | 93.0
범 례
대구역 | 총구역 | 소구역
반월정수장 | 5개소 | 47개소
안산정수장 | 3개소 | 18개소
연성정수장 | 5개소 | 39개소
시흥정수장 | 2개소 | 4개소
합 계 | 4개소 | 15개소 | 108개소
대부동
공업용수
From : 시흥정수장


배수지별 배수구역분할(단기 1안)
▣ 상록용수 배수지 시설용량검토
정수장수계
배수지명
시설용량(㎥)
기존
계획
양정펌프수량 (㎥/일)
체류시간 (hr)
비고
관산정수장 (170,000㎥/일)
선부 1배수지
5,500
5,500
4,710
28.0
2계수지
40,000
40,000
45,156
21.3
정압 체류시간 21.3hr
목내배수지
10,000
10,000
22,725
10.6
상국배수지
10,000
10,000
31,597
7.6
대부배수지
6,600
6,600
2,604
58.5
안산정수장 (83,000㎥/일)
원동배수지
14,000
-
-
-
유지
범물정수장 (110,000㎥/일)
성포배수지
40,000
40,000
34,708
27.7
변평배수지
8,000
8,000
20,865
9.2
고잔배수지
25,000
25,000
52,323
11.5
원동배수지
3,500
3,500
14,752
5.7
사동배수지
3,500
-
-
-
폐지
주1) 선부 1,2배수지의 정압 체류시간은 21.3hr임.
▣ 공업용수 배수지 시설용량검토
정수장수계
배수지명
시설용량(㎥)
기존
계획
양정펌프수량 (㎥/일)
체류시간 (hr)
비고
관산정수장 (123,000㎥/일)
광덕배수지
20,000
20,000
122,000
3.9
안산정수장 (80,000㎥/일)
초지배수지
10,000
10,000
60,000
4.0
범 례
반월정수장계통
상록배수구역
고잔배수구역
원동배수구역
반월배수구역
안산정수장계통
원동배수구역
초지배수구역
범물정수장계통
상록배수구역
원동배수구역
성포배수구역
대부배수구역
광덕배수구역
계통급수구역(정압펌프)
계통급수구역(관정펌프)
사용중수원
합 계
대부동
공업용수
From : 사용중수원


배수지별 배수구역분할(단기 2안)
▣ 상수용수 배수지 시설용량검토
▣ 공업용수 배수지 시설용량검토
범례
대부동
공업용수


배수지별 배수구역분할(단기 3안)
▣ 생활용수 배수지 시설용량검토
▣ 공업용수 배수지 시설용량검토
범례
대부동
공업용수
N

<표 4.3-7> 급·배수분할 비교(장기대책)

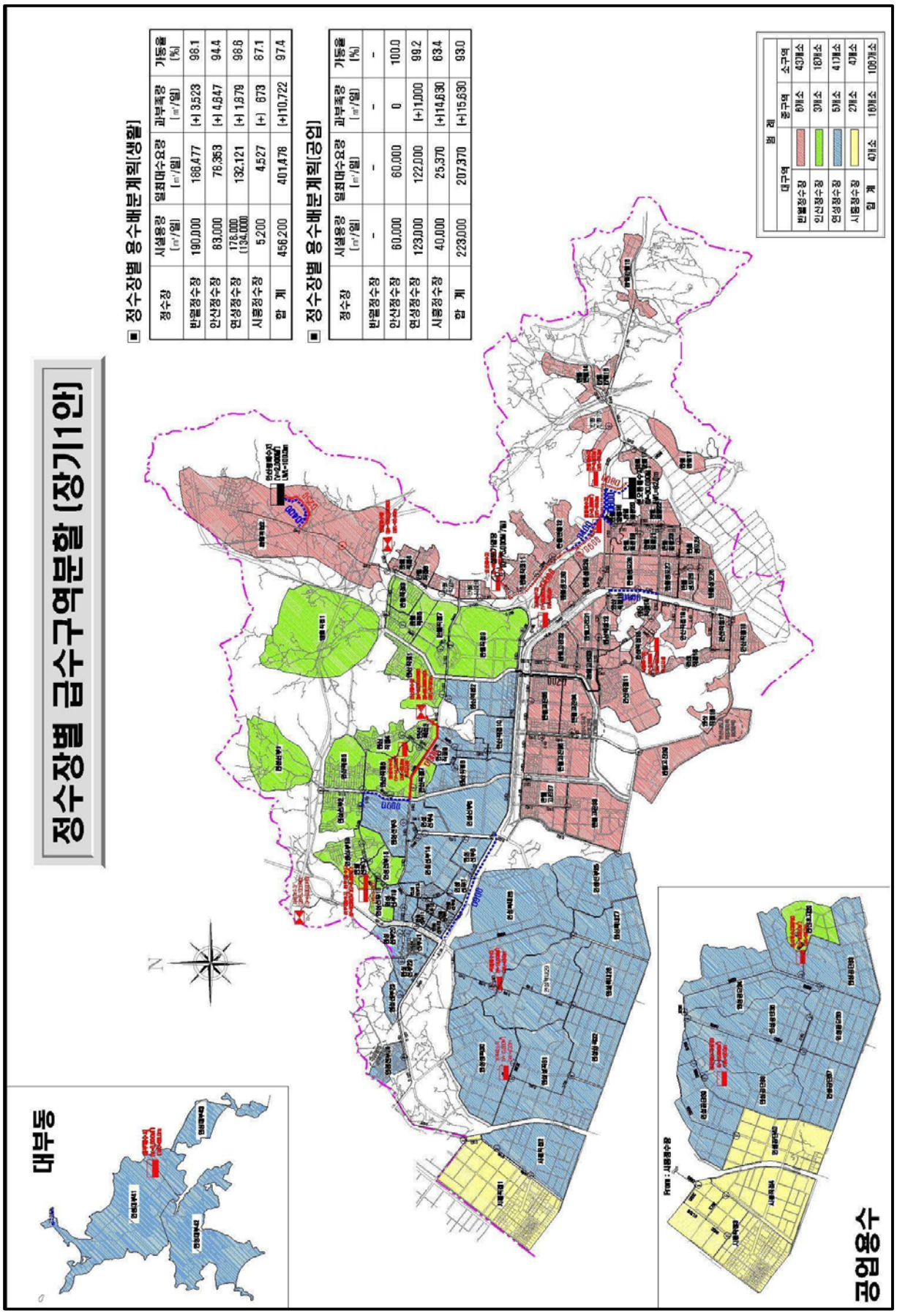
구 분		비교 1안	비교 2안	비교 3안	비 고
개 요		•급수불량 지역에 대한 출수불량 해소와 안정적 용수공급을 우선으로 계획 •장래 용수수요량 증가에 따른 생산시설용량과 수요공급의 균형을 고려 계획 •안산정수장 공급계통을 일원화하여 유지관리에 편리성도모 •안정적 용수공급 계획으로 시설물 계획 증가 •공업용수 공급계통은 단기안과 동일	•급수불량 지역에 대한 출수불량 해소에 따른 시설물계획을 최소화 되록 계획 •장래 용수수요량 증가에 따른 생산시설용량과 수요공급의 균형을 고려 계획 •급수불량해소에 따른 배수지 및 가압장 시설물계획 최소화 •공업용수 공급계통은 1안과 동일	•급수불량 지역에 대한 출수불량 해소에 따른 가압시설 없이 자연유하로 용수를 공급 계획 •장래 용수수요량 증가에 따른 생산시설용량과 수요공급의 균형을 고려 계획 •용수공급계통 전환에 따른 시설이 최소화 되도록 계획 •급수구역이 단기안과 동일하여 용수공급계통의 전환이 없음 •공업용수 공급계통은 1안과 동일	
급수구역조정	조정내용	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부15~18)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 일동배수구역(사동,본오동 안산직접14~15, 반월성포24~28, 반월일동18~23, 반월반월17)을 반월정수장 신설 본오배수지 배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 안산직접2,8~10)을 연성정수장 선부배수구역으로 전환, (안산직접3~7)을 와동배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환•기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 본오동 안산직접11~16, 반월성포24~27)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환•기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,7,9 안산직접1~2)을 반월정수장 성포배수구역으로 전환 •기존 고잔배수구역(초지동 반월고잔37~38)을 연성정수장 선부배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접 및 반월정수장 직접 , 성포, 일동배수구역(반월직접1,2~11,반월성포24~30, 안산직접11~19, 반월일동 19,21,23)을 반월정수장 신설배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 고잔배수구역(초지동 반월고잔37~38)을 연성정수장 선부배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	
	분할범위	•반월정수장: 중블록(6개소), 소블록(43개소) •안산정수장: 중블록(3개소), 소블록(18개소) •연성정수장: 중블록(5개소), 소블록(41개소) •시흥정수장: 중블록(2개소), 소블록(4개소)	•반월정수장: 중블록(6개소), 소블록(38개소) •안산정수장: 중블록(3개소), 소블록(23개소) •연성정수장: 중블록(5개소), 소블록(41개소) •시흥정수장: 중블록(2개소), 소블록(4개소)	•반월정수장: 중블록(6개소), 소블록(47개소) •안산정수장: 중블록(3개소), 소블록(16개소) •연성정수장: 중블록(5개소), 소블록(39개소) •시흥정수장: 중블록(2개소), 소블록(4개소)	

<표 계속>

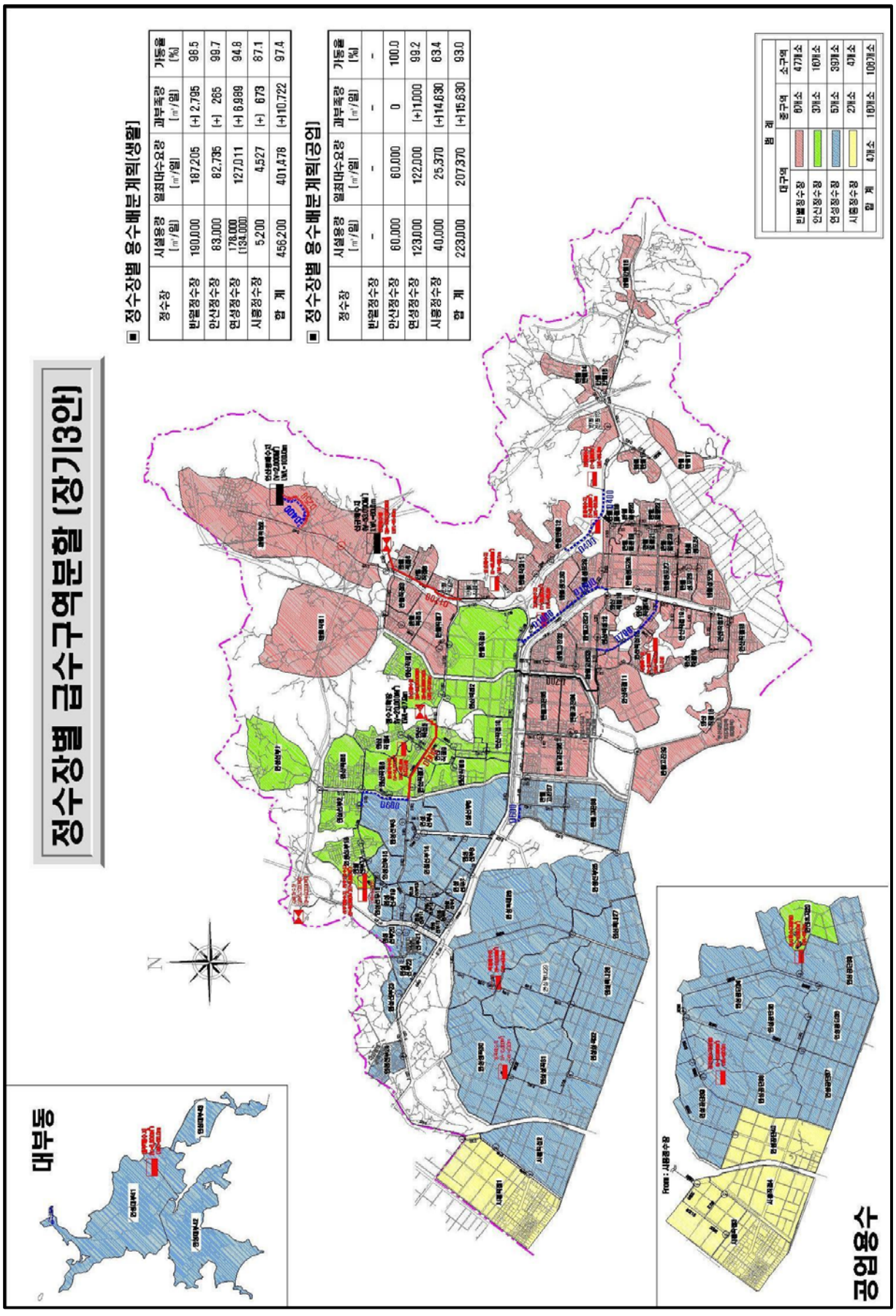
구 분		비교 1안	비교 2안	비교 3안	비 고
용수배분 계획	생활 (㎥/일)	•반월정수장: 190,000, 가동율: 98.1% 수요 : 186,477, 과부족 : (+)3,523 •안산정수장 : 83,000 가동율: 94.4% 수요 : 78,353, 과부족 : (+)4,647 •연성정수장 : 178,000(134,000) 가동율: 98.6% 수요 : 132,121, 과부족 : (+)1,879 •시흥정수장 : 5,200 가동율: 87.1% 수요 : 4,527, 과부족 : (+)673	•반월정수장: 190,000, 가동율: 99.1% 수요 : 189,715, 과부족 : (+)285 •안산정수장 : 83,000 가동율: 96.7% 수요 : 80,225, 과부족 : (+)2,775 •연성정수장 : 178,000(134,000) 가동율: 94.8% 수요 : 127,012, 과부족 : (+)6,989 •시흥정수장 : 5,200 가동율: 87.1% 수요 : 4,527, 과부족 : (+)673	•반월정수장: 190,000, 가동율: 98.5% 수요 : 187,205, 과부족 : (+)2,795 •안산정수장 : 83,000 가동율: 99.7% 수요 : 82,735, 과부족 : (+)265 •연성정수장 : 178,000(134,000) 가동율: 94.8% 수요 : 127,012, 과부족 : (+)6,989 •시흥정수장 : 5,200 가동율: 87.1% 수요 : 4,527, 과부족 : (+)673	
	공업 (㎥/일)	•안산정수장 : 60,000 가동율: 100.0% 수요 : 60,000, 과부족: - •연성정수장 : 123,000 가동율: 99.2% 수요 : 122,000, 과부족 : (+)1,000 •시흥정수장 : 40,000 가동율: 63.4% 수요 : 25,370, 과부족 : (+)14,630	•안산정수장 : 60,000 가동율: 100.0% 수요 : 60,000, 과부족: - •연성정수장 : 123,000 가동율: 99.2% 수요 : 122,000, 과부족 : (+)1,000 •시흥정수장 : 40,000 가동율: 63.4% 수요 : 25,370, 과부족 : (+)14,630	•안산정수장 : 60,000 가동율: 100.0% 수요 : 60,000, 과부족: - •연성정수장 : 123,000 가동율: 99.2% 수요 : 122,000, 과부족 : (+)1,000 •시흥정수장 : 40,000 가동율: 63.4% 수요 : 25,370, 과부족 : (+)14,630	
급수불량 해소방안	해소 방안 검토	•선부동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •사동, 본오동, 일동지역의 급수불량 해소를 위해 성포배수지내 송수가압장을 설치, 신설 고지배수지에서 용수를 공급하고 성포배수지는 저지대에 용수를 공급하며 주배수지 역할 수행 •신설배수지 공급지역을 확대(성포 및 일동배수구역)하여 안정적 용수공급이 가능토록 계획 •기존 일동 · 반월가압장 및 일동배수지는 폐지하고 신설가압장에서 송수관을 신설 및 반월배수지로 송수	•선부동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •일동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •사동, 본오동지역 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 안산정수장직접배수구역으로 전환하여 안산정수장 내에 배수지를 신설(정수지 확장)하여 용수를 공급	•선부동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •일동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •사동, 본오동지역의 급수불량 해소를 위해 반월정수장 인근 배수지 신설 및 배수관 신설로 반월정수장 직접배수구역을 확대하여 용수를 공급하고 성포배수지는 휴지시킴	
	수압 검토	•선부동 : 기존(120kpa), 개선(250kpa) •본오동 : 기존(40kpa), 개선(280kpa) •사 동 : 기존(90kpa), 개선(280kpa) •일 동 : 기존(-10kpa), 개선(360kpa)	•선부동 : 기존(120kpa), 개선(270kpa) •본오동 : 기존(40kpa), 개선(100kpa) •사 동 : 기존(90kpa), 개선(190kpa) •일 동 : 기존(-10kpa), 개선(350kpa)	•선부동 : 기존(120kpa), 개선(270kpa) •본오동 : 기존(40kpa), 개선(150kpa) •사 동 : 기존(90kpa), 개선(160kpa) •일 동 : 기존(-10kpa), 개선(350kpa)	

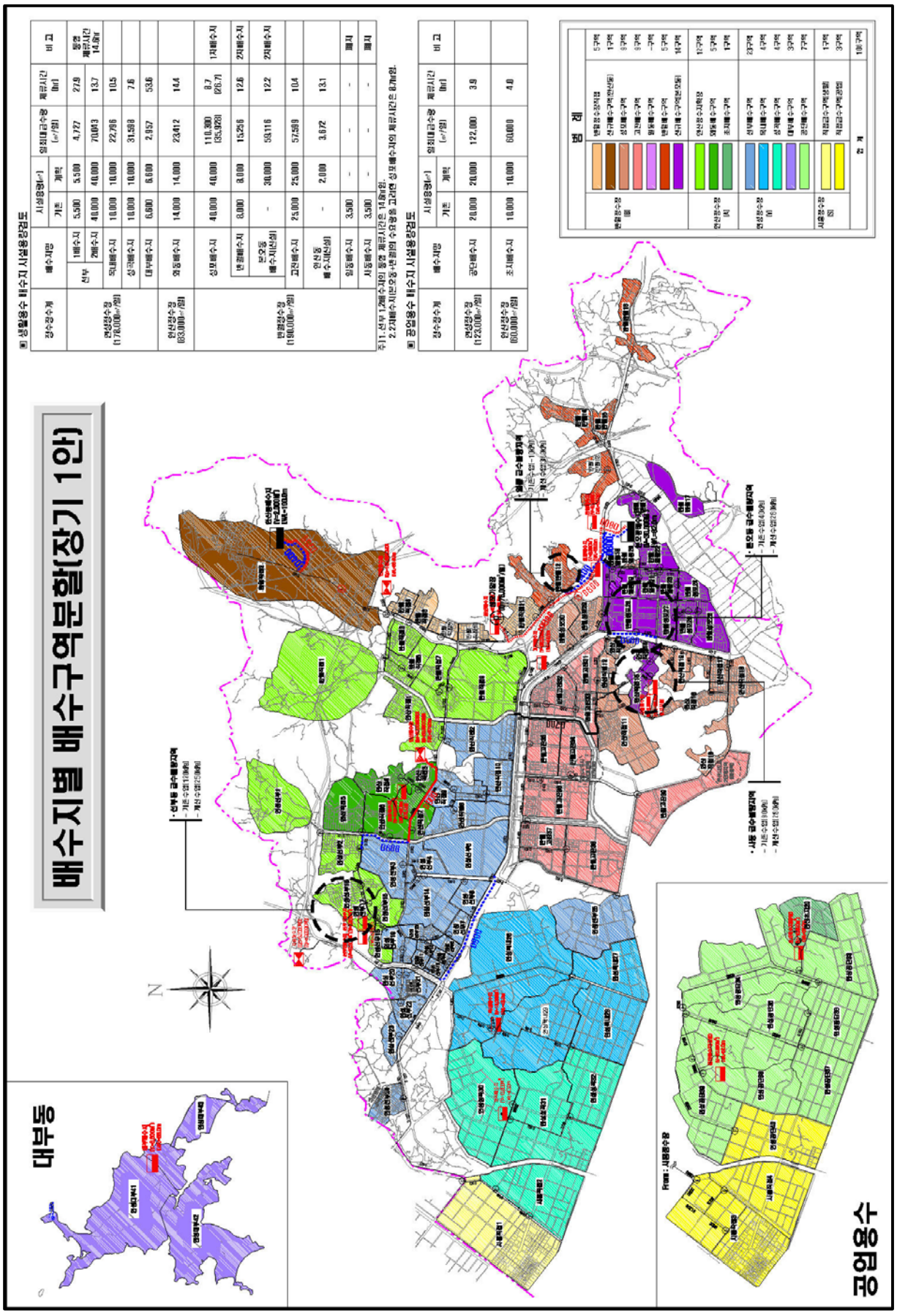
<표 계속>

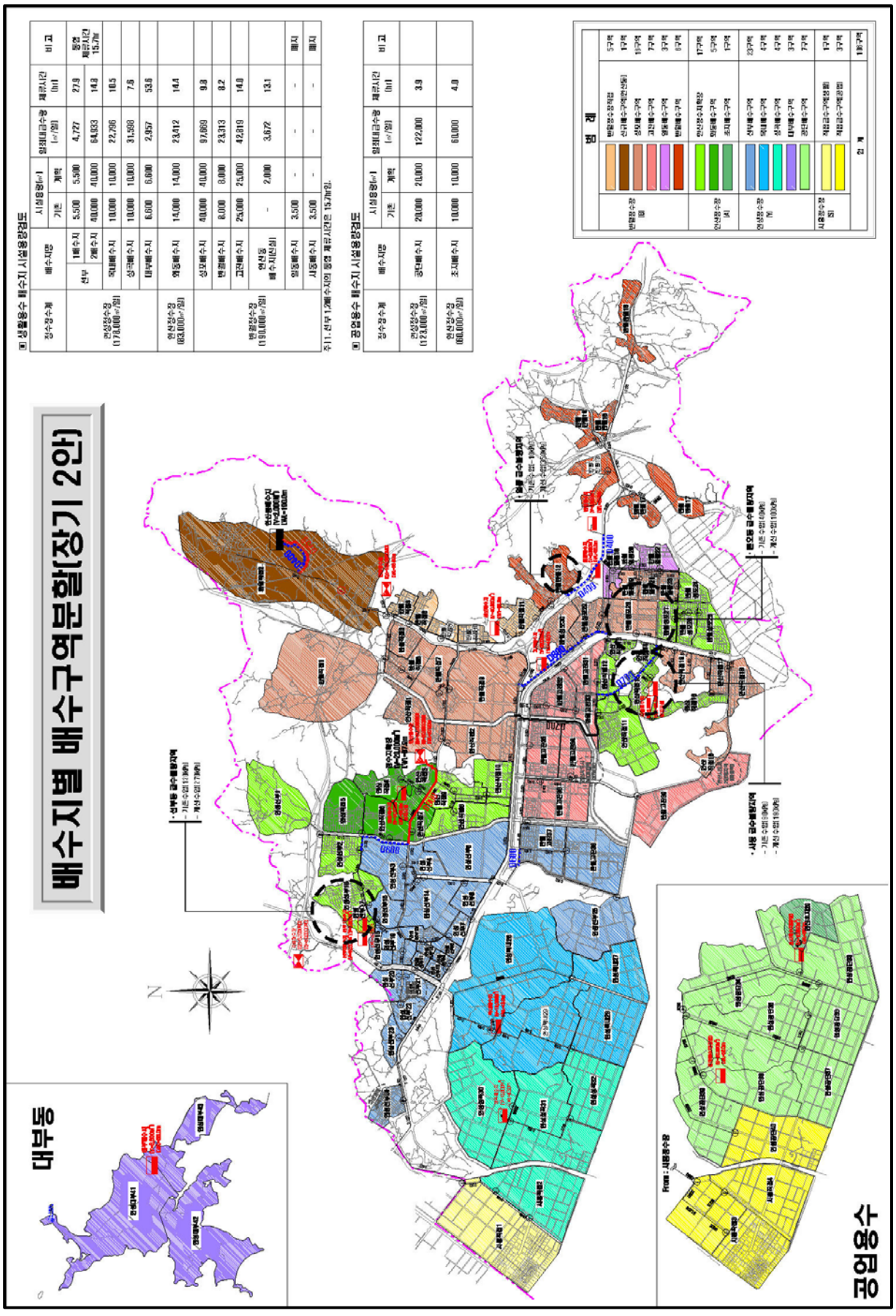
<table>
<tr><th>구 분</th><th>비교 1안</th><th>비교 2안</th><th>비교 3안</th><th>비 고</th></tr>
<tr>
<td>주요시설물계획 및 개략사업비</td>
<td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비 (백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>V=30,000㎥,1개소
V=2,000㎥,1개소</td><td>17,891
1,959</td></tr>
<tr><td>송수 가압장</td><td>Q=75,000㎥/일 ,1개소</td><td>3,442</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>D250~800, L=4.8km</td><td>4,067</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D400~900mm, L=7.5km</td><td>5,938</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>33,298</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비 (백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>V=2,000㎥,1개소</td><td>1,959</td></tr>
<tr><td>송수 가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>D250,L=1.0km</td><td>327</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D400~D800mm, L=6.8km</td><td>5,071</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>7,357</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비 (백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>V=55,000㎥,1개소
V=2,000㎥,1개소</td><td>29,390
1,959</td></tr>
<tr><td>송수 가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>D250,L=1.0km</td><td>327</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D400~D1200mm, L=8.6km</td><td>8,963</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>40,639</td></tr>
</table>
</td>
<td>• 안산정수장 내 정수지확장 공사비는 정수장 시설 개량 비용에 포함하여 제외</td>
</tr>
<tr>
<td>장단점</td>
<td>•배수위 확보가 가능한 신설 고지배수지 배수구역 확대로 급수불량 전지역의 안정적 용수공급 가능
•안산정수장 급수구역이 일원화 되어 용수공급계통의 유지관리가 편리함
•신설관D900(안산역사거리~공단역사거리) 설치로 안정적 용수공급가능
•용수공급계통 전환에 따른 배수관로 개량 및 신설이 적어 배수관로 시설사업비 감소
•신설 고지배수지 배수구역(가압급수) 증대로 가압에 따른 전력비 증가로 유지관리비용 증가
•신설가압장, 배수지, 송수관로 설치에 따른 시설사업비 증가
•정수장시설 용량을 고려한 균형적 배분</td>
<td>•배수위 확보가 가능한 안산정수장내 신설배수지 설치(정수지 확장)로 급수불량지역에 용수공급가능 하나, 본오동 및 월피동 성포배수구역 급수불량은 지형적 원인으로 안정적 수압확보가 어려움
•가압급수지역 없이 자연유하식의 용수공급이 가능하여 가압장이 필요없어 시설사업비가 감소하고, 가압에 따른 전력비 비용이 없어 유지관리비용 감소
•안산정수장 급수구역이 이원화 되어 있어 용수공급계통의 유지관리가 어려움
•정수장시설 용량을 고려한 균형적 배분이 안됨</td>
<td>•가압급수지역 없이 자연유하식의 용수공급이 가능하여 시설사업비가 감소하고, 가압에 따른 전력비 비용이 없어 유지관리비용 감소
•안산정수장 급수구역이 일원화 되어 용수공급계통의 유지관리가 편리함
•성포배수지(40,000㎥)를 휴지시킴으로서 기존 시설의 활용가치가 없어짐
•반월정수장 직접배수구역 확대에 따른 신설배수지 시설용량 증대로 시설사업비 증가
•신설배수지 배수위(60.0m)가 낮아 본오동 및 사동 출수불량지역에서 안정수압 다소 미달 (190~220kPa)
•정수장시설 용량을 고려한 균형적 배분이 안됨</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>검토분석</td>
<td colspan="3">•장기대책의 경우 비교 2안은 배수지 및 가압장 시설계획을 최소화하고 자연유하식의 용수공급의 장점은 있으나 안산정수장 급수구역이 이원화되어 유지관리가 어렵고 본오동 및 월피동 성포배수구역의 안정적 수압확보가 곤란
•비교 3안은 가압급수 없이 자연유하로 용수공급이 가능한 장점은 있으나 기존 성포배수지를 휴지시킴으로서 기존시설의 활용성이 떨어지고 신설배수지의 용량이 과대해짐에 따라 시설사업비가 증대되고 신설배수지 배수위(60.0m)가 낮아 본오동 및 사동 출수불량지역에서 안정수압 다소 미달
•비교 1안은 시설비 및 유지관리비 증대의 단점은 있으나 비교 2안에 비해 배수위 확보가 가능하여 급수불량 전지역의 안정적 용수공급 가능</td>
<td></td>
</tr>
</table>

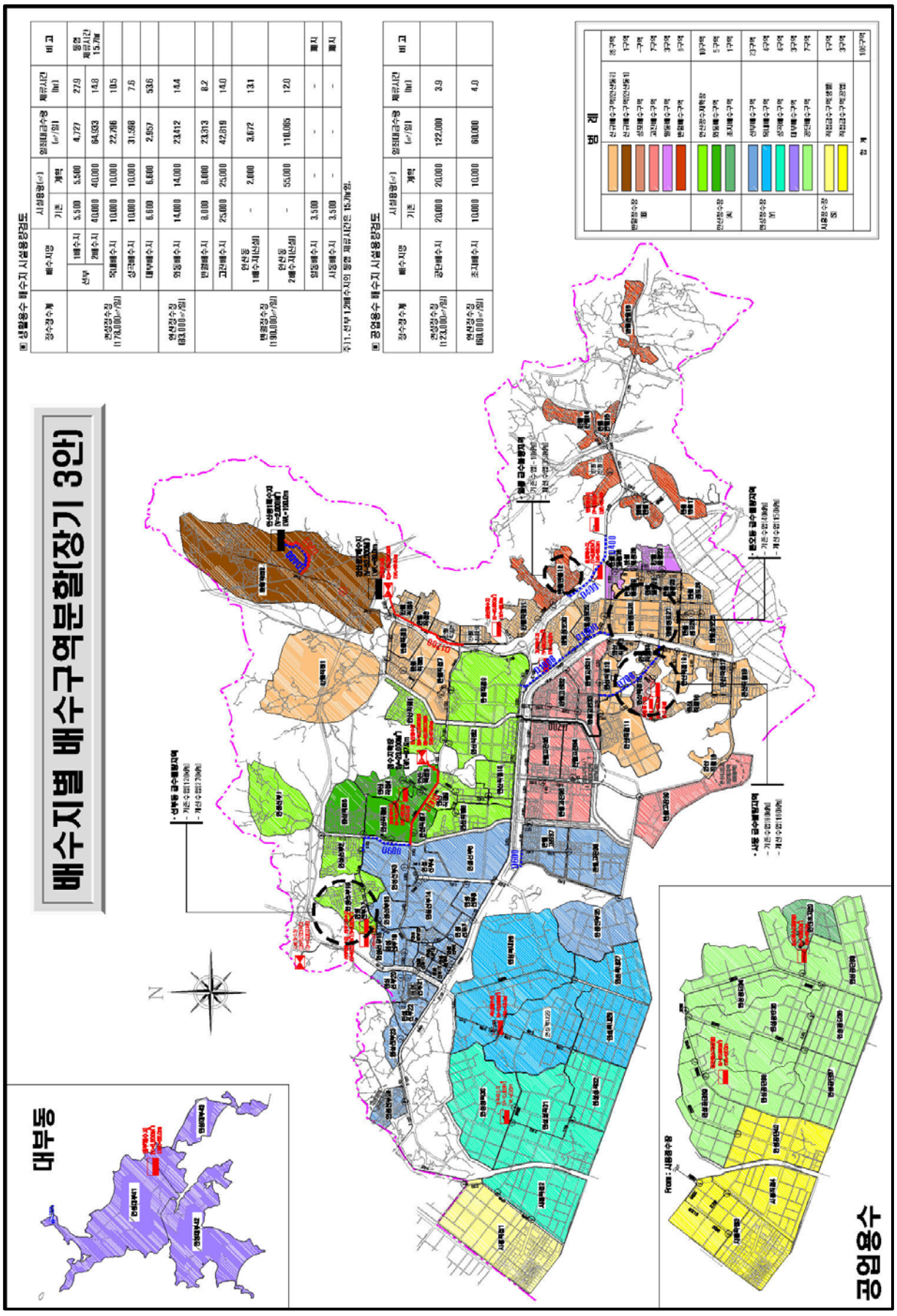

정수장별 급수구역분할 (장기1안)
▣ 정수장별 용수배분계획(생활)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | 190,000 | 188,477 | [+] 3,523 | 98.1
안산정수장 | 83,000 | 76,353 | [+] 4,647 | 94.4
연성정수장 | 178,000 (134,000) | 132,121 | [+] 1,879 | 98.6
시흥정수장 | 5,200 | 4,527 | [+] 673 | 87.1
합 계 | 456,200 | 401,476 | [+]10,722 | 97.4
▣ 정수장별 용수배분계획(공업)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | - | - | - | -
안산정수장 | 60,000 | 60,000 | 0 | 100.0
연성정수장 | 123,000 | 122,000 | [+]1,000 | 99.2
시흥정수장 | 40,000 | 25,370 | [+]14,630 | 63.4
합 계 | 223,000 | 207,370 | [+]15,630 | 93.0
범 례
대구역 | 소구역
반월정수장 | 6개소 | 43개소
안산정수장 | 3개소 | 18개소
연성정수장 | 5개소 | 41개소
시흥정수장 | 2개소 | 4개소
합 계 | 4개소 | 16개소 | 106개소
대부동
공업용수

정수장별 급수구역분할 (장기2안)
▣ 정수장별 용수배분계획(생활)
정수장 | 시설용량 (㎥/일) | 일최대수요량 (㎥/일) | 과부족량 (㎥/일) | 가동율 (%)
반월정수장 | 190,000 | 189,715 | (+) 285 | 99.9
안산정수장 | 83,000 | 80,225 | (+) 2,775 | 96.7
연성정수장 | 178,000 (134,000) | 127,011 | (+) 6,989 | 94.8
시흥정수장 | 5,200 | 4,527 | (+) 673 | 87.1
합 계 | 456,200 | 401,476 | (+)10,722 | 97.4
▣ 정수장별 용수배분계획(공업)
정수장 | 시설용량 (㎥/일) | 일최대수요량 (㎥/일) | 과부족량 (㎥/일) | 가동율 (%)
반월정수장 | - | - | - | -
안산정수장 | 60,000 | 60,000 | 0 | 100.0
연성정수장 | 123,000 | 122,000 | (+)1,000 | 99.2
시흥정수장 | 40,000 | 25,370 | (+)14,630 | 63.4
합 계 | 223,000 | 207,370 | (+)15,630 | 93.0
범례
대구역
반월정수장 6개소
안산정수장 3개소
연성정수장 5개소
시흥정수장 2개소
합 계 16개소
소구역
반월정수장 36개소
안산정수장 23개소
연성정수장 41개소
시흥정수장 4개소
합 계 106개소
대부동
공업용수


정수장별 급수구역분할 (장기3안)
▣ 정수장별 용수배분계획(생활)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | 190,000 | 187,205 | (+) 2,795 | 98.5
안산정수장 | 83,000 | 82,735 | (+) 265 | 99.7
연성정수장 | 178,000 (134,000) | 127,011 | (+) 6,989 | 94.8
시흥정수장 | 5,200 | 4,527 | (+) 673 | 87.1
합 계 | 456,200 | 401,478 | (+)10,722 | 97.4
▣ 정수장별 용수배분계획(공업)
정수장 | 시설용량 [㎥/일] | 일최대수요량 [㎥/일] | 과부족량 [㎥/일] | 가동율 [%]
반월정수장 | - | - | - | -
안산정수장 | 60,000 | 60,000 | 0 | 100.0
연성정수장 | 123,000 | 122,000 | (+)1,000 | 99.2
시흥정수장 | 40,000 | 25,370 | (+)14,630 | 63.4
합 계 | 223,000 | 207,370 | (+)15,630 | 93.0
계
대구역 | 중구역 | 소구역
반월정수장 | 6개소 | 47개소
안산정수장 | 3개소 | 16개소
연성정수장 | 5개소 | 39개소
시흥정수장 | 2개소 | 4개소
합 계 | 16개소 | 106개소
대부동
공업용수
From : 시흥정수장


배수지별 배수구역분할(장기 1안)
▣ 생활용수 배수지 시설용량검토
▣ 공업용수 배수지 시설용량검토
범 례
대부동
공업용수


배수지별 배수구역분할(장기 2안)
■ 생활용수 배수지 시설용량검토
■ 공업용수 배수지 시설용량검토
범 례
대부동
공업용수


배수지별 배수구역분할(장기 3안)
▣ 생활용수 배수지 시설용량검토
▣ 공업용수 배수지 시설용량검토
범 례
대부동
공업용수
N

3.1.5 비상급수 계획

단수시의 비상급수대책으로는 배수지의 용량 확충, 송·배수방식의 일시적 전환 및 송·배수시설의 연계방안 등을 종합적으로 검토하되, 안산시 지역특성에 맞는 방안으로 다음과 같이 주공급계통인 정수장의 이상에 따른 광역 및 지방상수도 정수장간 연계방안(전면단수)과 배수계통사고에 따른 비상급수체계(부분단수)를 검토하였다.

가. 정수장간 연계방안(전면단수)

전면 단수는 정수장·송수펌프시설의 가동중단, 정수장 시점 송수관로의 파손 및 도수관로 이상 등 주공급계통의 이상에 따라 발생되나 사실상 정수장 및 송수펌프시설의 경우 계열화에 따른 운전과 예비시설 확보로 수질사고를 제외하고 전면적으로 시설이 가동 중단되는 경우는 없을 것으로 예상된다.

안산시는 안산 및 연성 2개의 지방상수도 정수장과 수자원공사 광역정수장인 반월, 시흥 정수장에서 용수를 분산 공급되는 바, 안산시 전역에 대한 전면단수는 발생하지 않을 것으로 예상되나 각각의 정수장 계통에 대한 이상발생시, 즉 정수장 계통별 도·송수관의 노후화로 인한 관 파손 및 관로공사에 따른 관로사고 발생시 해당 정수장 계통 전체에 대한 단수 발생가능성이 있다.

따라서, 본 계획에서는 안산시의 현황 여건을 감안하여 1개 배수지에는 2개 정수장으로부터 공급하는 체제의 구축보다는 기존시설을 최대한 비상시 운영하도록 계획하였으며, 안산시의 배수구역별 공급계통이 연계가 가능한 단일계통으로 구성되어 있으므로 기존의 통합급수방식의 운영체제를 충분히 활용하는 방안이 타당할 것으로 판단되어 비상급수대책으로서 『3.1.3 급·배수 분할계획』편에서 계획된 인접한 정수장계통의 급·배수구역을 일시적으로 하나의 통합급수구역으로서 직접 급수하는 방식으로 공급체제를 전환하여 운영토록 계획하였다.

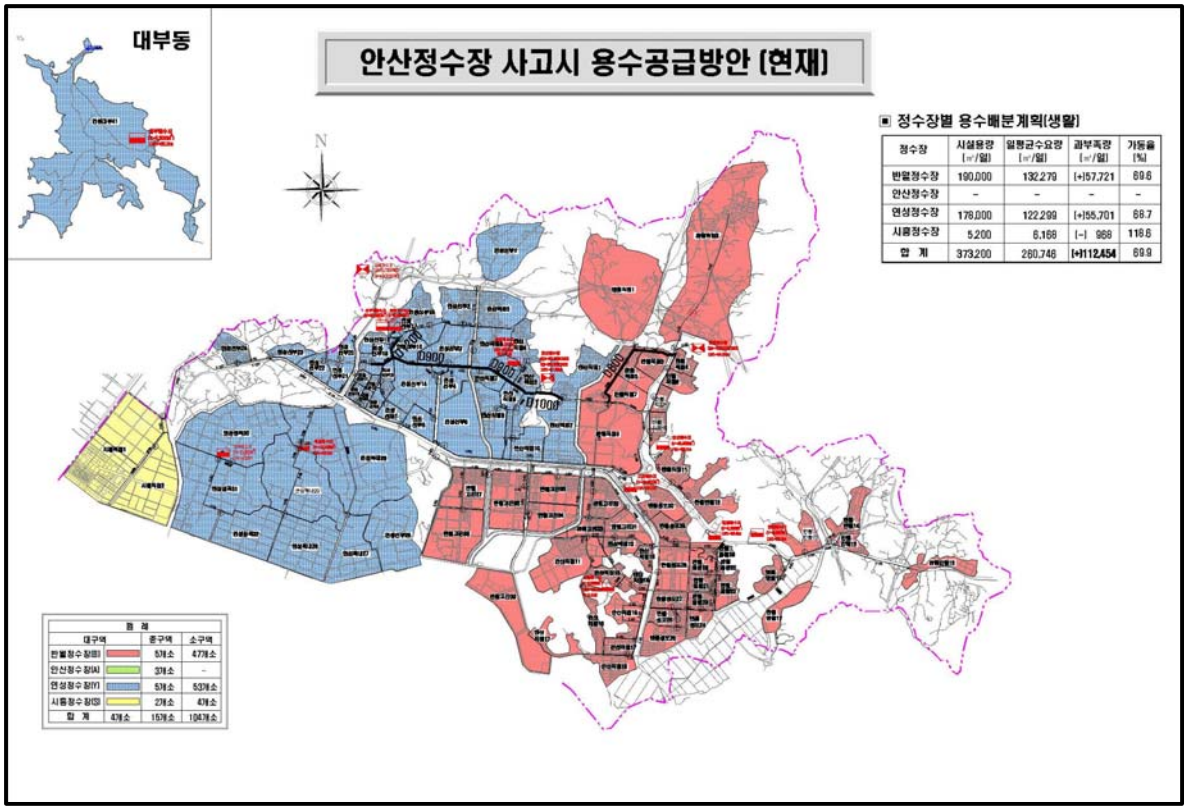
한편 정수장의 전면단수 시는 비상사태로 인근 정수장의 시설용량으로 단수지역 정수장 시설용량을 확보가 곤란하여 정상적인 용수공급이 어려워 제한급수가 불가피한 점을 감안하여 비상급수 시 수리검토는 급수구역 전체를 일평균 급수량을 기준으로 검토하였다.

1) 현 용수공급계통별 비상급수체계

① 안산정수장 비상급수방안

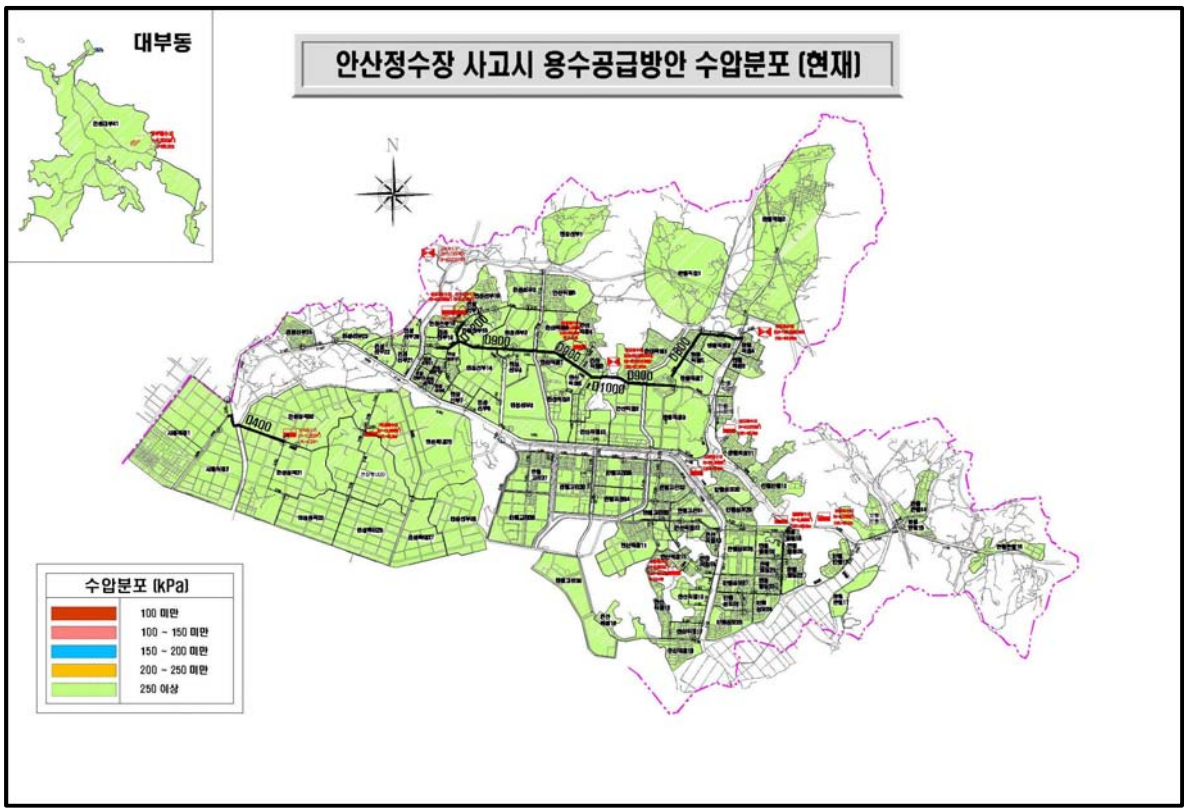
안산정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 안산정수장 급수구역의 용수공급방안은 반월정수장에서 3단계 정수장 유출관로인 D800mm 배수관로를 이용 월피동 및 성포동 인근지역에 용수를 공급하고, 연성정수장에서 선부배수구역의 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로를 활용하여 와동 및 고잔1,2동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-6>과 같다.

정수장별 용수공급량은 반월정수장이 일평균 132,279㎥/일(시설용량의 69.6%), 연성정수장이 일평균 122,299㎥/일로(시설용량의 68.7%) 현재 시설용량을 최대한 가동시 일평균 용수량 기준으로 급수대상지역에 안정적 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-6> 안산정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 일평균 용수수요량 기준으로 시행하였으며 비상시임을 감안하여 송배수관로를 분리한 간접배수방식이 아닌 통합급수방식의 운영체제로 정수장 직접배수방식의 관망수리해석을 수행하였다. 해석결과 대부분의 지역에서 250kpa 이상의 비교적 안정적 수압 확보하여 용수 공급이 가능한 것으로 검토되었다.

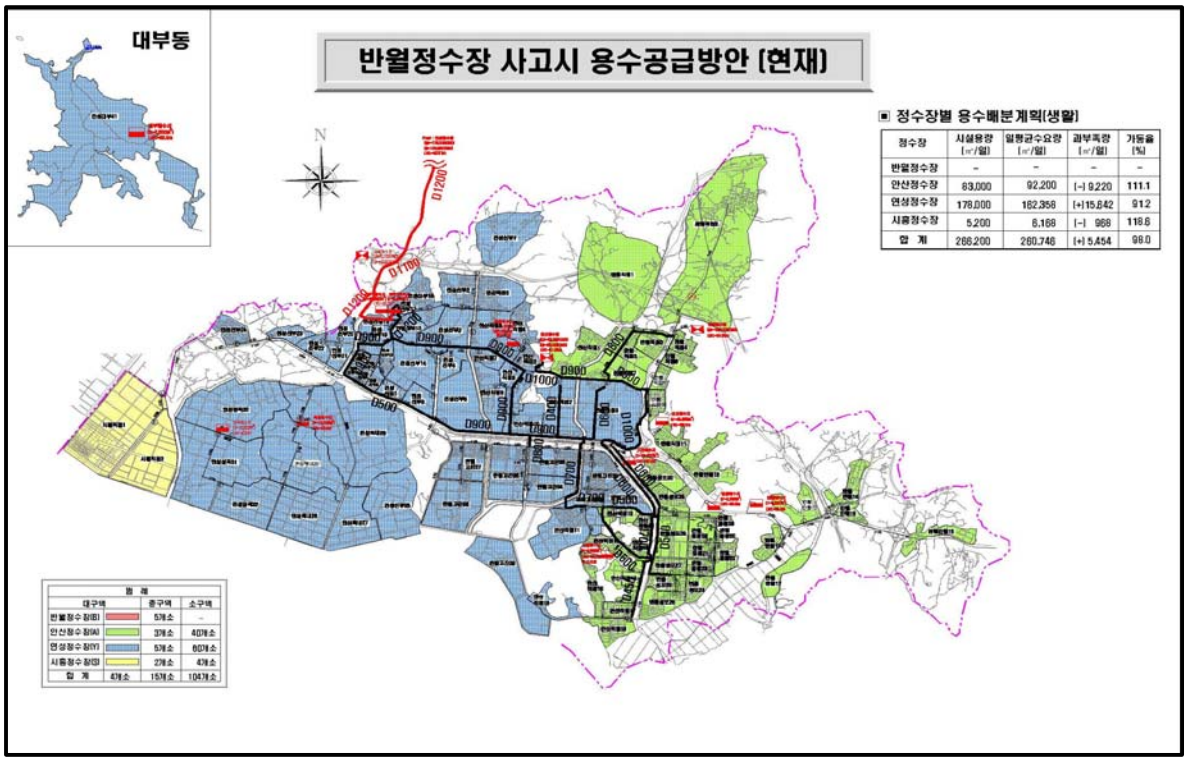


<그림 4.3-7> 안산정수장 단수시 수압분포도(일평균)

② 반월정수장 비상급수방안

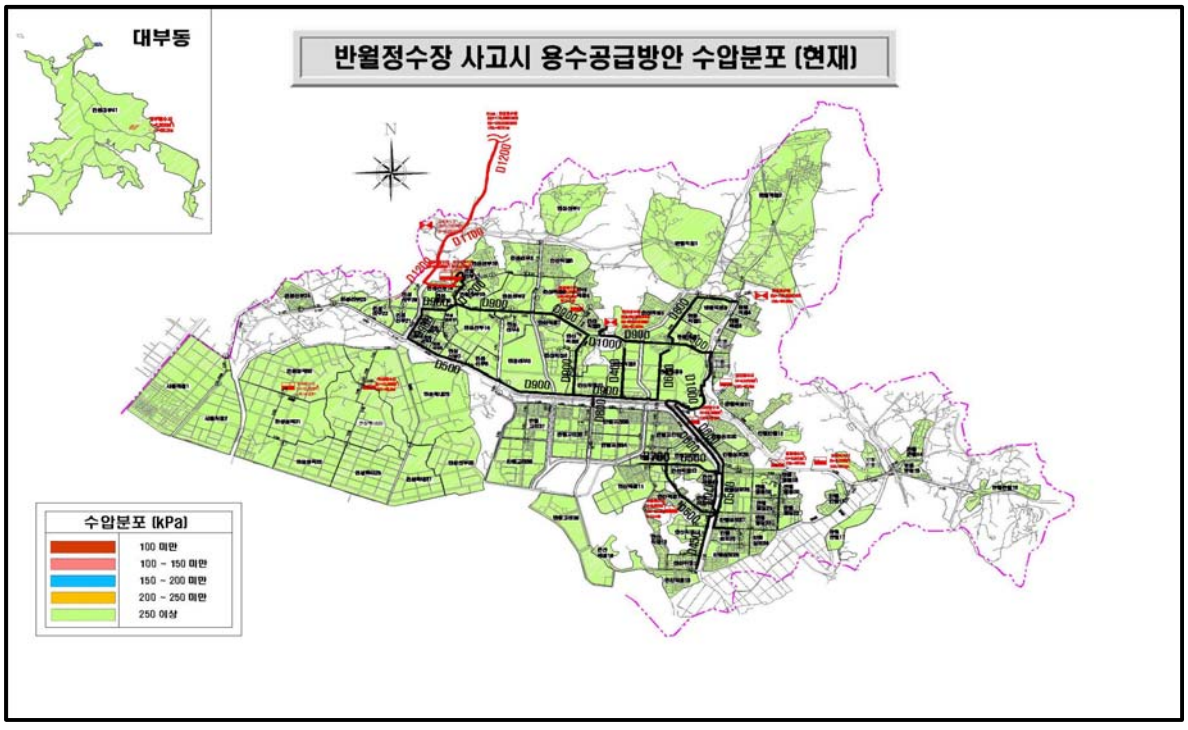
반월정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 반월정수장 급수구역의 용수공급방안은 안산정수장에서 월피길에 부설되어 있는 D800mm를 이용 부곡동과 안산동 인근지역에 용수를 공급하고, 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로와 이와 연결되어 있는 D1000mm 배수관로와 송수관로 D600~D1200mm을 이용 일동과 이동, 반월동, 본오동 인근지역과 사1동 일부지역에 용수를 공급하도록 계획하였다. 연성정수장 계통에서는 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로와 이와 연결되어 있는 기존 배수관로를 이용하여 고잔동, 사동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-8>과 같다.

정수장별 용수공급량은 안산정수장이 일평균 92,220㎥/일(시설용량의 111.1%), 연성정수장이 일평균 162,358㎥/일로(시설용량의 91.2%) 연성정수장 급수대상구역에 안정적 용수공급이 가능하지만 안산정수장 급수대상구역은 정수장 시설용량을 초과하여 제한급수가 불가피 한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-8> 반월정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 앞서 안산정수장과 동일한 방식으로 수행하였으며, 검토결과 대부분의 지역에서 250kpa 이상의 비교적 안정적 수압 확보하여 용수 공급이 가능한 것으로 검토되었으며 수압분포 분석 현황은 <그림 4.3-9>와 같다.

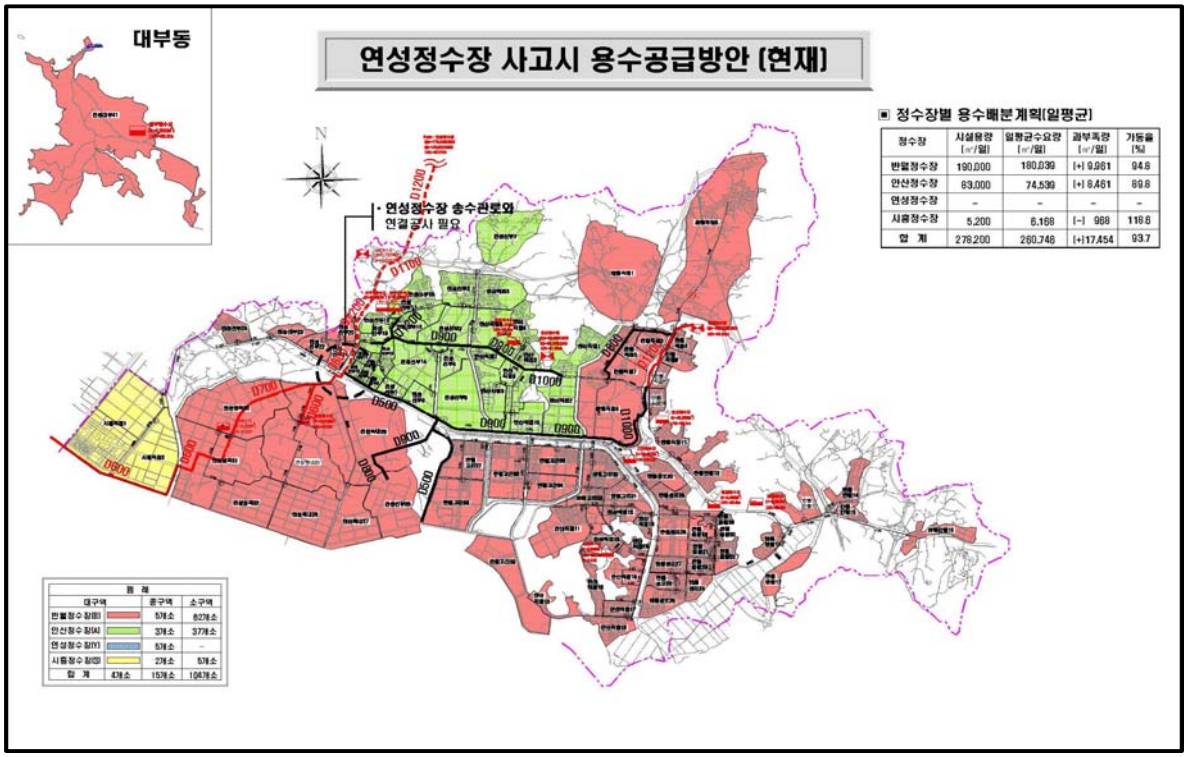


<그림 4.3-9> 반월정수장 단수시 수압분포도(일평균)

③ 연성정수장 비상급수방안

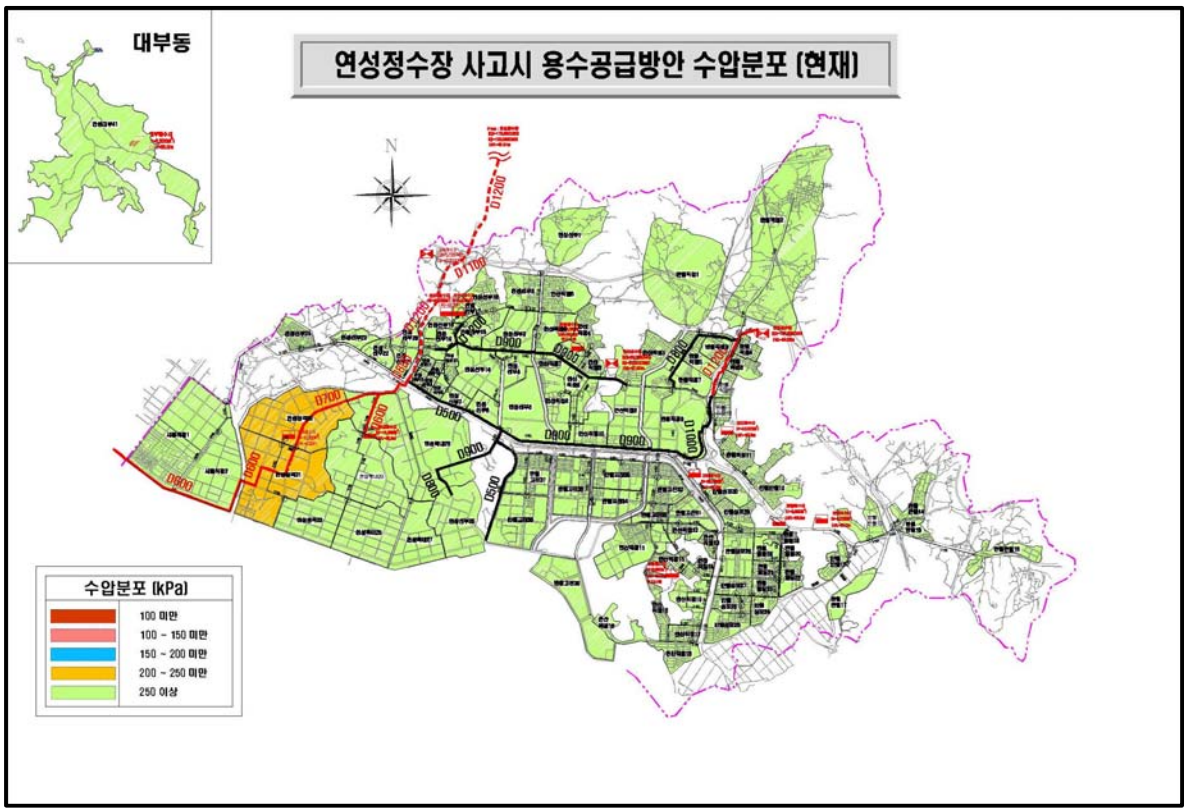
연성정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 연성정수장 급수구역의 용수공급방안은 안산정수장에서 삼일로에 부설되어있는 D900mm 배수관로를 활용하여 선부동과 원곡동 지역에 용수를 공급하고, 반월정수장에서는 D800mm 배수관로를 이용 월피동 및 성포동 인근지역에 용수를 공급하고, 기존의 배수관로를 활용하여 중앙로에 부설되어 있는 D500mm관로와 기존 연성정수장 송수관로 D800mm와 연결, 공단 및 대부동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-10>과 같다.

정수장별 용수공급량은 안산정수장이 일평균 74,539㎥/일(시설용량의 89.8%), 반월정수장이 일평균 118,598㎥/일로(시설용량의 94.8%) 각 정수장의 시설용량을 최대한 가동시 일평균 용수량 기준으로 급수대상지역에 안정적 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-10> 연성정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 비상시임을 감안하여 일평균 용수수요량 기준으로 시행하였으며 송배수관로를 분리한 간접배수방식이 아닌 통합급수방식의 운영체제로 정수장 직접배수방식으로 관망수리해석을 수행하였다. 검토결과 생활용수는 대부분의 지역에서 비교적 안정적 수압 확보하였고 수압분포 분석 현황은 <그림 4.3-11>과 같다.

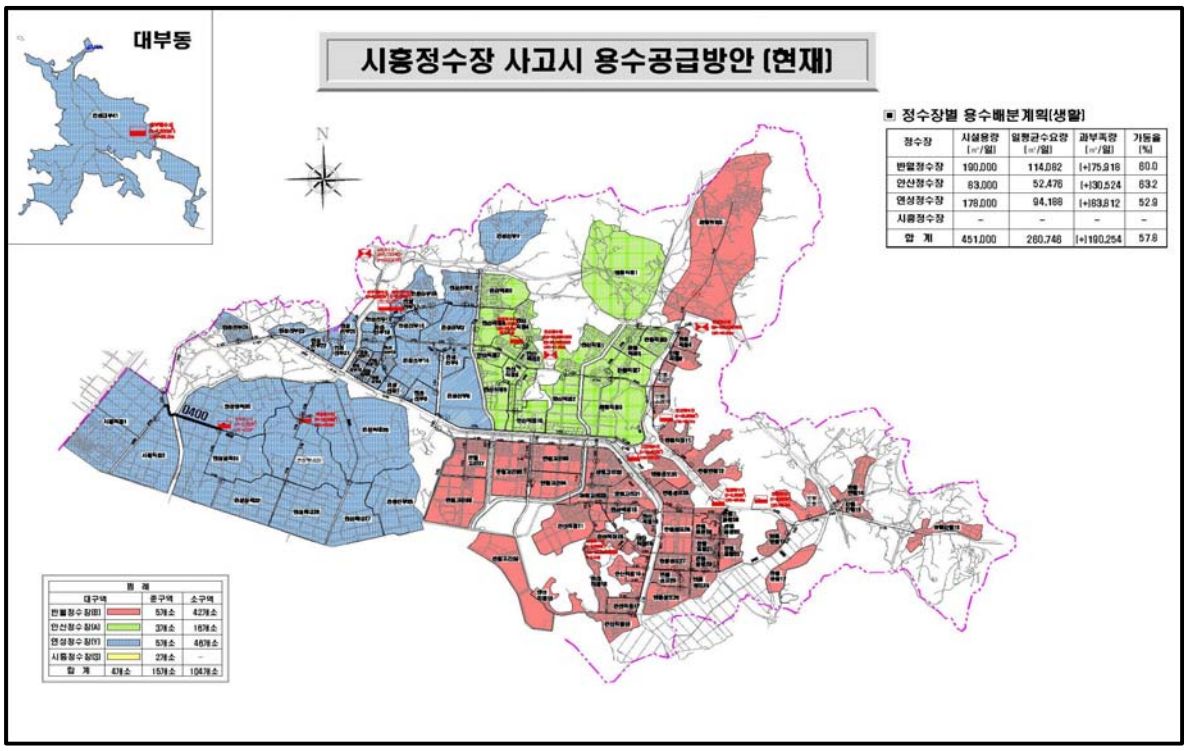


<그림 4.3-11> 연성정수장 단수시 수압분포도(일평균)

④ 시흥정수장 비상급수방안

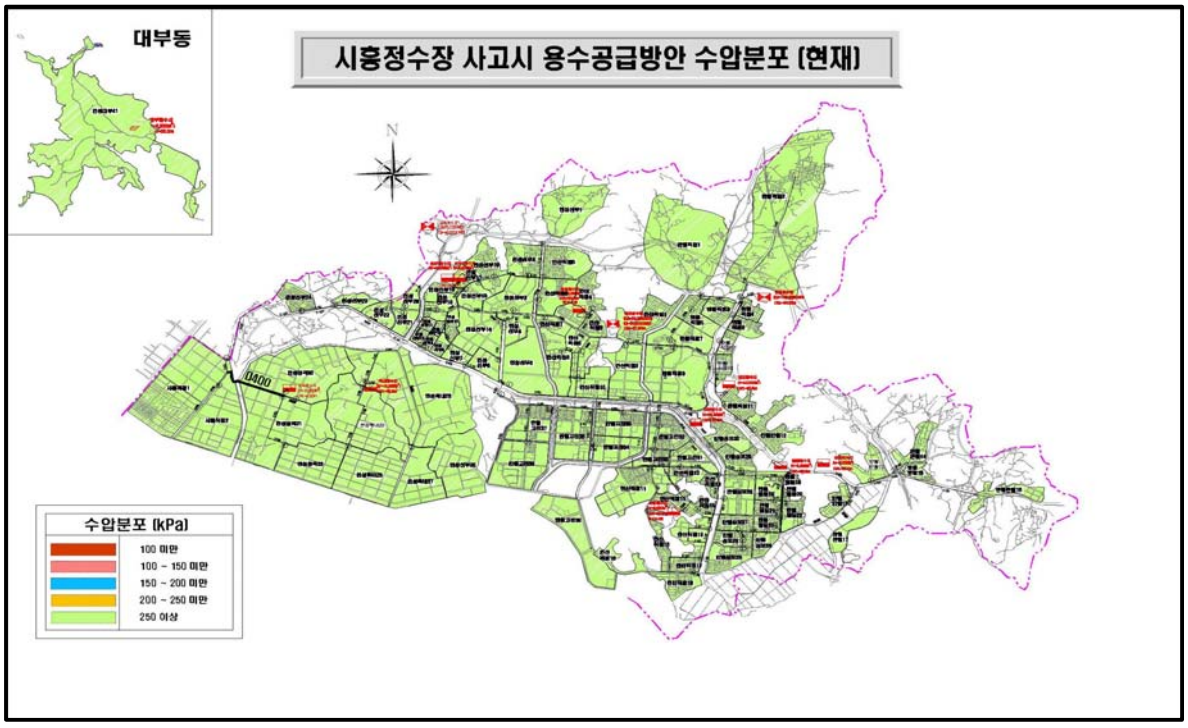
시흥정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 연성정수장 계통의 성곡배수지에서 기존 비상연락관로 D400mm를 이용 시화공단지역에 생활용수를 공급하는 것으로 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-12>와 같다.

정수장별 용수공급은 연성정수장이 일평균 94,188㎥/일로(시설용량의 52.9%) 현재 시설용량을 최대한 가동시 일평균 용수량 기준으로 급수대상지역에 안정적 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-12> 시흥정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 앞서 타정수장과 동일 방식으로 수행하였으며, 해석결과 대부분의 지역에서 비교적 안정적 수압 확보하여 용수 공급이 가능한 것으로 검토되었으며 수압분포 현황은<그림 4.3-13>과 같다.



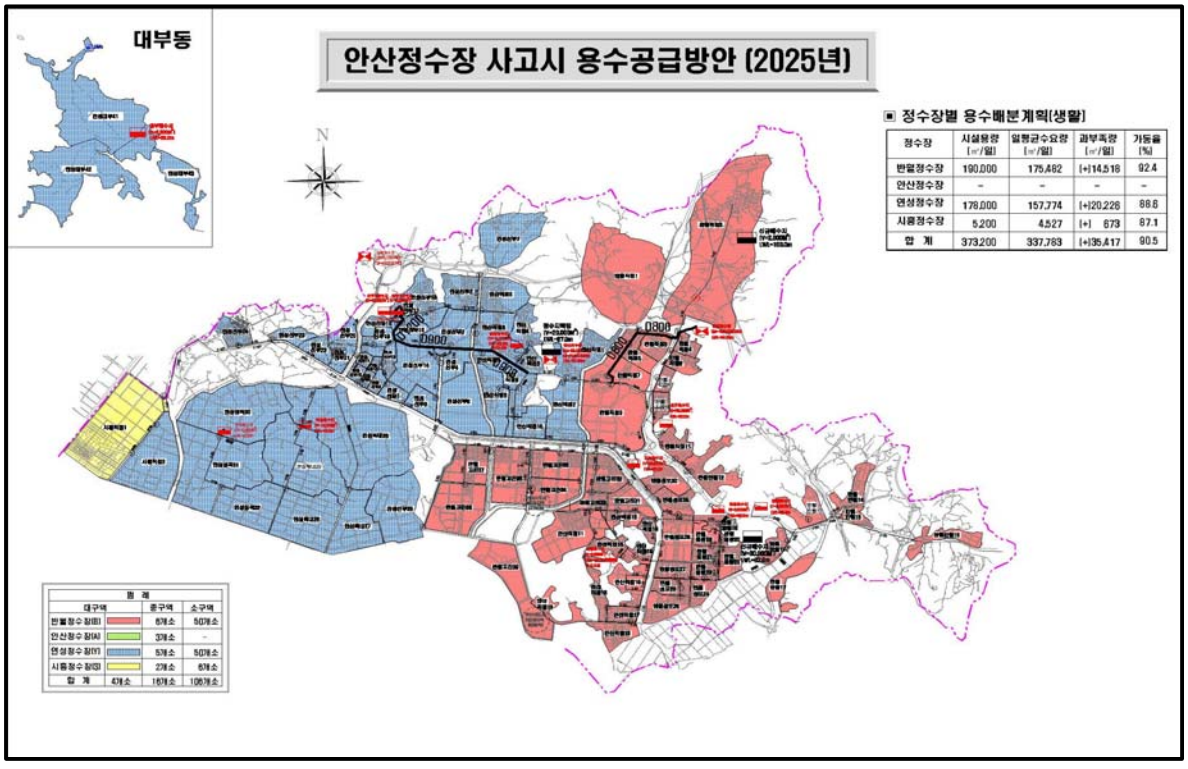
<그림 4.3-13> 시흥정수장 단수시 수압분포도(일평균)

2) 장래 용수공급계통별 비상급수체계 (2025년)

① 안산정수장 비상급수방안

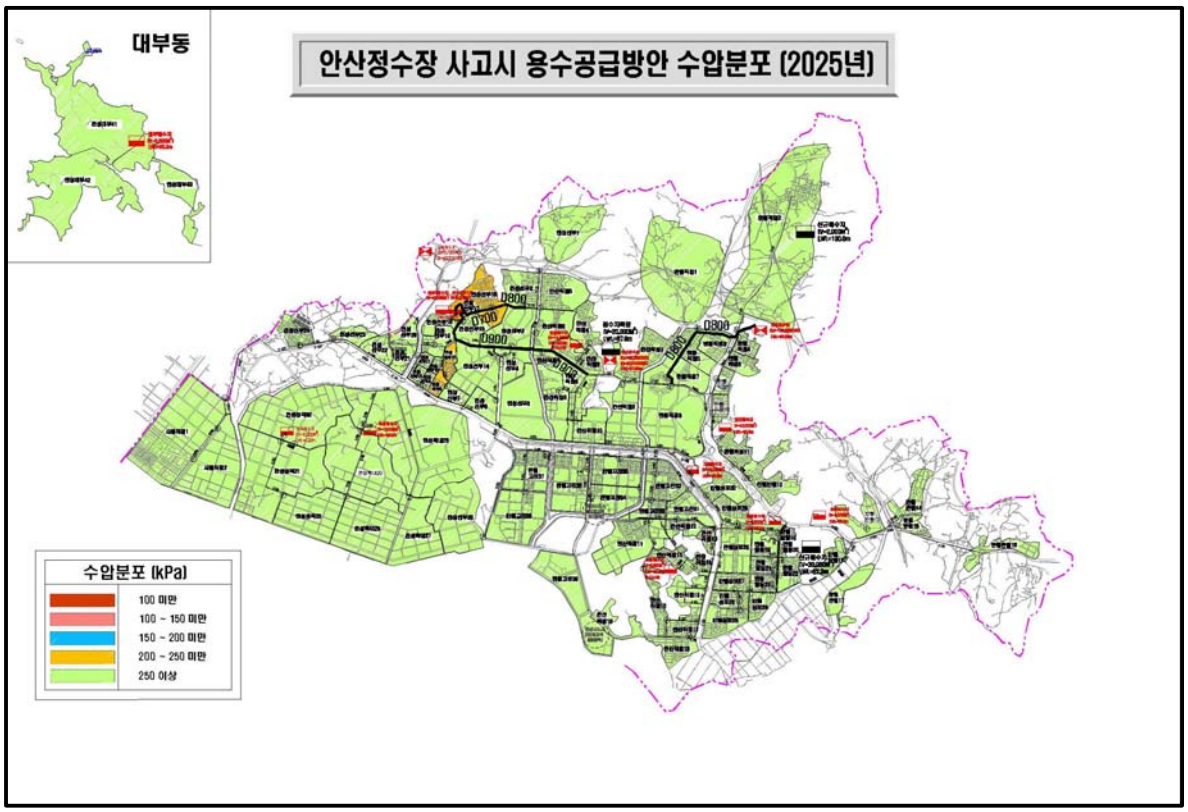
안산정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 안산정수장 급수구역의 용수공급방안은 반월정수장에서 3단계 정수장 유출관로인 D800mm와 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로를 이용 월피동 및 성포동, 고잔2동 인근지역에 용수를 공급하고, 연성정수장에서 선부배수구역의 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로를 활용하여 와동 및 고잔1동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였고 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-14>와 같다.

정수장별 용수공급량은 최종목표년도 2025년 기준 반월정수장이 일평균 175,482㎥/일(시설용량의 92.4%), 연성정수장이 일평균 157,774㎥/일로(시설용량의 88.6%) 현재 시설용량을 최대한 가동시일평균 용수량 기준으로 급수대상지역에 안정적 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-14> 안산정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 제한급수가 불가피한 비상시임을 감안하여 일평균 용수수요량 기준 관망수리해석 수행하였으며 해석결과 생활용수는 대부분의 지역에서 200kpa 이상의 비교적 안정적 수압 확보하여 용수 공급이 가능한 것으로 검토되었다.

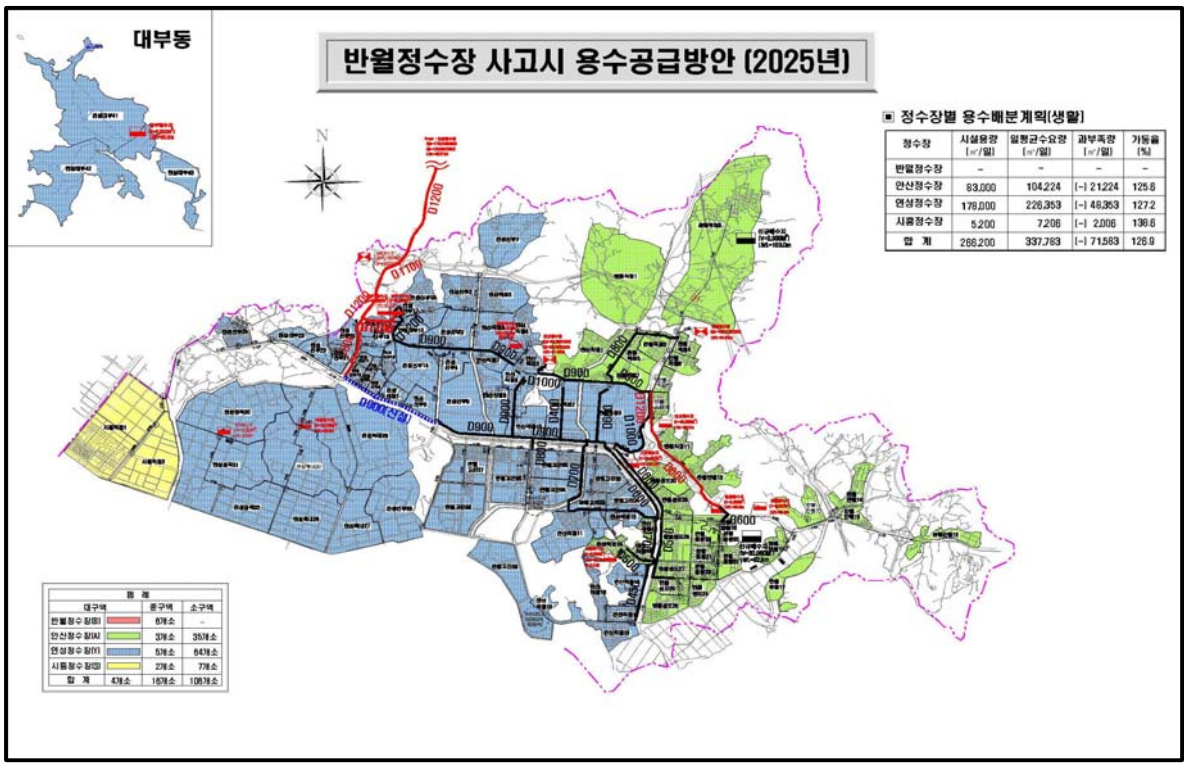


<그림 4.3-15> 안산정수장 단수시 수압분포도(일평균)

② 반월정수장 비상급수방안

반월정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 반월정수장 급수구역의 용수공급방안은 앞서 검토한 현재 비상급수방안과 동일하게 계획하였다. 연성정수장 계통에서는 기존의 배수관로를 이용하여 반월정수장 급수구역 용수공급이 불가하여 기존 연성정수장 송수관로에서 분기하여 안산역사거리에서 공단역사거리까지 신설D900mm을 부설, 기존 D900mm 배수관로와 연결하여 고잔동, 사동, 성포동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-16>과 같다.

정수장별 용수공급량은 2025년 최종목표년도 기준 안산정수장이 일평균 104,224㎥/일(시설용량의 125.6%), 연성정수장이 일평균 226,353㎥/일로(시설용량의 127.2%) 각 정수장의 시설용량을 초과하여 제한급수가 불가피 한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-16> 반월정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 전항인 안산정수장과 동일하게 수행하였으며, 검토결과 생활용수는 대부분의 지역에서 150kPa이상의 비교적 안정 수압 확보가 가능한 것으로 분석되었으며 수압분포 현황은<그림 4.3-17>과 같다.

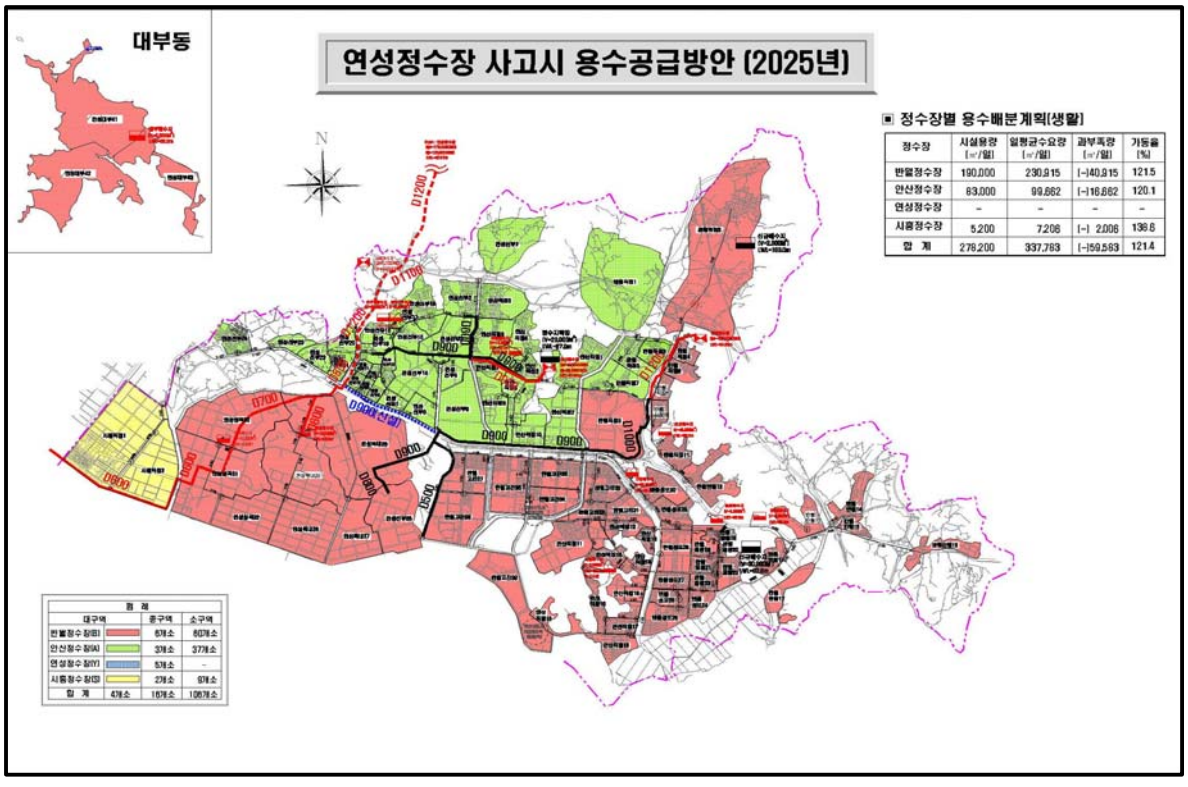


<그림 4.3-17> 반월정수장 단수시 수압분포도(일평균)

③ 연성정수장 비상급수방안

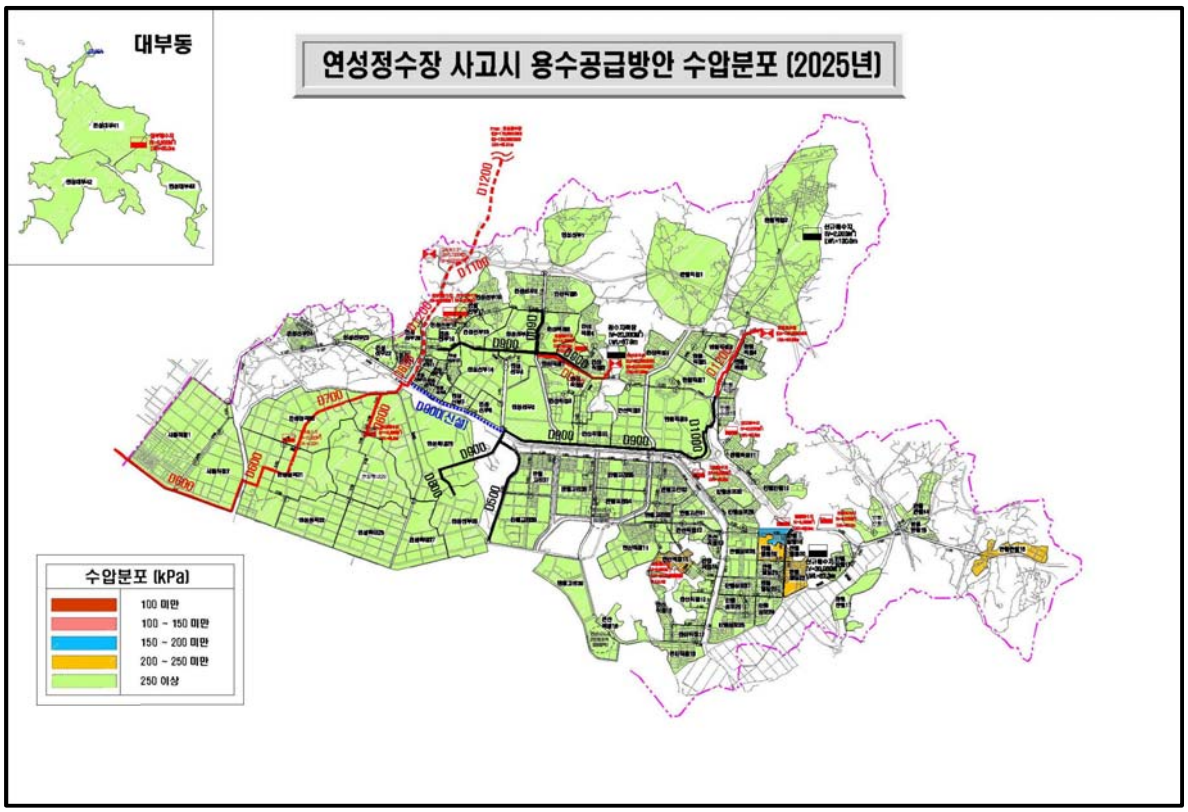
연성정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 연성정수장 급수구역의 용수공급방안은 생활용수의 경우 안산정수장에서 삼일로에 부설되어있는 D900mm 배수관로와 안산정수장~선부배수지간 비상송수관로 D900mm를 활용하여 선부동과 원곡동 지역에 용수를 공급하고, 반월정수장에서는 기존의 배수관로를 이용하여 공단지역 및 대부동 지역에 용수공급이 불가하여 중앙로에 부설되어 있는 D900mm관로와 안산역사거리에서 공단역사거리까지 신설D900mm을 부설하여 기존 연성정수장 송수관로 D800mm와 연결, 공단 및 대부동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-18>과 같다.

정수장별 용수공급량은 2025년 최종목표년도 기준 안산정수장이 일평균 99,662㎥/일(시설용량의 120.1%), 반월정수장이 일평균 230,915㎥/일로(시설용량의 121.5%) 각 정수장의 시설용량을 초과하여 제한급수가 불가피 한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-18> 연성정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 앞서 타정수장과 동일하게 수행하였으며, 검토결과 생활용수는 대부분의 지역에서 비교적 안정적 수압 확보가 가능한 것으로 분석되었으며 수압분포 분석 현황은 <그림 4.3-19>와 같다.

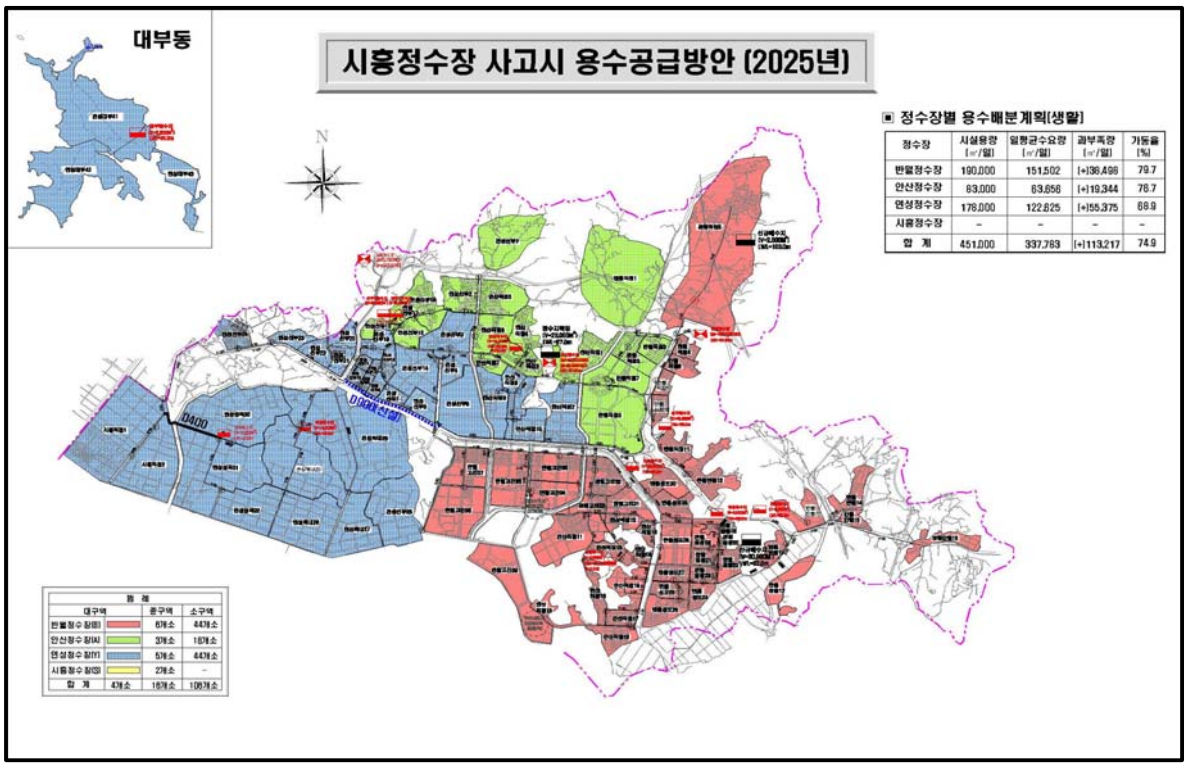


<그림 4.3-19> 연성정수장 단수시 수압분포도(일평균)

④ 시흥정수장 비상급수방안

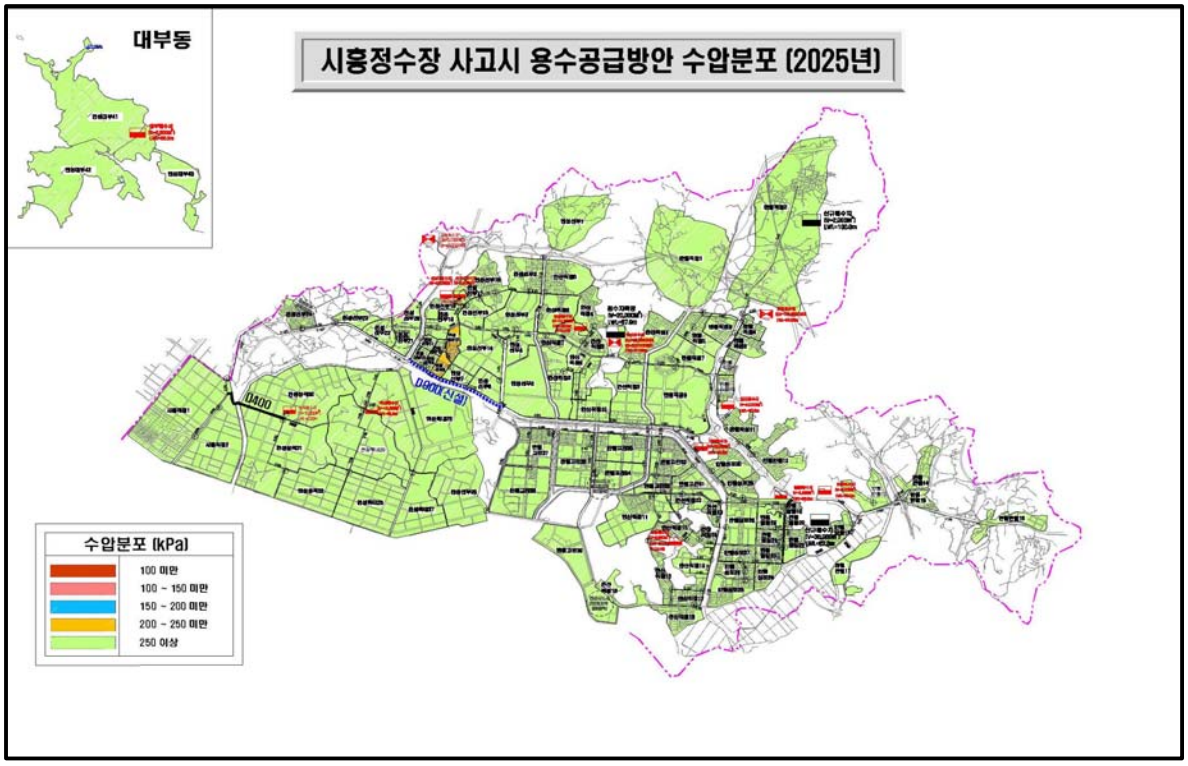
시흥정수장의 비상급수방안은 앞서 검토한 현재 비상급수방안과 동일하게 연성정수장 계통의 성곡배수지에서 기존 비상연락관로 D400mm를 이용 시화공단지역에 생활용수를 공급하는 것으로 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 4.3-20>과 같다.

정수장별 용수공급은 생활용수의 경우 연성정수장이 일평균 122,625㎥/일로(시설용량의 68.9%) 현재 시설용량을 최대한 가동시 일평균 용수량 기준으로 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다.



<그림 4.3-20> 시흥정수장 단수시 용수공급 계통

관망수리검토는 앞서 타정수장과 동일하게 수행하였으며, 해석결과 대부분의 지역에서 비교적 안정적 수압 확보하여 용수 공급이 가능한 것으로 검토되었으며 수압분포 현황은 <그림 4.3-21>과 같다.



<그림 4.3-21> 시흥정수장 단수시 수압분포도(일평균)

나. 부분 단수시

부분 단수는 배수지시설의 운영 중단 및 송·배수관로(주공급계통 제외)의 파손, 관로 공사 등에 따른 이상 발생시 하나의 배수구역 또는 일부지역에 한정하여 발생되며, 배수지의 청소 등 배수지시설의 운영 중단시는 By-Pass 관로를 통한 직급수가 시행되므로 실제적으로 배수관로의 이상에 따른 부분적인 단수가 대부분이다.

본 계획에서의 부분 단수시의 비상급수대책은 전면 단수시와 동일한 방법으로 안산시의 현장 여건을 충분히 반영하여 송·배수방식의 일시적 전환으로 계획하였으며, 비상급수 시행은 제수변 Open을 통한 인접 배수구역과 통합급수 시행토록 계획하였다.

<표 4.3-8> 배수구역별 비상용수공급 계획

정수장	배수지	비상용수 공급방안	비 고
연성 정수장	선부1 배수지	•선부 2배수지의 By-Pass관로를 이용하여 용수공급 •안산정수장~선부배수지간 비상송수관로 활용 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	선부2 배수지	•안산정수장~선부배수지간 비상송수관로 활용 •인근 안산정수장 직접배수구역의 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	목내 배수지	•인근 성곡배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	성곡 배수지	•인근 목내배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	공단 배수지	•송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	대부 배수지	•송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
안산 정수장	직접 배수	•인근 선부 및 반월직접배수구역 제수변을 개방 용수공급	
	와동 배수지	•인근 안산정수장 직접배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	초지 배수지	•송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
반월 정수장	직접 배수	•인근 안산직접 배수구역 제수변을 개방 용수공급	
	반월 배수지	•인근 본오동 배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	성포 배수지	•인근 본오동 및 고잔배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	고잔 배수지	•인근 본오동 및 성포배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	본오동배 수지	•인근 성포 배수구역 제수변을 개방 용수공급 •송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
	안산동배 수지	•송수관로 By-Pass 관로를 통한 직급수 시행	
시흥 정수장	직접 생활	•인근 성곡배수구역 제수변을 개방 용수공급	
	직접 공업	•인근 공단배수구역 제수변을 개방 용수공급	

3.2 송·배수계획

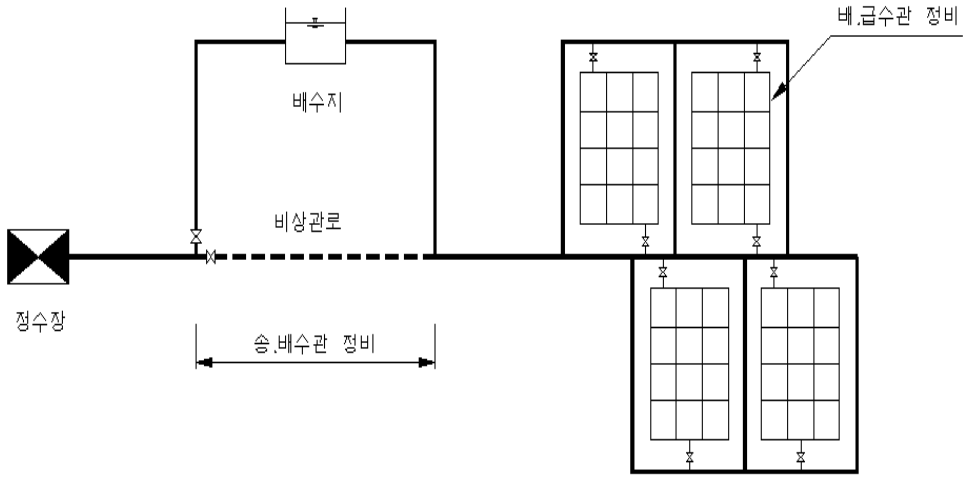
3.2.1 송배수방식 결정

가. 개 요

안산시는 과거 관로의 돌발 누수사고 또는 정수장 정전 및 사고시에도 수용자에게는 무단수 급수되어야 함에도 정수장과 배수지를 연결하는 송수관의 상호 보완기능(Back Up 기능)의 부족으로 불가피하게 단수가 발생되었으며, 일부 배수관로가 수지상식으로 형성되어 있어서 효율적인 수운용이 불가능하였고 관말에서는 물이 정체하여 이취미와 적수 등의 원인이 되어 왔다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 안산시는 송·배수관의 기능 분리 및 비상관로 확보와 관로 루프화 및 배수 블록화를 위한 간선 배관망의 정비로 신뢰성 있는 송·배수 시스템을 구축함으로써 효율적인 수운용을 기하고 비상시 상호보완기능(Back Up기능)을 강화하기 위해 무단수 급수체계와 직결급수를 확대하여 왔으며, 현재 용수의 안정적 공급과 체계적이고 효율적인 물 관리시스템을 확립하기 위한 불록시스템 구축사업을 진행 중에 있다.

따라서, 블록시스템 구축에 따른 수압의 균등화에 의한 누수량 감소 및 적수(녹물) 유출 요인을 제거하여 수요공급의 원활한 조정으로 깨끗하고 신선한 수돗물을 안정적으로 공급하기 위한 송·배수시설 정비계획을 수립하고자 하며, 이에 대한 송·배수시설 개량의 개념은 다음 <그림 4.3-22>와 같다.



<그림 4.3-22> 송·배수시설 정비 개념도

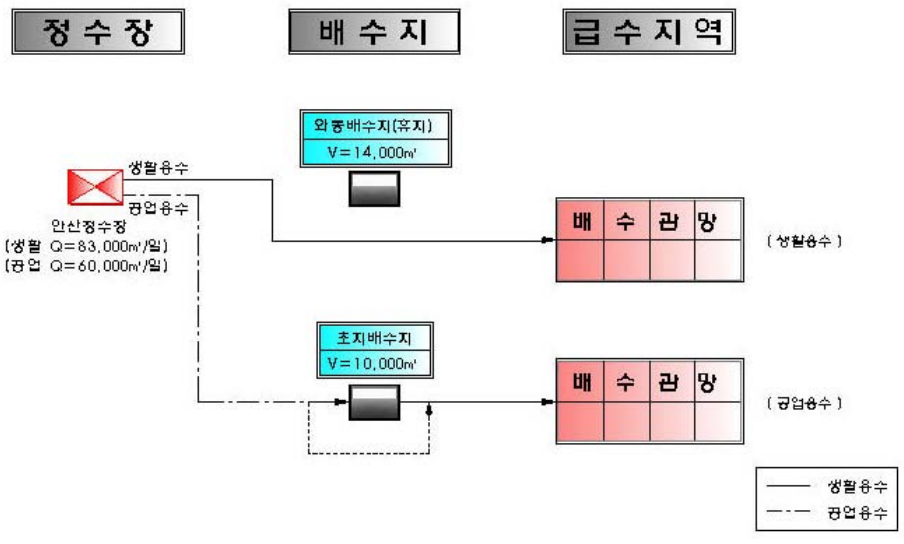
나. 송·배수방식의 현황분석

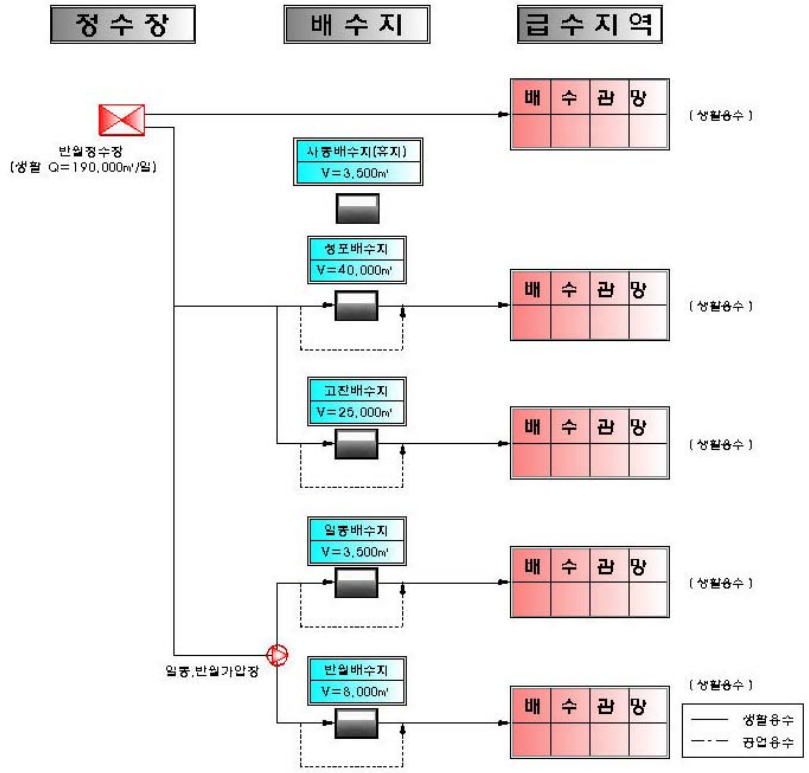
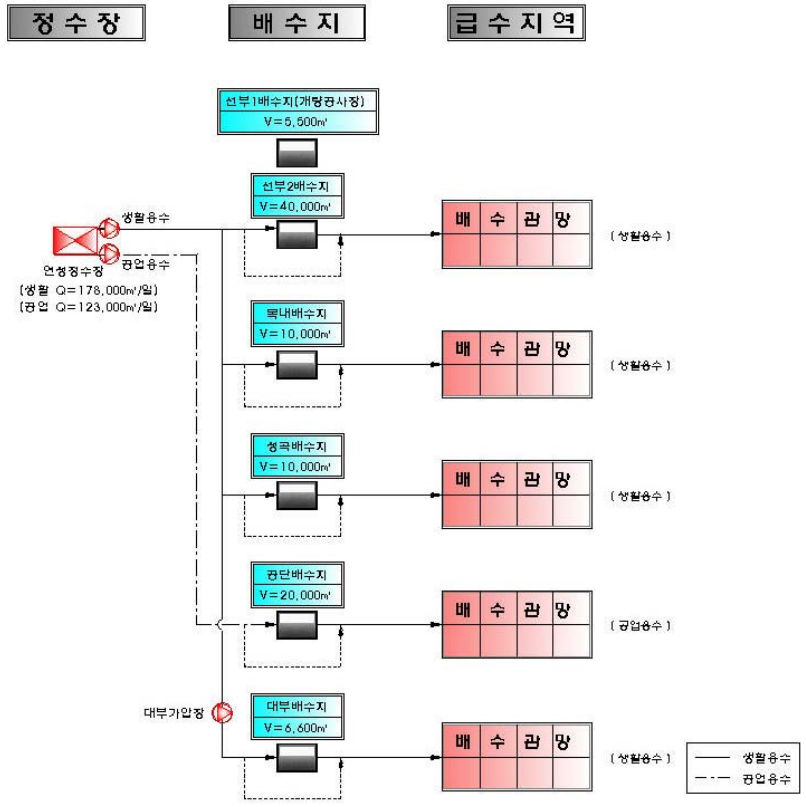
안산시는 2007년말 현재 연성정수장수계 급수구역의 송·배수방식은 정수장에서 용수를 가압송수하여 배수지를 통해 전 배수구역에 용수를 공급하는 간접배수방식으로 운영되고 있으나, 안산정수장 생활용수 전 급수구역과 반월정수장수계의 일부지역은 블록시스템 구축과정에서 안정적 수압확보가 가능한 배수위 확보를 위해 정수장에서 직접배수방식으로 배수구역에 용수를 공급하고 있다. 따라서 안정적이고 효율적인 수운영 서비스를 향상시키고자 직접배수방식의 용수공급 지역을 축소하고 간접배수방식으로의 확대전환이 필요한 상태이다.

도시발전에 따른 급수범위의 확대로 수운영이 복잡해지고 있는 안산시 일부지역의 직접배수방식의 문제점을 정리하면 다음과 같다.

- 정수장에서의 정수생산 및 공급량에 대한 제어가 곤란하다.
- 정수지의 체류시간 부족으로 안정적 용수공급이 어렵다.
- 배수지에서의 유량측정에 대한 활용이 곤란하고 급수제어시설화가 어렵다.
- 현 배수지 전 용량을 충분하게 활용할 수 없다.
- 각 배수지의 용량에 따른 검토가 불가능하고 각각의 배수지 수위계획을 수립하기가 곤란하다.

<표 4.3-9> 송·배수 시설현황

배수방식	정수장	송·배수 시설 현황 도식도
직간접 송배수 방 식	안 산 정수장	

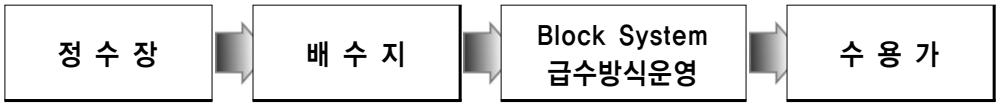
배수방식	정수장	송·배수 시스템 현황 도식도
직간접 송배수 방 식	반 월 정수장	
간 접 송배수 방 식	연 성 정수장	

다. 송·배수방식 운영의 기본방향

송·배수 시설현황을 분석한 결과, 본 계획의 기본방향은 정수장에서 생산된 정수를 배수지를 경유하여 급수구역에 배수시키던 기존의 간접 배수방식 형태를 활용하되 전 급수구역에 대하여 배수지별 분담 급수구역으로 구역을 계량하여 세분화하는 Block System 급수방식을 기본방향으로 선정한다.

1) 기본방향

- 수용가의 안정적 급수체계 유지를 위한 간접 배수방식으로 운영
- 송 · 배수관의 기능분리 및 비상관로 확보
- 비상시 상호보완기능 강화로 수운영의 효율화



2) 접근방향

- 급 · 배수구역 분할과의 연계성
- 정수생산능력의 유동성
- 각 지역별 배수지 규모 및 활용성
- 송수시설(송수관로) 운영효과의 극대화
- 비상급수체계의 조정 가능성
- 고저차에 의한 용수수요량 파악과 공급원의 위치에너지 제고

맑은물 공급과 안정, 균등, 경제성, 수운영의 효율화

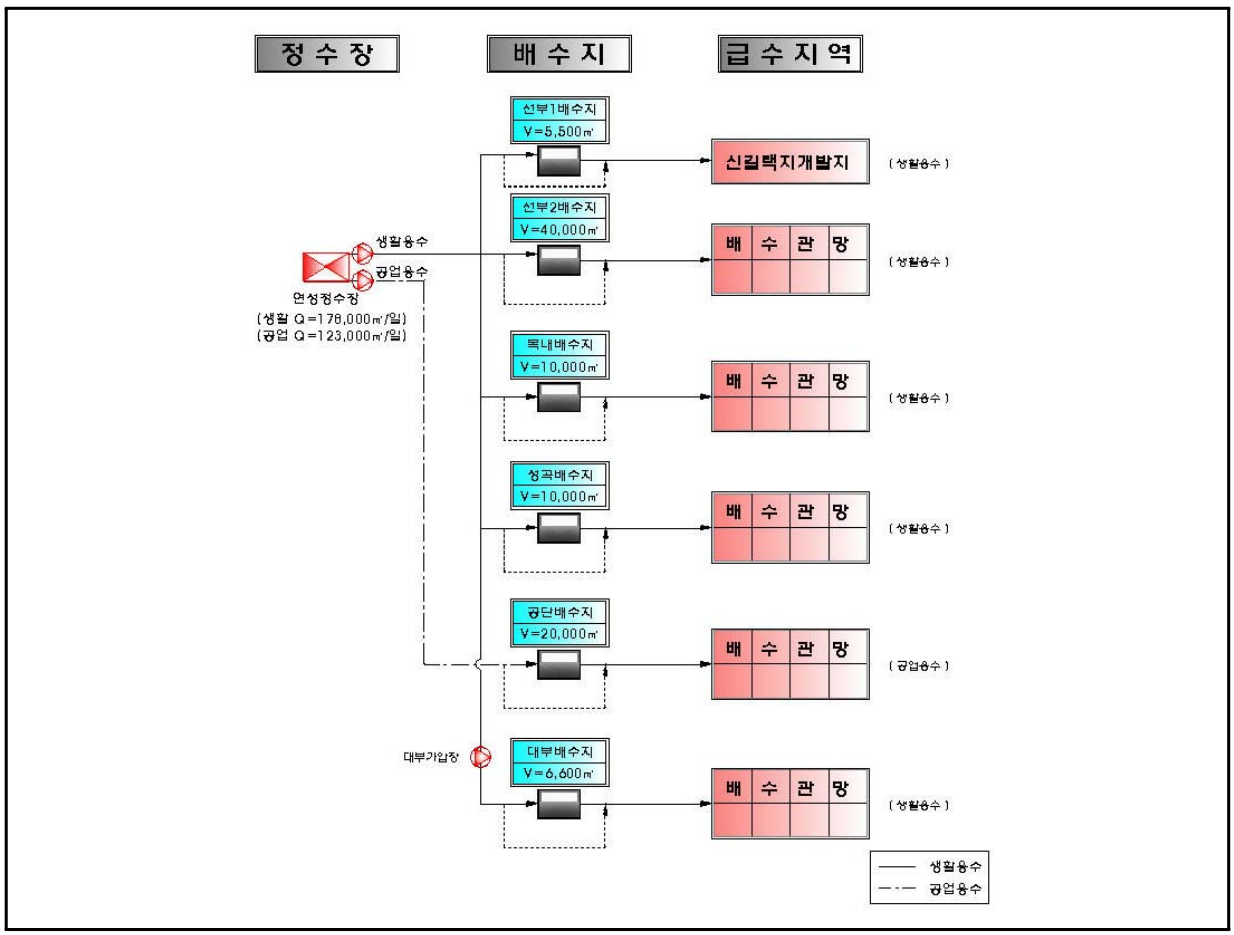
3) 시행방법

- 정수장별, 배수지별 수계분리체계 정립
- 수계분리시 격점개량 및 일부 복식관망 구성
- 송수관로 계획시 기존관로 이용의 최대화
- 배수지의 유입, 유출관로의 분리 정비
- 배수관로의 관망정비 및 개량의 최소화

라. 급·배수구역 분할계획에 따른 송·배수방식 검토

1) 연성정수장 수계

연성정수장수계 급수구역은 생활용수 공급지역인 선부 배수구역, 성곡 배수구역, 목내 배수구역, 대부동 배수구역과 공업용수 공급지역인 공단 배수구역을 기존의 송·배수시설를 이용하여 현재와 같이 연성정수장에서 가압송수 후 간접 배수방식으로 용수를 공급하는 것으로 계획한다.



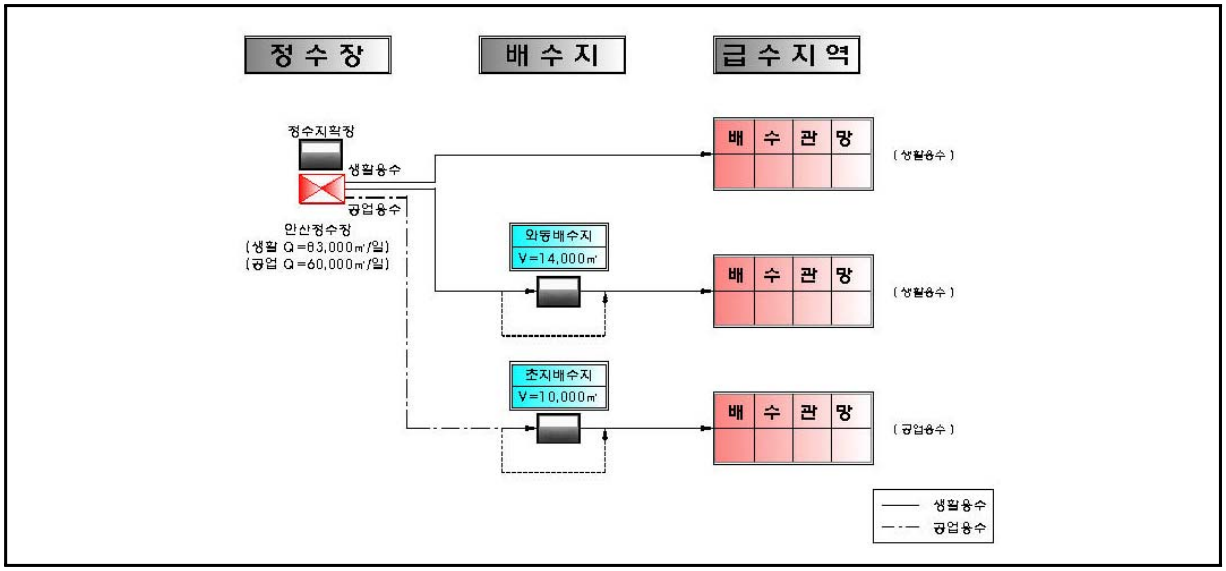
2) 안산정수장 수계

안산정수장수계 급수구역은 2015년 단기 계획까지 현재와 같이 안산정수장 직접배수방식으로 생활용수를 공급하고 공업용수는 간접배수방식으로 운영한다. 2015년 이후 부터 생활용수는 현재 휴지상태인 와동배수지를 활용한 와동배수구역과 안산정수장내 신설배수지(정수지확장) 배수구역으로 분할하여 간접배수방식으로 전환하여 용수를 공급하고 공업용수는 초지배수지로 송수 후 간접배수방식으로 운영하는 것으로 계획하였다.

각각의 배수구역의 송·배수방식의 결정은 급·배수구역 분할계획, 송수관로 계획, 배수

지 계획, 배수관로 계획 등을 종합적으로 검토하여 와동배수구역은 기존의 와동배수지와 송수관로를 이용한 간접 송·배수방식으로 계획하고 와동배수구역을 제외한 나머지 배수구역은 안산정수장 시설개량 시 정수장내 안정적 체류시간을 확보할 수 있는 배수지를 신설(정수지확장)하여 간접 배수방식으로 용수를 공급한다.

또한 공업용수의 초지배수구역은 기존의 초지배수지 용량 V = 10,000㎥을 이용하고 송수관로 D = 800mm를 이용한 간접 배수방식으로 공급하기로 한다.

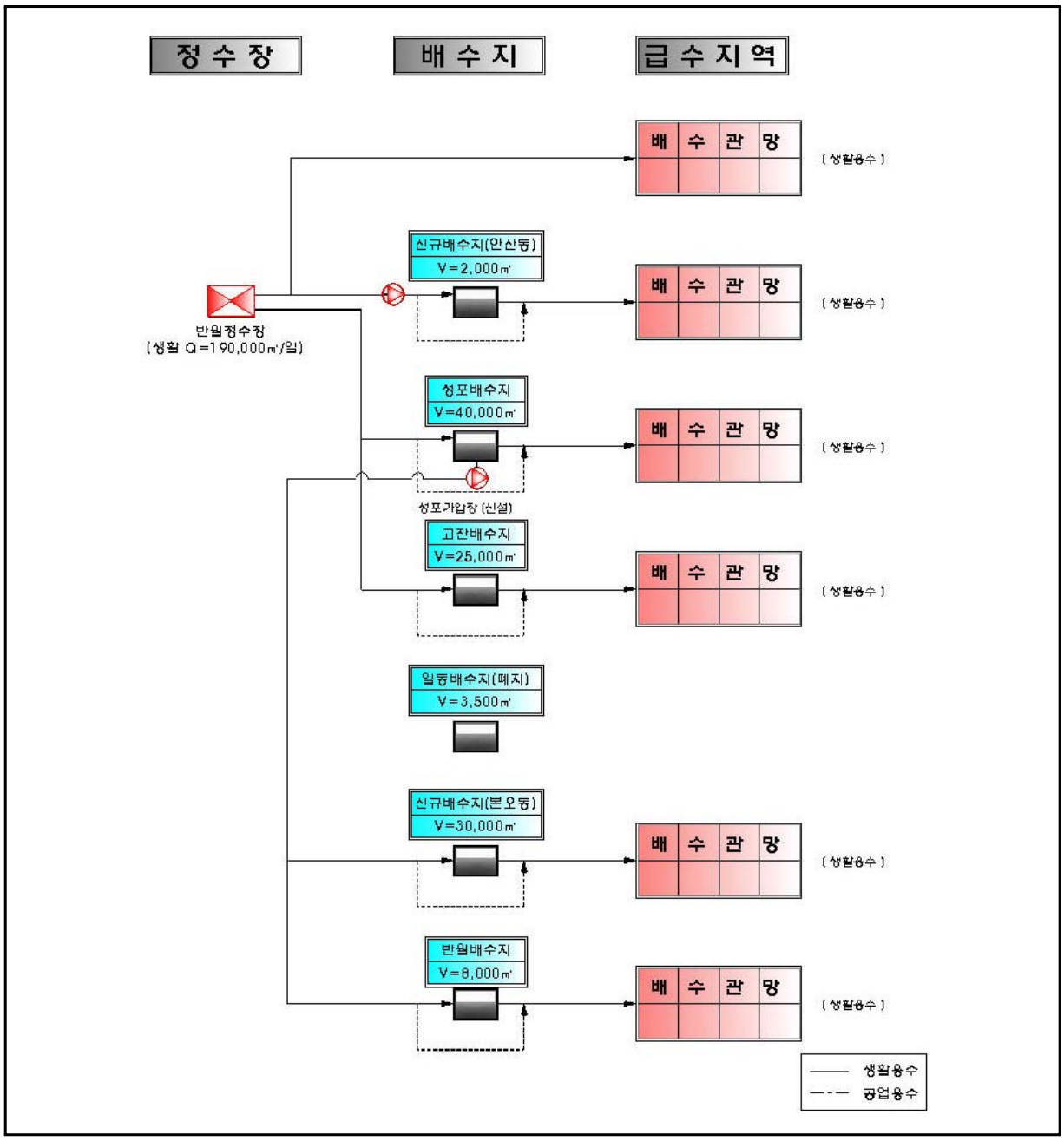


3) 반월정수장수계

반월정수장수계 급수구역은 2015년 단기 계획까지 고잔, 성포배수구역은 현재와 같이 반월정수장에서 자연유하로 송수 후 간접배수방식으로 운영하고 일동, 반월 배수구역은 일동·반월 송수 가압장에서 가압송수 후 간접배수방식으로 용수를 공급하는 것으로 계획하되, 현재 반월정수장 직접배수구역 중 급수불량인 일동 일부지역과 배수가압으로 용수를 공급받고 있는 중앙병원 인근지역을 반월배수지 배수구역으로 전환하여 반월정수장 직접배수구역을 가능한 축소하여 용수를 공급하는 것으로 계획하였다.

또한 2015년 이후 장기계획에서는 현재 성포배수구역 중 급수불량지역인 사동 및 본오동지역에 안정적 용수를 공급하기 위해 배수위 확보가 가능한 배수지를 신설 및 성포배수지내 가압장을 설치하여 가압송수 후 사동 및 본오동 지역에 간접배수방식으로 용수를 공급하고, 가압장 및 배수지 신설에 따라 현재 가동 중인 일동·반월가압장과 일동배수지는 폐지하는 것으로 계획하였다. 한편 현재 안산동 가압장을 이용하여 가압배수로 직접배수방식으로 용수를 공급받고 있는 안산동 지역의 안정적 용수

공급을 위해 안산동 가압장을 송수가압장으로 전환하고 배수지를 신설하여 간접배수 방식으로 용수를 공급받도록 전환하여 반월정수장 직접배수구역이 최소화 되도록 계획하였다.



4) 시흥 정수장 수계

안산시 시화공단 배수구역은 시흥정수장에서 생활용수 및 공업용수를 직접 배수토록 되어 있는 관계로 시화공단 배수구역의 송·배수방식에 대한 검토는 본 계획에서 제외하였다.

5) 송배수방식의 종합계획

안산시의 원활한 급수를 위한 송·배수방식의 종합적인 계획은 다음과 같다.

<표 4.3-10> 배수구역별 송·배수방식의 종합계획

수 계	배수구역	송·배 수 방 식 계 획				비 고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
연성 정수장	선부1 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	선부2 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	목내 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	성곡 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	대부 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	공단 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
안산 정수장	직접 배수구역	직 접	직 접	간 접	간 접	
	와동 배수구역	-	-	간 접	간 접	
반월 정수장	직접 배수구역	직 접	직 접	직 접	직 접	
	성포 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	고잔 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	일동 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	반월 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	
	본오동 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	신설
	안산동 배수구역	간 접	간 접	간 접	간 접	신설
시흥 정수장	직접배수구역(생활)	직 접	직 접	직 접	직 접	
	직접배수구역(공업)	직 접	직 접	직 접	직 접	

마. 효과분석

송·배수방식의 종합적인 계획에 의한 간접배수방식 도입 및 운영은 주 배수지를 중심으로 송수계통과 배수계통이 완전히 구별되며, 송수계통 관로 또는 관망은 정수장에서 배수지까지 송수만을 담당하는 것이다.

따라서, 송수관로와 배수관로는 엄격히 구분되고 급수구역들은 각기 주 배수지에서만 배수하게 되며, 배수지 용량만 충분하면 어떠한 급수량의 변동에도 대처되므로 안전급수를 기대할 수 있고, 이 간접 배수방식을 도입함으로써 다음과 같은 장점이 있다.

- 배수지는 배수위 및 배수량 조절이 상수도 수요 변동에 대하여 수리적으로 자동조절 및 유지되므로 배수운영과 배수시설 유지관리에 편리하다.
- 배수지에서 정수 유입량 및 유출량을 정확히 측정할 수 있어 급수기구의 양상을 파악할 수 있으며, 이 자료로서 정확한 배수지 용량도 결정할 수 있을 것이다.

- 정수장 생산공급 절약이 가능한 배수지 수위·제어체제를 선택할 수 있어 송수펌프의 운전제어가 가능하게 되므로 에너지 절약은 물론 경제적인 시설 건설이 가능하다.
- 관망관로내 물흐름 방향이 정상 운영시 일정하므로 관로 요소에 설치되는 계측장치는 항상 정 작동할 수 있어 필요한 급수자료(유량 및 수압 등) 측정 및 수집이 가능해진다.
- 정수장에서의 살균은 수돗물에 생존하는 병원균을 죽이거나 활동하지 못하게 하는 과정으로 일차 살균시 배수지에서의 장기간의 접촉시간(CT 값)이 허용되어 경제적이고 충분한 살균효과를 얻을 수 있다.
- 정수의 급수시 무단수 급수체계를 구축하여 직결 급수체계를 확대하며, 배수지 급수체계에 따른 배수시설의 안정성이 확보된다.
- 송·배수관의 기능 분리로 지역간 수요공급의 조정이 원활하고 배수관내에서의 물의 흐름방향이 일정하게 되므로 적수(녹물) 유출 요인이 제거되어 수질에 대한 불만을 해소할 수 있다.

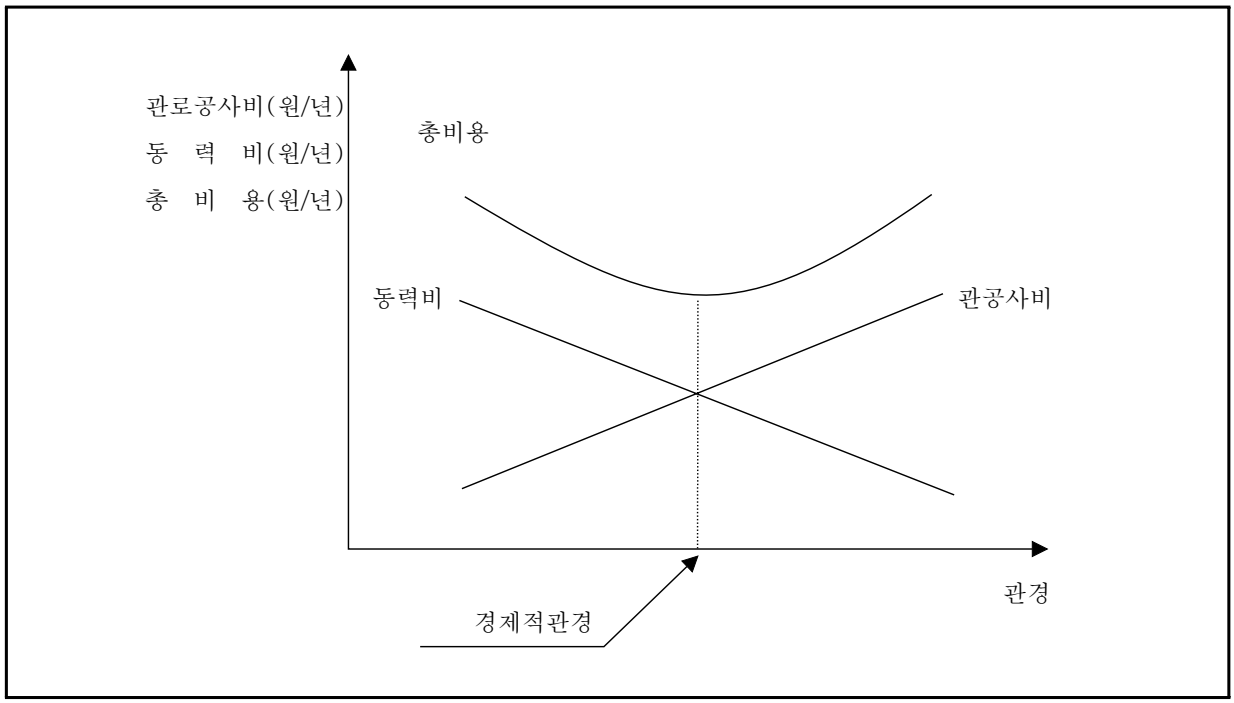
3.3 송수관로 계획

3.3.1 경제적 관경 및 관종검토

가. 송수관로 경제적 관경

경제적 관경결정의 관로내 유량의 흐름은 자연유하인 경우와 펌프에 의해 가압되어 압송되는 경우로 구분될 수 있다. 자연유하의 관로는 시점과 종점간의 수두차를 최대한 이용하여 최소 동수구배에 가깝도록 설치하는 것이 경제적이며, 압송관로의 경우에는 관로부설비, 관경에 따라 좌우되는 동력비 사이에 관계를 검토한다. 즉, 동일유량에 대하여 관경이 클 경우 관부설비는 커지나 관 마찰손실수두는 적어 동력비가 적게 소요되며, 관경이 작은 경우는 손실수두가 커 동력비가 크고 부설비는 싸다. 따라서, 한 관로에 대하여 일정 사용기간에 투자된 관 부설비의 현재가치와 펌프관련 비용의 현재까지의 합이 가장 저렴하게 되는 관경이 곧 유량계획에 대한 경제적 관경이 될 것이다.

압송수방식인 경우에는 다음에서 보는 바와 같이 펌프동력비와 관로부설비를 비교하여 경제적인 관경을 결정하지만 통상은 펌프양정, 동수경사, 재가압의 필요성 등을 감안하여 관경을 결정한다. 경제적 관경 계산조건, 유량별 경제적 현재가치의 분석결과는 다음과 같다.



<그림 4.3-23> PUMP 가압방식의 경제적 관경

<표 4.3-11> 경제적 관경결정을 위한 조건

항 목	계 산 조 건
전 력 비	• 기준년도 : 2009년 3월 • 적용조건 : 산업용전력(갑), 선택요금(Ⅱ), 고압전력A – 기본요금 : 5,110원/㎾h – 사용요금 : 49.5원/㎾h(여름 : 봄·가을 : 겨울 = 2 : 6 : 4) – 적용요금 : {(5,110원÷720hr) + 49.5원} × 1.1 = 62.25원/㎾h
동 력 비	•펌프 소요동력 $P = 0.163 \frac{\gamma \times Q \times H}{\eta} \times \alpha$ 여기서, Q = 유 량(㎥/min) γ = 비 중 H = 양 정(m) η = 효 율(75%) α = 여유율(1~2)
손실수두	• 적용공식 : Hazen-Williams 공식 • 손실수두 $\Delta h = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$ 여기서 Δh : 손실수두(m) C : 100(D700mm이하) D : 관경(mm) Q : 유량(㎥/sec) L : 연장(m)
현가계수	• 할 인 율 : 3.41%(2008년말 국고채 수익율-한국은행) •내용년수 – 토 목(n1) : 35년 – 기 계(n) : 15년 •시설투자비 현가율 – 토목·건축시설 : r = 1.0 – 기계시설 $r1 = 1 + \frac{1}{(1+0.034)^n} \fallingdotseq 1 + \frac{1}{(1+0.034)^{15}} \fallingdotseq 1.6056$ – 유지관리비 현가율 $r3 = \frac{(1+i)^{n1} - 1}{i(1+i)^{n1}} \fallingdotseq \frac{(1+0.034)^{35} - 1}{0.034 \times (1+0.034)^{35}} \fallingdotseq 20.285$ •시설보존율 – 토 목 : 0.5%/년 – 기 계 : 2.5%/년 •시설보존율 현가 r4 = 시설공사비 × 보존율 × 유지관리비 현가율 •펌프-모타 자재비 : 220,000원/Hp •펌프-모타 설치비 : 자재비 × 13%

<표 4.3-12> 경제적인 관경 결정

(1km 당)

유 량 (㎥/일)	관 경 (mm)	양 정 (m)	현 재 가 치(천원)				총 현 가 (천원)	경제적 관경
			관로공사비	펌프 모타비	시설 보존비	동력비		
1,000	80	33.92	217,000	1,917	22,618	18,942	260,477	
	100	11.44	220,403	645	22,557	6,422	250,027	○
	150	1.59	264,352	92	26,837	880	292,161	
2,000	80	122.29	217,000	13,826	26,371	136,572	393,769	
	100	41.25	220,403	4,663	23,835	46,107	295,008	○
	150	5.73	264,352	647	27,020	6,435	298,454	
3,000	100	148.72	220,403	33,626	32,983	332,173	619,185	
	150	20.64	264,352	4,666	28,298	46,133	343,449	○
	200	5.09	317,085	1,150	32,517	11,381	362,133	
4,000	150	43.71	264,352	14,825	31,503	146,426	457,106	
	200	10.77	317,085	3,653	33,308	36,085	390,131	○
	250	3.63	368,070	1,231	37,710	12,184	419,195	
5,000	200	18.33	317,085	8,290	34,768	81,881	442,024	
	250	6.18	368,070	2,794	38,217	27,630	436,711	○
	300	2.54	409,267	1,148	41,868	11,368	463,651	
6,000	200	27.7	317,085	15,658	37,101	154,673	524,517	
	250	9.34	368,070	5,279	38,988	52,127	464,464	○
	300	3.85	409,267	2,177	42,193	21,506	475,143	
7,000	250	13.09	368,070	8,879	40,124	87,708	504,781	
	300	5.39	409,267	3,656	42,659	36,111	491,693	○
	350	2.54	439,619	1,724	45,134	17,039	503,516	
8,000	300	7.17	409,267	5,674	43,288	56,038	514,267	
	350	3.38	439,619	2,675	45,438	26,426	514,158	○
	400	1.77	493,598	1,400	50,510	13,802	559,310	
9,000	300	9.17	409,267	8,293	44,120	81,920	543,600	
	350	4.33	439,619	3,918	45,824	38,701	528,062	○
	400	2.26	493,598	2,046	50,713	20,198	566,555	
10,000	300	11.41	409,267	11,610	45,175	114,665	580,717	
	400	2.81	493,598	2,860	50,976	28,239	575,673	○
	450	1.58	539,976	1,607	55,277	15,874	612,734	
20,000	300	13.86	409,267	15,671	46,453	154,764	626,155	
	400	3.42	493,598	3,866	51,280	38,222	586,966	○
	450	1.92	539,976	2,169	55,459	21,454	619,058	

<표 계속>

(1km 당)

유 량 (㎥/일)	관 경 (mm)	양 정 (m)	현 재 가 치(천원)				총 현 가 (천원)	경제적 관경
			관로공사비	펌프 모타비	시설 보존비	동력비		
30,000	500	8.79	596,123	29,813	69,882	294,534	990,352	
	600	3.62	710,542	12,278	75,947	121,255	920,022	○
	700	1.43	834,541	4,849	86,191	47,919	973,500	
40,000	600	6.16	710,542	27,857	80,876	275,203	1,094,478	
	700	2.44	834,541	11,035	88,138	108,968	1,042,682	○
	800	1.27	1,015,485	5,742	104,792	56,750	1,182,769	
50,000	600	9.31	710,542	52,628	88,686	519,850	1,371,706	
	700	3.68	834,541	20,804	91,222	205,519	1,152,086	○
	800	1.92	1,015,485	10,854	106,415	107,194	1,239,948	
60,000	600	13.04	710,542	88,454	100,005	873,788	1,772,789	
	700	5.16	834,541	35,002	95,705	345,755	1,311,003	○
	800	2.69	1,015,485	18,246	108,748	180,232	1,322,711	
70,000	700	6.87	834,541	54,369	101,831	537,045	1,527,786	
	800	3.58	1,015,485	28,332	111,933	279,839	1,435,589	○
	900	2.02	1,148,595	15,985	121,548	157,936	1,444,064	
80,000	800	4.59	1,015,485	41,514	116,091	410,080	1,583,170	
	900	2.58	1,148,595	23,334	123,860	230,495	1,526,284	○
	1000	1.32	1,372,254	11,938	142,948	117,941	1,645,081	
90,000	800	5.7	1,015,485	57,997	121,304	572,936	1,767,722	
	900	3.21	1,148,595	32,661	126,822	322,683	1,630,761	○
	1000	1.64	1,372,254	16,687	144,449	164,824	1,698,214	
100,000	800	6.93	1,015,485	78,348	127,735	773,923	1,995,491	
	900	3.33	1,148,595	37,648	128,384	371,871	1,686,498	○
	1000	1.99	1,372,254	22,498	146,275	222,273	1,763,300	
125,000	900	5.02	1,148,595	70,942	138,912	700,781	2,059,230	
	1000	3.01	1,372,254	42,537	152,604	420,192	1,987,587	○
	1100	1.89	1,605,365	26,709	171,266	263,848	2,067,188	
150,000	1000	4.21	1,372,254	71,395	161,732	705,248	2,310,629	
	1100	2.65	1,605,365	44,939	177,027	443,938	2,271,269	○
	1200	1.73	1,841,678	29,338	196,055	289,808	2,356,879	

나. 관종비교

1) 관종 선정시 고려사항

상수도관로의 관종 선택은 현재 이용되고 있는 주요 관종에 대해 경제성, 시공성, 수밀성, 내구성 및 유지관리성 등을 비교 검토하고 관로의 특성 및 과거실적 등을 고려하여 결정한다.

관종 선정시 고려사항

- 관로부설의 연장 및 토질조건
- 내외압 및 매설조건에 따른 관두께
- 관경의 다양성
- 유지관리 및 보수의 용이성
- 경제성
- 수량과 취급의 용이성

2) 관종 비교 검토

국내에서 생산되는 KS 표시로 허가된 각종 관종은 <표 4.3-13>과 같은 바, 본 계획에서의 관종 비교는 상수도관으로 가장 많이 사용되는 도복장 강관, 닥타일 주철관 및 폴리에틸렌 피복 강관에 대하여 관의 특성과 연결 방법 및 경제성 등을 중심으로 검토하였다.

<표 4.3-13> 국내에서 생산되는 수도용관

관 종	규 격	관 경(mm)
덕타일주철관	KS D 4311	80 ~ 2,600
덕타일주철 이형관	KS D 4308	80 ~ 2,600
상수도용 도복장 강관	KS D 3565	80 ~ 3,000
상수도용 도복장 강관 이형관	KS D 3578	80 ~ 3,000
일반 배관용 스테인레스강관	KS D 3595	8 ~ 300
수도용 에폭시수지 분체내외면 코팅강관	KS D 3608	6 ~ 500
수도용 폴리에틸렌 분체라이닝 강관	KS D 3619	15 ~ 100
프리스트레스트 콘크리트 실린더관	KS F 4406	500 ~ 2,000
이음매 없는 동 및 동합금관	KS D 5301	8 ~ 150
원심력 철근콘크리트관	KS F 4403	150 ~ 3,000
수도용 경질 염화비닐관	KS M 3401	13 ~ 300
수도용 경질 염화비닐 이음관	KS M 3402	13 ~ 300
수도용 폴리에틸렌관	KS M 3408	16 ~ 300
수도용 폴리에틸렌관의 이음관	KS M 3411	16 ~ 150

<표 4.3-14> 관종비교표

구 분		덕타일주철관	수도용도복장강관	수도용 PE관
형 상				
개 요		- 강도와 절연성을 높이기 위해 용융상태에서 특수 원소를 첨가하여 원심 수조하고 시멘트로 라이닝하여 제조된 관 - Ductile Cast Iron Pipe 약자	- 철판을 Bending 및 Spiral 하여 용접 제작된 관 - 외부, 아스팔트 코팅 내부, 액상에폭시 도복장(KSD 8307) 등으로 처리함 - Spiral의 약자	- 고밀도 폴리에틸렌계수지로 압축성형된 관에 외측벽은 카본블랙을 일정량 사용하여 흑색으로 제조된 관 - High Density Poly-Ethylene의 약자
생산업체및 생산규격		- 한국주철관공업(주) 등 - D=80~1,200m/m (6.0m/본) - KSD 4316/4311	- 동양철관(주) 등 - D=80~3,000m/m (6.0m/본) - KSD 3565	- 미래화학(주), 한국PEM 등 - D=20~630m/m (6.0m/본) - KSM 3408-2
재질		탄소+규소+망간+인+유황	외면:강관+아스팔트에나멜 내면:수도용액상에폭시수지도료	고밀도폴리에틸렌+M/B
기본물성	인장강도	4,000~4,200kgf/㎠	3,000kgf/㎠	200~250kgf/㎠
	연신율	5~15%	18%	400% 이상
	외압및 충격강도	400~420kgf/㎠	3,000~4,000kg/m	1,300kg/m
	압축강도	140 ~ 170kgf/㎠	20 ~ 25kgf/㎠	13kgf/㎠
	최대허용 유속	5.0m/sec	6.0m/sec	7.5m/sec
	유속계수	100~130	100~130	130
	내구성	15~30년	15~20년	반영구적임
주용도		송·배수관(500mm이하)	송·배수관(600mm이상)	급·배수관
내식성 및 내약품성		- 내부에 Scale이 발생하여 유체의 흐름이 좋지 못함. 약물이나 산, 알칼리 등에 약해 부식 우려 있음 - 전식에 약하고 외부 충격으로 시멘트 리이닝층이 분리될 수 있음	- 에폭시 도장이 되어 있어 피막이 손상되었을 경우 약물이나 산, 알칼리 등에 약해 부식 우려 있음 - 전식에 약함 - 관절단 후 또는 운반시 피복층이 벗겨져 부식 우려	- 해수, 습지 및 전류에도 부식되거나 전식되지 않음 - 산, 알칼리 염분 등에 특히 강하고 세균류가 번식되지 않음
지반변동 및 부력에 대한 대응성		- 신축성, 가소성이 크고, 인장강도와 연신율(10% 이상)이 좋으며, 내·외압에 강함	- 내·외압 충격에 강함 - 인장강도와 신축성(연신율 18%이상)이 강함	- 부등침하시 관이탈 우려가 적음 - 비중이 적어 무게추를 달아야 함

<표 계속>

구 분	덕타일주철관	수도용도복장강관	수도용 PE관
수밀성	- 수밀성이 좋음 (접합방법 : KP메카니칼접합, 플렌지접합) - 관로탐사가 용이	- 수밀성이 좋음 (접합방법 : 용접접합, 플렌지접합)	- 수밀성이 뛰어남 (접합방법 : KP식접합, 융착접합, 조임식접합)
위생성	- 유체의 수질용, 산소, 온도 유속의 영향받아 부식의 가속화	- 유체의 수질용, 산소, 온도 유속의 영향 받아 부식의 가속화	- 식수공급관으로 최적임
사용용도	- 상수도용 및 하수 압력관에 보편적으로 사용됨	- 구내배관 및 대형관에 주로 사용됨	- 배수, 급수용 외 농업용, 해수용, 화학배관용, 플랜트배관, 골프장 스프링쿨러용
이음관	KP메카니칼공법 (압륜볼트너트고무링)	수도용도복장강관이형관 KSD3578(용접,플랜지식)	수도용폴리에틸렌이음관 (KSM 3408-3) KP식이음관
시공성	- 운반 및 설치시 장비가 필요함 - 접합 등으로 공기가 길어지나 시공성은 양호함 - 현장가공이 불가능함 - 공간이 협소한 공간에서 작업이 어려움 - 곡관부에 보호공 필요	- 용접부위에 별도 도장이나 전식방지 필요 관을 절단한 뒤 그 단면부에서 부식이 진행되어 관의 내부로 들어와 결국 누수현상을 초래	- 중량이 가벼워 취급이 용이함 - 우천시 융착 시공은 곤란하나 KP식 접합시공은 전천후 시공이 가능함 - 융착시공은 숙련된 기술자 필요 - 연성관으로 모래 부설이 필수
유지관리	- 이형관이 다양하여 연결 및 접합이 용이함. 혹한지에서도 연성이 커서 파괴되지 않음 - 전식 및 부식으로 보수가 잦음 - 관석 생성으로 부식 및 통수량 감소	- 대구경관의 제작이 용이하고 강연성이 풍부 - 온도 변화에 의한 신축관이 필요 - 현장용접이므로 시공 및 보수가 곤란함 - 수밀성이 확실함	- 전식의 염려가 없고 보수시에도 신축이음관을 사용하여 해결함 - 부전도체로 누수탐사용으로는 시공시 구리선을 동시 매설함
장 점	- 강도가 크고 내구성이 있음. - 강인성이 뛰어나고 충격에 강함 - 시공성이 좋음 - 이음의 종류가 풍부	- 강도가 크고 내구성이 있음 - 강인성이 뛰어나고 충격에 강함 - 용접이음에 의해 일체화가 가능, 지반의 변동에는 장대한 관로로서 유연 - 가공성이 좋음	- 내식성이 특히 우수 - 중량이 가볍고 시공성이 좋아 경제적임 - 관체에 유연성이 있어 지반변동에 유연하게 대응됨 - 무독, 무취하여 인체에 무해함(녹 발생 없음) - 내면이 매끄러워 통수능력이 큼 - 산, 알칼리, 염분, 유류 등에 대한 내화학성이 뛰어남
단 점	- 중량이 비교적 무거움 - 이음의 종류에 따라서는 이형관 보호공을 필요로 함 - 내외의 방식면이 손상되면 부식되기 쉬움	- 용접이음은 숙련공이나 특수한 공구를 필요로 함 - 전식에 대하여 고려해야 함 - 내외의 방식면이 손상되면 부식되기 쉬움	- 열이나 자외선에 약함 - 융착시공시는 전원, 융착장비, 숙련된 기술자가 필요 - 연성관으로 모래부설 및 다짐밀도 유지 필수

3.3.2 송수관로 시설 현황

전항인 『송·배수방식 결정』에서 검토한 바와 같이 안산정수장수계의 와동배수지는 현재 휴지상태로 안산정수장 ~ 와동배수지 송수관로 역시 휴지시설로 사용을 하지 않고 있으며, 현재 활용 중인 나머지 배수지는 정수장에서 용수를 공급받아 배수지를 통해 간접배수방식으로 용수를 공급하고 있으며, 송수관로 현황은 다음과 같이 생활용수 54,324m, 공업용수 15,144m인 것으로 나타났다.

<표 4.3-15> 송수관로 시설 현황(총괄)

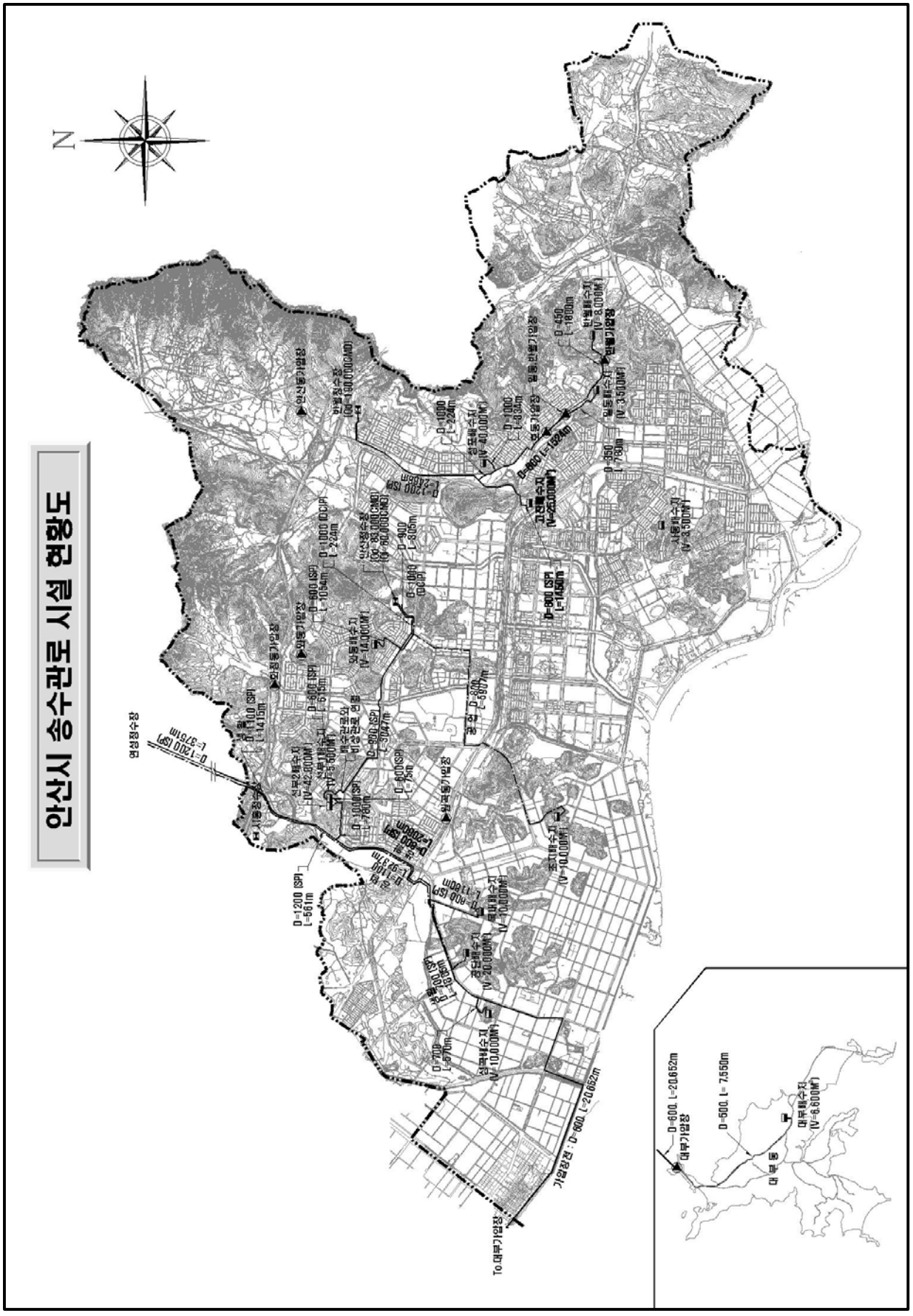
계통구분		시설개요			비고
		관경(mm)	연장(m)	관종	
생활	연성정수장	D=500 ~ D=1,200	40,499	SP	
	안산정수장	D=600 ~ D=1,000	5,245	SP, DCIP	
	반월정수장	D=350 ~ D=1,200	8,580	SP, DCIP	
	계	-	54,324		
공업	연성정수장	D=1,100	9,237	SP	
	안산정수장	D=800	5,907	SP	
	계	-	15,144		
합계		-	69,468		

주) 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임

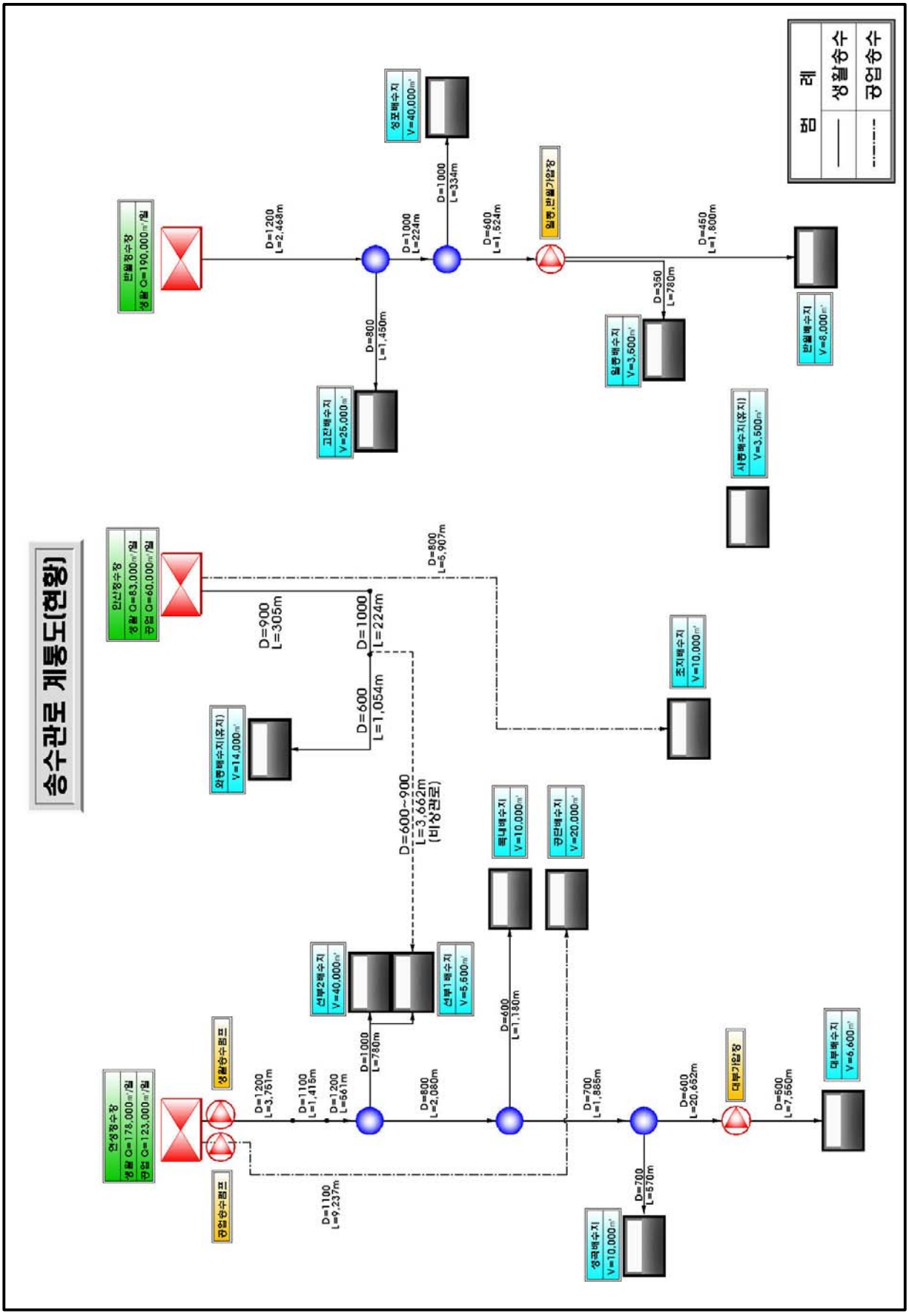
<표 4.3-16> 송수관로 시설 현황

구 분		시 설 개 요				비 고
		관 경(mm)	연 장(m)	관 종	년 도	
연성 정수장 계 통	생 활	D=500(압송)	7,550	SP	1999	대부동가압장~대부배수지
		D=600	20,652	SP	1999	성곡배수지분기점~대부동가압장
		D=600	1,180	SP	1998	목내배수지분기점~목내배수지
		D=600	75	SP	1998	선부2배수지~선부1배수지
		D=700	570	SP	1998	성곡배수지분기점~성곡배수지
		D=700	1,885	SP	1998	목내배수지분기점~성곡배수지분기점
		D=800	2,080	SP	1998	선부2배수지분기점~목내배수지분기점
		D=1,000	780	SP	1998	선부2배수지분기점~선부2배수지
		D=1,100	1,415	SP	1998	정수장~선부2배수지분기점
		D=1,200	4,312	SP	1998	정수장~선부2배수지분기점
		소 계	40,499			
	공 업	D=1,100	9,237	SP	1998	정수장~공단배수지
		소 계	9,237			
안산 정수장 계 통	생 활	D=600	615	SP	1996	선부1배수지진입점~선부1배수지
		D=600	1,054	DCIP	1979	와동배수지분기점~와동배수지
		D=900	3,047	SP	1996	월피동배수구역분기점~선부1배수지진입점
		D=1,000	224	DCIP	1979	월피동 배수구역분기점~와동배수지분기점
		D=900	305	SP	1993	정수장~월피동 배수구역분기점
		소 계	5,245			
	공 업	D=800	5,907	SP	1979	정수장~초지배수지
		소 계	5,907			
반월 정수장 계 통	생 활	D=350(압송)	780	DCIP	1998	일동·반월가압장~일동배수지
		D=450(압송)	1,800	DCIP	1998	일동·반월가압장~반월배수지
		D=600	1,524	DCIP	2003	성포배수지분기점~일동,반월가압장
		D=800	1,450	SP	1998	고잔배수지분기점~고잔배수지
		D=1,000	558	SP	1998	성포배수지분기점~성포배수지
		D=1,200	2,468	SP	1979	정수장~성포배수지분기점
		소 계	8,580			
총 계	생 활	D=350 ~ D=1,200	54,324			
	공 업	D=800 ~ D=1,100	15,144			

주) 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임



<그림 4.3-24> 송수관로 시설 현황도



<그림 4.3-25> 송수관로 계통도(현황)

3.3.2 송수관로 검토

본 계획에서의 송수관로 검토는 『3.1.3 급·배수 분할계획』 편에서 계획한 단·장기계획별 배분량을 적용하여 검토하였으며, 단기계획에서는 추가 송수관로 계획이 없기 때문에 현황 송수관로를 대상으로 검토하였고, 장기계획에서는 신설배수지 및 가압장 계획과 기존 시설의 휴·폐지 계획에 따라 송수관로 수리검토를 시행하였다.

가. 배수구역별 용수 배분량

목표연도 기준 용수수요량은 생활용수 401,478㎥/일, 공업용수 207,370㎥/일로 송수관로 수리검토에 적용되는 급·배수 분할계획에 따른 각 배수구역별 단계별 용수수요량은 <표 4.3-17> 및 <표 4.3-18>과 같다.

<표 4.3-17> 연도별 생활용수 배분량 (일최대 수요량)

구 분		연도별 생활용수 배분량(㎥/일)				비 고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
연성정수장	계	106,815	106,854	128,488	132,121	
	선부1.2배수지	49,939	49,868	71,313	74,770	
	목내배수지	22,895	22,725	22,762	22,796	
	성곡배수지	31,600	31,597	31,598	31,598	
	대부배수지	2,381	2,664	2,815	2,957	
안산정수장	계	69,265	78,244	74,366	78,353	
	직접급수구역	69,265	78,244	52,148	54,941	
	와동배수지	-	-	22,218	23,412	
반월정수장	계	158,383	177,364	177,331	186,477	
	직접급수구역	48,191	54,716	14,146	14,906	
	고잔배수지	47,776	52,323	55,024	57,599	
	성포배수지	30,836	34,708	34,097	35,928	
	반월배수지	18,561	20,865	14,477	15,256	
	일동배수지	13,019	14,752	-	-	
	본오동 배수지	-	-	56,102	59,116	신 설
	안산동배수지	-	-	3,485	3,672	신 설
시 흥 정 수 장		4,527	4,527	4,527	4,527	
합 계		338,990	366,989	384,712	401,478	

<표 4.3-18> 연도별 공업용수 배분량

구 분		연도별 생활용수 배분량(㎥/일)				비 고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
연성정수장	공단배수지	122,000	122,000	122,000	122,000	
안산정수장	초지배수지	60,000	60,000	60,000	60,000	
시흥정수장	직접급수구역	25,370	25,370	25,370	25,370	
합 계		207,370	207,370	207,370	207,370	

나. 수리용량 검토

송수관로에 대한 수리용량 검토는 설계자료와 상수도 관망도(GIS)를 근거로 하였으며, 송수가압장의 펌프양정 및 제원 등 기타 제반조건은 현장조사한 시설제원자료와 설계자료 적용하여 검토하였다.

관로에 따른 손실수두 산정은 Hazen-Williams 공식을 적용하였다.

1) 생활용수 (단기계획 2015년)

① 연성정수장 계통

연성정수장 계통의 생활용수 송수관로는 2015년을 기준할 때 선부1,2배수지, 목내배수지, 성곡배수지의 잔류수두가 배수지 고수위(H.W.L) 기준 각각 14.59m(유효수심 : 5.0m), 10.87m(유효수심 : 4.0m), 12.07m(유효수심 : 4.0m)로 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

이후 대부동 송수라인의 경우, 대부배수지까지 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 29.17m(유효수심 : 4.0m)인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

② 안산정수장 계통

안산정수장 생활용수 계통은 단기계획인 2015년까지는 안산정수장 직접급수이므로 송수관로의 수리계산은 검토하지 않았다.

③ 반월정수장 계통

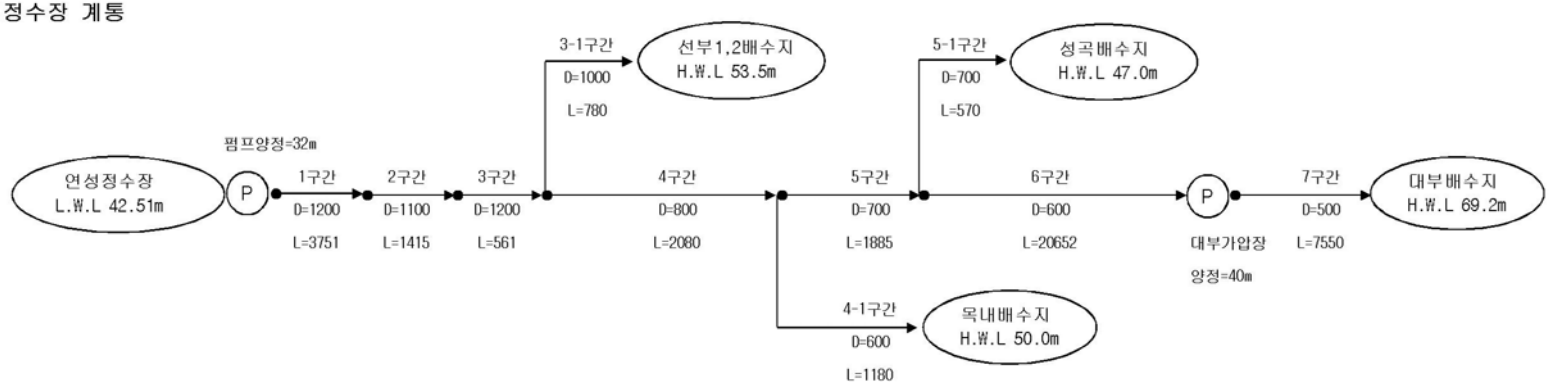
반월정수장 생활용수 계통은 자연유하방식으로 고잔배수지 및 성포배수지로 송수하고 일동배수지 및 반월배수지는 일동·반월가압장에서 가압송수하고 이는 체계로 구성되어 있다.

따라서 단기계획은 송수계통의 변동이 없기 때문에 현 송수계통으로 수리검토 결과, 고잔배수지 8.02m(유효수심 : 5.0m), 성포배수지 5.72m(유효수심 : 5.0m)의 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

한편, 일동·반월가압장 운영에 따른 반월배수지 및 일동배수지로의 송수능력은 수리검토 결과, 반월배수지 0.74m(유효수심 : 4.0m), 일동배수지 8.76m(유효수심 : 4.0m)의 잔류수두에 충분한 여유가 있는 것으로 분석되었다.

송수관로 수리용량 검토(생활용수, 2015년)

◎ 연성정수장 계통

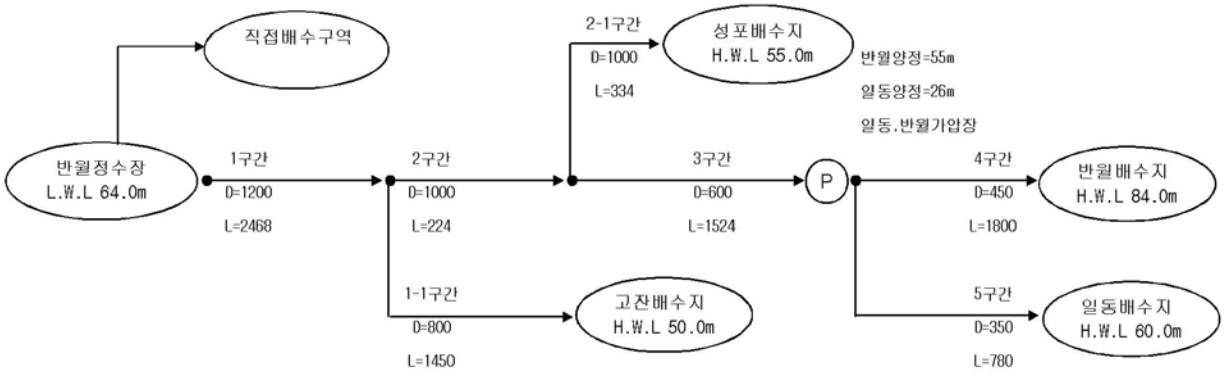


(생활용수, 2015년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사 (‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고	
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L		
1구간 : 연성정수장~관경축소점	3,751	106,854	1.237	1,200	120	0.00093	1.10	3.47	74.51	71.04	48.30	42.51	펌프양정(m)	32.00
2구간 : 관경축소점~관경확대점	1,415	106,854	1.237	1,100	120	0.00141	1.31	2.00	71.04	69.03				
3구간 : 관경확대점~선부1,2배수지분기점	561	106,854	1.237	1,200	120	0.00093	1.10	0.52	69.03	68.52				
4구간 : 선부1,2배수지분기점~목내배수지분기점	2,080	56,986	0.660	800	110	0.00245	1.32	5.09	68.52	63.42				
5구간 : 목내배수지분기점~성곡배수지분기점	1,885	34,261	0.397	700	110	0.00183	1.04	3.45	63.42	59.97				
6구간 : 성곡배수지분기점~대부가압장	20,652	2,664	0.031	600	100	0.00004	0.11	0.85	59.97	59.12			대부P양정(m)	40.00
7구간 : 대부가압장~대부배수지	7,550	2,664	0.031	500	100	0.00010	0.16	0.75	99.12	98.37	69.20	65.00	잔류수두(m)	29.17
3-1구간 : 선부1,2배수지분기점~선부1,2배수지	780	49,868	0.577	1,000	120	0.00055	0.74	0.43	68.52	68.09	53.50	48.50	잔류수두(m)	14.59
4-1구간 : 목내배수지분기점~목내배수지	1,180	22,725	0.263	600	100	0.00216	0.94	2.55	63.42	60.87	50.00	46.00	잔류수두(m)	10.87
5-1구간 : 성곡배수지분기점~성곡배수지	570	31,597	0.366	700	110	0.00158	0.96	0.90	59.97	59.07	47.00	43.00	잔류수두(m)	12.07

송수관로 수리용량 검토(생활용수, 2015년)

◎ 반월정수장 계통



(생활용수, 2015년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사 (‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고	
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L		
1구간 : 반월정수장~고잔배수지분기점	2,468	122,648	1.420	1,200	120	0.00120	1.26	2.95	64.00	61.05	68.00	64.00	정수지 기준	
2구간 : 고잔배수지분기점~성포배수지분기점	224	70,325	0.814	1,000	120	0.00104	1.04	0.23	61.05	60.82			반월P양정(m)	55.00
3구간 : 관경변동점~일동,반월가압장	1,524	35,617	0.412	600	100	0.00497	1.47	7.58	60.82	53.24			일동P양정(m)	26.00
4구간 : 일동,반월가압장~반월배수지	1,800	20,865	0.241	450	100	0.00750	1.53	13.51	108.24	94.74	84.00	80.00	잔류수두(m)	10.74
5구간 : 일동,반월가압장~일동배수지	780	14,752	0.171	350	100	0.01343	1.79	10.48	79.24	68.76	60.00	56.00	잔류수두(m)	8.76
1-1구간 : 고잔배수지분기점~고잔배수지	1,450	52,323	0.606	800	110	0.00209	1.21	3.03	61.05	58.02	50.00	45.00	잔류수두(m)	8.02
2-1구간 : 성포배수지분기점~성포배수지	334	34,708	0.402	1,000	120	0.00028	0.51	0.09	60.82	60.72	55.00	50.00	잔류수두(m)	5.72

2) 생활용수 (장기계획 2025년)

① 연성정수장 계통

최종목표년도인 2025년까지 연성정수장 송수계통의 변동이 없기 때문에 현 송수관로로 수리검토 결과, 개발계획 및 자연적인구증가 등으로 용수수요량 증가에 따른 관로손실로 각 배수지별로 잔류수두가 감소하는 것으로 검토되었으며 2025년을 기준할 때 선부1,2배수지, 목내배수지, 성곡배수지의 잔류수두가 배수지 고수위(H.W.L) 기준 각각 11.23m(유효수심 : 5.0m), 7.91m(유효수심 : 4.0m), 9.07m(유효수심 : 4.0m)로 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

또한 대부동 송수라인의 대부배수지 역시 용수수요량 증가로 잔류수두 다소 감소하나 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 25.83m(유효수심 : 4.0m)인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

② 안산정수장 계통

안산정수장 생활용수 계통은 2015년까지는 안산정수장 직접급수체계로 운영하고, 2015년 이후 간접배수방식으로 전환하여 현재 휴지상태인 와동배수지를 활용하는 것으로 계획되어 와동배수지 송수관로 수리용량을 검토한 결과, 잔류수두가 목표년도인 2025년에 9.38m(유효수심 : 4.0m)인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

③ 반월정수장 계통

반월정수장 생활용수 계통 중 현재 자연유하방식으로 송수하고 있는 고잔 및 성포배수지에 대한 2025년 기준 송수관로 수리용량을 검토한 결과, 잔류수두는 각각 5.36m(유효수심 : 5.0m), 성포배수지 2.65m(유효수심 : 5.0m)로 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

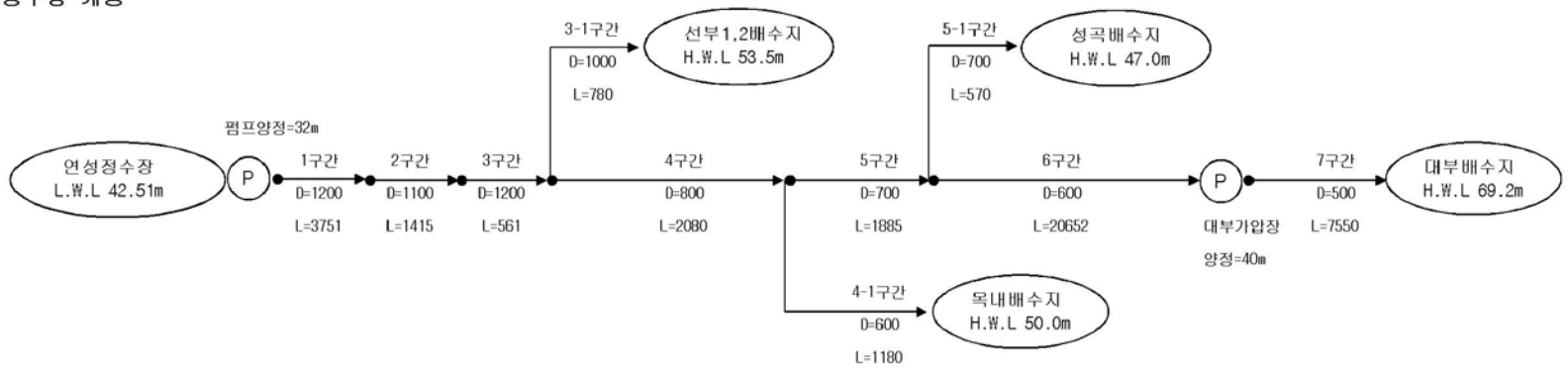
한편 현 급수불량지역인 사동 및 본오동지역에 안정적 용수를 공급하기 위한 신설배수지(본오동) 및 성포배수지내 신설가압장 설치에 따른 신설 송수관로 수리검토 결과, 성포가압장 ~신설배수지(본오동) 간 송수관로의 잔류수두는 신설 성포가압장의 펌프 양정을 54.0m로 하고 신설송수관로는 경제적 관경인 D800으로 계획 시 신설배수지(본오동) 3.50m(유효수심 : 4.0m)으로 안정적 송수가 가능한 것으로 분석되었고, 반월배수지의 잔류수두 역시 4.67m(유효수심 : 4.0m)로 안정적 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

또한 현재 가압배수로 직접배수방식으로 용수를 공급받고 있는 안산동 지역을 간접배

수방식의 전환에 따른 신설 송수관로 수리검토 결과, 안산동가압장 ~ 신설배수지(안산동) 간 잔류수두는 기존 안산동 가압장의 펌프 양정을 40.0m와 신설송수관로의 경제적 관경인 D250으로 계획 시 신설배수지(안산동) -6.12m(유효수심 : 4.0m)으로 분석되었으나, 펌프 운전점을 변경하여 양정을 50.0m로 가동시 잔류수두가 3.88m(유효수심 : 4.0m)로 안정적 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

송수관로 수리용량 검토(생활용수, 2025년)

◎ 연성정수장 계통

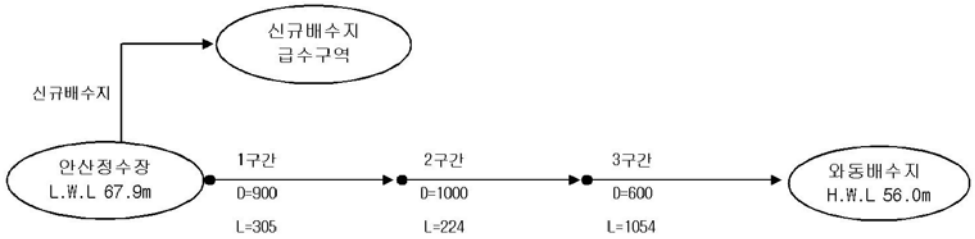


(생활용수, 2025년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사 (‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고	
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L		
1구간 : 연성정수장~관경축소점	3,751	132,121	1.529	1,200	120	0.00137	1.36	5.14	74.51	69.37	48.30	42.51	펌프양정(m)	32.00
2구간 : 관경축소점~관경확대점	1,415	132,121	1.529	1,100	120	0.00209	1.62	2.96	69.37	66.40				
3구간 : 관경확대점~선부1,2배수지분기점	561	132,121	1.529	1,200	120	0.00137	1.36	0.77	66.40	65.63				
4구간 : 선부1,2배수지분기점~목내배수지분기점	2,080	57,351	0.664	800	110	0.00248	1.33	5.15	65.63	60.48				
5구간 : 목내배수지분기점~성곡배수지분기점	1,885	34,555	0.400	700	110	0.00186	1.05	3.51	60.48	56.97				
6구간 : 성곡배수지분기점~대부가압장	20,652	2,957	0.034	600	100	0.00005	0.12	1.03	56.97	55.94			대부P양정(m)	40.00
7구간 : 대부가압장~대부배수지	7,550	2,957	0.034	500	100	0.00012	0.18	0.91	95.94	95.03	69.20	65.00	잔류수두(m)	25.83
3-1구간 : 선부1,2배수지분기점~선부1,2배수지	780	74,770	0.865	1,000	120	0.00116	1.11	0.91	65.63	64.73	53.50	48.50	잔류수두(m)	11.23
4-1구간 : 목내배수지분기점~목내배수지	1,180	22,796	0.264	600	100	0.00218	0.94	2.57	60.48	57.91	50.00	46.00	잔류수두(m)	7.91
5-1구간 : 성곡배수지분기점~성곡배수지	570	31,598	0.366	700	110	0.00158	0.96	0.90	56.97	56.07	47.00	43.00	잔류수두(m)	9.07

송수관로 수리용량 검토(생활용수, 2025년)

◎ 안산정수장 계통

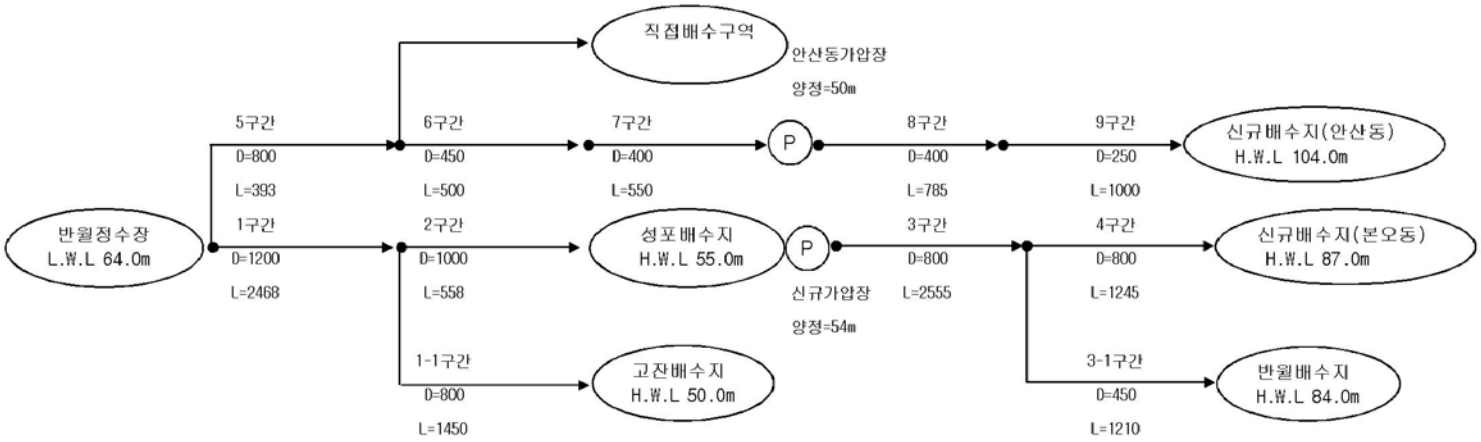


(생활용수, 2025년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사 (‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L	
1구간 : 안산정수장~관경1변동점	305	23,412	0.271	900	110	0.00027	0.43	0.08	67.90	67.82	73.40	67.90	정수지 기준
2구간 : 관경1변동점~관경2변동점	224	23,412	0.271	1,000	120	0.00014	0.35	0.03	67.82	67.79			
3구간 : 관경2변동점~와동배수지	1,054	23,412	0.271	600	100	0.00229	0.96	2.41	67.79	65.38	56.00	52.00	잔류수두(m) 9.38
1-1구간 : 안산정수장~직접급수구역	-	76,678	0.887	-	100	-	-	0.00	0.00	0.00			직접급수

송수관로 수리용량 검토(생활용수, 2025년)

◎ 반월정수장 계통



(생활용수, 2025년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사 (%)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고	
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L		
1구간 : 반월정수장~고잔배수지분기점	2,468	167,899	1.943	1,200	120	0.00214	1.73	5.27	64.25	58.98	68.00	64.25	정수지 기준	
2구간 : 고잔배수지분기점~성포배수지,신규가압장	558	110,300	1.277	1,000	120	0.00239	1.63	1.33	58.98	57.65	55.00	50.00	잔류수두(m)	2.65
3구간 : 성포배수지,신규가압장~반월배수지분기점	2,555	74,372	0.861	800	110	0.00401	1.72	10.24	104.00	93.76	55.00	50.00	신설P양정(m)	54.00
4구간 : 반월배수지분기점~신규배수지(본오동)	1,245	59,116	0.684	800	110	0.00262	1.37	3.26	93.76	90.50	87.00	82.00	잔류수두(m)	3.50
1-1구간 : 고잔배수지분기점~고잔배수지	1,450	57,599	0.667	800	110	0.00250	1.33	3.62	58.98	55.36	50.00	45.00	잔류수두(m)	5.36
3-1구간 : 반월배수지분기점~반월배수지	1,210	15,256	0.177	450	100	0.00420	1.12	5.09	93.76	88.67	84.00	80.00	잔류수두(m)	4.67
5구간 : 반월정수장~신규배수지분기점	393	26,031	0.301	800	110	0.00057	0.60	0.23	64.25	64.02	68.00	64.25	정수지 기준	
6구간 : 신규배수지(안산동)분기점~관경변동점1	500	3,672	0.043	450	100	0.00030	0.27	0.15	64.02	63.87				
7구간 : 관경변동점1~안산동가압장	550	3,672	0.043	400	100	0.00054	0.34	0.29	63.87	63.58				
8구간 : 안산동가압장~관경변동점2	785	3,672	0.043	400	100	0.00054	0.34	0.42	113.58	113.16			안산P양정(m)	50.00
9구간 : 관경변동점2~신규배수지(안산동)	1,000	3,672	0.043	250	100	0.00528	0.87	5.28	113.16	107.88	104.00	100.00	잔류수두(m)	3.88

3) 공업용수

공업용수는 『3.1.3 급·배수 분할계획』 편에서 계획한 단, 장기계획별 배분량이 같으므로 장기계획인 2025년을 기준으로 검토하였다.

① 연성정수장~공단배수지

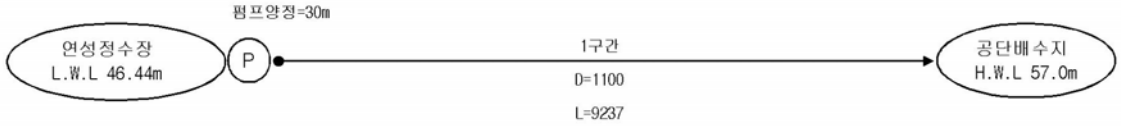
연성정수장~공단배수지 간 송수관로는 기존 송수관로로 공단배수구역 용수수요량을 배수지로 가압송수 하는 것으로 계획하였으며, 장기계획인 2025년을 기준으로 검토결과 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 2.74m(유효수심: 5.0m)인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

② 안산정수장~초지배수지

안산정수장~초지배수지 간 송수관로는 기존 송수관로로 초지배수구역 용수수요량을 배수지로 자연유하로 송수 하는 것으로 계획하였으며, 장기계획인 2025년을 기준으로 검토결과 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 −1.05m(유효수심: 4.0m)로 부족하나, 초지배수지의 유효수심 4.0m를 고려할 때 배수지 체류시간 3.0hr의 확보가 가능한 것으로 분석되었다.

송수관로 수리용량 검토(공업용수, 2025년)

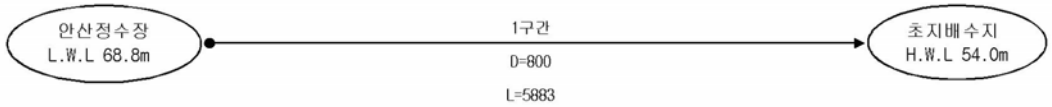
◎ 연성정수장 계통



(공업용수, 2025년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사(‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고	
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L		
1구간 : 연성정수장~공단배수지	9,237	122,000	1.412	1,100	120	0.00181	1.49	16.70	76.44		51.20	46.44	펌프양정(m)	30.00
										59.74	57.00	52.00	잔류수두(m)	2.74

◎ 안산정수장 계통



(공업용수, 2025년 기준)

구 분	연장(m)	배분량		관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사(‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m)		배수지(흡수정)		비 고	
		(㎥/day)	(㎥/sec)						시점	종점	H.W.L	L.W.L		
1구간 : 안산정수장~초지배수지	5,883	60,000	0.694	800	110	0.00269	1.39	15.85	68.80		73.30	68.80		
										52.95	54.00	50.00	잔류수두(m)	-1.05

3.3.3 송수관로 계획

전항에서 검토한 바와 같이 계통별 송수관로 중 배수구역 조정으로 시설 확충이 필요한 시설에 대하여 다음과 같은 개량·확충계획을 수립하였다.

가. 연성정수장 계통

1) 생활용수

생활용수 송수관로는 현재 시설용량으로 충분하므로 별도의 시설개량 없이 운영토록 한다.

2) 공업용수

공업용수 송수관로는 현재 시설용량으로 충분하므로 별도의 시설개량 없이 운영토록 한다.

나. 안산정수장 계통

1) 생활용수

생활용수 송수관로는 현재 시설용량으로 충분하므로 별도의 시설개량 없이 운영토록 한다.

2) 공업용수

공업용수 송수관로는 관로손실에 따른 잔류수두가 -1.05m로 초지배수지의 유효수심 4.0m를 고려할 때, 시설용량의 74% 수준으로 운영되어 운영효율이 감소할 것으로 예상되나 배수지 체류시간은 3.0시간 확보가 가능하여 기준시간인 2.0시간을 만족하므로 시설개량 없이 운영토록 한다.

다. 반월정수장 계통

1) 생활용수

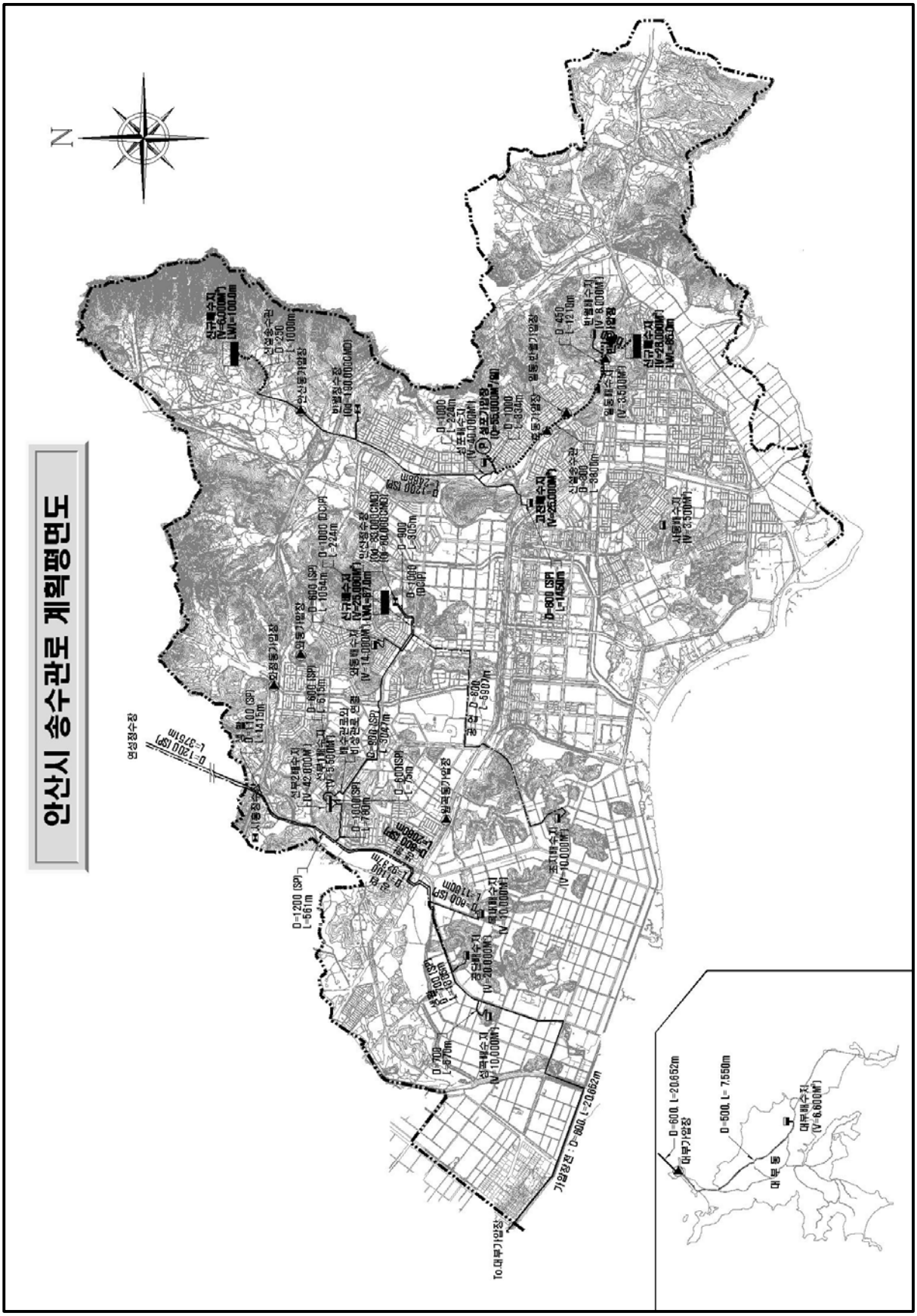
단기계획인 2015년까지는 현재 시설용량이 충분하므로 별도의 시설개량 없이 운영토록 하고 장기계획인 2025년은 전항에서 검토한 바와 같이 성포가압장 ~ 신설배수지(본오동) 구간에 송수관로 D=800mm, L=3,800m를 신설하고, 신설배수지(안산동, V=1,500㎥) 신설로 안산동가압장 ~ 신설배수지(안산동) 구간에 송수관로 D=250mm, L=1,000m를 신설한다.

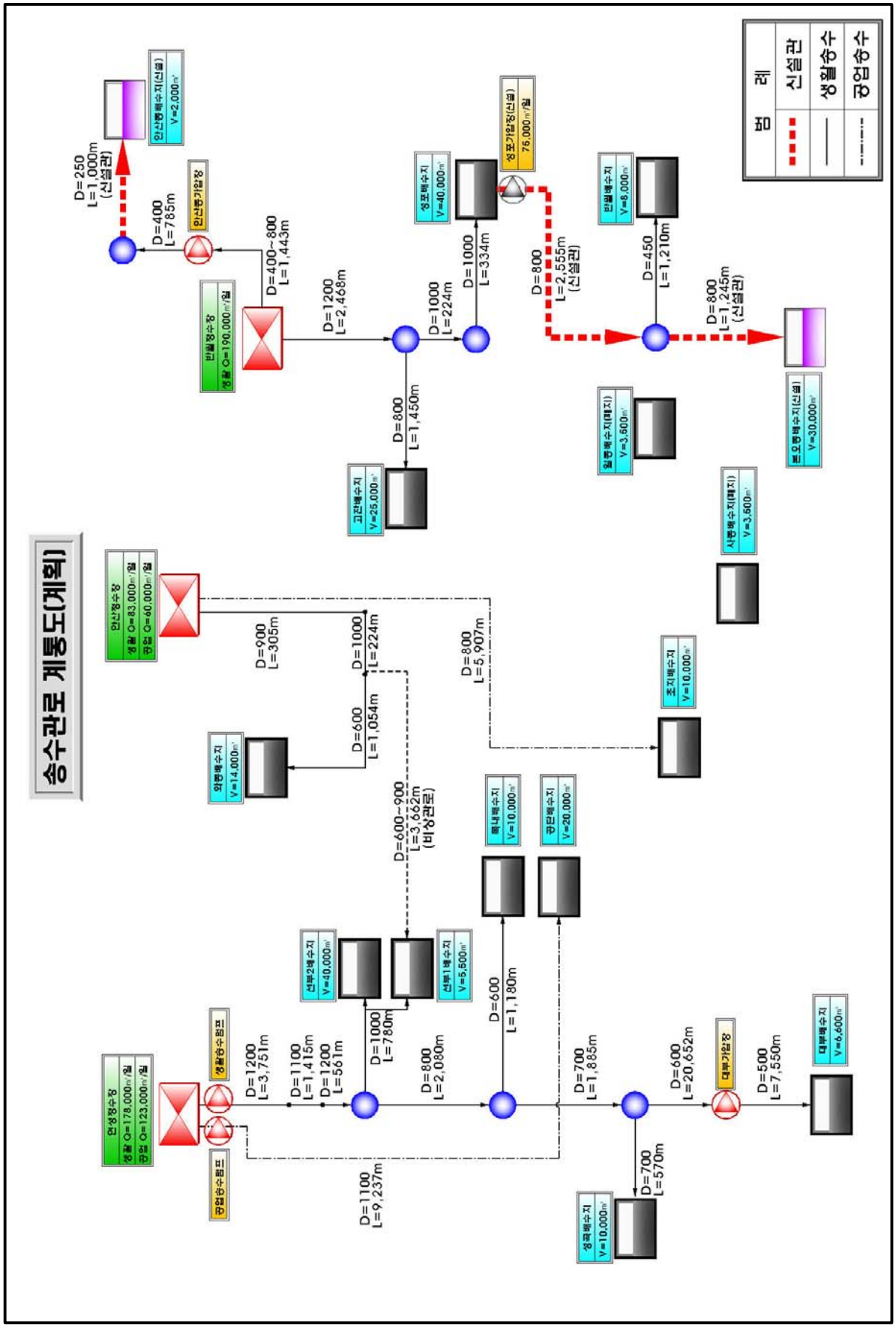
송수관로 수리검토 결과 성포가압장 ~ 신설배수지(본오동) 구간은 신설 성포가압장의 펌프 양정을 54.0m로 하고 신설송수관로는 경제적 관경인 D800으로 계획시 안정적 송수가 가능하나, 안산동가압장 ~ 신설배수지(안산동)은 안산동가압장 전단 압

력(63.58m)과 안산동가압장의 펌프 양정이 40.0m로 신설배수지의 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 -6.12m(유효수심 : 4.0m)로 향후 필요 용수량의 공급에 차질이 예상되나 인버터 설비를 구비하고 있어 운전점 변경을 통해 펌프의 교체 없이 운영이 가능할 것으로 판단된다. 펌프의 양정확보를 위한 개량, 교체 및 펌프수리 특성곡선 검토에 따른 운전점 변경등의 세부내용은 『5장 4.송배수시설 개량계획』편에 상세 검토하여 기술하였다.

<표 4.3-19> 송수관로 확충계획

구 분	계 획 내 용	
	생 활 용 수	공 업 용 수
연성정수장 계통	•확충계획 없음	•확충계획 없음
안산정수장 계통	•확충계획 없음	•확충계획 없음
반월정수장 계통	•송수관로 부설 -안산동가압장~신설배수지(안산동) -D=ψ 250mm(DCIP), L=1,000m -신설성포가압장~신설배수지(본오동) -D=ψ 800mm(DCIP), L=3,800m -계획시기 : 2015년 •안산동 가압장 : 확충계획 없음 - 운전점 변경 : 양정 50.0m 확보	•확충계획 없음


안산시 송수관로 계획평면도
N
연성정수장
D-1200 (SP)
L=3781m
D-1200 (SP)
L=4115m
D-1200 (SP)
L=661m
D-600 (SP)
L=2080m
D-600 (SP)
L=1160m
D-600 (SP)
L=2066m
D-600 (SP)
L=1304m
D-600 (SP)
L=1190m
D-600 (SP)
L=1304m
D-600 (SP)
L=1304m
D-600 (SP)
L=1304



<그림 4.3-27> 송수관로 계통도(계획)

3.4 배수관로 계획

3.4.1 배수관로 정비계획

가. 개 요

배수관로의 목적은 정수를 안정적으로 균등하게 모든 급수구역에 고루 공급하는 것으로 배수관로의 유지관리를 합리적으로 하는 것은 수질, 경제적인 측면에서 볼 때 중요하다.

원수를 취수하여 정수장에서 처리된 정수는 배수 및 급수관을 통하여 가정이나 공장에 배수되므로 정수된 물이 많은 시간을 보내는 곳은 배수관로이다. 이러한 배수 및 급수 과정에서 관은 부식 등으로 관내·외부에 녹이 생기거나 스케일이 발생하여 수질을 악화시키고 관 내부 단면을 축소시켜서 통수량을 감소시키거나 막히게 한다. 경우에 따라서는 관 내부 단면의 축소로 이상 수압이 발생하여 관 내부를 파열시키거나 주위의 무리한 힘으로 인하여 관이 파열되어 누수의 원인이 되기도 한다. 이는 물의 낭비일 뿐만 아니라 누수 구멍을 통하여 관 주위의 이물질이 혼합되어 상수를 오염시킨다. 따라서 배수관로는 상수원의 보호관리, 정수처리 기술의 개선 못지않게 중요한 상수 수질의 개선 방안이 되기도 한다.

본 계획에서는 현재 개발중인 지역이나 토지이용계획상 장래 발전 가능 지역으로 설정된 계획을 참고로 하여 관로계획을 수립하였으며, 기타 개발 가능 지역에 대해서는 토지이용계획, 도로망 계획, 부지조성계획 등 기반시설계획을 고려하였고, 배수구역별 배수관로 계획은 환경부 제정 “상수도 시설기준”을 감안하여 배수관로 계획을 수립하고자 한다.

나. 관로 정비의 기본방향

종합적이며 체계적인 수도정비 기본계획의 수립을 위해서는 부족한 배수관로의 보급율을 높이고 기존 배수관로의 용량 검토 및 확경(개량)계획, 복식배수 관망 가능지역 등 배수관로 분야의 종합적인 정비가 이루어져야 할 것이다.

따라서 안산시의 각종 배수관로 시설에 대한 종합적인 정비계획 수립을 위한 일환으로 통수능력 검토, 노후관의 교체, 신설관로의 계획 등이며, 배수구역의 특성과 여건 등을 종합적으로 검토하여 다음과 같은 사항에 대하여 배수관로 정비계획을 수립하도록 하며, 배수관로 계획은 『상수도 시설기준(2004, 환경부)』을 감안하여 계획한다.

- 기존 배수관로의 용량 검토 및 개량계획
- 미보급 지역의 배수관로 신설계획

• 노후관로에 대한 정비계획
• 기타 시공 및 유지관리계획

다. 계획 배수량 적용

배수관의 설계에 사용하는 계획배수량은 계획1일최대급수량에 시간계수(K치)를 적용한 수량과 화재시 계획1일최대급수량에 소화용수를 가산한 수량중 큰 값으로 한다.
계획시간최대배수량 때 화재가 발생하는 경우를 고려하여 계획수량으로 하면 가장 이상적이나 평상시의 관내유속 저하와 건설비 증가 등으로 비경제적인 계획이 된다.

<표 4.3-20> 계획1일 최대급수량에 가산할 인구별 소화용수량

인 구(만명)	소화용수량(㎥/min)	인 구(만명)	소화용수량(㎥/min)
0.5 미만	1 이상	6 미만	8 이상
1.0 미만	2 이상	7 미만	8 이상
2.0 미만	4 이상	8 미만	9 이상
3.0 미만	5 이상	9 미만	9 이상
4.0 미만	6 이상	10 미만	10 이상
5.0 미만	7 이상		

자료 : 상수도시설기준(2004, 환경부)

안산시의 경우는 시간계수(K치)를 적용한 시간최대배수량이 소화용수량을 가산한 시간최대배수량 보다 여유가 있으므로 시간계수(K치)를 적용한 계획배수량으로 적용하더라도 소화의 목적을 달성할 수 있을 것이다.
따라서, 본 계획에서의 계획배수량은 시간계수(K치)를 적용한 값을 배수관로 계획과 배수관로 수리해석에 사용하는 것으로 한다.

<표 4.3-21> 시간최대배수량의 비교

구 분	시간계수(K치) 적용시	소화용수량 가산시	비 고
•목표년도	•2025년	•2025년	
•급수인구	•931,238명	•931,238명	
•계획1일최대급수량	•401,479㎥/일	•401,479㎥/일	
•시간당 계획1일최대급수량	•16,728㎥/시간	•16,728㎥/시간	
•시간계수(K치)	•1.5	–	
•소화용수량	–	•10㎥/분×60=600㎥/시간	
•시간당 최대배수량	•25,092㎥/시간	•17,328㎥/시간	

주) 1. 시간계수(K치) : 『배수관망 수리해석』 참조
2. 소화용수량 : 상수도시설기준(2004, 환경부)

3.4.2 배수관망 수리해석

가. 배수관망 수리해석 일반사항

1) 목적과 범위

배수관망은 전급수구역에 적정압하에 적량을 고르게 급수할 수 있어야 한다.

기존 배수관망을 해석하여 정수장에서의 공급측면, 수요측면, 관리운영에서의 급수능력을 분석한 후 기존 수운영상 문제점을 파악하여 합리적인 해결 방안을 제시하고 부족한 시설을 보완 및 확장하는 등 목표년도 계획 배수량에 적합한 배수관망으로 정비하는데 그 목적이 있다.

배수관망 수리해석은 정수장의 정수지 수위, 배수지 수위, 노선배치, 관경, 관의 내면상태, 절점유출량이 결정된 상태에서 관망해석에 의해서 관로 유량과 절점 수압의 분포상태를 밝혀 수리적 신빙성을 검토하고 관로가 결원되었을 때의 수압상태를 조사하여 응급성을 평가하며, 관망내의 체류시간을 산출하여 수리적 안정성을 평가할 수 있는 등 신설 및 기존 관망의 수량, 수압, 수질상태 등을 파악하여 여기에 적합한 운전상황이나 설계인자를 결정하기 위한 기초적인 자료를 얻기 위함이다.

배수관망 수리해석의 범위는 '07년말 현재 급수구역에 대한 기존관망을 해석하고 목표년를 기준으로 계획급수구역인 안산시 행정구역으로 계획 배수관망 수리해석 범위를 결정하고자 한다.

2) 전산입력자료의 일반사항

배수관망 수리해석에 필요한 전산입력자료 항목의 일반사항으로는 배수관망 수리해석시 In put 및 Out put의 격점과 관로 위치를 확인할 수 있는 가로망 현황도와, 관경, 연장, 유속계수 등 관련자료 및 배수공급원의 수위, 지반고, 격점 유출량 관로의 연결상태, 밸브의 개폐상황, 가압펌프의 운전 등 수요격점의 해석자료를 입력하여야 한다.

① 관로 자료

a. 관경 및 관로연장

배수관망계산에 필요한 관경 및 관로연장은 「안산시 상수도 대장도 (1 : 1,000)」을 기준으로 하며, 최근에 부설된 배수관 신설공사 등의 자료를 입수하여 정확한 관로의 전산입력 자료로 사용한다.

b. 유속계수(C) 값

유속계수(C)의 값은 관 내면의 조도와 수질의 영향에 따라 상이하다. 닥타일 주철관 또는 도복장 강관이 내면에 충분한 내구성이 있는 도복장을 시공하지 않은 것은 통수년수에 따라 내면에 관석(Scaling)이 생겨 단면이 축소되고 조도가 증가하여 통수능력이 점차 감소한다.

따라서, 새롭게 관을 부설할 때는 새로운 관의 내면상태에 따라 관경을 결정하기 때문에 통수년수가 경과하면 유량이 부족하게 된다.

그러나 관의 내용년수가 경과된 후까지 고려하는 것이 안전하기는 하나 비경제적이고 실유속의 파악에는 불충분하므로 15~20년후 관의 내면상태를 고려해서 관경을 결정하는 것이 바람직하다.

또한, 관로의 확장 및 개량의 경우는 기존 설치된 관과 신설관을 각기 다른 조도계수를 적용하여야 한다. 기존 설치된 관의 조도는 될 수 있는 한 실측하는 것이 바람직하나 측정상 오차의 영향이 크고 신뢰성이 낮기 때문에 적용하기에는 사실상 어렵다. 따라서 본 계획에서의 유속계수(C) 값은 관련계획과의 상호 연관성을 고려하여 참고문헌 및 상수도시설기준을 참고로 유속계수(C) 값을 관경 기준으로 100 ~ 120로 적용하였다.

<표 4.3-22>국내 기존상수도 사업시 C값 적용사례

사 업 명	D600	D700	D800	D900	D1000	D1200	D1350 이상
수도권 광역상수도 실시설계	100	110	110	110	120	120	120
주암댐 광역상수도 기본설계	100	100	110	110	120	120	120
강북수원지 건설사업 기본설계	-	-	110	110	110	110	120
부산시 상수도 확장사업 실시설계	100	110	110	110	120	120	120
섬진강계통 광역상수도 실시설계	-	100	110	110	110	110	110
서울시 상수도 기본설계	-	-	110	110	110	115	115
희야댐계통 상수도 확장사업 기본계획 및 타당성조사	100	100	110	110	120	120	120
낙동강계통 상수도 확장사업 기본설계 및 타당성조사	100	100	110	-	120	120	120
보령댐계통 광역상수도사업 실시설계	100	100	110	110	120	120	120
전주권 계통 광역상수도사업 실시설계	100	100	110	110	110	110	120
아산만 연안공업지역 용수공급 실시설계	100	100	110	110	110	120	120
대청댐계통 광역II단계 사업 실시설계	90	90	100	100	100	110	110
적 용	100	110	110	110	120	120	120

② 격점 자료

a. 계획 배수량(격점 유출량)

계획 배수량은 배수관 관경 결정의 기초가 되는 수량으로 1시간당 사용하는 수량을 말하며, 각각의 배수관이 담당하는 배수구역의 시간최대 배수량으로서 그 배수구역내의 수요자가 동시에 시간최대 배수량을 일제히 사용하는 것으로 가정한 것이다. 여기서 계획 배수량은 계획년차의 1일 최대 급수량 사용일의 시간적 최대 1시간당 수량이다. 따라서 본 배수관망 해석에 필요한 격점 유출량은 각 격점이 분담하는 급수영향권내 배수지역의 유량으로 계획시간 최대 급수량을 기준으로 한다. 격점 유출량의 산출은 각 배수면적에 용도 지역별 급수 인구를 산출하고 계획 급수량 원단위와, 시간계수(K치)를 곱하여 산출한다.

b. 시간 계수의 결정(K치)

배수량의 시간적 변화계수는 일반 수요가의 물소비 성향을 알 수 있는 계수로, 시간적으로는 변동하는 소비량과 정수량의 차이를 조정할 수 있는 배수지 용량, 배수관로의 관경결정, 수요지점에서의 수압유지, 수요량 변화에 따른 송수량을 조절하는데 중요한 요소이다.

현대의 수도관리는 계수관리라고 말할 수 있다. 따라서 통상 업무를 실시하는 중에 얻어지는 각종 통계자료는 경영의 적정도 판단과 차후 개선을 위한 설계자료의 중요한 기초자료가 된다. 그러므로 많은 수도사업소에서는 시간별 물 소비 계수를 분석하기 위해 많은 노력과 시간 및 재원을 투자하고 있는 실정이다.

시간계수는 1일 최대급수량시의 시간최대배수량과 시간평균배수량의 비율로서 시간계수는 급수구역내의 야간 인구의 변동, 공장·사업소내의 사용형태, 관광지와 계절적 인구이동 등의 성격에 따라 대도시는 작게 소도시는 크게 하는 경향이 있으며, 계획시간최대 배수량을 식으로 표현하면 아래와 같다.

$$q = K \times \frac{Q}{24}$$

여기서 q : 계획시간 최대 배수량(㎥/h)

Q : 계획 1일 최대 급수량(㎥/d)

K : 시간계수(시간 최대 배수량의 시간 평균 배수량에 대한 비율)

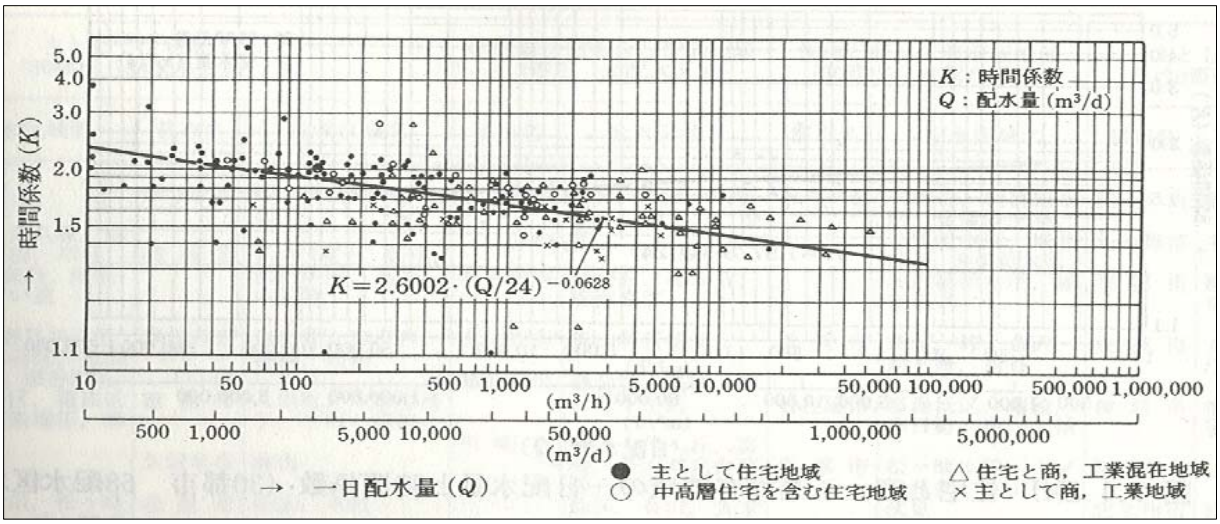
상수도 시설기준(1997.12 환경부)에 따른 시간계수를 살펴보면

대도시 및 공업도시 K = 1.3

중도시 K = 1.5

소도시 및 특수지역 K = 2.0

따라서, 시간최대급수량을 결정할 때에는 기존의 유사한 도시의 시간별 수요량 변동 실적과 지역의 상황을 참고하거나 과년도 시간수요변화량 실적을 분석한 후 활용하여야 타당하나, 배수지의 유출부 유량계 설치가 설치되어 있지 않은 배수지가 많아 시간계수의 통계자료를 얻는데 어려움이 있다. 따라서 본 계획에서의 시간계수의 결정은 일본의 35개 도시 250개 배수구역의 배수량과 시간계수(K치)의 실적 관계를 참고하고 유사 도시의 시간계수를 분석하여 적용한다.



<그림 4.3-28> 일일배수량과 시간계수(35개 도시 250 배수구역)

2007년 K = 1.40 K = 2.6002·(Q/24)-0.0628

2010년~2025 K = 1.38 K = 2.6002·(Q/24)-0.0628

<표 4.3-23> 유사도시의 시간계수 검토

구 분		수원시	고양시	청주시	화성시	비 고
수도정비 기본계획	시간계수(K)	1.5	1.6	1.44	1.5	
	계획인구(인)	1,300,000	1,057,000	800,000	761,200	

본 계획의 시간계수는 상수도시설기준의 시간계수와 유사도시의 적용 시간계수를 참조하여 생활용수 시간계수는 1.5로 계획하였으며, 공단지역의 경우는 공업용수의 사용량이 시간대에 크게 영향을 받지 않으므로 시간계수(K치)는 시간대와 상관없이 일평균 기준으로 1.0을 적용하였다.

c. 지반고

각 격점의 지반고는 안산시 NGIS(1:1,000)를 이용하여 각 격점 및 주위현황 지반고를 구한다.

d. 배수위

배수관망 계산시 필요한 급수원의 배수위는 정수장 정수지의 L.W.L와 배수지의 L.W.L 또는 배수펌프의 토출수위이며, 펌프의 토출수위는 흡수정의 L.W.L에 배수펌프의 전 양정을 합한 것으로 기존 및 계획 배수관망 해석시 급수원의 배수위를 결정한다.

3) 배수관망 수리해석 조건

① 관망 구성조건

안산시는 급수구역이 인구 밀집지역인 기존시가지 지역과 소 밀집지역인 시가지외곽의 취락지역 등 다양한 분포의 급수구역을 가지고 있으므로 각 급수구역 특징에 맞도록 경제적이고 효율적인 배수관망을 구성하되 기 구축된 블록시스템을 적용함을 원칙으로 관로 계획하여 전 구역에 적정 급수량이 적정 수압하에 급수가 가능하도록 하였다. 관망 규모결정을 위하여 관망 수리해석을 위한 기초관망의 구성은 다음에 열거하는 사항들을 고려하였다.

- 배수본관망이 전 급수구역에 급수량 및 급수압의 균등배분이 이루어지도록 배수지관 분기점은 반드시 급수격점에서 분기한다.
- 배수본관망 관로에서는 대소 급수장치를 설치하여서는 안되며, 이 급수장치는 반드시 급수관망으로 분기하여 설치한다.
- 수리적인 영향이 적은 관로(등치관경 80㎜ 미만)는 배수본관망에서 제외하였다. 단, 지역내 상기 배수관경보다 적은 관경이라도 수리적 영향이 크다고 판단되는 관로는 관경 80㎜ 미만라도 관망 관로로 구성하였다.
- 송수관로의 계획유량은 1일 최대급수량으로 배수관로는 시간최대 급수량의 통수능력을 가지도록 계획한다.
- 급수구역내 기존 관망을 최대한 활용하여 경제적인 관망을 구성한다.

•배수관망 각 격점의 잔류수압은 250~400kPa 범위가 가장 적합하며, 최소 150kPa 이상이 유지되도록 한다.

•관망 구성은 가능한 한 격자형 관망이 되도록 하고 상하로 입체교차하는 관로는 격점에서 상호 연결시키는 것으로 개량 계획을 수립한다.

•배수구역내의 모든 제수변은 개방된 상태로 하며, 단위 배수지 급수구역 경계 분리변은 폐쇄된 것으로 한다.

•신설 계획관로는 경제적인 관경을 채택하고 관부설 여건을 고려하여 가능한 한 관로가 적게 부설된 도로에 계획한다.

② 수리계산

수리계산 즉 관망계산은 Hardy Cross법에 의한 계산법을 적용하였으며, 수리공식은 Hazen-Williams 공식을 이용하였다.

Hazen-Williams 공식의 수리적 요소는 관경(D), 유속(V), 유량(Q), 동수구배(I), 또는 손실수두(h), 유속계수(C)가 있으며, 수리기본공식은 아래와 같다.

$Q = 0.27853C \cdot d^{2.63} \cdot I^{0.54}$

$d = 1.6258C - 0.38 \cdot Q^{0.38} \cdot I - 0.205$

$I = h/L = 10.666C - 1.85 \cdot d - 4.87 \cdot Q^{1.85}$

C= 유속계수

③ 배수관망 수리해석결과 분석의 기준

관망해석 결과를 분석하여 관로유량과 격점수압의 분포상태를 밝혀 수리적인 신빙성을 검토하고 관로가 결원되었을 때의 수압상태를 조사하여 응급성을 평가하며, 관망내의 체류시간을 산출하여 수리적인 안정성을 평가할 수 있는 등, 신설 및 기존관망의 수량, 수압, 수질상태 등을 파악하여 여기에 적합한 운전상황이나, 설계인자를 결정하기 위한 기초적인 자료를 얻을 수 있다. 배수관망계산 결과의 분석평가는 격점의 정수압, 동수압, 관로의 관경 및 유속, 동수구배 등을 평가하며, 각 항목에 대한 평가기준은 상수도 시설기준(환경부제정, 2004), 수도시설 설계지침·해설(일본수도협회, 1990)등 설계기준을 비교·검토하였고 검토한 내용은 다음에 나타난 바와 같다.

<표 4.3-24> 관망해석에 따른 결과 분석의 설계기준

항 목	단 위	시 설 기 준	비 고
동 수 압	kPa	최소 150 ~ 최대 600 최소 250	직결 급수지역(4층)
유 속	m/sec	최대 6.0 최소 0.3	도·송수관의 강관, 주철관 기준
관 경	㎜	관로내 통과유량에 대한 경제적인 관경과의 대비 〈표 4.3-25〉 참조	
손실수두	m당	〈표 4.3-25〉 참조	

<표 4.3-25> 수도용 관의 경제적 제원

관 경 (㎜)	경제적 유량 (ℓ /sec)	경제적 동수구배 (‰)	경제적 유속 (m/sec)	비 고
75	2.6	10.70	0.60	
100	5.1	9.11	0.66	
150	13.2	7.26	0.76	
200	25.8	6.18	0.84	
250	43.4	5.45	0.89	
300	66.4	4.92	0.96	
350	95.1	4.52	1.00	
400	154	5.97	1.23	
450	202	5.56	1.27	※수도용 원심력 닥타
500	258	5.21	1.31	일 주철관(내면모르터
600	392	4.66	1.38	라이닝)사용
700	559	4.24	1.45	
800	760	3.91	1.51	
900	996	3.64	1.57	
1,000	1,296	3.41	1.62	
1,100	1,580	3.22	1.66	
1,200	1,931	3.05	1.71	
1,350	2,531	2.84	1.77	
1,500	3,225	2.67	1.83	

자료 : 상수도 송·배수관로의 설계와 계산예

④ 전산해석 절차

관망해석은 Hazen-Williams의 유량공식을 사용하여 Hardy Cross법에 의해 전산처리 하였으며, 계산결과 전체 급수구역내에 안정적인 급수가 가능한 관망이 형성될 때까

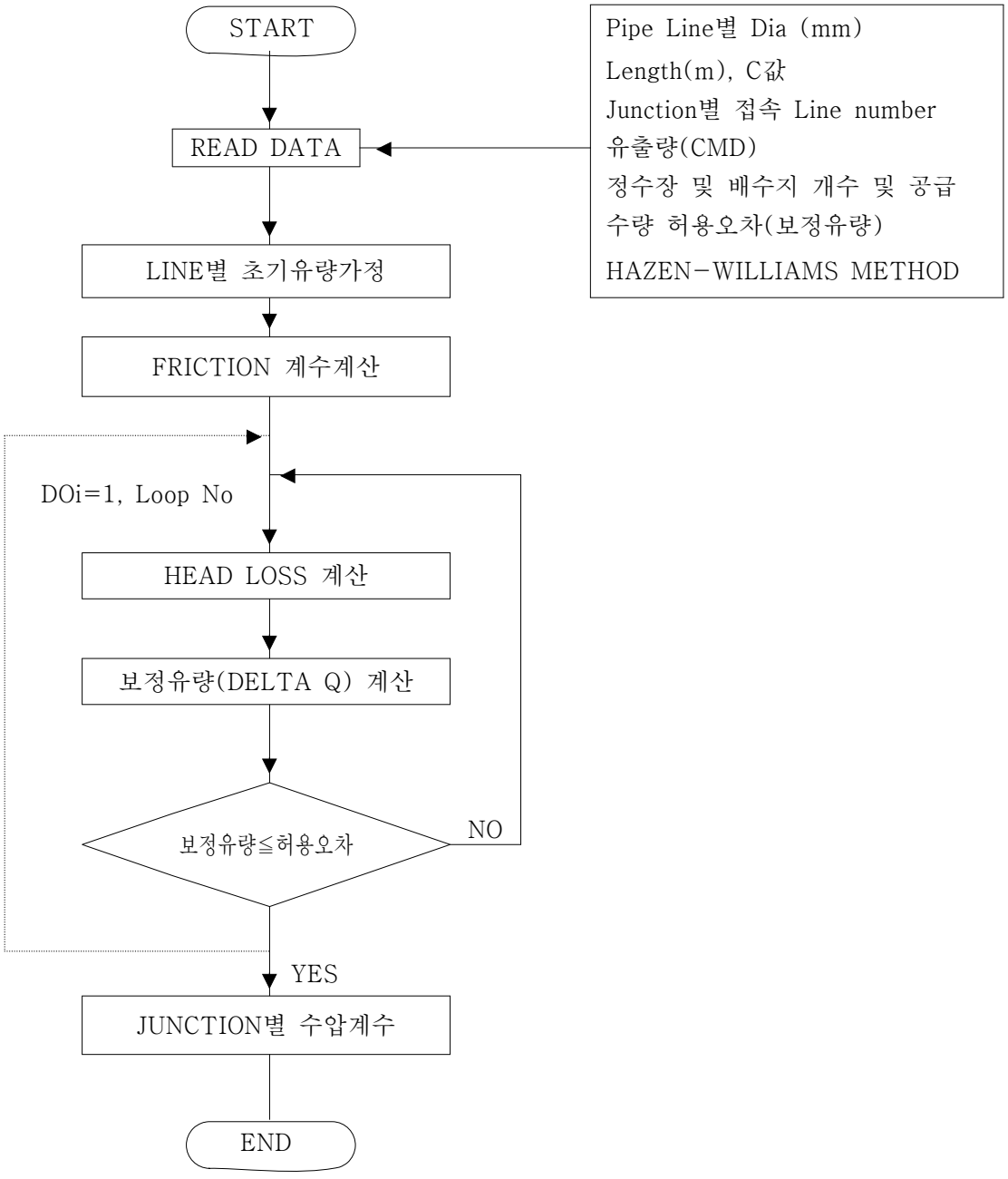
지 급수구역, 관경등 입력 자료의 규모를 조절하여 반복계산하여 최종 관망을 구성하였다.

상기항에서 검토한 전산입력자료에 의한 관망해석 결과로는 관로 및 격점에 대한 결과로 나타나며, 다음과 같다.

•관로 Out put : 유량(㎥/일), 유속(m/sec), 손실수두(m)

•격점 Out put : 지반고(m), 동수두(H.G.L), 잔류수압(kPa)

관망계산의 Flow Chart는과 같다.



나. 기존관망 수리해석

1) 개 요

안산시는 2007년말 현재 안산시는 지방상수도인 안산정수장, 연성정수장과 수자원공사가 관리하는 반월정수장, 시흥정수장에서 일최대 기준 생활용수 456,200㎥/일, 공업용수 223,000㎥/일의 용수를 공급받고 있으며, 상수도 급수체계 블록화 계획에 따라 블록시스템이 구축되어 있으나, 블록시스템 구축이후 소블록의 구역고립 과정에 소블록내 수압저하 현상발생 등으로 현재 정상적인 블록시스템을 통해 용수 공급이 이루어 지지 못하고 일부 지역에서 출수불량에 따른 민원이 발생하고 있는 실정이다. 따라서 기존관망의 수리해석을 통해 급수불량지역의 출수불량 원인을 분석하고 기존 수운영의 전반적인 문제점을 파악하여 장래 목표연도에 효율적이고 경제적인 배수관망 정비계획을 수립하고자 한다.

2) 관망수리해석

① 입력자료의 조건

기존 관망해석시 Input Data의 조건은 「전산입력 자료의 일반사항」에 의거 작성하여 세부적인 산출근거 등은 부록에 수록하였다.

a. 기초 관망구성

관망구성은 가능한 한 상세한 수리검토를 위해 80㎜ 이상의 관로와 80㎜ 미만이라도 관로 중 수리적 영향이 크다고 판단되는 관로를 격자형 관망을 형성시켰으며, 소규모 부락단위지역의 관망까지 본 검토에 포함하였다.

생활용수 기초 관망구성은 총 4,896개의 격점과 6,951개의 관로수로 총 송배수관로(D80~1,200㎜)의 연장이 871.5㎞로 구성하였다. 또한 공업용수 관망구성은 격점수 469개와 관로수 669개로 총연장 148.7㎞로 구성하였다.

<표 4.3-26> 기초 관망 구성 개요

구 분	격 점 수	관 로 수	관로연장 (㎞)	비 고
생 활 용 수	4,896	6,951	871.5	
공 업 용 수	469	669	148.7	
계	5,364	7,620	1,020.2	

b. 용수수요량(격점별 유출량)

생활용수의 용수수요량 산정은 안산시 검침량 자료를 기초로 검침구역별 소비량을 분석하여 각 용도지역 및 동별 실제 소비패턴에 근접할 수 있도록 하였으며, 동별 용수수요량 분석결과는 <표 4.3-27>과 같다. 한편 생활제조용수는 검침자료의 년간 사용량을 가동일수를 300일하여 용수수요량을 산정하였다.

소블록별 수요량 산정방법은 검침구역도를 작성하여 검침구역별 수요량을 선정하고, 검침구역별 용수소비량 비율로 합산하여 산정하였다.

<표 4.3-27> 현재 인구 및 용수수요량(2007년)

구 분		인구(인)	제조용수 가동일수 365일				제조용수 가동일수 300일			
			일평균 급수량 (㎥/일)			일평균 급수원단위 (ℓ pcd)	일평균 급수량 (㎥/일)			일평균 급수원단위 (ℓ pcd)
			생활용수	제조용수	계		생활용수	제조용수	계	
단원구	고잔1동	25,157	7,178	-	7,178	285	7,178	-	7,178	285
	고잔2동	25,610	10,390	-	10,390	406	10,390	-	10,390	406
	호수동	44,018	13,088	-	13,088	297	13,088	-	13,088	297
	대부동	6,960	1,845	-	1,845	265	1,845	-	1,845	265
	선부1동	20,629	5,354	-	5,354	260	5,354	-	5,354	260
	선부2동	27,660	8,035	-	8,035	290	8,035	-	8,035	290
	선부3동	36,771	10,856	-	10,856	295	10,856	-	10,856	295
	와동	47,092	13,398	-	13,398	285	13,398	-	13,398	285
	원곡1동	12,149	3,137	-	3,137	258	3,137	-	3,137	258
	원곡2동	16,945	4,092	-	4,092	241	4,092	-	4,092	241
	원곡본동	34,835	9,682	5,862	15,544	446	9,682	7,132	16,814	483
	초지동	58,528	13,088	34,345	47,433	810	13,088	41,786	54,874	938
	소계	356,354	100,143	40,207	140,350	394	100,143	48,919	149,062	418
상록구	반월동	21,608	5,628	-	5,628	260	5,628	-	5,628	260
	본오1동	42,583	15,682	-	15,682	368	15,682	-	15,682	368
	본오2동	33,576	9,351	-	9,351	279	9,351	-	9,351	279
	본오3동	25,397	8,469	-	8,469	333	8,469	-	8,469	333
	부곡동	21,882	6,239	-	6,239	285	6,239	-	6,239	285
	사1동	37,242	9,829	-	9,829	264	9,829	-	9,829	264
	사2동	35,699	9,840	-	9,840	276	9,840	-	9,840	276
	사3동	19,493	6,043	-	6,043	310	6,043	-	6,043	310
	성포동	31,103	8,596	-	8,596	276	8,596	-	8,596	276
	안산동	9,237	2,332	-	2,332	252	2,332	-	2,332	252
	월피동	46,619	12,823	-	12,823	275	12,823	-	12,823	275
	이동	28,405	7,839	-	7,839	276	7,839	-	7,839	276
	일동	25,515	9,014	-	9,014	353	9,014	-	9,014	353
	소계	378,359	111,685	-	111,685	295	111,685	-	111,685	295
계		734,713 (731,677)	211,828	40,207	252,035	343 (344)	211,828	48,919	260,747	355 (356)

주) 1. 검침소비량 기준 유수율은 95.0% 적용하여 급수량 산정
2. ( )는 급수보급율 99.6%를 적용한 급수인구 기준 수치임

<표 4.3-28> 소블록별 용수수요량(2007년 생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비 고
						일평균	일최대	시간최대	
반월 정수장	직접	반월직접 4	(BD1)	952	6,211	1,771	2,178	3,267	
		반월직접 6	(BD2)	769	5,541	1,580	1,943	2,915	
		반월직접 8	(BD3)	632	4,291	1,224	1,505	2,257	
		반월직접10	(BD4)	751	5,610	1,599	1,967	2,951	
		반월직접11	(BD5)	2,025	9,075	3,204	3,941	5,911	
		반월반월12	(BD6)	1,237	9,813	3,467	4,264	6,397	
		반월직접 2	(BD12)	1,749	9,107	2,306	2,837	4,255	
		소계		8,115	49,648	15,151	18,636	27,953	
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	11,328	3,126	3,845	5,767	
		반월성포29	(BS2)	964	10,201	3,131	3,851	5,776	
		반월성포28	(BS3)	227	31,327	9,621	11,833	17,750	
		반월성포27	(BS6)	926	8,296	3,055	3,758	5,637	
		반월성포26	(BS8)	864	5,660	2,085	2,564	3,846	
		반월성포24	(BS9)	433	2,430	895	1,101	1,651	
		반월성포25	(BS10)	1,291	6,964	2,565	3,154	4,732	
		안산직접11	(BS11)	655	10,127	3,091	3,802	5,702	
		안산직접12	(BS12)	505	5,652	1,492	1,835	2,752	
		안산직접13	(BS13)	593	5,959	1,573	1,934	2,901	
		안산직접14	(BS14)	626	5,777	1,525	1,875	2,813	
		안산직접15	(BS15)	1,021	7,846	2,071	2,547	3,820	
		안산직접16	(BS16)	188	1,015	270	332	498	
			(BS17)	838	5,989	1,651	2,030	3,046	
		안산직접17	(BS18)	921	6,514	1,796	2,208	3,313	
		안산직접18	(BS19)	627	8,412	2,346	2,886	4,329	
		안산직접19	(BS20)	246	14,990	4,128	5,078	7,617	
		반월반월12	(BD7)	337	2,575	910	1,119	1,679	
		소계		12,286	151,062	45,327	55,752	83,628	
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	14,935	3,340	4,108	6,162	
		반월고잔38	(BK2)	77	33,447	7,479	9,200	13,799	
		반월고잔36	(BK3)	314	18,713	5,566	6,846	10,269	
		반월고잔35	(BK4)	377	16,453	4,892	6,018	9,026	
		반월고잔34	(BK5)	38	9,000	2,676	3,291	4,937	
		반월고잔32	(BK6)	798	9,078	2,505	3,081	4,622	
		반월고잔33	(BK7)	331	4,787	1,385	1,704	2,555	
		반월고잔31	(BK8)	53	9,663	2,573	3,164	4,746	
		반월고잔39	-	14	7,701	2,387	2,935	4,403	
		소계		2,569	123,777	32,803	40,347	60,521	
	일동	반월일동18	(BI1)	484	5,690	1,897	2,334	3,501	
		반월일동20	(BI2)	145	1,800	501	617	925	
		반월일동22	(BI3)	1,089	7,829	2,186	2,689	4,034	
		반월일동19	(BS4)	347	3,412	1,138	1,400	2,099	
		반월일동21	(BS5)	689	8,982	2,501	3,077	4,615	
		반월일동23	(BS7)	802	5,728	2,109	2,595	3,892	
		소계		3,556	33,441	10,334	12,711	19,066	
	반월	반월반월14	(BB1)	812	11,390	2,967	3,649	5,474	
		반월반월15	(BB2)	423	3,022	787	968	1,452	
		반월반월16	(BB3)	250	3,210	836	1,029	1,543	
		반월반월13	(BB4)	30	2,905	757	931	1,396	
		반월반월17	(BI4)	447	14,222	5,121	6,299	9,448	
		소계		1,962	34,749	10,468	12,876	19,313	
	계			28,488	392,677	114,082	140,321	210,482	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비 고
						일평균	일최대	시간최대	
안산 정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	15,435	4,689	5,767	8,651	
		안산직접2	(AD2)	114	20,346	8,255	10,153	15,230	
		안산직접3	(AD3)	1,996	13,637	3,884	4,777	7,166	
		안산직접4	(AD4)	1,266	8,786	2,500	3,075	4,612	
		안산직접5	(AD5)	1,490	16,025	4,559	5,608	8,412	
		안산직접6	(AD6)	688	7,294	2,075	2,553	3,829	
		안산직접7	(AD7)	836	6,080	1,730	2,128	3,191	
		안산직접8	(AD8)	2,179	7,273	2,075	2,552	3,828	
		안산직접9	(AD9)	2,818	8,639	2,465	3,032	4,548	
		안산직접10	(AD10)	81	6,386	2,047	2,518	3,777	
		반월직접3	(BD8)	917	6,505	1,789	2,201	3,301	
		반월직접5	(BD9)	1,182	9,353	2,573	3,164	4,746	
		반월직접7	(BD10)	566	18,492	5,086	6,256	9,384	
		반월직접9	(BD11)	248	31,097	8,594	10,571	15,856	
		반월직접1	(BD13)	147	592	155	190	285	
		소계		16,308	175,940	52,476	64,546	96,818	
	계			16,308	175,940	52,476	64,546	96,818	
연성 정수장	선부	연성선부18	(YS1)	216	4,229	1,220	1,501	2,252	
		연성선부17	(YS2)	207	2,179	633	779	1,168	
		연성선부16	(YS3)	1,423	12,752	3,705	4,557	6,835	
		연성선부 2	(YS4)	1,397	15,388	4,543	5,588	8,382	
		연성선부19	(YS5)	88	2,243	623	767	1,150	
		연성선부15	(YS6)	351	3,752	1,090	1,341	2,011	
		연성선부 3	(YS7)	53	26,194	7,708	9,481	14,221	
		연성선부11	(YS8)	315	4,079	1,134	1,395	2,092	
		연성선부10	(YS9)	392	5,269	1,465	1,801	2,702	
		연성선부12	(YS10)	302	3,344	929	1,143	1,715	
		연성선부 9	(YS11)	238	3,553	987	1,215	1,822	
		연성선부13	(YS12)	346	4,717	1,311	1,613	2,419	
		연성선부 8	(YS13)	260	4,095	1,057	1,300	1,951	
		연성선부14	(YS14)	745	27,678	6,836	8,408	12,612	
		연성선부 7	(YS15)	2,012	5,621	1,451	1,785	2,678	
		연성선부 6	(YS16)	2,538	9,975	2,300	2,829	4,243	
		연성선부 4	(YS17)	24	11,292	2,930	3,604	5,407	
		연성선부 1	(YS18)	94	454	134	165	247	
		연성선부24	(YS19)	360	3,661	1,018	1,252	1,878	
		연성선부23	(YS20)	106	5,503	1,529	1,881	2,822	
		연성선부25	(YS21)	78	–	1,593	1,593	1,593	
		연성선부5	–	9	909	203	250	375	
		소계		11,554	156,887	44,401	54,246	80,573	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비 고
						일평균	일최대	시간최대	
연성 정수장	목내	연성목내26	(YM1)	187	2,223	8,465	8,605	8,980	
		연성목내27	(YM1-1)	99	-	1,756	1,756	1,756	
		연성목내29	(YM2)	148	-	4,123	4,123	4,123	
		연성목내28	(YM2-1)	175	-	5,176	5,176	5,176	
		소계		609	2,223	19,520	19,660	20,035	
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	26	9,280	9,282	9,286	
		연성성곡31	(YH2)	146	-	10,077	10,077	10,077	
		연성성곡32	(YH2-1)	107	-	2,897	2,897	2,897	
		소계		460	26	22,254	22,256	22,260	
	대부	연성대부41	(YT1)	751	4,235	1,122	1,381	2,071	
			(YT1-1)	449	785	208	256	384	
			(YT2)	444	1,940	514	632	949	
		소계		1,644	6,960	1,845	2,269	3,404	
	계			14,267	166,096	88,020	98,432	126,272	
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	-	1,259	1,259	1,259	
			(SL1-1)	398	-	2,378	2,378	2,378	
		시흥직접2	(SL1-2)	239	-	2,531	2,531	2,531	
		소계		749	-	6,168	6,168	6,168	
	계			749	-	6,168	6,168	6,168	
총계				59,812	734,713	260,746	309,467	439,740	

전용공업용수의 용수수요량 산정은 생활제조용수와 같이 검침자료의 년간 사용량을 가동일수를 300일하여 용수수용량을 산정하고, 소블록별 용수수요량은 검침구역도를 작성하여 검침분구별 용수소비량 비율로 합산하여 산정하였다

<표 4.3-29> 전용공업 용수수요량(2007년)

구 분	급수전수	년급수량 (㎥/년)	일평균 급수량(㎥/일)		비 고
			가동일수 365일	가동일수 300일	
원곡본동	26	3,089,731	8,465	10,299	
초지동	517	49,223,906	134,860	164,080	
계	543	52,313,637	143,325	174,379	

<표 4.3-30> 소블록별 용수수요량(2007년 전용공업용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	용수수요량(㎥/일)			비 고
					일평균	일최대	시간최대	
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	58,751	58,751	58,751	
		소계		59	58,751	58,751	58,751	
	계			59	58,751	58,751	58,751	
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	3,546	3,546	3,546	
			(YK1-1)	11	2,226	2,226	2,226	
		연성공단33	(YK1-2)	38	35,322	35,322	35,322	
		연성공단35	(YK2)	40	4,573	4,573	4,573	
		연성공단37	(YK2-1)	40	16,887	16,887	16,887	
		연성공단36	(YK2-2)	40	7,295	7,295	7,295	
		연성공단39	(YK3)	34	14,036	14,036	14,036	
		연성공단40	(YK3-1)	28	6,909	6,909	6,909	
		연성공단38	(YK4)	23	11,249	11,249	11,249	
		소계		295	102,045	102,045	102,045	
	계			295	102,045	102,045	102,045	
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	2,478	2,478	2,478	
			(SK1-1)	58	977	977	977	
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,128	10,128	10,128	
		소계		189	13,583	13,583	13,583	
	계			749	6,168	6,168	6,168	
총계				543	174,379	174,379	174,379	

c. 배수위(급수원)

안산시의 2007년말 현재 각 배수구역 용수를 공급하는 배수지 및 정수지의 배수위 현황은 다음과 같다.

<표 4.3-31> 배수위 현황

정수장수계	배수지	용 량 (m3)	배수위(m)		비 고
			L.W.L	H.W.L	
반월정수장	반월정수지	14,200	64.25	68.65	
	일동배수지	3,500	56.0	60.0	
	사동배수지	3,500	53.0	57.0	휴지
	반월배수지	8,000	80.0	84.0	
	성포배수지	40,000	50.0	55.0	
	고잔배수지	25,000	45.0	50.0	
안산정수장	안산정수지	9,100	67.9	73.4	
	와동배수지	14,000	52.0	56.0	휴지
	초지배수지	10,000	50.0	54.0	
연성정수장	선부1 배수지	5,500	48.5	52.5	개량공사 중
	선부2 배수지	40,000	48.5	52.5	
	성곡배수지	10,500	43.0	47.0	
	목내배수지	10,000	46.0	50.0	
	공단배수지	20,000	52.0	57.0	
시흥정수장	시흥생활정수지	8,960	35.8	39.8	
	시흥공업정수지	16,200	38.2	42.2	

3) 관망 수리해석결과

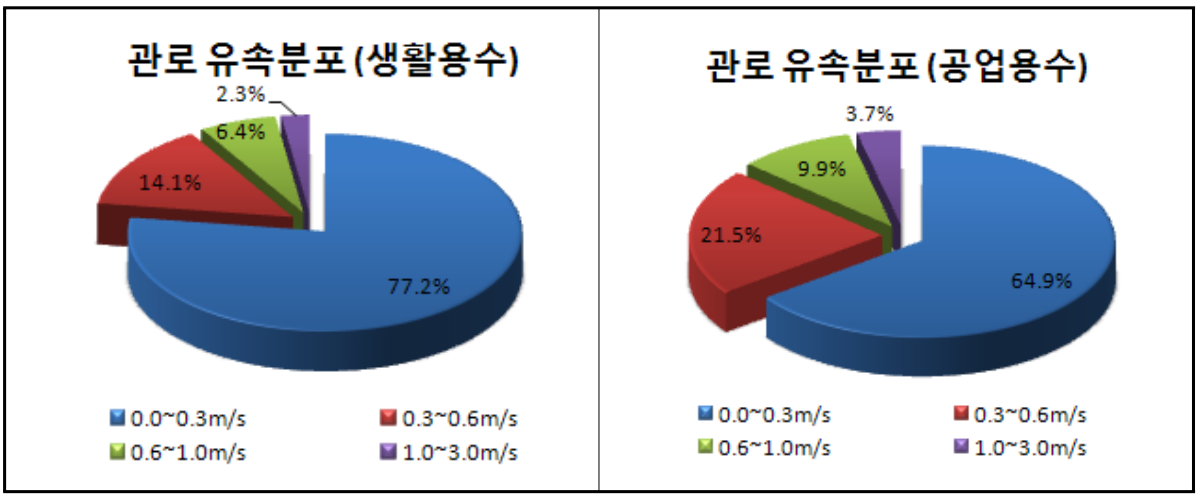
① 관로유속 분석

수리학적으로 관로계통내의 체류시간이 길어질수록 주요 수질지표인 잔류염소농도가 감소하게 되어 미생물의 재성장, 부식성 수질, 탁도물질의 형성 등 2차적인 오염원인을 제공하게 된다. 따라서 관로내의 적정 유속을 유지하여 2차 오염을 방지하는 것은 중요하며 이에 따라 관로의 유량 및 유속을 비교, 건설비와 유지비 등을 고려하여 적정 관경을 결정하는 경제적 측면의 검토도 필요하다.

수도용관에서의 경제적 유속은 관경별로 D75㎜~150㎜에서 0.7~1.0m/sec, D200㎜~300㎜에서 0.8~1.2m/sec, D350~600㎜에서 0.9~1.4m/sec가 적정하며, 기존 기초관망 구성에 의하여 배수관로의 유속분석은 시간최대급수량을 기준으로 분석한 결과, 초 관망구성 관로의 총연장 1,020.2km중 769.6m가 0.0 ~ 0.3m/sec 유속을 형성하고 있다.

<표 4.3-32> 기존관망 관로 유속 구성표(2007년)

유 속 (m/sec)	연 장 (km)			구 성 비 (%)	
	생활용수	공업용수	계	생활용수	공업용수
0.0 ~ 0.3	673.1	96.5	769.6	77.2	64.9
0.3 ~ 0.6	122.6	32.0	154.6	14.1	21.5
0.6 ~ 1.0	55.5	14.7	70.2	6.4	9.9
1.0 ~ 3.0	20.3	5.5	25.8	2.3	3.7
총계	871.5	148.7	1,020.2	100.0	100.0



<그림 4.3-29> 기존관망 관로 유속 분포 현황도

상기에서 검토한 바와 같이 대부분의 배수관로에서 적정 유속을 형성하지 못하고 기준 유속을 미달하는 것으로 나타났는데 이는 배수관망이 계획적으로 형성되지 못하고 도시개발에 맞추어 비효율적으로 형성되어 각 관로가 분담하는 유량이 부설관경에 비하여 적어 적정유속이 형성되지 못하는 것으로 판단된다.

② 수압 분석

안산시는 상수도 급수체계 블록화 계획에 따라 블록시스템이 구축되어 간접배수방법으로 운영되고 있으나, 현재 정상적인 블록시스템 구축을 통한 용수공급을 하지 못하고 있어 구역고립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 소블록별의 구역고립을 가정하고 앞서 배수관망 수리해석 조건에서 제시한 것과 같이 소블록내 모든 제수변을 개방한 상태로 배수관망 수리해석 수행하였으며 수압분석결과는 다음과 같다.

<표 4.3-33> 관망수리해석 결과 (생활용수 2007년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)			비고
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균	
반월 정수장	직접	반월직접 4	(BD1)	952	3,267	250	379	284	408	349	
		반월직접 6	(BD2)	769	2,915	150	408	214	412	351	
		반월직접 8	(BD3)	632	2,257	200	348	294	439	360	
		반월직접10	(BD4)	751	2,951	250	369	294	396	336	
		반월직접11	(BD5)	2,025	5,911	300	378	171	380	291	
		반월반월12	(BD6)	1,237	6,397	200	321	64	307	186	
		반월직접 2	(BD12)	1,749	4,255	450	355	176	597	357	
		소계		8,115	27,953						
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	5,767	300	353	259	346	323	
		반월성포29	(BS2)	964	5,776	250	304	252	302	284	
		반월성포28	(BS3)	227	17,750	350	201	31	235	131	
		반월성포27	(BS6)	926	5,637	400	219	139	270	210	
		반월성포26	(BS8)	864	3,846	200	278	154	296	250	
		반월성포24	(BS9)	433	1,651	200	215	194	323	261	
		반월성포25	(BS10)	1,291	4,732	400	290	165	311	250	
		안산직접11	(BS11)	655	5,702	300	361	276	367	332	
		안산직접12	(BS12)	505	2,752	150	347	214	344	296	
		안산직접13	(BS13)	593	2,901	200	347	157	309	250	
		안산직접14	(BS14)	626	2,813	200	211	128	209	179	
		안산직접15	(BS15)	1,021	3,820	500	168	99	242	142	
		안산직접16	(BS16)	188	498	300	260	188	260	230	
			(BS17)	838	3,046	250	263	135	287	222	
		안산직접17	(BS18)	921	3,313	250	282	250	311	286	
		안산직접18	(BS19)	627	4,329	250	244	257	282	263	
		안산직접19	(BS20)	246	7,617	400	285	177	292	256	
		반월반월12	(BD7)	337	1,679	150	325	265	477	346	
		소계		12,286	83,628						
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	6,162	350	344	303	344	333	
		반월고잔38	(BK2)	77	13,799	350	254	201	250	239	
		반월고잔36	(BK3)	314	10,269	400	352	335	355	347	
		반월고잔35	(BK4)	377	9,026	450	366	357	374	363	
		반월고잔34	(BK5)	38	4,937	400	355	351	366	357	
		반월고잔32	(BK6)	798	4,622	350	378	331	383	345	
		반월고잔33	(BK7)	331	2,555	500	384	358	386	376	
		반월고잔31	(BK8)	53	4,746	400	365	338	369	361	
		반월고잔39	-	14	4,403	600	338	272	394	349	
		소계		2,569	60,521						
	일동	반월일동18	(BI1)	484	3,501	250	256	184	389	250	
		반월일동20	(BI2)	145	925	150	252	218	277	250	
		반월일동22	(BI3)	1,089	4,034	250	254	224	364	271	
		반월일동19	(BS4)	347	2,099	250	279	260	303	279	
		반월일동21	(BS5)	689	4,615	200	276	251	346	299	
		반월일동23	(BS7)	802	3,892	150	253	231	338	279	
		소계		3,556	19,066						
	반월	반월반월14	(BB1)	812	5,474	400	608	340	602	501	
		반월반월15	(BB2)	423	1,452	300	577	395	597	547	
		반월반월16	(BB3)	250	1,543	350	563	297	578	420	
		반월반월13	(BB4)	30	1,396	150	592	230	569	468	
		반월반월17	(BI4)	447	9,448	400	591	418	638	533	
		소계		1,962	19,313						
	계			28,488	210,482						

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(Kap)			비고
						인입관경 (mm)	수압 (Kap)	최소	최대	평균	
안산 정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	8,651	300	546	354	549	480	
		안산직접2	(AD2)	114	15,230	400	546	490	555	538	
		안산직접3	(AD3)	1,996	7,166	100	471	283	473	397	
		안산직접4	(AD4)	1,266	4,612	500	421	394	504	463	
		안산직접5	(AD5)	1,490	8,412	400	534	425	533	483	
		안산직접6	(AD6)	688	3,829	250	555	406	562	502	
		안산직접7	(AD7)	836	3,191	200	541	462	543	507	
		안산직접8	(AD8)	2,179	3,828	300	547	492	565	541	
		안산직접9	(AD9)	2,818	4,548	250	553	442	581	533	
		안산직접10	(AD10)	81	3,777	200	583	509	581	562	
		반월직접3	(BD8)	917	3,301	250	506	420	531	472	
		반월직접5	(BD9)	1,182	4,746	250	568	523	566	548	
		반월직접7	(BD10)	566	9,384	250	573	438	573	526	
		반월직접9	(BD11)	248	15,856	600	573	471	577	550	
		반월직접1	(BD13)	147	285	200	552	209	525	368	
		소계		16,308	96,818						
	계			16,308	96,818						
연성 정수장	선부	연성선부18	(YS1)	216	2,252	200	248	237	324	281	
		연성선부17	(YS2)	207	1,168	100	227	178	238	196	
		연성선부16	(YS3)	1,423	6,835	300	322	126	357	238	
		연성선부 2	(YS4)	1,397	8,382	450	384	265	383	337	
		연성선부19	(YS5)	88	1,150	200	334	152	361	284	
		연성선부15	(YS6)	351	2,011	200	252	180	366	266	
		연성선부 3	(YS7)	53	14,221	450	391	289	389	337	
		연성선부11	(YS8)	315	2,092	200	350	313	350	335	
		연성선부10	(YS9)	392	2,702	200	317	273	362	314	
		연성선부12	(YS10)	302	1,715	300	274	260	337	304	
		연성선부 9	(YS11)	238	1,822	300	300	202	336	257	
		연성선부13	(YS12)	346	2,419	300	310	203	310	241	
		연성선부 8	(YS13)	260	1,951	300	208	160	269	213	
		연성선부14	(YS14)	745	12,612	400	390	160	389	271	
		연성선부 7	(YS15)	2,012	2,678	200	374	193	381	304	
		연성선부 6	(YS16)	2,538	4,243	300	333	321	377	353	
		연성선부 4	(YS17)	24	5,407	200	382	315	359	334	
		연성선부 1	(YS18)	94	247	150	343	244	484	399	
		연성선부24	(YS19)	360	1,878	500	401	393	407	401	
		연성선부23	(YS20)	106	2,822	300	404	163	405	352	
		연성선부25	(YS21)	78	1,593	500	408	212	410	360	
		연성선부5	-	9	375	200	387	380	395	386	
		소계		11,554	80,573						

<표 계속>

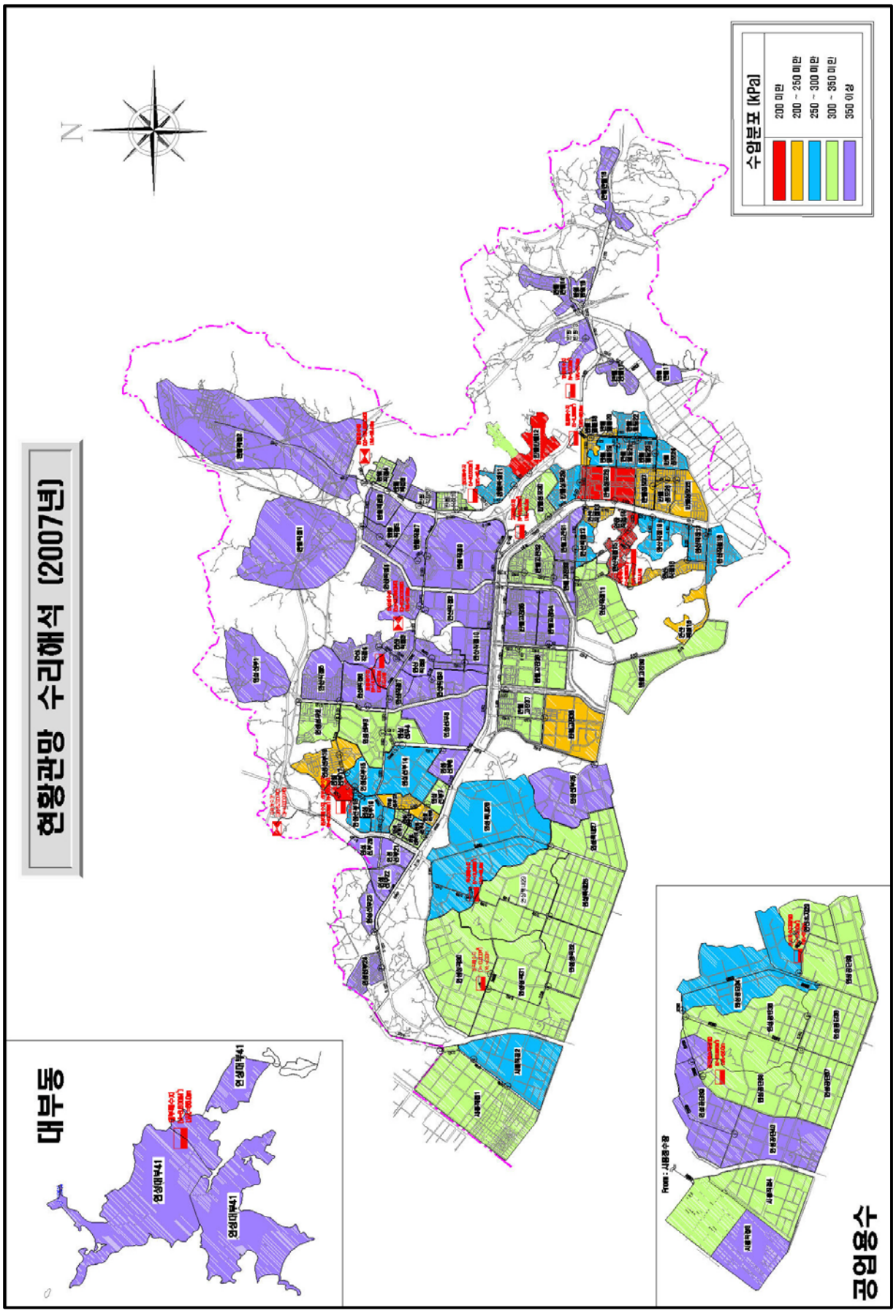
정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(Kap)			비고
						인입관경 (mm)	수압 (Kap)	최소	최대	평균	
연성 정수장	목내	연성목내26	(YM1)	187	8,980	500	301	132	345	269	
		연성목내27	(YM1-1)	99	1,756	250	335	217	340	329	
		연성목내29	(YM2)	148	4,123	500	301	220	378	334	
		연성목내28	(YM2-1)	175	5,176	300	240	320	365	348	
		소계		609	20,035						
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	9,286	500	322	217	344	305	
		연성목내31	(YH2)	146	10,077	500	354	169	355	301	
		연성목내32	(YH2-1)	107	2,897	500	328	189	350	334	
		소계		460	22,260						
	대부	연성대부41	(YT1)	751	2,071	700	395	286	573	515	
			(YT1-1)	449	384	600	562	297	598	522	
			(YT2)	444	949	400	395	264	595	522	
		소계		1,644	3,404						
	계			14,267	126,272						
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	1,259	250	311	300	320	311	
			(SL1-1)	398	2,378	300	312	258	345	322	
		시흥직접2	(SL1-2)	239	2,531	200	310	260	338	295	
		소계		749	6,168						
	계			749	6,168						
총계				59,812	439,740						

주) 1.2007년 수요량을 고려한 생활용수 시간계수는 일최대(일평균×1.23), 시간최대(일최대×1.50) 적용
2.생활제조용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용

<표 4.3-34> 관망수리해석 결과 (전용공업 2007년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)			비고
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균	
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	58,751	800	345	229	390	339	
		소계		59	58,751	-	-	-	-	-	
	계			59	58,751	-	-	-	-	-	
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	3,546	700	358	139	351	280	
			(YK1-1)	11	2,226	200	342	160	350	292	
		연성공단33	(YK1-2)	38	35,322	200	337	288	339	317	
		연성공단35	(YK2)	40	4,573	800	358	219	365	326	
		연성공단37	(YK2-1)	40	16,887	600	235	218	372	349	
		연성공단36	(YK2-2)	40	7,295	400	353	219	354	338	
		연성공단39	(YK3)	34	14,036	600	331	299	392	361	
		연성공단40	(YK3-1)	28	6,909	600	383	330	388	372	
		연성공단38	(YK4)	23	11,249	400	334	226	434	332	
		소계		295	102,045	-	-	-	-	-	
	계			295	102,045	-	-	-	-	-	
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	2,478	1200	313	313	343	329	
			(SK1-1)	58	977	800	355	289	374	352	
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,128	700	336	310	388	334	
		소계		189	13,583	-	-	-	-	-	
	계			189	13,583	-	-	-	-	-	
총계				543	174,379	-	-	-	-	-	

주) 공업용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용


현황관망 수리해석 (2007년)
N
수압분포 (kPa)
200 미만
200 ~ 250 미만
250 ~ 300 미만
300 ~ 350 미만
350 이상
대부동
공업용수

4) 급수불량 해소방안검토

① 급수불량원인 검토

a. 기존관망수리해석 결과 검토

2007년말 현재 관망수리해석 결과 대부분의 소블록에서 평균수압이 250～300kPa 이상을 유지하여 안정적 용수공급에는 큰 문제가 없는 것으로 분석되었으나 사동, 본오동, 일동, 선부동 일동 일부지역에서 200kPa 이하의 수압으로 해석되어 직결급수를 위한 안정적 적정수압 확보가 어려운 것으로 분석되었다.

<표 4.3-35> 관망수리해석 결과검토

정수장	배수구역	검토내용	비 고
반월정수장 190,000㎥/일	직접 V=14,200㎥ L.W.L=64.3m	•용수수요량 : 18,636㎥/일(일최대), 27,953㎥/일(시간최대) •정수지 체류시간 : 2.4hr(송수량 포함) •수압검토 : 대분분 소블록에서 평균 300kPa 이상 유지 •급수불량 소블록 원인분석 : 반월반월12(일동) -반월반월12 소블록이 반월정수장 직접 배수구역 최말단에 위치하여 중블럭관의 수두손실이 발생하여 적정 수압확보가 어려운 것으로 분석됨	정수장 가동율(%) 생활 73.9
	성포 V=40,000㎥ L.W.L=50.0m	•용수수요량 : 55,752㎥/일(일최대), 83,628㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 17.2hr •수압검토 : 평균 150～300kPa 수압 유지, 사동 및 본오동 지역 출수불량 발생 •급수불량 소블록 원인분석 : 반월성포26,27(본오동), 안산직접14～15(사동) -안산직접14～15(사동)은 성포배수지의 배수위(L.W.L:50.0m)와 출수불량지역 지반고(EL(+)26.0～31.0m)의 수두차(24.0～19.0m)가 크지 않은 지형적인 원인 -반월성포26,27(본오동)은 사동지역과 같이 수두차가 크지 않은 지형적인 원인과 소블록내 배수관이 순환관망을 형성하지 못하고 있어 용수순환이 원활하지 않아 적정 수압확보가 어려운 것으로 분석됨	
	고잔 V=25,000㎥ L.W.L=45.0m	•용수수요량 : 40,347㎥/일(일최대), 60,521㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 14.9hr •수압검토 : 평균 250～300kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
	일동 V=3,500㎥ L.W.L=56.0m	•용수수요량 : 12,711㎥/일(일최대), 19,066㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 6.6hr •수압검토 : 평균 250～300kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
	반월 V=8,000㎥ L.W.L=80.0m	•용수수요량 : 12,876㎥/일(일최대), 19,313㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 14.9hr •수압검토 : 평균 350kPa 이상 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	

<표 계속>

정수장	배수 구역	검토내용	비 고
안산정수장 83,000㎥/일 (생활) 60,000㎥/일 (공업)	직접 V=9,100㎥ L.W.L=67.9m	•용수수요량 : 64,546㎥/일(일최대), 96,818㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 3.4hr •수압검토 : 평균 250~300kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	정수장 가동율(%) 생활 77.8 공업 97.9
	초지(공업) V=10,000㎥ L.W.L=50.0m	•용수수요량 : 58,751㎥/일(일최대), 58.751㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 4.1hr •수압검토 : 평균 300kPa 이상수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
연성정수장 178,000㎥/일 (생활) 123,000㎥/일 (공업)	선부2 V=40,000㎥ L.W.L=48.5m	•용수수요량 : 54,246㎥/일(일최대), 80,573㎥/일(시간최대) •정수지 체류시간 : 17.7hr •수압검토 : 평균 190~350kPa 수압 유지, 선부동 지역 출수불량 발생 •급수불량 소블록 원인분석 : 연성선부17~18 (선부동) -배수구역내 용수를 공급하는 선부배수지의 배수위(L.W.L:48.5m)와 출수불량지역 지반고(EL(+)27.0~35.0m)의 수두차(21.5~13.5m)가 크지 않은 지형적인 원인	정수장 가동율(%) 생활 55.3 공업 83.0
	성곡 V=10,000㎥ L.W.L=43.0m	•용수수요량 : 22,256㎥/일(일최대), 22,260㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 10.8hr •수압검토 : 평균 300kPa이상 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
	목내 V=10,000㎥ L.W.L=46.0m	•용수수요량 : 19,660㎥/일(일최대), 20,035㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 12.2hr •수압검토 : 평균 250~350kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
	대부 V=6,600㎥ L.W.L=65.0m	•용수수요량 : 2,269㎥/일(일최대), 3,404㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 69.8hr •수압검토 : 평균 500~550kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
	공단(공업) V=20,000㎥ L.W.L=52.0m	•용수수요량 : 102,045㎥/일(일최대), 102,045㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 4.7hr •수압검토 : 평균 250~350kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
시흥정수장 5,200㎥/일 생활) 40,000㎥/일 (공업)	생활 V=8,960㎥ L.W.L=64.0m	•용수수요량 : 6,168㎥/일(일최대), 6,168㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 34.9hr •수압검토 : 평균 250~300kPa 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	정수장 가동율(%) 생활 118.6 공업 33.4
	공업(공업) V=16,200㎥ L.W.L=38.2m	•용수수요량 : 13,583㎥/일(일최대), 13,583㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 28.6hr •수압검토 : 평균 300kPa 이상수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	

b. 급수불량 원인 종합검토

급수불량 원인은 배수관의 부설관경이 용수수요량에 비해 작아 손실수두가 크게 발생 것과 배수구역내 용수를 공급하는 배수지의 배수위와 출수불량지역 지반고의 수두차가 크지 않은 지형적인 원인 가장 큰 것으로 대별되는데, 이중 부설 관경이 작아 수압이 저하되는 것은 관경을 확대하여 개선이 가능하나 지형적 원인에 의한 경우는 용수공급계통 조정을 통해 배수위를 높이거나 가압급수를 통해서만이 해결이 가능하다. 안산시의 급수불량의 원인은 앞서 기존관망 수리해석에서 검토한 것과 같이 대부분의 지형적인 원인으로 검토 되었으며 이의 해소를 위해서는 장래 용수공급을 고려한 배수구역 수계 전환 및 가압급수등의 세부적인 해결 방안을 수립하여야 할 것으로 판단된다.

② 급수불량 해소방안 검토

상수도 공급계통이 다원화된 안산시의 급수불량해소를 위해 계획 목표년도별 용수수요량을 반영한 급배수분할 계획을 고려하여 장·단기 급수불량해소방안을 아래와 같은 조건을 기준으로 검토하였다.

○ 우선적으로 급수불량을 해소하여 안정적 용수공급이 될 수 있도록 하고

○ 지형적 조건 및 배수관로 현황과 기존시설 활용성 측면에 중점을 두고

○ 장래 용수수요량 증가에 따른 시설확장 및 개량계획을 고려하고

○ 단기대책은 가능한 신설시설 계획을 최소화하여 용수를 공급하고 신설시설은 장기대책 적용 시 활용이 가능토록 계획

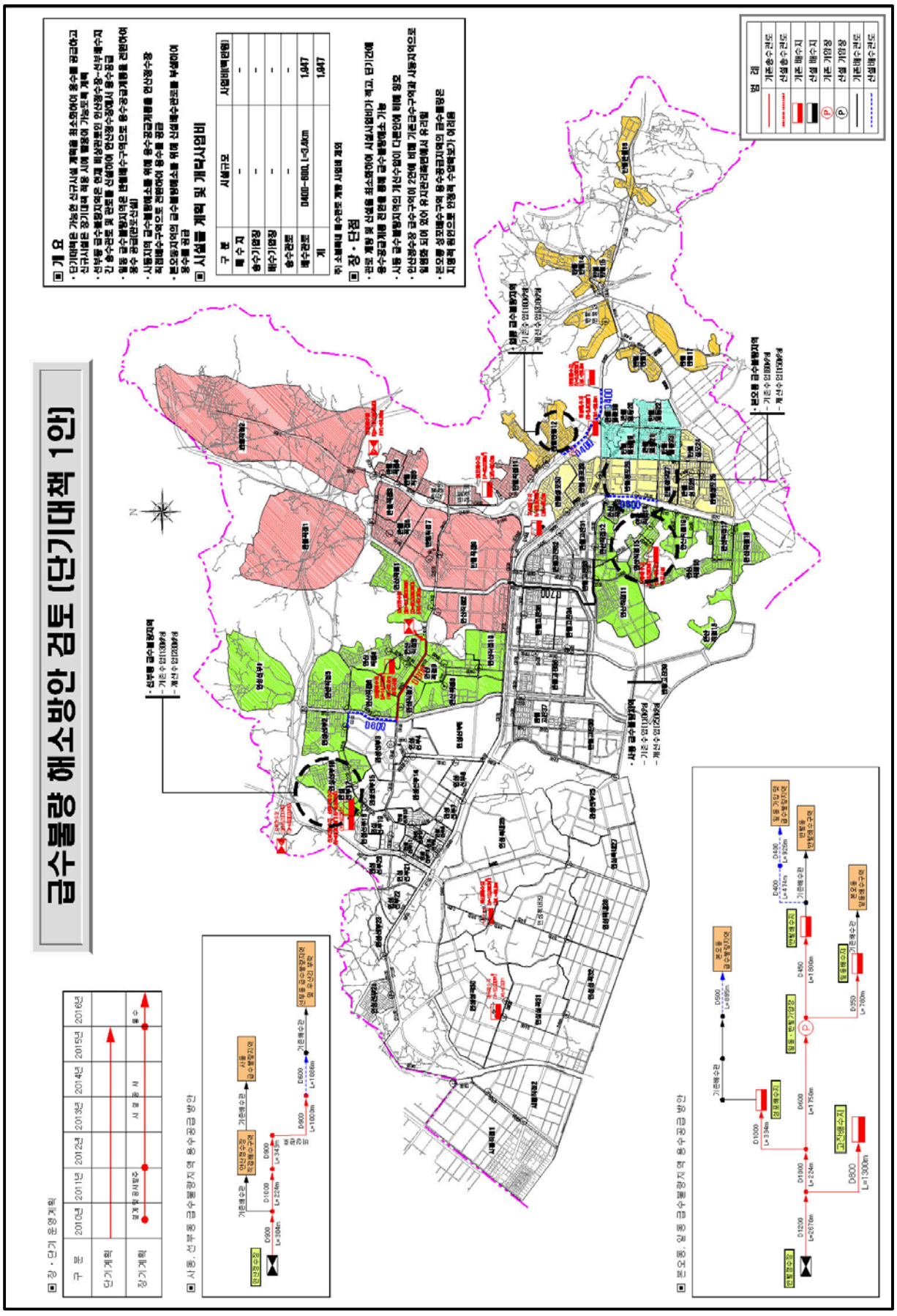
급수불량해소 방안은 급·배수분할 계획과 더불어 단기대책은 2015년, 장기대책은 최종목표년도인 2025년을 기준으로 하였으며, 안산시의 제반여건을 고려하여 다음과 같이 장·단기 3개안씩 총 6개안을 선정하여 종합적으로 비교 검토하였다.

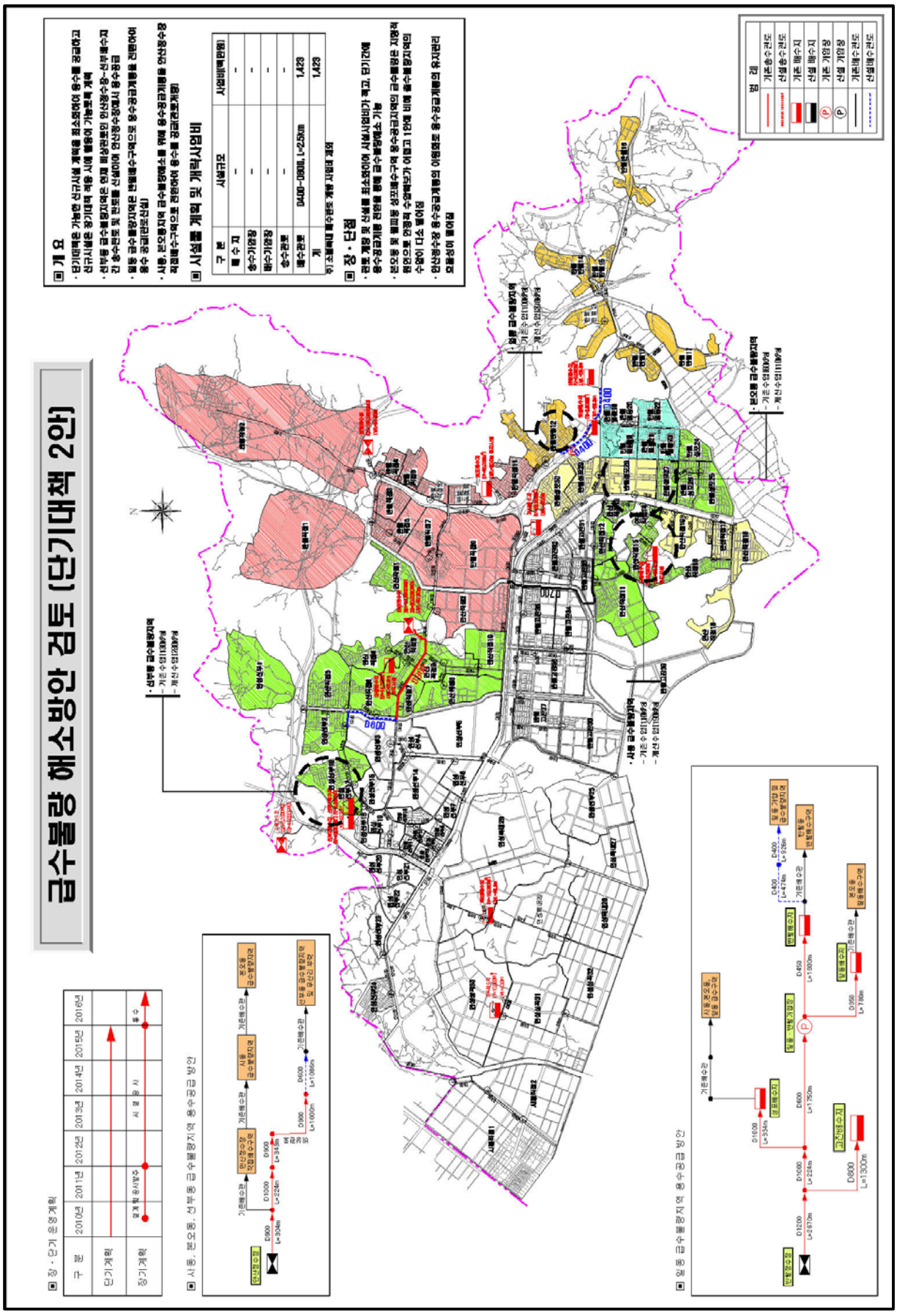
<표 4.3-36>급수불량 해소방안 검토(단기대책)

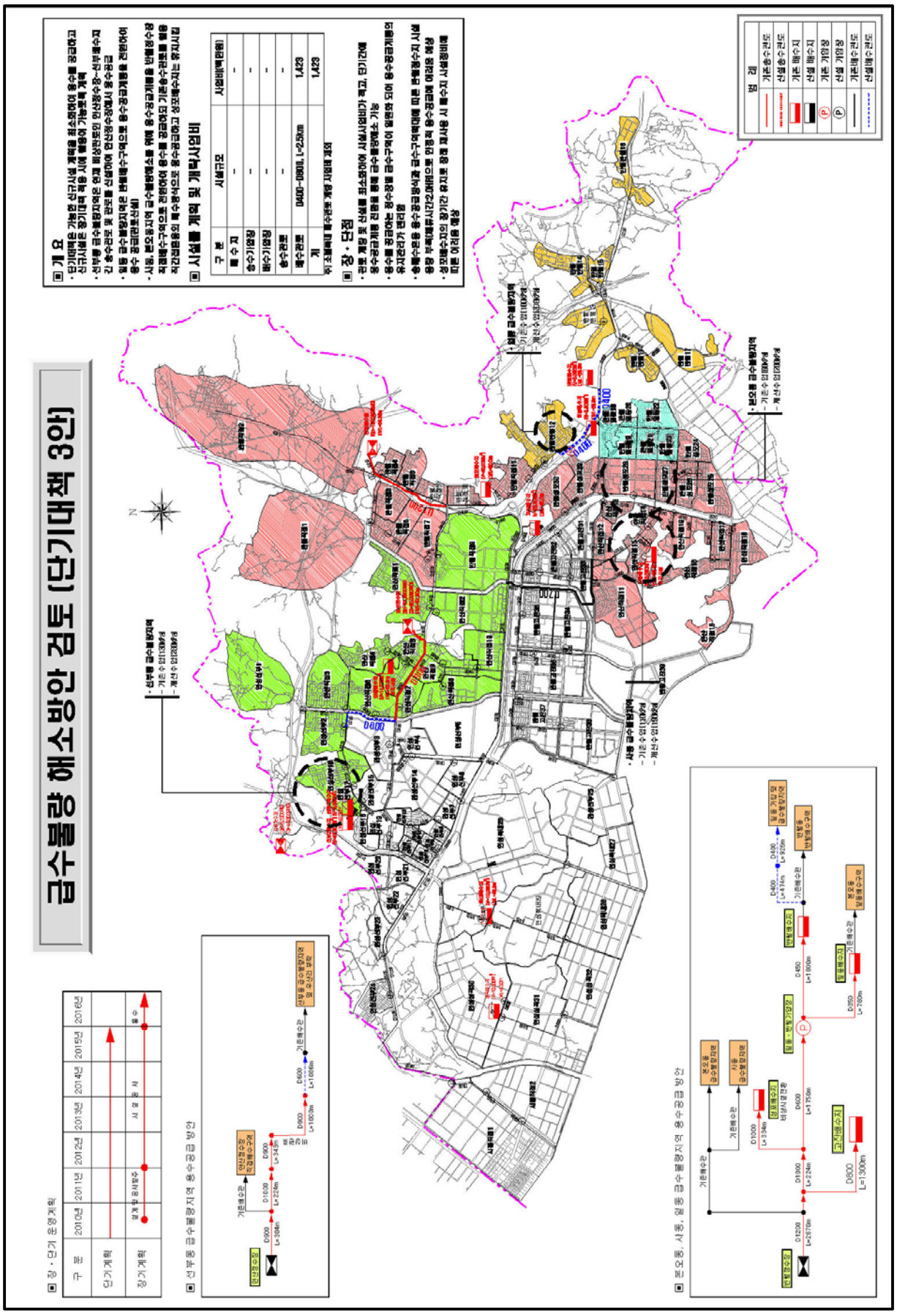
구 분		비교 1안	비교 2안	비교 3안	비 고
개 요		•선부동 급수불량지역은 현재 비상관로인 안산정수장 ~ 선부배수지 간 송수관로 및 관로를 신설하여 안산정수장에서 용수공급 •일동 급수불량지역은 반월배수구역으로 용수공급계통을 전환하여 용수공급(관로신설) •사동지역의 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 안산정수장 직접배수구역으로 전환하여 용수를 공급 •본오동지역의 급수불량해소를 위해 신설배수관로를 부설하여 용수를 공급	•선부동 급수불량지역은 현재 비상관로인 안산정수장 ~ 선부배수지 간 송수관로 및 관로를 신설하여 안산정수장에서 용수공급 •일동 급수불량지역은 반월배수구역으로 용수공급계통을 전환하여 용수공급(관로신설) •사동, 본오동지역 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 안산정수장 직접배수구역으로 전환하여 용수를 공급	•선부동 급수불량지역은 비교 1안과 동일 •일동 급수불량지역은 비교 1안과 동일 •사동, 본오동지역 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 반월정수장 직접배수구역으로 전환하여 용수를 공급하되 기존송수관로를 활용하여 직간접혼용의 배수방식으로 용수공급하고 성포배수지는 휴지시킴	
급수구역조정	조정내용	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 안산직접11~19)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,9 안산직접2)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 안산직접11~19 본오동 반월성포24~27)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,9 안산직접2)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 안산직접11~19, 본오동 반월성포24~30소블록)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,7)을 반월정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	
	수압검토	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(280kpa) •본오동 : 기존(60kpa), 개선(150kpa) •사동: 기존(110kpa), 개선(250kpa) •일동: 기존(100kpa), 개선(370kpa)	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(280kpa) •본오동 : 기존(60kpa), 개선(110kpa) •사동: 기존(110kpa), 개선(190kpa) •일동: 기존(100kpa), 개선(370kpa)	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(280kpa) •본오동 : 기존(60kpa), 개선(200kpa) •사동: 기존(110kpa), 개선(190kpa) •일동: 기존(100kpa), 개선(370kpa)	

<표 계속>

<table>
<tr><th>구 분</th><th>비교 1안</th><th>비교 2안</th><th>비교 3안</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>주요시설물계획
및 개략사업비</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비
(백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수
가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D600,L=1.1km
D500,L=0.9km
D400,L=1.4km</td><td>742
524
681</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>1,947</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비
(백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수
가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D600,L=1.1km
D400,L=1.4km</td><td>742
681</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>1,423</td></tr>
</table>
</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비
(백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수
가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D600,L=1.1km
D400,L=1.4km</td><td>742
681</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>1,423</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>장단점</td><td>•관로 개량 및 신설를 적게하여 시설사업비가 적고, 단기간에 용수공급계통 전환을 통해 급수불량해소 가능
•사동급수불량지역의 개선 수압이 다른안에 비해 양호
•안산정수장 급수구역이 2안에 비해 기존급수구역과 사동지역으로 일원화 되어 있어 유지관리측면에서 유리함
•본오동 성포배수구역 용수공급지역의 급수불량해소은 관로부설로 다른 안에 비해 수압 양호</td><td>•관로 개량 및 신설를 최소화하여 시설사업비가 적고, 단기간에 용수공급계통 전환을 통해 급수불량해소 가능
•본오동 성포배수구역 용수공급지역의 급수불량은 지형적 원인으로 안정적 수압확보가 어려움
•안산정수장 급수구역이 기존급수구역, 사동, 본오동등 여러지역으로 분리되어 있어 용수공급계통의 효율성이 떨어지고 유지관리가 어려움</td><td>•관로 개량 및 신설를 최소화하여 시설사업비가 적고, 단기간에 용수공급계통 전환을 통해 급수불량해소 가능
•장단기 대책의 급수구역이 동일하여 용수공급계통 운영에 유리하고 단기대책의 시설계획을 장기대책에 적용유리
•송배수 혼용 용수공급방식과 급수구역확대에 따른 반월정수지 시설용량 부족으로 안정적 용수공급에 어려움 예상
•성포배수지의 장기간 휴지로 장래 재사용 시 배수지 시설정비에 따른 어려움 예상</td><td></td></tr>
<tr><td>검토분석</td><td colspan="3">•비교 2안은 안산정수장 급수구역이 여러지역으로 분리되어 유지관리에 어려움이 예상되고, 1안에 비해 출수불량지역의 수압개선이 떨어짐
•비교3안은 1,2안에 비해 용수공급계통이 일원화되어 유지관리 시 장점이 있으나, 송배수 혼용의 용수공급방식과 반월배수지 시설용량부족에 따른 안정적 용수공급의 어려움이 예상되고 기존 성포배수지를 휴지시킴으로서 기존시설의 활용성이 떨어지고 장기간 휴지로 장래 재사용 시 배수지 시설정비에 따른 어려움 예상
•비교 1안은 다른안에 비해 시설사업비 다소 많은나 안산정수장 급수구역을 기존급수구역과 사동지역으로 일원화 하여 유지관리측면에서 유리하고, 출수불량지역의 수압개선 측면에서도 유리함</td><td></td></tr>
</table>


급수불량 해소방안 검토 (단기대책 1안)
▣ 개 요
▣ 시설물 계획 및 개략사업비
▣ 장 · 단점
▣ 장 · 단기 운영계획
▣ 사동 선부동 급수불량지역 용수공급 방안
▣ 본오동 상록동 급수불량지역 용수공급 방안
범 례


급수불량 해소방안 검토 (단기대책 2안)
■ 개 요
■ 시설물 계획 및 개략사업비
■ 장 · 단점
■ 장 · 단기 운영계획
■ 사동 본오동, 선부동 급수불량지역 용수공급 방안
■ 원동 급수불량지역 용수공급 방안
범 례

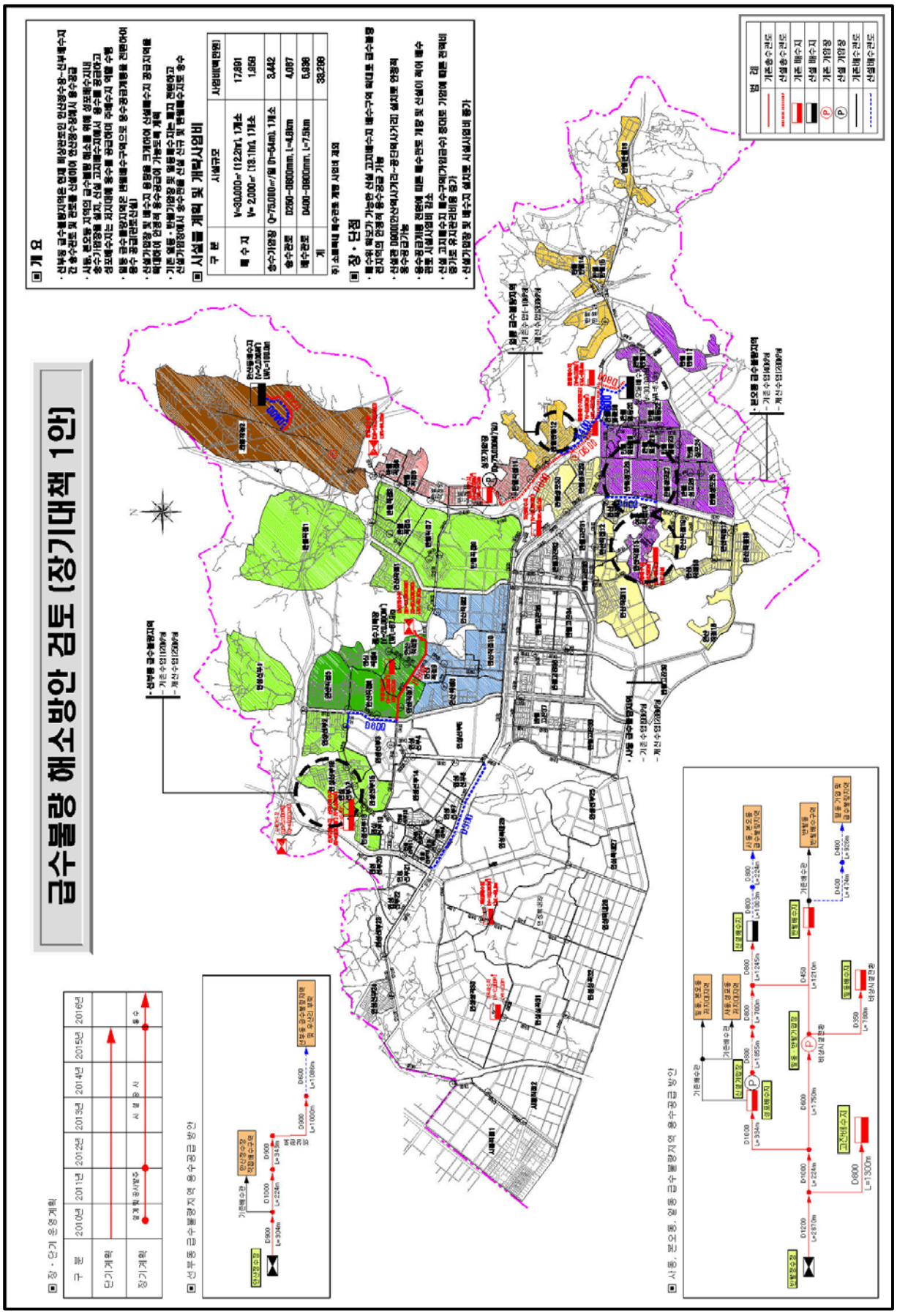

금수물량 해소방안 검토 (단기대책 3안)
▣ 개 요
▣ 시설물 계획 및 개략사업비
▣ 장 · 단점
▣ 단 · 장기 운영계획
▣ 선부동 급수불량지역 용수공급 방안
▣ 본오동, 사동, 일동 급수불량지역 용수공급 방안
범 례
N

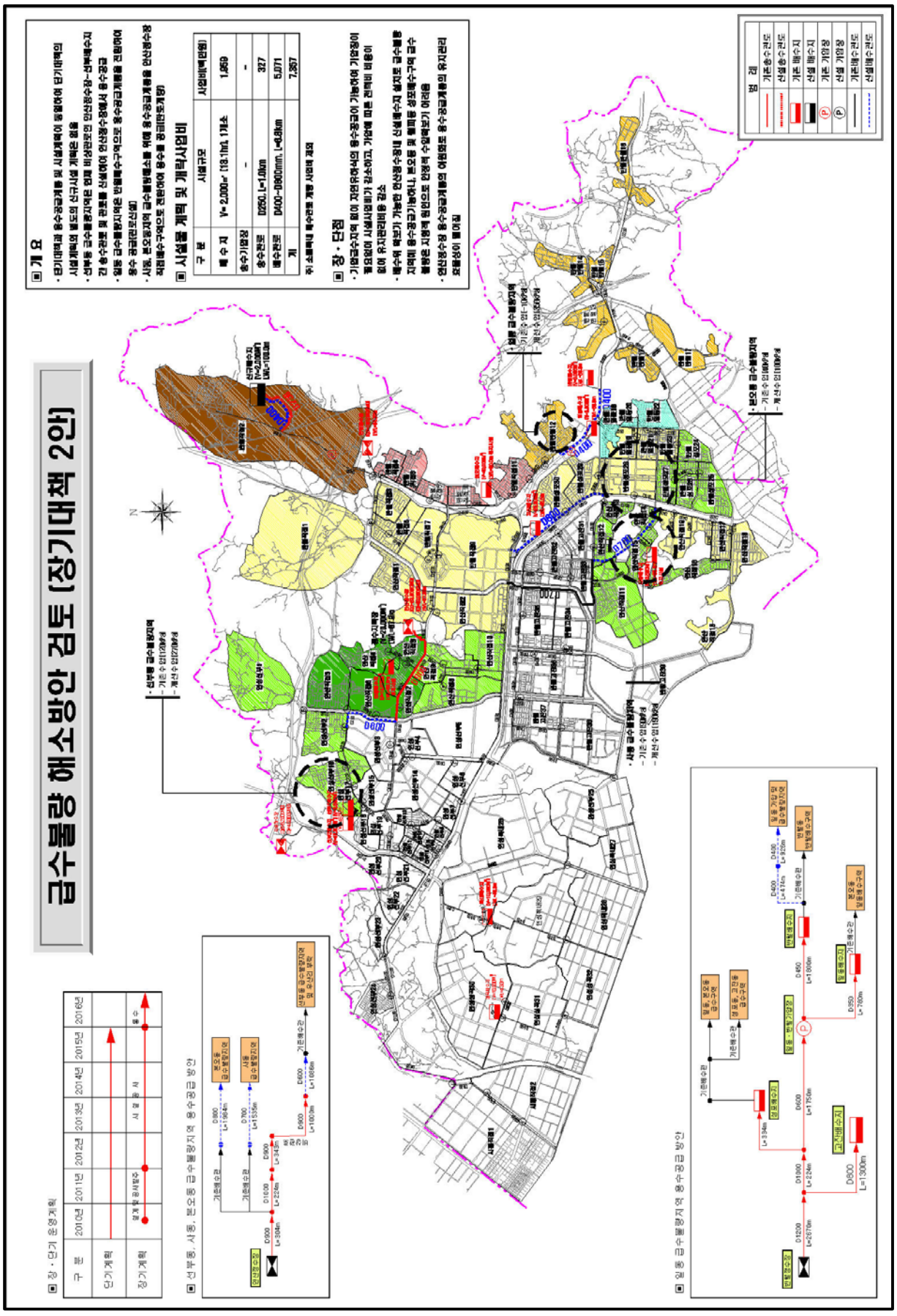
<표 4.3-37> 급수불량 해소방안 검토(장기대책)

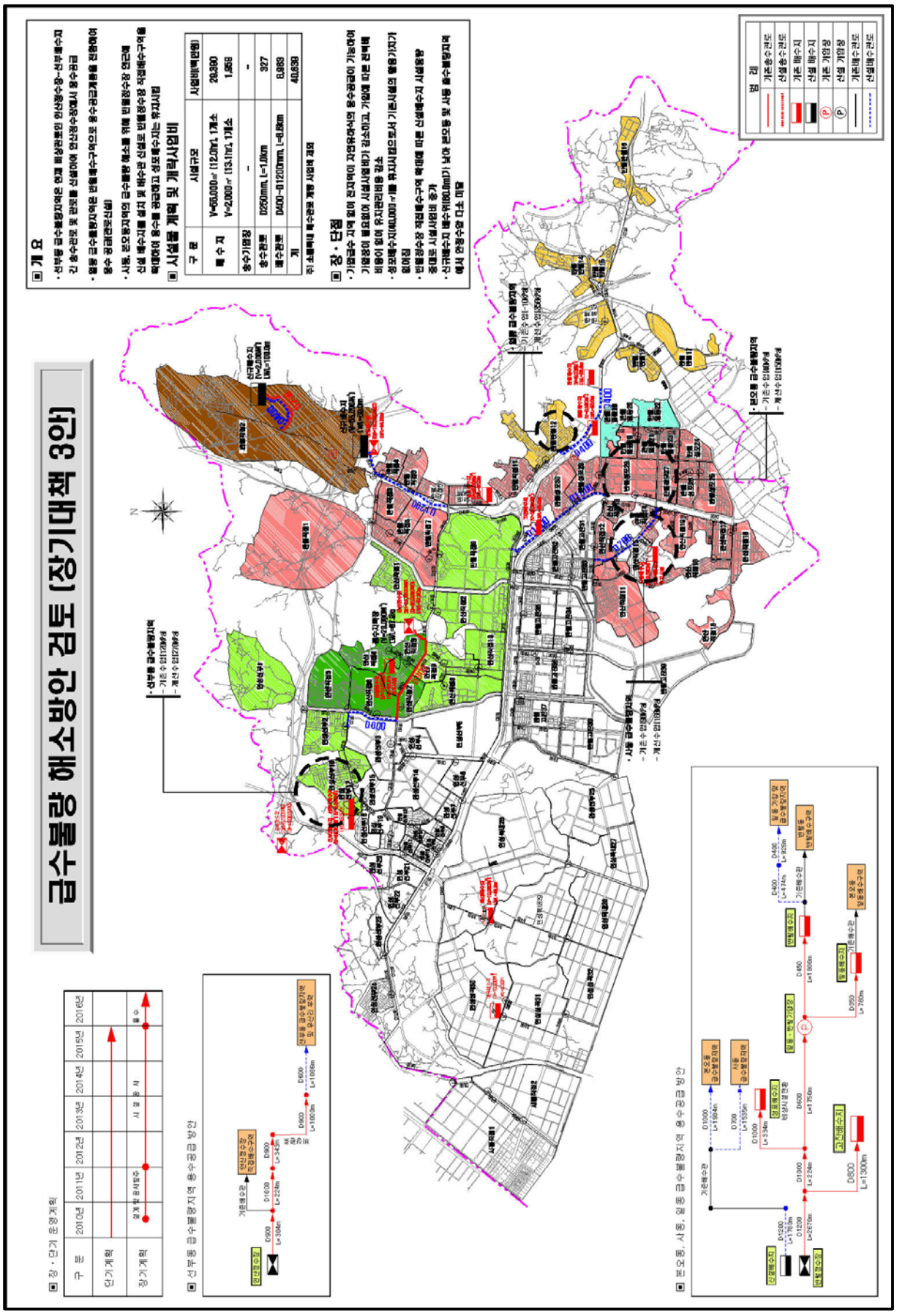
구 분		비교 1안	비교 2안	비교 3안	비 고
개 요		•선부동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •사동, 본오동, 일동지역의 급수불량 해소를 위해 성포배수지내 송수가압장을 설치, 신설 고지배수지에서 용수를 공급하고 성포배수지는 저지대에 용수를 공급하며 주배수지 역할 수행 •신설배수지 공급지역을 확대(성포 및 일동배수구역)하여 안정적 용수공급이 가능토록 계획 •기존 일동 · 반월가압장 및 일동배수지는 폐지시설로 전환하고 신설가압장에서 송수관을 신설 및 반월배수지로 송수	•선부동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •일동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •사동, 본오동지역 급수불량해소를 위해 용수공급계통을 안산정수장직접배수구역으로 전환하여 안산정수장 내에 배수지를 신설(정수지확장)하여 용수를 공급	•선부동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •일동 급수불량지역은 단기대책과 동일 •사동, 본오동지역의 급수불량 해소를 위해 반월정수장 인근 배수지 신설 및 배수관 신설로 반월정수장 직접배수구역을 확대하여 용수를 공급하고 성포배수지는 휴지시킴	
급수구역조정	조정내용	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부15~18)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 일동배수구역(사동,본오동 안산직접14~15, 반월성포24~28, 반월일동18~23, 반월반월17)을 반월정수장 신설 본오배수지 배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 안산직접2,8~10)을 연성정수장 선부배수구역으로 전환, (안산직접3~7)을 와동배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환•기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포배수구역(사동, 본오동 안산직접11~16, 반월성포24~27)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환•기존 안산정수장 직접배수구역(성포동, 월피동 반월직접1,3,5,7,9 안산직접1~2)을 반월정수장 성포배수구역으로 전환 •기존 고잔배수구역(초지동 반월고잔37~38)을 연성정수장 선부배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	•기존 선부배수구역(선부동 연성선부1~2, 연성선부16~17)을 안산정수장 직접배수구역으로 전환 •기존 안산정수장 직접 및 반월정수장 직접 , 성포, 일동배수구역(반월직접1,2~11,반월성포24~30, 안산직접11~19, 반월일동 19,21,23)을 반월정수장 신설배수구역으로 전환 •기존 성포 및 반월정수장 직접배수구역(일동 반월직접2)을 반월정수장 반월배수구역으로 전환 •기존 고잔배수구역(초지동 반월고잔37~38)을 연성정수장 선부배수구역으로 전환 •기존 시흥정수장 직접배수구역 (초지동 시흥직접2)을 연성정수장 성곡배수구역으로 전환 •기존 연성정수장 공단배수구역 (초지동 연성공단40)을 시흥정수장 직접배수구역으로 전환	
	수압검토	•선부동 : 기존(120kpa), 개선(250kpa) •본오동 : 기존(40kpa), 개선(280kpa) •사동: 기존(90kpa), 개선(280kpa) •일동: 기존(-10kpa), 개선(360kpa)	•선부동 : 기존(120kpa), 개선(270kpa) •본오동 : 기존(40kpa), 개선(100kpa) •사동: 기존(90kpa), 개선(190kpa) •일동: 기존(-10kpa), 개선(350kpa)	•선부동 : 기존(130kpa), 개선(270kpa) •본오동 : 기존(40kpa), 개선(50kpa) •사동: 기존(90kpa), 개선(160kpa) •일동: 기존(-10kpa), 개선(350kpa)	

<표 계속>

<table>
<tr><th>구 분</th><th>비교 1안</th><th>비교 2안</th><th>비교 3안</th><th>비 고</th></tr>
<tr>
<td>주요시설물계획 및 개략사업비</td>
<td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비 (백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>V=30,000㎥,1개소
V=2,000㎥,1개소</td><td>17,981
1,959</td></tr>
<tr><td>송수 가압장</td><td>Q=75,000㎥/일 ,1개소</td><td>3,442</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>D250~800, L=4.8km</td><td>4,067</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D400~900mm, L=7.5km</td><td>5,938</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>33,298</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비 (백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>V=2,000㎥,1개소</td><td>1,959</td></tr>
<tr><td>송수 가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>D250,L=1.0km</td><td>327</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D400~D800mm, L=6.8km</td><td>5,071</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>7,357</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>시설규모</th><th>사업비 (백만원)</th></tr>
<tr><td>배수지</td><td>V=53,000㎥,1개소
V=1,500㎥,1개소</td><td>29,390
1,959</td></tr>
<tr><td>송수 가압장</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>송수관로</td><td>D250,L=1.0km</td><td>327</td></tr>
<tr><td>배수관로</td><td>D400~D1200mm, L=8.6km</td><td>8,963</td></tr>
<tr><td>계</td><td>-</td><td>40,639</td></tr>
</table>
</td>
<td>• 안산정수장 내정수지확장 공사비는 정수장 시설 개량 비용에 포함하여 제외</td>
</tr>
<tr>
<td>장단점</td>
<td>•배수위 확보가 가능한 신설 고지배수지 배수구역 확대로 급수불량 전지역의 안정적 용수공급 가능
•안산정수장 급수구역이 일원화 되어 용수공급계통의 유지관리가 편리함
•신설관D900(안산역사거리~공단역사거리) 설치로 안정적 용수공급가능
•용수공급계통 전환에 따른 배수관로 개량 및 신설이 적어 배수관로 시설사업비 감소
•신설 고지배수지 배수구역(가압급수) 증대로 가압에 따른 전력비 증가로 유지관리비용 증가
•신설가압장, 배수지, 송수관로 설치에 따른 시설사업비 증가</td>
<td>•배수위 확보가 가능한 안산정수장내 신설배수지 설치로 급수불량지역에 용수공급가능 하나, 본오동 및 월피동 성포배수구역 급수불량은 지형적 원인으로 안정적 수압확보가 어려움
•가압급수지역 없이 자연유하식의 용수공급이 가능하여 가압장이 필요없어 시설사업비가 감소하고, 가압에 따른 전력비 비용이 없어 유지관리비용 감소
•안산정수장 급수구역이 이원화 되어 있어 용수공급계통의 유지관리가 어려움</td>
<td>•가압급수지역 없이 자연유하식의 용수공급이 가능하여 가압장이 필요없어 시설사업비가 감소하고, 가압에 따른 전력비 비용이 없어 유지관리비용 감소
•안산정수장 급수구역이 일원화 되어 용수공급계통의 유지관리가 편리함
•성포배수지(40,000㎥)를 휴지시킴으로서 기존 시설의 활용가치가 없어짐
•반월정수장 직접배수구역 확대에 따른 신설배수지 시설용량 증대로 시설사업비 증가
•신설배수지 배수위(60.0m)가 낮아 본오동 및 사동 출수불량지역에서 안정수압 다소 미달(190~220kPa)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>검토분석</td>
<td colspan="3">•장기대책의 경우 비교 2안은 배수지 및 가압장 시설계획을 최소화하고 자연유하식의 용수공급의 장점은 있으나 안산정수장 급수구역이 이원화되어 유지관리가 어렵고 본오동 및 월피동 성포배수구역의 안정적 수압확보가 곤란
•비교 3안은 가압급수 없이 자연유하로 용수공급이 가능한 장점은 있으나 기존 성포배수지를 휴지시킴으로서 기존시설의 활용성이 떨어지고, 신설배수지의 용량이 과대에 따른 시설사업비가 증대와 신설배수지 배수위(60.0m)가 낮아 본오동 및 사동 출수불량지역의 안정수압 다소 미달하는 단점이 있음.
•비교 1안은 시설비 및 유지관리비 증대의 단점은 있으나 비교 2안에 비해 배수위 확보가 가능하여 급수불량 전지역의 안정적 용수공급 가능</td>
<td></td>
</tr>
</table>


금수불량 해소방안 검토 (장기대책 1안)
■ 개 요
■ 시설물 계획 및 개략사업비
■ 장 · 단점
범 례
■ 장 · 단기 운영계획
구 분
2010년
2011년
2012년
2013년
2014년
2015년
2016년
단기계획
장기계획
■ 선부동 금수불량지역 용수공급 방안
■ 사동 본오동, 일동 금수불량지역 용수공급 방안


급수불량 해소방안 검토 (장기대책 2안)
▣ 개 요
▣ 시설물 계획 및 개략사업비
▣ 장 · 단점
▣ 장 · 단기 운영계획
▣ 선부동 사동, 본오동 급수불량지역 용수공급 방안
▣ 일동 급수불량지역 용수공급 방안
범 례


급수불량 해소방안 검토 (장기대책 3안)
▣ 개 요
▣ 시설물 계획 및 개략사업비
▣ 장 · 단점
범 례
▣ 장 · 단기 운영계획
▣ 선부동 급수불량지역 용수공급 방안
▣ 본오동 사동, 일동 급수불량지역 용수공급 방안

다. 계획관망 수리해석

1) 개 요

본 과업에서의 관망계획은 최종목표년도인 2025년 기준으로 기존 관망분석에서 나타난 기존 수운영의 전반적인 문제점을 해결하기 위해 『3.1.4 급·배수구역 분할계획』 편에서 검토한 장래용수수요량과 정수장별 용량을 고려하여 정수장 수계를 구분하고 배수지별로 배수구역을 구분하는 간접 배수방식으로 배수구역별 관망을 해석하여 경제적이며 안정적인 배수관망의 계획을 수립하고자 한다.

나) 계획 기초 관망구성

계획관망구성은 기존관망해석을 기초로 모든 관로로 격자형 관망을 형성시켰으며, 택지개발예정 지역은 도시계획상 계획가로망을 기준으로 신설관로를 계획하였다.

기초 관망구성은 총 5,500개의 격점과 8,042개의 관로수로 총 배수관로(D1350~D50mm)의 연장이 1,051.9km로 구성하였다.

다) 격점별 유출량

① 유출량 산정기준

기존시가지 격점 유출량은 앞서 『제3장 기본사항의 결정』 편에서 예측한 수요량을 기준으로 2007년말 현재 검침량 자료를 기초로 기존 시가지 지역은 도시계획도의 가로망도와 배수관망을 기준으로 검침구역도를 작성하여 인접 격점에서 그 검침분구로 용수가 유출된다고 가정하여 검침분구별 용수소비량 비율에 동별급수량을 곱하여 격점유출량을 산정하였다.

한편 개발예정지역은 개발지 계획 수용인구에 1일 1인당 급수량 원단위를 곱하여 산정하였고, 급수구역 확대에 따라서 포함된 시외각의 취락지역은 가구수를 확인하여 가구당 인구수에 1일 1인당 급수량 원단위를 곱하여 산정하였다.

② 시간계수(K치) 적용

시간계수(K치)의 경우 앞서 검토한 바와 같이 시가지 지역에서의 일최대 계수는 일평균 기준으로 1.23배, 시간최대 계수는 일최대 기준 2025년 1.5배로 결정하였으며, 공업용수의 경우 1.0배로 결정하였다.

각 배수구역별 격점 유출량은 부록편에 수록하였다.

③ 용수수요량(격점별 유출량)

안산시 도시기본계획상(2025년)의 행정동별 계획인구와 급수량 원단위를 고려하여

계획지표에서 산정한 안산시의 행정동별 장래 계획인구와 용수수요량을 현 검침자료(2007년)의 용수사용량에 비례하여 소블록별 용수수요량을 산정하였다.

생활제조용수는 장래 용수수요량 총량을 2007년 업체별 5년간 최대값의 비율을 적용하여 업체별 수요량을 산정하였다.

<표 4.3-38> 장래 인구 및 용수수요량(2010년, 생활용수)

구 분		급수인구(인)				일평균 급수량(㎥/일)			일평균 급수원단위(ℓ pcd)		
		계획 인구	급수 인구	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지
단원구	고잔1동	25,217	25,217	25,217	-	7,352	7,352	-	292	292	-
	고잔2동	25,672	25,672	25,672	-	10,642	10,642	-	415	415	-
	호수동	44,124	44,124	44,124	-	13,406	13,406	-	304	304	295
	대부동	7,570	6,640	6,640	-	1,798	1,798	-	238	271	295
	선부1동	20,679	20,679	20,679	-	5,483	5,483	-	265	265	-
	선부2동	27,727	27,727	27,727	-	8,230	8,230	-	297	297	-
	선부3동	36,859	36,859	36,859	-	11,119	11,119	-	302	302	295
	와동	47,206	47,206	47,206	-	13,723	13,723	-	291	291	-
	원곡1동	12,178	12,178	12,178	-	3,213	3,213	-	264	264	-
	원곡2동	16,986	16,986	16,986	-	4,191	4,191	-	247	247	-
	원곡본동	50,400	50,400	34,919	15,481	23,503	18,942	4,561	466	542	295
	초지동	58,669	58,669	58,669	-	64,380	64,380	0	1,097	1,097	295
	소계	373,287	372,357	356,876	15,481	167,042	162,481	4,561	447	455	295
상록구	반월동	21,227	21,227	21,227	-	5,650	5,650	-	266	266	295
	본오1동	42,686	42,686	42,686	-	16,063	16,063	-	376	376	-
	본오2동	33,657	33,657	33,657	-	9,578	9,578	-	285	285	-
	본오3동	25,459	25,459	25,459	-	8,675	8,675	-	341	341	-
	부곡동	21,935	21,935	21,935	-	6,390	6,390	-	291	291	-
	사1동	37,332	37,332	37,332	-	10,067	10,067	-	270	270	-
	사2동	35,785	35,785	35,785	-	10,079	10,079	-	282	282	295
	사3동	37,340	37,340	19,540	17,800	11,433	6,189	5,244	306	317	295
	성포동	31,178	31,178	31,178	-	8,804	8,804	-	282	282	-
	안산동	9,259	9,259	9,259	-	2,388	2,388	-	258	258	-
	월피동	46,732	46,732	46,732	-	13,134	13,134	-	281	281	-
	이동	28,473	28,473	28,473	-	8,029	8,029	-	282	282	-
	일동	25,580	25,580	25,580	-	9,234	9,234	-	361	361	-
	소계	396,643	396,643	378,843	17,800	119,524	114,280	5,244	301	302	295
계		769,930	769,000	735,719	33,281	286,566	276,760	9,805	372	376	295

주) 1. 2010년 유수율은 93.0%, 일평균 소비 원단위는 274L/인·일, 급수보급율 99.9% 적용
2. 생활제조용수의 가동일수는 300일 적용
3. 기타 군부대(118㎥/일), 대부동관광지(138㎥/일)은 기존시가지 용수수요량에 포함

<표 4.3-39> 소블록별 용수수요량(2010년, 생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비 고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	직접	안산직접2	(AD2)	114	20,395	8,455	10,400	15,600	
		반월직접4	(BD1)	952	6,226	1,814	2,231	3,347	
		반월직접6	(BD2)	769	5,554	1,618	1,990	2,985	
		반월직접8	(BD3)	632	4,302	1,253	1,541	2,312	
		반월직접10	(BD4)	751	5,623	1,638	2,015	3,023	
		반월직접11	(BD5)	2,025	9,098	3,282	4,037	6,055	
		반월직접3	(BD8)	917	6,521	1,833	2,254	3,381	
		반월직접5	(BD9)	1,182	9,376	2,635	3,241	4,862	
		반월직접7	(BD10)	566	18,537	5,210	6,408	9,612	
		반월직접9	(BD11)	248	31,172	8,803	10,827	16,241	
		반월직접2	(BD12)	1,749	9,128	2,362	2,906	4,358	
		반월직접1	(BD13)	147	593	158	195	292	
		군부대	-	-	-	118	145	218	
		소계		10,052	126,525	39,180	48,191	72,286	
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	11,355	3,202	3,938	5,907	
		반월성포29	(BS2)	964	10,226	3,207	3,944	5,917	
		반월성포28	(BS3)	227	31,403	9,854	12,120	18,181	
		반월성포27	(BS6)	926	8,316	3,129	3,849	5,774	
		반월성포26	(BS8)	864	5,674	2,135	2,626	3,939	
		반월성포24	(BS9)	433	2,436	917	1,127	1,691	
		반월성포25	(BS10)	1,291	6,981	2,627	3,231	4,846	
		소계		5,729	76,391	25,070	30,836	46,255	
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	14,971	3,421	4,207	6,311	
		반월고잔38	(BK2)	77	33,527	7,661	9,423	14,134	
		반월고잔36	(BK3)	314	18,758	5,701	7,012	10,518	
		반월고잔35	(BK4)	377	16,493	5,011	6,163	9,245	
		반월고잔34	(BK5)	38	9,021	2,741	3,371	5,057	
		반월고잔32	(BK6)	798	9,100	2,566	3,156	4,734	
		반월고잔33	(BK7)	331	4,798	1,419	1,745	2,617	
		반월고잔31	(BK8)	53	9,687	2,635	3,241	4,862	
		반월고잔39	-	14	7,720	2,444	3,007	4,510	
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	-	-	-	-	-	-	
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	-	-	17,800	5,244	6,450	9,676	
		소계		2,569	141,875	38,842	47,776	71,664	
	일동	반월일동18	(BI1)	484	5,704	1,943	2,390	3,586	
		반월일동20	(BI2)	145	1,805	514	632	947	
		반월일동22	(BI3)	1,089	7,848	2,240	2,755	4,132	
		반월일동19	(BS4)	347	3,421	1,166	1,434	2,150	
		반월일동21	(BS5)	689	9,003	2,562	3,151	4,727	
		반월일동23	(BS7)	802	5,742	2,161	2,658	3,986	
		소계		3,556	33,523	10,585	13,019	19,529	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	반월	반월반월14	(BB1)	812	11,189	2,978	3,663	5,494	
		반월반월15	(BB2)	423	2,969	790	972	1,458	
		반월반월16	(BB3)	250	3,154	839	1,032	1,549	
		반월반월13	(BB4)	30	2,854	760	934	1,402	
		반월반월12	(BD6)	1,237	9,838	3,552	4,368	6,553	
			(BD7)	337	2,582	932	1,146	1,720	
		반월반월17	(BI4)	447	14,234	5,240	6,445	9,667	
		소계		3,536	46,820	15,090	18,561	27,842	
	계			25,442	425,134	128,767	158,383	237,576	
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	15,473	4,803	5,907	8,861	
		안산직접3	(AD3)	1,996	13,670	3,978	4,893	7,340	
		안산직접4	(AD4)	1,266	8,807	2,560	3,149	4,724	
		안산직접5	(AD5)	1,490	16,064	4,670	5,744	8,616	
		안산직접6	(AD6)	688	7,312	2,126	2,615	3,922	
		안산직접7	(AD7)	836	6,095	1,772	2,179	3,269	
		안산직접8	(AD8)	2,179	7,290	2,125	2,614	3,921	
		안산직접9	(AD9)	2,818	8,660	2,525	3,105	4,658	
		안산직접10	(AD10)	81	6,401	2,097	2,579	3,869	
		안산직접11	(BS11)	655	10,151	3,166	3,894	5,841	
		안산직접12	(BS12)	505	5,665	1,528	1,879	2,819	
		안산직접13	(BS13)	593	5,973	1,611	1,981	2,972	
		안산직접14	(BS14)	626	5,791	1,562	1,921	2,881	
		안산직접15	(BS15)	1,021	7,865	2,121	2,609	3,913	
		안산직접16	(BS16)	188	1,018	276	340	510	
			(BS17)	838	6,003	1,691	2,080	3,119	
		안산직접17	(BS18)	921	6,530	1,839	2,262	3,393	
		안산직접18	(BS19)	627	8,433	2,403	2,956	4,434	
		안산직접19	(BS20)	246	15,026	4,228	5,201	7,801	
		연성선부17	(YS2)	207	2,184	648	797	1,196	
		연성선부16	(YS3)	1,423	12,783	3,794	4,667	7,001	
		연성선부2	(YS4)	1,397	15,425	4,653	5,723	8,585	
		연성선부1	(YS18)	94	455	137	169	253	
		소계		22,475	193,074	56,313	69,265	103,897	
	계			22,475	193,074	56,313	69,265	103,897	
연성정수장	선부2	연성선부18	(YS1)	216	4,239	1,250	1,537	2,306	
		연성선부19	(YS5)	88	2,249	639	785	1,178	
		연성선부15	(YS6)	351	4,329	1,271	1,564	2,345	
		연성선부3	(YS7)	53	26,257	7,895	9,711	14,566	
		연성선부11	(YS8)	315	4,089	1,161	1,428	2,143	
		연성선부10	(YS9)	392	5,282	1,500	1,845	2,768	
		연성선부12	(YS10)	302	3,352	952	1,171	1,756	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
연성정수장	선부2	연성선부9	(YS11)	238	3,561	1,011	1,244	1,866	
		연성선부13	(YS12)	346	4,728	1,343	1,652	2,478	
		연성선부8	(YS13)	260	4,105	1,083	1,332	1,998	
		연성선부14	(YS14)	745	27,176	6,847	8,421	12,632	
		연성선부7	(YS15)	2,012	5,635	1,487	1,828	2,743	
		연성선부6	(YS16)	2,538	9,999	2,356	2,898	4,346	
		연성선부4	(YS17)	24	11,319	3,002	3,692	5,538	
		연성선부24	(YS19)	360	3,670	1,042	1,282	1,923	
		연성선부23	(YS20)	106	5,516	1,567	1,927	2,890	
		연성선부25	(YS21)	78	–	1,755	1,755	1,755	
		연성선부5	–	9	911	208	256	384	
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	2,577	759	934	1,401	
		소계		8,433	128,994	37,127	45,263	67,017	
	선부1	연성선부20	–	–	3,458	1,019	1,253	1,880	
		연성선부21	–	–	3,794	1,118	1,375	2,062	
		연성선부22	–	–	5,652	1,665	2,048	3,072	
		소계		–	12,904	3,802	4,676	7,014	
	목내	연성목내26	(YM1)	187	2,228	9,060	9,204	9,587	
		연성목내27	(YM1–1)	99	–	2,371	2,371	2,371	
		연성목내29	(YM2)	148	–	5,353	5,353	5,353	
		연성목내28	(YM2–1)	175	–	5,968	5,968	5,968	
		소계		609	2,228	22,751	22,895	23,279	
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	26	11,887	11,889	11,893	
		연성성곡31	(YH2)	146	–	13,227	13,227	13,227	
		연성성곡32	(YH2–1)	107	–	3,804	3,804	3,804	
		시흥직접2	(SL1–2)	239	–	2,679	2,679	2,679	
		소계		699	26	31,598	31,600	31,604	
	대부	연성대부41	(YT1)	751	4,040	1,094	1,346	2,019	
		연성대부42	(YT1–1)	449	749	203	250	374	
		연성대부43	(YT2)	444	1,851	501	617	925	
		조력발전소		–	–	138	169	254	
		소계		1,644	6,640	1,936	2,381	3,572	
	계			11,385	150,792	97,214	106,815	132,486	
시흥정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	–	1,695	1,695	1,695	
			(SL1–1)	398	–	2,831	2,831	2,831	
		소계		510	–	4,527	4,527	4,527	
	계			510	–	4,527	4,527	4,527	
총계				59,812	769,000	286,821	338,990	478,486	

<표 4.3-40> 장래 인구 및 용수수요량(2015년, 생활용수)

구 분		급수인구(인)				일평균 급수량(㎥/일)			일평균 급수원단위(ℓ pcd)		
		계획 인구	급수 인구	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지
단원구	고잔1동	28,232	28,232	28,232	-	8,263	8,263	-	293	293	-
	고잔2동	29,139	29,139	29,139	-	12,126	12,126	-	416	416	-
	호수동	53,355	53,355	50,255	3,100	16,247	15,327	920	305	305	297
	대부동	8,389	7,459	7,459	-	2,028	2,028	-	242	272	297
	선부1동	22,632	22,632	22,632	-	6,024	6,024	-	266	266	-
	선부2동	31,023	31,023	31,023	-	9,244	9,244	-	298	298	-
	선부3동	41,765	41,765	41,765	-	12,647	12,647	-	303	303	297
	와동	53,050	53,050	53,050	-	15,481	15,481	-	292	292	-
	원곡1동	12,709	12,709	12,709	-	3,366	3,366	-	265	265	-
	원곡2동	19,294	19,294	19,294	-	4,779	4,779	-	248	248	-
	원곡본동	40,518	40,518	25,037	15,481	20,757	16,162	4,594	512	646	297
	초지동	56,710	56,710	56,710	-	63,982	63,982	-	1,128	1,128	297
	소계	396,816	395,886	377,305	18,581	174,943	169,429	5,514	441	449	297
상록구	반월동	23,828	23,828	23,828	-	6,366	6,366	-	267	267	297
	본오1동	47,565	47,565	47,565	-	17,967	17,967	-	378	378	-
	본오2동	38,152	38,152	38,152	-	10,898	10,898	-	286	286	-
	본오3동	28,790	28,790	28,790	-	9,847	9,847	-	342	342	-
	부곡동	24,700	24,700	24,700	-	7,223	7,223	-	292	292	-
	사1동	41,483	41,483	41,483	-	11,229	11,229	-	271	271	-
	사2동	40,540	40,540	40,540	-	11,461	11,461	-	283	283	297
	사3동	40,056	40,056	22,256	17,800	12,359	7,076	5,283	309	318	297
	성포동	35,410	35,410	35,410	-	10,038	10,038	-	283	283	-
	안산동	10,432	10,432	10,432	-	2,701	2,701	-	259	259	-
	월피동	52,915	52,915	52,915	-	14,929	14,929	-	282	282	-
	이동	31,658	31,658	31,658	-	8,961	8,961	-	283	283	-
	일동	28,715	28,715	28,715	-	10,406	10,406	-	362	362	-
	소계	444,244	444,244	426,444	17,800	134,386	129,103	5,283	303	303	297
계		841,060	840,130	803,749	36,381	309,329	298,532	10,797	368	371	297

주) 1. 2015년 유수율은 93.0%, 일평균 소비 원단위는 276L/인·일, 급수보급율 99.9% 적용
2. 생활제조용수의 가동일수는 300일 적용
3. 기타 군부대(118㎥/일), 대부동관광지(138㎥/일)은 기존시가지 용수수요량에 포함

<표 4.3-41> 소블록별 용수수요량(2015년, 생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비 고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	직접	안산직접2	(AD2)	114	23,150	9,634	11,849	17,774	
		반월직접4	(BD1)	952	7,011	2,050	2,522	3,783	
		반월직접6	(BD2)	769	6,254	1,829	2,250	3,375	
		반월직접8	(BD3)	632	4,844	1,417	1,742	2,614	
		반월직접10	(BD4)	751	6,332	1,852	2,278	3,417	
		반월직접11	(BD5)	2,025	10,213	3,698	4,549	6,823	
		반월직접3	(BD8)	917	7,383	2,083	2,562	3,843	
		반월직접5	(BD9)	1,182	10,616	2,995	3,684	5,526	
		반월직접7	(BD10)	566	20,989	5,922	7,284	10,925	
		반월직접9	(BD11)	248	35,404	10,036	12,344	18,516	
		반월직접2	(BD12)	1,749	10,285	2,672	3,286	4,929	
		반월직접1	(BD13)	147	670	180	221	331	
		군부대	–	–	–	118	145	218	
		소계		10,052	143,151	44,485	54,716	82,074	
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	12,625	3,573	4,395	6,593	
		반월성포29	(BS2)	964	11,413	3,595	4,422	6,633	
		반월성포28	(BS3)	227	35,555	11,198	13,773	20,660	
		반월성포27	(BS6)	926	9,267	3,500	4,305	6,458	
		반월성포26	(BS8)	864	6,322	2,388	2,938	4,406	
		반월성포24	(BS9)	433	2,714	1,025	1,261	1,891	
		반월성포25	(BS10)	1,291	7,779	2,938	3,614	5,421	
		소계		5,729	85,675	28,218	34,708	52,062	
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	14,471	3,319	4,082	6,124	
		반월고잔38	(BK2)	77	32,409	7,433	9,143	13,714	
		반월고잔36	(BK3)	314	21,365	6,518	8,017	12,026	
		반월고잔35	(BK4)	377	18,785	5,729	7,047	10,570	
		반월고잔34	(BK5)	38	10,275	3,134	3,854	5,782	
		반월고잔32	(BK6)	798	10,118	2,864	3,522	5,284	
		반월고잔33	(BK7)	331	5,405	1,606	1,975	2,963	
		반월고잔31	(BK8)	53	10,765	2,940	3,616	5,423	
		반월고잔39	–	14	8,793	2,795	3,438	5,156	
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	3,100	920	1,132	1,697	
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	17,800	5,283	6,498	9,746	
		소계		2,569	153,286	42,539	52,324	78,485	
	일동	반월일동18	(BI1)	484	6,450	2,206	2,714	4,070	
		반월일동20	(BI2)	145	2,046	584	719	1,078	
		반월일동22	(BI3)	1,089	8,895	2,548	3,134	4,701	
		반월일동19	(BS4)	347	3,868	1,323	1,627	2,441	
		반월일동21	(BS5)	689	10,206	2,915	3,586	5,379	
		반월일동23	(BS7)	802	6,398	2,417	2,973	4,459	
		소계		3,556	37,863	11,993	14,752	22,128	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	반월	반월반월14	(BB1)	812	12,560	3,356	4,127	6,191	
		반월반월15	(BB2)	423	3,332	890	1,095	1,643	
		반월반월16	(BB3)	250	3,540	946	1,163	1,745	
		반월반월13	(BB4)	30	3,204	856	1,053	1,579	
		반월반월12	(BD6)	1,237	11,044	4,002	4,923	7,384	
			(BD7)	337	2,898	1,050	1,292	1,938	
		반월반월17	(BI4)	447	15,870	5,863	7,212	10,817	
		소계		3,536	52,448	16,963	20,865	31,297	
	계			25,442	472,423	144,198	177,365	266,046	
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	17,529	5,463	6,719	10,079	
		안산직접3	(AD3)	1,996	15,341	4,482	5,512	8,269	
		안산직접4	(AD4)	1,266	9,898	2,888	3,553	5,329	
		안산직접5	(AD5)	1,490	18,053	5,268	6,480	9,720	
		안산직접6	(AD6)	688	8,217	2,398	2,949	4,424	
		안산직접7	(AD7)	836	6,849	1,999	2,458	3,688	
		안산직접8	(AD8)	2,179	8,163	2,389	2,938	4,407	
		안산직접9	(AD9)	2,818	9,695	2,837	3,490	5,235	
		안산직접10	(AD10)	81	7,195	2,369	2,913	4,370	
		안산직접11	(BS11)	655	11,538	3,613	4,444	6,666	
		안산직접12	(BS12)	505	6,295	1,704	2,096	3,144	
		안산직접13	(BS13)	593	6,637	1,797	2,210	3,315	
		안산직접14	(BS14)	626	6,435	1,742	2,143	3,214	
		안산직접15	(BS15)	1,021	8,740	2,366	2,910	4,365	
		안산직접16	(BS16)	188	1,132	309	380	569	
			(BS17)	838	6,801	1,923	2,365	3,547	
		안산직접17	(BS18)	921	7,397	2,091	2,572	3,859	
		안산직접18	(BS19)	627	9,548	2,731	3,359	5,038	
		안산직접19	(BS20)	246	17,016	4,807	5,912	8,868	
		연성선부17	(YS2)	207	2,444	728	896	1,343	
		연성선부16	(YS3)	1,423	14,303	4,262	5,242	7,863	
		연성선부2	(YS4)	1,397	17,478	5,293	6,510	9,765	
		연성선부1	(YS18)	94	515	156	192	288	
		소계		22,475	217,219	63,613	78,244	117,365	
	계			22,475	217,219	63,613	78,244	117,365	
연성정수장	선부2	연성선부18	(YS1)	216	4,483	1,330	1,636	2,454	
		연성선부19	(YS5)	88	1,612	460	565	848	
		연성선부15	(YS6)	351	4,833	1,425	1,753	2,629	
		연성선부3	(YS7)	53	29,676	8,958	11,018	16,527	
		연성선부11	(YS8)	315	2,932	836	1,028	1,542	
		연성선부10	(YS9)	392	3,787	1,080	1,328	1,992	
		연성선부12	(YS10)	302	2,403	685	843	1,264	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
연성정수장	선부2	연성선부9	(YS11)	238	2,553	728	895	1,343	
		연성선부13	(YS12)	346	3,390	967	1,189	1,783	
		연성선부8	(YS13)	260	4,283	1,134	1,395	2,093	
		연성선부14	(YS14)	745	30,285	7,659	9,421	14,131	
		연성선부7	(YS15)	2,012	5,880	1,557	1,915	2,873	
		연성선부6	(YS16)	2,538	9,820	2,327	2,862	4,293	
		연성선부4	(YS17)	24	12,388	3,298	4,056	6,084	
		연성선부24	(YS19)	360	2,631	750	923	1,384	
		연성선부23	(YS20)	106	3,955	1,128	1,387	2,080	
		연성선부25	(YS21)	78	0	1,755	1,755	1,755	
		연성선부5	–	9	881	202	248	373	
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	2,577	765	941	1,411	
		소계		8,433	128,369	37,042	45,158	66,859	
	선부1	연성선부20	–	–	3,458	1,026	1,262	1,894	
		연성선부21	–	–	3,794	1,126	1,385	2,077	
		연성선부22	–	–	5,652	1,677	2,063	3,095	
		소계		–	12,904	3,830	4,710	7,066	
	목내	연성목내26	(YM1)	187	1,737	8,922	9,034	9,333	
		연성목내27	(YM1–1)	99	–	2,371	2,371	2,371	
		연성목내29	(YM2)	148	–	5,353	5,353	5,353	
		연성목내28	(YM2–1)	175	–	5,968	5,968	5,968	
		소계		609	1,737	22,613	22,725	23,024	
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	19	11,885	11,886	11,890	
		연성성곡31	(YH2)	146	–	13,227	13,227	13,227	
		연성성곡32	(YH2–1)	107	–	3,804	3,804	3,804	
		시흥직접2	(SL1–2)	239	–	2,679	2,679	2,679	
		소계		699	19	31,596	31,597	31,600	
	대부	연성대부41	(YT1)	751	4,538	1,234	1,518	2,277	
		연성대부42	(YT1–1)	449	842	229	281	422	
		연성대부43	(YT2)	444	2,079	565	695	1,043	
		조력발전소		–	–	138	169	254	
		소계		1,644	7,459	2,166	2,664	3,995	
	계			11,385	150,488	97,247	106,854	132,544	
시흥정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	–	1,695	1,695	1,695	
			(SL1–1)	398	–	2,831	2,831	2,831	
		소계		510	–	4,527	4,527	4,527	
	계			510	–	4,527	4,527	4,527	
총계				59,812	840,130	309,585	366,990	520,482	

<표 4.3-42> 장래 인구 및 용수수요량(2020년, 생활용수)

구 분		급수인구(인)				일평균 급수량(㎥/일)			일평균 급수원단위(ℓ pcd)		
		계획 인구	급수 인구	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지
단원구	고잔1동	29,936	29,936	29,936	-	8,761	8,761	-	293	293	-
	고잔2동	30,898	30,898	30,898	-	12,858	12,858	-	416	416	-
	호수동	56,390	56,390	53,290	3,100	17,173	16,253	920	305	305	297
	대부동	8,842	7,912	7,912	-	2,151	2,151	-	243	272	297
	선부1동	23,999	23,999	23,999	-	6,388	6,388	-	266	266	-
	선부2동	32,896	32,896	32,896	-	9,802	9,802	-	298	298	-
	선부3동	44,287	44,287	44,287	-	13,411	13,411	-	303	303	297
	와동	56,253	56,253	56,253	-	16,416	16,416	-	292	292	-
	원곡1동	13,477	13,477	13,477	-	3,569	3,569	-	265	265	-
	원곡2동	20,459	20,459	20,459	-	5,067	5,067	-	248	248	-
	원곡본동	42,041	42,041	26,560	15,481	21,191	16,596	4,594	504	625	297
	초지동	60,141	60,141	60,141	0	64,769	64,769	0	1,077	1,077	297
	소계	419,619	418,689	400,108	18,581	181,556	176,042	5,514	433	440	297
상록구	반월동	25,265	25,265	25,265	-	6,750	6,750	-	267	267	297
	본오1동	50,437	50,437	50,437	-	19,052	19,052	-	378	378	-
	본오2동	40,455	40,455	40,455	-	11,556	11,556	-	286	286	-
	본오3동	30,529	30,529	30,529	-	10,442	10,442	-	342	342	-
	부곡동	26,192	26,192	26,192	-	7,660	7,660	-	292	292	-
	사1동	43,988	43,988	43,988	-	11,907	11,907	-	271	271	-
	사2동	42,988	42,988	42,988	-	12,154	12,154	-	283	283	297
	사3동	41,400	41,400	23,600	17,800	12,786	7,504	5,283	309	318	297
	성포동	37,547	37,547	37,547	-	10,643	10,643	-	283	283	-
	안산동	11,062	11,062	11,062	-	2,864	2,864	-	259	259	-
	월피동	56,110	56,110	56,110	-	15,830	15,830	-	282	282	-
	이동	33,569	33,569	33,569	-	9,502	9,502	-	283	283	-
	일동	30,449	30,449	30,449	-	11,034	11,034	-	362	362	-
	소계	469,991	469,991	452,191	17,800	142,181	136,898	5,283	303	303	297
계		889,610	888,680	852,299	36,381	323,737	312,940	10,797	364	367	297

주) 1. 2020년 유수율은 93.0%, 일평균 소비 원단위는 276L/인·일, 급수보급율 99.9% 적용
2. 생활제조용수의 가동일수는 300일 적용
3. 기타 군부대(118㎥/일), 대부동관광지(138㎥/일)은 기존시가지 용수수요량에 포함

<표 4.3-43> 소블록별 용수수요량(2020년, 생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	직접	반월직접4	(BD1)	952	7,435	2,174	2,674	4,011	
		반월직접6	(BD2)	769	6,632	1,940	2,386	3,578	
		반월직접8	(BD3)	632	5,136	1,502	1,848	2,771	
		반월직접10	(BD4)	751	6,715	1,964	2,415	3,623	
		반월직접11	(BD5)	2,025	10,829	3,922	4,823	7,235	
		소계		5,129	36,747	11,501	14,146	21,220	
	안산동 (신규)	반월직접2	(BD12)	1,749	10,906	2,833	3,485	5,227	
		소계		1,749	10,906	2,833	3,485	5,227	
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	13,387	3,789	4,661	6,991	
		반월성포29	(BS2)	964	12,102	3,812	4,689	7,033	
		안산직접11	(BS11)	655	12,235	3,831	4,712	7,068	
		안산직접12	(BS12)	505	6,676	1,807	2,223	3,334	
		안산직접13	(BS13)	593	7,038	1,905	2,343	3,515	
		안산직접16	(BS16)	188	1,200	327	403	604	
			(BS17)	838	7,212	2,039	2,508	3,762	
		안산직접17	(BS18)	921	7,844	2,218	2,728	4,092	
		안산직접18	(BS19)	627	10,124	2,896	3,562	5,342	
		안산직접19	(BS20)	246	18,044	5,097	6,269	9,404	
		소계		6,561	95,862	27,721	34,097	51,145	
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	15,346	3,520	4,329	6,494	
		반월고잔38	(BK2)	77	34,370	7,883	9,696	14,544	
		반월고잔36	(BK3)	314	22,655	6,912	8,501	12,752	
		반월고잔35	(BK4)	377	19,919	6,075	7,472	11,208	
		반월고잔34	(BK5)	38	10,895	3,323	4,087	6,131	
		반월고잔32	(BK6)	798	10,728	3,037	3,735	5,603	
		반월고잔33	(BK7)	331	5,732	1,703	2,094	3,142	
		반월고잔31	(BK8)	53	11,415	3,117	3,834	5,751	
		반월고잔39	–	14	9,324	2,964	3,645	5,468	
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	3,100	920	1,132	1,697	
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	17,800	5,283	6,498	9,746	
		소계		2,569	161,284	44,735	55,024	82,536	
	본오동 (신규)	반월일동18	(BI1)	484	6,840	2,339	2,877	4,316	
		반월일동20	(BI2)	145	2,169	620	762	1,143	
		반월일동22	(BI3)	1,089	9,432	2,702	3,323	4,984	
		반월반월17	(BI4)	447	16,828	6,217	7,647	11,470	
		반월성포28	(BS3)	227	37,701	11,874	14,605	21,907	
		반월일동19	(BS4)	347	4,102	1,403	1,726	2,589	
		반월일동21	(BS5)	689	10,822	3,091	3,802	5,703	
		반월성포27	(BS6)	926	9,826	3,712	4,565	6,848	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	본오동(신규)	반월일동23	(BS7)	802	6,784	2,563	3,152	4,728	
		반월성포26	(BS8)	864	6,704	2,532	3,115	4,672	
		반월성포24	(BS9)	433	2,878	1,087	1,337	2,006	
		반월성포25	(BS10)	1,291	8,248	3,116	3,832	5,748	
		안산직접14	(BS14)	626	6,824	1,847	2,272	3,408	
		안산직접15	(BS15)	1,021	9,268	2,509	3,086	4,628	
		소계		9,391	138,426	45,611	56,102	84,153	
	반월	반월반월14	(BB1)	812	13,317	3,558	4,376	6,564	
		반월반월15	(BB2)	423	3,533	944	1,161	1,742	
		반월반월16	(BB3)	250	3,754	1,003	1,234	1,850	
		반월반월13	(BB4)	30	3,397	908	1,116	1,675	
		반월반월12	(BD6)	1,237	11,711	4,244	5,220	7,830	
			(BD7)	337	3,073	1,114	1,370	2,055	
		소계		3,089	38,785	11,770	14,477	21,716	
	계			28,488	482,010	144,171	177,331	265,997	
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	18,588	5,793	7,125	10,687	
		반월직접3	(BD8)	917	7,829	2,209	2,717	4,075	
		반월직접5	(BD9)	1,182	11,257	3,176	3,906	5,860	
		반월직접7	(BD10)	566	22,257	6,279	7,723	11,585	
		반월직접9	(BD11)	248	37,541	10,641	13,089	19,633	
		반월직접1	(BD13)	147	710	190	234	351	
		연성선부18	(YS1)	216	4,754	1,410	1,735	2,602	
		연성선부17	(YS2)	207	2,591	772	950	1,425	
		연성선부16	(YS3)	1,423	15,166	4,519	5,558	8,338	
		연성선부2	(YS4)	1,397	18,533	5,612	6,903	10,354	
		연성선부15	(YS6)	351	5,124	1,511	1,859	2,788	
		연성선부1	(YS18)	94	546	165	204	305	
		군부대				118	145	218	
		소계		8,528	144,896	42,397	52,148	78,222	
	와동	안산직접3	(AD3)	1,996	16,268	4,752	5,845	8,768	
		안산직접4	(AD4)	1,266	10,495	3,063	3,767	5,651	
		안산직접5	(AD5)	1,490	19,143	5,586	6,871	10,307	
		안산직접6	(AD6)	688	8,713	2,543	3,127	4,691	
		안산직접7	(AD7)	836	7,263	2,119	2,607	3,910	
		소계		6,276	61,882	18,063	22,218	33,327	
	계			14,804	206,778	60,460	74,366	111,549	
연성정수장	선부2	안산직접2	(AD2)	114	24,547	10,215	12,565	18,847	
		안산직접8	(AD8)	2,179	8,655	2,533	3,115	4,673	
		안산직접9	(AD9)	2,818	10,280	3,009	3,701	5,551	
		안산직접10	(AD10)	81	7,630	2,512	3,089	4,634	
		연성선부19	(YS5)	88	1,710	488	600	900	
		연성선부3	(YS7)	53	31,468	9,498	11,683	17,525	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
연성정수장	선부2	연성선부11	(YS8)	315	3,110	887	1,091	1,636	
		연성선부10	(YS9)	392	4,018	1,145	1,409	2,113	
		연성선부12	(YS10)	302	2,549	727	894	1,341	
		연성선부9	(YS11)	238	2,709	772	950	1,425	
		연성선부13	(YS12)	346	3,596	1,025	1,261	1,892	
		연성선부8	(YS13)	260	4,542	1,203	1,480	2,219	
		연성선부14	(YS14)	745	32,114	8,122	9,990	14,984	
		연성선부7	(YS15)	2,012	6,236	1,651	2,031	3,047	
		연성선부6	(YS16)	2,538	10,414	2,467	3,035	4,553	
		연성선부4	(YS17)	24	13,136	3,497	4,301	6,452	
		연성선부24	(YS19)	360	2,792	796	979	1,468	
		연성선부23	(YS20)	106	4,196	1,196	1,471	2,207	
		연성선부25	(YS21)	78	–	1,755	1,755	1,755	
		연성선부5	–	9	934	214	263	395	
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	2,577	765	941	1,411	
		소계		13,058	177,213	54,477	66,603	99,027	
	선부1	연성선부20	–	–	3,458	1,026	1,262	1,894	
		연성선부21	–	–	3,794	1,126	1,385	2,077	
		연성선부22	–	–	5,652	1,677	2,063	3,095	
		소계		–	12,904	3,830	4,710	7,066	
	목내	연성목내26	(YM1)	187	1,843	8,952	9,070	9,387	
		연성목내27	(YM1–1)	99	–	2,371	2,371	2,371	
		연성목내29	(YM2)	148	–	5,353	5,353	5,353	
		연성목내28	(YM2–1)	175	–	5,968	5,968	5,968	
		소계		609	1,843	22,643	22,762	23,079	
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	20	11,885	11,887	11,890	
		연성성곡31	(YH2)	146	–	13,227	13,227	13,227	
		연성성곡32	(YH2–1)	107	–	3,804	3,804	3,804	
		시흥직접2	(SL1–2)	239	–	2,679	2,679	2,679	
			소계	699	20	31,596	31,598	31,601	
	대부	연성대부41	(YT1)	751	4,814	1,309	1,610	2,415	
		연성대부42	(YT1–1)	449	893	243	299	448	
		연성대부43	(YT2)	444	2,205	600	737	1,106	
		조력발전소	–	–	–	138	169	254	
		소계		1,644	7,912	2,289	2,815	4,223	
	계			16,010	199,892	114,835	128,488	164,996	
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	–	1,695	1,695	1,695	
			(SL1–1)	398	–	2,831	2,831	2,831	
		소계		510	–	4,527	4,527	4,527	
	계			510	–	4,527	4,527	4,527	
총계				59,812	888,680	323,993	384,712	547,069	

<표 4.3-44> 장래 인구 및 용수수요량(2025년, 생활용수)

구 분		급수인구(인)				일평균 급수량(㎥/일)			일평균 급수원단위(ℓ pcd)		
		계획 인구	급수 인구	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지	전체	기존 시가지	신규 개발지
단원구	고잔1동	31,431	31,431	31,431	-	9,232	9,232	-	294	294	-
	고잔2동	32,440	32,440	32,440	-	13,549	13,549	-	418	418	-
	호수동	59,049	59,049	55,949	3,100	18,049	17,125	923	306	306	298
	대부동	8,697	8,307	8,307	-	2,404	2,404	-	289	289	-
	선부1동	25,198	25,198	25,198	-	6,732	6,732	-	267	267	-
	선부2동	34,538	34,538	34,538	-	10,329	10,329	-	299	299	-
	선부3동	46,497	46,497	46,497	-	14,131	14,131	-	304	304	-
	와동	59,061	59,061	59,061	-	17,298	17,298	-	293	293	-
	원곡1동	14,151	14,151	14,151	-	3,761	3,761	-	266	266	-
	원곡2동	21,480	21,480	21,480	-	5,339	5,339	-	249	249	-
	원곡본동	43,375	43,375	27,894	15,481	21,617	17,006	4,611	498	610	298
	초지동	63,149	63,149	63,149	-	65,512	65,512	-	1,037	1,037	-
	소계	439,066	438,676	420,095	18,581	187,952	182,418	5,534	428	434	298
상록구	반월동	27,070	26,528	26,528	-	7,113	7,113	-	268	268	-
	본오1동	52,955	52,955	52,955	-	20,076	20,076	-	379	379	-
	본오2동	42,474	42,474	42,474	-	12,177	12,177	-	287	287	-
	본오3동	32,052	32,052	32,052	-	11,003	11,003	-	343	343	-
	부곡동	27,499	27,499	27,499	-	8,071	8,071	-	294	294	-
	사1동	46,184	46,184	46,184	-	12,547	12,547	-	272	272	-
	사2동	45,133	45,133	45,133	-	12,806	12,806	-	284	284	-
	사3동	42,578	42,578	24,778	17,800	13,208	7,907	5,302	310	319	298
	성포동	39,421	39,421	39,421	-	11,215	11,215	-	284	284	-
	안산동	11,614	11,614	11,614	-	3,018	3,018	-	260	260	-
	월피동	58,910	58,910	58,910	-	16,799	16,799	-	285	285	-
	이동	35,245	35,245	35,245	-	10,012	10,012	-	284	284	-
	일동	31,969	31,969	31,969	-	11,627	11,627	-	364	364	-
	소계	493,104	492,562	474,762	17,800	149,673	144,371	5,302	304	304	298
계		932,170	931,238	894,857	36,381	337,625	326,789	10,836	363	365	298

주) 1. 2025년 유수율은 93.0%, 일평균 소비 원단위는 277L/인·일, 급수보급율 99.9% 적용
2. 생활제조용수의 가동일수는 300일 적용
3. 기타 군부대(118㎥/일), 대부동관광지(138㎥/일)은 기존시가지 용수수요량에 포함

<표 4.3-45> 소블록별 용수수요량(2025년, 생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	직접	반월직접4	(BD1)	952	7,806	2,291	2,818	4,227	
		반월직접6	(BD2)	769	6,963	2,044	2,514	3,771	
		반월직접8	(BD3)	632	5,393	1,583	1,947	2,920	
		반월직접10	(BD4)	751	7,050	2,069	2,545	3,818	
		반월직접11	(BD5)	2,025	11,370	4,132	5,083	7,624	
		소계		5,129	38,582	12,119	14,906	22,359	
	안산동 (신규)	반월직접2	(BD12)	1,749	11,450	2,985	3,672	5,508	
		소계		1,749	11,450	2,985	3,672	5,508	
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	14,055	3,993	4,911	7,367	
		반월성포29	(BS2)	964	12,707	4,017	4,941	7,411	
		안산직접11	(BS11)	655	12,846	4,037	4,965	7,448	
		안산직접12	(BS12)	505	7,009	1,904	2,342	3,513	
		안산직접13	(BS13)	593	7,389	2,008	2,469	3,704	
		안산직접16	(BS16)	188	1,260	345	424	636	
			(BS17)	838	7,571	2,148	2,642	3,964	
		안산직접17	(BS18)	921	8,235	2,337	2,874	4,311	
		안산직접18	(BS19)	627	10,629	3,051	3,753	5,629	
		안산직접19	(BS20)	246	18,944	5,371	6,606	9,909	
		소계		6,561	100,645	29,210	35,928	53,893	
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	16,114	3,709	4,562	6,844	
		반월고잔38	(BK2)	77	36,089	8,307	10,218	15,327	
		반월고잔36	(BK3)	314	23,785	7,283	8,958	13,437	
		반월고잔35	(BK4)	377	20,913	6,401	7,874	11,810	
		반월고잔34	(BK5)	38	11,439	3,501	4,307	6,460	
		반월고잔32	(BK6)	798	11,264	3,200	3,936	5,904	
		반월고잔33	(BK7)	331	6,018	1,794	2,207	3,310	
		반월고잔31	(BK8)	53	11,985	3,285	4,040	6,060	
		반월고잔39	(BK9)	14	9,789	3,123	3,841	5,762	
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	3,100	923	1,136	1,704	
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	17,800	5,302	6,521	9,782	
		소계		2,569	168,296	46,829	57,599	86,399	
	본오동 (신규)	반월일동18	(BI1)	484	7,181	2,465	3,032	4,548	
		반월일동20	(BI2)	145	2,277	653	803	1,205	
		반월일동22	(BI3)	1,089	9,902	2,847	3,501	5,252	
		반월반월17	(BI4)	447	17,669	6,551	8,058	12,087	
		반월성포28	(BS3)	227	39,581	12,511	15,389	23,084	
		반월일동19	(BS4)	347	4,307	1,478	1,818	2,728	
		반월일동21	(BS5)	689	11,362	3,257	4,007	6,010	
		반월성포27	(BS6)	926	10,317	3,911	4,811	7,216	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
반월정수장	본오동(신규)	반월일동23	(BS7)	802	7,123	2,700	3,322	4,982	
		반월성포26	(BS8)	864	7,039	2,668	3,282	4,923	
		반월성포24	(BS9)	433	3,022	1,145	1,409	2,113	
		반월성포25	(BS10)	1,291	8,660	3,283	4,038	6,057	
		안산직접14	(BS14)	626	7,164	1,946	2,394	3,591	
		안산직접15	(BS15)	1,021	9,730	2,643	3,251	4,877	
		소계		9,391	145,334	48,061	59,116	88,673	
	반월	반월반월14	(BB1)	812	13,983	3,749	4,612	6,918	
		반월반월15	(BB2)	423	3,710	995	1,224	1,835	
		반월반월16	(BB3)	250	3,941	1,057	1,300	1,950	
		반월반월13	(BB4)	30	3,567	956	1,176	1,765	
		반월반월12	(BD6)	1,237	12,296	4,472	5,500	8,250	
			(BD7)	337	3,227	1,174	1,444	2,165	
		소계		3,089	40,724	12,403	15,256	22,883	
	계			28,488	505,031	151,607	186,477	279,715	
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	19,515	6,104	7,508	11,261	
		반월직접3	(BD8)	917	8,220	2,327	2,863	4,294	
		반월직접5	(BD9)	1,182	11,819	3,347	4,116	6,174	
		반월직접7	(BD10)	566	23,367	6,616	8,138	12,207	
		반월직접9	(BD11)	248	39,413	11,213	13,792	20,688	
		반월직접1	(BD13)	147	746	201	247	370	
		연성선부18	(YS1)	216	4,992	1,486	1,828	2,742	
		연성선부17	(YS2)	207	2,721	814	1,001	1,501	
		연성선부16	(YS3)	1,423	15,923	4,762	5,857	8,786	
		연성선부2	(YS4)	1,397	19,458	5,914	7,274	10,910	
		연성선부15	(YS6)	351	5,380	1,592	1,958	2,938	
		연성선부1	(YS18)	94	574	174	214	322	
		군부대	–	–	–	118	145	218	
		소계		8,528	152,128	44,668	54,941	82,412	
	와동	안산직접3	(AD3)	1,996	17,080	5,008	6,159	9,239	
		안산직접4	(AD4)	1,266	11,019	3,227	3,970	5,954	
		안산직접5	(AD5)	1,490	20,098	5,886	7,240	10,860	
		안산직접6	(AD6)	688	9,148	2,679	3,296	4,943	
		안산직접7	(AD7)	836	7,625	2,233	2,747	4,120	
		소계		6,276	64,970	19,034	23,412	35,117	
	계			14,804	217,098	63,702	78,353	117,529	
연성정수장	선부2	안산직접2	(AD2)	114	25,772	10,764	13,239	19,859	
		안산직접8	(AD8)	2,179	9,088	2,669	3,283	4,924	
		안산직접9	(AD9)	2,818	10,794	3,170	3,900	5,849	
		안산직접10	(AD10)	81	8,010	2,647	3,255	4,883	
		연성선부19	(YS5)	88	1,796	514	632	948	
		연성선부3	(YS7)	53	33,039	10,009	12,311	18,466	

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	인구 (인)	용수수요량(㎥/일)			비고
						일평균	일최대	시간 최대	
연성정수장	선부2	연성선부11	(YS8)	315	3,266	935	1,150	1,724	
		연성선부10	(YS9)	392	4,219	1,207	1,485	2,227	
		연성선부12	(YS10)	302	2,677	766	942	1,413	
		연성선부9	(YS11)	238	2,845	814	1,001	1,502	
		연성선부13	(YS12)	346	3,777	1,081	1,329	1,994	
		연성선부8	(YS13)	260	4,770	1,268	1,559	2,339	
		연성선부14	(YS14)	745	33,718	8,558	10,526	15,790	
		연성선부7	(YS15)	2,012	6,548	1,740	2,141	3,211	
		연성선부6	(YS16)	2,538	10,935	2,600	3,198	4,798	
		연성선부4	(YS17)	24	13,793	3,685	4,532	6,798	
		연성선부24	(YS19)	360	2,932	839	1,032	1,548	
		연성선부23	(YS20)	106	4,406	1,261	1,551	2,326	
		연성선부25	(YS21)	78	0	1,755	1,755	1,755	
		연성선부5	(YS22)	9	981	226	278	417	
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	2,577	768	944	1,416	
		소계		13,058	185,943	57,274	70,044	104,188	
	선부1	연성선부20	–	–	3,458	1,030	1,267	1,900	
		연성선부21	–	–	3,794	1,130	1,390	2,085	
		연성선부22	–	–	5,652	1,683	2,071	3,106	
		소계		–	12,904	3,843	4,727	7,091	
	목내	연성목내26	(YM1)	187	1,935	8,980	9,105	9,439	
		연성목내27	(YM1–1)	99	–	2,371	2,371	2,371	
		연성목내29	(YM2)	148	–	5,353	5,353	5,353	
		연성목내28	(YM2–1)	175	–	5,968	5,968	5,968	
		소계		609	1,935	22,671	22,796	23,130	
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	21	11,886	11,887	11,891	
		연성성곡31	(YH2)	146	–	13,227	13,227	13,227	
		연성성곡32	(YH2–1)	107	–	3,804	3,804	3,804	
		시흥직접2	(SL1–2)	239	–	2,679	2,679	2,679	
			소계	699	21	31,597	31,598	31,602	
	대부	연성대부41	(YT1)	751	5,054	1,379	1,696	2,545	
		연성대부42	(YT1–1)	449	937	256	315	472	
		연성대부43	(YT2)	444	2,315	632	777	1,166	
		조력발전소	–	–	–	138	169	254	
		소계		1,644	8,306	2,404	2,957	4,436	
	계			16,010	209,109	117,789	132,122	170,447	
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	–	1,695	1,695	1,695	
			(SL1–1)	398	–	2,831	2,831	2,831	
		소계		510	–	4,527	4,527	4,527	
	계			510	–	4,527	4,527	4,527	
총계				59,812	931,238	337,625	401,479	572,218	

전용공업용수의 장래 용수수요량 산정은 생활제조용수와 같이 장래 용수수요량 총량을 2007년 업체별 5년간 최대값의 비율을 적용하여 업체별 수요량을 산정하였고, 소블록별 수요량은 검침구역도를 작성하여 검침분구별 용수소비량 비율로 합산하여 산정하였으며 계획년도별 용수요량은 다음 <표4.3-46>과 같이 2010년~2025년이 동일하다.

<표 4.3-46> 전용공업 용수수요량(2010년~2025년)

구 분	급수전수	년급수량 (㎥/년)	일평균 급수량(㎥/일)		비 고
			가동일수 365일	가동일수 300일	
원곡본동	26	3,410,492	9,344	11,368	
초지동	517	58,800,508	161,097	196,002	
계	543	62,211,000	170,441	207,370	

<표 4.3-47> 소블록별 용수수요량(2010년~2025년 전용공업용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	용수수요량(㎥/일)			비 고
					일평균	일최대	시간최대	
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	60,000	60,000	60,000	
		소계		59	60,000	60,000	60,000	
	계			59	60,000	60,000	60,000	
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	8,937	8,937	8,937	
			(YK1-1)	11	2,176	2,176	2,176	
		연성공단33	(YK1-2)	38	46,993	46,993	46,993	
		연성공단35	(YK2)	40	6,877	6,877	6,877	
		연성공단37	(YK2-1)	40	20,609	20,609	20,609	
		연성공단36	(YK2-2)	40	8,534	8,534	8,534	
		연성공단39	(YK3)	34	15,009	15,009	15,009	
		연성공단38	(YK4)	23	12,866	12,866	12,866	
		소계		267	122,000	122,000	122,000	
	계			267	122,000	122,000	122,000	
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	3,613	3,613	3,613	
			(SK1-1)	58	1,540	1,540	1,540	
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,860	10,860	10,860	
		연성공단40	(YK3-1)	28	9,357	9,357	9,357	
		소계		217	25,370	25,370	25,370	
	계			217	25,370	25,370	25,370	
총계				543	207,370	207,370	207,370	

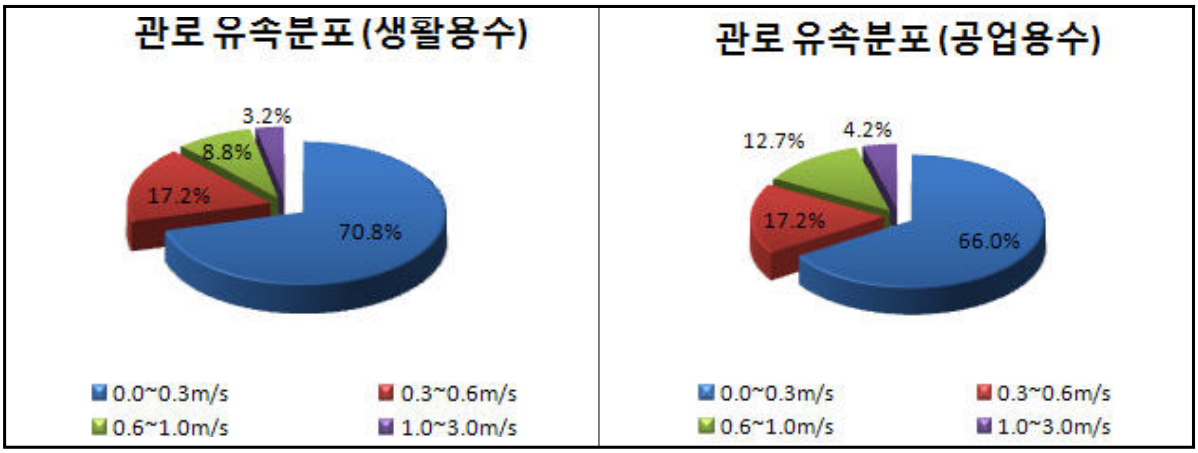
4) 관망 수리해석결과

① 관로유속 분석

계획관망 대한 배수관로의 유속분석 분석한 결과 최종목표연도 2025년 기준 관망구성 관로의 총연장 1,051.9km 중 742.8km가 0.3m/sec이하 유속을 형성하고 있어 기존 관망해석보다는 용수수요량 증가에 따라 유속이 다소 증가한 것으로 분석되었나, 아직도 많은 관로에서 적정 유속을 확보하지 못한는 것으로 분석되었다. 이에 대한 대책으로 배수구역별 수계구분에 따른 제수변 조작으로 관말부가 발생하여 관로의 유속이 저하가 발생하므로 관망의 LOOP를 형성할 수 있게 신설관로를 계획하여 관말부가 없도록 하고, 이토변을 통해 정체된 용수를 배출시켜 용수의 순환이 가능하도록 하여야 하며, 노후관로 교체 시 수압저하에 큰 문제가 발생하지 않는 범위에서 관경조정을 하여야 할 것으로 판단된다.

<표 4.3-48> 계획관망 관로 유속 구성표

계획 년도	유 속 (m/sec)	연 장 (km)			구 성 비 (%)	
		생활용수	공업용수	계	생활용수	공업용수
2010년	0.0 ~ 0.3	684.3	100.0	784.3	75.6	66.0
	0.3 ~ 0.6	139.0	26.0	165.0	15.4	17.2
	0.6 ~ 1.0	62.5	19.2	81.8	6.9	12.7
	1.0 ~ 3.0	19.0	6.3	25.3	2.1	4.2
	총계	904.8	151.5	1,056.4	100.0	100.0
2015년	0.0 ~ 0.3	665.0	100.0	765.0	73.5	66.0
	0.3 ~ 0.6	143.0	26.0	169.1	15.8	17.2
	0.6 ~ 1.0	71.6	19.2	90.8	7.9	12.7
	1.0 ~ 3.0	25.4	6.3	31.7	2.8	4.2
	총계	905.0	151.5	1,056.5	100.0	100.0
2020년	0.0 ~ 0.3	659.0	100.0	759.0	72.6	66.0
	0.3 ~ 0.6	150.2	26.0	176.2	16.5	17.2
	0.6 ~ 1.0	72.4	19.2	91.6	8.0	12.7
	1.0 ~ 3.0	26.0	6.3	32.3	2.9	4.2
	총계	907.5	151.5	1,059.1	100.0	100.0
2025년	0.0 ~ 0.3	642.9	100.0	742.9	70.8	66.0
	0.3 ~ 0.6	156.5	26.0	182.5	17.2	17.2
	0.6 ~ 1.0	79.4	19.2	98.6	8.8	12.7
	1.0 ~ 3.0	28.8	6.3	35.1	3.2	4.2
	총계	907.5	151.5	1,059.1	100.0	100.0



<그림 4.3-30> 계획관망 관로 유속 분포(2025년)

② 수압 분석

장래 계획표연도 별 블록시스템 구축과 급수불량해소 및 급배수분할에 따른 용수공급 계통의 전환에 따른 관망 수리해석 결과 대부분의 지역에 안정수압으로 용수를 공급받는 것으로 분석되었으나 일부지역에서 장래용수요량 증가로 관로의 손실수두가 증가하여 적정 수압을 확보하지 못하는 것으로 분석되어 일부관로를 개량하는 것으로 계획하여 계획배수관망 수리해석 수행하였으며 수압분석결과는 다음과 같다.

<표 4.3-49> 관망수리해석 결과 (생활용수 2010년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	직접	안산직접2	(AD2)	114	15,600	400	476	449	496	476
		반월직접4	(BD1)	952	3,347	250	366	271	395	336
		반월직접6	(BD2)	769	2,985	150	402	213	407	348
		반월직접8	(BD3)	632	2,312	200	352	298	443	364
		반월직접10	(BD4)	751	3,023	250	395	320	422	362
		반월직접11	(BD5)	2,025	6,055	300	447	241	450	360
		반월직접3	(BD8)	917	3,381	250	465	403	488	445
		반월직접5	(BD9)	1,182	4,862	250	515	477	513	497
		반월직접7	(BD10)	566	9,612	250	509	429	507	475
		반월직접9	(BD11)	248	16,241	600	507	412	511	486
		반월직접2	(BD12)	1,749	4,358	450	343	214	616	389
		반월직접1	(BD13)	147	292	200	504	158	474	316
		군부대	–	–	218	100	380			
		소계		10,052	72,286					
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	5,907	300	371	277	364	341
		반월성포29	(BS2)	964	5,917	250	324	270	321	302
		반월성포28	(BS3)	227	18,181	350	229	144	280	223
		반월성포27	(BS6)	926	5,774	400	246	165	296	236
		반월성포26	(BS8)	864	3,939	200	304	179	322	267
		반월성포24	(BS9)	433	1,691	200	242	221	349	287
		반월성포25	(BS10)	1,291	4,846	400	317	191	337	266
		소계		5,729	46,255					
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	6,311	350	332	292	331	321
		반월고잔38	(BK2)	77	14,134	350	302	248	297	286
		반월고잔36	(BK3)	314	10,518	400	335	318	339	331
		반월고잔35	(BK4)	377	9,245	450	359	349	366	356
		반월고잔34	(BK5)	38	5,057	400	331	327	343	334
		반월고잔32	(BK6)	798	4,734	350	375	346	374	356
		반월고잔33	(BK7)	331	2,617	500	380	354	382	373
		반월고잔31	(BK8)	53	4,862	400	360	333	365	357
		반월고잔39	–	14	4,510	600	304	229	352	303
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	–	400	331			
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	9,676	500	211			
		소계		2,569	71,664					
	일동	반월일동18	(BI1)	484	3,586	250	256	183	388	247
		반월일동20	(BI2)	145	947	150	251	216	275	244
		반월일동22	(BI3)	1,089	4,132	250	252	238	376	285
		반월일동19	(BS4)	347	2,150	250	278	258	302	277
		반월일동21	(BS5)	689	4,727	200	274	249	343	297
		반월일동23	(BS7)	802	3,986	150	251	228	333	274
		소계		3,556	19,529					

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	반월	반월반월14	(BB1)	812	5,494	400	601	327	592	489
		반월반월15	(BB2)	423	1,458	300	570	391	592	542
		반월반월16	(BB3)	250	1,549	350	556	290	571	413
		반월반월13	(BB4)	30	1,402	150	584	222	561	460
		반월반월12	(BD6)	1,237	6,553	400	570	386	569	492
			(BD7)	337	1,720	400	570	324	518	405
		반월반월17	(BI4)	447	9,667	300	545	409	629	524
		소계		3,536	27,842					
	계			25,442	237,576					
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	8,861	300	548	360	559	486
		안산직접3	(AD3)	1,996	7,340	100	410	322	456	410
		안산직접4	(AD4)	1,266	4,724	500	416	395	500	460
		안산직접5	(AD5)	1,490	8,616	400	531	420	530	479
		안산직접6	(AD6)	688	3,922	250	552	405	559	499
		안산직접7	(AD7)	836	3,269	200	539	458	540	504
		안산직접8	(AD8)	2,179	3,921	300	538	483	555	532
		안산직접9	(AD9)	2,818	4,658	250	546	435	573	525
		안산직접10	(AD10)	81	3,869	200	571	496	569	550
		안산직접11	(BS11)	655	5,841	300	507	419	502	480
		안산직접12	(BS12)	505	2,819	150	489	355	485	436
		안산직접13	(BS13)	593	2,972	200	473	309	470	396
		안산직접14	(BS14)	626	2,881	200	383	306	387	355
		안산직접15	(BS15)	1,021	3,913	500	337	268	411	311
		안산직접16	(BS16)	188	510	300	385	308	385	351
			(BS17)	838	3,119	300	385	324	472	409
		안산직접17	(BS18)	921	3,393	250	412	379	440	415
		안산직접18	(BS19)	627	4,434	250	374	387	407	398
		안산직접19	(BS20)	246	7,801	400	409	300	415	379
		연성선부17	(YS2)	207	1,196	100	385	335	396	354
		연성선부16	(YS3)	1,423	7,001	300	482	286	516	397
		연성선부2	(YS4)	1,397	8,585	450	555	434	554	507
		연성선부1	(YS18)	94	253	150	514	415	654	569
		소계		22,475	103,897					
	계			22,475	103,897					
연성정수장	선부2	연성선부18	(YS1)	216	2,306	200	249	237	323	280
		연성선부19	(YS5)	88	1,178	200	334	200	362	308
		연성선부15	(YS6)	351	2,345	200	253	181	369	268
		연성선부3	(YS7)	53	14,566	450	391	290	389	347
		연성선부11	(YS8)	315	2,143	200	350	312	350	335
		연성선부10	(YS9)	392	2,768	200	317	272	361	313
		연성선부12	(YS10)	302	1,756	300	273	260	337	304

<표 계속>

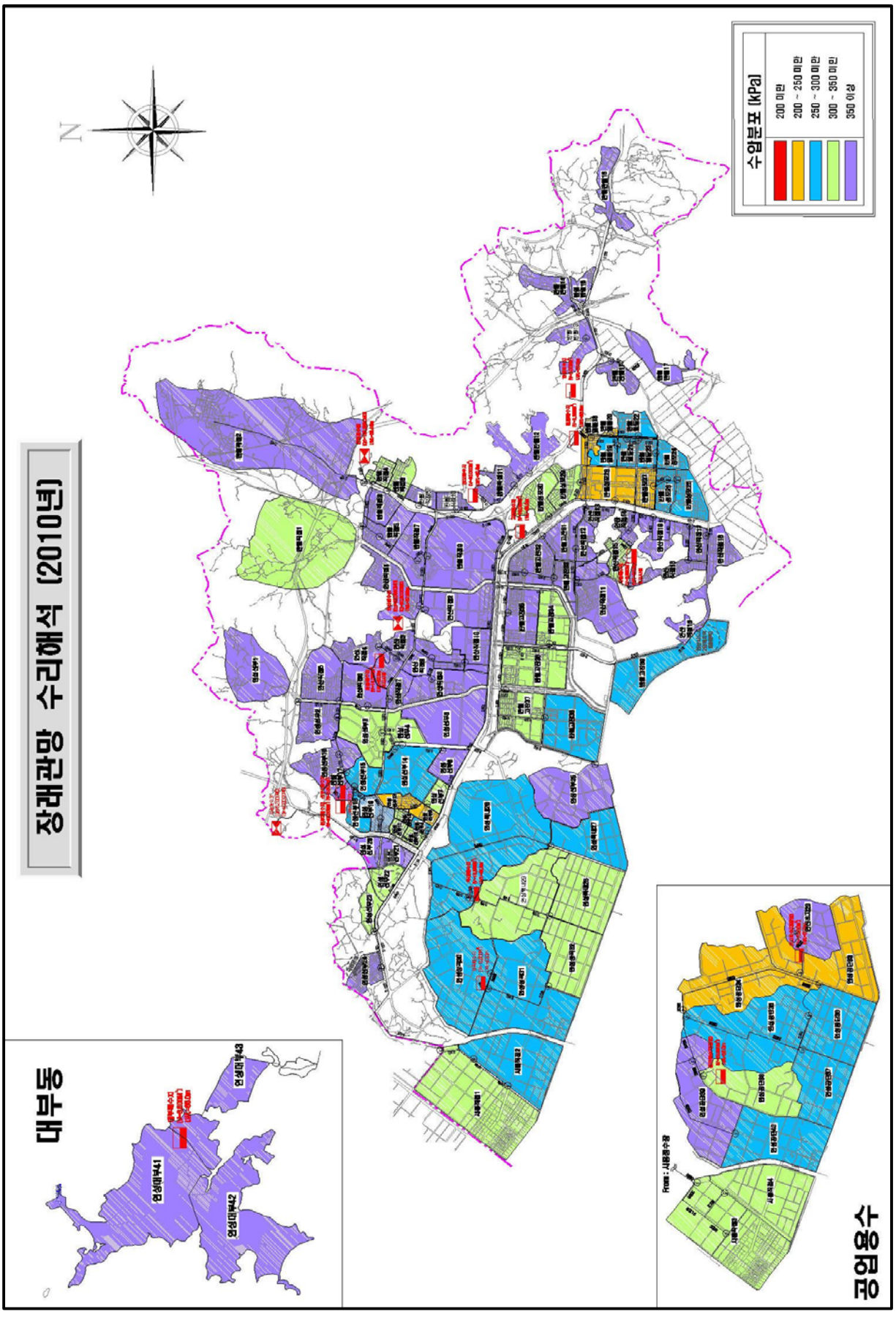
정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
연성정수장	선부2	연성선부9	(YS11)	238	1,866	300	300	199	334	250
		연성선부13	(YS12)	346	2,478	300	310	203	310	241
		연성선부8	(YS13)	260	1,998	300	208	152	259	200
		연성선부14	(YS14)	745	12,632	400	390	176	389	279
		연성선부7	(YS15)	2,012	2,743	200	373	192	380	303
		연성선부6	(YS16)	2,538	4,346	300	333	320	382	357
		연성선부4	(YS17)	24	5,538	200	381	313	358	331
		연성선부24	(YS19)	360	1,923	500	398	386	403	395
		연성선부23	(YS20)	106	2,890	300	401	160	402	348
		연성선부25	(YS21)	78	1,755	500	407	211	409	359
		연성선부5	–	9	384	200	387	379	395	386
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	1,401	150	377			
		소계		8,433	67,017					
	선부1	연성선부20	–	–	1,880	500	420	274	420	359
		연성선부21	–	–	2,062	500	420	353	427	411
		연성선부22	–	–	3,072	400	359	206	412	347
		소계		–	7,014					
	목내	연성목내26	(YM1)	187	9,587	500	301	123	342	261
		연성목내27	(YM1-1)	99	2,371	250	311	182	312	297
		연성목내29	(YM2)	148	5,353	500	301	214	375	329
		연성목내28	(YM2-1)	175	5,968	300	234	312	355	334
		소계		609	23,279					
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	11,893	500	322	205	332	291
		연성성곡31	(YH2)	146	13,227	500	354	161	351	299
		연성성곡32	(YH2-1)	107	3,804	500	323	184	344	328
		시흥직접2	(SL1-2)	239	2,679	200	338	255	347	297
		소계		699	31,604					
	대부	연성대부41	(YT1)	751	2,019	700	395	287	574	516
		연성대부42	(YT1-1)	449	374	600	562	297	598	522
		연성대부43	(YT2)	444	925	400	395	264	595	522
		조력발전소		–	254					
		소계		1,644	3,572					
	계			11,385	132,486					
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	1,695	400	304	294	316	307
			(SL1-1)	398	2,831	400	304	253	340	317
		소계		510	4,527					
	계			510	4,527					
총계				59,812	478,486					

주) 1.2010년 용수수요량을 고려한 시간계수는 일최대(일평균×1.23), 시간최대(일최대×1.50) 적용
2.생활제조용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용

<표 4.3-50> 관망수리해석 결과 (전용공업 2010년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	60,000	800	342	220	382	322
		소계		59	60,000					
	계			59	60,000					
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	8,937	900	301	80	289	216
			(YK1-1)	11	2,176	900	301	101	286	233
		연성공단33	(YK1-2)	38	46,993	500	265	204	310	230
		연성공단35	(YK2)	40	6,877	700	301	139	301	250
		연성공단37	(YK2-1)	40	20,609	600	149	131	281	250
		연성공단36	(YK2-2)	40	8,534	400	267	133	271	255
		연성공단39	(YK3)	34	15,009	800	320	239	401	357
		연성공단38	(YK4)	23	12,866	400	339	208	419	319
		소계		267	122,000					
	계			267	122,000					
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	3,613	800	314	311	333	320
			(SK1-1)	58	1,540	800	314	279	365	343
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,860	700	320	300	329	316
		연성공단40	(YK3-1)	28	9,357	400	255	201	391	250
		소계		217	25,370					
	계			217	25,370					
총계				543	207,370					

주) 공업용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용


장래관망 수리해석 (2010년)
N
수압분포 (kPa)
200 미만
200 ~ 250 미만
250 ~ 300 미만
300 ~ 350 미만
350 이상
대부동
대부남1
대부남2
공업용수

<표 4.3-51> 관망수리해석 결과 (생활용수 2015년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	직접	안산직접2	(AD2)	114	17,774	400	462	429	478	453
		반월직접4	(BD1)	952	3,783	250	360	264	389	329
		반월직접6	(BD2)	769	3,375	150	395	199	394	335
		반월직접8	(BD3)	632	2,614	200	343	288	433	354
		반월직접10	(BD4)	751	3,417	250	383	305	406	347
		반월직접11	(BD5)	2,025	6,823	300	431	222	432	341
		반월직접3	(BD8)	917	3,843	250	458	388	476	432
		반월직접5	(BD9)	1,182	5,526	250	505	463	503	484
		반월직접7	(BD10)	566	10,925	250	496	397	494	454
		반월직접9	(BD11)	248	18,516	600	494	394	496	469
		반월직접2	(BD12)	1,749	4,929	450	339	189	594	366
		반월직접1	(BD13)	147	331	200	495	149	465	306
		군부대	–	–	218	100	370			
		소계		10,052	82,074					
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	6,593	300	362	262	352	328
		반월성포29	(BS2)	964	6,633	250	309	247	301	280
		반월성포28	(BS3)	227	20,660	350	213	113	247	194
		반월성포27	(BS6)	926	6,458	400	228	145	275	216
		반월성포26	(BS8)	864	4,406	200	285	158	301	246
		반월성포24	(BS9)	433	1,891	200	224	202	330	268
		반월성포25	(BS10)	1,291	5,421	400	297	169	317	244
		소계		5,729	52,062					
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	6,124	350	327	287	326	317
		반월고잔38	(BK2)	77	13,714	350	299	246	294	284
		반월고잔36	(BK3)	314	12,026	400	326	303	326	318
		반월고잔35	(BK4)	377	10,570	450	354	343	361	350
		반월고잔34	(BK5)	38	5,782	400	318	314	330	321
		반월고잔32	(BK6)	798	5,284	350	372	339	372	350
		반월고잔33	(BK7)	331	2,963	500	377	351	379	369
		반월고잔31	(BK8)	53	5,423	400	356	327	359	351
		반월고잔39	–	14	5,156	600	291	214	336	286
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	1,697	400	318			
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	9,746	300	194			
		소계		2,569	78,485					
	일동	반월일동18	(BI1)	484	4,070	250	252	179	383	242
		반월일동20	(BI2)	145	1,078	150	245	209	268	237
		반월일동22	(BI3)	1,089	4,701	250	244	227	366	274
		반월일동19	(BS4)	347	2,441	250	270	247	291	267
		반월일동21	(BS5)	689	5,379	200	266	234	328	283
		반월일동23	(BS7)	802	4,459	150	243	198	305	247
		소계		3,556	22,128					

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	반월	반월반월14	(BB1)	812	6,191	400	592	314	582	476
		반월반월15	(BB2)	423	1,643	300	561	380	583	533
		반월반월16	(BB3)	250	1,745	350	547	275	561	400
		반월반월13	(BB4)	30	1,579	150	576	193	550	439
		반월반월12	(BD6)	1,237	7,384	400	558	369	557	477
			(BD7)	337	1,938	400	558	308	502	388
		반월반월17	(BI4)	447	10,817	300	538	394	612	506
		소계		3,536	31,297					
	계			25,442	266,047					
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	10,079	300	545	347	549	475
		안산직접3	(AD3)	1,996	8,269	100	405	310	443	396
		안산직접4	(AD4)	1,266	5,329	500	410	388	493	454
		안산직접5	(AD5)	1,490	9,720	400	520	402	519	461
		안산직접6	(AD6)	688	4,424	250	544	391	551	489
		안산직접7	(AD7)	836	3,688	200	535	442	531	489
		안산직접8	(AD8)	2,179	4,407	300	531	466	544	520
		안산직접9	(AD9)	2,818	5,235	250	541	429	568	520
		안산직접10	(AD10)	81	4,370	200	565	487	562	540
		안산직접11	(BS11)	655	6,666	300	485	374	477	454
		안산직접12	(BS12)	505	3,144	150	464	327	457	408
		안산직접13	(BS13)	593	3,315	200	441	276	437	363
		안산직접14	(BS14)	626	3,214	200	360	281	363	331
		안산직접15	(BS15)	1,021	4,365	500	314	244	387	286
		안산직접16	(BS16)	188	569	300	358	279	358	323
			(BS17)	838	3,547	300	358	294	439	377
		안산직접17	(BS18)	921	3,859	250	373	340	400	375
		안산직접18	(BS19)	627	5,038	250	335	343	357	347
		안산직접19	(BS20)	246	8,868	400	372	260	374	339
		연성선부17	(YS2)	207	1,343	100	376	324	385	343
		연성선부16	(YS3)	1,423	7,863	300	473	275	507	388
		연성선부2	(YS4)	1,397	9,765	450	547	417	546	493
		연성선부1	(YS18)	94	288	150	505	404	644	559
		소계		22,475	117,365					
	계			22,475	117,365					
연성정수장	선부2	연성선부18	(YS1)	216	2,454	200	249	234	321	278
		연성선부19	(YS5)	88	848	200	335	205	366	310
		연성선부15	(YS6)	351	2,629	200	253	173	367	264
		연성선부3	(YS7)	53	16,527	450	390	285	388	341
		연성선부11	(YS8)	315	1,542	200	351	319	351	341
		연성선부10	(YS9)	392	1,992	200	318	278	366	318
		연성선부12	(YS10)	302	1,264	300	274	261	338	306

<표 계속>

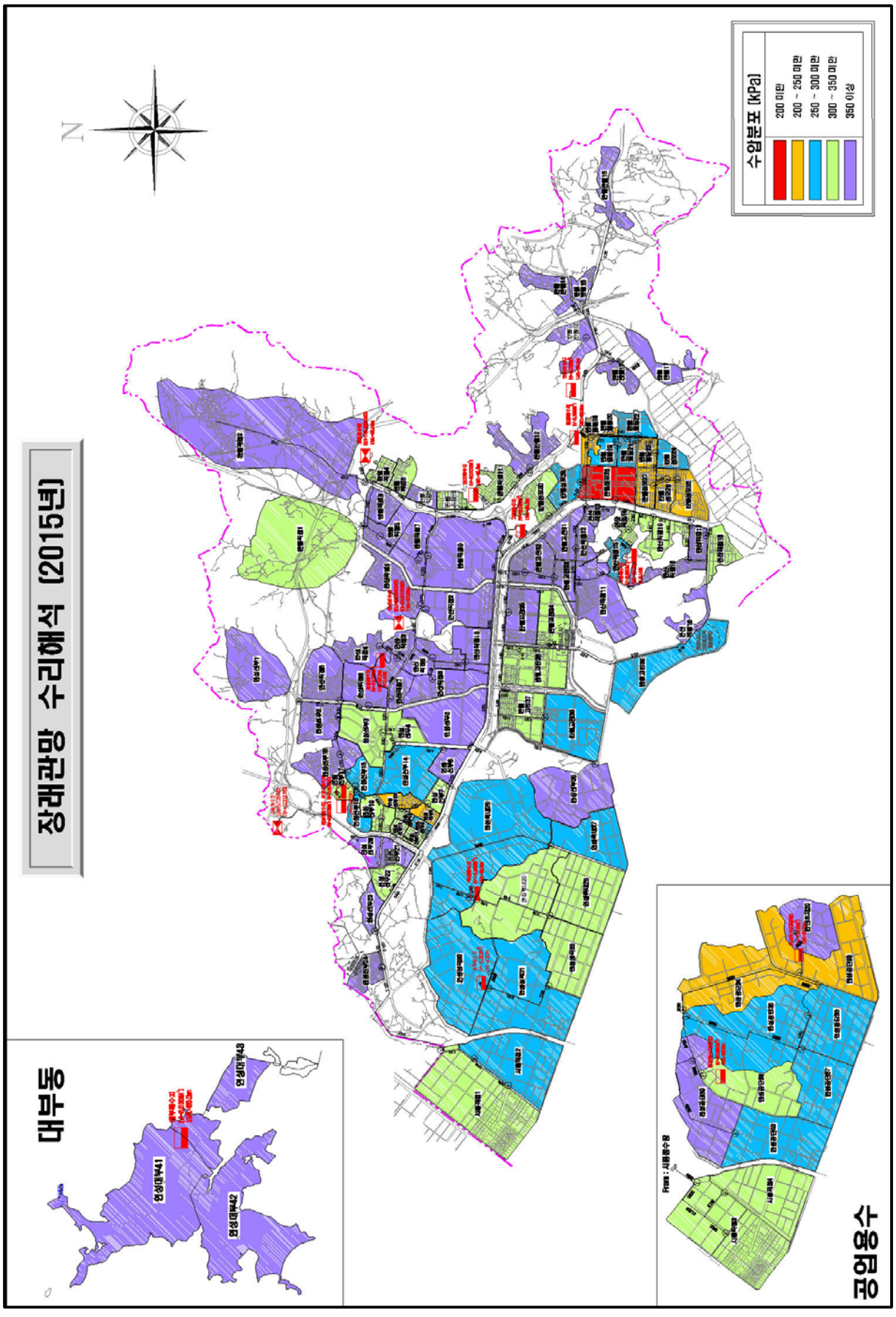
정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
연성정수장	선부2	연성선부9	YS11	238	1,343	300	301	201	336	256
		연성선부13	YS12	346	1,783	300	311	204	311	242
		연성선부8	YS13	260	2,093	300	208	151	259	204
		연성선부14	YS14	745	14,131	400	389	169	387	272
		연성선부7	YS15	2,012	2,873	200	373	191	380	302
		연성선부6	YS16	2,538	4,293	300	332	319	381	357
		연성선부4	YS17	24	6,084	200	380	306	352	320
		연성선부24	YS19	360	1,384	500	401	390	407	400
		연성선부23	YS20	106	2,080	300	404	164	406	352
		연성선부25	YS21	78	1,755	500	407	210	408	359
		연성선부5	–	9	373	200	386	379	394	385
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	1,411	150	381			
		소계		8,433	66,859					
	선부1	연성선부20	YS23	–	1,894	500	420	274	420	359
		연성선부21	YS24	–	2,077	500	420	353	427	411
		연성선부22	YS25	–	3,095	400	359	205	412	347
		소계		–	7,066					
	목내	연성목내26	YM1	187	9,333	500	301	125	342	262
		연성목내27	YM1–1	99	2,371	250	313	183	313	298
		연성목내29	YM2	148	5,353	500	301	214	375	329
		연성목내28	YM2–1	175	5,968	300	234	312	355	334
		소계		609	23,024					
	성곡	연성성곡30	YH1	207	11,890	500	322	205	332	291
		연성성곡31	YH2	146	13,227	500	354	161	351	299
		연성성곡32	YH2–1	107	3,804	500	323	184	344	328
		시흥직접2	SL1–2	239	2,679	200	338	255	347	297
		소계		699	31,600					
	대부	연성대부41	YT1	751	2,277	700	395	283	568	512
		연성대부42	YT1–1	449	422	600	562	297	598	522
		연성대부43	YT2	444	1,043	400	395	264	595	521
		조력발전소		–	254					
		소계		1,644	3,995					
	계			11,385	132,545					
시흥 정수장	직접	시흥직접1	SL1	112	1,695	400	304	294	316	307
			SL1–1	398	2,831	400	304	253	340	317
		소계		510	4,527					
	계			510	4,527					
총계				59,812	520,484					

주) 1.2015년 용수수요량을 고려한 시간계수는 일최대(일평균×1.23), 시간최대(일최대×1.50) 적용
2.생활제조용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용

<표 4.3-52> 관망수리해석 결과 (전용공업 2015년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	60,000	800	342	220	382	322
		소계		59	60,000					
	계			59	60,000					
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	8,937	900	301	80	289	216
			(YK1-1)	11	2,176	900	301	101	286	233
		연성공단33	(YK1-2)	38	46,993	500	265	204	310	230
		연성공단35	(YK2)	40	6,877	700	301	139	301	250
		연성공단37	(YK2-1)	40	20,609	600	149	131	281	250
		연성공단36	(YK2-2)	40	8,534	400	267	133	271	255
		연성공단39	(YK3)	34	15,009	800	320	239	401	357
		연성공단38	(YK4)	23	12,866	400	339	208	419	319
		소계		267	122,000					
	계			267	122,000					
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	3,613	800	314	311	333	320
			(SK1-1)	58	1,540	800	314	279	365	343
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,860	700	320	300	329	316
		연성공단40	(YK3-1)	28	9,357	400	255	201	391	250
		소계		217	25,370					
	계			217	25,370					
총계				543	207,370					

주) 공업용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용


장래관망 수리해석 (2015년)
N
수압분포 (kPa)
200 미만
200 ~ 250 미만
250 ~ 300 미만
300 ~ 350 미만
350 이상
대부동
공업용수

<표 4.3-53> 관망수리해석 결과 (생활용수 2020년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	직접	반월직접4	(BD1)	952	4,011	250	380	282	408	348
		반월직접6	(BD2)	769	3,578	150	414	234	431	371
		반월직접8	(BD3)	632	2,771	200	360	305	449	371
		반월직접10	(BD4)	751	3,623	250	398	319	419	361
		반월직접11	(BD5)	2,025	7,235	300	444	233	444	352
		소계		5,129	21,220					
	안산동 (신규)	반월직접2	(BD12)	1,749	5,227	400	566	200	615	380
		소계		1,749	5,227					
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	6,991	300	383	280	371	347
		반월성포29	(BS2)	964	7,033	250	336	269	325	302
		안산직접11	(BS11)	655	7,068	300	387	263	377	353
		안산직접12	(BS12)	505	3,334	150	384	244	375	326
		안산직접13	(BS13)	593	3,515	200	387	215	377	302
		안산직접16	(BS16)	188	604	300	256	176	256	221
			(BS17)	838	3,762	300	256	191	334	273
		안산직접17	(BS18)	921	4,092	250	323	290	350	325
		안산직접18	(BS19)	627	5,342	250	285	286	302	291
		안산직접19	(BS20)	246	9,404	400	324	210	324	289
		소계		6,561	51,145					
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	6,494	350	320	279	319	309
		반월고잔38	(BK2)	77	14,544	350	288	233	284	272
		반월고잔36	(BK3)	314	12,752	400	321	295	320	311
		반월고잔35	(BK4)	377	11,208	450	352	339	357	347
		반월고잔34	(BK5)	38	6,131	400	313	308	324	315
		반월고잔32	(BK6)	798	5,603	350	370	334	370	346
		반월고잔33	(BK7)	331	3,142	500	375	349	378	367
		반월고잔31	(BK8)	53	5,751	400	353	323	356	348
		반월고잔39	–	14	5,468	600	285	207	328	278
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	1,697	400	313			
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	9,746	500	186			
		소계		2,569	82,536					
	본오동 (신규)	반월일동18	(BI1)	484	4,316	250	461	387	592	450
		반월일동20	(BI2)	145	1,143	150	429	393	451	420
		반월일동22	(BI3)	1,089	4,984	250	393	375	515	423
		반월반월17	(BI4)	447	11,470	400	461	263	496	384
		반월성포28	(BS3)	227	21,907	350	412	303	437	387
		반월일동19	(BS4)	347	2,589	250	445	420	464	440
		반월일동21	(BS5)	689	5,703	200	407	373	467	422
		반월성포27	(BS6)	926	6,848	400	441	357	486	427

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	본오동(신규)	반월일동23	(BS7)	802	4,728	150	376	320	429	372
		반월성포26	(BS8)	864	4,672	200	497	368	512	457
		반월성포24	(BS9)	433	2,006	200	452	430	557	495
		반월성포25	(BS10)	1,291	5,748	400	509	380	529	455
		안산직접14	(BS14)	626	3,408	200	415	335	417	385
		안산직접15	(BS15)	1,021	4,628	500	368	296	440	338
		소계		9,391	84,153					
	반월	반월반월14	(BB1)	812	6,564	400	612	331	602	495
		반월반월15	(BB2)	423	1,742	300	581	399	603	553
		반월반월16	(BB3)	250	1,850	350	567	293	581	418
		반월반월13	(BB4)	30	1,675	150	597	202	569	453
		반월반월12	(BD6)	1,237	7,830	400	562	369	561	479
			(BD7)	337	2,055	400	562	309	504	389
		소계		3,089	21,716					
	계			28,488	265,996					
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	10,687	300	550	347	550	475
		반월직접3	(BD8)	917	4,075	250	508	434	523	479
		반월직접5	(BD9)	1,182	5,860	250	570	526	567	547
		반월직접7	(BD10)	566	11,585	250	575	451	575	521
		반월직접9	(BD11)	248	19,633	600	576	473	578	549
		반월직접1	(BD13)	147	351	200	554	207	523	364
		연성선부18	(YS1)	216	2,602	200	603	364	451	408
		연성선부17	(YS2)	207	1,425	100	361	308	368	327
		연성선부16	(YS3)	1,423	8,338	300	459	260	491	372
		연성선부2	(YS4)	1,397	10,354	450	543	407	541	485
		연성선부15	(YS6)	351	2,788	200	386	305	502	398
		연성선부1	(YS18)	94	305	150	500	398	638	553
		군부대	–	–	218	100	429			
		소계		8,528	78,222					
	와동	안산직접3	(AD3)	1,996	8,768	100	268	169	302	255
		안산직접4	(AD4)	1,266	5,651	500	274	250	356	316
		안산직접5	(AD5)	1,490	10,307	400	374	251	373	312
		안산직접6	(AD6)	688	4,691	250	400	244	407	343
		안산직접7	(AD7)	836	3,910	200	393	294	388	341
		소계		6,276	33,327					
	계			14,804	111,549					
연성정수장	선부2	안산직접2	(AD2)	114	18,847	400	373	281	372	342
		안산직접8	(AD8)	2,179	4,673	300	325	254	335	310
		안산직접9	(AD9)	2,818	5,551	250	335	223	361	313
		안산직접10	(AD10)	81	4,634	200	365	285	362	339
		연성선부19	(YS5)	88	900	200	327	196	357	302
		연성선부3	(YS7)	53	17,525	450	384	276	382	332

<표 계속>

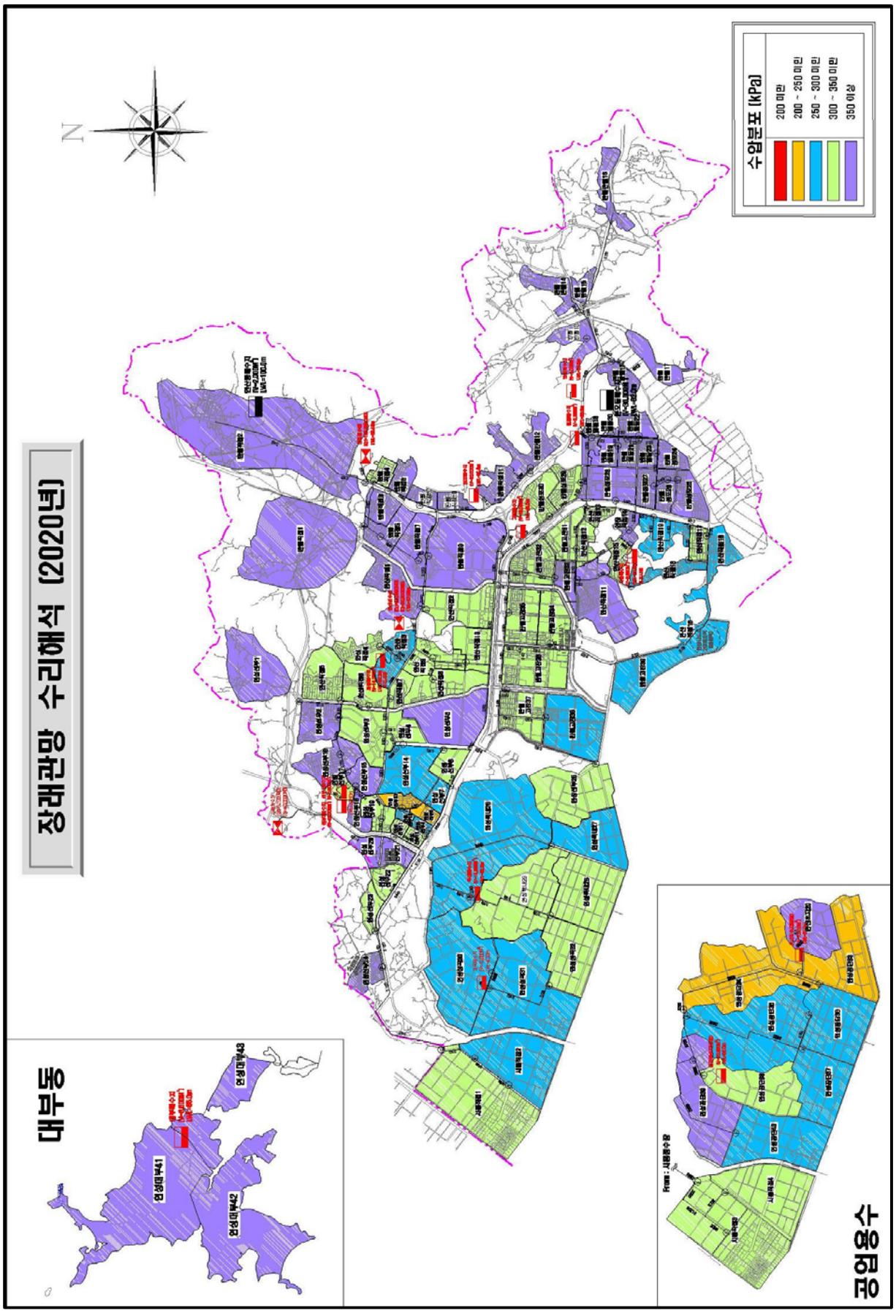
정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
연성정수장	선부2	연성선부11	(YS8)	315	1,636	200	340	313	343	335
		연성선부10	(YS9)	392	2,113	200	305	264	352	305
		연성선부12	(YS10)	302	1,341	300	265	252	329	297
		연성선부9	(YS11)	238	1,425	300	288	189	323	250
		연성선부13	(YS12)	346	1,892	300	302	196	302	233
		연성선부8	(YS13)	260	2,219	300	198	139	247	200
		연성선부14	(YS14)	745	14,984	400	381	158	431	273
		연성선부7	(YS15)	2,012	3,047	200	361	177	367	289
		연성선부6	(YS16)	2,538	4,553	300	319	307	368	343
		연성선부4	(YS17)	24	6,452	200	371	289	340	303
		연성선부24	(YS19)	360	1,468	500	387	375	393	386
		연성선부23	(YS20)	106	2,207	300	390	150	392	338
		연성선부25	(YS21)	78	1,755	500	388	192	390	340
		연성선부5	–	9	395	200	443	361	376	367
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	1,411	150	367			
		소계		13,058	99,027					
	선부1	연성선부20	–	–	1,894	500	420	274	420	359
		연성선부21	–	–	2,077	500	420	353	427	411
		연성선부22	–	–	3,095	400	359	205	412	347
		소계		–	7,066					
	목내	연성목내26	(YM1)	187	9,387	500	301	125	342	262
		연성목내27	(YM1–1)	99	2,371	250	313	183	313	298
		연성목내29	(YM2)	148	5,353	500	301	214	375	329
		연성목내28	(YM2–1)	175	5,968	300	234	312	355	334
		소계		609	23,079					
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	11,890	500	322	205	332	291
		연성성곡31	(YH2)	146	13,227	500	354	161	351	299
		연성성곡32	(YH2–1)	107	3,804	500	323	184	344	328
		시흥직접2	(SL1–2)	239	2,679	200	376	255	347	297
			소계	699	31,601					
	대부	연성대부41	(YT1)	751	2,415	700	395	281	567	509
		연성대부42	(YT1–1)	449	448	600	562	297	597	522
		연성대부43	(YT2)	444	1,106	400	395	264	594	521
		조력발전소	–	–	254					
		소계		1,644	4,223					
	계			16,010	164,995					
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	1,695	400	304	294	316	307
			(SL1–1)	398	2,831	400	304	253	340	317
		소계		510	4,527					
	계			510	4,527					
총계				59,812	547,067					

주) 1.2020년 용수수요량을 고려한 시간계수는 일최대(일평균×1.23), 시간최대(일최대×1.50) 적용
2.생활제조용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용

<표 4.3-54> 관망수리해석 결과 (전용공업 2020년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	60,000	800	342	220	382	322
		소계		59	60,000					
	계			59	60,000					
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	8,937	900	301	80	289	216
			(YK1-1)	11	2,176	900	301	101	286	233
		연성공단33	(YK1-2)	38	46,993	500	265	204	310	230
		연성공단35	(YK2)	40	6,877	700	301	139	301	250
		연성공단37	(YK2-1)	40	20,609	600	149	131	281	250
		연성공단36	(YK2-2)	40	8,534	400	267	133	271	255
		연성공단39	(YK3)	34	15,009	800	320	239	401	357
		연성공단38	(YK4)	23	12,866	400	339	208	419	319
		소계		267	122,000					
	계			267	122,000					
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	3,613	800	314	311	333	320
			(SK1-1)	58	1,540	800	314	279	365	343
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,860	700	320	300	329	316
		연성공단40	(YK3-1)	28	9,357	400	255	201	391	250
		소계		217	25,370					
	계			217	25,370					
총계				543	207,370					

주) 공업용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용


장래관망 수리해석 (2020년)
N
수압분포 (kPa)
200 미만
200 ~ 250 미만
250 ~ 300 미만
300 ~ 350 미만
350 이상
대부동
공업용수

<표 4.3-55> 관망수리해석 결과 (생활용수 2025년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	직접	반월직접4	(BD1)	952	4,227	250	380	281	407	346
		반월직접6	(BD2)	769	3,771	150	412	230	429	368
		반월직접8	(BD3)	632	2,920	200	358	301	446	367
		반월직접10	(BD4)	751	3,818	250	394	313	413	355
		반월직접11	(BD5)	2,025	7,624	300	437	225	436	344
		소계		5,129	22,359					
	안산동 (신규)	반월직접2	(BD12)	1,749	5,508	400	566	196	614	377
		소계		1,749	5,508					
	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	7,367	300	381	274	367	342
		반월성포29	(BS2)	964	7,411	250	331	259	318	292
		안산직접11	(BS11)	655	7,448	300	383	248	372	347
		안산직접12	(BS12)	505	3,513	150	382	239	370	321
		안산직접13	(BS13)	593	3,704	200	384	210	373	297
		안산직접16	(BS16)	188	636	300	250	169	250	214
			(BS17)	838	3,964	300	250	184	325	265
		안산직접17	(BS18)	921	4,311	250	317	283	343	318
		안산직접18	(BS19)	627	5,629	250	279	272	292	278
		안산직접19	(BS20)	246	9,909	400	318	203	317	282
		소계		6,561	53,893					
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	6,844	350	314	272	311	301
		반월고잔38	(BK2)	77	15,327	350	278	221	273	260
		반월고잔36	(BK3)	314	13,437	400	316	287	314	304
		반월고잔35	(BK4)	377	11,810	450	349	335	354	343
		반월고잔34	(BK5)	38	6,460	400	307	302	318	308
		반월고잔32	(BK6)	798	5,904	350	368	330	368	342
		반월고잔33	(BK7)	331	3,310	500	374	347	376	366
		반월고잔31	(BK8)	53	6,060	400	351	319	352	344
		반월고잔39	–	14	5,762	600	278	200	321	271
		안산신도시 2단계지역 (37블럭)	–	–	1,704	400	307			
		안산신도시 2단계지역 (90블럭)	–	–	9,782	500	178			
		소계		2,569	86,399					
	본오동 (신규)	반월일동18	(BI1)	484	4,548	250	454	380	584	442
		반월일동20	(BI2)	145	1,205	150	419	382	441	410
		반월일동22	(BI3)	1,089	5,252	250	378	360	499	407
		반월반월17	(BI4)	447	12,087	400	439	224	473	360
		반월성포28	(BS3)	227	23,084	350	393	275	408	360
		반월일동19	(BS4)	347	2,728	250	433	406	451	426
		반월일동21	(BS5)	689	6,010	200	392	354	447	403
		반월성포27	(BS6)	926	7,216	400	421	337	465	406

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
반월정수장	본오동 (신규)	반월일동23	(BS7)	802	4,982	150	360	289	401	344
		반월성포26	(BS8)	864	4,923	200	477	347	491	435
		반월성포24	(BS9)	433	2,113	200	434	412	539	477
		반월성포25	(BS10)	1,291	6,057	400	488	359	508	433
		안산직접14	(BS14)	626	3,591	200	395	314	396	364
		안산직접15	(BS15)	1,021	4,877	500	348	275	419	317
		소계		9,391	88,673					
	반월	반월반월14	(BB1)	812	6,918	400	610	326	599	490
		반월반월15	(BB2)	423	1,835	300	579	396	600	549
		반월반월16	(BB3)	250	1,950	350	565	287	578	413
		반월반월13	(BB4)	30	1,765	150	595	187	564	444
		반월반월12	(BD6)	1,237	8,250	400	556	361	555	471
			(BD7)	337	2,165	400	556	300	496	381
		소계		3,089	22,883					
	계			28,488	279,715					
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	11,261	300	549	340	545	469
		반월직접3	(BD8)	917	4,294	250	506	428	519	474
		반월직접5	(BD9)	1,182	6,174	250	568	523	565	543
		반월직접7	(BD10)	566	12,207	250	573	438	574	514
		반월직접9	(BD11)	248	20,688	600	574	469	575	546
		반월직접1	(BD13)	147	370	200	552	205	521	362
		연성선부18	(YS1)	216	2,742	200	597	356	442	399
		연성선부17	(YS2)	207	1,501	100	356	301	361	320
		연성선부16	(YS3)	1,423	8,786	300	453	253	485	366
		연성선부2	(YS4)	1,397	10,910	450	538	397	537	477
		연성선부15	(YS6)	351	2,938	200	380	294	495	390
		연성선부1	(YS18)	94	322	150	495	392	632	548
		군부대	–	–	218	100	426			
		소계		8,528	82,412					
	와동	안산직접3	(AD3)	1,996	9,239	100	268	164	297	249
		안산직접4	(AD4)	1,266	5,954	500	273	248	355	315
		안산직접5	(AD5)	1,490	10,860	400	369	243	368	303
		안산직접6	(AD6)	688	4,943	250	397	238	404	339
		안산직접7	(AD7)	836	4,120	200	392	287	386	335
		소계		6,276	35,117					
	계			14,804	117,529					
연성정수장	선부2	안산직접2	(AD2)	114	19,859	400	369	275	368	336
		안산직접8	(AD8)	2,179	4,924	300	320	243	327	302
		안산직접9	(AD9)	2,818	5,849	250	331	219	357	309
		안산직접10	(AD10)	81	4,883	200	361	280	358	333
		연성선부19	(YS5)	88	948	200	326	195	356	301
		연성선부3	(YS7)	53	18,466	450	382	271	380	327

<표 계속>

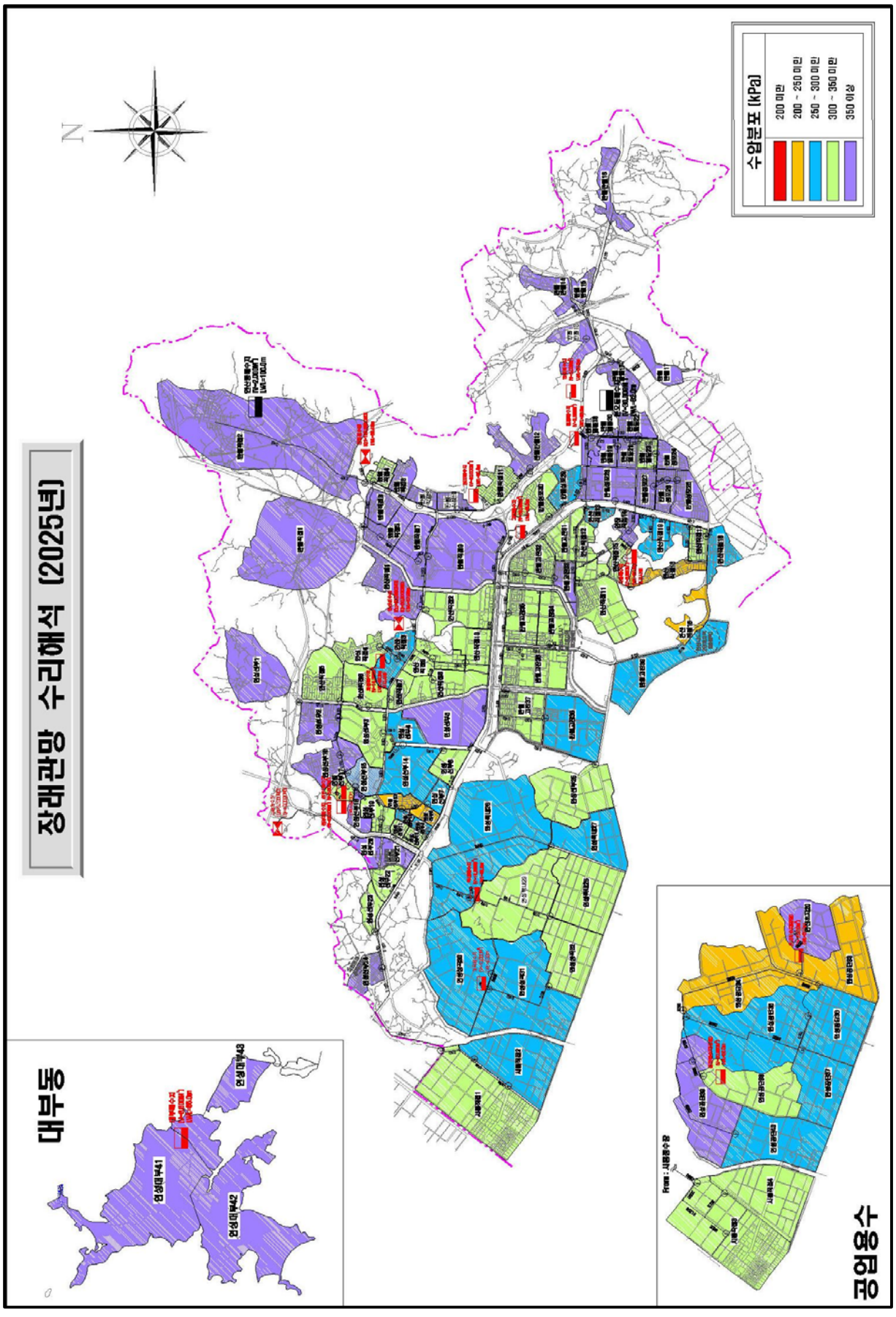
정수장 수계	배수구역	소블록명		급수전수	시간최대 수요량 (㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
연성정수장	선부2	연성선부11	(YS8)	315	1,724	200	338	311	341	333
		연성선부10	(YS9)	392	2,227	200	303	262	350	302
		연성선부12	(YS10)	302	1,413	300	264	251	328	295
		연성선부9	(YS11)	238	1,502	300	286	186	321	250
		연성선부13	(YS12)	346	1,994	300	301	194	301	232
		연성선부8	(YS13)	260	2,339	300	196	136	243	200
		연성선부14	(YS14)	745	15,790	400	379	152	428	267
		연성선부7	(YS15)	2,012	3,211	200	358	173	365	285
		연성선부6	(YS16)	2,538	4,798	300	317	304	364	340
		연성선부4	(YS17)	24	6,798	200	369	279	336	294
		연성선부24	(YS19)	360	1,548	500	385	373	391	383
		연성선부23	(YS20)	106	2,326	300	388	147	389	336
		연성선부25	(YS21)	78	1,755	500	385	189	387	337
		연성선부5	(YS22)	9	417	200	440	357	373	364
		신길온천역 국민임대 주택단지	–	–	1,416	150	365			
		소계		13,058	104,188					
	선부1	연성선부20	–	–	1,900	500	420	274	420	359
		연성선부21	–	–	2,085	500	420	353	427	411
		연성선부22	–	–	3,106	400	359	205	412	347
		소계		–	7,091					
	목내	연성목내26	(YM1)	187	9,439	500	301	124	342	261
		연성목내27	(YM1–1)	99	2,371	250	312	183	313	298
		연성목내29	(YM2)	148	5,353	500	301	214	375	329
		연성목내28	(YM2–1)	175	5,968	300	234	312	355	334
		소계		609	23,130					
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	11,891	500	322	205	332	291
		연성성곡31	(YH2)	146	13,227	500	354	161	351	299
		연성성곡32	(YH2–1)	107	3,804	500	323	184	344	328
		시흥직접2	(SL1–2)	239	2,679	200	376	255	347	297
			소계	699	31,602					
	대부	연성대부41	(YT1)	751	2,545	700	395	276	567	505
		연성대부42	(YT1–1)	449	472	600	562	297	597	522
		연성대부43	(YT2)	444	1,166	400	395	264	594	521
		조력발전소	–	–	254					
		소계		1,644	4,436					
	계			16,010	170,446					
시흥정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	1,695	400	304	294	316	307
			(SL1–1)	398	2,831	400	304	253	340	317
		소계		510	4,527					
	계			510	4,527					
총계				59,812	572,217					

주) 1.2025년 용수수요량을 고려한 시간계수는 일최대(일평균×1.23), 시간최대(일최대×1.50) 적용
2.생활제조용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용

<표 4.3-56> 관망수리해석 결과 (전용공업 2025년)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수전수 (개소)	시간최대 수요량(㎥/일)	중블록		소블록 수압분포(kPa)		
						인입관경 (mm)	수압 (kPa)	최소	최대	평균
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	60,000	800	342	220	382	322
		소계		59	60,000					
	계			59	60,000					
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	8,937	900	301	80	289	216
			(YK1-1)	11	2,176	900	301	101	286	233
		연성공단33	(YK1-2)	38	46,993	500	265	204	310	230
		연성공단35	(YK2)	40	6,877	700	301	139	301	250
		연성공단37	(YK2-1)	40	20,609	600	149	131	281	250
		연성공단36	(YK2-2)	40	8,534	400	267	133	271	255
		연성공단39	(YK3)	34	15,009	800	320	239	401	357
		연성공단38	(YK4)	23	12,866	400	339	208	419	319
		소계		267	122,000					
	계			267	122,000					
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	3,613	800	314	311	333	320
			(SK1-1)	58	1,540	800	314	279	365	343
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,860	700	320	300	329	316
		연성공단40	(YK3-1)	28	9,357	400	255	201	391	250
		소계		217	25,370					
	계			217	25,370					
총계				543	207,370					

주) 공업용수 시간계수는 일최대(일평균×1.0), 시간최대(일최대×1.0) 적용


장래관망 수리해석 (2025년)
N
수압분포 (kPa)
200 미만
200 - 250 미만
250 - 300 미만
300 - 350 미만
350 이상
대부동
공업용수

3.4.3 배수관로 계획

가. 블록시스템 구축에 따른 순환배수관로 계획

안산시는 상수도급수체계 블록화 계획에 따라 구역화 된 소블록별 블록시스템이 구축되었으나, 기존 배수관망의 부설현황을 검토한 결과 블록시스템 구축과정에서 용수공급계통을 전환하면서 기존 배수관로가 순환관망을 형성하지 못하고 관말을 형성하는 소블록이 확인되었다. 이와 같이 배수관로의 관말이 형성되는 곳은 수질상의 문제점이 발생되고 효과적인 배수지 운영을 도모하기가 어려울 것이다.

따라서 배·급수관의 관말 형성과 정체수가 발생하지 않도록 경계부에 배수관 부설계획을 다음과 같이 계획하였다.

<표 4.3-57> 블록시스템 구축에 따른 순환배수관로 계획

정수장	배수구역명	관경(mm)	연장(m)	사업비(원)	부설년도
반월 정수장	직접배수구역	D150	30	7,989,810	2010년
	성포배수구역	D100~200	621	154,708,668	2010년
	고잔배수구역	D100~300	2,282	686,720,840	2010년
	일동배수구역	D100~200	35	8,507,193	2010년
	반월배수구역	D250	154	50,337,056	2010년
	소 계	D100~300	3,122	908,263,567	2010년
안산 정수장	직접배수구역	D100~200	2,586	676,365,989	2010년
	초지배수구역	-	-	-	-
	소 계	D100~200	2,586	676,365,989	2010년
연성 정수장	선부배수구역	D100~200	2,215	588,843,270	2010년
	목내배수구역	D150	199	-	2009년
	성곡배수구역	D100~150	316	-	2009년
	대부배수구역	-	-	-	-
	공단배수구역	D100~200	848	-	2009년
		D100	327	74,482,316	2010년
	소 계	D100~200	3,905	663,325,586	2010년
시흥 정수장	직접배수(생활)	D150~250	556	-	2009년
	직접배수(공업)	D100~150	337	-	2009년
		D250	87	28,437,168	2010년
	소 계	D150~250	980	28,437,168	2010년
총 계		D100~300	10,593	2,276,392,310	2010년

주) 목내, 성곡, 공단, 시흥직접 배수구역 순환배수관로는 2009년 사업시행으로 사업비 제외

나. 확장개량 및 신설관로 계획

배수관 개량은 본 계획의 목표년도인 2025년 계획 배수량을 기준으로 기존 배수관로의 배수관망 해석에 의한 용량 부족 발생시

○ 관경을 확대하여 기존관과 병렬로 부설하는 방법과

○ 수 방향을 변경 조정하는 방법으로 계획하였으며

Block System 도입에 따른 배수관망 정비 계획을 원활하게 수행하기 위하여 관경을 확대하여 기존관과 병렬로 부설하고 기존관은 급수분기관으로 활용하는 것으로 계획하였다.

또한 신설관로 계획은 현재 개발중인 지역이나 토지이용계획상 장래 개발가능 지역으로 설정된 계획을 참고하여 관로계획을 수립하였으며, 기타 개발 가능지역에 대해서는 토지이용계획, 도로망 계획, 부지조성계획 등 기반시설 계획을 고려하여 배수관로 계획을 다음과 같이 수립하였다.

<표 4.3-58> 확장개량 및 신설관로 계획

정수장	배수구역명	관경(mm)	연장(m)	사업비(원)	부설년도
반월 정수장	직접배수구역	-	-	-	-
	성포배수구역	-	-	-	-
	고잔배수구역	D400~500	2,154	1,127,872,512	2015년
	반월배수구역	D400	1,398	-	2009년
	본오배수구역	D500~800	2,127	1,731,925,548	2015년
	안산배수구역	D400	840	409,006,080	2015년
	소 계	D400~800	6,519	3,268,804,140	2015년
안산 정수장	직접배수구역	D100~600	1,671	875,808,282	2010년
	초지배수구역	-	-	-	-
	와동배수구역	-	-	-	-
	소 계	D100~600	1,671	875,808,282	2015년
연성 정수장	선부배수구역	900	2,054	2,374,023,470	2015년
	목내배수구역	-	-	-	-
	성곡배수구역	D200	315	90,476,820	2015년
	대부배수구역	-	-	-	2015년
	공단배수구역	-	-	-	-
	소 계	D200~900	2,369	2,464,500,290	2015년
시흥 정수장	직접배수(생활)	-	-	-	-
	직접배수(공업)	-	-	-	-
	소 계	-	-	-	-
총 계		D100~900	10,559	6,609,112,712	2015년

주) 반월배수구역의 D400 신설배수관로는 2009년 사업시행으로 사업비 제외

3.5 배수지 계획

3.5.1 개 요

배수지는 정수장에서 송수를 받아 해당 배수구역의 수요량에 따른 배수를 하기 위한 저류지로써 배수량의 시간변동을 조절하는 기능과 함께 배수지로부터 상류측의 사고발생시 등에도 일정한 수량, 수압을 유지할 수 있는 기능을 지녀야 한다. 이러한 기능에 의해 시설사고, 갈수, 수질사고 등의 이상시에서도 급수에 대한 영향을 완화할 수 있다.

배수지 계획은 첫째 위치 선정, 둘째 배수지 저수위 결정, 셋째 배수지 용량 결정 및 공급계통 등이 계획되어져야 한다.

배수지의 위치는 이론적인 선정조건 보다는 배수구역내의 지형적 조건에 좌우되므로 기존 배수지와 관련해서 지형적 조건에 맞추어 선정해야 하며, 배수지 수위는 배수구역내의 수용가 분포상태를 파악하여 결정하되 시간최대 배수량시에도 소정의 수압 이상이 유지되도록 해야 한다.

특히, 배수지 위치는 지형 및 지리적 특성에 따라 위치선정에 많은 제약이 따르게 되므로 계획 목표년도의 급·배수구역 분할계획에 따른 충분한 검토와 더불어 장기적인 용수수급의 방향까지 고려하는 종합적인 검토가 필요하다.

배수지 용량은 『상수도 시설기준』에 준하여 결정하며, 공급 배수구역내의 수요량에 따라 확장계획도 함께 검토해야 한다.

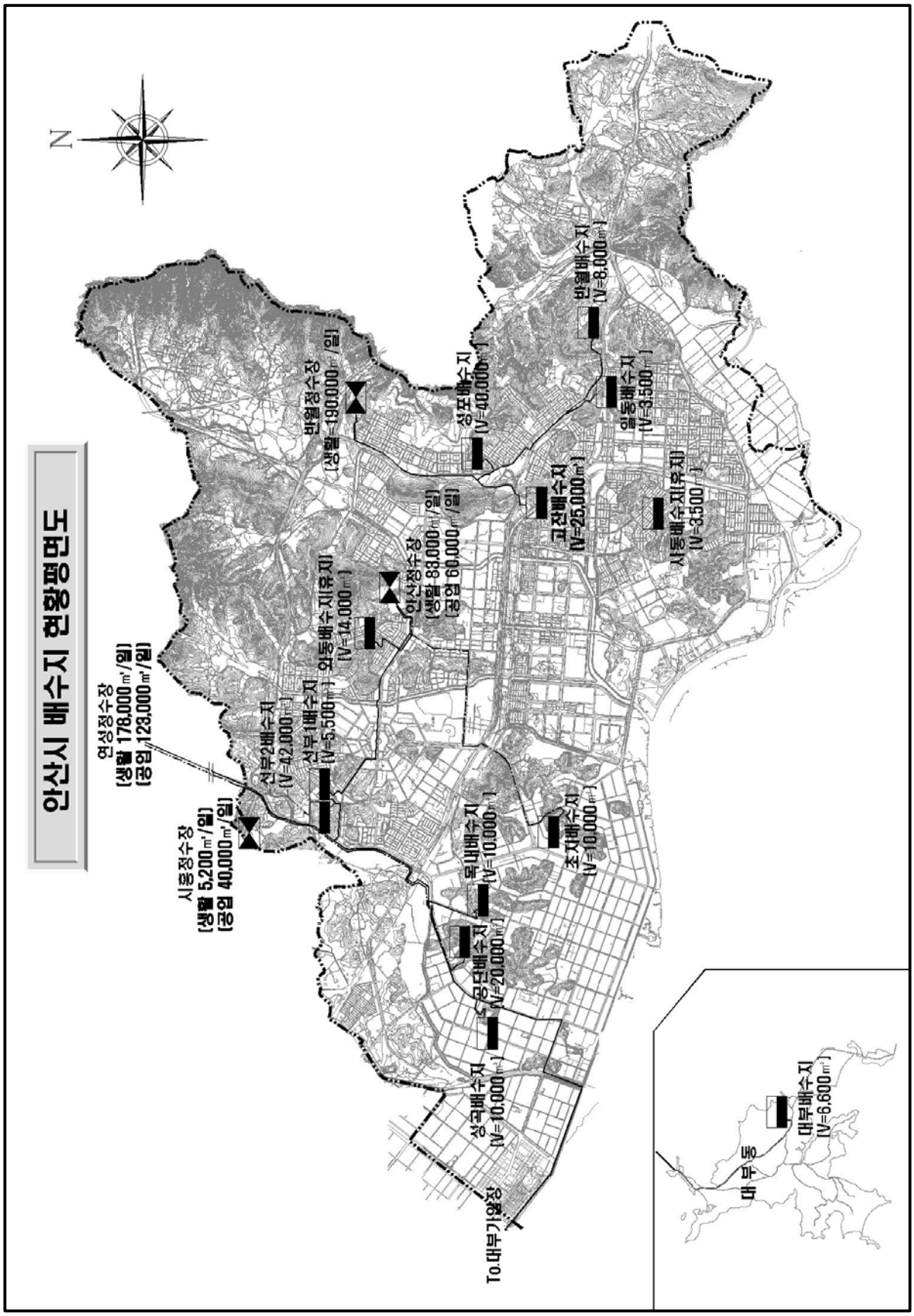
한편, 배수방식은 본장의 『송·배수방식의 결정 』 편에서 계획한 바와 같이 년차별로 독립적인 간접배수방식(자연유하)으로 배수하는 것을 기본방향으로 하며, 공급계통 및 배수구역 분할계획에 따라 기존 배수지의 시설을 검토하여 운영방안을 제시하고 년차별 시설확장계획과 송수계통별 배수지 계획을 수립하고자 한다.

3.5.2 배수지 현황

안산시는 2007년 말 현재 배수지 시설은 생활용수 배수지 11개소, 공업용수 2개소가 있으며 이중 선부1 배수지, 와동배수지, 사동배수지는 휴지 중이며 선부1 배수지는 신길택지개발사업 전용배수지로 활용하기 위해 시설개량 공사 중에 있다. 배수지별 시설현황은 다음과 같다.

<표 4.3-59> 배수지 시설현황

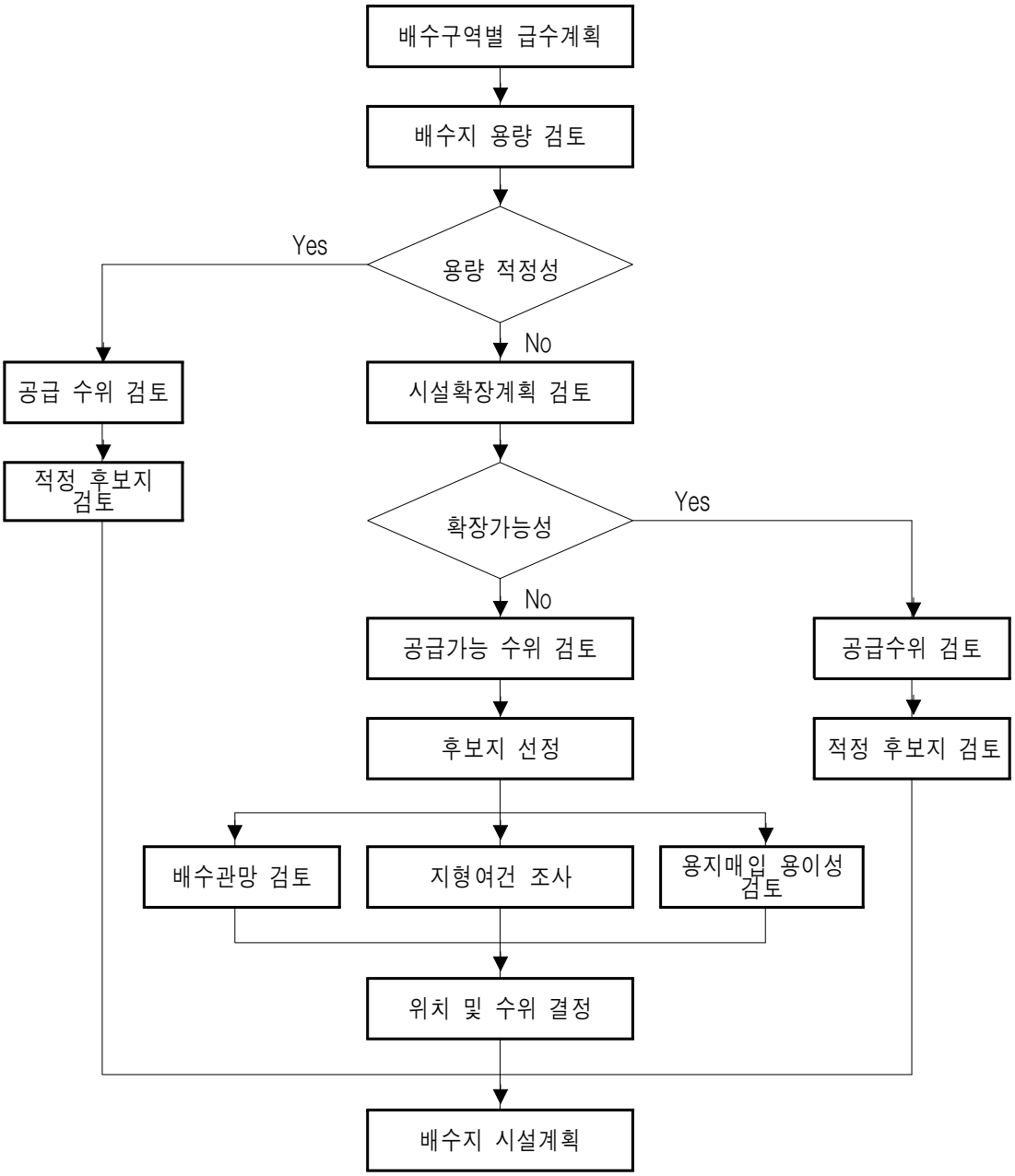
정수장 계통	배수지명		위 치	용 량(㎥) 및 제원	배수위	비 고
연성 정수장	선부	1배수지	선부동 1145-16	V=5,500㎥ W26.3×L26.4×4mH×2지	H.W.L(+)52.5m L.W.L(+)48.5m	휴지 시설개량 공사중
		2배수지	선부동 산128	V=40,000㎥ W30.0×L70.0×5mH×4지	H.W.L(+)53.5m L.W.L(+)48.5m	생활용수 운영중
	목내 배수지		목내동 471-1	V=10,000㎥ W30.0×L45.0×4mH×2지	H.W.L(+)50.0m L.W.L(+)46.0m	생활용수 운영중
	성곡 배수지		성곡동 639-1	V=10,000㎥ W30.0×L45.0×4mH×2지	H.W.L(+)47.0m L.W.L(+)43.0m	생활용수 운영중
	공단 배수지		목내동 산28	V=20,000㎥ W36.0×L56.0×5mH×2지	H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)52.0m	공업용수 운영중
	대부 배수지		대부동 산233-9	V=6,600㎥ W25×L31.5×4.2mH×2지	H.W.L(+)69.2m L.W.L(+)65.0m	생활용수 운영중
안산 정수장	초지 배수지		초지동 636-1	V=10,000㎥ W30.0×L45.0×4mH×2지	H.W.L(+)54.0m L.W.L(+)50.0m	공업용수 운영중
	와동 배수지		와동 884	V=14,000㎥ W34.6×L49.6×4mH×2지	H.W.L(+)56.0m L.W.L(+)52.0m	생활용수 휴지
반월 정수장	반월 배수지		반월동 산41	V=2,000㎥ W15.8×L16.0×4mH×2지	H.W.L(+)84.0m L.W.L(+)80.0m	생활용수 (기존) 운영중
				V=6,000㎥ W23.0×L33.0×4mH×2지	H.W.L(+)87.25m L.W.L(+)83.25m	생활용수 (확장) 운영중
	성포 배수지		일동 산106	V=40,000㎥ W36.0×L56.0×5mH×4지	H.W.L(+)55.0m L.W.L(+)50.0m	생활용수 운영중
	고잔 배수지		일동 산10-2	V=25,000㎥ W30.0×L46.0×5mH×4지	H.W.L(+)50.0m L.W.L(+)45.0m	생활용수 운영중
	일동 배수지		일동 717	V=3,500㎥ W18.6×L23.6×4mH×2지	H.W.L(+)60.0m L.W.L(+)56.0m	생활용수 운영중
	사동 배수지		사동 1313	V=3,500㎥ W18.6×L23.6×4mH×2지	H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)53.0m	생활용수 휴지



<그림 4.3-31> 배수지 위치현황도

3.5.3 배수지 계획의 방향

본 계획에서는 기존의 배수지(현재 시설개량 공사중에 있는 배수지 포함)와 급·배수 분할계획과 급수불량 해소방안에 따른 계획배수지에 대하여 본장의 『3.1.3 급·배수 분할계획』편에서 제시한 배수구역별 용수수요량 및 배분량을 적용하여 배수지 용량의 적정성 및 확장계획, 배수지 수위계획, 배수지 위치 및 적정 후보지 선정 등에 대한 검토를 다음의 순서에 의하여 수행하였다.



3.5.4 배수지 용량계획

가. 개 요

배수지의 유효용량으로서는 배수량의 시간변동을 조절하기 위한 용량과 함께 갈수시, 기타 비상시에도 대응하기 위한 용량이 필요하다. 이를 위해 배수구역의 계획1일최대급수량을 기본으로 하고, 이에 수원의 종류별, 급수구역의 특성, 수도시설의 안정성 등의 제반조건을 고려한 비상시 대응용량을 정하여야 한다.

배수지 용량에 여유를 갖게 하는 것은 예측하기 어려운 사고 등의 발생에 대비하여 급수의 안정성을 높이게 되므로 계획적으로 용량의 증가에 주위를 기울여야 한다.

단독으로 대규모 용량의 배수지를 정비하기보다는 배수지를 분산하는 편이 안정급수 확보의 관점에서 효과적이다.

나. 배수지용량 계획 시 고려사항

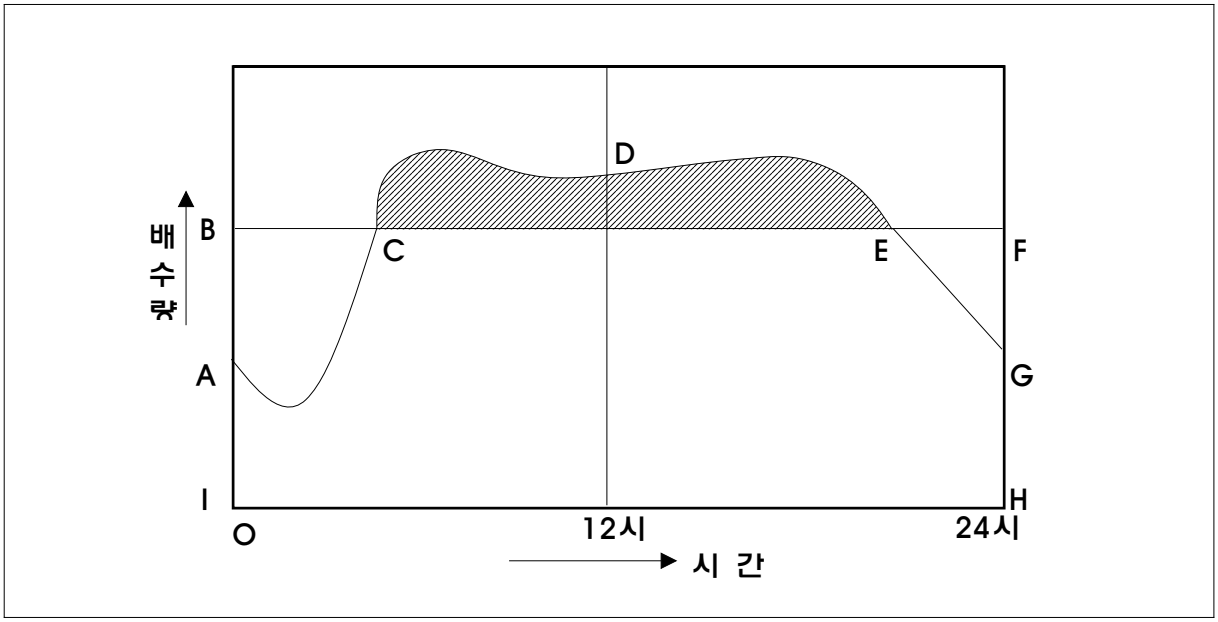
배수지의 기능은 급수구역의 시간적 수요변동에 대처하고 수원지 및 송수관로의 송수중단 발생 시 단수시간을 줄여 수용가의 불편을 최소화하는데 있으므로 개정된 상수도 시설기준(2004)에서 유효용량은 시간변동조정용량과 비상대처용량을 합하여 계획1일최대급수량의 12시간분 이상을 표준으로 하며 지역특성과 상수도시설의 안정성 등을 고려하여 결정하도록 규정하고 있다. 이론적으로 표준용량으로 고려하는 시간변동조정량과 비상시대처용량은 각 수도사업자의 실정에 맞도록 설정해야 하는데 각각에 대한 개략적인 내용은 다음과 같다.

1) 시간변동조정량

배수지용량은 급수구역의 수요조건에 따라 수시로 변동하는 시간당 수요량을 급수할 수 있는 용량이 필요한데, 이러한 배수지의 시간변동에 대응하는 용량을 결정하는 방법은 면적법, 누가곡선법 등이 사용되고 있다.

① 면적법

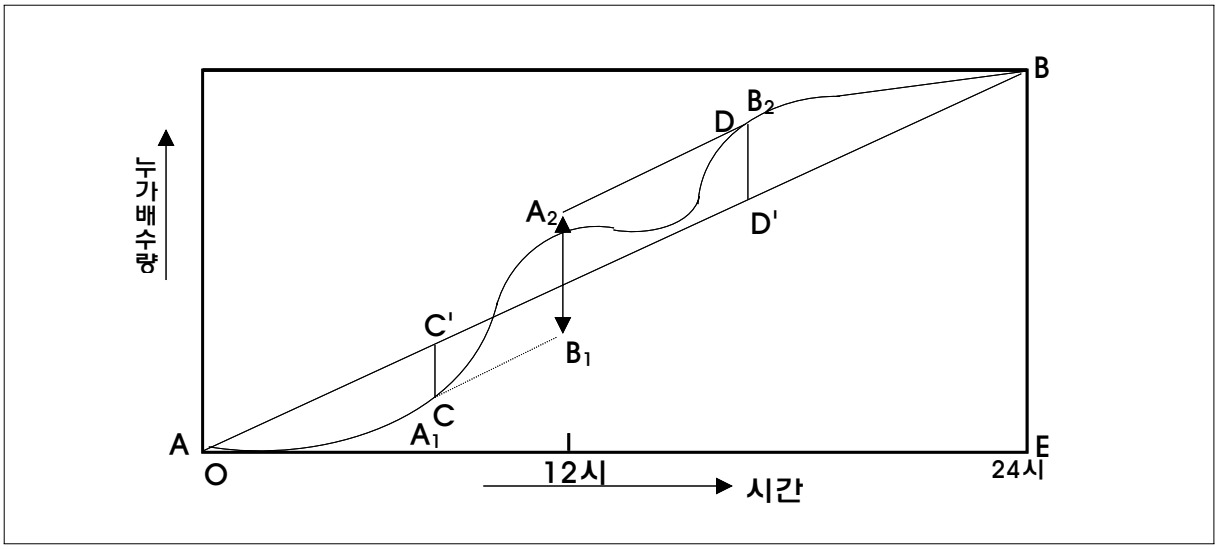
다음<그림 4.3-31>에 표시한 바와 같이 종축에 계획 1일 최대급수량에 있어서 시간배수량으로 하고 횡축에 시간변동을 취하면, 배수량 변화곡선은 ACDEG가 된다. 따라서 면적 ACDEGHIA = 면적 BFHIB로 되고 시간변동 조정용량은 평균선 BF를 초과한 부분(사선부분) CDEC가 된다. 즉, 정수가 평균적으로 생산되고 배수지에 송수된다고 하면 평균선보다 위의 사선부분(CDEC)는 배수지 수량의 감소를 표시하고 평균선보다 아래의 부분(BCAB+EFGE)은 저류하는 것이 된다.



<그림 4.3-31> 면적법

② 누가 곡선법

다음 <그림 4.3-33>에 표시한 바와 같이 종축에 누가배수량을 횡축에 시간변동을 취하면 배수량 누가곡선 ACDB를 얻는다. 여기서 BE는 계획 1일 최대 급수량을, AB는 배수지로의 계획유량을 표시하고, 계획유량이 매시간 일정하다고 하면 AB는 직선이 된다. 또한 C점은 배수지 수량이 증가한 점을 D점은 배수지 수량이 감소한 점을 표시하고 있다. 따라서 CC' + DD'가 시간변동 조정용량이 된다.



<그림 4.3-33> 누가 곡선법

2) 비상시의 대처용량

비상시의 대처용량은 갈수, 수질사고, 시설사고, 지진 등 재해시의 비상급수에 일정한 시간동안 대처하는 수량으로 일률적인 규정이 어려우므로 각 수도사업에서 비상사태의 발생빈도와 규모에 따라 결정하여야 한다. 그러나 발생빈도 및 규모에 따라서는 대처하기 어려운 경우도 있으므로 필요에 따라 원수조절지와 배수지를 비롯한 수도시설 전체의 저류기능과 백업기능 등의 조정기능을 높여야 한다.

3) 소방용수

소규모 상수도에서는 소화용수량의 일반배수량에 대한 비율이 크고 화재시에 소화용수를 사용한 경우에 일반급수에 지장을 주지 않아야 하므로 계획급수인구가 50,000명 이하의 소도시 배수지에서는 소화용수량을 가산해야 한다.

다. 배수지 용량 검토

배수지의 용량은 상기한 바와 같이 유효용량 결정요소 들에 대한 면밀한 검토를 통하여 계획되어지는 바, 각각의 검토항목을 중심으로 배수지의 유효용량을 검토하여야 하며, 특히 배수지 용량결정에 직접적인 영향을 주는 시간변동 조정용량에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

그러나 안산시의 경우 대부분의 배수지가 유출부에 유량계가 설치되어 있지 않아 배수지 용량 검토를 위한 운영실적에 의한 분석이 곤란한 관계로 "상수도 시설기준"에 제시된 유효용량을 기준으로 하여 다음과 같이 검토하였다.

- 배수지 용량을 시간최대 급수시의 급수량 조절과 야간에 생산 공급된 정수의 저류 및 비상수 확보와 소화용수량을 감안한 용량으로 검토하여 배수지의 표준용량으로 제시되는 계획1일최대급수량의 12~24시간분의 확보여부를 우선 검토하였으며, 직접배수구역은 제외하였다.
- 공업용수의 경우 계획1일 최대급수량의 2~4시간분의 표준용량을 기준으로 검토하였다.

1) 연성정수장 수계

연성정수장 급수구역내의 선부1배수지, 선부2배수지, 대부배수지 대한 유효용량 검토결과, 목표연도인 2025년에 각각 27.9hr, 13.7hr, 53.6hr로 상수도시설기준에 제시된 유효용량에 만족하는 것으로 검토되었으며, 목내배수지는 10.5hr로 상수도시설기준에 제시된 유효용량에는 다소 부족하나 배수지운영에 무리가 없는 것으로 검토되었고, 성곡배수지는 7.6hr로 시설기준제시 기준에 부족하나 용수공급 대상 대부분이 공단

내 제조용수로 공업용수 배수지 기준을 적용하여도 큰 문제는 없을 것으로 판단된다. 한편 공업용수 배수지인 공단배수지는 목표연도 기준 3.9hr 유효용량을 확보하여 기준에 만족하는 것으로 분석되었다.

2) 안산정수장 수계

안산정수장 급수구역내의 현재 휴지상태인 와동배수지를 장기계획에서는 활용하는 것으로 계획하여 유효용량 검토결과, 목표연도인 2025년에 14.4hr로 상수도시설기준에 제시된 유효용량에 만족하는 것으로 검토되었고, 공업용수 배수지인 초지배수지의 유효용량은 4.0hr으로 공업용수 배수지로는 충분한 체류시간을 확보하는 것으로 분석되었다.

3) 반월정수장 수계

반월정수장 급수구역내의 성포배수지와 반월배수지에 대한 유효용량 검토결과, 목표연도인 2025년에 각각 26.7hr, 12.6hr로 상수도시설기준에 제시된 유효용량에 만족하는 것으로 검토되었으며, 목내배수지는 10.5hr로 상수도시설기준에 제시된 유효용량에는 다소 부족하나 배수지운영에 무리가 없는 것으로 검토되었고, 계획배수지인 신설(본오동)배수지와 신설(안산동)배수지는 충분한 유효용량(12.0hr)을 확보할 수 있도록 계획하였다. 일동배수지는 장기안에서 폐지시설로 계획되어 본 검토에서 제외하였다.

라. 배수지 용량계획

상기 검토에서와 같이 기존 배수지 유효용량을 기준한 급수배분계획의 수립으로 목표년도인 2025년까지 안정적인 급수가 가능하도록 계획하였다.

<표 4.3-60> 배수지 용량계획(2025년)

구분	정수장	배수지명		시설용량(㎥)		일최대급수량 (㎥/일)	체류시간 (hr)	비 고
				기존	계획			
생활용수	연성정수장 (178,000㎥/일)	선부	1배수지	5,500	5,500	4,727	27.9	통합 체류시간 14.6hr
			2배수지	40,000	40,000	70,043	13.7	
		목내배수지		10,000	10,000	22,796	10.5	
		성곡배수지		10,000	10,000	31,598	7.6	
		대부배수지		6,600	6,600	2,957	53.6	
	안산정수장 (83,000㎥/일)	와동배수지		14,000	14,000	23,412	14.4	
	반월정수장 (190,000㎥/일)	성포배수지		40,000	40,000	110,300 (35,928)	8.7 (26.7)	1차배수지
			반월배수지	8,000	8,000	15,256	12.6	2차배수지
			본오동 배수지(신설)	–	30,000	59,116	12.2	2차배수지
		고잔배수지		25,000	25,000	57,599	10.4	
		안산동 배수지(신설)		–	2,000	3,672	13.1	
		일동배수지		3,500	–	–	–	폐지
		사동배수지		3,500	–	–	–	폐지
공업용수	연성정수장 (123,000㎥/일)	공단배수지		20,000	20,000	122,000	3.9	
	안산정수장 (60,000㎥/일)	초지배수지		10,000	10,000	60,000	4.0	

주) 1. 선부 1,2배수지의 통합 체류시간은 14.6hr임.
2. 2차배수지(본오동+반월)의 수요량을 고려한 성포배수지의 체류시간은 8.7hr임.

3.5.5 배수지 수위계획

가. 개 요

배수지의 수위는 배수구역내의 최고 동수압이 시간최대 배수량시나 화재시에도 최소 동수압 150kpa(1.53㎏f/㎠) 이상을 유지하도록 배수지의 저수위가 정해져야 하고 직결급수의 범위를 확대할 경우에는 수도사업자가 스스로 급수구역내 건축물의 분포나 지역 특성을 고려하여 직결급수대상의 범위와 배수관의 최소동수압을 결정해야한다.

배수관의 경제성과 유지관리의 안정성 및 Energy의 절감을 위하여 배수구역내의 고저차가 심하고 구역이 넓을 때에는 지역의 특성에 맞추어 고지, 중지, 저지배수지로 배수구역을 분할하는 것이 바람직하나, 그 지역이 비교적 소범위일 때에는 될 수 있는 한 동일 배수구역으로 하는 것이 바람직하다.

따라서, 배수지 수위는 Energy와 직결되는 문제이므로 가장 경제적인 수위를 결정하기 위하여 배수구역별 표고 분석에 의한 수요 분포와 기존 배수지의 수위와 송수관로 계획과 관련시켜 배수지 수위를 결정하여야 한다.

나. 배수지 수위계획

본 계획에서의 배수지 수위계획은 전항에서 제시한 바와 같이 목표년도 2025년을 기준한 배수지 유효용량으로 급·배수 분할계획을 실시하였는 바, 신설배수지인 본오동배수지와 안산동배수지의 신설계획을 제외하고는 기존 배수지로의 운영에 문제가 없으므로 기존 배수지는 현재의 수위로서 계획하였다.

또한 신설배수지인 본오동배수지 및 안산동배수지의 경우는 배수구역내의 안정적인 급수가 가능한 수위로서 급수구역의 최고 지반고를 기준으로 한 실양정과 송수펌프장내에서의 손실, 송수관로에 따른 손실, 기타 손실에 대한 여유율 등을 종합적으로 검토하여 제시하였다.

본 계획에 따른 각 배수지별 수위계획은 다음과 같다.

<표 4.3-61> 배수지 수위계획

구분	정수장	배수지명		배수지수위(m)		비 고
				H.W.L	L.W.L	
생 활 용 수	연성 정수장	선부	1배수지	52.5	48.5	
			2배수지	53.5	48.5	
		목내 배수지		50.0	46.0	
		성곡 배수지		47.0	43.0	
		대부 배수지		69.2	65.0	
	안산 정수장	와동 배수지		56.0	52.0	
	반월 정수장	반월 배수지		84.0	80.0	기존
				87.25	83.25	확장
		성포 배수지		55.0	50.0	
		고잔 배수지		50.0	45.0	
		일동 배수지		60.0	56.0	폐지
		사동 배수지		57.0	53.0	폐지
		신설배수지 (본오동)		87.0	82.0	신설
		신설배수지 (안산동)		104.0	100.0	신설
공 업 용 수	연성 정수장	공단 배수지		57.0	52.0	
	안산 정수장	초지 배수지		54.0	50.0	

3.5.6 신설배수지 위치선정

가. 배수지 위치선정시 고려할 사항

배수지가 급수구역의 중앙에 있으면 관말까지의 배수관 연장이 짧으므로 수두의 손실이 적어 관경을 줄일 수 있으며, 지형의 고저차가 심하지 않는 지역에서는 대개 균등한 배수가 가능하므로 배수관의 부설을 경제적으로 할 수 있는 이점이 있다. 이와 같이 배수지 위치 선정시 고려하여야 할 사항을 정리하면 아래와 같다.

- 배수지 위치는 급수구역내에서 필요한 소요 동수두를 확보할 수 있고 부지여건 및 현황이 배수지 설치에 적합한 위치를 선정한다.
- 급수구역내에서 지반의 고저차가 심할 경우에는 저, 중, 고지구의 2~3개 급수구역으로 분할하고 배수지를 시설하여 필요한 수요량만큼만 가압하도록 절감하도록 한다.
- 급수구역에 가장 안전하게 균등 급수할 수 있는 위치에 송수계통을 고려한 경제 적인 계획이 될 수 있는 지점을 선정하며 상위관련계획을 참조하여 결정한다.
- 기 계획된 시설부지에 대해 대안지점을 선정하여 기술적 경제성 평가를 실시하고 적정성 여부를 검토한다.
- 자연 지형조건에 부합되는 구조물 배치가 가능토록 하고, 장래 확장이 용이하도록 한다.
- 배수지가 방호시설임을 감안하여 방호 임무에 유리하도록 한다.
- 수리계통상 유리하도록 유출·입 조건을 고려하여 배치하고 동선의 연장이 짧도록 한다.
- 수위조건 때문에 녹지 또는 산지에 위치하므로 주변 녹지와 경관이 조화되도록 한다.
- 배수지 상부는 복개하여 공원 또는 체육시설로의 이용이 가능하므로 이를 고려하여 배수지 상부계획을 실시한다.

나. 배수지 위치결정

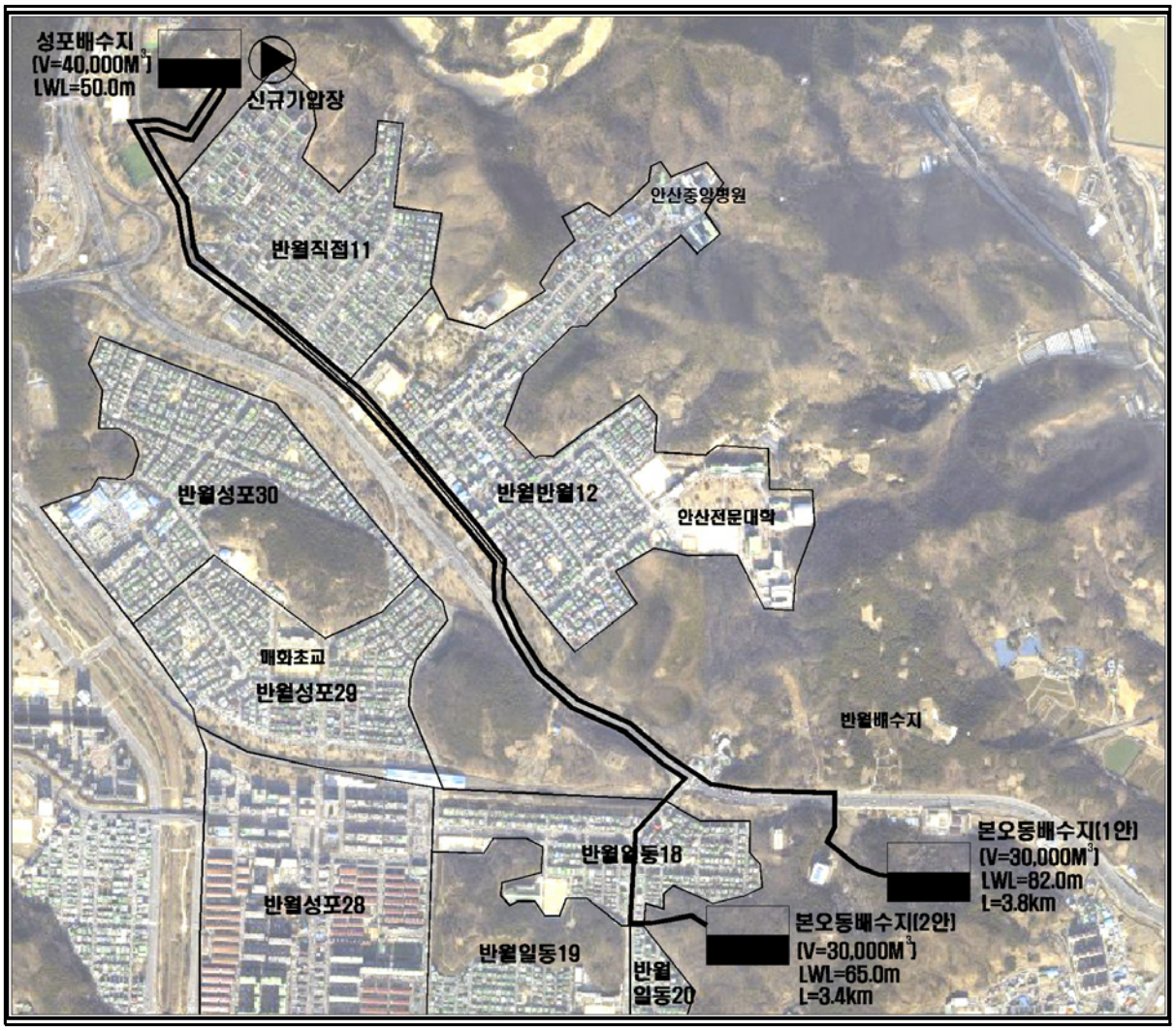
본 계획에 따른 신설배수지인 본오동, 안산동배수지에 대한 위치비교안 을 다음과 같이 지형적 조건과 배수구역내 수용가 분포상태 및 계획수위 등을 종합하여 검토하였다.

1) 본오동배수지

사동 및 본오동지역의 급수불량을 해소하기 위해 계획된 본오동배수구역에 대하여 안정적인 급수를 위한 배수지 신설계획(V=30,000㎥)에 대하여 다음과 같이 위치비교를 실시하였다.

<표 4.3-62> 본오동배수지 위치비교안

구 분		제 1 안	제 2 안	비 고
위 치		안산시 본오동 한전 변전소 위쪽 산58번지	안산시 본오동 주택가 인근 산71번지	
용도지역		자연녹지(개발제한)	자연녹지(개발제한)	
계획유량		59,116㎥/일	59,116㎥/일	
배수지 용량		30,000㎥	30,000㎥	
송수관로		D800, L=3.8km	D800, L=3.4km	
수 위 (m)	H.W.L	87.0	70.0	
	L.W.L	82.0	65.0	
장 점		•배수지 위치가 배수구역에 인접해 있어 배수관로 형성시 수리적으로 양호 •도로에 인접하여 접근성이 양호 •안정적 용수공급이 가능한 배수위 확보 가능	•송수관로 연장이 짧음 •도로에 인접하여 접근성이 양호 •배수지 위치가 배수구역에 인접해 있어 배수관로 형성시 수리적으로 양호	
단 점		•개발제한지역으로 시설계획시 행정처리에 어려움 예상 •송수관로 연장이 길어짐	•주택가와 인접해 있어 진입도로 계획에 어려움 예상 •공사시 민원발생소지가 큼 •안정적 용수공급이 가능한 배수위 확보 미흡	
검토의견		•비교1, 2안 모두 배수지 위치로서 무리가 없으나 급수불량해소를 위한 배수위 확보를 고려시 비교1안이 수리적으로 양호하고 공사시 민원발생소지가 적은 점 등에서 우위를 나타내므로 비교1안으로 추천함.		
추 천 안		○		



< 배수지 위치비교(1안) >

< 배수지 위치비교(2안) >





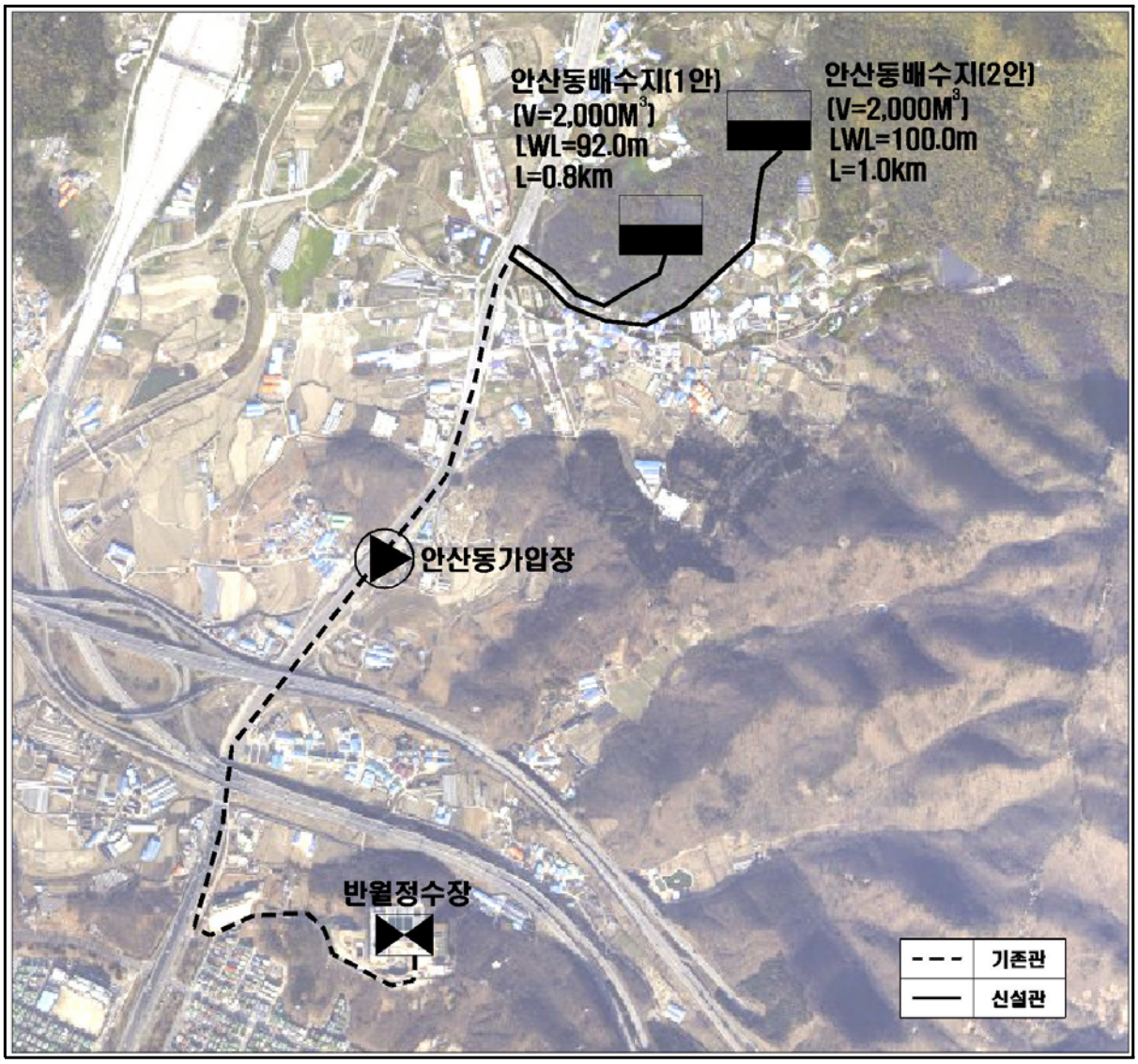
<그림 4.3-34> 본오동배수지 위치비교

2) 안산동배수지

현재 배수가압 급수중인 안산동지역을 중심으로 계획된 안산동배수구역에 대하여 안정적인 급수를 위한 배수지 신설계획(V=2,000㎥)에 대하여 다음과 같이 위치비교를 실시하였다.

<표 4.3-63> 안산동배수지 위치비교안

구 분		제 1 안	제 2 안	비 고
위 치		안산시 안산동 동막길 인근 산10번지 일원	안산시 안산동 양달말길 인근 산18번지 일원	
용도지역		자연녹지(개발제한)	자연녹지(개발제한)	
계 획 유 량		3,672㎥/일	3,672㎥/일	
배수지 용량		2,000㎥	2,000㎥	
송수관로		D250㎜, L=0.8km	D250㎜, L=1.0km	
수 위 (m)	H.W.L	96.0	104.0	
	L.W.L	92.0	100.0	
장 점		•송수관로 연장이 짧음 •도로에 인접하여 접근성이 양호	•안정적 용수공급이 가능한 배수위 확보 가능	
단 점		•개발제한지역으로 시설계획시 행정처리에 어려움 예상 •안정적 용수공급이 가능한 배수위 확보 미흡	•개발제한지역으로 시설계획시 행정처리에 어려움 예상 •마을안 쪽에 위치하여 1안에 비해 송수관로 연장이 길어짐	
검 토 의 견		•비교1, 2안 모두 배수지 위치로서 무리가 없으나 급수불량해소를 위한 배수위 확보를 고려시 비교2안이 수리적으로 양호 점 등에서 우위를 나타내므로 비교1안으로 추천함.		
추 천 안			○	



< 배수지 위치비교(1안) >

< 배수지 위치비교(2안) >





<그림 4.3-35> 안산동배수지 위치비교

3.5.7 배수지 시설계획

배수지의 기능을 최대한 확보하여 배수구역내의 수용가를 위한 안정적인 급수, 최적의 유지관리를 위한 배수구역별 수요분포 검토, 배수지의 시설용량계획 및 배수지 저수위계획, 배수지의 위치등 배수지 계획에 대하여 종합적으로 검토한 결과, 목표년도 2025년까지 배수구역내의 수요량 증가와 시설개량 필요에 따른 배수지 신설계획 2개소로서 안정적인 배수지 운영이 가능한 것으로 분석되었다.

따라서, 본 계획에서는 기존배수지와 포함하여 년차별 배수지시설의 확장 또는 신설계획을 수립하였으며, 목표년도의 배수지 계획은 <표 4.3-64>와 같으며, 휴지 및 폐지 계획을 포함함 단계별 시설계획은 <표 4.3-65>와 같다.

<표 4.3-64> 배수지 시설계획(2025년)

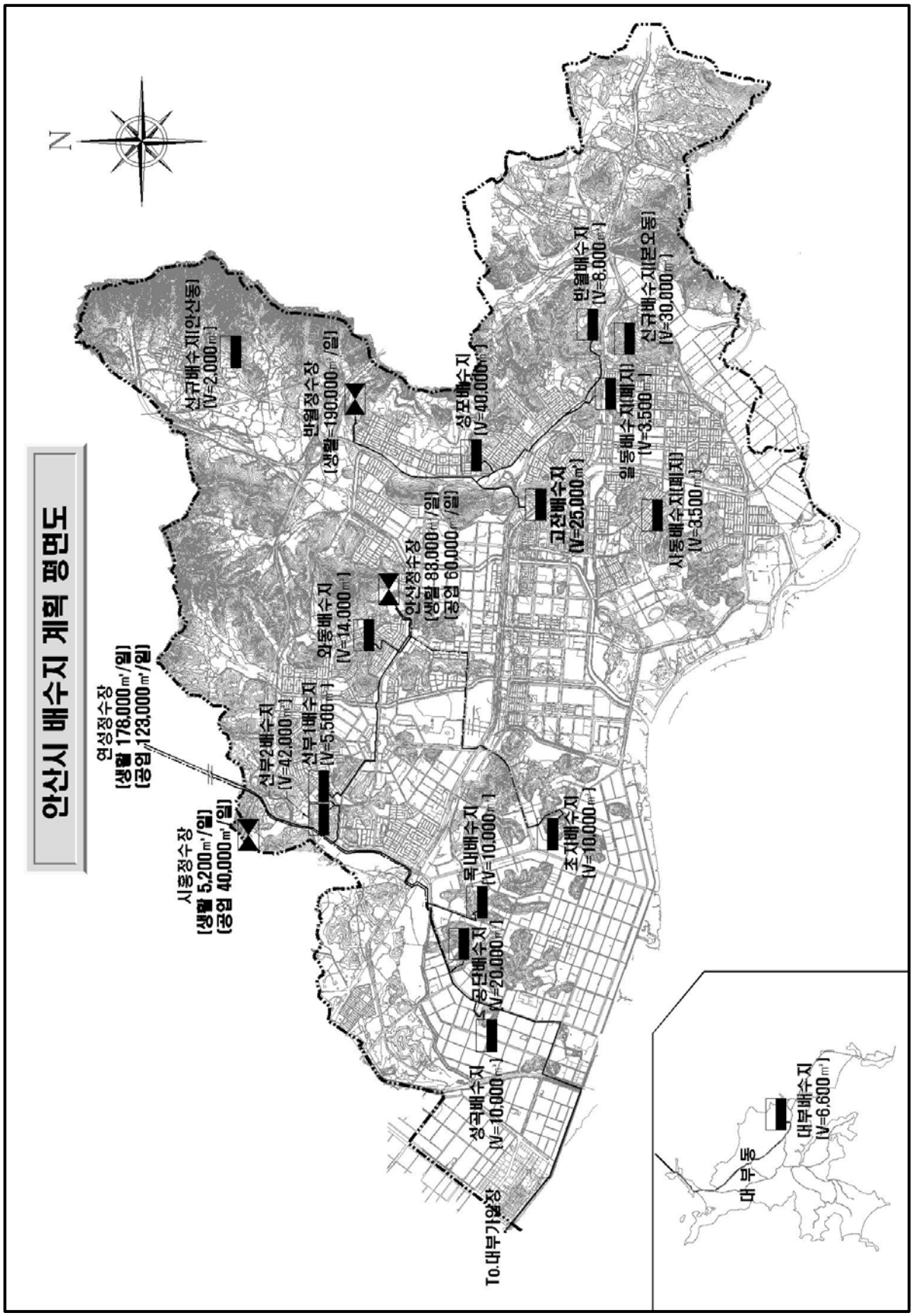
구분	정수장	배수지명		시설용량(㎥)		일최대 급수량 (㎥/일)	체류 시간 (hr)	배수지수위(m)		비 고
				기존	계획			H.W.L	L.W.L	
생활 용수	연성정수장 (178,000㎥/일)	선부	1배수지	5,500	5,500	4,727	27.9	52.5	48.5	통합 체류시간 14.6hr
			2배수지	40,000	40,000	70,043	13.7	53.5	48.5	
		목내배수지		10,000	10,000	22,796	10.5	50.0	46.0	
		성곡배수지		10,000	10,000	31,598	7.6	47.0	43.0	
		대부배수지		6,600	6,600	2,957	53.6	69.2	65.0	
	안산정수장 (83,000㎥/일)	와동배수지		14,000	14,000	23,412	14.4	56.0	52.0	
	반월정수장 (190,000㎥/일)	성포배수지		40,000	40,000	110,300 (35,928)	8.7 (26.7)	55.0	50.0	1차배수지
		반월배수지		8,000	8,000	15,256	12.6	84.0 87.25	80.0 83.25	2차배수지
		본오동 배수지(신설)		–	30,000	59,116	12.2	87.0	82.0	2차배수지
		고잔배수지		25,000	25,000	57,599	10.4	50.0	45.0	
		안산동 배수지(신설)		–	2,000	3,672	13.1	104.0	100.0	
		일동배수지		3,500	–	–	–	60.0	56.0	폐지
		사동배수지		3,500	–	–	–	57.0	53.0	폐지
공업 용수	연성정수장 (123,000㎥/일)	공단배수지		20,000	20,000	122,000	3.9	57.0	52.0	
	안산정수장 (60,000㎥/일)	초지배수지		10,000	10,000	60,000	4.0	54.0	50.0	

주) 1. 선부 1,2배수지의 통합 체류시간은 14.6hr임.
2. 2차배수지(본오동+반월)의 수요량을 고려한 성포배수지의 체류시간은 8.7hr임.

<표 4.3-65> 단계별 배수지 시설계획

정수장수계		배 수 지		기존시설 (㎥)	시설계획(㎥)				비 고
					2010년	2015년	2020년	2025년	
생활용수	연성	선부	1배수지	5,500	– / 5,500	– / 5,500	– / 5,500	– / 5,500	
			2배수지	40,000	– / 40,000	– / 40,000	– / 40,000	– / 40,000	
		목내배수지		10,000	– / 10,000	– / 10,000	– / 10,000	– / 10,000	
		성곡배수지		10,000	– / 10,000	– / 10,000	– / 10,000	– / 10,000	
		대부배수지		6,600	– / 6,600	– / 6,600	– / 6,600	– / 6,600	
		소계		72,100	– / 72,100	– / 72,100	– / 72,100	– / 72,100	
	안산	와동배수지		14,000	– / 14,000	– / 14,000	– / 14,000	– / 14,000	2015년 이후활용
	반월	반월배수지		8,000	– / 8,000	– / 8,000	– / 8,000	– / 8,000	
		성포배수지		40,000	– / 40,000	– / 40,000	– / 40,000	– / 40,000	
		고잔배수지		25,000	– / 25,000	– / 25,000	– / 25,000	– / 25,000	
		일동배수지		3,500	– / 3,500	– / 3,500	– / –	– / –	2015년 이후폐지
		사동배수지		3,500	– / 3,500	– / 3,500	– / –	– / –	2015년 이후폐지
		본오동 배수지		–	– / –	– / –	30,000 / 30,000	/ 30,000	신설
		안산동 배수지		–	– / –	– / –	2,000 / 2,000	– / 2,000	신설
		소계		80,000	– / 80,000	– / 80,000	32,000 / 105,000	– / 105,000	
	합 계			166,100	– / 166,100	– / 166,100	32,000 / 198,100	– / 198,100	
공업영수	연성	공단배수지		20,000	– / 20,000	– / 20,000	– / 20,000	– / 20,000	
	안산	초지배수지		10,000	– / 10,000	– / 10,000	– / 10,000	– / 10,000	
	합 계			30,000	– / 30,000	– / 30,000	– / 30,000	– / 30,000	

주) 계획용량 / 누적용량



<그림 4.3-36> 배수지 계획 평면도

3.6 가압시설 계획

3.6.1 계획의 고려사항

가. 위치 선정

가압시설의 위치 선정은 동수구배를 검토하여 설치 위치를 결정하며 관로노선, 연장, 시공성, 유지관리상 편의 등을 고려하여 가장 합리적이고 경제적인 위치를 선정하여야 한다.

일반적으로 가압시설의 위치 선정시 고려할 사항은 다음과 같다.

•필요 동수두에 의한 위치 선정

•수요량 변화에 대응하는 수량 확보가 용이한 곳

•지질이 견고하고 홍수나 산사태 등에 대하여 안전한 곳

•하수에 의한 오염이 없고 우수의 영향에 대해 안전한 곳

•장래 도로확장계획을 고려하여 그 실시에 지장이 없는 곳

•수전설비계획이 용이한 곳

나. 계획수량 및 펌프대수

1) 계획수량

펌프장의 계획수량은 크게 취수펌프, 도수펌프, 송수펌프, 배수펌프 등으로 구분되며, 펌프장의 규모 결정에 사용된다.

일반적으로 취수, 도수, 송수펌프의 계획수량은 계획1일 최대급수량을 기준으로 하고, 배수펌프는 시간최대급수량 및 1일최대급수량, 야간급수량 등의 시간적 변화를 고려하여야 하며, 기준은 계획시간 최대급수량을 기준으로 한다.

<표 4.3-66> 계획수량의 기준

구 분	규모 결정 기준	비 고
취수, 도수, 송수펌프	계획1일 최대용수량	
배 수 펌 프	계획시간 최대급수량	야간 급수량 고려

2) 펌프대수 선정

펌프설비 전체의 유량이나 전양정이 결정되어도 몇 대의 펌프로 분할하여 공급할 것인가는 계획수량을 기본으로 유량변화의 상황을 사전에 검토 예측하여 빈도와 계속시간, 건설비, 유지관리 등을 고려하여 다음과 같은 사항을 기준으로 정한다.

•펌프는 되도록 최고 효율점 부근에서 운전되게 그 용량과 대수를 결정하여야 한다.

•유지관리에 편리하게 펌프대수는 되도록 줄이고 같은 용량의 것을 사용하여야 한다.

•펌프의 효율은 대용량일수록 높기 때문에 되도록 대용량의 것을 사용하여야 한다.

•건설비 절약을 위하여 예비대수는 되도록 적게 하여야 한다.

•수량의 변화가 심할 경우에는 유지관리상 경제적인 운전을 하기 위해서 대소 2종류의 펌프를 설치하거나 같은 용량의 펌프를 대수 제어할 수 있게 한다.

•양정의 변화가 심한 곳에서는 유지관리상 경제적 운전을 할 수 있도록 하기 위하여 고양정 펌프와 저양정 펌프로 분할하여야 한다.

참고로 『상수도 시설기준, (환경부제정, 2004)』에서 제시한 계획수량에 대한 펌프대수 선정은 다음과 같다.

<표 4.3-67> 취수, 도수, 송수펌프의 계획수량과 대수

수 량(㎥/일)	대수, ( )안은 예비	대 수 계	비 고
2,800까지	1(1)	2	
2,500~10,000	2(1)	3	
9,000이상	3(1) 이상	4 이상	

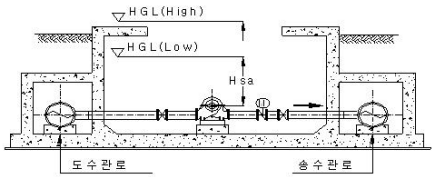
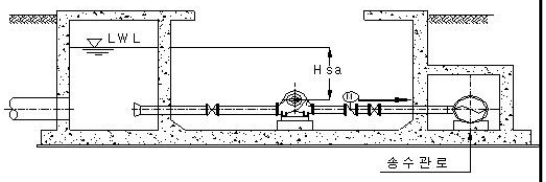
<표 4.3-68> 배수펌프의 계획수량과 대수

수 량(㎥/일)	대수, ( )안은 예비	대 수 계	비 고
125까지	2(1)	3	
120~450	대 형 1(1) 소 형 1	대 형 2 소 형 1	
400이상	대 형 3(1) 이상 소 형 1	대 형 4이상 소 형 1	

3) 가압방식

안산시 계획 가압장 가압방식은 가압펌프를 관로에 직접 삽입하는 방법인 직접가압법(라인가압)과 일단 흡수정에 낙하시켜 자유수면을 형성시킨 후 가압할 방법인 간접가압법(흡수정 이용한 가압)을 토대로 검토하였다.

<표 4.3-69> 가압방식 비교검토

구 분	제1안 라인 가압방식	제2안 흡수정을 이용한 가압방식
구조 개요	•관로상에 직접 라인펌프를 설치하여 가압하는 방식으로 흡수정이 없다. 	•흡수정에 용수를 받은 후에 흡수정의 수위에 따라 펌프로 가압하는 방식이다. 
장 점	•흡수정이 필요치 않아 구조물이 간단하고 부지를 작게 차지한다. •공사비가 저렴하고 부속설비가 적다. •배관에 직결됨으로 펌프내 만수를 위한 진공펌프 설비가 필요없다. •소용량의 고지대 중간가압에 유리하다. •설비가 비교적 간단하여 무인화 및 자동화에 유리하다. •흡수정이 없어 흡수정의 월류사고 위험이 없다. •유입수의 잔류 수두를 이용할 수 있다.	•흡수정을 이용하므로 물량의 변화에 따라 라인가압 방식보다 송수에 있어서 안정적이다. •펌프 용량의 크기는 취수펌프의 크기에 따라 큰 제약이 없다. •펌프 용량보다 작은 유량이 유입될 경우에도 흡수정에서 유량조정이 어느 정도 가능함으로 캐비테이션이 발생을 최대한 예방할 수 있다. •대용량의 중간가압에 안정적이다.
단 점	•흡수정을 이용한 방식보다 송수에 있어서 안정적이지 못하다. •펌프 용량의 크기는 공급수펌프의 크기보다 동등하거나 작어야 하므로 펌프의 대수가 많아진다.(다단 가압의 경우) •펌프 용량보다 작은 유량이 유입될 경우 캐비테이션이 발생하여 펌프 운영에 주의하여야 한다.	•흡수정이 필요하며 구조물이 복잡하고 부지를 넓게 차지한다. •공사비가 비싸며 유지관리에 어려움이 있다. •흡수정의 수위가 펌프 중심면보다 낮을 경우 펌프내 만수를 위한 진공펌프 설비가 필요하다. •설비가 비교적 복잡하다. •흡수정의 월류사고 위험이 있다.
보완 대책	•설치된 펌프용량보다 작은 유량이 유입될 경우 캐비테이션이 발생함으로 가압펌프 용량보다 작은 용량의 펌프를 여러대 설치하여 유량의 변화에 따라 가동하여야 한다.	•설비를 최대한 간결화하여 무인화 및 자동화에 유리하도록 설비를 구성한다.

4) 펌프 형식 선정

펌프형식으로는 원심펌프, 수중펌프, 사류펌프, 축류펌프 등이 있으며 이들 중 본 가압장의 가압방식을 고려해 볼 때 라인 가압용으로 적합한 원심다단펌프와 수중라인펌프를 검토하고 상수도 정수 가압용으로 유지관리 및 운전성이 양호한 펌프 형식을 선정하는 것이 중요하다.

<표 4.3-70> 펌프 형식 비교

구 분	원심 다단 펌프	수중 라인 펌프
성 능 특 성	1. 양정변화에 대한 토출량 변동이 크다. 2. Q=0일 때 축동력이 적다. 3. 유량의 변화에 대비한 효율변화가 작다. 4. 축동력은 체절상태에서 작고, 유량이 커짐에 따라 증가된다.	1. 양정변화에 대한 토출량 변동이 적다. 2. Q=0일 때 축동력이 원심펌프보다 크다. 3. 유량의 변화에 대비한 효율변화가 원심펌프보다 작다. 4. 축동력은 체절상태에서 크고, 유량이 커짐에 따라 상승률이 완만하다.
설 비 가	1. 수중펌프보다 싸다.	1. 비싸다.
장 점	1. 주요 부분이 펌프실에 설치되므로 보수가 용이하다. 2. 분해시 원동기를 이동할 필요가 없다. 3. 수중 B.R.G이 없어 보수 및 유지관리면에서 우수하다. 4. 양수량의 조정이 용이하고 체절운전이 가능하다. 5. 구조가 간단하다.	1. 주요부분이 수중부에 있으므로 펌프실 면적이 작다. 2. 유량 및 양정변화에 대한 대응력이 가장 우수하다. 3. Cavitaion에 대하여 안전하다. 4. 펌프 및 모타가 수중에 있기 때문에 소음 및 진동이 작다.
단 점	1. 설치면적이 크다. 2. 필요 흡입수두보다 유효 흡입수두가 작을 경우 진공 프라이밍 설비가 필요하므로 부대설비가 요구되고 자동화가 복잡하여 진다. 3. 터빈 및 수중펌프에 비해 효율의 변동 및 변화가 크다.	1. 모타, 임펠라 등의 주요부가 수중에 있어 유지, 보수가 어렵다. 2. 초기 가동부하가 크다. 3. 가격이 비싸다.

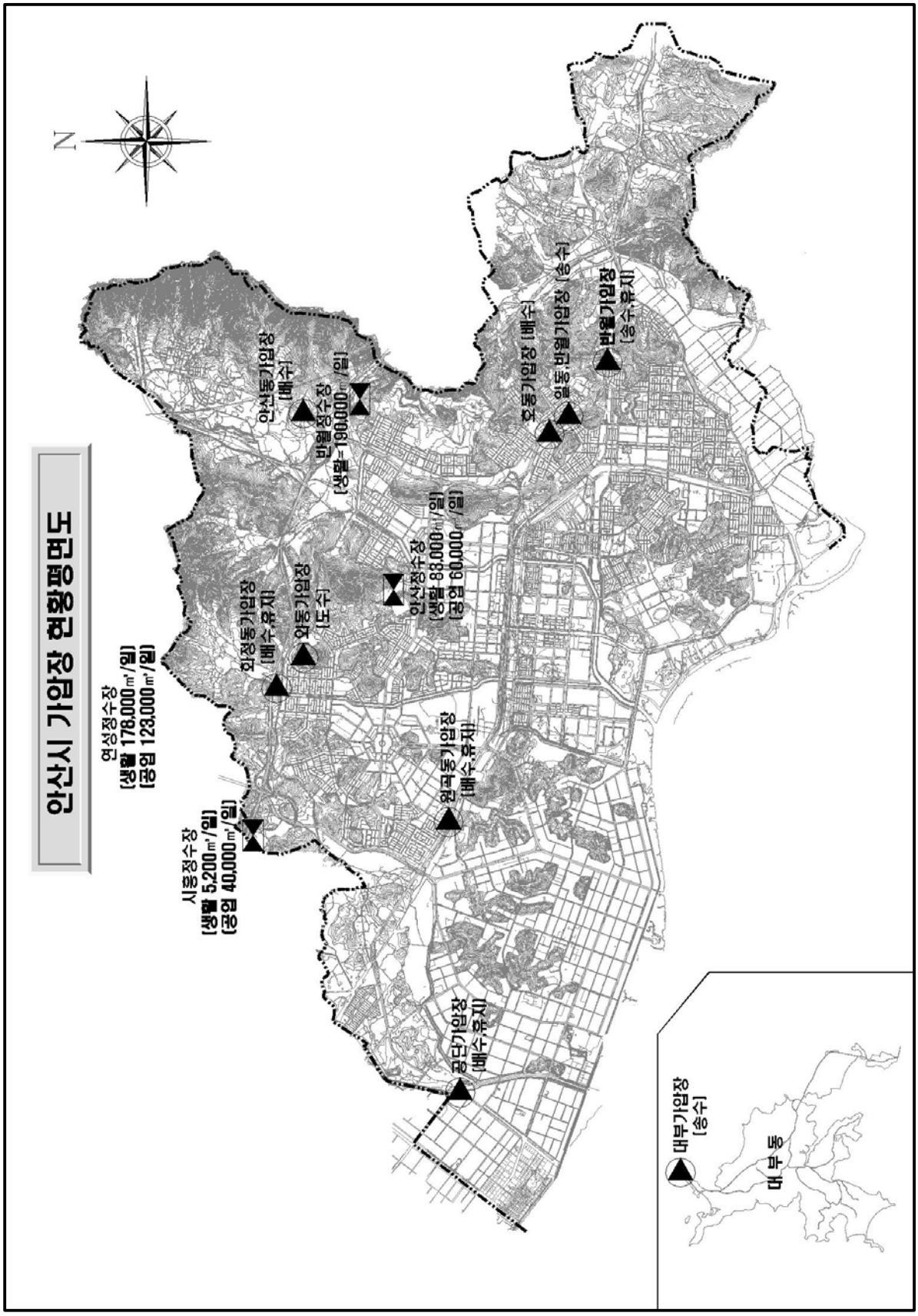
3.6.2 가압장 시설계획

가. 가압장 시설현황

안산시는 광역 4단계 원수를 안산정수장으로 도수하기 위한 도수가압장인 와동가압장과 연성정수장내 송수펌프, 일동·반월가압장, 대부가압장등의 송수가압 시설을 비롯하여 기타 취락지역과 고지대를 등에 용수공급을 위한 소규모 가압시설이 있으며, 2007년 말 현재 공단가압장, 반월가압장, 원곡동가압장, 화정동가압장은 휴지상태로 현재 가동이 중단 되어 있다.

<표 4.3-71> 가압장시설 현황

구 분			위 치	시설용량 (㎥/일)	펌프규격	흡입방식	비 고
도수가압장	와동가압장		와동 산88-2	83,000	15.3㎥/분×55mH 260kW×5(1)	직 결 식	
송수 가압장	일동, 반월 가압장	일동	일동 710	10,580	7.35㎥/분×55mH 110kW×2(1)	직 결 식	
		반월		16,010	5.56㎥/분×55mH 120kW×2(1) 7.5㎥/분×45mH 110kW×1		
	반월가압장		팔곡동 산41	6,700	5.0㎥/분×50mH 45kW×3(1)	흡수정식	휴지
	대부가압장		대부북동 1848-6	25,000	5.78㎥/분×109mH 190kW×2(1) 8.68㎥/분×40mH 110kW×2(1)	흡수정/ 인라인	2009년 시설개량
배수 가압장	원곡동가압장		원곡동 841-2	7,860	3.20㎥/분×40mH 22kW×3(1)	흡수정식	휴지
	화정동가압장		선부동 1107-8	350	0.24㎥/분×50mH 3.7kW×2(1)	직 결 식	휴지
	안산동가압장		부곡동 산51-4	5,400	3.75㎥/분×40mH 45kW×2(1)	직 결 식	
	호동가압장		일동 606	2,200	15.3㎥/분×50mH 30kW×2(1)	직 결 식	
	공단가압장		성곡동 692	3,850	3.16㎥/분×20mH 22kW×3(1) 2.67㎥/분×20mH 19kW×3(1)	직 결 식	휴지



<그림 4.3-37> 가압장 위치현황도

3.6.3 송수가압장 시설계획

송수가압장은 정수처리 과정을 거쳐 생산된 정수를 펌프압을 이용하여 목적지인 배수지까지 이송시키는 시설로서 생산과 송수의 수평형이 조화될 수 있어야 한다. 또한, 송수가압장의 설치여부는 송수시점의 동수두와 배수지의 착수점 동수두를 검토하여 가압장 계획을 수립하여야 한다.

본 계획에서의 송수가압장시설은 『3.1.4 급·배수 분할계획』 편과 『3.3 송수관로 계획』 편에서 검토한 송수체계를 바탕으로 각 배수구역별 장래 용수수요량을 적용한 송수관로의 수리계산 결과에 의하여 펌프용량 및 양정 중심으로 송수가압장의 확장 필요를 검토하였으며, 급수불량지역의 출수불량 및 정수장 및 배수지 수계별 안정적 용수공급의 위해 성포가압장의 신설 계획과 안산동가압장의 송수가압장으로의 용도전환을 계획하였고, 일부 소규모 가압시설은 배수구역수계 조정으로 폐지하는 것으로 계획하였다.

따라서 용수공급계통의 전화 및 송·배수방식의 개량에 따라 일부시설은 가동중단이 예상되므로 본 계획에서는 장래시설 휴·폐지 시설은 제외하였다.

가. 연성정수장 송수펌프

송수관로 수리검토 결과 생활, 공업용수 송수펌프는 용량 및 양정 모두 문제가 없는 것으로 검토되다.

나. 일동 · 반월가압장 송수펌프

일동·반월 송수가압장의 기존 송수펌프는 라인 가압펌프 양정 계획 시 전단 동수두를 고려하지 않고 계획되어 배수지 착수점 잔류수두가 과다하여 운영상의 문제점을 야기하였다. 따라서 현재는 이러한 문제점을 개선하고자 임펠러 외경을 변경하여 펌프양정을 낮추어 운전 중이다.

한편 장래 용수공급계통 전환에 따른 배수구역 용수수요량의 증가로 현재의 펌프용량으로는 부족할 것으로 예상되나, 반월계통 송수펌프는 기존 5.56㎥/분 용량 펌프 2대가 잦은 고장과 외산으로 수리비용이 과다한 문제점이 있어 7.50㎥/분 용량 펌프로 교체 하도록 하고, 2015년 이후 일동·반월 송수가압장이 비상시설로 전환됨을 고려하여 일동계통의 송수펌프는 다음과 같이 예비펌프 1대를 간헐 운전하여 예비기를 포함한 가동으로 펌프교체 없이 운전하는 것으로 계획하였다.

<표 4.3-72> 일동·반월 송수가압장 계획

구 분	일동가압장		반월가압장	
	기 존	변 경(2015년)	기 존	변 경(2015년)
펌프형식	심정용 수중모터펌프		심정용 수중모터펌프	
구 경 (mm)	D300	-	D300	D250
펌프유량 (㎥/min)	7.35(10,580㎥/일)	10.24(14,752㎥/일)	5.56(8,005㎥/일)	7.50(10,800㎥/일)
펌프양정 (m)	55	26	55	45
정격동력 (kW)	110	-	110	110
회 전 수 (rpm)	3,450(2P)	-	3,450(2P)	-
수 량 (대)	2대 (1대상용,1대예비)	2대 (1대상용,1대간헐)	3대 (1대상용,1대예비)	3대 (1대상용,1대예비)

다. 안산동가압장(송수가압장 전환)

안산동가압장은 현재 안산동지역에 용수를 공급하기 위한 배수가압펌프로 운영중에 있으나 장기 계획에서는 송수가압장으로 전환하는 것으로 계획되어 있어 검토 결과 2025년 기준 펌프용량은 <표 4.3-73>과 같이 검토되었으나, 인버터 설비를 구비하고 있어 운전점 변경을 통해 펌프의 교체 없이 운영이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 펌프의 내구년한이 도래 전까지는 현재의 펌프를 사용하고 장래 안정적 용수공급을 위해 펌프를 교체 시 기존의 펌프에 대한 용량 및 양정을 2.55㎥/분× 50mH × 40kW로 교체하는 것으로 계획하였으며, 펌프의 양정확보를 위한 개량, 교체 및 펌프 수리특성곡선 검토에 따른 운전점 변경등의 세부내용은 『5장 3.송배수시설 개량계획』 편에 상세 검토하여 기술하였다.

<표 4.3-73> 안산동가압장 시설계획

구 분	형 식	전단압력 (kg/cm2)	규 격	동 력(kW)	대 수
기 존	횡축직결형 수중모터펌프	3~4	3.75m3/분×40mH	45	2(1)
계 획	횡축직결형 수중모터펌프양	3~4	2.55m3/분×50mH	40	2(1)

<표 4.3-74> 안산동가압장 검토

구 분	시 설 규 모	비 고
1. 계 획 유 량	•Q = 3,672㎥/일 = 2.55㎥/min	일최대
2. 펌 프 양 정	•실양정 41.4m+손실수두 5.7m+기타손실 2.5m •총양정 49.6m ≒ 50.0m	
3. 펌 프 대 수	•2대 (1대 예비)	총 2대
4. 펌 프 유 량	•Q=2.55㎥/분 · 대	
5. 펌 프 구 경	•$D = 146\sqrt{\frac{Q}{V}} = 146\sqrt{\frac{2.55}{1.5\sim3.0}}$ = ∴펌프구경 D150mm	
6. 펌 프 동 력	• $P = 0.163 \times \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} \times \alpha$ $= 0.163 \times \frac{1\times2.55\times50}{0.75}\times1.4$ = 38.8kw ≒ 40.0kw	

라. 성포가압장(신설)

성포가압장은 급수불량지역 해소를 위해 신설 본오배수지까지 송수하기 가압장으로 성포배수지내에 설치되는 신설 가압장으로 계획유량 및 시설계획은 목표년도인 2025년을 기준하였다

<표 4.3-75> 성포가압장 시설계획

구 분	형 식	규 격	동 력(kW)	대 수	비 고
신 설	양흡입볼트류	17.22㎥/분×54mH	290	4(1)	(1)은 예비

<표 4.3-76> 성포가압장 검토

구 분	시 설 규 모	비 고
1. 계 획 유 량	•Q = 74,372㎥/일 = 51.65㎥/min	일최대
2. 펌 프 양 정	•실양정 37.0m+손실수두 13.6m+기타손실 2.5m •총양정 53.1m ≒ 54.0m	
3. 펌 프 대 수	•4대 (1대 예비)	총 4대
4. 펌 프 유 량	•Q=17.22㎥/분 · 대	
5. 펌 프 구 경	•$D = 146\sqrt{\frac{Q}{V}} = 146\sqrt{\frac{17.22}{1.5\sim3.0}}$ = ∴펌프구경 D400mm	
6. 펌 프 동 력	• $P = 0.163 \times \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} \times \alpha$ $= 0.163 \times \frac{1\times17.22\times54}{0.75}\times1.4$ = 282.9kw ≒ 290.0kw	

3.6.4 배수가압장 시설계획

전항인 『송수가압장 시설계획』에서 검토한 봐와 같이 송수가압장으로 전환되는 안산동 가압장을 외의 현재 운영중인 배수가압장 중 호동가압장은 반월배수지 배수구역으로 전환되면서 가압장 없이도 배수구역에 용수공급이 가능하여 폐지토록 계획하였고, 화정동 가압장 역시 폐지하는 것으로 계획하여 별도의 시설용량 검토는 수행하지 않았다.

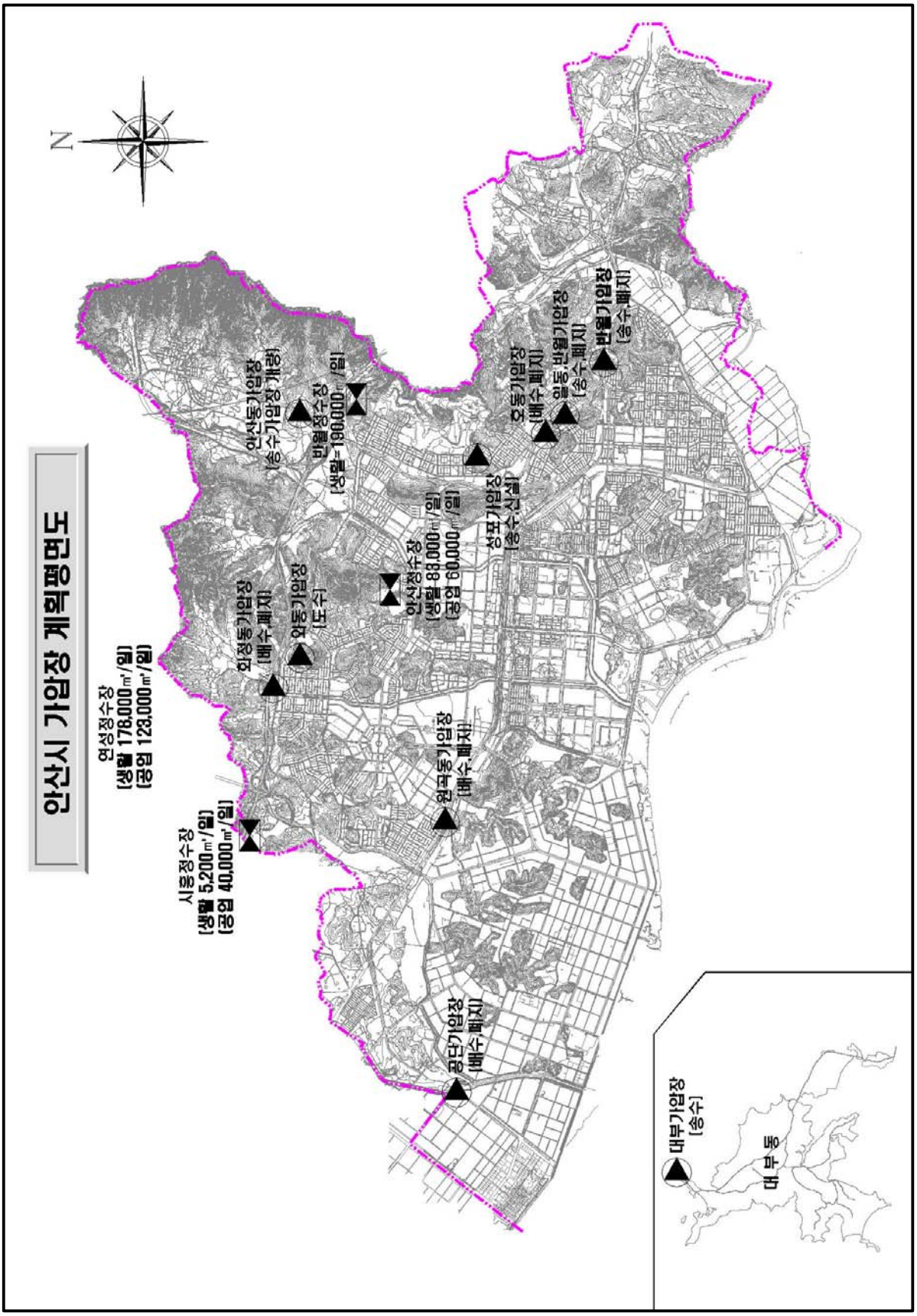
3.6.5 가압장 계획 종합

가압장은 수도시설중 최대의 동력을 필요로 하며, 운전비용이 많이 소요되므로 신뢰성과 경제성, 안전성이 높고 계획수량을 만족해야 하며, 관로시스템을 고려하여 계획을 수립해야 한다.

따라서, 본 계획에서 계획한 공급계통의 수계전환과 급·배수구역 분할, 공급량 계획, 송수관로 및 배수지 계획을 검토하고, 계획관망 수리해석에 의한 배수관로 계획 등을 종합적으로 계획한 결과 단계적으로 성포배수지내 성포가압장(75,000㎥/일) 1개소를 신설하고, 안산동가압장(5,400㎥/일) 1개소는 기존 배수가압장을 송수가압장으로 용도를 전환하여 운영하는 것으로 계획하였다.

<표 4.3-77> 가압장시설 계획

구 분			위 치	시설용량 (㎥/일)	펌프규격	흡입방식	비 고
도수 가압장	와동가압장		와동 산88-2	83,000	15.3㎥/분×55mH 260kW×5(1)	직 결 식	
송수 가압장	일동, 반월 가압장	일동	일동 710	10,580	7.35㎥/분×55mH 110kW×2(1)	직 결 식	2015년 이후 폐지
		반월		21,600	7.5㎥/분×45mH 110kW×3(1)		
	반월가압장		팔곡동 산41	6,700	5.0㎥/분×50mH 45kW×3(1)	직 결 식	2010년 폐지
	대부가압장		대부북동 1848-6	25,000	5.78㎥/분×109mH 190kW×2(1) 8.68㎥/분×40mH 110kW×2(1)	흡수정/ 인라인	
	성포가압장		성포배수지 내	75,000	17.2㎥/분×54mH 240kW×4(1)	흡수정식	2015년 신설
배수 가압장	원곡동가압장		원곡동 841-2	7,860	3.20㎥/분×40mH 22kW×3(1)	흡수정식	2010년 폐지
	화정동가압장		선부동 1107-8	350	0.24㎥/분×50mH 3.7kW×2(1)	직 결 식	2010년 폐지
	안산동가압장		부곡동 산51-4	5,400	3.75㎥/분×40mH 45kW×2(1)	직 결 식	2015년이후 송수펌프 전환
	호동가압장		일동 606	2,200	15.3㎥/분×50mH 30kW×2(1)	직 결 식	2010년 폐지
	공단가압장		성곡동 692	3,850	3.16㎥/분×20mH 22kW×3(1) 2.67㎥/분×20mH 19kW×3(1)	직 결 식	2010년 폐지



<그림 4.3-37> 가압장 계획평면도

제5장 시설개량계획

1. 자료수집 및 평가

2. 정수시설

3. 배출수 처리시설

4. 송·배수 시설

5. 유량계 등 설비 및 시스템 개량계획

6. 시설의 폐지 또는 휴지

제5장 시설개량계획

1. 자료수집 및 평가

안산시 기존 수도시설에 대해 시설자료, 운영시스템 자료를 수집하여 평가하였으며 이를 바탕으로 시설개량계획을 수립하였다.

1.1 수질자료 수집 및 평가

1.1.1 안산정수장

가. 원수 수질 변화

1) 월간현황

호소수(팔당댐)를 원수로 취수하고 있으며, 2006년~2008년 동안의 원수 수질분석결과를 검토한 결과, COD는 1.2~11.0mg/L(평균 2.8mg/L)로 189회 측정 중 9회에 걸쳐 생활환경기준 Ⅱ급을 초과한 것으로 나타났다.

SS는 1.0~33.0mg/L(평균 5.8mg/L)로 강우기 고탁도시에 증가되는 경향을 나타내므로 탁도 관리에 주의가 필요하다.

원수의 경우 Geosmin 0.16～38.78ng/L, 2-MIB 1.01～10.92ng/L로, 알려진 최소감지농도 8ng/L, 5ng/L에 대해 초과하여 나타났다(2009년 7월 1일부터 먹는물 감시항목으로 Geosmin과 2-MIB 추가 지정).

수중의 총 탄소량을 의미하는 TOC 농도는 0.87~3.7㎎/L(평균 2.26㎎/L)로 조사되었다.

<표 5.1-1> 원수수질 월간 현황(2006.1~2008.12)

항목		호소수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	비고
생활환경 Ⅱ 등급	pH	6.5~8.5	7.7	8.9	7.1	114/114	생활환경Ⅵ급
	COD(mg/L)	4 이하	2.8	11.0	1.2	189/189	생활환경Ⅵ급
	SS(mg/L)	5 이하	5.8	33.0	1.0	36/36	생활환경Ⅴ급
	DO(mg/L)	5 이상	10.2	13.5	8.0	36/36	생활환경Ⅰa급
	총대장균군 (MPN/100mL)	1,000이하	58	280	9	25/36	생활환경Ⅰb급
BOD(mg/L)		-	0.94	1.6	0.3	24/24	-

항목	호소수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	비고
불소(mg/L)	-	0.2	0.3	0.2	31/189	-
암모니아성질소(mg/L)	-	0.02	0.24	0.01	147/189	-
질산성질소(mg/L)	-	1.6	2.5	0.8	189/189	-
알루미늄(mg/L)	-	0.25	1.61	0.02	183/189	-
염소이온(mg/L)	-	8	14	3	189/189	-
황산이온(mg/L)	-	12	20	6	189/189	-
구리(mg/L)	-	0.012	0.038	0.002	11/189	-
망간(mg/L)	-	0.011	0.151	0.005	101/189	-
아연(mg/L)	-	0.006	0.030	0.002	86/189	-
철(mg/L)	-	0.14	0.60	0.05	25/36	-
TOC(mg/L)	-	2.55	12.7	0.87	36/36	-
보론(mg/L)	-	0.01	0.01	0.01	2/36	-
Geosmin(ng/L)	-	5.57	38.78	0.16	15/17	-
2-MIB(ng/L)	-	5.33	10.92	1.01	17/17	-

주 1) 호소수질기준 항목 중 표에 게재되지 않은 항목은 모두 불검출임.
2) Geosmin, 2-MIB : 환경부 감시항목으로 추가 지정(2009년 7월 1일부터 시행).

2) 일간현황

최근 3년간 원수 일간 pH는 평균 7.9, 6.7~9.0의 범위를 나타내었다. 원수의 pH가 8.5 이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 15.8%에 해당되므로, pH 조절제로 산제 도입 검토 필요하다(pH 8.0 이상 유입되는 경우는 운영일수의 40.8%에 해당됨).

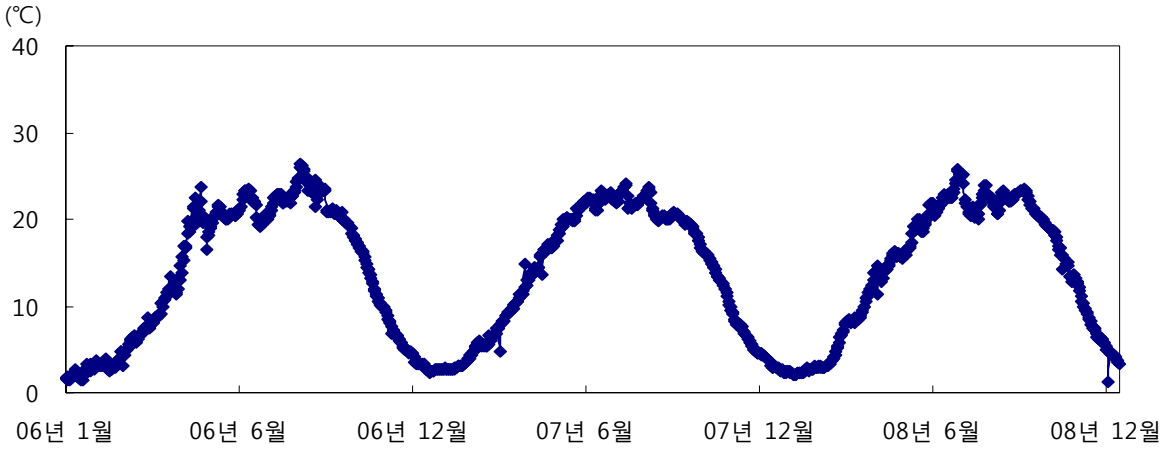
현재 사용하고 있는 응집제 중 PAHCS는 SO_4^{2-}등의 음이온이 포함되어 응집제 과량 주입시의 전하역전 현상을 억제하며, pH 강하 등에도 효과적인 것으로 알려져 있다. 또한, 다소 높은 pH에 대해서도 안정적인 것으로 평가되고 있으나, 최적 pH는 7 부근이므로, 응집의 고도화를 위해서는 pH 조정을 위하여 산제가 필요할 것으로 판단된다.

원수 일간탁도는 평균 11.29NTU(95% 누적탁도 33.00NTU), 최소 1.02NTU, 최대 421.00NTU의 범위를 나타내며, 여름철 강우기에 높은 탁도를 나타내었다.

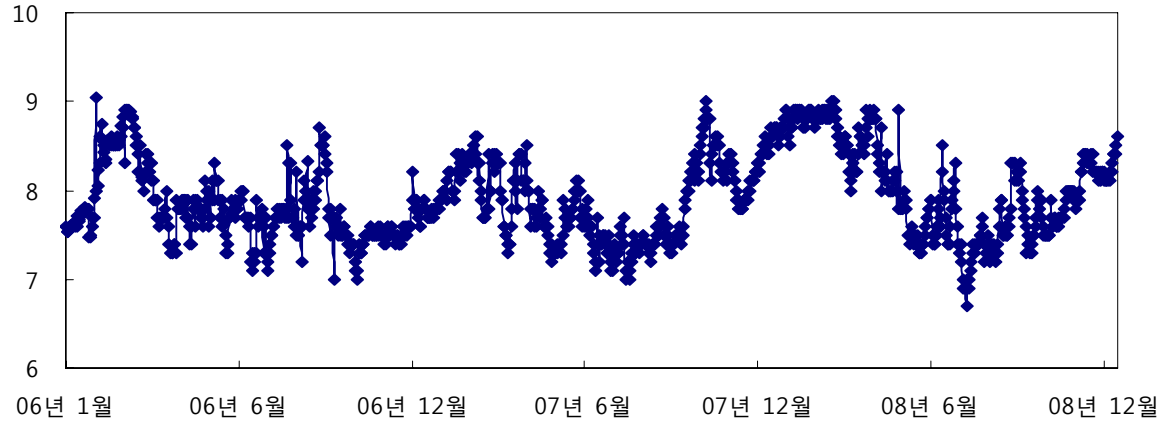
<표 5.1-2> 원수수질 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목	수온(℃)	pH	탁도(NTU)	알칼리도(mg/L)
평 균	13.7	7.9	11.29	43
최 대	26.4	9.0	421.00	83
최 소	1.3	6.7	1.02	17

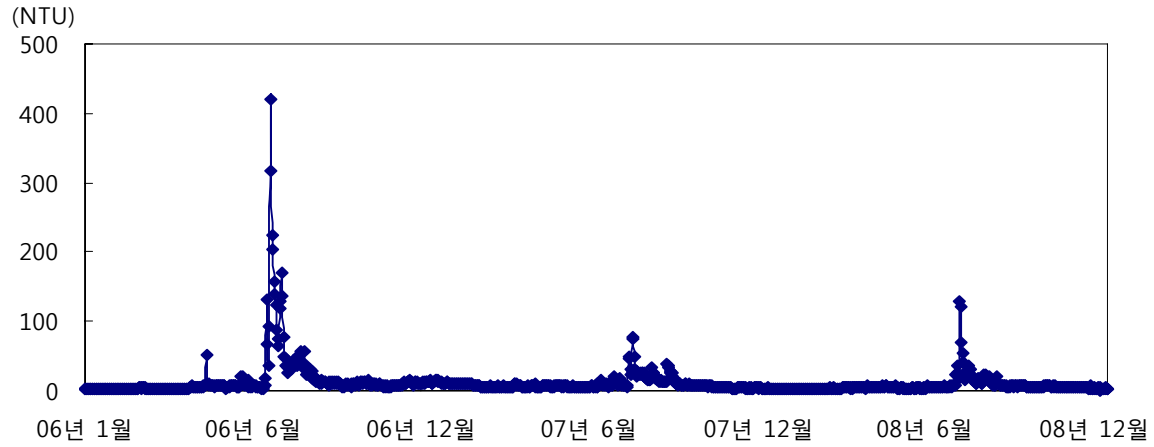
주) 95% 누적탁도 : 33.00NTU



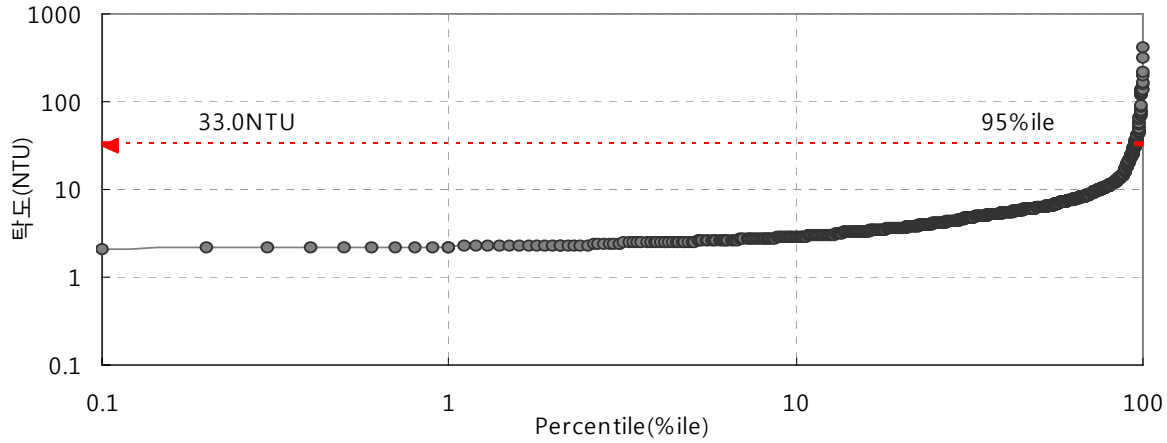
<그림 5.1-1> 원수 수온 일간 현황



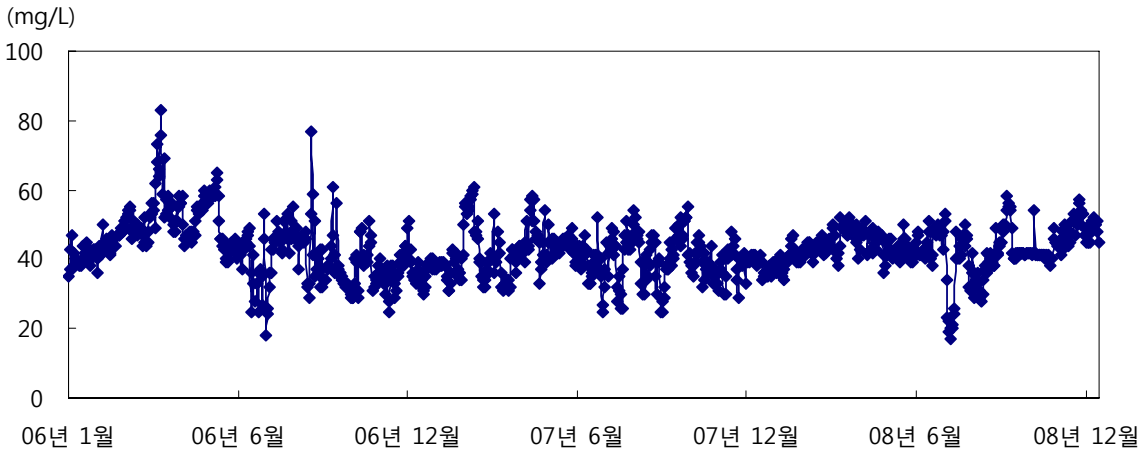
<그림 5.1-2> 원수 pH 일간 현황



<그림 5.1-3> 원수 탁도 일간 현황



<그림 5.1-4> 원수 탁도 누적분포(2006.1~2008.12)



<그림 5.1-5> 원수 알칼리도 일간 현황

다. 정수 수질변화

1) 월간현황

2006년~2008년 동안의 정수에 대한 월간분석 결과, 모든 항목에서 먹는물 수질기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

2009년 7월 1일부터 환경부 감시항목으로 추가된 Geosmin과 2-MIB는 정수처리 후에도 최소감지 농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L에 대하여 초과하여 나타나므로 분말활성탄주입 적정화가 필요하며, 향후 고도처리도입 검토가 필요하다.

<표 5.1-3> 정수수질 월간 현황(2005.1~2008.12)

항 목	수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	검토
불소	1.5mg/L 이하	0.60	1.0	0.1	187/189	적합
암모니아성질소	0.5mg/L 이하	0.01	0.05	0.01	188/48	적합
질산성질소	10mg/L 이하	1.7	2.6	0.8	186/186	적합
보론	0.3mg/L 이하	0.01	0.01	0.01	1/38	적합
총트리할로메탄	0.1 mg/L 이하	0.024	0.048	0.010	190/190	적합
클로로포름	0.08mg/L 이하	0.0175	0.0314	0.0069	37/37	적합
클로랄하이드레이트	0.03mg/L 이하	0.0079	0.0262	0.0009	35/36	적합
디브로모아세토니트릴	0.1mg/L 이하	0.0015	0.0085	0.0005	22/36	적합
디클로로아세토니트릴	0.09mg/L 이하	0.0032	0.0211	0.0007	34/36	적합
트리클로로아세토니트릴	0.004mg/L 이하	0.0013	0.0023	0.0005	13/36	적합
할로아세틱에시드	0.1mg/L 이하	0.0179	0.0427	0.0114	36/36	적합
경도	300mg/L 이하	63	83	35	116/116	적합
과망간산칼륨소비량	10mg/L 이하	1.5	3.8	0.3	189/191	적합
구리	1mg/L 이하	0.011	0.018	0.008	17/191	적합
pH	5.8~8.5	7.2	7.7	6.7	116/116	적합
아연	1mg/L 이하	0.006	0.034	0.002	92/190	적합
염소이온	250mg/L 이하	12	19	5	191/191	적합
증발잔류물	500mg/L 이하	100	185	37	189/189	적합
망간	0.3mg/L 이하	0.009	0.015	0.005	4/191	적합
탁도	0.5NTU 이하	0.08	0.18	0.01	116/116	적합
황산이온	200mg/L 이하	12	20	5	191/191	적합
알루미늄	0.2mg/L 이하	0.06	0.17	0.02	176/191	적합
잔류염소	4.0mg/L 이하	0.76	0.90	0.08	36/36	적합
Geosmin	최소감지농도 8ng/L	5.12	30.35	1.27	10/12	부적합
2-MIB	최소감지농도 5ng/L	5.49	10.82	2.18	11/12	부적합

주 1) 먹는물수질기준 항목 중 표에 게재되지 않은 항목은 불검출임.
2) Geosmin, 2-MIB : 2008년 자료. 환경부 감시항목으로 추가됨(2009년 7월 1일부터 시행)

2) 일간현황

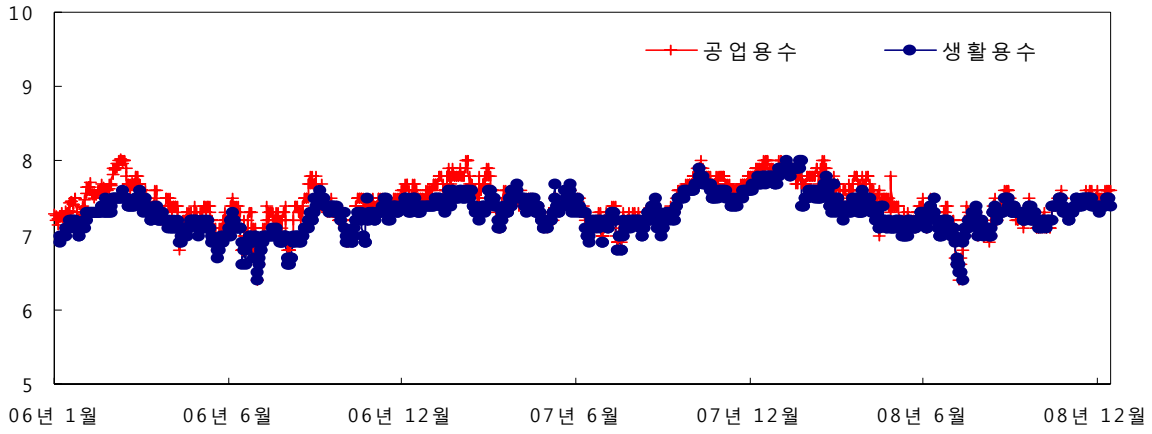
최근 3년간 정수 pH는 생활용수와 공업용수 모두 6.4~8.09의 범위를 나타내었다. 생활용수의 일간 정수탁도는 0.02~0.14NTU(95% 누적탁도 0.06NTU)로서 안정된 수질을 나타내었다. 잔류염소농도는 0.50~1.05mg/L(평균 0.73mg/L)로 나타났다.

공업용수의 일간 정수탁도는 0.34~2.00NTU(평균 0.67NTU)로서, 공업용수 탁도기준 5.0NTU 이하(수자원공사 자체기준, 공업용수 수질에 대한 국내 별도 기준 없음)를 만족하는 것으로 조사되었다.

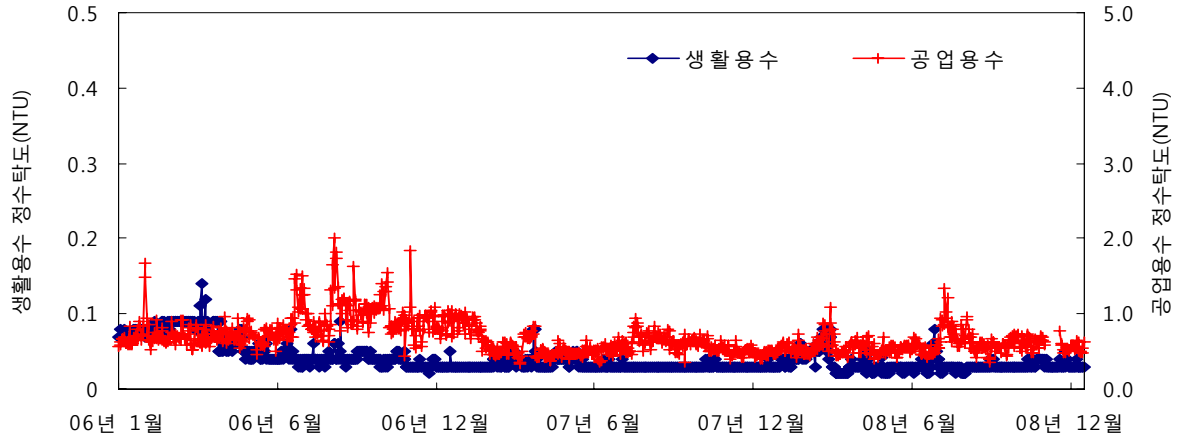
<표 5.1-4> 정수수질 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목	수온(℃)	pH		탁도(NTU)		잔류염소(mg/L)	
	생활용수	생활용수	공업용수	생활용수	공업용수	생활용수	공업용수
평 균	13.5	7.3	7.4	0.04	0.67	0.73	0.003
최 대	25.6	8.0	8.0	0.14	2.00	1.05	0.080
최 소	0.90	6.4	6.4	0.02	0.34	0.50	0.000

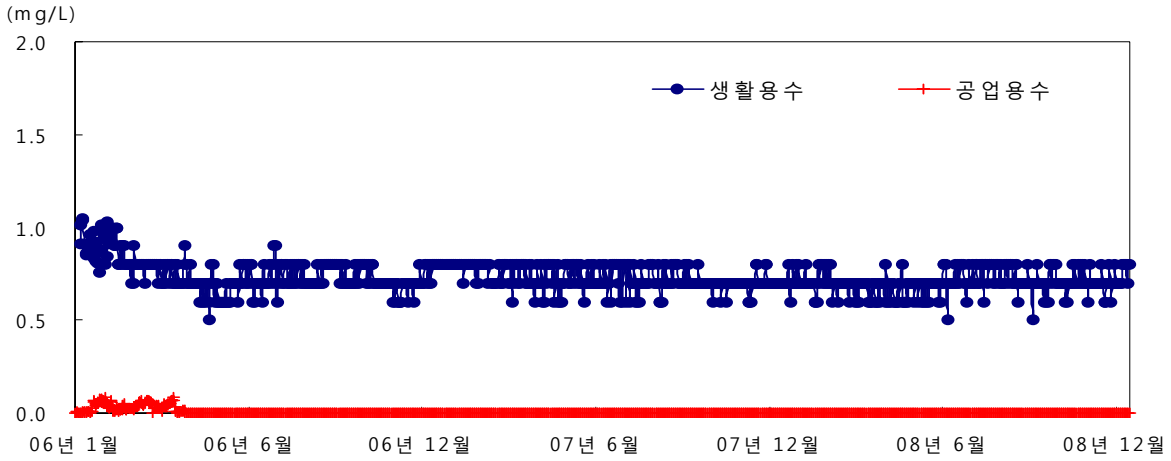
주) 95% 누적탁도 : 생활용수 0.08NTU, 공업용수 1.08NTU



<그림 5.1-6> 정수 pH 일간 현황



<그림 5.1-7> 정수 탁도 일간 현황



<그림 5.1-8> 정수 잔류염소 일간 현황

다. 공정수 수질 현황

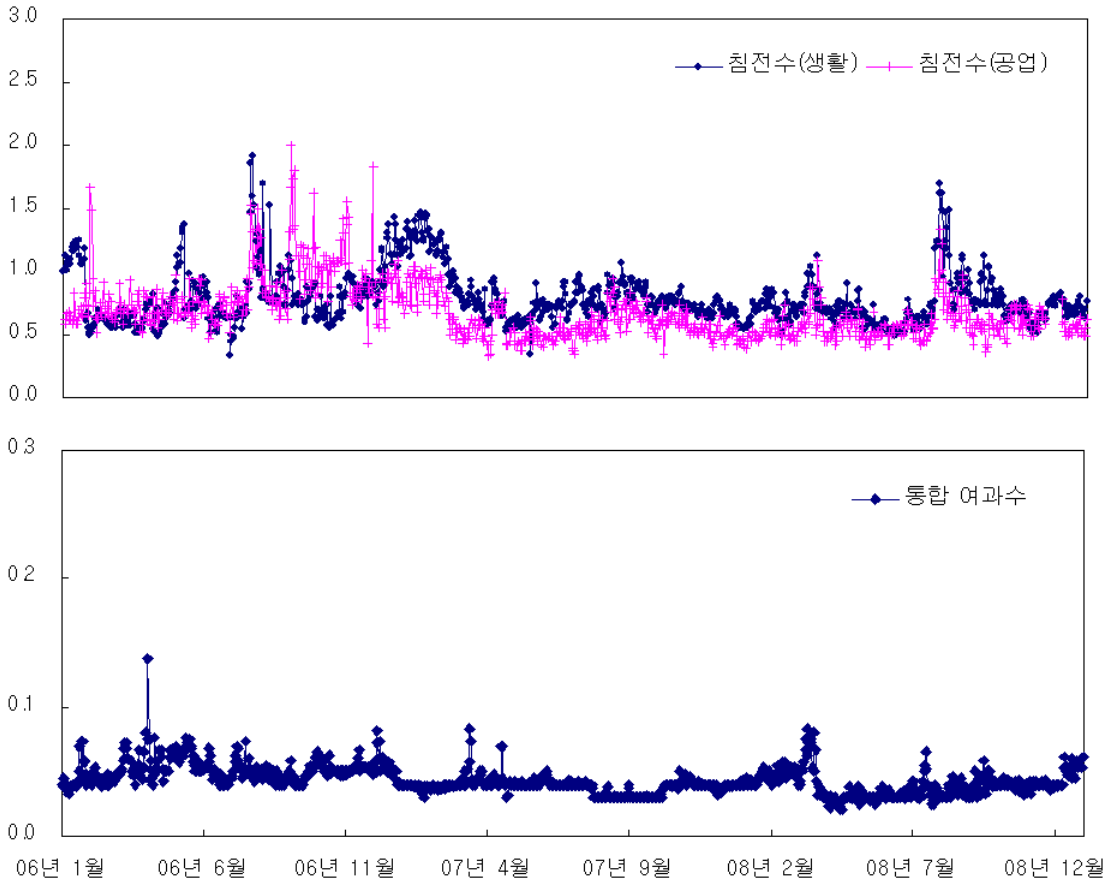
침전수 탁도에 대한 국내 별도 기준은 없으나, 미국 EPA에서는 원수의 탁도가 10NTU 이하에서는 침전수 목표탁도를 1NTU로 제시하고 있으며, 원수의 탁도가 10NTU 초과시에는 침전수 목표탁도를 2NTU로 제시하고 있다.

침전수 탁도는 원수의 탁도와 비슷한 변동양상을 나타내었으나, 생활용수계통은 0.34~1.92NTU(평균 0.79NTU), 공업용수계통은 0.34~2.00NTU(평균 0.67 NTU)로, 원수 기준 평균탁도 제거율은 생활용수 86.8%, 공업용수 88.7%로 조사되었다. EPA에서 제시하는 침전수 목표탁도 내에서 안정적으로 처리되고 있는 것으로 평가되었다. 여과공정의 평균탁도 제거율은 94.2%로, 침전수 탁도가 증가하여도 안정적으로 처리되고 있으며, 지별 여과수 최대탁도는 0.16NTU로, 먹는물 수질기준 및 정수처리기준을 만족하는 것으로 나타났다. 또한, 미국 EPA의 LT2 ESWTR에서는 크립토스포리디움에 대해서 여과지에서 확보할 수 있는 제거율을 얻기 위해서는, 통합여과수에 대해 95% 누적탁도가 0.15NTU를 초과하지 않고, 개별 여과지에 대해 95% 누적탁도가 0.15NTU를, 최대 0.3NTU를 초과하지 않아야 한다는 기준에 대해서도 만족시키고 있는 것으로 나타났다.

<표 5.1-5> 공정수 탁도 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목		탁도(NTU)				제거율(%)		
		평균	최대	최소	95% 누적탁도	평균	최대	최소
원수		11.29	421.00	1.02	33.00	-	-	-
침전수	생활	0.79	1.92	0.34	1.24	86.8%	99.8%	35.3%
	공업	0.67	2.00	0.34	1.08	88.7%	99.8%	25.1%
여과수 (생활)	통합수	0.04	0.14	0.02	0.06	94.2%	98.1%	81.1%
	#1지	0.04	0.13	0.01	0.07	94.4%	99.5%	81.6%
	#2지	0.04	0.12	0.01	0.06	95.1%	99.5%	82.5%
	#3지	0.04	0.10	0.01	0.07	94.0%	99.4%	84.4%
	#4지	0.04	0.14	0.01	0.07	95.1%	99.2%	81.8%
	#5지	0.04	0.16	0.01	0.07	95.2%	99.3%	84.9%
	#6지	0.03	0.16	0.00	0.05	95.5%	99.6%	77.8%
정수	생활	0.04	0.14	0.02	0.08	-	-	-
	공업	0.67	2.00	0.34	1.08	-	-	-

주 1) 침전지 탁도 제거율 : 원수 기준
2) 여과지 탁도 제거율 : 침전수 기준



<그림 5.1-9> 공정수 탁도 일간현황

라. 정수약품 주입율 변화

응집제는 원수의 성상에 따라 PACl(17%), PAHCS(12.5%), PACS(17%)를 선택하여 사용하는 것으로 조사되었다. Jar test를 실시하여 주입량 결정에 반영하고 있으며, 응집제는 유량비례 자동주입 설비에 의해 주입된다. 주입률은 PACl 6.43~24.17ppm, PAHCS 7.90~31.24ppm, PACS 9.00~27.62ppm으로 조사되었으며, 주입율 변동은 탁도의 거동과 유사하게 나타났다. 최근 3년간 응집제별 사용 비율는 PACl 22.5%, PAHCS 66.0%, PACS 11.5%에 해당되었다.

서울시에서 이루어진 연구에 따르면, 조류증식기에 pH가 상승하였을 때, PAHCS는 PACl에 비해 주입율이 커지는 경향이 있으므로, 이에 대한 고려가 필요하며, 조류침전 제거시 PACl 대비 적정주입율이 1.8배 수준까지도 증가되는 것으로 보고하였다.

분말활성탄은 최근 3년간 주입 이력이 없는 것으로 조사되었으나, 원수의 경우 Geosmin 0.16～38.78ng/L, 2-MIB 1.01～10.92ng/L로 나타나, 알려진 최소감지농도 8ng/L, 5ng/L에 대해 초과하여 나타나므로 분말활성탄주입 등의 대책이 필요하다(2009년 7월 1일부터 먹는물 감시항목으로 Geosmin과 2-MIB 추가 지정).

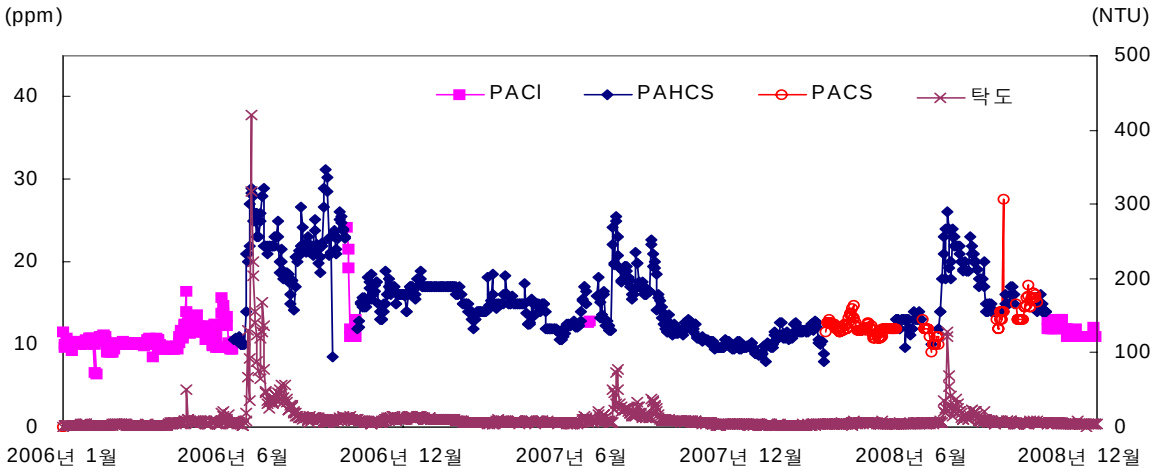
pH 조절제 중 알칼리제로 소석회 주입시설이 설치되어 있으나, 최근 3년간 주입 이력이 없는 것으로 조사되었다. 최근 3년간 원수의 pH 범위는 6.7~9.0, 정수는 6.4~8.0 정도로 나타났다. 응집의 고도화를 위해서는 최적 응집 pH 범위로 알려져 있는 7.0 부근을 만족시킬 수 있도록 산제 도입 검토가 필요하다.

전차염, 중차염, 후차염이 주입되고 있으며, 전차염은 1.1~1.3ppm, 후차염은 0.8~1.2ppm 정도로 주입되고 있는 것으로 조사되었다. 차염주입펌프는 전차염용, 중차염용, 후차염용, 예비용으로 구성되어 있으나, 예비용이 사용되는 경우 사용된 용도가 운영일지에 표기되지 않고 있으므로, 용도별 차염주입률을 파악하기 위해서는 정확한 자료 이력관리가 필요하다.

불화규산은 여과지 유출수로에서 주입하고 있으며, 주입률은 0.42~5.59㎎/L(평균 3.03㎎/L) 범위로 나타났다.

<표 5.1-6> 정수약품주입율 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목		평균	최소	5% 누적	25% 누적	50% 누적	75% 누적	95% 누적	최대	주입 일수
응집제 (ppm)	PACl	10.96	6.43	9.44	10.02	10.61	11.56	13.07	24.17	243
	PAHCS	15.49	7.90	9.65	12.00	15.00	17.85	23.91	31.24	712
	PACS	12.63	9.00	10.76	11.80	12.02	13.00	15.72	27.62	124
불화규산(㎎/L)		3.03	0.42	1.90	2.41	3.04	3.61	4.48	5.59	-



<그림 5.1-10> 응집제 주입율 일간 현황(2006.1~2008.12)

1.1.2 연성정수장

가. 원수 수질변화

1) 월간현황

호소수(팔당댐)를 원수로 취수하고 있으며, 2006년~2008년 동안의 원수 수질분석결과를 검토하였다.

COD는 1.1~7.8㎎/L(평균 2.87㎎/L)로서 2007년 4월에 7.8㎎/L로 최대를 나타내었고, 생활환경Ⅳ급에 해당하였다. 총 189회의 검출횟수중 수질기준인 4㎎/L를 초과한 경우는 12회였다. SS는 1.0~ 29.0(평균 6.8)㎎/L로 생활환경Ⅴ급에 해당하는 것으로 나타났다.

Geosmin은 1.02~26.19ng/L, 2-MIB는 0.96~19.91ng/L로, 최소감지 농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L에 대하여 초과하여 나타나므로 분말활성탄주입 등의 대책이 필요하다(2009년 7월 1일부터 먹는물 감시항목으로 Geosmin과 2-MIB 추가 지정).

수중의 총 탄소량을 의미하는 TOC 농도는 1.02~4.0㎎/L(평균 2.32㎎/L)로 나타났다.

<표 5.1-7> 원수수질 월간 현황(2006.1~2008.12)

항목		호소수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	비고
생활환경 II 등급	pH	6.5~8.5	7.7	8.8	7.0	76/76	생활환경Ⅵ급
	COD	4 ㎎/L이하	2.87	7.80	1.10	189/189	생활환경Ⅳ급
	SS	5 ㎎/L이하	6.8	29.0	1.0	36/36	생활환경Ⅴ급
	DO	5 ㎎/L이상	10.4	13.5	8.7	27/27	생활환경Ⅰa급
	총대장균군 (MPN/100mL)	1,000 이하	171	920	8	25/36	생활환경Ⅱ급
BOD(㎎/L)		-	2.0	9.0	0.3	33/33	-
불소(㎎/L)		-	0.22	0.30	0.20	31/187	-
암모니아성질소(㎎/L)		-	0.03	0.16	0.01	163/188	-
질산성질소(㎎/L)		-	1.58	2.30	0.30	188/188	-
알루미늄(㎎/L)		-	0.26	3.39	0.02	186/190	-
염소이온(㎎/L)		-	7.2	14.0	2.0	189/189	-
황산이온(㎎/L)		-	11.2	20.0	5.0	189/189	-
구리(㎎/L)		-	0.019	0.064	0.009	13/189	-
망간(㎎/L)		-	0.016	0.402	0.003	104/189	-
아연(㎎/L)		-	0.010	0.252	0.002	89/189	-
철(㎎/L)		-	0.14	0.63	0.05	25/37	-
총유기탄소(㎎/L)		-	2.32	4.00	1.02	37/37	-

항목	호소수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	비고
보론(㎎/L)	-	0.01	0.01	0.01	5/37	-
Geosmin(ng/L)	-	5.9	26.2	1.0	20/23	-
2-MIB(ng/L)	-	8.61	19.91	0.96	22/23	-
클로로포름(㎎/L)	-	0.002	0.004	0.001	5/9	-

주 1) 호소수질기준 항목 중 표에 게재되지 않은 항목은 모두 불검출임.
2) Geosmin, 2-MIB : 환경부 감시항목으로 추가 지정(2009년 7월 1일부터 시행)

2) 일간현황

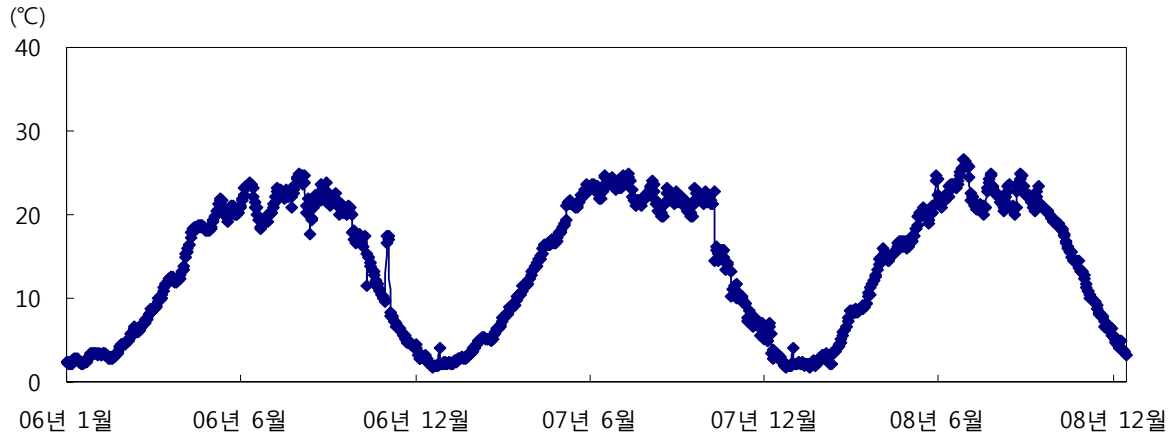
원수 일간탁도는 평균 12.89NTU로 0.11~600.0NTU의 범위를 나타내며, 여름철 강우기에 높은 탁도를 나타내며, 95% 누적탁도는 40.89NTU로 조사되었다.

원수 일간 pH는 평균 7.7로 6.3~9.3의 범위를 나타내었다. 원수의 pH가 8.5이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 5.2%(pH 8.0이상으로 유입되는 경우는 운영일수의 17.5%)에 해당되므로, pH 조절제로 산제 도입 검토가 필요 하다. 또한 pH 7.0이하가 25일(2.28%), pH 6.5이하가 1일(0.09%)로서 2008년 7월에 최소인 pH 6.3을 나타내었고, 이때 알칼리도는 최소 알칼리도인 16㎎/L로 조사되었다. 착수정 전단에 NaOH주입 설비가 있으므로 저pH시 NaOH주입 필요를 검토하여 응집 pH를 최적화하는 것이 바람직하다.

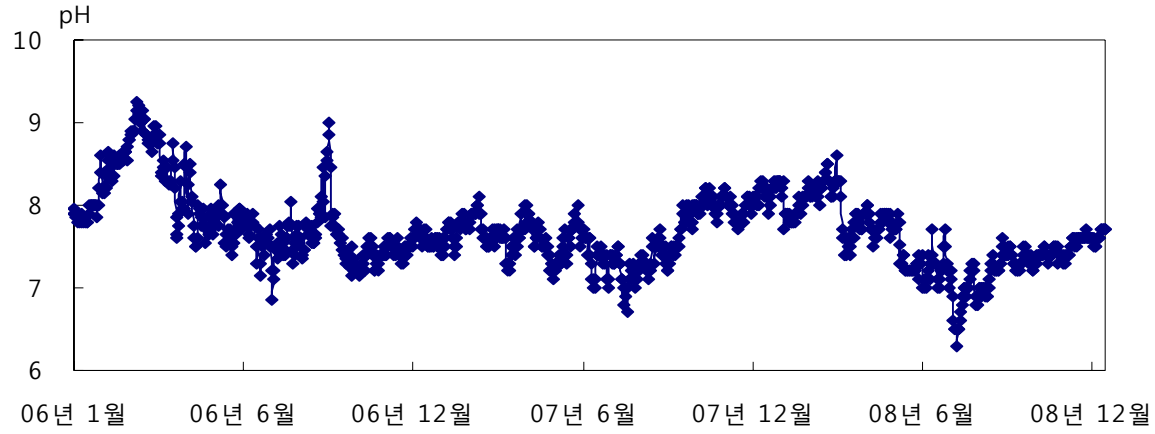
<표 5.1-8> 원수수질 일간 현황(2005.1~2007.12)

항 목	수온(℃)	pH	탁도(NTU)	알칼리도(㎎/L)
평 균	14.0	7.7	12.89	43
최 대	26.6	9.3	600.00	70
최 소	1.7	6.3	0.95	16

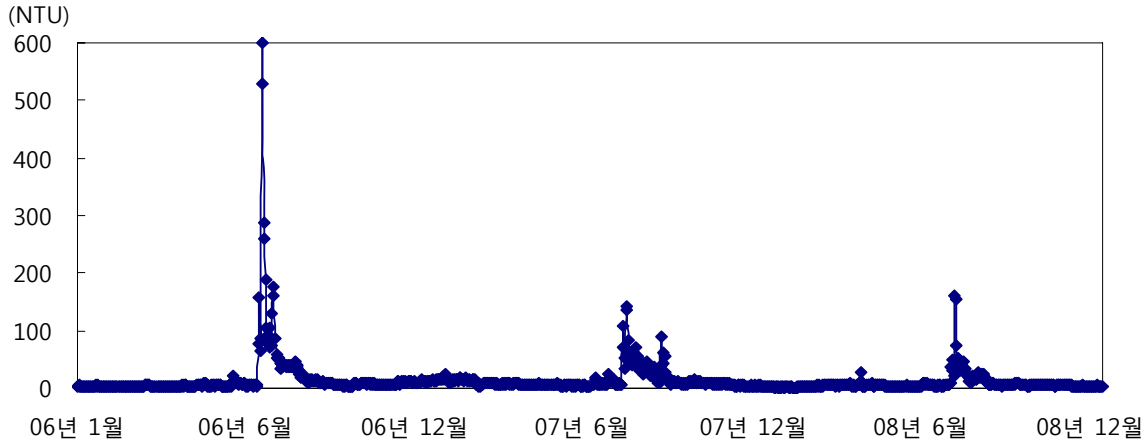
주) 95% 누적탁도 : 40.89NTU



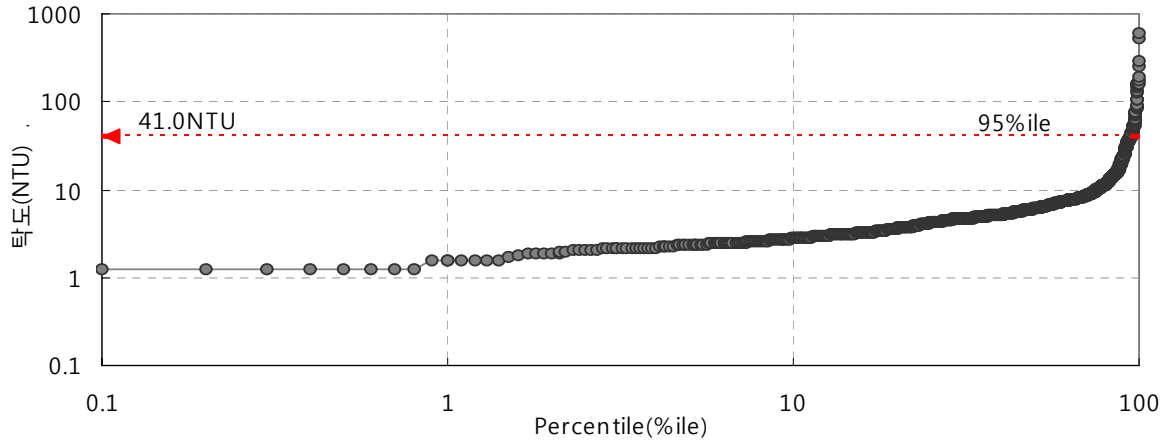
<그림 5.1-11> 원수 수온 일간 현황



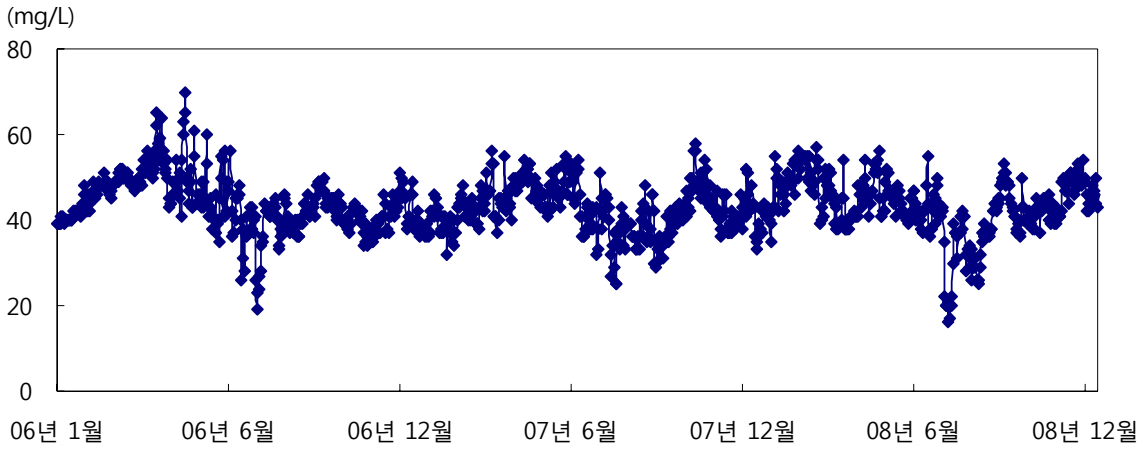
<그림 5.1-12> 원수 pH 일간 현황



<그림 5.1-13> 원수 탁도 일간 현황



<그림 5.1-14> 원수 탁도 누적분포(2006.1~2008.12)



<그림 5.1-15> 원수 알칼리도 일간 현황

나. 정수 수질변화

1) 월간현황

2006~2008년 동안의 정수에 대한 월간분석 결과, 모든 항목에서 먹는물 수질기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

Geosmin과 2-MIB는 정수처리 후에도 최소감지 농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L에 대하여 초과하여 나타나므로 분말활성탄주입 적정화가 필요하며, 향후 고도처리도입 검토가 필요하다(2009년 7월 1일부터 먹는물 감시항목으로 Geosmin과 2-MIB 추가 지정).

정수수질 월간 현황(2006.1~2008.12)

항 목	수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	검토
불소	1.5㎎/l 이하	0.78	1.20	0.40	188/188	적합
암모니아성질소	0.5㎎/l 이하	0.01	0.04	0.01	113/188	적합
질산성질소	10㎎/l 이하	1.60	2.30	0.80	184/184	적합
보론	0.3㎎/l 이하	0.01	0.01	0.01	12/36	적합
총트리할로메탄	0.1㎎/l 이하	0.027	0.047	0.010	188/188	적합
클로로포름	0.08㎎/l 이하	0.0208	0.0349	0.0065	36/36	적합
클로랄하이드레이트	0.03㎎/l 이하	0.009	0.024	0.001	35/36	적합
디브로모아세토니트릴	0.1㎎/l 이하	0.002	0.012	0.001	30/36	적합
디클로로아세토니트릴	0.09㎎/l 이하	0.003	0.005	0.001	35/37	적합
트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/l 이하	0.0013	0.0025	0.0005	16/36	적합
할로아세틱에시드	0.1㎎/l 이하	0.019	0.032	0.010	36/36	적합
경도	300㎎/l 이하	63.56	88.00	29.00	80/80	적합
과망간산칼륨소비량	10㎎/l 이하	1.62	3.50	0.60	188/188	적합

항 목	수질기준	평균	최대	최소	검출횟수	검토
구리	1㎎/l 이하	0.01	0.02	0.01	81/188	적합
pH	5.8~~8.5	7.26	7.60	6.60	80/80	적합
아연	1㎎/l 이하	0.008	0.252	0.002	184/188	적합
염소이온	250㎎/l 이하	10.84	17.00	4.00	187/188	적합
증발잔류물	500㎎/l 이하	96.35	180.00	9.00	188/188	적합
철	0.3㎎/l 이하	0.06	0.06	0.06	4/34	적합
탁도	0.5NTU 이하	0.09	0.15	0.04	80/80	적합
황산이온	200㎎/l 이하	11.51	19.00	5.00	188/188	적합
알루미늄	0.2㎎/l 이하	0.06	0.16	0.02	170/188	적합
잔류염소	0.2㎎/l 이상	0.77	0.90	0.60	36/36	적합
색도	5도 이하	1.00	1.00	1.00	14/36	적합
Geosmin(ng/L)	-	4.63	9.74	0.98	10/11	적합
2-MIB(ng/L)	-	10.70	21.56	2.85	11/11	부적합

주 1) 먹는물수질기준 항목 중 표에 개재되지 않은 항목은 불검출임.
2) Geosmin, 2-MIB : 환경부 감시항목으로 추가 지정(2009년 7월 1일부터 시행)

2) 일간현황

정수 pH는 평균 7.3(6.1~8.1)이었으며, 잔류염소는 평균 0.74㎎/L(0.49~1.04㎎/L)로 나타났다.

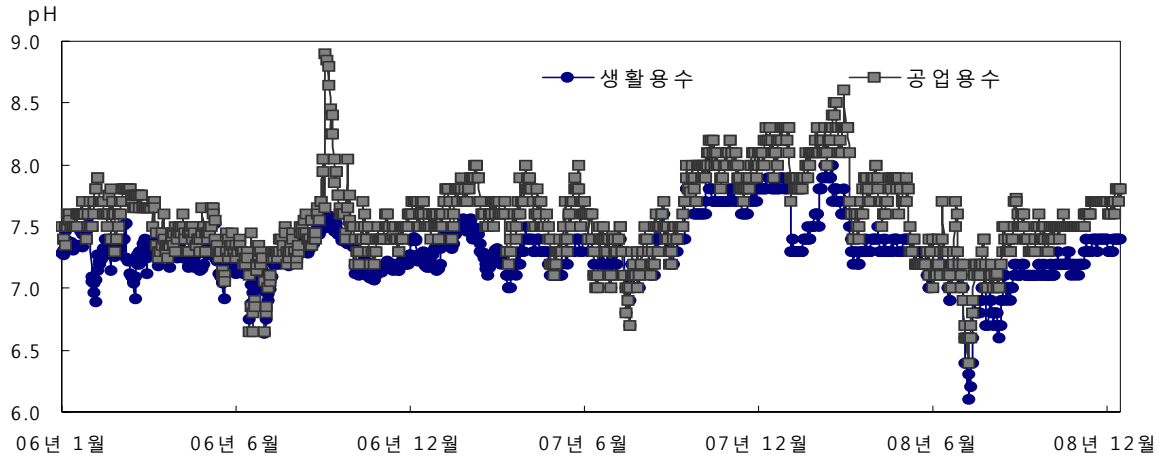
탁도 관리는 크립토스포리디움, *Giardia* 등 원생동물에 대한 안정성확보를 위하여 중요하다. 생활용수의 일간 정수탁도는 평균 0.08NTU(0.03~0.50NTU), 95% 누적탁도는 0.16NTU로 안정된 수질을 나타내며, 먹는물수질기준(0.5NTU 이하) 및 정수처리기준의 0.3NTU 이하를 만족하지만 최대탁도가 0.5NTU로 먹는물 수질기준에 근접하므로, 응집약품 및 급속혼화, 여과지 운영 등을 통해 정수탁도 관리에 유의하여야 한다.

공업용수의 일간 정수탁도는 0.14~3.81NTU(평균 0.68NTU)로 공업용수 탁도기준 5.0NTU 이하(수자원공사 자체기준, 공업용수 수질에 대한 국내 별도 기준 없음)를 만족하는 것으로 나타났다.

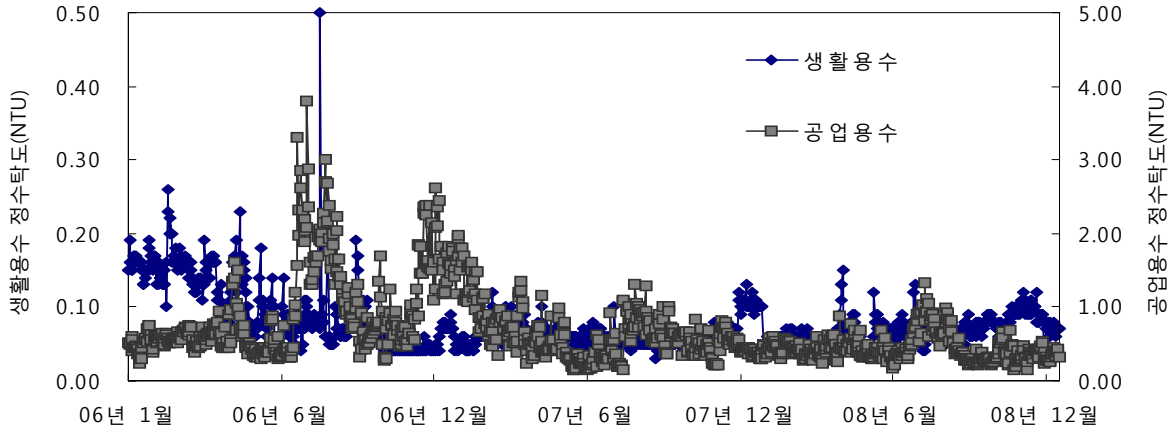
<표 5.1-9> 정수수질 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목	수온(℃)	pH		탁도(NTU)		잔류염소(㎎/L)
	생활용수	생활용수	공업용수	생활용수	공업용수	생활용수
평 균	14.1	7.3	7.6	0.08	0.68	0.74
최 대	26.3	8.1	8.9	0.50	3.81	1.04
최 소	1.6	6.1	6.4	0.03	0.14	0.49

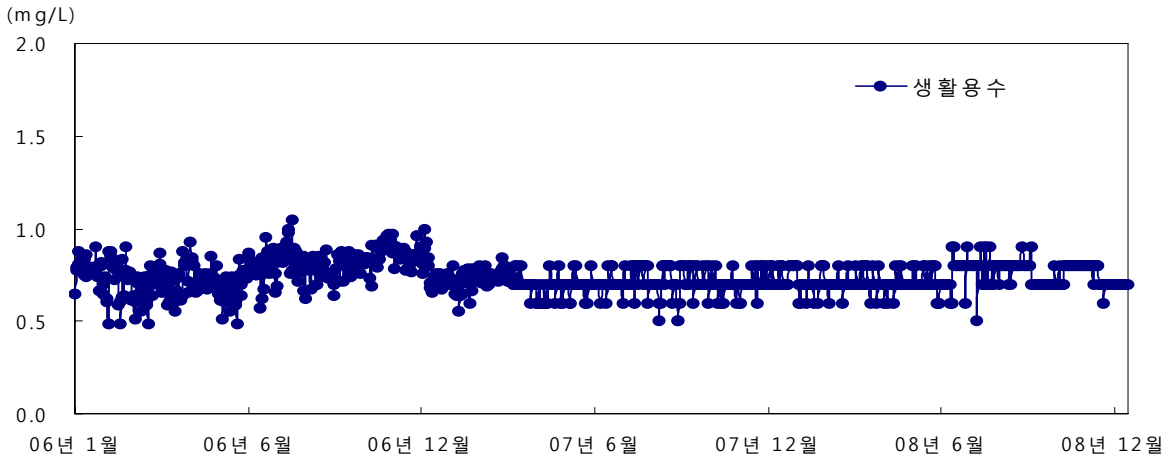
주) 95% 누적탁도 : 생활용수 0.16NTU, 공업용수 1.80NTU



<그림 5.1-16> 정수 pH 일간 현황



<그림 5.1-17> 정수 탁도 일간 현황



<그림 5.1-18> 정수 잔류염소 일간 현황

다. 공정수 수질변화

침전수 탁도에 대한 국내 별도 기준은 없으나, 미국 EPA에서는 원수의 탁도가 10NTU 이하에서는 침전수 목표탁도를 1NTU로 제시하고 있으며, 원수의 탁도가 10NTU 이상에서는 침전수 목표탁도를 2NTU로 제시하고 있다.

침전수 탁도는 생활용수계통은 0.11~1.45NTU(평균 0.47NTU), 공업용수계통은 0.14~3.81NTU(평균 0.68NTU)로 나타났으며, 원수 기준 평균탁도 제거율은 생활용수 92.8%, 공업용수 89.8%로 조사되었다. 생활용수계통은 EPA에서 제시하는 침전수 목표탁도 내에서 안정적으로 처리되고 있는 것으로 평가되었다.

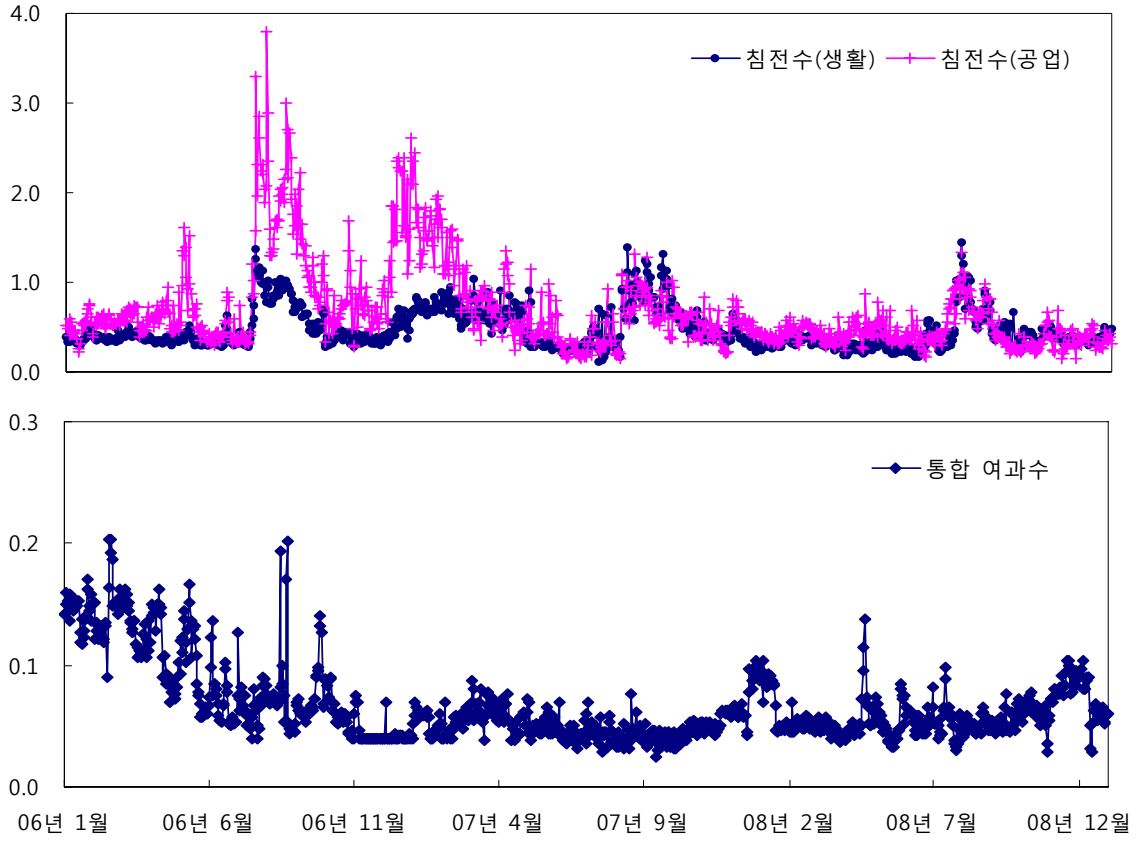
공업용수계통 침전수 탁도는 회수수에 별도의 약품주입 없이 공업용수계통 혼화지로 유입되고, 첨두유량에서 위어하부상승유속이 기준을 초과하는 등 침전지 수리조건이 생활계통에 비해 불리하여 생활용수계통의 침전수에 비해 높은 것으로 조사되었다. 수자원공사 침전수 탁도 기준인 5NTU는 만족하지만, 회수수에 별도의 약품주입을 통한 공정의 최적화가 필요하다.

여과공정의 평균탁도 제거율은 83.1%였으며, 여과수 최대탁도는 0.20NTU로 먹는물 수질기준 및 정수처리기준을 만족하는 것으로 나타났다. 또한, 미국 EPA의 LT2 ESWTR에서는, 크립토스포리디움에 대해서 여과지에서 확보할 수 있는 제거율을 얻기 위한 통합여과수의 95% 누적탁도로 0.15NTU를 초과하지 않고, 개별 여과지에 대해 95% 누적탁도가 0.15NTU를 최대 0.3NTU를 초과하지 않아야 한다고 규정하고 있으며, 이에 대해서 여과수 95% 누적탁도가 0.15NTU로 만족하는 것으로 조사되었다.

<표 5.1-10> 공정수 탁도 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목		탁도(NTU)				제거율(%)		
		평균	최대	최소	95%누적	평균	최대	최소
원수		12.89	600.00	0.95	40.89	-	-	-
침전수	생활	0.47	1.45	0.11	0.95	92.8%	99.9%	63.2%
	공업	0.68	3.81	0.14	1.77	89.8%	99.8%	54.4%
여과수(생활)		0.07	0.20	0.03	0.15	83.1%	97.6%	41.9%
정수	생활	0.08	0.50	0.03	0.16	-	-	-
	공업	0.68	3.81	0.14	1.77	-	-	-

주 1) 침전지 탁도 제거율 : 원수기준
2) 여과지 탁도 제거율 : 침전수 기준



<그림 5.1-19> 공정수 탁도 일간 현황(2006.1~2008.12)

라. 정수약품 주입율 변화

응집제는 PACl(17%), PAHCS(12.5%), PACS(17%)가 사용되었으며, PACS는 주입일수가 3년 중 6일 뿐이었고, PAHCS(723일)와 PACl(388일)이 주로 주입된 것으로 조사 되었다. 가장 많이 사용된 PAHCS의 주입율 변동은 탁도의 거동과 유사하며, 주입율은 1.16~50ppm(평균 14.12ppm)을 나타내고 있다. 약품은 원수수질인자에 따른 유량비례 자동주입 방식으로 주입되고 있다.

NaOH는 착수정 유입부에 주입설비가 있으나, 2006년부터 2008년까지의 주입되지 않은 것으로 조사되었다. 원수기준으로 pH 6.5이하가 1일(0.09%), pH 7.0이하가 25일(2.28%)이고, 정수기준(생활용수계통)으로 pH 6.5이하가 8일(0.73%), pH7.0이하가 57일(5.2%)로 나타났다. 착수정 전단에 NaOH주입 설비가 있으므로 저pH시 NaOH주입 필요를 검토하여 응집 pH를 최적화 하는 것이 바람직하다.

분말활성탄은 혼화지 유출부(생활용수계통만)에서 주입되고 있으나, 2006년~2007년에는 주입되지 않았고, 2008년에는 약 15일정도 주입된 것으로 조사되었다. 2-MIB와 Geosmin이 각각 10.70ng/L, 4.63ng/L 이므로 분말활성탄을 적정주입하고, 향후 고도

처리도입 검토가 필요하다.

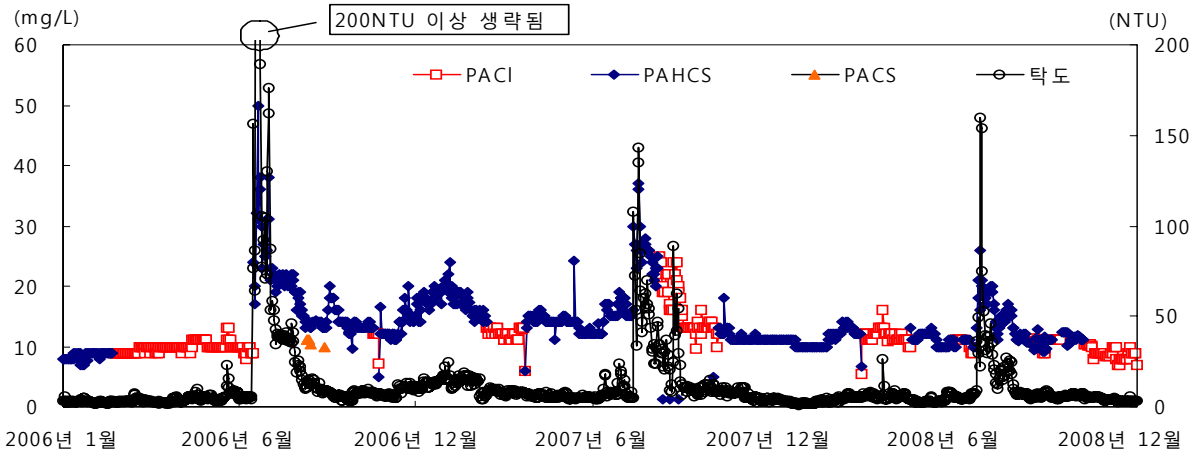
불화규산는 3년 중 1,042일간 주입되었고, 주입율은 0.94~5.75㎎/L(평균 3.46㎎/L)로 주입되었다.

전염소와 후염소가 적용되고 있으며, 2007년에서 2008년의 2년간 자료를 분석하였다. 전염소는 0.70~2.60㎎/L(평균 1.37㎎/L), 후염소는 0.30~1.90㎎/L(평균 0.85㎎/L)로 주입된 것으로 나타났다.

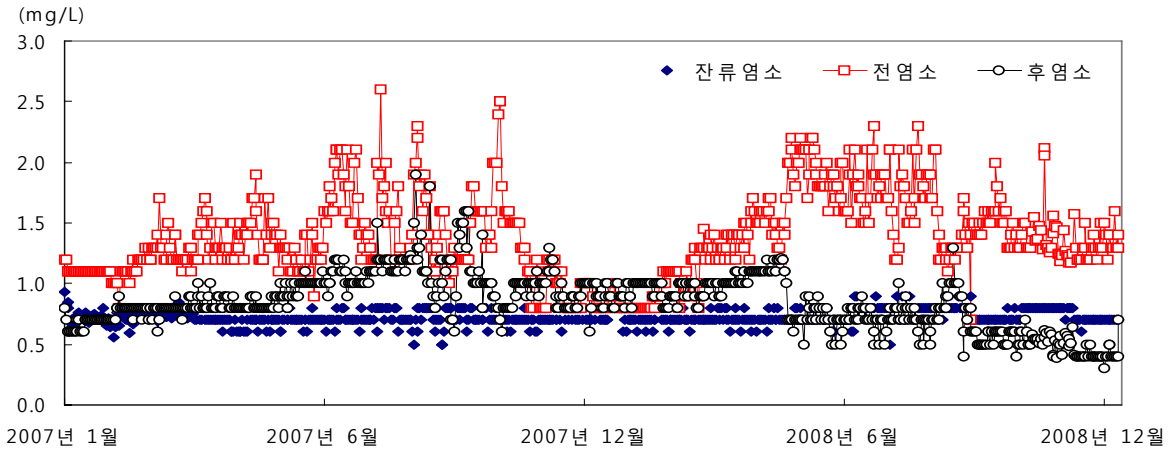
<표 5.1-11> 정수약품 일간 현황(2006.1~2008.12)

항 목		평균	최소	5% 누적	25% 누적	50% 누적	75% 누적	95% 누적	최대	주입 일수
PACl(ppm)		11.16	5.44	8.50	10.00	10.73	12.00	16.00	25.00	388
PAHCS(ppm)		14.12	1.16	9.00	11.00	13.00	16.00	23.00	50.00	723
PACS(ppm)		10.71	10.00	10.06	10.44	11.00	11.00	11.00	11.00	6
불화규산(㎎/L)		3.46	0.94	2.81	3.21	3.28	3.75	4.60	5.75	1042
액화염소 (㎎/L) [1]	전염소	1.37	0.70	0.80	1.20	1.30	1.60	2.08	2.60	731
	후염소	0.85	0.30	0.50	0.70	0.80	1.00	1.20	1.90	731

주 1) 액화염소 주입율은 2007년 1월부터 2008년 12월까지 자료임.



<그림 5.1-20> 응집제 주입율 일간 현황(2006.1~2008.12)



<그림 5.1-21> 전염소 및 후염소 주입율 일간 현황(2007.1~2008.12)

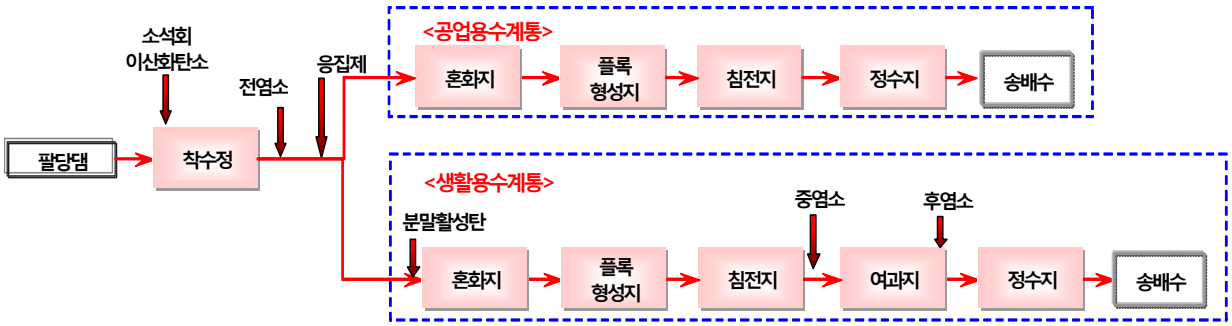
1.2 시설자료 수집 및 평가

1.2.1 안산정수장 시설현황

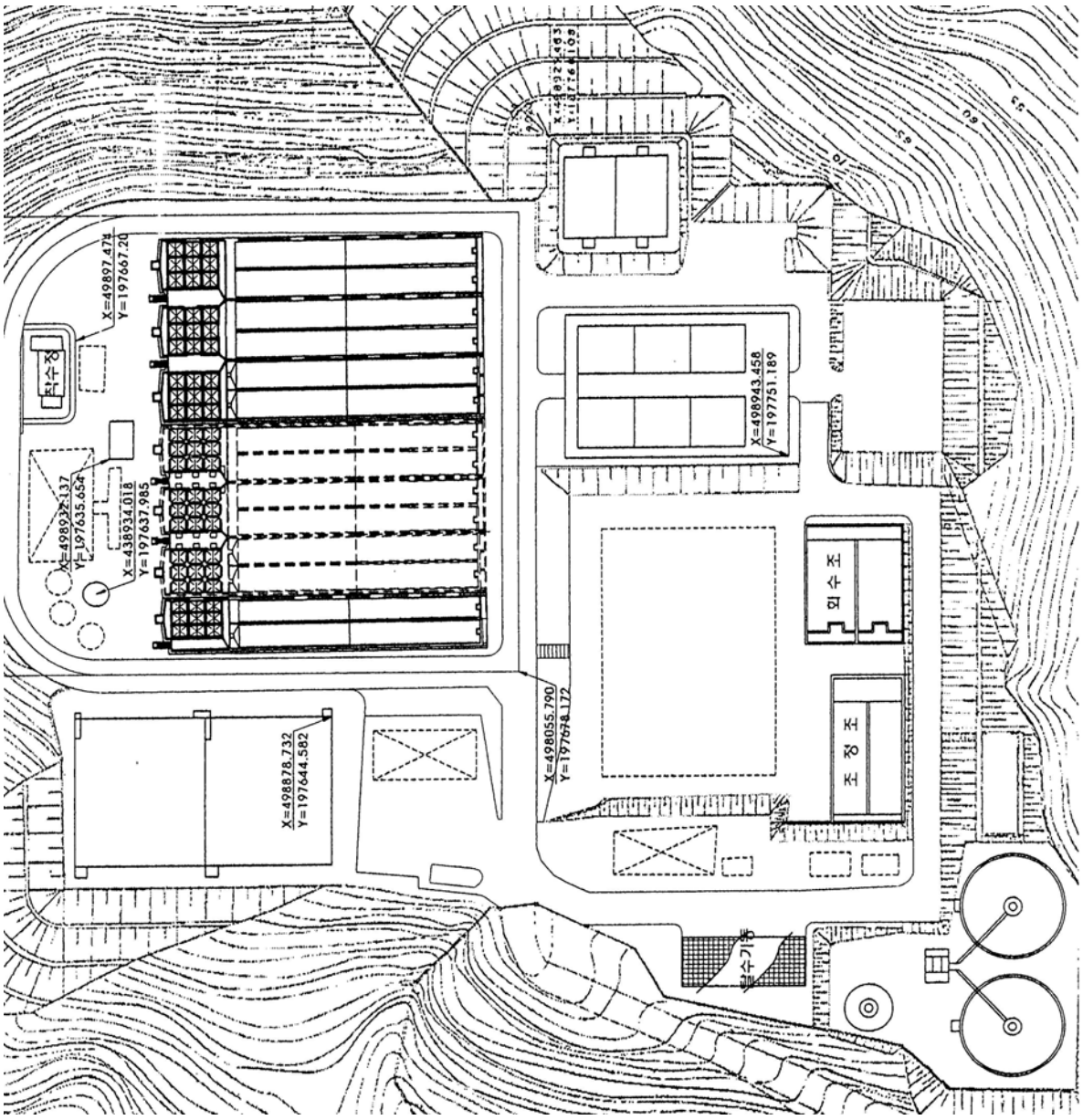
팔당댐을 수원으로 하는 총 시설용량 143,000㎥/일의 정수시설로, 1989년 공업용수 처리시설 60,000㎥/일을 준공하였으며, 1992년 생활용수 처리시설 83,000㎥/일을 증설하여, 일반적인 정수처리공정(생활용수계통 : 혼화-응집-침전-여과, 공업용수계통 : 혼화-응집-침전)을 통하여 생활용수 및 공업용수를 생산·공급하고 있다.

<표 5.1-12> 시설개요

구분	내용	비고
시설용량	-총 시설용량 : 143,000㎥/일 (생활용수계통 : 83,000㎥/일, 공업용수계통 : 60,000㎥/일)	
설치년도	-1989년 : 수도권 광역상수도 3단계(공업용수, 60,000㎥/일) -1992년 : 수도권 광역상수도 4단계(생활용수, 83,000㎥/일)	
수원	-팔당댐 저수지수 · 3단계 : 한국수자원공사 안양가압장 · 4단계 : 한국수자원공사 와동가압장	
처리공정	-생활용수계통 : 착수정→혼화지→플록형성지→침전지→여과지→정수지 -공업용수계통 : 착수정→혼화지→플록형성지→침전지→정수지	
위치	-안산시 단원구 고잔동 산6번지(채송화길 52번지)	



<그림 5.1-22> 정수처리계통도



<그림 5.1-23> 평면도

<표 5.1-13> 정수시설 현황

항목		시 설 현 황	
		생활용수계통(4단계)	공업용수계통(3단계)
개요	시설용량	83,000㎥/일	60,000㎥/일
	정수방법	급속여과공정	응집침전공정
착수정	제원	-W4.5m×L8.0m×H4.5m×1지	-W4.5m×L7.7m×H4.5m×1지
	유효용량	-162.0㎥ × 1지 = 162.0㎥	-155.9㎥ × 1지 = 155.9㎥
	체류시간	-통합운영시 : 3.1분, 3단계(공업용수계열)만 운영시 1.5분, 4단계(생활용수계열)만 운영시 1.6분	
약품주입설비	응집제 주입설비	-응집제 : PACl, PAHCS, PACS (원수의 성상에 따라 선택 주입) -저장조(#1조~#4조) : #1~#3조 각각 31㎥, #4조 41.5㎥ -공급탱크 : 2㎥×3조 -주입기 : 급속분사교반기(Water-Champ) -주입위치 : 착수정~혼화지 수로(전염소주입후 5.7m 지점)	
	소석회 주입설비	-주입기형식 : Screw Feeder -주입량 제어방식: Inverter 제어방식 -주입위치 : 착수정 유입부	
	이산화탄소 주입설비	-주입기형식 : 콘트롤밸브 + 약품유량계 -주입량 제어방식: 콘트롤밸브 개도율 조절 -용해장치 : 수중형 급속분사식 -규격 : 25HP(19kW)×1대, 380VAC, 3Ph, 60Hz -주입위치 : 착수정 유입부	
	분말활성탄 주입설비	-주입기형식 : Screw Feeder -주입량 제어방식: Inverter 제어방식 -주입위치 : 착수정 유입부 및 생활계통 혼화지 유입수로	
혼화지	제원	-W4.5m×L4.5m×H3.8m×1지	-W3.8m×L3.8m×H3.8m×2지
	유효용량	-76.95㎥ × 1지 = 76.95㎥	-54.87㎥ × 2지 = 109.74㎥
	체류시간	-1.27분	-2.51분
플록형성지	제원	-#5~#7 : W10.6m×L10.5m×H3.5m×3지	-#1 : W8.5m×L10.5m×H3.5m×1지 (생활용수계통으로 시설되었으나, 공업용수계통으로 운영) -#2~#4 : W9.6m×L10.5m×H3.5m×3지
	유효용량	-#5~#7 : 389.55㎥ × 3지 = 1,168.65㎥	-#1 : 312.40㎥ × 1지 = 312.40㎥ -#2~#4 : 352.80㎥ × 3지 = 1,058.40㎥
	체류시간	-#5~#7 : 19.3분	-#1 : 30.5분 -#2~#4 : 31.6분
	단구분격벽	-#5~#7 : 정류벽(정류공 D0.1, 372개)	-#1 : 정류벽(정류공 D0.1, 288개) -#2~#4 : 정류벽(정류공 D0.1, 264개, 수면위 정류공 24개 제외)

항목		시 설 현 황	
		생활용수계통	공업용수계통
플록형성지	플록큐레이터	-형식 : 수평패들형 -규격 : #5~#7 D3.0m×L3.0m -패들감속기 •1단:1800rpm×3.7㎾×3대, 감속비 187 •2단:1800rpm×1.5㎾×3대, 감속비 209 •3단:1800rpm×0.75㎾×3대, 감속비 319	-형식 : 수평패들형 -규격 : #1 D3.1m×L2.2m #2~#4 D3.0m×L2.9m -패들감속기 •1단:1800rpm×3.7㎾×4대, 감속비 187 •2단:1800rpm×1.5㎾×4대, 감속비 209 •3단:1800rpm×0.75㎾×4대, 감속비 319
약품침전지	제원	-#5~#7 : W13.0m×L55.0m×H4.1m×3지	-#1 : W11.0m×L55.0m×H4.1m×1지 (생활용수계통으로 시설되었으나, 공업용수계통으로 운영) -#2~#4 : W12.0m×L55.0m×H4.1m×3지
	형식	-장방형	-장방형
	유효용량	-#5~#7 : 715.0㎥ × 3지 = 2,145.0㎥	-#1 : 605.0㎥ × 1지 = 605.0㎥ -#2~#4 : 660.0㎥ × 3지 = 1,980.0㎥
	체류시간	-#5~#7 : 2.40시간	-#1 : 4.04시간 -#2~#4 : 4.04시간
	슬러지수집기	-수중대차식	-수중대차식
	유입정류벽	-#5~#7 : 정류벽(정류공 D0.1, 456개)	-#1 : 정류벽(정류공 D0.1, 348개) -#2~#4 : 정류벽(정류공 D0.1, 308개, 수면위 정류공 39개 제외)
	유출트라프	-#5 : 격자형, 오리피스(D0.04, 1,032개) -#6 : 격자형, 오리피스(D0.03, 1,032개) -#7 : 격자형, 오리피스(D0.04, 1,016개)	-#1 : 격자형, 오리피스(D0.04, 860개) -#2~4 : 격자형, 오리피스(D0.04, 948개)
급속여과지	제원	-W10.6m×L10.6m×6지	-
	여과면적	-112.36㎡ × 6지 = 674.16㎥	-
	여과속도	-129m/d	-
	여층구성	-모래 80㎝ (실측치 : 77~87㎝)	-
	유량제어방식	-자연평형형	-
	하부집수장치	-휠러형	-
	세척방식	-표면세척(고정식)+물역세척	-
	역세척수조	-W11.0m×L17.0m×H2.5m×2지	-
	역세척설비	-표세펌프 16.85㎥/min×26mH×150㎾×6P×2대(양흡입) -역세펌프 4.5㎥/min×12mH×15㎾×2대(양흡입)	-

항목		시 설 현 황	
		생활용수계통	공업용수계통
소독설비	소독제	-차아염소산나트륨	-전염소 : 착수정~혼화지 수로에서 주입(생활용수와 공업용수로 분기전 주입) -중간염소, 후염소 : 생활용수 계통에만 주입
	차염발생기	-#1~#3호기 : 150kg/d×DC32V(1300Amp)×32.4kW/AC	
	차염펌프	-전염소 : 0.75kW×1080L/h×3bar×1대 -예비펌프 : 0.75kW×1080L/h×3bar×1대 -중간염소 : 0.37kW×515L/h×5bar×1대 -후염소 : 0.37kW×515L/h×5bar×1대	
	염수펌프	-#1~#3호기 : 0.2kW×90L/h×7bar	
	차염급수펌프	-#1~#2호기 : 2.2kW×2.4㎥/h×40mh(4단)	
정·배수지	제원	-W26.6m×L31.1m×H5.5m×2지	-W26.6m×L35.0m×H4.5m×2지
	유효용량	-4,549.9㎥ × 2지 = 9,099.9㎥	-4,189.5㎥ × 2지 = 8,379.0㎥
	체류시간	-2.63시간	-3.35시간
	도류벽장폭비	-23.4(환산계수 0.60)	-도류벽 미설치

배출수 처리시설 현황

항목		시 설 현 황
배출수지 (회수조)	제원	-W10.0m×L20.0m×H3.8m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-760㎥ × 2지 = 1,520㎥
	슬러지 이송펌프	-11kW×3.1㎥/min×8mH(125A×125A)×3대
배슬러지지 (조정조)	제원	-W7.8m×L25.2m×H3.85m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-756.75㎥ × 2지 = 1,513.5㎥
	슬러지수집기	-수중대차식, 0.2~0.8m/min×1.5kW
	슬러지 이송펌프	-11kW×3.5㎥/min×6mH×2대
농축조	제원	D21.0×H3.5×2지
	형식	-원형 RC 구조
	유효용량	-1,212.3㎥ × 2지 = 2,424.5㎥
	슬러지수집기	-중심축 구동형, 주행속도 : 0.6m/sec
	슬러지 이송펌프	-7.5kW×1.5㎥/min×10mH(150A×100A)×2대

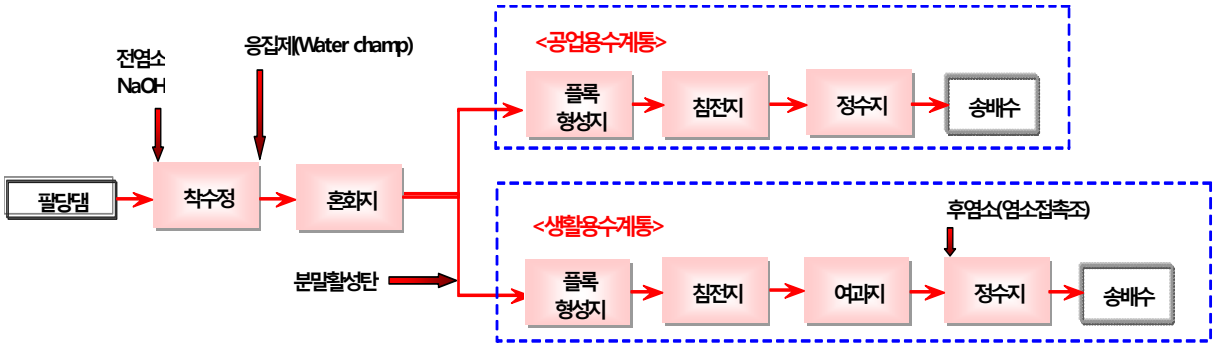
항목		시 설 현 황
슬러지 저류조	제원	-W6.0m×L11.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-231㎥ × 1지 = 231㎥
	교반기 수변속도	1.6~2.0m/sec
여포세척수조	제원	-W3.8m×L6.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-79.8㎥ × 1지 = 79.8㎥
	여포세정수 공급펌프	-0.42㎥/min×60mH×11㎾×3대, 한쪽흡입다단벌류트펌프
탈리액 처리조	제원	-D10.0m×H3.5m×1지
	형식	-원형 RC 구조
	유효용량	-275㎥ × 1지 = 275㎥
	슬러지수집기	-중심축 구동형, 주행속도 : 0.6m/sec
	슬러지 이송펌프	-7.5㎾×1.42㎥/min×9mH×1대 -7.5㎾×1.5㎥/min×9mH×1대
상징수 저류조	제원	-W7.0m×L12.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-294㎥ × 1지 = 294㎥
	상징수 이송펌프	-30HP×4㎥/min×19mH×1대 -22㎾×4㎥/min×19mH(125A×125A)×2대
탈수시설	형식	-벨트프레스(3대 중 1호기는 고압탈수기)
	벨트 폭	-1~3호기 : 2.5m
	대수	-3대
	용량	-1호기 : 2.2㎾×10~20㎥/h, 고압탈수기 -2호기 : 1.5㎾×6~15㎥/h -3호기 : 1.5㎾×6~15㎥/h
	슬러지 공급펌프	-3.7㎾×2.4㎥/h×9mH×3대
	약품주입펌프	-0.75㎾×2.4㎥/h×9mH×3대
	약품희석수 공급펌프	-130L/min×30mH×2.0㎾×2대
	여포세정수 공급펌프	-0.45㎥/min×85mH×1.5㎾×3대

1.2.2 연성정수장 시설현황

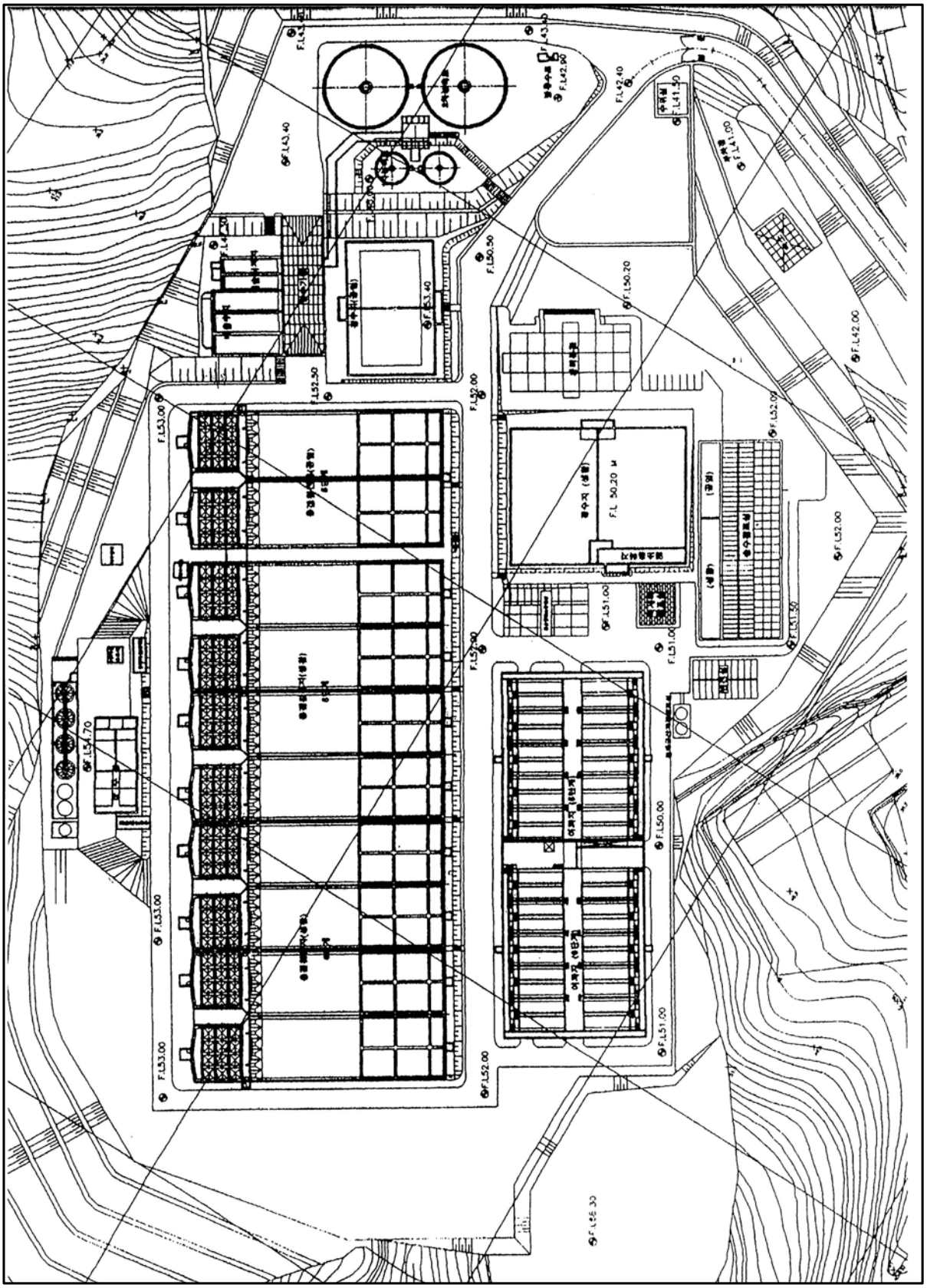
연성정수장은 팔당댐을 수원으로 하는 시설용량 383,000㎥/일(생활용수계통 260,000㎥/일, 공업용수계통 123,000㎥/일)의 정수시설로, 1999년 5월에 5단계 209,000㎥/일, 2000년 4월에 6단계 174,000㎥/일을 준공 하였다. 급수구역은 안산시 1개구 8개동 및 시흥시 일부지역으로 생활용수와 공업용수를 공급하고 있다.

<표 5.1-14> 시설현황

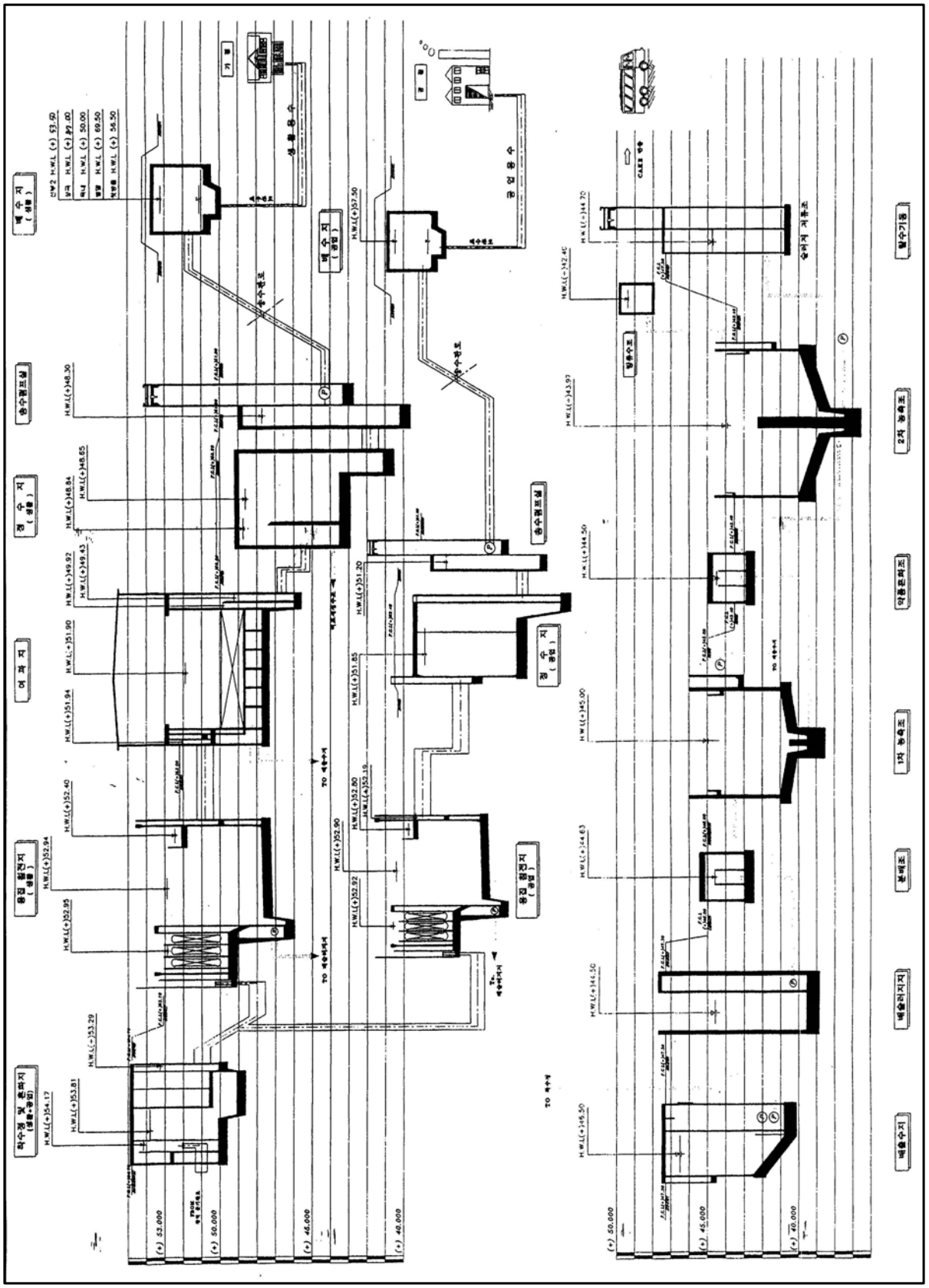
구분	내용	비고
시설용량	-총 시설용량 = 383,000㎥/일 (생활용수계통 : 260,000㎥/일, 공업용수계통 : 123,000㎥/일)	
설치년도	-1999년 준공 : 5단계 209,000㎥/일 (시흥예약물량 : 38,000㎥/일) (생활용수계통 : 111,000㎥/일, 공업용수계통 : 98,000㎥/일) -2000년 준공 : 6단계 174,000㎥/일 (시흥예약물량 : 44,000㎥/일) (생활용수계통 : 149,000㎥/일, 공업용수계통 : 25,000㎥/일)	
수원	-팔당댐 저수지수	
처리공정	-생활용수계통 : 착수정→혼화지→플록형성지→침전지→여과지→정수지 -공업용수계통 : 착수정→혼화지→플록형성지→침전지→정수지	



<그림 5.1-24> 정수처리공정도



<그림 5.1-25> 연성정수장 평면도



<그림 5.1-26> 연성정수장 수리계통도

<표 5.1-15> 정수시설 현황

항목		시 설 현 황	
		생활용수계통	공업용수계통
개요	시설용량	260,000㎥/일	123,000㎥/일
	정수방법	급속여과공정	응집침전공정
착수정	제원	-W6.0m×L12.2m×H3.71m×2지	
	유효용량	-271.572㎥ × 2지 = 543.144㎥	
	체류시간	-1.94분	
약품주입설비	응집제 주입설비	-응집제 : PACl 및 PAHCS -주저장탱크 : D4.8×H3.3×4기(FRP조) -주입기 : 디퍼형 펌프, 12L/min×0.2㎾×3대(1대예비) -주입위치 : 착수정 후단(혼화지 유입)	
	NaOH 주입설비	-주입기 : 디퍼형 펌프, 12L/min×0.2㎾×3대(1대예비)	
	분말활성탄 주입설비	-주입기 : 스크류 이송형, 200kg/hr×2.3㎾×2대 -부대시설 : 전동호이스트	
혼화지	제원	-W5.0m×L5.0m×H3.0m×4지	
	유효용량	-75.0㎥ × 4지 = 300㎥	
	체류시간	-1.07분	
	혼화기 형식	-Water champ (기계식 혼화기 가동 중지)	
플록형성지	제원	-W16.6m×L11.4m×H3.5m×8지	-W17.6m×L11.4m×H3.5m×2지
	유효용량	-662.34㎥ × 8지 = 5,298.72㎥	-702.24㎥ × 2지 = 1,404.48㎥
	체류시간	-27.95분	-15.66분
	단구분격벽	-정류벽(정류공 D100㎜, 417개)	-정류벽(정류공 D100㎜, 444개)
	플록큐레이터	-형식 : 수평패들형 (Inverter에 의한 속도제어) -규격 : D3.1m×L3.3m -1단 : 1.67rpm×2.2㎾×8대 -2단 : 1.2rpm×1.5㎾×8대 -3단 : 0.6rpm×1.5㎾×8대	-형식 : 수평패들형 (Inverter에 의한 속도제어) -규격 : D3.1m×L3.55m -1단 : 1.67rpm×2.2㎾×2대 -2단 : 1.2rpm×1.5㎾×2대 -3단 : 0.6rpm×1.5㎾×2대

항목		시 설 현 황	
		생활용수계통	공업용수계통
약품침전지	제원	-W19.0m×L60.0m×H4.6m×8지	-W20.0m×L60.0m×H5.3m×2지
	형식	-장방형	-장방형
	유효용량	-5,232.6㎥ × 8지 = 41,860.8㎥	-6,360.0㎥ × 2지 = 12,720.0㎥
	체류시간	-3.68hr	-2.36hr
	슬러지수집기	-수중대차식	-수중대차식
	유입정류벽	-정류벽(정류공 D100㎜, 534개)	-정류벽(정류공 D100㎜, 564개)
	유출트라프	-격자형, V-notch	-격자형, V-notch
급속여과지	제원	-W8.0m×L13.8m×20지	
	여과면적	-110.4㎡ × 20지 = 2,208.0㎡	
	여과속도	-123.64m/d	
	여층구성	-모래 106.1cm, 자갈층 35cm	
	유량제어방식	-자연평형형	
	하부집수장치	-스트레이너형	
	세척방식	-공기+물역세척	
	역세척설비	-양흡입볼류트 : 13.5㎥/min×9mH×37㎾×3대(1대예비) -Roots Rotary Blower Type : 49㎥/min×3,000㎜Aq×45㎾×3대(1대예비)	
소독설비	소독제	-액화염소	
	전염소주입기	-진공습식자립형, 20kg/hr×3대(1대예비) -Water champ(착수정 유입부)	
	후염소주입기	-진공습식자립형, 20kg/hr×3대(1대예비) -Water champ(정수지 유입부 염소접촉조)	
	용해수펌프	-다단볼류트 펌프 -전염소 0.75㎥/min×60mH×19㎾×2대(1대예비) -후염소 0.75㎥/min×60mH×15㎾×2대(1대예비)	
	중화설비	-2 Tower식, 1,000kg/hr	
정수지	제원	-W26.5m×L40.0m×H6.0m×2지	-W19.75m×L26.5m×H6.0m×2지
	유효용량	-6,360㎥ × 2지 = 12,720㎥	-3,140.25㎥ × 2지 = 6,280.5㎥
	체류시간	-1.17	-1.23
	도류벽장폭비	-12.1(환산계수 0.40)	-도류벽 미설치

<표 5.1-16> 배출수 처리시설 현황

항목		시 설 현 황
배출수지	제원	-W6.0m×L21.0m×H4.0m×3지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-550㎥ × 3지 = 1,512㎥
	회수펌프	-편흡입볼류트 -7.14㎥/min×15mH×37㎾×4대(1대예비)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -3.78㎥/min×6mH×11㎾×2대(1대예비)
배슬러지지	제원	-W4.4m×L15.0m×H3.5m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-231㎥ × 2지 = 462㎥
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.4㎥/min×6mH×7.5㎾×3대(1대예비)
1차농축조	제원	-D10.0×H4.0×2지
	형식	-원형RC구조
	유효용량	-314㎥ × 2지 = 628㎥
	슬러지수집기	-중심구동형(현수식)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.9㎥/min×6mH×7.5㎾×2대(1대예비)
2차농축조	제원	-D26.0×H4.0×2지
	형식	-원형RC구조
	유효용량	-530.5㎥ × 2지 = 1,061㎥
	슬러지수집기	-중심구동형(지주식)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.4㎥/min×8mH×7.5㎾×2대(1대예비)
탈수기	형식	-고압 Belt press 탈수기×4대(1대예비)
	슬러지 공급펌프	-Non-Clogging 나선형 원심펌프 -0.13~0.38㎥/min×20mH×7.5㎾×4대(1대예비)
	약품주입펌프	-약품혼화조 : 다이아후렘식 20L/min×3.0kg/㎠×1.5㎾×2대(1대예비) -탈수기 : 다이아후렘식 20L/min×3.0kg/㎠×1.5㎾×4대

2. 정수시설

2.1 기본사항

2.1.1 안산정수장

가. 공정별 적정처리용량

평가에 사용된 계열별 유량은 착수정에서 여과지까지는 설계유량(시설용량에 5% 여유 가산, 생활용수계통 87,150㎥/일, 공업용수계통 63,000㎥/일)을, 정수지는 시설용량(생활용수계통 83,000㎥/일, 공업용수계통 60,000㎥/일)을 적용하여 계산하였다.

혼화지 전단에서 생활용수계통과 공업용수 계통으로 분기되며, 확장된 응집침전지 #1지는 당초에는 생활용수계통으로 설계되었으나, 평상시에는 공업용수계통으로 운영하는 것으로 조사되었다. 또한, 생활용수계통의 정·배수지 유효용량이 부족하여, 여름철 생활용수 사용량이 증가하여 시간최대배수량이 적정생산량을 초과하여 운영되면, 공업용수계열의 침전수를 여과지로 유입되도록 운영하고 있는 것으로 조사되었다. 이를 감안하여 시설현황과 운영현황 두 가지 경우로 구분하여 평가하였으며, 시설현황은 설계유량을 기준으로, 운영현황은 첨두유량을 기준으로 평가하였다.

▶ 평가기준

- 플록형성지 : 체류시간 20~40min
- 약품침전지 : 표면부하율 (횡류식) 21.6~43.2㎥/㎡·일
- 여과지 : 여과속도 (모래 단층여과) 120~150m/일
- 소독능 : (소독공정) *Giardia* 0.5 log 제거

1) 플록형성지 적정처리용량

평가기준인자			체류시간(HDT ; Hydraulic Detention Time) : 상수도시설기준 20~40min
시설현황	지의 규격		-생활용수계통 : V = W 10.6m × L 10.5m × H 3.5m × 3지 + W 8.5m × L 10.5m × H 3.5m × 1지 = 1,481.0㎥ -공업용수계통 : V = W 9.6m × L 10.5m × H 3.5m × 3지 = 1,058.4㎥
	분석결과	설계유량 기준	-생활용수계통 : HDT = V / Qd = 1,481.0㎥ ÷ 87,150㎥/일 = 24.5min -공업용수계통 : HDT = V / Qd = 1,058.4㎥ ÷ 63,000㎥/일 = 24.2min
		최대처리 용량	-생활용수계통 : Qmax = V / HDTc = 1,481.0㎥ ÷ 20min = 106,634㎥/일 -공업용수계통 : Qmax = V / HDTc = 1,058.4㎥ ÷ 20min = 76,205㎥/일

운영 현황	지의 규격		–생활용수계통 : V = W 10.6m × L 10.5m × H 3.5m × 3지 = 1,168.65㎥ –공업용수계통 : V = W 9.6m × L 10.5m × H 3.5m × 3지 + W 8.5m × L 10.5m × H 3.5m × 1지 = 1,370.8㎥
	분석 결과	첨두유량 기준	–생활용수계통 : HDT = V / Qd = 1,168.65㎥ ÷ 68,200㎥/일 = 24.7min –공업용수계통 : HDT = V / Qd = 1,370.8㎥ ÷ 79,510㎥/일 = 24.8min
		최대처리 용량	–생활용수계통 : Qmax = V / HDTc = 1,168.65㎥ ÷ 20min = 84,143㎥/일 –공업용수계통 : Qmax = V / HDTc = 1,370.8㎥ ÷ 20min = 98,696㎥/일

2) 약품침전지 적정처리용량

평가기준인자			표면부하율 (SOR ; Surface Overflow Rate) : : 상수도시설기준 (횡류식 침전지) 21.6~43.2㎥/㎡ · d
시설 현황	지의 규격		–생활용수계통 : AS(침강면적) = W 13.0m × L 55.0m × 3지 + W 11.0m × L 55.0m × 1지 = 2,750㎡ –공업용수계통 : AS(침강면적) = W 12.0m × L 55.0m × 3지 = 1,980㎡
	분석 결과	설계유량 기준	–생활용수계통 : SOR = Qd / As = 87,150㎥/일 ÷ 2,750㎡ = 31.7㎥/㎡ · d –공업용수계통 : SOR = Qd / As = 63,000㎥/일 ÷ 1,980㎡ = 31.8㎥/㎡ · d
		최대처리 용량	–생활용수계통 : Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 2,750㎡ = 118,800㎥/일 –공업용수계통 : Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 1,980㎡ = 85,536㎥/일
운영 현황	지의 규격		–생활용수계통 : AS(침강면적) = W 13.0m × L 55.0m × 3지 = 2,145㎡ –공업용수계통 : AS(침강면적) = W 11.0m × L 55.0m × 1지 + W 12.0m × L 55.0m × 3지 = 2,585㎡
	분석 결과	첨두유량 기준	–생활용수계통 : SOR = Qd / As = 68,200㎥/일 ÷ 2,145㎡ = 31.8㎥/㎡ · d –공업용수계통 : SOR = Qd / As = 79,510㎥/일 ÷ 2,585㎡ = 30.8㎥/㎡ · d
		최대처리 용량	–생활용수계통 : Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 2,145㎡ = 92,664㎥/일 –공업용수계통 : Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 2,585㎡ = 111,672㎥/일

3) 급속여과지 적정처리용량

평가기준인자		여과속도 (FV ; Filtration Velocity) : 상수도시설기준 120~150m/d
지의 규격		Af(여과면적) = W 10.6 × L 10.6m × 6지 = 674㎡
분석 결과	설계유량 기준	FV = Qd / Af = 87,150㎥/일 ÷ 674㎡ = 129m/d
	최대처리 용량	Qmax = Af × FVc = 674㎡ × 150m/d = 101,124㎥/일

4) 소독공정 적정처리용량

소독능은 최근 3년간의 수질 및 운영 최악조건에서 분석하였다.

평가기준인자		*Giardia* 0.5 log 제거(소독공정), 정수처리기준에 관한 고시
지의 규격		V = W 26.6m × L 31.1m × He 5.5m × 2지 = 9,099.9㎥ 장폭비 23.4 (장폭비 환산계수 0.60)
분석 결과	시설용량 기준	-최악조건(여과수 유출관로 + 정수지) : 불활성화비 = 0.274, 총 2.637 log 제거 -운영개선(운영수위비 0.5이상, 잔류염소농도 0.83mg/L) : 불활성화비 = 1.003, 총 3.002 log 제거 -운영개선 및 도류벽추가설치(운영수위비0.5이상, 잔류염소농도 0.72mg/L이상) : 불활성화비 = 1.003, 총 3.002 log 제거 -운영개선 및 추가소독능 포함시(직접급수 분기전 송수관로(L=400m)까지) (운영수위비 0.5이상, 잔류염소농도 0.78mg/L이상) : 불활성화비 = 1.008, 총 3.004 log 제거 -운영개선 및 도류벽추가설치 및 추가소독능 포함시 (운영수위비 0.5이상, 잔류염소농도 0.68mg/L이상) : 불활성화비 = 1.002, 총 3.001 log 제거
	최대처리 용량	-최악조건(여과수 유출관로 + 정수지) : 22,773㎥/일 -운영개선(운영수위비 0.5이상, 잔류염소농도 0.83mg/L)) : 83,283㎥/일 -운영개선 및 도류벽추가설치 : 83,264㎥/일 (운영수위비0.5이상, 잔류염소농도 0.72mg/L이상) -운영개선 및 추가소독능 포함시(직접급수 분기전 송수관로(L=400m)까지) (운영수위비 0.5이상, 잔류염소농도 0.78mg/L이상) : 83,656㎥/일 -운영개선 및 도류벽추가설치 및 추가소독능 포함시 (운영수위비 0.5이상, 잔류염소농도 0.68mg/L이상) : 83,143㎥/일

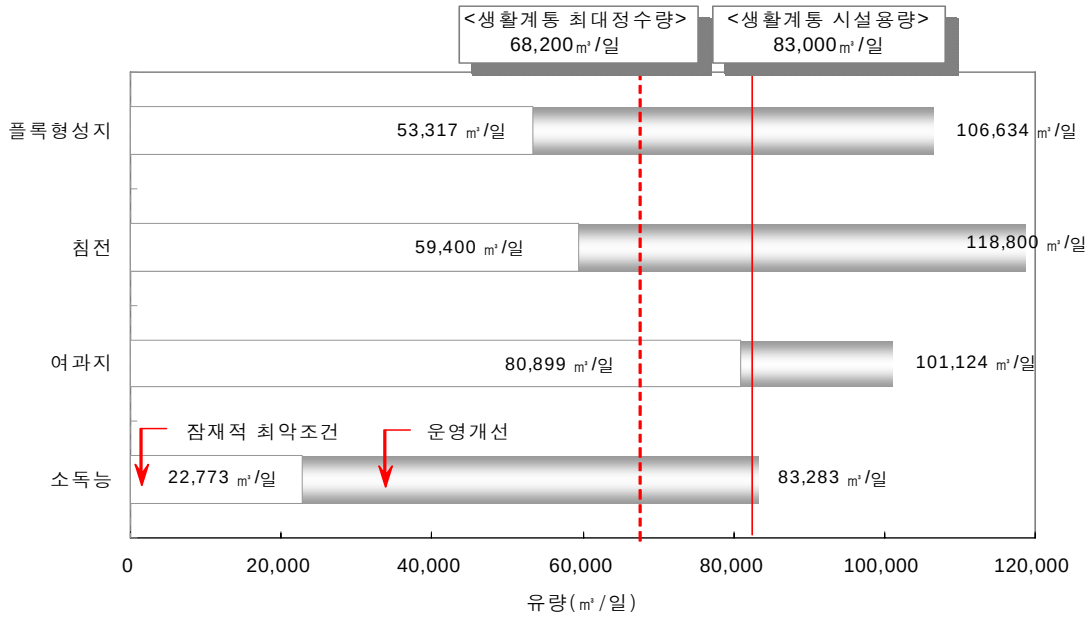
주 1) 2006~2008년 일간 운영자료를 적용함.

2) 잠재적 최악조건 : 최소 수온 0.9℃, 최대 pH 8.0, 최소 잔류염소농도 0.50mg/L 적용. 유량은 시설용량을, 정수지 운영수위비는 0.15 적용(최소값은 0.1 이하이므로 특이값으로 제외하고 적용함).

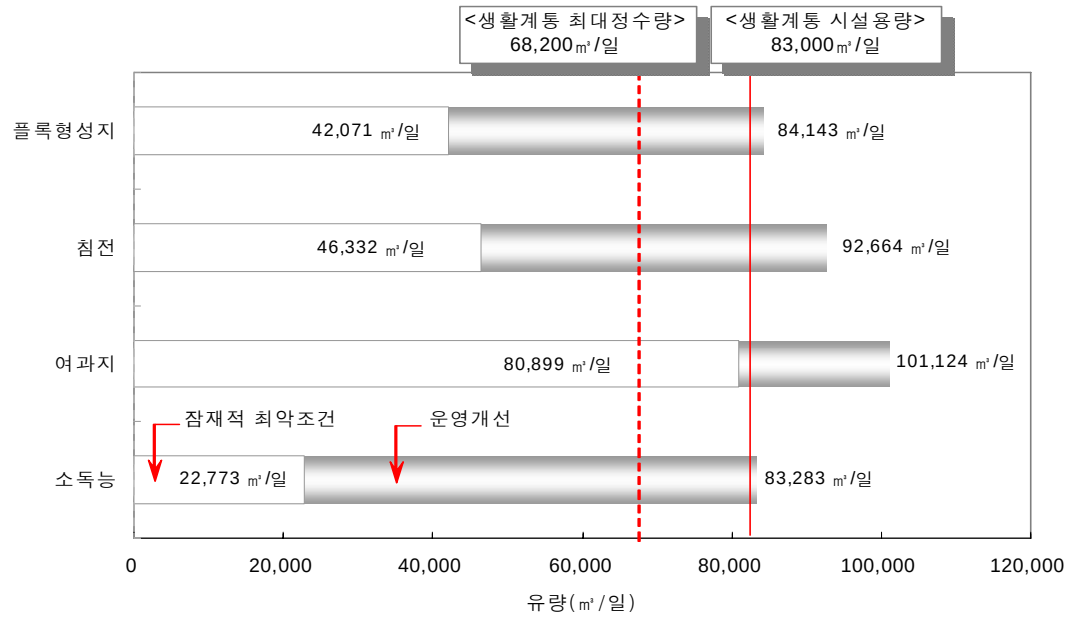
3) 운영개선조건 : 운영수위비를 0.5로 적용. 잔류염소농도는 각 사례별로 다름. 그 외 조건은 최악조건과 동일하게 적용함.

나. 종합성능평가

총 시설용량은 143,000㎥/일이며, 생활용수계통은 83,000㎥/일, 공업용수계통은 60,000㎥/일로 시설되어 있다. 앞서 평가한 공정별 기준 범위에 대해 최대처리가능용량을 산정하여 아래 잠재적 성능 그래프로 표현하였다. 확장된 응집침전지 #1지는 당초에는 생활용수계통으로 설계되었으나, 현재 공업용수계통으로 운영되고 있어 이를 감안하여 시설현황과 운영현황 두 가지 경우로 구분으로 표현하였다.

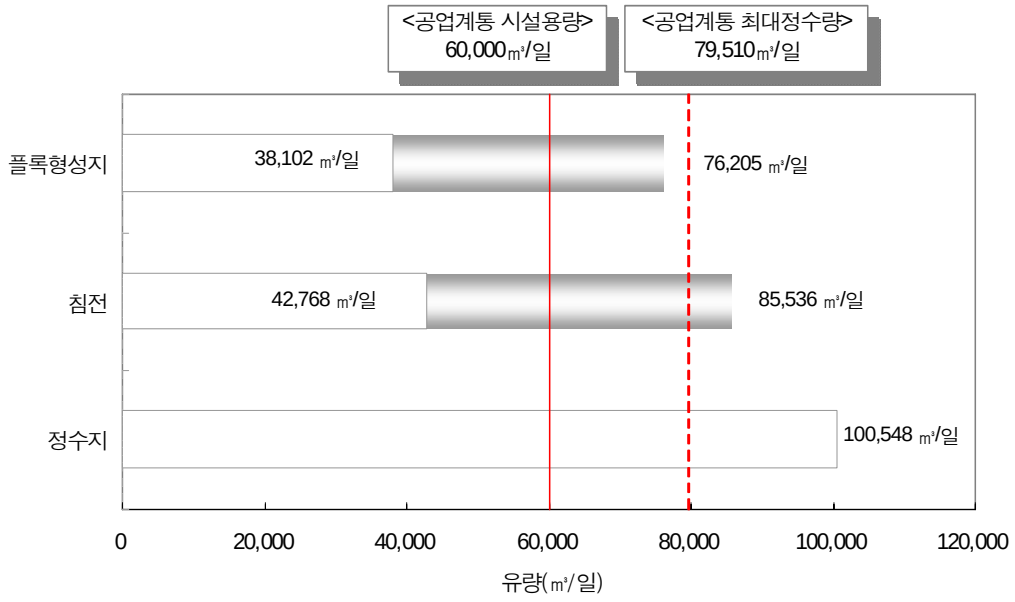


(a) 시설현황

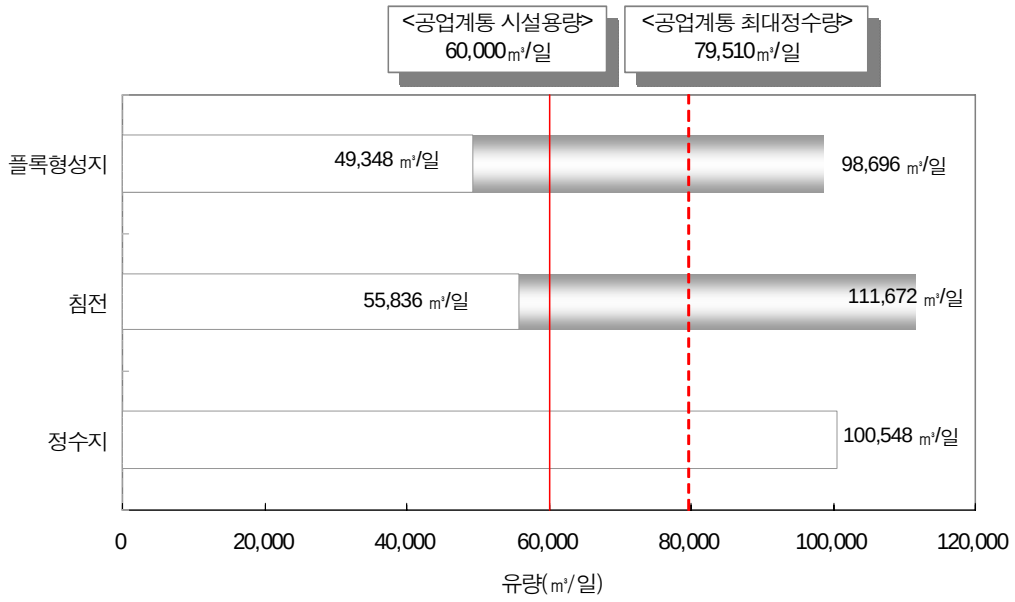


(b) 운영현황

<그림 5.2-1> 성능평가그래프 : 생활용수계통



(a) 시설현황



(b) 운영현황

<그림 5.2-2> 성능평가그래프 : 공업용수계통

잠재적 성능평가 결과, 생활용수계통은 침전공정과 여과공정은 시설용량을 충분히 만족하는 것으로 나타났다. 소독공정은 잠재적 최악조건에서 시설용량에 부족하나, 운영조건을 개선하고(정수지 유출부에서 최소 잔류염소농도 0.64mg/L 이상 유지, 운영수위비 0.65 이상 유지), 송수관로(직접급수 분기전까지 L=120m)에 대한 추가소독능

포함시 시설용량 생산이 가능한 것으로 조사되었다. 또한, 정수지 도류벽을 장폭비환산계수 0.85로 재설치(추가 설치)할 경우, 송수관로(직접급수 분기전까지 L=120m)에 대한 추가소독능을 포함하면, 정·배수지 유출부에서 최소 잔류염소농도 0.59mg/L 이상 유지, 정·배수지 운영수위비 0.50 이상 유지시 소독능을 만족하는 것으로 나타났다. 향후 생산량이 증가할 경우, 상시 운영개선조건을 수행하기에는 어려움이 따르므로 필요시 정수지 도류벽 재설치(추가 설치), 또는 정수지의 증설 등에 대해서도 검토하도록 한다.

공업용수계통은 최대정수량이 79,510㎥/일로 설계유량(63,000㎥/일)을 초과하여 운영되고 있으므로 안정적인 처리를 위하여, 현재와 같이 응집침전지 #1지를 공업용수계통으로 운영하는 것이 적정하다고 판단된다. 생활용수계통은 응집침전지 #5지~#7지만으로 운영하여도 설계유량 생산이 가능한 것으로 나타났다.

그러나, 생활용수계통의 정·배수지 체류시간이 2.6시간(시설용량 기준)으로, 유효용량이 부족하여 배수량의 시간변동에 대한 대응이 어려우므로 개량안이 필요하다(개량안은 '라. 정수처리공정 기술진단 및 개량방안'의 '2) 계통별 유량배분' 부분 참조)

다. 안산정수장 기술진단 및 개선방안 종합

<표 5.2-1> 기술진단 및 개선방안

공정	기술진단 결과	개선방안
수질	-Geosmin과 2-MIB는 정수처리 후에도 최소감지 농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L에 대하여 초과하여 나타남 -Geosmin, 2-MIB : 2009년 7월 1일부터 먹는물 감시항목으로 추가 지정	-분말활성탄주입 적정화가 필요하며, 향후 고도처리도입 검토 필요
계통별 유량 배분	-착수정 후단에서 생활용수계통과 공업용수계통으로 유량분기 -계통별 유입유량계 미설치 -수리조건에 의한 균등분배 불가 -현재 생활계통 유입밸브로 조절	-(개량안 1) 현장 여건상 생활용수계통의 혼화지 유입 관로에 유량계 설치 불가. 여과지 유출유량계를 참조하여 생활용수계통 혼화지 유입분배조절밸브 개도제어를 통한 계통별 유량배분에 유의 -(개량안 2) 응집침전지에 지별 유입유량계를 설치. 지별 유량계를 참조하여 유입밸브 개도제어를 통한 계통별 유량배분에 유의 -(개량안 3) 응집침전지 유입구조 변경(안)을 적용시, 생활용수계통 혼화지 후단에 유량계 개량설치 가능

<표 5.2-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
계통별 유량 배분	-계통별 유량배분이 가능하도록 개선이 이루어지더라도, 생활용수계통의 정·배수지 유효용량이 부족하므로(시설용량 기준 체류시간 2.6시간), 배수량의 시간변동에 대한 대응 필요 -여름철 생활용수 사용량이 증가하여 시간최대배수량이 증가하게 되면, 공업용수계열의 침전수를 여과지로 유입되도록 운영하고 있음 · 최근 3년간 시간최대유량의 최대값 : 4,690㎥/hr(2007년 8월 9일 발생), 4,500㎥/hr(2007년 4월 13일 발생) · 운영일수의 25%가 생활용수계통 적정생산량(약 3,500㎥/hr)을 초과하여 운영됨	-응집침전지 지별 유입유량계 설치(안) 적용시, #1지를 포함할 경우 생활용수계통 적정생산량 : 약 4,595㎥/hr -정·배수지 수위 관리에 주의 필요 -안정적인 운영을 위해서는 정수지 증설 또는 배수지 신설(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토) 필요
	-현재 배출수지(회수조) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 저류조를 통해 공업용수 혼화지로 반송되고 있음. -공업용수로만 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는, 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능하므로, 잠재적인 위험 내재 -상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있음	-공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우 •(개량안 1) 혼화지 2지 중 좌측지로 회수수가 유입되도록 위치 변경. 응집침전지 #2지와 #3지 사이의 배관에 밸브 설치. 필요시 침전지 #1지에서만 여과지로 유입되도록 함. 혼화지 유출위어에 가동위어 또는 각락 설치 •(개량안 2) 배출수지(회수조) 상징수만 회수하고, 배슬러지지(조정조) 상징수는 회수하지 않는 것이 가장 이상적임. 배슬러지지 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함. 배출수지 상징수 회수량은 원수유입량에 대한 비율이 10% 이내에서 운영되도록 주의 •(개량안 3) 생산성 측면에서 배슬러지지(조정조) 상징수 회수를 지속할 경우에는, 회수수에 대해 원생동물에 대한 모니터링이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단됨 -공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입하지 않아도 될 경우 •(개량안 4) 안정적인 운영을 위해서는 정·배수지 증설 또는 배수지 신설 필요(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토). 배출수처리시설은 현재와 같이 운영 가능

<표 5.2-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
플록 형성	-응집침전지 지별 유량배분 : 지별 규격이 상이하며, 응집침전지 유입부 구조상 지별 유입유량 균등배분이 부적절한 구조이므로, 각 지별로 설치된 유입밸브의 개도율 조정 필요 -특히, 공업용수계통은 응집침전지 #1지와 #2지~#4지의 규격이 상이하고, 혼화지 2지 중 우측지로 회수수가 유입되고 있음. 또한, #1지의 침전지 트라프 높이가 다른 지에 비해 높아 유량배분의 문제가 있어, 지별 유입유량 균등배분이 매우 어려운 상황임. 각 지별 유입밸브 개도율 조정시에도 유량 균등분배가 이루어지지 않음	-(개량안 1) 응집침전지에 지별 유입유량계 설치 -(개량안 2) 응집침전지 유입구조 변경. 혼화지 위어를 가동위어로 변경하고, 유입부를 점감식 수로로 변경(#1지~#2지, #3지~#4지, #5지~#7지로 분할) -#1지의 유출위어 레벨 조정이 필요
	-플록형성지 정류벽 개구비 과대	-Montgomery가 제시한 단락류 발생우려가 있는 10% 이상의 범위보다는 작으므로 운영에 유의하고, 목표수질, 장래 원수수질 및 처리유량의 증가 등 종합적 검토를 통해 개구비 조정 시기 결정
	-플록큐레이터 회전방향이 3단 모두 정방향으로 운영되고 있는 것으로 조사되었으며, 단구분 정류벽이 기준에 과대하게 평가되어 단락류 발생 우려	-응집효율 증대와 단락류 발생을 방지하기 위하여 플록큐레이터 회전방향을 (1단) 정방향 → (2단) 역방향 → (3단) 정방향으로 운영하는 바람직하다고 판단됨
	-지별 규격 및 플록큐레이터 규격이 상이하여, 동일 Gt값을 위한 회전수 상이 -검토 결과, 지별 Gt값은 평균유량기준에서 3.4×104~4.4×104로 나타나, Kawamura 권장기준인 0.3×105~2×105에 적정한 것으로 평가되었으나, 하한에 가깝게 운영되며, 지별로 다소 상이하게 나타남 -G값의 경우 1단 23.9~31.6/sec, 2단 15.6~23.7/sec, 3단 4.1~6.4/sec로 권장기준인 50/sec~10/sec(점감식 운영)에 다소 낮은 범위로 운영됨. 또한 #2지는 점감 정도가 부적정하게 나타남.	-목표 Gt값 확보를 위한 지별 회전수 관리에 주의 -조사당시 평균유량기준에서는 Gt값이 적정한 것으로 평가되었으나, 원수의 수질특성(수온, 탁도 등)과 유입유량에 따라 플록의 성장 패턴이 달라지므로, 플록형성지의 교반조건을 연중 동일하게 유지하는 것은 바람직하지 않으며, 회전수 변경(G값 변경)과 처리효율과의 관계를 지속적으로 도출하여 최적의 교반강도로 운영하여야 함 -저탁도 유입시 교반강도 상향 조절 필요. 1단은 약 50/sec, 3단은 약 10/sec정도 수준이 되도록 단별 적정 rpm을 설정 -현장운영(수온, 탁도, 유량 등 고려)으로 적정 Gt 결정하는 것이 바람직함

<표 5.2-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
침전	-위어하부상승유속이 시설기준을 초과함 · AWWA 설계기준 : 58.6~87.9㎥/㎡ · d · 시설현황, 설계유량 기준 #1지 : 138.3㎥/㎡ · d, #2지~4지 : 136.7 ㎥/㎡ · d #5지~7지 : 117.8㎥/㎡ · d · 운영현황, 설계유량 기준 #1지 : 106.4㎥/㎡ · d, #2지~4지 : 104.7 ㎥/㎡ · d #5지~7지 : 151.0㎥/㎡ · d	-시설현황 및 운영현황, 설계유량 및 첨두유량기준에서 시설기준을 모두 만족하기위한 최소 위어선단길이(트라프 말단 폐쇄구간 유지시) : #1지~#4지 22m 이상 설치 #5지~7지 28m 이상 설치 -밀도류 발생에 의해 유출부 벽면을 타고 부상하는 침전슬러지의 유입을 최소화하기 위해 말단에서부터 약 2m를 폐쇄하여 운영하는 것이 바람직하므로 트라프 말단 2m 폐쇄 구간은 유지하여 운영하도록 함
여과	-여재 균등계수 및 최대경 부적합	-적정 입경의 여재로 교체
	-#5지 좌측의 경우 지내 여층깊이의 편차가 크게 나타남. #3지의 경우 좌측과 우측의 여층깊이 차가 크게 나타남. -#5지의 경우, 여과지 좌측과 우측의 역세척 시작 수위, 역세척 시작 직후 역세척수 유입속도, 역세척 배출수 탁도 등에 차이가 있음이 육안으로 관측됨	-자갈층 및 하부집수장치의 정밀검토 필요
	-균등계수가 부적정한 #5지의 경우, 기술진단 당시 여과사 팽창률 실측 결과, 여층 전체에 대해 약 12.5% 정도로 나타나(이론적 여층 팽창률 15.3%, 만약 #5지의 균등계수를 적정화할 경우 20.5%에 해당됨), 상수도시설기준 유지관리편에서 제시하는 적정 팽창률 20~30%에 부족. 향후 여과지 심층까지 여과가 진행되어 심층부에 오염이 발생되었을 때 팽창률이 부적절할 경우 문제 발생 우려	-역세척 효율을 적정화하기 위한 방안 (1안) 역세척방식을 역세척 펌프에 의한 공급 방식으로 변경 (2안) 균등계수 1.7 이하, 유효경 0.45㎜ 정도의 여재로 교체
	-유출부 유량조절장치 기능 저하 -지별 유량차 발생 및 지에 따라 감쇠여과 발생 -지별 유량관리 방안 필요	-(개량안 1) 유량제어형으로 변경. 유출유량계가 설치되어 있으므로, 유량계를 이용한 유출유량제어방식으로 변경 -(개량안 2) 자연평형형으로 변경. 유출부 유량조절장치의 높이를 고정하고 수위변동과 관련없이 유량균등배분이 이루어질 수 있도록 여과지 유입부구조(나팔관 설치)를 변경

<표 5.2-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
소독	-수질 및 운영 최악조건에서 소독능 부족 -직접급수 분기전 송수관로까지 추가소독능 포함시에도 최악조건에서 소독능 부족 -도류벽 추가 설치 및 추가소독능 인증 없이 운영개선을 통해 소독능을 만족하기 위해선 수위비 0.5이상, 최소잔류염소농도 0.83mg/L 이상 유지.	-운영수위비 및 잔류염소농도 최적화가 필요하며, 향후 생산량이 증가할 경우 상시 운영개선조건을 수행하기에는 어려움이 따르므로 필요시 정수지 도류벽 재설치(추가설치), 추가소독능 인증 또는 정수지 증설에 대한 검토 필요 -수위비 0.5이상 유지시, 도류벽 추가설치의 경우 최소잔류염소농도 0.72mg/L이상, 추가소독능 인증의 경우 최소잔류염소농도 0.78mg/L이상, 도류벽추가설치 및 추가소독능인증의 경우 최소잔류염소농도 0.68 mg/L이상유지시 소독능 만족.

2.1.2 연성정수장

가. 공정별 적정처리용량

구성을 보면, 생활용수계통 260,000㎥/일과 공업용수계통 123,000㎥/일, 총 383,000㎥/일의 시설용량을 가지고 있다. 생활용수계통과 공업용수계통에 대해 계열을 구분하여 플록형성지 부터 침전지까지는 시설용량에 5% 여유를 가산한 설계유량 생활 273,000㎥/일, 공업 129,150㎥/일에 대한 평가를 수행하였다. 정수지는 시설용량을 적용하여 계산하였다.

공업용수계통은 현재 시설용량을 만족하지 못하고 있으며, 생활용수계통에서 부족분을 충당하고 있으므로 플록형성지와 침전지는 생활용수계통과 공업용수계통을 통합하여 운영하였을 시에 대한 평가도 수행하였다.

▶ 평가기준

- 플록형성지 : 체류시간 20~40min
- 약품침전지 : 표면부하율 (횡류식) 21.6~43.2㎥/㎡·일
- 여과지 : 여과속도 (모래 단층여과) 120~150m/일
- 소독능 : (소독공정) *Giardia* 0.5 log 제거

1) 플록형성지

평가기준인자		체류시간(HDT ; Hydraulic Detention Time) : 상수도시설기준 : 20~40min
지의 규격		– 생활용수계통 V = W 16.6m × L 11.4m × H 3.5m × 8지 = 5,298.7㎥ – 공업용수계통 V = W 17.6m × L 11.4m × H 3.5m × 2지 = 1,404.5㎥
분석결과	설계유량기준	– 생활용수계통 HDT = V / Qd = 5,298.7㎥ ÷ 273,000㎥/d = 28.0min – 공업용수계통 HDT = V / Qd = 1,404.5㎥ ÷ 129,150㎥/d = 15.7min – 통합운영시 HDT = V / Qd = 6,703.2㎥ ÷ 402,150㎥/d = 24.0min
	최대처리용량	– 생활용수계통 Qmax = V / HDTc = 5,298.7㎥ ÷ 20min = 381,508㎥/d – 공업용수계통 Qmax = V / HDTc = 1,404.5㎥ ÷ 20min = 101,123㎥/d – 통합운영시 Qmax = V / HDTc = 6,703.2㎥ ÷ 20min = 482,630㎥/d

2) 약품침전지

평가기준인자		표면부하율 (SOR ; Surface Overflow Rate) : 상수도시설기준 (횡류식 침전지) : 21.6~43.2㎥/㎡ · d
지의 규격		– 생활용수계통 AS(침강면적) = B 19.0m × L 60.0m × 8지 = 9,120.0㎡ – 공업용수계통 AS(침강면적) = B 20.0m × L 60.0m × 2지 = 2,400.0㎡ – 통합운영시 AS(침강면적) = 9,120.0㎡ + 2,400.0㎡ = 11,520.0㎡
분석결과	설계유량기준	– 생활용수계통 SOR = Qd / As = 273,000㎥/d ÷ 9,120.0㎡ = 29.9㎥/㎡ · d – 공업용수계통 SOR = Qd / As = 129,150㎥/d ÷ 2,400.0㎡ = 53.8㎥/㎡ · d – 통합운영시 SOR = Qd / As = 402,150㎥/d ÷ 11,520.0㎡ = 34.9㎥/㎡ · d
	최대처리용량	– 생활용수계통 Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 9,120.0㎡ = 393,984㎥/d – 공업용수계통 Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 2,400.0㎡ = 103,680㎥/d – 통합운영시 Qmax = SORc × As = 43.2㎥/㎡ · d × 11,520.0㎡ = 497,664㎥/d

3) 급속여과지

평가기준인자		여과속도 (FV ; Filtration Velocity) : 상수도시설기준 : 120~150m/d
지의 규격		Af(여과면적) = B 8.0 × L 13.8m × 20지 = 2,208㎡
분석결과	설계유량기준	FV = Qd / Af = 273,000㎥/d ÷ 2,208㎡ = 123.6m/d
	최대처리용량	Qmax = Af × FVc = 2,208㎡ × 150m/d = 331,200㎥/d

4) 소독공정 적정처리용량

소독능은 최근 3년간의 수질 및 운영 최악조건에서 분석하였다.

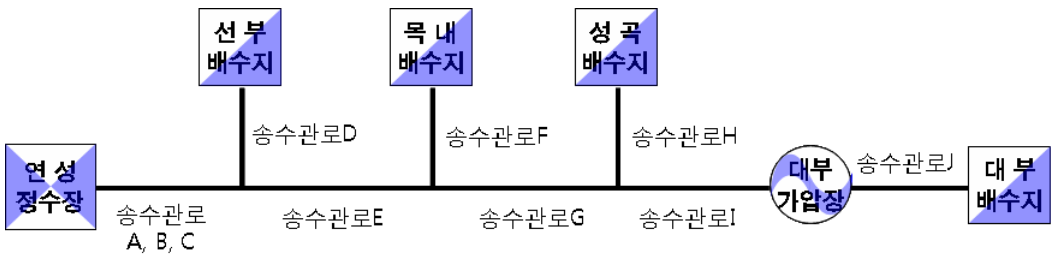
평가기준인자		*Giardia* 0.5 log 제거(소독공정), 정수처리기준에 관한 고시
지의 규격		V = B 26.5m × L 40.0m × He 6.0m × 2지 = 12,720.0㎥ 장폭비 12.1 (장폭비 환산계수 0.40)
분석결과	시설용량기준	– 최악조건(정수지) : 불활성화비 = 0.051, 총 2.52 log 제거 – 추가소독능 포함시 · 정수지+송수관로A, B, C, D+선부배수지 : 불활성화비 = 1.300, 총 3.15 log 제거 · 정수지+송수관로A, B, C, E, F+목내배수지 : 불활성화비 = 1.572, 총 3.29 log 제거 · 정수지+송수관로A, B, C, E, G, H+성곡배수지 : 불활성화비 = 1.811, 총 3.41 log 제거 · 정수지+송수관로A, B, C, E, G, I, J+대부배수지 : 불활성화비 = 16.457, 총 10.73 log 제거
	최대처리용량	– 최악조건(정수지) : 13,243㎥/d – 추가소독능 포함시 · 정수지+송수관로A, B, C, D+선부배수지 : 76,724㎥/d · 정수지+송수관로A, B, C, E, F+목내배수지 : 41,430㎥/d (인증) · 정수지+송수관로A, B, C, E, G, H+성곡배수지 : 41,818㎥/d · 정수지+송수관로A, B, C, E, G, I, J+대부배수지 : 125,852㎥/d

주 1) 2006~2008년 일간 운영자료를 적용함.

2) 잠재적 최악조건 : 최소 수온0.5℃, 최대 pH 8.1, 최소 잔류염소농도 0.49㎎/L 적용, 유량은 시설용량을, 정수지 최소 운영수위비는 0.16 적용(최소수위 0.13m는 특이값으로 제외하고 0.98m를 최소수위로 적용함).

3) 추가소독능 : 운영수위비는 각 배수지의 최소 운영수위비 선부(0.13), 목내(0.32), 성곡(0.23), 대부(0.14)를 적용함. 그 외 조건은 최악조건과 동일하게 적용함.

송수관로A : D 1.2 × L 3,751	송수관로B : D 1.1 × L 1,415	송수관로C : D 1.2 × L 561
송수관로D : D 1.0 × L 780	송수관로E : D 0.8 × L 2,060	송수관로F : D 0.6 × L 1,050
송수관로G : D 0.7 × L 1,850	송수관로H : D 0.7 × L 380	송수관로I : D 0.6 × L 20,652
송수관로J : D 0.5 × L 7,550		

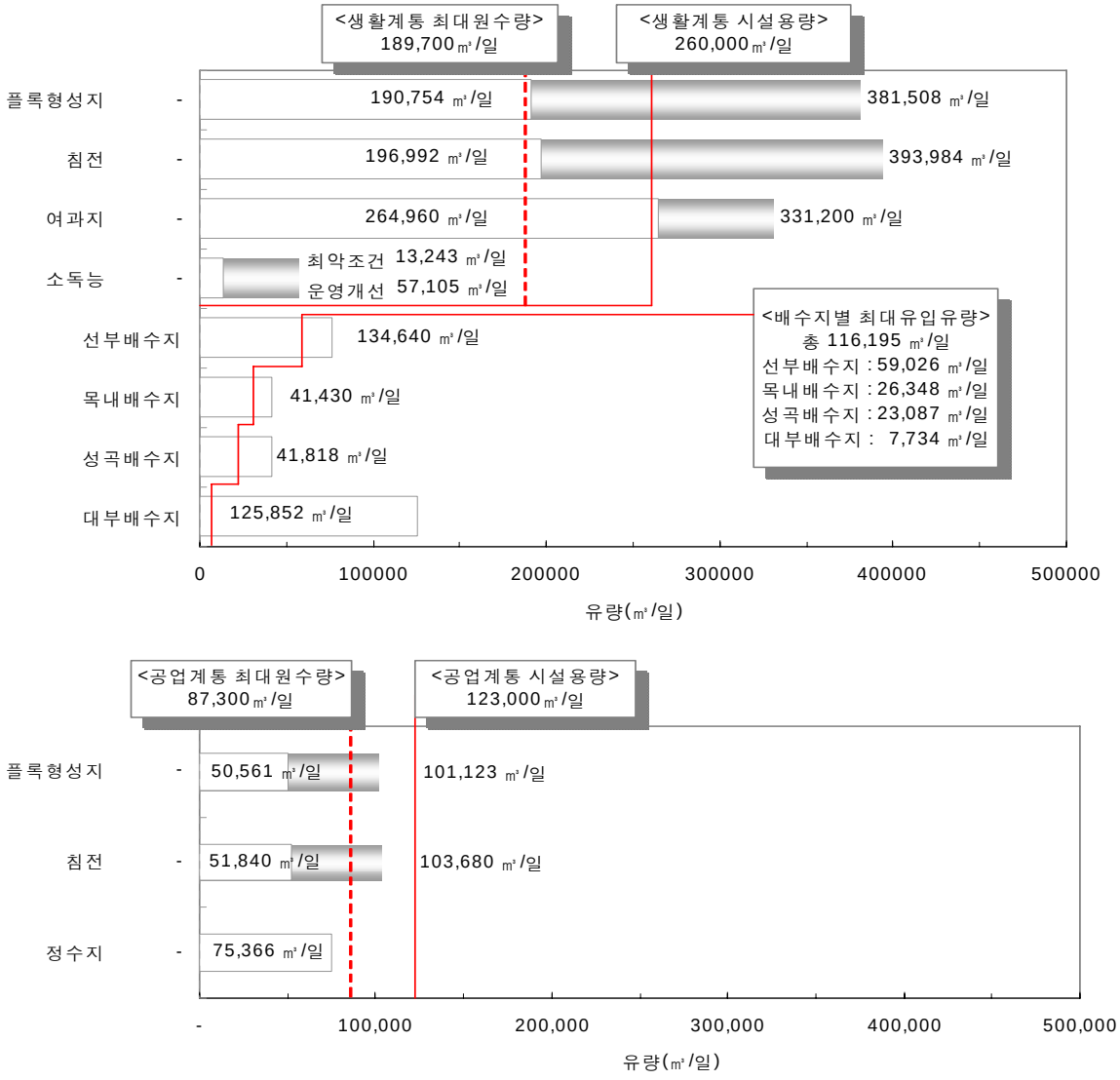


나. 종합성능평가

연성정수장은 총 383,000㎥/일의 시설용량으로, 생활용수계통 260,000㎥/일, 공업용수

계통 123,000㎥/일의 규모이다.

앞서 평가한 공정별 기준 범위에 대해 최대처리가능용량을 산정하여 아래 잠재적 성능 그래프로 표현하였다.



<그림 5.2-3> 성능평가그래프

생활용수계통은 플록형성지, 침전지, 여과지는 시설용량을 만족하는 것으로 나타났다. 소독능은 배수지별 최대유입유량을 만족하므로, 실제 운영 소독능은 만족한 것으로 평가되었다.

공업용수계통은 최대원수량이 87,300㎥/일로 최대처리용량 내에서 운영되었다. 그러나 플록형성지, 침전지, 정수지 모두 시설용량에 부족한 것으로 평가되었고, 최대정수량은 128,500㎥/일로 시설용량인 123,000㎥/일을 초과한 것으로 나타났다. 연성정수장은 공업용수량 부족 시 생활용수계통에서 부족한 부분을 보충하여 사용하고 있다. 생활용

수계통은 최대처리가능유량이 시설용량을 충분히 만족하고, 통합운영시 플록형성지의 최대처리용량이 482,630㎥/일, 침전지의 최대처리용량이 497,664㎥/일로 생활+공업에 대해 만족한다. 따라서 현재와 같이 생활용수계통에서 부족한 부분을 보충하여 운영하여도 무방하다고 판단된다.

다. 연성정수장 기술진단 및 개선방안 종합

<표 5.2-2> 기술진단 및 개선방안

공정	기술진단 결과	개선방안
혼화 및 약품주입	-pH 조절을 위한 산제 도입 필요. 원수 일간 pH는 6.3~9.3(평균 7.7) 범위를 나타내며, pH가 8.5이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 5.2%(pH 8.0이상으로 유입되는 경우는 운영일수의 17.5%)에 해당	-현재 원수유량계 설치지점에 이산화탄소 도입을 계획하고 있으며, 주입위치는 적정한 것으로 판단됨
	-정수기준(생활용수계통)으로 pH 7.0이하가 25일(2.28%), pH 6.5이하가 1일(0.09%)로서 2008년 7월에 최소인 pH 6.3을 나타내었고, 이때 알칼리도는 최소 알칼리도인 16 ㎎/L로 조사됨	-착수정 전단에 NaOH주입 설비가 있으므로 저pH시 NaOH주입 필요를 검토하여 응집 pH를 최적화 하는 것이 바람직함.
플록형성지	-공업용수계통 시설용량에 부족	-통합운영시 적정하므로 현재와 같이 생활용수계통 에서 부족한 양을 보충하여 운영하여도 무방함
	-G값다소 낮음, #1지의 G값 점감범위 부적정	-지별 Gt값 균등화 필요 -저탁도를 대비한 Gt값 상승을 위한 rpm 적정화(〈표5-42〉 적정 rpm 참조)
침전	-공업용수계통 : 설계유량에서 표면부하율, 평균 유속, 위어하부상승유속 불만족	-공업용수계통 : 생활계통과 통합운영시 설계유량에서도 위어하부상승유속과 Fr. No.와를 제외하고는 시설기준을 모두 만족하는 것으로 평가됨. 따라서 현재와 같이 생활용수계통에서 공업용수계통의 부족분을 보충하여 운영하여도 무방하다고 판단됨.
	-통합운영시 위어하부상승유속 불만족 (생활 : 93.8㎥/㎡ · d, 공업 : 117.9㎥/㎡ · d)	-생활용수계통 : 기준을 초과하나 그 정도가 크지 않고 현재 최대 생산량에 대해서는 기준을 충분히 만족하므로 향후 생산량 변동을 고려하여 위어길이 연장을 검토하여도 무방함. -공업용수계통 : 첨두유량에서도 기준을 초과하므로 위어하부상승유속을 만족하기 위해 위어선단길이를 28.5m 이상으로 연결할 필요가 있음(폐쇄구간 미포함)

<표 5.2-2> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
여과	-단계별 여과지 유입관로에 밸브 및 유량계 미설치. 유량편중 발생 및 유지관리 불리	-유입관로에 밸브설치 및 유량계설치(유량계는 한 개만 설치해도 무방)
	-역세척시 심층 배출 불량, 머드볼 관측	-역세척 강도 및 역세척 시퀀스 변경
	-역세척시 일부 물이 솟구침	-스트레이너 점검
	-역세척 시작 수위가 높음(수위계 기준점)	-역세척 시작 수위 조정 (수위계 기준점 여과사면으로 조정)
정수지	-한국상하수도협회로부터 추가소독능을 인증받아 운영하고 있음	
배출수 처리시설	-탈수여액 및 세척수 2차 농축조로 유입	-조정기능을 하는 배슬러지지로 이송하여 처리는 것이 바람직함
	-배슬러지지 용량 부족	-1차 농축조의 농축기능을 통해 2차 농축조로의 조정이 가능할 것으로 판단되고, 2차 농축조의 용량이 충분하므로 설계조건에서도 1차 및 2차 농축조의 유입 및 인발을 적정화하면 운영상 문제는 없을 것으로 판단됨
	-방류수 수질 SS 초과 운영	-농축보조제를 사용하는 등의 운영적정화를 통하여 방류수질을 개선

2.2 단위시설별 개량계획

2.2.1 안산정수장

가. 착수시설

1) 시설 및 운영현황

취수장에서 취수된 원수가 도수관로를 통하여 유입되는 시설인 착수정은 수위의 안정과 함께 후속공정으로의 분배기능을 비롯하여 유량측정, 수처리제 주입 등의 보조기능을 가진다.

착수정은 2지로, 광역상수도 3, 4단계 원수에 대한 구분이며, 생활용수와 공업용수를 통합하여 운영하고 있으며, 3, 4단계 중 한 지만 운영하기도 하는 것으로 조사되었다.

착수정~혼화지로의 유입수로에서 Water-Champ에 의해 전염소와 응집제가 주입된 후 혼화지부터 생활계통과 공업계통으로 분기되며, 생활계통 유입밸브를 조절하여 유량배분을 하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 5.2-3> 착수정 시설현황

구 분	현 황	비 고
규 격	-3단계 : W4.5m × L7.7m × H4.5m × 1지 -4단계 : W4.5m × L8.0m × H4.5m × 1지	통합운영(생활+공업), 광역상수도 3, 4단계 원수에 대한 구분임
유효용량	-155.9㎥/지 × 1지 + 162.0㎥/지 × 1지 = 317.9㎥	
구조 및 부대시설	-장방형 RC조 -정류벽 설치 -유입관 : 3단계 D1,100㎜, 4단계 D1,000㎜ -드레인 : 3단계 D300㎜, 4단계 D500㎜ -월류관 : 3단계 D500㎜, 4단계 D500㎜ -지별 By-pass관 설치 : 3단계 D1,100㎜, 4단계 D1,000㎜ (지간 By-pass관 : 미설치) -유출관 : 3단계 D1,100㎜, 4단계 D1,000㎜ -여유고 : 3단계 60㎝, 4단계 60㎝ -유량측정 : 유입관에 초음파 유량계 설치	



3단계 착수정



4단계 착수정

<그림 5.2-4> 착수정

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

설계유량 등 검토대상 유량을 기준으로 착수정의 체류시간을 검토한 결과, 통합운영시 체류시간은 3.05분, 3단계만 운영시 1.5분, 4단계만 운영시 1.6분으로 설계기준(1.5min 이상)에 모두 적정한 것으로 나타났다.

<표 5.2-4> 착수정 수리적 설계인자 검토결과

설계인자		설계유량 1)	평균유량	최대유량	기 준	평가 2)
통합운영시	검토수량(㎥/일)	150,150	99,947	139,700	-	적 정
	체류시간(min)	3.1	4.6	3.3	1.5 이상	
3단계만 운영시	검토수량(㎥/일)	150,150	99,947	139,700	-	적 정
	체류시간(min)	1.5	2.3	1.6	1.5 이상	
4단계만 운영시	검토수량(㎥/일)	150,150	99,947	139,700	-	적 정
	체류시간(min)	1.6	2.3	1.7	1.5 이상	

주 1) 설계유량은 시설용량 143,000㎥/일(생활+공업)에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
2) 평가는 설계유량에 대해 수행

② 기타 기술진단

3단계와 4단계로 구분되어 각 1지로 구성되어 있으며, 각 지별 By-pass관은 설치되어 있으나, 지간 By-pass관은 설치되어 있지 않는 것으로 조사되었다.

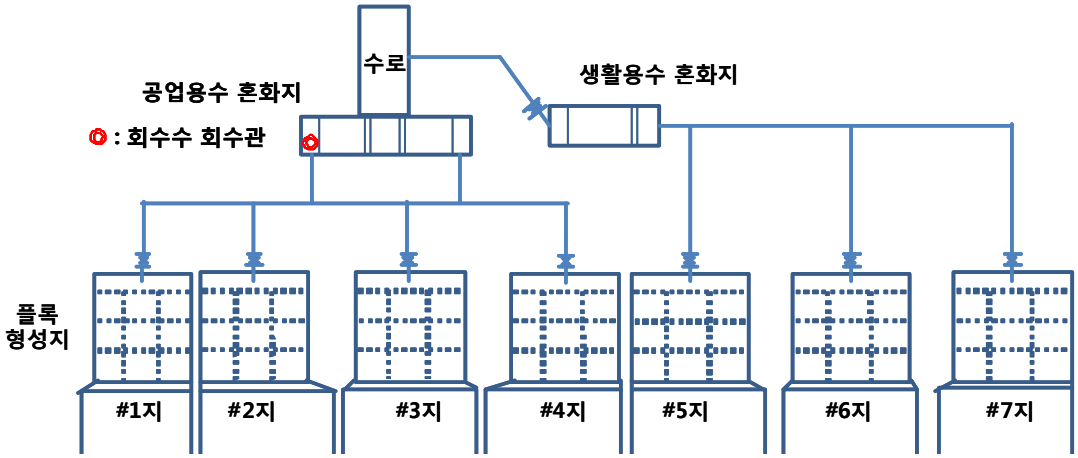
그러나, 착수정 2지가 지별로 운영이 가능하고, 지별 By-pass관이 설치되어 있으므로 운영상 문제는 없을 것으로 판단된다.

부대시설로서, 정류벽, 월류 시설, 유입제수밸브, 드레인 등이 설치되어 있으며, 유효수심은 4.5m로 기준 3~5m의 범위에 대해 적정하였다. 여유고는 3, 4단계 모두 60

㎝로 시설기준(60㎝ 이상)에 적정하므로, 구조적으로 문제가 없는 것으로 평가되었다.

나. 계통별 유량 배분

착수정 후단에서 생활용수계통과 공업용수계통으로 유량이 분기되고 있으나, 계통별 유입유량계는 설치되어 있지 않다. 수리조건에 의한 균등분배가 불가한 구조이며, 현재 생활계통 유입밸브를 조절하여 운영하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서, 계통별 유량배분을 위해, 다음과 같이 개선안을 제시하였다.



<그림 5.2-5> 통별 혼화지 유입구조 현황

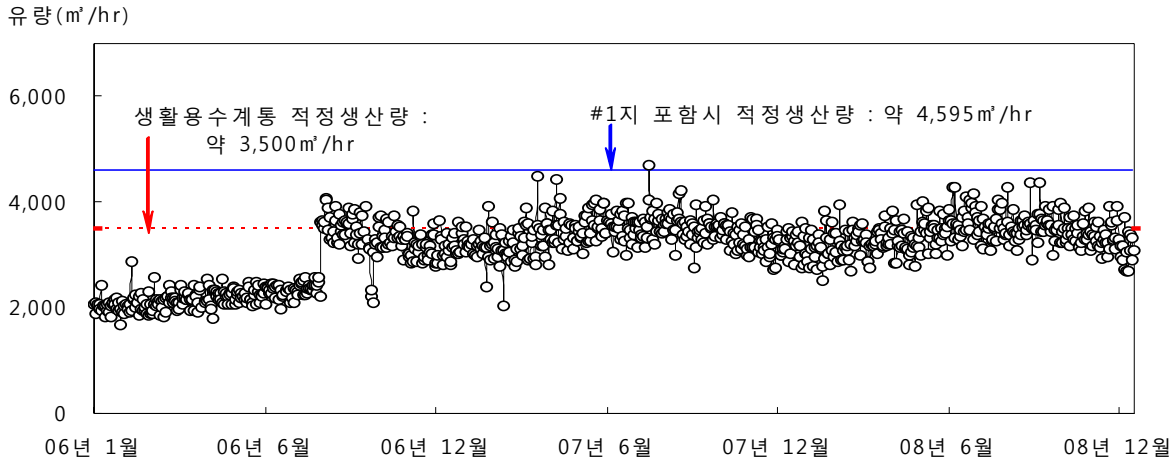
<표 5.2-5> 계통별 유량배분을 위한 개선안

구분	1안	2안	3안
	운영개선안	응집침전지 지별 유입유량계 설치(안)	생활용수계통 혼화지 후단에 유량계 설치(안)
개요	-현장 여건상 생활용수계통의 혼화지 유입 관로에 유량계 설치 불가 -여과지 유출유량계를 참조하여 생활용수계통 혼화지 유입분배조절밸브 개도제어를 통한 계통별 유량배분에 유의	-응집침전지에 지별 유입유량계를 설치 -지별 유량계를 참조하여 유입밸브 개도제어를 통한 계통별 유량배분에 유의	-응집침전지 유입구조 변경(안)을 적용시 -생활용수계통 혼화지 후단에 유량계 설치 가능
검토내용	-여과지 유출유량계를 참조할 경우, 정확한 조절이 어려움	-전동밸브로 교체 필요 -유량계에 근거한 제어 가능	-공사시 단수 수반
선정	-응집침전지 개량안 선정에 따라 적용		

계통별 유량배분이 가능하도록 개선이 이루어지더라도, 생활용수계통의 정·배수지 유효용량이 부족하므로(시설용량 기준 체류시간 2.6시간), 배수량의 시간변동에 대한 대

응이 필요한 것으로 조사되었다.

아래 그림에 최근 3년간 정수지의 시간최대배수량을 나타내었다. 운영일수의 25%가 생활용수계통 적정생산량(약 3,500㎥/hr)을 초과하여 운영되고 있는 것으로 조사되었다.



<그림 5.2-6> 생활용수 정·배수지의 시간최대배수량

안산정수장은 여름철 생활용수 사용량이 증가하여 시간최대배수량이 증가하게 되면, 공업용수계열의 침전수를 여과지로 유입되도록 운영하고 있는 것으로 조사되었다.

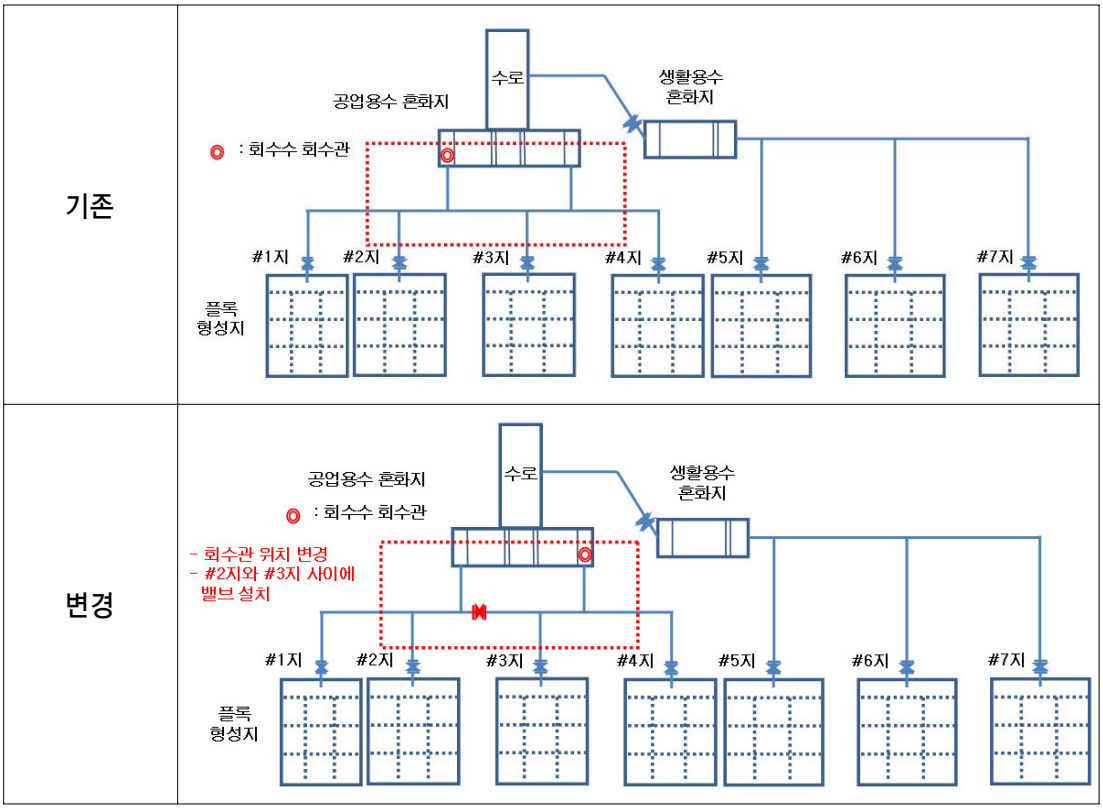
응집침전지 지별 유입유량계 설치(안) 적용시, #1지를 포함할 경우 생활용수계통 적정생산량은 약 4,595㎥/hr로 나타났다. 그러나, 최근 3년간 시간최대유량의 최대값은 4,690㎥/hr(2007년 8월 9일 발생), 4,500㎥/hr(2007년 4월 13일 발생)로 조사되었으므로, 정·배수지 수위 관리에 주의가 필요하다.

따라서, 안정적인 운영을 위해서는 정수지 증설 또는 배수지 신설(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토)이 필요하다.

또한, 현재 배출수지(회수조) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 저류조를 통해 공업용수 혼화지로 반송되고 있어, 공업용수로만 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는, 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능하므로, 잠재적인 위험을 회피하기 위해서 배슬러지지(조정조) 상징수를 회수하지 않고 방류하는 것이 가장 바람직하다. 그러나, 손실수량이 많아지게 되는 단점이 있게 된다. 따라서 다음과 같이 개선이 필요하다.

1안	2안	3안	4안
공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우			공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입하지 않아도 될 경우
회수 위치 변경(안)	배출수 처리계통 운영개선(안)	회수수에 대해 원생동물 모니터링	정·배수지 증설 또는 배수지 신설
-혼화지 2지 중 좌측지로 회수수가 유입되도록 위치 변경 -응집침전지 #2지와 #3지 사이의 배관에 밸브 설치 -혼화지 유출위어에 가동위어, 또는 각락을 설치하여 유출 유량 조절 -필요시 침전지 #1지에서만 여과지로 유입되도록 함 -정수지 시간최대유량을 만족시키기 위해서 정수지 수위 관리에 주의 필요	-배출수지(회수조) 상징수만 회수하고, 배슬러지지(조정조) 상징수는 회수하지 않는 것이 가장 이상적임 -배슬러지지(조정조) 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함 -배출수지(회수조) 상징수 회수량은 원수유입량에 대한 비율이 10% 이내에서 운영되도록 주의	-생산성 측면에서 배슬러지지(조정조) 상징수 회수를 지속할 경우에는, 회수수에 대해 원생동물에 대한 모니터링이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단됨	-안정적인 운영을 위해서는 정·배수지 증설 또는 배수지 신설 필요(휴지 중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토) -현재와 같이 운영 가능

주) 1안의 방식



다. 혼화 및 약품주입설비

1) 시설 및 운영현황

급속혼화기는 가동을 중지하여 사용하지 않고, 착수정~혼화지로의 유입수로 중간에서 Water-Champ에 의해 급속혼화 시키고 있다.

분말활성탄은 착수정유입부와 생활계통 혼화지 유입부에 주입하고 있고 pH조절제인 소석회와 이산화 탄소는 착수정 유입부에 주입하고 있다. 착수정~혼화지 수로에 전염소와 응집제가 급속혼화방식인 Water-Champ로 순차적으로 주입되고 있다.

응집제는 원수의 성상에 따라 PACl(17%), PAHCS(12.5%), PACS(17%)를 선택하여 사용하고 있다. Jar test를 실시하여 주입량 결정에 반영하고 있으며, 응집제는 유량비례 자동주입 설비에 의해 주입된다.

<표 5.2-6> 혼화 및 약품주입설비 시설현황

구 분	현 황
규 격	-생활용수계통 : W4.5m × L4.5m × H3.8m × 1지 -공업용수계통 : W3.8m × L3.8m × H3.8m × 2지
유효용량	-생활용수계통 : 76.95 ㎥/지 × 1지 = 76.95㎥ -공업용수계통 : 54.87 ㎥/지 × 2지 = 109.74㎥
구조 및 부대시설	-정방형 RC조 -응집제 : PACl, PAHCS, PACS (원수의 성상에 따라 선택 주입) -혼화방식 : Water-Champ, 수직터빈형 혼화기(운전중지) -약품주입위치 · 응집제 : 착수정~혼화지 수로 중간에서 주입(전염소주입후 5.7m 지점, 주입률 제어방식 : 유량비례 자동주입) · pH 조절제 : 소석회-착수정 유입부에서 주입, 이산화탄소-착수정 유입부 · 전염소 : 착수정~혼화지 수로 전단에서 주입(주입률 제어방식 : 잔류염소농도 설정 후 유량비례 주입) · 중염소 : 생활용수계통 혼화지 후단에서 주입(주입률 제어방식 : 잔류염소농도 설정 후 유량비례 주입) · 분말활성탄 : 착수정 유입부 및 생활계통 혼화지 유입수로 -응집제 주입설비 · 저장조(#1조~#4조) : #1~#3조 각각 31㎥, #4조 41.5㎥ · 공급탱크 : 2㎥×3조 -소석회 주입설비 -분말활성탄 주입설비



응집제 주입용
Water-champ



응집제 주입설비



전염소 주입용
Water-champ



고체약품 주입설비



생활용수계통 혼화지(1지)
전경



공업용수계통 혼화지(2지)
유입위어

<그림 5.2-8> 혼화지 및 약품주입설비

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

혼화지는 정수처리 하고자 하는 원수와 응집제를 급속으로 교반하기 위한 시설로 가능한 빠르게 혼화될 수 있는 동력이 요구된다. 특히 알루미늄계 무기응집제는 물속에 투입되면 짧은 시간 내에 수화되어 응집효율이 낮은 비활성알루미늄 상태로 변하므로 가능한 빠른 시간 이내에 순간혼화 될 수 있는 혼화여건 조성이 중요하다.

일반적인 pH 범위내에서 Al(OH)2+나 Al(H2O)63+와 같은 가수분해생성물은 1초 이내의 매우 짧은 시간 내에 만들어지고 가수분해 생성물이 콜로이드상 입자에 아주 빠르게 흡착되기 때문에, Amirtharajah나 Kawamura 등은 이러한 특성을 고려하여 1초 이내의 순간혼화를 권장하고 있다. 우리나라와 같이 다소 긴 혼화시간은 micro floc과 응집제 floc을 생성시켜, 흡착-불안정화에 의한 플록형성 및 침전을 목적으로 한다.

안산정수장은 착수정~혼화지 수로에서 급속분사교반기(Water-Champ)에 의한 급속

혼화가 이루어지고 있다.

기계식 혼화기는 현재 가동중지 중이나, 급속분사교반기(Water-Champ)에 의한 급속 혼화 후 각 계통별 혼화지로 이류되고 있어, 혼화지의 수리적인 체류시간을 평가하였다. 평균유량기준에서 체류시간이 생활용수계통은 2.30분, 공업용수계통은 3.10분으로 나타났다.

응집제 주입 후 긴 체류시간은 플록 형성 및 형성된 플록의 파괴 우려가 있으므로, 계통별 혼화지를 철거하고, 배관을 통하여 계열별 플록형성지로 이류되도록 하는 것이 가장 이상적이나, 현장여건상 공사 수행시 단수가 불가피하므로 상시 운영에 유의하도록 한다.

<표 5.2-7> 혼화지 수리적 설계인자 검토결과

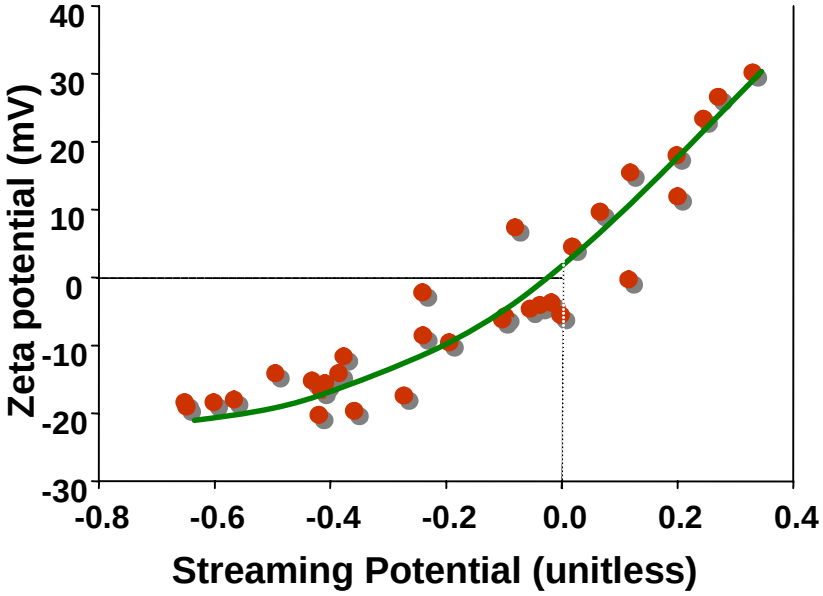
계통	설계인자	설계유량 1)	평균유량	첨두유량	기준	평가 2)
생활용수 계통	검토유량(㎥/일)	87,150	48,237	68,200	-	-
	체류시간(min)	1.27	2.30	1.62	1분 내외	적정
공업용수 계통	검토유량(㎥/일)	63,000	51,020	79,510	-	-
	체류시간(min)	2.51	3.10	1.99	1분 내외	과대

주 1) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
2) 설계유량기준에서 평가함

② 혼화효율 검토

혼화공정의 적정성을 평가하기 위하여 미국 Sentrol社의 SPD(Streaming Potential Detector)를 이용하여 원수와 응집제 주입 후 착수정~혼화지 수로에서의 흐름전위를 측정하였다.

흐름전위는 어떠한 유체에 압력을 가하면 Bulk fluid를 통해 관련된 물질이 모세관 이동이나 공극을 플러그 흐름으로 움직이면서 그 물체의 확산층에 있는 상대이온을 움직이게 하는 전위 또는 전류를 의미한다. 입자의 콜로이드 반대이온이 수력 전단되어 한 극성으로 전하 이동하여 전류가 발생되는데, 이러한 유동전류신호는 콜로이드 상의 전하를 의미하며, 이 전류는 유체의 고정부와 이동부 사이의 전단면에서의 전위인 제타전위(Zeta potential)에 수학적으로 관계된다. 다음 그림은 기존연구에서 보고된 흐름전위와 제타전위의 상관성을 나타낸 것이다.



<그림 5.2-9> 제타전위와 흐름전위의 상관성(수온 9~15℃)

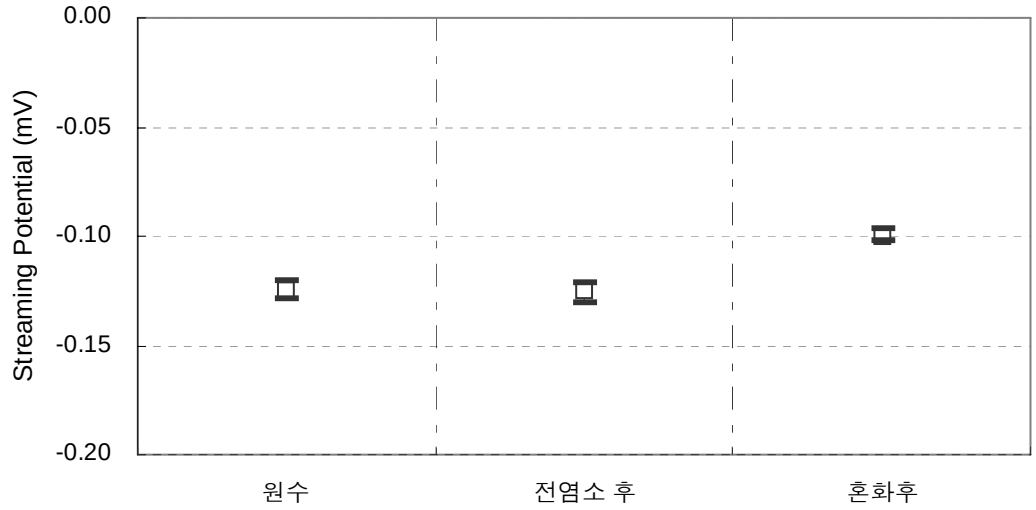
흐름전위 측정시 취수량은 약 4,700~4,800㎥/hr 였으며, 원수탁도는 4.0NTU, 응집제(PACl) 주입률은 13.0ppm 이었고, 알칼리제는 주입되지 않는 조건이었다.

<표 5.2-8> 흐름전위 측정 조건

조사일시	pH	수온	알칼리도	원수탁도	응집제주입률	원수유량
2009. 2. 19	9.2	4.3℃	46.0㎎/L	4.0NTU	13ppm	4,700~4,800㎥/hr

아래의 표와 그림에 측정위치별 흐름전위값을 나타내었다. 흐름전위는 전염소 처리 후의 원수에서 -0.125㎷(-0.121~-0.130㎷)로, 일반적인 자연수에서 콜로이드입자가 갖는 (-) 하전을 나타내었다.

응집제 주입과 혼화에 의해 흐름전위는 -0.100㎷(-0.096~-0.102㎷)로 보다 0mV에 부근으로 하전이 감소되는 경향을 나타내었다.



<그림 5.2-10> 흐름전위 측정값

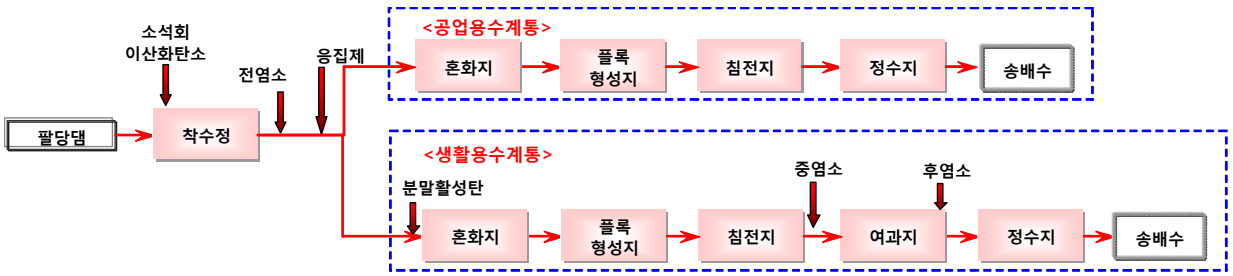
구 분	원수	전염소 주입후	혼화 후
흐름전위(mV)	-0.125(-0.120~-0.128)	-0.125(-0.121~-0.130)	-0.100(-0.096~-0.102)

③ 약품주입 위치

분말활성탄은 착수정유입부와 생활계통 혼화지 유입부에 주입하고 있다. 착수정 유입부로 분말활성탄 주입시 공업용수까지 분말활성탄 처리를 하게 되어 경제적이지 않으므로 생활용수계통 혼화지 유입부로만 분말활성탄이 주입하도록 한다.

pH조절제인 소석회와 이산화탄소는 착수정 유입부에 주입되고 있어 적정한 것으로 판단된다.

착수정~혼화지 수로에 전염소와 응집제가 급속혼화방식인 Water-Champ로 순차적으로 주입되고 있어 적정한 것으로 나타났다.



<그림 5.2-11> 약품주입위치 현황

④ 응집제 주입량 결정 및 제어

응집제는 원수의 성상에 따라 PACl(17%), PAHCS(12.5%), PACS(17%)를 선택하여 사용하고 있다. Jar test를 실시하여 응집제 주입율을 결정하고 있으며, 응집제는 유량비례 자동주입 설비에 의해 주입되고 있다. 또한, 현장에 SCD가 설치되어 있어 응집제 주입후 혼화효율을 모니터링하고 있으며, 현재의 주입율 결정방식이나 약품주입 방식에 문제는 없는 것으로 판단된다.

⑤ 응집약품의 적정성

현재 사용되고 있는 응집약품 중 PAHCS는 과량주입시에도 전하역전현상이 관측되지 않고 잔류탁도가 낮아지므로, 탁도가 높고 알칼리도가 낮은 우기에 사용하면 수질 안전성 및 안정성을 제고할 수 있는 것으로 알려져 있다.

최근 3년간 원수 일간 pH가 6.7~9.0(평균 7.9)의 범위를 나타내고 있는 것으로 조사되었다.

일반적으로 알루미늄계통의 응집제는 pH 7 부근에서 최적응집이 이루어지며, PAHCS의 경우, 염기도가 높아서 알칼리도와 pH 강하율이 상대적으로 적고, pH 8～10 이상에서도 안정하다고 보고되고 있으나, 최적점은 중성부근에서 설정된다.

저 pH 및 알칼리도에 대응하여, 소석회 주입설비가 설치되어 있다. 유지관리 및 주입율 제어에 있어서는 NaOH에 비해 불리한 점이 있으나, 소석회는 알칼리도 증가뿐 아니라, Ca^{2+}, 즉 2가의 양이온을 수중에 공급함으로써 혼화 및 응집을 촉진하는데 기여한다는 장점이 있다.

알칼리제 주입시설은 설치되어 있으나, 고 pH에 대응하기 위한 시설이 설치되어 있지 않다. 일반적으로 알루미늄계 응집제는 주입에 따라 pH가 강하되나, 이를 통해 적정 pH 범위로 조정하는 것은 기대하기 어렵고, 별도의 산제를 사용하여, 최적 pH로 조정하는 것이 바람직하다.

원수의 pH가 8.5 이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 15.8%에 해당되므로(pH 8.0 이상 유입되는 경우는 운영일수의 40.8%에 해당), 응집의 고도화를 위해서는 최적 응집 pH 범위로 알려져 있는 7.0 부근을 만족시킬 수 있도록 pH 조절제가 필요하다. 안산정수장은 현재 산제로 이산화탄소(CO_2) 주입설비가 도입되어 있으므로 적정한 것으로 나타났다.

⑥ 분말활성탄 주입

안산정수장은 최근 3년간 분말활성탄 주입 이력은 없는 것으로 조사되었으나, 원수에서 Geosmin 0.16~38.78ng/L, 2-MIB 1.01~10.92ng/L로 나타나, 알려진 최소감지농도 8ng/L, 5ng/L에 대해 초과하여 나타났으므로 이에 대한 대응이 필요할 것으로 판단된다. 분말활성탄 주입설비가 시설되어 있으므로, 주입율을 적정화하여 조류발생 및 맛·냄새 등에 대응할 수 있도록 해야 한다.

상수원수 중 맛·냄새 유발물질인 2-MIB와 Geosmin 제거효율은 일반적으로 분말활성탄주입률 10㎎/L 이하에서는 급격한 제거양상을, 20㎎/L 이상에서는 안정화 양상을 나타낸다고 보고되었다. 한계냄새강도 기준으로는 냄새가 약할 때(초기농도 50ng/ L 수준)는 15㎎/L, 냄새가 강할 때(초기농도 100ng/L 수준)는 30㎎/L, 냄새가 매우 강할 때(초기농도 200ng/L 수준)는 30㎎/L 이상이 적정하다고 보고되었다.

한강수계 중 팔당에서의 맛·냄새물질은 Geosmin이 평균 5.2ng/L (N.D~49.0ng/L, 95% 누적 17.4ng/L), 2-MIB 8.9ng/L(N.D~48.8ng/L, 95% 누적 28.6ng/L)로 검출되었다(2004~2006년).

따라서, 원수 및 팔당댐에서의 맛·냄새물질 발생특성을 고려하여, 15㎎/L까지는 주입가능하도록 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한, 전염소와 분말활성탄의 주입위치가 근접하여 분말활성탄의 효율을 저해할 수 있고, 공업용수까지 분말활성탄 처리를 하게 되어 경제적이지 않으므로, 생활용수계통 혼화지 유입부로 분말활성탄 주입위치를 변경하여, 가능한 주입시차를 주고, 생활용수계통으로만 분말활성탄이 주입되도록 하는 것이 바람직하다.

라. 플록형성지

1) 시설 및 운영현황

플록형성지는 혼화공정에서 생성된 미세한 플록을 서로 결합시켜 침전이 용이한 큰 입자로 만드는 공정이다.

안산정수장 플록형성지는 침전지와 일체구조로 되어 있으며, 각 지는 3단 점감식 응집이 이루어진다. 배관에 의해 유입유량이 분배되나, 수리적 대칭이 확보되지 않아, 각 지별 유량배분을 위한 밸브개도율 조정이 필요하다.

유입부에는 전동버터플라이밸브가 설치되어 있고, 유입구조는 하향 나팔관형식이다. 관로 유입 후 정류벽이 설치되어 있으며, 각 단의 격벽도 정류벽 구조로 되어 있다. 정류공 제원은 지별로는 상이하나, 지내 각 단별로는 모두 동일하다(#1지 Φ100㎜,

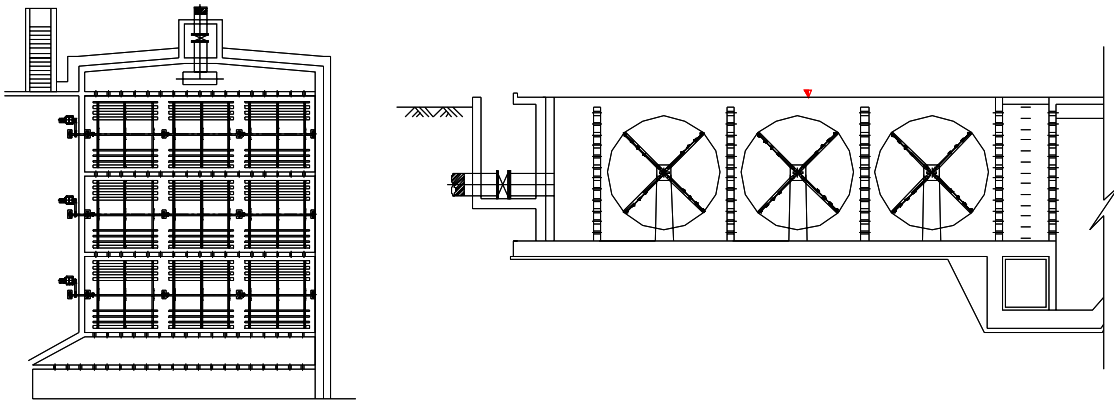
288개, #2지~#4지 Φ100㎜, 264개(수면위 정류공 24개는 제외), #5지~#7지 Φ100㎜, 372개).

플록형성지 말단 정류벽과 침전지 유입정류벽은 1.3m의 완충지역을 두고 있다. 플록 큐레이터는 수평 패들형이며, 인버터에 의한 회전수 조절이 가능한 것으로 조사되었다.

공업용수의 첨두유량이 79,510㎥/일로, 설계유량(63,000㎥/일)을 초과하여 운영되고 있어, 당초 생활용수계통으로 증설된 응집침전지 #1지를 공업용수계통으로 전환하여 운영하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 5.2-10> 플록형성지 시설현황

구 분	현 황
규 격	-#1지(생활용수계통으로 증설되었으나 공업용수계통으로 운영하고 있음) : W 8.5m × L 10.5m × H 3.5m × 1지 -#2지~#4지(공업용수계통) : W 9.6m × L 10.5m × H 3.5m × 3지 -#5지~#7지(생활용수계통) : W 10.6m × L 10.5m × H 3.5m × 3지
유효용량	-#1지 : 312.40m³ /지 × 1지 = 312.40m³ -#2지~#4지 : 352.80m³ /지 × 3지 = 1,058.40m³ -#5지~#7지 : 389.55m³ /지 × 3지 = 1,168.65m³
구조 및 부대시설	-장방형 RC조 -3단 점감식 응집, 인버터에 의한 회전수 조절 가능 -단 구분 정류벽 설치 정류공 : #1지 D 100㎜ × 288개/지 #2지~#4지 D 100㎜ × 264개/지(수면위 정류공 24개는 제외함) #5지~#7지 D 100㎜ × 372개/지 -형식 : 수평 패들형(3열) 패들규격 : #1지 D 3,100㎜ × B 100㎜ × L 2,200㎜ #2~4지 D 3,000㎜ × B 100㎜ × L 2,900㎜ #5~7지 D 3,000㎜ × B 100㎜ × L 3,000㎜



<그림 5.2-13> 플록형성지 평·단면도




<그림 5.2-14> 플록형성지

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

확장된 응집침전지 #1지는 당초에는 생활용수계통으로 설계되었으나, 현재 공업용수계통으로 운영되고 있어 이를 감안하여 시설현황과 운영현황 두 가지 경우로 구분하여 평가하였으며, 시설현황은 설계유량기준에서, 운영현황은 첨두유량기준에서 평가하였다.

설계유량 등 검토대상 유량을 기준으로 플록형성지의 수리적 체류시간 검토결과, 시설현황과 운영현황은 모두 시설기준을 만족하는 것으로 나타났다.

또한, 공업용수의 첨두유량이 79,510㎥/일로, 설계유량(63,000㎥/일)을 초과하여 운영되고 있고, 생활용수와 공업용수의 처리계통이 혼화지 전단에서 분기되어 운영되고 있기 때문에, 응집침전지 #1지를 생활용수계통으로 사용할 경우, 회수수 재사용의 문제가 발생하므로 운영에 어려움이 있을 것으로 판단된다. 생활용수계통은 응집침전지 #5지~#7지만으로도 설계유량 생산이 가능하므로, 현재와 같이 응집침전지 #1지를 공업용수계통으로 운영하도록 한다.

<표 5.2-11> 플록형성지 수리적 설계인자 검토결과

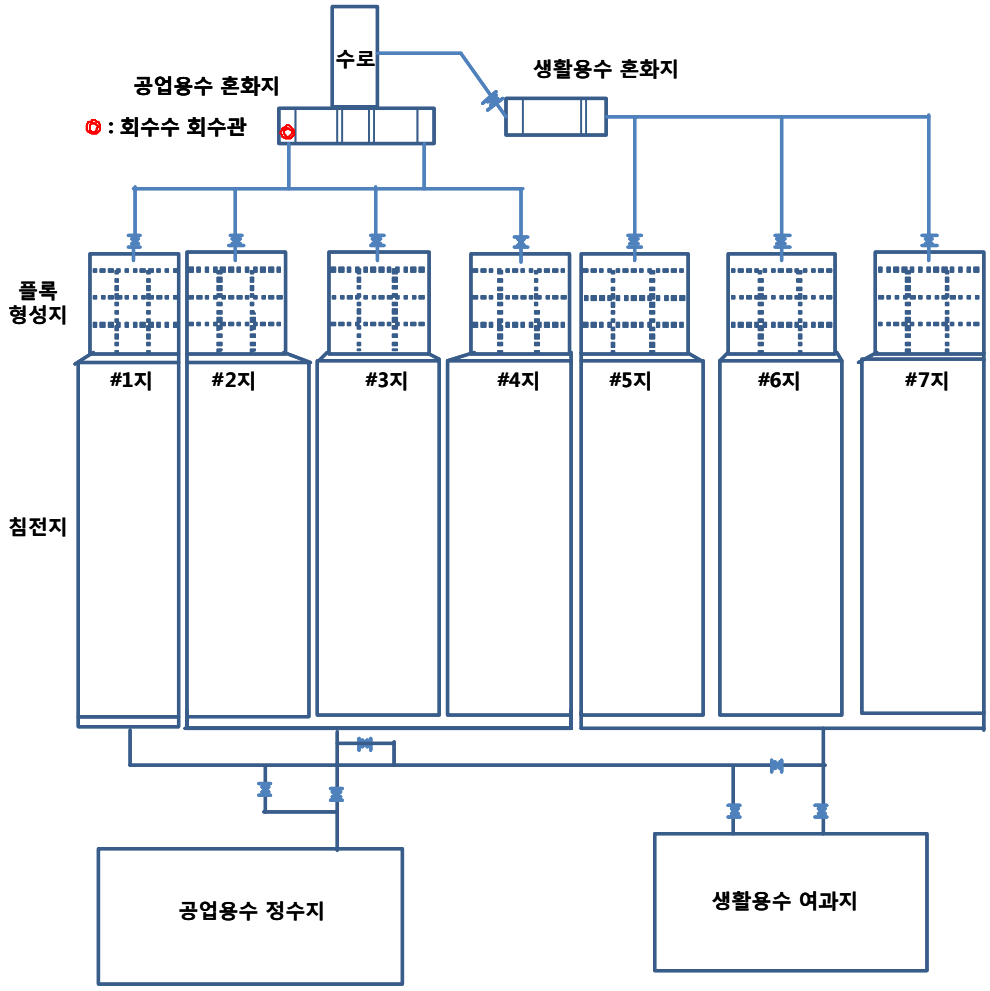
구분	계통	설계인자	설계유량 1)	평균유량	첨두유량	기준	평가 2)
시설현황	#1지	검토유량(㎥/일)	19,173	10,612	15,004	-	-
		체류시간(min)	23.5	42.4	30.0	20~40	적정
	#2~#4지	검토유량(㎥/일)	63,000	51,020	79,510	-	-
		체류시간(min)	24.2	29.9	19.2	20~40	적정 (첨두유량 기준 다소 부족)
	#5~#7지	검토유량(㎥/일)	67,977	37,625	53,196	-	-
		체류시간(min)	24.8	44.7	31.6	20~40	적정
운영현황	#1지	검토유량(㎥/일)	14,745	11,941	18,609	-	-
		체류시간(min)	30.5	37.7	24.2	20~40	적정
	#2~#4지	검토유량(㎥/일)	48,255	39,079	60,901	-	-
		체류시간(min)	31.6	39.0	25.0	20~40	적정
	#5~#7지	검토유량(㎥/일)	87,150	48,237	68,200	-	-
		체류시간(min)	19.3	34.9	24.7	20~40	적정 (설계유량 기준 다소 부족)

주 1) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
2) 시설현황은 설계유량기준에서, 운영현황은 첨두유량기준에서 평가함

② 응집침전지 지별 유량배분

아래 그림에 나타낸 바와 같이, 지별 규격이 상이하며, 응집침전지 유입부 구조상 지별 유입유량 균등배분이 부적절한 구조이므로, 각 지별로 설치된 유입밸브의 개도율 조정이 필요하다.

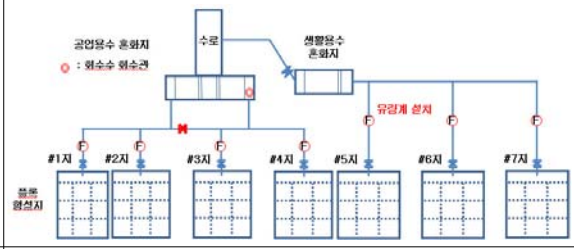
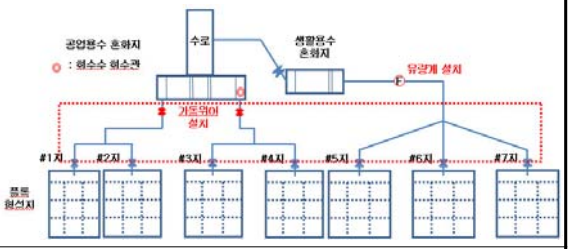
특히, 공업용수계통은 응집침전지 #1지와 #2지~#4지의 규격이 상이하고, 혼화지 2지 중 우측지로 회수수가 유입되고 있다. 또한, #1지의 침전지 트라프 높이가 다른 지에 비해 높아 유량배분의 문제가 있어, 지별 유입유량 균등배분이 매우 어려운 상황이다(유입밸브 개도조절 시에도 유량균등 배분 되지 않음). 따라서 유출위어의 레벨 조정이 필요하다.



<그림 5.2-15> 플록형성지 유입구조 현황

따라서, 지별 유량배분을 위해 다음과 같이 개선안을 제시하였다.

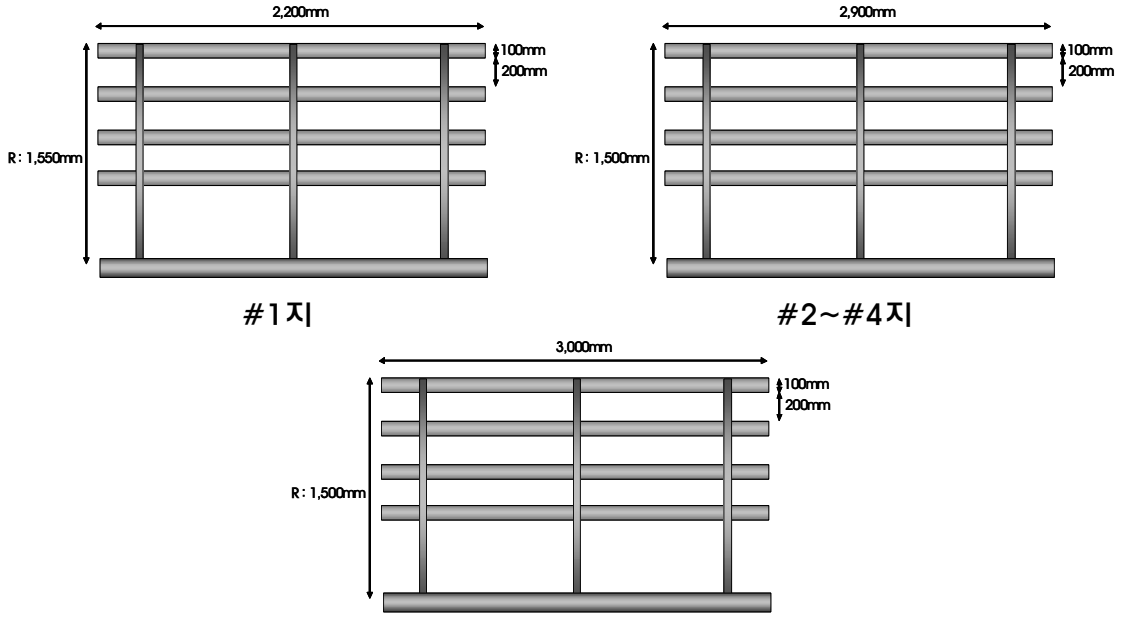
<표 5.2-12> 응집침전지 지별 유량배분을 위한 개선안

구분	1안 응집침전지 지별 유입유량계 설치(안)	2안 응집침전지 유입구조 변경(안)
개요	-응집침전지에 지별 유입유량계 설치 	-혼화지 위어를 가동위어 또는 각락으로 변경하고, 유입부를 점감식 수로로 변경 (#1지~#2지, #3지~#4지, #5지~#7지로 분할) 
검토 내용	-전동밸브로 교체 필요 -유량계에 근거한 제어 가능	-수리조건에 의한 유량 배분이 가능한 구조이므로 유지관리 용이 -공사시 단수 수반
선정		◎

주) #1지 침전지 트라프 높이 조정 필요

③ 플록큐레이터 검토

플록큐레이터 구조 모식도 및 패들의 형상 및 규격을 아래 그림에 나타내었다. 응집침전지 지별 규격 및 플록큐레이터 규격이 상이하며, 동일 Gt값을 위한 회전수가 상이하므로, 목표 Gt값 확보를 위해 지별 회전수 관리에 주의가 필요하다.



<그림 5.2-16> 패들 형상 및 규격

날개 4개가 설치된 수평패들이 단별로 3열로 배치되어 있으며, #1지는 패들 길이 2.2m, 직경 3.1m, #2~#4지는 패들 길이 2.9m, 직경 3.0m, #5~#7지는 패들 길이 3.0m, 직경 3.0m로 플록형성지 규격 및 수평패들 플록큐레이터 규격이 지별로 상이하다.

전체 패들면적은 단면적의 10~25%로 하여 별도의 회전운동이 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 패들면적비 검토 결과, #1지 17.7%, #2~#4지 18.8%, #5~#7지 21.4%로 나타나 적정한 것으로 평가되었다.

패들식 교반기에 의한 동력은 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$P = \frac{C_D A \rho v^3}{2} \left(or \ \frac{C_D A \gamma v^3}{2g} \right)$$

여기서, P = 수체에 가해진 동력, W

C_D = 패들 날개 L/W비에 따른 저항 계수

A = 패들 면적, ㎡

v = 패들 상대속도, m/s

(물에 대한 상대속도는 계산된 주변속도의 약 75%)

상수도시설기준에서는 수평패들 타입에서 패들의 주변속도는 성장된 플록이 파괴되거나 침전되지 않도록 입구 부근에서는 80㎝/sec 정도로 하고, 출구부근에서는 성장된 플록이 파괴되거나 침전되지 않도록 15㎝/sec정도가 적합한 것으로 제시하였으며, Kawamura는 패들주변속도는 0.15~1m/sec를 적정범위로 권장하였다.

아래 표에 현장조사 당시 실측된 rpm을 적용하여 이론적으로 계산된 응집교반강도 G값을 나타내었다.

조사 당시 패들 주변속도는 1단에서 24.88~29.04㎝/sec, 2단 17.78~23.51㎝/sec, 3단 7.42~10.06㎝/sec로 3단의 경우, 권장기준 15~80㎝/sec에 비해 낮게 나타났다.

설계 G값은 수평패들의 경우 첫 번째 단에서 50/sec에서 마지막 단에서 10/sec이나 5/sec로 감소되는 점감식 교반을 수행하는 것을 권장하고 있다. 또한 Gt값은 일반적으로 3×104~2×105의 값이 적절한 것으로 보고하였다.

검토 결과, 아래 표에 나타낸 바와 같이 지별 Gt값은 평균유량기준에서 3.4×104~4.4×104로 나타나, Kawamura 권장기준인 0.3×105~2×105에 적정한 것으로 평가되었으나, 하한에 가깝게 운영되며 지별로 다소 상이하게 나타났다.

G값의 경우 1단 23.9~31.6/sec, 2단 15.6~23.7/sec, 3단 4.1~6.4/sec로 권장기준인 50/sec~10/sec(점감식 운영)에 다소 낮은 범위로 운영되고 있었다. 또한 #2지는

점감 정도가 부적정하게 나타났다. 1단은 약 50/sec, 3단은 약 10/sec정도 수준이 되도록 단별 적정 rpm을 재설정할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한, 저탁도 유입시 교반강도 상향 조절이 필요하다.

조사당시 평균유량기준에서는 Gt값이 적정한 것으로 평가되었으나, 원수의 수질특성(수온, 탁도 등)과 유입유량에 따라 플록의 성장 패턴이 달라지므로, 플록형성지의 교반조건을 연중 동일하게 유지하는 것은 바람직하지 않으며, 회전수 변경(G값 변경)과 처리효율과의 관계를 지속적으로 도출하여 최적의 교반강도로 운영하여야 한다. 현장운영(수온, 탁도, 유량 등 고려)으로 적정 Gt 결정하는 것이 바람직하다.

<표 5.2-13> 응집교반강도(G, 계산값) : 플록큐레이터 rpm(실측값), 수온 5℃ 기준

구 분		기준[1]	단별	#1지	#2지	#3지	#4지	#5지	#6지	#7지
축 rpm		1~5	1단	1.63	1.74	1.64	1.74	1.91	1.91	1.78
			2단	1.27	1.55	1.17	1.21	1.39	1.37	1.28
			3단	0.58	0.54	0.53	0.55	0.58	0.66	0.49
날개: D/T[2]		0.50~0.75	1단	0.78	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
			2단							
			3단							
패들 주변속도[3] (㎝/sec)		15~80	1단	25.68	26.35	24.88	26.42	29.04	28.96	26.96
			2단	19.92	23.51	17.78	18.43	21.18	20.80	19.39
			3단	9.12	8.20	8.00	8.28	8.77	10.06	7.42
날개면적/플록형성지 단면적(%)		10~25%	1단	17.7	20.7	20.7	20.7	19.4	19.4	19.4
			2단							
			3단							
G (sec-1)		50~10까지 점감식	1단	23.9	28.2	25.8	28.3	31.6	31.4	28.2
			2단	16.3	23.7	15.6	16.5	19.7	19.1	17.2
			3단	5.1	4.9	4.7	5.0	5.2	6.4	4.1
평균유량기준	G×t[4]	단별 총합 : 3×104~ 20×104	1단	1.8×10^4	2.2×10^4	2.0×10^4	2.2×10^4	2.2×10^4	2.2×10^4	2.0×10^4
			2단	1.2×10^4	1.9×10^4	1.2×10^4	1.3×10^4	1.4×10^4	1.3×10^4	1.2×10^4
			3단	0.4×10^4	0.4×10^4	0.4×10^4	0.4×10^4	0.4×10^4	0.5×10^4	0.3×10^4
			합계	3.4×10^4	4.4×10^4	3.6×10^4	3.9×10^4	3.9×10^4	4.0×10^4	3.5×10^4
			평가	적정	적정	적정	적정	적정	적정	적정

주 1) S.Kawamura(정수시설의 종합설계와 유지관리) 권장기준, 패들주변속도는 상수도 시설기준
2) D : 교반날개의 직경, T : 플록형성지의 등가의 직경
3) 패들주변속도(m/s) = 패들주변속도(2 × π × rpm/60) × 날개 반지름(m)
4) G×t = 혼화강도(G, sec-1) × 반응조내 체류시간(t, sec)
5) 플록큐레이터 rpm 측정일 : 2009년 2월 19일

④ 플록형성지 정류벽 검토

정류벽에 대한 수리적 설계에 대해서는 주로 개구비와 통과유속으로 평가하며, 상수도시설기준에서는 플록형성지 정류벽에 대해서는 별도의 기준이 없으며, 침전지의 경우, 약 6% 정도가 바람직하다고 권고하고 있다.

Kawamura는 플록형성지 정류공의 통과 유속은 55～35㎝/sec의 범위로 플록형성의 진행에 따라 점차 감소되도록 하는 것이 바람직하다고 제시하고 있다.

Montgomery는 플록형성지 정류벽의 개구비가 10%를 넘으면 단락류가 발생하며 2～5%가 적절하다고 제시하였다. 또한 개구비가 2% 이하이면 플록파괴의 우려가 있으며 따라서 최대유량에서 정류공 통과유속을 0.3m/sec이하로 하는 것이 좋고, 플록형성지와 침전지가 일체로 되어 있는 구조에서는 최종 정류벽의 개구비를 5～7%로 하는 것이 좋다고 제시하였다.

또한, AWWA에서는 정류벽의 경우 정류공 통과유속으로 30～46㎝/sec를 제시하였으며, 이러한 유속에서는 플록의 파괴현상은 거의 없는 것으로 보고한 바 있다.

검토 결과, 플록형성지 유입 및 단 구분벽으로 설치된 정류벽의 개구비가 국내외 기준에 대해 과대한 것으로 평가되었다. 그러나, Montgomery가 제시한 단락류 발생우려가 있는 10% 이상의 범위보다는 작으므로 운영에 유의하고, 목표수질, 장래 원수수질 및 처리유량의 증가 등 종합적 검토를 통해 개구비 조정 시기를 결정하도록 한다.

통과유속의 경우, 설계유량기준에서 시설현황은 0.10m/sec, 운영현황은 0.08m/sec로, AWWA 권장기준 및 S.Kawamura 권장기준보다는 작으나, Montgomery 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

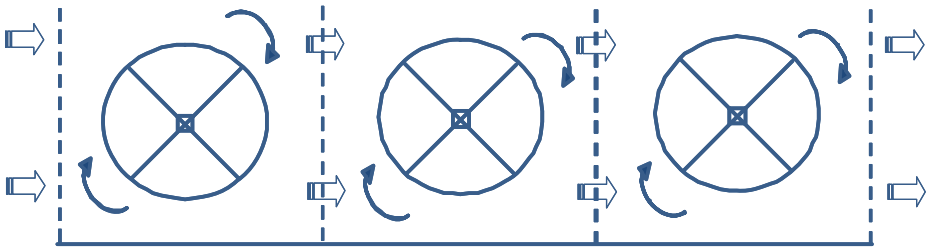
<표 5.2-14> 플록형성지 정류벽 검토결과

구 분		구분 #1	구분 #2~4	구분 #5~7	검토기준	평 가[1)]
개구비(%)		7.6	4.9	7.9	○ Montgomery : 2～5% ○ 환경부 주관, '기존 정수장 효율 향상기술(1999)' 최적 제탁 효율 – 정류공 형태 : 3% – 도류구 형태 : 5～8%	과대
총개구단면적(㎡)		2.26	2.42	2.92		
수단면적(㎡)		29.8	33.6	37.1		
통과 유속 (m/초)	시설 현황	0.10 (0.08)	0.12 (0.15)	0.09 (0.07)	○ AWWA : 0.30～0.46m/초 ○ S.Kawamura : 0.35～0.55m/초 ○ Montgomery : 0.3m/초 이하	AWWA, S.Kawamura 기준보다 작으나, Montgomery 기준만족
	운영 현황	0.08 (0.10)	0.09 (0.11)	0.12 (0.09)		

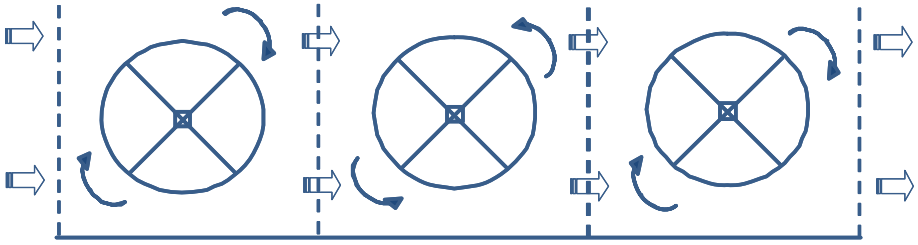
주 1) 시설현황은 설계유량기준에서, 운영현황은 첨두유량기준에서 평가함. 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정.

2) ( ) : 첨두유량기준에서 검토한 결과임.

또한, 현재 플록큐레이터 회전 방향은 3단 모두 정방향으로 운영되고 있는 것으로 조사되었으며, 응집효율 증대와 단락류 발생을 방지하기 위하여 플록큐레이터 회전방향을 (1단) 정방향 → (2단) 역방향 → (3단) 정방향으로 운영하는 바람직하다고 판단된다.



(a) 현황 : (1단) 정방향 → (2단) 정방향 → (3단) 정방향



(b) 개선안 : (1단) 정방향 → (2단) 역방향 → (3단) 정방향

<그림 5.2-17> 플록큐레이터 회전방향 개선안

마. 침전지

1) 시설 및 운영현황

침전지는 약품주입, 혼화 및 플록형성공정의 단계를 거쳐 크고 무겁게 성장된 플록의 대부분을 침전 분리작용에 의하여 제거함으로써 후속 공정인 여과지로의 부하를 경감시키기 위한 시설이며, 일반적으로 정수공정에서 제거 대상 물질의 90% 이상을 제거하는 공정이다.

횡류식 침전지로 유입정류벽과 중간도류벽이 설치되어 있으며, 플록형성지와 침전지 사이에 완충지역(1.3m)이 있다. 수중 대차식 슬러지 수집기가 설치되어 있다.

유출부는 수중 오리피스 형식으로 되어 있고, 밀도류 발생에 의해 유출부 벽면을 타고 부상하는 침전슬러지의 유입을 최소화하기위해 말단에서부터 약 2m를 폐쇄하여 운영하고 있다.

<표 5.2-15> 침전지 시설현황

<table>
<tr><th>구 분</th><th>현 황</th></tr>
<tr><td>규 격</td><td>-#1지(생활용수계통으로 증설되었으나 공업용수계통으로 운영하고 있음)
: W 11.0m × L 55.0m × H 4.1m × 1지
-#2지~#4지(공업용수계통) : W 12.0m × L 55.0m × H 4.1m × 3지
-#5지~#7지(생활용수계통) : W 13.0m × L 55.0m × H 4.1m × 3지</td></tr>
<tr><td>유효용량</td><td>-#1지 : 2,480.5㎥/지 × 1지 = 2,480.5㎥
-#2지~#4지 : 2,706.0㎥/지 × 3지 = 8,118.0㎥
-#5지~#7지 : 2,931.5㎥/지 × 3지 = 8,794.5㎥</td></tr>
<tr><td>침전면적</td><td>-#1지 : 605.0㎡/지 × 1지 = 605.0㎡
-#2지~#4지 : 660.0㎡/지 × 3지 = 1,980.0㎡
-#5지~#7지 : 715.0㎡/지 × 3지 = 2,145.0㎡</td></tr>
<tr><td>구조 및
부대시설</td><td>-형식 : 횡류식 침전지
-장방형 RC조
-유입정류벽 설치
정류공 : #1지 D 100㎜ × 348개/지
#2지~#4지 D 100㎜ × 347개/지(수면위 정류공 39개는 제외함)
#5지~#7지 D 100㎜ × 456개/지
-중간도류벽 설치
-슬러지 수집기 : 수중 대차식
-유출부 : 격자형, 오리피스
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">오리피스</th><th colspan="3">위어</th></tr>
<tr><th>직경
(㎝)</th><th>개수
(개/지)</th><th>총길이
(m/지)</th><th>선단길이[1)]
(m/지)</th><th>위어설치부
면적(㎡/지)</th></tr>
<tr><td>#1지</td><td>4</td><td>860</td><td>87.39</td><td>12.6</td><td>138.6</td></tr>
<tr><td>#2~#4지</td><td>4</td><td>948</td><td>92.19</td><td>12.8</td><td>153.6</td></tr>
<tr><td>#5지</td><td>4</td><td>1032</td><td>104.19</td><td>14.8</td><td>192.4</td></tr>
<tr><td>#6지</td><td>3</td><td>1032</td><td>104.19</td><td>14.8</td><td>192.4</td></tr>
<tr><td>#7지</td><td>4</td><td>1016</td><td>102.90</td><td>14.8</td><td>192.4</td></tr>
</table>
주 1) 트라프 말단에서부터 약 2m를 폐쇄하여 운영하고 있음</td></tr>
</table>



전경



유출부

<그림 5.2-18> 침전지

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

확장된 응집침전지 #1지는 당초에는 생활용수계통으로 설계되었으나, 현재 공업용수계통으로 운영되고 있어 이를 감안하여 시설현황과 운영현황 두 가지 경우로 구분하여 평가하였다. 시설현황은 설계유량기준에서, 운영현황은 첨두유량기준에서 평가하였다.

▶ 생활용수계통

시설 및 운영현황에서 생활용수계통의 침전지의 수리적 설계인자 검토결과, 위어하부상승유속과 Fr. No.를 제외하고는 모두 시설기준을 만족하는 것으로 나타났다.

위어하부상승유속이 기준에 만족하기위해서는 설계유량기준에서 각 침전지의 위어선단 설치길이가 시설현황에서는 최소 22m 이상, 운영현황에서는 최소 28m 이상이 필요한 것으로 나타났다(트라프 말단 폐쇄구간 유지시). 밀도류 발생에 의해 유출부 벽면을 타고 부상하는 침전슬러지의 유입을 최소화하기위해 말단에서부터 약 2m를 폐쇄하여 운영하는 것이 바람직하므로 트라프 말단 2m 폐쇄 구간은 유지하여 운영하도록 한다.

Fr. No.는 지내 흐름의 안정성에 대한 평가지표로 사용되는데, 일반적으로 지내 흐름의 안정성은 중간도류벽의 설치로 침전지의 장폭비를 더 길게 만들어서 개선시킬 수 있는 것으로 알려져 있으나, 현재 중간도류벽이 설치되어 있음에도 부적정한 것으로 나타났다. 그러나, 다른 수리적 인자들이 적정값을 나타내고 있으므로 처리효율의 큰 악영향은 없을 것으로 판단된다.

<표 5.2-16> 수리적 설계인자 검토결과(시설현황, 생활용수계통)

구분	설계인자		설계유량[2]	평균유량	첨두유량	기준	평가[1]
#5지 ~ #7지	검토유량(㎥/일)[3]		67,977	37,625	53,195	-	-
	평균 체류시간(hr)		3.1	5.6	4.0	1.5~3[4]	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)		31.7	17.5	24.8	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)		0.30	0.16	0.23	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)		217.5	120.4	170.2	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)		117.8	65.2	92.2	58.6~87.9	부적정
	평균 Re. No.		8,823	4,884	6,905	20,000 이하	적정
	Fr. No.		1.4×10^{-6}	4.2×10^{-7}	8.3×10^{-7}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	오리피스 통과유속 (m/sec)	#5지	0.34	0.19	0.27	0.5~0.75	적정
		#6지	0.19	0.11	0.15		
		#7지	0.33	0.19	0.26		
	오리피스 손실수두 (㎜)	#5지	4.26	1.30	2.61	38 이하	적정
		#6지	13.46	4.12	8.24		
		#7지	4.39	1.35	2.69		
	길이/폭		6.7			3:1~8:1	적정
	유효수심(m)		4.1			3~5.5	적정
#1지	검토유량(㎥/일)[3]		19,173	10,612	15,004	-	-
	평균 체류시간(hr)		3.1	5.6	4.0	1.5~3 [4]	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)		31.7	17.5	24.8	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)		0.30	0.16	0.23	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)		219.4	121.4	171.7	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)		138.3	76.6	108.3	58.6~87.9	부적정
	평균 Re. No.		8,011	4,434	6,269	20,000 이하	적정
	Fr. No.		1.5×10^{-6}	4.6×10^{-7}	9.2×10^{-7}	1.0×10^{-5}이상	부적정
	오리피스 통과유속(m/sec)		0.24	0.13	0.19	0.5~0.75	적정
	오리피스 손실수두(㎜)		4.39	1.34	2.69	38 이하	적정
	길이/폭		6.7			3:1~8:1	적정
	유효수심(m)		4.1			3~5.5	적정

주 1) 평가는 설계유량에 대해 수행
2) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
3) #1지와 #5지~#7지에 대한 검토유량은 유효 침전면적비로 배분함
4) S. Kawamura 설계기준

<표 5.2-17> 수리적 설계인자 검토결과(운영현황, 생활용수계통)

구분	설계인자		설계유량[2]	평균유량	첨두유량	기준	평가[1]
#5지 ~ #7지	검토유량(㎥/일)		87,150	48,237	68,200	-	-
	평균 체류시간(hr)		2.4	4.4	3.1	1.5~3[3]	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)		40.6	22.5	31.8	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)		0.38	0.21	0.30	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)		278.8	154.3	218.2	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)		151.0	83.6	118.2	58.6~87.9	부적정
	평균 Re. No.		11,312	6,261	8,852	20,000 이하	적정
	Fr. No.		2.2×10^{-6}	6.9×10^{-7}	1.4×10^{-6}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	오리피스 통과유속 (m/sec)	#5지	0.44	0.24	0.34	0.5~0.75	적정
		#6지	0.25	0.14	0.19		
		#7지	0.43	0.24	0.34		
	오리피스 손실수두 (㎜)	#5지	7.00	2.14	4.29	38 이하	적정
		#6지	22.12	6.78	13.55		
		#7지	7.22	2.21	4.42		

주 1) 평가는 첨두유량에 대해 수행
2) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
3) S. Kawamura 설계기준

▶ 공업용수계통

시설 및 운영현황에 대하여, 공업용수계통의 침전지의 수리적 설계인자 검토결과, 설계유량기준에서 위어하부상승유속과 Fr. No.를 제외하고는 시설기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

위어하부상승유속이 기준에 만족하기위해서는 설계유량기준에서 각 침전지의 위어선단 설치길이가 시설현황에서는 최소 22m 이상, 운영현황에서는 최소 18m 이상이 필요한 것으로 나타났다(트라프 말단 폐쇄구간 유지시). 밀도류 발생에 의해 유출부 벽면을 타고 부상하는 침전슬러지의 유입을 최소화하기위해 말단에서부터 약 2m를 폐쇄하여 운영하는 것이 바람직하므로 트라프 말단 2m 폐쇄 구간은 유지하여 운영하도록 한다.

Fr. No.는 지내 흐름의 안정성에 대한 평가지표로 사용되는데, 일반적으로 지내 흐름의 안정성은 중간도류벽의 설치로 침전지의 장폭비를 더 길게 만들어서 개선시킬 수 있는 것으로 알려져 있으나, 현재 중간도류벽이 설치되어 있음에도 부적정한 것으로 나타났다. 그러나, 다른 수리적 인자들이 적정값을 나타내고 있으므로 처리효율의 큰 악영향은 없을 것으로 판단된다.

<표 5.2-18> 수리적 설계인자 검토결과(시설현황, 공업용수계통)

구분	설계인자	설계유량[2]	평균유량	첨두유량	기준	평가[1]
#2지 ~ #4지	검토유량(㎥/일)	63,000	51,020	79,510	–	–
	평균 체류시간(hr)	3.1	3.8	2.5	1.5~3[3]	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)	31.8	25.5	40.2	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)	0.30	0.24	0.37	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)	227.8	184.5	287.5	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)	136.7	110.7	172.5	58.6~87.9	부적정
	평균 Re. No.	8,465	6,855	10,684	20,000 이하	적정
	Fr. No.	1.4×10^{-6}	9.4×10^{-7}	2.3×10^{-7}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	오리피스 통과유속(m/sec)	0.29	0.23	0.37	0.5~0.75	적정
	오리피스 손실수두(㎜)	4.33	2.84	6.90	38 이하	적정
	길이/폭	6.7			3:1~8:1	적정
	유효수심(m)	4.1			3~5.5	적정

주 1) 평가는 설계유량에 대해 수행
2) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
3) S. Kawamura 설계기준

<표 5.2-19> 수리적 설계인자 검토결과(운영현황, 공업용수계통)

구분	설계인자	설계유량[2]	평균유량	첨두유량	기준	평가[1]
#2지 ~ #4지	검토유량(㎥/일)[3]	48,255	39,079	60,901	–	–
	평균 체류시간(hr)	4.04	4.99	3.20	1.5~3 [4]	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)	24.37	19.74	30.76	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)	0.23	0.18	0.29	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)	174.5	141.3	220.2	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)	104.7	84.8	132.2	58.6~87.9	부적정
	평균 Re. No.	6,484	5,251	8,183	20,000 이하	적정
	Fr. No.	8.4×10^{-6}	5.5×10^{-7}	1.3×10^{-6}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	오리피스 통과유속(m/sec)	0.22	0.18	0.28	0.5~0.75	적정
	오리피스 손실수두(㎜)	2.54	1.67	4.05	38 이하	적정
#1지	검토유량(㎥/일) 3)	14,745	11,941	11,609	–	–
	평균 체류시간(hr)	4.04	4.99	3.20	1.5~3 [4]	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)	24.37	19.74	30.76	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)	0.23	0.18	0.29	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)	168.7	136.6	212.9	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)	106.4	86.2	134.3	58.6~87.9	부적정
	평균 Re. No.	6,161	4,989	7,775	20,000 이하	적정
	Fr. No.	8.9×10^{-6}	5.8×10^{-7}	1.4×10^{-6}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	오리피스 통과유속(m/sec)	0.18	0.15	0.23	0.5~0.75	적정
	오리피스 손실수두(㎜)	2.60	1.70	4.14	38 이하	적정

주 1) 평가는 첨두유량에 대해 수행
2) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
3) #1지와 #5지~#7지에 대한 검토유량은 유효 침전면적비로 배분함
4) S. Kawamura 설계기준

② 정류벽 검토

정류벽에 대한 수리적 설계에 대해서는 주로 개구비와 통과유속으로 평가하며, 상수도시설기준에서는 정류공의 단면적은 수류전체의 횡단면적에 대하여 약 6% 정도가 바람직하다고 권고하고 있다.

완충지대에서 적용되는 정류벽에 대해 통과유속 20㎝/sec가 적정한 것으로 알려져 있으며, Kawamura에 의하면 유입수가 플록의 파괴를 최소화하면서 침전지의 전횡단면에 걸쳐 균등하게 흐르도록 정류공을 통과할 때의 수두손실 약 0.3~0.9㎜(플록파괴방지를 위한 정류공 수두손실 1㎝ 이하)가 되도록 설계하는 것이 적정하다고 하였다. 또한 AWWA에서는 정류벽의 경우 정류공 통과유속으로 21~30㎝/sec를 제시하였으며, 이러한 유속에서는 플록의 파괴현상은 거의 없는 것으로 보고한 바 있다.

침전지 유입정류벽의 개구비는 #1지 6.1%, #2지~#4지 4.9%, #5지~7지 6.7%로 #2~#4지를 제외하고는 시설기준(약 6% 정도)에 적정하게 나타났다.

#2~#4지의 경우, 손실수두 및 통과유속이 설계기준에 적정하므로 운영시 유의하고, 목표수질, 장래 원수수질 및 처리유량의 증가 등 종합적 검토를 통해 개구비 조정 시기 결정하도록 한다.

<표 5.2-20> 침전지 유입정류벽 검토

항 목	기 준	구 분				평 가[4]
		현황	#1	#2~#4	#5~#7	
평균 개구비(%)	약 6 정도[1]	-	6.1	4.9	6.7	#1, #5~#7지 : 적정 #2~#4지 : 부적정
최대 통과유속 (m/sec)	0.25이하[2] 0.21~0.30[3]	시설현황	0.10 (0.06)	0.12 (0.15)	0.07 (0.06)	적정
		운영현황	0.06 (0.08)	0.09 (0.11)	0.09 (0.07)	적정
손실수두 (mm)	0.3~0.9 (10 이하)[2]	시설현황	0.77 (0.32)	1.10 (1.74)	0.64 (0.26)	적정
		운영현황	0.31 (0.50)	0.64 (1.02)	0.70 (0.43)	적정

주 1) 상수도시설기준(환경부, 2004), 2) S. Kawamura 권장기준, 3) AWWA 권장기준
4) 시설현황은 설계유량기준에서, 운영현황은 첨두유량기준에서 평가함. 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정.
5) ( ) : 첨두유량기준에서 검토한 결과임.

바. 급속여과지

1) 시설 및 운영현황

모래단층여재로 자연평형형 여과방식(유출수 제어방식)이며, 여과지는 지당 2Bed로 분리되어 있으며, 역세척은 표면세척과 물세척으로 수행하고 있다.

하부집수장치는 휠러형이며, 유입밸브, 퇴수밸브, 표세수 유입밸브, 역세척수 유입밸브, 여과수 유출밸브 등이 전동버터플라이밸브로 시설되어 있다.

<표 5.2-21> 여과지 시설현황

구 분	현 황
규 격	-W 10.6m × L 10.6m × 6지
여과면적	-112.36㎡/지 × 6지 = 674.16㎡
부대설비	-여과방식 : 자연평형형 -역세척방식 : 표면세척(고정식)+물역세척 -여층구성 : 모래 80cm -고정식 표면세척기 노즐위치 : 사면상 8~10㎝ -하부집수장치 : 휠러형 -지별 탁도계 설치 -지별 유출유량계 설치 -유입밸브 D600㎜, 유출밸브 D400㎜ -역세척 본관 밸브 D700㎜, 표면세척 본관 밸브 D600㎜ -시동방수 밸브 D600㎜



전경



유량조절장치

<그림 5.2-19> 여과지

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

여과속도 검토결과, 설계유량 기준에서 129m/d로 시설기준을 만족하는 것으로 나타났다.

<표 5.2-22> 여과지 수리적 설계인자 검토결과

설계인자		설계유량	평균유량	첨두유량	기 준	평가[1]
검토유량(㎥/일)		87,150[2]	48,237	68,200	-	-
여과속도(m/d)		129	72	101	120~150[3]	적정
1지 제외시	여과속도(m/d)[5]	155	86	121		다소 과대
	여과속도 변동율(%)[6]	20.0			15~20 (35 미만)[4]	적정

주 1) 평가는 설계유량에 대해 수행
2) 설계유량은 생활용수계통 시설용량 83,000㎥/일에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
3) 상수도시설기준(환경부, 2004), 4) S. Kawamura 권장기준
5) 1지 제외시 여과속도 : 부하변동시 탁도 누출을 방지하기 위하여 1지를 제외하고 운영할 경우
6) 여과속도 변동율(%) = (1지 제외시 여과속도 - 여과속도) × 100 / 여과속도

② 여과지 구조 검토

여과지 구조 검토결과, 시설기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다.

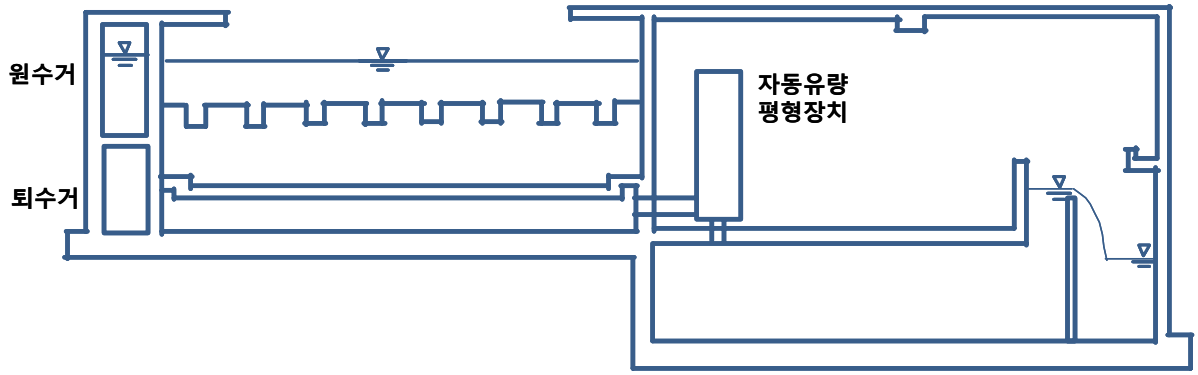
<표 5.2-23> 여과지 구조 검토

설계인자	기준	현황	평가
면적(㎡)	150 이하	112.4	적정
장폭비	5 이하	2.0	적정
트라프높이	0.4~0.7m[1] 0.78 < H(m) < 1.2[2]	0.68m	적정
트라프간격	1.0m 전후(1.5m 이하)[1] 1.0 < S(m) <1.7[3]	1.3m	적정
여유고(㎝)	30 이상	70	적정

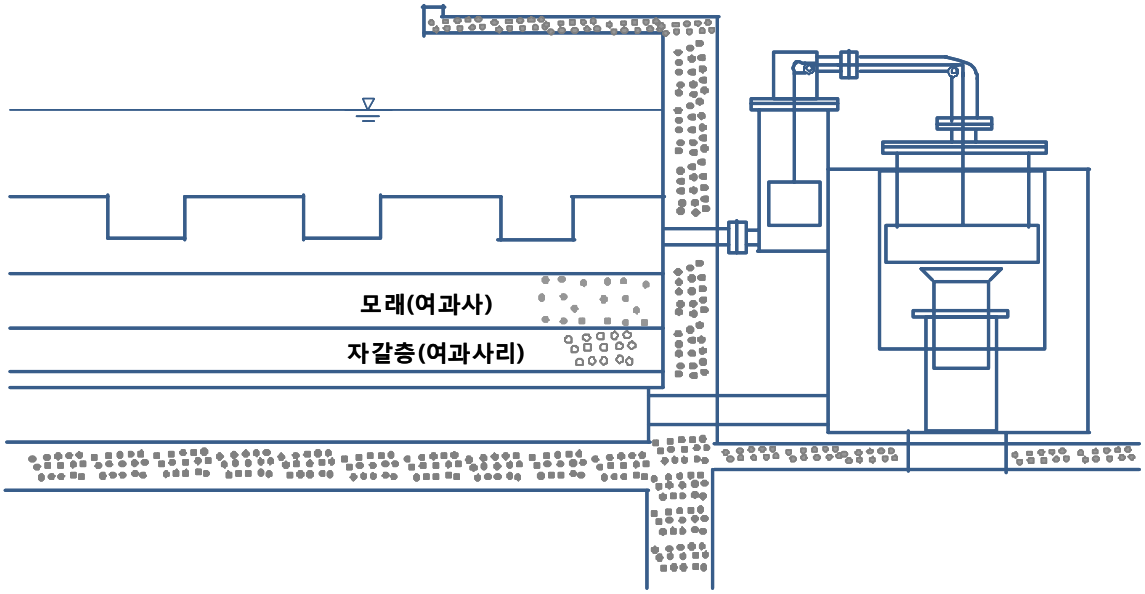
주 1) 상수도시설기준
2) S.Kawamura, 트라프높이 : (0.5L+D) < H < (L+D), 여기서 L : 여층두께, D : 트라프 깊이
3) S.Kawamura, 트라프간격 : 1.5H$_o$ < S < 2.5H$_o$, 여기서 H$_o$: 트라프 상단에서 여층표면까지의 거리

③ 유량제어방법

여과지 유입수는 수로를 거쳐 유입관로를 통해 분배되며, 유출수 제어는 수두에 의해 유출부 높이가 가변되는 유량조절장치를 통해 이루어지고 있다.



(a) 여과지 구조 현황

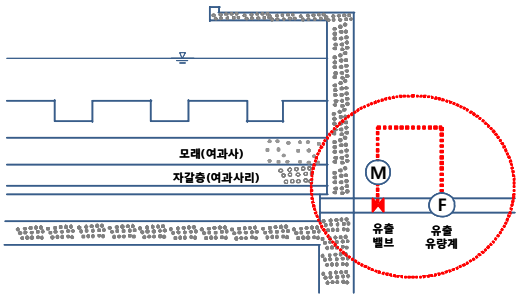
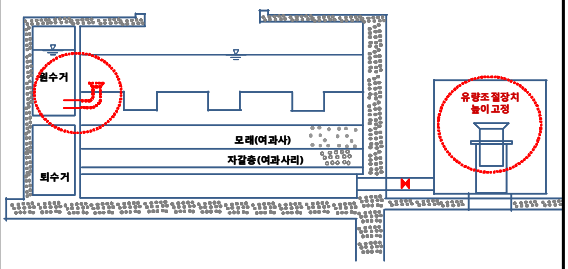


(b) 자동유량평형장치

<그림 5.2-20> 여과유량제어 현황

유량조절장치의 기능저하로 인하여 지별 유량차 발생 및 지에 따라 감쇠여과가 발생하는 것으로 판단되므로, 지별 유량관리 방안이 필요하다. 유량제어방법 변경안으로 다음과 같이 2가지 변경(안)을 제시하였다.

<표 5.2-24> 유량제어방법 변경(안)

구분	1안 유량제어형으로 변경	2안 자연평형형으로 변경
개요	-유출유량계가 설치되어 있으므로, 유량계를 이용한 유출유량제어방식으로 변경하는 방안	-자연평형형으로 변경하되, 유출부 유량조절장치의 높이를 고정하고 수위변동과 관련없이 유량균등배분이 이루어질 수 있도록 여과지 유입부구조(나팔관 설치)를 변경하는 방안
		
특징	-유량계와 개도조절밸브로 여과유량을 일정하게 유지 -손실수두계로 역세척 신호	-유출부에 월류부를 두어 여층폐색에 따라 사면상 수심을 증가시켜 유량조절 -수위계로 역세척 신호
유량조절	-지별 유량계 및 조절밸브	-자연평형형
주요시설	-유량계 및 조절밸브 -조절 및 제어부 -손실수두계	-유출위어 -Level Switch
장점	-여과지 사면상 수심이 낮음 -여과유량 및 사층내 손실수두에 의한 정밀제어가능 -여과속도 임의 조절 가능	-장치 간단(On-Off V/V) -고장이 적고 유지관리 용이 -사면노출 우려 없음 -부압발생의 염려가 없음
단점	-장치가 복잡 -유량조절장치 고장시 사면노출 우려 및 감쇠여과로 운전 -부압발생 우려 -24시간 연속조절이므로 유지관리가 복잡	-여과지 사면상 수심이 높아 구조물이 깊어짐 -조절부가 없어 사층내 수두 변화에 의한 정밀한 제어 곤란 -여과속도 임의조절 불가 -낙차에 의한 소음 발생
선정	◎	

④ 여층 깊이

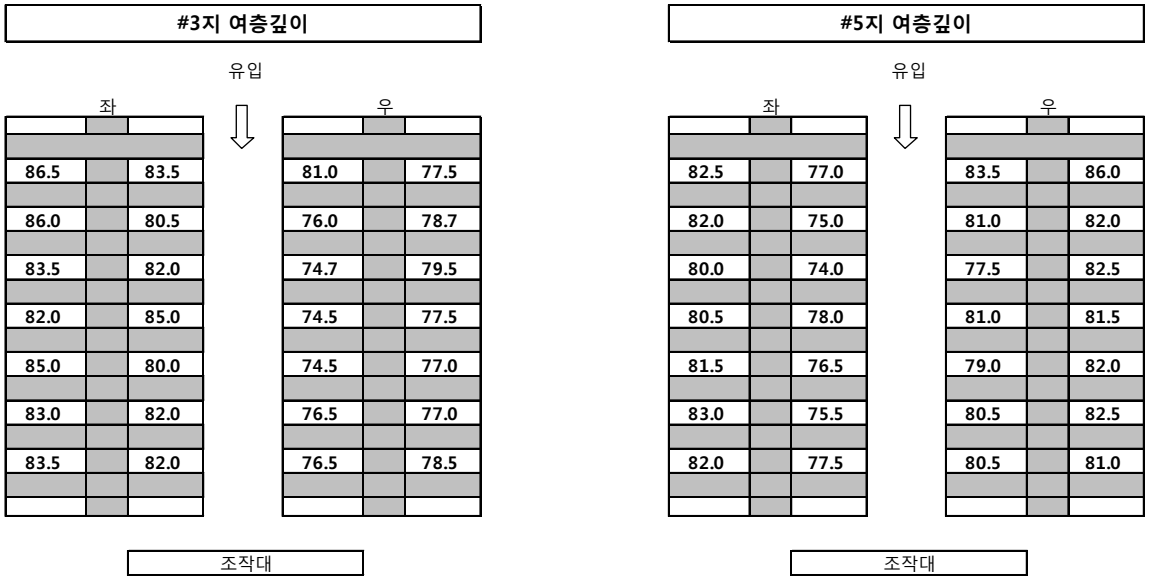
여층 깊이 분석을 위하여 여과지 #3지와 #5지를 방수한 후 여과지를 적정하게 분할하여 위치별 깊이를 측정하였다.

측정결과, #3지는 약 74.5~86.5㎝(평균 80.1㎝, 편차 (−)3.2㎝~(+)3.9㎝), #5지는 약 74.0~86.5㎝(평균 80.8㎝, 편차 (−)6.2㎝~(+)6.3㎝)로 나타났다.

#5지 좌측의 경우 지내 여층깊이의 편차가 크게 나타나, 여층 깊이가 평면적으로 고르지 않아 여과속도의 평면적 불균형이 우려되며, #3지의 경우 좌측과 우측의 여층 깊이 차가 크게 나타났다. 따라서, 자갈층 및 하부집수장치의 정밀검토 필요하다.

<표 5.2-25> 여층깊이 분석결과

여과지 #No.		평균(㎝)	최소(㎝)	최대(㎝)	최대편차(㎝)	
					(-)	(+)
#3지	좌	83.2	80.0	86.5	3.2	3.3
	우	77.1	74.5	81.0	2.6	3.9
#5지	좌	80.2	74.0	86.5	6.2	6.3
	우	81.5	77.5	86.0	4.0	4.5



<그림 5.2-21> 여과지 여층깊이(단위 : ㎝)

⑤ 여과사 입도분석 결과

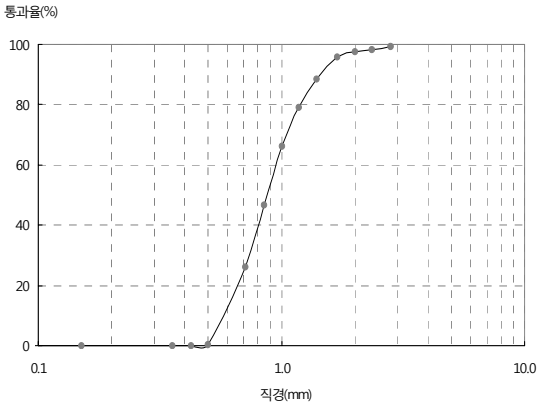
여과사의 유효경은 #3지 0.58㎜, #5지 0.59㎜이며, L/De비는 적정하게 나타났다. 그러나 균등계수가 #3지 1.65, #5지 2.08로 #5지의 경우 시설기준(1.7 이하)에 과대하게 나타났다. 또한, 입경 2.0㎜ 이상이 #3지 2.6%, #5지 4.1%로 시설기준(1.0% 이하)에 부적합하므로, 적정입경의 여재로 교체가 필요하다.

Kawamura는 여층상부의 유효경은 여층전체의 유효경의 90% 보다 작지 않아야 하며, 만약 80% 이하이면 합리적인 여과지속시간을 유지하기 위하여 상층을 긁어내야 한다고 권고하고 있다. #5지 여층상부의 유효경은 여층전체의 유효경의 84.7%에 해당하는 것으로 평가되었다.

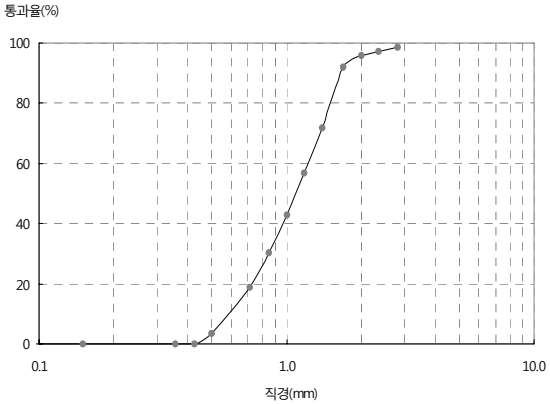
<표 5.2-26> 여과사 입도분석 결과

구분	상수도 시설기준	유효경 (㎜)	최소경 (㎜)	최대경 (㎜)	균등계수	비중	L/de[2]
	모래	0.45~0.7	0.3 이상[1]	2.0 이하[1]	1.7 이하	2.55~2.65	1,000 이상
#3지 (전체)	분석결과	0.58	0.15	**2.8**	1.65	2.56	1,385
	검토	적합	적합 〈0.3㎜ : 0.02%	**부적합 〉2.0㎜ : 2.6%**	적합	적합	적합
#5지 (전체)	분석결과	0.59	0.355	**2.8**	**2.08**	2.56	1,369
	검토	적합	적합 〈0.3㎜ : 0.0%	**부적합 〉2.0㎜ : 4.1%**	**부적합**	적합	적합
#5지 (표층부)[3]	분석결과	0.50	0.15	2.0	1.26	2.56	-
	검토	적합	적합 〈0.3㎜ : 0.09%	적합 〉2.0㎜ : 0.01%	적합	적합	-

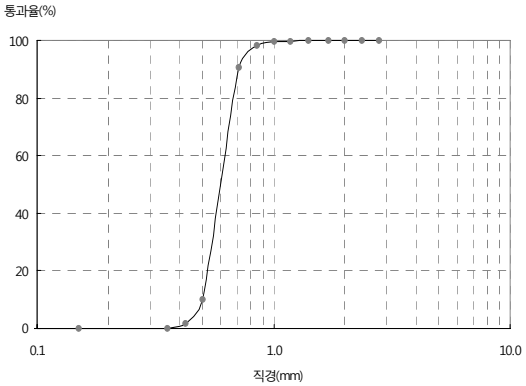
주 1) 최대경을 넘는 것 또는 최소경을 밑도는 것이 1% 이하일 것
2) L/de : 유효경(d10)에 대한 모래층 깊이의 비
3) S.Kawamura : 여층상부의 유효경은 여층전체의 유효경의 90% 보다 작지 않아야 하며, 만약 80% 이하이면 합리적인 여과지속시간을 유지하기 위하여 상층을 긁어내야함.



#3지 전체



#5지 전체



#5지 표층부

<그림 5.2-22> 여과사 입경분포



여층깊이 측정



여층 깊이별 여과사 샘플 채취

<그림 5.2-23> 여과지 현장조사

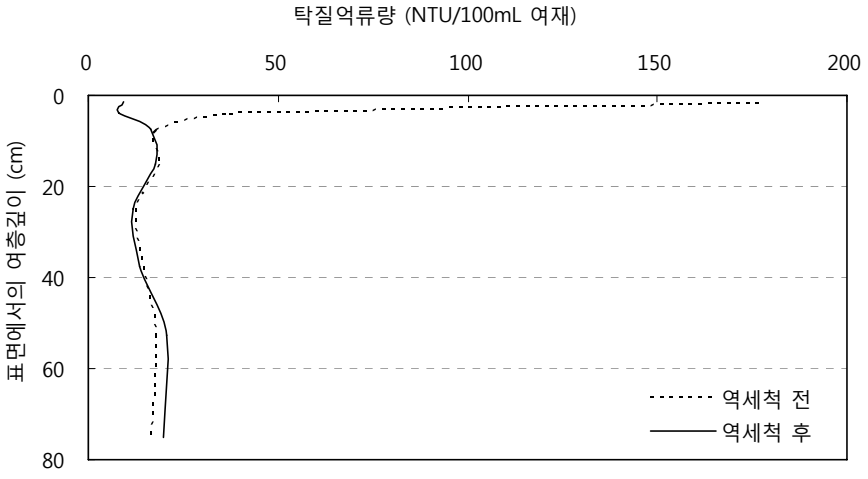
⑥ 역세척 평가

▶역세척 전·후의 여재 탁질 조사

여과지 #5지에 대하여 여층 깊이별로 역세척 전·후의 여과사를 채취하여 탁질억류량을 조사한 결과, 주로 표면여과가 이루어지고 있는 것으로 조사되었으며, 역세척 전에 여재상층부에 억류되어 있던 탁질이 역세척을 통해 제거되는 양상을 확인할 수 있었다. Kawamura에 의하면, 여과지 역세척후 억류탁도가 30~60NTU이면 깨끗하고 숙성된 여층, 60~120NTU는 약간 오염된 여층(이상적이지는 않지만 염려할 필요는 없음), 120NTU 이상은 오염된 여층, 300NTU를 초과하는 경우 심각한 머드볼 문제가 있는 것으로 판단할 수 있다고 제안하였다.

<표 5.2-27> 역세척 전·후의 여과사 세척탁도

#5지 여층깊이(㎝)	NTU/여재 100mL	
	역세척 전 탁도(NTU)	역세척 후 탁도(NTU)
0~2.5	176.8	9.1
2.5~5	36.0	8.0
5~10	17.9	16.4
10~20	18.6	17.7
20~30	12.2	11.8
30~45	14.4	13.4
45~60	17.6	20.8
60 이상	16.6	19.7



<그림 5.2-24> #5지의 역세척 전·후 여과사 세척탁도

현재 주로 표면여과가 이루어지고 있고, 여재 내부는 세척 전에도 30NTU 이하의 억류탁도를 나타내고 있으며, 역세척 전후의 차가 크지 않은 것으로 나타났다. 표층부

는 표면세척기에 의해 충분한 세척강도에 의해 적정한 세척이 이루어지고 있어, 역세척 후 여층은 양호한 상태로 유지되고 있는 것으로 나타났다.

▶역세척 강도 검토

표면세척 강도는 표면세척펌프의 사양으로 산출하였고, 물역세척 강도는 역세유량계가 설치되어 있지 않으므로, 역세척수조의 수위로 실측하였다.

#5지에 대한 역세척 강도 검토 결과, 표면세척강도는 0.15㎥/min·㎡으로 나타나, 상수도시설기준에서 제시하는 고정식 표면세척강도 0.15~0.20㎥/min·㎡ 범위에 적정한 것으로 평가되었다. 물역세척 강도는 0.60㎥/min·㎡으로 나타나 상수도시설기준에서 제시하는 적정 물역세척강도 0.6~0.9㎥/min·㎡ 범위에 포함되는 것으로 평가되었다.

<표 5.2-28> 여과지 역세척 속도 계산

구분		표면세척(고정식)	물역세척
펌프용량(㎥/min·대)		16.85	4.5
대수		2	2
여과지 면적(㎡/지)		112.4㎡ (W 10.6m × L 10.6m)	
역세척 속도	시설기준	0.15~0.20㎥/min·㎡	0.6~0.9㎥/min·㎡
	운영현황	0.15㎥/min·㎡	0.60㎥/min·㎡

입경분포가 적정한 것으로 조사된 #3지의 경우, 기술진단 당시 물역세척강도 0.604㎥/min·㎡(수온 10℃)에서 이론적 여층 팽창률이 21.8%로 나타나 기준에 적정한 것으로 평가되었으나, 수온이 30℃일 경우에는 여층팽창률은 18.9%에 해당되는 것으로 나타났다.

균등계수가 부적정한 #5지의 경우, 기술진단 당시 여과사 팽창률 실측 결과, 여층 전체에 대해 약 12.5% 정도로 나타나(이론적 여층 팽창률 15.3%, 만약 #5지의 균등계수를 적정화할 경우 20.5%에 해당됨), 상수도시설기준 유지관리편에서 제시하는 적정 팽창률 20~30%에 다소 부족한 것으로 평가되었다. 앞의 그림('#5지의 역세척 전·후 여과사 세척탁도')에 나타낸 바와 같이, 표면여과가 이루어지고 있는 것으로 나타났으며, 표면세척으로 억류탁도가 양호한 것으로 조사되었으나, 향후 여과지 심층까지 여과가 진행되어 심층부에 오염이 발생되었을 때는 팽창률이 부적절할 경우 문제가 발생할 수 있으므로, 역세척 효율을 적정화하기 위해 다음과 같은 방안을 제시하고자 한다.

(1안) 역세척방식을 역세척 펌프에 의한 공급 방식으로 변경

(2안) 균등계수 1.7 이하, 유효경 0.45㎜ 정도의 여재로 교체

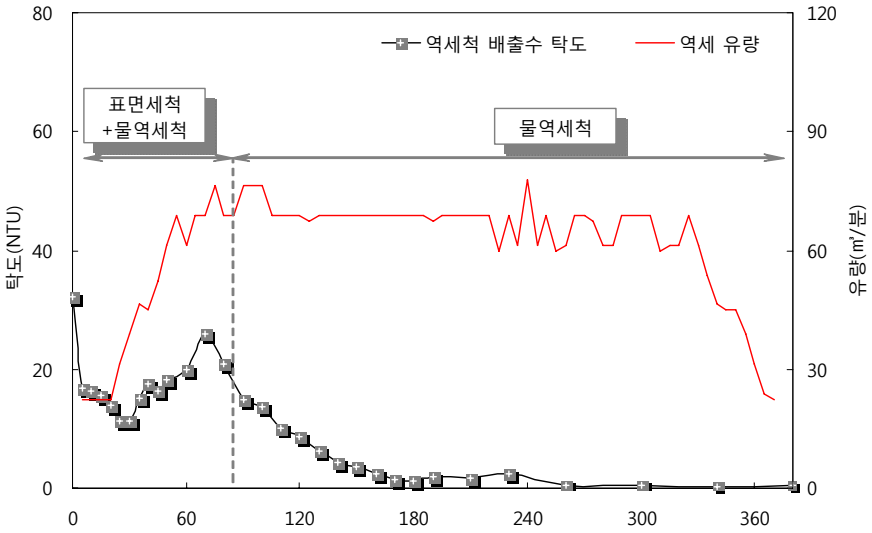
▶역세척 배출수 탁도 검토

역세척은 표면(고정식) 역세척 4분을 수행한 후에, 표면역세척과 물역세척 을 동시에 2분간 수행하고, 물 단독 역세척 4분간 수행하고 있는 것으로 조사되었다.

역세척수가 트라프로 월류하기 시작한 후, 시간에 따라 트라프로 월류하는 역세척수 시료를 채취한 다음, 역세척 배출수의 탁도를 측정하였다.

#5지의 경우, 트라프로 역세척 배출수의 월류가 시작되면서 약 2분 후에 10NTU 이하로 감소되었으며, 약 6.3분 후에 약 0.4NTU로 역세척이 종료되었다.

여과지 좌측과 우측의 역세척 시작 수위, 역세척 시작 직후 역세척수 유입속도, 역세척 배출수 탁도 등에 차이가 있음이 육안으로 관측되었으므로, 자갈층 및 하부집수장치의 정밀검토 필요하다.



<그림 5.2-25> #5지의 역세척 배출수 탁도

⑦ 여과지 단위면적당 여과수량(UFRV : Unit Filter Run Volume)

UFRV는 여과지의 성능을 나타내는 하나의 지표이며, 여과속도(m/min)와 여과지속시간(min)으로 곱으로서 여과지면적 1㎡당 여과수량(㎥)으로 표시된다.

일반적으로 UFRV 값이 약 400㎥/㎡를 초과하면 여과지 성능이 양호하게 운영되는 것이며, 약 600㎥/㎡ 이상에서는 여과지 성능이 좋다고 평가된다. 반면에 약 200㎥/㎡ 이하에서는 여과지 지속시간이 너무 짧아 비효율적인 운영으로 평가된다.

2008년 8월의 일간 운영자료를 기준으로 여과지별 UFRV를 산출한 결과, 평균 455~1,616㎥/㎡으로 나타났으며, #4지의 경우 다른 지와 차이가 매우 크게 나타났고, #2지와 #5지의 경우 동일 지내에서도 차이가 크게 나타났다. 역세척 주기는 평

균 1.2일~3.5일로 조사되었다. #2지와 #5지의 경우 최소값은 200㎥/㎡ 이하를 나타내고 있으나, 평균적으로는 여과지 성능이 비교적 양호하게 운영되는 것으로 평가되었다.

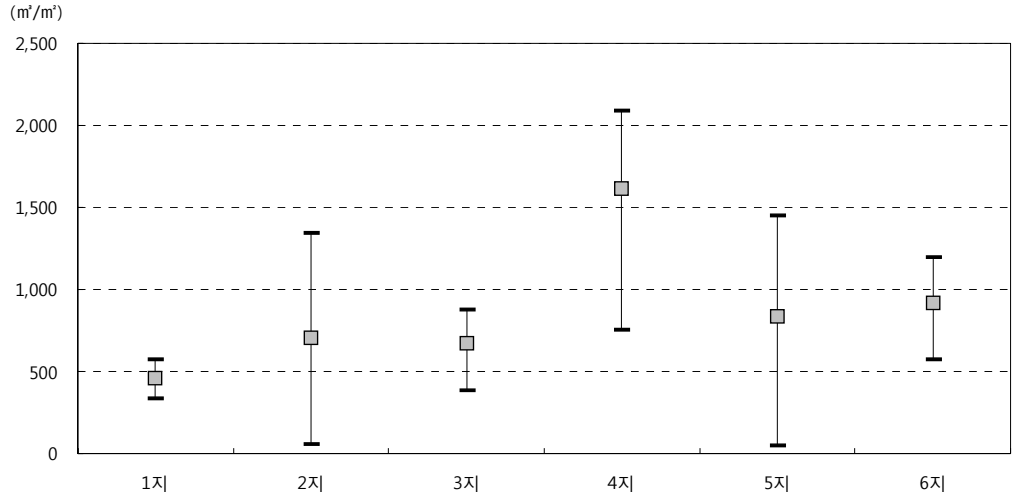
역세수량비는 여과수량에 대한 세정수량의 비율로, 일반적인 상태에서는 그 비율이 3% 이하이며, 2% 이하일 경우 대단히 양호하다고 간주된다. 또한, 5%를 초과하면 여과지의 상태는 좋지 않다고 판단된다. 적절하게 운전되고 있는 여과지의 세정수 비율은 겨울철에는 2.5~3.0% 정도이지만, 여름철에는 1.5~2.0%를 넘지 않도록 운영하는 것이 일반적이다.

안산정수장의 역세수량비는 평균 2.4%(최소 0.5%, 최대 9.1%) 정도로 나타나 적정한 것으로 평가되었다.

<표 5.2-29> 여과지 단위면적당 여과수량(UFRV) 검토

여과지 No.	여과량(㎥)			여과지속시간(일)			UFRV(㎥/㎡)		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
#1지	42,931	48,572	36,971	1.2	1.3	0.9	455	576	335
#2지	30,648	44,935	8,432	2.2	3.4	0.7	705	1,346	59
#3지	29,051	33,672	21,563	2.6	3.0	2.0	674	876	388
#4지	72,485	133,076	40,584	3.5	6.4	2.1	1,616	2,093	750
#5지	33,460	48,103	7,658	2.3	3.4	0.7	837	1,451	49
#6지	36,798	42,744	30,203	2.8	3.1	2.1	916	1,195	575

주 1) 역세척 주기 및 지별 여과유량은 2008년 8월의 일간 운영자료를 기준으로 검토함
2) 단위면적당 여과수량(UFRV, ㎥/㎡)=여과속도(㎥/㎡·분)×여과지속시간(분)
3) 평가기준 : ① 600㎥/㎡ 이상 : 매우 양호, ② 400㎥/㎡ 초과 : 양호
③ 200㎥/㎡ 이하 : 불량(여과지속시간이 너무 짧음)
4) 역세수량비 : 평균 2.4%, 최소 0.5%, 최대 9.1% (적정운전시 : 겨울 2.5~3%, 여름 1.5~2%)



<그림 5.2-26> 여과지 단위면적당 여과수량(UFRV, ㎥/㎡)

사. 소독공정

1) 시설 및 운영현황

생활용수계통 정수지는 2지로 총 유효용량은 9,099.9㎥이다. 도류벽은 설치되어 있으며, 정수지에서 직접 급수가 이루어지고 있어, 정·배수지의 기능을 한다.

후염소는 여과지 유출수로에서 주입되고 있으며, 주입률 제어는 잔류염소농도 및 유량비례 복합제어방식이다.

<표 5.2-30> 정수지 시설현황

구 분		현 황	비 고
규 격		-생활용수계통 : W 26.6m × L 31.1m × H 5.5m × 2지 -공업용수계통 : W 26.6m × L 35.0m × H 4.5m × 2지	
용 량		-생활용수계통 : 4,549.9㎥/지 × 2지 = 9,099.9㎥ -공업용수계통 : 4,189.5㎥/지 × 2지 = 8,379.0㎥	
부대설비	생활용수계통	-도류벽 : 설치 -장폭비환산계수 : 0.60(장폭비 23.4) -소독제 : 차아염소산나트륨 -후염소 주입률 제어방식 : 잔류염소농도 및 유량비례 복합제어 -후염소 주입방식 : Water-champ, 여과지 유출수로에서 주입	
	공업용수계통	-도류벽 : 미설치 -소독제 : 미주입	



(a) 정수지 전경



(b) 후염소주입설비(Water-champ)

<그림 5.2-27> 정수지 및 후염소주입설비

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

정수지의 유효용량은 설계유량 기준에서 생활용수계통 2.63시간, 공업용수계통 3.35시간으로, 시설기준에서 권고하는 2.0시간분을 만족하는 것으로 나타났다. 그러나, 정수지에서 직접급수를 하고 있어 정수지가 정·배수지의 기능을 해야 하므로, 생활용수계통의 정수지 유효용량이 부족한 것으로 나타났다.

안산정수장은 여름철 생활용수 사용량이 증가하여 시간최대배수량이 증가하게 되면, 공업용수계열의 침전수를 여과지로 유입되도록 운영하고 있으므로, 배수량의 시간변동에 대응하기 위한 개량안이 필요하다(개량안은 '라. 정수처리공정 기술진단 및 개량방안'의 '2) 계통별 유량배분' 부분 참조).

<표 5.2-31> 정·배수지 수리적 설계인자 검토결과

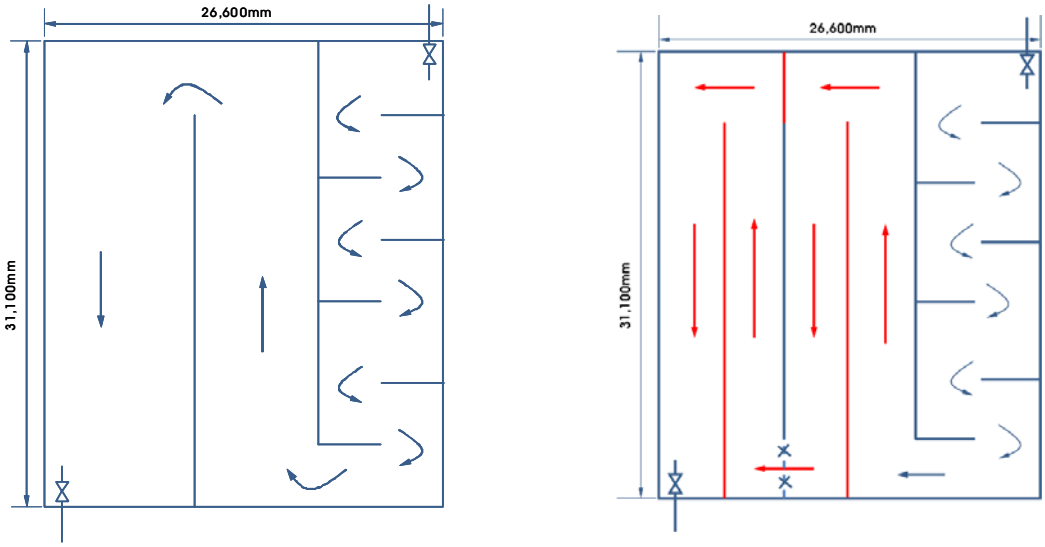
구분	설계인자	시설용량	평균유량	첨두유량	기 준	평 가 [1)]
생활용수 계통	검토유량(㎥/일)	83,000	48,237	68,200	-	-
	유효용량(hr)	2.63	4.53	3.20	12 이상	부 족
공업용수 계통	검토유량(㎥/일)	60,000	51,020	79,510	-	-
	유효용량(hr)	3.35	3.94	2.53	12 이상	부 족

주 1) 평가는 시설용량에 대해 수행

② 소독능 평가

소독능 분석결과, 운영 평균 수위비 0.5와 운영 평균 잔류염소 0.73mg/L을 적용(최저수온 0.9, 최고pH 8.0적용)시 최대처리 가능유량 74,174㎥/일로 2006~2008년 운영최대 유량인 68,200㎥/일을 만족하지만 시설용량에 부족하다. 수질 및 운영최악조건에서도 불활성화비는 0.274로 정수처리기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 직접급수 분기전까지 송수관로(D=800㎜, L=400m)에 대한 추가소독능을 포함하여도 불활성화비는 0.302으로 시설용량에 매우 부족한 것으로 나타났다.

운영조건을 운영수위비를 0.5이상, 정·배수지 유출부에서 최소잔류염소농도 0.83 mg/L 이상으로 유지할 경우 불활성화비 1.003으로 시설용량 생산이 가능한 것으로 나타났다. 운영수위비를 0.5이상으로 유지 할 경우, 도류벽만 추가 설치(장폭비환산계수 0.7)하면 최소잔류염소농도를 0.72mg/L이상유지 시 소독능을 만족하고, 직접급수 분기전까지 송수관로(D=800㎜, L=400m)에 대한 추가소독능만 인증하면 최소잔류염소농도를 0.78mg/L이상유지, 도류벽 추가설치 및 추가소독능 인증시에는 최소잔류염소농도를 0.68mg/L이상 유지하면 소독능을 만족하는 것으로 나타났다.



(a) 현황 (b) 개량(추가설치)안

<그림 5.2-28> 생활용수 정·배수지 도류벽 현황 및 개량(추가설치)안

<표 5.2-32> 잠재적 최악조건시 소독능 분석(Giardia Cyst.)[1)]

구분	소독요구 log 제거율	요구CT (mg/L·분)	계산 CT (mg/L·분)	불활성화비	전체 log 제거율	최대처리 가능유량 (㎥/일)
최악조건[2)]	0.5	45.8	12.57	0.274	2.637	22,773
도류벽 설치[2)]	0.5	45.8	13.76	0.300	2.650	24,940
추가소독능 인증[2)]	0.5	47.3	14.28	0.302	2.651	25,066
도류벽+추가소독능 인증[2)]	0.5	45.8	15.48	0.338	2.669	28,046

주 1) 2006~2008년 일간 운영자료를 적용함. 여과지 유출관로의 소독능을 포함하여 산정함.
2) 잠재적 최악조건 : 최소 수온 0.9℃, 최대 pH 8.0, 최소 잔류염소농도 0.50mg/L 적용. 유량은 시설용량, 정수지 운영수위비는 0.15 적용(최소값이 0.1이하이므로 특이값으로 제외하고 적용함).

<표 5.2-33> 운영개선시 소독능 분석(Giardia Cyst.)[1)]

구분	요구CT (mg/L·분)	계산 CT (mg/L·분)	불활성화비	전체 log 제거율	잔류염소 농도	최대처리 가능유량 (㎥/일)
운영개선[2)]	48.1	48.26	1.003	3.002	0.83	83,283
도류벽설치[3)]	47.4	47.55	1.003	3.002	0.72	83,264
추가소독능[4)]	47.7	48.08	1.008	3.004	0.78	83,656
도류벽설치+추가소독능	47.2	47.28	1.002	3.001	0.68	83,143

주 1) 2006~2008년 일간 운영자료를 적용함. 여과지 유출관로의 소독능을 포함하여 산정함.
2) 운영개선시 최소수위비를 0.5로 적용, 잔류염소농도는 표에 기재, 그 외 최악조건과 동일하게 적용함.
3) 도류벽 추가 설치(안) : 장폭비 42.29(환산계수 0.7)
4) 추가소독능 : 직접급수 분기전까지 송수관로(D=800㎜, L=400m)

③ 정수지 용량 평가

안산정수장은 지형적인 여건 등에 따라 배수지를 통과하지 않고 정수지에서 직접급수하는 지역이 많으며 정수지가 여과수량과 송수량의 불균형을 조절하는 본래의 기능 이외에 배수지의 역할을 담당하고 있다. 기존 배수지를 이용한 간접급수구역의 확대를 검토하였으나 기존의 배수지 수위가 낮아 급수구역 조정만으로는 안정적인 급수가 어렵다. 이에 따라 배수지의 신설을 검토하였으나 지형상 필요한 수압, 용량을 확보할 수 있는 부지를 확보할 수가 없는 상황이므로 정수지를 증설하도록 계획하였다. 정수지를 증설하여 체류시간을 증가시키면 급수구역내에 보다 안정적인 급수가 가능하며, 추가적으로 정수지 소독능을 증가시키는 효과를 얻을 수 있다.

그러나 안산정수장내에는 고도처리시설 여유부지 이외에 부지가 없으므로 정수지 확장 부지를 추가로 매입하여 증설하거나 향후 하수처리수 재이용 시설 등으로 인해 공업용수 계통을 축소하는 경우 기존 공업용수 정수지 및 침전지 등을 개량하여 정수지로 사용하는 방안 등에 대하여 검토하였다.

(1) 1안

• 기존 시설을 최대한 활용하여 운영

정수지를 증설하지 않고 기존 정수지에 앞서 검토한 바와 같이 도류벽을 추가설치 한 후 운영 수위비를 0.5이상으로 운전하는 방안으로서 평상시는 와동배수지를 최대한 활용하며 여름철 일최대 사용량 발생시 또는 비상시는 반월정수장과 연성정수장 계통의 배수지 등의 급수구역을 일정기간 동안 조정하여 원활한 급수가 가능하도록 한다.

(2) 2안

• 정수장 부지를 추가로 매입하여 정수지를 증설

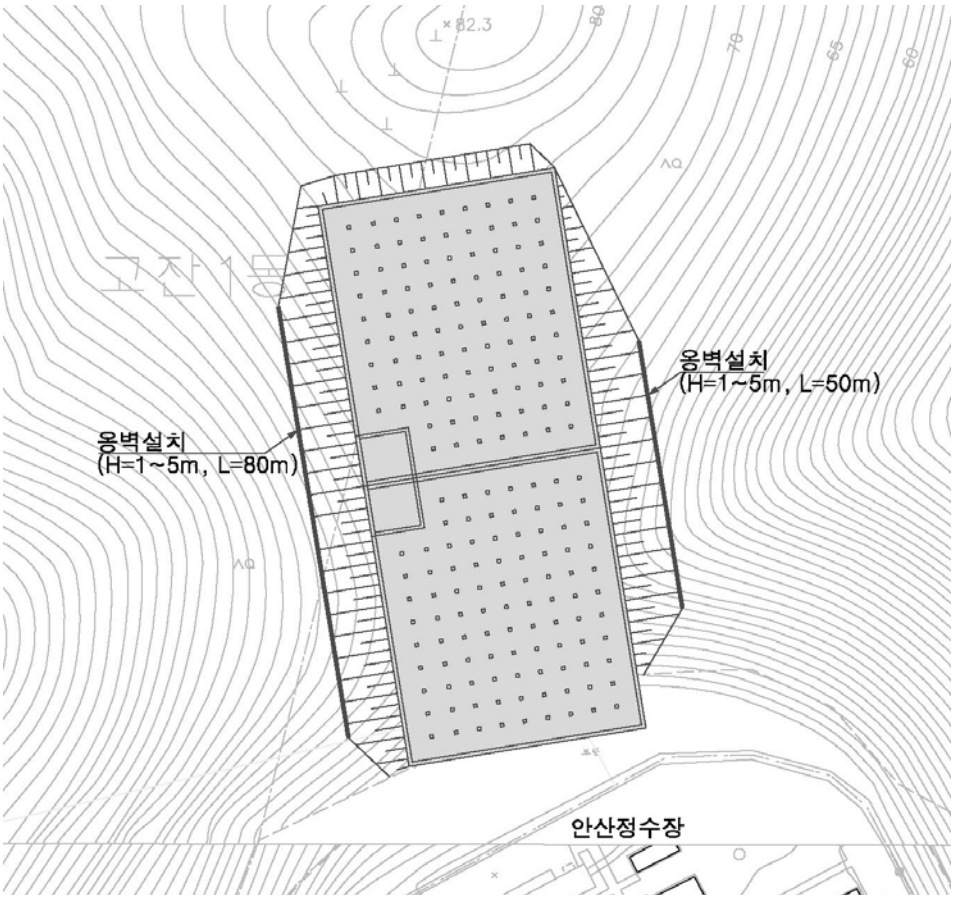
안산정수장 부지가 협소하므로 정수지 증설을 위해서 정수장 인근부지를 매입하여 정수지를 증설하는 방안이다. 당초 정수지를 통한 물을 저장할 수 있는 배수지를 설치하는 방안을 검토하였으나 이 경우 배수지의 HWL은 정수지의 LWL 이하로 되어 원활한 급수를 위한 수두확보가 어려우므로 여과지로부터 직접 연결되는 정수지를 계획하였다. 여과지를 통과한 물이 바로 유입됨에 따라 개념상으로는 정수지이나 배수지의 역할을 담당하고 있으므로 배수지의 유효용량을 기준으로 검토하였다.

배수지의 유효용량은 '시간변동 조정용량'과 '비상대응용량'을 합하여 급수구역의 계획 1일최대급수량의 12~36시간 분 중에서 상수도시설의 안정성 등을 고려하여 결정한다. 여기서 '시간변동 조정용량'은 6~12시간 분으로 하며 비상시의 대응용량으로 24

시간 분을 확보해야 하지만 예비시설이 확보되어 있어서 사고시에도 1일 정도를 단수하지 않고 급수할 수 있는 경우에는 예비시설들을 종합적으로 고려하여 '비상대응용량'을 6시간 이상에서 적절하게 조정하여 결정한다. 현재 안산정수장 급수구역은 반월정수장 계통에서 1일 이상 비상시 대응할 수 있으므로 사실상 비상대응용량은 확보하지 않아도 급수에 지장이 없을 것으로 판단된다. 그러나 배수지를 신설하는 경우이므로 비상대응용량을 최대한 확보하여 시설의 안정성을 높이기 위해 시간변동 조정용량과 비상대응용량을 합하여 12시간 분을 저장하도록 검토하였다.

기존 정수장의 용량 및 가동률을 고려하여 정수장별 급수구역을 조정하고 와동배수지를 최대한 사용하도록 안산정수장내 급수구역을 조정한 결과 안산정수장 직접급수량은 약 60,000㎥/일(일최대)로서 12시간분량을 저장하기 위해서는 30,000㎥의 용량이 필요하다. 기존 안산정수장 정수지는 9,100㎥(W26.6m×L31.1m×H5.5m×2지) 규모로서 21,000㎥용량의 정수지를 추가로 설치해야 한다.

정수장 인근에 가능한 부지 검토결과 안산정수장 북측에 7,000~8,000㎡의 부지를 매입하면 21,000㎥(W42.0m×L50.0m×H5.0m×2지) 용량으로 정수지를 설치할 수 있을 것으로 판단된다.



<그림 5.2-29> 생활용수 정수지 추가설치(안)

(3) 3안

• 공업용수 정수지를 활용하는 방안

안산시는 하수처리수 재이용 시설사업을 추진 중이며 현재까지 계획중인 재이용시설의 용량은 100,000㎥/일 로서 이 사업이 완료되면 안산정수장의 공업용수 계통은 대폭 축소가 가능할 것으로 판단된다. 공업용수 정수지를 생활용수 정수지로 이용하면 정수지를 증설하지 않고도 8,380㎥(W26.6m×L35.0m×H4.5m×2지)의 용량을 추가로 확보할 수 있으며 이 경우 전체 정수지 용량은 17,480㎥로서 약 7시간 정도의 저장용량을 확보할 수 있다.

배수지를 신설하는 경우라면 비상대응용량을 고려하여 최대한 용량을 확보하여야 하나 증설 없이 기존 시설을 활용하는 경우이므로 시간변동 조정용량만 확보하는 정도를 감안할 때 6시간 분 이상 저장이 가능하다. 비상대응용량을 고려하지 않아 2안에 비해 시설의 안정성은 낮지만 평상시 안정적인 급수에는 지장이 없을 것으로 판단된다.

<표 5.2-34> 검토결과

구분	1안	2안	3안
개요	•기존 정수지 운영을 최적화하여 운영	•정수장 인근부지를 매입하여 정수지를 증설	•공업용수 정수지를 생활용수 정수지로 활용
시설개요	•추가시설 없음	•정수지 증설 -21,000㎥ •배관 개량 -D800, L=200m(정수관) -D900, L=300m(배수관)	•배관 개량 -D800, L=30m(정수관) -D900, L=30m(배수관)
장점	•별도의 시설공사가 없으므로 가장 경제적임	•시간변동 조정용량 및 비상시 대응용량 확보로 안정적 급수가능 •소독능 확보	•시간변동 조정용량 확보 •2안에 비해 시설공사가 적음 •소독능 확보
단점	•시간변동에 대응하여 정수지 운영이 어려움 •소독능 확보를 위해 정수지 수위비를 0.5이상으로 유지 필요	•시설공사가 많음 •공사비 및 유지관리비가 많음 •유지관리 개소수 증가	•하수처리수 재이용시설 도입에 따라 안산정수장 공업용수계통 시설 축소시 도입 가능 •비상시 대응용량 확보를 위해 반월정수장 급수구역계통 조정 필요
선정		○	○

(4) 검토결과

하수처리수 재이용 시설사업은 수자원의 효율적 이용 등을 목표로 중앙부처에서 관련 규정정비 등을 통해 지속적으로 추진 중이다. 안산시는 현재 환경부에서 타당성조사 및 기본계획 수립 중이므로 재이용 사업이 거의 확실시 되고 있다. 이에 따라 하수처리수 재이용 시설이 도입되는 시점에 맞춰 3안으로 계획한다.

하수처리수 재이용 시설의 타당성, 비용 및 예산문제 등으로 인해 시설도입사업이 취소되거나 사실상 백지화되는 경우 2안으로 계획하여 안정적인 배수시설을 구축한다.

아. 소요사업비

구분	개량계획	개량시설	소요예산
플록형성지 유입부	•응집침전지 지별 유입유량을 균등화하기 위하여 유입부 배관개량	•유입배관(D500~D700) -L=110m •유량계 및 유량계실	•51,000,000원 •70,000,000원
정수지	•정수지 CT값 증가를 위한 도류벽 추가 설치	•도류벽 설치 -B4.1m×H5.1m×6개소	•35,000,000원
	•정수지 증설을 통한 안정적 급수확보	•정수지 증설 V=20,000㎥	•13,111,000,000원 (설계, 공사, 감리비 포함)

2.2.2 연성정수장

가. 착수시설

1) 시설 및 운영현황

연성정수장은 장방형 RC조 2지의 착수정으로 구성되며, 유입부에 전염소 및 NaOH 주입 설비가 있고, 후단(혼화지 유입)에서 응집제를 주입하고 있다.

<표 5.2-35> 착수정 시설현황

구 분	현 황	비 고
규 격	-W6.0m × L12.2m × H3.71m × 2지	통합운영(생활+공업)
유효용량	-271.572㎥/지 × 2지 = 543.144㎥	
구조 및 부대시설	-장방형 RC조 -유입정류벽 : D100㎜, 176개(=16×11) -유입관 : D1,200㎜, 드레인 : D400㎜, -유출관 : 급속혼화지와 수로 연결, 월류위어 -유입관로(D1,800㎜)에 초음파유량계 설치 -혼화지 유출관에 생활 및 공업계통 유량계 설치 -전염소, NaOH 주입	

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

설계유량기준에서 착수정의 체류시간을 검토한 결과, 체류시간은 1.94min으로 상수도 시설기준(1.5min 이상)이상의 체류시간을 확보할 수 있어 적정 용량을 가지고 있는 것으로 평가되었다.

<표 5.2-36> 착수정 수리적 설계인자 검토결과

설계인자	설계유량	평균유량	최대유량	기 준	평가
검토수량(㎥/일)	402,150	211,010	276,000	-	-
체류시간(min)	1.94	3.71	2.83	1.5 이상	적정

주) 설계유량은 시설용량 383,000㎥/일(생활+공업)에 5% 여유를 가산하여 산정함

② 기타 기술진단

연성정수장 착수정은 2지로 구성되어 유지관리에 대응이 가능하다.

수심이 3.71m로 시설기준 3~5m의 범위에 대해 적정하고, 여유고는 79㎝로 기준 60㎝ 이상을 확보하고 있어, 구조적으로 문제가 없는 것으로 평가되었다.

나. 혼화 및 약품주입설비

1) 시설 및 운영현황

연성정수장은 응집제로 PACS(17%) 와 PACl(17%) 그리고 PAHCS(12.5%)를 사용하고 있으며, PACS는 주입일수가 3년 중 6일 뿐이었고, 주로 PAHCS(723일)와 PACl(388일)이 주입된 것으로 조사되었다. 응집제 주입은 혼화방식은 수직터빈형 혼화기를 가동중지하고, 착수정 후단(혼화지유입)에 고속분사 혼화기인 Water-Champ로 순간혼화를 실시하고 있으며, 수질인자에 따른 연산식에 따라 유량에 비례 운전 가능하다.

전염소는 착수정 유입부에서 분말활성탄은 혼화지 유출부(생활용수계통만 주입)에서 주입되고 있어 주입위치는 적정한 것으로 판단되었다.

원수 일간 pH는 평균 7.7, 6.3~9.3의 범위를 나타내고 있으며, 원수의 pH가 8.5이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 5.2%(pH 8.0이상으로 유입되는 경우는 운영일수의 17.5%)에 해당되므로, 최적응집 pH를 위해 산제 도입 필요하다. 현재 원수유량계 설치지점에 이산화탄소 도입을 계획하고 있으며, 주입위치는 적정한 것으로 판단된다.

또한, 정수기준(생활용수계통)으로 pH 7.0이하가 25일(2.28%), pH 6.5이하가 1일(0.09%)로서 2008년 7월에 최소인 pH 6.3을 나타내었고, 이때 알칼리도는 최소 알칼리도인 16㎎/L로 조사되었다. 착수정 전단에 NaOH주입 설비가 있으므로 저pH시 NaOH주입 필요를 검토하여 응집 pH를 최적화 하는 것이 바람직하다.

<표 5.2-37> 혼화 및 약품주입설비 시설현황

구 분	현 황
규 격	-W5.0m × L5.0m × H3.0m × 4지
유효용량	-75 ㎥/지 × 4지 = 300㎥
구조 및 부대시설	-정방형 RC조 -응집제 : PACl 및 PAHCS -혼화방식 : 수직터빈형 혼화기(운전중지), Water-Champ -응집제 : 착수정 후단에서 Water-Champ에 주입 -pH 조절제 : NaOH, 착수정 유입부에 주입 -전염소 : 착수정 유입부에 주입 -분말활성탄 : 혼화지유출부(생활계통 응집침전지로의 유입관로 전단)



약품탱크



혼화지 및 약품주입설비



Water champ

<그림 5.2-30> 혼화지 및 약품주입설비

2) 기술진단 및 운영개선사항

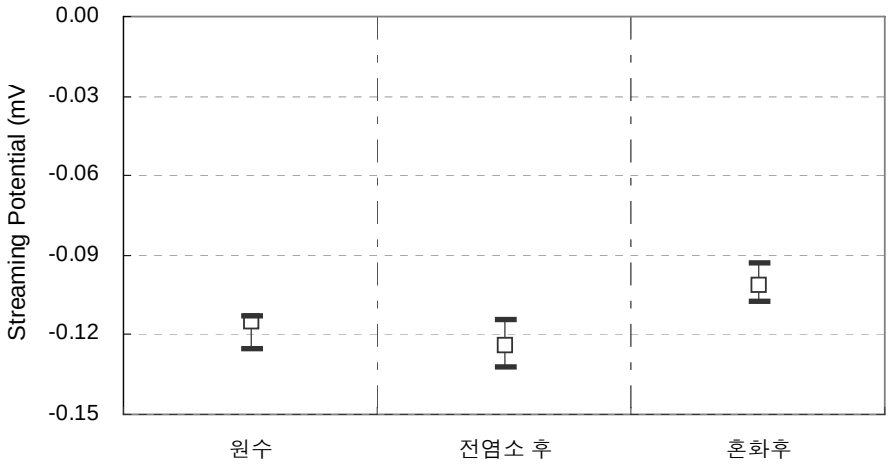
① 혼화효율검토

<표 5.2-38> 흐름전위 측정 조건

조사일시	pH	수온	알칼리도	원수탁도	응집제주입율	원수유량
2009. 2. 18	8.63	3.93℃	52㎎/L	4.44NTU	11㎎/L	8,675㎥/hr

아래의 표와 그림에 측정위치별 흐름전위값을 나타내었다. 흐름전위는 전염소 처리 후의 원수에서 -0.124㎷(-0.132~-0.114㎷)로, 일반적인 자연수에서 콜로이드입자가 갖는 (-) 하전을 나타내었다.

응집제 주입과 혼화에 의해 흐름전위는 -0.101㎷(-0.107~-0.093㎷)로 보다 0㎷에 부근으로 하전이 감소되는 경향을 보였다.



<그림 5.2-31> 흐름전위 측정값

구 분	원수	전염소 후	혼화 후
흐름전위(mV)	−0.115(−0.125∼−0.113)	−0.124(−0.132∼−0.114)	−0.101(−0.107∼−0.093)

② 응집제 주입 위치

혼화방식은 적정하며, 응집제는 혼화지 유입수로 입구측에서 급속혼화방식인 Water-Champ로 주입되고 있다. 수로 폭은 2.462m이고 분사깊이는 1.2m이며 흐름에 수직으로 분사되고 있다.

③ 응집제 주입량 결정 및 제어

연성정수장에서는 Jar test를 통하여 응집제 주입율을 결정하고, 유량비례 방식으로 응집제를 주입하고 있다. 현재의 주입율 결정방식이나 주입방식에 문제는 없는 것으로 판단된다.

기타 시설보완이 이루어진 후, 장기적으로 제어를 보다 고도화하기 위하여 실시간으로 응집제 주입량을 감시, 제어할 수 있도록 응집제 주입감시장치의 도입을 검토하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

④ 응집약품의 적정성

연성정수장에서 가장 많이 적용된 PAHCS(12.5%)는 과량주입시에도 전하역전현상이 관측되지 않고 잔류탁도가 낮아지므로, 탁도가 높고 알칼리도가 낮은 우기에 사용하면 수질 안전성 및 안정성을 제고할 수 있는 것으로 알려져 있다.

연성정수장의 팔당원수 pH는 6.3∼9.3이며, 일반적으로 알루미늄계통의 응집제는 pH 7 부근에서 최적응집이 이루어지며, 연성정수장에서 가장 많이 사용된 PAHCS의 경우, 염기도가 높아서 알칼리도와 pH 강하율이 상대적으로 적고, pH 8∼10 이상에서도 안정하다고 보고되고 있으나, 최적점은 중성부근이므로, 산재를 도입하여 최적응집이 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

⑤ 분말활성탄 주입

㉠ 주입 조건

연성정수장은 최근 3년간 분말활성탄 주입 이력은 없는 것으로 조사되었으나, 원수중에서 Geosmin이 최대 26.2ng/L, 2-MIB는 19.1ng/L까지 검출 되었고, 정수중에서도 Geosmin이 최대 9.74ng/L, 2-MIB는 21.56ng/L까지 검출된 이력이 있으므로 그에

대한 대응으로 분말활성탄 주입이 필요하다.

상수원수중 맛냄새 유발물질인 2-MIB와 Geosmin 제거효율은 일반적으로 분말활성탄주입률 10㎎/L 이하에서는 급격한 제거양상을, 20㎎/L 이상에서는 안정화 양상을 나타내고 있다. 한계냄새강도 기준으로는 냄새가 약할 때(초기농도 50ng/ L 수준)는 15㎎/L, 냄새가 강할 때(초기농도 100ng/L 수준)는 30㎎/L 및 냄새가 매우 강할 때(초기농도 200ng/L 수준)는 30㎎/L 이상이 적정하다. 한강수계 중 팔당에서의 맛·냄새물질은 Geosmin이 평균 5.2ng/L (N.D~49.0ng/L, 95% 누적 17.4ng/L), 2-MIB 8.9ng/L(N.D~48.8 ng/L, 95% 누적 28.6ng/L)로 검출되었다(2004~2006년).

따라서, 원수 및 팔당댐에서의 맛·냄새물질 발생특성을 고려하여, 15㎎/L까지는 주입가능하도록 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

㉡ 주입위치 및 기타 고려사항

현재 분말활성탄은 혼화지 유출부에서 생활용수계통에만 주입이 이루어지고 있다. 적정한 혼화가 이루어지고 있으며, 플록형성지까지 고려한다면, 침전제거까지 적정한 체류시간은 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

다. 플록형성지

1) 시설 및 운영현황

연성정수장의 플록형성지는 생활용수계통은 8지, 공업용수계통은 2지로 총 10지이며 침전지와 일체구조로 되어 있고, 각 지는 3단 점감식 응집이 이루어지고 있다. 배관에 의해 유입유량이 분배되므로 각 지별 유입유량배분을 위한 밸브의 개도율 조정이 필요하다.

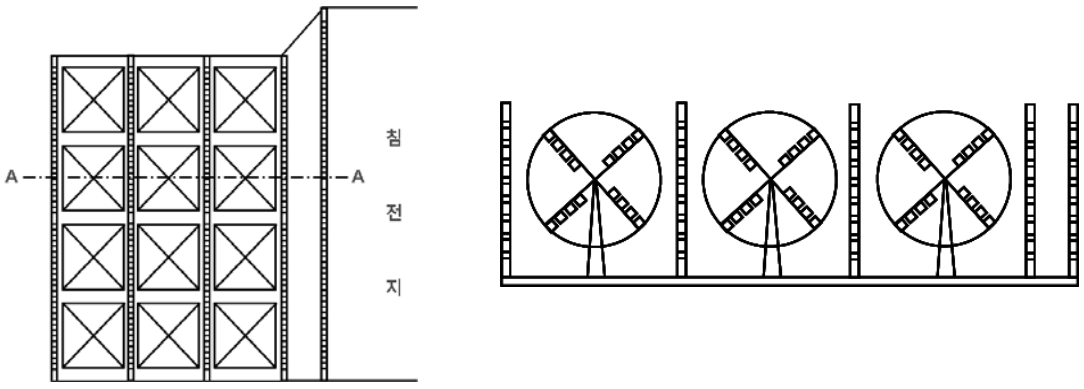
관로 유입후 정류벽이 설치되어 있으며, 각 단의 격벽도 정류벽 구조로 되어 있으며, 정류공 제원은 생활용수계통은 Φ100㎜, 417개, 공업용수계통은 Φ100㎜, 444개로 조사되었다.

플록형성지와 침전지의 폭은 생활용수계통과 공업용수계통 모두 Δ2.4m차이가 있으며, 플록형성지 말단 정류벽과 침전지 유입정류벽은 2.0m의 완충지역을 두고 있다.

각 단에는 수평 패들형 플록큐레이터가 설치되어 있으며, 플록형성지 각 단 사이에는 정류벽이 설치되어 있다.

<표 5.2-39> 플록형성지 시설현황

구 분	현 황
규 격	-생활용수계통 : W16.6m × L11.4m × H3.5m × 8지 -공업용수계통 : W17.6m × L11.4m × H3.5m × 2지
유효용량	-생활용수계통 : 662.34m³ /지 × 8지 = 5,298.72m³ -공업용수계통 : 702.24m³ /지 × 2지 = 1,404.48m³
구조 및 부대시설	-장방형 RC조 -3단 점감식 응집, 인버터에 의한 회전수 조절 가능 -단 구분 정류벽 설치 정류공 : 생활용수계통 D100㎜ × 417개 공업용수계통 D100㎜ × 444개 -형식 : 수평 패들형(4열) 패들규격 : 생활용수계통 D3,100㎜ × B100㎜ × 3,300㎜ 공업용수계통 D3,100㎜ × B100㎜ × 3,550㎜



평면도 A-A 단면도

<그림 5.2-32> 플록형성지 평·단면도



<그림 5.2-33> 플록형성지

2) 기술진단 및 운영개선사항

① 수리적 설계인자 검토

플록형성지의 수리적 체류시간이 설계유량기준에서 생활용수계통은 27.95분으로 시설기준을 만족하는 것으로 나타났다. 공업용수계통은 설계유량기준에서는 15.66분으로 시설기준에 부족하지만, 첨두유량기준에서 23.17분으로 적정하다.

현재 침전지 유출관로를 통해 생활에서 공업계통으로 공급이 가능하므로, 침전지 표면부하율을 기준으로 유량을 배분하여 통합운영 하는 것으로 평가 하였을 경우 #1~10지 모두 설계유량기준에서 24.0분으로 적정한 것으로 조사되었다.

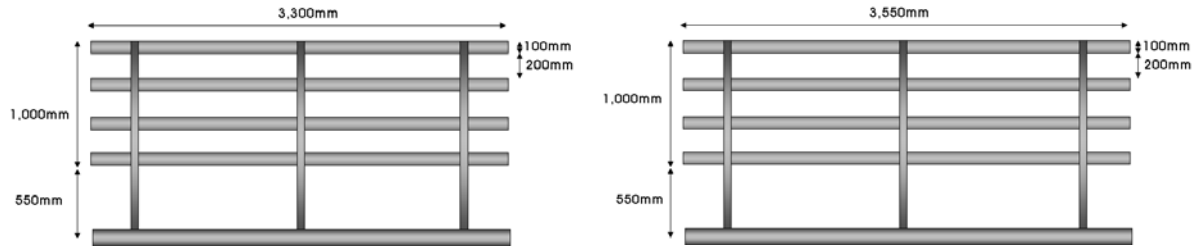
<표 5.2-40> 플록형성지 수리적 설계인자 검토결과

설계인자			설계유량	평균유량	첨두유량	기 준	평 가[1)]
생활용수계통	검토유량(㎥/일)		273,000[2)]	148,769	189,700	-	-
	체류시간(min)		27.95	51.29	40.22	20~40min	적정
공업용수계통	검토유량(㎥/일)		129,150[2)]	57,866	87,300	-	-
	체류시간(min)		15.66	34.95	23.17	20~40min	부족
통합운영[3)]	체류시간 (min)	#1~8지	25.25	-	-	20~40min	적정
		#9~10지	20.22	-	-	20~40min	적정

주 1) 평가는 설계유량에 대해 수행
2) 설계유량은 계열별 시설용량에 5% 여유를 가산하여 산정함
3) 통합운영시 유량은 응집침전지 최대생산량을 감안하여 #1~8지 : 302,150㎥/d, #9~10지 : 100,000㎥/d로 설정

② 플록큐레이터 검토

연성정수장 플록큐레이터 구조 모식도 및 패들의 형상 및 규격을 아래 그림에 나타었다.



생활용수계통 공업용수계통

<그림 5.2-34> 패들 형상 및 규격

연성정수장은 날개 4개가 설치된 수평패들이 단별로 4열로 배치되어 있으며, 생활용수계통은 패들 길이 3.3m, 직경 3.1m의 수평패들이, 공업용수계통은 패들 길이 3.55m, 직경 3.1m의 수평패들이 설치되어 있다.

전체 패들면적은 단면적의 10~25%로 하여 별도의 회전운동이 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하며, 패들면적비는 생활용수계통이 18.2%, 공업용수계통이 18.4%로 적정한 것으로 평가되었다.

패들식 교반기에 의한 동력은 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$P = \frac{C_D A \rho v^3}{2} \left(or \ \frac{C_D A \gamma v^3}{2g} \right)$$

P = 수체에 가해진 동력, W

C_D = 패들 날개 L/W비에 따른 저항 계수

A = 패들 면적, ㎡

v = 패들 상대속도, m/s (물에 대한 상대속도는 계산된 주변 속도의 약 75%)

아래 표에 현장 조사 당시 실측된 rpm과 그로부터 이론적으로 계산된 G값을 나타내었다.

지별 Gt값은 평균유량에서 2.9×104~4.2×104로, 기준인 3.0×104~2×105에 만족하여 적정 범위에 있는 것으로 평가되었으나, 기준의 하안을 만족하는 수준이다. 또한, 지별 Gt값의 차이가 다소 크게 나타났다. 운영개선을 통해 지별 Gt값이 일정 범위로 운전될 수 있도록 균등화가 필요할 것으로 판단된다.

G값의 경우 1단 17.8~30.6/sec, 2단 11.2~15.7/sec, 3단 3.7~10.2/sec로 G값이 다소 낮게 나타났다. 더욱이 저탁도의 원수가 유입될 경우에는 G값을 보다 크게 설정하여 침전이 양호한 플럭을 형성하는 것이 바람직하다. 또한 #1지는 G값의 점감범위가 적정하지 않으므로, 적정화가 필요하다. 따라서, 적정 G값을 위한 축 rpm을 설정하여, 교반강도를 적정화 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

원수의 수질특성과 유입유량에 따라 플록의 성장 패턴이 달라지므로, 플록형성지의 교반조건을 연중 동일하게 유지하는 것은 바람직하지 않으며, 회전수 변경(G값 변경)과 처리효율과의 관계를 지속적으로 도출하여 최적의 교반강도로 운영하여야 한다.

<표 5.2-41> 응집교반강도(G, 계산값) : 플록큐레이터 rpm(실측값), 수온 5℃ 기준

구 분		기준[1]	단별	생활				
				#1지	#2지	#3지	#4지	#5지
축 rpm		1~5	1단	1.48	1.37	1.31	휴지	1.73
			2단	0.96	0.97	1.00		1.18
			3단	0.90	0.46	0.46		0.55
날개: D/T[2]		0.50~0.75	1단	0.75				0.75
			2단					
			3단					
패들 주변속도[3]		15~80	1단	23.24	21.50	20.59		27.10
			2단	15.07	15.24	15.73		18.51
			3단	14.21	7.17	7.21		8.69
날개면적/플록형성지 단면적(%)		10~25%	1단	18.2				18.2
			2단					
			3단					
G (sec-1)		50~10까지 점감식	1단	21.4	19.0	17.8		26.9
			2단	11.2	11.3	11.9		15.2
			3단	10.2	3.7	3.7		4.9
평균유량	G×t[4]	단별 총합 : 3×10^4~2×10^5	1단	1.9×10^4	1.7×10^4	1.5×10^4		2.4×10^4
			2단	1.0×10^4	1.0×10^4	1.0×10^4		1.3×10^4
			3단	0.9×10^4	0.3×10^4	0.3×10^4		0.4×10^4
			합계	3.8×10^4	3.0×10^4	2.9×10^4		4.2×10^4

구 분		기준[1]	단별	생활			공업	
				#6지	#7지	#8지	#9지	#10지
축 rpm		1~5	1단	1.74	1.75	1.71	1.83	1.87
			2단	1.17	1.12	1.17	1.12	1.12
			3단	0.56	0.60	0.58	0.65	0.59
날개: D/T[2]		0.50~0.75	1단	0.75			0.75	
			2단					
			3단					
패들 주변속도[3]		15~80	1단	27.35	27.42	27.81	28.68	29.38
			2단	18.39	17.58	18.34	18.79	17.67
			3단	8.86	9.37	9.06	10.15	9.23
날개면적/플록형성지 단면적(%)		10~25%	1단	18.2			18.4	
			2단					
			3단					
G (sec-1)		50~10까지 점감식	1단	27.3	27.4	26.6	29.5	30.6
			2단	15.0	14.1	15.0	15.7	14.3
			3단	5.0	5.5	5.2	6.2	5.4
평균유량	G×t[4]	단별 총합 : 3×10^4~2×10^5	1단	2.4×10^4	2.4×10^4	2.3×10^4	2.0×10^4	2.1×10^4
			2단	1.3×10^4	1.2×10^4	1.3×10^4	1.0×10^4	0.9×10^4
			3단	0.4×10^4	0.4×10^4	0.4×10^4	0.4×10^4	0.3×10^4
			합계	4.2×10^4	4.2×10^4	4.2×10^4	3.5×10^4	3.5×10^4

주 1) S.Kawamura(정수시설의 종합설계와 유지관리) 권장기준, 패들주변속도는 상수도 시설기준
2) D : 교반날개의 직경, T : 플록형성지의 등가의 직경
3) 패들주변속도(m/s) = 패들주변속도(2 × π× rpm/60) × 날개 반지름(m)
4) G×t = 혼화강도(G, sec-1) × 반응조내 체류시간(t, sec)
5) 플록큐레이터 rpm 측정일 : 2009년 2월 18일

<표 5.2-42> 적정G값을 위한 축 rpm

수온℃)	단	생활용수계통			공업용수계통		
		RPM	G	GT	RPM	G	GT
0	1단	2.8	50	4.5×104	2.9	50	3.5×10^4
	2단	2.0	30	2.7×104	1.9	30	2.1×10^4
	3단	0.9	10	9.0×103	0.9	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4
5	1단	2.6	50	4.5×104	2.6	50	3.5×10^4
	2단	1.9	30	2.7×104	1.8	30	2.1×10^4
	3단	0.9	10	8.9×103	0.9	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4
10	1단	2.4	50	4.5×104	2.5	50	3.5×10^4
	2단	1.7	30	2.7×104	1.8	30	2.1×10^4
	3단	0.8	10	9.0×103	0.8	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4
15	1단	2.3	50	4.5×104	2.4	50	3.5×10^4
	2단	1.6	30	2.7×104	1.7	30	2.1×10^4
	3단	0.8	10	9.0×103	0.8	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4
20	1단	2.2	50	4.5×104	2.3	50	3.5×10^4
	2단	1.6	30	2.7×104	1.6	30	2.1×10^4
	3단	0.8	10	8.9×103	0.8	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4
25	1단	2.2	50	4.5×104	2.2	50	3.5×10^4
	2단	1.6	30	2.7×104	1.5	30	2.1×10^4
	3단	0.7	10	8.9×103	0.7	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4
30	1단	2.1	50	4.5×104	2.1	50	3.5×10^4
	2단	1.5	30	2.7×104	1.5	30	2.1×10^4
	3단	0.7	10	8.9×103	0.7	10	7.0×10^3
	합			8.1×104			6.3×10^4

주) 평균유량, 다른 조건은 동일

③ 플록형성지 정류벽 검토

플록형성지로 유입된 혼화수는 유입정류벽을 거쳐 플록형성지 1단으로 유입되며, 플록형성지 각 단에 설치된 정류벽을 통해 유출된 응집수는 침전지 유입정류벽을 통해 침전지로 유입되고 있다.

정류벽의 개구비는 다소 과대하고, 통과유속이 적은 것으로 평가되었다. 정류벽 개구

비가 다소 과대하나 단락류의 우려가 있는 것으로 알려진 10%에 비해 적으므로 운영에 유의하고, 목표수질, 장래 원수수질 및 처리유량의 증가 등 종합적 검토를 통해 개구비 조정 시기를 결정하도록 한다.

플록큐레이터 회전 방향이 현재 정→정→정 방향으로 운전되고 있으며, 응집효율 향상과 단락류 발생을 최소화하기 위하여 플록큐레이터의 회전 방향을 정→역→정 방향으로 운전하는 것이 바람직하다.

<표 5.2-43> 플록형성지 정류벽 검토결과

구 분	구분		검토기준	평 가[1)]
	생활용수 계통	공업용수 계통		
개구비(%)	5.6	5.7	○ Montgomery : 2~5% ○ 환경부 주관, '기존 정수장 효율향상기술(1999)' 최적 제탁 효율 - 정류공 형태 : 3% - 도류구 형태 : 5~8%	다소 과대
총개구단면적(㎡)	3.28	3.49		
수단면적(㎡)	58.1	61.6		
통과유속 (m/초)	0.12	0.21	○ AWWA : 0.30~0.46m/초 ○ S.Kawamura : 0.35~0.55m/초 ○ Montgomery : 0.3m/초 이하	AWWA, S.Kawamura 기준보다 작으나, Montgomery 기준만족

주 1) 평가는 설계유량에 대해 수행. 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정

라. 침전지

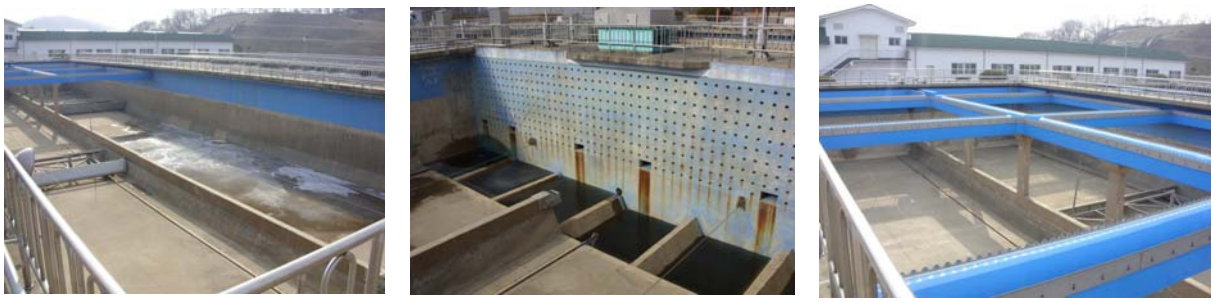
1) 시설 및 운영현황

연성정수장은 장방형의 횡류식 침전지로이며, 플록형성지와 구조적으로 일체화 되어 있다. 유입정류벽이 있으며, 유출부는 V-Notch 형식으로 되어 있고, 수중 대차식 슬러지 수집기가 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

밀도류 발생에 의해 유출부 벽면을 타고 부상하는 침전슬러지의 유입을 최소화하기 위해 말단에서부터 생활 3.6m, 공업 3.75m를 폐쇄하여 운영하고 있다.

<표 5.2-44> 침전지 시설현황

구 분	현 황
규 격	-생활용수계통 : W 19.0m × L 60.0m × H 4.59m × 8지 -공업용수계통 : W 20.0m × L 60.0m × H 5.30m × 2지
유효용량	-생활용수계통 : 5,232.6㎥/지 × 8지 = 41,860.8㎥ -공업용수계통 : 6,360.0㎥/지 × 2지 = 12,720.0㎥
침전면적	-생활용수계통 : 1,140㎡/지 × 8지 = 9,120㎡ -생활용수계통 : 1,200㎡/지 × 2지 = 2,400㎡
구조 및 부대시설	-형식 : 횡류식 침전지 -장방형 RC조 -유입정류벽 설치 -정류공 : 생활용수계통 D 100㎜ × 534개/지 공업용수계통 D 100㎜ × 564개/지 -슬러지 수집기 : 수중 대차식 -유출위어 : V-Notch 형 -총위어길이 : 생활용수계통 162.4m/지, 공업용수계통 167.4m/지 -위어선단길이 : 생활용수계통 26.4m/지(말단부 3.6m 폐쇄), 공업용수계통 25.75m/지(말단부 3.75m 폐쇄) -위어설치부 면적 : 생활용수계통 402.8㎡/지, 공업용수계통 424.0㎡/지



전경 유입부 유출부

<그림 5.2-35> 침전지

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

침전지의 수리적 설계인자 검토결과, 생활용수계통은 설계유량기준에서 지내 흐름의 안정성에 대한 평가지표로 사용되는 Fr. No.를 제외하고는 시설기준을 모두 만족하는 것으로 평가되었다. 일반적으로 지내 흐름의 안정성은 중간도류벽의 설치로 침전지의 장폭비를 더 길게 만들어서 Fr. No.를 개선시킬 수 있으나, 연성정수장의 경우 도류벽 1개를 더 설치(6.8×10-7)하여도 기준(1.0×10-5 이상)을 만족시키지 못하고, 현재의 다른 수리적 인자들이 적정값을 나타내고 있으므로 처리효율에 큰 영향은 없을 것으로 판단된다.

공업용수계통은 첨두유량기준에서는 위어하부상승유속과 Fr. No.를 제외하고는 시설기준을 모두 만족하지만, 설계유량에서는 Re. No., 평균 지내유속, 평균 표면부하율도 기준에 부족한 것으로 평가되었다. 현재, 공업용수량 부족시 생활용수계통에서 공업용수계통의 부족분을 보충하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

응집침전지 #9~10지의 최대처리가능량인 101,123㎥/일을 감안하여, #9~10지의 처리유량을 100,000㎥/일로 수리적 설계인자를 검토한 결과 #1~10지 모두 위어하부상승유속과 Fr. No.를 제외하고는 시설기준을 모두 만족하는 것으로 평가되었다. 따라서 현재와 같이 생활용수계통에서 공업용수계통의 부족분을 보충하여 운영하여도 무방하다고 판단된다.

통합운전시 위어하부상승유속의 경우 생활용수계통은 설계유량에서 93.8㎥/㎡·d로 기준을 초과하나 그 정도가 크지 않고 현재 최대 생산량에 대해서는 기준을 충분히 만족하므로 향후 생산량 변동을 고려하여 위어길이 연장을 검토하여도 무방할 것으로 판단된다. 공업용수계통은 첨두유량에서도 위어하부상승유속이 102.9㎥/㎡·d로 기준을 초과하므로 위어하부상승유속을 만족하기 위해 위어선단길이를 28.5m 이상으로 연장하는 것이 바람직하다(폐쇄구간 미포함).

<표 5.2-45> 수리적 설계인자 검토결과

구분	설계인자	설계유량[1]	평균유량	첨두유량	기준	평가[2]
생활용수계통	검토유량(㎥/d)	273,000	148,769	189,700	-	-
	평균 체류시간(hr)	3.68	6.75	5.30	1.5~3 3)	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)	29.93	16.31	20.8	21.6~43.2	적정
	평균 지내유속(m/min)	0.27	0.15	0.19	0.40 이하	적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)	210.1	114.5	146.0	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)	84.7	46.2	58.9	58.6~87.9	적정
	Re. No.	13,863	7,555	9,633	20,000 이하	적정
	Fr. No.	6.8×10^{-7}	2.0×10^{-7}	3.3×10^{-7}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	길이/폭	3.2			3:1~8:1	적정
	유효수심(m)	4.6			3~5.5	적정
공업용수계통	검토유량(㎥/d)	129,150	57,866	87,300	-	-
	평균 체류시간(hr)	2.36	5.28	3.50	1.5~3 3)	적정
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)	53.81	24.11	36.38	21.6~43.2	부적정
	평균 지내유속(m/min)	0.42	0.19	0.29	0.40 이하	부적정
	위어월류부하율(㎥/m · d)	385.8	172.8	260.8	350~400	적정
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)	152.3	68.2	102.9	58.6~87.9	부적정
	Re. No.	24,159	10,824	16,330	20,000 이하	부적정
	Fr. No.	1.5×10^{-6}	2.9×10^{-7}	6.7×10^{-7}	1.0×10^{-5} 이상	부적정
	길이/폭	3.0			3:1~8:1	적정
	유효수심(m)	5.3			3~5.5	적정

주 1) 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정
2) 평가는 설계유량에 대해 수행
3) S. Kawamura 설계기준

<표 5.2-46> 수리적 설계인자 검토결과(통합운영시)

구분	설계인자	#1~8지	평가	#9~10지	평가	기준
통합운영시	검토유량(㎥/d)	302,150	-	100,000[1]	-	-
	평균 체류시간(hr)	3.33	적정	3.05	적정	1.5~3[2]
	평균 표면부하율(㎥/㎡ · d)	33.13	적정	41.67	적정	21.6~43.2
	평균 지내유속(m/min)	0.30	적정	0.33	적정	0.40 이하
	위어월류부하율(㎥/m · d)	232.6	적정	298.7	적정	350~400
	위어하부상승유속(㎥/㎡ · d)	93.8	부적정	117.9	부적정	58.6~87.9
	Re. No.	15,344	적정	18,706	적정	20,000 이하
	Fr. No.	8.3×10^{-7}	부적정	8.8×10^{-7}	부적정	1.0×10^{-5} 이상
	길이/폭	3.2	적정	3.0	적정	3:1~8:1
	유효수심(m)	4.6	적정	5.3	적정	3~5.5

주 1) 플록형성지 #9~10지의 최대생산량인 101,123㎥/d를 감안하여 100,00㎥/d로 설정
2) S. Kawamura 설계기준

② 정류벽 검토

침전지 유입정류벽의 개구비는 생활용수계통은 4.8%, 공업용수계통은 4.2%로 기준인 6%정도에 비해 부족하다. 그러나 손실수두 및 통과유속이 설계기준에 적정하므로 운영시 유의하고, 목표수질, 장래 원수수질 및 처리유량의 증가 등 종합적 검토를 통해 개구비 조정 시기를 결정하는 것이 바람직하다.

공업용수계통의 손실수두는 적정범위인 0.3~0.9㎜를 초과하지만 S. Kawamura가 권장하는 플록파괴방지를 위한 정류공 수두손실인 10㎜이하이고, 공업용수로 사용되는 물이기 때문에 문제는 없을 것으로 평가되었다.

<표 5.2-47> 침전지 유입정류벽 검토

항 목	기 준	구 분		평 가[4]
		생활용수계통	공업용수계통	
평균 개구비(%)	약 6 정도[1]	4.8	4.2	과소
최대 통과유속 (m/sec)	0.25이하[2] 0.21~0.30[3]	0.09 (0.06)	0.17 (0.11)	적정
손실수두 (mm)	0.3~0.9 (10 이하)[2]	0.71 (0.31)	2.27 (1.04)	적정

주 1) 상수도시설기준(환경부, 2004), 2) S. Kawamura 권장기준, 3) AWWA 권장기준

4) 시설현황은 설계유량기준에서, 운영현황은 첨두유량기준에서 평가함. 설계유량은 계열별 시설용량에 대해 5% 여유를 가산하여 산정.

5) ( ) : 최대유량기준에서 검토한 결과임.

마. 급속여과지

1) 시설 및 운영현황

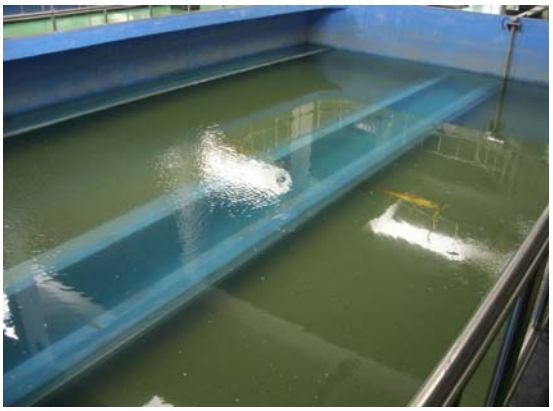
침전지 유출통합관로는 2개로 분기되어 5, 6단계 여과지로 유입되며, 여과지 유입관로에는 유량계 및 메인밸브가 설치되어 있지 않기 때문에 유량의 균등배분도 이루어지지 않고 있는 것으로 조사되었다. 유량균등배분과 유지관리성을 향상시키기 위하여, 밸브 및 유량계를 설치하는 것이 바람직하다.

모래단층여재의 자연평형형 여과방식이며, 여과지는 지당 2Bed로 분리되어 있있으며, 하부집수장치는 스트레이너형이다. 역세척은 공기+물세척을 수행하고 있는 것으로 조사되었다.

각 계열 여과지 유입 및 유출에는 수직나팔관(월류)을 설치하여, 균등유입 및 자연평형형 유량제어가 이루어지도록 하고 있다.

<표 5.2-48> 여과지 시설현황

구 분	현 황
규 격	-W 8.0m × L 13.8m × 20지
여과면적	-110.4㎡/지 × 20지 = 2,208.0㎡
부대설비	-여과방식 : 자연평형형 -역세척방식 : 공기+물역세척 -여층구성 : 모래 106.1cm, 자갈층 35cm -하부집수장치 : 스트레이너형 -지별 탁도계 : 설치 -유입밸브, 유출밸브 설치





<그림 5.2-36> 여과지

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

단층 모래여과지의 경우, 120~150m/일을 표준으로 하고 있다. 또한, S. Kawamura는 부하변동시 탁도 누출을 방지하기 위하여, 1지가 정지될 때 나머지 여과지가 추가 처리할 수 있는 수량을 35%를 초과하지 아니하고, 가능한 15~20% 이하로 하는 것을 권장하고 있다.

시설용량, 평균유량, 첨두유량을 검토대상 유량으로 여과속도를 검토한 결과, 시설용량 기준에서 123.6m/d로 시설기준을 만족하는 것으로 나타났으며, 변동율은 5.3%로 조사되었다.

<표 5.2-49> 여과지 수리적 설계인자 검토결과

설계인자		시설용량	평균유량	첨두유량	기 준	평 가[1]
검토유량(㎥/일)		273,000[2]	148,769	189,700	-	-
여과속도(m/d)		123.64	67.38	85.91	120~150m/d[3]	적 정
1지 제외시	여과속도(m/d)[5]	130.15	70.92	90.44		
	여과속도 변동율(%)[6]	5.3			15~20 (35 미만)[4]	

주 1) 평가는 시설용량에 대해 수행
2) 설계유량은 시설용량 260,000㎥/일(생활)에 5% 여유를 가산하여 산정함
3) 상수도시설기준(환경부, 2004), 4) S. Kawamura 권장기준
5) 1지 제외시 여과속도 : 부하변동시 탁도 누출을 방지하기 위하여 1지를 제외하고 운영할 경우
6) 여과속도 변동율(%) = (1지 제외시 여과속도 - 여과속도) × 100 / 여과속도

② 여과지 구조 검토

여과지 구조 검토결과, 면적, 장폭비, 여유고 모두 시설기준을 만족하는 것으로 나타났다.

<표 5.2-50> 여과지 구조 검토

설계인자	기준	현황	평가
면적(㎡)	150 이하	110.4	적정
장폭비	5 이하	3.45	적정
여유고(㎝)	30 이상	50	적정

③ 여층 깊이 및 입도 분석

여층 구성의 주요 인자는 유효경(de)으로 표시되는 여재의 입도와 여층의 깊이(L)인데, 상수도시설기준에서 일반적인 모래 단독 여과나 복층 여과의 경우 L/de ≧ 1,000를 표준으로 한다. 단, 여과보조제로서 폴리머를 사용하지 않고, 여과수 탁도를 0.1NTU 이하로 유지해야하는 경우에는 L/de비는 15% 증가된 값을 사용하도록 하여야 한다.

세립자의 여재를 사용할수록 표면여과 경향이 강해져서 탁질억류량은 감소하며, Mud ball 생성이 되기 쉽고, 손실수두가 급속히 증가하여, 역세척 주기가 단축되는 단점이 있다. 반대로 조립질의 여재를 사용시에는 내부여과의 경향이 강하므로, 여과층의 두께를 두껍게 하고 균등계수를 작게 한다면, 적은 손실수두로서 고속의 여과를 유지할 수 있다.

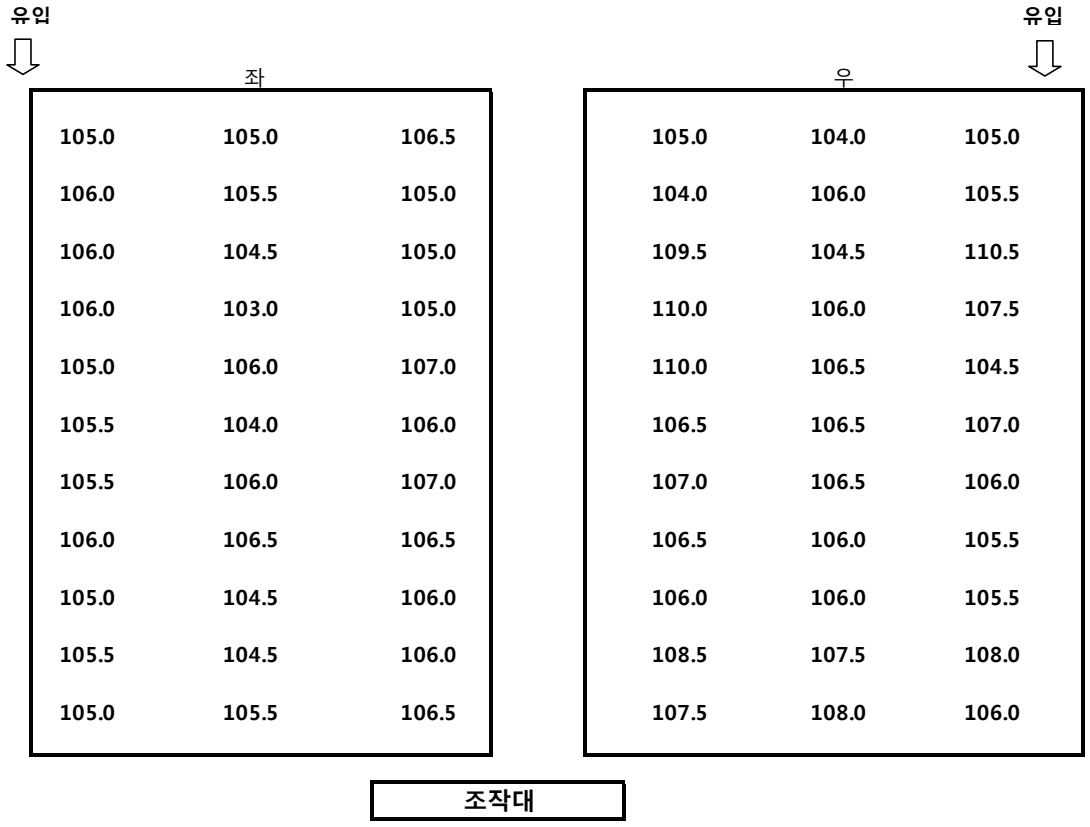
㉠ 여층 깊이

여층 깊이 분석을 위하여 여과지 #5-8지를 방수한 후 여과지를 적정하게 분할하여 위치별 깊이를 측정하였다.

측정결과, 약 103.0~110.5㎝(평균 106.1㎝, 편차 (-)3.6㎝~(+)3.9㎝)로 나타났다.

<표 5.2-51> 여층깊이 분석결과

여과지 #No.		평균(㎝)	최소(㎝)	최대(㎝)	최대편차(㎝)	
					(-)	(+)
#5-8지	좌	105.5	103.0	107.0	3.6	0.4
	우	106.6	104.0	110.5	2.6	3.9



<그림 5.2-37> 여과지 여층깊이(#5-8지, 단위 : ㎝)

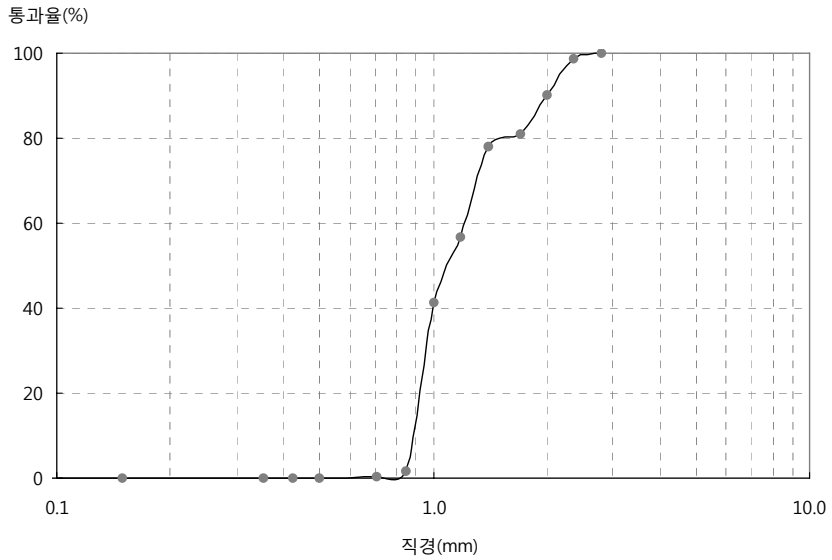
㉡ 여과사 입도 분석

균등계수, 비중, L/De비는 적정하고, 여과사의 유효경은 0.88㎜으로 조사되었다. 입경 2.0㎜ 이상이 1.15%로 시설기준(1.0% 이하)에 다소 부적합하나 초과율이 미미하므로, 운영에 유의하고 향후 모래 교체시 적정 입도의 여재로 교체하는 것이 바람직하다.

<표 5.2-52> 여과사 입도 분석결과

구분	상수도 시설기준	유효경 (㎜)	최소경 (㎜)	최대경 (㎜)	균등계수	비중	L/de[2)]
	모래	-	0.3 이상[1)]	2.0 이하[1)]	1.7 이하	2.55~2.65	1,000 이상
#5-8지 (전체)	분석결과	0.88	0.15	2.8	1.38	2.53	1,203
	검토	-	적합 〈0.3㎜ : 0.02%	부적합 〉2.0㎜ : 1.15%	적합	적합	적합

주 1) 최대경을 넘는 것 또는 최소경을 밑도는 것이 1% 이하일 것
2) L/de : 유효경(d10)에 대한 모래층 깊이의 비



<그림 5.2-38> 여과사 입경분포



여층깊이 측정



여층 깊이별 여과사 샘플 채취

<그림 5.2-39> 여과지 현장조사

④ 역세척 평가

적정하게 유지·관리되는 여과지는 Mud ball이 없이 깨끗하며, 적절한 양의 Floc 이나 응집제로 여과사가 덮여있는 숙성상태를 유지한다.

여과 공정을 최적화하기 위해서는 여과지의 상태를 규칙적으로 평가하여야 하며, 역세척 과정을 조절함으로써 최적의 여과지 상태를 유지할 수 있다.

역세척 과정의 효율성을 평가하기 위한 방법으로는 다음의 세가지가 있다. 첫째, 역세척 전후에 육안으로 여과지를 검사하는 방법, 둘째, 역세척 개시 후 시간에 따른 역세척수의 탁도를 측정하는 방법, 셋째, 역세척 전후에 여과사층의 각 깊이에서 사층을 채취하여 탁도를 측정하는 방법 등이다.

일반적으로 역세척 시기를 결정하는 것은 탁도, 수두손실, 여과지속시간이다. 여과지속시간은 유입수의 수질이 양호한 계절에는 길어지고, 유입수의 수질이 악화(특히 조류유입 등)에 의해 여과지의 폐색이 빨라지면 짧아지게 되는 특성을 보인다. 따라서 여과유입수의 수질과 관련하여 탁질 누출, 역세척 효율 등을 종합적으로 고려하여 여과지속시간 및 역세척시기를 결정하여야 한다.

그러나 여과지속시간이 너무 길어지면 여과지내 미생물의 성장이 우려되고 여과지 탁도 변화에도 여과속도의 변화에 따라 탁질유출 현상이 나타나므로 과다한 여과지속시간의 운영은 지양하여야 한다.

㉠ 역세척 전·후의 여재 탁질 조사

침전지에서 제거되지 못하고 유출된 탁도는, 여과지의 모래층을 통과하는 동안 모래입자에 의해 형성된 공극에 억류되어 제거된다. 이 때, 탁도의 여과지 침투깊이에 따라 표면여과와 내부여과로 구분되며, 표면여과는 여과지속시간을 짧게 하기 때문에 비경제적이므로 내부여과가 필요하다.

여과속도가 빠르고, 탁도에 의해 형성된 floc이 작을수록 탁도의 침투깊이가 깊어져서 내부여과가 되며, 내부여과가 되더라도 역세척 전 단계까지 탁질이 억류되지 못하고, 여층을 통과하는 breakthrough는 일어나지 않아야 하는 것이 필수적이다.

S. Kawamura에 의하면, 여과지 역세척후 억류탁도가 30~60NTU이면 깨끗하고 숙성된 여층, 60~120NTU는 약간 오염된 여층(이상적이지는 않지만 염려할 필요는 없음), 120NTU 이상은 오염된 여층, 300NTU를 초과하는 경우 심각한 머드볼 문제가 있는 것으로 판단할 수 있다고 제안하였다. 심각한 오염이 이루어졌을 때는 여재를 교체하고 여재가 일정 정도 이상 오염되었다고 판단되면, 역세척 장치와 여과지 세척 방법을 모두 재검토하여 변경하거나, 역세척 강도와 시간에 대해 조정하여 여과지가

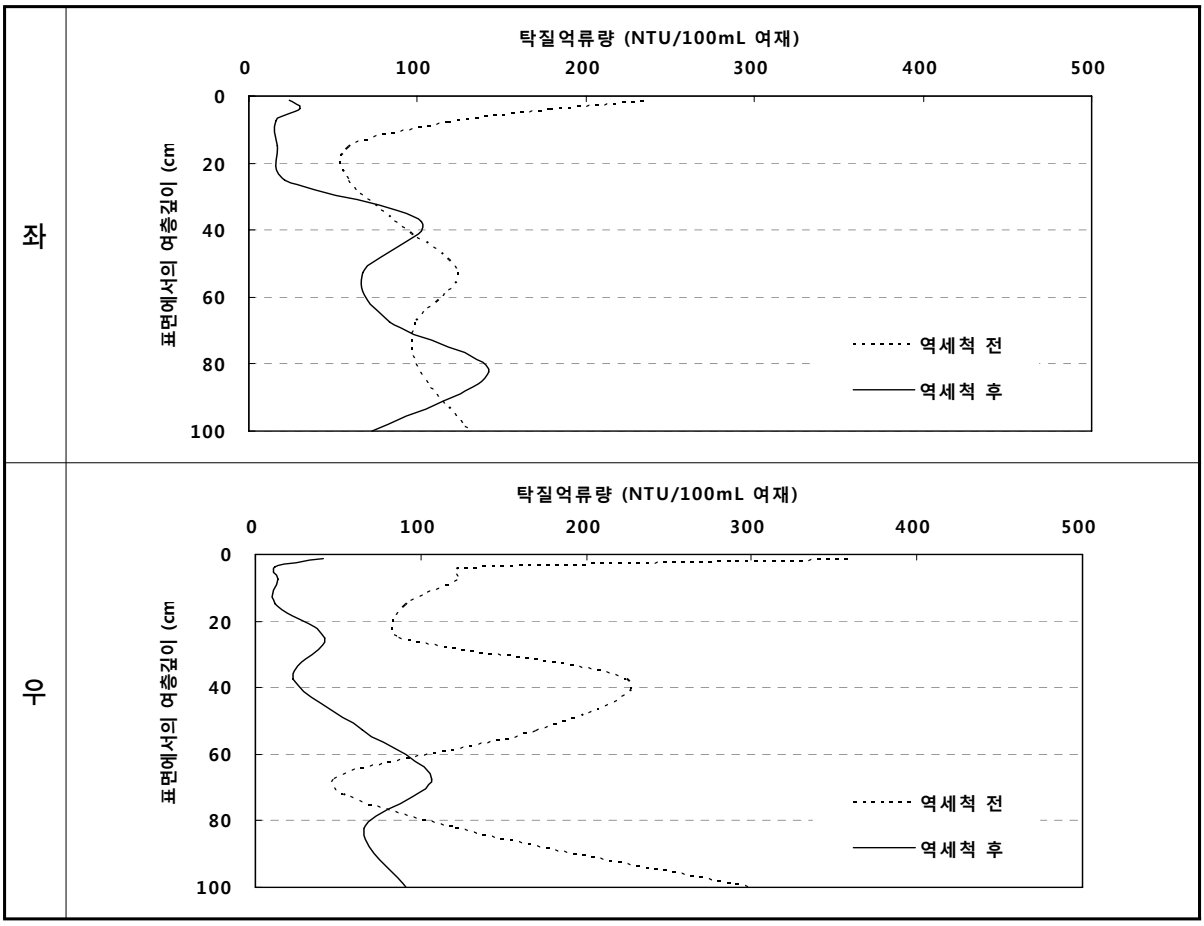
최적상태에서 운영되도록 하여야 한다.

또한, 역세척 효율의 좋고 나쁨은 여과효과에 크게 영향을 미치므로, 여과층 전체가 균등하고 유효하게 세척될 수 있는 방식을 선정해야 한다. 균등하고 유효한 세척이란 여과층 전체표면과 여과층 전체깊이에서 될수록 청정한 여재를 유지하는 것이다.

여과지 #5-8지에 대하여 여층 깊이별로 역세척 전·후의 여과사를 채취하여 탁질억류량을 조사한 결과, 주로 표면여과가 이루어지고 있는 것으로 조사되었으며, 역세척 전에 여재상층부에 억류되어 있던 탁질이 역세척을 통해 적정하게 제거되었다. 그러나 역세후에도 일부 여층은 100NTU 이상으로 '약간 오염된 여층'을 나타내고 있다.

<표 5.2-53> 역세척 전·후의 여과사 세척탁도

#5지 여층깊이 (㎝)	NTU/여재 100mL			
	좌		우	
	역세척 전 탁도	역세척 후 탁도	역세척 전 탁도	역세척 후 탁도
0~2.5	234.0	24.0	358.0	41.4
2.5~5	178.6	30.4	123.4	11.5
5~10	118.4	15.8	122.0	13.3
10~20	58.8	16.7	90.4	11.7
20~30	59.0	21.2	86.4	42.2
30~45	86.0	102.2	224.0	22.8
45~60	123.6	67.4	169.0	64.8
60~75	97.6	83.6	46.8	107.0
75~90	101.2	142.6	121.4	65.6
90 이상	131.2	73.0	300.0	91.0



<그림 5.2-40> #5-8지의 역세척 전·후 여과사 세척탁도

㉡ 역세척 강도 검토

역세척 방식은 비팽창방식이며, 이론적으로 계산된 역세척 강도는 물 0.24㎥/min·㎡, 공기 0.88㎥/min·㎡으로 적정하다. 그러나 역세척 탁도 분석결과, 심층의 억류탁도배출이 불량하며 머드볼이 일부 관측되므로 역세강도 조정 및 역세척 시퀀스 변경(공기+물 역세척 시간, 물 역세척 시간 등)이 필요하다. 또한 역세척 시작 수위(월류벽에서 0.7m)가 과도하므로 시작수위를 사면 부근으로 조정하는 것이 바람직하다(월류벽으로 되어있는 수위계의 기준점을 여과사면으로 조정이 필요하다).

역세척시 일부 물이 솟구치는 현상이 관찰되었는데, 스트레이너에 대한 점검 및 보수가 필요할 것으로 판단된다.

<표 5.2-54> 여과지 역세척 속도 계산

구분		공기역세척	물역세척
펌프용량(㎥/min·대)		49	13.5
대수		2	2
여과지 면적(㎡/지)		110.4㎡ (W 8.0m × L 13.8m)	
역세척 속도	시설기준	0.83~1.0㎥/min·㎡ 1)	0.6~0.9㎥/min·㎡
	운영현황	0.88㎥/min·㎡	0.24㎥/min·㎡

주 1) Degremont사의 Aquazur V Filters type 기준

㉣ 역세척 배출수 탁도 검토

역세척 배출수의 탁도를 측정함으로서 여층 내에 억류된 플록이 어느 정도 제거되는지의 효과여부를 평가할 수 있다.

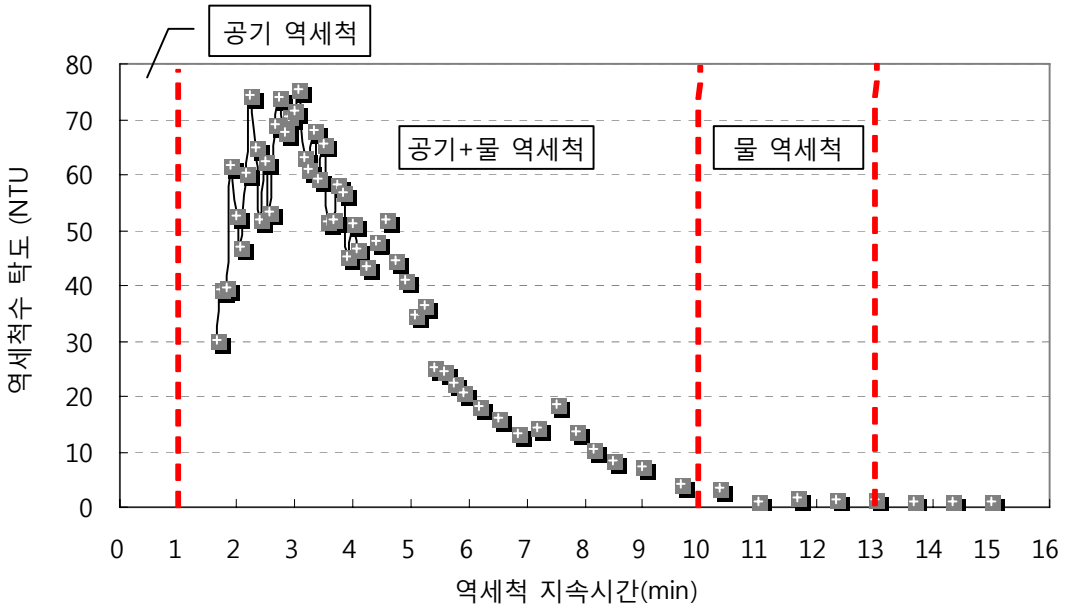
여과지의 세정효율과 최적 세정시간을 평가할 때 세정시간에 따라 작성되어진 세정배수탁도의 곡선이 중요한 평가방법으로 이용된다. 역세척수의 최고 탁도가 낮고 분포도 폭이 넓은 경우에는 역세척 효율이 낮고, 이와는 반대로 역세척수의 최고 탁도가 높고 분포도 폭이 좁은 경우에는 역세척효율이 높다.

병원성 미생물에 대한 대책으로 세척배출수의 최종탁도 관리가 대단히 중요하며, 일반적으로 역세척수의 탁도가 5~10NTU 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다. 표면세척과 역세척이 적절하다면 여과지속시간이 짧아지거나 mud ball이 형성되는 현상을 최대한 방지할 수 있다.

역세척은 공기 역세척 1분을 수행한 후에, 공기와 물역세척을 동시에 9분간 수행하고, 물 단독 역세척 3분간 수행하고 있는 것으로 조사되었다. 역세척수가 트라프로 월류하기 시작한 후, 시간에 따라 월류벽으로 월류하는 역세척수 시료를 채취한 다음, 역세척 배출수의 탁도를 측정하였다.

월류벽으로 역세척 배출수의 월류가 시작되면서 약 3분 후에 75NTU로 최대값이 측정되었고, 약 8.5분후에 10NTU 이하로 감소되었으며, 약 15분 후에 약 1.08NTU로 역세척이 종료되었다.

기술진단 당시 역세척 시퀀스 검토결과, 공기+물 역세척 시간이 과도하므로, 공기+물 역세척 시간은 단축하고 물 단독 역세척 시간을 조정하여, 시퀀스 적정화할 필요가 있다.



<그림 5.2-41> #5-8지의 역세척 배출수 탁도

⑤ 여과지 단위면적당 여과수량(UFRV : Unit Filter Run Volume) 평가

역세척 주기가 지별로 그리고 동일지내에서 차이가 크게 나타나고, 역세척 시기가 다소 이른 것으로 판단되므로 역세척주기를 적정화할 필요가 있다.

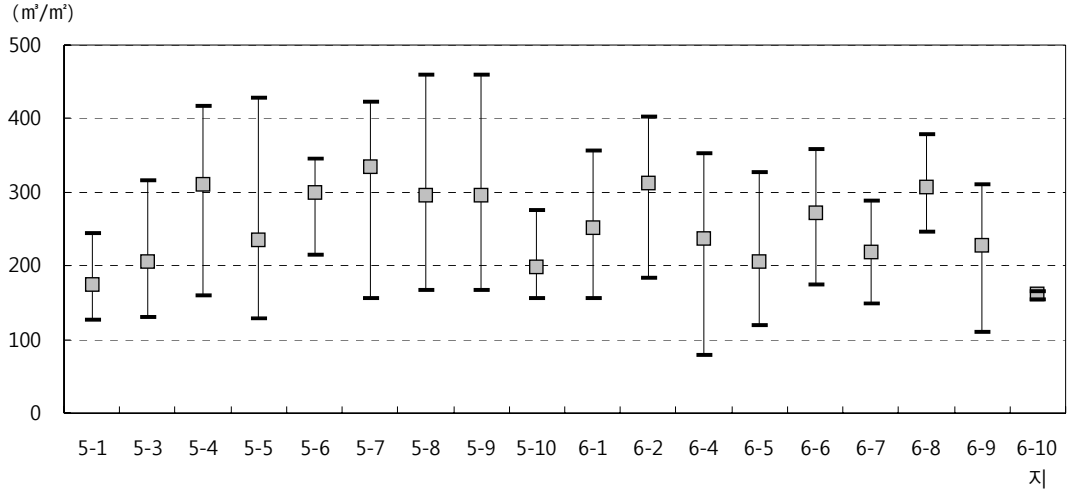
역세수량비는 여과수량에 대한 세정수량의 비율로, 일반적인 상태에서는 그 비율이 3% 이하이며, 2% 이하일 경우 대단히 양호하다고 간주된다. 또한, 5%를 초과하면 여과지의 상태는 좋지 않다고 판단된다. 적절하게 운전되고 있는 여과지의 세정수 비율은 겨울철에는 2.5~3.0% 정도이지만, 여름철에는 1.5~2.0%를 넘지 않도록 운영하는 것이 일반적이다.

연성정수장의 역세수량비는 평균 1.9%(최소 0.9%, 최대 5.1%) 정도로 나타나 적정한 것으로 평가되었다.

<표 5.2-55> UFRV 검토 결과

구분	여과량(㎥)			여과지속시간(일)			UFRV(㎥/㎡)		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
5-1	19,219	26,916	13,951	2.5	3.6	1.9	174.1	243.8	126.4
5-2	휴지								
5-3	22,758	34,880	14,497	2.9	4.5	1.8	206.1	315.9	131.3
5-4	34,320	46,138	17,624	4.4	6.0	2.2	310.9	417.9	159.6
5-5	26,029	47,217	14,118	3.4	6.2	1.8	235.8	427.7	127.9
5-6	32,999	38,084	23,741	4.3	5.0	3.4	298.9	345.0	215.0
5-7	36,944	46,726	17,316	4.7	6.0	2.3	334.6	423.2	156.9
5-8	32,579	50,782	18,409	3.9	6.5	2.0	295.1	460.0	166.7
5-9	32,579	50,782	18,409	3.9	6.5	2.0	295.1	460.0	166.7
5-10	21,911	30,432	17,272	2.8	4.0	2.2	198.5	275.7	156.5
6-1	27,824	39,338	17,221	3.6	5.2	2.2	252.0	356.3	156.0
6-2	34,549	44,484	20,348	4.5	5.8	2.7	312.9	402.9	184.3
6-3	휴지								
6-4	26,204	39,058	8,820	3.3	4.7	1.2	237.4	353.8	79.9
6-5	22,642	36,058	13,117	2.9	4.6	1.7	205.1	326.6	118.8
6-6	30,059	39,615	19,326	3.9	5.1	2.5	272.3	358.8	175.1
6-7	24,241	31,764	16,395	3.1	4.1	2.4	219.6	287.7	148.5
6-8	33,814	41,885	27,235	3.9	5.4	1.0	306.3	379.4	246.7
6-9	25,116	34,301	12,137	3.2	4.4	1.5	227.5	310.7	109.9
6-10	17,800	18,228	17,018	3.4	5.1	2.2	161.2	165.1	154.1

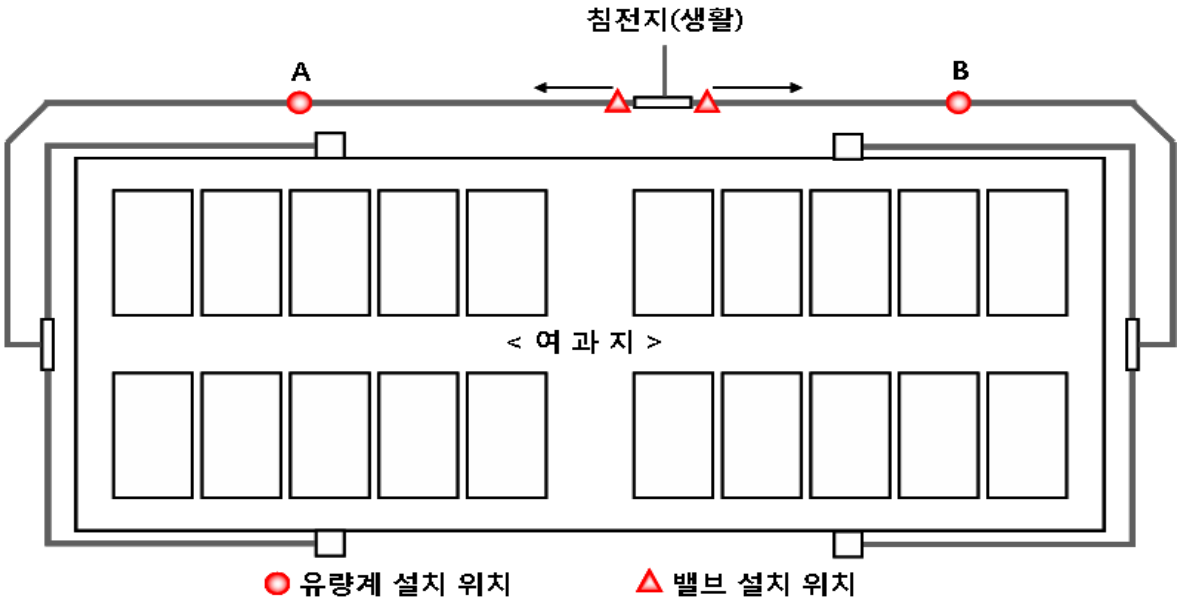
주 1) 역세척 주기 및 지별 여과유량은 2008년 8월의 일간 운영자료를 기준으로 검토함
2) 단위면적당 여과수량(UFRV, ㎥/㎡)=여과속도(㎥/㎡·분)×여과지속시간(분)
3) 평가기준 : ① 600㎥/㎡ 이상 : 매우 양호, ② 400㎥/㎡ 초과 : 양호
③ 200㎥/㎡ 이하 : 불량(여과지속시간이 너무 짧음)
4) 역세수량비 : 평균2.4%, 최소0.5%, 최대9.1% (적정운전시 : 겨울2.5~3%, 여름1.5~2%)



<그림 5.2-42> 지별 UFRV

⑥ 기타 기술진단

단계별로 유량이 균등하게 분배되지 않는 것으로 조사되었다. 유량균등배분과 유지관리성을 향상시키기 위하여, 밸브설치 위치에 밸브를 설치하고, 그림과 같이 A지점과 B지점 중 최소 한 곳에 유량계를 설치하는 것이 유량을 균등하게 배분하기 위해 바람직하다.



<그림 5.2-43> 유량계 및 밸브 설치 위치

바. 소독공정

1) 시설 및 운영현황

정수지는 정수량과 송수량의 변동을 조절·완화하고, 염소접촉지로서의 기능도 함께 가지고 있다. 상수도시설기준에 의하면, 정수지의 염소접촉조 부분은 *Giardia*를 불활성화하기 위하여 1mg/L의 유리잔류염소일 때 최소 30분의 순접촉시간을 가져야 하며, 용량은 첨두수요대처용량 및 소독접촉시간용량을 고려하여 최소 2시간분 이상을 표준으로 하고 있다.

생활용수계통의 정수지는 2지로 총 유효용량은 12,720㎥이며, 도류벽은 설치되어 있다. 공업용수계통의 정수지도 2지이며, 총 유효용량은 6,280㎥이고, 도류벽은 설치되어있지 않은 것으로 조사되었다.

생활용수계통은 정수지 전단 염소접촉조에서 후염소를 주입하고 있으며, 공업용수계통은 후염소를 주입하고 있지 않다.

<표 5.2-56> 정수지 시설현황

구 분		현 황	비 고
규 격		-생활용수계통 : W26.5m × L40.0m × H6.0 × 2지 -공업용수계통 : W19.75m × L26.5m × H6.0 × 2지	
용 량		-생활용수계통 : 12,720.0㎥ -공업용수계통 : 6,280.5㎥	
부대설비	생활용수 계통	-도류벽 : 있음. -장폭비환산계수 : 0.40(장폭비 12.1) -소독제 : 염소접촉지 주입, 액화염소(농도비례자동주입),	
	공업용수 계통	-도류벽 : 미설치 -소독제 : 미주입	



정수지 전경



염소주입기



Water champ

<그림 5.2-44> 정수지 및 염소주입설비

2) 기술진단 및 개선방안

① 수리적 설계인자 검토

정수지의 유효용량은 시설용량 기준에서 생활용수계통 1.17hr, 공업용수계통 1.23hr로 시설기준에서 권고하는 2.0hr분을 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

<표 5.2-57> 정수지 수리적 설계인자 검토결과

구분	설계인자	시설용량	평균유량	첨두유량	기 준	평 가[1)]
생활용수 계통	검토유량(㎥/일)	260,000	134,287	179,444	-	-
	유효용량(hr)	1.17	2.27	1.7	2 hr 이상	부 족
공업용수 계통	검토유량(㎥/일)	123,000	80,554	128,500	-	-
	유효용량(hr)	1.23	1.87	1.17	2 hr 이상	부 족

주 1) 평가는 시설용량에 대해 수행

② 소독능 평가

소독능 분석결과, 정수지에서는 수질 및 운영최악조건에서 불활성화비는 0.051로 정수처리기준을 만족시키지 못하는 것으로 평가되었다. 따라서 목내배수지와 목내배수지까지의 송수관로에 대해 한국상하수도협회에서 추가소독능을 인증 받아 운영하고 있다. 연성정수장의 배수지는 선부 배수지, 목내 배수지, 성곡 배수지, 대부 배수지 등 총 4개소로 구성되어 있으며, 이를 포함하여 추가소독능을 평가할 경우 각 배수지 계통의 최대유입 유량에 대해 소독능 만족이 가능하므로 실제 운영 소독능은 만족한 것으로 평가되었다.

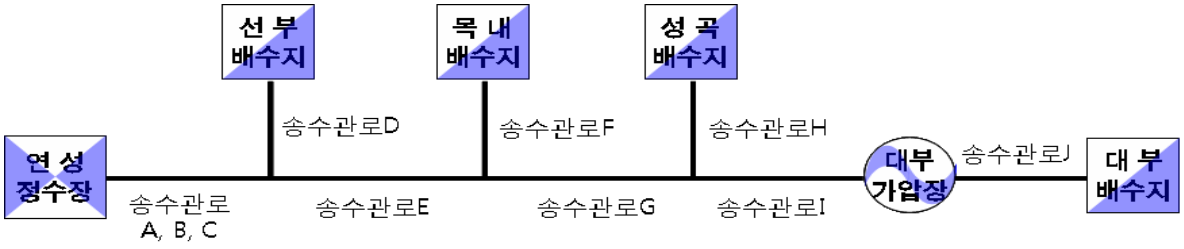
<표 5.2-58> 소독능 분석(*Giardia* Cyst.)

구분		소독요구 log 제거율	요구CT (㎎/L·분)	계산 CT (㎎/L·분)	불활성화비	전체 log 제거율	최대처리 가능유량 (㎥/일)
최악조건[1]		0.5	45.3	2.31	0.051	2.52	13,243
추가소독능포함[2]	선부	0.5	45.3	58.88	1.300	3.15	76,724
	목내(인증)	0.5	45.3	71.23	1.572	3.29	41,430
	성곡	0.5	45.3	82.05	1.811	3.41	41,818
	대부	0.5	45.3	745.48	16.457	10.73	125,852

주 1) 수질자료는 2006~2008년, 최소 수온 0.5℃, 최대 pH 8.1, 최소 잔류염소농도 0.49㎎/L를 적용하였으며, 유량은 시설용량, 최소 운영수위비는 0.16을 적용함(최소수위 0.13m는 특이값으로 제외하고 0.98m를 최소수위로 적용함).

2) 추가소독능 : 운영수위비는 각 배수지의 최소 운영수위비 선부(0.13), 목내(0.32), 성곡(0.23), 대부(0.14)를 적용함. 그 외 조건은 최악조건과 동일하게 적용함.

송수관로A : D 1,2 × L 3,751	송수관로B : D 1.1 × L 1,415	송수관로C : D 1.2 × L 561
송수관로D : D 1.0 × L 780	송수관로E : D 0.8 × L 2,060	송수관로F : D 0.6 × L 1,050
송수관로G : D 0.7 × L 1,850	송수관로H : D 0.7 × L 380	송수관로I : D 0.6 × L 20,652
송수관로J : D 0.5 × L 7,550		



사. 소요사업비

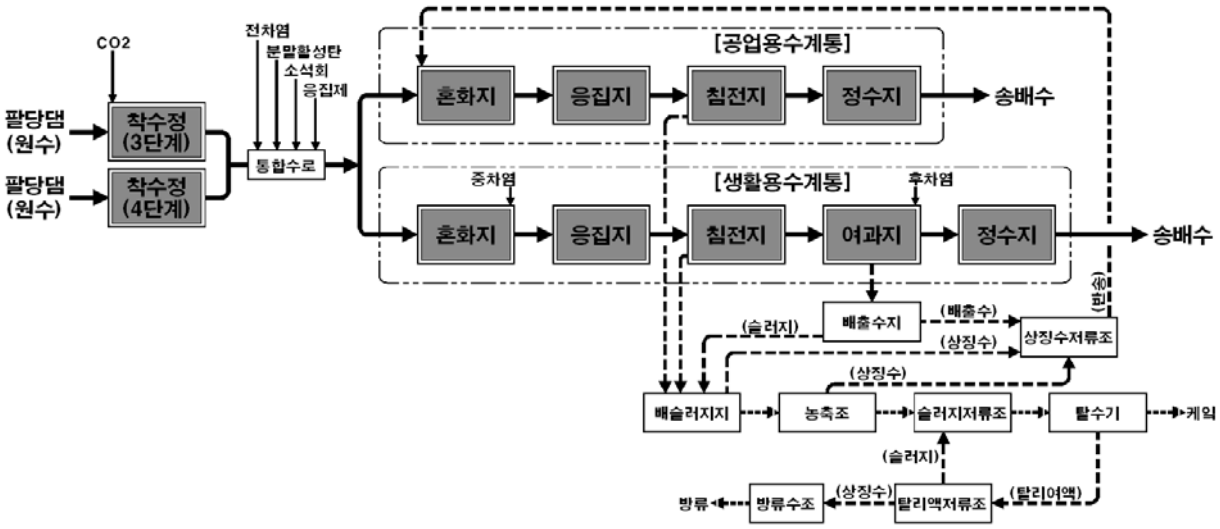
구분	개량계획	개량시설	소요예산
여과지 유입배관	•여과지지 지별 유입유량을 균등화하기 위하여 유량계 및 제어밸브설치	•밸브 및 밸브실(2개소) •유량계 및 유량계실(2개소)	•80,000,000원 •140,000,000원

2.3 기계분야

2.3.1 안산정수장

가. 시설개요

안산정수장은 정수시설용량 143,000㎥/일로서 생활용수계통(83,000㎥/일)과 공업용수계통(60,000㎥/일)으로 구분되어 있으며, 취수원은 팔당댐(수도권광역상수도 3, 4단계 계통)에서 공급받아 원수로 사용하고 있다. 3단계 원수는 공업용수 생산용으로, 4단계 원수는 생활용수 생산용으로 사용하도록 구성되어 있으나, 현재는 3단계 원수만으로 생활용수와 공업용수를 생산하고 있다. 정수처리공정으로 생활용수계통은 혼화, 응집, 침전, 여과, 소독시설로, 공업용수계통은 혼화, 응집, 침전시설로 구성되어 있고, 배출수처리시설은 배출수지, 배슬러지지, 농축조, 탈수설비 등으로 구성되어 있다. 시설계통은 다음과 같다.



<그림 5.2-45> 시설계통도

1) 시설물 현황

구 분		지 규 격	수량	비 고
착 수 정	광역 3단계	W4.5m×L7.7m×H4.5m	1 지	
	광역 4단계	W4.5m×L8.0m×H4.5m	1 지	
혼 화 지	생활용수계통	W4.5m×L4.5m×H3.8m	1 지	
	공업용수계통	W3.8m×L3.8m×H3.8m	2 지	
응 집 지	생활용수계통	W10.6m×L10.5m×H3.5m	3 지	#5, #6, #7
	공업용수계통	W8.5m×L10.5m×H3.5m	1 지	#1
		W9.6m×L10.5m×H3.5m	3 지	#2, #3, #4

구 분		지 규 격	수량	비 고
침 전 지	생활용수계통	W13.0m×L55.0m×H4.1m	3 지	#5, #6, #7
	공업용수계통	W11.0m×L55.0m×H4.1m	1 지	#1
		W12.0m×L55.0m×H4.1m	3 지	#2, #3, #4
여 과 지		W10.6m×L10.6m = 112.4㎡	6 지	
정 수 지	생활용수계통	W26.6m×L31.1m×H5.5m	2 지	
	공업용수계통	W26.6m×L35.0m×H4.5m	2 지	
배출수지		W10.0m×L20.0m×H3.8m	2 지	
배슬러지지		W7.8m×L25.2m×H3.85m	2 지	
농축조		D21.0m×H3.5m	2 지	
상징수 저류조		W7.0m×L12.0m×H3.5m	1 지	
탈리액 저류조		D10.0m×H3.5m	1 지	

2) 정수장 운영현황

공정별 각 설비의 용량 평가의 기준이 되는 유량은 최근 3년간(2006년1월~ 2008년 12월)운영되어 실측된 유량을 조사하였다. 2006년~2008년 동안의 최대원수량은 139,700㎥/일로 시설용량 143,000㎥/일 이내에서 운전되었다. 생활용수계통의 평균 정수량은 48,237㎥/일로 시설용량 83,000㎥/일 기준으로 평균가동율 58.1%이고, 공업용수계통의 평균 정수량은 51,020㎥/일로 시설용량 60,000㎥/일 기준으로 평균가동율 85.0%로 나타났다. 공업용수 첨두유량은 79,510㎥/일로 시설용량(60,000㎥/일)을 초과하여 운영되고 있어 당초 생활용수계통으로 증설된 응집침전지 #1지를 공업용수계통으로 전환하여 운영하고 있다. 기존설비의 용량검토는 운영유량(실적유량)을 적용하고, 계획설비 용량은 시설계획유량을 적용하는 것으로 하며, 평균유량은 시설계획유량의 80%, 최소유량은 시설계획유량의 50%를 생산하는 것으로 하였다. 각 설비의 용량은 아래 유량을 기준으로 검토하였다.

<표 5.2-58> 원수 및 정수량 현황(2006.1~2008.12)

구 분		시설용량	평균유량	첨두유량
원수량 [1](㎥/일)	합계	151,150 [2]	99,947	139,700 [3]
	생활용수	87,150 [2]	-	-
	공업용수	63,000 [2]	-	-
정수량(㎥/일)	합계	143,000	99,257	138,360 [4]
	생활용수	83,000	48,237	68,200 [5]
	공업용수	60,000	51,020	79,510 [6]

주 1) 원수량은 생활용수(83,000㎥/일)와 공업용수(60,000㎥/일) 합산 값임
2) 원수량은 시설용량(143,000㎥/일)에 5% 여유를 가산한 설계유량(150,150㎥/일)임
3) 최대 원수량 발생일 : 2007년 8월 28일 4) 최대 정수량 발생일 : 2007년 8월 24일
5) 생활용수 최대 정수량 발생일 : 2006년 9월 3일 6) 공업용수 최대 정수량 발생일 : 2007년 8월 29일

3) 주요기기목록

– 착수정 및 혼화설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(공업)	착수정 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,100	2006.12 삼진정밀	2.2	1	Act.:모건코리아 (2006.7)
	착수정 바이패스밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,100	2006.12 삼진정밀	2.2	1	Act.:모건코리아 (2006.7)
	착수정 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,100		2.2	1	Act.:모건코리아 (2006.7)
	상징수 유입밸브	수동 1상식 BFV D500		–	1	
	혼화지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D800	서광	2.2	2	Act.:서광
	혼화기	수직터빈형(VFD) 28rpm, 감속비 43:1	1996.6	7.5 6P	2	(사용안함)
(생활)	착수정 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,000	1992	0.55	1	Act.:Bernard
	착수정 바이패스밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,000	1992	0.66	1	Act.:Bernard
	착수정 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,000	1992	0.66	1	Act.:Bernard
	상징수 유입밸브	수동 1상식 BFV D500		–	1	
	혼화지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,000	2007.3 삼진정밀	2.2	1	Act.:모건코리아 (2004.12)
	혼화기	수직터빈형(VFD) 28rpm, 감속비 43:1	1996.6	7.5 6P	1	(사용안함)
(통합)	응집제 순간혼화기	수중형 순간혼화기(VFD) 현장조작반, 인양장치 1조	동방수기	11	2(1)	예비(미설치)

– 약품주입설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	PAC Day Tank	수직 원통형 PE 탱크 2㎥		–	2(1)	
	PAHCS DayTank	수직 원통형 PE 탱크 2㎥		–	1	
	응집제 주입설비	제어밸브 : 전동 볼밸브 25A		0.1	2	
		유량계 : 전자식 유량계 6A		–	2	
		현장조작반 : STS304 비례제어 자동제어반		–	1면	

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	소석회 투입설비	용적형 Screw Feeder(VFD) Feeder : kg/h Agitator/Vibrator		0.75 0.4×2	1	
	활성탄 투입설비	용적형 Screw Feeder(VFD) Feeder : kg/h Agitator/Vibrator		0.75 0.4×2	1	
	분체약품 자동제어반	현장조작반 : STS304 소석회/활성탄 자동제어반			1면	
	원수 샘플링펌프	자흡식 자동펌프 40L/,min×12mH	2005.9 Wilo	0.6	2	PW-600M
	약품 호이스트	Monorail Hoist(Chain) 0.5Ton	2001.10 극동			(약품실 2층)
(불소)	불소저장탱크	수직 원통형 PE 탱크 15㎥	1999.12 남경	-	2	(옥외)
	불소 Day Tank	수직 원통형 PE 탱크 1㎥		-	2	(약품실)
	불소 주입설비	다이아프램 정량펌프(VFD) 1.0L/,min×7kgf/㎠	동일MT	0.37	2(1)	
		유량계 : 전자식 유량계 2.5A		-	1	
		현장조작반 : SS400 비례제어 자동제어반		-	1면	
(CO_2)	이산화탄소 주입설비	저장탱크:수직원통형 압력탱크식 4.9Ton×설계압력 2.3MPa	2009.6 동방수기	-	1	
		기화기 : 전열 온수식 150kg/hr		15	1	
		제어밸브:V-Cone Type(STS304) 25A		-	1	
		유량계:질량유량계(열감지식) 25A		-	1	
		용해장치:관입형 급속분사식 수중형 순간혼화기, 인양장치 1조		19	1	
		pH 콘트롤러:PLUG&PLAY 방식 1점식		-	2	
		현장제어반 : 이중 밀폐 자립형 PLC, 터치스크린 내장		-	1식	

- 응집 및 침전지설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(공업)	응집지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D500		0.75	4	Act.:모건코리아 (2006.5)
	1단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100(#1) Impeller D3,000(#2, #3, #4)		3.7 4P	4	감속비 187:1

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	2단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100(#1) Impeller D3,000(#2, #3, #4)		1.5 4P	4	감속비 209:1
	3단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100(#1) Impeller D3,000(#2, #3, #4)		0.75 4P	4	감속비 319:1
	침전슬러지 인발밸브	전동 2상식 제수밸브 D200	2001	0.75	16	Act.:모건코리아 (2001.7)
	침전지 슬러지수집기	수중대차형 2수로1구동, 0.2~0.8m/min		1.5	4	
(생활)	응집지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D600		0.75	3	Act.:모건코리아 **(2006.5)**
	1단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,000		3.7 4P	3	감속비 187:1
	2단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,000		1.5 4P	3	감속비 209:1
	3단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,000		0.75 4P	3	감속비 319:1
	침전슬러지 인발밸브	전동 2상식 제수밸브 D200	2001	0.75	12	Act.:모건코리아 (2001.7)
	침전지 슬러지수집기	수중대차형 2수로1구동, 0.2~0.8m/min		1.5	3	감속비 1479:1

– 여과지설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(생활)	주유입밸브	수동 1상식 수평형 BFV D1,200		–	1	
	유입유량 조절밸브	전동 2상식 수평형 BFV D1,100		2.2	1	Act.:모건코리아 (2004.12)
	유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV D600	2004.8 삼진정밀	0.75	6	Act.:모건코리아 **(2004.8)**
	표세밸브	전동 2상식 수평형 BFV D500	1990.4 동아밸브	0.44	6	Act.:모건코리아 **(2004.8)**
	역세 유입주밸브	전동 1상식 수평형 BFV D700	1990.4 동아밸브	0.44	1	Act.:Bernard
	역세밸브	전동 1상식 수평형 BFV D700	1990.4 동아밸브	0.44	6	Act.:Bernard
	역세 유출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV D700	1990.4 동아밸브	0.44	1	Act.:Bernard
	정수 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV D400	1990.4 동아밸브	0.44	6	Act.:Bernard
	퇴수밸브	전동 2상식 수평형 BFV D700	2004.8 삼진정밀	0.75	6	Act.:모건코리아 **(2004.8)**

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	역세수 이송펌프	수평축 양흡입 벌루트펌프 200/150A×4.5㎥/,min×12mH	1992.5 효성에바라	15 6P	2(1)	
	역세수이송펌프 유출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D300	1990.4 동양밸브	0.44	2(1)	Act.:Bernard
	표세펌프	수평축 다단 원심펌프 350/300A×16.85㎥/,min×26mH	1992.2 효성에바라	150 6P	2(1)	
	표세펌프 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV D400	1990.4 동양밸브	0.44 0.75	1 1	Act.:Bernard Act.:모건코리아
	표세펌프 유출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D400	1990.4 동양밸브	0.44 0.75	1 1	Act.:Bernard Act.:모건코리아
	역세수조 유입밸브	수동 1상식 수평형 BFV D300		–	2	
	역세수조 유출밸브	수동 1상식 수평형 BFV D700		–	2	
	불소 희석수펌프	자흡식 자동펌프 40L/,min×28mH	2006.5 Wilo	0.6	2	PW-600M
	차염 급수펌프	수평축 다단 원심펌프 0.04㎥/,min×40mH	2007.2 효성에바라	2.2	2	HTM32/5
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	
	유지관리용 호이스트	Monorail Hoist 3Ton	반도	2.8/0.5	1	(지하층)
	반출입용 호이스트	Monorail Hoist 3Ton	반도	2.8/0.5	1	(지하층)

– 정수지설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(공업)	정수지 유입밸브	수동 1상식 수평형 BFV D600		–	2	
	정수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV D600, 조작반 일체형		0.75	2	Act.:모건코리아 **(2006.5)**
	정수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 D250		–	2	
(생활)	정수지 유입밸브	수동 1상식 수평형 BFV D800		–	2	
	정수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV D800	2007.3 삼진정밀	3.0	2	Act.:Auma
	정수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 D400		–	2	

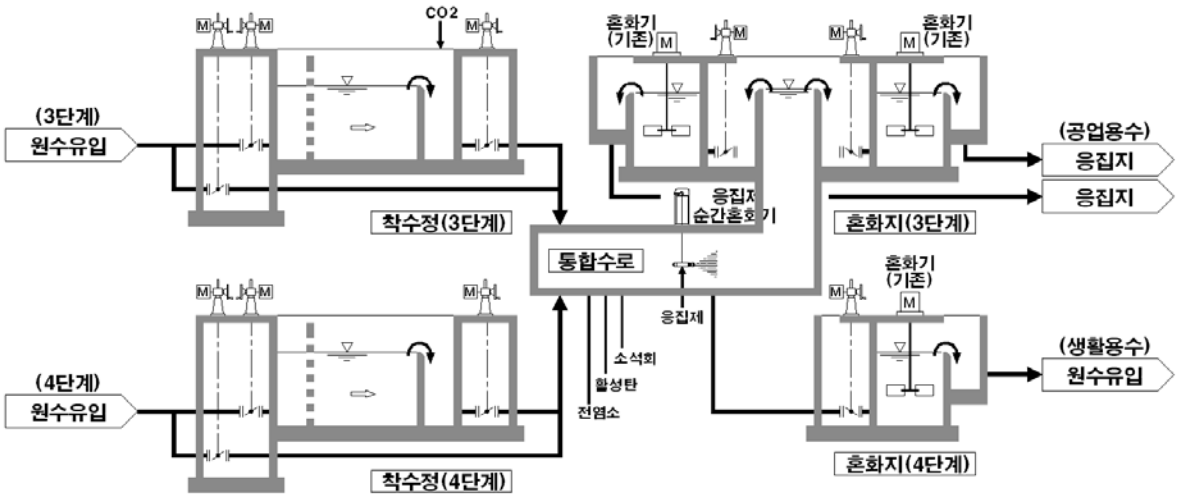
– 소독설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	소금저장탱크	수직형 원통형 FRP 탱크 60㎥, 보온	2007.4 동방수기	–	1	(옥외)
	소금반입용 호이스트	전동 모노레일 호이스트 2Ton	2007.4 LK		1	(옥외)
	차염저장탱크	수직형 원통형 PE 탱크 50㎥, 보온	2007.4 동방수기	–	2	(옥외)
	차염발생기	비격막식 전기분해식 150kg/d, 정류기 포함	2007.4 동방수기	32.4	3	
	연수기	이온 교환식 연수기	2007.4 동방수기	–	–	
	염수펌프	다이아프램 정량펌프 90L/hr×5.5Bar	2007.2 OBL	0.2	3	
	전처리 차염주입펌프	다이아프램 정량펌프(VFD) 1,080L/hr×3.0Bar	2007.4 OBL	0.75	1	
		유량계 : 전자식 10A	2007.1 BADGER	–	1	
	중처리 차염주입펌프	다이아프램 정량펌프(VFD) 515L/hr×5.0Bar	2007.2 OBL	0.37	1	
		유량계 : 전자식 10A	2007.1 BADGER	–	1	
	후처리 차염주입펌프	다이아프램 정량펌프(VFD) 515L/hr×5.0Bar	2007.2 OBL	0.37	1	
		유량계 : 전자식 10A	2007.1 BADGER	–	1	
	예비용 차염주입펌프	다이아프램 정량펌프(VFD) 1,080L/hr×3.0Bar	2007.4 OBL	0.75	1	
		유량계 : 전자식 10A	2007.1 BADGER	–	1	
	차염설비 제어반	현장조작반 : STS304 비례제어 자동제어반 2면	2007.4 동방수기	–	1식	
	전차염 혼화기	수중형 순간혼화기 현장조작반, 인양장치 1조	동방수기	3.7	1	(착수정유출부)
	중차염 혼화기	수중형 순간혼화기 현장조작반, 인양장치 1조	동방수기	7.5	1	(혼화지)
	후차염 혼화기	수중형 순간혼화기 현장조작반, 인양장치 1조	동방수기	3.7	1	(여과지유출부)
	차염투입실 호이스트	전동 모노레일 호이스트 2Ton	1992.2 반도호이스트	1.8/0.5	1	

나. 착수정 및 혼화설비

1) 설비개요

안산정수장은 팔당댐에서 도수되는 수도권광역상수도 3, 4단계 계통의 취수원을 원수로 하고 있으며, 원수는 D1,100mm와 D1,000mm 관로로 정수장내의 3, 4단계 착수정으로 각각 유입된다. 착수정으로 유입된 원수는 통합수로를 거쳐 생활용수계통 혼화지와 공업용수계통 혼화지로 분리되어 유입된다. 현재는 3단계 원수만으로 생활용수와 공업용수를 생산하고 있다. 약품 혼화방식은 정수장 준공시에는 수직터빈형 혼화기를 혼화지에 설치하여 운전하였으나 현재는 통합수로에 순간혼화기(Water Champ)를 설치하여 운영하고 있으므로 기존의 수직터빈형 혼화기는 사용하지 않고 있다. 응집제로는 PACl, PAHCS, PACS를 사용하고 있으며, 착수정 유입부에는 전염소를 주입하고 있다. 또한 높은 pH에 대응하기 위하여 2009년 6월에 이산화탄소주입설비를 추가 설치하였다. 설비 계통은 다음과 같다.



<그림 5.2-46> 혼화설비 계통도



3, 4단계 착수정



혼화지



기존혼화기(수직터빈형)

<그림 5.2-47> 설치현황

2) 혼화설비

- 운전현황

응집제의 혼화를 위한 혼화기는 기계식 수직터빈(Turbine)형으로서 생활용수계통과 공업용수계통 혼화지에 각각 1대와 2대씩 설치되어 있으나 현재는 사용하지 않고, 착수정 후단 통합수로에 순간혼화기(Water Champ)를 1대를 설치하여 응집제를 원수에 순간 혼화하고 있다. 순간혼화기는 상시 연속 가동하며, 회전수제어를 할 수 있도록 인버터 설비가 구성되어 있으나, 회전수의 가감없이 최대속도로 운전하고 있다.

- 혼화기 운전성능(G-Valve) 검토

순간혼화기는 1대를 통합수로에 설치하여 운영중에 있으며, 순간혼화기의 소요동력을 토대로 운전성능을 검토하기로 한다

구 분	응집제 순간혼화기	비 고
형 식	수중형 순간혼화기(Water Champ)	
회전속도	3450rpm	
전 동 기	11kW(2P)	
운전방식	인버터(Inverter)제어	
제작자	동방수기	
수 량	2 대(1대 설치, 1대 보관)	

● 검토조건

처리용량(Q) : 150,150㎥/일("원수 및 정수량 현황" 중 시설용량 기준)
99,947㎥/일("원수 및 정수량 현황" 중 운영 평균유량 기준)

혼화체적(V) : 1.74㎥(원수량 1.74㎥/sec 의 1초 체류시간 체적) ⇒ 시설용량
1.16㎥(원수량 1.16㎥/sec 의 1초 체류시간 체적) ⇒ 운영 평균유량

운전대수(N) : 1대

● 순간혼화기 운전동력 산출

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta \times 10^{-3}$$

여기서, V : 전압(V) ⇒ 현장조사(2009.2.24) 당시 제어반의 전압계 지시값
I : 전류(A) ⇒ 현장조사(2009.2.24) 당시 제어반의 전류계 지시값
cosθ : 역율 ⇒ 제작사 모터사양서 인용

$$Ps = 1.732 \times 378V \times 17.4A \times 0.849 \times 10^{-3} = 9.7kW$$

● 수온별 혼화기 최대운전성능

순간혼화기의 소요동력을 바탕으로 발생 가능한 혼화강도(G)를 산출하면

$$G = \sqrt{\frac{1{,}000 \times Ps}{\mu \times V}} \ (sec^{-1})$$

여기서, Ps : 소요동력(Kw)

μ : 수온에서 점성계수 (N.s/㎡)

V : 혼화체적 (㎥)

수온 T(℃)	점성계수 μ (N.s/㎡)	물의밀도 ρ (kg/㎥)	축동력 Ps(Kw)	혼화강도G(sec-1)	
				시설용량	운영 평균유량
0	0.00183	999.9	9.7	1,744	2,137
5	0.00155	1000	9.7	1,895	2,322
10	0.001336	999.7	9.7	2,041	2,502
15	0.00117	999.1	9.7	2,181	2,673
20	0.001009	998.2	9.7	2,349	2,879
25	0.000913	997.1	9.7	2,469	3,026
30	0.000816	995.7	9.7	2,612	3,201

위의 운전성능에서와 같이 시설용량을 기준하여 혼화강도는 수온(0～30℃)에 따라 1,744～2,612(sec^{-1})로 비교적 높은 혼화강도를 유지하고 있다.

참고로 혼화강도 기준을 나타내면 다음과 같다.

<표 5.2-59> 혼화강도 기준

구 분	혼화시간 t(sec)	혼화강도 G(sec-1)	비 고
AWWA	20 ～ 60	300 ～ 1,000	
S. Kawamura	10 ～ 30	300	기계식
	1 ～ 2	Gt 400～1,600, G=750(평균)	적정혼화
R.L Sanks		700	"

디. 약품주입설비

1) 설비개요

응집제는 원수의 성상에 따라 PACl(17%), PAHCS(12.5%), PACS(17%)를 선택하여 사용하고 있으며, 유량비례로 응집제용 순간혼화기(Water Champ)에 자동주입되어 원수에 순간혼화를 실시하고 있다. 응집제주입설비는 Control Valve+전자식유량계를 사용하고 있으며 Control Valve의 개도조정으로 주입량을 제어하고 있다. 분체약픔설비로는 분말활성탄투입설비와 소석회투입설비가 있으나 최근 3년간 주입 이력이 없는 것으로 조사되었다. 최근 2009년 6월에는 높은 pH에 대응하기 위하여 이산화탄소주입설비를 추가 설치하였다.

구 분	액체약품	분체약품	
	응집제주입설비	분말활성탄(PAC)	소석회
약품저장/충전	옥외 : 액상저장조 옥내 : Day Tank	포대로 저장, 인력 충전 (집진기 설치)	포대로 저장, 인력 충전 (집진기 설치)
약 품 공 급	Control Valve(전동볼밸브)	Screw Feeder	Screw Feeder
용 해 방 식	-	용해조내 교반 용해	용해조내 교반 용해
주입량 제어	Control Valve+유량계 (밸브 개도제어)	Screw Feeder (Inverter 제어)	Screw Feeder (Inverter 제어)
용 액 주 입	순간혼화기 진공	자연유하이송 주입	자연유하이송 주입
주 입 지 점	착수정후단(통합수로)	착수정후단(통합수로)	착수정후단(통합수로)



응집제주입설비



활성탄투입기



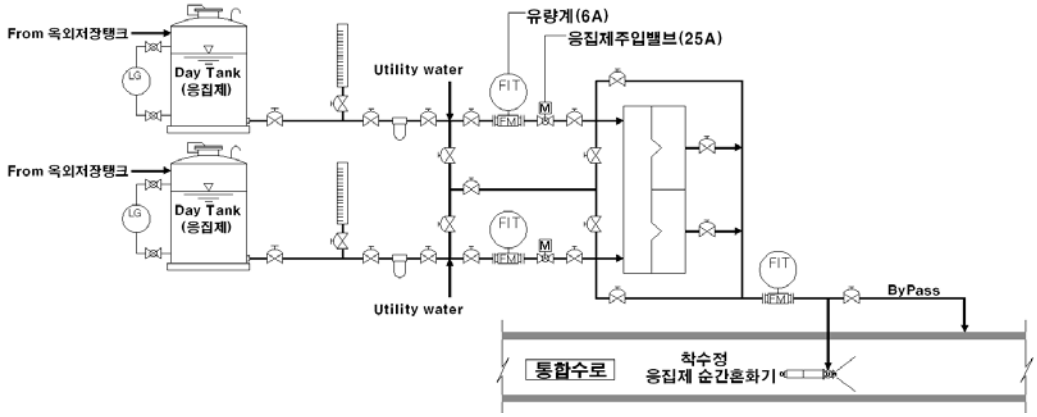
소석회투입기

<그림 5.2-48> 설치현황

2) 액체약품 주입설비

- 운전현황

응집제는 옥외 콘크리트 저장조로부터 액상 용액을 약품투입실 내부의 Day Tank로 공급받아 Control Valve+전자식유량계로 약품주입량을 제어하며, 응집제 순간혼화기(Water Champ)의 진공에 의해 이송되어 약품투입실 아래의 통합수로에서 순간혼화를 실시한다.



<그림 5.2-49> 설비계통도

<표 5.2-60> 응집제 주입설비 제원

구 분	응집제 주입설비		비 고
형 식	전동볼밸브	전자식유량계	
규 격	25A	6A	
운전방식	Control V/V(개도제어)+유량계		
동 력	0.1kW	-	
제작자	-	ABB	
수 량	2대	2대	
기 타	비례제어 자동제어반		

- 운전용량

현재 정수장에서는 Jar Test를 실시하여 약품주입량 결정에 반영하고 있으며, 응집제는 유량비례로 자동주입되고 있다. 약품주입율은 2006.1~2008.12월까지 운영자료를 적용하여 산출하였으며, 주입율에 따른 운영유량과 시설계획유량시의 주입량을 산출하였다.

<표 5.2-61> 약품주입량(2006년1월~2008년12월)

구 분		운영유량			시설계획유량			비 고
		유량 (㎥/일)	주입율 (ml/L)	주입량 (L/hr)	유량 (㎥/일)	주입율 (ml/L)	주입량 (L/hr)	
PACl	최 대	138,360	24.17	139.3	150,150	24.17	151.2	주입일수 243일
	평 균	99,257	10.96	45.3	120,120	10.96	54.9	
	최 소	69,180	6.43	18.5	75,075	6.43	20.1	
PAHCS	최 대	139,700	31.24	181.8	150,150	31.24	195.4	주입일수 712일
	평 균	99,947	15.49	64.5	120,120	15.49	77.5	
	최 소	69,850	7.90	23.0	75,075	7.90	24.7	
PACS	최 대	139,700	27.62	160.8	150,150	27.62	172.8	주입일수 124일
	평 균	99,947	12.63	52.6	120,120	12.63	63.2	
	최 소	69,850	9.00	26.2	75,075	9.00	28.2	

주) 약품주입율은 토목공정분야 정수장기술진단 "정수약품 일간 현황" 참조

3) 분체약품 주입설비

- 운전현황

분말활성탄(PAC)과 소석회는 연속 스크류식 정량투입기에 의해 주입, 용해하여 자연유하로 착수정 후단 통합수로에 주입하도록 설비되어 있다. 정수량 운영자료에서는 최근 3년간 주입실적이 없는 것으로 조사되었다.

<표 5.2-62> 분체약품주입설비 제원

구 분	활성탄투입기	소석회투입기
형 식	용적형 Screw 이송용해식	용적형 Screw 이송용해식
용 량	-	-
운전방식	Feeder Inverter 제어	Feeder Inverter 제어
전동기	Feeder 0.75kW Agitator 0.4kW, Vibrator 0.4kW	Feeder 0.75kW Agitator 0.4kW, Vibrator 0.4kW
수 량	2 식	2 식
주입지점	착수정후단(통합수로)	착수정후단(통합수로)

- 운전용량

활성탄투입기의 스크류피더의 용량을 확인할 수 없어 "토목공정분야 정수장기술진단"에서 제시한 주입율을 근거로 시설계획유량시의 필요한 투입량을 검토하였다.

투입량(kg/hr) = 유량(㎥/일) × 주입율(mg/L) ÷ {24hr × 1,000}

<표 5.2-63> 시설계획유량시 투입기 용량검토

구 분		유 량 (㎥/일)	주입율(mg/L)		투입량(kg/hr)		비 고
			최소	최대	최소	최대	
분말활성탄 (PAC)	최 대	150,150	15	30	94	188	
	평 균	120,120	15	30	75	150	
	최 소	75,075	15	30	47	94	

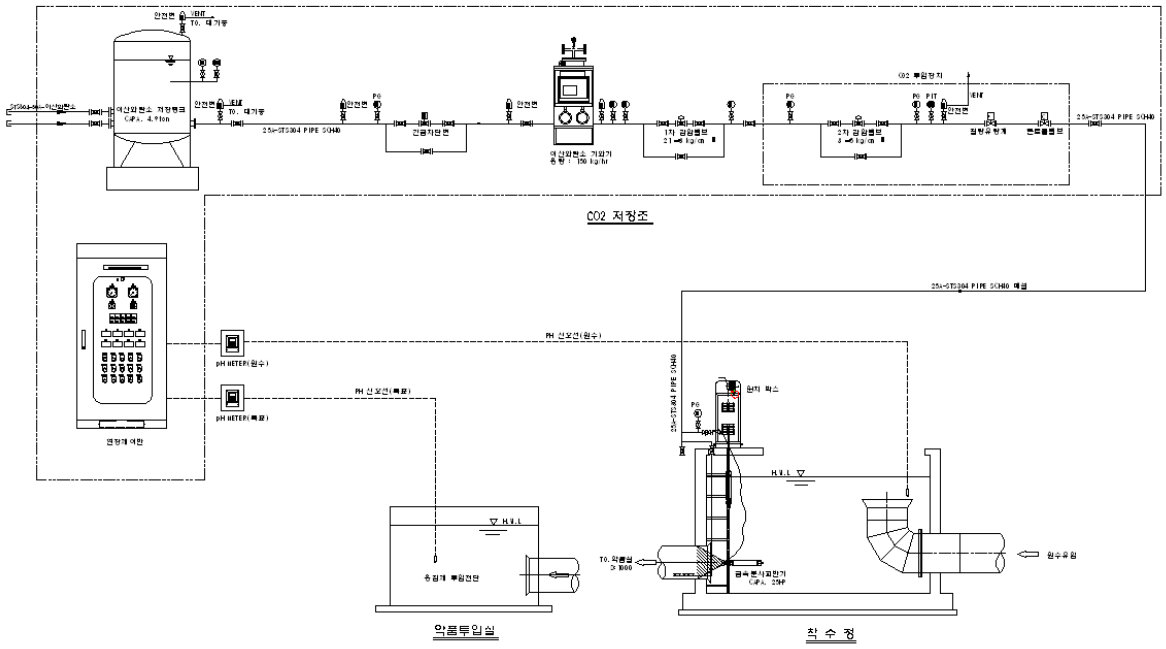
<표 5.2-90> 시설계획유량시 주입기 용량검토

구 분		유 량 (㎥/일)	주입기운전			주입율(mg/L)		비 고
			주입기	운전(대)	예비(대)	최소	최대	
분말활성탄 (PAC)	최 대	402,150	10~200kg/hr 2대	2	-	1.2	23.9	
	평 균	321,720		2	-	1.5	29.8	
	최 소	201,075		1	1	1.2	23.9	

4) 이산화탄소 주입설비

- 운전현황

이산화탄소주입설비는 높은 pH에 대응하기 위하여 2009년 6월에 설치하여, 시운전을 완료하였다. 용해방식은 이산화탄소 고압가스를 원수 유입관로상에 가스상태로 직접 투입하는 방식으로 급속교반기(Water Champ)를 이용하고 있다. 설비의 계통은 다음과 같다.

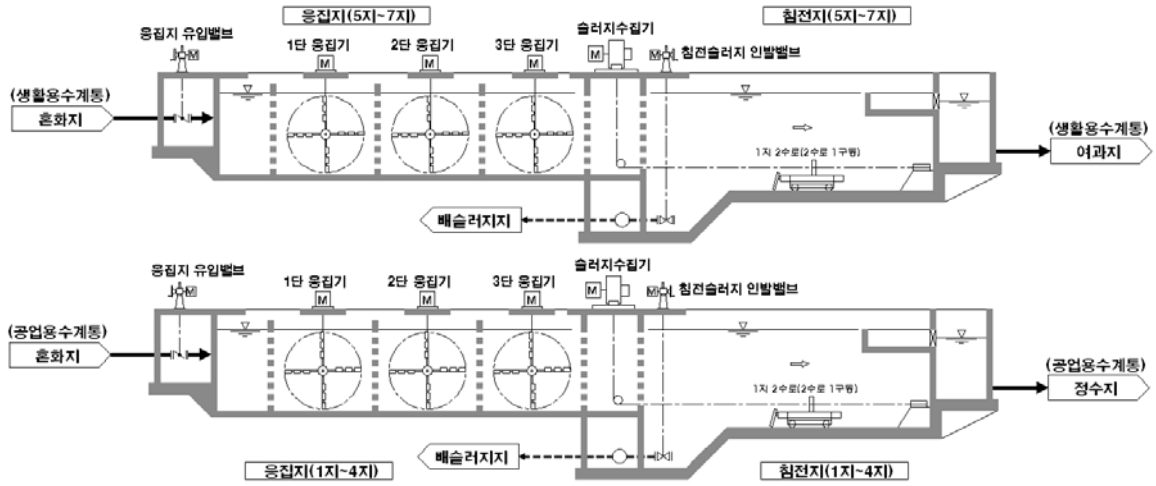


<그림 5.2-50> 이산화탄소주입설비 계통도

라. 응집 · 침전지설비

1) 설비개요

혼화지에서 유출된 원수는 생활용수계통 응집·침전지(#5~#7)와 공업용수계통 응집·침전지(#1~#4)로 분리되어 각 계통의 응집지 유입밸브를 통해 응집지로 유입된다. 응집·침전지 #1지는 생활용수계통으로 증설되었으나 공업용수계통으로 전환하여 운영하고 있다. 응집지는 3단으로 구성되어 있으며, 수평패들형 응집기가 설치되어 있다. 응집지를 거쳐 원수중에 커진 플록은 침전지를 거치면서 자연 침강되어 분리시킨다.



<그림 5.2-51> 응집·침전지설비 계통도







응집지 및 응집지유입밸브　　응집기 구동부　　침전지

<그림 5.2-52> 설치현황

2) 응집지설비

- 운전현황

응집기는 수평패들형으로서 3단으로 구성되어 각 단의 응집기는 3열의 Paddle이 설치되어 있다. 응집기는 상시 연속가동하며 운전은 인버터(Inverter)에 의해 변속운전하는 방식으로서 적정 교반강도를 유지하는 방식이다.

<표 5.2-64> Flocculator 제원

구 분	1 단	2 단	3 단	비 고
형 식	수평 패들형(Horizontal Paddle)			
규 격	#1 : D3.1m×L2.2mL, 4arm×4Blade #2~#4 : D3.0m×L2.9mL, 4arm×4Blade #5~#7 : D3.0m×L3.0mL, 4arm×4Blade			
회전속도	3.35rpm	3.03rpm	1.98rpm	
운전방식	인버터(Inverter) 변속운전			
전 동 기	3.7kW	1.5kW	0.75kW	
설 치 일	2002.7			
수 량	생활 3대 공업 4대	생활 3대 공업 4대	생활 3대 공업 4대	
제 작 자	합동제작소			(응집기)

- 응집기 운전성능(G-Valve)

응집지의 운전성능 검토를 위한 응집기 패들의 회전수는 설비의 최대회전수(제작도서 기준)와 인버터(Inverter) 변속으로 현장에서 운영중인 패들회전수를 직접 측정하여 그 결과를 바탕으로 검토하였으며, 패들회전수의 기준은 생활용수계통은 #5~#7지의 평균과 공업용수계통은 #1~#4지의 평균을 적용하였다. 또한 운영 중인 응집기의 운전 성능은 수평패들형 응집기의 일반적인 G값 기준(50~10/sec 점감)과 비교하여 검토하였다. 공업용수계통의 응집기 규격은 #2~#4의 규격으로 검토하도록 한다.

<표 5.2-65> 응집기 회전수 현장조사 실측 결과(2009.2.19)

구분		공업용수				생활용수		
		#1지	#2지	#3지	#4지	#5지	#6지	#7지
응집기 회전수 (rpm)	1단	1.67	1.74	1.64	1.74	1.91	1.91	1.78
	2단	1.27	1.55	1.17	1.21	1.39	1.37	1.28
	3단	0.58	0.54	0.53	0.55	0.58	0.66	0.49

상수도시설기준에서 권장하는 응집기 주변속도는 15~80cm/sec 이므로 응집기 주변속도와 상대속도를 검토하고, 응집기의 제원을 바탕으로 발생 가능한 G값을 계산하면 그 결과는 다음과 같다.

패들의 주변속도 $v = \frac{\pi \times D \times N}{60} (m/sec)$

소요 축동력 $Ps = \frac{Cd \cdot \rho \cdot \Sigma(a_i v_i^3)}{2 \times 1,000} (Kw)$ -------- ①

교반강도 $G = \sqrt{\frac{Ps \cdot 1{,}000}{\mu \cdot V}} (sec^{-1})$ ---------- ②

①와 ②를 정리하면

$$= \frac{\sqrt{Cd \cdot \rho \cdot \Sigma(a_i v_i^3)}}{2 \cdot \mu \cdot V} (sec^{-1})$$

여기서, v : 패들의 주변속도(m/sec)
D : 패들의 직경(m)
⇒ 생활용수계통 D3.0m, 공업용수계통 D3.0m
N : 회전수(rpm)
⇒ 응집기 제원과 실측치 참조
Ps : 소요 축동력 (Kw)
Cd : 저항계수(임펠라 형상에 따라 1.5~1.8, 1.8 적용)
ρ : 수온에서 원수 밀도 (kg/㎥)
μ : 수온에서 점성계수 (N.s/㎡)
ai : 운동방향에 직각인 임펠러 면적(㎡)
⇒ 생활용수계통 W0.1m×L3.0m×4ea/열×3열 = 3.6㎡
⇒ 공업용수계통 W0.1m×L2.9m×4ea/열×3열 = 3.48㎡
vi : 패들의 상대속도(주변속도의 0.7~0.8, 0.75 적용)

<표 5.2-66> 응집기 주변속도 및 상대속도 검토 [생활용수계통 응집기]

구분	익판 No.	Di (m)	ai (㎡)	최대회전수(제작도서)					회전수 실측(현장조사)				
				N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)	N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)
1단	1	2.9	3.6	3.35	0.509	0.382	0.200	0.444	1.87	0.283	0.213	0.035	0.077
	2	2.5	3.6		0.439	0.329	0.128			0.244	0.183	0.022	
	3	2.1	3.6		0.368	0.276	0.076			0.205	0.154	0.013	
	4	1.7	3.6		0.298	0.224	0.040			0.166	0.125	0.007	
2단	1	2.9	3.6	3.03	0.460	0.345	0.148	0.329	1.35	0.204	0.153	0.013	0.029
	2	2.5	3.6		0.397	0.297	0.095			0.176	0.132	0.008	
	3	2.1	3.6		0.333	0.250	0.056			0.148	0.111	0.005	
	4	1.7	3.6		0.270	0.202	0.030			0.120	0.090	0.003	
3단	1	2.9	3.6	1.98	0.301	0.225	0.041	0.092	0.58	0.088	0.066	0.001	0.004
	2	2.5	3.6		0.259	0.194	0.026			0.075	0.057	0.001	
	3	2.1	3.6		0.218	0.163	0.016			0.063	0.048	0.001	
	4	1.7	3.6		0.176	0.132	0.008			0.051	0.038	0.001	

<표 5.2-67> 공업용수계통 응집기

구분	익판 No.	Di (m)	ai (㎡)	최대회전수(제작도서)					회전수 실측(현장조사)				
				N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)	N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)
1단	1	2.9	3.48	3.35	0.509	0.382	0.193	0.429	1.70	0.258	0.193	0.025	0.056
	2	2.5	3.48		0.439	0.329	0.124			0.222	0.167	0.016	
	3	2.1	3.48		0.368	0.276	0.073			0.187	0.140	0.010	
	4	1.7	3.48		0.298	0.224	0.039			0.151	0.113	0.005	
2단	1	2.9	3.48	3.03	0.460	0.345	0.143	0.318	1.30	0.197	0.148	0.011	0.025
	2	2.5	3.48		0.397	0.297	0.092			0.170	0.128	0.007	
	3	2.1	3.48		0.333	0.250	0.054			0.143	0.107	0.004	
	4	1.7	3.48		0.270	0.202	0.029			0.116	0.087	0.002	
3단	1	2.9	3.48	1.98	0.301	0.225	0.040	0.089	0.55	0.084	0.063	0.001	0.004
	2	2.5	3.48		0.259	0.194	0.026			0.072	0.054	0.001	
	3	2.1	3.48		0.218	0.163	0.015			0.060	0.045	0.001	
	4	1.7	3.48		0.176	0.132	0.008			0.049	0.037	0.001	

위의 결과를 보면 설비의 최대회전수를 기준으로 주변속도는 상수도시설기준을 만족한다.

<표 5.2-68> 응집기 운전성능 검토 (생활용수계통 응집기)

수온 (℃)	점성계수 μ (N.s/㎡)	밀도,ρ (kg/㎥)	G값(최대회전수:제작도서)			G값(회전수 실측:현장조사)		
			1단 (3.35rpm)	2단 (3.03rpm)	3단 (1.98rpm)	1단 (1.87rpm)	2단 (1.35rpm)	3단 (0.58pm)
0	0.001830	999.9	41.01	35.28	18.64	17.06	10.45	3.73
5	0.001550	1000	44.57	38.33	20.25	18.54	11.36	4.05
10	0.001336	999.7	47.99	41.28	21.81	19.96	12.23	4.36
15	0.001170	999.1	51.27	44.10	23.30	21.33	13.07	4.66
20	0.001009	998.2	55.19	47.47	25.08	22.95	14.07	5.02
25	0.000913	997.1	57.98	49.88	26.35	24.12	14.78	5.27
30	0.000816	995.7	61.29	52.72	27.85	25.49	15.62	5.57

<표 5.2-69> 응집기 운전성능 검토 (공업용수계통 응집기)

수온 (℃)	점성계수 μ (N.s/㎡)	밀도,ρ (kg/㎥)	G값(최대회전수:제작도서)			G값(회전수 실측:현장조사)		
			1단 (3.35rpm)	2단 (3.03rpm)	3단 (1.98rpm)	1단 (1.70rpm)	2단 (1.30rpm)	3단 (0.55pm)
0	0.001830	999.9	42.37	36.45	19.25	15.28	10.24	4.02
5	0.001550	1000	46.04	39.60	20.92	16.61	11.13	4.36
10	0.001336	999.7	49.58	42.65	22.53	17.89	11.99	4.70
15	0.001170	999.1	52.97	45.56	24.07	19.11	12.80	5.02
20	0.001009	998.2	57.01	49.04	25.91	20.56	13.78	5.40
25	0.000913	997.1	59.90	51.53	27.22	21.61	14.48	5.68
30	0.000816	995.7	63.32	54.47	28.77	22.84	15.31	6.00

위에 검토된 바와 같이 원수 평균 수온 0~30℃를 기준으로 응집기의 최대성능은 상수도 시설기준에서 권장하는 G값 75~10(sec-1) 과 , S Kawamura(정수시설 최적설계 및 유지관리)의 수직패들형 응집기의 G값 기준 50~10(sec-1)을 만족한다. 하지만 현재 운영중인 응집기의 회전수를 바탕으로 G값을 계산하면 다소 낮게 운전되고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 저탁도의 원수가 유입될 경우에는 G값을 크게 설정하여 침전이 양호한 플록을 형성하도록 하여야 하겠다. 또한 G값의 점감범위가 적정하지 않으므로, 적정 G값을 위한 패들회전수를 설정하여 교반강도를 적정화 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

<표 5.2-70> Paddle식 응집기 교반강도 기준

구분	체류시간 t(sec)	교반강도 G(sec-1)	패들면적 (수로면적대비)	주변속도 (m/sec)
AWWA	-	35 ~ 66	15 ~ 20%	0.09 ~ 0.91
S. Kawamura	30 ~ 40	50 ~ 10 점감	10 ~ 25% 최대 30%이하	0.15 ~ 1.0
상수도시설기준	20 ~ 40	10 ~ 75	물을헤치는 익판면적 10% 이하	0.15 ~ 0.8

수온에 따라 적정한 G값을 유지하여 응집효과를 높일 수 있고, 불필요한 동력소모를 줄일 수 있으므로 일정한 G값을 유지하기 위해서는 수온에 따라 응집기의 회전속도를 조절하여야 한다. G값을 50~10(sec^{-1})까지 점감하도록 수온에 따라 요구되는 응집기의 회전속도를 이론적으로 산출하면 다음과 같다.

<표 5.2-71> 수온별 응집기 적정 운전속도 (생활용수계통 응집기)

항목	RPM							RPM 범위	비 고
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃		
1단($50sec^{-1}$)	3.82	3.62	3.44	3.29	3.14	3.04	2.92	2.92~3.82	
2단($30sec^{-1}$)	2.72	2.57	2.45	2.34	2.23	2.16	2.08	2.08~2.72	
3단($10sec^{-1}$)	1.31	1.24	1.18	1.13	1.07	1.04	1.00	1.00~1.31	

<표 5.2-72> 수온별 응집기 적정 운전속도 (공업용수계통 응집기)

항목	RPM							RPM 범위	비 고
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃		
1단($50sec^{-1}$)	3.74	3.54	3.37	3.22	3.07	2.97	2.86	2.86~3.74	
2단($30sec^{-1}$)	2.66	2.52	2.4	2.29	2.18	2.11	2.04	2.04~2.66	
3단($10sec^{-1}$)	1.28	1.21	1.15	1.10	1.05	1.02	0.98	0.98~1.28	

3) 침전지설비

- 운전현황

침전지는 장방형 구조로 슬러지 수집을 위해 2수로 1구동식 수중대차형 슬러지수집기가 설치되어 있으며, 침전슬러지는 침전지 유입측 하부 호퍼부로 이송되어 전동식 슬러지 인발밸브(200A)의 자동 개/폐운전으로 침전슬러지를 간헐 배출하여 배슬러지지로 이송한다.

<표 5.2-73> Sludge Collector 제원

구 분	슬러지수집기		비 고
	생활용수	공업용수	
형 식	수중대차식		
구동방식	2수로 1구동	2수로 1구동	
운전속도	0.2 ~ 0.8m/min	0.2 ~ 0.8m/min	
운전방식	기어변속	기어변속	
구동장치	Motor 1.5kW Cyclo reducer	Motor 1.5kW Cyclo reducer	
설치일	-	-	
제작자	SUMITOMO	SUMITOMO	
수 량	3 대	4 대	

- 생활용수계통 슬러지수집기 운전성능 검토

① 슬러지 발생량

현재 슬러지발생량이 계획량보다 적어 슬러지수집기의 처리능력은 충분하나, 시설계획 유량으로 유입시의 처리능력을 슬러지수집기의 규격 및 용량을 기준으로 검토하였다.

<표 5.2-74> 침전지 발생슬러지량

구 분	원수유입량 (㎥/일)	발생고형물량 (kg.DS/일)	발생슬러지량 (㎥/일)	비 고
평균유량/평균탁도(11.29NTU)	50,649	753	538	WC 99.86%
설계유량/설계탁도(33.00NTU)	87,150	3,197	1,066	WC 99.70%

주) 원수유입량 및 발생슬러지량은 토목공정분야 정수장 기술진단의 Mass Balance 참조

② 슬러지 수집능력 검토

- 생활용수계통 슬러지수집기 제원
  - 형 식 : 수중대차형(2수로 1구동)

- 침전지 규격 : W13.0m × L55.0m × WD4.1m × 3지
- 스크레퍼 규격 : W5.4m × H0.7m × 2개/지
- 이동거리 : 약 55m
- 운전속도 : 0.2 ~ 0.8m/min 변속운전
- 슬러지수집기 방향전환 시간(tR) : 약 2min

• 슬러지 수집능력 검토

- 수집기 1회 왕복 소요시간 (t)

$$t = \frac{2L}{v} + 2t_R = \frac{2 \times 55}{0.2 \sim 0.8} + (2 \times 2) = 554 \sim 142 \ (\text{min})$$

여기서, L : 운반거리(m)
v : 운반속도(m/sec)

- 수집기 1일 왕복횟수 (Ns)

$$Ns = \frac{24hr \times 60min}{t} = \frac{24 \times 60}{554 \sim 142} = 2.6 \sim 10.2 \ (\text{회/일})$$

- 수집기 1회 왕복 운반량 (q1)

$$q_1 = 1/2 \times 2W \times H \times Lo = 1/2 \times 2 \times 5.4 \times 0.7 \times 19.8 = 74.8 (m^3/\text{회})$$

여기서, W : 스크레파 폭(5.4m)
H : 스크레파 높이(0.7m)
Lo : 슬러지 운반시 적재거리 (H/tan2°=19.8m)

- 수집기 1일 처리량 (qd)

$$q_d = q_1 \times Ns \times 3지 = 74.8 \times 2.6 \sim 10.2 \times 3지 = 583 \sim 2,289 \ (m^3/\text{일})$$

따라서 최대 슬러지발생량을 상회하므로 발생슬러지에 대한 슬러지의 수집능력은 충분하다. 또한, 이론적으로 수집기의 1회 왕복시 운반 능력이 74.8×3지=224.4㎥이므로 평균탁도시 1일 2~3회, 설계탁도시에는 1일 4~5회 운전으로 슬러지를 제거할 수 있으나, 원수 수질에 따라 운전횟수 및 속도를 조절하여 운전하여야 한다.

- 공업용수계통 슬러지수집기 운전성능 검토

① 슬러지 발생량

현재 슬러지발생량이 계획량보다 적어 슬러지수집기의 처리능력은 충분하나, 시설계획 유량으로 유입시의 처리능력을 슬러지수집기의 규격 및 용량을 기준으로 검토하였다.

<표 5.2-75> 침전지 발생슬러지량

구 분	원수유입량 (㎥/일)	발생고형물량 (kg.DS/일)	발생슬러지량 (㎥/일)	비 고
평균유량•평균탁도(12.89NTU)	5,3571	855	611	WC 99.86%
설계유량•설계탁도(40.89NTU)	63,000	2,479	826	WC 99.70%

주) 원수유입량 및 발생슬러지량은 토목공정분야 정수장 기술진단의 Mass Balance 참조

② 슬러지 수집능력 검토

- 생활용수계통 슬러지수집기 제원
  - 형 식 : 수중대차형(2수로 1구동)
  - 침전지 규격 : W12.0m × L55.0m × WD4.1m × 4지
  - 스크레퍼 규격 : W4.9m × H0.7m × 2개/지
  - 이동거리 : 약 55m
  - 운전속도 : 0.2 ~ 0.8m/min 변속운전
  - 슬러지수집기 방향전환 시간(tR) : 약 2min
- 슬러지 수집능력 검토
  - 수집기 1회 왕복 소요시간 (t)

$$t = \frac{2L}{v} + 2t_R = \frac{2 \times 55}{0.2 \sim 0.8} + (2 \times 2) = 554 \sim 142 \ (\min)$$

여기서, L : 운반거리(m)
v : 운반속도(m/sec)

  - 수집기 1일 왕복횟수 (Ns)

$$Ns = \frac{24hr \times 60min}{t} = \frac{24 \times 60}{554 \sim 142} = 2.6 \sim 10.2 \ (회/일)$$

  - 수집기 1회 왕복 운반량 (q1)

$$q_1 = 1/2 \times 2W \times H \times Lo = 1/2 \times 2 \times 4.9 \times 0.7 \times 19.8 = 68 (㎥/회)$$

여기서, W : 스크레파 폭(4.9m)
H : 스크레파 높이(0.7m)
Lo : 슬러지 운반시 적재거리 (H/tan2°=19.8m)

  - 수집기 1일 처리량 (qd)

$$q_d = q_1 \times Ns \times 4지 = 68 \times 2.6 \sim 10.2 \times 4지 = 707 \sim 2,774 \ (㎥/일)$$

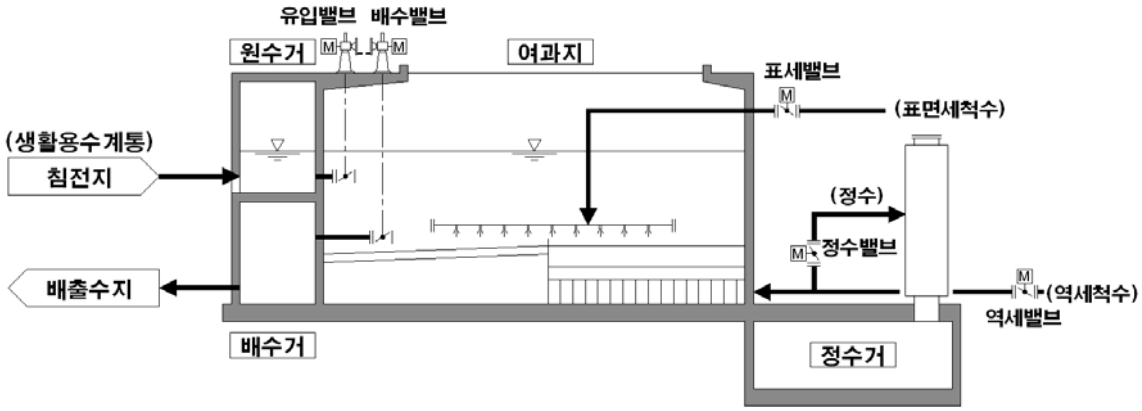
따라서 최대 슬러지발생량을 상회하므로 발생슬러지에 대한 슬러지의 수집능력은 충분하다. 또한, 이론적으로 수집기의 1회 왕복시 운반 능력이 68×4지=272㎥이므로

평균탁도시 1일 2~3회, 설계탁도시에는 1일 3~4회 운전으로 슬러지를 제거할 수 있으나, 원수 수질에 따라 운전횟수 및 속도를 조절하여 운전하여야 한다.

마. 여과지 및 정수지설비

1) 설비개요

여과지는 생활용수계통의 침전수를 유입하여 처리하는 공정으로 총 6지를 운영중에 있다. 여과방식은 자연평형형이며 역세척방식은 표면세척과 물역세척 방식을 사용하고 있다. 표면세척은 여과지 지하층에 설치된 표면세척펌프에 의해 수행하고, 물역세척은 역세수이송펌프에 의해 역세척수조로 이송된 처리수를 이용하여 역세척을 수행한다. 여과된 여과수는 정수지로 보내어지고, 여과지 유출수로에는 후차염를 주입하고 있다. 여과지의 주요설비는 각종 유, 출입 밸브류와 역세수이송펌프, 표면세척펌프 등으로 구성되어 있다.



<그림 5.2-53> 여과지설비 계통도



여과지 상부



표면세척펌프



역세수이송펌프

<그림 5.2-54> 설치현황

2) 표면세척펌프 및 역세수이송펌프 운전 검토

표면세척펌프 및 역세수이송펌프의 운전성능은 "토목공정분야 정수장 기술진단"에 계산된 역세강도를 기준으로 펌프 용량을 검토하였다.

- 표면세척펌프 및 역세수이송펌프 제원

<표 5.2-76> 설비 제원

구 분	표면세척펌프	역세수이송펌프	비 고
형 식	수평축 양쪽흡입 벌루트	수평축 양쪽흡입 벌루트	
용 량	16.85㎥/min × 26mH	4.5㎥/min × 12mH	
회전속도	1160rpm(6P)	1160rpm(6P)	
운전방식	정속운전	정속운전	
전동기	150kW	15kW	
설치년도	1992.2	1992.5	
제작자	효성에바라	효성에바라	
수 량	2 대	2 대	

- 역세척강도

역세척은 표면(고정식) 세척을 4분 수행한 후에, 표면세척과 물역세척을 동시에 2분간 수행하고, 물 단독 역세척을 4분간 수행하고 있다.

•표면세척강도 : 0.15㎥/min·㎡

•물역세척강도 : 0.6㎥/min·㎡

상기 역세강도를 기준으로 다음에 필요 표면세척 수량을 나타내었다.

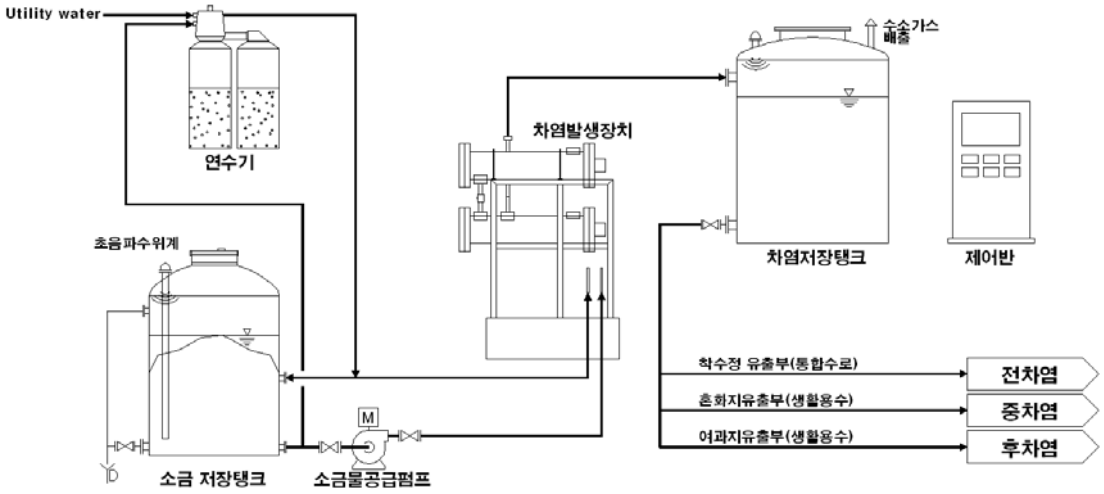
<표 5.2-77> 역세척강도 검토

구 분		여과지	비 고
여과 면적		112.4㎡	W10.6m × L10.6m
물역세척	역세척수조	405㎥	
	역세수이송펌프	4.5㎥/min.대×2대(1대 예비)	
	역세수충전시간	1.5hr	
표면세척	표면세척수량	16.85㎥/min×2대(1대 예비)	
	표면세척강도	0.15㎥/min·㎡	
	기준	0.15~0.2㎥/min·㎡	상수도시설기준
	표세유량평가	표면세척유량 충분 - 1대 운전	

바. 소독설비

1) 설비개요

소독설비로 기존에 염소가스 주입설비에서 차염을 현장 발생하여 주입할 수 있도록 설비를 2007년 개량하여 운영중에 있다. 주입지점은 착수정과 혼화지 사이의 통합수로에 전차염을 순간혼화기(Water Champ)로 주입하고 있으며, 후차염은 여과지 유출수로에서 순간혼화기로 주입하고 있다. 또한 생활용수 혼화지 유출부에 중차염을 위한 순간혼화기 설비가 구성되어 필요시 간헐적으로 주입하고 있다. 주요설비로는 차염발생기, 소금저장탱크, 차염저장탱크, 연수기, 염수펌프, 차염주입펌프, 제어반 등이 설치되어 있다.



<그림 5.2-55> 차염소독설비 계통도

2) 염소주입기 운전현황

<표 5.2-78> 차염발생기 제원

구 분	차염발생기	비 고
형 식	비격막 전기분해식	
용 량	150kg/hr	
동 력	32.4kW	
주입방식	이송펌프(정량펌프)+Water Champ 진공	
설치일	2007.4	
제작자	동방수기	
수 량	3 대	
부속설비	소금저장탱크, 차염저장탱크 연수기, 염수펌프, 차염주입펌프 제어반 등	

차염발생기는 3대(2대 상용, 1대 예비)가 설치되어 있으며, 원료인 소금으로부터 생성된 차염은 차염저장탱크에 저장한 뒤 정량펌프에 의해 주입지점의 순간혼화기로 이송되어 주주입지점에서 순간혼화된다. 차염은 원수 유량비례 자동주입하고 있다.

3) 주요설비 용량 검토

- 차염발생기 운전용량

차염의 주입량은 2007.5~2008.12월까지 운영자료를 적용하여 주입율을 산출하였으며, 주입량에 따른 발생기의 운전용량비의 적정성 검토를 위해 아래와 같이 검토하였다.

<표 5.2-79> 차염주입율 및 주입량(2007년 5월 ~ 2008년 12월)

구분		운영유량시			시설계획유량시			비고
		유량 (㎥/일)	주입율 (mg/L)	주입량 (kg/d)	유량 (㎥/일)	주입율 (mg/L)	주입량 (kg/d)	
전차염	최대	139,700	1.30	181.6	150,150	1.30	195.2	
	평균	99,947	1.20	119.9	120,120	1.20	144.1	
	최소	69,850	1.10	76.8	75,075	1.10	82.6	
후차염	최대	68,200	1.20	81.8	83,000	1.20	99.6	
	평균	48,237	1.00	48.2	66,400	1.00	66.4	
	최소	34,100	1.80	61.4	41,500	1.80	74.7	

위의 1년 6월간 운영실적으로 차염주입율과 주입량을 검토하였고, 전차염과 후차염은 동시 주입하므로, 주입량을 합산하고 운영유량시와 시설계획유량시를 구분하여 발생기의 운전대수 및 운전용량을 검토하면 다음과 같다.

<표 5.2-80> 차염발생기 운전용량비

구분	발생기 (kg/d)	운영유량시				시설계획유량시				비고
		주입량 (kg/d)	운전 (대)	예비 (대)	운전 용량비	주입량 (kg/d)	운전 (대)	예비 (대)	운전 용량비	
최대 유량시	150	263	2	1	87.8%	295	2	1	98.3%	
평균 유량시	150	168	2	2	56.1%	211	2	1	70.2%	
최소 유량시	150	138	1	2	92.1%	157	2	1	52.4%	

실적주입율을 기준으로 시설계획유량으로 운영시, 차염발생기는 최대유량시에도 상용 2대, 예비 1대 가동으로 용량은 충분하여 운영상 문제는 없다.

2) 저장탱크 용량

① 소금저장탱크

- 형 식 : 수직원통형 FRP 저장탱크
- 용 량(V) : 60㎥
- 수 량(N) : 1대
- 최대주입량(q_{max}) : 295kg/d ⇒ 유효 염소 소요량
- 소금소모량 : 3.5kg/kg·cl_2 ⇒ 유효 염소 1kg 생산시 원료 소모량
- 소금저장량(Vs) = 295kg/d × 3.5kg/kg·cl_2 = 1,033kg/d
- 소금저장탱크 저장일 = 60㎥ ÷ 1.033㎥/d = 58일

② 차염저장탱크

- 형 식 : 수직원통형 PE 저장탱크
- 용 량(V) : 50㎥
- 수 량(N) : 2대
- 차염발생농도 : 0.8%
- 최대주입량(q_{max}) : 295kg/d ⇒ 유효 염소 소요량
- 차염(0.8%용액) 주입량(q_{max}) : 36.9㎥/d
- 차염저장탱크(1대 기준) 저장일 = 50㎥ ÷ 36.9㎥/d = 1.4일
  차염저장탱크(2대 기준) 저장일 = 100㎥ ÷ 36.9㎥/d = 2.7일

3) 차염주입기 용량 검토

<표 5.2-81> 액체약품주입기 제원

구 분	전차염 주입기	후차염 주입기	비 고
형 식	다이아프램식 정량펌프(VFD)		
용 량	1,080L/hr×3Bar	515L/hr×5Bar	
운전방식	유량비례, 인버터(Inverter)+유량계		
전동기	0.75kW.	0.37kW.	
설치일	2007.4	2007.2	
제작자	동방수기	동방수기	
수 량	1 대	1 대	

<표 5.2-82> 차염주입량 및 운전용량비

구 분			유량 (㎥/일)	차염			주입기운전			
				주입율 (mg/L)	주입량[1] (kg/d)	주입량[2] (L/hr)	주입기 (L/hr)	운전 (대)	예비 (대)	운전 용량비
운영 유량	전차염	최대	139,700	1.30	181.6	945.9	1,080	1	-	87.6%
		평균	99,947	1.20	119.9	624.7	1,080	1	-	57.8%
		최소	69,850	1.10	76.8	400.2	1,080	1	-	37.1%
	후차염	최대	68,200	1.20	81.8	426.3	515	1	-	82.8%
		평균	48,237	1.00	48.2	251.2	515	1	-	48.8%
		최소	34,100	1.80	61.4	319.7	515	1	-	62.1%
시설 계획 유량	전차염	최대	150,150	1.30	195.2	1,016.6	1,080	1	-	94.1%
		평균	120,120	1.20	144.1	750.8	1,080	1	-	69.5%
		최소	75,075	1.10	82.6	430.1	1,080	1	-	39.8%
	후차염	최대	83,000	1.20	99.6	518.8	515	1	-	100.7%
		평균	66,400	1.00	66.4	345.8	515	1	-	67.2%
		최소	41,500	1.80	74.7	389.1	515	1	-	75.5%

주 1):유효 염소 소요량, 2) 차염(0.8%)용액 주입량

차염주입펌프를 실적주입율에 따른 운영유량시, 시설계획유량시로 구분하여 운전용량비를 검토하면 위의 표와 같으며 주입설비의 용량은 충분하다고 판단된다. 그러나 예비용 주입펌프가 1대 공통으로 설치되어 전차염 또는 후차염주입펌프가 고장시 예비용펌프를 가동하여 대체 운전하고 있고, 이 부분에서 전차염으로 운전되는지 혹은 후차염으로 운전되는지의 기록이 분명하지 않아 운전자료로 활용하는데 어려움이 있다. 따라서 전차염과 후차염주입펌프의 예비기를 별도로 확보하여 운전하는 것이 향후 유지관리나 운전자료 축적에 편리할 것으로 판단된다.

사. 문제점 및 개량방안

공 종	항 목	문 제 점	개 량 방 안
응집기	교반강도 (G-value)	(생활용수계통 G값) - 1단 : 17.06~25.49/sec - 2단 : 10.45~15.62/sec - 3단 : 3.73~5.57/sec (공업용수계통 G값) - 1단 : 15.28~22.84/sec - 2단 : 10.24~15.31/sec - 3단 : 4.02~6.0/sec 현재 운영중인 응집기의 회전수를 바탕으로 G값을 계산하면 다소 낮게 운전되고 있음.	저탁도의 원수가 유입될 경우에는 G값을 크게 설정하여 침전이 양호한 플록을 형성하도록 적정 G값을 위한 패들회전수를 설정하여 교반강도 적정화 필요. G값을 50~10(sec-1)까지 점감하도록 수온에 따라 요구되는 응집기의 회전속도 조절.
소독설비	차염주입펌프	전차염, 후차염용 예비펌프 1대가 공통으로 설치되어 주펌프 고장시 대체 운전됨.	전차염과 후차염주입펌프의 예비기를 1대씩 별도로 설치하여 원활한 유지관리 및 운전효율을 높임

아. 소요예산

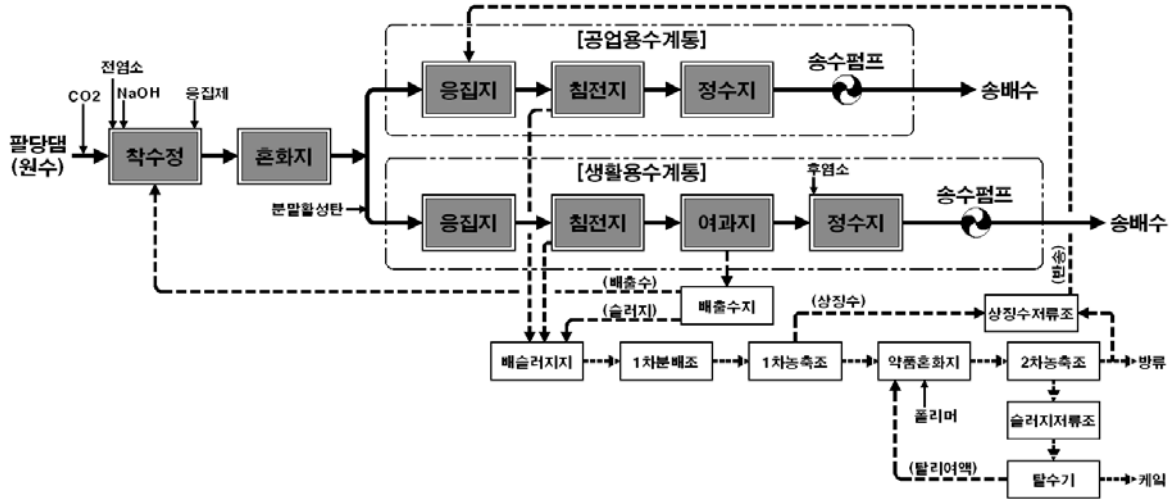
설 비	개량계획	개량품목 및 규격	소요예산	비고
소독설비	전차염과 후차염주입펌프의 예비기를 1대씩 별도로 설치.	•전차염주입펌프 - 다이아프램 정량펌프(VFD) 1,080L/hr ×1대 •후차염주입펌프 - 다이아프램 정량펌프(VFD) 515L/hr ×1대	8,400,000원 6,600,000원	
소계			15,000,000원	

2.3.2 연성정수장

가. 시설개요

연성정수장은 정수시설용량 383,000㎥/일로서 2000년에 준공하여 현재까지 운영하고 있으며, 생활용수계통(260,000㎥/일)과 공업용수계통(123,000㎥/일)으로 구분되어 있다.

정수처리공정으로 생활용수계통은 혼화, 응집, 침전, 여과, 소독시설로, 공업용수계통은 혼화, 응집, 침전시설로 구성되어 있고, 배출수처리시설은 배출수지(회수조), 배슬러지지(조정조), 1차농축조, 2차농축조, 탈수설비 등으로 구성되어 있다. 취수원은 팔당댐 상류(수도권광역상수도 5,6단계 계통)에서 도수하여 원수로 사용하고 있다.



<그림 5.2-56> 시설계통도

1) 시설물 현황

구 분		지 규 격	수 량	비 고
착 수 정		W6.0m×L12.2m×H3.71m	2 지	
혼 화 지		W5.0m×L5.0m×H3.0m	4 지	현재 2계열로 운영중
응 집 지	생활용수계통	W16.6m×L11.4m×H3.5m	8 지	
	공업용수계통	W17.6m×L11.4m×H3.5m	2 지	
침 전 지	생활용수계통	W19.0m×L60.0m×H4.6m	8 지	
	공업용수계통	W20.0m×L60.0m×H5.3m	2 지	
여 과 지		W8.0m×L13.8m = 110.4㎡	20 지	
정 수 지	생활용수계통	W26.5m×L40.0m×H6.0m	2 지	
	공업용수계통	W19.75m×L26.5m×H6.0m	2 지	
배출수지		W6.0m×L21.0m×H4.0m	3 지	
배슬러지지		W4.4m×L15.0m×H3.5m	2 지	
1차 농축조		D10.0m×H4.0m	2 지	
2차 농축조		D26.0m×H4.0m	2 지	

2) 정수장 운영현황

공정별 각 설비의 용량 평가의 기준이 되는 유량은 최근 3년간(2006년1월~ 2008년 12월) 운영되어 실측된 유량을 조사하였다. 2006년~2008년 동안의 최대 원수량은 276,000㎥/일로 시설용량 383,000㎥/일 이내에서 운전되었다. 생활용수계통의 평균 정수량은 134,904㎥/일로 시설용량 260,000㎥/일 기준으로 평균가동율은 51.9%이고, 공업용수계통의 평균 정수량은 80,554㎥/일로 시설용량 123,000㎥/일 기준으로 평균가동율은 65.5%로 나타났다. 기존설비의 용량검토는 운영유량(실적유량)을 적용하고, 계획설비 용량은 시설계획유량을 적용하는 것으로 하며, 평균유량은 시설계획유량의 80%, 최소유량은 시설계획유량의 50% 유량을 생산하는 것으로 하였다. 각 설비의 용량은 아래 유량을 기준으로 검토하였다.

<표 5.2-83> 원수 및 정수량 현황(2006.1~2008.12)

구 분			시설용량	평균유량	첨두유량
원수량 1)(㎥/일)		합계	402,150 2)	207,905	276,000 3)
		생활용수	273,000 2)	148,769 4)	189,700 4)
		공업용수	129,150 2)	57,868 4)	87,300 4)
정수량(㎥/일)		합계	383,000	215,457	282,179 5)
		생활용수	260,000	134,904	179,444 6)
		공업용수	123,000	80,554	128,500 7)
회수량8) (㎥/일)	배출수지 → 착수정	합계	-	2,073	7,033
	1차 농축조 상징수 → 공업응집침전유입배관	합계	-	694	3,226
방류량(㎥/일) 8)		합계	-	792	3,453

주 1) 원수량은 생활용수(260,000㎥/일)와 공업용수(123,000㎥/일) 합산 값임
2) 원수량의 경우 시설용량에 5% 가산한 설계유량임
3) 최대 원수량 발생일 : 2007년 6월 27일 4) 2008년 1~12월 자료
5) 최대 정수량 발생일 : 2007년 6월 28일 6) 생활용수 최대 정수량 발생일 : 2008년 1월 6일
7) 공업용수 최대 정수량 발생일 : 2006년 7월 25일
8) 회수량 및 방류량은 2007~2008년 자료

3) 주요기기목록

– 착수정 및 혼화설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(통합)	착수정 유입밸브	전동 1상식 수직형 BFV D1,200	1998.8 국제기연	1.5	2	Act.:모건코리아 (1998.8)
	회수 유입밸브	수동 1상식 수직형 BFV D500	1998.8 국제기연	–	2	
	착수정 배수밸브	수동 2상식 수직형 BFV D400	1998.8 국제기연	–	2	
	혼화기	수직터빈형(VFD) Impeller D1,500, 30rpm	1998.12 성우	22 6P	4	감속비 39:1 (사용한함)
	응집제 순간혼화기	수중형 순간혼화기 현장조작반, 인양장치 1조	2005.9 동방수기	15 11	1 1	
	샘플링펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 18L/min×13mH	2008.4 Wilo	0.32	2(1)	PW-200M (잔류염소용)
(생활)	생활유량계실 차단밸브	전동 1상식 수평형 BFV D1,500	1998.8 국제기연	3.7	1	Act.:모건코리아 (1998.8)
(공업)	공업유량계실 차단밸브	전동 1상식 수평형 BFV D1,200	1998.8 국제기연	2.2	1	Act.:모건코리아 (1998.8)

– 약품주입설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	응집제 저장탱크	수직 원통형 저장조 60㎥, ∅4.8m×H3.3m		–	4	(옥외)
	NaOH(45%) 원액탱크	수직 원통형 FRP 저장조 17㎥, ∅2.8m×H2.8m		–	1	(옥외)
	NaOH 희석탱크	수직 원통형 FRP 저장조 15㎥,∅2.1m×H3.1m, 교반기	1998.12 대광기전	3.75	1	(옥외)
	NaOH 이송펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 0.4㎥/min×10mH	1999.1 덕지산업	3.7	2(1)	(옥외 펌프실)
	NaOH(20%) 저장탱크	수직 원통형 FRP 저장조 17㎥, ∅2.8m×H2.8m		–	1	(옥외)
	응집제 주입설비	전동 Control Valve 15A(V-con Type)×2대	2009.6 아큐스	220V	1식	
		전자식 유량계 8A×3대		–		
		현장조작반 : STS 비례제어 자동제어반		–		

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	NaOH 조절탱크	수직 원통형 FRP 저장조 5㎥	1998.12 대광기전	–	1	
	NaOH 주입기	디퍼식 액체정량주입장치 0 ~ 12L/min	1998.12 대광기전	0.2	3(1)	
	활성탄 투입설비	용적형 Screw Feeder(VFD) Feeder : 10 ~ 200kg/h Agitator/Vibrator 집진설비 : 링블로워 – 27㎥/min×300mmAq	1998.6 대광기전	0.4 0.4/0.75 1.0	2식	(사용안함) 주입지점 변경: 혼화지후단 (생활) '06.4.20
	용해수 공급펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 40L/min×28mH	2007.6 Wilo	0.79	1	PW-600M (활성탄공급용)
	이젝터 급수펌프	수평축 다단 원심펌프 0.1㎥/min×40mH	2000.4 세한펌프	3.7	3	(사용안함)
	샘플링펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 40L/min×28mH	Wilo	0.79	2	(계측기용 1대) (실험실용 1대)
	약품운반용 호이스트	Monorail Hoist 1Ton	LK 성도기계	 1.5/0.4	1 1	
불소 주입	불소 저장탱크	수직 원통형 PE 저장조 30㎥, ∅2.95m×H4.4m	2000.3 동방수기	–	2	(옥외)
	불소 Day Tank	수직 원통형 PE 3㎥, ∅1.59m×H2.04m	2000.3 동방수기	–	2	
	불소 주입설비	다이아프램식 정량펌프 45.3L/min×12.3kgf/㎠	2000.3 동방수기	0.4	2	
		현장조작반 : STS304 비례제어 자동제어반		–	1식	
CO2 주입	이산화탄소 주입설비	저장탱크:수직원통형 압력탱크식 4.9Ton×설계압력 2.3MPa	2009.6 동방수기	–	1	
		기화기 : 전열 온수식 150kg/hr		15	1	
		제어밸브:V-Cone Type(STS304) 25A		–	1	
		유량계:질량유량계(열감지식) 25A		–	1	
		용해장치:관입형 급속분사식 수중형 순간혼화기, 인양장치 1조		15	1	
		pH 콘트롤러:PLUG&PLAY 방식 1점식		–	2	
		현장제어반 : 이중 밀폐 자립형 PLC, 터치스크린 내장		–	1식	

3) 응집 및 침전지설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(생활)	응집지 유입밸브	전동 2상식 수직형 BFV D800, 조작반일체형	1998.8 동양밸브	1.5	8	Act.:AUMA **(2004.12)**
	1단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100	1998.6 성우	3.7 4P	8	감속비 165:1 (10.9rpm)
	2단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100	1998.6 천지천	2.2 4P	8	감속비 165:1 (10.9rpm)
	3단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100	1998.6 거성개발	1.5 4P	8	감속비 319:1 (5.6rpm)
	슬러지수집기	수중대차형 2수로1구동, 0.2~0.8m/min	1999.4 효림산업	1.5	8	감속비 1497:1
	침전슬러지 인발밸브	전동 1상식 게이트밸브 D400	1998.12 동양산업	1.5	16	Act.:모건코리아 (1998.12)
	부유물제거기	부력식 부유물제거기 W300×L8,000×H200	1998.6 성보기전	–	8	
	부유물 배출밸브	전동 1상식 BFV(Wafer) D200			8	Act.:모건코리아
	샘플링펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 18L/min×12mH	Wilo	0.2	1	응집지 5,6지 지하 1층
(공업)	응집지 유입밸브	전동 2상식 수직형 BFV D1,000, 조작반일체형	1998.8 동양밸브	1.5	2	Act.:AUMA (2004.12)
	1단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100	1998.6 성우	3.7 4P	2	감속비 165:1 (10.9rpm)
	2단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100	1998.6 천지천	2.2 4P	2	감속비 165:1 (10.9rpm)
	3단 응집기	수평 패들형(VFD) Impeller D3,100	1998.6 거성개발	1.5 4P	2	감속비 319:1 (5.6rpm)
	슬러지수집기	수중대차형 2수로1구동, 0.2~0.8m/min	1998.12 삼양정수	1.5	2	감속비 1497:1
	침전슬러지 인발밸브	전동 1상식 게이트밸브 D400	1998.12 동양산업	1.5	4	Act.:모건코리아 (1998.12)
	부유물제거기	부력식 부유물제거기 W300×L8,500×H200	1998.6 성보기전	–	2	
	부유물 배출밸브	전동 1상식 BFV(Wafer) D200			2	Act.:모건코리아
	샘플링펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 18L/min×12mH	Wilo	0.2	1	응집지 9,10지 지하 1층
(공통)	슬러지 조절밸브	전동 1상식 게이트밸브 D500	1998.12 동양산업	1.5	1	Act.:모건코리아 (1998.12)
	슬러지 인발펌프	수평축 나선형 원심펌프 200/150A×3.67㎥/min×6mH	1999.1 덕지산업	11	2	
	지배수펌프	자동 탈착식 수중모터펌프 3.61㎥/min×8mH	1998 대아기계	11	2(1)	
	바이패스밸브	전동 2상식 수직형 BFV D1,200		1.5	1	Act.:모건코리아
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 0.15㎥/min×8mH		0.75	6(3)	공동구 3개소 설치

4) 여과지설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
(생활)	유입밸브	공기압 1상식 BFV D400, 10K	1998.12 동아밸브	–	40	
	역세밸브	공기압 1상식 BFV D600, 10K	1998.12 동아밸브	–	20	
	정수밸브	공기압 1상식 BFV D600, 10K	1999.2 동아밸브	–	20	
	배수밸브	공기압 1상식 BFV D800, 10K	1998.12 현대밸브	–	20	
	역세공기밸브	공기압 1상식 BFV D300, 10K	1998.12 현대밸브	–	20	
	여과지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 D200	1998.12 동양밸브	–	20	
	압축공기설비	왕복동식 0.934㎥/min×9.9kgf/㎠	한신	5.5	2	
		Air Dryer : 냉동식 1.53N㎥/min×9.9kgf/㎠	한신	0.62	1	
		After Cooler 3.2N㎥/min×14.0kgf/㎠	한신	0.085	1	
	공기저장탱크	수직 원통형 강제 탱크 1.5㎥	1998.6 성보기전	–	1	
	역세송풍기	Rotary Roots Blower 49㎥/min×3,000mmAq	1999.1 한국유체	45	3(1)	
	전염소 희석수펌프	수평축 다단 원심펌프 100/80A×0.75㎥/min×60mH	1999.1 덕지산업	18.5	2(1)	DMS-100-3S
	후염소 희석수펌프	수평축 다단 원심펌프 100/80A×0.75㎥/min×50mH	1999.1 덕지산업	15	2(1)	DMS-100-2S
	샘플링펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 18L/min×12mH	Wilo	0.32	2(1)	PW-200M (수질계측기용)
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A×0.15㎥/min×10mH	1998.6 대아기계	0.75	2(1)	
	유지관리용 호이스트	Monorail Hoist 2Ton	1998.6 성도	3.5/0.4	1	(송풍기실)
역세척 펌프실	역세척펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 350/350A×13.5㎥/min×9mH	1998.12 대아기계	37 6P	3(1)	
	역세수 조절밸브	전동 1상식 수평형 BFV D600, 10K	1998.12 동양산업	0.75	1	**역세척펌프실**

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	잡용수 공급장치	자동용수공급장치(기압식) 급수량 : 0.75㎥ - 급수펌프 수직축 다단 원심펌프 0.25㎥/min×45mH×3대	1999 서광건설	5.5×3	1식	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 0.15㎥/min×10mH	1998 대아기계	0.75	2(1)	
	유지관리용 호이스트	Monorail Hoist 2Ton	성도	3.5/0.4	1	(펌프실)

- 정수지설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
생활 용수	정수지 유입밸브	전동 2상식 수직형 BFV D1,200	1998.8 동양밸브	2.2	2	Act.:모건코리아 (1998.12)
	정수지 유출밸브	전동 2상식 수직형 BFV D1,200	1998.8 동양밸브	2.2	2	Act.:모건코리아 (1998.12)
	정수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 D400	1998.8 동양밸브	-	2	
	정수지 역세밸브	전동 2상식 수직형 BFV D800	1998.8 동양밸브	1.5	1	Act.:모건코리아 (1999.8)
공업 용수	정수지 유입밸브	전동 2상식 수직형 BFV D800	1998.8 동양밸브	1.5	2	Act.:모건코리아 (1999.1)
	정수지 유출밸브	전동 2상식 수직형 BFV D800	1998.8 동양밸브	1.5	2	Act.:모건코리아 (1999.1)
	정수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 D400	1998.8 동양밸브	-	2	

- 송수펌프설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
생활 (안산)	안산생활 송수펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 600/500A×30.9㎥/min×32mH	1999.1 대한중전기	260 8P	5(1)	
	송수펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 D600	동양밸브 유니온밸브	-	5(1)	
	송수펌프 토출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D600	1998.11 유니온밸브	0.75	5(1)	Act.:모건코리아 (1998.11)

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	토출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV D1,200	1998.11 유니온밸브	2.2	1	Act.:모건코리아 (1998.11)
생활 (시흥)	시흥생활 송수펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 450/400A×18.98㎥/min×42mH	1999.2 청우공업	220 6P	4(1)	**DSN450×400-6D**
	송수펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 D500		–	4(1)	
	송수펌프 토출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D500	1998.11 유니온밸브	0.75	4(1)	Act.:모건코리아 (1998.11)
	토출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV D1,100	1998.8 유니온밸브	1.5	1	Act.:모건코리아 (1998.11)
공업 (안산)	안산공업 주송수펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 600/500A×34.0㎥/min×30mH	1999.1 대한중전기	260 8P	3(1)	
	주송수펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 D500		–	1	
		완폐식 체크밸브 D600		–	2	
	주송수펌프 토출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D500	1998.11 유니온밸브	0.75	1	Act.:모건코리아 (1998.11)
		전동 1상식 수평형 BFV D600	1998.11 유니온밸브	0.75	2	Act.:모건코리아 (1998.11)
	안산공업 조절펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 450/400A×17.4㎥/min×30mH	1999.1 대한중전기	150 8P	1	
	조절펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 D600		–	1	
	조절펌프 토출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D600, 10K	1998.11 유니온밸브	0.75	1	Act.:모건코리아 (2000.8)
	토출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV D1,100	1998.8 유니온밸브	1.5	1	Act.:모건코리아 (1998.11)
(공통)	유지관리용 호이스트	Single Girder Hoist Crane 5Ton	1998.6 성도	3.0 0.75×2	1	(펌프실)
	배관실 호이스트	Monorail Hoist 2.8Ton	1998.6 성도	3.5/0.4	1	**(배관실)**
	샘플링펌프	자흡식 원심펌프(자동펌프) 18L/min×12mH	Wilo	0.32	2(1)	PW-200M (수질계측기용)
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A×0.15㎥/min×18mH	1998.6 대아기계	1.5	2(1)	

– 염소소독설비

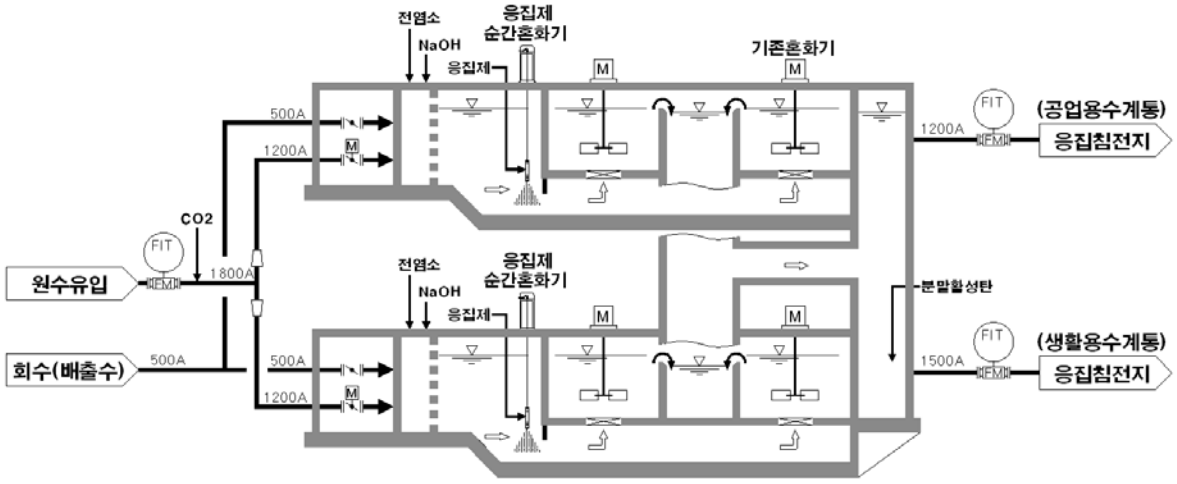
구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	전염소주입기	진공 습식 자립형 20kg/hr	1999.2 동신기계	–	3(1)	
	후염소주입기	진공 습식 자립형 20kg/hr	1999.2 동신기계	–	3(1)	
	기화기	전기 온수가열식 100kg/hr	1999.2 동신기계	12	3(1)	
	진공조절기	감압진공 조절방식 60kg/hr	1999.2 동신기계	–	3(1)	
	긴급차단밸브	전동 볼밸브 D25	1999.2 동신기계		3	
	염소저장용기	수평형 원통 강판제 1Ton용	1998.6 동신기계	–	16	
	염소가스 중화설비	가스 상향류형 2탑식 1,000kg/hr – 배기팬 × 1대 – 교반기 × 1대 – Naon 순환펌프 × 1대 0.7㎥/min×21mH – 현장조작반:STS304 중화설비 자동제어반	1998.6 동신기계	7.5 3.7 5.5	1식	
	누출경보기	전기 화학식 0 ~ 10ppm		–	1식	
	계량저울	Load Cell Type(4용기용) 4Ton		–	2	
	염소용기 호이스트	Monorail Hoist(U-Type) 2.8Ton	1998.6 성도	3.5/0.4	1	
	현장제어반	자립식 STS304 자동제어반			1면	
	안전장비	염소가스용 안전장비			1식	
	전염소 순간혼화기	수중형 순간혼화기 현장조작반, 인양장치 1조	동방수기	5.5	2	(착수정유출부)
	후염소 순간혼화기	수중형 순간혼화기 현장조작반, 인양장치 1조	동방수기	5.5	1	(여과지유출부)
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A×0.15㎥/min×8mH	1998.6 대아기계	0.75	2(1)	**(염소저장실)**

나. 착수정 및 혼화설비

1) 설비개요

연성정수장은 팔당댐에서 도수되는 수도권광역상수도 5,6단계 계통의 취수원을 원수로 하고 있으며, 원수는 D1,800mm 관로로 착수정으로 유입된다. 착수정으로 유입된 원수는 정류벽과 혼화지(4지)를 거쳐 위어를 통해 월류되고, 생활용수계통과 공업용수계통으로 분리되어 응집지로 유입된다.

약품 혼화방식은 정수장 준공시에는 수직터빈형 혼화기를 설치하여 운전하였으나 현재는 착수정 후단(혼화지 유입)에 순간혼화기(Water Champ)를 설치하여 운영하고 있으므로 기존의 수직터빈형 혼화기는 사용하지 않고 있다. 응집제로는 PACl 또는 PAHCS를 사용하고 있으며, 착수정 유입부에는 전염소를 주입하고 있다. 또한 pH 조정을 위한 가성소다(NaOH)와 분말활성탄투입설비가 구성되어 있으며, 높은 pH에 대응하기 위하여 2009년 6월에 이산화탄소주입설비를 추가 설치하였다.



<그림 5.2-57> 혼화설비 계통도



착수정 및 약품혼화지 전경



기존혼화기(수직터빈형)



혼화지 상부(약품투입실)

<그림 5.2-58> 설치현황

2) 혼화설비

- 운전현황

응집제의 혼화를 위한 혼화기는 기계식 수직터빈(Turbine)형으로서 각 4지에 설치되어 있으나 현재는 사용하지 않고, 착수정 후단(혼화지 유입)에 순간혼화기(Water Champ)를 설치하여 응집제(PACl 또는 PACHS)를 원수에 순간 혼화하고 있다. 순간혼화기는 상시 연속 가동하며, 정속으로 운전하고 있다.

- 혼화기 운전성능(G-Valve) 검토

순간혼화기는 혼화지 2지를 1계열로 구성하고, 2계열에 각 1대씩 설치하여 운영하고 있으며, 각 설비의 정격동력이 상이하므로 2대를 구분하여 운전성능을 검토하기로 한다

구 분	1계열	2계열	비 고
형 식	수중형 순간혼화기		
회전속도	3450rpm	3450rpm	
전 동 기	11kW(2P)	15kW(2P)	
운전방식	정속운전	정속운전	
설 치 일	2005.9	2005.9	
제작자	동방수기	동방수기	
수 량	1 대	1 대	

● 검토조건

처리용량(Q) : 402,150㎥/일("원수 및 정수량 현황" 중 시설용량 기준)

혼화체적(V) : 4.65㎥(원수량 4.65㎥/sec 의 1초 체류시간 체적, 계열당 2.33㎥)

운전대수(N) : 2대(계열당 1대)

● 순간혼화기 운전동력 산출

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta \times 10^{-3}$$

여기서, V : 전압(V) ⇒ 현장조사(2009.3.9) 당시 제어반의 전압계 지시값
I : 전류(A) ⇒ 현장조사(2009.3.9) 당시 제어반의 전류계 지시값
cosθ : 역율 ⇒ 제작사 모터사양서 인용

1계열(11kW) $Ps_1 = 1.732 \times 375V \times 25A \times 0.849 \times 10^{-3} = 13.8kW$

2계열(15kW) $Ps_2 = 1.732 \times 375V \times 26A \times 0.868 \times 10^{-3} = 14.7kW$

● 수온별 혼화기 최대운전성능

순간혼화기의 소요동력을 바탕으로 발생 가능한 혼화강도(G)를 산출하면

$$G = \sqrt{\frac{1,000 \times Ps}{\mu \times V}} \ (sec^{-1})$$

여기서, Ps : 소요동력(Kw)
μ : 수온에서 점성계수 (N.s/㎡)
V : 혼화체적 (㎥)

수온 T(℃)	점성계수 μ (N.s/㎡)	물의밀도 ρ (kg/㎥)	축동력 Ps(Kw)		혼화강도 G(sec-1)	
			1계열	2계열	1계열	2계열
0	0.00183	999.9	13.8	14.7	1,799	1,855
5	0.00155	1000	13.8	14.7	1,955	2,016
10	0.001336	999.7	13.8	14.7	2,106	2,171
15	0.00117	999.1	13.8	14.7	2,250	2,320
20	0.001009	998.2	13.8	14.7	2,423	2,498
25	0.000913	997.1	13.8	14.7	2,547	2,627
30	0.000816	995.7	13.8	14.7	2,694	2,778

위의 운전성능에서와 같이 혼화강도는 수온(0～30℃)에 따라 1,799～2,778(sec^{-1})로 비교적 높은 혼화강도를 유지하고 있다. 이에 설비의 혼화강도는 적정한 것으로 판단되나 1계열의 순간혼화기는 모터의 정격동력보다 실제 동력이 상회하여 운전하고 있다. 제작자의 모터사양서를 보면 최대 15.8kW(380V, 28.7A)까지 운전이 가능한 것으로 나타나고 있으나 모터 정격동력은 안전율을 감안하여 소요동력 보다 크게 할 필요가 있다. 따라서 순간혼화기 15kW 이상 1대를 예비기로 확보하고, 운영중 문제 발생시 예비기를 활용하여 신속히 대처할 필요가 있다. 참고로 혼화강도 기준을 나타내면 다음과 같다.

<표 5.2-84> 혼화강도 기준

구 분	혼화시간 t(sec)	혼화강도G(sec-1)	비 고
AWWA	20 ～ 60	300 ～ 1,000	
S. Kawamura	10 ～ 30	300	기계식
	1 ～ 2	Gt 400~1,600, G=750(평균)	적정혼화
R.L Sanks		700	"

다. 약품주입설비

1) 설비개요

액체약품으로 응집제는 PACl(17%), PAHCS(12.5%), PACS(17%)가 사용되었으며, PACS는 주입일수가 3년 중 6일 이었고, 주로 PACl과 PAHCS가 주입되었다. 응집주입설비는 디퍼식 정량투입기를 사용하였으나, 2009년 6월에 Control V/V+전자식유량계로 개량하여 사용하고 있으며, 이후 응집제는 분배조를 거쳐 응집제 순간혼화기(Water Champ)에 주입되어 원수에 순간혼화를 실시하고 있다. 또한 pH조정제인 가성소다(NaOH) 주입설비와 2009년 6월에 이산화탄소주입설비를 추가 설치하였으며, 가성소다는 3년간 주입실적이 없는 것으로 조사되었다.

분체약품으로는 맛, 냄새 제거를 위한 분말활성탄(PAC)투입설비가 있으며, 혼화지 유출부(생활용수계통)에 주입되고 있다. 분말활성탄은 2006년~2007년에는 가동실적이 없고, 2008년에 약 15일 정도 주입된 것으로 조사되었다.

구 분	액체약품		분체약품
	응집제 (PACl or PACHS)	NaOH	분말활성탄(PAC)
약품저장/충전	옥외 액상저장조	옥외 원액저장조(45%) + 희석탱크(20%),저장조(20%)	포대로 저장, 인력 충전 (집진기 설치)
약 품 공 급	디퍼식 정량투입기	디퍼식 정량투입기	Screw Feeder
용 해 방 식	-	-	용해조내 교반 용해
주입량 제어	AC Servo Motor	AC Servo Motor	Screw Feeder Inverter 제어
용 액 주 입	순간혼화기 진공	자연유하이송 주입	자연유하이송 주입
주 입 지 점	착수정 후단(2개소)	착수정 유입부(2개소)	혼화지 유출부(생활용수)



응집제저장탱크(옥외)



NaOH 저장조(45%, 20%)



분말활성탄투입설비(상부)

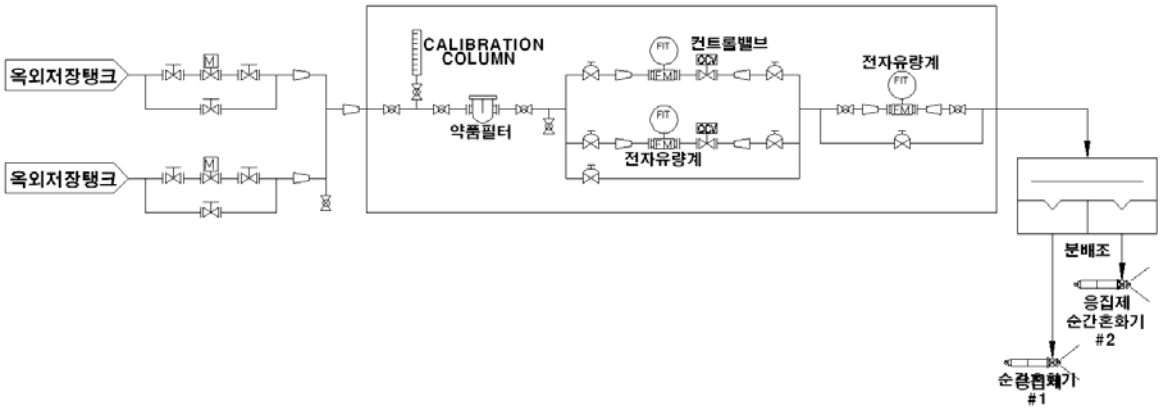
<그림 5.2-59> 설치현황

2) 액체약품 주입설비

- 운전현황

응집제는 옥외 저장탱크의 액상 용액을 약품투입실 내부로 배관을 통해 직접 공급받아 Control V/V+전자식유량계로 약품주입량을 조절하여 분배조로 보내어지고, 이후 응집제 순간혼화기(Water Champ)로 주입하여 순간혼화를 실시한다.

pH조정제인 NaOH는 옥외 저장탱크에 45% 원액을 공급받아 20% 용액으로 희석 후 옥외 NaOH 저장탱크에서 저장하고, 약품실내의 Day Tank로 공급하여 디퍼식 정량투입기로 주입량을 조절하여 착수정 유입부에 자연유하로 주입할 수 있도록 구성되어 있다.



<그림 5.2-60> 응집제주입설비 계통도

<표 5.2-85> 약품저장탱크(옥외)

구 분		응집제	NaOH(45%, 20%)	NaOH(희석탱크)
약품 저장탱크	용 량 규 격 지 수	수직 원통형 60㎥ D4.8m×H3.3m 4조	수직 원통형 FRP 17㎥ D2.8m×H2.8m 2조(각 1조)	수직 원통형 FRP 15㎥ D2.5m×H3.1m 1조

<표 5.2-86> 액체약품주입기 제원

구 분	응집제 주입설비		비 고
형 식	전동 Control Valve	전자식 유량계	
용 량	15A	8A	
운전방식	Control V/V+전자식 유량계		
설치일	2009.6		
제작자	아큐스		
수 량	2 대	3 대	(응집제 주입설비)

구 분	NaOH주입기	비 고
형 식	디퍼식 액체정량주입장치	
용 량	0~12L/min	
운전방식	유량비례, AC SERVO 제어	
전동기	0.2kW.	
설치일	1998.12	
제작자	대광기전	
수 량	3 대	(가성소다주입설비)

3) 분체약품 주입설비

- 운전현황

분말활성탄(PAC)는 연속 스크류식 정량투입기에 의해 주입, 용해하여 자연유하로 혼화지유출부(생활용수계통)에 주입하도록 설비되어 있다. 2006년~2007년에는 주입실적이 없고, 2008년에는 15일 정도 간헐로 주입된 것으로 조사되었다. 설비의 계통은 다음과 같다.

<표 5.2-89> 분체약품주입설비 제원

구 분	활성탄투입기	비 고
형 식	용적형 Screw 이송용해식	
용 량	10 ~ 200kg/hr	
운전방식	Feeder Inverter 제어	
전동기	Feeder 0.4kW Agitator 0.4kW, Vibrator 0.75kW.	
기타	집진설비 : 링블로워 24㎥/min×300mmAq×1.0kW	
설치일	1998.6	
제작자	대광기전	
수 량	2 식	

- 운전용량

활성탄투입설비는 현재 간헐적으로 적은 기간에 사용하고 있으며, 투입기의 제원을 근거로 시설계획유량에 따른 주입 가능한 농도를 산출하면 다음과 같다.

주입율(mg/L) = {투입기용량(kg/hr)×24hr} ÷ {유량(㎥/일)×1,000}

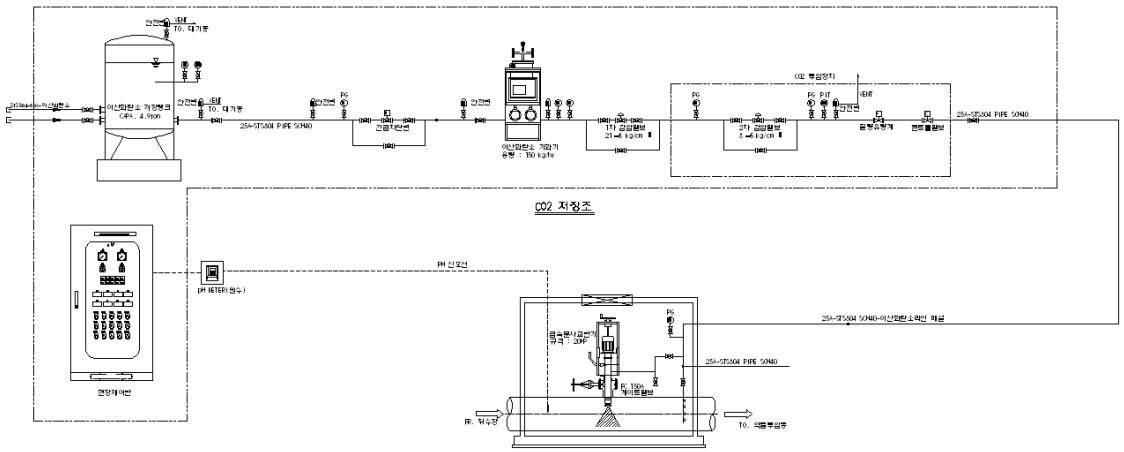
<표 5.2-90> 시설계획유량시 주입기 용량검토

구 분		유 량 (㎥/일)	주입기운전			주입율(mg/L)		비 고
			주입기	운전(대)	예비(대)	최소	최대	
분말활성탄 (PAC)	최 대	402,150	10~200kg/hr 2대	2	-	1.2	23.9	
	평 균	321,720		2	-	1.5	29.8	
	최 소	201,075		1	1	1.2	23.9	

4) 이산화탄소 주입설비

- 운전현황

이산화탄소주입설비는 높은 pH에 대응하기 위하여 2009년 6월에 설치하여, 시운전을 완료하였다. 용해방식은 이산화탄소 고압가스를 원수 유입관로상에 가스상태로 직접 투입하는 방식으로 급속교반기(Water Champ)를 이용하고 있다. 설비의 계통은 다음과 같다.



<그림 5.2-61> 이산화탄소주입설비 계통도





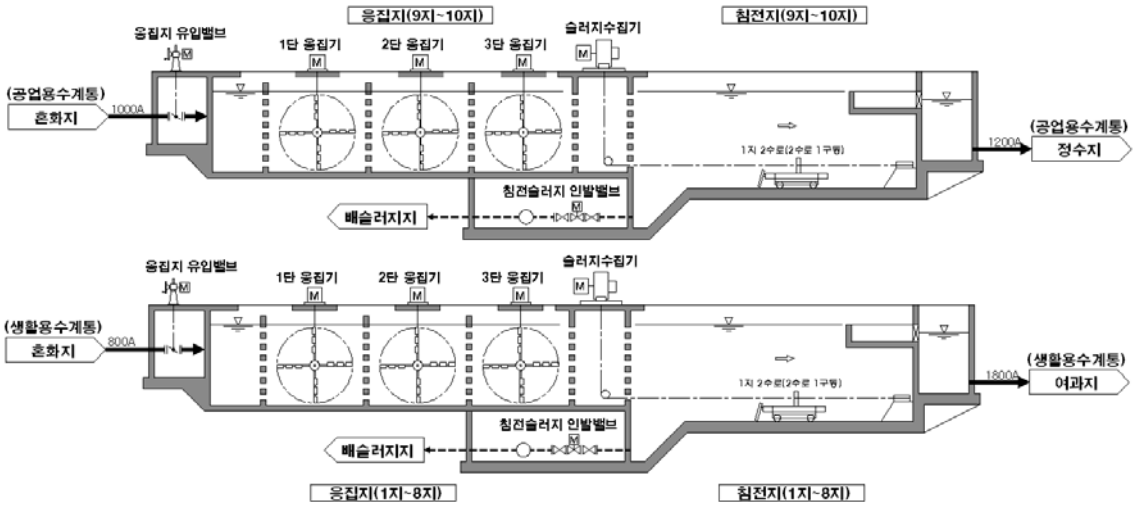
이산화탄소주입설비 전경 Control V/V+전자식유량계 급속교반기

<그림 5.2-62> 설치현황

라. 응집 · 침전지설비

1) 설비개요

혼화지에서 유출된 원수는 생활용수계통 응집·침전지(#1~#8)와 공업용수계통 응집·침전지 (#9~#10)로 분리되어 각 계통의 응집지 유입밸브를 통해 응집지로 유입된다. 응집지는 3단으로 구성되어 있으며, 수평패들형 응집기가 설치되어 있다. 응집지를 거쳐 원수중에 커진 플록은 침전지를 거치면서 자연 침강되어 분리시킨다.



<그림 5.2-63> 응집·침전지 계통도



응집기



응집기 구동부



침전지

<그림 5.2-64> 설치현황

2) 응집지설비

- 운전현황

응집기는 수평패들형으로서 3단으로 구성되어 각 단의 응집기는 4열의 Paddle이 설치되어 있다. 응집기는 상시 연속가동하며 운전은 인버터(Inverter)에 의해 변속운전하는 방식으로서 적정 교반강도를 유지하는 방식이다.

<표 5.2-91> Flocculator 제원

구 분	1 단	2 단	3 단	비 고
형 식	수평 패들형(Horizontal Paddle)			
규 격	생활:D3.1m×L3.1mL, 4arm×4Blade 공업:D3.1m×L3.55mL, 4arm×4Blade			
회전속도	4.47rpm	3.04rpm	1.56rpm	
운전방식	인버터(Inverter) 변속운전			
전 동 기	3.7kW	2.2kW	1.5kW	
설 치 일	1998.6			
수 량	생활 8대 공업 2대	생활 8대 공업 2대	생활 8대 공업 2대	
제 작 자	생활 : 성우/천지천/거성개발 공업 : 성우/천지천/거성개발			(응집기)

- 응집기 운전성능(G-Valve)

응집지의 운전성능 검토를 위한 응집기 패들의 회전수는 설비의 최대회전수(제작도서 기준)와 인버터(Inverter) 변속으로 현장에서 운영중인 패들회전수를 직접 측정하여 그 결과를 바탕으로 검토하였으며, 패들회전수의 기준은 생활용수계통은 #1~#8지의 평균과 공업용수계통은 #9~#10지의 평균을 적용하였다. 또한 운영 중인 응집기의 운전 성능은 수평패들형 응집기의 일반적인 G값 기준(50~10/sec 점감)과 비교하여 검토하였다.

<표 5.2-92> 응집기 회전수 현장조사 실측 결과(2009.2.18)

구분		생활용수								공업용수	
		#1지	#2지	#3지	#4지	#5지	#6지	#7지	#8지	#9지	#10지
응집기 회전수 (rpm)	1단	1.48	1.37	1.31	휴지	1.73	1.74	1.75	1.71	1.83	1.87
	2단	0.96	0.97	1.00		1.18	1.17	1.12	1.17	1.12	1.12
	3단	0.90	0.46	0.46		0.55	0.56	0.60	0.58	0.65	0.59

상수도시설기준에서 권장하는 응집기 주변속도는 15~80cm/sec 이므로 응집기 주변속도와 상대속도를 검토하고, 응집기의 제원을 바탕으로 발생 가능한 G값을 계산하면 그 결과는 다음과 같다.

$$\text{패들의 주변속도 } v = \frac{\pi \times D \times N}{60} (\text{m/sec})$$

소요 축동력 $Ps = \frac{Cd \cdot \rho \cdot \Sigma(a_i v_i^3)}{2 \times 1{,}000} (Kw)$ -------- ①

교반강도 $G = \sqrt{\frac{Ps \cdot 1{,}000}{\mu \cdot V}} (sec^{-1})$ ---------- ②

①와 ②를 정리하면

$$= \frac{\sqrt{Cd \cdot \rho \cdot \Sigma(a_i v_i^3)}}{2 \cdot \mu \cdot V} (sec^{-1})$$

여기서, v : 패들의 주변속도(m/sec)
D : 패들의 직경(m)
⇒ 생활용수계통 D3.1m, 공업용수계통 D3.55m
N : 회전수(rpm)
⇒ 응집기 제원과 실측치 참조
Ps : 소요 축동력 (Kw)
Cd : 저항계수(임펠라 형상에 따라 1.5~1.8, 1.8 적용)
ρ : 수온에서 원수 밀도 (kg/㎥)
μ : 수온에서 점성계수 (N.s/㎡)
ai : 운동방향에 직각인 임펠러 면적(㎡)
⇒ 생활용수계통 W0.1m×L3.3m×4ea/열×4열 = 5.28㎡
⇒ 공업용수계통 W0.1m×L3.55m×4ea/열×4열 = 5.68㎡
vi : 패들의 상대속도(주변속도의 0.7~0.8, 0.75 적용)

<표 5.2-93> 응집기 패들 주변속도 및 상대속도 검토 (생활용수계통 응집기)

구분	익판 No.	Di (m)	ai (㎡)	최대회전수(제작도서)					회전수 실측(현장조사)				
				N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)	N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)
1단	1	3.0	5.28	4.47	0.702	0.527	0.771	1.744	1.58	0.249	0.187	0.034	0.078
	2	2.6	5.28		0.609	0.456	0.502			0.216	0.162	0.022	
	3	2.2	5.28		0.515	0.386	0.304			0.182	0.137	0.014	
	4	1.8	5.28		0.421	0.316	0.167			0.149	0.112	0.007	
2단	1	3.0	5.28	3.04	0.478	0.358	0.243	0.548	1.08	0.170	0.127	0.011	0.025
	2	2.6	5.28		0.414	0.310	0.158			0.147	0.110	0.007	
	3	2.2	5.28		0.350	0.263	0.096			0.125	0.093	0.004	
	4	1.8	5.28		0.287	0.215	0.052			0.102	0.076	0.002	
3단	1	3.0	5.28	1.56	0.245	0.184	0.033	0.074	0.59	0.092	0.069	0.002	0.005
	2	2.6	5.28		0.212	0.159	0.021			0.080	0.060	0.001	
	3	2.2	5.28		0.180	0.135	0.013			0.068	0.051	0.001	
	4	1.8	5.28		0.147	0.110	0.007			0.055	0.042	0.001	

<표 5.2-94> 응집기 패들 주변속도 및 상대속도 검토 (공업용수계통 응집기)

구분	익판 No.	Di (m)	ai (㎡)	최대회전수(제작도서)					회전수 실측(현장조사)				
				N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)	N (rpm)	v (m/s)	vi (m/s)	aivi3	Σ(aivi3)
1단	1	3.0	5.68	4.47	0.702	0.527	0.829	1.876	1.85	0.291	0.218	0.059	0.133
	2	2.6	5.68		0.609	0.456	0.540			0.252	0.189	0.038	
	3	2.2	5.68		0.515	0.386	0.327			0.213	0.160	0.023	
	4	1.8	5.68		0.421	0.316	0.179			0.174	0.131	0.013	
2단	1	3.0	5.68	3.04	0.478	0.358	0.261	0.590	1.12	0.176	0.132	0.013	0.030
	2	2.6	5.68		0.414	0.310	0.170			0.152	0.114	0.008	
	3	2.2	5.68		0.350	0.263	0.103			0.129	0.097	0.005	
	4	1.8	5.68		0.287	0.215	0.056			0.106	0.079	0.003	
3단	1	3.0	5.68	1.56	0.245	0.184	0.035	0.080	0.62	0.097	0.073	0.002	0.006
	2	2.6	5.68		0.212	0.159	0.023			0.084	0.063	0.001	
	3	2.2	5.68		0.180	0.135	0.014			0.071	0.054	0.001	
	4	1.8	v		0.147	0.110	0.008			0.058	0.044	0.001	

위의 결과를 보면 설비의 최대회전수를 기준으로 주변속도는 상수도시설기준을 만족한다.

<표 5.2-95> 응집기 운전성능 검토 (생활용수계통 응집기)

수온 (℃)	점성계수 μ (N.s/㎡)	밀도 ρ (kg/㎥)	G값(최대회전수:제작도서)			G값(회전수 실측:현장조사)		
			1단 (4.47rpm)	2단 (3.04rpm)	3단 (1.56rpm)	1단 (1.58rpm)	2단 (1.08rpm)	3단 (0.59pm)
0	0.001830	999.9	62.32	34.95	12.85	13.15	7.42	3.19
5	0.001550	1000	67.72	37.98	13.96	14.29	8.06	3.47
10	0.001336	999.7	72.93	40.90	15.04	15.39	8.68	3.74
15	0.001170	999.1	77.91	43.70	16.06	16.44	9.27	3.99
20	0.001009	998.2	83.86	47.03	17.29	17.69	9.98	4.29
25	0.000913	997.1	88.11	49.41	18.16	18.59	10.48	4.51
30	0.000816	995.7	93.13	52.23	19.20	19.65	11.08	4.77

<표 5.2-96> 응집기 운전성능 검토 (공업용수계통 응집기)

수온 (℃)	점성계수 μ (N.s/㎡)	밀도 ρ (kg/㎥)	G값(최대회전수:제작도서)			G값(회전수 실측:현장조사)		
			1단 (4.47rpm)	2단 (3.04rpm)	3단 (1.56rpm)	1단 (1.85rpm)	2단 (1.12rpm)	3단 (0.62pm)
0	0.001830	999.9	62.77	35.21	12.94	16.71	7.87	3.41
5	0.001550	1000	68.21	38.26	14.06	18.16	8.56	3.70
10	0.001336	999.7	73.46	41.20	15.15	19.56	9.21	3.99
15	0.001170	999.1	78.48	44.01	16.18	20.89	9.84	4.26
20	0.001009	998.2	84.47	47.37	17.41	22.49	10.59	4.59
25	0.000913	997.1	88.75	49.78	18.30	23.63	11.13	4.82
30	0.000816	995.7	93.81	52.61	19.34	24.98	11.77	5.09

위에 검토된 바와 같이 원수 평균 수온 0~30℃를 기준으로 응집기의 최대성능은 상수도 시설기준에서 권장하는 G값 75~10(sec-1) 과 , S Kawamura(정수시설 최적설계 및 유지관리)의 수직패들형 응집기의 G값 기준 50~10(sec-1)을 만족한다. 하지만 현재 운영중인 응집기의 회전수를 바탕으로 G값을 계산하면 다소 낮게 운전되고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 저탁도의 원수가 유입될 경우에는 G값을 크게 설정하여 침전이 양호한 플록을 형성하도록 하여야 하겠다. 또한 G값의 점감범위가 적정하지 않으므로, 적정 G값을 위한 패들회전수를 설정하여 교반강도를 적정화 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

<표 5.2-97> Paddle식 응집기 교반강도 기준

구분	체류시간 t(sec)	교반강도 G(sec-1)	패들면적 (수로면적대비)	주변속도 (m/sec)
AWWA	-	35 ~ 66	15 ~ 20%	0.09 ~ 0.91
S. Kawamura	30 ~ 40	50 ~ 10 점감	10 ~ 25% 최대 30%이하	0.15 ~ 1.0
상수도시설기준	20 ~ 40	10 ~ 75	물을 헤치는 익판면적 10% 이하	0.15 ~ 0.8

수온에 따라 적정한 G값을 유지하여 응집효과를 높일 수 있고, 불필요한 동력소모를 줄일 수 있으므로 일정한 G값을 유지하기 위해서는 수온에 따라 응집기의 회전속도를 조절하여야 한다. G값을 50~10(sec^{-1})까지 점감하도록 수온에 따라 요구되는 응집기의 회전속도를 이론적으로 산출하면 다음과 같다.

<표 5.2-98> 수온별 응집기 적정 운전속도 (생활용수계통 응집기)

항목	RPM							RPM 범위	비 고
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃		
1단($50sec^{-1}$)	3.86	3.65	3.48	3.33	3.17	3.06	2.95	2.95~3.86	
2단($30sec^{-1}$)	2.75	2.6	2.47	2.37	2.25	2.18	2.1	2.10~2.75	
3단($10sec^{-1}$)	1.32	1.25	1.19	1.14	1.08	1.05	1.01	1.01~1.32	

<표 5.2-99> 수온별 응집기 적정 운전속도 (공업용수계통 응집기)

항목	RPM							RPM 범위	비 고
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃		
1단($50sec^{-1}$)	3.84	3.63	3.46	3.31	3.15	3.05	2.94	2.94~3.84	
2단($30sec^{-1}$)	2.73	2.59	2.46	2.35	2.24	2.17	2.09	2.09~2.73	
3단($10sec^{-1}$)	1.31	1.24	1.18	1.13	1.08	1.04	1.00	1.00~1.31	

3) 침전지설비

- 운전현황

침전지는 장방형 구조로 슬러지 수집을 위해 2수로 1구동식 수중대차형 슬러지수집기가 설치되어 있으며, 침전슬러지는 침전지 유입측 하부에 구성된 호퍼부로 이송되어 전동식 슬러지인발밸브(400A)의 자동 개/폐운전으로 슬러지를 간헐 배출하여 배슬러지지로 이송한다.

<표 5.2-100> Sludge Collector 제원

구 분	슬러지수집기		비 고
	생활용수계통	공업용수계통	
형 식	수중대차식		
구동방식	2수로 1구동	2수로 1구동	
운전속도	0.2 ~ 0.8m/min	0.2 ~ 0.8m/min	
운전방식	기어변속	기어변속	
구동장치	Motor 1.5kW Cyclo reducer	Motor 1.5kW Cyclo reducer	
설치일	1998.12	1998.12	
제작자	효림산업	삼양정수	
수 량	8 대	2 대	

- 생활용수계통 슬러지수집기 운전성능 검토

① 슬러지 발생량

현재 슬러지발생량이 계획량보다 적어 슬러지수집기의 처리능력은 충분하나, 시설계획 유량으로 유입시의 처리능력을 슬러지수집기의 규격 및 용량을 기준으로 검토하였다.

<표 5.2-101> 침전지 발생슬러지량

구 분	원수유입량 (㎥/일)	발생고형물량 (kg.DS/일)	발생슬러지량 (㎥/일)	비 고
평균유량/평균탁도(12.89NTU)	138,718	2,197	732	WC 99.7%
설계유량/설계탁도(40.89NTU)	265,418	11,421	2,284	WC 99.5%

주) 원수유입량 및 발생슬러지량은 토목공정분야 정수장 기술진단의 Mass Balance 참조

② 슬러지 수집능력 검토

- 생활용수계통 슬러지수집기 제원

- 형 식 : 수중대차형(2수로 1구동)
- 침전지 규격 : W19.0m × L60.0m × WD4.6m × 8지
- 스크레퍼 규격 : W8.4m × H0.7m × 2개/지
- 이동거리 : 약 60m
- 운전속도 : 0.2 ~ 0.8m/min 변속운전
- 슬러지수집기 방향전환 시간(tR) : 약 2min

• 슬러지 수집능력 검토

- 수집기 1회 왕복 소요시간 (t)

$$t = \frac{2L}{v} + 2t_R = \frac{2 \times 60}{0.2 \sim 0.8} + (2 \times 2) = 604 \sim 154 \ (\min)$$

여기서, L : 운반거리(m)
v : 운반속도(m/sec)

- 수집기 1일 왕복횟수 (Ns)

$$Ns = \frac{24hr \times 60min}{t} = \frac{24 \times 60}{604 \sim 154} = 2.4 \sim 9.4 \ (회/일)$$

- 수집기 1회 왕복 운반량 (q1)

$$q_1 = 1/2 \times 2W \times H \times Lo = 1/2 \times 2 \times 8.4 \times 0.7 \times 19.8 = 116.4 (m^3/회)$$

여기서, W : 스크레파 폭(8.4m)
H : 스크레파 높이(0.7m)
Lo : 슬러지 운반시 적재거리 (H/tan2°=19.8m)

- 수집기 1일 처리량 (qd)

$$q_d = q_1 \times Ns \times 8지 = 116.4 \times 2.4 \sim 9.4 \times 8지 = 2,235 \sim 8,753 (m^3/일)$$

따라서 최대 슬러지발생량을 상회하므로 발생슬러지에 대한 슬러지의 수집능력은 충분하다. 또한, 이론적으로 수집기의 1회 왕복시 운반 능력이 116.4×8지=931.2㎥이므로 평균탁도시 1일 1회, 설계탁도시에는 1일 2~3회 운전으로 슬러지를 제거할 수 있으나, 원수 수질에 따라 운전횟수 및 속도를 조절하여 운전하여야 한다.

- 공업용수계통 슬러지수집기 운전성능 검토

① 슬러지 발생량

현재 슬러지발생량이 계획량보다 적어 슬러지수집기의 처리능력은 충분하나, 시설계획 유량으로 유입시의 처리능력을 슬러지수집기의 규격 및 용량을 기준으로 검토하였다.

<표 5.2-102> 침전지 발생슬러지량

구 분	원수유입량 (㎥/일)	발생고형물량 (kg.DS/일)	발생슬러지량 (㎥/일)	비 고
평균유량/평균탁도(12.89NTU)	79,872	1,753	584	WC 99.7%
설계유량/설계탁도(40.89NTU)	120,765	5,703	1,141	WC 99.5%

주) 원수유입량 및 발생슬러지량은 토목공정분야 정수장 기술진단의 Mass Balance 참조

② 슬러지 수집능력 검토

- 공업용수계통 슬러지수집기 제원
  - 형 식 : 수중대차형(2수로 1구동)
  - 침전지 규격 : W20.0m × L60.0m × WD5.3m × 2지
  - 스크레퍼 규격 : W8.9m × H0.7m × 2개/지
  - 이동거리 : 약 60m
  - 운전속도 : 0.2 ~ 0.8m/min 변속운전
  - 슬러지수집기 방향전환 시간(tR) : 약 2min
- 슬러지 수집능력 검토
  - 수집기 1회 왕복 소요시간 (t)

$$t = \frac{2L}{v} + 2t_R = \frac{2 \times 60}{0.2 \sim 0.8} + (2 \times 2) = 604 \sim 154 \ (\min)$$

여기서, L : 운반거리(m)

v : 운반속도(m/sec)

  - 수집기 1일 왕복횟수 (Ns)

$$Ns = \frac{24hr \times 60min}{t} = \frac{24 \times 60}{604 \sim 154} = 2.4 \sim 9.4 \ (회/일)$$

  - 수집기 1회 왕복 운반량 (q1)

$$q_1 = 1/2 \times 2W \times H \times Lo = 1/2 \times 2 \times 8.9 \times 0.7 \times 19.8 = 123.4 (㎥/회)$$

여기서, W : 스크레파 폭(8.9m)

H : 스크레파 높이(0.7m)

Lo : 슬러지 운반시 적재거리 (H/tan2°=19.8m)

  - 수집기 1일 처리량 (qd)

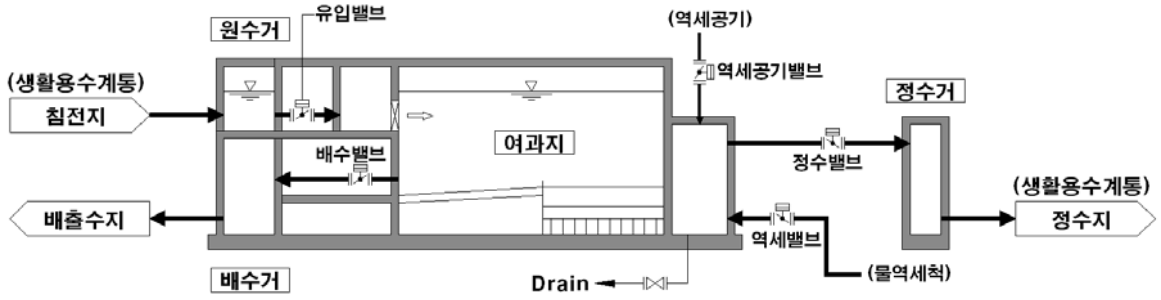
$q_{l} = q_{l} \times Ns \times 2지 = 123.4 \times 2.4 \sim 9.4 \times 2지 = 592 \sim 2,320$ (㎥/일)

따라서 최대 슬러지발생량을 상회하므로 발생슬러지에 대한 슬러지의 수집능력은 충분하다. 또한, 이론적으로 수집기의 1회 왕복시 운반 능력이 123.4×2지=246.8㎥이므로 평균탁도시 1일 2~3회, 설계탁도시에는 1일 4~5회 운전으로 슬러지를 제거할 수 있으나, 원수 수질에 따라 운전횟수 및 속도를 조절하여 운전하여야 한다.

마. 여과지 및 정수지설비

1) 설비개요 및 운영현황

여과지는 생활용수계통의 침전수를 유입하여 처리하는 공정으로 총 20지를 운영중에 있으며, 역세척방식은 공기+물역세 방식을 사용하고 있다. 역세척은 역세척펌프실의 역세척펌프와 여과지 관랑의 역세송풍기를 이용하여 운전하고 있다. 여과된 여과수는 정수지로 보내어지고, 정수지 유입수로에는 후염소를 주입하고 있다. 여과지의 주요설비는 각종 유, 출입 밸브류와 역세척펌프, 역세송풍기 등으로 구성되어 있다.



<그림 5.2-65> 여과지설비 계통도



여과지 상부



역세척펌프



역세송풍기

<그림 5.2-66> 설치현황

2) 역세척펌프 및 역세송풍기 운전 검토

역세척펌프 및 역세송풍기의 운전성능은 “토목공정분야 정수장기술진단”에서 계산된 역세강도를 기준으로 펌프 및 송풍기의 용량을 검토하였다.

– 역세펌프 및 역세송풍기 제원

<표 5.2-103> 설비 제원

구 분	역세척펌프	역세송풍기	비 고
형 식	수평축 양쪽흡입 벌루트	로타리 루츠블로워	
용 량	13.5㎥/min × 9mH	49㎥/min × 3,000mmAq	
회전속도	1160rpm(6P)	1750rpm	
운전방식	정속운전	정속운전	
전동기	37kW	45kW	
설치년도	1998.12	1999.1	
제작자	대아기계	한국유체	
수 량	3 대	3 대	

– 역세척강도

역세척은 비팽창방식이며, 공기역세척 1분을 수행한 후에, 공기와 물역세척을 동시에 9분간 수행하고, 물 단독 역세척을 3분간 수행하고 있다.

•물역세강도 : 0.24㎥/min·㎡

•공기역세강도 : 0.88㎥/min·㎡

상기 역세강도를 기준으로 다음에 필요 역세척 수량 및 송풍량을 나타내었다.

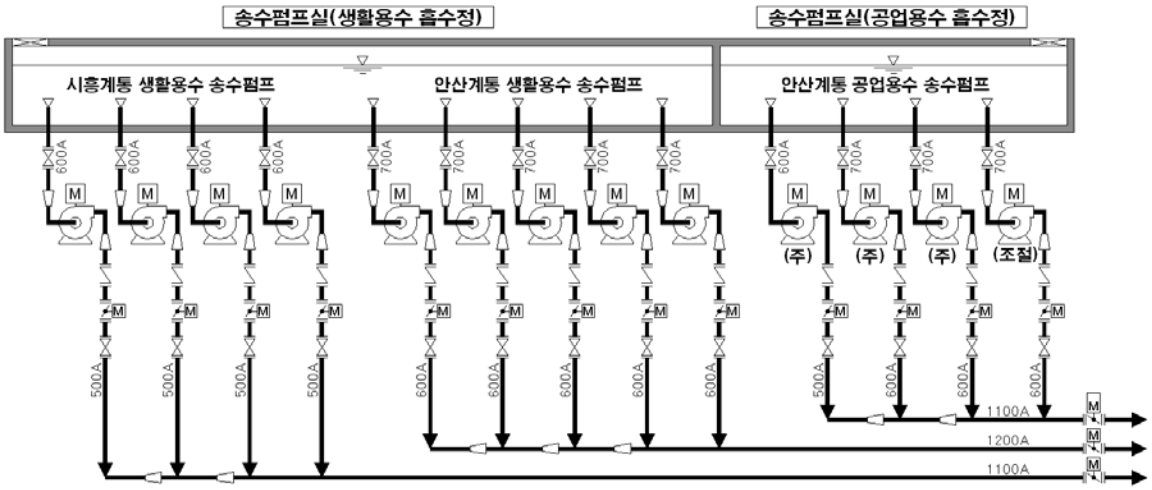
<표 5.2-104> 역세척강도 검토

구 분		여과지	비 고
여과 면적		110.4㎡	W8.0m × L13.8m
역세척	역세척수량	13.5㎥/min × 3대(1대 예비)	
	역세속도	0.24㎥/min·㎡	
	역세유량평가	역세척유량 충분 – 2대 운전	역세척수 조절밸브 있음
공기역세척	송풍기량	49㎥/min × 3대(1대 예비)	
	역세속도	0.88㎥/min·㎡	
	역세송풍량평가	역세송풍량 충분 – 2대 운전	

바. 송수펌프설비

1) 설비개요

송수펌프설비는 안산계통과 시흥계통으로 나누어지고, 안산계통에서는 생활용수계통과 공업용수계통으로 분리되어 있다. 안산계통 생활용수송수펌프는 총 5대, 안산계통 공업용수송수펌프는 주펌프 3대와 조절펌프 1대가 설치되었고, 시흥계통 생활용수송수펌프는 4대가 설치되어 각 계통별로 송수펌프를 교대 운영 중에 있으며, 펌프 토출배관은 각 계통별 주배관으로 연결되어 있다. 송수펌프는 지하층의 펌프실에 설치되어 있으며, 흡입수위보다 펌프 설치높이가 낮아 압상조건임에 따라 펌프 기동시 초기 물부름설비(진공펌프설비)는 필요없다. 송수펌프 토출측에는 체크밸브를 설치하여 펌프 정지시 역류를 차단하고 있으며, 토출밸브는 전동식 버터플라이밸브가 설치되어 있다.



<그림 5.2-67> 송수펌프 계통도



송수펌프실 전경



토출 주밸브



유지관리용 호이스트

<그림 5.2-68> 설치현황

2) 안산계통 생활용수 송수펌프

- 송수펌프설비 현황

<표 5.2-105> 송수펌프 제원

구 분		안산계통 생활용수 송수펌프	비 고
형 식		수평축 양쪽흡입 벌루트펌프	
구 경		∅600 × ∅500	
유 량		30.9㎥/min	
양 정		32m	
동 력		260kW	3,300V
제작사	Pump	대한중전기(1999.1)	
	Motor	대한중전기(1999.2)	
회전수		880pm	8P
수 량		5대(1대 예비)	

- 운영현황

송수펌프 운영과 관련하여 2007년 운영현황 자료는 운영실 컴퓨터 오류로 사용할 수가 없어 제외하고, 2005년 1월~2006년 12월, 2008년1월~12월의 운영현황 자료를 기준으로 정리하였으며 송수량은 다음과 같다.

<표 5.2-106> 시설용량 및 취수량

구 분	시설용량(㎥/일)	송수량(㎥/일)	비 고
평 균	-	84,681	2005년 1월~2006년 12월 2008년 1월~12월
최 대	178,000	107,732	

송수펌프의 3년간 운전자료 정리하면 최대 107,732㎥/일, 일평균 84,681㎥/일로 시설계획유량의 약 48%의 가동율로 운전하였다. 송수량이 시설용량을 초과하여 운전된 날은 조사기간 동안 없었으며, 최대송수량은 2006년 8월23일에, 최저송수량은 2006년1월29일로 나타났다.

– 안산계통 생활용수 송수펌프 운전검토

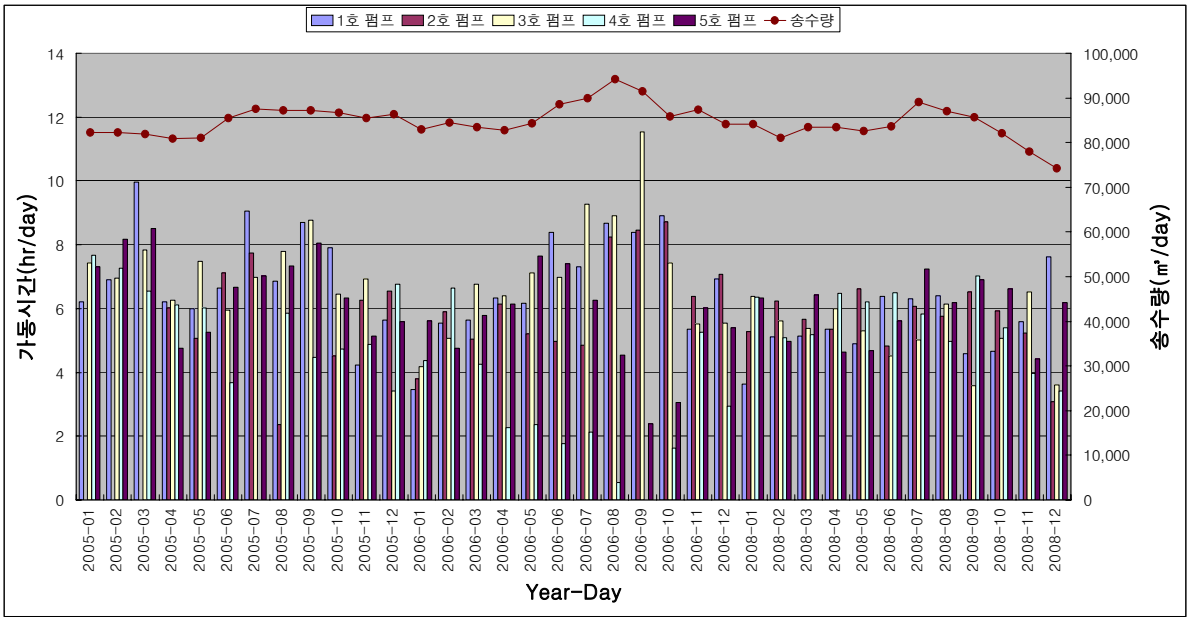
송수펌프는 1999년에 설치되어 현재까지 운전하고 있으며 운전자료에서와 같이 송수펌프 #1호기~#5호기를 교번 운전하였으며, 각 호기별 가동율은 다음과 같다.

년	월	운전시간(hr)						운전유량	
		안산계통 생활용수 송수펌프						계	일평균
		#1	#2	#3	#4	#5	계	(㎥/월)	(㎥/일)
2005	1	192.2	–	230.2	238.2	226.5	887.1	2,549,827	82,252
	2	193.4	–	194.9	203.5	228.8	820.6	2,302,703	82,239
	3	309.0	–	242.9	202.7	263.7	1,018.3	2,538,913	81,900
	4	186.7	180.6	187.8	183.4	142.6	881.1	2,427,205	80,907
	5	185.6	157.3	231.7	186.4	162.7	923.7	2,514,074	81,099
	6	199.0	213.3	178.1	110.7	199.8	900.8	2,563,884	85,463
	7	281.0	240.3	216.3	–	217.5	955.1	2,714,024	87,549
	8	212.6	73.3	241.3	181.8	227.1	936.1	2,703,418	87,207
	9	261.0	0.0	263.0	134.0	241.4	899.5	2,615,738	87,191
	10	245.2	139.8	199.5	146.7	195.9	927.1	2,685,863	86,641
	11	127.3	187.5	207.8	146.2	154.1	822.8	2,566,826	85,561
	12	174.6	202.7	105.7	209.7	172.9	865.7	2,676,944	86,353
2006	1	107.5	118.1	129.1	135.8	173.9	664.5	2,571,756	82,960
	2	155.2	165.4	141.8	185.6	133.0	781.0	2,366,076	84,503
	3	174.4	156.4	209.1	132.2	179.4	851.4	2,586,063	83,421
	4	189.6	184.3	192.0	68.3	184.2	818.5	2,482,217	82,741
	5	191.1	161.8	221.1	73.4	237.1	884.6	2,615,562	84,373
	6	251.7	149.5	209.5	52.8	222.1	885.6	2,656,296	88,543
	7	226.7	150.5	287.6	66.2	193.7	924.5	2,785,997	89,871
	8	269.1	255.4	276.5	17.1	141.1	959.3	2,917,620	94,117
	9	251.5	253.7	346.3	–	71.8	923.3	2,746,288	91,543
	10	276.0	270.7	230.6	50.4	94.5	922.1	2,662,722	85,894
	11	160.8	191.3	165.9	157.8	180.3	856.1	2,619,715	87,324
	12	214.9	218.9	171.7	91.1	167.5	864.1	2,608,848	84,156
2008	1	112.2	163.7	197.9	196.9	196.1	866.6	2,606,821	84,091
	2	148.3	180.7	162.8	147.9	144.0	783.5	2,349,091	81,003
	3	159.1	175.7	166.9	160.5	199.1	861.2	2,587,317	83,462
	4	160.2	160.8	179.6	194.2	139.1	833.8	2,503,181	83,439
	5	151.9	205.2	164.3	192.1	145.2	858.7	2,560,909	82,610
	6	191.0	144.8	135.5	194.8	168.3	834.4	2,505,974	83,532
	7	195.4	188.2	155.8	180.7	224.7	944.7	2,759,295	89,010
	8	198.5	178.4	190.0	153.9	191.8	912.6	2,700,496	87,113
	9	137.5	195.6	107.6	210.9	207.3	858.9	2,571,839	85,728
	10	144.9	183.6	156.8	167.8	205.4	858.4	2,545,615	82,117
	11	168.1	156.8	195.8	118.8	132.4	771.9	2,340,488	78,016
	12	236.5	95.3	112.0	105.9	191.8	741.5	2,300,890	74,222
계		7,039.2	5,699.3	7,005.1	4,998.2	6,556.7	31,298.4	92,810,495	
일평균		6.42	5.20	6.39	4.56	5.98	28.56		84,681
가동율		22.5%	18.2%	22.4%	16.0%	20.9%	100.0%		48%

<표 5.2-107> 송수펌프 운전유량

구분 (년)	송수량 (㎥/년)	년간가동시간(hr/년)						대당 송수량 (㎥/min)	정격 유량 (㎥/min)	운전/정격 유량비
		#1	#2	#3	#4	#5	계			
2005	30,859,419	2,568	1,395	2,499	1,943	2,433	10,838	47.46	30.9	1.54
2006	31,619,160	2,468	2,276	2,581	1,031	1,979	10,335	50.99	30.9	1.65
2008	30,331,916	2,003	2,029	1,925	2,024	2,145	10,126	49.92	30.9	1.62

송수펌프의 운전자료에 의하면 정격유량에 대한 운전유량비가 154~162%로서 정격유량 대비 크게 상회하여 운전되었다. 펌프는 과부하가 발생되지 않는 범위에서 운전점의 효율을 비교하여 동력비가 절감되도록 하여야 하며, 과유량으로 운전시 공동현상(Cavitation)이 발생될 우려가 있어 주의하여야 한다.(Cavitation 검토 참조)



<그림 5.2-69> 안산계통 생활용수 송수펌프 운전시간 및 송수유량

- 양정검토

펌프양정은 계획시설용량을 목표연도 2025년 기준으로 운전에 소요되는 양정을 산출하면 다음과 같다. 또한 송수관로 검토에서 관로손실이 가장 많은 성곡배수지계통을 기준으로 검토한다.

- 운전유량 : 178,000㎥/일(송수펌프 대당 정격용량 44,500㎥/일)
- 운전조건 : 송수펌프 4대 상용, 1대 예비

- 실양정(Ha) : 성곡배수지 HWL - 송수펌프 흡수정 LWL = 47.0m-42.51 = 4.49m
- 손실양정(Hl) : 관로손실(Hl1) + 구내배관손실

  관로손실(Hl_1) = 27.7m ⇒ 『송수관로계획 - 송수관로 수리용량검토』 참조

  구내배관손실(Hl_2) = 1.3m ⇒ 구내배관손실계산표 참조
- 소요 전양정 : 실양정 + 손실양정 = 4.49m + (27.7m + 1.3m) = 33.49m
- 양정검토 : 송수펌프는 정격양정이 32.0mH로서 소요전양정이 33.49m이므로 목표연도 2025년 기준으로 양정이 약 1.5m 정도 부족한 것으로 나타났다. 그러므로 흡수정의 LWL 또는 운영수위를 1.5m 상승하여 운전하면 무리가 없을 것으로 판단된다.

<표 5.2-108> 구내배관손실 계산표

구 분		구경 (m)	수량 (개,m)	유량 (㎥/s)	유속 (m/s)	손실계수 (f,C)	손실양정 Hl(m)	비 고
흡입측	흡입구	0.7	1	0.515	1.34	0.5	0.046m	
	엘보(45°)	0.7	1	0.515	1.34	0.2	0.018m	
	게이트밸브	0.7	1	0.515	1.34	0.12	0.011m	
	직 관	0.7	3	0.515	1.34	100	0.011m	
	축소관	0.7	1	0.515	1.34	0.19	0.002m	
		0.6			1.82			
토출측	확대관	0.5	1	0.515	2.62	0.19	0.006m	
		0.6			1.82			
	체크밸브	0.6	1	0.515	1.82	2.3	0.388m	
	버터플라이밸브	0.6	1	0.515	1.82	0.25	0.042m	
	게이트밸브	0.6	1	0.515	1.82	0.12	0.02m	
	직 관	0.6	15	0.515	1.82	100	0.112m	
	엘보(45°)	0.6	2	0.515	1.82	0.2	0.068m	
	확대관	0.6	1	0.515	1.82	0.19	0.006m	
		0.8			1.02			
	티(Run)	0.8	1	1.030	2.05	0.5	0.107m	
	확대관	0.8	1	1.030	2.05	0.19	0.005m	
		1			1.31			
	티(Run)	1	2	1.545	1.97	0.5	0.198m	
	확대관	1	1	1.545	1.97	0.19	0.003m	
		1.2			1.37			
	티(Run)	1.2	1	2.060	1.82	0.5	0.084m	
	버터플라이밸브	1.2	1	2.060	1.82	0.25	0.042m	
	직 관	1.2	40	2.060	1.82	100	0.133m	
계(Hl)							1.302m	

주) 1) 직관 6.82×(L/D1.17)×(v/C)1.85, 이형관 : f×(v2/2g), 축소,확대관 : f×(v22-v12)/2g

2) 손실계수는 『정수시설최적설계 및 유지관리(S.Kawamura)』 에서 인용

- 공동현상발생 검토

① 송수펌프 제원

구 분	단 위	안산계통 생활용수 송수펌프	비 고
형 식	-	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프	
유 량	Qn(㎥/min)	30.9	
양 정	H(m)	32	
동 력	Pm(kW)	260	
회 전 수	N(rpm)	880	8P
흡입구경	Ds(mm)	600	
비 속 도	Ns	257	$Ns=N(Q/2)^{1/2}/H^{3/4}$

② 펌프의 유효흡입수두(NPSHav)

NPSHav = Ha ± Hsa − Hv − Hsl

Ha : 대기압 수두 (10.33m, 해발 0m)

Hsa : 흡입 실양정(m, 흡상−, 압상+)

Hv : 수온에서 포화증기압 수두(0.238m, 20℃)

HsL : 흡입 배관 손실수두(배관손실양정 참조)

<표 5.2−109> 유효흡입수두(NPSHav)

구 분		안산계통 생활용수 송수펌프	비 고
흡수정 저수위	LWL(m)	42.51	
펌프기준면높이	EL(m)	41.80	펌프실 EL 40.50
흡입실양정	Hsa(m)	0.71	
포화증기압수두	Hv(m)	0.238	= 20℃ 기준
흡입배관손실	Hsl(m)	0.088	= 구내배관손실 참조
대기압수두	Ha(m)	10.33	지표고 0m
유효흡입수두	NPSHav(m)	10.714	= Ha−Hv+Hsa−Hsl

③ Cavitation 발생 검토(상수도시설기준)

- 흡입비속도(S)에 의한 계산

$$NPSHre = \left(\frac{N \times Q^{1/2}}{S}\right)^{4/3} (m),\ Ns = 120 \sim 650일\ 때$$

- Cavitation 예방 조건

NPSHav − NPSHre ≥ 1m

<표 5.2-110> Cavitation 검토 - 상수도시설기준

구분	안산계통 생활용수 송수펌프						비고
유량비 (Q/Qn)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	Qn = 30.9㎥/min
유량 (Q)	24.7	27.8	30.9	34.0	37.1	40.2	
흡입손실양정 (hl)	0.056	0.071	0.088	0.106	0.127	0.149	$= hsl(Q/Qn)^2$
유효흡입수두(NPSHav)	10.746	10.731	10.714	10.696	10.675	10.653	= Ha-Hv+Hsa-hl
회전수(N)	880	880	880	880	880	880	
흡입비속도(S)	1,470	1,475	1,400	1,280	1,095	870	상수도시설기준 참조
필요흡입수두(NPSHre)	2.697	2.904	3.340	4.011	5.234	7.502	$= (NQ^{1/2}/S)^{4/3}$
Cavitation 검토	8.049	7.827	7.374	6.685	5.441	3.151	NPSHav-NPSHre≥1
	안전	안전	안전	안전	안전	안전	

위 검토에서와 같이 안산계통 생활용수 송수펌프의 경우, 정격유량의 130% 유량에서도 Cavitation 발생 가능성은 없는 것으로 판단된다.

3) 안산계통 공업용수 송수펌프

- 송수펌프설비 현황

<표 5.2-111> 송수펌프 제원

구 분		안산계통 공업용수 송수펌프		비 고
		주펌프	조절펌프	
형 식		수평축 양쪽흡입 벌루트펌프		
구 경		∅600 × ∅500	∅450 × ∅400	
유 량		34.0㎥/min	17.4㎥/min	
양 정		30m	30m	
동 력		260kW	150kW	3,300V
제작사	Pump	대한중전기(1999.1)	대한중전기(1999.1)	
	Motor	대한중전기(1999.2)	대한중전기(1999.2)	
회전수		880pm	880pm	8P
수 량		3대(1대 예비)	1대	

- 운영현황

송수펌프 운영과 관련하여 2007년 운영현황 자료는 운영실 컴퓨터 오류로 사용할 수가 없어 제외하고, 2005년 1월~2006년 12월, 2008년1월~12월의 운영현황 자료를 기준으로 정리하였으며 송수량은 다음과 같다.

<표 5.2-112> 시설용량 및 송수량

구 분	시설용량(㎥/일)	송수량(㎥/일)	비 고
평 균	-	80,519	2005년 1월~2006년 12월
최 대	123,000	130,391	2008년 1월~12월

송수펌프의 3년간 운전자료 정리하면 최대 130,391㎥/일, 일평균 80,519㎥/일로 시설계획유량의 약 65%의 가동율로 운전하였다. 송수량이 시설용량을 초과하여 운전된 날 조사기간 중 2005년 6월24일, 2006년 7월19일, 22일, 25일~27일, 8월9일, 12일로 8일 이었으며, 최대송수량은 2005년 6월24일에 발생하였다.

- 안산계통 공업용수 송수펌프 운전검토

송수펌프는 1999년에 설치되어 현재까지 운전하고 있으며 운전자료에서와 같이 주펌프 #1~#3호기 3대 교번 운전하고, 조절펌프 #4호기를 간헐로 운전하였으며, 각 호기별 가동율은 다음과 같다.

년	월	운전시간(hr)					운전유량	
		안산계통 공업용수 송수펌프					계	일평균
		주 #1	주 #2	주 #3	조절 #4	계	(㎥/월)	(㎥/일)
2005	1	225.3	339.9	294.3	0.0	859.6	2,356,789	76,025
	2	261.3	259.4	230.2	4.5	755.4	2,044,773	73,028
	3	307.5	329.1	354.1	9.4	1,000.1	2,643,007	85,258
	4	289.4	245.0	342.6	8.1	885.0	2,438,915	81,297
	5	281.4	282.6	281.1	0.0	845.0	2,472,500	79,758
	6	408.9	153.6	447.7	28.8	1,039.0	2,658,605	88,620
	7	231.8	354.7	356.6	9.6	952.6	2,622,702	84,603
	8	263.3	222.6	331.4	23.2	840.5	2,380,614	76,794
	9	221.7	264.7	251.2	1.3	738.8	2,123,418	70,781
	10	236.6	298.1	258.9	57.6	851.1	2,481,740	80,056
	11	285.5	238.3	257.7	31.6	813.0	2,471,396	82,380
	12	276.3	269.1	283.0	23.4	851.7	2,596,107	83,745
2006	1	217.0	150.7	192.3	25.1	585.1	2,223,062	71,712
	2	237.1	202.8	275.6	49.8	765.2	2,273,131	81,183
	3	237.3	307.6	245.8	14.6	805.3	2,410,773	77,767
	4	198.9	249.2	268.1	38.5	754.7	2,237,136	74,571
	5	278.2	247.0	213.7	32.3	771.2	2,317,752	74,766
	6	255.3	286.9	239.2	20.8	802.2	2,417,188	80,573
	7	237.0	374.7	310.4	50.2	972.2	2,778,175	89,619
	8	323.4	300.3	272.4	21.6	917.7	2,744,111	88,520
	9	259.6	281.4	251.0	35.2	827.2	2,478,432	82,614
	10	239.9	246.9	256.5	14.8	758.1	2,240,597	72,277
	11	253.6	218.8	244.9	60.7	778.0	2,453,875	81,796
	12	296.6	215.6	282.4	23.4	818.1	2,446,475	78,919

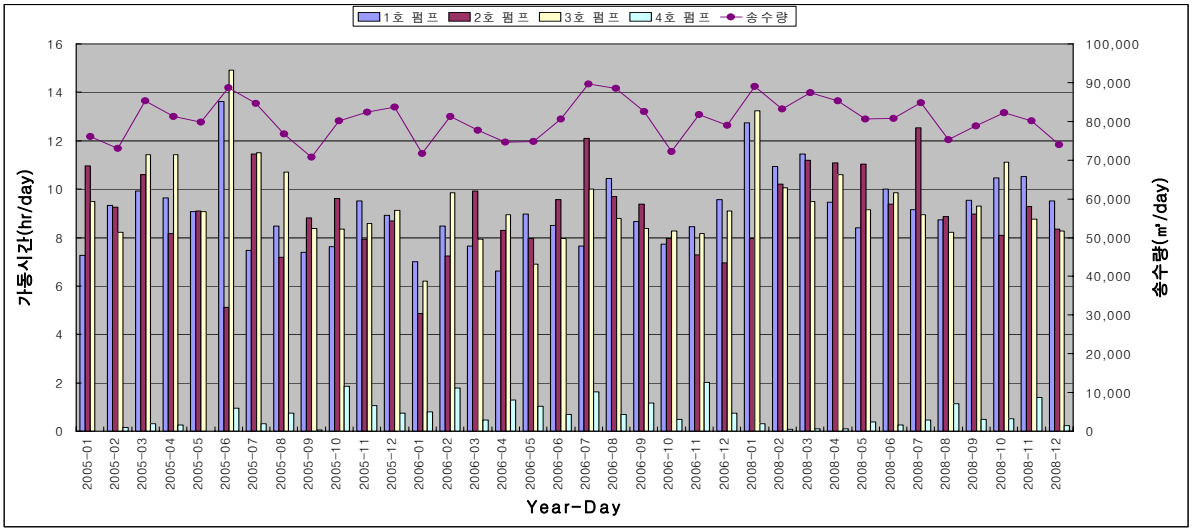
년	월	운전시간(hr)					운전유량	
		안산계통 공업용수 송수펌프					계	일평균
		주 #1	주 #2	주 #3	조절 #4	계	(㎥/월)	(㎥/일)
2008	1	395.4	246.5	410.1	9.9	1,061.9	2,760,558	89,050
	2	317.3	296.5	291.5	2.8	908.1	2,413,460	83,223
	3	354.5	347.4	294.2	3.0	999.1	2,707,560	87,341
	4	283.5	332.7	317.9	3.1	937.2	2,556,784	85,226
	5	260.8	342.3	283.4	12.1	898.6	2,497,926	80,578
	6	300.1	281.5	295.9	7.4	884.8	2,424,809	80,827
	7	283.2	388.3	277.2	14.4	963.1	2,630,408	84,852
	8	270.6	275.0	254.5	35.7	835.6	2,331,731	75,217
	9	285.9	269.5	278.9	14.6	848.9	2,365,451	78,848
	10	324.2	250.8	344.6	15.9	935.5	2,551,197	82,297
	11	315.6	278.4	263.1	41.6	898.7	2,405,236	80,175
	12	294.8	258.8	255.9	7.6	817.1	2,292,647	73,956
계		10,008.7	9,906.3	10,308.1	752.3	30,975.4	88,249,040	
일평균		9.13	9.04	9.41	0.69	28.26		80,519
가동율		32.3%	32.0%	33.3%	2.4%	100.0%		65%

주) #4호기 조절펌프(17.4㎥/min)의 운전시간은 주펌프(34.0㎥/min)의 운전시간으로 환산 적용.

<표 5.2-113> 송수펌프 운전유량

구분 (년)	송수량 (㎥/년)	년간가동시간(hr/년)					대당 송수량 (㎥/min)	정격 유량 (㎥/min)	운전/정격 유량비
		주 #1	주 #2	주 #3	조절#4	계			
2005	29,290,566	3,289	3,257	3,689	197	10,432	46.80	34.0	1.38
2006	29,020,707	3,034	3,082	3,052	387	9,555	50.62	34.0	1.49
2008	29,937,767	3,686	3,568	3,567	168	10,988	45.41	34.0	1.34

송수펌프의 운전자료에 의하면 정격유량에 대한 운전유량비가 134~149%로서 정격유량 대비 크게 상회하여 운전되었다. 펌프는 과부하가 발생되지 않는 범위에서 운전점의 효율을 비교하여 동력비가 절감되도록 하여야 하며, 과유량으로 운전시 공동현상(Cavitation)이 발생될 우려가 있어 주의하여야 한다.(Cavitation 검토 참조)



<그림 5.2-70> 안산계통 공업용수 송수펌프 운전시간 및 송수유량

– 양정검토

펌프 양정은 계획시설용량을 기준으로 운전에 소요되는 양정을 산출하면 다음과 같다.

– 운전유량 : 123,000㎥/일(송수펌프 대당 정격용량 48,960㎥/일)

– 운전조건 : 주펌프 3대 상용, 1대 예비 + 조절펌프 1대 간헐

– 실양정(Ha) : 공단배수지 HWL – 송수펌프 흡수정 LWL = 57.0m−46.44 = 10.6m

– 손실양정(Hl) : 관로손실(Hl1) + 구내배관손실

관로손실(Hl_1) = 16.7m ⇒ 『송수관로계획 – 송수관로 수리용량검토』 참조

구내배관손실(Hl_2) = 1.97m ⇒ 구내배관손실계산표 참조

– 소요 전양정 : 실양정 + 손실양정 = 10.6m + (16.7m + 1.97m) = 29.23m

– 양정검토 : 송수펌프는 정격양정이 32.0mH로서 소요전양정이 29.23m이므로 목표년도 2025년 기준으로 정격양정은 적정한 것으로 판단된다.

<표 5.2-114> 구내배관손실 계산표

구 분		구경 (m)	수량 (개,m)	유량 (㎥/s)	유속 (m/s)	손실계수 (f,C)	손실양정 Hl(m)	비 고
흡입측	흡입구	0.7	1	0.567	1.47	0.5	0.055m	
	엘보(45°)	0.7	1	0.567	1.47	0.2	0.022m	
	게이트밸브	0.7	1	0.567	1.47	0.12	0.013m	
	직 관	0.7	3	0.567	1.47	100	0.013m	
	축소관	0.7	1	0.567	1.47	0.19	0.003m	
		0.6			2			
토출측	체크밸브	0.5	1	0.567	2.89	2.3	0.979m	
	버터플라이밸브	0.5	1	0.567	2.89	0.25	0.106m	
	게이트밸브	0.5	1	0.567	2.89	0.12	0.051m	
	직 관	0.5	10	0.567	2.89	100	0.218m	
	엘보(45°)	0.5	2	0.567	2.89	0.2	0.17m	
	확대관	0.5	1	0.567	2.89	0.35	0.055m	
		0.8			1.13			
	티(Run)	0.8	1	1.133	2.25	0.5	0.129m	
	확대관	0.8	1	1.133	2.25	0.35	0.02m	
		1.1			1.19			
	티(Run)	1.1	1	1.417	1.49	0.5	0.057m	
	버터플라이밸브	1.1	1	1.417	1.49	0.25	0.028m	
	직 관	1.1	20	1.417	1.49	100	0.051m	
계(Hl)							1.97m	

주) 1) 직관 6.82×(L/D1.17)×(v/C)1.85, 이형관 : f×(v2/2g), 축소,확대관 : f×(v22-v12)/2g
2) 손실계수는 『정수시설최적설계 및 유지관리(S.Kawamura)』 에서 인용

- 공동현상발생 검토

① 송수펌프 제원

구 분	단 위	안산계통 공업용수 송수펌프		비 고
		주펌프	조절펌프	
형 식	-	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프		
유 량	Qn(㎥/min)	34.0	17.4	
양 정	H(m)	30	30	
동 력	Pm(kW)	260	150	
회 전 수	N(rpm)	880	880	8P
흡입구경	Ds(mm)	600	450	
비 속 도	Ns	283	202	$Ns=N(Q/2)^{1/2}/H^{3/4}$

② 펌프의 유효흡입수두(NPSHav)

NPSHav = Ha ± Hsa − Hv − Hsl

Ha : 대기압 수두 (10.33m, 해발 0m)
Hsa : 흡입 실양정(m, 흡상−, 압상+)
Hv : 수온에서 포화증기압 수두(0.238m, 20℃)
HsL : 흡입 배관 손실수두(배관손실양정 참조)

<표 5.2−115> 유효흡입수두(NPSHav)

구 분		안산계통 공업용수 송수펌프		비 고
		주펌프	조절펌프	
흡수정 저수위	LWL(m)	46.44	46.44	
펌프기준면높이	EL(m)	41.80	41.80	펌프실 EL 40.50
흡입실양정	Hsa(m)	4.64	4.64	
포화증기압수두	Hv(m)	0.238	0.238	= 20℃ 기준
흡입배관손실	Hsl(m)	0.106	0.051	= 구내배관손실 참조
대기압수두	Ha(m)	10.33	10.33	지표고 0m
유효흡입수두	NPSHav(m)	14.626	14.681	= Ha−Hv+Hsa−Hsl

③ Cavitation 발생 검토(상수도시설기준)

− 흡입비속도(S)에 의한 계산

$$NPSHre = \left(\frac{N \times Q^{1/2}}{S}\right)^{4/3} (m),\ Ns = 120 \sim 650$$일 때

− Cavitation 예방 조건

NPSHav − NPSHre ≥ 1m

<표 5.2−116> Cavitation 검토 − 상수도시설기준

구분	안산계통 공업용수 송수펌프(주펌프)						비고
유량비 (Q/Qn)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	Qn = 34.0㎥/min
유량 (Q)	27.2	30.6	34.0	37.4	40.8	44.2	
흡입손실양정 (hl)	0.068	0.086	0.106	0.128	0.153	0.179	$= hsl(Q/Qn)^2$
유효흡입수두(NPSHav)	14.664	14.646	14.626	14.604	14.579	14.553	= Ha−Hv+Hsa−hl
회전수(N)	880	880	880	880	880	880	
흡입비속도(S)	1,470	1,475	1,400	1,280	1,095	870	상수도시설기준 참조
필요흡입수두(NPSHre)	2.875	3.095	3.560	4.275	5.578	7.996	$= (NQ^{1/2}/S)^{4/3}$
Cavitation 검토	11.789	11.551	11.066	10.329	9.001	6.557	NPSHav−NPSHre≥1
	안전	안전	안전	안전	안전	안전	

구분	안산계통 공업용수 송수펌프(조절펌프)						비고
유량비 (Q/Qn)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	Qn = 17.4㎥/min
유량 (Q)	13.9	15.7	17.4	19.1	20.9	22.6	
흡입손실양정 (hl)	0.033	0.041	0.051	0.062	0.073	0.086	$= hsl(Q/Qn)^2$
유효흡입수두(NPSHav)	14.699	14.691	14.681	14.670	14.659	14.646	= Ha-Hv+Hsa-hl
회전수(N)	880	880	880	880	880	880	
흡입비속도(S)	1,470	1,475	1,400	1,280	1,095	870	상수도시설기준 참조
필요흡입수두(NPSHre)	1.839	1.980	2.278	2.735	3.569	5.116	$= (NQ^{1/2}/S)^{4/3}$
Cavitation 검토	12.860	12.711	12.403	11.935	11.090	9.530	NPSHav-NPSHre≥1
	안전	안전	안전	안전	안전	안전	

위 검토에서와 같이 안산계통 생활용수 송수펌프의 경우, 정격유량의 130% 유량에서도 Cavitation 발생 가능성은 없는 것으로 판단된다.

4) 시흥계통 생활용수 송수펌프

- 송수펌프설비 현황

<표 5.2-117> 송수펌프 제원

구 분		시흥계통 생활용수 송수펌프	비 고
형 식		수평축 양쪽흡입 벌루트펌프	DSN450×400-6D
구 경		∅450 × ∅400	
유 량		18.98㎥/min	
양 정		42m	
동 력		220kW	3,300V
제작사	Pump	청우공업(1999.2)	
	Motor	대한중전기(1999.2)	
회전수		1,160pm	6P
수 량		4대(1대 예비)	

- 운영현황

송수펌프 운영과 관련하여 2007년 운영현황 자료는 운영실 컴퓨터 오류로 사용할 수가 없어 제외하고, 2005년 1월~2006년 12월, 2008년1월~12월의 운영현황 자료를 기준으로 정리하였으며 송수량은 다음과 같다.

<표 5.2-118> 시설용량 및 송수량

구 분	시설용량(㎥/일)	송수량(㎥/일)	비 고
평 균	-	49,005	2005년 1월~2006년 12월 2008년 1월~12월
최 대	82,000	73,926	

송수펌프의 3년간 운전자료 정리하면 최대 73,926㎥/일, 일평균 49,005㎥/일로 시설계획유량의 약 60%의 가동율로 운전하였다. 송수량이 시설용량을 초과하여 운전된 날은 조사기간 동안 없었으며, 최대송수량은 2006년 9월14일에, 최저송수량(22,357㎥/일)은 2008년 12월5일로 나타났다.

– 시흥계통 생활용수 송수펌프 운전검토

송수펌프는 1999년에 설치되어 현재까지 운전하고 있으며 운전자료에서와 같이 송수펌프 #1호기~#4호기를 교번 운전하였으며, 각 호기별 가동율은 다음과 같다.

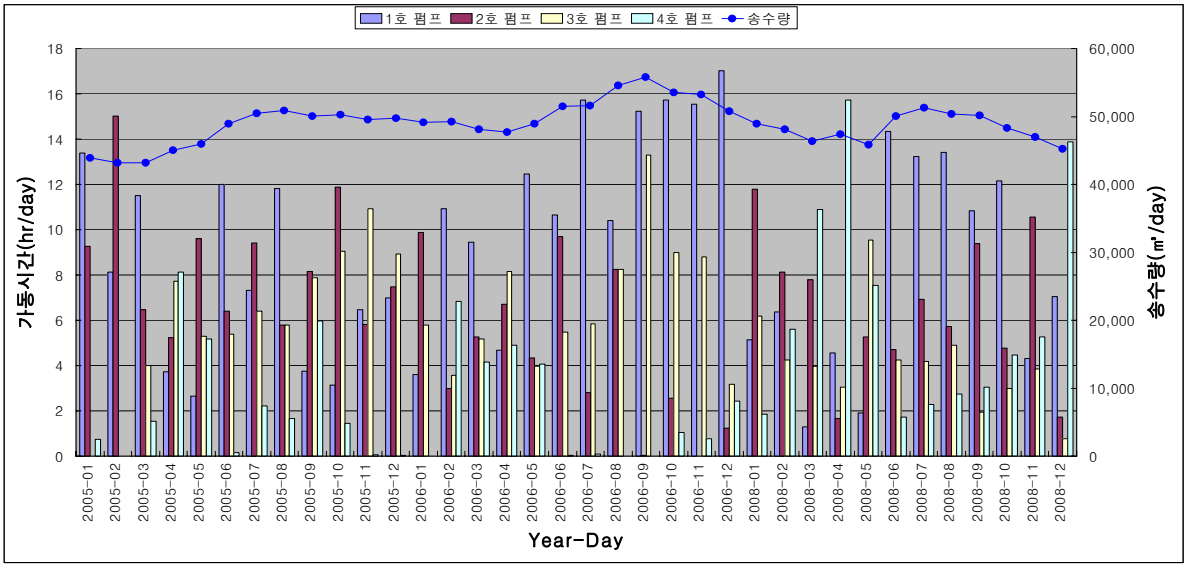
년	월	운전시간(hr)					운전유량	
		시흥계통 생활용수 송수펌프					계	일평균
		#1	#2	#3	#4	계	(㎥/월)	(㎥/일)
2005	1	414.6	287.1	0.0	22.8	724.5	1,360,298	43,881
	2	227.0	420.5	0.0	0.1	647.6	1,209,652	43,202
	3	356.9	200.2	123.6	47.8	728.5	1,338,880	43,190
	4	111.3	156.9	231.4	243.7	743.3	1,350,019	45,001
	5	82.1	298.0	163.8	160.0	703.9	1,423,058	45,905
	6	359.6	192.3	161.2	4.2	717.4	1,468,529	48,951
	7	226.5	292.4	198.7	68.9	786.6	1,563,310	50,429
	8	366.1	179.5	179.0	51.6	776.2	1,576,010	50,839
	9	112.8	244.7	236.3	179.3	773.2	1,500,360	50,012
	10	97.5	367.9	280.3	44.7	790.3	1,556,537	50,211
	11	194.2	174.9	327.9	2.2	699.1	1,485,996	49,533
	12	216.2	231.7	276.8	0.8	725.5	1,540,527	49,694
2006	1	111.3	306.4	179.3	0.0	597.0	1,522,579	49,115
	2	306.2	83.2	100.0	191.6	680.9	1,378,613	49,236
	3	292.6	163.2	160.7	128.6	745.0	1,490,929	48,094
	4	140.1	201.3	244.8	146.7	732.9	1,429,527	47,651
	5	386.0	134.3	123.4	125.9	769.6	1,518,129	48,972
	6	319.1	290.5	164.4	1.2	775.3	1,544,863	51,495
	7	487.2	87.1	181.6	3.0	758.9	1,597,884	51,545
	8	322.0	255.9	256.0	0.0	833.9	1,691,106	54,552
	9	456.5	0.6	398.9	0.0	856.0	1,673,461	55,782
	10	487.2	78.8	278.4	32.3	876.6	1,658,787	53,509
	11	466.6	0.0	263.6	23.1	753.2	1,595,879	53,196
	12	528.1	38.5	98.2	75.7	740.4	1,573,080	50,745

년	월	운전시간(hr)					운전유량	
		시흥계통 생활용수 송수펌프					계	일평균
		#1	#2	#3	#4	계	(㎥/월)	(㎥/일)
2008	1	159.1	364.8	192.3	57.3	773.5	1,517,675	48,957
	2	184.4	235.7	123.1	162.3	705.4	1,395,859	48,133
	3	40.0	241.6	123.5	337.6	742.7	1,436,256	46,331
	4	136.5	49.7	91.2	472.0	749.4	1,421,115	47,371
	5	59.5	163.1	295.4	233.9	751.9	1,422,682	45,893
	6	429.8	140.9	127.1	52.0	749.8	1,502,767	50,092
	7	410.1	214.6	129.9	70.8	825.4	1,589,309	51,268
	8	416.4	177.7	151.2	85.3	830.7	1,560,176	50,328
	9	324.6	281.3	57.8	91.5	755.2	1,505,369	50,179
	10	376.4	147.8	92.4	138.4	755.0	1,499,025	48,356
	11	129.0	316.9	115.8	157.5	719.2	1,408,595	46,953
	12	218.5	53.7	23.8	430.4	726.4	1,403,654	45,279
계		9,951.7	7,073.7	6,151.8	3,842.8	27,020.0	53,710,495	
일평균		9.08	6.45	5.61	3.51	24.65		49,006
가동율		36.8%	26.2%	22.8%	14.2%	100.0%		60%

<표 5.2-119> 송수펌프 운전유량

구분 (년)	송수량 (㎥/년)	년간가동시간(hr/년)					대당 송수량 (㎥/min)	정격 유량 (㎥/min)	운전/정격 유량비
		#1	#2	#3	#4	계			
2005	17,373,176	2,765	3,046	2,179	826	8,816	32.84	18.98	1.73
2006	18,674,837	4,303	1,640	2,449	728	9,120	34.13	18.98	1.80
2008	17,662,482	2,884	2,388	1,523	2,289	9,084	32.40	18.98	1.71

송수펌프의 운전자료에 의하면 정격유량에 대한 운전유량비가 171~180%로서 정격유량 대비 상회하여 운전되었다. 펌프는 과부하가 발생되지 않는 범위에서 운전점의 효율을 비교하여 동력비가 절감되도록 하여야 하며, 과유량으로 운전시 공동현상(Cavitation)이 발생될 우려가 있어 주의하여야 한다.(Cavitation 검토 참조)



<그림 5.2-71> 시흥계통 생활용수 송수펌프 운전시간 및 송수유량

– 공동현상발생 검토

① 송수펌프 제원

구 분	단 위	시흥계통 생활용수 송수펌프	비 고
형 식	–	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프	
유 량	Qn(㎥/min)	18.98	
양 정	H(m)	42	
동 력	Pm(kW)	220	
회 전 수	N(rpm)	1,160	6P
흡입구경	Ds(mm)	450	
비 속 도	Ns	217	$Ns=N(Q/2)^{1/2}/H^{3/4}$

② 펌프의 유효흡입수두(NPSHav)

NPSHav = Ha ± Hsa – Hv – Hsl

Ha : 대기압 수두 (10.33m, 해발 0m)
Hsa : 흡입 실양정(m, 흡상–, 압상+)
Hv : 수온에서 포화증기압 수두(0.238m, 20℃)
Hs L : 흡입 배관 손실수두(배관손실양정 참조)

<표 5.2-120> 유효흡입수두(NPSHav)

구 분		시흥계통 생활용수 송수펌프	비 고
흡수정 저수위	LWL(m)	42.51	
펌프기준면높이	EL(m)	41.80	펌프실 EL 40.50
흡입실양정	Hsa(m)	0.71	
포화증기압수두	Hv(m)	0.238	= 20℃ 기준
흡입배관손실	Hsl(m)	0.069	= 구내배관손실 참조
대기압수두	Ha(m)	10.33	지표고 0m
유효흡입수두	NPSHav(m)	10.733	= Ha-Hv+Hsa-Hsl

③ Cavitation 발생 검토(상수도시설기준)

- 흡입비속도(S)에 의한 계산

$$NPSHre = (\frac{N \times Q^{1/2}}{S})^{4/3} (m),\ Ns = 120 \sim 650일\ 때$$

- Cavitation 예방 조건

NPSHav - NPSHre ≥ 1m

<표 5.2-121> Cavitation 검토 - 상수도시설기준

구분	시흥계통 생활용수 송수펌프						비고
유량비 (Q/Qn)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	Qn = 30.9㎥/min
유량 (Q)	15.2	17.1	18.98	20.9	22.8	24.7	
흡입손실양정 (hl)	0.044	0.056	0.069	0.083	0.099	0.117	$= hsl(Q/Qn)^2$
유효흡입수두(NPSHav)	10.758	10.746	10.733	10.719	10.703	10.685	= Ha-Hv+Hsa-hl
회전수(N)	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	
흡입비속도(S)	1,470	1,475	1,400	1,280	1,095	870	상수도시설기준 참조
필요흡입수두(NPSHre)	2.817	3.033	3.488	4.189	5.466	7.835	$= (NQ^{1/2}/S)^{4/3}$
Cavitation 검토	7.941	7.713	7.245	6.530	5.237	2.850	NPSHav-NPSHre≥1
	안전	안전	안전	안전	안전	안전	

위 검토에서와 같이 안산계통 생활용수 송수펌프의 경우, 정격유량의 130% 유량에서도 Cavitation 발생 가능성은 없는 것으로 판단된다.

5) 소음 및 진동 측정

- 개요

기계의 운전소음은 주변에 전파되어 사람에게 불쾌감을 주며 공해를 유발한다. 기계가 소음을 발생하는 원인은 기계의 진동에 의하는 경우가 많으며, 기계에서 발생되는

진동은 비정상적인 원인에 의해 발생되는 것으로, 이상진동이 발생하는 경우에는 원인을 분석하여 개량이나 수리여부를 판단하여야 한다.

<표 5.2-122> 펌프소음 및 진동의 원인

원 인	소 음 (Noise)	진 동 (Vibration)
수력적 원 인	•유체의 회전차 깃 통과음 •Cavitation에 의한 소음 •회전차 입구의 유속분포 불균일 •흡입 및 토출수조의 소용돌이 발생 소음 •Surging에 의한 소음	•Cavitation에 의한 진동 •Surging에 의한 진동 •Water hammer •펌프내 공기의 흡입
기계적 원 인	•기계구조부분의 공진에 의한 소음 •구름베어링의 회전 소음 •회전체의 불평형에 의한 진동 소음	•회전체의 불평형 •센터링 불량 •커플링의 불량 •축수의 손상 및 마모 •회전축의 위험속도 •기초의 불량 •기타 배관계의 공진 등

- 적용기준

펌프의 소음은 펌프의 형식이나 회전수, 동력에 따라 다르지만 정격점의 운전상태 에서 기계로부터 1m에서 80~90dB(A) 정도이므로 펌프 운전 소음을 측정하여 펌프계의 이상 유무를 확인하고 비정상일 경우 원인을 분석하고 그 대책을 마련하여야 한다. 소음의 측정은 펌프 운전상태에서 펌프/모터의 축심 높이에서 1m 떨어진 곳에 보통 소음계를 위치시켜 측정하였다.

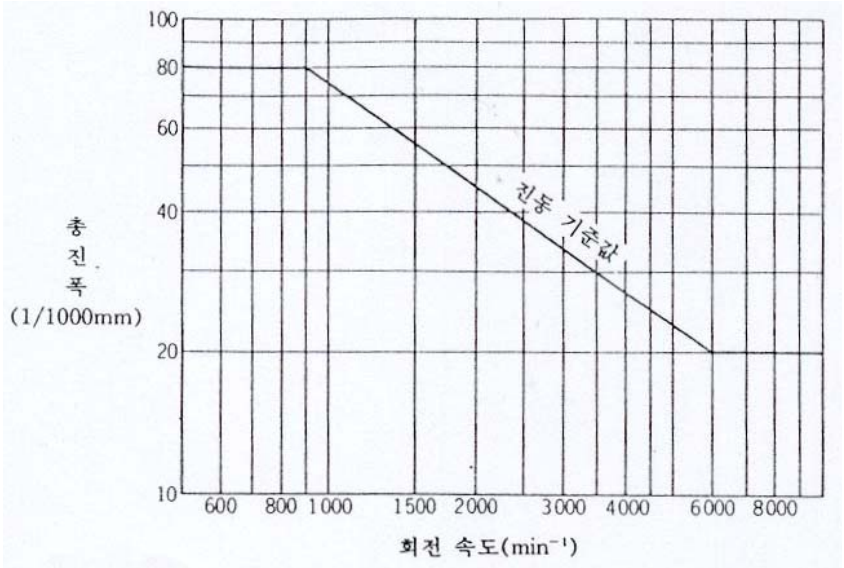
<표 5.2-123> 소음의 허용기준(충격성 소음 제외)

1일 노출시간(hr)	소음강도dB(A)	비 고
8	90	산업안전보건법에서 인용
4	95	
2	100	
1	105	
1/2	110	
1/4	115	

진동은 펌프의 정격점의 운전상태에서 측정하도록 하였다. 진동측정은 펌프측의 축방향과 베어링부 2개소를 수평, 수직으로 측정하였고, 모터측의 축방향과 베어링부 2개소를 수평, 수직으로 측정하였다. 펌프의 진동은 펌프의 회전수에 따라 기준값을 달

리 적용하고 있다. 아래는 진폭에 대한 진동 기준값과 속도에 대한 진동허용기준을 나타내었다.

펌프의 진동기준값 (KS B 6301)



<표 5.2-124> 속도에 의한 진동허용기준

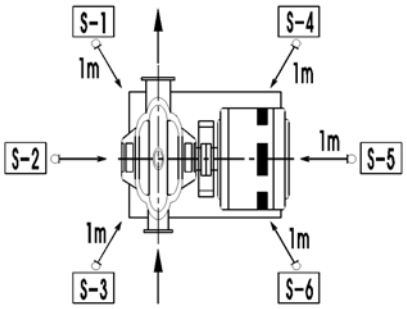
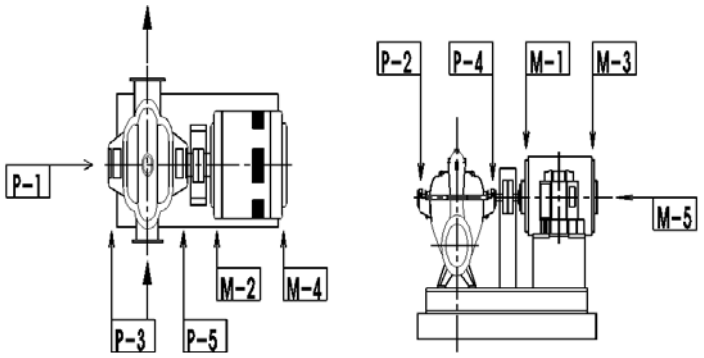
직접 측정된 진동의 최대크기 (속도 mm/s)	등급	내 용
〉 12.7	AA	극히 진동심한 상태, 위험수준, 운전금지
7.6-12.7	A	대단히 진동심한 상태, 수주일내 수리요함. 수시로 진동측정을 요함
5.1-7.6	B	진동이 높은 수준임. 빠른시일내 수리요함
2.5-5.1	C	보통상태. 부분적으로 결함 있음.
〈 2.5	D	좋은상태. 운전적합.

주) 한국소음진동공학회 『소음진동편람』 인용.

<표 5.2-125> VDI-2056의 진동허용표

RMS 속도 (mm/s)	(K군) 15kW까지 소형기계	(M군) 15-75kW급 중형기계	(G군) 대형기계 (저속)	(T군) 대형기계 (고속)
45	사용 불가	사용 불가	사용 불가	사용 불가
28				
18				조건부 허용
11.2			조건부 허용	
7.1		조건부 허용		사용 가능
4.5	조건부 허용		사용 가능	
2.8		사용 가능		양호
1.8	사용 가능		양호	
1.12		양호		
0.71	양호			
0.45				
0.28				
0.18				
	기계의 종류			

- 소음 및 진동측정

소음측정 위치	진동측정 위치
	

<표 5.2-126> 안산계통 생활용수 송수펌프 소음, 진동 측정 결과

구분	펌프	항목	측 정 값(mm/s, mm, dB(A))									
			펌프					모터				
			P1	P2	P3	P4	P5	M1	M2	M3	M4	M5
안산계통 생활용수	#1	진동속도(mm/s)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.8	1.5
		진동변위(mm)	0.004	0.004	0.003	0.005	0.006	0.004	0.005	0.003	0.003	0.004
		소 음(dB)	S1:86.8		S2:88.3		S3:88.7	S4:91.3		S5:92.8		S6:89.2
	#2	진동속도(mm/s)	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.5	0.3	0.3	0.8
		진동변위(mm)	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.005
		소 음(dB)	S1:88.5		S2:88.7		S3:88.7	S4:90.0		S5:92.5		S6:90.9
	#3	진동속도(mm/s)	1.5	1.5	1.3	1.7	1.7	0.8	1.4	0.8	1.3	2.3
		진동변위(mm)	0.009	0.007	0.004	0.017	0.016	0.008	0.013	0.004	0.006	0.007
		소 음(dB)	S1:91.9		S2:90.9		S3:90.4	S4:91.8		S5:94.5		S6:92.0
	#4	진동속도(mm/s)	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	1.1	0.5	1.2
		진동변위(mm)	0.003	0.003	0.004	0.006	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003
		소 음(dB)	S1:89.2		S2:90.0		S3:90.1	S4:92.8		S5:95.2		S6:96.1
	#5	진동속도(mm/s)	0.6	0.5	0.3	1.0	0.9	0.5	0.7	0.6	0.4	1.6
		진동변위(mm)	0.006	0.005	0.004	0.011	0.009	0.006	0.007	0.004	0.004	0.006
		소 음(dB)	S1:90.0		S2:89.6		S3:89.5	S4:91.3		S5:93.6		S6:91.2

※ 펌프 측정조건
① 송수펌프 #1호기에서 #5호기 까지 1대씩 가동 측정.
② 안산생활 #3호기, 안산공업 #1,3호기, 시흥생활 #4호기 가동시 ⇒ 안산생활 #3호기 측정
③ 안산생활 #1,3호기, 안산공업 #2호기, 시흥생활 #4호기 가동시 ⇒ 안산생활 #1호기 측정
④ 안산생활 #2,4호기, 안산공업 #4호기, 시흥생활 #1호기 가동시 ⇒ 안산생활 #2,4호기 측정
⑤ 안산생활 #5호기, 안산공업 #1호기, 시흥생활 #3호기 가동시 ⇒ 안산생활 #5호기 측정
⑥ 펌프실내 송수펌프 외 다른 소음원 없음.

<표 5.2-127> 안산계통 공업용수 송수펌프 소음, 진동 측정 결과

구분	펌프	항목	측 정 값(mm/s, mm, dB(A))									
			펌프					모터				
			P1	P2	P3	P4	P5	M1	M2	M3	M4	M5
안산계통 공업용수	#1	진동속도(mm/s)	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	4.0
		진동변위(mm)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.006	0.01
		소 음(dB)	S1:90.9		S2:90.5		S3:89.3	S4:90.0		S5:93.7		S6:90.9
	#2	진동속도(mm/s)	0.5	0.5	0.5	0.9	0.9	0.9	1.3	0.8	1.0	2.2
		진동변위(mm)	0.005	0.005	0.004	0.008	0.008	0.007	0.009	0.005	0.005	0.009
		소 음(dB)	S1:89.6		S2:90.0		S3:89.5	S4:90.6		S5:94.8		S6:92.5
	#3	진동속도(mm/s)	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	2.1
		진동변위(mm)	0.005	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.003	0.003	0.007
		소 음(dB)	S1:90.3		S2:90.1		S3:89.2	S4:90.7		S5:94.4		S6:90.6
	#4	진동속도(mm/s)	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.5	0.6	0.3	0.4	1.2
		진동변위(mm)	0.005	0.004	0.004	0.008	0.008	0.005	0.008	0.003	0.004	0.005
		소 음(dB)	S1:93.2		S2:91.0		S3:91.8	S4:93.8		S5:96.5		S6:92.5

※ 펌프 측정조건
① 송수펌프 #1호기에서 #5호기 까지 1대씩 가동 측정.
② 안산생활 #3호기, 안산공업 #1,3호기, 시흥생활 #4호기 가동시 ⇒ 안산공업 #1,3호기 측정
③ 안산생활 #1,3호기, 안산공업 #2호기, 시흥생활 #4호기 가동시 ⇒ 안산공업 #2호기 측정
④ 안산생활 #2,4호기, 안산공업 #4호기, 시흥생활 #1호기 가동시 ⇒ 안산공업 #4호기 측정
⑤ 펌프실내 송수펌프 외 다른 소음원 없음.

<표 5.2-128> 시흥계통 생활용수 송수펌프 소음, 진동 측정 결과

구분	펌프	항목	측 정 값(mm/s, mm, dB(A))									
			펌프					모터				
			P1	P2	P3	P4	P5	M1	M2	M3	M4	M5
	#1	진동속도(mm/s)	0.9	1.0	1.1	0.9	1.0	0.9	0.7	0.6	0.5	1.5
		진동변위(mm)	0.004	0.004	0.004	0.006	0.006	0.005	0.006	0.004	0.004	0.005
		소 음(dB)	S1:90.2		S2:89.5		S3:90.8	S4:91.4		S5:92.3		S6:90.3
	#2	진동속도(mm/s)	0.9	0.7	1.0	1.1	1.4	0.5	0.6	0.4	0.5	2.9
		진동변위(mm)	0.004	0.005	0.004	0.008	0.008	0.005	0.006	0.003	0.004	0.007
		소 음(dB)	S1:89.5		S2:89.6		S3:88.7	S4:90.8		S5:91.3		S6:89.5
	#3	진동속도(mm/s)	0.8	0.6	0.9	0.9	1.0	0.4	0.8	0.5	0.6	0.8
		진동변위(mm)	0.003	0.003	0.004	0.007	0.007	0.004	0.008	0.004	0.006	0.004
		소 음(dB)	S1:89.3		S2:88.6		S3:88.3	S4:88.8		S5:89.8		S6:88.5
	#4	진동속도(mm/s)	0.8	0.7	1.0	0.9	1.0	0.5	0.7	0.4	0.5	0.7
		진동변위(mm)	0.004	0.003	0.004	0.007	0.008	0.005	0.007	0.004	0.005	0.005
		소 음(dB)	S1:89.5		S2:90.1		S3:89.7	S4:91.3		S5:93.4		S6:90.5

※ 펌프 측정조건
① 송수펌프 #1호기에서 #5호기 까지 1대씩 가동 측정.
② 안산생활 #3호기, 안산공업 #1,3호기, 시흥생활 #4호기 가동시 ⇒ 시흥생활 #4호기 측정
③ 안산생활 #2,4호기, 안산공업 #4호기, 시흥생활 #1호기 가동시 ⇒ 시흥생활 #1호기 측정
④ 안산생활 #5호기, 안산공업 #1호기, 시흥생활 #3호기 가동시 ⇒ 시흥생활 #3호기 측정
⑤ 안산생활 #5호기, 안산공업 #1호기, 시흥생활 #2호기 가동시 ⇒ 시흥생활 #2호기 측정
⑥ 펌프실내 송수펌프 외 다른 소음원 없음.

- 측정결과 검토

펌프의 소음 측정은 비소음 구역에서 독립적으로 펌프를 한 대씩 가동하면서 측정하였야 하나, 현장 여건상 펌프실이 지하층에 위치하여 공진을 유발하여 소음을 측정하여 정확한 정도를 나타내기에는 어려움이 있다. 따라서 운전 중 이상음의 발생여부를 진단하는 것을 주된 목적으로 측정하였으며, 그 결과 운전 중 펌프의 회전속도, 설치조건에 따라 소음의 정도 차이 이외에는 특별한 이상음이 발견되지 않았다. 송수펌프의 진동(진동속도 및 진동변위)을 측정한 결과, 송수펌프는 대체로 양호한 결과를 나타내었다.

<표 5.2-129> 소음 및 진동 평가

구분		용량 및 규격	제작년도 (Pump) (motor)	측정값 범위			진동평가등급 (상태-기종)
				진동속도 (mm/s)	변위 (mm/1000)	소음 dB(A)	
	#1	30.9㎥/min×32mH 880rpm×260kW	1999.1 1999.2	0.4~1.5	3~6	86.8~92.8	D (양호-G)
	#2			0.2~0.8	3~5	88.5~92.5	D (양호-G)
	#3			0.8~2.3	4~17	90.4~94.5	D (양호-G)
	#4			0.3~1.2	3~6	89.2~96.1	D (양호-G)
	#5			0.3~1.6	4~11	89.5~93.6	D (양호-G)
안산계통 공업용수	#1	34.0㎥/min×30mH 880rpm×260kW	1999.1 1999.2	0.4~0.8	6~10	89.3~93.7	D (양호-G)
	#2			0.5~2.2	5~9	89.5~94.8	D (양호-G)
	#3			0.2~2.1	3~7	89.2~94.4	D (양호-G)
	#4	17.4㎥/min×30mH 880rpm×150kW	1999.1 1999.2	0.3~1.2	3~8	91.0~96.5	D (양호-G)
시흥계통 생활용수	#1	18.98㎥/min×42mH 1,160rpm×220kW	1999.1 1999.2	0.5~1.5	4~6	89.5~92.3	D (양호-G)
	#2			0.4~2.9	3~8	88.7~91.3	D (양호-G)
	#3			0.4~1.0	3~8	88.3~89.8	D (양호-G)
	#4			0.4~1.0	3~8	89.5~93.4	B (양호-G)

주) 1. 진동평가 등급 및 상태는 소음진동편람(한국소음진동공학회)의 속도에 의한 진동허용기준, VDI-2056의 진동허용표, KS B 6301 펌프의 진동기준값을 기준으로 작성

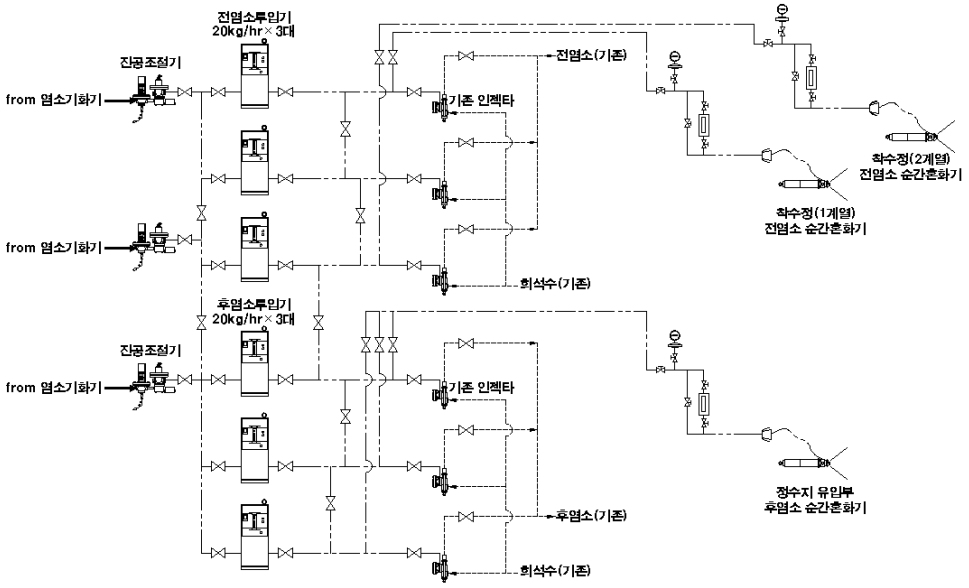
6) 기술진단 결과

- 안산계통 생활용수 송수펌프의 운전자료를 분석한 결과 평균 3대~4대 가동으로 하루에 4.5hr~6.5hr 전대수를 교번 운전하고 있다. 펌프의 대당 가동율은 약 20% 내외로 편중됨이 없이 고르게 운전하고 있으며, 시설계획유량의 48% 가동율을 보이고 있다. 펌프의 정격유량에 대한 송수펌프 운전유량비가 154~162%로 과유량으로 운전하고 있다. 이는 모터의 과부하가 발생할 우려가 있으므로 펌프 토출측 밸브의 개도를 조정하여 펌프유량을 정격대비 120% 이하로 운전하는 것이 안전할 것으로 판단된다. 또한 펌프 양정을 검토한 결과 목표연도 2025년을 기준으로 성곡배수지로 송수운전시 관로손실양정이 늘어나 소요전양정이 정격대비 약 1.5m 정도 부족한 것으로 계산되었다. 이는 펌프 실양정을 흡수정 LWL을 기준하여 계산하였는바 흡수정의 LWL 또는 운영수위를 1.5m 상승하여 운전하면 무리가 없을 것으로 판단된다. 아울러 현재 펌프설치 상태를 검토한 결과 정격유량의 130% 유량에서도 Cavitation 발생에 대해 안전한 것으로 판단된다.
- 안산계통 공업용수 송수펌프의 운전자료를 분석한 결과 주펌프 3대를 교번 운전하고 있으며 조절펌프 1대를 간헐운전하고 있다. 펌프의 대당 가동율은 약 32% 내외로 편중됨이 없이 고르게 운전하고 있으며, 시설계획유량의 65% 가동율을 보이고 있다. 펌프의 정격유량에 대한 송수펌프 운전유량비가 134~149%로 과유량으로 운전하고 있다. 이는 모터의 과부하가 발생할 우려가 있으므로 펌프 토출측 밸브의 개도를 조정하여 펌프유량을 정격대비 120% 이하로 운전하는 것이 안전할 것으로 판단된다. 아울러 현재 펌프 설치 상태를 검토한 결과 정격유량의 130% 유량에서도 Cavitation 발생에 대해 안전한 것으로 판단된다.
- 시흥계통 생활용수 송수펌프의 운전자료를 분석한 결과 1대를 상용으로 운전하고 1대를 간헐로 운전하고 있으며, 펌프의 대당 가동율은 약 14%~36%로 1호기가 많이 가동되는 경향을 보이고 있으며, 시설계획유량의 60% 가동율을 보이고 있다. 펌프의 정격유량에 대한 송수펌프 운전유량비가 171~180%로 과유량으로 운전하고 있다. 이는 모터의 과부하가 발생할 우려가 있으므로 펌프 토출측 밸브의 개도를 조정하여 펌프유량을 정격대비 120% 이하로 운전하는 것이 안전할 것으로 판단된다. 아울러 현재 펌프 설치 상태를 검토한 결과 정격유량의 130% 유량에서도 Cavitation 발생에 대해 안전한 것으로 판단된다.

사. 소독설비

1) 설비개요

소독설비는 착수정 유입부에 주입하는 전염소와 여과지에서 처리된 여과수 소독을 위해 정수지 유입부에 주입하는 후염소로 구성되어 주입하고 있으며, 전염소와 후염소는 상시 주입하고 있다. 염소주입을 위한 설비로는 염소주입기와 염소용기 및 계량기, 비상 재해설비인 염소가스중화설비 등이 설치되어 있다.



<그림 5.2-72> 염소소독설비 계통도

2) 염소주입기 운전현황

<표 5.2-130> 염소주입기 제원

구 분	전염소	후염소	비 고
형 식	진공 습식	진공 습식	
용 량	20kg/hr	20kg/hr	
운전방식	유량비례	유량비례	
주입방식	Water Champ 진공	Water Champ 진공	
설치일	1999.2	1999.2	
제작자	US Filter	US Filter	
수 량	3 대	3 대	
부속설비	염소용기계량기, 진공조절기, 염소용기 염소가스누출감지기, 중화설비 등		

염소주입기는 총 6대로서 후염소용 3대(2대 상용, 1대 예비)와 전염소용 3대(2대 상용, 1대 예비)로서, 후염소와 전염소는 원수 유량비례 자동주입하고 있다.

3) 염소주입기 용량

<표 5.2-131> 염소주입량(2007년 1월 ~ 2008년 12월)

구분		유량 (㎥/일)	염소			주입기 운전			비고
			주입율 (ml/L)	주입량 (L/hr)	주입기 (L/hr)	운전 (대)	예비 (대)	운전 용량비	
전염소	최대	277,000	2.60	30.0	20	2	1	75%	
	평균	206,637	1.37	11.8	20	1	2	59%	
	최소	138,500	0.70	4.0	20	1	2	20%	
후염소	최대	179,444	1.90	14.2	20	1	2	71%	
	평균	134,904	0.85	4.8	20	1	2	24%	
	최소	89,722	0.30	1.1	20	1	2	6%	

위의 2년간 운영실적에 따른 염소주입율에 따라 정수생산량이 증가하여 시설계획유량으로 운영하게 될 경우의 염소 주입에 따른 염소주입기의 운전대수 및 운전용량을 검토하면 다음과 같다.

주입량(kg/hr) = 유량(㎥/일) × 주입율(mg/L) × 10^{-3} ÷ 24hr

<표 5.2-132> 염소주입율 및 주입량

구분		유량 (㎥/일)	염소			주입기 운전			비고
			주입율 (ml/L)	주입량 (L/hr)	주입기 (L/hr)	운전 (대)	예비 (대)	운전 용량비	
전염소	최대	402,150	2.60	43.6	20	3	–	73%	
	평균	321,720	1.37	18.4	20	2	1	46%	
	최소	201,075	0.70	5.9	20	1	2	29%	
후염소	최대	260,000	1.90	20.6	20	2	1	52%	
	평균	208,000	0.85	7.4	20	1	2	37%	
	최소	130,000	0.30	1.6	20	1	2	8%	

실적주입율을 기준으로 시설계획유량으로 운영시 염소주입기의 용량은 평균유량의 평균주입율 까지는 충분하고, 최대유량에서 최대주입율로 운전시 전염소주입기가 예비기가 없으나 간헐적으로 발생하는 경우이므로 운영상 문제는 없다.

일반적으로 염소주입기는 정량성을 고려하여 10% 이상(제어범위 10:1)에서 운전하도록 계획하며, 평상시 주입기 용량의 60~80% 범위에서 운전(상수도 시설기준)하도록 하는 것이 정밀도를 유지할 수 있다. 주입기의 운전용량비를 검토한 결과 전염소는 29~73%로 적정하고, 후염소는 8~52%로 다소 적게 운전이 예상된다. 따라서 향후 염소소독설비의 내구년한 도래로 교체시에는 전염소, 후염소주입기 용량을 15kg로 변경하여 설치하는 것이 운전정밀도를 높일 수 있다.

자. 문제점 및 개량방안

공 종	항 목	문 제 점	개 량 방 안
혼화설비	순간혼화기	혼화강도는 수온에 따라 1,799~2,778(sec-1)로 비교적 높은 혼화강도를 유지하고 있으나 1계열의 순간혼화기는 모터 정격동력보다 실제 동력이 상회하여 운전.	순간혼화기 15kW 이상 1대를 예비기로 확보하고, 운영 중 문제 발생시 예비기를 활용하여 신속히 대처.
응집기	교반강도 (G-value)	(생활용수계통 G값) - 1단 : 13.15~19.65/sec - 2단 : 7.42~11.08/sec - 3단 : 3.19~4.77/sec (공업용수계통 G값) - 1단 : 16.71~24.98/sec - 2단 : 7.87~11.77/sec - 3단 : 3.41~5.09/sec 현재 운영중인 응집기의 회전수를 바탕으로 G값을 계산하면 다소 낮게 운전되고 있음.	저탁도의 원수가 유입될 경우에는 G값을 크게 설정하여 침전이 양호한 플록을 형성하도록 적정 G값을 위한 패들회전수를 설정하여 교반강도 적정화 필요. G값을 50~10(sec-1)까지 점감하도록 수온에 따라 요구되는 응집기의 회전속도 조절.
송수펌프	양정	안산계통 생활용수 송수펌프 양정을 검토한 결과 목표연도 2025년을 기준으로 성곡배수지로 송수운전시 관로손실양정이 늘어나 소요전양정이 정격대비 약 1.5m 정도 부족함.	펌프흡수정의 LWL 또는 운영수위를 1.5m 상승하여 운전하면 무리가 없을 것으로 판단됨.
	송수량	각 계통 송수펌프의 정격유량에 대한 운전유량비를 검토한 결과 정격유량 대비 과유량으로 운전하고 있어, 모터의 과부하가 발생할 우려가 있음. 또한 펌프 효율이 최고효율점을 벗어나서 낮게 운전됨.	펌프 토출측 밸브의 개도를 조정하여 펌프유량을 정격대비 120% 이하로 운전하는 것이 안전할 것으로 판단됨.

차. 소요예산

설 비	개량계획	개량품목 및 규격	소요예산(원)	비고
혼화설비	•응집제 순간혼화기 예비기 확보	•응집제 순간혼화기 -수중형 순간혼화기(Water Champ) 수 량 : 1대 동 력 : 15kW	65,000,000원	
소계			65,000,000원	

2.4 전기분야

2.4.1 안산정수장

가. 시설현황

1) 개 요

안산 정수장 수전설비는 1993년 준공 및 2004년 전면교체 되었으며 성포변전소 소망 D/L(상시)에서 22.9kV 3상 4선식 1회선을 인입하여 상용전원으로 사용하고 있으며 전력용변압기(22.9kV/0.38-0.22kV 800kVA-2대)를 설치하여 부하에 저압을 공급하고 또한 예비전원설비로 비상발전기(0.38kV, 800kW/1,000kVA-1대)를 설치하였다.

2) 시설 현황

- 계약종별 : 산업용(갑) 고압A
- 공급방식 : 22.9kV-y, 3상 4선식, 60Hz
- 계약전력 : 800kW
- 최대수요전력 : 501kW

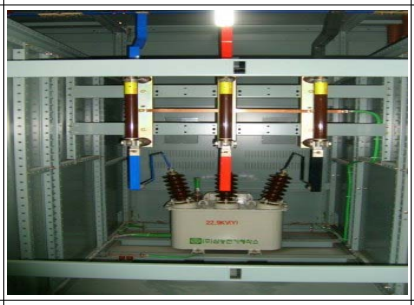
3) 전력설비 구성

구 분	전기설비 현황	비 고
수변전설비	■ 수전선로 : 22.9kV-Y 3상 4선 1회선 구성 인입케이블 교체(38SQ ⇒ 60SQ) ■ 수전설비 : 옥내자립폐쇄형(ASS, LBS, MOF, PF, PT, VCB) ■ 전력용변압기 : 3Φ 800kVA(몰드식)- 2대(1대 예비) ■ 수전반 : 4면(옥내자립폐쇄형) ■ 저압반 : 4면(옥내자립폐쇄형) ■ 콘덴서반 : 1면(옥내자립폐쇄형) ■ 정류기반 : 1면(옥내자립폐쇄형) ■ 축전지반 : 1면(옥내자립폐쇄형)	
예비전원설비	■ 비상발전기 : 1000kVA/800kW, 0.38kV - 1대 ■ 발전기 운전반 : 1면(별치형)	

4) 수전설비 구성

품 명		규 격	수 량	설치년도	비 고
수변전설비	LBS반	25.8kV 600A 20kA	1 면	2004	개 량
	PF반	25.8kV 200AF(60AT) 20kA	1 면	2004	개 량
	MOF 반	PT : 13.2kV/110 CT : 30/5A(Oil type) 0.5CL 75In	1 면	2004	개 량
	PT반	PF : 24kV 200AF/1AT PT : 13.2kV/110(Oil type) 100VA	1 면	2004	개 량
	Main VCB반	25.8kV 630A 12.5kA	1 면	2004	개 량
	TR(전력용변압기)	22.9kV/0.38kV 800kVA (Oil type) - 상용	1 대	2004	개 량
	TR(전력용변압기)	22.9kV/0.38kV 800kVA (Oil type) - 예비	1 대	2004	개 량
	ACB반(LV-1)	ACB 600V 1600A 42kA TIE ACB 1600A 42kA	1 면	2004	개 량
	ACB반(LV-2)	ACB 600V 1600A 42kA ATS 4P 600V 1600A 자동역율조정장치	1 면	2004	개 량
	MCCB반 (LV-3, 4)	600V MCCB, ELD ZCT(케이블 관통형)	2 면	2004	개 량
	콘덴서(CON-1)	Main MCCB 225AF/225AT MG, EOCR, SR SC(3상 380V 25kVA-6개)	1 면	2004	SC (2008년 개량)
	정류기반(LV/R)	TR 380V/110V 10kVA DC 110V, 50A 12V 9CELL 200모	1 면	2002	개 량
	비상발전기	1000kVA/800kW 380V 발전기운전반(별치형)	1 대	1993	2006년 소모품 교체

5) 수전설비 현장사진

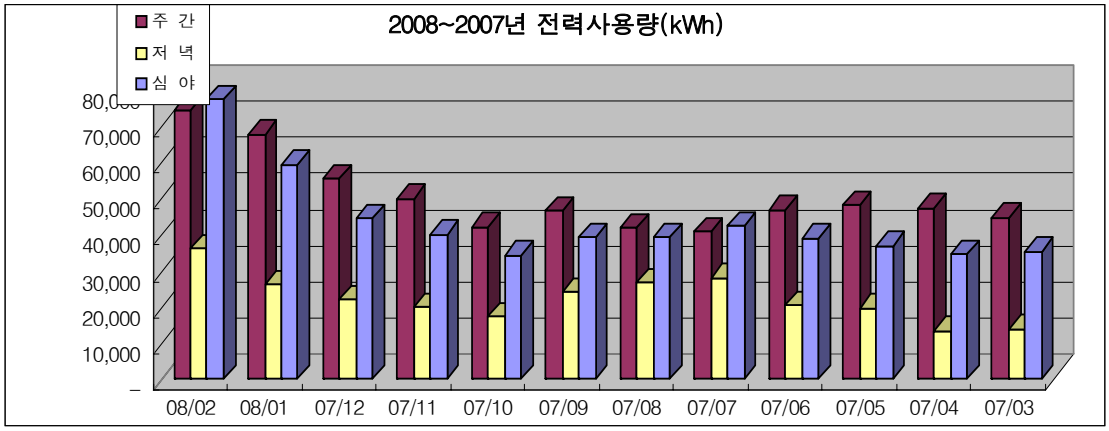
		
인입전주	수배전반	LBS
		
MOF	PT	Main VCB
		
PF + 변압기	ACB	ACB + ATS
		
저압배전반	콘덴서반	직류반
		
밧데리반	비상발전기	발전기 제어반

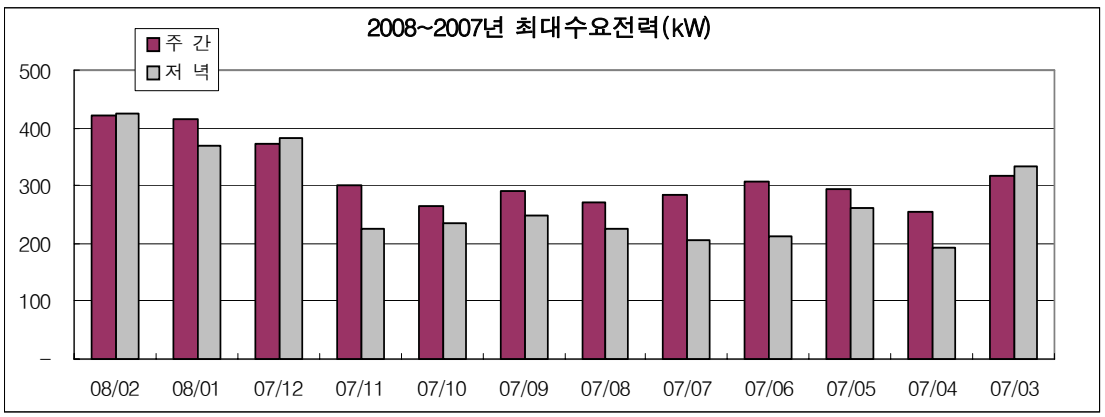
6) 전력량 변화추이

< 안산 정수장 >

2008~2007년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
08/02	74,557	36,023	77,403	187,983	421	424	
08/01	67,619	26,187	59,307	153,113	416	368	
07/12	55,411	21,998	44,545	121,924	372	382	
07/11	49,808	19,849	40,021	109,678	301	226	
07/10	42,209	17,234	34,375	93,818	264	235	
07/09	46,529	24,045	39,212	109,786	290	247	
07/08	417,68	26,622	39,227	107,617	271	227	
07/07	40,850	27,976	42,303	111,129	283	207	
07/06	46,791	20,358	38,850	105,999	308	212	
07/05	48,205	19,635	37,008	104,848	293	261	
07/04	473,69	13,487	34,438	95,294	254	192	
07/03	44,610	13,826	35,362	93,798	318	333	

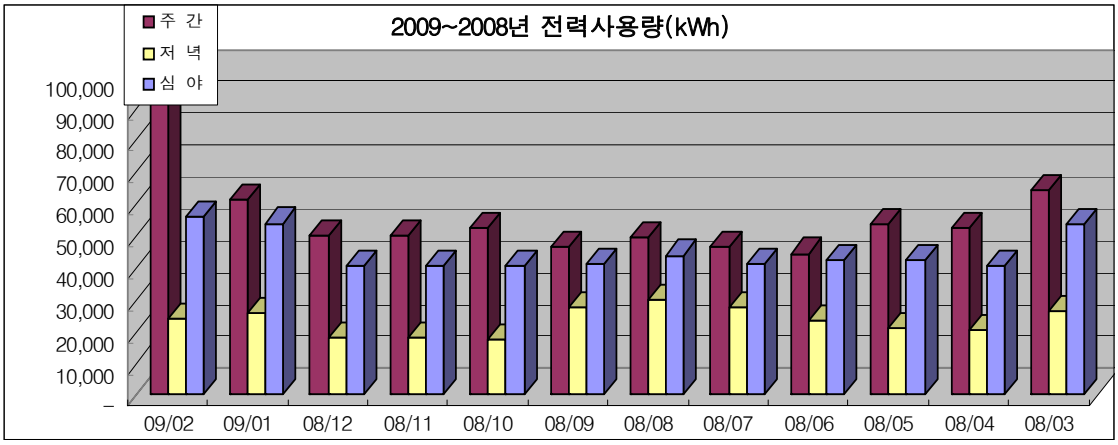


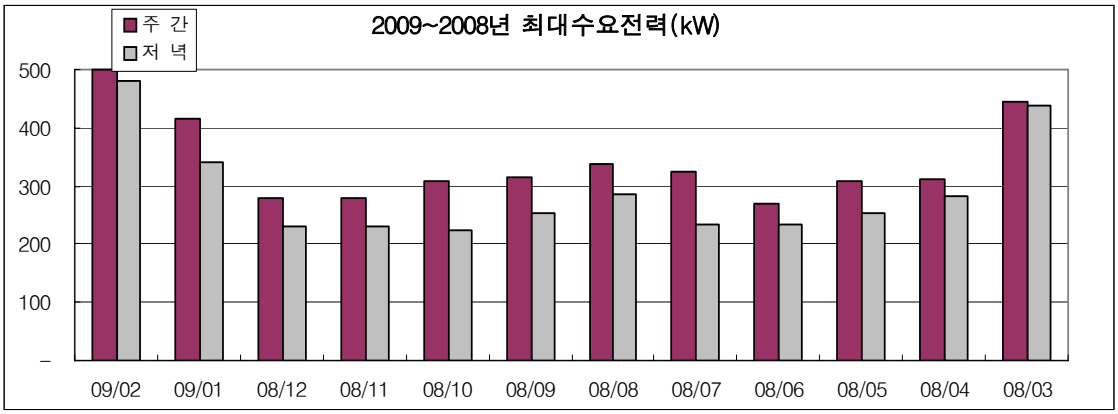


< 안산 정수장 >

2009~2008년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
09/02	120,581	24,005	56,167	200,753	501	480	계기교환
09/01	61,329	25,873	53,837	141,039	416	340	
08/12	49,867	19,111	41,560	110,538	297	263	
08/11	49,821	18,086	40,500	108,407	278	230	
08/10	524,32	17,257	40,363	110,052	309	224	
08/09	46,541	27,573	41,276	115,390	315	254	
08/08	49,343	30,140	43,767	123,250	338	287	
08/07	46,446	27,608	41,290	115,344	326	233	
08/06	44,366	23,125	42,146	409,637	269	233	
08/05	53,570	20,830	42,372	116,772	309	253	
08/04	52,171	20,497	40,656	113,324	312	283	
08/03	64,423	26,136	53,771	144,330	446	439	





나. 기술진단

1) 운영 현황

① 개 요

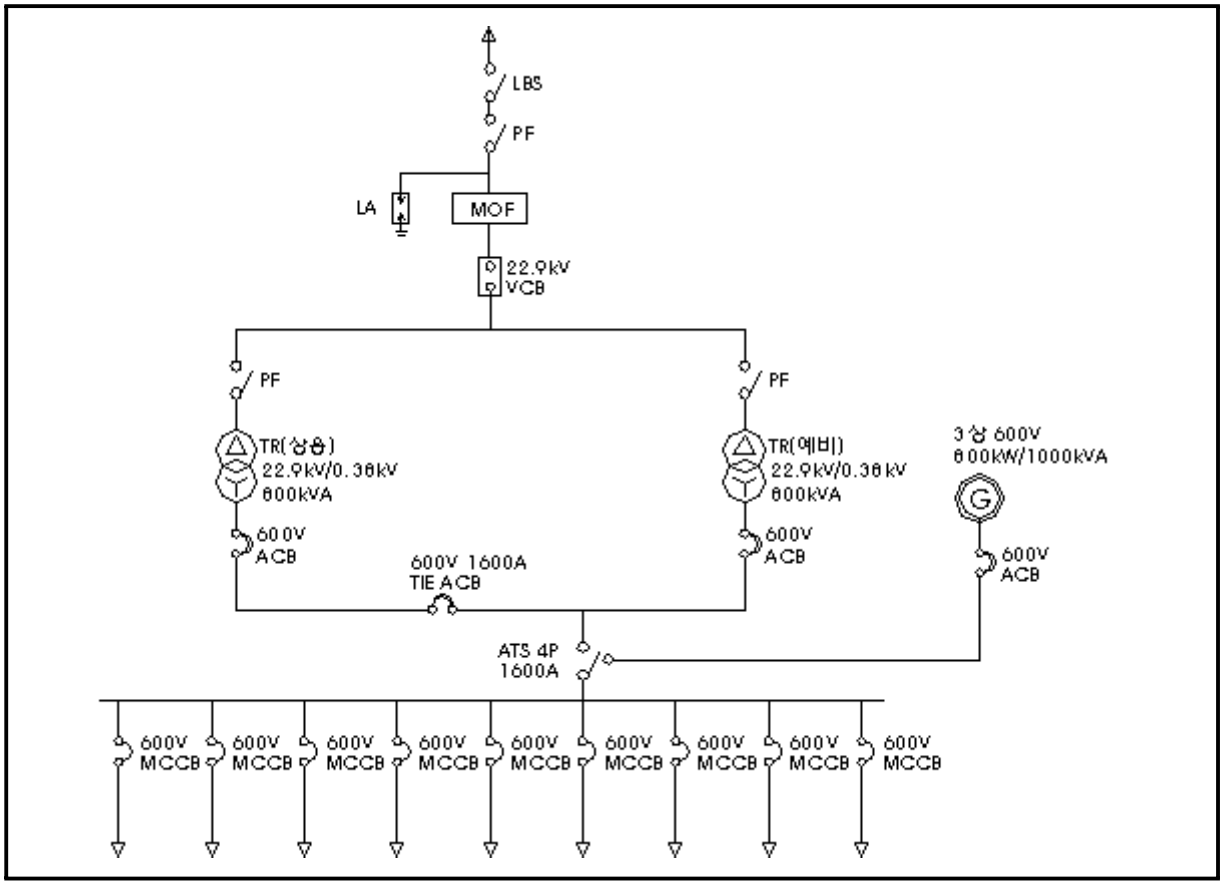
1993년 준공된 시설로서 2004년에 시설물의 유지보수 및 수변전설비 전면개량을 자체적으로 시행하고, 주요설비의 점검 및 정비이력, 전력사용량, 전력 원단위현황, 주요 사고내용 등의 기록이 보존되고 있으며 주요설비 및 부대설비가 양호한 상태로 운전되고 있다.

② 전기설비 부하용량

변압기용량 (kVA)	계약용량 (kW)	피크용량 (kW)	요금적용전력 (kW)	이용율(%)	비 고
800	800	501	–	62.6	

③ 단선결선도

안산 정수장에서 운영되는 수·변전설비 전력공급 계통은 다음과 같다.



2) 기술검토

• 고장전류계산

① 계산 조건

- %임피던스(%Z)법에 의한 3상 단락전류로서 계산한다.
- 기준용량은 100MVA로 한다
- 동일 전기실내의 케이블 및 모선등은 무시한다.
- %임피던스 환산식

$$\text{변압기의 \%임피던스} = \%Z_T \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{변압기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{동기기의 \%임피던스} = X''d \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{회전기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{케이블의 \%임피던스} = \frac{\text{케이블임피던스[Ω]} \times \text{기준용량[kVA]}}{(\text{기준 전압 [KV]})^2 \times 10}$$

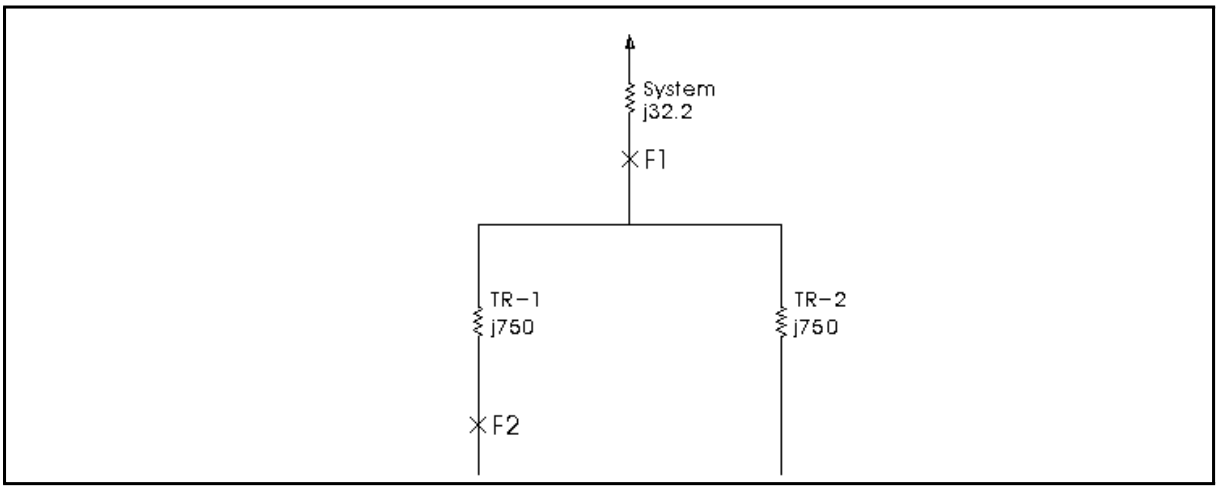
- 단락전류 계산식

$$I_S = \frac{100}{\text{단락점 합성임피던스(\%Z)}} \times \frac{\text{기준용량〔kVA〕}}{\sqrt{3} \times \text{선간전압〔KV〕}} \text{〔KA〕}$$

② 기기 및 케이블의 %임피던스 계산

설비명	용 량	계산식	비 고
22.9[kV] 전원임피던스	한전 154[kV]변압기 45[MVA]	$\frac{100}{45} \times 14.5\% = j32.2$	Z=14.5%
22.9[kV] 인입선로	ACSR 1C/150㎟(3km)	10.74 + j23	Z=3.58+j7.68
22.9[kV] 변압기	0.8[MVA]	$\frac{100}{0.8} \times 6\% = j750$	Z=6%

③ 임피던스도



④ 단락전류 계산

• $IS(F1) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{100}{30.9} \fallingdotseq 8.17[kA]$



• $IS(F2) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 0.38} \times \frac{100}{780.9} \fallingdotseq 19.46[kA]$



⑤ 계산결과

본 사업장의 전력계통의 차단기는 단락전류 계산결과 단락전류 용량선정은 적정한 것으로 판단된다.

모 선	모선전압(kV)	고장전류(kA)	차단기 설치	비 고
수전측 22.9kV(F1)	22.9	8.17	VCB 25.8kV 12.5kA	적 합
배전측 380V(F2)	0.38	19.46	MCCB 600V 42kA	적 합

• 콘덴서 용량검토

㉠ 무효전력 보상용 콘덴서

변압기의 무효전력을 보상하기 위한 콘덴서의 부설용량은 다음 표와 같다.

변압기 용량	콘덴서 용량	비 고
500kVA 까지	5 %	한국전력공사의 권장사항
2,000kVA 까지	4 %	
2,000kVA 초과	3 %	

㉡ 주변압기 콘덴서용량검토

주변압기 콘덴서 용량검토 결과는 다음 표와 같다.

구 분	변압기 용량	콘덴서 용량	콘덴서 계산용량	비 고
주변압기	800 kVA	40 kVA	32 kVA	적정

㉢ 저압 콘덴서 용량 산출식

전동기 용량이 150kW를 초과하면 다음식에 의해서 부설 용량을 산출한다.

$$Q = \frac{P}{\eta} \times \{\sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_2} - 1}\}$$

여기에서, Q : 필요 콘덴서 용량(kVA)

P : 전동기 용량(kW)

η : 전동기 효율

$COS^2\Psi_1$: 개선 전 역률

$COS^2\Psi_2$: 개선 후 역률

㉣ 저압콘덴서 용량 계산

HP	kW	cosθ 1 (6극)	0.9로 개선시 (kVA)	0.93으로 개선시 (kVA)	0.95로 개선시 (kVA)	콘덴서용량 (kVA)
50	37	84.5	22.28	35.64	45.62	
75	55	85.1	24.89	41.60	54.08	
100	75	85.6	26.91	46.96	61.93	
120	90	86.1	27.92	51.31	68.78	

• CT비 검토

㉠ 변압기 CT 비는 변압기 정격전류의 120% 적용

㉡ 정격전류(A) = $\frac{\text{변압기용량}}{\sqrt{3}\times\text{선간전압}}$

㉢ 변압기 CT 비 검토는 다음 표와 같다.

구 분	용량(kVA)	1 차 측			2 차 측		
		시설용량	계산용량	비 고	시설용량	계산용량	비 고
주변압기	800	30	26	적 합	1600	1458	적 합

다. 시설개량계획

1) 개 요

전기설비의 유지보수는 설비의 연중무휴 장기간 사용으로 인한 설비노후가 점진적으로 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로

정기적인 안전진단과 철저한 점검정비로 설비의 안전성 도모와 비용절감을 통한 효율적인 운영관리가 중요하다고 사료됨.

2) 개량계획

구 분	검 토 사 항	조 치 계 획	비 고
수변전 설비	■동일용량의 상용, 예비 변압기 구성으로 전력공급 안정적 ■변압기 교체 및 차단기 개량으로 안정적 운영 ■2004년 수변전설비 전면 교체로 상태 양호함	■시설이 양호함	

2.4.2 연성정수장

가. 시설현황

1) 개 요

연성정수장의 전력인입은 소레변전소 호동D/L(상용), 북시화변전소 대기D/L(예비) 22.9kV 2회선을 수전하고 있으며, 전력용변압기(22.9kV/3.3kV, 2,500kVA - 3(1)대)를 설치하여 사용전압을 공급하고 있다.

2) 전기시설 현황

- 계약종별 : 산업용(병) 고압A
- 공급방식 : 22.9kV-y, 3상 4선식, 60Hz
- 계약전력 : 5,000kW
- 최대수요전력 : 1,728kW

3) 전력설비 구성

구 분	시 설 현 황	비 고
수변전 설비	수전선로 : 22.9kV-Y 3상 4선 2회선 구성 전력용변압기 : 3Φ 2,500kVA - 3대(상용-2대, 예비-1대) 수전반 : 8면(옥내 자립폐쇄형) 고압반 : 10면(옥내 자립폐쇄형) 콘덴서반 : 4면(옥내 자립폐쇄형) 고압기동반 : 13면(옥내 자립폐쇄형) 변압기반 : 4면(옥내 자립폐쇄형) 저압반 : 8면(옥내 자립폐쇄형) 정류기반 : 3면(옥내 자립폐쇄형) MCC : 1식	

4) 수전설비 구성

품 명	규 격	수 량	설치년도	비 고
ALTS반	24kV 600A	1 면	1998	주전기실
LBS반	LBS : 25.8kV 630A LA : 18kV 2.5kA PF : 25.8kV 320A	1 면	1998	주전기실
MOF 반	CT : 150/5A PT : 13.2kV/110	1 면	1998	주전기실
PF, PT반	PF : 25.8kV 200AF PT : 13.2kV/110V	1 면	1998	주전기실
MAIN VCB반	24kV 600A 12.5kA CT : 200/5A	1 면	1998	주전기실
Feeder VCB반	24kV 600A 12.5kA SA : 18kV 5kA CT : 100/5A	3 면	1998	주전기실
TR-#1, 2, 3	22.9kV-3.3kV 2,500kVA(MOLD TYPE)	3 대	1998	주전기실
MAIN 고압반	VCB : 7.2kV 630A 25kA LA : 18kV 2.5kA CT : 600/5A	3 면	1998	주전기실
고압 배전반	VCB : 7.2kV 630A 20kA CT : 200/5A~600/5A	3 면	1998	주전기실
고압 콘덴서반	VCS : 3.6kV 200A CT : 10/5A SC : 3.3kV 20kVA	4 면	1998	주전기실
정류기 & 밧데리반	TR : 3상 10kVA RECTIFIRE : 75A 12V 200Ah 9CELL	1 식	1998	주전기실

품 명	규 격	수 량	설치년도	비 고
고압 배전반	VCB : 7.2kV 630A 20kA CT : 400/5A	1 면	1998	송수펌프실
	VCB : 7.2kV 630A 20kA CT : 600/5A	1 면	1998	송수펌프실
고압 기동반	VCB : 7.2kV 400A 8kA CT : 400/5A SC : 150kVA 리액터 : 260kW	8 면	1998	송수펌프실
	VCB : 7.2kV 400A 8kA CT : 400/5A SC : 150kVA 리액터 : 220kW	4 면	1998	송수펌프실
	VCB : 7.2kV 400A 8kA CT : 50/5A SC : 75kVA 리액터 : 150kW	1 면	1998	송수펌프실
변압기반	3.3kV-380V 500kVA((MOLD TYPE)	2 면	1998	송수펌프실
저압 배전반	ACB : 4P, 1200A(W/OCR, OCGR) CT : 1000/5A SC : 25kVA	2 면	1998	송수펌프실
	MCCB 전원공급	2 면	1998	송수펌프실
정류기 & 밧데리반	TR : 3상 15kVA RECTIFIRE : 75A 12V 200Ah 9CELL	1 식	1998	송수펌프실
고압 배전반	VCB : 7.2kV 630A 20kA CT : 150/5A	1 면	1998	여과지동
변압기반	3.3kV-380V 500kVA((MOLD TYPE)	2 면	1998	여과지동
저압 배전반	ACB : 4P, 1200A(W/OCR, OCGR) CT : 1000/5A SC : 25kVA	2 면	1998	여과지동
	MCCB 전원공급	2 면	1998	여과지동
정류기 & 밧데리반	TR : 3상 7.5kVA RECTIFIRE : 50A 12V 100Ah 9CELL	1 식	1998	여과지동

5) 수전설비 현장사진

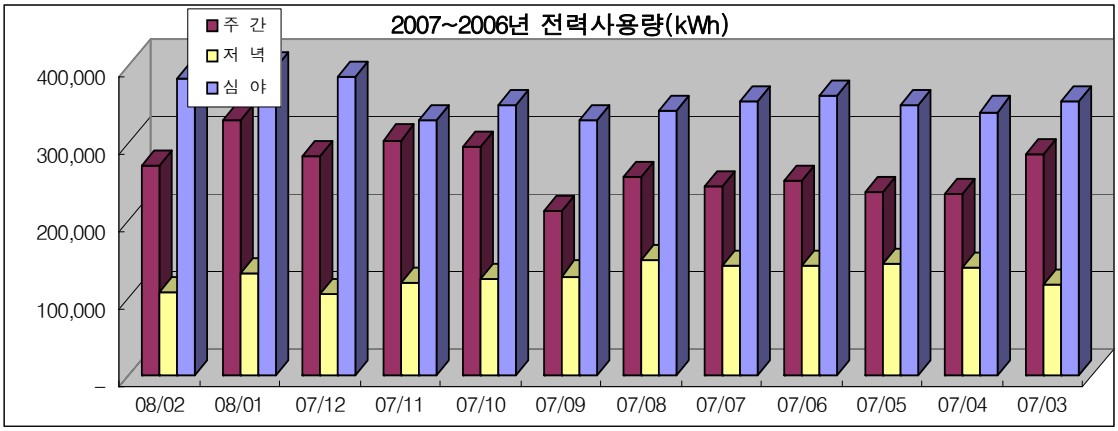
		
수전설비	ALTS	LBS
		
PF & MOF	VCB	변압기
		
고압반	콘덴서반	고압기동반
		
ACB	정류기반	MCC

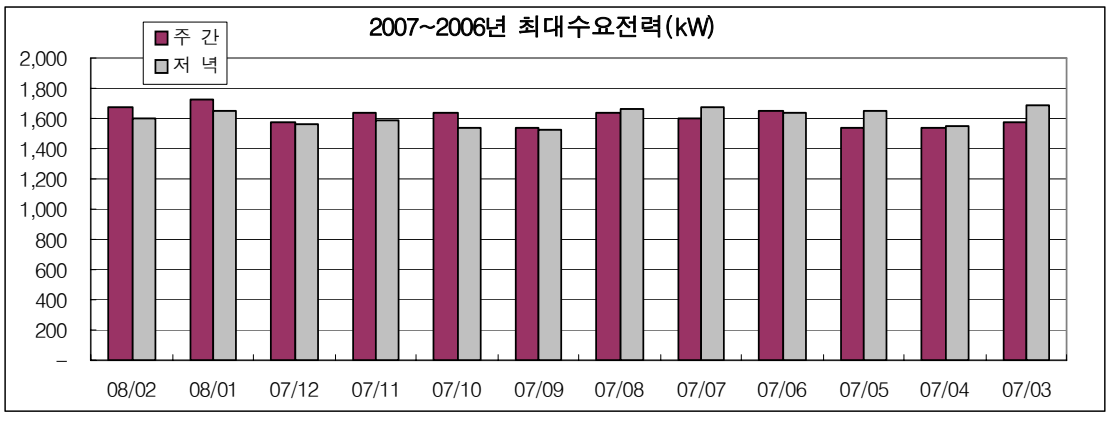
6) 전력량 변화추이

< 연성 정수장 >

2008~2007년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
08/02	270,432	106,452	382,032	758,916	1,670	1,598	
08/01	329,904	131,544	398,772	860,220	1,728	1,645	
07/12	282,685	105,719	385,776	774,180	1,573	1,559	
07/11	303,840	119,088	329,184	752,112	1,638	1,588	
07/10	295,524	123,264	347,976	766,764	1,634	1,537	
07/09	211,896	127,944	328,572	668,412	1,541	1,530	
07/08	256,896	149,076	340,668	746,640	1,638	1,660	
07/07	243,864	141,915	354,528	740,304	1,602	1,670	
07/06	252,108	142,16	360,216	754,740	1,649	1,642	
07/05	237,744	144,288	349,884	731,916	1,541	1,649	
07/04	133,352	139,500	340,344	713,196	1,534	1,548	
07/03	285,876	117,756	354,240	757,872	1,580	1,692	

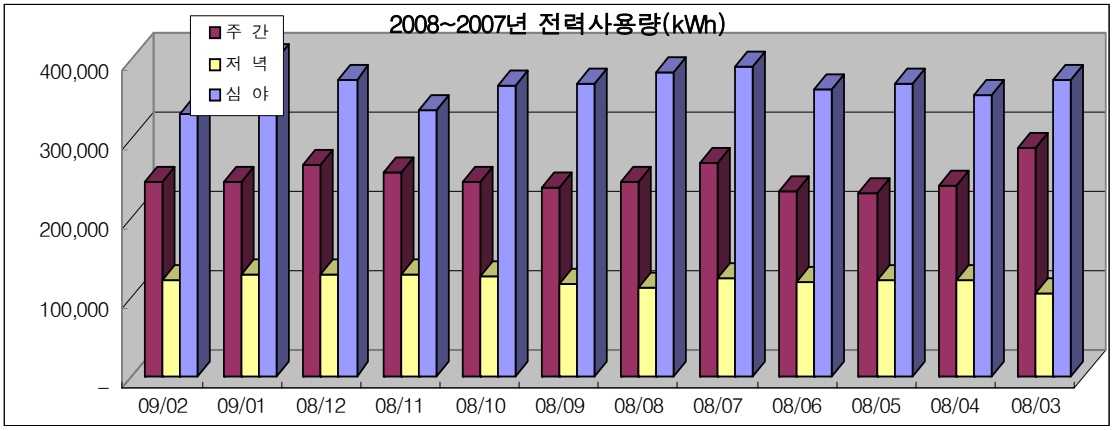


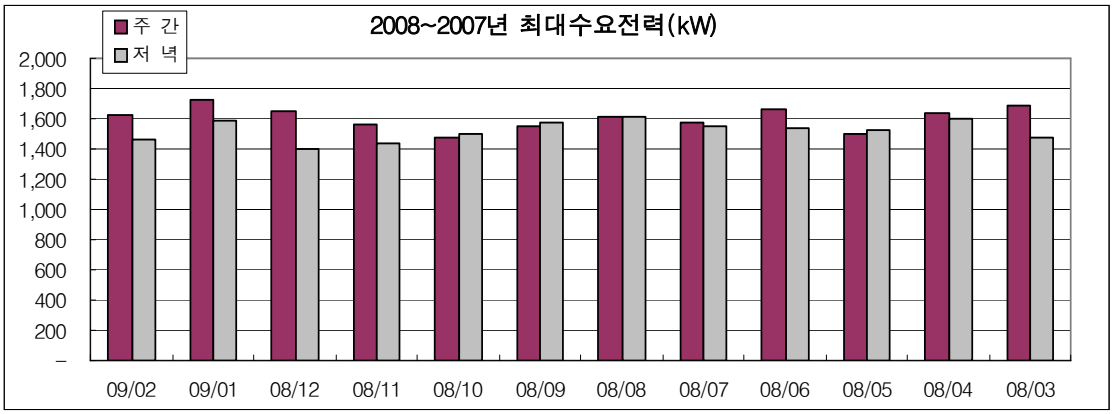


< 연성 정수장 >

2009~2008년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
09/02	245,088	120,672	330,408	696,168	1,627	1,465	
09/01	244,656	129,168	407,808	781,632	1,724	1,591	
08/12	266,184	128,628	374,112	768,924	1,656	1,400	
08/11	256,284	128,844	336,852	721,980	1,562	1,433	
08/10	245,448	126,504	366,480	738,432	1,476	1,498	
08/09	238,572	115,776	368,820	723,168	1,548	1,570	
08/08	246,384	112,536	383,292	742,212	1,616	1,616	
08/07	269,352	123,912	390,096	783,360	1,573	1,555	
08/06	234,000	119,520	362,664	716,184	1,663	1,537	
08/05	230,724	120,456	369,756	750,936	1,505	1,526	
08/04	241,056	121,824	254,888	747,768	1,638	1,602	
08/03	287,496	104,292	373,428	765,216	1,688	1,472	





나. 기술점검

1) 운영 현황

① 개 요

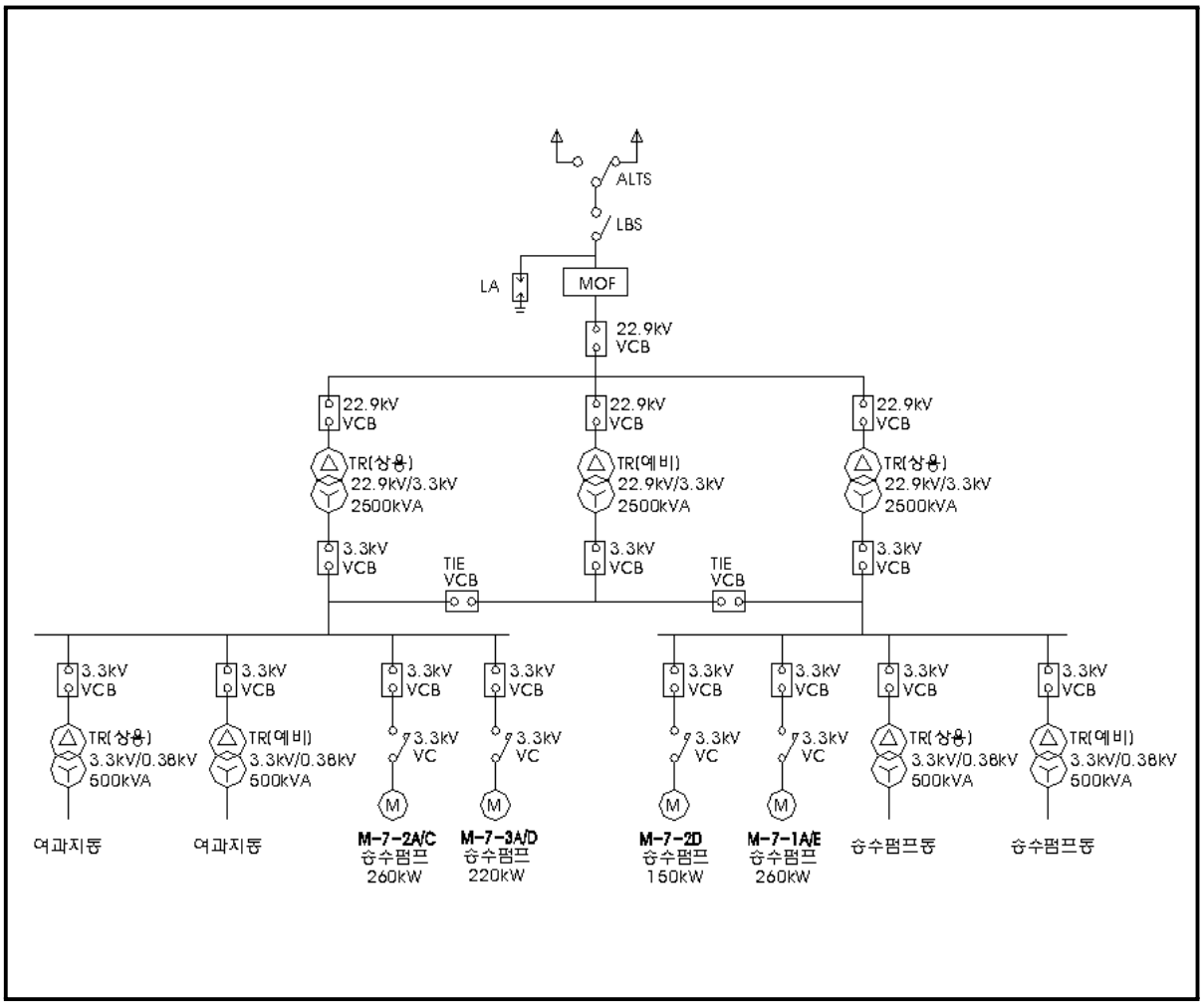
1998년 준공된 시설로서 시설물의 유지보수 및 점검정비를 자체적으로 시행하고 있으며, 주요설비 및 부대설비가 양호한 상태로 운전되고 있다

② 전기설비 부하용량

변압기용량 (kVA)	계약용량 (kW)	피크용량 (kW)	요금적용전력 (kW)	이용율(%)
5,000	5,000	1,728	-	34.56

③ 단선결선도

연성정수장에서 운영되는 수·변전설비 전력공급 계통은 다음과 같다.



2) 기술검토

① 고장전류계산

㉠ 계산 조건

- 기준용량은 100MVA로 한다
- %임피던스 환산식

$$\text{변압기의 \%임피던스} = \%Z_T \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{변압기 용량 [MVA]}}$$

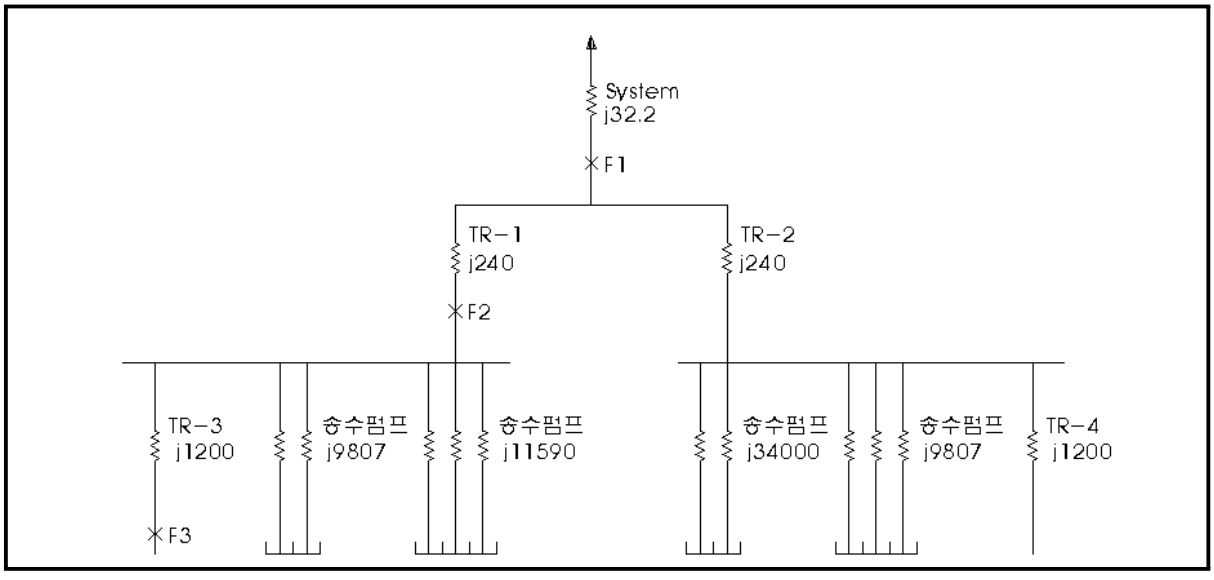
$$\text{동기기의 \%임피던스} = X''d \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{회전기 용량 [MVA]}}$$

$$I_S = \frac{100}{\text{단락점 합성임피던스}(\%Z)} \times \frac{\text{기준용량 [kVA]}}{\sqrt{3} \times \text{선간전압 [KV]}} [KA]$$

㉡ 기기 및 케이블의 %임피던스 계산

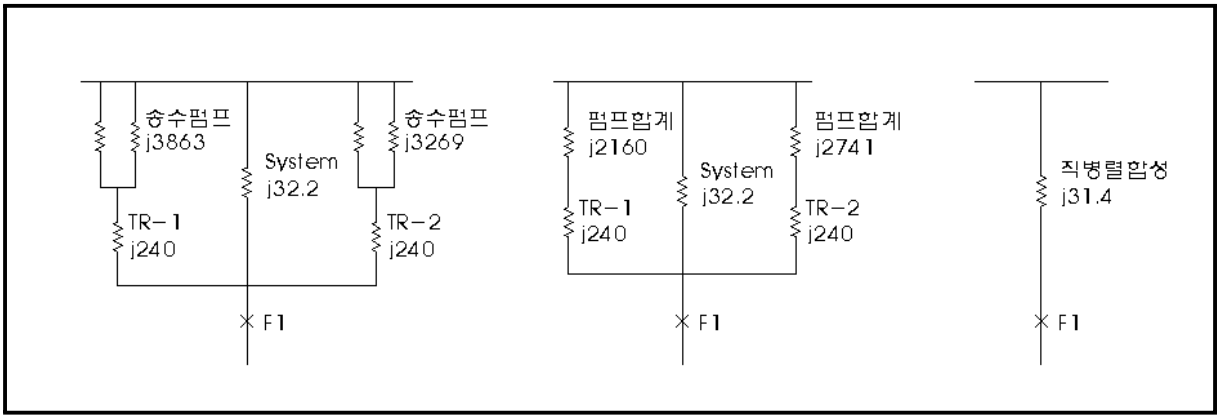
설비명	용 량	계산식	비 고
변전소	한전 154[kV]변압기 45[MVA]	$\frac{100}{45} \times 14.5\% = j32.2$	Z=11%
22.9[kV]-3.3[kV] 주변압기-1, 2	2.5[MVA]	$\frac{100}{2.5} \times 6\% = j240$	Z=6%
3.3[kV]-380/220[V] 변압기-3, 4	0.5[MVA]	$\frac{100}{0.5} \times 6\% = j1200$	Z=6%
송수펌프(260kW)	0.26[MVA]	$\frac{100}{0.26} \times 25.5\% = j9807$	Z=17x1.5%
송수펌프(220kW)	0.22[MVA]	$\frac{100}{0.22} \times 25.5\% = j11590$	Z=17x1.5%

㉢ 임피던스도

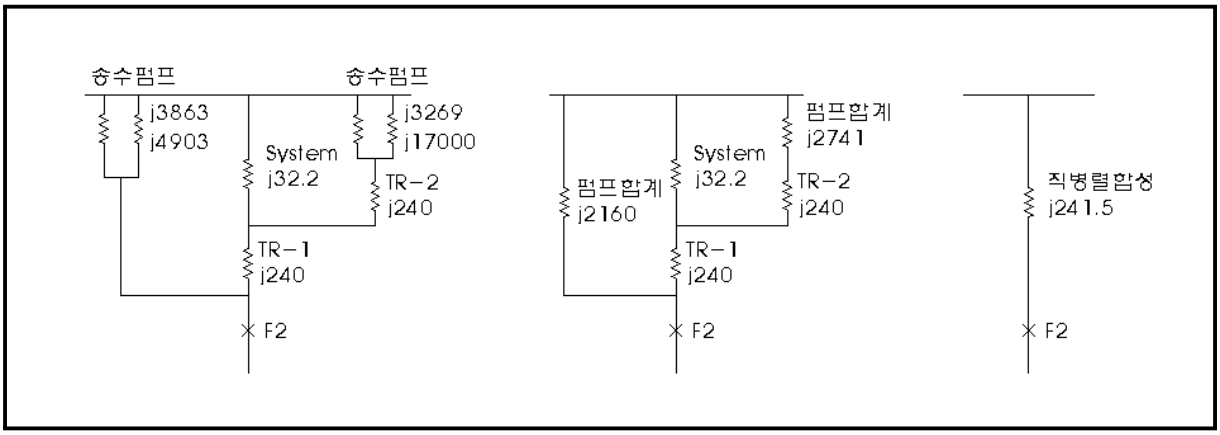


㉣ 단락전류 계산

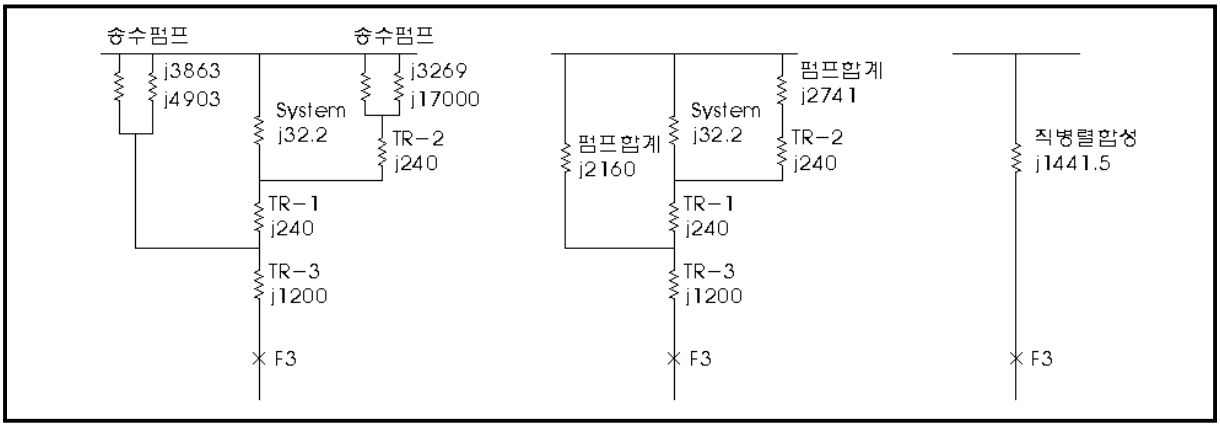
• $IS(F1) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{100}{31.4} \fallingdotseq 8.02[kA]$



• $IS(F2) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 3.3} \times \frac{100}{241.5} \fallingdotseq 7.24[kA]$



• $IS(F3) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 0.38} \times \frac{100}{1441.5} \fallingdotseq 10.54[kA]$



㉣ 계산결과

본 사업장의 전력계통의 차단기는 단락전류 계산결과 단락전류 용량선정은 적정한 것으로 판단된다.

모 선	모선전압(kV)	고장전류(kA)	차단기 설치	비 고
수전측 22.9kV(F1)	22.9	8.02	25.8kV 600A 12.5kA	적합
배전측 3.3kV(F2)	3.3	7.24	3.6kV 600A 20kA	적합
배전측 380V(F2)	0.38	10.54	ACB 600V 65kA	적합

② 콘덴서 용량검토

㉠ 무효전력 보상용 콘덴서

변압기의 무효전력을 보상하기 위한 콘덴서의 부설용량은 다음 표와 같다.

변압기 용량	콘덴서 용량	비 고
500kVA 까지	5 %	한국전력공사의 권장사항
2,000kVA 까지	4 %	
2,000kVA 초과	3 %	

㉡ 주변압기 콘덴서용량검토

주변압기 콘덴서 용량검토 결과는 다음 표와 같다.

구 분	변압기 용량	콘덴서 용량	콘덴서 계산용량	비 고
주변압기	2,500 kVA	80 kVA	75 kVA	적정
부변압기	500 kVA	25 kVA	25 kVA	적정

㉢ 콘덴서 용량 산출식

전동기 용량이 150kW를 초과하면 다음식에 의해서 부설 용량을 산출한다.

$$Q = \frac{P}{\eta} \times \{\sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_2} - 1}\}$$

여기에서, Q : 필요 콘덴서 용량(kVA)

P : 전동기 용량(kW)

η : 전동기 효율

$COS^2\Psi_1$: 개선 전 역률

$COS^2\Psi_2$: 개선 후 역률

㉣ 저압콘덴서 용량 계산

HP	kW	cosθ 1 (6극)	0.9로 개선시 (kVA)	0.93으로 개선시 (kVA)	0.95로 개선시 (kVA)	콘덴서용량 (kVA)
40	37	84.5	22.28	35.64	45.62	
55	40	84.5	22.28	35.64	45.62	
75	55	85.1	24.89	41.60	54.08	
100	75	85.6	26.91	46.96	61.93	

③ CT비 검토

㉠ 변압기 CT 비는 변압기 정격전류의 120% 적용

㉡ 정격전류(A) = $\frac{\text{변압기용량}}{\sqrt{3}\times\text{선간전압}}$

㉢ 변압기 CT 비 검토는 다음 표와 같다.

구 분	용량(kVA)	1차측(특고압)			2차측(고압)		
		시설용량	계산용량	비 고	시설용량	계산용량	비 고
CT	2,500	100	75	적 합	600	524	적 합

다. 시설계량계획

1) 개 요

전기설비의 유지보수는 설비의 연중무휴 장기간 사용으로 인한 설비노후가 점진적으로 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로

정기적인 안전진단과 철저한 점검정비로 설비의 안전성 도모와 비용절감을 통한 효율적인 운영관리가 중요하다고 사료됨.

2) 개량계획

구 분	검 토 사 항	조 치 계 획	비 고
수변전 설비	■ALTS에 의한 자동절체로 전원공급 안정적임. ■동일용량의 상용, 예비 변압기 구성으로 안정적 운영 ■정수장내 전력설비는 전반적으로 설비가 양호하나, 기기의 내구연한이 도래함에 지속적인 관리가 요구됨 ■한국전기안전공사 안전검사시 ALTS의 문제점 지적 후 조치완료 상태 ■LBS(W/PF)와 PF가 직렬 이중으로 설치되어 있어 PF 중복설치 및 고장개소만 늘어남	- - ■정기적인 진단 및 유지관리 필요함 ■내구연한(15년) 도래 및 조속한 시일내 교체가 바람직함 ■추후 내구연한(15년) 도래시 LBS(PF 비내장)형으로 교체함이 바람직	

3) 예산 산출근거

(단위 : 백만원)

구 분	검 토 사 항	비 고
ALTS	내구년한 도래 및 안정적인 전원공급을 위해 ALTS 교체	40
LBS	추후 내구년한 경과로 개량시 기존 LBS(PF 내장)를 LBS(PF 비내장)형으로 교체	20
합 계	60백만원 × 1.5 = 90백만원	부가세, 경비 제외

2.5 계측제어분야

2.5.1 안산정수장

가. 시설현황

1) 개 요

안산정수장은 수도권 광역상수도에서 원수를 공급받아 공업용수 60,000㎥/일(수도권 3단계), 생활용수 83,000㎥/일(수도권 4단계) 총 시설용량 143,000㎥/일 규모의 정수장으로 공업용수 및 생활용수를 공급하고 있다.

안산정수장의 계측제어설비는 환경부의 “대규모 정수장 자동화 시범사업”에 의해 2004년 전면 개량되어 시설은 전체적으로 양호하며, “안산시 수도시설의 통합운영센타”로 정수장, 송배수관로의 가압장 및 배수지를 통합운영하고 있다.

상수도시설 통합운영시스템은 감시제어설비, 영상감시설비(CCTV), 수질감시설비등을 통합하여 중앙운영실에 영상감시반(LCD) 및 POS(Process Operator Station)설치하여 통합감시제어하고 있으며 각 원격지 사업장간 감시제어 및 영상전송을 위한 통합 시스템 Network를 구성하여 운영하고 있다

2) 계측제어 시설 현황

① 감시제어 시스템 구성

안산정수장의 통합운영시스템은 환경부의 “대규모 정수장 자동화 시범사업”을 통한 개량으로 안산시 상수도시설의 통합감시제어 시스템으로 정수장의 감시제어 시스템은 PLC시스템(LS GLOFA GMR 이중화)으로 구성되어 운영되고 있다.

② 감시제어 설비

안산정수장의 감시제어 시스템은 PLC시스템으로 중앙 운영실에 영상감시반주 감시반(LCD) 및 POS(Process Operator Station), DB Server, TM/TC Master Station, PCS(Process Control Station)을 설치하여 약품투입 및 여과설비, 배출수처리설비, 수질 분석기기등을 통합 감시제어하며, 각 설비동에 현장제어반(PLC)를 설치하여 중앙운영실과 광 케이블로 연결, 원격 감시제어할 수 있도록 되어 있으며 감시제어설비 현황은 다음과 같다.




<그림 5.2-70> 정수장 운영실

<표 5.2-133> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
DB/WEB Server	1Set	중앙 운영실	Intel Xeon Processor 2.4GHz 이중화 (Fujitsu Primergy TX-200) OS : Window 2000 Server MMI : CIMON Package 17" LCD Monitor	통합운영 시스템 (2004년)
POS/PES	3Set	중앙 운영실	Intel Xeon Processor 2.4GHz 이중화 (Fujitsu Primergy TX-200) OS : Window 2000 Server MMI : CIMON Package 17" LCD Monitor	통합운영 시스템 (2004년)
POS (수질감시용)	1Set	중앙 운영실	P4-Processor (TG AJ-612) Window XP Pro. MMI : CIMON Package 19" LCD Monitor	2005. 06
POS (약품설비용)	1Set	중앙 운영실	Intel Core 2 Processor (HP Pavilion) Window XP Pro. MMI : CIMON Package 19" LCD Monitor	
POS (불소설비)	1Set	중앙 운영실	Intel Core 2 Processor (HP Pavilion) Window XP Pro. MMI : CIMON Package 19" LCD Monitor	

<표 5.2-133> 감시제어 설비현황(계속)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
POS (배수지용)	1Set	중앙 운영실	Intel Core 2 Processor (HP XW 4600) Window XP Pro. MMI : CIMON Package 19" LCD Monitor	
POS (Line 가압장)	1Set	중앙 운영실	P4-Processor (삼보 HLK-Dreamsys) Window XP Pro. MMI : CIMON Package 19" LCD Monitor	
Printer	2식	중앙 운영실	Logging Printer Laser Type-A4 (Epson EPL-N2120)	통합운영 시스템 (2004년)
			Alarm Printer Dot Matrix-136Columns (Epson LQ-2580H)	
영상 감시반	1식	중앙 운영실	LCD Projector(100") 1024×768, 2000ANSI (LG XGA LCD Projector)	통합운영 시스템 (2004년)
POS	1Set	배출수처리동 전기실	Intel Xeon Processor 2.4GHz 이중화 (Fujitsu Primergy TX-200) OS : Window 2000 Server MMI : CIMON Package 17" LCD Monitor	통합운영 시스템 (2004년)
중앙감시제어반 (TM/TC M1)	1식	중앙운영실	TM Master Station PLC : GMR 이중화 CUEA(2)	수질분석기기
중앙감시제어반 (TM/TC M2)	1식	중앙운영실	TM Master Station ETOS 200(이중화 CPU)	원격지 설비
			무정전전원장치(UPS) 단상 220/220V, 3kVA 세방전기(PTX-4030)	2003. 07
System Network	1식	각 설비동	통신 : Ethernet TCP/IP 광케이블(Sigle) 각 설비동에 광분배함설치 (광 변환기, Switch 등)	

<표 5.2-133> 감시제어 설비현황(계속)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
PCS #1 (현장제어반)	1Set	약품투입동	Process Control Station 800W×800D×2350H(3) PLC : GMR 이중화 CUEA(2), AD4B(4), DA4I(2), D24A(8), RY4A(4) 통신 : 광 케이블	
PCS S#2 (현장제어반)	1Set	여과지동	Process Control Station 800W×800D×2350H(3) PLC : GMR 이중화 CUEA(1), AD4B(2), D24A(12), RY4A(6) 통신 : 광 케이블	
PCS S#3 (현장제어반)	1Set	탈수기동	Process Control Station 800W×800D×2350H(3) PLC : GMR 이중화 CUEA(3), AD4B(3), DA4I(1) D24A(10), RY4A(5) 통신 : 광 케이블	
PCS S#4 (현장제어반)	1Set	전기실	Process Control Station 800W×800D×2350H PLC : GM3 CPUA EUTB(2), CUEA(1), AD4B(2), D24A(4), RY4A(2) 통신 : 광 케이블(이중화)	
수질분석기반	1Set	수질분석기실	수질분석기기 Interface PLC : GM2 CPUA CUEA(1), AD4B(2), D24A(1) 통신 : TM/TC M1	



약품투입동 PCS

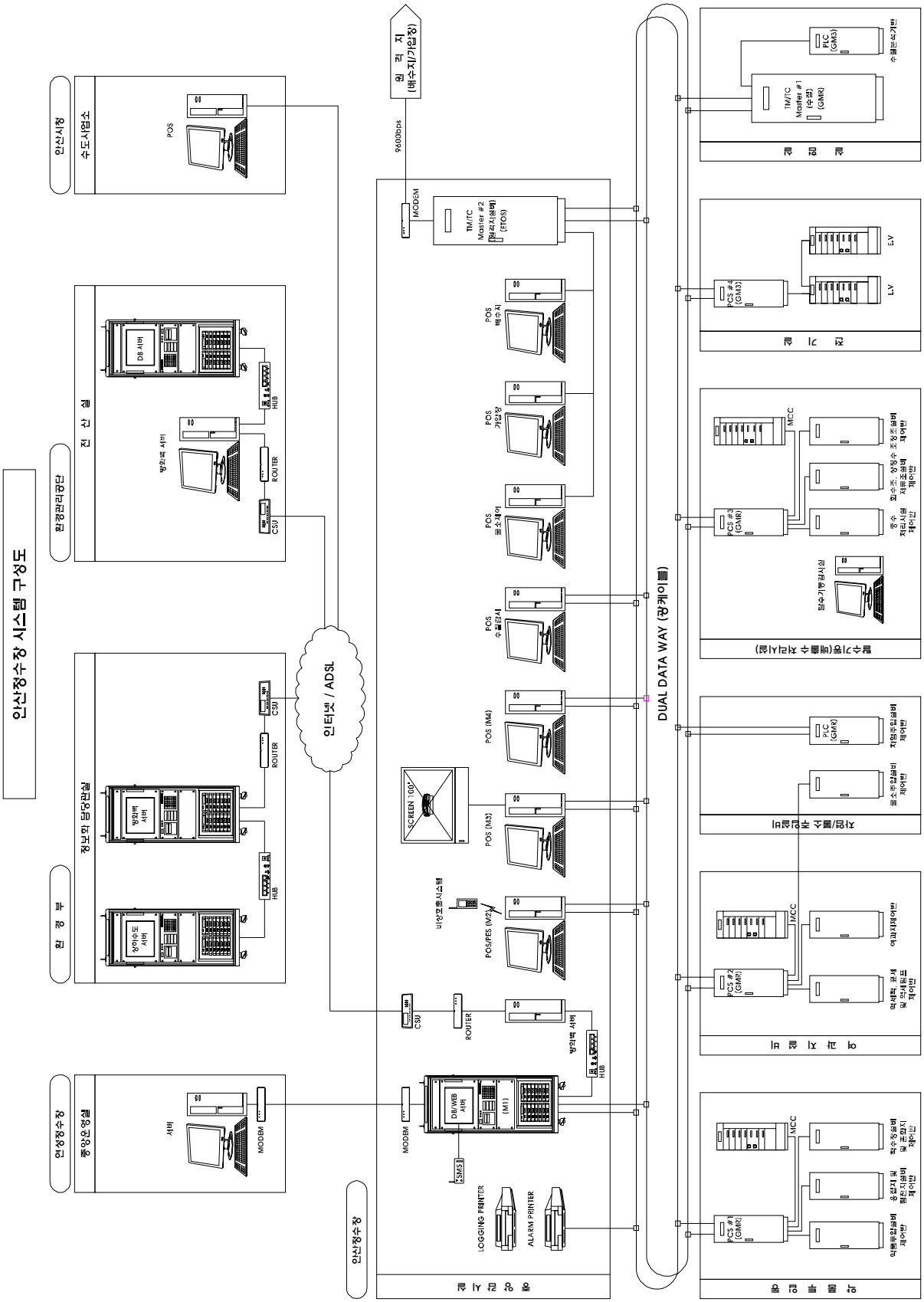


여과지동 PCS

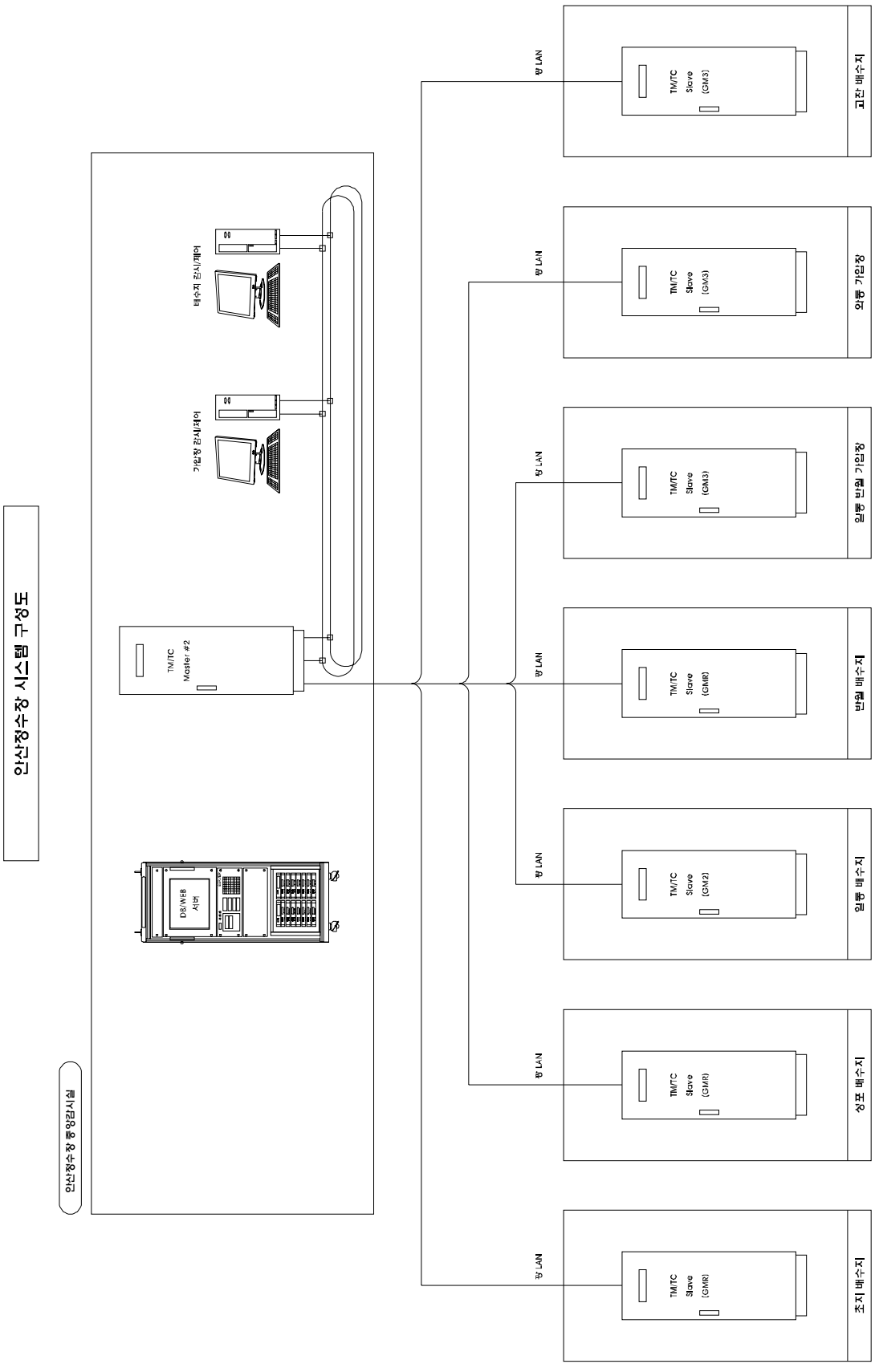


탈수기동 PCS

현장 제어반 사진



<그림 5.2-71> 통합 감시제어시스템 구성도



<그림 5.2-71> 통합 감시제어시스템 구성도(계속)

③ 현장 제어반

안산정수장의 현장 제어반은 각 정수시설의 제어실에 현장 제어반 및 약품투입설비 제어반, 여과지 조작대(FOC)등을 설치하여 현장에서 제어할 수 있도록 현장 제어반이 구성되어 있으며, 각 정수 시설별 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.2-134> 현장 제어반 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
약품투입설비 제어반	1면	약품투입동	약품투입설비 제어반(PAHCS, PACS) 800W×500D×2000H 수위, 유량지시 및 제어	옥내 자립형 (기계설비)
분말설비제어반	1면	약품투입동 (전기실)	분말설비 현장제어반 900W×600D×1800H	옥내 자립형 (기계설비)
응집설비제어반	1면	약품투입동 (전기실)	응집제설비 현장제어반 900W×600D×1800H	옥내 자립형 (기계설비)
응집기 제어반	7면	약품투입동 (전기실)	응집기설비 현장제어반 900W×500D×2300H	옥외 자립형 (기계설비)
불소투입 현장 제어반	1면	불소투입기실	불소투입 현장제어반 900W×600D×2000H 각종 지시계 및 조작 스위치 PLC : GM4 CPUA, CUEA(1)	옥내 자립형 (기계설비)
차염투입 현장 제어반	1면	차염투입기실	차염투입 현장제어반 1600W×500D×2100H 각종 지시계 및 조작 스위치 PLC : GMR 이중화, CUEA(1) 통신 : 광케이블	옥내 자립형 (기계설비)
여과지 조작대	6면	여과지	현장 여과지 조작반 - 각종지시(수위, 탁도, 개도) - 표세 펌프조작 - 각종 밸브 조작	옥내 자립형
배출수중수처리 현장 제어반	1면	탈수기동	중수처리 현장제어반 800W×600D×2200H 각종 지시계 및 조작 스위치 PLC : GM4 CPUA, CUEA(1)	옥내 자립형 (기계설비)
폴리머용해설비 현장 제어반	1면	탈수기동	폴리머용해설비 현장제어반 800W×500D×1800H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)
탈수기 현장 제어반	1면	탈수기동	탈수기 현장제어반 800W×450D×2350H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)

		
약품투입설비 제어반	불소투입 현장제어반	차염투입 현장제어반
		
현장 여과지 조작반	중수처리 현장제어반	탈수기 현장제어반

<그림 5.2-72> 현장 제어반 사진

④ 현장 계측기기

정수장내에는 각 공정별 유량계, 압력계, 수위계 및 자동 수질분석기기 등이 설치되어 있으며, 각 현장 계측기기는 시설 준공시 설치된 제품으로 설비개량에 따른 부분적인 교체를 실시하였으며 계통별 시설현황은 다음과 같다.

		
3, 4단계 원수 유입유량	착수정 수위계	약품투입실 탁도, pH
		
유동 전류계(SCD)	PAHCS/PACS 저장TK 액위	PAHCS/PACS 주입유량

<그림 5.2-73> 현장 계측기기 사진(착수 및 혼화설비)

<표 5.2-135> 현장 계측기기 설비현황(착수 및 혼화설비)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
원수 유량계	1ea	3단계 유입 (공업용수)	3단계 원수 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 1100A (2005. 03)
	1ea	4단계 유입 (생활용수)	4단계 원수 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 1100A (2005. 04)
착수정 수위계	1ea	3단계 착수정 (공업용수)	착수정 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
	1ea		착수정 수위경보 Seojin(ST-4S)	Float Switch
	1ea	4단계 착수정 (생활용수)	착수정 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
	1ea		착수정 수위경보 Seojin(ST-4S)	Float Switch
PAHCS/PACS TK 액위	4ea	약품저장TK	PAHCS/PACS 저장TK 액위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2006. 03)
	2ea	약품투입실	PAHCS/PACS Day TK 액위감시 CDI Tech	Float식 (2001. 12)
PAHCS/PACS 주입유량	1ea	약품투입실	약품 검정유량(PAHCS, PACS) Badger Meter(Primo)	전자식 DIN 6A
	2ea	약품투입실	PAHCS/PACS 주입유량 ABB(COPA-XE)	전자식 DIN 6A (2001. 12)
혼화조 수위	1ea	3단계 혼화조 (공업용수)	3단계 혼화조 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
	2ea	4단계 혼화조 (생활용수)	4단계 혼화조 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
	1ea		4단계 혼화조 수위감시 Hitrol(HT-100F)	Float식 (1992. 04)


역세수조 수위계


차염주입 유량계


불소주입 유량계


지별 여과탁도계


지별 여과유량계


여과지 정수유량계

<그림 5.2-74> 현장 계측기기 사진(여과 및 정수설비)

<표 5.2-136> 현장 계측기기 설비현황(여과 및 정수설비)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
역세척조수위계	2ea	역세척 수조	역세척조 수위감시 Sondar(SLM-800C)	초음파식
			역세척조 수위감시 Seojin(SGL-3)	Float식
여과지 수위계	6ea	여과지 상부	여과지별 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
여과지 차압계	6ea	여과지 관랑	여과지별 차압감시 Yogokawa(UNE-11)	차압식 노후로 사용않음
여과 유량계	6ea	여과지 관랑	여과지별 여과유량감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 (2004. 11)
여과수로수위계	1ea	여과수로 (집수정)	여과수로 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식
정수 유량계	1ea	여과수로 (집수정)	여과지 정수유량감시 SIEMES OCM III	개수로 초음파식 (2006. 12)
정수지 수위계	2ea	3단계 정수지 (공업용수)	공업용수 정수지 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
	2ea	4단계 정수지 (생활용수)	생활용수 정수지 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
송수 유량계	1ea	3단계 송수 (공업용수)	3단계 송수유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 1200A (2005. 03)
	1ea	4단계 송수 (생활용수)	4단계 송수유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 1200A (2005. 04)
소금 저장TK 액위	1ea	소금저장TK	차염 저장TK 액위감시 Flow Line(Echospan)	초음파식
차염 저장TK 액위	2ea	차염저장TK	차염 저장TK 액위감시 Flow Line(Echospan)	초음파식
차염주입유량	4ea	차염 투입실	차염투입 유량(전염, 중염, 후염, 예비) Badger Meter(Primo)	전자식(2007. 01) DIN 15A/10A
불소저장 TK 액위	2ea	불소저장TK	불소저장 TK 액위감시 Siemens(7ML-5221)	초음파식
불소Day TK 중량	2ea	불소 투입실	불소Day TK 중량 감시 CAS	Load Cell
불소주입유량	1ea	불소 투입실	불소투입유량 감시 Yogokawa(ADMAC-AE)	전자식 2.5A

<표 5.2-137> 현장 계측기기 설비현황(배출수 설비)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
회수지 수위계	2ea	회수지	회수지 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
유량조정조 유입 유량계	1ea	유량조정조	유량조정조 유입 유량감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 (2005. 04)
유량조정조 수위계	2ea	유량조정조	유량조정조 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
상징수 순환 유량계	1ea	상징수저류조	상징수 순환 유량감시 EUROMAG(MUT 2200)_Italy	전자식 150A (2006. 06)
상징수저류조 수위계	1ea	상징수저류조	상징수저류조 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식 (2004. 08)
농축조 슬러지 계면계	1ea	농축조	농축조 슬러지 계면감시 성림 M & C(SLG-500A)	광학식
농축조 슬러지 인발유량계	1ea	농축조펌프실	농축조 슬러지 인발 유량감시 Wintec(WT-1000)	전자식 150A
탈리여액상등수 중수유입유량계	1ea	탈니여액 처리조	탈리여액 상등수 중수유입 유량감시 ABB (PARTI-MAG)	전자식 150A (2005)
세정수조수위계	1ea	세정수조	세정수조 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식
농축슬러지 저류조 수위계	1ea	슬러지 저류조	농축슬러지 저류조 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식
농축슬러지 농도계	1ea	슬러지 저류조	농축슬러지 농도 유량감시 Sensall Control(4940R)	초음파식 50A
농축슬러지 공급유량계	1ea	슬러지 저류조	농축 슬러지 공급 유량감시 KORHNE(IFC 080)	전자식 50A (1993. 03)
폴리머 용해조 수위계	2ea	폴리머 용해조	폴리머 용해조 수위감시 Siemens(7ML-5221)	초음파식
	2ea		폴리머 용해조 수위경보 Seojin(ST-4S)	Float식
폴리머 저장TK 수위계	1ea	폴리머저장 TK	폴리머 저장TK 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식
폴리머주입 유량	3ea	폴리머 주입설비	폴리머 주입 유량감시 KORHNE(IFC 080)	전자식 노후로 철거

<표 5.2-138> 수질분석기기 설비현황

설 비 명		수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
원 수	탁도계	1ea	약품 투입동	원수 수질 감시 YSI 6500	산란광식
	pH계	1ea	약품 투입동	원수 수질 감시 IC Control(655-T)	유리 전극식
	유동 전류계 (SCD)	1ea	약품 투입동	원수 수질 감시 CHEMTRAC(SCM 2500XRD)	
	온도계	1ea	수질 시험실	원수 수질 감시 (Pt 100Ω)	RTD Type
	전기전도도	1ea	수질 분석기실	원수 수질 감시 Honeywell	전극식
	탁도계	1ea	수질 분석기실	원수 수질 감시 HACH(Surface Scatter 6)	90° 산란광
	pH계	1ea	수질 분석기실	원수 수질 감시 Honeywell	유리 전극식
	알카리도계	1ea	수질 분석기실	원수 수질 감시 DongShin Inst(7082 ALK)	중화 적정식
침전수	탁도계	2ea	수질 분석기실	침전수 수질 감시(공업/생활) HACH(Surface Scatter 6)	산란광식
	pH계	2ea	수질 분석기실	침전수 수질 감시(공업/생활) Honeywell	유리 전극식
	잔류염소계	1ea	수질 분석기실	침전수 수질 감시(생활) HACH(CL-17)	시약식
여과수 (생활)	지별 탁도계	6ea	여과지 관랑	여과지별 탁도 감시 HACH(1720D)	90° 산란광 (2004. 08)
	탁도계	1ea	수질 분석기실	여과혼합수 수질감시 HACH(Surface Scatter 6)	산란광식
	pH계	1ea	수질 분석기실	여과혼합수 수질감시 Honeywell	유리 전극식
	잔류염소계	1ea	수질 분석기실	여과혼합수 수질감시 HACH(CL-17)	시약식
정 수 (생활)	탁도계	2ea	수질 분석기실	정수 수질 감시 HACH(1720D)	90° 산란광
				정수 수질 감시 MILPA-ST	산란광식
	pH계	1ea	수질 분석기실	정수 수질 감시 Honeywell	유리 전극식
	잔류염소계	1ea	수질 분석기실	정수 수질 감시 HACH(CL-17)	시약식
	불소계	1ea	수질 분석기실	정수 수질 감시 ORION(1800 Series)	
	입자계수기	1ea	수질 분석기실	정수 수질 감시 US Filter(WPC-1028)	

		
회수조 수위계	조정조 수위계	상징수 순환유량계
		
농축슬러지 인발유량계	탈리여액 상등수 유량계	슬러지 유량/농도계

<그림 5.2-75> 현장 계측기기 사진(배출수 설비)

		
수질분석기반	수질분석기반 내부	원수 수질분석기반
		
여과수 수질분석기반	정수 탁도/입자계수기	정수 탁도/불소계

<그림 5.2-76> 수질분석기기 사진

⑤ 전원 설비

감시제어 설비 및 현장계측기기에 안정적인 전원을 공급하기 위한 무정전 전원공급장치(UPS)는 전기실에서 설치되어 있으며 시설현황은 다음과 같다.

설 비 명	수량	위 치	용 도	비 고
UPS	1Set	약품 투입동 전 기 실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 삼일테크놀러지(WP-3000)	2002. 12
UPS	1Set	탈수기동	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 1kVA 세방전기(PTX-3010)	2003. 05
UPS	1Set	전기실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 5kVA Up-Grade	2004. 03
UPS	1Set	수질분석기실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 5.5kVA 세방전기(PTX-4055)	2003. 05
UPS	1Set	중앙운영실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 세방전기(PTX-4035)	2004. 11

⑥ CCTV 설비

정수장의 통합 영상감시(CCTV)시스템은 정수처리시설의 공정감시용 및 원격지 배수지의 설비감시용으로 구분되며 배수지영상감시는 광(FOC) 전용통신망을 이용하여 정수장 중앙운영실에서 통합감시제어하고 있으며, 정수장 외곽감시 카메라는 정수장 경비실에서 관리하여 영상상감시설비는 효율적인 운영 및 원격 감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.


통합영삼감시시스템


영상 감시반


영상감시 운영PC


경비실 영상감시 시스템


탈수기동 영상감시 시스템


감시카메라(여과지 옥상)

<그림 5.2-77> CCTV설비 사진

<표 5.2-139> 영상감시 시스템 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시 CCTV 시 스 템	3Set	진입도로	정수장 진입도로 감시 Camera	
	10Set	정수장 외곽	정수장 외곽감시 Camera	
	1식	정수장 외곽	센서케이블	
	1식	경 비 실	19 " Rack 내장 CRT Monitor 21"(2) Keyboard Multi-plyer(KBM-800) Alarm Interface Unit(2) Power Controller(12ch PC-1200) Video Matrix(VM-6416) Video Distributer(VDA-138) Video Line Splitter(9ch) DVR(KODICOM) Distribution Amplifier(2) 63" PDP Display	
설비감시 CCTV 시 스 템	3Sets	정수장 각 설비동	정수장 공정감시 Camera - 약품투입동(1) - 여과지(2), 여과지 관랑(1)	
	2식	중앙 운영실	영상감시용 운영PC P4-Processor(삼성 으-V65) Window XP 22" LCD Monitor	2007. 08
	1식	중앙 운영실	운영실 주 감시반 54" *1 PDP Display(Xcanvas)	
탈수기동 CCTV 시 스 템	2Sets	탈수기실	탈수기 공정감시 Camera - 탈수기실(2)	
	2Sets	탈수기운영실	21" CRT Monitor	
배수지 CCTV 시 스 템	1식	각 배수지	- 고잔배수지(4_비디오폰) - 반월배수지(4_비디오폰) - 일동배수지(4_비디오폰) - 성포배수지(4) - 초지배수지(2) - 와동배수지(4)	광(FOC) 전용통신망

나. 기술 진단 및 개량계획

1) 감시제어설비 진단

안산정수장의 통합운영시스템은 환경부의 “대규모 정수장 자동화 시범사업”을 통한 전면 개량(2004년)으로 안산시 상수도시설의 통합감시제어 시스템으로 정수장의 감시제어 시스템은 PLC시스템(LS GLOFA GMR 이중화)으로 구성되어 운영되고 있으며 최근 설비로 시설은 전체적으로 양호하다.

2) 감시제어설비 개량계획

상수도시설의 계측제어설비는 설치환경에 적절한 Maintenance등을 통하여 돌발적인 고장을 억제하는 예방보전이 필요하며, 감시제어설비의 안정적인 운전, Maintenance 비용을 절감하는 대책이 요구된다.

안산정수장 감시제어시스템은 2004년 도입된 안산시 상수도시설의 통합감시제어 시스템으로 진단결과 최근 설비로 시설은 전체적으로 양호하며, 지속적인 유지관리로 운영상 특이사항은 없어 개량계획은 세우지 않으며 일부 현장 계측기기는 내구연한의 도래로 유지관리에 따른 교체가 필요하다.

2.5.2 연성정수장

가. 시설현황

1) 개 요

연성정수장은 수도권 광역상수도 5, 6단계에서 원수를 공급받아 공업용수 123,000㎥/일, 생활용수 260,000㎥/일 총 시설용량 383,000㎥/일 규모의 정수장으로 2000년4월 준공되어 공업용수 및 생활용수(안산계통_178,000㎥/일 및 시흥계통_82,000㎥/일)를 공급하고 있다.

2) 계측제어 시설 현황

① 감시제어 시스템 구성

연성정수장의 감시제어설비는 2000년 정수장 준공시 도입된 분산제어시스템(DCS, Vitzrosys), 영상감시설비(CCTV), 원격지 가압장 및 배수지를 정수장 중앙 운영실에서 통합감시제어하고 있다.

② 감시제어 설비

연성정수장의 감시제어 시스템은 DCS(Vitzrosys)시스템으로 중앙 운영실에 MGP(Mosaic Graphic Panel) 및 POS(Process Operator Station), TM/TC Master Station, RCS(Remote Control Station)을 설치하여 약품투입 및 여과설비, 송수펌프, 배출수 처리설비, 원격지 설비를 통합 감시제어하며, 각 설비동에 현장제어반(DCS)를 설치하여 중앙운영실과 광 케이블로 연결, 원격 감시제어할 수 있도록 되어 있으며 감시제어설비 현황은 다음과 같다.



<그림 5.2-78> 정수장 운영실

<표 5.2-140> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
POS/PES	2Set	중앙 운영실	Vitzrosys DCS (Sun Blade 150) OS : UNIX Solaris 9.0 MMI : KADAC-2000 17" LCD Monitor	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
POS (TMS 감시용)	1Set	중앙 운영실	P4-Processor (삼성 DM-9270) Window XP Pro. MMI : DooSan TMS Package 19" LCD Monitor	
POS (소독능 감시용)	1Set	중앙 운영실	P4 Intel Xeon Processor (삼성 Smart Server) Window XP Pro. 19" LCD Monitor	
POS (수질 감시용)	1Set	중앙 운영실	P4 Intel Xeon Processor (HP ProLiant ML350) Window 2003 Server MMI : POSM-KADAC21S 23" LCD Monitor	2008.
POS (선부 배수지용)	1Set	중앙 운영실	P4 Intel Xeon Processor (HP ProLiant ML350) Window XP Pro. MMI : CIMON Package 19" LCD Monitor	2009
POS (대부 가압장)	1Set	중앙 운영실	P4 Intel Xeon Processor (HP ProLiant ML350) Windows 2003 Server MMI : CIMON Package 22" LCD Monitor	2004.
중앙 감시반	1식	중앙 운영실	Mosaic Graphic Panel 117500W×1300D×2820H 정수처리 및 원격지설비 감시	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
POS (탈수설비)	1Set	배출수처리동 전기실	Vitzrosys DCS (SUN Ultrea 10) OS : UNIX Solaris 9.0 MMI : KADAC-2000 17" LCD Monitor	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
Printer	2식	중앙 운영실	Logging Printer Laser Type-A4 (HP Laser Jet 1160) Alarm Printer-Fuji Xerox Dot Matrix-136Columns (DocuPrinter C3055DX)	

<표 5.2-140> 감시제어 설비현황(계속)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
System Network	1식	각 설비동	통신 : Ethernet TCP/IP 광케이블(Dual) 각 설비동에 광분배함설치 (광 변환기, Switch 등)	06.05 케이블 교체

<표 5.2-141> 현장 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
RCS #1 (현장제어반)	1Set	착수정 전기실	Remote Control Station 800W×800D×2350H(2) Vitzrosys DCS(이중화) 통신 : 광 케이블	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
RCS #2 (현장제어반)	1Set	여과지 전기실	Remote Control Station 800W×800D×2350H(4) Vitzrosys DCS(이중화) 통신 : 광 케이블	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
RCS #3 (현장제어반)	1Set	송수펌프전기실	Remote Control Station 800W×800D×2350H(2) Vitzrosys DCS(이중화) 통신 : 광 케이블	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
RCS #4 (현장제어반)	1Set	배출수처리동 전기실	Remote Control Station 800W×800D×2350H(2) Vitzrosys DCS(이중화) 통신 : 광 케이블	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
RCS #M (중앙감시반)	1식	중앙운영실	Remote Control Station 800W×800D×2350H(7) 비츠로 DCS 이중화 통신 : 광 케이블	1999. 07 설비노후 유지관리 어려움
			TM Master Station 800W×800D×2350H(1) Vitzrosys DCS(이중화) 통신 : 광 케이블(배수지 통신)	-목내배수지 -성곡배수지 -공단배수지 1999. 설비노후
TM/TC #M (중앙감시반)	1식	중앙운영실	TM Master Station 1000W×700D×2350H(1) PLC : GMR 이중화, CUEA(2) Gateway(ETOS 00*2)_CDMA	-대부가압장/배수지 -선부배수지 -벌말/뒷방울배수지 -PLC용(2004)
TSS (안산통합 5)	1Set	착수정 전기실	수자원공사 TSS #5 1200W×900D×1850H LS산전 TM/TC 유입유량/압력, 개도 감시	



착수정 RCS #1	여과지동 RCS #2	송수펌프동 RCS #3
배출수처리 RCS #4	중앙운영실 RCS #M	중앙운영실 TM/TC #M

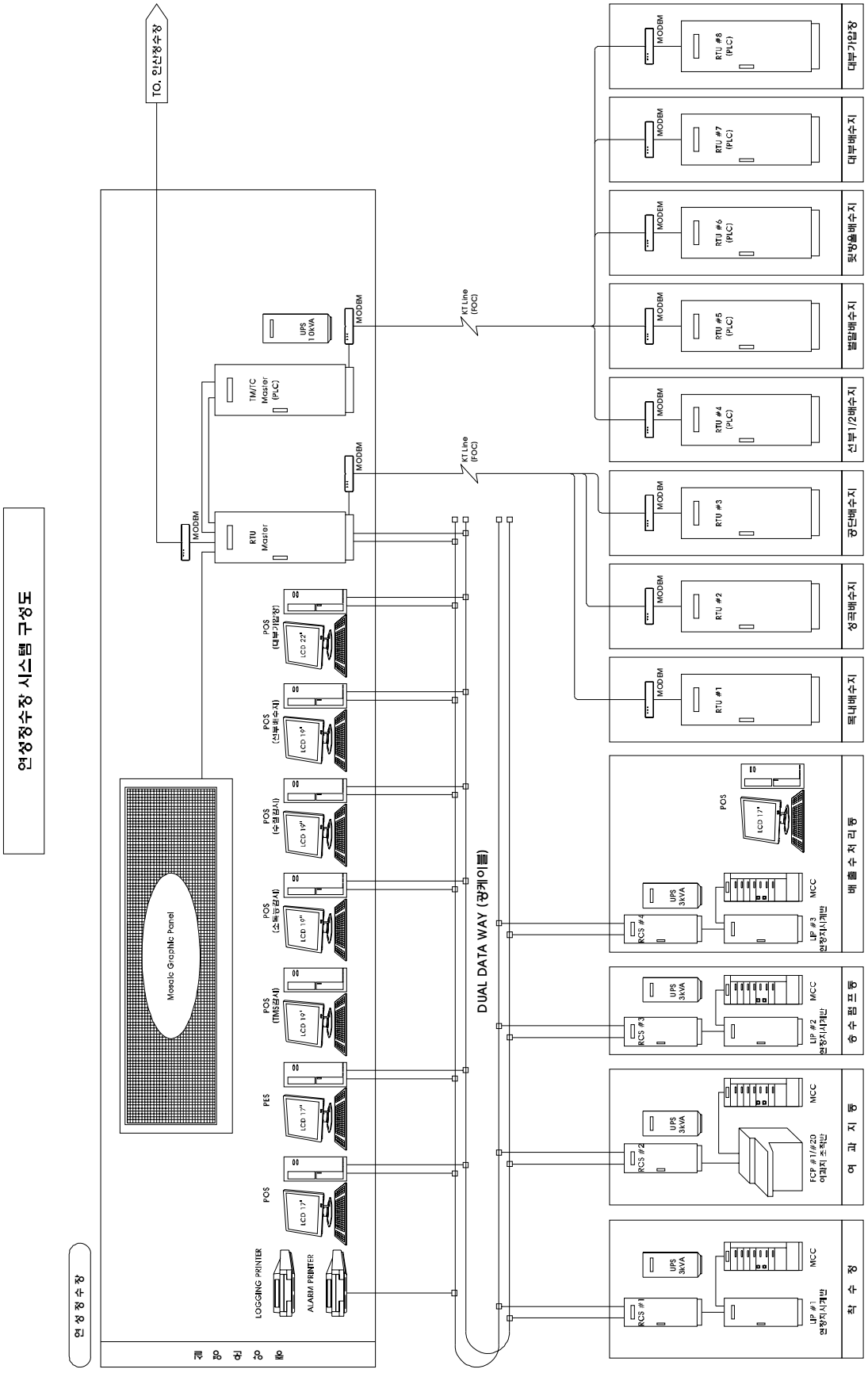
<그림 5.2-79> 현장 제어반 사진

③ 현장 제어반

연성정수장의 현장 제어반은 각 정수시설의 제어실에 현장 제어반 및 약품투입설비 제어반, 여과지 조작대(FOC)등을 설치하여 현장에서 제어할 수 있도록 현장 제어반이 구성되어 있으며, 각 정수 시설별 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.2-142> 현장 제어반 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
현장 지시계반 (LIP #1A/B)	1면	착수정 전기실	착수정 현장지시계반(LIP #1A/B) 1200W×1000D×2350H(1) 800W×800D×2350H(1) 수질, 수위, 유량지시 및 경보	옥내 자립형 1999. 노후
현장 지시계반 (LIP #2A/B)	1면	착수정 전기실	송수펌프 현장지시계반(LIP #2A/B) 1200W×1000D×2350H(1) 800W×800D×2350H(1) 수질, 수위, 유량지시 및 경보	옥내 자립형 1999. 노후
현장 지시계반 (LIP #3A/C)	1면	배출수처리동 전기실	배출수 현장지시계반(LIP #3A/C) 100W×1000D×2350H(2) 800W×800D×2350H(1) 수질, 수위, 유량지시 및 경보	옥내 자립형 1999. 노후
여과지 조작대	20면	여과지	현장 여과지 조작반 850W×850D×1000H - 여과지 수위 - 역세 펌프/송풍기 조작 - 각종 밸브 조작	옥내 자립형 (5, 6단계) 1999. 07



<그림 5.2-80> 통합 감시제어시스템 구성도

<표 5.2-143> 현장 제어반 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
활성탄투입기 제어반	1면	착수정 약품투입기실	활성탄투입기 제어반 700W×500D×1700H 수위, 유량지시 및 제어	옥내 자립형 (기계설비)
PAC/ALUM 주입기 제어반	1면	착수정 약품투입기실	PAC/ALUM설비 현장제어반 650W×400D×1800H	옥내 자립형 (기계설비)
NaOH 주입기 제어반	1면	착수정 약품투입기실	NaOH설비 현장제어반 650W×400D×1800H	옥내 자립형 (기계설비)
응집기 현장 제어반	1면	응집지	응집기 현장제어반(인버터 내장) 750W×450D×1700H	옥외 자립형 (기계설비)
슬러지수집기 현장 제어반	1면	응집지	슬러지수집기 현장제어반(PLC내장) 800W×500D×1800H	옥외 자립형 (기계설비)
불소투입 현장 제어반	1면	불소투입기실	불소투입 현장제어반(PLC내장) 900W×600D×1800H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)
염소투입 현장 제어반	1면	염소투입기실	염소투입 현장제어반 800W×600D×2350H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)
	1면	염소투입기실	염소기화기 현장제어반 800W×600D×2350H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)
약품용해설비 현장 제어반	1면	탈수기동	약품(폴리머)용해설비 현장제어반 1000W×450D×2350H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)
탈수기 현장 제어반	1면	탈수기동	탈수기 현장제어반 1150W×450D×2450H 각종 지시계 및 조작 스위치	옥내 자립형 (기계설비)


약품투입설비 제어반


응집기 현장제어반


현장 여과지 조작반


염소중화설비 제어반


불소투입 현장제어반


탈수기 현장제어반

<그림 5.2-81> 현장 제어반 사진

④ 현장 계측기기

정수장내에는 각 공정별 유량계, 압력계, 수위계 및 자동 수질분석기기 등이 설치되어 있으며, 각 현장 계측기기는 시설 준공시 설치된 제품으로 설비개량에 따른 부분적인 교체를 실시하였으며 계통별 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.2-144> 현장 계측기기 설비현황(착수 및 혼화설비)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
광역원수 유입 유량 및 압력 (수 공)	1ea	원수유입	원수 유입유량 감시 Controltron(System 990)	초음파식 1800A (1999. 07)
	1ea	원수유입	원수 유입압력 감시	다이아프램식 (1999. 07)
착수정 수위계	1ea	착수정	착수정 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식
	1ea		착수정 수위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
유입 유량	1ea	공업 유입유량	공업용수 유입유량 감시 E+H Promag	전자식 1200A (1999. 07)
	1ea	생활 유입유량	생활용수 유입유량 감시 E+H Promag	전자식 1500A (1999. 07)
PAC/ALUM TK 액위	4ea	약품저장TK	PAC/ALUM 저장TK 액위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	1ea	PAC조절TK	PAC조절TK 수위감시 Lee Tech(LT-200)	초음파식
	2ea	ALUM조절TK	ALUM 조절TK 수위경보 서진(4T-4S)	Float식 LS (1999. 07)
NaOH TK 액위	1ea	NaOH TK	NaOH(45%) 저장TK 액위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	1ea	NaOH TK	NaOH(20%) 저장TK 액위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	1ea	NaOH TK	NaOH 희석TK 액위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	1ea	NaOH조절TK	NaOH 조절TK 수위경보 서진(4T-4S)	Float식 LS



공업용수 유입유량



생활용수 유입유량



착수정 수위계

<그림 5.2-82> 현장 계측기기 사진(착수 및 혼화설비)

<표 5.2-145> 현장 계측기기 설비현황(여과 및 정수설비)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
여과지 수위계	10ea	5단계 여과지	5단계 여과지별 수위감시 Hitrol(HT-100C-2)	Capacitance (1999. 07)
	10ea	6단계 여과지	6단계 여과지별 수위감시 Hitrol(HT-100C-2)	Capacitance (1999. 07)
염소 희석수 유량계	1ea	여과지 관랑	전염소 희석수 유입유량 감시 E+H Promag(33FH80)	전자식 80A (1999. 07)
	1ea	여과지 관랑	전염소 희석수 유입유량 감시 E+H Promag(33FH80)	전자식 80A (1999. 07)
용수 유량계 (구내)	1ea	역세 펌프실	구내용수 유량 감시 E+H Promag	전자식 100A (1999. 07)
역세척수 압력/유량감시	1ea	여과지 관랑	역세척수 여과유량감시 nLine Inst.(Ulsoflow 309F)	초음파식 600A
	1ea	여과지 관랑	역세척수 유입압력 감시 Konics(PT-3300)	다이아프램식
여과 유량계 (정수유입)	1ea	여과지 관랑	여과유량(정수유입) 감시 nivelco(nivosonar 300)	개수로 초음파식
정수지 수위계	1ea	공업 정수지	공업용수 정수지 수위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	1ea	생활 정수지	생활용수 정수지 수위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
송수펌프흡수정 수위계	1ea	공업 흡수정	공업용수 정수지 수위감시 E+H(PMC 635)	차압식 (1999. 07)
	1ea	생활 흡수정	생활용수 정수지 수위감시 E+H(PMC 635)	차압식 (1999. 07)
송수관로 유량/압력계	1ea	송수펌프 관랑	안산 생활용수 송수유량 감시 E+H Promag(33FH)	전자식 1200A (1999. 07)
	1ea	송수펌프 관랑	시흥 생활용수 송수유량 감시 E+H Promag(33FH)	전자식 1050A (1999. 07)
	1ea	송수펌프 관랑	안산 공업용수 송수유량 감시 E+H Promag(33FH)	전자식 1050A (1999. 07)
	3ea	송수펌프 관랑	송수압력 감시(안산/시흥 생활, 공업) E+H(RMC 731)	다이아프램식
염소주입유량	3ea	차염 투입실	전염소 투입유량 Resemount(1151 Smart)	전자식 8A
	3ea	차염 투입실	후염소 투입유량 Resemount(1151 Smart)	전자식 8A
불소저장 TK 액위	2ea	불소저장TK	불소저장 TK 액위감시 Hycontrol(Liquiflex)	초음파식
불소Day TK 중량	2ea	불소 투입실	불소Day TK 중량 감시 CAS(CI-2500A)	Load Cell

<표 5.2-145> 현장 계측기기 설비현황(여과 및 정수설비) - 계속

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
염소주입유량	3ea	차염 투입실	전염소 투입유량 Resemount(1151 Smart)	전자식 8A
	3ea	차염 투입실	후염소 투입유량 Resemount(1151 Smart)	전자식 8A
불소저장 TK 액위	2ea	불소저장TK	불소저장 TK 액위감시 Hycontrol(Liquiflex)	초음파식
불소Day TK 중량	2ea	불소 투입실	불소Day TK 중량 감시 CAS(CI-2500A)	Load Cell


여과 유량계(정수유입)


공업정수 수위계


염소희석수 유량계


여과 유량계(정수유입)


펌프흡수정 수위계


송수 유량계

<그림 5.2-83> 현장 계측기기 사진(여과 및 정수설비)

<표 5.2-146> 현장 계측기기 설비현황(배출수 설비)

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
상징수조 수위/유량계	1ea	상징수조	상징수조 수위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	1ea	상징수조 펌프실	1차상징수 이송 유량감시 Macnaught(M40-SSG)	전자식 150A (1999. 07)
배슬러지지 수위계	1ea	배슬러지지	배슬러지지 수위감시 E+H Prosonic(FMU 862, 2ch)	초음파식 (1999. 07)
	1ea		배슬러지지 수위경보 투라인레벨(2L-5F2W)	Float식

<표 5.2-146> 현장 계측기기 설비현황(배출수 설비) - 계속

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배출수지 수위계	3ea	배출수지	배출수지 수위감시 E+H Prosonic(FMU 860)	초음파식 (1999. 07)
	3ea		배출수지 수위경보 투라인레벨(2L-5F2W)	Float식
상징수 유량계 (배출수)	1ea	탈수기동 지하	상징수(배출수) 유량감시 E+H Promag	전자식 150A (1999. 07)
슬러지저류조 수위계	1ea	슬러지저류조	슬러지저류조 수위감시 E+H Prosonic(FMU 862, 2ch)	초음파식 (1999. 07)
2차농축 슬러지 농도계	1ea	탈수기동 관랑	2차농축 슬러지 인발농도감시 Mobrey(MSM40)	초음파식 150A (1999. 07)
2차농축 혼화조 약품유량	1ea	탈수기동 관랑	2차농축 혼화조 약품유량감시 Macnaught(M40-SSG)	용적식(Gear)40A 1999. 노후
세정수조 수위계	1ea	세정수조	세정수조 수위감시 Hitrol(HT-100C-2)	Capacitance (1999. 07)
탈수기 슬러지 농도/유량계 폴리머주입유량	4ea	각 탈수기	탈수기유입 슬러지 농도감시 Mobrey(MSM40)	초음파식 80A (1999. 07)
	4ea		탈수기유입 유량감시 E+H Promag(33FH80)	전자식 80A (1999. 07)
	4ea		탈수기유입 폴리머 유량감시 Macnaught(M40-SSG)	용적식(Gear)40A 1999. 노후



상징수 수위계



슬러지저류조 수위계



상징수 유량계



농축슬러지 농도계



탈수슬러지 농도/유량계



탈수슬러지 농도/유량계

<그림 5.2-84> 현장 계측기기 사진(배출수 설비)

<표 5.2-147> 수질분석기기 설비현황

설 비 명		수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
원 수	탁도계	1ea	착수정 전기실	원수 수질 감시 HACH(Surface Scatter 7)	90° 산란광
	pH계	1ea	착수정 전기실	원수 수질 감시 Honeywell	유리 전극식
	전기전도도	1ea	착수정 전기실	원수 수질 감시 Honeywell	전극식
	온도계	1ea	착수정 전기실	원수 수질 감시 (Pt 100Ω)	RTD Type
	잔류염소계	1ea	착수정 전기실	원수 수질 감시 HACH(CL-17)	시약식
	알카리도계	1ea	착수정 전기실	원수 수질 감시 DongShin Inst(7082 ALK)	중화 적정식
침전수	탁도계	1ea	여과지 상부	침전수 수질 감시 HACH(1720E)	90° 산란광 (2003)
	pH계	2ea	여과지 상부	침전수 수질 감시 Honeywell	유리 전극식
	잔류염소계	2ea	응집지 관랑	침전수 수질 감시(공업, 생활) HACH(CL-17)	시약식 (1999/2004)
여과수	지별 탁도계	10ea	여과지 관랑	5단계 여과지별 탁도 감시 HACH(1720D)	90° 산란광 (2003)
		10ea	여과지 관랑	6단계 여과지별 탁도 감시 HACH(1720D)	90° 산란광 (2003)
	탁도계	1ea	여과지 관랑	통합 여과수 수질감시 HACH(1720D)	90° 산란광 (2003)
	입자계수기	1ea	여과지 관랑	통합 여과수 수질감시 HACH(2200 PCX)	광학식
	잔류염소계	1ea	불소 투입실	통합 여과수 수질감시 HACH(CL-17)	시약식
정 수	탁도계	2ea	송수 펌프실	정수 수질 감시(공업, 생활) HACH(1720D)	90° 산란광
	pH계	2ea	송수 펌프실	정수 수질 감시(공업, 생활) Honeywell	유리 전극식
	온도계	1ea	송수 펌프실	정수 수질 감시(생활) (Pt 100Ω)	RTD Type
	잔류염소계	1ea	송수 펌프실	정수 수질 감시(생활) HACH(CL-17)	시약식

		
착수정 수질분석기기	여과유출 수질분석기기	정수 수질분석기기

<그림 5.2-85> 현장 계측기기 사진(수질분석기기)

<표 5.2-148> 방류 TMS설비 현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
방류 유량계	1ea	TMS실	방류 유량감시(초음파) Enva Tech(Sondar SLM-600)	파샬프롬식 3 “
TN/TP계	1ea	TMS실	방류 수질 감시 Bram-Luebbe(DiaMon)	
COD계	1ea	TMS실	방류 수질 감시 TOA-DKK(COD-203)	시약식
pH계	1ea	TMS실	방류 수질 감시 HACH	유리 전극식
부유물질(SS)	1ea	TMS실	방류 수질 감시 HACH	광학식
Data Logger	1ea	TMS실	수질Data 전송 Tech Korea(KTE-1600DW)	환경부
UPS	1ea	TMS실	TMS설비 전원공급 -전원 : 단상 220V/220V -용량 : 7.5kVA -세방전기(PTX-4075)	(2001.08)
기타설비	1식	TMS실	자동채수기(Ari) Sampling 수조 등	

		
TMS 분석기실	Sampling수조 및 자동채수기	TN/TP 및 pH, SS

		
COD 및 Data Logger	COD 및 Data Logger	슬러지 유량/농도계

<그림 5.2-86> 현장 계측기기 사진(TMS 설비)

⑤ 전원 설비(UPS)

감시제어 설비 및 현장계측기기에 안정적인 전원을 공급하기 위한 무정전 전원공급장치(UPS)는 전기실에서 설치되어 있으며 시설현황은 다음과 같다.

설 비 명	수량	위 치	용 도	비 고
UPS	1Set	착수정 전기실 (감시제어설비)	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 세방전기(PTX-4030)	2005. 05
	1Set	착수정 전기실 (비상 제어용)	전원 : 3상 380V/380V 용량 : 15kVA 세방전기(PTX-6015)	2001. 08
UPS	1Set	여과지 전기실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA MAXCOM(6446)	1998. 12
	1Set		전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 대농엔지니어링(PSL-1000)	2003. 07
UPS	1Set	송수펌프 전기실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA MAXCOM	1998. 12
UPS	1Set	배출수처리동 전기실	전원 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA MAXCOM	1998. 12
	1Set	배출수 전기실 (비상 제어용)	전원 : 3상 380V/380V 용량 : 15kVA -엔이티(TechPia-1500)	2002. 12
UPS	1Set	중앙운영실	전원 : 3상 380V/220V 용량 : 7.5kVA MAXCOM(2000N)	1998. 12
	1Set		전원 : 단상 220V/220V 용량 : 10kVA 세방전기(PTX-4100)	2005. 03

⑥ CCTV 설비

정수장의 통합 영상감시(CCTV)시스템은 정수처리시설의 공정감시용 및 원격지 배수지의 설비감시용으로 구분되며 배수지 영상감시는 광(FOC) 전용통신망을 이용하여 정수장 중앙운영실에서 통합감시제어하고 있으며, 정수장 외곽감시 카메라는 정수장 경비실에서 관리하여 영상상감시설비는 효율적인 운영 및 원격 감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.2-149> 영상감시 시스템 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시 CCTV 시 스 템	8Set	정수장 외곽	정수장 외곽감시 Camera	
	1식	정수장 외곽	센서케이블	
	1식	경 비 실	19 " Rack 내장 63" PDP Display(PAVV) 21" LCD Monitor(2) Keyboard Multi-plyer(KBM-800) Alarm Interface Unit(AIU-320) Alarm Output Unit(AIU-160) Video Matrix(VM-6416) Fiber Distribution Frame Signal Distribution Unit(S여-640) Video Distributer(VDA-124) Goilden Eyre(Winnet Tec.) Power Controller DVR(KLAUS-1600) Data Modem(CC-57")	
설비감시 CCTV 시 스 템	10Sets	정수장 각 설비동	정수장 공정감시 Camera - 약품투입동(2) - 여과지(2), 여과지 관랑(1) - 공업/생활정수지수위(2) - 송수펌프실(1), 염소투입(2)	
	2식	중앙 운영실	영상감시용 운영PC P4-Processor(삼성 M5670, MV20) Window XP 23" LCD Monitor	
	1식	중앙 운영실	운영실 주 감시반 54"*2 PDP Display(Xcanvas) 22"*6 CRT Monitor	
탈수기동 CCTV 시 스 템	4Sets	탈수기실	탈수기 공정감시 Camera - 탈수기실(2) - 탈수기#1, 4호기(2)	
	4Sets	탈수기운영실	21" CRT Monitor	
배수지 CCTV 시 스 템	1식	각 배수지	- 대부가압장(4_비디오폰) - 공단배수지(4_비디오폰) - 목내배수지(4_비디오폰) - 선부배수지(3) - 성곡배수지(3)	광(FOC) 전용통신망

		
중앙 운영실	경비실	옥외감시용 카메라

<그림 5.2-87> CCTV설비 사진

나. 기술 진단

1) 감시제어설비

연성 정수장의 감시제어 시스템은 2000년 정수장 준공시 도입된 분산제어시스템(DCS 1997년 설치, Vitzrosys)으로 정수장 및 원격지 가압장/배수지를 정수장 중앙운영실에서 통합감시제어하고 있다.

정수장의 감시제어 시스템은 DCS(Vitzrosys)시스템으로 중앙 운영실에 POS(Process Operator Station), MGP(Mosaic Graphic Panel) 및 TM/TC Master Station, RCS(Remote Control Station)을 설치하여 착수설비 및 여과설비, 송수펌프, 배출수 처리설비, 원격지 설비를 통합 감시제어하며, 각 설비동에 현장제어반(DCS)를 설치하여 중앙운영실과 광 케이블로 연결, 원격 감시제어하고 있다.

정수장의 분산제어시스템(DCS, Vitzrosys)은 1997년 도입된 설비로 중앙 운영실 POS(Process Operator Station)의 운영체제는 UNIX(Solaris 9.0), Workstation은 Sun (Blade 150)으로 UNIX 시스템은 2000년 초기 Window 시스템의 도입으로 운영체제가 복잡하고 유지관리가 어려우며, 기자재의 고가로 현재는 단종되어 범용의 Window 시스템으로 교체되고 있다.

중앙 운영실의 중앙감시제어반(PES/POS)는 UNIX(Solaris 9.0) 시스템의 Sun (Blade 150), Window(Window 2003 Server, Window XP Pro.) MMI Package는 UNIX 시스템의 KADAC-2000, Window 시스템의 DooSan TMS, POSM-KADAC 21S, CIMON등으로 구성되어 유지관리가 어렵다.

또한 분산제어시스템(DCS, Vitzrosys) 전용의 현장 제어반(RCS, Remote Control Station)의 CPU는 Motorola 제품으로 단종 되었으며 System Network은 Maker Network에서 범용의 Ethernet TCP/IP(FOC 이중화)로 개량하여 이용하고 있다.

현재 정수장 분산제어시스템(DCS, Vitzrosys)은 시스템 전문업체와 유지관리용역을

실시하여 지속적인 유지관리 및 프로그램의 보완 및 수정등으로 유지관리상태가 양호하며 단종된 현장 제어반 CPU(Motorola) 등 각종카드는 국내업체에서 생산되어 필요시 구입이 가능하나 장래 고도정수처리시설의 도입(2013~2015)시 현장 제어반의 추가설치가 예상됨으로 시스템의 유지관리 및 안정성, 신뢰도 향상을 위하여 시스템의 진단 및 검토 후 개량하는 것으로 계획하였다.

3) 감시제어설비 진단 및 개량계획

상수도시설의 계측제어설비는 설치환경에 적절한 Maintenance등을 통하여 돌발적인 고장을 억제하는 예방보전이 필요하며, 감시제어설비의 안정적인 운전, Maintenance 비용을 절감하는 대책으로 정수장 감시제어시스템의 진단결과 중앙 운영실의 중앙감시제어반(PES/POS)은 운영체제 및 H/W가 상이하고 통합운영시스템 구축에 따른 개량이 필요며, 현장제어반 또한 설비의 노후 및 제품생산중지로 운영, 유지관리에 어려움이 있으므로 개량이 필요하다.

현재 정수장 분산제어시스템(DCS, Vitzrosys)은 장래 고도정수처리시설의 도입(2013~2015)시 현장 제어반의 개량이 요구됨으로 시스템의 유지관리 및 안정성, 신뢰도 향상을 위하여 시스템의 진단 및 검토 후 개량하는 것으로 계획하였다.

<표 5.2-150> 감시제어설비 진단 및 개량계획

구 분	진단결과	개량계획
중앙감시반 (PES/POS)	■ 운영체제 : UNIX(Solaris 9.0), Window(2003 Server, XP Pro.) 혼재 ■ UNIX용 PES/POS의 노후로 유지관리에 어려움 ■ MMI Package : - UNIX : KADAC-2000 - Window : DooSan TMS, POSM-KADAC 21S, CIMON	■ 장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량 필요
중앙감시반 (MGP)	■ Mosic Graphic Panel로 구성되어 공정변경 및 개량시 유연성이 떨어지며 제어반의 노후로 유지관리에 어려움 ■ 현장 제어반(RCS #M, 7면) 노후	■ 장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량 필요
현장 제어반 (RCS)	■ 시스템 : - 분산 제어시스템(DCS, Vitzrosys)으로 노후 - 생산중지된 부품으로 유지관리에어려움	■ 장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량 필요

3. 배출수 처리시설

3.1 단위시설별 개량계획

3.1.1 안산정수장

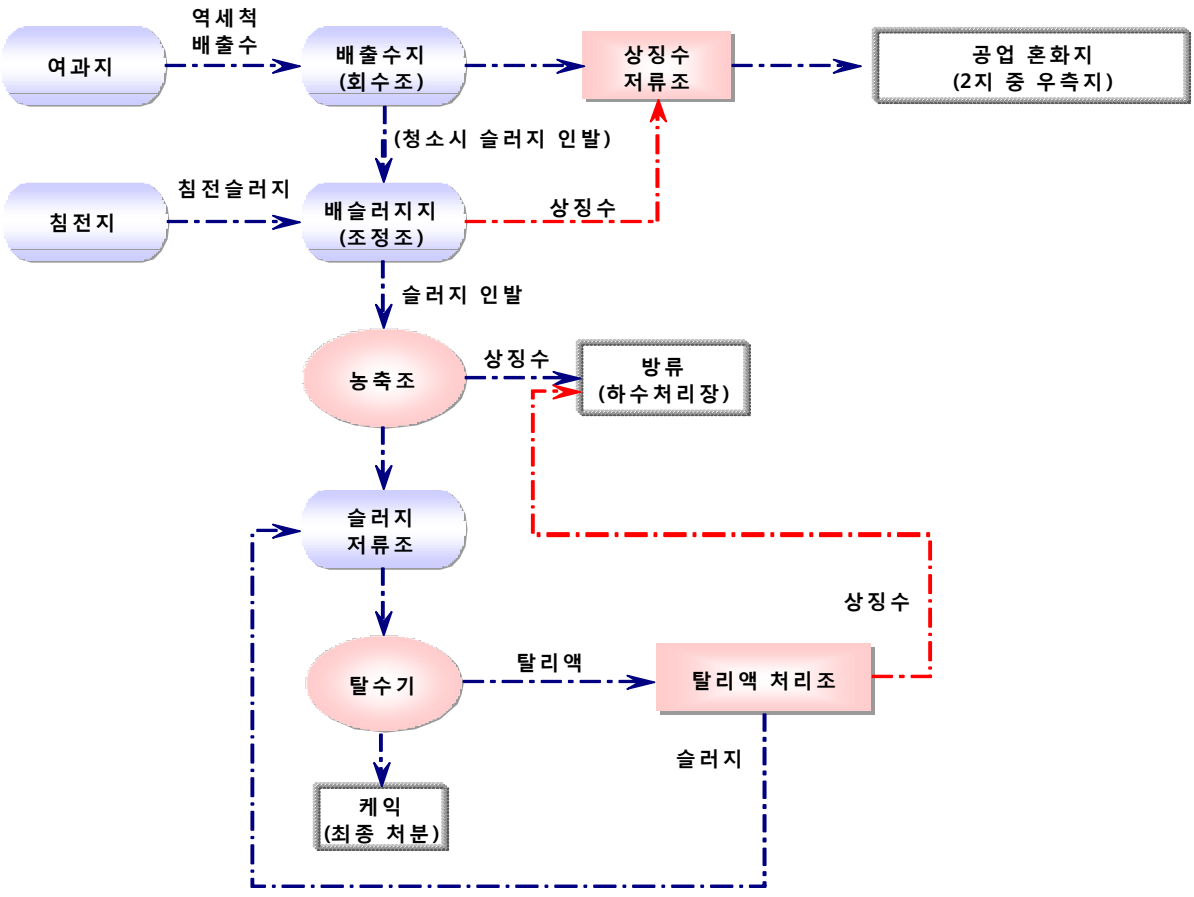
가. 시설 및 운영현황

아래 그림에 나타낸 바와 같이, 배출수처리시설의 공정은 배출수지(회수조), 배슬러지지(조정조), 농축조, 탈수시설(Belt press, 탈수보조제로 폴리머 주입) 등으로 구성되어 있다.

배출수지로 회수된 역세척 배출수는 전량 상징수 저류조를 통해 공업용수계통 혼화지(2지 중 우측지)로 반송되며, 청소시에만 슬러지를 배슬러지지로 인발하고 있다.

배슬러지지 상징수는 상징수 저류조를 통해 공업응집침전지의 유입배관으로 반송되며, 슬러지는 농축조로 인발된다.

농축조 상징수와 탈수기 탈리액 처리조 상징수는 하수처리장으로 방류된다.



<그림 5.3-1> 배출수처리 계통도

<표 5.3-1> 배출수처리 시설현황

항목		시 설 현 황
배출수지 (회수조)	제원	-W10.0m×L20.0m×H3.8m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-760㎥ × 2지 = 1,520㎥
	슬러지 이송펌프	-11㎾×3.1㎥/min×8mH(125A×125A)×3대
배슬러지지 (조정조)	제원	-W7.8m×L25.2m×H3.85m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-756.75㎥ × 2지 = 1,513.5㎥
	슬러지수집기	-수중대차식, 0.2~0.8m/min×1.5㎾
	슬러지 이송펌프	-11㎾×3.5㎥/min×6mH×2대
농축조	제원	D21.0×H3.5×2지
	형식	-원형 RC 구조
	유효용량	-1,212.3㎥ × 2지 = 2,424.5㎥
	슬러지수집기	-중심축 구동형, 주행속도 : 0.6m/sec
	슬러지 이송펌프	-7.5㎾×1.5㎥/min×10mH(150A×100A)×2대
슬러지 저류조	제원	-W6.0m×L11.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-231㎥ × 1지 = 231㎥
	교반기 수변속도	1.6~2.0m/sec
여포세척수조	제원	-W3.8m×L6.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-79.8㎥ × 1지 = 79.8㎥
	여포세척수조 공급펌프	-30㎥/h×35mH×3대
탈리액 처리조	제원	-D10.0m×H3.5m×1지
	형식	-원형 RC 구조
	유효용량	-275㎥ × 1지 = 275㎥
	슬러지수집기	-중심축 구동형, 주행속도 : 0.6m/sec
	슬러지 이송펌프	-7.5㎾×1.42㎥/min×9mH×1대 -7.5㎾×1.5㎥/min×9mH×1대
상징수 저류조	제원	-W7.0m×L12.0m×H3.5m×1지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-294㎥ × 1지 = 294㎥
	상징수 이송펌프	-30HP×4㎥/min×19mH×1대 -22㎾×4㎥/min×19mH(125A×125A)×2대

<표 5.3-2> 배출수처리 시설현황

항목		시 설 현 황
탈수시설	형식	-벨트프레스(3대 중 1호기는 고압탈수기)
	벨트 폭	-1~3호기 : 2.5m
	대수	-3대
	용량	-1호기 : 2.2kW×10~20㎥/h, 고압탈수기 -2호기 : 1.5kW×6~15㎥/h -3호기 : 1.5kW×6~15㎥/h
	슬러지 공급펌프	-3.7kW×2.4㎥/h×9mH×3대
	약품주입펌프	-0.75kW×2.4㎥/h×9mH×3대
	약품희석수 공급펌프	-130L/min×30mH×2.0kW×2대
	여포세정수 공급펌프	-0.45㎥/min×85mH×1.5kW×3대



배출수지(회수조)



배슬러지지(조정조)



농축조



탈리액 처리조



폴리머 용해설비 및 제어반



탈수기(Belt press)

<그림 5.3-2> 배출수 처리시설

나. 기술진단 및 개선방안

1) 처리계통의 적정성 평가

상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있다.

그러나, 배출수지(회수조) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 저류조를 통해 공업용수계통 혼화지로 반송되고 있다. 공업용수로만 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 현재와 같이 여름철 생활용수의 시간최대배수량이 크게 증가할 경우, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는, 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능하므로, 잠재적인 위험을 회피하기 위해서 배슬러지지(조정조) 상징수를 회수하지 않고 방류하는 것이 가장 바람직하다. 그러나, 손실수량이 많아지게 되는 단점이 있으므로 개선이 필요하다(개량안은 '라. 정수처리공정 기술진단 및 개량방안'의 '2) 계통별 유량배분' 부분 참조).

2) 배출수 처리시설 용량 검토

① 슬러지 발생량

슬러지 발생량은 상수도시설기준에 제시된 다음 식으로 구할 수 있다.

$$S = Q(T \times E1 + C \times E2) \times 10^{-3}$$

여기서, S : 슬러지 발생량 (kg/일), Q : 계획 정수량 (m^3/일),
T : 계획 원수탁도 (NTU), E1 : 탁도와 부유물질(SS)의 환산율
C : 응집제 주입율 (산화알루미늄으로서의 주입율) (㎎/L)
E2 : 수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비

슬러지 발생량 산정을 위한 적용값은 아래 표와 같다.

<표 5.3-3> 슬러지 발생량 산정을 위한 적용값

구분	탁도(NTU)	응집제 주입율[1] (㎎/L as Al_2O_3)	SS/탁도	응집제 환산계수[2]
평균유량 평균탁도	33.00	3.97	0.93	2.06
설계유량 설계탁도	11.29	2.54	0.81	2.06

주 1) 응집제 주입율(㎎/L as Al_2O_3)은 PAHCS의 Al_2O_3함량과 비중을 적용하여 환산함
2) $2Al(OH)_3 \cdot 3H_2O/2Al_2O_3$

설계탁도는 2006년~2008년 원수 일간탁도 자료에서 누적빈도 95%값을 적용하였으며, 평균탁도는 원수 평균탁도를 적용하였다.

SS/탁도비는 동일한 원수의 경우에도 계절에 따라 변화되고, 원수의 유기물 함량이 많은 경우 다소 낮은 값을 가지며, 점토성분이 많은 하천수보다 호소수에서 낮은 값을 갖는 것이 일반적이다. 문헌에 보고된 일반적인 SS/탁도비는 0.7~2.2 정도이다. 측정된 원수의 SS와 탁도의 상관성을 분석한 결과 SS/탁도비는 0.93으로 나타났다.

응집제 주입율은 탁도와 응집제 주입율의 상관성을 회귀분석하여, 평균탁도와 설계탁도에 해당되는 응집제 주입율을 산정하였다.

응집제 환산계수(수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비)는 1.53으로 제시되나, 산화알루미늄에 의해 발생되는 수산화알루미늄은 물분자를 포함하며, 이를 고려하지 않으면 실제 발생하는 슬러지 양보다 작게 계산된다는 Cornwell(1999) 등의 의견을 수용하여 1몰의 산화알루미늄이 3개의 물분자를 갖는 수산화알루미늄을 생성하는 것으로 보아(Al2O3 → 2Al(OH)3·3H2O), 환산계수는 2.06을 적용하였다.

② 배출수처리 공정별 슬러지 부하량

각 처리공정별 유량부하를 평가하기 위한 공정별 적용조건은 운영자료를 감안하여 아래 표와 같이 결정하였다.

<표 5.3-4> 슬러지 발생량 산정을 위한 공정별 적용조건

공정		적용조건			
		설계유량 설계탁도		평균유량 평균탁도	
침전	침전수 탁도	생활용수계통	공업용수계통	생활용수계통	공업용수계통
		1.92NTU	2.00NTU	0.79NTU	0.67NTU
	인발슬러지 SS	3,000㎎/L		1,400㎎/L	
여과	여과수 탁도	0.14NTU		0.04NTU	
	역세척 수량	700㎥/지		700㎥/지	
	역세척 빈도	2일/회		3일/회	
배슬러지지	인발슬러지 SS	10,000㎎/L		10,000㎎/L	
농축조	인발슬러지 SS	30,000㎎/L		16,000㎎/L	
방류수	방류수 SS	25㎎/L		15㎎/L	
탈수기	함수율	75%		75%	
	제거율	97%		97%	

침전수 및 여과수 탁도, 역세척 수량, 역세척 빈도 등은 최근 3년간의 운영자료를 적용하여 평가하였다.

침전지 배출슬러지 농도는 설계탁도조건에서는 0.3%, 평균탁도조건에서는 0.14%로 가정하였다.

설계탁도조건에서 배슬러지지 인발슬러지농도는 1%, 농축조는 3%로 가정하였으며, 평균탁도조건에서 농축조 인발슬러지농도는 운영자료의 산술평균값(1.6%)을 적용하였다.

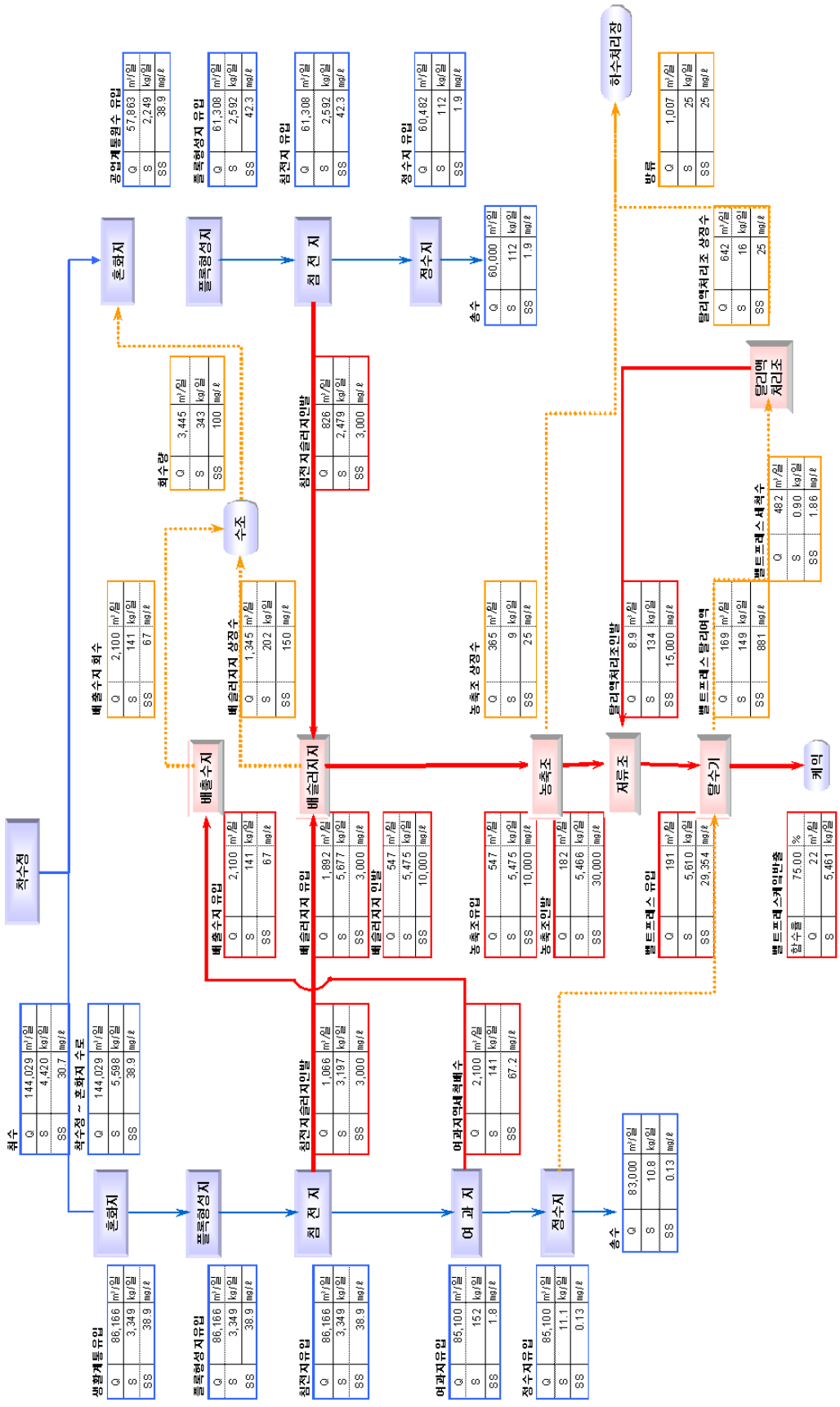
방류수는 하수종말처리장으로 유입되고 있으며, 실측값을 적용하여 설계탁도조건에서는 25㎎/L, 평균탁도조건에서는 15㎎/L로 설정하였다.

탈수케익 함수율은 측정값을 적용하여 75%로, 제거율은 97%로 산정하였으며, 여포세척수량은 여포세척수 펌프사양에 준하여 산정하였다.

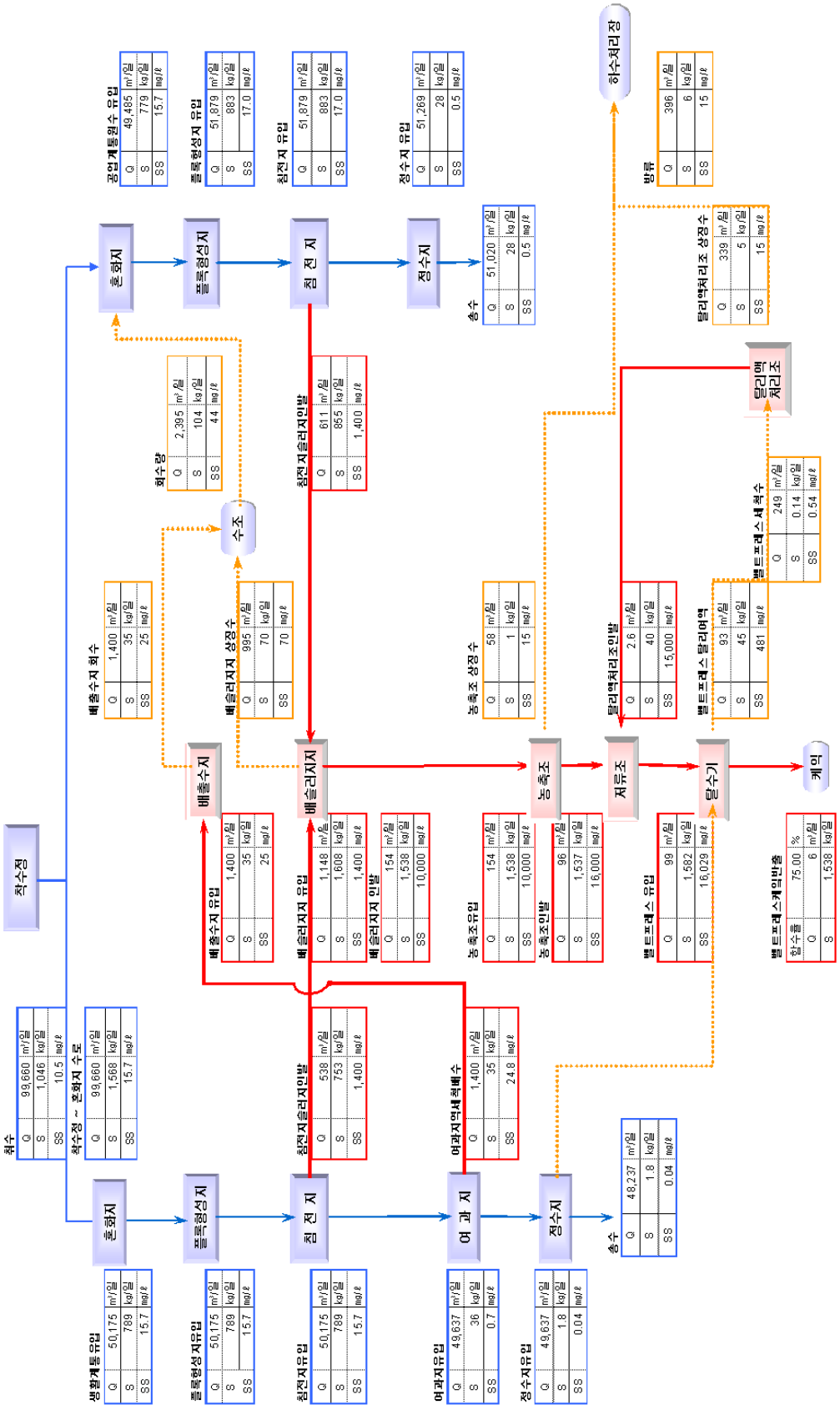
물질수지는 설계조건과 평균조건에서 대해 분석하였다. 또한, 현 운영현황 및 배출수처리계통 운영개선안(공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우 배출수지 상징수만 회수하고, 배슬러지지 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함)에 대하여 각각 분석하였다.

<표 5.3-5> 배출수처리 공정별 슬러지량(현 운영공정)

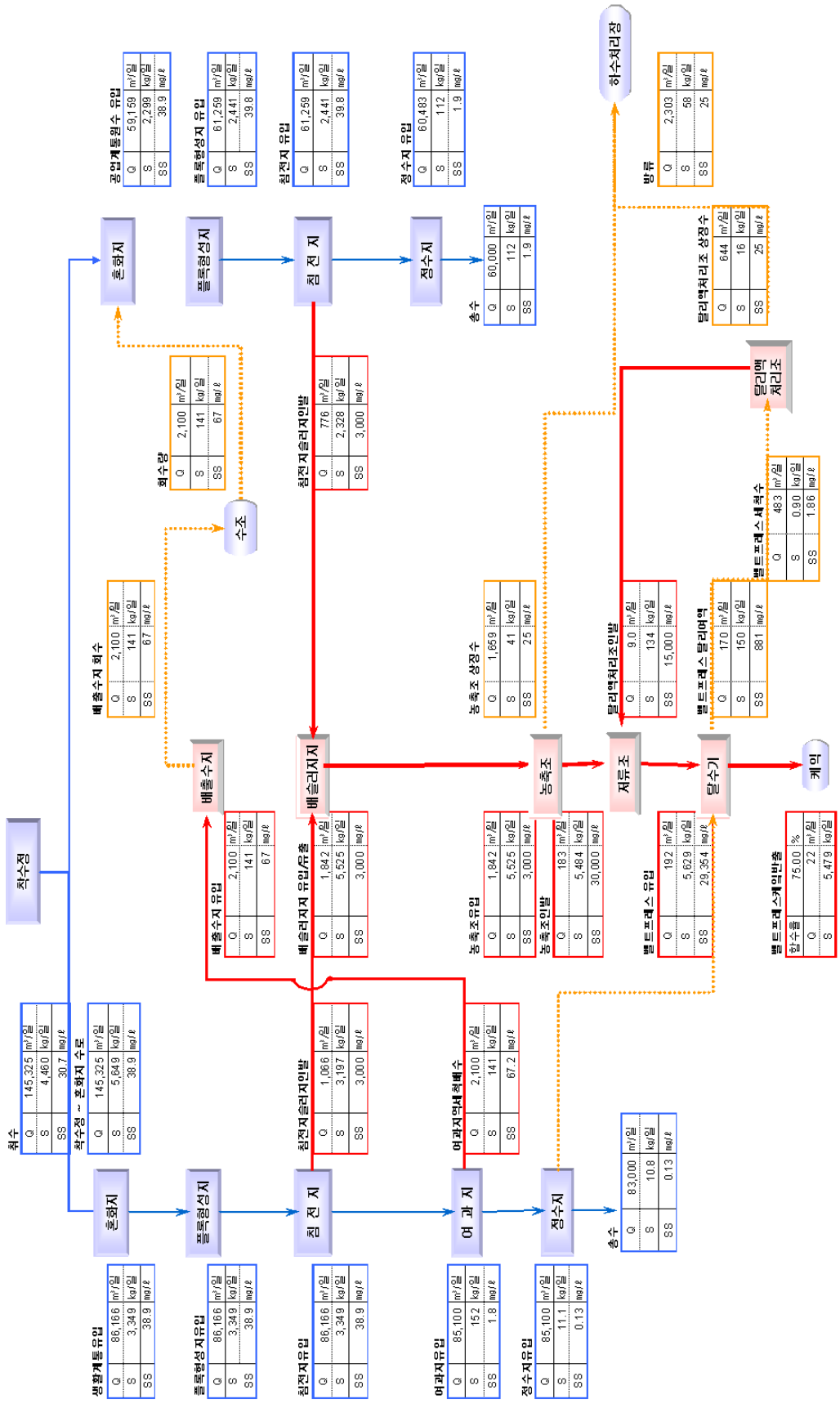
구 분		설계유량 설계탁도				평균유량 평균탁도			
		현 운영공정		운영개선안		현 운영공정		운영개선안	
		㎥/일	kg/일	㎥/일	kg/일	㎥/일	kg/일	㎥/일	kg/일
역세척 배출수		2,100	141	2,100	141	1,400	35	1,400	35
배출수지 유입		2,100	141	2,100	141	1,400	35	1,400	35
침전지 슬러지	생활용수계통	1,066	3,197	1,066	3,197	538	753	538	753
	공업용수계통	826	2,479	776	2,328	611	855	572	800
배슬러지지 (조정조)	유입	1,892	5,677	1,842	5,525	1,148	1,608	1,109	1,553
	인발	547	5,475	1,842	5,525	154	1,538	1,109	1,553
농축조	유입	547	5,475	1,842	5,525	154	1,538	1,109	1,553
	인발	182	5,466	183	5,484	96	1,537	96	1,538



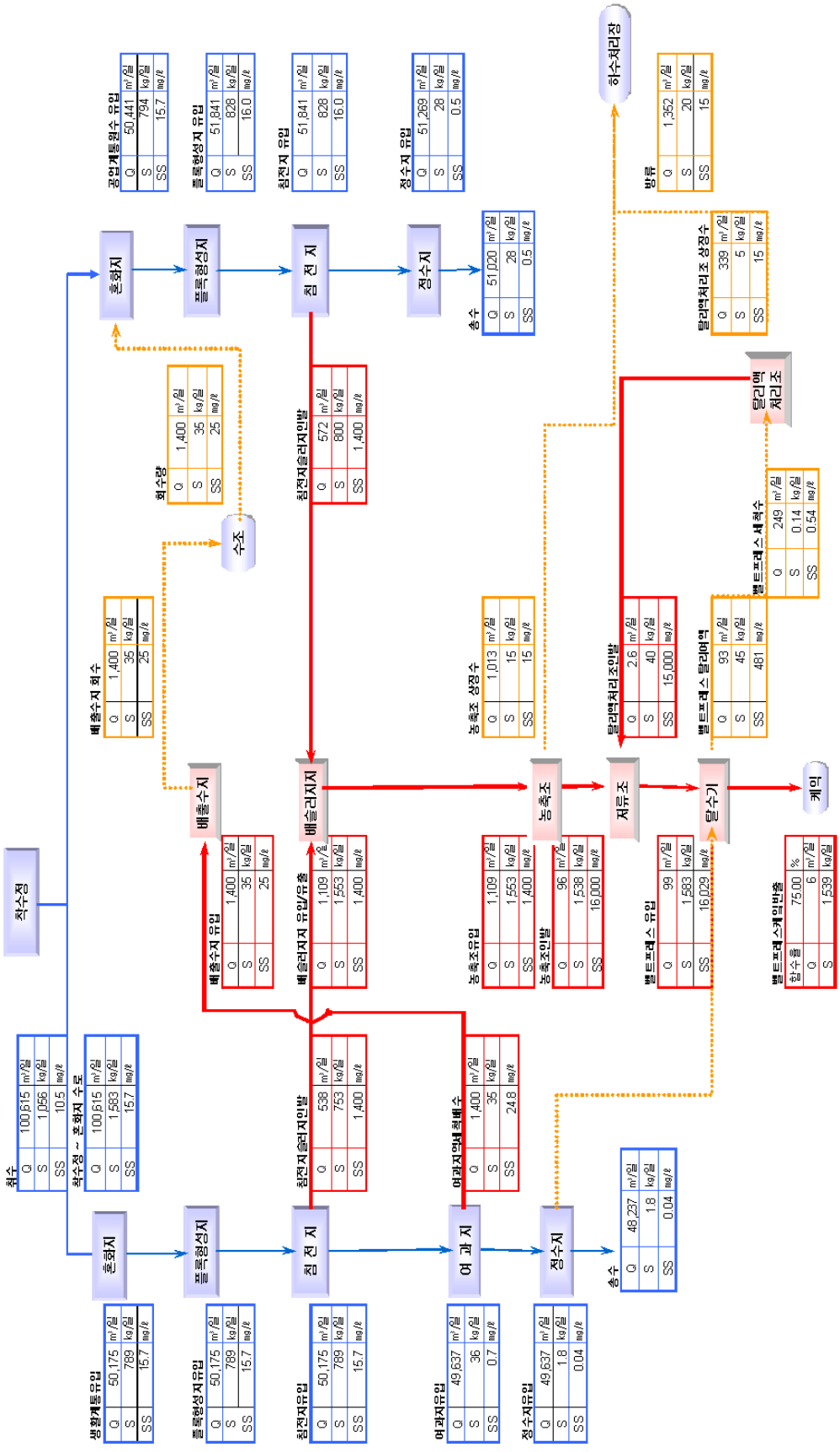
<그림 5.3-3> 현 운영공정 물질수지(설계유량 설계탁도)



<그림 5.3-4> 현 운영공정 물질수지(평균유량 평균탁도)



<그림 5.3-5> 운영개선안 적용시 물질수지(설계유량 설계탁도)



<그림 5.3-6> 운영개선안 적용시 물질수지(평균유량 평균탁도)

③ 배출수 처리시설별 용량평가

배출수 처리시설별로 시설기준에 따라 용량 검토하였으며, 결과는 다음과 같다.

배출수지의 용량평가는 상수도시설기준에 제시된 바와 같이 여과지 1지 역세척 배출수에 대한 집수가 가능한지의 여부를 판단기준으로 하였다. 여과지에서 발생하는 1회 역세척 배출수량은 약 700㎥/회이며, 배출수지 용량은 1,520㎥으로 역세척배출수량을 만족하고 있다. 회수율은 현 운영공정의 경우, 설계조건에서 6.0%, 평균조건에서 4.8%로 시설기준(10% 이내)을 만족하는 것으로 조사되었다. 운영개선안 적용시에도 설계조건에서 3.5%, 평균조건에서 2.8%로 시설기준(10% 이내)을 만족하는 것으로 나타났다.

배슬러지지의 조정기능을 위해서는 발생되는 슬러지의 양과 질을 적절히 조정할 수 있는 체류시간이 확보되어야 하므로 연속배출이 이루어지는 정수장의 경우 24시간 평균 배출슬러지량을, 1일 1회 미만으로 배출될 경우 1회 배출량을 기준으로 하도록 되어 있다. 배슬러지지 용량은 1,513.5㎥으로, 현 운영공정의 경우 평균조건에서 발생하는 24시간 평균 배슬러지양인 1,148㎥에는 만족하나, 설계조건에서는 슬러지량 1,892㎥에 대해 부족한 것으로 나타났다. 운영개선안 적용시에도 평균조건에서 발생하는 24시간 평균 배슬러지양인 1,109㎥에는 만족하나, 설계조건에서는 슬러지량 1,842㎥에 대해 부족한 것으로 나타났다. 그러나, 농축조의 체류시간이 충분하므로 완충이 가능할 것으로 판단된다.

현 운영공정에서 농축조의 체류시간은 설계조건에서 106시간, 평균조건에서 378시간으로 기준에 과대하게 나타나므로 운영에 주의 필요하다. 운영개선안 적용시에는 농축조 체류시간이 설계조건에서 32시간, 평균조건에서 53시간으로 나타나, 평균조건에서는 기준에 다소 과대한 것으로 나타났다. 고형물 부하는 현 운영공정은 설계조건에서 7.9kg/㎡·일, 평균조건에서 2.2kg/㎡·일로 나타났으며, 운영개선안 적용시에는 설계조건에서 8.0kg/㎡·일, 평균조건에서 2.2kg/㎡·일로 나타나, 기준(10～20kg/㎡·일)에 만족하며, 위어부하율은 현 운영공정에서는 설계조건에서 7.6㎥/m·일, 평균조건에서 3.0㎥/m·일, 운영개선안 적용시에는 설계조건에서 17.5㎥/m·일, 평균조건에서 10.2㎥/m·일로 조사되어, 시설기준 150㎥/m·일 이하를 만족하는 것으로 나타났다.

탈수기 운영시간은 현 운영공정 및 운영개선안 모두 설계조건에서 6.4시간, 평균조건에서 3.3시간으로 나타났다.

<표 5.3-6> 배출수 처리시설별 용량 평가

검토항목		검토기준	설계유량 설계탁도		평균유량 평균탁도	
			현 운영공정	운영개선안	현 운영공정	운영개선안
배출수지(회수조) 용량		1회 배출량 이상	700㎥/회 〈 1,520㎥			
회수율		취수량 10% 이내	6.0	3.5	4.8	2.8
배슬러지지 (조정조)	용량	24시간 평균 배슬러지량 이상	1,892㎥ 〉 1,514㎥	1,842㎥ 〉 1,514㎥	1,148㎥ 〉 1,514㎥	1,109㎥ 〉 1,514㎥
농축조	체류시간	24~48시간	106	32	378	53
	고형물부하	10~20kg/㎡·일	7.9	8.0	2.2	2.2
	위어부하	150㎥/m·일 이하	7.6	17.5	3.0	10.2
탈수기 운영시간		-	6.4	6.4	3.3	3.3

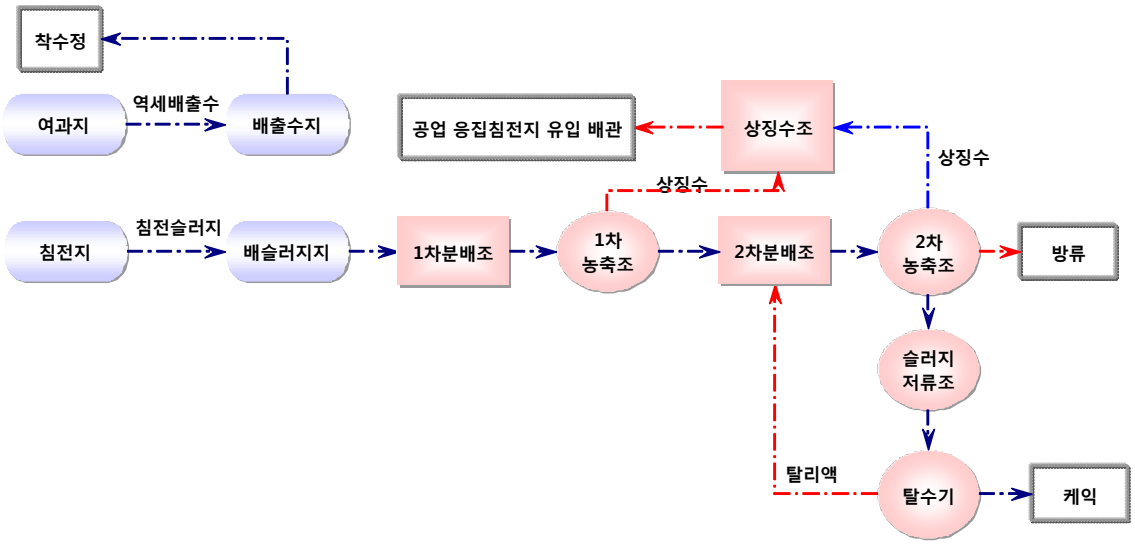
3.1.2 연성정수장

가. 시설 및 운영현황

배출수처리시설은 배출수지, 배슬러지지, 1차 농축조, 2차 농축조 그리고 탈수기(Belt press)로 구성되어 있으며, 농축보조제 시설은 있으나 현재는 사용하지 않고 있는 것으로 조사되었다. 탈수보조제(폴리머)를 벨트프레스 유입쪽으로 주입하고 있다.

여과지의 역세배출수는 전량이 착수정으로 반송되고, 일부 침전 슬러지는 간헐적으로 배출하고 있다.

1차 농축조 상징수는 상징수조를 통해 공업응집침전지의 유입배관으로 반송되며, 2차 농축조의 상징수는 일부 방류되고, 일부를 상징수조를 통해 공업응집침전지로 반송된다. 탈수기의 탈수여액은 2차 분배조를 통해 2차 농축조로 유입되고 있다.



주) 배출수지의 침전 슬러지는 간헐적으로 배출함

<그림 5.3-8> 배출수 처리 계통도

<표 5.3-7> 배출수처리 시설현황

항목		시 설 현 황
배출수지	제원	-W6.0m×L21.0m×H4.0m×3지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-550㎥ × 3지 = 1,512㎥
	회수펌프	-편흡입볼류트 -7.14㎥/min×15mH×37kW×4대(1대예비)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -3.78㎥/min×6mH×11kW×2대(1대예비)
배슬러지지	제원	-W4.4m×L15.0m×H3.5m×2지
	형식	-장방형 RC 구조
	유효용량	-231㎥ × 2지 = 462㎥
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.4㎥/min×6mH×7.5kW×3대(1대예비)
1차농축조	제원	D10.0×H4.0×2지
	형식	원형RC구조
	유효용량	-314㎥ × 2지 = 628㎥
	슬러지수집기	-중심구동형(현수식)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.9㎥/min×6mH×7.5kW×2대(1대예비)
2차농축조	제원	D26.0×H4.0×2지
	형식	원형RC구조
	유효용량	-530.5㎥ × 2지 = 1,061㎥
	슬러지수집기	-중심구동형(지주식)
	슬러지펌프	-횡축 Non-Clogging 나선형 원심펌프 -2.4㎥/min×8mH×7.5kW×2대(1대예비)
탈수기	형식	-고압 Belt press 탈수기×4대(1대예비)
	슬러지 공급펌프	-Non-Clogging 나선형 원심펌프 -0.13~0.38㎥/min×20mH×7.5kW×4대(1대예비)
	약품주입펌프	-약품혼화조 : 다이아후렘식 20L/min×3.0kg/㎠×1.5kW×2대(1대예비) -탈수기 : 다이아후렘식 20L/min×3.0kg/㎠×1.5kW×4대



배출수지



배슬러지지



1, 2차 농축조



Belt press

<그림 5.3-9> 배출수 처리시설

나. 기술진단 및 개선방안

1) 처리계통의 적정성 평가

상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있다.

연성정수장은 여과지의 역세배출수는 배출수지를 통해 착수정으로 유입되고 있고, 1차 농축조와 2차 농축조의 상징수가 별도의 상징수조를 통해 공업용수계통의 응집침전지 유입 배관으로 유입되고 있어 적정한 것으로 평가되었다.

탈수기동에서의 배출수(탈수여액 및 세척수)를 2차 농축조로 보내어 처리하고 있으나, 농축조에 유입시, 유량부하 및 교란에 의해 슬러지 농축을 저해하고, 방류수질을 악화시킬 우려가 있다. 따라서 탈수기동 배출수는 조정기능을 하는 배슬러지지로 이송하여 처리하도록 하는 것이 바람직하다.

2) 배출수 처리시설 용량 검토

① 슬러지발생량

<표 5.3-8> 슬러지 발생량 산정을 위한 적용값

구분	탁도(NTU)	응집제주입율[1] (㎎/L as Al_2O_3)	SS/탁도	응집제 환산계수[2]
평균유량, 평균탁도	12.89	2.77	0.81	2.06
설계유량, 설계탁도	40.89	5.09	0.81	2.06

주 1) 응집제 주입율(㎎/L as Al_2O_3)은 PACl의 Al_2O_3함량과 비중을 적용하여 환산함.
2) $2Al(OH)_3 \cdot 3H_2O / 2Al_2O_3$

탁도는 2006~2008년의 평균탁도 및 95%누적탁도(설계조건)를 적용하였다.

SS/탁도비는 동일한 원수의 경우에도 계절에 따라 변화되고, 원수의 유기물 함량이 많은 경우 다소 낮은 값을 가지며, 점토성분이 많은 하천수보다 호소수에서 낮은 값을 갖는 것이 일반적이다. 문헌에 보고된 일반적인 SS/탁도비는 0.7~2.2이다. 측정된 원수의 SS와 탁도의 상관성을 분석한 결과 SS/탁도비는 0.81로 나타났다.

응집제 주입율은 탁도와 응집제 주입율의 상관성을 회귀분석하여, 평균탁도와 설계탁도에 해당되는 응집제(PACl) 주입율을 산정하였다.

응집제 환산계수(수산화알루미늄과 산화알루미늄의 비)는 1.53으로 제시되나, 산화알루미늄에 의해 발생되는 수산화알루미늄은 물분자를 포함하며, 이를 고려하지 않으면 실제 발생하는 슬러지 양보다 작게 계산된다는 Cornwell(1999) 등의 의견을 수용하여 1몰의 산화알루미늄이 3개의 물분자를 갖는 수산화알루미늄을 생성하는 것으로 보아(Al2O3 → 2Al(OH)3·3H2O), 환산계수는 2.06을 적용하였다.

② 배출수처리 공정별 슬러지 부하량

<표 5.3-9> 슬러지 발생량 산정을 위한 공정별 적용조건

공정		적용조건			
		설계유량·설계탁도		평균유량·평균탁도	
침전	침전수 탁도	생활용수계통	공업용수계통	생활용수계통	공업용수계통
		0.95NTU	1.77NTU	0.47NTU	0.68NTU
	인발슬러지	5,000㎎/L		3,500㎎/L	
여과	여과수탁도	0.15NTU		0.07NTU	
	역세척수량	460㎥/지		460㎥/지	
	역세척빈도	3일/회		3일/회	
배슬러지지	인발슬러지(SS)	SS : 5,000㎎/L		SS : 3,000㎎/L	
1차농축조	인발슬러지(SS)	SS : 15,000㎎/L		SS : 7,000㎎/L	
2차농축조	인발슬러지(SS)	SS : 30,000㎎/L		SS : 30,000㎎/L	
방류수	방류수(SS)	SS : 10㎎/L		SS : 10㎎/L	
탈수기	함수율	75%		75%	
	제거율	99%		99%	

물질수지는 활성탄을 주입한 경우(10㎎/L)와 주입하지 않은 경우에서 설계조건과 평균조건에 대해 분석하였고, 또한 각각의 경우에서 무방류시스템으로 전환하였을 경우에 대해서 나타내었다.

여과지 역세척수량은 조사된 값을 적용하였으며, 설계조건에서 3일 1회의 빈도로 역세척이 이루어지는 것으로 적용하였다.

침전지 인발 고형물 농도는 평균조건과 설계조건에 대해 각각 0.3%와 0.5%를 적용함. 1차 농축조는 평균조건과 설계조건에 대해 각각 1.5%와 0.7%를 적용하였다.

방류수는 방류수수질기준(SS 10㎎/L이하)을 고려하여 10㎎/L로 설정하였다.

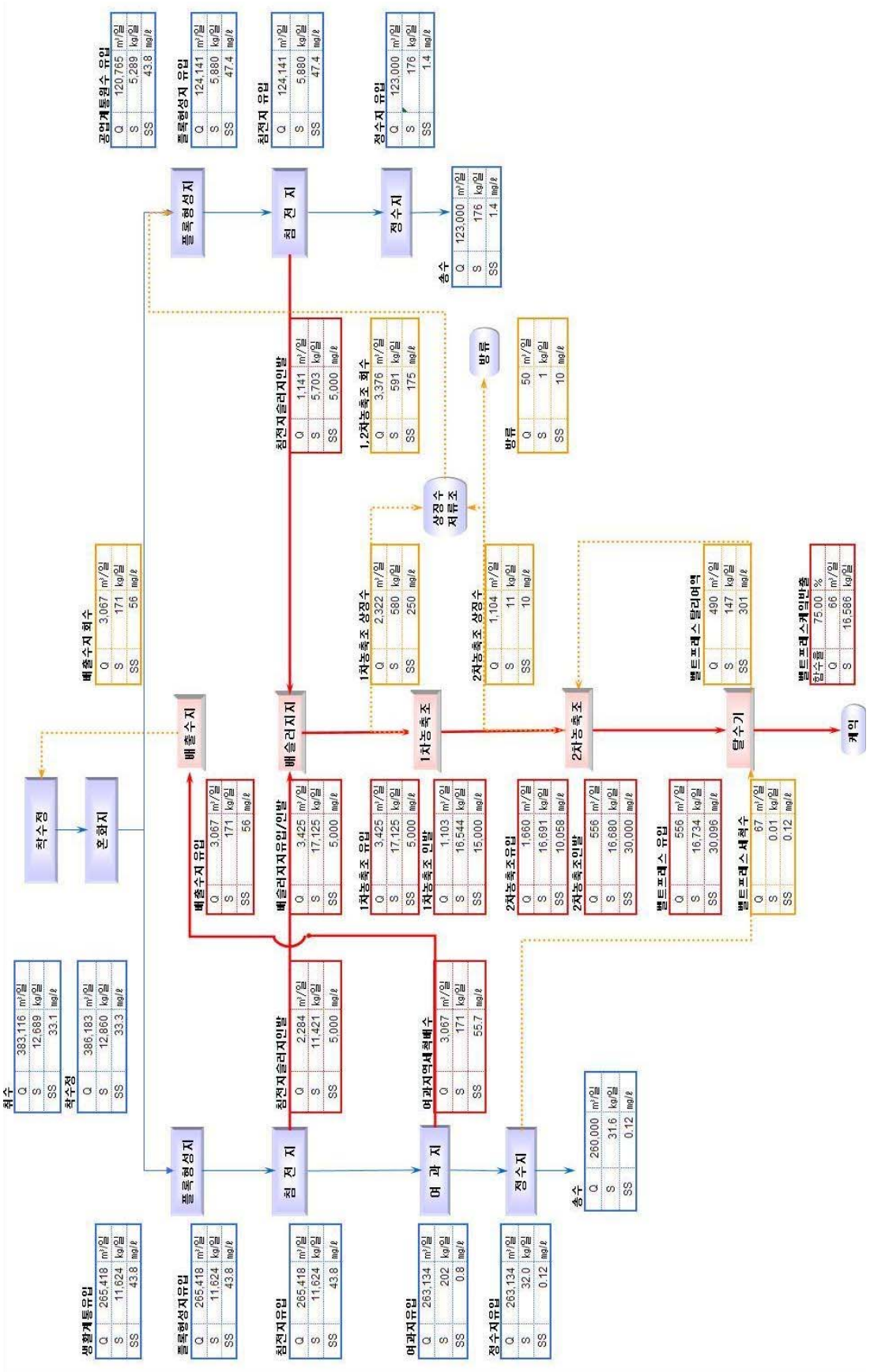
탈수케익의 함수율은 일반적으로 밸트프레스에 적용되는 75%를 적용하였고, 제거율은 99%로 산정하였다. 또한, 세척수량은 세척수펌프 사양에 준하여 산정하였다.

<표 5.3-10> 배출수처리 공정별 슬러지량

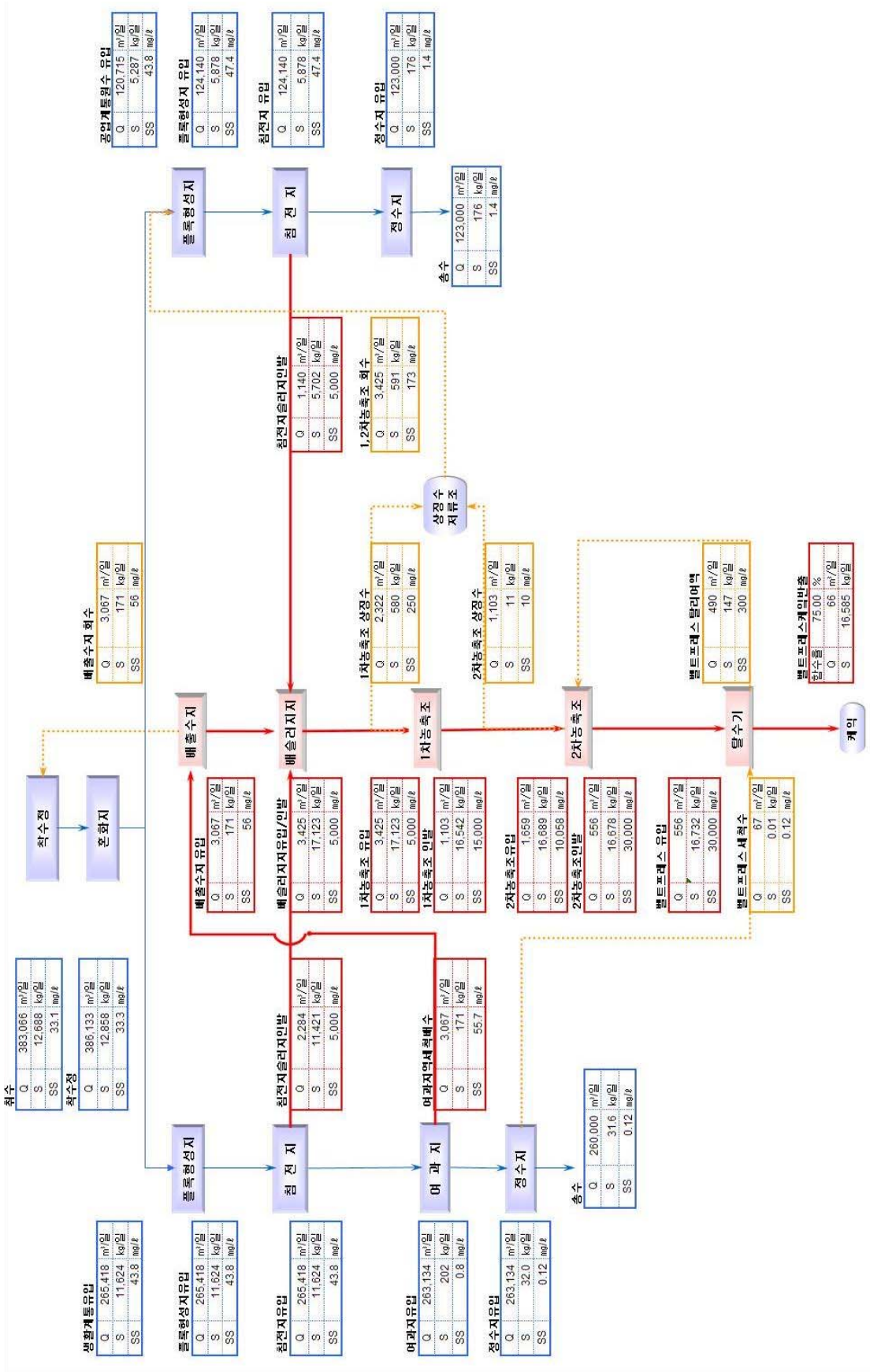
구 분		설계유량·설계탁도		평균유량·평균탁도	
		㎥/일	kg/일	㎥/일	kg/일
역세척배출수		3,067	171	3,067	45
배출수지 유입		3,067	171	3,067	45
침전지 슬러지	생활용수계통	2,284	11,421	732	2,197
	공업용수계통	1,141	5,703	584	1,753
배슬러지지	유입	3,425	17,125	1,316	3,949
	인발	3,425	17,125	1,316	3,949
1차농축조	유입	3,425	17,125	1,316	3,949
	인발	1,103	16,544	548	3,834
2차농축조	유입	1,660	16,691	677	3,868
	인발	556	16,680	129	3,863

<표 5.3-11> 배출수처리 공정별 슬러지량(활성탄 주입 시)

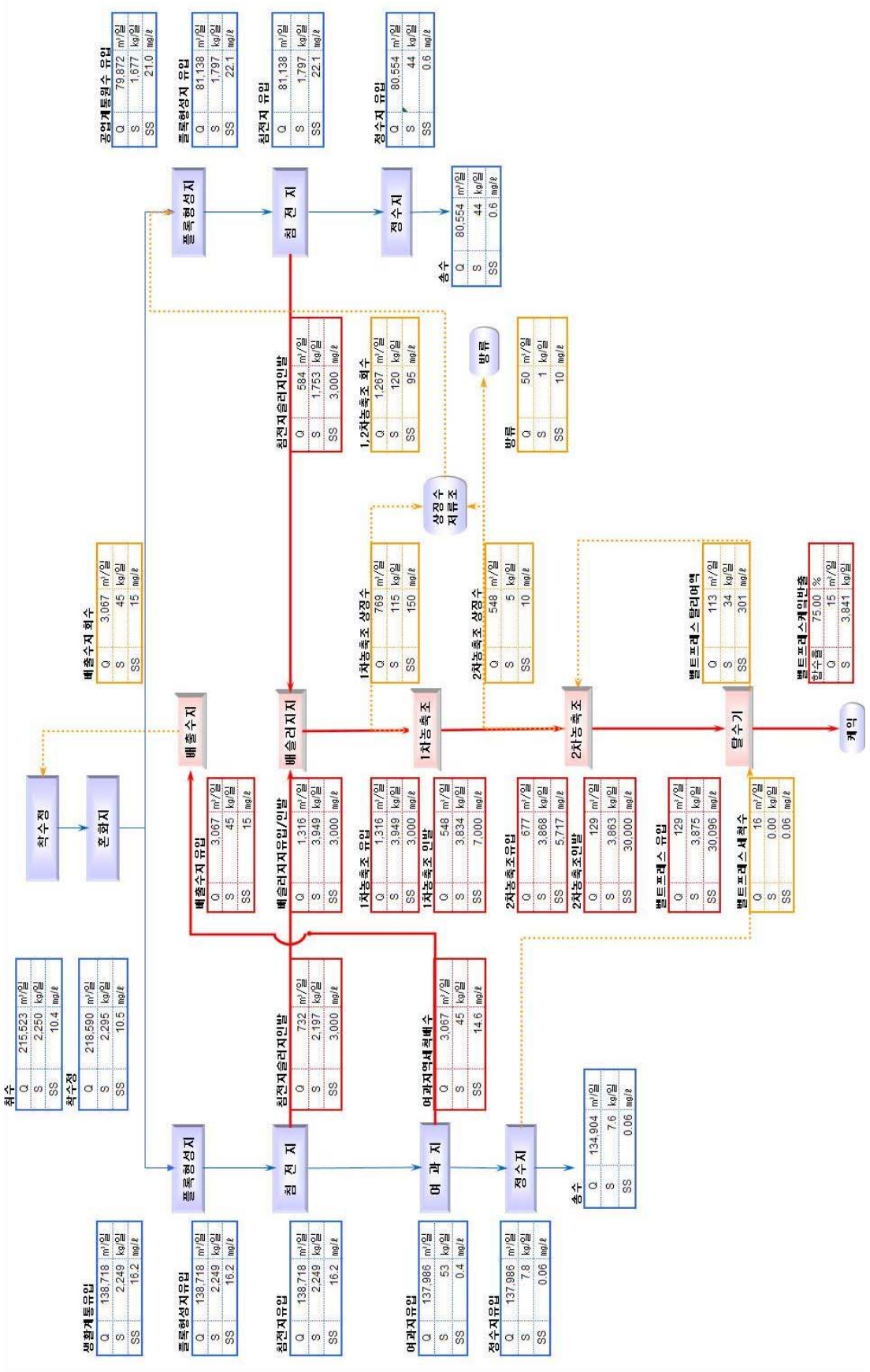
구 분		설계유량·설계탁도		평균유량·평균탁도	
		㎥/일	kg/일	㎥/일	kg/일
역세척배출수		3,067	171	3,067	45
배출수지 유입		3,067	171	3,067	45
침전지 슬러지	생활용수계통	2,821	14,105	1,423	4,268
	공업용수계통	1,155	5,775	601	1,803
배슬러지지	유입	3,976	19,880	2,024	6,072
	인발	3,976	19,880	2,024	6,072
1차농축조	유입	3,976	19,880	2,024	6,072
	인발	1,280	19,206	842	5,894
2차농축조	유입	1,927	19,377	1,040	5,947
	인발	645	19,364	198	5,938



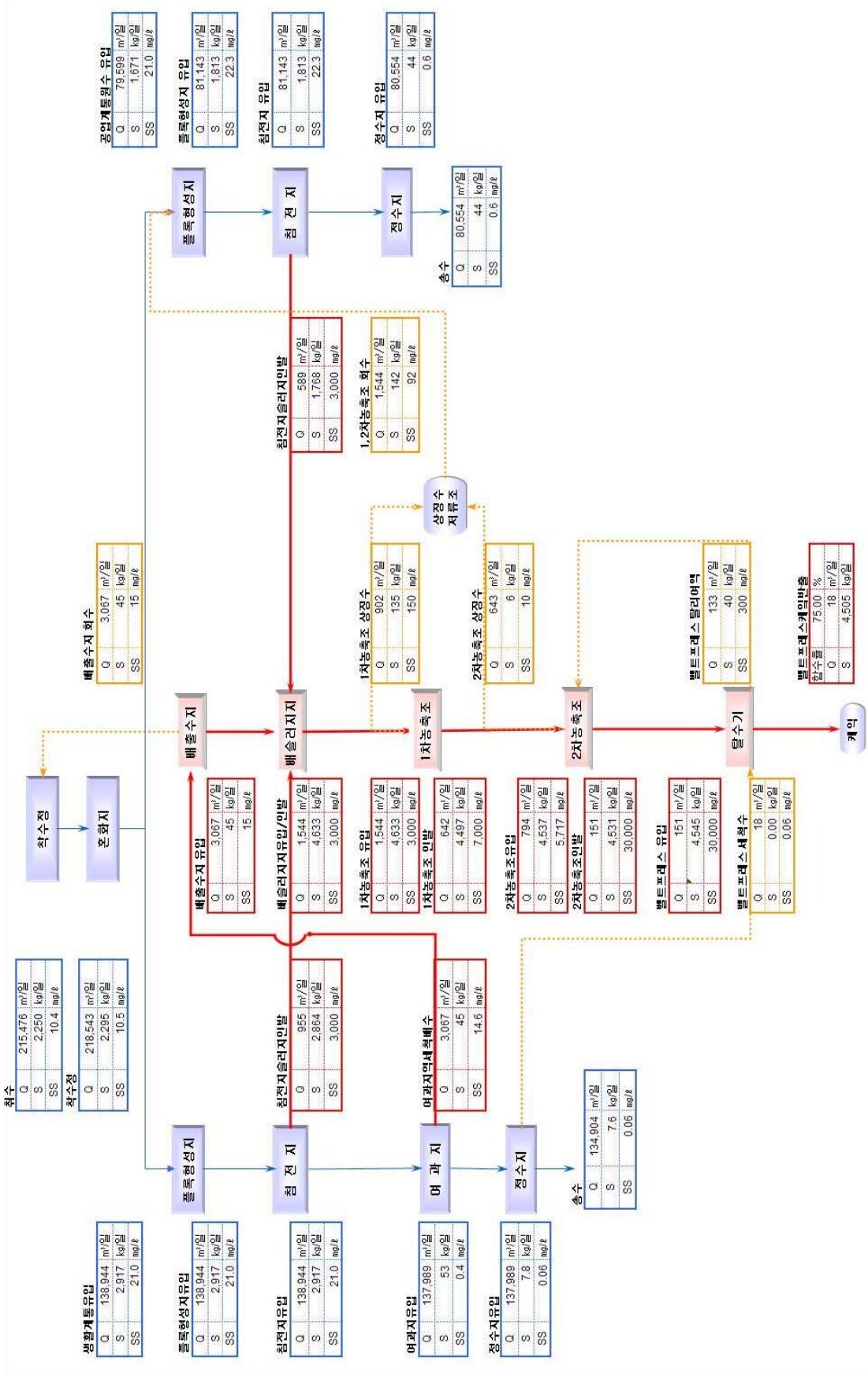
<그림 5.3-10> 물질수지(설계유량 · 설계탁도)



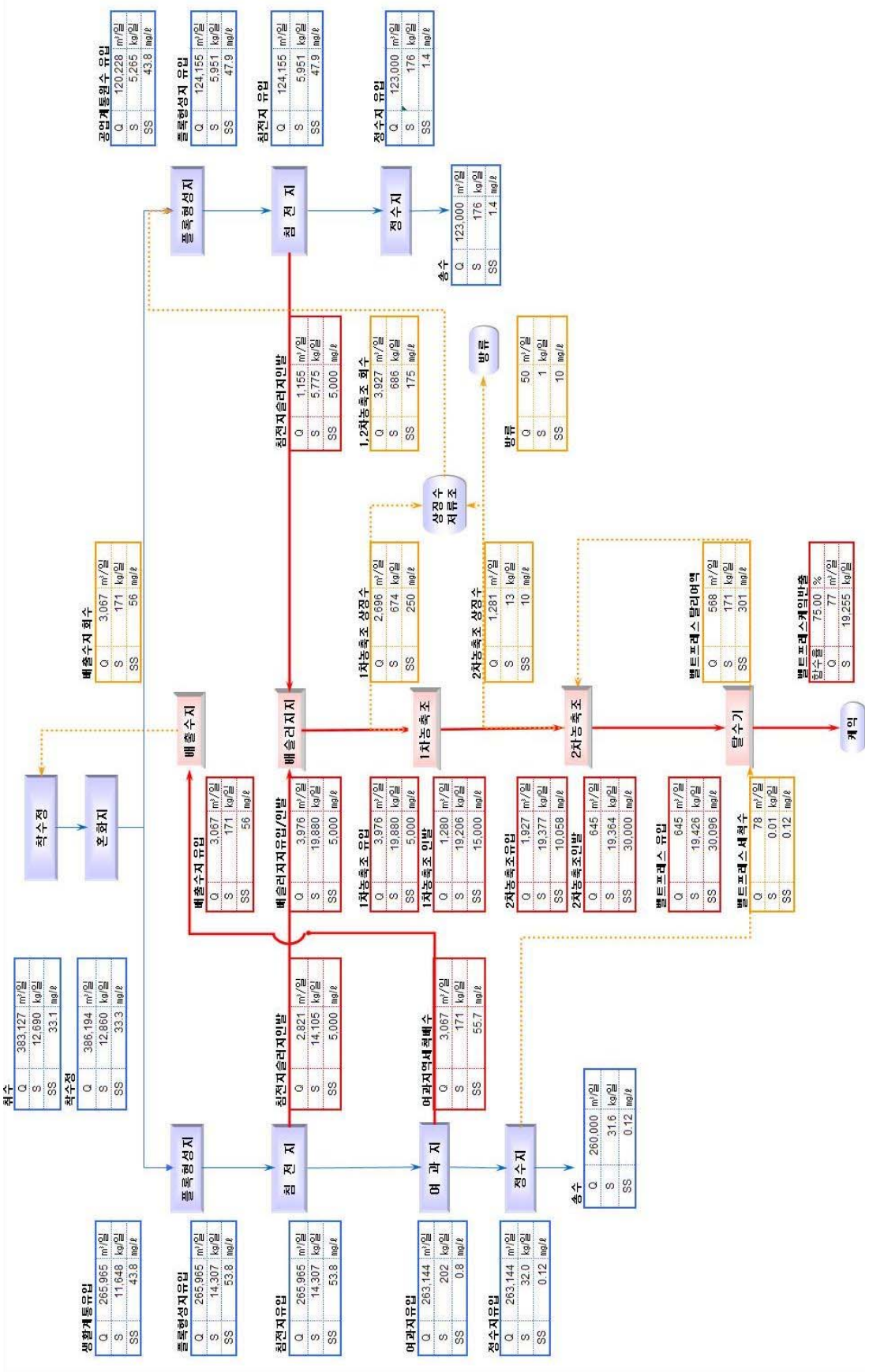
<그림 5.3-11> 물질수지(설계유량 · 설계탁도, 방류량 없음)



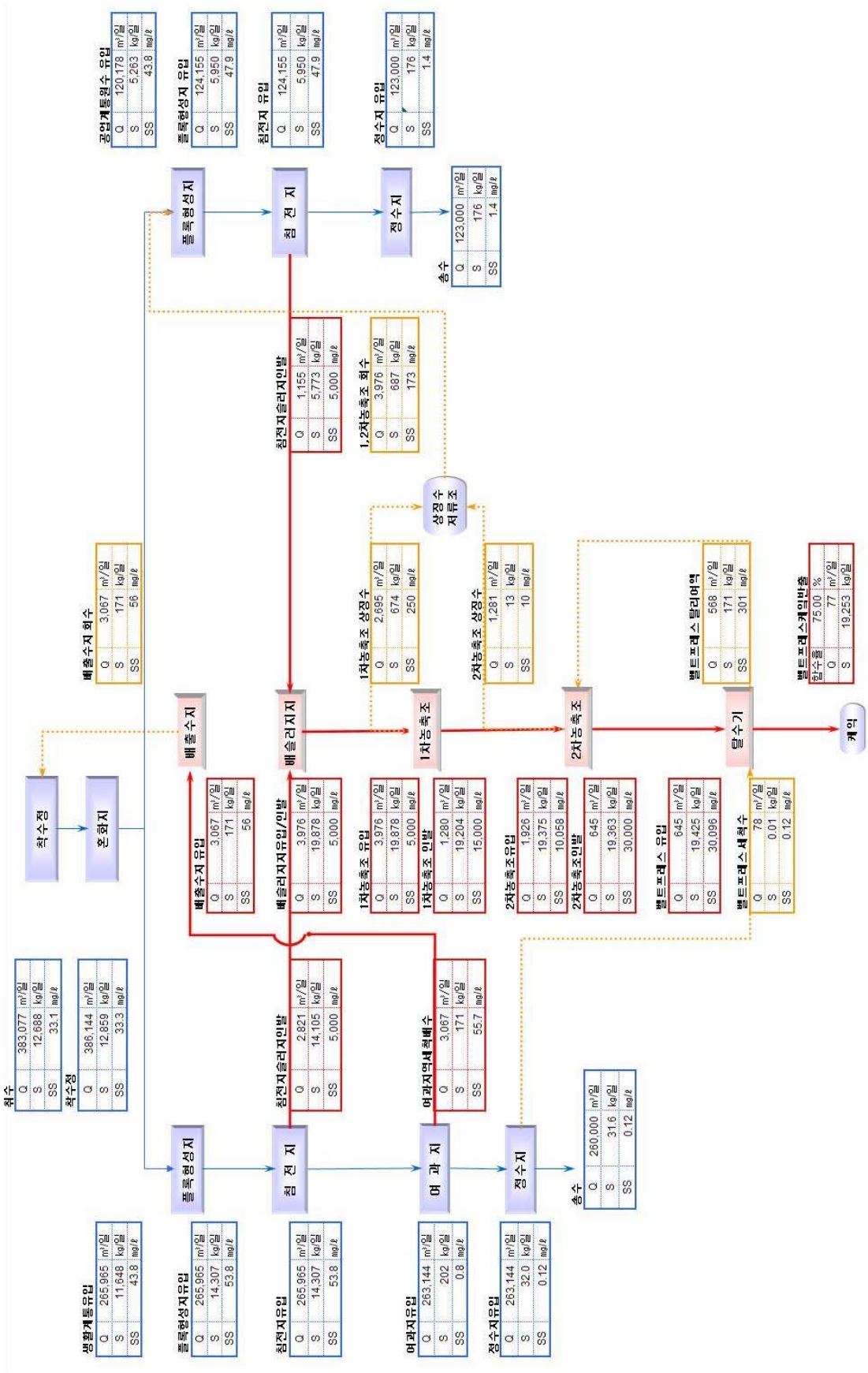
<그림 5.3-12> 물질수지(평균유량 · 평균탁도)



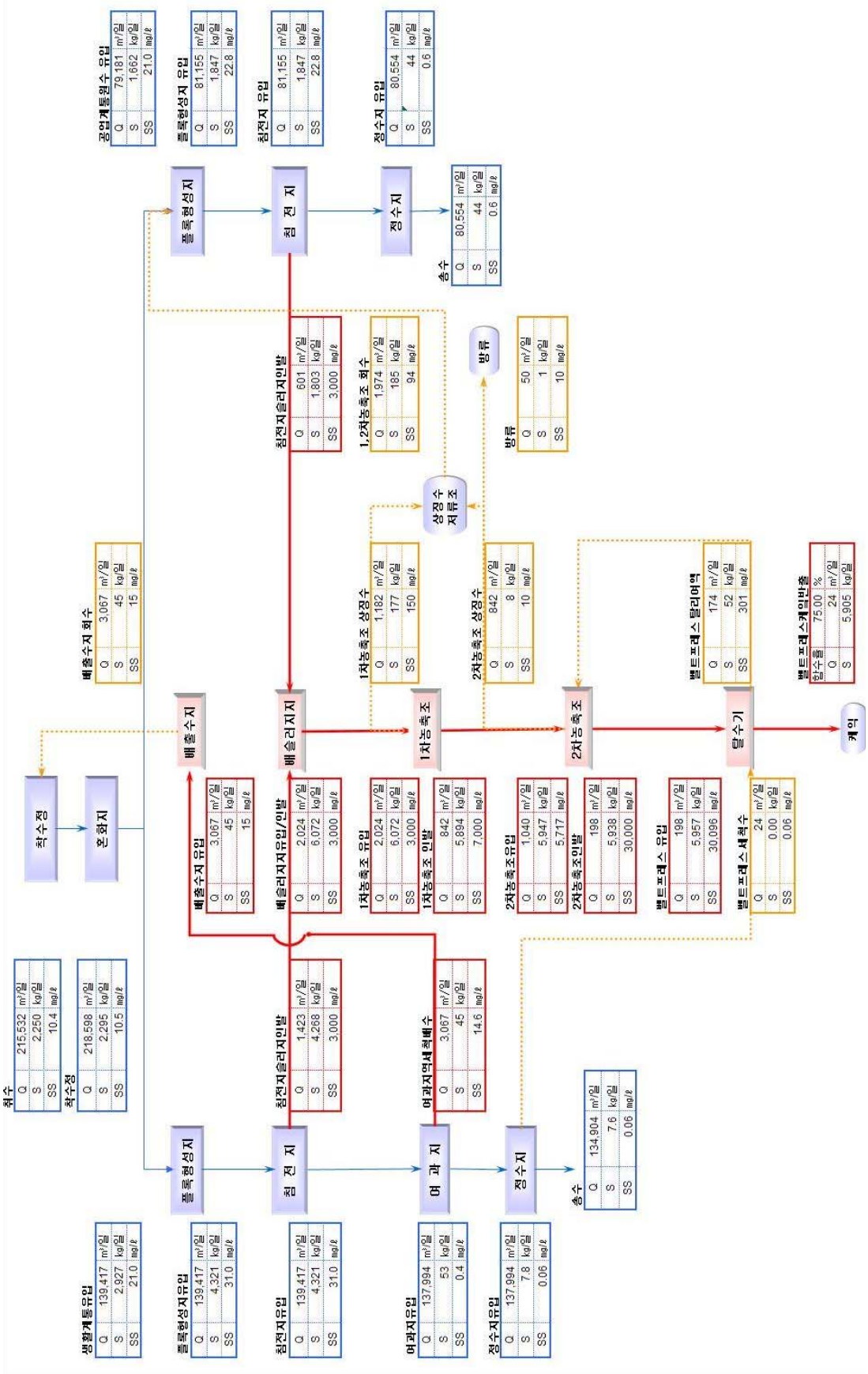
<그림 5.3-13> 물질수지(평균유량 · 평균탁도, 방류량 없음)



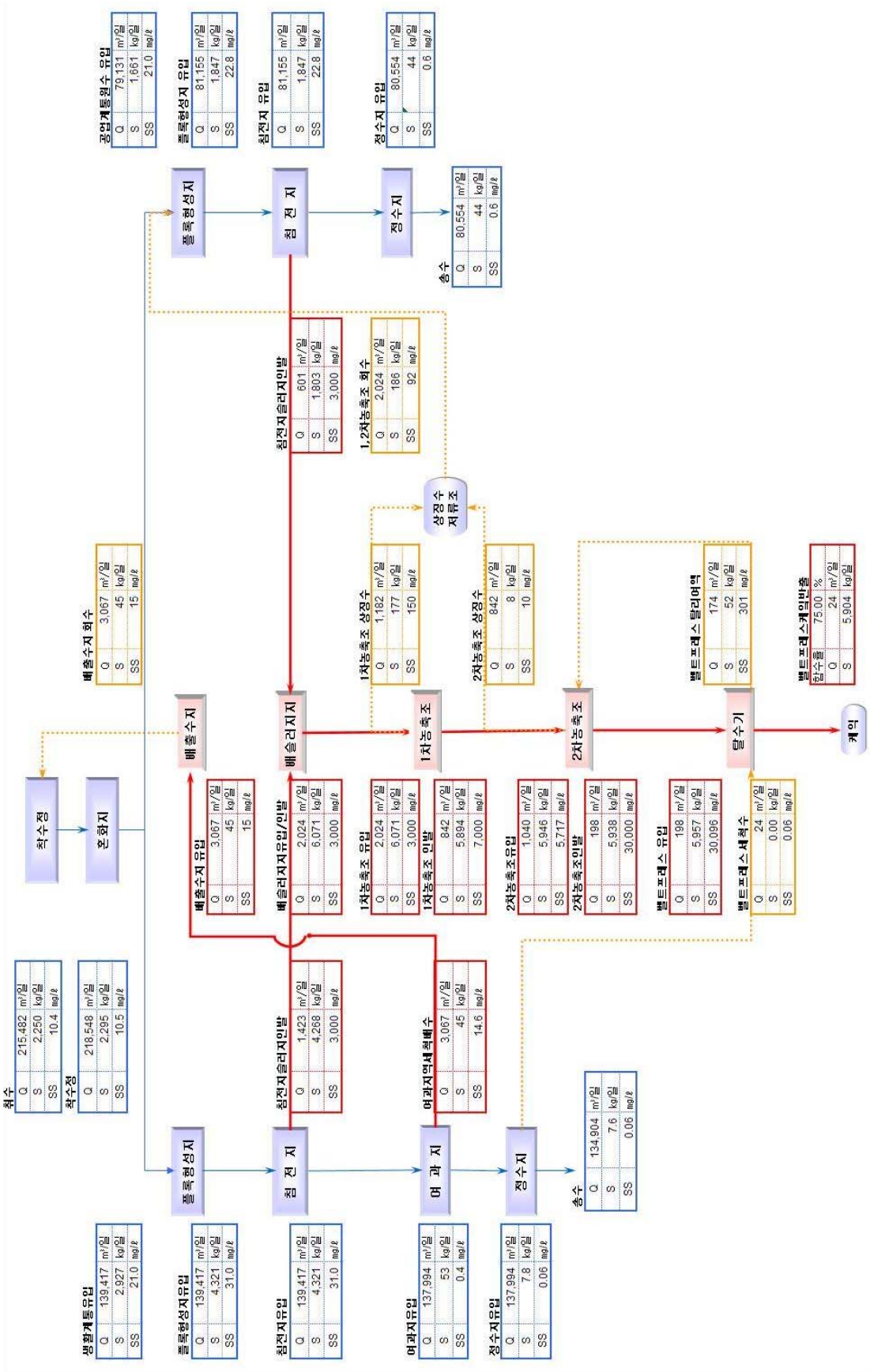
<그림 5.3-14> 물질수지(설계유량 · 설계탁도, 활성탄 주입 시)



<그림 5.3-15> 물질수지(설계유량 · 설계탁도, 활성탄 주입 시, 방류량 없음)



<그림 5.3-16> 물질수지(평균유량 · 평균탁도, 활성탄 주입 시)



<그림 5.3-17> 물질수지(평균유량 · 평균탁도, 활성탄 주입 시, 방류량 없음)

③ 배출수 처리시설별 용량평가

배출수 처리시설별로 시설기준에 따라 용량 검토하였으며, 결과는 다음과 같다.

배출수지의 용량평가는 상수도시설기준에 제시된 바와 같이 여과지 한 지의 역세척 배출수에 대한 집수가 가능한지의 여부를 판단기준으로 하였다. 여과지에서 발생하는 1회 역세척 배출수량은 460㎥/회이며, 배출수지 용량은 1,512㎥로 역세척배출수량을 충분히 만족하고 있는 것으로 나타났다. 회수율은 설계조건과 평균조건에서 각각 1.7%와 2.0%로 기준을 만족하는 것으로 조사되었다.

배슬러지지의 조정기능을 위해서는 발생되는 슬러지의 양과 질을 적절히 조정할 수 있는 체류시간이 확보되어야 하므로 연속배출이 이루어지는 정수장의 경우 24시간 평균 배출슬러지량을, 1일 1회 미만으로 배출될 경우 1회 배출량을 기준으로 하도록 되어 있다. 연성정수장의 배슬러지지 용량은 462㎥으로 설계조건과 평균조건에서 발생하는 24시간 평균 배슬러지양인 3,425㎥과 1,316㎥에 비해 부족한 것으로 나타났다.

1차 농축조는 조정과 농축기능을 동시에 수행하며, 1차 농축조 용량은 628㎥으로, 조정기능을 하는 배슬러지지의 용량 462㎥와 합하여 1,090㎥이다. 이경우에도 설계조건의 슬러지 발생량 3,425㎥에 비해 부족하나(배슬러지지 3.2시간분, 1차 농축조 4.4시간분) 1차 농축조의 농축기능을 통해 2차 농축조로의 조정이 가능할 것으로 판단되고, 2차 농축조의 용량이 충분하므로 설계조건에서도 1차 및 2차 농축조의 유입 및 인발을 적정화하면 운영상 문제는 없을 것으로 판단된다.

2차 농축조의 체류시간은 설계조건과 평균조건에서 각각 61.43시간과 150.66시간으로, 상한 기준인 48시간을 초과하였고, 고형물 부하는 설계조건에서는 적정한 것으로 나타났다.

평균조건에서 체류시간이 지나치게 과다해지므로 1지씩 순환가동을 하고 슬러지 Aging에 의한 상징수 수질악화와 농축 및 탈수성 악화를 방지하기 위해 유입 및 인발의 적정화가 필요하다.

<표 5.3-12> 배출수 처리시설별 용량 평가(활성탄 미주입 시)

검토항목		검토기준	설계유량·설계탁도	평균유량·평균탁도
배출수지용량		1회 배출량 이상	460㎥/회 〈 1,512㎥	
회수율		취수량 10%내	1.7	2.0
배슬러지지	용량	24시간 평균 배슬러지량 이상	3,425㎥ 〉 462㎥	1,316㎥ 〉 462㎥
1차농축조	체류시간	24~48시간	4.40	11.45
	고형물부하	10~20kg/㎡·일	109.02	25.14
	위어부하	150㎥/m·일이하	37.0	12.2
2차농축조	체류시간	24~48시간	61.43	150.66
	고형물부하	10~20kg/㎡·일	15.72	3.64
	위어부하	150㎥/m·일이하	6.8	3.4
탈수기운영시간		-	9.3	2.2

④ 방류수 수질과 농축슬러지 및 탈수케익 함수율

「수질및수생태계보전에관한법률시행규칙」 제6조[별표 4]에 따라 1,000㎥/d 이상의 수도사업시설(역세를 하지 않고 물리적으로만 처리하는 시설은 제외)은 폐수배출시설로 분류되며, 이들 시설에서 발생되는 폐수는 「동법시행규칙」 제32조(배출허용기준)에 의한 [별표 13]의 배출허용기준을 적용받게 된다.

그러나 하수처리구역에서 「하수도법」 제28조에 따라 공공하수도관리청의 허가를 받아 폐수를 공공하수도에 유입시키지 아니하고 공공수역으로 배출하는 폐수배출시설 및 「하수도법」 제27조제1항을 위반하여 배수설비를 설치하지 아니하고 폐수를 공공수역으로 배출하는 사업장에 대한 배출허용기준은 공공하수처리시설의 방류수 수질기준을 적용한다.

방류수 수질기준은 2008년 1월 1일부터는 기타지역에 대해서도 특정지역기준을 적용하도록 하였으며, 2008년 11월 13일 개정된 하수도법 시행규칙에서는 하수처리용량을 50㎥ 이상과 미만으로 나누어 방류수 수질기준을 정하고 있다. 이에 따라 SS 10㎎/L, COD 40㎎/L 이하를 만족시켜야 한다.

아래 표에 방류수 수질을 나타내었으며, 방류수의 pH, COD는 평균값은 2008년부터 적용되는 방류수 수질기준에 적정하나, SS의 경우 2008년에 기준인 10㎎/L를 3번 초과하여 운영되고 있으므로, 농축보조제를 사용하는 등의 운영적정화를 통하여 방류수질을 개선하여야 한다.

<표 5.3-13> 방류수 수질, 농축슬러지 및 탈수케익 함수율

항목		기준	평균	최대	최소
방류수	pH	5.8~8.6	7.3	7.7	7.0
	COD(㎎/L)	40	7.6	15.6	2.6
	SS(㎎/L)	10	5.5	20.0	1.0
농축슬러지	함수율(%)	-	96.7	98.7	93
탈수케익	함수율(%)	-	74.6	80.9	60

주) 2007년 1월부터 2008년 12월 자료(2008년 9, 10 11월 자료 없음)

3.2 기계분야

3.2.1 안산정수장

가. 시설개요

1) 시설물 현황

구 분	지 규 격	수량	비 고
배출수지	W10.0m×L20.0m×H3.8m	2 지	
배슬러지지	W7.8m×L25.2m×H3.85m	2 지	
농축조	D21.0m×H3.5m	2 지	
상징수 저류조	W7.0m×L12.0m×H3.5m	1 지	
탈리액 저류조	D10.0m×H3.5m	1 지	

2) 주요기기목록

- 배출수처리설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배출수지 (회수조)	회수조 유입밸브	수동 1상식 수평형 BFV D1,100	동아밸브	-	2	
	회수조 유출밸브	전동 2상식 수직형 BFV D1,100		2.0	2	Act.:Bernard
	슬러지 인발밸브	전동 2상식 수직형 BFV D300		0.44	2	Act.:Bernard
	회수슬러지 이송펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 3.1㎥/min×8mH	신신기계	11	3(1)	
	이송펌프 토출밸브	전동 1상식 수평형 BFV D200		0.44	3(1)	Act.:Bernard
	살수펌프	수평축 다단 원심펌프 0.25㎥/min×26mH		3.7	1	
배슬러지 (조정조)	조정조 유입주밸브	전동 2상식 수평형 BFV D800, 조작반 일체형		1.5	1	Act.:모건코리아 (2005.5)
	조정조 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV D500, 조작반 일체형		0.75	2	Act.:모건코리아 (2001.8)
	슬러지수집기	수중대차형 2수로1구동, 0.2~0.8m/min		1.5	1	
	조정슬러지 인발밸브	전동 1상식 제수밸브 D200		0.44 0.66	1 3	Act.:Bernard
	조정슬러지 이송펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 200/150A×3.5㎥/min×6mH	1993.4 내외기계	11	2(1)	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	

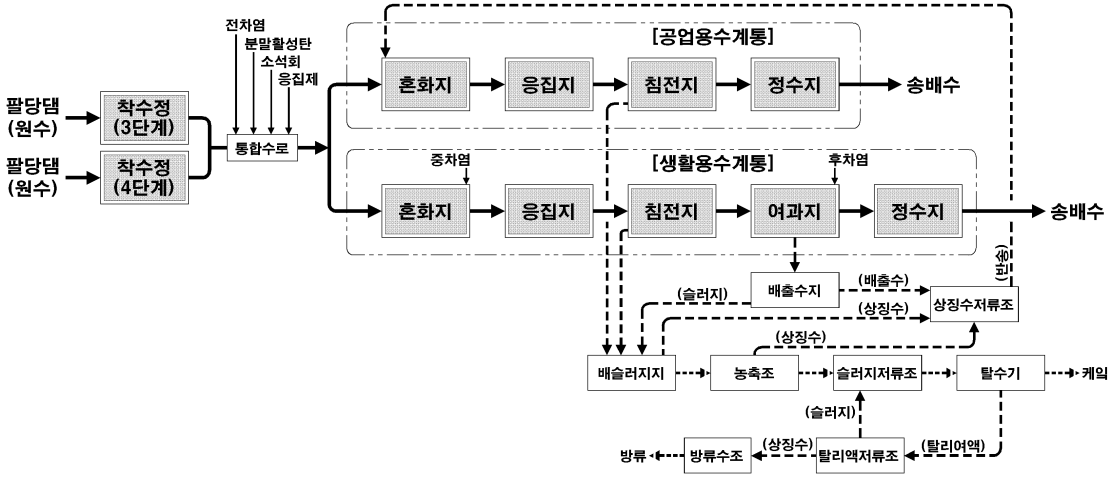
구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
상등수 저류조	상등수 이송펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 125/125A×4.0㎥/min×19mH	1994.4 금성	22	3(1)	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	
농축조	농축조 유입밸브	전동 2상식 제수밸브 D300		0.75	2	Act.:모건코리아 (2003.4)
	슬러지수집기	중심구동 지주형 ∅21.0m×WD3.5m		2.2	2	감속비 87:1 감속비 40:1
	농축슬러지 인발밸브	전동 1상식 제수밸브 D200		0.44	2	Act.:Bernard
	농축슬러지 이송펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 1.5㎥/min×10mH	1993.3 내외기계	7.5	2	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	
탈리액 저류조	슬러지수집기	중심구동 현수식 ∅10.0m×WD3.5m		2.2	1	감속비 3481:1
	탈리액슬러지 이송펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 150/100A×1.42㎥/min×10mH	1993.3 내외기계	7.5	2(1)	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	
탈수설비	슬러지저류조 교반기	수직 터빈형 30~60rpm	2002.4 합동	7.5	2	
	탈수기 #1	벨트프레스형 10~20㎥/hr, 여과포폭 2.5m	2005.5 동일캔바스	2.2	1	
	탈수기 #2, #3	벨트프레스형 6~15㎥/hr, 여과포폭 2.5m	1994.12 천세산업	1.5	2	
	폴리머 용해설비	폴리머 용해조 : 2.5㎥(∅1,500×H1,500)×2대 Feeder : 1.7~3.5ℓ /min Agitator/Vibrator 현장제어반	1993.4 천세산업	2.2/0.07 5	1식	
	폴리머 저장조	수직형 강제 원형탱크 10㎥		–	1	
	슬러지 공급펌프	수평축 스프르트 펌프 Max. 0.7㎥/min×20mH	2001.7 부영산업	3.7	3	
	약품 공급펌프	일축 나사형펌프(VS) 2.4㎥/min×9mH		0.75	3	
	여포 세정수펌프	수평축 다단 원심펌프 0.45㎥/min×85mH	2007.12 Wilo	15	3	
	약품희석수 공급펌프	수평축 원심펌프 130L/min×30mH	1992.4 금성사	2.0	2	

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
탈수설비	압축공기설비	왕복동식 0.618㎥/min×9.9kgf/㎠	한신	3.7	2	
		Air Dryer : 냉동식 0.97N㎥/min×9.9kgf/㎠	한영유체	0.2	1	
	공기저장탱크	수직 원통형 강제 탱크 1.5㎥, ∅976×H2,210		–	1	
	벨트콘베이어	트로프형 벨트컨베이어 W600		2.2	1	
	케익호퍼	각형 유압게이트식 10㎥		5.5	1	
	유지관리용 호이스트	Single Girder Hoist Crane 10Ton	반도	6.0/1.0×2 0.5×2	1	
	약품인양용 호이스트	전동 Monorail Hoist 1.0Ton	반도	1.2/0.2	1	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	

나. 배출수처리설비

1) 개요

배출수처리시설은 생활용수계통과 공업용수계통을 통합 운전하고 있으며, 주요계통으로는 침전지에서 인발된 침전슬러지를 배슬러지지에서 일시 저류 후 농축조에서 농축하고, 탈수기로 이송되어 탈수 및 반출된다. 여과지 역세척배출수는 배출수지로 배출하여 일시 저류 후 상징수저류조로 보내어지고, 배슬러지지의 상징수와 함께 공업용수계통의 혼화지로 반송하여 재처리하고 있다. 또한 배출수지의 일부 침전된 슬러지는 간헐적으로 배슬러지지로 배출한다.



<그림 5.3-18> 배출수처리설비 계통도

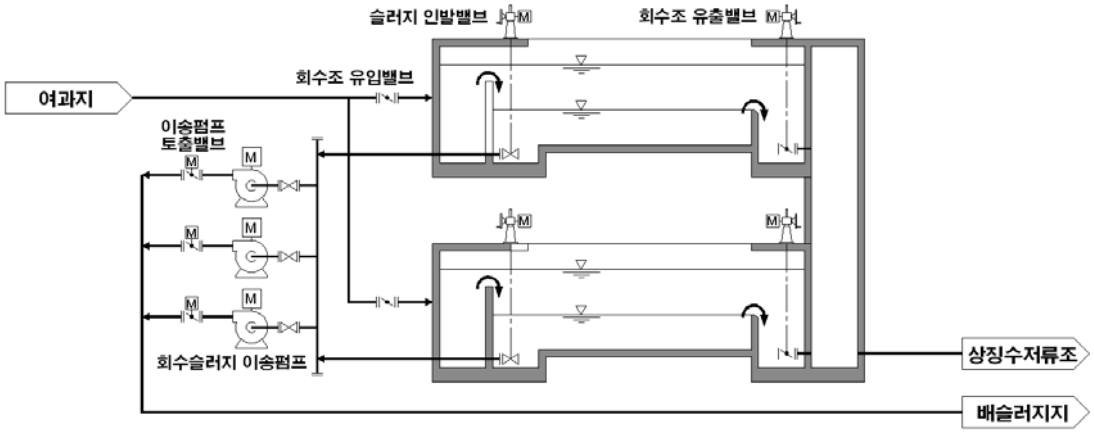
<표 5.3-14> 배출수 공정별 슬러지량 - 실적 수질에 의한 Mass Balance 참조

구 분		설계유량•설계탁도 (143,000㎥/일 - 11.29NTU)		평균유량-평균탁도 (99,257㎥/일 - 33.00NTU)	
		슬러지량(㎥/일)	고형물량(kg/일)	슬러지량(㎥/일)	고형물량(kg/일)
역세척 배출수		2,100	141	1,400	35
배출수지 유입		2,100	141	1,400	35
상징수저류조		3,455	343	2,395	104
침전 슬러지	생활용수	1,066	3,197	538	753
	공업용수	826	2,479	611	855
배슬러지지	유입	1,892	5,677	1,148	1,608
	인발	547	5,475	154	1,538
농축조	유입	547	5,475	154	1,538
	인발	182	5,466	96	1,537
탈수케익(75%WC)		191	5,610	99	1,582

2) 배출수지(회수조)설비

- 운영현황

역세척배출수는 배출수지(회수조)에 일시 저장되었다가 상징수저류조에 보내어지고, 공업용수계통 혼화지로 반송하여 재처리하고 있으며, 일부 침전된 슬러지는 간헐적으로 인발하여 배슬러지지로 이송한다. 주요설비로는 배출수를 상등수저류조로 이송하기 위한 회수펌프와 침전된 슬러지를 배슬러지지로 이송할 수 있도록 슬러지인발밸브가 구성되어 있다. 상징수저류조에는 혼화지로 반송을 위한 상징수이송펌프가 구성되어 있다.



<그림 5.3-19> 배출수지설비 계통도

<표 5.3-15> 배출수지 펌프설비 제원

구 분		회수펌프	상등수이송펌프	비 고
펌프설비 제 원	형 식	한쪽흡입 벌루트	한쪽흡입 벌루트	
	용 량	3.1㎥/min × 8mH	4.0㎥/min × 19mH	
	전동기	11kW	22kW	
	설치일	-	1994.4	
	제작자	신신기계	금성	
	수 량	3대(1대 예비)	3대(1대 예비)	



배출수지(회수조)



상등수저류조



배출수지 펌프실

<그림 5.3-20> 설치현황

- 회수펌프 및 상등수이송펌프용량검토

회수펌프와 상등수이송펌프의 운전은 평균탁도시와 설계탁도시의 역세척하여 배출되는 유량으로 펌프 운전시간을 검토하였다. 펌프 용량은 평상시 여과지 최대 역세척 수량을 공업용수계통의 혼화지로 회수 하는데 충분하다.

<표 5.3-16> 회수펌프 및 상등수이송펌프 운전 검토

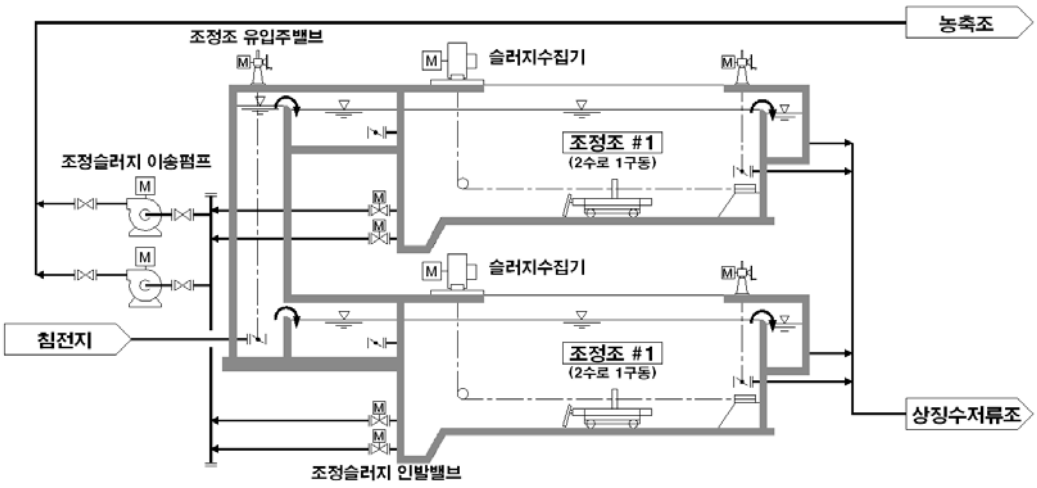
구 분		배출수량 (㎥/일)	운전횟수 (회/일)	운전시간 (분/회)	운전대수 (대)	비 고
회수펌프	평균탁도	1,400	8	28	2	
	설계탁도	2,100	12	28	2	
상등수 이송펌프	평균탁도	2,395	12	25	2	
	설계탁도	3,445	24	18	2	

3) 배슬러지지(조정조)설비

- 운영현황

생활용수계통과 공업용수계통의 침전지에서 배출되는 침전슬러지 인발은 지별로 수

분간 순차적으로 이루어져 배슬러지지로 이송된다. 배슬러지지에는 수중대차형 슬러지수집기가 설치되어 침강된 슬러지를 호퍼부로 수집하고 있으며, 침강된 슬러지는 인발하여 농축조로 보내어지고 상등수는 자연유하로 상등수저류조로 보내어 배출수와 함께 공업용수계통 혼화지로 반송된다.



<그림 5.3-21> 배슬러지지설비 계통도

<표 5.3-17> 배슬러지지 펌프설비 제원

구 분		슬러지 이송펌프	비 고
펌 프 제 원	형 식	무폐쇄 원심펌프	
	용 량	3.5㎥/min × 6mH	
	운전방식	간헐 자동운전	
	전동기	11kW	
	설치일	1993.4	
	제작자	내외기계	
	수 량	2대(1대 예비)	



배슬러지지 상부



슬러지수집기 구동부



배슬러지 이송펌프

<그림 5.3-22> 설치현황

– 슬러지이송펌프 용량검토

배슬러지지의 슬러지를 농축조로 이송하는데 필요한 운전시간을 검토하였다. 펌프 용량은 평균탁도시 슬러지펌프 1대를 사용하여 간헐 운전으로 약 2회 22분씩 운전하면 되고, 설계 탁도시 26분씩 6회 운전하면 발생되는 슬러지를 농축조로 전량 압송이 가능하다.

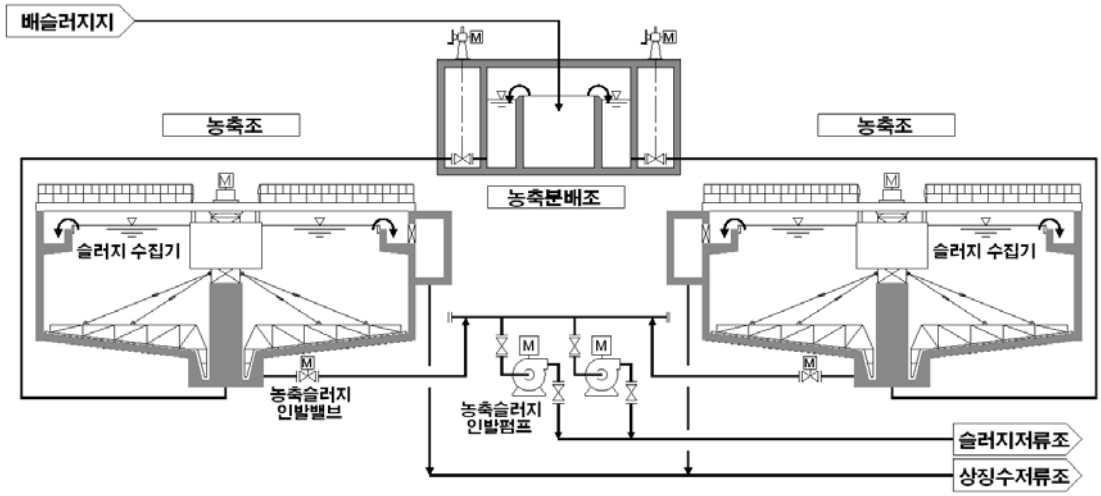
<표 5.3-18> 슬러지이송펌프 운전 검토

구 분		슬러지량 (㎥/일)	운전횟수 (회/일)	운전시간 (분/회)	운전대수 (대)	비 고
슬러지펌프	평균탁도	154	2	22	1	
	설계탁도	547	6	26	1	

4) 농축조설비

– 운영현황

농축조는 원형 구조로 2지가 구성되어 있으며, 지별 균등분배를 위한 분배조가 설치되어 있다. 농축조 내에는 농축된 슬러지 배출을 위해 중앙호퍼부로 슬러지를 수집할 수 있는 중심구동식 슬러지수집기가 설치되어 연속운전 중에 있다. 농축된 슬러지는 슬러지인발펌프에 의해 탈수기동 슬러지저류조로 이송하여 탈수되며, 월류된 상징수는 상징수 저류조로 보내어 공업용수계통 혼화지로 반송된다.



<그림 5.3-23> 농축조설비 계통도

<표 5.3-19> 농축조 펌프설비 제원

구 분		농축슬러지 이송펌프	비 고
펌프설비 제 원	형 식	무폐쇄 원심펌프	
	용 량	1.5㎥/min × 10mH	
	전동기	7.5kW	
	설치일	1993.3	
	제작자	내외기계	
	수 량	2대(1대 예비)	



농축조



슬러지 인발밸브



농축슬러지이송펌프

<그림 5.3-24> 설치현황

- 농축슬러지인발펌프 용량검토

1, 2차농축조의 슬러지는 간헐적으로 인발하며, 농축조에서 배출되는 슬러지를 이송하는데 필요한 운전시간을 검토하였다. 펌프 용량은 평균유량 및 설계유량시 슬러지 펌프를 간헐 운전하면서 농축된 슬러지를 이송하는데 충분한 것으로 판단된다.

<표 5.3-20> 농축슬러지인발펌프 운전 검토

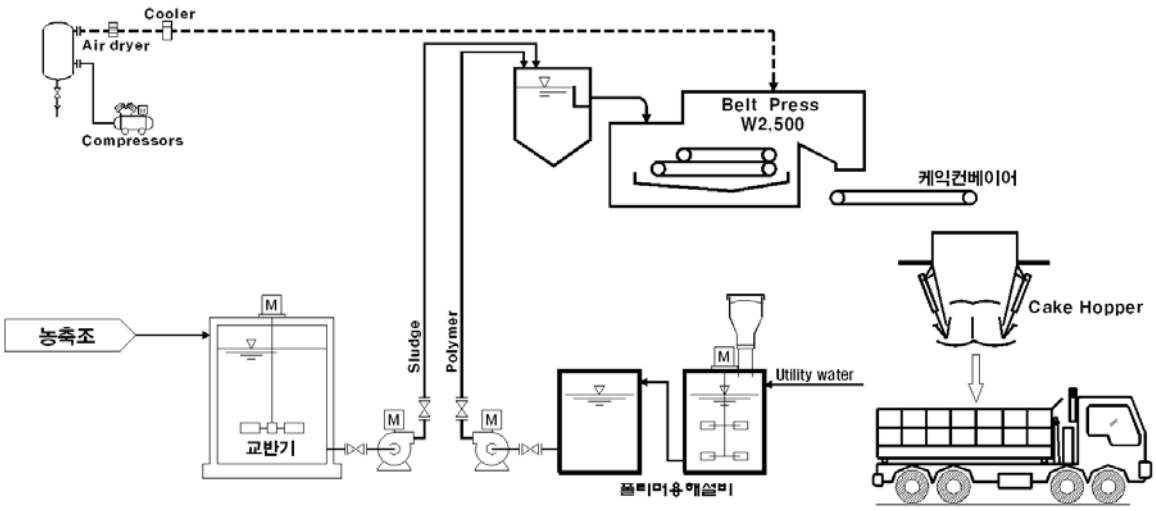
구 분		슬러지량 (㎥/일)	운전횟수 (회/일)	운전시간 (분/회)	운전대수 (대)	비 고
농축슬러지 이송펌프	평균유량	96	4	16	1	WC 98.4%
	설계유량	182	6	20	1	WC 97.0%

5) 탈수설비

- 개요

탈수설비는 농축조에서 농축된 슬러지를 보다 효율적으로 처분하기 위하여 슬러지의 함수율을 낮추고 체적을 감소시키는 시설로서 슬러지 저류조, 탈수설비, 케익 저장 및 케익(Cake)반출설비, 폴리머용해설비 등으로 구성되어 있다. 슬러지 저류조는 농축조에서 이송된 슬러지를 일시 저장하여 탈수기에 균등한 슬러지를 공급하며, 슬러

지 교반기가 설치되어 있다. 탈수기는 연속벨트식으로 3대중 1대는 고압형으로 교체하여 운영중에 있다.



<그림 5.3-25> 탈수설비 계통도

<표 5.3-21> 탈수기 제원

구 분	탈수기 #1	탈수기 #2, #3	비 고
형 식	Belt Press(고압)	Belt Press	
처리량	10~20㎥/hr	6~15㎥/hr	
벨트폭	W2,5m	W2,5m	
운전방식	무단변속감속기		
전동기	Drive 2.2kW	Drive 1.5kW	
설치일	2005.5	1994.12	
제작자	동일캔바스	천세산업	
수 량	1대	2대	

- 탈수성능 검토

탈수기 #2, #3호기는 일반형으로 1994년에 설치되어 사용중이고, #1호기는 고압형으로 2005년에 교체하여 사용하고 있다. 탈수기의 탈수케익 함수율은 #2, #3호기는 약 78%, #1호기는 약 74.8%로 양호하게 운전되었다.

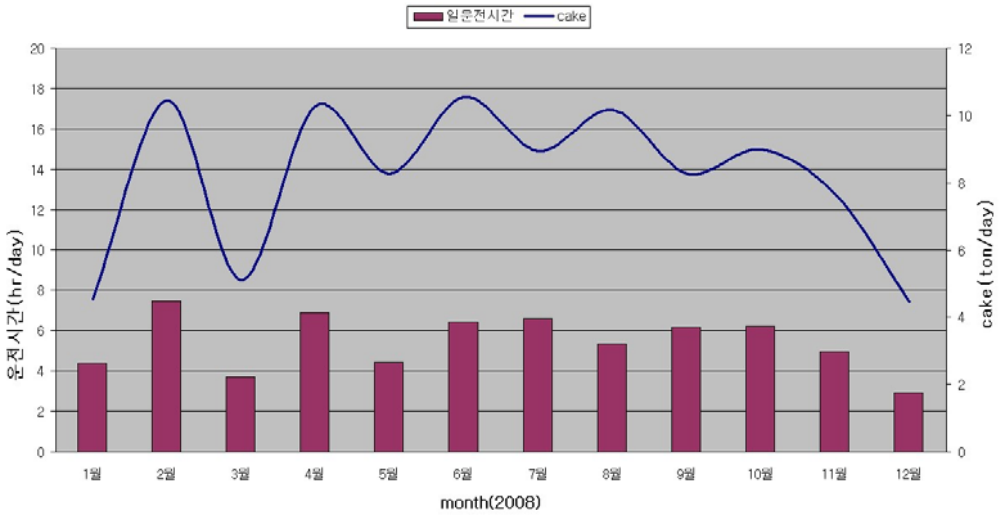
<표 5.3-22> 탈수기 운전 케익함수율

구 분	케익함수율(%)			비 고
	최 소	평 균	최 대	
#1호기	70.1	74.8	77.1	2008년 1월~12월
#2호기	76.1	78.2	79.8	
#3호기	76.5	78.1	79.8	

탈수기 처리성능 검토를 위해 2008년 1월~12월 기간동안의 운전자료를 기초로 하여 탈수기 평균운전시간 및 케익 평균처리량, 탈수속도 등을 검토하였다. 년도별로 간헐 측정한 함수율을 월평균 함수율로 기준하여 탈수속도를 환산하였으며 그 내용은 다음과 같다.

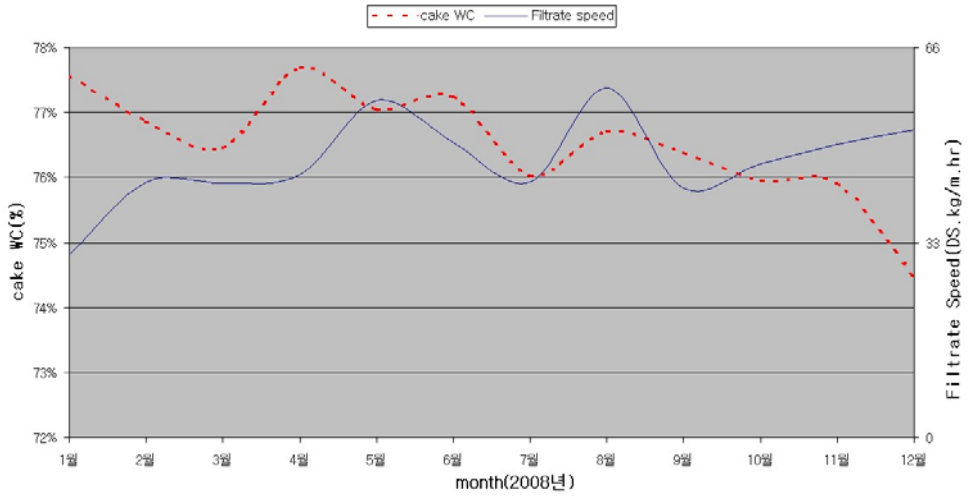
<표 5.3-23> 탈수기 운전현황(2008년 1월~12월)

월 (2008년)	탈수기 가동일수 (일/월)	탈수 케익량 (ton/월)	케익 함수율 (%)	탈수기 운전시간 (hr/월)	탈수기운전분석			비 고
					슬러지 고형물량 (ton/일)	단위당 탈수속도 (kg.DS/m.hr)	일평균 운전시간 (hr/일×3대)	
1	19	86.1	77.6%	250.0	1.02	30.9	4.39	설계탈수속도 #1호기 : 150kg.DS/m.hr #2, #3호기 : 120kg.DS/m.hr
2	19	198.4	76.9%	425.0	2.41	43.2	7.46	
3	18	92.1	76.5%	201.5	1.20	43.0	3.73	
4	21	215.6	77.7%	433.0	2.29	44.4	6.87	
5	22	182.1	77.1%	293.0	1.90	57.1	4.44	
6	21	221.6	77.2%	404.0	2.40	49.9	6.41	
7	23	205.6	76.0%	456.0	2.14	43.2	6.61	
8	20	203.4	76.7%	320.0	2.37	59.2	5.33	
9	20	165.3	76.4%	370.0	1.95	42.2	6.17	
10	15	134.8	76.0%	280.0	2.16	46.3	6.22	
11	20	153.5	75.9%	298.0	1.85	49.6	4.97	
12	20	89.3	74.5%	175.0	1.14	52.1	2.92	
계	238	1947.8	-	3905.5	-	-	-	
평균	19.8	162.3	76.5%	325.5	1.90	46.8	5.46	



<그림 5.3-26> 케익량/탈수기 평균 운전시간

2008년 1월~12월의 평균 탈수케익량은 162.3ton/월 으로 탈수기 3대를 운전한 것으로 가정하여 1일 평균 2.9~7.5hr 운전하였으며, 6월에 탈수량이 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 5.3-27> 케익함수율/탈수속도

간헐적으로 사업소 자체에서 측정한 케익함수율을 월평균 함수율로 하여 탈수기 단위당 탈수속도를 산출한 결과 월평균 31~59kg.DS/m.hr로 나타났으며 설계탈수속도 120~ 150kg.DS/m.hr 보다 낮게 운전되었다. 이는 케익함수율을 낮추기 위하여 탈수속도를 낮게 운전한 것으로 추정되며, 탈수속도를 설계수준으로 높일 경우 케익함수율은 다소 높아질 것으로 판단된다. 상수도시설기준에 탈수기의 1일 표준 운전시간을 6hr으로 계획하도록 한 것을 고려하면 기존에 운전된 일평균운전시간 2.9~7.5hr(3대운전)은 적정한 것으로 판단된다.

급수량이 증가하여 시설계획유량으로 운영할 경우, 탈수속도를 증가시켜 운전하면 평균탁도시 2대의 탈수기로 약 2.6hr/일, 설계탁도시 3대의 탈수기로 약 6.2hr/일 운전할 것으로 예상되므로 탈수기의 용량은 충분한 것으로 판단된다. 하지만 탈수기 #2, #3호기는 일반형으로 탈수케익 함수율이 #1호기에 비해 높고 처리량도 적어 운전효율이 떨어지므로 향후 #1호기와 같이 고압형으로 교체하여 운전효율을 높이는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 시설계획유량에 의한 탈수기의 운전용량을 검토하면 다음과 같다.

<표 5.3-24> 시설계획유량에 대한 탈수기 운전검토

구 분	슬러지량 (㎥/일)	고형물량 (kg.DS/일)	탈수기 운전시간	
			현재 탈수속도	설계 탈수속도
평균유량·평균탁도 (11.29NTU)	129	1,582	1,582/47/W2.5m/3대 =4.5hr/일	1,582/120/W2.5m/2대 =2.6hr/일
설계유량·설계탁도 (30.00NTU)	556	5,610	5,610/47/W2.5m/3대 =15.9hr/일	5,610/120/W2.5m/3대 =6.2hr/일

주) 농축슬러지량 및 농축고형물량은 토목공정분야 정수장 기술진단의 Mass Balance 참조

다. 문제점 및 개량방안

공 종	항 목	문 제 점	개 량 방 안
탈수설비	탈수기	탈수기 #2, #3호기(78%)는 일반형으로 탈수케익 함수율이 #1호기(74%)에 비해 높고 처리량도 적어 운전효율이 떨어짐.	#2, #3호기는 설치년도가 1994년으로 15년간 사용하였으므로 #1호기와 같이 고압형으로 교체하여 운전효율을 높이는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

라. 소요예산

설 비	개량계획	개량품목 및 규격	소요예산	비고
탈수설비	#2호기, #3호기 탈수기 교체	•탈수기 – 고압형 Belt Press 벨트폭 : W2.5m 처리량 :10~20㎥/hr 이상 수 량 : 2대	388,600,000원	

3.2.2 연성정수장

가. 시설개요

1) 시설물 현황

구 분	지 규 격	수 량	비 고
배출수지	W6.0m×L21.0m×H4.0m	3 지	
배슬러지지	W4.4m×L15.0m×H3.5m	2 지	
1차 농축조	D10.0m×H4.0m	2 지	
2차 농축조	D26.0m×H4.0m	2 지	

2) 주요기기목록

– 배출수처리설비

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배출수지 (회수조)	배출수지 유입밸브	전동 2상식 수직형 BFV D800	1999.1 동양밸브	1.5	3	Act.:모건코리아 (1998.12)
	배출수지 인발밸브	전동 1상식 제수밸브 D350, 회수용	1999.1 동양밸브	1.5	3	Act.:모건코리아 (1999.1)
		전동 1상식 제수밸브 D300, 슬러지인발용	1999.1 동양밸브	0.75	3	Act.:모건코리아 (1998.12)
	회수펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 200/150A×7.14㎥/min×15mH	1999.1 덕지산업	37	4(1)	
	배출수 슬러지이송펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 200/150A×3.78㎥/min×6mH	1999.1 덕지산업	11	2(1)	
배슬러지지 (조정조)	배슬러지지 유입밸브	전동 2상식 제수밸브 D400	1998 동아밸브	1.5	2	Act.:모건코리아 (1999.1)
	배슬러지 이송펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 150/150A×2.4㎥/min×6mH	1999.1 덕지산업	7.5	3(1)	
	배슬러지지 교반기	수직터빈형(4–Pitched 2단) 30rpm, ∅1,800	1998.6 성우	19	4	
1차 농축조	분배조 유출밸브	수동 2상식 제수밸브 D200	1998 동양밸브	–	2	
	1차농축조 슬러지수집기	중심구동 현수식 ∅10m×H4m, 0.6m/min	1999.2 성우	0.75	2	
	농축슬러지 인발밸브	전동 1상식 제수밸브 D200	1998 동양밸브	0.4	2	Act.:모건코리아 (1999.1)
	농축슬러지 인발펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 200/150A×2.9㎥/min×6mH	1999.1 덕지산업	7.5	2(1)	
	1차상징수 이송펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 125/100A×2.85㎥/min×27mH	2002.3 덕지산업	18.5	2(1)	
약품 혼화기	약품혼화지 교반기	수직터빈형 51rpm, ∅700	1999.2 성우	3.7	1	
	약품혼화지 유출밸브	수동 2상식 제수밸브 D200	1999.1 동양밸브	–	2	
2차 농축조	2차농축조 슬러지수집기	중심구동 지주형 ∅26m×H4m, 2.2m/min	1999.2 성우	0.75	1	
	농축슬러지 인발밸브	전동 1상식 제수밸브 D200	1998 동양밸브	0.4	2	Act.:모건코리아 (1999.1)
	농축슬러지 인발펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프 150/150A×2.4㎥/min×8mH	1999.1 덕지산업	7.5	2(1)	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A×0.15㎥/min×8mH	1998.6 대아기계	0.75	2(1)	(펌프실)

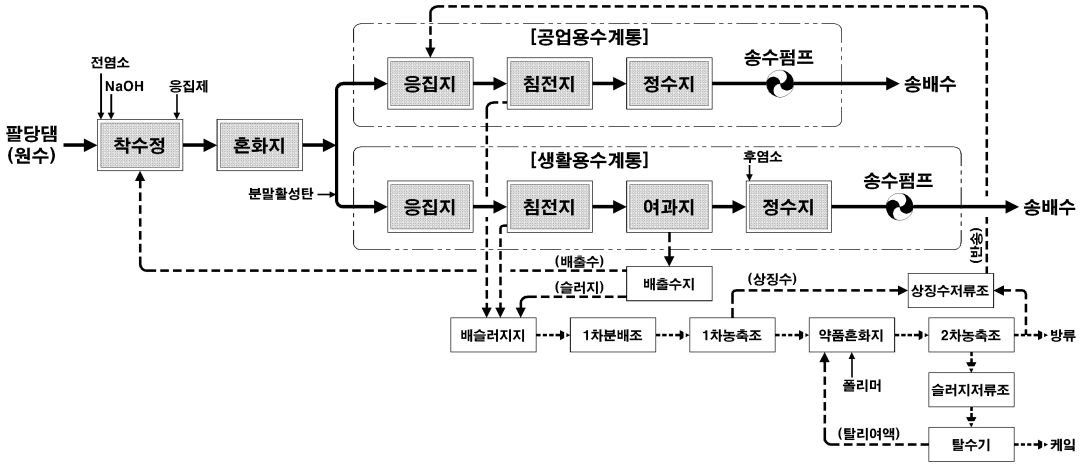
구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
탈수 설비	탈수기	고압 벨트프레스 9~26㎥/hr, W3,000 - 여포세척펌프 포함	1998.5 유천ENG	3.7/11	4	NPHA-3000
	슬러지저류조 유입밸브	전동 1상식 제수밸브 D150		0.4	2	Act.:모건코리아 (1999.2)
	슬러지저류조 교반기	수중프로펠러형 교반기 인양장치 1조 포함	1998.6 성보기전	2.2	2	
	슬러지 공급펌프	수평축 무폐쇄 원심펌프(VS) 0.13~0.38㎥/min×20mH		7.5	4	
	세정수조 유입밸브	전동 1상식 BFV D150	1998 동아밸브	0.2	1	
	용수공급펌프	자동용수공급장치(기압식) 급수량 : 3.9㎥ - 급수펌프:수직축 원심펌프 1.3㎥/min×40mH×4(1)대	1999 서광건설	7.5× 4(1)	1식	
	세정수 저장탱크	수직 원통형 PE 5.0㎥		-	1	
	압축공기설비	왕복동식 1.272㎥/min×9.9kgf/㎠	한신	7.5	2(1)	
		Air Dryer : 냉동식 1.53N㎥/min×9.9kgf/㎠	한신	0.62	1	
		After Cooler 3.2N㎥/min×9.9kgf/㎠	한신	0.085	1	
	공기저장탱크	수직 원통형 강제 탱크 2.0.㎥		-	1	
	약품용해설비	폴리머호퍼 : 0.5㎥ 강판제 각형 Cone형	1999.12 유천 엔바이로	-	2식	
		약품용해조 : 5.0㎥ 강판제 원통형, 교반기포함		3.7		
		약품투입기 : 10~100kg/hr 분사이송식 자동연속공급 Screw Feeder/Blower		0.4/1.9		
		약품이송펌프 : 원심펌프 0.5㎥/min×10mH		3.7		
	약품혼화조 약품공급펌프	다이아프램 정량펌프(VFD) 20L/min×3.0kgf/㎠	1998.6 유천ENG	0.75	2(1)	
	탈수기 약품공급펌프	다이아프램 정량펌프(VFD) 20L/min×3.0kgf/㎠	1998.6 유천ENG	0.75	4	

구분	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
	케익 콘베이어#1	벨브 콘베이어 W500×27mH	1998 성보기전	1.5	1	
	케익 콘베이어#2	벨브 콘베이어(정·역회전) W500×6.5mH	1998 성보기전	1.5	1	
	케익호퍼	유압 실린더형 10㎥, 보온포함	1998 성보기전	3.7/2.0	2	
	탈수기실 크레인	Single Girder Hoist Crane 5Ton	1999.2 성도기계	3.0 0.75×2	1	
	약품운반용 호이스트	Monorail Hoist 2Ton	1998 성도기계	3.5/0.4	1	
	바닥배수펌프	자립식 수중모터펌프 0.15㎥.min×8mH	1998.6 대아기계	0.75	2(1)	

나. 배출수처리설비

1) 개요

배출수처리시설은 생활용수계통과 공업용수계통을 통합 운전하고 있으며, 정수시설과 같이 2000년 준공하여 현재까지 운영하고 있다. 주요계통으로는 침전지에서 인발된 침전슬러지를 배슬러지지에서 일시 저류 후 1, 2차농축조에서 농축하고, 탈수기로 이송되어 탈수 및 반출된다. 여과지 역세척배출수는 배출수조로 배출하여 일시 저류 후 전량 착수정으로 반송되어 재처리하며, 일부 침전된 슬러지는 간헐적으로 배슬러지지로 배출한다. 또한 1차농축조의 상징수와 2차농축조의 상징수 일부가 상징수저류조에 일시 저류 후 공업용수계통의 응집지 유입배관으로 반송되어 재처리된다.



<그림 5.3-28> 배출수처리설비 계통도

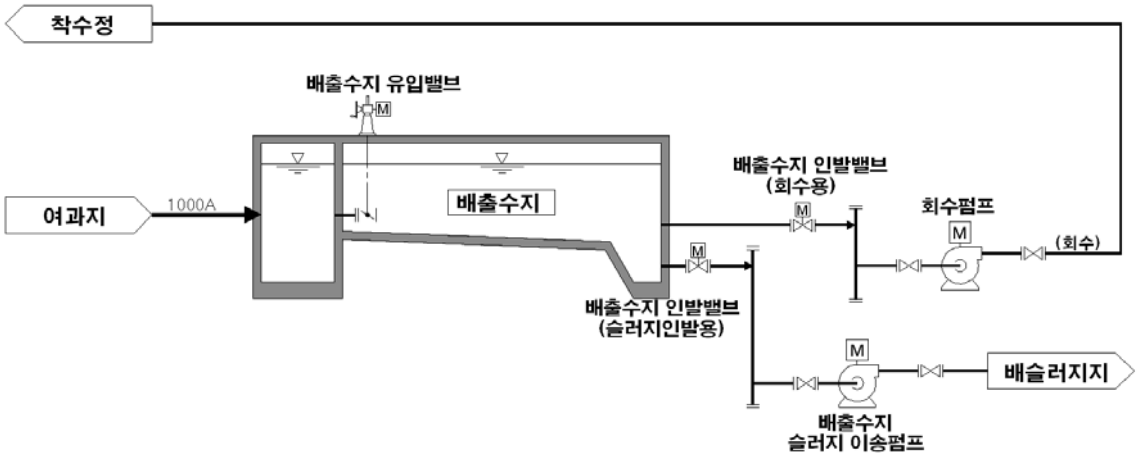
<표 5.3-25> 배출수 공정별 슬러지량 - 실적 수질에 의한 Mass Balance 참조

구 분		설계유량•설계탁도 (383,000㎥/일 - 40.89NTU)		평균유량-평균탁도 (215,475㎥/일 - 12.89NTU)	
		슬러지량(㎥/일)	고형물량(kg/일)	슬러지량(㎥/일)	고형물량(kg/일)
역세척 배출수		3,067	171	3,067	45
배출수지 유입		3,067	171	3,067	45
침전 슬러지	생활용수	2,284	11,421	732	2,197
	공업용수	1,141	5,703	584	1,753
배슬러지지	유입	3,425	17,125	1,316	3,949
	인발	3,425	17,125	1,316	3,949
1차 농축조	유입	3,425	17,125	1,316	3,949
	인발	1,103	16,544	548	3,834
2차 농축조	유입	1,660	16,691	677	3,868
	인발	556	16,680	129	3,863
탈수케익(75%WC)		556	16,734	129	3,875

2) 배출수지(회수조)설비

- 운영현황

배출수지(회수조)는 여과지 역세척배출수를 일시 저장하고 조정하는 시설로서 현재는 전량 착수정으로 회수하여 재처리하고 있으며, 일부 침전된 슬러지는 간헐적으로 인발하여 배슬러지지로 이송한다. 주요설비로는 배출수를 착수정으로 회수하기 위한 회수펌프와 침전된 배슬러지지로 이송할 수 있도록 슬러지인발밸브와 슬러지이송펌프가 구성되어 있다.



<그림 5.3-29> 배출수지설비 계통도

<표 5.3-26> 배출수지(회수조) 펌프설비 제원

구 분		회수펌프	슬러지이송펌프	비 고
펌프설비 제 원	형 식	한쪽흡입 벌루트	무폐쇄 원심펌프	
	용 량	7.14㎥/min × 15mH	3.78㎥/min × 6mH	
	전동기	37kW	11kW	
	설치일	1999.1	1999.1	
	제작자	덕지산업	덕지산업	
	수 량	4 대	2 대	



배출수지 상부



회수펌프



배출수지 슬러지이송펌프

<그림 5.3-30> 설치현황

- 회수펌프 용량검토

회수펌프의 운전은 평균탁도시와 설계탁도시의 역세척하여 배출되는 유량으로 펌프 운전시간을 검토하였다. 회수펌프 용량은 평상시 여과지 최대 역세척 수량을 착수정으로 회수 하는데 충분하다.

<표 5.3-27> 회수펌프 운전 검토

구 분		배출수량 (㎥/일)	운전횟수 (회/일)	운전시간 (분/회)	운전대수 (대)	비 고
회수펌프	평균탁도	3,067	6	24	3	
	설계탁도	3,067	8	18	3	

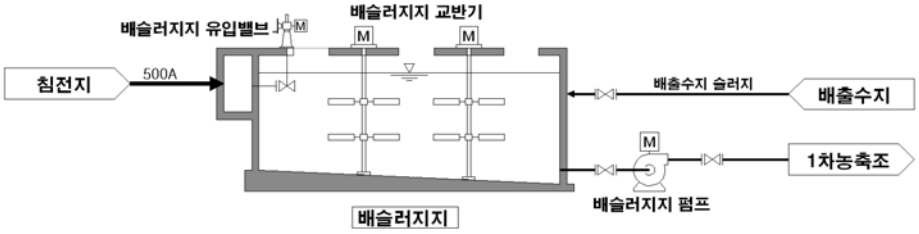
3) 배슬러지지(조정조)설비

- 운영현황

생활용수계통과 공업용수계통의 침전지에서 배출되는 침전슬러지는 배슬러지지에 일시 저류하여 조정 후 슬러지펌프에 의해 1차농축분배조를 거쳐 1차농축조로 유입된다. 또한 배출수지의 간헐적으로 배출되는 슬러지도 이송되어 처리된다.

침전지의 침전슬러지 인발은 지별로 수분간 순차적으로 이루어지며, 배슬러지지로 이송된 침전슬러지는 균등화하기 위해 배슬러지지 교반기로 교반한다. 배슬러지지는 2

지의 장방형 구조로서 호퍼부에는 인발배관이 있으며, 슬러지이송펌프로 슬러지를 1차농축분배조로 이송한다.



<그림 5.3-31> 설비계통도

<표 5.3-28> 배슬러지지 펌프설비 제원

구 분		슬러지 이송펌프	비 고
펌 프 제 원	형 식	무폐쇄 원심펌프	
	용 량	2.4㎥/min × 6mH	
	운전방식	간헐 자동운전	
	전동기	7.5kW	
	설치일	1999.1	
	제작자	덕지산업	
	수 량	3 대	



배슬러지지 상부



배슬러지지 교반기



배슬러지 이송펌프

<그림 5.3-32> 설치현황

- 슬러지이송펌프 용량검토

배슬러지지의 슬러지를 1차농축조로 이송하는데 필요한 운전시간을 검토하였다. 펌프 용량은 평균탁도시 슬러지펌프 2대를 사용하여 간헐 운전으로 약 12회 운전하면 되고, 설계탁도시 30분씩 24회로 총 12시간을 운전하면 발생되는 슬러지를 1차농축조로 전량 압송이 가능하다.

<표 5.3-29> 슬러지이송펌프 운전 검토

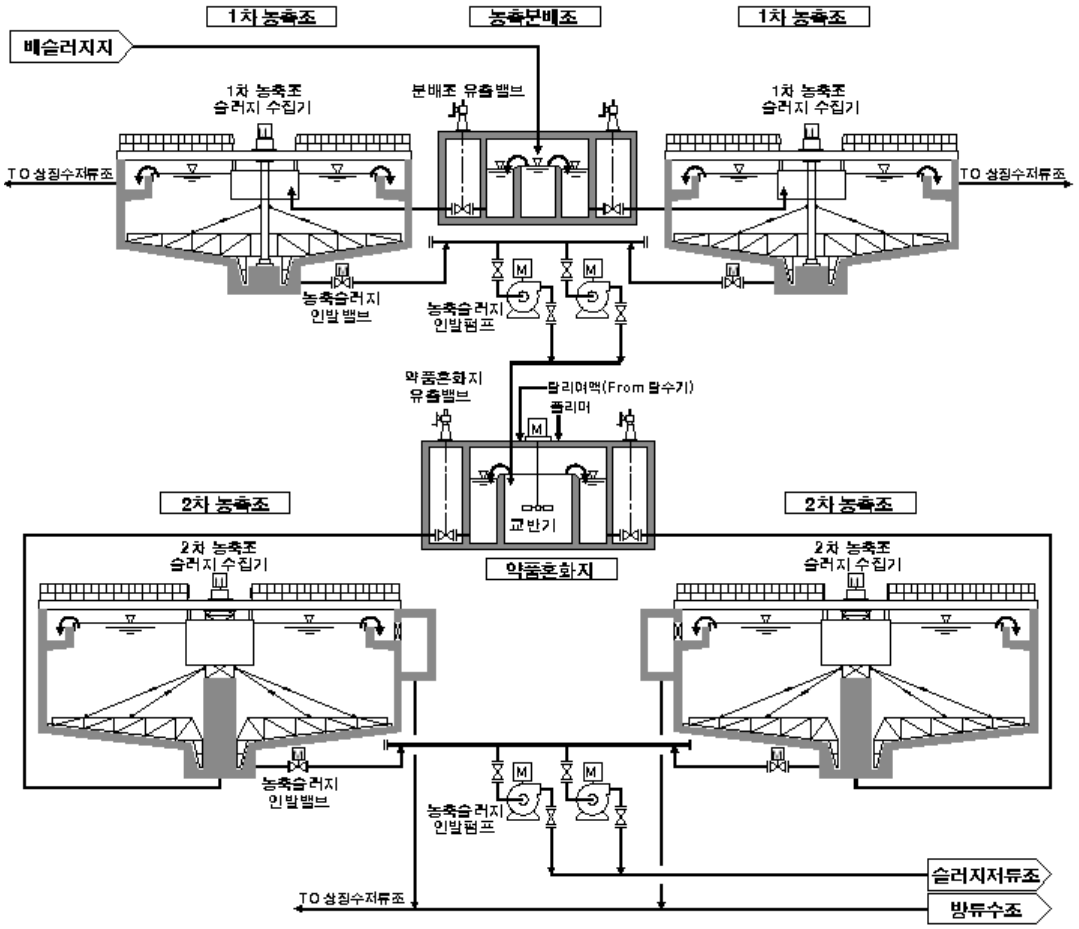
구 분		슬러지량 (㎥/일)	운전횟수 (회/일)	운전시간 (분/회)	운전대수 (대)	비 고
슬러지펌프	평균탁도	1,316	12	23	2	
	설계탁도	3,425	24	30	2	

4) 농축조설비

- 운영현황

1, 2차농축조는 각 2지로 구성되어 있으며, 지별 균등분배를 위한 분배조가 각각 설치되어 있다. 1, 2차농축조는 원형 구조로 되어 있으며 농축조 내에는 농축된 슬러지 배출을 위해 중앙호퍼부로 슬러지를 수집할 수 있는 중심구동식 슬러지수집기가 설치되어 연속운전 중에 있다.

배슬러지는 1차농축분배조와 1차농축조를 거쳐 2차농축분배조와 2차농축조에서 재차 농축되고, 농축된 슬러지는 슬러지인발펌프에 의해 탈수기동 슬러지저류조로 이송하여 탈수된다. 1차농축조에서 월류된 상징수는 전량 상징수저류조로 이송, 2차농축조에서 월류된 상징수는 일부 방류되고 나머지는 상징수저류조로 이송된다. 저류된 상징수는 공업용수계통의 응집지 유입배관으로 반송되어 재처리된다.



<그림 5.3-33> 설비계통도

<표 5.3-30> 농축조 펌프설비 제원

구 분		1차농축조 슬러지펌프	2차농축조 슬러지펌프	비 고
펌프설비 제 원	형 식	무폐쇄 원심펌프	무폐쇄 원심펌프	
	용 량	2.9㎥/min × 6mH	2.4㎥/min × 8mH	
	전동기	7.5kW	7.5kW	
	설치일	1999.1	1999.1	
	제작자	덕지산업	덕지산업	
	수 량	2 대	2 대	



1, 2차 농축조



약품혼화조 교반기



1차농축조 슬러지이송펌프

<그림 5.3-34> 설치현황

- 농축슬러지인발펌프 용량검토

1, 2차농축조의 슬러지는 간헐적으로 인발하며, 농축조에서 배출되는 슬러지를 이송하는데 필요한 운전시간을 검토하였다. 펌프 용량은 평균유량 및 설계유량시 슬러지 펌프를 간헐 운전하면서 농축된 슬러지를 이송하는데 충분한 것으로 판단된다.

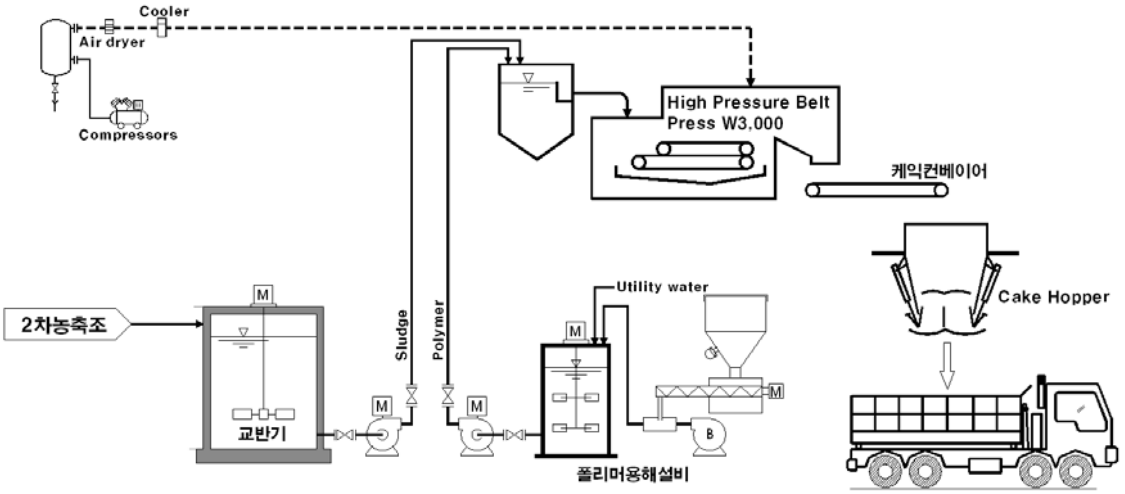
<표 5.3-31> 농축슬러지인발펌프 운전 검토

구 분		슬러지량 (㎥/일)	운전횟수 (회/일)	운전시간 (분/회)	운전대수 (대)	비 고
1차농축조 슬러지펌프	평균유량	548	8	24	1	WC 99.3%
	설계유량	1,103	8	24	2	WC 98.5%
2차농축조 슬러지펌프	평균유량	129	4	11	1	WC 97.0%
	설계유량	556	8	24	1	WC 97.0%

5) 탈수설비

- 운영현황

탈수설비는 농축조에서 농축된 슬러지를 보다 효율적으로 처분하기 위하여 슬러지의 함수율을 낮추고 체적을 감소시키는 시설이다. 슬러지 저류조는 탈수기동 지하층에 위치하여 농축조에서 이송된 슬러지를 일시 저장하며, 탈수기에 균등한 슬러지를 공급하기 위하여 교반기가 설치되어 있다. 탈수설비는 탈수기와 공기압축기설비, 여포세정수펌프, 슬러지이송펌프, 폴리머용해설비 등과 케익 반출을 위한 컨베어 및 호퍼설비로 구성되며, 탈수기는 연속벨트식 고압탈수형이 설치되어 운영중에 있다.



<그림 5.3-35> 탈수설비 계통도

<표 5.3-32> 탈수기 제원

구 분	탈수기	비 고
형 식	고압 Belt Press(NPHA-3000)	
처리량	9~26㎥/hr	
벨트폭	W3,000mm	
운전방식	무단변속감속기	
전동기	Drive 3.7kW Auto feeder : 0.75kW Mixing : 0.75kW	
설치일	1998.5	
제작자	유천ENG	
수 량	4대(1대 예비)	

- 탈수성능 검토

탈수기는 1998년에 설치되어 사용되고 있으며, 탈수기의 탈수케익 함수율은 전체적으로는 약 72%,로 양호하게 운전되었으나 1월~5월까지는 다소 높게 운전되었다.

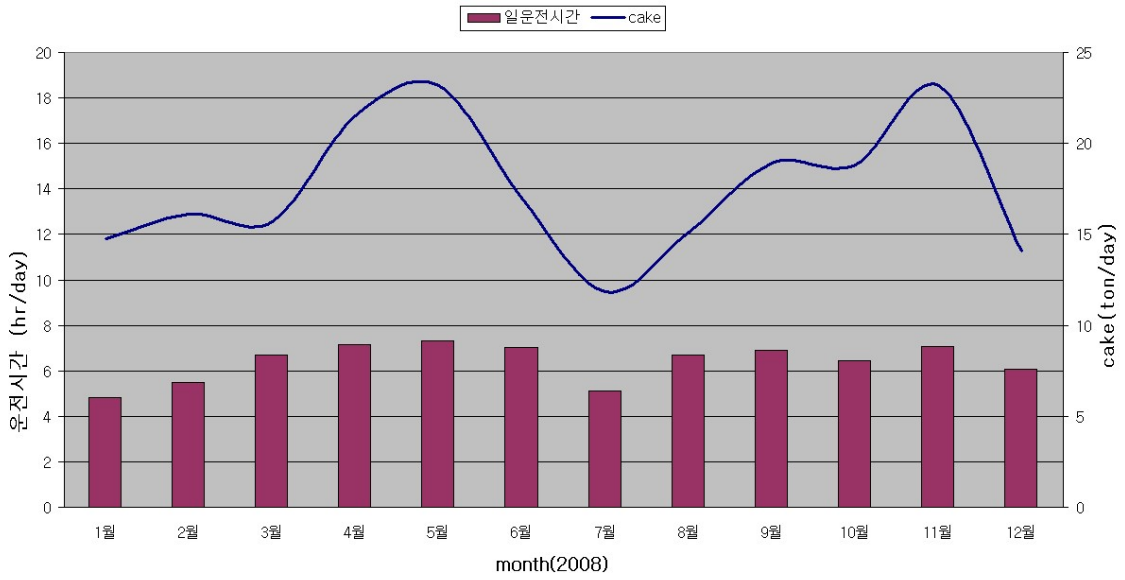
<표 5.3-33> 탈수기 운전 케익함수율

구 분	케익함수율(%)			비 고
	최 소	평 균	최 대	
#1~#3	54.6	72.0	87.4	2008년 1월~12월

탈수기 처리성능 검토를 위해 2008년 1월~12월 기간동안의 운전자료를 기초로 하여 탈수기 평균운전시간 및 케익 평균처리량, 탈수속도 등을 검토하였다. 년도별로 간헐 측정한 함수율을 월평균 함수율로 기준하여 탈수속도를 환산하였으며 그 내용은 다음과 같다.

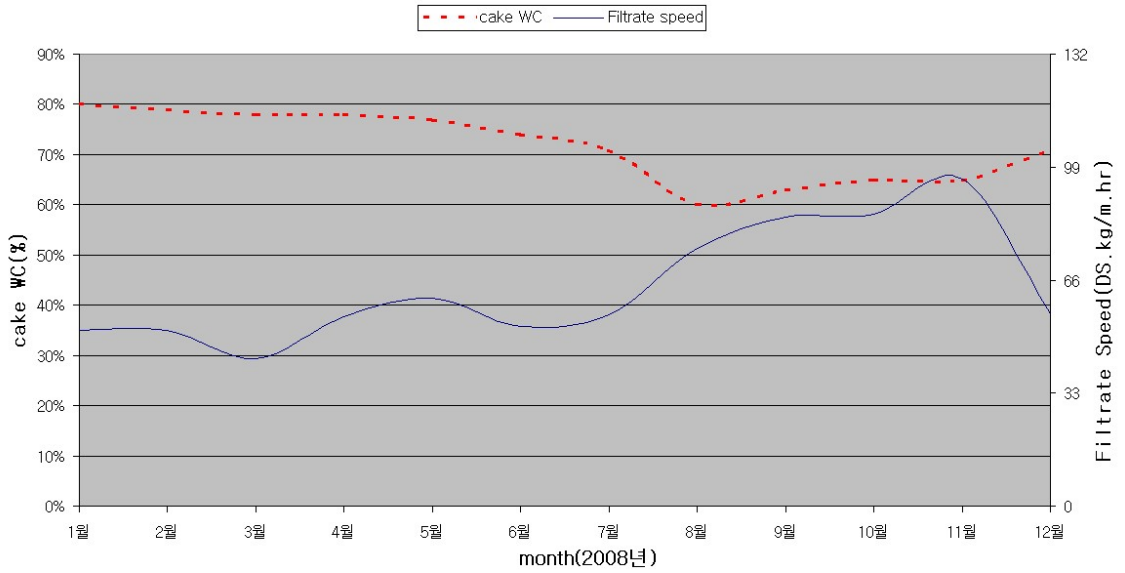
<표 5.3-34> 탈수기 운전현황(2008년 1월~12월)

월 (2008년)	탈수기 가동일수 (일/월)	탈수 케익량 (ton/월)	케익 함수율 (%)	탈수기 운전시간 (hr/월)	탈수기운전분석			비 고
					슬러지 고형물량 (ton/일)	단위당 탈수속도 (kg.DS/m.hr)	일평균 운전시간 (hr/일×4대)	
1	19	280.8	80.0%	365.0	2.96	51.3	4.80	설계탈수속도 180kg.DS/m.hr
2	18	290.3	79.0%	396.0	3.39	51.3	5.50	
3	20	313.5	78.0%	534.0	3.45	43.1	6.68	
4	21	451.5	78.0%	599.5	4.73	55.2	7.14	
5	21	487.3	77.0%	615.0	5.34	60.7	7.32	
6	21	357.0	74.0%	589.0	4.42	52.5	7.01	
7	24	283.9	71.0%	491.0	3.43	55.9	5.11	
8	20	302.5	60.0%	536.5	6.05	75.2	6.71	
9	21	397.0	63.0%	580.0	6.99	84.4	6.90	
10	19	357.8	65.0%	489.5	6.59	85.3	6.44	
11	18	416.9	65.0%	509.5	8.11	95.5	7.08	
12	21	295.4	71.0%	509.5	4.08	56.0	6.07	
계	243.0	4233.7	-	6214.5	-	-	-	
평균	20.3	352.8	72.0	517.9	4.96	63.9	6.40	



<그림 5.3-36> 케익량/탈수기 운전시간

2008년 1월~12월의 평균 탈수케익량은 352.8ton/월 으로 탈수기 4대를 운전한 것으로 가정하여 1일 평균 4.8~7.3hr 운전하였으며, 5월에 탈수량이 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 5.3-37> 케익함수율/탈수속도

간헐적으로 사업소 자체에서 측정한 케익함수율을 월평균 함수율로 하여 탈수기 단위당 탈수속도를 산출한 결과 월평균 43~96kg.DS/m.hr로 나타났으며 일반적인 설계탈수속도 180kg.DS/m.hr 보다 낮게 운전되었다. 이는 케익함수율을 낮추기 위하여 탈수속도를 낮게 운전한 것으로 추정되며, 탈수속도를 설계수준으로 높일 경우 케익함수율은 다소 높아질 것으로 판단된다. 상수도시설기준에 탈수기의 1일 표준 운전

시간을 6hr으로 계획하도록 한 것을 고려하면 기존에 운전된 일평균운전시간 4.8~7.3hr(4대운전)은 적정한 것으로 판단된다.

급수량이 증가하여 시설계획유량으로 운영할 경우, 탈수속도를 증가시켜 운전하면 평균탁도시 2대의 탈수기로 약 3.6hr/일, 설계탁도시 4대의 탈수기로 약 7.7hr/일 운전할 것으로 예상되므로 탈수기의 용량은 충분한 것으로 판단된다. 시설계획유량에 의한 탈수기의 운전용량을 검토하면 다음과 같다

<표 5.3-35> 시설계획유량에 대한 탈수기 운전검토

구 분	슬러지량 (㎥/일)	고형물량 (kg.DS/일)	탈수기 운전시간	
			현재 탈수속도	설계 탈수속도
평균유량/평균탁도 (12.89NTU)	129	3,875	3,875/64/W3m/4대 =5.0hr/일	3,875/180/W3m/2대 =3.6hr/일
설계유량/설계탁도 (40.89NTU)	556	16,734	16,734/64/W3m/4대 =21.8hr/일	16,734/180/W3m/4대 =7.7hr/일

주) 농축슬러지량 및 농축고형물량은 토목공정분야 정수장 기술진단의 Mass Balance 참조

4. 송 · 배수시설

4.1 기본사항

4.1.1 송•배수 시설현황

가. 배수지 시설

안산시의 2007년 말 현재 배수지 시설은 생활용수 배수지 11개소, 공업용수 2개소가 있으며 이중 선부1 배수지, 와동배수지, 사동배수지는 휴지 중이며 선부1 배수지는 신길택지개발사업 전용배수지로 활용하기 위해 시설개량 공사중에 있으며, 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-1> 배수지 시설현황

정수장	배수지명	위 치	용 량(㎥) 및 제원	배수위	비 고
연성 정수장 계통	선부1 배수지	선부동 1145-16	V=5,500㎥ W26.3×L26.4×4mH×2지	H.W.L(+)52.5m L.W.L(+)48.5m	휴지 시설개량 공사중
	선부2 배수지	선부동 산128	V=40,000㎥ W30.0×L70.0×5mH×4지	H.W.L(+)53.5m L.W.L(+)48.5m	생활용수 운영중
	목내 배수지	목내동 471-1	V=10,000㎥ W30.0×L45.0×4mH×2지	H.W.L(+)50.0m L.W.L(+)46.0m	생활용수 운영중
	성곡 배수지	성곡동 639-1	V=10,000㎥ W30.0×L45.0×4mH×2지	H.W.L(+)47.0m L.W.L(+)43.0m	생활용수 운영중
	공단 배수지	목내동 산28	V=20,000㎥ W36.0×L56.0×5mH×2지	H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)52.0m	공업용수 운영중
	대부 배수지	대부동 산233-9	V=6,600㎥ W25×L31.5×4.2mH×2지	H.W.L(+)69.2m L.W.L(+)65.0m	생활용수 운영중
안산 정수장 계통	초지 배수지	초지동 636-1	V=10,000㎥ W30.0×L45.0×4mH×2지	H.W.L(+)54.0m L.W.L(+)50.0m	공업용수 운영중
	와동 배수지	와동 884	V=14,000㎥ W34.6×L49.6×4mH×2지	H.W.L(+)56.0m L.W.L(+)52.0m	생활용수 휴지
반월 정수장 계통	반월 배수지	반월동 산41	V=2,000㎥ W15.8×L16.0×4mH×2지	H.W.L(+)84.0m L.W.L(+)80.0m	생활용수 (기존)운영중
			V=6,000㎥ W23.0×L33.0×4mH×2지	H.W.L(+)87.25m L.W.L(+)83.25m	생활용수 (확장)운영중
	성포 배수지	일동 산106	V=40,000㎥ W36.0×L56.0×5mH×4지	H.W.L(+)55.0m L.W.L(+)50.0m	생활용수 운영중
	고잔 배수지	일동 산10-2	V=25,000㎥ W30.0×L46.0×5mH×4지	H.W.L(+)50.0m L.W.L(+)45.0m	생활용수 운영중
	일동 배수지	일동 717	V=3,500㎥ W18.6×L23.6×4mH×2지	H.W.L(+)60.0m L.W.L(+)56.0m	생활용수 운영중
	사동 배수지	사동 1313	V=3,500㎥ W18.6×L23.6×4mH×2지	H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)53.0m	생활용수 휴지

나. 가압장 시설

안산시는 광역 4단계 원수를 안산정수장으로 도수하기 위한 도수가압장인 와동가압장과 연성정수장내 송수펌프, 일동·반월가압장, 대부가압장등의 송수가압 시설을 비롯하여 기타 취락지역과 고지대 등에 용수공급을 위한 소규모 가압시설이 있으며, 2007년 말 현재 공단가압장, 반월가압장, 원곡동가압장, 화정동가압장은 휴지상태로 현재 가동이 중단 되어 있다.

<표 5.4-2> 가압장 시설현황

구분	가압장명		위 치	운전계통	형식	펌프규격
도수 가압장	와동 가압장		와동 산89	광역4단계 원수를 안산 정수장으로 도수하는 설비	직결식(개량) 양흡입펌프	15.3㎥/분×55mH 260kW×5(1)
송수 가압장	일동·반월 가압장	일동	일동 710	일동배수지로의 송수를 위해 가압해주는 설비	직결식 수중모터펌프	7.35㎥/분×55mH 110kW×2(1)
		반월		반월배수지로의 송수를 위해 가압해주는 설비		5.56㎥/분×55mH 120kW×2(1) 7.5㎥/분×45mH 110kW×1
	반월 가압장		팔곡일동 산41	반월배수지로의 송수를 위해 가압해주는 설비로 현재 휴지상태	흡수정식 양흡입펌프	5.0㎥/분×50mH 45kW×3(1)
	대부 가압장		대부북동 1848-6	대부배수지로의 송수를 위해 가압해주는 설비	흡수정/ 인라인	5.78㎥/분×109mH 190kW×2(1) 8.68㎥/분×40mH 110kW×2(1)
배수 가압장	원곡동 가압장		원곡동 841-2	원곡동 지역의 급수불량 해소를 위한 설비로 현재 휴지상태	흡수정식 편흡입펌프	3.20㎥/분×40mH 22kW×3(1)
	화정동 가압장		선부동 1107-8	화정동 지역의 급수불량 해소를 위한 설비로 현재 휴지상태로 비상시설로 운영	직결식 양흡입펌프	0.24㎥/분×50mH 3.7kW×2(1)
	안산동 가압장		안산동	안산동 전지역의 급수불량 해소를 위한 설비	직결식 수중모터펌프	3.75㎥/분×40mH 45kW×2(1)
	호동 가압장		일동 606	안산중앙병원 일원의 일동 지역의 급수불량 해소를 위한 설비	직결식 수중모터펌프	15.3㎥/분×50mH 30kW×2(1)
	공단 가압장		신길동 1062-1	시흥정수장의 안산시 배분물량 확보를 위한 가압설비로 현재 휴지상태	직결식	3.16㎥/분×20mH 22kW×3(1) 2.67㎥/분×20mH 19kW×3(1)

다. 관로시설현황

1) 도수관로

도수관로는 15.7km로써 관종별로는 에나멜코팅 도복장강관이 100.0% 차지하고 있다.

<표 5.4-3> 도수관로 관종별, 경과년도별 현황

구분	총연장 (m)	매설년도별(m)				
		'87이전	88~92	93~97	98~2002	2003~2007
계	15,682	-	8,648	-	6,861	173
에나멜코팅 도복장강관	15,682	-	8,648	-	6,861	173

자료 : 2007년 상수도 통계(2008, 환경부)

2) 송수관로

송수관로는 69.5km로써 관종별로는 에나멜코팅 도복장강관이 92.3%, 주철관이 7.7%차지하고 있다. 이 중 매설경과년 20년 이상이 10.6%(13.9㎞)를 차지하고 있다.

<표 5.4-4> 송수관로 관종별, 경과년도별 현황

구분	총연장 (m)	매설년도별(m)				
		'87이전	88~92	93~97	98~2002	2003~2007
계	69,468	9,653	-	3,967	54,324	1,524
에나멜코팅 도복장강관	64,086	8,375	-	3,967	51,744	-
주철관	5,382	1,278	-	-	2,580	1,524

주) 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임

3) 배수관로

배수관로는 798.5km로써 관종별로는 에나멜코팅 도복장강관이 3.7%, 주철관이 19.2%, 덕타일주철관이 49.8%, PE관이 22.6%, HI-3P관이 1.3%, 기타 3.5%차지하고 있다. 이 중 매설경과년 20년 이상이 22.9%(183.1㎞)를 차지하고 있다.

<표 5.4-5> 배수관로 관종별, 경과년도별 현황

구분	총연장 (m)	매설년도별(m)				
		'87이전	88~92	93~97	98~2002	2003~2007
계	798,508	183,099	49,343	145,480	281,099	139,487
에나멜코팅 도복장강관	29,146	-	13,986	7,485	7,675	-
주철관	152,954	152,954	-	-	-	-
덕타일주철관	397,339	23,753	35,357	124,117	179,346	34,766
PE관	180,306	-	-	12,880	84,344	83,082
HI-3P관	10,732	-	-	998	9,734	-
기타	28,031	6,392	-	-	-	21,639

자료 : 2007년 상수도 통계(2008, 환경부)

4) 급수관로

급수관로는 308.6km로써 관종별로는 주철관이 0.3%, 덕타일주철관이 1.6%, PE관이 0.5%, 스테인레스관이 92.8%, 기타 4.8%차지하고 있다. 이 중 매설경과년 20년 이상이 10.6%(32.8㎞)를 차지하고 있다.

<표 5.4-6> 급수관로 관종별, 경과년도별 현황

구분	총연장 (m)	매설년도별(m)				
		'87이전	88~92	93~97	98~2002	2003~2007
계	308,644	32,848	113,075	71,286	58,910	32,525
주철관	928	928	-	-	-	-
덕타일주철관	4,900	622	2,270	363	1,434	211
PE관	1,468	-	-	-	-	1,468
스테인레스관	286,529	16,479	110,805	70,923	57,476	30,846
기타	14,819	14,819	-	-	-	-

자료 : 2007년 상수도 통계(2008, 환경부)

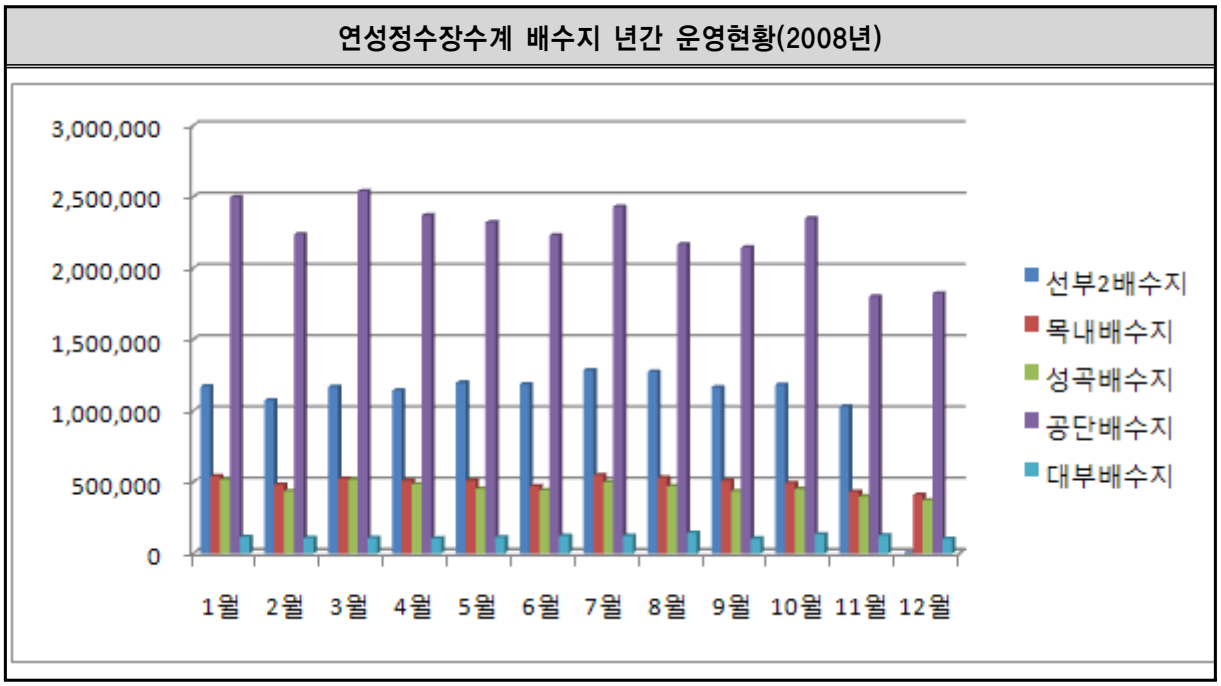
4.1.2 배수지 운영현황

가. 정수장 수계별 년간 배수지 운영현황

1) 연성정수장수계 년간 배수지 운영현황

<표 5.4-7> 연성정수장수계 배수지 년간 운영현황(㎥/일)

구 분	선부2배수지	목내배수지	성곡배수지	공단배수지	대부배수지	비 고
1월	1,170,083	540,766	514,762	2,496,911	114,804	
2월	1,072,724	480,840	434,033	2,237,009	106,560	
3월	1,165,629	523,793	516,166	2,538,481	108,834	
4월	1,141,385	510,436	485,030	2,368,877	105,104	
5월	1,197,136	510,881	451,586	2,320,412	112,136	
6월	1,185,260	471,301	444,014	2,231,504	121,247	
7월	1,284,888	548,107	498,297	2,430,991	122,753	
8월	1,272,325	529,562	470,221	2,165,380	144,604	
9월	1,164,709	508,648	435,484	2,144,559	102,877	
10월	1,181,308	492,431	451,251	2,348,843	134,297	
11월	1,030,771	431,541	398,480	1,800,477	126,309	
12월		409,599	373,701	1,820,517	102,171	
년평균	1,072,185	496,492	456,086	2,241,997	116,808	

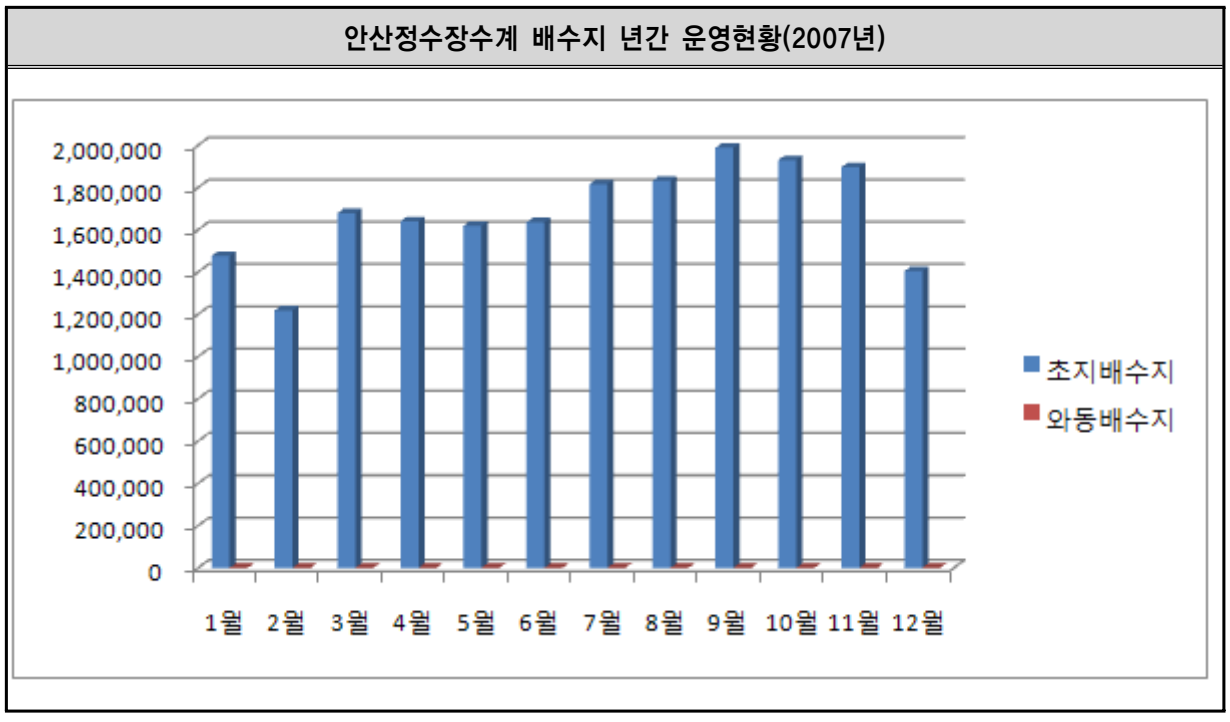


2) 안산정수장수계 배수지 운영현황

<표 5.4-8> 안산정수장수계 배수지 년간 운영현황(㎥/일)

구 분	초지배수지	와동배수지	비 고
1월	1,475,630	-	
2월	1,218,180	-	
3월	1,679,110	-	
4월	1,640,230	-	
5월	1,618,860	-	
6월	1,635,780	-	
7월	1,815,750	-	
8월	1,831,490	-	
9월	1,988,340	-	
10월	1,929,880	-	
11월	1,895,550	-	
12월	1,403,900	-	
년평균	1,677,725	-	

주) 와동 배수지는 휴지상태임

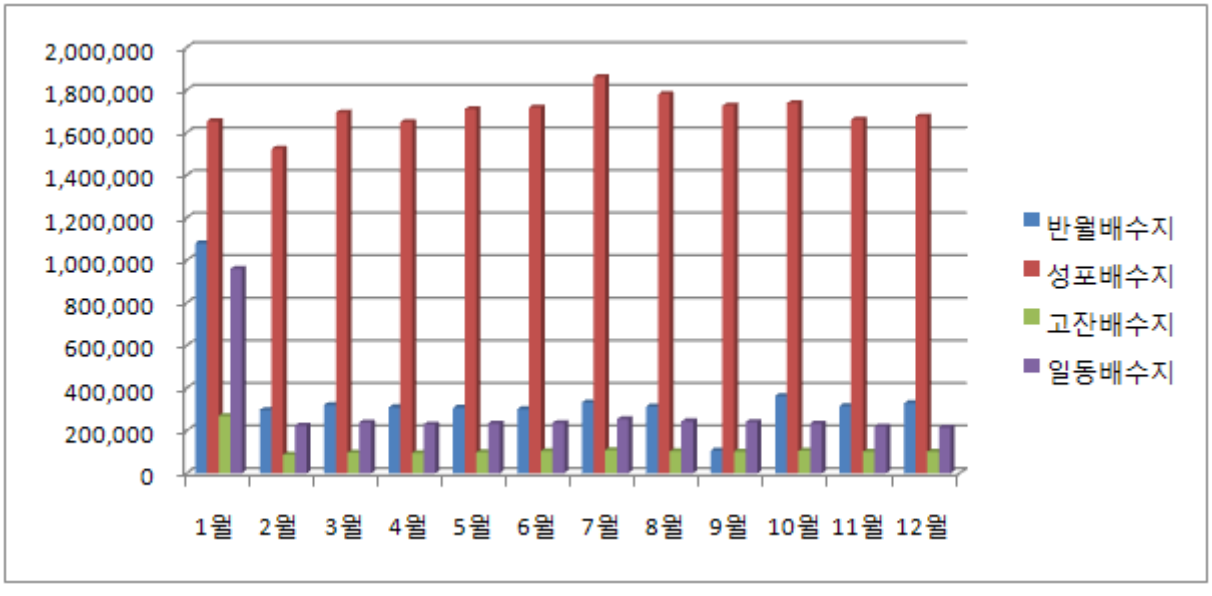


3) 반월정수장수계 배수지 운영현황

<표 5.4-9> 반월정수장수계 배수지 년간 운영현황(㎥/일)

구 분	반월배수지	성포배수지	고잔배수지	일동배수지	비 고
1월	1,079,757	1,652,600	268,978	959,830	
2월	297,488	1,523,892	87,475	224,630	
3월	319,569	1,693,702	97,464	238,590	
4월	309,468	1,648,338	94,148	229,340	
5월	308,087	1,711,138	99,165	233,150	
6월	302,218	1,718,089	103,823	235,770	
7월	332,118	1,860,477	109,181	253,630	
8월	314,002	1,780,325	104,370	243,600	
9월	105,652	1,725,910	100,615	239,940	
10월	363,409	1,737,345	105,821	233,870	
11월	315,413	1,661,724	101,096	220,040	
12월	329,154	1,675,602	102,192	215,250	
년평균	364,695	1,699,095	114,527	293,970	

반월정수장수계 배수지 년간 운영현황(2008년)

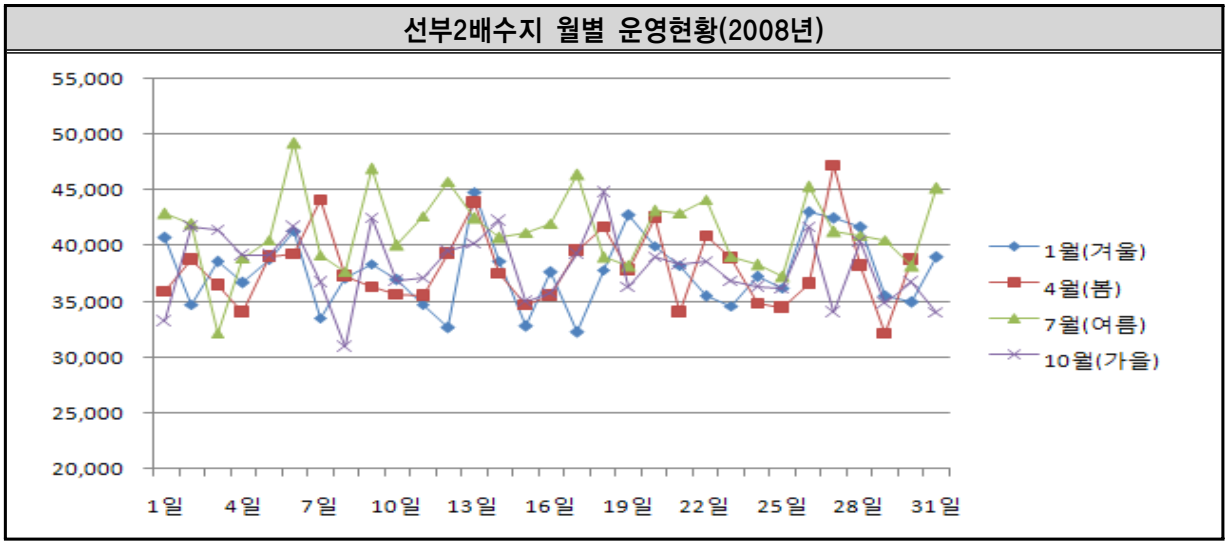


나. 배수지별 월별 운영현황

1) 선부2배수지 운영현황

<표 5.4-10> 선부2배수지 월별 운영현황(㎥/일)

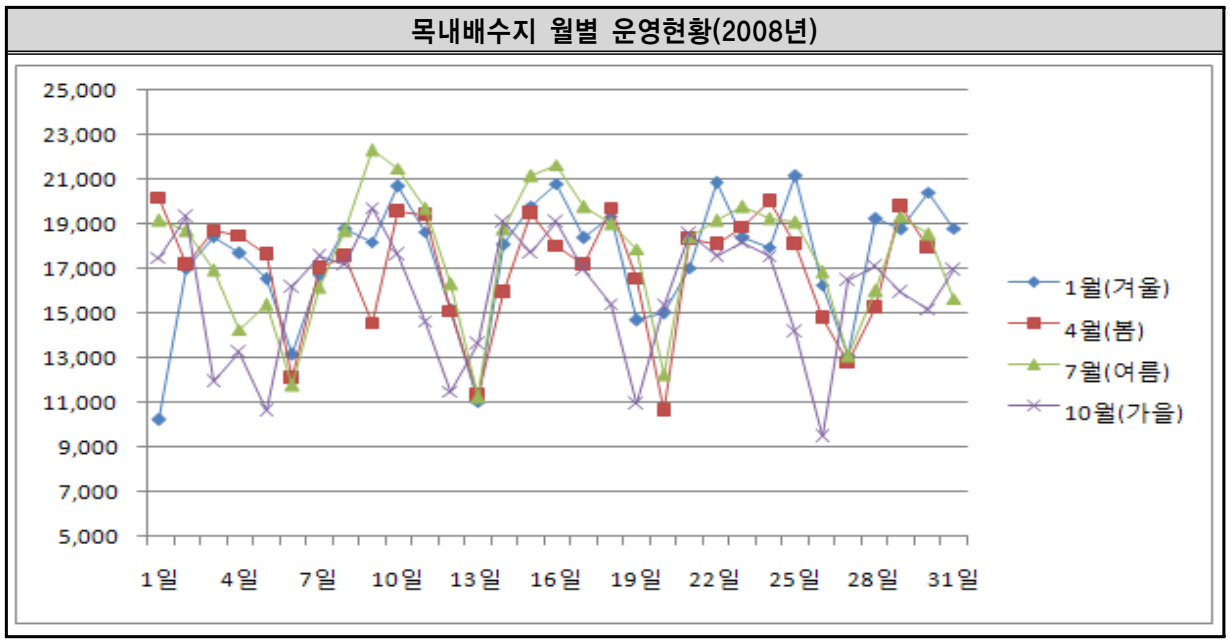
날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	40,764	31,376	38,335	35,969	41,510	47,168	42,915	41,774	38,057	33,236	38,654	
2일	34,773	38,968	35,690	38,726	38,059	36,578	41,930	40,628	38,406	41,675	37,070	
3일	38,606	42,556	40,144	36,451	43,021	40,419	32,212	34,547	34,295	41,489	45,458	
4일	36,700	39,256	36,930	34,006	36,825	36,484	38,941	42,712	34,928	39,164	36,092	
5일	38,791	40,350	34,371	39,019	38,051	41,330	40,553	43,190	34,238	39,159	32,691	
6일	41,344	34,665	35,915	39,352	37,548	36,748	49,230	42,773	41,475	41,730	35,391	
7일	33,576	36,154	29,712	44,204	36,384	35,966	39,206	40,232	43,201	36,688	35,391	
8일	37,160	32,511	46,602	37,246	35,807	42,305	37,715	45,130	39,879	30,917	35,546	
9일	38,413	38,854	41,860	36,391	38,410	37,402	46,967	43,344	40,526	42,592	32,954	
10일	36,955	41,426	34,897	35,715	37,997	37,100	40,083	43,200	41,856	36,862	35,639	
11일	34,773	31,879	37,523	35,535	40,148	40,758	42,697	41,766	36,894	37,199	36,840	
12일	32,665	40,202	35,165	39,238	39,375	43,243	45,822	44,587	43,752	39,540	37,889	
13일	44,844	42,195	37,406	43,889	34,036	38,408	42,496	35,240	47,395	40,271	42,183	
14일	38,676	30,797	36,101	37,607	37,042	42,299	40,741	45,270	37,556	42,259	41,261	
15일	32,825	36,203	39,968	34,747	40,665	37,629	41,220	43,039	36,028	34,933	38,154	
16일	37,648	35,103	42,745	35,496	37,146	39,792	42,038	39,109	48,184	35,848	43,581	
17일	32,268	44,306	36,011	39,514	41,721	43,571	46,368	39,578	39,728	39,250	39,232	
18일	37,855	32,122	36,098	41,786	33,946	35,982	39,006	36,871	34,837	44,757	30,545	
19일	42,787	37,604	40,832	37,802	42,130	37,959	38,195	45,328	43,291	36,392	43,211	
20일	40,018	34,219	36,581	42,493	36,975	39,517	43,142	37,023	43,491	39,082	31,055	
21일	38,244	35,997	35,223	34,056	33,830	42,316	42,972	42,571	41,135	38,356	38,903	
22일	35,492	38,973	30,779	40,951	42,988	37,864	44,185	39,550	30,215	38,660	38,903	
23일	34,640	37,159	47,152	38,841	36,538	44,401	39,069	32,907	15,900	36,917	38,903	
24일	37,289	38,955	42,988	34,895	43,115	37,977	38,328	44,432	44,281	36,279	42,886	
25일	36,239	37,262	31,880	34,461	45,246	36,468	37,268	40,454	36,543	36,258	20,390	
26일	43,072	31,135	35,592	36,552	31,383	41,084	45,309	41,798	38,066	41,767	20,390	
27일	42,480	38,679	38,452	47,272	37,305	37,967	41,309	37,440	41,155	34,048	20,390	
28일	41,675	38,019	38,868	38,196	36,079	38,785	40,956	40,459	36,134	40,324	20,390	
29일	35,466	35,799	36,276	32,200	39,701	38,660	40,538	43,852	41,957	34,813	20,390	
30일	35,010		38,918	38,771	39,698	39,079	38,237	38,767	41,305	36,755	20,390	
31일	39,035		36,616		44,456		45,240	44,754		34,088		



2) 목내배수지 운영현황

<표 5.4-11> 목내배수지 월별 운영현황(㎥/일)

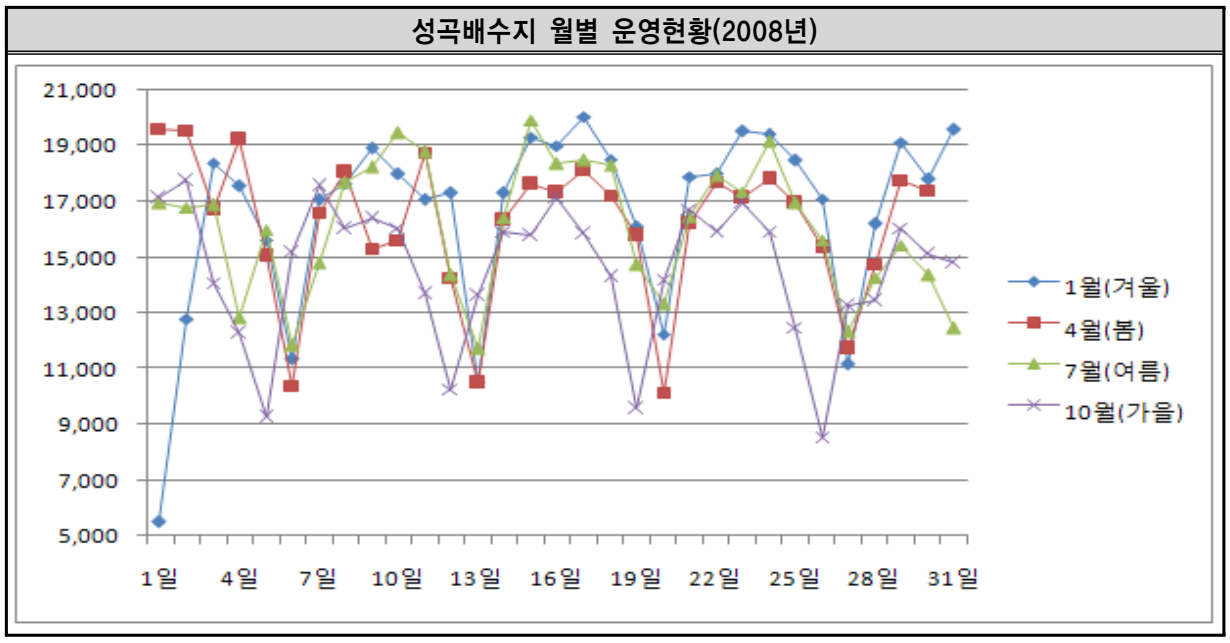
날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	10,227	21,249	13,785	20,193	16,537	10,505	19,168	14,872	16,622	17,502	11,552	15,498
2일	17,022	14,834	11,930	17,146	16,508	15,821	18,730	13,318	18,983	19,298	9,810	14,830
3일	18,441	13,776	18,211	18,754	13,969	17,473	16,916	10,769	19,498	11,962	13,590	15,894
4일	17,710	18,223	17,629	18,526	11,031	19,224	14,292	14,989	14,559	13,228	16,352	12,527
5일	16,554	16,684	20,669	17,608	9,787	19,163	15,395	17,050	17,482	10,624	14,845	13,448
6일	13,183	8,495	18,484	12,112	19,069	15,278	11,783	18,361	17,668	16,148	19,495	13,092
7일	16,703	8,832	19,429	16,991	18,125	12,719	16,174	19,401	12,954	17,572	19,495	10,288
8일	18,791	10,086	16,247	17,561	17,841	12,604	18,695	18,908	17,882	17,176	13,367	14,219
9일	18,202	11,443	11,491	14,589	18,638	16,041	22,308	15,780	20,943	19,734	9,062	13,897
10일	20,683	12,799	16,653	19,545	15,480	19,087	21,510	12,507	20,209	17,654	14,916	17,036
11일	18,662	18,787	18,399	19,413	12,267	16,166	19,726	17,795	19,661	14,678	18,886	17,769
12일	15,148	18,135	20,068	15,138	12,881	18,679	16,338	20,312	19,919	11,513	14,924	14,935
13일	11,050	19,524	18,400	11,308	16,004	17,733	11,249	19,519	11,891	13,641	17,657	11,824
14일	18,107	18,575	19,792	15,947	18,636	15,141	18,799	20,863	9,172	19,078	15,862	8,745
15일	19,829	18,555	15,502	19,489	19,902	9,580	21,153	15,605	9,924	17,705	13,499	12,802
16일	20,820	17,742	11,271	18,052	18,421	15,641	21,672	13,143	14,407	19,071	8,708	14,209
17일	18,417	13,629	17,607	17,184	15,238	17,768	19,785	13,570	17,479	16,959	13,580	14,556
18일	19,361	16,680	20,290	19,741	10,825	17,493	18,992	15,755	18,316	15,428	14,727	15,870
19일	14,693	19,038	18,540	16,581	16,379	18,894	17,908	20,297	20,827	10,939	16,018	14,460
20일	15,039	20,592	19,196	10,610	18,148	17,115	12,272	20,008	17,567	15,331	15,054	12,733
21일	17,045	19,741	17,616	18,326	19,108	14,867	18,438	19,883	14,237	18,567	17,684	9,028
22일	20,864	17,874	15,833	18,095	15,319	9,844	19,172	19,971	17,447	17,573	17,684	12,908
23일	18,402	16,715	11,466	18,899	22,482	14,854	19,764	14,962	19,793	18,146	17,684	14,571
24일	17,967	13,481	15,802	20,018	16,658	19,566	19,256	13,889	21,777	17,582	13,451	16,492
25일	21,156	17,912	19,281	18,066	12,247	17,061	19,071	17,145	19,518	14,182	16,134	9,098
26일	16,278	19,753	18,994	14,803	17,320	16,795	16,868	19,781	18,340	9,463	8,911	13,450
27일	13,122	19,495	20,068	12,815	18,196	18,263	13,075	19,083	16,023	16,472	14,995	10,239
28일	19,261	18,106	17,776	15,243	18,428	14,019	16,039	21,038	10,697	17,107	13,469	7,671
29일	18,775	20,084	14,952	19,759	18,208	8,602	19,349	21,554	18,269	15,942	12,700	12,385
30일	20,438		10,864	17,925	19,533	15,305	18,552	16,345	16,583	15,211	7,429	13,712
31일	18,816		17,549		17,695		15,660	13,091		16,945		11,416



3) 성곡배수지 운영현황

<표 5.4-12> 성곡배수지 월별 운영현황(㎥/일)

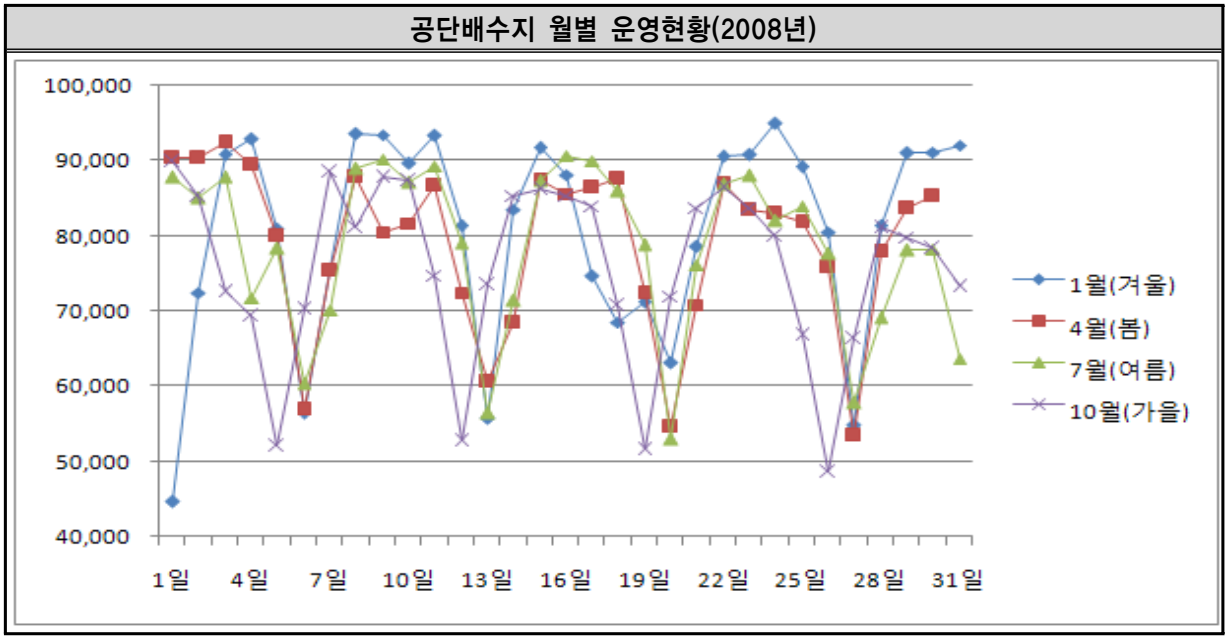
날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	5,522	16,743	13,525	19,621	14,050	8,079	16,934	10,035	14,799	17,133	12,217	11,395
2일	12,793	16,857	11,485	19,568	14,514	13,630	16,788	10,344	17,610	17,735	8,437	13,912
3일	18,403	12,262	16,103	16,711	13,083	17,221	16,893	8,367	16,017	14,084	14,839	15,065
4일	17,572	16,028	19,047	19,219	8,870	16,465	12,847	13,219	14,202	12,292	15,949	13,638
5일	15,618	14,907	17,775	15,039	10,216	17,081	15,999	16,467	14,910	9,260	14,848	13,898
6일	11,336	7,402	18,923	10,390	16,421	14,501	11,841	15,431	14,564	15,162	16,247	11,031
7일	17,070	3,720	19,315	16,606	17,905	9,972	14,807	18,124	11,466	17,564	16,247	7,102
8일	17,655	6,800	15,822	18,072	16,782	10,455	17,701	16,757	14,097	16,024	13,642	14,131
9일	18,897	7,713	11,461	15,310	16,914	14,105	18,249	16,221	18,226	16,400	8,653	13,277
10일	18,002	8,879	14,812	15,633	14,181	17,295	19,460	10,913	18,075	16,048	13,498	15,462
11일	17,073	15,152	19,918	18,758	9,296	17,286	18,789	15,393	17,708	13,668	15,721	14,432
12일	17,330	19,583	16,963	14,264	10,431	16,825	14,370	18,380	15,540	10,268	14,366	12,492
13일	10,529	17,674	18,405	10,484	14,858	17,500	11,704	18,408	9,618	13,612	14,512	12,456
14일	17,311	15,849	18,685	16,323	15,870	14,261	16,418	17,492	5,281	15,937	13,444	9,475
15일	19,323	18,966	16,051	17,632	16,257	9,902	19,941	15,250	7,892	15,778	10,429	14,347
16일	19,000	16,090	12,177	17,323	16,799	16,912	18,360	14,718	11,645	17,119	7,078	14,942
17일	20,047	11,054	14,900	18,131	13,381	17,515	18,487	11,475	14,512	15,854	11,135	13,804
18일	18,526	15,348	19,893	17,233	10,062	16,351	18,316	15,502	18,197	14,317	15,431	16,044
19일	16,103	17,435	18,863	15,777	14,455	16,651	14,726	18,658	17,305	9,561	17,602	14,267
20일	12,251	19,504	18,061	10,148	12,561	17,220	13,308	17,443	14,288	14,217	15,426	11,683
21일	17,910	18,710	18,845	16,191	18,855	13,635	16,473	18,337	11,273	16,734	15,291	7,113
22일	18,008	18,143	16,685	17,726	18,658	9,402	17,917	16,170	13,659	15,918	15,291	11,634
23일	19,542	15,652	12,559	17,115	16,039	15,184	17,358	16,302	18,307	16,942	15,291	13,693
24일	19,395	10,604	16,716	17,797	13,286	18,253	19,151	10,914	17,010	15,935	14,017	13,627
25일	18,501	18,253	19,393	16,953	9,995	14,825	16,942	14,359	16,239	12,485	14,082	7,624
26일	17,096	19,688	17,772	15,365	17,027	17,946	15,634	17,662	17,294	8,557	7,985	10,369
27일	11,176	18,038	18,161	11,706	15,554	15,609	12,340	18,054	13,544	13,258	13,476	9,587
28일	16,228	18,318	19,309	14,765	16,405	14,450	14,282	17,206	10,850	13,434	15,242	6,992
29일	19,124	18,661	15,971	17,769	17,191	11,119	15,440	18,268	14,995	16,061	10,640	11,257
30일	17,809		11,985	17,400	17,442	14,363	14,368	14,126	16,361	15,103	7,444	9,983
31일	19,611		16,585		14,227		12,455	10,227		14,791		8,969



4) 공단배수지 운영현황

<표 5.4-13> 공단배수지 월별 운영현황(㎥/일)

날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	44,742	90,065	74,205	90,330	77,399	50,297	87,797	54,489	72,196	89,904	62,268	42,781
2일	72,481	83,540	46,979	90,403	76,940	67,773	85,065	45,175	81,346	85,336	44,332	65,781
3일	90,808	71,253	78,862	92,364	66,368	81,954	87,768	38,669	80,192	72,658	72,267	66,708
4일	92,829	77,343	90,174	89,363	44,520	85,527	71,797	54,436	66,035	69,375	78,314	66,061
5일	80,860	77,909	94,746	80,022	46,886	79,322	78,340	63,348	76,443	52,096	82,862	55,681
6일	56,464	31,881	92,660	56,874	71,282	81,004	60,414	70,420	82,412	70,340	76,452	46,593
7일	75,709	27,455	90,265	75,359	84,931	66,803	70,146	75,973	59,737	88,473	76,452	25,405
8일	93,538	27,933	76,536	87,832	82,577	53,405	88,916	78,657	71,328	81,077	50,665	50,637
9일	93,457	41,900	63,196	80,534	83,796	64,295	90,249	70,582	83,712	87,752	18,782	64,852
10일	89,686	55,764	79,019	81,658	75,713	89,034	87,180	59,650	84,855	87,384	57,369	68,423
11일	93,391	81,028	90,592	86,667	57,916	88,006	89,281	66,357	81,989	74,756	70,622	69,728
12일	81,368	95,426	91,075	72,492	61,473	85,939	78,995	77,657	62,398	52,807	72,806	70,449
13일	55,726	92,303	93,256	60,645	77,649	84,348	56,383	79,575	27,208	73,457	65,200	62,712
14일	83,554	87,199	92,021	68,368	87,064	68,685	71,408	77,056	23,879	85,373	70,123	47,981
15일	91,720	91,587	79,907	87,384	87,303	48,710	87,364	68,513	25,786	86,202	46,467	61,788
16일	88,167	83,441	61,435	85,595	85,270	68,397	90,652	59,369	41,137	85,375	24,969	75,544
17일	74,582	67,238	80,981	86,442	76,246	81,514	90,002	49,046	73,174	84,007	51,298	61,038
18일	68,545	82,016	94,555	87,611	55,924	81,603	85,889	69,568	85,346	70,744	68,219	71,956
19일	71,175	87,631	95,503	72,319	68,819	84,214	78,751	80,734	91,200	51,522	74,834	73,491
20일	63,112	93,792	93,447	54,646	83,271	81,146	52,973	84,449	76,540	72,006	70,263	59,021
21일	78,625	90,488	84,825	70,836	84,517	77,212	76,124	85,972	66,796	83,788	68,919	45,963
22일	90,590	95,204	77,322	86,849	87,119	52,981	86,827	78,932	74,736	86,369	68,919	64,204
23일	90,735	87,493	57,180	83,420	85,108	74,764	88,029	78,667	88,280	83,764	68,919	74,410
24일	94,888	61,580	78,469	83,021	75,672	83,962	82,003	56,059	88,890	80,037	53,860	72,176
25일	89,229	83,844	83,588	81,743	55,401	79,280	84,033	71,852	88,399	66,816	68,151	55,760
26일	80,573	92,820	88,035	75,766	72,466	84,673	77,668	84,323	87,520	48,533	44,005	62,395
27일	54,846	94,260	91,620	53,454	83,975	82,368	57,796	84,482	80,498	66,333	66,961	50,474
28일	81,308	94,115	91,165	77,951	83,545	75,844	69,132	82,006	57,550	81,092	70,768	39,139
29일	90,979	90,503	84,930	83,678	84,096	56,344	78,136	85,501	75,760	79,816	41,312	53,380
30일	91,162		64,413	85,250	83,968	72,103	78,195	76,765	89,218	78,418	14,099	51,754
31일	92,060		77,522		73,197		63,679	57,096		73,231		44,236

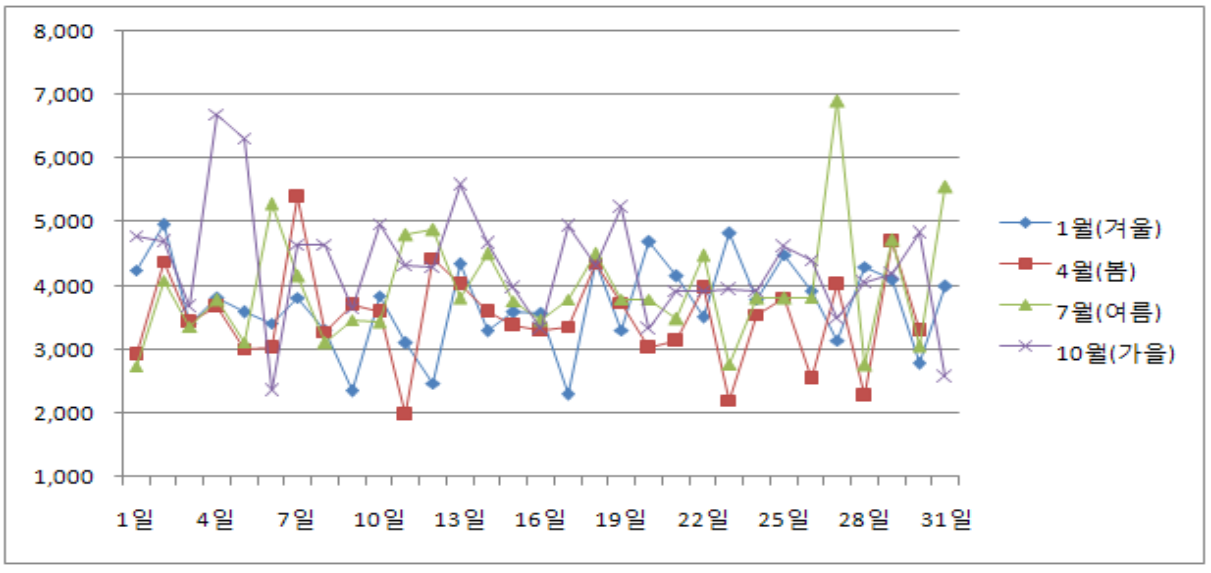


5) 대부배수지 운영현황

<표 5.4-14> 대부배수지 월별 운영현황(㎥/일)

날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	4,252	2,609	3,709	2,918	3,167	3,273	2,745	5,211	1,066	4,788	4,158	4,302
2일	4,961	4,677	4,605	4,383	4,683	5,004	4,084	4,478	3,513	4,686	4,817	3,120
3일	3,410	4,340	2,334	3,433	4,347	4,067	3,365	6,485	3,875	3,678	4,185	2,411
4일	3,810	4,394	4,167	3,676	5,013	4,909	3,784	4,825	691	6,697	4,547	3,362
5일	3,583	3,837	3,132	3,007	46	4,766	3,122	4,489		6,319	2,829	2,762
6일	3,417	1,938	3,314	3,028	819	4,157	5,285	4,511		2,346	3,922	3,386
7일	3,818	5,426	3,091	5,394	3,948	6,130	4,147	4,503		4,651	3,922	4,291
8일	3,296	3,799	4,327	3,281	4,958	4,370	3,112	5,245	1,381	4,651	5,341	3,155
9일	2,350	3,363	3,324	3,704	3,178	2,642	3,466	4,526	3,735	3,655	4,785	4,252
10일	3,843	3,428	3,718	3,593	3,923	3,824	3,428	5,270	3,770	4,976	3,500	2,106
11일	3,111	3,716	2,953	1,978	3,554	3,163	4,810	5,917	3,133	4,334	3,729	3,286
12일	2,474	3,618	3,266	4,439	3,498	5,047	4,873	3,113	3,417	4,301	4,774	4,463
13일	4,350	3,324	4,554	4,012	3,748	3,845	3,808	4,107	3,789	5,585	2,544	2,067
14일	3,299	2,860	3,479	3,593	3,482	4,558	4,508	5,556	5,165	4,660	5,081	3,258
15일	3,586	3,832	3,887	3,381	3,102	3,880	3,767	3,832	5,465	3,970	4,125	3,553
16일	3,561	4,649	4,352	3,294	2,733	3,412	3,450	6,998	3,083	3,321	3,802	3,274
17일	2,300	2,738	2,478	3,364	4,530	4,367	3,788	3,144	4,695	4,940	5,620	3,513
18일	4,373	4,293	3,657	4,354	4,363	3,967	4,512	5,258	3,678	4,334	2,832	2,683
19일	3,308	3,466	2,919	3,737	4,713	2,642	3,788	3,835	4,760	5,237	3,418	3,888
20일	4,693	3,491	4,349	3,029	3,794	3,739	3,794	4,185	4,449	3,329	3,973	3,229
21일	4,148	4,693	4,106	3,139	2,282	3,508	3,478	5,897	4,079	3,926	5,535	3,634
22일	3,511	3,386	2,466	3,961	3,837	4,694	4,474	3,452	4,712	3,929	5,535	4,489
23일	4,824	3,543	4,633	2,207	3,167	4,854	2,766	3,101	4,373	3,947	5,535	1,683
24일	3,791	3,679	3,376	3,546	5,476	3,133	3,799	6,181	3,745	3,919	5,195	3,870
25일	4,491	3,959	2,960	3,815	4,288	3,810	3,808	3,824	4,391	4,609	3,942	3,010
26일	3,920	2,328	3,711	2,539	1,989	3,758	3,818	4,179	3,711	4,414	3,041	2,716
27일	3,150	3,989	1,718	4,028	3,411	5,711	6,901	3,173	5,399	3,487	4,608	3,821
28일	4,299	3,798	3,681	2,278	2,379	1,586	2,748	4,193	5,066	4,040	3,689	2,616
29일	4,097	3,385	4,304	4,692	4,204	4,832	4,724	2,803	4,054	4,179	3,364	4,049
30일	2,775		4,241	3,301	3,493	3,602	3,052	5,039	3,683	4,824	3,962	2,720
31일	4,003		2,024		6,011		5,550	7,276		2,566		3,203

대부배수지 월별 운영현황(2008년)

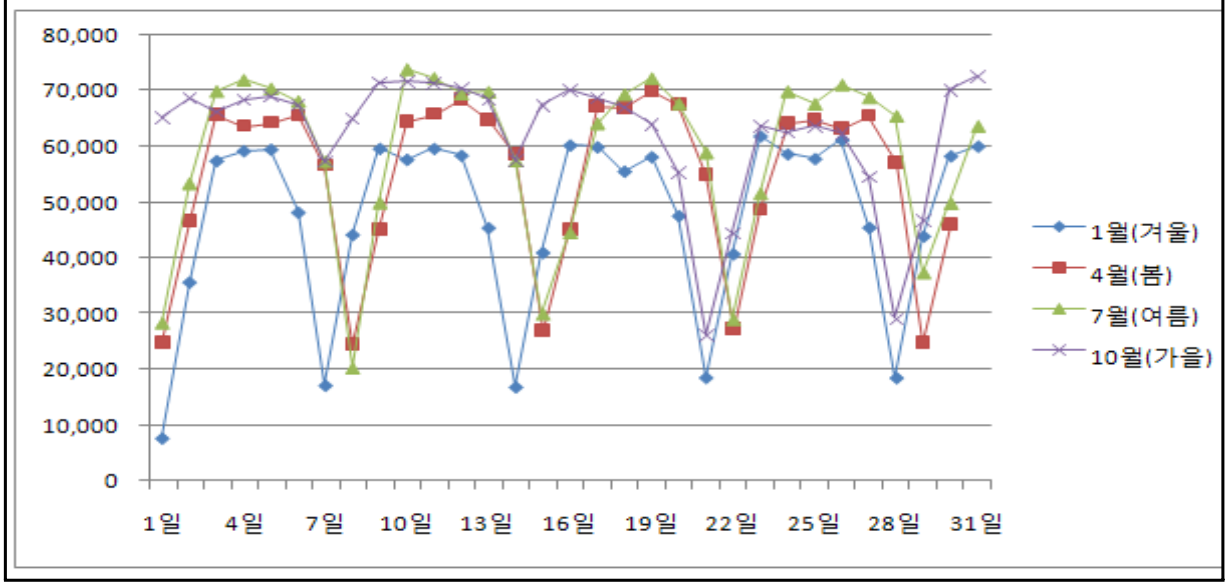


6) 초지배수지 운영현황

<표 5.4-15> 초지배수지 월별 운영현황(㎥/일)

날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	7,710	57,890	62,350	24,830	54,930	67,540	28,390	34,540	70,380	65,350	71,070	47,230
2일	35,700	0	53,860	46,640	61,810	61,390	53,440	20,030	63,970	68,790	67,220	24,470
3일	57,510	49,940	49,050	65,750	62,260	31,210	70,020	17,600	69,430	66,340	65,050	44,860
4일	59,290	18,230	22,110	63,680	61,430	50,630	72,020	14,920	72,910	68,530	52,690	57,900
5일	59,530	40,960	39,550	64,310	28,850	65,620	70,470	11,320	78,110	69,120	67,500	58,760
6일	48,240	59,290	63,600	65,580	11,870	60,050	68,200	38,730	73,870	67,610	73,400	59,370
7일	17,190	62,000	61,860	56,650	46,450	69,070	57,430	59,370	75,400	57,430	70,880	56,930
8일	44,230	60,760	62,860	24,520		70,220	20,290	66,270	72,800	65,150	71,280	45,750
9일	59,690	58,160	64,770	45,200	68,020	57,590	49,970	66,530	65,310	71,600	69,600	19,870
10일	57,710	51,640	56,380	64,360	67,740	20,420	73,930	73,860	70,530	71,760	66,980	40,310
11일	59,680	24,090	27,600	65,860	67,300	44,360	72,370	62,990	75,490	71,440	58,150	59,700
12일	58,470	45,090	45,410	68,370	57,400	65,480	69,560	33,860	75,430	70,440	66,110	57,550
13일	45,470	59,750	63,990	64,840	31,640	69,030	69,870	51,420	74,770	68,580	71,460	54,840
14일	16,900	63,380	63,660	58,620	50,240	71,290	57,590	72,000	72,660	57,680	72,920	53,370
15일	41,030	58,370	66,120	27,120	72,200	68,120	29,990	67,170	69,020	67,420	70,170	46,220
16일	60,300	47,630	60,100	45,220	64,160	61,140	44,620	71,310	63,470	70,190	72,920	24,780
17일	59,970	9,550	58,010	67,310	65,380	29,410	64,200	68,680	67,060	68,820	67,910	40,960
18일	55,600	4,620	29,810	66,900		42,230	69,420	61,510	71,200	67,160	58,600	60,620
19일	58,200	5,770	40,160	70,030	56,390	69,890	72,310	35,190	71,520	63,970	65,490	49,430
20일	47,620	14,690	65,940	67,450	27,120	73,890	67,810	65,880	72,410	55,460	71,110	55,280
21일	18,590	43,590	66,050	54,980	48,540	69,500	58,980	75,070	70,980	26,170	67,600	55,980
22일	40,780	61,490	64,650	27,360	71,440	69,800	29,000	78,540	67,360	44,570	60,540	47,790
23일	61,930	64,050	64,310	48,690	68,070	62,470	51,640	76,470	53,620	63,730	60,530	18,700
24일	58,700	55,010	56,510	64,220	67,580	31,320	69,960	79,300	44,610	62,640	48,910	33,110
25일	57,870	30,580	23,100	64,860	65,010	51,040	67,720	76,740	36,950	63,770	22,750	43,110
26일	61,220	46,690	46,420	63,280	60,460		71,150	64,650	41,720	62,520	43,700	51,190
27일	45,540	62,490	53,100	65,510	34,820	32,050	68,870	72,450	54,740	54,660	61,050	57,570
28일	18,550	62,470	63,150	57,190	45,340	38,700	65,540	78,820	63,170	29,190	59,700	53,940
29일	43,960		66,570	24,920	67,260	70,540	37,390	79,510	66,900	46,920	60,460	45,000
30일	58,360		62,290	45,980	66,700	61,780	49,860	79,130	62,550	70,130	59,800	23,790
31일	60,090		55,770		68,450		63,740	77,630		72,740		15,520

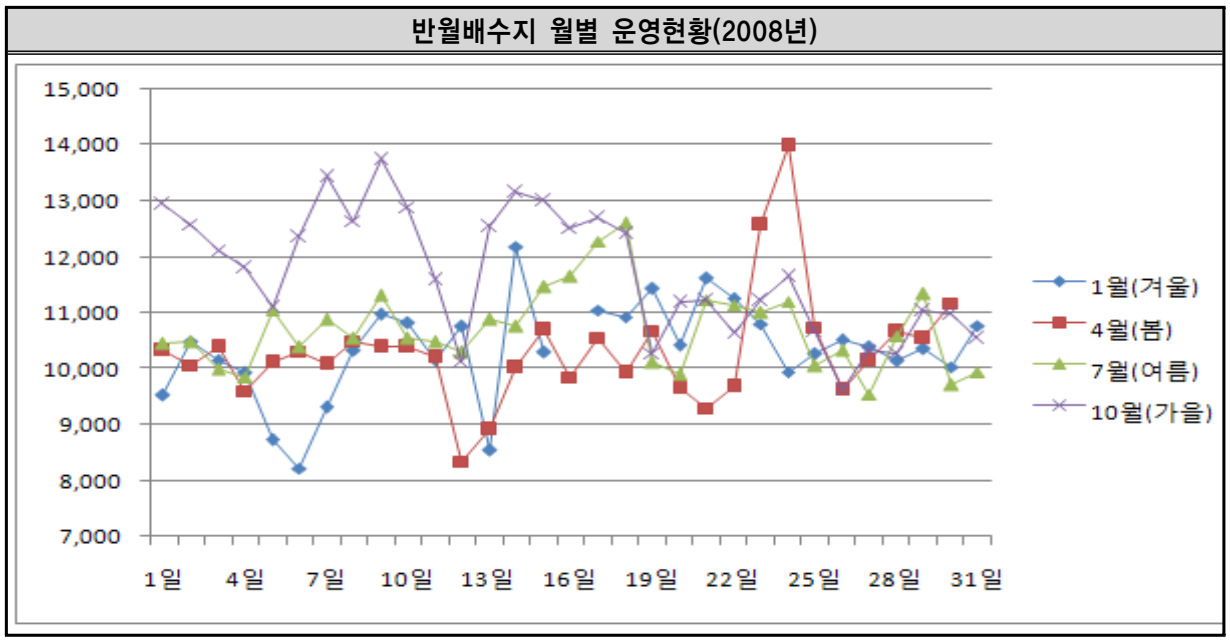
초지배수지 월별 운영현황(2007년)



7) 반월배수지 운영현황

<표 5.4-16> 반월배수지 월별 운영현황(㎥/일)

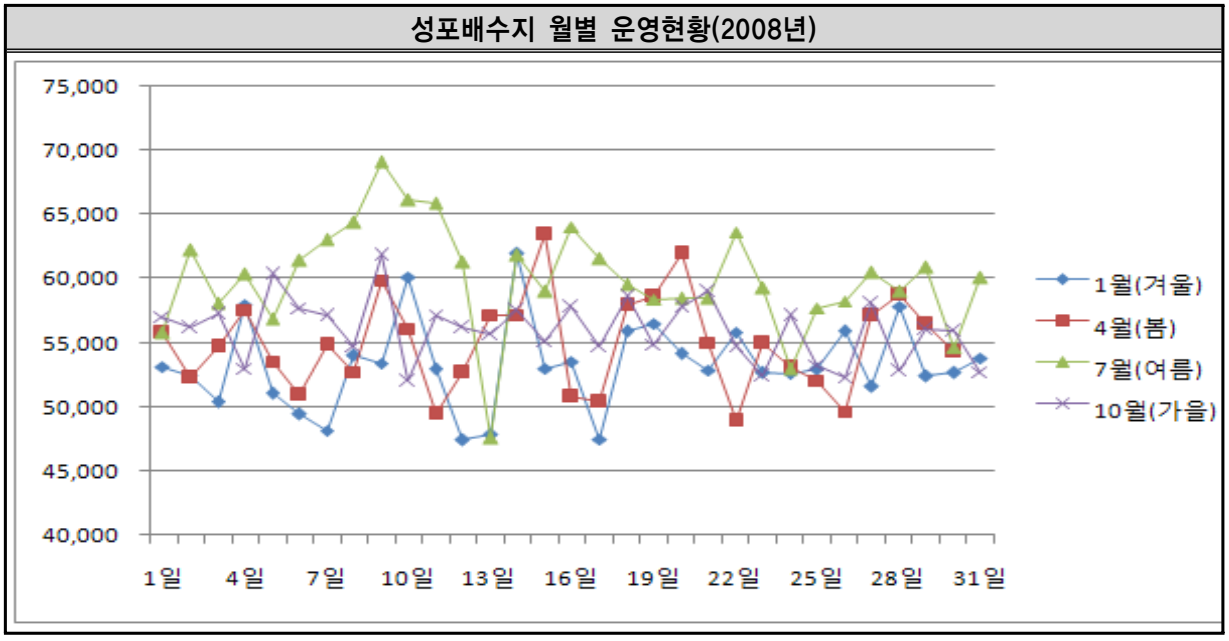
날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	9,521	10,817	10,557	10,320	10,709	9,125	10,460	9,512	9,345	12,950	10,976	10,689
2일	10,498	10,511	10,251	10,070	10,908	9,916	10,484	8,957	5,787	12,593	8,687	10,993
3일	10,149	10,578	10,127	10,400	10,068	10,538	9,998	8,050	2,310	12,128	10,603	10,865
4일	9,920	10,403	11,815	9,611	8,961	9,765	9,853	9,940		11,807	10,950	9,813
5일	8,722	10,726	10,759	10,110	10,440	8,914	11,053	11,448		11,099	6,606	11,232
6일	8,227	8,832	11,026	10,309	11,467	9,948	10,391	10,326	2,209	12,364	12,320	10,483
7일	9,320	8,268	10,637	10,085	10,864	8,918	10,883	11,669	6,641	13,428	14,197	9,148
8일	10,327	8,800	9,480	10,500	10,827	9,465	10,539	10,953	876	12,651	11,387	11,559
9일	10,966	9,988	9,811	10,384	11,148	10,498	11,320	9,784		13,746	8,133	11,352
10일	10,814	10,398	10,427	10,383	8,857	9,830	10,549	10,309		12,898	9,586	11,106
11일	10,157	9,722	9,981	10,198	6,726	10,211	10,485	10,791		11,590	9,842	10,629
12일	10,759	10,378	10,587	8,345	10,034	10,721	10,307	11,414		10,115	11,223	11,149
13일	8,553	10,348	10,176	8,905	10,531	9,786	10,890	11,335		12,552	11,188	10,725
14일	12,189	10,498	10,876	10,015	10,160	9,393	10,770	11,610		13,159	10,882	9,457
15일	10,306	9,900	10,880	10,705	10,424	10,024	11,469	9,500		13,013	10,255	10,754
16일		11,572	10,411	9,854	10,719	10,305	11,655	7,993		12,524	9,681	10,627
17일	11,047	10,401	10,502	10,555	9,079	10,281	12,285	9,500		12,696	9,179	10,594
18일	10,933	10,569	11,279	9,937	8,631	10,698	12,603	10,236		12,413	11,038	10,866
19일	11,440	10,560	10,007	10,678	9,643	10,242	10,117	10,412		10,279	10,596	11,043
20일	10,430	10,170	9,698	9,645	9,139	10,379	9,901	11,421		11,194	11,162	11,203
21일	11,627	10,994	10,604	9,295	9,953	9,930	11,233	10,472		11,230	10,914	10,163
22일	11,253	10,392	9,433	9,693	10,608	8,455	11,143	10,249		10,629	11,542	10,336
23일	10,803	10,172	9,578	12,581	10,183	9,927	10,999	9,675		11,227	9,314	10,500
24일	9,948	11,184	10,278	13,994	9,041	11,030	11,206	8,105	5,439	11,657	10,172	11,221
25일	10,277	10,769	9,981	10,741	8,877	10,829	10,050	9,359	12,596	10,667	11,308	10,317
26일	10,506	10,258	10,129	9,624	9,292	11,724	10,328	10,502	13,416	9,635	10,755	10,778
27일	10,393	10,187	10,258	10,141	9,529	11,048	9,550	11,287	11,841	10,347	10,891	10,287
28일	10,137	9,671	10,059	10,672	11,179	10,161	10,588	10,895	10,149	10,277	11,063	9,359
29일	10,353	10,422	9,836	10,544	10,925	9,866	11,341	11,275	11,795	11,037	10,813	11,037
30일	10,034		10,123	11,174	9,854	10,291	9,722	9,768	13,246	10,965	10,150	10,525
31일	10,777		10,003		9,311		9,946	7,255		10,539		10,344



8) 성포배수지 운영현황

<표 5.4-17> 성포배수지 월별 운영현황(㎥/일)

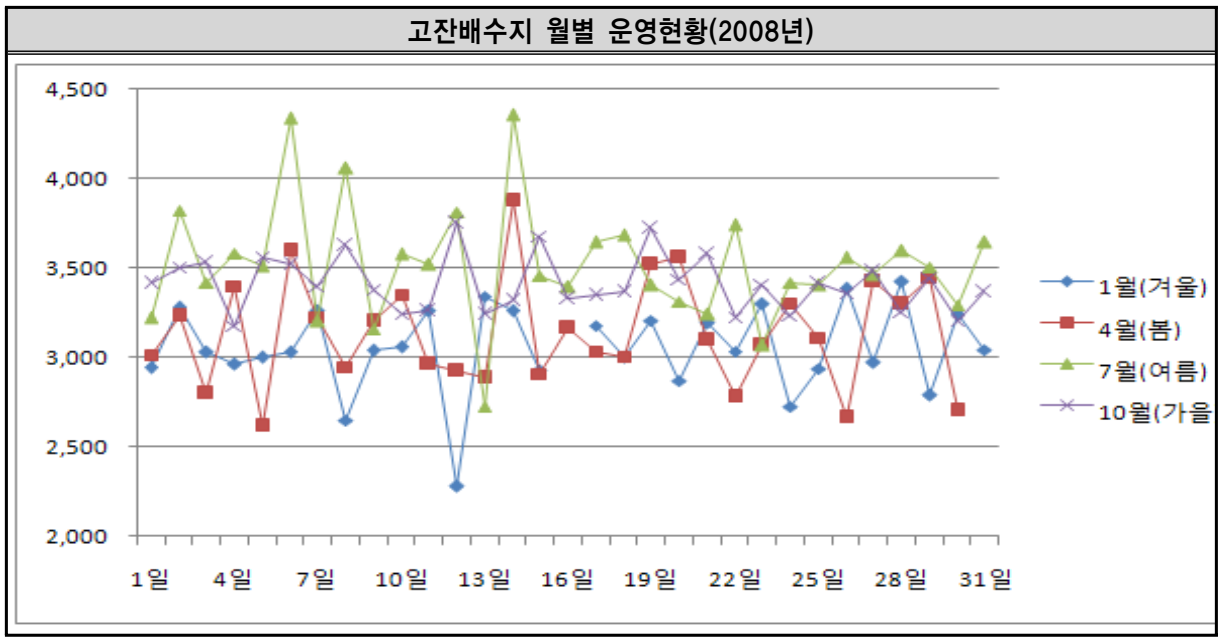
날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	53,137	48,762	52,616	55,740	56,657	56,453	55,767	54,432	54,573	57,050	55,608	58,296
2일	52,463	57,127	52,205	52,271	55,680	58,954	62,210	50,953	67,955	56,216	54,145	54,287
3일	50,388	54,660	53,750	54,696	60,928	56,075	58,085	53,060	61,072	57,280	56,939	53,216
4일	58,008	57,938	57,508	57,611	51,019	56,317	60,353	53,672	55,792	53,027	56,052	56,667
5일	51,111	50,205	57,303	53,543	54,053	50,575	56,813	64,149	58,534	60,396	54,537	50,769
6일	49,478	54,576	55,062	50,938	54,779	52,016	61,470	58,713	58,936	57,723	53,825	57,187
7일	48,173	42,950	52,758	54,796	56,252	58,585	63,061	62,548	58,780	57,118	56,220	50,299
8일	54,046	42,326	49,939	52,734	53,754	54,063	64,427	59,826	60,354	54,769	58,035	60,330
9일	53,434	51,201	57,871	59,888	56,835	58,290	69,079	58,540	57,667	61,799	53,288	55,123
10일	60,159	50,840	56,590	56,119	51,478	57,026	66,153	59,563	61,078	52,034	58,659	55,649
11일	52,934	50,834	53,098	49,460	50,517	57,890	65,895	62,104	57,446	57,198	54,552	54,773
12일	47,455	56,998	53,434	52,725	54,968	59,013	61,262	55,774	61,332	56,194	55,779	51,383
13일	47,845	54,053	59,122	57,186	56,802	56,411	47,564	62,140	53,644	55,634	57,058	55,009
14일	61,940	52,475	55,054	57,192	53,266	56,160	61,820	56,959	47,402	57,501	52,338	53,374
15일	53,019	49,732	55,206	63,413	55,006	57,079	59,028	58,673	48,967	55,187	56,577	54,500
16일	53,572	53,342	54,458	50,842	53,804	61,615	64,033	53,525	57,822	57,763	54,260	56,412
17일	47,484	56,829	55,900	50,354	56,653	57,008	61,558	50,053	57,269	54,739	54,812	51,906
18일	55,937	58,343	55,356	57,918	50,835	54,763	59,546	59,414	57,787	58,578	55,987	53,906
19일	56,525	54,444	57,244	58,616	53,788	55,567	58,400	58,028	59,948	54,894	55,276	52,990
20일	54,126	49,297	49,825	61,987	53,430	58,746	58,501	56,159	57,362	57,796	52,008	54,178
21일	52,880	52,445	58,350	55,044	53,518	56,194	58,487	59,109	51,635	58,971	57,979	54,520
22일	55,849	53,141	52,586	48,950	56,485	58,559	63,637	52,651	63,489	54,738	55,687	55,152
23일	52,680	54,648	54,642	54,954	59,384	60,235	59,242	55,965	56,201	52,383	52,714	50,808
24일	52,628	52,625	55,694	53,056	54,659	58,601	52,969	54,845	59,460	57,158	61,490	56,322
25일	52,959	53,350	53,389	52,076	61,709	59,406	57,733	57,769	56,318	53,265	54,108	51,301
26일	55,954	49,983	54,517	49,644	53,855	56,808	58,288	56,568	59,709	52,324	55,508	54,046
27일	51,646	50,140	53,442	57,091	54,040	60,319	60,491	58,112	52,514	58,100	53,979	50,851
28일	57,874	58,264	50,851	58,705	57,362	58,093	59,031	57,682	55,522	52,825	55,523	54,220
29일	52,384	52,364	55,003	56,494	56,618	58,256	60,870	58,232	60,087	56,053	56,588	52,539
30일	52,670		51,361	54,295	57,086	59,012	54,652	65,532	57,255	55,879	52,193	53,363
31일	53,842		59,568		55,918		60,052	55,575		52,753		52,226



9) 고잔배수지 운영현황

<표 5.4-18> 고잔배수지 월별 운영현황(㎥/일)

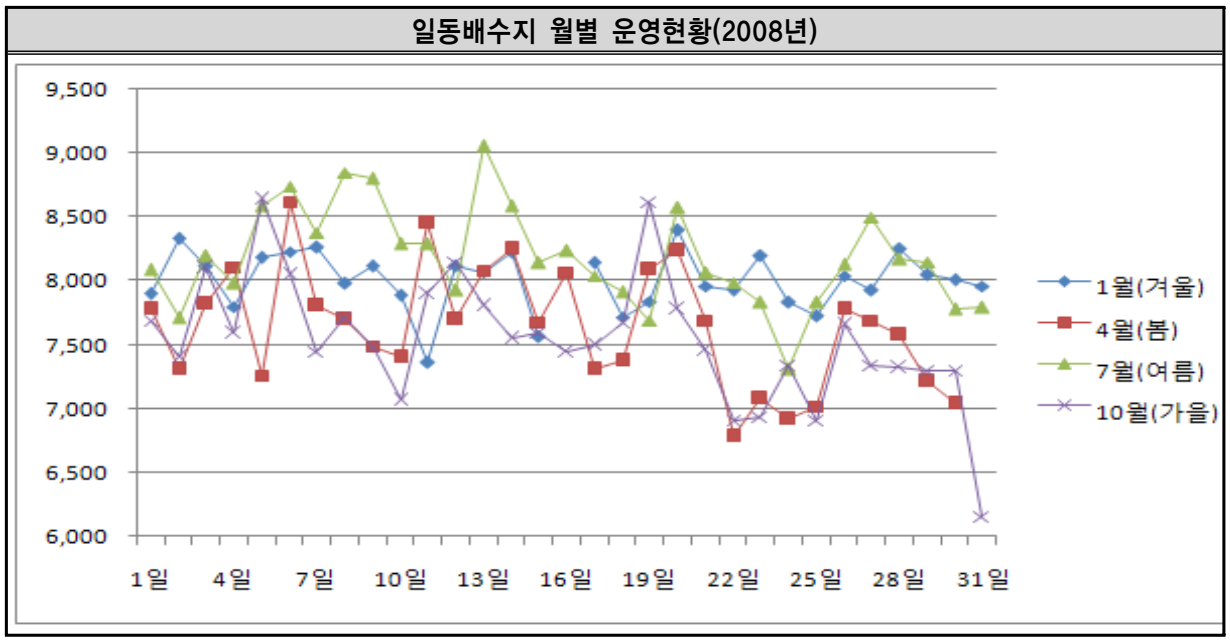
날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	2,947	2,973	3,187	3,015	2,729	3,346	3,224	3,100	3,119	3,414	3,349	3,475
2일	3,279	3,159	3,130	3,230	3,307	3,290	3,823	3,097	3,344	3,506	3,279	3,429
3일	3,033	3,091	3,349	2,797	3,363	3,338	3,420	2,812	3,394	3,529	3,462	2,924
4일	2,963	3,324	3,013	3,402	3,045	3,015	3,585	3,360	3,452	3,179	3,099	3,441
5일	3,005	3,156	3,300	2,617	3,277	3,069	3,511	3,463	3,162	3,565	3,176	3,221
6일	3,028	3,208	2,894	3,600	4,164	2,576	4,337	3,688	3,681	3,519	3,622	3,470
7일	3,262	1,915	3,183	3,228	2,998	3,769	3,203	3,391	3,348	3,401	2,453	3,333
8일	2,651	2,298	3,281	2,948	2,831	2,953	4,059	3,700	3,573	3,624	3,127	3,350
9일	3,038	2,702	2,895	3,206	3,245	3,320	3,162	3,416	3,355	3,381	3,626	3,256
10일	3,061	3,097	3,464	3,352	3,339	3,468	3,577	3,445	3,286	3,248	3,682	3,380
11일	3,260	3,581	3,298	2,963	2,567	3,737	3,519	3,774	3,500	3,264	3,441	3,265
12일	2,283	3,252	3,247	2,925	2,938	3,637	3,815	3,248	3,568	3,753	3,212	3,159
13일	3,342	2,762	2,743	2,887	3,375	3,308	2,728	3,451	3,186	3,243	3,520	3,510
14일	3,263	2,920	3,089	3,875	3,132	3,923	4,358	3,814	2,733	3,317	3,832	3,294
15일	2,922	3,124	3,051	2,911	2,921	3,374	3,460	3,302	2,755	3,678	3,892	3,514
16일		3,040	3,622	3,166	3,525	3,504	3,396	3,233	2,999	3,330	3,487	3,075
17일	3,179	3,140	3,151	3,035	3,153	3,562	3,645	2,680	3,626	3,349	3,269	3,282
18일	3,002	3,379	3,262	3,006	3,186	3,561	3,682	3,606	3,421	3,366	3,325	3,225
19일	3,207	2,957	3,047	3,518	3,102	3,457	3,406	3,280	3,537	3,721	3,376	3,195
20일	2,872	3,012	2,859	3,559	3,116	3,445	3,315	3,243	3,200	3,438	3,405	3,445
21일	3,195	3,155	3,549	3,098	3,205	3,895	3,245	3,489	3,522	3,578	3,294	3,096
22일	3,034	3,163	3,054	2,780	3,184	3,144	3,744	3,171	3,312	3,227	3,336	3,557
23일	3,297	2,901	3,045	3,071	3,338	3,963	3,072	3,401	3,299	3,409	3,398	3,281
24일	2,727	2,762	3,152	3,306	3,436	3,789	3,420	3,251	3,174	3,238	3,706	3,288
25일	2,938	3,716	3,384	3,111	3,261	3,348	3,408	3,434	3,309	3,418	3,156	3,304
26일	3,387	2,596	2,827	2,667	3,137	3,614	3,558	3,347	3,620	3,363	3,336	3,066
27일	2,976	3,043	3,052	3,422	3,202	3,703	3,464	3,719	3,284	3,480	3,190	3,338
28일	3,424	3,239	2,851	3,299	3,106	3,453	3,597	3,099	4,005	3,258	3,497	3,347
29일	2,793	2,810	2,933	3,449	3,262	3,322	3,507	3,602	3,611	3,448	3,270	3,281
30일	3,241		3,231	2,705	3,341	3,940	3,294	3,735	3,240	3,207	3,279	3,357
31일	3,045		3,321		3,380		3,647	3,019		3,370		3,034



10) 일동배수지 운영현황

<표 5.4-19> 일동배수지 월별 운영현황(㎥/일)

날짜	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1일	7,900	7,840	7,410	7,780	8,090	8,620	8,090	7,330	7,300	7,690	7,690	7,080
2일	8,330	8,210	7,650	7,310	7,660	7,720	7,710	7,590	8,190	7,400	8,050	6,650
3일	8,120	8,420	7,920	7,820	7,720	7,340	8,200	7,550	8,120	8,100	7,860	7,200
4일	7,800	8,290	7,630	8,110	7,350	7,150	7,980	7,530	7,770	7,590	8,270	6,640
5일	8,180	8,150	7,270	7,260	6,840	7,060	8,590	8,110	7,630	8,640	7,440	6,700
6일	8,230	7,910	7,660	8,620	8,140	7,780	8,740	8,080	8,070	8,050	7,540	7,330
7일	8,260	6,590	7,380	7,810	7,290	7,700	8,380	7,900	9,050	7,450	6,760	7,420
8일	7,980	6,770	7,640	7,700	6,790	8,210	8,850	8,030	8,050	7,720	7,390	7,400
9일	8,120	7,480	8,090	7,490	6,990	8,060	8,800	8,160	8,070	7,490	7,580	6,700
10일	7,890	8,150	8,020	7,400	7,150	7,870	8,290	8,510	8,120	7,070	7,390	7,270
11일	7,360	8,310	7,490	8,450	7,770	7,810	8,290	8,150	7,660	7,900	7,320	6,970
12일	8,120	7,970	8,000	7,700	7,920	8,090	7,930	7,830	8,460	8,150	7,230	6,580
13일	8,070	7,940	7,430	8,080	7,010	7,630	9,060	7,910	8,160	7,810	6,890	6,910
14일	8,220	7,940	7,550	8,250	7,470	7,900	8,590	7,690	6,920	7,550	6,870	7,550
15일	7,560	7,630	7,920	7,680	6,950	8,600	8,140	7,930	8,410	7,600	7,350	6,810
16일		8,210	7,780	8,070	7,610	8,040	8,240	7,310	8,340	7,440	7,930	6,740
17일	8,140	8,370	7,930	7,310	7,550	7,460	8,040	7,940	8,090	7,500	7,500	6,720
18일	7,720	7,910	7,700	7,380	7,610	7,130	7,910	7,390	8,070	7,680	6,960	6,980
19일	7,840	7,930	7,840	8,090	7,720	7,910	7,690	8,050	7,990	8,620	7,080	6,660
20일	8,400	7,890	7,990	8,240	7,470	7,900	8,570	7,600	7,940	7,780	7,060	6,760
21일	7,960	7,200	7,430	7,690	7,010	7,640	8,060	7,640	8,640	7,460	7,100	7,640
22일	7,930	7,340	7,970	6,780	7,560	8,480	7,990	6,880	7,700	6,910	7,250	6,730
23일	8,200	7,470	7,830	7,080	7,580	8,130	7,830	7,880	8,130	6,940	7,800	6,840
24일	7,830	7,440	7,940	6,920	8,300	7,750	7,310	8,470	7,480	7,340	7,160	6,700
25일	7,730	7,500	7,280	7,020	8,280	8,130	7,830	8,070	7,630	6,910	7,040	6,780
26일	8,040	7,310	7,450	7,780	7,610	7,660	8,130	7,660	7,590	7,660	7,240	6,800
27일	7,930	7,280	7,550	7,690	7,430	8,090	8,500	7,710	7,890	7,340	6,810	7,150
28일	8,250	7,810	7,710	7,580	7,510	7,780	8,170	7,990	8,670	7,320	6,740	7,020
29일	8,050	7,370	7,670	7,210	7,970	8,150	8,150	7,760	8,010	7,300	7,330	6,830
30일	8,010		7,740	7,040	7,100	7,980	7,780	8,230	7,790	7,300	7,410	6,860
31일	7,960		7,720		7,700		7,790	8,720		6,160		6,830



4.1.3 배수지 개량 계획

가. 개요

배수지의 개량은 시설의 고장, 노후 등 설비 점검을 중심으로 운영상 문제점을 도출하여 수리 및 기능 회복과, 시설확장계획, 배수구역 분할계획, 송수관로계획, 현대화 계획 및 자동화 계획에 의한 통합 관리가 가능토록 하기 위함이다.

개량계획을 위한 시설조사와 중요 검토사항은 다음과 같다.

<표 5.4-20> 개량계획을 위한 중요 검토사항

구 분	중 요 검 토 사 항	비 고
시 설 현 황 조 사	• 위치, 시설년도, 부지면적 • 급수구역, 급수인구, 용량 • 구조형식, 규격, 지수 • 구체 및 구내배관, 배관실 • 환기시설 • 검수구 및 환기시설 • 지내배수시설 • 기전설비(밸브류, 판넬, 수위계, 유량계 등) • 구조물 상태 및 부지현황 • 기타 부대시설	
운 전 현 황	• 수리조건 • 배수지 수위(시간대별) • 기전 운전현황 • 제어설비	

나. 배수지 시설현황 및 평가

1) 연성정수장 계통

① 선부1배수지

<표 5.4-21> 선부1배수지 진단 (V=5,500㎥)

주 소	선부동 1145-16		시 설 년 도	1993년 9월, 2009년(시설개량)	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W26.3×L26.4×4mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)52.5m L.W.L(+)48.5m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	30cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	5,500㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=500mm(전동B.F.V)	적 합	지 별
	유 출 배 관		D=600mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=200mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=200mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D=200mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	〃	8개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	맨 홀	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유입, 유출	〃	유입1set 유출1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도	양 호	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(Con′c)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)53.40	40cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

선부1배수지 현황





② 선부2배수지

<표 5.4-22> 선부2배수지 진단 (V=40,000㎥)

주 소	선부동 산128		시 설 년 도	2000년 4월 27일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W30×L70×5mH×4지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m - -	5.0m H.W.L(+)53.5m L.W.L(+)48.5m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	20cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	40,000㎥	-	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=600mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=800mm(수동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=400mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=400mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D=1000mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	〃	6개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	검수구실	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	-	-	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	없 음	-	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	4set
	유 량 계	작 동 상 태	유 입	〃	1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도	양 호	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	-	-	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(Con′c)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)55.0m	80cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	-	양 호	

선부2배수지 현황





③ 목내배수지

<표 5.4-23> 목내배수지 진단 (V=10,000㎥)

주 소	목내동 471-1		시 설 년 도	1989년 5월 1일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W30.0×L45.0×4mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)50.0m L.W.L(+)46.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	–	확 인 불 가	
	하단 여유고	15cm 이상	–	확 인 불 가	
유 효 용 량		12시간 이상	10,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D= mm(전동B.F.V)	확 인 불 가	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D= mm(벨마우스)	확 인 불 가	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D= mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	양 호	8개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	맨 홀	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	없 음	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	없 음	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유입, 유출	〃	유입1set 유출1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도	부 식	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(Con′c)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)	확 인 불 가	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

목내배수지 현황





④ 성곡배수지

<표 5.4-24> 성곡배수지 진단 (V=10,000㎥)

주 소	성곡동 639-1		시 설 년 도	1989년 5월 1일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W30.0×L45.0×4mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)47.0m L.W.L(+)43.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	–	확 인 불 가	
	하단 여유고	15cm 이상	–	확 인 불 가	
유 효 용 량		12시간 이상	10,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D= mm	확 인 불 가	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=200mm(G.V,수동)	적 합	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= mm	확 인 불 가	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	양 호	8개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	점검구실 (가건물)	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	없 음	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	없 음	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유 입	〃	1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도	양 호	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(Con′c)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)	확 인 불 가	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

성곡배수지 현황





⑤ 공단배수지

<표 5.4-25> 공단배수지 진단 (V=20,000㎥)

주 소	목내동 산28		시 설 년 도	2000년 4월 27일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W36.0×L56.0×5mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	5.0m H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)52.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	20cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	20,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=800mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=800mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=400mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=400mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D=1100mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	〃	4개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	검수구실	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	없 음	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유 입	〃	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(A.S.P)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)56.50m	80cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

공단배수지 현황





⑥ 대부배수지

<표 5.4-26> 대부배수지 진단 (V=6,600㎥)

주 소	대부동 산233-9		시 설 년 도	2001년 12월	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W25×L31.5×4.2mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.2m H.W.L(+)69.2m L.W.L(+)65.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	30cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	20cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	6,600㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=200mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=200mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D=200mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	〃	4개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	검수구실	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	있 음	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	없 음	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유 입	〃	1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도	양 호	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(A.S.P)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)70.50m	60cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

대부배수지 현황





2) 안산정수장 계통

① 초지배수지

<표 5.4-27> 초지배수지 진단 (V=10,000㎥)

주 소	초지동 636-1		시 설 년 도	1989년 5월 1일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W30×L45×4mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)54.0m L.W.L(+)50.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	–	–	
	하단 여유고	15cm 이상	–	–	
유 효 용 량		12시간 이상	10,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=600mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=600mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=200mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=200mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= mm	–	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	적 합	7개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	검 수 구	적 합	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	–	–	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유 입	〃	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(보도블럭)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)	60cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

초지배수지 현황





② 와동배수지

<표 5.4-28> 와동배수지 진단 (V=14,000㎥)

주 소	와동 884		시 설 년 도	2001년 3월 28일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W34.6×L49.6×4mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)56.0m L.W.L(+)52.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	30cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	14,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=600mm(전동B.F.V)	적 합	지 별
	유 출 배 관		D=600mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=250mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=150mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D=900mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	〃	8개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	맨 홀	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	노 후	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유입, 유출	노 후	유입1set 유출1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(Con′c)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)57.05m	40cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

와동배수지 현황





3) 반월정수장 계통

① 반월배수지

<표 5.4-29> 반월배수지 진단 (V=8,000㎥)

주 소	반월동 산41		시 설 년 도		1989년 5월 1일, 2007년 시설확장	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황		평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조		적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W15.8×L16×4mH×2지 W23.0×L33×4mH×2지		〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)84.0m L.W.L(+)80.0m	4.0m 87.25m 83.25m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	30cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	30cm	20cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	8,000㎥		–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=350mm(전동B.F.V)		적 합	
	유 출 배 관		D=600mm(전동B.F.V)		〃	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/50이상	D=200mm		〃	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=200mm		〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= mm		확 인 불 가	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent		적 합	4개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	맨 홀		〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	–		–	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–		–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–		–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치		양 호	4set
	유 량 계	작 동 상 태	유입, 유출		〃	유입1set 유출1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도		양 호	1set
	TM/TC		설 치		〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–		–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 4.0m(Con′c)		양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)88.45m		60cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–		양 호	

반월배수지 현황





② 성포배수지

<표 5.4-30> 성포배수지 진단 (V=40,000㎥)

주 소	일동 산106		시 설 년 도	2000년 4월 27일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W36.0×L56.0×5mH×4지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	5.0m H.W.L(+)55.0m L.W.L(+)50.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	20cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	40,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=1000mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=1200mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=400mm(벨마우스)	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=400mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D=1000mm(G.V,수동)	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	〃	
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	검수구실	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	배관실 설치	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	적 합	4set
	유 량 계	작 동 상 태	유입, 유출	적 합	유입1set 유출1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도,탁도	양 호	1set
	TM/TC		–	–	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)56.50	80cm로 양호	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

성포배수지 현황





③ 고잔배수지

<표 5.4-31> 고잔배수지 진단 (V=25,000㎥)

주 소	일동 산10-2		시 설 년 도	2003년 6월 1일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W30.0×L46.0×5mH×4지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	5.0m H.W.L(+)50.0m L.W.L(+)45.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	40cm	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	30cm	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	25,000㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=800mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=1000mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=300mm	적 합	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=300mm(G.V,수동)	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= 800mm	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	양 호	12개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	–	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	–	양 호	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	적 합	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유입, 유출	적 합	유입1set 유출1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도,탁도	양 호	1set
	TM/TC		–	–	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	양 호	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 12.0m(A.S.P)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)	–	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

고잔배수지 현황





④ 일동배수지

<표 5.4-32> 일동배수지 진단 (V=3,500㎥)

주 소	일동 717		시 설 년 도	1989년 5월 1일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W18.6×L23.6×4mH×2지	〃	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)60.0m L.W.L(+)56.0m	〃	
	상단 여유고	30cm 이상	–	〃	
	하단 여유고	15cm 이상	–	〃	
유 효 용 량		12시간 이상	3,500㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=350mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=350mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D=200mm	〃	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D=200mm	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= mm	확 인 불 가	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	적 합	8개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	맨 홀	〃	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	–	–	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	지별설치	양 호	2set
	유 량 계	작 동 상 태	유 입	〃	1set
	수질분석기	작 동 상 태	잔류염소, PH, 온도	양 호	1set
	TM/TC		설 치	〃	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(보도블럭)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)	확 인 불 가	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

일동배수지 현황





⑤ 사동배수지

<표 5.4-33> 사동배수지 진단 (V=3,500㎥)

주 소	일동 1313		시 설 년 도	1989년 5월 1일	
구 분	항 목	평 가 기 준	시 설 현 황	평 가	비 고
구 조 및 형 상	구 조 형 식	원형 또는 장방형	장방형 RC조	적 합	
	규격 및 지수	2지 이상	W18.6×L23.6×4mH×2지	적 합	
	유 효 수 심 W.L	3 ~ 6m – –	4.0m H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)53.0m	적 합	
	상단 여유고	30cm 이상	–	확 인 불 가	
	하단 여유고	15cm 이상	–	확 인 불 가	
유 효 용 량		12시간 이상	3,500㎥	–	
구 내 및 구체배관	유 입 배 관	유입량에 따른 적정관경	D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	유 출 배 관		D=500mm(전동B.F.V)	적 합	
	월 류 배 관	벨마우스 또는 웨어로 설치 유입량의 1/5이상	D= mm	확 인 불 가	
	지 드 레 인 관	유입관경의 1/2~1/3	D= mm	〃	
	BY-PASS 관	직결 급수 가능한 설비	D= mm	〃	
검수구및 환기설비	환 기 장 치	환기 가능한 시설	Air Vent	적 합	8개소
	맨홀 및 검수구	유지관리 용이한 구조	맨 홀	–	
배 관 실	배 관 상 태	노후도, 누수, 지지대등	–	–	
	배수 Pit 시설	배관량의 배수상태	–	–	
	배수Pump상태	펌프필요유무 및 작동상태	–	–	
계장설비	수 위 계	작 동 상 태	–	–	
	유 량 계	작 동 상 태	–	–	
	TM/TC		–	–	
구 조 물 상 태 및 부지현황	구 조 물 상 태	구조물의 균열, 방수상태	–	–	
	진 입 도 로	유지관리에 필요한 차량진입 용이성	폭 6.0m(보도블럭)	양 호	
	상 부 복 토	40cm 이상	G.L (+)	확 인 불 가	
	법 면	법면의 안전성 여부	–	양 호	

사동배수지 현황





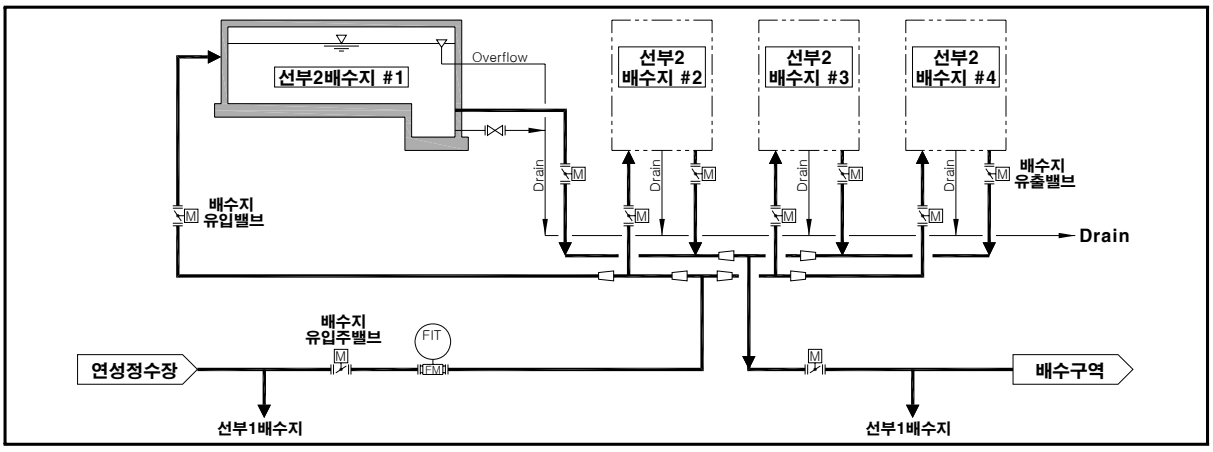
다. 기계설비 개량계획

1) 연성정수장 계통

① 선부1,2배수지

a. 개요

선부1, 2배수지는 시설용량이 각각 5,500㎥, 40,000㎥의 배수지로 공급수계는 연성정수장이며, 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 선부1배수지는 현재 밸브교체 등 시설개량 공사중이고, 선부2배수지만 운영중에 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-1> 선부2배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
선부2 배수지	배수지 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 600A, 10K, 조작반일체형	1998.12 동양산업	0.75	4	Act.:모건코리아 (1998.12)
	배수지 유출밸브	수동 1상식 수평형 BFV 800A, 10K, 조작반일체형	1998.12 동아밸브	-	4	
	배수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 400A		-	4	

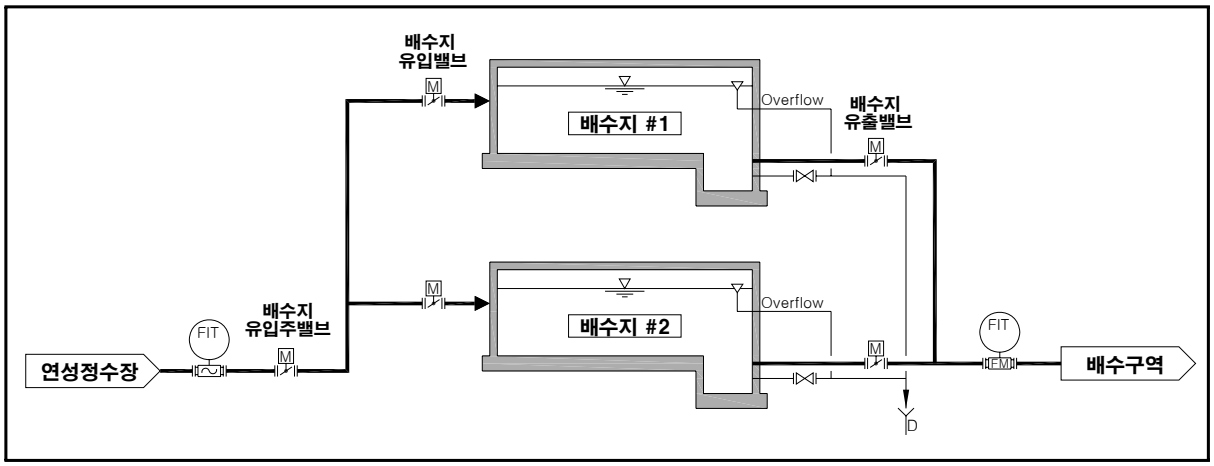
선부배수지 정문 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-2> 배수지 설치현황

② 목내배수지

a. 개요

목내배수지는 시설용량 10,000㎥의 배수지로 공급수계는 연성정수장이며, 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-3> 목내배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입주밸브	전동 2상식 수평형 BFV 600A, 조작반일체형		0.75	1	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 500A		0.75	2	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV		0.75	2	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 드레인밸브	수동 2상식 제수밸브 200A		-	2	

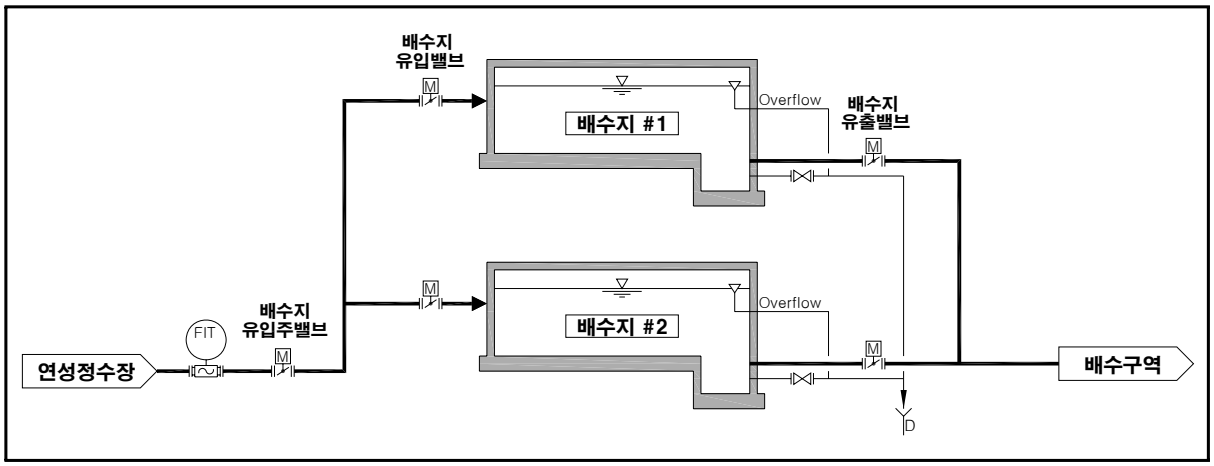
배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-4> 배수지 설치현황

③ 성곡배수지

a. 개요

성곡배수지는 시설용량 10,000㎥의 배수지로 공급수계는 연성정수장이며, 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-5> 성곡배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입주밸브	전동 2상식 수평형 BFV 700A, 조작반일체형		1.5	1	Act.:모건코리아 (2004.11)
	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 500A		0.75	2	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV		0.75	2	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 드레인밸브	수동 2상식 제수밸브 200A		-	2	

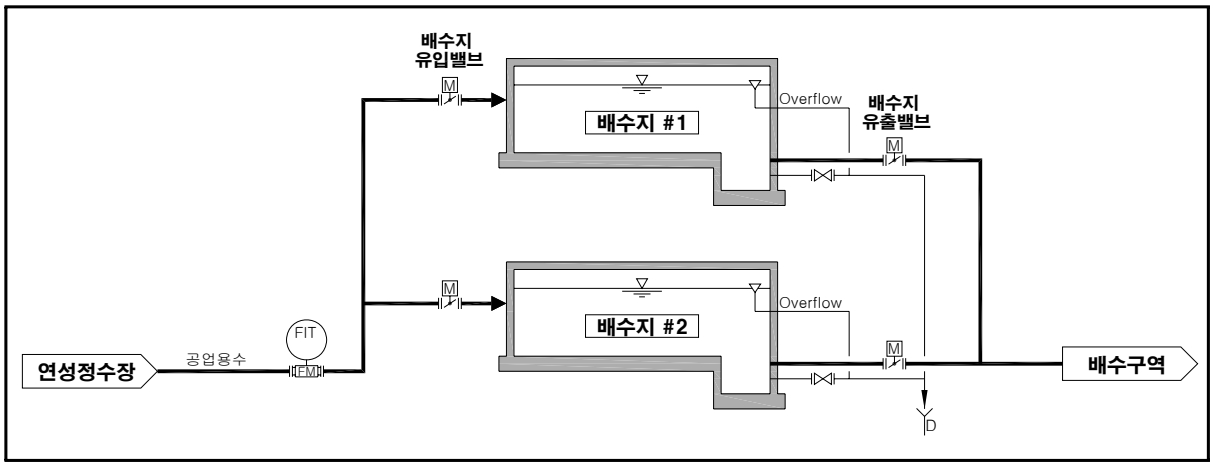
배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-6> 배수지 설치현황

④ 공단배수지

a. 개요

공단배수지는 시설용량 20,000㎥의 배수지로 공급수계는 연성정수장이며, 공업용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-7> 공단배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 800A		0.75	2	Act.:모건코리아 (1998.12)
	배수지 유출밸브	전동 1상식 수평형 BFV 800A, 조작반 일체형		0.75	2	Act.:모건코리아 (2008.12)
	배수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 400A		-	2	

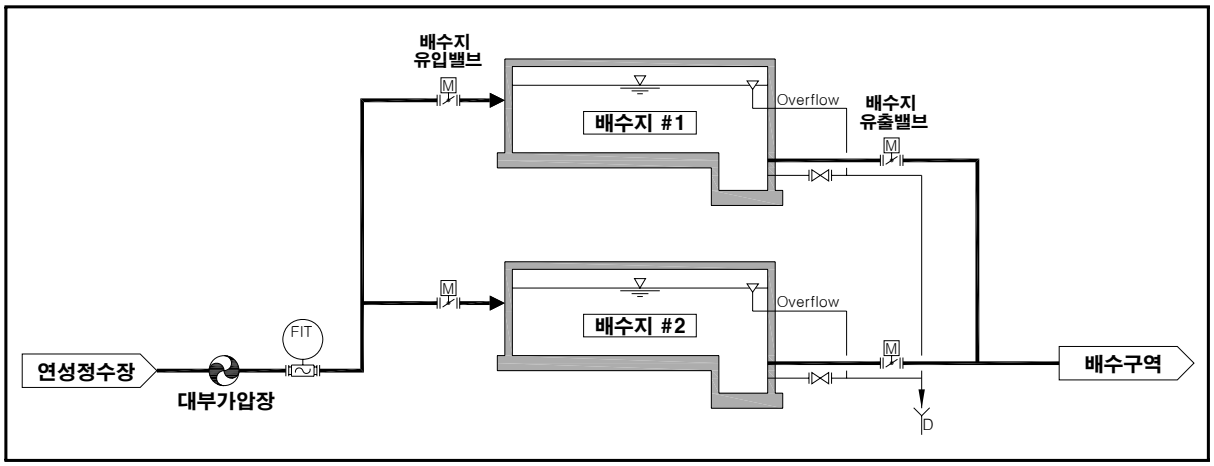
배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출밸브
		

<그림 5.4-8> 배수지 설치현황

⑤ 대부배수지

a. 개요

대부배수지는 시설용량 6,600㎥의 배수지로 공급수계는 연성정수장이며, 수두 부족으로 대부가압장에서 가압송수된 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-9> 대부배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 500A		0.2	1	Act.:모건코리아 (2001.6)
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV 500A		0.4	2	Act.:모건코리아 (2001.6)
	배수지 드레인밸브	수동 2상식 제수밸브 200A		-	2	

배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출밸브
		

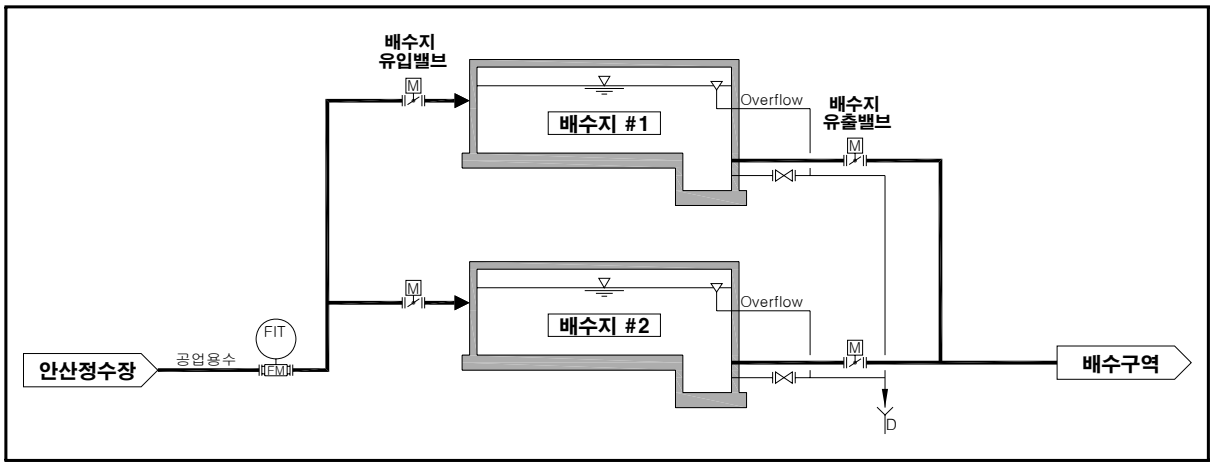
<그림 5.4-10> 배수지 설치현황

2) 안산정수장 계통

① 초지배수지

a. 개요

초지배수지는 시설용량 10,000㎥의 배수지로 공급수계는 안산정수장이며, 공업용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-11> 초지배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 600A		0.75	2	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV 600A		0.75	2	Act.:모건코리아 (1999.7)
	배수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 200A		-	2	

배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출 및 드레인밸브
		

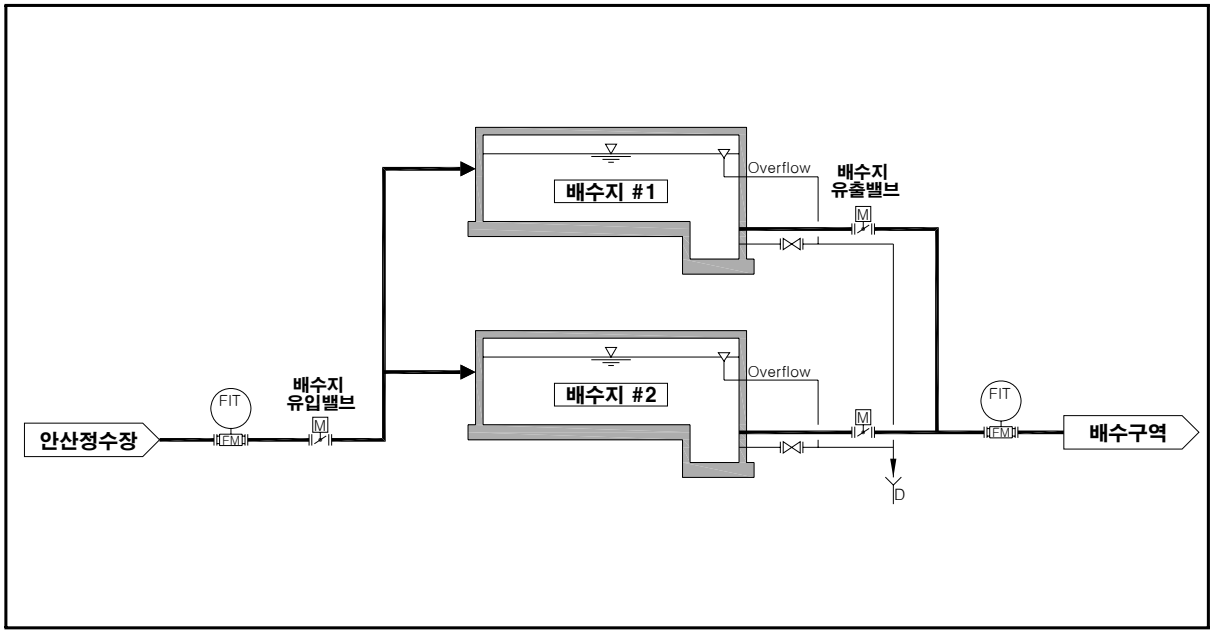
<그림 5.4-12> 배수지 설치현황

② 와동배수지

a. 개요

와동배수지는 시설용량 14,000㎥의 배수지로 안산정수장을 공급수계로 하고 있으나, 현재는 휴지중으로 운영하지 않고 있다. 본 수도정비기본계획에서는 2015년 이후 재가동을 계획하고 있다.

주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-13> 와동배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 600A		1.5	1	Act.:모건코리아 (1995.9)
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV 600A		1.5	2	Act.:모건코리아 (1995.9)
	배수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 200A		-	2	

배수지 정문 전경	배수지 상부 전경	배수지 유출입 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-14> 배수지 설치현황

c. 진단결과 및 개선방안

구 분	진단항목	진단결과	개선방안
와동배수지 (안산계통)	•펌프 운영현황 검토	•수도정비 기본계획상 2015년 이후 재가동 예정. •현재 휴지상태로 유입, 유출밸브류의 상태 노후.	•재가동 이전에 배수지 유입, 유출밸브 교체

d. 소요예산

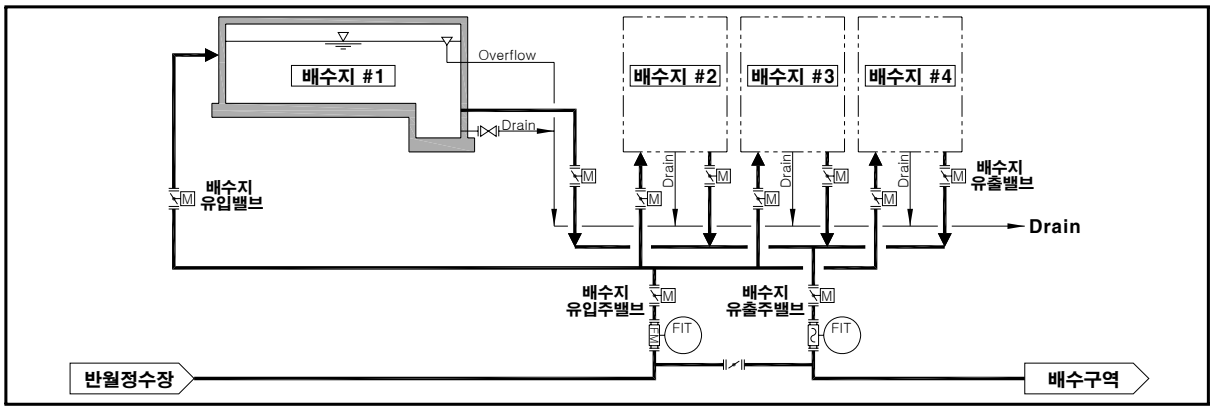
설 비	개량계획	개량품목 및 규격	소요예산(원)	비고
와동배수지 (안산계통)	•유입, 유출밸브 교체	•배수지 유입밸브×1대 전동 2상식 수평형 BFV(메탈시트) 600A •배수지 유출밸브×2대 전동 2상식 수평형 BFV(메탈시트) 600A	24,600,000원 49,200,000원	
소계			73,800,000원	

3) 반월정수장 계통

① 성포배수지

a. 개요

성포배수지는 시설용량 40,000㎥의 배수지로 공급수계는 반월정수장이며, 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-15> 성포배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입주밸브	전동 1상식 수평형 BFV 1,000A		2.2	1	Act.:모건코리아
	배수지 유출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV 1,200A		3.7	1	Act.:모건코리아
	배수지 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 600A	1998.12 동양산업	0.75	4	Act.:모건코리아 (2000.3)
	배수지 유출밸브	전동 1상식 수평형 BFV 800A, 조작반일체형	1998.12 동아밸브	0.75	4	Act.:모건코리아 (2002.12)
	배수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 400A		-	4	

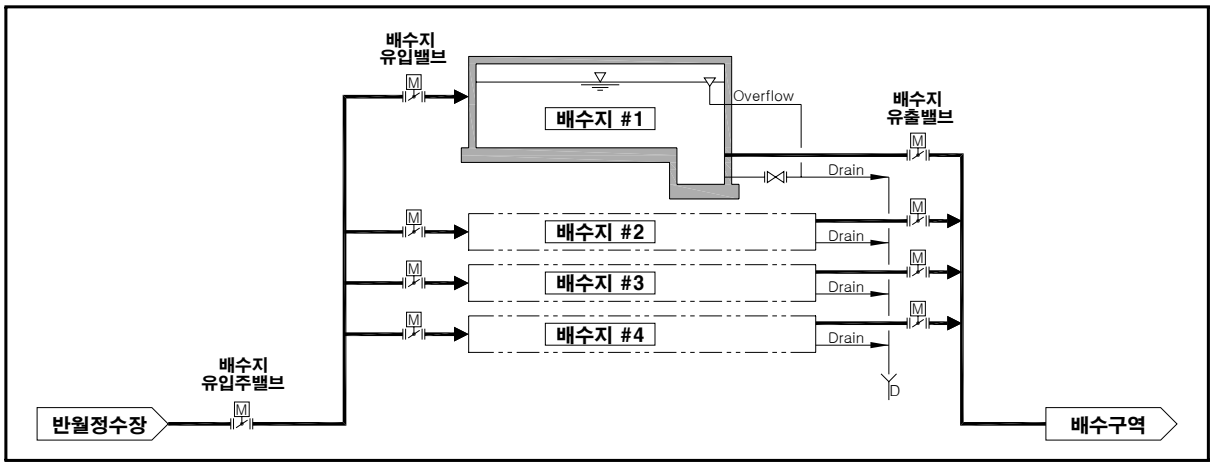
배수지 전경	배수지 유입/유출주밸브실	배수지 유출밸브
		

<그림 5.4-16> 배수지 설치현황

② 고잔배수지

a. 개요

고잔배수지는 시설용량 25,000㎥의 배수지로 공급수계는 반월정수장이며, 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-17> 고잔배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입주밸브	전동 1상식 수평형 BFV 800A, 조작반일체형		1.5	1	Act.:모건코리아
	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 800A, 조작반일체형		1.5	4	Act.:모건코리아 (2002.5)
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV 1,000A, 조작반일체형		1.5	4	Act.:모건코리아 (2002.5)
	배수지 드레인밸브	수동 2상식 제수밸브 300A		-	4	

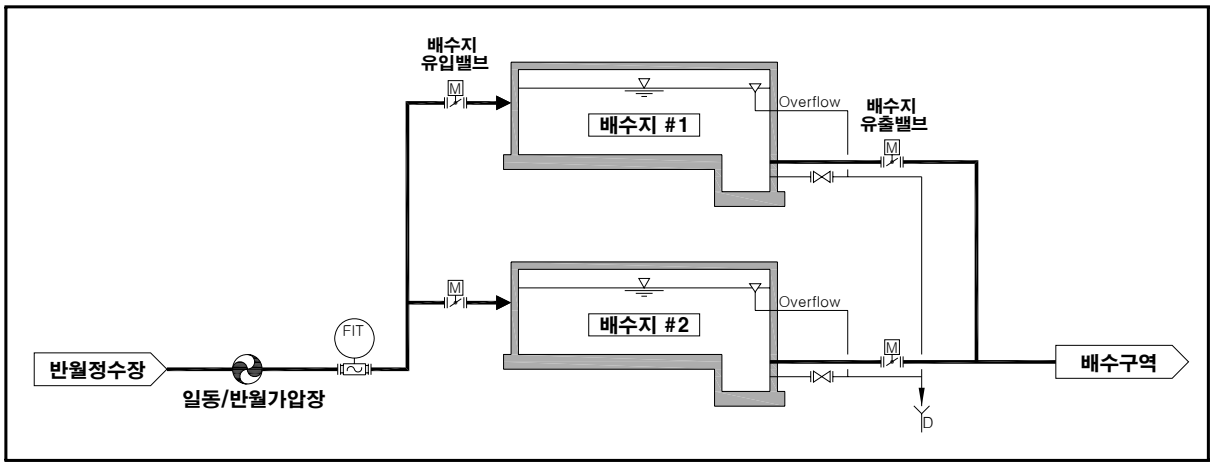
배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-18> 배수지 설치현황

③ 일동배수지

a. 개요

일동배수지는 시설용량 3,500㎥의 배수지로 공급수계는 반월정수장이며, 수두 부족으로 일동•반월가압장에서 가압송수된 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-19> 일동배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 350A		0.75	2	Act.:AUMA
	배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV 350A		1.5	2	Act.:모건코리아 (2001.1)
	배수지 드레인밸브	수동 2상식 제수밸브 150A		-	2	

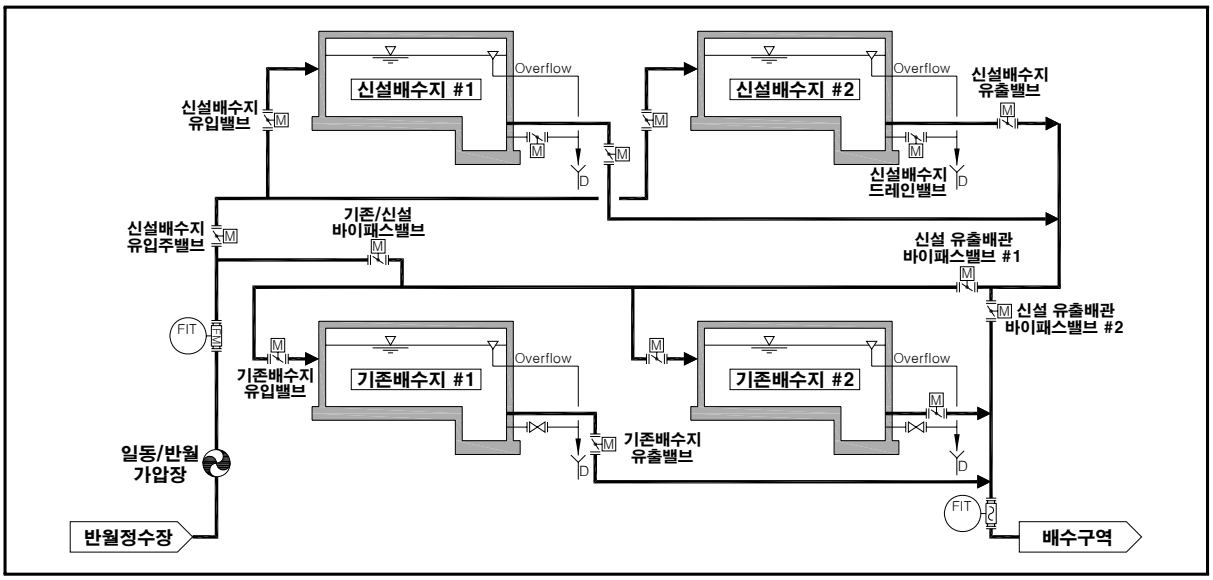
배수지 전경	배수지 유입밸브	배수지 유출 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-20> 배수지 설치현황

④ 반월배수지

a. 개요

반월배수지는 기존 2,000㎥에 6,000㎥을 확장하여 시설용량 8,000㎥의 배수지로 반월정수장을 공급수계로 하고 있으며, 수두 부족으로 일동•반월가압장에서 가압송수된 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있다. 주요설비로는 배수지 유•출입밸브 및 드레인밸브 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-21> 반월배수지 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
기존 배수지	기존배수지 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 400A		0.75	2	
	기존배수지 유출밸브	전동 2상식 수평형 BFV 400A, 조작반 일체형		0.75	2	Act.:모건코리아 (2007.12)
	기존배수지 드레인밸브	수동 1상식 제수밸브 400A		–	2	
신설 배수지	신설배수지 유입주밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A		0.4	1	
	신설배수지 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A		0.4	2	
	신설배수지 유출밸브	전동 1상식 수평형 BFV 400A		0.75	2	
	신설배수지 드레인밸브	전동 1상식 수평형 BFV 250A		0.2	2	

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
연결 배관	기존/신설 바이패스밸브	전동 1상식 수평형 BFV 400A		0.75	1	
	신설유출배관 바이패스밸브#1	전동 1상식 수평형 BFV 400A		0.75	1	
	신설유출배관 바이패스밸브#2	전동 2상식 수평형 BFV 400A, 조작반 일체형		0.75	1	

기존배수지 전경	증설배수지 전경	기존배수지 유출밸브
		

<그림 5.4-22> 배수지 설치현황

⑤ 사동배수지

a. 개요

사동배수지는 시설용량 3,500㎥의 배수지로 반월정수장을 공급수계로 하고 있으나, 현재는 휴지중이다. 배수지로의 유입, 유출관로는 단일관를 겸용하도록 구성되어 있다.

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
배수지 설비	배수지 유출입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 500A		0.75	2	Act.:모건코리아
	배수지 드레인밸브	수동 2상식 제수밸브 200A		-	2	

배수지 정문 전경	배수지 상부 전경	배수지 유출입 및 드레인밸브
		

<그림 5.4-23> 배수지 설치현황

라. 전기설비 개량계획

1) 연성정수장 계통

① 선부1배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
선부1 배수지	• 시설용량 : 5,500(㎥/일) • 인입전주 : 9113E, 322, 경일간선 41 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 4kW • 수 전 반 : 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(0.4kW-2대), 유출밸브(0.4kW-2대)	

한전배전선로	선부1 배수지	현장제어반 내부
		

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
선부1 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

② 선부2배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
선부2 배수지	• 시설용량 : 40,000(㎥/일) • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 21kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(0.75kW-4대)	

인입선로	현장제어반	
		

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
선부2 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

③ 목내배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
목내 배수지	• 시설용량 : 10,000(㎥/일) • 인입전주 : 9012G, 741, 한대간선 21 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 12kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입주밸브(0.75kW-1대) 유입밸브(0.75kW-2대), 유출밸브(0.75kW-2대)	

현장제어반	현장제어반	전력량계
	 	

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
목내 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

④ 성곡배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
성곡 배수지	• 시설용량 : 10,000(㎥/일) • 인입전주 : 8912H, 521, 삼종간선 60 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 13kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입주밸브(1.5kW-1대) 유입밸브(0.75kW-2대), 유출밸브(0.75kW-4대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
성곡 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

⑤ 공단배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
공단 배수지	• 시설용량 : 20,000(㎥/일) • 인입전주 : 9012D, 391, 한동간선 31 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 22kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(0.75kW-2대), 유출밸브(0.75kW-2대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
공단 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

⑥ 대부배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
대부 배수지	• 시설용량 : 6,600(㎥/일) • 인입전주 : 8208X, 911, 선제간선 189 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 15kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(0.2kW-1대), 유출밸브(0.4kW-2대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
대부 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

2) 안산정수장 계통

① 초지배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
초지 배수지	•시설용량 : 10,000(㎥/일) •인입전주 : 9112, 801, 나일간선 14 •수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 •계약전력 : 14kW •수 전 반 : 벽부형 •시설부하 : 유입밸브(0.75kW-2대), 유출밸브(0.75kW-2대)	

현장제어반		분전반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다.

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
초지 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

② 와동배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
와동 배수지	• 시설용량 : 14,000(㎥/일) • 인입전주 : 9413X, 181, 월피간선 45 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 7kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(1.5kW-1대), 유출밸브(1.5kW-2대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
와동 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

3) 반월정수장 계통

① 반월배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
반월 배수지	• 시설용량 : 8,000(㎥/일) • 인입전주 : 9511C, 981, 사월간선 7 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 20kW • 수 전 반 : 벽부형 • 시설부하 : 유입밸브(0.75kW-2대), 유출밸브(0.75kW-2대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	피뢰설비
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다.

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
반월 배수지	•배수지는 2007년 준공으로 전기설비가 매우 양호함.	•개량계획 없음	

② 성포배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
성포 배수지	• 시설용량 : 40,000(㎥/일) • 인입전주 : 9412D, 042, 삼진간선 84 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 24kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입주밸브(2.2kW-1대), 유출주밸브(3.7kW-4대) 유입밸브(0.75kW-4대), 유출밸브(0.75kW-4대)	

한전배전선로	현장제어반		전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
성포 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

③ 고잔배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
고잔 배수지	• 시설용량 : 25,000(㎥/일) • 인입전주 : 9412R, 01, 양정간선 5 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 15kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(1.5kW-4대), 유출밸브(1.5kW-4대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
고잔 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

④ 일동배수지

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
일동 배수지	• 시설용량 : 3,500(㎥/일) • 인입전주 : 9411H, 271, 삼진간선 17 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 5kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 유입밸브(0.75kW-2대), 유출밸브(1.5kW-2대)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
일동 배수지	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

⑤ 사동배수지

사동배수지는 운영중지중인 시설로 전력인입설비는 철거되었으며 장래 폐쇄 예정으로 현재 운영하지 않음

마. 계측제어설비 개량계획

1) 연성정수장 계통

① 선부1배수지

a. 감시제어 설비

선부 1 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System, 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기, CCTV Camera를 설치하여 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어가 가능하도록 계획되어 현재(2009. 03) 공사중인 시설이다.

② 선부2배수지

a. 감시제어 설비

선부 2 배수지는 PLC(GMR 이중화)를 이용한 TM/TC System을 2008년 개량하여 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-34> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #1A/B)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2350H(2) PLC : GMR 이중화 CUEA(2), AD4B(1) D24A(2), RY4A(1) 통신 : 정수장	2008.
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 5.4kVA 제조 : 세방전기(PTX-4055)	2006. 02

TM/TC Slave		TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-24> 선부2 배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

선부 2 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-35> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 B & C(CL-7685)	옥외형 설치
pH	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Water Zone	옥외형 설치
온도	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	옥외형 설치

<표 5.4-36> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 E+H PROMAG 33F	전자식 1000A (07.7월 교정)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 Sondar 2000(Dual Channel)	초음파식

배수지 유입유량계	배수지 수위계	pH 및 수온	잔류염소
			

<그림 5.4-25> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

선부 2 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-26> CCTV 설비

<표 5.4-37> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	2Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전기실	19 " Rack 내장 Power DVR-400(3R) Alarm Interface Unit(AIU-1160) Guard Wire CPU Color Quad Switch(DCQ-800) Power AMP Power Supply Unit & Controller Video Server & CODEC (NGuard 3000) Keyboard Multi-plyer Video Distributer(VDA-138) Remote Controller(PRM-200)	

d. 진단 및 개량계획

유입유량계(전자식 1000A), 수질분석기기(잔류염소계, pH, 온도)를 설치하여 운영하고 있으나 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유출유량계를 계획하였으며 개략사업비는 다음과 같다.

<표 5.4-38> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장계측기기	•유출유량계 없음	•블록화시스템 TM구축시 유출유량 Data를 이용한 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)

<표 5.4-39> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
유출유량계	•초음파식 유량계(Clamp On) -배관배선 및 현장제어반 개량 포함	1식	35,000,000	35,000,000	블록화시스템 공사중
	•유량계실 신설	1식	40,000,000	40,000,000	
	계			75,000,000	

③ 목내배수지

a. 감시제어 설비

목내 배수지에 DCS를 이용한 TM/TC System을 설치하여 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-40> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #3A/B)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2350H(2) TM : 광명제어 TM/TC 통신 : 정수장	1998. 12
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 5.4kVA 제조 : 세방전기(PTX-4055)	2006. 02

배수지 전기실	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-27> 목내배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

목내 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-41> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 ECOSYS	
pH	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Water Zone	
온도	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	

<표 5.4-42> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-10A)	초음파식 700A (07.6월 교정)
송수 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 송수유량 감시 EUROMAC(MC-308)-ITALY	전자식 700A (06.6월 교정)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 E+H PROSONIC(FMU 860)	초음파식 1998. 12

배수지 유입유량계	배수지 유출유량계	배수지 수위계
		
배수지 수위계	**수질감시(pH 및 수온)**	**수질감시(잔류염소)**
		

<그림 5.4-28> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

목내 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-29> CCTV 설비

<표 5.4-43> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전송기반	19 " Rack 내장 Alarm Interface Unit(AIU-1160) Guard Wire CPU Color Quad Switch(DCQ-400) Power AMP Power Supply Unit & Controller Video Server & CODEC (NGuard 2000)	전기실

d. 진단 및 개량계획

감시제어시스템은 1998년 설치된 DCS(Vitzrosys TM/TC)를 이용한 TM/TC System으로 상수도 시설기준(유지 관리편)의 유형 고정자산의 내용년수(개략 10년) 경과, 설비노후로 유지관리에 어려움이 있으며, 수위계 및 각종 수질분석기기(잔류염소계, pH, 온도)는 배수지 계단실에 설치하여 염소가스에 계측기기의 부식이 심하여 설비의 수명단축 및 유지관리의 어려움으로 별도의 콘테이너 하우스를 설치하여 각종 계측기기를 이설하여 설비의 유지관리가 용이하도록 개량하는것이 필요하나, 장래 고도정수처리시설의 도입(2013~2015)시 현장 제어반의 개량이 예상됨으로 시스템의 유지관리 및 안정성, 신뢰도 향상을 위하여 시스템의 진단 및 검토 후 전면 개량하는 것으로 계획하였다.

<표 5.4-44> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장제어반 (TM/TC)	•감시제어시스템	•설비노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움 (광명제어 TM/TC, 1998)	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량
현장계측기기	•수질분석기	•배수지 계단실에 설치하여 염소가스에 계측기기 부식	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량

④ 성곡배수지

a. 감시제어 설비

성곡 배수지에 DCS를 이용한 TM/TC System을 설치하여 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-45> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #1A/B)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2350H(2) TM : 광명제어 TM/TC 통신 : 정수장	1998. 12
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 5.4kVA 제조 : 세방전기(PTX-4055)	2006. 02

TM/TC Slave		TM/TC Slave
		

<그림 5.4-30> 성곡배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

성곡 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-46> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Yuil NanoCHEM 9200	
pH	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Water Zone	
온도	1식	배수지 계단실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	

<표 5.4-47> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-10A)	초음파식 700A (07.6월 교정)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 E+H PROSONIC(FMU 860)	초음파식 1998. 12

배수지 유입유량계	배수지 수위계 변환기	배수지 수위계
		
배수지 수위계	**수질감시(pH 및 수온)**	**수질감시(잔류염소)**
		

<그림 5.4-31> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

성곡 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-48> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전송기반	19 " Rack 내장 Alarm Interface Unit(AIU-1160) Guard Wire CPU Color Quad Switch(DCQ-400) Power AMP Power Supply Unit Video Server & CODEC (NGuard 2000)	전기실

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-32> CCTV 설비

d. 진단 및 개량계획

감시제어시스템은 1998년 설치된 DCS(Vitzrosys TM/TC)를 이용한 TM/TC System으로 상수도 시설기준(유지 관리편)의 유형 고정자산의 내용년수(개략 10년) 경과, 설비노후로 유지관리에 어려움이 있으며, 유입유량계(초음파식 700A)를 설치하여 운영하고 있으나 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유출유량계를 설치하고 현재 수위계 및 각종 수질분석기기(잔류염소계, pH, 온도)는 배수지 계단실에 설치하여 염소가스에 계측기기의 부식이 심하여 설비의 수명단축 및 유지관리의 어려움으로 별도의 콘테이너 하우스를 설치하여 각종 계측기기를 이설하여 설비의 유지관리가 용이하도록 개량하는것이 필요하나, 장래 고도정수처리시설의 도입(2013~2015)시 현장 제어반의 개량이 예상됨으로 시스템의 유지관리 및 안정성, 신뢰도 향상을 위하여 시스템의 진단 및 검토 후 전면 개량하는 것으로 계획하였다.

<표 5.4-49> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장제어반 (TM/TC)	•감시제어시스템	•설비노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움 (광명제어 TM/TC, 1998)	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량
현장계측기기	•수질분석기	•배수지 계단실에 설치하여 염소가스에 계측기기 부식	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량
	•유출유량계 없음	•블록화시스템 TM구축시 유출유량 Data를 이용한 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)

<표 5.4-50> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
유출유량계	•초음파식 유량계(Clamp On) -배관배선 및 현장제어반 개량 포함	1식	35,000,000	35,000,000	블록시스템 TM구축사업 반영
	•유량계실 신설	1식	40,000,000	40,000,000	
	소 계			75,000,000	
	계			**75,000,000**	

⑤ 공단배수지

a. 감시제어 설비

공단 배수지에 DCS를 이용한 TM/TC System을 설치하여 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-51> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #5A/B)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2350H(2) TM : 광명제어 TM/TC 통신 : 정수장	1998. 12
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 제조 : 세방전기(PTX-4030)	2005. 03

배수지 전기실	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-33> 공단배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

공단 배수지의 각종 현장 계측기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-52> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 E+H PROMAG 33F	전자식 1100A (07.7월 교정)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시(Dual Channel) E+H PROSONIC(FMU 862)	초음파식 1998. 12

배수지 유입유량계	배수지 수위계	
		

<그림 5.4-34> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

공단 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-53> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전송기반	19 " Rack 내장 Alarm Interface Unit(AIU-1160) Guard Wire CPU Color Quad Switch(DCQ-400) Power AMP Power Supply Unit Video Server & CODEC (NGuard 2000)	전기실

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-35> CCTV 설비

d. 진단 및 개량계획

감시제어시스템은 1998년 설치된 DCS(Vitzrosys TM/TC)를 이용한 TM/TC System으로 상수도 시설기준(유지 관리편)의 유형 고정자산의 내용년수(개략 10년) 경과, 설비노후로 유지관리에 어려움이 있으며, 유입유량계(전자식 1100A), 수질분석기기(잔류염소계, pH, 온도)를 설치하여 운영하고 있으나 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유출유량계를 계획하였으며, 장래 고도정수처리시설의 도입(2013~2015)시 현장 제어반의 개량이 예상됨으로 시스템의 유지관리 및 안정성, 신뢰도 향상을 위하여 시스템의 진단 및 검토 후 전면 개량하는 것으로 계획하였다.

<표 5.4-54> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장제어반 (TM/TC)	•감시제어시스템	•설비노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움 (광명제어 TM/TC, 1998)	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량
유 량 계	•유출유량계 없음	•블록화시스템 TM구축시 유출유량 Data를 이용한 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)

<표 5.4-55> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
유출유량계	•초음파식 유량계(Clamp On) -배관배선 및 현장제어반 개량 포함	1식	35,000,000	35,000,000	블록시스템 TM구축사업 반영
	•유량계실 신설	1식	40,000,000	40,000,000	
	소 계			75,000,000	
	계			**75,000,000**	

⑥ 대부배수지

a. 감시제어 설비

대부 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 대부가압장 및 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어 및 대부가압장과 CDMA를 이용한 Back-up Network을 구성하여 운영하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-56> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #7)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×620D×2000H PLC : GM3-CPUA GMF-AD4B, D24A,RY4A DA41, D22A 통신 : 정수장, 대부가압장(ETOS)	2001년
차아염소산 제어반	1식	차염투입실	차아염소산 나트륨발생시스템 제어반 1200W×500D×1800H	기계설비 (동우 워터텍)
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 제조 : 세방전기(PTX-4030)	2005. 03

TM/TC Slave	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-36> 대부배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

대부 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-57> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	차염 주입실	배수지 수질 감시 HoneyWell	
pH	1식	차염 주입실	배수지 수질 감시 Water Zone	
온도	1식	차염 주입실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	

<표 5.4-58> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-10A)	초음파식 500A (07.6월 교정)
차염주입유량	1ea	차염 주입실	차아염소산 주입유량 감시 E+H(PROMAG-53)	전자식 25A
수위계	2ea	대부 배수지	배수지 수위감시 Yamatake(STC 929-2)	차압식(△P) (2001년)

배수지 유입유량계	수위계(차압식)	pH 및 수온	잔류염소
			

<그림 5.4-37> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

대부 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-59> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전송기반	19 " Rack 내장 Alarm Interface Unit(AIU-1160) Guard Wire CPU Color Quad Switch(DCQ-400) Power AMP Power Supply Unit Video Server & CODEC (NGuard VS1000) Router(Dasan V1502T) CRT Monitor 21" 등	전기실

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-38> CCTV 설비

d. 진단 및 개량계획

대부 배수지는 유입유량계(초음파식 500A), 수질분석기기(잔류염소계, pH, 온도)를 설치하여 운영하고 있으나 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유출유량계 설치를 계획하였으며 개략사업비는 다음과 같다.

<표 5.4-60> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
유 량 계	•유출유량계 없음	•블록화시스템 TM구축시 유출유량 Data를 이용한 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)

<표 5.4-61> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
유출유량계	•초음파식 유량계(Clamp On) -배관배선 및 현장제어반 개량 포함	1식	35,000,000	35,000,000	블록시스템 TM구축사업 반영
	•유량계실 신설	1식	40,000,000	40,000,000	
	계			**75,000,000**	

2) 안산정수장 계통

① 초지배수지

a. 감시제어 설비

초지 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 안산정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-62> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #6A/B)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2350H(2) PLC : GMR 이중화 CUEA(1), AD4B(1), D24A(2), RY4A(1) 통신 : 정수장 운영실	
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 제조 : 삼일테크놀러지(WP-3000)	2002. 12

배수지 계단실	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-39> 초지 배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

초지 배수지의 각종 현장 계측기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-63> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 600A 노후(사용않음)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 E+H PROSONIC(FMU 860)	초음파식

배수지 유입유량계	배수지 수위계 변환기	
		

<그림 5.4-40> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

초지 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-64> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전기실	19 " Rack 내장 CRT Monitor 21" Keyboard Multi-plyer Power AMP Power Controller(8ch) Signal Convertor Video Server(FlexWATCH 3450) DVR(LG RIFATRON)	

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-41> CCTV 설비

d. 진단 및 개량계획

유입유량계(초음파식 600A)의 노후 및 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유입/유출유량계를 계획하였으며 개략사업비는 다음과 같다.

<표 5.4-65> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장계측기기	•유입유량계 노후	•유입유량계의 노후로 계측불가	•유입유량계 교체 (초음파식_Clamp On)
	•유출유량계 없음	•블록화시스템 TM구축시 유출유량 Data를 이용한 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)

<표 5.4-66> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
유출유량계	•초음파식 유량계(Clamp On) -배관배선 및 현장제어반 개량 포함	2식	35,000,000	70,000,000	유입/송수
	•유량계실 신설	1식	40,000,000	40,000,000	
	계			110,000,000	

② 와동배수지

a. 감시제어 설비

와동 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어를 하였으나 배수지의 운영중지로 인한 설비의 노후 및 유지관리가 되지 않아 장래 이용시 전면적인 개량이 필요하며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-67> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC #2)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 1000W×450D×1800H PLC : STARCON MF(Fuji Elec.) FPU080H CPU, T-Link 통신 : 정수장	운영중지(노후)

배수지 전경	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-42> 와동 배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

와동 배수지의 각종 현장 계측기기를 설치하여 운영하고 있으나 운영중지로 인한 노후화로 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-68> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 Hersey 1020(삽입형)	프로펠라식 800A 노후(1996)
	1ea	배수지 유출	배수지 유출유량 감시 Hersey 1020(삽입형)	프로펠라식 800A 노후(1996)
수위계	2ea	배수지 상부	배수지 수위감시 MOBREY(MSP-90)	초음파식 노후(1996)

배수지 유량계		배수지 수위계	
			

<그림 5.4-43> 현장 계측기기

c. 진단 및 개량계획

와동 배수지는 운영중지로 인한 설비의 노후 및 제어반의 부식, 각종밸브의 부식으로 배수지 통수시 감시제어가 어려워 감시제어설비 및 배관배선의 교체가 필요하며, 감시제어시스템은 PLC(STARCON MF_Fuji Elec.)를 이용한 TM/TC System으로 상수도 시설기준(유지 관리편)의 유형 고정자산의 내용년수(개략 10년) 경과, 설비의 노후로 유지관리에 어려움이 있어 장래 고도정수처리시설의 도입(2013~2015)시 현장

제어반의 개량이 예상됨으로 시스템의 유지관리 및 안정성, 신뢰도 향상을 위하여 시스템, CCTV설비의 진단 및 검토 후 개량하는 것으로 계획하였으며, 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유입 및 유출유량계를 교체하고 수위계 및 각종 수질분석기기(잔류염소계, 탁도, pH, 온도)는 배수지 계단실에 설치시 염소가스에 계측기기의 부식이 심하여 설비의 수명단축 및 유지관리의 어려움으로 별도의 콘테이너 하우스를 설치하여 각종 계측기기를 이설하여 설비의 유지관리가 용이하도록 계획하였으며 개략사업비는 다음과 같다.

<표 5.4-69> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장제어반 (TM/TC)	•감시제어시스템	•설비노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움 (STARCON MF_Fuji Elec)	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량
CCTV설비	•CCTV설비	•현재 설치되지 않았으나 운영시 설치필요	•장래 고도정수처리시설 도입시 병행개량
수질분석기기	•수질분석기기	•현재 설치되지 않았으나 수질분석기기(잔류염소계, pH, 탁도, 온도) 설치필요	•잔류염소계, pH, 온도 탁도계등 설치
	•수질분석기실	•배수지 계단실에 설치시 염소가스에 계측기기 부식	•콘테이너 하우스 설치
현장계측기기	•유입/유출유량계	•유입/유출유량계 노후 •블록화시스템 TM구축시 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)
	•수위계	•수위계 노후	•초음파수위계 설치

<표 5.4-70> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
현장제어반 (TM/TC)	•전원공급반 - 각종밸브 및 제어반 전원공급	1식			장 래
	•TM/TC System - PLC(GMR 이중화), UPS - UPS, 피뢰기, 키타 부속설비	1식			장 래
	•배관 배선공사 - 동력 및 감시제어공사 - 재경비 포함	1식			장 래
	소 계			0	
CCTV	•Speed Dome Camera (옥외2, 전기실1, 배수지2) •DVR 및 부속설비 •적외선센서 및 보안설비	1식			장 래
수질분석기	•콘테이너 하우스 - 수위계 및 수질분석기기 이설	1식	30,000,000	30,000,000	
	•수질분석기 설비 - 탁도 잔류염소계, pH, 온도 등 - 분석기반	1식	55,000,000	55,000,000	
	소 계			85,000,000	
현장계측기기	•초음파식 유량계(Clamp On) - 변환기반 포함	2식	30,000,000	60,000,000	유입/유출
	•초음파식 수위계	2식	2,500,000	5,000,000	
	소 계			65,000,000	
	계			**382,000,000**	

3) 반월정수장 계통

① 반월배수지

a. 감시제어 설비

반월 배수지를 확장(2007.11), 운영중에 있으며 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

MCC 및 TM/TC	MCC 내부	TM/TC 내부
		

<그림 5.4-44> 반월 배수지 현장제어반

<표 5.4-71> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 MCC	1식	배수지 전기실	배수지 전원공급 MCC 1000W×800D×2300H	2007. 11
배수지 제어반 (TM/TC)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×800D×2300H PLC : GMR 이중화 CUEA, AD4B(2), D24A(3) RY4A(1), RY2A(1) 통신 : 정수장	2007. 11
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 1.5kVA 제조 : 대영ENT(SMART)	2007. 08

b. 현장 계측기기류

반월 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-72> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 ABB(MAG-XM)	전자식
유출 유량계	1ea	배수지 유출	배수지 유출유량 감시 CM ENTECH(UR-1000 Plus)	초음파다회선식 (08.8월 교정)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지1, 2 수위감시 Sondar(SLM-800C)	초음파식 07.
	2ea	배수지 수위	배수지3, 4 수위감시 리테크(LT-200)	초음파식 07.

<표 5.4-73> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Water Zone(고 1000C)	
탁도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 HACH(1720E)	수공관리
pH	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Honeywell	
온도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	

배수지 유입유량계	배수지 유출유량계	배수지 1, 2 수위계	배수지 3, 4 수위계
			
배수지 수질분석기기	배수지 탁도계(수공)	잔류염소, pH, 온도	잔류염소 센서
			

<그림 5.4-45> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

반월 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-74> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전송기반	19 " Rack 내장 DVR-(LG RIFATRON iNS-410) Power AMP Power Supply Unit	전기실

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-46> CCTV 설비

② 성포배수지

a. 감시제어 설비

성포 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 안산정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-75> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2350H(2) PLC : GMR 이중화 시스템 EUTB(2), AD4B(2), D24A(3), RY4A(2) 통신 : 정수장	
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 1kVA 제조 : MAXCOM(DK-1000)	1998. 11
	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 제조 : 삼일테크놀러지(WP-3000)	2002. 12

배수지 전경	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-47> 성포 배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

성포 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-76> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 E+H(ARMATUR-CCA250)	수공관리
pH	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 E+H	수공관리
탁도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 E+H(FCU-100)	수공관리
온도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	수공관리
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 1kVA 제조 : 해성전자(HSIU-1)	수공관리 2004. 04

<표 5.4-77> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	유량계실	배수지 유입유량 감시 E+H(ProMAG 33F)	전자식 1000A 08.8교정
송수 유량계	1ea	유량계실	배수지 송수유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 1200A 08.8교정(05.4)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지1, 2 수위감시 E+H PROSONIC(FMU 862)	초음파식
	2ea	배수지 수위	배수지3, 4 수위감시 E+H PROSONIC(FMU 862)	초음파식

배수지 유입유량계	배수지 유출유량계	배수지 유입유량계	잔류염소, PH
			

<그림 5.4-48> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

성포 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-78> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	2Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전기실	19 " Rack 내장 21 " CRT Monitor Signal Distributer Signal Converter Power AMP DVR-(LG RIFATRON) Power Controller(8ch) Video Server(FlexWatch 3440)	
무정전 전원장치	1식	배수지 전기실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 제조 : 삼일테크놀러지(WP-3000)	2002. 12

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	수위감시 Camera
			

<그림 5.4-49> CCTV 설비

③ 고잔배수지

a. 감시제어 설비

고잔 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 안산정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-79> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 1000W×600D×1900H PLC : Gm³ CPU A EUTB, AD4B, AD3A(2) D24A(4), RY4A 통신 : 정수장	

배수지 전경	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-50> 고잔 배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

고잔 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-80> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입/송수 유량계	2ea	유량계실	배수지 유입/송수유량 감시 Controlotron(System 1010)	초음파식 2004.05
유입 압력계	1ea	유량계실	배수지 유입압력 감시	다이아프램식
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 Sondar(SLM-1000)	초음파식

<표 5.4-81> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Water Zone(고 1000C)	
pH	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Honeywell	
탁도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 HACH(1720E)	
온도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Pt100Ω	

배수지 유입유량계	배수지 유출유량계	배수지 유입유량계	잔류염소, PH
			

<그림 5.4-51> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

고잔 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-82> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 진입도로 감시 Camera	옥외형(Pole)
	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전기실	19 " Rack 내장 21 " CRT Monitor Router(Dasan V2108) Power AMP DVR-(LG RIFATRON) Remote Controller(PRM 200) Power Controller(8ch) Video Server(FlexWatch 3450)	

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera
		

<그림 5.4-52> CCTV 설비

④ 일동배수지

a. 감시제어 설비

일동 배수지에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 안산정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-83> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC)	1식	배수지 전기실	TM/TC Slave Station 600W×650D×2350H PLC : GM2 CPUA CUEA(1), EUTB(1), AD4A(1), DA4I(1), D24A(2), RY4A(2), 통신 : 정수장	

현장 제어반	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-53> 일동 배수지 현장제어반

b. 현장 계측기기류

일동 배수지의 각종 현장 계측기기 및 수질분석기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-84> 수질분석기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
잔류염소	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Water Zone(2ch)	
pH	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 Honeywell	
탁도	1식	배수지 전기실	배수지 수질 감시 HACH(1720E)	

<표 5.4-85> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 350A 08.8교정(05.04)
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 Sondar(SLM-800C)	초음파식

배수지 유입유량계	배수지 수위계	수질감시반	잔류염소, PH
			

<그림 5.4-54> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

일동 배수지에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

CCTV 전송기 및 제어설비		배수지 옥외감시 Camera
		

<그림 5.4-55> CCTV 설비

<표 5.4-86> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	배수지 상부	배수지 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	배수지 내부	배수지 수위감시 Camera	옥내형(CCD)
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	배수지내	출입자 감시(적외선 Sensor)	배수지 외곽
전송설비	1식	전기실	19 " Rack 내장 21 " CRT Monitor Router(Dasan V2108) Power AMP DVR-(LG RIFATRON) Power Controller(8ch) Video Server(FlexWatch 3450)	

d. 진단 및 개량계획

유입유량계(초음파식 350A), 각종 수질분석기기(잔류염소, 탁도, pH)를 설치하여 운영하고 있으나 송배수 관망의 블록화시스템 TM구축시 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통한 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위하여 배수지의 유출유량계를 계획하였으며 개략사업비는 다음과 같다.

<표 5.4-87> 진단 및 개량계획

설 비	진단항목	진단결과	개량계획
현장계측기기	•유출유량계 없음	•블록화시스템 TM구축시 유출유량 Data를 이용한 유수율 제고 및 관망의 효율적 운영관리 필요	•유출유량계 설치 (초음파식_Clamp On)

<표 5.4-88> 개략사업비

구 분	개량 및 조치계획	소요예산			비 고
		수량	단가	금 액	
유출유량계	•초음파식 유량계(Clamp On) -배관배선 및 현장제어반 개량 포함	1식	35,000,000	35,000,000	블록시스템 TM 구축사업 반영
	•유량계실 신설	1식	40,000,000	40,000,000	
	계			75,000,000	

⑤ 사동배수지

사동 배수지는 운영중지중인 시설로 전력인입설비는 철거되었으며 장래 폐지 예정으로 감시제어 시설물은 없다.

바. 배수지 개량계획 종합

<표 5.4-89> 배수지 개량계획

정수장	배수지명	개량내용	비 고
연성 정수장 계통	선부1 배수지 (V=5,500㎥)	•신길택지개발 사업의 주공아파트 전용배수지로 신설개량 공사중으로 별도의 개량 계획없음.	
	선부2 배수지 (V=40,000㎥)	•유출부 유량계 설치 필요하나, 블록시스템 TM구축사업 시 설치 예정(2009. 3)	
	성곡 배수지 (V=10,000㎥)	•현장제어반(TM/TC) 시설개량(시설노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움) •수위계 및 수질분석기 이설(콘테이너하우스 설치) •유출부 유량계 설치 필요하나, 블록시스템 TM구축사업 시 설치 예정(2009. 3)	
	공단 배수지 (V=20,000㎥)	•현장제어반(TM/TC) 시설개량(시설노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움) •유출부 유량계 설치 필요하나, 블록시스템 TM구축사업 시 설치 예정(2009. 3)	
	대부 배수지 (V=6,600㎥)	•유출부 유량계 설치 필요하나, 블록시스템 TM구축사업 시 설치 예정(2009. 3)	
	목내 배수지 (V=10,000㎥)	•현장제어반(TM/TC) 시설개량(시설노후 및 생산중지로 유지관리에 어려움) •수위계 및 수질분석기 이설(콘테이너하우스 설치)	
안산 정수장 계통	초지 배수지 (V=10,000㎥)	•유입부 유량계 시설 노후로 개량 필요 •유출부 유량계 설치 필요	
	와동 배수지 (V=14,000㎥)	•현재 휴지상태로 시설을 가동하지 않고 있어 토목구조물 내부에 방수·방식드등의 보수부강이 필요 •유출입 전동밸브 및 수위계, 유량계등의 기전설비가 노후하여 개량이 필요	
반월 정수장 계통	반월 배수지 (V=8,000㎥)	•시설확장 공사 시 기존시설 개량을 완료하여 개량 계획 없음	
	성포 배수지 (V=40,000㎥)	•시설 개량 계획없음	
	고잔 배수지 (V=25,000㎥)	•시설 개량 계획없음	
	일동 배수지 (V=3,500㎥)	•유출부 유량계 설치 필요하나, 블록시스템 TM구축사업 시 설치 예정(2009. 3)	
	사동 배수지 (V=20,000㎥)	•현재 휴지시설로 장래에도 시설활용 계획이 없어 별도의 개량 계획없음	

4.1.4 가압장 개량 계획

가. 개요

가압장은 공급지역에 대한 용수의 수두를 높일 목적으로 설치되는 시설로서 도·송수펌프가압장의 경우 24시간 연속으로 운전하여야 하며, 가압펌프의 가동중단은 정수장 및 배수지의 급수중단을 초래하므로 기계의 안정성 확보, 유지관리의 편의성 등을 고려하여 주위 배관 및 부속설비를 갖추어야 한다. 또한 배수가압장의 경우 고지대 등의 급수불량지역의 급수난 해소를 목적으로 설치되는 바, 연속 또는 간헐적 운전에 따른 유지관리 및 효과적인 운전제어가 요구된다.

따라서 본 계획에서의 가압장시설 개량은 시설의 고장, 노후화 등의 설비점검을 중심으로 하고 시설현대화 및 자동화계획과 연계하여 전산화에 의한 통합관리가 가능하도록 유지관리계획을 수립한다.

나. 와동가압장(도수가압장)

와동가압장은 도수관로를 통하여 유입되는 원수의 수두를 높일 목적으로 설치하는 시설이다. 광역상수도 4단계 수수시설의 가압장은 안산시 와동 자동차 면허시험장 인근에 위치해 있으며, D=1,000mm의 광역 도수관로로부터 최대 88,000㎥/일의 원수를 공급받아 안산정수장으로 도수한다.

1) 가압장 시설현황

① 구조물 현황

a. 흡수정

와동가압장의 흡수정 현황은 다음과 같으나 현재는 에너지 절감을 위하여 IN-LINE 운전방식으로 개량하여 흡수정을 사용하지 않고 있다.

- 규　　격 : B15.0m × L30.0m × H3.7m
- 지　　수 : 2지
- 용　　량 : 3,330㎥
- 체류시간 : 54.5분

b. 가압장

가압장은 흡수정과 일체형 구조로 되어 있으며, 가압장 시설현황은 다음과 같다.

- 펌　프　실 : B7.0m × L30.4m = 212.8㎡
- 배　관　실 : B4.5m × L30.4m = 136.8㎡
- 펌프실상옥 : 391.1㎡ (펌프실, 배전반실, 사무실, 기타)

c. 전기실

와동가압장에는 정전이나 비상시에 대비하여 전기실내에 발전기가 설치되어 있으며, 전기실의 제원은 다음과 같다.

- 규　　격 : B10.0m × L20.0m = 200m²
- 구　　조 : RC 평스라브조
- 내부시설 : 발전기실, 전기실

d. 수위실

감지 및 유지관리를 위한 수위실이 시설되어 있으며, 제원은 다음과 같다.

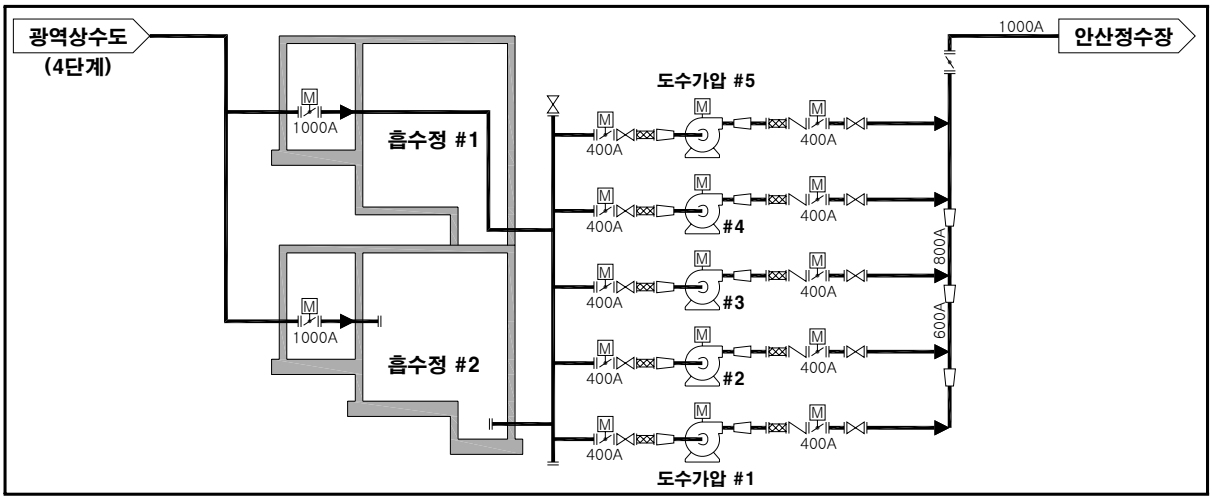
- 면　　적 : 37.4m²
- 구　　조 : RC 평스라브조

② 기계설비 현황

a. 개요

도수가압장은 시설용량 83,000㎥/일로 수도권광역상수도 4단계 원수를 공급받아 안산정수장으로 도수가압하기 위하여 시설되었다. 현재 안산정수장에서는 수도권광역상수도 3단계 원수를 공급받아 생활/공업용수를 생산하고 있으므로 와동도수가압장은 운전하지 않고 있다. 와동 도수가압장은 최초 흡수정 방식으로 시설되었으나 도수관의 잔류수두를 이용하기 위하여 흡수정 1지의 유입, 유출관을 연결하여 IN-LINE 방식으로 개량하였고, 2004년 임펠러를 교체하여(15.3㎥/min×55mH → 20㎥/min×45mH) 운영하고 있다.

주요설비로는 가압펌프와 흡, 토출밸브류 및 유지관리용 호이스트 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-56> 와동가압펌프 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압장 유입주밸브	전동 2상식 수평형 BFV 1,000A, 조작반 일체형	1991 서광공업	3.0	1	Act.:Auma
	흡수정 유입밸브	전동 2상식 수평형 BFV 1,000A		1.5	2	Act.:Auma
	가압펌프 흡입밸브#1	전동 1상식 수평형 BFV 400A		0.75	4	Act.:Auma
	가압펌프 흡입밸브#2	수동 1상식 제수밸브 400A		–	4	
	가압펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 350A/300A×20.0㎥/min×45mH	1992.6 효성	260 6P	4	HDR300-500
	체크밸브 #1~#3	완폐식 체크밸브 400A		–	3	
	체크밸브 #4, #5	완폐식 체크밸브 400A	2008.11 동아밸브	–	2	
	토출밸브 #1~#3	전동 1상식 수평형 BFV 400A		0.75	3	Act.:Auma
	토출밸브 #4, #5	전동 1상식 수평형 BFV 400A	2008.11 삼진	0.75	2	Act.:Auma
	유지관리용 호이스트	Single Girder Hoist Crane 5Ton	반도		1	
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 0.2㎥/min		0.75	1	

주) 가압펌프는 2004년 임펠러 교체. 『안산정수장 기술진단 보고서(2005.9)』 참조

와동가압장 전경	와동가압장 흡수정	흡수정 유입밸브
		
가압펌프	**유지관리용 호이스트**	**바닥배수펌프**
		

<그림 5.4-57> 와동가압장 설치현황

c. 운영현황

현재 도수가압장은 안산정수장에서 수도권광역상수도 3단계 원수를 공급받아 생활/공업용수를 생산하고 있으므로, 향후에 원수량 부속시 또는 3단계 도수관로 이상시를 대비하여 운영중에 있다.

③ 전기설비 현황

a. 시설현황

• 개 요

와동 가압장은 도수되어 오는 원수의 수두를 높일 목적으로 설치된 시설물로, 수전설비는 1992년 준공 및 2002년 일부 개량된 설비로서 성포변전소 장하D/L(상시)에서 22.9kV의 1회선 수전을하고 있으며 전력용변압기(22.9kV/3.3kV 1,500kVA-2대), 소내용변압기(3.3kV/380~220V 50kVA-1대)를 설치하여 고압 및 저압을 공급하고 있으며 예비전원설비로 비상발전기(3.3kV, 1,000kVA-1대)를 설치하였다.

• 시설 현황

- 계약종별 : 산업용(갑) 고압A
- 공급방식 : 22.9kV-y, 3상 4선식, 60Hz
- 계약전력 : 1,500kW

- 최대수요전력 : 598kW

• 전력설비 구성

구 분	전기설비 현황	비 고
수전설비	•수전선로 : 22.9kV-Y 3상 4선 1회선 구성 •수전설비 : 옥내자립폐쇄형(ASS, MOF, PF, PT, VCB) •전력용변압기 : 3Φ 1,500kVA(유입식)- 2대(1대 예비) •소내용변압기 : 3Φ 50kVA(몰드식)- 1대 •수전반 : 4면(옥내자립폐쇄형) •배전반 : 4면(옥내자립폐쇄형) •고압기동반 : 5면(옥내자립폐쇄형) •저압반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •정류기반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •축전지반 : 1면(옥내자립폐쇄형)	
예비전원설비	•비상발전기 : 1000kVA/800kW, 3.3kV - 1대 •발전기 운전반 : 1면(별치형)	

• 수전설비 구성

품 명		규 격	수 량	설치년도	비 고
수변전설비	ASS반	25.8kV 600A 12kA	1 면	2002	개 량
	PF반	25.8kV 200AF(60AT)	1 면	2002	개 량
	Main VCB반	25.8kV 600A 12.5kA	1 면	1992	
	MOF 반	CT : 50/5A(Oil type) PT : 13.2kV/110	1 면	1992	
	TR(전력용변압기)	22.9kV/3.3kV 1.500kVA (Oil type) - 상용	1 대	2002	개 량
	TR(전력용변압기)	22.9kV/3.3kV 1.500kVA (Oil type) - 예비	1 대	1992	
	TR(소내변압기)	3.3kV/380V 50kVA (Mold type)	1 대	2002	개 량
	VCB반(HV-1-1)	7.2kV 600A 12.5kA	2 면	1992	
	VCB반(HV-1)	7.2kV 600A 12.5kA	2 면	1992	
	고압기동반(1,2호)	VC + 리액터기동 3.3kV 200A	2 면	2000	개 량
	고압기동반(3/5호)	VC + 리액터기동 3.3kV 200A	3 면	2002	개 량
	정류기반(LV/R)	DC 110V, 50A	1 면	2002	개 량
	비상발전기	1000kVA/800kW 3.3kW 발전기운전반(별치형)	1 대	1992	

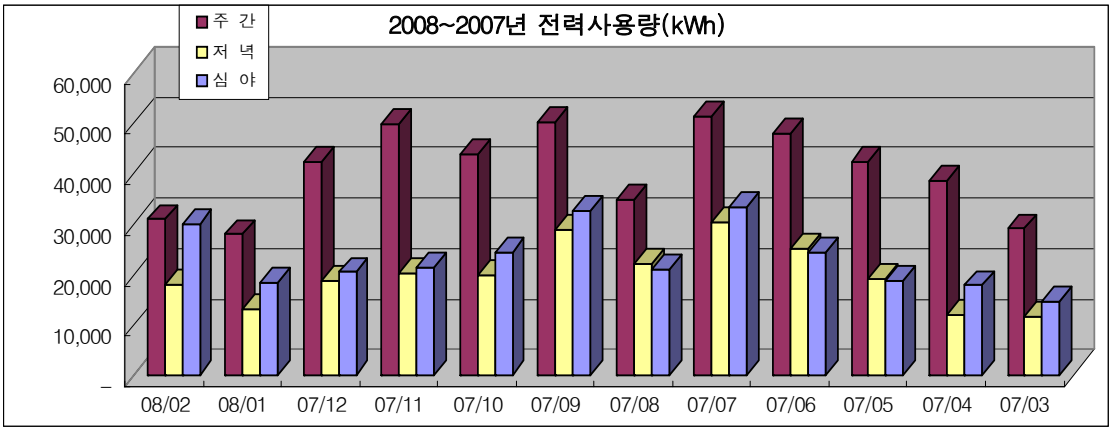
• 수전설비 현장사진

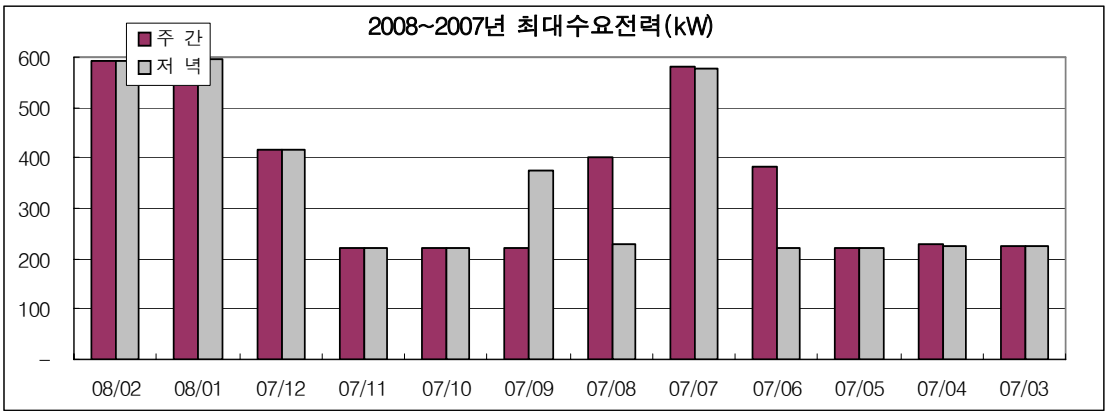
인입전주	전주번호	수전설비
		
ASS	PF & MOF	VCB
		
변압기	고압반	고압 콘덴서
		
VC	가압펌프 기동반	저압 배전반
		
직류반	비상발전기	발전기 제어반
		

• 전력량 변화추이

〈 와동 가압장 〉
2008~2007년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
08/02	30,917	18,020	30,112	79,049	594	594	
08/01	27,958	13,149	18,247	59,354	598	598	
07/12	42,357	18,650	20,440	81,447	418	415	
07/11	49,688	20,230	21,440	91,358	220	220	
07/10	43,783	19,881	24,390	88,054	220	220	
07/09	50,113	28,986	32,483	111,582	222	374	
07/08	34,824	22,223	21,046	78,093	401	228	
07/07	51,541	30,363	33,233	11,5047	580	577	
07/06	48,140	25,083	24,402	97,625	382	222	
07/05	42,489	19,251	18,727	80,467	223	223	
07/04	38,746	11,874	17,841	68,461	227	224	
07/03	29,070	11,585	14,646	55,301	226	224	

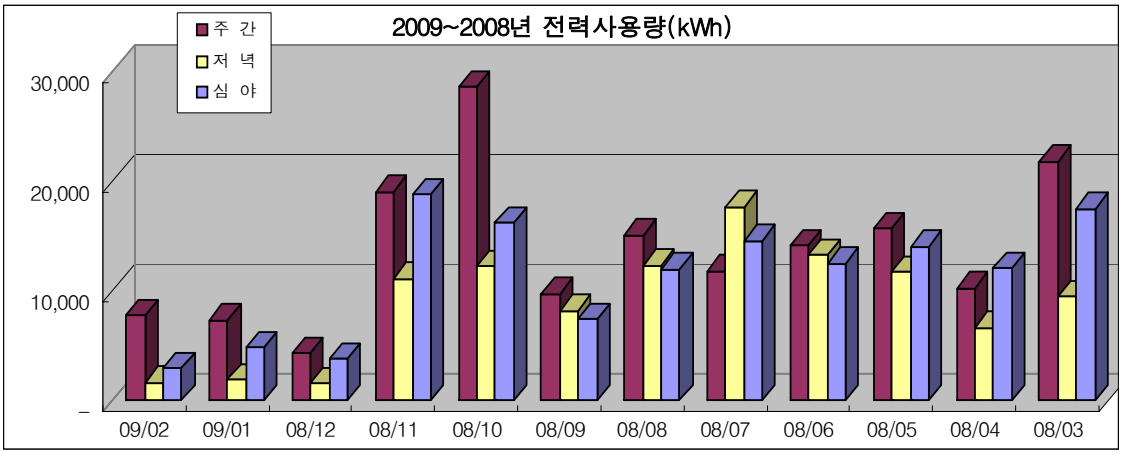


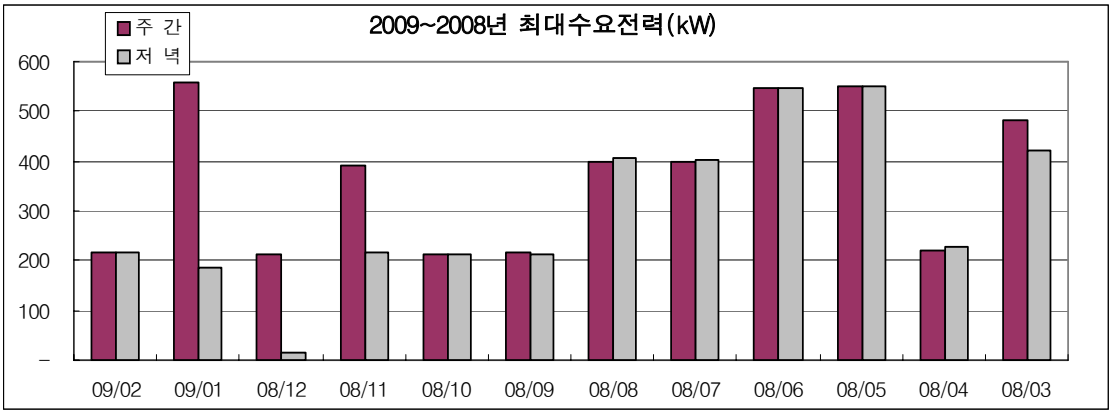


〈 와동 가압장 〉

2009~2008년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
09/02	7,726	1,656	2,892	12,274	217	218	
09/01	7,351	1,935	4,854	1,4140	557	186	
08/12	4,315	1,562	3,832	9,709	211	17	
08/11	19,041	11,128	18,751	48,920	390	215	
08/10	28,565	12,289	16,215	57,069	211	211	
08/09	9,740	8,199	7,458	25,397	216	212	
08/08	15,093	12,328	12,007	39,428	398	407	
08/07	11,815	17,654	14,584	44,053	400	404	
08/06	14,153	13,266	12,505	39,924	547	548	
08/05	15,696	11,712	14,040	41,448	551	552	
08/04	10,258	6,628	12,117	29,003	222	226	
08/03	21,791	9,461	17,517	48,769	482	421	





b. 기술진단

• 운영 현황

– 개 요

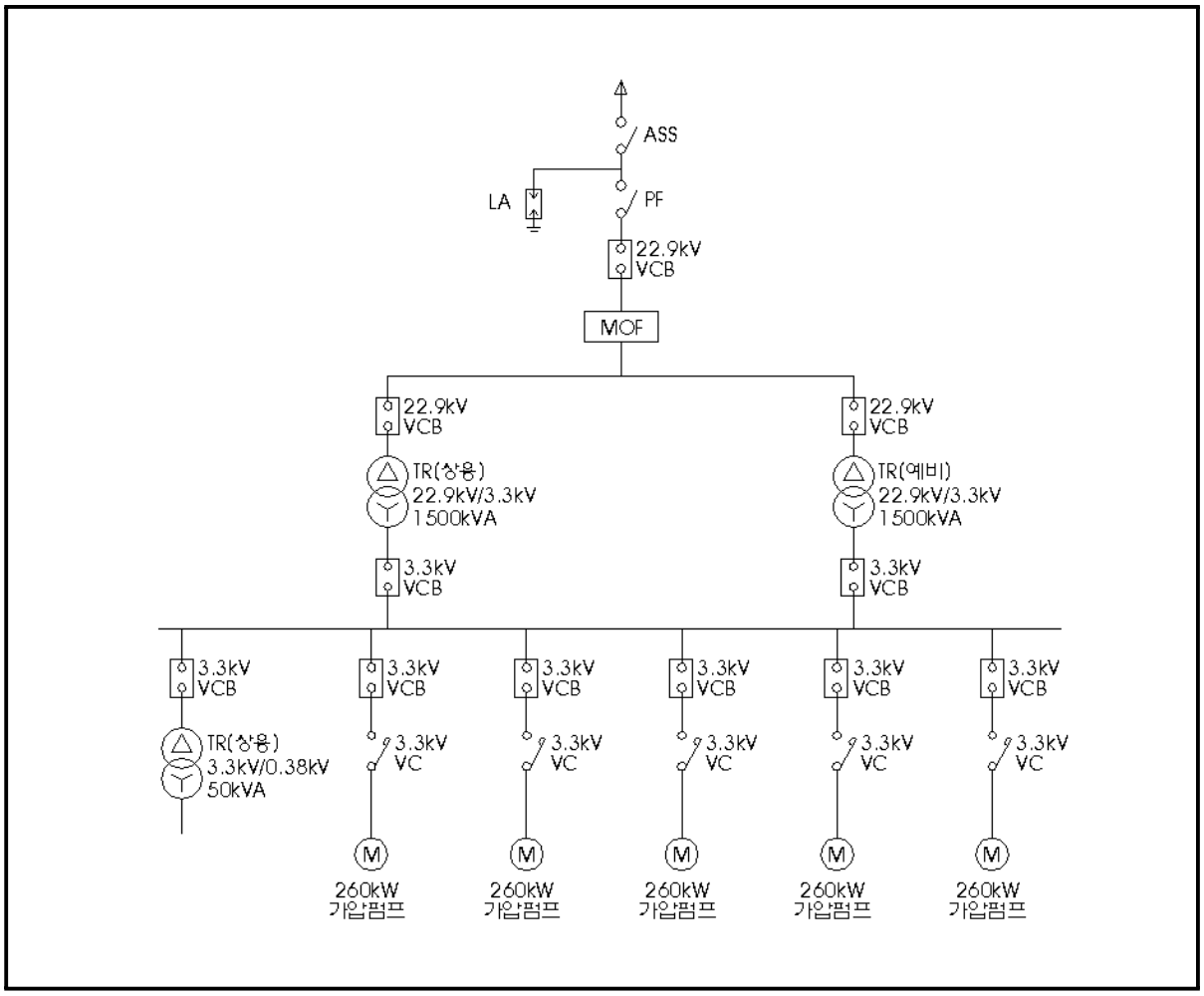
1992년 준공된 시설로서 2002년에 시설물의 유지보수 및 일부개량을 자체적으로 시행하고, 주요설비의 점검 및 정비이력, 전력사용량, 전력 원단위현황, 주요 사고내용 등의 기록이 보존되고 있으며 주요설비 및 부대설비가 양호한 상태로 운전되고 있다.

– 전기설비 부하용량

변압기용량 (kVA)	계약용량 (kW)	피크용량 (kW)	요금적용전력 (kW)	이용율(%)	비 고
1,500	1,500	598		39.8	

– 단선결선도

와동 가압장에서 운영되는 수•변전설비 전력공급 계통은 다음과 같다.



• 기술검토

– 고장전류계산

▷ 계산 조건

• %임피던스(%Z)법에 의한 3상 단락전류로서 계산한다.
• 기준용량은 100MVA로 한다
• 동일 전기실내의 케이블 및 모선등은 무시한다.
• %임피던스 환산식

$$\text{변압기의 \%임피던스} = \%Z_T \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{변압기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{동기기의 \%임피던스} = X''d \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{회전기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{케이블의 \%임피던스} = \frac{\text{케이블임피던스[Ω]} \times \text{기준용량[kVA]}}{(\text{기준 전압 [KV]})^2 \times 10}$$

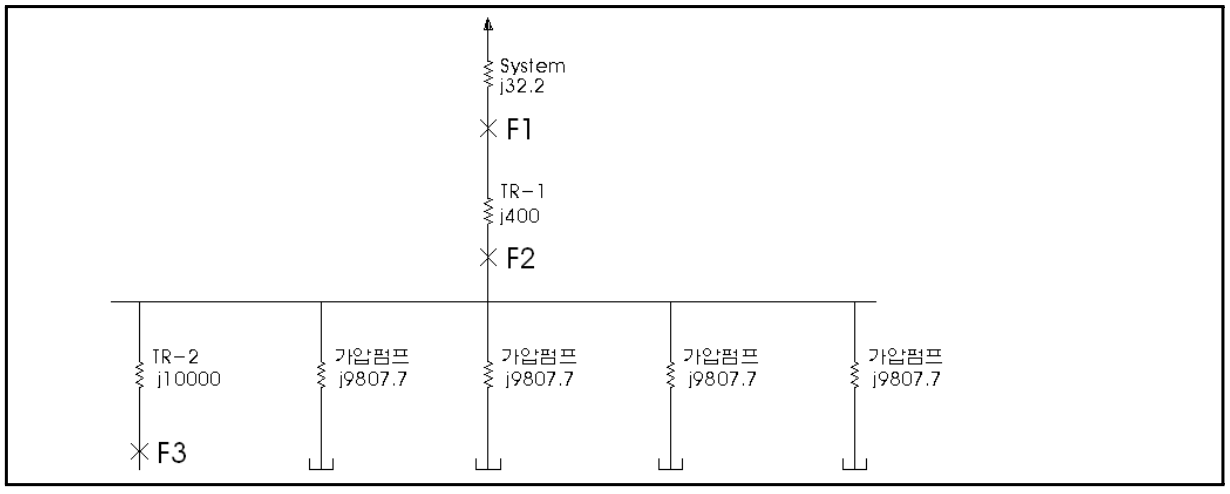
• 단락전류 계산식

$$I_S = \frac{100}{\text{단락점 합성임피던스(\%Z)}} \times \frac{\text{기준용량〔kVA〕}}{\sqrt{3} \times \text{선간전압〔KV〕}} \text{〔KA〕}$$

▷ 기기 및 케이블의 %임피던스 계산

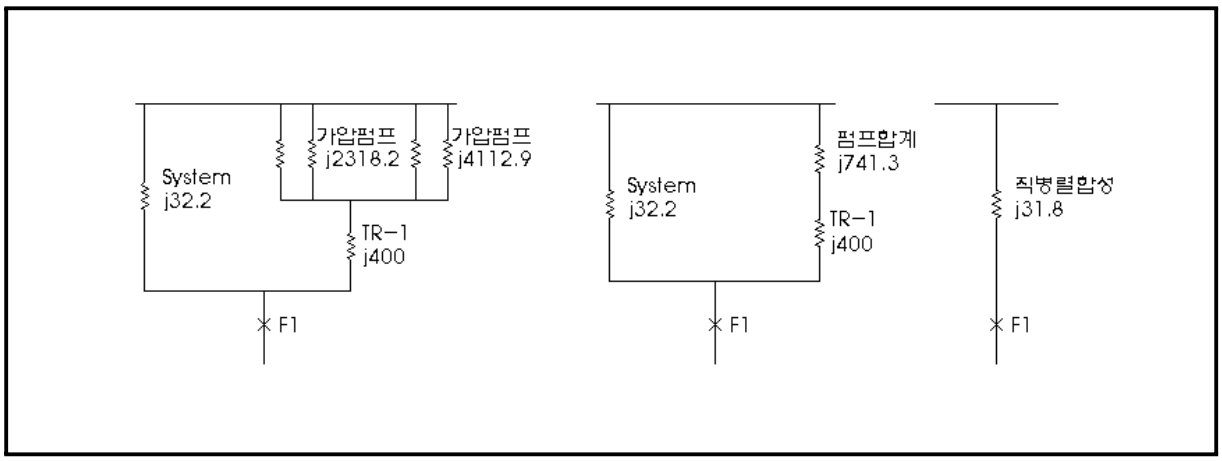
설비명	용 량	계산식	비 고
22.9[kV] 전원임피던스	한전 154[kV]변압기 45[MVA]	$\frac{100}{45} \times 14.5\% = j32.2$	Z=14.5%
22.9[kV] 인입선로	ACSR 1C/150㎟(3km)	10.74 + j23	Z=3.58+j7.68
22.9[kV] 변압기	1.5[MVA]	$\frac{100}{1.5} \times 6\% = j400$	Z=6%

▷ 임피던스도

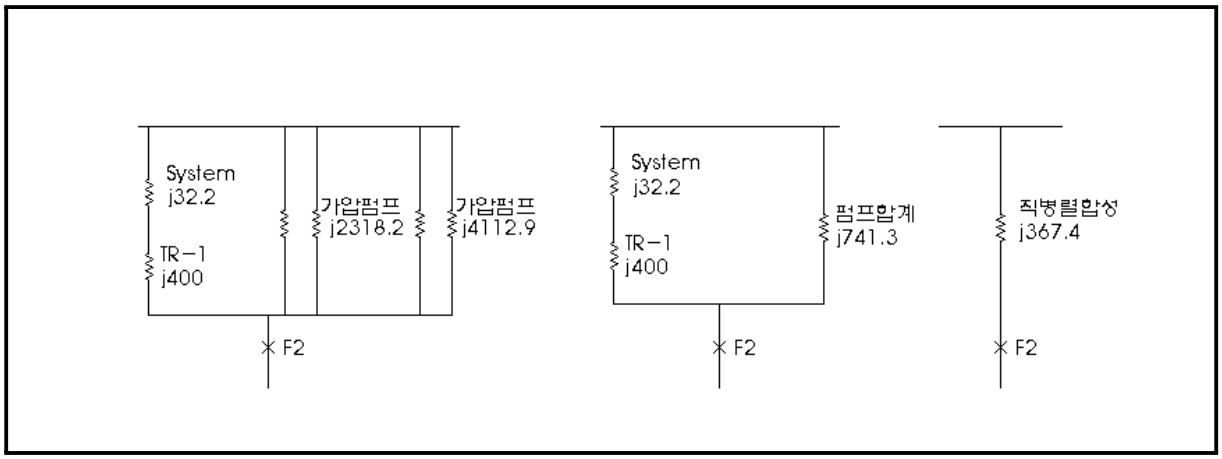


▷ 단락전류 계산

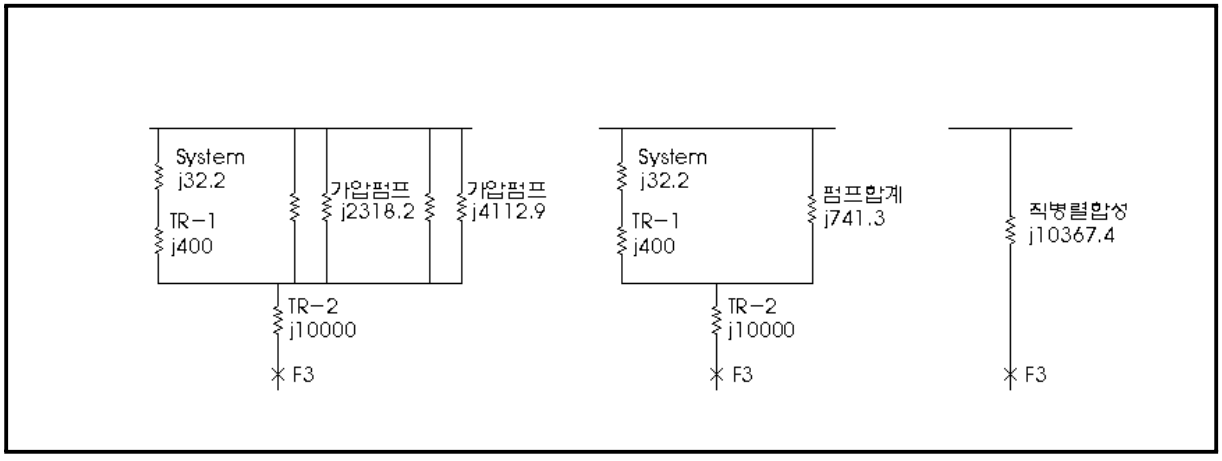
○ $\mathrm{IS(F1)} = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{100}{31.8} \fallingdotseq 7.92[\mathrm{kA}]$



○ $\mathrm{IS(F2)} = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 3.3} \times \frac{100}{367.4} \fallingdotseq 4.76[\mathrm{kA}]$



○ $\mathrm{IS(F3)} = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 0.38} \times \frac{100}{10367.4} \fallingdotseq 1.47[\mathrm{kA}]$



▷ 계산결과

본 사업장의 전력계통의 차단기는 단락전류 계산결과 단락전류 용량선정은 적정한 것으로 판단된다.

모 선	모선전압(kV)	고장전류(kA)	차단기 설치	비 고
수전측 22.9kV(F1)	22.9	7.92	VCB 25.8kV 12.5kA	적 합
배전측 3.3kV(F2)	3.3	4.76	VCB 3.3kV 12.5kA	적 합
배전측 380V(F3)	0.38	1.47	MCCB 600V 14kA	적 합

– 콘덴서 용량검토

▷ 무효전력 보상용 콘덴서

변압기의 무효전력을 보상하기 위한 콘덴서의 부설용량은 다음 표와 같다.

변압기 용량	콘덴서 용량	비 고
500kVA 까지	5 %	한국전력공사의 권장사항
2,000kVA 까지	4 %	
2,000kVA 초과	3 %	

▷ 주변압기 콘덴서용량검토

주변압기 콘덴서 용량검토 결과는 다음 표와 같다.

구 분	변압기 용량	콘덴서 용량	콘덴서 계산용량	비 고
주변압기	1,500 kVA	60 kVA	60 kVA	적정

▷ 저압 콘덴서 용량 산출식

전동기 용량이 150kW를 초과하면 다음식에 의해서 부설 용량을 산출한다.

$$Q = \frac{P}{\eta} \times \{\sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_2} - 1}\}$$

여기에서, Q : 필요 콘덴서 용량(kVA)

P : 전동기 용량(kW)

η : 전동기 효율

$COS^2\Psi_1$: 개선 전 역률

$COS^2\Psi_2$: 개선 후 역률

▷ 저압콘덴서 용량 계산

HP	kW	cosθ 1 (6극)	0.9로 개선시 (kVA)	0.93으로 개선시 (kVA)	0.95로 개선시 (kVA)	콘덴서용량 (kVA)
50	37	84.5	22.28	35.64	45.62	
75	55	85.1	24.89	41.60	54.08	
100	75	85.6	26.91	46.96	61.93	
120	90	86.1	27.92	51.31	68.78	

- CT비 검토

▷ 변압기 CT 비는 변압기 정격전류의 120% 적용

▷ 정격전류(A) = $\frac{\text{변압기용량}}{\sqrt{3}\times\text{선간전압}}$

▷ 변압기 CT 비 검토는 다음 표와 같다.

구 분	용량(kVA)	1 차 측			2 차 측		
		시설용량	계산용량	비 고	시설용량	계산용량	비 고
주변압기	1,500	50	49	적 합	600	525	적 합

c. 시설계량계획

• 개 요

전기설비의 유지보수는 설비의 연중무휴 장기간 사용으로 인한 설비노후가 점진적으로 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로

정기적인 안전진단과 철저한 점검정비로 설비의 안전성 도모와 비용절감을 통한 효율적인 운영관리가 중요하다고 사료됨.

• 개량계획

구 분	검 토 사 항	조 치 계 획	비 고
수변전 설비	•동일용량의 상용, 예비 변압 기 구성으로 전력공급 안정적 •변압기 교체 및 차단기 개량으로 안정적 운영	•개량 계획없음	

④ 계측설비 현황

a. 감시제어 설비

와동 가압장은 정수장에 원수를 공급하기 위한 도수가압장으로 흡수정 운전방법으로 건설하였으나 에너지 절감을 위하여 In-Line 운전방식으로 개량하여 운영중에 있다. 감시제어설비는 수공 TSS 제어반과 현장제어반을 설치하여 운영 Data를 공유하고 있으며 현장제어반은 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어를 하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-90> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반 (수공 TSS)	1식	가압장 제어실	TM/TC Slave Station(TSS) 1000W×900D×1900H TM : TM/TC 이중화(LS산전) 통신 : 수자원공사 UPS : 1kVA(TIAC UX-150FR)	수자원공사 공급 및 관리
가압장 제어반 (TM/TC)	1식	가압장 제어실	TM/TC Slave Station 1100W×650D×2000H PLC : Gm³-CPUA CUEA, EUTB, AD4B(3), D24A(5), RY4A(3) 통신 : 정수장 운영실	
무정전 전원장치	1식	가압장 제어실	전압 : 3상 380V/220V 용량 : 10kVA 제조 : 세방전기(PTX-400) 용도 : 정전시 비상전원 공급	2003. 05
	1식	가압장 제어실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 1kVA 제조 :	

TSS & TM/TC	TSS 내부(수공)	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
			

<그림 5.4-58> 와동 가압장 현장제어반

b. 현장 계측기기류

와동 가압장의 각종 현장 계측기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-91> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	유입유량계실	유입유량 감시-수공 TOKIMEC(UFL-20L)	초음파식 1000A (08.7월 교정)
유입압력계	1ea	유입유량계실	유입압력 감시-수공	다이아프램식 (0 ~ 15bar)
수위계	2ea	가압장 흡수정	흡수정 수위감시-사용하지 않음 서진레벨	투입식 노후
압력계	5ea	펌프실	펌프 토출압력 감시	다이아프램식 (0 ~ 20bar)
	1ea	펌프실	펌프 주 토출압력 감시 YOGOGAWA(UNE-13)	다이아프램식 (0 ~ 20bar)

원수 유입유량(수공)	원수유입 압력(수공)	흡수정 수위계	펌프 주토출 압력계
			

<그림 5.4-59> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

와동 가압장에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

전송기 및 제어설비	외과감시 Camera	제어실 Camera	전기실 Camera
			

<그림 5.4-60> CCTV 설비

<표 5.4-92> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	펌프실 옥상	가압장 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	펌프실 내부	펌프운전감시 Camera	옥내 벽부형
	1Set	제어실	제어실 출입자 감시 Camera	옥내 벽부형
	1Set	전기실	전기실 출입자 감시 Camera	옥내 벽부형
보안설비	1식	가압장 내	출입자 감시(적외선 Sensor)	가압장 외곽
전송설비	1식	제어실	19 " Rack 내장 DVR-(LG RIFATRON) Video Server(FlexWatch 3450) Alarm Interface Unit(AIU-1160) Router(Dasan V2108) Power AMP Power Controller(8ch) 외곽감시경보 Board 등 전용회선 128k	

다. 일동 • 반월 가압장(송수 가압장)

일동•반월 가압장은 반월정수장에서 생산된 정수의 수두를 높일 목적으로 설치된 시설이다. 반월정수장에서 송수되는 정수의 수두가 일동배수지(H.W.L:60.0m)와 반월배수지(H.W.L:84.0m)의 배수위에 미치지 못하므로 가압장을 설치하여 증압펌프 기능으로 증압하기 위한 시설이다.

1) 가압장 시설현황

① 구조물 현황

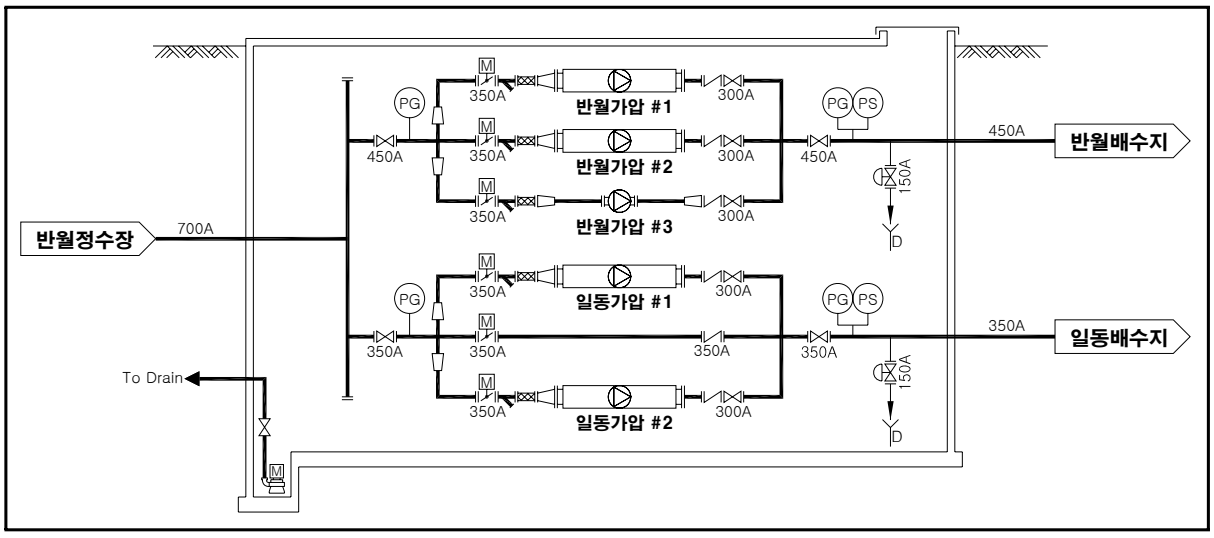
a. 가압장

•펌 프 실 : B8.0m × L14.7m = 117.6㎡

② 기계설비 현황

a. 설비개요

일동•반월가압장은 시설용량이 각각 10,580㎥/일과 16,010㎥/일로 반월정수장에서 일동, 반월배수지로 공급되는 관로중에 시설되어 배수지로의 원활한 공급을 목적으로 하며, 가압장은 In-Line 방식으로 구성되어 있다. 본 수도정비에서 2015년 이후 안정적인 용수공급을 위하여 배수지 신설 및 성포배수지내 가압장을 설치하여 신설배수지와 반월배수지로 가압송수하고, 기존의 일동배수지와 반월배수지 급수구역을 신설배수지와 반월배수지로 전환하여 일동배수지는 휴지하고, 일동/반월가압장은 비상시설로 전환하는 것으로 계획하였다. 일동/반월가압장의 주요설비로는 일동, 반월가압펌프와 흡, 토출밸브류 및 수충압방지밸브, 바닥배수펌프 등이 구성되어 있다. 일동가압펌프는 임펠러를 커팅(2001.6)하여 유량/양정을 변경하여 운전 중에 있으며, 반월가압펌프 1, 2호기는 펌프/모터를 교체하여 양정을 낮추었고, 3호기는 인라인 펌프로 교체하여 운전 중에 있다.



<그림 5.4-61> 일동, 반월가압펌프 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
일동 계통	가압펌프 흡입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A, 7.5K	1997.10 현대밸브		3	Act.:현대밸브 (1997.10)
	가압펌프	심정용 수중모터펌프 300A×7.35㎥/min×55mH(1S)	1997.11 하지공업	110	2(1)	2001.6 임펠러 커팅

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
일동 계통	가압펌프 체크밸브	직폐식 체크밸브 300A		–	2	
		완폐식 체크밸브 300A		–	1	
	수충압 방지밸브	Surge Relief Valve 150A, Y-Pattern Type	1997.7 Bernard	–	1	
반월 계통	가압펌프 흡입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A, 7.5K	1997.10 현대밸브		3	Act.:현대밸브 (1997.10)
	가압펌프 #1, #2	심정용 수중모터펌프 300A×5.56㎥/min×55mH(1S)	2006.12 하지공업	110	2(1)	
	가압펌프 #3	수직축 라인펌프 250A/250A×7.5㎥/min×45mH	2008.3 WILO	110	1	
	가압펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 300A		–	3	
	수충압 방지밸브	Surge Relief Valve 150A, Y-Pattern Type	1997.7 Bernard	–	1	
공통	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A×0.21㎥/min×8mH		0.75	2	

일동•반월가압장 전경	일동계통 가압펌프	반월계통 가압펌프
		
가압펌프 흡입밸브	**수충압방지밸브**	**바닥배수펌프**
		

<그림 5.4-62> 일동•반월가압장 설치현황

c. 송•배수구역 변경에 따른 가압펌프 용량검토

• 검토조건

구 분	인입수두 (m)	송수량 (㎥/일)	펌프양정 (m)	운전	비 고
■ 일동계통					
2015년	52.09	14,752	26	배수지 수위	
■ 반월계통					
2015년	52.09	20,865	55	배수지 수위	

주) 가압장 인입수두 및 가압펌프 송수량, 양정은 토목분야 배수관망 해석에 따름

• 일동반월계통 가압펌프 용량검토

구 분	일동가압장		반월가압장	
	기 존	변 경(2015년)	기 존	변 경(2015년)
펌프형식	심정용 수중모터펌프		심정용 수중모터펌프	
구 경 (mm)	D300	–	D300	D250
펌프유량 (㎥/min)	7.35(10,580㎥/일)	10.24(14,752㎥/일)	5.56(8,005㎥/일)	7.50(10,800㎥/일)
펌프양정 (m)	55	26	55	45
정격동력 (kW)	110	–	110	110
회 전 수 (rpm)	3,450(2P)	–	3,450(2P)	–
수 량 (대)	2대 (1대상용,1대예비)	2대 (1대상용,1대예비)	3대 (2대상용,1대예비)	3대 (2대상용,1대예비)

d. 검토결과

본 가압장은 현재 운영 중에 있으며, 배수지 수위와 연동하여 운전제어를 하고 있다. 시설용량 변경에 따른 가압펌프 용량을 검토하여 보면, 일동계통 가압펌프는 임펠러 외경을 변경하여 현재 운영중이나, 개선후의 성능곡선도 자료가 없어 펌프의 성능을 정확히 알수는 없지만 가압펌프 운전에 따른 일동배수지 유입유량계 지시값과 펌프장 흡•토출 운전압력을 보면 펌프 1대 가동시 약 7.5㎥/min×26mH 로 운전하고 있는 것으로 판단된다. 그러므로 펌프의 유량/양정이 수도정비 계획상에서 변경되더라도 현재의 펌프로 사용하는 것에 문제가 없을 것이라 판단되어 2015년까지 유량 증가가 예상되나 이후에는 가압장이 비상시설로 전환됨을 고려하여 급수계통을 일부 조정하여 펌프 교체없이 운전하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

③ 전기설비 현황

a. 시설현황

• 개 요

일동가압장의 수전설비는 1997년 준공된 시설로서 일동변전소에서 삼일D/L(상시)과 진흥D/L(예비) 22.9kV의 2회선 수전을하고 있으며 전력용변압기(22.9kV/380V 600kVA-2대)를 설치하여 380/220V 전압을 공급하고 있다.

• 시설 현황

- 계약종별 : 산업용(갑) 고압A
- 공급방식 : 22.9kV-y, 3상 4선식, 60Hz
- 계약전력 : 600kW
- 최대수요전력 : 396kW

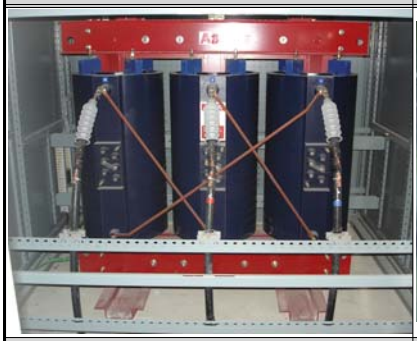
• 전력설비 구성

구 분	전기설비 현황	비 고
수변전설비	•수전선로 : 22.9kV-Y 3상 4선 2회선 구성 •수전설비 : 옥내자립폐쇄형(ALTS, LBS, MOF, PT, VCB) •전력용변압기 : 3Φ 600kVA 2대(몰드) 1대 예비 •수전반 : 4면(옥내자립폐쇄형) •기동반 : 5면(옥내자립폐쇄형) •저압반 : 2면(옥내자립폐쇄형) •배전반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •정류기반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •축전지반 : 1면(옥내자립폐쇄형)	

• 수변전설비 구성

품 명		규 격	수 량	설치년도	비 고
수변전설비	ALTS반	25.8kV 600A 12kA SF6 GAS type	1 면	1997	
	LBS반	25.8kV 600A	1 면	1997	
	MOF 반	CT : 20/5A(Oil type) PT : 13.2kV/110	1 면	1997	
	PF, PT반	PF : 25.8kV 200AF 1AT PT : 13.2kV/110V (Mold type)	1 면	1997	
	Main VCB반	25.8kV 600A 12.5kA	1 면	1997	
	TR(전력용변압기)	22.9kV/380V 600kVA (Mold type)	2대	1997	
	ACB반	ACB : 600AF/1200AT	2 면	1997	
	저압기동반 (LV-3,4,5)	ACB : 600AF/1000AT CT : 300/5A 15VA 리액터 : 120KW 콘덴서 : 3상 380V 25KVA	3 면	1997	
	저압기동반 (LV-6,7)	ACB : 600AF/1000AT CT : 300/5A 15VA 리액터 : 110KW 콘덴서 : 3상 380V 25KVA	2 면	1997	
	MCCB반	MCC 전원공급반	1 면	1997	

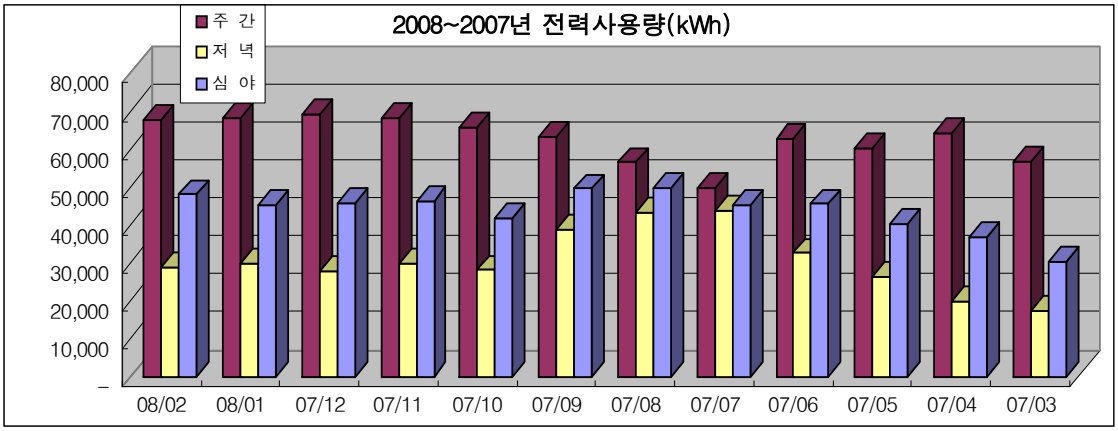
• 수전설비 현장사진

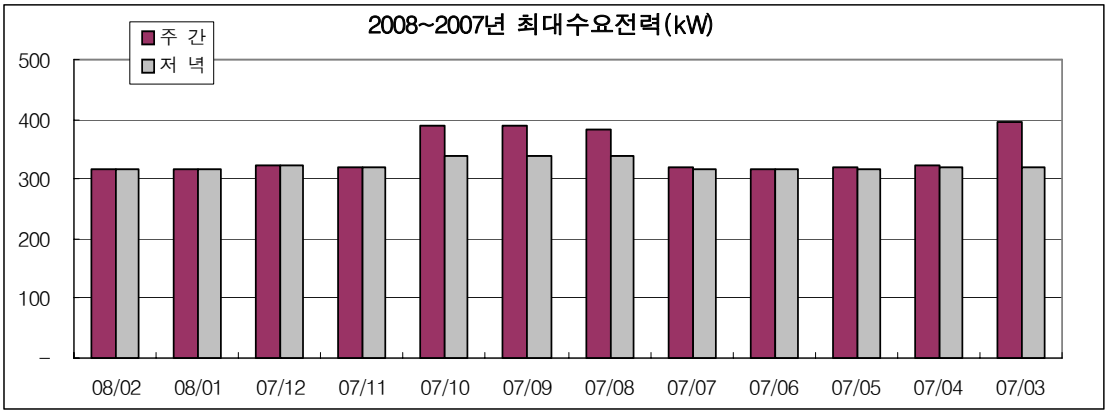
인입전주	전주번호	수전설비
		
ALTS	LBS	PF & MOF
		
변압기	ACB	저압반
		
보호계전기	가압펌프 기동반	MCC & 정류기반
		

• 전력량 변화추이

〈 일동 가압장 〉
2008~2007년 전력사용량

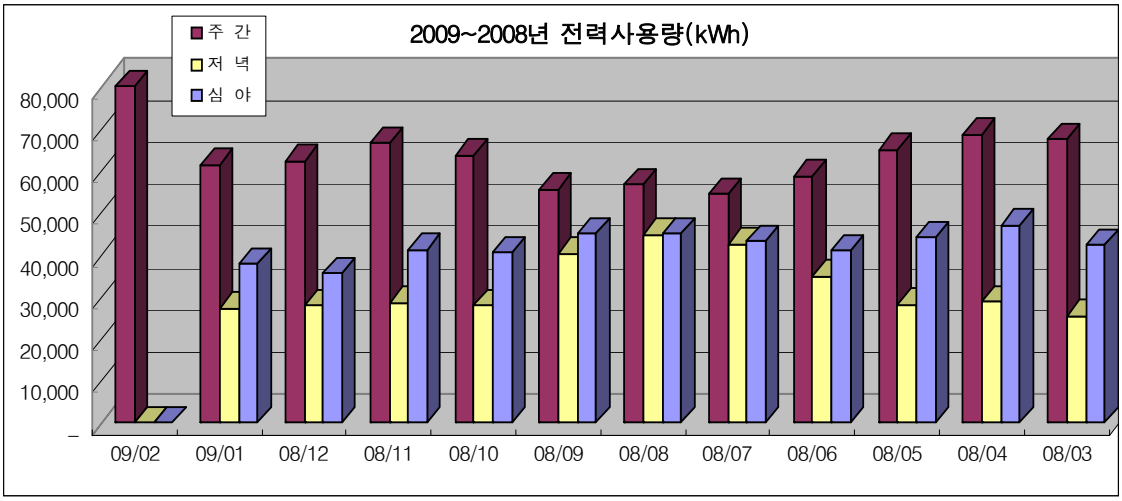
년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
08/02	67,190	28,574	47,683	143,447	318	317	
08/01	67,579	29,395	45,134	142,108	316	316	
07/12	68,688	27,710	45,336	141,734	322	322	
07/11	67,814	29,520	46,118	143,452	321	321	
07/10	65,491	27,835	41,458	134,784	389	339	
07/09	63,024	38,534	19,176	150,734	389	339	
07/08	56,150	43,157	49,411	148,718	384	338	
07/07	49,555	43,675	45,043	138,273	324	318	
07/06	62,150	32,294	45,202	139,646	317	317	
07/05	59,827	26,213	40,099	126,139	319	318	
07/04	63,605	19,781	36,504	119,890	322	321	
07/03	56,280	17,107	30,293	103,680	396	321	

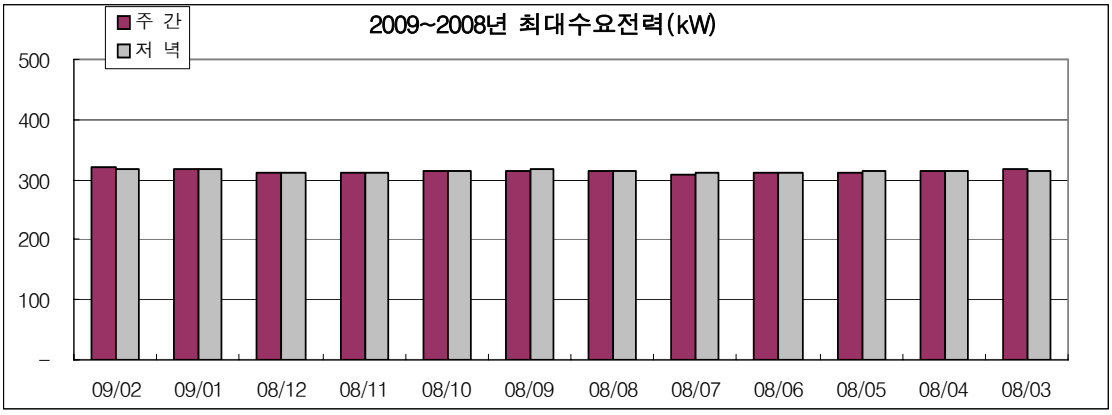




〈 일동 가압장 〉
2009~2008년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
09/02	128,780			128,780	320	319	계기교환
09/01	61,382	27,149	37,718	126,249	319	318	
08/12	32,357	27,830	35,592	125,779	312	312	
08/11	66,494	28,603	41,112	136,209	312	312	
08/10	63,638	27,917	40,349	131,904	314	314	
08/09	55,421	40,118	44,971	140,510	313	318	
08/08	56,654	44,630	45,029	146,313	316	314	
08/07	54,326	42,379	43,253	139,958	309	312	
08/06	58,656	34,925	40,982	134,563	312	311	
08/05	64,877	28,003	44,026	136,906	312	313	
08/04	68,669	28,829	46,954	144,452	314	313	
08/03	67,526	25,450	42,269	135,245	318	316	





b. 기술진단

• 운영 현황

– 개 요

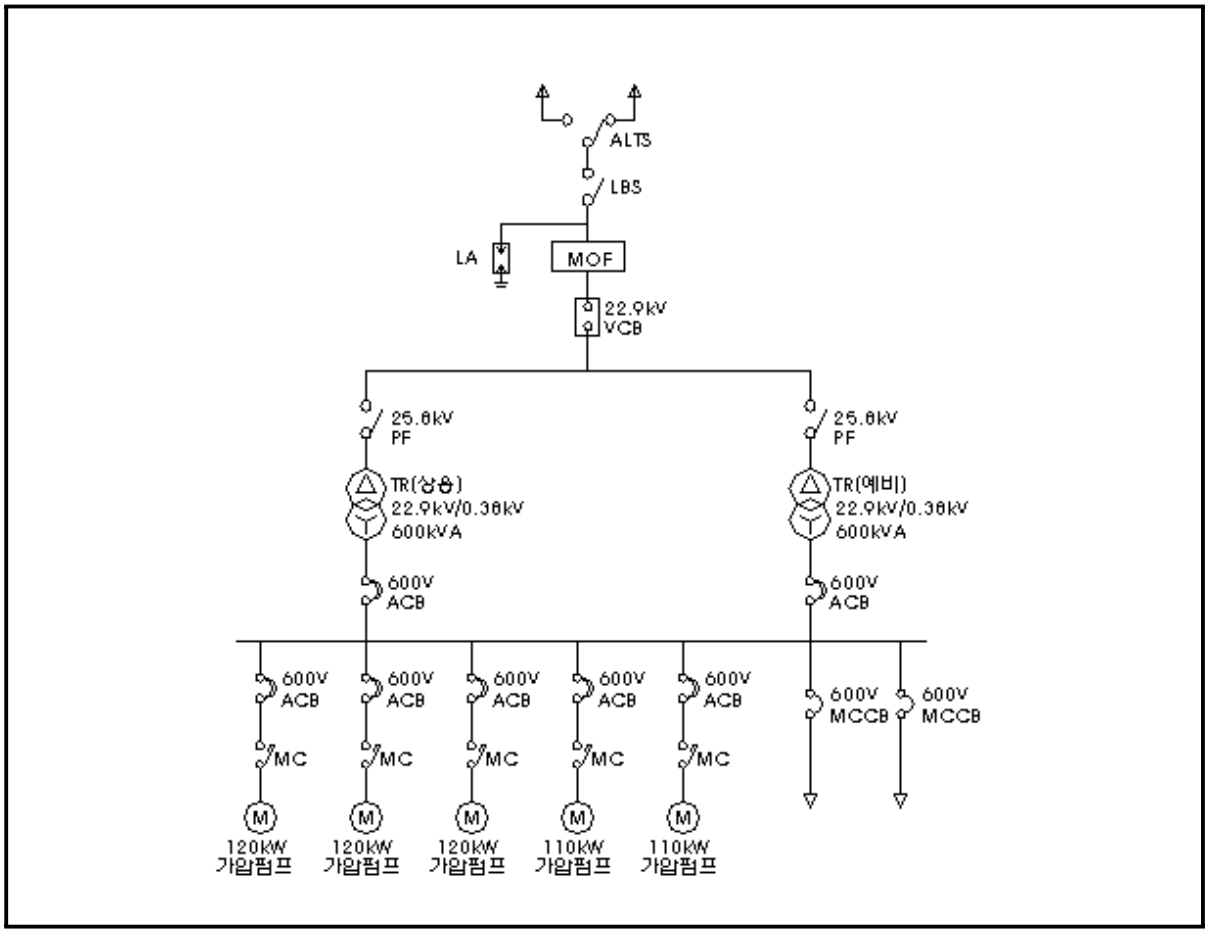
1994년 준공된 시설로서 시설물의 유지보수 및 점검정비를 자체적으로 시행하고, 주요설비의 점검 및 정비이력, 전력사용량, 전력 원단위현황, 주요 사고내용 등의 기록이 보존되고 있으며 주요설비 및 부대설비가 양호한 상태로 운전되고 있다.

– 전기설비 부하용량

변압기용량 (kVA)	계약용량 (kW)	피크용량 (kW)	요금적용전력 (kW)	이용율(%)	비 고
600	600	396	–	66	

– 단선결선도

일동 가압장에서 운영되는 수•변전설비 전력공급 계통은 다음과 같다.



• 기술검토

– 고장전류계산

▷ 계산 조건

• %임피던스(%Z)법에 의한 3상 단락전류로서 계산한다.
• 기준용량은 100MVA로 한다
• 동일 전기실내의 케이블 및 모선등은 무시한다.
• %임피던스 환산식

$$\text{변압기의 \%임피던스} = \%Z_T \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{변압기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{동기기의 \%임피던스} = X''d \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{회전기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{케이블의 \%임피던스} = \frac{\text{케이블임피던스[Ω]} \times \text{기준용량[kVA]}}{(\text{기준 전압 [KV]})^2 \times 10}$$

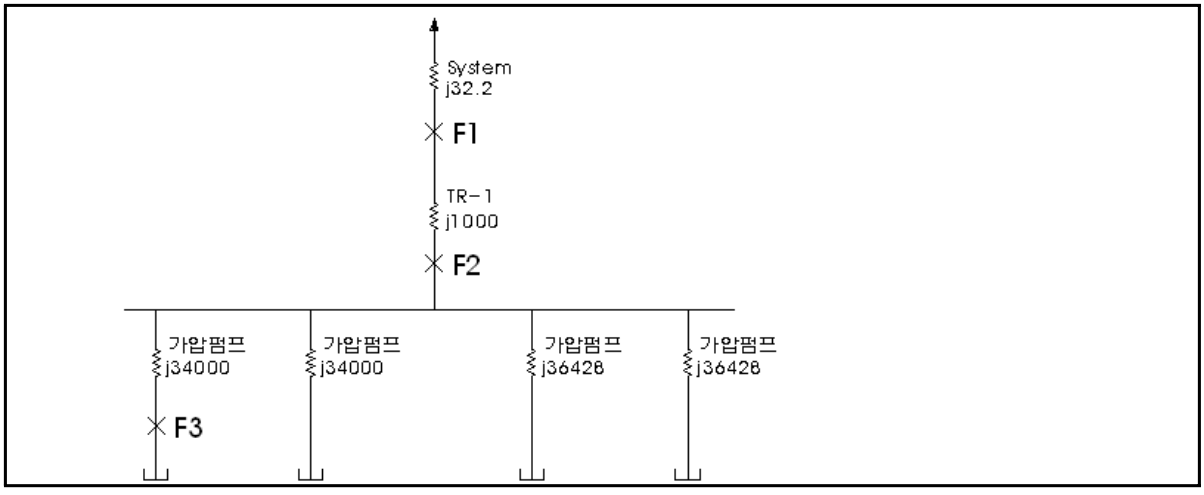
• 단락전류 계산식

$$I_S = \frac{100}{\text{단락점 합성임피던스(\%Z)}} \times \frac{\text{기준용량〔kVA〕}}{\sqrt{3} \times \text{선간전압〔KV〕}} \text{〔KA〕}$$

▷ 기기 및 케이블의 %임피던스 계산

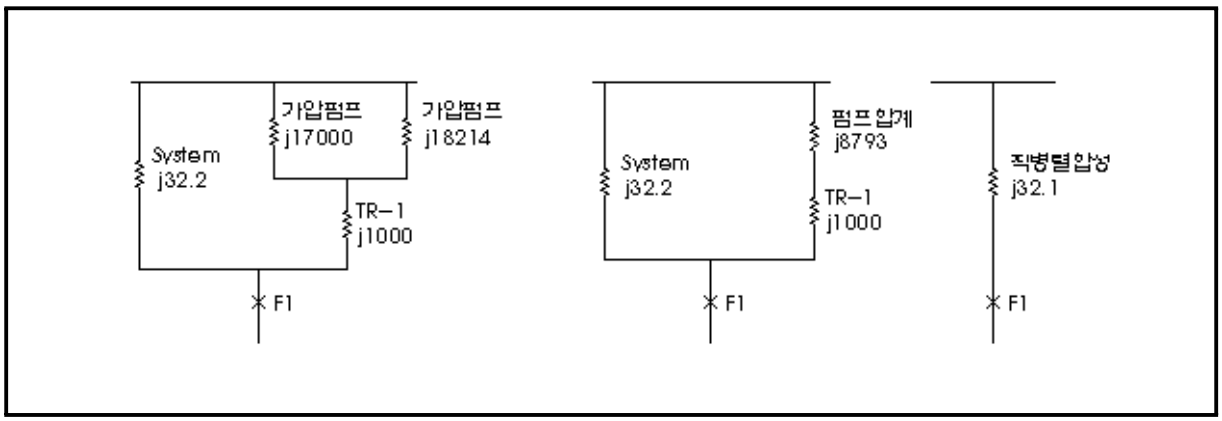
설비명	용 량	계산식	비 고
22.9[kV] 전원임피던스	한전 154[kV]변압기 45[MVA]	$\frac{100}{45} \times 14.5\% = j32.2$	Z=14.5%
22.9[kV] 인입선로	ACSR 1C/150㎟(3km)	10.74 + j23	Z=3.58+j7.68
22.9[kV] 변압기	0.6[MVA]	$\frac{100}{0.6} \times 6\% = j1000$	Z=6%

▷ 임피던스도

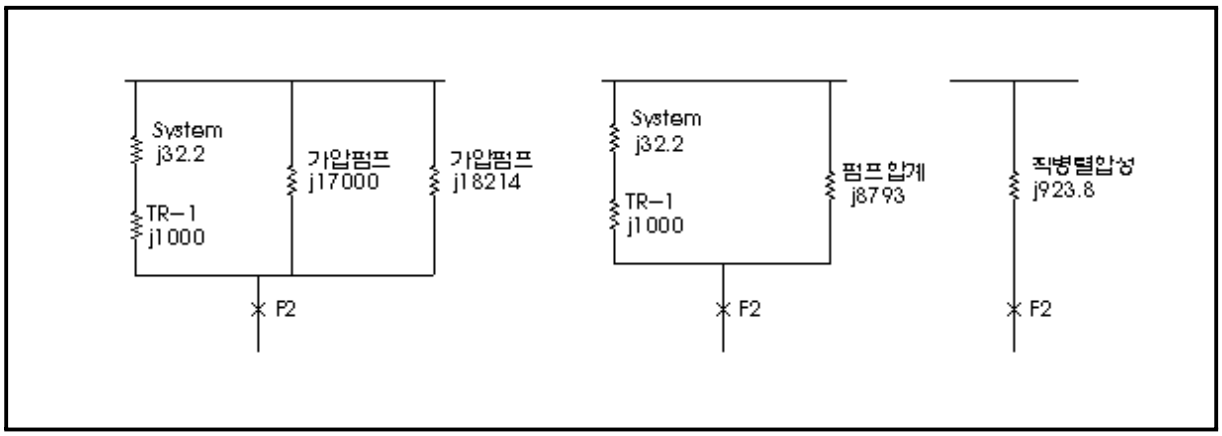


▷ 단락전류 계산

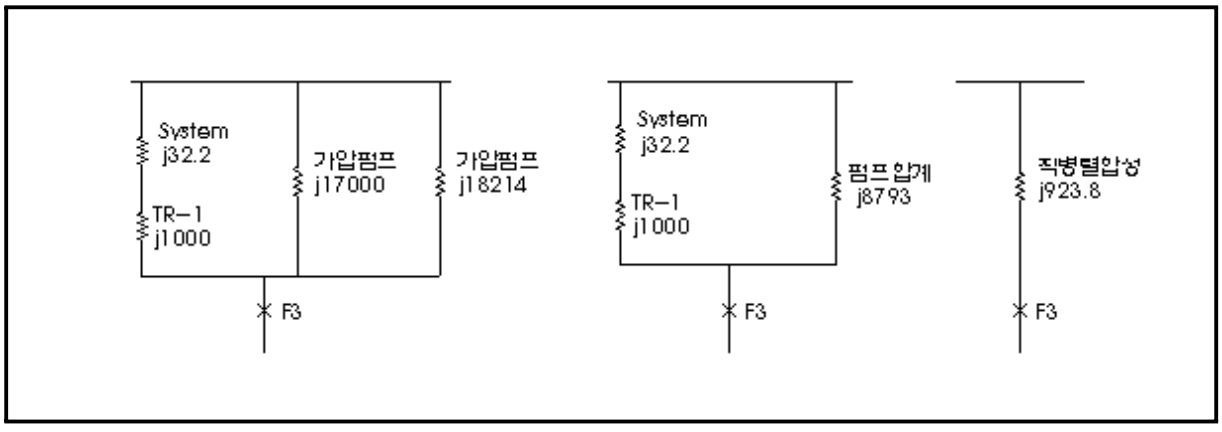
• $IS(F1) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{100}{32.1} \fallingdotseq 7.86[kA]$



• $IS(F2) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 0.38} \times \frac{100}{923.8} \fallingdotseq 16.45[kA]$



• $IS(F3) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 0.38} \times \frac{100}{923.8} \fallingdotseq 16.45[kA]$



▷ 계산결과

본 사업장의 전력계통의 차단기는 단락전류 계산결과 단락전류 용량선정은 적정한 것으로 판단된다.

모 선	모선전압(kV)	고장전류(kA)	차단기 설치	비 고
수전측 22.9kV (F1)	22.9	7.86	25.8kV 600A 12.5kA	적합
배전측 380V(F2,F3)	0.38	16.45	ACB 600V 45kA	적합

– 콘덴서 용량검토

▷ 무효전력 보상용 콘덴서

변압기의 무효전력을 보상하기 위한 콘덴서의 부설용량은 다음 표와 같다.

변압기 용량	콘덴서 용량	비 고
500kVA 까지	5 %	한국전력공사의 권장사항
2,000kVA 까지	4 %	
2,000kVA 초과	3 %	

▷ 주변압기 콘덴서용량검토

주변압기 콘덴서 용량검토 결과는 다음 표와 같다.

구 분	변압기 용량	콘덴서 용량	콘덴서 계산용량	비 고
주변압기	600 kVA	24 kVA	25 kVA	적정

▷ 저압 콘덴서 용량 산출식

전동기 용량이 150kW를 초과하면 다음식에 의해서 부설 용량을 산출한다.

$$Q = \frac{P}{\eta} \times \{\sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_2} - 1}\}$$

여기에서, Q : 필요 콘덴서 용량(kVA)

P : 전동기 용량(kW)

η : 전동기 효율

$COS^2\Psi_1$: 개선 전 역률

$COS^2\Psi_2$: 개선 후 역률

▷ 저압콘덴서 용량 계산

HP	kW	cosθ 1 (6극)	0.9로 개선시 (kVA)	0.93으로 개선시 (kVA)	0.95로 개선시 (kVA)	콘덴서용량 (kVA)
50	37	84.5	22.28	35.64	45.62	
75	55	85.1	24.89	41.60	54.08	
100	75	85.6	26.91	46.96	61.93	
120	90	86.1	27.92	51.31	68.78	

- CT비 검토

▷ 변압기 CT 비는 변압기 정격전류의 120% 적용

▷ 정격전류(A) = $\frac{\text{변압기용량}}{\sqrt{3}\times\text{선간전압}}$

▷ 변압기 CT 비 검토는 다음 표와 같다.

구 분	용량(kVA)	1 차 측			2 차 측		
		시설용량	계산용량	비 고	시설용량	계산용량	비 고
주변압기	600	20	15	적 합	1200	1100	적 합

c. 시설계량계획

• 개 요

전기설비의 유지보수는 설비의 연중무휴 장기간 사용으로 인한 설비노후가 점진적으로 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 정기적인 안전진단과 철저한 점검정비로 설비의 안전성 도모와 비용절감을 통한 효율적인 운영관리가 중요하다고 사료됨.

• 개량계획

구 분	검 토 사 항	조 치 계 획	비 고
수변전 설비	•ALTS에 의한 자동절체로 전원공급 안정적임. •동일용량의 상용, 예비 변압 기 구성으로 안정적 운영 •정수장 전력설비는 전반적으로 기기의 노후화가 진행되고 있으나 현재까지 설비가 양호함	_ _ •정기적인 진단 및 유지관리 필요함	

④ 계측설비 현황

a. 감시제어 설비

일동 · 반월 가압장은 반월 및 일동배수지에 용수를 공급하기 위한 In-Line 가압장으로 지하 펌프실 및 전기실로 구성되어 있다. 감시제어설비는 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어를 하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-93> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반 (TM/TC)	1식	가압장 전기실	TM/TC Slave Station 1200W×700D×2000H PLC : Gm³-CPUA CUEA, EUTB, DA4I, AD4A, AD4B, D24A, RY4A(4) 통신 : 정수장 운영실	
무정전 전원장치	1식	가압장 전기실	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 3kVA 제조 : 세방전기(PTX-4030)	2004. 11

펌프실	TM/TC Slave	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-63> 일동/반월 가압장 현장제어반

b. 현장 계측기기류

일동/반월 가압장의 각종 현장 계측기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-94> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
토출 압력계	1ea	펌프 토출	반월계통 펌프 토출압력 감시 KONICS(KT-301)	다이아프램식 (0 ~ 10bar)
	1ea	펌프 토출	일동계통 펌프 토출압력 감시	다이아프램식 (0 ~ 10bar)

펌프실	반월계통 펌프토출 압력계	일동계통 펌프토출 압력계
		

<그림 5.4-64> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

일동/반월 가압장에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-95> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
설비감시	1Set	펌프실 내부	펌프운전감시 Camera	옥내 벽부형
	1Set	전기실	전기실 출입자 감시 Camera	옥내 벽부형
보안설비	1식	가압장 내	출입자 감시(적외선 Sensor)	가압장 외곽
전송설비	1식	전기실	19 " Rack 내장 21 " CRT Monitor Video Server(FlexWatch 3450) Signal Distributer Signal Converter Power Controller(8ch) Router(Dasan V2108) 전용회선 128k	

CCTV 전송기 및 제어설비	전기실 감시 Camera	펌프실 감시 Camera
		

<그림 5.4-65> CCTV 설비

라. 반월 가압장(송수 가압장)

반월 가압장은 반월정수장(L.W.L : 64m)에서 송수되어 오는 정수의 수두를 높일 목적으로 설치된 시설로 현재 휴지 상태이다. 이 시설은 반월지역의 급수불량 해소를 목적으로 설치되었으나 일동•반월 가압장의 신설로 현재는 운전을 중지하고 있다.

1) 가압장 시설현황

① 구조물 현황

a. 흡수정

- 규　　격 : B10.3m × L6.3m × H3.3m
- 지　　수 : 1지
- 용　　량 : 110㎥
- 체류시간 : 18분
- 상단여유고 : 40cm

b. 가압장

- 펌 프 실 : B5.3m × L6.3m = 33.39㎡

② 기계설비 현황

a. 개요

반월가압장은 시설용량 6,700㎥/일로 반월정수장에서 반월배수지로 공급되는 관로중에 시설되어, 부족한 수두을 높여 반월배수지로 원활한 공급을 위하여 설치되었으나 일동•반월가압장이 신설되어 그 용도를 대신하고 있어 현재는 운휴중이다.

2009년 2월 현장조사 당시 반월가압장은 오래동안 사용하지 않아 기자재 등이 많이 손상되어 가압장으로의 기능을 상실한 상태이다. 따라서 본 수도정비기본계획에서는 반월가압장은 일동•반월가압장이 원활히 가동되고 있으므로 장래에 폐지할 예정이다.

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 5.0㎥/min×50mH	1992.7 공신기업	45	3	
	진공펌프	수봉식 진공펌프 40A			1	

가압장 전경	가압펌프	진공펌프
		
가압펌프 흡입배관	**가압펌프 토출배관**	**가압펌프 체크밸브**
		

<그림 5.4-66> 가압장 설치현황

③ 전기설비 현황

반월가압장은 운영중지중인 시설로 전력인입설비는 철거되었으며 장래 폐쇄 예정으로 현재 운영하지 않음

④ 계측설비 현황

반월 가압장은 운영중지중인 시설로 전력인입설비는 철거되었으며 장래 폐지 예정 시설물로 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-96> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반	1식	펌프실	현장 제어반 900W×600D×2200H 펌프제어 원격제어기능 없음	

<표 5.4-97> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
수위계	2ea	흡수정 수위	흡수정 수위감시 HITROL	투입식

현장 제어반	현장 제어반	흡수정 수위계
		

<그림 5.4-67> 반월 가압장 현장제어반

마. 대부 가압장(송수 가압장)

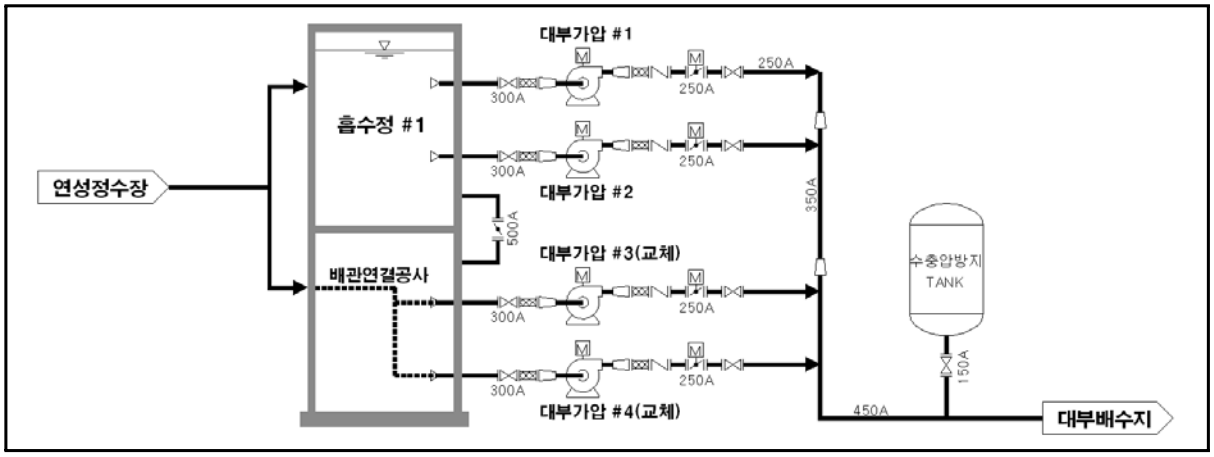
대부가압장은 연성정수장(L.W.L : 42.51m)에서 생산된 정수의 수두를 높일 목적으로 설치된 시설이다.

1) 가압장 시설현황

① 기계설비 현황

a. 설비개요

대부가압장은 시설용량 25,000㎥/일로 연성정수장에서 대부배수지로 공급되는 관로중에 시설되어, 부족한 수두을 높여 대부배수지로 원활한 공급을 위하여 설치되었다. 가압장은 흡수정 방식으로 구성되어 있으나, 가압장 전단의 수두를 이용하기 위해서 흡수정 내의 배관을 펌프 흡입측에 직접 연결하고, 펌프 2대를 교체(2009년 6월 개량)하여 인라인 방식으로 운영하고 있다. 주요설비로는 가압펌프와 흡, 토출밸브류 및 수충압방지장치, 유지관리용 호이스트 등이 구성되어 있다.



<그림 5.4-68> 대부가압펌프 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압장 유입주밸브	전동 1상식 제수밸브 600A		3.7	1	Act.:모건코리아 (2001.12)
	흡수정 유입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A			2	Act.:Noah
	가압펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 250/200A×5.78㎥/min×109mH	2001.8 신신기계	190	2	NDV-205E
		수직축 인라인펌프 300/250A×8.68㎥/min×40mH	2009.6 대한중전기	110	2	DLG
	가압펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 250A		-	4	
	가압펌프 토출밸브	전동 1상식 수직형 BFV 250A			4	Act.:Noah
	수충압 방지장치	Air Chamber 8㎥×1기 공기압축기 : 왕복동식 0.305㎥/min×14kg/㎠×2(1)대	2001.4 장한기술	3.7 ×2(1)	1식	
		현장조작반 : STS304 수충압방지장치 자동제어반 1식		-		
	유지관리용 호이스트	Monorail Hoist 5Ton	LG		1	
	반출입용 호이스트	Monorail Hoist 5Ton	LG		1	
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			2	유입밸브실
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			2	펌프실

대부가압장 전경	가압펌프(기존)	가압펌프(교체)
		
수충압방지장치	**유지관리용 호이스트**	**바닥배수펌프**
		

<그림 5.4-69> 대부가압장 설치현황

c. 송•배수구역 변경에 따른 가압펌프 용량검토

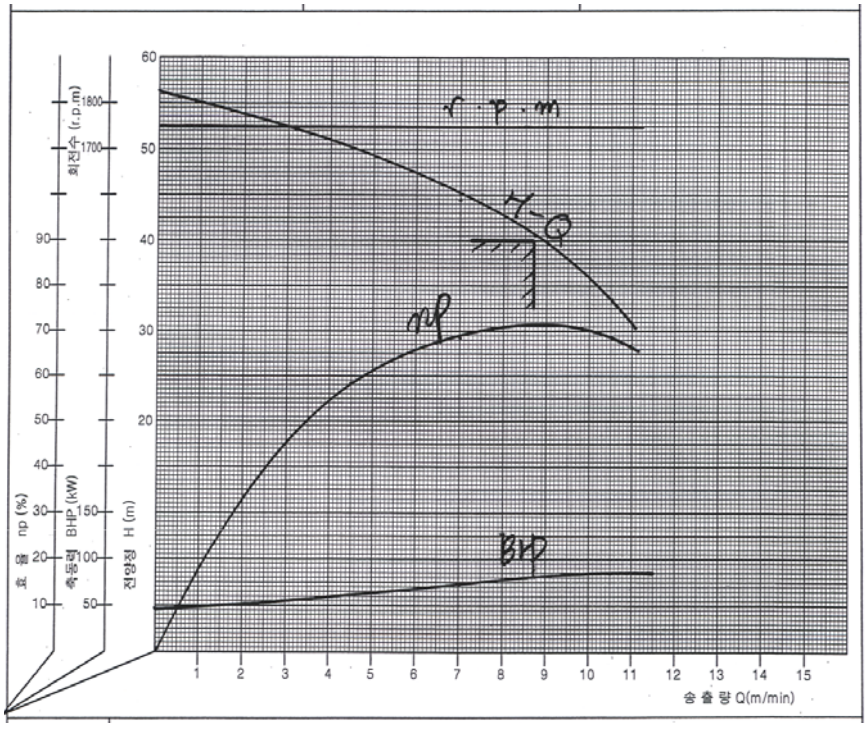
• 검토조건

구 분	송수량 (㎥/일)	펌프양정 (m)	배수지 수위(m)	운전	비 고
2015년	2,664	40	HWL 69.2 LWL 65.0	배수지 수위	
2025년	2,957			배수지 수위	

주) 가압펌프 송수량, 양정은 토목분야 배수관망 해석에 따름

• 대부가압펌프 용량검토

구 분	기 존	변 경(2대 교체)	비 고
펌프형식	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프	수직축 인라인펌프	
구 경 (mm)	D250 × D200	D300 × D250	
펌프유량 (㎥/min)	5.78(8,320㎥/일)	8.68(12,500㎥/일)	
펌프양정 (m)	109	40	
펌프효율 (%)	–	70	
정격동력 (kW)	190	110	
회 전 수 (rpm)	1,750(4P)	1,750(4P)	
수 량 (대)	4대(3대 상용, 1대 예비)	2대(1대 상용, 1대 예비)	



<그림 5.4-70> 대부가압펌프(2대 교체분) 성능곡선도

d. 검토결과

본 가압장은 현재 대부배수지 수위에 따른 운전을 하고 있으며, 2009년 6월에는 펌프 흡수정 1지를 인라인 형식으로 개량하고, 펌프 2대를 용량 변경하여 교체, 운전하고 있다. 개량 결과를 보면 가압장 인입측의 남은 수두를 이용할 수 있으므로 펌프 소요동력이 감소하고 이에 따른 전력비의 감소가 예상된다. 또한 교체된 펌프의 유량을 보면 향후 필요한 유량을 충분히 만족할 것으로 판단된다.

② 전기설비 현황

a. 시설현황

• 개 요

대부가압장의 수전설비는 2000년 준공되어 2009년 6월 일부설비를 개량 하였으며 사강변전소 방아D/L에서 22.9kV의 1회선 수전을하고 있으며 전력용변압기(22.9kV/3.3kV 350kVA-1대, 22.9kV/380-220V 50kVA-1대)를 설치하여 사용전압을 공급하고 있다.

• 시설 현황

- 계약종별 : 산업용(을) 고압A
- 공급방식 : 22.9kV-y, 3상 4선식, 60Hz
- 계약전력 : 400kW

• 전력설비 구성

구 분	현 실 태	비 고
수전설비	•수전선로 : 22.9kV-Y 3상 4선 1회선 구성 •수전설비 : 옥내자립폐쇄형(LBS, MOF, PF, VCB) •전력용변압기 : 3Φ 350kVA 1대(몰드) •소내용변압기 : 3Φ 50kVA 1대(몰드) •수전반 : 4면(옥내자립폐쇄형) •고압반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •고압기동반 : 2면(옥내자립폐쇄형) •저압반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •정류기반 : 1면(옥내자립폐쇄형) •축전지반 : 1면(옥내자립폐쇄형)	
가압펌프동	•전동기 기동반(MCC) : 1식	

• 수전설비 구성

품 명		규 격	수 량	설치년도	비 고
수변전설비	LBS 반	25.8kV 600A Motor Type	1 면	2000	주전기실
	MOF 반	PF : 25.8kV 200AF 20AT CT: 15/5A(Oil type) PT: 13.2kV/110	1 면	2009.6 개량	PF 및 MOF 교체
	PF, PT반	PF : 25.8kV 200AF 1AT PT : 13.2kV/110V (Mold type)	1 면	2000	주전기실
	Main VCB반	25.8kV 600A 12.5kA CT : 15/5A	1 면	2009.6 개량	CT 교체
	TR(전력용변압기)	22.9kV/380V 350kVA (Oil type)	1대	2009.6 개량	변압기 교체
	MAIN 고압반	VCB : 7.2kV 630A 25kA LA : 18kV 2.5kA CT : 100/5A	1 면	2009.6 개량	CT 교체
	고압기동반	VCB : 7.2kV 400A 8kA CT : 30/5A SC : 20kVA 리액터 : 110kW	2 면	2009.6 개량	CT, SC, 리액터 교체
	TR 및 저압반	PF : 25.8kV 200AF 3AT 22.9kV/380V 50kVA MCCB	1 면	2000	주전기실
	정류기 & 밧데리반	TR : 3상 10kVA RECTIFIRE : 50A 2V 120Ah 55CELL	1 식	2000	주전기실
	전동기제어반	MCC	1 식	2000	주전기실

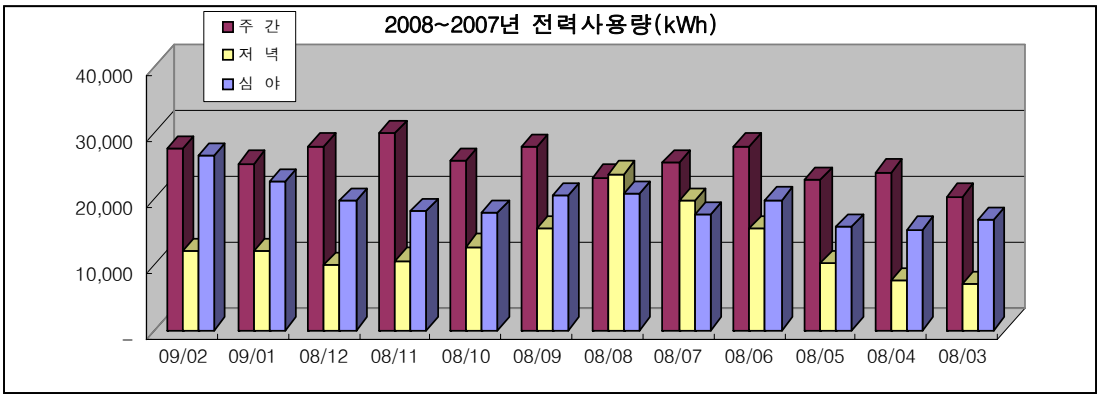
• 수전설비 현장사진

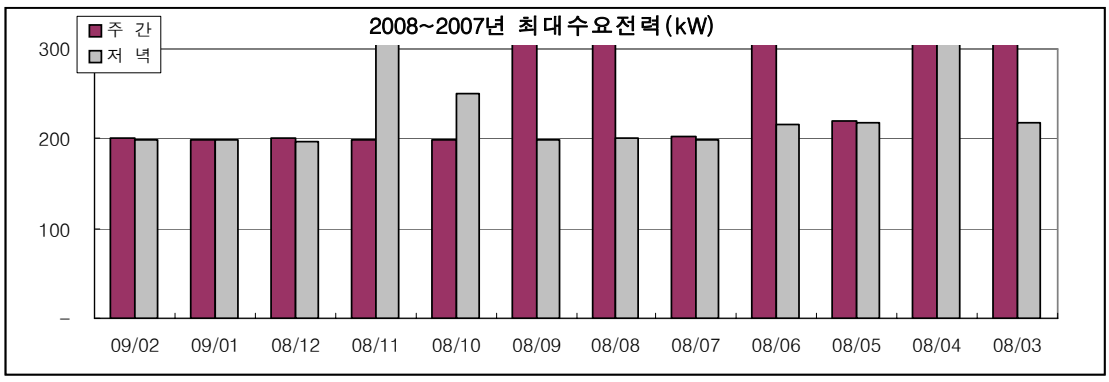
인입전주	전 경	수전설비
		
LBS	PF & MOF	VCB
		
변압기	고압반	고압 콘덴서
		
가압펌프 기동반	저압 배전반	정류기반
		

• 전력량 변화추이

〈 대부 가압장 〉
2008~2007년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
08/02	27,590	12,002	26,381	65,973	201	199	
08/01	25,279	11,902	22,406	59,587	199	499	
07/12	27,900	9,893	19,591	57,384	200	197	
07/11	29,930	10,541	18,094	58,565	199	364	
07/10	25,733	12,636	17,683	56,052	198	251	
07/09	27,742	15,293	20,376	63,411	354	199	
07/08	23,155	23,659	20,657	67,471	356	200	
07/07	25,416	19,570	17,532	62,518	202	199	
07/06	27,922	15,487	19,735	63,144	342	216	
07/05	22,860	10,094	15,667	48,621	220	218	
07/04	23,962	7,524	15,278	46,764	364	361	
07/03	20,268	6,912	16,726	43,906	361	217	

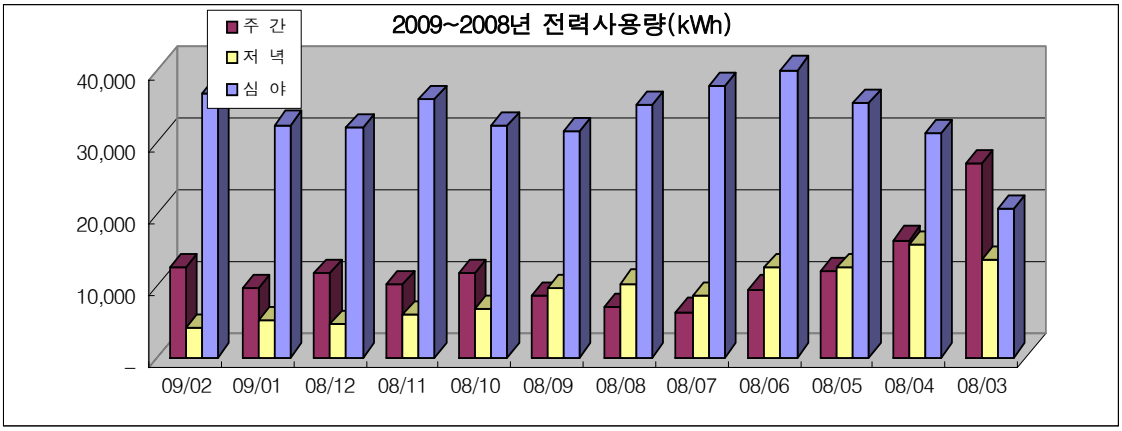


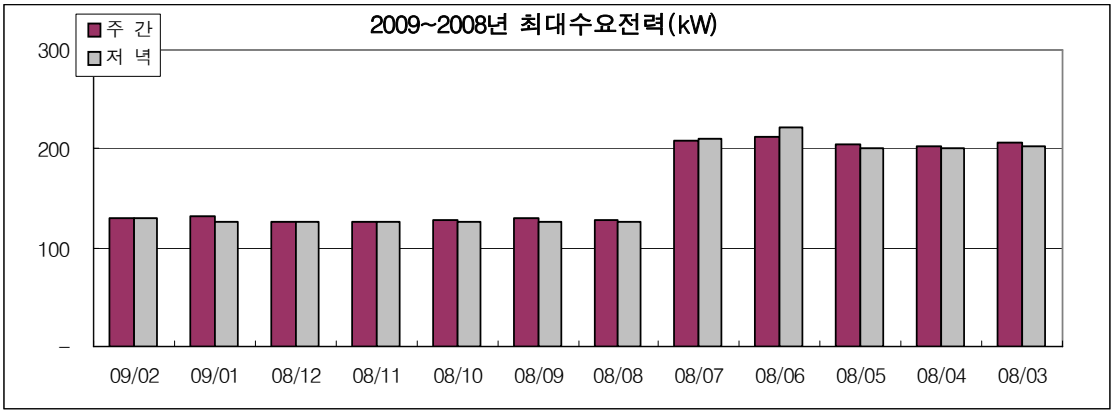


〈 대부 가압장 〉

2009~2008년 전력사용량

년/월	전력사용량(kW)				최대수요전력(kW)		비 고
	주 간	저 녁	심 야	소 계	주 간	저 녁	
09/02	12,442	4,026	36,648	53,116	129	130	
09/01	9,670	5,198	32,393	47,261	132	127	
08/12	11,635	4,666	32,040	48,341	127	127	
08/11	10,044	5,818	35,957	51,819	126	127	
08/10	11,736	6,602	32,177	50,515	128	127	
08/09	8,561	9,540	31,543	49,644	129	127	
08/08	7,006	10,282	35,215	52,503	128	127	
08/07	6,322	8,525	37,822	52,669	208	210	
08/06	9,485	12,398	44,381	66,254	212	221	
08/05	11,902	12,506	35,316	59,724	204	201	
08/04	46,294	15,566	31,118	62,978	202	201	
08/03	26,971	13,594	20,664	61,229	206	202	





b. 기술진단

• 운영 현황

– 개 요

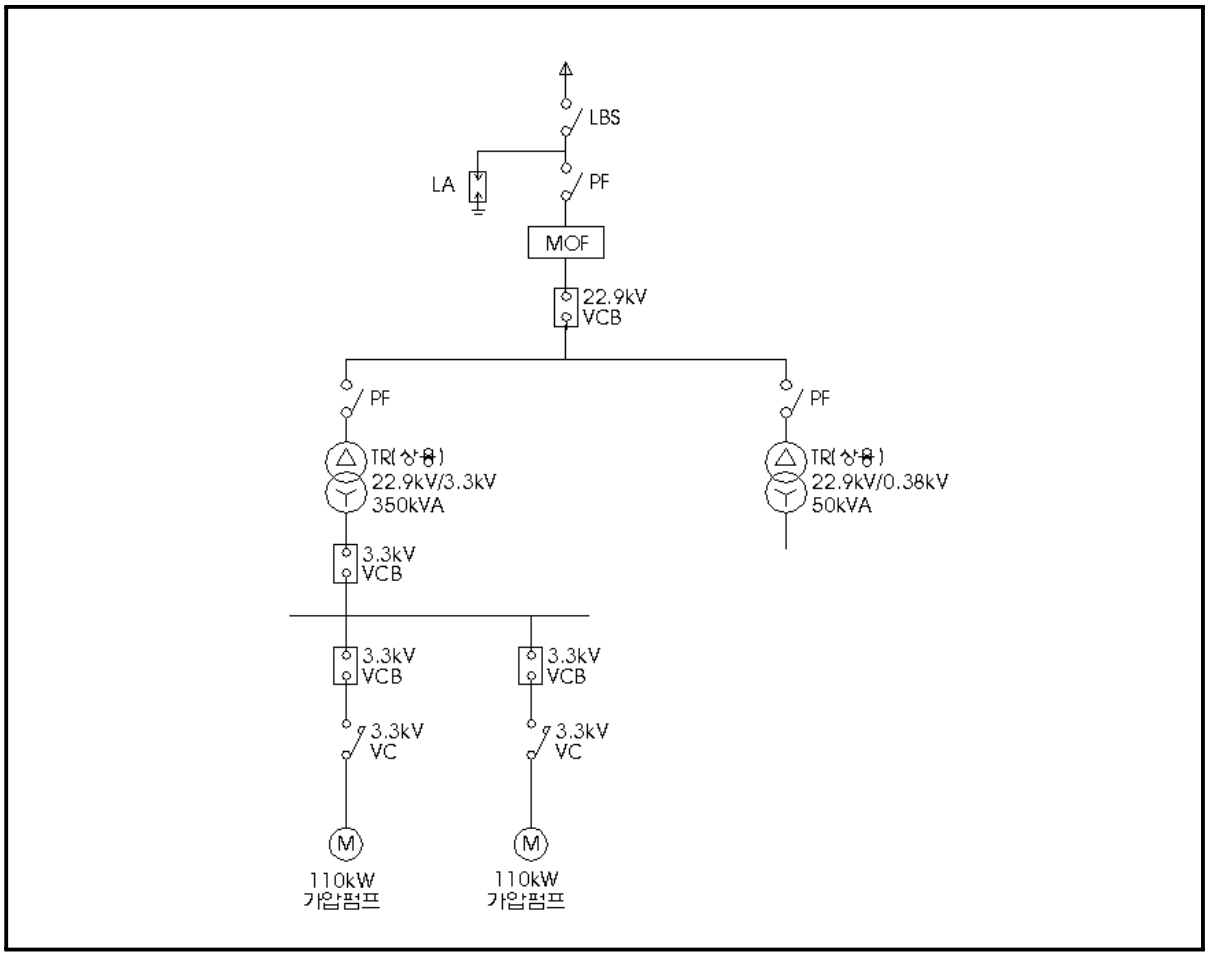
2009년 6월 수변전설비를 개량 및 계약전력을(당초:900kVA ⇒ 변경:400kVA)변경하여 시설물의 유지보수 및 점검정비를 자체적으로 시행하고, 주요설비의 점검 및 정비이력, 전력사용량, 전력 원단위현황, 주요 사고내용 등의 기록이 보존되고 있으며 주요설비 및 부대설비가 양호한 상태로 운전되고 있다.

– 전기설비 부하용량

변압기용량 (kVA)	계약용량 (kW)	피크용량 (kW)	요금적용전력 (kW)	이용율(%)	비 고
400	400	–	–	39.5	2009. 6 계약전력 변경

– 단선결선도

대부 가압장에서 운영되는 수•변전설비 전력공급 계통은 다음과 같다.



• 기술검토

– 고장전류계산

▷ 계산 조건

• %임피던스(%Z)법에 의한 3상 단락전류로서 계산한다.
• 기준용량은 100MVA로 한다
• 동일 전기실내의 케이블 및 모선등은 무시한다.
• %임피던스 환산식

$$\text{변압기의 \%임피던스} = \%Z_T \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{변압기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{동기기의 \%임피던스} = X''d \times \frac{\text{기준 용량 [MVA]}}{\text{회전기 용량 [MVA]}}$$

$$\text{케이블의 \%임피던스} = \frac{\text{케이블임피던스[Ω]} \times \text{기준용량[kVA]}}{(\text{기준 전압 [KV]})^2 \times 10}$$

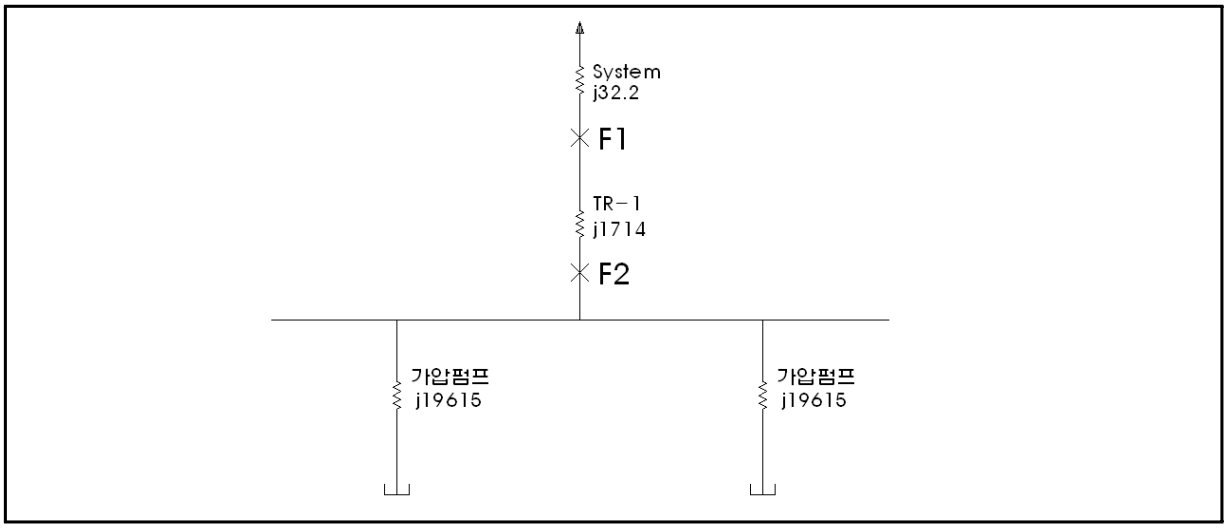
• 단락전류 계산식

$$I_S = \frac{100}{\text{단락점 합성임피던스(\%Z)}} \times \frac{\text{기준용량〔kVA〕}}{\sqrt{3} \times \text{선간전압〔KV〕}} \text{〔KA〕}$$

▷ 기기 및 케이블의 %임피던스 계산

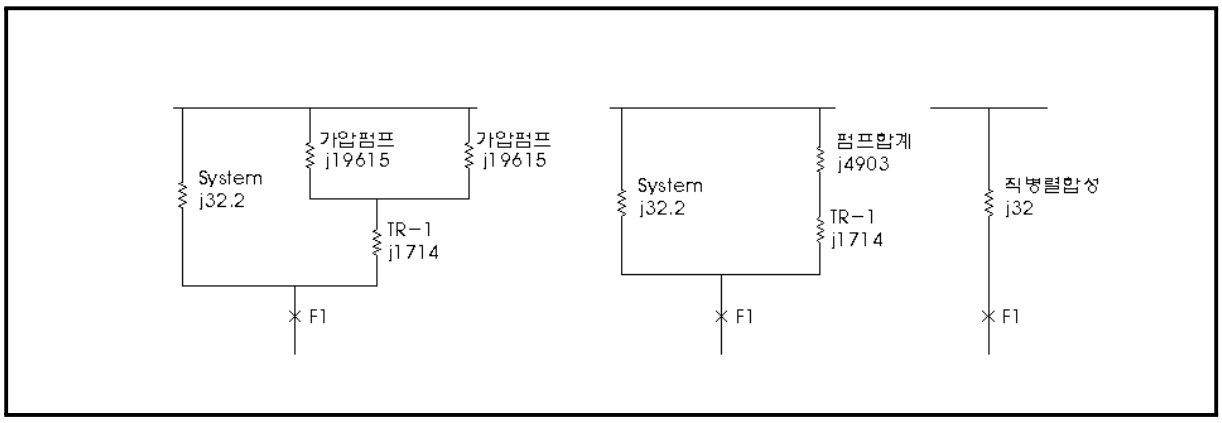
설비명	용 량	계산식	비 고
22.9[kV] 전원임피던스	한전 154[kV]변압기 45[MVA]	$\frac{100}{45} \times 14.5\% = j32.2$	Z=14.5%
22.9[kV] 인입선로	ACSR 1C/150㎟(3km)	10.74 + j23	Z=3.58+j7.68
22.9[kV] 변압기	0.35[MVA]	$\frac{100}{0.35} \times 6\% = j1714.3$	Z=6%

▷ 임피던스도

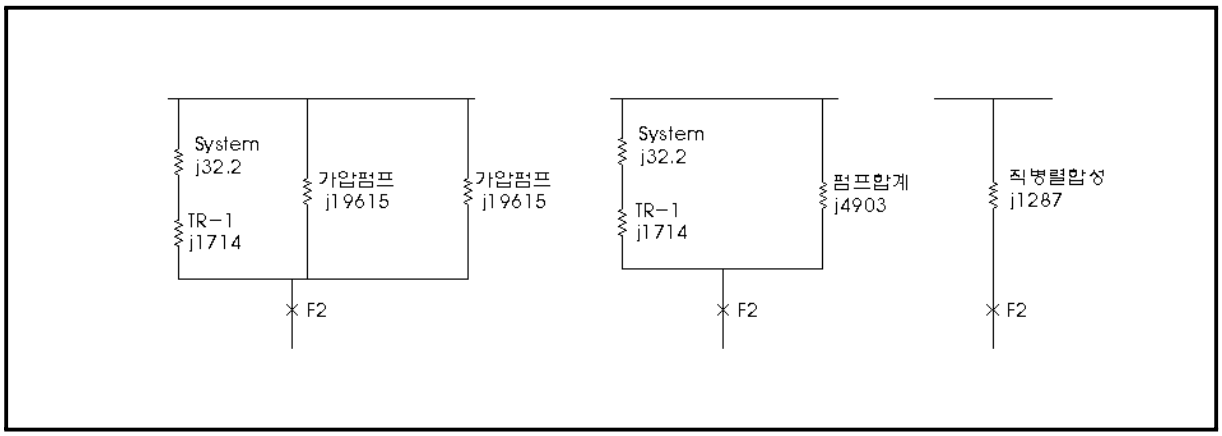


▷ 단락전류 계산

• $IS(F1) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{100}{32} \fallingdotseq 7.88[kA]$



• $IS(F2) = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 3.3} \times \frac{100}{1287} \fallingdotseq 1.36[kA]$



▷ 계산결과

본 사업장의 전력계통의 차단기는 단락전류 계산결과 단락전류 용량선정은 적정한 것으로 판단된다.

모 선	모선전압(kV)	고장전류(kA)	차단기 설치	비 고
수전측 22.9kV (F1)	22.9	7.88	25.8kV 600A 12.5kA	적합
배전측 3.3kV(F2)	3.3	1.36	3.6kV 600A 8kA	적합

– 콘덴서 용량검토

▷ 무효전력 보상용 콘덴서

변압기의 무효전력을 보상하기 위한 콘덴서의 부설용량은 다음 표와 같다.

변압기 용량	콘덴서 용량	비 고
500kVA 까지	5 %	한국전력공사의 권장사항
2,000kVA 까지	4 %	
2,000kVA 초과	3 %	

▷ 주변압기 콘덴서용량검토

주변압기 콘덴서 용량검토 결과는 다음 표와 같다.

구 분	변압기 용량	콘덴서 용량	콘덴서 계산용량	비 고
주변압기	350 kVA	20 kVA	17.5 kVA	적정

▷ 저압 콘덴서 용량 산출식

전동기 용량이 150kW를 초과하면 다음식에 의해서 부설 용량을 산출한다.

$$Q = \frac{P}{\eta} \times \{\sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{COS^2\Psi_2} - 1}\}$$

여기에서, Q : 필요 콘덴서 용량(kVA)

P : 전동기 용량(kW)

η : 전동기 효율

$COS^2\Psi_1$: 개선 전 역률

$COS^2\Psi_2$: 개선 후 역률

▷ 저압콘덴서 용량 계산

HP	kW	cosθ 1 (6극)	0.9로 개선시 (kVA)	0.93으로 개선시 (kVA)	0.95로 개선시 (kVA)	콘덴서용량 (kVA)
50	37	84.5	22.28	35.64	45.62	
75	55	85.1	24.89	41.60	54.08	
100	75	85.6	26.91	46.96	61.93	
120	90	86.1	27.92	51.31	68.78	

- CT비 검토

▷ 변압기 CT 비는 변압기 정격전류의 120% 적용

▷ 정격전류(A) = $\frac{\text{변압기용량}}{\sqrt{3}\times\text{선간전압}}$

▷ 변압기 CT 비 검토는 다음 표와 같다.

구 분	용량(kVA)	1 차 측			2 차 측		
		시설용량	계산용량	비 고	시설용량	계산용량	비 고
주변압기	400	15	13	적 합	100	90	적 합

c. 시설계량계획

• 개 요

전기설비의 유지보수는 설비의 연중무휴 장기간 사용으로 인한 설비노후가 점진적으로 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로

정기적인 안전진단과 철저한 점검정비로 설비의 안전성 도모와 비용절감을 통한 효율적인 운영관리가 중요하다고 사료됨.

• 개량계획

구 분	검 토 사 항	조 치 계 획	비 고
수변전 설비	•가압장내 전력설비는 2009년 6월에 개량되어 전반적으로 기기의 노후화 및 차단기 사용횟수가 적어 현재까지 설비가 양호함	•정기적인 진단 및 유지관리 필요함	

③ 계측설비 현황

a. 감시제어 설비

대부 가압장에 PLC를 이용한 TM/TC System을 설치하여 연성정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어 및 대부배수지와 CDMA를 이용한 Back-up Network을 구성하여 배수지 수위에 따른 펌프제어를 하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-98> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반 (TM/TC #6)	1식	가압장 전기실	TM/TC Slave Station 800W×600D×2000H PLC : GMR 이중화 CUEA(2), AD4B(2), DA4I(1), D24A(4), RY4A(4) D22A(1) 통신 : 정수장/대부가압장(ETOS)	2001. 08
무정전 전원장치	1식	가압장 전기실	전압 : 3상 380V/220V 용량 : 10kVA 제조 : 영신엔지니어링 정전시 유입밸브 제어 및 제어반 전원공급	2001. 07

TM/TC Slave		TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-71> 대부가압장 현장제어반

b. 현장 계측기기류

대부 가압장의 각종 현장 계측기기를 설치하여 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-99> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
토출압력계	1ea	펌프실	펌프토출압력 감시 SPRIANO-ITALY	다이아프램식 (0 ~ 25bar)
수위계	2ea	가압장 흡수정	흡수정 수위감시 MultiRanger Plus	초음파식 (2001년)

펌프토출 압력계	수위계 변환기	
		

<그림 5.4-72> 현장 계측기기

c. CCTV 설비

대부 가압장에 CCTV Camera를 설치하여 정수장 중앙운영실에서 통합 영상감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-100> CCTV 설비현황

구 분	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
외곽감시	1Set	펌프실 옥상	가압장 감시 Camera	옥외형(Pole)
설비감시	1Set	펌프실 내부	펌프운전감시 Camera	옥내 벽부형
	1Set	전기실 내부	전기실 출입자 감시 Camera	Mini Dome형
보안설비	1식	가압장 내	출입자 감시(적외선 Sensor)	가압장 외곽
전송설비	1식	전송기반	19 " Rack 내장 Alarm Interface Unit(AIU-1160) Guard Wire CPU Color Quad Switch(DCQ-400) Power AMP Power Supply Unit Video Server & CODEC (NGuard VS1000) Router(Dasan V1502T)-2 Keyboard Multi-plyer CRT Monitor 21" 등	전기실

CCTV 전송기 및 제어설비		옥외감시 Camera	펌프감시 Camera
			

<그림 5.4-73> CCTV 설비

바. 원곡동 가압장(배수 가압장)

원곡동 가압장은 원곡본동 및 원곡1동 일부지역의 급수불량지역에 대하여 양질의 수돗물을 안정적으로 공급할 목적으로 설치된 가압시설로 저수조를 갖춘 흡수정식 시설로 현재 휴지상태이다.

1) 가압장 시설현황

① 구조물 현황

- 규　　격 : B31.0m × L8.5m × H4.0m
- 지　　수 : 2지
- 용　　량 : 2,000㎥
- 체류시간 : 6시간분

② 기계설비 현황

a. 개요

원곡가압장은 원곡동 일부지역의 급수 불량지역에 대하여 양질의 생활용수를 안정적으로 공급할 목적으로 설치된 가압시설이며, 흡수정 방식으로 1992년 7월에 준공되었다. 현재는 송•배수방식의 개량계획에 따라 급수구역에 가압시설 없이도 안정적인 급수가 가능하게 됨에 따라 가동을 하지 않고 휴지중이다. 2009년 2월 현장조사 당시 원곡가압장은 오래동안 사용하지 않아 기자재 등이 많이 손상되어 가압장으로서의 기능을 상실한 상태이다. 따라서 본 수도정비기본계획에서는 장래에 폐지할 예정이다.

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	흡수정 유입주밸브	전동 2상식 수평형 BFV 350A		0.66	1	Act.:Bernard
	가압펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 150A/125A×3.2㎥/min×40mH	1992.6 대한중전기	37	3	
	가압펌프 토출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A		0.66	4	Act.:Bernard
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	

배수지 상부 전경	펌프실 상부	흡수정 유입주밸브
		
가압펌프	**바닥배수펌프**	**가압펌프 토출주밸브**
		

<그림 5.4-74> 가압장 설치현황

③ 전기설비 현황

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
원곡 가압장	• 인입전주 : 9112E, 1415, 광로간선 TR • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 계약전력 : 90kW • 수 전 반 : 옥내 자립형 • 시설부하 : 가압펌프(37kW-3대) • 기동방식 : Y-△기동	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	전력량계
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
원곡 가압장	•펌프실내 현장제어반 침수로 인 하여 제어반 부식 및 고장으로 현재 운영 중지	•현장제어반 교체	

④ 계측설비 현황

a. 감시제어 설비

원곡 가압장은 흡수정 운전형식으로 운전중지 상태이며 펌프실의 침수에 따른 제어반의 부식으로 운전 불가상태이며 설비현황은 다음과 같다.

펌프실	TM/TC Slave	I/O PLEXER
		

<그림 5.4-75> 원곡 가압장 현장제어반

<표 5.4-101> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
배수지 제어반 (TM/TC)	1식	펌프실	TM/TC Slave Station 1000W×900D×2000H TM : I/O PLEXER(Dulec) 통신 : 정수장	침수, 부식
무정전 전원장치	1식	펌프실	전압 : 단상 220V/110V 용량 : 2kVA 제조 : 대명ENG(DS-2000)	침수, 부식 1992. 08

b. 현장 계측기기류

원곡 가압장은 각종 현장 계측기기를 설치하여 운영하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-102> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	배수지 유입	배수지 유입유량 감시 TOKIMEC(UFL-10A)	초음파식 1992. 09
수위계	2ea	배수지 수위	배수지 수위감시 HITROL	투입식
압력계	3ea	펌프실	펌프 토출압력 감시 HITROL(HE-1H)	다이아프램식 (0 ~ 15bar)
	1ea	펌프실	펌프 주 토출압력 감시 YOGOGAWA(UNE-13)	다이아프램식 (0 ~ 15bar)

배수지 유입유량계	배수지 수위계	펌프토출압력계	펌프토출 주압력계
			

<그림 5.4-76> 현장 계측기기

사. 화정동 가압장

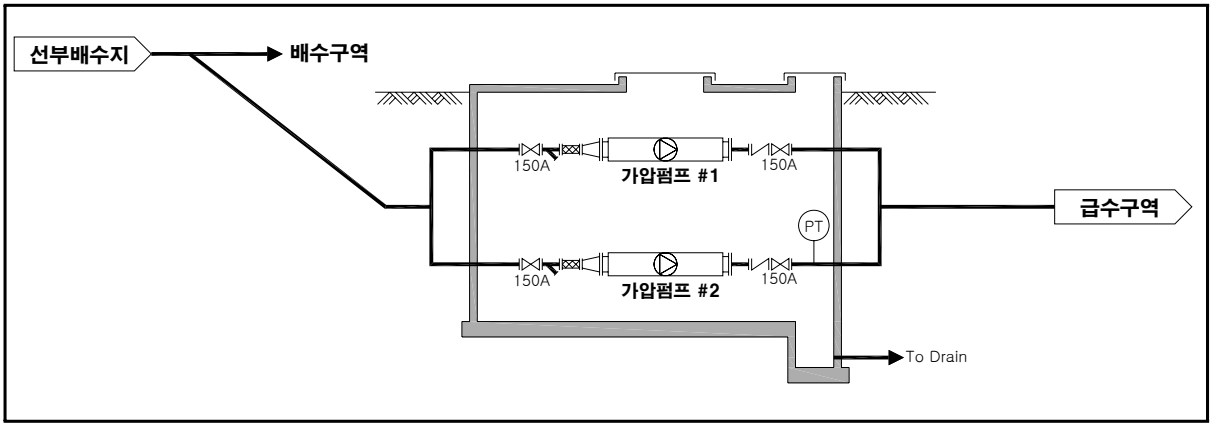
화정동 가압장은 화정동 지역의 급수불량 해소를 위한 설비로 현재 휴지상태로 비상시설로 운영되고 있다.

1) 가압장 시설현황

① 기계설비 현황

a. 설비개요

화정동가압장은 시설용량 350㎥/일로 연성정수장을 공급수계로 하고 있으며, 지역 배수지로부터 공급이 원활하지 않는 급수구역에 가압펌프를 통해 직접 급수한다. 주요 설비로는 가압펌프와 인버터 운전제어반 등으로 구성되어 있으며, 가압펌프 계통은 다음과 같다.



<그림 5.4-77> 화정동 가압펌프 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프	심정용 수중모터펌프(VFD) 150A×0.243㎥/min×50mH(6S)	1999.6 하지공업	3.7 2P	1	
		심정용 수중모터펌프(VFD) 150A×0.243㎥/min×50mH(11S)	2006.10 하지공업	3.7 2P	1	

화정동가압장 전경	가압펌프	가압펌프 제어반(펌프실)
		

<그림 5.4-78> 화정동가압장 설치현황

c. 송•배수구역 변경에 따른 가압펌프 용량검토

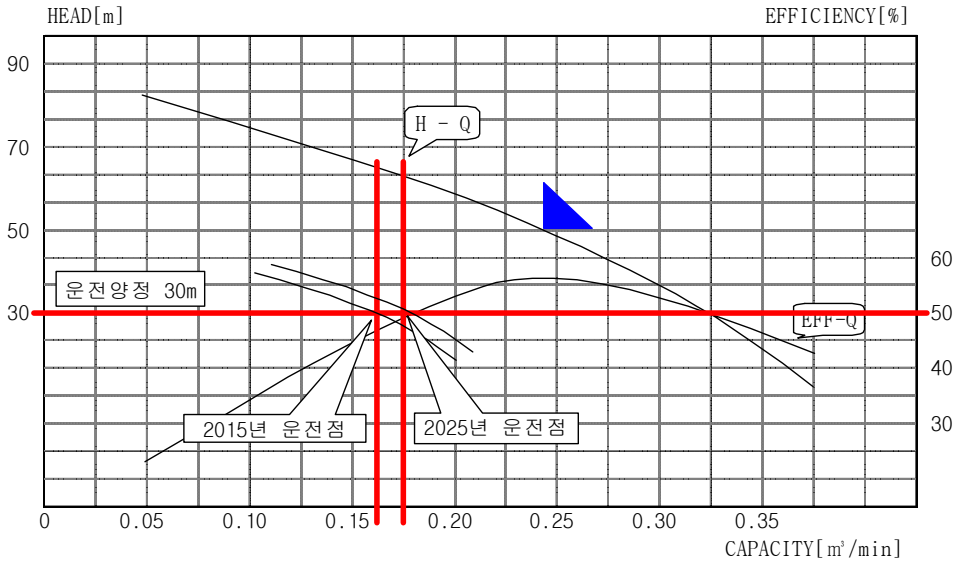
• 검토조건

구 분	배수구역	인입수두 (m)	송수량 (㎥/일)	펌프양정 (m)	운전	비 고
2015년	화정동 일원	63.59	288	30	인번터제어	
2025년		64.38	321		인버터제어	

주) 가압장 인입수두 및 가압펌프 송수량, 양정은 토목분야 배수관망 해석에 따름

• 화정동가압펌프 용량검토

구 분	기 존	변 경	비 고
펌프형식	심정용 수중모터펌프(VFD)	-	
구 경 (mm)	D150	-	
펌프유량 (㎥/min)	0.243(350㎥/일)	0.223(321㎥/일)	
펌프양정 (m)	50	30	
펌프효율 (%)		-	
정격동력 (kW)	3.5	-	
회 전 수 (rpm)	3,450(2P)	-	
수 량 (대)	2대(1대상용, 1대예비)	-	



<그림 5.4-79> 화정동가압펌프 성능곡선도

d. 검토결과

본 가압장은 현재 운영 중에 있으며, 흡•토출 압력차에 따른 인버터 운전제어를 하고 있다. 가압펌프 성능곡선도를 검토한 결과 2015년, 2025년 수요량 변동에 대응하여 현재와 같은 인버터 운전제어시 용수공급에 무리가 없을 것으로 판단되나 장래 폐쇄 시설로 계획되어 있다.

② 전기설비 현황

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
화정동 가압장	• 인입전주 : 92145Y, 571, 경일간선 105 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 수 전 반 : 옥외 자립형(스텐레스함) • 시설부하 : 가압펌프(3.7kW-2대) • 기동방식 : 인버터기동(VVVF)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	인버터 기동반
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다.

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
화정동 가압장	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

③ 계측설비 현황

화정동 가압장은 In-Line 펌프장으로 Inverter를 이용한 펌프토출 압력제어를 실시하고 있으며 옥내 제어반내에 Inverter를 설치하여 현장 자동운전으로 원격 감시제어설비가 없는 휴지중인 시설물로 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-103> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반	1식	가압장 내 (옥내형)	현장 제어반 800W×550D×1800H Inverter : 5.4kW(2면) 현장 자동운전(원격 제어기능없음)	운전하지 않음

펌프실	inverter 제어반	제어반 내부
		

<그림 5.4-80> 화정동 가압장 현장제어반

a. 현장 계측기기류

화정동 가압장에는 압력계를 설치하여 펌프제어 및 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-104> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
압력계	1ea	펌프실	펌프 토출압력 감시 Konics(PT-3300)	다이아프램식 (0 ~ 15kG)

아. 안산동 가압장

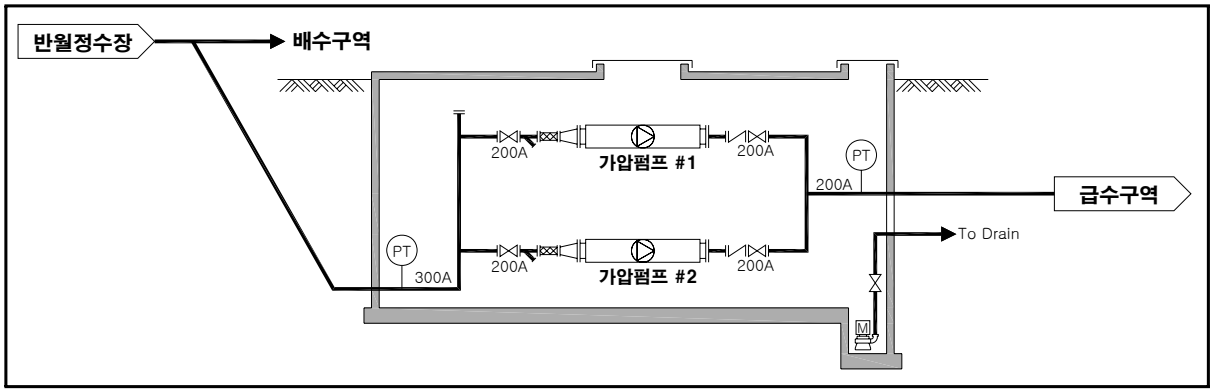
안산동 가압장은 안산동 전지역의 급수불량 해소를 위한 배수가압펌프로 운영되고 있으나 장기 계획에서는 송수가압장으로 전환하는 것으로 계획되어 있다.

1) 가압장 시설현황

① 기계설비 현황

a. 설비개요

안산동가압장은 시설용량 5,400㎥/일로 반월정수장을 공급수계로 하고 있으며, 반월정수장으로부터 공급이 원활하지 않는 급수구역에 가압펌프를 통해 직접급수 한다. 본 수도정비에서는 안산동 지역의 안정적 용수공급을 위해 직접급수를 2015년 이후에는 배수지를 신설하고 안산동가압장을 송수가압장으로 전환하여 간접배수 방식으로 용수가 공급되도록 계획하였다. 안산동가압장의 주요설비로는 가압펌프와 인버터 운전제어반, 바닥배수펌프 등이 구성되어 있으며, 가압펌프 계통은 다음과 같다.



<그림 5.4-81> 안산동 가압펌프 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프	심정용 수중모터펌프(VFD) 200A×3.75㎥/min×40mH(2S)	2002.12 하지공업	45	2(1)	2007.8 1대 교체
	가압펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 200A		-	2	
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	

안산동가압장 전경	가압펌프	가압펌프 제어반(옥외)
		

<그림 5.4-82> 안산동가압장 설치현황

c. 송•배수구역 변경에 따른 가압펌프 용량검토

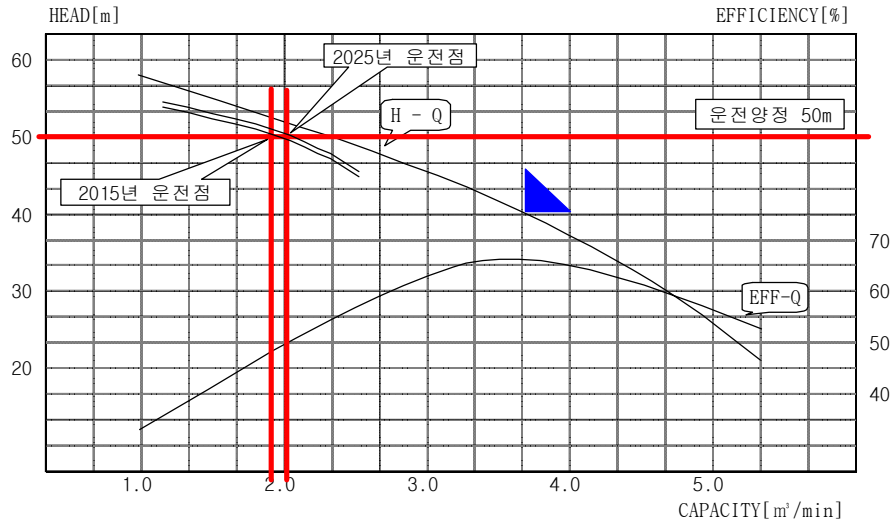
• 검토조건

구 분	급수구역	인입수두 (m)	송수량 (㎥/일)	펌프양정 (m)	운전	비 고
2015년	안산동 일원	63.44	5,335	50	인번터제어	배수가압
2025년		63.58	3,672		배수지 수위	송수가압

주) 가압장 인입수두 및 가압펌프 송수량, 양정은 토목분야 배수관망 해석에 따름

• 안산동가압펌프 용량검토

구 분	기 존	변 경	비 고
펌프형식	심정용 수중모터펌프(VFD)	-	
구 경 (mm)	D200	-	
펌프유량 (㎥/min)	3.75(5,400㎥/일)	2.55(3,672㎥/일)	
펌프양정 (m)	40	50	
정격동력 (kW)	45	-	
회 전 수 (rpm)	3,450(2P)	-	
수 량 (대)	2대(1대 상용, 1대 예비)	2대(1대 상용, 1대 예비)	



<그림 5.4-83> 안산동가압펌프 성능곡선도

d. 검토결과

가압펌프 성능곡선도를 검토한 결과 2015년과 2025년을 기준으로 효율 저하는 예상되지만 수요량 변동의 대응에는 무리가 없을 것으로 판단된다. 따라서 2015년 이후에 송수가압장으로 전환하여 사용하다가, 내구년수가 도래하여 펌프 교체시에는 유량/양정이 적정하고 효율이 우수한 제품으로 교체하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

② 전기설비 현황

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
안산동 가압장	• 인입전주 : 9414Y, 512, 성호간선 154 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 수 전 반 : 옥외 자립형(스텐레스함) • 시설부하 : 가압펌프(45kW-2대) • 기동방식 : 인버터기동(VVVF)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	인버터 기동반
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
안산동 가압장	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부 위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

③ 계측설비 현황

a. 감시제어 설비

안산동 가압장은 In-Line 펌프장으로 Inverter를 이용한 펌프토출 압력제어를 실시하고 있으며 옥외 제어반내에 Inverter 및 PLC를 설치하여 정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-105> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반	1식	가압장 내 (옥외형)	Inverter 제어반(옥외형) 1000W×600D×2100H(2면) Inverter : 45kW(2면)	
			현장 제어반(옥외형) 600W×600D×1650H(1면) PLC : GM4-CPUA AD2A(2), D22A ,RY2A CUEA(2), 통신 : 중앙 운영실	
무정전 전원장치	1식	제어반 내	전압 : 단상 220V/220V 용량 : 1kVA	

In-Line 펌프실	inverter 제어반	TM/TC Slave PLC
		

<그림 5.4-84> 안산동 가압장 현장제어반

b. 현장 계측기기류

안산동 가압장에는 압력계를 설치하여 펌프제어 및 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-106> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
압력계	2ea	펌프실	펌프유입/토출압력 감시 Konics(PT-3300)	다이아프램식 (0 ~ 15kG)

펌프유입 압력계		펌프토출 압력계
		

<그림 5.4-85> 현장 계측기기

자. 호동 가압장(배수 가압장)

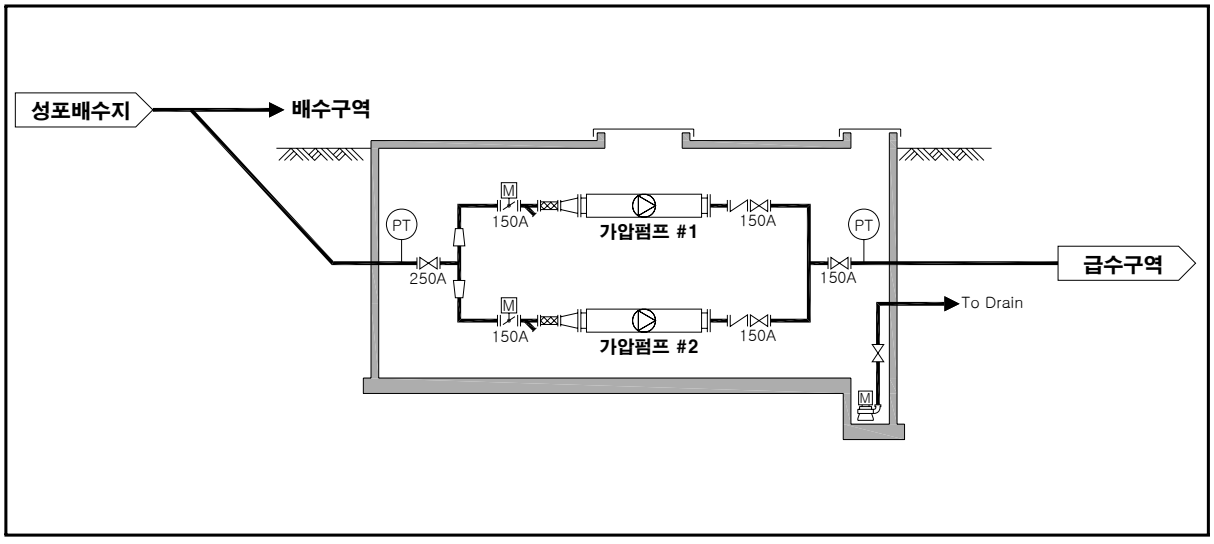
호동 가압장은 안산중앙병원 일원의 일동지역의 급수불량 해소를 위한 설비이다.

1) 가압장 시설현황

① 기계설비 현황

a. 설비개요

호동가압장은 시설용량 2,200㎥/일로 반월정수장을 공급수계로 하고 있으며, 지역 배수지로부터 공급이 원활하지 않는 급수구역에 가압펌프를 통해 직접 급수한다. 본 수도정비에서 현재의 호동가압장 급수구역을 반월배수지 배수구역으로 전환하여 간접급수하고, 장래에는 호동가압장을 비상시설로 전환 예정이다. 호동가압장의 주요설비로는 가압펌프와 인버터 운전제어반, 바닥배수펌프 등이 구성되어 있으며, 가압펌프 계통은 다음과 같다.



<그림 5.4-86> 호동 가압펌프 계통도

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프 흡입밸브	전동 1상식 BFV(Wafer) 150A			2	Act.:Noan
	가압펌프	심정용 수중모터펌프(VFD) 150A×1.528㎥/min×50mH(2S)	2002 하지공업	30 2P	2(1)	2005.7 1대 교체
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A		0.75	1	

호동가압장 전경	가압펌프	바닥배수펌프
		

<그림 5.4-87> 호동가압장 설치현황

c. 송•배수구역 변경에 따른 가압펌프 용량검토

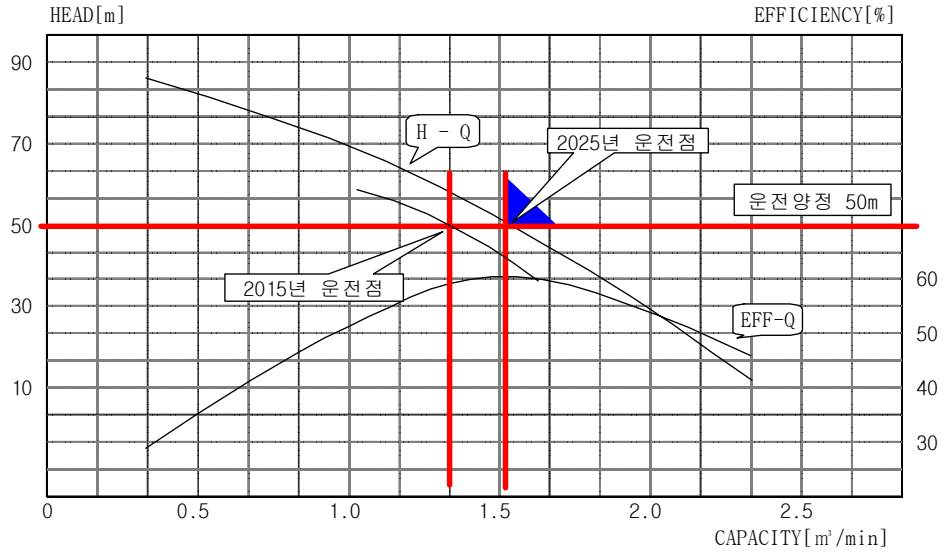
• 검토조건

구 분	급수구역	인입수두 (m)	송수량 (㎥/일)	펌프양정 (m)	운전	비 고
2015년	일동 일원	49.67	1,936	50	인버터제어	
2025년		49.84	2,164		인버터제어	

주) 가압장 인입수두 및 가압펌프 송수량, 양정은 토목분야 배수관망 해석에 따름

• 호동가압펌프 용량검토

구 분	기 존	변 경	비 고
펌프형식	심정용 수중모터펌프(VFD)	-	
구 경 (mm)	D150	-	
펌프유량 (㎥/min)	1.528(2,200㎥/일)	1.503(2,164㎥/일)	
펌프양정 (m)	50	50	
정격동력 (kW)	30	-	
회 전 수 (rpm)	3,450(2P)	-	
수 량 (대)	2대(1대 상용, 1대 예비)	-	



<그림 5.4-88> 호동가압펌프 성능곡선도

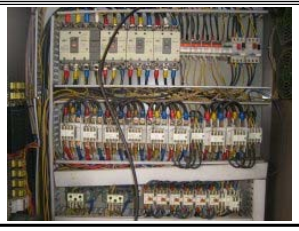
d. 검토결과

본 가압장은 현재 운영 중에 있으며, 흡•토출 압력차에 따른 인버터 운전제어를 하고 있다. 가압펌프 성능곡선도를 검토한 결과 수요량 변동에 대응하기 위하여, 2025년 기준으로는 펌프 2대 중 1대는 상용으로 1대는 예비로 하여, 사용 시간대별 급격한 부하 변동량에 대응하여 운전가능하나 장래 폐지시설로 계획되어 있다.

② 전기설비 현황

a. 전기설비 시설현황

시 설 명	전력설비 시설현황	비고
호동 가압장	• 인입전주 : 9412Y, 041, 삼진간선 51 • 수전방식 : 3상4선, 380-220V, 저압수전 • 수 전 반 : 옥외 자립형(스텐레스함) • 시설부하 : 가압펌프(30kW-2대) • 기동방식 : 인버터기동(VVVF)	

한전배전선로	현장제어반	현장제어반 내부	인버터 기동반
			

b. 기술점검 및 개량방안

• 개 요

전기설비는 연중무휴 장기간 사용으로 노후가 점진적으로 가속 진행되고 그 비용도 년차적으로 증가되는 추세이므로 예방 점검정비가 필연적이다

따라서 신뢰성을 향상시킬 수 있는 종합대책을 마련하여 예상되는 문제점을 최소화 시켜야 할 것으로 사료된다.

• 개량계획

구 분	기 술 점 검	개 량 방 안	비 고
호동 가압장	•전기설비는 비교적 양호하여 문제는 없으나 무인운영을 고려하여 주기적인 점검 및 관리가 필요함.	•장기적인 연속운전으로 인한 접속부위의 열화현상 점검으로 전기설비 신뢰성 확보.	

③ 계측설비 현황

a. 감시제어 설비

호동 가압장은 In-Line 펌프장으로 Inverter를 이용한 펌프토출 압력제어를 실시하고 있으며 옥외 제어반내에 Inverter 및 PLC를 설치하여 정수장 운영실에서 통합 원격 감시제어하고 있으며 설비현황은 다음과 같다.

<표 5.4-107> 감시제어 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
가압장 제어반	1식	가압장 내 (옥외형)	현장 제어반(옥외형) 800W×600D×2300H(2면) Inverter : 37kW(2)	
			PLC : GM6-CPUA AD24A, D24A,RY2A CUEA, CUEB 통신 : 중앙 운영실	

In-Line 펌프실	inverter 제어반	inverter 제어반 내부
		

<그림 5.4-89> 호동 가압장 현장제어반

b. 현장 계측기기류

호동 가압장에는 압력계를 설치하여 펌프제어 및 원격감시하고 있으며 시설현황은 다음과 같다.

<표 5.4-108> 현장 계측기기 설비현황

설 비 명	수량	설치위치	용도 및 규격	비 고
유입 유량계	1ea	펌프유입	가압장 유입유량 감시 TOKIMEC	초음파식 150A 변환기 없음
압력계	2ea	펌프실	유입/토출 압력감시 Myung Sung(0~10kG)	다이아프램

유입유량계 및 압력계		펌프토출 압력계
		

<그림 5.4-90> 현장 계측기기

차. 비상연락관 가압장(공단 가압장)

공단 가압장은 시흥정수장의 안산시 배분물량 확보를 위한 가압설비이나 현재 휴지상태이다.

1) 가압장 시설현황

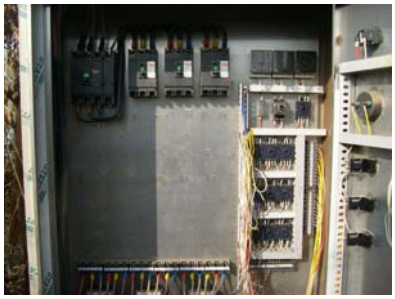
① 기계설비 현황

a. 개요

비상연락관 가압장은 반월공단지역의 충분한 용수공급과 시흥정수장의 안산시 배분물량 확보를 목적으로 설치된 가압시설로 1997년 6월 준공되었고, 생활용수 계통과 공업용수 계통이 별도로 설치되어 있다. 현재 가압장은 선부, 공단배수지 등에서 급수구역내에 원활한 급수가 이루어지고 있어 기능상 필요하지 않아 휴지상태이다. 2009년 2월 현장조사 당시 가압장은 오래동안 사용하지 않아 기자재 등이 많이 손상되었고, 지하의 맨홀펌프장은 침수되어 가압장으로의 기능을 상실한 상태이다. 따라서 본 계획에서는 비상연락관 가압장을 장래에 폐지할 예정이다.

b. 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	생활용수 가압펌프	심정용 수중모터펌프 200A×3.16㎥/min×20mH(1S)	1997.6 하지공업	22 2P	1	
	공업용수 가압펌프	심정용 수중모터펌프 200A×2.67㎥/min×20mH(1S)	1997.6 하지공업	19 2P	1	

가압장 옥외 제어반 전경	제어반 내부 #1	제어반 내부 #2
		

펌프실 내부 #1	펌프실 내부 #2	펌프실 내부 #3
		

<그림 5.4-91> 가압장 설치현황

② 전기설비 현황

비상연락관 가압장은 In-Line 펌프장으로 비상시 공업 및 생활용수 공급용으로 사용되었으나 현재 휴지상태로 운영하지 않음(전원 인입설비 철거)

수전설비	수전반 내부(전기설비 철거)
	

③ 계측설비 현황

비상연락관 가압장은 In-Line 펌프장으로 비상시 공업 및 생활용수 공급용으로 현재 휴지상태로 운영하지 않음(전원 인입설비 철거 및 제어반 유지관리 불가).

현장 제어반	수전반 내부(계량기 철거)	제어반 내부
		

<그림 5.4-92> 비상연락관 가압장 현장제어반

4.2 노후관 개량계획

4.2.1 노후관의 정의 및 수도관파손의 원인

가. 노후관의 정의

노후관이란 관로의 재질, 제원, 유효두께와 같은 물리적인 강도저하와 통수능력, 수압 및 펌프능력 감소, 에너지 소모량 증대와 같은 수리적인 조건, 내부부식, 기자재 용출에 의한 수질의 영향 및 누수와 균열에 의한 파손으로 민원이 자주 야기되는 등 관로 자체의 기능을 상실한 관이라 정의할 수 있다.

노후화된 관로는 공급의 안정성과 수질을 저하시킬 뿐만 아니라 파손사고시 재산피해 및 복구시 교통방해를 유발하며, 많은 양의 물이 버려지는 여러 문제점을 유발한다.

상수도 역사가 이미 90여년이 지난 우리나라의 경우 최근에 이러한 사고를 미연에 방지하기 위해 대도시의 수도사업체에서는 노후관 개량사업을 경험적인 시행기준을 가지고 실시하고 있으나, 대부분의 중소도시에서는 별다른 시행기준 없이 매설경과년수, 관종별 및 사고다발지역 또는 민원발생지역을 노후관 정비사업의 대상으로 삼고 있다.

미국과 일본의 경우를 살펴보면 노후관 개량사업을 수행하는데 매설경년의 비중은 크게 차지하지 않으며, 주로 관의 노후, 교통하중의 증가, 내•외면 부식, 접합부의 형식 및 관로주변의 토양의 움직임을 강조하는 것이 많다.

국내의 관련 법령으로는 환경부 상수도 유수율 업무처리규정(환경부 제 486호, 2001.2)와 서울시의 유수율대책 백서(서울특별시 상수도 사업본부, 2000)이 있다.

1) 환경부 상수도 유수율 업무처리규정

- 아연도 강관, 비내식성 금속관
- 매설 후 16년 이상 경과한 수도관 중 관석(Scaling) 및 부식이 심한 수도관

2) 서울특별시 상수도 사업본부

- 관의 내용연수가 지나 내외부가 부식하여 관파손 사고와 빈번한 누수, 적수등의 문제를 일으키는 상수도관
- 내용연수가 지나지 않은 관중에서도 비내식성 관의 내부 스케일로 적수를 일으키는 상수도관

나. 관 노후화의 요소

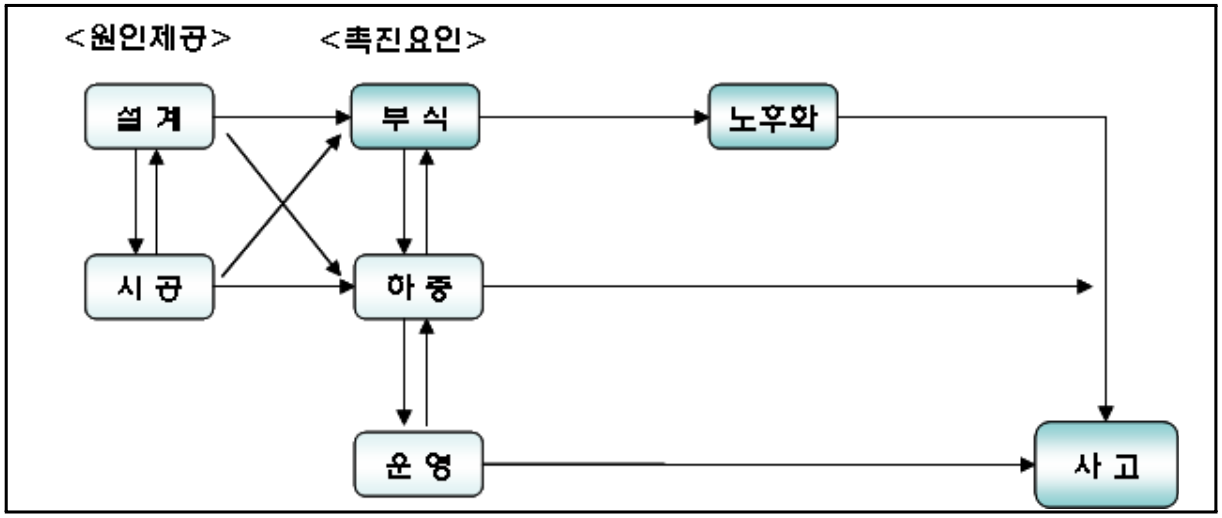
관은 매설한지 20~30여년이 지나면 부식과 스케일로 인하여 통수능력이 저하되고 관망의 수리학적 요구조건을 만족시키지 못하여 제기능을 다하지 못하는 경우가 대다수이나, 관의 노후화는 수질과 관매설 주변환경, 매설경년 등 복합적인 원인에 의해 진행되므로 20~30여년이 지나도 노후화되지 않는 관이 있는 반면 매설한지 불과 수년만에도 누수와 출수불량의 문제를 일으키는 관도 있다.

수도관의 노후화를 최대한 지연시키기 위해서는 대상 시설의 단계별 노후화 요소를 파악하고 그 중에서도 가장 크게 영향을 미치는 요소(대개는 부식관련 요소)를 찾아내어 중점적으로 관리하는 것이 중요하다. 관로 노후화를 촉진시키는 요소는 다음과 같다.

<표 5.4-109> 관로 노후화 요소

단 계	노 후 화 요 소
설 계	관경, 관종, 관 접합
시 공	기초공, 되메움토양, 매설년수
하 중	매설지역, 도로폭, 내부수압
운 영	무수율, 누수•파손기록, 부식방지
부 식	외부요소 : 토양비저항, pH, Redox전위, 함수율, 황화물•염화물 내부요소 : C값

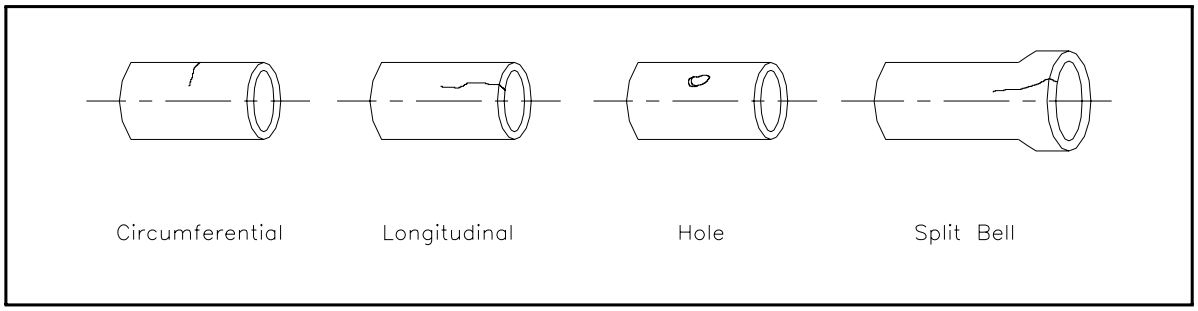
주) Planning the Rehabilitation of Water Distribution System (1989, Water Research Centre, U.K)



<그림 5.4-93> 관로 노후화 요소의 관계

다. 상수도 관로의 파손 특성

수도관의 파손형태는 원주방향의 파손, 길이방향의 파손, 구멍(Hole), 그리고 접합부의 이탈(Split Bell)의 4가지가 있다. 원주방향의 파손은 소구경관에서, 길이방향의 파손과 구멍은 대구경관에서 발생하기 쉽다. 수도관의 관종별, 관경별, 매설년수별, 그리고 계절변동에 따른 파손 특성을 요약하면 다음과 같다.



<그림 5.4-94> 대표적인 관로 파손의 형태

<표 5.4-110> 수도관의 파손 특성 요약

구 분	파 손 특 성
관 종 별	• 같은 관종이라도 지역에 따라, 그리고 같은 지역에서도 토양특성, 시공방법, 매설지역에 따라 파손율이 다양하다. • 주철관과 아연도강관은 오래된 재질이고 강관, 닥타일주철관, 콘크리트관 등은 새로운 재질이므로 오래된 재질로 된 관이 더 많은 보수기록을 가지고 있다.
관 경 별	• 소구경관일수록 파손율이 높다. • 그 이유는 작은 관이 휨에 의한 파손에 더 약하고, 관 두께가 얇기 때문에 부식되기가 쉽기 때문이라고 설명될 수 있다. • 반면 일본 토쿠시마시의 경우 석면시멘트관에서는 관경의 차이가 인정되지 않은 사례도 있다.
매설년수별	• 매설년수와 파손율과는 함수관계가 없으며, 금속관의 경우에서만 어느 정도 상관성이 있다고 할 수 있다.
계절적변동	• 수도관의 파손은 겨울철에 현저하게 증가하는 경향을 보이는데, 그 이유는 저온에 의한 수축으로 관의 인장력의 증가와 토양동결로 인한 토양수분의 팽창으로 외부압력의 증가 때문이다.

라. 노후관의 영향

1) 건강상의 문제

부식에 의하여 수돗물 중에 인체의 건강에 영향을 주는 물질이 증가하는데 관로의 관체, 결합제 혹은 도료에서 카드뮴, 아연, 동 등의 금속이 용출하는 것이 전형적이다.

2) 수돗물 이용상의 문제

적수(red water), 청수(blue water), 착색수(colored water), 탁수(turbid water), 녹물(rusty water)이라 불리는 적수는 사회적으로 수요자에게 대단히 민감한 사항이 된다.
그 주된 원인은 관의 부식이며, 물의 외관을 해치고, 맛과 세탁물에 장애를 일으키며, 계량기 기능저하 뿐만 아니라 급수관을 막히게 하는 원인이 된다.

3) 누수나 파손사고의 영향

부식이 원인이 되어 누수나 파손사고가 발생하면 도·송수 불량은 물론이고 단수에 의한 급수서비스의 저조뿐만 아니라 외부에 커다란 피해를 주기도 한다.

4) 경제적 손실

부식의 진행과 함께 관내에 스케일 침착이 일어나 관폐쇄에 의한 통수능력 저하와 가압 (Pumping) 비용의 증대를 초래한다. 또한 누수 등으로 관리비가 증대되고 관로의 사용년한 단축으로 교체 비용 등 경제적 부담이 발생한다.

4.2.2 수도관로 개량공법의 적용과 선택방법

관로개량은 장기적인 목표를 실현시키는 것으로서 도·송·배수시스템의 효율화 및 유지관리 기능 향상이 도모되도록 개량공법의 선택에 있어서는 특별한 배려가 필요하다. 상수도 관로개량공법은 크게 다음과 같이 분류된다.

<표 5.4-111> 관로 개량공법

구 분	공 법 종 류	
관로개량공법	교체공법	매설교체방법 기설관내매설공법(닥타일주철관, 강관)
	갱생공법	합성수지관 삽입공법 피복재관내 부착공법 몰타르라이닝(Mortar Lining)공법 수지도료라이닝(Lining)공법 Poly-Pig공법

가. 교체공법

이 공법은 새로운 관을 교체하여 수도관로의 모든 기능을 향상시키는 공법으로 수도관로의 기능, 내구성 및 장래 계획의 적용성 등을 볼 때, 수도관로 개량에서 가장 확실한 방법이다.

<표 5.4-112> 교체공법 비교

공법종류	공 사 내 용	주요특징 및 과제
1. 매설교체 공 법	•현장을 파헤쳐 낡은 관을 철거하고 새관으로 교체하는 공법으로 장래에 도·송·배수시스템의 효율화나 유지관리의 고도화등 기능향상을 위한 정책을 실현하기에는 가장 적합한 개량공법이다.	•가장 확실한 개량공법임. •도로를 전면 굴삭하므로 공사비가 고가이고 공기가 길어진다. •80㎜이하의 소구경관에 적용
2. 기설관내 매설공법 (Pipe in Pipe)	•중형대형관의 재생공법으로 주로 이용되며 기존 관로에 한구경 또는 반구경 작은 닥타일 주철관을 기존 관내에 나란히 삽입하고 기존관과 내부 삽입된 닥타일주철관 사이에 Mortar를 주입하여 용접하는 공법이다.	•간선도로에서 교통번잡, 번화가 등의 이유로 개착공법을 할 수 없는 장소에 적용 가능 •이미 매설관들이 뒤섞여져 신관을 새로이 포설할 공간이 없는 장소에 적용가능 •노면복구, 매설관 철거를 위한 입항부를 설치할 필요가 없으므로 공사비가 저렴하다. •신관으로의 교체에 비해 공사기간이 단축된다. •신관과 기설관의 2종구조로 관로가 강해지고 다른 공사에 의한 손상이 적어진다. •개착부분이 입항부 뿐이므로 공사공해가 적다.

나. 갱생공법

수도관로가 본래의 기능을 다하고 나아가 장래의 도·송·배수시스템 등을 고려한 정책을 실현하기 위해서는 교체공법이 바람직하다. 그러나, 긴급적이고 잠정적으로 기설관의 기능을 회복시켜 사용할 수 있는 경우나 파헤치기가 곤란한 노선 등은 교체공법의 보조적인 공법으로 개략방법을 선택할 수가 있다.

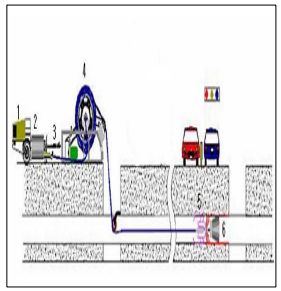
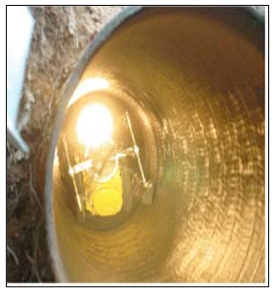
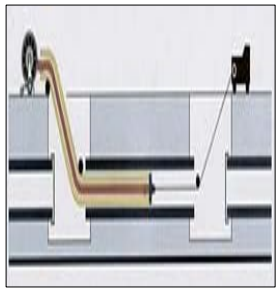
이러한 공법은 일반적으로 갱생공법이라 불리는 것으로 기설관의 기능이 저하된 부분을 여러 가지 재료를 써서, 기설관의 악화정도에 따라 공법을 채택하여 그 일부의 기능을 회복시키는 공법이다.

상도공사 표준시방서(환경부, 2007)에 제시된 주요 공법으로는 관내면을 청소한 후 합성수지관을 삽입하는 공법과 피복재를 정착하거나, 시멘트몰타르(Cement Mortar)나 에폭시수지(Epoxy Resin)로 라이닝(Lining)하는 방법이 있으며, 현재 국·내외에 적용되고 있는 노후관 갱생공법은 <표 5.4-115~116>과 같다.

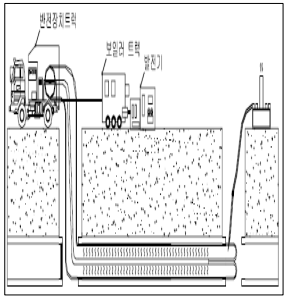
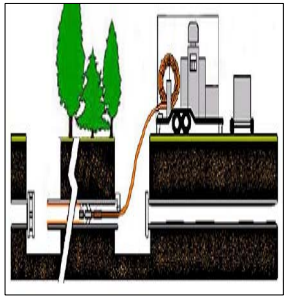
<표 5.4-113> 갱생공법 비교

공법종류	공사내용	주요 특징 및 과제
1. 합성수지관 삽입공법	•기존관을 청소한 후 관내에 합성수지관(폴리에틸렌관 등)을 삽입하고 틈새에 몰타르 등을 충진하는 공법이다.	•전면적인 파헤침은 필요없다. •관체의 내면에서부터 보강이 도모된다. •적수방지 및 누수방지의 효과가 있다. •제수밸브, 분수전, 분기부(곡관부) 등은 기술상의 개선이나 별도의 대처가 필요하다. •관경감소에 따라 급수능력의 검토가 필요하다. •장시간 단수가 불가능한 구역에서는 임시급수가 필요하다. •접합부에 누수가 생길 경우는 그 위치를 결정하기가 곤란하다.
2. 피복재 관내부착공법	•기존관을 청소한 후 관내에 피복재(합성수지의 통모양)을 장착하는 공법이다.	•전면적인 파헤침은 필요없다. •피복재의 종류에 따라 누수방지 효과가 있다. •적수방지, 통수능력 회복에 효과가 있다. •제수밸브, 분기부 등에 대해서는 별도의 대책이 필요하다. •피복재의 종류에 따라서는 분수전, 곡관부의 시공에 기술상의 개선이 필요하다. •장시간 단수가 불가능한 구역에서는 임시 급수가 필요하다.
3. 시멘트몰타르 라이닝공법 (Cement Mortar Lining)	•기존관을 청소한 후 관내에 Cement Mor- tar를 원심력으로 뿌려 바르는 공법이다.	•전면적인 파헤침은 필요없다. •재료의 사용실적이 오래되었고, 방식성이 뛰어나다. •적수방지, 통수능력 회복에 효과가 있다. •제수밸브, 분기부등에 대한 기술상의 개선이나 별도의 대책이 필요하다. •시멘트몰타르의 중성화 방지를 위한 기술적인 검토가 필요하다. •양생을 위해 장시간 단수해야함으로 임시급수가 필요하다.
4. 에폭시수지 라이닝 공법 (Epoxy Resin Lining)	•기존관을 청소한 후 관내에 수지도료(액상에폭시수지 등)을 원심력으로 도장하는 공법이다.	•전면적인 파헤침은 필요없다. • 제수밸브등의 부속시설이나 분기전 등이 있는 노선에도 시공이 가능하며, 양생시간이 비교적 짧아 단수시간을 단축시킬 수 있다.. •적수방지, 통수능력 회복에 효과가 있다. •완전한 도료막을 형성하기 위해 도장전의 바탕조정, 도료의 혼합, 도포, 도막의 양생온도 및 경화시간 등에 대해 철저한 시공관리가 필요하다. •도막의 장기적인 내구성은 기대할 수 없다.

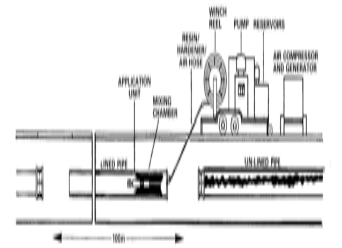
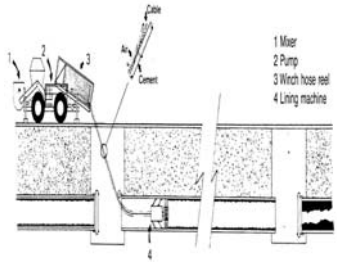
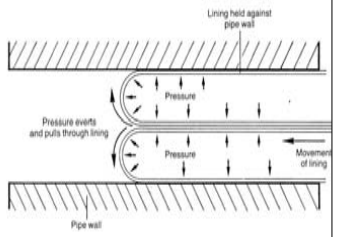
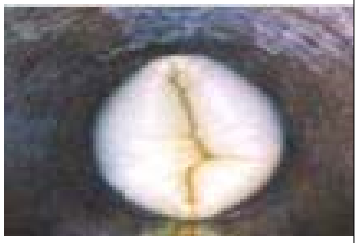
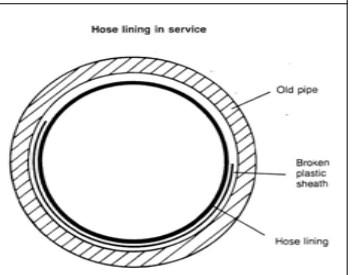
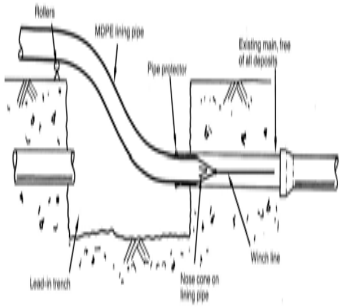
<표 5.4-114> 국내 노후수도관 갱생공법

공 법		EPOXY 라이닝 공법	시멘트모르터 라이닝 공법(CML 공법) (Cement Mortar Lining)	PE변형관 삽입 라이닝공법(PPR 공법) (Polyethylene Pipe Rehabilitation)
공법개요		◎ 연장 100~200m에 1개소씩 점 굴착하고 EPOXY 도료를 이용하여 두께 약 1mm정도로 도포함으로서 녹물방지 효과를 기대 할 수 있는 공법	◎연장 100~200m에 1개소씩 점 굴착하고 시멘트 모르터를 고속분사하고 미장용 인두로 관내면을 매끄럽게 하여 관내부에 도막을 형성시키는 공법	◎연장 100~200m내에 1개소씩 점 굴착하고 PE변형관 라이너를 삽입, 라이닝하는 공법
적용구경		80~1,500mm	150~1,200mm	150~1,200mm
도장재 인증		• 한국수도협회인증	※시멘트 모르터에 첨가제 사용	• KS D 8503 지정 • 영국 WRC 및 미국 FDA등 음용수 용기로 인증
개요도		 	 	 
교통문제		작업개소외의 교통원활 100~200m에 2*3m 1개소부분굴착으로 굴착개소만 우회	작업개소외의 교통원활 100~200m에 2*3m 1개소부분굴착으로 굴착개소만 우회	작업개소외의 교통원활 100~200m에 2*3m 1개소부분굴착으로 굴착개소만 우회
시공기간		1일(150m기준)	1일(100m기준)	2일(180m기준)
특징	장점	• 단순공사비가 가장저렴 • 곡관 및 T형관 등 시공가능 • 녹물 및 누수방지 • 분기관 천공작업 필요없음	• 단순공사비가 저렴 • 녹물 및 누수방지 • 분기관 천공작업 필요 없음	• 녹물 및 누수방지 • 음용수관으로 검증되고 물맛이 변질되지 않음 • 암거 등 하월구간 시공가능
	단점	• 충분한 경화시간을 확보하지 못할 경우, 도장재의 들뜸, 핀홀이 발생 • 관내부 완전 건조후 시공필요 • 비스페놀A등의 유해성 논란 • 경화시간이 길다 • 최근 적용실적 적고 내용연수가 타 공법에 비해 짧음	• 관내부 완전 건조후 시공필요 • 경화시간이 길다 • 시공불량 시 분기관 막힘현상 발생	• 기존관과 접합성이 없어 부단수 천공 불능 • 관경이 커질 경우 시공연장 축소됨(자재운반 한계성:∅1,000mm일 경우 90m) • 분기관 전용소켓 및 천공작업 필요 • 곡관부 주름 발생 시공 어려움

<표 계속>

공 법		보강튜브 현장경화공법(ERS, SHL공법) (Epoxy Lining Repair System), (Steam Hose Lining)	PUU 스프레이 라이닝공법(ISL 공법) (In-situ Spray Lining System)	신관부설
공법개요		◎연장 100~200m에 1개소씩 점 굴착하고 에폭시레진이 함침돤 부직포튜브를 관로내에 반전 열공기로 현장경화시키는 공법	◎연장 100~250m에 1개소씩 작업구를 설치하고 수지도료(폴리우레아우레탄 수지도료)을 원심력으로 약2~5mm로 도포하여 경화시키는 공법	◎도로를 전면 굴착하고 신관으로 교체 매설함
적용구경		300~1200mm	80~1,500mm	80~2,000mm
도장재 인증		• KSD8502 열경화성 액상 에폭시수지	• DWI, NSF I'ntI 승인 외 국제 인증 다수	• KS 인증
개요도		 	 	 
교통문제		작업개소외의 교통원활 100~200m에 2*3m 1개소부분굴착으로 굴착개소만 우회	작업개소외의 교통원활 100~200m에 2*3m 1개소부분굴착으로 굴착개소만 우회	공사시공 시 작업장 전 구간 교통통제
시공기간		1일(150m기준)	1일(200m기준)	7~8일(180m기준)
특징	장점	• 녹물 및 누수방지 • 구조적 보강효과가 타 보수공법보다 큼 • 기존관과의 부착시공성 우수	• 분기관 및 관단부 별도의 작업없음 • 공사기간이 짧게 소요 • 경화시간이 다른 공법들에 비하여 짧음	• 일반경쟁 입찰로 시공할 수 있는 대중화된 공법임 • 관로확대 시 유리함
	단점	• 분기관 천공작업 필요 • 관경이 커질수록 시공연장 축소(반전탱크 용량 한계)	• 관내부 건조 후 시공필요 • 파손부분이 큰 경우 구조적 보강이 어려움 • 2008년 이후 시공되고 있으므로 품질보증에 대한 명확한 자료가 부족	• 도로 굴착으로 교통장애 유발로 사회간접자본 손실 • 공사비 과다로 비경제적이다. • 수명 약 30년이 경과 시 마다 또다시 관 노후로 인한 누수 등으로 신관교체의 필요성 재현 • 다량의 폐기물 발생

<표 5.4-115> 국외 노후수도관 갱생공법

공 법		에폭시 라이닝공법 (Epoxy Lining)	시멘트모르터 라이닝공법 (Cement-mortar Lining)	반전삽입 공법 (Soft insertion, CIPP공법)	호스라이닝 공법 (Hose-lining)	견인삽입 공법 (Sliplining)
공법개요		◎ EPOXY 수지 및 도료를 원심분사하여 관의 내면을 도장하는 공법	◎시멘트 모르터를 고속분사하고 미장용 인두로 관내면을 매끄럽게 하여 관내부에 도막을 형성시키는 공법	◎연질의 라이닝재(PE)를 기존관 내에 삽입한 후 증기열을 이용하여 양생 또는 접합하는 공법	◎접혀 있는 상태의 연질 호스를 기존관 내의 삽입한 후 관내에서 펼쳐서 라이닝하는 공법	◎연질의 플라스틱관을 기존관 내에 삽입하는 공법
적용 구경		80~1,500mm	80mm이상 관로	80~1,000mm	80mm 이상구경	대부분의 구경에 적용가능
개요도		 	 	 	 	
특징	장점	• 소구경관등 대부분의 관종에 적용가능 • 신관교체에 비하여 비용 저렴	• 녹물 및 누수방지 • 널리 알려진 공법으로 다양한 관종들에 적용가능	• 녹물 및 누수방지 • 구조적 보강효과가 타공법 보다 큼	• 공사비 저렴 • 주로 누수방지를 목적으로 활용가능	• 모든 재질의 관에 적용 • 모든 관경과 매설깊이에 상관없이 적용할 수 있다.
	단점	• 구조적으로 취약한 관은 적용불가 • 충분한 경화시간을 확보하지 못할 경우에는 핀홀, 들뜸현상 발생	• 구조적으로 취약한 관은 적용불가 • 알칼리도가 낮은 물(연수)에서는 시멘트모르터의 수명을 단축 • 소구경관에서는 조도 불균일 • 시공불량 시 분기관 막힘현상 발생	• 소구경관에 적용시 시공이 어렵다. • 통수단면적 감소	• 기존관과의 부착력이 다소 낮음 • 곡관부 시공 어려움 • 대구경관의 경우 시공연장 제약	• 통수단면적 감소 • 곡관 접합부 · 급수관 등은 굴착하여야 한다. • 누수나 관파손 시 위치를 정확히 알 수 없다.

다. 개량공법 선택의 지표

수도관로의 개량을 실시할 경우, 그 개량목표에 따라 가장 효율적이며 효과적인 공법의 선택이 필요하다.

따라서, 관로개량공법의 선택지표로서, 관로의 내구성, 관로기능의 향상, 기술 및 시공조건, 재정, 긴급성 등의 항목을 충분히 검토하고 공법의 특징을 잘 이해한 후에 개량공법을 결정하는 것이 중요하다.

1) 관로의 내구성

관로는 사고나 장해가 발생할 경우 영향의 크기에 따라 그 중요성이 평가되고, 중요성이 클수록 내구성이 요구되게 된다.

관로는 빈번히 교체할 수 있는 시설이 아니므로, 장기간의 안정성과 내구성이 요구되므로 부식이나 경과년수에 따른 악화에 강한 재질인가, 내구성이 있는 방식방법인가 등에 대해 비교 검토할 필요가 있다.

2) 관로기능의 향상

수도관로의 개량은 단순히 기능회복만이 아니라, 개량의 기회를 활용하여 수도시설 전체 기능을 향상시키는 것이 중요하다. 그러기 위해서는 부속시설(텔레미터, 제수밸브 등)을 부가해서 도•송•배수시스템 기능의 고도화나 유지관리 기능의 향상을 도모하는 것이 중요하기 때문에 새로운 시설의 설치 가능성을 검토할 필요가 있다.

3) 기술 및 시공조건

수도관로의 개량에는 각 공법별로 특징(장·단점)이 있고, 품질관리에 상당히 고도의 기술이나 신중한 시공을 요하는 것도 있으므로 공법 선택시 개착과 비개착공법의 구분, 시공기술의 한계, 사용재료가 수질에 미치는 영향과 물성상, 구조상 문제 및 시공의 안정성, 신뢰성 등에 대해서 신중히 조사, 검토하는 것이 중요하다.

4) 관로의 장래적인 유지관리

수도관로는 시설이 팽창함과 동시에 매설되어 있기 때문에 유지관리가 용이하고 잔손질이 가지 않아야 하는 것이 기본이다. 그러기 위해서 시설은 간단하고 명료해야 한다.

아무리 기능적이고 편리한 시설이라도 그 유지관리가 복잡하고 손질이 많이 간다면, 그것은 수도시스템으로는 적절하지 않다.

5) 누수방지에 대한 특성

수도관로의 개량은 누수방지 관점에서 누수되지 않는 재질과 수밀구조이어야 하며,

더욱이 구성되어 있는 재료가 거의 동일한 내용년수를 갖는 것이 필요하다.

또한, 누수가 발견되기 쉬운 구조로 누수장소의 발견이 쉽고, 보수가 간단히 되어야 한다. 누수방지를 위한 관로개량방법을 선택하는 경우는 누수의 발견, 보수방법의 용이성도 충분히 고려되어야 한다.

6) 재 정

관로개량공법중 어느 공법이 보다 투자효과를 발휘하는가에 대해서는 그 공법의 내용년수, 공사비용, 유지관리비용 등으로부터 종합적으로 판단하지만, 내용년수에 대해서는 법에서 정한 것 이외에 현재 명확한 지표가 얻어진 것은 적다. 따라서 당면한 내용년수를 가정하여 공법을 결정하게 된다. 더욱이 투자효과에 대해서는 여러 가지 각도에서 정량적으로 공식화하는 시도가 필요하다.

7) 긴급성

개량후보관로는 도로정비계획 등과의 연관성이나 파손사고로 인한 영향의 크기에 따라 긴급하게 개량해야 할 경우가 있다. 이 같은 경우에는 그 계획 등과 협력하는 차원에서 공법을 선택할 필요가 있다.

4.2.3 노후관로 판단방법

계획적이고 효율적으로 관로를 개량하기 위해서는 각각의 관로에 대한 기능저하의 정도를 식별하거나 또한 예측할 필요가 있다.

이러한 기능저하는 다양한 요소가 복잡하게 얽혀 있기 때문에 원인의 규명이 곤란하므로 진단평가 방법도 현재 수집되어 있는 정보나 기술수준의 범위내에서 판단할 수 있는 방법으로 다음과 같은 방법이 있다.

- 각 수도사업체에서 실시되고 있는 경험적인 방법
- 관로 부설년수에 따른 노후도 평가방법
- 통계처리에 의한 추정방법
- 직접조사에 의한 방법

기능진단 평가의 실시에 있어서 이와 같은 방법을 적절히 조합하여 실정에 맞는 방법을 선정할 필요가 있으며 노후도 평가방법에 대한 설명은 아래와 같다

가. 각 수도사업체에서 실시되고 있는 경험적인 방법

각 수도사업체에서는 일상의 유지관리업무에서 사고가 발생하기 쉬운 노선이나 관종 등에 대하여 각각의 정보를 파악하고 있고, 그러한 자료에 근거하여 개량대상관로를

결정하고 있다. 이와 같이 경험에 의한 방법은 현재로서는 유용한 방법 중의 하나이다. 이는 관로개량 실시조건, 급수인구, 관로연장, 시설용량 등의 사업규모를 참고하면서 각 수도사업체의 특성을 염두에 두고 항목을 선택하여야 한다.

1) 국내 주요도시

다음 <표 5.4-116>와 같이 주로 매설년수에 준하여 개량공사를 하고 있으며, 민원이 발생하는 관로에 대해서는 우선적으로 교체 또는 개량을 실시하고 있다.

<표 5.4-116> 관로개량실시조건(국내)

구 분	개 량 조 건
서울특별시	•매설년수에 따르고 있으나, 급수 및 φ 80㎜의 배수관은 교체하고, φ 100㎜이상 φ 300㎜의 15년 이상된 노후된 배수관로를 중심으로 우선 개량 대상 •누수가 다발하고 있는 지역의 관로 •적수나 탁수에 의한 수질문제가 야기되는 지역의 관로 •통수단면적 감소로 인한 출수불량이 있는 지역의 관로
부산광역시	•매설년수 10년 이상의 급수관, 30년 이상의 송•배수관을 노후관 대상 •누수가 다발하고 있는 지역의 관로 •통수단면적 감소로 인한 급수불량지역의 관로나 적수(녹물) 발생지역의 관로 •매설년수를 기준해서 우선 개량
대구광역시	•매설년수 11년 이상의 급수관, 21년 이상의 송•배수관중 주철관을 노후관 대상 •급수관중 아연도강관과 PVC관은 100% 교체대상 •매설년수에 관계없이 도심지나 아스팔트포장인 교통혼잡 우려가 있는 지역의 주철관에 대해서는 갱생 대상 •스케일(Scale)생성으로 인한 급수불량지역의 관로나 적수(녹물)현상 등 민원이 유발된 관로와 적수현상이 우려되는 관로 •노후 배수관으로 누수가 빈번한 관로 •Block단위로 노후관 교체공사나 일부 갱생공사를 시행함으로서 Block내 잔존하는 미라이닝(Lining)관로를 개량 대상 •관의 노후도와 지역여건을 감안하여 사업효과가 좋은 지역을 우선적으로 선정
광주광역시	•’82년부터 시험적으로 주철관 내부에 시멘트몰타르라이닝(Cement Mortar Lining)을 시작하여 본격적으로는 ’84년부터 시행하고 있음. ‘84년 이전에 부설된 주철관을 중심으로 교체 및 갱생 대상 •급수관중 아연도강관과 강관(일명 와사관)은 100% 교체 대상 •연(Pb)접합에 의한 관로나 PE관 등은 교체 대상 •내부라이닝이 안된 관로로서 도로확장 공사에 의해 도로중앙에 위치함으로서 유지관리가 어려운 관로는 이설하면서 교체 대상 •노후 배수관로로 누수가 빈번한 관로는 교체 대상 •내부에 시멘트몰타르라이닝이 안되어 있는 관로는 갱생 대상

2) 일본 주요도시

<표 5.4-117> 관로개량실시조건(일본)

구 분	개 량 조 건
사 업 체 (동경도)	1. φ 400㎜이상 (1) 1912년 이전에 매설된 관로로 과거에 누수·파손의 사고이력이 있는 관로 (2) 매설심도나 위치에 검토를 요하는 관로 (3) 부등침하가 발생하여 사고의 우려가 있는 관로 2. φ 75㎜ ~ 350㎜ (1) 매설된 이후 40년 이상 경과한 관로 (2) 누수율이 100ℓ /(분·㎞) 이상의 관로 (3) 석면시멘트관 ※ 경질염화비닐관은 거의 매설되어 있지 않음.
사 업 체 (가와나와현)	1. 석면시멘트관 2. 납(Pb)접합주철관 3. 15년 이상 경과한 φ 50㎜이상의 아연도금강관 4. 누수, 파열의 발생이 많은 폴리에틸렌관
사 업 체 (니이가타현)	1. 석면시멘트관 (φ 50㎜~φ 300㎜, 1958년~1967년) (1) 과거에 누수파손의 다발 관로 (2) 다른기관 관련공사에 의한 진동, 충격에 약한 관 (3) 교통량이 많아 하중이나 진동을 받는 관로 (4) 위치, 심도, 밀집 등에 의해 유지관리상 부적합한 관로 2. 무라이닝주철관(φ 100㎜~φ 250㎜, 1926년~1965년) (1) 적수발생 관로 (2) 납(Pb)접합관로 (3) 위치, 심도, 밀집 등에 의해 유지관리상 부적합한 관로 3. 염화비닐관 (1) 접합 불량 등 누수에 의한 사고가 있는 관로 (2) 매설위치 심도가 부적합한 관로 (3) 교통량이 많아 하중이나 진동을 받는 관로 (4) 다른기관과 동시에 시공하는 편이 유리한 관로
사 업 체 (아이치현)	1. 내용년수 38년을 경과한 관 2. 사고 다발 관 (누수, 파열 등) 3. 석면시멘트관 4. 점용위치나 매설심도에 검토를 요하는 관 5. φ 75㎜ 이하의 무라이닝주철관
사 업 체 (후쿠오카현)	1. 석면시멘트관 2. 내면에 시멘트몰타르라이닝이 되어 있지 않은 오래된 주철관 3. 강관, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관중 φ 50㎜이하의 소구경관

※ 자료 : 水道管路 更新 がイドライン (일본수도협회, 1993)

나. 관로내용연수에 따른 노후도 평가방법

지방공기업법 시행규칙 별표2에서는 상하수도 구축물에 대한 내용연수를 규정하고 있으며 그 내용은 아래 <표 5.4-118>와 같다. 또한 「상수도 유수율제고 업무처리규정(환경부 훈령 제486호)」에 따르면 '노후수도관이라 함은 아연도강관, 비내식성 금속관, 매설 후 16년 이상 경과한 수도관중 관석(Scaling) 및 부식이 심한 수도관 등 교체 또는 갱생이 필요한 수도관을 말한다'로 규정하고 있다.

그러나 관의 경우 경년화에 동반되는 사고와 장해는 여러가지 원인이 복잡하게 얽혀 발생되므로 단순한 내용연수로 관로의 수명을 평가하는 것은 막대한 예산지출과 자칫 과잉투자의 우려가 있으므로 계획적이고 효율적으로 관로를 개량하기 위해서는 각각의 관로에 대한 기능저하의 정도를 식별하거나 또한 예측할 필요가 있다.

<표 5.4-118> 상하수도 관로의 내용연수

구 분	내 용 연 수	비 고
수도시설물(취수, 도수, 정수, 배수지시설)	30년	
스텐레스관, 주철관, 강관	30년	
PVC관, PE관	20년	
아연도강관	10년	
그 밖의 관(재질에 따라)	20~30년	
수도관 부속설비	20~30년	

자료) 지방공기업법 시행규칙 별표2

다. 통계처리에 의한 추정방법

통계처리에 의한 추정방법은 과거에 발생한 사고정보(관종, 관령, 흙덮기, 토질, 매설년수, 교통량 등)를 다변량 해석 등의 통계적 방법을 이용해서, 통계모델을 작성하고 이를 수치화함으로써 보다 간단하게 판단하기 위한 평가방법이다. 따라서, 이 방법은 한정된 사고 사례의 분석으로부터 사고의 가능성을 추측하기 때문에 수치의 취급에는 주의를 요한다. 상관성이 높은 통계모델을 작성하기 위해서는 정밀도가 높은 사고정보의 축적이 불가피하며 이를 위해서는 사고발생시의 관체 상황이나 매설환경 등의 정보를 전국규모로 정리할 필요가 있다. 그러나, 현재 우리나라의 경우에 전국규모로 사고발생시의 관체 상황이나 매설환경 등의 정보수집, 정리 및 사고분석을 행한 사례가 거의 없는 실정이다.

라. 직접조사 측정에 의한 방법

관로의 파손에 대한 위험도를 판정하기 위해서는 관체 그 자체나 매설환경 등을 직접 조사하는 방법이 유효한 정보가 획득되어 보다 확실한 방법이다. 그러나 매설관로에 있어서 현장조사시 굴착이나 단수를 수반하는 경우가 많으므로 해당장소를 모두 직접 조사하는 것은 곤란하다. 게다가, 조사·측정에 있어 다른 공사에 의하여 굴착이나 부대시설을 최대한 이용함과 동시에 사전에 현장조사 장소를 신중히 선정하여 준비해야 된다. 또한 직접조사는 현장조사 장소가 특정하기 때문에 그 조사결과를 부근의 전체적인 경향으로 보아도 좋은가 등 신중한 검토를 요한다.

부식정도는 관재료의 내식성, 방식방법, 관로의 접합구조 및 매설환경의 부식성 등에 영향을 받는다. 따라서 실제 현장조사에 관종이나 매설년수 등을 검토하여 매설환경으로서 토양의 부식성이나 관외면의 부식을 조사하고 경우에 따라서 수질조사 및 내면부식 상태조사를 병행할 필요가 있다.

관부식은 공시계나 Deeps Gauge 등을 이용하여 부식공의 깊이 등을 측정하여 조사한다. 최근에는 초음파나 전자파 등을 이용한 측정기가 실용화되고 있어 이를 이용하기도 한다.

토양의 부식성은 토질, 토양저항율, pH, 함수율, 통기성, 미생물, 용해성 성분 등의 인자에 지배되는 것으로 알려져 있다. 강관 및 닥타일주철관의 토양 부식성을 평가하는 방법으로서 부식에 영향이 크다고 판단되는 주요인자를 이용한 미국의 ANSI평가방법이 널리 이용되고 있다.

1) 현장조사의 범위

과년도 누수사고 현황자료를 기초로 현장조사에 의거, 누수사고 위치 및 원인을 분석한 후 지역별, 관종별, 관경별로 관로 진단위치를 선정하여야 한다. 또한 조사지점은 노후화의 영향 인자에 대하여 대표성 있는 지점으로 선정하고 현장조사 결과를 기초로 전역에 대한 확대 해석이 가능한 지역으로 한다.

2) 조사항목, 분석방법 및 평가기준

관로의 파손 등 사고에 대한 수도관로의 기능진단 평가는 직접조사 측정에 의한 방법으로 시행하며, 현장조사의 기준은 “수도관 개량을 위한 의사 결정 시스템 개발”('95. 2 한국수자원공사)을 기준으로 한다.

조사항목은 내·외부하중인자, 관의 특성인자, 노후도 관련인자, 부식관련인자, 공사관련인자 등의 직접조사 항목과 관체조사 항목인 치수검사(원두께, 내면 도장두께, 외

면 도복장 두께 등) 및 인장시험(인장강도, 항복강도, 연신율경도시험, 엣칭시험, 표면조직검사 등)과 내시경검사(Scale 정도, 담치서식 등) 등으로 실시한다.

현장조사에 의한 수도관 노후도 평가는 수도관 노후도 진단평가 점수산정표에 의거 평점한 후 평가총점에 따라 노후도를 평가하며, 평가기준, 조사항목과 분석방법, 수도관 노후도 진단평가 점수 산정표는 다음과 같다.

<표 5.4-119> 수도관 노후도 평가기준

평 가 점 수		평 가 내 용	비 고
점수 평가법	80점이상	상태가 양호한 관	
	70~80점미만	상태가 비교적 양호한 관	
	60~70점미만	노후도가 진행되기는 하였으나, 당장 보수가 필요하기 보다는 관심을 가지고 지켜볼 필요가 있는 관	
	60점미만	노후도가 상당히 진행되어 교체 또는 갱생을 검토하여야 할 관	
간접 평가법	〉 0.60	상태가 양호한 관	
	0.45~0.60	노후도가 진행되기는 하였으나, 당장 보수가 필요하기 보다는 관심을 가지고 지켜볼 필요가 있는 관(여건에 따라 직접조사가 필요)	
	〈 0.45	노후도가 상당히 진행되어 교체 또는 갱생을 검토하여야 할 관	

주) "교체/갱생"은 "관 상태에 따른 교체, 구조보강, 방식라이닝, 세관 등"을 의미

<표 5.4-120> 개략평가 방법별 평가항목

항목	내 용
하 중	매설지역(1), 도로상황(3), 최대수압(1), 매설심도(2) 등
관 종	관종(2), 내면피복(2), 외면피복(2) 등
노후도	매설년수(3), 누수/파손기록(3), 수질/수압 민원(2) 등
무수율	무수율(1) 등
부 식	외부요인 : 토양비저항(1), 토양pH(1), Redox전위(1), 황화물•염화물(1) , 내부요인 : C값(1)
시 공	기초공사(3), 되메움토양(3), 관경(3) 등
관로특성	관로구분(2), 부식방지(전기방식)(3), 관 접합방법(3), 밸브/분기관수(3), 이종접속관(3) 등

1. (1)점수평가 평가항목, (2)간접진단 평가항목, (3)점수평가와 간접진단 평가의 공통 평가항목
2. 점수 평가법 : 한국수자원공사, "수도관개량의사결정시스템 개발", 1995
3. 간접진단 평가법 : 환경부, "노후 수도관 진단매뉴얼"

<표 5.4-121> 간접평가 항목별 평가점수 범위 및 가중치

번호	세부인자	분류범위	점수	가중치	번호	세부인자	분류범위	점수	가중치
1	관로구분	송수관로 도수관로 배수관로 급수관로	1.00 0.75 0.75 0.50	0.02	9	주변도로	산업도로, 고속도로 4차선이상 도로 2차선 도로 이면도로 보도 및 노지	0.00 0.25 0.50 0.75 1.00	0.02
2	관종	STS, PFP DCIP SP, PC, PCC PVC, PE CIP, GSP	1.00 0.75 0.50 0.25 0.00	0.12	10	기초공	바닥기초 모래기초 콘크리트기초 파일기초 없음	1.00 0.75 0.50 0.50 0.00	0.02
3	관경	2000mm초과 2000~1000mm 1000~600mm 600~350mm 350~150mm 150mm이하	1.00 0.80 0.60 0.40 0.20 0.00	0.02	11	전기방식	있음 없음	1.00 0.00	0.01
4	내면피복	시멘트몰타르 아스팔트도복장 콜타르에나멜 에폭시 없음	1.00 0.75 0.75 0.50 0.00	0.10	12	접속방식	용접후도장 메카니칼, Push-on J 열융착, 플랜지, 소켓식, 슬리브커플링	1.00 1.00 0.50 0.25 0.25	0.04
5	외면피복	아스팔트도복장 콜타르에나멜 없음	1.00 0.75 0.00	0.03	13	밸브, 분기관	적음 보통 많음	1.00 0.50 0.00	0.06
6	매설년도	25년초과 25~20년 20~15년 15~10년 10년이하	0.00 0.25 0.50 0.75 1.00	0.30	14	접속관	없음 있음	1.00 0.00	0.03
7	매설심도	2m초과 2~1m 1m이하	0.50 1.00 0.50	0.00	15	누수, 파손, 밸브교체기록	없음 1~3회/년km 3~5회/년km 5회/년km초과	1.00 0.50 0.25 0.00	0.06
8	토양종류	모래질 모래+자갈, Loam, 점토+자갈, Silt 점토	1.00 0.50 0.25 0.00	0.06	16	수질, 수압 등 민원발생	없음 1~3회/년km 3~5회/년km 5회/년km	1.00 0.50 0.25 0.00	0.06

※ 간접진단에 의한 노후도 산정방법

• 노후도 평가점수 $= \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i p_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} = \frac{w_1 p_1 + w_2 p_2 + \cdots + w_n p_n}{w_1 + w_2 + \cdots + w_n}$ 식(1)

• 여기서, w = 항목별 가중치, p = 항목별 평가점수 (조건값), n = 항목 수

<표 5.4-122> 점수평가법 항목별 평가점수 범위 및 가중치

구 분	세 부 내 용	가중치							
	분 류	관경 700mm 이상			관경 600~150mm			관경 150mm이하	
		SP	CIP, DCIP	PCP, PCCP	SP	CIP, DCIP	PVCP,PEP, PCP,PCCP	Copper, Stainless	PVCP, PEP
1. 최대수압	○ 5kg/㎠ 이상	4	4	4	2	2	4		
	○ 5~3kg/㎠	6	6	6	4	4	6		
	○ 3kg/㎠ 이하	8	8	8	6	6	8		
	○ 3kg/㎠ 이상							4	4
	○ 3~1.5 kg/㎠							8	8
	○ 1.5 kg/㎠ 이하							4	4
2. 매설지역	○ 공업, 매립, 해안지역	2	2	2	1	1	2	1	1
	○ 수도권지역	4	4	4	3	3	4	3	3
	○ 기타지역	6	6	6	4	4	6	4	4
3. 도로상태	○ 고속도로, 산업도로	2	2	2	1	1	2	0	0
	○ 주간선도로(4차선이상)	4	4	4	3	3	4	1	1
	○ 기타 차도	5	5	5	4	4	5	2	2
	○ 비차도	6	6	6	5	5	6	3	3
4. 매설년수	○ 20년 이상	0	0	0	0	0	0	4	4
	○ 15~20년	2	2	2	2	2	2	6	6
	○ 10~15년	4	4	4	4	4	4	8	8
	○ 10년 이내	6	6	6	5	5	5	10	10
5. 관종	○ 주철관		2			2			
	○ 닥타일주철관		5			5			
	○ PCP								
	'69 , '70, '74년 매설			3			1		
	기타			5			2		
	○ PCCP			7			3		
	○ Hume			10			5		
	○ PVC관						3		3
	○ PE관						5		5
	○ 동관							4	
	○ Stainless steel관							5	
6. 누수 및 파손기록 (지난 5년간 동일 연장 관로내)	○ 4회/년km	2	2	2	0	0	1	1	1
	○ 3회/년km	4	4	4	2	2	4	4	4
	○ 2회/년km	7	7	7	5	5	8	8	8
	○ 1회/년km	10	10	10	7	7	12	12	12
	○ 무누수, 무파손/년km	14	14	14	10	10	15	15	15
7. 무수율	○ 40% 이상				2	2	2	4	4
	○ 30~40% 이상				4	4	4	8	8
	○ 20~30% 이상				6	6	6	12	12
	○ 10~20% 이상				8	8	8	16	16
	○ 10% 이내				10	10	10	20	20
8. 외부부식 토양저항율 (Ω/cm)	○ 700이하	0	0		0	0		0	
	○ 700~1000	1	1		1	1		0.5	
	○ 1000~1500	2	2		2	2		1	
	○ 1500~2500	3	3		3	3		1.5	
	○ 2500 이상	4	4		4	4			
pH	○ 4 이하	0	0	0	0	0	0	0	0
	○ 4~6	1	1	2	1	1	2	0.5	1
	○ 6~8.5	2	2	5	2	2	5	1	3
	○ 8.5 이상	1	1	3	1	1	3	0.5	2
Redox 전위 (mV)	○ 0 이하	0	0		0	0		0	
	○ 0~+100	1	1		1	1		0.5	
	○ +100 이상	2	2		2	2		1	
황화물 또는 염화물	○ 황산이온 500㎎/kg 또는 염소이온 250㎎/kg 이상	0	0	0	0	0	0	0	0
	○ 황산이온 200~500㎎/kg 또는 염소이온 100~250㎎/kg	1	1	3	1	1	3	0.5	1
	○ 황산이온 200㎎/kg 또는 염소이온 100㎎/kg 이하	2	2	5	2	2	5	1.5	2
9. 내부부식(C값)	○ 80 미만	0	0	0	0	0	0	0	0
	○ 80~89	3	3	3	3	3	3	3	3
	○ 90~99	7	7	7	7	7	7	7	7
	○ 100 이상	10	10	10	10	10	10	10	10
10. 기초공	○ 바닥고르기	2	2	2	2	2	2	3	3
	○ 사질토 기초	3	3	3	3	3	3	5	5
	○ Con'c 기초 또는 Pile 기초	5	5	5	5	5	5		
11. 되메움 토양	○ 점토	1	1	1	1	1	1	1	1
	○ Silt 또는 Loam	3	3	3	3	3	3	3	3
	○ 모래질	5	5	5	5	5	5	5	5
12. 관경	○ 700~1,000 mm 또는 2,400 mm 이상	2 5							
	○ 1,100 mm~2,200 mm		2						
	○ 1,000 mm			2					
	○ 900~1,000 mm				3	3	3		
	○ 150~300mm				5	5	5		
	○ 350~600mm		5	5					
	○ 기타								
13. Cathodic Protection	○ 없음	0	0		0	0			
	○ 있음	5	10		5	10			
14. Joint	○ 내부 부식도장 처리없음	0			0				
	○ 내부 용접후 방식도장	10			10				
	○ Non-flexible joint (Ex. Flange J.)		0 3			0 3			0 5
	○ Flexible joint (ex. Mechanical, Ball & Socket, Push-on J.)			0 5			0 3		
	○ Sleeve Coupling 및 기타							1	
	○ Push-on J.							2	
	○ 비용접접합								
	○ 용접접합								
15. Valve, 분기, 연결관	○ 많음	0	0	0	0	0	0	0	0
	○ 보통	3	2	3	3	2	2	2	3
	○ 적음	5	4	5	5	4	4	4	5
16. 접속관 및 부속관	○ 이질금속 및 이질재간의 접속 있음	0	0	0	0	0	0	0	
	○ 이질금속 및 이질재간의 접속 없음	5	3	5	5	3	3	4	
평가 점수의 합계		100	100	100	100	100	100	100	100

4.2.4 노후수도관 개량계획

가. 대상구간 선정

안산시 급수계통 중 매설되어 있는 전체 송·배수관로를 평가대상으로 크게 대블록(안산, 연성, 반월, 시흥정수장 수계별)·중블록(반월 직접외 13개 배수구역별)·소블록로 분류하고 해당 블록별 관종, 관경, 경과년수에 따라 세부항목으로 구분하여 조사를 실시하였다.

•구역분할 : 대블록(정수장)·중블록(배수구역)·소블록으로 분할.

•관로 분할 : 각 분할된 구역에 대하여 관종, 관경, 매설년수 등으로 상수관로 분할.

•동일블록 내 관종, 관경, 매설년수 등에 따른 개량계획 수립에 활용.

<표 5.4-123> 구역분할 및 관로분할 기준

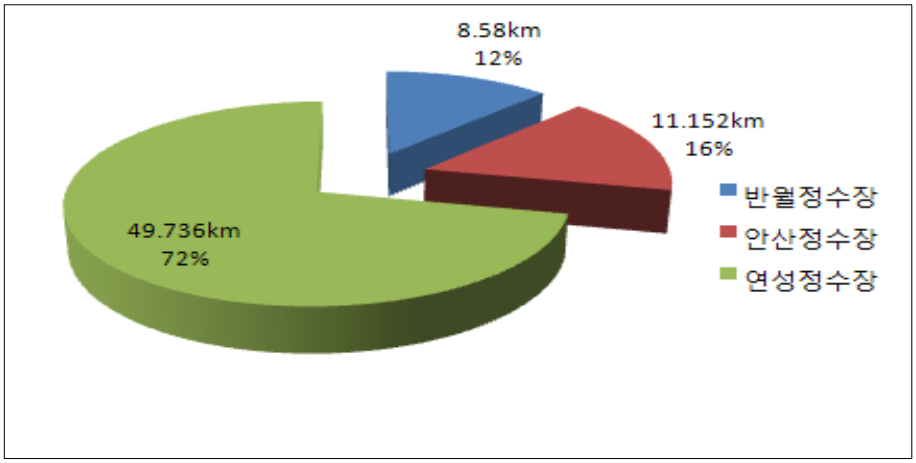
단 계	항 목	기 준						
구역	대블록	정수장 수계별(안산, 연성, 반월, 시흥정수장)						
	중블록	배수구역별(반월 직접외 13개 구역)						
	소블록	BD1외 105구역						
관로	관종	CIP	DCIP	HI-3P	SP	PVC	PE	기타
	관경	100 mm 〈		100 ~ 200mm		200~400mm		400mm 〉
	매설년도 (경과년수)	5년 이하		6~10년		11~15년	16~20년	21년 이상

나. 송수관로

1) 노후도평가 결과

① 수계별 구분

안산시 정수장 수계별 관로연장 분포를 살펴보면 연성정수장 수계는 총 49,736m로 이중 생활용수관로는 40,499m, 공업용수관로는 9,237m이며 안산정수장 수계는 총 11,152m로 이중 생활용수관로는 5,245m, 공업용수관로는 5,907m 그리고 반월정수장 수계는 8,580m의 송수관로가 매설되어 있는 것으로 나타났다. 각 정수장 수계별 송수관로 분포현황은 다음의 그림과 같으며 연성정수장수계에 매설되어 있는 송수관로의 비중이 가장 큰 것으로 평가되었으며 각수계별 관종에 따른 매설년도를 살펴보면 도복장강관(SP)이 관로연장 64.086Km(92%)으로 대부분을 차지하고 있었으며 평균 1998년에 매설되어 있는 것으로 나타났다.

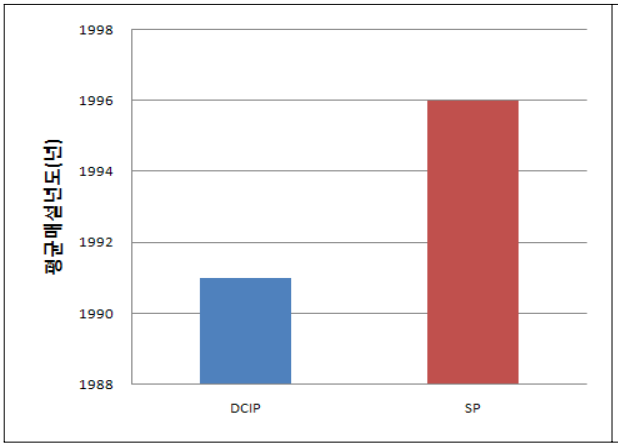


<그림 5.4-95> 정수장 수계별 송수관로 분포

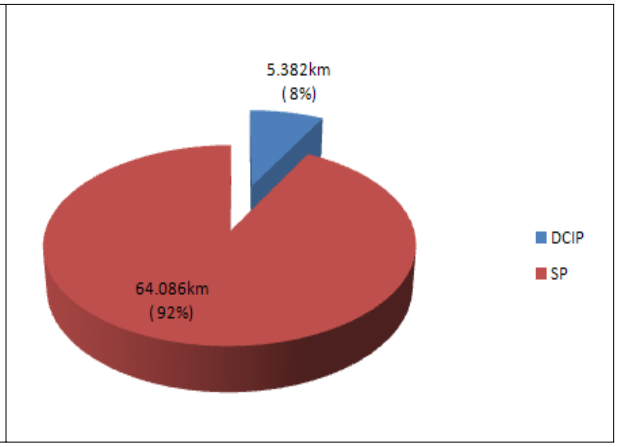
<표 5.4-124> 안산시 정수장수계별 관종에 따른 분포현황

구분	관종	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	비고
반월정수장 수계	DCIP	1999	4.104	
	SP	1993	4.476	
	계	1996	8.58	
안산정수장 수계	DCIP	1979	1.278	
	SP	1992	9.874	
	계	1988	11.152	
연성정수장 수계	SP	1998	49.736	
	계	1998	49.736	
총합계		1995	69.468	

닥타일주철관은 매설년수가 평균 1991년이었으며 관로연장은 5.382Km(전체 송수관로 연장대비 8%를 차지)으로 관종별 매설년도 및 매설비중은 다음의 그림과 같다.



<그림 5.4-96>
안산시 송수관로 관종별 평균 매설년도



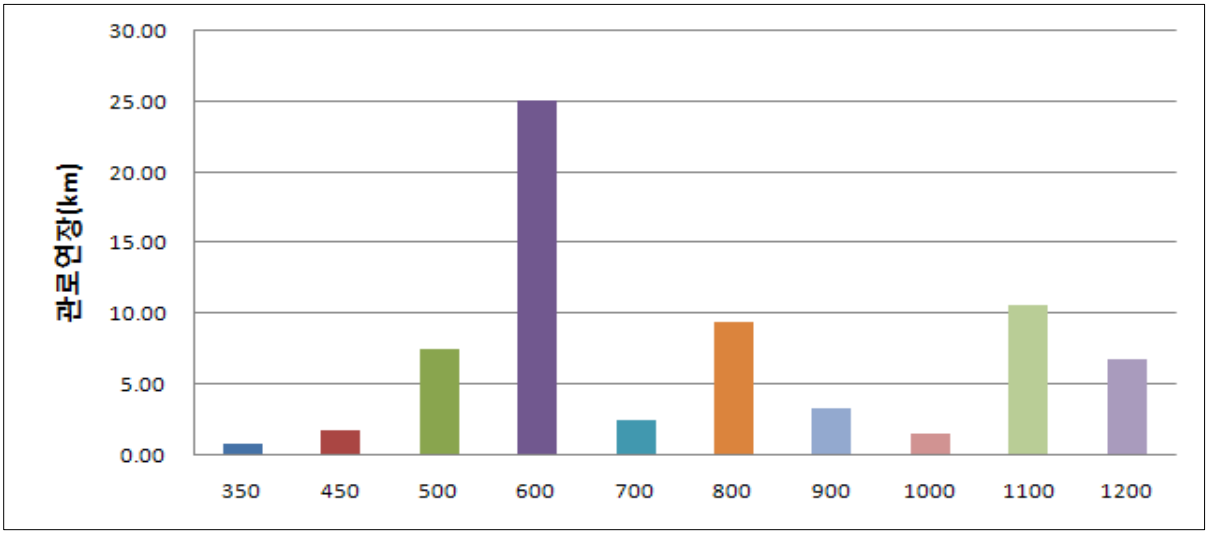
<그림 5.4-97>
안산시 송수관로 관종별 매설비중

각 정수장 수계별 매설되어 있는 송수관로에 대한 구경분포현황을 살펴보면, 350mm~1200mm로 나타났으며 대부분 1996~1998년에 매설되어 있는 관의 비중이 높았으며 이중 구경 600mm의 경우에는 25.1Km(36.13%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있었으며 그 외 1100mm, 800mm, 500mm순으로 매설비중이 높게 나타났다. 정수장 수계별 구경에 따른 매설분포현황은 다음의 표와 같다.

<표 5.4-125> 안산시 정수장수계별 구경에 따른 분포현황

정수장 수계	구경 (mm)	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)
반월정수장	350	1998	0.78
	450	1998	1.8
	600	2003	1.524
	800	1998	1.45
	1000	1998	0.558
	1200	1979	2.468
	계	1996	8.58
안산정수장	600	1987	1.669
	800	1979	5.907
	900	1996	3.352
	1000	1979	0.224
	계	1988	11.152
연성정수장	500	1999	7.55
	600	1998	21.907
	700	1998	2.455
	800	1998	2.08
	1000	1998	0.78
	1100	1998	10.652
	1200	1998	4.312
	계	1998	49.736
총합계		1995	69.468

주) 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임

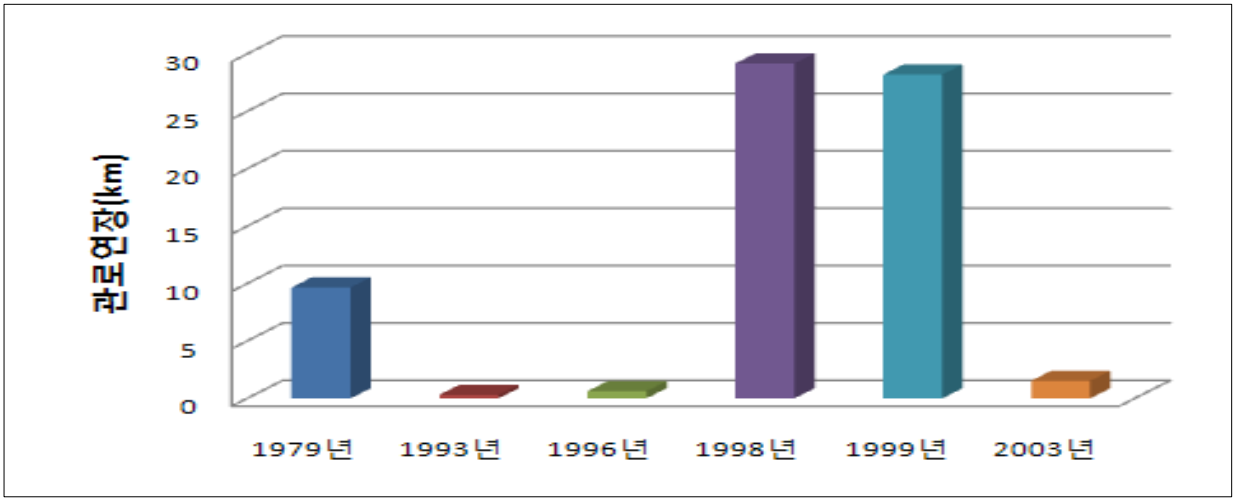


<그림 5.4-98> 구경에 따른 매설분포 현황

<표 5.4-126> 송수관로 관경별 매설분포현황

구경 / 연장	350 mm	450 mm	500 mm	600 mm	700 mm	800 mm	900 mm	1000 mm	1100 mm	1200 mm	총 합계
연장 (Km)	0.78	1.80	7.55	25.10	2.46	9.44	3.35	1.56	10.65	6.78	69.47
백분율(%)	1.1	2.6	10.9	36.1	3.5	13.6	4.8%	2.2	15.3	9.8	100.0

매설년도에 따른 분포현황을 살펴보면, 1998년(29.9Km, 43.2%) 및 1999년(28.2Km, 40.8%)에 매설된 관의 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며 경과년수가 30년된 관(1980년 이전)은 9.653Kmm(13.9%)인 것으로 나타났다.



<그림 5.4-99> 송수관로 매설년도별 매설분포현황

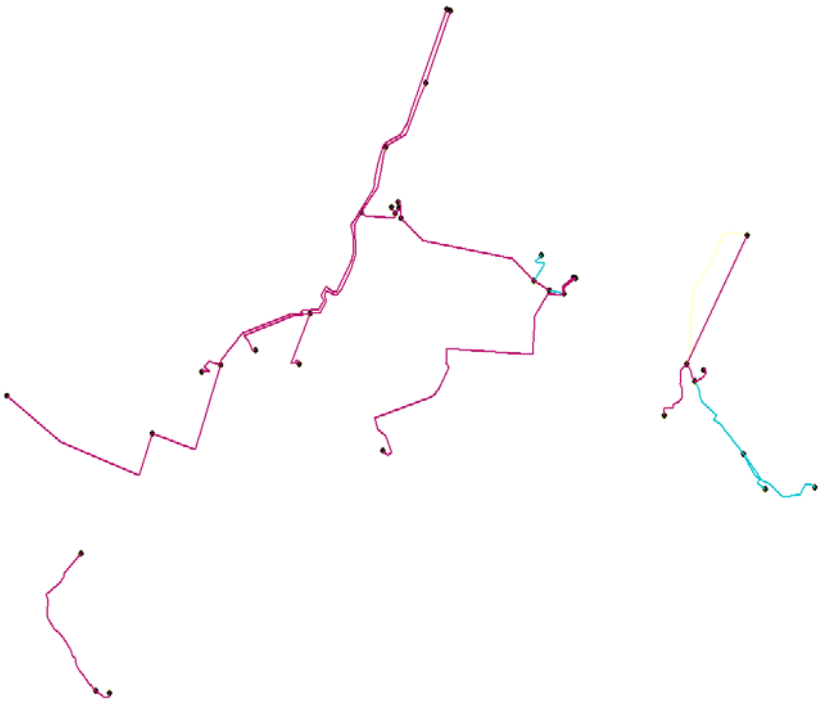
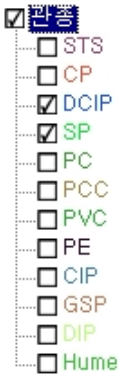
<표 5.4-127> 안산시 정수장수계별 구경에 따른 분포현황

정수장 수계	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	백분율 (%)
반월정수장	1979	2.468	3.55
	1998	4.588	6.60
	2003	1.524	2.19
	계	8.58	12.35
안산정수장	1979	7.185	10.34
	1993	0.305	0.44
	1996	0.615	0.89
	1998	3.047	4.39
	계	11.152	16.05
연성정수장	1998	21.534	31.0
	1999	28.202	40.6
	계	49.736	71.6
총합계		69.468	100

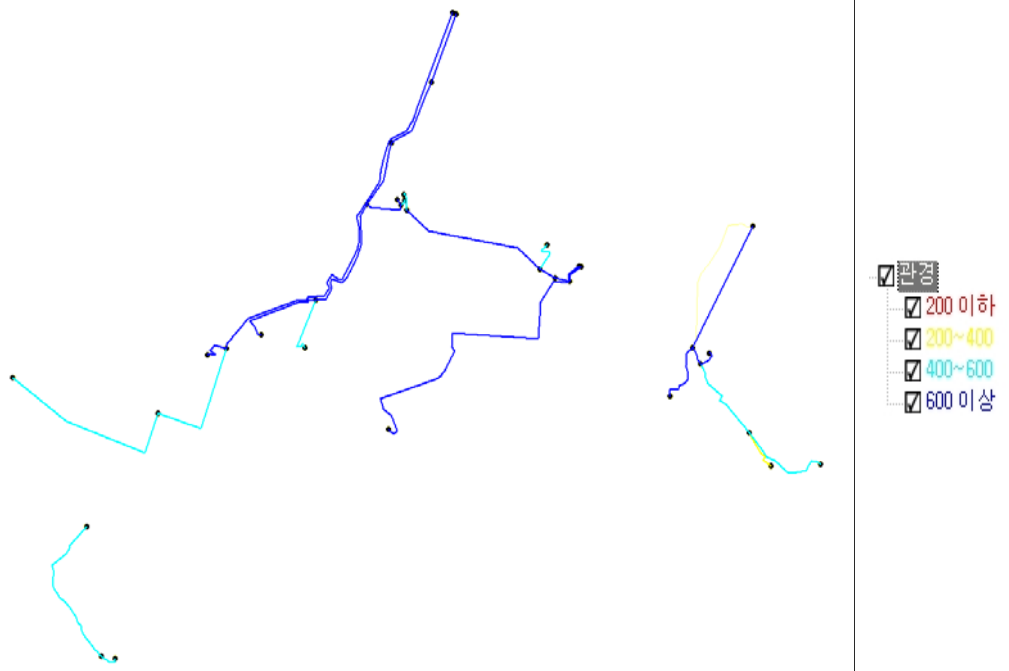
본 과업에서는 수자원공사에서 개발한 노후관로진단 프로그램을 이용하여 안산시 송수관로에 대한 노후도 평가를 실시하고자 하였으며 평가대상 송수관로의 분포현황은 아래의 표와 같다. 정수장 수계별 관종분포는 반월정수장수계 일동·반월가압장~일동배수지/반월배수지 구간 그리고 월피동 배수구역 분기점~와동배수지분기점은 닥타일 주철관이 매설되어 있으며 그 외 지역은 모두 도복장강관인 것으로 나타났다.

관경분포를 살펴보면 600mm이상의 관로가 59.34Km로 85.4%를 차지하고 있었으며 경과년에 따른 현황은 대부분의 송수관이 1990년대 매설되어 있는 것으로 확인되었으며 경과년수가 30년 이상된 관은 1979년(9.653Km, 13.9%)이었다.

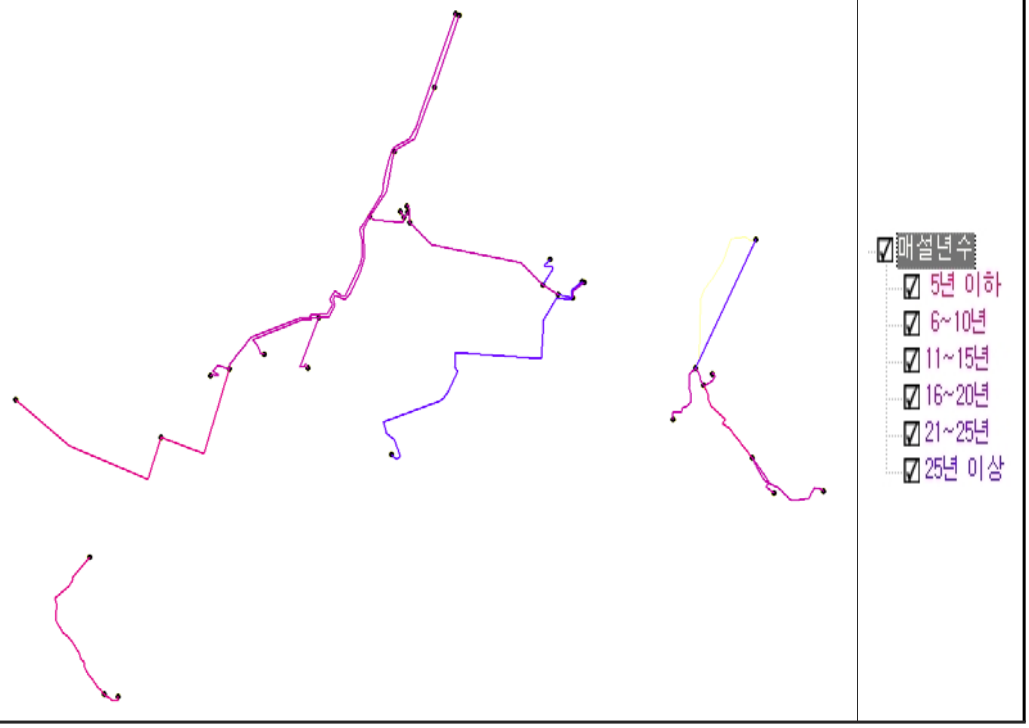
<표 5.4-128> 안산시 송수관로 노후관로 진단 프로그램 입력결과(관종별 분포현황)

구분	구분 결과	비 고
관종		

<표 5.4-129> 안산시 송수관로 노후관로 진단 프로그램 입력결과(관경별 분포현황)

구분	구분 결과	비 고
관경		

<표 5.4-130>안산시 송수관로 노후관로진단 프로그램 입력결과(매설년도별 분포현황)

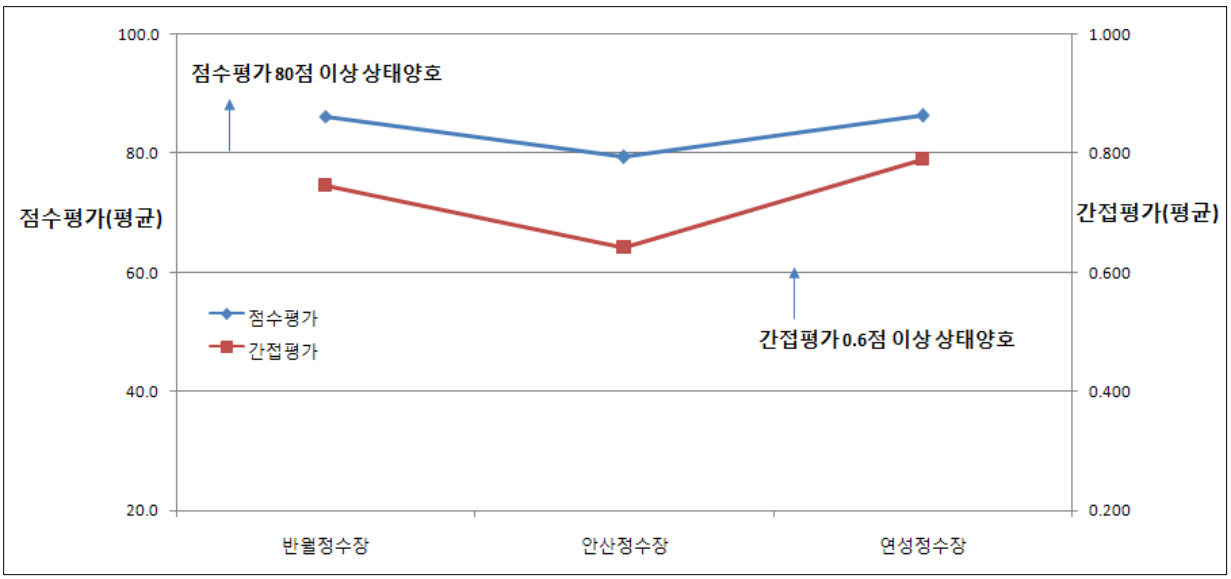
구분	구분 결과	비 고
매설년도		

② 송수관로 노후도평가 결과

안산시 송수관로에 대한 노후도 평가결과, 점수평가방법을 적용하였을 경우, 평가점수는 평균 86.2, 79.4, 84.5점으로 반월정수장수계, 연성정수장수계는 “상태 양호”, 안산정수장수계는 “비교적 양호”한 것으로 평가되었다. 간접평가방법을 적용하였을 경우에는 평균적으로 0.746, 0.641, 0.789점으로 점수평가법과 동일하게 “상태 양호”한 것으로 평가되었다. 안산정수장 수계에 매설되어 있는 송수관로는 상대적으로 다른 정수장수계에 비하여 평가점수가 낮게 나타났으며 이는 경과년수가 30년이상된 관의 연장의 비중이 다른 수계에 비하여 높기 때문이다.

<표 5.4-131> 안산시 송수관로 정수장 수계별 노후도 평가결과

정수장 수계	관로 연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
		평가점수(평균)	평가내용	평가점수(평균)	평가내용
반월정수장 수계	8.58	86.2	상태 양호	0.746	상태 양호
안산정수장 수계	11.152	79.4	비교적 양호	0.641	상태 양호
연성정수장 수계	49.736	86.3	상태 양호	0.789	상태 양호
총합계	69.468	84.5	상태 양호	0.742	상태 양호

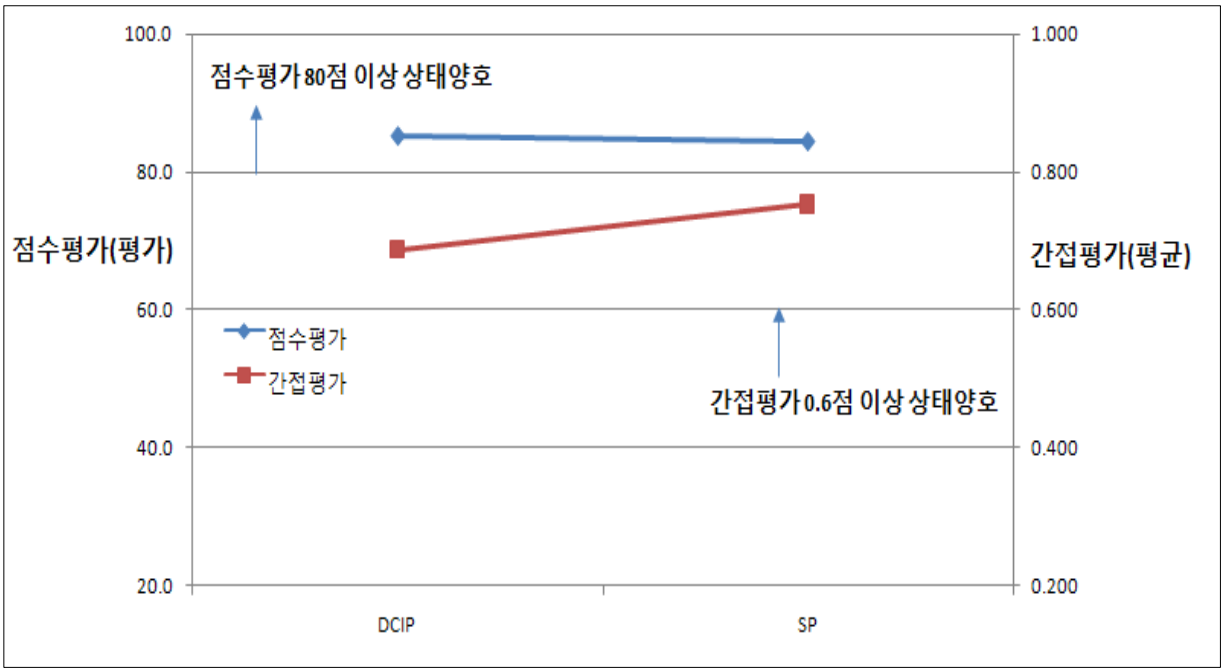


<그림 5.4-100> 안산시 송수관로에 대한 정수장 수계별 노후도 평가결과

정수장 수계별 관종에 따른 노후도 평가결과, 각수계별 대부분 상태가 양호한 것으로 나타났으나 안산정수장 수계 닥타일주철관은 점수평가법 및 간접평가결과는 평균 78.7, 0.528점으로 “비교적 양호”, “노후진행”으로 평가되었다.

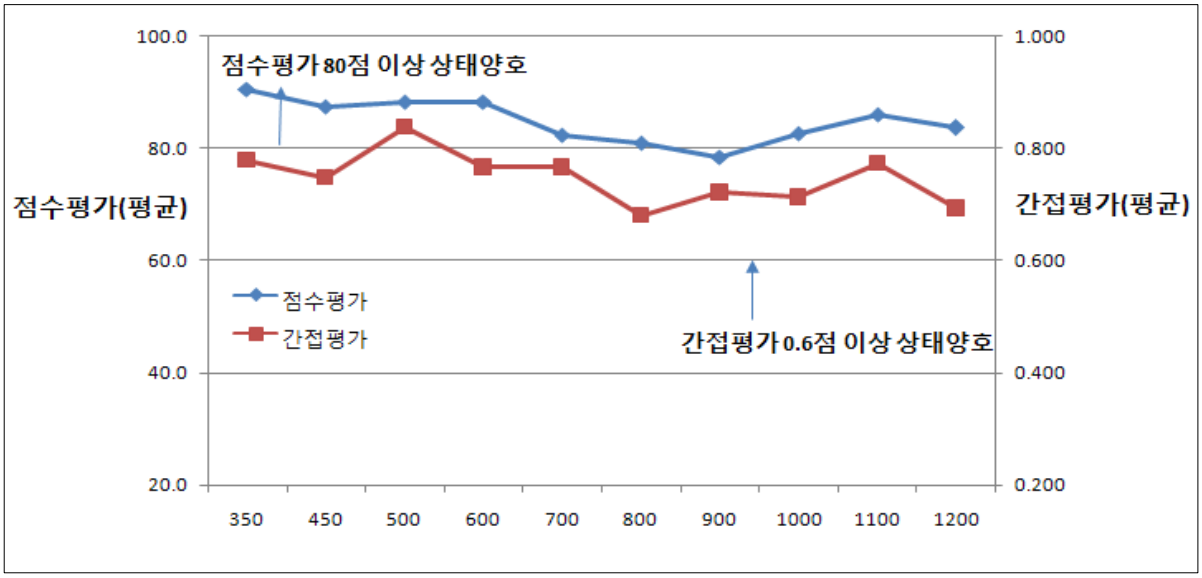
<표 5.4-132> 안산시 송수관로 정수장 수계별 노후도 평가결과

정수장 수계별 관종구분		관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
반월정수장 수계	DCIP	4.104	89.5	상태 양호	0.793	상태 양호
	SP	4.476	83.8	상태 양호	0.711	상태 양호
	계	8.58	86.2	상태 양호	0.746	상태 양호
안산정수장 수계	DCIP	1.278	78.7	비교적 양호	0.528	노후 진행
	SP	9.874	79.7	비교적 양호	0.687	상태 양호
	계	11.152	79.4	비교적 양호	0.641	상태 양호
연성정수장 수계	SP	49.736	86.3	상태 양호	0.789	상태 양호
	계	49.736	86.3	상태 양호	0.789	상태 양호
총합계		69.468	84.5	상태 양호	0.742	상태 양호



<그림 5.4-101> 안산시 송수관로에 대한 관종별 노후도 평가결과

구경에 따른 노후도 평가결과, 안산시 송수관로 대부분이 상태가 양호한 것으로 평가되었며 다음과 같다.

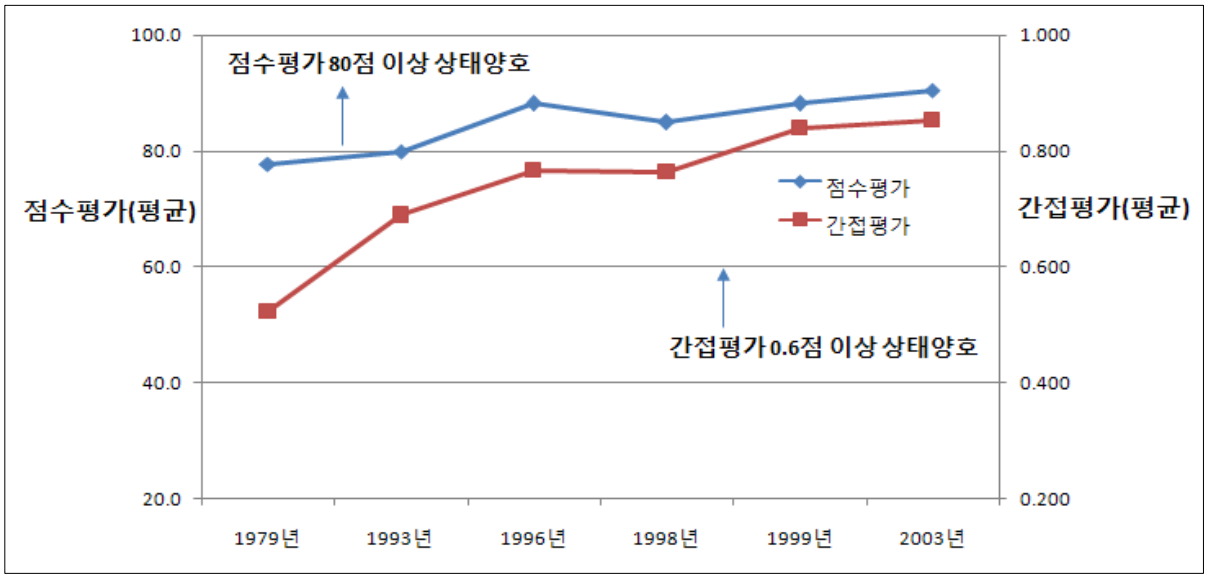


<그림 5.4-102> 안산시 송수관로에 대한 관경별 노후도 평가결과

<표 5.4-133> 안산시 송수관로 구경에 따른 노후도 평가결과

구경	관로 연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
		평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
350mm	0.78	90.5	매우 양호	0.779	상태 양호
450mm	1.8	87.4	상태 양호	0.748	상태 양호
500mm	7.55	88.2	상태 양호	0.837	상태 양호
600mm	25.1	88.2	상태 양호	0.766	상태 양호
700mm	2.455	82.4	상태 양호	0.766	상태 양호
800mm	9.437	80.8	상태 양호	0.679	상태 양호
900mm	3.352	78.5	비교적 양호	0.721	상태 양호
1000mm	1.562	82.5	상태 양호	0.712	상태 양호
1100mm	10.652	85.9	상태 양호	0.772	상태 양호
1200mm	6.78	83.6	상태 양호	0.692	상태 양호
총합계	69.468	84.5	상태 양호	0.742	상태 양호

매설년도에 따른 노후도평가 결과를 살펴보면 경과년수가 30년이상(1979년 매설)된 관로의 경우에는 간접평가 결과가 평균 0.524점으로 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외는 “상태 양호”한 것으로 나타났다.



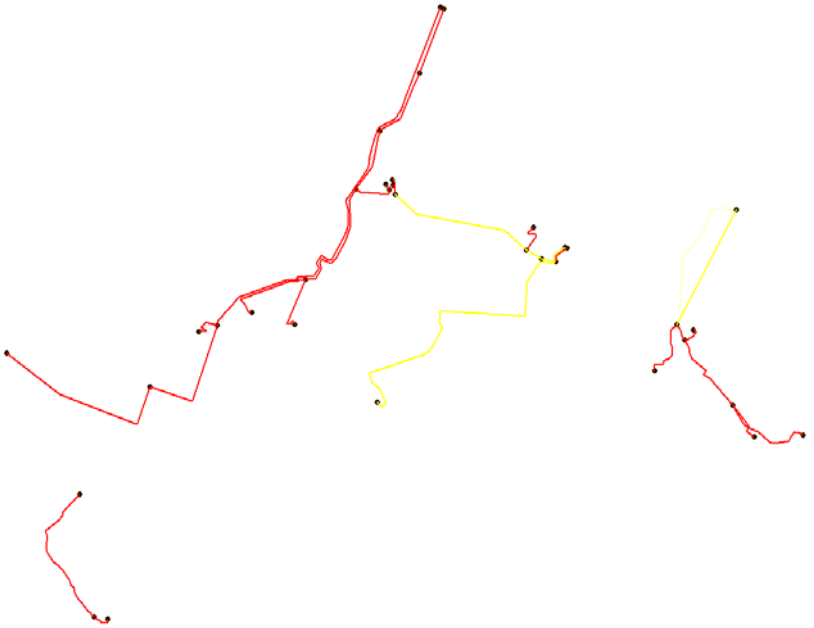
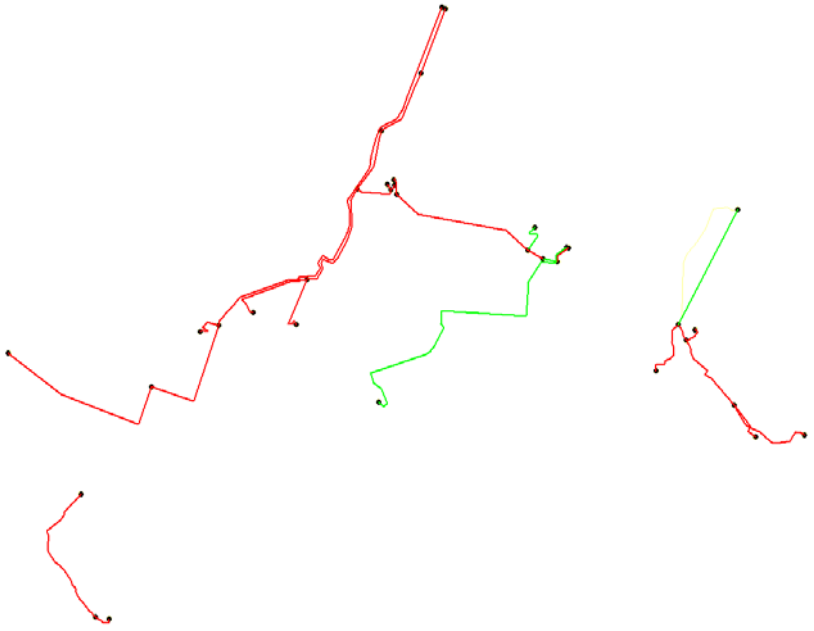
<그림 5.4-103> 안산시 송수관로에 대한 매설년도별 노후도 평가결과

<표 5.4-134> 안산시 송수관로 구경에 따른 노후도 평가결과

구경	관로 연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
		평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
1979년	9.653	77.7	비교적 양호	0.524	노후 진행
1993년	0.305	80.0	상태 양호	0.690	상태 양호
1996년	0.615	88.2	상태 양호	0.766	상태 양호
1998년	29.169	85.0	상태 양호	0.765	상태 양호
1999년	28.202	88.2	상태 양호	0.840	상태 양호
2003년	1.524	90.5	상태 양호	0.853	상태 양호
총합계	69.468	84.5	상태 양호	0.742	상태 양호

안산시 송수관로에 대한 점수평가방법 및 간접평가방법을 적용하여 노후도를 평가한 결과, 점수평가방법을 적용하였을 경우에는 모든 송수관로는 “비교적 양호”, “상태양호”한 것으로 평가되었으며 간접평가방법을 적용하였을 시에는 “노후 진행(9.653Km)"외에는 모두 “상태 양호”한 것으로 평가되었으며 그 결과는 아래의 표와 같다.

<표 5.4-135> 안산시 송수관로에 대한 노후도 평가결과(노후관로 진단 프로그램)

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

안산시 송수관로에 대한 노후도평가 결과, 대부분의 관로에 대한 상태는 양호한 것으로 나타났으나 일부 “노후 진행(9.653Km)"인 것으로 평가되었다. 본 과업에서 실시한 노후도 평가방법인 점수평가방법 및 간접평가방법은 안산시 수도사업소에서 관리하고 있는 관망도상에 나타나 있는 제원들(관종, 관경, 매설년도 및 주변환경)을 바탕으로 평가한 개략적인 노후도 진단방법이므로 일부구간에 대한 현장조사(표본굴착조사)를 실시하여 그 신뢰성을 높이기 위한 직접조사가 필요하다. 최근 실시된 안산시

도•송수관로 정밀안정진단 보고서(2008)에서는 이러한 직접조사 및 평가와 관련된 내용들이 상세하게 서술되어 있으며 해당 내용들을 송수관로와 관련된 직접조사 부분들중의 내용들을 살펴보면, 조사대상 지점은 일동·반월가압장~반월배수지구간, 반월정수장~고잔배수지 구간중 2개 지점을 선정하여 굴착조사를 실시하였으며 그 결과는 강관의 경우, 나관 두께는 7.6~8.9mm, 닥타일주철관은 10.3~13.7mm으로 측정되었으며 강관의 도복장두께는 3.87~7.85mm로 측정되었다. 현장조사 관체의 측정결과는 다음의 표와 같다.

<표 5.4-136> 조사대상 관체 내•외면 측정결과

급수계통	조사 지점	외면					내면
		도복장두께 (mm)		평균관두께 (mm)		부식 깊이 (mm)	용접길이 (mm)
		실측	기준	실측	기준		
반월정수장 ~고잔배수지	상록구 성포동 안산노적봉인공폭공 공원주차장일원	5.34	4.0	8.0	8.0	-	20.0~27.0
일동·반월가압장~ 반월배수지	상록구 이동 615 안산식물원 인근	-	-	12.4	13.2	-	-

자료 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 종합보고서(2008.7 안산시)

2개지점에 대한 나관두께 및 부식깊이를 측정한 결과는 아래의 표와 같으며 닥타일주철관의 경우에는 경과년수가 30년을 초과한 관종으로 부식깊이는 3.0mm이었고 강관은 부식깊이가 1.3mm으로 대체로 관의 상태는 양호한 것으로 나타나 안산시 송수관로의 대부분이 상태가 양호한 것으로 평가되엇다.

<표 5.4-137> 관체 부식깊이 측정결과

조사 지점	매설 년도	매설 깊이	경과 년수	관경 (mm)	필요 두께 (mm)	실측관 두께 (mm)	부식 깊이 (mm)	부식률 (mm/ 년)
상록구 성포동 안산노적봉인공폭포 공원주차장일원	1997	1.8	11	800	4.6	7.6	1.3	0.118
상록구 이동 615 안산식물원 인근	1979	2.2	29	600	3.4	9.3	3.0	0.103
• 부식률 : 부식깊이를 경과년수로 나누어 년간 부식정도를 확인하는 지표 • 필요두께 : 허용응력 도달시의 관두께								

자료 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 종합보고서(2008.7 안산시)

또한, 최근 안산시상수도사업소에서 수행한 “안산시 도·송수관로 정밀안전진단 종합보고서”를 살펴보면 조사대상 도·송수관로에 대한 상태는 비교적 양호한 것으로 나타났으며 본과업에서 평가된 송수관로의 상태평가도 대부분의 관로상태는 양호한 것으로 평가되었다.

2) 노후관로 개량계획

① 관로내용연수에 따른 노후도 평가방법

지방공기업법에서 제시하고 있는 노후관판단 기준(강관 및 닥타일주철관은 내용연수 30년이상)을 바탕으로 안산시 송수관로에 대한 노후관을 산출하였을 경우에는 노후 송수관로는 9.653Km가 노후관에 해당된다. 이들 관로연장은 앞서 평가한 간접평가 결과(노후진행)와 일치하며 해당 관로에 대한 년차별 개량계획을 수립하여 안전하고 안정적인 수돗물을 공급 할 수 있도록 하여야하며 점검구등을 설치하여 기존에 매설된 관로에 대한 주기적인 모니터링 및 관리가 필요하다.

따라서, 노후관으로 추정된 관로연장 9.653Km에 대한 년차별 개량계획을 수립하였으며 해당관로의 구경은 모두 500mm이상되는 대구경관로로써 신관교체시 많은 시간과 굴착의 어려움이 있으므로 갱생공법을 적용하여 개량하는 것으로 하였다.

<표 5.4-138> 관종별 교체가 필요한 관로연장

관종 구분	구경(mm)	관로 연장(km)	비고
DCIP	600	1.054	
	1000	0.224	
SP	800	5.907	
	1200	2.468	
총 합계		9.653	

② 송수관로 개략공사비 산출

노후 송수관 9.653Km에 대한 개략 공사비용은 8,637.4백만원이 소요되며 2025년까지 년차별 노후관 개량공사 다음과 같다.

<표 5.4-139> 송수관로 년차별 노후관로 개량공사비용

단 계	목표연도 (년)	구경 (mm)	노후관로 연장	
			송수관로 (Km)	개량 공사비용 (백만원)
3단계	2020	800	5.907	4,431.3
4단계	2025	600	1.054	562.5
		1000	0.224	234.5
		1200	2.468	3,409.1
		소계	3.746	4,206.1
합 계			9.653	8,637.4

다. 배수관로

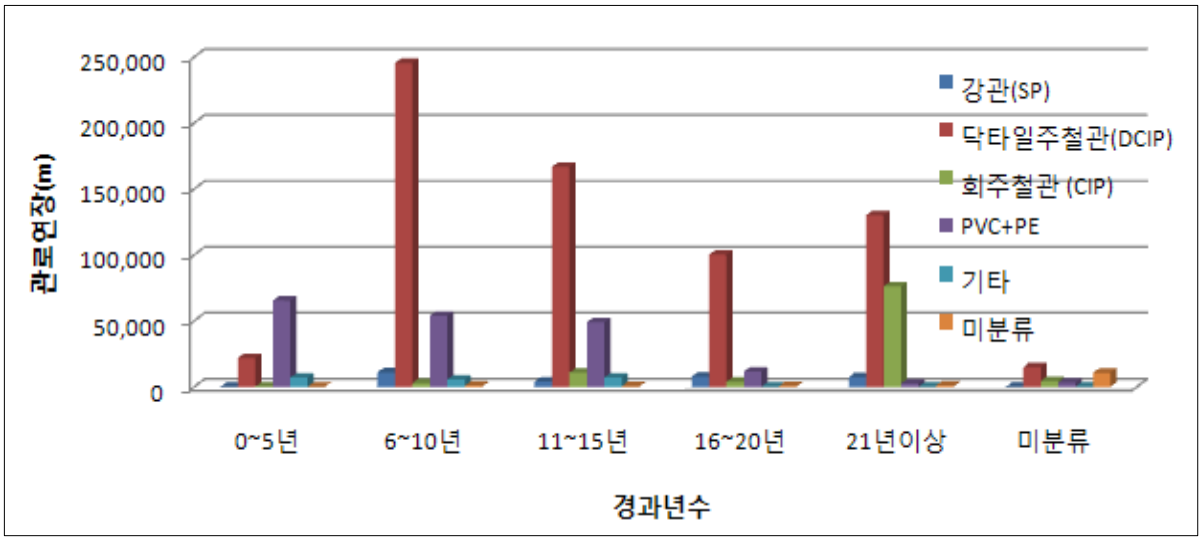
현재 운용중인 안산시 상수관망 현황 및 구성 진단구간 분할은 현재 안산시에서 운영중인 GIS관망도를 바탕으로 분할하였으며 급수계통별로 살펴보면 안산시에는 총 배수관로 연장은 1,025,580m로 나타났으며 급수계통별 경과년수에 따른 분류는 다음의 표와 같다.

<표 5.4-140> 급수계통별 경과년수에 따른 분류

매설년도 / 급수 계통	관로연장 (m)	1988년 이전	1989~1993년	1994~1998년	1999~2003년	2004~2008년	경과년수 미분류
		21년 이상	16~20년	11~15년	6~10년	5년이내	
배수관	1,025,580	217,012	123,794	237,850	319,232	94,320	33,372
계	1,025,580	217,012	123,794	237,850	319,232	94,320	33,372

자료출처 : 안산시 상수도사업소 GIS 관로대장 및 설계자료

배수관로의 총 연장은 공업용수 및 생활용수를 포함하여 총 1,025,580m로 나타났으며 이중 닥타일주철관은 679,044m이었으며 그 외 수도용폴리에틸렌관(PE)가 185,129m, 회주철관(CIP)는 90,522m 강관(SP)는 28,776m등으로 나타났다. 경과년수별로 살펴보면 6~10년인 관의 연장은 319,232m(31%)로 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며 11~15년인 관은 237,850m(23%)이었고 21년 이상 경과된 관의 연장은 217,012m(21%)으로 나타났다.



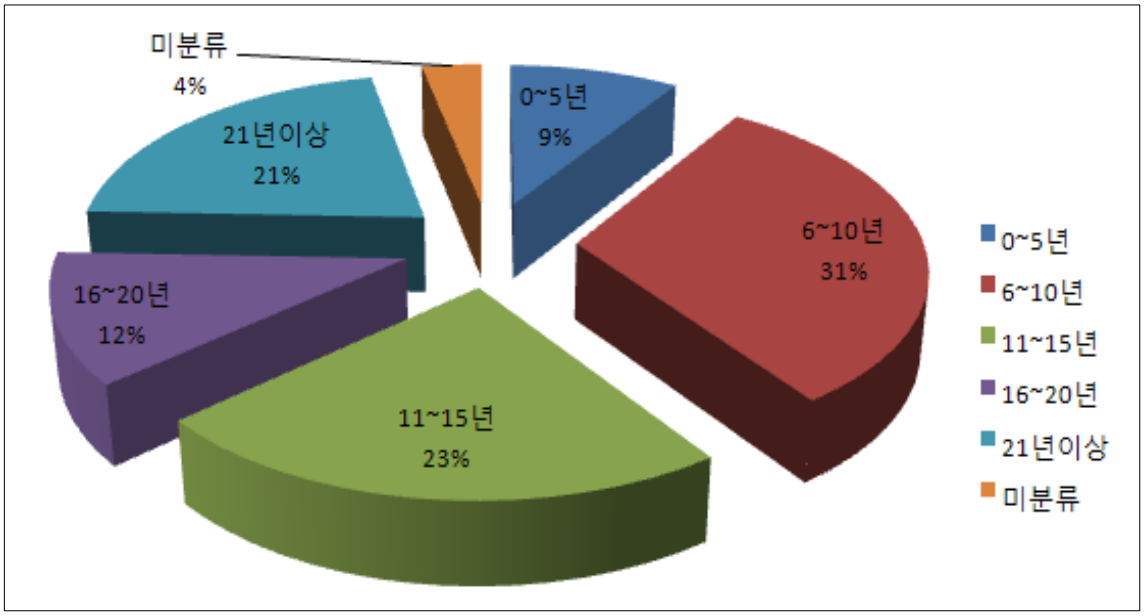
<그림 5.4-104> 배수관로중 관종별 경과년수에 따른 관로연장(m)

<표 5.4-141> 안산시 배수관로중 관종별 경과년수에 따른 분류

매설년도 / 관종구분	관로연장 (m)	2004 ~ 2008년	1999 ~ 2003년	1994 ~ 1998년	1989 ~ 1993년	1988년 이전	경과년수 미분류
		5년이내	6~10년	11~15년	16~20년	21년 이상	
강관	30,209	44	10,927	4,039	7,785	7,345	69
닥타일주철관	679,044	21,768	245,354	166,674	100,145	130,145	14,958
회주철관	98,000	167	2,833	10,764	3,742	76,077	4,417
PVC+PE	185,393	65,408	53,786	48,965	11,593	2,436	3,205
기타	19,556	6,933	5,472	7,036	1	30	84
미분류	13,378	-	860	372	528	979	10,639
계	1,025,580	94,320	319,232	237,850	123,794	217,012	33,372

자료출처 : 안산시 상수도사업소 GIS 관로대장

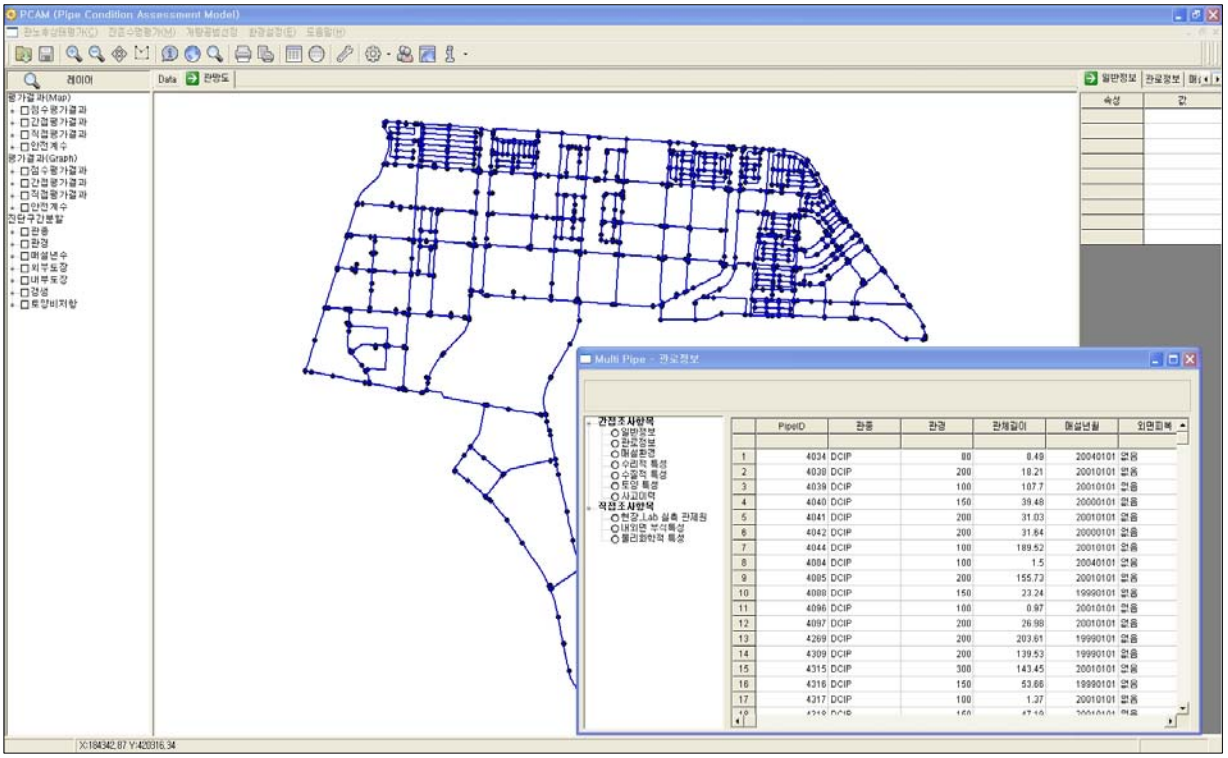
여기서 강관은 폴리에틸렌 분체라이닝강관(PEP), 폴리에틸렌 피복강관(PLP)을 포함하고 있으며 기타관종은 GRP관, HI-3P관, STS를 나타내며 배수관로중 경과년수가 미분류된 관의 연장은 33,372m로 나타났다.



<그림 5.4-105> 배수관로의 경과년수에 따른 분류

1) 구역분할

본 과업에서는 급수계통중 배수관로를 중심으로 구역분할 및 관로를 구분하였으며 안산시 급수계통중 공업용수 및 생활용수를 포함하고 있는 배수관로의 총연장은 GIS 상에서 1,025.6Km이며 이중 관의 제원 미분류(관종 및 관경, 매설년도가 입력되지 않은 미확인 관로)관로와 2m이내의 접속관 및 분기관등은 노후관로 평가에서 제외하였다. 평가에 진행된 배수관로의 연장은 977,03Km이며 이들 관로를 대상으로 관망해석 프로그램 파일로 변환 추출하였으며 노후도평가를 위하여 입력된 자료화면은 다음과 같다.



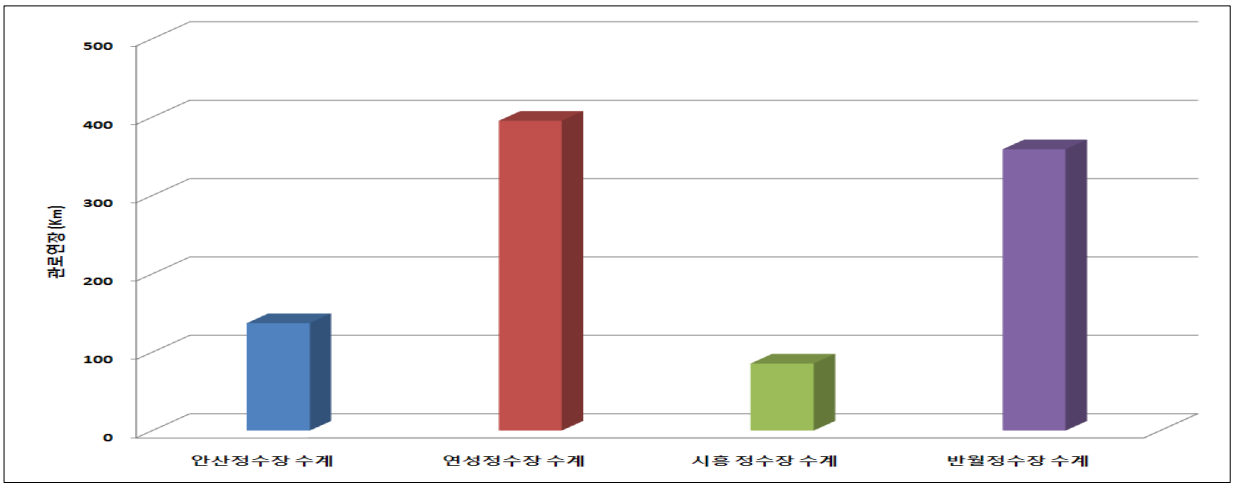
<그림 5.4-106> 안산시 배수관로 노후도 평가 입력창

① 대블록별 분류(정수장 수계별)

안산시 정수장 수계별 분류를 살펴보면 4개 대블록(안산, 연성, 시흥, 반월정수장)으로 구분하고 각 대블록별 관종별 매설현황을 살펴보면 연성정수장 수계 매설관로가 398.14Km로 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며 그 외 반월정수장 수계 352.3Km, 안산정수장 수계 140.95Km, 시흥정수장 수계 85.64Km순으로 나타났다

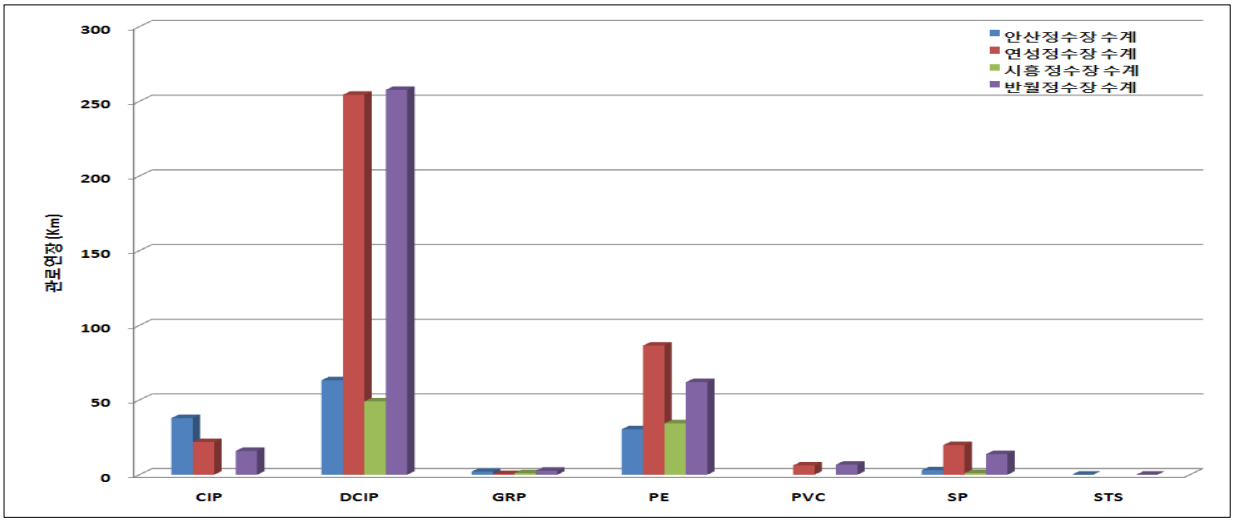
<표 5.4-142> 안산시 정수장 수계별 매설관로 현황

구 분 / 대블록별	매설년도 (평균)	백분율 (%)	관로연장 (Km)
안산정수장 수계	1994	14.4	140.95
연성정수장 수계	1992	40.8	398.14
시흥정수장 수계	1995	8.8	85.64
반월정수장 수계	1997	36.0	352.30
계	1995	100	977.03



<그림 5.4-107> 정수장 수계별 관로연장

관종에 따른 분포현황은 아래의 그림에서 보는 바와 같이 덕타일주철관(DCIP) 624.48Km이 주 매설관으로 나타났으며 그 외 폴리에틸렌관(PE)은 213.32Km이었으며 주철관(CIP)은 75.83Km순이었다.



<그림 5.4-108> 정수장 수계별 관종분포 현황

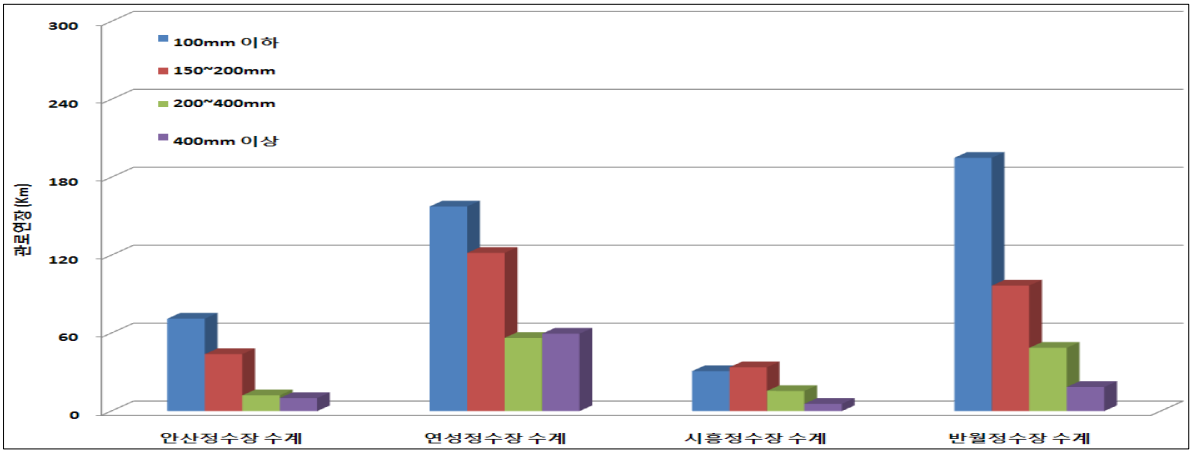
<표 5.4-143> 안산시 정수장 수계별 구경에 따른 매설관로 현황

정수장 수계별 / 구경(mm)	안산정수장 (Km)	연성 정수장 (Km)	시흥 정수장 (Km)	반월 정수장 (Km)	관로 연장합 (Km)
CIP	37.94	21.91	-	15.91	75.76
DCIP	62.29	255.32	49.12	257.61	624.34
GRP	1.40	1.15	1.02	2.71	6.28
PE	37.09	86.52	34.40	55.47	213.48
PVC	-	6.24	-	6.78	13.02
SP	1.83	21.00	1.06	13.80	37.69
STS	0.01	-	-	0.01	0.02
미분류	0.39	6.00	0.04	0.01	6.44
총합계	140.95	398.14	85.64	352.30	977.03

정수장 수계별 관의 구경에 따른 관로연장현황을 살펴보면 4개 정수장 모두 구경 100mm관의 매설비중(370.36Km, 38.2%)이 높았으며 그 외 150mm(155.37Km), 200mm(140.53Km)순으로 나타났다.

<표 5.4-144> 안산시 정수장 수계별 구경에 따른 매설관로 현황

정수장 수계별 / 구경(mm)	안산 정수장 (Km)	연성 정수장 (Km)	시흥 정수장 (Km)	반월 정수장 (Km)	관로 연장 합 (Km)
20	-	-	0.03	-	0.03
40	-	-	-	0.01	0.01
50	0.96	1.35	4.15	3.28	9.74
75	0.02	6.71	-	1.25	7.98
80	15.52	18.37	1.9	30.58	66.37
100	58.4	131.13	24.67	156.16	370.36
150	26.34	59.74	16.22	53.07	155.37
200	19.48	62.9	17.54	40.61	140.53
250	3.04	6.62	8.38	14.62	32.66
300	4.37	25.04	1.79	12.27	43.47
350	0.75	7.15	0.91	9.65	18.46
400	3.26	18.31	4.43	12.19	38.19
450	-	3.71	-	2.91	6.62
500	1.41	17.44	1.51	6.09	26.45
600	2.09	11.86	0.7	5.2	19.85
700	-	5.88	0.98	0.92	7.78
800	0.31	6.96	1.87	1.85	10.99
900	4.25	4.6	-	0.75	9.6
1000	0.53	-	-	0.64	1.17
1200	-	6.02	0.54	0.24	6.8
1350	-	0.31	-	-	0.31
미분류	0.22	4.04	0.02	0.01	4.29
총합계	140.95	398.14	85.64	352.3	977.03

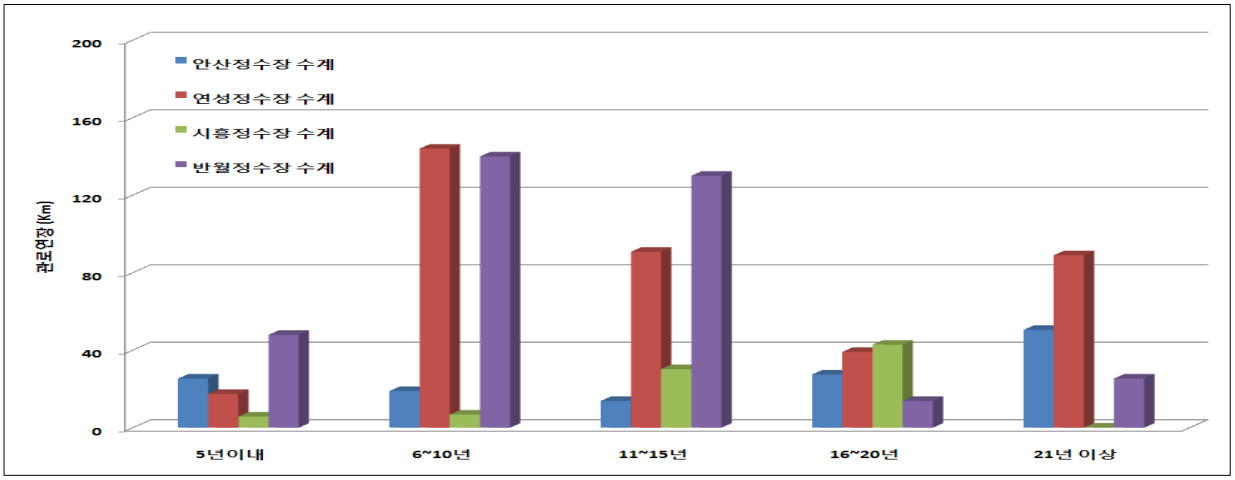


<그림 5.4-109> 정수장 수계별 구경분포 현황

매설년도(경과년수)에 따른 정수장 수계별 분포를 살펴보면 6~10년에 매설된 관의 연장은 309.67Km(31.8%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있었으며 그 외 11년~15년, 21년 이상의 관로가 각각 264.94Km(27.4%), 164.67Km(16.3%)등으로 나타났으며 최근 5년이내에 매설된 관은 96.51Km이었다. GIS상에서 매설년도가 입력되지 않은 관(미분류)의 연장은 약 17.95Km으로 나타나 향후 해당관로에 대한 매설관 확인작업이 필요할 것으로 사료된다.

<표 5.4-145> 안산시 정수장 수계별 경과년수에 따른 매설관로 현황

정수장 수계별 / 경과년수(년)	안산정수장 (Km)	연성 정수장 (Km)	시흥 정수장 (Km)	반월 정수장 (Km)	관로 연장 합 (Km)
2004~2008년(5년 이내)	26.89	18.15	5.71	45.76	96.51
1999~2003년(6~10년)	23.29	144.03	6.78	135.57	309.67
1994~1998년(11년~15년)	13.81	90.78	30.24	130.11	264.94
1989~1993년(16~20년)	27.45	39.15	42.85	13.84	123.29
1988년 이전(21년 이상)	48.4	91.02	0.02	25.23	164.67
미분류	1.11	15.01	0.04	1.79	17.95
계	140.95	398.14	85.64	352.30	977.03



<그림 5.4-110> 정수장 수계별 경과년수에 따른 매설관로 현황

<표 5.4-146> 안산시 정수장 수계별 매설관로 현황(요약)

구분 / 대블록별	매설년도 (평균)	관종	관로연장 (Km)
반월정수장 수계	1997년	CIP	15.91
		DCIP	257.61
		GRP	2.71
		PE	55.47
		PVC	6.78
		SP	13.8
		STS	0.01
		미분류	0.01
		계	352.30
안산정수장 수계	1994년	CIP	37.94
		DCIP	62.29
		GRP	1.4
		PE	37.09
		SP	1.83
		STS	0.01
		미분류	0.39
		계	140.95
연성정수장 수계	1992년	CIP	21.91
		DCIP	255.32
		GRP	1.15
		PE	86.52
		PVC	6.24
		SP	21.0
		미분류	6.0
		계	398.14
시흥정수장 수계	1995년	DCIP	49.12
		GRP	1.02
		PE	34.40
		SP	1.06
		미분류	0.04
		계	85.64
총계	1995년	977.03	

② 관로분할

a. 관종별 분류

안산시 배수관로에 대한 관종별 분할결과, 덕타일주철관은 전체 배수관로 연장중 624.34Km(63.9%)으로 가장 큰 비중을 차지하고 있었으며 그 외 폴리에틸렌관(PE)이 213.48Km(21.8%), 주철관(CIP)은 75.76Km(7.8%)의 비중으로 매설되어 있었다. 덕타일주철관의 평균 매설년도는 1995년으로 경과년수가 10~15년인 관의 비중이 높게 나타났으며 주철관(CIP)의 경우에는 1982년으로 경과년수가 평균 27년인 것으로 오래된 관의 비중은 높은 것으로 나타났다.

<표 5.4-147> 안산시 배수관로 관종별 매설현황

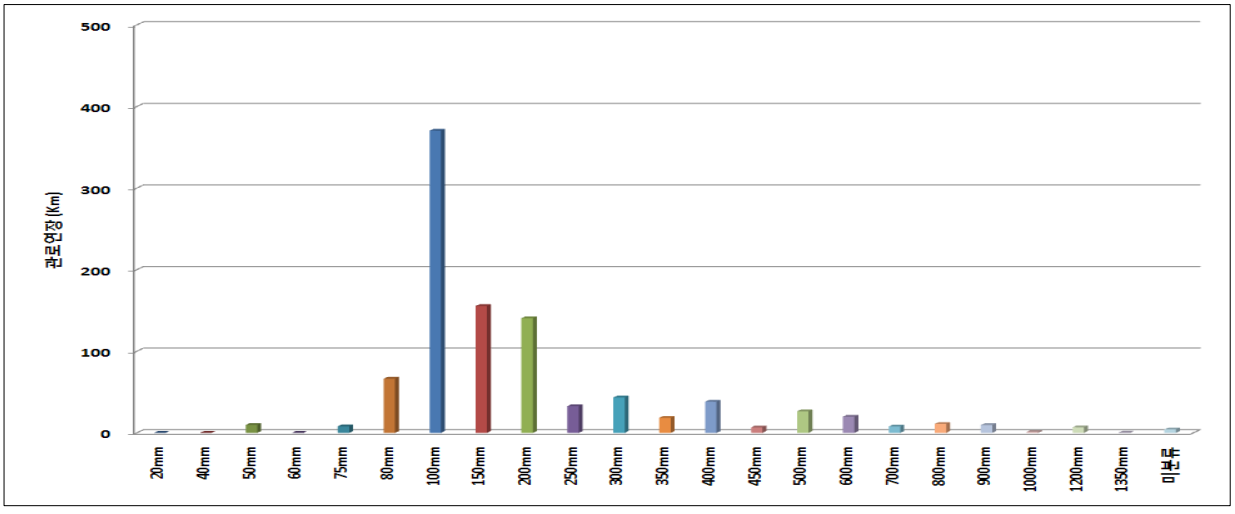
구분 / 관종	백분율 (%)	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	비고
CIP	7.8	1982	75.76	
DCIP	63.9	1995	624.34	
GRP	0.6	2005	6.28	
PE	21.8	2001	213.48	
PVC	1.3	1998	13.02	
SP	3.9	1995	37.69	
STS	0.0	1997	0.02	
미분류	0.7	1996	6.44	
계	100	1995	977.03	

b. 관경별 분류

관경별 분포현황을 살펴보면 구경 100mm(370.36Km, 37.9%)로 가장 높은 매설비중을 차지하고 있었으며 그 외 150mm, 200mm, 80mm가 각각 155.37km, 140.53Km, 66.37Km등으로 매설되었으며 안산시 지방상수관로의 경우에는 전체적으로 100mm이하 소구경관의 매설비중이 높은 것으로 나타났다.

<표 5.4-148> 안산시 배수관로 구경별 매설현황

구분 / 구경(mm)		백분율 (%)	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)
100mm 이하	20	0.003	1993	0.03
	40	0.001	1986	0.01
	50	0.995	1998	9.74
	60	0.000	1998	0.00
	75	0.816	2000	7.98
	80	6.794	1995	66.37
	100	37.906	1996	370.36
100mm ~200mm	150	15.909	1995	155.37
	200	14.388	1995	140.53
200 ~400mm	250	3.350	1999	32.66
	300	4.443	1990	43.47
	350	1.885	1994	18.46
	400	3.908	1992	38.19
400mm 이상	450	0.678	1995	6.62
	500	2.701	1995	26.45
	600	2.033	1991	19.85
	700	0.797	1997	7.78
	800	1.124	1992	10.99
	900	0.982	1985	9.60
	1000	0.120	1979	1.17
	1200	0.696	1994	6.80
	1350	0.032	1988	0.31
미분류		0.438	1994	4.29
계		100	1995	977.03



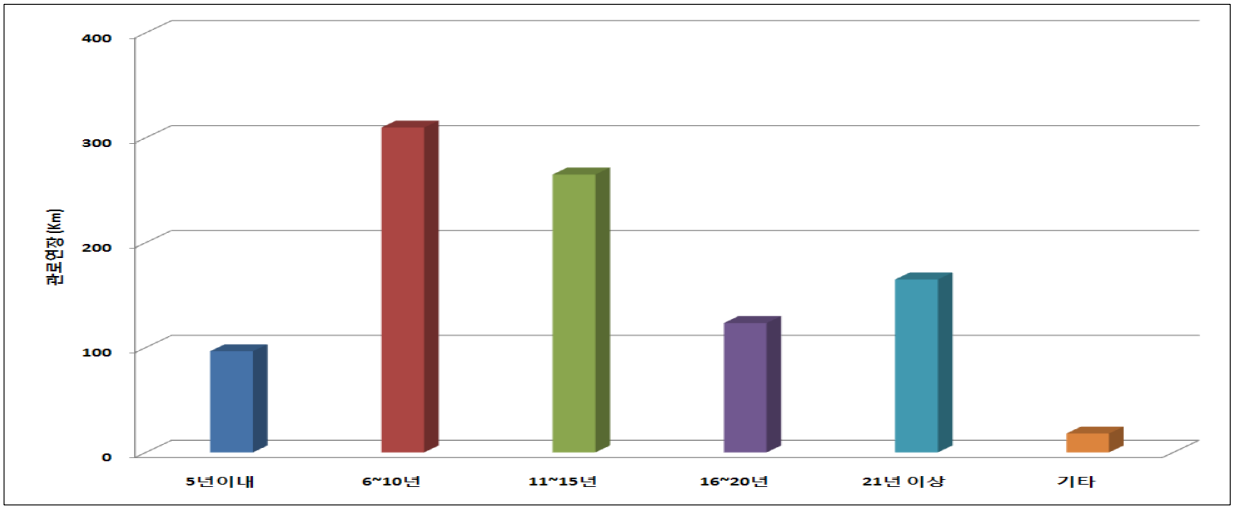
<그림 5.4-111> 구경별 관로분포 현황

c. 매설년도별 분류

매설년도(경과년수)별로 살펴보면 1998년에 매설된 관의 연장은 124.79Km(12.8%)로 가장 높은 비중을 차지하고 있었으며 그 외 2001년 114.97Km(11.8%), 1999년은 90.12Km(9.22%)순으로 나타났다.

<표 5.4-149> 안산시 배수관로 매설년도에 따른 분포현황

구 분 / 매설년도(년)		백분율 (%)	관로연장 (Km)
미분류		1.84	17.95
21년 이상	1979	2.87	28.07
	1980	2.76	26.9
	1981	1.16	11.28
	1982	0.97	9.43
	1983	2.25	22
	1984	3.07	30.01
	1985	3.05	29.83
	1986	0.49	4.77
	1987	0.17	1.65
	1988	0.07	0.73
16~20년	1989	1.12	10.97
	1990	0.63	6.2
	1991	1.44	14.09
	1992	5.34	52.17
	1993	4.08	39.86
11~15년	1994	3.53	34.54
	1995	2.85	27.86
	1996	3.22	31.51
	1997	4.73	46.24
	1998	12.77	124.79
6~10년	1999	9.22	90.12
	2000	3.59	35.09
	2001	11.77	114.97
	2002	5.04	49.27
	2003	2.07	20.22
5년이내	2004	4.22	41.34
	2005	2.34	22.8
	2006	1.26	12.3
	2007	1.88	18.41
	2008	0.17	1.66
계		100.00	977.03



<그림 5.4-112> 경과년수에 따른 관로분포 현황

③ 노후도 평가결과

앞절에서 제시한 노후도 평가방법들중 본 과업에서는 점수평가법 및 간접평가법을 이용하여 개략적인 배수관망의 노후화정도를 파악하고 효과적으로 노후화가 예상되는 구역(대, 중, 소블록) 및 관로(관종, 관경, 매설년도)에 대해서는 향후 관의 개량사업시 년차별 수량관리와 효과적인 의사결정을 도모함에 그 목적이 있다.

a. 대블록별 노후도 평가결과

점수평가방법 및 간접평가방법을 이용한 안산시 배수관로에 대한 노후관로 평가결과, 점수평가방법을 적용하였을때의 평가점수는 71.9~76.2점으로 대부분의 관로가 "비교적 양호"한 것으로 평가되었으며 간접평가방법을 적용하였을 경우에는 0.575~0.692점으로 "노후진행" 및 "상태양호"로 평가되었으며 평균적으로 연성정수장 수계 및 반월정수장 수계에 매설된 관은 상태가 양호한 것으로 나타났으나 점수평가법 및 간접평가법은 개략적인 관의 노후상태를 파악하는 것이므로 중블록 및 소블록별로 해당관의 매설환경 및 관파손이력, 민원자료등을 면밀히 검토하여야 한다.

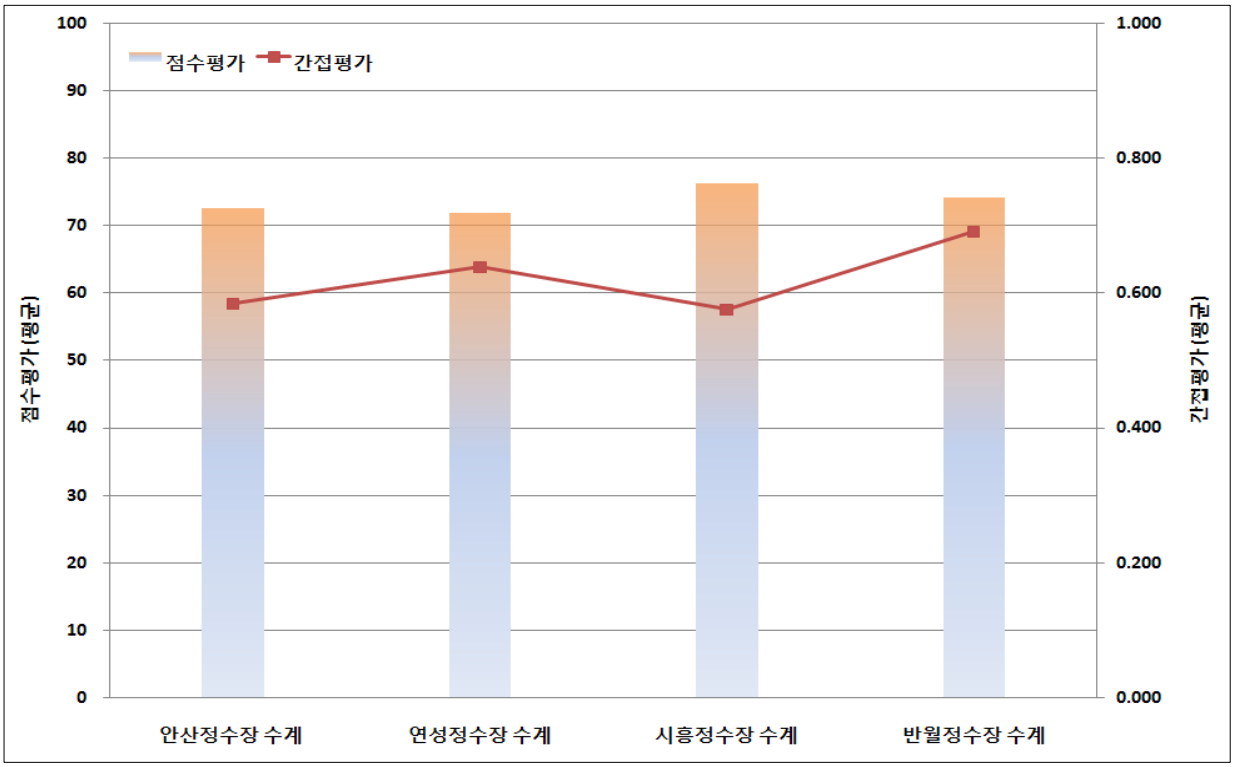
<표 5.4-150> 평가법에 따른 노후관로 판단기준

점수평가법		간접평가법	
평가 점수	평가 내용	평가 점수	평가 내용
80점 이상	상태가 매우 양호	0.6 이상	상태 양호
70 ~ 80점	상태 비교적양호	0.45 ~ 0.6	노후 진행
60 ~ 70점	노후 진행		
60점 이하	교체/갱생 필요	0.45 이하	교체/갱생 필요

주) "교체/갱생"은 "관 상태에 따른 교체, 구조보강, 방식라이닝, 세관 등"을 의미

<표 5.4-151> 안산시 정수장 수계별 노후도 평가 결과

구 분 / 대블록별	매설 년도 (평균)	관로 연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
안산정수장 수계	1994	140.95	72.8	비교적 양호	0.584	노후진행
연성정수장 수계	1992	398.14	71.9	비교적 양호	0.638	상태양호
시흥정수장 수계	1995	85.64	76.2	비교적 양호	0.575	노후진행
반월정수장 수계	1997	352.30	74.1	비교적 양호	0.692	상태양호

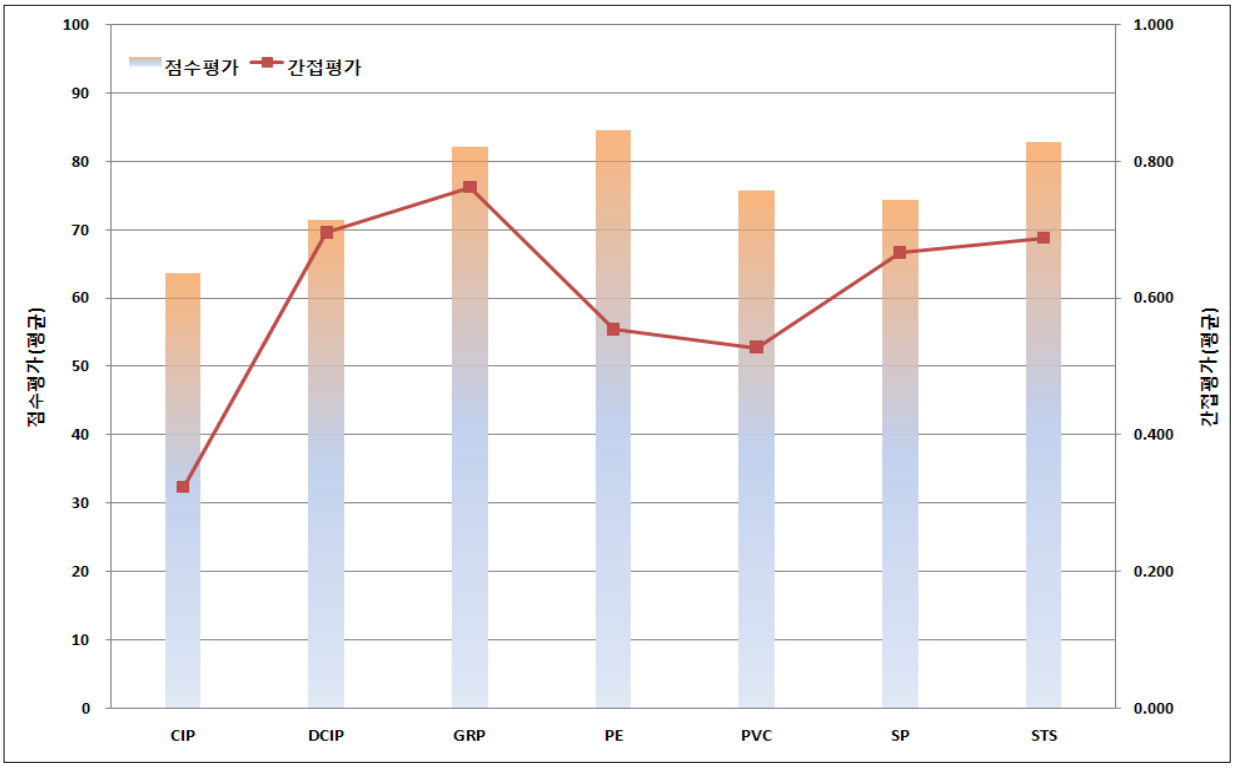


<그림 5.4-113> 정수장 수계별(대블록) 노후관로 평가결과

전체 배수관로에 대한 관종별 노후도 평가결과를 살펴보면 평가결과, 평균 63.6점~84.5점으로 대부분의 관종에 있어서 상태 양호이거나 비교적 양호한 것으로 평가되었으나 주철관(CIP)의 경우에는 “노후화 진행” 및 “교체/갱생”이 필요한 것으로 나타났다.

<표 5.4-152> 배수관로중 관종별 노후도 평가 결과

구 분 / 관 종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
		평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
CIP	75.76	63.6	노후진행	0.324	교체/갱생
DCIP	624.34	71.5	비교적 양호	0.696	상태양호
GRP	6.28	-	-	-	-
PE	213.48	84.5	상태양호	0.554	노후진행
PVC	13.02	75.7	비교적 양호	0.528	노후진행
SP	37.69	74.3	비교적 양호	0.666	상태양호
STS	0.02	82.9	상태양호	0.688	상태양호
미분류	6.44	-	-	-	-
계	977.03	73.2	비교적 양호	0.649	상태양호

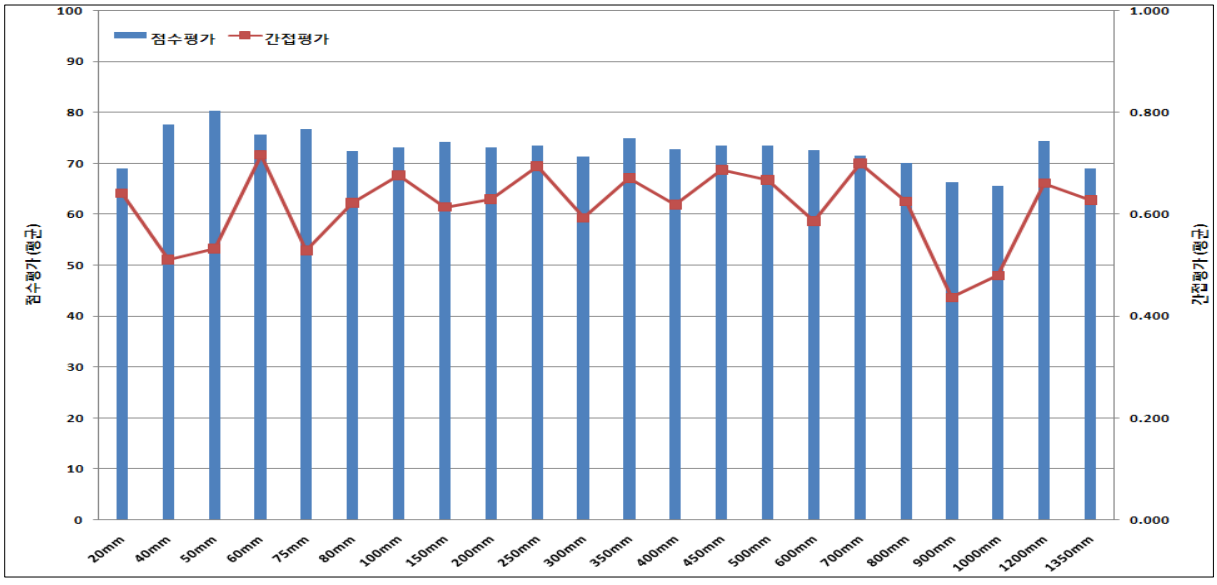


<그림 5.4-114> 전체 배수관로에 대한 관종별 노후도 평가결과

구경별로 노후도 평가결과를 비교하여보면, 구경 80mm~250mm에서 점수평가 및 간접평가결과 평균적으로 관의 상태가 양호하게 나타났으며 구경에 상관없이 비슷한 평가결과를 얻었으나 구경 900m에서 간접평가결과, "교체/갱생"이 필요한 것으로 평가되었으며 구경이 증가할수록 상대적으로 평가결과점수도 다소 낮게 나타나는 것으로 확인되었다.

<표 5.4-153> 전체 배수관로에 대한 구경별 노후도 평가 결과

구 분 / 구경(mm)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
		평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
20	0.03	68.9	노후진행	0.641	상태양호
40	0.01	77.6	비교적 양호	0.511	노후진행
50	9.74	80.3	상태양호	0.533	노후진행
60	0.00	75.6	비교적 양호	0.716	상태양호
75	7.98	76.7	비교적 양호	0.529	노후진행
80	66.37	72.3	비교적 양호	0.622	상태양호
100	370.36	73.1	비교적 양호	0.676	상태양호
150	155.37	74.1	비교적 양호	0.614	상태양호
200	140.53	73.0	비교적 양호	0.629	상태양호
250	32.66	73.4	비교적 양호	0.694	상태양호
300	43.47	71.2	비교적 양호	0.593	노후진행
350	18.46	74.8	비교적 양호	0.671	상태양호
400	38.19	72.8	비교적 양호	0.619	상태양호
450	6.62	73.5	비교적 양호	0.687	상태양호
500	26.45	73.5	비교적 양호	0.667	상태양호
600	19.85	72.6	비교적 양호	0.586	노후진행
700	7.78	71.4	비교적 양호	0.699	상태양호
800	10.99	70.1	비교적 양호	0.625	상태양호
900	9.6	66.2	노후진행	0.437	교체/갱생
1000	1.17	65.6	노후진행	0.480	노후진행
1200	6.8	74.3	비교적 양호	0.661	상태양호
1350	0.31	68.9	노후진행	0.628	상태양호
미분류	4.29	-	-	-	-
계	977.03	73.2	비교적 양호	0.649	상태양호

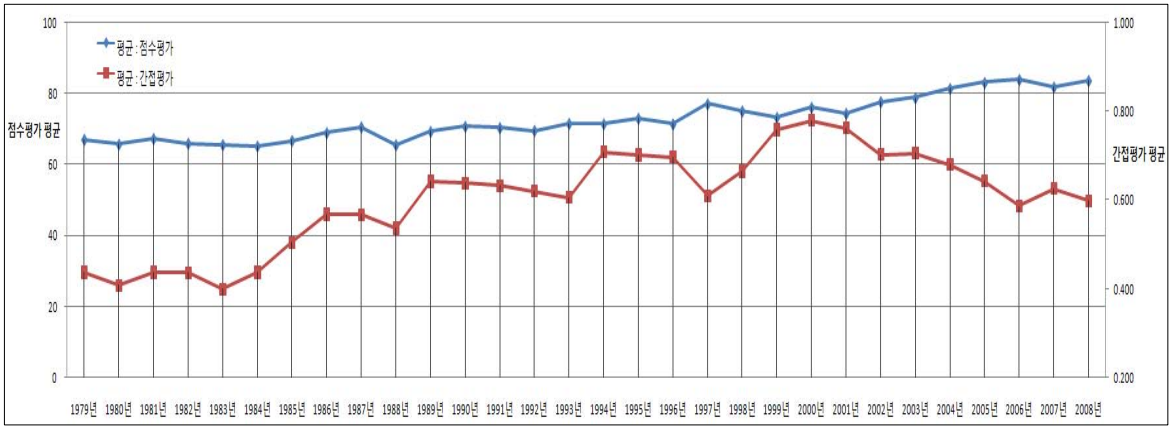


<그림 5.4-115> 전체 배수관로에 대한 관경별 노후도 평가결과

<표 5.4-154> 안산시 배수관로 매설년도에 노후도 평가 결과

구 분 / 매설년도(년)		관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
미분류		17.95	-	-	-	-
21년 이상	1979	28.07	66.7	노후진행	0.433	교체/갱생
	1980	26.9	65.6	노후진행	0.407	교체/갱생
	1981	11.28	67.6	노후진행	0.421	교체/갱생
	1982	9.43	66.0	노후진행	0.439	교체/갱생
	1983	22	65.2	노후진행	0.385	교체/갱생
	1984	30.01	65.5	노후진행	0.440	교체/갱생
	1985	29.83	66.9	노후진행	0.507	노후진행
	1986	4.77	68.3	노후진행	0.541	노후진행
	1987	1.65	70.5	비교적 양호	0.565	노후진행
	1988	0.73	65.6	노후진행	0.536	노후진행
16~20년	1989	10.97	69.3	노후진행	0.641	상태 양호
	1990	6.2	70.3	비교적 양호	0.617	상태 양호
	1991	14.09	70.4	비교적 양호	0.632	상태 양호
	1992	52.17	69.6	노후진행	0.620	상태 양호
	1993	39.86	71.6	비교적 양호	0.607	상태 양호
11~15년	1994	34.54	71.5	비교적 양호	0.708	상태 양호
	1995	27.86	73.0	비교적 양호	0.701	상태 양호
	1996	31.51	71.4	비교적 양호	0.697	상태 양호
	1997	46.24	77.1	비교적 양호	0.609	상태 양호
	1998	124.79	75.1	비교적 양호	0.665	상태 양호
6~10년	1999	90.12	73.4	비교적 양호	0.756	상태 양호
	2000	35.09	76.1	비교적 양호	0.779	상태 양호
	2001	114.97	74.6	비교적 양호	0.764	상태 양호
	2002	49.27	77.7	비교적 양호	0.702	상태 양호
2004	2003	20.22	78.8	비교적 양호	0.707	상태 양호
	2004	41.34	81.3	상태양호	0.679	상태 양호
	2005	22.8	83.3	상태양호	0.633	상태 양호
	2006	12.3	83.9	상태양호	0.587	노후진행
	2007	18.41	81.1	상태양호	0.621	상태 양호
	2008	1.66	83.7	상태양호	0.598	노후진행
계		977.03	73.2	비교적 양호	0.649	상태 양호

매설년도별 노후도 평가결과를 검토하여 보면, 1986년 이전에 매설된 관은 점수평가법을 적용하였을때 “노후 진행”으로 평가되었으며 간접평가법 결과는 “교체/갱생”이 필요한 관로가 많은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 지방공기업법에서 제시하고 있는 내용연수에 따른 관로 “교체/갱생”의 수준을 만족하지만 상수관의 노후화는 보다 복합적인 요인들에 의하여 진행되므로 개량을 실시할 경우에는 보다 신중한 접근이 필요하다.



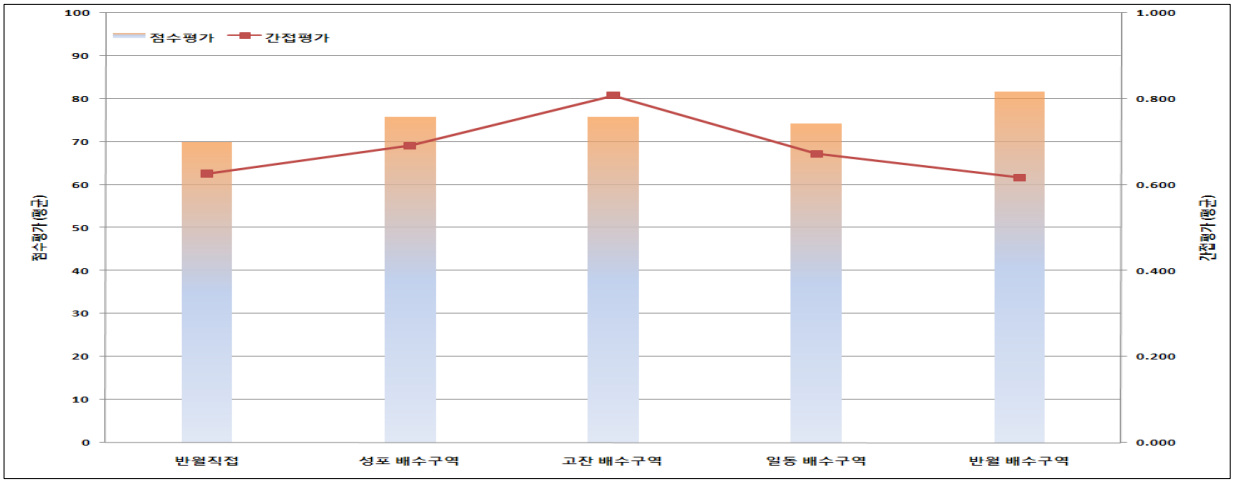
<그림 5.4-116> 안산시 배수관로 매설년도에 따른 노후도 평가결과

• 반월정수장 수계

반월정수장 수계에 위치하고 있는 배수구역은 반월 직접, 성포 배수구역, 고잔 배수구역, 일동 배수구역, 반월 배수구역으로 구분되고 있으며 매설년도는 1995년~2001년으로 다양한 분포를 가지고 있었다. 점수평가방법을 적용하였을 경우에는 반월지역이 평균적으로 "노후진행"인 것으로 평가되었으나 기타 지역은 "비교적 양호"한 것으로 나타났으며 간접평가방법을 적용시 5개 배수구역 모두 "상태 양호"한 것으로 평가되었다.

<표 5.4-155> 반월정수장 수계내 중블록별 노후도 평가 결과

구 분 / 중블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
직접 배수구역	1996	83.94	69.6	노후진행	0.625	상태양호
성포 배수구역	1997	114.12	75.5	비교적 양호	0.690	상태양호
고잔 배수구역	2001	84.51	75.7	비교적 양호	0.808	상태양호
일동 배수구역	1995	38.21	74.5	비교적 양호	0.586	상태양호
반월 배수구역	2001	31.52	78.0	비교적 양호	0.659	상태양호



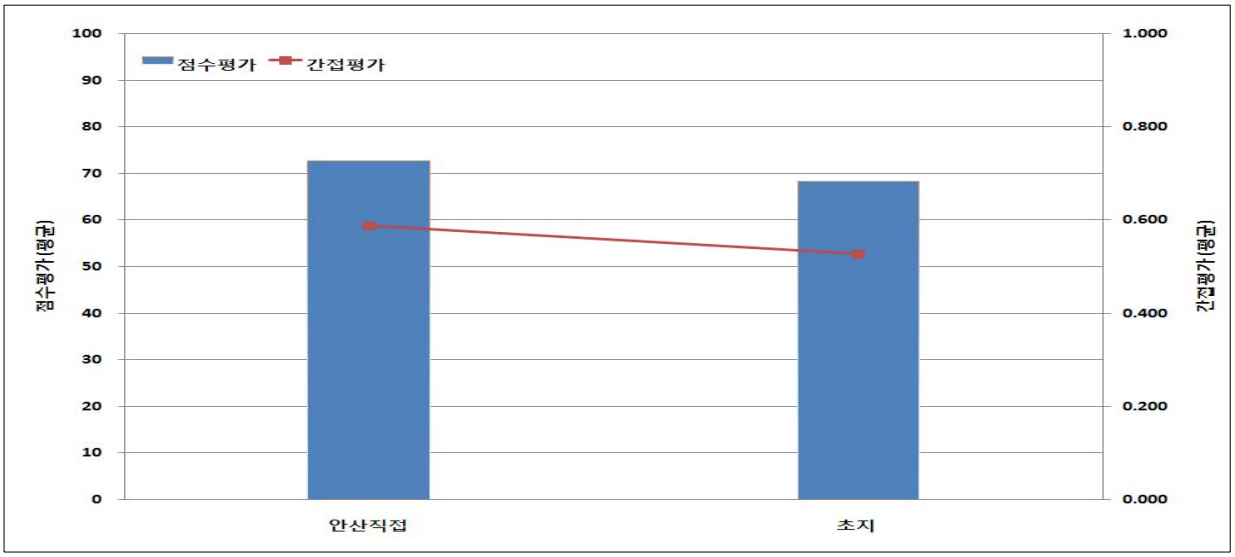
<그림 5.4-117> 반월정수장 수계 구역별 노후도 평가결과

• 안산정수장 수계

안산정수장 수계를 직접 공급되는 라인과 초지배수구역으로 송수되는 2개 중블록으로 구분되며 해당블록별 노후도 평가결과는 아래의 표와 같다. 평균 매설년도가 1994년인 안산정수장직접에 점수평가법을 적용하였을때 73.9점으로 비교적 양호한 것으로 평가되었으나 간접평가법은 0.556점으로 "노후 진행"으로 평가되었으며 초지 배수구역(평균 매설년도 1983년)의 경우에는 점수평가법 및 간접평가법 모두 "노후 진행"으로 나타났다. 안산정수장직접 및 초지 배수구역 중블록에 대한 관종, 관경 및 매설년도별 평가결과는 아래의 표와 같다.

<표 5.4-156> 안산정수장 수계내 중블록별 노후도 평가 결과

구 분 / 중블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
안산정수장 직접	1994	134.53	73.0	비교적 양호	0.587	노후진행
초지 배수구역	1983	6.42	68.5	노후진행	0.528	노후진행



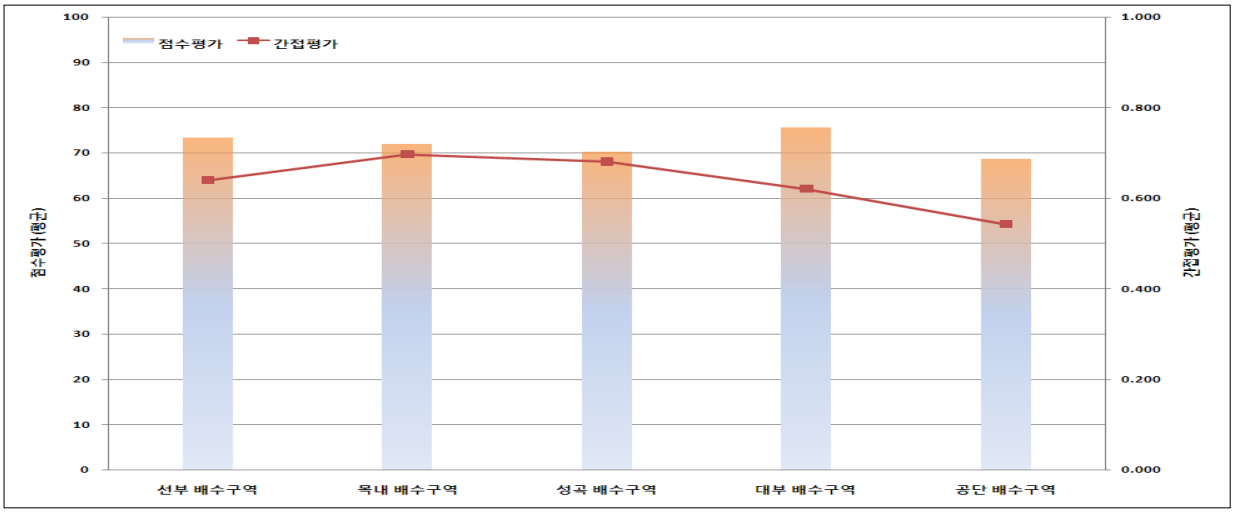
<그림 5.4-118> 안산정수장 수계 중블록별 노후도 평가결과

• 연성정수장 수계

연성정수장 수계에 위치하고 있는 중블록(배수구역)은 선부, 목내, 성곡, 대부, 공단배수구역등으로 구분되며 평균 매설년도별로 살펴보면 공단 배수구역(1984년)은 타 구역에 비하여 경과년수가 오래되었으며 대부 배수구역(평균 매설년도 2002년)은 최근 매설된 관의 비중이 높은 것으로 나타났다.

<표 5.4-157> 연성정수장 수계내 중블록별 노후도 평가 결과

구 분 / 중블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
선부 배수구역	1993	127.87	73.3	비교적 양호	0.639	상태양호
목내 배수구역	1997	55.98	72.0	비교적 양호	0.697	상태양호
성곡 배수구역	1997	45.91	70.2	비교적 양호	0.681	상태양호
대부 배수구역	2002	86.30	75.5	비교적 양호	0.621	상태양호
공단 배수구역	1984	82.08	68.6	노후진행	0.542	노후진행



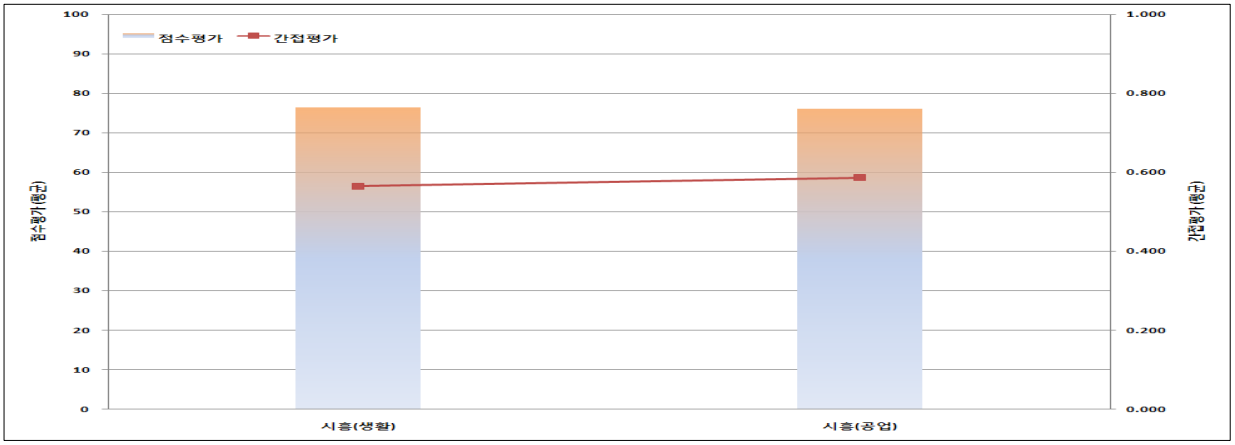
<그림 5.4-119> 연성정수장 수계 구역별 매설년도에 따른 노후도 평가결과

•시흥정수장 수계

시흥정수장 수계에는 시흥정수장에서 직접 생활용수 및 공업용수를 공급되고 있는 배수구역으로 구분되며 해당지역의 매설년도는 각각 1994년, 1995년으로 나타났다. 점수평가방법을 적용시 두 배수구역은 비교적 양호한 것으로 나타났으며 간접평가방법을 적용하였을 경우에는 "노후 진행"으로 평가되었다. 시흥 직접(생활) 및 시흥 직접(공업)지역에 대한 노후도 평가결과는 아래의 표와 같다.

<표 5.4-158> 시흥정수장 수계내 중블록별 노후도 평가 결과

구 분 / 중블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
시흥직접(생활)	1994	43.73	76.3	비교적 양호	0.565	노후 진행
시흥직접(공업)	1995	41.91	76.0	비교적 양호	0.586	노후 진행



<그림 5.4-120> 시흥정수장 수계 구역별 노후도 평가결과

b. 관체조사

노후수도관 예상지점들에 대해서 평가결과와의 일치성등을 검증하기 위하여 관체를 수집하여 관두께 및 부식깊이 그리고 내면 스케일등을 조사하여 관체가 매설되어 있는 토양부식성, 수질 등을 조사 및 측정함으로서 노후관로의 선정에 있어 평가결과의 정확성을 높일 수 있도록 하였으며 현장조사내역은 다음과 같다.

<표 5.4-159> 관체 수집위치

구 분	매설년도 (경과년)	시료 채취 위치	관 종	관 경 (mm)	비고
1	1986 (23년)	상록구 건건동 890-34번지	SP	100	-외면도장재의 손상흔적 -내면도장재 확인불가 -스케일(최대 10.2mm)
2	1980 (29년)	상록구 장상동 541-5번지	SP	100	-관내면 전체적으로 스케일 생성 -스케일(최대 20.57mm)
3	1985 (24년)	상록구 본오동 840번지	DCIP	100	-내면 도장재 일부 손상 -부식흔적은 없음
4	1980 (29년)	단원구 원곡동 953-2번지	CIP	100	-액상에폭시의 두께가 비균일 -도장재 상당부분 탈리
5	1983 (26년)	상록구 일동 562-1번지	CIP	100	-액상에폭시의 대부분 탈리
6	1980 (29년)	단원구 고잔동 526-1번지	DCIP	100	-역청계 도료의 손상확인 -도장재 국지적인 탈리
7	1985 (24년)	상록구 사동 1193번지	CIP	150	-국지적인 액상에폭시의 탈리
8	1980 (29년)	단원구 원시동 731-4번지	CIP	150	-관내면 전체적으로 스케일 형성(단면적 대비 40%감소)
9	1984 (25년)	단원구 고잔동 672번지	CIP	200	-액상에폭시의 탈리 다수 -관내면 전체적으로 부식진행
10	1999 (10년)	원곡동 808-6번지	DCIP	100	-관내면 침적물 1mm이하 두께 침적 -도장 및 관상태는 양호



<그림 5.4-121> 관체 수집 위치도

④ 노후관로 개량계획

상수관로 개량계획은 다음의 기본방침을 고려하여 수립하였다.

•수도관로 사고의 발생을 효율적으로 해결하고 방지하여 안전한 물을 안정적으로 공급한다.

•수도 관로의 부속시설을 포함한 관로 기능을 향상시켜서 물 운용 및 유지관리 향상에 기여한다.

•상수도사업의 종합적인 계획 및 다른 관련계획과 일관성 있게 계획한다.

a. 수계별 노후도 평가 결과

앞서 평가한 정수장 수계별 노후도 평가 결과, 안산정수장 수계에 매설되어 있는 관로는 평균 72.8점 및 0.584점으로 다른 정수장 수계에 비하여 평가점수가 낮은 것으로 평가되었으며 점수평가방법을 적용하였을 경우에는 평균적으로 “비교적 양호”한 것으로 평가되었으나 간접평가방법을 적용하였을 경우에는 안산, 시흥정수장 수계에 매설되어 있는 관로는 평균적으로 “노후 진행”, 그리고 연성, 반월정수장수계에 매설되어 있는 관로는 평균적으로 “상태 양호”로 평가되었다. 각 정수장 수계별 개별관로들에 대한 노후도 평가결과, 노후관으로 평가된 관로의 연장은 89.2Km이었으며 정수장 수계별 평균적인 평가결과는 다음의 표와 같다.

<표 5.4-160> 정수장 수계별 배수관로에 대한 노후도 평가결과

구 분 / 대블록별	매설 년도 (평균)	관로 연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
안산정수장 수계	1994	140.95	72.8	비교적 양호	0.584	노후진행
연성정수장 수계	1992	398.14	71.9	비교적 양호	0.638	상태양호
시흥정수장 수계	1995	85.64	76.2	비교적 양호	0.575	노후진행
반월정수장 수계	1997	352.3	74.1	비교적 양호	0.692	상태양호

수계별 노후관로의 연장을 살펴보면 안산 정수장 수계에 매설되어 있는 관의 연장은 37.8Km로 높은 비중을 차지하고 있었으며 그 외 연성, 반월, 시흥정수장 수계순으로 노후관로의 비중이 높은 것으로 나타났다.

<표 5.4-161> 각 정수장 수계별 및 배수구역별 노후관로 연장

대블록별(정수장별)	중블록(배수구역별)	노후관로 연장 (Km)	비고
안산 정수장	안산직접 배수구역	33.5	
	초지 배수구역	0.9	
연성 정수장	공단 배수구역	21.7	
	대부 배수구역	-	
	목내 배수구역	4.7	
	선부 배수구역	10.6	
	성곡 배수구역	0.8	
시흥 정수장	시흥직접(생활) 배수구역	0.7	
	시흥직접(공업) 배수구역	0.3	
반월 정수장	고잔 배수구역	-	
	반월 배수구역	2.4	
	반월직접 배수구역	7.5	
	일동 배수구역	3.6	
	성포 배수구역	2.5	
합 계		89.2	

각 정수장 수계별 노후관로 평가결과를 바탕으로 개량사업 우선순위의 결정은 해당 중블록에 대한 점수평가법 및 간접평가법의 결과를 바탕으로 생활 및 공업용수로 구분하고 우선순위를 부여하였으며 공단배수구역 및 안산직접배수구역의 경우에는 우선적으로 개량사업이 필요하며 그 외 반월직접등의 배수구역순으로 개량이 필요한 것으로 평가되었다.

<표 5.4-162> 안산시 노후관로 우선순위 선정 결과(수계 및 배수구역별)

대블록	중블록	노후관로 연장 (Km)	점수평가 가중치	간접평가 가중치	가중치 합	우선순위
안산	안산직접	33.5	1.31	1.32	2.63	2
	초지	0.9	1.18	1.16	2.34	3
연성	공단	21.7	1.41	1.32	2.74	1
	대부	-	1.00	1.00	2.00	10
	목내	4.7	1.08	1.06	2.14	7
	선부	10.6	1.08	1.09	2.17	6
	성곡	0.8	1.02	1.01	2.03	9
시흥	시흥직접생활	0.7	1.00	1.00	2.00	10
	시흥직접공업	0.3	1.00	1.00	2.00	10
반월	고잔	-	1.00	1.00	2.00	10
	반월	2.4	1.00	1.00	2.00	10
	반월직접	7.5	1.14	1.14	2.28	4
	일동	3.6	1.12	1.15	2.27	5
	성포	2.5	1.03	1.03	2.06	8

b. 개략 공사비 산출

이를 바탕으로 각 중블록별 우선순위결과를 바탕으로 년차별 개량계획을 수립시 블록별 관로연장이 서로 상이할 뿐만아니라 실제 경과년수가 오래된 관종이나 노후화가 예상되는 관을 무시하고 블록별로 계량계획을 수립하는 것은 비현실적인 측면이 있다. 따라서, 노후관으로 평가된 각 블록별 관들에 대한 정확한 관종 및 매설년도를 우선적으로 고려하여 노후관으로 평가된 관로에 대해서는 신관으로의 교체나 갱생공법을 적용하여 본래의 기능을 회복하기 위하여 개량계획을 수립하여야 하며 이를 위해서는 해당관로의 매설환경특성을 사전에 파악하고 기존관로의 노후화원인별로 적절한 공법을 선정하여야 한다.

하지만 단일관로가 아닌 복잡하게 서로 얽혀있는 많은 관로들에 대하여 각기 다양한 개량공법을 선정함은 매우 어려우며 많은 시간이 소요되며 따라서, 효과적으로 노후관로에 대한 개량계획을 수립하기 위해서는 신관의 교체와 갱생공법의 특징을 파악하고 해당 공법의 선정기준을 수립하기 위하여 본 과업에서는 다음과 같이 구분하였다.

➲ 구경별로 적용가능한 공법들을 선별.

• 소구경 배수관

- 갱생공법을 적용시 급수관 분기지점(T형관), 이음부, 곡관부등에 대한 원활한 시공이 어려움.
- 또한 단수에 따른 통수시간을 확보하기 위하여 공사기간내 충분한 도장재의 경

화시간 이 확보되지 못할 경우에는 도장재의 들뜸현상, 핀홀등이 발생할 수 있다. 따라서, 500mm이하의 관들에 대해서는 신관으로 교체

• 대구경(500mm이상) 배수관로

- 신관으로의 교체시 매설심도, 교통혼잡, 기존관로의 단수시 민원유발, 주거밀집지역일 경우에는 폐관처리문제, 신관교체에 따른 비용증가등과 같은 문제가 발생할 수 있음.
- 굴착지역을 최소화하고 각종 민원방지 그리고 공사기간등을 고려하여 500mm이상의 관로에 대해서는 신관교체보다는 갱생공법을 적용하여 개량하는 것으로 계획.

➲노후된 관로로 평가된 관들중 과거 갱생된 관에 대해서는 신관으로 교체함을 계획.

➲ 관경 500mm이상 관로중 경과년수가 오래된 강관

: 경과년수가 오래된(30년 이상) 대구경 강관의 경우에는 내·외면 도장재의 탈리나 부식등으로 인한 관두께 감소등으로 갱생공법을 적용하더라도 그 효과가 미비할 것으로 예상되어 지며 따라서 해당 관로에 대해서는 신관으로 교체함을 계획.

<표 5.4-163> 각 정수장 수계별 노후관로 소요사업비 산출결과

정수장 수계별	관로 연장(Km)	관로개량 사업비(백만원)	비고
안산 정수장	34.4	12,882	
연성 정수장	37.8	15,764	
시흥 정수장	1.0	543	
반월 정수장	16.0	5,305	
계	89.2	34,494	

목표년에 따른 계량계획을 수립한 결과는 아래의 표와 같으며. 2025년까지 노후관 교체 또는 갱생시 필요한 사업비는 배수관로는 34,494백만원이 소요되는 것으로 산출되었다.

<표 5.4-164> 배수관로 년차별 노후관로 개량공사비용

단 계	목표연도 (년)	노후관로 연장	
		배수관로(Km)	교체 또는 갱생 비용(백만원)
1단계	2010	7.1	1,814
2단계	2015	31.2	10,802
3단계	2020	25.6	10,867
4단계	2025	25.3	11,011
계		89.2	34,494

<표 5.4-165> 노후 배수관로 1차년도 노후관 개량 비용

목표년도	관경(mm)	관로연장(㎞)	소요비용(백만원)
1차년도 (2010년)	80	0.6	124
	100	2.9	646
	150	2.2	591
	200	0.8	235
	300	0.6	218
	합 계	7.1	1,814

<표 5.4-166> 노후 배수관로 2차년도 노후관 개량 비용

목표년도	관경(mm)	관로연장(㎞)	소요비용(백만원)
2차년도 (2015년)	75	0.1	18
	80	4.7	1049
	100	7.1	1595
	150	5.7	1484
	200	4.6	1325
	250	0.3	112
	300	1.2	432
	400	0.5	234
	500	4.6	2424
	600	1.2	926
	800	0.6	535
	900	0.6	668
	합 계	31.2	10,802

<표 5.4-167> 노후 배수관로 3차년도 노후관 교체 비용

목표년도	관경(mm)	관로연장(㎞)	소요비용(백만원)
3차년도 (2020년)	80	1.7	396
	100	3	655
	150	5.9	1562
	200	4.7	1319
	300	1.6	557
	350	0.8	307
	400	0.2	108
	500	1.3	588
	600	0.4	205
	800	1.2	904
	900	4.8	4266
	합 계	25.6	10,867

<표 5.4-168> 노후 배수관로 4차년도 노후관 개량 비용

목표년도	관경(mm)	관로연장(㎞)	소요비용(백만원)
4차년도 (2025년)	80	0.7	300
	100	2.7	593
	150	4	1151
	200	8.6	3046
	250	2.3	967
	300	1.8	819
	350	0.3	129
	400	0.5	247
	500	0.5	225
	900	3.4	2975
	1000	0.5	559
	합 계	25.3	11,011

라. 상수관로에 대한 유지관리 방안

1) 주기적인 플러싱

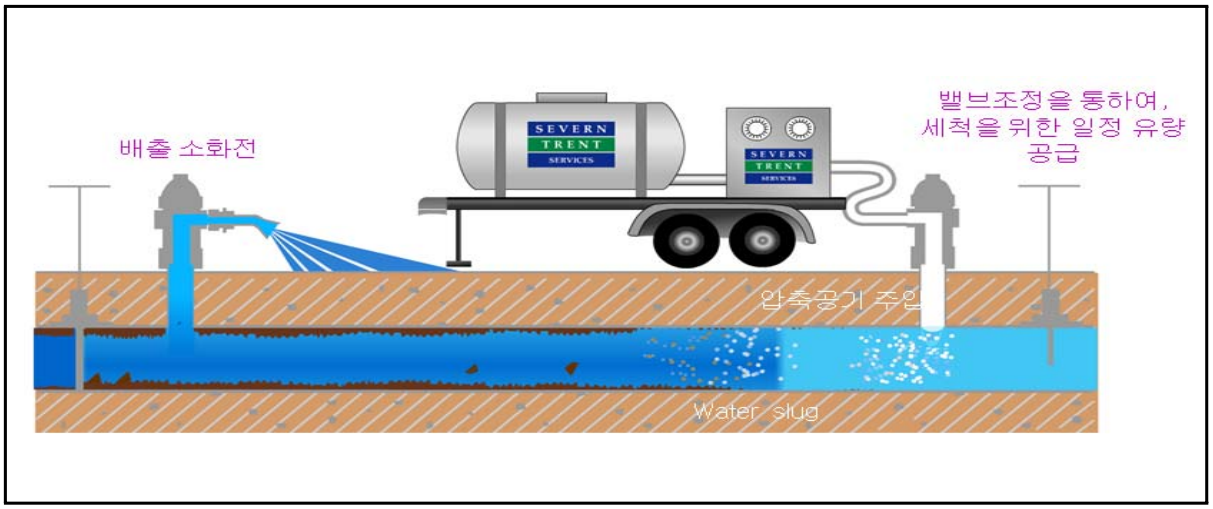
급수시설에서의 관리 상태에 따라 종합적인 방법으로 음용수의 수질을 조절 가능하며 플러싱 공법은 관을 세관하는 기법으로 사용되고 있으며 이 기술은 빈약한 수질을 보다 높은 수질의 음용수 확보가 가능하도록 하며 침전물이나 미생물막 등을 제거할 수 있으며 또한 보다 효과적인 플러싱 기법, 예를 들면 단방향 플러싱(UDF)은 효과적으로 수질과 급수시설에서의 지하 기초시설에서의 미생물막 성장과 부식 부산물등을 저감시킬 수 있다.

•물(유속)만 가지고 세척하는 방법 : 플러싱 기법(물세척)



•물(유속) + 공기주입 세관 : 공기주입 세관(맥동류 세척)

<그림 5.4-122> 소화전을 이용한 Flushing 기법



<그림 5.4-123> 맥동류 세척

단원구 대부동동 1089-9번지	
플러싱 전	플러싱 전 채수
	
플러싱 후	플러싱 후 채수
	

<그림 5.4-124> 관세척(플러싱) 현장 사진(사례)

2) 점검구의 설치

신관 교체시 또는 기존관의 보수나 개량사업을 실시할 경우, 점검구를 설치하여 향후 보수/개량 부위 또는 신관 교체시 해당관로의 내부상태를 파악하여 효과적으로 관리할 수 있어야 한다.

또한 하천 횡단구간 및 노후도가 빠르게 진행된다고 판단되는 구간에는 점검구를 설치하여 관내 상태 및 부식 등을 관찰하여 관의 노후화 속도를 최대한 지연시키거나 방지하여야 하며 잔류하는 오염물질을 청소를 하여 효과적인 잔류염소의 농도를 유지 할 수 있어야 한다.

따라서 관경 200mm이상인 안산시 관로를 대상으로 각 소블록별 점검구를 1개소씩 설치하는 것으로 계획하고, 500mm 이상의 관로에 대해서는 과학기술부(2007)에서 제시하고 있는 구경에 따른 점검구 위치 선정에 근거하여 계획을 수립하였으며 세부내용은 다음의 표와 같다.4

<표 5.4-169> 급수계통별 점검구 설치연장 및 소요사업비

관경(mm) \ 급수 계통		도수관로 (Km)	송수관로		배수관로		연장 합계 (Km)
			공업 (Km)	생활 (Km)	공업 (Km)	생활 (Km)	
구 분	200mm	-	-	-	23.37	126.99	150.36
	250mm	-	-	-	5.68	31.96	37.64
	300mm	-	-	-	14.18	30.12	44.3
	350mm	-	-	0.78	2.07	19.96	22.81
	400mm	-	-	-	14.13	27.76	41.89
	450mm	-	-	1.80	2.45	6.61	10.86
	500mm	-	-	7.55	6.28	26.33	40.16
	600mm	-	-	25.10	6.47	12.13	43.7
	700mm	-	-	2.46	1.66	6.01	10.13
	800mm	-	5.90	3.53	5.09	2.35	16.87
	900mm	-	-	3.35	0.4	5.5	9.25
	1,000mm	5.06	-	1.56	0	0.98	7.6
	1,100mm	3.59	9.24	1.42	-	-	14.25
	1,200mm	-	-	6.78	0.51	0.25	7.54
	1,350mm	-	-	-	0.06	0.31	0.37
연장 계(Km)		8.65	15.14	54.32	82.35	297.26	457.72
점검구(개소)		7	8	18	31	117	181
설치비용 (백만원)		118.3	134.0	298.2	489.0	1,830.6	2,870.2

4.3 관망블록화 계획

4.3.1 개요

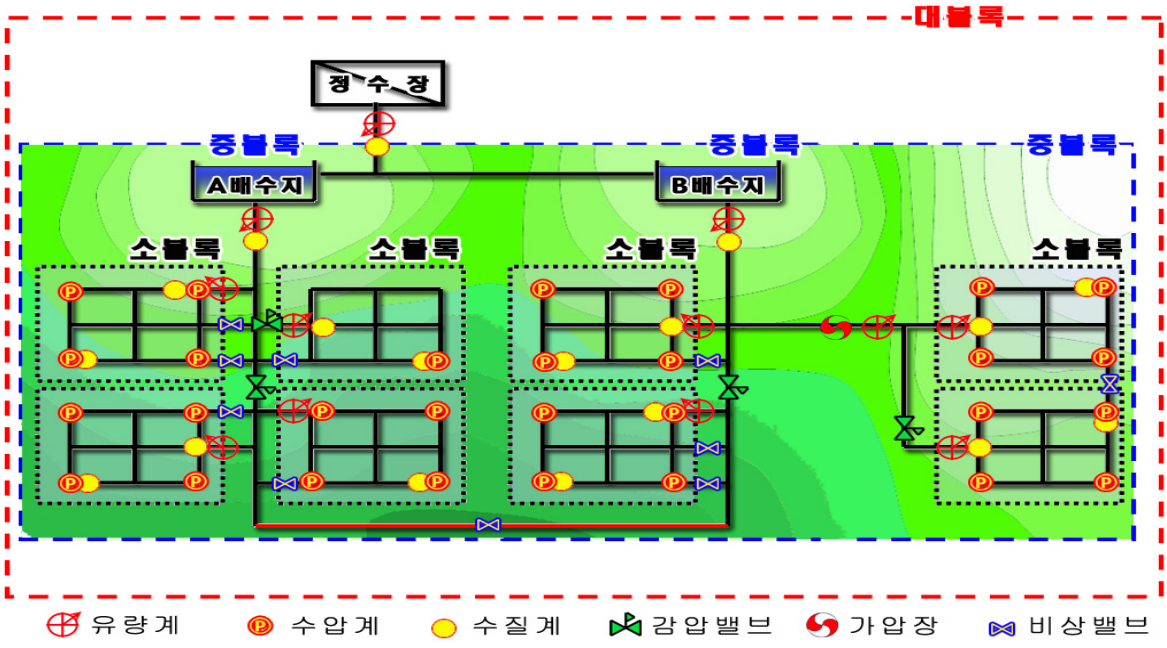
블록시스템(BLOCK SYSTEM)은 1964년 일본 niigata시의 지진후 원활한 재해복구를 위해 제안되어 재해에 강한 배수시스템의 건설이 주목적이었지만, 이러한 조직방법이 배수시스템의 유지관리에도 효율적으로 대처할 수 있다는 것이 증명되면서 일본에서 널리 보급되기 시작하였다.

블록시스템의 개념은 용어대로 블록을 구축하여 운영관리를 할 수 있는 시설을 갖추어 운영하는 것으로 블록내의 대·중·소블록 구분과 시설에 따른 급수구역을 분할하고 중·소블록화하여 유량, 수질, 수압을 관리하여 유수율 관리에 의한 수량관리, 수질 실시간 확인에 의한 관리, 수압의 실시간 측정에 의한 안정급수 유도 및 대·중·소블록별 비상시 임시대책 등이 포함된 것이다.

현재에는 이러한 개념을 도입한 블록시스템 구축사업이 진행되고 있으며, 「상수도유수율제고 업무처리규정(환경부훈령 제486호)」에 의거 대부분 도시에서 기존 배수관망의 재정비를 진행 중에 있으며 안산시 역시 블록시스템 구축사업이 진행 중에 있다.

블록시스템이 일반적으로 고려하고 있는 기본적인 구성 원칙은 다음과 같다.

- 관로의 독립성(기능분리, 지역성, 세분화)
- 관로의 연대성(망상화, 중치화, 연락화)
- 관로의 단순성(관로의 생략, 통합, 규격화)

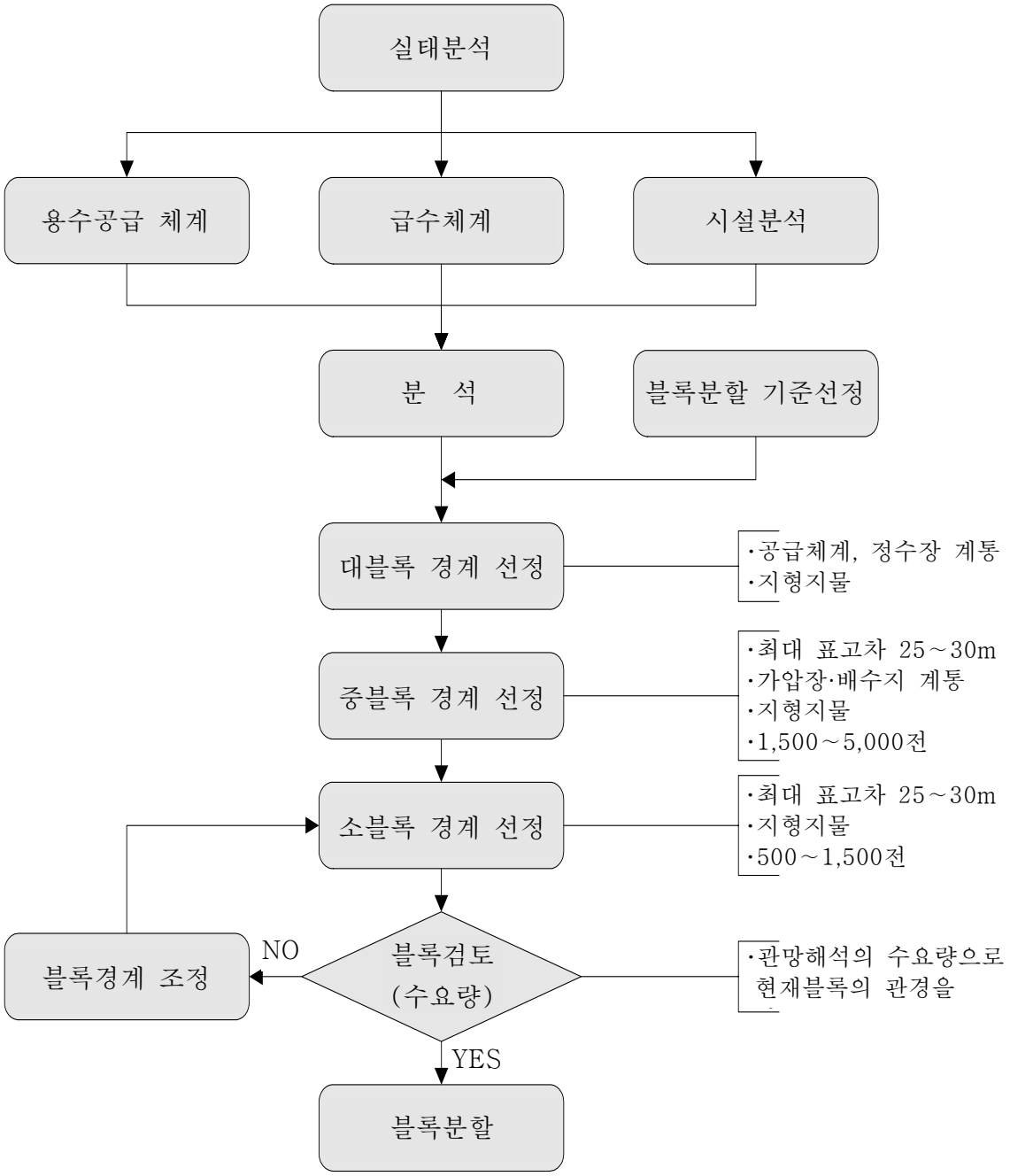


<그림 5.4-125> 블록시스템의 개념도

4.3.2 블록시스템의 구성

가. 기본방향

상수도의 대, 중, 소블록 분할에서 가장 중요한 점은 현재의 급수방식을 충분히 활용하여 공급을 만족시킨 후 장래계획에 따른 분할을 해야 하며 이후 원격감시 및 제어(TM/TC)를 이룰 수 있도록 한다.



<그림 5.4-126> 블록시스템구축 흐름도

나. 블록설정 기준 및 구축효과

블록시스템은 상기에서 전술한대로 시스템의 구성에서 오는 장점이 많은 관계로 블록시스템의 구성이 중요하다. 따라서 「수도정비 기본계회 수립지침(2006 환경부)」에서는 블록시스템 구축을 위하여 급수구역을 분류하여 계획토록 하고 있으며 블록구성은 대블록, 중블록, 소블록으로 계획하며 각 블록의 규모는 다음 <표 5.4-170>과 같다.

<표 5.4-170> 블록규모설정(분할) 기준

구 분	계 통	기 준	급 수 전
대 블 록	정수장의 송수계통	- 광역상수도와 지방상수도의 공급체계 및 정수장별로로 분리 - 대용량의 조정지가 있다면 조정지별로 분리 - 급수전의 관내동수압 150㎪(약 1.53㎏/㎠)이상 유지 충족 - 도로(폭25m이상), 하천 및 복개천, 철도등으로 분리	
중 블 록	가압장 및 배수지계통	- 가압장 및 배수지별로 분리 - 균등급수를 위해 최대표고차 20~30m 이내가 되도록 분리 - 도로(폭25m이상), 하천 및 복개천, 철도등으로 분리 - 급수전수 1,500~5,000전 정도로 분리	1,500~5,000전 소블록5~10개
소 블 록	급수지역내 간선관로계통	- 균등급수를 위해 최대표고차 20~30m이내가 되도록 분리 - 도로(폭8m이하), 하천 및 복개천, 철도, 하수본관, 행정구역, 학교 등의 공공시설과 공원, 공단, 대단위아파트 등으로 분리 - 급수전 500~1,500전 기준	

이러한 블록시스템의 구성은 궁극적으로 단위블록의 유지관리성을 높여줌으로써 배수관망의 효율적인 운영을 가능하게 해준다. 이러한 유지관리는 대표적으로 수량관리, 압력관리, 수질관리로 정리 할 수 있다.

즉 배수관망을 블록화 하였을 경우 수량과 수압, 그리고 수질상의 이점이 있으며 이를 블록의 크기에 따른 기능성과 장점을 정리하면 다음 <표 5.4-171>와 같다.

<표 5.4-171> 블록시스템 구축효과

구분	요소	정보취득	평상시 유지관리	긴급시의 대응
중블럭	수량	-중블록단위의 유수율, 유효율·시간계수 등의 정보를 얻을 수 있게 된다.	-수량관리가 쉬워진다.	-중블록간의 백업기능을 활용할 수 있다. -가뭄시의 급수제한을 공평히 할 수 있다.
	수압	-수압분포를 보다 쉽게 파악할 수 있게 된다.	-등압급수 등 배수조절이 쉬워진다.	-가뭄시의 급수제한을 공평히 할 수 있다.
	수질	-수질변화를 추적하기 쉽게 된다.	-적수, 정체수의 배제를 계획적으로 할 수 있다.	-수질오염을 국지화 할 수 있다. -수질오염의 원인규명이 쉬워진다.
	관로시설 등	-관로의 기능이 명확하게 된다.	-내진성 향상, 여유량 확보 등 배수관 간선의 부설계획을 합리적으로 할 수 있다.	-배수관 간선의 복구계획을 세우기 쉽다. -배수지를 응급 급수거점으로 이용할 수 있다.
소블럭	수량	-소블록 단위의 시간계수, 유수율, 유효율 등을 자세히 파악할 수 있게 된다. -누수조사가 쉬워진다.	-소블록 단위로 급수구역의 변경이 쉬워진다. -소블록간 융통성이 향상된다. -배수조절이 쉽게 된다. -가뭄시 대책수립을 효율적으로 할 수 있다.	-소블록 단위로 수량조절이 가능하고, 가뭄시의 급수제한 등을 공평히 할 수 있다.
	수압	-최대, 최소수압 등 수압변동을 자세히 파악할 수있다.	-감압 및 가압구역의 설정이 쉬워진다. -출수불량지점을 합리적으로 개량할 수 있다.	-소블록 단위로 수량조절이 가능하고, 가뭄시의 급수제한 등을 공평히 할수 있다.
	수질	-수질변화를 추적하기 쉽게 된다.	-적수, 정체수의 배제를 계획적으로 할 수 있다.	-수질오염을 국지화 할 수 있다. -수질오염 원인규명이 쉽다.
	관로시설 등	-관로의 기능이 명확해 진다.	-교체대상 관로 등의 우선순위를 확실히 정할 수 있다.	-돌발사고에 대처하기 쉽다. -소블록의 복구계획을 세우기 쉽다.

4.3.3 블록시스템 구축 고려사항

가. 지역화 계획 및 지역분할

배수관망에 있어서 지역화라는 것은 배수구역에 어떠한 특정요소들을 기준으로 하여 서로 공통된 부분들을 중심으로 전체배수구역을 몇 개의 소블록으로 분할하는 것을 의미한다. 이때에 고려되는 요소로 자연적 요소, 인공적 요소, 사회적 요소가 있으며 이에 배수관의 구경과 블록의 크기가 추가될 수 있다. 자연적인 요소는 지형을 들 수 있으며 인공적인 요소로서는 도로, 철도, 운하, 사회적 요소로서는 용도지역, 급수밀도 등을 들 수 있다.

1) 지형

자연적 지형과 인공적 지형 즉, 철도 및 도로 등을 함께 고려하고 시설의 관리상 행정구역도 포함된다. 지반고는 배수관망의 경제적 계획과 배수조절면에서 가장 중요한 요소가 된다. 고지대에서는 출수 불량상태가 자주 야기되기 때문에 고지대와 저지대를 분리하도록 하며, 대하천이 도시를 횡단하는 경우는 될 수 있는 한 취수로부터 배수에 이르기까지의 모든 경로를 전부 별개의 시설로 설치하고 비상시를 위해 송수관이나 배수간선 등을 서로 연결해 두도록 할 필요가 있다. 배수지관구역의 형성에는 소하천, 도로에 의해 단수구역은 주로 도로에 의해 분리하도록 한다.

2) 용도지역제

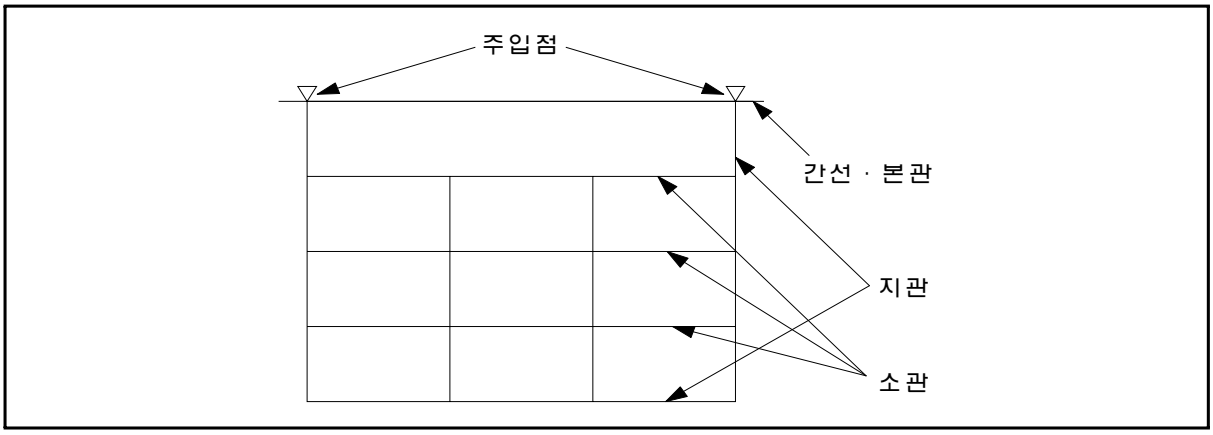
지역 용도에 따른 상수사용형태는 많은 영향을 끼치므로 지역화를 고려하는 데에 있어서는 각 도시가 설정하고 있는 용도지역제를 충분히 감안하여 블록화해야 한다. 이와 더불어 대량수요자가 많은 지역과 적은 지역, 급수밀도가 높은 지역과 낮은 지역, 탱크식 급수방식 지역과 저류탱크가 거의 없는 지역 등도 중요한 요소로 함께 고려해야 한다.

3) 블록의 규모

블록의 규모를 작게 설정할수록 블록의 수가 많아지고 따라서 당연히 기대되는 효과도 높아지지만 건설비용은 물론이고, 극단적인 소규모화로 인하여 유지관리비용과 노력은 증가하기 마련이다. 극단적인 경우는 블록화를 적용한다는 것이 도리어 비합리적이 되어 버리는 경우도 발생한다. 그러므로 급수지역의 지형적 조건과 지리적 조건에 배수관연장, 관망형태, 관경, 블록내의 손실수두, 유량조사의 효율성, 도시계획 등을 고려하여 적정규모를 설정하도록 한다.

나. 주입점의 선정

상위 관망조직에서 하위 관망조직으로 상수를 공급하는 관을 주입관이라 하고 주입관이 하위조직에 연결되는 점을 주입점이라 한다. 따라서 하위관망조직에의 주입점은 그 관망의 외곽부에 설치되며 그 수는 보통 3~4개 이하가 일반적이고 2개 이상이 바람직하다.



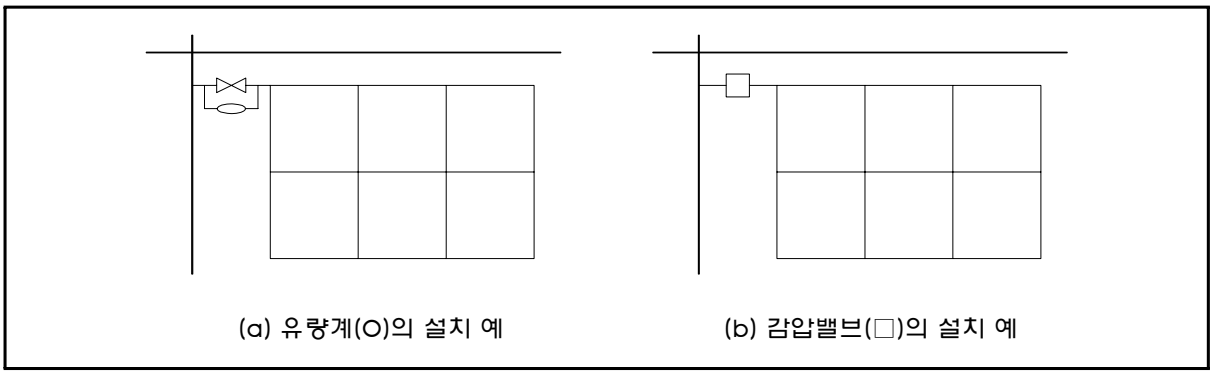
<그림 5.4-127>관의 기능분류 모식도

다. 연락관

블록시스템의 상·하위조직 사이에 어느 한 곳에서라도 이상이 있을 때는 그 이하의 모든 구역은 당연히 피해지역이 되기 때문에 관의 파열, 수질오염, 이상수요증가 등에 대비하여 동급의 서로 다른 블록사이를 연결하는 연락관을 설치하는 것이 바람직하다.

라. 감압밸브의 설치

블록시스템의 경우 관망조직이 기능적, 지역적으로 분리되어 운용되기 때문에 수압조절에 의한 누수제어가 가능하여 효과적으로 사용될 수 있다. 블록시스템에 감압밸브를 설치하고자 하는 경우 각 블록의 주입관에 설치하도록 한다.



<그림 5.4-128> 구역유량계와 감압밸브의 설치 예

마. 블록별 유수율 및 누수율 분석

블록별 유량측정은 다음과 같은 이점이 있는 것으로 알려져 있다.

1) 실시간 관망해석

2) 누수탐사

3) 배수량 분석

4) 야간최소유량 측정

5) 유량계의 위치결정

바. 단수구역의 설정

관거가 파열되었거나 수질오염이 발생하는 등 단수를 해야 하는 경우에는 수량이나 수압면에서 그 하류 측이 받는 영향이 될 수 있는 한 작게 되도록 해당지역의 특성과 관망형태 등을 충분히 검토한 후에 제수밸브를 설치함으로써 단수구역을 설정한다.

일반적으로 수량, 수압, 수질의 최적관리를 목표로 하는 합리적인 단수지역의 설정에 있어서 고려할 사항은 다음과 같다.

1) 수량, 수압, 수질 면에서 직접 또는 간접적으로 받는 영향을 최소화하도록 한다.

2) 동일 단수구역내에서는 상수수요형태나 지역의 특성이 같도록 한다.

3) 단수작업을 원활히 할 수 있도록 한다.

4) 수량, 수압, 수질관리에 편리해야한다.

5) 제수밸브의 설치나 유지관리에 경제적이 되도록 한다.

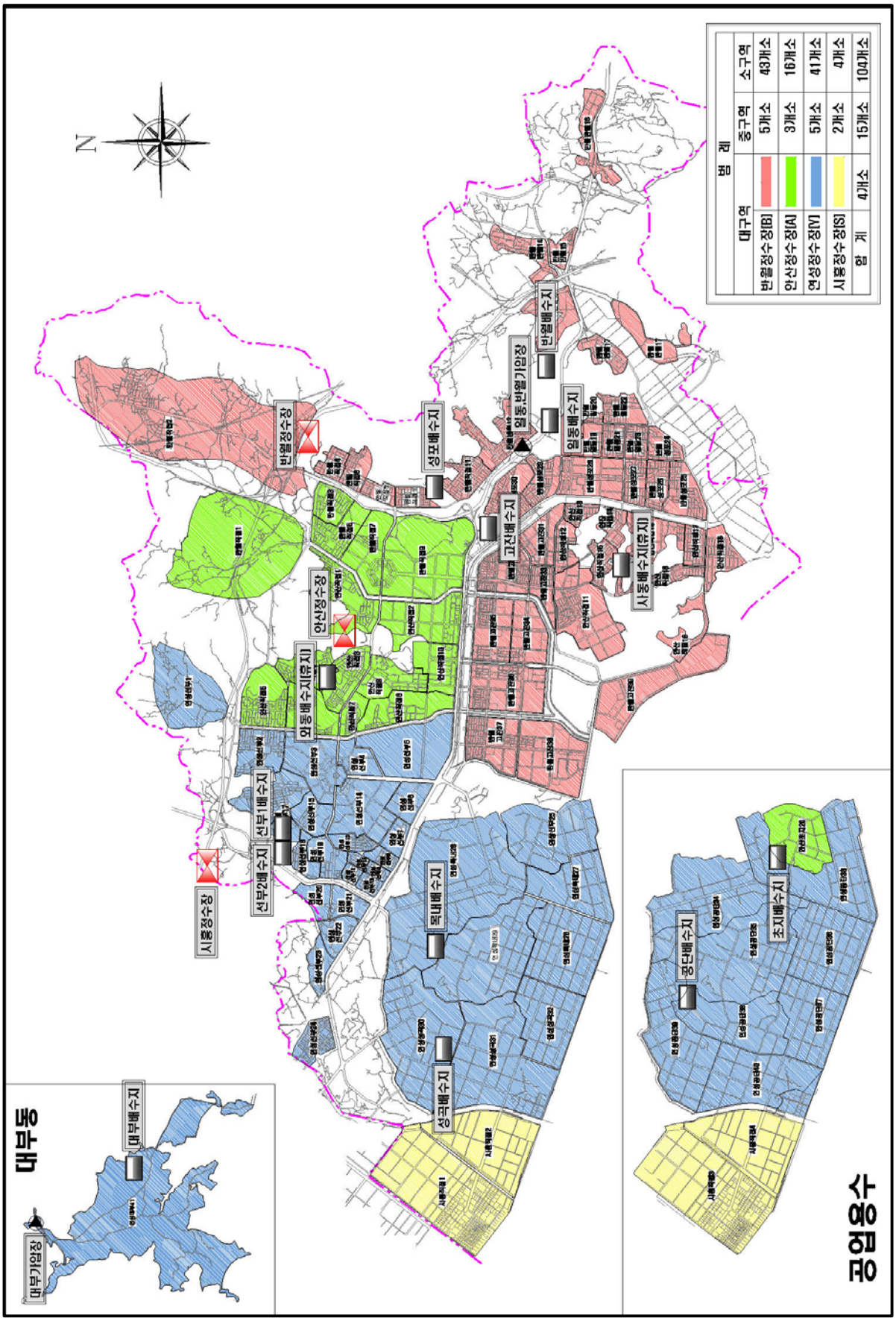
4.3.4 안산시 블록시스템 구축 현황

가. 블록시스템 구축

현재 안산시 용수공급계통은 안산정수장, 연성정수장, 반월정수장, 시흥정수장의 4개 계통으로 구성되어 각각의 공급계통별 급수지역이 구분되어 운영되고 있으며, 안정적 공급과 체계적이고 효율적인 물 관리시스템을 확립하기 위하여 2003년부터 상수도 급수구역에 대하여 지형적여건, 관망구성형태 및 구역별 용수사용실적을 기초로 블록시스템을 구축 사업을 시행하고 있으며 2009년 3월 현재 소블록 구역고립 및 TM 구축 사업을 진행 중에 있다.

<표 5.4-172> 블록시스템 구축현황

대구역 (정수장)		중구역 (배수구역)	소블록	개소	비 고
4구역		15구역	104구역		
반월 정수장	1	반월정수장 직접	반월직접2,4,6,8,10~12	7	
	2	성포배수구역	반월성포24~30, 안산직접11~19	16	
	3	고잔배수구역	반월고잔31~39	9	
	4	일동배수구역	반월일동18~23	6	
	5	반월배수구역	반월반월13~17	5	
	소 계			43	
안산 정수장	1	안산정수장 직접	안산직접1~10, 반월직접1,3,5,7,9	15	
	2	초지배수구역	안산초지20	1	공업용수
	소 계			16	
연성 정수장	1	선부배수구역	연성선부1~25	25	
	2	대부배수구역	연성대부41	1	
	3	목내배수구역	연성목내26~29	4	
	4	성곡배수구역	연성성곡30~32	3	
	5	공단배수구역	연성공단33~40	8	공업용수
	소 계			41	
시흥 정수장	1	직접급수구역(생활)	시흥직접1~2	2	
	2	직접급수구역(공업)	시흥직접3~4	2	공업용수
	소 계			4	



<그림 5.4-129> 안산시 블록시스템구축 현황도

나. 대블록 설정

대구역은 정수장계통 별로 총 4개 구역으로 설정하였으며 반월정수장 계통, 안산정수장, 연성정수장계통, 시흥정수장계통이 있으며 이중 생활용수는 반월정수장이 전체생산량(Q=456,200m³/일)의 41.65%를 담당하고 있으며 공업용수는 연성정수장이 전체생산량(Q=223,000m³/일)의 55.16%를 담당하고 있다.

1) 반월정수장 계통

반월정수장은 수도권 광역상수도 2단계(D=1,200mm, 150,000m³/일) 및 3단계(D=1,100mm, 40,000m³/일)에서 분기•도수하여 시설용량 190,000m³/일로 급속여과방식으로 정수처리 한다.

2) 연성정수장 계통

연성정수장은 수도권 광역상수도 5단계(D=1,800mm, 123,000m³/일) 및 6단계(178,000m³/일, 계획)에서 분기, 도수하여 총 시설용량 301,000m³/일(안산시 배분량)로 급속여과 방식으로 정수처리 한다.

또한 정수처리공정에서 발생되는 정수슬러지를 적정하게 처리하기 위한 배출수 처리시설을 계획하였으며, 농축 및 탈수공정을 거쳐 처리된다.

3) 안산정수장 계통

안산정수장은 수도권 광역상수도 3단계(D=1,100mm, 60,000m³/일) 및 4단계(D=1,000mm, 83,000m³/일)에서 분기, 도수하여 시설용량 143,000m³/일로 급속여과방식으로 정수처리 한다.

특히, 공업용수인 3단계 계통의 60,000m³/일은 처리공정상 약품투입에 의한 응집침전공정만 거쳐 공단 내 공업용수로 공급되고 있으며, 생활용수인 4단계 계통의 83,000m³/일은 응집침전 및 여과공정까지 정수처리하여 공급한다.

또한 정수처리공정에서 발생되는 정수슬러지를 적정하게 처리하기 위하여 슬러지의 농축, 탈수공정의 배출수처리시설을 가동 중에 있다.

4) 시흥정수장 계통

시흥정수장은 수도권 광역상수도 4단계 258,000m³/일을 수수하여 시설용량 101,000m³/일의 여과수인 생활용수와 시설용량 157,000m³/일의 침전수인 공업용수를 시화공단에 대부분 공급하며, 일부 시흥시에 공급하고 있다.

안산시는 시화공단의 안산시 행정구역내 용수공급을 위하여 시흥정수장으로부터 공업용수 40,000m³/일, 생활용수 5,200m³/일을 배분받고 있다.

다. 중구역 설정

대구역별 중구역을 나누었으며 안산시의 총 중구역은 15개 이며 이중 정수장에서 정수장내 정수지를 통해 직접 급수하는 직접급수구역이 반월정수장 직접급수역과 안산정수장 직접급수구역 등 총 2개소가 있다.

1) 반월정수장 계통

① 반월정수장 직접급수구역

반월정수장내 정수지에서 해당 급수구역에 배수지를 경유하지 않고 직접급수 하는 구역으로 부곡동, 일동, 안산동 일원의 해당 소블록은 반월직접2,4,6,8,10~12로 총 7개 구역으로 구성된다.

② 반월정수장 성포배수구역

성포배수지는 용량 40,000m³ 규모이고 수위는 LWL 50.0m이며 일동, 이동, 사동, 본오동 일원의 해당 소블록은 반월성포24~30, 안산직접11~19로 총 16개 구역으로 구성된다.

③ 반월정수장 고잔배수구역

고잔배수지는 용량 25,000m³ 규모이고 수위는 LWL 45.0m이며 이동, 호수동, 초지동 일원의 해당 소블록은 반월고잔31~39로 총 9개 구역으로 구성된다.

④ 반월정수장 반월배수구역

반월배수지는 용량 8,000m³ 규모이고 수위는 LWL 80.0m이며 반월동, 본오동 일원의 해당 소블록은 반월반월13~17로 총 5개 구역으로 구성된다.

⑤ 반월정수장 일동배수구역

일동배수지는 용량 3,500m³ 규모이고 수위는 LWL 56.80m이며 본오동 일원의 해당 소블록은 반월일동18~23로 총 6개 구역으로 구성된다.

2) 연성정수장 계통

① 연성정수장 선부배수구역

선부배수지는 선부1배수지 용량 5,500m³, 선부2배수지 용량 40,000m³ 규모이고 수위는 LWL 48.5m이며 선부동, 원곡동, 초지동 일워의 해당 소블록은 연성선부1~25로 총 25개구역으로 구성된다.

② 연성정수장 대부배수구역

대부배수지는 용량 6,600m³ 규모이고 수위는 LWL 65.0m 이며 대부동 전역에 용수

를 공급하고 해당 소블록은 연선대부41로 총 1개 구역으로 설정하고 장래 수용량 증가에 따라 3개 블록으로 분할하는 것으로 계획하였다.

③ 연성정수장 성곡배수구역

성곡배수지는 용량 10,000m³ 규모이고 수위는 LWL 43.0m 이며 병합유량계측은 연성성곡31구역에서 실시하고 연성성곡30, 32구역은 별도 고립구역으로 유량계측을 실시하는 것으로 계획하여 총 3개 구역으로 구성된다.

④ 연성정수장 공단배수구역

공단배수지는 용량 20,000m³ 규모이고 수위는 LWL 52.0m이며 소블록계획은 반월공단 생활용수 구역분할계획과 같이 효율적인 구역고립을 위해 병합계량구역으로 구역을 고립화시켰다. 병합유량계측은 연성공단34, 35, 39구역에서 실시하고 연성공간33, 36, 37, 38, 40구역은 별도 고립구역으로 유량계측을 실시하는 것으로 계획하여 총 8개 구역으로 구성된다.

⑤ 연성정수장 목내배수구역

목내배수지는 용량 10,000m³ 규모이고 수위는 LWL 46.0m 이며 소블록계획은 공단 특성상 관로가 2열로 매설되어 있고 고립화에 따른 관로부담과 도로굴착구간이 매우 넓어 향후 사업시행이 매우 곤란하다고 판단되므로 신설관로계획을 최소화하기 위해 병합계량구역으로 구역을 고립화시켰다. 병합유량계측은 연성목내26, 29구역에서 실시하고 연성목내27, 28구역은 별도 고립구역으로 유량계측을 실시하는 것으로 계획하여 총 4개 구역으로 구성된다.

3) 안산정수장 계통

① 안산정수장 직접급수구역

안산정수장내 정수지에서 해당 급수구역에 배수지를 경유하지 않고 직접급수 하는 구역으로 와동, 월피동, 성포동 일원의 해당 소블록은 안산직접1~10, 반월직접1,3,5,7,9으로 총 15구역으로 구성된다.

② 안산정수장 초지배수구역

공업용수 배수지인 초지배수지는 용량 10,000m³ 규모이고 수위는 LWL 50.0m이며 해당 소블록은 안산초지1로 총 1개구역으로 구성된다.

4)시흥정수장 계통

① 시흥정수장 직접급수(생활)구역

시흥정수장 정수지에서 직접급수되고 있으며 시흥정수장내 정수지 수위는 LWL 35.75m이며 소블록계획은 반월공단 구역분할계획과 같이 효율적인 구역고립을 위해 병합계량구역으로 구역을 고립화시켰다. 병합유량계측은 시흥직접(생활)1에서 실시하고 시흥직접(생활)2은 고립구역으로 유량계측을 실시하는 것으로 계획하여 총 2개 구역으로 구성된다.

② 시흥정수장 직접급수(공업)구역

시흥정수장 정수지에서 직접급수되고 있으며 시흥정수장내 공업용수 정수지 수위는 LWL 38.15m이며 해당 소블록은 통합유량계측은 시흥직접(공업)3에서 실시하고 S시흥직접(공업)4은 고립구역으로 유량계측을 실시하는 것으로 계획하여 총 2개 구역으로 구성된다.

4.3.5 블록시스템 정비 계획

가. 소블록 규모산정 및 분할경계 검토

1) 소블록별 급수현황

소블록별 급수전수 및 용수수요량 산정은 안산시 2007년말 현재 60,355개의 급수전 검침량 자료를 기초로 검침구역별 소비량을 분석하여 각 용도지역 및 동별 실제 소비패턴에 근접할 수 있도록 하여 소블록별 용수수요량을 산정하였고, 소블록내 지반고는 수치지도 GIS(1/1000)상의 지반고를 적용하였다.

<표 5.4-173> 소블록별 급수현황(생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M)		비 고
							최고	최저	
반월 정수장	직접	반월직접 4	(BD1)	952	6,211	2,178	21.5	33.8	
		반월직접 6	(BD2)	769	5,541	1,943	17.7	36.7	
		반월직접 8	(BD3)	632	4,291	1,505	14.8	29.6	
		반월직접10	(BD4)	751	5,610	1,967	14.8	25.6	
		반월직접11	(BD5)	2,025	9,075	3,941	10.9	31.9	
		반월반월12	(BD6)	1,237	9,813	4,264	17.0	33.5	
		반월직접 2	(BD12)	1,749	9,107	2,837	12.2	75.0	
		소계		8,115	49,648	18,636			

<표계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M)		비 고
							최고	최저	
반월 정수장	성포	반월성포30	(BS1)	1,024	11,328	3,845	7.9	15.4	
		반월성포29	(BS2)	964	10,201	3,851	8.2	13.0	
		반월성포28	(BS3)	227	31,327	11,833	8.2	25.4	
		반월성포27	(BS6)	926	8,296	3,758	10.9	24.8	
		반월성포26	(BS8)	864	5,660	2,564	8.3	22.4	
		반월성포24	(BS9)	433	2,430	1,101	6.2	19.8	
		반월성포25	(BS10)	1,291	6,964	3,154	7.2	21.4	
		안산직접11	(BS11)	655	10,127	3,802	6.0	15.0	
		안산직접12	(BS12)	505	5,652	1,835	7.0	20.1	
		안산직접13	(BS13)	593	5,959	1,934	7.0	22.9	
		안산직접14	(BS14)	626	5,777	1,875	18.5	26.6	
		안산직접15	(BS15)	1,021	7,846	2,547	16.2	31.1	
		안산직접16	(BS16)	188	1,015	332	17.6	24.9	
			(BS17)	838	5,989	2,030	3.0	22.8	
		안산직접17	(BS18)	921	6,514	2,208	7.1	13.4	
		안산직접18	(BS19)	627	8,412	2,886	6.2	11.8	
		안산직접19	(BS20)	246	14,990	5,078	9.5	21.4	
		반월반월12	(BD7)	337	2,575	1,119	20.7	39.9	
		소계		12,286	151,062	55,752			
	고잔	반월고잔37	(BK1)	567	14,935	4,108	4.1	7.8	
		반월고잔38	(BK2)	77	33,447	9,200	3.6	8.3	
		반월고잔36	(BK3)	314	18,713	6,846	3.9	6.7	
		반월고잔35	(BK4)	377	16,453	6,018	4.6	6.1	
		반월고잔34	(BK5)	38	9,000	3,291	4.1	5.7	
		반월고잔32	(BK6)	798	9,078	3,081	4.7	6.3	
		반월고잔33	(BK7)	331	4,787	1,704	4.3	7.2	
		반월고잔31	(BK8)	53	9,663	3,164	4.9	7.9	
		반월고잔39	-	14	7,701	2,935	0.4	13.2	
		소계		2,569	123,777	40,347			

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M)		비 고
							최고	최저	
반월 정수장	일동	반월일동18	(BI1)	484	5,690	2,334	14.3	35.4	
		반월일동20	(BI2)	145	1,800	617	25.0	31.1	
		반월일동22	(BI3)	1,089	7,829	2,689	13.8	27.7	
		반월일동19	(BS4)	347	3,412	1,400	21.2	25.4	
		반월일동21	(BS5)	689	8,982	3,077	15.1	24.8	
		반월일동23	(BS7)	802	5,728	2,595	10.1	26.3	
		소계		3,556	33,441	12,711			
	반월	반월반월14	(BB1)	812	11,390	3,649	15.2	41.0	
		반월반월15	(BB2)	423	3,022	968	15.6	35.4	
		반월반월16	(BB3)	250	3,210	1,029	17.8	44.4	
		반월반월13	(BB4)	30	2,905	931	17.0	45.3	
		반월반월17	(BI4)	447	14,222	6,299	6.9	32.0	
		소계		1,962	34,749	12,876			
	계			28,488	392,677	140,321			
안산 정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1,780	15,435	5,767	6.7	26.2	
		안산직접2	(AD2)	114	20,346	10,153	6.2	12.8	
		안산직접3	(AD3)	1,996	13,637	4,777	14.9	29.9	
		안산직접4	(AD4)	1,266	8,786	3,075	14.3	24.5	
		안산직접5	(AD5)	1,490	16,025	5,608	8.4	17.5	
		안산직접6	(AD6)	688	7,294	2,553	7.5	20.9	
		안산직접7	(AD7)	836	6,080	2,128	7.1	14.9	
		안산직접8	(AD8)	2,179	7,273	2,552	6.3	11.7	
		안산직접9	(AD9)	2,818	8,639	3,032	7.1	21.3	
		안산직접10	(AD10)	81	6,386	2,518	6.5	13.5	
		반월직접3	(BD8)	917	6,505	2,201	9.7	18.4	
		반월직접5	(BD9)	1,182	9,353	3,164	7.1	10.5	
		반월직접7	(BD10)	566	18,492	6,256	6.5	8.9	
		반월직접9	(BD11)	248	31,097	10,571	6.5	15.4	
		반월직접1	(BD13)	147	592	190	12.2	44.4	
		소계		16,308	175,940	64,546			
	계			16,308	175,940	64,546			

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M)		비 고
							최고	최저	
연성 정수장	선부	연성선부18	(YS1)	216	4,229	1,501	13.3	22.4	
		연성선부17	(YS2)	207	2,179	779	23.0	29.1	
		연성선부16	(YS3)	1,423	12,752	4,557	11.2	34.6	
		연성선부 2	(YS4)	1,397	15,388	5,588	8.3	16.8	
		연성선부19	(YS5)	88	2,243	767	10.4	26.7	
		연성선부15	(YS6)	351	3,752	1,341	9.8	26.5	
		연성선부 3	(YS7)	53	26,194	9,481	7.3	16.0	
		연성선부11	(YS8)	315	4,079	1,395	11.7	14.7	
		연성선부10	(YS9)	392	5,269	1,801	10.0	18.8	
		연성선부12	(YS10)	302	3,344	1,143	13.2	21.1	
		연성선부 9	(YS11)	238	3,553	1,215	13.2	27.0	
		연성선부13	(YS12)	346	4,717	1,613	16.1	26.9	
		연성선부 8	(YS13)	260	4,095	1,300	19.9	31.0	
		연성선부14	(YS14)	745	27,678	8,408	7.4	26.8	
		연성선부 7	(YS15)	2,012	5,621	1,785	8.4	26.5	
		연성선부 6	(YS16)	2,538	9,975	2,829	7.1	14.3	
		연성선부 4	(YS17)	24	11,292	3,604	7.2	12.0	
		연성선부 1	(YS18)	94	454	165	10.7	46.4	
		연성선부24	(YS19)	360	3,661	1,252	5.7	6.8	
		연성선부23	(YS20)	106	5,503	1,881	6.1	30.7	
		연성선부25	(YS21)	78	–	1,593	5.3	25.4	
		연성선부5	–	9	909	250	6.8	8.4	
		소계		11,554	156,887	54,246			
	목내	연성목내26	(YM1)	187	2,223	8,605	7.1	29.1	
		연성목내27	(YM1-1)	99	–	1,756	5.4	17.8	
		연성목내29	(YM2)	148	–	4,123	6.4	23.0	
		연성목내28	(YM2-1)	175	–	5,176	5.4	11.1	
		소계		609	2,223	19,660			
	성곡	연성성곡30	(YH1)	207	26	9,282	5.0	16.8	
		연성성곡31	(YH2)	146	–	10,077	4.2	22.6	
		연성성곡32	(YH2-1)	107	–	2,897	5.4	22.1	
		소계		460	26	22,256			
	대부	연성대부41	(YT1)	751	4,235	1,381	4.2	34.2	
			(YT1-1)	449	785	256	3.9	34.6	
			(YT2)	444	1,940	632	4.0	38.0	
		소계		1,644	6,960	2,269			
	계				166,096	196,360	98,432		
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	112	–	1,259	2.5	4.8	
			(SL1-1)	398	–	2,378	-0.8	8.1	
		시흥직접2	(SL1-2)	239	–	2,531	0.1	7.2	
		소계		749	–	6,168			
	계			749	–	6,168			
총계				59,812	734,713	309,467			

<표 5.4-174>소블록별 급수현황(공업용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	용수사용량 (㎥/일)	표고(M)		비 고
						최고	최저	
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	59	58,751	5.7	23.6	
		소계		59	58,751			
	계			59	58,751			
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	41	3,546	7.3	29.5	
			(YK1-1)	11	2,226	7.1	23.8	
		연성공단33	(YK1-2)	38	35,322	3.5	8.9	
		연성공단35	(YK2)	40	4,573	6.5	23.0	
		연성공단37	(YK2-1)	40	16,887	5.4	21.7	
		연성공단36	(YK2-2)	40	7,295	5.4	19.6	
		연성공단39	(YK3)	34	14,036	5.7	16.4	
		연성공단40	(YK3-1)	28	6,909	5.6	10.7	
		연성공단38	(YK4)	23	11,249	7.9	21.4	
		소계		295	102,045			
	계			295	102,045			
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	38	2,478	2.6	6.0	
			(SK1-1)	58	977	-0.6	8.1	
		시흥직접4	(SK1-2)	93	10,128	2.4	6.0	
		소계		189	13,583			
	계			749	6,168			
총계				543	174,379			

2) 소블록의 규모 검토분석

① 소블록 규모 검토기준

『블록시스템의 구성』 편의 소블록 설정 기준에 정한 봐와 같이 소블록 급수전의 규모는 500~1,500전 기준 한다. 그러나 APT단지, 공업단지 등의 물사용량에 비해 급수전수가 적은 경우는 『안산시 상수도 운영관리시스템 구축계획보고서<블록시스템구축> (안산시, 2002.10)』에서 제시한 일사용량 1,000~3,000㎥/일을 기준하여 검토하였다.

또한 지형적 여건상 상기 기준에 따라 구역분할 시 신설관 계획 및 격점개량의 개소

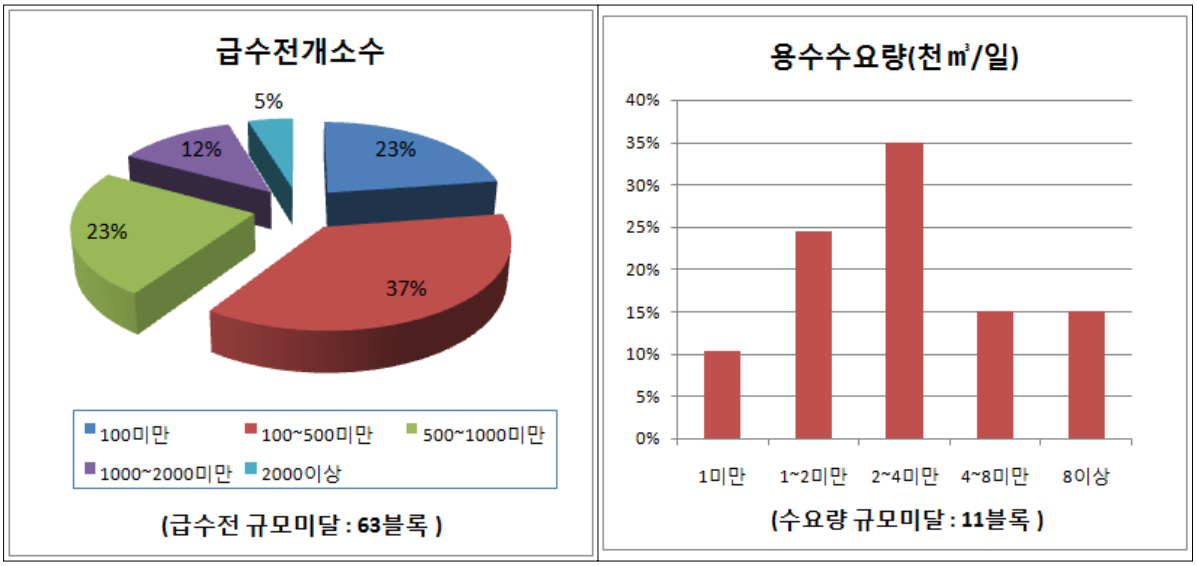
가 많아져 공사비가 과다해 지므로 지역적 특성을 고려하였으며, 소블록내 수압분포와 유량계측을 위한 적정유속의 유량계의 구경등을 종합적으로 고려하여 소블록의 규모를 검토하였고, 『안산시 상수도 운영관리시스템 구축계획보고서<블록시스템구축>(안산시, 2002.10)』 상의 106개의 소블록을 기준하여 검토하였다.

② 소블록 규모 검토

소블록은 배수관망에 있어 최소단위로 수용가에서 물을 직접 급수하는 구역으로 블록내 유량계측에 있어서 유량정보 파악에 따른 누수정보 및 블록진단·평가의 기초되므로 적정한 소블록 규모의 설정 검토가 필요하다.

<표 5.4-175> 소블록 규모 검토

구 분	급수전 개소수			구 분	용수수요량(천㎥/일)		
	생활용수	공업용수	계		생활용수	공업용수	계
100미만	11	13	24	1미만	10	1	11
100~500미만	39	0	39	1 ~ 2미만	26	0	26
500~1000미만	25	0	25	2 ~ 4미만	34	3	37
1000~2000미만	13	0	13	4 ~ 8미만	13	3	16
2000이상	5	0	5	8이상	10	6	16
총계	93	13	106	총계	93	13	106



<그림 5.4-130> 소블록 급수전개소수 및 용수수요량

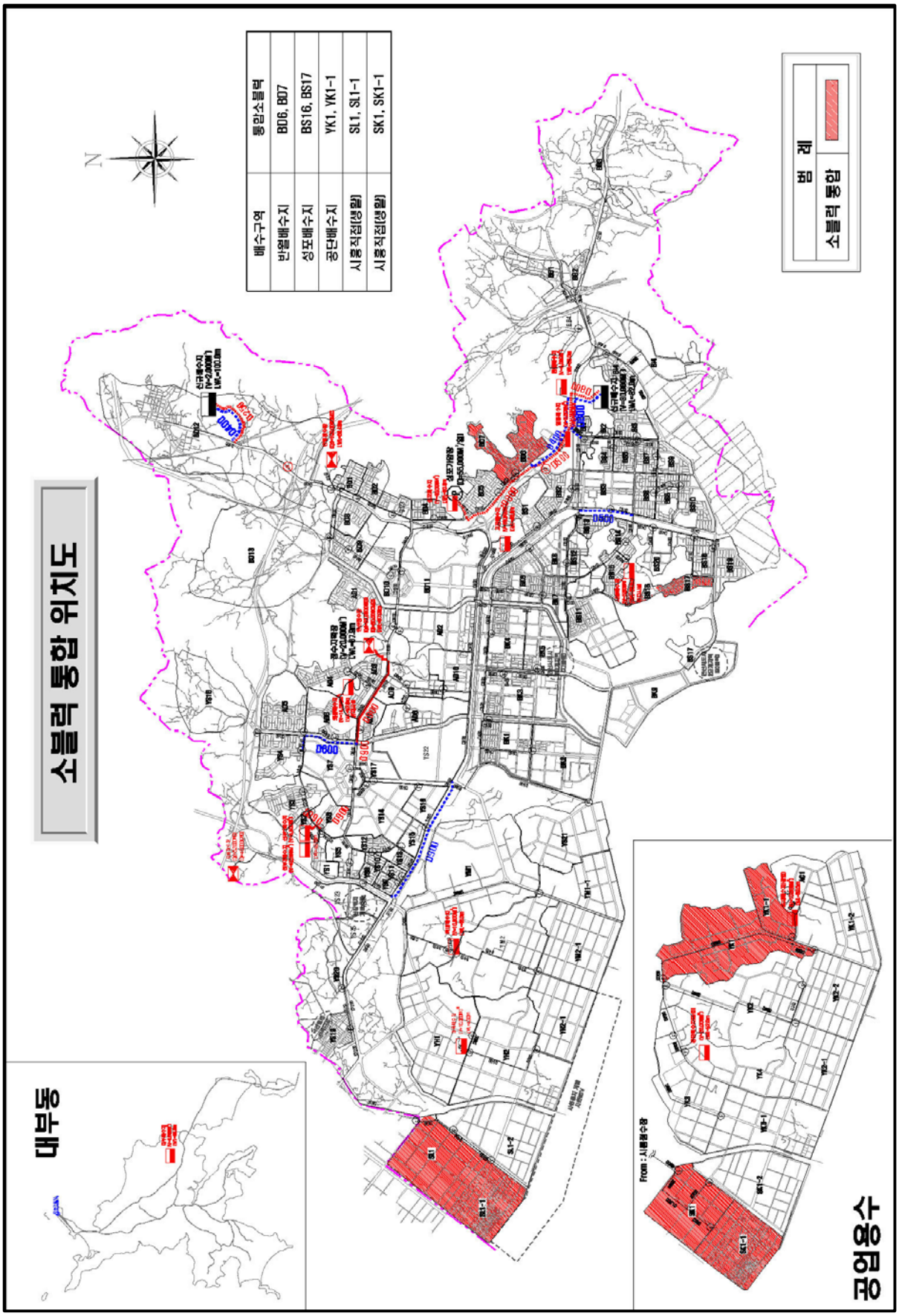
③ 소블록 통합검토

상기에서 검토한 바와 같이 급수전 규모미달은 63블록으로 전체의 59.4%로 이는 APT단지, 공업단지 등의 물사용량이 큰 수요처에 기인한 것으로 분석되며, 용수수요량기준 미달 블록은 2007년 말 현재 11블록으로 전체의 10.4%로 분석되으나 대부분의 지역이 여건상 기준을 충족하기 어려운 시외각 취락지역과 장래 개발계획 반영시 용수수요량 증가가 예상되는 지역으로 검토되었다.

따라서 현재 소블록별 블록시스템이 구축되어 있으므로 블록 통합 시 이에 따른 격점 개량 등의 시설비용이 추가 되므로 현재 구축되어 있는 소블록을 유지토록 하되 배수관망정비 및 출수불량지역 해소방안 검토를 통해 인근 소블록과 통합 시 수압상승으로 급수불량이 해소가 가능하거나 유지관리면에서 유리한 소블록에 한하여 통합하도록 계획하였다.

<표 5.4-176> 소블록 통합검토

배수 구역	통합 소블럭		급수인구(인)		급수 전수 (개소)	용수사용량 (㎥/일)		통합사유
			2007년	2025년		2007년	2025년	
반월 배수지	반월 반월 12	(BD6)	9,813	12,287	1,237	4,264	5,496	•가압급수중인 BD6을 BD7과 통합하여 반월배수지에서 자연유하 용수공급
		(BD7)	2,575	3,225	337	1,119	1,442	
성포 배수지	안산 직접 18	(BS16)	1,015	1,259	188	332	424	•일부고지대 급수불량인 BS17를 양호한 BS16의 주배수관로를 통해 용수공급
		(BS17)	5,989	7,566	838	2,030	2,641	
공단 배수지	연성 공단 34	(YK1)	-	-	41	3,546	8,937	•통합계량에 따른 유량계 오차 최소화 및 유량계 설치비용 절감
		(YK1-1)	-	-	11	2,226	2,176	
시흥직접 (생활)	시흥 직접 (생활) 1	(SL1)	-	-	112	1,259	1,695	상 동
		(SL1-1)	-	-	398	2,378	2,831	
시흥직접 (공업)	시흥 직접 (공업) 3	(SK1)	-	-	38	2,478	3,613	상 동
		(SK1-1)	-	-	58	977	1,540	



<그림 5.4-131> 소블록 통합 위치도

3) 소블록의 구역분할 경계검토

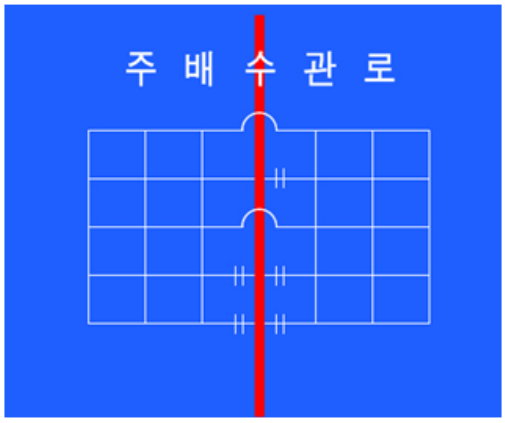
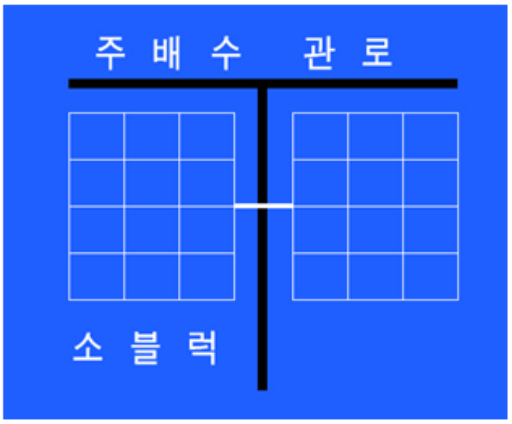
① 소블록 구역분할 경계기준

소구역의 구역경계 기준은 소블록 설정 기준에 정한 봐와 같이 도로(폭8m이하), 하천 및 복개천, 철도, 하수본관, 행정구역, 학교 등의 공공시설과 공원, 공단, 대단위아파트 등을 경계로 하고, 균등급수를 위해 최대표고차 20~30m이내가 되도록 한다.

② 소블록 구역분할 경계 검토

현재 구축되어 있는 소블록의 최대표고차는 일부 가압급수 중인 안산동지역 및 취락지역을 제외하고는 20~30m 이내로 균등급수에는 큰 문제 없는 것으로 분석되었다. 한편 소블록 경계 검토결과, 신설관로 계획을 최소화하기 위한 병합계량구역을 이외의 시가화 지역 일부 소블록에서 중구역관로가 소블록의 중심을 통과하여 주 배수관로와 연결된 소블록 관로에서 관말을 형성 향후 유지관리상 문제 발생이 가능성이 있는 것으로 분석되었다.

따라서 이러한 블록경계에 대한 정비가 필요하나 정비시 과다한 사업비가 소요 예상되어 단기간에 시행이 곤란하므로 중장기 계획에 의한 정비가 필요할 것으로 사료되며, 우선적으로 소블록내 순환관로를 설치하여 정체수 발생에 따른 수질악화 및 수압저하 방지를 계획하여야 할 것으로 판단된다. 순환배수관로 계획은 『4장 3.4배수관로계획』에 상세히 제시하였다.

현 황	변 경 제 시 안
	
•주 배수관로 연결 소블록 관말화 •유지관리상 문제 발생 예상 •대상소블록 : 반월직접5, 반월직접9, 반월고잔37, 연성선부16	•블록경계 변경시 과다경비소요 •단기간 정비 곤란 •중장기 계획에 의한 정비 필요

<그림 5.4-132> 소블록 분할경계 변경안 검토

나. 소블록 인입관로 구경 검토

1) 소블록 인입 배수관 관경선정 기준

배수관의 관경선정에 대한 상수도 시설기준의 내용을 검토 후 다음과 같이 인입관로에 대한 적정구경에 기준을 선정하였다.

<표 5.4-177> 배수관 관경선정 기준

<table>
<tr><th>구 분</th><th>상수도시설기준(1997,12 환경부)</th><th>상수도시설기준(2004, 환경부)</th></tr>
<tr><td>선정기준</td><td>•어느 지점에서도 그 유효 수압이 평상시에는 물론 화재시에도 가능한 소정의 최소동수압을 넘고 급수구역내의 수압분포가 균등하도록 해야한다.
•관경 산정시에 있어서 배수지, 배수탑, 고가탱크 또는 배수펌프정의 수위는 언제나 저수위를 유지하도록 해야 한다.
•평상시와 화재시의 수리계산을 하여 유효수압이각각 소정의 최소동수압을 넘도록 관경을 계산해서 양자중 큰 값을 잡아야 한다.
•관망을 형성하고 있는 배수관은 되도록 관망으로서의 유량계산에 따라야 한다.
•닥타일주철관, 강관의 경우 관경산정은 도수관 및 송수관에 준한다.
•배수펌프의 경우에는 펌프양정과 관경간의 경제적 관계를 고려하여 설계하여하며 수도용 보통압 주철관의 경제적 설계 조건은 다음과 같다.

수도용 보통압 주철관의 경제적인 유속
<table>
<tr><th>구경(mm)</th><th>유속(m/sec)</th></tr>
<tr><td>75～150</td><td>0.7～1.0</td></tr>
<tr><td>200～300</td><td>0.8～1.2</td></tr>
<tr><td>350～600</td><td>0.9～1.4</td></tr>
</table>
</td><td>•배수관의 관경은 평상시 그 구역에 필요한 최소동수압 이상을 유지하고 수압분포를 가능한 균등하게 될 수 있는 관경으로 결정
•최소관경은 소화전이 설치된 도시주거지역은 150mm 이상, 업무지역은 200mm이상을 원칙으로 하고 소화전이 설치되지 않은 산재된 주거지역은 80mm를 최소관경으로 한다.</td></tr>
<tr><td>경제적 관경산정</td><td colspan="2">$Q = A \times V \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times V}}$
(D = 구경(m), Q =블록별 용수수요량(㎥/sec), V =경제적인 유속(m/sec))</td></tr>
<tr><td>시설기준 적용검토</td><td colspan="2">• 소블록내 수압이 필요 최소동수압 미만인 경우에 한하여 수압을 확보 할 수 있도록 개량 하되
• 현 부설 인입관로의 관경이 작아 경제적인 유속범위를 벗어나는 관로
• 시설기준에서 정한 최소관경 미만 관로</td></tr>
</table>

2) 소블록 인입관로 구경검토

앞서 검토한 시설기준의 관경선정 기준에 준하여 인입관로의 적정구경을 검토하였다.

<표 5.4-178> 소블록 인입관로 구경검토(생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블럭명		시간최대 급수량(㎥/일)	인입관로관경		평균수압 (kPa)	비 고
					관경 (mm)	유속 (m/s)		
반월 정수장	직접	반월직접 4	(BD1)	3,267	250	0.8	349	
		반월직접 6	(BD2)	2,915	150	1.9	351	
		반월직접 8	(BD3)	2,257	200	0.8	360	
		반월직접10	(BD4)	2,951	250	0.7	336	
		반월직접11	(BD5)	5,911	300	1.0	291	
		반월반월12	(BD6)	6,397	200	2.4	186	
		반월직접 2	(BD12)	4,255	450	0.3	357	
		소계		27,953				
	성포	반월성포30	(BS1)	5,767	300	0.9	323	
		반월성포29	(BS2)	5,776	250	1.4	284	
		반월성포28	(BS3)	17,750	350	2.1	131	
		반월성포27	(BS6)	5,637	400	0.5	210	
		반월성포26	(BS8)	3,846	200	1.4	250	
		반월성포24	(BS9)	1,651	200	0.6	261	
		반월성포25	(BS10)	4,732	400	0.4	250	
		안산직접11	(BS11)	5,702	300	0.9	332	
		안산직접12	(BS12)	2,752	150	1.8	296	
		안산직접13	(BS13)	2,901	200	1.1	250	
		안산직접14	(BS14)	2,813	200	1.0	179	
		안산직접15	(BS15)	3,820	500	0.2	142	
		안산직접16	(BS16)	498	300	0.1	230	
			(BS17)	3,046	250	0.7	222	
		안산직접17	(BS18)	3,313	250	0.8	286	
		안산직접18	(BS19)	4,329	250	1.0	263	
		안산직접19	(BS20)	7,617	400	0.7	256	
		반월반월12	(BD7)	1,679	150	1.1	346	
		소계		83,628				
	고잔	반월고잔37	(BK1)	6,162	350	0.7	333	
		반월고잔38	(BK2)	13,799	350	1.7	239	
		반월고잔36	(BK3)	10,269	400	1.4	327	
		반월고잔35	(BK4)	9,026	450	0.7	363	
		반월고잔34	(BK5)	4,937	400	0.5	357	
		반월고잔32	(BK6)	4,622	350	0.6	345	
		반월고잔33	(BK7)	2,555	500	0.2	376	
		반월고잔31	(BK8)	4,746	400	0.4	361	
		반월고잔39	-	4,403	600	0.2	349	
		소계		60,521				

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블럭명		시간최대 급수량(㎥/일)	인입관로관경		평균수압 (kPa)	비 고
					관경 (mm)	유속 (m/s)		
반월 정수장	일동	반월일동18	(BI1)	3,501	250	0.8	250	
		반월일동20	(BI2)	925	150	0.6	250	
		반월일동22	(BI3)	4,034	250	1.0	271	
		반월일동19	(BS4)	2,099	250	0.5	279	
		반월일동21	(BS5)	4,615	200	1.7	299	
		반월일동23	(BS7)	3,892	150	2.5	279	
		소계		19,066				
	반월	반월반월14	(BB1)	5,474	400	0.5	501	
		반월반월15	(BB2)	1,452	300	0.2	547	
		반월반월16	(BB3)	1,543	350	0.2	420	
		반월반월13	(BB4)	1,396	150	0.9	468	
		반월반월17	(BI4)	9,448	400	0.9	533	
		소계		19,313				
	계			210,482				
안산 정수장	직접	안산직접1	(AD1)	8,651	300	1.4	480	
		안산직접2	(AD2)	15,230	400	1.4	538	
		안산직접3	(AD3)	7,166	200	10.6	397	
		안산직접4	(AD4)	4,612	500	0.3	463	
		안산직접5	(AD5)	8,412	400	0.8	483	
		안산직접6	(AD6)	3,829	250	0.9	502	
		안산직접7	(AD7)	3,191	200	1.2	507	
		안산직접8	(AD8)	3,828	300	0.6	541	
		안산직접9	(AD9)	4,548	250	1.1	533	
		안산직접10	(AD10)	3,777	200	1.4	562	
		반월직접3	(BD8)	3,301	250	0.8	472	
		반월직접5	(BD9)	4,746	250	1.1	548	
		반월직접7	(BD10)	9,384	250	2.2	526	
		반월직접9	(BD11)	15,856	600	0.6	550	
		반월직접1	(BD13)	285	200	0.1	368	
		소계		96,818				
	계			96,818				

<표 계속>

정수장 수계	배수 구역	소블럭명		시간최대 급수량(㎥/일)	인입관로관경		평균수압 (kPa)	비 고
					관경 (mm)	유속 (m/s)		
연성 정수장	선부	연성선부18	(YS1)	2,252	200	0.8	281	
		연성선부17	(YS2)	1,168	100	1.7	196	
		연성선부16	(YS3)	6,835	300	1.1	238	
		연성선부 2	(YS4)	8,382	450	0.6	337	
		연성선부19	(YS5)	1,150	200	0.4	284	
		연성선부15	(YS6)	2,011	200	0.7	266	
		연성선부 3	(YS7)	14,221	450	1.0	337	
		연성선부11	(YS8)	2,092	200	0.8	335	
		연성선부10	(YS9)	2,702	200	1.0	314	
		연성선부12	(YS10)	1,715	300	0.3	304	
		연성선부 9	(YS11)	1,822	300	0.3	257	
		연성선부13	(YS12)	2,419	300	0.4	241	
		연성선부 8	(YS13)	1,951	300	0.3	213	
		연성선부14	(YS14)	12,612	400	1.2	271	
		연성선부 7	(YS15)	2,678	200	1.0	304	
		연성선부 6	(YS16)	4,243	300	0.8	351	
		연성선부 4	(YS17)	5,407	200	2.0	334	
		연성선부 1	(YS18)	247	150	0.2	399	
		연성선부24	(YS19)	1,878	500	0.1	401	
		연성선부23	(YS20)	2,822	300	0.5	352	
		연성선부25	(YS21)	1,593	500	0.1	360	
		연성선부5	-	375	200	0.1	360	
		소계		80,573				
	목내	연성목내26	(YM1)	8,980	500	0.5	269	
		연성목내27	(YM1-1)	1,756	250	0.4	329	
		연성목내29	(YM2)	4,123	500	0.2	334	
		연성목내28	(YM2-1)	5,176	300	0.8	348	
		소계		20,035				
	성곡	연성성곡30	(YH1)	9,286	500	0.5	305	
		연성성곡31	(YH2)	10,077	500	0.6	301	
		연성성곡32	(YH2-1)	2,897	500	0.2	334	
		소계		22,260				
	대부	연성대부41	(YT1)	2,071	700	0.1	515	
			(YT1-1)	384	600	0.0	522	
			(YT2)	949	400	0.1	522	
		소계		3,404				
시흥 정수장	계			126,272				
	직접	시흥직접1	(SL1)	1,259	250	0.3	311	
			(SL1-1)	2,378	300	0.4	322	
		시흥직접2	(SL1-2)	2,531	200	0.9	295	
		소계		6,168				
	계			6,168				
총계				439,740				

<표 5.4-179> 소블록 인입관로 구경검토(전용공업용수)

정수장 수계	배수 구역	소블럭명		시간최대 급수량(㎥/일)	인입관로관경		평균수압 (kPa)	비 고
					관경 (mm)	유속 (m/s)		
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	58,751	800	1.4	339	
		소계		58,751				
	계			58,751				
연성 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	3,546	700	0.1	280	
		연성공단33	(YK1-1)	2,226	200	0.8	292	
			(YK1-2)	35,322	500	2.1	317	
		연성공단35	(YK2)	4,573	800	0.1	326	
		연성공단37	(YK2-1)	16,887	600	0.7	349	
		연성공단36	(YK2-2)	7,295	400	0.7	338	
		연성공단39	(YK3)	14,036	600	0.6	361	
		연성공단40	(YK3-1)	6,909	600	0.3	372	
		연성공단38	(YK4)	11,249	400	1.0	332	
		소계		102,045				
	계			102,045				
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	2,478	700	0.1	329	
			(SK1-1)	977	800	0.0	352	
		시흥직접4	(SK1-2)	10,128	700	0.3	334	
		소계		13,583				
	계			13,583				
총계				174,379				

3) 인입관로 손실수두 검토

소블록내 수압이 필요 최소동수압(평균 250kPa이하)을 미 확복한 소블록에 한하여, 인입관로의 관경이 시설기준의 경제적 유속 범위에 속하지 않거나 시설기준상의 최소관경 기준에 맞지 않은 관로의 손실수두를 검토하였다.

<표 5.4-180> 인입관로 손실수두 검토

소블럭명		시간최대 급수량 (㎥/day)	관로구경(mm)		관로연장 (m)	손실수두(m)		비고
			인입구경	시설기준		인입관로	시설기준	
반월반월12	(BD6)	6,397	200	350	30.2	1.45	0.09	
반월성포28	(BS3)	17,750	350	450	10.0	0.16	0.05	
반월고잔38	(BK2)	13,799	350	450	20.0	0.26	0.08	
연성선부17	(YS2)	1,168	150	300	17.4	0.20	0.01	

4) 유량계 구경축소에 따른 손실수두 검토

유량계는 적정유속 미만이면 기전력이 작고 정밀도 상의 문제가 생기기 쉽기 때문에 유속이 작은 경우 배관구경보다 작은 구경의 유량계를 사용한다. 이때 구경축소에 따른 관로의 손실수두를 검토하였다.

<표 5.4-181> 구경축소 유량계 손실수두

소블럭명		시간최대 급수량(㎥/일)	관로구경(mm)		관로연장 (m)	손실수두(m)	
			인입구경	축소구경		인입구경	축소구경
반월직접4	(BD1)	3,267	250	150	3.5	0.03	0.39
반월직접6	(BD2)	2,915	150	100	3.5	0.32	2.30
반월직접8	(BD3)	2,257	200	100	3.5	0.05	1.43
반월일동19	(BS4)	2,099	250	100	3.5	0.01	0.51
반월일동21	(BS6)	5,637	400	150	3.5	0.00	0.47
반월일동26	(BS8)	3,846	200	150	3.5	0.06	0.23
반월일동24	(BS9)	1,651	200	100	3.5	0.01	0.35
반월일동25	(BS10)	4,732	400	150	3.5	0.00	0.34
안산직접13	(BS13)	2,901	200	150	3.5	0.04	0.18
안산직접16	(BS16)	498	300	150	3.5	0.00	0.01
안산직접17	(BS18)	3,313	250	150	3.5	0.01	0.17
안산직접18	(BS19)	4,329	250	200	3.5	0.02	0.07
안산직접19	(BS20)	7,617	400	200	3.5	0.01	0.19
반월고잔37	(BK1)	6,162	350	300	3.5	0.01	0.02
반월고잔38	(BK2)	13,799	350	300	3.5	0.05	0.10
반월고잔36	(BK3)	14,673	400	300	3.5	0.02	0.09
반월고잔35	(BK4)	9,026	450	250	3.5	0.01	0.10
반월고잔34	(BK5)	4,937	400	200	3.5	0.00	0.10
반월고잔32	(BK6)	4,622	350	300	3.5	0.00	0.01
반월일동20	(BI2)	925	150	100	3.5	0.02	0.11
반월일동22	(BI3)	4,034	250	150	3.5	0.02	0.24
반월반월13	(BB4)	1,396	150	100	3.5	0.06	0.41
안산직접3	(AD3)	7,166	200	250	3.5	0.19	0.06
안산직접6	(AD6)	3,829	250	150	3.5	0.02	0.25
안산직접7	(AD7)	3,191	200	150	3.5	0.04	0.18
안산직접10	(AD10)	3,777	200	100	3.5	0.05	1.59
연성선부16	(YS3)	6,835	300	250	3.5	0.04	0.09
연성선부2	(YS4)	8,382	450	450	3.5	0.00	0.00
연성선부19	(YS5)	1,150	200	80	3.5	0.01	1.11
연성선부11	(YS8)	2,092	200	80	3.5	0.04	3.23
연성선부10	(YS9)	2,702	200	100	3.5	0.06	1.82
연성선부12	(YS10)	1,715	300	100	3.5	0.00	0.78
연성선부13	(YS12)	2,419	300	150	3.5	0.01	0.21
연성선부8	(YS13)	1,951	300	150	3.5	0.00	0.11
연성선부1	(YS18)	247	150	80	3.5	0.00	0.03
연성선부25	(YS21)	1,593	500	150	3.5	0.00	0.06
연성목내27	(YM1-1)	1,756	250	200	3.5	0.01	0.02
시흥직접1	(SL1-1)	2,378	300	250	3.5	0.00	0.01

5) 종합검토 의견

경제적관경의 적정관경 범위에 미달하는 소블록의 인입관로와 유량계 설치에 따라 구경이 축소된 관거에 대한 손실수두 검토결과, 수두손실는 0.01~3.2m 이며 대부분의 관로에서 0.5m이하로 검토되었다.

따라서 관로 교체에 따른 비용발생에 비해 소블록내의 수압 상승 효과가 크지 않으므로 기존의 인입관로는 그대로 활용하고 최소동수압 확보가 어려운 소블록은 안정적 용수공급이 가능한 배수위를 확보하도록 용수공급계통의 전환하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

한편 유량계 설치 관로 역시 소블록별 수압과 구경축소에 따른 손실을 종합적으로 고려해 볼때, 유량측정을 위한 유속 확보가 가능하면 현재 설치된 관로를 이용하여도 될 것으로 검토되었다.

다. 유량계 적정성 검토

1) 유량계 관경선정 기준

유량계 구경선정에 대한 관련지침 및 상수도 시설기준의 내용을 검토 후 다음과 같이 적정구경에 기준을 선정하였다.

<표 5.4-182> 유량계 관경선정 기준

구 분	선정기준
수요량선정	•시간계수 : 일최대(일평균×1.23), 시간최대(일최대×1.50), 일최저(일평균×0.5)
설치요령	•상수도유수율제고업무처리규정(환경부)에 의거 설치 •유량 형태에 맞게 TYPE를 선정하며, 장래 T/M이 가능한 유량계 선정 •관로 구경보다 1~2단계 낮게 선정 •정수장 및 배수지의 유입•유출부, 블록의 유입•유출부에 설치 •탈부착이 가능하도록 설치하고, 고장시 수리 및 타기계로 측정 가능한 공간마련 •평탄하고 침수가 되지 않는 곳, 유지보수가 용이한 곳 선정
유속 및 구경 산정	$Q = A \times V \Rightarrow V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times V}}$ (D = 구경(m), Q = 유량(㎥/sec), V = 유속(m/sec))
유량계 구경선택	•0.3m/sec 이상 유속이 확보되는 장소에 유량계를 설치하도록 한다. 단, 0.3m/sec 이하 유속에서 지시정확도가 ±2%인 유량계는 예외 (유량계설치 및 유지관리지침, 2007.10 환경부)

2) 소블록 유량계 구경검토

소블록별 유량계 적정구경은 유량계실이 기 설치된 블록은 현재 설치 구경을 적용하였고, 미설치 블록은 계획유량 대비 적정유속을 확보 할수 있는 구경을 적용하여 검토하였다.

<표 5.4-183> 반월정수장 직접급수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
반월직접4	(BD1)	유량(㎥/일)	885	1,146	전자식	
		150mm	0.58	0.75		
반월직접6	(BD2)	유량(㎥/일)	790	1,022	전자식	
		100mm	1.16	1.51		
반월직접6	(BD3)	유량(㎥/일)	612	791	전자식	
		100mm	0.90	1.17		
반월직접10	(BD4)	유량(㎥/일)	800	1,035	초음파식	
		250mm	0.19	0.24		
반월직접11	(BD5)	유량(㎥/일)	1,602	2,066	초음파식	
		300mm	0.26	0.34		
반월직접12	(BD6)	유량(㎥/일)	1,734	2,236	초음파식	
		200mm	0.64	0.82		
반월직접2	(BD12)	유량(㎥/일)	1,153	1,493	초음파식	
		450mm	0.08	0.11		

<표 5.4-184> 반월정수장 고잔배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
반월고잔37	(BK1)	유량(㎥/일)	1,670	1,855	전자식	
		300mm	0.27	0.30		
반월고잔38	(BK2)	유량(㎥/일)	3,740	4,154	전자식	
		300mm	0.61	0.68		
반월고잔36	(BK3)	유량(㎥/일)	2,783	3,641	전자식	
		300mm	0.46	0.60		
반월고잔35	(BK4)	유량(㎥/일)	2,446	3,201	초음파식	
		250mm	0.58	0.75		
반월고잔34	(BK5)	유량(㎥/일)	1,338	1,751	전자식	
		200mm	0.49	0.64		
반월고잔32	(BK6)	유량(㎥/일)	1,253	1,600	전자식	
		300mm	0.21	0.26		
반월고잔33	(BK7)	유량(㎥/일)	693	897	초음파식	
		500mm	0.04	0.05		
반월고잔31	(BK8)	유량(㎥/일)	1,286	1,642	초음파식	
		400mm	0.12	0.15		
반월고잔39	-	유량(㎥/일)	1,193	1,561	초음파식	
		600mm	0.05	0.06		

<표 5.4-185> 반월정수장 성포배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
반월성포30	(BS1)	유량(㎥/일)	1,563	1,996	초음파식	
		300mm	0.26	0.33		
반월성포29	(BS2)	유량(㎥/일)	1,565	2,008	초음파식	
		250mm	0.37	0.47		
반월성포28	(BS3)	유량(㎥/일)	4,810	6,256	초음파식	
		350mm	0.58	0.75		
반월성포27	(BS6)	유량(㎥/일)	1,528	1,956	전자식	
		150mm	1.00	1.28		
반월성포26	(BS8)	유량(㎥/일)	1,042	1,334	전자식	
		150mm	0.68	0.87		
반월성포24	(BS9)	유량(㎥/일)	447	573	전자식	
		100mm	0.66	0.84		
반월성포25	(BS10)	유량(㎥/일)	1,282	1,642	전자식	
		150mm	0.84	1.08		
안산직접11	(BS11)	유량(㎥/일)	1,545	2,018	초음파식	
		300mm	0.25	0.33		
안산직접12	(BS12)	유량(㎥/일)	746	952	전자식	
		150mm	0.49	0.62		
안산직접13	(BS13)	유량(㎥/일)	786	1,004	전자식	
		150mm	0.51	0.66		
안산직접14	(BS14)	유량(㎥/일)	762	973	초음파식	
		200mm	0.28	0.36		
안산직접15	(BS15)	유량(㎥/일)	1,035	1,322	초음파식	
		500mm	0.06	0.08		
안산직접16	(BS16)	유량(㎥/일)	960	1,247	전자식	
		150mm	0.63	0.82		
	(BS17)	유량(㎥/일)	-	-	-	
		250mm	-	-		
안산직접17	(BS18)	유량(㎥/일)	898	1,168	전자식	
		150mm	0.59	0.77		
안산직접18	(BS19)	유량(㎥/일)	1,173	1,526	전자식	
		200mm	0.43	0.56		
안산직접19	(BS20)	유량(㎥/일)	2,064	2,685	전자식	
		200mm	0.76	0.99		
반월반월12	(BD7)	유량(㎥/일)	455	587		
		100mm	0.67	0.86		

<표 5.4-186> 반월정수장 일동배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
반월일동18	(BI1)	유량(㎥/일)	949	1,233	초음파식	
		250mm	0.22	0.29		
반월일동20	(BI2)	유량(㎥/일)	251	326	전자식	
		100mm	0.37	0.48		
반월일동22	(BI3)	유량(㎥/일)	1,093	1,423	초음파식	
		150mm	0.72	0.93		
반월일동19	(BS4)	유량(㎥/일)	569	739	전자식	
		100mm	0.84	1.09		
반월일동21	(BS5)	유량(㎥/일)	1,251	1,629	초음파식	
		200mm	0.46	0.60		
반월일동23	(BS7)	유량(㎥/일)	1,055	1,350	전자식	
		150mm	0.69	0.88		

<표 5.4-187> 반월정수장 반월배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
반월반월14	(BB1)	유량(㎥/일)	1,483	1,875	초음파식	
		400mm	0.14	0.17		
반월반월15	(BB2)	유량(㎥/일)	394	497	초음파식	
		300mm	0.06	0.08		
반월반월16	(BB3)	유량(㎥/일)	418	528	초음파식	
		350mm	0.05	0.06		
반월반월13	(BB4)	유량(㎥/일)	378	478	전자식	
		100mm	0.56	0.70		
반월반월17	(BI4)	유량(㎥/일)	2,561	3,276	초음파식	
		400mm	0.24	0.30		

<표 5.4-188> 안산정수장 직접배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
안산직접1	(AD1)	유량(㎥/일)	2,344	3,052	초음파식	
		300mm	0.38	0.50		
안산직접2	(AD2)	유량(㎥/일)	4,127	5,382	초음파식	
		400mm	0.38	0.50		
안산직접3	(AD3)	유량(㎥/일)	1,942	2,504	초음파식	
		250mm	0.46	0.59		
안산직접4	(AD4)	유량(㎥/일)	1,250	1,614	초음파식	
		500mm	0.07	0.10		
안산직접5	(AD5)	유량(㎥/일)	2,280	2,943	초음파식	
		400mm	0.21	0.27		
안산직접6	(AD6)	유량(㎥/일)	1,038	1,340	전자식	
		150mm	0.68	0.88		
안산직접7	(AD7)	유량(㎥/일)	865	1,117	전자식	
		150mm	0.57	0.73		
안산직접8	(AD8)	유량(㎥/일)	1,038	1,335	초음파식	
		300mm	0.17	0.22		
안산직접9	(AD9)	유량(㎥/일)	1,232	1,585	초음파식	
		250mm	0.29	0.37		
안산직접10	(AD10)	유량(㎥/일)	1,024	1,323	전자식	
		100mm	1.51	1.95		
반월직접3	(BD8)	유량(㎥/일)	895	1,164	전자식	
		250mm	0.21	0.27		
반월직접5	(BD9)	유량(㎥/일)	1,286	1,673	초음파식	
		250mm	0.30	0.39		
반월직접7	(BD10)	유량(㎥/일)	2,543	3,308	초음파식	
		250mm	0.60	0.78		
반월직접9	(BD11)	유량(㎥/일)	4,297	5,607	초음파식	
		600mm	0.18	0.23		
반월직접1	(BD13)	유량(㎥/일)	77	100		
		80mm	0.18	0.23		

<표 5.4-189> 연성정수장 선부배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
연성선부18	(YS1)	유량(㎥/일)	610	743	초음파식	
		200mm	0.22	0.27		
연성선부17	(YS2)	유량(㎥/일)	316	407	전자식	
		100mm	0.47	0.60		
연성선부16	(YS3)	유량(㎥/일)	1,852	2,381	초음파식	
		250mm	0.44	0.56		
연성선부2	(YS4)	유량(㎥/일)	2,271	2,957	초음파식	
		450mm	0.17	0.22		
연성선부19	(YS5)	유량(㎥/일)	312	257	초음파식	
		80mm	0.72	0.59		
연성선부15	(YS6)	유량(㎥/일)	545	796	전자식	
		200mm	0.20	0.29		
연성선부3	(YS7)	유량(㎥/일)	3,854	5,004	초음파식	
		450mm	0.28	0.36		
연성선부11	(YS8)	유량(㎥/일)	567	467	초음파식	
		80mm	1.31	1.08		
연성선부10	(YS9)	유량(㎥/일)	732	604	전자식	
		100mm	1.08	0.89		
연성선부12	(YS10)	유량(㎥/일)	465	383	전자식	
		100mm	0.68	0.56		
연성선부9	(YS11)	유량(㎥/일)	494	407	초음파식	
		300mm	0.08	0.07		
연성선부13	(YS12)	유량(㎥/일)	656	540	전자식	
		150mm	0.43	0.35		
연성선부8	(YS13)	유량(㎥/일)	529	634	전자식	
		150mm	0.35	0.42		
연성선부14	(YS14)	유량(㎥/일)	3,418	4,279	초음파식	
		400mm	0.31	0.39		
연성선부7	(YS15)	유량(㎥/일)	726	870	전자식	
		200mm	0.27	0.32		
연성선부6	(YS16)	유량(㎥/일)	1,150	1,300	초음파식	
		300mm	0.19	0.21		
연성선부4	(YS17)	유량(㎥/일)	1,465	1,842	전자식	
		200mm	0.54	0.68		
연성선부1	(YS18)	유량(㎥/일)	67	87	초음파식	
		80mm	0.15	0.20		
연성선부24	(YS19)	유량(㎥/일)	509	419	초음파식	
		500mm	0.03	0.02		
연성선부23	(YS20)	유량(㎥/일)	765	630	초음파식	
		300mm	0.13	0.10		
연성선부25	(YS21)	유량(㎥/일)	797	878	전자식	
		150mm	0.52	0.57		
연성선부5	-	유량(㎥/일)	102	113	전자식	
		200mm	0.04	0.04		
연성선부20	-	유량(㎥/일)		515	초음파식	
		500mm	0.00	0.03		
연성선부21	-	유량(㎥/일)		565	초음파식	
		500mm	0.00	0.03		
연성선부22	-	유량(㎥/일)		842	초음파식	
		400mm	0.00	0.08		

<표 5.4-190> 연성정수장 목내배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
연성목내26	(YM1)	유량(㎥/일)	5,110	5,675	초음파식	병합유량
		500mm	0.30	0.33		
연성목내27	(YM1-1)	유량(㎥/일)	878	1,185	전자식	
		200mm	0.32	0.44		
연성목내29	(YM2)	유량(㎥/일)	4,650	5,660	초음파식	병합유량
		500mm	0.27	0.33		
연성목내28	(YM2-1)	유량(㎥/일)	2,588	2,984	전자식	
		300mm	0.42	0.49		

<표 5.4-191> 연성정수장 성곡배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
연성성곡30	(YH1)	유량(㎥/일)	4,640	5,943	초음파식	
		500mm	0.27	0.35		
연성성곡31	(YH2)	유량(㎥/일)	6,487	8,515	초음파식	병합유량
		500mm	0.38	0.50		
연성성곡32	(YH2-1)	유량(㎥/일)	1,449	1,902	초음파식	
		500mm	0.09	0.11		

<표 5.4-192> 연성정수장 대부배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
연성대부41	(YT1)	유량(㎥/일)	665	818	초음파식	병합유량
		400mm	0.06	0.08		
연성대부42	(YT1-1)	유량(㎥/일)	104	128	전자식	
		100mm	0.15	0.19		
연성대부43	(YT2)	유량(㎥/일)	257	316	전자식	
		150mm	0.17	0.21		

<표 5.4-193> 시흥정수장 직접배수구역(생활용수)

소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
			2007년	2025년		
시흥직접1	(SL1)	유량(㎥/일)	3,084	3,603	초음파식	병합유량
		500mm	0.18	0.21		
	(SL1-1)	유량(㎥/일)	-	-	-	
		250mm	-	-		
시흥직접2	(SL1-2)	유량(㎥/일)	1,265	1,340	전자식	
		200mm	0.47	0.49		

<표 5.4-194> 전용공업용수

배수 구역	소블록			시간최소(m/sec) 0.3~0.5		유량계형식	비 고
				2007년	2025년		
안산직접	안산초지20	(AC1)	유량(㎥/일)	58,751	60,000	초음파식	
			800mm	1.35	1.38		
공단 배수지	연성공단34	(YK1)	유량(㎥/일)	41,094	58,106	초음파식	병합유량
			900mm	0.75	1.06		
		(YK1-1)	유량(㎥/일)	-	-	-	
			100mm	-	-		
	연성공단33	(YK1-2)	유량(㎥/일)	35,322	46,993	초음파식	
			600mm	1.45	1.92		
	연성공단35	(YK2)	유량(㎥/일)	28,755	36,020	초음파식	병합유량
			800mm	0.66	0.83		
	연성공단37	(YK2-1)	유량(㎥/일)	16,887	20,609	초음파식	
			600mm	0.69	0.84		
	연성공단36	(YK2-2)	유량(㎥/일)	7,295	8,534	초음파식	
			300mm	1.19	1.40		
	연성공단39	(YK3)	유량(㎥/일)	20,945	24,366	초음파식	병합유량
			600mm	0.86	1.00		
	연성공단40	(YK3-1)	유량(㎥/일)	6,909	9,357	초음파식	
			400mm	0.64	0.86		
	연성공단38	(YK4)	유량(㎥/일)	11,249	12,866	초음파식	
			400mm	1.04	1.19		
시흥 직접	시흥직접3	(SK1)	유량(㎥/일)	13,583	16,013	초음파식	병합유량
			800mm	0.31	0.37		
		(SK1-1)	유량(㎥/일)	-	-	-	
			200mm	-	-		
	시흥직접4	(SK1-2)	유량(㎥/일)	10,128	10,860	초음파식	
			700mm	0.30	0.33		

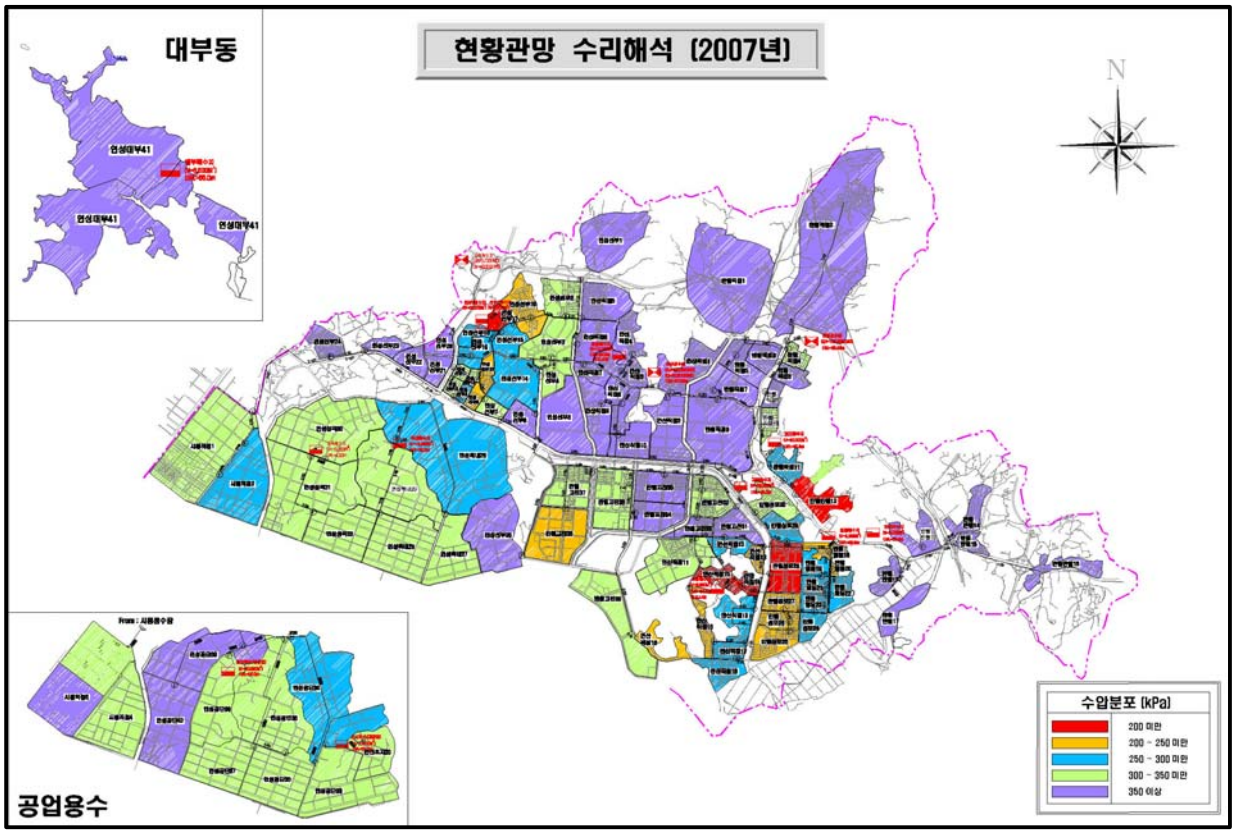
3) 종합검토

금회 재산정한 장래 용수수요량 및 현재 설치되어 있는 유량계 구경과 블록시스템 구축 당시인 『안산시 상수도 운영관리시스템 구축계획 보고서(2002.10)』에서 검토한 장래 용수수요량 및 유량계 구경이 상이하여 검토한 바와 같이 일부 소블록에서 현재 설치된 유량계 구경으로는 적정유속에 미달하는 것으로 검토 되었다.

따라서 이러한 소블록은 유량계 구경을 조정하여 0.3m/sec 이상이 되도록 하여야 하나 유량계 구경을 조정할 경우 현재 설되어 있는 유량계실 개량에 따른 시설사업비가 과다해지므로『(유량계설치 및 유지관리지침, 2007.10 환경부』상의 유속이 0.3m/sec 이하인 경우 지시정확도가 ±2%인 유량계는 예외로 하고 있으므로 이를 확보 할 수 있는 유량계로 유량계 형식을 변경하여 유량검측에 문제가 없도록 한다.

라. 소블록별 수압검토

현 용수공급 계통을 기준으로 각 소블록별 수압을 검토한 결과 선부동, 사동, 본오동, 일동의 일부지역에서 지형적 원인에 의한 출수불량지역이 확인 되어 이의 해소를 위한 대책을 『4장 3.4 배수관로 계획』편에서 상세히 제시하였다.



<그림 5.4-133> 현 급수구역 수압분포도 (2007년)

마. 소블록내 주요시설물 계획

1) 주요시설물 검토 내용

<표 5.4-195> 주요시설물 검토

구 분	내 용	시설계획	비 고
순환배수관로	•소블록내 배수관이 순환관망을 형성하지 못하고 관말로 되어 있어 정체수 발생에 따른 수질오염 및 수압저하가 발생되므로 이의 해소를 위해 순환배수관로를 정비	필요시설치	
비상 연결관로	•블록시스템의 상·하위조직 사이에 어느 한 곳에서라도 이상이 있을 때는 그 이하의 모든 구역은 당연히 피해지역이 되기 때문에 관의 파열, 수질오염, 이상수요증가 등에 대비하여 동급의 서로 다른 블록사이를 연결하는 비상관로을 설치	소블록 당 1~2개소	
유량계(실)	•소블록내 유입유량과 수용가의 급수량을 분석하여 유수율등 파악하여 수량관리가 가능하도록 소블록 유입 지점에 설치	소블록당 1개소	
수압계	•주입점의 유량계실 내부에 유량계와 같이 설치하며, 블록내 수압최저점에 설치하여 수압변화를 감시할 수 있도록 함.	소블록당 2~5개소	
감압밸브	•주입점에 감압밸브를 설치하여 블록내 수압이 적정하게 유지 될 수 있도록 계획	필요시설치	
제수밸브	•비상관로의 경계밸브 및 신설 또는 연결관로와 기존관 접합부에 제수밸브 신설을 계획	필요시 추가설치	
이토밸브	•물이 정체되는 관말부에 설치하여 사수로 인한 오염 방지	소블록 당 1개소이상	
공기밸브	•소블록 관로내 공기를 배제하거나 흡인하기 위해 관로의 돌출부나 제수밸브의 중간에 돌출부가 없는 경우에는 높은 편의 제수밸브 바로 밑에 설치	소블록 당 1개소이상	

2) 소블록별 주요시설물 현황

각 소블록별 주요시설물 현황은 다음과 같으며 2009년 말 현재 블록시스템 TM 구축사업에서 시행 중인 유량계 및 수압계등 현황 시설물에 포함하였다.

<표 5.4-196> 소블록별 주요시설물 현황(생활용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로 (mm)	인입관경 (mm)	유량계		수압계 (EA)	제수변 (EA)	이토변 (EA)	공기변 (EA)	소화전 (EA)	비상연락관(EA)											
						형식	구경 (mm)						80 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)	350 (mm)	400 (mm)	450 (mm)	500 (mm)	600 (mm)	700 (mm)
반월정수장	직접	반월직접 4	(BD1)	450	250	전자식	150	1	80	1	6	5	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–
		반월직접 6	(BD2)	500	150	전자식	100	1	122	2	3	13	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접 8	(BD3)	500	200	전자식	100	1	83	4	5	3	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접10	(BD4)	400	250	초음파식	250	1	81	6	6	8	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접11	(BD5)	400	300	초음파식	300	1	151	10	6	8	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월12	(BD6)	400	200	전자식	200	1	166	9	5	11	–	1	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접 2	(BD12)	450	450	초음파식	450	1	271	25	38	33	2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		소계						7	954	57	69	81	2	3	12	1	–	1	–	–	1	–	–	–
	성포	반월성포30	(BS1)	600	300	초음파식	300	1	117	–	2	8	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		반월성포29	(BS2)	300	250	전자식	250	1	127	4	–	14	–	–	2	–	–	–	1	–	–	–	–	–
		반월성포28	(BS3)	500	350	전자식	350	1	44	2	2	16	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월성포27	(BS6)	500	400	전자식	150	1	104	–	–	4	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월성포26	(BS8)	400	200	전자식	150	1	104	2	–	6	–	1	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–
		반월성포24	(BS9)	500	200	전자식	100	1	57	4	1	3	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월성포25	(BS10)	400	400	전자식	150	1	153	3	2	11	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접11	(BS11)	300	300	초음파식	300	1	102	–	3	23	–	–	1	1	–	1	–	–	–	–	–	–
		안산직접12	(BS12)	500	150	전자식	150	1	59	–	3	10	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접13	(BS13)	600	200	전자식	150	1	90	4	5	3	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접14	(BS14)	500	200	전자식	200	1	76	5	1	5	–	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접15	(BS15)	500	500	초음파식	500	1	106	2	3	6	2	1	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–
		안산직접16	(BS16)	300	300	전자식	150	1	13	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접16	(BS17)	250	250	전자식	250	1	102	3	1	3	–	–	1		1	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접17	(BS18)	450	250	전자식	150	1	106	7	–	15	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접18	(BS19)	450	250	전자식	200	1	75	3	–	10	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접19	(BS20)	450	400	전자식	200	1	53	5	3	2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–
		반월반월12	(BD7)	600	150	–	–		78	1	7	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		소계						17	1566	45	33	147	2	6	8	10	2	4	2	1	–	–	–	–
	고잔	반월고잔37	(BK1)	500	350	전자식	300	1	65	7	7	17	–	–	–	–	3	–	–	1	–	–	–	–
		반월고잔38	(BK2)	350	350	전자식	300	1	103	6	3	40	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–
		반월고잔36	(BK3)	600	400	전자식	300	1	95	3	10	31	–	–	1	–	–	1	1	–	–	–	–	–
		반월고잔35	(BK4)	900	450	전자식	250	1	78	6	1	20	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
		반월고잔34	(BK5)	600	400	전자식	200	1	35	2	2	12	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
		반월고잔32	(BK6)	600	350	전자식	300	1	153	4	1	19	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–
		반월고잔33	(BK7)	500	500	초음파식	500	1	53	1	–	6	–	–	1	3		–	–	–	–	–	–	–
		반월고잔31	(BK8)	450	400	초음파식	400	1	44	2	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월고잔39	–	600	600	초음파식	600	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계						8	626	31	24	160	–	–	2	3	4	2	4	2	–	–	–	–

<표계속>

정수장	배수구역	소블럭		주관로(mm)	인입관경(mm)	유량계		수압계(EA)	제수변(EA)	이토변(EA)	공기변(EA)	소화전(EA)	비상연락관(EA)											
						형식	구경(mm)						80(mm)	100(mm)	150(mm)	200(mm)	250(mm)	300(mm)	350(mm)	400(mm)	450(mm)	500(mm)	600(mm)	700(mm)
반월정수장	일동	반월일동18	(BI1)	600	250	초음파식	250	1	106	5	6	4	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동20	(BI2)	500	150	전자식	100	1	33	2	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동22	(BI3)	500	250	전자식	150	1	88	4	2	11	–	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동19	(BS4)	500	250	전자식	100	1	43	1	1	1	1	–	1		–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동21	(BS5)	350	200	전자식	200	1	81	4	–	6	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동23	(BS7)	350	150	전자식	150	1	84	3	–	4	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계						6	435	19	10	26	2	3	4	2	1	–	–	–	–	–	–	–
	반월	반월반월14	(BB1)	500	400	초음파식	400	1	73	7	10	5	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월15	(BB2)	500	300	초음파식	300	1	43	2	1	2	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월16	(BB3)	500	350	초음파식	350	1	44	7	12	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월13	(BB4)	500	150	전자식	100	1	21	5	8	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월17	(BI4)	400	400	초음파식	400	1	121	6	5	6	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–
		소계						5	302	27	36	24	–	1	–	2	2	–	–	–	–	–	–	–
	계							42	3,883	179	172	438	6	13	26	18	9	7	6	3	1	–	–	–
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	1000	300	초음파식	300	1	191	5	4	16	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접2	(AD2)	1000	400	초음파식	400	1	69	3	–	39	1	–	1	1	–	1	–	1	–	–	–	–
		안산직접3	(AD3)	500	100	전자식	250	1	186	3	5	13	–	3	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접4	(AD4)	500	500	초음파식	500	1	163	3	2	15	–	2	–	–	–	–	1		–	–	–	–
		안산직접5	(AD5)	400	400	초음파식	400	1	146	1	5	9	–	–		1	–	–	–	2	–	–	–	–
		안산직접6	(AD6)	400	250	전자식	150	1	99	2	1	11	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접7	(AD7)	900	200	전자식	150	1	65	–	–	3	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접8	(AD8)	900	300	초음파식	300	1	84	2	2	12	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		안산직접9	(AD9)	900	250	전자식	250	1	67	4	1	11	–	–		2	–	1	–	–	–	–	–	–
		안산직접10	(AD10)	900	200	전자식	100	1	66	–	2	20	–	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접3	(BD8)	800	250	전자식	250	1	58	9	–	6	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접5	(BD9)	800	250	전자식	250	1	81	2	1	8	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접7	(BD10)	800	250	전자식	250	1	46	3	–	10	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접9	(BD11)	900	600	초음파식	600	1	46	4	3	17	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1	–
		반월직접1	(BD13)	800	200	–	–	1	36	8	6	2	2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		소계						15	1,403	49	32	192	3	6	10	14	–	4	1	3	–	–	1	–
	계							15	1,403	49	32	192	3	6	10	14	–	4	1	3	–	–	1	–

<표계속>

정수장	배수구역	소블럭		주관로 (mm)	인입관경 (mm)	유량계		수압계 (EA)	제수변 (EA)	이토변 (EA)	공기변 (EA)	소화전 (EA)	비상연락관(EA)											
						형식	구경 (mm)						80 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)	350 (mm)	400 (mm)	450 (mm)	500 (mm)	600 (mm)	700 (mm)
연성정수장	선부	연성선부18	(YS1)	1200	200	전자식	200	1	33	3	2	6	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부17	(YS2)	700	100	전자식	100	1	36	2	2	3	–	1	1	1	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부16	(YS3)	700	300	전자식	250	1	146	6	8	19	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 2	(YS4)	800	450	초음파식	450	1	121	3	–	10	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부19	(YS5)	900	200	전자식	80	1	47	1	3	7	–	6	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부15	(YS6)	1200	200	전자식	200	1	71	1	3	2	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 3	(YS7)	900	450	초음파식	450	1	52	4	1	17	–	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부11	(YS8)	900	200	전자식	80	1	65	–	–	8	–	2	2	3	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부10	(YS9)	500	200	전자식	100	1	77	1	–	8	–	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부12	(YS10)	500	300	전자식	100	1	41	–	–	6	1	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부 9	(YS11)	500	300	초음파식	300	1	61	–	1	4	–	–		1	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부13	(YS12)	500	300	전자식	150	1	70	1	1	11	–	2	1	1	1	3	–	–	–	–	–	–
		연성선부 8	(YS13)	500	300	전자식	150	1	63	1	4	6	–	2	2	1	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부14	(YS14)	500	400	초음파식	400	1	92	1	–	13	–	1	1	1	–	3	–	1	–	–	–	–
		연성선부 7	(YS15)	500	200	전자식	200	1	102	1	1	9	–	2	3		–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 6	(YS16)	500	300	초음파식	300	1	146	–	2	15	–	2	2	1	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부 4	(YS17)	500	200	전자식	200	1	21	1	–	4	–	1	1	1	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부 1	(YS18)	150	150	전자식	80	1	16	4	4	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부24	(YS19)	500	500	초음파식	500	1	51	–	–	22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부23	(YS20)	500	300	초음파식	300	1	31	3	5	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부25	(YS21)	500	500	전자식	150	1	73	2	5	5	–	–	1	–	–	–	1	1	–	–	–	–
		연성선부5	–	900	200	전자식	200	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부20	–	600	500	초음파식	500	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부21	–	600	500	초음파식	500	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		연성선부22	–	400	400	초음파식	400	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계					25	1,415	35	42	181	1	20	19	20	1	15	1	2	–	–	–	–
	목내	연성목내26	(YM1)	800	500	초음파식	500	1	116	10	14	19	–	3	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–
		연성목내27	(YM1-1)	450	250	전자식	200	1	46	3	3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성목내29	(YM2)	800	500	초음파식	500	1	75	6	10	6	–	2	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성목내28	(YM2-1)	300	300	전자식	300	1	92	6	3	4	–			1	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계					4	329	25	30	31	–	5	2	4	1	–	–	–	–	–	–	–
	성곡	연성성곡30	(YH1)	700	500	초음파식	500	1	98	13	7	12	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성성곡31	(YH2)	700	500	초음파식	500	1	106	13	10	20	–	2		2	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성성곡32	(YH2-1)	500	500	초음파식	500	1	61	7	4	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계					3	265	33	21	34	–	6	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–
	대부	연성대부4	(YT1)	700	700	–	–	1	157	25	30	31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			(YT1-1)	600	600	–	–	1	155	28	25	7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			(YT2)	400	400	–	–	1	128	12	7	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계					3	440	65	62	53	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	계							35	2,449	158	155	299	1	31	21	26	2	12	1	2	–	–	–	–
시흥정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	500	250	초음파식	500	1	40	3	1	11	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
			(SL1-1)	400	300				113	4	3	21		1		1	–	–	–	–	–	–	–	–
		시흥직접2	(SL1-2)	200	200	전자식	200	1	60	5	1	23	1		1		–	–	–	–	–	–	–	–
		소계						2	213	12	5	55	1	2	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
	계							2	213	12	5	55	1	2	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–
총계								94	7,,948	398	364	984	11	52	58	60	11	23	8	8	1	–	1	–

<표 5.4-197> 소블록별 주요시설물 현황(공업용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로(mm)	인입관경(mm)	유량계		수압계(EA)	제수변(EA)	이토변(EA)	공기변(EA)	소화전(EA)	비상연락관(EA)											
						형식	구경(mm)						80(mm)	100(mm)	150(mm)	200(mm)	250(mm)	300(mm)	350(mm)	400(mm)	450(mm)	500(mm)	600(mm)	700(mm)
안산 정수장	초지	안산초지20	(AC1)	800	800	초음파식	800	1	51	1	6	18	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	소계							1	51	1	6	18	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
반월 정수장	공단	연성공단34	(YK1)	800	700	초음파식	900	1	82	4	11	37	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
			(YK1-1)	800	200	-	-		15	1	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성공단33	(YK1-2)	600	500	초음파식	600	1	70	2	4	21	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성공단35	(YK2)	800	800	초음파식	800	1	82	3	5	33	-	-	1	-	-	1	1	3	-	-	-	-
		연성공단37	(YK2-1)	600	600	초음파식	600	1	66	-	6	21	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-
		연성공단36	(YK2-2)	600	400	전자식	300	1	91	3	3	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성공단39	(YK3)	700	600	초음파식	600	1	64	-	6	24	--	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
		연성공단40	(YK3-1)	600	600	초음파식	400	1	33	1	1	6	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
		연성공단38	(YK4)	800	400	초음파식	400	1	43	4	4	20	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	소계							8	546	18	43	208	-	-	2	2	-	3	2	9	-	-	-	-
시흥 정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	800	700	초음파식	800	1	29	2	4	13	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-
			(SK1-1)	800	800	-	-		94	1	5	27	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		시흥직접4	(SK1-2)	700	700	초음파식	700	1	75	6	5	10	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계							2	198	9	14	50	-	-	4	2	-	-	-	1	-	-	-	-
총계								11	795	28	63	276	-	-	6	5	-	4	2	10	-	-	-	-

3) 소블록별 주요시설물 정비계획

안산시의 블록시스템 구축 현황을 살펴보면 생활용수는 소블록 93개소 중 대부동을 제외한 소블록의 블록구축이 완료된 상태이며, 공업용수는 11개 소블록 중 일부 소블록이 구역고립이 되지 않았으나 최근 구역고립을 위한 격점개량 공사를 완료하였다. 한편, 블록시스템 TM 구축사업에 계획되어 있는 소블록 유량계 외의 대부동(3개소) 및 반월직접1(1개소) 소블록의 유량계 설치가 필요한 것으로 검토되었다.

또한 기존 소블록내 밸브 현황에서 본 바와 같이 기존 소블록내 이토변 및 공기변등의 밸브가 없는 경우 밸브 신설을 계획하였으며, 소블록내 배수관의 관말 형성과 정체수가 발생하지 않도록 경계부에 순환 배수관 부설 계획하였다. 기존시가지 지역내 소블록 중 비상연락관이 없는 소블록은 비상연락관을 계획하였다.

<표 5.4-198> 소블록별 주요시설물 개량계획(생활용수)

정수장	배수구역	소블럭		유량계		변류계획 (EA)				비상관로계획(EA)			순환관로계획(m)					격점개량계획(EA)				
				형식	구경 (mm)	제수변	이토변	공기변	수압계	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)
반월정수장	직접	반월직접 4	(BD1)	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접 6	(BD2)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접 8	(BD3)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접10	(BD4)	-	-	-	2	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접11	(BD5)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월반월12	(BD6)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접 2	(BD12)	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계		-	-	-	3	1	24	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
	성포	반월성포30	(BS1)	-	-	-	6	2	3	-	-	-	58	152	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월성포29	(BS2)	-	-	-	5	2	3	-	-	-	177	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월성포28	(BS3)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월성포27	(BS6)	-	-	-	4	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월성포26	(BS8)	-	-	1	4	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월성포24	(BS9)	-	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월성포25	(BS10)	-	-	1	1	-	4	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접11	(BS11)	-	-	-	4	-	3	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접12	(BS12)	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접13	(BS13)	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접14	(BS14)	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접15	(BS15)	-	-	-	1	1	4	-	-	-	-	128	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접16	(BS16)	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			(BS17)	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접17	(BS18)	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접18	(BS19)	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접19	(BS20)	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월반월12	(BD7)	-	-	-	1	-	3	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계		-	-	4	35	16	51	-	-	-	283	327	11	-	-	-	-	-	-	-
	고잔	반월고잔37	(BK1)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	134	-	300	-	-	-	-	-	-
		반월고잔38	(BK2)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월고잔36	(BK3)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	552	182	-	370	-	-	-	-	-
		반월고잔35	(BK4)	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	192	-	-	-	-	-	-	-
		반월고잔34	(BK5)	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	359	-	-	-	-	-	-
		반월고잔32	(BK6)	-	-	-	5	1	3	-	-	-	142	51	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월고잔33	(BK7)	-	-	-	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월고잔31	(BK8)	-	-	1	1	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월고잔39	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계		-	-	1	11	4	22	-	-	1	142	737	374	659	370	-	-	-	-	-

<표계속>

정수장	배수구역	소블럭		유량계		변류계획 (EA)				비상관로계획(EA)			순환관로계획(m)					격점개량계획(EA)				
				형식	구경 (mm)	제수변	이토변	공기변	수압계	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)
반월정수장	일동	반월일동18	(BI1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동20	(BI2)	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동22	(BI3)	–	–	–	2	1	4	–	–	–	26	–	9	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동19	(BS4)	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동21	(BS5)	–	–	–	–	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월일동23	(BS7)	–	–	–	–	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계		–	–	–	3	4	16	–	–	–	26	–	9	–	–	–	–	–	–	–
	반월	반월반월14	(BB1)	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	154	–	–	–	–	–	–
		반월반월15	(BB2)	–	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월16	(BB3)	–	–	1	–	–	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월13	(BB4)	–	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월반월17	(BI4)	–	–	–	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계		–	–	1	4	–	9	–	–	1	–	–	–	154	–	–	–	–	–	–
	계			–	–	6	56	25	122	–	–	2	451	1094	394	813	370	–	–	–	–	–
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	–	–	–	2	2	3	–	–	–	26	566	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접2	(AD2)	–	–	–	1	1	3	–	–	–	70	–	509	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접3	(AD3)	–	–	–	2	–	3	–	–	–	153	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접4	(AD4)	–	–	–	–	3	3	–	–	–	33	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접5	(AD5)	–	–	–	2	7	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접6	(AD6)	–	–	–	3	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접7	(AD7)	–	–	–	2	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접8	(AD8)	–	–	–	1	2	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접9	(AD9)	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		안산직접10	(AD10)	–	–	–	1	2	3	–	–	–	309	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접3	(BD8)	–	–	–	–	1	2	–	–	–	18	327	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접5	(BD9)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	194	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접7	(BD10)	–	–	–	1	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접9	(BD11)	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–	–	381	–	–	–	–	–	–	–
		반월직접1	(BD13)	전자식	80	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계		–	–	–	15	24	40	–	–	–	803	893	890	–	–	–	–	–	–	–
	계			–	–	–	15	24	40	–	–	–	803	893	890	–	–	–	–	–	–	–

<표계속>

정수장	배수 구역	소블럭		유량계		변류계획 (EA)				비상관로계획(EA)			순환관로계획(m)					격점개량계획(EA)				
				형식	구경 (mm)	제수변	이토변	공기변	수압계	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)	100 (mm)	150 (mm)	200 (mm)	250 (mm)	300 (mm)
연성정수장	선부	연성선부18	(YS1)	–	–	–	1	–	3	–	–	–	–	408	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부17	(YS2)	–	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부16	(YS3)	–	–	1	4	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 2	(YS4)	–	–	–	3	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부19	(YS5)	–	–	–	3	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부15	(YS6)	–	–	–	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 3	(YS7)	–	–	–	–	2	3	–	–	–	–	315	456	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부11	(YS8)	–	–	–	2	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부10	(YS9)	–	–	–	2	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부12	(YS10)	–	–	–	2	1	3	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 9	(YS11)	–	–	–	2	1	3	–	–	–	–	7	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부13	(YS12)	–	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 8	(YS13)	–	–	–	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부14	(YS14)	–	–	–	3	2	3	–	–	–	–	516	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 7	(YS15)	–	–	–	1	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 6	(YS16)	–	–	–	3	2	2	–	–	–	–	238	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 4	(YS17)	–	–	–	1	1	3	–	–	–	260	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부 1	(YS18)	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부24	(YS19)	–	–	–	3	2	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부23	(YS20)	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부25	(YS21)	–	–	–	3	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부5	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부20	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부21	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성선부22	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계	–	–	1	41	21	57	–	–	2	275	1484	456	–	–	–	–	–	–	–
	목내	연성목내26	(YM1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	199	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성목내27	(YM1-1)	–	–	–	–	–	3	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성목내29	(YM2)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성목내28	(YM2-1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계	–	–	–	–	–	12	–	–	1	–	199	–	–	–	–	–	–	–	–
	성곡	연성성곡30	(YH1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	130	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성성곡31	(YH2)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		연성성곡32	(YH2-1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	186	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계	–	–	–	–	–	9	–	–	–	130	186	–	–	–	–	–	–	–	–
	대부	연성대부4	(YT1)	초음파식	400	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			(YT1-1)	전자식	100	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			(YT2)	전자식	150	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계	소계	–	–	–	–	–	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	계			–	–	1	41	21	87	–	–	3	405	1869	456	–	–	–	–	–	–	–
시흥 정수장	직접	시흥직접1	(SL1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–		–	360	–	–	–	–	–	–
			(SL1-1)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	642	–	–	–	–	–	–	–	–
		시흥직접2	(SL1-2)	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	83	–	–	–	–	–	–	–	–
		소계		–	–	–	–	–	9	–	–	–	–	725	–	360	–	–	–	–	–	–
	계			–	–	–	–	–	9	–	–	–	–	725	–	360	–	–	–	–	–	–
총계				–	–	7	112	70	258	–	–	5	1659	4581	1740	1173	370	–	–	–	–	–

<표 5.4-199> 소블록별 주요시설물 개량계획(공업용수)

정수장	배수구역	소블럭		유량계		변류계획 (EA)				비상관로계획(EA)			순환관로계획(m)				격점개량계획(EA)						
				형식	구경(mm)	제수변	이토변	공기변	수압계	100(mm)	150(mm)	200(mm)	100(mm)	150(mm)	200(mm)	250(mm)	100(mm)	150(mm)	200(mm)	300(mm)	350(mm)	400(mm)	600(mm)
안산정수장	초지	안산초지20	(AC1)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
안산정수장	소계			소계	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단34	(YK1)	-	-	-	-	-	5	-	-	1	-	-	96	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단33	(YK1-1)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	217	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단33	(YK1-2)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단35	(YK2)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단37	(YK2-1)	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단36	(YK2-2)	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단39	(YK3)	-	-	-	1	-	3	-	-	-	382	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단40	(YK3-1)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	공단	연성공단38	(YK4)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연성정수장	소계			소계	-	-	2	-	30	-	1	1	535	-	313	-	-	-	-	-	-	-	-
시흥정수장	직접	시흥직접3	(SK1)	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	275	-	-	-	-	-	-	-	-	-
시흥정수장	직접	시흥직접3	(SK1-1)	-	-	-	-	-	4	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
시흥정수장	직접	시흥직접4	(SK1-2)	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	87	-	-	-	-	-	-	-
시흥정수장	소계			-	-	-	-	-	12	-	-	-	62	275	-	87	-	-	-	-	-	-	-
총계				-	-	-	2	-	45	-	1	1	924	275	313	87	-	-	-	-	-	-	-

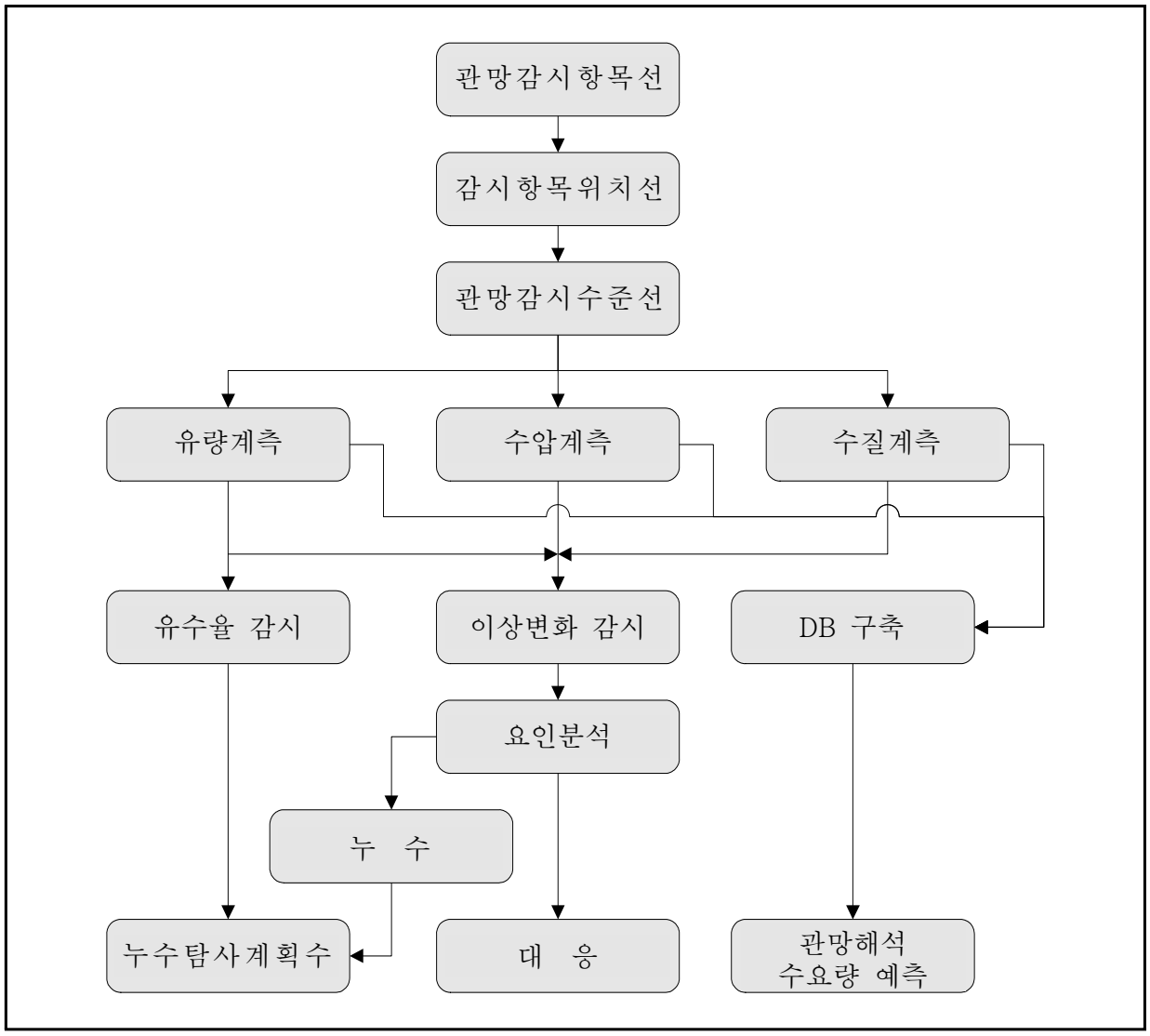
5. 유량계 등 설비 및 시스템개량계획

5.1 개 요

블록내의 유수율 및 누수율 분석, 누수지점을 효과적으로 예측하고, 송·배수시설의 효율적 운영·관리를 위해서는 관망 내 공급유량 및 수압, 수용가의 실 사용량 등을 모니터링 하여야 하며 또한 수용가에 공급되어지는 먹는 물 수질을 상시 분석함으로써 맑고 깨끗한 물의 안정적 공급을 통하여 먹는 물에 대한 신뢰도를 제고시켜야 한다.

5.2 기본구상 및 방법

전체 시설의 SCADA 시스템 구축과 연계하여 관망정비에서는 계측시설 및 Server까지 통신시설만 고려하여 운영관리 개시 후 실제 SCADA 시스템 구축 시에는 관로감시·제어를 위한 시설의 수용이 가능토록 하여야 함.



5.3 관망감시항목선정

관망감시에 대한 목적을 설정하여 감시 항목별 감시 자료의 관리 및 운영 관리 자료로 활용한다.

<표 5.5-1> 관망감시 항목 선정

감시항목	목 적	자 료
유량	누수감시	•블록별 유량 패턴 분석(요일, 계절 등)에 따른 이상 적산 유량 변화 •야간 최소 유량
	유수율 산정	•블록별 공급 유량
	수격작용감시	•부압에 의한 유량의 급격한 감소
수압	누수감시	•블록별 압력 패턴 분석(요일, 계절 등)에 따른 이상 압력
	안정급수감시 압력제어방안	•관로 내 적정압력 •직결급수 대상지역 적정압력 •과수압 또는 출수불량 •향후 전동변 교체시 밸브 개도 감시
	수격작용감시	•수격압에 의한 압력의 급격한 증가
블록밸브	안정급수감시 블록고립상태유지감시	•단수 또는 비상연락시를 위한 감시 및 제어 •블록시스템 구축 후 블록고립을 유지하기위한 감시 •단수 결정시 비상급수를 위한 밸브 계획 수립
사용량	유수율 산정	•수용가의 사용량

관망감시를 블록별로 관리하기 위하여 블록별 감시항목의 적정 위치를 선정한다.

<표 5.5-2> 블록별 감시항목의 적정 위치

구분	대블록	중블록	소블록
유량	•시설물의 유출지점	•시설물의 유출지점	•블록의 유입지점
수압	•유량계 설치지점	•유량계 설치지점	•유량계 설치지점 •관망해석과 관련하여 수압 저하가 우려되는 지역에 설치
블록밸브	•무인운전시설물의 무인운전 시설물의 유입 · 유출에 대한 원격운전을 고려하여 선정한다.		

관망감시의 수준은 감시항목 감시목적에 맞추어 원격감시수준을 선정한다.

구분		대블록	중블록	소블록
유량		TM	TM	유량계설치(logger)
수압	유량계실	TM	TM	수압계설치(logger)
	관로	-	-	수압계설치(logger)

<표 5.5-3> 관망감시 항목별 측정내용

항목	종류	대상	단위	간격	내용	비고
유량	평상시 측정	대블록 중블록	㎥/sec ㎥/hr ㎥/일	실시간 (감시화면상) 1시간,1일 (데이터 저장)	•TM시 컴퓨터의 감시화면상에 실시간으로 유량변화가 표시된다.	급수량의 실적은 10년간 정도 보관한다.
	정기적 측정	대블록 중블록 소블록	㎥	1달 간격	•블록별 월별 유수율을 산정하기 위해 정기적으로 검침을 실시한다.	
	임시적 측정	대블록 중블록 소블록	ℓ /sec ㎥/hr ㎥/일	5분 간격 7일 측정	•누수탐사계획 수립 혹은 유량의 급격한 증가를 보일 경우 원인 블록을 분석하기 위해 실시한다. •대 · 중블록은 TM으로 소블록은 Data Logger로 측정한다.	
수압	평상시 측정	대블록 중블록	kgf/㎠	실시간 (감시화면상) 1시간,1일 (데이터 저장)	•배수본관의 주요지점에 대한 수압을 텔레미터에 의해 집중 계측하여 매일 연속적으로 측정, 기록 •TM시 컴퓨터의 감시화면상에 실시간으로 수압의 변화가 표시된다. •유량계측과 같은 시간간격으로 데이터를 저장한다.	보존은 유량데이터와 동일하게 한다.
	임시적 측정	대블록 중블록 소블록	kgf/㎠	5분 간격 7일 측정	•민원에 의한 급수판단 및 국부적인 수압조정을 하기 위해 필요한 장소나 평상시 측정과 정기적측정의 보충방법으로써 휴대용 자기록 수압측정계를 소화전이나 급수전등을 이용하여 측정	

주) 측정간격은 현장적용을 고려하여 조정할 수 있다.

5.3.1 소블록 관망감시 항목의 자료수집방법

가. 유량측정

•월1회 또는 조사주기별로 Data Logger의 자료를 수집·분석하여 블록단위로 유수율 산정한다.

•유량패턴, 일별 최대 물사용량, 일일 물사용시간 등의 패턴을 DB구축한다.`

나. 수압측정

•유량계측과 동시에 같은 조건으로 계측한다.

•시간적인 수압변화와 계절적인 수압변화를 DB구축한다.

다. 수질측정

•고객에 대한 서비스나 배수관의 이상을 조기에 발견하는 것 등을 목적으로 측정한다.

라. 계측 데이터

- 유수율을 산정하여 목표 유수율(상위보고서)과 비교한다.

•유수율(%) = $\frac{\text{유수수량}}{\text{생산량}} \times 100$

※유수수량(有收水量) : 유효수량 중 요금으로 징수할 수 있는 수량

•목표 유수율에 미달되는 블록은 누수탐사계획을 수립한다.

- 실시간 이상 변화를 감시한다.

•급격한 유량·수압의 변화는 블록내의 단수, 공사, 밸브조작, 관내의 청소와 배제 등을 확인한다.

•지상누수 발생을 확인한다.

•지하누수 발생의 경우 누수탐사계획을 수립한다.

- 수질 이상 변화를 감시한다.

마. 계측한 데이터는 유량, 수압, 수질을 DB구축한다.

5.4 안산시 블록시스템 TM 구축사업

수돗물을 안정적으로 공급하고 체계적이며 효율적인 물 관리시스템 체제를 확립하기 위한 수행의 일환으로 과업대상 지역의 블록시스템 TM구축 사업을 시행하고 있으며 시설사업의 주요 내용은 다음과 같다.

5.4.1 사업의 개요

안산시 상수도의 급수구역에 대하여 각 블럭별 주요 지점에 유량 및 수압 등의 계측기기와 현장의 Data를 실시간 저장 및 원격 감시가 가능한 원격감시시스템을 설치하여 중앙의 통합관리센터에서 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통하여 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위한 통합감시시스템 구축

가. 소블록 TM구축 및 계측기설치 : 94개소

대블록	중블록		소블록	개 소	비 고
반월 정수장 [B]	1	직접배수구역[D]	BD1~8	7	BD7는 BD6에 포함
	2	성포배수구역[S]	BS1~24	24	
	3	고잔배수구역[K]	BK1~8	8	
	4	반월배수구역[B]	BB1~4	4	
	5	일동배수구역[I]	BI1~4	4	
	소 계			47	
연성 정수장 [Y]	1	선부배수구역[S]	YS1~22	22	
	2	대부배수구역[T]	YT1	-	
	3	성곡배수구역[H]	YH1~2	3	YH2-1 포함
	4	공단배수구역[K]	YK1	3	YK1-1, YK1-2 포함 공업용수
	5	목내배수구역[M]	YM1~2	4	YM1-1, YM2-1 포함
	소 계			32	
안산 정수장 [A]	1	직접배수구역[D]	AD1~10	10	
	2	초지배수구역[C]	AC1	1	공업용수
	소 계			11	
시흥 정수장 [S]	1	직접배수구역[L]	SL1	3	SL1-1, SL1-2 포함
	2	직접배수구역[K]	SK1	1	공업용수
	소 계			4	
합 계				94	

※ 인접한 유량계실을 1개의 TM반으로 전송하는 곳이 2개소(SL1과 SK1, YM1과 YM2)가 있어 소블록 TM반 수량은 92개소 임.

나. 중블록

- 유출유량계실 신설, TM구축 및 계측기설치 : 5개소
- 기존 TM/TC반 증설 및 계측기설치 : 1개소

대블록	중블록		시스템 운영현황	과업범위
반월 정수장	1	성포 배수지	•배수지 유입, 유출 유량 Data안산정수장에서 감시 중	•배수지 Data 송수신
	2	고잔 배수지	〃	〃
	3	반월 배수지	〃	〃
	4	일동 배수지	•배수지 유입 유량 Data 안산정수장에서 감시 중	•TM반, 유량계, 압력계, 유량계실 신설
연성 정수장	1	선부 1배수지	•배수지 유입, 유출 유량 Data 연성정수장에서 감시 중	〃
	2	선부 2배수지	•배수지 유입 유량 Data 연성정수장에서 감시 중	〃
	3	대부 배수지	〃	•TM반은 기존 대부배수지 TM/TC반 사용 •유량계 및 압력계는 신설
	4	성곡 배수지	〃	•TM반, 유량계, 압력계, 유량계실 신설
	5	공단 배수지	〃	〃
	6	목내 배수지	•배수지 유입, 유출 유량 Data 연성정수장에서 감시 중	•배수지 Data 송수신
안산 정수장	1	초지 배수지	•배수지 유입 유량 Data 안산정수장에서 감시	•배수지를 운영하지 않으므로 본 과업에서 제외

다. Data Interface 작업 : 4개소

구 분	과업범위(Data Interface 작업)
연성 정수장	•정수장의 정수지 수질, 수위 및 유출유량 Data •배수지 6개소(선부1, 선부2, 대부, 성곡, 공단, 목내 배수지) 수위, 유입 및 유출 유량 Data
안성 정수장	•정수장의 정수지 수질, 수위 및 유출유량 Data •반월정수장 계통의 배수지 4개소(성포, 고잔, 반월, 일동배수지) 수위, 유입 및 유출유량 Data •일동가압장 및 안산동 가압장의 감시 및 제어 Data
시흥 정수장 광역 유량계실	•광역4단계 유량계실의 생활용수 및 공업용수 유출유량 Data 전송을 위한 기존 TM반 증설
반월 정수장 광역 유량계실	•광역2,3단계 유량계실의 유출유량 Data 전송을 위한 TM반 신설

5.5 시스템 검토

5.5.1 계측기기 선정 및 설치기준

가. 적용 기준

환경부 훈령 제 486호 "상수도 유수율(有收率) 제고 업무처리 규정"적용

1) 수도사업자는 블럭내의 유수율 및 누수율 분석, 누수지점을 효과적으로 예측하고, 송·배수시설의 효율적 운영·관리를 위해 유량계 및 수압계 등을 설치하여야 한다.
2) 제1항의 규정에 의한 유량계 및 수압계 등의 설치는 별표 4의 기준에 의한다.
3) 수도사업자는 제1항의 규정에 의하여 설치된 유량계, 수압계 등을 분기 1회 이상 이상 유무를 점검하고, 년 1회 이상 정확도를 검정하며, 계량기에 관한 법률 시행규칙 제20조의 규정에 따라 검정 및 교정을 받아야 한다.

<표 5.5-4> 유량계, 수압계 등의 설치 요령

구 분	설 치 위 치 및 요령
유량계	•유량 형태에 맞게 Type를 선정하며, T/M이 가능한 유량계 선정 •관로 구경보다 1~2단계 낮게 선정(유속이 부족할 경우) •정수장 및 배수지의 유출부, 블록의 유입부 또는 유출부에 설치 •탈·부착이 가능하도록 설치하고, 고장시 수리 및 타 기계로 측정 가능한 공간 마련 •평탄하고 침수가 되지 않는 곳, 유지보수가 용이한 곳 선정
수압계	•T/M이 가능하도록 TYPE선정 •블록 주변 및 중간에 4~5개 설치 •BOX식 또는 흄관식으로 설치하고, 고장시 수리 및 점검 등을 위한 공간 마련 •수압계의 수명연장 등을 위해 수압계내의 수돗물을 배제할 수 있는 수도꼭지를 반드시 설치 •밸브를 교체할 경우, 수압계가 부착된 밸브 또는 수압계를 보완 하여 설치 •평탄하고 침수가 되지 않는 곳, 유지보수가 용이한 곳 선정

나. 세부선정 기준

1) 성 능 면 - 정밀도, 내구성, 유량계 구경 결정, 기포 발생 유/무, 배관내 상태변화에 따른 성능 변화 등을 고려해야 한다.
2) 환경조건 - 배관조건(난류인자)에 다른 직관부의 길이, 설치 조건상의 제약, 외부 전원의 필요 유/무, 유량계의 방수 필요 유/무 등을 고려해야 한다.
3) 경 제 성 - 구경에 따라 설치될 유량계 종류별 설치비용(유량계 및 자재비, 유량계실), 설치 후 유량계 관리에 따른 유지 보수비용 등을 고려해야 한다.

4) 원격검침 - 신호 검출/송출의 정확도, 자료 전송 방법의 신뢰도, 통신 장비의 방수 등급(IP68)등을 고려해야 한다.

다. 유량계 성능비교 및 선정

<표 5.5-5> 유량계 형식별 성능 비교

구 분	전자유량계	초음파유량계	
		Clamp-On	Multi-Beam
측정 대상	전도성 유체	비교적 청정한 물	정수, 하수, 정유 등
측정 원리	Faraday의 전자기 유도법칙 이용	관로 직경선상의 유속에 의한 초음파 전파속도변화 이용	단면 총평균유속에 의한 초음파 전파시간차 이용
이 론 식	Q = κ·e κ : 유량계수 e : 발생기전력	Q= κ·dv κ : 유량계수 dv : 전파속도차	Q= Vs·S m3/s Vs : 단면총평균유속 S : 관로의 단면
정 밀 도	0.5%FS	0.5 ~ 2.0%FS	0.5%MV
측정 범위	30 : 1	20 : 1	10 : 1, 100 : 1
압력 손실	없음	없음	없음
수로 형태	관	관, 개거, 암거	관, 개거, 암거
직 관 부	상류측 : 5D 하류측 : 2D	상류측 : 10D 하류측 : 5D	상류측 : 5D 하류측 : 2D

대체적으로 성능은 동일한 형태로 나타나며 Clamp-On 식의 경우 타 방식에 비하여 긴 직관부가 필요함으로 직관부 확인이 필요하며, 정밀도를 0.5%로 높이기 위하여는 Dual Path(이중회선)를 설치하여야 한다.

<표 5.5-6> 유량계 선정

구 분	전자유량계	초음파유량계	
		Clamp-On(Dual Path)	Multi-Beam
성 능	좋음	좋음	좋음
생 산	국산 or 외산	국산 or 외산	국산
정밀도	좋음	직관부 확보시 좋음	좋음
경제성	소구경에서 좋음	800mm이상 대구경에 좋음	중·소구경에서 좋음
구매조건	규격화된 사양으로 주문제작이 어려움	배관에 관계없이 현장 맞춤설치 함	국산으로 유량계 구매시 주문제작이 가능
안산시 현장여건	배관조건을 고려한 단관공사가 필요함.	설치시 직관부를 고려하여야 함.	무단수 시공시 유량계실이 좁은 곳은 시공이 어려움
선 정	○	○	○
선정사유	성능, 정밀도 및 경제성을 고려하여 중소구경의 경우 전자식 및 초음파식 유량계(Multi-Beam)을 선정하며 600mm이상의 경우는 사례조사와 시공의 편리성을 고려하여 Clamp-On Type을 선정하였다.		

라. 유량계 및 압력계 설치

1) 블록유량계 설치수량

관 경(mm)	전자식	초음파식		비 고
		Clamp-On (Dual Path)	Multi-Beam	
D80			3	
D100	11			
D150	15		1	
D200	8		4	
D250	1	2	9	
D300	5		8	
D350			3	
D400		1	5	
D450		1	2	
D500		2	8	
D600		3	1	
D700		2		
D800		3		
D900		1		
D1200		1		
계	40	16	44	
기 타	각 유량계 실에는 다이아프램식 압력계 설치(0 ~ 10kg/㎠)			

2) 전자유량계 설치수량(40set, 압력계 포함)

번호	블 록		관경(mm)	번호	블 록		관경(mm)	번호	블 록		관경(mm)
1	BD	BD1	D150	16	BS	BS21	D250	31	YS	YS17	D200
2		BD2	D100	17	BK	BK1	D300	32		YS21	D150
3		BD3	D100	18		BK2	D300	33		YS22	D150
4	BS	BS4	D100	19		BK3	D300	34	YK	YK1-1	D100
5		BS6	D150	20		BK5	D200	35	YM	YM1-1	D200
6		BS7	D150	21		BK6	D300	36		YM2-1	D300
7		BS8	D150	22	BB	BB4	D100	37	AD	AD6	D150
8		BS9	D100	23	BI	BI2	D100	38		AD7	D150
9		BS10	D150	24	YS	YS2	D100	39		AD10	D100
10		BS12	D150	25		YS6	D200	40	SL	SL1-2	D200
11		BS13	D150	26		YS9	D100				
12		BS16	D150	27		YS10	D100				
13		BS18	D150	28		YS12	D150				
14		BS19	D200	29		YS13	D150				
15		BS20	D200	30		YS15	D200				

3) 다회선(Multi-Beam Type) 초음파식 유량계(44set, 압력계 포함)

번호	블 록		관경(mm)	번호	블 록		관경(mm)	번호	블 록		관경(mm)
1	BD	BD5	D300	16	BB	BB2	D300	31	YH	YH1	D500
2		BD6	D200	17		BB3	D400	32		YH2	D500
3		BD8	D450	18	BI	BI3	D150	33		YH2-1	D500
4	BS	BS1	D300	19		BI4	D400	34	YK	YK1-2	D600
5		BS2	D250	20	YS	YS1	D200	35	YM	YM1	D500
6		BS3	D350	21		YS3	D250	36		YM2	D500
7		BS5	D200	22		YS4	D450	37	AD	AD1	D300
8		BS11	D300	23		YS5	D80	38		AD3	D250
9		BS14	D200	24		YS8	D80	39		AD4	D500
10		BS17	D250	25		YS11	D300	40		AD5	D400
11		BS22	D250	26		YS14	D400	41		AD8	D300
12		BS23	D250	27		YS16	D300	42		AD9	D250
13	BK	BK4	D250	28		YS18	D80	43	SL	SL1	D500
14		BK8	D400	29		YS19	D500	44		SL1-1	D250
15	BB	BB1	D350	30		YS20	D300				

4) 외벽 부착식(Clamp-On Type) 초음파식 유량계(16set, 압력계 포함)

번호	블 록		관경(mm)	번호	블 록		관경(mm)	번호	블 록		관경(mm)
1	BD	BD4	D250	7	BB	YK1	D900	11	배수지유출	일동	D600
2		BS15	D500	8		AD2	D400	12		선부1	D600
3		BS24	D600	9	BI	AC1	D800	13		선부2	D1200
4	BS	BK7	D500	10		SK1	D800	14		대부	D700
5		BI1	D250		YS			15		성곡	D700
6		YS7	D450					16		공단	D800

5.5.2 통신망

가. 선정 기준

1) 전송의 신뢰도가 높고 고정밀도로 전송정보의 품질을 확보할 수 있어야 한다.

2) 필요한 전송속도를 얻을 수 있어야 한다.

3) 설비의 증설에 따른 확장성이 양호하여야 한다.

4) 높은 경제성과 보수성 등의 조건이 양호하여야 한다.

나. 통신망 선정

구 분	전용회선	ADSL	CDMA	RF 무선통신
전 송 방 식	•KT 전용망	•초고속통신망 (인터넷 망)	•CDMA패킷통신망 (이동통신망)	•RF모뎀과 안테나 •무선 근거리통신
속 도	•중속도 회선 : 2.4kbps	•Up : 640Kbps •Down : 8Mbps	•9.6kbps 이상	•1.2kbps
데이터 통 신	•접속 및 통신용이 •Real-time 구현 •안정적 대역폭 확보	•접속 및 통신용이 •Real- time 구현 •서비스불가지역있음	•혼선 가능성 •Real-time 구현시 통신료 고가	•주파수 영향 많음 •가시거리내에서 Real-time 구현
데이터 보안	•보안성 우수	•TCP/IP 프로토콜 사용으로 다소 해킹 어려움	•CDMA 암호화방식 사용으로 별도 H/W, S/W 필요	•보안성 없음
설 치 시 공	•선로공사비 발생 (2억 1천 1백만원)	•선로공사비 발생 (2억 1천 1백만원)	•선로공사비 없음	•망 구성에 대한 현장조사 필요
초 기 투자비	•모뎀 비용 •50만원 (임대시 4,000원/월)	•VPN망 구성 장치비 (H/W, S/W) •200만원	•CDMA 통신 장치비 (H/W, S/W) •50만원	•초기설치비 고가 (RF모뎀,안테나 등)
유 지 관 리	•통신사 유지관리	•통신사 유지관리	•통신사 유지관리	•자체 유지관리
기 능 확 장	•네트워크 가능	•네트워크 가능	•전화접속, 문자메세지 서비스 활용가능	•확장 곤란
요 금	•2.4kbps 1회선 : 28,350원/월	•1회선 : 28,050원/월	•1회선(5분주기 전송) : 10,000원/월	•없음
장 점	•Real Time 전송	•Real Time 전송	•저렴한 통신요금	•사용요금 없음
단 점	•통신요금 고가	•순간적인 선로 끊어짐 현상 발생 •통신요금 고가	•요금 때문에 Real Time 전송 제한	•근거리 통신제한
선 정	○			
선 정 사 유	•신뢰도가 높고 고정밀도로 전송정보의 품질을 확보할 수 있고 실시간 전송이 가능하여 보안성이 우수하여 블록 Data의 안정적인 관리가 용이하며, 확장성 및 유지관리성이 뛰어남으로 선정하였음.			

5.5.3 TM반 시스템

가. 개 요

본 설비는 통합관리센터에 TM Master Station을 두고 블록시스템의 유량계실에 TM Slave Station을 설치하여 Slave Station에서 Master Station으로 KT의 전용회선(2.4kbps)을 이용하여 Real Time으로 유량계실의 유량 및 압력 등의 블록시스템 감시에 필요한 모든 Data를 원격지의 TM Master로 송신할 수 있도록 하였다.

나. 주요 기능

1) 유량계실의 각종 Data를 수집하여 변환한 후 이를 KT 전용회선(2.4kbps)을 이용

하여 통합관리센터의 TM Master에 전송할 수 있도록 하였다.

2) 통합관리센터의 TM Master와 통신 두절시 Data Back-up기능(Data Logger)을 이용하여 Data Back-up(30일 이상)이 가능하도록 하였으며, 회선이 복구될 시 에는 Back-up Data를 전송할 수 있도록 하였다.

3) Panel의 설치 환경조건이 아주 열악함으로 판넬 내부의 온도가 0℃~40℃를 유지할 수 있도록 내부 단열재(보온재) 설비와 적적 용량의 Cooling Fan(환기) 설비를 갖추어 컴퓨터 시스템이 안정적으로 운영될 수 있도록 하였다.

4) 전원용과 통신용 피뢰기를 설치하여 기기 및 시스템의 보호기능이 충분하게 발휘하도록 하였다

다. TM Slave 수량 및 설치장소

대블록	중블록	명 칭	수량	설 치 장 소
반월 정수장	직접배수구역	TM-BD	1set	•광역 2,3단계 유량계실
			7set	•직접배수구역의 소블록 유량계실
	성포배수구역	TM-BS	24set	•성포배수구역의 소블록 유량계실
	고잔배수구역	TM-BK	8set	•고잔배수구역의 소블록 유량계실
	반월배수구역	TM-BB	4set	•반월배수구역의 소블록 유량계실
	일동배수구역	TM-BI	1set	•일동배수지 유출유량계실
			4set	•일동배수구역의 소블록 유량계실
연성 정수장	선부배수구역	TM-YS	1set	•선부1배수지 유출유량계실
			1set	•선부2배수지 유출유량계실
			22set	•선부배수구역의 소블록 유량계실
	대부배수구역	-	-	•기존 배수지 TM/TC반 증설
	성곡배수구역	TM-YH	1set	•성곡배수지 유출유량계실
			3set	•성곡배수구역의 소블록 유량계실
	공단배수구역	TM-YK	1set	•공단배수지 유출유량계실
			3set	•공단배수구역의 소블록 유량계실
	목내배수구역	TM-YM	3set	•목내배수구역의 소블록 유량계실
안산 정수장	직접배수구역	TM-AD	10set	•직접배수구역의 소블록 유량계실
	초지배수구역	TM-AC	1set	•초지배수구역의 소블록 유량계실
시흥 정수장	직접배수구역(생활)	TM-SL	3set	•직접배수구역의 소블록 유량계실
	직접배수구역(공업)	-	-	•TM-SL반 공용사용
합 계			98set	

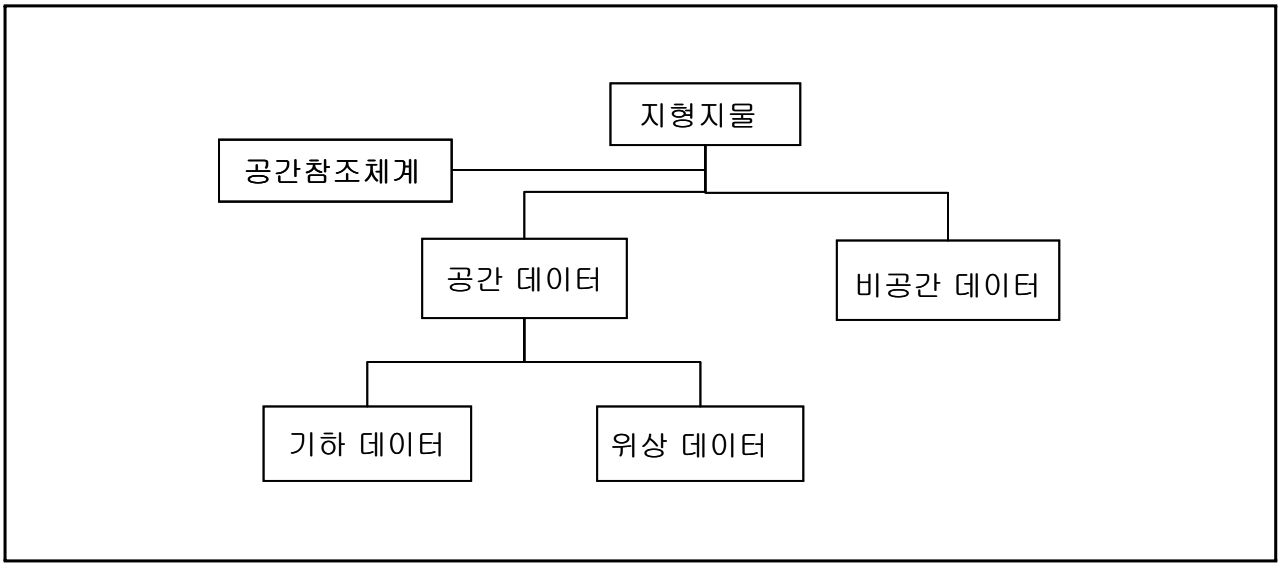
주) 시흥정수장의 광역 4단계 유량계실 전송을 위한 TM 설비는 기존 PLC의 통신 Card를 증설과 DSU Modem을 임대하는 것으로 계획하였음.

5.5.4 GIS 연계 방안

가. GIS 데이터 개요

GIS 데이터는 데이터의 특수한 분야로, 지구상에 좌표로 표시되며, 공간적인 정보를 표현하는 데이터인 공간 데이터와 공간정보가 무엇인지를 설명하는 비공간적 정보를 나타내는 속성 데이터로 정의된다.

또한, 공간적 데이터에는 좌표나 거리와 같이 양적인 개념으로 표현되어지는 기하 데이터와 양적인 개념 없이 객체간의 관계를 표현하는 위상 데이터가 포함된다.



<그림 5.5-1> GIS데이터 구조

나. 블록시스템의 GIS 연계

유수율제고 사업에 있어 상수관망의 재구축과 GIS 화는 핵심적인 사업성공의 한 요소로, 정부사업의 GIS구축은 다양한 관련 사업자의 참여를 고려하여 추진되어야 하며 산업계 표준 데이터 포맷을 준수하도록 해야 한다.

본 과업의 GIS 연계는 상이한 GIS 엔진으로 구축되어도 연계에 문제가 없는 '트랜스퍼에 의한 데이터 교환 모델' (Transfer Model) 을 적용하도록 한다.

통상적으로 각각의 시스템 구축 주체는 상호간 협의에 의하여 Application schema를 결정하게 되며 요청, 제공에 대한 업무 Scope를 결정하게 되며, 이때 중요한 요소인 제공자와 수혜자에 대한 업무영역설정을 보면 GIS의 일관된 관리측면과 DB구축사업과 시스템구축이 병행되고 있는 지자체의 메인 GIS 시스템이 데이터제공자가 되는 것이 타당하다.

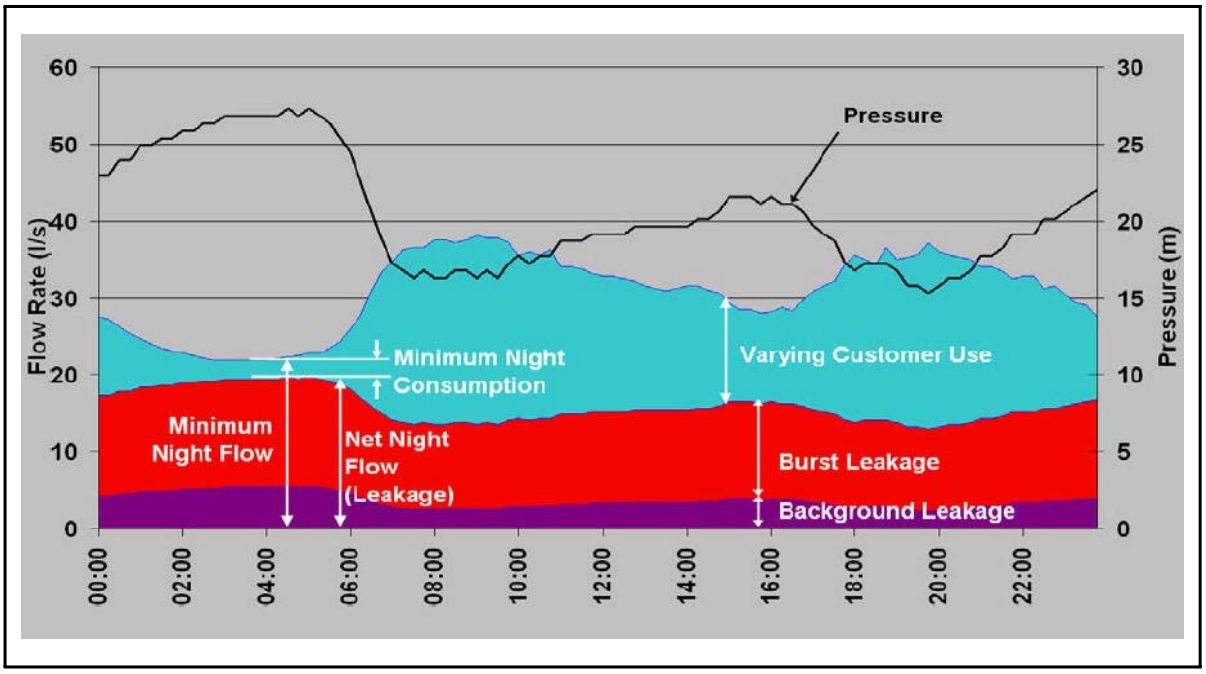
5.5.5 유수율, 누수율 분석 방안

가. 개 요

유수율 및 누수율 관리 시스템은 지속적인 유량 및 압력 모니터링을 통하여 블록별 공급량 추이를 분석하고 야간최소유량 사용시 기저유량 및 압력을 모니터링 함으로써 안정급수 및 누수여부를 진단하도록 한다.

또한 블록별 배수량, 수도사용량(요금관리 프로그램 연계) 등을 고려 유수율을 분석함으로써 물 손실의 문제와 손실량 등을 파악할 수 있도록 하여 수자원의 효율성을 높일 수 있도록 한다.

나. 누수 분석 방안



<그림 5.5-2> 유량-압력에 의한 상수사용 및 누수발생도해

야간최소유량은 주어진 야간의 최소 요구 시간대동안 해당 구역 내 흐르는 순간유량이며 야간최소유량이 발생시 관내 압력은 일 최대이다.

전체누수량(Total Leakage)은 야간최소유량(Minimum Night Flow)에서 야간상수사용량(Minimum Night Consumption)을 차감한 양으로 산정되며

실질누수량(Burst Leakage)은 전체누수량(Total Leakage)에서 허용누수량(Background Leakage : 배경 손실량)을 차감한 양으로 산정된다.

허용누수량은 야간평균압력과 관망상태인자 등에 의한 함수이다.

다. 누수율, 유수율 산정

산정된 누수량과 관리데이터를 기초로 누수율과 유수율은 다음과 같이 산정한다.

누수율(%) = {총공급량 - 유수수량(실시간 계측량) - 허용누수량} / 총공급량 × 100

유수율(%) = 유수수량(실시간 계측량)/총공급량

라. 유수율 및 누수율 분석시스템 기능 구성



마. 유수율 및 누수율 분석시스템 기능 설명

대 기능	중 기능	세부 기능	기능 설명
유량/압력/수도사용량 조회 및 검색	유량 데이터 검색	배수지유출유량	배수지의 유출유량 조회 및 검색
		각 구역별 유입유량	구역별 유입유량 조회 및 검색
		블록별 유입유량	블록별 유입유량 조회 및 검색
	압력 데이터 검색	시간별 압력측정치	30분/야간(01분) 측정치 조회 및 그래프 출력
		기간별 압력측정치	기간별 측정치 조회 및 그래프 출력
		압력상태	일별 압력상태 조회
	수도사용량 및 원격검침량 조회	전체 수도사용량	전체 수도사용량/원격검침유량 조회
		구역별 수도사용량	구역별 수도사용량/원격검침유량 조회
누수 및 유수율 분석	누수분석	과거 누수자료 조회	과거 정수두 분석에 의한 압력결과 조회
		정수두 분석	야간최소유량에 의한 압력차이 분석
		누수예상지점 분석	유입유량과 압력측정치 비교 분석
	유수율 분석	전체 유수율	전체 수도사용량 수정 및 유수율 분석
		구역별 유수율	구역별 수도사용량 수정 및 유수율 분석
보고서 작성 및 출력	압력측정 보고서	일 압력측정	압력측정 데이터 보고서 작성 및 출력
		주간/월간/년간 압력평균	압력측정 평균 데이터 보고서 작성 및 출력
		야간 최소유량	야간 최소유량 보고서 작성 및 출력
	유수율 보고서	구역별 유수율	구역별 유슈율 보고서 작성 및 출력
		배수구역별 유수율	배수구역별 유수율 보고서 작성 및 출력
		전체 유수율	전체 유수율 보고서 작성 및 출력

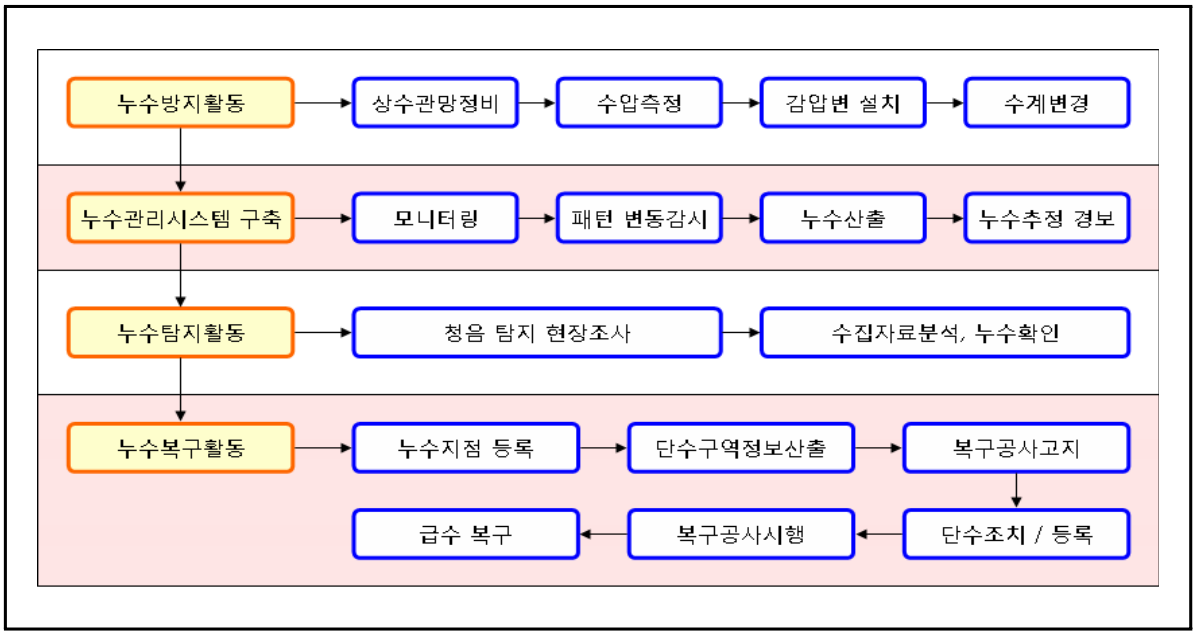
5.5.6 누수방지 및 누수발생시 신속대처 방안

가. 유수율 향상을 위한 프로세스

유수율 제고를 위한 상수도관망 정비사업의 기본 목표는 누수방지를 위하여 지역내 관망의 적정 수압을 유지하도록 블록으로 분할하고 고립시키는데 있다.

누수방지를 위해선 상수도관망 정비사업 후에도 지속적인 누수감시와 탐지, 누수복구가 필요하다. 소블록 단위로 구축되는 블록감시시스템은 이러한 목적을 위해 누수감시와 누수추정을 위한 근거를 관리자에게 전달한다.

▣ 누수관리시스템과 관망관리시스템의 누수처리 프로세스는 다음과 같다.



나. 블록 감시 시스템 운영

유수율 제고사업의 중요한 기능으로서 블록 감시 시스템은 유지관리팀의 신속한 의사결정과 현장지원을 수행할 수 있다.

1) 원격 감시제어

- 원격지의 사용자에게 현장 설비의 상태와 계측값을 웹기반에서 모니터링하고 제어할 수 있도록 한다.
- 모니터링의 주요대상은 지역내 블록의 분포 및 경계표시, 블록별 세부블록의 구성과 지형, 공간정보, 블록별 제어반의 동작상태, 실시간 계측 Data 등

2) 수용블록 패턴도출

- 블록별 구축된 현장설비로부터 수집한 유량과 압력에 대한 Data로부터 해당블록의 사용패턴을 도출한다.

- 사용패턴은 지역별특성, 시계열특성, 산업별특성 등 다양한 특성에 따라 최적화된 패턴도출이 가능하여 신뢰할 수 있는 누수량추정의 기초가 된다.

3) 누수산출 및 추정

- 블록 감시 시스템은 수집 Data와 패턴정보를 사용하여 누수량을 산출한다.
- 산출된 누수량은 관리정보(불감율, 허용누수량 등)를 고려하여 누수징후로 사용될 수 있다.

4) 누수추정경보

- 신속한 누수대처를 위해 블록 감시 시스템은 누수발생이 추정되는 경우 블록별 해당관리자에게 누수추정 경보기능을 제공한다.
- 누수추정경보는 다양한 방법으로 관리자에게 전달될 수 있으나 효과적인 시스템 구성과 운영을 위해 SMS(단문 서비스)를 사용하도록 한다.
- 누수경보를 위한 경보 기능은 관리자에 의해 그 수준과 항목, 빈도가 정의될 수 있도록 한다.

다. 관망관리시스템

누수복구과정에서 복구팀은 신속한 누수복구 대처를 위해 다양한 지원정보를 필요로 한다. 관망관리시스템은 이러한 기능을 지원하기 위해 블록 감시 시스템의 운영컴퓨터 HMI에 구성되어 있으며 관망관리시스템의 누수방지 및 복구지원내용은 다음과 같다.

1) 누수지점등록

누수가 확인된 지점의 관망 ID에 대해 복구팀은 누수로 등록하여야 한다. GIS관망을 기반으로 등록된 누수지점은 누수이력 및 현황, 조치결과에서 조회할 수 있다.

2) 단수구역 정보산출

- 누수지점을 기준으로 해당블록의 세부정보와 관로재원, 누수발생전 관로의 급수현황, 제수변의 위치와 단수범위파악, 단수대상 수용가 정보 등을 산출할 수 있다.
- 관망관리시스템에 구축된 수용가 정보와 GIS 관망상에서의 위치제공은 복구팀의 현장 출동 및 복구소요자재 산출 등에서 신속한 현황정보를 제공한다.

3) 복구공사고지

관망관리시스템의 수용가정보는 단수구역내 수용가의 주소와 지번, 연락처 등을 사용하여 각 수용가에 단수내용을 고지하는데 사용할 수 있다.

4) 단수조치/등록

- 고립된 블록내 관망의 누수복구는 제수변을 차단하여 누수지점에 상수유입이 없는 상태에서 실시하여야한다.
- 비상급수를 위하여 주변블록과의 비상관로를 개통해야하는 경우도 있다.
- 누수복구 후 이러한 차단된 제수변의 원상복구와 블록관망관리를 위하여 제수변의 개폐여부는 반드시 시스템에 이력으로 등록되어 관리되어야 한다.
- 관망관리시스템은 현장 복구팀의 제수변 차단여부를 실시간으로 등록할 수 있는 어플리케이션을 지원하여 즉각적인 현장상황 관리를 가능하도록 한다.

라. 관망해석시스템 구축시 기능

블록 감시 시스템의 누수추정 및 누수경보 등의 기능은 누수징후 발견시와 누수 복구시 신속한 처리를 위해 제공되는 기능인 반면 관망해석시스템의 누수예측 및 취약지점 모의기능은 누수지점을 미리 모의해보고 사전에 누수를 방지할 수 있는 체계로 구축된다.

1) 누수취약지점 모의

- 관망모델로 구축된 해당 대,중,소 블록의 압력을 시뮬레이션하고 균등압력 허용치를 벗어나 누수를 유발할 수 있는 취약지점을 찾아 사전에 관리자에게 제공한다.

2) 블록고립 검증 (Isolation Tracing)

- 해당블록의 누수발생시 관로의 파괴범위나 누수 복구시 단수에 의한 인접 블록의 영향여부를 사전에 미리 모의해 볼 수 있는 기능을 제공하여 신속한 누수 복구가 가능한 사전체계를 구축한다.

3) 설계지원

- 수용가 공급량 계획을 기반으로 누수량과 관로내의 적정압력 유지 관계를 고려한 상수도 관로의 적정관경을 사전에 시뮬레이션하여 의사결정에 활용할 수 있도록 한다.

4) 최적운영 지원

- 관로내 균등 수압 유지를 위한 감압밸브의 설치와 감압량을 Simulation하여 적정수압을 유지함으로써 누수발생 원인을 원천 제거할 수 있는 기능을 제공
- 가압을 위한 관로 시설물의 최적운전 상황을 사전에 Simulation하여 운영비용 절감과 관로내 최적상태 유지를 지원한다.

5.5.7 요금관리프로그램(Billing) 연계

가. 부적절한 데이터의 활용 및 입력·변경 등 보안상의 문제가 일어 날 수 있음.

1) 외부에서 빌링 시스템에 직접 접근하는 것을 지양하여야 함.

2) 사용자별로 권한을 부여하여 함.

나. 블록시스템과 관련된 Server에 어떻게 데이터를 전달할건지 고려해야 함.

1) Billing 시스템의 자원을 이용하고자 하는 블록시스템에서는 미리 사용하고자하는 항목을 정리하여야 함.

2) Billing 시스템 내에 블록시스템에 데이터를 제공(변환)해 주는 미들웨어가 필요 함.

3) Billing 시스템은 블록시스템에 변경내용을 통지해 주어야 함.

4) Billing 시스템은 블록시스템에 자동으로 Data를 업데이트 할 수 있도록 고려하여야 함.

5.5.8 UMS(비상경보전달시스템)

가. 개요

UMS(Unified Messaging System)는 음성, 팩스, 전자우편 등 다양한 형태의 모든 메시지 유형들을 하나의 논리적 우편함에 저장, 관리하는 시스템으로서, 메시지들은 PC는 물론 전화, 팩스, 이동전화 등 다양한 통신 매체를 통해 액세스할 수 있다. 또 유무선 전화 및 데이터 통신망을 통합해 음성메일, 팩스, 전자우편 등 서로 다른 형태의 메시지를 하나의 메일 박스에서 검색, 작성, 교환할 수 있으므로, 사용자는 메시지 유형에 상관없이 한 가지 인터페이스만 습득하면 된다.



UMS의 구성도

나. UMS의 주요 특징

▣ E-Mail, Voice- Mail, Fax등 다양한 형태의 메시지를 하나의 메일 박스에서 통합 관리하고 PC, 전화, Fax, 이동전화, PDA등 여러 통신 기기간 메시지 송. 수신이 가능함으로써 통신의 편리성을 혁신적으로 향상.

▣ VoIP, FoIP 기능을 통하여 사용자는 통신의 편리성 제고는 물론 통신 요금을 획기적으로 절감

다. UMS의 일반 기능

▣ Mail, Voice Mail, Fax

▣ 인터넷전화 (VoIP : Voice over Internet Protocol)

▣ E-Mail by Phone

▣ SMS (Short Messaging Service)

▣ Mobile 지원 무선 Mail

▣ 일정관리/ 명함 관리

▣ Messenger와의 통합 운영

5.6 블록시스템 통합관리시스템 구축

5.6.1 개요

안산시 상수도의 급수구역에 대하여 각 블록별 주요 지점에 유량 및 수압 등의 계측기기와 상시 현장의 Data를 실시간 저장 및 원격 감시 제어가 가능한 원격감시시스템을 설치하여 중앙의 통합관리센터에서 계측 Data의 실시간 수집 및 분석을 통하여 유수율 제고와 관망의 효율적 운영관리를 위한 통합감시체계를 구축한다.

5.6.2 설치 기준

환경부 훈령 제486호 “상수도 유수율(有收率) 제고 업무처리 규정”적용.

▣ 제24조(유량계, 수압계 등 설치)

① 수도사업자는 블록내의 유수율 및 누수율 분석, 누수지점을 효과적으로 예측하고, 송·배수시설의 효율적 운영·관리를 위해 유량계 및 수압계 등을 설치하여야 한다.

② 제1항의 규정에 의한 유량계 및 수압계 등의 설치는 별표 4의 기준에 의한다.

③ 수도사업자는 제1항의 규정에 의하여 설치된 유량계, 수압계 등을 분기 1회 이상 이상 유무를 점검하고, 년 1회 이상 정확도를 검정하며, 계량기에 관한 법률 시행규칙 제20조의 규정에 따라 검정 및 교정을 받아야 한다.

▣ 제25조(블록별 유수율 분석 등) 수도사업자는 제24조의 규정에 의하여 설치한 유량계를 매월 1회 이상 정기적으로 계측하여 블록별 유수율, 누수율 등을 분석하여야 한다.

▣ 제27조(블록관리의 전산화) 수도사업자는 제25조의 규정에 의한 블록별 유수율, 누수율 분석을 전산화하는 방안을 강구하여 추진하여야 한다.

5.6.3 기본 방향

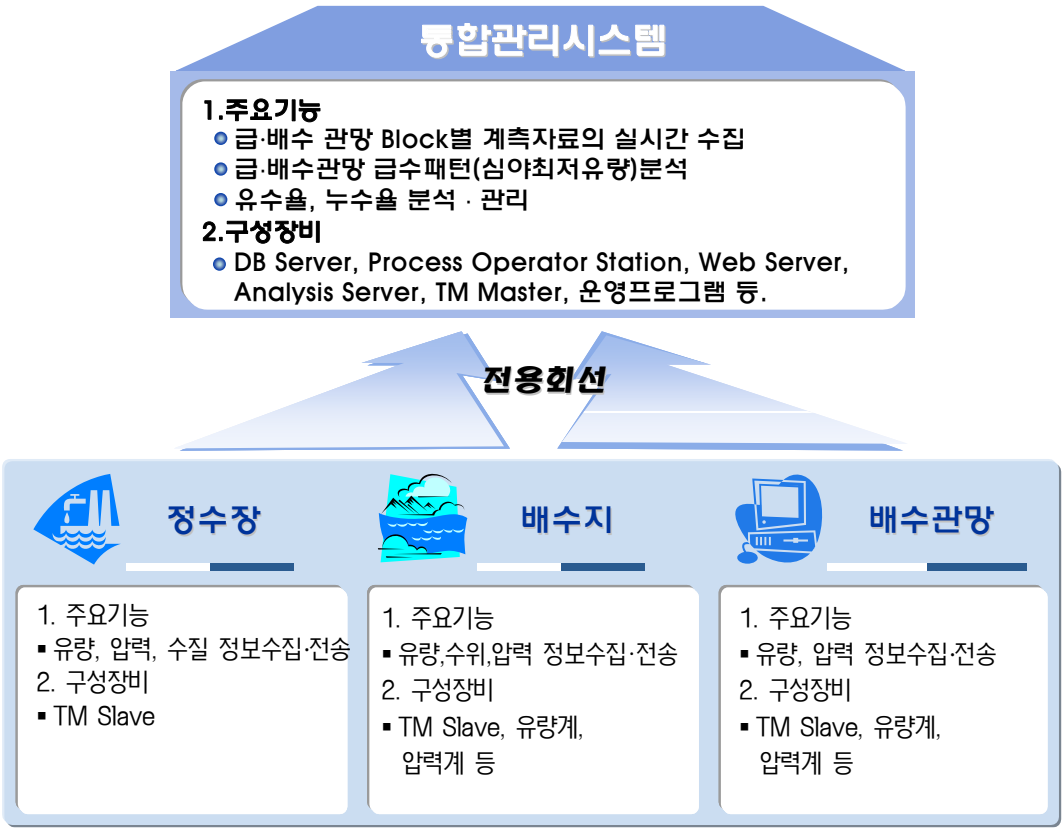
▣ 유수율제고와 관망의 효율적 운영관리를 위한 상수도 배수구역 통합감시체계 구축

▣ 배수구역의 대·중·소블럭 유량, 수압 등 실시간 감시시스템 구축

▣ 운영관리 및 유지보수를 고려한 경제적인 통신망 선정

▣ 웹기반의 인트라넷 시스템으로 유수율 정보제공으로 살기 좋고 행복한 도시 건립

5.6.4 통합관리시스템 개요



5.6.5 주요시스템 기능

구 분	기 능
DB Server	•정보망을 통해 실시간 Data 수집 •통계 및 분석 Data 생성 •유수율 및 누수율 분석을 위한 급수 패턴 분석
Process Operator Station	•블록별 급수구역의 실시간 감시
분석 Server	•블록별 유수율, 누수율 등 분석 •GIS와 연계한 관망 정보관리
Web Server	•수도시설정보 및 유량자료 공개 •검침량 및 요금조회 •누수 및 단수 구간 정보 조회 •공사구간 조회
TM Master	•블록별 주요지점에서 전송되는 Data 수신
Printer	•실시간 경보 Data 출력 •유량, 수압 등 시간별 Data 출력 •보고서(일보, 월보, 년보) 출력

5.6.6 통합관리시스템 구성

구 분	수량	사 양	설치장소	비 고
중앙 감시반	2set	•형식 : 벽걸이형 PDP Screen •화면 크기 : 50″ •해상도 : HD급, 1,366 × 768 이상 •화면 비율 : 16 : 9 •밝기 : 1300cd/㎡ 이상	수도시설과, 소장님실	
운전조작반 (POS)	2set	•Work Station급, Duo 2 Core 3.0GHz 이상 •Main Memory : 2GByte 이상 •Hard Disk : 160GByte 이상 •OS : Windows XP Pro 이상 •Monitor : TFT LCD 24″ •LAN 이중화 •HMI Software	통합관리센터	
Data Base Server	1set	•기존 건설과 GIS 서버 사양 – CPU : 1.1GHz × 4 – Hard Disk : 146GB × 2 – OS : Unix – 저장장치 : CX400, 73GB × 15 – RDBMS : ORACLE •증설 Storage 사양 – Disk 용량 : 1.5TB(4.2 TB 이상 확장가능) – Disk Drive : 10개(14개이상 확장가능)	통합관리센터	기존 GIS서버 공용사용
Web Server	1set	•Server급, Intel Xeon 2.6GHz 이상(Dual) •Main Memory : 2GByte 이상 •Hard Disk : 73.3GByte × 3이상 •OS : Windows 2003 Server이상 •Monitor : TFT LCD 24″ •LAN 이중화 •Web HMI/UMS Software	통합관리센터	
Analysis Server	1set	•Server급, Intel Xeon 2.6GHz 이상(Dual) •Main Memory : 2GByte 이상 •Hard Disk : 73.3GByte × 3이상 •OS : Windows 2003 Server이상 •Monitor : TFT LCD 24″ •LAN 이중화 •Soft Ware –누수율, 유수율 분석 S/W 개발 –GIS 연계 S/W 개발 –요금관리서버 연계 S/W 개발	통합관리센터	

구 분	수량	사 양	설치장소	비 고
TM Master	2set	•32BIT CPU •Program Memory : 2Mbyte •Ethernet Port : 2Port •전원, CPU, LAN 이중화 •RS-232C(8CH) : 14 EA •KT 임대(2.4kbps)	통합관리센터	
TM Slave	98set	•형식 : 옥외형(700W × 600D × 1400H) •CPU : 16Bit Micro Process 이상 •Data Memory(Data Logger) : HDD or Flash Memory, 32Mbyte 이상 •DI(16), DO(8), AI(4) Point 이상 •Serial Port : RS 232C 4EA 이상 •UPS : 1kVA(정전보상시간 : 30분) •KT 임대(2.4kbps)	각 유량계실	
Alarm Printer	1set	•방식 : Dot Matrix, 24 PIN •용지크기 : 136 Column	통합관리센터	
Logging Printer	1set	•방식 : Laser Jet •해상도 : 1,200 × 1,200 dpi 이상 •Memory : 32Mbyte 이상	통합관리센터	
Network 장비	1set	•Switch HUB : 10/100 Base-TX [24] •Firewall •ADSL 모뎀(임대) •CDMA 모뎀	통합관리센터	
UPS	1set	•정격 용량 : 7.5kVA •입력/3φ 4W, 출력/1φ 2W •정전보상시간 : 30분(40AH, 16cell)	통합관리센터	

6. 시설의 폐지 및 휴지계획

6.1 개 요

전항에서 검토한 바와 같이 안산시 상수도시설의 현황조사, 시설점검 및 개량계획, 용수공급계통의 조정계획, 송·배수방식의 개량에 따른 급·배수구역 분할계획 등에 따라 안산시 수도시설물 전반에 대한 운영체계의 변화가 발생된다.

따라서, 본 계획에서는 이러한 기능상실이 발생되는 수도시설물중 부득이 기존시설을 폐지 또는 휴지하여야 하는 시설에 대한 계획과 대책방안을 수립하였다.

6.2 시설 휴지 및 폐지계획

안산시 수도시설물에 대한 전반적인 시설개량에 따라 기능상실이 발생되는 시설물중 부득이하게 폐지되는 시설은 배수지 2개소, 가압장 6개소가 될 것으로 예상되며, 휴지 및 폐지대상 시설계획은 다음과 같다.

6.2.1 배수지

가. 일동배수지

일동배수지는 시설용량 3,500㎥의 배수지로 공급수계는 반월정수장이며, 수두 부족으로 일동·반월가압장에서 가압송수된 생활용수를 공급받아 배수구역에 간접급수하고 있는 시설로 2015년 이후 사동 및 본오동지역의 급수불량을 해소하기 위해 계획된 본오동배수지(V=30,000㎥)로 인해 폐지하는 것으로 계획하였다.

나. 사동배수지

사동배수지는 시설용량 3,500㎥의 배수지로 공급수계는 반월정수장이며, 현재 휴지시설로 장래에도 시설활용 계획이 없으므로 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-1> 폐지예정 배수지 시설현황

배수지명	위 치	용 량(㎥) 및 제원	배수위	비 고
일동 배수지	일동 717	V=3,500㎥ W18.6×L23.6×4mH×2지	H.W.L(+)60.0m L.W.L(+)56.0m	
사동 배수지	사동 1313	V=3,500㎥ W18.6×L23.6×4mH×2지	H.W.L(+)57.0m L.W.L(+)53.0m	

6.2.2 가압장

가. 일동・반월 가압장

일동·반월 가압장은 반월정수장에서 생산된 정수의 수두를 높일 목적으로 설치된 시설이다. 반월정수장에서 송수되는 정수의 수두가 일동배수지(H.W.L:60.0m)와 반월배수지(H.W.L:84.0m)의 배수위에 미치지 못하므로 가압장을 설치하여 증압펌프 기능으로 증압하기 위한 시설이다.

2015년 이후 안정적인 용수공급을 위하여 배수지 신설 및 성포배수지내 가압장을 설치하여 신설배수지와 반월배수지로 가압송수하고, 기존의 일동배수지와 반월배수지 급수구역을 신설배수지와 반월배수지로 전환하여 일동·반월가압장은 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-2> 일동·반월 가압장 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
일동 계통	가압펌프 흡입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A, 7.5K	1997.10 현대밸브		3	Act.:현대밸브 (1997.10)
	가압펌프	심정용 수중모터펌프 300A×7.35㎥/min×55mH(1S)	1997.11 하지공업	110	2(1)	2001.6 임펠러 커팅
일동 계통	가압펌프 체크밸브	직폐식 체크밸브 300A		–	2	
		완폐식 체크밸브 300A		–	1	
	수충압 방지밸브	Surge Relief Valve 150A, Y-Pattern Type	1997.7 Bernard	–	1	
반월 계통	가압펌프 흡입밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A, 7.5K	1997.10 현대밸브		3	Act.:현대밸브 (1997.10)
	가압펌프 #1, #2	심정용 수중모터펌프 300A×5.56㎥/min×55mH(1S)	2006.12 하지공업	110	2(1)	
	가압펌프 #3	수직축 라인펌프 250A/250A×7.5㎥/min×45mH	2008.3 WILO	110	1	
	가압펌프 체크밸브	완폐식 체크밸브 300A		–	3	
	수충압 방지밸브	Surge Relief Valve 150A, Y-Pattern Type	1997.7 Bernard	–	1	
공통	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A×0.21㎥/min×8mH		0.75	2	

나. 반월 가압장

반월 가압장은 반월정수장(L.W.L : 64m)에서 송수되어 오는 정수의 수두를 높일 목적으로 설치된 시설로 반월지역의 급수불량 해소를 목적으로 설치되었으나 일동·반월 가압장의 신설로 현재는 운전을 중지하고 있다.

반월가압장은 오래동안 사용하지 않아 기자재 등이 많이 손상되어 가압장으로의 기능을 상실한 상태이다. 따라서 본 계획에서는 반월가압장은 일동·반월가압장이 원활히 가동되고 있으므로 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-3> 반월 가압장 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프	수평축 양쪽흡입 벌루트펌프 5.0㎥/min×50mH	1992.7 공신기업	45	3	
	진공펌프	수봉식 진공펌프 40A			1	

다. 원곡동 가압장

원곡동 가압장은 원곡본동 및 원곡1동 일부지역의 급수불량지역에 대하여 양질의 수돗물을 안정적으로 공급할 목적으로 설치된 가압시설로 저수조를 갖춘 흡수정식 시설로 현재는 송·배수방식의 개량계획에 따라 급수구역에 가압시설 없이도 안정적인 급수가 가능하게 됨에 따라 가동을 하지 않고 휴지중이다.

원곡가압장은 오래동안 사용하지 않아 기자재 등이 많이 손상되어 가압장으로서의 기능을 상실한 상태이므로 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-4> 원곡동 가압장 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	흡수정 유입주밸브	전동 2상식 수평형 BFV 350A		0.66	1	Act.:Bernard
	가압펌프	수평축 한쪽흡입 벌루트펌프 150A/125A×3.2㎥/min×40mH	1992.6 대한중전기	37	3	
	가압펌프 토출주밸브	전동 1상식 수평형 BFV 350A		0.66	4	Act.:Bernard
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A			1	

라. 화정동 가압장

화정동 가압장은 화정동 지역의 급수불량 해소를 위한 설비로 현재 휴지상태로 비상시설로 운영되고 있다.

화정동 가압장은 오래동안 사용하지 않아 기자재 등이 많이 손상되어 가압장으로서의 기능을 상실한 상태이므로 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-5> 화정동 가압장 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프	심정용 수중모터펌프(VFD) 150A×0.243㎥/min×50mH(6S)	1999.6 하지공업	3.7 2P	1	
		심정용 수중모터펌프(VFD) 150A×0.243㎥/min×50mH(11S)	2006.10 하지공업	3.7 2P	1	

마. 호동 가압장

호동가압장은 시설용량 2,200㎥/일로 반월정수장을 공급수계로 하고 있으며, 지역 배수지로부터 공급이 원활하지 않는 급수구역에 가압펌프를 통해 직접 급수한다. 본 수도정비에서 현재의 호동가압장 급수구역을 반월배수지 배수구역으로 전환하여 간접급수하고, 장래에는 호동가압장을 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-6> 호동 가압장 설비현황

기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	가압펌프 흡입밸브	전동 1상식 BFV(Wafer) 150A			2	Act.:Noan
	가압펌프	심정용 수중모터펌프(VFD) 150A×1.528㎥/min×50mH(2S)	2002 하지공업	30 2P	2(1)	2005.7 1대 교체
	바닥 배수펌프	자립식 수중모터펌프 50A		0.75	1	

바. 공단 가압장

공단 가압장은 반월공단지역의 충분한 용수공급과 시흥정수장의 안산시 배분물량 확보를 목적으로 설치된 가압시설로 생활용수 계통과 공업용수 계통이 별도로 설치되어 있다. 현재 가압장은 선부, 공단배수지 등에서 급수구역내에 원활한 급수가 이루어지고 있어 기능상 필요하지 않아 휴지상태이다. 공단가압장은 오래동안 사용하지 않아

기자재 등이 많이 손상되었고, 지하의 맨홀펌프장은 침수되어 가압장으로의 기능을 상실한 상태이므로 폐지하는 것으로 계획하였다.

<표 5.6-7> 공단 가압장 설비현황

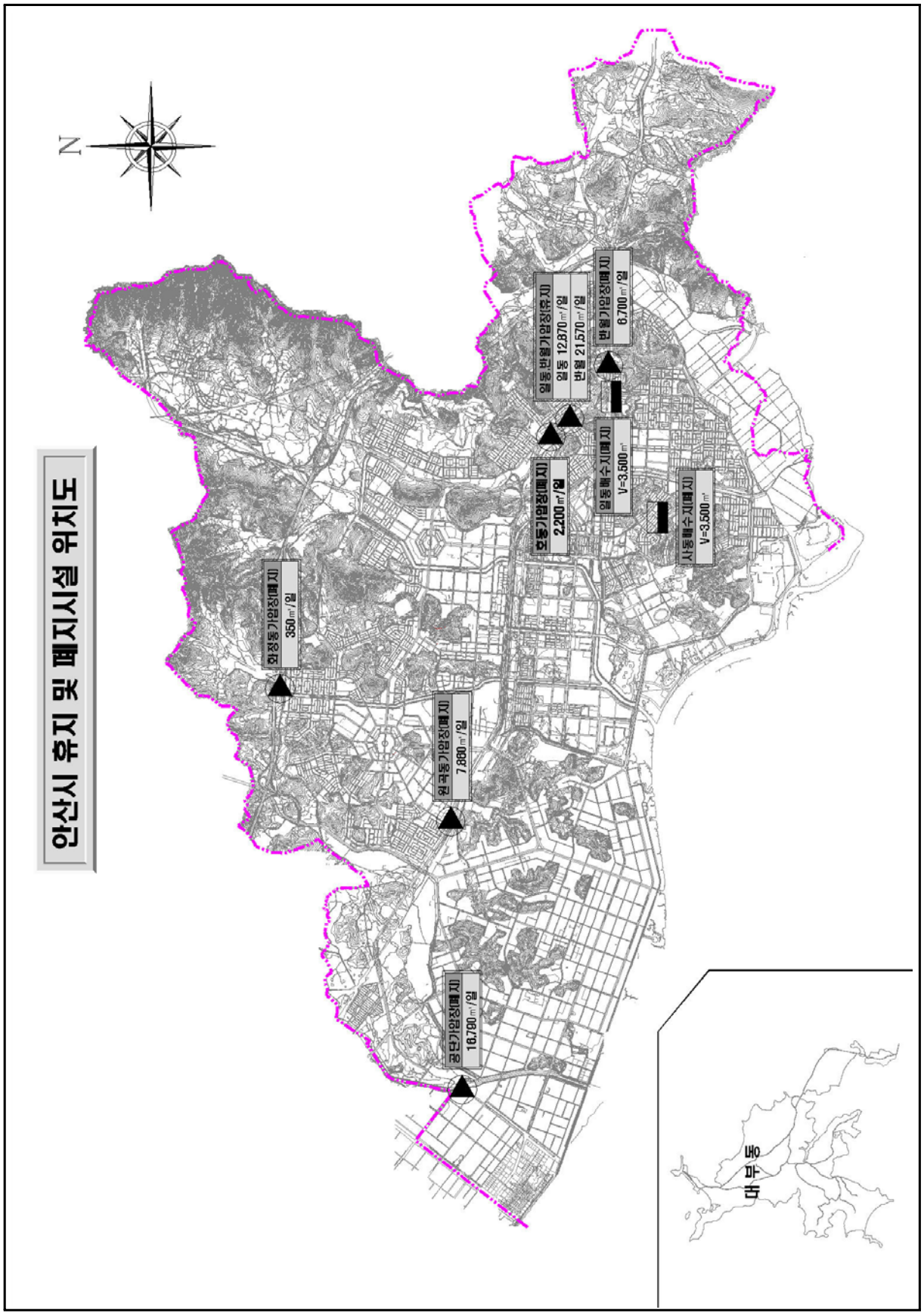
기기 번호	품명	형식 및 규격	설치년도 제조사	동력 (kW)	수량 (대)	비고
가압장 설비	생활용수 가압펌프	심정용 수중모터펌프 200A×3.16㎥/min×20mH(1S)	1997.6 하지공업	22 2P	1	
	공업용수 가압펌프	심정용 수중모터펌프 200A×2.67㎥/min×20mH(1S)	1997.6 하지공업	19 2P	1	

6.2.3 시설 휴지 및 폐지계획

상기에서 검토한 바와 같이 안산시 수도시설중 기능상실이 발생되는 시설물중 부득이하게 폐지하여야 할 시설물은 배수지2개소, 가압장 6개소로 이들 시설물에 대한 휴지 및 폐지계획을 <표 5.6-8>와 같이 수립하였고 폐지 배수지는 시설물 자재창고로 활용하고 상부는 공원화 계획수립 하여 주민친화 시설로 활용토록 계획 하였다.

<표 5.6-8> 안산시 수도시설물 휴지 및 폐지계획

구 분	시 설 명	위 치	시 기	사유
배 수 지	일동배수지	일동 717	2015년 폐지	•신설 본오동 배수지에서 현재 일동배수지 배수구역 용수공급으로 배수지로서의 활용성이 없음
	사동배수지	사동 1313	2010년 폐지	•현재 휴지시설로 장래에도 배수지로서의 활용성이 없음
가 압 장	일동·반월 가압장	일동 710	2015년 폐지	•일동배수지 폐지 및 성포가압장 신설로 가압시설로서의 기능이 불필요함
	반월가압장	팔곡동 산41	2010년 폐지	•현재 휴지시설로 장래에도 가압시설로서의 활용성이 없음
	원곡동가압장	원곡동 841-2	2010년 폐지	상 동
	화정동가압장	선부동 1107-8	2010년 폐지	상 동
	호동가압장	일동 606	2010년 폐지	•현재 가압급수지역을 반월배수지 수계로 전환하여 가압시설로서의 활용성이 없음
	공단가압장	성곡동 692	2010년 폐지	•현재 휴지시설로 장래에도 가압시설로서의 활용성이 없음



<그림 5.6-1> 휴지 및 폐지시설 위치도

제6장 마을상수도 및 소규모 급수시설 정비계획

1. 현황조사

2. 운영현황 조사 및 분석

3. 시설개선 계획수립

4. 도서지역 정비계획

제6장 마을상수도 및 소규모 급수시설 정비계획

1. 현황조사

1.1 마을상수도 및 소규모 급수시설의 정의

수도법 제3조(정의)에 "마을상수도"란 지방자치단체가 대통령령으로 정하는 수도시설에 따라 100명 이상 2천500명 이내의 급수인구에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20세제곱미터 이상 500세제곱미터 미만인 수도 또는 이와 비슷한 규모의 수도로서 시장·군수·구청장이 지정하는 수도를 말한다. 그리고 "소규모급수시설"이란 주민이 공동으로 설치·관리하는 급수인구 100명 미만 또는 1일 공급량 20세제곱미터 미만인 급수시설 중 시장·군수·구청장이 지정하는 급수시설을 말한다.

<표 6.1-1> 수도시설의 종류

구 분	종 류	정 의
일반 수도	광역상수도	국가, 지방자치단체, 한국수자원공사 또는 건교부장관이 인정하는 자가 2이상의 지방자치단체에 원수 또는 정수를 공급하는 일반수도
	지방상수도	지방자치단체가 관할 지역주민, 인근 지방자치단체 또는 그 주민에게 원수 또는 정수를 공급하는 일반수도로서 광역상수도 및 마을상수도 외의 수도
	마을상수도	지방자치단체가 대통령령이 정하는 수도시설에 의하여 급수인구 100인이상 2,500인 이내에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20㎥이상 500㎥ 미만인 수도 또는 이와 비슷한 규모의 수도
공업용 수도		공업용수도 사업자가 원수 또는 정수를 공업용에 적합하게 처리하여 공급하는 수도
전용 수도	전용상수도	100인 이상을 수용하는 기숙사, 사택, 요양소 기타의 시설에서 사용되는 가정용의 수도와 수도사업에 제공되는 수도 외의 수도로서 급수인구 100인 이상 5천인 이내에게 원수 또는 정수를 공급하는 수도
	전용공업용 수도	수도사업에 제공되는 수도 외의 수도로서 원수 또는 정수를 공업용에 적합하게 처리하여 사용하는 수도
소규모 급수시설		주민이 공동으로 설치·관리하는 급수인구 100인 미만 또는 1일 공급량 20㎥ 미만의 급수시설 중 시장·군수가 지정하는 급수시설

1.2 마을상수도 및 소규모 급수시설의 분류

마을상수도 및 소규모 급수시설은 급수방식 및 이용수원별로 분류할 수가 있는데, 먼저 수원과 급수구역의 표고차에 따라 자연유하식, 양수식 및 압축식의 3개유형으로 구분할 수 있다.

다음으로 이용하는 물 흐름의 특성과 존재형태를 기준으로 지하수, 지표수, 용천수, 계곡수, 복류수 등으로 구분된다. 수원이 보호되고 동력을 필요로 하지 않는 자연유하식이 가능한 지형인 경우 심층에서 용출되는 용출수가 가장 좋은 수원이다. 지하수의 경우 양수를 위해 동력이 필요하며 심도를 깊게 해야만 오염의 우려를 줄일 수 있다. 계곡수는 수원오염의 우려가 높고, 수량의 계절적 변동이 심하다는 단점이 있으나 자연유하식으로 이용할 경우 동력이 소요되지 않는 좋은 수원이 될 수 있다. 지표수는 하천과 호수의 물로써 오염의 우려가 높다. 복류수는 지표수와 같으나 취수과정에서 어느 정도 여과되므로 지표수보다는 비교적 오염이 적을 것이라 판단된다.

1.3 마을상수도 및 소규모 급수시설 현황

안산시는 대부도, 풍도, 육도에 총4개소의 마을상수도를 운영하고 있으며, 그 중 대부도의 2개소는 2010년까지 폐쇄하고 지방상수도로 전환할 예정이나 풍도와 육도는 섬지역의 특성상 마을상수도를 계속 운영하도록 한다.

<표 6.1-2> 마을상수도 및 소규모 급수시설 현황

구 분	동 별	시 설 명	설치시기	시설용량 (㎥/일)	수 원	급수방식	이용세대	이용인구	비 고
마을 상수도	대부북동	뒤현1반	96.12.30	100	지하수	양수식	32	120	
	풍도동	풍도	97.12.16	60	지하수	양수식	53	123	도서지역 수원부족
소규모 급수시설	대부북동	뒤현2반	96.12.30	20	지하수	양수식	21	57	
	풍도동	육도	93.6.28	28	지하수	양수식	21	33	도서지역 수원부족

2. 운영현황 조사 및 분석

2.1 운영현황

일반적으로 국내 마을상수도 시설은 설치 당시 일정한 계획이나 설계 없이 필요에 따라 적은 예산으로 최소한의 설비만을 갖춘 시설이 대부분으로 최근에 설치된 몇몇 시설을 제외하고는 다음과 같은 문제점을 공통적으로 갖고 있다.

2.1.1 안정적 수량·수질확보 곤란

1) 취수원의 80%가 지하수이나, 취수정의 심도가 낮아, 단기 가뭄에도 수원이 조기 고갈

되고 농경지·축사·주택인근에 위치하여 수질오염 가능성이 매우 높다. 일정 수량과 수질이 보장되는 암반 지하수의 안정적 확보 곤란하고 지하관정의 상부 보호공 미설치 또는 Casing과 암반 접착불량시공으로 주변의 오염원에 취약하다.

2) 계곡수·하천수를 수원으로 하는 경우 수원보호시설이 없어 축산폐수, 산성강우, 농경지 등 주변 오염원에 매우 취약하다.

3) 지하관정은 세척등 관리가 미흡하여 스케일 등으로 인한 출수량 감소, 녹물발생 및 지하수 오염원으로 작용한다.

2.1.2 먹는물 수질기준 확보 곤란

1) 대부분 여과 등 정수시설 없이 원수를 단순히 물탱크 저장 및 소독한 후 공급하므로 위생상 문제가 발생할 수 있다. 소독시설도 자동염소투입기 등이 설치된 곳은 일부에 불과하고, 마을 이장 등이 간헐적으로 소독약품을 물탱크에 투입하고 있는 실정이다.

2) 시설자체가 간이시설로 매우 열악하고 대부분 노후화되어 수질기준 준수 곤란하다.

3) 수질검사항목이 14개에 불과하여 동 검사항목이 55개인 도시지역 시설과의 차별문제가 대두 되고, 농어촌 주민의 건강을 위협할 소지가 있다.

2.1.3 이용주민의 인식 부족

1) 지역주민이 냄새·맛 등을 이유로 염소소독제 사용을 반대 또는 기피하여 대장균군 등 수인성 전염병에 상시 노출되어 있다. 특히, 축산농가에서 가축들이 염소냄새가 나는 물을 먹지 않음에 따라 소독약품 투입 반대하고 있다.

2) 일부지역에서는 일반상수도 공급이 가능한 지역에도 가구별 급수시설 설치비용(가구당 50~100만원) 및 수도요금에 대한 부담으로 마을상수도 계속 사용하고 있다. 농어촌 지역은 촌락이 산재되어 있어 관로 연결에 따른 소요예산 등이 도시지역보다 상대적으로 비싸 일반상수도 공급가능지역도 일반상수도 사용을 기피하고 있다.

2.2 원수 및 정수 수질 조사

마을상수도 수질검사는 매분기마다 1회를 하도록 규정되어 있으며, 안산시 마을상수도 수질검사 결과인 2008년 4분기 검사결과 모두 양호한 것으로 나타났다. 「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」에 2008년부터는 마을상수도 및 소규모급수시설에 대하여 년1회 이상 물 수질기준 전 항목에 대한 수질검사를 실시하도록 되어 있는데 이 경우 수질기준을 초과하는 시설이 종전에 비해 더욱 증가할 것으로 예상된다.

<표 6.2-1> 뒤현1반 마을상수도 수질 검사 결과 (2008년)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
1.	일반세균	100CFU/㎖이하	0	0	0	0	0.00
2.	총대장균군	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3.	분원성대장균	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4.	납	0.05㎎/ℓ	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5.	불소	1.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6.	비소	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7.	세레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8.	수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9.	시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10.	6가크롬	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11.	암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	0.01	불검출	불검출	0.01
12.	질산성 질소	10㎎/ℓ 이하	3.2	2.5	4.1	2	2.95
13.	카드늄	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14.	보론	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
15.	페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16.	총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.0018	불검출	0.00
17.	클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.00186	불검출	0.00
18.	다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19.	파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20.	페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21.	카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22.	1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23.	테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24.	트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25.	디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26.	벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27.	톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28.	에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 6.2-1> 뒤현1반 마을상수도 수질 검사 결과 (2008년) (계속)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
29.	크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30.	1,1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31.	1,2-디브로모-3-크로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32.	사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33.	경도	300㎎/ℓ 이하	102	95.9	123	86.9	101.95
34.	과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	0.3	0.82	0.69	불검출	0.60
35.	냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
36.	맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
37.	동	1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38.	색도	5도이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39.	세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40.	수소이온농도	5.8-8.5	7.5	7.2	7.4	7.3	7.35
41.	아연	1㎎/ℓ 이하	0.019	0.0066	0.0258	0.0035	0.01
42.	염소이온	250㎎/ℓ 이하	22	14	27	11	18.50
43.	증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	138	154	215	119	156.50
44.	철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
45.	망간	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
46.	탁도	1NTU이하	0.04	0.032	0.084	0.071	0.06
47.	황산이온	200㎎/ℓ 이하	8	4	10	3	6.25
48.	알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
49.	유리잔류염소	0.2㎎/ℓ 이하	0.2	0.3	0.22	0.34	0.27
50.	디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하		0.00096			0.00096
51.	디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하		0.00063			0.00063
52.	할로아세틱엑시드	0.1㎎/ℓ 이하		0.0007			0.0007
53.	클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하		0.00085			0.00085
54.	트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하		0.00129			0.00129
검 사 결 과			적합	적합	적합	적합	
채 수 일 시			2008.03.28	2008.06.04	2008.9.30	2008.12.19	

<표 6.2-2> 풍도 마을상수도 수질 검사 결과 (2008년)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
1.	일반세균	100CFU/㎖이하	0	0	28	0	7.00
2.	총대장균군	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3.	분원성대장균	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4.	납	0.05㎎/ℓ	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5.	불소	1.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6.	비소	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7.	세레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8.	수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9.	시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10.	6가크롬	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11.	암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	0.01	0.01	불검출	불검출	0.01
12.	질산성 질소	10㎎/ℓ 이하	8.3	2.6	4.1	2	4.25
13.	카드늄	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14.	보론	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
15.	페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16.	총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.0016	불검출	0.00
17.	클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.00166	불검출	0.00
18.	다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19.	파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20.	페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21.	카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22.	1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23.	테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24.	트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25.	디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26.	벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27.	톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28.	에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 6.2-2> 풍도 마을상수도 수질 검사 결과 (2008년) (계속)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
29.	크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30.	1,1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31.	1,2-디브로모-3-크로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32.	사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33.	경도	300㎎/ℓ 이하	130	99.1	134.9	89.2	113.30
34.	과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	0.7	0.72	2.3	불검출	1.24
35.	냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
36.	맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
37.	동	1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38.	색도	5도이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39.	세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40.	수소이온농도	5.8-8.5	7.3	7.2	7.5	7.3	7.33
41.	아연	1㎎/ℓ 이하	0.058	0.0073	0.0275	0.0064	0.02
42.	염소이온	250㎎/ℓ 이하	57	15	27	11	27.50
43.	증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	275	152	222	142	197.75
44.	철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
45.	망간	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
46.	탁도	1NTU이하	0.08	0.033	0.09	0.05	0.06
47.	황산이온	200㎎/ℓ 이하	19	3	10	3	8.75
48.	알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
49.	유리잔류염소	0.2㎎/ℓ 이하	0.2	0.21	0.24	0.3	0.24
50.	디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하		불검출			불검출
51.	디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하		0.00051			0.00
52.	할로아세틱엑시드	0.1㎎/ℓ 이하		0.0006			0.00
53.	클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하		불검출			불검출
54.	트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하		0.00095			0.00
검 사 결 과			적합	적합	적합	적합	
채 수 일 시			2008.03.28	2008.06.04	2008.9.5	2008.12.1	

<표 6.2-3> 뒤현2반 소규모 급수시설 수질 검사 결과 (2008년)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
1.	일반세균	100CFU/㎖이하	0	0	36	0	9.00
2.	총대장균군	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3.	분원성대장균	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4.	납	0.05㎎/ℓ	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5.	불소	1.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6.	비소	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7.	세레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8.	수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9.	시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10.	6가크롬	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11.	암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	0.01	불검출	불검출	0.01
12.	질산성 질소	10㎎/ℓ 이하	3.2	2.5	3.3	2	2.75
13.	카드늄	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14.	보론	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
15.	페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16.	총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.0018	불검출	0.00
17.	클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.00181	불검출	0.00
18.	다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19.	파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20.	페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21.	카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22.	1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23.	테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24.	트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25.	디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26.	벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27.	톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28.	에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 6.2-3> 뒤현2반 소규모 급수시설 수질 검사 결과 (2008년) (계속)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
29.	크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30.	1,1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31.	1,2-디브로모-3-크로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32.	사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33.	경도	300㎎/ℓ 이하	104	96.1	100.6	93.4	98.53
34.	과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	불검출	0.75	0.69	불검출	0.72
35.	냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
36.	맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
37.	동	1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38.	색도	5도이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39.	세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40.	수소이온농도	5.8-8.5	7.4	7.2	7.6	7.2	7.35
41.	아연	1㎎/ℓ 이하	0.015	0.0069	0.0488	0.0029	0.02
42.	염소이온	250㎎/ℓ 이하	22	15	20	11	17.00
43.	증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	151	143	184	150	157.00
44.	철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
45.	망간	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
46.	탁도	1NTU이하	0.04	0.035	0.073	0.05	0.05
47.	황산이온	200㎎/ℓ 이하	9	3	16	3	7.75
48.	알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
49.	유리잔류염소	0.2㎎/ℓ 이하	0.2	0.24	0.2	0.32	0.24
50.	디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하		0.00094			0.00
51.	디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하		0.00056			0.00
52.	할로아세틱엑시드	0.1㎎/ℓ 이하		0.0006			0.00
53.	클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하		불검출			불검출
54.	트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하		0.00108			0.00
검 사 결 과			적합	적합	적합	적합	
채 수 일 시			2008.03.28	2008.06.04	2008.9.30	2008.12.19	

<표 6.2-4> 육도 소규모 급수시설 수질 검사 결과 (2008년)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
1.	일반세균	100CFU/㎖이하	0	0	18	0	4.50
2.	총대장균군	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3.	분원성대장균	불검출/100㎖	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4.	납	0.05㎎/ℓ	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5.	불소	1.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6.	비소	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7.	세레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8.	수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9.	시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10.	6가크롬	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11.	암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	0.01	불검출	불검출	0.01
12.	질산성 질소	10㎎/ℓ 이하	3	2.6	3.3	2.1	2.75
13.	카드늄	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14.	보론	0.3㎎/ℓ 이하	0.01	불검출	불검출	불검출	0.01
15.	페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16.	총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.002	불검출	0.00
17.	클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	0.00204	불검출	0.00
18.	다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19.	파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20.	페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21.	카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22.	1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23.	테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24.	트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25.	디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26.	벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27.	톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28.	에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 6.2-4> 욕도 소규모 급수시설 수질 검사 결과 (2008년) (계속)

검 사 항 목		수질기준	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	평 균
29.	크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30.	1,1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31.	1,2-디브로모-3-크로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32.	사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33.	경도	300㎎/ℓ 이하	234	95.5	102.2	85.6	129.33
34.	과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	1.6	0.66	불검출	불검출	1.13
35.	냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
36.	맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
37.	동	1㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38.	색도	5도이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39.	세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40.	수소이온농도	5.8-8.5	6.8	7.2	7.4	7.3	7.18
41.	아연	1㎎/ℓ 이하	0.038	0.0083	0.0142	0.0046	0.02
42.	염소이온	250㎎/ℓ 이하	179	15	20	12	56.50
43.	증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	473	144	177	117	227.75
44.	철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
45.	망간	0.3㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
46.	탁도	1NTU이하	0.03	0.34	0.072	0.08	0.13
47.	황산이온	200㎎/ℓ 이하	14	3	16	3	9.00
48.	알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
49.	유리잔류염소	0.2㎎/ℓ 이하	0.2	0.16	0.19	0.2	0.19
50.	디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하		0.00094			0.00
51.	디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하		0.00054			0.00
52.	할로아세틱엑시드	0.1㎎/ℓ 이하		0.0006			0.00
53.	클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하		불검출			불검출
54.	트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하		0.00103			0.00
검 사 결 과			적합	적합	적합	적합	
채 수 일 시			2008.03.28	2008.06.04	2008.9.5	2008.12.1	

3. 시설개선 계획수립

3.1 지방상수도 공급계획에 따른 전환 계획

3.1.1 급수구역 현황

현재 안산시의 마을상수도 및 소규모 급수시설을 사용하고 있는 곳은 총 4곳으로 이중 2곳인 뒤현1반, 뒤현2반은 육로로 연결되어 있고, 나머지 2곳은 상수도 공급이 어려운 도서지역이다. 육로로 접근 가능한 대부도에는 연성정수장으로부터 용수를 공급받고 있으며 이 대부도 지역의 뒤현1반, 뒤현2반은 현재 마을 마을상수도 및 소규모 급수시설 급수지역 앞까지 지방상수도가 관로가 시공되어 있어, 바로 지방상수도로 전환이 가능한 상태이다. 따라서 장래 지역개발과 인구증가로 인해 용수 수요량이 증가, 추가 용수공급 방안으로 지방상수도를 공급하는 것으로 본 수도정비에서 계획하였다.

3.1.2 지방상수도 공급 계획

앞서 언급했듯이 대부도 지역의 뒤현1반, 뒤현2반은 즉시 전환이 가능한 바 본 수도정비에서 목표연도 2010년까지 지방상수도로 전환 공급하는 계획을 세웠다. 이에 따라 지방상수도가 공급되는 지역의 마을상수도 및 소규모 급수시설을 폐지하도록 하였다.

구 분	동 별	시 설 명	용 량 (㎥/일)	금회 전환	2015년 전환	2020년 전환	2025년 전환	유지 (개량)
계				2				2
마을 상수도	대부북동	뒤현1반	100	●				
	풍도동	풍도	60					●
소규모 급수시설	대부북동	뒤현2반	20	●				
	풍도동	육도	28					●

4. 도서지역 정비계획

4.1 도서지역 마을상수도 및 소규모 급수시설 현황

도서지역인 풍도, 육도의 급수시설은 각각 마을상수도, 소규모 급수시설로서 90년대 후반에 재설치 후 지금까지 사용하고 있다. 모두 육지와 멀리 떨어진 도서지역이라 상수도 공급이 어렵고 접근 방법도 여의치 않아 관리 하는데 큰 어려움이 있다. 특히 지하수를 수원으로 급수하고 있는데 여름철 용수 사용량 증가시 수량 부족으로 민원이 발생하고 있다. 따라서 이를 해결하기 위한 정비계획을 수립하였다.

4.2 풍도 정비계획

4.2.1 마을현황

풍도는 경기도 안산시 풍도동에 속하지만 대부도에서 30km 정도 떨어진 낙도이다.

대부분 산지로 구성되어 있고 논은 없으며 칡, 둥글레, 산더덕, 방목 흑염소 등의 농업과 근해 어업에 종사하고 있다. 최근 낚시와 야생화 관광 등을 통해 주말에 최고 50여명 , 피서철에는 100여명 정도의 관광인구가 있다.

<표 6.4-1> 풍도 인구현황 (2009년 3월)

구 분	세대수(가구)	인구(인)	비고
풍 도	53	123	

4.2.2 마을상수도 현황

지하수를 취수원으로 하며 기존 관정 2개소에 2008년 11월에 2개소의 관정을 추가로 개발하여 총4개소의 관정을 이용하고 있다. 추가로 관정을 개발한 이유는 지하수의 수량부족이 원인으로 관광인구가 없는 시기에도 수량부족현상이 있었으며 관광객이 많이 찾는 시기에는 수량이 많이 부족하므로 관정 2개소를 추가로 개발하여 현재는 필요수량을 확보하였다.

<표 6.4-2> 풍도 마을상수도 시설 현황

구 분		규격	굴착깊이(m)/양수깊이(m)	양수능력(㎥/일)	비고
취수정	취1	2Hp	80/-	30	
	취2	1Hp	130/75	90	
	취3	3Hp	100/70	80	신규 (2008.11)
	취4	3Hp	100/40	100	〃
배수지	배1	30㎥			
	배2	30㎥			
관로		D50~75,L2,212m			



<그림 6.4-1> 마을상수도 시설 위치도

시설물의 현장관리자는 통장과 상수도 관리인(주민)이고 주민들은 수도요금으로 500원/㎥를 부담하고 있으며 수도요금은 시설물 보수용 부품 등을 구입하는데 사용하는 등 자체적으로 운영하고 있다.

4.2.3 기존시설 문제점

풍도의 마을상수도는 지하수를 취수원으로 이용하고 있으며, 특별한 정수처리과정이 없이 염소소독만을 거쳐 급수하고 있다. 취수시설이 해안가에 위치하고 있어 해수에 의한 영향이 발생할 수 있으며 인근 오염원에 의한 오염의 가능성도 있다. 소독약품은 안산시 상수도사업소 수도시설과의 지시에 따라 현장관리자가 고체염소를 투입하고 있다.

가. 취수시설

관정1, 관정3은 군부대 진입도로상에 노출되어 부설된 군부대 송유배관으로부터 기름유출이 있어 지표면에 기름이 노출되어 있다. 군부대 측에서 기름제거작업을 하였으나 현재도 기름이 다소 나타나며 장기적으로는 지하수에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 보인다.

관정 (취1)	관정 (취3)
	

오염물질 유출지점	오염물질(기름)
	

관정4는 인근에 약간의 밭이 있으나 소규모로 농약, 비료 등을 거의 사용하지 않으므로 큰 오염은 없을 것으로 보이며 나머지 관정도 주변에 농경지, 축사 등에 의한 오염은 없을 것으로 판단된다.

관정 (취4)	관정 (취4) 주변현황
	

최근 개발한 관정 중 관정4를 운전하는 경우 약간의 짠맛을 느낀다는 민원이 있는데 노년층 보다는 주로 젊은층에서 나타난다. 위치상으로 관정4는 해안가에 인접해 있어 해수가 침투할 가능성이 있는 것으로 판단되나 최근의 수질검사 결과 염소이온(Cl^-) 농도는 기준치 이내인 것으로 나타났다.

관정2는 주택가에 위치하고 있어 오염의 가능성이 있다. 관정2에는 간이정수시설이 설치되어 있으며 최근 탁도제거를 목적으로 관정1에 필터를 설치하여 운영 중이다. 정수시설의 설치 및 관리는 안산시 상수도사업소 수도시설과에서 하고 있다.

관정의 운영은 관정2, 관정3을 주로 이용하고 관정1과 관정4는 수량부족시 예비시설로 가동하고 있다.

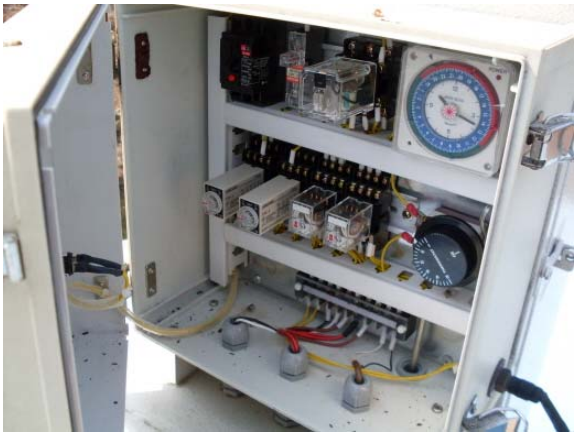
관정 (취2)	관정 (취2) 정수시설
	

현장관리자 면담결과 최근 개발한 관정을 통해 수량부족현상은 해결했으나 전기요금의 부담을 지적하였다. 기존 관정1, 관정2의 전기요금은 군부대측에서 모두 부담하여 주민들은 500원/㎥만 사용량에 따라 부담하였으나 추가관정 2개소(관정3, 관정4)의 전기요금은 모두 주민들이 부담하도록 되어 있다. 추가관정에 의한 전기요금은 2개소를 합쳐 약 33만원/월 정도이나 관광을 제외한 특별한 소득원이 없는 주민들은 이에 대해 부담을 느끼고 있다.

나. 배수지 시설

FRP 물탱크 2개소가 있으며 내부청소는 1회/년 정도로 시행하고 있다. 소독약품은 물탱크에 직접 투입하고 있으며 별도의 교반장치는 없다.

물탱크 (배2)에는 액체염소 자동주입시설과 저수조 무선통합관리 시스템이 설치되어 있으나 사용하지 않고 있는데 섬지역의 특성상 액체염소의 공급이 원활하지 않기 때문이다.

물탱크 (배1)	물탱크 (배2)
	
액체염소 자동주입시설	**무선통합관리 시스템**
	

다. 수질현황

마을상수도 및 소규모급수시설의 2008년 수질조사결과 비교적 양호한 것으로 판단된다.

4.2.4 개선방안

현재 풍도 마을상수도의 문제점들을 해결하기 위한 개선방안은 다음과 같다.

가. 취수원 이전

관정1, 관정3은 군부대 송유관 기름유출 등에 의해 장기적인 측면에서 오염발생 가능성이 있다. 관정2는 주택가에 위치하고 있어 오염가능성이 있으며, 관정4는 해안가에 너무 가깝게 위치하고 있어 해수유입 가능성이 있다.

따라서, 취수원 전체가 장기적인 오염의 가능성이 있으므로 취수원을 좀 더 섬의 안쪽으로 이동할 필요가 있다.(신설)



<그림 6.4-2> 해수담수화 및 관정 이설 예정 부지 위치도

나. 해수 담수화

해수 담수화를 통해 안정적인 물공급이 가능하나 국내 도서지역에 설치한 많은 소규모 해수 담수화 설비들은 설비의 유지관리비 및 전력요금부담 등으로 인해 가동을 중단하고 있는 상황이다. 풍도 주민들은 대부분 저소득층으로 추가관정 2개소의 전력비도 부담을 느끼고 있는 형편이므로 해수담수화 시설 설치 후에도 유지관리의 부담으로 인해 가동하지 않을 가능성이 크다. 따라서 해수 담수화를 도입하는 경우 설치비뿐만 아니라 전력비등 유지관리비용이 동시에 지원되어야 할 것으로 판단된다.

해수 담수화 설비를 계획하는 경우 소규모시설에서 주로 사용되고 있는 역삼투막법에 의한 설비를 계획한다. 취수는 해수를 그대로 취수하는 방법, 해안에 관정을 개발하여 기수(해수와 담수가 혼합된 물)를 취수하는 방법 등이 있는데 기수를 취수하는 경우는 해수가 지하수로 침입할 가능성이 있으며 일단 해수가 침입하면 수년간 회복되지 않아 비상시 해수 담수화 설비의 가동이 중단되는 경우에도 지하수를 사용할 수 없는 상황이 발생할 수 있으므로 주의해야 한다.

해수 담수화 시설의 예정부지는 소규모 시설의 경우 5m×5m 정도의 부지가 필요하

며 관정4 부근에 설치하여 해수를 직접취수하는 방식이 적절할 것으로 판단된다.

해수 담수화 예정부지-1	해수 담수화 예정부지-2
	

다. 관로시설 점검

관로시설의 누수현황을 파악하여 주기적으로 정비함으로써 수량확보 및 수질사고를 예방할 수 있다.

라. 배수지 시설관리

1) 노후된 소독약품 투입설비 및 전동기 교체 및 예비시설 구비

2) 지역별 통합관리를 위한 감시·제어, 시설물관리 시스템 구축 등

3) 전염병 발생 가능성이 높은 하절기 시설점검 및 관리강화(주민참여)

4) 매월(6~8월) 1회 물탱크 및 수원주변 청소, 매일 소독실시

4.3 육도 정비계획

4.3.1 마을현황

육도는 풍도와 같이 경기도 안산시 대부동에 속하지만 충청남도 당진군에서 더 가까운 낙도이다.

주민 대부분은 굴, 바지락 채취 등 근해 어업에 종사하고 있는데 최근 한적한 여름 휴양지로 알려지면서 여름 성수기에는 최고 100여명 정도의 관광인구가 있다.

<표 6.4-3> 육도 인구현황 (2009년 3월)

구 분	세대수(가구)	인구(인)	비고
육도	21	42	

4.3.2 마을상수도 현황

현재 육도는 지하수를 취수원으로 하며 관정 1개소에서 취수하고 있다. 갈수기를 포함한 평상시에는 수량부족현상이 없으나 관광객이 집중하는 여름철에는 풍수기임에도 불구하고 수량부족현상이 나타나 부분제한 급수를 실시하고 있다. 이는 관광객으로 인한 수요증가가 원인으로 판단된다.

<표 6.4-4> 육도 마을상수도 시설 현황

구 분	규격	굴착깊이(m)/양수깊이(m)	양수능력(㎥/일)	비고
취수정	2Hp	80/-	30	
배수지	28㎥			
관로	D50mm,L=1,293m			



<그림 6.4-3> 마을상수도 시설 위치도

4.3.3 기존시설 문제점

육도의 마을상수도는 지하수를 취수원으로 이용하고 있다. 그러나 취수시설이 해안가에 가깝게 위치하고 있어 해수에 의한 영향이 발생할 수 있으며 인근 오염원에 의한 오염의 가능성도 있다. 소독약품의 투입은 안산시 상수도사업소 수도시설과의 지시에 따라 현장관리인(반장, 상수도 관리인(주민))이 투입하고 있다.

가. 취수시설

관정	관정 정수시설
	

관정은 마을 밭 중앙에 위치해 있어 밭에서 사용되는 농약에 오염될 가능성이 있으며 해변에서 그리 멀지 않은 곳에 있어 장기적으로는 해수 유입 가능성이 있다. 주민 면담결과 현재도 지하수에서 짠 맛을 느낀다고 하여 해수가 침투하고 있는 것으로 판단되나 최근의 수질검사 결과 염소이온(Cl^-) 농도는 기준치 이내인 것으로 나타났다.

관정에 간이정수시설이 설치되어 있는데 이는 흡착기능의 탄소나노필터에 전기분해 기술을 더한 고도정수처리용 필터 시스템으로 해수담수화 시설은 아니다. 사용시 약 10%정도의 유량손실이 발생하므로 수량 부족시에는 이에 따른 문제점이 발생할 수 있다.

담당자에 따르면 관정에 사용되는 전기요금은 인근 태양광 발전소에서 '도서자가발전 시설관리·운영 규정'에 의해 2007년부터 3년간 육도 태양광발전소 운영 결손액 전액을 정부로부터 지원받을 수 있었으나 2009년 4월부터는 관리주체가 한전으로 이전됨에 따라 그 이후부터는 주민들이 전기요금을 부담하게 될 예정이다. 현재 풍도에서 60㎥/일 급수에 약 33만원/월 정도 사용하는 것을 감안하면 육도도 비슷한 경우이며 특별한 소득원이 없는 주민들은 이에 대한 부담을 느끼고 있다.

나. 배수지 시설

FRP 물탱크 1개소가 있으며 내부청소는 1회/년 정도로 시행하고 있다. 소독약품은 물탱크에 직접 투입하고 있으며 별도의 교반장치는 없다.

액체염소 자동주입시설과 저수조 무선통합관리 시스템이 설치되어 있으나 사용하지 않고 있는데 섬지역의 특성상 액체염소의 공급이 원활하지 않기 때문이다.

물탱크	액체염소 자동주입시설
	

다. 수질현황

마을상수도 및 소규모급수시설의 2008년 수질조사결과 비교적 양호한 것으로 판단된다.

4.3.4 개선방안

현재 육도 마을상수도의 문제점들을 해결하기 위한 개선방안은 다음과 같다.

가. 취수원 이전

현재 사용되고 있는 취수원은 해수 유입을 감안하여 좀 더 섬의 안쪽으로 이동할 필요가 있다. 하지만 육도 규모가 작아 적정 수질을 위해서는 산 정상 쪽이 적당하며 현재 배수지와 태양광발전시설 부근으로 이전하는 것이 유리할 것으로 판단된다.



나. 해수 담수화

해수 담수화를 통해 안정적인 물공급이 가능하나 최근 도서지역에 설치한 많은 소규모 해수 담수화 설비들은 설비의 유지관리비 및 전력요금부담 등으로 인해 가동을 중단하고 있는 상황이다. 육도 주민들은 대부분 저소득층으로 관정 1개소의 전력비도 부담을 느끼고 있는 형편이므로 설치 후 유지관리의 부담으로 인해 가동하지 않을 가능성이 크다. 따라서 해수 담수화를 도입하는 경우 설치비 뿐만 아니라 전력비등 유지관리비용이 동시에 지원되어야 할 것으로 판단된다.

해수 담수화 설비를 계획하는 경우 소규모시설에서 주로 사용되고 있는 역삼투막법에 의한 설비를 계획한다. 취수는 해수를 그대로 취수하는 방법, 해안에 관정을 개발하여 기수(해수와 담수가 혼합된 물)를 취수하는 방법 등이 있는데 기수를 취수하는 경우는 해수가 지하수로 침입하게 되며 일단 해수가 침입하면 수년간 회복되지 않아 비상시 해수 담수화 설비의 가동이 중단되는 경우에도 지하수를 사용할 수 없는 상황이 발생할 수 있으므로 주의해야 한다.

해수 담수화 시설의 예정부지는 소규모 시설의 경우 5m×5m 정도의 부지가 필요하며 농축수 방류 등을 고려하여 마을 반대편 부근에 설치하여 해수를 직접취수하는 방식이 적절할 것으로 판단된다.

관정 이전부지	해수 담수화 예정부지
	

다. 관로시설 점검

관로시설의 누수현황을 파악하여 주기적으로 정비함으로써 수량확보 및 수질사고를 예방할 수 있다.

라. 배수지 시설관리

1) 노후된 소독약품 투입설비 및 전동기 교체 및 예비시설 구비

2) 지역별 통합관리를 위한 감시·제어, 시설물관리 시스템 구축 등

3) 전염병 발생 가능성이 높은 하절기 시설점검 및 관리강화(주민참여)

4) 매월(6~8월) 1회 물탱크 및 수원주변 청소, 매일 소독실시

4.4 해수담수화 시설 도입계획

4.4.1 일반사항

일부 해안지역과 도서지역 등 상수원 개발이 곤란한 지역에서는 해수담수화시설을 도입하여 안정적인 수도공급 체계를 구축할 수 있다.

해수담수화시설의 특징과 공법선정시 유의사항은 다음과 같다.

- 기후에 좌우되지 않고 안정된 수량을 확보할 수 있다.
- 건설이 장기화 되는 댐의 개발에 비하여 비교적 단기간에 완성할 수 있다.
- 대규모의 하천취수로 발생할 수 있는 관계자와의 복잡한 조정이 적고, 수도사업자가 독자적으로 도입할 수 있다.
- 전기요금이나 막교환비 등의 운전관리비가 많이 소요된다.
- 일반적으로 에너지를 많이 사용하므로 에너지의 안정적 공급 및 절약방안이 필요하다.
- 해수담수화 농축수는 원수보다 염분 농도가 상승하여 밀도가 높아져 방류 후 침강하여 넓게 퍼지는 특징이 있어 환경영향을 최소화하기 위하여 확산방류 시켜야 한다.

– 수심이 충분한 경우 : 중간층에서 수평 방류

– 수심의 낮은 경우 : 방류구를 상향으로 하여 상향 방류

4.4.2 해수 담수화 방식의 선정

해수담수화방식은 해수의 수질, 정수수질의 관리목표, 시설의 운전제어나 유지관리 등을 고려하여 적절한 방식을 선정한다.

해수담수화의 방식은 크게 증발, 전기투석, 역삼투 등이 있으며 일반적으로 소규모 시설에서는 역삼투 방식이 이용된다.

가. 해수담수화 공법의 종류

1) 증발법 : 물의 증발현상을 이용

– 플래시 증류법(Multi-Stage Flash Distillation)

– 다중 효용 증발법(Multiple-Effect Evaporation)

– 증기 재압축법(Vapor Recompression)

2) 막여과법 : 막의 차별성과 선택적 통과능력 이용

- 역 삼투법(Reverse Osmosis)
- 전기투석법(Electrodialysis)

3) 기타공법 : 부차적 탈염 공정

- 동결법(Freezing)
- 막이용 증류법(Membrane Distillation)
- 태양열 가습법(Solar Humidification)

나. 공법별 특징

1) 증발법

- 자연의 물 순환 현상, 즉 해수면에서 증발한 수증기가 상승 대류권 상층부의 저온 중에서 응축하여 구름이 되고 다시 비의 형태로 지표 또는 해수면에 떨어지는 현상을 공학적으로 응용한 공법
- 대용량에 실적 많고 생산수 순도가 높으나 에너지 소비가 큼

① 원리

- 해수를 증발시키면 용매인 물은 증발하고, 용질인 소금은 잔류하는 성질을 이용하여 해수에서 담수를 분리

② 종류 및 특징

㉠다단플래쉬 방식(MSF; Multiple-Stage Flash Distillation)

- 다단플래쉬 방식은 현재 대용량 담수화장치에 가장 널리 사용되는 기술로 전세계 담수화 용량의 약 60% 정도를 차지하고 있다.
- 어떤 온도의 액체를 그 온도에 대응하는 포화증기압 이하로 급감압하면 액체는 유지하고 있던 열을 증발잠열로 소비하게 되어 자기증발 혹은 플래쉬 증발이 발생하는 원리를 응용한 방식이다.

㉡ 다중효용방식 (MED; Multi-Effect Distillation)

- 다중효용방식은 단순 증류기를 시리즈로 배열한 형태로 첫 번째 증발기 보일러에서 발생된 증기가 다음 효용 증발기의 가열원으로 작용하고 냉각 응축되어 담수가 되고, 두번째 증발기에서 발생된 증기는 다음 효용의 증발기에서 가열원으로 작용하여 증발기 내부의 해수를 증발시킨다. 즉, 전단에서 받은 증기가 다음 단의 열원이 됨과 동시에 이 증기는 냉각 응축되어 담수가 되고, 이때 재차 증발된 증기는 다음

단계에서 동일하게 작용한다.

㉣ 증기압축식(MVC; Mechanical Vapor Compression Distillation)

- 증기압축법은 증발조에서 발생한 증기를 압축기에 넣은 후 단열압축에 의해 온도를 상승시켜 이것을 같은 조내에 있는 액체의 가열용 증기로 공급하여 담수를 얻는 방법이다.
- 증발조에서 발생한 증기를 압축기로 압축시키면 온도와 압력이 상승하게 되는데 이를 증발기의 고열원으로 사용한다. 해수가 열교환기를 거치면서 배출되는 농축수와 생산된 담수의 현열을 회수하여 약 97℃로 증발기에 들어가서 압축된 증기가 응축하면서 방출하는 열에 의하여 증발하고, 증기는 다시 압축기로 고온(105℃)의 증기로 압축되어 증발기에서 응축되고 이후에 열회수기를 통과하면서 증발기로 들어가는 해수에 그 현열을 전달한다.

㉤ 자연에너지 이용 방식<태양열 증류기; Solar Evaporration>

- 태양열 증류기는 해수를 담수화하는데 필요한 에너지를 태양열에서 공급받는 친환경적인 담수화 장치로 간접법과 직접법이 있다.
- 직접법은 태양에너지를 모으는 집열기와 해수증발기가 하나로 되어있는 방식이고, 간접식은 집열기와 담수화 장치가 분리되어 있는 것으로 집열기에 모아진 태양에너지를 ME나 MSF의 에너지원으로 간접 이용하는 방식이다.

③ 증발법의 스케일 문제

- 스케일이란 설비의 고체표면에 미네랄 성분들이 침착되는 현상 또는 침착된 물질로, 스케일이 발생하면 열전달 효율을 저하시키고 심한 경우 유로를 막아버릴 수도 있으므로 스케일형성은 설계, 운전시 고려해야할 매우 중요한 요인이다.
- 스케일은 원수의 조성 및 운전조건에 따라 달라지는데 주로 물속에 녹아있는 경도성분의 영향을 많이 받으며 산이나 염기에 녹지 않기 때문에 기계적인 세정을 통한 제거만이 가능 (발생 억제가 최선)

2) 역삼투법

압력에너지를 이용한 방법으로 물은 통과시키지만 용질(이온성 물질)은 거의 투과시키지 않는 역삼투막(Reverse Osmosis Membrane)에 해수를 가압하여 담수만을 분리해내는 공법이다.

역삼투막을 거친 정수는 이온성 물질(Cl−,Na+,SO42−,Mg2+, Ca2+,K+등)이 거의 배제된다.

① 삼투현상

반투막을 사이에 두고 동일한 양의 저농도 용액(담수)와 고농도 용액(해수)을 일정한 시간동안 두면 고농도 용액 양의 증가하게 되는 현상을 삼투 현상이라 하고 이때의 수두 차를 삼투압이라 하며, 유체는 일정 시간후 평행 상태를 유지한다.

② 역삼투 현상

유체 평행 상태에서 고농도 용액측에 삼투압 이상의 압력을 가하게 되면 삼투현상과는 반대로 고농도의 용액에서 순수한 물이 저농도 용액측으로 흘러 들어가는 현상을 역 삼투현상이라 하며 가해진 압력을 역 삼투압이라 한다

③ 운전압력

TDS 35,000mg/L인 표준해수의 삼투압은 약 25bar로 해수에서 담수를 생산하기 위한 역삼투압은 42 ~ 60bar 정도의 압력 필요하며 국내 시설의 경우 46 ~ 63bar 정도의 압력으로 운전되고 있다.

④ 주요공정

㉠ 취수 시설

- 대규모시설의 경우 심층취수방식, 중소규모 시설 해안 구조물 또는 지하 관정에서 취수하며, 관정에 의한 취수가 운영관리에 가장 경제적이다.

㉡ 전처리 시설

- 막의 수명과 성능 유지를 위해 미세한 모래, 미생물,고형물질 등 사전 제거 하는 방법으로 물리적 방법과 화학적 방법이 있으며, 대부분 물리적 방법과 화학적 방법을 병행하여 전처리 하고 있다.

㉢ 역삼투 시설

- 막의 선택적 투과를 이용하여 해수에서 담수를 추출하는 탈염시설로 수온, 압력, 농도 등이 막 성능과 수명에 크게 영향을 미친다.

㉣ 약품투입시설 및 후처리 시설

- 전처리 효율 극대화 및 Membrane 성능 유지 위한 약품주입과 물의 용도에 따라 탄산칼슘 첨가, pH 조정 및 염소주입 등을 실시한다.

㉤ CIP(Cleaning in pipe) 시설

- CIP(Cleaning In Place)는 장시간 운영에 따른 역삼투막(Membrane) 표면에 존재하는 실트(Silt), 콜로이드성 물질, 유기물, 미생물 그리고 스케일 등의 오염 물질

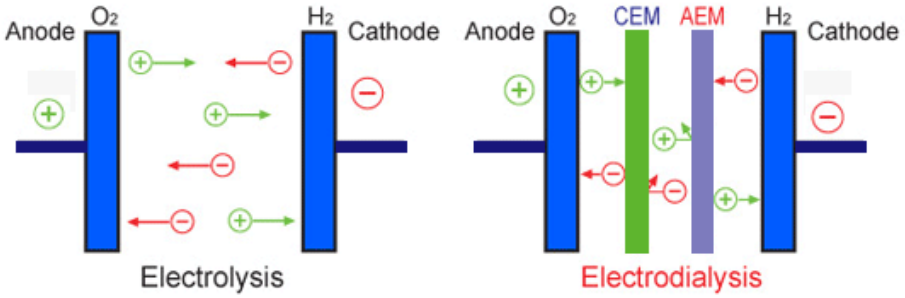
세척하는 시설이다.

3) 기타공법

① 전기투석법(Electrodialysis)

ED(전기투석)법 이란 전기투석조 (Electrodialysis stack) 양단에서 공급되는 직류전원에 의해 형성되는 전기장을 구동력으로 하고 물속에 녹아 있는 화학성분 중 전기적 성질을 갖는 전해질(양(+)이온 또는 음(−)이온)을 선택적으로 투과하는 이온교환막을 이용하여 이온성 물질을 분리하는 막분리 공정이다.

ED공정은 전기적흐름을 구동력으로 하여 압력을 구동력으로 하므로 일반적인 막여과 공정과는 구별된다.



전기투석을 이용하는 제조공정 또는 환경설비는 극히 제한적이며 공정과 설비 대부분은 수입에 의존하고 있다. 현재까지 국내의 전기투석에 대한 기술수준은 대학을 중심으로 실험실에서의 타당성 검토 수준이며 자체기술에 의한 공정 적용 사례가 거의 없어 공정에 대한 장점들은 인정하면서도 막 비용, 막오염, 장기운전의 안정성 등의 이유로 실용화가 지연되고 있다.

② 냉동법

냉동법은 고-액간의 상변화를 이용한 것으로 염수가 얼 때 얼음결정에는 염분이 배제되는 원리를 이용한다.

4.4.3 국내 도서지역의 해수담수화시설 현황 및 안산시 적용방안

국내 도서지역 해수담수화 시설은 지자체의 인력 및 예산 부족으로 대부분 마을 자체에서 운영함에 따라 운전기술 부족, 비싼 운영관리비 부담 등으로 인해 효율적인 운영관리가 이루어지지 못하고 있다.

현재 국내의 소규모 해수담수화 시설에서 적용하는 공법은 역삼투공법이며 소규모 시설에는 현실적으로 다른 공법의 적용이 어려우므로 풍도, 육도에도 역삼투공법이 적합할 것으로 판단된다.

<표 6.4-5> 도서지역 해수담수화 시설 현황 (2005. 12월말 기준)

도명	시군명	도서명	용량 (㎥/일)	급수 인구	설치 연도	소요사업비(백만원)			비 고
						계	국비	지방비	
계	19	78	4,848	18,004	-	32,312	19,536.2	12,775.8	
충남	5	22	648	3,956	-	5,507	2,389	3,118	
	보령시	고대도	20	300	'97	284	0	284	수공관리
		외연도	50	540	'00	595	0	595	
		삽시도(밤섬)	30	180	'00	350	0	350	
		삽시도(윗마을)	50	300	'03	79	55	24	
		호 도	30	218	'01	85	60	25	
		장고도	50	285	'01	105	74	31	
		허육도	10	30	'02	40	0	40	
		월 도	10	40	'02	40	28	12	
		육 도	20	40	'02	53	0	53	
		원산3리(사창,진촌)	50	400	'03	79	55	24	
		원산1리(선촌,진곳지)	50	305	'04	957	670	287	
		원산2리(점촌,굿지)	50	296	'04				
		소 도	10	80	'04	186	130	56	
		추 도	10	30	'04	179	125	54	
		원산2리(저두)	50	140	05	574	402	172	
		원산3리(초전)	20	128	05	361	253	108	
		효자도	30	180	05	467	327	140	
	서산시	우 도	15	84	'01	225	0	225	수공관리
		고파도	20	70	'99	277	0	277	
	당진군	소난지도	50	72	'03	231	0	231	수공관리
	홍성군	죽 도	20	96	'98	315	210	105	수공관리
	서천군	유부도	3	142	'01	25	0	25	폐쇄예정
전북	1	5	163	1,138	-	999	650	349	
	군산시	관리도	20	80	'99	213	100	113	수공관리
		방축도	30	100	'02	207	145	62	
		연 도	40	320	'03	167	117	50	
		어청도	50	480	'03	262	183	79	
		장자도	23	158	'98	150	105	45	
전남	6	26	1,375	4,559	-	11,611	7,824	3,787	
	영광군	상낙월도	200	290	'01	1,429	1,000	429	자체운영
		각이도	30	21	'02	500	350	150	
		석만도	30	56	'02				
		안마도	150	331	05	2,000	1,400	600	
		죽도	10	11	05				
		하낙월도	50	119	05				
	고흥군	지죽도	50	363	'02	143	100	43	자체운영
		백일도	100	368	05	500	350	150	
		죽 도	40	120	05	500	350	150	

도명	시군명	도서명	용량 (㎥/일)	급수 인구	설치 연도	소요사업비(백만원)			비 고
						계	국비	지방비	
전남	여수시	송 도	50	434	'01	210	0	210	수공관리
		여자도(대동)	60	360	'02	400	280	120	
		대두라도(대두)	50	140	'04	400	280	120	
		대두라도(선창)	20	61	'04				
		화태도(월전)	30	83	'04				
		화태도(화태)	100	408	'04	200	0	200	
		부도	10	27	05	230	161	69	
		나발도	30	81	05	280	196	84	
		자봉도	30	62	05	250	175	75	
		힛 도	30	105	05	180	0	180	
		횡간도	50	225	05	250	0	250	
	신안군	홍 도	100	350	'97	950	950	0	수공관리
		만재도	50	111	05	1,569	1,098	471	자체운영
	완도군	토도	30	70	03	500	350	150	자체운영
		노록도	10	35	04	500	350	150	
		서넙도	50	202	04	500	350	150	
	해남군	상마도	15	126	'98	120	84	36	폐쇄예정
경북	1	1	32	40	–	920	0	920	
	울릉군	독도	32	40	01	920	0	920	경북경찰청
경남	4	20	430	2,545	–	3,352	2,073.2	1,278.8	
	진해시	연 도	20	218	'96	105	0	105	자체운영
		수 도	20	360	'98	177	123.9	53.1	
		우 도	20	214	'98	176	123.4	52.6	
	거제시	지심도	20	25	'97	130	65	65	수공관리
		이수도	20	145	'97	90	0	90	폐쇄예정
	남해군	노 도	20	33	'98	270	189	81	자체운영
		조도(大)	10	19	'99	200	140	60	
		조도(小)	20	102	'99	300	210	90	
		호 도	10	32	'01	240	168	72	
	통영시	학림도	40	250	'97	185	93	92	폐쇄예정
		해간도	15	76	'97	110	55	55	
		관암(한산도)	30	93	'97	185	129.5	55.5	
		여차(한산도)	40	140	'97	192	134.4	57.6	
		역졸(한산도)	15	50	'96	91	45	46	
		비산도	10	34	'97	132	100	32	
		곤리도	30	401	'00	214	150	64	
경남	통영시	읍 도	10	48	'97	110	55	55	폐쇄예정
		탄항(상노대도)	30	93	'97	209	146	63	
		상리(상노대도)	20	143	'96	96	48	48	
		서좌(좌도)	30	69	'97	140	98	42	
제주	2	4	2,200	5,766	–	9,923	6,600	3,323	
	북 제주군	추자도	1,000	3,529	'03	4,567	3,005	1,562	자체운영
		우 도	1,000	1,815	'01	3,499	2,295	1,204	
	남 제주군	마라도	50	95	'04	857	600	257	자체운영
		가파도	150	327	05	1,000	700	300	

자료 : 환경부 홈페이지

현재 도서지역에서 운영중인 해수담수화 시설의 일부는 높은 전기요금 부담 및 주민의 고령화에 따른 시설관리 불가능 등의 이유로 가동을 중단하고 있어, 도서지역 해수담수화 시설 도입시 전기요금, 시설유지관리비 등의 문제를 해결해야 할 것으로 판단된다.

<표 6.4-6> 해수담수화 시설 가동 중단 현황

도서명	용량 (㎥/일)	설치 연도	중지 및 휴지 이유	비고
해남군 상마도	15	'98	전기료부담	기존 급수시설 이용
서천군 유부도	3	'01	전기료부담	기존 급수시설 이용 및 선박급수
통영시 읍도	10	'97	전기료부담 및 고령화로 인한 관리인 부재	폐쇄예정
통영시 탄항	30	'98	전기료부담	폐쇄예정
통영시 상리	20	'96	전기료부담	폐쇄예정
통영시 서좌	30	'98	전기료부담	폐쇄예정
통영시 학림도	40	'98	전기료부담	폐쇄예정
통영시 해간도	15	'97	전기료부담	폐쇄예정
통영시 관암	30	'98	전기료부담	폐쇄예정
통영시 여차	40	'98	전기료부담	폐쇄예정
통영시 역졸	15	'96	전기료부담	폐쇄예정
통영시 비산도	10	'98	전기료부담	폐쇄예정
통영시 곤리도	30	'00	전기료부담	폐쇄예정
거제시 이수도	20	'97	전기료부담	기존 급수시설 이용
남해군 호도	20	'01	전기료부담	기존 급수시설 이용 (가뭄시 가동)

자료 : 국내 해수담수화 장치의 운영상 문제점 및 개선방향(강경식·서울산업대, 2005)

4.4.4 해수담수화 시설 용량계획

구분	세대수(가구)	인구(인)			급수량원단위(Lpcd)	시설용량(㎥/일)
		계	상주인구	관광인구		
풍도	53	243	143	100	250	60
육도	21	122	42	80	250	30

주) 풍도 상주인구는 민간인(123)+군부대(20)

4.4.5 해수담수화 도입시 개략사업비

가.공사비

구 분	규 격	풍 도(60㎥/일)	육 도(30㎥/일)	비 고
취수설비	취수정	2,500만원×2공+해상운반 500만원 =55백만원	2,500만원×2공+해상운반 500만원 =55백만원	
	신설배관	L=280m(D80mm)×15만 =42백만원	L=600m(D80mm)×15만 =90백만원	주철관
정수시설	해수담수화	166백만원	117만원	
물탱크	STS	50백만원	32백만원	약품투입 시설 포함
부대공	공사비의 20%	63백만원	59백만원	
총공사비		376백만원	353백만원	

나.유지관리비

구 분	규 격	풍 도(60㎥/일)	육 도(30㎥/일)	비 고
정수시설	해수담수화	1,613 천원/월	860 천원/월	

주) 유지관리비 : 전기요금 + 막교체비 + 막세정비

4.4.6 해수담수화 도입 계획

해수담수화 시설은 도입 및 유지관리에 많은 비용이 소요되며 관리가 제대로 이루어지지 않을 경우 자칫 예산낭비를 초래할 수 있다. 따라서 도서지역 마을상수도 수질을 면밀히 검토하여 향후 수질오염, 해수침투 등 더 이상 취수가 불가능한 경우 고려할 수 있을 것이다.

풍도, 육도의 경우 아직까지는 수질상 문제가 없으며 여름철 일시적인 수량부족 현상만 나타나므로 현재와 같이 지하수를 취수하여 이용도록 한다. 장래 수량부족 현상이 지속되면 지하수 취수관정을 추가로 개발하는 계획을 검토하며 수질오염이 심화되고 관정개발이 어려운 경우 해수담수화 도입을 검토해야 한다.

제7장 대체수원 개발계획

1. 개 요

2. 대체수원 검토

3. 하수처리수 재이용 시설 도입 검토

제 7 장 대체수원 개발계획

1. 개 요

현재 안산시는 수도권 광역상수도에서 원수 및 정수를 공급받고 있으며 본 계획에서도 목표연도까지 용수를 공급하도록 계획하였으므로 특별한 대체수원 개발계획은 없다.

안산시는 현재 하수처리수 재이용시설을 도입하여 공업용수로 사용하는 계획을 추진 중에 있으나, 아직은 시범사업 단계이므로 도입여부 및 계획이 확정된 것이 아니다.

따라서 하수처리수 재이용시설 도입은 이번 수도정비기본계획에서는 반영하지 않았으며 진행상황을 감안하여 차후 계획에서 적용하는 것으로 검토하였다.

2. 대체수원 검토

2.1 개요

일반적인 상수원 확보 방법으로는 댐 건설, 식수전용저수지 개발, 강변여과수 개발, 해수담수화, 중수도의 방법이 있다. 안산시는 지역 여건상 안산시 전역에 공급할 수 있는 대규모 상수원 확보가 어려우며 해안가에 인접하고 있어 해수담수화도 가능하나 대규모 시설의 개발 가능성, 유지관리성, 경제성면에서 적합하지 않다.

현재 안산시는 공업단지에 공급하는 전용공업용수 시설이 있으므로 하수처리수를 재이용하여 공업용수 등으로 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

2.2 중수도 보급

2.2.1 일반사항

가. 중수도의 정의

중수도(Wastewater Reclamation and Reusing System)는 하수도법(제2조 제11호)에서 “건물·시설 등에서 발생하는 오수를 다시 처리하여 생활용수·공업용수 등으로 재이용하는 시설을 말한다.”라고 정의하고 있다. 중수도의 목적은 물의 재활용에 있으며 어떤 형태로든 사용한 물을 다시 사용하는 것은 중수도에 포함된다.

국내에서는 수도법에 따라 사용된 수돗물을 생활용수·공업용수 등의 용도에 적합한 수질로 재처리할 수 있는 침전지·여과지·소독설비 등의 재처리시설로 정의하고 있다.

나. 중수도의 개념

중수도는 사용한 물을 하수도로 방류되기 전에 음용수와 같은 정도의 수질을 필요로 하지 않는 용도에 대해서 각 용도별로 적합한 수질의 물을 공급하는 시설을 의미한다.

중수도는 대체 수자원로서 상수원 확보가 곤란한 지역의 상수도 공급량을 줄일 수 있으며 또한 갈수시의 용수확보가 가능하다.

다. 중수도의 필요성

중수도를 도입하여 물 사용량이 감소하면 수돗물 공급량을 줄일 수 있다. 이에 따라 수도시설 관련 예산을 수도시설의 확충 대신 깨끗한 수돗물 생산에 투입할 수 있게 되고 원수 수요량 감소에 따라 수요도 감소되는 효과가 있다. 특히 갈수기에는 수요량이 많은 대도시의 물부족 상황에 효과적으로 대처할 수 있다.

또한 오염된 물을 처리하는 과정에서 오염부하가 큰 물질을 제거함으로써 방류수역의 오염부하량을 감소시킬 수 있다.

라. 중수도의 효과

▶ 수자원 부족에 대한 대응

▶ 수질오염의 방지효과

▶ 경제적 효과

▶ 절수효과

2.2.2 중수도의 설치 대상기준

▶물다량 사용 건물에 중수도 설치를 의무화

-다음과 같은 대형건축물을 신축하는 경우에는 사용수량의 10%이상을 재이용할 수 있는 중수도를 설치·운영해야 함(수도법 14조, 하수도법 26조)

•공중위생관리법 제2조제1항의 규정에 의한 숙박업 또는 목욕장업에 사용되는 시설로서 건축연면적이 6만㎡ 이상인 시설

•공업배치 및 공장설립에 관한법률 제2조의 규정에 의한 공장으로서 1일 폐수배출량이 1,500㎥이상인 시설

•건축연면적 6만㎡ 이상인 시설로서 유통산업발전법 제2조 제3호의 규정에 의한 대규모점포, 건축법 시행령 별표1 제8호의 규정에 의한 운수시설, 제14호의 규정에 의한 업무시설, 제23호 가목에 따른 교도소, 제24호 가목 및 나목에 따른 ·방송국 및 전신전화국

•건축연면적 6만㎡이상인 시설로서 물의 효율적인 이용을 위하여 특히 필요하다고 인정하여 지방자치단체의 조례가 정하는 시설

※물을 많이 쓰는 대형건축물에는 모두 중수도 시설을 의무화하는 것을 원칙으로 하되, 건축물의 성격상 중수도 운영이 어려운 학교(중수처리를 위한 원수의 양이 불규칙적임), 병원(고도의 청결성이 요구되며 정서적으로도 중수의 사용을 강제하는 것은 부적합), 아파트(중수의 주된 사용용도가 화장실 용수이나 가정의 전체물사용량 중 화장실용수가 차지하는 비중이 상대적으로 적어 중수도의 효율성이 적음) 등은 제외하였음

2.2.3 중수도 도입시 주요 고려사항 및 문제점

중수도는 그 특성상 지역 전체를 대상으로 보급하기는 매우 어렵다. 일정한 조건이 갖춰진 지역, 물 수급이 긴박한 지역, 장래 수자원 개발이 곤란한 지역, 하천 또는 해양오염이 심각한 지역, 물 수요량이 많은 신개발 지역 등에 도입하는 것이 적합하다. 도입시에는 물 수급의 장기 전망, 경제성, 사회적 요건, 관련법령 등을 종합적으로 검토해야 한다.

<표 7.2-1> 중수도 도입시 고려사항 및 중요도

검 토 사 항		중 요 도
행정제도	행정부서의 도입 지도 및 지원책 여부	◎
지역여건	물수급의 안정성	○
	하수처리장의 처리능력	△
처 리 수	중수도의 이용용도	○
원 수	중수도 원수의 수량확보의 용이성	○
	원수 수질의 양호여부	△
건물구조	건물지하에 중수도 시설의 설치공간 유무	○
	건물내 중수도시설 설치공간	○
	건물내 배관형태	○
비 용	건설비용	△
	중수 생산비용의 경제성	◎
보 수	유지관리의 용이성	○

주) 중요도의 우선순위 : ◎(가장중요), ○(중요), △(보통)

가. 기본계획시 고려사항

급배수의 계획에서는 중수도의 역할과 규모를 분명히 하고 원수의 수량 및 수질예측과 정확한 재순환율을 결정하여야 하며 중수도 이용자의 건강과 안전을 고려해야 한다. 중소규모에서는 처리 시스템을 간소화하는 것이 유지관리에 효과적이므로 자동화 설비에 주안점을 둔다.

나. 처리 공정 선정시 유의사항

1) 수질안정성

중수처리 공정 선정시 원수의 수질변동에 대해 처리수 수질이 안정해야 하고 발생 슬러지량을 가능한 한 적게 하는 것이 중요하다. 중수도에서 많이 사용되는 활성슬러지법은 원리상 뛰어난 처리능력을 갖고 있으나 반드시 유효하지는 않으며 근무체계상 연속운전이 어려우므로 지속운전이 필요없는 물리화학적 처리를 이용하는 것이 유리하다. 또한 처리 공정 운전에 사용되는 화학약품은 응집제, 소포제, pH 조정제, 착색제, 소독제 등이 있으나 인체의 건강상 문제점과 배관재질에 악영향을 줄 우려가 있고 슬러지 발생의 원인이 되므로 신중하게 선택해야 한다.

2) 운영관리

빌딩 등 소규모로 운영되는 중수도는 수질·수량의 관리, 슬러지의 관리, 설비·기기의 보수점검 등에 유의하여야 한다.

소규모 시설에서 전문관리자를 별도로 배정하는 것은 유지관리비에 큰 부담을 주므로 일반적으로 간단한 기계조작은 자체에서 하고 수량 및 수질검사와 기기류의 보수점검 등은 전문업체에 위탁하는 경우가 효과적일 수 있다. 시설의 유지관리는 처리공정 선정과 직접 연관되므로 처리공정 선정시 반드시 고려해야 한다. 초기시설투자비가 많이 들더라도 유지관리가 간단한 공정을 선정하는 것은 이러한 문제를 해결하는 방안이 될 수 있다.

3) 슬러지의 처리·처분

① 슬러지의 특성

처리과정에서 슬러지 발생은 필연적이며 보통 소규모로 운전하는 중수처리 시설에서는 용도에 적합한 수처리 공정의 선택과 아울러 슬러지의 처리 방안 선정에도 각별한 주의가 필요하다. 중수도 시설에서 발생되는 슬러지의 처리·처분은 현행 오·폐수 정화시설과 같다. 응집처리방식에서는 어떠한 형태이건 첨가한 응집제의 양만큼 슬러지발생을 증가시키기 때문에 생물처리법보다 불리하다. 처리과정에서 생성된 슬러지는 양의 문제와 함께 위생적인 면에서 문제가 발생된다. 이 발생슬러지를 탈수해서 케익으로 처분한다 해도 탈수설비 주변의 악취 문제 등 위생면에서의 대책이 필요하다.

② 발생 슬러지의 처리·처분

스크린 찌꺼기는 한군데 모아 물을 뺀후 폐기처분하든지 슬러지 저류조에 넣어서 일정기간 저류후 슬러지와 함께 반출 처분하는 것이 원칙이다.

별도의 탈수시설을 설치할 수 없는 소규모 시설에서는 슬러지처리를 대행업체에 위탁하는 것이 경제적이다.

다. 중수도 이용의 문제점

1) 수자원 대책과 중수도의 이용 가능성

① 기술상의 문제점

중수도의 이용을 확대시킬 수 있는 결정적인 동기는 상수보다 중수 생산비용이 낮아야 한다. 즉 중수도의 경제성을 높이기 위해서는 중수의 처리기술이 매우 중요한 역할을 한다. 이에 대한 기술상 문제점은 중수의 용도별 적합 처리기술의 개발, 부식, 슬라임 등의 장애요인 해결, 소량의 슬러지 처리방안, 상수도와 중수도의 오접합 방지 대책 등이다.

② 위생상의 문제점

중수도의 용도가 피부접촉이나 음용이외의 사용에 제한되어 있으므로 이에 대한 관리 대책이 필요하다. 물 사용단계에서 부적합한 사용방지, 세균, 바이러스 등의 병원성 미생물의 효과적인 제거, 냉각탑이나 처리공정 등에서 발생되는 휘발물질의 비산에 따른 악영향 해소 등이 해결되어야 한다.

③ 관리상의 문제

원활한 유지관리를 담당할 전문관리자가 있어야 한다. 그러나 소규모 시설에는 전문관리자를 배치하기 어려우므로 정기적으로 관리 기술자가 점검할 수 있는 순회제도를 이용하는 것이 바람직하다. 또한 중수도 시설의 유지관리 기준을 처음 설계 및 시공단계에서 전수하는 것을 의무화하고 수질검사 및 사업보고를 해당 시, 군의 중수도 담당부서에 보고할 수 있게 한다.

④ 비용상의 문제

중수도의 생산비가 상·하수도요금보다 높기 때문에 현재로서는 경제성 측면에서 불리하다. 따라서 중수도 제도를 확대 보급시키기 위해서는 상·하수도, 공업용수에 대한 행·재정 및 법제상의 조치에 준한 시책을 강구하는 것과 재정상의 대책을 통해 중수도 도입의 경제성을 높여야 한다.

⑤ 법령상의 문제

현재 중수도 이용과 관련한 법제도의 뒷받침이 미비한 상태이므로 법령의 정비가 필요하다. 현행 수도법에는 중수도의 설치를 권장사항으로 하고 있으나 현행의 권장사항에서 의무사항으로 개정하는 것이 바람직하다. 또한 단독 시설이며 물 사용량이 많

아 절수효과가 확실한 공업용수의 중수도 유도는 현행의 권장사항만으로는 불가능한 상태이다. 이와 같이 중수도 제도의 정착에는 앞으로도 많은 어려움이 있을 것으로 판단되나 본 제도는 개인이나 국가의 물이용 합리화에 커다란 영향을 미칠 수 있는 새로운 제도이므로 법제도 및 기술적 문제점을 해결해 나간다면 빠른 시일 내에 새로운 물 이용제도로 정착될 수 있을 것이다.

⑥ 기타 문제점

하수처리수나 공단폐수 등의 대단위 원수를 대상으로 하는 공동이용방법이나 공공용 중수도를 제외하고는 대부분의 중수도 시설은 소규모로 운영된다. 소규모 처리시설은 대규모 단위수량에 비해 에너지 소비량이 많다. 따라서 에너지 소비를 가능한 한 적게 하는 대규모 중수 이용체계를 확립해야 한다. 또 다른 문제는 이용자의 감각적 거부감에 대한 것이다.

2.2.5 중수도 수질기준

중수도 수질기준은 중수도 이용을 추진할 때 가장 중요한 과제이다. 외국의 연구성과 및 자료를 참고하여 하수도법 시행규칙에 제정된 중수도의 수질은 다음과 같다.

<표 7.2-2> 중수도 수질기준(하수도법 시행규칙 20조 관련 별표6)

구 분	수세식변소용수	살수용수	조경용수	세차·청소용수
대장균군수	불검출/100mL	불검출/100mL	불검출/100mL	불검출/100mL
잔류염소(결합)	0.2㎎/L 이상 일 것	0.2㎎/L 이상 일 것	–	0.2㎎/L 이상 일 것
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것
BOD	10㎎/L를 넘지 아니할 것	10㎎/L를 넘지 아니할 것	10㎎/L를 넘지 아니할 것	10㎎/L를 넘지 아니할 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색도	20도를 넘지 아니할 것			20도를 넘지 아니할 것
COD	20㎎/L를 넘지 아니할 것	20㎎/L를 넘지 아니할 것	20㎎/L를 넘지 아니할 것	20㎎/L를 넘지 아니할 것

주) 1. 대장균군수, 잔류염소, 탁도, 냄새는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 해당하는 분야에 대한 환경오염공정시험기준에 따라 분석하여야 한다.
2. 생물화학적 산소요구량, pH, 색도, 화학적 산소요구량은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항에 따른 환경오염공정시험기준에 따라 분석하여야 한다.

2.2.6 중수도 설치 현황

중수도의 개념과 효과 등이 정립되지 않은 현재의 국내 중수도는 극히 초보단계에 있으나 최근 중수도의 필요성을 인식한 여러 사업소에서 시설을 계획하려는 움직임이 늘어나고 있으며, 2007년말 현재 전국적으로 총 237개소의 건축물에 중수도가 설치되어 있다.

<표 7.2-3> 중수도 설치 현황(전국)

시 도	개소	처리용량 (㎥/일)	이용량 (㎥/일)	시 도	개소	처리용량 (㎥/일)	이용량 (㎥/일)
전국	237	1,909,486	429,166				
서울특별시	52	17,484	7,389	강원도	7	19,550	7,800
부산광역시	17	5,986	3,985	충청북도	2	465	465
대구광역시	4	6,350	4,925	충청남도	8	23,350	16,788
인천광역시	11	26,510	7,369	전라북도	7	100,410	60,888
광주광역시	7	6,850	1,734	전라남도	7	149,960	51,943
대전광역시	5	1,525	423	경상북도	27	151,366	73,600
울산광역시	3	1,216	298	경상남도	5	5,440	1,644
경기도	56	83,222	45,871	제주도	3	295	185

주) 2007 상수도통계(2008, 환경부)

2.2.7 안산시 중수도 도입계획

「안산시 물수요관리 시행계획(2007.9)」에서 검토한 결과 중수도 도입 가능지역은 반월도금단지로 용수사용량과 개별중수도시설의 경제성분석 결과 일일 중수사용량이 150㎥이상일 경우 경제적 이익이 발생하는 것으로 나타났으며 물사용량의 50%를 중수로 대체하여 활용할 경우 실제 일일 물사용량 300㎥에 해당하는 공장에 대하여 적용이 가능한 것으로 검토되었다.

그러나 반월도금단지내 용수사용량은 대부분 100㎥/일 이하로 개별 중수도를 적용할 시설은 없으며 현재 안산시에서는 하수처리수 재이용시설을 추진하고 있으므로 개별 중수도 시설보다는 하수처리수 재이용계획에 따른 공단지역 복합이용방식이 적합하다.

2.3 하수처리수 재이용

2.3.1 개요

기후변화에 따른 가뭄 등이 지속적으로 발생할 것으로 예측됨에 따라 환경부는 “물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률”을 제정하여 물 절약과 더불어 재이용을 활성화하기 위한 제도적 기반을 마련하였다.

특히 연중 발생량이 일정하고 막대한 양(65억톤/년)의 하수처리수는 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체 수자원으로 부각됨에 따라 "국가 물수요관리종합대책"의 목표달성 핵심수단으로 여겨지고 있다. 우리나라는 하천 취수율이 36%로 물에 대한 스트레스가 높은 국가군에 속하며 가뭄 시 물이용이 취약하므로 하천, 댐 등 기존 수원에서 취수를 줄여 물에 대한 스트레스를 줄이고 기후변화에 따른 가뭄 등에 효과적으로 대응할 수 있다.

또한 용수 공급량이 부족하거나 물값이 비싼 산업단지 등에 하수처리수를 공업용수로 공급함으로써 용수부족 문제 해소와 생산성 향상, 지역경제발전 등에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

2.3.2 하수처리수 재이용 방안

가. 배경 및 필요성

우리나라는 수자원을 풍부히 확보하고 수질을 깨끗이 유지할 목적으로 물의 재이용 확대를 추진하고 있으며, 이에 필요한 법규를 중수도란 항목으로 규정하고 있다.

우리나라의 중수도는 `91년 12월 개정된 수도법에 규정되어 있으며, 크게 중수도 의무설치와 인센티브제로 운영되고 있다.

일반적으로 대형건물, 공장 등에서 발생하는 하수를 재처리하여 동일 건물에서 재이용하는 방식의 개별중수도와 하수종말처리시설에서 방류되는 하수처리수를 재생하여 주거단지, 도시, 산업단지 등 광역지역을 대상으로 재이용하는 방식의 광역중수도(법적으로 규정된 것은 아니며, 중수도 관련학계, 산업계 등에서 통용되는 용어) 또는 하수처리수 재이용으로 구분된다. 점차적인 도시발전 및 급속한 산업화에 따라 생·공용수의 수요가 증가되고 있으나 수질오염, 기후변화 등으로 인해 이용가능한 수자원은 점차 줄어들고 있다.

하수처리수의 재이용 방안은 현재까지 이용이 보편화되지 않은 중요한 잠재 수자원으로서 종래에는 직접 재이용량이 매우 적었으나, 중수도 원수로서 도시하천의 유지용수 및 위락용수, 공업용수 및 일반 잡용수, 공원 등의 조경용수 등의 용도로 공급하는 방안에 대한 검토 및 시행이 점차 늘어나고 있다.

중수도와 하·폐수처리수 재이용과 법적인 구분은 없으며, 모두 중수도란 법규내에서 규정하고 있다. 하수처리수 재이용사업은 추진주체가 지방자치단체로서 하수처리수를 하수처리장에서 재처리하여 일반수요자에게 공급하고 수요자는 건물내에 배관을 설치하고 재이용수의 사용요금을 지불한다는 점에서 개별중수도와 다르다.

하수처리수 재이용은 상수도와 유사한 공급 및 지불체계를 가진다고 할 수 있으므로

하수처리수 재이용 사업을 위한 관련법은 중수도에 관련하여 지방자치 조례로 별도로 규정될 필요가 있으며, 하수처리수 재이용과 개별 중수도의 차이는 다음과 같다.

<표 7.2-4> 중수도와 하수처리수 재이용 비교

구 분		개별중수도	하수처리수 재이용
설치 관리자		중수도 사용자(설치자)	지방자치단체
물공급자		중수도 사용자(설치자)	지방자치단체
물사용요금		필요없음	하수처리수 재이용요금
시설설치에 대한 지원대상		중수도 사용자(설치자)	지방자치단체(처리시설, 관로) 물사용자(건물내 급수관)
수도요금감면		중수사용량에 비례하여 수도요금 감면혜택	하수처리재이용수 사용요금감면
필요시설	공급자	중수도시설, 건물내 급수관	재처리시설, 송배수관로
	수요자		건물내 급수관

<표 7.2-5> 중수도와 하수처리수 재이용 관련법 비교

구 분	개별중수도	하수처리수 재이용
조세특례제한법	□특정설비투자에 대한 세액공제 □수도법에 의한 중수도시설	□하수처리 재이용시설에 대한 세액공제 □재이용시설, 송배수관시설(공급자) □급수관시설(재이용수 사용자)
수자원공사 공급규정 건설부령 공업용수공급규칙	□중수도 생산량에 대한 수도요금감면(중수도설치관리자) □중수도설치, 관리하는 공업용수도 사업자에 대한 수도요금감면	□생산량에 대한 수도요금감면(공급자) □사용자에 대한 재이용수 요금감면

나. 하수처리현황

1) 하수처리시설 현황

안산하수종말처리시설은 ADB차관 사업으로 1981년 착공하여 1986년말에 Q=120천㎥/일 규모로 완공되었으며, 1993년 3월 2차처리시설 및 시설용량 증설공사를 통하여 2000년말 Q=385천㎥/일 규모로 운영 중이다. 안산하수종말처리시설 2단계 시설은 기존처리장 옆 공유수면에 건설되었으며, 민간위탁으로 운영 중이다. 안산하수종말처리시설은 생활하수계통과 공장폐수계통으로 분류되어 반월공단의 공장폐수 및 공단지역의 오수는 전량 공장폐수계통에서 처리하고 있다. 안산하수종말처리시설 현황은 다음과 같다.

<표 7.2-6> 안산하수종말처리장 시설현황

구 분		단 위	1단계			2단계	
1. 위 치			경기도 안산시 성곡동 621번지				
2. 목표년도		년	1999년			2006	
3. 계획처리면적		ha	2,863			3,356	
4. 계획처리인구		인	554,000			813,500	
5. 계획하수량							
	일평균	천㎥/일	149.0	206.0		476.0	
	일최대	천㎥/일	179.0	206.0		534.0	
	시간최대	천㎥/일	258.0	303.0		778.0	
6. 시설용량		천㎥/일	179.0	206.0		149.0	
7. 하수처리방법		-	표준활성슬러지법	표준활성슬러지법		질소,인제거법 (BNR-C법)	
8. 슬러지처리방법		-	중력농축→혐기소화→중력농축→탈수→처분	조정→중력농축→탈수→처분		혐기발효→기계농축→탈수 →처분	
9. 수 질		-	1999년 기준	기타공장	염색단지	2006년	2016년
설계 수질	BOD	mg/ℓ	150	200	81	160	200
	COD	mg/ℓ	-	-	-	160	200
	SS	mg/ℓ	150	200	81	160	200
	T-N	mg/ℓ	-	-	-	42	45
	T-P	mg/ℓ	-	-	-	5.5	5.5
방류 수질	BOD	mg/ℓ	13	20		13	18
	COD	mg/ℓ	-	-		30	30
	SS	mg/ℓ	18	20		15	18
	T-N	mg/ℓ	-	-		14	15
	T-P	mg/ℓ	-	-		1.5	1.5
10. 방류수역		-	육상방류관거(7.4㎞)→해양방류관거(2.4㎞)→시화방조제 외해(서해)				

자료 : 안산시 하수도정비기본계획변경(2005.10, 안산시)

안산하수종말처리장의 2007년 운영수질은 다음과 같으며, 유입수질은 당초 설계수질과 비슷한 수준으로 유입되고 있으며, 공장계열의 유입수질은 반월공단 내 염색단지와 피혁단지의 공동처리(1차처리)후 유입됨으로 인하여 양호한 값을 나타내고 있다. 방류수 수질은 현재는 수질기준에 만족하나 장래 강화되는 방류수 수질기준을 감안하였을 경우 T-N항목의 좀 더 안정적이 처리가 필요할 것으로 판단된다.

<표 7.2-7> 안산하수종말처리장 운영수질(2007년)

(단위:mg/L,개/ml)

처리장명	구분	BOD	COD	SS	T-N	T-P	대장균군수
1단계생활계열	유입수	126.100	115.300	123.400	57.845	3.830	95,016
	방류수	13.500	30.300	15.100	30.703	1.021	554
1단계공장계열	유입수	160.000	101.300	172.900	45.664	4.900	147,066
	방류수	9.500	13.400	10.500	17.099	0.628	614
2단계생활계열	유입수	137.500	75.900	107.700	35.415	3.510	78,870
	방류수	8.200	10.100	6.000	9.598	0.361	224

자료 : 하수도통계(2008년)

2) 처리수 재이용 현황

하수처리수 재이용을 위한 별도의 처리시설은 설치되어 있지 않으며, 2차 처리수를 그대로 사용하고 있다.

재이용용도는 처리장내 잡용수와 세정용수로 대부분 사용하고 있고 일부 냉각용수 및 희석용수로 사용하고 있다. 하수처리수 재이용 현황은 다음과 같다.

<표 7.2-8> 하수처리수 재이용현황

시설용량 (천㎥/일)	재이용수량 현황(㎥/일)					시설용량 대비 재이용률 (%)
	계	세정용수	냉각용수	희석용수	기 타	
385	7,540	3,280	150	80	4,030	2.0

자료 : 안산시 환경사업소

안산시는 안산하수종말처리장과 인접하여 반월국가공단 및 시화국가공단이 조성되었으며, "안산시 하수도정비기본계획변경(2005.10, 안산시)"에서 조사한 결과에 의하면 반월국가공단 내 많은 업체들이 용수수질을 만족하고 용수단가만 저렴하면 중수도 사용을 희망하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 하수처리장에서 배출되고 있는 처리수는 장외 수송에 의한 이용형태가 아닌 장내에서 사용되는 잡용수로만 재이용되고 있다.

3. 하수처리수 재이용 시설 도입 검토

하수처리수는 고도처리 등을 통해 재이용하는 경우 대체수자원으로서 활용될 수 있다.

안산시는 2005년 3월부터 하수처리수 재이용 시범사업을 추진하고 있으며「민간투자사업 예비 타당성 조사용역(‘08.5월~8월, 환경관리공단)」등에 따라 하수처리수 재이용 계획을 구체화시키고 있다. 이에 따라 본 절에서는 현재 진행 중인 하수처리수의 재이용 계획을 검토하였다.

3.1 추진배경

세계적인 이상기후현상으로 연강수량은 증가하나, 강우일수 감소로 주기적인 가뭄현상이 반복되고 있다. 앞서 언급한대로 연중 발생하는 막대한(65억톤/년)양의 하수처리수는 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체 수자원이므로 이를 이용하여 안정적인 수자원을 확보하고 부가적으로 물산업을 육성하여 물순환 이용을 촉진 및 물수요의 효과적인 관리를 하고자 한다.

3.2 안산시 도입계획

3.2.1 사업개요

•위　치 : 단원구 성곡동 681-5번지 일원

•사업비 : 104,600백만원 (예비타당성 조사)

•사업내용 :

- 재이용시설 : Q=74천톤/일
- 처리공정 : 디스크필터 + U/F설비 + R/O(역삼투압설비)

3.2.2 추진상황

• 하수처리수 재이용 시범사업 추진계획(‘05. 3월, 환경부)

- 재이용수질 권고기준 마련(‘05.11), 시범사업 실시(‘06년부터)

• 물 순환이용기본계획(‘07. 2월, 환경부)

- 2016년까지 12억톤/년 재이용(재이용 공업용수 4.4억톤/년)

• 국가 하수도 종합계획(‘07. 10월, 환경부)

- 2007년~2015년 하수처리수 재이용사업에 5,259억원(국고 3,499) 투자

• 민간투자사업 예비 타당성 조사용역(‘08.5월~8월, 환경관리공단)

– 하수처리수의 공업용수 재이용 예비타당성 및 민자적격성 조사 연구

• 하수도사업 민간투자 업무처리지침 개정('08.9월, 환경부)

– 민간투자사업 대상시설에 하수처리수 재이용시설 포함

• 하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획 ('09.2, 환경부)

– 연차별 투자계획 및 정부지원비율 검토

• 하수처리수 재이용 가이드북 개정('09.10월, 환경부/환경관리공단)

– 하수도법의 하수처리수 재이용에 대한 세부 업무추진요령 및 절차 규정

• 하수처리수의 공업용수 재이용계획 타당성검토 ('09.7월, 안산시)

– 하수처리수의 공업용수 재이용 타당성 검토

• 하수처리수 재이용 기본계획 용역중 ('09.9월 ~'10.5, 안산시)

– 하수처리수의 공업용수 재이용 기본계획 수립 및 민자적격성 검토

3.2 하수처리수 재이용 타당성 검토 및 기본계획('09.9~진행중, 안산시)

3.2.1 공급규모

<표 7.3-2> 공급규모 결정

구분	공급가능 업체수	공업용수 사용량(㎥/일)		비고
		일평균	일최대	
계	282	100,967	126,209	
금회분	154	82,840	103,550	
장래분	128	18,127	22,659	

3.2.2 비용 편익 분석

비용	편익
•조사비, 설계비, 공사비, 감리비, 공사보험, 기타 부대비 등 공사관련 비용 •운영관리비, 유지관리비 등 운영비	•하수재이용시설 설치의 편익 –공업용수 생산원가 절감 및 수질개선 등 •하수처리시설의 추가설치비용 절감 편익 –하수처리시설관련 비용절감 등 •상수도시설 건설 및 운영비용 절감 편익

(단위 : 백만원)

구분	편익		비용		B/C Ratio	내부수익률 (IRR,%)	순현재가치 (NPV)
	불변가	현재가	불변가	현재가			
분석기간 20년	364,309	218,689	339,434	211,381	1.03	9.97%	7,308

3.3 검토결과

하수처리수 재이용사업은 장래 대체수자원으로 활용 가능하며 물부족 현상 완화, 수자원의 효율적 이용 등 사회환경적 측면에서 바람직한 방법이다. 특히 안산시의 하수처리수 재이용 시설 도입 계획은 시범사업으로서 수자원의 재이용을 통한 부족한 수자원의 효율적 이용 등을 목적으로 하는 국가적 사업이며, 사업추진의 타당한 사유는 다음과 같다.

- 국가물수요관리종합대책의 핵심적 실천수단
- 물부족 등 기후변화에 대응하기 위한 범정부적 “기후변화대응 종합기본계획”의 중요 이행과제
- 녹색성장을 실천하기 위한 “일자리창출 녹색NewDeal사업”의 중요 이행과제
- 새로운 물시장과 일자리를 창출하여 “제3의 물산업” 육성
- 강화되고 있는 방류수수질기준을 준수하기 위한 안산시 하수처리시설의 3차처리시설 설치비의 저감
- 시화호 종합관리대책 및 방류관거 이용에 대한 시흥시와의 협약에 의한 해양방류시설(관로, 펌프장)의 시설비 절감
- 공업용수로 사용시 경제적 타당성 양호
- 연간 발생량이 일정하고 안정적인 대체 수자원으로서 지역경제발전에 기여

현재 안산시 하수처리수 재이용 시설도입 사업은 현재 타당성 조사 및 기본계획을 수립중에 있으며 기본설계, 실시설계, 공사완료 및 정상운영까지는 많은 기간이 소요된다. 또한 시설도입 후 문제점 도출, 해결방안수립, 운영 및 유지관리방안의 확립 및 재이용 시설 도입을 위한 사업비, 운영관리비, 이에 대한 재정투입계획 등이 명확히 수립 되지 않았으며, 그 밖에도 불확실한 요소가 많은 실정이다.

따라서 본 계획에서는 공업용수의 안정적인 공급을 위해 현재 안산시에서 추진 중인 하수처리수 재이용계획을 반영하지 않았다.

향후 재이용시설의 도입이 완료되어 정상 운영되는 경우 공업용수를 대체할 수 있으므로 추진상황에 따라 검토하여야 한다.

제8장 상수도 수질관리 계획

1. 개요

2. 상수원 수질관리

3. 정수 수질관리

4. 송배수 수질관리

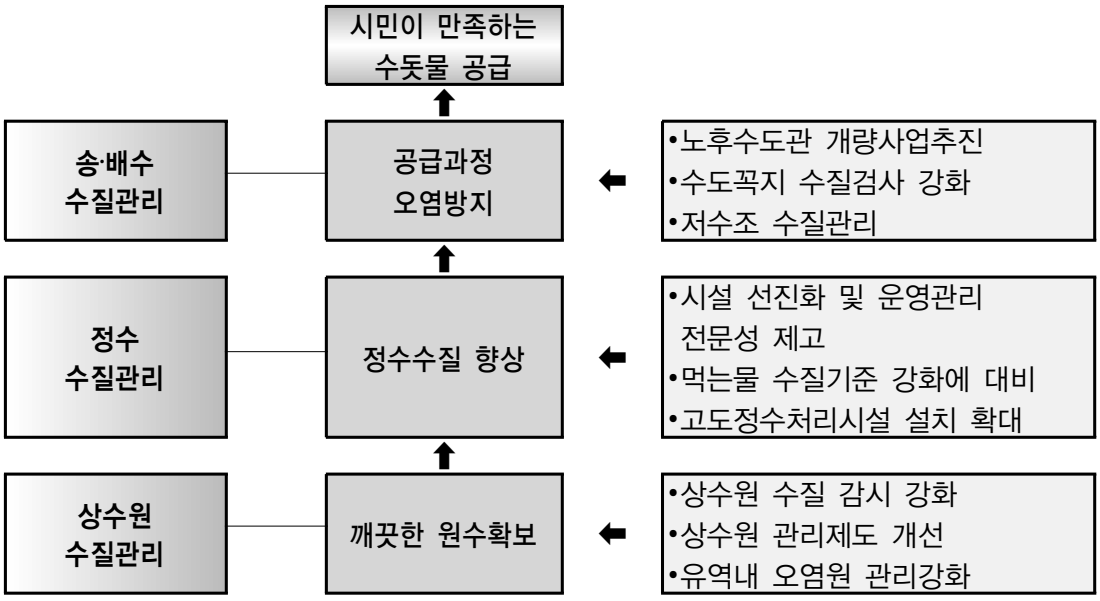
5. 먹는물 수질검사 강화

제8장 상수도 수질관리 계획

1. 개요

산업의 발달과 생활수준의 향상으로 수돗물 사용량이 점차 증가함과 동시에 건강에 대한 관심이 날로 증대되어 시민들의 깨끗한 수돗물에 대한 욕구도 점차 증가하고 있다. 그러나 상수원 수질악화와 각종 수질사고 및 심미적인 정서로 인하여 수돗물에 대한 불신은 아직도 해소되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 보다 깨끗하고 안전한 수돗물을 안산시민에게 공급하기 위해서는 수질관리를 통한 적극적인 시책을 추진하여야 하며 과학적이고 선진화된 수질관리 체계 구축으로 안전한 수돗물 생산·공급, 정수 수질관리, 송·배수 수질관리에 대한 각 분야별 사업계획을 수립하여야 한다.



2. 상수원 수질관리

상수원의 수질관리는 상수원 보호구역 지정 및 관리계획을 수립하고 상수원의 수질현황 및 상수원 수질관리상의 문제점을 분석하여 수질개선계획을 수립하여야 한다.

현재 안산시는 수도권 광역상수도 2~6단계로부터 원수를 공급받고 있으므로 자체적으로 상수원 수질관리계획을 수립할 수는 없다. 그러나 정부에서 상수원수 수질개선계획 및 상수원 관리제도 개선계획을 수립하여 시행중에 있으므로 안산시 상수원인 팔당호의 수질은 더욱 개선될 전망이다.

<표 8.2-1> 원수공급 현황

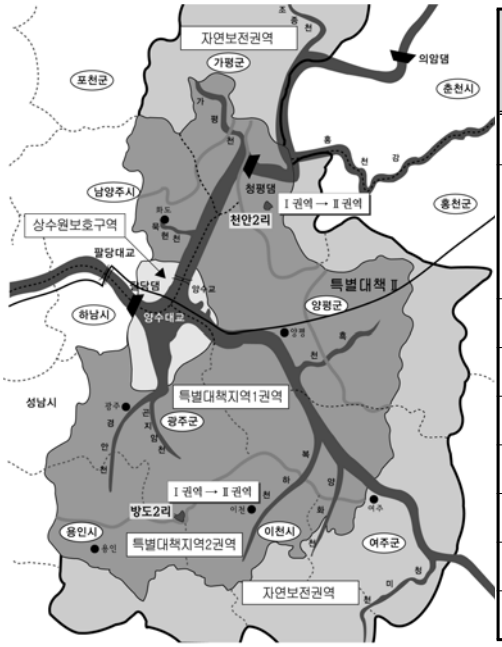
(단위 : 천㎥/일)

구 분	광역상수도 원수계통						비 고
	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	계	
계	150	100	128.2	171	130	679.2	
반월정수장	150	40	–	–	–	190	광역상수도
시흥정수장	–	–	45.2	–	–	45.2	광역상수도
안산정수장	–	60	83	–	–	143	
연성정수장	–	–	–	171	130	301	

2.1 상수원 관리 현황

2.1.1 팔당상수원 현황

팔당 상수원의 총 담수량은 2억 4,400만 톤이며, 현재 1일 1,518만톤(팔당호 778만톤, 팔당댐하류 740만톤)을 취수하여 서울·인천·경기 등 수도권 일원에 용수를 공급하고 있다. 팔당상수원의 수질보호를 위하여 수도법 제6조2 및 동법시행령 제11조('95. 7. 1 시행)에서 1975년 7월 9일 남양주, 하남, 광주, 양평 등 4개시·군 151.7㎢를 "상수원보호구역"으로 지정·관리하고 있으며 한강수계 상수원 수질 개선 및 주민 지원 등에 관한 법률 제11조 및 동법시행령 제11조·제12조·제13조('99. 8. 9 시행)에서 상수원보호구역 주위로 총 2096.6㎢를 특별대책지역으로 관리하고 있다. 이 지역에서는 건축물의 신·증축 등 오염원의 입지가 제한되고 어로행위, 야외취사, 행락, 쓰레기 투기 등 각종 수질오염행위가 엄격히 금지되고 있다.



구 분	팔당호		
	계	Ⅰ권역	Ⅱ권역
면적(㎢)	2,096.58	1,271.67	824.91
행정구역	경기도 7시·군 61읍·면·동 (남양주, 용인, 이천, 광주시, 여주, 가평, 양평군 일부)		
축조년도	1966 ~ 1973		
유역면적(㎢)	23,800		
총저수용량(백만㎥)	244		
유효저수용량(백만㎥)	18		
체류일수(일)	5.4		
지 천	남한강, 북한강, 경안천		
댐 관리기관	한국수력원자력(주)		

구분	상수원 보호구역	특별대책지역		수 변 구 역
		Ⅰ권역	Ⅱ권역	
면적	151.726㎢ (' 75.7)	•2,096.6㎢(' 90년7월)		•149.682㎢ ('03. 7 변경고시)
공 장	입지불허	•특정수질유해물질 배출시설 입지불허. 다만, 소규모배출시설로 전량 위탁시 가능 •200㎥/일 이상 폐수배출시설 입지 불허	•특정수질유해물질 배출시설 입지 불허. 다만, 소규모배출시설로 전량 위탁시 가능 •기타시설은 BOD 30ppm이하 처리 또는 하수처리장 유입처리시 입지허용	•입지불허
숙박업	입지불허	•연면적 400㎡이상 입지불허 – 하수처리장 유입처리시 입지 가능	•BOD 20ppm 이하 처리 또는 하수처리장 유입·처리시 입지허용	•입지불허 •단, 특별대책지역외 수변구역에서는 BOD 10 ppm이하 처리 또는 공공처리시설에 유입·처리시 입지허용
식품 접객업	입지불허	•연면적 400㎡이상 입지불허 – 하수처리장 유입처리시 입지 가능	•규모에 관계없이 BOD 20 ppm 이하 처리 또는 하수처리장 유입·처리시 입지허용	•입지불허 •단, 특별대책지역외 수변구역에서는 BOD 10 ppm이하 처리 또는 공공처리시설에 유입·처리시 입지허용
축산시설	입지불허	•허가대상시설 입지불허 (우사 : 450㎡이상, 돈사 : 500㎡이상) •신고시설은 입지가능 (우사 : 450㎡미만, 돈사 : 500㎡미만)	•입지허용 – 허가대상 : BOD 및 SS 50ppm 이하로 처리 – 신고대상 : BOD 350ppm 이하로 처리	•입지불허 •단, 특별대책지역외 수변구역에서는 오분법 제2조 제4호 규정에 의한 축산폐수배출시설의 범위내에서 BOD 10ppm이하 처리하거나 전량 퇴비화 또는 공공처리시설에 유입·처리시 입지허용
양식장	입지불허	•신규 입지 및 면허기간 연장불허	•신규 입지 및 면허기간 연장불허	–
어업 유·도 선업	무동력선 행위가능 (어업)	•신규면허허가신고(증설포함) 불허	입지가능	입지가능
일 반 건축물	주택(신축) (100㎡이하, 영농시설 공공시설 제한적 허용)	•연면적 800㎡이상 입지 불허 – 하수처리장 유입처리시 입지 가능 •공공복리시설은 입지 허용 – BOD 20ppm 이하로 처리시 입지가능	•규모에 관계없이 입지허용 – BOD 20ppm 이하 처리 또는 하수처리장 유입처리시 입지 허용	•규모에 관계없이 입지허용 – BOD 10ppm이하처리 (오수처리시설) ※오분법시행규칙 제9조
폐기물 처리시설	입지불허	•매립시설, 폐기물처리업, 재활용신고자 입지불가. 다만, 생활폐기물, 도자기재생, 폐목재 처리시설 가능	•매립시설, 폐기물처리업, 재활용신고자 입지불가. 다만, 생활폐기물, 도자기재생, 폐목재 처리시설 가능	–
골프장·골프연습장	입지불허	•입지불허('95. 2. 9부터)	•입지불허 ('95. 2. 9부터) •단, 천연잔디 골프연습장은 저감시설 설치후 가능	–
광물채굴·채석	입지불허	•입지불허. 단 지자체에서 공공목적의 석재 채굴은 사전 협의후 가능	•입지불허. 단 지자체에서 공공목적의 석재 채굴은 사전 협의후 가능	–
집단 묘지	입지불허	•공설묘지와 법인이 설치하는 사설묘지의 신규입지 불허	•공설묘지와 법인이 설치하는 사설묘지의 신규입지 불허	–

2.1.2 팔당호 수질 현황

한강수계의 상수원 보호를 위한 수질개선사업을 지속적으로 추진한 결과 수질이 다소 호전되어 가고 있으나, 연중 하천의 유량차이가 심한 우리나라 하천의 특성을 고려할 때 획기적인 수질개선이 되기까지는 지속적으로 수질개선사업을 추진하여야 할 것으로 보인다. 그 중 팔당호의 수질은 1990년 Ⅰ급수인 BOD 1.0ppm에서 점차 오염도가 증가하여 1997년 1.5ppm, 2001년 1.3ppm, 2002년 1.4ppm, 2003년 1.3ppm, 2004년 1.3ppm으로 나타나고 있다. 1997년 이후 Ⅱ급수인 1.3ppm 수준을 유지하고 있으며 점차적으로 개선되고 있는 실정이다.

<표 8.2-2> 팔당호 수질(BOD)

(단위 : mg/L)

연도	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
평균	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.1	1.2	1.2
최고 (월)	1.2 (5,6)	1.4 (10)	1.4 (8,9)	1.5 (9)	1.5 (4,8)	1.6 (8)	1.6 (8,9)	2.1 (5)	2.0 (3,4)	1.9 (4,5)	1.9 (5)	1.8 (5)	1.7 (5,7)	1.9 (7)	1.8 (5)	1.5 (4,5)	1.9 (5)	1.7 (3,4)
최저 (월)	0.9 (1,2,3,12)	0.7 (1)	0.7 (1)	0.8 (1)	0.8 (11)	1.1 (1)	1.1 (1)	1.2 (10)	1.1 (11)	1.3 (8,11,12)	1.1 (1,2,12)	0.9 (1,3)	1.0 (2)	0.9 (2)	1.0 (8,9)	0.8 (10,12)	0.7 (8,12)	0.6 (1)
1월	0.9	0.7	0.7	0.8	1.1	1.1	1.1	1.4	1.3	1.4	1.1	0.9	1.1	1.1	1.2	1.1	0.8	0.6
2월	0.9	0.8	0.8	0.9	1.2	1.4	1.2	1.4	1.6	1.4	1.1	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0	1.3	1.0
3월	0.9	0.9	0.8	1.2	1.2	1.4	1.2	1.6	2.0	1.4	1.2	0.9	1.2	1.1	1.4	1.2	1.5	1.7
4월	1.1	1.0	1.1	1.3	1.5	1.2	1.4	1.9	2.0	1.9	1.6	1.3	1.4	1.3	1.7	1.5	1.8	1.7
5월	1.2	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.5	2.1	1.8	1.9	1.9	1.8	1.7	1.4	1.8	1.5	1.9	1.6
6월	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.5	1.4	1.7	1.6	1.7	1.5	1.6	1.6	1.3	1.7	1.3	1.4	1.4
7월	1.1	1.3	1.2	1.3	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	1.7	1.8	1.3	1.7	1.9	1.2	1.1	1.1	1.5
8월	1.0	1.2	1.4	1.1	1.5	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	1.8	1.3	1.5	1.3	1.0	1.0	0.7	0.9
9월	1.0	1.3	1.4	1.5	1.3	1.2	1.6	1.4	1.3	1.6	1.2	1.5	1.4	1.0	1.0	1.2	0.9	0.7
10월	1.0	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.5	1.5	1.3	1.5	1.4	1.2	1.1	0.8	1.1	0.9
11월	1.1	0.9	1.1	1.1	0.8	1.2	1.4	1.3	1.1	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.1	0.9	0.9	1.1
12월	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	0.8	0.7	0.9

2.1.3 팔당호 수질개선 종합대책 추진

경기도(팔당수질개선본부)에서는 물 환경정책의 청사진을 담은 “팔당호 수질개선종합대책”을 수립하여 2006년 9월에 발표하였다.

경기도가 직접 팔당호의 수질개선을 위해 대책을 수립하고 시행하는 것은 처음으로 향후 각종 팔당호 수질개선정책의 기본계획이며 수생태계 보전을 위한 기본정책이다. 현재 경기도(팔당수질개선본부)에서는 이 대책을 근거로 팔당 상수원 관리를 하고 있다.

대책의 주요목표는 “팔당호 수질의 1급수 수준 달성을 통한 도민의 삶의 질 향상”으로 “경안천을 깨끗하고 맑은 하천으로 복원”, “오염된 물의 팔당호 유입차단”, “오염총량제 시행에 따른 도 차원의 대책마련”, “수질오염행위감시 및 예방시스템 구축”, “종합대책의 성공적 수행을 위한 정책기반마련”의 5개 중심과제 16개 시책사업으로 추진되고 있다.

2.2 수질 관리

수요자가 요구하는 수질의 안전한 수돗물을 생산·공급하기 위해서는 원수의 수질보전이 매우 중요하다. 상수원의 수질관리를 위한 하·폐수종말처리시설에 대한 소독시설의 설치 의무화, 상수원주변 정화조에 대한 일제점검 및 개선, 4대강 수계특별법에 의거한 수질개선대책의 추진, 강변여과수를 중심으로 한 취수원 다변화사업 등의 추진이 계획되고 있다. 그러나 바이러스뿐만 아니라 장기적으로는 환경호르몬과 같은 새롭고 다양한 오염물질에 대비하여 과학적이고 체계적인 수질관리가 필요하다.

현재 원수는 하천·호소 수질환경기준 설정, 상수원보호구역 설정 및 규제를 통한 관리를 하고 있으며 Ⅰa등급에서 Ⅲ등급까지 총 4단계의 용수를 정수처리후 생활용수로 사용할 수 있다. Ⅰa, Ⅰb, Ⅱ등급은 일반적인 정수처리후 생활용수로 사용할 수 있으며 Ⅲ등급은 고도정수처리후 생활용수로 사용할 수 있다. Ⅳ등급은 고도정수처리후 공업용수로 사용하고 Ⅴ등급은 특수한 정수처리후 공업용수로 사용할 수 있도록 되어 있다.

<표 8.2-3> 원수 수질기준

등급		상태 (캐릭터)	하천수						호소수								
			수소이온농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (㎎/L)	부유물질량 (㎎/L)	용존산소량 (㎎/L)	대장균군 (군수/100mL) 총대장균군	대장균군 (군수/100mL) 분원성대장균군	수소이온농도 pH	화학적 산소요구량 COD ㎎/L	부유물질량 SS ㎎/L	용존산소량 DO ㎎/L	총인 T-P ㎎/L	총질소 T-N ㎎/L	클로로필-a (Chl-a) ㎎/㎥	대장균군 (군수/100mL) 총대장균군	대장균군 (군수/100mL) 분원성대장균군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1 이하	25이하	7.5 이상	50 이하	10 이하	6.5~8.5	2 이하	1 이하	7.5 이상	0.01 이하	0.2 이하	5이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2 이하	25이하	5.0 이상	500 이하	100 이하	6.5~8.5	3 이하	5 이하	5.0 이상	0.02 이하	0.3 이하	9이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3 이하	25이하	5.0 이상	1,000 이하	200 이하	6.5~8.5	4 이하	5 이하	5.0 이상	0.03 이하	0.4 이하	14 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III		6.5~8.5	5 이하	25이하	5.0 이상	5,000 이하	1,000 이하	6.5~8.5	5 이하	15 이하	5.0 이상	0.05 이하	0.6 이하	20 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8 이하	100 이하	2.0 이상	–	–	6.0~8.5	8 이하	15 이하	2.0 이상	0.10 이하	1.0 이하	35 이하	–	–
나쁨	V		6.0~8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할것	2.0 이상	–	–	6.0~8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할 것	2.0 이상	0.15 이하	1.5 이하	70 이하	–	–
매우 나쁨	VI		–	10 초과	–	2.0 미만	–	–	–	10 초과	–	2.0 미만	0.15 초과	1.5 초과	70 초과		

<표 8.2-4> 상수원수 검사항목 및 검사주기

구 분		측정횟수	측 정 항 목	측정시기
광역 및 지방상수도	하천수, 복류수	매월 1회 이상	수소이온 농도, 생물화학적 산소요구량, 부유물질량, 용존산소량, 대장균군(총 대장균군, 분원성 대장균군)	
		분기 마다 1회 이상	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가크롬, 음이온계면활성제, 유기인, 폴리크로리네이티드비페닐, 불소, 셀레늄, 암모니아성 질소, 질산성 질소, 카바릴, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 페놀, 사염화 탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP), 안티몬	3월, 6월, 9월, 12월
	호소수	매월 1회 이상	수소이온 농도, 화학적 산소요구량, 부유물질량, 용존산소량, 대장균군(총 대장균군, 분원성 대장균군)	
		분기 마다 1회 이상	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가크롬, 음이온계면활성제, 유기인, 폴리크로리네이티드비페닐, 불소, 셀레늄, 암모니아성 질소, 질산성 질소, 카바릴, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 페놀, 사염화 탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP), 안티몬	3월, 6월, 9월, 12월
	지하수	반기 마다 1회이상	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가크롬, 음이온계면활성제, 다이아지논, 파라티온, 페니트로티온, 불소, 셀레늄, 암모니아성 질소, 질산성 질소, 카바릴, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 페놀,	
	해 수	분기 마다 1회 이상	수소이온 농도, 화학적 산소요구량, 대장균군(총 대장균군, 분원성 대장균군), 노말헥산추출물질(동식물유지류)함유량	
		매년 1회 이상	카드뮴, 비소, 보론, 수은, 납, 6가크롬	
마을상수도 · 전용상수도 및 소규모 급수시설	하천수, 복류수, 계곡수 등 의 표류수	반기 마다 1회 이상	수소이온 농도, 생물화학적 산소요구량, 부유물질량, 용존산소량, 대장균군(총 대장균군, 분원성 대장균군)	
		2년 마다 1회 이상	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가크롬, 음이온계면활성제, 유기인, 폴리크로리네이티드비페닐	
	호소수	반기 마다 1회 이상	수소이온 농도, 화학적 산소요구량, 부유물질량, 용존산소량, 대장균군(총 대장균군, 분원성 대장균군)	
		2년 마다 1회 이상	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가크롬, 음이온계면활성제, 유기인, 폴리크로리네이티드비페닐	
	지하수	2년 마다 1회 이상	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 납, 6가크롬, 음이온계면활성제, 다이아지논, 파라티온, 페니트로티온, 불소	
	해수	반기 마다 1회 이상	수소이온 농도, 화학적 산소요구량, 대장균군(총 대장균군, 분원성 대장균군), 노말헥산추출물질(동식물유지류)함유량	
		2년 마다 1회 이상	카드뮴, 비소, 보론, 수은, 납, 6가크롬	

주) 먹는물 수질관리지침 (2009. 2, 환경부)

2.2.1 수질기준의 강화

바이러스, 원생동물, 환경호르몬과 같은 과거에 알려지지 않았던 새로운 물질들이 수돗물의 안전성을 위협하는 물질이 되는 것은 분석기술의 발전과 수요자의 기대수준의 향상과 관계가 있다. 이에 따라 세계적으로 수돗물의 수질규제에 관한 항목은 증가되고 또 기준은 강화되는 추세에 있다. 세계보건기구(WHO)에서는 1984년의 Guideline을 1993년과 1996년에 각각 개정하였으며, 119개 항목에 대한 권고치를 각국에 권장하고 있다. 미국의 경우 음용수질의 개선을 위한 다양한 법을 제정하여 음용수의 안전을 확보하기 위하여 노력하고 있으며, 최근 가장 중요한 수질규제의 경향은 안전음용수법(SDWA, Safe drinking water act)에 근거한 비소 등의 일부 무기항목의 강화, 크립토스포리디움 및 바이러스 등 병원성미생물에 대한 규제강화, THMs 및 HAAs 등 소독부산물에 대한 기준의 강화 등이라고 할 수 있다.

소독부산물 또한 최근 규제가 강화되는 추세에 있는 중요 수질기준항목인데, 총 트리할로메탄의 규제기준은 점차로 강화되고 있으며, 현재 80ppb에서 고단계 소독 및 부산물법이 시행되는 단계에서는 40ppb로 강화될 것이다. 또 국내에서는 HAAs 권고치를 현재 60ppb에서 50ppb로 강화할 전망이며 현재 규제하지 않는 수질항목에 대해서는 지속적인 감시, 연구, 분석을 진행하고 있다.

2.2.2 지하수의 수질오염방지 및 관리방안

안산시는 상수도 급수구역을 제외한 마을상수도는 모두 지하수를 이용하고 있다. 지하수는 대부분 수질이 양호하고 연중 수질이 대개 일정하므로 그 수질관리에는 문제가 없을 듯이 보이나 지하수에도 특유한 수질장애가 발생할 가능성이 있으므로 지속적인 수질검사가 필요하다.

가. 철, 망간에 의한 수질장애

지하수에는 흔히 철이나 망간이 포함되어 이와 같은 물을 염소 소독만으로써 급수할 경우 녹물(적수) 또는 검은물(흑수)장애를 일으킨다. 특히 망간은 미량인 경우라도 염소에 의하여 산화되어 배수관내 축적되고 이것이 단수 후 급수를 재개할 때나 소화전을 열 때 검은색 또는 검은 갈색의 탁수가 유출되어 장애를 일으키는 경우가 많다. 취수를 시작한 초기에는 철, 망간이 적었으나 수년 경과 후 점차 증가하여 장애를 일으키는 경우도 많다.

나. 철박테리아에 의한 녹물, 냄새장애

지하수는 염소가 적고 탄산가스가 많으며 다소의 유기물을 포함하고 있는데 이런 경

우 철박테리아가 번식할 수 있다. 철박테리아는 수중에 녹아있는 철이나 망간을 산화하고 균체의 내외에 축적하는 성질을 가진 박테리아이다. 이것은 대수층이나 케이싱의 벽 또는 관의 내면 등에 착생하여 집락을 형성하고 두께가 수 cm에 이르는 경우가 있다. 이런 집락이 이탈 부유하여 원수중에 혼합된 물을 염소소독하여 배수하면 배수관내에 축적되고 결국에는 유출되여 녹물을 발생시킨다. 또 철박테리아가 많이 포함된 물은 금속냄새가 있으며 박테리아가 죽었을 때에는 강한 썩는 냄새를 발생한다. 따라서 정기적으로 철박테리아의 시험을 실시하고 번식을 조기 발견하여 장애를 미연에 방지하여야 한다.

다. 산도에 의한 부식, 착색

산도가 높은 물은 보통 침식성 유리탄산을 포함하므로 철, 아연, 구리 등의 금속을 용해하여 녹물(철), 뿌연물(아연), 청색(구리)착색 등을 발생시킨다. 또한 부식을 촉진하므로 관석이 발생하여 통수량을 감소시키며 경우에 따라서는 관에 구멍을 내어 누수를 일으키는 경우도 있다.

라. 황화수소에 의한 냄새장애

깊은 우물에는 때때로 시궁창 또는 달걀이 썩는 것과 같은 냄새를 발생하는 경우가 있다. 이들은 대개의 경우 황화수소에 의한 것이며 이런 물에는 황화수소를 이용한 유황박테리아가 번식하여 관의 막힘이나 집락유출 등의 장애를 일으킬 수 있다.

마. 조류에 의한 장애

지하수 중에는 많은 영양물질이 포함되어 있으며 지상으로 양수하였을 때 햇빛에 노출되면 조류의 대량 번식이 일어난다. 이와 같은 조류가 발생하면 여과지를 막히게 하고 냄새를 유발할 수 있다.

바. 지하수성 생물의 혼입

얕은 우물물에는 육안으로 볼 수 있는 작은 벌레가 서식하고 있으며 종종 이것이 문제를 일으키는 경우가 있다. 위생적인 염려가 없더라도 심미적으로 나쁘다. 이런 경우에는 양질의 지하수일지라도 염소소독만으로 급수하는 것을 피하고 여과지를 설치할 필요가 있다.

사. 오염에 의한 녹물발생과 유해물질의 혼입

지하수는 오염의 기회가 적으나 공장폐수가 지하에 침투하여 녹물(적수)을 발생시키거나 크롬, 시안, 농약 등이 검출되는 예도 있다. 지하수나 복류수에는 항상 수온, 외관(탁도, 색도), 냄새, pH 등을 조사하고 그 변화에 주의할 필요가 있다.

3. 정수 수질관리

3.1 수돗물 수질기준 및 수질관리 계획

3.1.1 법정 수질검사

정수에 대한 법정 수질검사는 환경부령에 의해 상수도 시설의 종류 및 단계에 따라 측정항목 및 측정회수를 달리 적용하고 있다. 정수장에서는 매일검사, 매주검사, 매월검사를 구분하여 실시하며, 수도전에서도 매월 검사하도록 되어 있다. 검사항목은 다음과 같다.

<표 8.3-1> 먹는물 검사항목 및 검사주기

구 분		측 정 항 목
정 수 장	매일검사 (6항목)	냄새, 맛, 색도, pH, 탁도, 잔류염소
	매주검사 (8항목)	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군 또는 대장균, 암모니아성질소, 질산성질소, 과망간산칼륨소비량, 증발잔류물
	매월검사[2] (48항목)	소독부산물중 총트리할로메탄 및 클로로포름을 포함한 먹는물 수질기준 전항목
	매분기검사 (6항목)	8개 소독부산물중 6개항목(잔류염소, 클로랄하이드레이트, 디브로모아세토니트릴, 디클로로아세토니트릴, 트리클로로아세토니트릴, 할로아세틱에시드)
수도꼭지	매월검사 (5항목)	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군 또는 대장균, 잔류염소
수 도 관 노후지역 수도꼭지	매월검사 (11항목)	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군 또는 대장균, 암모니아성질소, 철, 동, 아연, 망간, 염소이온, 잔류염소
급수과정 시 설 별	매분기검사 (12항목)	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군 또는 대장균, 암모니아성질소, 총트리할로메탄, 동, 아연, 철, 탁도, 잔류염소, pH
마을· 전용상수도 소규모급수시설	분기검사 (16항목)	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군 또는 대장균, 암모니아성질소, 질산성질소, 냄새, 맛, 색도, 탁도, 불소, 망간, 알루미늄, 잔류염소, 보론 및 염소이온(해수에 한함)
	매년검사 (55항목)	먹는물 수질기준 전항목
먹 는 물 공동시설	매분기검사 (8항목)	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군 또는 대장균, 암모니아성질소, 질산성질소, 과망간산칼륨 소비량, 증발잔류물
	매년검사 (48항목)	먹는물수질기준 전항목(소독제 및 소독부산물질 제외)

주) 먹는물 수질관리지침 (2009. 2, 환경부)

3.1.2 먹는물 수질감시항목 및 자체감시항목 검사

1998년에 먹는물 수질감시항목 제도를 도입하여 시행중이며 2008년 1월 1일에 일부항목이 추가·개정되었다. 적용대상은 특·광역시 및 한국수자원공사 운영 광역상수도 정수장중 일정규모(50,000㎥/일)이상의 정수장, 지방상수도 정수장과 마을상수도 중 급수인구가 300명 이상이고 상수원수가 지하수인 경우에 실시하고 있다. 2009년 7월 1일부터 수돗물의 대표적 맛·냄새물질인 지오스민(Geosmin)과 2-MIB(2-Methyl isoborneol) 등 2개 항목을 맛있는 물 공급을 위하여 수질감시항목으로 지정되었다.

<표 8.3-2> 먹는물 수질감시 검사항목 및 검사주기

(단위 : μg/L)

구분 / 항목		외국기준			국내검사주기		
		WHO	미국	일본	1회/월	1회/분기	1회/년
계	22	먹는물 권고기준	먹는물 기준	먹는물 수질기준	2항목	8항목	11항목
휘발성 물 질	Vinyl Chloride	0.3	2				○
	Styrene	20(C)	100				○
	Chloroethane					○	
페놀류	Chlorophenol						○
	2,4-Dichlorophenol						○
	Pentachlorophenol	9(P)	1				○
	2,4,6-Trichlorophenol	200(C)					○
염소소독 부산물	Ethylendibromide		0.05				○
	Bromochloroacetonitrile					○	
농약류와 할로초산	2,4-D	30	70				○
	Alachlor	20	2				○
	Dibromoacetic acid					○	
	Monobromoacetic acid					○	
	Monochloroacetic acid	20	60	20		○	
프탈레이트와 아디페이트	Di-2(ethylhexyl)phthalate	8	6			○	
	Di-2(ethylhexyl)adipate		400			○	
다환방향족 탄화수소	Benzo(a)pyrene	0.7	0.2				○
무기물질	Antimony	20	6				○
기 타	Formaldehyde			80		○	
	Geosmin			0.01	○		
	2-MIB			0.01	○		
	1,4-Dioxane					○	

주)1. 적용대상은 특·광역시 정수장, 한국수자원공사에서 운영중인 광역상수도 정수장과 그 밖의 일반수도사업자가 운영하는 정수장중 시설규모 50,000톤/일 이상인 정수장에 한한다.
2. 지오스민, 2-MIB는 지하수를 수원으로 정수처리 하는 경우 검사대상에서 제외하고, 월1회 이상 실시한다.
3. 분기1회 검사항목은 3, 6, 9, 12월에 검사하고, 연1회 검사항목은 7월부터 9월 기간 중에 검사한다.
4. "C" 는 맛, 냄새 같은 소비자 불만을 일으킬 수 있는 심미적 물질의 농도를 말한다.
5. "P"는 제안기준치, 독성의 증거는 있으나 건강영향에 대한 유효한 정보가 제한적인 농도를 말한다.
6. 1,4-Dioxane 항목은 먹는물 수질감시항목 운영지침('08.9.24)부칙에 따라 2010년 12월 31일까지는 1회/분기 검사를 실시한다.(먹는물 수질기준이 시행되는 2011.1.1 이전까지는 감시항목임)

3.1.3 먹는물 수질기준

우리나라의 먹는물 수질기준은 1963년 미생물 및 중금속류 등 30개 항목에 대한 기준을 설정하였으며, 2002년에 미생물 4종, 건강상 유해영향 무기물질이 11종, 건강상 유해영향 유기물질이 16종, 소독제 및 소독부산물질 8종, 심미적 영향물질이 16종으로 개정하였으나 2008년 2월 3일 확대 개정된 먹는 물 수질기준은 미생물 3종, 건강상 유해영향 무기물질이 11종, 건강상 유해영향 유기물질이 17종, 소독제 및 소독부산물이 10종, 심미적 영향물질이 16종으로 확대 개정되었다.

확대·강화된 주요내용 및 수질기준은 다음과 같다.

가. 건강상 유해영향 무기물질

- 납 : 0.05 ㎎/L→ 0.01 ㎎/L 로 강화
- 비소 : 0.05 ㎎/L→ 0.01 ㎎/L 로 강화

나. 건강상 유해영향 유기물질

- 1,4-다이옥신 추가 : 0.05 ㎎/L미만

다. 소독제 및 소독부산물

- 브로모디클로로메탄 추가 : 0.03 ㎎/L미만
- 디브로모클로로메탄 추가 : 0.1 ㎎/L미만
- 트리클로로아세토니트릴 추가 : 0.004 ㎎/L미만

<표 8.3-3> 먹는물 수질기준

구 분	성 분 명	수질기준	비 고
미생물 (3)	1. 일반세균	100CFU/㎖이하	
	2. 총대장균군	불검출/100㎖	
	3. 대장균 및 분원성대장균군	불검출/100㎖	
건강상 유해영향 무기물질 (11)	4. 납	0.01㎎/ℓ 이하	
	5. 불소	1.5㎎/ℓ 이하	
	6. 비소	0.01㎎/ℓ 이하	
	7. 세레늄	0.01㎎/ℓ 이하	
	8. 수은	0.001㎎/ℓ	
	9. 시안	0.01㎎/ℓ	
	10. 암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	
	11. 6가크롬	0.05㎎/ℓ 이하	
	12. 질산성질소	10㎎/ℓ 이하	
	13. 카드뮴	0.005㎎/ℓ 이하	
	14. 보론	1.0㎎/ℓ 이하	

구 분	성 분 명	수질기준	비 고
건강상 유해영향 유기물질 (17)	15. 다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	
	16. 파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	
	17. 페놀	0.005㎎/ℓ 이하	
	18. 페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	
	19. 1.1.1 - 트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	
	20. 트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	
	21. 테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	
	22. 카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	
	23. 디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	
	24. 벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	
	25. 톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	
	26. 에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	
	27. 크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	
	28. 11 디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	
	29. 사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	
	30. 1,2-디브로모-3-클로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	
	31. 1 , 4 - 다이옥신	0.05㎎/ℓ 이하	추 가
소독제 및 소독부산물 (10)	32. 클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	
	33. 클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하	
	34. 디브로모아세트니트릴	0.1㎎/ℓ 이하	
	35. 디클로로아세트니트릴	0.09㎎/ℓ 이하	
	37. 총트로할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	
	38. 할로아세틱에시드	0.1㎎/ℓ 이하	
	39. 잔류염소	4.0㎎/ℓ 이하	
	40. 브로모디클로로데탄	0.03 ㎎/ℓ 이하	추 가
	41. 디브로모클로로데탄	0.1㎎/ℓ 이하	추 가
	42. 트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하	추 가
심미적 영향물질 (16)	43. 경도	300㎎/ℓ 이하	
	44. 과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	
	45. 냄새	이취 없을 것	
	46. 맛	이미 없을 것	
	47. 동	1.0㎎/ℓ 이하	
	48. 색도	5도 이하	
	49. 세제	0.5㎎/ℓ 이하	
	50. 수소이온농도	5.8~8.5	
	51. 아연	3.0㎎/ℓ 이하	
	52. 염소이온	250㎎/ℓ 이하	
	53. 증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	
	54. 철	0.3㎎/ℓ 이하	
	55. 망간	0.3㎎/ℓ 이하	
	56. 탁도	1 NTU 이하	0.5 NTU 이하(수돗물)
	57. 황산이온	200㎎/ℓ 이하	
	58. 알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	

주) 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 (2008.2.4, 환경부령 제 276호)

라. 최근 먹는물 수질관리 강화 내용

ㅇ 먹는물 수질 감시항목 추가 지정

- 먹는물 수질 감시항목에 퍼클로레이트 항목 추가 지정(안티몬 등 23개 항목 지정)

※ 2009.7.1부터 이취물질 2개 항목(지오스민과 2-MIB(2-Methyl isoborneol)시행

ㅇ 정수처리기준 항목 신설(수도법 시행령 개정)

- 정수처리기준에 크립토스포리디움 난포낭 기준(2 log)추가 설정

※ 현행 정수처리기준에 바이러스(4 log) 및 지아디아 포낭(3 log) 기준 기설정

ㅇ 중소규모 정수장 원수에 대한 병원성미생물 분포실태 조사 추진

- 5천톤~5만톤/일 정수장은 2010년부터 2년간 분기 1회

(지아디아 포낭 및 크립토스포리디움 난포낭 조사)

- 5천톤/일 미만 정수장은'09.7월부터 1년간 월2회(대장균 조사)

※ 대장균 연평균 기하농도가 10/100mL(호소수 또는 지하수인 경우) 또는 50/100mL (하천수인 경우)를 초과하는 정수장에 대해서 원생동물 분포실태 조사를 실시

ㅇ 미규제 유해물질 관리강화 및 먹는물 검사체계 확립

- 수돗물에서의 미량유해물질 함유실태 조사 및 수계별 특성에 맞는 미규제 유해물질 관리를 위한 원·정수 모니터링 실시('09년 금강수계)

※ 일본의 수돗물 수질기준에 새로 추가된 소독부산물인 클로레이트(Chlorate, 이산화염소 사용시발생)추가 조사

- 바이러스로부터 안전한 먹는물 관리를 위해 노로바이러스 표준 분석방법 마련 추진

3.1.4 안산 정수장 수질 분석

먹는물 수질기준에 따른 정수수질검사(2008년) 결과 모든 항목에서 먹는물 수질기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 하지만 2009년 7월 1일부터 환경부 감시항목으로 추가된 Geosmin과 2-MIB는 정수처리 후에도 최소감지 농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L에 대하여 초과하여 나타나므로 분말활성탄주입 적정화가 필요하며, 향후 고도처리도입 검토가 필요한 것으로 판단된다.

마을상수도 수질검사 결과는 6장에서 언급하였으므로 본장에서는 생략하였다.

<표 8.3-4> 안산정수장 수질검사 결과 (2008년)

시험항목	수질기준	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	최소	최대	평균
1.일반세균(Total Colony Counts)	100CFU/mL 이하	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. 총대장균군(Total Coliforms)	불검출/100mL	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3. 대장균/분원성대장균군(E.coli/Fecal Coliforms)	불검출/100mL	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4. 납(pb)	0.05㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5. 불소(F)	1.5㎎/L 이하	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
6. 비소(As)	0.05㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7. 세레늄(Se)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8. 수은(Hg)	0.001㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9. 시안(CN)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10. 6가크롬(Cr+6)	0.05㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11. 암모니아성질소(NH3-N)	0.5㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.01	0.01
12. 질산성질소(NO3-N)	10㎎/L 이하	1.7	1.9	1.8	1.7	1.4	1.5	1.3	2.1	1.6	1.4	1.6	1.7	1.3	2.1	1.6
13. 카드뮴(Cd)	0.005㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0	0	불검출
14. 보론(B)	1.0㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.01	0.01
15. 총트리할로메탄(THM)	0.1㎎/L 이하	0.011	0.012	0.016	0.02	0.0284	0.0218	0.0239	0.0364	0.0195	0.0207	0.0149	0.0183	0.011	0.0364	0.0202
16. 클로로포름	0.08㎎/L 이하	0.0069	0.0071	0.0112	0.0132	0.0209	0.0151	0.0163	0.0290	0.0158	0.0155	0.0102	0.0112	0.0069	0.029	0.0143
17. 페놀(Phenol)	0.005㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18. 다이아지논(Diazion)	0.02㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19. 파라티온(Parathion)	0.06㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20. 페니트로티온(Fenitrothion)	0.04㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21. 카바릴(Carbaryl)	0.07㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22. 1.1.1-트리클로로에탄(1.1.1-Trichloroethane)	0.1㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 8.3-4> 안산정수장 수질검사 결과 (2008년)(계속)

시험항목	수질기준	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	최소	최대	평균
23. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25. 디클로로메탄(Dichloro methane)	0.02㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26. 벤젠(Benzene)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27. 톨루엔(Toluene)	0.7㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29. 크실렌(Xylene)	0.5㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30. 1,1-디클로로에틸렌(1,1-Dichloroethylene)	0.03㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31. 사염화탄소(Carbon tetrachloride)	0.002㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32.1,2-디브로모-3-클로로프로판(1,2-Dibromo-3-chloropropane)	0.003㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33. 경도(Hardness)	300㎎/L 이하	53	67	65	58	69	63	80	47.4	57.1	58.1	63.2	68.5	47.4	80	62.4
34. 과망간산칼륨소비량(Consumption of KMnO4)	10㎎/L 이하	0.3	1.3	1.4	1	1.64	1.16	2.46	1.83	1.95	2.9	1.52	1.48	0.3	2.9	1.58
35. 냄새(Odor)	무 취	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적
36. 맛(Taste)	무 미	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적
37. 동(Cu)	1㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38. 색도(Color)	5도이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39. 세제(음이온계면활성체:ABS)	0.5㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40. 수소이온농도(pH)	5.8-8.5	7.3	7.1	7.3	7.2	7.4	7.3	7.5	7.0	7.4	7.2	7.2	7.3	7	7.5	7.3
41. 아연(Zn)	3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.002	불검출	0.0076	0.0029	불검출	0.002	0.0076	0.0042
42. 염소이온(Cl-1)	250㎎/L 이하	12	13	13	16	14	17	17	12	11	14	14	16	11	17	14.1
43. 증발잔류물(Total solids)	500㎎/L 이하	86	77	87	80	71	80	132	96	93	185	91	109	71	185	99
44. 철(Fe)	0.3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 8.3-4> 안산정수장 수질검사 결과 (2008년)(계속)

시험항목	수질기준	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	최소	최대	평균
45. 망간(Mn)	0.3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
46. 탁도(Turbidity)	0.5NTU이하	0.05	0.08	0.08	0.06	0.054	0.049	0.097	0.145	0.052	0.061	0.068	0.074	0.049	0.145	0.073
47. 황산이온(SO4-2)	200㎎/L 이하	10	12	11	10	11	13	13	14	9	10	12	13	9	14	12
48. 알루미늄(Al)	0.2㎎/L 이하	0.05	0.07	0.15	0.07	0.089	0.044	0.102	불검출	0.032	0.105	0.109	0.09	0.032	0.15	0.083
49. 유리잔류염소(Free residual chlorine)	4.0㎎/L 이하	0.70	0.78	0.70	0.77	0.70	0.76	0.79	0.88	0.88	0.90	0.80	0.80	0.7	0.9	0.79
50. 클로랄하이드레이트(Chloralhydrate)	0.03㎎/L 이하	0.0053	0.0056	0.0094	0.0071	0.0262	0.0140	0.0167	0.0148	0.0122	0.0189	0.0134	0.0050	0.005	0.02621	0.0124
51. 디브로모아세토니트릴(Dibromoacetonitril)	0.1㎎/L 이하	0.0010	0.0012	불검출	불검출	0.0006	0.0010	불검출	0.0009	0.0007	0.0014	0.0012	불검출	0.00062	0.00136	0.0010
52. 디클로로아세토니트릴(Dichloroacetonitril)	0.09㎎/L 이하	0.0026	0.0027	0.0026	0.0034	0.0046	0.0035	0.0034	0.0029	0.0017	0.0040	0.0032	0.0027	0.00165	0.00459	0.0031
53. 트리클로로아세토니트릴(Trichloroacetonitril)	0.004㎎/L 이하	0.0023	0.0020	불검출	0.0012	0.0015	0.0010	0.0007	불검출	0.0018	0.0008	0.0008	불검출	0.00074	0.0023	0.0013
54. 할로아세틱에시드(Haloacetic acids)	0.1㎎/L 이하	0.0127	0.0119	0.0146	0.0165	0.0197	0.0145	0.0129	0.0174	0.0167	0.0154	0.0178	0.0166	0.0119	0.0197	0.0156
55. 칼슘(Ca2+)	㎎/L		20	20.9	20	23.1	20.9	26	22.7	18.9	18.8	22.4	24.7	18.8	26	21.7
56. 마그네슘(Mg2+)	㎎/L		3	3.4	3.5	3.8	3.3	3.9	3.5	2.8	3.1	3.2	3.7	2.8	3.9	3.4
57. 나트륨(Na+)	㎎/L		10	9.8	10.3	9.3	10.5	10.9	8.5	8.6	6.6	11.2	12	6.6	12	9.8
58. 바륨(Ba)	㎎/L		0.027	불검출	불검출	불검출	0.039	불검출	0.024	불검출	0.017	0.019	0.0164	0.0164	0.039	0.0237
59. 니켈(Ni)	㎎/L		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
60. 안티몬(Sb)	㎎/L		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
61. 총유기탄소(Total organic carbon)	㎎/L		1.66	2.00	1.48	1.70	1.74	1.66	8.81	2.15	0.86	0.71	0.94	0.71	8.81	2.16
62. 브로모클로로아세틱엑시드	㎎/L		0.0023	0.0009	0.0024	0.00286	0.00207	0.00148	0.00167	0.00146	0.00156	0.00306	0.00271	0.0009	0.00306	0.0020
63. 지오스민(Geosmin)	ng/L		1.44	1.39	불검출	4.13	1.27	30.35	2.36	2.62	2.25	1.74	불검출	1.27	30.35	5.28
64. 2-메틸이소보르네올(2-Methylisoborneol)	ng/L		10.70	10.82	3.68	8.17	5.11	4.48	4.19	3.84	불검출	2.75	2.18	2.18	10.82	5.59

<표 8.3-5> 연성정수장 수질검사 결과 (2008년)

시험항목	수질기준	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	최소	최대	평균
1.일반세균(Total Colony Counts)	100CFU/mL 이하	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. 총대장균군(Total Coliforms)	불검출/100mL	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3. 대장균/분원성대장균군(E.coli/Fecal Coliforms)	불검출/100mL	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4. 납(pb)	0.05㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5. 불소(F)	1.5㎎/L 이하	0.7	0.8	불검출	0.7	0.8	0.8	0.7	1.2	1	0.8	0.8	0.8	0.7	1.2	0.8
6. 비소(As)	0.05㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7. 세레늄(Se)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8. 수은(Hg)	0.001㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9. 시안(CN)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10. 6가크롬(Cr+6)	0.05㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11. 암모니아성질소(NH3-N)	0.5㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.01	0.01
12. 질산성질소(NO3-N)	10㎎/L 이하	1.7	1.8	1.7	1.7	1.4	1.5	1.3	2	1.6	1.3	1.6	1.7	1.3	2	1.6
13. 카드뮴(Cd)	0.005㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14. 보론(B)	1.0㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.01	0.01	0.01
15. 총트리할로메탄(THM)	0.1㎎/L 이하	0.011	0.013	0.02	0.02	0.0288	0.0264	0.0274	0.0318	0.0227	0.149	0.0262	0.0184	0.011	0.149	0.0329
16. 클로로포름	0.08㎎/L 이하	0.0065	0.0080	0.0149	0.0131	0.0219	0.0190	0.0186	0.0264	0.0185	0.0120	0.0191	0.0116	0.0065	0.0264	0.0158
17. 페놀(Phenol)	0.005㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18. 다이아지논(Diazion)	0.02㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19. 파라티온(Parathion)	0.06㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20. 페니트로티온(Fenitrothion)	0.04㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21. 카바릴(Carbaryl)	0.07㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22. 1.1.1-트리클로로에탄(1.1.1-Trichloroethane)	0.1㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 8.3-5> 연성정수장 수질검사 결과 (2008년)(계속)

시험항목	수질기준	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	최소	최대	평균
23. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25. 디클로로메탄(Dichloro methane)	0.02㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26. 벤젠(Benzene)	0.01㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27. 톨루엔(Toluene)	0.7㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29. 크실렌(Xylene)	0.5㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30. 1,1-디클로로에틸렌(1,1-Dichloroethylene)	0.03㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31. 사염화탄소(Carbon tetrachloride)	0.002㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32.1,2-디브로모-3-클로로프로판(1,2-Dibromo-3-chloropropane)	0.003㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33. 경도(Hardness)	300㎎/L 이하	54	64	72	59	66.6	68.1	83.5	52	54.9	52.3	62.6	71.1	52	83.5	63.3
34. 과망간산칼륨소비량(Consumption of KMnO4)	10㎎/L 이하	0.6	0.8	1.6	1.5	1.48	1.64	2.78	1.16	1.92	3	1.42	1.92	0.6	3	1.65
35. 냄새(Odor)	무 취	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적
36. 맛(Taste)	무 미	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적	적
37. 동(Cu)	1㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38. 색도(Color)	5도이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39. 세제(음이온계면활성체:ABS)	0.5㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40. 수소이온농도(pH)	5.8-8.5	7.2	7.0	7.3	7.2	7.5	7.4	7.4	7.2	7.4	7.3	7.2	7.3	7	7.5	7.3
41. 아연(Zn)	3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.0047	불검출	불검출	불검출	불검출	0.0047	0.0047	0.0047
42. 염소이온(Cl-1)	250㎎/L 이하	10	9	10	13	12	14	14	9	8	9	12	13	8	14	11.1
43. 증발잔류물(Total solids)	500㎎/L 이하	59	49	84	96	95	80	129	108	97	150	96	91	49	150	94.5
44. 철(Fe)	0.3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.056	0.055	불검출	불검출	불검출	0.055	0.056	0.0555

<표 8.3-5> 연성정수장 수질검사 결과 (2008년)(계속)

시험항목	수질기준	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	최소	최대	평균
45. 망간(Mn)	0.3㎎/L 이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
46. 탁도(Turbidity)	0.5NTU이하	0.04	0.05	0.07	0.06	0.056	0.067	0.079	0.046	0.076	0.087	0.07	0.062	0.04	0.087	0.064
47. 황산이온(SO4-2)	200㎎/L 이하	10	11	11	10	11	14	13	10	9	10	12	13	9	14	11
48. 알루미늄(Al)	0.2㎎/L 이하	0.02	0.03	0.12	0.05	0.082	0.062	0.08	불검출	0.022	0.103	0.074	0.058	0.02	0.12	0.064
49. 유리잔류염소(Free residual chlorine)	4.0㎎/L 이하	0.78	0.76	0.80	0.80	0.80	0.80	0.68	0.89	0.86	0.70	0.70	0.80	0.68	0.89	0.78
50. 클로랄하이드레이트(Chloralhydrate)	0.03㎎/L 이하	0.0053	0.0030	0.0103	0.0068	0.0235	0.0149	0.0170	0.0145	0.0193	0.0170	0.0162	0.0060	0.003	0.02354	0.0128
51. 디브로모아세토니트릴(Dibromoacetonitril)	0.1㎎/L 이하	0.0081	0.0008	불검출	불검출	0.0006	0.0010	불검출	0.0009	0.0007	0.0014	0.0012	불검출	0.00063	0.0081	0.0018
52. 디클로로아세토니트릴(Dichloroacetonitril)	0.09㎎/L 이하	0.0027	0.0020	0.0025	0.0030	0.0048	0.0045	0.0036	0.0031	0.0042	0.0044	0.0035	0.0033	0.002	0.00483	0.0035
53. 트리클로로아세토니트릴(Trichloroacetonitril)	0.004㎎/L 이하	0.0014	0.0019	불검출	0.0012	0.0014	0.0012	0.0007	불검출	0.0025	0.0009	0.0010	불검출	0.00071	0.00245	0.0013
54. 할로아세틱에시드(Haloacetic acids)	0.1㎎/L 이하	0.0172	0.0108	0.0177	0.0181	0.0210	0.0125	0.0138	0.0197	0.0161	0.0227	0.0171	0.0163	0.0108	0.0227	0.0169
55. 칼슘(Ca2+)	㎎/L		19	14.4	18.7	22.8	22.1	26.7	17.4	20.7	20.1	22	24.5	14.4	26.7	20.8
56. 마그네슘(Mg2+)	㎎/L		3	2.4	3.4	3.9	3.5	4	3.1	3	3.2	3.5	3.7	2.4	4	3.3
57. 나트륨(Na+)	㎎/L		6	5	7.1	6.8	8.3	7.7	5.2	5	10.2	8.4	8.9	5	10.2	7.1
58. 바륨(Ba)	㎎/L		0.025	불검출	불검출	불검출	0.04	불검출	0.023	불검출	0.019	0.021	0.0165	0.0165	0.04	0.0241
59. 니켈(Ni)	㎎/L		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
60. 안티몬(Sb)	㎎/L		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
61. 총유기탄소(Total organic carbon)	㎎/L		1.44	1.80	1.60	1.77	2.10	1.78	5.77	2.11	1.16	1.05	0.80	0.8	5.77	1.94
62. 브로모클로로아세틱엑시드	㎎/L		0.0022	0.001	0.0027	0.00278	0.00165	0.00162	0.00163	0.0014	0.00191	0.00302	0.0028	0.001	0.00302	0.0021
63. 지오스민(Geosmin)	ng/L		1.75	1.64	불검출	4.27	1.13	30.78	2.02	2.45	2.13	1.69	1.41	1.13	30.78	4.93
64. 2-메틸이소보르네올(2-Methylisoborneol)	ng/L		10.32	10.53	7.87	7.59	7.20	6.45	3.92	2.51	불검출	1.47	1.89	1.47	10.53	5.98

4. 송·배수 수질관리

4.1 개 요

상수도 공급의 가장 중요한 관리요소는 수량과 수질이다. 수질의 경우에는 수돗물 생산에 고도처리를 도입하는 등 높은 사회적 요구수준을 만족하고자 노력하고 있으나 공급체계에서의 수질안정성은 아직 미흡한 실정이다. 특히 송배수시설은 방대한 양의 송배수 급수체계가 유지관리 되면서 누수, 부식, 노후화, 미생물성장 등의 문제점이 드러나 먹는 물에 대한 신뢰를 저하시키고 있으며 정수장과 달리 체계적인 수리·수질정보가 전무하거나 부족함으로 인해 유지관리영역 밖으로 인식되어 비효율적인 운영이 이루어지고 있다.
이에 송배수시설의 수질관리를 위한 대책을 제시하고 수용가의 신뢰를 회복할 수 있는 방안을 마련함으로써 정수된 수돗물의 2차적인 오염을 방지하고 안전한 수돗물공급이 이루어지도록 한다.

4.2 송배수 수질의 문제점

4.2.1 송배수시설지 수질의 문제점

가. 오염물질 관리미비

배수지 자체의 구조적인 결함, 환기구방충망의 미비, 방수불량, 균열 등으로 인하여 외부로부터 오염물질이나 오수의 침입이 발생할 수 있으며 1년에 2회 시행되는 지내청소 및 소독이 미비하여 Bio-film이나 After Growth로 인한 문제가 발생할 수 있다.

나. 배수지 잔류염소 부족

배수지의 물은 일정기간동안 체류하고 있는 물이기 때문에 수요가 적은시기 및 시간대에 따라서는 체류시간이 길어지고 높은 수온시에는 잔류염소농도가 감소하는 문제가 발생하여 생물학적 오염가능성이 커지게 된다.

다. 배수지 구조 불량

배수지의 구조에 따라서는 Plug Flow가 형성되지 못하고 나중에 유입된 상수가 먼저 유출하고 먼저 들어온 상수가 정체하는 단회로 및 정체현상이 발생하여 일부영역의 물이 수령이 길어지는 등 수질이 악화되는 현상을 보이기도 한다.

라. 조절지 및 송배수가압장 수질오염

흡수정이나 조절지가 있는 가압장이나 조절지의 경우, 배수지 수질오염문제와 같은 문제가 발생할 수 있다.

4.2.2 송배수관로 수질의 문제점

가. 부적합한 관로공사

상수도 관로는 상시 정수에 의하여 채워져 있고 수압이 있기 때문에 오염에 노출될 우려가 적은 것으로 생각되어지나 관 자체의 재질 및 도료 등의 용출에 의한 적수, 백수 등의 발생, 관 공사시의 오수나 이물질의 혼입 및 관 공사에 수반하는 단수로 인한 수압저하로 누수되어 있던 지점으로부터의 오수 침입 등 많은 오염요인이 내재되어 있다.

나. 관로의 노후화

상수도 관로의 노후화에 따른 파손, 부식 등은 직접적인 오염요인으로 작용하여 다음 <표 8.4-1>과 같은 여러가지 형태로 수질 및 수질관리에 치명적인 악영향을 미치게 된다.

<표 8.4-1> 노후관에 따른 수질영향

구 분	수 질 영 향
건강상의문제	부식에 의하여 용출된 물질(납, 카드뮴, 아연, 구리등)이 수돗물에 혼입되어 인체에 위해를 줌
이용상의문제	관부식 또는 원수중의 철, 망간, 부식토질에 기인한 녹물로 스케일 형성, 통수능력 감소 및 계량기 기능저해와 물 맛과 외관상(색) 변화를 가져옴
누수 및 파손사고 문제	노후화에 따른 누수, 파손사고의 발생빈도 증가로 송·배수 불량 및 외부 오염요인 유입가능성이 증대됨
경제적손실문제	부식진행에 따른 스케일 발생으로 통수능력의 감소를 초래하고 및 그에 따라 가압시스템의 설치 등의 경제적 손실 발생

다. 잔류염소 부족

송배수관로 수질에 있어 노후관에 의한 수질악화와 함께 가장 중요한 문제점은 잔류염소감소로 Bio-film이나 After Growth 등의 문제를 야기시킨다. 잔류염소농도 감소의 요인으로는 정수중에 존재하는 유기물과의 산화/염소화반응, 높은 수온 및 높은 pH로 인한 반응성 증가, 녹성분과의 접촉, 배수관내의 긴 체류시간, 관말로 인한 수류정체 등이 있다.

라. 유지관리체계 미비

이처럼 수질자체의 문제점도 있지만 관로에 대한 체계적인 수리 및 수질정보가 없고 유지관리체계가 미비하여 관로구성 및 노후관개량사업이 비합리적이고 비효율적으로 이루어지고 있다. 또한 주기적인 이토나 배수를 통한 수질관리가 이루어지지 못하고 있어 관저부 침전물 등에 의한 송배수관로 수질의 악화가 발생하고 있는 형편이다.

4.3 수질관리현황

수질검사는 크게 법정수질검사와 민관합동 수질확인검사로 나눌 수 있으나 송배수시설의 경우에는 민관합동 수질확인검사 대상이 없으므로 법정수질검사만 이루어지고 있다. <표 8.4-2~4>는 과거 수돗물급수과정별 수질검사 결과를 나타낸 것이고 <표 8.4-5>는 실시한 수도꼭지 수질검사 결과를 나타낸 것이다. 본 결과에서는 현재 관망에서의 수질상태는 양호한 것으로 나타났다.

<표 8.4-2> 수돗물급수과정별 수질검사 결과 연성정수장

검사항목 / 검사지점		수 질 검 사 결 과										
		일반세균	총대장균군	대장균/분원성대장균군	암모니아성질소	총트리할로메탄	동	pH	아연	철	탁도	잔류염소
수질기준		100/㎖이하	불검출/100㎖이하	불검출/100㎖이하	0.5mg/L이하	0.1mg/L이하	0.1mg/L이하	5.8~8.5	3mg/L이하	0.3mg/L이하	0.5NTU이하	0.1mg/L~4.0mg/L이하
연성정수장		0	불검출	불검출	불검출	0.0170	0.0102	7.3	0.0220	불검출	0.079	0.80
배수지	전	0	불검출	불검출	불검출	0.0137	불검출	7.3	0.0079	불검출	0.110	0.65
	후	0	불검출	불검출	불검출	0.0131	불검출	7.3	0.0043	불검출	0.102	0.64
급수구역 유입부	선부동 1003-7	0	불검출	불검출	0.01	0.0226	0.0183	7.3	0.0057	불검출	0.129	0.56
관말 수도꼭지	신길동 112	0	불검출	불검출	불검출	0.0105	불검출	7.3	0.0048	0.053	0.098	0.45
	와~스타디움	0	불검출	불검출	불검출	0.0116	0.0663	7.3	0.0042	0.054	0.062	0.26

<표 8.4-3> 수돗물급수과정별 수질검사 결과 안산정수장

검사항목 / 검사지점		수 질 검 사 결 과										
		일반세균	총대장균군	대장균/분원성대장균군	암모니아성질소	총트리할로메탄	동	pH	아연	철	탁도	잔류염소
수질기준		100/㎖이하	불검출/100㎖이하	불검출/100㎖이하	0.5mg/L 이하	0.1mg/L 이하	0.1mg/L 이하	5.8~8.5	3mg/L 이하	0.3mg/L 이하	0.5NTU이하	0.1mg/L ~ 4.0mg/L이하
안산정수장		0	불검출	불검출	불검출	0.0173	불검출	7.4	0.0229	불검출	0.072	0.80
급수구역 유입부	고잔동 613-1	0	불검출	불검출	불검출	0.0192	불검출	7.3	0.0348	불검출	0.161	0.66
관말 수도꼭지	운전면허시험장	0	불검출	불검출	불검출	0.0211	불검출	7.3	0.0206	불검출	0.072	0.42
	장하동 30-1	0	불검출	불검출	불검출	0.0212	불검출	7.3	0.0814	불검출	0.184	0.55

<표 8.4-4> 수돗물급수과정별 수질검사 결과 반월정수장

검사항목 / 검사지점		수 질 검 사 결 과										
		일반세균	총대장균군	대장균/분원성대장균군	암모니아성질소	총트리할로메탄	동	pH	아연	철	탁도	잔류염소
수질기준		100/㎖이하	불검출/100㎖이하	불검출/100㎖이하	0.5mg/L 이하	0.1mg/L 이하	0.1mg/L 이하	5.8~8.5	3mg/L 이하	0.3mg/L 이하	0.5NTU이하	0.1mg/L ~ 4.0mg/L이하
반월정수장		0	불검출	불검출	불검출	0.0141	0.0132	7.3	0.0030	불검출	0.056	0.80
배수지	전	0	불검출	불검출	불검출	0.0193	0.0085	7.3	0.0028	불검출	0.064	0.75
	후	0	불검출	불검출	불검출	0.0164	불검출	7.3	0.0032	불검출	0.064	0.72
급수구역 유입부	일동 551	0	불검출	불검출	불검출	0.0168	불검출	7.3	0.0048	불검출	0.050	0.62
관말 수도꼭지	사동 1490	0	불검출	불검출	불검출	0.0171	불검출	7.3	0.0048	불검출	0.066	0.52
	본오동 792	0	불검출	불검출	불검출	0.0141	불검출	7.5	0.0107	0.050	0.097	0.53

<표 8.4-5> 수도꼭지 수질검사 결과

번호	채수일자	주소	검사항목(수질기준)											
			잔류염소	총대장균군	대장균/분원성대장균군	일반세균	탁도	불소이온	질산성질소	철	망간	아연	동	저수조
			0.1mg/L~4.0mg/L이하	불검출/100㎖이하	불검출/100㎖이하	100/㎖이하	0.5NTU이하	1.5mg/L이하	10mg/L이하	0.3mg/L이하	0.3mg/L이하	3.0mg/L이하	1.0mg/L이하	
1	12/8	대부동 방아머리 공중화장실	0.2	불검출	불검출	0	0.059	0.9	1.6	불검출	불검출	불검출	불검출	무
2		대부동 주민센터	0.2	불검출	불검출	0	0.054	0.9	1.6	불검출	불검출	불검출	불검출	무
3	12/9	선부2동 주민센터	0.6	불검출	불검출	0	0.042	0.8	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
4		선부3동 1141-13	0.6	불검출	불검출	0	0.039	0.8	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
5		초지동 시민시장	0.6	불검출	불검출	0	0.045	0.8	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	유
6		원곡동 962	0.4	불검출	불검출	0	0.060	0.8	1.8	불검출	불검출	0.0101	불검출	무
7		선부동 1091-3	0.6	불검출	불검출	0	0.041	0.8	1.8	불검출	불검출	0.0028	불검출	무
8		선부1동 963-1	0.4	불검출	불검출	0	0.046	0.8	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
9		초지동 주민센터	0.6	불검출	불검출	0	0.069	0.8	1.8	불검출	불검출	0.0022	불검출	무
10		초지동 푸른유치원	0.3	불검출	불검출	0	0.072	0.8	1.8	0.051	불검출	0.0030	불검출	무
11		원곡1동 주민센터	0.4	불검출	불검출	0	0.054	0.8	1.8	불검출	불검출	0.0049	불검출	무
12		원곡2동 주민센터	0.2	불검출	불검출	0	0.137	0.9	1.7	0.060	불검출	0.0770	0.0103	무
13	12/11	부곡동 종합사회복지관	0.6	불검출	불검출	0	0.058	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0193	불검출	무
14		이동 593-3	0.2	불검출	불검출	0	0.078	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0091	불검출	유
15		성포동 경수빌딩	0.6	불검출	불검출	0	0.051	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0067	불검출	유
16		와동 708-8	0.6	불검출	불검출	0	0.038	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0031	불검출	무
17		사1동 의류상가	0.4	불검출	불검출	0	0.057	0.6	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
18		본오3동 삼우프라자	0.2	불검출	불검출	0	0.074	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0025	불검출	유
19		일동 성호기념관	0.6	불검출	불검출	0	0.067	0.6	1.7	불검출	불검출	불검출	불검출	무
20		본오2동 814	0.2	불검출	불검출	0	0.097	0.6	1.8	0.058	불검출	0.0052	불검출	무
21		본오1동 948-24	0.2	불검출	불검출	0	0.124	0.6	1.8	0.080	불검출	0.0121	0.0080	유
22		월피동 435-15	0.6	불검출	불검출	0	0.057	0.7	1.7	불검출	불검출	0.0057	불검출	무
23		호수동 로진프라자	0.2	불검출	불검출	0	0.090	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0132	불검출	유
24		고잔2동 머리하는날	0.6	불검출	불검출	0	0.085	0.7	1.7	불검출	불검출	0.0093	불검출	무
25		사2동 한성주유소	0.4	불검출	불검출	0	0.041	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0027	불검출	무
26		건건동 자매식당	0.2	불검출	불검출	0	0.068	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0233	불검출	무
27	12/15	고잔2동 529-1	0.4	불검출	불검출	0	0.080	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0149	불검출	유
28		호수동 768-5 진성골드프라자	0.4	불검출	불검출	0	0.058	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0059	불검출	유
29		사2동 요진아파트상가	0.4	불검출	불검출	0	0.183	0.6	1.7	0.077	불검출	0.0084	0.0113	유
30		호수동 704-4 대원프라자	0.4	불검출	불검출	0	0.091	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0162	불검출	유
31	12/15	본오2동 871-11	0.4	불검출	불검출	0	0.065	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0124	불검출	유
32		이동715-7 진성프라자	0.2	불검출	불검출	0	0.046	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0056	불검출	유
33		월피동 시낭운동장	0.6	불검출	불검출	0	0.051	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0037	불검출	무
34		성포동 593-4 사랑의 병원	0.4	불검출	불검출	0	0.052	0.7	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	유
35		본오3동 873-2	0.4	불검출	불검출	0	0.068	0.6	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	유
36		일동 119-4 세방주유소	0.6	불검출	불검출	0	0.041	0.6	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
37		부곡동 686-6	0.4	불검출	불검출	0	0.046	0.6	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
38		사1동 1250-3	0.4	불검출	불검출	0	0.052	0.6	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	무
39		본오1동 948-23	0.2	불검출	불검출	0	0.071	0.6	1.8	불검출	불검출	불검출	불검출	유
40		고잔1동 518 자유센타	0.2	불검출	불검출	0	0.093	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0031	불검출	유

<표 계속>

번호	채수일자	주소	검사항목(수질기준)											
			잔류염소	총대장균군	대장균/분원성대장균군	일반세균	탁도	불소이온	질산성질소	철	망간	아연	동	저수조
			0.1mg/L~4.0mg/L이하	불검출/100㎖이하	불검출/100㎖이하	100/㎖이하	0.5NTU이하	1.5mg/L이하	10mg/L이하	0.3mg/L이하	0.3mg/L이하	3.0mg/L이하	1.0mg/L이하	
41	12/17	원곡2동 주민센타	0.4	불검출	불검출	0	0.205	0.8	1.7	0.206	0.0051	0.2150	불검출	무
42		원곡본동 주민센타	0.5	불검출	불검출	0	0.062	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0417	불검출	무
43		원곡1동 주민센타	0.5	불검출	불검출	0	0.067	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0391	불검출	무
44		초지동 주민센타	0.4	불검출	불검출	0	0.097	0.8	1.7	0.080	불검출	0.0231	불검출	무
45		선부1동 주민센타	0.4	불검출	불검출	0	0.106	0.8	1.7	0.076	불검출	0.0114	불검출	무
46		선부2동 주민센타	0.6	불검출	불검출	0	0.047	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0058	불검출	무
47		선부3동 주민센타	0.5	불검출	불검출	0	0.065	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0145	불검출	무
48		선부3동 선부중학교	0.6	불검출	불검출	0	0.055	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0062	불검출	유
49		시민시장	0.5	불검출	불검출	0	0.051	0.8	1.7	불검출	불검출	0.0021	불검출	무
50		초지동 어린이집	0.3	불검출	불검출	0	0.209	0.8	1.8	0.075	불검출	0.0058	0.0161	무
51	12/19	호수동 대우5차 514-106	0.3	불검출	불검출	0	0.051	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0026	불검출	유
52		월피동 446 주공2단지 205-806	0.2	불검출	불검출	0	0.102	0.7	1.7	불검출	불검출	0.0121	불검출	유
53		연지프라자 본오2동 779	0.2	불검출	불검출	0	0.105	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0118	불검출	유
54		본오3동 841-6	0.6	불검출	불검출	0	0.050	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0053	불검출	무
55		LG전자 본오3동 1114-11	0.1	불검출	불검출	0	0.178	0.6	1.4	0.082	0.0053	0.0869	0.0295	무
56		열린어린이집 일동 86-9	0.5	불검출	불검출	0	0.070	0.6	1.6	불검출	불검출	0.0275	0.0266	무
57		역전주유소 이동 593	0.2	불검출	불검출	0	0.064	0.6	1.6	불검출	불검출	0.0093	0.0092	무
58		현대아파트상가 사사동 413	0.2	불검출	불검출	0	0.063	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0053	0.0100	무
59		사1동 1266	0.6	불검출	불검출	0	0.071	0.6	1.6	불검출	불검출	0.0040	불검출	무
60		사2동 주민센타	0.4	불검출	불검출	0	0.065	0.6	1.6	불검출	불검출	0.0039	불검출	무
61	12/19	부곡동 671-11 부곡지구대	0.4	불검출	불검출	0	0.051	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0032	불검출	무
62		안산동 487 수암치안센터	0.2	불검출	불검출	0	0.070	0.6	1.7	불검출	불검출	0.0144	0.0085	무
63		고잔동 670-2	0.6	불검출	불검출	0	0.087	0.6	1.6	불검출	불검출	0.0144	불검출	유
64		와동 711-1 바른손정형외과	0.6	불검출	불검출	0	0.048	0.6	1.6	불검출	불검출	0.0097	불검출	무
65		성포동 593-9 도로공원	0.4	불검출	불검출	0	0.108	0.6	1.6	0.092	불검출	0.0169	0.0086	무
66	12/24	사2동 1404-9	0.4	불검출	불검출	0	0.048	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0141	불검출	무
67		고잔1동 515 안산시청	0.2	불검출	불검출	0	0.067	0.7	1.7	불검출	불검출	0.0138	0.0320	유
68		와동 676-8 러시PC방	0.6	불검출	불검출	0	0.040	0.7	1.8	불검출	불검출	0.0078	0.0144	무
69		본오2동 821	0.4	불검출	불검출	0	0.080	0.6	1.8	0.058	불검출	0.0344	불검출	유
70		본오1동 980-5	0.2	불검출	불검출	0	0.064	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0642	불검출	무
71		사2동 1279-6	0.2	불검출	불검출	0	0.187	0.6	1.7	0.083	불검출	0.0738	불검출	무
72		월피동 445-4 칠성프라자	0.4	불검출	불검출	0	0.065	0.7	1.8	불검출	불검출	0.0240	불검출	유
73		본오3동 1118-9 쌈지미용실	0.6	불검출	불검출	0	0.085	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0087	불검출	무
74		호수동 780 금강2차상가	0.4	불검출	불검출	0	0.047	0.6	1.8	불검출	불검출	0.0207	0.0185	유
75		성포동 593-1	0.6	불검출	불검출	0	0.048	0.7	1.8	불검출	불검출	0.0085	0.0083	유
최대			0.6	불검출	불검출	0	0.209	0.9	1.8	0.206	0.0053	0.2150	0.0320	
최소			0.1	불검출	불검출	0	0.038	0.6	1.4	불검출	불검출	불검출	불검출	
평균			0.4	불검출	불검출	0	0.074	0.7	1.7	0.014	0.0001	0.0153	0.0028	

4.4 송·배수관로 잔류염소 관리

4.4.1 개 요

상수도 시설은 수질정화 기능을 담당하는 정수장과 물 수송 및 저류기능을 담당하는 도·송·배·급수시설로 구성된다.

잔류염소 농도는 정수장 이후 급수전에서 수돗물의 미생물학적 안전성을 확보하기 위해 필요하며 일반적으로 정수장 출구에서의 잔류염소 농도 값은 급수전에서의 잔류염소 농도 규정치 0.1㎎/L이상을 확보할 수 있도록 정수수질, 수온, 관말까지의 도달시간 등을 고려하여 계절별로 설정하고 있다.

최근 수돗물에 대한 관심은 점점 높아져 선진국 수준의 안전한 수돗물을 요구하고 있으므로 수요자의 요구를 충족시킬 수 있는 안심하고 마실 수 있는 수돗물을 공급하기 위해서는 수돗물의 위생상 안전성을 확보하는 수준에서 적절히 잔류염소 농도를 관리할 필요성이 대두되고 있다.

4.4.2 잔류염소 농도의 관리

가. 정수장에서 잔류염소농도의 관리

정수장에서의 잔류염소농도 관리는 정수장 출구에서의 관리 목표 값을 유지하기 위해 원수수질, 수온 등에 의한 염소소비량의 변화와 급수계통의 관말부에서 잔류염소농도 변화를 고려하여 시행할 필요가 있다.

목표 값은 일반적으로 급수관망 말단 급수전에서의 잔류염소농도를 매월 1회 이상 검사함과 동시에 정수수질, 수온, 급수계통의 특성 등을 종합적으로 고려하여 경험적으로 설정되어 있는 것이 많다. 이것을 보다 합리적, 과학적으로 시행하기 위해서도 미리 설정지점에 이르기까지의 관종, 재질, 관경, 유량, 잔류염소농도, 전기전도도 등 관로특성과 수질특성의 조사가 필요하다.

나. 배수지에서 잔류염소농도의 관리

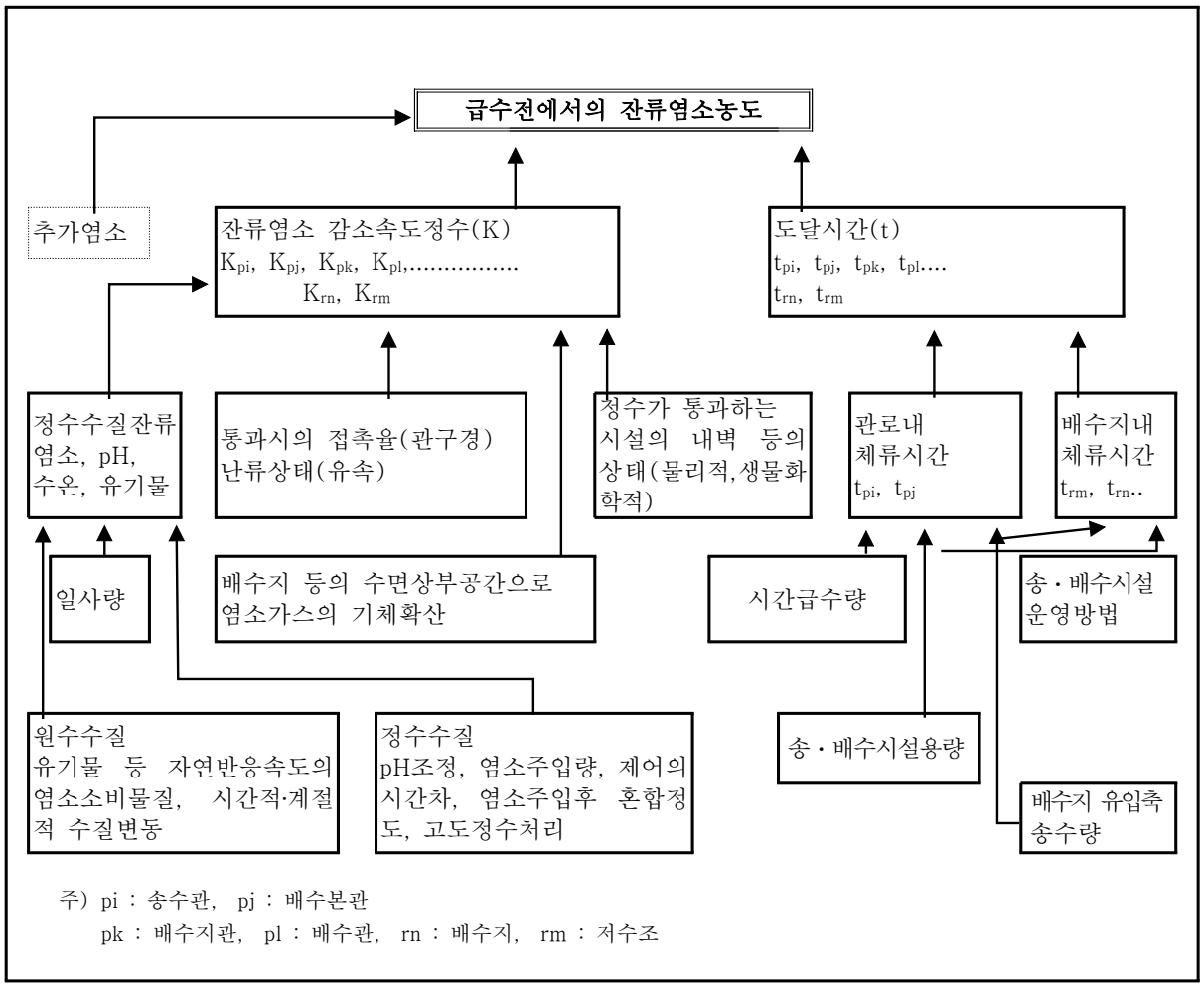
상수도시설기준에서 배수지의 유효용량은 급수구역의 계획 1일 최대급수량의 12시간분 이상을 표준으로 하고, 지역의 특성, 상수도시설의 안정성 등을 고려하여 용량을 증대하는 것으로 되어 있다. 배수지는 수요가 적은 시기 및 시간대에 따라서는 체류시간이 길어지고, 특히 높은 수온시(여름철)에는 잔류염소농도가 감소하는 문제가 있기 때문에 배수지에서의 저류중에 잔류염소농도의 감소가 현저한 경우에는 염소의 재주입이 필요한 경우도 있다.

4.4.3 시설정비에 의한 잔류염소농도의 관리

급수구역이 넓은 경우 잔류염소농도의 관리 및 평준화하기 위해서는 정수장만의 일괄 관리로도 곤란한 경우가 발생한다. 따라서 정수장에서의 염소주입량을 최대한 저감하고, 배수지 또는 주요 배수관 등에서 필요한 염소를 추가 주입하는 방법도 있다. 동시에 배수지 이후에서도 수질측면의 시설정비, 특히 체류관로의 해소, 내면라이닝이 노후화된 관에 녹이 발생하고 있는 관로의 정비가 필요하며, 동시에 소규모 저수조를 경유하지 않은 직결 배수화 등의 시설정비가 필요하다.

4.4.4 관망에서의 잔류염소농도의 관리

관망에서의 잔류염소농도의 변화는 관종, 재질, 관경, 관내면 상태(내면도장의 상태, 녹) 등의 고정된 요인과 이들 원인의 특성을 고려한 관리방법을 검토할 필요가 있으며 관망내에서 잔류염소 농도에 영향을 미치는 요인은 다음과 같다.



<그림 8.4-1> 배수관망내 잔류염소농도의 영향인자

가. 배수관망에서 잔류염소 농도감소의 주요 원인

·배수관망에서 잔류염소농도 감소의 커다란 요인으로는 정수중의 유기물과 염소의 반응(산화반응, 염소화반응)인데, 그 반응은 배수관내에서도 계속해서 일어나고 있기 때문에 물이 배수관내에 장기간 체류하면 할수록, 유기물이 많으면 많을수록 염소가 많이 소비된다.

·상기의 반응은 수온이 높을수록 빠르게 진행한다. 따라서 여름철에는 표류수 등의 원수 수온이 높아지는 경우와 배수지나 배수관내에서 정수가 장시간 저류 및 체류하는 동안 수온이 상승하는 경우 등에는 염소의 소비량이 증가한다.

·또, 상기의 반응은 pH가 높을수록 빠르게 진행한다. 따라서 부설 및 운용개시 직후에는 내면 모르터라이닝의 용출 등에 의해 pH가 높아지는 일이 있기 때문에 잔류염소농도의 감소에 대한 주의가 필요하다.

·관내면 재질과의 접촉에 의해서는 염소농도의 소비가 일어난다. 특히, 문제가 되는 것은 오래된 관(구관)에서 녹 발생에 의한 것으로, 적수를 동반하지 않아도 극도로 염소처리량이 많아지는 경우를 볼 수 있다.

·배수지와 거리가 먼 경우, 급수구역의 규모가 큰 경우, 또 복수의 배수지를 경유하는 다단계 송수의 경우 등에서는 염소주입점을 각 가정 급수전까지의 도달시간이 각기 다르기 때문에 잔류염소농도의 평준화가 어렵게 된다.

나. 배수관망에서 잔류염소 농도 보존방안

배수관망에서 잔류염소농도를 적정하게 관리하기 위해서는 전술한 감소요인을 파악하기 위하여 배수관망내의 잔류염소농도 분포나 시간적인 농도변화의 실태를 조사·분석할 필요가 있다. 이 결과, 잔류염소농도가 크게 감소하고 있는 관로에 대해서는 감소요인에 따라서 관의 세척, 개량, 배수계통의 전환, 교체 등의 적절한 대책을 실시하고 잔류염소농도의 감소를 방지한다.

배수관망에서 잔류염소농도 보존방안은 다음과 같다.

·급수관내에서의 체류시간이 길어지지 않도록 관망을 정비할 필요가 있다. 이를 위해 수량, 수압, 수질을 확실하게 조절할 수 있고, 또한 특정한 장소에서 블록간의 상호 물융통이 가능하도록 급수관망을 블록화하여 정비하고, 체류시간의 평준화나 잔류염소농도의 평준화를 도모할 것.

·낮은 잔류염소농도 지역의 해소에는 그 급수관망에서의 시간경과에 따른 잔류염소농도를 파악하고, 저하의 원인, 구역, 시간대를 추적하고 급수경로의 변경, 관로개량, 추가 염소주입 등의 대책을 고려할 것.

·높은 수온시 국부적인 잔류염소농도의 저하에 대해서는 급수관에서의 정기적 급수에 의해 관내의 체류시간을 짧게 하는 것이 효과적일 것.

4.5 관망해석상의 잔류염소 검토

4.5.1 개 요

상수도 관로에서 잔류염소 농도 제어는 생물학적 안전성 확보 및 소독 부산물제어 측면에서 중요한 문제이다. 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 (일부개정 2008.6.19 환경부령 제289호) 규정에 의해 가정 급수전에 있어서 일정농도 이상의 잔류염소 유지를 규정하고 있는데, 평상시의 경우에는 유리잔류염소 농도를 0.1㎎/L이상(결합잔류염소농도를 0.4㎎/L이상)으로 유지하도록 규정하고 있으며, 병원성 미생물에 의하여 오염되었거나 오염될 우려가 있는 경우에는 유리잔류염소 농도를 0.4㎎/L이상(결합잔류염소농도를 1.8㎎/L이상)으로 유지하도록 규정하고 있다. 그러나 실제 배·급수 현황을 살펴보면 수질 보다는 충분한 유량이 안정적인 수압으로 공급되는 것을 우선적으로 고려하며 수질은 다음 순위로 고려하는 경우가 많다. 그러한 이유로 관로가 길거나 물 수요량이 적은 지역에서는 최소 잔류염소농도를 유지하지 못하는 경우가 종종 발생하기도 한다.

가. 이론적 배경

상수도 관망에서 잔류염소 농도감소는 수온, 초기 잔류염소농도, 잔류염소와의 반응물질 농도, 관경, 관재질, 조도계수, 관표면에서의 생물막 형성여부, 관표면 부식상태 그리고 수리학적 인자등에 의해 영향을 받게 된다. 많은 연구자들이 잔류염소 농도 감소의 인자를 이용하여 잔류염소분해 모델식을 제시하였는데 최근에는 염소 분해모델을 단순 1차반응식으로 규정하는 것이 지배적이며 주로 1차 반응모델 혹은 변형 1차반응 모델식을 적용하고 있다.

$$C(t) = Coe^{-kt} \qquad (1)$$

여기서 C(t)는 시간 t에서의 염소농도(㎎/L), Co는 초기염소농도(㎎/L), t = 관내 체류시간이다. k는 1차 염소 감소속도 상수(1/day)를 나타낸다.

잔류염소 농도 감소에 영향을 미치는 인자들을 분류 정리하면 물 차체의 무·유기물과 염소의 반응으로 인한 bulk decay 상수 kb와 관벽과의 반응으로 인한 wall decay 상수 kw로 구분 되며 총 염소 감소 반응상수 kT는 이들의 합으로 정의된다.

$$kT = kb + kw \qquad (2)$$

여기서 kb는 염소소비성 물질인 유기물, 용해성 철, 용해성 망간, 암모니아성 질

소 등의 농도, 초기염소농도, 온도 , PH 등의 영향을 받으며 이러한 정수수질은 원수 수질 및 정수처리 방법에 따라 그 값이 달라진다.

관벽 반응 계수 kw는 관 재질, 관경, 관벽내 생물막 형성, 관의 부식정도 등에 영향을 받는다. 관로 부식은 온도 PH, CaCO3 평형, 염소, 생물막 등의 영향을 받게 되며, 산소나 염소에 의해 부식이 발생하게 되는데, 이러한 부식에 의해 발생된 녹 등은 잔류염소와 반응하여 염소를 빠르게 소모시킨다. 또한 일반적으로 관경이 증가하면 염소 감소 상수는 감소하는 것으로 나타난다. 관내면의 표면적과 저류량과의 관계를 다음과 같이 접촉률로 표현할 수 있는데 관경이 작아질수록 접촉률이 커지게 되어 염소와 직접적인 반응성은 높아진다.

$$\text{접촉률} = \frac{\text{관내면 표면적}}{\text{관내 저류량}} = \frac{2\pi rL}{\pi r^2 L} =$$

위 식은 관로의 내면이 거의 신관 상태라고 생각되는 경우에는 실제 접촉율을 나타낸다고 볼 수 있으나 침착물 등이 발생할 경우 관경의 축소와 표면적의 증가로 인하여 이론식에 비해 극단적으로 커지게 되는 경우도 발생한다. 또한 관로의 영향을 무시할 수 있는 한계 관구경은 고수온기에서 무 라이닝 주철관 및 모르타르라이닝 주철관에 대해 각각 800, 400mm 정도, 저수온기에 동일하게 1100, 600mm 정도라고 한다.

Rossman 등(1994)은 난류 및 층류 조건하에서의 비정상류에 대해 적용되는 물질전달에 기초한 관망의 염, H소 감소 모델을 개발하였는데 이 모델은 여러 수질 모델들(EPANET, PICCOLO, H2ONET)에서 잔류염소분해에 미치는 관벽효과를 나타내는데 사용되고 있다. 이 식에서 kw의 정확한 정의는 잔류염소가 Bulk 상에서 관벽으로 확산되는 속도를 나타낸다. 즉, 관벽과 수체가 접촉하는 부분에서는 관벽과의 접촉에 의해 잔류염소소비가 발생하게 되며, 이로 인해 Bulk상과의 농도구배가 발생하게 된다. 따라서 잔류염소의 확산이 발생하게 되고, 이 확산속도를 관벽분해 속도상수로 해석하게 된다.

$$k_T = k_b + \frac{k_w k_f}{R_h (k_w + k_f)}$$

여기서. kb : Chlorine decay coefficient related to bulk reactions, (1/day)

Rh : hydrolic diameter, (m)

kf : 물질이동계수[0.023(ud/v)0.83(v/D)0.333D/d], (m/day)

v : 20℃에서의 물의 동점성도, (0.095 m/day)

D : 20℃에서의 염소확산계수, (0.104 m2/day)

나. 모델링 수행방법

실제 배수관망에서의 유속계수, bulk decay 상수(Kb), wall decay 상수(Kw) 값을 측정하여 이를 모델에 적용하는 것이 바람직하나, 많은 시간과 노력을 소요하기 때문에 과거와 현재 발표되고 있는 잔류염소농도 모델링 연구를 참조하여 모델링에 필요한 상수 값을 선정할 수 있다. 이때 배수관망상의 수온은 20℃로 가정하여 수온에 따른 반응속도 계수의 보정을 위한 Van't Hoff Arrenius 식 적용은 하지 않고. 모델링에 사용하는 배수관망은 장래 관망으로 하되 정수장의 초기 잔류염소 농도는 일반적으로 1.0㎎/L로 설정하여 사용한다. 배수구역내에서 일최대 급수량의 50% 유량으로 물소비가 된다고 가정하여 각 격점 에서의 잔류염소농도를 예측할 수 있다.

<표 8.4-6> 모델링 상수값의 결정

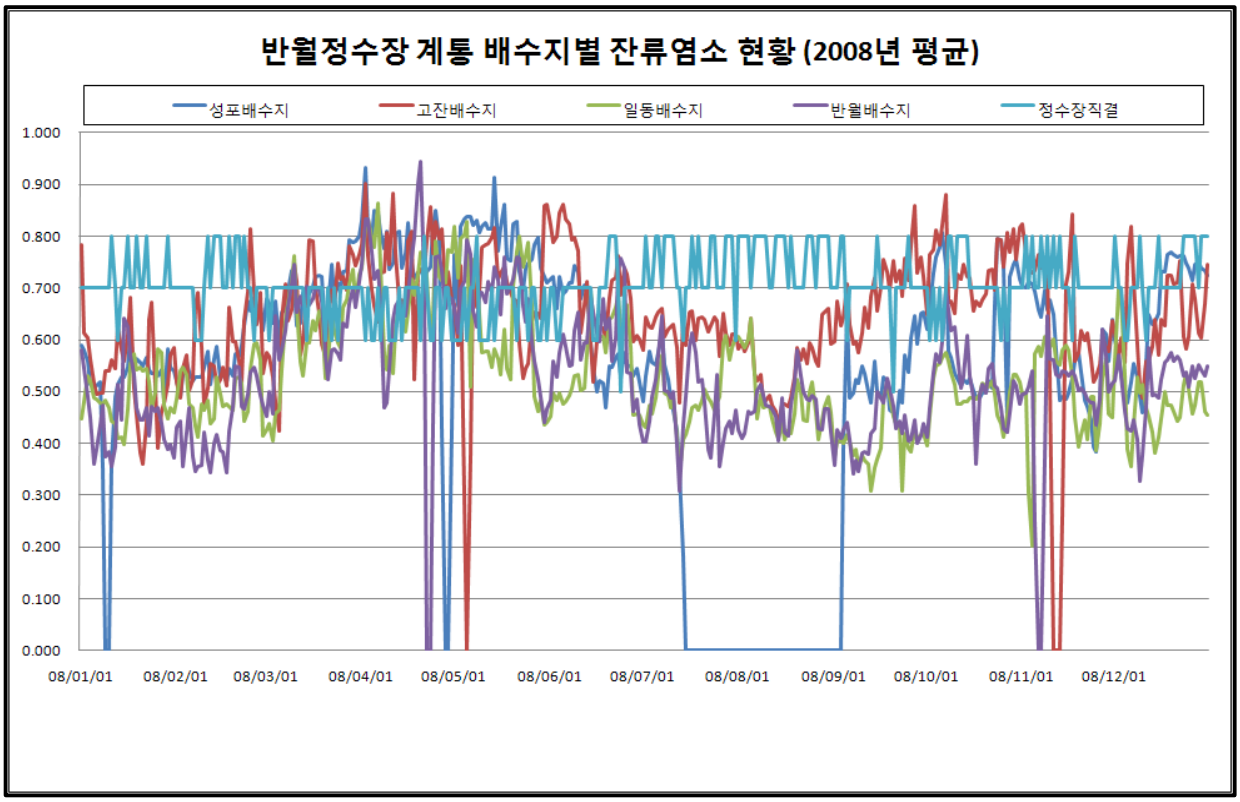
Wall Decay 상수	Bulk Decay 상수	온 도 (℃)	비 고
- 1.0	- 0.05	20	

4.5.2 배수관로 잔류염소 검토

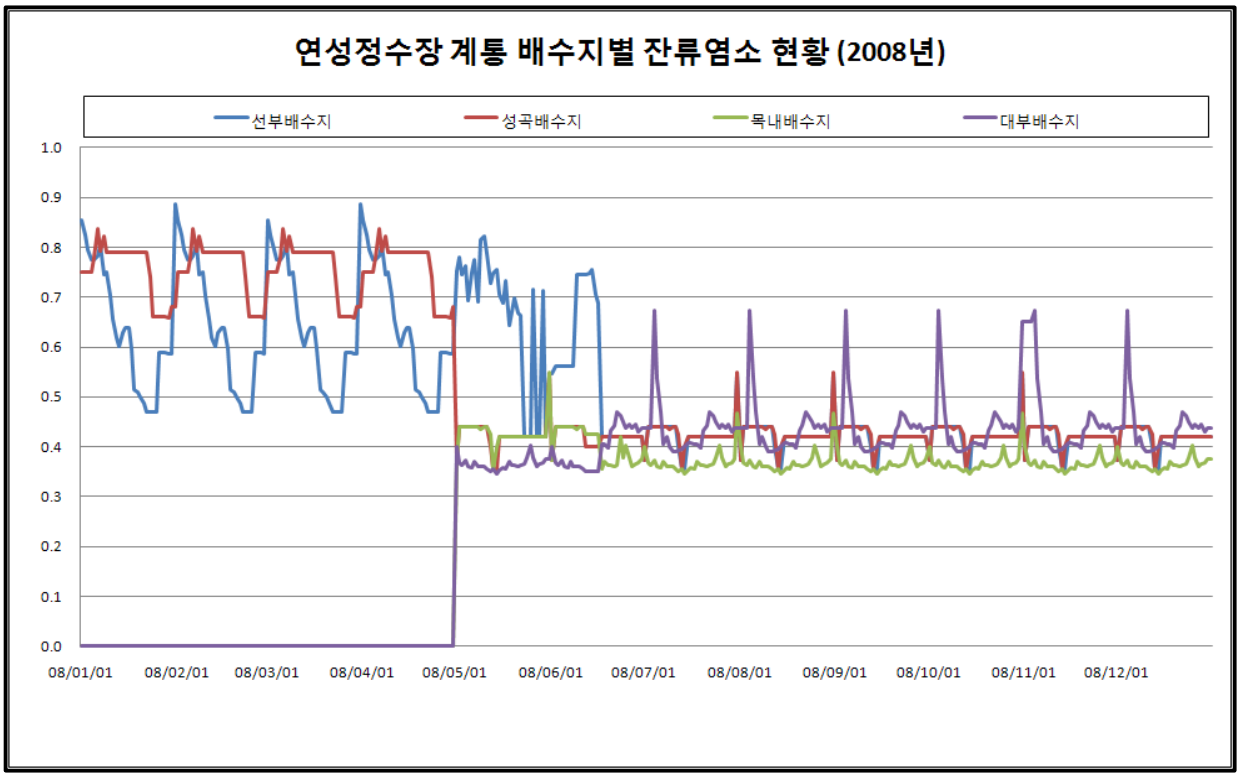
잔류염소농도 모델링을 위해 각 배수지별 2008년 평균 잔류염소를 검토하여 수리모델링 자료로 활용하였고 각 급수전별 수질측정조사의 잔류염소항목을 모델링의 자료와 비교 검토 하였다.

<표 8.4-7> 각 배수지별 잔류염소 현황(2008년 평균)

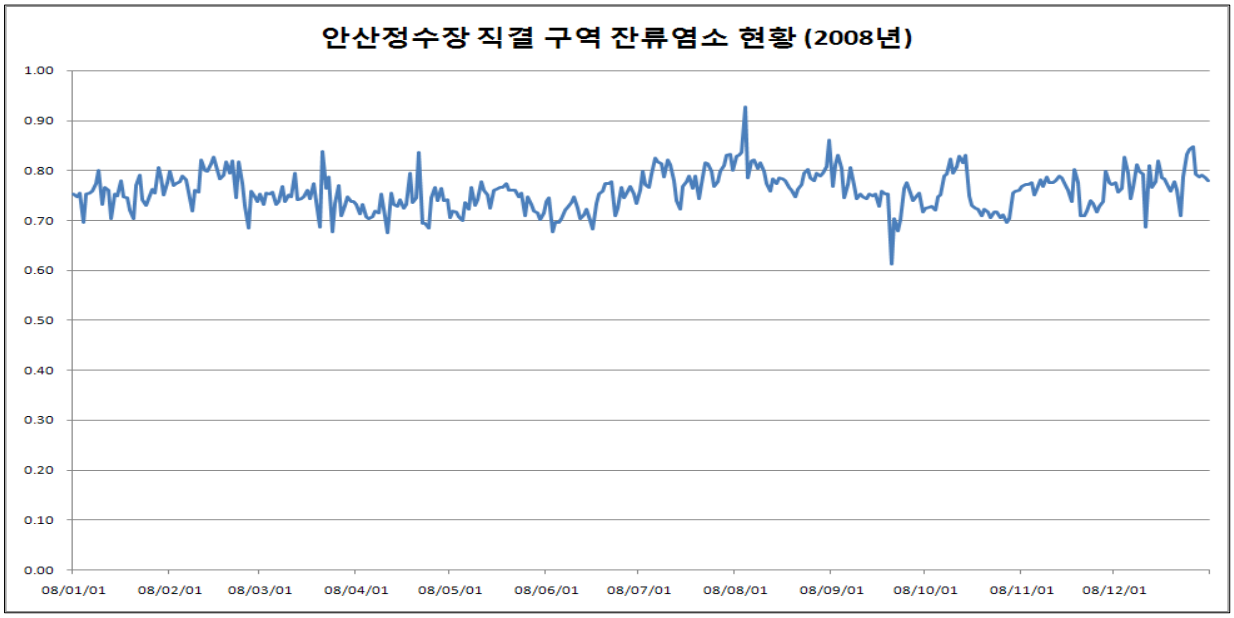
정수장		반 월					연 성				시흥	안산
배수지		직접	성포	고잔	반월	일동	선부	성곡	목내	대부	직접	직접
염소 (㎎/ℓ)	최대	0.75	0.75	0.78	0.66	0.69	1.13	0.44	0.40	1.19	0.83	0.85
	평균	0.67	0.67	0.62	0.51	0.46	0.35	0.42	0.37	0.51	0.76	0.78
	최소	0.55	0.55	0.41	0.43	0.37	0.45	0.35	0.35	0.39	0.70	0.69



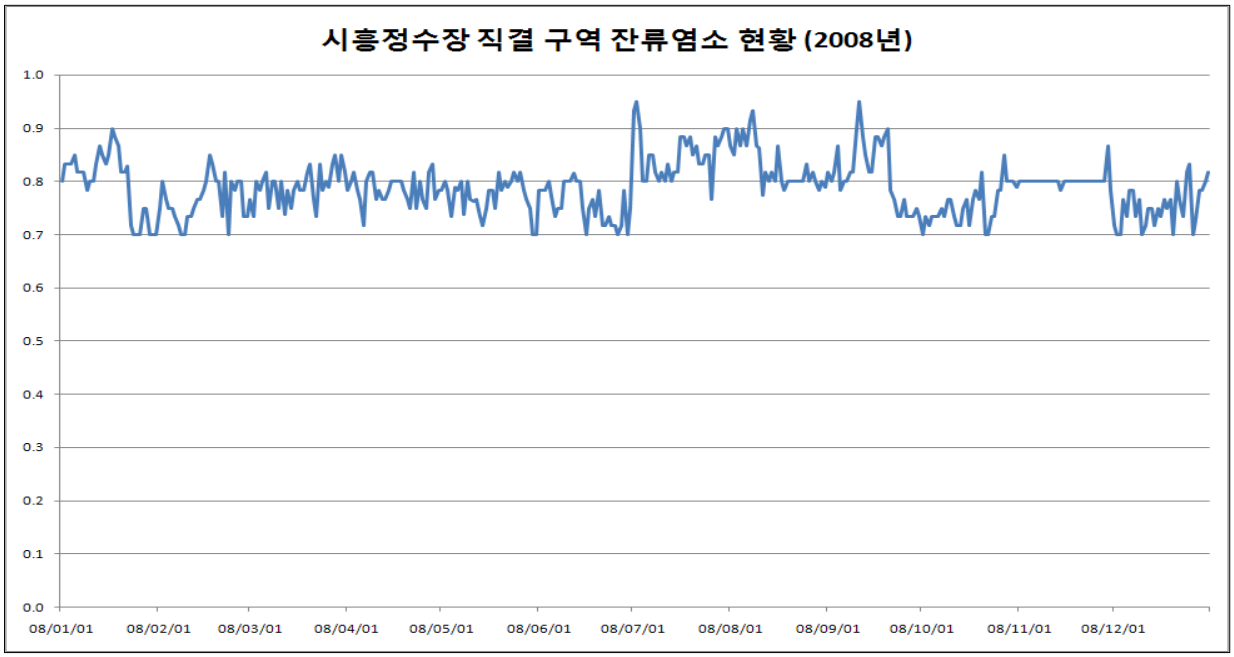
<그림 8.4-2> 반월정수장 배수지별 잔류염소 현황



<그림 8.4-2> 연성정수장 배수지별 잔류염소 현황



<그림 8.4-3> 안산정수장 배수지별 잔류염소 현황



<그림 8.4-4> 시흥정수장 배수지별 잔류염소 현황

가. 현 급수구역 잔류염소 검토

잔류염소농도 모델링을 위해 각 배수지별 2008년 평균 잔류염소와 급수구역별 잔류염소 실측자료를 검토하여 수리모델링자료로 활용하였고, 시간대별 유량 변화(72hr)에 따른 잔류염소 모델링 분석 결과를 각 급수전별 수질측정조사의 잔류염소항목과 비교 검토하였다.

1) 시가지 급수구역

시가지 급수구역의 잔류염소농도 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였으며, 실측결과도 각 배수구역별 최 외곽 관말부에서도 잔류염소농도가 0.3~0.4㎎/L 대로 조사되어 적정 농도 이상을 유지하고 있어 문제점이 없는 것으로 분석되었다.

2) 대부동 급수구역

모델링을 수행한 결과 배수지 인근지역의 경우 양호한 잔류염소농도를 보였으며 현장조사 결과도 0.4～0.5㎎/L 대로 양호하게 조사되었으나, 수지상식의 관망형태인 관말지역의 잔류염소농도가 0.1㎎/L 이하인 것으로 분석되었다.

이는 대부배수지가 연성정수장과 원거리에 있어 배수지 도달 시 잔류염소농도가 저하되어 배수지 유출 잔류염소농도가 낮은 것이 가장 큰 원인이고 다음으로 부설관경에 비해 물 수요량이 적어 관로 내 유속이 적은 것에 기인한 것으로 판단된다.

따라서 해당 지역의 염소농도를 관말기준 최소 농도 이상이 나오도록 하기 위해서 현재 대부배수지에 설치되어 있는 염소재투입시설을 적절히 가동하여 유출 잔류염소농도를 1.0㎎/L 대로 유지시켜 관말부분의 잔류염소농도가 적정수준으로 유지하도록 계획 하였다.

<표 8.4-8> 잔류염소 실측현황

번호	정수장	배수지	유출염소	관망해석	소블록	대상지점	측정염소	온도	비고
1	안산	직결	0.80	0.70~0.60	AD1	상록구 월피동 508-5 번지	0.70	10.3	
2					AD2	단원구 고잔동 674-1 번지	0.65	11.8	
3					AD3	단원구 고잔동 504-9 번지	0.78	11.5	
4					AD4	단원구 와동 711-8 번지	0.70	10.4	
5					AD5	단원구 와동 779-5 번지	0.75	10.4	
6					AD6	단원구 와동 752 번지	0.72	9.7	
7					AD7	단원구 와동 830-3 번지	0.60	10.3	
8					AD8	단원구 고잔동 661-4 번지	0.77	10.2	
9					AD9	단원구 고잔동 612 번지	0.67	10.7	
10					AD10	단원구 고잔동 529 번지	0.50	10.8	
11					BD8	상록구 부곡동 720-9 번지	0.25	14.4	
12					BD9	상록구 월피동 466-6 번지	0.64	10.3	
13					BD10	상록구 월피동 446 번지	0.56	10.1	
14					BD11	상록구 성포동 583 번지	0.48	10.3	

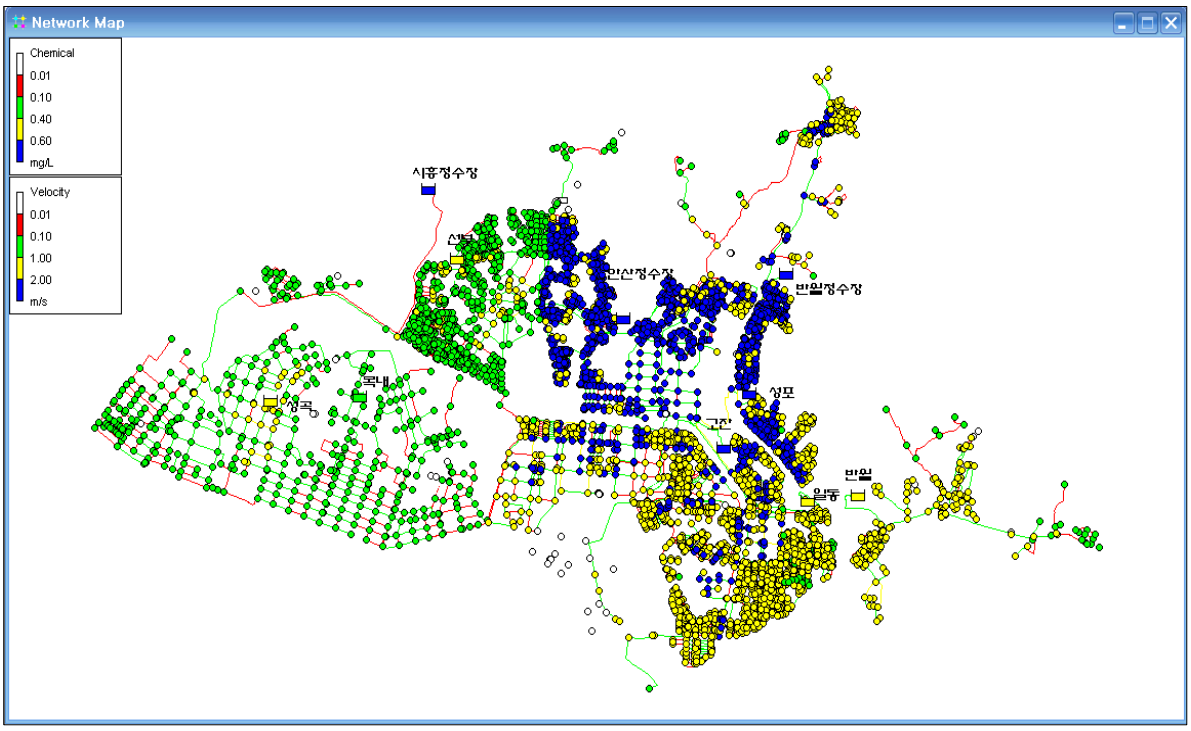
<표 계속>

번호	정수장	배수지	유출염소	관망해석	소블록	대상지점	측정염소	온도	비고
15	연성	선부	0.42	0.41~0.18	YS1	단원구 선부동 984-11 번지	0.43	9.5	
16					YS2	단원구 선부동 1015-6 번지	0.51	11.7	
17					YS3	단원구 선부동 1024-5 번지	0.58	9.9	
18					YS4	단원구 선부동 1127-2 번지	0.56	10.3	
19					YS5	단원구 원곡동 953-3 번지	0.23	11.1	
20					YS6	단원구 선부동 997-2 번지	0.57	11.5	
21					YS7	단원구 선부동 1081 번지	0.34	11.0	
22					YS8	단원구 원곡동 744-1 번지	0.50	10.2	
23					YS9	단원구 원곡동 797-5 번지	0.52	13.3	
24					YS10	단원구 원곡동 759-9 번지	0.54	12.3	
25					YS11	단원구 원곡동 806-14 번지	0.67	16.6	
26					YS12	단원구 원곡동 766-8 번지	0.62	11.2	
27					YS13	단원구 원곡동 811-22 번지	0.58	10.5	
28					YS14	단원구 원곡동 938 번지	0.61	11.5	
29					YS15	단원구 원곡동 835-4 번지	0.25	14.1	
30					YS16	단원구 원곡동 853-3 번지	0.55	11.7	
31					YS17	단원구 선부동 1077-4 번지	0.41	11.0	
32					YS18	단원구 초지동 667 번지	0.47	9.8	
33					YS19	단원구 신길동 1401-1 번지	0.48	10.3	
34					YS20	단원구 신길동 1438 번지	0.54	10.8	
35					YS21	단원구 초지동 624-4 번지	0.49	13.9	
36		목내	0.42	0.41~0.18	YM1	단원구 원시동 773-4 번지	0.41	11.2	
37					YM1-1	단원구 초지동 653 번지	0.53	11.2	
38					YM2	단원구 목내동 394-1 번지	0.64	10.4	
39					YM2-1	단원구 원시동 741 번지	0.50	10.5	
40		대부	0.50	0.50~0.01		단원구 대부도동 852 번지	0.50	11.6	
41						단원구 대부도동 영어마을 앞	0.47	11.5	
42						단원구 대부도동 978-1 번지	0.06	9.7	
43		성곡	0.42	0.41~0.18	YH1	단원구 신길동 1059 번지	0.65	10.1	
44					YH2	단원구 성곡동 603 번지	0.71	10.4	
45					YH2-1	단원구 성곡동 609-3 번지	0.56	11.4	
46	시흥	직결	0.75	0.40~0.30	SL1	단원구 성곡동 663-10 번지	0.41	11.0	
47					SL1-1	단원구 성곡동 713-6 번지	0.52	10.7	
48					SL1-2	단원구 성곡동 685 번지	0.18	12.3	

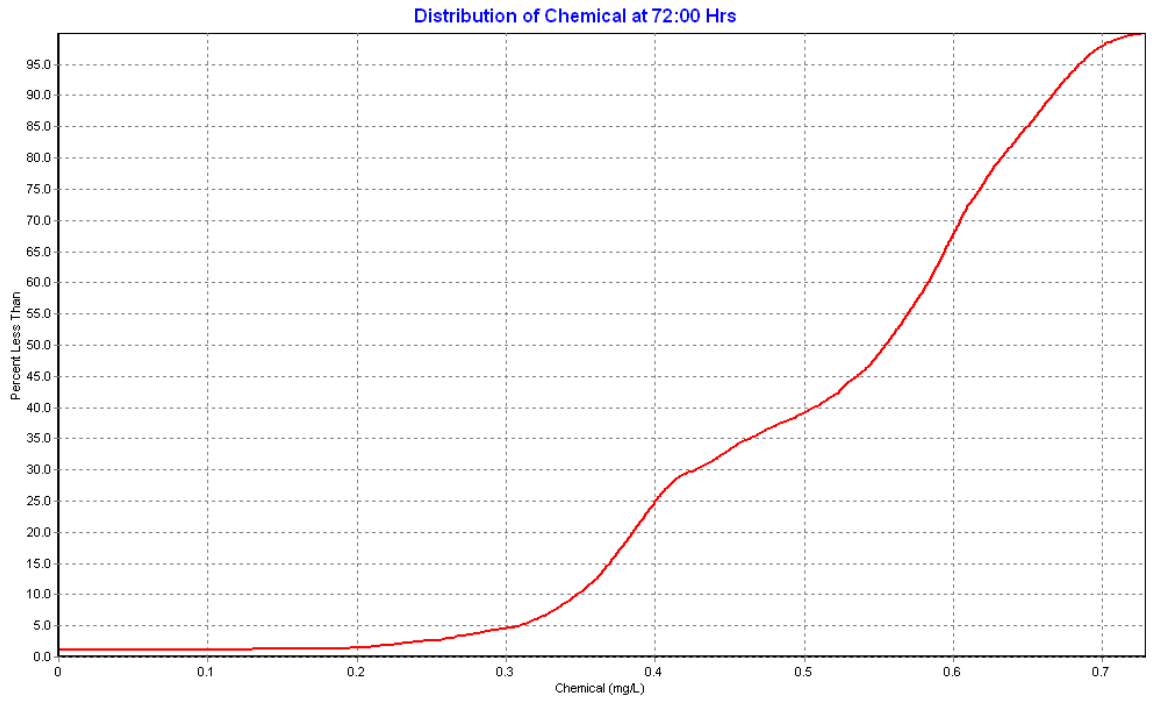
<표 계속>

번호	정수장	배수지	유출염소	관망해석	소블록	대상지점	잔류염소	온도	비고
49	반월	직결	0.73	0.70~0.60	BD1	상록구 부곡동 661-1 번지	0.83	10.4	
50					BD2	상록구 부곡동 665-5 번지	0.83	10.8	
51					BD3	상록구 부곡동 682-7 번지	0.48	9.3	
52					BD4	상록구 부곡동 692-5 번지	0.70	11.8	
53					BD5	상록구 일동 538-6 번지	0.81	10.4	
54					BD6	상록구 일동 610-2 번지	0.23	10.0	
55					BD12	상록구 수암동 460-8 번지	0.29	5.7	
56		성포	0.65	0.65~0.35	BS1	상록구 이동 612-24 번지	0.67	10.7	
57					BS2	상록구 일동 660 번지	0.70	9.9	
58					BS3	상록구 본오동 872-19 번지	0.32	9.9	
59					BS6	상록구 본오동 885-6 번지	0.37	11.3	
60					BS8	상록구 본오동 925-2 번지	0.41	10.8	
61					BS9	상록구 본오동 715-11 번지	0.33	11.5	
62					BS10	상록구 본오동 984 번지	0.35	11.2	
63					BS11	상록구 사동 1152 번지	0.21	10.6	
64					BS12	상록구 사동 1192-9 번지	0.41	11.2	
65					BS13	상록구 사동 1251 번지	0.37	10.4	
66					BS14	상록구 사동 1341-8 번지	0.20	10.7	
67					BS15	상록구 사동 1294 번지	0.24	9.5	
68					BS16	상록구 사동 1355-6 번지	0.42	10.1	
69					BS17	상록구 사동 1377-9 번지	0.39	11.4	
70					BS18	상록구 사동 1407-26 번지	0.28	11.1	
71					BS19	상록구 사동 1487-4 번지	0.36	10.7	
72					BS20	상록구 사동 1344-1 번지	0.45	10.2	
73					BD7	상록구 일동 97-4 번지	0.72	10.8	
74		고잔	0.64	0.63~0.35	BK1	단원구 초지동 730 번지	0.33	12.0	
75					BK2	단원구 초지동 741-2 번지	0.43	10.9	
76					BK3	단원구 고잔동 715 번지	0.69	10.4	
77					BK4	단원구 고잔동 741 번지	0.72	9.7	
78					BK5	단원구 고잔동 779-1 번지	0.54	10.5	
79					BK6	상록구 이동 674-4 번지	0.36	9.5	
80					BK7	상록구 사동 1527-7 번지	0.29	9.8	
81					BK8	상록구 이동 716-7 번지	0.42	10.1	
82		일동	0.48	0.47~0.35	BI1	상록구 본오동 1129 번지	0.69	10.4	
83					BI2	상록구 본오동 755-13 번지	0.46	10.6	
84					BI3	상록구 본오동 768-5 번지	0.70	10.4	
85					BS4	상록구 본오동 807-9 번지	0.37	11.7	
86					BS5	상록구 본오동 820-12 번지	0.31	12.1	
87					BS7	상록구 본오동 838-10 번지	0.29	10.5	
88		반월	0.51	0.50~0.13	BB1	상록구 건건동 532 번지	0.49	10.2	
89					BB2	상록구 건건동 897-28 번지	0.61	10.0	
90					BB3	상록구 사사동 119-67 번지	0.57	9.9	
91					BB4	상록구 팔곡일동 403-1 번지	0.48	11.9	
92					BB5	상록구 팔곡이동 51 번지	0.63	12.5	
93					BI4	상록구 팔곡이동 424-3 번지	0.57	10.7	

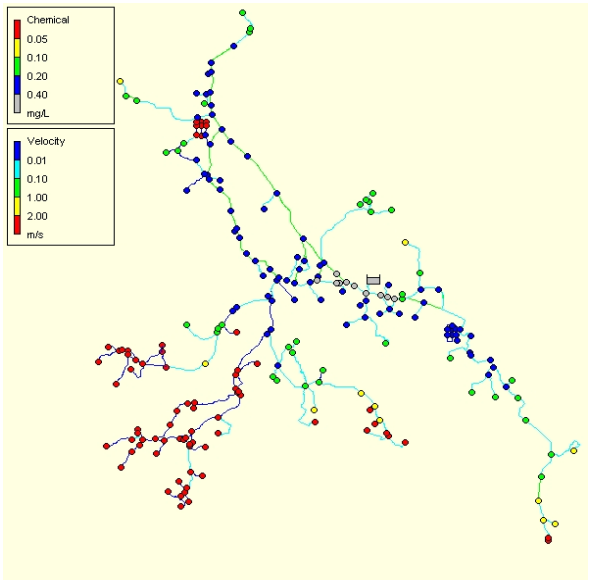
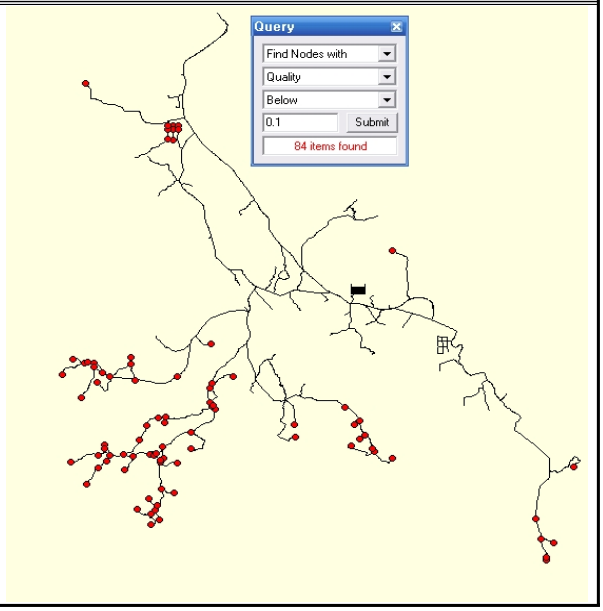
현재 시가지 일대 잔류염소 현황



잔류염소 분포 비율(72hr)



<그림 8.4-5> 시가지 잔류염소 현황(2007년)

현재 대부동 잔류염소 현황	잔류염소 0.1㎎/ℓ 이하 지역
	

<그림 8.4-6> 대부동 잔류염소 현황(2007년)

나. 장래(2025년) 잔류염소 검토

장래 용수수요량 확대에 따라 기존 관로의 경우 유속이 상승하므로 기존 잔류염소농도가 저하되는 것을 방지할 수 있을 것으로 예측되나, 수리모델링 후 장래에도 문제가 발생하는 지역은 현재 조속한 대처가 필요하다고 판단된다.

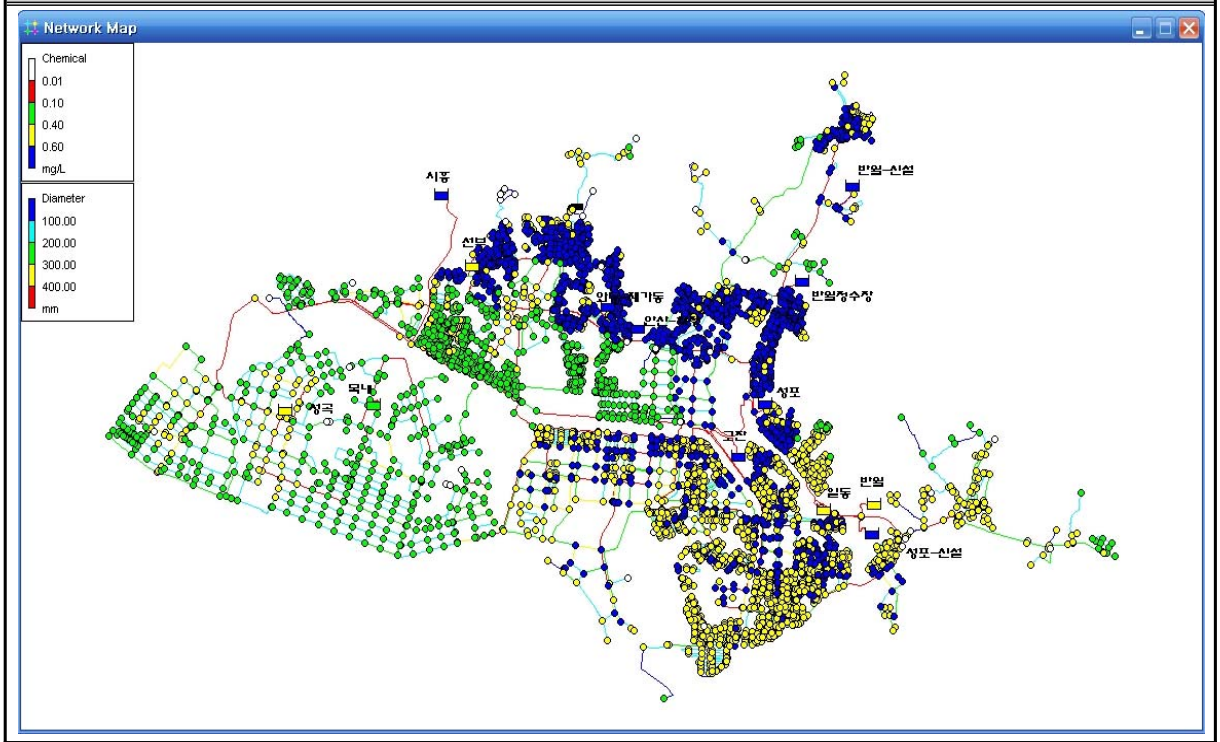
1) 시가지 급수구역

시가지 급수구역의 잔류염소농도 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였다. 현재의 여건에서 수요량에 증가에 의한 유속상승에 인한 것으로 판단되며, 대부분 일부 0.2㎎/L이상 유지되어 적정 농도 이상을 유지하고 있어 문제점이 없는 것으로 분석되었다.

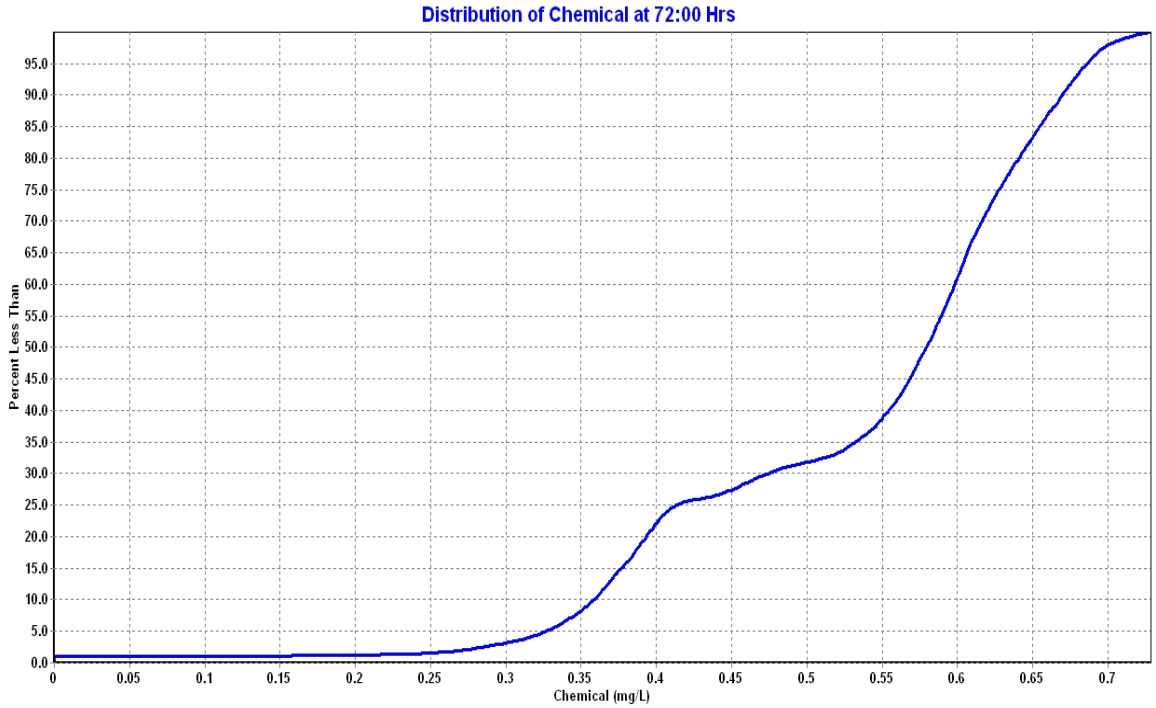
2) 대부동 급수구역

대부배수지는 현재에 일부지역에 0.1㎎/L이하의 잔류염소 검출로 문제점이 발생하였으나, 장래 관망해석 결과 수요량 증가에 따른 유속의 상승으로 인해 대부남동의 대부분은 문제점이 해결되는 것으로 분석되었으나 대부남동의 관말지역 일부에서는 0.1㎎/L이하 대의 잔류염소가 검출되는 것으로 모델링되었다. 따라서 해당 지역의 염소농도를 관말기준 최소 농도 이상이 나오도록 하기 위해서 현재 대부배수지에 설치되어 있는 염소재투입시설을 적절히 가동하여 유출 잔류염소농도를 1.0㎎/L대로 유지시켜 관말부분의 잔류염소농도가 적정수준으로 유지하도록 계획 하였다.

장래(2025년) 시가지 일대 잔류염소 현황

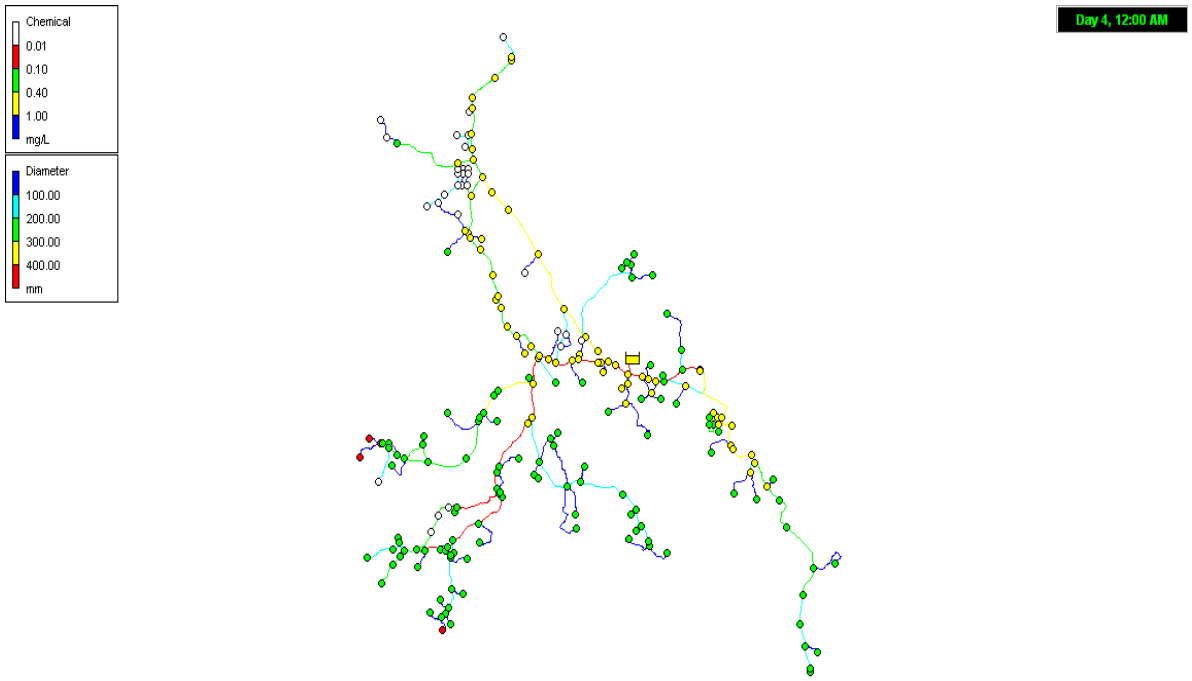


잔류염소 분포 비율(72hr)

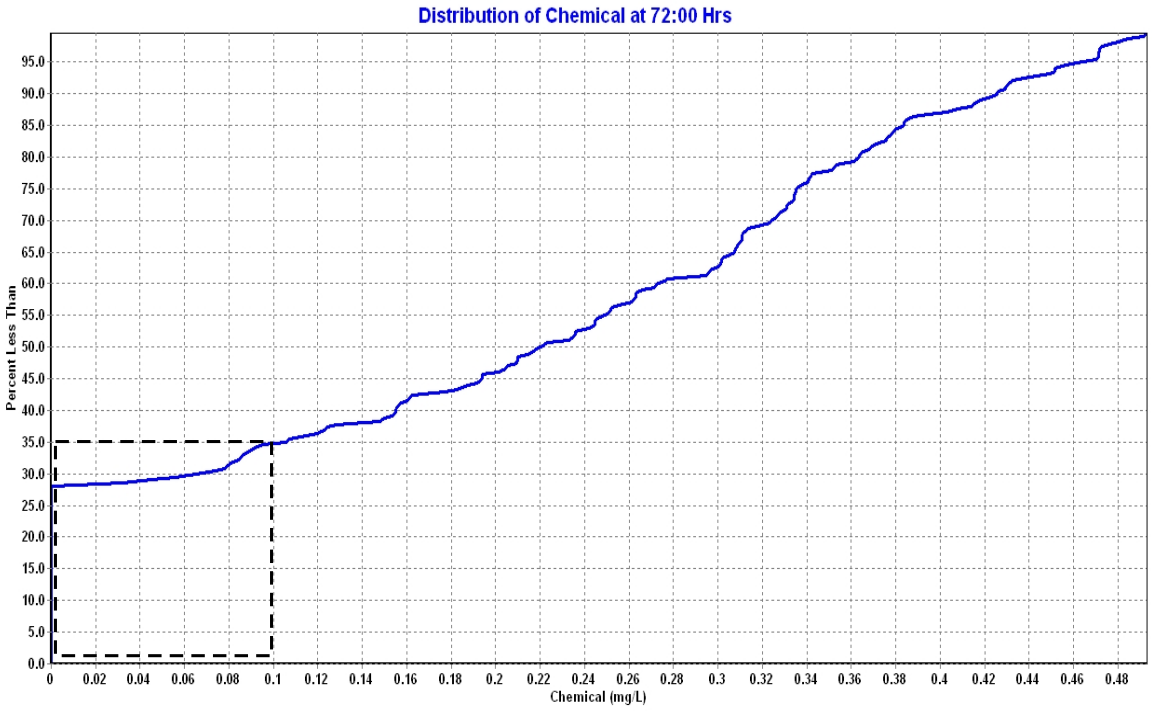


<그림 8.4-7> 장래 시가지 잔류염소 현황(2025년)

장래(2025년) 대부동 일대 잔류염소 현황



잔류염소 분포 비율(72hr)



<그림 8.4-8> 장래 대부동 잔류염소 현황(2025년)

4.6 수질관리를 위한 Flushing 계획

4.6.1 세척/세관 공법의 선정

플러싱(Flushing)을 효과적으로 수행하기 위해서는 각블록별 또는 지역별로 주기적인 상수관망에 대한 이해와 관리가 필요하며 플러싱을 실시함으로써 발생하는 효과는 다음과 같다.

가. 수질과 출수불량과 같은 문제들에 의한 민원 최소화 및 수질 안정성 확보

나. 수돗물중에 존재하고 있는 화학적 오염물질 및 미생물(박테리아)등을 제거함으로써 안전한 수돗물 유지

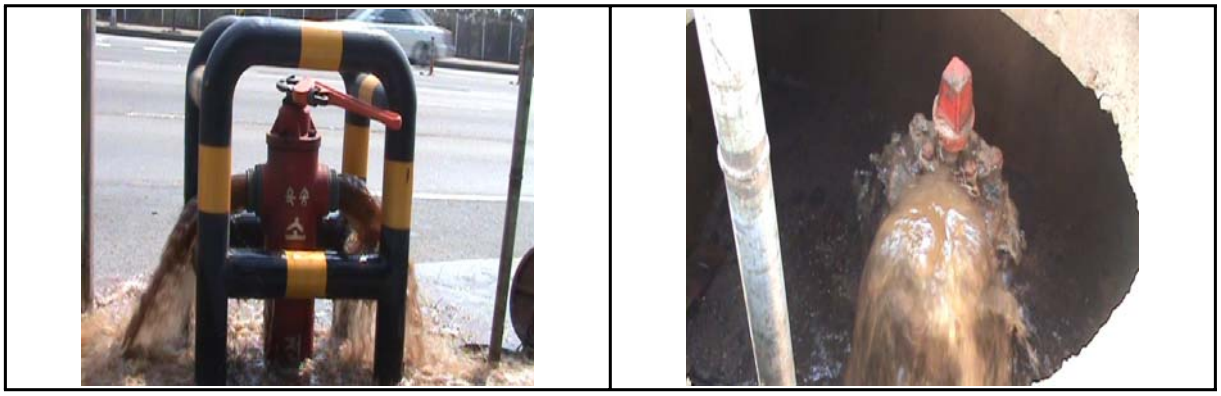
다. 맛, 냄새, 탁도, 색도의 저감을 통한 민원발생 감소

라. 스케일, 결절등은 수리적, 구조적, 수질적인 문제를 유발시킬 수 있으며 이러한 물질(스케일 및 결절)등의 제어는 부식환경의 노출을 감소시키고 통수능력을 확보할 수 있다.

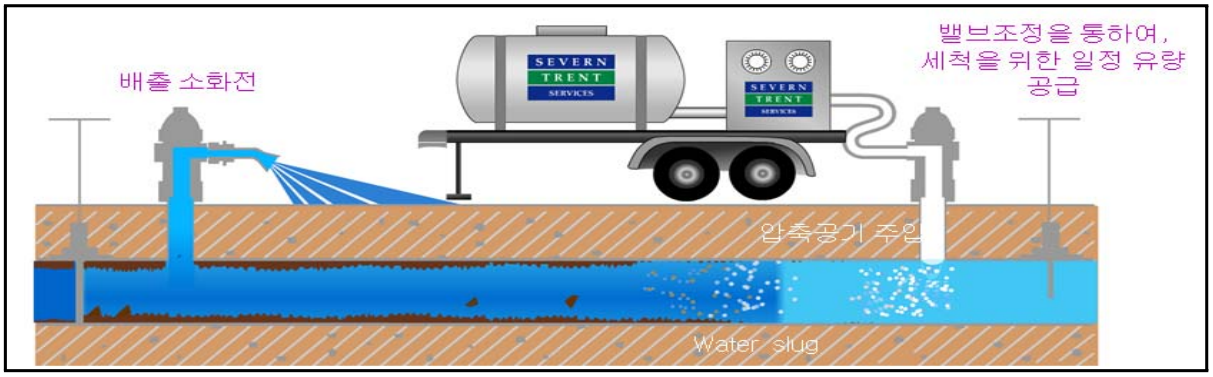
마. 잔류염소의 증가를 통하여 수돗물의 안정성 확보

바. 소독부산물(DBPs)의 감소를 통하여 발암성 물질의 제어

•물(유속)만 가지고 세척하는 방법 : 플러싱 기법(물세척) ⇒ <공법채택>



<그림 8.4-7> 소화전을 이용한 Flushing 기법



<그림 8.4-8> 맥동류 세척

단원구 대부동동 1089-9번지	
플러싱 전	플러싱 전 채수
	
플러싱 후	플러싱 후 채수
	

<그림 8.4-9> 플러싱 예시

•물(유속) + 공기주입 세관 : 공기주입 세관(맥동류 세척)

•외부 초고압수 또는 공기+연마재등 이용 세관 :고압수, Abrasive particie 세관

•세척도구 + 물(수압)이용세관 : 피그세관(=Form swabbing or Abrsiv 세관)

•세척도구 + 기계적 힘(견인장비 또는 Rack feed boring machine 등) 이용세관 = 스크레이퍼, Rack feed boring세관

•세척도구 + 전기이용세관 : 전기 스크레이퍼(Electrical scraper)

•약품(산성)투여 세관 : 화학적 세관

4.6.2 Flushing 주기 및 절차

가. 효과적인 플러싱을 위해서는 블록과 블록 또는 급수계통에 대한 정확한 이해가 필요

나. 해당 해당지점에서 소화전의 적절한 작동유무 확인

다. 소화전 개방시 급격한 Open/Close시 수압의 일시적인 상승으로 인한 관내부 이물질의 유출가능성이 높으므로 조작은 아주 천천히 진행하며 수돗물 사용량이 낮은 시간대를 이용하여 혹시 발생하게 될수 있는 민원등에 주의 한다.

라. 소화전 개방을 통한 플러싱을 실시하게 될 경우, 개방 초기에 고여있는 오염물질이 일시적으로 배출시키고 약 5~10분뒤 탁도 및 잔류염소등을 측정한다.

마. 소화전 개방후 최소 30분에서~60분동안 지속적으로 소화전을 개방하여 관내부에 있는 오염물질이 충분히 배출되도록 유도하며 소화전을 다시 잠글때도 탁도 및 잔류염소등을 측정하여 플러싱 전·후의 저감정도를 측정한다.

바. 해당지점에서의 플러싱을 통한 오염물질을 충분히 배출할 수 있도록 시간적인 여유가 필요

배수관망에 있어서 플러싱을 실시할 지역의 고립(밸브 잠금)을 통하여 보다 효과적인 플러싱 효과를 기대 할 수 있다.

사. 플러싱의 주기는 각 블록별로 1회/년 또는 1회/2년주기로 지속적으로 실시하는 것이 효과적이며 매 플러싱을 실시에 따른 탁도 및 잔류염소농도등을 측정하여 해당 자료들을 축적한다면 보다 효과적인 상수관망을 유지관리 할 수 있다

4.7 저수조 관리

4.7.1 개요

저수조 위생관리의 제도화가 시행된후 저수조 위생관리에 대한 인식이 상당히 고조되었으며, 저수조를 연 2회 청소하는 것이 의무화된 것은 수돗물의 수질향상을 위하 여 지극히 다행한 일이다. 그러나 아직도 청소후 소독실시가 제대로 이행되지 않고 있으며, 기존 저수조의 대부분이 시설기준에 맞지 않게 설치되어 있어 위생적인 관리를 하기 어려운 것이 현실이므로 본 장에서는 이를 개선하기 위하여 저수조의 개량·보수 등 저수조를 효율적으로 유지관리함에 있어 실무적으로 필요한 부분을 사용하여 저수조에서 수돗물 2차 오염을 방지하는데 중점을 두었다.

4.7.2 수질기준

가. 수도법 관계조항

수질기준에 대하여 수도법 제18조에서는 다음과 같이 규정하고 있다.

□ 제18조(수질기준)

○ 수도에 의하여 음용을 목적으로 공급되는 물에는 다음 각호의 1에 해당하는 물질이 함유되어서는 안된다.

- 병원 미생물에 오염되었거나 오염될 우려가 있는 물질
- 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 무기물질 또는 유기물질
- 심미적 영향을 미칠 수 있는 물질
- 기타 건강에 유해한 영향을 미칠수 있는 물질

○ 제1항의 규정에 의한 수질기준에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다. (개정 '97. 8. 28)

인체에 대한 유독물질은 보통의 하천수나 지하수에는 포함되는 일이 적었으나 최근에 하천은 하수와 공장폐수로 오염되어 천연수에는 포함되지 않은 유독물질이 증가하고 있다. 이와 같이 유독물질에는 소량일 때에는 무해한 것과 소량이라도 맹독성으로 절대 포함되어서는 안되는 것이 있다. 또한 독성물질의 인체에 대한 반응도 급성증상을 나타내는 것과 장시간의 섭취로 만성중독되는 물질이 있다. 그러나 인체는 각종의 미량성분을 필요로 하며, 이들 필요성분이 천연수에는 자연적으로 포함되어 있어 인체에 유익한 경우도 있다. 즉 인체구성의 원소 백분율을 보면 다음과 같다.

<표 8.4-9> 인체구성의 원소백분율 (단위 : %)

K	: 0.35	Mn	: 0.003	Fe	: 0.004
Ca	: 2.0	C	: 18.0	Cl	: 0.15
S	: 0.25	Cu	: 0.00015	N	: 3.0
O	: 65.0	Mg	: 0.05	Na	: 0.15
P	: 1.1	H	: 10.0		

4.7.3 저수조 관련제도

각 법령상에 나타난 저수조 관련제도를 저수조 설치대상 건축물, 설치기준, 청소 및 위생상의 조치, 위생관리교육으로 나누어 정리, 요약하면 다음과 같다.

가. 저수조 설치대상 건축물

저수조 시설은 그 필요 용도에 따라 비상급수용, 소화용 및 안정적 급수를 위한 목적으로 나눌 수 있으며 관계법령 및 급수조례 등으로 규정하고 있다.

1) 비상급수용

주택건설촉진법 및 건축법에 의거 저수조 시설을 비상급수시설로서 의무적으로 설치해야 하는 대상 건축물 및 저수조 설치규모는 다음 <표 8.4-10>과 같다.

<표 8.4-10> 저수조(가압시설 포함) 설치대상 건축물에 따른 저수조 설치규모

대상건축물	설 치 규 모	비 고
공동주택 (20세대 이상)	·세대당 - 1.5톤	·시·군지역 - 1.0톤 ·독신자용 주택 - 0.5톤
일반건물 (5,000㎡이상)	·연면적 1,000㎡당-10톤 ·학교용 건축물 - 5톤 ·상한기준 - 500톤	※ 면제대상 건축물 ·운동, 전기, 창고시설 건축물 ·자동차, 동물, 식물, 분뇨쓰레기처리, 묘지관련시설 건축물 ·수면위에 건축하는 건축물

2) 소화용

연립주택, 다세대 및 다가구주택은 소화용 저수조 설치의무 대상건축물에 제외되어 있으며, 아파트 및 일반건축물은 소화용수, 옥내소화전, 살수장치(Sprinkler)등의 소화용 설비의 설치의무 대상 건축물로 저수조 시설을 설치하도록 하고 있다.

나. 설치기준

저수조의 설치기준은 수도법 제21조, 수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙 제3조(저수조 설치기준)에 위생적 관리를 위한 설치기준이 정해져 있다. 그리고 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제11조 및 주택건설기준 등에 관한 규정 제43조에 저수조 설치기준이 규정되어 있다.

다. 청소 및 위생상의 조치

저수조의 청소, 소독 등 위생상의 관리에 대하여는 공중위생법 및 수도법에 의하여 규제 및 관리되고 있으며, 1993년말 제도가 강화되어 청소대행업이 도입되어 시행되고 있다.

라. 위생관리교육

저수조의 위생적 관리를 위하여 수도법 제21조의 5 및 동법 시행령 제24조의 2(위생관리에 관한 교육등)에 의거 저수조 시설이 설치되어 있는 건축물 및 시설의 소유자 또는 관리자와 저수조 청소업자 및 종사자에 대하여 위생관리 교육을 실시하도록 되어 있으며, 교육에 대한 업무는 한국수도협회에 위임하고 있다.

교육내용으로는 ① 수도법 및 위생관련 법규, ② 저수조 설치기준, 유지관리 및 청소에 관한사항, ③ 먹는 물 수질기준 및 검사에 관한 사항, ④ 수질환경 개선에 관한 사항, ⑤ 기타 급수장치 및 저수조의 위생관리를 위하여 필요한 사항 등이 있다.

라. 저수조의 수질오염현황 및 수질변화

1) 저수조의 수질오염 현황

저수조의 오염현황 조사를 위한 안산시의 자료가 미비하여 서울지역 아파트 단지 등에 공급되고 있는 저수조의 오염상태를 인용하였으며, 아파트 단지 등에 공급되는 수돗물이 지하저수조와 옥상저수조를 경유하면서 먹는물 수질이 악화되고 있는지의 여부에 대하여 저수조의 위생관리를 법제화 하기 이전인 '89. 10월에 연세대학교 환경공해연구소에서 먹는물 수질기준 전항목에 대해 점검한 결과와 한국수도협회에서 1996년 9월 한국화학시험연구원에 의뢰하여 수질검사한 내용을 분석하였다.

이 결과를 분석결과 '89년 10월에 실시한 검사에서는 급수시설로 인하여 먹는물 수질기준상으로는 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단되었으나, 중금속중 철과 아연의 농도가 직수보다 높게 검출되었으므로 아연도 강관을 사용하므로서 급수관내에서 아연이 용출되었을 가능성과 급수시설의 급수관과 이음새 부분의 부식에 의한 용출 가능성이 있었다고 판단된다. 한편, '96. 9월에 실시한 검사에서도 일반적으로는 먹는

물 수질기준 값 이내로 나타났으나, 수돗물의 중금속류 농도를 측정한 결과는 아연(Zn)인 경우 수도직수보다 저수조를 경유한 경우가 다소 높게 나타났는데, 이 또한 옥내급수관 및 옥상물탱크의 배관제에서 용출된 것으로 판단된다.

전체적으로 살펴보면 아직은 가정에 급수되는 수돗물이 안전한 상태에 있다고 하겠으나, 특히 "테트라클로로에틸렌"과 "트리클로로에틸렌"의 경우 먹는물 수질기준 값에 육박하고 있고, 이러한 수치는 관로내면에 도장되는 코팅재료나 배관재료 및 저수조의 재질에서 용출될 수 있는 물질로서 앞으로 주의하여 분석해 볼 필요가 있는 수질항목이라고 판단된다.

2) 저수조의 수질변화

① 저장기간별 수질변화

지하저수조의 저장기간에 따른 수질변화는 일반적으로 암모니아성 질소는 유리잔류염소와 결합하여 클로라민을 생성하므로서 점차 감소하고 질산성 질소는 별다른 변화를 보이지 않지만 지역적, 계절적인 원수의 수질변화에 따른 정수장 처리수의 농도와 저수조내의 변화를 감안해야 한다.

② 시간별 수질의 변화

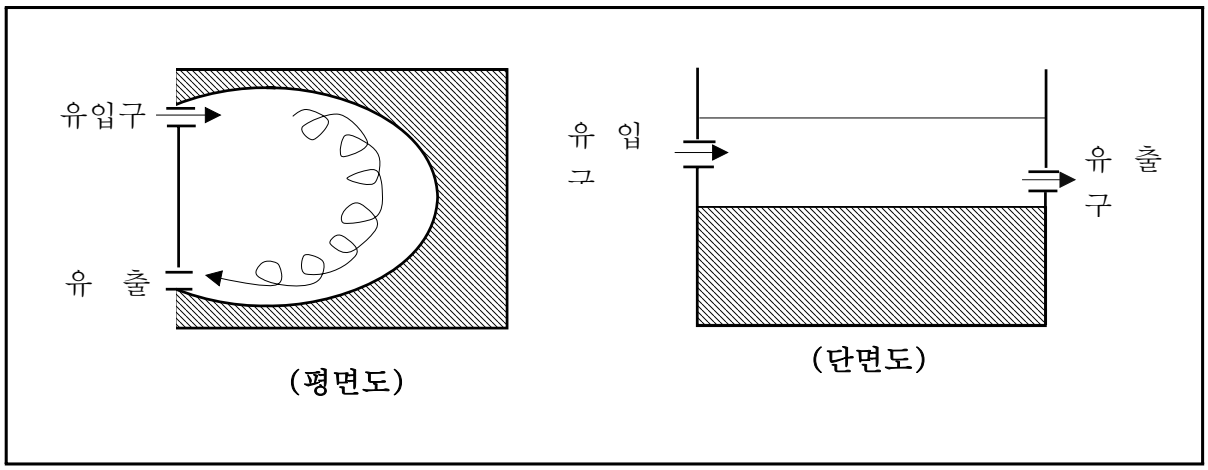
서울시가 실시한 자체조사(1990. 3. 25 ~4. 4)에 나타난 것을 보면 저수조의 시간별 수질변화는 아침에 채수한 수돗물이 오후보다 많은 수질저하를 나타내어 급수시설에서의 정체수가 수질에 영향을 끼치고 있는 것으로 생각된다.

③ 구조에 따른 수질변화

상수의 수질은 정수장을 떠나 수용가에 공급되는 순간까지의 시간에 대한 함수이다. 정수장을 떠난 물이 공급되기까지의 시간이 길면 길수록 수질은 떨어질 수 밖에 없다. 주요 수질 저하요인은 잔류염소 감소로 인한 생물학적 오염 가능성과 상수가 운반되는 도중 외부로부터 이물질 유입 가능성인데 저수조는 정수장으로부터 수돗물을 받아 저장하는 곳이기 때문에 이 두가지 오염 가능성이 함께 존재한다. 이 때문에 저수조에 저장된 물은 최단 시간내에 수용가에 공급되는 것이 이상적이나 저수조 구조의 상태에 따라 저수된 상수의 일부가 바로 공급되지 못하고 정체현상을 일으켜 수질저하를 가져오는 수가 있다.

이 경우에는 나중에 들어온 상수가 먼저 수용가에 공급되고 먼저 들어온 상수가 정체되어 수질 저하현상을 일으킨다. <그림 8.4-9>에서 사선이 쳐진 부분이 정체현상을 일으키는 곳이다. 이와 같이 구조의 형태에 따라 정체부분이 생기고 정체부에서 수질

저하 현상이 나타나는데 우리나라 대부분의 기존 저수조는 이런 크고 작은 저수정체에 대한 문제점을 안고 있다고 보아야 한다. 따라서 구조의 개선으로 저수의 정체현상을 극소화시켜 수질을 유지시켜야 한다.



<그림 8.4-9> 저수조내의 정체현상

4.7.4 저수조 현황

2007년말 안산시의 저수조 설치 현황은 다음과 같이 총 2,286개소로서 고가저수조형식으로 설치된 100톤 이하의 규모가 가장 많은 것으로 조사되었다.

<표 8.4-11> 안산시 저수조 현황

구 분	계		100톤이하		101~300톤		300톤이상	
	개소	㎥	개소	㎥	개소	㎥	개소	㎥
합 계	2,286	321,734	1,193	41,979	485	223,032	608	56,723
지하저수조	989	272,118	463	22,533	272	215,186	254	34,399
고가저수조	1,297	49,616	730	19,446	213	7,846	354	22,324

자료 : 2007년 상수도통계, 2008, 환경부

4.7.5 저수조 수질관리의 문제점

저수조를 위생적으로 관리하지 못하면 아무리 좋을 물을 공급 받았더라도 수질을 악화시키고 인체에 해를 줄 수 있기 때문에 저수조에서 수돗물 2차 오염이 발생하지 않도록 하는 것이 중요하며 저수조 수질관리의 문제점은 다음과 같다.

• 저수조 청소의 경우, 연 2회 실시하는 것이 의무화되어 있어나 실시되지 않거나 실시되

더라도 청소후 소독실시가 제대로 이행되지 않고 있다.

- 급수공사 승인 업무처리에 있어 저수조설치에 대한 시공, 감독, 검사를 하여야 하나 인력부족 등의 사유로 해당업무를 건축주나 건축사에 위임하고 있다.
- 청소 및 위생점검대상 저수조에 대한 위생상 조치를 지도, 감독하여야 하나 인력부족으로 지도, 감독이 충분히 이루어지지 못하고 있다.
- 저수조 설치기준이 법마다 상이하여 2지 설치규정이 누락되어 있는 등 상수도 시설기준에 부적합한 시공이 우려된다.
- 기존 저수조의 대부분이 시설기준에 맞지 않게 설치되어 있어 상시점검 및 위생적인 유지관리가 어려운 것이 현실이다.
- 한국상하수도협회에서 실시하는 위생관리교육이 저수조시설의 위생관리에 대한 인식을 많이 향상시키기는 하였으나 교육수료증이 건축물 명의로 발급되어 피교육자의 이동시 저수조 수질관리에 공백이 발생할 우려가 있으며 소규모 공동주택의 경우 교육면제를 요구하는 민원이 다수 발생하고 있다.

4.7.6 저수조 수질관리계획

'90년대 들어서 환경문제와 더불어 수질오염이 심각한 사회문제로 대두되기 시작하면서 수돗물이 재오염될 수 있다는 사실로 인해 저수조의 위생적인 유지관리의 중요성이 부각되었다.

가. 저수조 청소 및 소독

공중위생법 및 수도법에 따라 년 2회 저수조의 청소 및 소독이 이루어지도록 하며 특히 청소후 소독을 철저히 실시하도록 하여야 한다. 청소 및 소독시에는 법정수질검사를 포함한 위생점검을 실시하여 저수지 청소 및 소독의 실효성을 높혀야 한다.

청소시에는 저수조를 완전히 비운 다음, 내부 벽면의 물때 및 바닥의 침전물을 완전히 제거하도록 하고 청소후 통수전에 반드시 내부소독을 실시하여 취약부에 미생물이나 곰팡이가 재성장하지 않도록 조치하여야 한다. 또한 시설운영시에는 확보하기 어려운 지내현황을 세밀히 조사하고 현장에서 처리가능할 경우에는 간단한 보수를 시행하며 보수의 규모가 클 경우에는 별도의 보수계획 수립을 위한 기초자료로 사용한다. 신설 저수조의 경우에는 내면을 청소한 후 정수된 물로 수일간 방치시켜 알카리성분을 용출한 후에 사용하도록 한다.

청소대행업체는 관련업무 실적이 많은 업체를 선정하도록 하고 저수조 관리자에 대한 위생관리 교육도 정기적으로 실시한다.

나. 저수조 유지관리 점검 및 감독

시공시에는 저수조를 시설기준에 따라 적합하게 시공하여 구조적으로 저수의 정체현상을 극소화하고 수질을 유지시킬 수 있도록 하여야 하며 유지관리시에 부적합한 시설구조를 발견하게 되면 저수조를 개선할 수 있도록 조치하여야 한다.

수도법 제 21조 제 3항과 “수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙” 제 10조에 의하여 시장·군수는 년 1회 이상 저수조의 관리상태를 점검하게 되어 있어 각 시·구·군 저수조관리 행정담당자는 매년 1회 이상 현장점검을 실시하게 되어 있다.

현장 점검시에는 위생점검표의 작성여부와 그 보관상태도 함께 점검 받게 되어 있으므로 저수조 관리자는 위생점검표 작성의 중요성을 다시 한번 인식하고 작성하여야 한다.

5. 먹는물 수질검사 강화

안산시에서는 환경부가 시행하고 있는 먹는물 수질관리지침(2009) 및 수돗물수질개선종합대책의 수질검사 강화에 대한 내용을 검토하여 적극 반영하도록 한다.

5.1 수질검사제도의 강화

환경부에서는 먹는 물에 대한 안전성을 확보하기 위해 수질검사를 내실화하고 먹는 물 수질기준의 항목 확대 및 단계적 강화를 추진하며 미생물관리를 위한 정수처리기준을 도입하여 적용하고 있다.

5.1.1 수질검사방법 개선

먹는물 관리법 제5조의2의 규정에 의한 먹는물 수질 공정 시험방법에 따라 검사한다. 검사시에는 시료채취를 일관적이고 연계적으로 수행하여 자료분석에 반영할 수 있도록 하고 특히 잔류염소는 체류시간 증가에 따라 측정농도가 변할 수 있으므로 반드시 현장측정을 실시하여 그 결과를 활용하도록 한다.

수질검사결과 수질기준을 초과할 때에는 다음과 같이 검사주기를 단축하여 검사를 실시하고 초과원인 분석 및 시설개선 등 필요한 조치를 강구한다.

가. 먹는물 수질검사 실시

ㅇ 수질검사방법

– 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제1항제6호에 따른 환경오염공정시험기준에 따라 검사(먹는물 검사항목 및 검사주기 : 별표 3)

※ 2007년 10월 5일부터 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 시행

· 정수장과 수도꼭지의 시료채취는 가급적 동일 날짜에 실시하여 검사결과의 연계성 유지

· 특히, 잔류염소」의 경우 체류시간 증가에 따라 측정농도가 변할 수 있으므로 반드시 “현장측정”을 실시하고, 그 결과를 활용

· 시료채취 및 분석과정에서 오류가능성이 있다고 판단되는 경우 확인실험 절차를 거쳐 수질 적합여부 결정

ㅇ 정수처리기준 준수

– 병원성미생물 제거를 위한 정수처리기준 준수

· 바이러스(99.99%제거) –'02.8.1, 지아디아 포낭(99.9%제거):'04.7.1

※ 정수처리기준 등에 관한 규정(환경부고시 제2006-145호, '06.9.15 전부개정)

· 정수처리기준 미준수시 수도시설의 개선 등 조치명령 근거 마련(수도법 제28조, '05.12. 29)

- 정수장 시설용량별 탁도 관리 강화

· 매월 측정된 시료수의 95%이상이 0.3NTU(완속여과의 경우 0.5NTU)를 초과하지 아니하고 각각 1.0NTU를 넘지 않아야 함

· 연속측정장치를 사용하여 매 15분 간격으로 개별여과지에 대한 탁도감시 및 정수지 잔류염소 측정 의무화

※ 시행시기 : 시설용량이 1일 10만톤 이상인 정수장 - '04.7.1부터
시설용량이 1일 5만톤 이상인 정수장 - '05.7.1부터
시설용량이 1일 5천톤 이상인 정수장 - '07.1.1부터
시설용량이 1일 5천톤 미만인 정수장 - 2010.7.1부터

ㅇ 수도관 수도꼭지 수질검사 실시

- 국민이 직접 이용하는 수도꼭지 수돗물을 대상으로 수질이상 여부를 검사하여 수돗물에 대한 주민의 막연한 불신을 해소

- 수질검사항목

미생물관련 항목	급수관재질 관련 항목	하수유입 관련 항목
일반세균, 총 대장균군, 대장균 또는 분원성 대장균군 , 잔류염소	철, 동, 아연, 망간	암모니아성 질소, 염소이온

※ 상기 검사항목중 일반지역은 미생물관련 항목(4항목)에 대하여만 검사하고 노후지역은 전항목(10항목)검사 실시

- 검사대상 선정기준

· 일반지역 : 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 제4조제3항에 따른 수도꼭지의 검체추출기준에 의거 급수인구별 수도꼭지 검체수 이상을 선정

· 노후지역 : 특·광역시는 정수장별로 2개 이상, 일반 시·군은 정수장별로 1개 이상의 대표지역에 대한 수도꼭지 수질검사 실시

※ 1. 노후지역 판단기준은 급수관의 매설 년도, 재질, 기타특성 등을 고려하여 지역별 수도사업자가 판단

2. 정수장을 직접 운영하지 않는 자치단체(광역상수도 수수 등)의 경우에도 위 기준에 의거 관내지역에 대하여 수질검사 대상 수도꼭지 선정

3. 일반가정에서는 대부분 저수조를 경유한 수돗물을 이용하고 있는 실정을 감안, 저수조를 통하여 수돗물이 공급되는 수도꼭지가 전체 검체수의 20% 이상이 되도록 검사대상 선정

○ **수돗물 급수과정별 시설에서의 수질검사 실시**

– 수도사업자가 정수장에서 수도꼭지까지 급수과정별 수질상태를 정기적으로 확인하여 수질기준 초과시 초과지점 및 초과원인을 신속하게 규명·대처

– 검사항목 : 일반세균, 총 대장균군, 대장균 또는 분원성 대장균군, 암모니아성 질소, 총트리할로메탄, 동, PH, 아연, 철, 탁도 및 잔류염소(11개 항목)

– 수도사업자는 정수장별로 급수구역내 과정별 수질검사가 가능한 대상지점(정수장으로부터 물을 공급받는 주배수지를 기준으로 하여 급수구역별로 주배수지 전후, 급수구역 유입부, 급수구역내 가압장 유출부, 광역 및 외부수수계통의 수수지점, 정수계통이 다른 계통과 합쳐지는 지점, 급수구역 관말 수도꼭지)을 가급적 1개소 이상씩 선정, 분기별 수질검사 실시(대상지점 선정현황 : 별표4)

※ 계통별 관련시설이 없을 경우 수질검사 생략이 가능하나, 동 제도는 급·배수과정에서의 수질분석 통해 수도사업자 스스로 과정별 문제점을 파악하여 개선토록 하는 취지이므로 가급적 많은 지점 선정 실시(환경부 수도정책과-5900호, '06.9.21 참조)

○ **정수장 등 수도시설의 수질검사결과 수질기준을 초과할 때에는 검사주기를 단축하여 검사를 실시하고, 초과원인 분석 및 시설개선 등 필요한 조치 강구**

– 주1회 검사항목 → 매일검사, 월1회 검사항목 → 주1회 검사 실시

※ 검사주기를 단축하여 5회 이상 검사한 결과, 먹는물 수질기준을 계속 준수한 경우에는 당초 규정된 검사주기로 복귀

– 정수장은 수질기준에 적합하였으나 수도꼭지에서 수질기준을 초과한 경우에는 해당 지역의 급수관망도 등을 활용, 급수과정 단계별 추적을 통한 초과원인 분석 및 개선조치

○ **마을상수도·소규모급수시설 및 먹는물공동시설 등의 경우 대부분 시설이 별도의 정수처리 시설을 갖추지 않은 현실을 감안, 수질기준 초과시에는 초과원인별 오염원 정비, 시설개선, 수원이전 등 적극적인 개선조치를 통하여 먹는물의 안전성 확보**

– 광역 및 지방상수도가 공급되는 지역내에 위치한 마을상수도 및 소규모급수시설 등에 대하여는 단계적으로 폐쇄조치

○ **수질검사결과는 지역언론(TV, 라디오, 신문, 유선방송, 인터넷 등) 등을 이용, 급**

수지역 주민들에게 조속히 공표하되, 수도사업자별로 적어도 2가지 이상의 공표매체를 활용하여 주기적으로 공표

- 정수장별 급수지역을 위주로 정수장 및 수도꼭지 수질검사결과를 공표하되, 수질기준 초과시설이 있는 경우에는 초과원인 및 개선조치 사항, 주민협조사항 등을 상세하게 공표
- 특히, 정수장보다 수질기준 초과율이 훨씬 높은 마을상수도 등의 수질검사결과도 반드시 해당 급수지역 주민을 대상으로 공표

나. 먹는물 공동시설 수질검사 실시

ㅇ **먹는물공동시설관리요령(환경부 훈령 제800호, '08. 9. 25)에 따라 수질검사 및 시설관리 실시**

- 분기별 1회 이상 정기적인 수질검사를 실시하되, 수질오염 가능성이 높아지는 3/4분기 중에는 매월 1회 이상 수질검사 실시
- 수질기준초과 시설의 대부분은 강우 등 계절적 영향에 기인한 주변오염물질의 유입에 따른 것으로 "먹는물공동시설 관리요령"에 따라 엄격하게 조치

ㅇ **먹는물공동시설 수질검사결과는 자치단체별(시·군·구)로 지방언론을 통해 신속히 공표**

- 수질검사결과를 해당시설의 안내판에 게시함을 물론 이와 별도로 지역언론을 이용하여 기준초과현황 등 먹는물공동시설의 수질실상을 신속히 주민에게 알림으로서 먹는물의 안전성 확보

5.1.2 민관합동 수질확인검사 활성화

현재 민관합동 수질확인검사를 시행하고 있지만 대상시설이 상당히 제한적인 상태이므로 경기도 보건환경연구원 등과 협의하여 그 대상을 확대하고 민간참여를 활성화하여 그 결과를 공표함으로써 수돗물에 대한 시민불신을 해소하고 신뢰성을 회복하도록 한다.

5.1.3 안산시 먹는 물 수질관리 기관 운영

안산시는 환경부에서 먹는물 수질관리 기관(제21호)으로 지정된 98년 이후 연성정수장에서 자체 수질검사를 실시하고 있다. 수질검사절차는 <분석 상담> → <시료채수> → <검사신청서작성 및 수수료납부> → <수질실험> → <결과통보> 로 시행하고 있다.

<표 8.5-1>먹는 물 수질검사항목

검사대상		검사주기	항 목	수수료
지하수	음용수	2년1회	46개	251,020원
	생활용수	3년 1회	20개	143,100원
	공업용수	3년 1회	14개	109,400원
	농업용수	3년 1회	14개	109,400원
	음용간이	-	12개	52,820원
기타	수영장욕수	-	5개	16,000원
	목욕장욕수(원수)	-	5개	14,900원
	목욕장욕수(욕조수)	-	3개	12,000원
	저수조	1년 1회	6개	22,320원
	옥내급수관	1년 1회	7개	27,700원
	정수기	-	2개	14,100원

주) 안산시 상하수도사업소 홈페이지, 2009년

5.1.4 안산시 수질검사 실시 현황

가. 원수 수질검사

- 매주검사 : 알루미늄 등 주간14개 항목 검사(법정 검사 없음)
- 매월검사 : 화학적산소요구량 등 8개 항목을 원간 50개 항목 검사
- 매분기검사 : 카드뮴 등 23개 항목을 원간으로 주기 강화

나. 정수 수질검사

- 매일검사 : 냄새, 맛, 색도, 탁도, pH, 잔류염소 등 6개 항목
- 매주검사 : 일반세균 등 법정 8개 항목에 14개 항목 추가 실시
- 매월검사 : 먹는물수질기준 55개 전항목에 냄새유발물질(Geosmin, 2-MIB) 등 10개 항목 추가 실시

다. 수도꼭지 수질검사

- 일반지역 수질검사 : 74개소
  - 검사항목: 월간 법정 5개항목에 7개 추가하여 12개 항목
- 노후지역 수질검사 : 8개소
  - 검사항목 : 월간 법정 11개 항목

라. 마을상수도 수질검사

- 검사대상 : 총4개소
- 검사주기 및 항목 : 분기 법정 14개 항목을 먹는물수질기준 50개 항목 검사

※ 3/4분기는 소독제 및 소독부산물질 포함(55개항목) 강화검사

마. 먹는물공동시설 수질검사

- 검사대상 : 총 9개소
- 검사주기 및 검사항목 : 법정 분기 8개 항목, 연간 48개 항목을 월간 48개로 주기 및 항목 강화

바. 음수대 수질검사

- 검사대상 : 공원 및 정수장 수돗물 음수대 총 12개소
- 검사주기 : 매월(※동절기 11월~2월 제외)
- 검사항목 : 먹는물수질기준항목(50개), 총트리할로메탄, 클로로포름, 잔류염소 포함

사. 민관합동 수질확인 검사

- 검사기관 : 경기도보건환경연구원
- 검사주기 : 연2회(상반기, 하반기)
- 검사대상 : 10개소(정수장3, 수도꼭지6, 마을상수도1)
- 검사항목 : 먹는물수질기준 전항목(55개)

아. 먹는물 수질감시 항목

- 검사대상 : 2개소(안산, 연성정수장)
- 검사주기 및 항목
  - 분기검사 : 3, 6, 12월 실시(콜로로에탄 등 9개항목)
  - 연간검사 : 7~9월 실시(염화비닐 등 11개 항목)

자. 모형정수처리장치 수질검사

- 검사대상 : 각 공정단계별 5개 지점
  - 1계열(기존처리) : 원수, 침전수, 여과수
  - 2계열(고도정수처리) : 침전수, F/A
- 검사항목 : 온도, pH, 탁도
  - 일일측정 : 수질자동분석기(탁도, pH)
  - 1회/주측정 : TOC, DOC, UV_{254}, UV_{272}

5.2 수질감시계획 수립

취수부터 정수, 송배수, 급수에 이르는 수돗물 급수과정별 수질상태를 급수계통별로 정기

적으로 확인하여 수질기준 초과시 초과지점 및 초과원인을 신속하게 규명하고 대처하도록 한다. 저수조 수질검사는 시설 전후의 수질을 검사하여 시설에 의한 수질오염을 파악하며 특히 수도꼭지 수질검사는 일반지역과 노후지역으로 구분하여 검사항목을 달리 적용하도록 한다. 이러한 과정을 통해 정수장에서 수질기준을 만족하였으나 수도꼭지에서 수질기준을 초과하는 지역은 해당지역의 급수관망도 등을 활용하여 급수과정단계별 추적을 통해 초과원인을 분석하고 개선 조치한다.

급·배수과정에서 수질분석 및 분석결과 공표를 통해 수돗물에 대한 신뢰성을 높이고 저수조 청소 등 유지관리의 중요성에 대한 주민홍보가 가능하도록 급수계통별로 수질검사가 1식으로 이루어질 수 있게 하며 가급적 많은 지점을 선정하여 실시한다.

마을상수도, 소규모급수시설, 먹는물 공동시설은 단계적으로 폐쇄하는 것이 원칙이나 불가능한 경우에는 정기적인 수질감시가 이루어 질 수 있도록 한다.

5.3 수질정보공개 및 시민참여

수돗물 수질정보의 정확한 공개는 수돗물 불신 해소 및 국민의 알권리 확보차원에서 매우 중요하다. 이에 환경부에서는 다음 사항을 수돗물수질개선종합대책에 반영하여 정보공개 및 시민참여를 유도하고 있다.

5.3.1 수돗물 실명제 도입

지방자치단체가 수질정보를 발표하기는 하나 시민단체 및 시민들은 이를 불신하는 경우가 많으며 발표하는 수질정보가 정기적인 수질정보 제공의 형태를 갖추고 있지 않아 불신을 가중시키고 있다.

정기적인 수질정보를 제공하기 위해 상수원 및 오염정보, 수질정보, 먹는물 수질기준 및 검출농도 등의 내용을 포함하는 수돗물품질보고서를 매년 발행하고 이를 인터넷에 공개하며 정보 불신을 해소하기 위해서는 수돗물품질보고서에 정수장 및 수질관련부서의 전화번호, 담당자 성명 등을 명기하도록 한다. 또한 환경부에서 발간하는 상수도통계에 수도사업자의 수돗물품질보고서 중 수질관련 중요정보를 요약, 발췌하도록 한다.

5.3.2 수질위반 공시제도 도입

수돗물 수질이 기준을 초과할 경우 다음과 같이 그 정도에 따라 초과된 오염물질이 건강에 미치는 영향 및 주민들의 행동요령을 지역 언론 2가지 매체이상에 공시하고 향후 시설

개선대책을 수립함으로써 수돗물에 대한 불신을 해소하도록 한다.

• 긴급공지 : 탁도초과, 대장균군 검출, 질산성질소 초과 등

• 30일이내 공지 : 법정수질기준 초과

• 1년이내 공지 : 수질감시항목 기준초과(수돗물품질보고서에 포함하여 공지)

수질기준 위반에 대해서는 일시적인 기준초과보다는 계속적인 기준초과에 대한 근본적인 대책 수립을 목적으로 하는 만큼 평균개념의 도입이 필요하며 관련 제도를 정비한다.

5.3.3 수질검사 결과 주민홍보

가. 수질검사 결과 홍보

• 게시판 : 12회(매월 1회)

– 정수장 입구 : 원수, 정수, 수질검사 결과(주간, 월간)

– 동사무소 게시판 : 정수장별 원간정수 수질검사결과

• 상하수도요금고지서 뒷면 : 4회(분기 1회)

• 안산시 홈페이지 게시 : 12회(매월 1회)

• 굿모닝안산 및 반상회보 : 12회(매월 1회)

나. 수도꼭지품질인증제 실시

• 무료방문수질검사 및 홍보물 배포

다. “상록水” 알리기 : 2008년 657세대

라. 식수전용호스사용 : 2008년 5,100부

마. 품질보고서 배부 : 홍보물 배포(책자:500매, 전단지:270,000매)

바. 정수장 견학

• 정수장 시설물 관리실태 및 수돗물 수질검사 과정을 견학자들에게 완전 공개함으로써 신뢰성 제고(2008년 137회, 6,130명)

5.3.4 수돗물수질평가위원회 운영

안산시는 현재 지방자치단체 실정에 맞춰 수돗물수질평가위원회를 설치하여 수질검사 결과의 공표 및 수도사업장에 대한 기술자문 등을 하고 있으며 위원회의 자격 및 활동 내용은 다음과 같다

가. 위원자격

• 수도사업자에 대한 자문 기능을 할 수 있는 교수 또는 연구원

- 시민단체 활동위원은 대표자 또는 사무국장
- 상수도 분야 감시나 홍보기능을 갖춘 단체를 우선 위촉

※ 시민단체는 안산시 거주자 또는 생활권으로 활동중인자(단, 전문가는 경기도 거주자 가능)

- 다수의 위원회에 중복된 위원은 신청 지양

나. 활동내용

- 수돗물의 정기적 검사실시 및 공표
- 수도사업자에 대한 수질관리 및 수도시설의 운영에 관한 자문
- 수돗물의 검사대상과 검사지점의 선정

총 10명으로 이루워진 안산시 수돗물 수질평가위원회는 지금까지 제6기가 활동중이다. 인터넷 등으로 객관성 있는 위원 공모를 통해 이루워 졌으며, 수도사업 전반에 대한 정책자문을 하고 수돗물 안전성을 홍보하며 수질검사 지점 및 대상을 자율적으로 선정하는 등 많은 활동 중에 있다.

5.3.5 행정 서비스 강화

가. 급수민원 상황실 운영

- 급수민원, 누수접수 창구 운영 : 365일 년중 무휴 근무
- 급수민원 신고전화 배치 : 특수서비스 전화 121번
- 누수복구반 편성운영 : 2개반 8명
- 비상급수차량 확보 : 비상급수차량 2대(2008년 29회 사용)

※ 비상급수장비 현황 : 차량 2대(4.5톤, 11톤), 이동시 저수조 2개(3톤)

- 수돗물 서비스센타 운영 : 명정 등 연휴기간에 운영

나. 누수민원 상황실 운영

- 누수민원접수 창구운영 : 365일 년중 무휴 근무
- 야간 비상근무조 편성운영 : 2개반 4명

※ 주중(2인편성) 18시~22시, 토·공휴일(2인편성) 9시~18시

다. 요금민원 상황실 운영

- 요금민원 접수처리 창구운영 : 전담인원 3명
- 요금민원 상담전화 배치 : 031-481-2441~3
- 요금민원 접수 현장 즉시조치 : 담당구역별 담당자가 즉시조치

라. 수질민원 상황실 운영

- 수질관련민원 상황실 운영 : 365일 년중 무휴 근무
  - 상록구(안산정수장) : 3명
  - 단원구(연성정수장) : 3명
- 수돗물 관련 민원발생 : 즉시 현장 확인 및 시료채취
  - 수질검사 결과 민원인에게 알림

마. 24시 수돗물 콜센타 운영

- 수도관련 불편민원 상황실 운영 : 365일 년중 무휴 근무
  - 야간 : 3명(18:00~익일09:00)
  - 주간 : 2명(09:00~18:00, 토·일·공휴일)
- 수도관련 민원 발생 즉시 확인 조치
  - 수도공무소 재택근무제 실시로 신속한 조치

제9장 상수도 수요관리계획

1. 개요

2. 유수율 제고 계획

3. 중수도 보급 계획

4. 절수설비 및 절수기기 보급 계획

5. 빗물이용시설 설치 계획

6. 하·폐수처리수 이용 계획

7. 수도요금 체계확립

8. 교육, 홍보 계획

제9장 상수도 수요관리 계획

1. 개요

1.1 목적 및 기본방향

물수요관리 종합계획은 수도사업의 효율성을 높이고 물의 수요관리를 강화하기 위하여 1인당 적정 물사용량을 고려하여 관할 지자체별로 물수요관리 목표를 정하고 이를 달성하기 위한 종합적인 계획으로서 생산량을 구성하는 각각의 수량에 타당성 있는 저감계획을 수립하는 것이라고 할 수 있다. 현재 안산시는 경기도 물수요관리 종합계획을 기초로 하여 안산시의 여건에 맞도록 「안산시 물수요관리 시행계획(2007.9, 안산시)」을 수립하여 시행중이다.

안산시의 상수도 수요관리 계획은 「경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)」(이하 종합계획) 및 「안산시 물수요관리 시행계획(2007.9, 안산시)」(이하 시행계획)을 반영하였다.

2. 유수율 제고

2.1 유수율제고 사업추진을 위한 특성별 분류

종합계획에서는 안산시의 경우 2002년 기준으로 유수율이 92.8%, 16년 이상관의 비율이 28.5%로 수원시, 의왕시 등과 함께 3그룹으로 분류 하였다. 3그룹에 분류된 지자체는 유수율이 경기도 평균이상으로서 유지관리가 잘되어 가고 있는 것으로 평가됨에 따라 경년관과 문제관 위주로 관정비사업을 추진하고, 블록화시스템과 원격관리시스템 구축을 지자체 현황에 맞게 체계적으로 수립하도록 하였다.

2.2 종합계획상 목표

일반적으로 노후수도관이란 아연도 강관, 비내식성 금속관, 매설 후 16년 이상 경과한 수도관 중 관석(Scaling) 및 부식이 심한 수도관 등 교체 또는 갱생이 필요한 수도관으로 정의한다.(상수도 유수율제고 업무처리규정(환경부 훈령 제 486호))

안산시는 2004년 기준 유수율이 97.2%이고, 노후관(16년 이상의 관)의 비율이 30.3%로서, 특히 전체 배관 중 21년 이상 사용한 관의 비율이 21.9%로서 많은 비중을 차지한다. 종합계획에서는 2011년까지 90% 이상의 유수율을 유지하는 것으로 계획하였으며 계량기 교체사업과 GIS 구축사업의 경우는 다음과 같이 진행하는 것으로 계획하였다.

<표 9.2-1> 종합계획의 유수율제고 사업량 목표

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
유수율(%)	94.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
관교체 공사량(㎞)	18.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
GIS 추진율(%)	80	90	100					
계량기 교체량(개)	5,953	5,965	5,977	5,977	5,977	5,977	5,977	5,977
절감량(천㎥/일)	-	-	-	-	-	-	-	-

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

2.3 계획목표설정

종합계획 수립이후 지금까지의 사업추진실적을 반영하여 종합계획상의 목표를 달성하기 위해 시행계획에서는 다음과 같이 계획하였다.

<표 9.2-2> 안산시 시행계획의 유수율제고 사업량 목표

구 분		2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
유수율(%)		96.5	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
노후관 교체	공사량(㎞)	14.9	13.7	13.7	12.8	13.7	14.6
	사업비(백만원)	2,315	1,841	1,842	1,722	1,842	1,963
계량기 교체	교체량(개)	6,503	6,356	7,031	9,040	16,527	8,930
	사업비(백만원)	200	636	703	904	1,653	893

2.4 유수율제고 계획

2.4.1 블록시스템 구축 검토

안산시의 블록 시스템은 블록의 상세한 분할 및 연결관로, 유량계, 밸브설비 등은 상세설계를 통해 시행되었으며, 블록시스템내의 관압통제 및 유지관리를 위해서 구역별 대·중·소 구역별 관망해석을 통해 대·중·소 급수구역으로 구분하였다.

<표 9.2-3> 블록시스템 구역분할 현황

대구역 (정수장 수계)		중구역 (배수구역)	소구역	개 소	비 고
4구역		15구역	105구역		
반월정수장 [B]	1	반월정수장구역(직접)[D]	BD1~13	13	
	2	성포배수구역[S]	BS1~20	20	
	3	고잔배수구역[K]	BK1~8	8	
	4	일동배수구역[I]	BI1~4	4	
	5	반월배수구역[B]	BB1~3	3	
	소 계			48	
안산정수장 [A]	1	안산정수장구역(직접)[D]	AD1~2	2	
	2	와동배수지[W]	AW1~8	8	
	3	초지배수지[W]	AC1	1	공업용수
	소 계			11	
연성정수장 [Y]	1	선부배수구역[S]	YS1~21	21	
	2	대부배수구역[K]	YT1~2	3	
	3	목내배수구역[M]	YM1~2	4	
	4	성곡배수구역[H]	YH1~2	3	
	5	공단배수구역[K]	YK1~4	9	공업용수
	소 계			40	
시흥정수장 [S]	1	직접급수구역(생활)[L]	SL1	3	
	2	직접급수구역(공업)([K]	SK1	3	공업용수
	소 계			6	

자료 : 안산시 상수도 운영관리시스템구축 보고서(2002. 10, 안산시)

2.4.2 수도관 정비계획

시행계획에서는 전체관로에 대하여 노후수도관의 평가를 실시하여 노후구간을 설정, 교체대상을 선정하였다.

가. 관거 노후도

<표 9.2-4> 동별 불량연장 및 불량률

동명	총연장 (m)	매설년도 미확인(m)	관재질 미확인(m)	관구경 미확인(m)	불량관 합계(m)	불량률 (%)
고잔동	48,607	13,278	2,093	95	15,466	31.8
대부동	31,006	3,782	45	0	3,826	12.3
반월동	30,986	23,424	2,408	0	25,832	83.4
본오동	120,061	24,033	21,347	0	45,379	37.8
부곡동	45,721	12,627	513	32	13,173	28.8

동명	총연장 (m)	매설년도 미확인(m)	관재질 미확인(m)	관구경 미확인(m)	불량관 합계(m)	불량률 (%)
사동	116,822	19,036	13,248	0	32,284	27.6
선부동	96,523	69,618	7,255	0	76,873	79.6
성포동	11,639	1,289	279	0	1,567	13.5
안산동	28,943	21,517	2,138	0	23,655	81.7
와동	68,825	21,964	13,495	43	35,502	51.6
원곡동	134,611	81,893	16,650	998	99,540	74.0
월피동	45,411	4,694	606	46	5,346	11.8
이동	54,872	15,594	8,229	2	23,825	43.4
일동	43,652	14,833	12,421	7	27,261	62.5
초지동	345,179	122,095	27,312	6,133	155,540	45.1
호수동	32,399	4,798	2,649	593	8,040	24.8
합계	1,255,257	454,473	130,687	7,949	593,109	47.3

나. 노후도 평가 결과

1) 평가 결과

동별 평가결과 대부분이 100점 만점에 50점 이상으로 이는 인근 지역인 시흥시의 노후도 점수(평균 40점)에 비해 높은 편이다.

평가결과 호수동이 68.9점으로 가장 높고 고잔동이 50.8점으로 가장 낮으며 최고와 최저의 점수의 차가 18.1점으로 이 값들을 제외한 나머지 동은 대체적으로 고른 평가점수 분포를 나타냈다.

<표 9.2-5> 동별 노후도 평가결과

동 명	평가점수	동 명	평가점수
고잔동	50.8	안산동	53.9
대부동	60.4	와동	58.5
반월동	55.3	원곡동	59.5
본오동	60.6	월피동	55.1
부곡동	55.5	이동	63.4
사동	62.8	일동	58.4
선부동	56.5	초지동	58.7
성포동	51.6	호수동	68.9
평 균		59.1	

주) 기준 100점 만점

다. 노후관 교체계획

교체 대상범위는 안산시 전체의 평균 점수보다 낮은 관거를 대상으로 선정하였으며, 동별로 평가점수가 44점 이하의 관을 대상으로 선정하였다.

<표 9.2-6> 년차별 노후관 교체 사업량

구분	위 치	관용도	관 종	구 경	연 장	매설년도	사업비
2006년	초지동	배수관	PE	100~150	3,780	86년	2,315
	원곡동	배수관	PE	100~150	583	81년	
	사2동	배수관	PE	100~150	2,000	86년	
	해안로	배수관	PE	100	800	86년	
	부곡동	배수관	PE	100~200	2,070	84~85년	
	계	배수관	PE		9,233		
2007년	사1동	배수관	PE	100~200	1,982	80~84년	2,400
	와동	배수관	PE	100~250	4,386	84년	
	고잔2동	배수관	PE	100~200	3,450	81~84년	
	사2동	배수관	PE	80~250	3,410	82년	
	계	배수관	PE		13,228		
2008년	선부2동	배수관	주철	50~250	3,746	년도미상	2,605
	이동	배수관	주철	80~350	5,378	84년	
	본오1동	배수관	주철	50~200	4,003	85년	
	계	배수관	주철		13,127		
2009년	공단(성곡동)	배수관	주철	100~200	4,212	86년	2,704
	선부1동	배수관	주철	100~200	4,920	년도미상	
	선부2동	배수관	주철	80~250	2,710	년도미상	
	계	배수관	주철		11,842		
2010년	본오3동	배수관	주철	80~200	3,942	84년	2,839
	월피동	배수관	주철	50~200	4,864	84~85년	
	본오2동	배수관	주철	50~200	4,570	83~84년	
	공단(초지동)	배수관	주철	300	1,094	80년	
	계	배수관	주철		14,470		
2011년	공단(성곡동)	배수관	주철	100~350	2,465	85~86년	3,116
	사1동	배수관	주철	80~300	2,667	81~84년	
	부곡동	배수관	주철	80~200	3,039	85년	
	성포동	배수관	주철	100~200	5,659	80~85년	
	계	배수관	주철		13,830		
합 계					75,730		15,979

라. 관거 정비방안

안산시의 노후관 개량 공사는 교체를 원칙으로 사업을 계획하였으나 교체 작업이 어려운 도심지나 아스팔트포장구간 등 교통이 복잡한 지역에서는 굴착공사에 따른 제반 문제와 부설경과년에 따른 상태를 고려하여 필요구간에 대해서는 세정 후 방식 또는 갱생 등의 방법으로 재사용하도록 계획하였다.

2.4.3 유수율제고 사업에 의한 절감량 산출

가. 절감가능량 산출

1) 과거 안산의 누수량 현황

안산시의 과거 2001년 이후 누수량은 2002년까지 연간 5,967천㎥에서 2004년 이후 연간 2,347천㎥로 빠르게 개선되었다.

<표 9.2-7> 안산시의 과거 관거 km당 누수량

구분	년간누수량 (천톤)	관거연장 (m)	도수관 (m)	송수관 (m)	km당 누수량	도·송수관제외연장 (m)
2001년	6,208	975,700	15,509	72,074	6.990	888,117
2002년	5,967	1,050,429	15,509	72,074	6.197	962,846
2003년	3,476	1,101,766	15,509	75,114	3.438	1,011,143
2004년	2,347	1,125,226	15,682	75,114	2.269	1,034,430
2005년	2,350	1,165,035	15,682	75,114	2.188	1,074,239
평균					4.2	

주) 상수도 통계(환경부)

나. 유수율제고에 의한 안산시의 절감가능량

안산시의 km당 평균 누수량은 위와 같이 4.2천㎥/년으로 보았으며, 안산시의 유수율 목표는 90%이상을 유지하는 것이므로 유수율 증가비율은 적용하지 않았다.

1) 최소절감가능량

<표 9.2-8> 유수율제고에 의한 안산시의 최소절감가능량

구분	교체연장(Km)	km당년간누수량	절감량(천톤/년)	총절감량(천톤/년)
2006년	9.2	4.2	38.8	38.8
2007년	13.2	4.2	55.7	94.5
2008년	13.1	4.2	55.2	149.7
2009년	11.8	4.2	49.8	199.5
2010년	14.5	4.2	61.1	260.6
2011년	13.8	4.2	58.2	318.8
합계	75.6		318.8	

2) 최대절감가능량

<표 9.2-9> 안산시의 과거 유수율 현황

구분	유수율(%)	유수율증가량(%)	1일생산량(톤/일)	비고
2006년	91.80%		135,277	
2007년	92.50%	0.70%	137,420	
2008년	92.80%	0.30%	142,069	
2009년	95.40%	2.60%	136,586	
2010년	97.20%	1.80%	137,884	
2011년	96.30%	-0.90%	133,285	
평균	94.33%	0.90%		

<표 9.2-10> 안산시의 2011년 예상 수도현황

2011년 상수 수요량 (㎥/일)	2011년 수도 생산량 (㎥/일)	년간 유수율 증가율 (%)	유수율 증가율 적용 (99%)
494,335	494,830	0.9%	0.7%

주) 2011년 상수수요량 및 수도생산량은 과거추이를 반영한 추정치임.

<표 9.2-11> 과거추이를 반영한 안산시의 최대절감효과

○ 최대절감효과
- 과거추이를 반영한 절감량(㎥/년) = 생산량 × 유수율 증가비율

<표 9.2-12> 유수율 제고에 의한 안산시의 최대절감량

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
생산량(천㎥/년)	160,365	163,981	167,950	171,730	175,007	180,432
유수율증가비율(%)	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%
최대절감량(천㎥/년)	1,122.55	1,147.86	1,175.65	1,202.11	1,225.05	1,263.03

2.4.4 수도계량기 교체 계획

가. 기본방향

안산시 계량기 교체 방향은 「계량에관한법률시행규칙」 제20조 1항에서 정한 계량기 검정유효기간(50mm 초과 6년, 50mm이하 8년)를 기준으로 노후화 된 계량기는 적기 교체하고 주기적인 검·교정을 통해 계량기 불감률을 줄여나갈 계획이다.

나. 수도계량기 설치현황

안산시의 수도계량기 설치현황은 2004년 현재 55,347개의 계량기가 설치되었으며, 이 중 98.9%가 ∅50이하로 매 8년마다 교체토록 됨에 따라 다음과 같이 수도계량기 교체를 시행하였다.

<표 9.2-13> 2004년 수도계량기 현황

(단위:전)

계	∅13	∅20	∅25	∅32	∅40	∅50	∅75	∅100	∅150	∅200	∅250
55,347	33,718	5,207	12,874	1,343	880	737	305	176	77	27	3

자료 : 안산시 내부자료

<표 9.2-14> 년도별 수도계량기 교체 추진실적

구분	계	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
사업량 (전)	26,450	5,337	3,446	7,034	5,533	5,100
사업비 (백만원)	1,639	211	205	232	440	550

자료 : 안산시 내부자료

다. 수도계량기 설치전망

시행계획에서는 인구와 급수전수의 상관관계를 분석한 결과 최근 8년간(1998년~2005년) 평균 14.0인/전인 것으로 조사되었으며, 년간 1,495전씩 신설되어 2011년까지 65,147전으로 증가할 것으로 추정하였다.

라. 년도별 수도계량기 교체계획

<표 9.2-15> 수도계량기 교체 실적 및 교체계획

(단위 : 인, 전)

구분	인구	급수전수	신규설치 급수전	수도계량기 교체		
				경과계량기	고장 및 파손	계
1998년	552,557	35,012	736	2,833	2,851	5,684
1999년	554,138	35,061	49	4,090	2,068	6,158
2000년	575,574	36,002	941	4,376	1,565	5,941
2001년	598,560	39,556	3,554	2,447	2,890	5,337
2002년	637,660	52,488	12,932	2,267	1,179	3,446
2003년	671,687	54,235	1,747	4,126	2,908	7,034
2004년	686,873	55,347	1,112	2,646	2,887	5,533
2005년	697,239	56,178	831	3,692	1,700	5,392
2006년	718,166	57,673	1,495	6,420	83	6,503
2007년	739,093	59,168	1,495	6,207	149	6,356
2008년	760,020	60,662	1,495	6,882	149	7,031
2009년	780,946	62,157	1,495	8,891	149	9,040
2010년	801,873	63,652	1,495	16,378	149	16,527
2011년	822,800	65,147	1,495	8,781	149	8,930

자료 : 안산시 내부자료, 시정기본 통계정보(2006, 안산시)

3. 중수도 보급계획

3.1 종합계획상 중수도 보급 추진계획

경기도내 중수도 설치시설은 상당수 존재하고, 매년 지속적으로 설치계획이 수립되고 있으나 경기도의 지역적 특성을 고려한 경제성 확보가 가능한 대상 분석결과에 따라 단기계획으로 시·군의 산업단지지역이 밀집되어 있는 지역을 그룹1 대상으로 다음과 같이 설정하였다.

<표 9.3-1> 경기도 중수도 보급 추진을 위한 그룹1 대상지역

시·군	지방산업단지
김포	상마, 율생, 학운
남양주	금곡
동두천	상봉암, 동두천
성남	성남
안산	반월도금
안성	덕산, 동항, 두교, 미양2, 송정, 용월, 원곡, 장원, 안성1, 안성2, 안성3, 가율, 공도, 금산
양주	검준, 도하, 상수
여주	장안
의정부	용현
파주	금파, 문발1, 문발2, 오산, 탄현
평택	송탄, 어연·한산, 장당, 평택, 추팔, 칠괴, 현곡
포천	신평, 양문
화성	금의, 마도, 발안, 화성, 향남제약, 화남

3.2 종합계획상 목표

종합계획에서 안산시는 도시화율이 타 시, 군에 비해 높아 중수도 시설 적용가능성이 높으며, 산업단지 밀집지역의 특성을 가지고 있으므로 2005년 사업검토를 통해 2006년 시설 공사를 하고, 2007년에 절감효과를 내는 것으로 계획하였다. 이후 사업성과 여부에 따라 추가 사업을 매년 지속적으로 추진하여 절감량을 달성하고 미달성시 타 사업으로의 전환이 가능하도록 하였다.

<표 9.3-2> 년도별 중수도 보급 계획

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
보급개수(개소)			1	1	1	1	1	1
절감량(천㎥/년)				182.5	365.0	547.5	730.0	912.5

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

3.3 계획수립

3.3.1 중수도의 일반적 사항

가. 중수도의 용도

중수도는 모든 물을 절약하는 용도에 적용될 수 있으며 사용빈도가 높은 순으로 분류하면 아래와 같으며 사용빈도가 가장 많은 수세식 화장실 용수의 경우 직접 사용자의 피부에 접촉할 가능성이 적다.

- 수세식 변소 용수
- 냉각수
- 세차용수, 살수용수, 소화용수, 도로 및 건물 등 청소용수, 조경용수
- 레크레이션 용수

나. 중수도의 이용방식

<표 9.3-3> 중수도의 이용방식과 사업주체

이용방식	사 업 주 체	급 수 대 상	비 고
단독이용	•건축물 소유자 •건축물 관리자	•건축물 또는 시설물 •대상이 비교적 대규모 건축물에 한정 된다.	•원수수질이 일정하기 때문에 처리가 용이하다. •상수계 용도의 배수만을 원수로 하면 물수지면에서 중수도의 용도가 한정될 수 있다.
복합이용	•건축물 소유자 •민간기업 •주택공사 •조합 •공공단체	•구역내 일정 규모, 일정 사용량 이상의 건축물로서 중수도시설 건설시 대상이 원칙적으로 결정된다.	•구역내 건축물 또는 시설물이 거의 동시에 건설되는 것이 요건이 된다. •중수도의 용도가 거의 동일해진다. •재개발, 신도시 등에 적합하다. •중수도의 용도가 중수처리시설 건설 시 결정되기 때문에 적절한 처리방식을 채택할 수 있다. •하수처리수를 원수로 산정할 수 있다.
공공이용	•지방자치단체 •공공단체	•구역내 건축물이 대상이 되며 중수처리시설 건설시에는 대상이 구분되지 않는다. •비교적 소규모 수요자도 대상이 될수 있다.	•중수도 설치후에도 새로운 수요자를 급수 대상으로 할수 있다. •중수도의 용도가 다양해질 소지가 높기 때문에 수질기준 설정이 용이 하지 않다.

3.3.2 반월도금단지내 중수도 적용가능성검토

가. 용수사용량 조사

종합계획에서 제시한 반월도금단지는 중수도 시설 적용가능성이 높으며, 산업단지 및

집지역의 특성을 가지고 있어 2006년 물사용량을 조사하였으나 다음과 같이 대부분의 업체의 용수사용량은 100㎥/일 이하이고 일부 업체만이 100㎥/일 이상인 것으로 조사되었다.

<표 9.3-4> 반월도금단지내 물사용량(2006년 8월)

구 분	위치	생활용수 사용량(㎥/월)	공업용수 사용량(㎥/월)	비 고
경인도금	원시동	400	1,883	
반월다이스공구	원시동	400		
반월제일도금	원시동	3,900		
반월중앙도금	원시동	1,600		
군자도금단지	원시동	120	4,200	
제일도금	원시동		330	
토토링크	원시동	1,600		
경인화학산업	원시동	900	1,500	
(주)석영시스템	원시동	420		
광산판지	원시동	200	2,100	

나. 중수도 적용방안

안산시 반월도금단지내 용수사용량과 개별중수도시설의 경제성분석 결과 일일 중수사용량이 150㎥이상일 경우 경제적 이익이 발생하는 것으로 나타남에 따라 물사용량의 50%를 중수로 대체하여 활용할 경우 실제 일일 물사용량 300㎥에 해당하는 공장에 대하여 적용이 가능한 것으로 검토되었다.

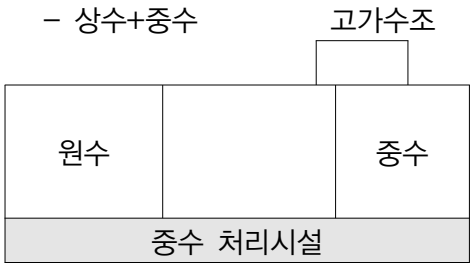
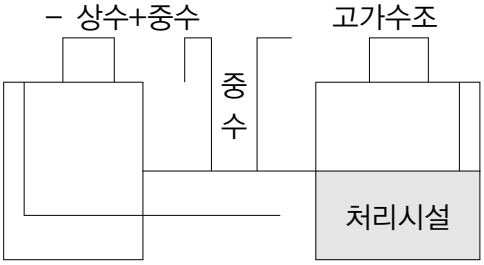
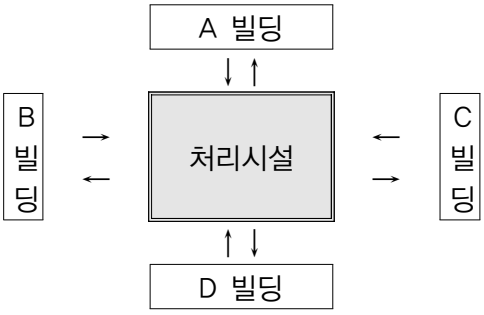
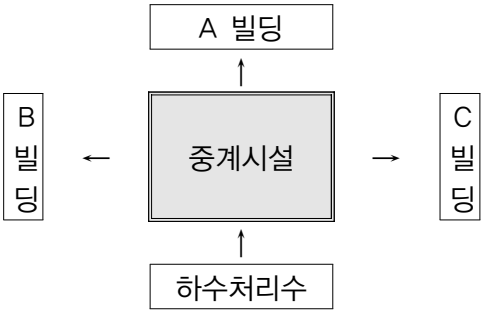
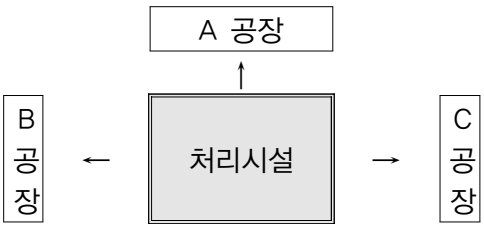
그러나 반월도금단지내 용수사용량은 대부분 100㎥/일 이하로 경기도 물수요관리 종합계획에서 제시된 시설별 절감량을 500㎥/일을 적용할 시설은 없는 것으로 조사됨에 따라 대상기준을 재설정할 필요성이 있다.

안산시에는 반월도금단지 이외에 국가공업단지인 반월공업단지 및 시화공업단지가 조성되어 있으며 특히, 이들 시설은 안산하수종말처리장과 인접하여 있어 개별 중수도 시설보다는 하수처리수 재이용계획을 통한 중수도 보급이 효율적으로 판단되어 시행계획에서는 개별 중수도 보급계획을 하·폐수처리수 이용계획으로 전환하여 시행하는 것으로 계획하였다.

3.3.3 중수도 보급모델 및 추진계획

가. 일반적인 중수도의 보급모델 및 추진계획

<표 9.3-5> 중수도의 보급모델 설정

보급모델	시설 범위	순환 방식	대 상 지 역	보 급 모 델
Model-1	•단일 빌딩	•단독이용	•빌딩의 분포가 분산되어 있는 지역	
Model-2	•복수 빌딩	•복합이용	•인접된 지역에 일정규모 이상의 빌딩이 거의 같은 시기에 건설되는 경우	
Model-3	•빌딩군(Block) •아파트단지	•복합이용	•구역내 일정 규모이상의 빌딩이 밀집되어 있는 지역	
Model-4	•빌딩군(Block) •아파트단지 •공단지역	•공공이용	•하수처리장의 인근 지역	
Model-5	•공단지역	•복합이용	•공단지역내	

<표 9.3-6> 보급모델의 장단점 분석

보급모델	시설 용도	원수(용도)	장 점	단 점	처 리 공 정
Model-1	•업무 빌딩 •백화점 •호텔 •병원 •청사 •학교 (단일빌딩)	•수세식 화장실용수, 청소용수, 기타	• 단일빌딩을 대상으로 하기 때문에 계획 수립 및 사업 추진이 용이하다.	•사용수량 및 발생하수량 변동이 크다 •초기시설비가 높다.	①생물처리-(응집침전)-여과-염소처리 ②생물처리-(응집침전)-여과-(활성탄처리)-염소처리 ③생물처리-막처리-염소처리
Model-2	•사무용 빌딩 •백화점 •호텔 •병원 •청사 •학교 • 역(복수빌딩)	•수세식 화장실용수, 청소용수, 기타	• 시설투자비 비용부담이 적다. • 시설유지의 인력, 비용을 절감한다. •사용수량 및 발생하수량 변동이 적다.	•빌딩의 사업주가 달라 계획, 사업추진이 곤란 •시설투자비에 대한 비용분담상의 문제가 있다.	①생물처리-(응집침전)-여과-염소처리 ②생물처리-(응집침전)-여과-(활성탄처리)-염소처리 ③생물처리-막처리-염소처리
Model-3	•대단위 아파트 •상가 •시장 • 도심지내 사무용빌딩군 • 개별공장 또는 공단내 유사업종의 복수공장	•수세식 화장실용수, 청소용수, 공업용수, 기타	•Scale Merit가 있다. •형태가 유사한 빌딩을 대상으로 하기 때문에 처리시설의 공정구성이 단순하다. •수량 및 수질이 안정적이다.	• 처리시설의 설치, 관리주체의 설정이 곤란하다. •중수 수급상 민원발생 소지가 있으므로 사업주간 쌍무협약이 필요하다. • 유지관리의 비용이 크다.	①생물처리-(응집침전)-여과-(활성탄처리)-염소처리 ②생물처리-막처리-염소처리
Model-4	•대단위 아파트 •상가 •시장 • 도심지내 사무용빌딩군 • 개별공장 또는 공단내 유사업종의 복수공장(Block)	•수세식 화장실용수, 청소용수, 공업용수, 기타	• 수량변동이 적고 안정된 수원확보 •방류수의 이용이 가능하다. • 하수처리장 인력을 활용하므로 수질의 신뢰도가 확보된다. •처리시설의 비용보조가 가능하다.	• 하수처리장 인근 지역에 제한적이다. •하수처리장과 수요지와 원거리이면 배관비가 높아진다. •처리장내 중수처리시설, 중계시설의 사업주체 구분이 모호하다.	①(응집침전)-여과-활성탄처리-염소 처리 ②막처리-염소처리

<표 9.3-7> 중수도 보급모델의 추진계획

보급모델	추진 주체	보급 우선순위	보 급 추 진 대 책
Model-1	•빌딩의 사업주 •자치단체장 (청사)	① 청사 ② 호텔 ③ 백화점 ④ 사무용 빌딩 ⑤ 병원 ⑥ 학교(국립)	•자치단체에서 발주하는 청사 및 공공시설물의 대상으로 보급을 우선적으로 실시 (관련 법규 검토) •기타 민간시설분에 대해서는 세제 및 요금감면 실시로 경제성 제고 •현행 일정규모 이상의 시설물에 대해 권장사항을 의무규정으로 전환 •신설되는 국공립학교에 대해 보급지도를 실시(관련 법규 검토)
Model-2	•빌딩의 사업주 •자치단체장 (청사)	① 청사 ② 공항, 역 ③ 호텔 ④ 백화점 ⑤ 사무용 빌딩 ⑥ 병원 ⑦ 학교(국립)	•청사에 대해서는 상기와 동일 •역사(철도, 지하철)에 대해서도 보급을 우선적으로 실시(관련 부처간 협의, 관련 법규 검토) •기타 민간시설분에 대해서는 지도지침제정 (설치 및 관리주체 구분, 기타 사항 검토)
Model-3	•아파트공사 발주처(주택공사, 민간건설업체) •빌딩 및 공장의 사업주	① 아파트 단지 (주택공사분) ② 공장 ③ 아파트 단지 (민영주택분) ④ 도심내 빌딩 ⑤ 상가, 시장	•주택공사에서 발주하는 대단위 아파트에 대한 보급추진을 우선적으로 실시 •공장에 대해서는 세제지원 및 공업용수 감면조치등 경제성 확보로 보급 유도 •민영 아파트 부분에 대해서는 세재지원, 요금감면 및 처리장 설치면적에 준한 부지를 별도 용도로의 사용 인정
Model-4	•자치단체장 (하수처리장, 주택공사, 민간건설업체) •빌딩 및 공장의 사업주	① 공장 ② 아파트단지 (주택공사분) ③ 도심내 빌딩 ④ 아파트 단지 (민영주택분) ⑤ 상가, 시장	•중수처리시설, 관로, 중계시설 설치는 지방자치단체에서 주관하고, 사용자로 하여금 사용료를 징수 •처리수의 공급은 처리장이 위치한 지역의 상황을 고려하되, 우선적으로 공장 및 주택공사에서 발주하는 아파트와 도심내 빌딩을 대상으로 보급을 추진(하수처리장 건설현황 및 계획과 연계해서 보급을 추진)

3.4 중수도 보급에 따른 목표 절감량

시행계획에서 안산시의 중수도 보급은 하·폐수처리수 이용계획으로 전환하여 시행하는 것으로 계획함에 따라 2011년까지 다음과 같이 보급 시설 및 절감량은 없는 것으로 계획하였다.

<표 9.3-8> 중수도 보급목표

구 분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
보급개수(개소)	-	-	-	-	-
절감량(천㎥/년)	-	-	-	-	-

4. 절수설비 및 절수기기 보급 계획

4.1 종합계획상 목표

안산시는 2002년말까지 절수기기별(개)로 양변기 147,412개, 수도꼭지 73,614개, 샤워기 70,146개를 보급하였으며, 절수기기 보급 대상 가구수는 127,125세대(총 가구 중 대상가구인 70%)이며, 현재 87%(70% 도달기준)의 달성율을 보이고 있는 바 절수기기 무상보급은 더 이상 추진하지 않으며, 기존 설치 기기의 유지관리에 중점을 두는 것으로 한다. 또한 의무화 대상확대는 현재 239개소의 샤워기를 겸비한 체육시설이 있으며, 2004년은 신규시설에 대한 권고를 통해 절감량을 달성하며, 2005년, 2006년에 100% 확대보급을 완료하는 것으로 한다.

<표 9.4-1> 종합계획의 절수기기별 보급 목표

구 분		2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
무상 보급	보급가구수(세대)								
	보급개수(개)								
	절감량(천㎥/년)								
의무화 확대	의무화 확대 대상시설수(개소)	239	239	239	239	239	239	239	239
	위무화이행율(%)	10	50	100	100	100	100	100	100
	절감량(천㎥/년)	166.3	914.9	1,663.4	1,663.4	1,663.4	1,663.4	1,663.4	1,663.4
절감량(천㎥/년)		166.3	914.9	1,663.4	1,663.4	1,663.4	1,663.4	1,663.4	1,663.4

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

4.2 계획수립

4.2.1 목표검토 및 적용목표 설정

가. 목표검토

종합계획에서는 안산시의 2002년말 239개소의 샤워기를 겸비한 체육시설에 대하여 의무화 대상확대를 계획하였으나 국가계획인 체육시설에 대한 의무화 시설확대 적용 법률화가 이루어지지 않아 의무화에서 자발적 설치 권고로 계획을 수정하였다.

나. 목표 재설정

절수기기의 자발적 설치권고 대상을 의무화 대상과 동일하게 일정규모 이상의 샤워기를 겸비한 체육시설에 대하여 검토 대상으로 선정하였다.

체육시설은 현재 의무화 대상인 목욕장과 물 사용 패턴이 유사하고 생활수준 향상과 함께 시설수가 증가하는 추세로 이들 시설에 대하여 절수기기 설치는 용수사용 절감에 따른 사업장 측면에서도 이득을 취할 수 있으며, 향후 법률개정시에도 시설을 개보수에 따른 비용을 감소시켜주는 등의 이점이 있다.

<표 9.4-2> 자발적 설치 권고 대상

구 분	대 상 업 종	비 고
등록체육시설업	•골프장업, 스키장업, 요트장업, 조정장업, 카누장업, 빙상장업, 자동차경주업, 승마장업, 종합체육시설업	
신고체육시설업	•수영장업, 체육도장업, 테니스장업, 골프연습장업, 체력단련장업, 에어로빅장업, 무도학원업, 무도장업	

1) 대상시설 선정

이중 자발적 설치권고 대상시설을 샤워시설을 갖추고 있고 목욕업, 숙박업 등과 같이 물 다량사용시설로 판단되는 체육시설로 선정하였다.

선정업종은 종합체육시설업, 수영장업, 체육도장업, 체력단련장업, 에어로빅장업 및 공공체육시설로 다음과 같이 총 361개소를 산정하였다.

<표 9.4-3> 예상 자발적 설치권고 대상시설

구분	계	공공체육시설	종합체육시 설	수영장	체육도장	체 력 단련장	에어로빅장
개소	361	8	1	4	236	70	42

4.3 절수기기 설치에 따른 목표설정

자발적 설치권고 대상시설을 샤워시설을 갖추고 있고 목욕업, 숙박업 등과 같이 물 다량 사용시설로 판단되는 체육시설 중 체육도장, 체력단련장, 에어로빅장 등에 대한 시설에 대하여 지도·계몽하여 자발적으로 설치할 수 있도록 하였으며, 목표 대상수를 50%로 설정하였다.

<표 9.4-4> 예상 자발적 설치권고 대상시설 목표설정

구분	계	공공체육시설	종합체육시설	수영장	체육도장	체력단련장	에어로빅장
대상개소	361	8	1	4	236	70	42
목표개소	174	-	-	-	118	35	21

4.4 절수기기 설치에 따른 목표 절감량

안산시의 절수기기 설치는 일반주택 및 의무시설은 이미 목표를 초과하여 달성하였으며, 당초 의무화 확대시설로 계획된 체육시설을 자발적 설치권고 시설로 목표를 변경함에 따라 신고체육시설 중 체육도장, 체력단련장, 에어로빅장 등에 대한 시설 174개소를 통하여 2011년까지 다음과 같이 목표 절감량을 산정하였다.

<표 9.4-5> 절수기기 설치 계획 및 목표 절감량

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
대상개수(개소)	174	174	174	174	174	174
목표이행율(%)	-	30	50	70	100	100
목표개수(개소)	-	52	87	122	174	174
절감량(천㎥/년)	-	364	609	854	1,218	1,218

5. 빗물이용시설 설치 계획

5.1 종합계획상 목표

빗물이용시설 설치 대상시설물로는 공공청사 및 학교건물 등이 있는데 현재 안산시에는 능길초등학교에 빗물이용시설이 설치되어 있다. 종합계획에서는 안산시청은 2006년, 학교건물은 2007년, 2010년에 각각 2개교에 설치하는 것을 보급 목표로 하였다. 종합계획이 배포되는 시점은 3월로 계획은 2004년부터의 시행을 기본으로 설정하였으나 실제 안산시가 시행계획을 수립하고 시행을 하는 시점은 여건에 따라 상이할 수 있다는 것을 감안하여 년도별 할당 목표는 안산시 여건에 따라 조정이 가능하다.

<표 9.5-1> 빗물이용 시설 활용 계획

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
보급개수(개소)			1	2			2	
절감량(천㎥/년)			0.6	1.8	1.8	1.8	1.8	3.0

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

5.2 계획수립

5.2.1 목표검토 및 적용목표 설정

가. 목표대상 검토

종합계획상의 목표로 설정된 사업량은 시청 1개소 및 학교 4개소로 설정되었으나 현재 안산시 종합운동장 주경기장 건립공사의 부분으로 빗물이용시설을 설치하고 있으므로 빗물설치 대상을 시청에서 공공건물인 종합운동장 주경기장으로 변경하였으며, 학교시설에 대해서는 시행계획 수립시 설문조사를 통하여 목표량을 설정하였다.

나. 빗물저수조의 용량조정

종합계획상에서는 공공청사와 학교를 포함하여 저수조 용량을 50㎥로 계획하였으나 현재 공사중인 종합운동장 주경기장의 빗물이용시설의 저수조 용량이 500㎥으로 계획됨에 따라 이를 반영하였으며, 학교에 설치되는 빗물이용시설은 교육홍보 목적과 최소의 투자·운영비 도출을 위해서는 빗물저수조의 용량의 조정이 필요하다.

따라서, 빗물이용시설 설치 지원금 규모와 경기도교육청이 지정한 빗물이용시설 학교에 설치된 빗물이용시설 사례를 고려하여 학교에 설치되는 빗물이용시설의 저수조 용

량은 10~12㎥정도가 적정한 것으로 판단된다.(현재 안산시에 설치된 능길초등학교의 저수조 용량은 10㎥임.)

5.2.2 연차별 사업계획

가. 이미 계획된 빗물이용시설

안산시에서 현재 공사중인 종합운동장주경기장 건립공사의 부분으로 빗물이용시설을 설치하고 있으며 시설개요는 아래와 같다.

1) 시설개요

○ 시 설 명 : 종합운동장주경기장 빗물이용시설

○ 사 업 비 : 253백만원(총사업비 103,218백만원)

○ 공사기간 : 2003. 4. 7~ 2006. 9 20

○ 시설개요 : 종합운동장주경기장은 지하1층, 지상4층(연면적 53,691.5㎡) 관람석 35,000석 규모로 빗물이용시설의 시설개요은 다음과 같다.

<표 9.5-2> 종합운동장주경기장 빗물이용 시설개요

시설항목	시설개요	비고
집수장치	빗물 포집을 위한 홈통배관	
여과장치	필터 2개	70.5ℓ /sec
빗물 저류조	저류조용량 : 500㎡(2개)	
집수면적(지붕면적)	8,9436㎡×0.05m=447㎥	

나. 대상학교 빗물이용시설 계획

목표 연도 2011년 까지 총 4개교의 학교를 대상으로 빗물이용시설을 설치하는 것으로 계획하였으며 사업추진 일정과 전체 사업비용(8천만원)의 예산 수립가능성을 고려해 볼 때 2007년에 2개교, 2010년에 2개교에 빗물이용시설 설치를 수행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

절감량 산정은 빗물저수조 용량 기준의 산출식을 이용하되 , 빗물 저류조 용량 10㎥와 연간 이용 가능횟수 12회(빗물모으기국제워크샵, 2003년)을 적용하여 산정하였다.

다. 빗물이용시설 목표설정

이미 계획중인 종합운동장 주경기장의 빗물이용시설 및 설치가능 대상학교에 대한 설문조사를 통하여 다음과 같이 목표를 설정하였다.

<표 9.5-3> 빗물이용 시설설치 계획

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
보급개수(개소)			1	2			2	
절감량(천㎥/년)			6.0	6.24	6.24	6.24	6.48	6.48

5.3 세부 설치계획

5.3.1 시설 설치 계획

안산시의 능길초등학교에서 빗물이용시설을 설치하여 2005년 현재 효과적으로 운영하고 있으므로, 능길초등학교 사례를 토대로 빗물이용시설 설치 계획의 틀을 작성하였다.

가. 사업 개요

빗물저수조 이외에 주변의 연못시설과 물 전용 게시판 등 빗물이용시설의 설치비로 약 2,000만원을 산정하여 안산시청에서 빗물이용시설 설치 선정 학교에 각 2,000만원의 설치비 지원한다.

<표 9.5-4> 빗물 이용시설 설치계획

희망 학교	시설규모	용도	저장탱크 재질	사업비
석호, 안산해양, 본오, 선일초등학교	V=10㎥	생활용수 (청소용수 등)	스테인레스	80,000천원 (20,000천원/개소당)

5.4 빗물이용시설 설치에 따른 목표 절감량

안산시의 빗물이용시설 설치는 종합운동장 및 학교(석호, 안산해양, 본오, 선일) 4개소를 통하여 2011년까지 다음과 같이 목표 절감량을 산정하였다.

<표 9.5-5> 빗물이용 시설 설치 계획 및 목표 절감량

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
보급개수(개소)	1	2			2	
절감량(천㎥/년)	6.0	6.24	6.24	6.24	6.48	6.48
사업비(천원)	-	40,000			40,000	

주) 2006년 빗물이용시설의 사업비는 기반영되어 공사중이므로 제외함.

6. 하·폐수처리수 이용 계획

6.1 종합계획상 목표

안산시는 현재 1개의 하수종말처리장을 보유하고 있으며, 안산 하수종말처리장은 현재 재이용률이 2.0%이다. 안산 하수종말처리장은 시설용량이 385천㎥/일로 비교적 큰편에 해당하므로 2007년 까지 5%의 재이용률을 달성하도록 한다.

<표 9.6-1> 하수처리용수 재이용 계획

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
재이용률(%)				5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
절감량(천㎥/년)				4,273.0	4,273.0	4,273.0	4,273.0	4,273.0
사 업 비(백만원)						675	7,245	7,245

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

6.2 하·폐수처리수 재이용 방안

6.2.1 배경 및 필요성

물의 재이용방안중 하나인 하수처리수의 재이용 방안은 지금까지 2차 처리의 한계로 인해 하수처리장외 활용은 극히 제한되어 왔다. 이에 정부에서는 “하수처리수 재이용 촉진 시범사업”을 통해 하수처리수 재이용률은 높이기 위한 재이용 활성화 대책을 수립하는 동시에 재이용률이 높은 지자체에 인센티브를 제공하는 정책을 추진중이다.

고도처리 후 방류되는 안산하수종말처리장의 처리수를 공업용수, 조경 및 살수용수, 하천유지용수 등으로 재이용할 경우 시의 친환경적 이미지 제고에도 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

가. 처리수의 재자원화

나. 하수종말처리시설의 부하경감

다. 하천 및 저수지 유지용수의 확보

라. 방류수역의 오염부하량 경감

6.2.2 재이용 가능량 조사

가. 하수종말처리시설내 수요량

기존 하수종말처리시설의 처리수 재이용 시설현황 및 재이용실적은 다음과 같다.

1) 시설현황 : 탈수기 여포세척수, 소각로 냉각수, 역세척중수

2) 최근 3년간의 재이용 실적현황

<표 9.6-2> 하수처리장 재이용수 실적현황

구 분	2001	2002	2003	비 고
탈수기여포세척수	4,007	4,012	4,090	
소각로 냉각수	2,892	2,977	2,871	
역세척중수	124	124	124	
계	7,023	7,113	7,085	

자료) 안산시 환경사업소

나. 중수도 수요량

<표 9.6-3> 반월공단지역 중수도 수요량

구 분	2006년	2011년 이후	비 고
용 수 수 요 량(㎥/일)	228,000	228,000	일최대
전 용 공 업 용 수 량(㎥/일)	183,000	183,000	용수수요량×80%
재 이 용 가 능 비 율(%)	40	50	
중 수 도 수 요 량(㎥/일)	73,200	91,500	

주) 수도권 광역상수도 6단계사업
재이용 비율은 일본의 실적치와 유사하게 적용됨.

다. 하천유지용수 수요량

<표 9.6-4> 하천유지용수 수요량

구 분	목표유량 설정기준[1]		목표유량범위[2]		채 택	
	유속(m/sec)	수심(㎝)	안 산 천	화 정 천	안 산 천	화 정 천
경관측면	0.2~0.4	하상재료가 보이지 않을 정도의 수심	17,000 ~69,000	10,000 ~41,000	30,000㎥/일	20,000㎥/일
친수활동면	0.1~0.5	30~50	26,000 ~216,000	16,000 ~130,000		

주 1) 자료출처 : 임진강 유역조사 보고서(1997. 12, 건교부)
2) 계산식 : 유속(m/sec) × 수심(m) × 저수로(m) × 86,400(단위 환산계수)

라. 중수도 수요량 총괄

안산시에서 필요한 중수도 수요량은 다음과 같다.

<표 9.6-5> 중수도 수요량 총괄

(단위 : ㎥/일)

구 분	2006년	2011년 이후	비 고
하수처리장내	14,536 ≒15,000	19,085 ≒19,000	
반월공단지역	73,200 ≒73,000	91,500 ≒92,000	
하천유지용수	50,000	50,000	안산천, 화정천
계	138,000	159,000	

마. 공급계획

처리장내 용수는 기존 처리장에 공급시설이 되어 있다.

안산천, 화정천 유지용수는 현재 안산시 자체내에서도 필요성에 대하여 활발한 논의가 진행중에 있어 금번 계획에 안산하수종말처리시설 방류수 하천재이용에 대해 검토하였다.

반월공단지역의 공업용수 공급은 기술적 행정적으로 단기간내 도입이 어려운 실정이므로 장기계획으로 반영하여 향후 필요성에 대한 공단측의 적극적 의지와 수도요금의 현실화가 되었을 때 논의토록 함이 타당하다고 판단된다.

<표 9.6-6> 중수도 공급계획

구 분	총수요량	중기계획	장기계획	비 고
목표년도	-	2006년	2011년 이후	
시설계획	142,000	50,000	142,000	
반영내용	-	하 천 : 50,000	공 단 : 92,000 추가	

주) 상기 수요량 및 공급량은 하수종말처리시설내 재이용량을 제외한 것임.

6.2.3 향후 추진계획

안산시에서는 향후 안산하수종말처리장 고도처리시설공사(2009년 준공예정) 및 하수도정비 기본계획을 참조하여 안산천은 30,000톤/일, 화정천은 20,000톤/일을 하천유지용수로 사용하는 것으로 하였다. 그러나 하천유지용수는 실질적인 물절감 효과는 없다고 보이므로 시행계획에서는 하천유지용수를 제외한 재이용 수량만을 절감량으로 산정하였다.

6.3 하수처리수 재이용 계획에 따른 목표 절감량

안산시는 안산하수종말처리장 고도처리시설공사를 2009년 준공을 목표로 공사 중에 있으며 공사가 완료되는 시점에 시범사업이 이루어질 수 있으므로 종합계획의 목표를 아래와 같이 수정하였다.

2007년~2008년까지는 현재와 같이 하수처리장내 이용하고 있는 세정수, 소포수 등으로 이용하고 있는 재이용비율 2%를 유지하고 2009년 이후 시범사업을 통하여 재이용 비율을 높임으로서 다음과 같이 절감계획을 수립하였다.

<표 9.6-7> 하수처리용수 재이용 목표

구 분		2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
재이용률(%)		2.0	2.0	5.0	5.0	5.0
절감량(천㎥/년)		-	-	4,215.0	4,215.0	4,215.0
수요처	장내이용수	2,810.0	2,810.0	7,025.0	7,025.0	7,025.0
사업비(백만원)		-	-	675	7,245	7,245

7. 수도요금 체계확립

7.1 종합계획상 목표

종합계획에서는 단기적으로 절수형 요금체계를 구축하는 것은 현실적으로 수용되기 어렵거나 준비가 안 된 상태이므로 요금현실화를 제외한 누진요금제도 및 할증요금제도는 장기적인 과제로 추진토록 하였으며, 수도요금 인상은 2006년까지 요금 100% 현실화를 하고 이후 2011년까지 3% 인상을 목표로 계획하였다.

<표 9.7-1> 수도요금체계 확립 계획

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
인상율(%)	2.7	2.6	2.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
현실화율(%)	95.0	97.5	100	100	100	100	100	100
절감량(천㎥/년)	1,724.5	1,624.2	1624.2	1869.6	1869.5	1870.6	1849.3	1915.1

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

7.2 계획수립

7.2.1 기본방향

시행계획에서는 목표기간 이전 요금인상을 통한 현실화율 100% 달성 및 년차별 인상계획을 수립목표로 설정하고 현실화율 100% 달성 이후에도 원·정수구입비의 상승을 고려하여 매년 적정율의 요금을 인상하는 것으로 계획하였다.

7.2.2 목표대비 현황비교

가. 종합계획상 목표

경기도 물수요관리 종합계획상에는 2006년까지 요금 100% 현실화를 하고 이후 2011년까지 3% 인상을 목표로 계획되었다.

<표 9.7-2> 수도요금체계 확립 계획

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
인상율(%)	2.7	2.6	2.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
현실화율(%)	95.0	97.5	100	100	100	100	100	100

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

나. 목표대비 현황비교

수도요금 현실화율은 2005년말 현재 88.6%로 목표대비 8.9%가 낮은 것으로 나타났으며, 이는 2005년 요금 인상율은 6.9%로 당초 목표보다 높게 인상하였으나 수돗물 원가 상승률 11.8%로 증가로 인한 것으로 나타났다.

<표 9.7-3> 종합계획의 수도요금 목표대비 현황비교

구 분		2004년	2005년	비 고
원가상승률(%)		4.6	11.8	
인상율(%)	목 표	2.7	2.6	
	실 적	7.1	6.9	
현실화율(%)	목 표	95.0	97.5	
	실 적	92.7	88.6	

자료 : 상수도사업특별회계결산서(2004년, 2005년 안산시)

7.2.3 세부 수도요금 계획

가. 요금인상 검토

최근 5년간의 원·정수 구입비 증가율의 평균값은 14.8%를 적용하였으며, 기타 생산원

가에 대해서는 2005년을 기준으로 다음과 같이 경기도의 최근 7년간 물가상승률(2.9%)을 고려하여 예상원가를 산정하였다.

<표 9.7-4> 년도별 현실화율 변화 및 원정수구입비 증가율

구 분	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
연간총생산량(천톤)	135,277	142,069	136,586	137,884	138,403
연간조정량(천톤)	127,063	131,847	130,351	134,092	133,285
급수수익(천원)	37,094,644	43,475,075	46,365,584	51,095,475	54,280,986
생산원가(A)	349.61	366.20	392.84	411.06	459.64
요금단가(B)	291.94	329.74	355.70	381.05	407.26
인상요인율((A-B)/B)	19.8%	11.1%	10.4%	7.9%	12.9%
현실화율(%)	83.5%	90.0%	90.5%	92.7%	88.6%
원정수구입비(천원)	23,346,182	28,312,463	32,368,789	37,705,235	41,496,193
톤당원정수구입비	173	199	237	273	300
원정수구입비증가율	-	15.5%	18.9%	15.4%	9.6%

자료 : 상수도사업특별회계결산서(2001년~2005년 안산시)

<표 9.7-5> 최근 7년간 경기도 물가상승률

구 분	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	평균
물가상승률(%)	0.9	2.5	4.2	3.1	3.4	3.4	2.8	2.9

자료 : 통계청

요금현실화 계획은 2007년부터 목표 현실화율을 100%로 산정시 2006년 요금에 비하여 33.7%의 요금인상이 수반되어 현실적으로 어려움이 예상되므로 2009년까지 단계별로 년간 19%내외로 요금을 인상하는 것으로 계획하였으며, 요금현실화율 100%이후에도 물가상승 및 원·정수구입비 증가 등을 고려하여 년간 12%내외로 요금을 인상하는 방안으로 계획을 수립하였다.

<표 9.7-6> 년차별 인상률 산정

(단위 : %, 원/톤)

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
목표현실화(A)	92.7%	88.6%	83.0%	89.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%
원정수구입비(B)	273.0	300.0	344.4	395.4	453.9	521.1	598.2	686.7
기타생산원가(C)	138.1	159.6	164.3	169.1	174.0	179.0	184.2	189.5
예상원가(B+C)	411.1	459.6	508.7	564.5	627.9	700.1	782.4	876.2
예상단가 A×(B+C)	381.0	407.3	422.4	502.4	596.5	700.1	782.4	876.2
인상율	8.2%	7.8%	3.7%	18.9%	18.7%	17.4%	11.8%	12.0%

2005년 현재 업종별 요금현실화율은 다음과 같이 가정용과 전용공업용의 현실화율은 낮은 반면 업무용, 영업용 및 대중탕용은 높은 편으로 일률적인 인상율을 적용할 경우 업종별 요금격차가 극심해 질 수 있으므로 향후 요금인상시 부과량 및 부과액의 검토를 통한 인상율 조정을 통해 업종간 형평성 도모가 필요하다.

<표 9.7-7> 2005년 업종별 현실화율

구분	전체	가정용	업무용	영업용	대중탕용	전용공업용
평균단가(원/㎥)	407.3	322.4	719.3	716.7	616.9	294.4
생산원가(원/㎥)	459.6	-	-	-	-	-
현실화(%)	88.6%	70.1%	156.5%	155.9%	134.2%	64.0%

자료 : 상수도사업특별회계결산서(2004년, 2005년 안산시)

7.2.4 수도요금 합리화에 의한 절감량 산출

가. 종합계획상의 목표 절감량

종합계획에서는 2004년부터 단계별로 수도요금의 인상을 단행한 후 2006년에 현실화율 100%에 도달하고 2007년이후 매년 3.0%의 요금인상을 통한 현실화율 100%를 유지하는 것으로 계획하였으며 그에 따른 절감량을 다음과 같이 제시하였다.

<표 9.7-8> 수도요금 합리화에 의한 안산시의 목표절감량

(단위 : %,천㎥/년)

구 분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
인상율(%)	2.7	2.6	2.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
현실화율(%)	95.0	97.5	100	100	100	100	100	100
절감량(천㎥/년)	1,724.5	1,624.2	1624.2	1869.6	1869.5	1870.6	1849.3	1915.1
누계량	-	-	1624.2	3493.8	5363.3	7233.9	9083.2	10998.3

자료 : 경기도 물수요관리 종합계획(2005.2, 경기도)

나. 절감 가능량 추정

- 절감량 = 당해 예상 요금부과량 × (당해요금상승률 - 평균요금상승률) × 가격탄력성
- 총절감량 = 당해 절감량 + (당해 예상요금 부과량 - 절감된 당해 요금 부과량)

위와 같이 산정된 년도별 절감가능량은 다음과 같다.

<표 9.7-9> 수도요금 합리화에 의한 안산시의 절감가능량

(단위 : 천㎥/년)

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
예상요금부과량	133,282	135,745	135,679	136,022	137,635	136,553
요금변경시 예상요금부과량a	133,282	141,192	136,408	134,571	134,697	134,984
요금변경시 예상요금부과량b	133,282	139,036	136,163	135,192	135,902	135,654
요금변경시 예상요금부과량c	133,282	138,318	136,069	135,385	136,291	135,863
물가상승률	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
예상생산원가	508.7	564.5	627.9	700.1	782.4	876.2
예상단가	422.4	502.4	596.5	700.1	782.4	876.2
현실화율	83.0%	89.0%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%
가격상승율	3.7%	23.3%	18.7%	17.4%	11.8%	12.0%
절감량a	-5,447	4,718	2,180	1,488	-1,370	-1,270
절감량b	-3,291	2,807	1,315	903	-835	-771
절감량c	-2,573	2,183	1,027	707	-655	-604
총절감량a	-5,447	4,718	1,451	2,938	1,569	298
총절감량b	-3,291	2,807	831	1,734	899	127
총절감량c	-2,573	2,183	637	1,344	689	86

주 : 1. 유수율은 90%이상 유지로 계획
2. a는 탄력성 -0.379, b는 탄력성 -0.229, c는 탄력성 -0.179를 적용한 것임.

7.3 활성화 방안

7.3.1 상수도 요금 현실화 홍보 방안

상수도 요금 현실화의 불가피성을 안산시 의회 및 시민에게 충분한 홍보를 하여야 요금 현실화가 가능하다. 낮은 상수도 요금은 수자원의 과다 사용을 유발하여 , 수자원의 효율적 배분에 사회적 비용이 발생하게 된다는 것을 인식시켜야 할 것이다.

공공요금 인상이 시민들에게 민감한 사안인 만큼 지자체의 공지의무와 시민들의 알권리 충족을 위해 시민 전체를 대상으로 홍보하고, 물 사용량이 많은 하절기 보다는 상반기에 연 1회 실시하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

7.3.2 타 지자체의 요금인상 사례 홍보

경기도 타 지자체의 연간 인상내역 및 2006년 인상현황에 대해 홍보함으로 현재 추세를 부가시켜 요금 현실화에 대한 시민들의 인식을 제고하고 안산시는 현실화율이 경기도 평균에 못 미치고 있다는 점을 부각하여 요금인상의 불가피성을 홍보하여야 할 것이다.

7.4 수도요금 합리화에 따른 목표 절감량

수도요금 현실화를 통하여 2011년까지 다음과 같이 매년 절감량을 얻을 수 있으며, 수도요금 인상시 물 사용량이 감소할 경우, 절수기기 등 타 수단에서의 절감량도 감소하는 영향을 받으므로 절감 목표량은 최소 절감량으로 산정하였다.

<표 9.7-10> 수도요금 합리화에 의한 안산시의 목표절감량

구 분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
인상율(%)	3.7	18.9	18.7	17.4	11.8	12.0
현실화율(%)	83	89	95	100	100	100
절감량(천㎥/년)	△2,573	2,183	637	1,344	689	86
누계	△2,573	△390	247	1,591	2,280	2,366

8. 교육, 홍보 계획

8.1 교육 및 홍보현황

8.1.1 홈페이지를 통한 교육 및 홍보

안산시는 상하수도사업소의 홈페이지를 개설하여 정수장 소개, 물절약 방법, 물절약 시책 추진 및 홍보 등 수도관련 정보를 알 수 있게 하였으며, 각종 민원도 함께 처리할 수 있도록 하고 있다.

8.1.2 계획수립

가. 기본방향

1) 주체

안산시 및 상하수도사업소가 주체로 교육 및 홍보 계획을 수립한다.

2) 대상

일반시민, 학생, 사업장을 중심으로 대상으로 하고, 특히 일반시민의 경우는 연령별로 계획수립을 나누어 효과를 극대화 하도록 한다.

3) 중점사항

안산시의 물 자원 현황 및 특성을 인식시켜 물 수요관리 사업의 타당성 및 효과에 대한 이해도와 참여도를 증진시키며, 올바른 물 사용 방안에 대한 인식 증대로 물 절약의 효과를 극대화 한다.

나. 세부 추진방안

1) 연령별 추진계획 수립

<표 9.8-1> 안산시 연령대별 인구

연령별		0~9세	10~19세	20~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60~69세	70~79세	80~89세	90~99세	100이상
계	679,011	99,088	107,977	102,854	147,243	124,586	48,139	28,365	15,623	4,658	469	9
비율(%)	100	15	16	15	22	18	7	4	2	1	0	0
남	347,566	51,505	56,125	52,052	75,056	67,275	25,606	12,698	5,716	1,426	107	-
여	331,445	47,583	51,852	50,802	72,187	57,311	22,533	15,667	9,907	3,232	362	9

<표 9.8-2> 안산시 물 절약 캠페인을 위한 추진일정 및 년차별 사업비

구 분	2007	2008	2009	2010	2011	대상
상하수도사업소 및 물홍보관 견학을 통한 물절약 교육장려						학생
각 학교에 물절약 홍보영상 CD제공						학 생
빗물이용시설을 활용						학 생
물 절약 스티커, 팜플렛, 지침서 등을 활용한 홍보						학생, 일반인
누진요금제 체계에 대한 홍보						학생, 일반인
인터넷 홈페이지를 통한 홍보						학생, 일반인
년 1회 물절약 모범가정 및 모범업소 홍보 및 표창						일반인
옥내 누수탐사 서비스 홍보 및 탐사법 홍보						일반인
주민행사, 반상회 등 주민을 직접 접촉하여 수시로 물절약 홍보 실시						일반인
절수기기 보급 및 설치와 절수기기 설치 가구에 대한 추가 절수정보 제공						일반인
홍보 사업비(백만원)	10	40	40	40	40	계: 170백만원

① 19세 이하

상하수도사업소 및 물홍보관 견학을 통한 물절약 교육장려

빗물이용시설 이용

각 학교에 수자원 현황 및 물절약 홍보영상 CD제공

물절약 스티커, 팜플렛, 지침서 등을 활용한 홍보

누진요금체계에 대한 홍보

인터넷 홈페이지를 통한 홍보

② 20세이상 49세 이하

물절약 스티커, 팜플렛, 지침서 등을 활용한 홍보

누진요금체계에 대한 홍보

인터넷 홈페이지를 통한 홍보

홍보물 배포

홈페이지를 통한 교육 및 홍보

년 1회 물절약 모범가정 및 모법 업소 홍보 및 표창

옥내 누수탐사 서비스 홍보 빛 탐사법 홍보

주민행사, 반상회 등 주민을 직접 접촉하여 수시로 물절약 홍보 실시

절수기기 설치 가구에 대한 추가 절수정보 제공

③ 50세 이상

물절약 스티커, 팜플렛, 지침서 등을 활용한 홍보

누진요금체계에 대한 홍보

홍보물 배포

홈페이지를 통한 교육 및 홍보

년 1회 물절약 모범가정 및 모법 업소 홍보 및 표창

옥내 누수탐사 서비스 홍보 빛 탐사법 홍보

주민행사, 반상회 등 주민을 직접 접촉하여 수시로 물절약 홍보 실시

절수기기 설치 가구에 대한 추가 절수정보 제공

2) 사업장별 추진계획 수립

① 추진 배경

의무화 확대 이전에 관련 사업장에 이를 알려 절수기기의 사용을 생활화하고 사업장을 이용하는 시민들에게 절수기기 사용 습관화의 유도가 필요하다.

② 홍보물 배포

사업장에 이를 알리고 이해시킬 수 있는 가장 합리적인 방법은 홍보물 배포라고 판단된다.

▶홍보물 대상

현재 등록 및 신고체육시설을 대상으로 한다.

· 등록체육시설 : 골프장업, 스키장업, 요트장업, 조정장업, 카누장업, 빙상장업, 자동차 경주업, 승마장업, 종합체육시설업
· 신고체육시설 : 수영장업, 체육도장업, 볼링장업, 테니스장업, 골프연습장업, 체력단련장업, 에어로빅장업, 당구장업, 썰매장업, 무도학원업, 무도장업

▶홍보물 배포 방법

홍보물 배포의 가장 효과적인 방법은 일반시민을 대상으로 하는 교육 및 홍보 수단인 수도요금 고지서와 함께 발송하는 것이라고 판단되며, 공공 게시판에 부착 및 비치하는 것도 한 방법이 될 수 있을 것이다.

▶홍보내용

홍보내용으로는 절수기기별 종류 및 절수율에 대한 설명과 가격 및 초기 설치비 회수시기, 안산시의 절수기기 사용 현황 등이 될 수 있다.

3) 물수요관리 홈페이지 제작

① 목적 및 주안점

물절약에 대한 타당성, 일반시민과 사업장내에서의 각각이 물수요관리의 주체라는 인식과 방법을 제시하여 그에 대한 효과를 함께 홍보한다. 또한, 현재 안산시의 물수요관리 현황과 계획을 설명하여 시민과 사업장이 자발적으로 동참할 수 있도록 유도한다.

② 주요내용

안산시의 상수자원 현황과 상수관련 재정현황 및 수도요금 현실화에 대한 설명과 유수율제고, 절수기기 사용, 빗물이용 등의 물수요 관리방안에 대한 개요 및 실천방법, 각 방법에 대한 제도적 지원방안 등에 대하여 설명한다.

③ 이용방안

운영사실에 대한 내용을 수도요금 고지서등에 게재하여 홈페이지 접속자를 늘리고 각 학교에서도 학생들을 대상으로 이에 대한 교육을 실시하여 교육효과를 높인다.

제 10장 운영관리 개선계획

1. 경영체계 개선

2. 연구 및 기술개발

3. 수도인력확보 및 교육훈련

4. 정보화 관리

5. 기구정비

제 10장 운영관리 개선계획

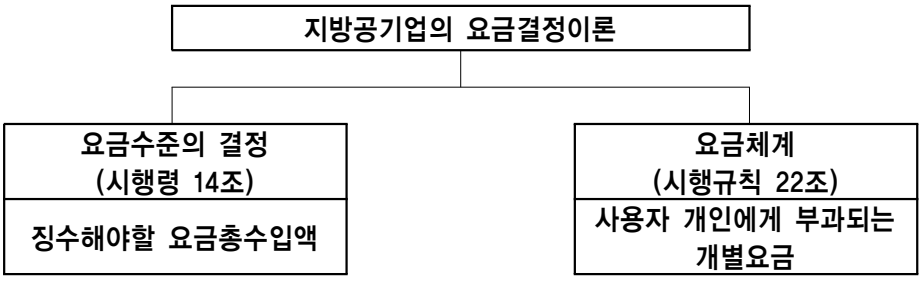
상수도는 국민생활과 경제활동에 필수요수이기 때문에 맑은 물을 필요한 만큼 안정적으로 공급하여야 하므로 합리적인 정책, 효율적인 시설계획, 시설의 건설 및 철저한 운영 및 유지관리가 중요하다. 이를 위해 수도사업을 체계적이고 계획적인 시행을 위한 재원이 필요하며 합리적인 수도사업의 경영을 통해 재원확보가 필요하다. 효율적인 수도시설의 관리감독 및 유지보수를 위해 조직정비와 인적자원 확보 및 기술개발이 필요하다.

1. 경영체계 개선

1.1 수도요금제도의 개선

급수서비스는 시민들이 언제든지 이용할 수 있도록 적정한 수량, 수압 및 수질을 갖춘 물을 공급하는 형태의 서비스를 의미한다. 수도는 대체재가 없으므로 수요의 가격탄력성이 낮고 상수공급자체가 그 성격상 독점적인 성격을 띠고 있는 특성이 있어 수도요금이 적정하게 관리되지 않는다면 요금인상이 용이해지고, 독점이윤을 획득할 우려가 있다. 사용자 입장에서 급수서비스는 필수적이기 때문에 수도요금 인상시 사용자가 취할 수 있는 유일한 선택은 가능한 한 소비량을 줄이는 것이다. 그러나 현실적으로 수도요금 등의 생필품은 물가와 밀접한 관련이 있으므로 수도요금 인상 등은 제한적일 수밖에 없다.

적절한 수도요금수준의 설정은 상수공급자에게 사업의 지속성과 재정의 건전성을 유지할 수 있게 한다. 수도요금을 포함한 지방공기업의 요금이 결정되는 단계는 크게 요금수준과 요금체계의 결정으로 나눌 수 있다. 요금수준의 결정은 지방공기업법 시행령 제14조에 의해 서비스의 사용자로부터 받아들여야 할 요금 총수입액을 결정하는 것이며, 요금체계의 결정은 요금 총수입액을 서비스 사용자에게 각각 부과하는 개별요금을 결정하는 것이다. 수도요금은 지방공기업법 시행규칙 제 22조를 근거로 하며 구체적인 수도요금 수준과 체계는 지자체의 조례에 규정되어 있다.



<그림 10.1-1> 지방공기업의 요금 결정단계

<표 10.1-1> 안산시 상수도 요금체계

구 분	수 도 요 금	비 고
모 법	•수도법	
조 례	•안산시 수도조례	
요 금 제 도	•기본요금과 사용요금의 2부요금제	
기본요금 부과기준	•구경별 개별원가	
사 용 요 금	•단계별 사용량 누진제	
업 종 구 분	•3개 업종 - 가정용, 업무용, 대중욕탕용	
주 관 부 서	•안산시 상하수도사업소	
회 계 처 리	•공기업특별회계	

1.1.1 안산시 수도요금 현실화 현황

최근 5년간 전국 및 경기도 주요시의 수도요금 및 생산원가를 조사한 결과 2007년 현재 전국평균 수도요금은 603.9원/㎥이며, 지자체 별로는 강원도 정선군이 1,426.2원/㎥으로 가장 높고, 경상북도 청송군이 357.0원/㎥으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 수도요금이 가장 높은 강원도 정선군은 강원랜드가 들어서면서 인근에 스키장, 골프장 및 리조트 등의 레저시설이 늘어나 이로 인한 물 사용량의 증가로 인해 평균요금이 증가하였고, 수도요금이 가장 낮은 경상북도 청송군의 경우 지역주민들의 가계재정 부담에 대한 경감요구 및 정부의 공공요금 동결 방침에 따라 요금을 현실화하지 못한 것이 원인으로 나타났다.

경기도 평균 수도요금이 605.4원/㎥ 인데 반해 안산시는 488.3원/㎥으로 경기도 내 도시들 중 과천, 하남, 성남 다음으로 수도요금이 낮은 것으로 조사되었다. 전국평균 603.9원/㎥, 광역시가 400~600원/㎥ 정도임을 감안하면 시·군 규모에서는 안산시의 수도요금이 매우 낮은 수준이다. 이와 같이 수도요금 수준이 차이 나는 이유는 광역상수도에서 물을 공급받는지의 여부, 취수원 개발의 용이성, 취수원과 물 공급지역과의 거리, 수돗물 생산시설의 규모, 정수처리비용, 수도사업 경영능력 및 재정상태 등의 차이에서 비롯된다.

안산시의 생산원가 및 수도요금이 타 지자체에 비해 낮은 이유는 안산시 전체가 이미 개발 수준이 상당히 진행된 상태이고, 이에 따른 상수도 시설 확충에 자금 투입이 다른 지자체 비해 적었기 때문으로 판단된다.

<표 10.1-2> 최근 5년간 주요시 수도요금 평균단가

(단위 : 원/㎥)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
전 국	532.9	550.7	563.2	577.3	603.9
서 울	507.0	510.6	514.5	515.9	517.5
경 기 도	496.8	519.2	548.3	578.7	605.4
안 산 시	**355.7**	**381.0**	**407.3**	**489.1**	**488.3**
수 원 시	518.3	535.8	546.4	543.7	610.4
안 양 시	526.8	542.3	583.7	612.8	612.3
화 성 시	594.4	675.9	697.6	749.3	758.0
평 택 시	667.0	691.5	685.1	688.1	848.8
시 흥 시	516.0	524.2	525.3	566.5	630.0

주) 상수도통계연보(2003~2007년)

<표 10.1-3> 최근 5년간 주요시 상수도 생산원가

(단위 : 원/㎥)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
전 국	596.6	638.9	680.0	704.4	715.4
서 울	484.4	513.2	529.4	537.2	554.2
경 기 도	575.9	593.9	647.1	670.0	662.2
안 산 시	**392.8**	**411.1**	**459.6**	**456.6**	**453.0**
수 원 시	537.9	559.3	597.2	622.6	620.6
안 양 시	579.2	563	599.1	626.0	618.3
화 성 시	778.5	824.5	782.6	803.5	838.9
평 택 시	713.2	757	757.0	799.7	843.0
시 흥 시	577.1	586.5	589.1	596.6	583.0

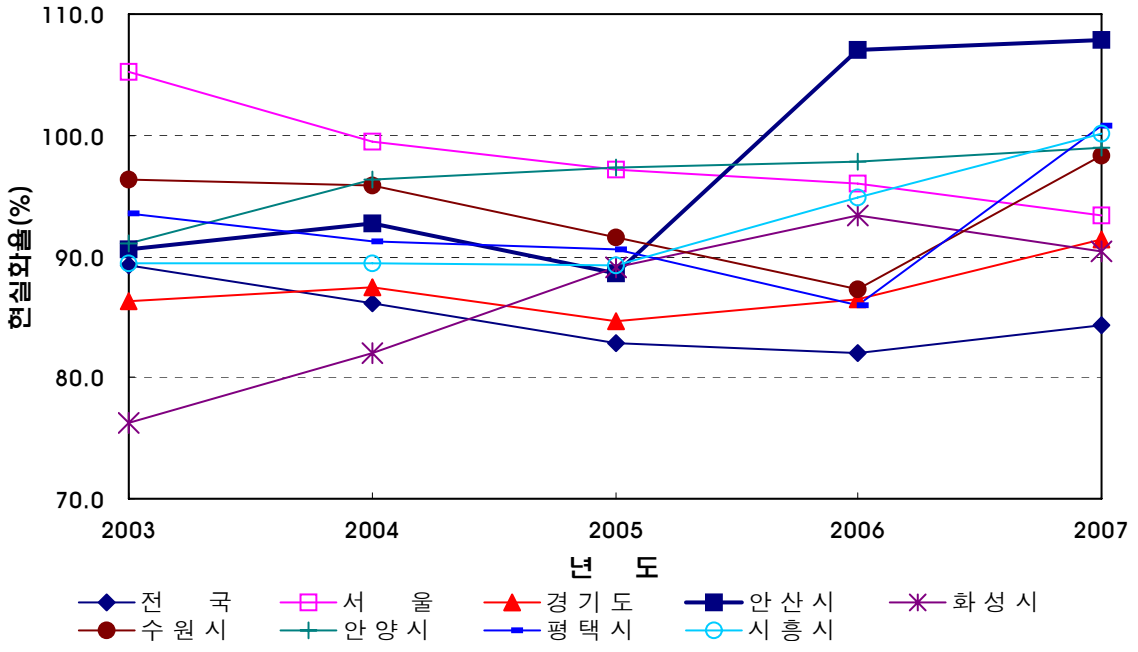
주) 상수도통계연보(2003~2007년)

수도요금과 생산원가의 비를 나타내는 수도요금 현실화율은 상수도 운영의 효율성을 평가하는 중요한 인자가 될 수 있다. 수도요금 현실화율을 조사한 결과 2007년 현재 전국평균 84.4%, 경기도내 비교도시들이 대부분 90%를 넘는 현실화율을 보이고 있는데, 특히 안산시는 수도요금이 수도권의 타 지자체에 비해 낮게 책정되어 있음에도 불구하고 안산시는 현실화율이 107.8%로 비교적 높은 수준을 나타내고 있다.

<표 10.1-4> 최근 5년간 주요시 수도요금 현실화율

(단위 : %)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
전 국	89.3	86.2	82.8	82.0	84.4
서 울	105.3	99.5	97.2	96.0	93.4
경 기 도	86.3	87.4	84.7	86.4	91.4
안 산 시	**90.6**	**92.7**	**88.6**	**107.1**	**107.8**
수 원 시	96.4	95.8	91.5	87.3	98.3
안 양 시	91.0	96.3	97.4	97.9	99.0
화 성 시	76.3	82.0	89.1	93.3	90.4
평 택 시	93.5	91.3	90.5	86.0	100.7
시 흥 시	89.4	89.4	89.2	94.9	100.1



<그림 10.1-2> 수도요금 현실화율

1.1.2 요금제도의 개선 방향

상수도의 요금의 원가주의에 입각하여 사용자부담의 공평성이 충실히 확보되어야 하고, 상수도 사업경영의 효율화가 촉진될 수 있는 투명하고 합리적인 요금제도의 확보가 필요하다.

가. 현행 요금제도의 문제점

1) 용도별 요금수준의 비형평성

안산시는 가정용, 일반용, 욕탕용 세 가지로 구분된 요금체계를 운영하고 있다. 현재 수도요금은 업종별로 차등요율을 적용하고 있으나 생산과정에서는 업종별 생산원가가 동일함에도 불구하고 사용용도에 따른 요금의 차등부과는 부담의 형평에 어긋나는 것으로 지적되고 있다. 이와 같이 업종 간 요금수준의 비형평성으로 인해 업종 간 용도유용으로 부정급수를 유발시킬 우려도 있으며 또한, 수용가들의 업종분류에 따른 민원이 다발하고 지자체의 임의적인 개입여지도 있기 때문에 실무상 마찰이 발생하고 있다.

<표 10.1-5> 안산시 업종구분표

업 종	구 분 내 용
가정용	•전용 또는 공용 급수전에 의한 가사용급수 •양로시설(「노인복지법」 제32조제1항제1호에 의함) •아동양육시설(「아동복지법」 제16조제1항제1호에 의함) •기숙사 •단, 3자녀(미성년자)이상 가구, 국가유공자, 장애자, 기초생활수급자는 신청에 의하여 요금을 1단계로 적용한다.
일반용	•타 업종에 속하지 않는 모든 급수〔단, 제빙업, 냉동업, 냉장업, 청량음료제조업, 식품가공제조업, 양조업(주정제조업), 벽돌제조업, 의약품제조업, 화공약품제조업, 화장품제조업의 101세제곱미터 이상은 3단계 요금을 적용하고, 학교(초·중·고), 유치원 및 보육시설의 경우에는 1단계 요금을 적용한다〕 •단기급수를 목적으로 임시 개설한 급수전(건축허가를 받아 시공중인 건물 : 건축물 준공검사 전까지)
대중탕용	•목욕장업(「공중위생관리법」 상의 목욕장업) •호텔 내 목욕장업(호텔과 별도의 급수관 사용시)
전용공업용	•별도의 배·급수관에 의하여 공업용으로 공급되는 것

주) 안산시 수도 급수 조례 제24조제1항 별표3 (2009. 1)

2) 감가상각비에도 미달하는 구경별 요금제도

상수사용에는 사용자가 언제든지 물을 사용할 수 있도록 수도꼭지까지 항상 대기시켜야하는데 이에 소요되는 비용이 매우 커서 이러한 급수 준비비용을 충당하기 위해 구경별 기본요금 제도가 도입되었으나 급수 준비비용을 충당하기에는 미흡한 수준으로 기본요금이 결정되어 있다.

<표 10.1-6> 안산시 구경별 기본요금

계량기구경별	기본요금(원)	비고
13m/m	570	
20m/m	1,350	
25m/m	2,130	
32m/m	3,460	
40m/m	4,140	
50m/m	6,700	
75m/m	11,120	
100m/m	18,470	
150m/m	38,900	
200m/m	55,390	
250m/m	82,660	

주) 안산시 수도 급수 조례 제24조제1항 별표2 (2009. 1)

3) 공평성이 결여된 사용구간 및 요율격차

현재 안산시는 구경별 기본요금제를 가미한 요율제에 의해 요금이 부과되고 있으나 업종별 최고요율을 어떻게 정할 것인가에 대한 근거가 없다. 이론적으로 최고요율은 단기한계비용 이하에서 정하는 것이 바람직한 것으로 되어 있으나 현실적으로 한계비용을 추정하는 것이 어려울 뿐만 아니라 생산원가의 업종별 구분이 불가능하기 때문에 업종별로 최고요율을 차별화 시킨다는 것은 논리적 타당성이 결여되어 있다. 따라서 요율의 수준의 결정은 정책입안자의 판단에 크게 좌우되는 것이 현실이다.

<표 10.1-7> 안산시 업종별 기본요금

구 분	사 용 요 금		비 고
	사용구분(㎥)	㎥ 단가 (원)	
가 정 용	0 ~ 20 21 ~ 40 41 이상	345 505 735	
일 반 용	0 ~ 50 51 ~100 101 ~ 300 301 ~ 1000 1001 이상	555 665 735 835 885	
대 중 탕 용	0 ~ 1000 1001 ~ 1500 1501 ~ 2000 2001 이상	535 635 715 755	
전용공업용	톤당	330	

주) 안산시 수도 급수 조례 제24조제1항 별표1 (2009. 1)

나. 요금제도 개선의 기본 방향

우리나라의 수도요금부과는 총괄원가주의를 원칙으로 하는데 이 총괄원가란 물을 공급하는데 소요되는 적정원가와 물공급을 위해 투자된 자산의 적정투자보수를 가산한 금액을 뜻한다. 적정원가에는 노무비, 전력비, 일반경비 등의 영업비용이 포함되며 투자보수에는 수도사업에 투자된 자산에 대한 보수로서 지급이자, 원금상환, 신규투자재원 등 안전경영을 위한 준비금이 포함된다.

우리나라 수도요금은 급수서비스의 상업적 가치보다는 공공성에 중점을 두었기 때문에 사용자의 부담능력을 고려하여 여러 가지 업종으로 분류하고 특히 가정용수는 비교적 저렴한 요금이 적용하였다. 그러나 절수의식을 높여야 한다는 점과 소득수준의 향상에 따라 수도요금이 가계에 미치는 영향이 줄어들고 있는 점 등을 감안하여 적절한 수준으로 조정하여야 할 것으로 판단된다.

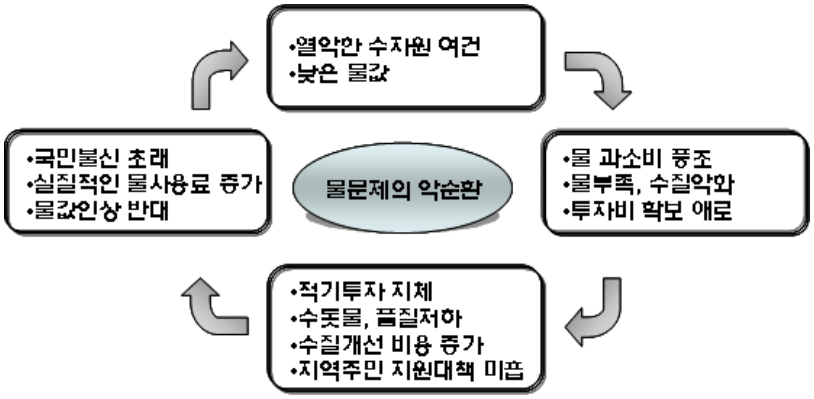
수도요금제도의 개선을 위한 기본 전제로는 다음과 같은 사항을 제시할 수 있다.

- 상수도사업의 급수서비스는 요금을 지불하는 서비스이기 때문에 현재 및 장래에도 물소비자의 요구수준을 충족할 수 있어야 한다.
- 요금제도에 대한 충분한 홍보와 투명한 경영을 통해 타 지자체보다 손해를 보고 있다는 인식을 갖지 않도록 해야 한다.
- 요금제도의 개선을 통하여 개별원가주의에 의거한 사용자부담의 형평성이 확보되어야 한다.
- 요금제도의 개선을 통한 재원은 상수도 서비스 개선을 위해 활용되어야 한다.
- 절수로 인한 혜택이 주어질 수 있는 제도이어야 한다.

다. 요금제도의 단계적 개선과제

낮은 수도요금은 중수도, 절수기기 도입 등이 지연되는 여러 원인 중 하나로 지적되고 있다. 물의 과소비는 수자원의 지역 편중, 상수도 시설의 추가수요 발생 등 물 관리의 저해요인으로 작용하고 있다.

효율적인 물관리를 위해 경제적 유인책을 도입하는 것은 주민들의 합리적 물소비를 유도하는 효과적인 방안이 될 수 있으나 수도요금의 부적절한 인상은 수요와 공급 모두에 큰 영향을 미치게 된다. 수도요금은 물관리 정책의 가장 중요한 요소이므로 재화의 특성, 지역적 특성, 사회경제적 특성 등을 종합적으로 고려하여야 하며 제도적으로 이를 뒷받침하여 공급자와 수요자 측면에서 타당한 수준으로 결정하여야 한다.



<그림 10.1-3> 물 문제의 악순환

<표 10.1-8> 업종별 상수도 요금(2007년)

(단위 : 원/㎥)

구 분	가 정 용	업 무 용	영 업 용	욕탕1종
전 국	432.4	852.8	1034.1	630.3
서 울	357.9	656.4	987.9	370.2
경 기 도	429.0	975.6	993.5	797.3
안 산 시	**339.7**	**730.6**		**662.7**
화 성 시	597.6	937.7		909.9
수 원 시	439.3	1060.3	1050.7	-
안 양 시	363.3	1282.8	1241.0	1067.0
평 택 시	554.9	1088.0	1421.7	899.9
시 흥 시	489.7	976.2		994.1

주) 상수도통계연보(2007년)

2007년도 전국 및 경기도 주요도시의 업종별 상수도 요금을 조사한 결과 가정용 수도요금은 전국평균 432.4원/㎥인데 비해 업무용과 영업용 수도요금은 852.8원/㎥, 1034.1원/㎥으로 가정용 수도요금이 기타 수도요금과 비교할 때 현격한 차이가 있는 것으로 나타났다. 안산시 또한 전국평균 보다는 다소 작긴 하나 가정용 수도요금이 339.7원/㎥으로 일반용 730.6원/㎥에 비해 훨씬 저렴한 것으로 나타났다.

1) 누진체계의 개선방안

현재 우리나라의 수도요금에 대한 누진체계는 업종별로 5~6개 사용구간으로 구분하여 요금이 부과되고 있다. 누진요율제의 실시 목적은 다량사용에 대하여 높은 요율을 적용함으로써 절수효과를 기대하기 위한 것이다.

그러나 현재의 절대적으로 낮은 수도요율 체제하에서는 누진요율제에 의한 절수효과

는 크게 기대할 수 없고 소득수준향상으로 인해 누진요율제에 따른 소득재분배효과도 크게 기대하지 못하게 되었다. 또한 누진요율제는 수도요금의 조정시 사용구간의 설정이나 구간별 요금인상율 결정시 정책당국자의 자의성이 개입될 여지가 크다.

따라서 업종별 누진요율을 일률적으로 적용하는 현행시스템은 사용목적에 따라 적용요율제를 선택하는 방향으로 개선되어야 할 것이다.

즉, 업종별 사용량분포 및 성격을 분석하여 누진요율제의 적용이 반드시 바람직한 지를 재검토하여 업종별로 적합한 요율체제를 모색하여야 할 것이다.

업종별 요금체계를 유지하는 선에서 현행요금체계의 개선방안으로 고려할 수 있는 것은 다음과 같다.

- 업종별, 구간별 구분없이 단일요율제를 채택하는 방안
- 업종별로 사용구간별 구분체계를 유지하되 업종별로 단일요율제 또는 누진요율제의 선택등 적용요율체계를 개편하는 방안
- 업종별, 사용구간별 구분체계를 현행처럼 유지하되 구간별 누진율만 재조정하는 방안

2) 계절요금제의 도입 검토

계절요금제는 계절적으로 상수도의 수요가 집중되는 시기와 그렇지 않은 시기에 차별가격을 적용하는 요금체계이다. 현행 요금체계는 계절적 상수수요를 고려하지 않고 언제나 동일한 수준의 요금을 부과하고 있어서 상수낭비를 조장하고 자원의 효율적인 배분을 왜곡할 우려가 있다. 예를 들어 상수수요가 급증하는 하절기에 할증요금을 부과한다면 최대수요를 억제하고 불필요한 시설용량 확충에 대한 부담이 감소하는 등 자원의 효율적인 배분을 도모할 수 있을 것으로 판단되므로 계절별 차등요율제 도입 방안도 검토해 볼 수 있다.

3) 경영정보의 공개

수도사업자는 요금개정시에 요금제도 및 요금설정방식, 산정방식 및 구체적인 경영효율화계획 등에 대하여 수용가가 이해할 수 있는 평이한 내용을 담아 적극적으로 정보를 제공함으로써 상수도사업 경영과 수도요금에 대한 투명성을 확보하여 수용가가 공개된 정보의 내용을 이해하고 평가할 수 있는 장치가 마련되어야 한다.

4) 요금조정기간의 장기화

수도요금 조정기간은 사용자의 일상생활과 밀착되어 있으므로 가능한 한 장기적으로 안정하게 유지하는 것이 바람직하다. 그러나 너무 장기화하면 경제의 추이, 수요

의 동향 등 불확정한 요소를 많이 포함하게 되어 기간구분에 따른 공평성을 잃게 되므로 요금조정기간은 3~5년을 기준으로 함으로써 요금의 장기안정화를 확보하고 상수도사업자에게는 경영효율화에 대한 인센티브를 제공하는 것이 적당할 것으로 판단된다.

5) 다양한 절수프로그램의 확충

경제적 측면에서 절수는 원수확보, 정수의 생산, 공급 및 저장시설에 소요되는 비용을 경감하고 추가적인 시설투자시기를 늦출 수 있으며, 유지관리비 절감할 수 있다. 수용가 입장에서는 수도요금을 절감할 수 있다는 점에서 다양한 절수프로그램이 필요하다.

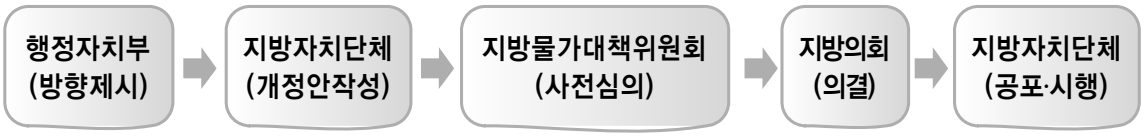
6) 최소한의 재정지원 조치

지방공기업은 독립채산제를 원칙으로 하고 있다. 그러나 경비의 성격상 해당 지방공기업의 수입으로 충당하는 것이 적당하지 않은 경비나 해당 지방공기업의 성격상 그 경영에 수반한 수입만으로 충당하는 것이 객관적으로 곤란하다고 인정되는 경비(재해, 복구 등)는 지방자치단체의 일반회계나 다른 특별회계에서 부담하도록 지방공기업법 제 14조에 규정되어 있다. 따라서 수도사업 성격상 독립채산제 원칙을 근거로 하되 서비스내용 중 수익자부담원칙이 적용되지 않는 공공재부문이나 사회적으로 필요한 최저서비스의 수준유지를 위해서는 최소한의 재정지원이 필요하다.

라. 지방 자치단체의 자율적 요금결정 보장

상수도 요금은 지방자치단체의 자체 결정사항으로써 지방자치단체의 조례로 자율적으로 정하게 되어 있으며, 행정자치부에서는 대략적인 방향만을 제시하고 있다. 지방자치단체에서는 지방물가 대책위원회에서 개정안에 대해 사전 심의를 하며, 의회에서 의결을 거쳐 지방자치단체 조례로 공포·시행하고 있다.

현행 상수도요금 설정 및 개정절차는 다음과 같다.



<그림 10.1-4> 상수도요금 개정 절차

그러나 현실적으로 수도요금이 물가에 미치는 영향 등을 고려하여 중앙정부에서는 물가대책의 일환으로 개입하기도 하는데 지방자치단체의 자율적 요금결정을 최대한 보장하되 중앙정부와의 협의를 통해 결정하는 제도를 확립해야 한다.

마. 수요관리 정책을 위한 장기한계비용의 도입

장기 한계비용에 근거한 가격결정은 소비자들에게 적정한 경제적 비용을 반영하여 수자원을 효율적으로 이용하므로 물 절약 혹은 수요관리라는 정책 목표에 부합한다. 특히 급증하는 용수수요로 거대투자가 발생하면서 큰 가격변동이 허용되지 않는 곳에 사용하도록 고안된 것으로 우리나라의 상황에 적합하며 대부분의 OECD 국가들도 물 절약을 위해 장기한계비용 가격설정을 하고 있고 세계은행에서도 이를 추천하고 있다. 따라서 여러 가지 준비를 통해 장기한계 비용을 새로운 요금제도로 받아들이는 것이 바람직하다.

바. 수익증대

1) 경비부담 구분 원칙의 철저한 이행

일반회계 등에서 부담하여야 할 경우의 예는 다음과 같다.

- 채산에 맞지 않는 급수결과 발생한 급수손실
- 소방용수에 대한 급수원가
- 중수도시설 및 사회정책적 차원에서 상수도요금을 감면해 주고 있는 경우의 감면액

2) 유수율 제고

- 유수율은 상수도 사업의 운영방향을 제시하는 지표이므로 유량계를 설치 운영한다.
- 상수도 관망도 작성을 의무화하고 일정기간 (예 : 5년)마다 정기적으로 재정비토록 한다.
- 누수량 저감을 통해 유수수량의 증대와 함께 수량부족 문제를 해결할 수 있다.
- 계량기를 관리하여 각 계량기별로 정보를 체계적으로 유지함으로써 계량기 불감수량을 감소시킨다.

3) 효율적인 자금관리

- 합리적인 자금수급계획을 수립하고 상황변화에 따라 수시로 조정한다.
- 유휴자금을 고수익 금융상품에 예치함으로써 이자수익을 증대시킨다.

사. 합리적인 예산관리에 의한 비용의 절감

- 투자 우선순위 및 전년도 결산결과를 고려하여 예산을 편성한다.
- 예산집행시 예산편성지침을 단순화, 포괄화 함으로써 관리자에게 재량권을 부여한다.
- 결산결과를 차기의 예산편성 자료로 활용한다.

아. 책임 경영체제의 확립

- 경영의 자율권 부여
- 자율권을 부여한 후 경영결과에 대하여 신상필벌을 시행한다.

•경영평가의 정례화 : 달성해야 할 목표나 나아가야 할 방향을 미리 설정해주고, 사후에 이 기준과 실적으로 비교, 분석하여 보상을 실시하거나 책임을 추궁함으로써 경영개선을 도모한다.

1.2 민간위탁 방안 연구

최근 정부는 공기업 민영화를 적극적으로 추진하고 있으며, 민간에 경영권을 이양함으로써 경쟁원리 도입에 의한 공기업의 경영효율화를 기하고 또한 공기업에 민간자본을 참여시킴으로써 재원조달을 용이하게 하기 위한 것이다. 상수도 사업의 완전 민영화는 여러 가지 형식으로 이루어질 수 있으며, 민간위탁의 방안을 검토하고 최적의 민간위탁 방안을 제시하기로 한다.

1.2.1 수도사업의 특징 및 문제점

현재 우리나라의 수도사업은 한국수자원공사와 각 지방자치단체간에 이원화되어 있다. 한국수자원공사는 주로 광역상수도 원·정수의 판매사업을 하고 있으며 판매대상은 각 지방자치단체이다. 지방자치단체는 한국수자원공사로부터 원수, 정수, 침전수를 구매하거나 자체수원에서 취·정수하여 최종 소비자인 주민 및 공장에 판매하고 있다. 지방자치단체 수도사업의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

가. 유통상의 특성

1) 조달부문

지방자치단체는 물을 한국수자원공사로부터 공급받거나, 일부는 각 지방자치단체의 자체수원에서 조달하고 있다. 한국수자원공사는 주로 광역상수도 수원을 개발하여 지방자치단체에 독점적으로 원수를 공급하고 있는 독점적 공기업이다.

2) 생산부문

각 지방자치단체는 물을 독점적으로 생산하고 있다.

3) 판매부문

각 지방자치단체는 각 세대에 독점적으로 공급하고 있다.

나. 사업의 특성

1) 자연적 독점성

지방자치단체는 지방자치 단체내의 시민에게 물의 생산, 수송, 분배의 일관체제를 유지하여 독점적으로 공급한다.

2) 공급의 안정성

물은 생활의 중요한 요소로서 공급을 계절적으로 변화하는 수요와 일치시켜 안정적으로 공급하여야 하며 이를 위하여 갈수기를 대비한 최대용량을 확보하여야 한다.

3) 요금의 경직성

수도요금은 원칙적으로 각 지방자치단체의 조례에 의하여 결정하나 수도요금은 정부의 물가정책 때문에 적기에 인상되지 않으므로 요금의 경직성을 갖는다.

다. 사업의 특성상 문제점

1) 독점에 따른 경영의 비효율성 존재

여타의 독점적 공기업과 같이 수도사업도 독점에 따른 다음과 같은 비효율성이 존재한다.

•시설운영 및 유지관리의 전문인력 부족

•관리체계 및 인력수급의 불합리

•이로 인한 불합리한 급·배수시스템 및 급·배수관의 노후화

2) 투자재원 부족

인구증가에 따른 계속적인 물 수요 증가에 기인한 시설 확장사업, 노후관 개량을 통한 유수율 제고 등을 위하여 계속적인 시설투자가 필요하나, 정부의 한정된 재정융자를 지원받아 사업을 추진하고 있으나 재원이 부족한 현실이다.

1.2.2 민간위탁의 효율성

사업의 효율성이란 최적자원 배분의 달성, 즉 내부적 효율성과 배분적 효율성을 말한다.

소유권 형태에 따라 효율성을 비교하면 공기업은 배분적 효율성에, 사기업은 내부적 효율성에 비교 우위를 갖는다. 내부적 효율성은 최소의 비용으로 최대의 효과 획득, 자금조달 원천의 원활한 이용, 관리 운영개선으로 최고의 품질서비스 제공, 효율적 조직 및 인력관리에 의한 원가절감 등이 있다.

배분적 효율성이 부각되는 사업으로는 가스, 전기, 물, 통신 등의 공익산업이나 비영리 목적달성 산업이며 자연 독점성이 존재하여 이를 사기업화 하는 경우에는 독점이윤의 추구로 배분적 효율성 달성이 불가능해질 우려가 있으므로 일반적으로 공기업 형태로 하여 요금을 규제하는 방식을 채택하고 있다.

1.2.3 민간참여의 법적 규제

수도사업 민간위탁은 수도법 제12조, 제23조, 제78조 등으로 규정하고 있으며 사회간접자본시설에 대한 민간투자법 제2조, 제3조, 제19조에 규정하고 있다.

1.2.4 민간참여 방법의 검토

가. 민간참여시 위탁범위

수도사업은 수원으로부터 물을 취수하여 정수장에서 수돗물을 생산, 급·배수관을 통하여 수요자에게 공급하는 일련의 공정시스템이며, 이를 관리 운영하는 제조공장과 같다. 따라서 수도사업의 일부 또는 전체를 민간인에게 위탁하는 경우 위탁범위를 설정하면 다음과 같다.

1) 주요 기본시설의 운영

- 정수장, 급·배수관로, 배수지의 전부 또는 각각
- 1개 정수장과 연결된 관로, 배수지의 일관시스템을 관리

2) 지원업무

- 요금업무(검침, 수납)
- 부분적 유지보수(관로)
- 전문기술

나. 민간참여 방법

민간참여방식은 서비스계약, 위탁관리계약, 양여권 계약, 기부채납 계약, 민영화 방식 등이 있으며 각 방법별 특징은 다음과 같다.

<표 10.1-9> 민간위탁 방법 비교

민간참여 방 법	소유권	투자비 조 달	운영자금 조달	요금 징수	계약범위	계약방식	계약기간
서비스 계 약	공공	공공	공공	공공	지원업무부분	서비스계약 기술지원계약 장비대여계약	1년
위탁관리 계 약	공공	공공	공공 또는 민간	공공	주요시설 운영업무의 일부	위탁관리계약	3~5년
양여권 계 약	공공	민간, 공공	민간	민간	주요시설 운영업무의 일부	시설임대계약	3~5년
기부채납 계약	공공	민간	민간	민간	신규투자 시설건설 및 운영	기부채납 및 무상사용 수익 계약	최장30년
민영화	민간	민간	민간	민간	사업전체	시설 및 사업권 포괄양도계약	

<표 10.1-10> 민간위탁 방안별 효과비교

민간참여 방법	효 과	고 려 사 항
서비스 계약	현재도 일부 적용하고 있음 행정지원 및 기술지원등 지원부서업무에 효과적으로 적용가능 민간자본 유입이 매우 한정적이고 미약함	
위탁관리 계약	사업의 주도권을 유지하면서 민간참여를 극대화 운영비를 민간이 투자 시설관리로 운영의 효율성 제고 가능	공공부문이 부담하므로 여전히 투자재원 확보문제가 있음 민간인원으로 하는 경우 기존 공무원 흡수 또는 활용방안 강구 필요
양여권 계약	운영권을 민간이 가지므로 공공부문은 임대계약에 의해 수익효과를 극대화 할 수 있음 정책부서를 제외하고는 대폭적 조직감축 가능 민간부문 조달가능	민간이 하므로 대민마찰 우려가 있는 바 공공부문의 요금 통제방안 강구 필요 노조문제로 인한 안정적 공급방안 강구 민간부문의 기술력 부족을 기존 공무원 흡수로 해결하는 방안강구
기부채납 계약	막대한 투자재원 확보가 용이	경제성 정도에 따라 요금수준이 현격히 차이나는 경우 공공부문이 차이를 보상해 주거나 매입해 주는 방안 강구 평가에 의한 무상사용기간 결정문제 노조문제로 인한 안정적 공급방안 강구
민영화	조직 및 운영관리로 서비스질의 향상 극대화 조달이 용이하여 투자재원 확보가 용이	자율화로 대폭인상 가능성 민간부문의 노조문제로 인한 안정적 공급방안 강구

<표 10.1-11> 민간위탁 방안의 모델

민간참여방법	정수시설	급배수 시설	관리분야
서비스 계약	고도정수처리 오니처리 취수장 수질감시 및 원격제어 상수원 보호순찰, 단속 수질검사 및 수질보전업무	급수관망 긴급보수공사 급수상황 모니터링 및 원격제어 관망, 계량기관련 장비대여	검침, 고지서발부, 요금징수 통합전산망 운영
위탁관리 계약	기존 정수장 1개 단위 신규 정수장 1개 단위	기존배수지, 양수장 유지관리 기존관망 유지보수	검침, 고지서발부, 요금징수 복합청사 관리
양여권 계약	정수장 1개 단위 (규모의 경제성 고려)	정수장 연결 급수시설, 배수지, 양수장, 일체	
기부채납계약	신규 정수장 건설 노후 기존정수장 재건설	정수장 관련 급수관망 체계 급수시설 전반의 재정비 정수장 관련 배수지 건설 급수모니터, 원격제어 시설 건설	

1.2.4 최적 적용모델

가. 추진방향

수도사업에 민간을 참여시키는 기본목표는 경영효율화를 도모하고 계속적으로 소요되는 재원조달 문제를 해결하는 것이므로 민간참여방법의 결정흐름을 도식화하면 다음과 같다.



<그림 10.1-5> 민간참여방법의 결정흐름도

나. 단계별 민간참여 방안

민간참여를 확대하기 위하여 단계별로 위탁범위를 확대해 나아감이 필요하며 위탁범위를 3단계로 나누어 확대해 나가는 것이 바람직하다. 3단계로 구분된 단계별 민간참여 범위를 제시하면 다음과 같다.

1) <1단계> 현 운영체제의 부분적 보강

- •취수, 정수, 급수 및 관리분야에 서비스계약 강화
  - – 정수장 고도정수처리 기술지원
  - – 정수장 슬러지처리 기술지원/위탁관리
  - – 수질검사 및 수질보전 연구조사
  - – 급수관망 긴급보수공사 대행
  - – 관망 및 계량기관련 장비 장비대여
  - – 검침, 고지서 발부 및 요금징수
  - – 통합전산망 운영
- •부분적으로 위탁관리 건설 및 기부채납계약 시행
  - – 상수도 복합청사와 위탁관리

- 전용 또는 비상급수시설 건설 및 기부채납계약

2) <2단계> 현 운영체제의 획기적 개선

•정수 및 급수시설 위탁관리

- 기존 정수장의 위탁관리(일부에서 전체로 확대)
- 기존배수지, 가압장의 위탁관리

•정수장 및 이와 관련시설의 기부채납계약

- 기존 노후정수장의 전면적 개보수

3) <3단계> 수도사업의 민간주도로 전환

•수도사업 일부 또는 전부의 양여권 계약

- 1개 정수장 및 관련시설의 일괄 양여권 계약
- 전체 정수장 및 관련시설의 일괄 양여권 계약

•수도사업 공사화/민영화

- 민·관 공동출자에 의한 수도사업의 공사화
- 민간출자에 의한 순수한 민영화

다. 결론

1단계 범위는 현재도 부분적으로 시행중이거나 이를 보강하는 차원이며 민간자본 유치측면에서는 매우 제한적이나 현행 정책기조 및 조직 내에서 즉각 시행 가능하다.

2단계 범위는 적극적인 민간자본 유치로 단기간에 제 시설의 합리적 개량이 가능하나 대폭적인 조직개편과 인력감축 등의 문제가 발생한다.

3단계 범위는 획기적인 운영개선은 가능하나 도입을 위해서는 공공성 문제 등에 대한 사회적 합의가 필요하다. 따라서 민간위탁의 추진은 우선적으로 지방자치단체별로 1단계 범위는 기본적으로 시행하고 2단계 범위는 부분적으로 추진한 후 결과를 평가한 후 확대해 나감이 바람직하다.

1.2.6 민간참여시 예상되는 문제점

가. 경영관리적 측면

민간위탁 방법을 양여권계약이나 기부 채납계약으로 하는 경우 민간부문은 투자 및 요금징수를 하게 되는데 이때 일반 사기업 정도의 수익성이 확보되는 것이 전제되어야 한다. 그러나 수도요금은 공공요금의 특성상 요금의 경직성이 있으므로 민간자본 투자회수기간의 장기화에 따라 금리 부담을 가지게 되며 수익 예측의 불확실성으로

수익성에 대한 보장이 어려운 점이 있다. 이에 따라 양여권 참여시에는 임대료 책정시 요금과의 연동이 필요하고, 기부채납 계약시에는 사업시행자가 요구하는 요율과 지방자치단체 요율과 현격한 차이가 예상되어 요금제도의 재정립이 필요하다.

나. 제도적인 측면

민간사업자가 신규로 수도사업을 하는 경우 토지수용 및 용지보상시 그 집행이 쉽지 않다. 현재는 지방자치단체가 토지수용법에 의하여 어느 정도 집행이 용이하나 민간사업자의 경우 토지수용의 집행과정에 민원마찰이 빈번하여 어려움이 예상되어 사업집행이 지연될 수 있다. 이에 따라 보상비가 현행보다 높아 투자비의 증가요인이 될 것이다. 또한 민간사업자가 토지를 개발할 경우 개발이익의 50%에 해당하는 개발 부담금을 부담해야 하는 문제도 예상된다.

다. 행정책임 및 시민 정서적인 측면

민간위탁의 범위가 확립됨에 따라 지방자치단체의 직접책임이 감소하고 간접적인 책임이 증가하게 되는바 수도사업에 대한 행정 포기라는 사회적 비난이 우려된다.

또한 기부채납 계약의 경우 부대사업을 허용하게 됨에 따라 수도사업 전문영역과의 마찰이 예상된다. 또한 위탁관리, 양여권 계약, 기부채납 계약시 건설업체간의 담합 가능성, 사업자 선정시 특혜 시비가 예상된다.

라. 수돗물의 안정적인 공급측면

민간기업의 이윤추구로 인한 요금의 급격한 인상에 따른 시민과의 마찰이 예상되며 향후 수질 악화 등으로 인해 시설 개량이 필요한 상황에서 수익성 등으로 인해 시설투자를 미루는 경우 양질의 수돗물 공급에 차질이 발생할 수 있다. 또한 시설개량에 막대한 투자가 시행되면 직접적인 요금인상으로 이어지며 물가인상 등 경제적 문제를 유발한다. 이 경우 현행과 같은 공익우선에 따른 요금의 안정성이 유지되기 어렵고 민간위탁의 범위가 확대될수록 수도 서비스가 약화될 수 있다.

마. 대처방안

1) 재난발생 예상 분야의 민간이전 및 민·관간의 적절한 분담

투자사업에 대한 위험은 지방자치단체가 직접 하는 경우에도 상존하는 것이며 민간기업의 위험 관리능력이 효율적일 수 있다. 수도사업에서 발생할 수 있는 모든 위험을 사전에 파악하고 민간위탁에 따른 위험부담의 책임소재를 분명히 함으로써 분쟁을 예방해야 할 것이다.

2) 참여기업의 안정적인 사업추진 보장

수도사업에 대한 투자자본 회수가 장기간임을 고려하여 법규 및 제도정비 등을 통해 불확실성을 제거하고 장래 예측 가능한 일관성 있는 수도사업 정책기조를 유지해야 한다.

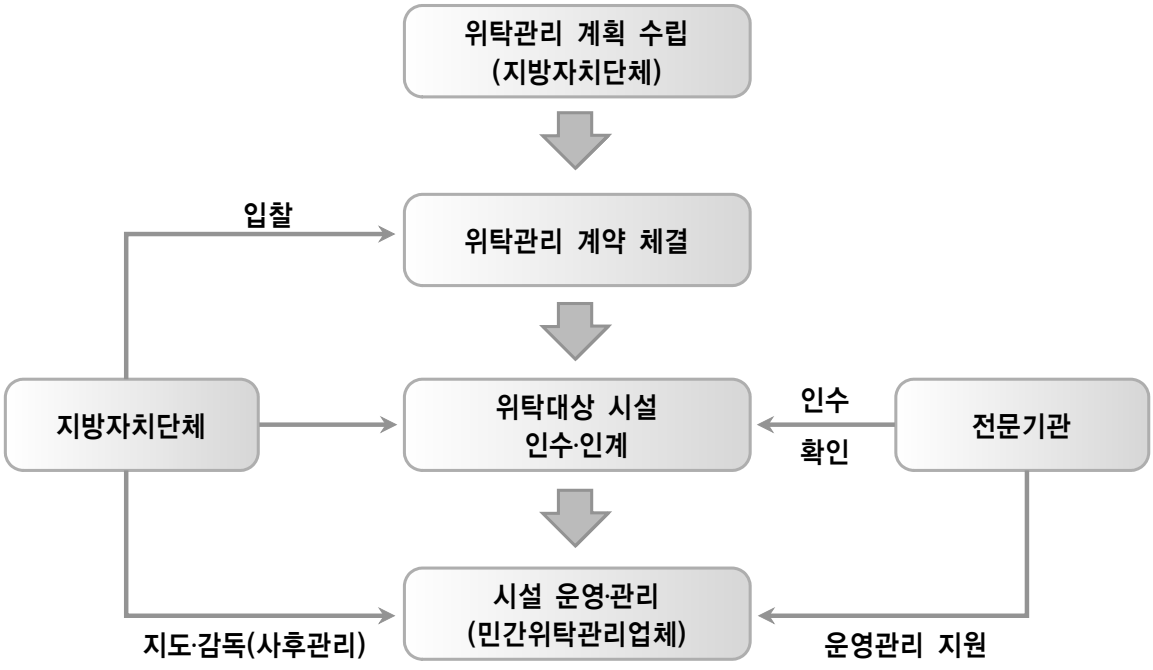
3) 전반적인 행정의 신뢰성 제고 및 서비스수준의 향상

민간위탁 시에도 궁극적인 책임이 지방자치단체에 있음을 인지하고 수도정책의 강화를 통한 급수서비스의 향상으로 수도사업에 대한 시민 신뢰를 향상시켜야 한다.

4) 제도적 보강 및 감시·감독의 강화

비상급수원의 상시보유로 유사시의 급수난에 대처하고 민간위탁에 따른 특혜시비 해소를 위한 감시·감독을 강화해야 한다.

1.2.7 위탁관리 추진체계 및 절차



<그림 10.1-6> 위탁관리 추진절차

가. 위탁관리 계획수립

위탁관리를 시행하는 경우 지자체는 전반적인 계획을 수립하여야 한다. 위탁관리의 범위, 계약형식, 민간기업의 자격기준, 민간기업 선정기준 및 절차, 세부추진 일정 등을 구체적으로 수립한다.

나. 위탁관리 계약체결

지방자치단체와 민간기업간에 위탁업무의 범위, 위탁관리 비용 산정방법 및 지급조건, 위탁기간 등을 확정한다.

다. 위탁관리 대상시설의 인수・인계

위탁관리 대상시설의 내역을 작성하여 인수·인계하며 결함발생시 책임소재 등을 명확히 하게 하기 위해 지방자치단체와 민간기업간에 인수·인계시 책임한계를 정확하게 설정하여야 한다.

라. 위탁업무 사후관리

지방자치단체는 민간기업의 계약이행여부를 확인하고 지도·감독을 강화해야 한다.

1.2.8 위탁관리비용 산정방식

가. 서비스계약

서비스계약은 현재 지방자치단체가 시행할 수 있는 분야이지만 효율성을 고려하여 외부 전문기관에 서비스를 요청하는 것이므로 지자체가 운영할 경우를 예정가격으로 하여 서비스업체로부터 입찰을 받아 서비스 비용을 결정한다.

나. 위탁관리계약

실적운영비에서 민간회사가 운영함으로써 절감될 수 있는 비용을 차감하고 차감한 금액에서 민간회사의 이윤을 가산하여 예정원가를 산출한다. 이 예정가격을 기준으로 민간업체로부터 입찰을 받아 계약금액을 결정한다. 따라서 입찰을 위한 예정가액을 산출하는 것이 가장 중요하며 예정가격 산출 방법을 설명하면 다음과 같다.

1) 지방자치단체가 운영시의 실적운영비용 산출

위탁대상인 기존 정수장을 지자체가 운영하는 최근의 운영비용을 원가항목별로 산출한다. 이는 현재 정수장별로 직접운영비 예산이 별도로 편성되므로 산출이 가능하다. 운영비용 항목은 위탁대상 정수장에서 발생한 연간 인건비, 동력비, 약품비, 원수구입비, 수선비 및 직접경비로 구성되며 이의 합계액을 산출한다. 위탁관리비용은 민간업체가 운영함에 따라 지출하는 비용만을 대상으로 하므로 감가상각비나 지급이자 등은 운영비용에서 제외된다.

2) 민간운영으로 인한 원가절감액 예상

위탁관리는 민간이 운영함으로써 운영비용이 절감된다는 가정 하에 이루어지므로

예정원가 산출시 이 부분을 차감해야 한다. 원가절감액은 실적운영비를 기준으로 일정비율을 곱하여 산출한다. 이때 민간위탁으로 지방자치단체의 원가절감부분을 예정원가에 가산해주는 것이 원칙이나 그 측정이 어려운 문제가 있다.

3) 민간회사 이윤의 예상

위탁운영에 따른 적정이윤을 보장해 주어야 하기 때문에 예정원가 산출시 이 부분을 감안해야 한다. 이윤은 예상운영비에서 원가절감액을 차감한 금액을 기준으로 일정 비율을 곱하여 산출한다.

4) 예정원가의 산출

산출된 예상운영비용에서 민간회사 원가절감액을 차감하고 여기서 민간회사 이윤을 가산하여 예정가격을 산출한다. 이 예정 가격은 적정 위탁관리비용이 된다.

5) 계약이후 연도의 위탁관리비의 조정

계약 해당 연도에 정해진 위탁관리비는 해당 연도에 해당하는 것이며 따라서 그 이후 연도에 위탁 관리비 조정을 어떻게 할 것인지 문제이다. 일반적으로 위탁관리비 조정은 연간 물가상승률 범위 내에서 지방자치단체와 협의하여 결정하는 것으로 계약서에 명시하여야 한다.

다. 양여권 계약

이는 위탁관리 대상시설을 민간사업자에게 임대하는 것으로 적정 임대료를 산정하는 것이다. 양여권계약을 민간사업자는 요금징수까지 포함한 전체의 시설을 운영하게 되므로 지방자치단체는 원가분석 뿐 아니라 손익분석까지 하여 지방자치단체가 운영할 경우의 예상이익에 일정 이윤을 가산하여 임대료 예정가격을 산출하고 이를 기준으로 입찰을 받아 계약금액을 결정한다. 따라서 예정가격 산출이 중요하며 예정가격 산출방법을 설명하면 다음과 같다.

1) 예상 계약기간 동안의 수익 추정

지방자치단체는 계약기간 동안의 수익을 추정해야 하는데 이를 위하여 급수판매량 추정이 중요하다. 급수판매량에 평균요금을 곱하여 급수수익이 결정되며 급수수익 이외에 용구손료 등의 수수료는 판매량에 비례하여 추정한다.

2) 예상 계약기간 동안의 운영비용 추정

적정임대료 산정을 위한 운영비용에는 직접적인 비용 즉 임대대상 정수장에서 발생한 연간 인건비, 동력비, 약품비, 원수구입비, 수선비 및 직접 경비의 합계액 뿐 아니라 이때 임대정수장 시설물에 대한 감가상각비가 포함되어야 하다. 또한 이상의 직접

운영비용 외에 지급이자 등 영업외비용도 포함된다. 이상의 직접 운영비, 감가상각비 및 지급이자 등을 합산하여 계약기간 동안의 매년의 총비용을 산정한다.

3) 계약기간 동안의 영업외수익 추정

영업외 수익은 주로 수입이자로 적정임대료 산정에서 차감할 항목이다.

4) 계약기간동안의 추정손익계산서 작성

이상의 추정된 수익에서 운영비용을 차감하고 영업외 수익을 가산하면 매년의 당기 순이익이 산출된다.

5) 적정임대료 예정가격 산출

상기의 추정손익계산서상의 매년의 이익이 임대료 산출의 기본이 되며, 여기에 민간회사가 운영함으로써 절감되는 원가를 가산하여 산출하고 민간회사의 적정이윤을 차감하여 산출한 금액이 임대료 예정가액이 된다.

라. 기부채납계약

이는 민간사업자가 건설 후 지방자치단체에 기부채납하고 일정기간 무상 사용하는 것이므로 위탁관리비용 산출은 의미가 없고 무상사용기간의 적절한 책정이 중요하다. 무상 사용기간은 민간사업자가 투자한 투자비(이윤포함)에 일정 할인율을 적용한 현재가치가 무상 사용기간 동안에 예상되는 순자금의 입금액의 현재 가치가 일치하게 되는 기간으로 결정된다. 그러나 투자비 규모, 이윤, 할인율, 향후 운영에 따른 자금의 흐름 등의 변수는 지방자치단체가 결정하는 것이 아니며 참여하는 민간업체가 결정하여 사업계획서를 제출하게 된다. 따라서 지방자치단체는 2개 이상의 민간업체로부터 사업계획서를 제출 받아 평가하여 업체를 선정하게 되는 것이다. 이러한 절차는 지방자치단체별로 구성되어 있는 민자 유치 심의위원회에서 추진하게 될 것이며 사업계획서를 적절히 평가하기 위해서 추진사업에 대한 충분한 사전 검토가 이루어져야 한다.

1.2.9 안산시 상수도 민간위탁 추진현황

가. 대부동 및 공단지역 상수도 검침업무 위탁운영

업종별 / 구분	계	가정용	일반용	대중탕용	전용공업용	검침원수
안산시	58,946	44,507	13,839	61	536	34
대부동 및 공단지역	3,902	1,149	2,219	-	534	6

• 대상지역 : 대부동 및 공단지역

• 효과 : 효율적 인력운영을 통한 인건비 절감 및 정년퇴직 등으로 감소되는 검침업무의 적정한 배분으로 검침원의 사기앙양 및 근무의욕 고취로 검침업무의 안정성 추구

나. 배수지 방호업무 위탁

• 대상시설 : 배수지(13개소), 가압장 2개소

• 기간 : 2003년 1월 부터

• 효과 : 원거리에 위치하여 여러 개소에 분산되어 있어, 외부인 침임시 적극적인 대처가 어려운 시설물에 대한 식수원 안정화 대책수립

다. 연성정수장 및 수게배수지 원격제어 시스템 유지관리 용역 위탁

• 대상시설 : 연성정수장 1개소, 가압장 1개소, 배수지 5개소

• 기간 : 2007년부터

• 효과 : 99년도에 분산제어시스템으로 도입되어 현재 단종된 시설물로 시설물 예방점검 및 고장 시 즉각적인 대처 체계 확립으로 수돗물 생산 공급 안정화 추진

1.3 안산시 예산절감 방안

1.3.1 간이가압장 전기 요금 계약종별 변경

주민 급수불편을 최소화하기 위하여 설치한 간이가압장 4개소중 장기간 운영이 중단되었거나 일시 중지된 가압장에 대한 전기 요금 계약종별을 변경하여 예산절감에 기여

가. 시설현황

구 분 \ 가압장	공단 가압장	화정동 가압장	비 고
위 치	성곡동 692번지	선부동 1107-8번지	
용 량	15kw×3대	3.7kw×2대	
형 식	수중모터펌프	수중모터펌프	
관 경	D300	D150	
계약전력	50kw	5kw	
종 별	산업용(갑)저압	산업용(갑)저압	

나. 추진실적

• 계약종별 변경을 통한 예산절감

– 공단가압장 : 계약전력 산업용(갑)저압 50kw → 해지

- 화정동가압장 : 계약전력 산업용(갑)저 5kw → 주택용 3kw로 변경

다. 예산절감액

• 예산절감액 : 1,569천원/년

(단위 : 원)

구 분	공단 가압장			화정동 가압장			합 계
	변경전	변경전	절감액	변경전	변경전	절감액	
전기요금/월	119,090	0	119,090	11,900	200	11,700	130,790
전기요금/년	1,429,080	0	1,429,080	142,800	2,400	140,400	1,569,480

1.3.2 광역상수도 사용계약 변경

한국수자원공사로부터 공급받고 있는 원·정수 수돗물 사용계약을 단기에서 장기계약으로 변경하여 요금중 설비요금이 할인되어 예산절감에 기여

가. 요금제 비교

구분	사용량	현행 요금제	장기계약
설비요금	배분량이내	설비요금단가×월간배분량	$\frac{\text{설비요금단가}\times 365\times\text{기준물량}}{12}$ ※기준물량 : 계약기간(5년)중 고정 ※할인율 적용
	110%이내	설비요금단가×월간사용량	
	배분량110%이상	설비요금단가×월간배분량110%	
사용요금	110%이내	사용요금단가×월간사용량	사용요금단가×월간사용량 ※현 요금제와 사용요금 동일 초과요금 없음
	110%초과~120%이내	사용요금단가×(월간사용량+초과량)	
	120%초과	사용요금단가×(월간사용량+계약량 10%+150%×초과량)	

나. 추진사항

• 장기계약기간 : 2005년 ~ 2009년(5년간)

• 설비요금 할인율 : 3% ~ 12% (2007년 6%, 2008년 9% 적용)

• 절감금액 : 2,835,603,604원

구분	계	설비요금 할인액	배분량 고정 절감
합계	2,835,603,604	1,807,007,088	1,028,596,516
2007년	1,275,535,716	722,802,840	552,732,876
2008년	1,560,067,888	1,804,204,248	475,863,640

1.3.3 자율절전 약정 활용

정수생산 및 공급시설물의 효율적인 전력부하관리를 취해 한국전력공사에서 지원하고 있는 “자율절전지원제도”에 참여함으로써 예산절감 창출

가. 시설현황

구 분 \ 시설물	연성 정수장	대부 가압장	비 고
위 치	시흥시 광석동 146-1	대부북동 1848-6	
시설용량	383,000톤/일	25,000톤/일	
일평균 생산량	220,000톤/일	2,800톤/일	
펌프현황	230kw×13대	190kw×4대	
계약전력	5,000kw	900kw	
종 별	산업용(병)고압	산업용(을)고압	

나. 추진실적

- 지원기관 : 한국전력공사
- 추진내용 : 정수생산량 증감 및 펌프가동시간 변동으로 자율절전 실시
  - 저렴한 심야전력을 최대한 활용
  - 펌프가동시간 : 최대(23:00~09:00) / 최소(11:00~17:00)
- 2007년도 세외수입액(절감액) : 8,040천원/년
  - 연성정수장 : 46,302kw×140원=6,482,280원
  - 대부가압장 : 11,133kw×140원=1,558,620원

다. 기대효과

- 정수생산 경영합리화로 고유가시대 에너지절감 적극 참여
- 효율적인 송수펌프 운영을 통한 예산절감

2. 연구 및 기술개발

2.1 개요

국내 상수도분야 연구 및 기술개발은 기술축적의 중요성에 대한 인식부족, 전문 연구인력 및 조직의 부족, 연구개발비 부족 등으로 인해 아직 부족한 편이다. 특히, 최근 악화되고 있는 원수수질과 정수의 수질에 대한 요구수준이 높아지고 있는 현실에서 기술개발을 위한 대책은 시급하다. 과학적이고 구체적이며 정확한 상수 수질오염 실태파악, 수질분석기술, 정수처리 공정개선, 관부식 방지 및 새로운 소재 등에 대한 연구 및 기술개발을 위해서는 장기적인 계획 수립을 통해 체계적으로 수행해 나가야 한다.

2.2 정수처리 공정개선 분야

2.2.1 개요

상수원의 오염문제 등으로 인해 수질이 좋지 않은 원수를 처리하여 정수를 생산하기 위해서는 정수처리 공정 중 기존의 비효율적인 설비 또는 비효율적인 운영을 개선하는 정수처리시설 운영최적화 방안에 대한 국내·외 연구가 활발하다.

국내 원수수질에 적합한 공정 및 운전조건에 관한 기존 정수처리시스템과 고도정수처리 공정의 체계적인 연구로 국내 원수수질에 적합한 공정 및 운전조건에 관한 정수처리 기술을 축적하도록 하여야 한다.

2.2.2 기존 정수처리 공정의 개선분야

가. 응집효율 증대를 위한 혼화·응집 개선방향 연구

나. 여과효율 증대를 위한 기술개발

- •여과법에 관한 연구
- •역세공정개선

다. 정수장 슬러지의 효과적이며, 경제적인 처리, 처분방법 연구

- •정수장 슬러지의 기계적 탈수 효율증대를 위한 시험방법 개발
- •응집제 회수 및 모래이용 건조에 관한 연구
- •미처리 정수장 슬러지 방류에 따른 영향에 관한 연구

2.2.3 신공정 개발 및 응용분야

가. 고도정수기술 개발 및 실용화

미량의 유·무기물질 등에 의하여 수질오염이 가중되어 기존 정수처리공정으로는 처리가 불가능한 물질을 처리하기 위해 고도정수처리 공정을 도입하고 있다. 국내 실정에 맞는 고도정수기술의 개발과 함께 현장에 적용할 수 있는 실용화 기술의 개발이 필요하다.

•개발된 고도정수시스템의 현장 적용성 평가연구

•현장적용을 위한 최적설계 및 운전인자 도출연구

•고도정수 실용화 기술개발

•고도정수 단위공정개발 및 실용화

나. 고도정수기술의 표준화 및 상품화

•원수특성에 따른 고도정수실용화 공정의 표준화

•고도정수자동화 기술개발

2.3 상수관로 관리 개선분야

2.3.1 개요

매설기간이 경과됨에 따라 관내부의 부식문제가 심각하여 녹물 또는 이물질에 대한 소비자의 불평이 증가할 것이다. 또한 누수는 경제적 손실뿐만 아니라 수압의 저하로 인한 급수불량 지역의 발생을 야기 시킬 수 있고, 누수지점에서는 부압시 외부로부터 오수 또는 지하수가 유입될 가능성이 있기 때문에 중요하며, 관부식은 누수의 원인이 될 뿐만 아니라 녹물 문제, 통수불량 문제 등을 유발시키는 바 이의 개선을 위한 대책이 시급하며, 이에 따른 관련 기술의 연구 문제도 우선적으로 수행되어야 한다.

2.3.2 상수도관로의 유지관리 시스템 개발

상수도관로의 통수단면적의 축소와 적수문제, 교차연결, 역류 그리고 관로파손 등에 따른 용수공급의 불균형과 수돗물에 대한 국민적인 불신감은 사회 전반적인 위기의식의 초래와 공공서비스의 목적인 상수도시설의 의미를 상실하게 된다.

가. 지역별, 인자별로 관로 파손특성 분석

나. 관로의 상태진단 및 평가방법 개발

•관로파손, 누수 등 상태조사 및 평가

•상태진단 및 평가방법 개발

다. 관로의 진단시 경제성 평가방법 및 모델 개발

•시설악화 진단방법, 개량방법(교체 또는 갱생방법 등)

라. 각종 관종에 따른 노후도 예측모델의 개발 및 현장작용

2.3.3 상수도관로의 정보관리 시스템 개발

수돗물의 안전 및 안정급수의 확보 측면에서 상수도관로 시설의 최적 유지관리 시스템의 도입이 불가피하며, 이를 위해서는 관로정보의 수집정리 및 분석, 이를 위한 유지관리 효율화 측면에서 D/B화 및 Computer Mapping System도입, 각종 관종별 노후도의 진단 평가방법 확립과 현장조사방법, 그리고 국내 관로 파손사고의 특성분석, 종합적이고 체계적인 관로개량계획 등 다양한 고도기술을 도입한 관로시설의 최적 유지관리기법 및 정보관리시스템의 도입을 위한 여러 가지 연구개발이 필요하다.

가. 데이터베이스 구축, 표준화, 유지관리

데이터베이스는 일반적으로 데이터를 정리 통합해 컴퓨터에 의한 처리가 가능한 형태의 정보파일 또는 그 집합체를 말하며, 정보처리기술과 통신기술의 진보에 의해 통신회선 네트워크가 진행되고 있는 현재 산업, 경제, 기술 등의 각 분야에서 외부의 정보를 정확하고 신속하게 수집해 활용하는 방향으로 발전하고 있다.

나. 데이터베이스의 운용

데이터베이스를 합리적으로 활용, 운용하는 데이터베이스의 활용에 대한 응용 방법에 대한 연구가 필요하다.

다. GIS를 이용한 정보관리시스템 개발

•GIS등 정보관리시스템 도입 현황 및 문제점 파악

•매설관 탐색 및 도면 관리시스템

•유지관리측면의 자동화방법 비교 검증

2.3.4 수돗물의 2차오염 방지기술

안전한 수돗물을 안정되게 공급할 수 있는 상수도관로의 2차오염 방지기술을 개발·적용함으로써 수돗물의 신뢰성을 향상시킨다.

2.3.5 수도관로의 특성해석

관로의 특성해석으로서는 관망에서의 유량, 수압의 최적운용을 목표로 할 수리해석, 관망

에서의 수질유지를 위한 수질해석 및 해석결과에 기초한 관망의 최적개선방법 등의 연구개발이 필요하다.

2.4 기타 관련 분야

2.4.1 물 소비 절약에 관한 연구

•물 소비 절약을 위한 효율 체계를 포함한 제도적 측면에서의 연구

•갈수기에 있어서의 물 소비 절약 특별 프로그램 개발

•물 소비 절약에 관한 소비자교육 방안 및 홍보 방안 연구

2.4.2 에너지 절약에 관한 연구 개발

•상수도 시설 설계 및 운영측면에서의 에너지 절약방안 연구

•에너지 절약을 위한 프로그램 개발 및 효과적 적용 방안 연구

2.4.3 전문인력 확보를 위한 교육에 관한 연구 및 기술개발

•상수도 관련 전문인력 교육 프로그램 개발

•기계분석을 포함한 수질분석 기술 교육방안 연구

2.4.4 상수도 관련 시설의 국산화 및 표준화에 관한 연구 및 기술개발

•상수도 계량기의 효율적 유지보수 기술개발

•주요장비의 품질향상에 관한 연구현장적용 연구

2.5 안산시 시행 고도정수처리시스템 최적화 연구사업

2.5.1 사업개요

• 연구기간 : 2008. 1 ~ 2009. 12 (24개월)

• 연구내용 : Pilot Plant 운영 및 최적인자 도출

• 사업비 : 755백만원

• 참여기관 : 산·학·연(안산시, 금호건설기술연구소, 성균관대) 공동연구

2.5.2 필요성

• 관내 공급되는 수돗물 품질차이로 민원발생 우려

(반월정수장 : 09년부터 고도처리수돗물 관내 일부지역(50%) 공급예정)

- 고도정수척리공정 도입검토 대상에 안산시 정수장 해당
- 공정도입시 최소 1년 이상 Pilot Plant 수행 실시

2.5.3 추진계획

- 막여과 공정에 대한 수질평가 : 안산시상하수도사업소 정수과
- Pilot Plant 설치/운영 및 설계인자 도출
- Pilot Plant 운영 및 운전인자 도출
- 2008년(1차년도) : 막여과 공정 운전 조건 도출
- 2009년(2차년도) : 막여과 공정 설계 및 운전의 최적화

2.5.4 기대효과

- 고도정수처리 대상물질, 도입기준, 도입과정의 체계화
- 수질변화에 효과적인 대처 및 정수처리에 대한 전반적 기술향상
- 최적의 고도정수처리시스템 도입으로 수돗물 불신감 해소

3. 수도인력확보 및 교육훈련

3.1 수도관리 인원현황

3.1.1 안산시 인원현황

2009년 현재 안산시 상수도는 수도행정과, 수도시설과, 정수과 등 총 3과 10담당으로 구성하여 관리되고 있으며 인원 현황은 일반직 41명, 별정직 1명, 기능직 68명, 청경 12명, 일용직 13명이다. 안산시 상하수도 사업소의 조직과 인원현황은 다음과 같다.



<그림 10.3-1> 안산시 상하수도 사업소 조직도

<표 10.3-1> 상하수도 사업소 인원현황 (2008년말)

(정원/현원)

구 분	정원/현원	4급	5급	6급	7급	8급	9급	별정	기능
계	133/130	1/1	4/4	13/13	25/27	13/11	0/1	1/1	76/72
수도행정과	47/44	1/1	1/1	2/2	3/4	3/2	0/0	1/1	36/33
수도시설과	22/21	-	1/1	4/4	4/5	2/1	0/0	-	11/10
정 수 과	45/45	-	1/1	3/3	10/10	6/5	0/1	-	25/25
하 수 과	19/20	-	1/1	4/4	8/8	2/3	0/0	-	4/4

주) 1. 기 타 직(청원경찰) - 12명 (정수과)
2. 무기계약직(상 용 직) - 상수도 : 13명 (수도행정 3, 수도시설 8, 정수과 2)
하수도 : 28명 (준설원 26명, 환경미화원 2명)

3.2 수도관리자 교육훈련계획

상수도 업무의 전문화와 시민 서비스의 고급화를 위하여 수도관리자들에 대한 전문적인 교육훈련이 필요하다. 교육훈련은 자체교육 및 외부교육으로 나누어지며 그 내용은 다음과 같다.

3.2.1 환경부 교육훈련

환경부 교육훈련은 공무원의 직급별로 기본교육과정, 전문교육과정, 사이버교육과정으로 구성되어 있으며 환경보전 관련법규, 준수사항 및 실무분야별 환경전문기술을 교육훈련하고 있으며 교육훈련과정 현황은 다음과 같다.

<표 10.3-2> 환경부 상수도관련 교육훈련과정

분야	과정명	교 육 내 용	교 육 대 상	교육 기간	교육 방법
물환경	물환경 실무	•유역관리시스템의 이해 •수계관리위원회의 역할 •오염총량관리제도 •유역분석과 보고서작성	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육
	물환경 시설탐방	•물관리 정책방향 및 법령해설 •상수원보호구역, 정수· 중수도 시설 현장학습 •위생·축산폐수처리장 현장 학습 •현장학습 보고서 작성	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육
상하 수도	먹는물 관리	•먹는물 법규 해설 및 정책 •먹는물 수질기준과 위해성 •정수처리공정 및 신기술 •수질오염 사고 대응대책	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	3일	집합 교육
	토양및 지하수관리	•토양법령의 해석 •지하수법령의 해석 •토양오염개론 및 보전관리 •오염토양·지하수 정화방법 및 기술	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육
	하수·분뇨및 가축분뇨 관리	•하수도 관련 법규 및 정책 •가축분뇨의 관리법 •하수관거 기본계획 및 종합정비 •공공하수도 운영 및 유지 관리	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육
환경 관리	환경행정 실무 (대기+물)	•환경법령해설 •먹는 물의 수질특성과 처리공법 •수질보전정책 •대기보전정책	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육

분야	과정명	교 육 내 용	교 육 대 상	교육 기간	교육 방법
사이버 교육	수질및 먹는물 측정검사	•미량유기물질 측정 (농약류, VOCs 등) •중금속류 측정 •영양염류 측정	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	입교전 사이버 교육 + 집합 교육 3일	혼합 교육
	수질분석 이론	•pH, 수온, DO •SS, 산소요구량 •영양염류, 금속류 •N-H추출물질, ABS •시안, 페놀, 불소	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	2주	사이버 교육
	환경행정 기초	•환경법령해설 •대기, 수질, 상.하수도 및 폐기물 관리 •토양오염 관리 •환경분쟁조정제도 및 사례	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	3주	사이버 교육
	환경행정 기초	•환경법령해설 •대기, 수질, 상.하수도 및 폐기물 관리 •토양오염 관리 •환경분쟁조정제도 및 사례	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	3주	사이버 교육
능력 개발	Auto CAD	•AUTO CAD 개요 •수치지도와 GIS-DB •2D 기본명령어 •Object Snap Mode	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육
	GIS기초	•원격탐사 개요 •지리정보체계론 •수치지도와 GIS-DB •GIS 실습	5급이하연구직 공무원 및 정부투자기관 직원	5일	집합 교육

3.3.2 한국 수자원공사 교육훈련

한국수자원공사 연수원의 교육은 수도운영 종사자들에게 필요한 맑은 물 공급의 사명감 고취 및 수도의 기본체제와 관련 분야의 이해, 관련업무내용에 대한 전문지식 습득을 목표로 교육하고 있으며, 이들 교육과정은 교과목별 강의 및 실습 등 실무자들에게 전문 지식 습득의 좋은 기회를 제공하여 주며, 자질향상에 상당한 도움을 줄 것으로 판단된다.

수도법에 근거한 수도법정교육 (집합교육 22과정, 사이버교육 13과정, 집합교육+사이버교육 2과정) 실시하며, 전임교수, 전문연구원, 하계, 관계 공무원으로 강사진을 구성하여 이

론과 실습을 병행한 현장감 있는 교육을 실시한다.

<표 10.3-3> 한국수자원공사 상수도관련 교육훈련과정

구 분				교육 기간	비고
수도	법정	급배수 관리중급	(관망유수율관리)	5일	집합교육
			(관망누수탐사)	5일	
		시설 운영 중급	(선진수도기술)	5일	
			(수도시설계획및건설)	5일	
			(수도기계설비)	5일	
			(펌프설계 및 운영)	5일	
			(관 및 밸브)	5일	
			(수도전기설비)	5일	
			(수도제어설비)	5일	
			(계측제어설비)	5일	
			(정수설비운영관리)	5일	
			(수도수질)	5일	
			(소규모정수장운영)	5일	
		연구 분석 중급	(무기물분석)	5일	
			(유기물분석)	5일	
			(미생물분석)	5일	
		유량계관리중급		5일	
	자격증	정수시설운영관리자자격증(1·2급)		5일	
		정수시설운영관리자자자격증(3급)		5일	
	행정	수도공기업관리		5일	
	해외 연수	정수처리기술전문		11일	
		수도고급관리자		12일	
하수도		하수설비운영		5일	
		하수처리		5일	
지하수		지하수일반		5일	
하 천		도시하천복원계획		5일	
수도	법정	시설 운영 초급	(상수도 건설관리)	35일	사이버교육
			(관 및 밸브)	35일	
			(정수시설운영관리)	35일	
			(정수설비운영)	35일	
			(수도제어설비[PLC])	35일	
			(수도계측기기)	35일	
			(펌프설계 및 운영)	35일	
			(자동화)	35일	
			(정수원리 및 시스템)	35일	
			(수환경)	35일	
			(정수장수질관리)	35일	
		유량계관리초급		35일	
	전기실무기초			21일	
	정수설비운영기초			21일	

3.3.3 안산시 교육훈련과 자체 연찬활동 실적

구 분	교육기관	교육과정	비고
교육훈련	한국수자원공사 국립환경인력개발원 한국상하수도협회 건설교통인재개발원 경기도지방공무원교육원	상수도건설과정 고도정수처리과정 정수시설운영관리자과정 급배수관리과정 수도제어설비과정 수도경영기술과정 펌프전문 중급과정 유량계전문과정 상수도행정과정 환경실험 이론과정 무기물분석전문과정 지리정보시스템 교육 지하수일반과정 측량실무과정 유수율제고과정	167명 (2007.3 ~2008.12)
연찬회	환경부	물종합기술연찬회	
	한국상하수도협회	워터코리아 세미나 및 학술 발표회	4명 (2007.11)
	환경관리공단	상수도정보화연찬회	4명 (2007.12)
	환경부	먹는물수질검사기관측정관리 워크샵	6명 (2008.3)
	먹는물수질검사기관협의회	수돗물품질고급화를 위한 워크샵	16명 (2008.4)
	제주시	상수도업무 민간합동연찬회	3명 (2008.11)
	한국상하수도협회	상하수도업무연찬회	7명 (2008.1)
	환경부	상수도정보화연찬회	2명 (2007.12)
	상하수도협회	상하수도업무연찬회	4명 (2008.2)
	환경부	토양지하담당공무원 및 전문기관 합동연찬회	1명 (2008.6)
	환경부	상수도업무 민관합동연찬회	3명 (2008.10)

3.3.4 지방상수도 기술지원단 기술지원

가. 운영목적

지방상수도 기술 지원의 목적은 정부의 '맑은 물 공급 종합 대책'(1989. 9) 추진 및 '수돗물 수질 관리 강화 종합 대책'(2001. 5)과 관련해 원수 수질 여건에 비해 정수처리 시설이 열악하고 전문 인력 부족으로 정수 처리에 곤란을 겪고 있는 지방 중소도시 상수도에 대한 기술 지원에 있다. 더불어 시설 종사자들에게 현지 실정에 맞는 실무 교육을 통해 관리능력 및 기술 수준을 향상시켜 국민에게 맑고 깨끗한 물을 생산·공급하도록 하는데 그 목적이 있다.

나. 기술지원 개요

1) 기술지원 대상시설

기술지원은 일반기술지원과 특별기술지원을 나뉘고, 대상시설은 다음 사항을 고려하여 선정한다.

① 일반기술지원

지방자치단체에서 정수처리에 어려움이 있어 환경부에 기술지원을 요청한 시설.

수질검사 결과 "먹는물수질기준"을 초과하여 기술지원이 필요한 시설.

"수도법 제2조"의 규정에 의해 유역·지방환경청장이 실시한 지방상수도 시설 점검결과 운영관리 개선 등 기술지원이 필요하다고 인정하는 시설.

② 특별기술지원

당초 계획된 시설과는 별도로 환경부장관이 특별히 기술지원이 필요하다고 지정한 시설 및 재해·수해 발생지역의 상수도 시설.

2) 기술지원 내용

① 일반기술지원

일반기술지원에서는 대상시설의 실태조사와 공정별·시설별 기능진단 및 개선방안 제시하기 위해 다음 사항들을 분석한다.

- 시설 및 운영관리 현황조사
- 공정별·시설별 기능진단 및 기능저하 요인분석
- 공정별·시설별 상호연계 기능 검토
- 공정별·시설별 진단 결과에 따른 개선방안 제시
- 상수도 종사자에 대한 운영관리 현장실무 교육

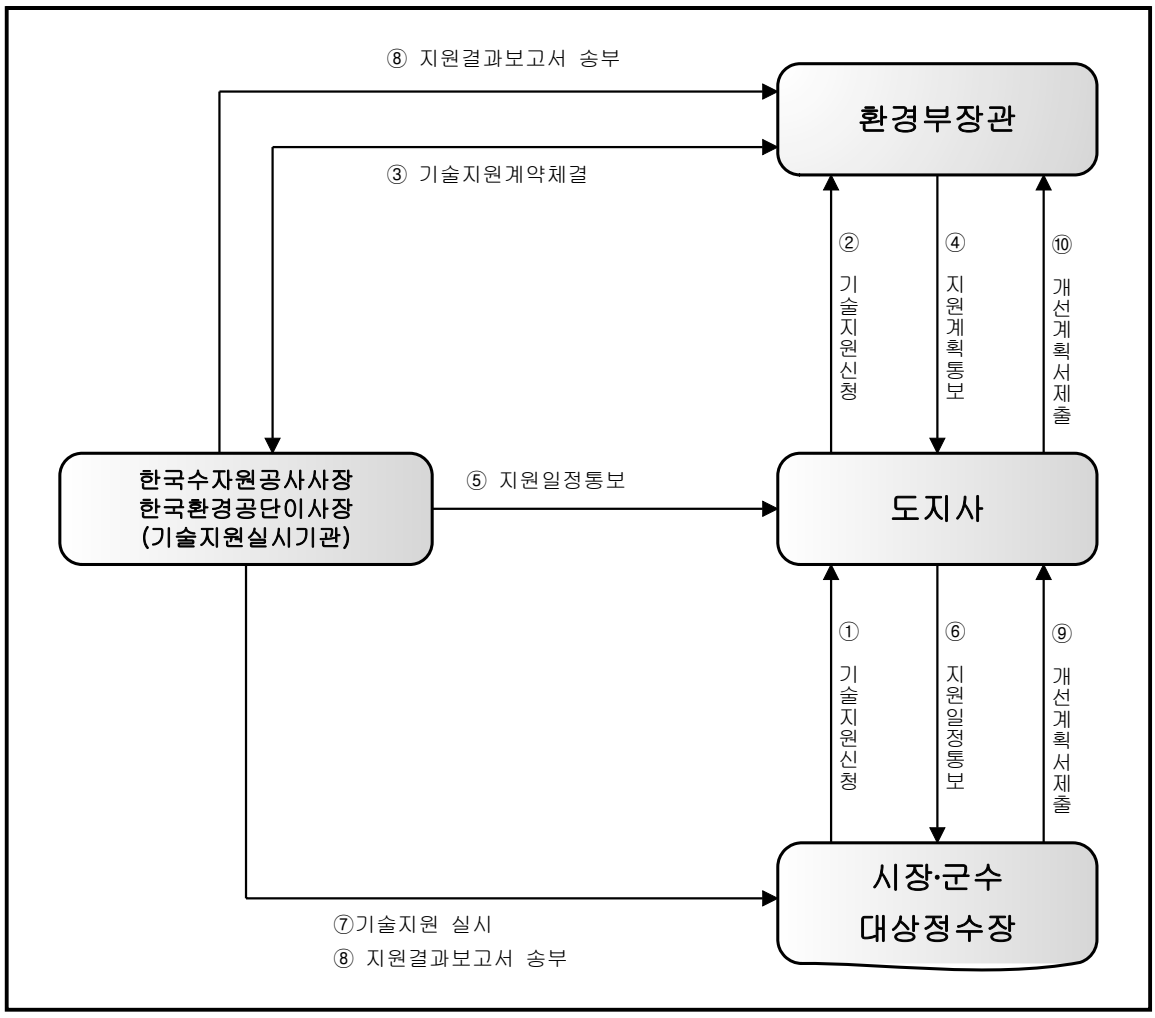
② 특별기술지원

특별기술지원은 현장방문, 공문, 전화 또는 인터넷 등으로 특정 지원 요청사항에 대한 원인 분석 및 대책 제시한다.

3) 기술지원 결과 보고

기술지원 결과에 대해서는 시설현황, 공정별 운영관리 및 기술지원 사항, 종합의견 등이 수록된 기술지원 보고서를 작성하여 환경부, 유역·지방환경청 및 기술지원 해당 시·군에 기술지원 결과보고서 송부하고, 이들을 종합 요약한 기술지원 백서 발간·배포한다. 또 지자체에서는 이 결과를 근거로 지방상수도 시설 운영개선과 중·장기 투자계획 수립 시 활용한다.

다. 기술지원 실시절차



지방상수도 기술지원 업무 흐름도

라. 기술지원 내용

1) 현황조사

시설물의 설계인자, 수리적 조건, 각종설비 현황

수리적 운전조건, 운전현황, 가동실태 및 운전관리의 문제점

시설별, 수처리 공정별 문제점

2) 기술진단 및 성능평가

공정별, 시설별, 기능별로 기능저하요인 진단

유지관리를 포함한 문제점 종합 진단

■ **착수정**

- 구조물 실측 및 시설확인
- 유량계측여부 확인
- 운영실태 면담조사 및 원수 탁도 조사

■ **응집약품 투입공정**

- 약품투입시설 조사
- 약품 투입량 정량성 조사

■ **혼화지**

- 혼화지 구조 및 혼화기 시설 조사
- 혼화응집지 유량배분 적정성 조사

■ **응집지**

- 응집지 구조 및 응집지 시설 조사
- 응집지 단별 정류벽 조사

■ **약품침전지**

- 유입정류벽 및 침전슬러지 처리구조 조사
- 슬러지수집기 형식 및 운영상태 면담 조사
- 유출위어 실측

■ **급속여과지**

- 여과방식 및 구조물 조사
- 여과지 운영상태 면담조사
- 여과지 역세척 전후 모래입경 조사

- 역세척 전후 역세척 효율조사
- 역세척 강도조사

■ **고도처리시설(오존주입 및 활성탄 흡착 설비)**

- 원수수질에 대한 고도처리시설의 적합성
- 활성탄의 입도분포, 탄층두께, 공간속도, 공상접촉시간
- 오존주입율, 제어방법 등
- 배오존설비 적합성 및 효율 평가

■ **완속여과지**

- 구조물 실측 및 시설확인
- 구조 확인(유입배분상태, 유입부, 월류관, 조절정 등)
- 여과사 깊이 및 여과사 샘플링
- 운영실태 면담조사
- 여과수 탁도 조사

■ **정수지 및 소독공정**

- 정수지 구조 면담조사
- 소독시설 조사 및 소독제 투입지점, 투입율 및 정량성 등 조사
- 정수유량계측 여부 확인
- 정수 탁도 조사 및 정수지 운영실태 면담조사

3) 시설진단결과 및 개선방안 제시

기능저하 요인 분석 및 개선방안 제시(개선 우선순위 포함)

- 기본기능 및 System에 대한 기술진단 결과를 분석하고 이를 종합
- 기술진단 결과에 따라 기능저하 요인을 분석
- 기능유지 및 향상을 위한 개량계획의 기본구상
- 기능저하요인 분석결과에 따라 기능회복 계획안 작성

시설관리자에 대한 현장 교육

기술지원 대상 시설의 시설현황 및 운영현황 자료 전산화

마. 정수처리공정 효율평가 기준

정수장 공정의 효율을 평가하고 시급하게 개선해야할 사항들을 찾기 위해서는 정수장 진단을 통해 얻어진 현황자료들을 비교할 기준을 설정하여야 한다. 다음과 같은 자료를 참고하여 수도시설에 대한 성능지수 평가 및 진단기준으로 설정하였다.

(1) 상하수도 시설기준(2004, 한국상하수도협회)

(2) 정수처리에 관한 기준(환경부고시 제2005-57호)

(3) USEPA, CCP Handbook(1998)

(4) 수도시설 설계지침 및 해설(2000, 일본)

(6) Water Treatment Plant Design(1998, AWWA, ASCE)

(7) Integrated Design of Water Treatment Facilities(2000, Kawamura)

(8) 기타 외국자료와 국내문헌

3.3.5 향후 교육훈련계획

현재 안산시의 여건상 자체교육을 실시하기에는 어려움이 많으므로 외부교육기관인 환경부, 수자원공사 및 지방상수도 기술지원단의 기술지원을 통하여 최소한 년1회 이상 교육계획을 수립하여 실시하는 것이 바람직하다.

4. 정보화 관리

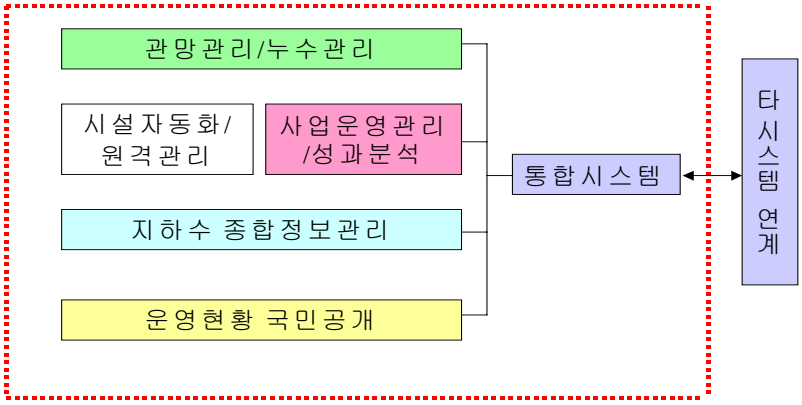
4.1 상수도 정보화계획

4.1.1 추진목표

•상수도 관련정보의 실시간 공개로 국민의 수돗물에 대한 신뢰도 제고 및 상하수도 행정에 주민의 이해와 협력 확대 유도

•상수도시설 운영·관리의 정보화로 업무의 효율성 향상

•관련산업의 기술개발촉진 및 해외시장에서 국내산업의 대외 경쟁력 제고



<그림 10.4-1> 상수도정보화 단위시스템

<표 10.4-1> 각 단위시스템별 목표

관리매체	단위시스템	추진목표
상수도/ 하수도	관망관리/ 누수관리	•현재 설치되어 운영되고 있는 상하수도 관망도에 GIS 시스템을 도입하여 기존 상하수도 관리체계 개선 •누수방지형 Network 및 누수경보시스템을 도입하여 누수탐지, 유지보수체계 구축
	시설자동화/ 원격관리	•환경기초시설에 원격·자동화 시스템을 도입하여 인력절감, 운영관리비용 절감, 처리시설 효율개선 •전국망(IWASIS) 및 지역망(개별시설)을 구성하여 자료공개시스템과 연계운영
	사업운영관리/ 성과분석	•상수도 및 하수도시설의 운영관리 성과를 체계적으로 분석·평가하여 시설개선 및 운영관리 기술향상을 도모하고 •지속적인 자료축적을 통한 국내현실에 부합하는 운영관리모델을 개발 할 수 있는 지원시스템과 정책적 대안 및 방향을 제시할 수 있는 시스템 구현

4.1.2 관련 상위계획

가. 상수도 정보화시스템 장래계획

지하시설물도 수치지도화 사업대상은 전국 79개 도시지역을 대상으로 재정여건과 사업의 중요성을 감안하여 단계별로 추진해나가고 있다. 상하수도의 경우 우선 19개 도시를 선정하여 시범적으로 사업을 추진한 후 나머지 도시에 대해 전국적으로 사업을 추진키로 하였고, 다른 시설물의 경우 해당시설물의 관련기관에서 투자여건을 감안하여 순차적으로 시행해 나갈 것이다.

나. 국가수자원관리 종합정보화시스템

물 관련 기관에 산재해 있는 수량, 수질, 기상 등 각종 관련 정보를 연계하여 하나의 접점을 통해 제공함으로서 수자원정보의 공동활용을 도모하고 수자원관련 정책수립을 위한 기초자료를 제공하기 위한 사업으로서 기상, 유량, 댐운영, 용수이용, 지하수, 수질 등 7개 분야의 수자원정보를 인터넷에 의해 서비스 중이다.

다. 광역상수도 종합관리시스템

정부에서 추진중인 국가지리정보체계(NGIS)기본계획과 연계하여 한국수자원공사에서 건설·관리중인 전국의 광역 및 공업용수도 지하시설물에 대한 현황탐사, 현황도 작성, 속성자료의 정비 및 수치지도화를 하고, 지리정보시스템(GIS) 정보 및 도면정보,

각종 관리정보의 통합관리로 정보관리를 일원화함으로써 수도시설의 효율적이고 과학적인 운영관리를 도모하고 각종 지하시설물의 자연적 또는 인위적 파손에 의한 재해에 능동적으로 대처할 수 있는 정보 시스템을 구축하는 사업이다.

라. 물관리정보화 현황

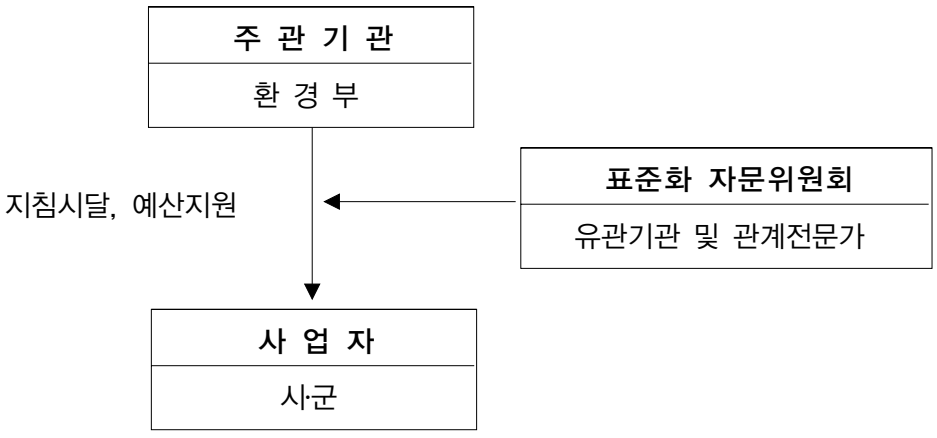
현재의 물관리정보화 수준을 살펴보면 환경부, 국토해양부, 농어촌진흥공사, 수자원공사 등 10개 기관에서 21개 주요항목에 대한 정보시스템을 구축하여 활용중이다.

<표 10.4-2> 물관리정보공동활용시스템 연계현황

공동자료명	주요내용	주기	입수기관	제 공 기 관	비고
홍수정보	우량·수위DB	수시	행정안전부	기상청, 홍수통제소	온라인
수량정보	강우량,수위댐자료	수시	한강홍수통제소	행자부, 환경부, 기상청, 수공, 농진공, 한국전력	온라인
수질정보	수질DB	수시	환경부	한국전력, 수자원공사	온라인
기상정보	기상DB	수시	기상청	행자부, 수공	온라인
수리시설정보	수리시설	수시	농촌진흥공사	기상청, 수공, 한전, 홍수통제소	온라인
한강수계정보	한강수계 자료	수시	한국전력	홍수통제소	온라인
수량정보	TM 자료 댐운영자료	수시	수자원공사	환경부, 기상청, 농진공 홍수통제소, 한국전력	온라인

4.1.3 정보화 추진방향

향후 10년간 추진될 전국단위의 상하수도 정보화 사업은 사업주체인 시·군이 정보화사업을 시행하고 주관기관인 환경부가 지침 및 예산을 지원하는 체계로 시행된다.



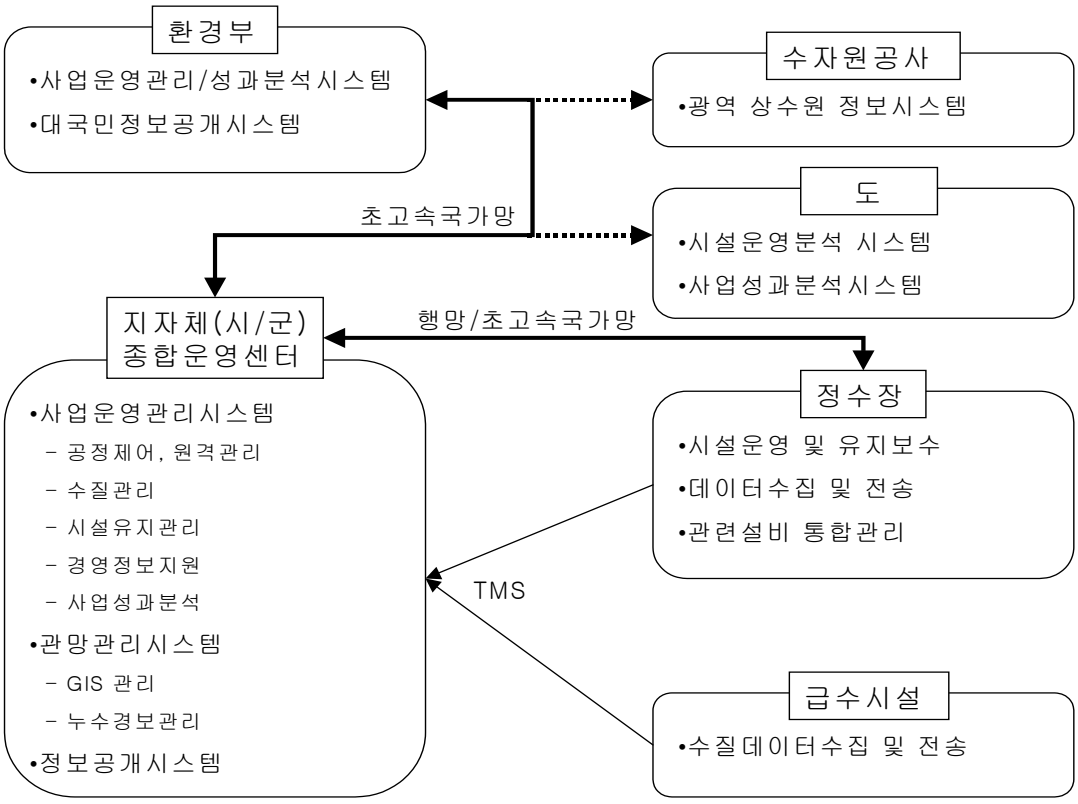
<그림 10.4-2> 사업추진체계도

4.2 상수도 시설의 유지관리

4.2.1 개요

제어계측 및 정보통신의 발달된 기술로 새로운 운영기법 및 합리적인 수도시설 운영체계를 수립하여 수도운영의 신뢰성 향상, 운전의 효율성 및 유용성 개선, 생산성의 향상, 생산품질의 향상을 도모하고 나아가서 대국민 정보 제공을 위한 기반을 구축 하고자 한다. 이에 따라 안산시는 통합시스템을 구축하여 수도시설의 효과적인 운영체계를 확립한다.

가. 정보화시스템의 계통구성



<그림 10.4-3> 정보화 시스템 계통별 흐름도

- 취수장, 가압장 등 각 단위시설의 취득데이터는 정수장에 위치한 중앙운영실에서 1차 수집되고, 수집된 데이터는 지자체(시/군)별로 구성된 종합운영센터에 전송된다. 이때 초고속국가망을 이용하여 데이터를 전송하되 국가망이 아직 설치되지 않은 경우에는 유무선의 TMS를 이용한다.
- 종합운영센터에서 수집된 데이터는 각 개별시스템으로 입력되어 사업운영관리시스템을 지원하게 되고, 분석 처리된 데이터는 다시 중앙정부와 도 및 광역시로 전송되어 행정업무 및 정책을 지원하게 된다.
- 각 계통별로 수집된 데이터는 대국민공개 시스템을 통하여 국민이나 지역민에게 공개된다.

나. 정보화시스템의 계통별 역할분담 및 주요기능

각 계통별 역할분담 및 주요기능은 다음과 같다.

<표 10.4-3> 계통별 역할 및 주요기능

지 역	역 할 및 주 요 기 능
중앙정부	•수집된 자료의 종합분석, 관리에 의한 운영방침 설정 및 정책 판단 •지역별 수돗물의 수질상태 및 상수도설비 운영상태 파악 •대국민 자료공개 시스템 운영 •수집데이터 및 통계, 분석 데이터의 보관, 관리 •관련 기관과 연계하여 상수도자료의 종합관리
도	•수집된 자료를 분석하여 지역의 특성을 고려한 운영지침 설정 및 정책 판단 •해당지역 수돗물의 수질상태 및 상수도설비 운영상태 파악 •수집데이터 및 통계, 분석 데이터의 보관, 관리 •주요지점, 취약지점의 수량 및 생산량 감시
지자체 (시/군) 종합운영센터	•수집된 자료를 분석하여 사업장별 운영지침 수립 •비상시의 운전방안 지시 및 방침 전달(전화, FAX 등) •관할 정수장 설비 가동상태 감시 •현장설비에 대한 원격 운전 수행 •상황실에 운영요원을 상주하여 관할 정수장을 통합관리 •관련지역의 수도 자료를 분석하여 사업장 운전요원에게 방침 전달 •관할 사업장 설비관리 및 운영계획 수립 •각 사업장의 가동상태 실시간 관리 •해당지역 및 관련지역 취수원, 취·송수량 실시간 관리 •사업장 정비 및 가동계획 관리 •운영데이터의 환경부 전송 •관망/누수관리 시스템의 운영 및 유지보수팀 운영
정수장	•상수도 시설의 자동, 수동운전 •취수, 가압장 등 관련 설비의 원격운전 •설비 가동데이터 및 수질데이터의 취득 및 관리 •시설의 관리 및 유지보수

4.2.2 통합시스템의 구축

가. 기본방향

•경제성 : 기존 시설을 최대한 활용하여 투자대비 성과를 최대화 함

•유지관리 : 상수도 시설의 효율적이고 경제적인 유지관리를 위한 시스템 구축
업그레이드 및 시설 개보수가 용이하도록 구성

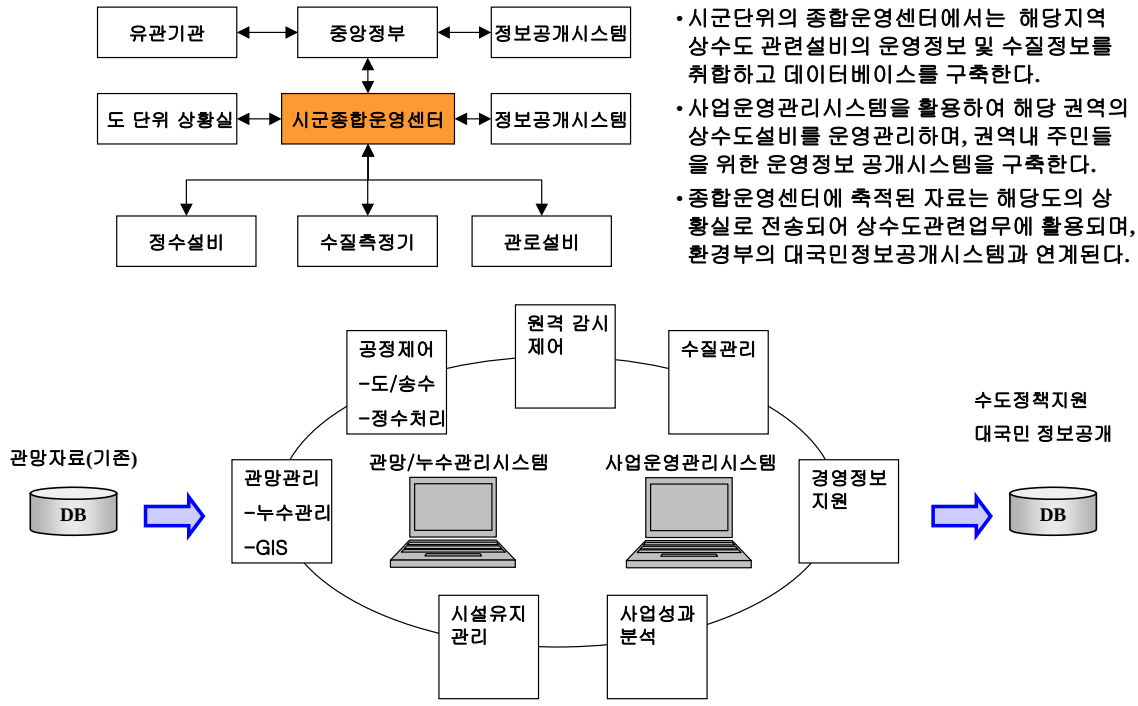
•기술개발 : 국내 기술수준을 감안하여 단계별로 시설계획을 수립
기술촉진을 도모하여 시스템 구축에 따른 국내외 경쟁력 확보

•활용성 : 구축된 정보화 시스템을 상수도 업무에 실용적으로 활용토록 함

•호환성 : 기존 시스템과 연계가 용이하게 이루어지도록 구성

나. 계층별 운영시스템 및 업무내용

통합시스템의 구축 및 계통별 업무내용은 다음과 같다



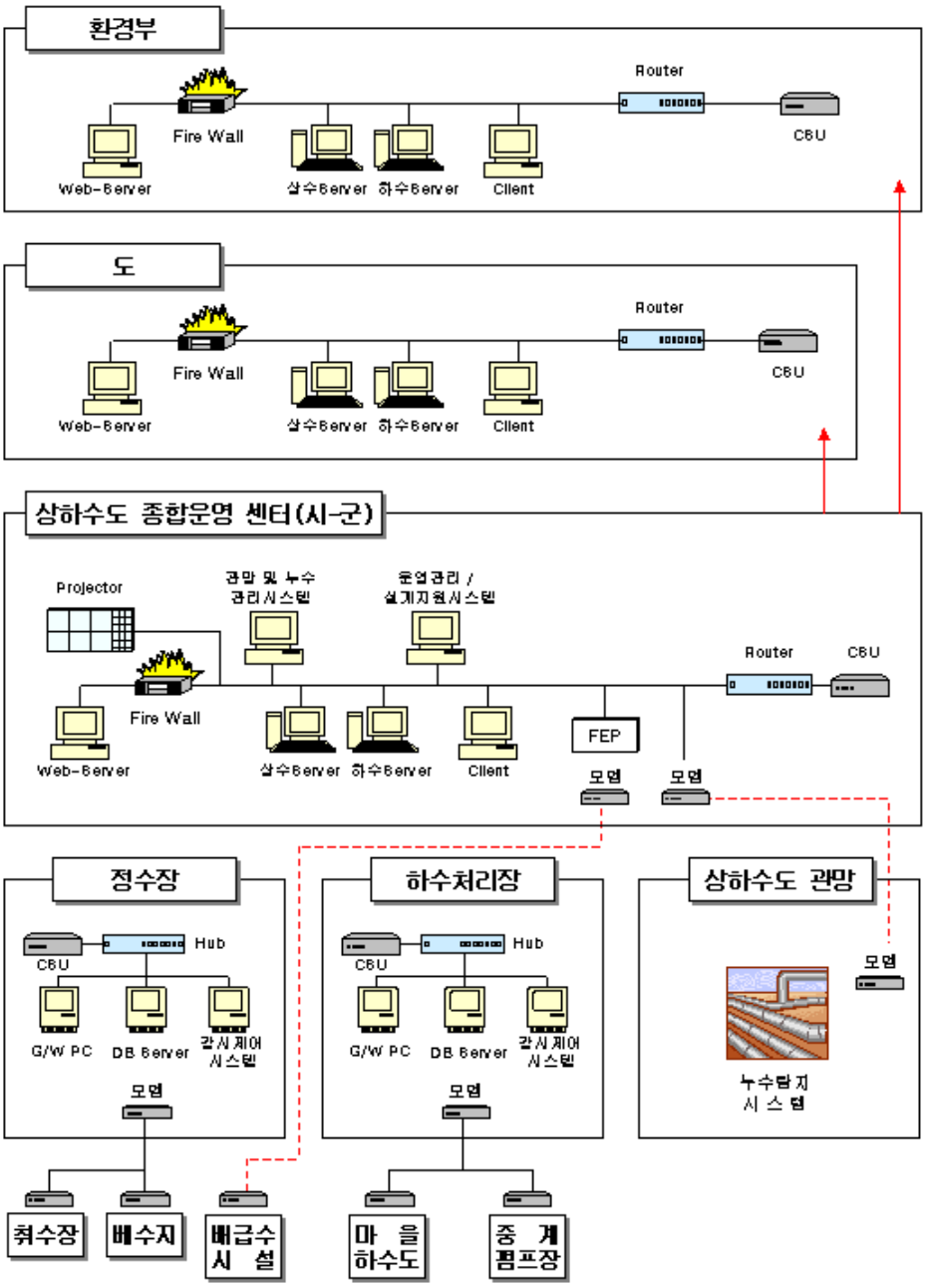
<그림 10.4-4> 통합시스템 구축도

<표 10.4-4> 계통별 운영시스템

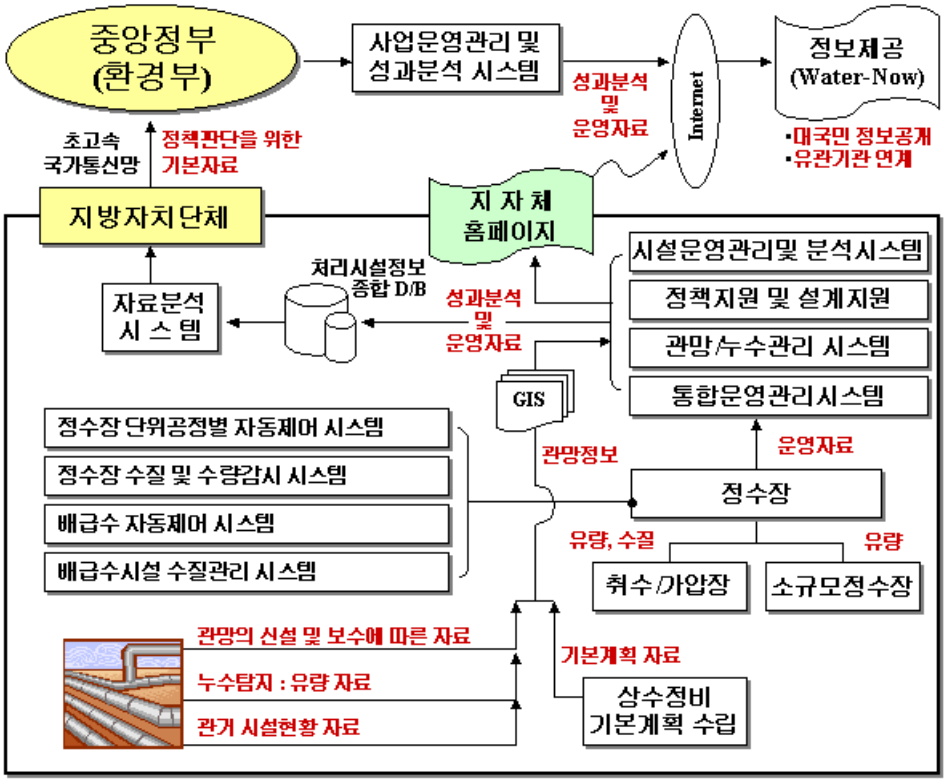
지 역	운영시스템	주요업무	업무내용
중앙정부	사업운영 관리 시스템	정책지원	•상수도시설 운영성과분석 •지역별 수돗물 수질상태파악 •데이터의 통계분석 및 보관관리 •상수도계획 수립
	대국민정보공개시스템	대국민상수도 정보공개	•대국민 수돗물 수질데이터 공개 •관련기관 정책자료 연계
도, 광역시	사업운영 관리 시스템	상수도사업수행지원	•상수도시설 운영성과분석 •지역 수돗물 수질상태파악 •데이터의 통계분석 및 보관관리 •지역상수도사업계획 및 운영 방침 수립
지자체 (시/군) 종합운영 센터	사업운영 관리 시스템	공정관리/원격관리	•수도설비 가동상태 및 운영현황 파악 •주요지점 및 취약지점의 집중관리 •단위시설의 원격감시 •자동화운전계획 및 지침 수립 •비상시 운전방안 및 방침수립
		수질관리	•수질측정망 관리 •수질데이터 취득 및 분석 •수질측정기 유지보수
		시설운영관리	•사업장 정비 및 가동계획수립 •취·송수량 및 생산량 관리 •운영데이터분석 및 인력계획
		유지보수	•시설정비보수계획 수립 •유지보수지침 수립 •유지보수자재 관리
		사업성과분석	•단위시설별 효율성 평가분석
	관망관리 시스템	관망도관리	•상수관로 현황정보관리 •시설물정보 •이력 및 속성정보
		공사관리	•사업계획 •공사관리 •장비계획
		운영관리	•구역계량관리 •누수정보관리 •설비현황분석
		매설물관리	•매설물도면정보 •매설물조서관리 •매설물이력 및 보수정보
	누수경보 시스템	누수경보	•누수탐지 및 예방 •사고조사 및 복구
	정보공개 시스템	지역민상수도 정보공개	•상수도운영정보 공개 •정수장 권내 수질정보 공개

다. 시스템 구성도 및 자료전송체계

안산시는 종합운영센터를 구축하고 지역 내의 각 단위시설들로부터 데이터를 수집하여 통합운영시스템 체계를 갖추고 있다. 또한, 종합운영센터에서는 향후 민영화운영에 대비하여 단위시설별 연계운전 체계 및 원격운전을 위한 자동화 운전체계를 갖추고 있다.



<그림 10.4-5> 시스템 구성도



<그림 10.4-6> 자료전송 흐름도

4.2.3 안산시 전산화 등 경영정보화 추진

가. 추진실적

사업명	전산화 내용	추진 시기	이용실적
상하수도요금 관리 웹 시스템 구축	인터넷을 통해 요금납부현황 조회·출력 이사정산 및 각종 수도 민원 신청	2005. 8 ~ 2007. 6	2007년 : 139건 2008년 : 959건
상하수도요금 가상계좌 납부시행	상하수도 요금을 전용가상계좌로 계좌 이체함으로써 납부편리성을 도모하고 체납요금 방지	2007. 5	2007년 : 28,027건 2008년 : 76,417건
민원전화 콜백 시스템 구축	모든 상담원이 통화중인 경우 민원인이 수신가능 전화번호를 남긴 후 상담원이 통화하여 민원처리	2008. 6	9,102건

나. 추진계획

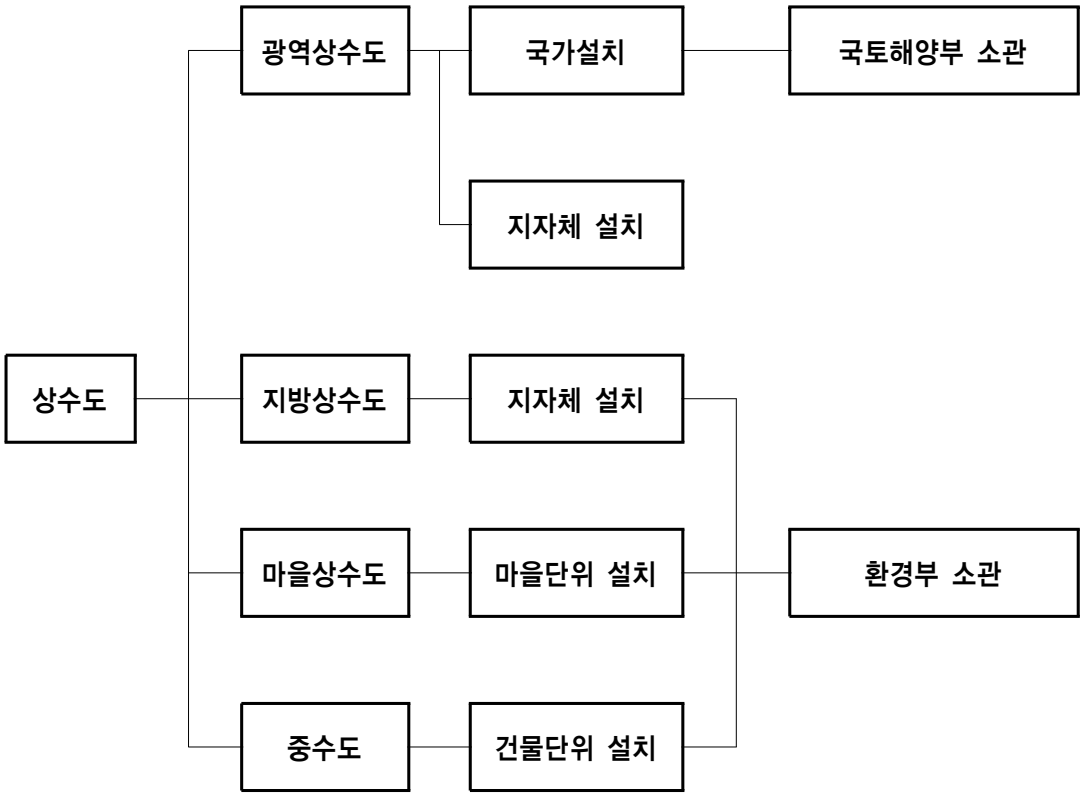
사업명	전산화 내용	비고
옥괴자동검침시스템	기존 계량기에 옥괴자동검침기 설치로 PDA기로 수도계량기 검침	설치전수 : 1,950전 PDA구입 : 5대

5. 기구정비

5.1 상수도 업무분장체계

상수도는 필요한 지역에 필요한 량을 필요한 수질로 공급하는 기반시설이므로 양적 공급가능과 질적 관리기능을 동시에 갖는다. 따라서 상수도는 양적 공급시설로 분류되기도 하고 질적 관리기능에 속하기도 하는데 원천적으로 분리 불가능한 물 행정을 양적 관리와 질적 관리로 이원화한 정부 방침에 따라 상수도 업무도 그 주된 기능이 무엇인가에 따라 국토해양부와 환경부가 나누어 관장하고 있다.

국토해양부는 상수도 행정가운데 국가가 직접 설치하는 광역상수도 업무를 관장하고 그 외의 일반적인 상수도 행정은 환경부 소관이다. 상수도 업무 분장 체계는 아래와 같으며, 각 사업의 상수도 업무 분담은 다음과 같다.



<그림 10.5-1> 상수도 업무 분장체계

<표 10.5-1> 상수도 업무의 분담

사 업 명			국가사무	지방위임 사무	지방사무	근거법령	비 고
일반수도	수도정비 기본계획		수도정비 기본계획 수립(국토해양부)			수도법 제4조 제1항	
			수도정비 기본계획 수립 (변경)			수도법 제4조 제2항	국토해양부 장관이 협의
						수도법 제4조 제3항	
			수도정비 기본계획 고시(국토해양부)			수도법 제4조 제5항	
	일반수도 사업의 인가		일반수도 사업 인가고시(환경부 장관, 국토해양부 장관)			수도법 제12조 제3항	
		광역 상수도	국가가 설치하는 광역상수도 사업인가 (국토해양부 장관)			수도법 제12조 제1항	
		지방 상수도	광역상수도 사업인가 (국가 설치 정수시설 지자체 설치 1만 및 10㎥/일 이상) (환경부 장관)	광역상수도 사인가 (국가 설치 정수시설 지자체 설치 1만 및 10㎥/일 이상) (시, 도지사)		수도법 제12조 제1항/ 시행령 제37조 제2항	
			지방상수도 사업인가 (1만 및 10만㎥/일 이상) (환경부 장관)	지방상수도 사업인가 (1만 및 10만㎥/일 이상) (시, 도지사)		수도법 제8조 제1항/ 시행령 제37조 제2항	
		마을 상수도			마을상수도 사업인가 (시,도지사)	수도법 제12조 제1항	

<표 10.5-1> 상수도 업무의 분담 (계속)

사 업 명		국가사무	지방위임 사무	지방사무	근거법령	비 고
일반수도	수도시설의 설치·관리			수도공사 기술자의 배치	수도법 제14조	
		수도시설의 준공검사 (국가설치 광역상수도)	수도시설 준공검사 (지차체 설치 광역상수도, 지방상수도)	수도시설 준공검사 (마을상수도)	수도법 제15조/ 시행령 제37조 제2항	국토해양부 장관, 환경부 장관, 시,도지사가 수행
				수도시설의 준공시 수질검사	수도법 제17조 제1항	시,도지사가 수행
		수도시설의 관리 (광역상수도)		수도시설의 관리 (지방, 마을상수도)	수도법 제17조 제2항	
		수도시설 관리자 임명 (관리상수도)		수도시설관리자 임명(지방상수도, 마을상수도)	수도법 제19조 제1항	
		수도의 수질검사 (광역상수도)		수도의 수질검사 (지방, 마을상수도)	수도법 제19조 제1항	시,도지사가 수행
				수돗물 안정성 진단위원회 구성, 운영	수도법 제20조 제1항	
		수도종사자 건강진단 (광역상수도)		수도종사지 건강진단(지방, 마을상수도)	수도법 제21조 제1항	
		수도의 위생상 조치 (광역상수도)		수도의 위생상조치(지방, 마을상수도)	수도법 제21조 제1항	
				저수조 청소업신고 수리 및 관리	수도법 제21조의 2~4	
		저수조 청소업 및 건축물 관리자 교육			수도법 제21조의 5	한국수도 협회에 위탁
		급수의 긴급 정지등 (광역상수도)		급수의 긴급정지등(지방, 마을상수도)	수도법 제22조	일반수도사업자: 시장, 군수
				수돗물 공급규정 제정, 운영	수도법 제23조	
				긴급 급수지원	수도법 제26조	

<표 10.5-1> 상수도 업무의 분담 (계속)

사 업 명		국가사무	지방위임 사무	지방사무	근거법령	비 고
일반사항	국가설치 수도	수도시설 설치			수도법 제 28조 제1항	
	수도사업의 경영			수도사업경영 (지방자치 단체)	수도법 제8조	
	수도시설 비용부담			요금등의 강제징수	수도법 제51조	
	수도사업의 폐지·휴지	일반수도사업의 폐·휴지허가(국가설치 광역상수도 1만 및 10만㎥/일 이상)(공업용수도 1㎥/일 이상)	일반수도사업의 폐·휴지허가(지자체 설치 광역상수도 1만 및 10만㎥/일 이하) 지방상수도 1만 및 10만㎥/일 이하) (공업용수도 1만㎥/일 이하)	일반수도사업의 폐지, 휴지허가 (마을상수도)	수도법 제27조 제1항	
				일반수도사업의 폐지, 휴지허가시 원수수질 협의	수도법 제27조 제2항	환경부 장관과 협의
공업용수도		공업단지의 공업용수도 시설 설치·공급(국가 설치)		공업단지 공업용수도 시설 설치, 공급(지자체설치)	수도법 제33조 제1항	
		공업용수도사업 인가 (1만㎥/일 이상)	공업용수도 사업 인가 (1만㎥/일 이하)		수도법 제33조 시행령 37조 1항	건교부장관이 인가
		공업용수사업 인가고시(1만㎥/일 이상)	공업용수도 사업 인가고시 (1만㎥/일 이하)		수도법 제34조	
		공업용수도 사업준공검사 (1만㎥/일 이상)	공업용수도 사업 준공검사 (1만㎥/일 이하)		수도법 제34조	건교부장관이 수행
		공업용수도 시설관리(국가설치)				
		공업용수도사업의 폐·휴지허가 (1만㎥/일 이상)	공업용수도 사업의 폐·휴지허가(1만㎥/일이하)		수도법 제34조 시행령 37조 1항	

<표 10.5-1> 상수도 업무의 분담 (계속)

사 업 명		국가사무	지방위임 사무	지방사무	근거법령	비 고
공업 용수도		국가의 전용 수도설치			수도법 제35조	
				전용상수도 인가	수도법 제36조 제1항	시·도지사가 인가
		전용상수도 인가시 원수수질 협의			수도법 제34조	환경관리청장에게 위임
				전용상수도 준공검사 및 수질검사	수도법 제34조	
				전용공업용수도 인가	수도법 제38조	시·도지사가 인가
				전용공업용수도 준공검사	수도법 제38조	
수도시설 감독 및 지원	수도 시설의 감독	수도사업자에 대한 수돗물 개선을 위한 필요한 조치명령			수도법 제45조의 2/ 시행령 제37조 제3힝	환경관리청장에게 위임
		법령위반자에 대한 인가 취소등의 조치(국가에 설치하는 광역상수도) (지자체가 설치하는 1만 및 10만㎥/일 이상의 광역, 지방상수도)(1만㎥/일 이상 공업용수도)	법령위반자에 대한 인가취소등의 조치(지자체가 설치하는 1만 및 10만㎥/일 이하의 광역,지방상수도) (1만㎥/일 이상 공업용수도)	법령위반자에 대한 인가 취소등의 조치 (마을상수도) (전용수도)	수도법 제46조 및 수도법시행령 제37조 제2항	인가관청이 권한 행사
		수도시설에 대한 개선명령 (국가가 설치하는 광역상수도) (지자체가 설치하는 1만 및 10만㎥/일 이상의 광역, 지방상수도)(1만㎥/일 이상 공업용수도)	수도시설에 대한 개선명령 (자자체가 설치하는 1만 및 10만㎥/일 이하의 광역, 지방상수도)(1만㎥/일 이하 공업용수도)	수도시설에 대한 개선명령 (마을상수도) (전용수도)		인가관청이 권한행사
		수도공급 규정 변경 명령 (국가가 설치하는 광역상수도) (1만㎥/일 이상 공업용수도)		수도공급 규정 변경명령(마을상수도)	수도법 제48조	

<표 10.5-1> 상수도 업무의 분담 (계속)

사 업 명			국 가 사 무	지방위임 사무	지방사무	근거법령	비 고
수도시설의 감독 및 지원	수도시설 설치자금 융 자		정수시설설치 자금융자			수도법 제52조의 2제 4항	
	국가보조		수도사업 비용 국고보조 또는 융자			수도법 제56조	
	기술연구, 개발등		수도기술 연구개발 추진 및 지원			수도법 제55조 제1항	
			수도분야 종사자 교육훈련실시 및 지원			수도법 제55조 제2항	
	마을 상수도		마을상수도 기술 및 재정지원		마을상수도 기술 및 재정지원	수도법 제32조 제1힝	
상수원 관리	수도시설의 감독			상수원 보호구역의 지정, 변경 및 공고		수도법 제5조 제1항 및 제2항	시, 도지사에게 위임.
					상수원 보호구역내 행위허가 및 신고수리(시장, 군수)	수도법 제46조 및 수도법시행령 제37조 제2항	
					상수원보호구역 관리(시장, 군수, 도지사)	수도법 제6조 제1항 및 제2항	시장, 군수가 관리
			상수원 보호구역 관리상태 평가(환경부장관)			수도법 제6조 제3항	환경관리청장에게 위임.
상수원 관리	상수원 보호구역내 주민 지원 사업				주민 지원사업계획 수립시행(시장, 군수, 도시사)	수도법 제6조의 2 제1항	도지사 또는 시장, 군수가 수행
						수도법 제6조의 3 제1항	
			주민지원사업 소요재원 국가보조 (국가)			수도법 제6조의 3 제3항	
	상 수 보호구역 비용부담				상수원 보호구역 비용부담협의 (시장, 군수, 도지사)	수도법 제7조 제1항	
기 타	지하수	지하수제한			지하수취수제한 등 조치	수도법 제10조	
	중수도	중수도설치	중수도 설치권장(국가)		중수도설치권장 (지방자치단체)	수도법 제11조	
			중수도 설치기술지원 (국가)		중수도 설치기술 지원 (지방자치단체)	수도법시행령 제15조 제 2 항	

5.2 안산시 관리조직

5.2.1 현행기구에 대한 검토

안산시 상수도 업무 조직은 3과 10담당으로 구성되어 있으며 주요 업무는 다음과 같다.

<표 10.5-2> 상수도 업무 조직별 담당업무

부서별	담 당	주 요 업 무
수 도 행정과	수도행정담당	1. 상하수도사업소 행정의 종합, 기획 및 조정 2. 사업소 조직 및 인사관리 3. 공사 및 용역 및 물품계약, 조달 4. 비축자재 및 공사물품 창고관리
	기업회계담당	1. 상수도특별회계 예산 및 결산 2. 상수도특별회계 자금운영 3. 국도비 보조금관리 및 세입세출외 현금관리 4. 상수도공기업 특별회계 자금지출
	요 금 담 당	1. 수도요금 부과 및 징수 2. 요금제도 개선 및 시책추진 3. 체납수용가 관리 4. 수도계량기 검침 5. 홈페이지 및 요금전산관리
수 도 시설과	수도시설담당	1. 상수도중장기 종합계획수립 2. 상수도시설의 증설 및 확장사업 3. 지하수관리 업무
	급 수 담 당	1. 단수 및 급수불편 민원사항 처리 2. 건축협의 급수공사 추진 3. 원 · 정수 수량결정 변경 4. 마을상수도, 먹는물 공동시설 관리 5. 약수터, 저수조 청소업 신고 및 관리
	누수방지담당	1. 상수도 유수율 자료 분석 관리 2. 상수도 배관망 작성 관리 3. 누수탐사 추진
	시설물관리담당	1. 누수복구 공사 2. 계량기 관리등 상수도 시설물 관리 3. 상수도 시설 불법 단속 4. 계량기(고장 · 경과등) 관련 업무 5. 누수관련 민원처리
정수과	정수 1담당	1. 안산정수장 시설물 유지관리 2. 안산정수장 수계 배수지관리 3. 와동가압장 운영관리 4. PET병 입수 생산 5. 안산정수장 수질관리

<표 10.5-2> 상수도 업무 조직별 담당업무(계속)

부서별	담 당	주 요 업 무
정수과	정수 2담당	1. 연성정수장 시설물 관리 2. 연성정수장 수계 배수지 관리 3. 시흥시 용수공급 관련업무 4. 연성정수장 수질관리
	수질관리담당	1. 모형정수고도정수처리 관련연구 업무 2. 먹는물 수질검사기관 운영 3. 정도관리 및 검사항목 관련업무 4. 수도꼭지 품질인증제, 수돗물평가위원회 및 모니터링 업무, 수질검사 자료처리

각종 도시개발계획 등으로 인해 발전 속도가 빠르게 진행되고 있는 안산시의 경우 상수도 또한 시설 및 사업규모가 점차 커지고 있는 상황임을 고려할 때 현행기구의 조직 및 구성원 또한 지속적인 보강이 필요하며 상수도규모의 확대에 따라 발생할 수 있는 문제점들을 살펴보면 다음과 같다.

•상수도 시설확장에 따른 전문 인력의 증가 없이는 전문화 되어야 할 상수도 업무의 연속성 및 업무의 인수·인계가 원활하지 않다.

•따라서 조직의 기능이 약화되고 기능약화는 기획업무 및 기술발전의 저해요인이 되며 책임한계의 불분명, 전문직의 부재, 서비스의 부재 등 비효율적인 운영으로 인하여 상수도의 종합 경영기능을 약화시킨다.

•수도종사자 및 기능직에 대한 교육기회가 적으면 직원의 자질향상을 도모하기 어려우며 인력전문화를 통한 기술개발 기능이 없다.

•장래 시설물 현대화에 따른 전문 전산인력 확보가 수행 되어야 한다.

이상과 같은 문제점을 극복하기 위해서는 상수도 관리 조직의 강화는 물론 상수도 관련 종사자의 전문화에 보다 적극적인 노력이 필요하다.

5.2.2 기구정비에 대한 제안

안산시는 행정구역이 타 지자체에 비해 넓으며 여러 가지 개발들로 인해 가압장 및 배수지의 수가 과다하기 때문에 현재 각 가압장 및 배수지에 대한 시설 현대화 및 자동화 시스템을 도입하고 있는 추세를 감안할 때 가압장, 배수지 관리에 있어서 가능한 한 관리인원의 증가를 억제하면서 전산요원 등 전문직종의 이용을 활성화하여 보다 효율적인 유지관리 체제를 이행해 나가는 것이 바람직하다. 따라서 직원 개개인의 자질향상을 도모하고

우수한 인재집단에 의한 고도의 시설관리를 할 수 있는 태세를 갖추도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 상수도 시설의 자동화는 물론, 정보관리의 충실화, 생산의 안정성, 응급시의 대처능력 등을 향상시킬 수 있는 전문인력의 확보와 주기적인 직능별 교육이 필수적인 요소라 할 수 있으며 상수도 시설이 자동화됨에 따라 그 기능이 날로 복잡해지게 되므로 새로운 기능에 대응할 수 있는 유지관리 조직을 향후에 지속적으로 보완, 개편해 나가는 것이 바람직하다.

<표 10.5-3> 상하수도사업소 조직개편 제시(안)

실과소별	07.10.30 기준			부서요구사항		조직부서 검토사항		산출인력
	기구	정원	현원	기구	인력	기구	인력	
상수도	10	120	120				△4	116
수도행정과	3	47	47	–	–	현행유지	△1	46
수도시설과	2	14	13	–	–	수도시설과+ 누수방지과(통합)	△3	24
누수방지과	2	13	14	–	–			
정수과	3	46	46	–	–	현행유지		46

주) 하수과 제외 (2009년 상수도 지방공기업 경영평가 보고서(안산시))

제11장 기술진단계획

1. 전문기술진단

2. 관망진단

제11장 기술진단계획

1. 전문기술진단

1.1 개요

수도법 제33조 2항에 의한 수도시설에 대한 기술진단은 수도시설의 관리상태를 점검하기 위하여 매 5년마다 실시한다. 정수장 기술진단은 정수시설의 규모에 따라 일반기술진단(시설용량 1일 5천톤 이하)과 전문기술진단(시설용량 1일 5천톤 초과)으로 구분된다. 이에 따라 안산정수장과 연성정수장은 전문기술진단 대상이 된다.

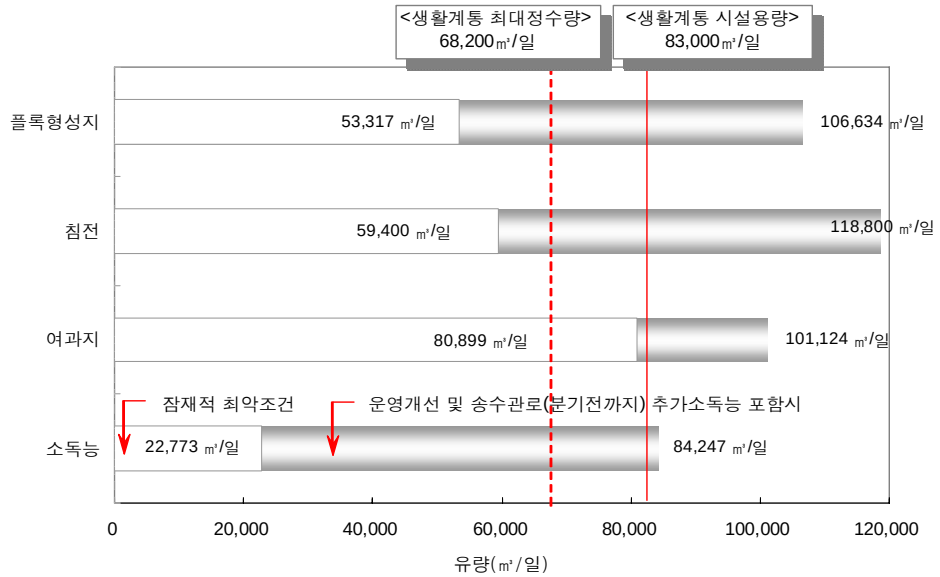
1.2 정수시설 기술진단

안산정수장과 연성정수장 기술진단을 실시하여 제5장 시설개량계획에 반영하였다.

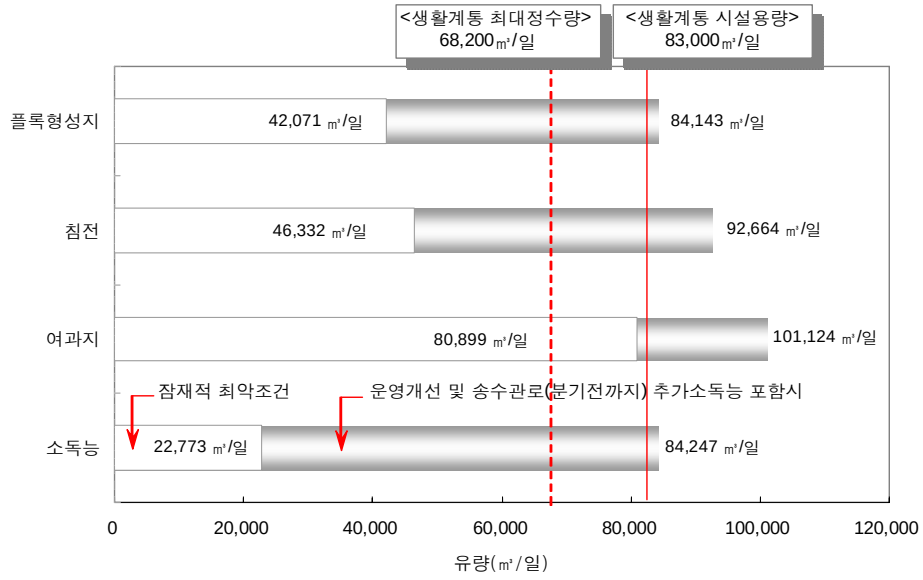
1.2.1 안산정수장 기술진단

가. 종합성능평가

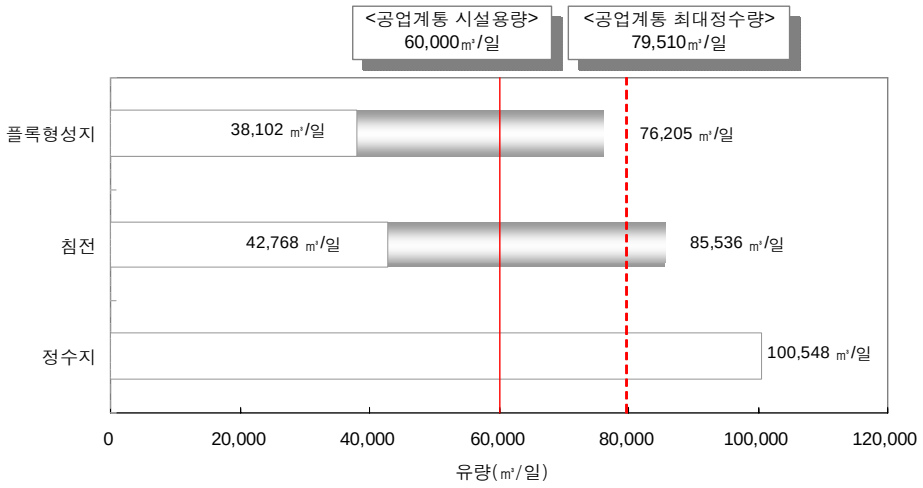
총 시설용량은 143,000㎥/일이며, 생활용수계통은 83,000㎥/일, 공업용수계통은 60,000㎥/일로 시설되어 있다. 공정별 기준 범위에 대해 최대처리가능용량을 산정하여 아래 잠재적 성능 그래프로 표현하였다. 확장된 응집침전지 #1지는 당초에는 생활용수계통으로 설계되었으나, 현재 공업용수계통으로 운영되고 있어 시설현황과 운영현황으로 구분하였다.



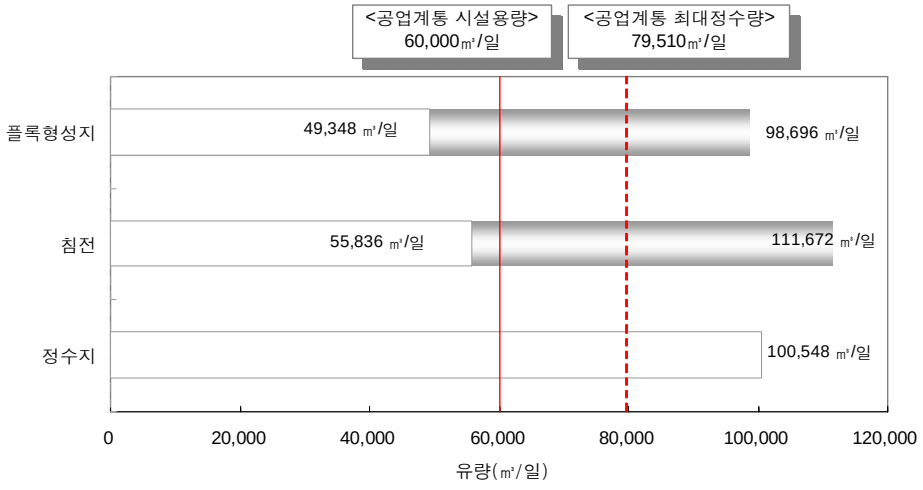
<그림 11.1-1> 성능평가그래프 : 생활용수계통(시설)



<그림 11.1-2> 성능평가그래프 : 생활용수계통(운영)



<그림 11.1-3> 성능평가그래프 : 공업용수계통(시설)



<그림 11.1-4> 성능평가그래프 : 공업용수계통(운영)

나. 안산정수장 기술진단 및 개선방안 종합

<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안

공정	기술진단 결과	개선방안
수질	-Geosmin과 2-MIB는 정수처리 후에도 최소감지 농도로 알려진 8ng/L와 5ng/L에 대하여 초과하여 나타남 -Geosmin, 2-MIB : 2009년 7월 1일부터 먹는물 감시항목으로 추가 지정	-분말활성탄주입 적정화가 필요하며, 향후 고도처리도입 검토 필요
계통별 유량 배분	-착수정 후단에서 생활용수계통과 공업용수계통으로 유량분기 -계통별 유입유량계 미설치 -수리조건에 의한 균등분배 불가 -현재 생활계통 유입밸브로 조절	-(개량안 1) 현장 여건상 생활용수계통의 혼화지 유입 관로에 유량계 설치 불가. 여과지 유출유량계를 참조하여 생활용수계통 혼화지 유입분배조절밸브 개도제어를 통한 계통별 유량배분에 유의 -(개량안 2) 응집침전지에 지별 유입유량계를 설치. 지별 유량계를 참조하여 유입밸브 개도제어를 통한 계통별 유량배분에 유의 -(개량안 3) 응집침전지 유입구조 변경(안)을 적용시, 생활용수계통 혼화지 후단에 유량계 개량설치 가능
	-계통별 유량배분이 가능하도록 개선이 이루어지더라도, 생활용수계통의 정·배수지 유효용량이 부족하므로(시설용량 기준 체류시간 2.6시간), 배수량의 시간변동에 대한 대응 필요 -여름철 생활용수 사용량이 증가하여 시간최대배수량이 증가하게 되면, 공업용수계열의 침전수를 여과지로 유입되도록 운영하고 있음 · 최근 3년간 시간최대유량의 최대값 : 4,690㎥/hr(2007년 8월 9일 발생), 4,500㎥/hr(2007년 4월 13일 발생) · 운영일수의 25%가 생활용수계통 적정생산량(약 3,500㎥/hr)을 초과하여 운영됨	-응집침전지 지별 유입유량계 설치(안) 적용시, #1지를 포함할 경우 생활용수계통 적정생산량 : 약 4,595㎥/hr -정·배수지 수위 관리에 주의 필요 -안정적인 운영을 위해서는 정수지 증설 또는 배수지 신설(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토) 필요

<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
계통별 유량 배분	-현재 배출수지(회수조) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 저류조를 통해 공업용수 혼화지로 반송되고 있음. -공업용수로만 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는, 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능하므로, 잠재적인 위험 내재 -상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있음	-공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우 •(개량안 1) 혼화지 2지 중 좌측지로 회수수가 유입되도록 위치 변경. 응집침전지 #2지와 #3지 사이의 배관에 밸브 설치. 필요시 침전지 #1지에서만 여과지로 유입되도록 함 •(개량안 2) 배출수지(회수조) 상징수만 회수하고, 배슬러지지(조정조) 상징수는 회수하지 않는 것이 가장 이상적임. 배슬러지지 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함. 배출수지 상징수 회수량은 원수유입량에 대한 비율이 10% 이내에서 운영되도록 주의 •(개량안 3) 생산성 측면에서 배슬러지지(조정조) 상징수 회수를 지속할 경우에는, 회수수에 대해 원생동물에 대한 모니터링이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단됨 -공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입하지 않아도 될 경우 •(개량안 4) 안정적인 운영을 위해서는 정·배수지 증설 또는 배수지 신설 필요(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토). 배출수처리시설은 현재와 같이 운영 가능

<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
계통별 유량 배분	-현재 배출수지(회수조) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 저류조를 통해 공업용수 혼화지로 반송되고 있음. -공업용수로만 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는, 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능하므로, 잠재적인 위험 내재 -상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로, 배슬러지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있음	-공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우 · (개량안 1) 혼화지 2지 중 좌측지로 회수수가 유입되도록 위치 변경. 응집침전지 #2지와 #3지 사이의 배관에 밸브 설치. 필요시 침전지 #1지에서만 여과지로 유입되도록 함 · (개량안 2) 배출수지(회수조) 상징수만 회수하고, 배슬러지지(조정조) 상징수는 회수하지 않는 것이 가장 이상적임. 배슬러지지 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함. 배출수지 상징수 회수량은 원수 유입량에 대한 비율이 10% 이내에서 운영되도록 주의 · (개량안 3) 생산성 측면에서 배슬러지지(조정조) 상징수 회수를 지속할 경우에는, 회수수에 대해 원생동물에 대한 모니터링이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단됨 -공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입하지 않아도 될 경우 · (개량안 4) 안정적인 운영을 위해서는 정·배수지 증설 또는 배수지 신설 필요(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토). 배출수처리시설은 현재와 같이 운영 가능
혼화 및 약품 주입	-전염소와 분말활성탄의 근접한 주입위치로 효율 저하 -통합수로에서 분말활성탄 주입으로(공업용수에도 분말활성탄이 주입되므로) 비경제적임	-분말활성탄 주입위치를 생활계통 혼화지 유입으로 변경
	-소석회와 응집제 주입위치가 근접	-약품간섭을 없애기 위하여 소석회는 착수정 유입부로 이동하여 주입
	-원수의 pH가 8.5 이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 15.8%에 해당(pH 8.0 이상 유입되는 경우는 운영일수의 40.8%에 해당)	-pH 조절제로 산제 도입 검토 필요

<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
플록형성	-응집침전지 지별 유량배분 : 지별 규격이 상이하며, 응집침전지 유입부 구조상 지별 유입유량 균등배분이 부적절한 구조이므로, 각 지별로 설치된 유입밸브의 개도율 조정 필요 -특히 공업용수계통은 응집침전지 #1지와 #2지~#4지의 규격이 상이하고, 혼화지 2지 중 우측지로 회수수가 유입되고 있음. 또한, #1지의 침전지 트라프 높이가 다른 지에 비해 높아 유량배분의 문제가 있어, 지별 유입유량 균등배분이 매우 어려운 상황임	-(개량안 1) 응집침전지에 지별 유입유량계 설치 -(개량안 2) 응집침전지 유입구조 변경. 혼화지 위어를 가동위어로 변경하고, 유입부를 점감식 수로로 변경(#1지~#2지, #3지~#4지, #5지~#7지로 분할)
	-플록형성지 정류벽 개구비 과대	-Montgomery가 제시한 단락류 발생우려가 있는 10% 이상의 범위보다는 작으므로 운영에 유의하고, 목표수질, 장래 원수수질 및 처리유량의 증가 등 종합적 검토를 통해 개구비 조정 시기 결정
	-플록큐레이터 회전방향이 3단 모두 정방향으로 운영되고 있는 것으로 조사되었으며, 단구분 정류벽이 기준에 과대하게 평가되어 단락류 발생 우려	-응집효율 증대와 단락류 발생을 방지하기 위하여 플록큐레이터 회전방향을 (1단) 정방향 → (2단) 역방향 → (3단) 정방향으로 운영하는 바람직하다고 판단됨
	-지별 규격 및 플록큐레이터 규격이 상이하여, 동일 Gt값을 위한 회전수 상이 -검토 결과, 지별 Gt값은 평균유량기준에서 3.4×104~4.4×104로 나타나, Kawamura 권장기준인 0.3×105~2×105에 적정한 것으로 평가되었으나, 하한에 가깝게 운영되며, 지별로 다소 상이하게 나타남 -G값의 경우 1단 23.9~31.6/sec, 2단 15.6~23.7/sec, 3단 4.1~6.4/sec로 권장기준인 50/sec~10/sec(점감식 운영)에 다소 낮은 범위로 운영됨. 또한 #2지는 점감 정도가 부적정하게 나타남.	-목표 Gt값 확보를 위한 지별 회전수 관리에 주의 -조사당시 평균유량기준에서는 Gt값이 적정한 것으로 평가되었으나, 원수의 수질특성(수온, 탁도 등)과 유입유량에 따라 플록의 성장 패턴이 달라지므로, 플록형성지의 교반조건을 연중 동일하게 유지하는 것은 바람직하지 않으며, 회전수 변경(G값 변경)과 처리효율과의 관계를 지속적으로 도출하여 최적의 교반강도로 운영하여야 함 -저탁도 유입시 교반강도 상향 조절 필요. 1단은 약 50/sec, 3단은 약 10/sec정도 수준이 되도록 단별 적정 rpm을 설정 -현장운영(수온, 탁도, 유량 등 고려)으로 적정 Gt 결정하는 것이 바람직함

<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
침전	-위어하부상승유속이 시설기준을 초과함 · AWWA 설계기준 : 58.6~87.9㎥/㎡ · d · 시설현황, 설계유량 기준 #1지 : 138.3㎥/㎡ · d, #2지~4지 : 136.7 ㎥/㎡ · d #5지~7지 : 117.8㎥/㎡ · d · 운영현황, 설계유량 기준 #1지 : 106.4㎥/㎡ · d, #2지~4지 : 104.7 ㎥/㎡ · d #5지~7지 : 151.0㎥/㎡ · d	-시설현황 및 운영현황, 설계유량 및 첨두유량기준에서 시설기준을 모두 만족하기위한 최소 위어선단길이(트라프 말단 폐쇄구간 유지시) : #1지~#4지 22m 이상 설치 #5지~7지 28m 이상 설치 -밀도류 발생에 의해 유출부 벽면을 타고 부상하는 침전슬러지의 유입을 최소화하기 위해 말단에서부터 약 2m를 폐쇄하여 운영하는 것이 바람직하므로 트라프 말단 2m 폐쇄 구간은 유지하여 운영하도록 함
여과	-여재 균등계수 및 최대경 부적합	-적정 입경의 여재로 교체
	-#5지 좌측의 경우 지내 여층깊이의 편차가 크게 나타남. #3지의 경우 좌측과 우측의 여층깊이 차가 크게 나타남. -#5지의 경우, 여과지 좌측과 우측의 역세척 시작 수위, 역세척 시작 직후 역세척수 유입속도, 역세척 배출수 탁도 등에 차이가 있음이 육안으로 관측됨	-자갈층 및 하부집수장치의 정밀검토 필요
	-균등계수가 부적정한 #5지의 경우, 기술진단 당시 여과사 팽창률 실측 결과, 여층 전체에 대해 약 12.5% 정도로 나타나(이론적 여층 팽창률 15.3%, 만약 #5지의 균등계수를 적정화할 경우 20.5%에 해당됨), 상수도시설기준 유지관리편에서 제시하는 적정 팽창률 20~30%에 부족. 향후 여과지 심층까지 여과가 진행되어 심층부에 오염이 발생되었을 때 팽창률이 부적절할 경우 문제 발생 우려	-역세척 효율을 적정화하기 위한 방안 (1안) 역세척방식을 역세척 펌프에 의한 공급 방식으로 변경 (2안) 균등계수 1.7 이하, 유효경 0.45㎜ 정도의 여재로 교체
	-유출부 유량조절장치 기능 저하 -지별 유량차 발생 및 지에 따라 감쇠여과 발생 -지별 유량관리 방안 필요	-(개량안 1) 유량제어형으로 변경. 유출유량계가 설치되어 있으므로, 유량계를 이용한 유출유량제어방식으로 변경 -(개량안 2) 자연평형형으로 변경. 유출부 유량조절장치의 높이를 고정하고 수위변동과 관련없이 유량균등배분이 이루어질 수 있도록 여과지 유입부 구조(나팔관 설치)를 변경

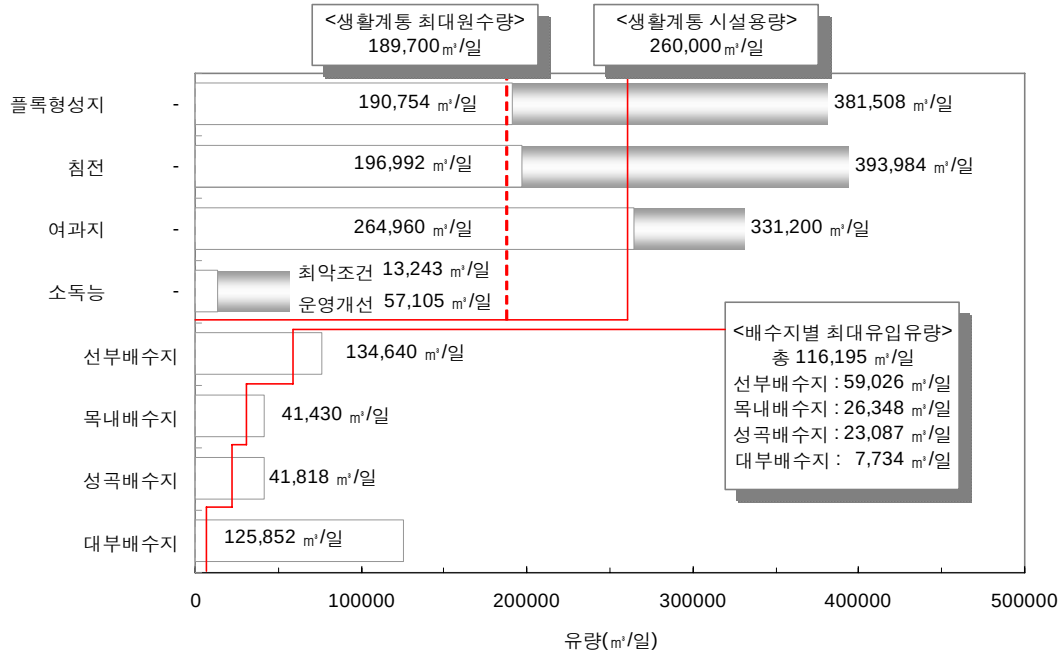
<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
소독	-수질 및 운영 최악조건에서 소독능 부족 -직접급수 분기전 송수관로까지 추가소독능 포함시에도 최악조건에서 소독능 부족 -잔류염소농도와 정수지 운영수위비를 운영평균값(각 0.64mg/L, 0.65 이상)으로 개선시 잠재적 최악조건에서 소독능 만족 -정수지 도류벽을 장폭비환산계수 0.85로 재설치(추가 설치)할 경우, 송수관로(직접급수 분기전까지 L=120m)에 대한 추가소독능을 포함하면, 잔류염소농도 0.59mg/L 이상, 정수지 운영수위비 0.50 이상 상시유지시 소독능 만족	-운영수위비 및 잔류염소농도 최적관리필요 -직접급수 분기전까지 송수관로에 대한 추가소독능 인증 필요 -향후 생산량이 증가할 경우, 상시 운영개선 조건을 수행하기에는 어려움이 따르므로 필요시 정수지 도류벽 재설치(추가 설치), 또는 정수지 증설에 대한 검토 필요

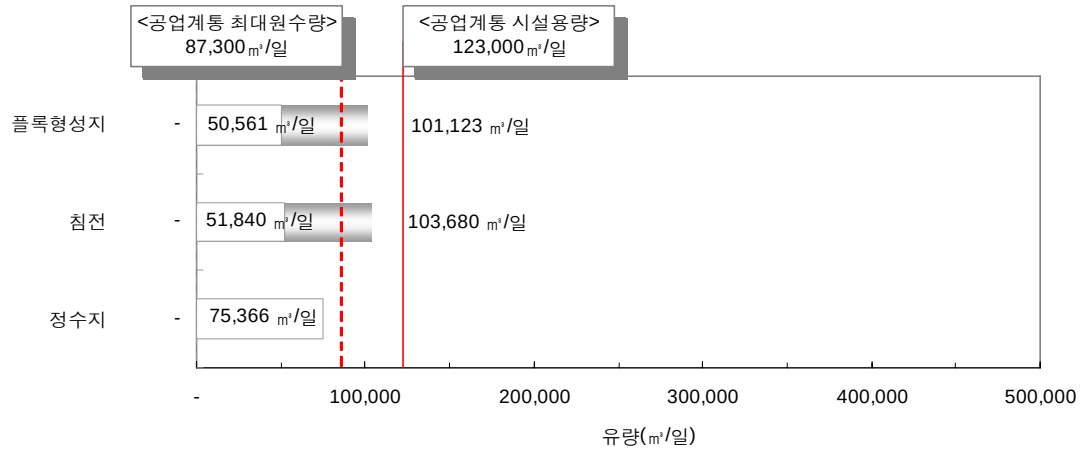
1.2.2 연성정수장 기술진단

가. 종합성능평가

연성정수장은 총 383,000㎥/일의 시설용량으로, 생활용수계통 260,000㎥/일, 공업용수계통 123,000㎥/일의 규모이다.



<그림 11.1-5> 성능평가그래프 : 생활용수계통



<그림 11.1-6> 성능평가그래프 : 공업용수계통

나. 연성정수장 기술진단 및 개선방안 종합

<표 11.1-2> 기술진단 및 개선방안

공정	기술진단 결과	개선방안
혼화 및 약품 주입	-pH 조절을 위한 산제 도입 필요. 원수 일간 pH는 6.3~9.3(평균 7.7) 범위를 나타내며, pH가 8.5이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 5.2%(pH 8.0이상으로 유입되는 경우는 운영일수의 17.5%)에 해당	-현재 원수유량계 설치지점에 이산화탄소 도입을 계획하고 있으며, 주입위치는 적정한 것으로 판단됨
	-정수기준(생활용수계통)으로 pH 7.0이하가 25일(2.28%), pH 6.5이하가 1일(0.09%)로서 2008년 7월에 최소인 pH 6.3을 나타내었고, 이때 알칼리도는 최소 알칼리도인 16 ㎎/L로 조사됨	-착수정 전단에 NaOH주입 설비가 있으므로 저pH시 NaOH주입 필요를 검토하여 응집 pH를 최적화 하는 것이 바람직함.
플록 형성지	-공업용수계통 시설용량에 부족	-통합운영시 적정하므로 현재와 같이 생활용수계통 에서 부족한 양을 보충하여 운영하여도 무방함
	-G값 다소 낮음, #1지의 G값 점감범위 부적정	-지별 Gt값 균등화 필요 -저탁도를 대비한 Gt값 상승을 위한 rpm 적정화(〈표5-42〉 적정 rpm 참조)
침전	-공업용수계통 : 설계유량에서 표면부하율, 평균 유속, 위어하부상승유속 불만족	-공업용수계통 : 생활계통과 통합운영시 설계유량에서도 위어하부상승유속과 Fr. No.와를 제외하고는 시설기준을 모두 만족하는 것으로 평가됨. 따라서 현재와 같이 생활용수계통에서 공업용수계통의 부족분을 보충하여 운영하여도 무방하다고 판단됨.

<표 11.1-2> 기술진단 및 개선방안(계속)

공정	기술진단 결과	개선방안
침전	-통합운영시 위어하부상승유속 불만족 (생활 : 93.8㎥/㎡ · d, 공업 : 117.9㎥/㎡ · d)	-생활용수계통 : 기준을 초과하나 그 정도가 크지 않고 현재 최대 생산량에 대해서는 기준을 충분히 만족하므로 향후 생산량 변동을 고려하여 위어길이 연장을 검토하여도 무방함. -공업용수계통 : 첨두유량에서도 기준을 초과하므로 위어하부상승유속을 만족하기 위해 위어선단길이를 28.5m 이상으로 연결할 필요가 있음(폐쇄구간 미포함)
여과	-단계별 여과지 유입관로에 밸브 및 유량계 미설치. 유량편중 발생 및 유지관리 불리	-유입관로에 밸브설치 및 유량계설치(유량계는 한 개만 설치해도 무방)
	-역세척시 심층 배출 불량, 머드볼 관측	-역세척 강도 및 역세척 시퀀스 변경
	-역세척시 일부 물이 솟구침	-스트레이너 점검
	-역세척 시작 수위가 높음(수위계 기준점)	-역세척 시작 수위 조정 (수위계 기준점 여과사면으로 조정)
정수지	-한국상하수도협회로부터 추가소독능을 인증받아 운영하고 있음	
배출수 처리 시설	-탈수여액 및 세척수 2차 농축조로 유입	-조정기능을 하는 배슬러지지로 이송하여 처리는 것이 바람직함
	-배슬러지지 용량 부족	-1차 농축조의 농축기능을 통해 2차 농축조로의 조정이 가능할 것으로 판단되고, 2차 농축조의 용량이 충분하므로 설계조건에서도 1차 및 2차 농축조의 유입 및 인발을 적정화하면 운영상 문제는 없을 것으로 판단됨
	-방류수 수질 SS 초과 운영	-농축보조제를 사용하는 등의 운영적정화를 통하여 방류수질을 개선

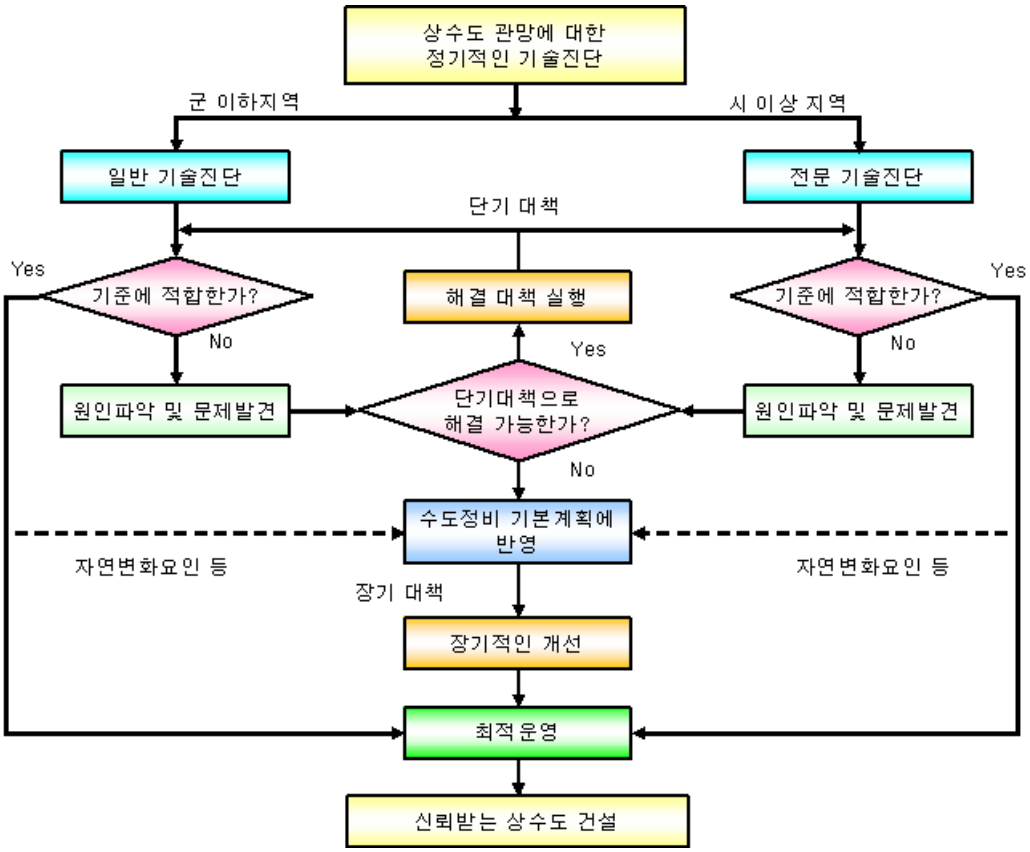
2. 관망진단

2.1 목 적

상수관망의 기술진단은 상수도관망의 목적을 원활히 달성할 수 있도록 '상수도 관망'과 그 운영, 관리 주체에 대하여 현재의 상태를 과학적이면서 합리적으로 진단함으로써, 진단에 의해 발견된 문제를 해결하고 현 상태를 개선하도록 하는데 기여하는 것을 목적으로 한다.

2.2 관망진단의 개요

현재 상수도 관망 일반기술진단의 경우 그 범위를 설정하는데 있어서는 '2007.12 환경부 상수도 관망진단 매뉴얼'에 정의된 항목 및 내용과 '2006년 수도정비기본계획 표준품셈 내용 중 수도시설 기술진단'에 정의된 항목 및 내용을 바탕으로 상수도관망 기술진단의 근본 목적에 적합하도록 과업의 범위를 설정하였다.



<그림 11.2-1> 상수도 관망 기술진단의 진행순서

전문 기술진단은 매 5년 마다 수도사업자와 관망진단 대행자가 협조하면서 가능한 모든 지표들을 이용하여 종합적이고 체계적으로 총체적인 상태를 정밀하게 진단한다.

<표 11.2-1> 전문기술진단의 범위 및 주요조사내용

범위	전문기술진단 주요내용
1. 블록시스템의 적정성	• 블록이 구축되어 있는가에 대하여 상, 중, 하 등으로 등급화 하여 평가 • 블록화가 행정상으로만 진행되었는지 실제로도 구축되었는지를 확인 • 전문 기술진단 시에 무작위로 일정 비율에 대하여 블록을 현장 방문확인
2. 수리적 안정성	• 상수도관망의 목표 중 하나인 수압 관리의 적정성 검토 • 상수도 시설 기준상의 수압범위, 순간수압변동, 부압발생, 감압변의 세팅과 운전, 감압밸브의 위치 적절성, C값 적합성 조사 • 수압에 대한 민원(출수불량)이나 관로의 연령이 높거나, 관로사고가 다른 지역보다 빈번한 블록에 대하여 추가조사를 수행 • 정밀연속수압기록계를 이용하여 1주일간 수압의 주야간변동, 적정급수압 유지 여부, 수격압 혹은 부압 발생 검토
3. 수량관리의 적정성	• 충분한 수량 확보, 정확한 수량 기록에 대하여 조사 • 구역유량계의 허용오차 범위 내에서의 작동여부, 배수지의 체류시간, 출수불량, 배수지 계통간의 적절한 수량분배, 펌프의 효율성 등을 조사
4. 수질적 안정성	• 지정된 검사 지점 및 취약지구로 판단되는 곳에서 직수를 채취 • 공인기관에서 분석, 기준치를 만족하는지, 배수지에서의 소독능이 만족하는지, 수질 검사 개소, 위치적정성, 관종과 관로연령에 따른 수질 변화특성등을 검토 • 수질불만족 판정, 잔류염소 부족, 수질민원이 발생할 때에는 동일한 지점,유입지점 및 수개 이상의 예상 취약지점에서 시료를 채취한 후 수질분석을반복 • 염소감소가 심각한 경우 오접오염에 의한 수질오염의 가능성이 있는지를정밀수질측정기록계를 이용하여 검토
5. 구조적 안정성	• 재질의 노후, 사고위험, 수리성능저하, 부식 환경 등 예측에 의한 점수를 종합하여 평가 • 취약지역 등 우선진단 대상지역의 관체를 실제로 채취, 현재 관망의 물리적 성능을 진단하고 예측에 의한 평가와 함께 해당 구역을 종합 진단
6. 갱생공법의 적정성	• 문제관로에 대한 적정 개량공법을 평가하기 위한 전문 진단으로서 다양한 관종이 매설되어 있을 뿐 아니라, 시간이 경과함에 따라 서로 다른 특성을 보이며, 매설환경이 다양하므로 매설조건과 환경에 적합한 공법이 달리 요구되므로 개량을 위한 가이드라인 또는 기준 등을 제시하기 위함
7. 비상시의 대응성	• 제수밸브의 적정설치 여부, 단수범위 최소화계획, 예비전력보유, 비상시 여유용량, 비상연락관 확보, 소화용수량 확보, 소화전 개방을 통한 관로 세척시 충분한 유속확보등을 조사한다
8. 기타사항 관련	• 해당수도사업자 및 진단전문가의 판단에 의해 필요하다고 인정되는 추가적인 진단이 있을 수 있으므로 각 수도사업자는 이에 대한 충분한 검토를 자문위원회 등에 회부하여 신중히 결정

2.3 기술진단결과 및 정비계획

2.3.1 교체대상 관로 및 소요사업비 산출

가. 송수관로 년차별 노후관로 개량공사비

단 계	목표연도 (년)	구경 (mm)	노후관로 연장	
			송수관로 (Km)	개량 공사비용 (백만원)
3단계	2020	800	5.907	4,431.3
4단계	2025	600~1200	3.746	4,206.1
합 계			9.653	8,637.4

나. 배수관로 각 정수장 수계별 노후관로 개량공사비

정수장 수계별	관로 연장(Km)	관로개량 사업비(백만원)	비고
안산 정수장	37.3	14,483	
연성 정수장	34.9	14,188	
시흥 정수장	1.0	543	
반월 정수장	16.0	5,345	
계	89.2	34,559	

다. 배수관로 우선순위 선정 결과(대 • 중블록별)

대블록	중블록	노후관로 연장 (Km)	점수평가 가중치	간접평가 가중치	가중치 합	우선순위
안산	안산직접	36.4	1.31	1.32	2.63	2
	초지	0.9	1.18	1.16	2.34	3
연성	공단	21.7	1.41	1.32	2.74	1
	대부	-	1.00	1.00	2.00	10
	목내	4.7	1.08	1.06	2.14	7
	선부	7.7	1.08	1.09	2.17	6
	성곡	0.8	1.02	1.01	2.03	9
시흥	시흥직접생활	0.7	1.00	1.00	2.00	10
	시흥직접공업	0.3	1.00	1.00	2.00	10
반월	고잔	-	1.00	1.00	2.00	10
	반월	1.8	1.00	1.00	2.00	10
	반월직접	8.0	1.14	1.14	2.28	4
	일동	2.0	1.12	1.15	2.27	5
	성포	4.2	1.03	1.03	2.06	8

라. 교체대상 관로 및 소요사업비 산출결과

단 계	목표연도 (년)	노후관로 교체대상 관로현황			
		송수관로 (Km)	소요사업비 (백만원)	배수관로 (Km)	소요사업비 (백만원)
1단계	2010	–	–	7.1	1,813
2단계	2015	–	–	31.3	10,815
3단계	2020	5.9	4,431	25.6	10,882
4단계	2025	3.8	4,206	25.2	11,049
계		9.7	8,637	89.2	34,559

2.3.2 점검구 설치연장 및 소요사업비

관경(mm) \ 급수 계통		도수관로 (Km)	송수관로		배수관로		연장 합계 (Km)
			공업 (Km)	생활 (Km)	공업 (Km)	생활 (Km)	
구 분	200mm	–	–	–	23.37	126.99	150.36
	250mm	–	–	–	5.68	31.96	37.64
	300mm	–	–	–	14.18	30.12	44.3
	350mm	–	–	0.78	2.07	19.96	22.81
	400mm	–	–	–	14.13	27.76	41.89
	450mm	–	–	1.80	2.45	6.61	10.86
	500mm	–	–	7.55	6.28	26.33	40.16
	600mm	–	–	25.10	6.47	12.13	43.7
	700mm	–	–	2.46	1.66	6.01	10.13
	800mm	–	5.90	3.53	5.09	2.35	16.87
	900mm	–	–	3.35	0.4	5.5	9.25
	1,000mm	5.06	–	1.56	0	0.98	7.6
	1,100mm	3.59	9.24	1.42	–	–	14.25
	1,200mm	–	–	6.78	0.51	0.25	7.54
	1,350mm	–	–	–	0.06	0.31	0.37
연장 계(Km)		8.65	15.14	54.32	82.35	297.26	457.72
점검구(개소)		7	8	18	31	117	181
설치비용 (백만원)		118.3	134.0	298.2	489.0	1,830.6	2,870.2

2.4 원인별 개량대책 방안

구분	비연마 세 관	방식제 첨 가	연마 세관	비내압 라이닝	내압 라이닝(A)	내압 라이닝(B)	파쇄후 신관매설	신관 매설
수처리 부실에 의한 수질착색	✔(1)	✔(3)						
배수관 부식에 의한 수질착색	✔(2)	✔(2)		✔	✔	✔	✔	✔
관내 침적물에 의한 수압저하 문제			✔(4)	✔	✔	✔	✔	✔
사용량 증가에 의한 수압저하 문제							✔	✔
배수관 다량누수 (연결 조인트등)					✔	✔	✔	✔
배수관 사고에 의한 급수중단 빈발					✔(5)	✔	✔	✔

Note (1)은 수처리 기능 회복 후 관내 침점물을 제거하거나 또는 수처리 기능이 회복될 때까지 착색문제를 경감시 적용
(2)는 수질착색 현상을 개선하기 위해 적용
(3)은 지하수에 철이나 망간으로 인한 착색문제를 해결하는데 효과적. 단, 농도가 높으면 효과가 없음
(4)로 인해서 수질문제가 심각하게 될 수 있는 경우는 적용 불가
(5)는 구조적으로 매우 취약한 관에는 적용 불가

3. 향후기술진단 계획

본 수도정비기본계획이 2009년에 완료되는 것을 감안하여 기술진단계획을 다음과 같이 수립하였다.

구분	2009년	2014년	2019년	2024년
정수장기술진단	–	●	●	●
관망진단	–	●	●	●
수도정비기본계획	–	–	●	–

제 12장 재 해 대 책

1. 수질사고 대책

2. 비상 급수대책

3. 내진대책

4. 계절별 급수대책

5. 기타 안전관리 대책

제 12장 재 해 대 책

1. 수질사고 대책

우리나라의 수돗물 공급은 수량 관리에 비해 수질관리가 다소 부족했다. 대부분의 상수원수의 수질사고는 하천유역의 폐수, 독극물, 유해화학물질 무단방류 또는 사고로 인한 유출 등에 의해 발생하며 언제 어디서라도 발생할 수 있으므로 이에 대한 대책을 수립하고 항상 감시하는 체계를 갖춰 정상적으로 운영할 때 상수도에 대한 신뢰성이 높일 수 있다.

현재 안산시는 수도권 광역상수도 2~6단계로부터 원수를 공급받고 있으므로 자체적으로 상수원 수질사고 대책은 수립하지 않았으나 정수장 유입되는 원수에 대한 대책으로서 검토하였다.

1.1 취수 원수중 유해물질 유입시 안전관리 대책

1.1.1 수질감시

상수원수의 수질감시는 계절의 변화, 기후변화에 따라 그 측정항목과 분석횟수를 적절히 변화시켜야 하며, 수질오염사고 발생시 신속하게 대처할 수 있도록 평상시 규정에 따라 정해진 시간간격으로 수행하여야 한다. 사고 발생시에는 즉시 그에 상응하는 조치를 취하며 평상시와 같은 수질로 전환되거나 급수전에서의 안전성이 확인될 때까지 검사는 연속적으로 시행되어야 한다.

가. 수질감시지점

수질이상 유무를 감시할 수 있는 관측지점으로는 수원, 취수지점, 정수장내 착수정 및 기타 처리공정, 가압장 및 배수지, 급수전 등이 있으며 수원에서부터 상수도시스템 내로 유입되지 않도록 하는 것이 바람직하나 안산시는 광역상수도 원수를 공급받고 있으므로 정수장내 착수정에서 감시하는 것이 가장 중요하며 취수원 수질에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

나. 수질감시방안

1) 원수수질 수질악화

•원인불명의 색도 및 탁도변화

수질이상 상황에 따라 시험항목과 빈도수를 결정하고 긴급사태의 경우에는 5~10분마다 채수하여 그 변화를 관측한다. 수질분석 항목은 주로 탁도, 색도, 취기, 유기물, pH 등.

•집중호우, 홍수시, 갈수시

착수정을 중심으로 수질검사를 실시한다. 탁도, 냄새, 알칼리도, 암모니아성질소, 2-MIB, 지오스민, 세균의 시험을 강화한다. 정수처리 과정, 배수지, 급수전에 대해서도 상기 항목 중 필요항목의 검사와 잔류염소 측정을 강화한다.

•호소에 조류의 이상증식

조류에 기인되는 냄새물질(2-MIB, 지오스민), 수온, pH, 영양염류(질소, 인, 철, 망간)에 대한 실험을 강화한다.

2) 오염물질의 유입

•이상취기

- 기름, 용제에 의한 사고시 수질이상 상황에 따른 시험항목과 빈도수를 결정한다.
- 기타 현저한 수질변화시 원인불명의 색 및 탁도 변화와 동일방법으로 실시한다.

•유해화학물질

- 유해 화학물질은 평상시 수계별 업종분포 및 이용되는 화학물질을 사전에 파악하고 화학물질 종류별로 검출방법 및 대책을 수립하도록 한다.
- 급성독성물질 유입시 원수의 수온, pH, 유리 및 결합잔류염소, 용존산소의 분석실험을 강화한다. 이러한 실험에서 이상이 발견되지 않는 경우는 독성물질일 가능성이 높으므로 독성물질의 분석실험을 행한다.

3) 수원, 급수구역내 수인성 전염병 발생시

•염소주입량의 증가에 의해 착수정에서의 염소요구량 실험을 실시한다.

•정수, 급수전에서의 잔류염소 검사빈도를 높인다.

다. 수질검사 빈도

수질검사 빈도는 연속측정과 시간별, 일일, 주간, 월간, 분기별로 시행할 수 있으나 이상 수질오염사고 발생시에는 연속측정을 원칙으로 한다.

1.1.2 긴급조치 및 행동요령

상수원에서 수질오염사고나 수질이상이 발생하여 사고접수를 받은 경우 수질오염사고의 상황에 맞도록 정수장을 운영하고 관계기관에 통보한다.

1.1.3 수질오염시 취수중단 판단기준

수질오염사고가 발생했을 때 가장 안전하게 조치할 수 있는 방안은 취수 및 급수중단이다. 실제 정수장 근무자들은 사고발생시 상부기관에 보고한 후, 조치에 대한 지시가 내려

올 때 까지 적절한 조치를 취할 권한이나 행동요령 및 취수중단의 판단기준이 없어 사고에 대처하는데 상당한 어려움을 가지고 있다.

우선 수질오염사고가 발생하였을 때 그 내용을 즉시 비상연락체계를 통하여 연락을 취하고 그 사안의 긴급성에 따라 다음과 같은 판단기준에 의하여 취수를 중단하는 조치를 취한다.

•물고기 폐사에 의한 부상이 발생할 경우

•원수 중 시안, 수은의 농도가 기준치 이상으로 검출되었을 경우

•음용수수질기준 및 건강에 유해가 미칠 우려가 있는 수질항목이 급수전에서 기준치 이상으로 초과할 경우 (건강상 유해성 항목은 외국의 기준 참조)

•원인불명의 원수 중 색도, 탁도가 현저히 높을 경우

•맛·냄새가 현저한 경우

1.1.4 주민홍보 방안

사고상황, 정수처리에의 대응 및 취수정지 증의 대응상황, 단·감수 영향범위 및 응급급수의 실태 등에 관한 일반시민의 대응요령, 복구기간 등에 관한 내용을 다음과 같은 방법으로 홍보한다.

가. 기계적인 결함에 의한 제한급수 및 급수중단

•홍보방법 : 정규방송(TV, 라디오), 유선 TV, 동사무소 앰프방송, 인터넷 홈페이지

- 정규방송 - 뉴스 시간을 통해 홍보(상황전파)
- 유선 TV - 자막으로 홍보내용 발송
- 인터넷 홈페이지 게시

•홍보기간 : 행위발생 12시간 전부터 (매 4시간 마다 1회)
행위발생 5시간 까지 (매 1시간 마다 1회)
행위발생 후 5시간 후부터 종료시점까지 (매4시간 마다 1회)

•기타 : 제한급수지역에 따른 시간별 송수
급수 중단 후 3 ~ 5분정도 Flushing후 사용할 것 등의 통보

나. 수질악화에 따른 수질이상 현상 발생시

•홍보방법 : 정규방송(TV, 라디오), 유선TV, 동사무소 앰프방송, 인터넷 홈페이지

- 정규방송 - 뉴스 시간을 통해 홍보(상황전파)
- 유선 TV - 자막처리(원인, 상황, 경위, 민간 대처방법 등)
- 인터넷 홈페이지 게시

•홍보기간 : 사고발생시점부터 복구완료시점까지

TV방송의 뉴스시간마다 홍보하며 유선방송에서는 초기 약 2일간 매 4시간마다, 이후 1일 오전, 오후 2회 홍보한다. 수도요금 징수시 서면으로 통보한다.

•기타 : 염소냄새 발생시는 급수받은 후 2~3시간 뒤에 끓여서 이용토록 계도하며 화학적 오염 등으로 인한 맛·냄새 발생시는 사용을 금지하거나 배수하고 지하수나 급수차를 이용하도록 계도한다.

1.2 안산시 수질사고시 대책

안산시의 상수도는 자체 취수원이 없고 팔당호으로부터 수도권 광역상수도 2~6단계의 원수를 공급받아 안산정수장, 연성정수장에서 정수처리후 안산시 전역에 공급하고 있다. 또한 수자원공사가 운영하고 있는 반월정수장 및 시흥정수장에서 정수를 공급받아 안산시로 공급한다.

따라서 수자원공사와 수질사고시 비상연락 창구를 마련하고 신속한 대책이 이루어져야 한다. 또한, 안산시내 관로로 오염된 물이 유입되었다고 하더라고 배수지로의 유입을 신속히 차단하여 배수지내 물을 활용할 수 있도록 하며 최종적으로 배수관로로의 유입을 방지하여야 한다. 일단 배수지나 배수관로로 확산된 오염물질을 제거하기 위해서는 막대한 양의 정수를 버리게 되므로 손실이 매우 크며 주민에게 공급될 경우 큰 문제가 발생하는 만큼 물사용 중단요청을 위한 긴급 연락방안도 필요하다.

•취수원수의 수질사고시에는 해당 정수장과의 비상연락체계를 구축하여 사고발생 직후 수자원공사와 유기적 협조가 가능하도록 사전에 조치한다.

•사고발생시에는 공급계통의 중단을 요청하고 사고발생시간 및 공급량 등을 정확하게 확인하여 안산시내의 관로로 유입되었는지 예측할 수 있도록 한다. 이는 안산시내 정수시설 및 송배수시설, 관로내로 오염된 정수가 유입되는 것을 방지하여 배수지로 기 공급된 수량을 활용할 수 있도록 한다.

•사고발생 시나리오를 작성하여 정수장으로부터 공급되는 오염된 물이 안산시내 각 배수지에 유입되는 시간대를 미리 계산하여 밸브폐쇄와 더불어 안산시내 송배수관로내의 정수가 이미 오염되었는지 아닌지를 신속히 판단할 수 있도록 한다.

•각 배수지별로 저수된 물이 오염되었는지 즉시 조사하고 정수장으로부터 배수지로의 공급을 즉시 중단한다. 배수지내 정수가 오염이 아닌 것이 판명될 경우에는 해당 급수구역에 물공급 중단을 예보하고 저류된 물은 사고의 경중 및 급수중단 기간을 고려하여 계속 공급할 것인지 아니면 중단하고 비상급수용으로 활용할 것인지 결정한다.

•지하수를 이용하는 마을상수도 및 소규모급수시설 중에서 수질이 양호하고 시설이 우수한 곳을 지정하여 활용방안을 마련하고 비상급수를 시행방안을 미리 마련한다.

다음은 안산시내 송수관로로 유입된 오염된 정수가 도달하는 시간을 예측한 사례로 일최대수요량을 기준으로 평가하였다. 송수관로별로 실시간으로 유량측정이 원격으로 측정가능하다면 보다 실효성 있는 예측이 가능할 것으로 보인다.

<표 12.1-1> 송수관로 구간별 도달시간 (안산정수장 계통)

(단위 : hr)

구 간	2010년	2015년	2020년	2025년
안산정수장~와동배수지	-	-	0.81	0.77
안산정수장~초지배수지	1.18	1.18	1.18	1.18

계산된 도달시간은 대략적인 파악을 위해 일최대급수량을 기준으로 산출된 것이며, 시간대별로 소비량이 달라 안산정수장 계통의 각 배수지로의 공급되는 양과 직접 급수되는 양에 따라 달라질 수 있다.

<표 12.1-2> 송수관로 구간별 도달시간 (연성정수장 계통)

(단위 : hr)

구 간	2010년	2015년	2020년	2025년
연성정수장~선부배수지	1.68	1.68	1.16	1.12
연성정수장~목내배수지	2.17	2.17	1.78	1.75
연성정수장~성곡배수지	2.50	2.49	2.10	2.07
연성정수장~대부배수지	75.19	67.67	63.75	60.75
연성정수장~공단배수지	1.72	1.72	1.72	1.72

<표 12.1-3> 송수관로 구간별 도달시간 (반월정수장 계통)

(단위 : hr)

구 간	2010년	2015년	2020년	2025년
반월정수장~고잔배수지	0.83	0.75	0.88	0.84
반월정수장~성포배수지	0.61	0.54	0.56	0.53
반월정수장~반월배수지	1.20	1.07	1.31	1.24
반월정수장~일동배수지	0.97	0.86	-	-
반월정수장~본오동배수지	-	-	1.26	1.20
반월정수장~안산동배수지	-	-	2.22	2.11

주) 본오동배수지, 안산동배수지는 신설배수지임

2. 비상 급수대책

2.1 개요

우리나라의 연평균 강수량1,245mm은 세계 평균 880mm보다 많지만, 높은 인구밀도로 1인당 연간 평균은 세계 평균의 13%에 불과하다.

연평균 강수량도 년도별로 차이가 많아 갈수년에는 770㎜에서 풍수년에는 1,636㎜까지 이르기도 하며 계절적 불균형도 매우 심해서 우기인 6~9월 4개월간에 전체 강수량의 2/3가 집중되는 반면 갈수기인 10월~익년 3월까지 5개월 동안은 전체 강수량의 1/5정도가 내려 갈수시 용수공급이 매우 어려운 상황이다. 따라서 가뭄 등 비상시 급수대책을 검토하였으며 비상연결관로 등에 관한 안산시의 구체적인 비상급수대책은 '4장 3.1.5 비상급수계획' 편에 기술하였으므로 본 장에서는 비상시 체제정비, 제한급수, 홍보활동 등에 관한 대책을 검토하였다.

2.2 갈수기 대책

지방자치단체, 수도사업자 및 용수공급자는 갈수시 상호밀접한 연락을 취하여 수원상황, 기타 현황파악에 힘쓰고 가능한 모든 수단을 동원하여 갈수가 급수에 미치는 영향을 최소화 하여야 한다.

2.2.1 기본적인 고려사항

제한급수를 실시할 경우에는 최대한 모든 지역에 균형적인 급수가 되도록 대책을 수립하여야 한다. 가급적 제한급수를 피하고 불가피한 경우는 제한정도를 최대한 완화할 수 있도록 한다. 제한급수시 유의할 점은 다음과 같다.

•사전홍보(최소한15일전에 예고하고, 제한급수 3~5일전에 집중적으로 홍보 실시)로 제한급수의 사유, 경위, 현황을 설명하고 주민의 협조와 이해를 구한다.

•급수구역내 지형, 배관상황 등을 충분히 고려하여 균형적인 급수가 될 수 있도록 한다.

•배수지간 밸브 조정 등으로 적절한 용수배분이 되도록 한다.

2.2.2 사전준비

갈수상황에 대비하여 사전에 다음 내용에 대한 준비를 철저히 한다.

•자료수집 및 분석

– 배관망도, 정수장별 급수구역도 및 밸브위치도 등

•수도기자재 및 급수차량 등의 확보

•인접 지자체의 수도사업자, 수자원공사 등과의 정보교환 상호 연락 및 체제 정비
•직원 교육 훈련

2.2.3 갈수상황의 파악

갈수상황에 능동적으로 대처하기 위해 관계 행정기관 (한국수자원공사, 기상청 등)과 긴밀한 연락을 취하여 정확한 정보를 파악하고 갈수 상황에 대비한다.

가. 수원상황의 파악

•팔당유역의 갈수량, 댐 저수량, 하천유황 및 양수량
•기상예보파악 : 물공급 전망 참조 (한국건설기술연구원)

나. 제한급수상황의 파악

•제한급수상황 특히 부족수량 및 공급 가능한 수량, 수압상황, 고수압 구역, 단수, 감수구역, 고지대 출수 불량지역, 대상인구 및 세대수 파악
•관말 급수전에서 잔류염소량 확인
•인접 지자체 또는 수도사업자의 수원상황 등을 파악하고 운반 급수를 받아야 할 경우를 고려하여 수수방법에 대하여 검토

2.2.4 체제의 정비

갈수대책 활동을 원활히 수행하기 위하여 가뭄 대책본부를 설치하는 등 체제를 정비하여 평상시 활동에 각종 정보수집, 갈수시 대책 입안 및 실시, 대외연락조정 등을 추가한다.

2.2.5 갈수대책에 대한 계획 수립

가. 갈수현황 및 전망

•전국적인 강수상황 및 예년 강수량 비교와 지역현황
•댐 저수율 및 수계별 댐의 저수율 비교
•현재의 제한급수 현황 및 향후전망
•수계별 수질변화 추이
•인접 지자체의 급수현황

나. 당면 비상급수대책

•급수난 우려지역 운반급수 대책수립
•이용 가능한 지하수 현황파악

다. 수질관리 대책

•상수원, 정수장, 배수지, 관로 수질감시체계 강화

라. 자율적 절수운동

•지역실정에 맞는 단계별 제한급수대책을 수립하여 유관기관, 시민단체 등과 함께 자발적 참여를 유도하여 추진한다.

•공공기관, 시민단체 및 언론기관에 범국민 절수운동 전개 협조 요청

•행정기관부터 솔선수범으로 선도적으로 추진

<표 12.2-1> 절수운동 추진방법

구 분	추 진 방 법
지 자 체	•각 기관 절수대책 추진상황 총괄점검 •단계별 절수대책 추진 •언론기관, 시민단체 등에 절수협조 •반상회 및 부녀회 개최 등 절수운동 •인터넷 홈페이지를 통한 홍보
공 공 기 관	•홍보용 인쇄물 (현수막, 포스터, 표어 등) 개시 •정기적인 홍보방송 실시 •홍보자료 비치 (팜플렛, 만화 등) •인터넷 홈페이지를 통한 홍보
일 반 가 정	•수도꼭지용 절수디스크 사용 •변기 물탱크에 벽돌넣기
언 론 기 관 (TV, 라디오)	•수돗물 아껴쓰기 켐페인 방송 •공익광고, 자막방송을 통한 절수 홍보
공 장, 빌 딩	•용수절약 및 재활용 •자체 지하수 및 수원개발 이용
물다량 사용업소	•관련협회를 통한 자율적인 영업기간 단축 •가뭄 지속시 임시휴업
민간 · 시민단체	•수돗물 아껴쓰기 운동을 선도적으로 추진 •자체 홍보자료 배포 및 국민 참여분위기 조성 •절수운동 가두 캠페인 전개 : 전단배포

주) 유관기관에 협조 요청하여 범국민적으로 추진

마. 중장기대책

•용수 공급량 확대 및 지역간 비상관로 설치

- 지방상수도 공급량 확대
- 농어촌 생활용수 개발사업 추진

- 지방, 광역상수도 및 지역간 비상관로 건설추진
- 비상관정개발

물사용량 저감
- 절수유도형 수도요금체계 지속적 추진
- 중수도제 도입 확대
- 노후 수도관의 지속적 교체로 누수율 감소

수질관리 강화
- 수질 자동측정망 설치
- 고도정수처리시설 확충
- 하수고도처리시설 등 환경 기초시설 확충

2.2.6 홍보활동 및 일반사항

평상시에도 절수는 중요하지만 특히, 갈수시는 더욱 중요하며 주민의 이해와 협조를 얻는 것이 필요하다. 따라서 제한급수 실시 전까지 가능한 여유를 갖고 충분히 홍보해서 절수의식을 고취시켜 실효성 있는 절수가 되어야 한다.

가. 홍보방향

- 일반국민의 관심도 끌 수 있고 일상생활에서 쉽게 실천할 수 있느느 내용을 중심으로 홍보한다.
- 물절약 필요성 나열 등의 단순식 홍보보다는 “물절약→자원절약도 되고 수질환경개선에도 도움” 이라는 개념을 인식시킬 수 있는 내용을 중심으로 홍보한다.

나. 홍보방법

- 이용가능한 홍보수단을 최대한 활용하여 적극적인 홍보를 추진하되, 우선 쉽게 접근할 수 있는 방법부터 단계적으로 추진한다.
- 홍보대상, 장소에 따라 가장 홍보효과가 큰 홍보방법 수단을 적절히 사용한다

다. 대상・장소에 따른 가능한 홍보방법

- 민간단체·환경단체등에는 홍보자료를 배포하고 “수돗물 아껴쓰기”에 적극 동참유도한다.
- 어린이·학생을 대상으로는 학용품(책받침·공책등)에 홍보자료를 인쇄 보급하거나 슬라이드 등 별도의 시청각 자료를 활용하는 방법이 있고 장기적으로는 교과서에 관련내용을 수록하도록 추진한다.
- 지하철·공공장소에는 홍보용 인쇄물(포스터·표어 등) 게시한다.

•동사무소·구청·경찰서등 민원인의 출입이 잦은 공공기관에는 홍보책자·만화등을 비치한다.

•TV, 라디오등 방송사에는 홍보자료를 배포하여 관련 내용이 지속적으로 방송되도록 협조 요청한다.

•인터넷 홈페이지를 통해 지속적으로 홍보하며, 주기적인 이벤트를 통해 시민의 자발적인 관심을 유도한다.

2.2.7 단계별 제한급수대책 시나리오

<표 12.2-2> 단계별 제한급수

구 분	기 준	대 책 내 용
Ⅰ 단계	10% 감량 공급시	•고지대 및 급수불량지역 운반급수 •방송 · 캠페인 등을 통한 절수홍보 •상수도 수질관리 강화 (정수장 소독 및 배수지 급수전 검사) •지하수, 하천수를 양수하여 저수지 비축
Ⅱ 단계	10~30% 감량공급시	•비상급수대책 상황실 운영 •물 다량 사용업소의 영업시간 단축 자발적 유도 •공공건물, 대형빌딩 절수확대 •공업용수 절약사용 및 재활용 확대 •각 가정 절수 적극 유도
Ⅲ 단계	30~50% 감량공급시	•격일제 또는 3일제 제한급수 실시 •수영장, 세차장 등 영업시간단축 또는 임시휴업 •목욕탕, 사우나 등 격일제 영업 •농업 · 공업용수원을 상수원으로 전환 •수돗물 다량사용 공장 조업단축
Ⅳ 단계	50~60% 감량공급시	•실정에 따라 3~5일제 급수 •최소한의 생활용수만 공급 •개인관정, 전용상수도 공동이용
Ⅴ 단계	60% 이상 감량공급시	•최소한의 생활용수만 공급 •수돗물 다량사용 공장 조업중단
Ⅵ 단계	취 수 원 비 상 시	•인근 지자체에서 운반급수 •최소한 식수배급제 실시

2.2.7 긴급수원의 확보

갈수시 원수부족을 해소하고 급수영향을 최대한 줄이기 위해 긴급 수원확보 노력을 해야 한다. (관정이용, 인접 시·군 정수장으로부터 수수, 농업·공업용수 등의 일시 전용)

2.2.7 소방용수의 확보

제한급수시 인근 소방서와 긴밀한 연락을 취하고 화재시 소화활동에 최대한 협조한다.

•제한급수 실시방법, 예상단수 및 감수구역에 대하여 미리 연락을 취한다.

•소방서와 연락망 체제를 정비한다.

•화재 발생시 즉각 협력한다.

2.2.8 갈수대책 기록작성

가뭄이 종료하더라도 이미 실시한 갈수대책에 대한 기록작성, 제한급수 실시결과 분석을 하여 장래 갈수시에 대비할 필요가 있다.

2.3 비상시 절수대책 방안

비상시 절수대책은 크게 자율적인 방안과 규제를 통한 방안으로 구분할 수 있으며 가뭄시 절수시책들과 시행강도에 대해서는 많은 연구와 계획이 필요하다. 단기대책으로 물 사용억제 및 축소시책은 민원을 유발할 수 있다. 부득이하게 시민의 불편을 발생하는 경우 이를 수긍할 수 있는 충분한 근거를 제시하고 이해와 배려를 이끌어내기 위한 홍보 및 교육이 필요하며 불평등에 대한 불만이 없도록 공평한 정책 시행이 이루어지도록 한다.

2.3.1 자율적인 절수대책

가. 홍보 및 교육을 통한 방안

자발적인 절수운동은 국민 스스로가 경제적 및 생활에 피해 없이 시행 할 수 있는 방안이며 특히, 가뭄의 심각성과 절수운동에 대한 홍보 및 교육이 절수효과에 많은 영향을 미친다. 단기적 가뭄 예측시 이를 초기에 실시하여 가뭄이 해소될 때까지 지속적으로 실시함으로써 수자원의 절감효과를 높일 수 있다.

나. 절수를 위한 방문지도

물 사용이 일반 사용량 보다 월등히 많은 가정이나 동종 업종에서 규모를 고려하더라도 많이 사용하는 기업체 또는 업소는 관계자가 직접 방문하여 절수교육을 수행함으로써 절수시책에 참여할 수 있도록 지도하는 방안이다.

다. 상수도 사용량 고지

개별 가정이나 기업체에 대하여 평균 가정사용수량과 동종업계 규모별 사용수량을 알려 줌으로써 절수의식을 갖도록 유도할 수 있다. 또한, 가뭄이 진행되고 있는 시기

에 사용수량의 감소가 없거나 오히려 사용수량이 증가한 수용가에 대해서는 물절약에 대한 특별한 개별홍보를 병행함으로서 절수운동에 적극적으로 참여를 유도하게 할 수 있다.

2.3.2 규제를 통한 소비억제 시책

가. 배수관망의 수압조절을 통한 소비억제방안

가뭄시 물 사용량을 줄이기 위하여 배수관망내의 수압을 감압하여 토출수량을 감소시켜 절수효과를 얻을 수 있다. 배수관망의 수압 강하는 가뭄이 심각하지 않을 경우 소비자가 느끼지 못할 정도까지 유도할 수 있으며 또한, 가뭄이 심각할 경우에는 보다 강도 높은 절수효과를 위해서 수압이 부족하여 다소 불편을 느끼더라도 생활에 필요한 최소한의 물을 공급할 수 있는 상수공급이 가능한 최소한의 수압까지 감압함으로써 절수효과를 얻을 수 있다.

일본 등에서는 배수관망의 수압조절을 통한 소비억제 방안으로 감압에 의한 상수사용량 절감대책과 시간제 급수를 통한 절감대책을 적용한 바 있으며 다음 표는 일본 마쓰야마시(松山市)의 사례를 수록하였다.

<표 12.2-3> 가뭄시 감압에 의한 급수제한의 효과 (일본 마쓰야마시)

급수제한현황		기 간	급수제한 내용	급 수 량 (㎥)		절수율 (%)
				평년예측	실 적	
1 단계	자율절수	7/1 ~ 7/10(10일)	절수목표 10%	170,000	171,690	-1.0
2 단계	1차 수압조정	7/11 ~ 7/19(9일)	평상시2.0kgf/㎠을 1.5kgf/㎠으로감압	170,000	156,670	7.8
	2차 수압조정	7/20 ~ 7/25(6일)	평상시1.5kgf/㎠을 1.0kgf/㎠로 감압	170,000	134,830	20.7
3 단계	16시간급수	7/27 ~ 7/28(2일)	(6:00 ~ 22:00)	170,000	127,350	25.1
	12시간급수	7/29 ~ 7/31(3일)	(9:00 ~ 21:00)	170,000	121,090	28.8
	8시간급수	8/1 ~ 8/21(21일)	(13:00 ~ 21:00)	165,000	110,610	33.0
	5시간급수	8/22 ~ 10/21(61일)	(16:00 ~ 21:00)	160,000	102,710	35.8
	8시간급수	10/22 ~ 11/8(18일)	(14:00 ~ 22:00)	154,000	110,670	28.1
	12시간급수	11/9 ~ 11/26(18일)	(11:00 ~ 23:00)	152,000	118,850	21.8
4 단계	수압조정	11/27 ~ 2/28(94일)	평상시2.0kgf/㎠을 1.8kgf/㎠로 감압, 절수목표 10%	148,000	131,160	11.4
		3/1 ~ 5/2(63일)		150,000	134,110	10.6

주) 절수율 (%) : 100 - (급수량실적 ÷ 월별급수량예측) × 100

마쯔야마시(松山市)와 같이 배수관망이 블록시스템으로 구성되어 있는 경우, 가뭄시에 시간제급수를 바로 채택하지 않고 배수관의 수압을 조절함으로서 총사용수량의 20%정도까지 절감하였다. 마쯔야마시(松山市)에 있어서는 절수목표가 10%일 때까지는 홍보에 의한 자율적 절수를 유도하고 있으며, 절수목표가 10%~20%까지는 배수관의 수압조정에 의해서, 그리고 20%이상을 절감해야 하는 경우에는 시간제 제한급수를 시행하고 있다. 이러한 배수관의 수압조절에 의한 절감은 경우에 따라서는 배수관의 말단지역에서는 수압의 저하에 의한 급수불량상태를 유발할 수는 있지만 가뭄시에도 시간제 제한급수에 비해서는 시민의 불편을 최소화시키면서도 필요공급량을 20%까지 절감시킬 수 있어서 바람직한 방법으로 인식되고 있다. 배수관의 수압조정에 의한 절감효과에 대해서는 최저수압을 2.0kgf/㎠에서 1.5kgf/㎠으로 0.5kgf/㎠ 감압한 결과 평소 사용량의 약7.8%를 절감할 수 있었다. 또한, 최저수압을 1.0kgf/㎠으로 감압한 경우에는 무려 20.7%의 절감효과를 얻을 수 있었는데 이는 1일 중 5시간만 급수하는 경우에도 절감량은 최대 36% 정도인 점을 고려하면 상당히 많은 양이라고 할 수 있다. 또한, 이 절감수량에는 수압저감을 통하여 줄일 수 있는 누수량도 포함되어 있을 것으로 판단된다. 감압에 의한 절수효과는 시책 그 자체로서 물 절약효과뿐만 아니라 수압이 낮을수록 누수량이 적어지므로 배수관망내 수압강하를 통하여 누수량을 단기적으로 줄일 수 있는 효과도 있다. 이를 위해서는 배수시스템을 이와 같이 효율적으로 운영할 수 있도록 평소에 정비되어 있어야 하며 배수시스템의 블록화가 도입되어야 한다.

안산시의 경우 배수시스템의 블록화가 많이 진행되어 있으며 향후 블록정비 계획을 통한 블록화를 지속적으로 추진하고 있으므로 감압에 의한 절수대책은 효과적일 것으로 판단된다.

비록 시간제 급수제한에 의한 불편보다는 훨씬 덜하지만 배수관의 감압에 의한 절수유도정책도 관말지역의 시민의 불편을 어느 정도 야기할 수 있기 때문에 적절한 홍보를 통하여 시민의 이해와 협조가 필요하다.

나. 대규모 상수도 수요처의 사용억제

가뭄시 대규모로 상수도를 사용하는 목욕탕, 사우나, 수영장 등의 임시 휴무제 시행을 유도하거나 상황이 불가피한 경우에는 영업제한도 실시할 수 있으며 이에 대한 보상은 세금혜택이나 가뭄이 끝난 후 상수도요금 감면 등에서 이루어 질 수 있다. 그러나 본 방안은 가뭄이 심각한 시기에 수행할 수 있는 다소 강도 높은 방안으로서 개인의 영업권을 침해하므로 긴급한 상황에서만 시행하는 것이 바람직하다.

다. 제한급수

제한급수방법에는 전체지역을 대상으로 동시에 급수를 제한하는 '전지역 제한급수방법'과 지역을 블록화해서 지역마다 돌아가면서 급수를 시행하는 '부분지역 제한급수방법'으로 구분할 수 있다. 이 두 방법 모두 급수를 제한하는 것은 동일하지만, 통상적으로 '전지역 제한급수'인 경우에는 모든 지역이 하루 중 몇 시간 동안 동시에 급수가 제한되며, '부분지역 제한급수'의 경우에는 같은 날에도 지역적으로는 급수가 되는 지역과 그렇지 않는 지역으로 나누어진다. '부분지역 제한급수'에서는 통상적으로 급수가 시행되는 지역은 1일 중에는 계속 급수되며 다음날에는 전날에 급수되던 지역은 급수가 중단되고 다른 지역이 급수된다는 것이 '전지역 시간제 제한급수'와의 차이점이다. 급수제한을 시행하는 경우 관계기관과 협의해서 피해를 최소한으로 해야 하지만 각각의 방법에 대한 특징을 인지하고 지역의 상황에 적절한 방법을 적용해야 한다. 제한급수시 배수관망 운영상 주의점은 배수지에서 배수관망까지 주요관로 후단의 밸브를 조작하여 관로내 물이 전체적으로 배출되는 것을 방지하여 통수가 재개 되었을때 일부 구간이 개수로의 흐름으로 바뀌어 위치수두가 소멸되는 문제가 발생되지 않도록 해야 하며, 수압저하로 인한 오염물질의 유입에 의한 오염도 유의하여야 한다.

1) 전 지역 시간제한 급수

시간을 설정해서 전 지역에서 동일한 시기에 단수를 시행하는 방법으로 물이 반드시 필요한 시간에는 공급을 하고 그 외의 시간에는 단수를 시행한다. 이 방법은 지역별 제한급수보다 관리자 측면에서는 주관로 밸브에서만 단수를 수행하면 되므로 편리하지만 단수전후 시간대에 다음 단수시간에 대비하여 물을 저장하거나 또는 밀렸던 빨래, 청소, 식기세척, 화장실사용 및 목욕, 세면 등을 그 시간에 함으로써 급수재개 한 두 시간 내에 물 사용량이 폭주하는 경향을 나타내는 단점이 있다. 이 경우 오히려 과다하게 받아놓은 물을 모두 사용하지 못함으로 인하여 물을 더 소비하고 낭비하는 부작용도 있다. 또한, 단수시간 전후에 물 수요량이 급격하게 증가하므로 배수지의 운용상, 규모나 급수구역 등을 고려해서 결정할 필요가 있다. 단수개시시간은 일반적으로 물수요가 줄어드는 21시정도가 적당하지만 도시지역에서는 중·고층주택이나 대량 수요자 등 야간급수에 의해 수량 및 수압의 균형이 유지되어야하는 경우가 많기 때문에 단수시간을 적정하게 결정하여야 한다.

2) 지역제한 급수

이것은 급수구역을 블록화해서 하루 또는 일정 간격으로 지역별로 급수하는 방법이

다. 이 경우 시행에 대한 전제 조건으로 배수시스템의 블록화가 되어 있어야 하는 등 배수시스템이 정비되어 있어야 한다. 운용 면에서는 급수구역이 하루 중에는 일정하기 때문에 관리나 대책 면에서는 어느 정도 유리하다. 또한, 물을 받아 놓는 현상 등 수량이 증가할 수도 있기 때문에 배수량예측을 신중하게 수행해야 할 필요가 있다.

지역별 제한급수는 계통별로 단수를 시행하는 방법, 배수지별로 시행하는 방법 그리고 배수구역을 분할하여 시행하는 3가지 방안으로 구분할 수 있다. 계통별로 단수를 시행할 경우 조작은 단순해지만 단수구역이 매우 커지며, 배수지를 기준으로 단수지역을 분할할 경우 배수지가 1개 이상이고 관망이 복잡한 경우 단수를 위한 분할이 용이하지 않다. 또한, 배수구역을 분할하여 시행하는 경우 블록화와 효율적 배수관망 운영이 선행되어야 하는 문제점이 있으나 단수구역이 작아지고 소방용수 등의 긴급 용수의 공급이 바로 인접한 지역에서 가능하다는 장점이 있다.

제한급수는 장기간 가뭄시에 일시적으로 시행할 수 있는 방안으로 국민의 경제적 손실뿐만 아니라 많은 불편을 초래할 수 있으므로 신중하게 검토하여야 하며 많은 사전조사와 분석을 통하여 불편을 최소화할 수 있는 방안과 대책을 필요로 한다. 특히, 소화용수 및 병원 등과 같은 필수적으로 상수도를 공급하여야 하는 대상에 대해서는 이에 대비할 수 있도록 체계를 정비하여야 하며 이와 같은 시설들이 단수시 견딜 수 있는 최대한의 시간을 미리 결정하고 조사하여 이 시간을 초과하여 단수되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 시간제 및 지역별 제한급수는 국민이 상수도 공급 없이 견딜 수 있는 적정 시간간격 또는 주당 적정회수 등에 대한 설문 및 여론조사 그리고 연구분석이 필요하며 이를 바탕으로 제한급수시 국민 불편의 최소화를 목표로 시행하도록 한다.

라. 용도별 제한급수

농업용수, 공업용수, 영업용수 그리고 생활용수는 모두 국가경제 및 국민생활에 필수적이다. 그러나 장기간의 가뭄과 같은 천재지변으로 인하여 제한급수가 필요할 경우 상수도를 용도별로 제한 급수하는 것이 하나의 방안이 될 수 있다. 이를 시행하기 위해서는 상수도 사용권한을 공평하게 책임질 수 있는 중재기관이 필요하며, 이 기관은 철저한 사전조사와 연구분석을 통하여 국가적으로 손실을 최소화할 수 있는 방안을 상황에 따라 미리 결정하고 당시의 수자원의 현황과 여건에 맞도록 신속하고 공정하게 대처할 수 있도록 한다.

2.4 안산시 비상 대책

2.4.1 사고예방 및 수습대책

가. 사고예방

1) 시설물에 대한 정기 및 수시점검

•가압장, 배수지, 송·배수관, 급수전 등 주요시설물에 대한 순찰 및 정기점점 실시 (년 1회 이상)

•상수도시설 가동상태 수시점검으로 사고발생 취약요인 사전 제거

•사고위험요소 발견시 즉시 시정조치

2) 점검반 편성 및 운영

점검반 편성 및 운영은 다음 <표 12.2-4>과 같다.

<표 12.2-4> 점검반 편성 및 운영

점검대상시설	점검반 편성	
	반 장	반 원
송수관로	공무담당	공무담당직원(3)
송·배수관로(각지역내), 제수밸브 정상작동여부 등	누수방지담당	누수방지담담직원(6)
소화전, 급수전, 계량기 등	급수담당	급수담당직원(6)
배수지, 가압장, 조절지 등	시설담당	시설담당직원(3)
급수차량, 장비, 비품 등	경리담당	경리담당직원(2)

3) 공사로 인한 단수사고 사전예방

•상수도관 파열은 단수사고의 주원인이므로 공사현장에 상수도 관련 안전시공 점검

•타 공사로 인한 상수도관 이설 요청시 안전시공대책 검토 후 협의

•노후관 교체 또는 상수도관 이설 공사전 임시관로를 연결하여 단수 없는 공사 실시

나. 수습대책

1) 일반민원 발생시 조치

•대상별 : 출수불량, 동파, 누수발생, 급수중지, 기타

•조치요령

– 근무자는 상황접수지 즉시 담당자에게 인계, 조치

– 당직근무자는 상황접수시 다음과 같이 조치한다.

· 대행업체에 연락 즉시 현장출동, 조치토록하고 처리결과 확인

· 보고사항은 발생 및 처리결과를 소장(담당포함)에게 보고 (경미한 상황은 선 조치 후 보고)

· 상황접수지 신고자의 연락처를 메모하여 반드시 그 조치결과를 신고자에게 통보한다.

· 응급상황으로 인한 직원소집시는 비상연락망에 의거 소집한다.



<그림 12.2-1> 일반민원 발생시 조치계획

2) 종합상황발생시 조치

•대상별 : 송·배수관로 이설공사 및 누수, 시설지 사고, 기타

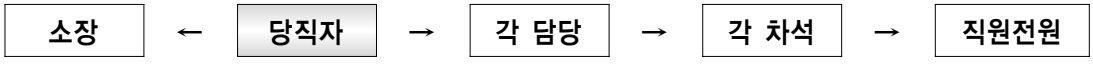
•단계별 조치

- 전직원 비상근무 돌입
- 종합상황실 설치
- 응급복구반 투입
- 계통별 보고(시, 도), 전파(구, 동, 유관기관, 기타)
- 주민홍보
- 상황별 조치 (협조요청, 급수지원, 기타)

2.4.2 단계별 조치계획

가. 전직원 비상근무 돌입

•비상연락체계



•비상근무 발령 30분이내 전직원은 각 근무지로 집결

나. 상황실 설치 운영

1) 종합상황반

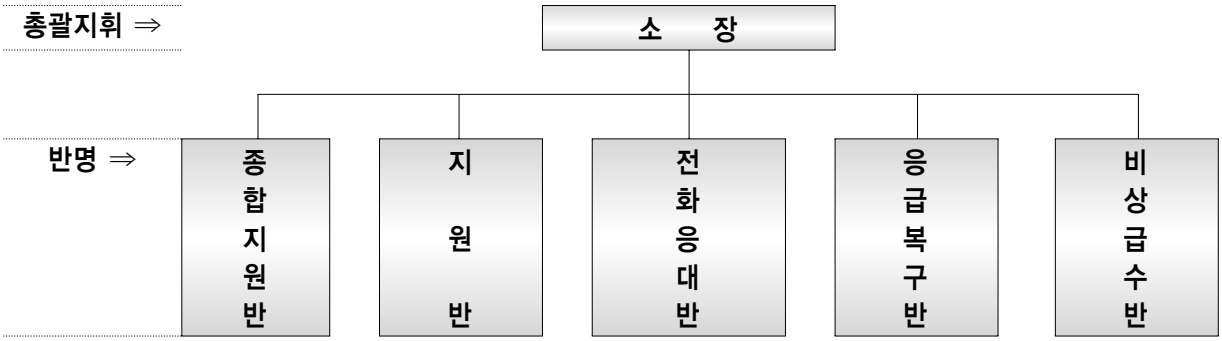
•근무장소 : 상황실 또는 업무담당

•업무내용 : 상황관리, 보도, 보도, 홍보, 인력지원, 기타

2) 지원반

•근무장소 : 상황실 또는 경리담당

•업무내용 : 물품, 비품, 자재 등 지원 및 운반, 배부



반장 ⇒	업무담당	경리담당	수질관리담당	주무부서 담당	해당지역 급수담당
근무장소 ⇒	상황실	상황실	사무실	사고현장	본소 또는 급수현장
근무인원 ⇒	6명	5명	6명 (예비10명)	공무, 시설, 누방민원	요금, 급수직원
주요업무 ⇒	보고, 보도, 상황전파, 인력지원	재정, 물품 등 지원	전화수화, 민원접수	응급복구	급수지원, 주민홍보

<그림 12.2-2> 상황반 조직도

3) 전화응대반

•근무장소 : 사무실

•전화대수 : 16회선 전화기 17대 (일반 5회선, ARS 1회선, 행정 10회선)

•조치 : 모든 전화기는 시설, 수질관리로 이동, 전화응대

4) 응급복구반

•근무장소 : 현장 및 본소 회의실

•복구반장 : 수도과장

•주요임무

- 소장 및 반자의 지시에 따라 각 조별 임무수행
- 원인조사 및 복구계획수립, 시행
- 전문업체 또는 대행업체 소집 응급복구

- 계통변경 및 제수변 수위조절
- 각종 협조사항 요청 (경찰서, 수자원공사, 토목건설업체 등)
- 상수도 사업소 근무경력자 소집, 투입
- 퇴수 및 통수

5) 비상급수반

•근무장소 : 해당지역 및 단수지역 현장

•급수반장 : 해당지역 급수담당

•주요임무

- 소장 및 반자의 지시에 따라 각 조별 단수홍보 및 비상급수
- 비상급수 또는 제한급수 실시계획 수립, 시행
- 전화반 및 타부서에서 접수받은 급수요청사항 급수지원
- 필요시 급수차량 지원요청 (소방서, 제2청사, 인근 시·군, 기타)
- 주민불편이 최소화되도록 신속한 급수지원 및 대주민 홍보
- 주민여론 전파 및 해소

6) 각 지소 상황유지

○ 주요임무

- 상황전파 및 전화수화
- 일반민원 처리
- 기타 업무처리

2.4.3 비상급수 계획

안산시 상수도시설물의 특성을 고려하여 단수시의 비상급수대책을 검토하였다. 비상시 급수대책으로는 배수지의 용량 확충, 송·배수방식의 일시적 전환, 송·배수시설의 연계 등이 있으며 정수장의 이상에 따른 광역 및 지방상수도 정수장간 연계방안(전면단수)과 배수계통사고에 따른 비상급수체계(부분단수)를 검토하였다.

가. 정수장간 연계방안(전면단수)

본 계획에서는 안산시의 현황 여건을 감안하여 비상시 기존시설을 최대한 운영하도록 계획하였다. 안산시 급수계통은 배수구역별 연계가 가능한 단일계통으로 구성되어 있으므로 기존의 통합급수방식 운영체제를 충분히 활용한다. 비상급수대책은 인접한 정수장의 급·배수구역을 일시적으로 하나의 통합급수구역으로 변경하여 직접 급수하는 방식으로 전환하여 운영하도록 계획하였다.

검토 내용은 '제4장 3.1.5 비상급수 계획' 편에서 상세하게 기술하였다.

나. 부분 단수시

부분 단수는 배수지시설의 운영 중단 및 송·배수관로(주공급계통 제외)의 파손, 관로 공사 등의 상황에서 발생하며 하나의 배수구역 또는 일부지역에서 발생한다.

본 계획에서의 부분 단수시의 비상급수대책은 전면 단수시와 동일한 방법으로 송·배수방식의 일시적 전환으로 계획하였으며 시행은 제수변 개방을 통해 인접 배수구역과 통합하여 급수하도록 계획하였다.

검토 내용은 '제4장 3.1.5 비상급수 계획'에 상세하게 기술하였다.

3. 내진대책

안산시는 '제2장 기초조사'의 과거 지진자료에 나타난 바와 같이 과거로부터 지진이 거의 없는 지역이다. 하지만 최근 소규모 지진의 연간발생횟수가 증가하고 있어 이에 대한 대비가 필요하다.

3.1 내진성능 향상 방안 및 보강대책

과거 외국에서 발생한 대규모 지진 피해를 살펴보면 그 피해가 대부분 상수도시설물 중 관로 시설물에 집중되었으며, 이로 인해 급수 및 배수 장애가 빈번하게 발생하여 화재로 인한 피해를 크게 증가시키는 주요인이 되었다. 따라서, 상수도시설의 내진성능을 평가한 후 구조적 특성을 고려하여 각 시설물을 보강하면 지진에 강한 상수도 시스템을 얻을 수 있다. 각 상수도 사업체의 시설정비 사항과 여건을 반영하여 시설 정비의 우선순위를 결정하여야 하며, 개개 시설의 내진성 강화와 더불어 항시 상수도 시스템 전체의 안전성 평가를 고려해야 한다.

3.2 내진성능 평가방법 및 절차

상수도 시설의 내진성능 평가는 내진성능 예비평가와 상세평가의 2단계로 구분하여 단계적으로 수행하게 되는데 예비평가는 문헌자료 및 현장조사를 근거로 하여 내진성능 평가의 우선순위 결정을 위해서 실시한다. 예비평가 결과와 내진성능 평가수준에 따른 기존 상수도시설 구성부재의 내진성능을 파악하기 위해 상세평가를 실시한다.

3.2.1 내진성능 평가수준

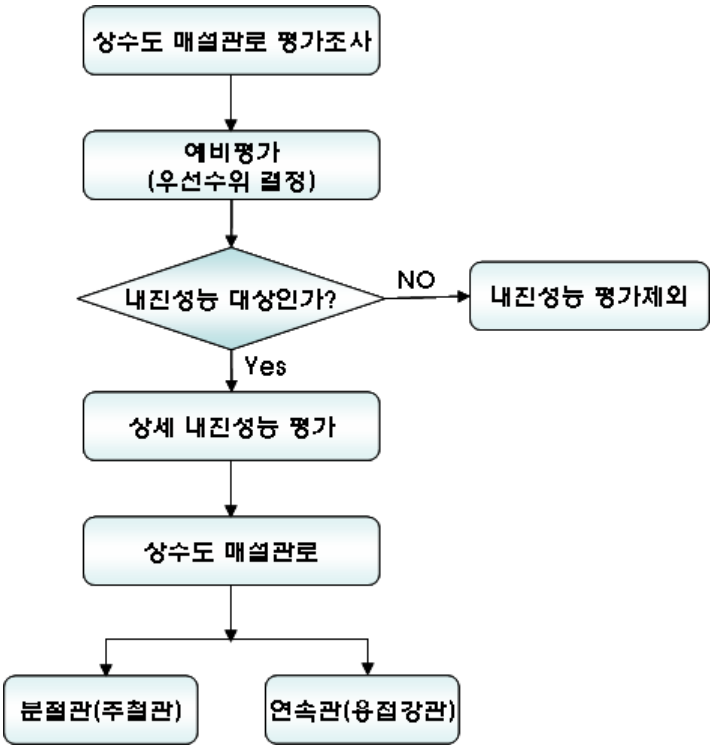
내진성능 평가수준은 성능수준에 기초한 기능수행수준과 붕괴방지수준 두 가지로 구분하여 수행한다.

<표 12.3-1> 내진성능 평가수준 구별

내진성능 평가 수준	지진 재현주기
기능수행수준	지진재현주기 100년
붕괴방지수준	지진재현주기 1000년

3.2.2 내진성능 평가절차

내진성능 평가는 역학적으로 타당한 절차와 방법에 의해서 실시되어야 하며 일반적인 평가 절차는 다음과 같다.



<그림 12.3-1> 내진성능 평가절차

3.2.3 내진성능 예비평가

내진성능 예비평가는 상수도 시설 내진성능 평가의 우선순위를 결정하는 판단자료를 제공한다. 예비평가를 위한 자료조사에는 내진성능 상세평가에 필요한 자료도 함께 조사하여야 하는데 여기에는 설계도서에 나타난 구조물관련 직접정보뿐만 아니라 현장조사를 통하여 구조물의 보수·보강이력 및 상태, 현 구조물의 여건, 구조물 주위의 환경적 요인 등을 자세히 조사하여 정리하는 것이 중요하다. 조사 방법은 다음과 같다.

가. 일반사항 조사

•시설명, 위치, 관리기관 등의 조사

•시설이 위치한 지진구역, 시설물의 내진등급, 지반조건 등의 조사

•준공년도, 시방서, 내진설계의 유무 등의 조사

나. 설계도서 조사

•시설형식 및 각 구성부재의 제원 및 재료 특성 조사

•시설의 평면도, 종단면도, 횡단면도, 지반지질도, 이음부 상세도 조사

•보수, 보강 등에 따른 내진성능의 변화 요인 조사

다. 현장조사

•현 시설의 상태 등을 조사하여 설계도서와의 차이점 조사

•중요연결시설물, 주변현황 등 조사

라. 환경조사

•재료 및 제원의 특성값에 영향을 주는 환경요인을 조사

•지진 외적인 보수, 보강계획 등 확인

•교통환경, 대체시설의 존재유무, 사회경제적 여건을 고려한 시설물의 중요도 또는 특이사항 조사

3.2.4 예비평가 평가기준 및 평가방법

내진성능 예비평가는 지진도, 위험도, 영향도를 기준으로 평가하게 되는데 기준별 평가방법은 다음과 같다.

가. 지진도(Seismicity)

지진도는 지진구역과 지반종류, 도시권역을 고려하여 4그룹으로 분류하며 그룹별 분류기준은 다음과 같다.

<표 12.3-2> 지진도 등급 기준

<table>
<tr><th rowspan="2">지진구역</th><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="4">지 반 종 류</th></tr>
<tr><th>SE</th><th>So</th><th>Sc</th><th>SB, SA</th></tr>
<tr><td rowspan="2">I</td><td>도 시</td><td colspan="2">1그룹</td><td colspan="2">2그룹</td></tr>
<tr><td>기타지역</td><td rowspan="2">1그룹</td><td rowspan="2">2그룹</td><td rowspan="2">3그룹</td><td>3그룹</td></tr>
<tr><td rowspan="2">II</td><td>도 시</td><td>4그룹</td></tr>
<tr><td>기타지역</td><td>2그룹</td><td>3그룹</td><td colspan="2">4그룹</td></tr>
</table>

주) 제1그룹 : 중점고려지역, 제2그룹 : 우선고려지역, 제3그룹 : 관찰대상지역, 제4그룹 : 관찰제외지역

나. 위험도(Vulnerability)

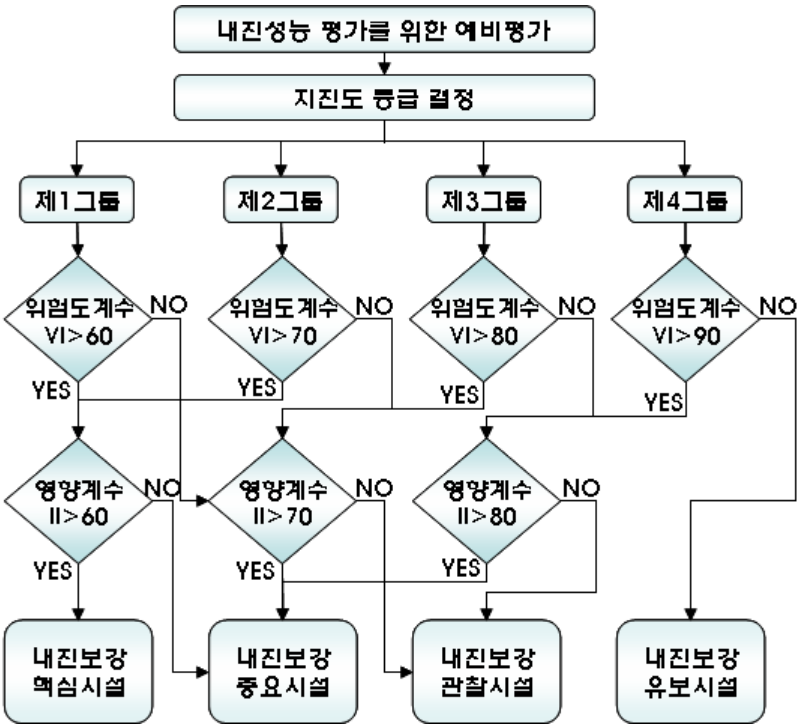
위험도는 지진으로 인해 상수도 시설물이 붕괴되거나 손상을 입기 쉬운 형태를 구분하는 것으로서 유연도 지수, 관로의 연결방법 및 연결부위 처리방법, 관로 단면의 크기 및 종류, 밸브 등 관로 내 각종 시설물 설치, 부지의 지반강도 및 지반조건(특히 단층 및 액상화의 가능성), 상수도 관로 시설의 노후도 및 손상정도 등을 주요 파라메타로 하고 각각의 인자가 위험도에 기여하는 정도 등을 지수로 산출한 것이다.

다. 영향도(Impact)

영향도는 복구시 소요비용, 중요시설에 직접 공급하는가에 대한 여부, 대체 시설의 존재 유무 및 2차 재해 발생여부, 복구하는데 걸리는 시간 등을 고려하여 산정한다.

라. 내진등급 결정

지진도, 위험도, 영향도를 산정하여 그림과 같은 결정과정을 통하여 기존시설을 “내진보강 핵심시설”, “내진보강 중요시설”, “내진보강 관찰시설”, “내진보강 유보시설”의 내진등급으로 그룹화 할 수 있다.



<그림 12.3-2> 내진등급 우선순위 결정방법 흐름도

3.2.5 내진성능 상세평가

예비평가 결과 내진성능 평가가 필요한 상수도 시설물에 대해서는 내진성능 상세평가를 수행하는데 내진성능 상세평가를 위한 기본방향은 다음과 같다.

•평가대상은 매설관으로 한정되는데, 매설관은 크게 분절관과 연속관으로 구분할 수 있으며, 덕타일 주철관은 분절관으로 용접강관은 연속관으로 분류할 수 있다. 분절관은 기능수행과 붕괴방지수준의 평가방법이 동일하며 연속관은 평가방법을 기능수행수준과 붕괴방지 수준으로 구분한다.

•평가는 부재가 보유하고 있는 공급역량(Capacity)과 설계지진에 대해 각 구성부재에 요구되는 소요역량(Demand)을 비교하염 평가한다.

•상수도 매설관로의 내진 해석은 지반 조건, 구조 조건 등을 고려하여 “응답변위법” 또는 “시간이력 동적 해석법” 중 한 가지를 사용하여 수행할 수 있다. 일반적인 상수도 시설물의 경우“응답변위법”을 사용하며, 상세한 검토를 요하는 경우나 구조 조건, 지반 조건이 복잡한 경우 지반과 구조물의 상호 작용 및 지반과 구조물의 비선형 거동을 고려해야 되는 경우 “시간이력 동적 해석법”을 사용한다.

•단면특성, 재료강도 등과 같이 내진성능에 관련되는 모든 특성값은 실제 특성값을 기준으로 한다.

3.3 구조물 내진대책

구조물의 주된 대상은 정수장, 송·배수시설 등이며 콘크리트구조물 및 그 기초로 이루어져 있다. 일반적인 시설지침 또는 내진 공법대로의 시공한 경우 충분히 지진에 견딜 수 있을 것으로 판단되나 각 구조물에 설치되어 있는 접합부분 등의 부속설비 또는 내부의 기기류의 피해사례가 있을 수 있으므로 주의를 해야 한다.

<표 12.3-3> 상수도 시설 내진 보강공법의 예

시 설 명		보 강 공 법	비 고
정수장 및 배수지	몸체	벽의 콘크리트 보강	내력부족에 대응, 인장성의증대, 누수방지
	Joint	Flexible joint 보강	누수방지
	기초	콘크리트 보강, 지하연속벽 및 벽체보강, 지반개량	내력부족에 대응, 지지력 부족에 대응, 액상화 대책
건 축 구조물	상부	중량감소, 기둥보강, 내진벽을 보강, Slit보강	하중경감, 내력부족에 대응, 인장성의 증대
	기초	정수장 및 배수지의 경우와 동일	
매설관로		필요에 따라 Flexible pipe 설치, 기존 관 내에 삽입하는 등의 공법을 포함한 관로 포설을 바꿈. 관로 주변 체움 재료를 바꾸거나 지반개량 실시	상대변위 방지, 내력 부족에 대응, 액상화 대책
곡 관 부		구조물과의 접속부에 Flexible joint의 설치, 관거 낸의 보강(축소단면의 구축) 일부 지반개량	상대변위 방지(응력 집중방지), 강도부족 대책

3.4 상수관로 내진대책

3.4.1 도 · 송수관로

도·송수관은 각각 원수, 정수를 정수장 및 배수지에 수송하는 관로이다. 이 관로가 파손되면 필요수량의 공급이 끊기게 되어 정수조작, 급·배수조작에 막대한 영향을 주게 된다. 특히 취수원을 원거리에 의존하는 도수관, 정수장과 배수지가 떨어져 있는 송수관에서는 주의를 해야 한다. 따라서 도·송수관로에 내진관을 채용하고 또 측관(By-Pass)을 설치하는 등의 내진공법을 적용하도록 한다.

3.4.2 배수관 조직

배수관의 손상은 자주 발생하고 단수를 유발하기 때문에 생활에 지장을 주는 등 수도피해가 현저히 나타나는 곳 중의 하나이다. 내진을 고려할 때 배수관의 정비는 항상 주의를 해야 하는데 일본에서의 지진경험을 통해 보면 배수관의 시설계획에 대해서 다음 요건을 만족할 필요가 있다.

•내진공법을 준수한다.

•급수구역 전반에 걸쳐서 가능한 균등하게 배수할 수 있게 하고, 또 배수측량측정, 누수측정이 용이한 시스템으로 한다.

•유지관리 및 재해복구가 용이하게 한다.

이상의 방침을 기초로 할 때 내진성이 좋은 배수방식이라고 생각되는 것은 블록시스템, 더블방식 및 루프시스템이다.

가. 블록시스템

블록시스템은 일본에서 내진대책으로 처음 고안된 배수관망 시스템으로 대블록, 중블록, 소블록으로 구성되고 지진 등의 재해로 인한 사고시 단수구역을 최소화 할 수 있고, 수압균등화를 위한 조절이 용이하고 구역계량 등을 실시할 수 있는 등 구축에 비용이 많이 소요되나 여러 배수관망의 효율적인 운영에 유리한 시스템이다.

나. 더블방식

더블방식은 블록시스템에서의 대블록을 몇 개의 소블록으로 나눌 때 부득이하게 혹은 내진성을 고려해서 도로의 양쪽에 배수관로를 설치하는 것을 의미한다.

이 방식은 도로의 양측지역이 동시에 단수되는 경우가 드물고, 소화전은 항상 사용가능하며 급수관이 도로를 횡단하지 않기 때문에 누수가 적고, 또 급수공사, 유지관리가 용이하다는 이점이 있다.

다. 루프시스템

루프시스템은 시가지를 내진설비를 갖춘 주간선으로 둘러싸서 물의 안전공급을 보장하려는 방식이다.

3.4.3 내진관

지진에 의해 매설관로의 피해를 미연에 방지하려면 내진관을 사용하여야 한다. 특히 연약지반에서 지반변화가 심한 곳, 택지공사의 절토와 성토의 경계부근 같이 토질이 변화하는 장소 등에서는 내진성이 있는 관의 이음부를 사용해야한다. 그러나 소구경의 아연주철강관, 석면관, 염화비닐관 등 피해가 다발하는 곳이라도 지반이 양호하고 사전에 토질조사를 철저히 하여 내진에 대한 피해를 최소화할 수 있다. 따라서 관의 특성 및 장점에 유의하면 이들 관종을 사용하더라도 충분히 지진에 견딜 수 있다고 생각된다. 이러한 점에서 주철관과 용접강관은 강도도 있고, 또 시공관리도 용이하기 때문에 가장 일반적인 관이라고 생각한다.

3.5 조직적 방재 체제의 강화

시설의 내진강화와 더불어 대지진이 발생되더라도 대응이 가능하도록 조직적 방재체제의 강화와 실행이 도움이 된다.

3.5.1 지진재해에 있어서의 평상시 대응

상수도의 지진재해대책으로는 평소 방재훈련을 강화함으로써 일상에 있어서도 지진재해를 중요하게 의식한 유지관리를 실시함이 매우 중요하다. 주의가 필요한 시설을 계속 감시하고 각종 밸브류의 조작확인 및 부식방지대책 실시, 시설정보의 데이터베이스화, 누수방지작업 등의 유지관리전반업무를 착실하게 실시하여 긴급사태시 정확한 대응을 가능토록 한다.

3.5.2 도면, 대장 등의 분산관리

관리도면, 대장 등의 분산관리, 건축물 등의 파괴, 소실 등을 고려하여 관리도면, 대장 등은 복사하여 분산 관리한다.

3.5.3 지진 재해시의 위기관리체제

지진 재해시에는 가능한 조기에 위기관리체제 확립이 필요하다. 특히 지휘명령계통, 재해

시의 초동체제, 백업기능의 확립은 필수적이며 이를 지원하는 것으로서 긴급시의 통신수단확보가 중요하다. 전용전화회선의 확보, 각종 무선시스템, 위성통신시스템의 도입 등을 검토하고 지원체제 및 비상시의 상호관로의 운용방법, 소방수리의 문제 등 주요사항에 대하여 관계기관, 인근자체단체와 사전에 조정해 두어야 한다.

3.5.4 비상급수 대책

비상급수시는 방재 행정당국과 수도사업자의 책임구분을 명확히 하여야 한다. 급수확보를 위한 비상급수거점의 정비, 지진재해 대책용 긴급저수조의 설치, 수도사업자 상호간의 지원체제와 조종시스템의 정비, 자재 및 그 운반수단의 확보, 방재 행정기관과의 조정 등 사전대책이 필요하다. 지진시의 물에 대한 운용에 있어서는 긴급사태를 가정한 계획을 세워 정확한 조작이 가능하도록 시설 및 조직의 양면을 정비해야 한다. 의료기관 등의 중요시설에 대한 급수를 확보하기 위해서는 저수조, 고가수조의 필요용량을 확보하도록 한다.

3.5.5 응급복구 대책

응급복구에 대해서 가정된 피해에 기초하여 충분한 대응이 가능하도록 대비해 두어야 한다. 구체적으로는 복구요원, 자재, 중기 등의 확보 및 지원에 대해서 수도사업자, 기자재 생산업체, 시공업자 사이에 비상시 준비된 사전협정 등을 체결해 두는 것이 중요하다. 아울러 급수회복을 목표로 한 응급복구의 방법(긴급시의 노상배관을 포함)과 순서는 하수도, 가스 등의 관계부문과 조정해 둘 필요가 있다. 평소 긴급시의 조직적 대응에 대해서 인근수도사업자를 시작으로 관련기관들과 충분히 조정해 둠과 동시에 그 상황을 가정한 각종 체제를 정비해 두는 것이 바람직하다.

4. 계절별 급수대책

4.1 하절기 급수대책

하절기 시에는 급수량의 증가에 따라 일부 고지대 및 관말지역의 급수불량 및 단수가 예상되며 홍수와 같은 재해 발생시 송·배수관로의 유실이나 파손 등으로 인한 단수 등 이러한 급수량의 부족현상에 따른 대책에 주안점을 두고 있다.

가. 비상 급수대책 상황실 운영

24시간 공백이 생기지 않도록 순차적으로 상황실 근무요원을 배치하여 비상시에 만전을 기하도록 하며 또한 비상 급수대책 운영반을 아래와 같이 편성 운영한다.

<표 12.4-1> 하절기 급수대책 운영반 편성

구 분	업 무 내 용
수도시설과 담당	차량지원, 홍보활동 대행업소 운영
	송·배수관로 각종공사 점검시행, 급수수송
	누수복구 및 응급조치, 관로순찰
정 수 장 운 영 자	취·정수장 수질관리 및 시설관리

나. 시설물 정기점검 실시

주1회 정기점검을 원칙으로 하고 시설 구조물, 송·배수관, 급수관, 가정용 계량기 및 급수전을 점검함으로 취약부분 조사 및 사고에 따른 비상사태를 미연에 방지한다.

다. 취·정수의 수질보호

안산시 관할 배수지의 관리를 철저히 하며 수질검사를 철저히 하여 수질관련 사고를 방지한다.

라. 각종공사로 인한 관로 파손시 신속한 작업복구 실시

공사로 인한 송・배수의 파손으로 단수가 될시 지정공무소로 하여금 복구, 파손자를 행정조치 및 사용료를 부과시킴으로 주의를 요하도록 유도하고 단수가 되는 지역은 마을앰프 및 가두방송을 실시하여 홍보하며 비상급수 탱크설치 및 급수차를 배치한다.

마. 대행업소 비상연락체제유지

각 지정 대행업체에 대한 비상연락망을 수립하며, 비상급수 상황실 연락체제를 확립하고 복구작업장비 등을 정비하고 보관하도록 하며 급수 요구시 운반차량 및 소방차량를 활용하여 급수를 지원하도록 한다.

바. 절수운동 전개 및 홍보

물 아껴쓰기 안내문을 작성 배포하며 또한 취약지구는 비상급수대책을 반상회보 및 유선방송을 통하여 홍보하며, 제한급수 및 단수시 가두방송을 실시하고 민원 신고시 신속 대응할 수 있도록 한다.

4.2 동절기 급수대책

동절기 급수대책은 동파를 예방하고 또한 사고발생에 따른 급수중단 및 겨울철 가뭄에 따른 비상급수대책을 마련하는 것을 목표로 한다.

가. 예방대책

시설물 및 관로의 동파방지를 위하여 시설물의 가동상태를 일제 점검하고 노출된 배수관은 피복 및 보온 조치하며, 월동 대책용 보유장비를 점검 및 정비하고, 누수탐사 활동을 강화한다.

나. 대형공사 동절기 공사중단 및 안전대책 수립

동절기시에는 온도저하에 따른 기상 등 제반여건에 따라 공사를 중단해야 할 때가 있다. 이런 현장에서의 사고발생 취약요인을 사전에 제거하며 위험표시판을 설치한다.

다. 동결, 동파예방 및 응급조치요령 홍보 및 교육강화

검침원을 교육함으로 계량기 보온관리 상태 등을 점검확인하며, 홍보매체를 활용하여 사고예방을 최소화시킨다.

라. 비상급수대책 상황실 운영 및 비상근무체제 확립

하절기시와 동일하게 운영, 동파사고 접수창고를 24시간 운영하며, 유관기관과 협조체제를 확립하여 비상 사고시를 대비한다. 또한 사고 발생시 사용할 자재를 확보하며 신속한 복구능력을 갖추도록 하고 있다.

마. 겨울철 가뭄대책 마련

동절기 가뭄에 따른 비상 급수기동반을 편성 운영하여 고지대, 변두리 지역에 운반급수를 실시하며 지하수와 개인 심정 등을 최대 활용하도록 하고 있다.

바. 홍보대책

하절기와 동일하게 안내문 배포 및 단수지역에 대한 홍보를 실시한다.

5. 기타 안전관리 대책

5.1 배수지 시설의 관리

5.1.1 배수로감시

배수지 청소 등을 위해 배수(排水)할 경우 방류부의 수로단면, 구배, 초목의 번성 상황을 조사해서 지장이 없도록 하여야 한다.

5.1.2 한냉지대책

가. 맨홀, 검수구, 환기장치, 수위계 보호

한냉지의 맨홀, 검수구, 환기공은 적설에 의하여 그 기능을 상실하는 일이 있으므로

폐쇄되지 않도록 제설하거나 또는 사전에 방설대책을 강구하여야 한다. 또 수위계는 동결 등에 의하여 정확하게 작동하지 않는 경우가 있으므로 충분히 점검하여 수위를 확인하여야 한다.

나. 유입부 및 유출부의 노출관 보호

한냉지의 적설시기에는 배수지 구내의 작업에 지장이 없도록 필요에 따라서 제설 및 방설대책 등을 설치하여야 하고 유입부 및 유출부의 노출관은 동결사고 방지대책으로 우레탄 발포 스치로폴, 펠트 등으로 감싸고 외장은 아연도금 철판 등을 이용해서 피복하여 보온한다. 또한 일부 물의 체류 등으로 동결된 우려가 있는 곳은 열선테이프 등으로 조치할 필요가 있다.

5.1.3 오염방지 및 안전대책

배수지 주변은 물론 배수지내의 오염방지 및 안전대책상 다음 사항에 유의하여야 한다.

가. 청결유지

배수지는 수질의 안전성 보호를 위해 오염방지에 항상 유의하여야 한다. 또한 재해시에는 급수차로 정수운반의 거점이 되므로 비상시에도 위생관리에 유의해서 항상 청결하게 유지하여야 한다.

나. 오수의 유입방지

배수지가 호우에 의해 침수될 염려가 있을 경우에는 제방 등으로 보호할 필요가 있다. 맨홀, 검사실의 입구, 환기장치, 월류관, 검사공, 수위계 및 이토밸브 등은 외부로부터 먼지, 쓰레기, 빗물, 오수, 벌레등이 들어가지 못하도록 유지하여야 한다. 그리고 배수지 주변에 경작 및 가축 등의 방목을 금지시켜야 한다.

다. 외부인의 출입제한

1) 주변 철책의 정비

배수지 구내에 함부로 외부인이 들어오지 못하도록 주변에 철책 등을 설치하고 출입구에는 배수지 구내 주의사항을 표시하여야 한다.

2) 잠금장치 철저

맨홀, 검사실의 입구 등 외부인의 출입이 가능한 장소에는 관계자 이외에 함부로 출입할 수 없도록 항상 자물쇠를 채워 두어야 한다. 자물쇠가 망가지면 즉시 보수하고 필요에 따라 간단하게 열지 못하도록 가능하면 이중구조로 해 두는 것이 바람직하다.

라. 배수정비

화장실, 쓰레기 버리는 곳, 오수처리장 등은 오수가 누출되지 않는 구조로 하여 배수로부터 될수록 멀리 떨어지게 하고 빗물 등의 배수를 양호하도록 하여야 한다. 화장실 등은 관리상 어쩔 수 없는 것을 제외하고는 원칙적으로 설치하지 않는 것이 바람직하다.

마. 배수지 상부이용시 관리사항

배수지 상부는 오염방지의 관점에서 원칙적으로 개방하지 않으나 최근 지역주민의 서비스나 홍보차원에서 상부를 개방하는 추세인데 체육시설(테니스코트, 배구코트 등)이나 공원, 주차장 등으로 개방하며 맨홀이나 검사공, 환기장치 등은 비개방구역으로 하여 오염되지 않도록 엄중히 관리할 필요가 있다. 또 개방할 경우에는 하중증가를 고려해서 응력계산 등을 다시 하여 신중하게 대처하여야 한다. 비 개방구역은 수도사업자가 관리하여야 함은 물론이며, 개방구역에 대해서도 수질 오염방지를 위해 수도사업자가 관리하여야 한다.

5.2 펌프장의 이상과 그 대책

5.2.1 이상발견

펌프감시는 운전원이 항상 기기류의 운전상태를 점검하여 이상을 초기에 발견하여야 한다. 또한 이상경보는 하나의 원인에 의해 복수의 경보표시가 나오는 것도 있으므로 이상상태에 대한 적절한 판단을 하여야 한다.

5.2.2 이상상태와 대책

이상이 발생한 경우에는 신속하게 현장의 상태를 확인하고 임기응변의 조치를 실시함과 동시에 필요에 따라 관계자에게 연락하여야 한다. 이를 위해서 이상상황을 가정하여 대책을 수립하여 두는 것이 좋다. 송수펌프계통은 단일 또는 단순한 관로계통이므로 이상상태의 파악도 비교적 용이하다. 또한 고장기기를 예비기기로 교체하거나 자동운전기기 또는 제어회로가 고장나면 수동으로 운전하는 등 비상사태를 가정해서 대책을 마련함과 동시에 운전원들도 교육과 훈련을 시켜야 한다. 보수에 전문적인 기술과 긴급성을 요구하는 경우에는 제조업체 위탁방법이나 최소한의 예비제품 확보 등도 고려해 둘 필요가 있다.

5.2.3 정전시 조치

정전된 경우 예비동력이 없는 펌프장에서는 즉시 다음의 조치사항을 실시함과 동시에 관계기관에 연락하여야 한다.

가. 연결관(by-pass)에 의한 다른 계통으로 교체

연결관에 의하여 다른 계통으로 바꿀 수 있는 송·배수펌프장에서는 교체조작을 실시하고, 배수관로에 설치된 가압펌프장에서는 연결 펌프를 개방하여 자연유하로 바꾸고 펌프의 토출밸브를 닫아서 시동준비를 하여 둔다.

나. 복구시간의 확인

어느 펌프장에서나 전력회사에 연락해서 정전시간, 복구시간 등을 확인하고 상황에 따라 관계기관에 연락함과 동시에 적절한 조치를 강구하여야 한다. 또한, 수선을 하면 즉시 운전할 수 있도록 준비해 두어야 한다.

다. 운전재개시의 주의사항

운전을 재개할 경우에는 수량을 서서히 늘리면서 공기밸브에서 공기를 충분히 빼서 관로에 대해 악영향을 주지 않도록 하여야 한다. 그러므로 가압구역내에서는 충분한 공기밸브 및 이토밸브를 설치함이 바람직하다.

라. 예비동력 등으로 교체

수전계통에 예비전선선로나 자가발전설비 등의 예비동력시설이 설치된 펌프장에서는 즉시 교환해서 운전하여야 한다. 예비동력시설은 평소 운전하지 않기 때문에 특히 유지관리가 소홀해지기 쉬우므로 정기적으로 점검·정비를 확실히 하고 정전시에 정확하게 작동하도록 준비하여야 한다.

5.2.4 재해대책

가. 예방적인 조치

수해의 위험시기 전에는 반드시 설비를 점검·정비하고 침수의 우려가 있을 경우에는 필요에 따라 전동기 등 중요한 전기기기는 뜯어서 안전한 장소로 이동시키고 침수의 피해를 방지하도록 평상시부터 대책을 수립하여 두어야 한다.

나. 피해시 대책

미리 계획을 세워서 지휘계통, 비상호출의 지명 및 방법, 광고, 긴급급수, 복구작업의 순서, 연락체제 등의 방법을 결정하여야 한다.

5.3 오염방지 및 안전대책

5.3.1 펌프흡수정의 오염방지

펌프흡수정에는 누수나 침수가 있어서는 안된다. 누수가 있는 경우에는 즉시 보수를 하고 펌프흡수정을 소독하여야 한다.

5.3.2 실내의 오염방지

가. 실내 정리

실내는 항상 정리, 정돈하여 청결을 유지하여야 한다. 또한 맨홀 및 흡입관 주위의 바닥은 오염방지에 주의하고 펌프의 주위에는 배수구를 설치하는 것이 좋다.

나. 벌레, 작은 동물의 침입방지

실내에는 벌레나 동물이 침입하여 기기류에 장애를 주는 경우가 있으므로 이를 방지하기 위해서는 창이나 필요한 장소에 방충망을 설치하는 것 외에도 출입문을 개방하지 않도록 주의하여야 한다.

다. 외부로부터의 침수

구조물은 주위로부터 침수되지 않도록 하여야 한다. 침수의 위험이 있는 장소에서는 현장여건에 따라서 수방용 제방, 배수펌프, 배수구 등을 적절하게 설치하고 유지관리에도 만전의 노력을 기울여야 한다. 맨홀, 흡입관 주위의 바닥으로부터 펌프 흡수정 등으로 침수되지 않도록 수밀구조로 하여야 한다. 그러나 이 시설이 도리어 침수의 원인이 될 수도 있으므로 그 설계, 관리에는 충분한 신중을 기하여야 한다.

5.3.3 안전대책

구내에는 관계자 이외의 외부인의 출입을 금지하고 펌프장의 출입구, 맨홀 등은 필요에 따라 항상 잠금장치를 설치한다.

제 13장 재정계획

1. 과거 상수도사업 재정현황

2. 재무적 사업타당성 분석

제 13 장 재정계획

1. 과거 상수도사업 재무현황

1.1 일반사항

• 안산시 상수도사업은 시 일반회계와 구분된 특별회계로 운영되고 있다.

• 2009년도말 현재 행정구역내 인구는 739,493명이며 급수인구는 736,691명으로 급수보급율은 99.6%이다.

• 안산시는 안산정수장과 연성정수장에서 정수를 생산하고 있으며, 광역(반월정수장 및 시흥정수장)으로부터 정수와 공업용수를 공급받고 있는바 광역 배분 계약량은 2009년에 134,441톤/일 수준이다.

• 2009년의 연간급수량은 143,516천톤이며 1인 1일 급수량은 347Ｌ이다.

• 또한 연간조정량은 133,698천톤으로 유수율은 93.2%이다.

• 안산시 상수도사업의 과거 재무실적을 분석하기 위하여 수도사업소로 부터 제재무자료 및 관련 규정을 수집하였다.

• 안산시의 상수도사업은 특별회계로 운영되고 있으며, 따라서 그에 관련된 재무기록은 시의 타업무와 분리되어 기록되고 있으며, 상수도사업의 운영예산도 시의 일반회계 예산과 별도로 매년 편성. 집행되고 있다.

• 상수도 사업의 재무적인 수익성 및 안정성을 분석하기 위하여 과거의 재무기록을 검토하였다.

1.2 손익계산서

• 영업수익은 급수수익과 기타의 영업수익으로 구성되어 있으며 기타 영업수익은 주로 급수공사수수료와 기타의 제수수료로 구성되어 있다.

• 상수도사업의 제비용은 영업비용과 지급이자로 대별할 수 있다.

• 2007, 2008 및 2009년의 급수공사를 제외한 영업비용의 영업수익에 대한 비율(영업비율)은 각각 98.4%, 93.4% 및 96.9%로써 2008년에는 약 5%의 요금인상으로 영업수지가 개선되었으나 2009년에는 영업비율이 증가되어 영업수지는 악화되었다.

<표 13.1-1> 손익계산서

(단위 : 백만원)

과목 \ 년도	2007	2008	2009
생 산 량 (천㎥)	143,745	143,569	143,516
판 매 량 (천㎥)	137,097	136,863	133,699
㎥당 요 금	423.65	446.33	445.94
급 수 수 익	58,081	61,086	59,622
급수공사수익	1,787	2,369	1,385
기 타	4,961	4,988	5,186
영 업 수익 계	64,829	68,443	66,193
영 업 비 용			
인 건 비	6,014	6,174	6,291
동 력 비	1,109	1,085	1,099
약 품 비	678	854	982
원. 정수구입비	41,724	41,054	40,844
수 선 유 지 비	2,378	2,095	2,394
일 반 관 리 비	2,566	2,709	3,155
감 가 상 각 비	7,560	7,771	8,055
급 수 공 사 비	1,785	2,293	1,402
영 업 비 용 계	63,814	64,035	64,222
영업이익(손실)	1,015	4,408	1,971
영 업 외 수 익			
수 입 이 자	2,435	2,904	2,450
타회계부담금	988	1,171	721
기 타	159	59	68
영업외수익 계	3,582	4,134	3,239
영 업 외 비 용			
지 급 이 자	407	301	143
기 타	110	15	233
영업외비용 계	517	316	376
당 기 순 이 익	4,080	8,226	4,834

• 영업비용의 구성비는 다음에서 나타난 바와 같이 2009년에 원수구입비가 65.0%로 가장 높고 감가상각비 12.8%, 인건비 10.0%, 일반관리비 5.0%, 수선유지비 3.8%, 동력비 1.7%, 약품비 1.6% 수준이다.

• 안산시 수도사업은 외부 차입이 적어 이자비용 부담은 2009년에 톤당 1.1원 수준으로 매우 낮다.

• 이상의 분석을 요약하면 2007년에 판매톤당 이익이 4.5원 발생하였으며 2008년에는 요금인상으로 판매톤당 이익은 29.5원으로 증가하였으나 2009년에는 물소비량의 감소와 비용증가로 인해 판매톤당 이익은 13.8원으로 감소하였다.

<표 13.1-2> 영업비용 분석

과목 \ 년도	2007	2008	2009
영 업 수 익(백만원)	63,042	66,074	64,808
조 정 량 (천㎥)	137,097	136,863	133,699
톤당 영 업 수 익(원/㎥)	459.8	482.8	484.7
(조정 단위당 비용 (원/㎥))			
인 건 비	43.9	45.1	47.1
동 력 비	8.1	7.9	8.2
약 품 비	4.9	6.2	7.3
원. 정 수 구 입 비	304.3	300.0	305.5
수 선 유 지 비	17.3	15.3	17.9
일 반 관 리 비	18.7	19.8	23.6
감 가 상 각 비	55.1	56.8	60.2
합 계	452.3	451.1	469.8
증 가 율		(0.3%)	4.1%
영 업 비 용 구 성 비			
인 건 비	9.7%	10.0%	10.0%
동 력 비	1.8%	1.8%	1.7%
약 품 비	1.1%	1.4%	1.6%
정 수 구 입 비	67.3%	66.5%	65.0%
수 선 유 지 비	3.8%	3.4%	3.8%
일 반 관 리 비	4.1%	4.4%	5.0%
감 가 상 각 비	12.2%	12.6%	12.8%
합 계	100.0%	100.0%	100.0%
이 자 비 용	3.0	2.2	1.1
조 정 량 ㎥당 총 원 가	455.3	453.3	470.9
판 매 ㎥당 이 익	4.5	29.5	13.8

1.3 대차대조표

• 2009년의 순고정자산 총액은 241,662백만원이다.

• 2007년이후 추가차입은 없었으며 기존차입금 상환으로 총자산 대비 차입금비율은 2007년의 3.3%에서 2009년의 1.1%로 감소하였는바, 재무구조는 매우 안정적이며 단기 유동성을 나타내는 유동비율은 1,802% 이상을 유지하여 재무유동성이 매우 양호하다.

• 현행의 급수수익 징수는 징수대행기관인 시중은행을 이용하고 있으며, 납입고지와 동시에 급수수익 및 미수금을 계상하고 은행의 징수보고에 따라 회수된 금액을 현금예금으로 회계처리하고 있다.

1.4 자금수지표

• 상수도사업의 자금조달원천을 분석하면 영업활동에서 조달한 자금 즉 상수도 급수에 따른 상수도 요금 수입에서 운영유지비를 차감한 내부조달자금은 투자비재원으로 사용되었으며, 투자비중 일부는 시설분담금, 타회계보조금 및 공사부담금으로 조달하였다.

• 과거 2007～2009년 기간의 급수수익으로 조달한 내부조달자금 총액은 41,377백만원이며 시설분담금, 타회계건설보조금 및 공사부담금 수입은 11,700백만원으로서 총 53,077백만원이다.

• 2007～2009년 기간의 투자비는 35,405백만원이며 원리금 상환액은 9,950백만원 으로서 자금잉여가 많이 발생하여 현금보유액은 2009년말 현재 631억원에 달하고 있어 향후 투자여력이 큰 것으로 분석된다.

1.5 재무비율 분석

• 안산시 수도사업의 재무제표로부터 산출된 주요재무비율 및 지수가 다음표에 나타나 있는바, 부채총계의 자본총계 대비 비율인 부채비율은 1.0%로써 재무구조가 매우 양호하며 매출액순이익율은 2007년의 6.47%에서 2008년에는 12.45%로 개선되었는바, 이는 2008년의 요금인상 때문이다.

• 이에따라 자기자본 순이익율과 자기자본 경상이익율은 2007년의 1.38%에서 2008년에는 2.67%로 개선되었다.

• 안산시의 경우 2008년에 약 5%의 요금인상이 있었으며, 요금현실화율은 2007년에 93.5% 2008년에 99.2%, 2009년에 93.8% 수준을 유지하고 있다.

<표13.1-3> 대차대조표

(단위 : 백만원)

과목 \ 연도	2007	2008	2009
자 산			
현 금 예 금	56,536	63,608	63,147
수용가 미수금	3,761	1,695	1,598
기 타 미 수 금	-	-	-
저 장 품	537	801	647
기 타 유 동 자 산	1,843	1,484	971
유 동 자 산 계	62,677	67,588	66,363
가 동 설 비 자 산			
취 득 원 가	312,881	318,555	328,056
감가 상각 충당금	71,441	78,065	86,394
순 고 정 자 산	241,440	240,490	241,662
건 설 가 계 정	7,095	13,381	19,790
기 타 가동설비자산	-	-	-
투자와 기타 자산	44	35	25
자 산 총 계	311,256	321,494	327,840
부 채 와 자 본			
부 채			
미 지 급 비 용	97	69	88
기 타 유 동 부 채	348	11	115
유동성 장기 부채	3,033	3,033	2,139
유 동 부 채 계	3,478	3,113	2,342
고정부채(장기차입금)	6,372	3,339	1,200
퇴직급여 충당부채	118	126	181
비유동 부 채 계	6,490	3,465	1,381
부 채 합 계	9,968	6,578	3,723
자 본			
자 본 금	15,449	15,449	15,449
자 본 잉 여 금	220,201	226,194	230,560
이 익 잉 여 금	65,638	73,273	78,108
자 본 합 계	301,288	314,916	324,117
부채와 자본 총계	311,256	321,494	327,840

<표 13.1-4> 자 금 수 지 표

(단위 : 백만원)

과 목 \ 연 도	2007	2008	2009
자 금 의 원 천			
영 업 이 익	4,487	8,527	4,977
감 가 상 각 비	7,560	7,771	8,055
기 타 수 익 비 용	–	–	–
영 업 조 달 현 금	12,047	16,298	13,032
차 입 금 의 증 가	–	–	–
자본 잉여금의 증 가			
시 설 분 담 금	731	575	–
타 회계 건설 보 조 금	2,305	1,911	1,911
공 사 부 담 금	1,403	1,512	1,352
원 천 합 계	16,486	20,296	16,295
자 금 의 운 용			
고 정 자 산 의 취 득	5,148	5,925	6,895
건 설 가 계 정 증가	4.434	5,020	5,524
기 타 자 산 의 증 가	43	879	1,038
차 입 금 의 상 환			
원 금	3,033	3,033	3,033
이 자	407	301	143
유동자산.부채의 증감	449	(1,120)	(1,171)
기타자산.부채의 증감	42	(9)	(10)
운 용 합 계	13,556	13,224	16,756
현 금 의 증 (감)	2,930	7,072	(462)
합 계	16,486	20,296	16,295

<표 13.1-5> 경영비율 분석

(단위 : 백만원)

과목 \ 연도	2007	2008	2009
유 동 비 율	1,802.1%	2,171.2%	2,833.6%
당 좌 비 율	1,786.7%	2,145.4%	2,806.0%
부 채 비 율	3.3%	2.1%	1.1%
매 출 액 순 이 익 율	6.47%	12.45%	7.46%
자 기 자 본 순 이익율	1.38%	2.67%	1.51%
자기 자본 경상 이익율	1.38%	2.67%	1.51%
총 자 본 경 상 이익율	1.32%	2.60%	1.49%
총 자 본 회 전 율	0.20	0.21	0.20
자 기 자 본 회 전 율	0.21	0.21	0.20
고 정 자 산 회 전 율	0.26	0.26	0.25
감 가 상 각 율	2.42%	2.44%	2.46%
부 채 상 환 능 력	3.7	5.1	4.1
수선비/유형자산취득가	0.76%	0.66%	0.73%
생산톤당 동력비(원/톤)	7.72	7.56	7.66
생산톤당 약품비(원/톤)	4.72	5.95	6.84
생산톤당원정수구입비(원/톤)	290.26	285.95	284.60
일반 관리비/인 건 비	42.67%	43.88%	50.15%
공 급 단 가(원/톤)	423.6	446.3	445.9
공 급 원 가(원/톤)	453.0	449.9	475.4
요 금 현 실 화 율	93.5%	99.2%	93.8%

1.6 상수도 요율 체계

• 안산시 상수도 요율은 가정용, 일반용, 대중탕용 및 전용공업용의 4개 부담자로 구분하였으며, 전용공업용을 제외하고는 사용량이 증가함에 따라 높은 요율이 적용되는 누진요율 체계로 구성되어 있고 안산시 상수도 요율은 2008년에 약 5% 인상되었다.

• 2009년의 급수수익 구성비는 가정용이 33.3%, 일반용 38.9%, 대중탕용 1.8%, 전용공업용이 26.0%이며, 급수량 구성비는 가정용이 40.2%, 일반용 23.2%, 대중탕용 1.2%, 전용공업용이 35.4%를 차지하고 있다.

• 또한 2009년도 업종별 톤당 평균단가는 가정용 369.4원, 일반용 747.7원, 대중탕용

683.9원, 전용공업용이 327.2원이며 전체 평균단가는 445.9원이다.

<표 13.1-6> 상수도요율표

(단위 : 톤,원)

구 분		사 용 요 금	
		2000이전	2008
가 정 용	1 -20	310	345
	21-40	470	505
	41이상	700	735
일 반 용	1 -50	520	555
	51-100	630	665
	101-300	700	735
	301-1000	800	835
	1001이상	850	885
대중탕용	1 -1000	500	535
	1001-1500	600	635
	1501-2000	680	715
	2001이상	720	775
전용공업용	1m2당	310	330

2. 재무적 사업타당성 분석

2.1 개 요

• 안산시는 2009년말 현재 안산정수장과 연성정수장을 운영하고 있으며 시설용량은 444,000㎥/일임. 또한 광역(반원정수장, 시흥정수장)으로부터 정수와 공업용수를 공급받고 있는바 2009년 계약량은 134,441㎥/일이다.

• 2025년까지의 수도정비기본계획을 반영하여 안산시 상수도사업의 향후 재무추정 및 투자의 재무적 타당성을 검토하였는바 구체적인 검토 사항은 다음과 같다.

- 투자비 소요액의 검토
- 자금조달계획의 검토
- 재무제표의 추정 및 재무적 타당성 검토
- 상수도 요율 분석

2.2 투자비 소요액

• 안산시는 수도정비기본계획에 의거 기존정수장 시설개량 및 확충, 송배수시설 신설 및 확장, 노후관교체 및 개량, 마을상수도 사업등을 시행할 계획이다.

• 2025년 까지의 수도정비기본계획의 총투자비 및 년차별 지출계획은 다음과 같은바 2010~2025년 기간의 수도정비를 위한 투자비는 2010년 불변가격으로 126,402백만원이며, 물가예비비 23,823백만원을 포함한 경상가격투자비는 총 150,225백만원이다.

<표 13.2-1> 연도별 투자계획

(단위 : 백만원)

구 분	합계	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
시설확장	49,464	3,869	3,446	10,729	10,636	11,253	9,531	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
- 정수장	11,728	850	2,273	2,343	2,250	2,867	1,145										
- 배수지	21,120		–	5,280	5,280	5,280	5,280										
- 송배수관로	12,953	3,019	1,173	2,190	2,190	2,190	2,191										
- 가압장	3,663		–	916	916	916	915										
시설정비 및 개량	61,278	2,562	2,493	2,231	2,791	8,476	9,286	3,350	3,350	3,350	3,350	3,350	3,338	3,338	3,338	3,338	3,337
- 정수장	14,079	749	220		560	6,275	6,275										
- 노후관로정비	47,199	1,813	2,273	2,231	2,231	2,201	3,011	3,350	3,350	3,350	3,350	3,350	3,338	3,338	3,338	3,338	3,337
물수요관리	14,931	1,687	927	715	672	643	655	731	1,039	1,787	1,036	823	781	750	763	807	1,115
마을상수도	729		729														
총투자비(2009가격)	126,402	8,118	7,595	13,675	14,099	20,372	19,472	4,081	4,389	5,137	4,386	4,173	4,119	4,088	4,101	4,145	4,452
물가예비비	23,823		228	833	1,307	2,557	3,101	792	1,009	1,370	1,337	1,435	1,583	1,741	1,921	2,125	2,484
총투자비(경상가격)	150,225	8,118	7,823	14,508	15,406	22,929	22,573	4,873	5,398	6,507	5,723	5,608	5,702	5,829	6,022	6,270	6,936

2.3 자금조달계획

2.3.1 기본가정

• 자금조달계획 수립의 기본가정은 다음과 같다.

- 물가상승율은 매년 3.0%로 가정하였다.
- 정부의 물관리 종합대책에 의하면 수도요금을 생산원가 수준으로 요금현실화를 하도록 하고 있다.
- 안산시의 경우 2008년에 요금인상이 있었으며 2009년말 현재 요금현실화 수준은 93.8%로서 6.61%의 요금 인상요인이 있다.
- 수도정비계획에 따르면 2010년이후 매년 상당수준의 투자가 시행됨으로써 요금기저는 매년 급격히 상승하게 되며, 이에따라 매년 높은 요금인상이 수반되어야 요금현실화율 100%를 달성할 수 있게 된다.

• 본 분석에서는 2010년에는 요금인상이 없으며, 2011년 부터 매 2년마다 요금을 인상을 원칙으로 하고, 2015년 이전에는 인상 연도에 요금현실화율 95% 이상을 달성하도록 하며, 집중적인 수도정비 투자가 완료되는 2017년 이후에는 요금현실화율 97% 이상을 달성하도록 인상하는 것으로 계획하였는바, 연도별 요금인상계획 및 요금현실화 계획은 <표 13.2-2>와 같다. (요금현실화 대안분석은 별도 항에서 분석함)

<표 13.2-2> 요금 인상계획 - 매 2년마다 요금인상(현실적인 요금현실화 계획)

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018이후
요금인상률(%)	-	6.5	-	6.0	-	7.0	-	6.5	-	매2년마다4%
요금현실화율	90.0	95.3	93.2	96.1	93.2	95.6	93.0	97.2	95.4	95.5-97.6%

• 시설분담금, 타회계건설보조금 및 공사부담금은 2010년 예산액(타회계건설보조금 1,023백만원, 공사부담금 1,200백만원)을 제외하고는 2011년 이후 없는 것으로 가정하였다.

• 내부자금(급수이익)으로 충당되지 못하는 부족자금은 외부차입금으로 조달하는 것으로 가정하고 외부차입은 재정융자(5년거치 10년 분할상환, 연이자율 4.0%)로 가정하였으며 원리금상환이 가능한 선에서 차입하는 것으로 가정하였다.

2.3.2 자금조달계획

• 이상의 가정하에 수립된 2010~2025년 기간의 자금조달계획은 다음과 같음. 표에서 보는바와 같이 자금지출을 보면 투자비 150,225백만원, 차입 원리금 상환 3,439백만원, 수

도사업비용등 1,337,465백만원으로 지출총액은 1,605,175백만원이다. 이에 대한 재원은 급수수익 1,446,472백만원(감가상각비 포함)과 타회계건설보조금 1,023백만원, 공사부담금 1,200백만원, 기타수입 156,480백만원으로 조달하는 것으로 분석되었다.

<표 13.2-3> 자금조달계획

(단위 : 백만원)

구 분	합 계	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
급수수입	1,446,472	64,481	69,740	70,809	76,190	77,322	83,946	84,852	91,333	92,298	96,993	97,997	102,927	103,938	109,147	109,744	114,755
시설분담금	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
타회계 건설보조금	2,223	2,223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
기타	156,480	6,396	8,339	8,711	8,882	9,292	8,740	9,201	9,360	9,819	10,033	10,471	10,694	11,147	11,381	11,881	12,134
차입금	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
재원합계	1,605,175	73,100	78,079	79,519	85,071	86,614	92,686	94,053	100,692	102,116	107,026	108,468	113,622	115,085	120,528	121,626	126,890
총투자비	150,225	8,118	7,823	14,508	15,406	22,929	22,573	4,873	5,398	6,507	5,723	5,608	5,702	5,829	6,022	6,270	6,936
원리금상환	3,439	2,218	1,221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
수도사업비용	1,337,465	60,751	63,329	66,030	68,866	71,848	74,976	78,028	81,120	84,336	87,674	91,133	94,598	98,192	101,917	105,486	109,182
지출총계	1,491,129	71,087	72,373	80,538	84,272	94,777	97,549	82,901	86,518	90,843	93,397	96,741	100,300	104,021	107,939	111,756	116,118
당기잉여	114,046	2,013	5,707	-1,018	799	-8,163	-4,863	11,153	14,174	11,273	13,629	11,728	13,321	11,064	12,589	9,870	10,772
기초자금	63,147	63,147	65,160	70,867	69,848	70,647	62,483	57,620	68,773	82,947	94,220	107,849	119,576	132,898	143,962	156,551	166,421
기말자금	177,193	65,160	70,867	69,848	70,647	62,483	57,620	68,773	82,947	94,220	107,849	119,576	132,898	143,962	156,551	166,421	177,193

나. 손익계산서

1) 급수수익

- 상수도요율은 2009년 평균요율을 기준으로 상기에서 가정한 율만큼 인상하는 것으로 가정하였으며, 급수수익은 요율인상 가정과 추정된 수요량에 따라 증가하는 것으로 추정하였다.

2) 기타영업수익

- 기타영업수익은 급수공사수수료와 기타의 제수수료로서 2009년 수입을 기초로 하여 급수전수에 비례하여 변동되는 것으로 추정하였다.

3) 급수공사수익 및 급수공사비

- 급수전의 신설 및 개조시 수용가로부터 징수하는 급수공사수익은 동액의 급수공사비가 발생되는 징수 및 공사시기가 일치하지 않으므로 매년의 공사비 및 수익이 일치하지는 않으나 일정기간의 수익 비용은 금액이 일치하게 된다.
- 따라서 향후년도에는 급수전의 변동에 따라 비례하여 추정하였으며 수익과 공사비를 동액으로 추정하였다.

4) 영업비용

- 인건비는 2010년 예산상의 직원 1인당 인건비를 기준으로 직원수 증가에 따라 증가하는 것으로 추정하였으며, 인원수는 2009년도 인원수를 기준으로 하여 변동이 없는 것으로 가정하였다.
- 원수구입비, 동력비 및 재료 약품비는 2010년 예산상의 ㎥당 원가를 기초로 하여 자체정수장 생산량의 증가에 비례하여 변동하는 것으로 가정하였다.
- 정수구입비는 2010년 예산상의 ㎥당 원가를 기초로 하여 광역 정수공급량의 증가에 비례하여 변동하는 것으로 가정하였다.
- 수선유지비는 2010 예산상의 비용을 기초로하여 고정자산 금액에 따라 증가하는 것으로 가정하였다.
- 일반관리비는 2010년 예산상의 비용을 기초로 하여 인원수에 따라 증가하는 것으로 추정하였다.

5) 감가상각비

- 감가상각방법은 현행의 상각방법인 정액법을 적용하였으며 상각율은 수도사업 평균 상각율인 2.46%를 적용하여 매년의 감가상각비를 산정하였다.

6) 기타손익

- 기타손익은 현금 예금의 공공은행 예치에 따른 수입 이자 등으로 추정기간동안 2010년 예산과 동일한 금액으로 가정하였다.

다. 대차대조표

1) 현금예금

- 현금예금은 최소한 매년의 영업비용(감가상각비제외)의 2개월분을 보유하는 것으로 가정하였다.

2) 미수금

- 미수금은 과거실적을 기초로 하여 연간 급수수익의 약 1개월분으로 가정하였다.

3) 재고자산

- 재고자산은 약품 및 수선자재의 보유량을 말하며 과거실적을 고려하여 연간 약품비와 수선유지비의 약 6개월분을 보유하는 것으로 가정하였다.

4) 기타유동부채(예수금) 및 미지급비용

- 유동부채는 과거년도 실적을 고려하여 향후 추정기간동안 없는 것으로 가정하였다.

5) 장기차입금 및 유동성장기부채

- 장기차입금은 기존의 차입금 및 향후의 자금부족에 따른 추가 차입금에 대하여 상환계획에 따라 상환되는 것으로 추정하였으며 상환기일이 일년이내에 도래하는 분은 유동성 장기부채로 재분류하여 유동부채의 항목으로 표시하였다.

6) 자본금

- 자본금은 원시자본금, 국고교부자본금 자본전입액으로 추정기간중 변동이 없는 것으로 하였다.

7) 재평가 적립금

- 가동되는 시설자산 잔액에 매년의 도매물가상승율을 고려한 재평가에 따른 재평가차액을 고려하지 않고 추정하였다.

8) 자본잉여금

- 타회계건설보조금 및 시설분담금으로서 2009년 결산상의 잔액을 기초로 추가적인 보조액 및 급수전수 증가에 따른 향후의 잉여금 증가액을 포함하였다.

라. 자금수지표

1) 내부조달자금

- 감가상각비 차감전이익에 기타손익을 가감하여 산출.

2) 자본잉여금에 의한 조달

- 이는 시설분담금과 타회계부담금 및 공사부담금으로 구성되며 향후의 급수전수 증가에 따라 증감되는 것으로 가정하였다.

3) 차입금에 의한 조달

- 자금부족액이 있는경우 외부차입을 하며 재정융자(5년거치 10년분할상환, 연이자율 4.0%)로 가정하였다.

4) 투자비 지출액

- 투자비는 수도정비기본계획상의 투자계획을 반영하였다.

5) 부채상환

- 차입금의 차입 조건에 의거 원금상환 및 지급이자액을 계산하여 반영하였다.

2.4.3 추정 재무제표 분석

가. 손익계산서

- 안산시 상수도사업은 상기에서 가정한 요율인상을 전제로 추정기간동안 2010년이후 매년 당기순이익을 나타내며 2025년에는 5,890백만원의 당기순이익이 예상된다.
- 손익내용을 분석하면 영업비율 즉 영업비용과 감가상각비의 합계가 영업수익에서 차지하는 비율이 2009년과 2010년에는 97.0%와 97.7%로서 매우 높으나 2011년 이후 매 2년마다 계획된 요금인상으로 2011년 이후에는 92.4%~97.5% 수준을 유지하게 될 것으로 분석된다.
- 가동고정자산에 대한 투자보수율은 2009년에 3.28%인바, 2011년 이후 매년 계획적인 요금인상을 전제로 2011년 이후에는 2.59%~4.56%를 달성하게 된다.
- 상수도사업이 계속적으로 운영되기 위하여는 일정수준의 이익이 보장되어야 하는바 그 수준은 궁극적으로 요금현실화율 100%를 달성하는 수준이다. 그러나 매 2년마다 요금인상으로 궁극적으로 97% 수준 이상을 유지하게 된다면 현실적인 요금현실화가 달성되는 것으로 볼 수 있다.

나. 자금수지표

- 2009~2025년 기간의 내부조달자금과 시설분담금은 총 282,030백만원으로써 동기간의 투자비에의 충당 가능액은 원리금 상환액 6,615백만원을 차감한 275,415

백만원이다. 자금조달 구성을 보면 자금조달총액은 287,516백만원으로 내부조달자금 282,030백만원(98.1%), 타회계건설보조 2,934백만원(1.0%), 공사부담금 2,552백만원(0.9%)으로 조달되어야 하는 것으로 분석되었다.

- 이상의 내용을 종합하면 상수도 사업의 적절한 자금운용은 영업활동으로부터 조달되는 내부자금에 의하여 차입금의 원리금 상환이 가능해야 하며, 또한 현재 보유하고있는 시설의 감가상각비에 해당하는 자금을 내부유보하여 향후의 개체투자에 이용될수 있어야 한다. 현행의 안산시 수도사업의 자금운용은 상기에서 가정한 요율인상을 전제로 하여 문제가 없으나, 수도사업의 계속성 유지를 위한 재투자재원 확보를 위하여는 궁극적으로 요금현실화를 통하여 적정투자보수율 6.0%를 달성할 수 있도록 계획된 요율인상이 수반되어야 한다.

다. 대차대조표

- 2009년의 순 고정자산의 규모는 241,662백만원으로 2025년에 238,944백만원으로 증가함. 현금예금은 계속 증가하여 2025년에는177,193백만원이 되는바 이 자금은 본 수도정비 기본계획에 반영된 이외의 투자에 사용될수 있다.
- 단기지급능력을 나타내는 유동비율은 추정기간동안 28.3~681.1 수준을 유지하여 1.0 이상이므로 자금유동성은 매우 안정적이며, 총자산에 대한 부채비율은 추정기간동안 1.0% 미만으로서 안정적인 재무구조를 유지하는 것으로 분석되었다.

<표 13.2-4> 추정손익계산서

(단위 : 백만원)

과 목	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
인 구 (천명)	739.49	769.77	783.51	797.50	811.73	826.22	840.97	850.47	860.08	869.80	879.63	889.57	897.93	906.37	914.89	923.49	932.17
급수보급율	99.6%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
급수인구(천명)	736.69	769.00	782.73	796.70	810.92	825.40	840.13	849.62	859.22	868.93	878.75	888.68	897.03	905.47	913.98	922.57	931.24
급수전(천전)	66.59	66.93	68.12	69.34	70.58	71.84	73.12	73.95	74.78	75.63	76.48	77.35	78.07	78.81	79.55	80.30	81.05
생산량(백만톤)	143.52	155.48	157.90	160.32	162.73	165.15	167.57	169.38	171.19	173.00	174.81	176.61	178.37	180.12	181.87	182.87	183.86
판매량(백만톤)	133.70	144.59	146.84	149.09	151.34	153.59	155.84	157.52	159.21	160.89	162.57	164.25	165.88	167.51	169.14	170.06	170.99
판매량(톤/월/전)	167.31	180.03	179.63	179.18	178.69	178.17	177.61	177.52	177.41	177.28	177.13	176.97	177.06	177.13	177.19	176.50	175.81
유수율	93.2%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%	93.0%
톤당요금(원/톤)	445.9	445.9	474.9	474.9	503.4	503.4	538.7	538.7	573.7	573.7	596.6	596.6	620.5	620.5	645.3	645.3	671.1
급수수익	59,622	64,481	69,740	70,809	76,190	77,322	83,946	84,852	91,333	92,298	96,993	97,997	102,927	103,938	109,147	109,744	114,755
급수공사수익	1,385	1,061	1,080	1,099	1,119	1,139	1,159	1,172	1,185	1,199	1,212	1,226	1,238	1,249	1,261	1,273	1,285
기타수익	5,186	5,186	5,437	5,700	5,976	6,265	6,568	6,842	7,126	7,423	7,732	8,054	8,374	8,706	9,052	9,411	9,784
영업수익합계	66,193	70,728	76,257	77,608	83,284	84,726	91,673	92,866	99,644	100,919	105,937	107,277	112,539	113,894	119,460	120,428	125,824
인건비	6,291	6,395	6,587	6,784	6,988	7,198	7,414	7,636	7,865	8,101	8,344	8,594	8,852	9,118	9,391	9,673	9,963
동력비	1,099	1,270	1,321	1,373	1,428	1,484	1,543	1,617	1,695	1,776	1,861	1,949	2,021	2,097	2,175	2,255	2,339
재료약품비	982	901	937	974	1,013	1,053	1,094	1,147	1,203	1,260	1,320	1,383	1,434	1,487	1,543	1,600	1,659
수선유지비	2,394	2,507	2,641	2,804	3,005	3,249	3,534	3,757	3,915	4,086	4,265	4,447	4,636	4,834	5,041	5,259	5,490
원정수비	40,844	44,670	46,698	48,807	51,001	53,283	55,656	57,985	60,403	62,914	65,522	68,229	70,953	73,779	76,710	79,455	82,296
일반관리비	3,155	3,947	4,065	4,187	4,313	4,442	4,576	4,713	4,854	5,000	5,150	5,304	5,464	5,627	5,796	5,970	6,149
급수공사비	1,402	1,061	1,080	1,099	1,119	1,139	1,159	1,172	1,185	1,199	1,212	1,226	1,238	1,249	1,261	1,273	1,285
영업비용합계	56,167	60,751	63,329	66,030	68,866	71,848	74,976	78,028	81,120	84,336	87,674	91,133	94,598	98,192	101,917	105,486	109,182
감가상각비전이익	10,026	9,977	12,929	11,578	14,418	12,878	16,697	14,839	18,524	16,583	18,263	16,144	17,941	15,702	17,543	14,943	16,643
감가상각비	8,055	8,348	8,738	8,973	9,294	9,713	10,228	10,675	10,907	11,043	11,191	11,336	11,475	11,615	11,759	11,907	12,063
영업이익	1,971	1,629	4,190	2,605	5,124	3,165	6,470	4,163	7,617	5,540	7,072	4,808	6,466	4,087	5,785	3,036	4,579
수입이자	2,450	180	1,315	1,315	1,315	1,315	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
지급이자	143	79	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
기타(손)익	–165	–															
타회계수입	721	729	738	696	725	696	730	694	725	694	713	694	713	694	713	692	711
경상이익	4,834	2,459	6,223	4,616	7,164	5,176	7,800	5,458	8,942	6,834	8,385	6,102	7,779	5,380	7,097	4,328	5,890
특별이익	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
특별손실	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
당기순이익	4,834	2,459	6,223	4,616	7,164	5,176	7,800	5,458	8,942	6,834	8,385	6,102	7,779	5,380	7,097	4,328	5,890

<표 13.2-5> 추정자금수지표

(단위 : 백만원)

과 목	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
(자 금 의 조 달)																	
감가상각비전이익	10,026	9,977	12,929	11,578	14,418	12,878	16,697	14,839	18,524	16,583	18,263	16,144	17,941	15,702	17,543	14,943	16,643
기타(손)익	3,006	909	2,053	2,011	2,040	2,011	1,330	1,294	1,325	1,294	1,313	1,294	1,313	1,294	1,313	1,292	1,311
내부조달자금	13,032	10,885	14,982	13,590	16,458	14,889	18,027	16,133	19,849	17,877	19,576	17,438	19,254	16,995	18,856	16,234	17,953
고정자산처분	-																
시설분담금	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
일반회계전입	1,911	1,023	-	-	-	-	-	-									
국고보조도비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
공사부담금	1,352	1,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자본잉여 의증가	3,263	2,223	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
차입금의증가	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자금조달의합계	16,295	13,108	14,982	13,590	16,458	14,889	18,027	16,133	19,849	17,877	19,576	17,438	19,254	16,995	18,856	16,234	17,953
(자 금 의 운 용)																	
투자비	14,761	8,118	7,823	14,508	15,406	22,929	22,573	4,873	5,398	6,507	5,723	5,608	5,702	5,829	6,022	6,270	6,936
원 금	3,033	2,139	1,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이자	143	79	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부채상환계	3,176	2,218	1,221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
운전자금의증(감)	-1,181	759	232	100	253	123	317	107	277	97	224	103	230	102	245	94	245
기타자산/부채의 증감	-																
자금운용의합계	16,756	11,095	9,276	14,608	15,659	23,052	22,890	4,980	5,675	6,604	5,947	5,711	5,932	5,931	6,267	6,364	7,181
현금의증(감)	-461	2,013	5,707	-1,018	799	-8,163	-4,863	11,153	14,174	11,273	13,629	11,728	13,321	11,064	12,589	9,870	10,772
합 계	16,295	13,108	14,982	13,590	16,458	14,889	18,027	16,133	19,849	17,877	19,576	17,438	19,254	16,995	18,856	16,234	17,953

<표 13.2-6> 추정대차대조표

(단위 : 백만원)

과 목	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
가동고정자산	328,056	351,905	359,876	371,041	385,998	405,166	427,917	441,640	446,775	452,728	458,843	464,508	470,163	475,929	481,854	488,000	494,603
감가상각충당금	86,394	94,742	103,480	112,454	121,748	131,461	141,688	152,364	163,271	174,314	185,505	196,841	208,316	219,931	231,689	243,596	255,659
순가동자산	241,662	257,163	256,395	258,587	264,250	273,705	286,228	289,276	283,504	278,414	273,338	267,667	261,847	255,998	250,165	244,404	238,944
건설가계정	19,790	4,059	3,912	7,254	7,703	11,465	11,287	2,437	2,699	3,254	2,862	2,804	2,851	2,915	3,011	3,135	3,468
현금예금	63,147	65,160	70,867	69,848	70,647	62,483	57,620	68,773	82,947	94,220	107,849	119,576	132,898	143,962	156,551	166,421	177,193
미수금	1,598	2,149	2,325	2,360	2,540	2,577	2,798	2,828	3,044	3,077	3,233	3,267	3,431	3,465	3,638	3,658	3,825
재고자산	647	852	894	945	1,004	1,075	1,157	1,226	1,279	1,336	1,396	1,457	1,518	1,580	1,646	1,715	1,787
기타유동자산	971	976	993	1,011	1,029	1,048	1,066	1,078	1,090	1,103	1,115	1,128	1,138	1,149	1,160	1,171	1,182
유동자산계	66,363	69,137	75,079	74,164	75,220	67,184	62,642	73,906	88,361	99,736	113,593	125,428	138,985	150,156	162,995	172,965	183,987
무형자산	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
기타 가동 설비자산	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
기타자산	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자산총계	327,840	330,385	335,411	340,031	347,198	352,378	360,182	365,643	374,590	381,428	389,817	395,924	403,708	409,093	416,196	420,529	426,424
미지급금	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
기타유동부채	115	117	120	124	128	132	136	140	144	148	153	157	162	167	172	177	182
미지급비용	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
유동성장기부채	2,139	1,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
유동부채계	2,342	1,405	208	212	216	220	224	228	232	236	241	245	250	255	260	265	270
장기차입금	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181
부채합계	1,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자본금	3,723	1,586	389	393	397	401	405	409	413	417	422	426	431	436	441	446	451
자본잉여금	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449	15,449
이익잉여금	230,560	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783	232,783
자본합계	78,108	80,567	86,789	91,406	98,570	103,746	111,545	117,003	125,945	132,779	141,164	147,266	155,045	160,426	167,523	171,851	177,741
부채와자본총계	324,117	328,799	335,021	339,638	346,802	351,978	359,777	365,235	374,177	381,011	389,396	395,498	403,277	408,658	415,755	420,083	425,973

<표 13.2-7> 주요 재무 비율

년 도	투자보수율 (%)	영업비율 (%)	부채상환 능력비율	유동비율 (정수)	부채비율 (%)
2009	3.3	97.0	4.1	28.3	1.0
2010	1.2	97.7	4.9	49.2	0.4
2011	3.7	94.5	12.3	360.2	0.0
2012	2.6	96.6	n/a	349.8	0.0
2013	4.1	93.8	n/a	348.7	0.0
2014	2.7	96.3	n/a	306.0	0.0
2015	3.9	92.9	n/a	280.2	0.0
2016	2.6	95.5	n/a	324.7	0.0
2017	4.7	92.4	n/a	381.2	0.0
2018	3.5	94.5	n/a	422.5	0.0
2019	4.5	93.3	n/a	472.3	0.0
2020	3.3	95.5	n/a	511.7	0.0
2021	4.4	94.3	n/a	556.3	0.0
2122	3.0	96.4	n/a	589.6	0.0
2023	4.2	95.2	n/a	627.7	0.0
2024	2.5	97.5	n/a	653.1	0.0
2025	3.7	96.4	n/a	681.1	0.0

주) < 비율산정 공식 >

- 투자보수율 = 감가상각비차감후이익 / 순고정자산평균 × 100
- 영업 비율 = 영업비용 / 영업수익 × 100
- 부채 상환 = 내부자금조달액 / 차입원리금상환액
- 유동 비율 = 유동자산 / 유동부채
- 부채 비율 = 부채합계 / 부채와 자본합계 × 100

2.5 상수도 요율분석(요금현실화계획)

2.5.1 안산시 상수도 요금현실화 수준

• 안산시 상수도사업의 과거 3년간 요금현실화 수준은 다음과 같다. 표에서 보는바와 같이 2009년의 요금 현실화율은 93.8%로써 요금현실화 100%를 기준으로 6.61%의 요금 인상요인이 있다.

<표 13.2-8> 과거 3년간 요금현실화 수준

구 분	2007	2008	2009
총괄원가(백만원)	62,109	61,577	63,560
급수수익(백만원)	58,081	61,086	59,622
요금현실화율	93.5%	99.2%	93.8%
요금인상요인	6.93%	0.80%	6.61%

2.5.2 요금현실화계획(매년 요금현실화율 100% 달성)

• 안산시 수도사업은 2008년에 약 5%의 요금을 인상하였는바, 본 항에서는 안산시 상수도사업이 2011년부터 매년 요금현실화율 100%를 달성할 수 있는 방안을 분석하였다.

• 매년 요금현실화율 100% 달성을 위해 필요한 요금인상계획은 다음과 같다

<표 13.2-9> 요금 인상계획 - 매년 요금현실화율 100% 달성

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018이후
요금인상률(%)	-	11.80	2.26	2.71	3.14	4.29	2.81	1.90	1.87	매년1.87-2.21%
요금현실화율	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	매년 100.0

• 매년 요금현실화율 100% 달성을 위한 연도별 톤당 수도요금을 연도별 톤당 총괄원가와 대비한 요금 현실화율을 분석하였는바 분석결과는 다음과 같다.

<표 13.2-10> 총괄원가대비 톤당수도요금 비교(매년 요금현실화율 100% 달성)

년 도	톤당 수도요금 (원/톤) (A)	톤당 총괄원가 (원/톤) (B) (주)	요금현실화율(%) (A/B)	수도요금 인상율(%)
2009	445.9	475.4	93.8	-
2010	445.9	495.6	90.0	-
2011	498.6	498.6	100.0	11.80
2012	509.8	509.8	100.0	2.26
2013	523.7	523.7	100.0	2.71
2014	540.1	540.1	100.0	3.14
2015	563.3	563.3	100.0	4.29
2016	579.1	579.1	100.0	2.81
2017	590.1	590.1	100.0	1.90
2018	601.1	601.1	100.0	1.87
2019	612.7	612.7	100.0	1.93
2020	624.6	624.6	100.0	1.93
2021	636.2	636.2	100.0	1.87
2022	648.5	648.5	100.0	1.92
2023	661.2	661.2	100.0	1.96
2024	675.4	675.4	100.0	2.16
2025	690.4	690.4	100.0	2.21

(주) 연도별 생산단가(총괄원가) 산출내역은 <표 13.2-13> 참조

• 표에서 보는바와 같이 2009년기준 요금현실화율은 93.8%이며, 2010년에 90.0%인바, 2011년에 11.8%의 요금인상이 시행된다면 2012년 이후에는 매년 물가상승률 수준(1.87%~4.29%)의 요금인상이 이루어지면 계속 요금현실화율 100%를 유지할 수 있는 것으로 분석된다.

2.5.3 현실적인 요금현실화계획 대안

• 요금인상계획에서 보는바와 같이 2011년 이후 매년 요금현실화율 100%를 달성하기 위하여는 특히 2011년에 11.80%의 인상이 필요한 것으로 분석되는바 일시에 이러한 대폭적인 요금인상은 어렵다고 판단된다.

• 또한 매년 계속적인 수도정비 투자가 이루어질 경우 매년 투자보수기저의 증가로 인한 요금 인상요인이 발생하며, 이에 따라 매년말 기준으로 요금현실화율 100%를 달성하는 것은 현실적이지 못하다. 따라서 안산시의 2009년도 요금현실화율 93.8%를 기준으로 점

진적으로 증가시키며 또한 매년의 요금인상은 어려운 점을 감안하여 매 2년마다 인상하는 방안을 적용하였다.

• 이에 따라 수도요금은 매 2년마다 인상하고 요금현실화율 목표를 집중적인 수도정비 투자가 시행되는 2015년까지는 인상연도 기준 요금현실화율 95% 이상을 달성하고, 그 이후 2017년 부터는 요금현실화율 97% 이상을 달성하도록 계획하였는바, 현실적인 연도별 요금인상율 및 요금현실화 계획은 다음과 같다.

<표 13.2-11> 요금 인상계획 - 매 2년마다 요금인상(현실적인 요금현실화 계획)

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018이후
요금인상율(%)	-	6.5	-	6.0	-	7.0	-	6.5	-	매2년마다4%
요금현실화율	90.0	95.3	93.2	96.1	93.2	95.6	93.0	97.2	95.4	95.5-97.6%

• 단계적인 요금현실화 대안에 대한 연도별 생산단가(총괄원가) 산출내역은 다음과 같다.

<표 13.2-12> 총괄원가대비 톤당 수도요금 비교(현실적인 요금현실화 계획)

년 도	톤당 수도요금 (원/톤) (A)	톤당 총괄원가 (원/톤) (B) (주)	요금현실화율(%) (A/B)	수도요금 인상율(%)
2009	445.9	475.4	93.8	-
2010	445.9	495.6	90.0	-
2011	474.9	498.6	95.3	6.5
2012	474.9	509.8	93.2	-
2013	503.4	523.7	96.1	6.0
2014	503.4	540.1	93.2	-
2015	538.7	563.3	95.6	7.0
2016	538.7	579.1	93.0	-
2017	573.7	590.1	97.2	6.5
2018	573.7	601.1	95.4	-
2019	596.6	612.7	97.4	4.0
2020	596.6	624.6	95.5	-
2021	620.5	636.2	97.5	4.0
2022	620.5	648.5	95.7	-
2023	645.3	661.2	97.6	4.0
2024	645.3	675.4	95.5	-
2025	671.1	690.4	97.2	4.0

(주) 연도별 생산단가(총괄원가) 산출내역은 <표 13.2-14> 참조

• 표에서 보는바와 같이 2009년기준 요금 현실화율은 93.8%이며, 2010년에 90.0%인바, 2011년부터 매 2년마다 7%～4%의 요금인상이 시행된다면 2015년 이전에는 인상연도 기준으로 요금현실화율 95% 이상을 달성하게 되고, 2017년 이후에는 인상연도 기준으로 요금현실화율 97% 이상을 달성하는 것으로 분석된다.

2.5.4 안산시 적정 요금현실화계획

• 상기에서 설명한 바와 같이 매년 계속적인 투자사업이 시행되고 있으므로 매 연도마다 요금현실화율 100%를 달성하도록 요금인상은 현실적으로 불가능하다. 또한 요금인상에 따른 행정절차상으로나 매년 인상에 따른 시민의 불만을 고려할 때 2년 주기로 인상하는 방안이 현실적이라고 판단된다.

• 따라서 본 보고서에서는 현실적인 요금현실화 계획을 채택하여 시행하는 것을 전제로 재정분석을 시행하였다.

<표 13.2-13> 연도별 생산단가(총괄원가) 산출내역 - 매년 요금현실화 100% 달성

(단위 : 백만원)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
가동설비자산(A)	241,076	249,413	256,779	257,491	261,419	268,978	279,967	287,752	286,390	280,959	275,876	270,502	264,757	258,923	253,081	247,284	241,674
기부채납자산등(B)	119,073	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273
순가동설비자산 (C)=(A)-(B)	122,003	129,140	136,506	137,218	141,146	148,705	159,694	167,479	166,117	160,686	155,603	150,229	144,484	138,650	132,808	127,011	121,401
건설가계정의50% (D)	16,586	11,925	3,985	5,583	7,479	9,584	11,376	6,862	2,568	2,976	3,058	2,833	2,828	2,883	2,963	3,073	3,302
운전자금 (E)	9,124	9,948	10,375	10,822	11,291	11,785	12,303	12,809	13,322	13,856	14,410	14,984	15,560	16,157	16,776	17,369	17,983
요금기저 (F)=(C)+(D)+(E)	147,713	151,012	150,866	153,623	159,916	170,073	183,372	187,150	182,007	177,519	173,070	168,047	162,872	157,689	152,547	147,453	142,685
자기자본비율(G)	97.89%	99.11%	99.79%	99.80%	99.81%	99.82%	99.82%	99.83%	99.84%	99.84%	99.85%	99.85%	99.85%	99.86%	99.86%	99.86%	99.86%
투자보수율 (H)	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
자기자본비용 (I)=(F)*(G)*(H)	8,675	8,980	9,033	9,199	9,576	10,186	10,983	11,210	10,903	10,634	10,368	10,068	9,758	9,448	9,140	8,835	8,550
타인자본비용(J)	143	79	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
적정투자보수 (K)=(I)+(J)	8,818	9,059	9,054	9,199	9,576	10,186	10,983	11,210	10,903	10,634	10,368	10,068	9,758	9,448	9,140	8,835	8,550
영업비용 (L)	62,820	68,038	70,987	73,904	77,042	80,422	84,044	87,531	90,842	94,181	97,653	101,242	104,836	108,558	112,415	116,119	119,960
영업외비용 (M)																	
기타영업수익 (N)	5,186	5,186	5,437	5,700	5,976	6,265	6,568	6,842	7,126	7,423	7,732	8,054	8,374	8,706	9,052	9,411	9,784
영업외수익 (O)	2,892	256	1,391	1,391	1,391	1,391	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676
총괄원가 (P)=(K)+(L)+(M)-(N)-(O)	63,560	71,655	73,213	76,012	79,251	82,952	87,783	91,223	93,942	96,716	99,613	102,580	105,544	108,624	111,827	114,868	118,049
판매량(백만톤)(Q)	133.70	144.59	146.84	149.09	151.34	153.59	155.84	157.52	159.21	160.89	162.57	164.25	165.88	167.51	169.14	170.06	170.99
투자보수달성요율(원/톤) (R)=(P)/(Q)	475.40	495.55	498.58	509.83	523.65	540.08	563.29	579.11	590.07	601.14	612.74	624.53	636.26	648.46	661.15	675.43	690.39
요금수익 (S)	59,622	64,481	73,211	76,012	79,250	82,953	87,779	91,220	93,946	96,714	99,611	102,584	105,539	108,622	111,828	114,868	118,046
현행요율(원/톤) (T)=(S)/(Q)	445.94	445.94	498.56	509.83	523.65	540.09	563.26	579.09	590.09	601.13	612.73	624.55	636.23	648.45	661.16	675.44	690.37
요금현실화율 (S)/(P)	93.8%	90.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
요금인상률		0.0%	11.8%	2.3%	2.7%	3.1%	4.3%	2.8%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	2.0%	2.2%	2.2%

<표 13.2-14> 연도별 생산단가(총괄원가) 산출내역 - 현실적인 요금인상

(단위 : 백만원)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
가동설비자산(A)	241,076	249,413	256,779	257,491	261,419	268,978	279,967	287,752	286,390	280,959	275,876	270,502	264,757	258,923	253,081	247,284	241,674
기부채납자산등(B)	119,073	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273	120,273
순가동설비자산 (C)=(A)-(B)	122,003	129,140	136,506	137,218	141,146	148,705	159,694	167,479	166,117	160,686	155,603	150,229	144,484	138,650	132,808	127,011	121,401
건설가계정의50%(D)	16,586	11,925	3,985	5,583	7,479	9,584	11,376	6,862	2,568	2,976	3,058	2,833	2,828	2,883	2,963	3,073	3,302
운전자금 (E)	9,124	9,948	10,375	10,822	11,291	11,785	12,303	12,809	13,322	13,856	14,410	14,984	15,560	16,157	16,776	17,369	17,983
요금기저 (F)=(C)+(D)+(E)	147,713	151,012	150,866	153,623	159,916	170,073	183,372	187,150	182,007	177,519	173,070	168,047	162,872	157,689	152,547	147,453	142,685
자기자본비율 (G)	97.89%	99.11%	99.79%	99.79%	99.80%	99.80%	99.80%	99.81%	99.81%	99.82%	99.82%	99.82%	99.83%	99.83%	99.83%	99.83%	99.84%
투자보수율 (H)	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
자기자본비용 (I)=(F)*(G)*(H)	8,675	8,980	9,033	9,198	9,575	10,184	10,981	11,207	10,900	10,632	10,366	10,065	9,756	9,445	9,138	8,832	8,547
타인자본비용 (J)	143	79	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
적정투자보수 (K)=(I)+(J)	8,818	9,059	9,054	9,198	9,575	10,184	10,981	11,207	10,900	10,632	10,366	10,065	9,756	9,445	9,138	8,832	8,547
영업비용 (L)	62,820	68,038	70,987	73,904	77,042	80,422	84,044	87,531	90,842	94,181	97,653	101,242	104,836	108,558	112,415	116,119	119,960
영업외비용 (M)																	
기타영업수익 (N)	5,186	5,186	5,437	5,700	5,976	6,265	6,568	6,842	7,126	7,423	7,732	8,054	8,374	8,706	9,052	9,411	9,784
영업외수익 (O)	2,892	256	1,391	1,391	1,391	1,391	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676
총괄원가 (P)=(K)+(L)+(M)-(N)-(O)	63,560	71,655	73,213	76,011	79,250	82,950	87,781	91,220	93,940	96,713	99,611	102,577	105,541	108,621	111,824	114,865	118,047
판매량(백만톤) (Q)	133.70	144.59	146.84	149.09	151.34	153.59	155.84	157.52	159.21	160.89	162.57	164.25	165.88	167.51	169.14	170.06	170.99
투자보수달성요율(원/톤) (R)=(P)/(Q)	475.40	495.55	498.57	509.82	523.65	540.07	563.27	579.09	590.06	601.12	612.73	624.51	636.25	648.44	661.14	675.42	690.37
요금수익 (S)	59,622	64,481	69,740	70,809	76,190	77,322	83,946	84,852	91,333	92,298	96,993	97,997	102,927	103,938	109,147	109,744	114,755
현행요율(원/톤) (T)=(S)/(Q)	445.94	445.94	474.93	474.93	503.42	503.42	538.66	538.66	573.68	573.68	596.62	596.62	620.49	620.49	645.31	645.31	671.12
요금현실화율 (S)/(P)	93.8%	90.0%	95.3%	93.2%	96.1%	93.2%	95.6%	93.0%	97.2%	95.4%	97.4%	95.5%	97.5%	95.7%	97.6%	95.5%	97.2%
요금인상률		0.0%	6.5%	0.0%	6.0%	0.0%	7.0%	0.0%	6.5%	0.0%	4.0%	0.0%	4.0%	0.0%	4.0%	0.0%	4.0%

■ 첨 부

1. 환경부 초안 지적사항 및 조치결과(2009. 6)

안산시 수도정비기본계획 초안 검토의견

1. 총괄

○ 본 검토의견은 안산시 수도정비기본계획변경 초안에 관한 의견으로 본안 보고서 작성 시 아래의 항목별 검토의견을 적정 반영하여 작성·제시하여야 함.

○ 수도정비기본계획서는 「수도정비기본계획수립지침」('06. 5 환경부)에 따라 작성·제시하여야 함.

- 기본계획 작성기준에 명시되어 있는 목차 및 주요내용에 의하여 작성
- 상수도시설 계획평면도에 기존 송·배수관로를 표기하고, 목표연도별 급수구역 및 상수도시설을 색상으로 구분, 범례를 제시하여 전체 계획을 개관할 수 있도록 작성

○ 수도시설의 규모산정은 「상수도 수요량예측 업무편람」('08. 10, 환경부·국토해양부)에서 제시하고 있는 상수도 수요량 예측 방법에 따라 산정하여야 함.

○ 안산시 수도정비기본계획(초안)에 제시되는 장래인구, 급수원단위(Lpcd) 등의 기준년도를 명확하게 제시하고 일괄 동일하게 적용하여야 함.

2. 세부 검토의견

□ 장래계획 인구

○ 상수도수요량업무편람(2008.10, 환경부·국토해양부)에 따라 조성법 또는 수학적 방법으로 추정한 후 경기도 통계청 추계인구로 보정하여야 함.

○ 안산시 장래인구 산정시 내국인 인구는 생잔법으로 추정하여 자연적 인구에 적용하고, 외국인 인구는 수학적 추정방법으로 추정하여 사회적인구에 적용하였으나, 경기도와 안산시의 내·외국인의 연령별 인구(출처: 통계청) 및 시도별 장래인구추계(2007, 통계청)자료를 적용하여 일괄 자연적인구로 재산정하여야 함.

구 분		2007년 (2006년)	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
안산시 (안)	내국인	(698,819)	720,000	740,000	756,000	772,000	주1)
	외국인	29,673	30,000	37,000	43,000	48,000	주2)
	계		**750,000**	**777,000**	**799,000**	**820,000**	
검토 (안)	경기도 추계인구	11,039,291	11,636,673	12,455,913	13,107,376	13,638,263	주3)
	경기도 (생잔법)	11,340,241	11,476,555	11,727,317	11,884,371	11,992,548	주4)
	안산시 (생잔법)	**734,713**	**746,850**	**767,222**	**782,900**	**796,740**	주4),주5)

주1) 2006년 내국인 인구를 기준으로 생잔법으로 추정

주2) '92~'07년간의 외국인 인구를 수학적추정방법으로 추정

주3) 경기도 추계인구는 외국인이 포함된 값임(통계청)

주4) 경기도 및 안산시의 연령별 내국인과 외국인을 합하여 생잔법으로 추정(2007년 기준)

주5) 통계청에서 발표한 경기도 추계인구로 보정하기 전 인구임

○ 사회적 유입인구는 다음사항을 고려하여 산정하여야 함.

- 개발계획 승인·고시, 지구지정 등 확정된 사업만 반영하고 유입인구 산정근거 제시
- 외부유입율은 안산시 원곡본동에 대해서만 조사하여 적용하였으나, 안산시 전체적으로 입주완료된 사업에 대해 년도별로 조사하여 적용
- 2007년 기준 안산시 세대당인구는 2.6인이므로 일괄 수정하여 재산정

□ 용수수요량 산정

○ 시화 멀티테크노밸리(MTV)의 용수수요량이 기타용수량(제조 생활용수)과 안산시 전체 생활용수량에 중복산정되지 않도록 기타용수 부분에 일괄 적용하여 산정하여야 함.

○ 시화 MTV 전체 부지면적(천㎡)에 대한 총 용수수요량를 산정한 후 안산시 면적비를 적용하여 산정하였으나, 토지이용계획표에 제시된 안산시에 해당되는 부분만 산정하여야 함(주상복합, 주거용지 부분에 해당되는 상주인구는 시흥시에만 해당되므로 제외한 후 산정)

○ 원단위, 용수수요량은 현재 안산시 현황에 맞는 적합한 값(부양가족수, 기혼율, 유수율 등)을 적용하여 산정하여야 함.

※ 구체적 산정근거 없이 “시화 멀티테크노밸리(MTV) 개발계획 변경보고서” 및 “시화 1단계 미개발부지 개발계획(변경)보고서에 제시된 원단위, 용수수요량 등을 적용함

○ 관광용수는 숙박인구에 대해서만 산정하였으나, 시화 MTV와 유사한 사업의 일귀객 및 숙박객 비율을 적용하여 재산정하여야 함

○ 공업용수량 산정시, “산업입지 원단위 산정에 관한 연구(2006, 건설교통부・한국토지공사)”자료를 참고하여 재산정하여야 함

- 시화MTV 토지이용계획표(3-65쪽)의 부지면적(천㎡)과 생활용수 전체수요량(3-67쪽), 시화MTV 공업용수 원단위(3-68쪽)의 부지면적(천㎡)이 상이하므로 수정하여 재산정

○ 군부대 용수 산정시, 현재 지하수 사용현황을 제시하고 이를 적용하여 산정하여야 함.

○ 관광지개발계획(구봉・선감・메추리섬 유원지, 조력발전소), E-SCIENCE PARK 및 경기테크노파크 확장부지(북측간석지)는 계획 중인 사업이므로 용수수요량 산정에서 제외하여야 함

▨ 안산시 수도정비 기본계획(초안) 환경부 검토사항 및 조치계획

1. 총괄

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
1	•수도정비기본계획서는 「수도정비기본계획수립지침」('06. 5 환경부)에 따라 작성·제시하여야 함	•「수도정비기본계획수립지침」('06. 5 환경부)에 따라 작성
2	•수도시설의 규모산정은 「상수도 수요량예측 업무편람」('08. 10, 환경부·국토해양부)에서 제시하고 있는 상수도 수요량 예측 방법에 따라 산정하여야 함	•「상수도 수요량예측 업무편람」('08. 10, 환경부·국토해양부)에서 제시하고 있는 상수도 수요량 예측 방법에 따라 산정

2. 장래인구계획

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
1	•상수도수요량업무편람(2008.10, 환경부·국토해양부)에 따라 조성법 또는 수학적 방법으로 추정한 후 경기도 통계청 추계인구로 보정하여야 함	•생잔법으로 추정후 경기도 통계청 추계인구로 보정한 후 각각의 개발계획에 대한 인구를 추가하도록 협의(환경관리공단 담당자)

•생잔법에 의한 인구추정은 인구의 출생, 사망을 고려하여 추정하는 방식이며, 경기도 통계청 추계인구는 출생, 사망, 전입, 전출을 모두 고려하여 산정한 결과이나 경기도의 개발계획 및 각 지자체의 개발계획은 반영되어 있지 않은 통계적 추계이다.

•따라서, 생잔법에 의한 인구추정 후 경기도 통계청 추계인구로 보정하고 여기에 승인된 개발계획에 의한 유발인구를 합산하여 장래인구를 추정하도록 계획한다.

구 분	2010년	2015년	2020년	2025년	비고
수도정비 기본계획 초안	811,000	880,000	930,000	962,000	안산시(2009.12)
광역 및 공업용수도 수도정비	747,870	803,130	852,150	878,780	국토해양부(2009.3)
환경부 수정안	**770,300**	**841,500**	**890,100**	**932,700**	**금회적용**
증감	▽40,700	▽38,500	▽39,900	▽29,300	초안 대비 수정안

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
2	•안산시 장래인구 산정시 내국인 인구는 생잔법으로 추정하여 자연적 인구에 적용하고, 외국인 인구는 수학적 추정방법으로 추정하여 사회적인구에 적용하였으나, 경기도와 안산시의 내·외국인의 연령별 인구(출처:통계청) 및 시도별 장래인구추계(2007, 통계청)자료를 적용하여 일괄 자연적 인구로 재산정하여야 함정하여야 함	•기본계획(초안)에서는 외국인 인구는 외국인 노동자의 비율이 높은 특성을 고려하여 사회적 증가인구로 추정하였으나 외국인도 내국인과 동일하게 자연적 인구로 재산정하여 반영하겠음 (경기도 통계청 추계인구에 외국인, 내국인의 구분없이 추정되어 있으므로 동일한 기준으로 산정)
3	•사회적 유입인구는 다음사항을 고려하여 산정하여야 함 –개발계획 승인·고시, 지구지정 등 확정된 사업만 반영하고 유입인구 산정근거 제시 –외부유입율은 안산시 원곡본동에 대해서만 조사하여 적용하였으나, 안산시 전체적으로 입주완료된 사업에 대해 년도별로 조사하여 적용 –2007년 기준 안산시 세대당인구는 2.6인이므로 일괄 수정하여 재산정	–개발계획 승인·고시, 지구지정 등 확정된 사업만 반영하겠음 –각각의 개발계획에 따른 유입인구를 파악하는 것이 매우 어려운 상황이며 호수동, 원곡본동, 선부2동, 사3동 등 4개동에 대해서는 개략적으로 파악하였음 –세대당 2.6인을 적용하겠음

외부 유입율 조사결과

구 분	개발년도	당해년도 택지개발 완료 수용인구				외부 유입율 (%)	비고
		당해년도에 입주한 택지개발명(아파트명)	총수용세대수 (세대)	전출입현황(인)			
				관 내	관 외		
호수동	2003	안산고잔3차푸르지오	1,403	1,118	285	25.5	
		안산고잔4차푸르지오	789	526	263	33.3	
		안산고잔5차푸르지오	1,370	969	401	29.3	
원곡본동	2004	두산위브 아파트	204	40	164	80.4	평균 65%
	2005	휴먼빌 아파트	221	162	59	26.7	
	2007	휴먼빌2차 아파트	390	88	302	77.4	
선부2동	2005	일신건영휴먼빌아파트	148	93	55	37.2	
사3동	2007	안산고잔 푸르지오9차	2,025인	199	1,826	90.2	

•택지개발에 따라 타지역으로부터의 전입 현황을 조사하기는 현실적으로 매우 어려운 상황이며 조사 가능한 지역의 외부유입율 조사결과 평균 50%의 외부 유입율을 나타낸다.

•조사 결과 원곡본동의 외부유입율은 26.7~80.4%로 매우 큰 편차가 있으며, 선부2동과 사3동도 각각 37.2%와 90.2%로 편차가 크다. 이 지역의 개발은 신규택지개발이 아닌 기존 주택단지의 재개발이며 신규택지개발 지역에 적용하기는 어렵다.

•신규택지개발지역인 호수동의 평균 외부유입율은 29.4%로서 2000년 이후 경기도 택지개발지구에 대한 외부유입율 평균인 37.3%(22.9~51.7%)보다 낮은 값이다.

•본 계획에서는 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부,2008)」에서 제시하고 있는 경기도 외부유입율 평균인 37.3%를 적용한다.

66개 택지지구내 간접적 산정방법에 의한 외부 유입률 현황

지 역	외부유입률 (%)	지 역	외부유입률 (%)
경 기	22.9~51.7	경 남	27.4~43.4
부 산	21.4~24.4	경 북	29.0~41.6
대 전	33.3~37.7	전 남	21.1~41.8
대 구	23.1~25.9	전 북	15.6~29.5
울 산	29.1~31.3	충 남	37.7~40.9
광 주	32.2~34.8	충 북	24.5~26.8
인 천	32.2~33.7		

주) 상수도 수요량 예측 업무편람(환경부,2008)

최종 인구계획

(단위:인)

구분		2007년	2010년	2015년	2020년	2025년
자연적 증가인구	안산시(생잔법)	734,713	746,850	767,222	782,900	796,740
	안산시보정인구	734,713	757,300	814,900	863,500	906,100
사회적 증가인구	계		13,000	26,600	26,600	26,600
	신길택지개발사업		5,200	5,200	5,200	5,200
	신길온천역국민임대주택단지		1,100	1,100	1,100	1,100
	37블럭		–	1,200	1,200	1,200
	90블럭		6,700	6,700	6,700	6,700
	시화MTV 유발인구		–	12,400	12,400	12,400
안산시추정인구		**734,713**	**770,300**	**841,500**	**890,100**	**932,700**

주) 시화MTV 유발인구는 시화MTV 개발에 따라 유입되는 외부인구를 산정함

3. 용수수요량 산정(시화 MTV)

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
1	•시화 멀티테크노밸리(MTV)의 용수수요량이 기타용수량(제조 생활용수)과 안산시 전체 생활용수량에 중복산정되지 않도록 기타용수 부분에 일괄 적용하여 산정하여야 함	•당초 시화 MTV는 안산시에서 일부 공급하는 것으로 계획하였으나 수자원공사와 협의 결과 안산시에서 공급하지 않는 것으로 하였으며 이에 따라 본 계획에서 반영하지 않음
2	•시화 MTV 전체 부지면적(천㎡)에 대한 총 용수수요량를 산정한 후 안산시 면적비를 적용하여 산정하였으나, 토지이용계획표에 제시된 안산시에 해당되는 부분만 산정하여야 함 (주상복합, 주거용지 부분에 해당되는 상주인구는 시흥시에만 해당되므로 제외한 후 산정) •원단위, 용수수요량은 현재 안산시 현황에 맞는 적합한 값(부양가족수, 기혼율, 유수율 등)을 적용하여 산정하여야 함.	
3	•관광용수는 숙박인구에 대해서만 산정하였으나, 시화 MTV와 유사한 사업의 일귀객 및 숙박객 비율을 적용하여 재산정하여야 함	•검토하여 반영하겠음

•수도정비 기본계획 초안보고서에서 산정한 관광용수는 구봉,선감,메추리섬 유원지 개발과 조력발전소의 관광용수를 산정하였다.

•안산시의 특성상 하루 동안 관광할 수 있는 1일 관광권으로 판단하여 구봉, 선감, 메추리섬 유원지 개발에서 계획한 관광객을 모두 일귀가객으로 산정하여 적용하였으나 구봉, 선감, 메추리섬 유원지 개발은 개발계획이 승인·고시, 지구지정 등 확정된 사업이 아니므로 본 계획에서는 제외한다.

•조력발전소 관광용수는 조력발전소 실시설계에서 계획한 용수량을 반영한다.

관광용수계획

구분	관광객수(인)	관광용수(㎥/일)
조력발전소	4,660	128

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
4	•공업용수량 산정시, “산업입지 원단위 산정에 관한 연구(2006, 건설교통부·한국토지공사)” 자료를 참고하여 재산정하여야 함	• 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부, 2008.10)」의 지침에 따라 과거 실사용량을 반영하여 산출.

• 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부, 2008.10)」(p25)

-기존공단의 경우 추가적인 용수 사용계획이 없는 경우 기존의 용수 사용량을 반영하며, 현재 자체급수(전용상수도, 지하수 등) 중인 기존공단 또는 기존 자유입지업체가 향후 상수도(공업용수-정수, 공업용수-침전수)로 전환하는 경우에는 기존 수원의 실사용량을 조사하여 반영하도록 하고, 실사용량 확인이 불가할 경우에는 인근 유사업종의 실적 원단위를 조사하여 반영하거나, 최근 공업용수 원단위 관련연구에서 제시하는 원단위 중 통계적 유의성이 높은 원단위를 적용한다. 다만, 기존 사용량 실적이 입주율과 가동율이 낮은 상태에서 조사된 경우에는 장래의 입주율과 가동율을 감안한 수요량을 반영한다.

•안산시의 공업단지는 신설단지가 아닌 기존공단이며 공업용수(침전수 및 지하수) 실사용량 확인이 가능하다.

• 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부 2008)」, 「산업입지 원단위 산정에 관한 연구(건설교통부·한국토지공사, 2006)」에 있는 부지면적당 원단위를 적용하여 산정한 결과, 현재 실사용량과 큰 차이가 있으므로 실사용량을 기준으로 적용한다.

공업용수 계획

업종 구분	부지면적(천㎡)			상수도수요량예측업무편람(안)		산업입지원단위산정에 관한연구		실사용량 (㎥/일)
	반월 공단	시화 공단	계	원단위 (㎥/천㎡·일)	사용량 (㎥/일)	원단위 (㎥/천㎡·일)	사용량 (㎥/일)	
음식료	336.0	114.0	450.0	11.13	5,009	20.65	9,291	
섬유의복	1,325.0	13.6	1,338.6	36.2	48,457	31.71	42,450	
목재종이	617.0	454.0	1,071.0	4.87	5,216	16.67	17,855	
석유화학	1,690.0	254.4	1,944.4	5.38	10,461	18.24	35,462	
비금속	-	215.2	215.2	4.31	928	5.15	1,109	
1차금속	569.0	853.6	1,422.6	3.66	5,207	15.85	22,550	
기계	1,567.0	281.1	1,848.1	16.99	31,399	8.76	16,198	
전기전자	916.3	89.3	1,005.6	6.24	6,275	36.23	36,431	
운송장비	836.7	69.7	906.4	3.24	2,937	4.36	3,950	
기타	62.0	575.7	637.7	10.05	6,409	4.00	2,552	
계					122,296		187,848	**192,182**
유수율적용					131,502		201,985	**207,000**

주) 실사용량은 안산시 상하수도 사업소 자료임

4. 용수수요량 산정(기타)

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
1	•군부대 용수 산정시, 현재 지하수 사용현황을 제시하고 이를 적용하여 산정하여야 함	•군부대는 크게 2개 지역에 있으며 1개소는 상수도를 급수하고 다른 부대는 지하수를 사용하고 있음. 현재 지하수 사용량에 대한 자료는 없으며 두 개의 부대의 특성이 유사한 점을 감안하여 상수도를 급수하는 부대와 같은 기준을 적용하였음

• 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부, 2008.10)」(p37)

-**상수도로 공급중인 군대의 경우는 생활용수에 포함되어 있으므로 제외**하고, **지하수 등 기존 수원을 상수도로 전환**하거나 신규입지 예정인 군부대의 경우에는 기존 지하수 사용량 등 실사용량이나 군부대의 요구량, **유사 군부대 사용수량을 검토하여 산정**한다.

•이에 따라 유사 군부대 사용수량을 검토하여 산정한다.

번호	지 적 사 항	조 치 계 획
2	•관광지개발계획(구봉·선감·메추리섬 유원지, 조력발전소), E-SCIENCE PARK 및 경기테크노파크 확장부지(북측간석지)는 계획 중인 사업이므로 용수수요량 산정에서 제외하여야 함	•개발계획 승인·고시, 지구지정 등 확정되지 않았으므로 제외하겠음 (조력발전소→반영)

5. 환경부 지적사항 반영 후 조정된 용수 수요량

(단위 : ㎥/일)

구분		용수수요량				비고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
공급량 (배분량)	생활용수	456,200	456,200	456,200	456,200	
	공업용수	223,000	223,000	223,000	223,000	
	계	679,200	679,200	679,200	679,200	
수요량	생활용수	339,200	367,200	385,000	401,700	
	공업용수	207,400	207,400	207,400	207,400	
	계	546,600	574,600	592,400	609,100	
여유량	생활용수	117,000	89,000	71,200	54,500	
	공업용수	15,600	15,600	15,600	15,600	
	계	132,600	104,600	86,800	70,100	

2. 환경부 안 지적사항 및 조치결과(2010. 3)

안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완내용

1. 총괄

○ 연성정수장의 공급가능량을 시설용량(178,000㎥/일) 그대로 적용하였으나 현재 연성정수장의 원수배분량은 89,000㎥/일(Ⅴ단계 73,000㎥/일, Ⅵ단계 16,000㎥/일)로

- 총 생활용수 수요량 감안 시 31,000㎥/일의 원수 부족량이 발생하는 바 '광역 및 공업용수도('09.12, 국토부)' 확인결과 광역Ⅵ단계에서 25,000㎥/일(생활용수)의 원수를 추가 배분할 계획이 있으므로 원수 부족량에 대해 수자원공사와 협의하여 원수확보방안을 수립하여야 함

2. 기본사항의 결정

○ 초안 검토의견 반영이 미흡하므로 '기본사항의 규모결정'에 대한 사항을 '상수도 수요량 예측 업무편람('08.10, 환경부·국토해양부)에 따라 전면 재검토 하여야 함

- 신길택지개발사업 및 신길온천역국민임대주택단지의 총 유발인구는 세대수 및 세대당 인구 수(안산시 최근현황반영)를 적용하여 산정하고 관련공문을 첨부하여야 함
- 군부대용수 수요량의 일평균 및 일최대 소비량의 산정근거를 제시하여야 함

3. 시설확충계획

○ 배수관로 계획에서 목표연도(2025년) 계획관망에 대한 관로유속 분석결과, 총 연장 1,051.9km 중 731.7km가 **0.3m/sec**이하로 적정유속을 확보하지 못해, 관내체류시간의 장기화에 따른 잔류염소농도 저하가 우려되므로

- 배수지 및 일부 송수관로 신설계획에 따른 각 급수구역별 잔류염소 최고 취약지점을 시간대별로 분석하여 제시하고, 계획보다 적은 수요량이 발생되는 시기에도 잔류염소 확보가 가능한지 검토하여야 함

○ 관망수리해석결과를 기준년도('07)와 목표연도('25)에 해당하는 데이터만 첨부하였는데 '10년, '15년, '20년의 관망해석결과를 첨부하여야 함

4. 대체수원 개발계획

○ 10만㎥/일의 하수처리수 재이용시범사업을 도입하는 것으로 계획하였으나

- 안산시 장래 공업용수 수요를 고려할 때, 기존 수도시설로도 충분히 공급이 가능함에 따라 시설 간 중복투자가 발생하지 않도록 하수처리수 재이용시설에 대해 재검토하여야 함

5. 운영관리개선계획

○ 연구 및 기술개발, 수도인력확보 및 교육훈련 계획 등은 수도정비기본계획 수립지침에 따라 안산시 현황에 적합한 계획을 수립하여 제시하여야 함

○ 상수도 기술지원단 기술지원은 **'지방상수도 기술지원'**으로 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국상하수도협회 공동으로 추진중인 바 관련 내용을 수정하여야 함

6. 기 타

○ 본(안)에 제시된 관련 자료는 최근 현황자료를 제시하여야 함

- 먹는물 수질관리 지침(2009, 환경부)

▨ 안산시 수도정비기본계획(안) 환경부 검토사항 및 조치내용

1. 총괄

지 적 사 항	조 치 내 용
• 연성정수장의 공급가능량을 시설용량(178,000㎥/일) 그대로 적용하였으나 현재 연성정수장의 원수배분량은 89,000㎥/일(Ⅴ단계 73,000㎥/일, Ⅵ단계 16,000㎥/일)로 -총 생활용수 수요량 감안 시 31,000㎥/일의 원수 부족량이 발생하는 바 '광역 및 공업용수도('09.12, 국토부)' 확인결과 광역Ⅵ단계에서 25,000㎥/일(생활용수)의 원수를 추가 배분할 계획이 있으므로 원수부족량에 대해 수자원공사와 협의하여 원수확보방안을 수립하여야 함	• 최근 수립된 「2025수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)(국토해양부, 2009.12)」의 내용 확인 결과 안산시 배분량은 25,000㎥/일에 추가로 20,000㎥/일이 포함되어 총 45,000㎥/일이 추가 배분되어 있음 따라서, 장래 목표연도인 2025년에도 원수는 부족하지 않음 (수도정비 보고서 : p4-2 ~ p4-5)

2025 수도정비 기본계획

2025년 생활용수 부족량을 24,910㎥/일로 산정(p157)하였으며, 이에 따라 생활용수 25,000㎥/일을 광역Ⅵ단계에서 추가로 공급하는 것으로 계획함(p192). 추가 공급 후 68,000㎥/일을 타지역으로 전환하고 남은 안산시 잔량은 20,000㎥/일임(p214)

보고서에 2010년까지는 광역Ⅵ단계에서 41,000㎥/일을 공급하고(현 배분량), 2015년 부터는 추가공급분 25,000㎥/일과 잔량 20,000㎥/일을 포함하여 광역Ⅵ단계에서 86,000㎥/일을 공급하는 것으로 나타나 있음(p745)

따라서, 본 계획에서 산정한 부족량 34,300㎥/일에 대하여 45,000㎥/일을 확보하고 있으므로 원수부족량은 없음.

2. 기본사항 결정

지 적 사 항	조 치 내 용
• 초안 검토의견 반영이 미흡하므로 '기본사항의 규모결정'에 대한 사항을 '상수도 수요량 예측 업무편람('08.10, 환경부·국토해양부)'에 따라 전면 재검토 하여야 함	• 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부·국토해양부, 2008.10)」에 따라 산정 하였음

지 적 사 항	조 치 내 용
-신길택지개발사업 및 신길온천역국민임대주택단지의 총 유발인구는 세대수 및 세대당 인구수(안산시 최근현황반영)를 적용하여 산정하고 관련공문을 첨부하여야 함	-세대당 인구수의 최근현황인 2.6인/세대를 적용 재산정하여 반영하였음 (수도정비 보고서 : p3-21 ~ p3-22)
-군부대용수 수요량의 일평균 및 일최대 소비량의 산정근거를 제시하여야 함	-관련 현황을 조사하여 반영하였음 (수도정비 보고서 : p3-63 ~ p3-64)

개발계획에 의한 유입인구 재산정

금회계획에서는 개발사업의 고시문에 나타난 인구를 적용하여 세대당 인구 2.8인으로 반영하였으나, 계획수립시점에 차이가 있어서 현재의 세대당 2.6인을 적용하여 개발계획 인구를 다시 산정하였음.

재산정한 결과는 아래와 같으며 외부유입인구는 당초 6,300인에서 5,770인으로 530인이 감소하였음

<개발사업 인구 재산정>

구 분	세대수	인구		외부유입인구	
		당초	변경	당초	변경
신길택지개발사업[1)]	4,963	13,896	12,904	5,200	4,810
신길온천역국민임대주택단지사업[2)]	991	2,774	2,577	1,100	960

주) 1.건설교통부 고시 제2003-322호
2.국토해양부 고시 제2009-160호

•군부대용수 수요량은 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부·국토해양부, 2008.10)」의 군부대 용수 산정 방법을 적용하였음.

상수도로 공급중인 군대의 경우는 생활용수에 포함되어 있으므로 제외하고, 지하수 등 기존 수원을 상수도로 전환하거나 신규입지 예정인 군부대의 경우에는 기존 지하수 사용량 등 실사용량이나 군부대의 요구량, **유사 군부대 사용수량을 검토하여 산정**한다.

•안산시에는 2개의 군부대가 있으며 서로 규모와 특성이 유사함. 그 중 한 곳만 상수도를 공급받고 있으며 다른 곳은 지하수를 이용하고 있으나 지하수사용 기록이 불명확함. 지하수를 사용하는 군부대의 지방상수도 전환을 반영하였으며 수요량은 기 상수도를 공급받고 있는 군부대의 사용량을 적용하였음.

3. 시설확충계획

지 적 사 항	조 치 내 용
• 배수관로 계획에서 목표연도(2025년) 계획관망에 대한 관로유속 분석결과, 총 연장 1,051.9km 중 731.7km가 0.3m/sec이하로 적정유속을 확보하지 못해, 관내체류시간의 장기화에 따른 잔류염소농도 저하가 우려되므로 -배수지 및 일부 송수관로 신설계획에 따른 각 급수구역별 잔류염소 최고 취약지점을 시간대별로 분석하여 제시하고, 계획보다 적은 수요량이 발생되는 시기에도 잔류염소 확보가 가능한지 검토하여야 함	• 『제8장 상수도 수질관리 계획』 편에 급수구역별 잔류염소 실측자료 및 시간대별 유량 변화에 따른 잔류염소 모델링 결과를 분석하여 제시하였음 (수도정비 보고서 : p8-31 ~ p8-40) -대부분 지역에서 0.2㎎/ℓ이상을 유지하여 양호하나, 대부동 지역 일부 관말부에서 0.1㎎/ℓ이하로 분석되어 대부배수지에 현재 설치되어 있는 염소재투입설비를 가동하도록 계획함
• 관망수리해석결과를 기준년도('07)와 목표연도('25)에 해당하는 데이터만 첨부하였는데 '10년, '15년, '20년의 관망해석결과를 첨부하여야 함	• 각 계획년도별 관망수리해석결과를 첨부하였음. (수도정비 보고서 : p4-152 ~ p4-191)

잔류염소 분석

- 대부분 지역에서 잔류염소분석 결과 실측data와 모델링 분석 모두 잔류염소 농도가 최소 0.2㎎/L이상을 유지하여 양호한 수치를 보이는 것으로 분석됨
- 대부동 지역 일부 관말부의 잔류염소가 0.1㎎/L이하로 분석되었는데 이는 대부배수구역이 연성정수장에서 원거리에 위치하고 배수관망이 수지상식의 관망형태 이어서 관말부에서 잔류염소가 낮은 것으로 판단됨. 따라서 대부배수지에 현재 설치되어 있는 염소재투입설비를 관말부 수도꼭지 수질검사 결과에 따라 적절히 가동하도록 계획함

관망해석 결과 수록

- 각 계획년차별 관망수리해석결과를 보고서『배수관로 수리해석』편에 수록하였음

4. 대체수원 개발계획

지 적 사 항	조 치 내 용
• 10만㎥/일의 하수처리수 재이용시범사업을 도입하는 것으로 계획하였으나 -안산시 장래 공업용수 수요를 고려할 때, 기존 수도시설로도 충분히 공급이 가능함에 따라 시설 간 중복투자가 발생하지 않도록 하수처리수 재이용시설에 대해 재검토하여야 함	• 현재 안산시에서 진행중인 하수처리수 재이용사업은 시범사업으로서 수자원의 재이용을 통한 부족한 수자원의 효율적 이용 등을 목적으로 하는 국가적 사업이며, 사업추진의 타당한 사유는 다음과 같음 -국가물수요관리종합대책의 핵심적 실천수단 -물부족 등 기후변화에 대응하기 위한 범정부적 "기후변화대응 종합기본계획"의 중요 이행과제 -녹색성장을 실천하기 위한 "일자리창출 녹색 NewDeal사업"의 중요 이행과제 -새로운 물시장과 일자리를 창출하여 "제3의 물산업" 육성 -강화되고 있는 방류수수질기준을 준수하기 위한 안산시 하수처리시설의 3차처리시설 설치비의 저감 -시화호 종합관리대책 및 방류관거 이용에 대한 시흥시와의 협약에 의한 해양방류시설(관로, 펌프장)의 시설비 절감 -공업용수로 사용시 경제적 타당성 양호 -연간 발생량이 일정하고 안정적인 대체 수자원으로서 지역경제발전에 기여 • 본 계획에서는 현재 진행중인 재이용사업이 시범사업 수준이어서 향후 문제점 도출·해결, 정상운영까지 많은 시간이 소요되는 점을 고려하여 본 계획에는 반영하지 않았음. 향후 재이용시설이 정상적으로 가동되는 경우 추진상황에 따라 공업용수 대체를 면밀하게 검토하여야 함. (수도정비 보고서 : p7-12 ~ p7-14)

5. 운영관리개선계획

지 적 사 항	조 치 내 용
• 연구 및 기술개발, 수도인력확보 및 교육훈련 계획 등은 수도정비기본계획 수립지침에 따라 안산시 현황에 적합한 계획을 수립하여 제시하여야 함	• 안산시 관련 최근 현황자료를 반영하여 계획을 수립 하였음 (수도정비 보고서 : p10-23 ~ p10-25, p10-29 ~ p10-30, p10-58, p10-32 ~ p10-35)
• 상수도 기술지원단 기술지원은 '지방상수도 기술지원'으로 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국상하수도협회 공동으로 추진중인 바 관련내용을 수정하여야 함	• 관련 내용을 수정하였음 (수도정비 보고서 : p10-36 ~ p10-40)

6. 기타

지 적 사 항	조 치 내 용
• 본(안)에 제시된 관련 자료는 최근 현황자료를 제시하여야 함 -먹는물 수질관리 지침(2009, 환경부)	• 최근 현황자료를 반영하여 수정하였음 (수도정비 보고서 : p8-6, 8-9 ~ p8-10, p8-51 ~ p8-54)

3. 환경부 승인조건 조치계획(2010. 8)

■ 안산시 수도정비 기본계획

환경부 승인조건 조치계획

2010. 8

안 산 시

▨ 안산시 수도정비기본계획 승인조건 조치계획

번호	승 인 조 건	조 치 계 획
1	•배수지 신·증설계획은 안산시 전체의 효율적인 급수체계 조정을 통해 기존 배수지를 최대한 활용하도록 계획하고, – 개발사업 또는 급수구역 확장 등으로 인해 배수지 신·증설이 부득이한 경우에 한하여 배수지 확충계획을 수립·시행하여야 함	•배수지 신·증설계획은 안산시 전체의 효율적인 급수체계 조정을 통해 기존 배수지를 최대한 활용하도록 계획하되, – 개발사업 또는 급수구역 확장 – 기존 배수지 수위가 낮아 급수구역과의 수두차가 크지 않은 지형적 원인에 의한 급수불량해소 – 용수공급체계의 간접배수방식 전환 등으로 배수지 신설이 부득이한 경우에 한하여 배수지 확충계획을 수립·시행하겠음
2	•기존 선부1, 대부, 성포배수지 체류시간이 20hr 이상으로 잔류염소 소모로 인한 2차오염이 발생되지 않도록 배수지 수질관리계획을 수립·시행하여야함.	• 배수지 체류시간이 20hr 이상인 기존 선부1, 대부, 성포배수지의 잔류염소 소모로 인한 2차오염이 발생되지 않도록 수질분석기를 통한 배수지내 잔류염소 관리를 수행하고, 각 배수지의 급수구역내 관말 잔류염소를 측정하여 적정 농도 미확보 시 염소재투입설비를 설치하여 적정 농도를 확보 할 수 있도록 수질관리계획을 수립·시행하겠음
3	•'상수도 수질관리계획'에는 수도정비기본계획 수립지침('06.5)에 따라 안산시 자체 실정에 맞는 먹는물 수질검사 강화계획을 수립·시행하여야 함	•'상수도 수질관리계획'에는 수도정비기본계획 수립지침('06.5)에 따라 안산시 자체 실정에 맞는 먹는물 수질검사 강화계획을 수립·시행하겠음
4	•수도법 제4조제5항의 규정에 따라 검토 과정에서 보완된 내용 및 승인조건을 반영하여 '안산시 수도정비기본계획'을 수립·고시하고 그 내용을 우리부로 통보하여야 하며 푸르누리 상하수도종합정보시스템(waternow.go.kr)에 입력하여야함	•수도법 제4조제5항의 규정에 따라 검토 과정에서 보완된 내용 및 승인조건을 반영하여 '안산시 수도정비기본계획'을 수립·고시하고 그 내용을 환경부로 통보하겠으며 푸르누리 상하수도종합정보시스템(waternow.go.kr)에 입력하겠음

배수지 신·증설계획

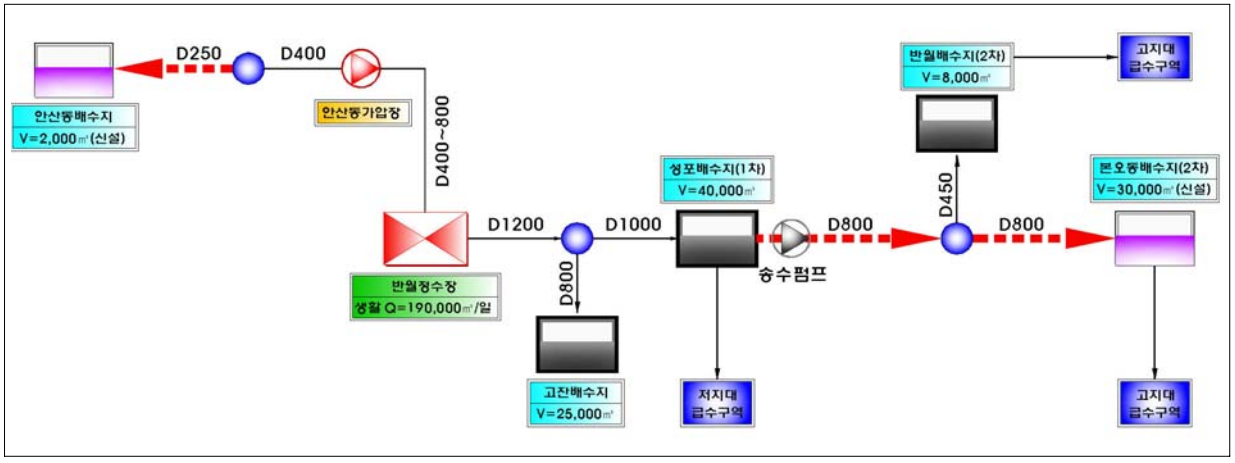
▣ 본오동배수지(신설)

- 성포배수지에서 용수를 공급받고 있는 사동 및 본오동의 고지대 지역은 성포배수지 수위가 낮은 지형적인 원인에 의한 출수불량으로 지속적인 민원이 발생되고 있어 이의 해소와 장래 용수수요량 증대에 안정적 대처를 위해 성포배수지내에 송수펌프를 설치하여 가압송수 후 본오동 배수지(V=30,000㎥)를 신설하여 용수를 공급하도록 계획함.
- 이에 따라 성포배수지는 반월정수장에서 용수를 공급받아 저지대 급수구역에 용수를 공급함과 동시에 고지대 2차배수지에 가압 송수하는 1차배수지 역할을 수행하고, 신설 본오동 배수지와 반월배수지는 고지대 지역에 용수를 공급하는 2차배수지 역할을 수행함.

▣ 안산동배수지(신설)

- 반월정수장에서 직접 용수를 공급받아 배수가압장에서 가압하여 직접배수방식으로 급수하고 있는 안산동급수구역을 배수지를 통해 용수를 공급하는 간접배수방식으로 전환하여 향후 용수수요량 증가에도 안정적인 급수가 가능하도록 기존 배수가압장을 송수가압장으로 전환하고 안산동배수지(V=2,000㎥) 신설을 계획함.

▣ 용수공급계통도



4. 본 과업 관련 공문

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

안산시

수신자 경기도팔당수질개선본부장(상하수과장)
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획 사전검토 요청

수도법 제4조 규정에 의거 수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 추진중인 안산시 수도정비기본계획수립용역과 관련 수도법 시행령 제7조(수도정비기본계획의 사전검토) 및 수도정비기본계획 수립지침 규정에 의거 안산시 수도정비기본계획(초안) 보고서에 대하여 사전검토 요청하오니 빠른시일내 검토될 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.

덧 붙 임 : 안산시 수도정비기본계획(초안) 보고서 1부.(별도송부) 끝.

안산시장

지방시설주사보 이재봉 수도시설담당 대결이재봉 수도시설과장 신현석 상하수도사업소장 전결 01/16 김남형

협조자

시행 수도시설과-809 (2009.01.16.) 접수 ( )
우 425-702 경기도 안산시 고잔동 515번지 / http://www.iansan.net
전화 031-481-2489 /전송 031-481-3625 / ID@iansan.net 비공개(8)

경기도가 대한민국의 미래를 엽니다

Global Inspiration
세계속의 경기도

경기도

수신자 안산시상하수도사업소장(수도시설과장)
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획(초안) 검토의견 알림

1. 환경부 수도정책과-3688(2009.06.04)호와 관련입니다.

2. 안산시에서 제출한 수도정비기본계획 초안보고서에 대한 검토의견을 알려드리니 안산시 수도정비기본계획 수립시 반영될 수 있도록 조치하여 주시기 바랍니다.

붙 임 : 안산시 수도정비기본계획변경(초안) 검토의견 1부. 끝.

경기도지사 경기도지사인

지방시설주사 **남상원** 상수관리담당 **김명호** 상하수과장 전결 06/04 **손성오**

협조자

시행 상하수과-5237 (2009.06.04.) 접수 수도시설과-8385 (2009.06.04.)

우 464879 경기도 광주시 남종면 분원리 250-3 / http://www.gg.go.kr/
전화 031-249-6989 /전송 031-767-4336 / namsw@gg.go.kr / 비공개(6)

안산시 수도정비기본계획 초안 검토의견

1. 총괄

○ 본 검토의견은 안산시 수도정비기본계획변경 초안에 관한 의견으로 본안 보고서 작성 시 아래의 항목별 검토의견을 적정 반영하여 작성·제시하여야 함.

○ 수도정비기본계획서는 「수도정비기본계획수립지침」('06. 5 환경부)에 따라 작성·제시하여야 함.

- 기본계획 작성기준에 명시되어 있는 목차 및 주요내용에 의하여 작성
- 상수도시설 계획평면도에 기존 송·배수관로를 표기하고, 목표연도별 급수구역 및 상수도시설을 색상으로 구분, 범례를 제시하여 전체 계획을 개관할 수 있도록 작성

○ 수도시설의 규모산정은 「상수도 수요량예측 업무편람」('08. 10, 환경부·국토해양부)에서 제시하고 있는 상수도 수요량 예측 방법에 따라 산정하여야 함.

○ 안산시 수도정비기본계획(초안)에 제시되는 장래인구, 급수원단위(Lpcd) 등의 기준년도를 명확하게 제시하고 일괄 동일하게 적용하여야 함.

2. 세부 검토의견

□ 장래계획 인구

○ 상수도수요량업무편람(2008.10, 환경부·국토해양부)에 따라 조성법 또는 수학적 방법으로 추정한 후 경기도 통계청 추계인구로 보정하여야 함.

○ 안산시 장래인구 산정시 내국인 인구는 생잔법으로 추정하여 자연적 인구에 적용하고, 외국인 인구는 수학적 추정방법으로 추정하여 사회적인구에 적용하였으나, 경기도와 안산시의 내·외국인의 연령별 인구(출처: 통계청) 및 시도별 장래인구추계(2007, 통계청)자료를 적용하여 일괄 자연적인구로 재산정하여야 함.

구 분		2007년 (2006년)	2010년	2015년	2020년	2025년	비 고
안산시 (안)	내국인	(698,819)	720,000	740,000	756,000	772,000	주1)
	외국인	29,673	30,000	37,000	43,000	48,000	주2)
	계		**750,000**	**777,000**	**799,000**	**820,000**	
검토 (안)	경기도 추계인구	11,039,291	11,636,673	12,455,913	13,107,376	13,638,263	주3)
	경기도 (생잔법)	11,340,241	11,476,555	11,727,317	11,884,371	11,992,548	주4)
	안산시 (생잔법)	**734,713**	**746,850**	**767,222**	**782,900**	**796,740**	주4),주5)

주1) 2006년 내국인 인구를 기준으로 생잔법으로 추정

주2) '92~'07년간의 외국인 인구를 수학적추정방법으로 추정

주3) 경기도 추계인구는 외국인이 포함된 값임(통계청)

주4) 경기도 및 안산시의 인구는 내국인과 외국인을 합하여 생잔법으로 추정(2007년 기준)

주5) 통계청에서 발표한 경기도 추계인구로 보정하기 전 인구임

○ 사회적 유입인구는 다음사항을 고려하여 산정하여야 함.

- 개발계획 승인·고시, 지구지정 등 확정된 사업만 반영하고 유입인구 산정근거 제시

- 외부유입율은 안산시 원곡본동에 대해서만 조사하여 적용하였으나, 안산시 전체적으로 입주완료된 사업에 대해 년도별로 조사하여 적용

- 2007년 기준 안산시 세대당인구는 2.6인이므로 일괄 수정하여 재산정

□ 용수수요량 산정

○ 시화 멀티테크노밸리(MTV)의 용수수요량이 기타용수량(제조 생활용수)과 안산시 전체 생활용수량에 중복산정되지 않도록 기타용수 부분에 일괄 적용하여 산정하여야 함.

○ 시화 MTV 전체 부지면적(천㎡)에 대한 총 용수수요량를 산정한 후 안산시 면적비를 적용하여 산정하였으나, 토지이용계획표에 제시된 안산시에 해당되는 부분만 산정하여야 함(주상복합, 주거용지 부분에 해당되는 상주인구는 시흥시에만 해당되므로 제외한 후 산정)

○ 원단위, 용수수요량은 현재 안산시 현황에 맞는 적합한 값(부양가족수, 기혼율, 유수율 등)을 적용하여 산정하여야 함.

※ 구체적 산정근거 없이 "시화 멀티테크노밸리(MTV) 개발계획 변경보고서" 및 "시화 1단계 미개발부지 개발계획(변경)보고서에 제시된 원단위, 용수수요량 등을 적용함

○ 관광용수는 숙박인구에 대해서만 산정하였으나, 시화 MTV와 유사한 사업의 일귀객 및 숙박객 비율을 적용하여 재산정하여야 함

○ 공업용수량 산정시, "산업입지 원단위 산정에 관한 연구(2006, 건설교통부·한국토지공사)"자료를 참고하여 재산정하여야 함

- 시화MTV 토지이용계획표(3-65쪽)의 부지면적(천㎡)과 생활용수 전체수요량(3-67쪽), 시화MTV 공업용수 원단위(3-68쪽)의 부지면적(천㎡)이 상이하므로 수정하여 재산정

○ 군부대 용수 산정시, 현재 지하수 사용현황을 제시하고 이를 적용하여 산정하여야 함.

○ 관광지개발계획(구봉·선감·메추리섬 유원지, 조력발전소), E-SCIENCE PARK 및 경기테크노파크 확장부지(북측간석지)는 계획 중인 사업이므로 용수수요량 산정에서 제외하여야 함

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

상하수도사업소

수신자 수신자 참조
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획수립에 따른 협의

우리시에서 추진중인 수도정비기본계획수립용역에 대한 중간보고회(2회, 2009. 07.14, 2009.7.28)를 개최하여 관련부서의 검토의견을 반영하였으나, 검토기간이 촉박하여 관련부서 의견 반영이 미진한 것으로 판단되어 협의하오니 덧붙임 안산시 수도정비기본계획 보고서(안)을 검토하시어 2009.08.15일까지 검토의견을 제출하여 주시기 바랍니다.

덧 붙 임 : 안산시 수도정비기본계획 보고서(안) 1부.(별도송부) 끝.

안산시상하수도사업소장

수신자 도시계획과장, 수도행정과장, 정수과장, 하수과장

지방시설주사보	이재봉	수도시설담당	이승인	수도시설과장	전결 07/28 이강석

협조자

시행 수도시설과-11172 (2009.07.28.) 접수 ( )
우 425-702 경기도 안산시 고잔동 515번지 / http://www.iansan.net
전화 031-481-3661 /전송 031-481-3627 / ID@iansan.net 비공개(5)

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

상하수도사업소

수신자 수도시설과장

(경유)

제목 수도정비기본계획보고서(안)검토의견 제출

1. 수도시설과-11172호(2009.07.28)와 관련입니다.

2. 위 호와 관련하여 안산시 수도정비 기본계획 보고서(안)에 대한 연성정수장 검토의견을 붙임과 같이 제출 합니다.

붙임 : 검토의견서 1부. 끝.

안산시상하수도사업소장 관인생략

지방공업주사보 양인식 정수2담당 김연수 정수과장 08/13 한명애

협조자 수질관리담당 정병진

시행 정수과-9439 (2009.08.13.) 접수 수도시설과-11982 (2009.08.17.)
우 425-702 경기도 안산시 단원구 초지동 667(동산길34) / http://www.iansan.net
전화 031)481-2488 /전송 031)481-3625 / insik12@iansan.net / 비공개(5)

안산시 수도정비 기본계획 보고서(안)
1차 검 토 의 견(연성정수장)

구 분	진단항목	진단결과	개선방안	검토의견	비고
대부가압장 (연성계통) p5-435~ 438	○펌프 운영현황 검토 ○펌프 양정 검토	배수관망 해석에 따른 펌프유량 및 양정을 검토한 결과 현재의 설치된 펌프의 양정이 높아 비효율적인 운전이 예상됨	펌프의 변경된 유량/양정에 맞추어 임펠러 외경을 가공하여 운전하는 것이 타당할 것으로 판단됨	대부가압장 펌프는 2008년 송수펌프 개선계획에 의거 2009.6월부터 흡수정 2지중 1지를 직관을 연결 인라인 펌프 2대(1대예비)로 운영중(양정변경)으로 현 시점에서 재 검토 요함. ※기존 흡수정 예비(펌프설비 포함)	
대부가압장 수전설비 p5-438~ 448	○전기설비현황	2000년 준공된 시설로서 시설물의 유지보수.....		대부가압장 수전설비 또한 2009.6월 계약전력을 900kw에서 400kw로 변경(감설)운영중으로 재검토 요함.	
송수관로검토 (연성정수장 계통) p4-99~104	○송수관로 검토	연성정수장 계통의 생활용수 송수관로는 2015년을 기준으로 할때..... 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다		연성계통에서 정수장 및 배수지별 수계현황도 p1-11를 보면 목내배수지는 송수관로 D800에서 D600으로 분기(L=1,180m)되어 연성정수장에서 공급하고 있으나 선부배수지 및 목내배수지 후단에 있는 성곡배수지로는 송수가 원활하나 중간에 있는 목내배수지로는 송수가 원활치 않음	

				이에 대한 관정 및 수위 검토 시 문제가 없는걸로 나타나 있으나 실제로 전단에 있는 선부배수지 및 후단에 있는 성곡배수지 유입밸브를 일부 인위적 개폐하지 않으면 연성정수장 펌프가동(송수)시 목내배수지로 용수가 공급되지 않아 수위에 따른 연계운전에 어려움이 있으므로 이에 대한 세부적인 진단이 필요함.	
3.6.2 가압장 시설계획 p4-189				펌프규격 및 흡입방식이 일부 변경되었으니 수정 요망	
연성정수장 p5-105	○ 플록큐레이터 회전방향	응집지의 개구비 및 플록큐레이터 회전 방향	정→정→정을 정→역→정	수질데이터 및 입자 사이즈등을 제시하여 좀더 나은 응집효율 및 단락류 발생 최소화할 수 있는 방안 제시 요망(개구비 조정방법 및 방향제시)	

2.2.2 연성정수장 p5-117	○ 역세척 시퀀스 검토결과	시퀀스의 적정화를 개선	기존 검토데이터를 바탕으로 시퀀스 방식제안	분석데이타를 바탕으로 시퀀스를 제시하고 필요한 계측기 요구로 효율적인 역세척 방안 제시 요망 계절별 역세척 시퀀스 방안 제시 (강우시, 일반, 조류발생시)	
2.2.2 연성정수장 p5-161~ 162	○ 혼화설비	수중형 순간혼화기환화강도검토	워터챔프 와 낙차에 의한 혼화강도 제시	순간혼화기(water champ)와 낙차를 이용한 이용한 혼화강도 비교 제시 낙차를 이용한 혼화가능 여부 판단 요망	
2.2.2 연성정수장 p5-164	○ 액체약품주입설비	액체약품주입기 제원		디퍼식에서 CV방식으로 변경	
2.2.2 연성정수장	○ 이산화투입기설비	이산화투입기설비 제원		이산화투입기설비 추가 내용 반영 요망	
표 4.3-27 현재인구 및 용수수요량 p4-125 표 4.3-38 장래 인구 및 용수수요량 p4-151	○ 대부가압장 2007 년 일평균급수량 및 2025년 일평균 급수량			장래인구 및 용수 수요량에서 2025년 인구가 증가함에도 현재 공급되는 용수량보다 일평균 급수량이 적으니 검토 요망	

2.5.2 연성정수장 p5-256 5-375 5-378 5-381	○ 감시제어설비	분산제어시스템 유지관리가 어려우며 CPU는 모토롤라제품으로 단종되어 유지관리가 어려움	감시제어시스템은 운영 및 유지관리가 용이한 PLC 시스템으로 이중화구성	연성정수장 현장감시 제어설비는 현재 전문기술보유업체에 용역을 실시하여 프로그램 보완·수정 및 시스템 유지관리가 이루어지고 있으며, 단종된 CPU(모토롤라)등 각종카드는 국내업체에서 호환품이 생산되어 필요시 구입 및 교체가 가능한 현시점에서 현DCS스시템 (유지보수)와 PLC 시스템으로 교체시의 시스템 안정성 및 신뢰도등을 포함한 장단점을 보다 세밀하게 검토후 재진단이 요구됨.	
가압장 시설현황 p5-435~ 450	○ 대부가압장 기계설비현황 ○ 대부가압장 전기설비현황			흡입방식, 펌프 형식 및 규격, 수전용량이 2009.06월 변경되었으니 수정 요망	
2.5.2 연성정수장 기술진단 p5-256~ 260	○ 감시제어설비 ○ 중앙감시반 ○ 감시제어 설비 진단 및 개량계획			연성정수장 고도정수처리시설 도입(2013~2015)계획 공정 system(운영체제, MMI)으로 병행 개량	
3.6.3 송수가압장 시설계획 p4-191				송수가압장 시설계획에 대부가압장이 누락되어 있으니 검토 요망	
2.3.2 연성정수장 주요기기목록 p5-153	약품주입설비			응집지 조절탱크 삭제, 응집제 주입기 변경	

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

상하수도사업소

수신자 수도시설과장

(경유)

제목 수도정비기본계획보고서(안)검토의견 제출

1. 수도시설과-11172호(2009.07.28)와 관련입니다.

2. 안산시 수도정비 기본계획 보고서(안)에 대한 정수과(안산정수장) 검토의견을 붙임과 같이 제출합니다.

붙 임 검토의견서 1부. 끝.

안산시상하수도사업소장 관인생략

지방공업주사보 김영탁 정수1담당 서형식 정수과장 08/21 한명애

협조자

시행 정수과-9772 (2009.08.21.) 접수 수도시설과-12303 (2009.08.21.)

우 425-020 경기도 안산시 단원구 채송화길 52(고잔동 산6 안산정수장) / http://www.iansan.net

전화 031)481-2736 /전송 031)481-3628 / k.y.t@iansan.net / 비공개(5)

안산시 수도정비기본계획 보고서(안) 검토의견

구 분	진단항목	진단결과	개선방안	검토의견	비고
가압장 시설계획 P.4-191~194 P.5-596~599	- 일동가압장 : 2015년 이후 휴지	일동배수지 폐지 및 성포가압장 신설로 가압시설로서의 기능이 불필요함.		- 성포가압장을 신설하여 본오배수지 및 반월배수지에 공급할 경우 일동가압장 운영의 필요성이 없다고 진단하였음에도 '폐지'하지 않고 '비상시설'로 전환할 경우 유지관리비용 투입 등 유지관리에 어려움이 있을 것으로 예상됨. - 따라서 성포가압장 신설시 상시 운전용펌프 외 예비펌프를 충분히 확보·설치 운전함으로써 일동가압장은 '폐지'함이 타당할 것임.	
비상급수계획 P.4-64~79	- 반월정수장 생산량	반월정수장 생산량을 190천톤(2단계+3단계)로 계상		- 반월정수장 생산량이 당초 190천톤(2단계 150, 3단계 40)이었으나, 현재 추진중인 고도정수처리사업과 병행하여 3단계(40천톤)는 거의 생산치 않을 계획이라고 하는바 실질적인 생산량을 적용하여 향후 비상시에 각 정수장으로부터 적절한 용수공급이 이루어지도록 해야할 것임.	
혼화 및 약품 주입 P.11-5	<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)	-전염소와 분말활성탄의 근접한 주입위치로 효율저하 -통합수로에서 분말활성탄 주입으로(공업용수에 분말활성탄이 주입되므로) 비경제적임	-분말활성탄 주입위치를 생활 계통 혼화지 유입으로 변경	-분말활성탄 주입위치는 착수정 유입부 및 생활계통 혼화지 유입으로 설치되어 있음	
		-소석회와 응집제 주입위치가 근접	-약품간섭을 없애기 위하여 소석회는 착수정 유입부로 이동하여 주입	-소석회 주입위치는 착수정 유입부로 설치되어 있음	
		-원수의 pH가 8.5 이상으로 유입되는 경우가 운영일수의 15.8%에 해당(pH 8.0 이상 유입 되는 경우는 운영일수의 40.8%에 해당)	-pH 조절제로 산제도입 검토 필요	-착수정 유입부에 이산화탄소 투입설비가 설치되어 있음	
소독 P.11-8	<표 11.1-1> 기술진단 및 개선방안(계속)	-직접급수 분기전 송수관로까지 추가소독능 포함시에도 최악조건에서 소독능 부족	-직접급수 분기전까지 송수관로에 대한 추가소독능 인증 필요	-송수관로 추가소독능 인증에 대해 검토한 결과 소독능이 너무 낮아 전체대비 미미하며, -정수지 도류벽 추가설치예정이므로 송수관로 추가소독능 추가 인증은 불필요함	

구 분	진단항목	진단결과	개선방안	검토의견	비고
계통별 유량배분 P.11-1	- 상징수 공업용수 재이용 등	- 현재 배출수지(회수지) 상징수와 배슬러지지(조정조) 상징수가 상징수 지류조를 통해 공업용수 혼화지로 반송되고 있음 - 공업용수로만 사용할 경우에는 문제가 되지 않으나, 회수수가 포함된 원수를 침전 후 생활용수계열로 전환하여 운영할 경우에는 원생동물에 오염된 원수일 경우 침전과정에서 농축에 의해 발생이 가능함으로 잠재적인 위험 내재 - 상수도시설기준(2004)에서는 침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라, 슬러지의 부패로 인한 맛, 냄새 문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려됨으로 배슬러지지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않도록 규정하고 있음	- 공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입해야 할 경우 ●(개량안 1) 혼화지 2지중 좌측지로 회수수가 유입되도록 위치변경, 응집침전지 #2지와 #3지 사이의 배관에 밸브설치, 필요시 침전지 #1지에서만 여과지로 유입되도록 함	- 침전지 3, 4지의 청소등 미사용 시에는 회수수가 혼화지 2지중 우측지로 유입되어 침전지 1지에서 침전된 후 생활용수로 생산 될 가능성 있어 슬러지의 부패로 인한 맛, 냄새 문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려됨	
			●(개량안 2) 배출수지(회수조) 상징수만 회수하고, 배슬러지지(조정조) 상징수는 회수하지 않는 것이 가장 이상적임. 배슬러지지 유입슬러지는 모두 농축조로 이송되도록 운영하고, 농축조 상징수는 방류하도록 함. 배출수지 상징수 회수량은 원수유입량에 대한 비율이 10% 이내에서 운영되도록 주의	- 물의 재이용을 통한 에너지 절감 및 수돗물 생산원가 감소를 위해 전량 회수할 계획임	
			●(개량안 3) 생산성 측면에서 배슬러지지(조정조) 상징수 회수를 지속할 경우에는 회수수에 대해 원생동물에 대한 모니터링이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단됨	- 지속적인 원생동물 모니터링의 어려움 및 수질오염 사고 상존	
			-공업용수 침전수를 생활용수 여과지로 유입하지 않아도 될 경우 ●(개량안 4) 안정적인 운영을 위해서는 정·배수지 증설 또는 배수지 신설 필요(휴지중인 와동배수지 재사용에 대해서도 검토). 배출수처리시설은 현재와 같이 운영 가능	- 정수지 신설 및 와동배수지 활용	

				- 2005년도 기술진단 시에는 응집침전지 #1지 유입관로의 확강공사를 통해서 타 지에 비해 상대적으로 침전수 생산량이 적은 #1지의 개선이 필요하다고 개선방안을 제시하였음. - 현 수도정비기본계획 중 기술진단에서는 침전지 #1지의 월류 웨어 높이를 낮추도록 개선방안을 제시하고 있음 - 침전지 #1지 생산량 향상을 위해서 측량등을 통해 개선방법 제시를 명확히 해주기 바람(정수과에서 제안한 공업 혼화지 유입수로에서 #1지로 직접 분기하는 방법 등)	

※ 사업비 및 연차별 사업시기 명시 필요

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

안산시

수신자 경기도팔당수질개선본부장(상하수과장)
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획(안) 승인 신청

일반수도 및 공업용수를 적정하고 합리적으로 설치, 관리하기 위하여 수립중인 안산시 수도정비기본계획(안)에 대하여 수도법 제4조 규정에 의거 승인 신청하오니 빠른시일내 승인될 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.

덧 붙 임 : 안산시 수도정비기본계획 보고서(안) 1부.(별도송부) 끝.

안산시장

지방시설주사보	이재봉	수도시설담당	이승인	수도시설과장	이강석	상하수도사업소장	전결 09/22 이재영

협조자

시행 수도시설과-13761 (2009.09.22.) 접수 ( )
우 425-702 경기도 안산시 고잔동 515번지 / http://www.iansan.net
전화 031-481-3661 /전송 031-481-3627 / ID@iansan.net 비공개(5)

Global Inspiration
세계속의 경기도

경기도

수신자 안산시상하수도사업소장(수도시설과장)
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완 요청

1. 환경부 수도정책과-587(2010.02.05)호와 관련입니다.

2. 안산시 수도정비기본계획 변경(안)에 대한 검토 결과, 일부 미흡한 사항이 있어 붙임과 같이 보완을 요청하오니 조속한 시일 내에 보완하여 주시기 바랍니다.

붙 임 : 안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완내용 1부. 끝.

경기도지사 경기도지사인

지방시설주사 **남상원** 상수관리팀장 **고중국** 상하수과 과장 전결 02/11 **김정택**

협조자

시행 상하수과-2365 (2010.02.11.) 접수 수도시설과-2298 (2010.02.11.)

우 464879 경기도 광주시 남종면 분원리 250-3 / http://www.gg.go.kr/
전화 031-249-6989 /전송 031-767-4336 / namsw@gg.go.kr / 비공개

안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완내용

1. 총괄

○ 연성정수장의 공급가능량을 시설용량(178,000㎥/일) 그대로 적용하였으나 현재 연성정수장의 원수배분량은 89,000㎥/일(Ⅴ단계 73,000㎥/일, Ⅵ단계 16,000㎥/일)로

- 총 생활용수 수요량 감안 시 31,000㎥/일의 원수 부족량이 발생하는 바 '광역 및 공업용수도('09.12, 국토부)' 확인결과 광역Ⅵ단계에서 25,000㎥/일(생활용수)의 원수를 추가 배분할 계획이 있으므로 원수 부족량에 대해 수자원공사와 협의하여 원수확보방안을 수립하여야 함

2. 기본사항의 결정

○ 초안 검토의견 반영이 미흡하므로 '기본사항의 규모결정'에 대한 사항을 '상수도 수요량 예측 업무편람('08.10, 환경부·국토해양부)에 따라 전면 재검토 하여야 함

- 신길택지개발사업 및 신길온천역국민임대주택단지의 총 유발인구는 세대수 및 세대당 인구 수(안산시 최근현황반영)를 적용하여 산정하고 관련공문을 첨부하여야 함
- 군부대용수 수요량의 일평균 및 일최대 소비량의 산정근거를 제시하여야 함

3. 시설확충계획

○ 배수관로 계획에서 목표연도(2025년) 계획관망에 대한 관로유속 분석결과, 총 연장 1,051.9km 중 731.7km가 **0.3m/sec**이하로 적정유속을 확보하지 못해, 관내체류시간의 장기화에 따른 잔류염소농도 저하가 우려되므로

- 배수지 및 일부 송수관로 신설계획에 따른 각 급수구역별 잔류염소 최고 취약지점을 시간대별로 분석하여 제시하고, 계획보다 적은 수요량이 발생되는 시기에도 잔류염소 확보가 가능한지 검토하여야 함

○ 관망수리해석결과를 기준년도('07)와 목표연도('25)에 해당하는 데이터만 첨부하였는데 '10년, '15년, '20년의 관망해석결과를 첨부하여야 함

4. 대체수원 개발계획

○ 10만㎥/일의 하수처리수 재이용시범사업을 도입하는 것으로 계획하였으나

- 안산시 장래 공업용수 수요를 고려할 때, 기존 수도시설로도 충분히 공급이 가능함에 따라 시설 간 중복투자가 발생하지 않도록 하수처리수 재이용시설에 대해 재검토하여야 함

5. 운영관리개선계획

○ 연구 및 기술개발, 수도인력확보 및 교육훈련 계획 등은 수도정비기본계획 수립지침에 따라 안산시 현황에 적합한 계획을 수립하여 제시하여야 함

○ 상수도 기술지원단 기술지원은 **'지방상수도 기술지원'**으로 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국상하수도협회 공동으로 추진중인 바 관련 내용을 수정하여야 함

6. 기 타

○ 본(안)에 제시된 관련 자료는 최근 현황자료를 제시하여야 함

- 먹는물 수질관리 지침(2009, 환경부)

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

상하수도사업소

수신자 하수과장
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완 요청에 따른 협의

1. 환경부 수도정책과-587호(2010.02.05) 및 경기도 상하수과-2365호(2010.02.11)와 관련입니다.

2. 우리시에서 추진중인 안산시 수도정비기본계획수립용역과 관련 안산시 수도정비기본계획 변경(안)에 대하여 수도법 제4조 규정에 의거 환경부에 승인 신청하였으나 "하수처리수 재이용시범사업 도입 계획에 대한 재검토" 보완 요청이 있어 협의하오니 빠른시일내 검토의견을 회시하여 주시기 바랍니다.

○ 환경부 보완요청 내용 : 10만㎥/일의 하수처리수 재이용시범사업을 도입하는 것으로 계획하였으나 안산시 장래 공업용수 수요를 고려할 때 기존 수도시설로도 충분히 공급이 가능함에 따라 시설 간 중복투자가 발생하지 않도록 하수처리수 재이용시설에 대해 재검토하여야 함. 끝.

안산시상하수도사업소장

지방시설주사보	이재봉	수도시설담당	이승인	수도시설과장	전결 02/16 이강석

협조자

시행 수도시설과-2464 (2010.02.16.) 접수 ( )
우 425-702 경기도 안산시 고잔동 515번지 / http://www.iansan.net
전화 031-481-3661 /전송 031-481-3627 / ID@iansan.net 비공개(5)

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

상하수도사업소

수신자 수도시설과장

(경유)

제목 안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완 요청 회신

수도시설과-2464(2010. 2.16)호와 관련하여 안산시 수도정비 기본계획 변경(안)에 대한 환경부 보완요청 건에 대한 검토의견을 붙임과 같이 회신합니다.

붙임 : 검토의견서 1부. 끝.

하수과장

지방시설주사보 이성재 하수담당 조계천 하수과장 03/05 신웅균

협조자

시행 하수과-2656 (2010.03.05.) 접수 수도시설과-3450 (2010.03.05.)

우 426-170 안산시 단원구 고잔동 화랑로 110(고잔동 515번지) / http://www.abc999@iansan.net

전화 031-481-2576 /전송 031-481-3180 / abc999@iansan.net / 비공개(5)

안산시하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획

(사업의 타당성검토)

2010. 03.

안산시

목 차

Ⅰ. 추진배경 ····· 1

Ⅱ. 법적근거 ····· 2

Ⅲ. 추진경위 ····· 3

Ⅳ. 안산시 하수처리수 재이용사업 타당성 ····· 4

1. 안산시의 하수처리수 재이용사업 추진 사유 ····· 4

2. 민간투자사업 예비 타당성 조사('08.5월~8월, 환경관리공단)검토 5

3. 하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획('09.2, 환경부)검토 6

4. 하수처리수 재이용 타당성 검토 및 기본계획 용역('09. 9~현재, 안산시) 7

Ⅴ. 상수도 관련 계획 검토 ····· 9

1. 안산시 수도정비 기본계획(안)(2009.8) 검토 ····· 9

2. 2025 전국수도정비 기본계획(광역 및 공업용수도)(안)(2009.6)검토 11

3. 시화MTV개발계획(2009.11) 검토 ····· 14

Ⅵ. 검토결과 ····· 17

Ⅶ. 향후 추진계획 ····· 18

Ⅰ. 추진배경

▶ 하수처리수 재이용으로 물 부족 등 기후변화에 대응하고 녹색성장 실천
▶ 공업용수로 재이용은 초기투자비가 많이 소요되나 재정 지원에 한계
▶ 민간의 자본·기술을 도입하여 새로운 물 시장과 일자리 창출

○ 연중 발생량이 일정하고 막대한(65억톤/년) 하수처리수는 고도처리로 수질이 양호하여 안정적인 대체 수자원으로 부각

* 하수처리수 재이용은 「국가 물수요관리종합대책」의 목표달성 핵심수단
* 범정부적 「기후변화대응 종합기본계획」, 「일자리 창출 녹색 New Deal 사업」의 이행과제로 선정·추진

○ 용수공급량이 부족하거나 물 값이 비싼 산업단지 등에 대하여 하수처리수를 공업용수로 공급함으로써 용수부족 문제 해소와 생산성 향상 및 지역경제발전에 기여

* 포항시(포스코 철강단지) 및 대구시(대구북부 염색단지)의 경우 공업용수로 하수처리수를 10만톤/일 재이용 추진중(민간제안사업)

○ 반면, 수요처의 요구 수질에 부합하기 위한 재처리시설과 공급관로 설치 등에 초기 투자비가 많이 소요되나 기존 재정사업으로는 재원 마련에 한계

* 2008년 국고보조금 167억원은 대부분 하천유지용수 공급사업에 지원

○ 정부재정 부담을 완화하고 민간의 자본과 기술을 도입하는 민간투자사업으로 추진하여 재이용사업을 "제3의 물 산업"으로 육성

* 2016년까지 재이용시설 초기투자비는 약 1조 4천억원 예상
* 농업·하천유지용수 등 공익적 비수익 사업은 재정사업으로 계속 추진

Ⅱ. 법적근거

○ 하수도법 제5조(하수도정비기본계획의 수립권자 등)

③ 하수도정비기본계획에는 「공공하수처리시설에서 처리된 물의 재이용계획 및 재이용시설의 설치에 관한 사항」이 포함되어야 한다.

○ 하수도법 제21조(공공하수처리시설 처리수의 재이용)

① 공공하수도관리청은 공공하수처리시설의 처리수를 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등(이하 "재이용수"라 한다)으로 이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급하여야 한다.

② 제1항의 규정에 따라 처리수를 재이용수로 이용 또는 공급하여야 하는 대상시설의 범위와 재이용수의 양에 관한 기준 등 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

③ 공공하수도관리청은 제1항의 규정에 따라 재이용수를 공급받는 자로부터 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 요금을 받을 수 있다.

○ 하수도법 시행령 제17조(공공하수처리시설 처리수 재이용)

법 제21조제1항 및 제2항에 따라 처리수를 공업용수·화장실용수·살수용수·세차용수·청소용수·조경용수 등(이하 "재이용수"라 한다)으로 이용하거나 공급하여야 하는 대상 공공하수처리시설은 1일 하수처리용량이 5천세제곱미터 이상인 공공하수처리시설을 말하며, 해당 공공하수처리시설이 재이용수로 이용하거나 공급하여야 하는 양은 1일 하수처리량의 100분의 5 이상으로 한다.

○ 하수도법 부칙 제3조 (공공하수처리시설 처리수의 재이용에 관한 적용례 등)

② 공공하수도관리청은 이 법 시행 전에 설치되거나 설치 중인 공공하수처리시설과 인·허가를 받은 공공하수처리시설의 처리수를 재이용수로 이용하거나 이를 필요로 하는 자에게 공급할 수 있다. 이 경우 제21조제3항의 규정에 따른 요금을 받을 수 있다.

※ '하수도'에 '하수처리수 재이용시설' 포함('09.1.7 하수도법 개정·공포)

Ⅲ. 추진경위

○ 하수처리수 재이용 시범사업 추진계획('05. 3월)

- 재이용수질 권고기준 마련('05.11), 시범사업 실시('06년부터)

○ 물 순환이용기본계획('07. 2월)

- 2016년까지 12억톤/년 재이용(재이용 공업용수 4.4억톤/년)

○ 국가 하수도 종합계획('07. 10월)

- 2007년 ~ 2015년 하수처리수 재이용사업에 5.259억원(국고 3,499) 투자

○ 민간투자사업 예비 타당성 조사용역('08.5월~8월, 환경관리공단)

- 하수처리수의 공업용수 재이용 예비타당성 및 민자적격성 조사 연구

○ 하수도사업 민간투자 업무처리지침 개정('08.9월, 환경부)

- 민간투자사업 대상시설에 하수처리수 재이용시설 포함

○ 하수처리수 재이용 가이드북 개정('09.10월, 환경부/환경관리공단)

- 하수도법의 하수처리수 재이용에 대한 세부 업무추진요령 및 절차 규정

○ 하수처리수의 공업용수 재이용계획 타당성검토 ('09.7월, 안산시)

- 하수처리수의 공업용수 재이용 타당성 검토

○ 하수처리수 재이용 기본계획 용역중 ('09.9월 ~'10.5, 안산시)

- 하수처리수의 공업용수 재이용 기본계획 수립 및 민자적격성 검토

Ⅳ. 안산시 하수처리수 재이용사업 타당성

1. 안산시의 하수처리수 재이용사업 추진 사유

1) 하수처리수 재이용 계획은 국가 물수요관리 종합대책의 중요한 국가 과제로서 물 부족 등 기후변화에 대응하고, 물순환 재이용에 따른 녹색성장 실천할 수 있는 사업으로 필요성 인식

2) 반월·시화단지는 국가산업단지로서 2010년 1월에 정부가 추진하는 산업단지 구조고도화사업 시범단지로 선정되는 등 녹색환경 생태산업단지 및 고부가가치 첨단핵심 부품소재 글로벌 공급기지로 재도약 기회 마련

- 일평균 약 20만톤의 전용 공업용수 사용 및 폐수발생에 따른 수자원 재이용 대책 시급
- 하수처리수를 양질의 공업용수로 저렴하게 공급함으로써 용수부족 해소와 입주업체의 생산성향상 및 지역경제발전에 기여

3) 공업용수로 재이용은 초기투자비가 많이 소요되고 재정 지원에 한계

- 민간의 자본 · 기술을 도입하여 새로운 물 시장과 일자리 창출
- 하수처리수의 공업용수 재이용 예비타당성 및 민자적격성 조사 연구 결과 우선사업대상 1단계 지역으로 선정(국고지원 최대 활용)

4) 하수처리장 시설개선비용 절감(102,302백만원)

- 기존 2단계 하수처리시설내 3차처리시설 설치비 절감
  (법정방류수질기준 준수를 위한 시설 추가 필요)
- 장래 하수방류량 증가에 따른 해양방류시설(관로 및 펌프장) 시설비 절감
  (시화호 종합관리대책 및 방류관거이용에 대한 시흥시와의 협약에 의거 장래 초과되는 방류량에 대한 해양방류시설 추가 설치 불가피)
- 장래 안산정수장 정수지 확장비 절감(공업용수 생산시설 생활용수로 전환)

5) 하수처리수 재이용에 따른 사업의 경제적 타당성(편익비용) 양호

- 해양방류관거 증설 및 2단계 3차처리시설, 정수지 설치비용 절감
- 기존 2단계 하수처리시설내 운영비 절감
- 양질의 재이용수 공급에 따른 공업용수 수질개선 비용 절감
  (반월공단내 업체별 자체 정수 여과시설 운영)

2. 민간투자사업 예비 타당성 조사 ('08.5월~8월, 환경관리공단) 검토

1) 사업대상지역

❍ 대상지역 검토

- 하수처리장 인근(5㎞)에 산업단지 또는 공업지역이 있는 지역
- 용수가 부족(예상)한 지역 또는 기존 용수단가가 높은 지역

❍ 대상지역 선정

- 하수처리장 및 수요처의 여건, 지자체 의지, 사업성 등을 고려

⇒ 예비 대상지역 선정 48개소

- 수요조사 및 현지조사, 간담회를 통하여 대상지역 선정

⇒ 포항, 대구, 안산 등 19개소, 1,220천㎥/일(연간 4.4억톤)

* 우리나라 전체 공업용수 이용량(수자원장기종합계획) : 연간 26억톤

2) 재이용사업 규모

❍ 사업규모

- 대상지역 19개소의 재이용사업 초기시설투자 규모는 약 1조 4천억원으로 추정

〈사업대상지역 및 사업비〉

단계	지자체	하수처리장	수요처	하수처리시설 용량(천㎥/일)	재이용시설 용량(천㎥/일)	사업비 (억원)
	계	19개소		5,209	1,220	13,756
1단계 (5개소)	포항시	포항	포스코/철강공단	232	100	1,045
	대구시	북부	대구염색	170	100	985
	안산시	안산	안산반월	534	100	1,046
	양주시	신천	검준산업단지	70	30	481
	당진군	고대부곡	부제철/고대산단	11.4	8	115
2단계 (14개소)	아산시	아산신도시	아산탕정1,2	48	32	454
	군산시	군산	군장,군산국가,지방	240	80	900
	울산시	용연	용연	250	100	1,102
	구미시	구미	구미	330	100	979
	동두천시	동두천	동두천	86	30	391
	인천시	송기	남동	240	50	617
	전주시	전주	전주1,2산단	403	50	617
	영암군	대불	대불/영암삼호	56	10	200
	시흥시	시흥	시흥 시화	279	100	1,054
	대전시	대전	대덕/대전12	900	100	1,054
	기타	4개소		1,360	230	2,716

3. 하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획 ('09.2, 환경부) 검토

1) 투자계획

❍ 총 사업비 : 1조 3,756억원

❍ 제 1단계 투자계획(2010~2012년)

- 1단계 : 5개소, 1일 338천톤 재이용에 총 3,672억원 투자

❍ 제 2단계 투자계획(2013~2016)

- 2단계 : 14개소, 1일 882천톤 재이용에 총 10,084억원 투자

구 분		계	연차별 투자규모				
			소계 ('10~'12)	'2010	'2011	'2012	'2013~'2016
사업량	개소	19	5	5	(5)	(5)	14
	재이용량 (천㎥/일)	1,220	338	338	(338)	(338)	882
사업비 (억원)	계	13,756	3,672	1,102	1,468	1,102	10,084
	정부지원금	6,878	1,836	551	734	551	5,042
	민간자본	6,878	1,836	551	734	551	5,042

※ 정부지원금은 사업지역별로 민자적격성 분석을 거쳐 정부지원비율을 정하여야 하나, 개략적인 재원 규모를 파악하기 위하여 평균 50%를 적용함

2) 정부지원비율

❍ 적용 조건 : 현 공업용수 가격 대비 10% 인하, 수익률 7%

❍ 정부 지원비율

사업지역별로 민자적격성 분석을 거쳐 구체적인 정부지원비율을 정함. 이 경우, 정부지원금(건설보조금)은 국고와 지방비를 일정비율 분담

구 분	국 고	지방비
광역시	60%	40%
도청 소재지	80%	20%
일반 시·군	90%	10%

3) 사업추진절차

❍ 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 및 관련규정에 따라 사업추진

- '민간투자사업 기본계획'('08. 1.17, 기획재정부)
- '하수도사업 민간투자 업무처리지침'('08.8.5, 환경부)

4. 하수처리수 재이용 타당성 검토 및 기본계획 용역('09. 9~현재, 안산시)

1) 경제적 타당성 분석

❍ 시설공사비 산정

- 타당성 조사의 분석 기본가정

구 분	내 용	비 고
가격기준시점	2010-01-18	분석시점
착공시점	2011-03-01	공사기간 22개월
운영개시시점	2013-01-01	분석기간 20년
할인율	실질할인율 5.5%	사회적할인율(KDI지침) 적용

- 총사업비 산정

(단위 : 백만원, 불변가)

항 목		금 액	비 고
조 사 비		338	측량 및 지질조사 등
설 계 비		2,868	엔지니어링대가 기준(기본설계50%, 실시설계)
공 사 비		97,566	처리시설공사(용량100,000㎥/일), 관로공사
부대비	감리비	3,461	전면책임감리(복잡한 공종)
	공사보험	566	공사비, 감리비의 0.56%
	기타부대비	324	인허가(100백만원) 및 기타비용(공사비의 0.23%)
총 사 업 비		105,123	

- 운영비 산정

(단위 : 백만원, 불변가, 분석기간 20년)

항 목	연평균비용	총발생비용	비 고
운영 관리비	8,270	165,391	유지관리비, 기타수수료 포함
유지 보수비	3,446	68,920	
운영비 합계	11,716	234,311	

❍ 편익추정

- 편익항목

항 목	세부내용	비고
하수재이용시설 설치의 편익	공업용수 공급편익	
	공업용수 생산원가 절감	
	공업용수 수질개선	
하수처리시설의 추가설치비용 절감	하수처리시설 3차처리시설건설비용 절감	
	하수처리시설 3차처리시설운영비용 절감	
	해양방류관로 신설비용 절감	
	2단계 처리장 방류펌프장 운영비용 절감	
상수도정수장 건설 및 운영비용 절감	상수도정수장 건설비용(증설/개량) 절감	

- 편익비용 산정

(단위 : 백만원, 불변가, 분석기간 20년)

항 목	연평균비용	총발생비용	비 고
공업용수 공급편익	537	10,731	신규수요3,000㎥/일, 기존공급단가 490원/㎥
공업용수 생산원가 절감	3,234	64,678	생산원가절감비 88원/㎥ 적용
공업용수 수질개선	7,483	149,658	수요처의 자체여과설비(정밀여과막)의 설치비, 운영비 절감
하수처리시설 건설비용 절감	-	20,000	2단계 처리장 3차처리시설 건설비
하수처리시설 운영비용 절감	1,347	26,940	2단계 처리장 3차처리시설 운영비
해양방류관로 신설비용 절감	-	69,191	방류관로(해양, 육상) 신설계획비
방류펌프장 운영비용 절감	500	10,000	2단계 하수처리시설 방류펌프장
상수도정수장 건설비용 절감	-	13,111	안산정수장 증설공사비
편익합계	13,101	364,309	

❍ 경제성 분석 결과

(단위 : 백만원)

구분	편익		비용		B/C Ratio	내부수익률 (IRR,%)	순현재가치 (NPV)
	불변가	현재가	불변가	현재가			
분석기간 20년	364,309	218,689	339,434	211,381	1.03	9.97%	7,308

Ⅴ. 상수도 관련계획 검토

1. 안산시 수도정비 기본계획(안)(2009.8) 검토

1) 용수수급 시설현황

○ 현재 안산시 상수도는 1981년 반월정수장(시설용량:150,000㎥/일)을 시작으로 1989년 안산정수장(시설용량:143,000㎥/일), 2000년 연성정수장(시설용량:383,000㎥/일) 등의 상수도 시설의 증설 및 신설을 통하여 2006년 말 현재 총 시설용량 983,000㎥/일에 이르게 되었다. 하지만 이 중 시흥정수장 및 연성정수장은 시흥시도 용수를 같이 공급하고 있으며 안산시 배분량은 총 679,200㎥/일이다.

용수공급 시설현황

〈단위 : ㎥/일〉

구분	시설용량			안산시 배분량			비고
	생활용수	공업용수	계	생활용수	공업용수	계	
계	634,000	340,000	974,000	456,000	223,000	679,200	
반월정수장	190,000	-	190,000	190,000	-	190,000	광역상수도
시흥정수장	101,000	157,000	258,000	5,200	40,000	45,200	광역상수도
안산정수장	83,000	60,000	143,000	83,000	60,000	143,000	
연성정수장	260,000	123,000	383,000	178,000	123,000	301,000	

2) 광역상수도 수급현황

○ 안산시는 2006년말 현재 수도권 광역상수도 2·6 단계에서 각각 150천톤/일, 100톤/일, 128.2천톤/일, 171천톤/일, 130천톤/일을 배정하고 있지만 실제 운영은 배분량 대비 평균 60%미만으로 사용되고 있어 효율적 용수 수급관리가 필요하다.

용수공급 현황

〈단위 : ㎥/일〉

구분	광역상수도 원수계통						비고
	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	계	
계	150,000	100,000	128,200	171,000	130,000	679,200	
반월정수장	150,000	40,000	-	-	-	190,000	광역상수도
시흥정수장	-	-	45,200	-	-	45,200	광역상수도
안산정수장	-	60,000	83,000	-	-	143,000	
연성정수장	-	-	-	171,000	130,000	301,000	

3) 광역상수도 수급현황

○ 목표연도를 포함하는 단계별 용수수요량 및 과부족량을 토대로 그에 따른 용수확보방안을 기초에 하여 시설확충계획 및 용수공급방안을 살펴보았다.

○ 생활용수와 공업용수의 단계별 용수공급량은 아래표와 같으며 목표연도 2025년까지 현재 확보된 상수도시설만으로도 2020년 86,800㎥/일, 2025년 70,100㎥/일정도의 여유분이 있으므로 총량적으로 용수가 충분한 것으로 판단, 시설용량확장은 필요 없을 것으로 보인다. 광역상수도 배분량중 공업용수(100,000㎥/일)의 여유분에 대해서는 타 지자체의 사용량을 토대로 재배분할 필요가 있을 것으로 보인다.

공급량 및 수요량 과부족

〈단위 : ㎥/일〉

구분		용수수요량				비고
		2010년	2015년	2020년	2025년	
공급량 (배분량)	생활용수	456,200	456,200	456,200	456,200	
	공업용수	223,000	223,000	223,000	223,000	
	계	679,200	679,200	679,200	679,200	
수요량	생활용수	339,200	367,200	385,000	401,700	
	공업용수	207,400	207,400	207,400	207,400	
	계	546,600	574,600	592,400	609,100	
여유량	생활용수	117,000	89,000	71,200	54,500	
	공업용수	15,600	15,600	15,600	15,600	
	계	132,600	104,600	86,800	70,100	

주) 시화MTV(시흥정수장) 한국수자원공사 추가 배분량 미반영

4) 안산정수장 시설개량 계획 검토

○ 안산정수장 생활용수 계통의 정수시설(정수지)증설이 필요한 것으로 계획함, 따라서 안산정수장 공업용수계통의 정수지를 생활용수 정수지로 이용하면 정수지를 증설하지 않고 용량을 추가로 확보할 수 있게 되어 안정적인 급수시스템을 유지할 수 있을 것으로 판단함.(안산시 수도정비 기본계획 보고서 P.5-93)

2. 2025 전국수도정비 기본계획(광역 및 공업용수도)(안)(2009.6) 검토

1) 한강하류권 급수체계 조정 검토

○ 소급수지역별 현황

소급수지역 용수공급계통

〈단위 : ㎥/일〉

구분	지 자 체 명		공 급 계 통	비고
계	28개시, 2개군			
서 울 지 역	서울	1개시	수도권 II 지방상수도	원수
인천·부천지역	인천, 부천, 김포	3개시	수도권 I ,III~VI 지방상수도	원수
경기서남부지역	안산, 광명, 시흥, 안양, 과천, 군포, 의왕	7개시	수도권 II~VI	원수, 정수
수원·성남지역	수원, 성남, 광주	3개시	수도권 II~VI 지방상수도	원수, 정수
용인·평택지역	안성, 평택, 오산, 용인, 화성	5개시	수도권III~VI 지방상수도	정수
경기북부지역	의정부, 고양, 동두천, 파주, 양주, 포천, 하남, 남양주, 구리, 연천, 철원	9개시 2개군	수도권III~VI 지방상수도	원수, 정수

○ 소급수지역 급수체계 조정방안

경기서·남부지역은 용수요량 전량을 광역상수도계통에서 수수하는 지역으로 2025년 총212.8천㎥/일의 잉여용수가 발생할 것으로 전망되며, 광명, 안양, 군포, 과천시 등은 도시개발이 안정화 상태에 접어들었고, 지자체별로도 안산시, 시흥시를 제외하면 용수부족이 예상되는 지역은 없는 것으로 전망(과천시는 II단계에서 20천㎥/일 추가공급중)되나, 각 도시별 신규택지개발지역의 위치에 따라 수도권 III~V단계 계통별 체계조정계획이 필요하다. 용수수급 계획상 수도권영역 VI단계 확장분은 여유가 발생될 것으로 예상된다.

연성정수장 배분계획량

〈단위 : ㎥/일〉

구분		총 계	준 공 용 량			VI단계 (확장)
			계	V단계	VI단계(준공)	
총 계		383.0	250.0	209.0	41.0	133.0
생 활 용 수	계	260.0	127.0	111.0	16.0	133.0
	안 산 시	178.0	89.0	73.0	16.0	89.0
	시 흥 시	82.0	38.0	38.0	-	44.0
공업용수	계	123.0	123.0	98.0	25.0	

○ 안산시, 시흥시의 경우 MTV등 각종 개발계획에 따라 용수수요가 증가하여 2025년에 안산시 24.9천㎥/일, 시흥시 23.9천㎥/일 부족하나 현재 가동중인 연성정수장 수도권VI단계 원수를 (안산시 89.0천㎥/일, 시흥시 44.0천㎥/일) 추가 공급할 계획임

○ 안산시 총괄적인 공업용수 부족량 1.8천㎥/일은 시화MTV 공업용수로 시흥정수장에서 공급하는 것으로 설계중임

경기서·남부지역 지자체별 용수과부족량 (2025년)

〈단위 : ㎥/일〉

구 분		시 설 용 량			용 수 수요량	용 수 과 부 족 량			비 고
		지 방 상수도	광 역 상수도	계		지 방 상수도	광 역 상수도	계	
총 계		-	1,824.0	1,824.0	1,611.0	-	212.8	212.8	
생 활 용 수	계	-	1,472.0	1,472.0	1302.5	-	169.5	169.5	
	안 산 시	-	367.0	367.0	392.1	-	△24.9	△24.9	
	광 명 시	-	220.0	220.0	151.1	-	68.9	68.9	
	시 흥 시	-	233.8	233.8	257.7	-	△23.9	△23.9	
	안 양 시	-	387.0	387.0	266.0	-	121.0	121.0	
	과 천 시	-	30.0	30.0	42.7	-	△12.7	△12.7	
	군 포 시	-	156.0	156.0	115.8	-	40.2	40.2	
	의 왕 시	-	78.0	78.0	77.1	-	0.9	0.9	
공 업 용 수	계	-	340.0	340.0	308.7	-	31.3	31.3	
	안 산 시	-	223.0	223.0	224.8	-	△1.8	△1.8	
	시 흥 시	-	117.0	117.0	83.9	-	33.1	33.1	
예 비 량		-	12.0	12.0	-	-	12.0	12.0	

주)과천시는 당초 수도권 VI단계 20천㎥/일 배분량을 수도권 II단계에서 공급중

○ 용인·평택지역 수요량 검토

용인·평택지역은 동탄 및 세교신도시 개발, 송산그린시티, 미군기지 이전 등으로 인하여 급속한 용수수요 증가가 예상되며, 생활용수는 565천㎥/일의 부족용수 공급이 필요하고 공업용수는 346.7천㎥/일이 필요하다.

용인·평택지역 지자체별 용수과부족량 (2025년)

〈단위 : ㎥/일〉

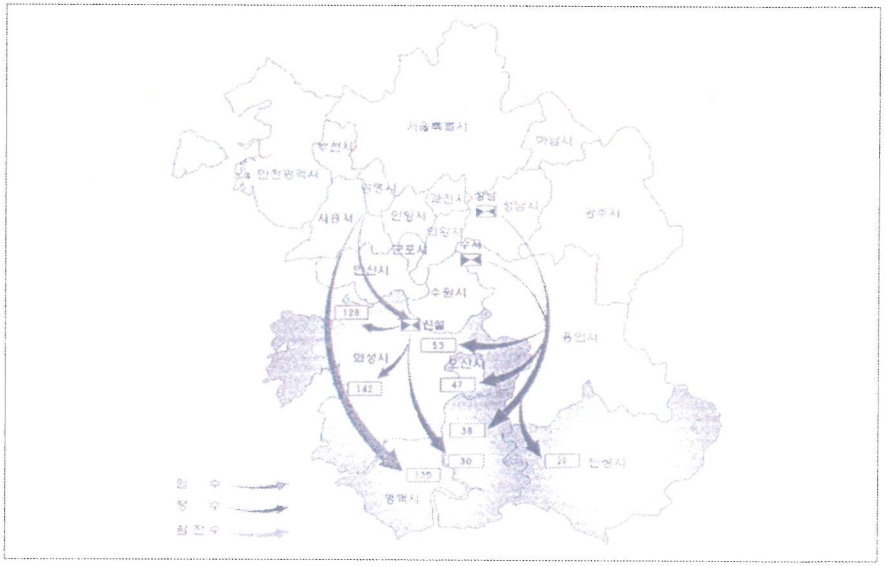
구분		시설용량			용수수요량	용수과부족량			비고
		지방상수도	광역상수도	계		지방상수도	광역상수도	계	
총계		260.9	1,113.0	1,373.9	2,246.6	-	△872.7	△872.7	
생활용수	계	240.9	924.0	1,164.9	1,729.9	-	△565.0	△565.0	
	안성시	10.9	74.0	84.9	113.9	-	△29.0	△29.0	
	평택시	30.0	314.0	344.0	423.0	-	△79.0	△79.0	
	오산시	-	86.0	86.0	148.3	-	△62.3	△62.3	
	용인시	200.0	248.0	448.0	491.8	-	△43.8	△43.8	
	화성시	-	202.0	202.0	552.9	-	△350.9	△350.9	
공업용수	계	20.0	150.0	170.0	516.7	-	△346.7	△346.7	
	안성시	20.0	-	20.0	7.7	-	12.3	12.3	
	평택시	-	80.0	80.0	309.0	-	△229.0	△229.0	
	화성시	-	70.0	70.0	200.0	-	△130.0	△130.0	
예비량		-	39.0	39.0	-	-	39.0	39.0	

주) 1. 안성시 광역상수도 수도시설 용량에는 충주댐광역 배분량 10천㎥/일 포함
2. 평택시 80.0천㎥/일은 아산공업용수도 배분계획량이며, 향후 10천㎥/일 추가 공급예정임

평택시의 아산국가 산업단지(포승지구), 황해경제자유구역(포승지구) 및 고덕 복합화력발전소 등은 금강 북부권 아산공업용수도에서 공급하게 되나 고덕국제신도시(220천㎥/일)는 경기서·남부지역 잉여용수를 전환하여 공급할 계획임

생활용수가 부족한 화성시, 오산시, 용인시, 평택시, 안성시, 광주시는 수원·성남지역 여유량과 신설정수장 건설 및 수지정수장 유보물량을 개발하여 공급하고, 평택시 고덕국제신도시 공업용수는 경기서·남부지역 및 인천·부천지역의 여유량을 전환·공급하는 한강하류권(2차) 및 한강하류권(3차) 급수체계조정사업을 계획·검토 되었다.

따라서 경기서·남부지역과 용인·평택지역지역에 공업용수 여유분을 공급하는 것으로 검토되었다.



한강하류권(2차) 급수체계조정 계획 (2020년)

3. 시화MTV개발계획(2009. 11.) 검토

1) 용수공급수요량

○ 공업용수 수요추정

「산업입지 원단위 산정에 관한 연구(2006. 12)」의 각 업종별로 공업용수 원단위를 적용하여 추정한 결과 약 36,400㎥/일의 공업용수가 필요

구분	부지면적(천㎡)	원단위(㎥/천㎡/일)	계획용수량(㎥/일)			비고
			전체	시흥	안산	
계	2,014.9	-	35,909 ≒35,900	16,505 ≒16,900	19,404 ≒19,400	
IT산업	742.9	36.59	27,183	11,866	15,317	마이크로 일렉트로닉스
첨단기계산업	592.1	8.72	5,163	3,594	1,569	메카트로닉스, 정밀기기
신소재산업	679.9	5.24	3,563	1,045	2,518	신소재, 정밀화학

주) 건설교통부, 산업입지 원단위 산정에 관한 연구 2006. 12.

○ 생활용수 수요량 추정

생활용수의 수요추정은 공업용지 및 기타시설로 구분하여 산정하고 타산업단지 및 각종 연구결과를 토대로 용수원단위를 산정

구분	규모	원단위 (ℓ/인·일)	계획용수량(㎥/일)			비고
			전체	시흥	안산	
계			45,086 ≒45,000	28,230 ≒28,200	16,856 ≒16,800	
상근인구	39,500인	120	4,740	2,286	2,454	
상주인구	14,000인	267	3,738	3,738	-	
지원시설	383천㎡	19	7,283	2,619	4,664	
유통시설	283천㎡	17	4,813	2,730	2,083	
상업.업무시설	632천㎡	24	15,175	11,090	4,085	
복합시설	384천㎡	17	6,525	5,177	1,348	
학교시설	592인(교직원) 11,000(학생)	110 45	560	560	-	
하수처리장 ·예비용수	-		49	30	19	
폐기물매립장	-		2,203	-	2,203	

2) 용수공급계획

○ 생활용수 공급

시흥정수장에서 시화MTV지역내 용수를 공급할 예정이나 입주가 완료되는 2018년 기준부족량 25,403㎥/일 예상됨

구분	급수구역	시설용량(㎥/일)	2018년(㎥/일)		비고
시흥시	MTV	95,800	28,200	△6,989	
	기존		74,589		
	계		102,789		
안산시	MTV	5,200	16,800	△18,414	
	기존		6,814		
	계		23,614		
시흥정수장 과부족(계)		101,000	126,403	△25,403	

○ 공업용수 공급

입주 완료 시점인 2018년을 기준으로 시흥시 여유분 25,500㎥/일, 안산시 5,080㎥/일, 총 30,580㎥/일 여유가 있을 것으로 예상됨

구분	급수구역	시설용량(㎥/일)	2018년(㎥/일)		비 고
시흥시	MTV	117,000	16,500	25,500	
	기존		75,000		
	계		91,500		
안산시	MTV	40,000	19,400	5,080	
	기존		15,520		
	계		34,420		
시흥정수장 과부족(계)		101,000	126,420	30,580	

○ 용수용량 확보방안

1단계 목표연도에 맞춰 생활용수(101,000㎥/일)를 공급하고 2018년도 목표연도 수요추이에 따라 생활용수 정수장 30,000㎥/일을 추가 증설(공업용수 여유량 → 생활용수 전환)

3) 유발인구 수용계획

○ 시화MTV 유발인구 추정

시화MTV내 기반시설인구를 바탕으로 라우리 모형 분석 및 지역간 순 가구 이동규모 추정을 통해 MTV 유발인구 산정

○ 유발인구 수용방안

- 단기적으로는 서울 및 인접 거성도시 지역등 주변지역에 수용하고 장기적으로 공장입주 및 주변여건을 감안하여 최적입지의 주거단지를 조성하여 수용
- 시흥시(시화MTV제외)·안산시의 수용인구 70천인은 별도의 배후주거단지 조성을 통한 수용방안 마련(배후주거단지 7.8㎢ 필요 : 70,000 ÷ 90인/ha ≒ 7.8㎢)

유발인구 수용방안

수용인구	시흥시		안산시	화성시(송산G.C)
	기존시가지	MTV		
111천인	37천인	14천인	33천인	27천인

- 70천인 용수수요량 : 70,000인 × 341ℓ/인 ÷ 93%(유수율) = 25,667㎥/일

※ 안산시 수도정비계획(안) 기준

Ⅵ. 검토결과

○ 하수처리수를 재이용하는 사업을 추진할 경우에는 공공부문(안산시)의 상·하수처리시설 개선비용으로 102,302백만원, 동 시설의 매년 운영비 등으로 13,101백만원으로써 예산이 절감되어 사업성이 있음. (B/C 1.03)

○ 노후화된 반월·시화산단의 구조고도화사업의 일환으로 녹색환경 생태산업단지를 건설하고 저렴한 공업용수 공급을 통해 기업의 경쟁력을 강화

○ 시설용량 여유분에 대하여는 수도권내 향후개발계획수립(시화MTV개발, 대송단지개발, 보금자리 주택건설 등)의 용수공급계획시 활용하는 것이 타당하다고 사료됨.

○ 특히, 기후변화에 따라 세계 곳곳에서 가뭄으로 인한 물부족 현상이 확대되고 있고 우리나라 또한 물에 대한 스트레스를 받는 국가로서 향후 물부족 현상이 심화될 것으로 예상됨

검 토 의 견

안정적인 수자원 확보 및 상·하수처리시설 개선비용 절감, 향후 개발계획 등을 감안하여 **안산하수처리수 재이용시설(100, 000㎥/일)은 중복투자로 볼 수 없으며**, 재이용 사업을 통해 녹색성장 정책에 부흥하고 신규 물산업 육성에 따른 고용창출, 반월·시화구조고도화에 따른 기반시설개선, 입주기업 생산원가절감을 통한 기업경쟁력 강화 등이 가능함으로 본 사업 추진은 타당함.

Ⅶ. 향후 추진계획

○ 2011년 국고보조금 예산 신청 : 2010. 3.

○ 하수처리수 재이용사업 공공투자관리센타(PIMAC)사전협의 : 2010. 3.

○ 안산시 하수처리수 재이용 시설사업 고시 예정 : 2010. 5.

○ 사업계획서 접수 및 평가 : 2010. 8.

○ 실시협약체결 및 사업자 선정 : 2010. 11.

○ 공사착공 : 2011. 3.

○ 공사준공 : 2012. 12.

1등도시 1등안산
"시민을 편안하게, 시민을 즐겁게, 시민을 행복하게"

안산시

수신자 경기도팔당수질개선본부장(상하수과장)
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획 변경(안) 보완 제출

1. 환경부 수도정책과-587호(2010.02.05) 및 경기도 상하수과-2365호(2010.02.11)와 관련입니다.

2. 안산시 수도정비기본계획 변경(안)에 대한 검토결과 일부 미흡한 사항이 있어 위호로 보완 요청하신 사항에 대하여 붙임과 같이 보완내용을 제출합니다.

덧 붙 임 : 가. 환경부 보완내용에 대한 조치내용 1부.
나. 안산시 수도정비기본계획(안) 1부.(별도송부) 끝.

안산시장

지방시설주사보 이재봉 수도시설담당 이승인 수도시설과장 이강석 상하수도사업소장 전결 03/16 이재영

협조자

시행 수도시설과-4064 (2010.03.16.) 접수 ( )
우 425-702 경기도 안산시 고잔동 515번지 / http://www.iansan.net
전화 031-481-3661 /전송 031-481-3627 / ID@iansan.net 비공개(5)

안산시 수도정비기본계획(안) 환경부 보완사항에 대한 조치내용

1. 총괄

지 적 사 항	조 치 내 용
• 연성정수장의 공급가능량을 시설용량(178,000㎥/일) 그대로 적용하였으나 현재 연성정수장의 원수배분량은 89,000㎥/일(V단계 73,000㎥/일, VI단계 16,000㎥/일)로 -총 생활용수 수요량 감안 시 31,000㎥/일의 원수 부족량이 발생하는 바 '광역 및 공업용수도('09.12, 국토부)' 확인결과 광역VI단계에서 25,000㎥/일(생활용수)의 원수를 추가 배분할 계획이 있으므로 원수부족량에 대해 수자원공사와 협의하여 원수확보방안을 수립하여야 함	• 최근 수립된 「2025수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)(국토해양부, 2009.12)」의 내용 확인 결과 안산시 배분량은 25,000㎥/일에 추가로 20,000㎥/일이 포함되어 총 45,000㎥/일이 추가 배분되어 있음 따라서, 장래 목표연도인 2025년에도 원수는 부족하지 않음 (수도정비 보고서 : p4-2 ~ p4-5)

2025 수도정비 기본계획

2025년 생활용수 부족량을 24,910㎥/일로 산정(p157)하였으며, 이에 따라 생활용수 25,000㎥/일을 광역VI단계에서 추가로 공급하는 것으로 계획함(p192). 추가 공급 후 68,000㎥/일을 타지역으로 전환하고 남은 안산시 잔량은 20,000㎥/일임(p214)

보고서에 2010년까지는 광역VI단계에서 41,000㎥/일을 공급하고(현 배분량), 2015년 부터는 추가공급분 25,000㎥/일과 잔량 20,000㎥/일을 포함하여 광역VI단계에서 86,000㎥/일을 공급하는 것으로 나타나 있음(p715)

따라서, 본 계획에서 산정한 부족량 34,300㎥/일에 대하여 15,000㎥/일을 확보하고 있으므로 원수부족량은 없음.

2. 기본사항 결정

지 적 사 항	조 치 내 용
• 초안 검토의견 반영이 미흡하므로 '기본사항의 규모결정'에 대한 사항을 '상수도 수요량 예측 업무편람('08.10, 환경부·국토해양부)'에 따라 전면 재검토 하여야 함	• 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부·국토해양부, 2008.10)」에 따라 산정 하였음

지 적 사 항	조 치 내 용
-신길택지개발사업 및 신길온천역국민임대주택단지의 총 유발인구는 세대수 및 세대당 인구수(안산시 최근현황반영)를 적용하여 산정하고 관련공문을 첨부하여야 함	-세대당 인구수의 최근현황인 2.6인/세대를 적용 재산정하여 반영하였음 (수도정비 보고서 : p3-21 ~ p3-22)
-군부대용수 수요량의 일평균 및 일최대 소비량의 산정근거를 제시하여야 함	-관련 현황을 조사하여 반영하였음 (수도정비 보고서 : p3-63 ~ p3-64)

개발계획에 의한 유입인구 재산정

금회계획에서는 개발사업의 고시문에 나타난 인구를 적용하여 세대당 인구 2.8인으로 반영하였으나, 계획수립시점에 차이가 있어서 현재의 세대당 2.6인을 적용하여 개발계획 인구를 다시 산정하였음.

재산정한 결과는 아래와 같으며 외부유입인구는 당초 6,300인에서 5,770인으로 530인이 감소하였음

<개발사업 인구 재산정>

구 분	세대수	인구		외부유입인구	
		당초	변경	당초	변경
신길택지개발사업[1]	4,963	13,896	12,904	5,200	4,810
신길온천역국민임대주택단지사업[2]	991	2,774	2,577	1,100	960

주) 1.건설교통부 고시 제2003-322호
2.국토해양부 고시 제2009-160호

• 군부대용수 수요량은 「상수도 수요량 예측 업무편람(환경부·국토해양부, 2008.10)」의 군부대 용수 산정 방법을 적용하였음.

상수도로 공급중인 군부대의 경우는 생활용수에 포함되어 있으므로 제외하고, 지하수 등 기존 수원을 상수도로 전환하거나 신규입지 예정인 군부대의 경우에는 기존 지하수 사용량 등 실사용량이나 군부대의 요구량, **유사 군부대 사용수량을 검토하여 산정**한다.

• 안산시에는 2개의 군부대가 있으며 서로 규모와 특성이 유사함. 그 중 한 곳만 상수도를 공급받고 있으며 다른 곳은 지하수를 이용하고 있으나 지하수사용 기록이 불명확함. 지하수를 사용하는 군부대의 지방상수도 전환을 반영하였으며 수요량은 기 상수도를 공급받고 있는 군부대의 사용량을 적용하였음.

3. 시설확충계획

지 적 사 항	조 치 내 용
• 배수관로 계획에서 목표연도(2025년) 계획관망에 대한 관로유속 분석결과, 총 연장 1,051.9km 중 731.7km가 0.3m/sec이하로 적정유속을 확보하지 못해, 관내체류시간의 장기화에 따른 잔류염소농도 저하가 우려되므로 -배수지 및 일부 송수관로 신설계획에 따른 각 급수구역별 잔류염소 최고 취약지점을 시간대별로 분석하여 제시하고, 계획보다 적은 수요량이 발생되는 시기에도 잔류염소 확보가 가능한지 검토하여야 함	• 「제8장 상수도 수질관리 계획」 편에 급수구역별 잔류염소 실측자료 및 시간대별 유량 변화에 따른 잔류염소 모델링 결과를 분석하여 제시하였음 (수도정비 보고서 : p8-31 ~ p8-40) -대부분 지역에서 0.2㎎/ℓ이상을 유지하여 양호하나, 대부동 지역 일부 관말부에서 0.1㎎/ℓ이하로 분석되어 대부배수지에 현재 설치되어 있는 염소재투입설비를 가동하도록 계획함
• 관망수리해석결과를 기준년도('07)와 목표연도('25)에 해당하는 데이터만 첨부하였는데 '10년, '15년, '20년의 관망해석결과를 첨부하여야 함	• 각 계획년도별 관망수리해석결과를 첨부하였음. (수도정비 보고서 : p4-152 ~ p4-191)

잔류염소 분석

- 대부분 지역에서 잔류염소분석 결과 실측data와 모델링 분석 모두 잔류염소 농도가 최소 0.2㎎/ℓ이상을 유지하여 양호한 수치를 보이는 것으로 분석됨
- 대부동 지역 일부 관말부의 잔류염소가 0.1㎎/ℓ이하로 분석되었는데 이는 대부배수구역이 연성정수장에서 원거리에 위치하고 배수관망이 수지상식의 관망형태 이어서 관말부에서 잔류염소가 낮은 것으로 판단됨. 따라서 대부배수지에 현재 설치되어 있는 염소재투입설비를 관말부 수도꼭지 수질검사 결과에 따라 적절히 가동하도록 계획함

관망해석 결과 수록

- 각 계획년차별 관망수리해석결과를 보고서 『배수관로 수리해석』 편에 수록하였음

4. 대체수원 개발계획

지 적 사 항	조 치 내 용
• 10만㎥/일의 하수처리수 재이용시범사업을 도입하는 것으로 계획하였으나 -안산시 장래 공업용수 수요를 고려할 때, 기존 수도시설로도 충분히 공급이 가능함에 따라 시설 간 중복투자가 발생하지 않도록 하수처리수 재이용시설에 대해 재검토하여야 함	• 현재 안산시에서 진행중인 하수처리수 재이용사업은 시범사업으로서 수자원의 재이용을 통한 부족한 수자원의 효율적 이용 등을 목적으로 하는 국가적 사업이며, 사업추진의 타당한 사유는 다음과 같음 -국가물수요관리종합대책의 핵심적 실천수단 -물부족 등 기후변화에 대응하기 위한 범정부적 "기후변화대응 종합기본계획"의 중요 이행과제 -녹색성장을 실천하기 위한 "일자리창출 녹색 NewDeal사업"의 중요 이행과제 -새로운 물시장과 일자리를 창출하여 "제3의 물산업" 육성 -강화되고 있는 방류수수질기준을 준수하기 위한 안산시 하수처리시설의 3차처리시설 설치비의 저감 -시화호 종합관리대책 및 방류관거 이용에 대한 시흥시와의 협약에 의한 해양방류시설(관로, 펌프장)의 시설비 절감 -공업용수로 사용시 경제적 타당성 양호 -연간 발생량이 일정하고 안정적인 대체 수자원으로서 지역경제발전에 기여 • 본 계획에서는 현재 진행중인 재이용사업이 시범사업 수준이어서 향후 문제점 도출·해결, 정상운영까지 많은 시간이 소요되는 점을 고려하여 본 계획에는 반영하지 않았음. 향후 재이용시설이 정상적으로 가동되는 경우 추진상황에 따라 공업용수 대체를 면밀하게 검토 후 장래 상수도 재정비시 반영하고자함. (수도정비 보고서 : p7-12 ~ p7-14)

5. 운영관리개선계획

지 적 사 항	조 치 내 용
• 연구 및 기술개발, 수도인력확보 및 교육훈련 계획 등은 수도정비기본계획 수립지침에 따라 안산시 현황에 적합한 계획을 수립하여 제시하여야 함	• 안산시 관련 최근 현황자료를 반영하여 계획을 수립 하였음 (수도정비 보고서 : p10-23 ~ p10-25, p10-29 ~ p10-30, p10-58, p10-32 ~ p10-35)
• 상수도 기술지원단 기술지원은 '지방상수도 기술지원'으로 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국상하수도협회 공동으로 추진중인 바 관련내용을 수정하여야 함	• 관련 내용을 수정하였음 (수도정비 보고서 : p10-36 ~ p10-40)

6. 기타

지 적 사 항	조 치 내 용
• 본(안)에 제시된 관련 자료는 최근 현황자료를 제시하여야 함 -먹는물 수질관리 지침(2009, 환경부)	• 최근 현황자료를 반영하여 수정하였음 (수도정비 보고서 : p8-6, 8-9 ~ p8-10, p8-51 ~ p8-54)

경기도가 대한민국의 미래를 엽니다

Global Inspiration
세계속의 경기도

경기도

수신자 안산시상하수도사업소장(수도시설과장)
(경유)
제목 안산시 수도정비기본계획 변경 승인 알림

1. 환경부 수도정책과-4332(2010.7.28)호와 관련입니다.

2. 위호와 관련 안산시 수도정비기본계획 변경에 대하여 수도법 제4조 제3항에 따라 환경부에서 붙임과 같이 변경 승인이 통보되었기에 알려드리오니, 귀시에서는 수도정비기본계획 변경 사항에 대하여 수도법 제4조 제5항에 의거 고시하고 그 내용(CD 포함)을 우리도에 제출하여 주시기 바랍니다.

붙 임 : 안산시 수도정비기본계획 변경 승인조건 1부. 끝.

경기도지사

지방시설주사 **전대갑** 상수관리팀장 **고중국** 상하수행정팀장 전결 07/30 **홍덕수**

협조자

시행 상하수과-11347 (2010.07.30.) 접수 수도시설과-12031 (2010.08.02.)

우 464879 경기 광주시 남종면 분원리 250-3번지 / http://www.gg.go.kr/
전화 031-8008-6989 /전송 031-767-4336 / j0305@gg.go.kr / 비공개(5)

안산시 수도정비기본계획 변경 승인조건

□ 「수도법」 제4조제3항에 따라 안산시에서 제출한 "안산시 수도정비기본계획 변경(안)"에 대하여 다음과 같은 조건으로 승인함

□ 승인조건

○ 배수지 신설계획은 안산시 전체의 효율적인 급수체계 조정을 통해 기존 배수지를 최대한 활용하도록 계획하고,

- 개발사업 또는 급수구역 확장 등으로 인해 배수지 신설이 부득이한 경우에 한하여 배수지 확충계획을 수립·시행하여야 함

○ 기존 선부1·대부·성포배수지 체류시간이 20hr 이상으로, 잔류염소 소모로 인한 2차오염이 발생되지 않도록 배수지 수질관리계획을 수립·시행하여야 함

○ '상수도 수질관리계획'에는 '수도정비기본계획 수립지침('06.5)'에 따라 안산시 자체 실정에 맞는 먹는물 수질검사 강화계획을 수립·시행하여야 함

○ 수도법 제4조제5항의 규정에 따라 검토 과정에서 보완된 내용 및 승인조건을 반영하여 '안산시 수도정비기본계획'을 수립·고시하고 그 내용을 우리부로 통보하여야 하며 푸르누리 상하수도종합정보시스템(waternow.go.kr)에 입력하여야함

5. 과업참여기술자 명단

◉ 용역명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역

◉ 용역기간 : 2008. 05. 08 ~ 2010. 09. 07

분야별	참 여 업 무	직 급	성 명	주민등록번호	자격증번호및종류	비 고
총괄	사업책임기술자	기술이사	★한광석	440702-5100185	상하수도기술사 80118000015	
상하수도	책임기술자	사 장	★한명웅	550121-1025519	상하수도기술사 87129010070	
	참여기술자	상 무	★윤충길	621230-1667815	토목기사 88203100012U	
	"	회 장	★이범호	341107-1010510	상하수도기술사 75233200110	
	"	전 무	★이종윤	550408-1119910	상하수도기술사 91136010098U	
	"	전 무	★송광수	511105-1067732	상하수도기술사 91136010097T	
	"	상 무	★신흥섭	650524-1066616	상하수도기술사 971490200300	
	"	상 무	★조항윤	601119-1074216	토목기사 84307050054	
	"	상 무	★이승형	601029-1036927	토목기사 86206020075	
	"	이 사	★안은식	560120-1041616	-	
	"	이 사	★민덕기	700720-1347514	상하수도기술사 05176070010S	
	"	이 사	★김동섭	661024-1702729	토목기사 91204040149A	
	"	이 사	★박장용	640111-1001317	토목기사 91207010146D	
	"	부 장	★윤수환	700302-1457211	측지기사 92206130038K	
	"	차 장	★백창선	730822-1162515	토목기사 98204010313M	
	"	차 장	★송기택	731002-1241613	토목제도기능2급 914050254610	
	"	차 장	★민환기	741015-1177516	토목기사 00202050691P	
	"	차 장	★이은석	750515-1042917	-	
	"	차 장	★김성수	750314-1047214	상하수도기술사 09187010164Y	

주) ★는 (주)한국종합엔지니어링 , ◇는 (주)한조엔지니어링 , ◎는 (주)한경 인원임.

◉ 용역명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역

◉ 용역기간 : 2008. 05. 08 ~ 2010. 09. 07

분야별	참 여 업 무	직 급	성 명	주민등록번호	자격증번호및종류	비 고
상하수도	참여기술자	과 장	★백승진	730927-1066612	-	
	"	차 장	★김태훈	740712-1267825	토목기사 01203110071N	
	"	과 장	★노치우	770330-1925112	토목기사 99203080130K	
	"	과 장	★이정태	760205-1009815	-	
	"	과 장	★김용성	760120-1055118	토목기사 00205010067Y	
	"	과 장	★권우종	780301-1100726	토목기사 02202020232F	
	"	대 리	★서기원	780719-1042711	토목기사 04202050179I	
	"	사 장	◇김형업	530923-1019014	상하수도기술사 901330100800	
	"	부사장	◇최승호	580502-1047016	상하수도기술사 94142010106M	
	"	이 사	◇김현식	641013-1464410	상하수도기술사 96148010055K	
	"	이 사	◇박성우	640105-1001211	상하수도기술사 97151020015T	
	"	이 사	◇조현석	641218-1053117	상하수도기술사 03170070016G	
	"	부 장	◇박형상	690529-1036811	학경력자	
	"	부 장	◇윤덕기	680715-1403321	학경력자	
	"	과 장	◇임경진	731010-1233511	수질환경기사 98206110168P	
	"	과 장	◇이정용	730612-1536212	토목기사 99201140101H	
	"	본부장	◎이용표	520212-1392918	상하수도기술사 91135020012W	
	"	전 무	◎하승수	630113-1067310	상하수도기술사 98153020046P	
	"	부 장	◎이용권	710720-1326614	토목기사 95207110017E	

주) ★는 (주)한국종합엔지니어링 , ◇는 (주)한조엔지니어링 , ◎는 (주)한경 인원임.

◉ 용역명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역

◉ 용역기간 : 2008. 05. 08 ~ 2010. 09. 07

분야별	참 여 업 무	직 급	성 명	주민등록번호	자격증번호및종류	비 고
토질 및 기초	책임기술자	전 무	◇한상호	500723-1009926	토질및기초기술사 89132010039	
	참여기술자	부 장	★배선호	701225-1906416	토목기사 95205030333E	
	"	전 무	★강수용	550722-1037427	토질및기초기술사 95145030008R	
	"	상 무	★이문순	680720-1457418	토질및기초기술사 03171070008N	
	"	차 장	★안성환	741015-1252110	토목기사 99205070449N	
	"	이 사	◇오상교	580629-1622217	학경력자	
	"	대 리	◇박종성	771225-1320931	학경력자	
	"	이 사	◎유재혁	431105-1350714	공 학 사 (특급기술자)	
	"	부 장	◎송재섭	730910-1379714	토목기사 98207120044Q	
	"	차 장	◎김태영	751120-1357918	측량기능사 93405123315	
토목구조	책임기술자	이 사	◎김석주	650520-1042018	토목기사 90207020127E	
	참여기술자	상 무	★정만식	660311-1637717	토목구조기술사 03170020008H	
	"	이 사	★이무영	621209-1093317	-	
	"	이 사	★김제범	681220-1047021	토목기사 92204010163K	
	"	차 장	★김준우	740324-1702514	토목기사 98204040431G	
	"	과 장	★조진태	770628-1905918	토목기사 01202210198A	
	"	대 리	★이성웅	780207-1069431	-	
	"	상 무	◇유성위	640217-1067712	토목구조기술사 96148020015H	
	"	이 사	◇신찬근	570707-1011324	토목구조기술사 02167070015T	

주) ★는 (주)한국종합엔지니어링 , ◇는 (주)한조엔지니어링 , ◎는 (주)한경 인원임.

◉ 용역명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역

◉ 용역기간 : 2008. 05. 08 ~ 2010. 09. 07

분야별	참 여 업 무	직 급	성 명	주민등록번호	자격증번호및종류	비 고
토목구조	참여기술자	이 사	◇고규석	610604-1066816	학경력자	
	"	부 장	◇원종문	690214-1280012	학경력자	
	"	부 장	◎박주열	601115-1388214	공 학 사 (특급기술자)	
	"	과 장	◎이종혁	751125-1350819	공 학 사 (초급기술자)	
도시계획	책임기술자	전 무	★이정택	600127-1029527	도시계획기술사 96147010214A	
	참여기술자	회 장	◇강신순	410305-1025620	도시계획기술사 79233207103B	
	"	차 장	★김찬기	740318-1522816	-	
	"	부 장	◇신일수	700919-1350921	도시계획기사 95204120157A	
	"	차 장	◇이재원	730405-1029511	도시계획기사 95204120157A	
	"	과 장	◇임영주	740228-1665939	도시계획기사 95204120157A	
	"	이 사	◎황선영	490907-1231748	공 학 사 (특급기술자)	
	"	과 장	◎이경은	701112-2379923	교통기사 9204120190Y	
환경분야	책임기술자	상 무	★김억중	460927-1042021	폐기물처리기술사 96147010252G	
	참여기술자	이 사	◎정지혁	690924-1068430	수질환경기사 94207020652Y	
	"	상 무	★김성수	550309-1009213	수질관리기술사 94142010479M	
	"	차 장	★고수광	690112-1533711	수질환경기사 98204070691N	
		이 사	◇김영태	591026-1011317	수질관리기술사 90134010223S	
		이 사	◇최순용	611202-1495316	폐기물처리기술사 99157010212J	
		이 사	◇복거성	490911-1047413	소음진동기술사 82121080053	

주) ★는 (주)한국종합엔지니어링 , ◇는 (주)한조엔지니어링 , ◎는 (주)한경 인원임.

◉ 용역명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역

◉ 용역기간 : 2008. 05. 08 ~ 2010. 09. 07

분야별	참 여 업 무	직 급	성 명	주민등록번호	자격증번호및종류	비 고
환경분야	참여기술자	이 사	◇김영래	651101-1482113	대기관리기술사 99159060030S	
	"	부 장	◇박성완	701127-1011317	대기환경기사 96203020735A	
	"	이 사	◎신동인	410309-1350724	특급기술자	
	"	과 장	◎김미경	700517-2777210	소음진동기사 93201040546Q	
	"	과 장	◎배영숙	731226-2785515	공 학 사 (초급기술자)	
기타분야	책임기술자	기술이사	★김원택	460323-1064121	측지기술사 94142010423W	
	참여기술자	전 무	조용완	501225-1226413	수자원개발기술사 02166070023M	
	"	전 무	박덕희	561016-1041315	수자원개발기술사 98155010033T	
	"	부 장	★송인옥	660107-2001611	건축사 6100	
	"	차 장	★조영리	750615-2836611	건축구조기술사 06180070018T	
	"	과 장	★양성우	700908-1496121	건축기사 95204140336L	
	"	전 무	★박종문	590713-1024329	유체기계기술사 94141010009F	
	"	상 무	★김길용	650817-1163117	유체기계기술사 9915701003C	
	"	이 사	★박상철	651002-1018020	건설기계기사 95205010022I	
	"	부 장	★김희철	691013-1261218	소방설비(기계분야)기사 95205110156B	
	"	대 리	★윤병두	800228-1069525	-	
	"	사 원	★유재만	811022-1162212	-	
	"	기술이사	★변승봉	350318-1010712	발송배전기술사 78233206110	
	"	상 무	★유 봉	590402-1068331	전기기사 87202010142U	
	"	부 장	★신태섭	690721-1057016	전기기사 94204010043F	

주) ★는 (주)한국종합엔지니어링 , ◇는 (주)한조엔지니어링 , ◎는 (주)한경 인원임.

◉ 용역명 : 안산시 수도정비 기본계획 수립용역

◉ 용역기간 : 2008. 05. 08 ~ 2010. 09. 07

분야별	참 여 업 무	직 급	성 명	주민등록번호	자격증번호및종류	비 고
기타분야	참여기술자	사 원	★최승식	801117-1178328	전기기사 07201100173F	
		사 원	★정주현	791012-1069014	전기기사 04203010032D	
	"	이 사	★오경언	470308-1260528	무선통신기능사 751303500	
	"	이 사	★장광훈	650205-1454923	-	
	"	기술이사	★이회봉	350327-1025627	조경기술사 85127050001	
	"	기술이사	★김두하	570809-1029713	조경기술사 85127002712	
	"	이 사	★변상천	680927-1350929	-	

주) ★는 (주)한국종합엔지니어링 , ◇는 (주)한조엔지니어링 , ◎는 (주)한경 인원임.