안산시 상수도관망 기술진단

보 고 서

2010. 9

안 산 시

<목 차>

제1장 총 론 ·····1－1

1.1과업의 목적 및 범위 ·····1－1
1.1.1 기술진단의 목적 ·····1－1
1.1.2 과업의 범위 ·····1－1

1.2상수도관망 기술진단 개요 ·····1－2
1.2.1 상수도관망 기술진단 진행절차 ·····1－2
1.2.2 상수도관망 기술진단 범위 및 주요내용 ·····1－3

1.3과업의 내용 ·····1－6
1.3.1 과업준비 및 계획 ·····1－6
1.3.2 현장조사 범위 ·····1－7

1.4과업의 결과요약 ·····1－8
1.4.1 일반기술진단 종합평가 ·····1－8
1.4.2 송수관로 상태 및 성능평가 ·····1－9
1.4.3 배수관로 상태 및 성능평가 ·····1－13
1.4.4 정비계획 ·····1－17
1.4.5 블록시스템 구축검토 ·····1－19
1.4.6 사업의 효과 ·····1－22

제2장 관련계획 검토 ·····2－1

2.1자연적 조건 ·····2－1
2.1.1 지역의 개황 ·····2－1
2.1.2 기상 개황 ·····2－6

2.2사회적 특성 ·····2－9
2.2.1 행정구역 및 인구현황 ·····2－9
2.2.2 경제 및 산업구조 ·····2－11
2.2.3 토지이용 현황 ·····2－15

2.3상위계획 ·····2－16
2.3.1 수도정비기본계획 ·····2－16

2.3.2 기타 관련 계획 ·····2-36

제3장 관망시설 현황 ·····3-1

3.1급수현황 및 실적 ·····3-1
3.1.1 일반수도의 급수현황 및 실적 ·····3-1

3.2송수관로 현황 ·····3-10
3.2.1 시설현황 조사 ·····3-10

3.3배수관로 현황 ·····3-11
3.3.1 시설현황 조사 ·····3-11

3.4기타시설 현황 ·····3-13
3.4.1 취·정수시설 ·····3-13
3.4.2 가압시설 ·····3-15
3.4.3 배수지 시설 ·····3-16
3.4.4 누수사고 및 수리실적 ·····3-17
3.4.5 밸브분포 ·····3-17

3.5관망전산화 구축에 관한조사 ·····3-18
3.5.1 상수도 관망도 현황 및 관리실태 ·····3-18
3.5.2 GIS 구축현황 ·····3-20

제4장 송수관로 상태 및 성능평가 ·····4-1

4.1과거이력 분석검토 ·····4-1
4.1.1 사고이력 ·····4-1
4.1.2 사고이력 분석 ·····4-1

4.2관로구간 분할 ·····4-3

4.3수리적 성능평가 ·····4-6
4.3.1 생활용수 ·····4-6
4.3.2 공업용수 ·····4-9

4.4수질적 성능 평가 ·····4-11
4.4.1 반월정수장 수질측정 결과 ·····4-11

4.4.2 시흥정수장 수질측정 결과 ····· 4-12
4.4.3 안산정수장 수질측정 결과 ····· 4-13
4.4.4 연성정수장 수질측정 결과 ····· 4-14
4.4.5 수질적 성능평가 결과분석 ····· 4-15

4.5물리적 성능 평가 ····· 4-17
4.5.1 외부부식환경 평가 ····· 4-17
4.5.2 내부부식환경 평가 ····· 4-18
4.5.3 표본굴착조사 ····· 4-20
4.5.4 잔존수명 평가 ····· 4-21

제5장 송수관로의 종합평가 및 개선방안 수립 ····· 5-1

5.1구간별 조사결과 개요 ····· 5-1

5.2상태 및 사고위험도 평가결과 ····· 5-3

5.3문제원인 분석 및 개선방안수립 ····· 5-5
5.3.1 수계별 구분 ····· 5-5
5.3.2 송수관로 노후도 평가 결과 ····· 5-11

5.4노후관로 개량계획 ····· 5-16
5.4.1 관로내용연수에 따른 노후도 평가방법 ····· 5-16
5.4.2 송수관로 개략공사비 산출 ····· 5-17

5.5시설운영 및 유지관리계획 수립 ····· 5-18
5.5.1 주기적인 플러싱 ····· 5-18
5.5.2 점검구의 설치 ····· 5-19

5.6사업우선순위 ····· 5-26
5.6.1 정기적인 누수탐사 및 관로갱생•교체사업 실시 ····· 5-26
5.6.2 즉각적인 사고대응 체계 확립 ····· 5-26
5.6.3 송수관로 수질 확보 ····· 5-26

제6장 배수관망 평가기준 및 구역분할 ····· 6-1

6.1수집자료 분석 ····· 6-1
6.1.1 급수지역 및 공급계통 검토 ····· 6-1

6.1.2 급수방식 및 출수불량지역 검토 ·····6-9
6.1.3 노후관로 교체 및 갱생현황 검토 ·····6-13
6.1.4 과거사고 및 민원문제 발생지역 검토 ·····6-13
6.1.5 점검, 보정, 개량 및 교체이력 검토 ·····6-21
6.1.6 법규, 지침에 따른 준수 여부 검토 ·····6-21

6.2평가기준 설정 ·····6-23
6.2.1 먹는물수질기준 및 정수처리수질 고려 ·····6-23
6.2.2 급수서비스 기준 설정(수량 및 수압, 수질) ·····6-29

제7장 배수관망의 최적관리시스템 평가 ·····7-1

7.1관망도 및 관망모델 검토 ·····7-1
7.1.1 관망모델 구역분할 및 모델구축 ·····7-1

7.2관망모델의 검증 및 신뢰성 검토 ·····7-8
7.2.1 유량 및 수압측정 ·····7-8
7.2.2 모델링 검토 ·····7-19
7.2.3 관망해석상의 잔류염소 검토 ·····7-33
7.2.4 유량계수(C값) 및 잔류염소감소계수(K값) 결정 ·····7-44

7.3블록시스템 분할 ·····7-48
7.3.1 블록시스템 기준 ·····7-48
7.3.2 블록시스템 구축현황 ·····7-55
7.3.3 블록구축의 적정성검토 ·····7-101
7.3.4 블록구축의 적정성 표본조사 ·····7-106

7.4비상시의 대응성 ·····7-119
7.4.1 비상급수 계획 ·····7-119
7.4.2 제수밸브의 설치 적정성 ·····7-127
7.4.3 단수범위 최소화계획 ·····7-131
7.4.4 예비전력보유 ·····7-133
7.4.5 비상시 대처용량 ·····7-134
7.4.6 비상연락관 확보 ·····7-136
7.4.7 소화용수량 확보 및 적정성 평가 ·····7-139

제8장 배수관망 서비스 기능평가. ·····8-1

8.1배수관망 서비스 기능분석 ·····8-1
8.1.1 수압, 수질, 사고등의 과거기록 분석 ·····8-1
8.1.2 관망해석에 의한 문제점 검토 및 개선방안 ·····8-6
8.1.3 문제원인, 범위와 정도 규명 ·····8-8
8.1.4 노후도 평가 방법 ·····8-9
8.1.5 노후도 평가를 위한 상세조사 필요구간 선정 ·····8-38
8.1.6 노후도 평가결과 ·····8-52
8.1.7 노후관로 계량계획 ·····8-121
8.1.8 부식제어 필요성 검토 ·····8-134

8.2상세조사 ·····8-137
8.2.1 밸브 현장조사 ·····8-137
8.2.2 수리기능 조사(밸브진단) ·····8-145
8.2.3 수질조사 ·····8-154
8.2.4 물리적 성능 평가 ·····8-168

제9장 배수관망의 종합평가 및 개선방안수립 ·····9-1

9.1일반기술진단 ·····9-1
9.1.1 관망도 작성 ·····9-1
9.1.2 블록시스템 구축 ·····9-3
9.1.3 배수지 시설 ·····9-5
9.1.4 관체 ·····9-6
9.1.5 펌프시설 ·····9-7
9.1.6 밸브 ·····9-8
9.1.7 소화전 ·····9-9
9.1.8 감압시설 ·····9-10
9.1.9 유수율 ·····9-11
9.1.10 수압관리 ·····9-13
9.1.11 누수관리 ·····9-14
9.1.12 급수수질 관리 ·····9-14
9.1.13 노후시설 갱생 ·····9-15
9.1.14 측정기기 관리 ·····9-16
9.1.15 단수 ·····9-17
9.1.16 민원사항 ·····9-18
9.1.17 조직 및 직원관리 ·····9-18

9.2급수서비스 기능(등급분류) ·····9-20
9.2.1 배수지 시설 평가결과 ·····9-21
9.2.2 관체 평가결과 ·····9-22

9.2.3 밸브 평가결과 ·····9-23
9.2.4 유수율 평가결과 ·····9-24
9.2.5 수압관리 평가결과 ·····9-25
9.2.6 급수수질관리 평가결과 ·····9-26
9.2.7 측정기기관리 평가결과 ·····9-26

9.3적용공법 및 개략공사비 ·····9-27
9.3.1 개요 ·····9-27
9.3.2 적용공법 ·····9-27
9.3.3 개략공사비 ·····9-36

9.4운영비용 절감방안 ·····9-37
9.4.1 단기적 방안 ·····9-37
9.4.2 장기적 방안 ·····9-38

9.5시설운영 및 유지관리계획 수립 ·····9-39
9.5.1 일반기술진단 항목 정기점검 ·····9-39
9.5.2 수질관리를 위한 Flushing 계획 ·····9-40

제10장 사업의 효과 ·····10-1

10.1 유형효과 ·····10-1

10.2 무형효과 ·····10-1

제1장 총 론

1-1 과업의 목적 및 범위
1-2 상수도관망 기술진단 개요
1-3 과업의 내용
1-4 과업의 결과요약

제1장 총 론

1.1 과업의 목적 및 범위

1.1.1 기술진단의 목적

상수관망 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.

안산시의 기설 상수도 관로에 대한 관로 효율적 운영의 필요성이 기술적 경제적 관점에서 확산되어 지는 바, 현재의 상수도 관망을 관리적 측면과 환경적 측면으로 조사 분석하여 관리적 효율화를 도모하고 환경적 개선 우선순위를 설정, 적용할 수 있도록 조사, 분석, 제시하는데 그 목적이 있다.

- **법적근거**
  - 수도법 제74조(수도시설에 대한 기술진단)
  - 수도법 시행규칙 제29조(상수도관망에 대한 기술진단의 범위 및 내용 등)

1.1.2 과업의 범위

가. 과업명

안산시 상수도 관망 기술진단 사업용역

나. 과업의 대상지역

안산시 전체 급수 구역에 대한 상수도 관망시설

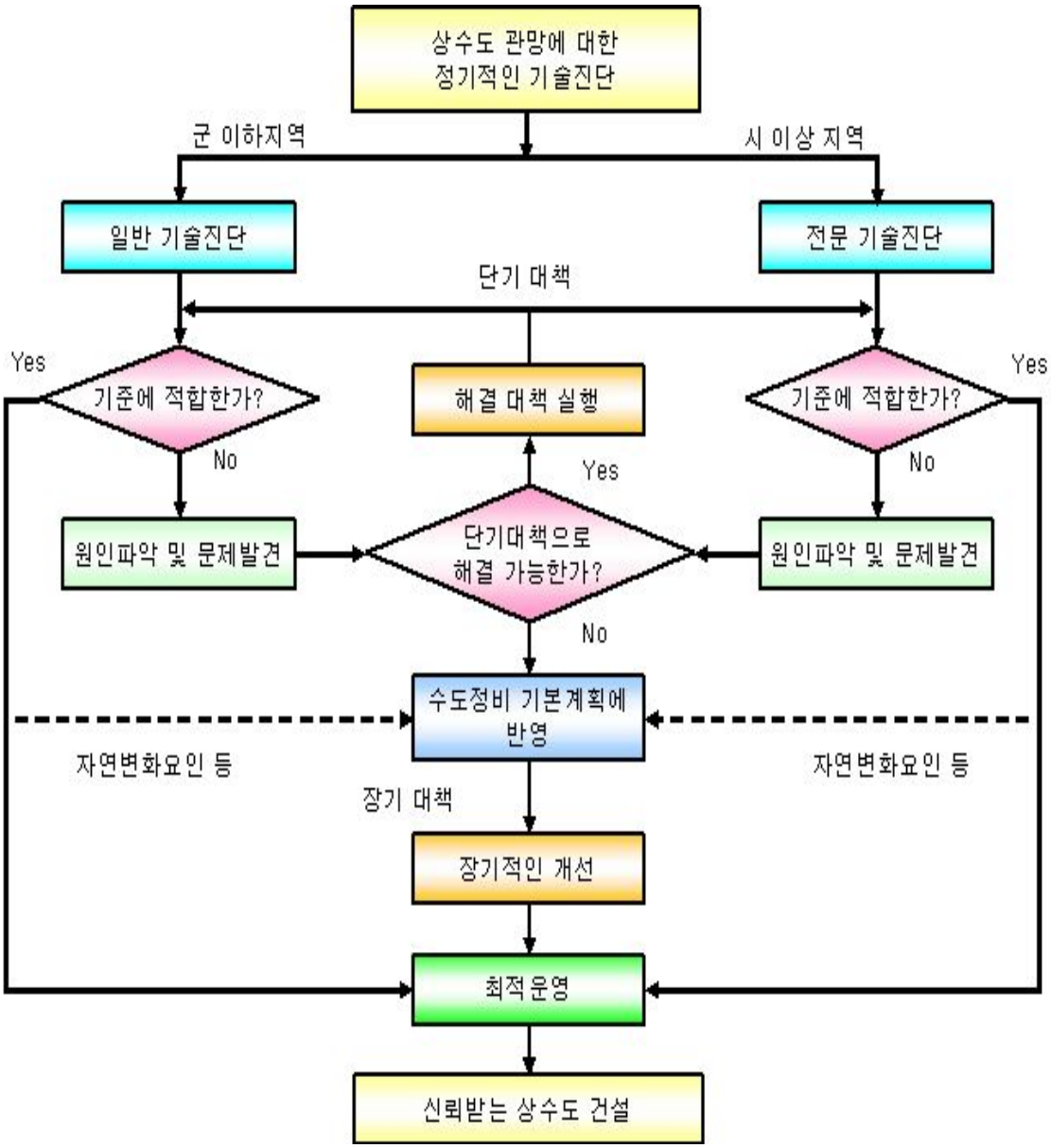
다. 과업의 범위

- 블록별 상수도관망에 대한 현황
- 일반기술진단의 평가지표별 평가 값 및 판정 등급
- 불량 또는 심각한 상태로 판정된 블록에 대한 원인 분석
- 상수도관망에 대한 종합적인 개선방안 제시

1.2 상수도관망 기술진단 개요

현재 상수도 관망 일반기술진단의 경우 그 범위를 설정하는데 있어서는 '2007.12 환경부 상수도 관망진단 매뉴얼'과 '2006년 수도정비기본계획 표준품셈 내용 중 수도시설 기술진단'에 정의된 항목 및 내용을 바탕으로 상수도관망 기술진단의 근본 목적에 적합하도록 과업의 범위를 설정하였다.

1.2.1 상수도관망 기술진단 진행절차



〈그림 1.2-1〉 상수도 관망 기술진단의 진행순서

1.2.2 상수도관망 기술진단 범위 및 주요내용

가. 일반기술진단

일반 기술진단은 수도사업자가 관리하는 모든 급수구역을 대상으로 하고, 각 급수구역에 대한 진단결과가 간단하게 지표의 값으로 나타나도록 한다. 진단의 결과를 '우수, 양호, 보통, 불량, 심각'등과 같이 상대적으로 판정할 수 있도록 한다.

〈표 1.2-1〉 일반기술진단의 범위 및 주요조사내용

범위	일반기술진단 주요내용
1. 관망도 작성	•관망도작성의 현황 및 유지관리상태 관망도보유율 = 관망도기재관로 길이(m) ÷ 전체관로길이(m) × 100
2. 블록시스템 구축	•블록시스템구축의 적합성 및 유지관리상태 대,중,소블록의 적정분할 및 관리 : 대-5000전 이상, 중-1500～5000전, 소-500～1500전
3. 배수지 시설	•배수지시설 관리현황 및 유지관리상태 2.2.2 전문기술진단 1)시스템(계통별) 전문기술진단, ② 배수시설의 시스템 전문기술진단 참조
4. 관 체	•관종별 매설년도 분포등조사(관로길이, 용도, 관종, 설치위치등) - 관거대장조서와 연계
5. 펌프시설	•펌프고유번호, 용도, 양정, 형식, 설치위치, 점검율·빈도조사
6. 밸 브	•밸브류 종류, 구경, 재질, 밸브실규격, 철개규격, 회전방향, 회전수, 설치밀도, 유효밸브밀도
7. 소화전	•소화전 상태(사용유무), 위치, 형식, 설치년도, 고유번호조사
8. 감압시설	•감압밸브 점검빈도 = 년평균점검회수/감압밸브 총갯수
9. 유수율	•유수율분석빈도, 유효수량세부항목, 무효수량세부항목, 유, 무효수량 산정방법
10. 수압관리	•최소·최소수압 미달전수, 최소·최대수압실적 만족도
11. 누수관리	•누수사고건수 및 누수추정량, 배수관사고건수 및 누수량, 인입관사고건수 및 누수량
12. 급수수질관리	•수질검사시행율, 수질검사개소 밀도, 수질합격율, 최소 잔류염소 미달률 (가능한 5년간 자료 활용)

〈표 1.2-1 계속〉 일반기술진단의 범위 및 주요조사내용

범위	일반기술진단 주요내용
13. 노후시설갱생	•관망기술진단 및 결과에 따른 갱생여부, 배수관 갱생률, 배수관교체율, 인입급수관 교체율
14. 측정기기관리	•구역유량계, 수압계, 배수지수위계 보정율, 보정빈도, 상수관망진단장비보유 여부, 구역유량계 밀도(1블록당 최소1개 기준)
15. 단 수	•단수영향 인구비율(%) = ((단수영향지역인구×단수시간)÷(총급수인구×24×365))×100 •단수일수율(%) = (해당구역의 년간 총 단수 시행일수÷365) ×100 •단수영향 실적 평가 미공지 단수비율(%) = (미공지 단수일수÷총 단수일수) ×100 미공지 단수일수율(%) = (미공지 단수일수÷365)×100
16. 민원사항	•수질관련민원, 출수불량(수압, 수량)민원, 단수관련 민원, 누수관련민원
17. 조직 및 직원관리	•전문화 계수 등
18. 기타필요시설	•기타사항

나. 전문기술진단

전문 기술진단은 매 5년 마다 수도사업자와 관망진단 대행자가 협조하면서 가능한 모든 지표들을 이용하여 종합적이고 체계적으로 총체적인 상태를 정밀하게 진단한다.

〈표 1.2-2〉 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, 감압벨브의 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.

〈표 1.2-2 계속〉 전문기술진단의 범위 및 주요조사내용

범위	전문기술진단 주요내용
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 수질분석을 반복. • 염소감소가 심각한 경우 오접오염에 의한 수질오염의 가능성이 있는지를 정밀수질측정기록계를 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.

1.3 과업의 내용

1.3.1 과업준비 및 계획

〈표 1.3-1〉 과업준비 및 계획수집자료

항 목	수 집 자 료
1. 상수도시설	-취,정,배수지 등 주요 상수도시설물 현황조서 또는 관리대장 -가압장, 가압라인 현황조서 -구역유량계, 수압계 현황조서 -구역경계밸브, 공기밸브, 주요밸브 현황조서
2. 상수도관망도	-관망도(1/500~1:1000) : 수치지도(수치지형도), 원도, 청사진 -공사도면 : 기존 상수도 관망도에 신설, 교체 등 변경사항을 정리한 도면 (관종, 관경, 매설깊이, 매설년도, 연장) -상수도 공사대장 및 조서 (상수도 관망도 작성한 원년부터 현재까지의 자료) -급수계통도
3. 도시계획도 및 지적도	-장래수요량 파악
4. 생산량	-정수장 생산량 또는 광역상수도에 의한 월별 공급량 현황 (최근 2년 이상)
5. 부과량(사용량)	-최근 2년 이상 월별, 업종별, 구경별, 행정별 부과량 -급수전별 부과량 자료 (성명, 주소, 수전번호, 업종, 구경, 최근 4개월 지침, 기물번호 등) -요금검침 분구도(읍면동 행정구역 , 세부 분구명 표시) -대량용가 위치도 및 현황(내역)
6. 상수도관련 각종 보고서	-수도정비기본계획, 도시기본계획, 기술진단 및 지원 보고서, 누수탐사 용역 보고서 등
7. 인구현황	-행정구역 및 급수구역 내 인구현황 -과거인구(10년 이상) 및 장래 인구추정 자료 -현재 주민등록상의 인구 자료
8. 민원발생	- 연도별, 행정구역별, 유형별 (냄새, 적수, 흑수, 출수불량(수압), 이물질, 요금부과, 기타)
9. 누수수리	-최근 5년간 누수수리 위치도(연도별, 행정구역별) -주요 수리현황(누수 또는 관 파손 형태) -최근 10년간 노후관 개량 현황도(연도별 구분) 및 공사개요 -관체수집 및 갱생(적용공법명, 구간, 소요금액등)자료
10. 단수관련	-공지 및 미공지 단수일수(시간), 단수사유등
11. 수질관련	-최근 수질측정 위치도 및 측정자료(시험성적서 등)
12. 소화전관리대장	-사업소 → 소방서 업무협조 요청
13. 통계연보	-사업소 자체자료 2007년 현황 (2008년 작성)

1.3.2 현장조사 범위

일반기술진단의 경우 주로 지자체의 보유된 DATA를 활용하여 분석하는 것을 기본 방향으로 하고 있으나, 보유된 DATA에 한계가 있으므로 초기 실시에 있어서 진단의 효율성을 높이기 위하여 현장조사를 실시하고 그 결과는 보유된 DATA와 연계하여 분석한다.

〈표 1.3-2〉 현장조사 과업의 범위

공 종	단 위	수 량
• 수압 측정 조사	개소	75
• 유량 측정 조사	회	11
• 노후도 평가	지역	전체 급수구역
• 내시경 조사	개소	5
• 관체 조사	개소	10
• 밸브 진단	개소	55
• 관세척(플러싱) 조사	개소	10
• 수질 조사	개소	93



수압측정조사



유량측정조사



밸브진단조사



수질조사

〈그림 1.3-1〉 현장조사 현황

1.4 과업의 결과요약

1.4.1 일반기술진단 종합평가

○ 진단 결과를 “우수”, “양호”, “보통”, “불량”, “심각”의 5단계로 판정하였으며,

○ 안산시의 평가결과 대부분 보통 이상의 평가이나, 밸브 점검률, 수압계, 수위계의 측정기기 관리 항목에서 불량 또는 심각으로 분석되었다.

○ “보통”이상은 지속적인 유지관리를 해야 하며, “불량”또는 “심각”은 즉시 대책을 마련하여야 한다.

〈표 1.4-1〉 일반기술진단 항목별 종합평가표

구분	항목	기준치	우수	양호	보통	불량	심각	평가
1. 배수지 시설	배수지 체류시간	체류시간	12시간 이상	10~12 시간 미만	8~12 시간 미만	6~8 시간 미만	6 시간 미만	우수
2.관체	비내식성 비율	비율	20%미만	20~40%미만	40~60%미만	60~80%미만	80%이상	우수
3.밸브	밸브 점검률	점검률 (%/년)	150% 이상	100~150% 미만	50~100% 미만	50% 미만	0%	보통
4.유수율	유수율	유수율 (%)	90% 이상	80~90% 미만	70~80% 미만	60~70% 미만	60% 미만	우수
5.수압관리	최소수압 미달전수	미달전수 (전/1,000전)	0	0~10미만	10~20 미만	20~30 미만	30이상	양호
	최대수압 초과전수	미달초수 (전/1,000전)	0	0~10미만	10~20 미만	20~30 미만	30이상	양호
6.급수 수질관리	수질검사 시행률	법정수질분석 시료비율	150%이상	120~150% 미만	100~120% 미만	90~100% 미만	90%미만	보통
	수질검사 개소밀도	법정수질검사 개소수비율	150%이상	120~150% 미만	100~120% 미만	90~100% 미만	90%미만	보통
7.측정 기기 관리	구역유량 계보정률	비율	100	90	80	70	60	우수
	수압계 보정률	비율	100	90	80	70	60	심각(0%)
	수위계 보정률	비율	100	90	80	70	60	심각(0%)

1.4.2 송수관로 상태 및 성능평가

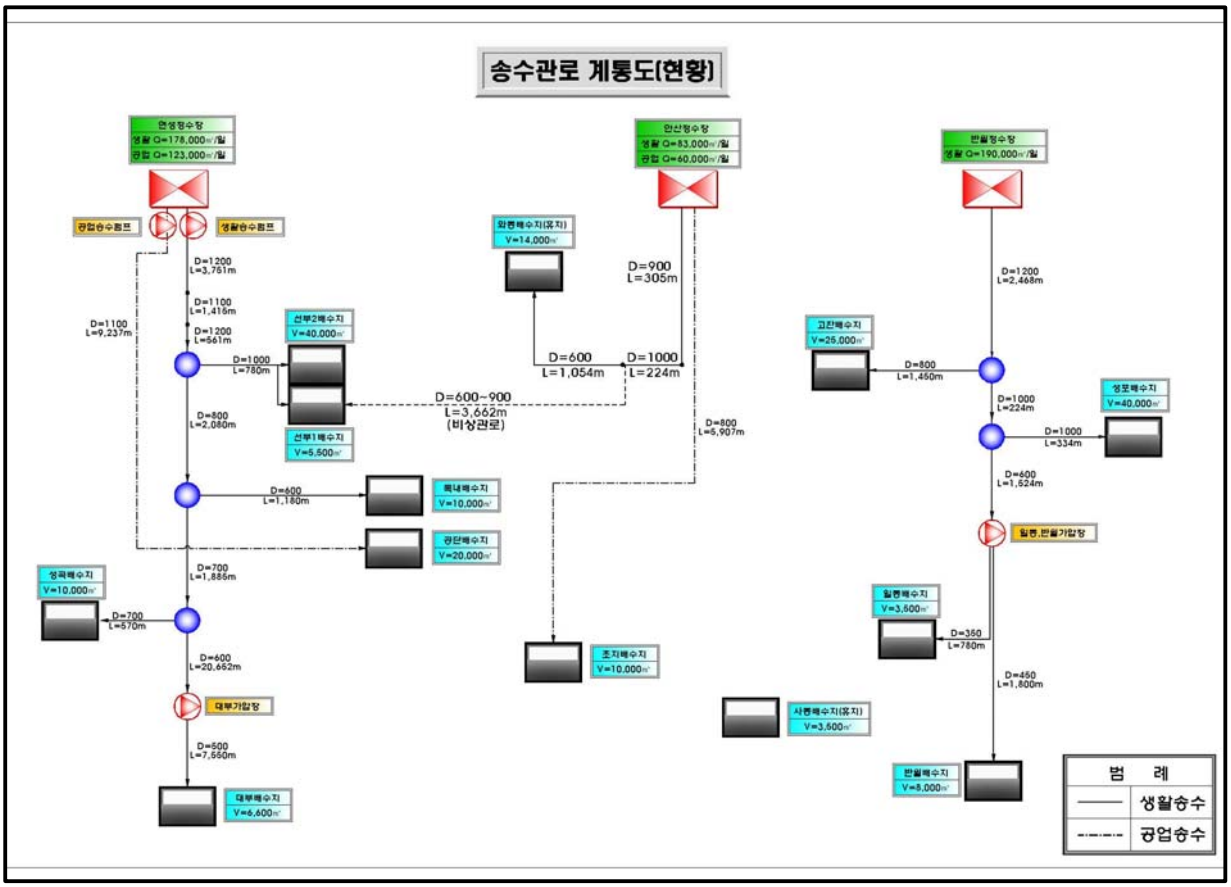
가. 송수관로 구간 분할

관로 구간분할은 안산시 상수도 배관망도 및 기타 수집된 자료를 검토한 후 현장조사 자료와 비교·분석하여 분류하였다. 대분류는 송수관로로 구분하였고, 소분류는 각각의 관종, 관경, 매설년도, 가압여부, 토양, 매설지역, 도로, 기타조건 등으로 구분하여 분류하였다.

〈표 1.4-2〉 관로구간 분할총괄

계 통 구 분		시 설 개 요			비 고
		관 경(mm)	연 장(m)	관 종	
생 활	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		
공 업	연성정수장	D=1,100	9,237	SP	
	안산정수장	D=800	5,907	SP	
	계	-	15,144		
합 계		-	69,468		

자료출처 : 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임



〈그림 1.4-1〉 송수관로 계통도(현황)

나. 사고이력 및 원인분석

안산시 송수관로시설에 대한 사고이력은 1979 ~ 1997년 준공이후 사고기록이 있는 2002 ~ 2007년 까지 지난 6년간 총 사고건수 5건이 발생한 것으로 조사되었으며, 사고원인별 유형은 시설물의 노후화 , 매설환경에 의한 부식 등의 원인으로 누수사고가 발생된 것으로 분석되었다.

〈표 1.4-3〉 관로사고이력

연번	사고일시	관경	사고위치	사고내용	추정원인	비고
1	02.06.03	800	고잔동 605번지	관누수	부식	
2	05.08.30	350 450	수인산업도로 한국가스공사앞	누수		
3	04.09.00	900	초지운동장옆보도	누수		
4	06.01.16	900	선부동 군자15단지앞 도로	누수		
5	06.06.06	900	선부동 993-9	누수		

다. 수리적 성능평가

1) 생활용수

▣ 연성정수장 구역

연성정수장 계통의 생활용수 송수관로는 선부1,2배수지, 목내배수지, 성곡배수지의 잔류수두가 배수지 고수위(H.W.L) 기준 각각 14.54m(유효수심 : 5.0m), 10.83m(유효수심 : 4.0m), 12.03m(유효수심 : 4.0m)로 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

이후 대부동 송수라인의 경우, 대부가압장, 대부배수지까지는 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 각각 53.24m(유효수심 : 4.0m), 40.90m(유효수심 : 4.0m)로인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

▣ 반월정수장 구역

반월정수장 생활용수 계통은 자연유하방식으로 고잔배수지 및 성포배수지로 송수하고 일동배수지 및 반월배수지는 일동·반월가압장에서 가압송수하고 이는 체계로 구성되어 있다.

수리검토 결과, 고잔배수지 6.11m(유효수심 : 5.0m), 성포배수지 3.26m(유효수심 :

5.0m)의 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었으며, 일동·반월가압장 운영에 따른 반월배수지 및 일동배수지로의 송수능력은 수리검토 결과, 반월배수지 8.58m(유효수심 : 4.0m), 일동배수지 6.60m(유효수심 : 4.0m)의 잔류수두에 충분한 여유가 있는 것으로 분석되었다.

▣ 안산정수장 구역

안산정수장~초지배수지 간 공업용수 송수관로는 기존 송수관로로 초지배수구역 용수수요량을 배수지로 자연유하로 송수 하는 것으로 계획하였으며 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.

안산정수장 생활용수 계통은 안산정수장 직접급수이므로 송수관로의 수리계산은 검토하지 않았다.

2) 공업용수

▣ 연성정수장 ~ 공단배수지

연성정수장~공단배수지 간 송수관로는 기존 송수관로로 공단배수구역 용수수요량을 배수지로 가압송수 하는 것으로 계획하였으며, 검토결과 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 2.74m(유효수심: 5.0m)인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

▣ 안산정수장 ~ 초지배수지

안산정수장~초지배수지 간 송수관로는 기존 송수관로로 초지배수구역 용수수요량을 배수지로 자연유하로 송수 하는 것으로 계획하였으며, 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.

라. 물리적 성능평가

안산시 송수관로에 대한 노후도평가 결과, 대부분의 관로에 대한 상태는 양호한 것으로 나타났으며 일부 “노후 진행(9,653㎞)"인 것으로 나타났다. 최근 실시된 안산시 도•송수관로 정밀안정진단 보고서(2008)에서 2개 지점에 대하여 굴착조사를 실시하였고 그 결과는 강관의 경우, 나관 두께는 7.6~8.9mm, 닥타일주철관은 10.3~13.7mm으로 측정되었으며 강관의 도복장 두께는 3.87~7.85mm로 나타났다.

〈표 1.4-4〉 조사대상 관체 내·외면 측정결과

급수계통	조사 지점	외면					내면
		도복장두께 (mm)		평균관두께 (mm)		부식깊이 (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
일동반월가압장~반월배수지	상록구 이동 615 안산식물원 인근	-	-	12.4	13.2	-	-

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서(2008))

2개지점에 대한 나관두께 및 부식깊이를 측정한 결과 닥타일 주철관의 경우에는 부식깊이는 3.0mm, 강관은 부식깊이가 1.3mm으로 대체로 관의 상태는 양호한 것으로 검토되었다.

〈표 1.4-5〉 조사대상 관체부식 깊이 및 측정결과

조사 지점	매설년도	매설깊이	경과년수	관경 (mm)	필요두께 (mm)	실측관두께 (mm)	부식깊이 (mm)	부식률 (mm/년)
상록구 성포동 안산노적봉 인공폭포 공원주차장일원	1998	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	0.273

- 부식률 : 부식깊이를 경과년수로 나누어 년간 부식정도를 확인하는 지표
- 필요두께 : 허용응력 도달시의 관두께

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서(2008)

마. 수질적 성능평가

정수장별 먹는물 수질측정 자료를 분석한 결과, 모두 용수에 적합한 것으로 나타났으며 안산시 정수장별 잔류염소농도는의 변화를 살펴보면 0.5~1.1mg/L의 농도를 보이고 있었으며 평균 0.78mg/L인 것으로 분석되었다.

〈표 1.4-6〉 정수장별 잔류염소농도 변화

구분	반월정수장	시흥정수장	안산정수장	연성정수장
최소(mg/L)	0.5	0.6	0.6	0.59
최대(mg/L)	0.9	1.1	1	1
평균(mg/L)	0.77	0.82	0.78	0.78

1.4.3 배수관로 상태 및 성능평가

가. 사고이력 및 원인분석

안산시의 배수관로에 대한 누수건수 및 추정량 자료를 보면 최근 2006년, 2007년 자료 중 신고 누수건수는 각각 364건, 342건이고 누수추정량은 각각 2,475㎥, 2,564㎥ 이고 누수탐사로 인한 누수건수 및 누수추정량은 해당사항이 없는 것으로 나타났다.

<표 1.4-7> 배수관 누수건수 및 추정량 현황

년 도 (year)	신고 누수건수(건)	신고 누수추정량(㎥)	탐지 누수건수(건)	탐지 누수추정량(㎥)
2006	364	2,475	-	-
2007	342	2,564	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

안산시의 2007년 말 누수관리 현황을 보면 배수관로는 년간 누수사고건수가 158건, 누수량은 1,302㎥, 1㎞당 누수사고건수 및 누수량은 각각 0.2건, 1.6㎥으로 누수량은 적지 않은 편이다.

<표 1.4-8> 누수관리 현황

배수관로연장(㎞)	누수사고건수(건)	배수관누수량(㎥/년)	연장당 누수사고건수 (건/㎞/년)	연장당 누수량 (㎥/㎞/년)
798.5	158	1,302	0.2	1.6

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

나. 수질적 성능평가

수질기준 항목에 수질측정 결과 전 항목에서 수질기준에 적합한 것으로 나타났으며, 급수수질관리에 대한 평가결과 2007년 말 현재 법정 시료수는 83개 지점이며 검사 시료수는 85개소로 검사 시행율이 102.4%로 보통으로 평가 되었다.

<표 1.4-9> 급수수질관리 평가지표 결과

행정 구역	급수인구	법정 시료수	검사 시료수	불합격 시료수	잔류염소 불합격 시료수	검사 시행율 (%)	불 합격률 (%)	잔류염소 미달률 (%)
안산시	734,713	83	85	-	-	102.4	-	-

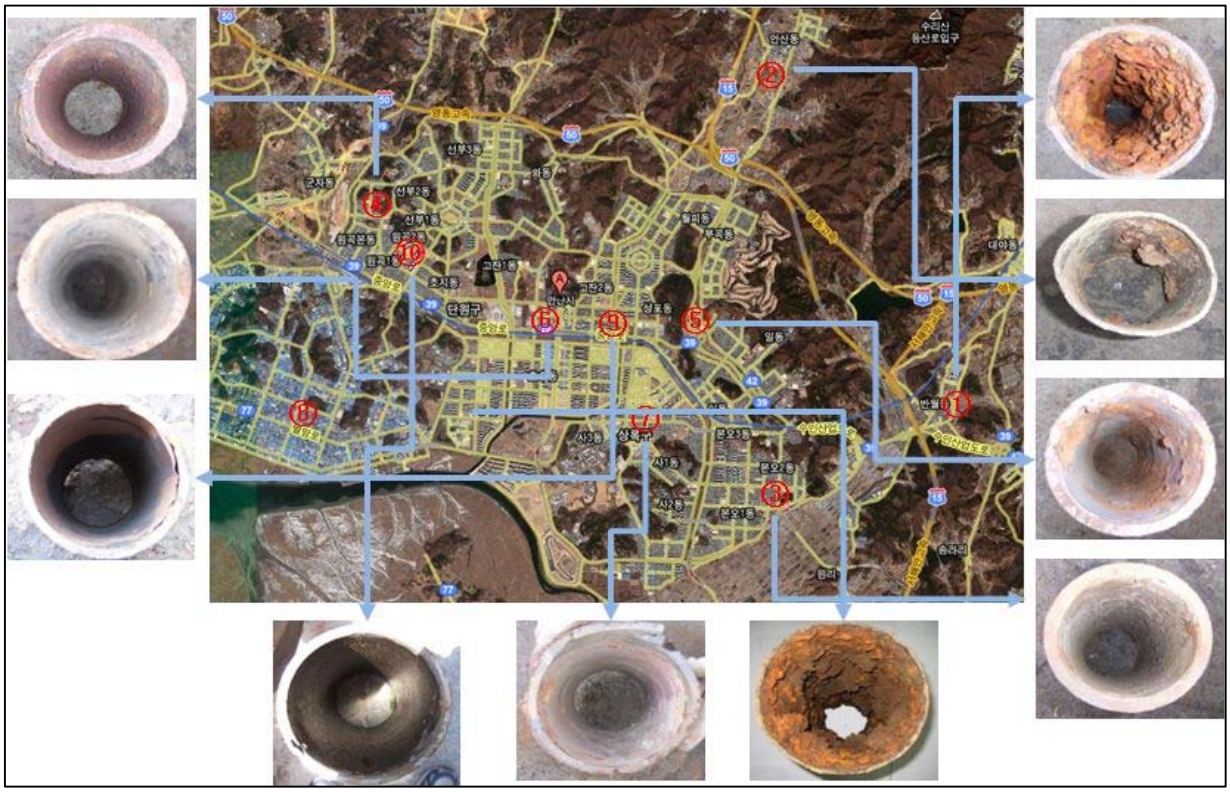
자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

다. 물리적 성능평가(관체조사)

노후수도관 예상지점들에 대해서 관체를 수집하여 관두께 및 부식깊이 그리고 내면 스케일등을 조사하였으며 현장조사내역은 다음과 같다.

〈표 1.4-10〉 관체 수집위치 및 관내시경 조사지점

구 분	년 도 (year)	시료 채취 위치	관 종	관 경 (mm)	비고
AS-1	1986	상록구 건건동 890-34번지	SP	100	-외면도장재의 손상흔적 -내면도장재 확인불가 -스케일(최대 10.2mm)
AS-2	1980	상록구 장상동 541-5번지	SP	100	-관내면 전체적으로 스케일 생성 -스케일(최대 20.57mm)
AS-3	1985	상록구 본오동 840번지	DCIP	100	-내면 도장재 일부 손상 -부식흔적은 없음
AS-4	1980	단원구 원곡동 953-2번지	CIP	100	-액상에폭시의 두께가 비균일 -도장재 상당부분 탈리
AS-5	1983	상록구 일동 562-1번지	CIP	100	-액상에폭시의 대부분 탈리
AS-6	1980	단원구 고잔동 526-1번지	DCIP	100	-역청계 도료의 손상확인 -도장재 국지적인 탈리
AS-7	1985	상록구 사동 1193번지	CIP	150	-국지적인 액상에폭시의 탈리
AS-8	1980	단원구 원시동 731-4번지	CIP	150	-관내면 전체적으로 스케일 형성 (단면적 대비 40%감소)
AS-9	1984	단원구 고잔동 672번지	CIP	200	-액상에폭시의 탈리 다수 -관내면 전체적으로 부식진행
AS-10	1999	원곡동 808-6번지	DCIP	100	-관내면 침적물 1mm이하 두께 침적 -도장 및 관상태는 양호



〈그림 1.4-2〉 관체 수집 위치 및 관내시경 조사지점

라. 노후관로 평가

1) 노후관로 평가기준

<표 1.4-11> 노후관로 선정방법

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	0.45 이하	교체/갱생 필요
60점 이하	교체/갱생 필요		

자료출처 : 한국수자원공사(점수평가법 95'), 환경부(노후 수도관 진단매뉴얼 02')

2) 노후관로 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 0.584~0.691점으로 "노후진행" 및 "상태양호"로 평가되었으며 평균적으로 연성정수장 수계 및 반월정수장 수계에 매설된 관은 상태가 양호한 것으로 나타났다.

<표 1.4-12> 노후관로 평가결과

구 분 / 대블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
안산정수장 수계	1995	137.13	72.6	비교적 양호	0.584	노후진행
연성정수장 수계	1993	395.34	71.9	비교적 양호	0.639	상태양호
시흥정수장 수계	1995	85.64	76.2	비교적 양호	0.575	노후진행
반월정수장 수계	1997	358.98	74.1	비교적 양호	0.691	상태양호

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 1.4-13〉 관종별 노후도 평가 결과

구 분 / 관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
		평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
CIP	75.83	63.6	노후진행	0.324	교체/갱생
DCIP	624.48	71.5	비교적 양호	0.696	상태양호
GRP	6.29	-	-	-	-
PE	213.32	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	977.09	73.2	비교적 양호	0.649	상태양호

각 정수장 수계별 노후관로 평가결과를 바탕으로 개량사업 우선순위의 결정은 해당 중블록에 대한 점수평가법 및 간접평가법의 결과를 바탕으로 생활 및 공업용수로 구분하고 우선순위를 부여하였으며 반월직접 및 일동블록의 경우에는 우선적으로 개량사업이 필요하며 그 외 안산직접, 선부등의 배수구역순으로 개량이 필요한 것으로 평가되었다.

〈표 1.4-14〉 안산시 노후관로 우선순위 선정 결과(배수구역별)

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	시흥직접	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

1.4.4 정비계획

가. 노후교체대상 관로 및 소요사업비 산출

앞서 평가한 안산시 배수관로에 대한 노후도평가 결과, 관로연장 89.2㎞가 노후관으로 예상되며 각 정수장 수계별 노후관로의 연장은 다음의 표와 같다. 안산정수장 수계에 매설되어 있는 노후관의 비중이 타 정수장 수계에 비하여 상대적으로 높았으며 노후관에 대한 개략사업비 산출은 500mm이하의 관은 신관으로 교체하고 500mm이상의 대구경관로는 굴착 및 교체시 많은 시간과 단수와 같은 민원발생의 요인이 발생할 수 있으므로 대구경관로에 효과적으로 개량할 수 있는 갱생공법을 적용하는 것으로 계획하였으며 총 노후관로 개량사업비는 약 34,559백만원이 소요되며 따라서 해당관로들을 년차별로 개량을 실시하여 안전하고 안정적인 수돗물 공급에 지장이 없도록 해야 할 것이다.

이를 바탕으로 각 중블록별 우선순위결과를 바탕으로 년차별 개량계획을 수립시 블록별 관로연장이 서로 상이할 뿐만 아니라 실제 경과년수가 오래된 관종이나 노후화가 예상되는 관을 무시하고 블록별로 계량계획을 수립하는 것은 비현실적인 측면이 있다. 따라서, 노후관로로 평가된 각 블록별 관들에 대한 정확한 관종 및 매설년도를 우선적으로 고려하여 개량사업을 실시하는 것이 타당하며 급수계통별 목표년도에 따른 계량계획을 수립한 결과는 아래의 표와 같다. 노후관로로 예상되는 송수관로의 연장은 9.65㎞, 개량비용은 8,637백만원이 필요하며 배수관로는 89.2㎞, 34,559백만원이 소요되는 것으로 평가되었다.

〈표 1.4-15〉 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	5.91	4,431	25.6	10,882
4단계	2025	3.75	4,206	25.2	11,049
계		**9.65**	**8,637**	**89.2**	**34,559**

또한 안산시 급수계통별로 블록별 그리고 구경에 따라 점검구를 설치하는 것으로 계획하였으며 이 경우에는 약 2,870백만원이 소요되는 것으로 나타났다.

〈표 1.4-16〉 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	22.03
	400mm	-	-	-	14.13	27.76	41.89
	450mm	-	-	1.80	2.45	6.61	9.06
	500mm	-	-	7.55	6.28	26.33	40
	600mm	-	-	25.10	6.47	12.13	42
	700mm	-	-	2.46	1.66	6.01	10
	800mm	-	5.90	3.53	5.09	2.35	20
	900mm	-	-	3.35	0.40	5.50	18
	1,000mm	5.06	-	1.56	-	0.98	10
	1,100mm	3.59	9.24	1.42	-	-	7
	1,200mm	-	-	6.78	0.51	0.25	4
	1,350mm	-	-	-	0.06	0.31	0.372
연장 계(Km)		8.65	15.14	54.32	82.35	297.26	456.65
점검구(개소)		7	8	18	31	117	181
설치비용 (백만원)		118.3	134.0	298.2	489.04	1830.63	2,870.17

1.4.5 블록시스템 구축검토

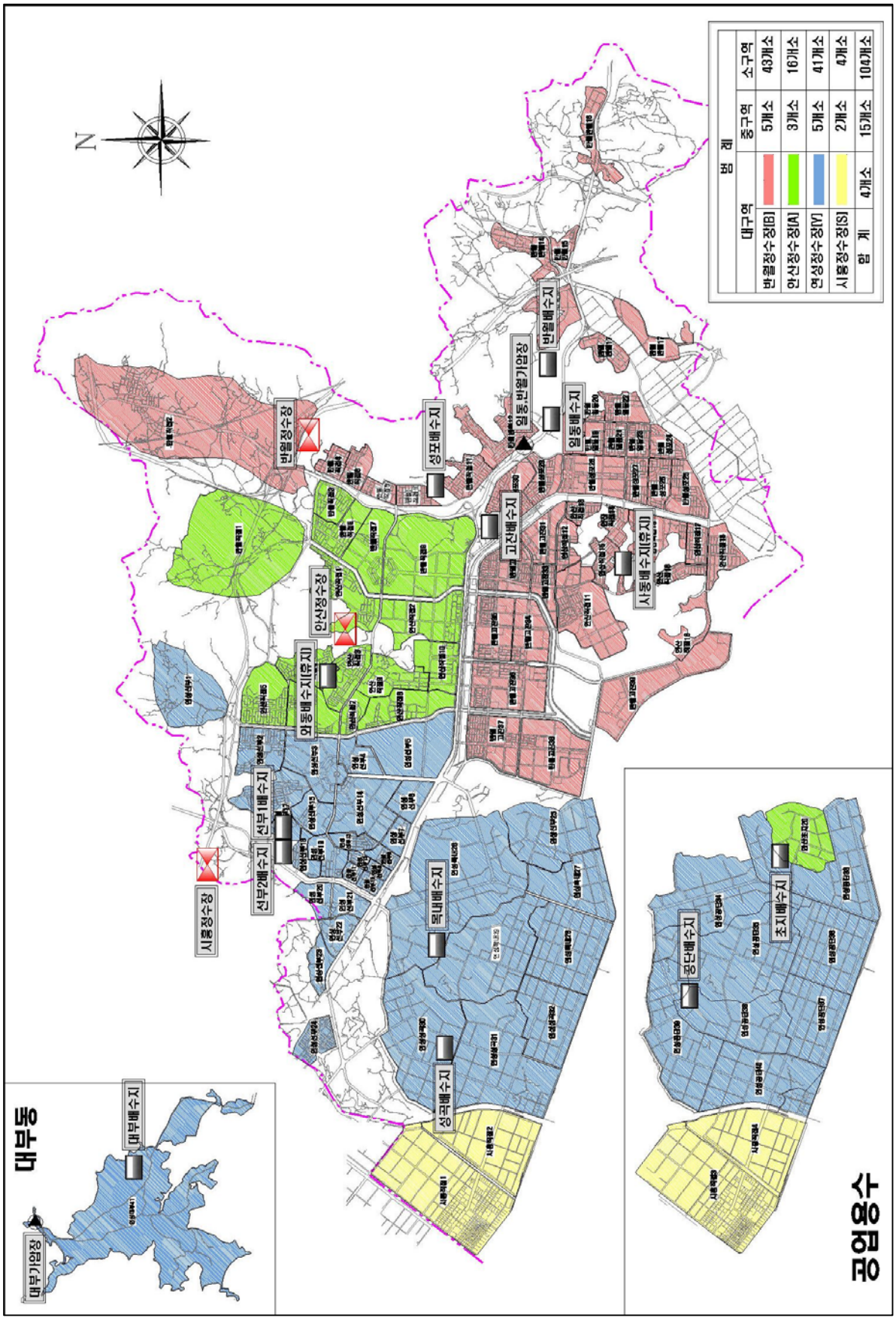
가. 블록시스템 구축현황

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 구축사업을 진행 중에 있다.

〈표 1.4-17〉 블록시스템 구축현황

대구역 (정수장)		중구역 (배수구역)	소블록	개소	비 고
4구역		15구역	104구역		
반월 정수장	1	반월정수장 직접	반월직접2,4,6,8,10,11, 반월반월12	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	

주) 와동 배수지는 휴지상태임



〈그림 1.4-3〉 안산시 블록시스템 구축현황도

나. 블록구축의 적정성평가

1) 평가항목

ⓐ 제 1단계 : 블록 설정

ⓑ 제 2단계 : 블록별 수도관 정비

ⓒ 제 3단계 : 유량계, 수압계 등 설치 및 상수도시설물 정비

ⓓ 제 4단계 : 블록별 유수율, 누수율 등 분석

ⓔ 제 5단계 : TM/TC에 의한 블록별 전산화 관리

〈표 1.4-18〉 블록시스템 평가결과 등급분류항목

평 가 항 목	배점기준	평 가 결 과	
		평가세부기준 (지표)	점수
블록시스템의 규모 (500 ~ 1,500전, 수도계량기)	15점	•기준 이내	15
		•500전 이하 -10%	12
		•1,500전 초과 +10%	9
		•500전 이하 -20%	6
		•1,500전 초과 +20%	3
		•기 타	0
블록의 구성상태 (망목상 관망) (수지상 관망이 불가피한 지역은 제외)	30점	•대,중,소블록의 구분이 100% 명확	30
		•대,중,소블록의 구분이 80% 이상 명확	24
		•대,중,소블록의 구분이 60% 이상 명확	18
		•대,중,소블록의 구분이 40% 이상 명확	12
		•대,중,소블록의 구분이 20% 이상 명확	6
		•대,중,소블록의 구분이 20% 이하	0
블록시스템 내 수압 편차	20점	•수압편차 200kPa 이내	20
		•수압편차 250kPa 이내	15
		•수압편차 300kPa 이내	10
		•수압편차 350kPa 이내	5
		•수압편차 350kPa 초과	0
블록시스템 내 정체관로 블록 내외의 정체부 (계량기에서의 물사용전 측정 잔류염소농도가 기준치 이하지점)	20점	•정체관로 없음	20
		•정체관로 5개 이내	15
		•정체관로 10개 이내	10
		•정체관로 20개 이내	5
		•정체관로 20개 초과	0
시설물 구축	15점	•비상관로, 방수설비, 수압계, 수질계, 유량계	15
		•위의 4개 시설 구축	12
		•위의 3개 시설 구축	9
		•위의 2개 시설 구축	6
		•위의 1개 시설 구축	3
		•위의 시설구축이 전무함	0

〈표 1.4-1920〉 블록시스템 평가결과 등급분류

판정등급	평가점수	비고
우수	90점이상	
양호	80~89	
보통	70~79	
불량	60~69	
심각	59점이하	

2) 분석

블록시스템 평가결과 총 104개 블록중 우수 28개 블록 26.9%, 양호 50개 블록, 48.1%, 보통 22개 블록 21.2%, 불량 4개 블록 3.8%를 차지하고 있는 것으로 분석되었으며, 전반적으로 블록구축은 적정하게 구축되어 있는 것으로 판단되나 불량으로 판정된 4개 블록은 소블록 구역고립이 미비한 공단 및 대부동 지역으로 구역경계가 불명확하여 시설물의 파악 및 정기점검이 필요한 것으로 판단된다.

1.4.6 사업의 효과

상수도 관망진단 결과를 바탕으로 유수율 제고사업 및 노후관 개·대체 사업 등의 우선순위 지역을 선정하여, 사업비의 효율적인 사용을 유도하고, 지속적인 정비사업을 추진함으로써 재정적인 손실을 최소화하고, 수용가에 저렴한 수도요금으로 양질의 수돗물을 공급할 수 있다.

제 2 장 관련계획 검토

2-1 자연적 조건

2-2 사회적 특성

2-3 상위계획

제2장 관련계획 검토

2.1 자연적 조건

2.1.1 지역의 개황

가. 지역의 연혁

안산시는 원래 고구려의 장항구현 또는 고사야홀차현인데, 신라 진덕왕이 장구현으로 고쳤으며, 신문왕 때 장구군 으로 승격되었다. 고려 초기에 안산현으로 고쳤고, 현종 9년(1018)에 수원의 속현으로 되었으며, 충렬왕 34년(1308)에 덕종, 정종, 문종이 탄생한 명예로운 고을이라 하여 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, 25개 행정동(30개 법정동)으로 구성되어 있다.

〈표 2.1-1〉 안산시 연혁

년 도	연 혁
1914.03.	·안산군, 과천군, 시흥군이 시흥군을 통합
1976.12.31	·반월도시개발지원사업소 설치조례 공포
1979.08.10	·경기도 반월지구 출장소 설치
1986.01.01	·안산시 승격(법률 제 3798호) 반월동, 수암동, 중앙동, 군자동, 원곡동, 원초동, 선부동 등 7개행정동을 둠
1988.10.01	·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)
1993.12.06	·본오동을 사동, 본오동으로 선부2동을 선부 2,3동으로 분동(안산시 조례 제509호)
1994.07.01	·본오동을 본오1동과 본오2동으로 분동(안산시 조례 제545호)
1994.12.26	·화성군 반월면 일부와 옹진군 대부면 전체가 안산시로 편입(안산시 조례 제572호)
1995.03.02	·월피동을 월피동과 부곡동으로 분동(안산시 조례 제605호)
1995.04.20	·시흥시 화정동 일부와 장상동, 장하동, 수암동이 안산시로 편입(안산시 조례 제618호)
1996.01.12	·사동을 사1동과 사2동으로, 본오2동을 본오2동과 본오3동으로 분동 (안산시 조례 제 665호)
1998.10.12	·공단동을 초지동에 편입(안산시 조례 제800호)
2002.11.01	·상록구, 단원구 2개 구청 개청(안산시 조례 제1027호)
2003.03.03	·고잔1동을 고잔1동과 호수동으로 분동(안산시 조례 제1056호)
2004.07.01	·일동을 일동과 이동으로 분동(안산시 조례 제1122호)
2007.02.22	·사1동을 사1동과 사3동으로 분동(안산시 조례 제1293호)

자료출처 : 안산시 Home Page

나. 위치 및 면적

1) 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 내륙 쪽으로 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.





〈그림 2.1-1〉 안산시 위치도

〈표 2.1-2〉 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	

자료출처 : 안산시 Home Page

2) 면 적

〈표 2.1-3〉 행정구역 현황

구분(년)	면적(㎢)	구	행정동	법정동	통	반	출장소
2007	147.91	2	25	30	1,182	5,850	-

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

다. 지형 및 지세

1) 기정시가지

남측으로 시화호와 연접되어 있어 지형·지세는 내륙에서 시화호 측으로 비교적 완경사를 이룸.

안산시 전 지역의 평균 표고는 100m이내로서 부분적으로 돌출한 산들의 급경사를 제외하고는 전체적으로 완만한 경사를 이루고 있으며, 북측의 수리산이 해발 475m로 가장 높음.

2) 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.

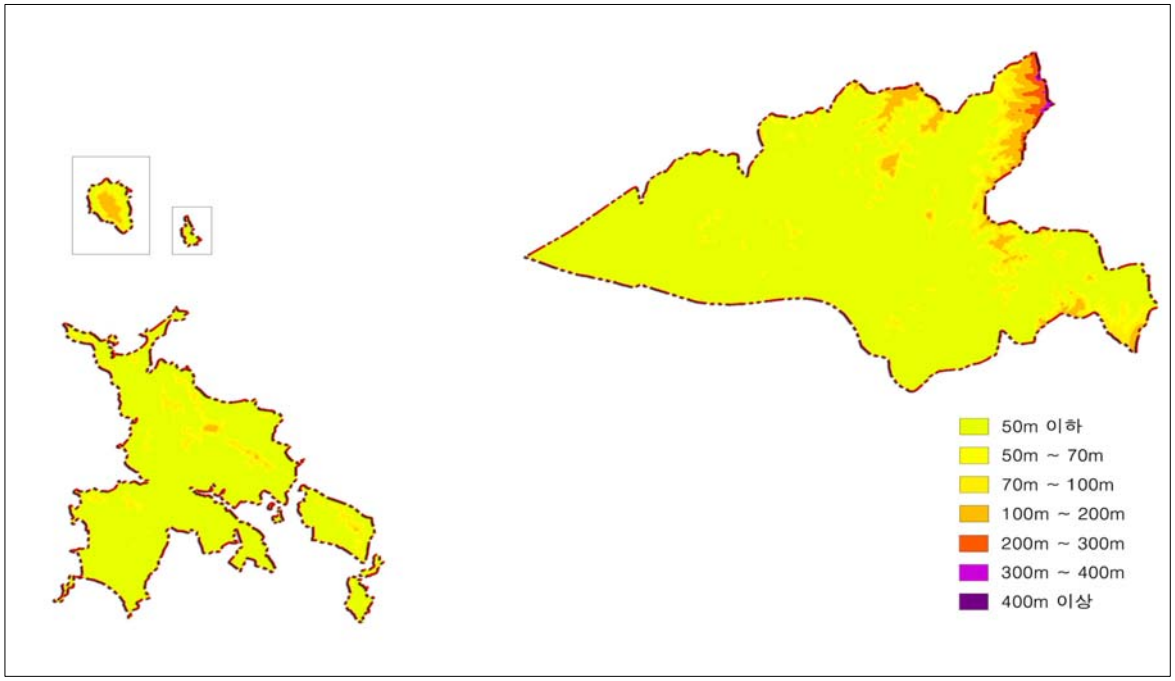
해안선을 따라 수려한 자연경관을 이루고 있으며, 넓은 갯벌이 형성되어 있음.

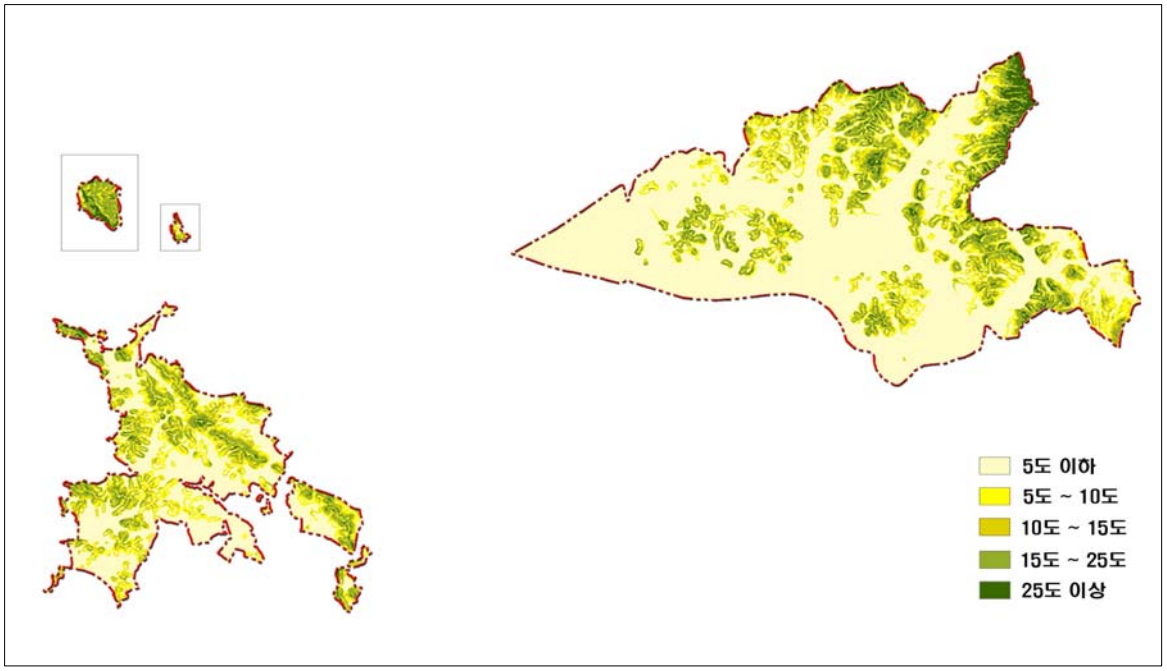
〈표 2.1-4〉 지형표고 분석

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

〈표 2.1-5〉 지형경사 분석

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





〈그림 2.1-2〉 지형표고 및 경사 분석도

라. 지진 발생현황

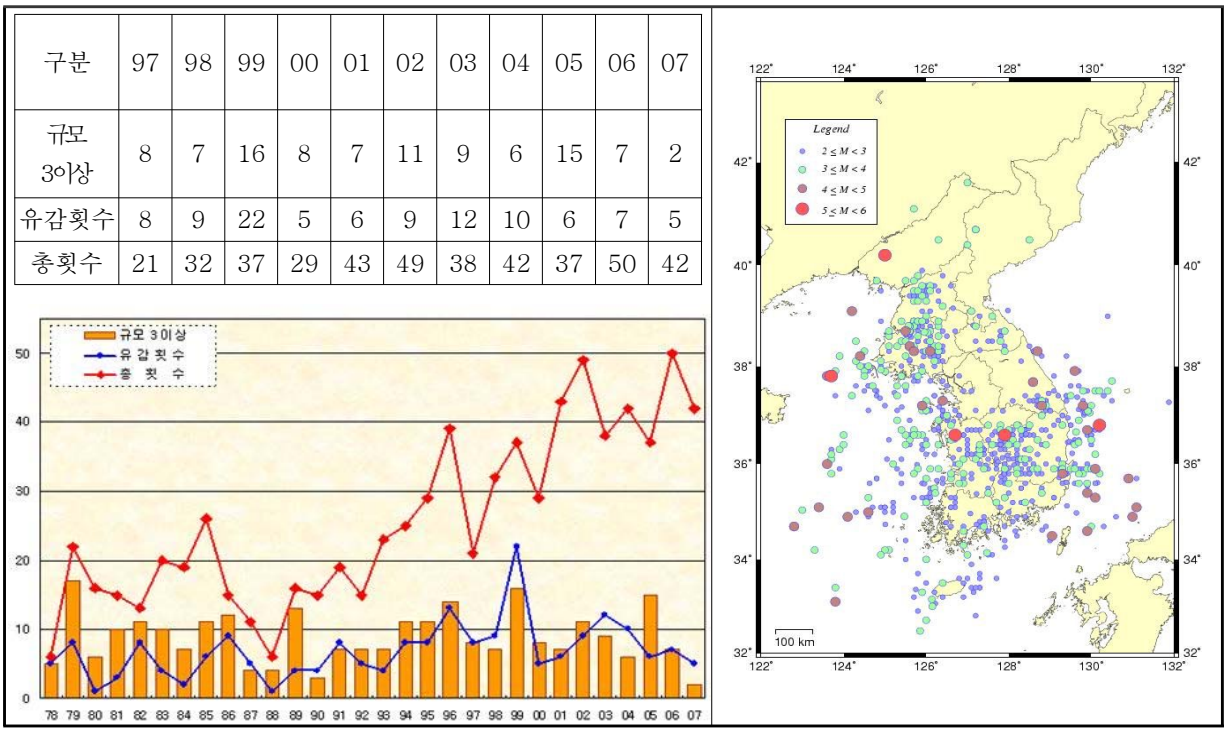
근래에 일본, 이란, 터키, 미국, 대만 등에서 강진에 의한 대규모 피해가 자주 발생되고 있으며 우리나라의 경우에는 지진규모 2이상의 지진이 연평균 30여회 정도 발생하는데 최근에는 지반활동이 점차 활동적으로 전환되는 경향과 더불어 관측기기의 발달로 지진관측 횟수가

증가하고 있다. 특히 2006년에는 50차례의 지진이 관측되는 등, 우리나라가 더 이상 지진에 대해서 결코 안전한 지대라 할 수는 없을 것으로 판단된다.

- 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. 지역별로는 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.

구분	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07
규모 3이상	8	7	16	8	7	11	9	6	15	7	2
유감횟수	8	9	22	5	6	9	12	10	6	7	5
총횟수	21	32	37	29	43	49	38	42	37	50	42



〈그림 2.1-3〉 지진발생 분포 현황도

〈표 2.1-6〉 경기도 지진현황

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

자료출처 : 기상청

2.1.2 기상 개황

가. 기 온

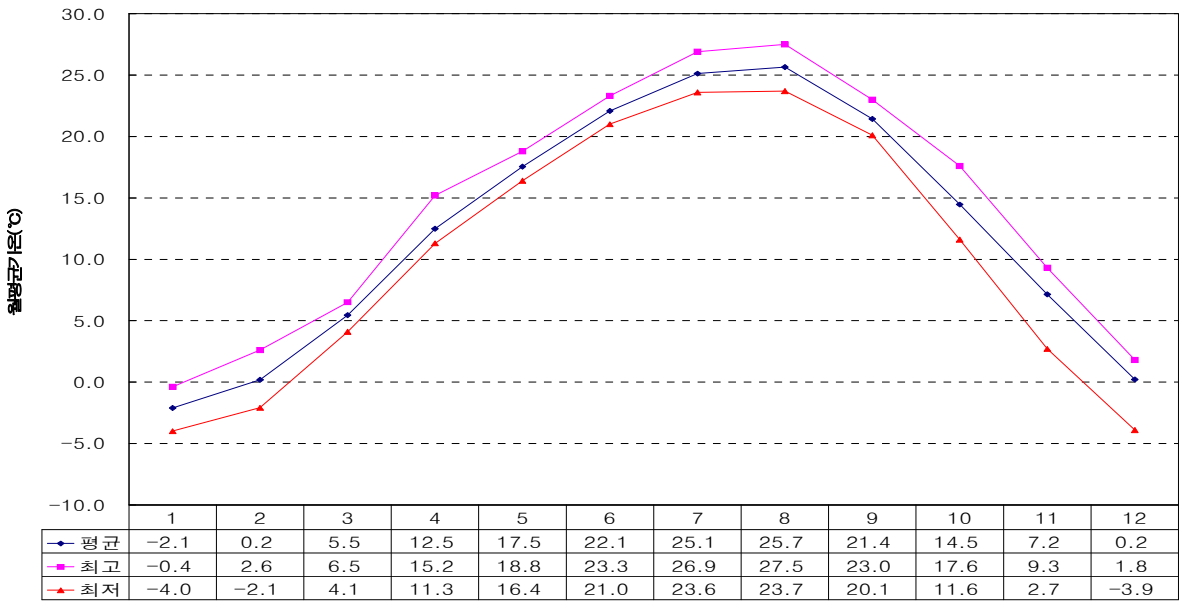
연평균 최저기온은 -4℃이고, 평균 최고기온은 27.5℃이며 평균기온은 12.5℃로 비교적 기온차가 심하고 밤낮의 일교차가 뚜렷하다. 연평균 강우량은 1,325.5mm이며 계절별로 보면 하계 다우형으로 하절기인 6~8월에 연간 평균 강우량의 64.4%인 853.5mm가 내린다.

〈표 2.1-7〉 연도별 월평균 기온

(단위 : ℃)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1997년	-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
1998년	-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
1999년	-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
2000년	-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
2001년	-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
2002년	-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
2003년	-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
2004년	-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
2005년	-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
2006년	-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
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

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
평균	-2.1	0.2	5.5	12.5	17.5	22.1	25.1	25.7	21.4	14.5	7.2	0.2
최고	-0.4	2.6	6.5	15.2	18.8	23.3	26.9	27.5	23.0	17.6	9.3	1.8
최저	-4.0	-2.1	4.1	11.3	16.4	21.0	23.6	23.7	20.1	11.6	2.7	-3.9

〈그림 2.1-4〉 월별 기온 분포도

나. 천기일수

안산시의 최근 10년간(1997~2006년) 기상자료에 의하면 연평균 맑은 날 102일, 흐린 날 94일, 강수 105일, 서리 67일, 안개 30일, 눈 22일, 뇌전 17일 등을 나타났으며 천기일수 자료는 다음과 같다.

〈표 2.1-8〉 연도별 천기일수

(단위 : 일)

구 분	맑음	흐림	강수	서리	안개	눈	뇌전	폭풍
1997년	103	78	103	62	60	21	22	-
1998년	95	101	117	79	58	22	17	-
1999년	117	77	99	71	30	13	12	-
2000년	90	99	92	70	16	38	18	-
2001년	90	89	92	70	16	35	16	1
2002년	98	106	110	70	29	22	16	-
2003년	93	121	123	64	34	14	11	-
2004년	123	86	107	71	9	15	18	-
2005년	124	81	103	53	17	23	21	-
2006년	86	100	107	64	35	18	20	-
평균	102	94	105	67	30	22	17	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

다. 침수 및 강우

최근 10년 동안 연평균 강수량은 1,325.5㎜로 연 최다 강수량은 1998년에 나타난 1,737.0㎜이고, 연 최소 강수량은 2001년에 1,052.0㎜를 나타내고 있다.

우리나라는 연강우량의 약 60%가 하계에 집중하는 하계다우형에 속하고 있으며, 안산시 역시 이 기간(6~8월)중에 평균 64.4%의 강우가 집중되었다. 안산시의 연도별 월 강수량은 다음 표와 같다.

<표 2.1-9> 연도별 월 강우량

(단위 : ㎜)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1997년	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
1998년	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
1999년	7.0	-	32.0	74.0	125.0	59.0	257.0	407.0	287.0	46.0	16.0	24.0	1334.0
2000년	40.0	-	-	18.0	38.0	109.0	324.0	483.0	178.0	19.0	18.0	4.0	1231.0
2001년	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
2002년	24.0	-	26.0	152.0	74.0	51.0	264.0	514.0	20.0	76.0	17.0	12.0	1230.0
2003년	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
2004년	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
2005년	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
2006년	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
평균	15.5	26.3	22.3	75.7	99.8	128.3	380.9	344.3	146.4	36.4	39.6	20.1	1325.5

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

2.2 사회적 특성

2.2.1 행정구역 및 인구현황

가. 행정구역

안산시는 1986.1.1일 승격 되었고(법률 제3798호) 반월동, 수암동, 중앙동, 군자동, 원곡동, 원초동, 선부동 등 7개 행정동을 두었으며, 현재의 행정구역은 2개의 구, 25개 행정동(30개 법정동)으로 구성되어 있다.



〈그림 2.2-1〉 행정구역 현황도

나. 인구현황

안산시의 과거 10년간(1997~2006) 인구변화 추이를 살펴보면 1997년 551,310 명의 인구가 2006년 723,075명으로 10년 평균 3.11 %, 5년 평균 증가율 3.87% 로서 인구증가율이 꾸준히 상승하는 것으로 조사되었다. 또한, 사회적 인구는 최근 5년간 평균 2.79%증가를 보이는데 이는 2001.08.24년 안산 도시계획 재정비 승인(경기도고시 제2001-161호)등에 따라 대규모 단지를 형성 외부 유입 인구가 크게 증가함을 알 수 있다.

안산시의 인구구조를 살펴보면 2006년 현재 안산시 전체인구는 723,075명이고, 인구밀도는 본오2동, 본오3동, 선부1동, 원곡2동에서 20,000인/㎢ 이상으로 안산시 평균 4,915인/㎢보다 높게 나타나고 있으며, 대부동은 164인/㎢로 가장 낮게 나타나고 있다. 또한 개발제한구역이 분포되어 있는 부곡동, 월피동, 반월동, 안산동, 원곡1동, 선부3동 등에서는 비교적 낮은 인구밀도를 보이고 있다.

〈표 2.2-1〉 행정구역 현황

구 분 행정동별		행 정 구 역		
		법정동	통	반
계		30	1,182	5,850
상 록 구 13 동	소 계	15	598	3,030
	일 동	1(일)	35	241
	이 동	2(일,이)	41	252
	사 1 동	1(사)	55	280
	사 2 동		59	296
	사 3 동		22	145
	본오1동	2(본오, 팔곡이)	63	306
	본오2동	1(본오)	50	232
	본오3동	1(본오)	48	175
	부곡동	1(부곡)	36	141
	월피동	3(월피, 양상, 부곡)	71	415
	성포동	1(성포)	64	305
	반월동	3(사사, 건건, 팔곡일)	35	166
	안산동	3(수암, 장상, 장하)	19	76
단 원 구 12 동	소 계	15	584	2,820
	와 동	1(와)	69	266
	고잔1동	1(고잔)	54	300
	고잔2동		49	254
	호수동		37	246
	원곡본동	2(원곡,신길)	59	216
	원곡1동	1(원곡)	40	176
	원곡2동		15	116
	초지동	4(초지,원시,목내,성곡)	76	435
	선부1동	1(선부)	42	200
	선부2동		53	247
	선부3동	2(선부,화정)	70	309
	대부동	5(대부동,대부남,대부북,선감,풍도)	20	55

자료출처 : 안산시 Home Page

〈표 2.2-2〉 연도별 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
최근 5년간 평균		3.87	7,934	2,097	5,837	0.85	19,066	2.79
최근 10년간 평균		3.11	9,154	1,934	7,220	1.16	11,759	1.88

자료출처 : 안산시 통계연보(각년도)

2.2.2 경제 및 산업구조

가. 경제활동인구 및 산업별 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.

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

〈표 2.2-3〉 경제활동 인구 현황

(단위 : 인,%)

5세계급별	2002		2003		2004		2005		2006	
성 별	인구	구성비	인구	구성비	인구	구성비	인구	구성비	인구	구성비
계	628,861	100	651,625	100	666,784	100	679,011	100	698,819	100
0~4세	50,845	8.09	48,840	7.50	46,171	6.92	42,054	6.19	40,204	5.75
5~9세	59,994	9.54	59,871	9.19	58,732	8.81	57,034	8.40	55,571	7.95
10~14세	52,613	8.37	56,186	8.62	59,292	8.89	61,822	9.10	62,578	8.95
15~19세	39,842	6.34	41,330	6.34	43,639	6.54	46,155	6.80	50,293	7.20
20~24세	43,975	6.99	46,786	7.18	47,042	7.06	47,001	6.92	46,564	6.66
25~29세	58,652	9.33	57,076	8.76	55,667	8.35	55,853	8.23	57,882	8.28
30~34세	75,152	11.95	75,163	11.53	73,624	11.04	71,052	10.46	68,761	9.84
35~39세	69,914	11.12	73,796	11.32	75,825	11.37	76,191	11.22	78,488	11.23
40~44세	64,105	10.19	66,788	10.25	69,119	10.37	70,470	10.38	71,165	10.18
45~49세	36,883	5.87	42,571	6.53	48,193	7.23	54,116	7.97	60,672	8.68
50~54세	20,833	3.31	22,633	3.47	25,347	3.80	29,240	4.31	34,070	4.88
55~59세	14,689	2.34	16,013	2.46	17,334	2.60	18,899	2.78	20,026	2.87
60~64세	14,138	2.25	14,757	2.26	14,890	2.23	15,123	2.23	15,649	2.24
65~69세	11,310	1.80	12,318	1.89	12,856	1.93	13,242	1.95	14,113	2.02
70~74세	7,337	1.17	8,005	1.23	8,768	1.31	9,666	1.42	10,709	1.53
75~79세	4,632	0.74	5,070	0.78	5,500	0.82	5,957	0.88	6,387	0.91
80~84세	2,539	0.40	2,905	0.45	3,179	0.48	3,339	0.49	3,619	0.52
85세이상	1,408	0.22	1,520	0.23	1,606	0.24	1,797	0.26	2,068	0.30

자료출처 : 안산시 통계연보(각년도)

나. 산업현황

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 2.2-4〉 산업별 인구 현황

(단위 : 인)

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

자료출처 : 안산시 통계연보(각년도)

〈표 2.2-5〉 산업체별 현황

구 분	사업체수	종사자수
2002	36,394	233,693
2003	38,825	234,509
2004	38,494	236,251
2005	38,888	232,109
2006	39,828	230,268
농업 및 임업	3	43
어업	2	22
광업	4	38
제조업	5,578	103,029
전기가스 및 수도 사업	22	746
건설업	1,074	7,105
도매 및 소매업	9,292	26,392
숙박 및 음식점업	7,052	18,912
운수업	4,799	9,910
통신업	60	809
금융 및 보험업	358	5,494
부동산업 및 임대업	1,722	5,179
사업서비스업	902	10,467
공공행정, 국방 및 사회보장행정	71	3,124
교육 서비스업	1,570	15,539
보건 및 사회복지사업	1,156	9,271
오락문화 및 운동관련서비스업	1,972	4,451
기타공공, 사회 및 개인서비스업	4,291	9,737

자료출처 : 안산시 통계연보(각년도)

2.2.3 토지이용 현황

가. 지목별 토지이용 현황

안산시의 총면적은 147.914㎢로 지목별 토지 현황은 임야 55.872㎢(37.8%), 전·답 등 경작지 25.646㎢(17.3%), 대지 16.898㎢(11.4%), 도로 14.560㎢(9.8%), 공장용지 11.446㎢(7.8%), 순이며 기타가 23.492㎢(15.9%)를 차지하고 있다.

<표 2.2-6> 지목별 토지이용 현황

구 분	계	전	답	임야	대지	공장용지	도로	기타
면 적(㎢)	147.914	11.439	14.207	55.872	16.898	11.446	14.560	23.492
구성비(%)	100	7.7	9.6	37.8	11.4	7.8	9.8	15.9

자료출처 : 안산시 통계연보(2008년)

나. 용도지역 현황

2006년 안산시의 용도지역 총면적은 229.72㎢이며 주거지역은 22.19㎢ (9.7%), 상업지역은 2.5㎢(1.1%), 공업지역은 14.29㎢ (6.2%), 녹지지역은 106.16㎢ (46.2%)를 차지하고 있다.

<표 2.2-7> 용도지역 현황

(단위 : ㎢)

년 도	용도지역						
	계	도시지역					비도시지역
		주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	미지정	
2002	227.36	20.88	2.5	14.29	107.10	-	82.59
2003	227.37	21.83	2.5	14.29	106.16	-	82.59
2004	227.37	21.83	2.5	14.29	106.16	-	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

자료출처 : 안산시 통계연보(2007년)

2.3 상위계획

현재 건설교통부, 환경부 및 기타 유관련 기관에서 완료하였거나 수행 중에 있는 상위계획들과 서로 일관성 있게 계획을 추진하도록 하며 안산시와 관련된 상위계획의 추진목표, 개발방향 및 지표를 파악하여 좀 더 현실감 있고 일관적인 계획이 이루어지도록 하기 위함이다.

특히 인구 및 수요량 지표는 추정결과와 비교 검토함으로써 관련계획을 충분히 반영할 수 있는 계획이 되도록 하였다. 따라서 각종 개발계획 등을 충분히 검토하여 개발계획의 반영과 더불어 현재의 상수도시설현황 및 계획에 어떻게 반영되었는지를 가늠함으로써 상위계획과의 연계된 합리적인 계획으로 유도하였다.

2.3.1 수도정비기본계획

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

1) 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, 복지국토, 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 자연재해로 부터 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.

2) 용수 수요량 산정

① 물 수요 추정방법

● 생활용수 : 최근의 1인 1일당 물 사용량 감소를 반영하기 위해 시계열 모형을 사용.

● 공업용수 : 생산품 제조에 따른 물 사용량 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.

<표 2.3-1> 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

가) 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 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.

<표 2.3-2> 생활용수 수요 추정방법

구 분		수자원 장기종합계획(2006~2020)
급수지역 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)× 215 l
기타 지하수 이용량		•2003년 이용량 적용
수요관리		•시나리오에 반영

<표 2.3-3> 장래 생활용수 수요량

(단위 : 백만㎥/년)

행정구역		2003년	장래 생활용수 수요량			
			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

● 장래계획인구

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

〈표 2.3-4〉 장래 계획인구 추정량

(단위 : 인)

행정구역	2003년	장래인구추정			
		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

● 보급률

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

〈표 2.3-5〉 장래 계획 급수 보급률

(단위 : %)

행정구역	2003년	급수보급률			
		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

● 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.

〈표 2.3-6〉 장래 유수율 계획

(단위 : %)

행정구역	2003년 (현재)	장래 유수율 계획			
		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

● 급수량 원단위

금회 계획의 공급량 기준 1일 1인당 상수 급수량(ℓpcd)은 '01년 수자원장기종합계획과 비교하여 2011년 기준으로 40~60ℓ기 적음.

환경부 상수도통계상의 2003년 급수량 원단위는 359ℓ이나 본 계획에서는 전용 공업용수를 제외한 급수량 원단위인 351ℓ를 적용(전용공업용수는 공업용수 중의 상수도 공급분의 일부로 적용).

〈표 2.3-7〉 장래 1인1일 급수량 계획

(단위 : L/인·일)

행정구역	2003년 (현재)	1인1일급수량 계획			
		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

가) 방법론 비교

● 생활용수 수요량 = 생산액당 원단위 × 장래 생산액

〈표 2.3-8〉 수자원 장기종합 계획(2006~2020)

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

나) 산업별 최종수요 전망

● 공업용수 수요량은 장래 경제성장 전망에 따라 시나리오별로 산정.

〈표 2.3-9〉 산업별 수요전망

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

다) 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.

<표 2.3-10> 장래 생산액 산정

(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

라) 생산액 원단위

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

<표 2.3-11> 장래 생산액 원단위 산정

업 종	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

마) 재이용률

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

<표 2.3-12> 장래 재이용률 산정

(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

바) 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.

〈표 2.3-13〉 장래 공업용수 수요량

(단위 : 억㎥/년)

행정구역		2003년	공업용수 수요량			
			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

〈표 2.3-14〉 장래 용수수요량 총괄

(단위 : 백만㎥/년)

행정구역		2003년	장래 용수 수요량(생활 + 공업)			
			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

나. 전국수도종합계획(환경부.2007. 3)

1) 개 요

① 목적 및 배경

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

② 법적근거 적용범위

● 수도법 제4조의2(전국수도종합계획의 수립).

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

● 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

● 공급목표

● 계획 및 목표연도 : 2006~2015년(목표년도 2015년)

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

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 물 부족 상황에 대비한 안정적 물 절약형 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 절수 기기 보급 ·하폐수처리수 및 빗물이용 등	·통합운영체계 (시스템) 구축 ·수도사업구조개편 ·수도시설 개량 및 현대화 ·수도기술 개발 및 정보화 등

● 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

〈표 2.3-15〉 장래 수요량 산정 방향

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">산 정 방 향</th></tr>
<tr><td rowspan="5">생활용수</td><td rowspan="3">계획인구</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>단위급수량</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>첨두부하율</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 생활 용수원단위에 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 지자체가 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

〈표 2.3-16〉 장래인구 추정

(단위 : 인)

행정구역	2004년	통계청 인구추정	
		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

〈표 2.3-17〉 장래 인구 규모별 표준도시 원단위(유수율량기준)

(단위 : L/인·일)

구 분		2010년	2015년
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

〈표 2.3-18〉 장래 목표 연도별 유수량 원단위

(단위 : L/인·일)

행정구역	2004년 (현재)	1인1일 유수량 계획(L)	
		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

〈표 2.3-19〉 장래 목표 연도별 급수량 원단위

(단위 : L/인・일)

행정구역	2004년 (현재)	1인1일급수량 계획(L)	
		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

● 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.

〈표 2.3-20〉 장래 유수율 계획

행정구역	2004년 (현재)	장래 유효율계획 (%)	
		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

● 첨두부하율

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

〈표 2.3-21〉 인구 규모별 첨두부하율

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

● 급수보급률 결정

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

〈표 2.3-22〉 장래 급수 보급률 계획

행정구역	2004년 (현재)	급수보급율 (%)	
		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

● 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.

● 생활용수 수요량

〈표 2.3-23〉 장래 일최대 수요량

(단위 : ㎥/일)

행정구역	일최대 생활용수	
	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.

⑦ 마을상수도 수요량

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

<표 2.3-24> 장래 마을 상수도 급수인구 추이

(단위 : 인)

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

<표 2.3-25> 마을상수도 용수 수요량

행정구역	일평균 (㎥/일)		일최대 (㎥/일)	
	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.

● 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.

● 전용공업용수 수요량

〈표 2.3-26〉 전용공업용수 수요량(침전수)

(단위 : ㎥/일)

행정구역	전용공업용수 (침전수)			
	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.

〈표 2.3-27〉 용도별 용수수요량

(단위 : 천㎥/일)

구 분	일평균 (㎥/일)		일최대 (㎥/일)	
	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

<표 2.3-28> 장래 용수수급 전망(일최대 기준)

(단위 : ㎥/일)

구 분	2004년	2010년	2015년
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

<표 2.3-29> 시도별 용수 수급전망(2010년)

(단위 : ㎥/일)

행정구역		수요량	공급량	과부족	여유량	부족량
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

● 기본방향

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

● 용수공급 권역설정 계획

- 개별 운영되고 있는 지방상수도간, 지방상수도와 광역 및 공업용수도 간의 권역

설정을 통한 용수공급체계의 안정성과 통합운영에 따른 운영 및 관리의 효율성 향상.

- 권역설정 계획안

4대강 유역을 기본으로 설정한 9개 대권역 현황은 다음과 같음.

5) 급수체계 조정 및 연계이용 계획

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

〈표 2.3-30〉 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

〈표 2.3-31〉 급수체계 대권역 설정계획

구 분	시·도	설 정 내 용
한강 권역	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)
북한강 권역	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)
남한강 권역	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)
영동 권역	강원(4시2군)	·강원도내 도시 중 태백산맥을 기준으로 동측지역의 도시 ·총인구 : 554.2천인 (1.1%) ·급수인구 : 494.8천인 (보급률 : 89.3%) ·시설용량 : 329.2천㎥/일 (28개소)
금강 북부권역	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)
금강 남부권역	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)
영산강 권역	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)
낙동강 북부권역	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)
낙동강 남부권역	부산. 울산 경남(10시9군)	·낙동강유역내 도시 중 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

2.3.2 기타 관련 계획

가. 2020년 안산도시기본계획

1) 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

2) 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

3) 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

〈표 2.3-32〉 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

4) 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

5) 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.

6) 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 수량확보를 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 확대 방안 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, 상수공급량과 사용현황에 대한 지역별 DB 구축을 통한 효율적 수자원 관리체계 구축한다.

〈표 2.3-33〉 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 개발 가능한 잠재력 도출
계획목표 및 도시지표	도시 미래상	•안산시의 도시 미래상 제시
	계 획 목 표	•도시 미래상을 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 주변 환경과 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·3차 산업의 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

제 3 장 관망시설 현황

3－1 급수현황 및 실적
3－2 송수관로 현황
3－3 배수관로 현황
3－4 기타시설 현황
3－5 관망전산화 구축에 관한조사

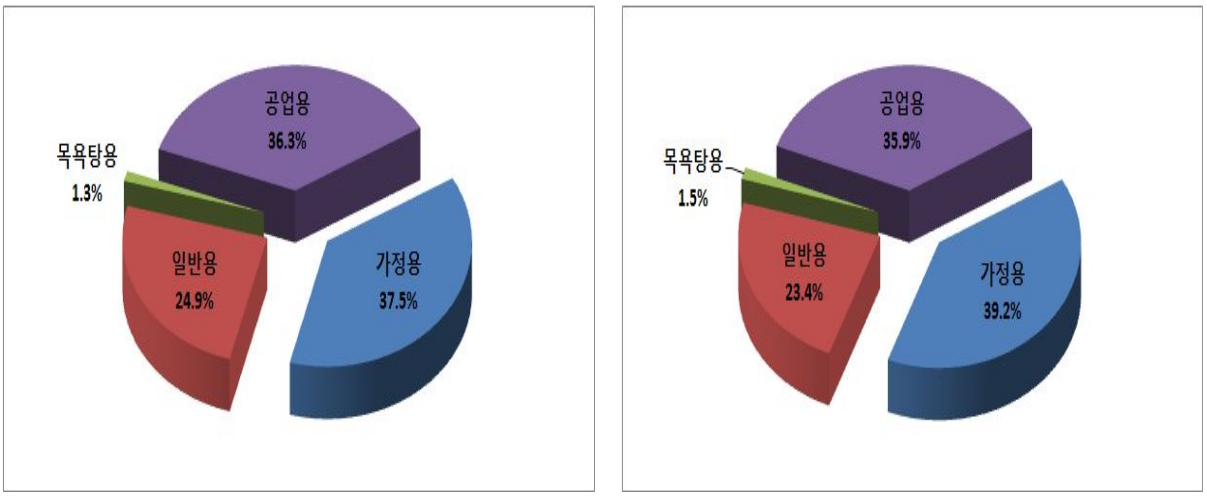
제3장 관망시설 현황

3.1 급수현황 및 실적

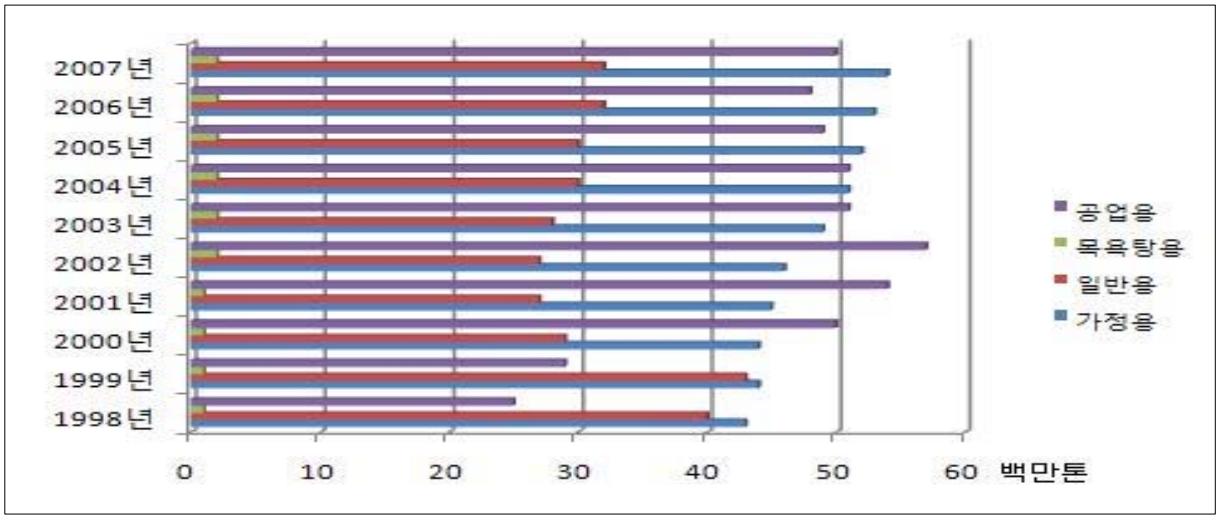
3.1.1 일반수도의 급수현황 및 실적

가. 급수사용량

안산시의 과거 10년간 용도별 상수도 사용량은 가정용 37.5%, 일반용 24.9%, 목욕탕용 1.3%, 공업용 36.3%로 가정용과 공업용으로 공급되는 량이 가장 큰 비중을 차지했던 것으로 분석되었고, 2006년 이후 가정용 39.2%, 일반용 23.4%, 목욕탕용 1.5%, 공업용 35.9%로 최근 2년간의 사용량 또한 과거 10년간과 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.



〈그림 3.1-1〉 과거 10년간 용도별 사용량(과거 10년 및 최근2년)



〈그림 3.1-2〉 과거 10년간 용도별 사용량(1998년~2007년)

나. 급수현황

안산시의 1998년 이래 2007년까지 최근 10년간 일반 상수도 급수현황은 아래 표와 같으며 2007년 현재 급수 보급율은 경기도 93.4%보다 높은 99.6%이고, 1인 1일당 급수량은 345ℓ로서 전국 340L, 경기도 324L보다 높은 편이다.

전체 행정구역내 대규모 공단이 조성되어 있어 안산시는 일반도시와는 다른 용수 사용특성을 나타낸다. 아래 표의 1일1인당 급수량은 공단에 공급된 전용공업 용수량이 포함되어 급수원단위가 540ℓ로 대단히 높은 편이다.

〈표 3.1-1〉 용도별 상수도 사용량

년 도 (year)	소비량									
	합계		가정용		일반용		목욕탕용		공업용	
	백만톤	ℓ/인·일	백만톤	ℓ/인·일	백만톤	ℓ/인·일	백만톤	ℓ/인·일	백만톤	ℓ/인·일
1998	109	550	43	218	40	200	1	5	25	127
1999	116	581	44	219	43	214	1	5	29	144
2000	124	599	44	214	29	142	1	5	50	239
2001	127	588	45	208	27	125	1	6	54	250
2002	132	571	46	201	27	117	2	7	57	246
2003	130	536	49	202	28	115	2	8	51	211
2004	134	539	51	205	30	120	2	8	51	205
2005	133	528	52	205	30	121	2	8	49	194
2006	135	515	53	202	32	122	2	7	48	184
2007	137	512	54	201	32	118	2	7	50	186

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

〈표 3.1-2〉 지역별 일반 상수도 급수현황

구 분	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	급수량 (㎥/일)	유수율 (%)	1일1인당 급수량 (ℓ pcd)
전국	50,034,357	46,057,001	92.1	15,746,276	81.1	340
경기도	11,340,241	10,592,525	93.4	3,430,052	86.7	324
안산시	734,713	731,677	99.6	252,061	93.2	345

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년), 안산시 상하수도사업소(2008년)

〈표 3.1-3〉 전체 급수현황

년 도 (year)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	유수율 (%)	1일1인당 급수량 (ℓ pcd)
1998	552,557	543,216	98.3	378,200	325,145	91.8	599
1999	554,138	545,872	98.5	587,200	348,663	91.0	639
2000	575,574	567,308	98.6	679,200	369,609	91.8	652
2001	598,560	591,539	98.8	679,200	376,493	92.5	636
2002	637,660	632,520	99.2	679,200	389,230	92.8	615
2003	671,687	666,307	99.2	679,200	374,209	95.4	562
2004	686,873	681,644	99.2	679,200	376,732	97.3	553
2005	697,239	691,869	99.2	679,200	379,187	96.3	548
2006	723,075	717,828	99.3	679,200	387,525	95.7	540
2007	734,713	731,677	99.6	679,200	393,824	93.2	538

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도), 안산시 상하수도사업소(2008년)

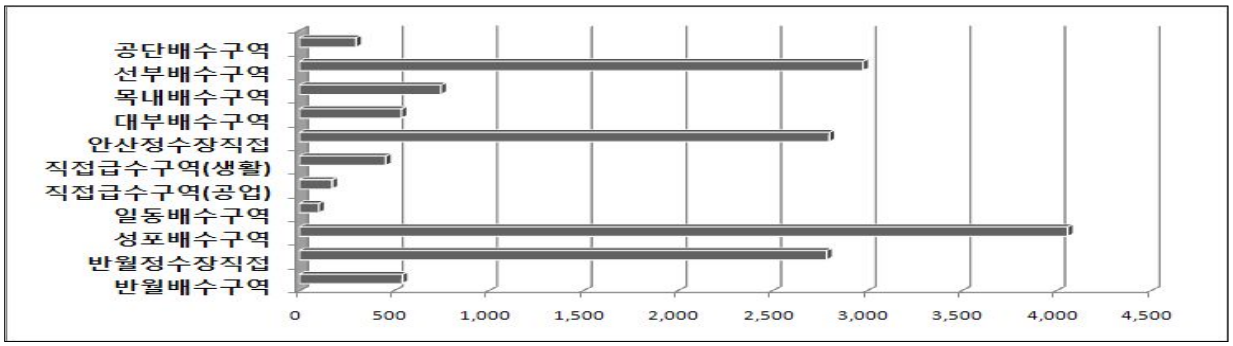
다. 민원현황

안산시의 민원자료 중 발생 비율을 보면 누수가 36.1%로 가장 많고 다음으로 수압관련이 19.7%로 분석되었으며, 구역별 발생빈도를 보면 반월정수장 구역이 48.3%로 가장 큰 것으로 분석 되었다.

〈표 3.1-4〉 정수장별 민원발생 현황

구역별	민원전체 (%)	누수 (%)	단수 (%)	동파 (%)	수압 (%)	수질 (%)	요금 (%)	기타 (%)
안산정수장	18.0	7.2	0.4	3.0	2.8	0.3	0.1	4.2
반월정수장	48.1	15.4	1.0	9.1	10.8	0.5	0.1	11.2
시흥정수장	4.1	1.4	0.1	0.6	0.8	0.1	-	1.1
연성정수장	29.8	12.1	0.6	4.0	5.3	0.5	0.1	7.2
계	100.0	36.1	2.1	16.7	19.7	1.4	0.3	23.7

자료출처 : 안산시 상하수도 사업소(2004~2008년)



〈그림 3.1-3〉 배수구역별 민원현황

〈표 3.1-5〉 민원발생 현황

구 분	구역별	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2004년	안산정수장	688	296	15	146	73	8	2	148
	반월정수장	1,668	538	29	362	310	26	3	400
	시흥정수장	116	35	2	15	20	2	1	41
	연성정수장	943	431	12	120	100	9	4	267
소 계		3,415	1,300	58	643	503	45	10	856
2005년	안산정수장	705	273	24	176	94	10	1	127
	반월정수장	1,666	488	47	509	294	19	4	305
	시흥정수장	140	38	4	37	24	10	1	26
	연성정수장	1,068	380	28	275	146	20	1	218
소 계		3,579	1,179	103	997	558	59	7	676
2006년	안산정수장	469	166	11	72	81	6	1	132
	반월정수장	1,511	437	30	276	442	16	4	306
	시흥정수장	118	44	2	21	27	0	-	24
	연성정수장	907	374	15	109	189	14	-	206
소 계		3,005	1,021	58	478	739	36	5	668
2007년	안산정수장	448	179	9	15	125	22	-	98
	반월정수장	1,258	437	29	59	396	18	3	316
	시흥정수장	117	48	2	4	32	5	-	26
	연성정수장	805	340	18	24	228	8	-	187
소 계		2,628	1,004	58	102	781	53	3	627
2008년	안산정수장	492	195	14	57	67	7	1	151
	반월정수장	1,396	507	30	202	238	9	5	405
	시흥정수장	142	52	1	12	21	3	-	53
	연성정수장	846	335	11	92	154	10	3	241
소 계		2,876	1,089	56	363	480	29	9	850
총 계		12,875	4,589	275	2,481	2,280	169	31	3,050

자료출처 : 안산시 상하수도 사업소(2004~2008년)

라. 관리실적

1) 유수율 제고 사업

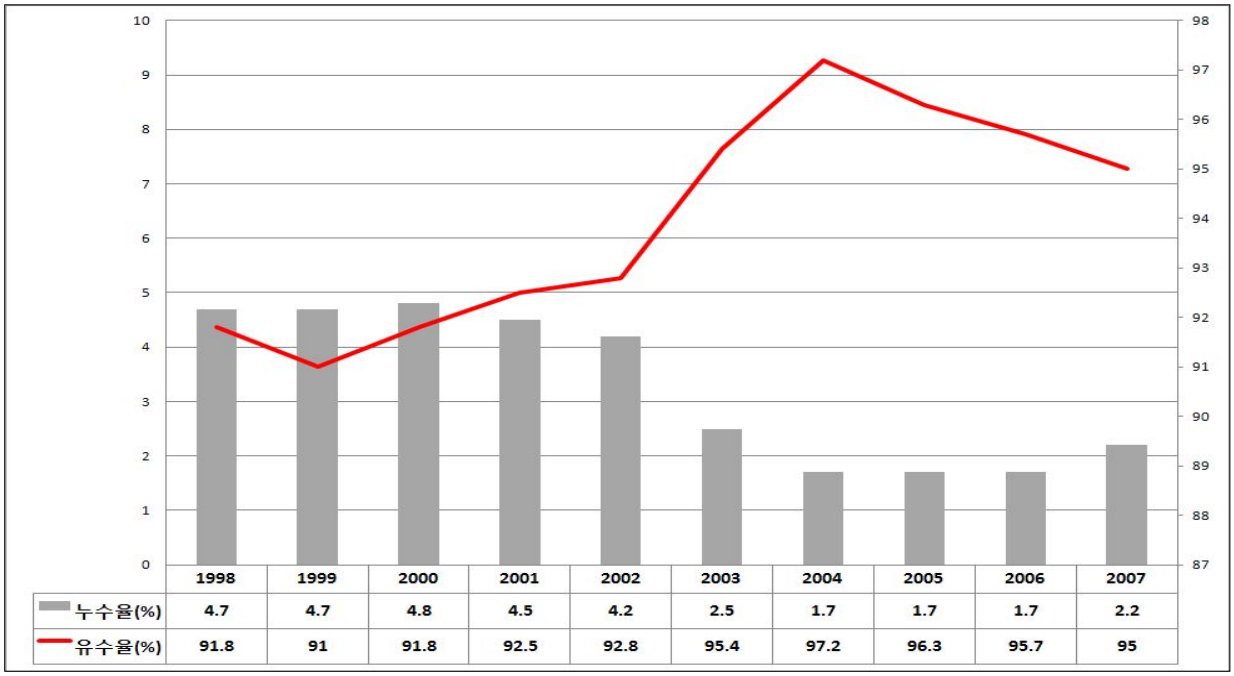
현재 안산시의 유수율이 93.2%(2007년 기준)로 2002년 이후 3%이상 상승하였고 현 유수율은 경기도 평균 유수율 86.7%보다 높으며, 전국 평균 유수율 81.1%보다도 크게 높은 수준이다.

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

최근 개발된 택지개발지역은 관로 상태가 상당히 양호할 것으로 판단되지만, 기존의 촌락지역과 시가지 지역에서는 관의 노후화로 유수율 감소 가능성이 있는 것으로 분석되었다.

〈표 3.1-6〉 과거 10년간 유수율 및 누수율

년 도 (year)	년간 생산량 (천㎥)	유효수량				무효수량	
		유수수량 (천㎥)	유수율(%)	유효무수수량 (천㎥)	계 (천㎥)	(천㎥)	누수율(%)
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



〈그림 3.1-4〉 과거 10년간 유수율 및 누수율

2) 급배수관 관망정비 현황

안산시의 관망정비 최근 자료를 보면 2006년, 2007년 현재 배수관 신설율이 각각 2.3%, 해당사항 없음을 나타내며, 배수관 교체율은 각각 1.4%, 2.0%이고, 배수관 개량율은 각각 0.4%, 해당사항 없음을 나타내고, 급수관 신설율이 각각 2.4%, 2.3%이고, 급수관 교체율 및 개량율은 해당사항이 없는 것으로 나타났다.

〈표 3.1-7〉 안산시 배수관 관망정비 현황

년 도 (year)	관로 포설 총연장 (m)	포설구분		관로 철거 총 연장 (m)	철거구분		관로개량연장(m)		지표		
		관로 신규 포설 연장	관로 교체 포설 연장		관로 정리 연장	관로 교체 철거 연장	세관 연장	갱생 연장	배수관 신설율 (%)	배수관 교체율 (%)	배수관 개량율 (%)
2006	30,090	18,550	11,540	11,540	11,540	-	-	3,400	2.3	1.4	0.4
2007	16,166	-	16,166	16,166	-	16,166	-	-	-	2.0	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

〈표 3.1-8〉 안산시 급수관 관망정비 현황

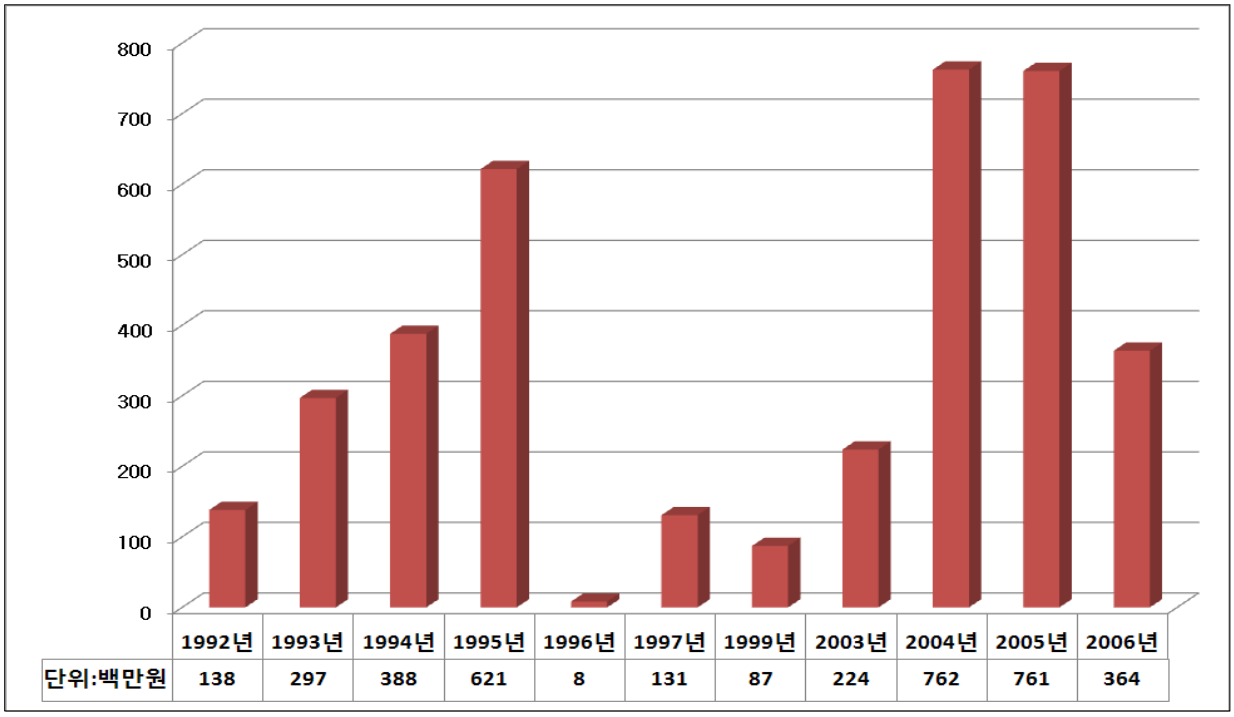
년 도 (year)	관로 포설 총연장 (m)	포설구분		관로 철거 총 연장 (m)	철거구분		관로개량연장(m)		지표		
		관로 신규 포설 연장	관로 교체 포설 연장		관로 정리 연장	관로 교체 철거 연장	세관 연장	갱생 연장	급수관 신설율 (%)	급수관 교체율 (%)	급수관 개량율 (%)
2006	7,337	7,337	-	-	-	-	-	-	2.4	-	-
2007	7,026	7,026	-	-	-	-	-	-	2.3	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

3) 노후관로 갱생 현황

안산시는 1992년부터 2006년까지 총 3,781백만 원의 관로갱생 비용이 지출되었으며, 총 연장은 59,169m이며, 갱생관로의 관경은 100~200mm가 71%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

갱생실적을 연도별로 구분해 보면, 1992년부터 1995년 까지는 매년 증가하였으며, 1996년에서 2003년 까지 갱생실적이 미미하였으나, 2004년부터 다시 증가하는 추세를 보이고 있다.



〈그림 3.1-5〉 노후관로 갱생현황

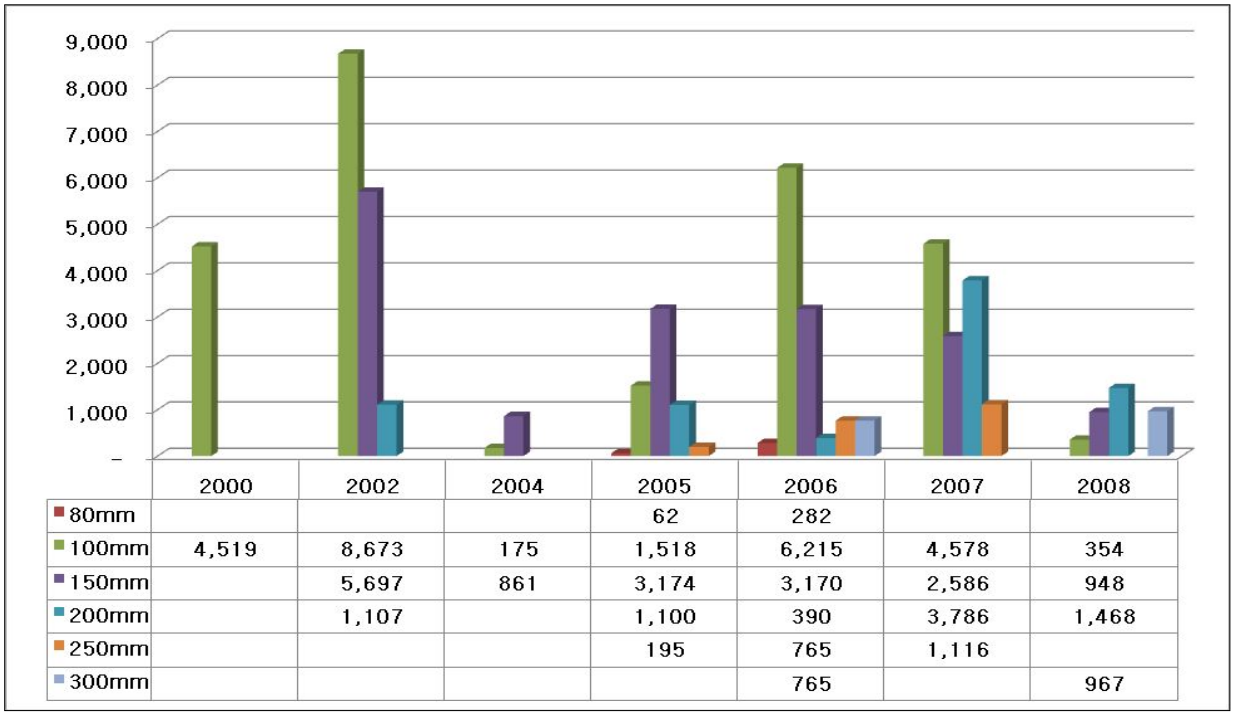
4) 노후관로 교체 현황

안산시는 2000년부터 2008년 까지 80~300mm의 관로가 54,470m 교체되어 연 평균 7.7㎞의 노후관 교체 실적을 나타내며, 교체관종은 PE관로 40,745m(74.8%), DCIP관로 13,725m(25.2%) 순인 것으로 조사되었다.

〈표 3.1-9〉 안산시 노후관로 교체 현황

구 분		계	80mm	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm
노	2000년	4,519	-	4,519	-	-	-	-
후	2002년	15,477	-	8,673	5,697	1,107	-	-
관	2004년	1,036	-	175	861	-	-	-
로	2005년	6,049	62	1,518	3,174	1,100	195	-
교	2006년	11,586	282	6,215	3,170	390	765	765
체	2007년	12,066	-	4,578	2,586	3,786	1,116	-
(m)	2008년	3,737	-	354	948	1,468	-	967
계		54,470	344	26,032	16,436	7,851	2,076	1,732

자료출처 : 안산시 상하수도사업소



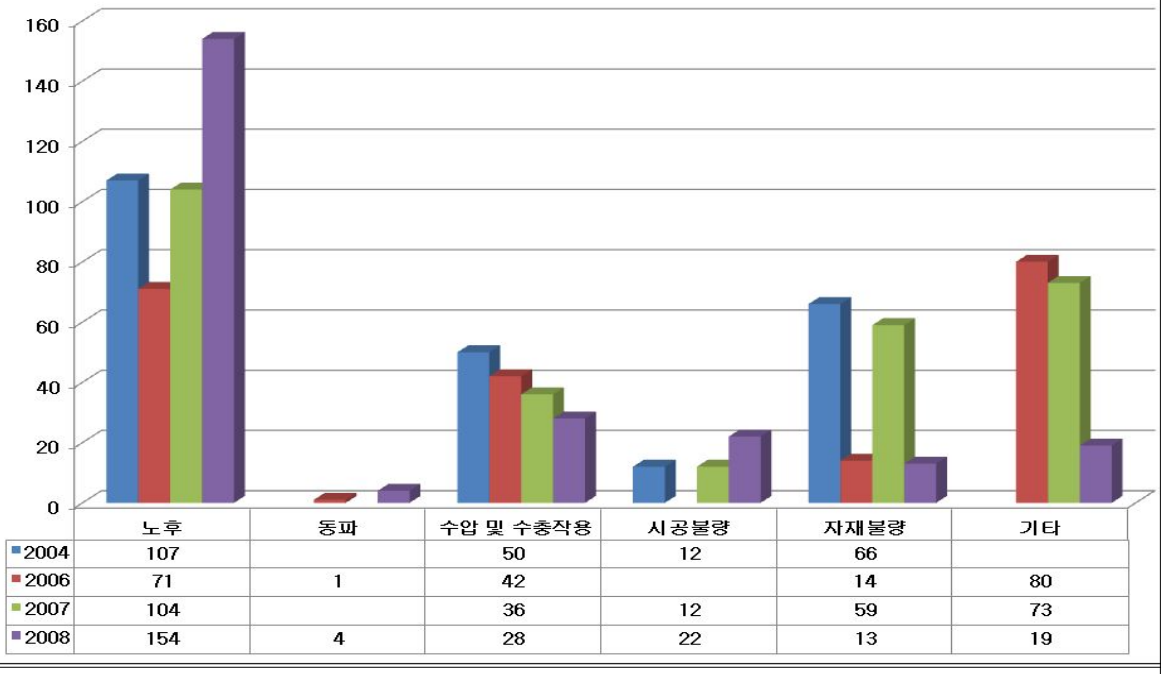
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008
80mm				62	282		
100mm	4,519	8,673	175	1,518	6,215	4,578	354
150mm		5,697	861	3,174	3,170	2,586	948
200mm		1,107		1,100	390	3,786	1,468
250mm				195	765	1,116	
300mm					765		967

〈그림 3.1-6〉 노후관로 교체현황

5) 누수수리 현황

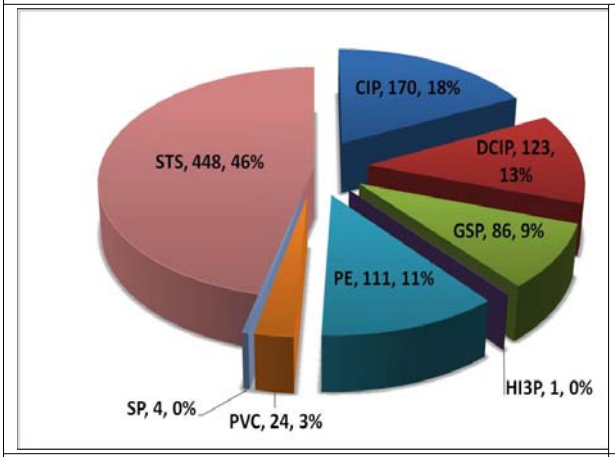
안산시는 2004부터 2008년까지 총 946건 수리를 실시하였으며, 매년 200건 이상의 누수가 발생하는 것으로 조사되었다.

누수 원인을 분석해 보면 노후 436건(45.09%), 도로하중 172건(17.79%) 등의 순으로 나타났으며, 관경은 50mm이하의 급수관이 대부분이며, 관종은 스테인레스관이 대부분인 것으로 조사되었다.

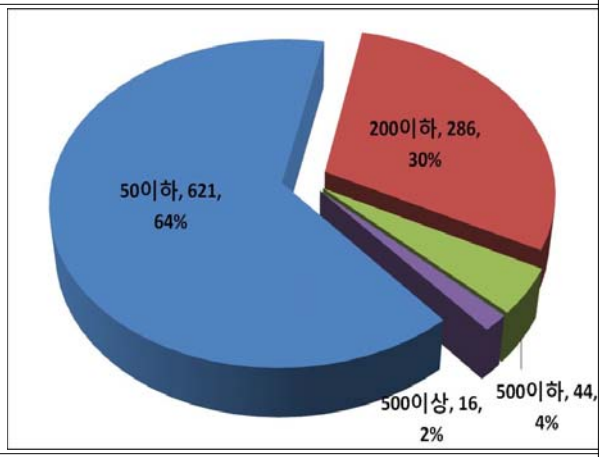


	노후	동파	수압 및 수충작용	시공불량	자재불량	기타
2004	107		50	12	66	
2006	71	1	42		14	80
2007	104		36	12	59	73
2008	154	4	28	22	13	19

연도별 현황



관종별 현황



관경별 현황

〈그림 3.1-7〉 연도별, 관종별, 관경별 누수원인 현황

3.2 송수관로 현황

3.2.1 시설현황 조사

안산시의 송수관로는 69,468m 이며, 관종별 평균 매설년도를 비교해 보면 강관은 1994.3년이고, 덕타일주철관은 1991.8년으로 조사되었다.

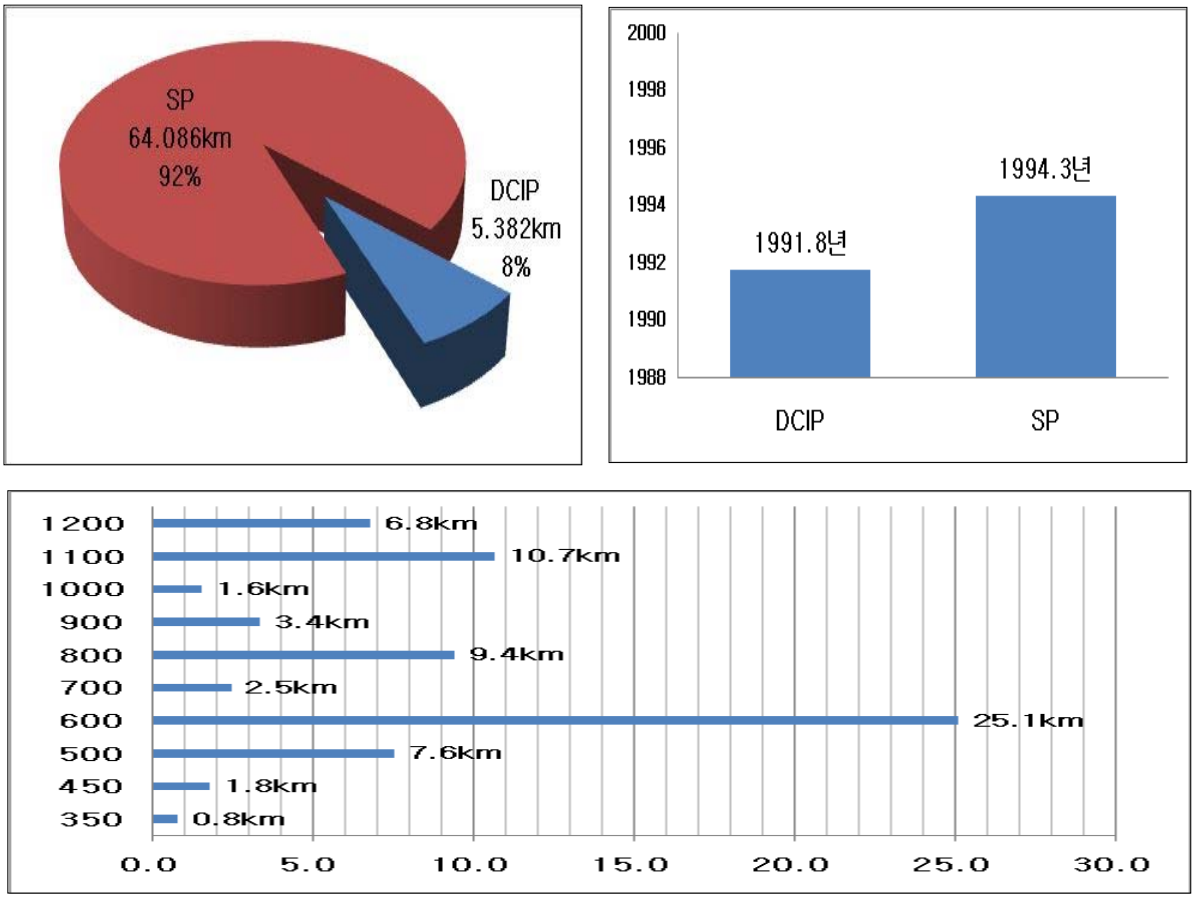
구경분포 현황을 살펴보면, 350mm~1200mm로 나타났으며 대부분 1996~1998년에 매설되어 있는 관의 비중이 높았으며 이중 구경 600mm의 경우에는 25.1Km(36.13%)로 가장 큰 비중을

차지하고 있었으며 그 외 1100mm, 800mm, 500mm순으로 매설비중이 높게 나타났다. 정수장 수계별 구경에 따른 매설분포현황은 다음의 표와 같다.

〈표 3.2-1〉 관로분포 현황

구 분	계(m)	강관(m)	덕타일주철(m)	스텐레스관(m)	합성수지관(m)	기타(m)
송 수	69,468	64,086	5,382	-	-	-

자료출처 : 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임



〈그림 3.2-1〉 송수관로 구경별 관로연장 현황

3.3 배수관로 현황

3.3.1 시설현황 조사

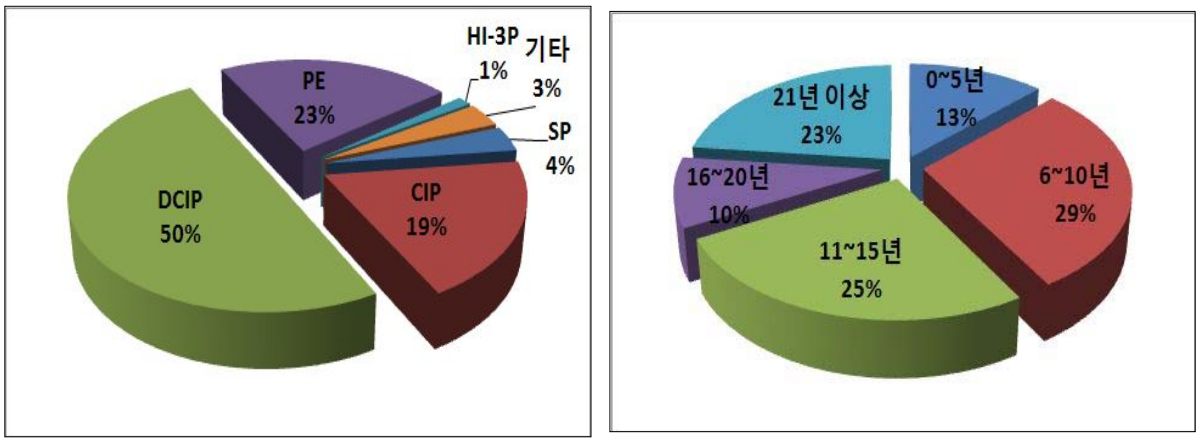
안산시의 2007년 말 현재 총 관로연장은 1,182,266m이며, 이중 배수관로는 798,508m로 전체의 67.5%의 비중을 차지하고, 배수관로의 경년별 분포를 보면 0~5년 된 관로가 12.7%, 6~10년 된 관로가 28.9%, 11~15년 된 관로가 25.5%, 16~20년 된 관로가 9.7%, 21년 이상 된 관로가 23.2% 분포를 이룬다. 경년별 분포로만 볼 때 16년 이상 된 관로가 32.9%로 배수관로의

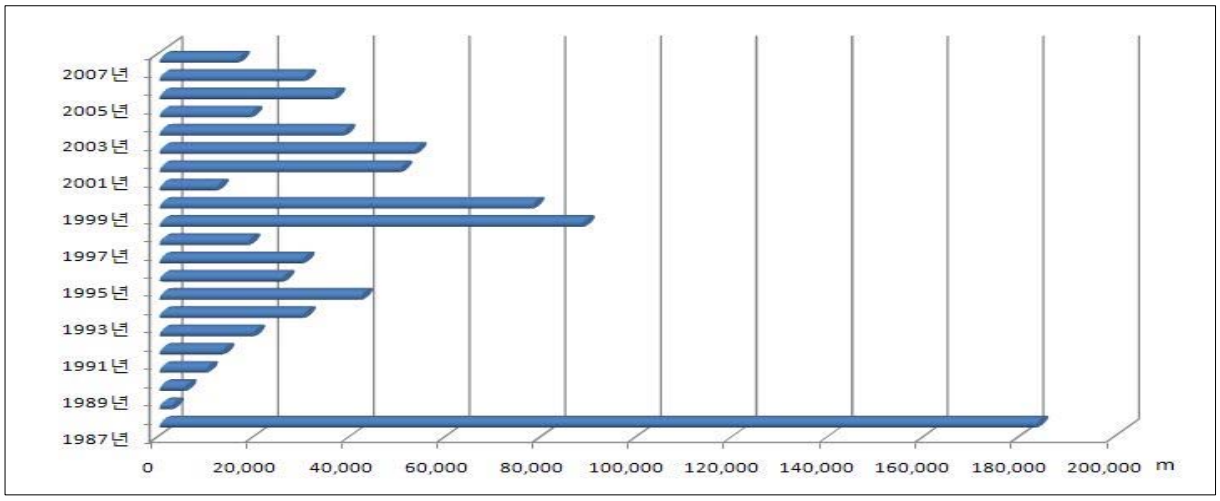
노후도가 진행되고 있다.

〈표 3.3-1〉 관로분포 현황

구 분	계(m)	강관(m)	주철관(m)	스텐레스관(m)	합성수지관(m)	기타(m)
배 수	798,508	29,146	550,293	-	191,038	28,031

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)





〈그림 3.3-1〉 배수관로 경과년별 매설현황

〈표 3.3-2〉 배수관로 관종 및 경과년별 매설현황

(단위 : m)

구 분		계	0~5년	6~10년	11~15년	16~20년	21년 이상
계		798,508	101,229	231,071	203,814	76,917	185,477
배수관	SP	29,146	-	5,658	5,704	17,784	-
	CIP	152,954	-	-	-	-	152,954
	DCIP	397,339	9,266	129,739	181,569	50,634	26,131
	PE	180,306	70,324	90,340	11,143	8,499	-
	HI-3P	10,732	-	5,334	5,398	-	-
	기타	28,031	21,639	-	-	-	6,392

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

3.4 기타시설 현황

3.4.1 취·정수시설

가. 취수시설

안산시는 총 4개소의 정수시설이 있으며 이들 정수시설 모두 수도권 광역상수도에서 원수를 공급받고 있어 별도의 취수시설은 없는 것으로 조사되었다.

나. 정수시설

안산시 4개소 정수시설 중 안산시에서 운영하고 있는 정수시설은 안산정수장과 연성정수장이며 반월정수장 및 시흥정수장은 수자원공사에서 운영 중인 것으로 조사되었다.

1) 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 정수장으로 조사되었다.

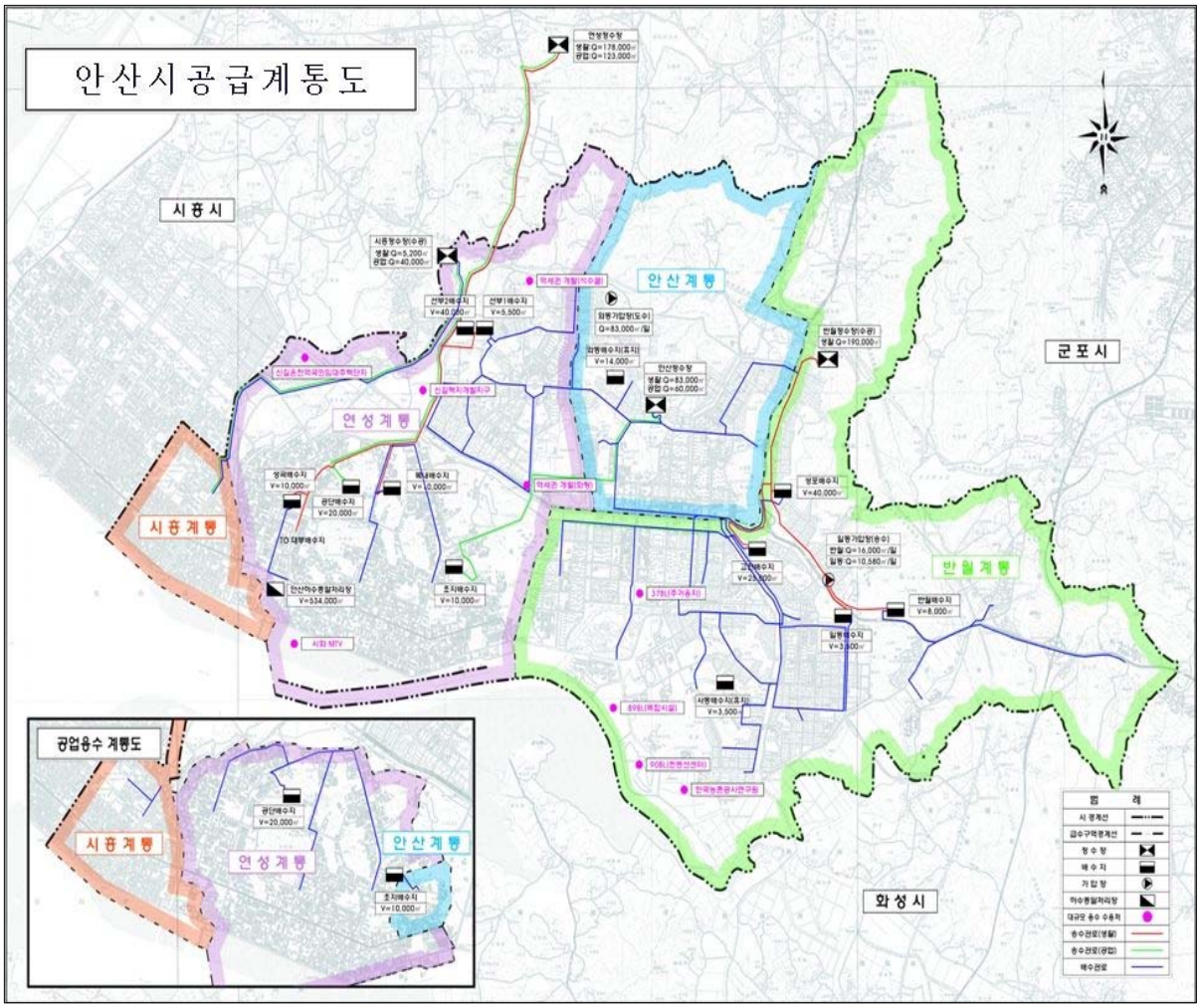
2) 연성정수장

연성정수장은 2000년에 383천㎥/일의 시설로 준공하여 현재까지 383천㎥/일로 운영되고 있으며, 연성정수장의 취수원은 전량 팔당댐에서 취수하고 있다. 수도권 광역(안산계통) 분기점에서 시화공단 분기점까지 1구간은 수도용 도복장강관 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.

〈표 3.4-1〉 정수장별 급수현황

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

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2008년)



〈그림 3.4-1〉 정수장별 용수공급현황

3.4.2 가압시설

안산시는 광역 4단계 원수를 안산정수장으로 도수하기 위한 도수가압장인 와동가압장과 연성정수장내 송수펌프, 일동·반월 가압장, 대부가압장등의 송수가압 시설을 비롯하여 기타 취락지역과 고지대 등에 용수공급을 위한 소규모 가압시설이 있으며, 2007년 말 현재 공단 가압장은 폐지, 반월 가압장, 원곡동가압장, 화정동 가압장은 휴지상태로 현재 가동이 중단 되어 있는 것으로 조사 되었다.

〈표 3.4-2〉 가압장 시설현황

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)	직 결 식	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

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2009년)

3.4.3 배수지 시설

가. 시설운영 및 유지관리 실적

안산시의 2007년 말 현재 배수지 시설은 생활용수 배수지 11개소, 공업용수 2개소가 있으며 이 중 선부1 배수지, 와동배수지, 사동배수지는 휴지 중이며 선부1 배수지는 신길택지개발사업 주공 임대아파트 전용배수지로 활용하기 위해 시설개량 공사중에 있으며, 시설현황은 다음과 같다.

〈표 3.4-3〉 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 산 106	V=40,000㎥ W36.0×L56.0×5mH×4지	H.W.L(+)55.0m L.W.L(+)50.0m	생활용수 운영중
	고잔 배수지	일동 산 10-2	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

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2008년)

3.4.4 누수사고 및 수리실적

안산시의 관로 전체에 대한 누수건수 및 추정량 자료를 보면 최근 2007년, 2008년 자료 중 신고 누수건수는 각각 364건, 342건이고 누수추정량은 각각 2,475㎥, 2,564㎥ 이고 누수탐사로 인한 누수건수 및 누수추정량은 해당사항이 없는 것으로 나타났다.

관종별 누수건수의 경우 2006년, 2007년 자료 중 누수건수 및 추정량이 많은 관종은 각각 동관, DCIP이며 추정량은 각각 774,115㎥, 855㎥로 나타났다.

〈표 3.4-4〉 누수건수 및 추정량 현황

년 도 (year)	신고 누수건수(건)	신고 누수추정량(㎥)	탐지 누수건수(건)	탐지 누수추정량(㎥)
2006	364	2,475	-	-
2007	342	2,564	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

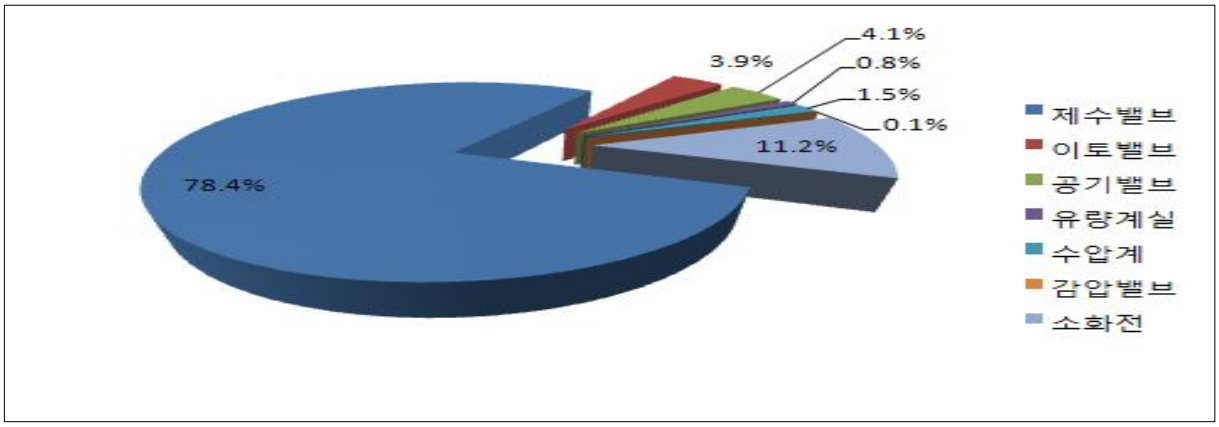
〈표 3.4-5〉 관종별 누수건수 및 추정량 현황

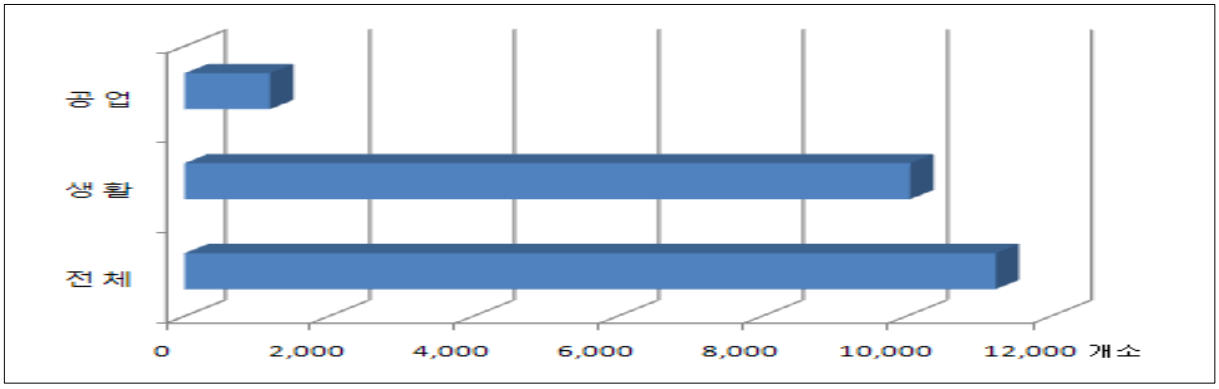
구 분		계	SP	CIP	DCIP	PVC	PE	HI-3P	아연도강관	동관	STS
2006년	누수건수	364	-	104	46	-	29	-	-	116	69
	추정량(㎥)	2,475	-	702,619	317,121	-	197,779	-	-	774,115	483,726
2007년	누수건수	342	14	-	110	-	80	-	62	25	51
	추정량(㎥)	2,564	107	-	855	-	572	-	411	290	329

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

3.4.5 밸브분포

상수도 시설기준에 의거 도·송수관로에서 충수, 통수, 배수(排水) 등의 작업과 사고시를 고려하여 1~3km간격으로 제수밸브를 설치하는 편이 좋다고 서술하고 있다.





〈그림 3.4-2〉 밸브분포 및 개소 현황

〈표 3.4-6〉 안산시 밸브분포 현황

구 분	계	제수밸브	이토밸브	공기밸브	유량계실	수압계	감압밸브	소화전
안산시 전체	11,238	8,814	437	458	94	174	1	1,260
생활	10,053	8,015	409	394	89	161	1	984
공업	1,185	799	28	64	5	13	-	276
백분율(%)	100.0	78.4	3.9	4.1	0.8	1.5	0.1	11.2

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2008년)

3.5 관망전산화 구축에 관한조사

3.5.1 상수도 관망도 현황 및 관리실태

"관망도"는 도수관, 송수관, 배수관 및 급수관, 각종 밸브류 등 수돗물의 공급을 위한 수도시설을 일정한 축척 및 기호로 표시한 도면을 말한다. 상수도관망의 기술진단에 있어서 관망도는 가장 기본적인 사항이므로 기술진단에 앞서 정확한 관망도 작성이 전제되어야 한다. 관망도 혹은 GIS에 급수관에 대한 정보가 잘못되어 있는 경우가 매우 많으므로, 발견되는 즉시 개선하여 지속적으로 정확도를 높여야 한다. GIS로 구축하는 경우에는 각 관망 시설물에 대한 속성정보의 필드명, 단위 등이 지자체별로 달라서 서로 호환되지 않는 경우가 많은데 중앙정부차원에서 통일된 구축체계를 제시할 필요가 있다.

가. 조사항목 및 범위에 따른 현황

관망도 보유율, 기본도(지형도)의 종류, 급·배수관 기본도 축적, 관망도 규격 크기, 관경별 관망도 정비 수준, 관망도 정리 빈도, 전 지역 관망도 작성 최종 년도, 관망도 보완, GIS 도입여부, GIS구축 목표연도, GIS도입 시 속성 항목, 상수도 유지관리 및 계획 분야의 GIS활용

방안, 타부서의 업무와 연계에 대한 문제점, 타 전산시스템과의 호환성에 관한 문제점, GIS 시스템의 활용현황 및 활용정도, GIS시스템 일부 활용시 문제점 및 특이사항 등에 관련된 항목을 포함한다.

<표 3.5-1> 안산시 상수도 GIS 활용시스템 개발현황

지자체	개발 시스템	단위 시스템	기 능	개발 기간	개발 업체	개발 S/W, H/W
안산시	상수관리시스템	상수관로 관리	상수관로, 폐관현황조회, 상수폐관처리, 상수관격점관리, 사고지점관리, 차단제수변조회, 단수지역급수전조회, 누수지점관리	2001.05 ~ 2003.12	한진정보통신(주), 중앙항업	ArcGIS HPN4000
		시설물 관리	가압장, 간이가압장, 계량기, 맨홀, 배수지, 수압계, 유량계, 변류시설, 소방시설, 저수조			
		지하수 관리	지하수실치현황, 지하수폐공현황			
		정수장 관리	정수장현황,원수/정수공급현황,수질검사항목,수질검사(일,주간,월간),월간종합현황,JARTEST,급수과정수질검사,누후관,먹는샘물,음수대,간이상수도,소규모급수시설 먹는물공동시설(약수터)			
		민원관리	상수민원정보,수질검사접수,수질검사결과			
		급수공사 관리	급수공사설계내역, 급수공사코드관리			
		공사관리	공사대장			
		상수통계 관리	상수도총괄현황,행정동별총괄현황,법정동별총괄현황,년도별상수관현황,재질별상수관현황,년도/관경 상수관현황,년도/재질별 상수관 현황,관경/재질별 현황			

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2008년)

나. 관망도 도입 현황

<표 3.5-2> 안산시 관망도 도입 현황

관망도 도입 현황	조사결과	관망도 도입 현황	조사결과
관망도보유율	100.0%	GIS 도입여부	도입
기본도(지형도)의 종류	일반도	GIS구축 목표연도	2005
급·배수관 기본도 축적	1/500	GIS도입 시 속성 항목	진행
관망도 규격 크기	1/2500~1/500	GIS활용 방안	진행
관경별 관망도 정비 수준	13mm~1,350mm	타부서의 업무와 연계에 대한 문제점	-
관망도 정리 빈도	상시	호환성에 관한 문제점	-
관망도 작성 최종 년도	2008	활용현황 및 활용정도	-
관망도 보완	-	문제점 및 특이사항	-

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2008년)

3.5.2 GIS 구축현황

가. 국내 GIS 구축현황

1) 도로, 상하수도

수치지도화 총 대상물량 : 207,482㎞

2005년 12월말 기준 도로와 상하수도 수치지도 구축물량 : 154,425㎞

(수치지도화 대상물량의 약 74%)

총 소요비용 : 161,176백만 원(국고보조)

2) 기타 지하시설물

수치지도화 총 대상물량 : 1,022,369㎞

2005년 12월말 기준 지하시설물 수치지도 구축물량 : 605,978㎞

총 소요비용 : 103,658백만원(자체 예산)

〈표 3.5-3〉 도로, 상하수도 수치지도 구축 현황

(단위:㎞,백만원,㎢,매)

시설물	수치지도화 대상물량	지하시설물 수치지도 구축 현황				
		길 이	%	비 용	대상면적	도 엽 수
상수도	87,032	68,486	78.7	65,565	16,856	22,545
하수도	63,914	50,972	79.8	52,549	4,880	21,705
도로	56,536	34,967	61.8	39,778	3,664	17,096
계	207,482	154,425	74.4	157,892	25,400	61,346

주) 1. 신규지자체 (포천, 계룡시, 양주시) 기본계획 수립후 지자체 총물량 재산정 예정

2. 기타 검수비용 3,284백만원

〈표 3.5-4〉 기타 지하시설물 수치지도 구축 현황

((단위:㎞,백만원,㎢,매)

시설물	수치지도화 대상물량	지하시설물 수치지도 구축 현황				
		길 이	%	비 용	대상면적	도 엽 수
광역상수도	3,914	3,914	100.0	38,216	391	-
가스	2,511	2,452	97.7	14,575	1,170	4,876
도시가스	24,201	24,022	99.3	20,021	58,868	-
전기	21,357	21,357	100.0	31,484	1,681	24,136
통신	967,146	552,239	57.1	-	전국	전국
송유관	946	-	-	-	-	-
난방열관	2,294	1,994	86.9	189	388	2,974
계	1022,369	605,978	59.3	104,485	62,498	31,986

나. 관망도 현황

2008년 현재 안산시는 관망도 및 GIS구축이 100%완료된 상태이며, 상시로 관망도의 수정이 진행되고 있는 상태이다. 관망도 평가지표를 보면 총 연장 1,176km중 관로의 GIS관리율은 100%로 전체관로의 GIS화가 이루어져 있는 것으로 조사되었다. 향후 GIS의 활용방안에 대한 연구와 업무의 연계성에 대해 지속적으로 검토하여야 할 것으로 판단된다.

〈표 3.5-5〉 안산시 GIS 현황

(단위 : m)

구 분	계	송수관	배수관	급수관	관로의 GIS관리율(%)	비고
2008년	1,176,227	69,075	798,508	308,644	100	

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2008년)

제 4 장 송수관로 상태 및 성능평가

4－1 과거이력 분석검토

4－2 관로구간 분할

4－3 수리적 성능 평가

4－4 수질적 성능 평가

4－5 물리적 성능 평가

제4장 송수관로 상태 및 성능평가

4.1 과거이력 분석검토

4.1.1 사고이력

관로사고는 시설물에 따라 다소 차이가 있으나, 일반적으로 통수를 시점으로 하는 사용개시 초기에 부실시공, 불량재질 등의 취약부에서 자주 발생하다가 이러한 현상이 어느 정도 해소되면 사고발생 빈도가 점차 줄어들면서 안정화 되어 간다.

초기의 관로사고가 관 제작상, 시공상의 부주의로 인한 일부 취약부에서 주로 발생하였다면, 이러한 취약부위가 어느정도 해소되면 안정영역으로 접어들게 되지만, 만약 설계•시공상에 근본적인 문제가 있었다면 시간이 지나도 사고발생 빈도는 줄어들지 않는다. 따라서, 초기 관로사고의 유형 파악이 매우 중요하며, 이를 분석함으로서 향후 사고발생의 장래추이를 예측할 수 있다.

안산시 송수관로시설에 대한 사고이력은 1979 ~ 1997년 준공이후 사고기록이 있는 2002 ~ 2007년 까지 지난 6년간 총 사고건수 5건이 발생한 것으로 조사되었으며, 사고원인별 유형은 시설물의 노후화 , 매설환경에 의한 부식 등의 원인으로 누수사고가 발생되었고 단수되었다.

〈표 4.1-1〉 관로사고이력

연번	사고일시	관경	송수관로 구간	사고위치	사고내용
1	02.06.03	800	안산정수장 ~ 초지배수지	고잔동 605번지	관누수
2	05.08.30	350	일동반월가압장 ~ 일동배수지	수인산업도로 한국가스공사앞	누수
3	04.09.00	900	안산정수장 ~ 초지배수지	초지운동장옆보도	누수
4	06.01.16	900	안산정수장 ~ 선부1배수지	선부동 군자15단지앞 도로	누수
5	06.06.06	900	안산정수장 ~ 선부1배수지	선부동 993-9	누수

자료출처 : 안산시 도•송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

4.1.2 사고이력 분석

일반적으로 관로사고에 대한 이력 분석은 매설된 관로 상에 있어 취약지점을 파악하고, 향후 문제유발 가능지역을 추정해 냄으로써, 장래 수도사고를 미연에 예방할 수 있고, 수도사고 발생시 적극적인 대응이 가능케 함으로써 그 중요성이 크다고 하겠다. 따라서 안산시 송수관로는 사고건수가 적어 Data 자료로서 미흡하지만 지난 6여 년간의 자료를 바탕으로 년도별, 계절별, 사고유형별로 세분화하여 분석하였다.

가. 년도별 • 사고원인별 분석

관로사고를 발생년도에 따라 분석한 결과 2002년부터 2007년까지 사고가 5건으로 2002년 이전자료가 기록으로 남아있지 않아 결과를 분석하기에는 미흡하지만 기록된 자료상으로 볼때 사고의 원인이 노후화로 인한 것으로 추정되며 최근들어 사고가 더 빈번하게 발생하고 있는 것으로 나타난다. 이에 대한 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 안산시 송수관로는 안산시내 도로부분에 많이 매설되어 있으므로 타공사 및 중차량 등에 의한 사고가 있을 것으로 판단되므로 타공사 및 외적 요인에 의한 사고 또한 주의하여야 할 것으로 사료된다.

〈표 4.1-2〉 년도별 원인별 사고분석결과

년도	노후화	수충압	외적요인	타공사	기타	비고
2002	1	0	0	0	0	
2003	0	0	0	0	0	
2004	1	0	0	0	0	
2005	1	0	0	0	0	
2006	2	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	
계	5	0	0	0	0	

자료출처 : 안산시 도•송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

나. 계절별 사고분석

발생한 사고를 계절별로 분류한 결과 여름에 4건의 사고가 발생하여 사고발생률이 가장 높은 것으로 조사되었으며, 상대적으로 봄철의 사고율이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

일반적으로 수도관의 사고는 겨울철 동파로 인해 많이 발생한다고 보고되고 있으나, 송수관로의 경우 동결심도 이하로 매설심도 확보가 가능하고, 또한 중•대구경관로가 주를 이룬다는 점에서 통상적인 사고율과는 다른 결과를 보인 것으로 조사되었다. 따라서 안산시 송수관로에 있어 계절별 사고원인은 외부 기후에 기인하는 관로상의 직접적인 영향보다는 현재 Data 개수가 작아 계절별 사고원인 분석이 외곡 될 수 있다. 따라서 계절별 원인분석도 중요하므로 Data를 축적하여 관리할 필요가 있다.

4.2 관로구간 분할

안산정수장은 수도권 광역상수도 3단계에서 60,000m³/일, 4단계에서 83,000m³/일의 원수가 공급되며, 83,000m³/일은 생활용수로 공급하고 나머지 60,000m³/일은 안산반월공단(염색단지)에 공업용수로 공급하고 있으며. 반월정수장은 수도권 광역상수도 2,3단계에서 190,000m³/일의 생활용수를 공급받아 성포배수지에 40,000m³/일, 고잔배수지에 25,000m³/일, 일동배수지에 3,500m³/일, 반월배수지에 8,000m³/일을 공급하고 있다.

연성정수장은 수도권 광역상수도 5단계에서 209,000m³/일, 6단계에서 174,000m³/일(계획)의 원수를 공급받아 선부2배수지에 40,000m³/일, 대부배수지에 6,600m³/일, 성곡배수지에 10,000m³/일, 공단배수지에 20,000m³/일, 목내배수지에 10,000m³/일을 공급하고 있다.

관로 구간분할은 안산시 상수도 배관망도 및 기타 수집된 자료를 검토한 후 현장조사 자료와 비교·분석하여 분류하였다. 대분류는 송수관로로 구분하였고, 소분류는 각각의 관종, 관경, 매설년도, 가압여부, 토양, 매설지역, 도로, 기타조건 등으로 구분하여 분류하였다.

〈표 4.2-1〉 관로구간 분할총괄

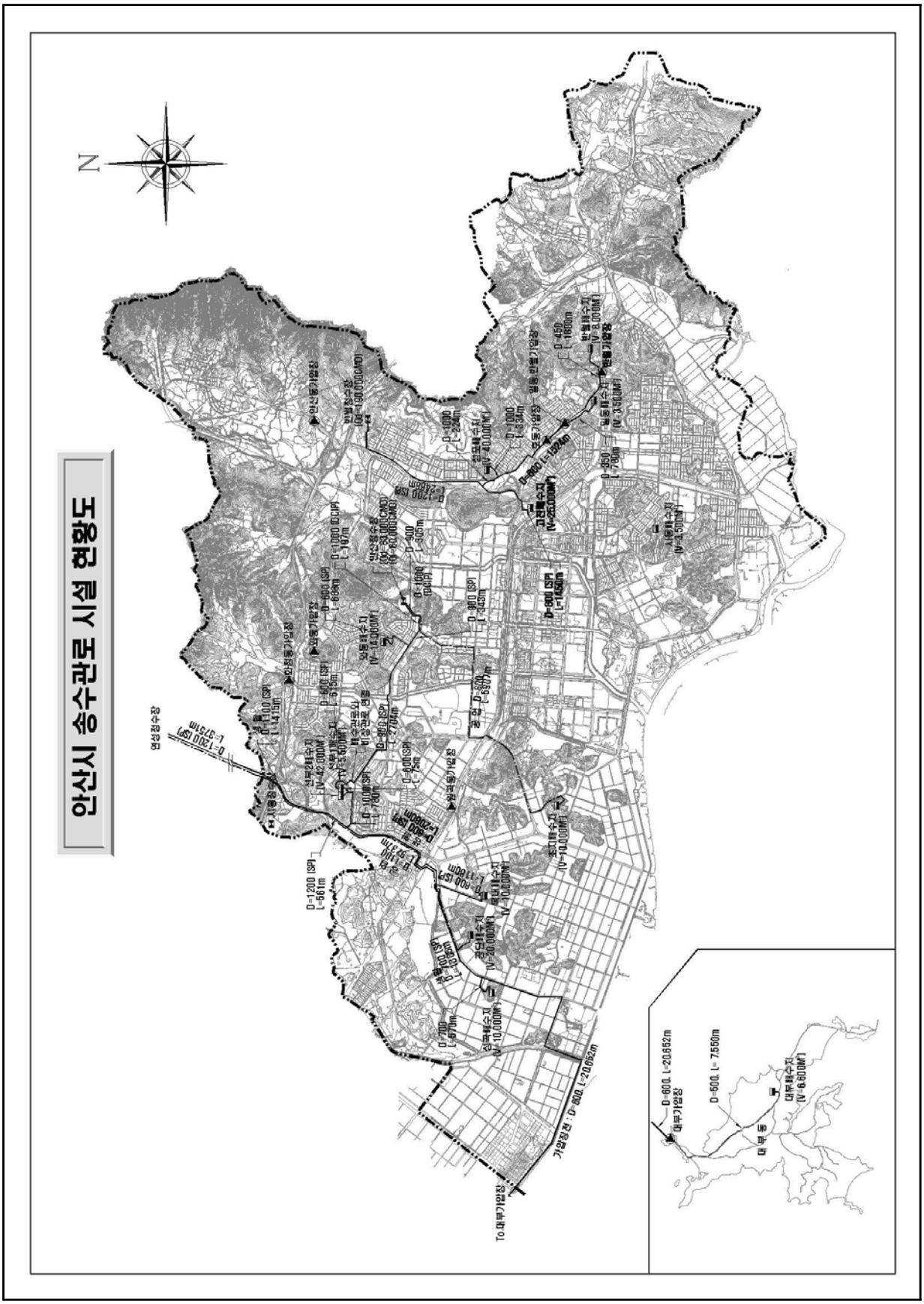
계통구분		시설개요			비고
		관경(mm)	연장(m)	관종	
생활	연성정수장	D=500 ~ D=1,200	40,499	SP	-
	안산정수장	D=600 ~ D=1,000	5,245	SP, DCIP	-
	반월정수장	D=350 ~ D=1,200	8,580	SP, DCIP	-
	계	-	54,324	-	-
공업	연성정수장	D=1,100	9,237	SP	-
	안산정수장	D=800	5,907	SP	-
	계	-	15,144	-	-
합계		-	69,468	-	-

자료출처 : 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임

〈표 4.2-2〉 관로구간 분할

구 분		시 설 개 요				비 고
		관 경(mm)	연 장(m)	관 종	년 도	
연성정수장계통	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			
안산정수장계통	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			
반월정수장계통	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			

자료출처 : 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임



〈그림 4.2-1〉 송수관로 시설 현황도

4.3 수리적 성능평가

4.3.1 생활용수

가. 연성정수장 계통

연성정수장 계통의 생활용수 송수관로는 선부1,2배수지, 목내배수지, 성곡배수지의 잔류수두가 배수지 고수위(H.W.L) 기준 각각 14.53m(유효수심 : 5.0m), 10.80m(유효수심 : 4.0m), 11.99m(유효수심 : 4.0m)로 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

이후 대부동 송수라인의 경우, 대부가압장, 대부배수지까지는 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 각각 53.16m(유효수심 : 4.0m), 40.99m(유효수심 : 4.0m)로인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다. 한편 시화방조제 구간내 조성중인 조력발전소 개발사업에 필요한 용수는 배수관로에서 공급이 현실적으로 곤란하여 대부동 송수라인에서 분기하여 공급하는 것으로 계획하였으며, 검토결과 분기점의 잔류수두가 53.09m로 용수공급에는 문제는 없는 것으로 분석되었다.

나. 안산정수장 계통

안산정수장 생활용수 계통은 안산정수장 직접급수이므로 송수관로의 수리계산은 검토하지 않았다.

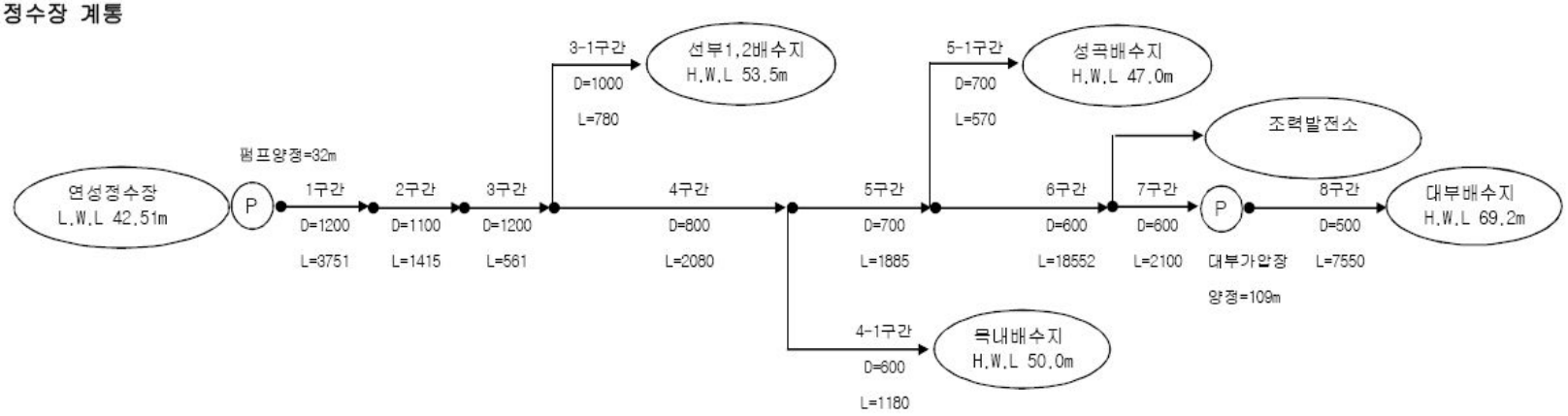
다. 반월정수장 계통

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 6.11m(유효수심 : 5.0m), 성포배수지 3.26m(유효수심 : 5.0m)의 잔류수두 확보가 가능하여 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

한편, 일동·반월가압장 운영에 따른 반월배수지 및 일동배수지로의 송수능력은 가압장 펌프양정 계획시 펌프장 전단의 동수두를 고려하지 않고 계획되어 수리검토 결과, 반월배수지 8.58m(유효수심 : 4.0m), 일동배수지 6.60m(유효수심 : 4.0m)의 잔류수두에 충분한 여유가 있는 것으로 분석되었다.

◎ 연성정수장 계통

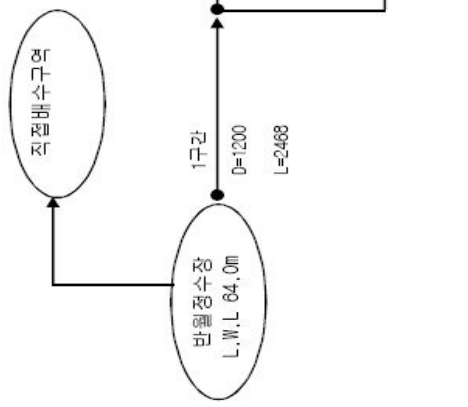


<그림 4.3-1> 연성정수장 계통 송수관로 수리용량 검토(생활용수)

(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	107,331	1.242	1,200	120	0.00093	1.10	3.50	74.51	71.01	48.30	42.51	펌프양정(m)	32.00
2구간 : 관경축소점~관경확대점	1,415	107,331	1.242	1,100	120	0.00143	1.31	2.02	71.01	68.99				
3구간 : 관경확대점~선부1,2배수지분기점	561	107,331	1.242	1,200	120	0.00093	1.10	0.52	68.99	68.47				
4구간 : 선부1,2배수지분기점~목내배수지분기점	2,080	57,067	0.660	800	110	0.00246	1.32	5.11	68.47	63.36				
5구간 : 목내배수지분기점~성곡배수지분기점	1,885	34,342	0.397	700	110	0.00184	1.04	3.47	63.36	59.89			대부P양정(m)	109.00
6구간 : 성곡배수지분기점~조력발전소분기점	18,552	2,745	0.032	600	100	0.00004	0.11	0.80	59.89	59.09	EL(+) 6.0		잔류수두(m)	53.09
7구간 : 조력발전소분기점~대부가압장	2,100	2,491	0.029	600	100	0.00004	0.10	0.08	59.09	59.01	5.85	1.85	잔류수두(m)	53.16
8구간 : 대부가압장~대부배수지	7,550	2,491	0.029	500	100	0.00009	0.15	0.66	110.85	110.19	69.20	65.00	잔류수두(m)	40.99
3-1구간 : 선부1,2배수지분기점~선부1,2배수지	780	50,264	0.582	1,000	120	0.00056	0.74	0.43	68.47	68.03	53.50	48.50	잔류수두(m)	14.53
4-1구간 : 목내배수지분기점~목내배수지	1,180	22,725	0.263	600	100	0.00216	0.94	2.55	63.36	60.80	50.00	46.00	잔류수두(m)	10.80
5-1구간 : 성곡배수지분기점~성곡배수지	570	31,597	0.366	700	110	0.00158	0.96	0.90	59.89	58.99	47.00	43.00	잔류수두(m)	11.99
조력발전소		254	0.003											

◎ 반월정수장 계통



(생활용수, 2015년 기준)

구 분	연장(m)	배분량 (㎥/day)	배분량 (㎥/sec)	관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사 (‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m) 시점	동수두(m) 종점	배수지(흡수정) H.W.L	배수지(흡수정) L.W.L	비 고
1구간 : 반월정수장~고잔배수지분기점	2,468	160,615	1.859	1,200	120	0.00197	1.65	4.86	64.00	59.14	68.00	64.00	정수지 기준
2구간 : 고잔배수지분기점~성포배수지분기점	224	108,328	1.254	1,000	120	0.00231	1.60	0.52	59.14	58.63			반월P양정(m) 55.00
3구간 : 관경변동점~일동,반월가압장	1,524	35,588	0.412	600	100	0.00496	1.46	7.56	58.63	51.06			일동P양정(m) 26.00
4구간 : 일동,반월가압장~반월배수지	1,800	20,848	0.241	450	100	0.00749	1.53	13.48	106.06	92.58	84.00	80.00	잔류수두(m) 8.58
5구간 : 일동,반월가압장~일동배수지	780	14,740	0.171	350	100	0.01341	1.78	10.46	77.06	66.60	60.00	56.00	잔류수두(m) 6.60
1-1구간 : 고잔배수지분기점~고잔배수지	1,450	52,287	0.605	800	110	0.00209	1.21	3.03	59.14	56.11	50.00	45.00	잔류수두(m) 6.11
2-1구간 : 성포배수지분기점~성포배수지	334	72,740	0.842	1,000	120	0.00110	1.08	0.37	58.63	58.26	55.00	50.00	잔류수두(m) 3.26

〈그림 4.3-2〉 반월정수장 계통 송수관로 수리용량 검토(생활용수)

4.3.2 공업용수

가. 연성정수장 ~ 공단배수지

연성정수장~공단배수지 간 송수관로는 기존 송수관로로 공단배수구역 용수수요량을 배수지로 가압송수 하는 것으로 계획하였으며, 검토결과 배수지 고수위(H.W.L) 기준 잔류수두가 2.74m(유효수심: 5.0m)인 것으로 분석되어 안정적인 송수가 가능한 것으로 분석되었다.

나. 안산정수장 ~ 초지배수지

안산정수장~초지배수지 간 송수관로는 기존 송수관로로 초지배수구역 용수수요량을 배수지로 자연유하로 송수 하는 것으로 계획하였으며, 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.

◎ 연성정수장 계통

(공업용수, 2025년 기준)

구 분	연장(m)	배분량 (㎥/day)	배분량 (㎥/sec)	관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사(‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m) 시점	동수두(m) 종점	배수지(흡수정) H.W.L	배수지(흡수정) L.W.L	비 고	
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 (㎥/day)	배분량 (㎥/sec)	관경(mm)	유속계수 (C)	동수경사(‰)	유속 (m/sec)	손실수두 (m)	동수두(m) 시점	동수두(m) 종점	배수지(흡수정) H.W.L	배수지(흡수정) L.W.L	비 고	
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

<그림 4.3-3> 공업용수 송수관로 수리용량 검토

4.4 수질적 성능 평가

2005년부터 2009년 4월까지의 정수장별 먹는물 수질측정 자료를 분석한 결과, 모두 음용수에 적합한 것으로 나타났으며 각 정수장별 수질측정결과는 다음과 같다.

4.4.1 반월정수장 수질측정 결과

〈표 4.4-1〉 반월정수장(2005년 1월~2009년 4월) 먹는물 수질측정 결과

시험 항목	수질 기준	검사 결과	시험 항목	수질 기준	검사 결과
1.일반세균	100CFU/㎖ 이하	0	28.에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
2.총대장균군	불검출/100㎖	불검출	29.크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
3.대장균/분원성대장균군	불검출/100㎖	불검출	30.1,1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출
4.납	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	31.사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출
5.불소	1.5㎎/ℓ 이하	0.646	32.1,2-디브로모-3-클로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출
6.비소	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	33. 경도(Hardness)	300㎎/ℓ 이하	62.571
7.세레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	34.과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	1.54
8. 수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	35. 냄새	무 취	적합
9.시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	36. 맛	무 미	적합
10.6가크롬(Cr+6)	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	37. 동	1㎎/ℓ 이하	불검출
11.암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	0.013	38. 색도	5도이하	1
12.질산성질소	10㎎/ℓ 이하	1.744	39.세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
13.카드뮴	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	40. 수소이온농도	5.8-8.5	7.371
14.보론	0.3㎎/ℓ 이하	0.01	41. 아연	1㎎/ℓ 이하	0.00
15.총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	0.024	42.염소이온	250㎎/ℓ 이하	11.519
16.클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	0.018	43.증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	110.865
17.페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	44. 철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
18.다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	45. 망간	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
19.파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	46. 탁도	0.5NTU이하	0.076
20.페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	47.황산이온	200㎎/ℓ 이하	11.558
21.카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	48. 알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	0.055
22.1,1,1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	49.유리잔류염소	4.0㎎/ℓ 이하	0.770
23. 테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	50.클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하	0.007
24. 트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	51.디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하	0.002
25.디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	52.디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하	0.002
26.벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	53.트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하	0.001
27.톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	54.할로아세틱에시드	0.1㎎/ℓ 이하	0.017
판정		적 합	판 정		적 합

4.4.2 시흥정수장 수질측정 결과

〈표 4.4-2〉 시흥정수장(2005년 1월~2009년 4월) 먹는물 수질측정 결과

시험 항목	수질 기준	검사 결과	시험 항목	수질 기준	검사 결과
1.일반세균	100CFU/㎖ 이하	0	28.에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
2.총대장균군	불검출/100㎖	불검출	29.크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
3.대장균/분원성대장균군	불검출/100㎖	불검출	30.1.1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출
4.납	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	31.사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출
5.불소	1.5㎎/ℓ 이하	0.7	32.1,2-디브로모-3-클로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출
6.비소	0.05㎎/ℓ 이하	0.005	33. 경도(Hardness)	300㎎/ℓ 이하	62.894
7.셀레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	34.과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	1.681
8. 수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	35. 냄새	무 취	적합
9.시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	36. 맛	무 미	적합
10.6가크롬(Cr+6)	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	37. 동	1㎎/ℓ 이하	불검출
11.암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	0.01	38. 색도	5도이하	1
12.질산성질소	10㎎/ℓ 이하	1.736	39.세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
13.카드뮴	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	40. 수소이온농도	5.8-8.5	7.424
14.보론	0.3㎎/ℓ 이하	0.01	41. 아연	1㎎/ℓ 이하	0.006
15.총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	0.025	42.염소이온	250㎎/ℓ 이하	11.52
16.클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	0.02	43.증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	116.06
17.페놀	0.005㎎/ℓ 이하	0.014	44. 철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
18.다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	45. 망간	0.3㎎/ℓ 이하	0.005
19.파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	46. 탁도	0.5NTU이하	0.075
20.페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	47.황산이온	200㎎/ℓ 이하	11.62
21.카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	48. 알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	0.065
22.1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	49.유리잔류염소	4.0㎎/ℓ 이하	0.823
23. 테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	50.클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하	0.010
24. 트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	51.디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하	0.002
25.디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	52.디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하	0.004
26.벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	53.트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하	0.001
27.톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	54.할로아세틱에시드	0.1㎎/ℓ 이하	0.023
판정		적 합	판 정		적 합

4.4.3 안산정수장 수질측정 결과

〈표 4.4-3〉 안산정수장(2005년 1월~2009년 4월) 먹는물 수질측정 결과

시험 항목	수질 기준	검사 결과	시험 항목	수질 기준	검사 결과
1.일반세균	100CFU/㎖ 이하	0	28.에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
2.총대장균군	불검출/100㎖	불검출	29.크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
3.대장균/분원성대장균군	불검출/100㎖	불검출	30.1.1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출
4.납	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	31.사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출
5.불소	1.5㎎/ℓ 이하	0.6	32.1,2-디브로모-3-클로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출
6.비소	0.05㎎/ℓ 이하	0.008	33. 경도(Hardness)	300㎎/ℓ 이하	62.590
7.셀레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	34.과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	1.549
8. 수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	35. 냄새	무 취	적합
9.시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	36. 맛	무 미	적합
10.6가크롬(Cr+6)	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	37. 동	1㎎/ℓ 이하	0.01
11.암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	0.01	38. 색도	5도이하	1
12.질산성질소	10㎎/ℓ 이하	1.652	39.세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
13.카드뮴	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	40. 수소이온농도	5.8-8.5	7.262
14.보론	0.3㎎/ℓ 이하	0.01	41. 아연	1㎎/ℓ 이하	0.006
15.총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	0.023	42.염소이온	250㎎/ℓ 이하	12.692
16.클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	0.018	43.증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	102.885
17.페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	44. 철	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
18.다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	45. 망간	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
19.파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	46. 탁도	0.5NTU이하	0.080
20.페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	47.황산이온	200㎎/ℓ 이하	11.75
21.카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	48. 알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	0.065
22.1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	49.유리잔류염소	4.0㎎/ℓ 이하	0.781
23. 테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	50.클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하	0.008
24. 트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	51.디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하	0.002
25.디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	52.디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하	0.004
26.벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	53.트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하	0.001
27.톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	54.할로아세틱에시드	0.1㎎/ℓ 이하	0.017
판정		적 합	판 정		적 합

4.4.4 연성정수장 수질측정 결과

〈표 4.4-4〉 연성정수장(2005년 1월~2009년 4월) 먹는물 수질측정 결과

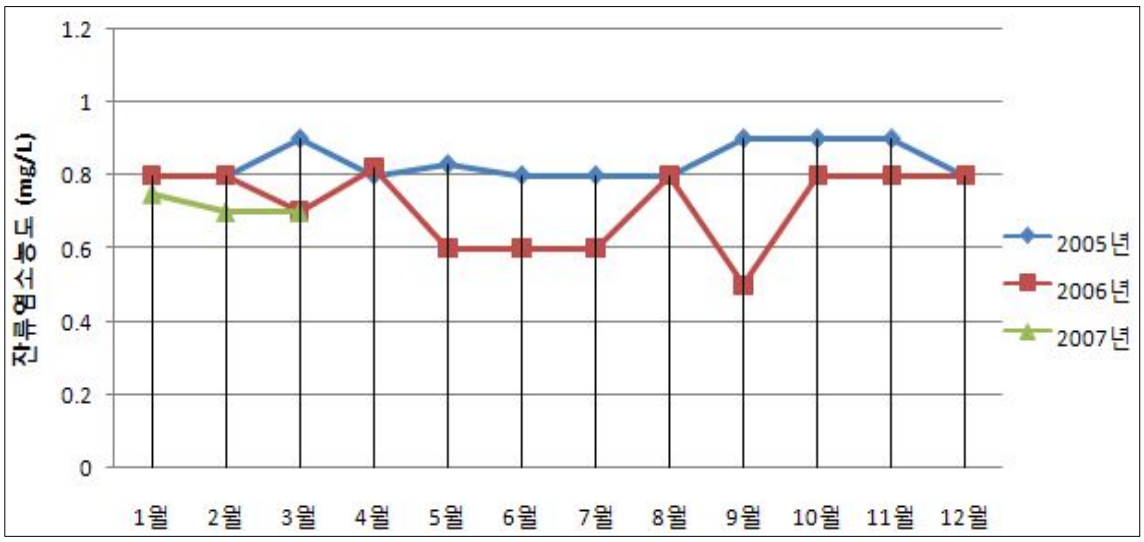
시험 항목	수질 기준	검사 결과	시험 항목	수질 기준	검사 결과
1.일반세균	100CFU/㎖ 이하	0	28.에틸벤젠	0.3㎎/ℓ 이하	불검출
2.총대장균군	불검출/100㎖	불검출	29.크실렌	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
3.대장균/분원성대장균군	불검출/100㎖	불검출	30.1.1-디클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출
4.납	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	31.사염화탄소	0.002㎎/ℓ 이하	불검출
5.불소	1.5㎎/ℓ 이하	0.777	32.1,2-디브로모-3-클로로프로판	0.003㎎/ℓ 이하	불검출
6.비소	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	33. 경도(Hardness)	300㎎/ℓ 이하	64.136
7.셀레늄	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	34.과망간산칼륨소비량	10㎎/ℓ 이하	1.615
8. 수은	0.001㎎/ℓ 이하	불검출	35. 냄새	무 취	적합
9.시안	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	36. 맛	무 미	적합
10.6가크롬(Cr+6)	0.05㎎/ℓ 이하	불검출	37. 동	1㎎/ℓ 이하	0.012
11.암모니아성질소	0.5㎎/ℓ 이하	0.01	38. 색도	5도이하	1
12.질산성질소	10㎎/ℓ 이하	1.608	39.세제	0.5㎎/ℓ 이하	불검출
13.카드뮴	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	40. 수소이온농도	5.8-8.5	7.274
14.보론	0.3㎎/ℓ 이하	0.01	41. 아연	1㎎/ℓ 이하	0.005
15.총트리할로메탄	0.1㎎/ℓ 이하	0.027	42.염소이온	250㎎/ℓ 이하	11.3
16.클로로포름	0.08㎎/ℓ 이하	0.021	43.증발잔류물	500㎎/ℓ 이하	100.62
17.페놀	0.005㎎/ℓ 이하	불검출	44. 철	0.3㎎/ℓ 이하	0.055
18.다이아지논	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	45. 망간	0.3㎎/ℓ 이하	0.006
19.파라티온	0.06㎎/ℓ 이하	불검출	46. 탁도	0.5NTU이하	0.080
20.페니트로티온	0.04㎎/ℓ 이하	불검출	47.황산이온	200㎎/ℓ 이하	11.48
21.카바릴	0.07㎎/ℓ 이하	불검출	48. 알루미늄	0.2㎎/ℓ 이하	0.058
22.1.1.1-트리클로로에탄	0.1㎎/ℓ 이하	불검출	49.유리잔류염소	4.0㎎/ℓ 이하	0.766
23. 테트라클로로에틸렌	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	50.클로랄하이드레이트	0.03㎎/ℓ 이하	0.009
24. 트리클로로에틸렌	0.03㎎/ℓ 이하	불검출	51.디브로모아세토니트릴	0.1㎎/ℓ 이하	0.003
25.디클로로메탄	0.02㎎/ℓ 이하	불검출	52.디클로로아세토니트릴	0.09㎎/ℓ 이하	0.004
26.벤젠	0.01㎎/ℓ 이하	불검출	53.트리클로로아세토니트릴	0.004㎎/ℓ 이하	0.001
27.톨루엔	0.7㎎/ℓ 이하	불검출	54.할로아세틱에시드	0.1㎎/ℓ 이하	0.018
관 정		적 합	관 정		적 합

4.4.5 수질적 성능평가 결과분석

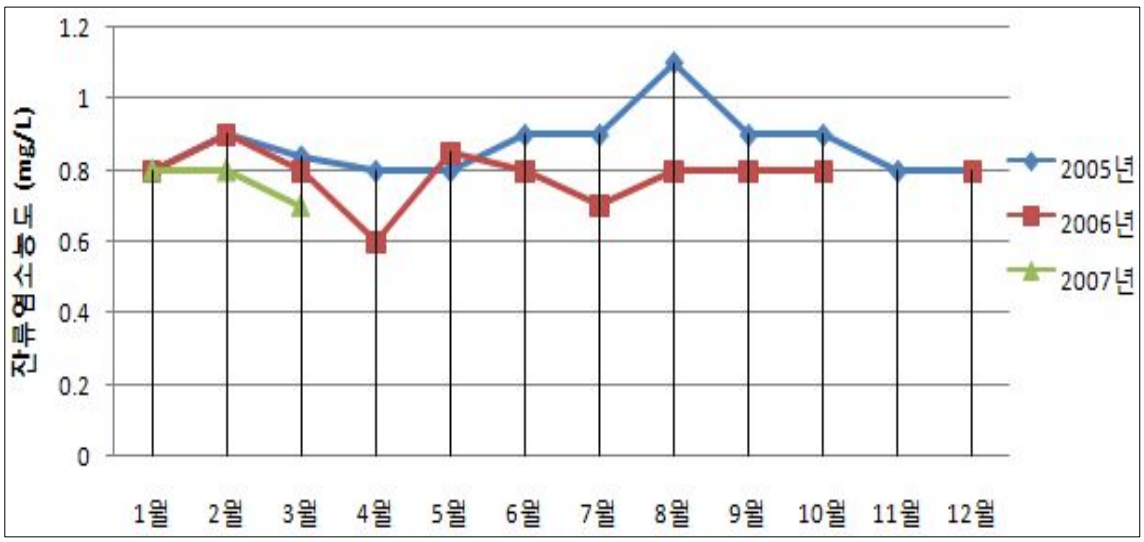
2005년부터 2009년 4월까지 안산시 정수장별 잔류염소농도의 변화를 살펴보면 0.5~1.1mg/L의 농도를 보이고 있었으며 평균 0.78mg/L인 것으로 나타났다. 반월정수장 및 시흥정수장의 잔류염소농도는 2007년 4월까지 자료를 바탕으로 비교하였다.

〈표 4.4-5〉 정수장별 잔류염소농도 변화

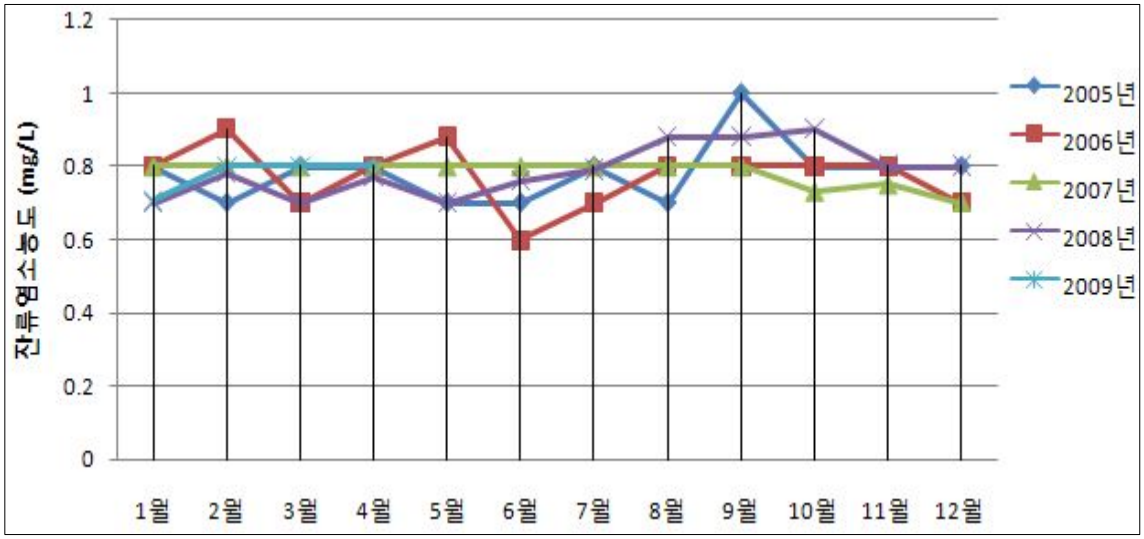
구분	반월정수장	시흥정수장	안산정수장	연성정수장
최소(mg/L)	0.5	0.6	0.6	0.59
최대(mg/L)	0.9	1.1	1	1
평균(mg/L)	0.77	0.82	0.78	0.78



〈그림 4.4-1〉 반월정수장 월별 잔류염소농도 변화추이



〈그림 4.4-2〉 시흥정수장 월별 잔류염소농도 변화추이



〈그림 4.4-3〉 안성정수장 월별 잔류염소농도 변화추이



〈그림 4.4-4〉 연성정수장 월별 잔류염소농도 변화추이

4.5 물리적 성능 평가

4.5.1 외부부식환경 평가

가. 토양부식성

안산시 도송수관로 정밀안전진단서(2008년)를 참조자료로 활용한 결과를 정리하면 관로시설물에 대한 제반 시험으로 부식환경조사, 관로 매설깊이조사, 관압측정자료 분석 등을 실시하였다. 외부부식환경조사를 위해서 관대지전위차, 토양비저항, 토양pH, 함수율, 염화물·황화물 함유량분석 등을 조사하였으며, 전체 관로구간에 대한 관로 외부에 대한 부식환경조사를 실시하여 매설된 관로의 현재 상태에서의 부식 환경 여건과 주위 환경에 따른 향후 상태를 예측하여 관로 상태평가 자료로서 활용하고자 하였다.

〈표 4.5-1〉 토양부식성 평가결과

구간		토양부식성						
		토 양 비저항	토양 pH		함수율		황화물 함유량	염화물 함유량
			현장	시험실	현장	시험실		
송수관로	안산정수장~초지배수지	20	20	3	20	3	3	3
	안산정수장~선부1배수지	12	12	2	12	2	2	2
	와동배수지분기~와동배수지	2	2	1	2	1	1	1
	연성정수장분기~선부1배수지	3	3	1	3	1	1	1
	반월정수장~고잔배수지	14	14	2	14	2	2	2
	일동반월가압장~반월배수지	9	9	1	9	1	1	1
	일동반월가압장~일동배수지	5	5	-	5	-	-	-
계		65	65	10	65	10	10	10

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

나. 노면하중

관로가 매설되어 있는 노면에 중차량의 통행이 빈번하다면 이로 인한 과대하중에 의해 매설관의 손상 및 파손이 발생할 우려가 높다. 노면하중에 대한 자료는 직접 관로에 대한 현장조사를 실시함으로써 얻을 수 있다.

노면하중의 구분은 차량하중의 재하여부 및 하중의 크기를 간접적으로 평가하는 방법을 이용하며 매설관로 상의 토지이용 현황을 기초로 하여 각 관로구간별로 비차도, 전용 도로, 2차선 미만도로, 2차선 이상도로, 4차선 이상도로, 중차량 작업장 등으로 구분 조사한다. 노면하중에 관련한 조사사항은 비차도, 2차선~10차선 등으로 조사되었다.

다. 사용년수

사용년수와 관의 구조적 안전과는 직접적인 상관관계는 없지만 사용년수가 경과될수록 여러가지 요인들에 의해 사고발생의 개연성은 높아지게 되므로 관로구간별로 사용년수를 조사토록 한다.

본 대상구간내의 관로의 사용년수는 1979년~1997년으로 조사되었고, 관로 구간분할시 구간에 따른 관로의 매설년수를 명기하여 상태평가시 반영조치 하였다.

라. 관내 외면 방식도장 및 라이닝

관내·외면 방식도장 및 라이닝의 유무는 수집한 각종 자료와 관로시설의 이설 및 보수·교체 공사시 관내·외면조사 등을 통하여 조사한다. 굴착조사시와 각 밸브실 조사시 대체적으로 외부 방식도장 및 도복장 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

4.5.2 내부부식환경 평가

가. 수질의 부식성평가 결과

안산시 송수관로 정수의 부식지수 산정결과, LSI(Langelier saturation index;랑겔리어 포화지수)는 -3.4~-2.4의 범위에 분표하였고, RSI(Ryznar statability index;Ryznar 안정도지수)는 12.1~13.6의 범위에 분포하였다. 즉, 안산시 송수관로 또한 부식이 발생할 수 있는 수질환경에 노출되어 있음을 확인할 수 있었다.

관 내부부식환경의 분석결과, 원수 및 정수 모두 부식성이 있는 수질로 나타나 본 과업대상 전체관로인 송수관은 관내의 부식 발생 및 진행의 가능성이 높은 환경에 노출되어 있으며 특히, 관내부 도막의 불량 또는 손상부위에서는 부식 발생 가능성이 큰 것으로 평가되었다. 또한 정수처리공정에서 투여되는 응집제 및 소독제 등의 영향으로 인한 pH의 저하로 원수보다 정수의 부식 발생과 진행의 가능성이 더 높음을 확인할 수 있었다.

나. 관 내부 확인 조사

안산시 관로시설중 도수관로에 대한 내부 상태, 부식정도, 담치류 서식정도 등을 평가하기

위하여 관 내부를 직접 확인 조사하였다.

조사결과 광역상수도 3단계의 경우 현장용접부에 도복장 손상이 있었지만 대체로 양호한 상태이며 담치류가 서식하지 않았으며 부식이 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 광역상수도 4단계의 경우 도복장이 되어 있지 않아 전반적으로 부식이 발생된 상태이다.

도수관로의 수질환경이 부식발생 및 부식진행이 가능한 환경에 노출되어 있음을 확인할수 있었는데, 광역상수도 3단계의 관 내부는 도복장이 되어있어 관이 부식되지 않았으며 내부에 스케일 또한 발생하지 않았다. 그리고 광역상수도 4단계의 경우 도복장이 되어있지 않아 내부가 전반적으로 부식이 되어 있는 것으로 보아 RI지수에 의해 얻어진 수질의 부식성의 결과가 관의 부식에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 도복장이 미설치된 구간은 지속적인 유지관리를 통한 보수가 이루어 져야 할 것으로 사료된다.

다. 유속계수 (C값) 측정

관로의 유속계수를 산정하기 위해서는 관로를 통해 유하되는 유량과 동수경사를 측정하여야 하며, 측정구간은 측정오차를 최소화하고 유속계수 계산이 가능하기 위한 조건으로, 가능하면 기존유량계를 이용할 수 있고 수압측정이 가능한 구간을 선정하였다.

〈표 4.5-2〉 조사구간

구간	연장(m)	관종	관경(mm)	매설년도	비고
송수관로 안산정수장~초지배수지	3,375	SP	800	1979	
송수관로 반월정수장~고잔배수지	1,049	SP	800	1997	

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

측정된 결과를 현황과 측정값을 나타내어 아래와 같이 비교·검토하였다.

〈표 4.5-3〉 측정결과

구간	연장(m)	관종	관경(mm)	경과년수	측정결과		
					최소	최고	평균
송수관로 안산정수장~초지배수지	3,375	SP	800	29년	103.59	108.09	106.09
송수관로 반월정수장~고잔배수지	1,049	SP	800	11년	108.84	135.37	125.94

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

측정시 안산정수장에서 초지배수지 구간은 유량 0.777톤/s, 유속은 1.546m/s 조건에서 C값이 103.59~108.09fh 계산되었다. 반월정수장에서 고잔배수지 구간은 유량 0.301통/s, 유속 0.599m/s 조건에서 C값이 108.84~135.37로 계산되었다. 현장조사 당시 운영상황에 큰 변동 없이 운전중이었다. 안산정수장에서 초지배수지구간의 C값은 평균 106.09로 조사되었으나 110으로 반월정수장에서 고잔배수지구간의 C값은 평균 125.94로 조사되었으나 120으로 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

4.5.3 표본굴착조사

매설관로에 대한 관 굴착조사는 관로 노선상에서 실시한 토양시험 결과 및 관계자 청문자료를 바탕으로 하여 도로, 교통여건, 기타 시설물과의 관계, 민원문제 등 현장여건상 현실적으로 굴착가능한 곳을 선정하여 굴착을 실시하여야 하나 본 과업에서는 송수관로에 대한 직접적인 표본굴착을 실시를 대신하여 최근 실시된 안산시 도·송수관로 정밀안정진단 보고서(2008)의 내용들을 인용하였다. 해당 보고서는 직접조사 및 평가와 관련된 내용들이 상세하게 서술되어 있으며 해당 내용들을 송수관로와 관련된 직접조사 부분들 중의 내용들을 살펴보면 송수관로의 굴착조사는 2개소에 대해서 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

〈표 4.5-4〉 표본굴착조사 결과

구간	외면					내면
	도복장두께(mm)		평균관두께(mm)		부식깊이 (mm)	용접길이 (mm)
	실측	기준	실측	기준		
반월정수장~고잔배수지	5.34	4.0	8.0	8.0	-	20.0~27.0
일동반월가압장~반월배수지	-	-	12.4	13.2	-	-

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

관의 외부 도복장은 프라이머 도장 위에 역청재 계통인 클토라 에나멜과 글래스매트 섬유재로 도복장된 상태로 조사되었고, 설계 및 기존자료를 근거로 하여 관 내부 도복장 또한 비투민 계통의 콜타르에나멜로 조사되었다.

조사지점에서 시공시 발생된 것으로 추정되는 피복 손상부가 조사되었으며 도복장 건전부에서는 부식이 없는 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있었다.

관외면 도복장두께는 "KSD 8307 수도용 강관 콜타르 에나멜 도복장 방법"의 관외면 도복장 두께 기준인 4.0mm이상을 확보하여야 하며 조사결과 양호한 상태로 조사되었다.

4.5.4 잔존수명 평가

잔존수명 계산결과 부식률은 굴착조사 2개소에서 0.118 ~ 0.273mm/년으로 조사되어 여유두께는 3.0 ~ 5.9mm이다. 잔존수명이 23 ~ 53년으로 나타났다. 그 결과는 다음과 같다.

〈표 4.5-5〉 잔존수명평가 결과

위치	매설 년도	매설 깊이	경과 년수	관경 (mm)	부식 깊이	부식률	필요 두께	실측 관두께	여유 두께	잔존 수명	상태 등급
반월정수장~고잔배수지	1998	1.8	11	800	1.3	0.118	4.6	7.6	3.0	53	b
일동반월가압장~반월배수지	1998	2.2	11	600	3.0	0.273	3.4	9.3	5.9	23	a

- 부식률에 의한 잔존수명 산정시 적용값 동일 적용.
- 필요두께 : 허용응력 도달시의 관두께

자료출처 : 안산시 도·송수관로 정밀안전진단 보고서 (2008.07)

제 5 장 송수관로의 종합평가 및 개선방안 수립

5-1 구간별 조사결과 개요
5-2 상태 및 사고위험도 평가결과
5-3 문제원인 분석 및 개선방안 수립
5-4 노후관로 개량계획
5-5 시설운영 및 유지관리계획 수립
5-6 사업우선순위

제5장 송수관로의 종합평가 및 개선방안 수립

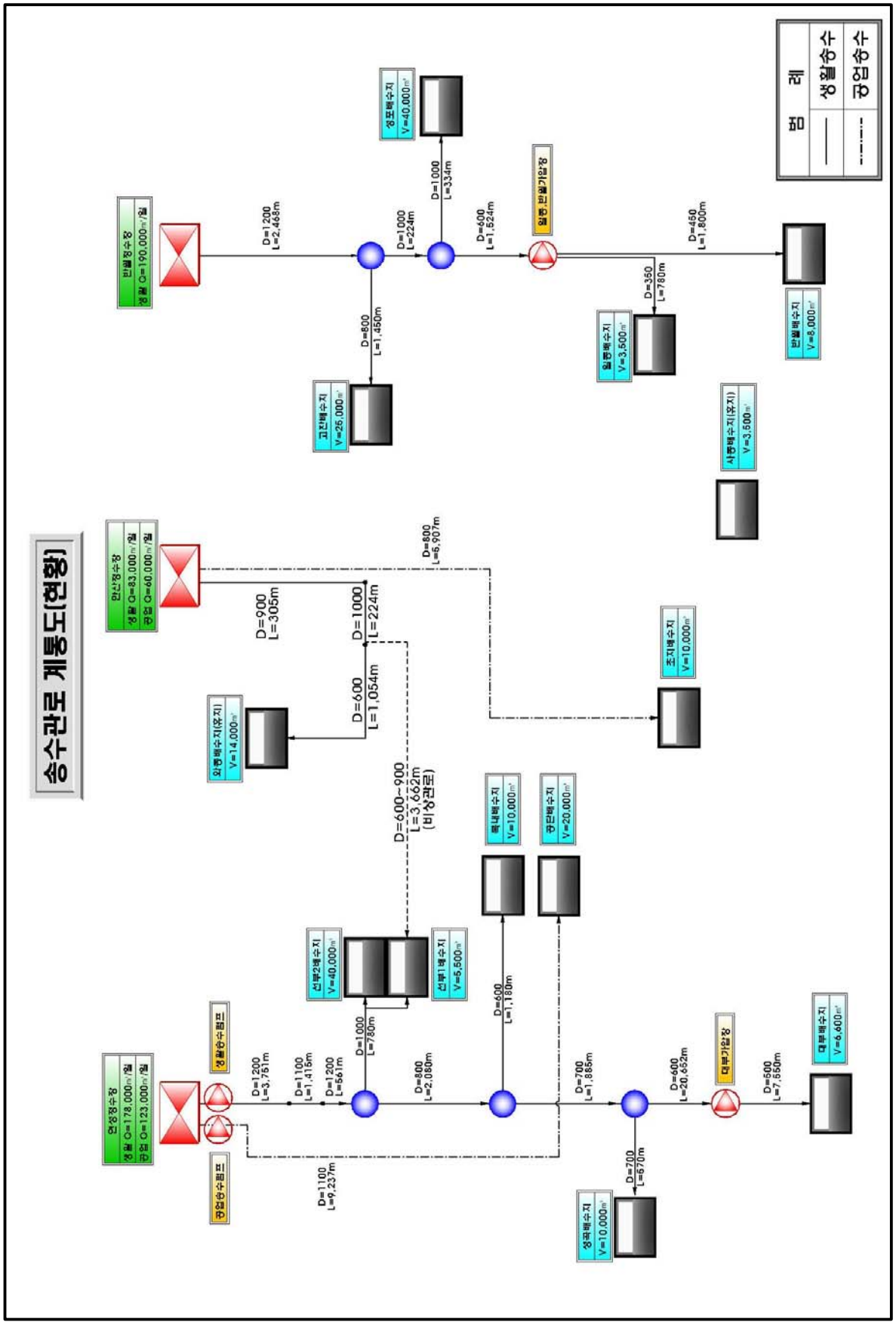
5.1 구간별 조사결과 개요

관로시설의 점검 및 유지관리에 유용하게 활용하기 위하여 관로진단·평가 항목을 고려한 관로구간 분할 기준에 의하여 계획된 송수관로 구간분할은 다음과 같다.

〈표 5.1-1〉 구간분할결과

구 분		시 설 개 요				비 고
		관 경(mm)	연 장(m)	관 종	년 도	
연성정수장 계통	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			
안산정수장 계통	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	기존	정수장 ~ 초지배수지
		소 계	5,907			
반월정수장 계통	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			

자료출처 : 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임



〈그림 5.1-1〉 송수관로 계통도

5.2 상태 및 사고위험도 평가결과

〈표 5.2-1〉 관로상태 및 사고위험도 평가결과

구분	점 검 결 과	비고
안산정수장 ~ 초지배수지	· 안산정수장에서 초지배수지까지 송수관로 구간 D800mm, L=5,907m · 관로는 도로 92.5%,보도 4.6%, 산지 2.3%, 하천 0.71%로 매설됨 · 관로 매설깊이 실측 결과 1.36m~2.6m로 조사됨. · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 일부 도로확장에 따른 변화부를 제외하고는 없는 것으로 조사됨 · 도로내 구간이 많아 밸브실 맨홀두껑으로부터 유입되는 물에 의해 밸브실의 침수가 다소 많은 것으로 조사됨.	
안산정수장 ~ 선부1배수지	· 안산정수장에서 선부배수지까지 송수관로 구간 D600~1,000mm, L=4,852m · 관로는 도로 91%, 보도 5%, 산지 3.2%, 하천 0.8%로 매설됨. · 관로 매설깊이 실측 결과 1.33m~2.45m로 조사됨. · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 없는 것으로 조사됨. · 도로내 구간의 밸브실 경우 맨홀두껑으로부터 유입되는 물에 의해 밸브실 침수가 다소 많은 것으로 조사됨.	
와동배수지분기 ~ 와동배수지	· 와동배수지분기에서 와동배수지까지 송수관로 구간 D600mm, L=688m · 관로는 도로 51%, 보도 41%로 매설됨. · 관로 매설깊이 실측 결과 1.11m~1.50m로 조사됨. · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 없는 것으로 조사됨. · 도로내 구간의 밸브실 경우 맨홀두껑으로부터 유입되는 물에 의해 밸브실 침수가 다소 많은 것으로 조사됨.	

자료출처 : 안산시 정밀안전진단 보고서(2008.07)

〈표 5.2-1계속〉 관로상태 및 사고위험도 평가결과

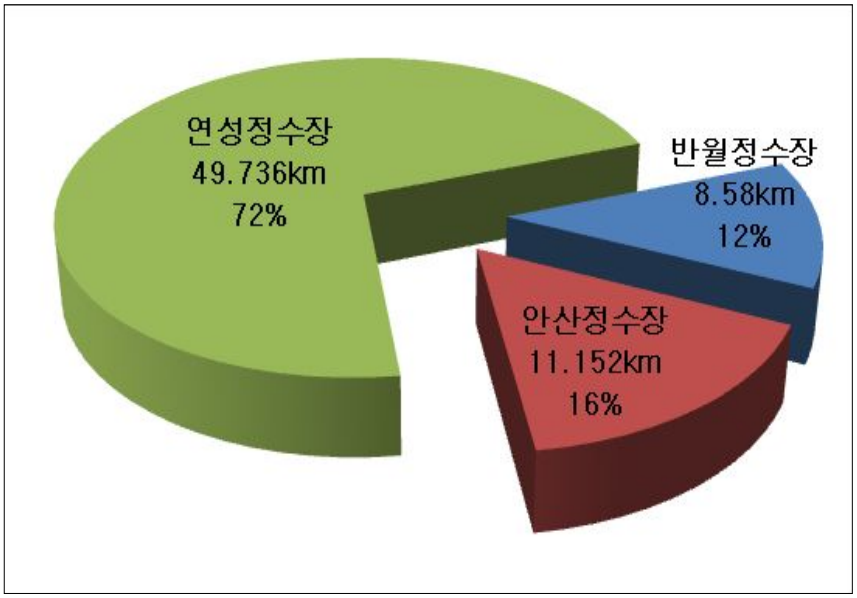
구분	점 검 결 과	비고
연성정수장분기 ~ 선부1배수지	· 연성정수장 분기에서 선부배수지까지 송수관로 구간 D1,000mm, L=780m · 관로는 도로 91.6%, 녹지 8.4%로 매설됨. · 관로 매설깊이는 구간안에 밸브실이 존재하지 않아 확인불가.(관망도상 구간 공원내 밸브실이 있는 것으로 나타나나 확인결과 없는 것으로 조사됨) · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 없는 것으로 조사됨.	
반월정수장 ~ 고잔배수지	· 반월정수장에서 고잔배수지까지 송수관로 구간 D1,200mm, L=2,468m · 관로는 녹지 68.7%, 도로 15.8%, 산지 15.5%로 매설됨. · 관로 매설깊이 실측 결과 1.7m~4.74m로 조사됨. · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 없는 것으로 조사됨. · 대부분 녹지구간에 밸브실이 매설되어 있고 매설 깊이가 깊어 유입되는 지하수에 의해 밸브실 침수가 다소 많으며 침수깊이가 깊은 것으로 조사됨.	
일동반월가압장 ~ 반월배수지	· 일동반월가압장에서 반월배수지까지 송수관로 구간 D450~600mm, L=1,800m · 관로는 도로 73.5%, 녹지 26.5%로 매설됨. · 관로 매설깊이 실측 결과 1.25m~4.48m로 조사됨. · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 없는 것으로 조사됨. · 녹지구간에 밸브실이 매설되어 있는 경우 유입되는 지하수에 의해 밸브실이 침수가 되며, 도로내 구간의 밸브실 경우 맨홀 두껑으로부터 유입되는 물에 의해 밸브실 침수가 다소 많은 것으로 조사됨.	
일동반월가압장 ~ 일동배수지	· 일동, 반월가압장에서 일동배수지까지 송수관로 구간 D350mm, L=780m · 관로는 도로 88.7%, 녹지 12.3%로 매설됨. · 관로 매설깊이 실측 결과 1.32m로 조사됨.(구간내 밸브실 1개) · 조사 결과 기존 매설환경의 변화는 없는 것으로 조사됨. · 구간에서 굴착조사를 하기위해 터파기를 한 결과, 관보호공이 타설되어있음.	

자료출처 : 안산시 정밀안전진단 보고서(2008.07)

5.3 문제원인 분석 및 개선방안수립

5.3.1 수계별 구분

안산시 정수장 수계별 송수관로연장 분포를 살펴보면 연성정수장 수계는 49,736m로 이중 생활용수관로는 40,499m, 공업용수관로는 9,237m이었으며 안산정수장 수계는 11,152m으로 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.



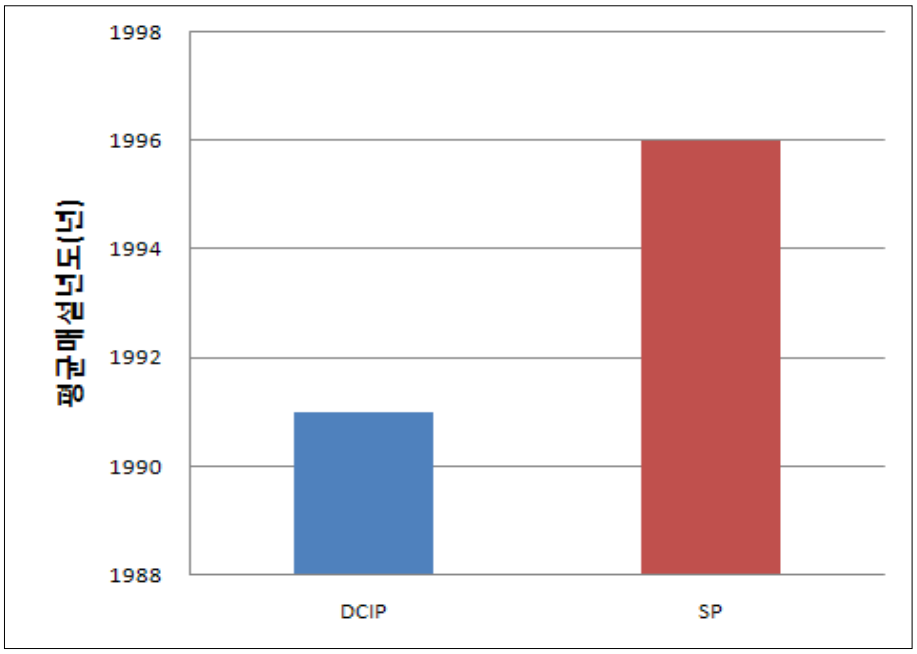
〈그림 5.3-1〉 정수장 수계별 송수관로 분포

〈표 5.3-1〉 안산시 정수장수계별 관종에 따른 분포현황

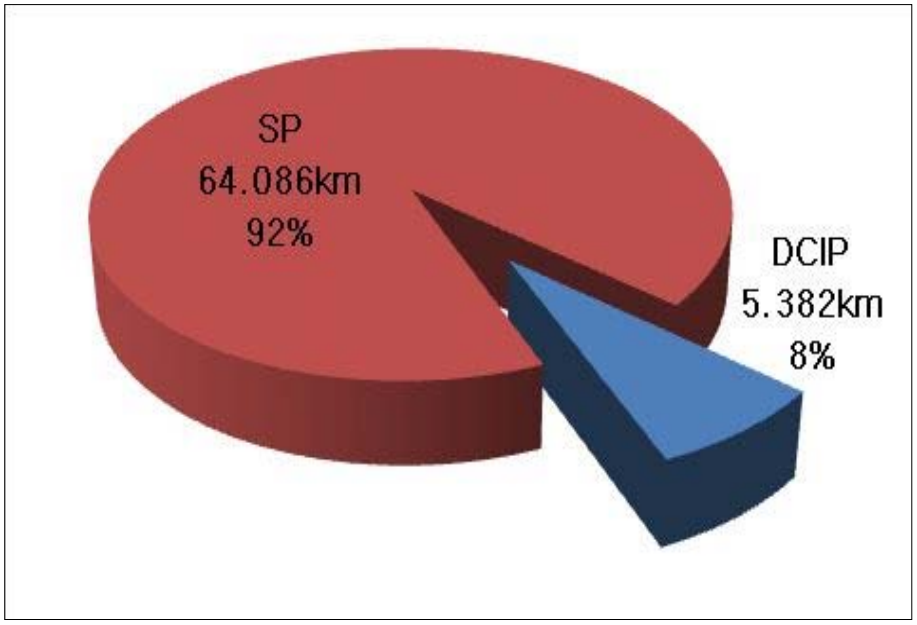
	관종	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	비고
반월정수장 수계	DCIP	1999	4.104	
	SP	1993	4.476	
	계	1996	8.58	
안산정수장 수계	DCIP	1979	1.278	
	SP	1992	9.874	
	계	1988	11.152	
연성정수장 수계	SP	1998	49.736	
	계	1998	49.736	
계		1995	69.468	

자료출처 : 시설연장은 상수도관망도(GIS, 1/1000) 및 설계자료 연장임

닥타일주철관은 매설년수가 평균 1991년이었으며 관로연장은 5.382Km(전체 송수관로 연장대비 8%를 차지)으로 관종별 매설년도 및 매설비중은 다음의 그림과 같다.



〈그림 5.3-2〉 안산시 송수관로 관 종별 평균 매설년도



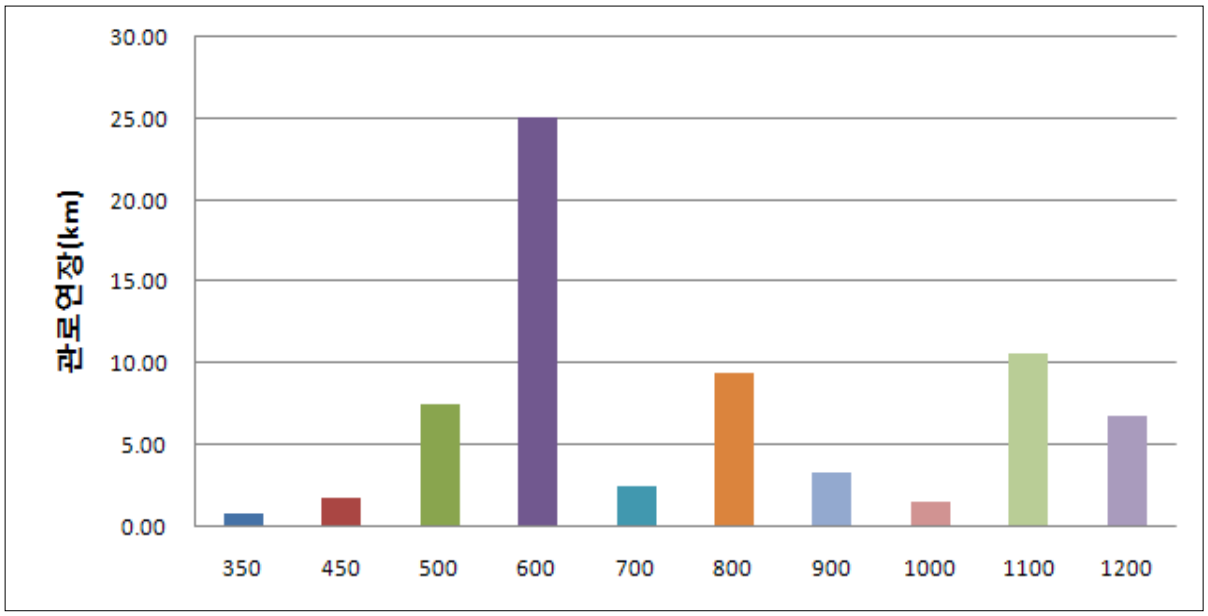
〈그림 5.3-3〉 안산시 송수관로 관종별 매설비중

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 5.3-2〉 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
계		1995	69.468

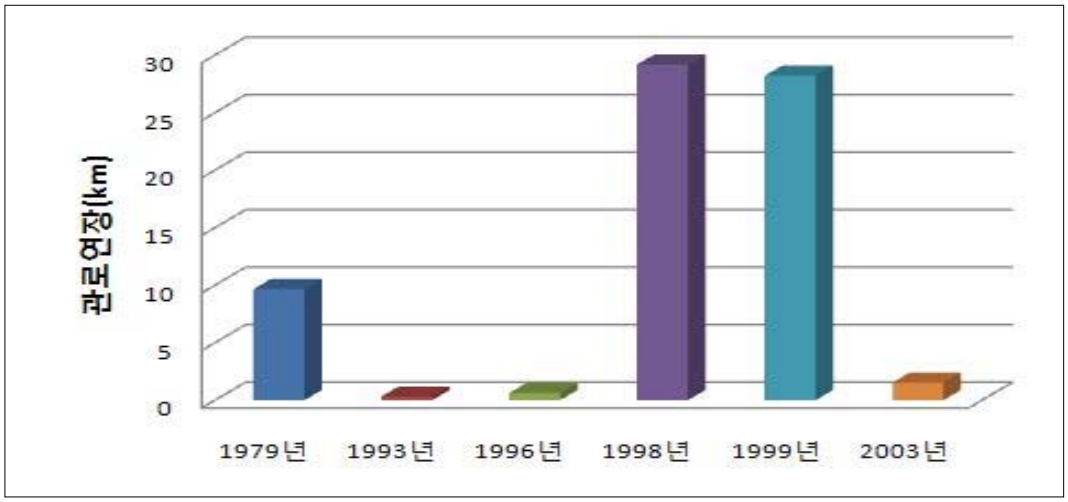


〈그림 5.3-4〉 구경에 따른 매설분포 현황

〈표 5.3-3〉 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	계
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 5.3-5〉 송수관로 매설년도별 매설분포현황

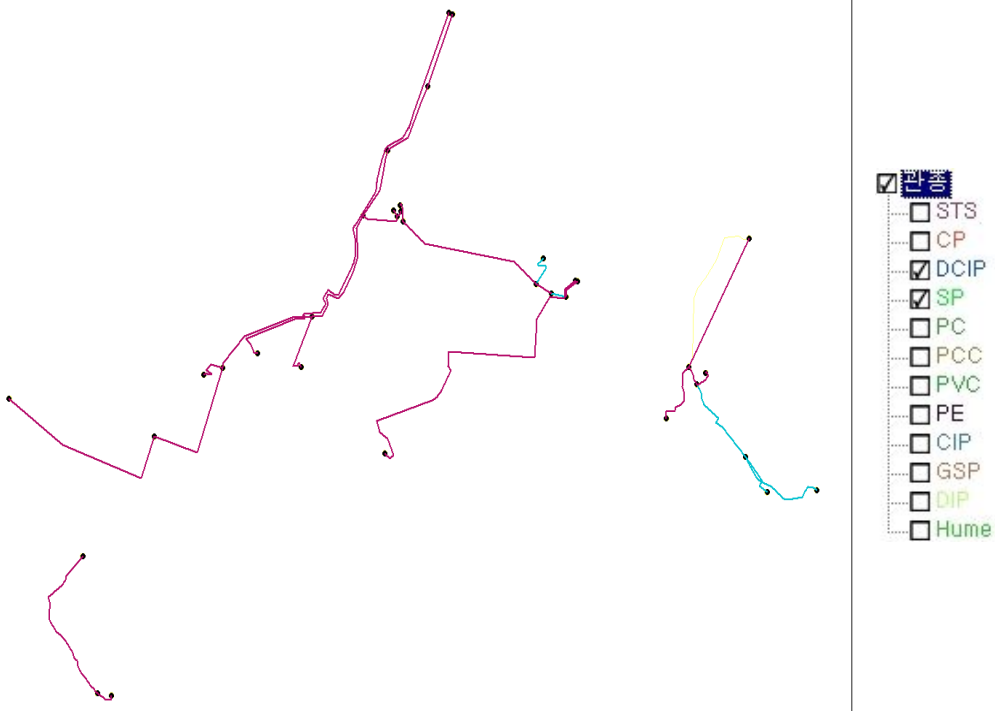
〈표 5.3-4〉 안산시 정수장수계별 구경에 따른 분포현황

정수장 수계	매설년 (평균)	관로연장 (km)	비율 (%)
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
합 계		69.468	100

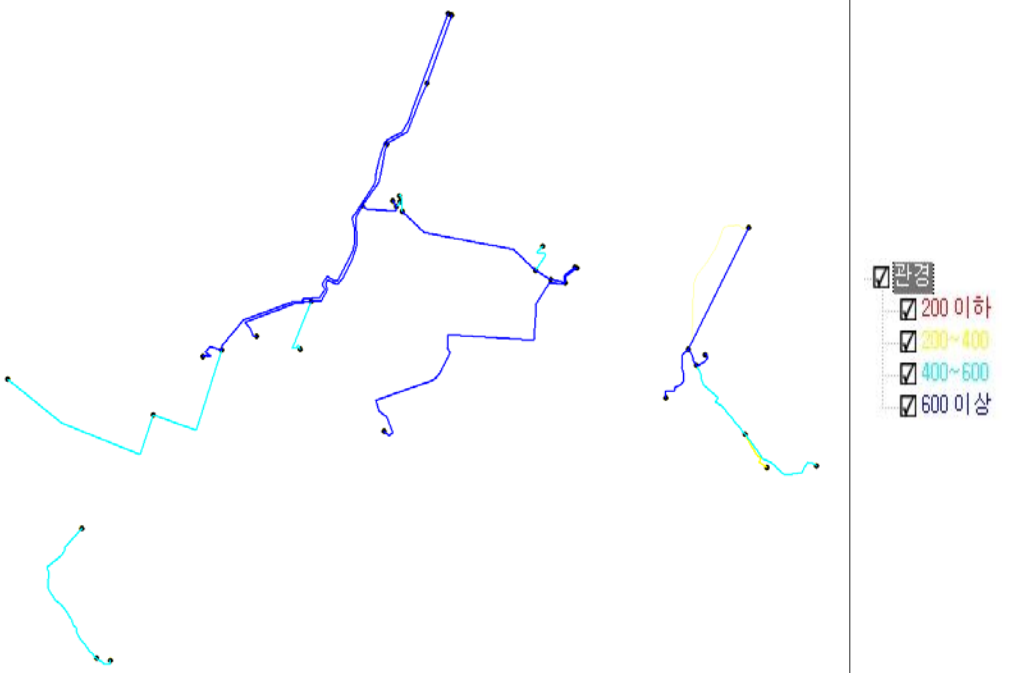
본 과업에서는 수자원공사에서 개발한 Dr pipe내 노후도 프로그램을 이용하여 안산시 송수관로에 대한 노후도 평가를 실시하고자 하였으며 평가대상 송수관로의 분포현황은 아래의 표와 같다. 정수장 수계별 관종분포는 반월정수장수계 일동·반월가압장~일동배수지/반월배수지 구간 그리고 월피동 배수구역 분기점~와동배수지분기점은 닥타일주철관이 매설되어 있으며 그 외 지역은 모두 도복장강관인 것으로 나타났다.

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.

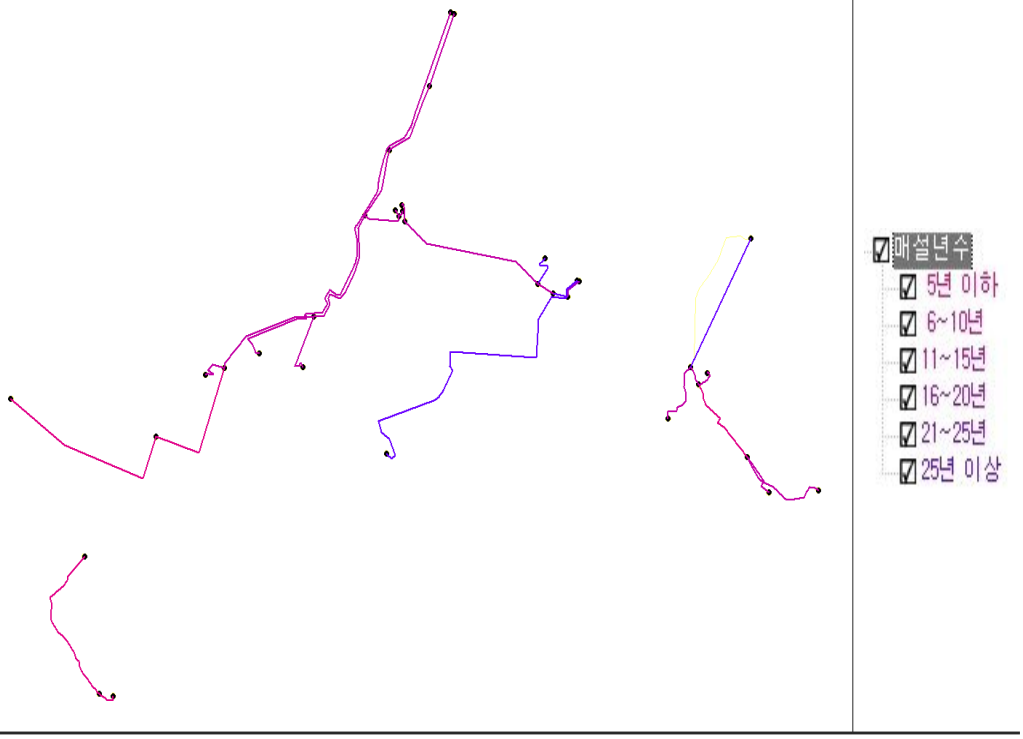
<표 5.3-5> 안산시 송수관로 노후도 프로그램 입력결과(관종별 분포현황)

구분	구분 결과	비 고
관종		

〈표 5.3-6〉 안산시 송수관로 노후도 프로그램 입력결과(관경별 분포현황)

구분	구분 결과	비 고
관경		

〈표 5.3-7〉 안산시 송수관로 노후도 프로그램 입력결과(매설년도별 분포현황)

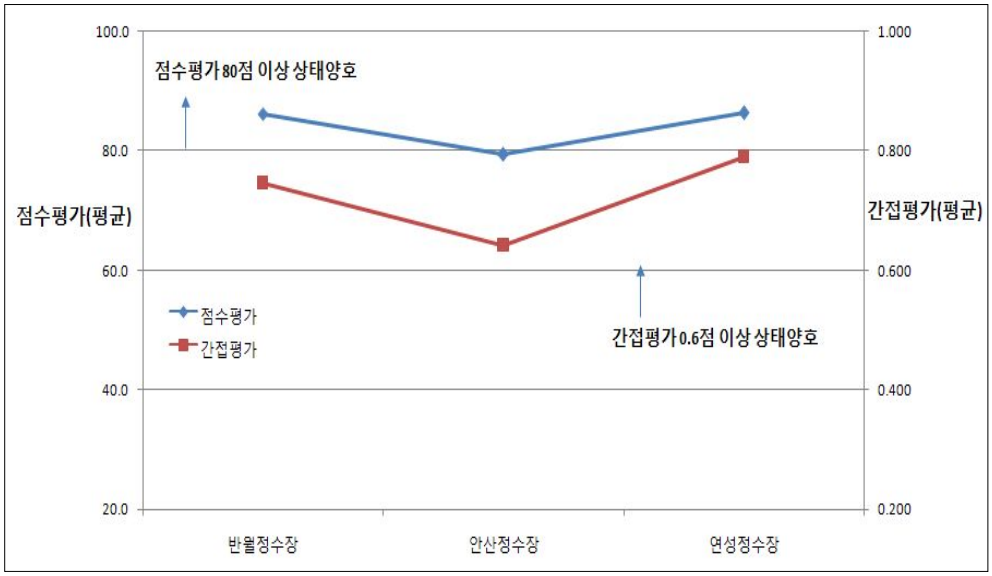
구분	구분 결과	비 고
매설년도		

5.3.2 송수관로 노후도 평가 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 30년 이상된 관의 연장의 비중이 다른 수계에 비하여 높기 때문이다.

〈표 5.3-8〉 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
계	69.468	84.5	상태 양호	0.742	상태 양호

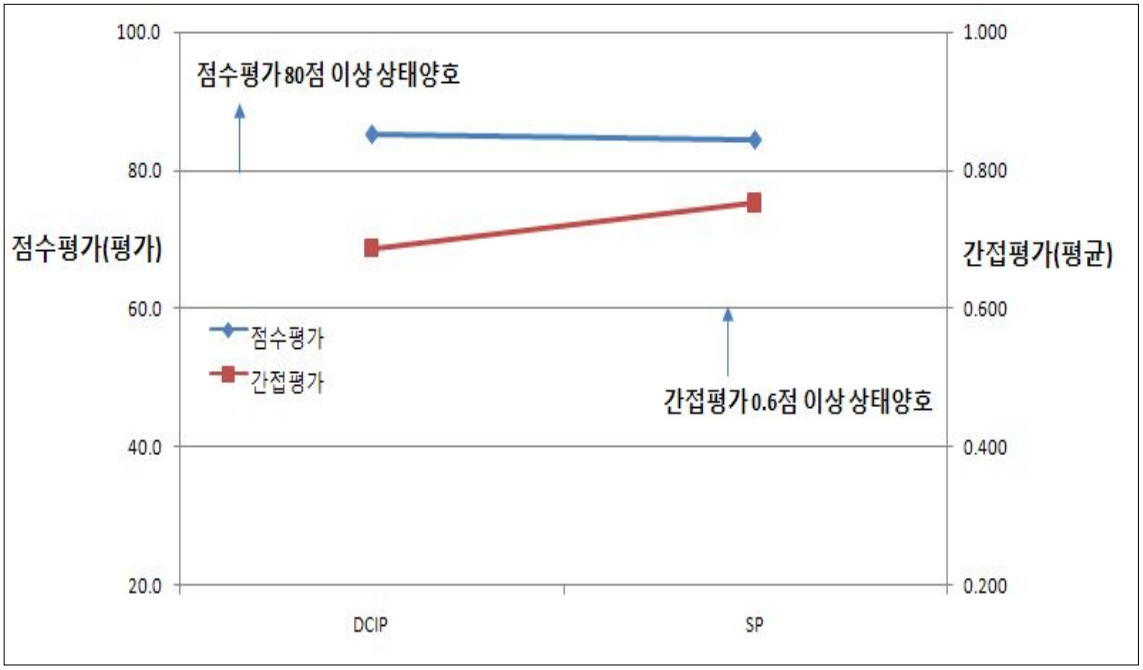


〈그림 5.3-6〉 안산시 송수관로에 대한 정수장 수계별 노후도 평가결과

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.

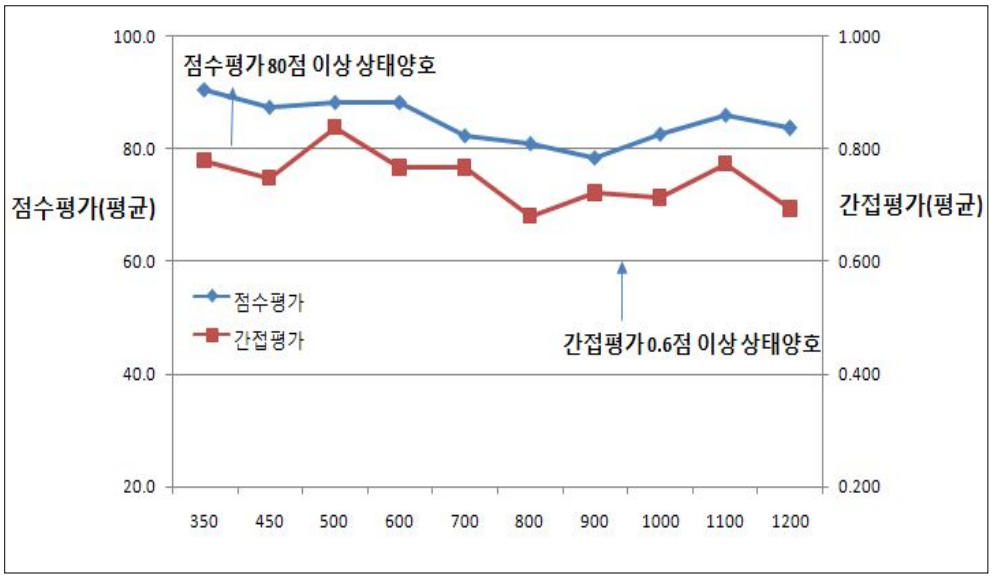
〈표 5.3-9〉 안산시 송수관로 정수장 수계별 노후도 평가결과

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
계		69.468	84.5	상태 양호	0.742	상태 양호



〈그림 5.3-7〉 안산시 송수관로에 대한 관종별 노후도 평가결과

구경에 따른 노후도 평가결과, 안산시 송수관로 대부분이 상태가 양호한 것으로 평가되었으며 다음과 같다.

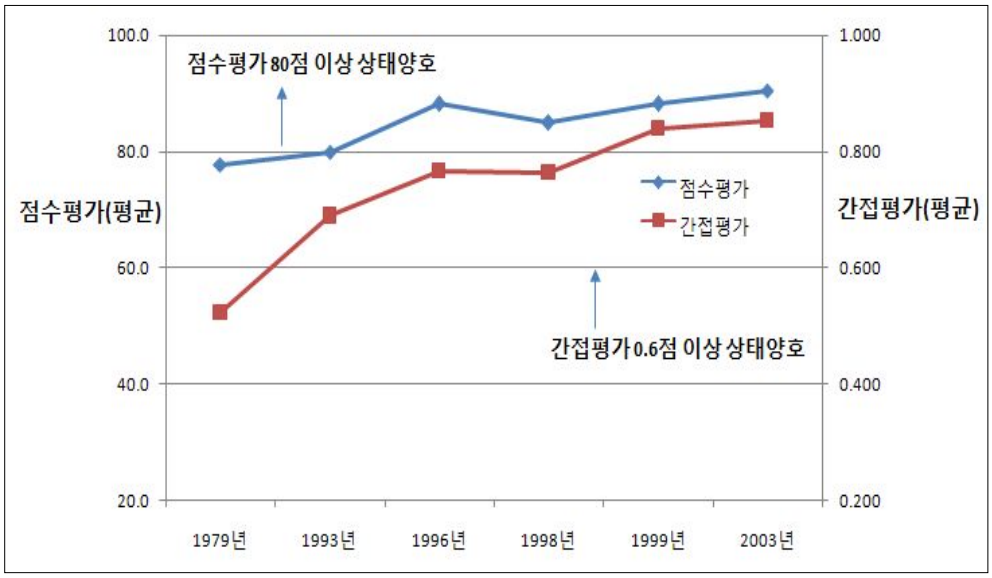


〈그림 5.3-8〉 안산시 송수관로에 대한 관경별 노후도 평가결과

〈표 5.3-10〉 안산시 송수관로 구경에 따른 노후도 평가결과

구경	관로연장 (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
계	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.



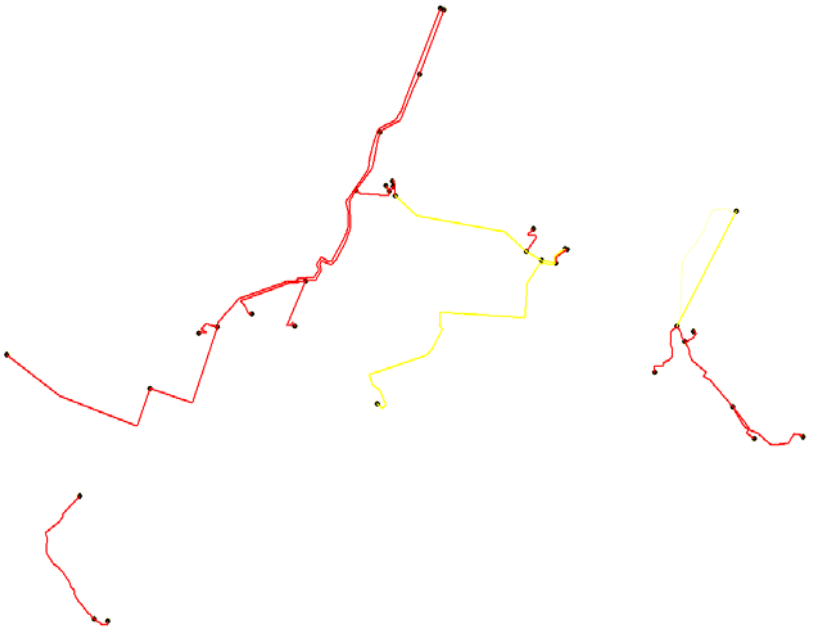
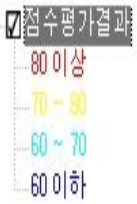
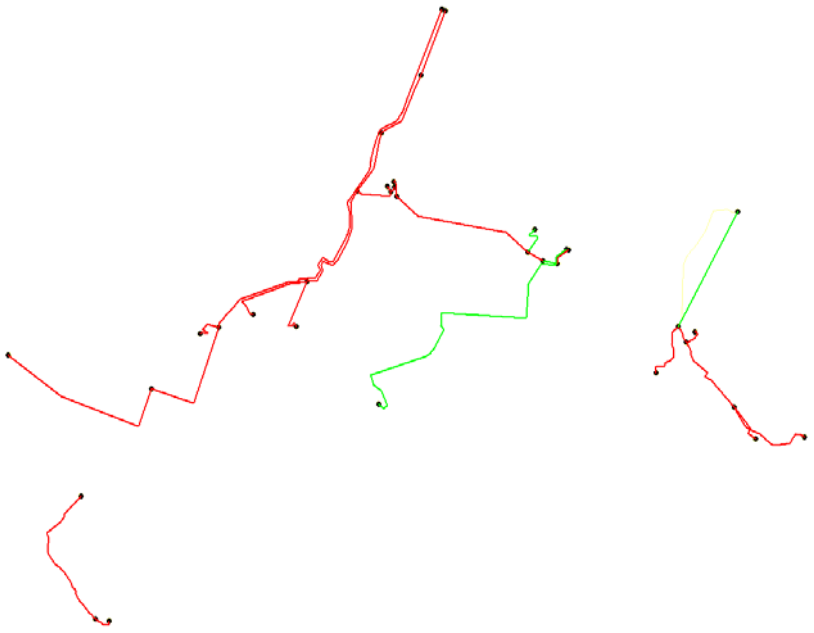
〈그림 5.3-9〉 안산시 송수관로에 대한 매설년도별 노후도 평가결과

〈표 5.3-11〉 안산시 송수관로 구경에 따른 노후도 평가결과

구경	관로연장 (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
계	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 5.3-12> 안산시 송수관로에 대한 노후도 평가결과(노후도 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 대해 기존에 수행된(표본굴착조사)된 보고서자료를 비교하여 그 신뢰성을 높이고자 하였다. **(참조: 제4장 4.5.3 표본굴착조사)**

<표 5.3-13> 조사대상 관체 부식깊이 측정결과

조사 지점	매설년도	매설깊이	경과년수	관경 (mm)	필요두께 (mm)	실측관두께 (mm)	부식깊이 (mm)	부식률 (mm/년)
상록구 성포동 안산노적봉 인공폭포 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

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.

5.4 노후관로 개량계획

5.4.1 관로내용연수에 따른 노후도 평가방법

지방공기업법 시행규칙 별표2에서는 상하수도 구축물에 대한 내용연수를 규정하고 있으며 그 내용은 다음의 표와 같다.

<표 5.4-1> 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	

자료출처 : 지방공기업법 시행규칙 별표2

지방공기업법에서 제시하고 있는 노후관판단 기준(강관 및 닥타일주철관은 내용연수 30년 이상)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 500mm이상의 대구경관로로써 앞서 수행된 2008년 안산시 도·송수관로에 대한 정밀안전 진단결과를 살펴보았을 때 대부분의 송수관로는 상태가 양호한 것으로 평가되었으며 노후도 프로그램을 이용한 노후관로 평가도 이와 유사한 결과가 도출되었다. 일부 노후관로로 평가된 관로(1979년 매설)들에 대한 개량계획 수립시 신관으로의 교체는 많은 시간과 굴착의 어려움이 있으므로 민원발생의 우려가 있으므로 개량공법을 적용하여 갱생하는 것으로 계획하였다.

<표 5.4-2> 관종별 교체가 필요한 관로연장

관종 구분	구경(mm)	관로 연장(m)	비고
DCIP	600	1,054	
	1000	224	
SP	800	5,907	
	1200	2,468	
계		9,653	

5.4.2 송수관로 개략공사비 산출

노후 송수관 9.653Km에 대한 개략 공사비용은 8,637.4백만원이 소요되며 2025년까지 년차별 노후관 개량공사(안)는 다음과 같다. 2008년에 수행된 안산시 도·송수관로에 대한 정밀안전진단 그리고 본 과업에서 수행된 송수관로에 대한 노후도 평가결과를 살펴보면 대부분의 송수관로는 현시점에서 관상태는 비교적 양호한 것으로 평가되었으나 경과년수가 30년 이상된 관의 경우에는 접합부 및 도장재가 탈리되고 있는 현상들이 관찰되어 2015년 이후에 해당 관로에 대한 개량이 필요한 것으로 예상되므로 목표년에 따라 개량을 실시하는 것으로 하였다.

〈표 5.4-3〉 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

5.5 시설운영 및 유지관리계획 수립

시설의 최적운영을 위해서는 지속적인 자산관리가 필요하며, 송수관로의 경우 관로사고 및 수질사고 발생 시 그 피해영향인구가 배수관이나 급수관에 비해 높기 때문에, 구조적인 관점에서 유지관리를 실시할 필요가 있다.

따라서 본 계획에서는 아래와 같은 운영 및 유지관리계획을 제안한다.

- 정기적인 누수탐사로 인한 사고예방체제 확립 후 문제점 발견시 직접진단을 통한 노후관의 갱생 및 교체 실시
- 통합감시제어시스템 구축으로 최적운영 도모
  - 각 배수지의 유량계의 정기적인 점검을 통한 보다 정확한 실시간 유량관리가 가능
  - 각 배수지에 실시간 수질자동측정장치를 설치하여 실시간 수질현황 파악 및 문제발생시 즉각적인 대처 가능
  - 중요구간에 수압계 설치 후 압력계에 의한 수압 정보를 수집, 감시 분석을 통한 최적의 수압관리 운영
- 배수지의 적정 체류시간 확보를 통하여 사고시 피해 최소화

5.5.1 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 지하기초시설에서의 미생물막 성장과 부식 부산물등을 저감시킬 수 있다.

가. Flushing 주기 및 절차

1) 효과적인 플러싱을 위해서는 블록과 블록 또는 급수계통에 대한 정확한 이해가 필요.

2) 해당 해당지점에서 소화전의 적절한 작동유무 확인

3) 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.

4) 소화전 개방을 통한 플러싱을 실시하게 될 경우, 개방 초기에 고여 있는 오염물질이 일시적으로 배출시키고 약 5~10분 뒤 탁도 및 잔류염소등을 측정한다.

5) 소화전 개방후 최소 30분에서~60분 동안 지속적으로 소화전을 개방하여 관내부에 있는 오염물질이 충분히 배출되도록 유도하며 소화전을 다시 잠글 때도 탁도 및 잔류염소등을 측정하여 플러싱 전·후의 저감정도를 측정한다.

6) 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.

7) 플러싱의 주기는 1회/년 또는 1회/2년 주기로 지속적으로 실시하는 것이 효과적이며 매 플러싱을 실시에 따른 탁도 및 잔류염소농도등을 측정하여 해당 자료들을 축적한다면 보다 효과적인 상수관망을 유지관리 할 수 있다

주) 자료:Cost and Benefit Analysys Of Flushing (AWWA, 2004)

5.5.2 점검구의 설치

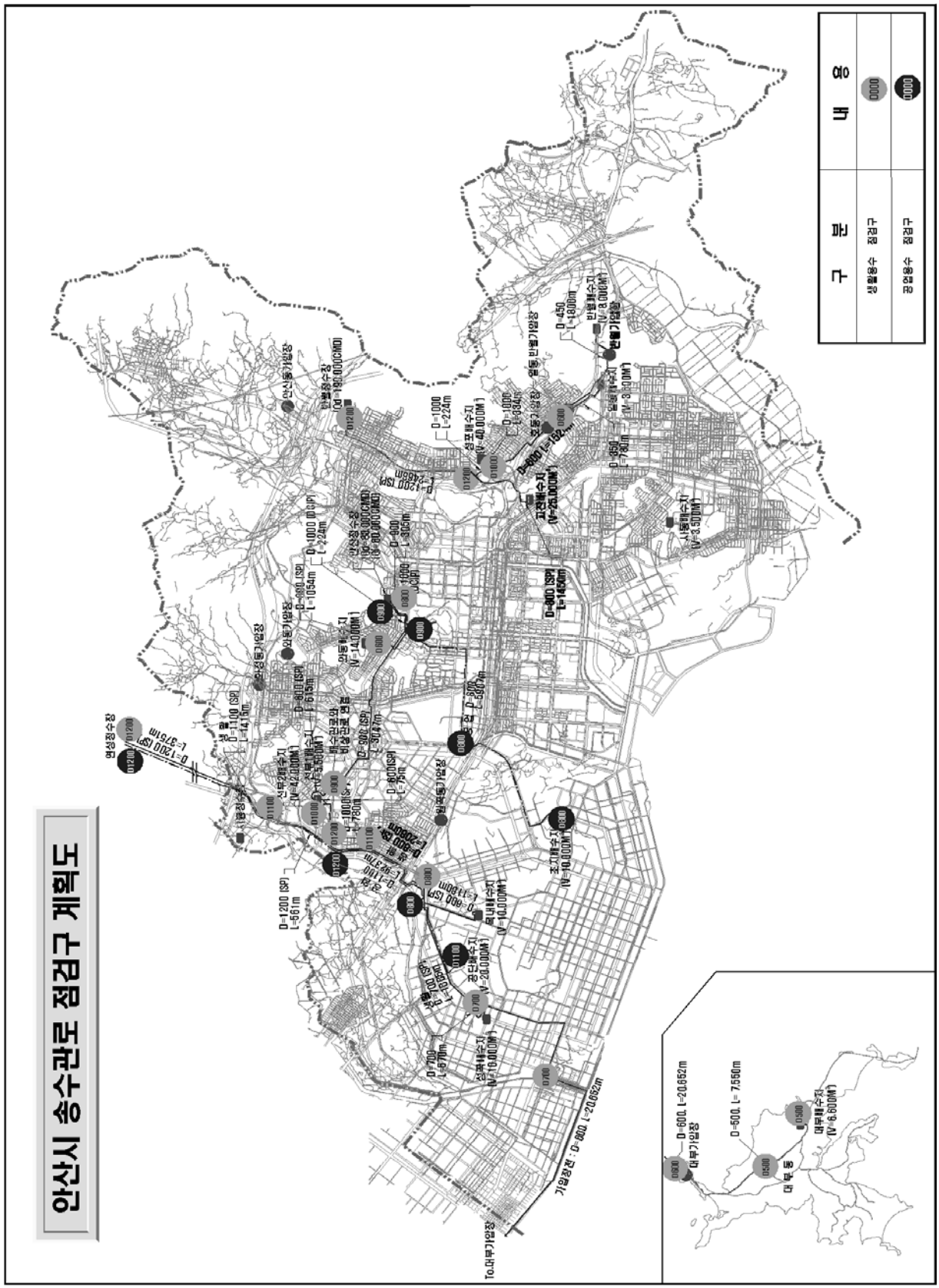
신관 교체시 또는 기존관의 보수나 개량사업을 실시할 경우, 점검구를 설치하여 향후 보수/개량부위 또는 신관 교체시 해당관로의 내부상태를 파악하여 효과적으로 관리할 수 있어야 한다.

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 500mm이상인 안산시 상수관로를 대상으로 점검구를 설치하는 것으로 계획을 수립하였으며 세부 내용은 다음의 표와 같다.

〈표 5.5-1〉 도·송수관로 점검구 설치연장 및 비용(안)

관경(mm) \ 급수 계통		도수관로 (km)	송수관로	
			공업(km)	생활(km)
구 분	350mm	-	-	0.78
	450mm	-	-	1.80
	500mm	-	-	7.55
	600mm	-	-	25.10
	700mm	-	-	2.46
	800mm	-	5.90	3.53
	900mm	-	-	3.35
	1,000mm	5.06	-	1.56
	1,100mm	3.59	9.24	1.42
	1,200mm	-	-	6.78
	1,350mm	-	-	-
연장 계(Km)		8.65	15.14	54.32
점검구(개소)		7	8	18
설치비용 (백만원)		118.3	134.0	298.2



〈그림 5.5-1〉 안산시 송수관로 점검구 위치(안)

가. 점검(보수)구 설치·운영 지침

도수·송수·배수시스템의 관로에는 다음 각항에 적합하도록 점검(보수)구를 설치하여야 한다.

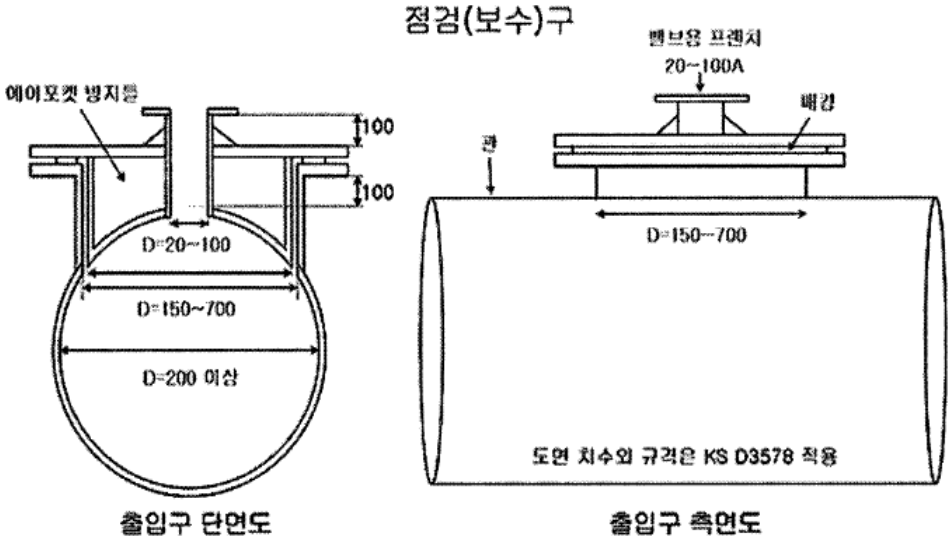
1) 관로 신설시부터 운영을 위한 조치사항

① 관로의 이음부, 도장, 관의 손상, 각종 검사 및 관 내부 상태를 주기적으로 점검할 수 있도록 관로에 300m~1000m 범위 내에 점검(보수)구를 설치하여야 하며, 현장여건에 따라 일정한 범위 내에서 조정할 수 있다.

〈표 5.5-2〉 점검구 설치거리 기준

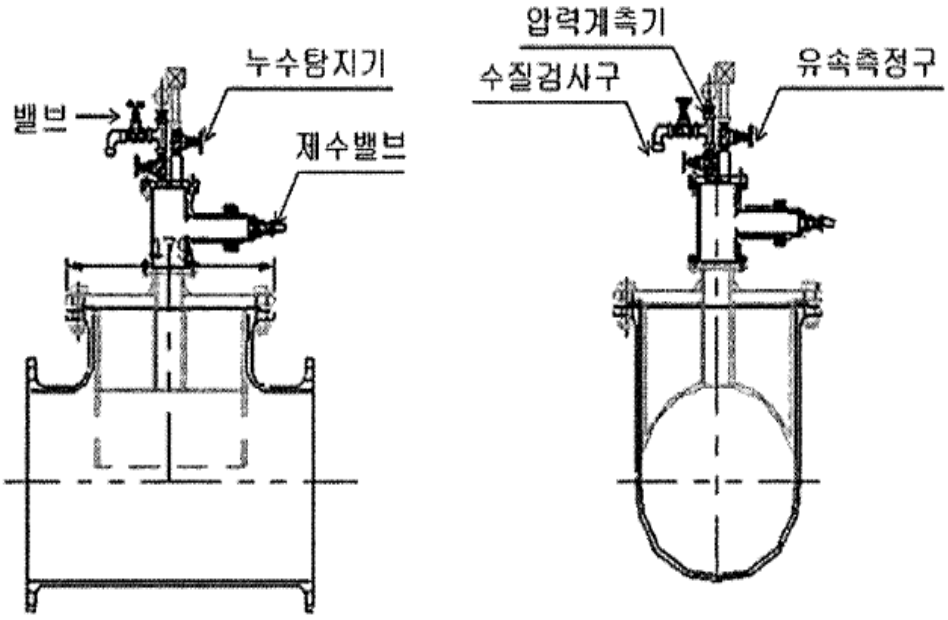
구분	구경(mm)	개소 당 거리 (m)	개소 당 거리기준 근거 설명
소형관	Ø200~700	300~500	•관내 녹 제거, 누수보수, 청소, 코팅기기 등을 자동으로 조정 할 수 있는 최대거리 산정(상태 촬영, 점검 보수시 전기케 이블 길이로 인한 작업성 및 촬영 선명도 저하) •관 매설 상태가 수평이고, 곡관 등 장애가 되지 않는 경우 최 소 300~500m 이상 설치 가능 •보수 자재 운반 지장 초래 •단수 작업시 신속작업에 지장
대형관	Ø800~1900	500~1000	•케이블 중량 길이에 따라 마찰력 증가, 기기 동작 저하 •Ø200~700 설명 참조 •기기 작업시 소형관과 동일현상이 발생하나 기기의 대형이므 로 케이블 등 힘이 증가함에 따라 거리가 향상 될 수 있다. •인력 작업시 불안감 증가 •자재 운반 지장 •신속 작업 지장
	Ø2000 이상	1000이상	•인력, 기기사용 최대거리 •자재 운반 지장 •신속 작업 지장
거리 및 개소 조정	•현장 실정에 맞도록 거리 조정 설치할 수 있다. •공기밸브 등 설계기준에 따라 설치되는 곳에는 점검구와 최대 겸용으로 설치하도록 한다.		
참고사항	•점검구의 설치로 인하여 관내 물의 흐름이 방해되거나 에어포켓이 생기지 않도록 제작 설치 •점검구 규격을 규격화 하여 보수기기의 제작이 점검구 관내에 투입될 수 있도록 설치 •평상시 관로 송수 압력, 시료(수질검사용) 누수측정기 등을 부착할 수 있도록 제작 설치		

② 점검(보수)구를 일정구간 설치시 물의 흐름에 방해되지 않도록 설치하여야 한다.

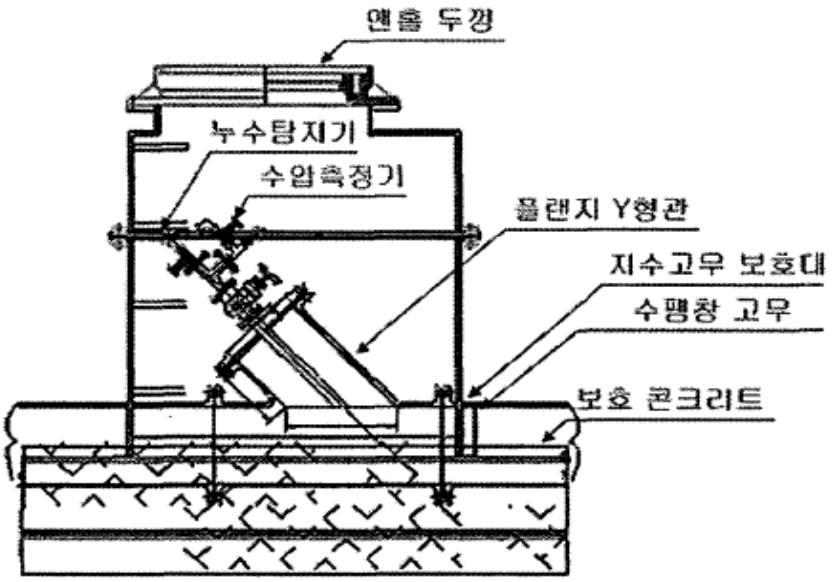


<그림 5.5-2> 점검(보수)구 개략도

③ 관로 운영시 수압측정기, 유속구, 누수탐지구, 수질검사구를 설치하여 검사를 할 수 있도록 하여야 한다.



(대형관용)

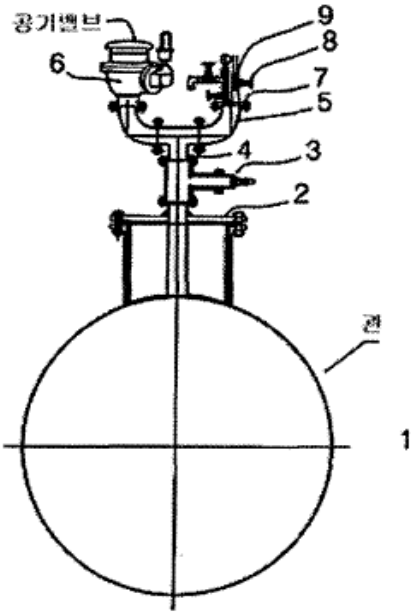


(소형관용)

〈그림 5.5-3〉 점검(보수구)

④ 점검(보수)구에는 필요시 에어밴드(Air Band) 및 배수구를 설치하여야 한다.

점검(보수)구
공기밸브+측정기구 겸용



점검(보수)구 부품리스트

No	품 명	규격	재질	수량
1	소켓 T형관(강관)			1EA
2	에어포켓 방지밸브			1EA
3	제수밸브			1EA
4	플랜지 T형관(A)			1EA
5	플랜지 곡관(A)			2EA
6	공기밸브			1EA
7	판 플랜지			1EA
8	게이트밸브			3EA
9	압력계			1EA

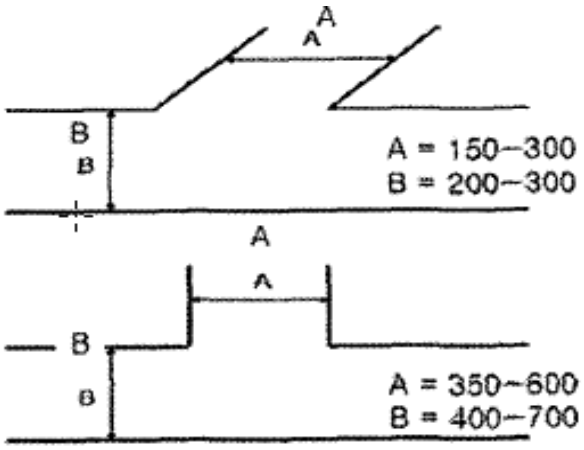
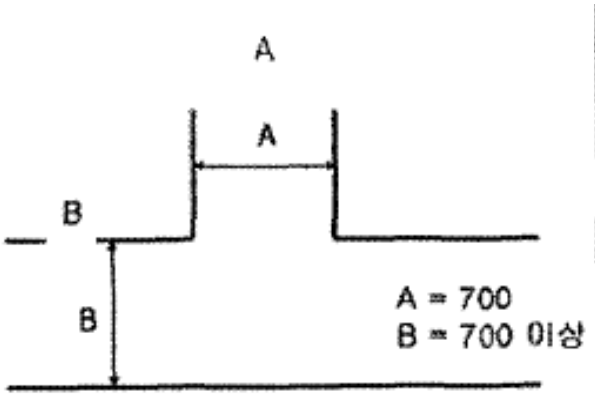
〈그림 5.5-4〉 점검(보수)구의 상부 개략도

⑤ 관로 수용가 말단부에 오염을 방지하기 위하여 드레인 밸브(Drain Vavle)를 설치하고, 3개월 이내에 주기적으로 방수(Drain)시켜서 말단부의 오염을 방지하여야 한다.

⑥ 모든 관내 관찰 보수 기기들이 점검 규격에 맞게 관내 진입 사용이 용이하도록 규격화하여야 한다.

⑦ 점검(보수)구 설치규격은 다음과 같다.

<표 5.5-3> 점검(보수)구의 설치규격

분류	관경 B (D=mm)	점검(보수)구 규격 A (D=mm)	도면
소형관	200	150	
	250	200	
	300	250	
	350	300	
	400	350	
	450	400	
	500	450	
	600	550	
	700	600	
대형관	800	700	
	900	700	
	1,000	700	
	1,100	700	
	1,200	700	
	1,350	700	
	1,400	700	
	1,500	700	
	1,650	700	
	1,800	700	
	1,900	700	
	2,000	700	
	2,300	700	
	2,400	700	

※ 표준 : KS 규격에 따른다.

자료출처:21C 프론티어 연구개발사업(2007.3 과학기술부)

5.6 사업우선순위

송수관로의 진단결과를 바탕으로서 개선사업 우선순위를 다음과 같이 계획하였다. 본 우선순위는 사업의 중요도에 따른 것으로서 여건이 된다면 동시에 수행하여도 무방하다.

5.6.1 정기적인 누수탐사 및 관로갱생·교체사업 실시

송수관로는 사고 발생 시 안정적인 수돗물을 공급할 수 없어 큰 영향을 초래하므로 관파손과 같은 문제들을 사전에 방지 하도록 해야 하며 이를 위해서는 앞장에서 언급한 주기적인 플러싱이나 점검구등을 설치하여 관내면의 상태 등을 모니터링 하여야 한다. 또한 정기적인 누수탐사활동을 수행하여야 하며 송수관로는 배수관로와는 다르게 동일 계통 또는 관 종별 해당 관의 연장이 매우 긴 편이므로 체계적이고 단계적인 누수탐사를 실시할 필요가 있다. 또한 앞서 평가한 안산시 송수관로들에 대한 개략적인 노후도 평가결과를 바탕으로 경과년수 또는 관종에 따른 우선순위를 결정하여 순차적인 앞서 평가된 노후관로 9.653Km에 대한 개·대체가 필요하다. 또한 기존관로들의 경우에는 주기적인 관리(플러싱, 점검구설치)를 실시한다면 보다 효율적이고 안정적인 송수관로의 관리가 될 것이다.

5.6.2 즉각적인 사고대응 체계 확립

수도운영의 최적화를 위하여 각 배수지 전단에 수압계를 설치하거나 또는 배수지 유입유량계를 설치하였을 경우 실시간 유량관리가 가능하며 또한 사고발생시 즉각적인 대처가 가능하므로 이러한 시스템은 반드시 필요하다. 그러나 수도사업자의 여건상 모든 구간에 위와 같은 체계를 일시에 확립하기에는 상당한 어려움이 있으며, 이 역시 단계적으로 구축하여야 한다.

또한 이러한 사고대응체계가 확립된 후에도 분기별 1회 이상 유량계 및 수압계의 정기적인 보정을 실시하여 더욱 정확한 측정이 가능하도록 하여야 한다.

5.6.3 송수관로 수질 확보

송수관로의 수질은 문제발생시 배수관로 및 급수관로에 비하여 그 파급영향도가 매우 크기 때문에 수질에 문제가 발생하지 않도록 더욱 각별히 주의하여야 한다. 특히 잔류염소의 경우 수용가까지 적정범위로 공급되어야 하기 때문에 잔류염소의 농도가 낮을 경우 이에 대한 대처를 하여야 하므로 배수지에서 정기적으로 잔류염소를 측정하는 것이 필수적이다.

따라서 배수지 유출부에 실시간 잔류염소 측정기기를 설치하는 방안을 검토하여야 하며, 만약 설치가 어려울 경우, 주기적으로 월 1회 이상 현장측정을 실시하여 예기치 못한 수질문제

발생을 예방하여야 한다.

특히 높은 수온시(여름철)에는 잔류염소농도가 감소하는 문제가 있기 때문에 배수지에서 필요에 따라 재염소 투입이 필요하다.

그러므로 송수관로에 있어서 적정한 수질확보를 위해서는 상시적인 배수지에서의 수질모니터링이 필요하며 잔류염소의 거동을 확인하여 안전한 수돗물의 공급에 차질이 없도록 관심을 가져야할 것이다.

제 6 장 배수관망 평가기준 및 구역분할

6-1 수집자료 분석

6-2 평가기준 설정

제6장 배수관망 평가기준 및 구역분할

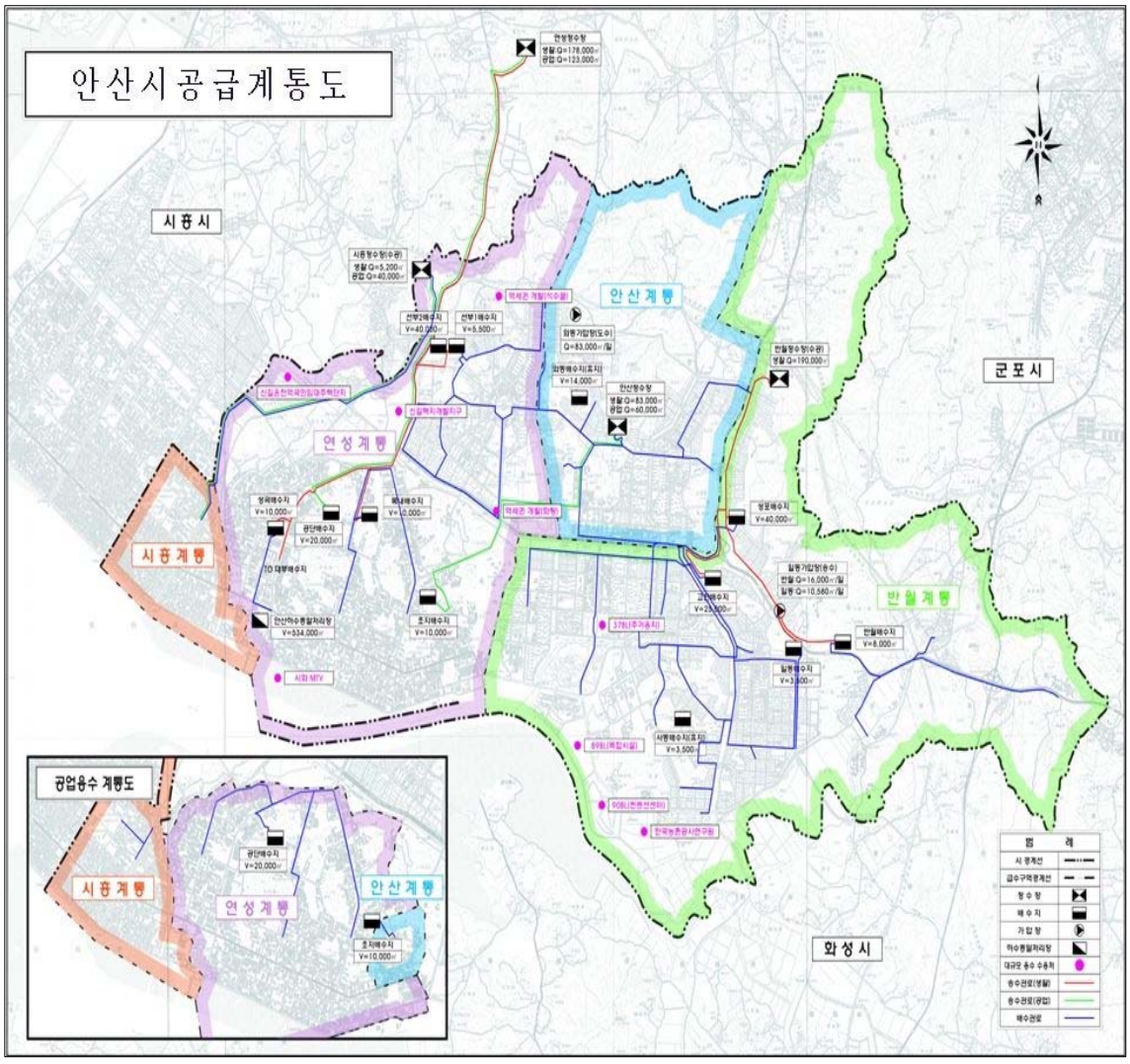
6.1 수집자료 분석

6.1.1 급수지역 및 공급계통 검토

가. 급수현황

안산시는 총 4개소의 정수시설이 있으며 이들 정수시설 모두 수도권 광역상수도에서 원수를 공급받고 있어 별도의 취수시설은 없는 것으로 조사되었다.

안산시의 1998년 이래 2007년까지 최근 10년간 일반 상수도 급수현황은 아래 표와 같으며 2007년 현재 급수 보급율은 경기도 93.4%보다 높은 99.6%이고, 1인 1일당 급수량은 345ℓ로서 전국 340L, 경기도 324L보다 높은 편이다.



〈그림 6.1-1〉 안산시 상수도 공급 계통도

〈표 6.1-1〉 안산시 일반 급수현황

년 도 (year)	총인구 (인)	급수인구 (인)	보급률 (%)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	유수율 (%)	1일1인당 급수량 (ℓ pcd)
1998	552,557	543,216	98.3	378,200	325,145	91.8	599
1999	554,138	545,872	98.5	587,200	348,663	91.0	639
2000	575,574	567,308	98.6	679,200	369,609	91.8	652
2001	598,560	591,539	98.8	679,200	376,493	92.5	636
2002	637,660	632,520	99.2	679,200	389,230	92.8	615
2003	671,687	666,307	99.2	679,200	374,209	95.4	562
2004	686,873	681,644	99.2	679,200	376,732	97.3	553
2005	697,239	691,869	99.2	679,200	379,187	96.3	548
2006	723,075	717,828	99.3	679,200	387,525	95.7	540
2007	734,713	731,677	99.6	679,200	393,824	93.2	538

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도), 안산시 상하수도사업소(2008년)

〈표 6.1-2〉 안산시 정수장별 유수율 분석(2007년)

(단위 : ㎥/년)

정수장	정수생산량(송수량)			유수수량			유수율 분석(%)		
	생활용수	공업용수	소계	정수 (생활용수)	침전수 (공업용수)	계	정수 (생활용수)	침전수 (공업용수)	계
안산	19,068,300	20,368,910	39,437,210	18,196,082	16,744,046	34,940,128	95.4%	82.2%	88.6%
연성	31,332,609	29,336,503	60,669,112	27,881,083	29,082,723	56,963,806	89.0%	99.1%	93.9%
반월	40,471,361	-	40,471,361	39,557,995	-	39,557,995	97.7%		97.7%
시흥	2,563,982	3,990,283	6,554,265	1,757,916	3,871,186	5,629,102	68.6%	97.0%	85.9%
계	93,436,252	53,695,696	147,131,948	87,393,076	49,697,955	137,091,031	93.5%	92.6%	93.2%

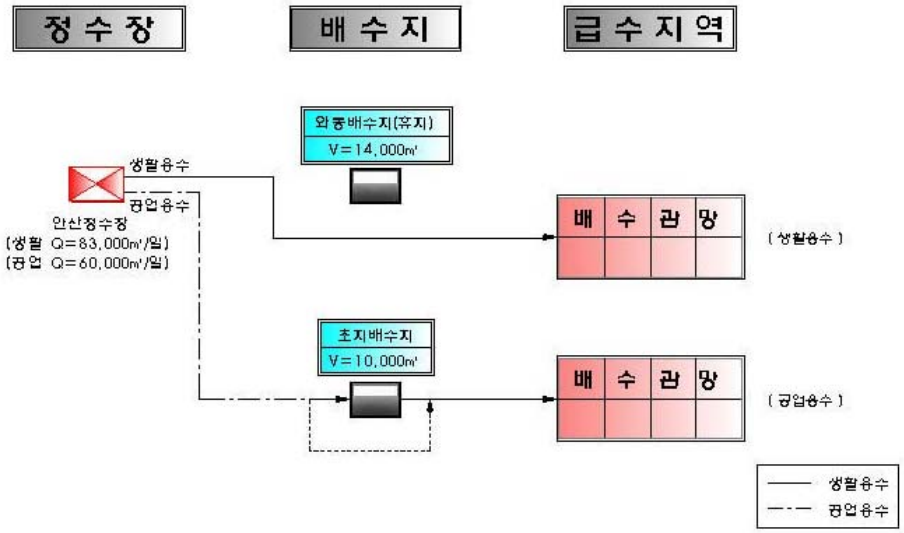
자료출처 : 안산, 연성정수장 생산량은 정수장 일보자료

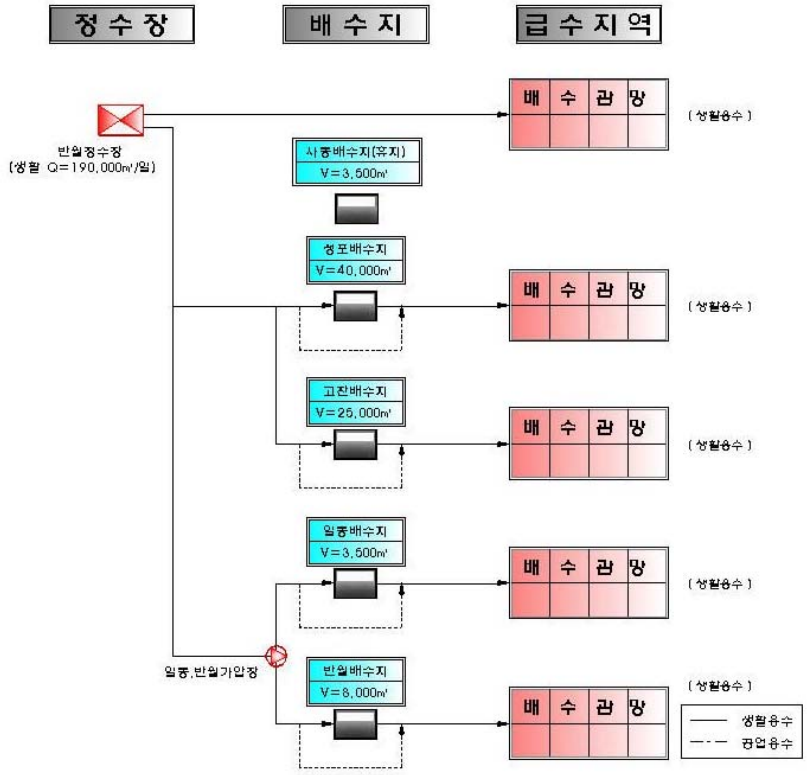
반월정수장 생상량은 안산시 내부자료

시흥정수장 생산량(송수량)은 안산시 내부자료

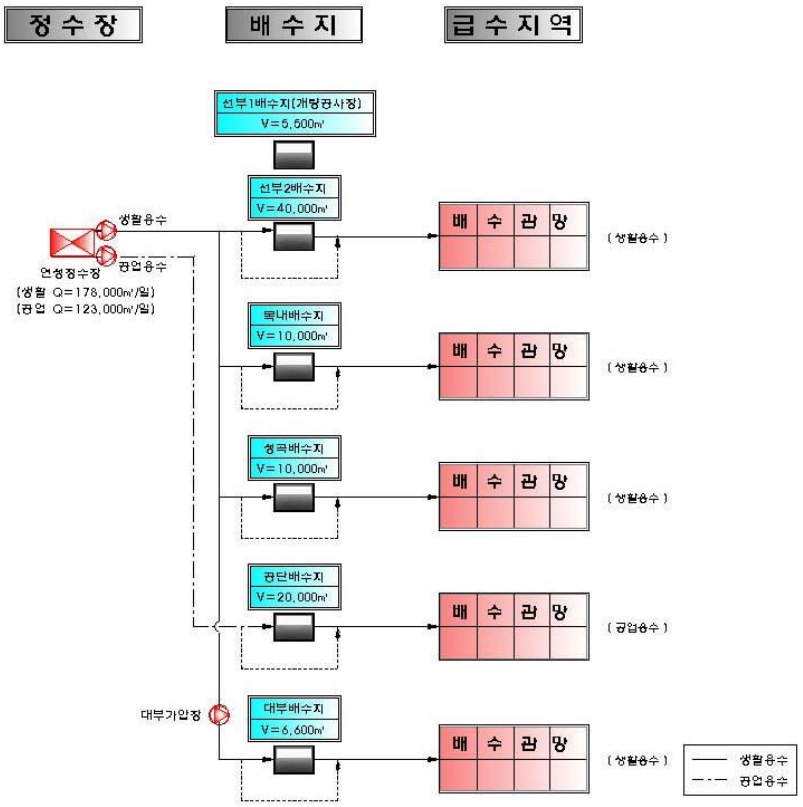
유수수량은 각 정수장 및 배수지 수계별로 요금검침수량을 분류하여 산출한 것임

〈표 6.1-3〉 송·배수시설 현황도

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	

〈표 6.1-3 계속〉 송·배수시설 현황도

배수방식	정수장	송·배수 시스템 현황 도식도
간 접 송배수 방 식	연 성 정수장	

연성정수장 구역 선부1배수지	연성정수장 구역 선부2배수지
	
연성정수장 구역 목내배수지	연성정수장 구역 성곡배수지
	
연성정수장 구역 대부배수지	안산정수장 구역 초지배수지
	

〈그림 6.1-2〉 연성 및 안산 정수장 구역 배수지 전경

반월정수장 구역 반월배수지	반월정수장 구역 성포배수지
	
반월정수장 구역 고잔배수지	**반월정수장 구역 일동배수지**
	
반월정수장 구역 사동배수지	**안산정수장 구역 와동배수지**
	

〈그림 6.1-3〉 반월 및 안산 정수장 구역 배수지 전경

나. 문제점 및 계획방향 설정

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

〈표 6.1-4〉 급수량 수요 추정

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

자료출처 : 안산시 수도정비 기본계획(2010년)

현재 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 총 시설용량 983,000㎥/일에 이르게 되었다. 하지만 이 중 시흥정수장 및 연성정수장은 시흥시도 용수를 같이 공급 하고 있어 안산시 배분량은 총 590,200㎥/일 이다.

〈표 6.1-5〉 용수공급 시설현황

(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	

자료출처 : 안산시 수도정비 기본계획(2010년)

안산시는 2006년 말 현재 수도권 광역상수도 2~6단계에서 각각 150천톤/일, 100천톤/일, 128.2천톤/일, 171천톤/일, 130천톤/일을 배정받고 있지만 실제 운영은 배분량 대비 평균 60% 미만으로 사용되고 있는 바, 효율적인 측면에서 용수 수급관리가 필요한 실정이다.

〈표 6.1-6〉 원수공급 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	

자료출처 : 안산시 수도정비 기본계획(2010년)

목표연도를 포함하는 단계별 용수수요량 및 과부족량을 토대로 그에 따른 용수확보방안을 기초로 하여 시설확충계획 및 용수공급방안의 검토결과, 목표연도 2025년까지 총량적으로 용수가 충분한 것으로 분석되었다.

<표 6.1-7> 공급량 및 수요량 과부족 현황

(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.

자료출처 : 안산시 수도정비 기본계획(2010년)

6.1.2 급수방식 및 출수불량지역 검토

가. 급수방식

안산시 상수도 공급방식은 수자원공사가 관리하는 반월정수장 및 시흥정수장과 지방상수도인 안산정수장과 연성정수장으로 대별되어 이들 정수장으로부터 대부동을 포함한 안산시 전역에 용수를 공급하고 있다.

나. 출수불량지역 검토

1) 출수불량의 정의

출수불량이란, 관내 수압이나 유량이 일시적 또는 지속적으로 부족하여 물이 제대로 나오지 않거나, 관 내부가 스케일에 의하여 막히는 현상 및 누수현상 등으로 인하여 수돗물을 원활하게 이루어지지 않아 주민들이 수돗물을 이용하는데 불편함을 느끼는 현상을 말한다. 출수불량지역은 출수불량의 현상이 다수 발생하는 지역을 뜻한다. 출수불량지역이 발생한 경우, 빠른 시일 내에 그 원인을 분석하여 수돗물의 공급이 원활히 이루어질 수 있도록 조치하여야 한다.

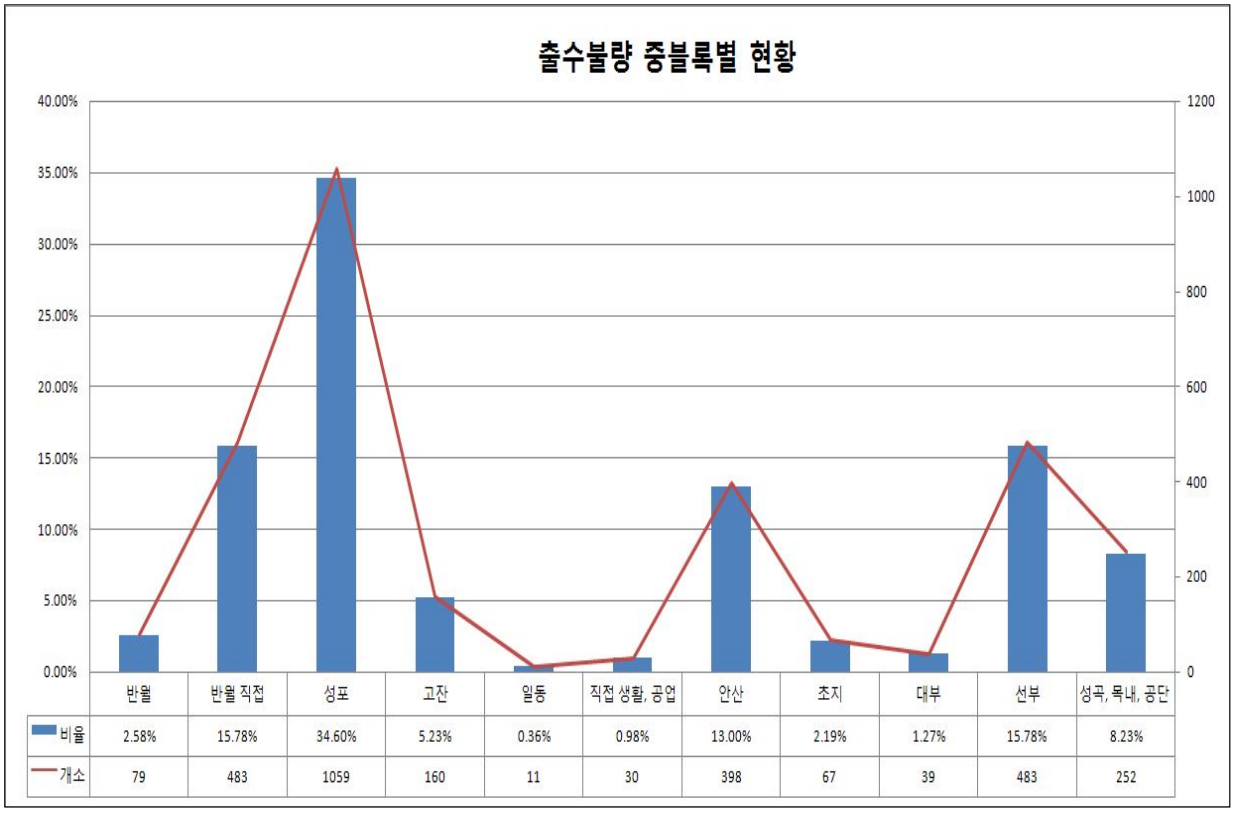
2) 안산시 출수불량 관련 민원 현황

안산시의 2004년부터 2008년까지의 민원현황 중 출수불량관련 민원에 대하여 조사한 결과 총 3,061건의 민원이 발생하였으며, 이중 급수인구가 가장 많은 반월정수장 계통이 1,792건에 58.54%를 차지하고 있었으며, 연성정수장 계통이 774건에 25.29%를 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 그 다음으로 안산정수장계통, 시흥정수장 계통 순으로 민원이 발생하는 것으로 나타났다.

연도별 발생현황을 보면 2004년부터 2007년 까지 상승을 하다가 2008년부터 감소를 보이고 있는 것으로 조사되었다.

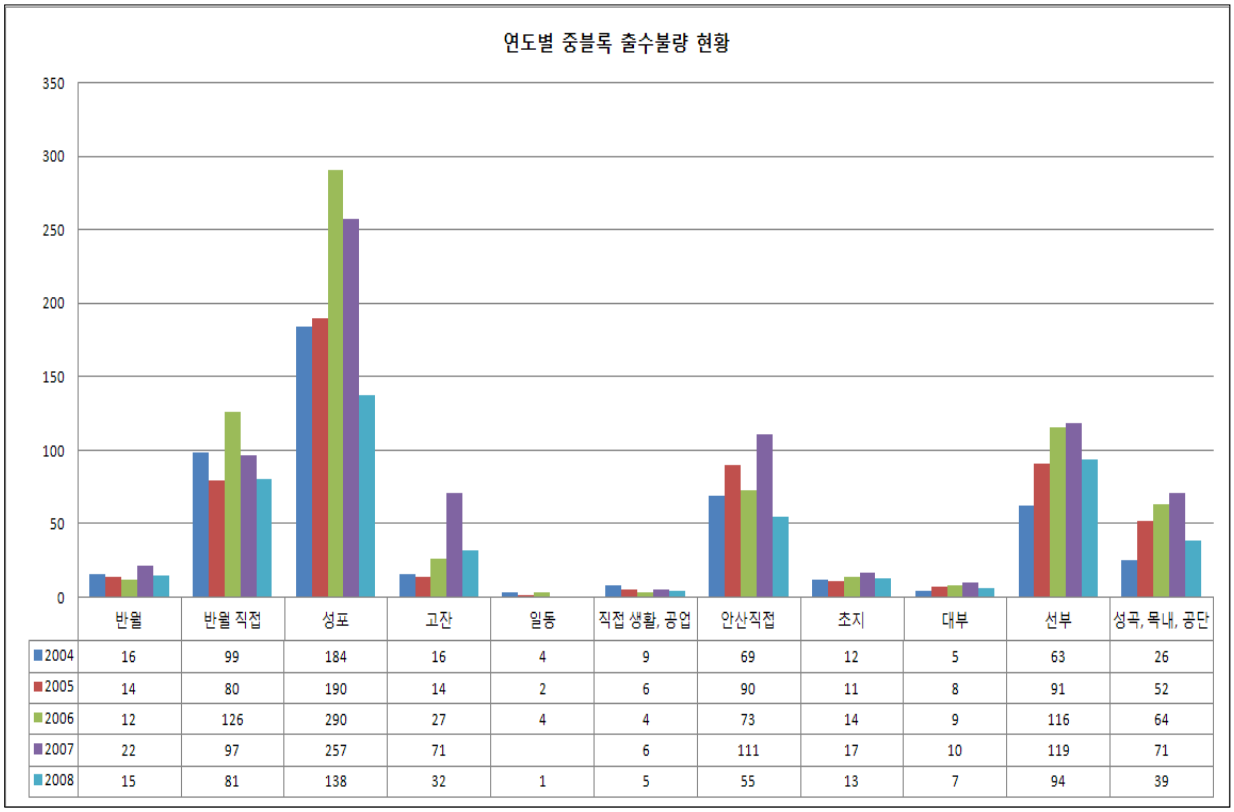
〈표 6.1-8〉 블록별 출수불량 현황

대블록	중블록	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
반월	반월	16	14	12	22	15
	반월정수장직접	99	80	126	97	81
	성포	184	190	290	257	138
	고잔	16	14	27	71	32
	일동	4	2	4		1
	계	319	300	459	447	267
시흥	직접(생활,공업)	9	6	4	6	5
	계	9	6	4	6	5
안산	안산정수장직접	69	90	73	111	55
	초지	12	11	14	17	13
	계	81	101	87	128	68
연성	대부	5	8	9	10	7
	선부	63	91	116	119	94
	성곡, 목내, 공단	26	52	64	71	39
	계	94	151	189	200	140
합 계		503	558	739	781	480



	반월	반월 직접	성포	고잔	일동	직접 생활, 공업	안산	초지	대부	선부	성곡, 목내, 공단
비율	2.58%	15.78%	34.60%	5.23%	0.36%	0.98%	13.00%	2.19%	1.27%	15.78%	8.23%
개소	79	483	1059	160	11	30	398	67	39	483	252

〈그림 6.1-4〉 출수불량 중블록별 현황



	반월	반월 직접	성포	고잔	일동	직접 생활, 공업	안산직접	초지	대부	선부	성곡, 목내, 공단
2004	16	99	184	16	4	9	69	12	5	63	26
2005	14	80	190	14	2	6	90	11	8	91	52
2006	12	126	290	27	4	4	73	14	9	116	64
2007	22	97	257	71		6	111	17	10	119	71
2008	15	81	138	32	1	5	55	13	7	94	39

〈그림 6.1-5〉 연도별 중블록 출수불량 현황

3) 관망해석에 의한 출수불량 현황

관망해석상의 수압은 전체적으로 안정적인 수압의 형태를 보이고 있으나, 일부 지역에 출수불량에 대한 문제점이 발생하였다. 그 상세내용은 아래의 표와 같다.

〈표 6.1-9〉 관망수리해석 결과검토

정수장	배수구역	검토내용
반월정수장	직접	•수압검토 : 대부분 소블록에서 평균 3.0kgf/㎠ 이상 유지
		•급수불량 소블록 원인분석 : 반월반월12(BD6,일동) -반원반월12(BD6) 소블록이 반월정수장 직접 배수구역 관말에 위치하여 수두손실로 인한 적정 수압확보가 어려운 것으로 분석됨
	성포	•수압검토 : 평균 1.5~3.0kgf/㎠수압 유지, 사동 및 본오동 지역 출수불량 발생
		•급수불량 소블록 원인분석 : 반월성포28(BS3),반월성포27(BS6,본오동),안산직접14~15(BS14~15,사동) -안산직접14~15(BS14~15,사동)는 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 -반월성포28(BS3),반월성포27(BS6,본오동)은 수두차가 크지 않은 지형적인 원인과 블록내 배수관이 순환관망을 형성하지 못해 적정 수압확보가 어려운 것으로 분석됨
	고잔	•수압검토 : 평균 2.5~3.0kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	일동	•수압검토 : 평균 2.5~3.0kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	반월	•수압검토 : 평균 3.5kgf/㎠ 이상 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
안산정수장	직접	•수압검토 : 평균 2.5~3.0kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	초지(공업)	•수압검토 : 평균 3.0kgf/㎠ 이상수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
연성정수장	선부2	•수압검토 : 평균 1.9~3.5kgf/㎠ 수압 유지, 선부동 지역 출수불량 발생
		•급수불량 소블록 원인분석 : 연성선부17~16(YS2~3,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
	성곡	•수압검토 : 평균 3.0kgf/㎠이상 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	목내	•수압검토 : 평균 2.5~3.5kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	대부	•수압검토 : 평균 4.0~6.0kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	공단(공업)	•수압검토 : 평균 2.5~3.5kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
시흥정수장	생활	•수압검토 : 평균 2.5~3.0kgf/㎠ 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음
	공업(공업)	•수압검토 : 평균 3.0kgf/㎠ 이상수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: 없음

6.1.3 노후관로 교체 및 갱생현황 검토

안산시의 노후관로 교체 및 갱생현황에 대한 수집자료를 분석해보면, 노후관로의 교체는 1992년부터 매년 시행되고 있으며, 노후관로의 갱생은 2000년부터 매년 시행되고 있는 것으로 조사되었다.

상세내용은 **제3장 3.1.1 라. 3)노후관로 갱생(P.3-7) 와 4)노후관로 교체(P.3-8)** 항목에 언급되어 있다.

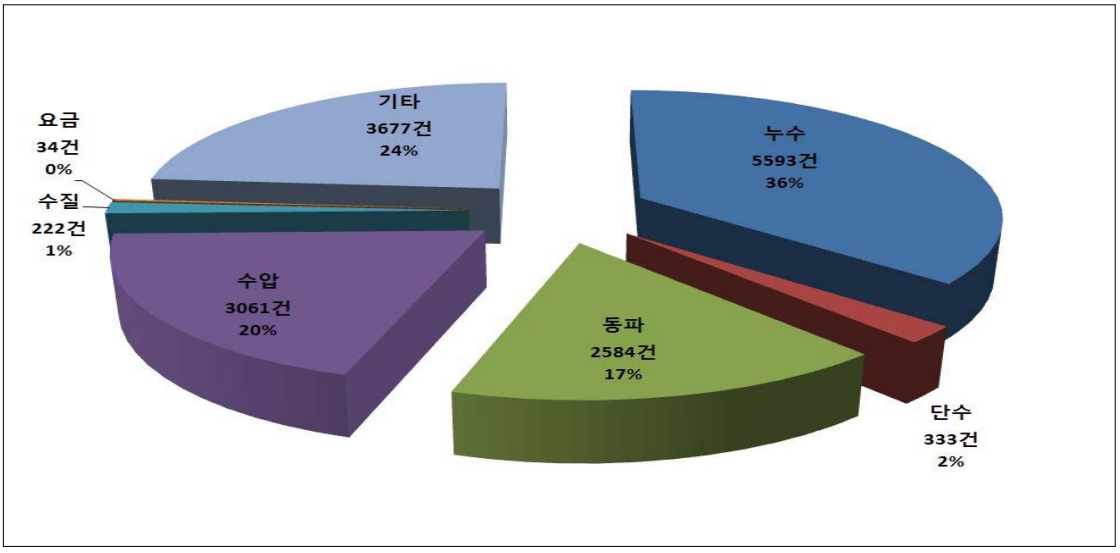
6.1.4 과거사고 및 민원문제 발생지역 검토

수도사업자는 수질, 출수불량(수압, 수량), 단수 및 누수와 관련하여 여러 가지 민원을 받게 되며, 그 과거사고 자료를 바탕으로 주민의 만족도와 서비스의 품질을 개선하는 데에 중요하게 이용될 수 있다.

가. 민원자료

안산시의 민원자료 중 발생 비율을 보면 누수가 36.1%로 가장 많고 수압관련 등이 19.7%로 분석되었으며, 구역별 발생빈도를 보면 성포배수지, 선부 및 안산정수장직접 구역이 민원발생 빈도가 높은 것으로 분석되었다.

관망해석상의 출수불량 지역과 민원자료의 출수불량에 의한 지역의 비교대조를 위해 GIS 자료의 연동 및 분석이 필요하나 현 시점의 자료로서는 상세 분석이 충분하지 못한 점을 인식하며, 향후 GIS의 활용방안에 대한 연구와 업무의 연계성에 대해 지속적으로 검토하여야 할 것으로 판단된다.

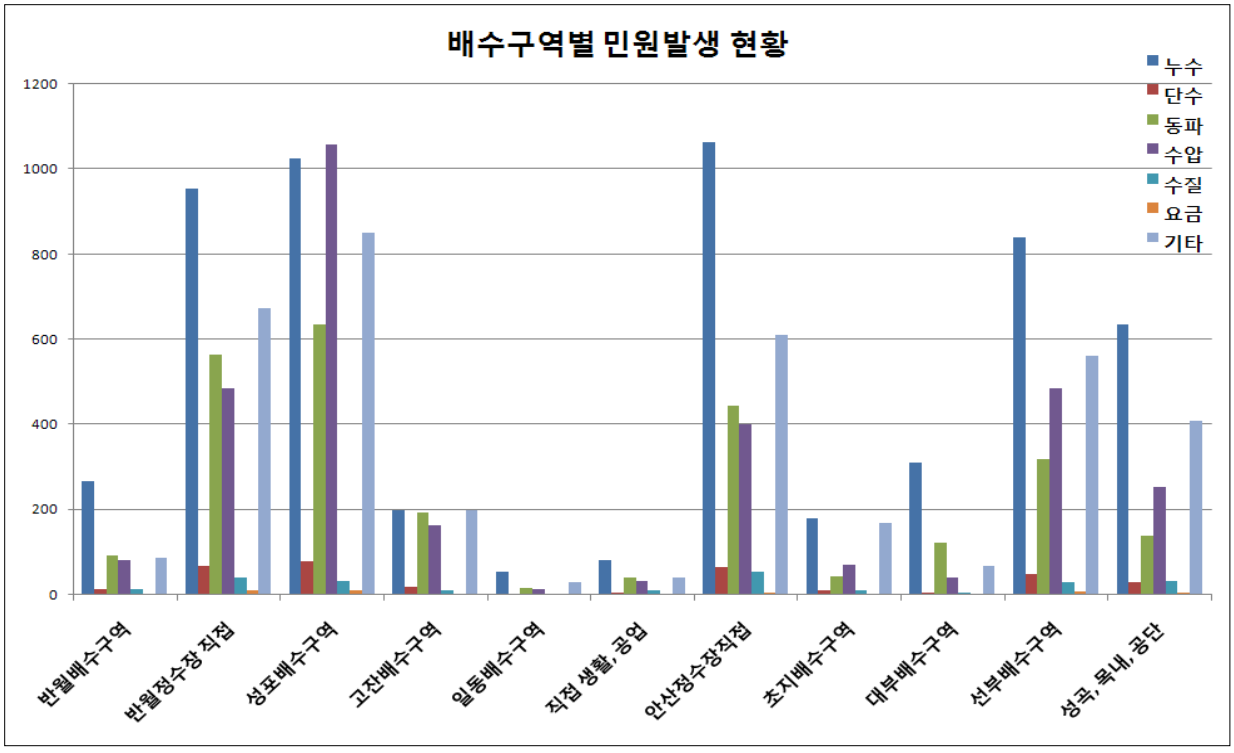


<그림 6.1-6> 안산시 민원 유형별 현황(2004~2008년)

〈표 6.1-10〉 구역별 민원발생 현황

대블록 (정수장)	중블록 (배수구역)	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
반월	반월배수구역	546	266	13	90	79	12	-	86
	반월정수장 직접	2787	955	67	562	483	39	8	673
	성포배수구역	3684	1025	77	633	1059	31	10	849
	고잔배수구역	770	196	17	191	160	8	1	197
	일동배수구역	105	52	1	15	11	-	-	26
시흥	직접 생활, 공업	197	78	4	37	30	9	-	39
안산	안산정수장직접	2634	1062	65	443	398	52	5	609
	초지배수구역	472	178	10	40	67	9	1	167
연성	대부배수구역	541	310	4	119	39	4	-	65
	선부배수구역	2281	838	48	318	483	28	6	560
	성곡 목내 공단배수구역	1487	633	27	136	252	30	3	406
합 계		15504	5593	333	2584	3061	222	34	3677

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2004~2008년)

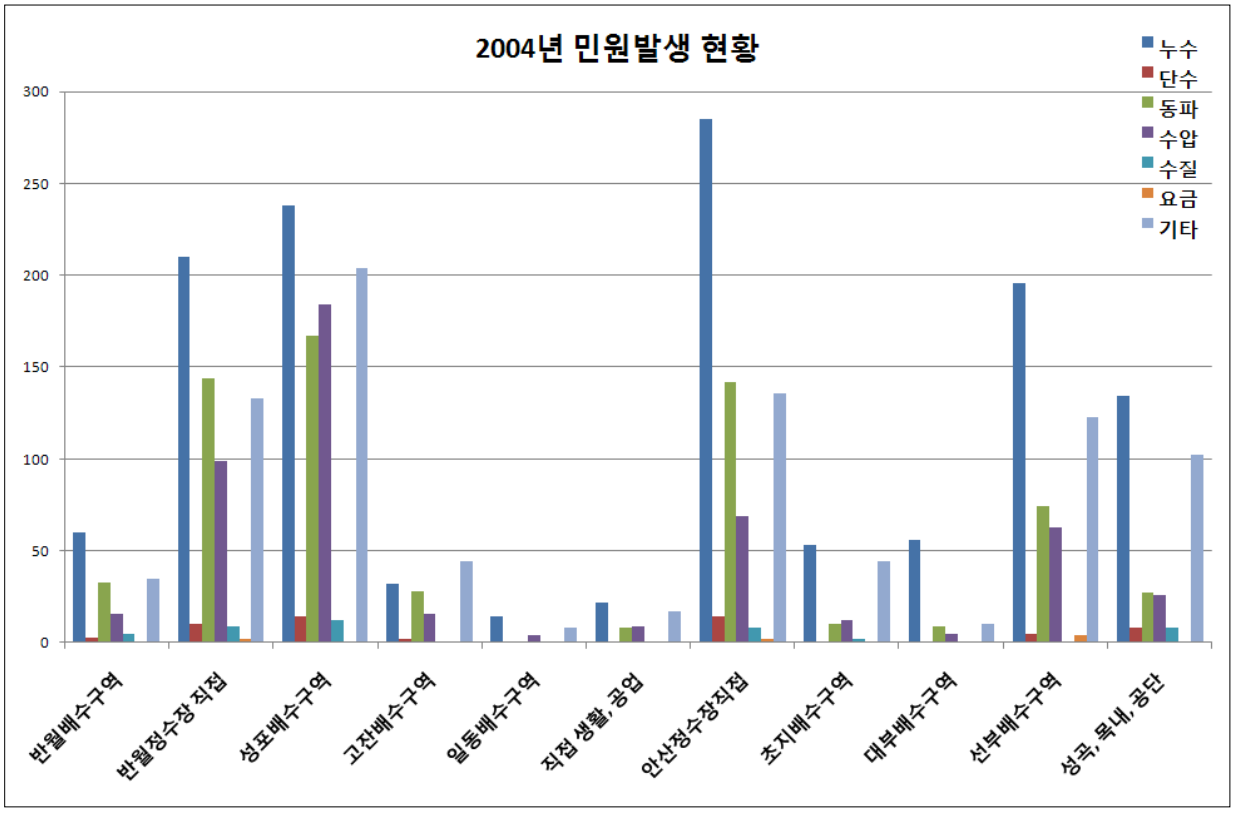


〈그림 6.1-7〉 안산시 배수구역별 민원현황(2004~2008년)

〈표 6.1-11〉 년도별 민원발생 현황

구 분	대블록 (정수장)	중블록 (배수구역)	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2004년	반월	반월배수구역	152	60	3	33	16	5	-	35
		반월정수장 직접	607	210	10	144	99	9	2	133
		성포배수구역	820	238	14	167	184	12	1	204
		고잔배수구역	122	32	2	28	16	-	-	44
		일동배수구역	28	14	1	1	4	-	-	8
	시흥	직접 생활, 공업	57	22	-	8	9	1	-	17
	안산	안산정수장직접	656	285	14	142	69	8	2	136
		초지배수구역	122	53	1	10	12	2	-	44
	연성	대부배수구역	80	56	-	9	5	-	-	10
		선부배수구역	465	196	5	74	63	-	4	123
		성곡, 목내, 공단 배수구역	306	134	8	27	26	8	1	102
	합 계		1300	58	643	503	45	10	856	3415

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

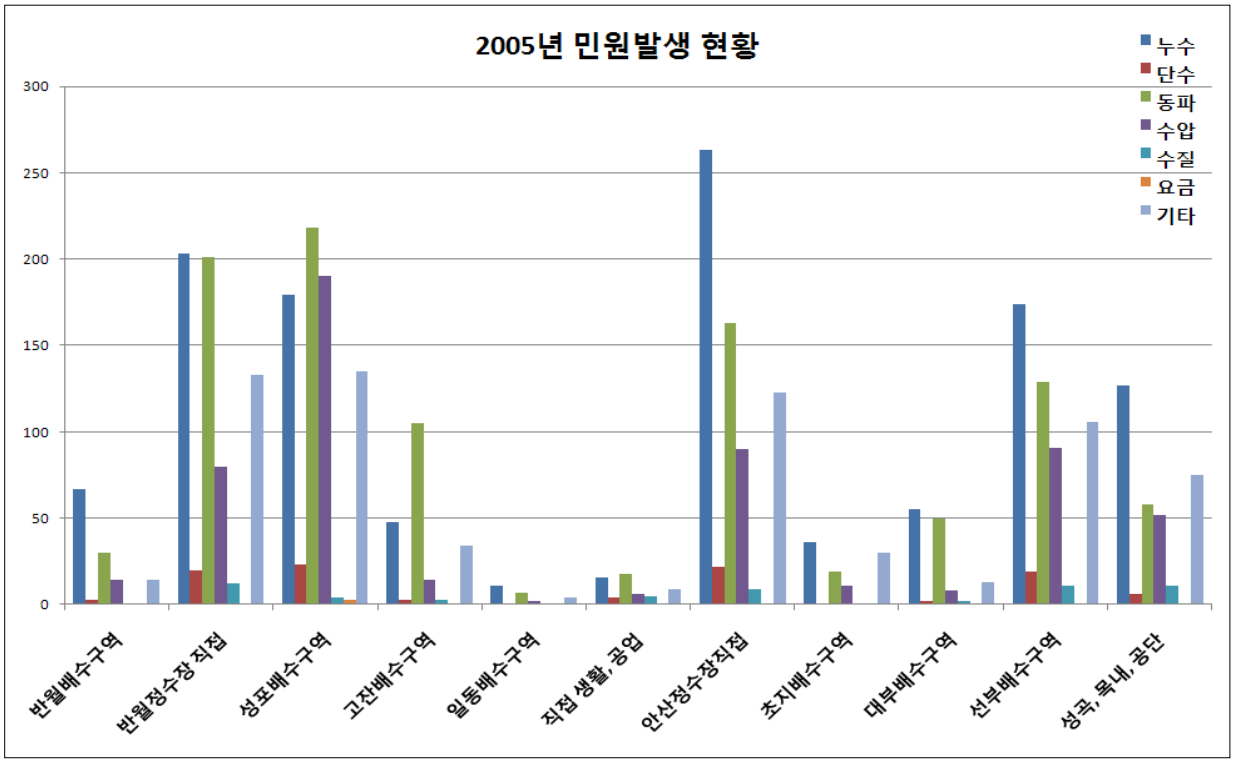


〈그림 6.1-8〉 안산시 배수구역별 민원현황 (2004년)

〈표 6.1-11 계속〉 년도별 민원발생 현황

구 분	대블록 (정수장)	중블록 (배수구역)	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2005년	반월	반월배수구역	129	67	3	30	14	1		14
		반월정수장 직접	650	203	20	201	80	12	1	133
		성포배수구역	752	179	23	218	190	4	3	135
		고잔배수구역	207	48	3	105	14	3		34
		일동배수구역	24	11		7	2			4
	시흥	직접 생활, 공업	58	16	4	18	6	5		9
	안산	안산정수장직접	671	263	22	163	90	9	1	123
		초지배수구역	99	36	1	19	11	1	1	30
	연성	대부배수구역	130	55	2	50	8	2		13
		선부배수구역	530	174	19	129	91	11		106
		성곡, 목내, 공단 배수구역	330	127	6	58	52	11	1	75
합 계			3580	1179	103	998	558	59	7	676

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

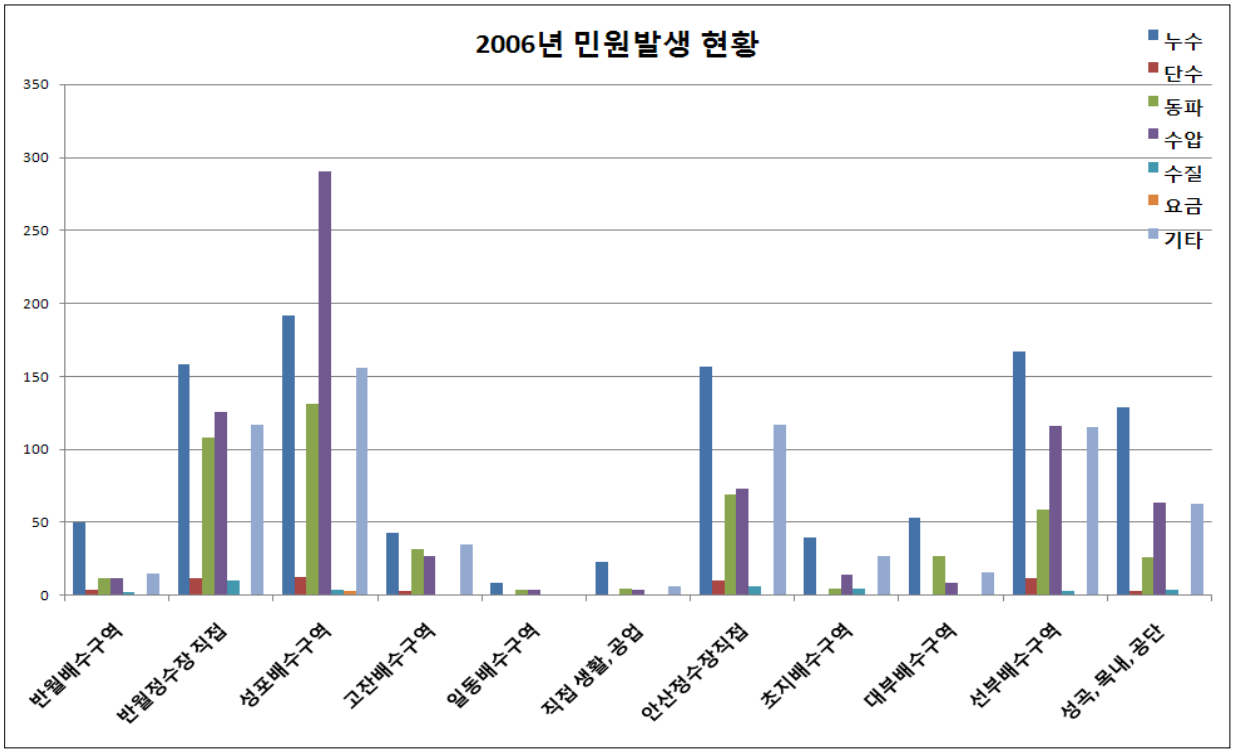


〈그림 6.1-9〉 안산시 배수구역별 민원현황 (2005년)

〈표 6.1-11 계속〉 년도별 민원발생 현황

구 분	대블록 (정수장)	중블록 (배수구역)	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2006년	반월	반월배수구역	95	50	4	12	12	2	-	15
		반월정수장 직접	532	158	12	108	126	10	1	117
		성포배수구역	789	192	13	131	290	4	3	156
		고잔배수구역	141	43	3	32	27	1	-	35
		일동배수구역	18	9	-	4	4	-	-	1
	시흥	직접 생활, 공업	38	23	-	5	4	-	-	6
	안산	안산정수장직접	433	157	10	69	73	6	1	117
		초지배수구역	92	40	1	5	14	5	-	27
	연성	대부배수구역	106	53		27	9	1	-	16
		선부배수구역	472	167	12	59	116	3	-	115
		성곡, 목내, 공단 배수구역	289	129	3	26	64	4	-	63
합 계			3005	1021	58	478	739	36	5	668

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

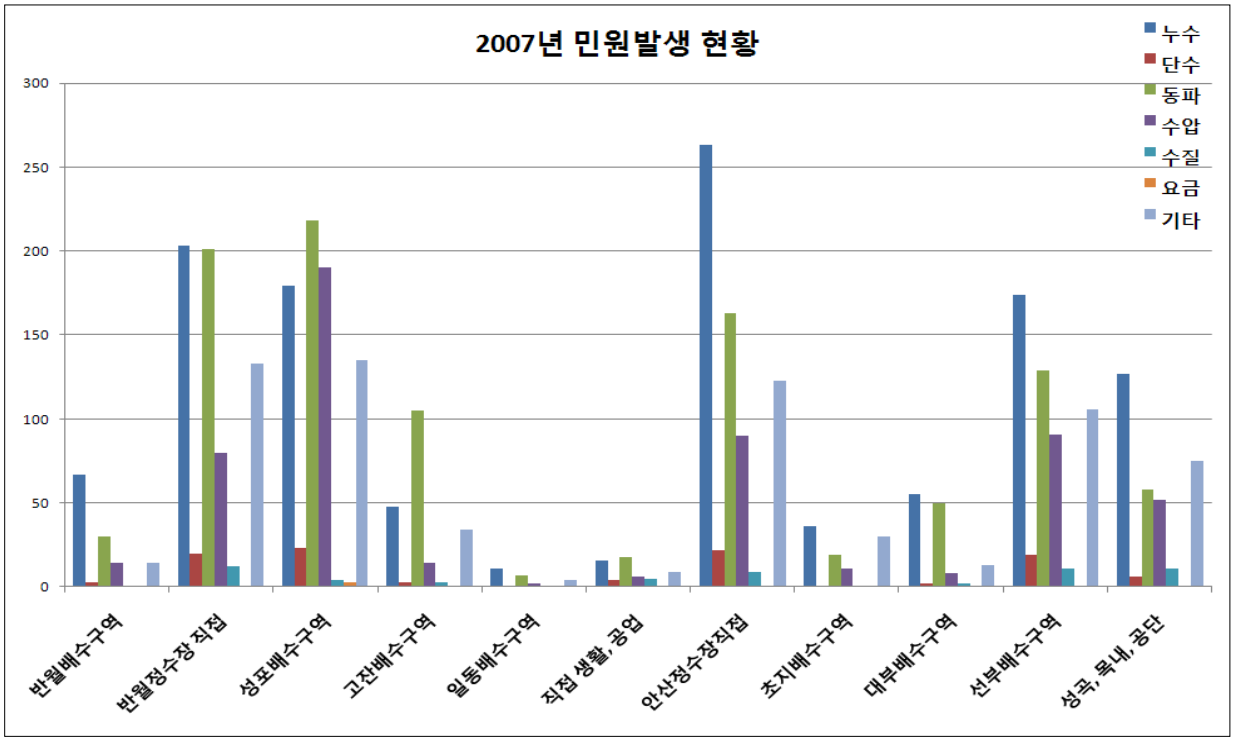


〈그림 6.1-10〉 안산시 배수구역별 민원현황 (2006년)

〈표 6.1-11 계속〉 년도별 민원발생 현황

구 분	대블록 (정수장)	중블록 (배수구역)	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2007년	반월	반월배수구역	85	40	2	5	22	2	-	14
		반월정수장 직접	458	181	12	24	97	6	1	137
		성포배수구역	644	191	13	28	257	7	2	146
		고잔배수구역	143	35	6	4	71	3	-	24
		일동배수구역	10	7	-	-	-	-	-	3
	시흥	직접 생활, 공업	25	10	-	3	6	1	-	5
	안산	안산정수장직접	421	171	6	15	111	22	-	96
		초지배수구역	65	16	1	-	17	-	-	31
	연성	대부배수구역	104	71	2	7	10	1	-	13
		선부배수구역	401	158	11	12	119	5	-	96
		성곡, 목내, 공단 배수구역	272	124	5	4	71	6	-	62
합 계			2628	1004	58	102	781	53	3	627

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

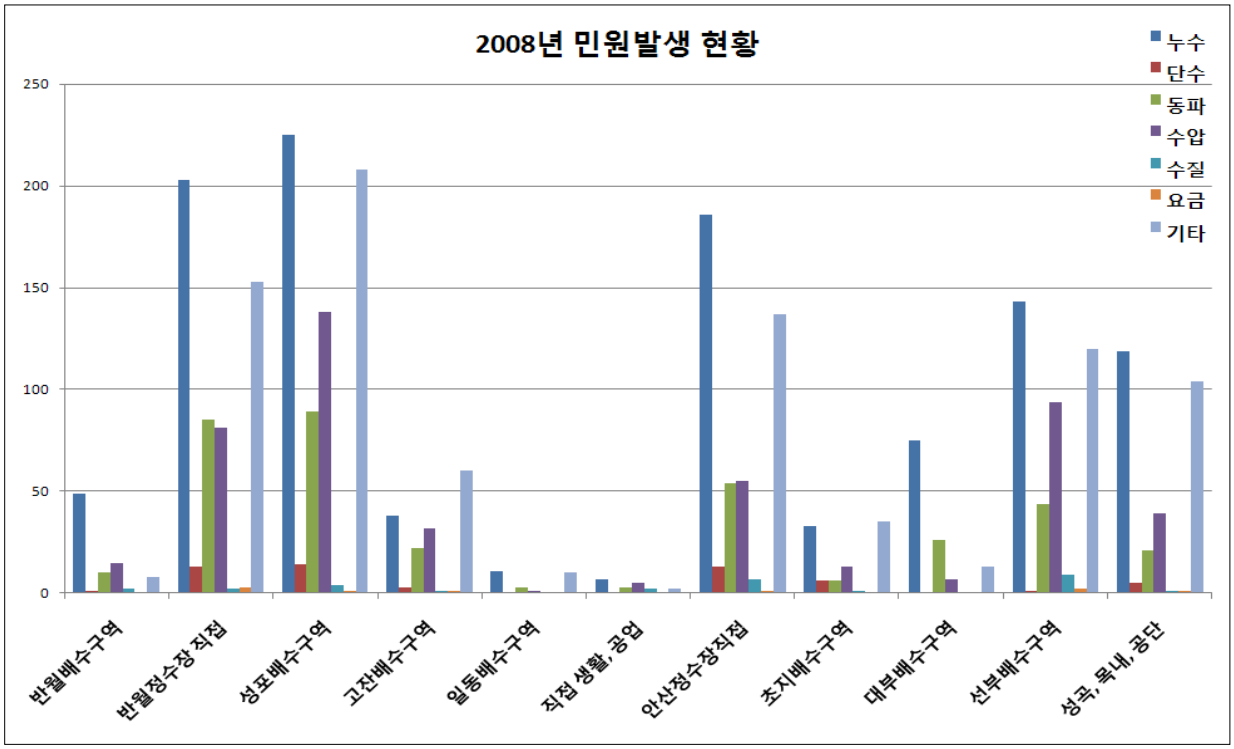


〈그림 6.1-11〉 안산시 배수구역별 민원현황 (2007년)

〈표 6.1-11 계속〉 년도별 민원발생 현황

구 분	대블록 (정수장)	중블록 (배수구역)	계	누수 (건)	단수 (건)	동파 (건)	수압 (건)	수질 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2008년	반월	반월배수구역	85	49	1	10	15	2		8
		반월정수장 직접	540	203	13	85	81	2	3	153
		성포배수구역	679	225	14	89	138	4	1	208
		고잔배수구역	157	38	3	22	32	1	1	60
		일동배수구역	25	11		3	1			10
	시흥	직접 생활, 공업	19	7		3	5	2		2
	안산	안산정수장직접	453	186	13	54	55	7	1	137
		초지배수구역	94	33	6	6	13	1		35
	연성	대부배수구역	121	75		26	7			13
		선부배수구역	413	143	1	44	94	9	2	120
		성곡, 목내, 공단 배수구역	290	119	5	21	39	1	1	104
합 계			2876	1089	56	363	480	29	9	850

자료출처 : 안산시 상하수도사업소



〈그림 6.1-12〉 안산시 배수구역별 민원현황 (2008년)

나. 발생지역 검토

안산시의 2007년 말 누수관리 현황을 보면 배수관로는 년간 누수사고건수가 158건, 누수량은 1,302㎥, 1㎞당 누수사고건수 및 누수량은 각각 0.2건, 1.6㎥으로 누수량은 적지 않은 편이며, 급수관로를 보면 년간 누수사고건수가 183건, 누수량은 1,262㎥, 1㎞당 누수사고건수 및 누수량은 각각 0.6건, 4.1㎥으로 배수관에 비해 급수관이 누수사고건수가 3배 높음을 알수있다. 일반적으로 배수관은 1㎞당 누수량이, 급수관은 1㎞당 누수사고건수가 각각 상대적으로 큰 것으로 나타나지만, 안산시의 경우 배수관 및 급수관 모두 많은 누수사고건수에 많은 누수량을 보이고 있다.

〈표 6.1-12〉 누수건수 및 추정량 현황

년 도 (year)	신고 누수건수(건)	신고 누수추정량(㎥)	탐지 누수건수(건)	탐지 누수추정량(㎥)
2006	364	2,475	-	-
2007	342	2,564	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

〈표 6.1-13〉 누수관리 현황

배수관로연장(㎞)	누수사고건수(건)	배수관누수량(㎥/년)	연장당 누수사고건수 (건/㎞/년)	연장당 누수량 (㎥/㎞/년)
798.5	158	1,302	0.2	1.6

급수전수 (전)	급수관로 연장 (㎞)	누수사고 건수 (건)	급수관 누수량 (㎥/년)	연장당 누수사고 건수 (건/㎞/년)	급수전당 누수사고 건수 (건/전/년)	연장당 누수량 (㎥/㎞/년)	급수전당 누수량 (㎥/전/년)
60,130	308.6	183	1,262	0.6	0.003	4.1	0.021

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

단수는 상수도관망의 유지관리에 필요한 조치 중의 하나이다. 하지만 단수가 많은 지역은 관망의 상태가 건전하지 않을 수 있고, 단수는 시민의 일상생활에 상당한 불편을 초래하는 것이기 때문에 이에 대한 평가도 필요하다.

안산시의 경우 2006년 총 단수건수 및 단수시간은 각각 366건, 1,644시간이고, 단수 건당 0.2시간을 보이며, 2007년 총 단수건수 및 단수시간은 각각 341건, 1,023시간이며, 0.3시간의 건당 단수시간을 나타낸다. 해당년도 모두 공지단수에 의한 결과이다.

〈표 6.1-14〉 단수영향 현황

년도 (year)	연간 총 단수건수 (건)	단수유형별 단수건수		연간 총 단수시간(h)	단수유형별 단수시간	
		공지단수	비공지단수	배수관	공지단수	비공지단수
2006	366	366	-	1,644	1,644	-
2007	341	341	-	1,023	1,023	-

자료출처 : 환경부 통계연보(각년도)

6.1.5 점검, 보정, 개량 및 교체이력 검토

가. 측정기기 관리

안산시의 경우 구역유량계는 매년 각 2회씩 보정을 하고 있어 상당히 양호한 것으로 조사되었으나, 수위계 및 수압계의 보정은 타 지자체와 마찬가지로 전혀 이루어지고 있지 않는 것으로 조사되었다. 측정기기의 관리는 현 시설물에 대한 정확한 계측을 통한 효율적인 유지관리를 목표로 하는 내용이므로 수위계 및 수압계는 향후 년 1회씩 보정을 하도록 하여 관리하도록 하여야 한다.

6.1.6 법규, 지침에 따른 준수 여부 검토

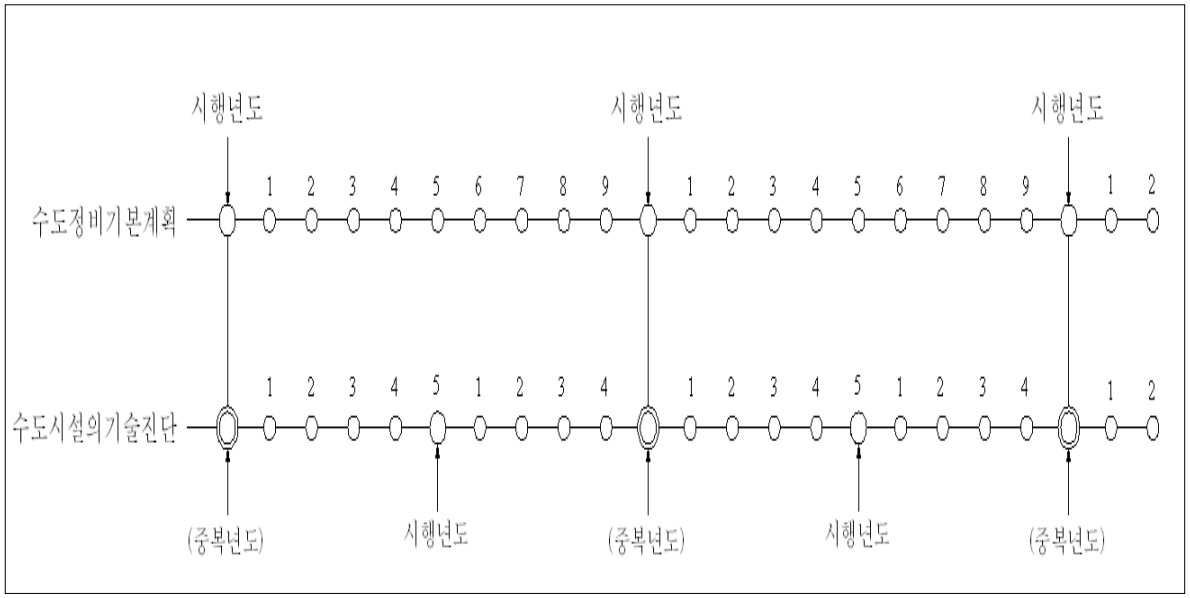
수도법 제4조에 의한 **수도정비기본계획 및 동법 제55조의2 제1항**에 수도시설에 대한 기술진단은 수도시설의 관리 상태를 점검하기 위하여 매 5년마다 환경부령에 정하는 바에 따라 정수장, 상수도관망 등 당해 수도시설에 대하여 실시하여야 하는 것으로 기술진단의 주요 업무범위는 환경부 지침인 “수도정비기본계획수립지침(2006. 5)” 제5장 시설개량계획과 제11장 기술진단 계획에 의거한다.

가. 수도정비기본계획표준품셈 적용방법

1) 계획기간의 적용

● 계획기간에 대한 적용방법

- 수도정비기본계획의 목표계획년도는 20년이며, 기본계획 수립시행기간은 매 10년이고, 수도시설에 대한 정수장 시설진단, 상수도관망 진단, 물 수요관리 종합 및 시행계획의 시행시기는 매 5년이므로 다음과 같이 수행한다.



〈그림 6.1-13〉 수도정비기본계획표준품셈 적용 시행 계획도

● 시설물별 적용방법

- 상수도 시설물별로 정수장 기술진단(취수시설, 도수시설, 정수장) 및 상수도관망 진단(송수관로, 배수관망)을 시행할 때에는 본 품셈에 따라 시설물별로 시행할 수 있다.

6.2 평가기준 설정

6.2.1 먹는물수질기준 및 정수처리수질 고려

가. 개요

※환경부령 제261호 먹는 물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 전부개정령을 다음과 같이 공포한다.

(2007년 12월 26일 환경부장관)

<표 6.2-1>검사대상 수도꼭지의 추출기준(제4조제3항 관련)

급수인구(명)	수질검사대상 수도꼭지의 수(개)
5,000 미만	1
5,000 이상 - 50,000 미만	급수인구 5,000명당 1
50,000 이상 - 100,000 미만	급수인구 7,000명당 1 + 2
100,000 이상 - 500,000 미만	급수인구 8,000명당 1 + 4
500,000 이상 - 1,000,000 미만	급수인구 15,000명당 1 + 33
1,000,000 이상	급수인구 30,000명당 1 + 66

주) 검사대상 수도꼭지의 수를 산정할 때 소수점 이하 자리는 올려서 계산한다.

나. 수질

정수장에서 생산된 수돗물이 가정으로 공급되는 과정에서 수질오염과 같은 문제가 발생하고 있는지를 확인하기 위하여 수돗물 저장시설인 배수지 및 수돗물 공급과정중 수도꼭지 중간지점과 관말지점별로 정기적으로 수질검사를 실시하여 안전한 수돗물을 수도사업자는 공급하여야할 의무가 있다. 년간 급수과정별 수질검사결과, 안전한 수돗물이 원활하게 공급되고 있는 것으로 나타났다.

수질자료를 검토결과, 일반세균 및 총대장균군, 분원성대장균군등은 모두 검출되지 않았으며 총트리할로메탄은 정수처리과정중 염소소독물질과 자연유기물질이 반응하여 생성되는 물질로써 과도한 염소주입시 그 농도가 증가할 수 있으나 최근 고도정수처리 과정 중에서 거의 대부분 제거되고 있었으며 그 농도는 평균 0.0119~0.0219mg/L이었다. 그 외 기타 항목들도 모두 기준치를 밑도는 결과로 모두 먹는 물 수질기준에 적합한 것으로 확인되었다.

〈표 6.2-2〉 급수과정별 년평균 수질측정현황

측정 항목	수질 기준		배수지 유입부	배수지 유출부	수도꼭지 중간지점	수도꼭지 말단지점
일반세균	(100CFU/mL이하)	평균	0	0	0	0
		최대	0	0	0	0
총대장균군	(불검출/100mL)	평균	불검출	불검출	불검출	불검출
		최대	불검출	불검출	불검출	불검출
분원성 대장균군	(불검출/100mL)	평균	불검출	불검출	불검출	불검출
		최대	불검출	불검출	불검출	불검출
잔류염소	(4.0mg/L이하)	평균	0.68	0.65	0.57	0.36
		최대	0.85	0.82	0.75	0.62
pH	(5.8 ~ 8.5)	평균	7.38	7.37	7.35	7.42
		최대	7.6	7.60	7.60	7.60
탁도	(0.5 NTU이하)	평균	0.089	0.0965	0.109	0.110
		최대	0.17	0.21	0.30	0.332
철	(0.3 mg/L이하)	평균	불검출	불검출	0.08	0.077
		최대	불검출	불검출	0.08	0.204
동	(1 mg/L이하)	평균	0.0085	불검출	0.0183	0.019
		최대	0.0085	불검출	0.0183	0.066
아연	(3 mg/L이하)	평균	0.0047	0.0035	0.0228	0.0147
		최대	0.0110	0.0074	0.0960	0.104
암모니아성질소	(0.5 mg/L이하)	평균	0.01	0.013	0.013	0.001
		최대	0.01	0.02	0.03	0.02
총트리할로메탄	(0.1 mg/L이하)	평균	0.0209	0.0199	0.0219	0.0204
		최대	0.0400	0.0400	0.0440	0.0390

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

〈표 6.2-3〉 수도꼭지 일반지역 수질측정결과(년 평균)

No.	분석항목 / 측정년도	일반세균	총대장균군	분원성 대장균군	잔류염소		
		100CFU/mL이하	불검출/100mL	불검출/100mL	최대	최소	평균
1	2005년	0	불검출	불검출	1	0.2	0.4
2	2006년	0	불검출	불검출	1	0.2	0.39
3	2007년	0	불검출	불검출	1	0.1	0.35
4	2008년	0	불검출	불검출	1.3	0.1	0.43
총 년도 평균		0	불검출	불검출	1.08	0.15	0.39

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

〈표 6.2-4〉 수도꼭지 노후지역 수질측정 결과(안산 정수장수계 년평균)

구분	검사항목	기준	검사결과		
			안산 정수장		
			와동 운전면허시험장 (배수지 전단)	와동 운전면허시험장 (배수지 후단)	고잔동 540-11번지 (관말)
1	일반세균	100CFU/ml이하	0	0	0
2	총대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
3	분원성대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
4	잔류염소	4.0mg/l이하	0.41	0.40	0.37
5	철	0.3mg/l이하	불검출	불검출	0.112
6	염소이온	250mg/l이하	12.4	12.86	12.51
7	동	1.0mg/l이하	0.012	0.009	0.012
8	아연	3.0mg/l이하	0.020	0.023	0.026
9	망간	0.3mg/l이하	0.005	불검출	0.010
10	암모니아성질소	0.5mg/l이하	0.011	0.012	0.014
판 정			적 합	적 합	적 합

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

〈표 6.2-5〉 수도꼭지 노후지역 수질측정 결과(연성 정수장수계 년평균)

구분	검사항목	기준	검사결과		
			연성 정수장		
			선부동 1053 경일고 (배수지전)	선부동 1053 경일고 (배수지후)	신길동 253 수원왕갈비(관말)
1	일반세균	100CFU/ml이하	0	0	0
2	총대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
3	분원성대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
4	잔류염소	4.0mg/l이하	0.41	0.35	0.31
5	철	0.3mg/l이하	0.051	0.076	0.1
6	염소이온	250mg/l이하	11.4	11.46	11.26
7	동	1.0mg/l이하	0.030	0.024	0.030
8	아연	3.0mg/l이하	0.013	0.019	0.023
9	망간	0.3mg/l이하	불검출	0.007	0.007
10	암모니아성질소	0.5mg/l이하	0.010	0.011	0.011
판 정			적 합	적 합	적 합

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

〈표 6.2-6〉 수도꼭지 노후지역 수질측정 결과(반월 정수장계 년평균)

구분	검사항목	기준	검사결과	
			반월 정수장	
			안산동 57-29번지	사사동 49-1번지
1	일반세균	100CFU/ml이하	0	0
2	총대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출
3	분원성대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출
4	잔류염소	4.0mg/l이하	0.4	0.32
5	철	0.3mg/l이하	0.07	0.06
6	염소이온	250mg/l이하	11.46	11.26
7	동	1.0mg/l이하	0.018	0.014
8	아연	3.0mg/l이하	0.023	0.047
9	망간	0.3mg/l이하	불검출	불검출
10	암모니아성질소	0.5mg/l이하	0.013	0.013
판 정			적합	적합

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

다. 수질관리 조사 현황

검사대상 수도꼭지와 관련된 조사지점 개수의 선정은 환경부에서 정한 기준을 바탕으로 선정하여야 하며 배수관망에 있어서 수도꼭지와 관련된 수질검사는 월 1회 측정을 실시하여야 한다. 노후지점의 경우에는 수도사업자가 지정한 지점에서 취수하여 수질검사를 실시하고 이들 항목에 대한 평가는 수질검사 시행률, 검사 개소밀도, 수질 불 합격률, 최소잔류염소등으로 수도사업자가 관리하고 있는 자료를 바탕으로 비교분석 한다.

먹는 물 수질기준 제4조 제3항 관련 수질조사 일반지역 검체추출기준에 의거 바탕으로 일반지역에 대한 수질검사 검체수를 산정하여 보면 2007년 말 현재 법정 시료수는 83개 지점이며 이는 인구비례 검체수를 추출하는 방법이므로 매년 검체수가 달라질 수 있다. 일반지역에 대한 수질기준 및 시행률 등을 분석한다.

〈표 6.2-7〉 일반지역 수질관리 분석현황

행정 구역	급수인구	법정 시료수	검사 시료수	불합격 시료수	잔류염소 불합격 시료수	검사 시행율 (%)	불 합격률 (%)	잔류염소 미달률 (%)
안산시	734,713	83	85	-	-	102.4	-	-

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

〈표 6.2-8〉 정수장 수계별 수질측정 현황

수계	배수구역	소블록		위치	잔류염소	온도	비고
안산정수장	직접	안산직접1	(AD1)	상록구월피동508-5번지	0.70	10.3	
		안산직접2	(AD2)	단원구고잔동674-1번지	0.65	11.8	
		안산직접3	(AD3)	단원구 고잔동 504-9 번지	0.78	11.5	
		안산직접4	(AD4)	단원구 와동 711-8 번지	0.70	10.4	
		안산직접5	(AD5)	단원구와동779-5번지	0.75	10.4	
		안산직접6	(AD6)	단원구와동752번지	0.72	9.7	노후지역
		안산직접7	(AD7)	단원구 와동 830-3 번지	0.60	10.3	
		안산직접8	(AD8)	단원구고잔동661-4번지	0.77	10.2	
		안산직접9	(AD9)	단원구고잔동612번지	0.67	10.7	노후지역
		안산직접10	(AD10)	단원구고잔동529번지	0.50	10.8	노후지역
		반월직접3	(BD8)	상록구부곡동720-9번지	0.25	14.4	
		반월직접5	(BD9)	상록구월피동466-6번지	0.64	10.3	노후지역
		반월직접7	(BD10)	상록구 월피동 446 번지	0.56	10.1	
		반월직접9	(BD11)	상록구성포동583번지	0.48	10.3	노후지역
연성정수장	선부	연성선부18	(YS1)	단원구선부동984-11번지	0.43	9.5	
		연성선부17	(YS2)	단원구선부동1015-6번지	0.51	11.7	
		연성선부16	(YS3)	단원구선부동1024-5번지	0.58	9.9	노후지역
		연성선부2	(YS4)	단원구선부동1127-2번지	0.56	10.3	
		연성선부19	(YS5)	단원구 원곡동 953-3 번지	0.23	11.1	
		연성선부15	(YS6)	단원구선부동997-2번지	0.57	11.5	노후지역
		연성선부3	(YS7)	단원구선부동1081번지	0.34	11.0	
		연성선부11	(YS8)	단원구원곡동744-1번지	0.50	10.2	
		연성선부10	(YS9)	단원구원곡동797-5번지	0.52	13.3	
		연성선부12	(YS10)	단원구원곡동759-9번지	0.54	12.3	
		연성선부9	(YS11)	단원구원곡동806-14번지	0.67	16.6	
		연성선부13	(YS12)	단원구원곡동766-8번지	0.62	11.2	노후지역
		연성선부8	(YS13)	단원구원곡동811-22번지	0.58	10.5	노후지역
		연성선부14	(YS14)	단원구 원곡동 938 번지	0.61	11.5	노후지역
		연성선부7	(YS15)	단원구원곡동835-4번지	0.25	14.1	
		연성선부6	(YS16)	단원구원곡동853-3번지	0.55	11.7	노후지역
		연성선부4	(YS17)	단원구 선부동 1077-4 번지	0.41	11.0	노후지역
		연성선부1	(YS18)	단원구초지동667번지	0.47	9.8	
		연성선부24	(YS19)	단원구신길동1401-1번지	0.48	10.3	
		연성선부23	(YS20)	단원구신길동1438번지	0.54	10.8	
		연성선부25	(YS21)	단원구초지동624-4번지	0.49	13.9	
	목내	연성목내26	(YM1)	단원구원시동773-4번지	0.41	11.2	
		연성목내27	(YM1-1)	단원구 초지동 653 번지	0.53	11.2	
		연성목내29	(YM2)	단원구 목내동 394-1 번지	0.64	10.4	노후지역
		연성목내28	(YM2-1)	단원구원시동741번지	0.50	10.5	
	대부	연성대부41	(YT1)	단원구대부도동852번지	0.50	11.6	
		연성대부41	(YT1-1)	단원구 대부도동 영어마을 앞	0.47	11.5	
		연성대부41	(YT2)	단원구대부도동978-1번지	0.06	9.7	노후지역
	성곡	연성성곡30	(YH1)	단원구신길동1059번지	0.65	10.1	
		연성성곡31	(YH2)	단원구성곡동603번지	0.71	10.4	
		연성성곡32	(YH2-1)	단원구성곡동609-3번지	0.56	11.4	

〈표 6.2-8 계속〉 정수장 수계별 수질측정 현황

수계	배수구역	소블록		위치	잔류염소	온도	비고
시흥	직접	시흥직접1	(SL1)	단원구 성곡동 663-10 번지	0.41	11.0	
		시흥직접1	(SL1-1)	단원구 성곡동 713-6번지	0.52	10.7	노후지역
		시흥직접2	(SL1-2)	단원구 성곡동 685번지	0.18	12.3	
반월정수장	직접	반월직접4	(BD1)	상록구 부곡동 661-1번지	0.83	10.4	
		반월직접6	(BD2)	상록구 부곡동 665-5번지	0.83	10.8	노후지역
		반월직접8	(BD3)	상록구 부곡동 682-7번지	0.48	9.3	
		반월직접10	(BD4)	상록구 부곡동 692-5번지	0.70	11.8	
		반월직접11	(BD5)	상록구 일동 538-6번지	0.81	10.4	노후지역
		반월반월12	(BD6)	상록구 일동 610-2번지	0.23	10.0	
		반월직접2	(BD12)	상록구 수암동 460-8번지	0.29	5.7	노후지역
	성포	반월성포30	(BS1)	상록구 이동 612-24번지	0.67	10.7	
		반월성포29	(BS2)	상록구 일동 660번지	0.70	9.9	노후지역
		반월성포28	(BS3)	상록구 본오동 872-19번지	0.32	9.9	
		반월성포27	(BS6)	상록구 본오동 885-6번지	0.37	11.3	
		반월성포26	(BS8)	상록구 본오동 925-2번지	0.41	10.8	노후지역
		반월성포24	(BS9)	상록구 본오동 715-11번지	0.33	11.5	
		반월성포25	(BS10)	상록구 본오동 984번지	0.35	11.2	
		안산직접11	(BS11)	상록구 사동 1152번지	0.21	10.6	노후지역
		안산직접12	(BS12)	상록구 사동 1192-9번지	0.41	11.2	
		안산직접13	(BS13)	상록구 사동 1251 번지	0.37	10.4	노후지역
		안산직접14	(BS14)	상록구 사동 1341-8번지	0.20	10.7	
		안산직접15	(BS15)	상록구 사동 1294번지	0.24	9.5	노후지역
		안산직접16	(BS16)	상록구 사동 1355-6번지	0.42	10.1	
		안산직접16	(BS17)	상록구 사동 1377-9번지	0.39	11.4	
		안산직접17	(BS18)	상록구 사동 1407-26번지	0.28	11.1	
		안산직접18	(BS19)	상록구 사동 1487-4번지	0.36	10.7	
		안산직접19	(BS20)	상록구 사동 1344-1번지	0.45	10.2	노후지역
		반월반월12	(BD7)	상록구 일동 97-4번지	0.72	10.8	
	고잔	반월고잔37	(BK1)	단원구 초지동 730번지	0.33	12.0	
		반월고잔38	(BK2)	단원구 초지동 741-2번지	0.43	10.9	
		반월고잔36	(BK3)	단원구 고잔동 715번지	0.69	10.4	노후지역
		반월고잔35	(BK4)	단원구 고잔동 741 번지	0.72	9.7	
		반월고잔34	(BK5)	단원구 고잔동 779-1번지	0.54	10.5	
		반월고잔32	(BK6)	상록구 이동 674-4번지	0.36	9.5	
		반월고잔33	(BK7)	상록구 사동 1527-7번지	0.29	9.8	
		반월고잔31	(BK8)	상록구 이동 716-7번지	0.42	10.1	
	일동	반월일동18	(BI1)	상록구 본오동 1129번지	0.69	10.4	노후지역
		반월일동20	(BI2)	상록구 본오동 755-13번지	0.46	10.6	
		반월일동22	(BI3)	상록구 본오동 768-5번지	0.70	10.4	노후지역
		반월일동19	(BS4)	상록구 본오동 807-9번지	0.37	11.7	
		반월일동21	(BS5)	상록구 본오동 820-12번지	0.31	12.1	
		반월일동23	(BS7)	상록구 본오동 838-10번지	0.29	10.5	
	반월	반월반월14	(BB1)	상록구 건건동 532번지	0.49	10.2	
		반월반월15	(BB2)	상록구 건건동 897-28번지	0.61	10.0	노후지역
		반월반월16	(BB3)	상록구 사사동 119-67번지	0.57	9.9	
		반월반월13	(BB4)	상록구 팔곡일동 403-1번지	0.48	11.9	
		반월반월17	(BI4)	상록구 팔곡이동 51번지	0.63	12.5	
		반월반월17	(BI4)	상록구 팔곡이동 424-3번지	0.57	10.7	

6.2.2 급수서비스 기준 설정(수량 및 수압, 수질)

가. 수량

1) 상수도 시설기준에 의거배수지의 용량은 다음 각 항에 의한다.

- 유효용량은 “시간변동조정용량”과 “비상대응용량”을 합하여 급수구역의 계획1일최대급수량의 12~36시간 분 중에서 상수도시설의 안정성 등을 고려하여 결정한다.
- 소화용수로서 가산할 수량은 7.1.5 소화용수량의 1.에 의한다.

「주택건설기준등에관한규정」의 제35조에 규정하고 있는 “비상급수”를 원용한다. 배수지는 송수되는 양에 대한 수요수량의 시간변동을 조정할 수 있으며 비상시에도 일정한 시간동안 급수할 수 있는 기능을 가져야 한다.

따라서 배수지의 유효용량은 “시간변동조정용량”으로 6~12시간 분으로 한다. 또 비상시의 대응용량으로서 배수지보다 상류 측의 비상 대응분(갈수, 수질사고, 시설사고 등) 및 배수지보다 하류 측의 비상 대응분(재해시 응급급수, 시설사고 등)과 소화용수량을 고려하여 24시간 분을 확보해야 하지만, 취수에서부터 정수장과 배수지 및 관로 등에 예비시설이 확보되어 있어서 정수장이나 송수관로 등의 사고 시에도 수용가에게 1일 정도를 단수되지 않고 급수할 수 있는 경우에는 예비시설들을 종합적으로 고려하여 비상대응용량을 6시간분 이상에서 적절하게 조정하여 결정한다. 따라서 시간변동조정량과 상하류측의 비상대응분을 종합하여 계획1일최대급수량의 12~36시간의 용량 중에서 각 수도사업자는 배수구역의 물 사용형태, 지역의 특성, 시설의 규모, 수도시설의 전반적 배치 등을 종합적으로 검토하여 각 수도사업체의 실정에 알맞은 배수지 목표용량을 설정해야 한다.

다만, 소화용수량에 대해서는 일반적으로 12~36시간 분의 용량에 포함되고 있지만, 소규모수도에서는 소화용수량의 일반배수량에 대한 비율도 크므로, 7.1.5 소화용수량에서 설명한 바와 같이 배수지가 담당하는 계획급수인구가 50,000 명 이하인 수도사업자는 원칙으로 소화용수량을 별도 가산하여 배수지의 용량을 결정한다.

또한 표준용량으로 고려하는 시간변동 조정용량과 비상시 대응용량은 각 수도사업체의 실정에 맞도록 선정해야 한다. 특히 비상시 대응용량은 어디까지나 단시간의 것

이며 일률적으로 비상시를 규정할 수 없고 또한 각 수도사업자의 상수도시설 환경이 다르기 때문에 동일하게 적용할 수 없으므로 각 상수도사업에서 비상사태의 발생의 빈도와 규모에 따라 결정한다.

나. 수압

1) 상수도 시설기준에 의거 배수관의 수압은 다음 각 항에 적합해야 한다.

- 배수관으로부터 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최소동수압은 150 kPa (약 1.5 kg/㎠) 이상을 확보한다.

동수압의 상향조정은 배수관망 중에 노후관이 혼재되어 있을 경우에는 누수사고의 발생이나 누수량의 증가로 이어질 우려가 있으므로 배수관의 정비를 착실히 진행시키는 것과 함께 급수관도 정비하여 관로전체를 고수압에 견딜 수 있도록 개량하거나 교체해야 한다.

- 배수관으로부터 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최대정수압은 740 kPa (약 7.1 kg/㎠)를 넘지 않아야 한다.

배수관망의 중에서는 관종이 혼재되어 있기 때문에 최대정수압으로서는 현재 사용되고 있는 급수장치 보호의 관점에서 허용할 수 있는 수치로서 0.70 MPa(약 7.15 kg/㎠)를 설정하였다. 다만, 지형조건으로부터 국소적으로 이 값을 넘는 경우가 있더라도 급수에 지장이 없도록 조치되어 있는 경우에는 가능하며 이러한 경우에는 덕타일 주철관, 강관 등의 채용을 검토할 필요가 있다.

위의 내용으로 볼 때 수압은 1.5 ~ 7.1 kg/㎠의 기준범위를 두지만 관망의 유지관리 측면에서 볼 때 수압은 2.0 ~ 4.0 kg/㎠으로 관리하는 편이 유용하겠다.

다. 수질

1) 관망진단메뉴얼에 의거 하여 평가한다.

- 해당배수 구역에서 배수지가 1개인 경우 : 배수지의 수질(THM, 잔류염소농도)은 연간 평균치를, 복수개소에서 측정실적이 있는 급수전의 수질은, 배수지의 수질에 대해서 가장 차이가(THM의 증가량이 큰, 잔류염소농도의 저하량이 크다) 큰 장소의

평균 수질을 기입한다.

해당배수 구역에서 복수 배수지를 갖는 경우(혼합배수) : 배수지의 수질은 다음 식에서 산정하고, 급수전의 수질은 상기와 같은 방법으로 선정, 기입한다.

- 배수지의 수질 = Σ Qi × Ci / Q

여기서, Qi : i배수지의 배수량, Ci : i배수지의 총THM, 잔류염소

배수지에서의 수질이 불명확한 경우는, 정수지의 수질로 대체 사용해도 괜찮다.

상수도관망의 기술진단 대상 구역 내 배수지의 기본정보(개수, 총용량, 총저류시간)와 청소상태 등을 점검하는 것은 소비자에게 수량과 수질을 만족시켜주기 위하여 매우 중요하다. 안산시의 경우 연간 1회 이상의 배수지내 청소를 한다.

제 7 장 배수관망의 최적관리 시스템 평가

7-1 관망도 및 관망모델 검토

7-2 관망모델의 검증 및 신뢰성 검토

7-3 블록시스템 평가

제 7 장 배수관망의 최적관리시스템 평가

7.1 관망도 및 관망모델 검토

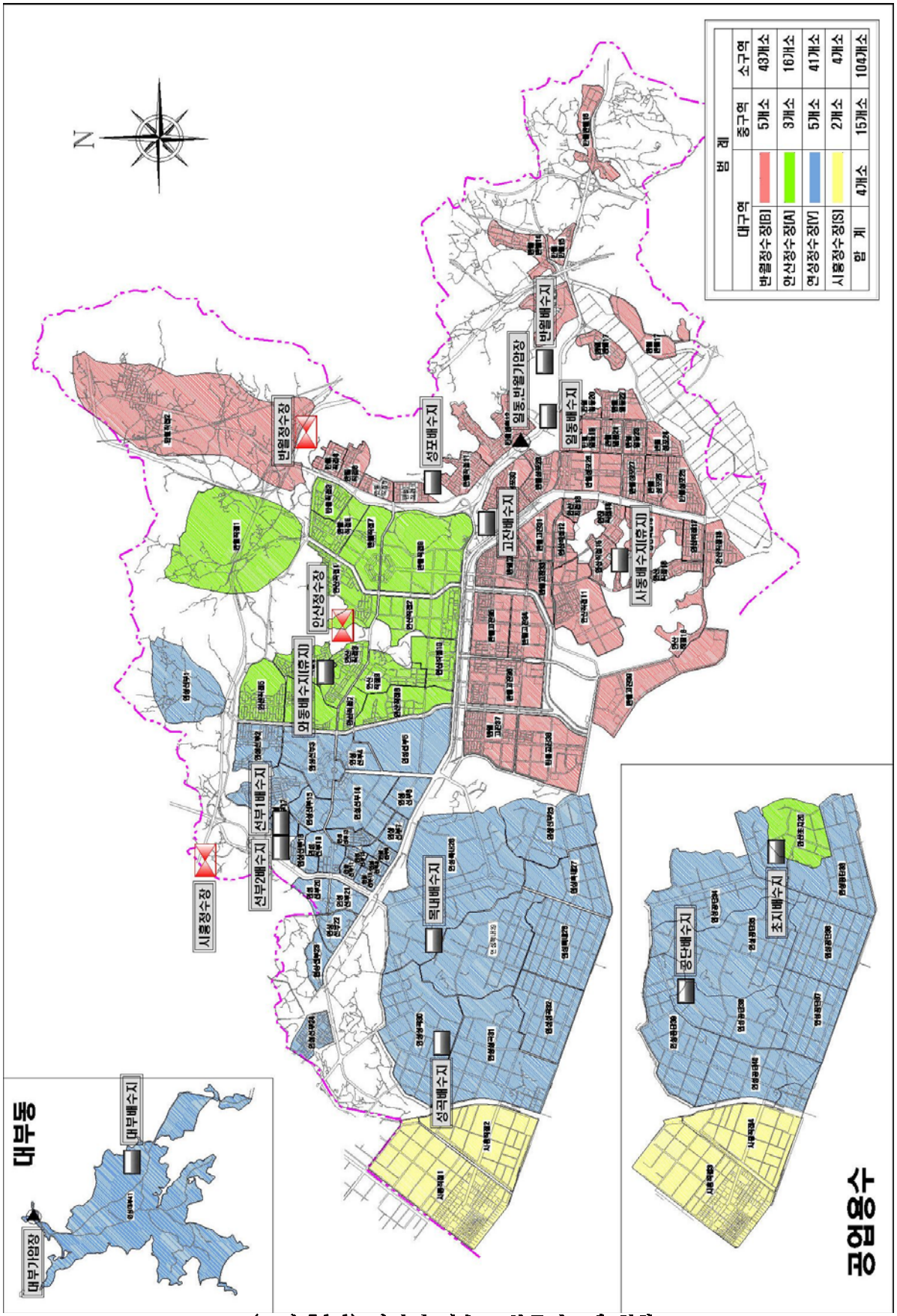
7.1.1 관망모델 구역분할 및 모델구축

가. 급수구역 분할

안산시의 급수구역분할 현황을 보면 대구역(정수장 계통)은 반월, 안산, 연성, 시흥정수장으로 총 4개소로 형성되어있고, 이에 따른 중구역(배수지 계통)은 15개소이며, 이중 정수장에서 정수장내 정수지를 통해 직접 급수하는 직접급수구역이 반월정수장 직접급수구역과 안산정수장 직접급수구역 등 총 2개소가 있다. 소구역인 블록은 104개소로 이루어져 있다.

〈표 7.1-1〉 안산시 블록시스템 구축현황

대구역 (정수장)		중구역 (배수구역)	소블록	개소	비 고
4구역		15구역	104구역		
반월 정수장	1	반월정수장 직접	반월직접2,4,6,8,10,11, 반월반월12	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	



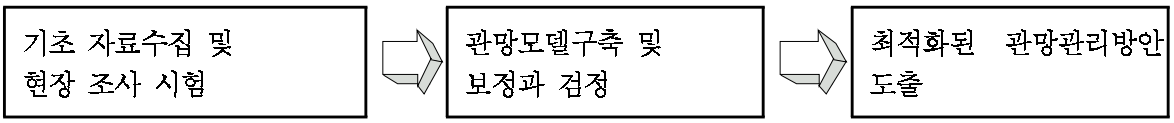
〈그림 7.1-1〉 안산시 상수도 블록시스템 현황도

나. 관망모델 구축

1) 목적 및 정의

- 기존관망의 운영관리(시설물가동 현황분석, 유량 및 수압 관리) 실태파악
- 펌프, 배수지 등 시설물 최적 운영 방안 도출
- 누수관리를 위한 새로운 대·중·소블록 분리
- 수질 분석(잔류염소, 물의 관내 체류시간 등)
- 신규시설 또는 개량의 적정성 검토

2) 내용



3) 기초자료 수집

〈표 7.1-2〉 관망모델 해석시 필요한 항목

구 분	활 용 부 분	수 집 자 료
기본 자료	절점 및 LINK의 기본적인 입력 DATA	•관로도면(1/1,000, 1/5,000): 일반 또는 CAD도면 •도·송수, 배수, 급수관로: 관경, 관종, 매설년도, 관로연장 등 •요금관리시스템 Data: 검침구역별사용량, 계량기현황, 생산량, 대수용가현황 등
시설물 자료	절점 및 LINK의 기본적인 입력 DATA	•취수원: 시설용량, 수위현황(H.W.L, L.W.L)등 •배수지: 시설용량, 설계수위(H.W.L, L.W.L), 유입·유출 유량 •취·송수가압장: 펌프사양(정격유량, 양정, 동력, 제작사 등), 펌프특성곡선, 펌프가동시간, 계통별 공급량 등
관로 자료	정확한 관망모델을 구축하기 위한 비교검토 자료	•관로 시설물 : 밸브, 압력계, 유량계, 감압변 등 위치 및 현황 •관로 개·대체 및 누수수선 현황: 교체년도, 관종, 관경, 연장
수질 자료	절점에 대한 기본적인 입력 DATA	•수질시험일지, 급수전 수질시험 자료, 염소 투입 실적
실시간 자료	시설물 운전현황 파악과 관망해석 결과의 보정자료로 활용	•실시간 유량, 수압, 펌프가동 현황 자료

4) 현장 조사시험

- 관로상 압력, 유량, 배수지수위, 계량기 비교유량, 잔류염소, 펌프성능 등 측정

5) 관망모델 구축

- 관로 시설물의 간략화(Skeletonization)와 모델화
- 정확한 물 사용량의 이용
- 각 시설물 및 시스템의 운전방식에 대한 정확한 이해

6) 모델의 보정과 검정

- 보정(Calibration) : 모델로부터 구하여진 결과가 정확하게 현장에서의 결과와 일치할 때 까지 데이터를 조정하는 과정

  ※서로 비교하여 5~10% 이내에 들면 모델은 보정된 것으로 간주

- 검증(Verification) : 보정된 모델을 한번 더 조정 및 확인하는 과정

7) 최적화된 관리방안 도출

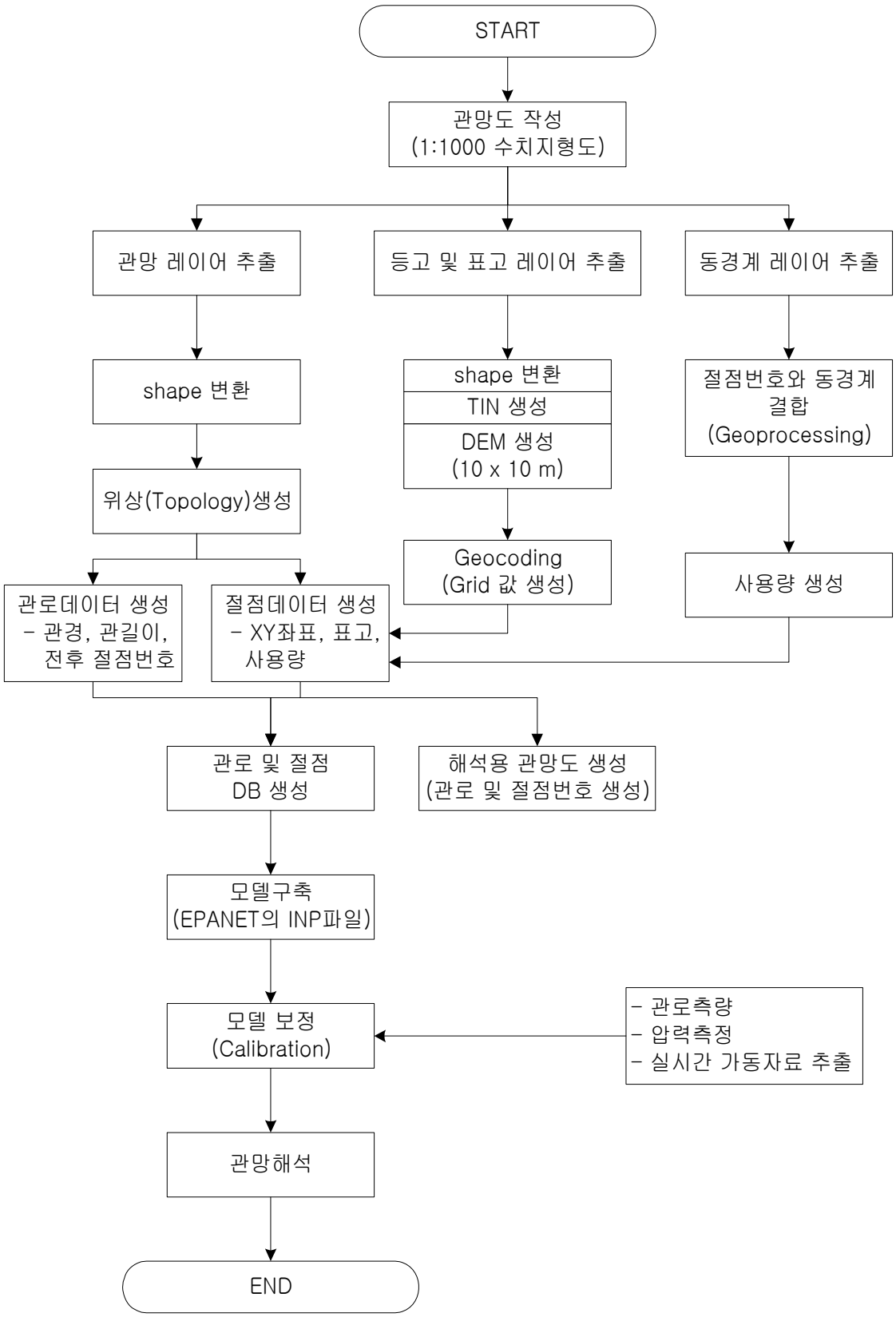
- 구축된 모델은 다음 사항과 같이 시스템의 운영·개선 및 설계 등에 이용
- 수도시설의 문제점들에 대한 대안 제시, 운영기법 등에 대한 평가
- 시설물 효율향상, 신규시설확장, 블록시스템 구축 등

8) 관망해석 수행절차

관망을 모델화하여 관망상태를 모의하고자 하는 경우에 필요인자는 대상지의 지형정보, 관로연장, 관경, 수도시설물의 위치 및 성능 등이 필요하게 된다. 이 입력 자료를 이용한 관망의 해석에서 전체 수용가를 표시하기는 불가능하므로 골격화를 이루도록 하고 있다.

급수구역내 관망은 상수도 사용조건(시간에 따른 급수량 변화)에 따라 달라지며, 펌프가압인 경우 펌프의 수리특성, 배수지의 수위변동에 따른 배수량 변동 등 여러 조건을 종합적으로 고려한 배수관망 해석이 이루어져야 한다. 배수관망 해석을 수행함에 있어서 수행절차는 다음과 같다.

관망해석은 Hazen-Williams의 유량공식을 사용하여 Hardy-Cross법에 의해 전산처리하였으며, 계산 결과를 비교하여 전체 급수 구역 내에 안정적인 급수가 가능한지를 가능하며 현재 배수관망 상황을 충분히 적용한다. 검토된 모델의 해석결과는 관로 및 절점에 대한 결과로 나타내며 비교분석 항목은 다음과 같다.



〈그림 7.1-2〉 관망해석 흐름도

9) 모델의 골격화

골격화는 해석을 위해서 필수적으로 고려할 필요가 없는 관들을 상수관망 시스템에서 분리하여 모델에서 제거하는 과정으로 해석을 위한 시간을 최소로 하고 모델의 복잡성을 감소시켜 배수시스템 전체를 통하여 물을 수송하는 적절한 관로들의 수리학적 상태를 정확히 표현하기 위한 모델을 만들기 위한 것이다.

또한 전 시스템을 몇 개의 분리된 지역으로 나누어 해설할 수 있다. 각각의 압력구역을 평가하기 위해서는 부분적인 모델을 이용하는 것이 특히 효과적이며, 부분모델들은 각 구역마다 별개로 만들어 질 수 있으며, 그 후 전체 시스템을 해석하기 위해서 하나의 모델로 결합한다.

- 기본적인 분기점과 관경 변화지점과 관말부분을 절점으로 구성
- 대용량 사용가(300톤/월 이상) 및 모델을 구성하기위해 필요한 지점에 절점을 구성
- 블록시스템 구성에 대한 대안을 구상하기 위하여 기 설치된 밸브를 구성하여, 대안 제시에 용이성 유도

10) 절점별 사용량

최근(2007년) 요금관리시스템상의 수용가별 사용량 중에서 사업구역으로 구분한 후 구역사용량을 산정하였다.

특히 사용량이 일정규모(월 평균 300톤이상) 이상인 수용가를 대량수용가로 따로 구분한 후 절점에 추가입력 하였으며, 나머지 소규모 수용가에 대해서는 전체 절점의 개수에 급수전당 일사용량을 나누어 산정하였다

11) 관망해석 결과 기준

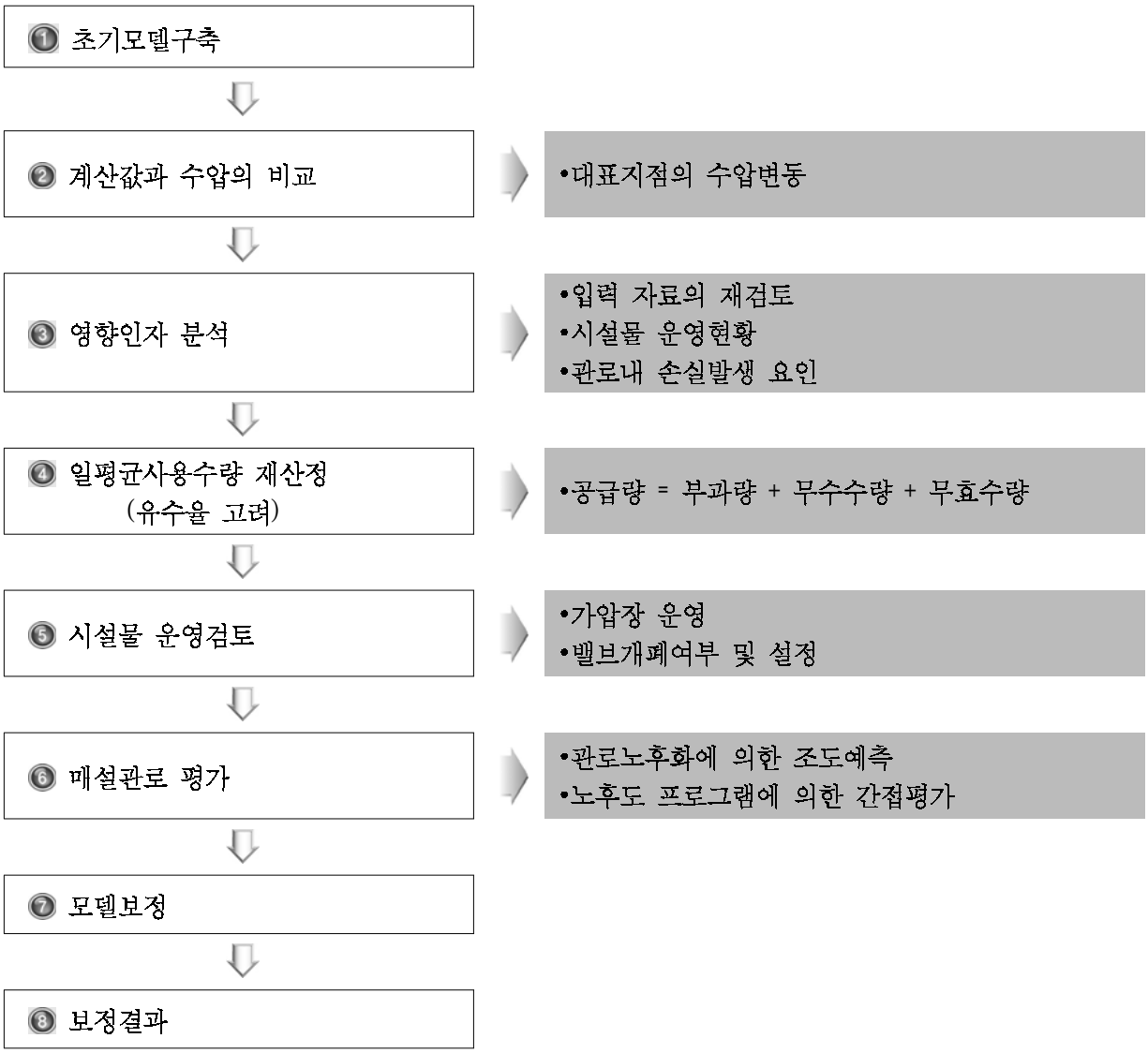
관망해석 결과를 분석하여 관로유량과 절점수압의 분포상태를 밝혀 수리적인 신빙성을 검토하여 수리적인 안정성을 평가할 수 있는 등 신설 및 기존 관망의 수량, 수압, 수질상태를 파악하여 여기에 적합한 운전상황이나 설계인자를 결정하기 위한 기초적인 자료를 얻을 수 있다. 배수관망 계산 결과의 분석평가는 절점의 정수압, 동수압, 관로의 관경 및 유속, 동수구배 등을 평가하며 각 항목에 대한 평가기준은 상수도 시설기준(2004, 환경부)의 기준으로 급수관을 분기하는 지점에서 최소동수압은 약 1.53kPa ~ 약 7.1kPa를 확보하도록 하고 있다.

12) 모델 보정

모델링을 이용한 관망의 수리검토를 위해서는 모델과 실제 관망사이의 신뢰성이 이루어져야 한다. 즉, 블록시스템 구축에서의 수리검토는 모델을 이용하여 현재 상태와 구

역고립 후를 비교하여 급수 구역내 관로상태 및 수압분포를 검토하는데 목적이 있다. 하지만, 신뢰성이 떨어질 경우 구역고립후의 상태를 평가하는 것은 무리가 있으며, 이러한 신뢰성을 얻기 위해서는 기준이 수립되어야한다. 이는 동시간대에 측정된 유입 순간유량과 수압자료를 기준으로 한다.

그러나, 급수 구역내 전체 지점의 수압을 측정하기는 곤란하므로, 대표적인 지점을 선정하여 수압을 측정한다. 수리모델링을 통하여 산정된 수압과 실제 측정수압을 비교시 오차가 발생할 경우, 고정수치인 시설물 운영현황과 지반고 및 관로구경, 연장의 재검토를 통해 모델의 오차 범위를 축소시킨 후 모델에 대한 보정을 하며 절점별 유출유량과 관로내 C계수를 이용토록 하였다. 측정 자료는 현장조사 자료를 이용하였다.



〈그림 7.1-3〉 모델보정 흐름도

7.2 관망모델의 검증 및 신뢰성 검토

7.2.1 유량 및 수압측정

가. 유량측정조사

1) 조사목적

현재 급수구역별 배수라인의 유출수량을 측정하고 각 급수구역별 유출수량과 사용량을 이용하여 유수율을 산정한다.

2) 조사대상

안산시내 급수구역 배수지

3) 조사항목

시간대별 유량, 순간유량, 야간최소유량, 1일평균유량

4) 조사기기

검교정 완료된 휴대용 초음파유량계인 PT868, PT878을 이용하여 측정한다.





5) 조사방법

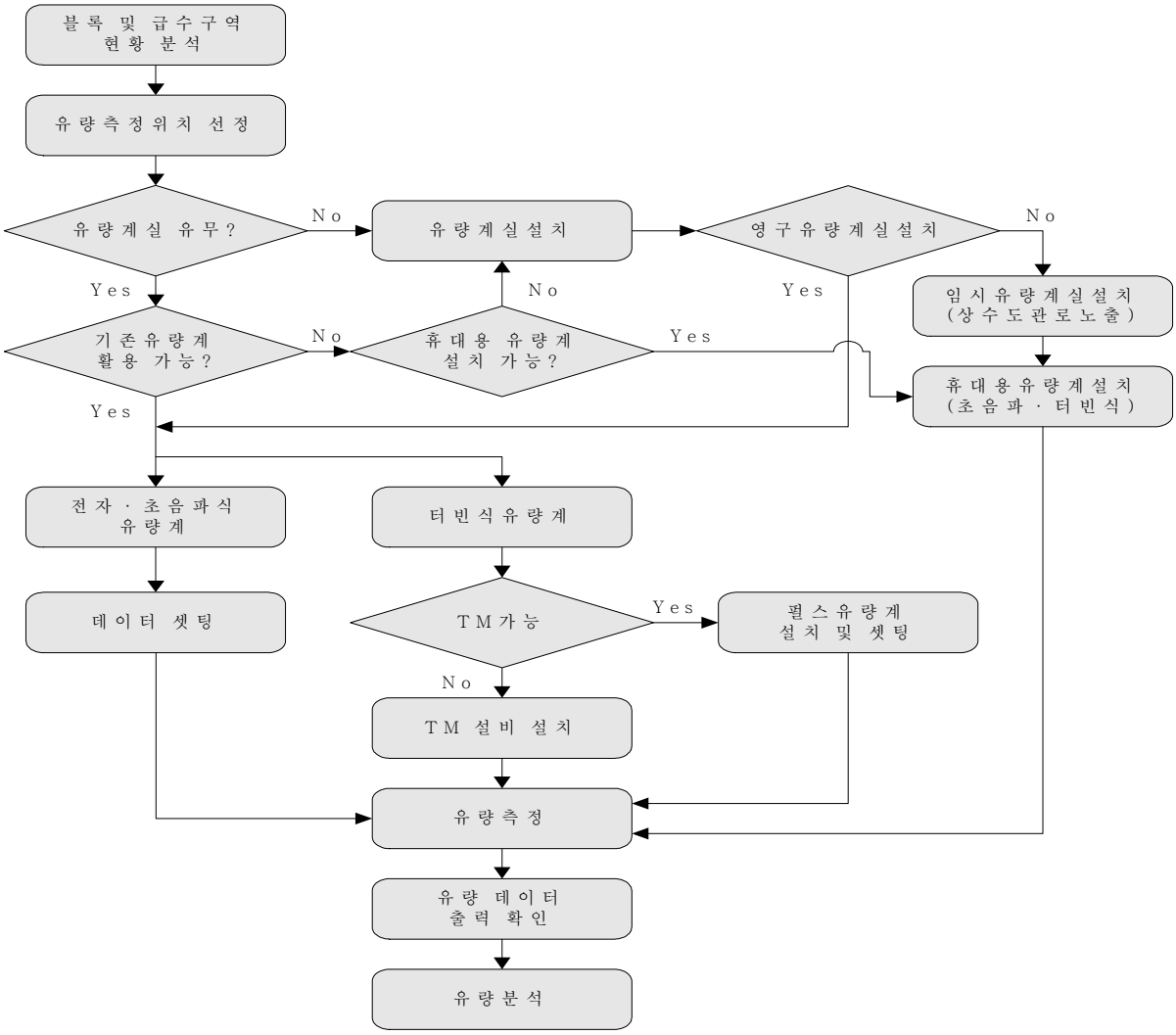
유출관로의 변실 혹은 노출관로에 직관부를 확인하고 휴대용초음파유량계를 설치, 정상신호를 확인후 기간과 측정간격을 입력하고 유량DATA 저장한다.

6) 도출자료

1일 평균유량, 시간대별 유량, 누수량 파악 등의 자료를 도출시킨다.

7) 결과적용

유량의 배분현황, 관망해석을 위한 시간대별 유량패턴, 누수량현황 분석 등에 적용시킨다.



〈그림 7.2-1〉 유량측정 작업 흐름도

8) 유량측정 결과

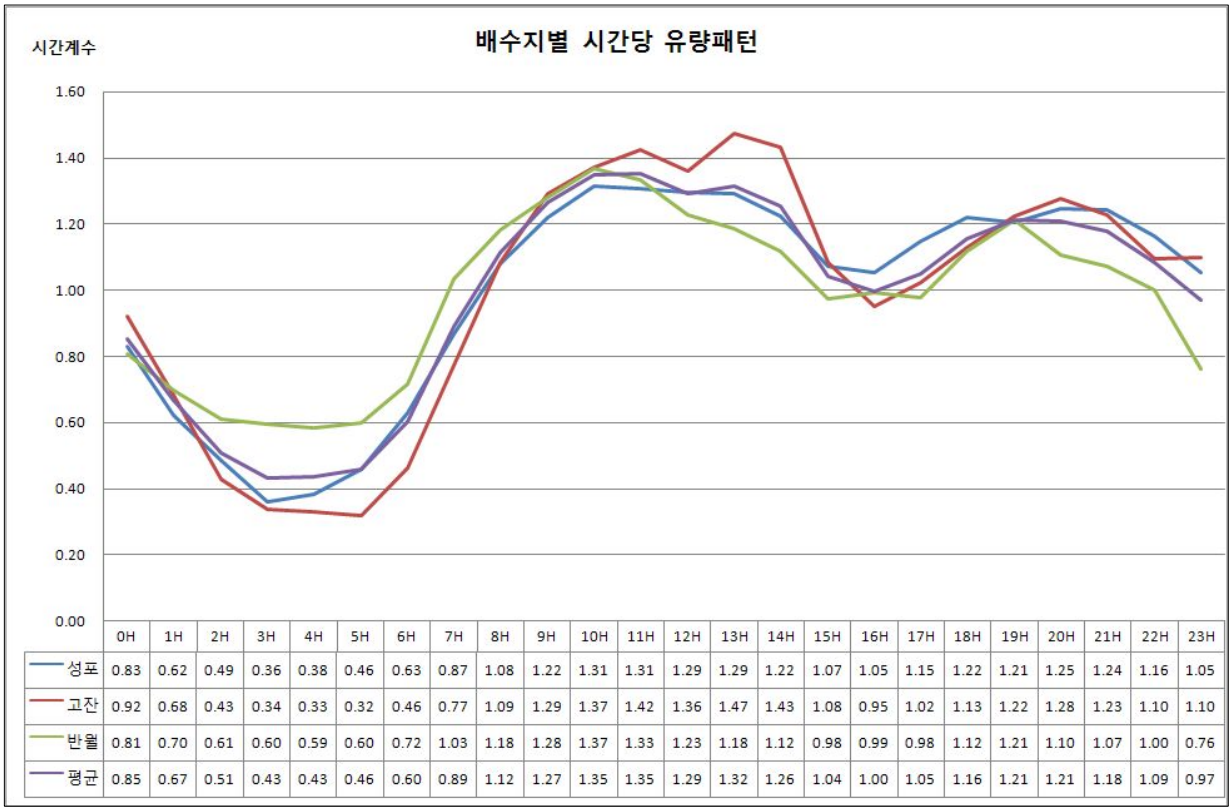
일생산량은 초음파유량계(PT-868)를 통하여 현장측정(24시간) 하였으며, 사용량은 해당 월 사용량 자료를 기초로 하여 유수율을 산정하였다. 일 유량패턴자료를 분석하여 보면 시간대 평균유량은 04;00대에 유량이 최소사용량을 보이고 10:00대에 최대사용량의 패턴을 보이는 것으로 조사되었다. 시간별 수요곡선은 일별평균 사용량에 대한 시간별 비율로서 나타내는데 아래와 같은 공식으로 산정할 수 있다.

$$Q_t = A_t \times Q_{base}$$

Qt : 시간 t에서의 수요량

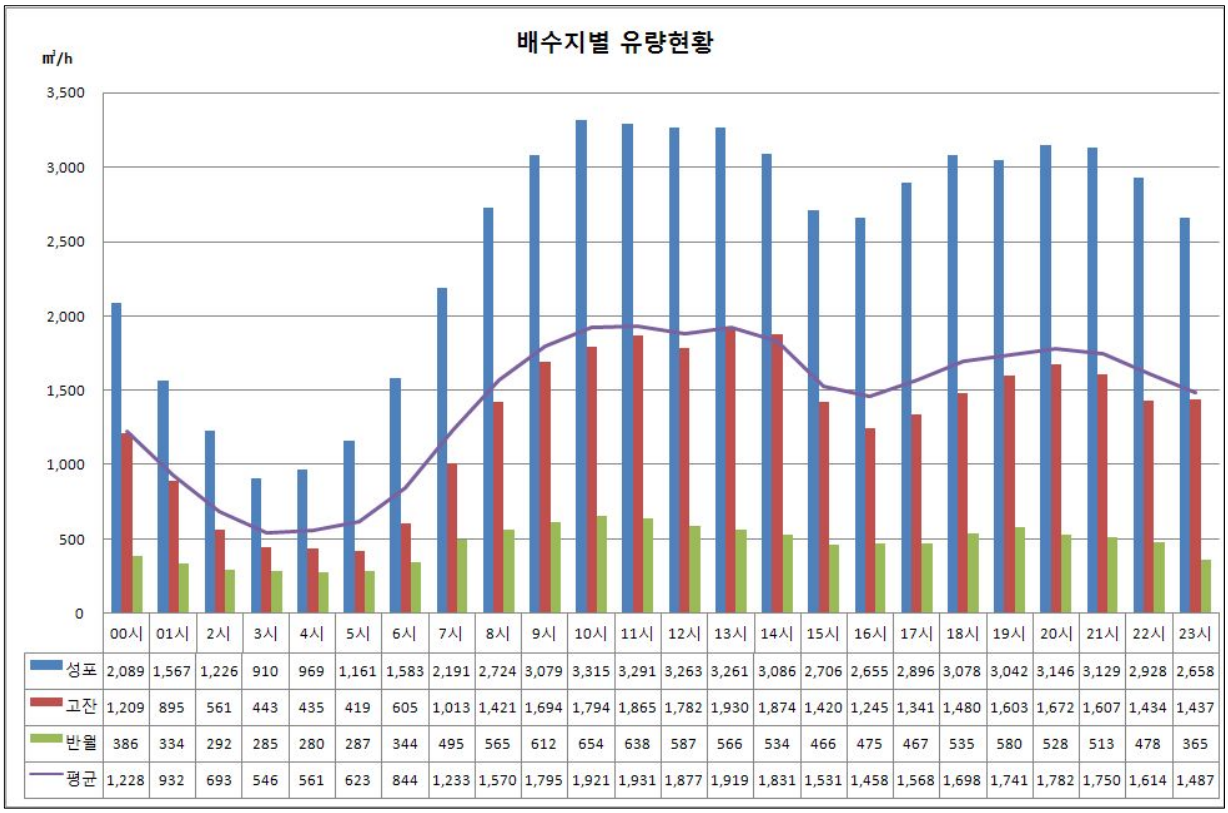
At : 시간 t에서의 승수

Qbase : 기본 수요량(Base Demand)



	0H	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H	20H	21H	22H	23H
성포	0.83	0.62	0.49	0.36	0.38	0.46	0.63	0.87	1.08	1.22	1.31	1.31	1.29	1.29	1.22	1.07	1.05	1.15	1.22	1.21	1.25	1.24	1.16	1.05
고잔	0.92	0.68	0.43	0.34	0.33	0.32	0.46	0.77	1.09	1.29	1.37	1.42	1.36	1.47	1.43	1.08	0.95	1.02	1.13	1.22	1.28	1.23	1.10	1.10
반월	0.81	0.70	0.61	0.60	0.59	0.60	0.72	1.03	1.18	1.28	1.37	1.33	1.23	1.18	1.12	0.98	0.99	0.98	1.12	1.21	1.10	1.07	1.00	0.76
평균	0.85	0.67	0.51	0.43	0.43	0.46	0.60	0.89	1.12	1.27	1.35	1.35	1.29	1.32	1.26	1.04	1.00	1.05	1.16	1.21	1.21	1.18	1.09	0.97

〈그림 7.2-2〉 배수지별 시간당 유량패턴



	00시	01시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시
성포	2,089	1,567	1,226	910	969	1,161	1,583	2,191	2,724	3,079	3,315	3,291	3,263	3,261	3,086	2,706	2,655	2,896	3,078	3,042	3,146	3,129	2,928	2,658
고잔	1,209	895	561	443	435	419	605	1,013	1,421	1,694	1,794	1,865	1,782	1,930	1,874	1,420	1,245	1,341	1,480	1,603	1,672	1,607	1,434	1,437
반월	386	334	292	285	280	287	344	495	565	612	654	638	587	566	534	466	475	467	535	580	528	513	478	365
평균	1,228	932	693	546	561	623	844	1,233	1,570	1,795	1,921	1,931	1,877	1,919	1,831	1,531	1,458	1,568	1,698	1,741	1,782	1,750	1,614	1,487

〈그림 7.2-3〉 배수지별 유량현황

나.수압측정조사

1) 조사목적

배수관로의 24시간 수압측정을 통한 급수 패턴을 확인한다.

2) 조사대상

안산시 급수구역내 167개소

3) 조사항목

주간최소동수압, 야간최고수압, 수압차, GL대비 이상수압유무, 대량사용 수용가의 영향을 파악한다.

4) 조사기기

전자식 자기록수압계 (Prime Log)



5) 조사방법

전자식 자기록 수압계를 소화전 및 급수전 에 설치하여 측정한다.

6) 도출자료

수압측정결과표, 수압분포도의 자료를 도출한다.

7) 결과적용

수압관리계획 수립 및 관망해석시 계산값과의 보정자료로 활용한다.

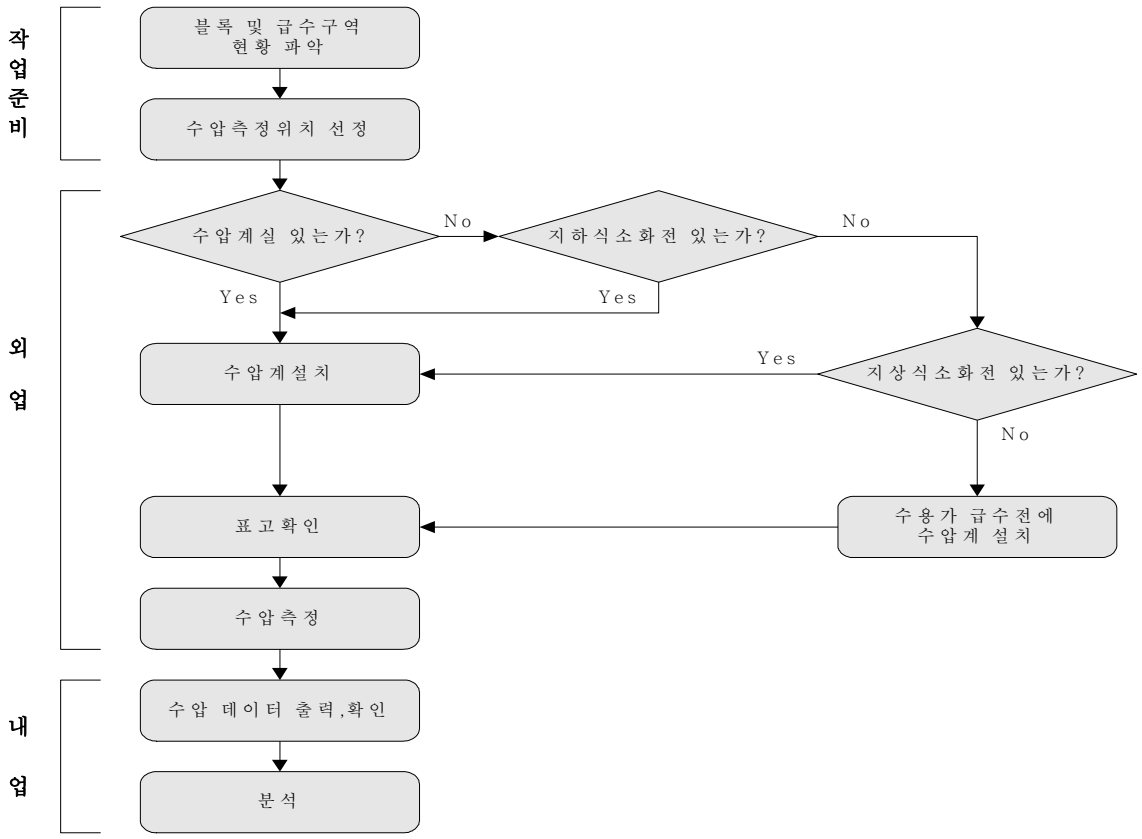
8) 수압측정지점 선정기준

- 전반적인 수압분포 파악 가능한 위치별 선정한다.
- 구역 내 평균 압력 예상지점(Average Zone Pressure Point)을 선정한다.
- 비교적 고지대 및 저지대 위치별 선정한다.

- 전체 또는 각 구역별 관말지역 위치별 선정한다.
- 고수압 또는 저수압으로 인한 민원발생 집중지역 위치별 선정한다.
- 급수전 또는 급수인구 밀집지역 위치별 선정한다.
- 수용가 조사 등의 현장조사 시 개별 수용가의 수압차 발생 등으로 해당 수용가의 담당배수본관 및 주변 분기관로의 최단이격거리의 지하식 소화전 위치별 선정한다.
- 구역고립계획에 따른 고립 후 구역별 수압분포 파악 가능 위치별 선정한다.
- 해당 선정위치에 지하식, 지상식 소화전 또는 개별 수용가의 급수전에 수압측정이 불가능한 위치는 최단 이격거리의 수압측정 가능 위치 선정한다.

9) 유의사항

- 측정지점을 여유 있게 선정하여 현장조사시 소화전 사용이 불가능한 경우를 대비한다.
- 측정지점이 선정되었으면 지자체의 상수도 관리부서와 협의한 후 소화전 관리를 주관하고 있는 지역소방서와 협의한다.
- 인근에 대규모 아파트 단지 또는 대사용 수용가 등이 있어 급수패턴이 급격하게 변할 수 있는 지점은 제외한다.



〈그림 7.2-4〉 수압측정 작업 흐름도

〈표 7.2-1〉 수압측정결과 총괄내역

NO	정수장	배수지	소블록		위치명	측정수압 (kgf/㎠)	관망해석 (kgf/㎠)	차이 (측정-관망)	비고
1	안산정수장	직접배수구역	안산직접1	AD1	유입점	6.2～5.9	6.0～5.5	0.2～0.4	
2					고지대(월피동495)	4.9～4.3	4.5～3.9	0.4	
3					저지대(월피동521-1)	5.7～4.8	5.6～5.0	0.1～-0.2	
4			안산직접2	AD2	유입점	6.2～5.9	6.0～5.6	0.2～0.3	
5					고지대(고533)	6.4～4.2	5.9～4.5	0.5～-0.3	
6					저지대(고잔동802동사거리)	6.7～5.8	6.5～6.0	0.2～-0.2	
7			안산직접3	AD3	유입점	5.4～4.8	5.0～4.6	0.4～0.2	
8					고지대(고잔동614-6)	4.7～3.5	4.5～3.2	0.2～0.3	
9			안산직접4	AD4	유입점	4.9～4.4	4.5～4.2	0.4～0.2	
10					고지대(96-7)	5.6～4.7	5.5～4.5	0.1～0.2	
11					저지대(122-5)	5.7～5.0	5.5～5.0	0.2	
12			안산직접5	AD5	유입점	6.3～5.7	6.0～5.5	0.3～0.2	
13					고지대(와782)	5.6～3.5	5.0～4.4	0.6～-0.9	
14					저지대(766-9)	5.9～4.2	5.4～4.8	0.5～-0.6	
15			안산직접6	AD6	유입점	6.3～5.9	6.1～5.6	-0.8～0.3	
16					고지대(와748-8)	5.6～5.0	5.2～4.2	0.4～0.8	
17					저지대(와759)	6.1～5.4	6.2～5.7	-0.1～-0.3	
18			안산직접7	AD7	유입점	6.1～5.5	6.1～5.5	0	
19					고지대(세차장)	5.9～5.3	5.5～4.7	0.4～0.6	
20					저지대(와836-1)	6.2～5.5	6.2～5.6	0~-0.1	
21			안산직접8	AD8	유입점	6.1～6.0	6.1～5.6	0~0.4	
22					고지대(화랑초교)	6.6～5.9	6.4～5.4	0.2～0.5	
23					저지대(고잔동65)	6.7～6.1	6.5～5.8	0.2～0.3	
24			안산직접9	AD9	유입점	6.2～5.9	6.2～5.7	0～0.2	
25					고지대(삼성중앙)	5.6～5.2	5.4～4.6	0.2～0.6	
26					저지대(광운3차)	6.2～5.8	6.3～5.9	-0.1～-0.1	
27			안산직접10	AD10	유입점	6.3～4.9	6.2～6.0	0.1～-1.1	
28					고지대(사무실앞)	6.2～4.3	6.0～5.6	0.2～-1.3	
29			반월직접3	BD8	유입점	6.1～6.0	6.0～5.5	0.1～0.5	
30					고지대(부곡동727-16)	6.0～5.0	5.5～4.5	0.5	
31					저지대(월피동사무소앞)	6.2～5.5	5.7～5.0	0.5	
32			반월직접5	BD9	유입점	6.4～5.9	6.4～5.8	0.1	
33					고지대(월464-8)	6.4～5.8	6.2～5.6	0.2	
34					저지대(469-1)	6.3～5.8	6.2～5.6	0.1～0.2	
35			반월직접7	BD10	유입점	6.5～5.2	6.2～5.7	0.3～-0.5	
36					고지대(월436)	6.3～4.3	6.2～5.6	0.1～-1.3	
37					저지대(다농앞)	6.6～5.2	6.2～5.6	0.4～-0.4	
38			반월직접9	BD11	유입점	6.7～6.3	6.4～5.7	0.3～0.6	
39					고지대	6.0～5.7	6.0～5.2	0.5	

〈표 7.2-1 계속〉 수압측정결과 총괄내역

NO	정수장	배수지	소블록		위치명	측정수압 (kgf/㎠)	관망해석 (kgf/㎠)	차이 (측정-관망)	비고
40	반월정수장	직접배수구역	반월직접4	BD1	유입점	4.4~4.1	4.3~3.8	0.1~0.3	
41					고지대(부633-6)	3.6~3.3	3.6~3.2	0~0.1	
42			반월직접6	BD2	유입점	4.6~4.5	4.5~4.1	0.1~0.4	
43					고지대(부곡동553-4)	2.9~1.7	2.6~2.2	0.3~-0.5	
44			반월직접8	BD3	유입점	4.3~3.9	4.2~3.6	0.1~0.3	
45					고지대(624-1)	4.6~4.1	4.4~3.6	0.2~0.5	
46			반월직접10	BD4	유입점	5.0~4.5	4.6~3.8	0.4~0.7	
47					고지대(고려빌라)	4.6~4.0	4.0~3.2	0.6~0.8	
48			반월직접11	BD5	유입점	5.3~4.6	5.1~4.1	0.2~0.5	
49					고지대(일동534-1)	3.4~2.5	3.2~2.3	0.2	
50					고지대(일608)	3.5~2.5	3.2~2.2	0.3	
51		일동배수구역	반월일동18	BI1	유입점	3.2~3.0	3.3~3.0	-0.1	
52					고지대(본1130)	2.7~2.5	2.6~2.3	0.1~0.2	
53			반월일동20	BI2	유입점	3.2~2.9	3.0~2.3	0.2~0.6	
54					고지대(본759)	2.9~2.6	3.0~2.6	-0.1	
55					저지대(본753-5)	3.0~2.9	3.0~2.6	0.3	
56			반월일동22	BI3	유입점	3.2~2.9	3.0~2.6	0.2~0.3	
57					고지대(본745-9)	3.0~2.8	3.0~2.6	0.2	
58			반월일동19	BS4	유입점	3.6~3.2	3.5~3.2	0.1	
59			반월일동21	BS5	유입점	3.6~3.2	3.5~2.9	0.1~0.3	
60					고지대(본814-2)	3.3~2.9	3.3~2.9	0	
61			반월일동23	BS7	유입점	3.2~2.9	3.0~2.5	0.2~0.4	
62					고지대	4.6~3.2	4.2~2.6	0.4~0.6	
63		고잔배수구역	반월고잔37	BK1	유입점	4.5~3.8	4.3~3.5	0.2~0.3	
64					고지대(초지중)	4.3~3.4	4.0~3.2	0.3~0.2	
65					저지대(초734-6)	4.5~3.6	4.5~3.5	0.1	
66			반월고잔38	BK2	유입점	4.5~3.1	4.2~2.8	0.3	
67					고지대(골프장)	4.4~2.6	4.0~2.2	0.4	
68			반월고잔36	BK3	유입점	4.3~3.8	4.0~3.6	0.3~0.2	
69					고지대(도서관)	4.6~2.6	4.4~3.3	0.2~-0.7	
70					저지대(고692)	4.4~3.7	4.2~3.4	0.2~0.3	
71			반월고잔35	BK4	유입점	4.3~3.8	4.2~3.8	0.1	
72					고지대(6단지)	4.4~3.6	4.3~3.7	0.1~-0.1	
73			반월고잔34	BK5	유입점	4.4~3.6	4.4~3.6	0	
74					고지대(보네르11동앞)	4.4~3.6	4.3~3.7	0.1~-0.1	
75			반월고잔32	BK6	유입점	4.4~4.1	4.3~3.9	0.1~0.2	
76					고지대(이694-5)	4.4~3.7	4.2~3.5	0.2	
77			반월고잔33	BK7	유입점	4.4~4.1	4.4~4.0	0.1	
78			반월고잔31	BK8	유입점	4.4~3.9	4.1~3.5	0.3~0.4	
79					고지대(510동앞)	4.3~3.6	4.2~3.7	0.1~-0.1	

〈표 7.2-1 계속〉 수압측정결과 총괄내역

NO	정수장	배수지	소블록		위치명	측정수압 (kgf/㎠)	관망해석 (kgf/㎠)	차이 (측정-관망)	비고
80	반월정수장	성포배수구역	반월 성포30	BS1	유입점	4.5～3.9	4.3～3.7	0.2	
81					고지대(이533-6)	4.1～3.7	4.0～3.5	0.1～0.2	
82			반월 성포29	BS2	유입점	4.1～2.6	4.0～3.2	0.1～-0.6	
83					고지대(이577-4)	4.3～3.4	4.0～3.0	0.3～0.4	
84			반월 성포27	BS6	유입점	3.5～2.5	3.4～2.3	0.1~0.2	
85					고지대(본882-2)	2.9～1.8	3.0～2.5	-0.1～-0.7	
86			반월 성포26	BS8	유입점	4.0～3.0	4.0～2.9	0.1	
87					고지대(본930)	3.2～2.0	3.2～2.0	0	
88			반월 성포24	BS9	유입점	3.6～2.6	3.4～2.2	0.2～0.4	
89					고지대	3.4～2.4	3.2～2.3	0.2～0.1	
90					저지대	3.5～2.0	3.2～2.5	0.3～-0.5	
91			반월 성포25	BS10	유입점	4.3～3.3	3.8～2.8	0.5	
92					고지대(본960)	3.1～1.9	3.0～1.9	0.1	
93					저지대(본969-17)	4.1～2.9	3.8～2.6	0.3	
94			안산 직접11	BS11	유입점	4.6～3.6	4.6～3.6	0	
95			안산 직접12	BS12	유입점	4.4～4.1	4.2～3.5	0.2～0.6	
96					고지대(사1195-5)	3.3～2.9	3.0～2.5	0.3～0.4	
97			안산 직접13	BS13	유입점	4.7～4.3	3.8～3.3	0.9～1	
98					고지대(사1269)	3.1～2.5	2.9～2.3	0.2	
99			안산 직접14	BS14	유입점	3.0～2.6	2.6～2.0	0.4～0.6	
100					고지대(사동1275)	3.7～3.3	3.2～2.7	0.5～0.6	
101			안산 직접16	BS16	유입점	4.3～3.6	3.6～2.9	0.7	
102			안산 직접16	BS17	유입점	3.1～2.5	2.6～1.9	0.5～0.6	
103					고지대(사1365)	4.2～3.3	4.1～3.0	0.1～0.3	
104			안산 직접17	BS18	유입점	4.6～3.8	4.2～3.4	0.4	
105					고지대(사1418-9)	3.9～3.1	3.8～2.9	0.1～0.2	
106			안산 직접18	BS17	유입점	4.5～3.4	3.9～2.9	0.6～0.5	
107					고지대(정비소)	4.1～3.3	3.8～3.1	0.3～0.2	
108			안산 직접19	BS18	유입점	4.3～3.5	4.1～2.5	0.2～1	
109					고지대(초당초교)	7.2～6.5	7.0～6.3	0.2	
110		반월배수구역	반월 반월14	BB1	유입점	4.6～3.8	5.0～4.3	-0.4～-0.5	
111					고지대(반월역)	6.9～6.2	6.7～6.0	0.2	
112			반월 반월15	BB2	유입점	6.5～5.8	6.5～5.9	-0.1	
113					고지대(산호연립)	7.1～6.2	6.3～5.3	0.8～0.9	
114			반월 반월16	BB3	유입점	5.0～3.8	4.6～3.4	0.4	
115					고지대(현대아파트)	5.0～3.8	～	～	
116			반월 반월13	BB4	유입점	7.0～6.5	6.8～6.0	0.2～0.5	
117					고지대(선학낚시)	4.3～3.6	4.5～4.2	-0.2～-0.6	

〈표 7.2-1 계속〉 수압측정결과 총괄내역

NO	정수장	배수지	소블록		위치명	측정수압 (kgf/㎠)	관망해석 (kgf/㎠)	차이 (측정-관망)	비고
118	연성정수장	선부배수구역	연성선부18	YS1	유입점	2.8~2.7	2.7~2.5	0.1~0.2	
119					고지대(선985-17)	3.9~3.7	3.6~3.2	0.3~0.5	
120			연성선부17	YS2	유입점	2.7~2.6	2.6~2.3	0.1~0.3	
121					고지대(중앙정비)	2.3~2.2	2.4~2.0	-0.1~0.2	
122			연성선부16	YS3	유입점	3.6~3.5	3.5~3.3	0.1~0.2	
123					고지대(선부동1052-1)	1.8~1.6	1.6~1.4	0.2	
124					저지대(선1024)	2.7~2.6	2.7~2.6	0	
125			연성선부2	YS4	유입점	4.5~4.3	4.4~4.0	0.1~0.3	
126					고지대(선1126-6고지대)	3.5~3.1	3.3~2.8	0.2~0.3	
127					저지대(수정한양)	4.4~2.6	4.2~3.8	0.2~-1.2	
128			연성선부19	YS5	유입점	3.7~3.5	3.5~3.3	0.2	
129					고지대(원962)	2.4~1.6	2.3~1.9	0.1~-0.3	
130			연성선부15	YS6	유입점	2.8~2.7	2.8~2.6	0.1	
131					고지대	2.8~2.7	2.8~2.6	0.1	
132					저지대(선994)	3.1~2.9	3.1~2.9	0	
133			연성선부3	YS7	유입점	4.5~4.3	4.4~4.0	0.1~0.3	
134					고지대(테니스장)	4.6~3.1	4.4~3.3	0.2~-0.2	
135			연성선부11	YS8	유입점	3.9~3.4	3.8~3.6	0.1~-02	
136					고지대(원756-6)	3.7~2.6	3.4~2.8	0.3~-0.2	
137			연성선부10	YS9	유입점	3.7~3.3	3.6~3.3	0.1	
138					고지대(원792)	3.9~3.3	3.5~3.0	0.4~0.3	
139			연성선부12	YS10	유입점	3.2~2.9	3.0~2.7	0.2	
140					고지대(원755-6)	3.9~3.6	3.5~3.3	0.4~0.3	
141			연성선부9	YS11	유입점	3.4~3.0	3.4~3.1	-0.1	
142					고지대(부622-8)	2.8~2.4	2.6~2.1	0.2~0.3	
143			연성선부13	YS12	유입점	3.4~3.1	3.4~3.1	0	
144			연성선부8	YS13	유입점	2.8~2.1	2.7~2.1	0.1	
145					고지대(원811-8)	2.1~2.1	2.0~1.9	0.1~0.2	
146			연성선부14	YS14	유입점	4.5~4.1	4.4~4.0	0.1	
147					고지대(관산초교)	3.1~2.0	3.0~2.0	0.1~0.0	
148					저지대(대덕사택)	2.9~2.8	3.1~3.0	-0.2	
149			연성선부7	YS15	유입점	4.3~3.9	4.0~3.7	0.3~0.2	
150					고지대(우성1차)	3.2~2.8	3.6~3.5	-0.4~-0.7	
151			연성선부6	YS16	유입점	4.0~3.5	3.8~3.4	0.2~0.1	
152					고지대(초지경로당)	4.4~3.5	4.4~3.4	0.0~0.1	
153			연성선부4	YS17	유입점	4.3~3.7	4.3~3.7	0	
154					고지대(선부11단지)	3.9~3.0	3.8~3.2	0.1~-0.2	
155					저지대(선부14단지)	4.5~3.8	4.2~3.5	0.3	
156			연성선부24	YS19	유입점	4.5~3.8	4.4~4.1	0.1~-0.3	
157					고지대(신길동1403)	4.5~3.7	4.3~4.0	0.2~-0.3	
158					저지대	4.5~3.7	4.3~4.0	0.2~-0.3	

〈표 7.2-1 계속〉 수압측정결과 총괄내역

NO	정수장	배수지	소블록		위치명	측정수압 (kgf/㎠)	관망해석 (kgf/㎠)	차이 (측정-관망)	비고
159	연성정수장	공단배수구역	연성공단35	YK2	목내동 389	4.5~3.7	4.3~3.5	0.2	
160			연성공단36	YK2-2	목내동 401-5	4.4~3.0	4.1~3.5	0.3~-0.5	
161			연성공단37	YK2-1	목내동 505-11	4.6~2.1	4.4~2.2	0.2~-0.1	
162			연성공단39	YK3	신길동 1052-4	4.7~4.4	4.4~3.4	0.3~1.0	
163			연성공단39	YK3	신길동 1060-3	4.7~4.3	4.5~3.5	0.2~0.8	
164			연성공단40	YK3-1	성곡동 628-4	4.7~4.3	4.5~3.4	0.2~0.9	
165	시흥정수장	공단배수구역	시흥직접3	SK1	성곡동 657-1	4.7~4.5	4.4~4.2	0.3	
166			시흥직접3	SK1-1	성곡동 728-2	3.9~3.6	3.7~3.5	0.2~0.1	
167			시흥직접4	나1-2	성곡동 717-4	4.5~3.8	4.1~3.8	0.4~0.0	

10) 검토내용

관망해석상의 예상수압과 자기록 수압측정조사를 통한 측정수압을 비교한 결과 측정결과와 해석상의 결과가 유사하게 도출되었다. 오차범위는 0.0~1.1kPa대를 보이고 있는데 이는 해당 측정지점에 대량수용가의 용수공급에 의한 일시적인 수압저하가 발생하는 것으로 분석되었으며, 전반적으로는 적정한 수압의 형태를 보이고 있는 것으로 판단된다. 측정지점을 검토한 상세한 내용은 <표 7.2-2> 수압측정결과 검토내용과 같다.

〈표 7.2-2〉 수압측정결과 검토내용

대블록	중블록	검토내용	비고
안산정수장	직접 L.W.L:67.9m	-수압검토:평균 4.0~6.0kPa대, 고지대:3.5~5.9kPa대 -오차범위:0.0~1.1kPa -문제점: 대량수용가의 저수조수수 시간대 일시 수압저하(-1.0kPa)	
반월정수장	직접 L.W.L:64.3m	-수압검토:평균 4.0~6.0kPa대, 고지대 일부:1.7~3.5kPa대 -오차범위:0.0~1.3kPa -문제점:반월직접10(부곡동) 고지대의 경우 지형적인 사유로 최소수압이 1.7kPa로 측정됨	
	일동 L.W.L:56.0m	-수압검토:평균 2.5~3.3kPa대, 고지대:2.5~3.0kPa대 -오차범위:0.1~0.6kPa -문제점: -	
	고잔 L.W.L:45.0m	-수압검토:평균 3.0~4.5kPa대, 고지대:2.0~4.5kPa대 -오차범위:0.0~0.7kPa -문제점: 반월고잔38(골프장) 고지대 부근 21~22시 수압저하(2.2~2.6kPa)	
	성포 L.W.L:50.0m	-수압검토:평균 3.0~4.0kPa대, 고지대:2.0~3.0kPa대 -오차범위:0.0~0.7kPa -문제점:반월성포27(원곡본동), 반월성포25(원곡본동) 고지대 부근 수압저하(1.8~1.9kPa대)	
	반월 L.W.L:80.0m	-수압검토:평균 6.0~7.0kPa대, 고지대:1.6~6.0kPa대 -오차범위:0.1~0.9kPa -문제점: 각 소블록별 유입점 7.0kPa대의 고수압 분포	
연성정수장	선부 L.W.L:48.5m	-수압검토:평균 3.0~4.5kPa대, 고지대:3.5~5.9kPa대 -오차범위:0.0~0.7kPa -문제점:연성선부16(선부동), 연성선부19(원동)의 고지대 부근 수압저하(1.6kPa대)	
	공단 L.W.L:52.0m	-수압검토:평균 3.5~4.5kPa대 -오차범위:0.1~1.0kPa -문제점: -	
시흥정수장	공단 L.W.L:38.2m	-수압검토:평균 3.3~4.7kPa대 -오차범위:0.1~0.4kPa -문제점: -	

7.2.2 모델링 검토

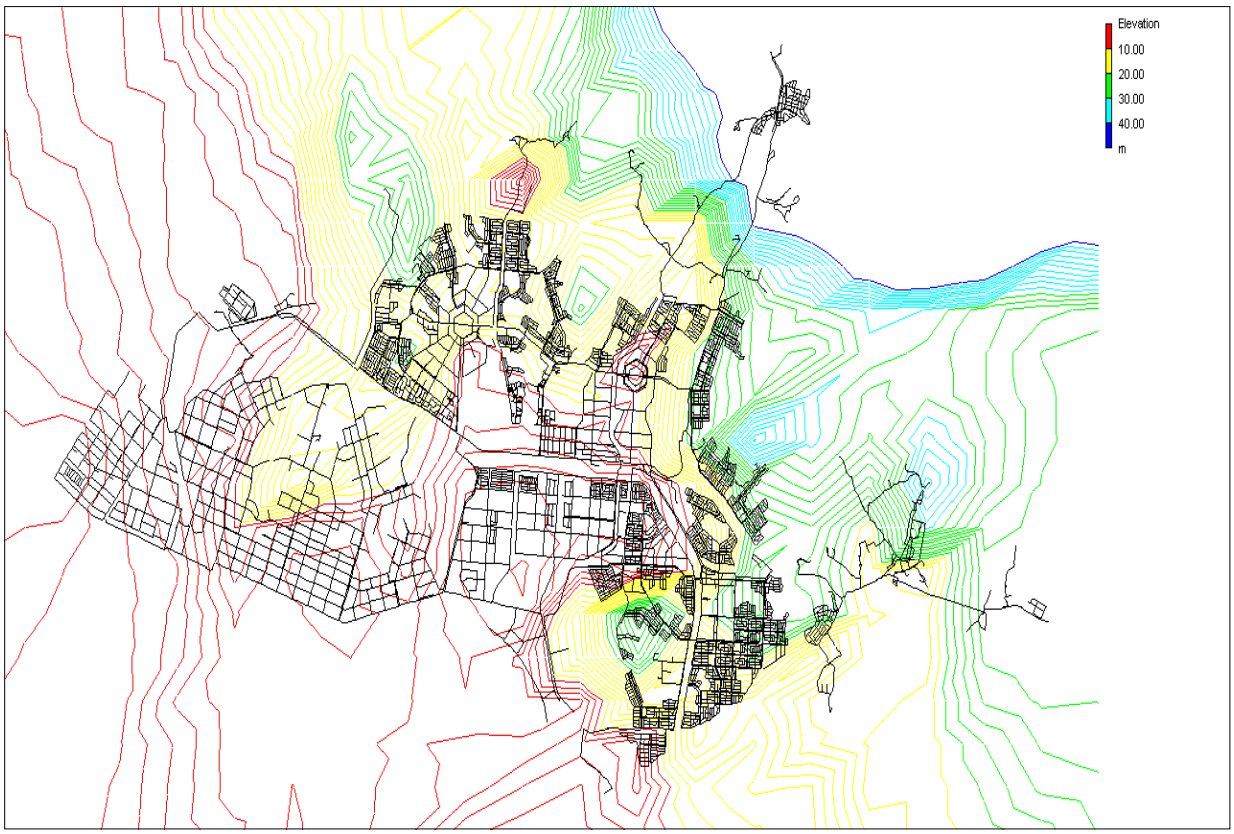
가. 지반고 및 관경 분포현황

1) 시가지 일대

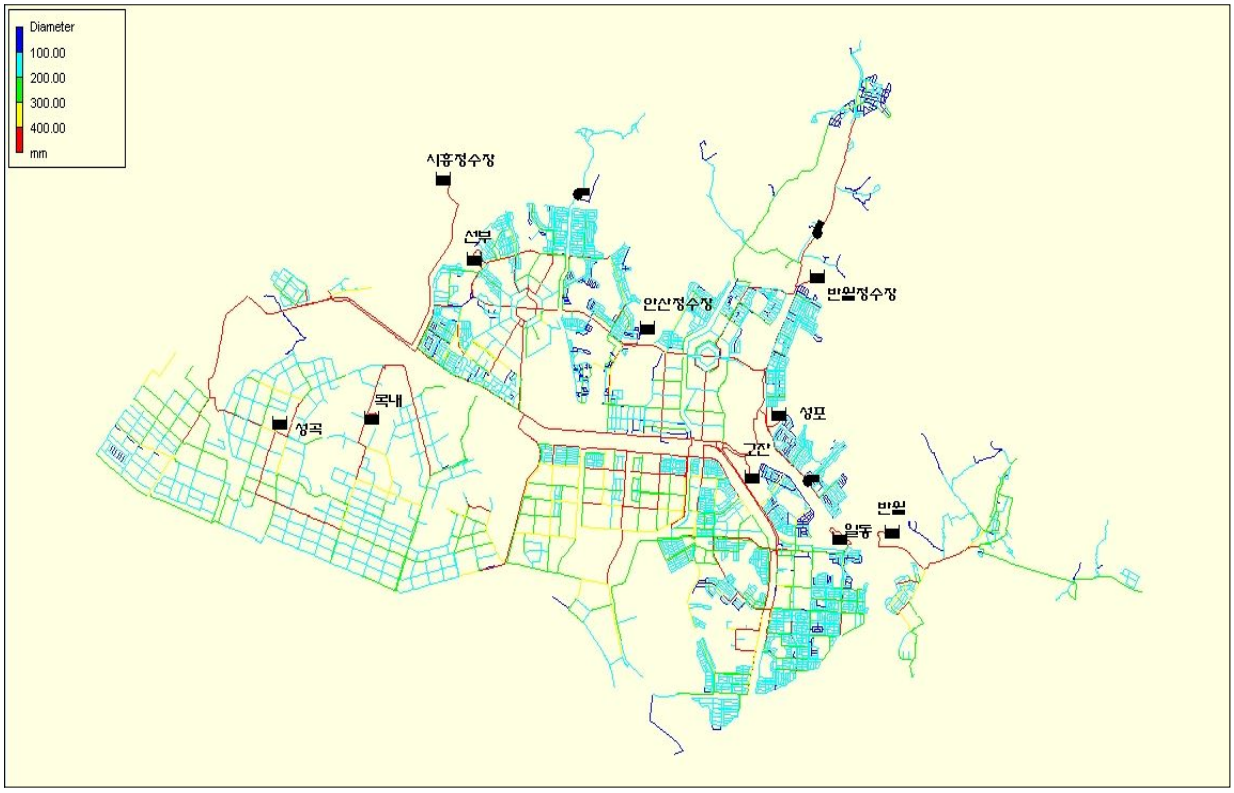
안산시의 지반고 분포현황을 분석해 보면 대부분의 GL이 0.0m~30.0m의 분포로 형성되어있으며, 약 95%의 비율을 보이고 있다. 관경 분포현황은 100㎜~200㎜가 약 80%를 차지하고 있어, 관로상의 문제발생시 긴급복구가 가능한 비율이 높은 것으로 분석되었으며, 250㎜~400㎜는 약 15%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

2) 대부동 일대

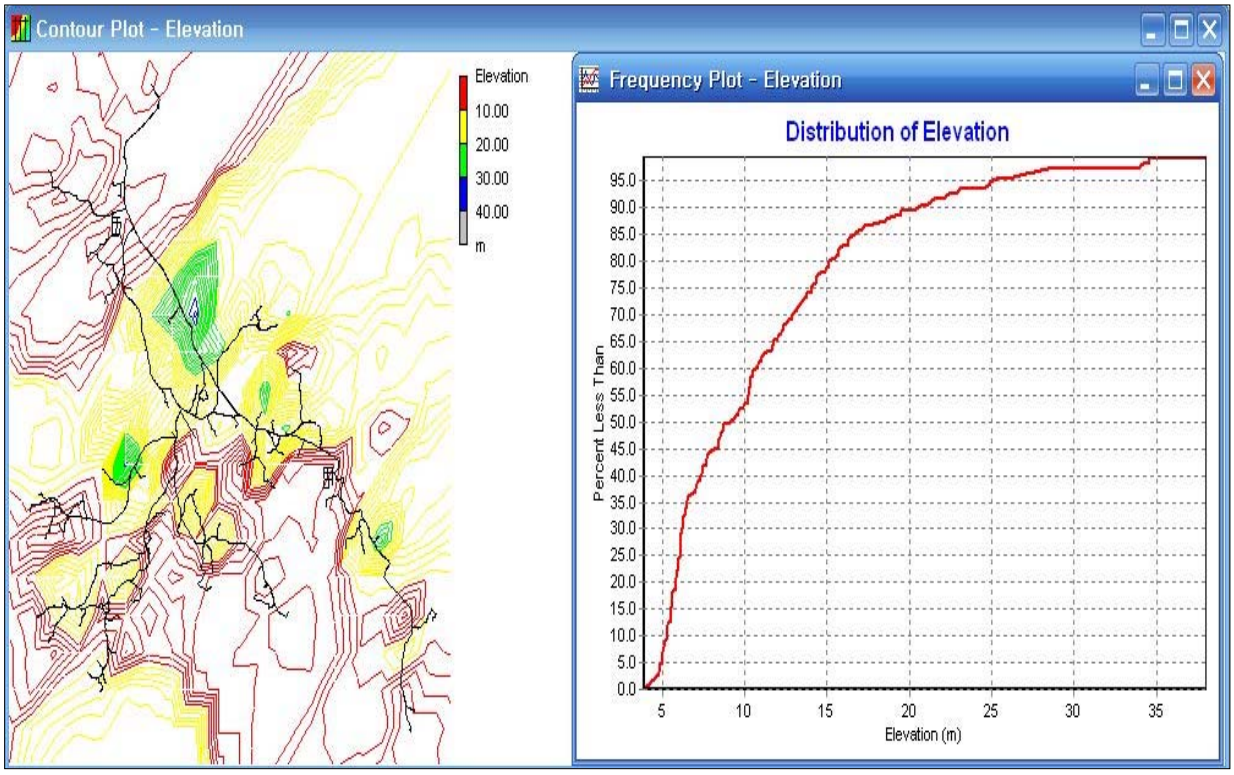
대부동의 지반고 분포현황을 분석해 보면 대부분의 GL이 0.0m~20.0m의 분포로 형성되어있으며, 약 90%의 비율을 보이고 있다. 관경 분포현황은 100㎜~200㎜가 약 80%를 차지하고 있어, 관로상의 문제발생시 긴급복구가 가능한 비율이 높은 것으로 분석되었으며, 250㎜~600㎜는 약 10%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.



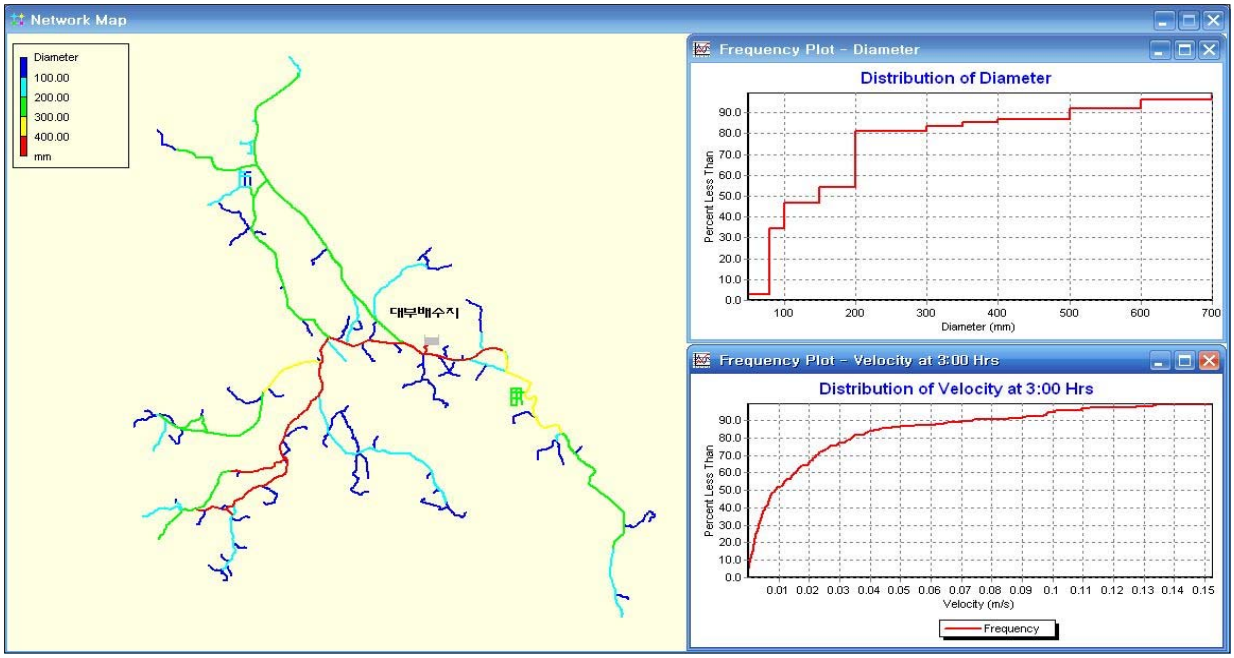
〈그림 7.2-5〉 시가지 지반고 분포 현황



〈그림 7.2-6〉 시가지 관로 분포 현황



〈그림 7.2-7〉 대부동 지반고 분포 현황

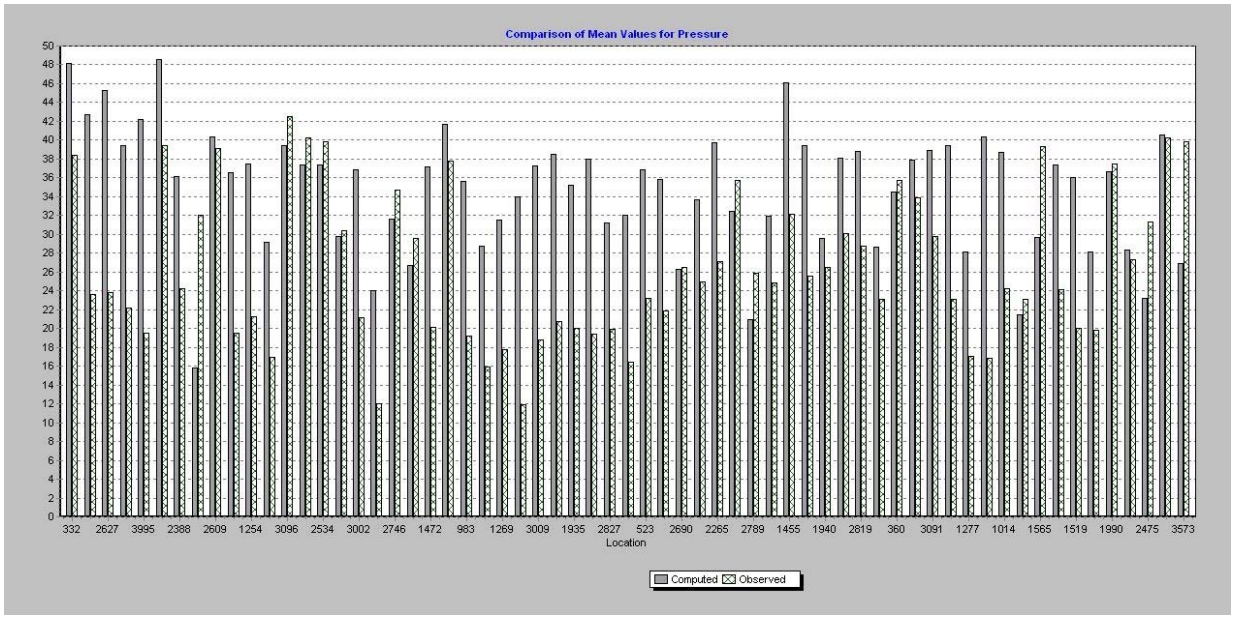


〈그림 7.2-8〉 대부동 관로 분포 현황

나. 모델해석과 측정수압의 비교

수리모델링에서 계산된 지점별 수압과 측정된 수압의 오차를 비교하기 위하여 총 167개 지점의 수압에 대한 시간별 변화를 분석하였으며, 수압변화의 패턴은 모델해석의 결과가 측정 수압값은 보다 높게 나타났다. 모델링 값이 높은 이유는 기초데이터만을 사용해 수리해석을 진행했으므로, 현장의 여건과 소폭 상이한 결과를 나타낼 수 있다.

아래의 그래프는 모델링 값과 측정수압의 비교를 나타내고 있다.



〈그림 7.2-9〉 평균수압 비교 그래프

다. 모델링의 수압 및 유속분포 검토

- 유량 값을 현재와 장래로 나누어 모델링을 하였으며 기준자료는 2007년 말 안산시 수요량 자료를 인용하여 분석하였다.
- 각 배수지 수계별 유량패턴자료를 분석한 결과 평균적으로 04:00대에 유량이 최소사용량을 보이고 10:00~11:00대에 최대사용량의 패턴을 보이고 있다.
- 전체적으로 평가를 하면 일평균 및 일최대의 경우 비교적 안정적인 수압형태를 보이고 있으나, 시간최대로 분석하였을 경우에는 일부 지역에서 출수불량이 발생하는 것으로 분석되었다.
- 유속분포를 검토해 보면 배수관경은 크게 설계되어 있어 수돗물이 저유속으로 흐르게 되어 적정 잔류염소 농도유지가 어려우며, 또한 부유물이 침전되어 결과적으로 적수발생 및 수질사고가 발생할 개연성이 높다. 유속을 최소 0.1m/sec이상으로 유지관리 하도록 하는 것이 합당할 것이라 판단된다. 유속의 향상에는 배수지 유출관로의 개도율 조절이 단기적인 대책으로는 가능하지만, 캐비테이션 등의 발생 등을 고려해 보면 장기적으로는 관로의 교체 등을 고려해 보는 것이 합리적일 것이라 판단된다.

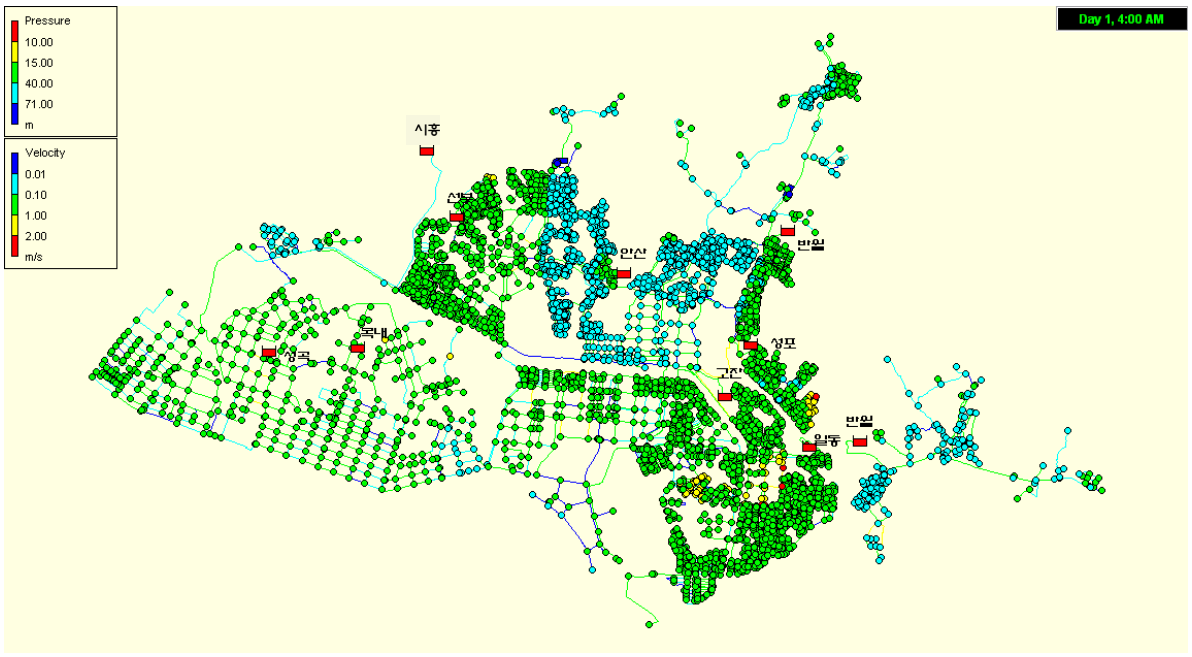
라. 관망해석결과

1) 시가지 일대

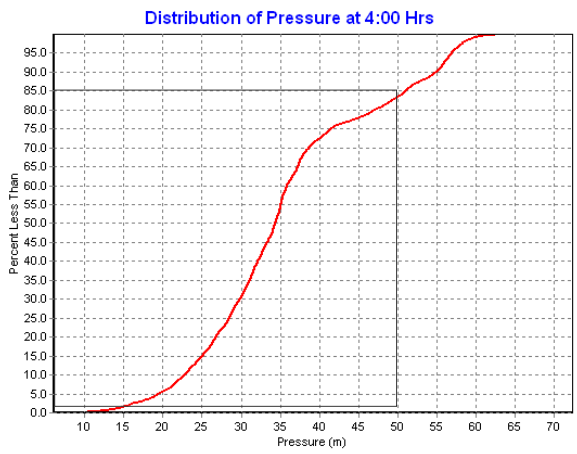
● 현재 관망해석결과 - 일최소유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 1.5kPa ~ 5.0kPa대가 약 85%의 분포를 보이고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 90%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 안정적인 수압의 형태를 보이고 있으나, 저유속의 문제가 있는 것으로 해석되었다.

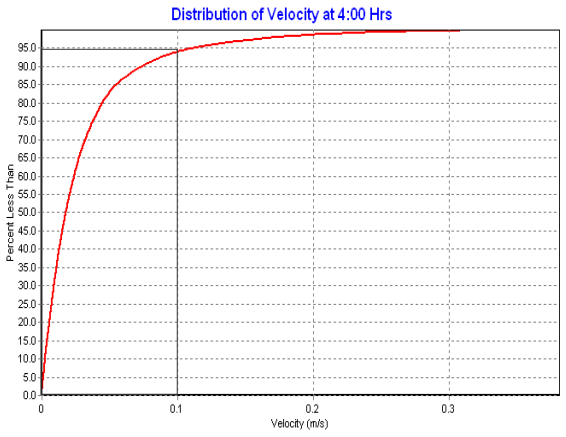
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율

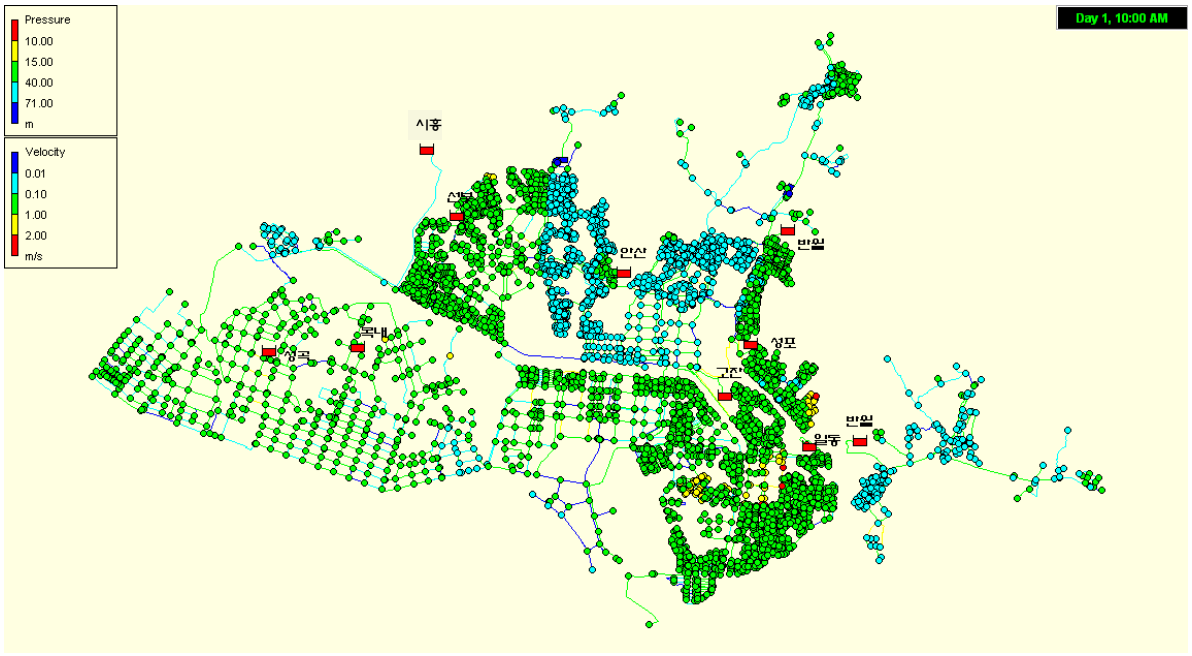


〈그림 7.2-10〉 일최소유량(04:00)시 수압 및 유속 분포

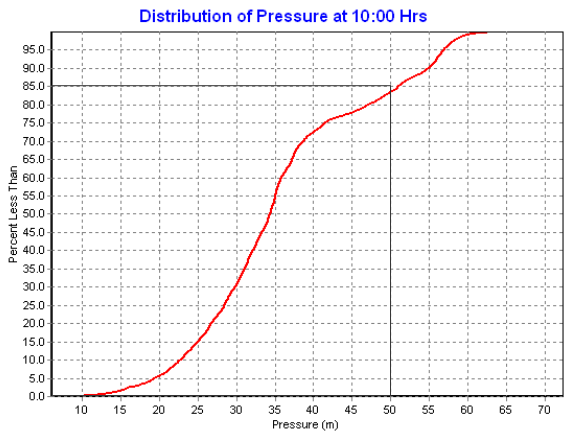
● 현재 관망해석결과 - 일최대유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 1.5kPa ~ 5.0kPa대가 약 85%의 분포를 보이고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 70%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 일최소 유량시간대와 비슷한 양상을 보이고 있는데 그 사유로는 관경이 적정구경 이상으로 비대하여 현재 시간대별 사용량편차에 수압이 별다른 영향을 받지 않는 것으로 해석되었다.

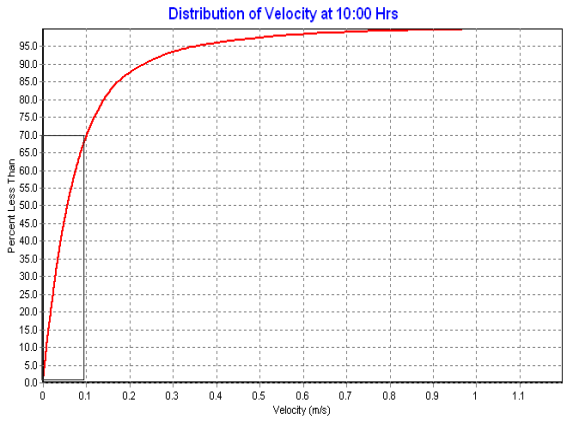
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율

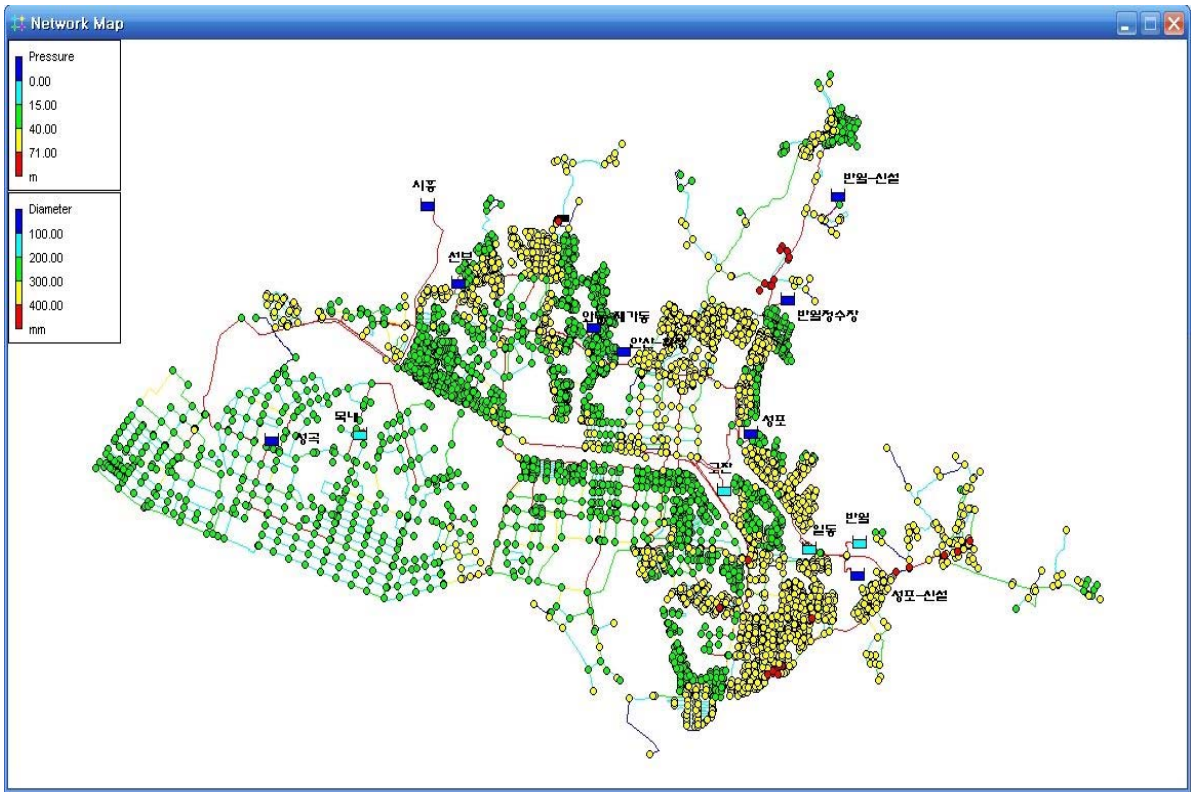


〈그림 7.2-11〉 일최대유량(10:00)시 수압 및 유속 분포

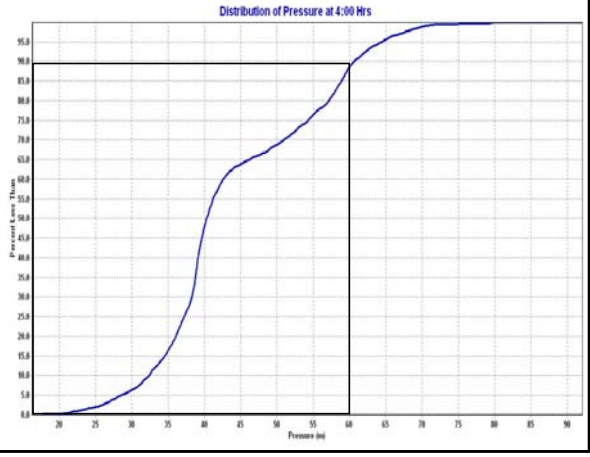
● 장래(2025년) 관망해석결과 - 일최소유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 2.0kPa ~ 6.0kPa대가 약 90%의 분포를 보이고 있어 일부 고수압지역이 발생하는 것으로 보이나 대부분 안정적인 수압의 형태를 보이고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 70%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 저유속의 문제가 있는 것으로 해석되었다.

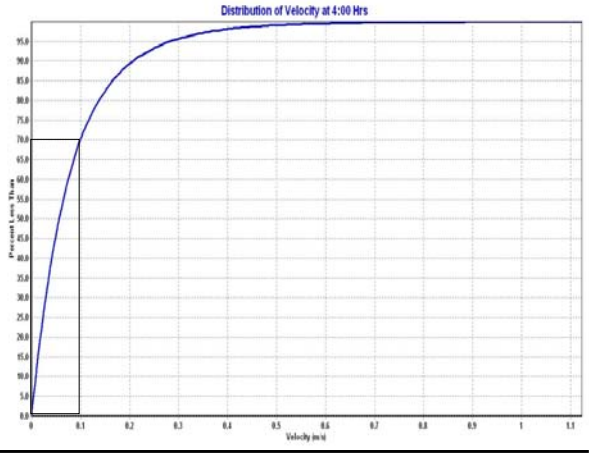
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율

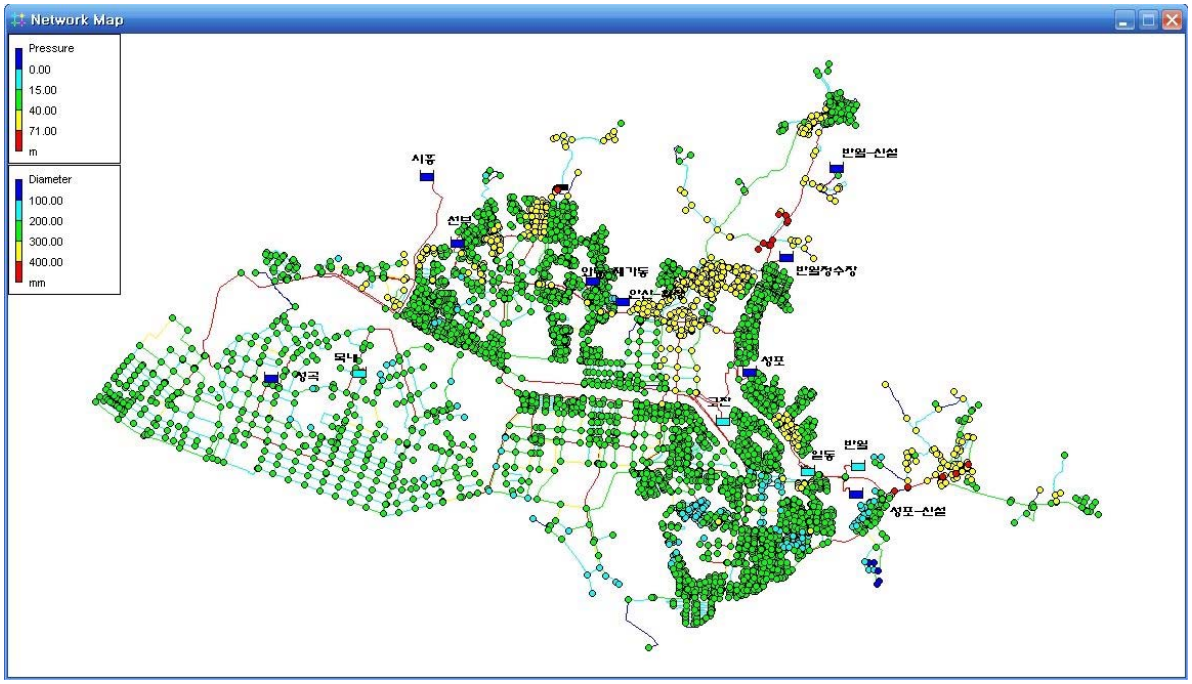


〈그림 7.2-12〉 일최소유량(04:00)시 수압 및 유속 분포

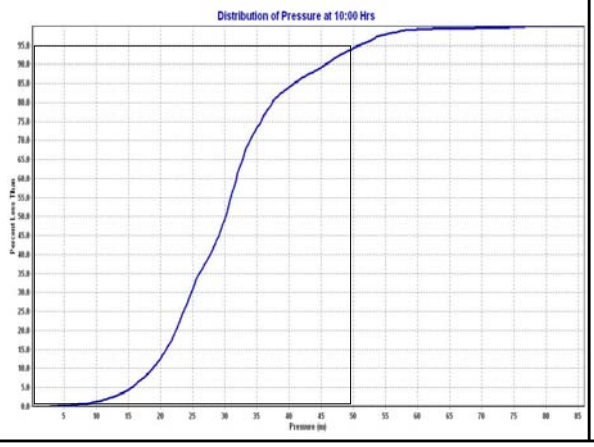
● 장래(2025년) 관망해석결과 - 일최대유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 1.0kPa ~ 5.0kPa대가 약 95%의 분포를 보이고 있어 일부 고수압지역이 발생하는 것으로 보이나 대부분 안정적인 수압의 형태를 보이고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 유속이 약 25%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 야간최소유량대비 약 45%의 감소가 있는 것으로 검토되었으며, 저유속에 대한 대책은 장래 배수관경의 선택 시 적정구경에 대한 사전 검토가 있어야 될 것으로 검토되었다.

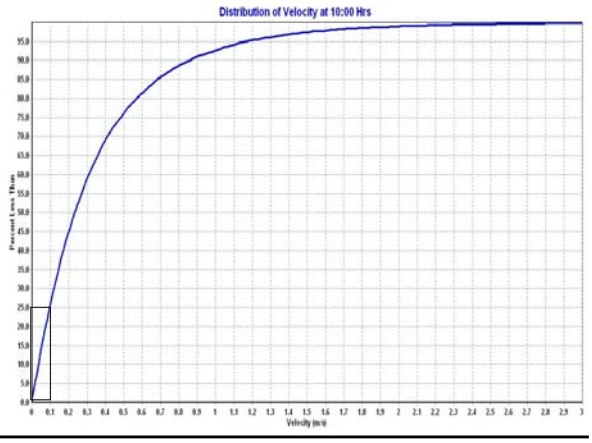
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율



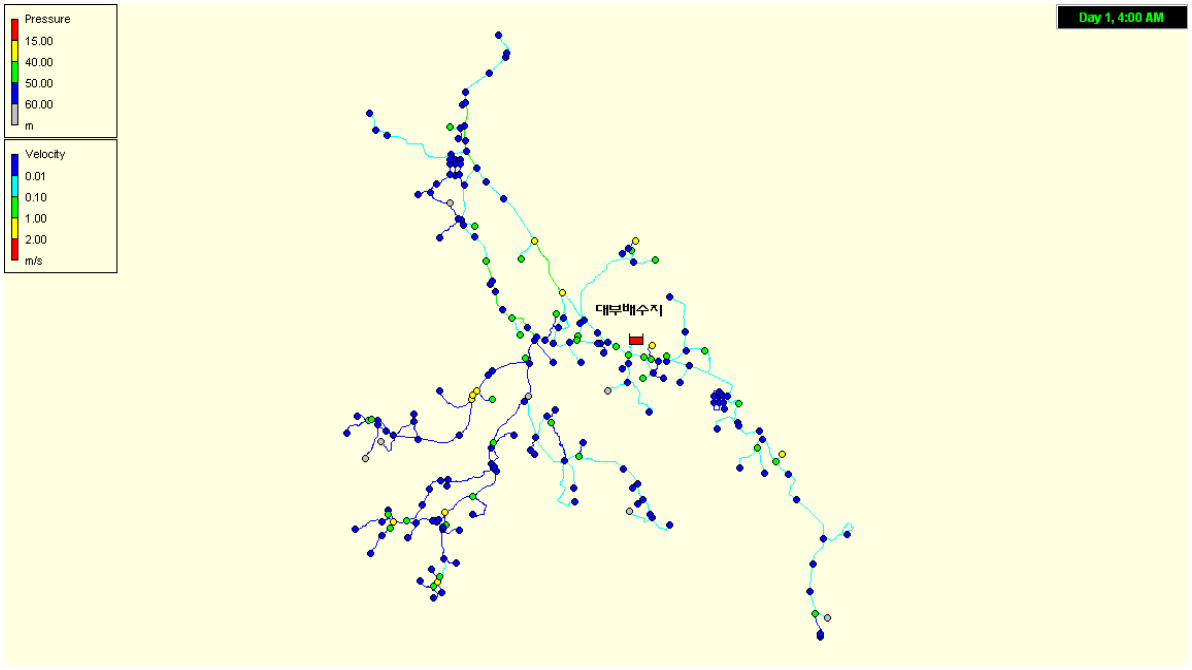
〈그림 7.2-13〉 일최대유량(10:00)시 수압 및 유속 분포

2)대부도동

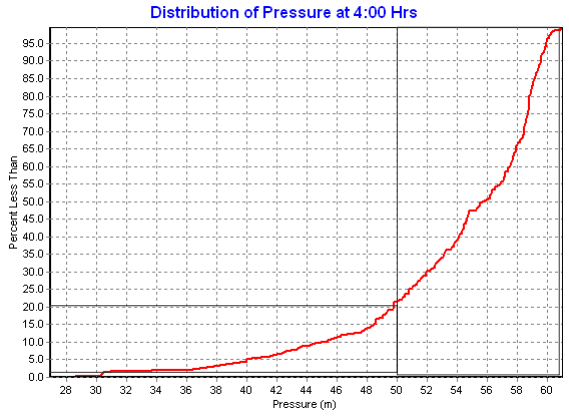
● 현재 관망해석결과 - 일최소유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 2.0kPa~5.0kPa대가 20%, 5.0kPa~6.0kPa대가 80%의 비율로 분포되어 고수압의 형태를 보이고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 95%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 고수압과 관경의 비대에 의한 저유속의 문제가 있는 것으로 해석되었다.

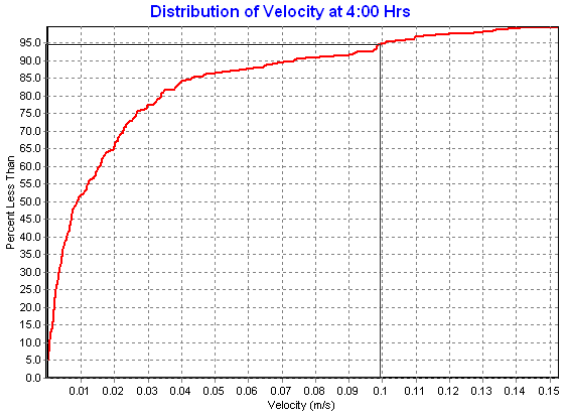
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율

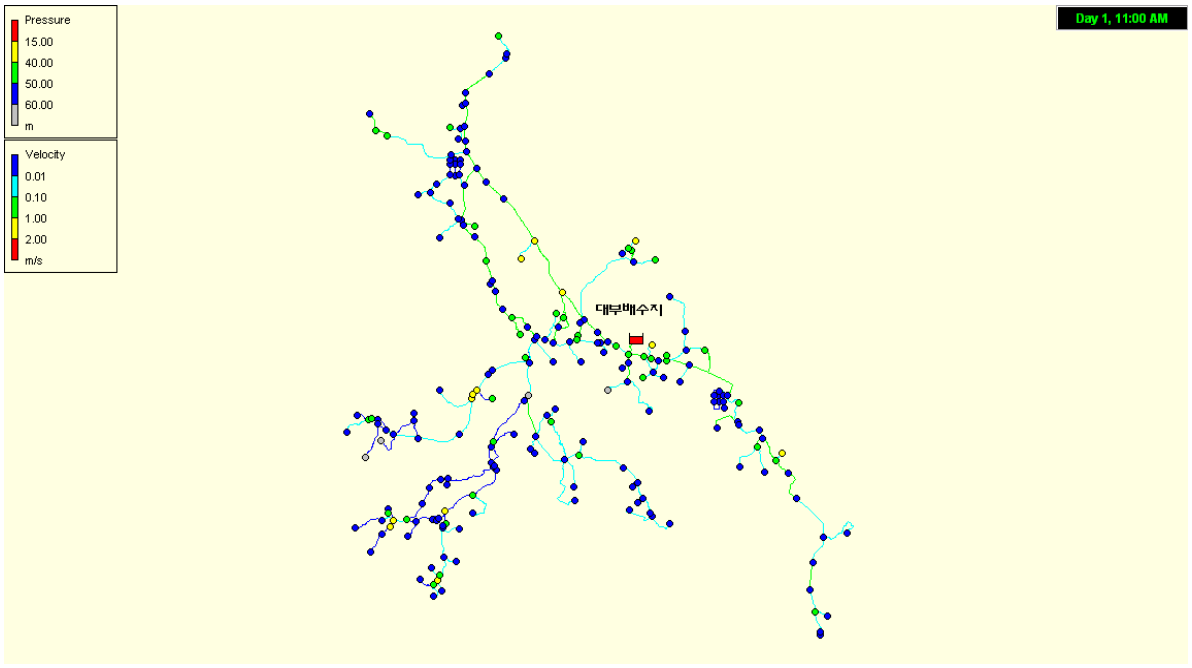


〈그림 7.2-14〉 일최소유량(04:00)시 수압 및 유속 분포

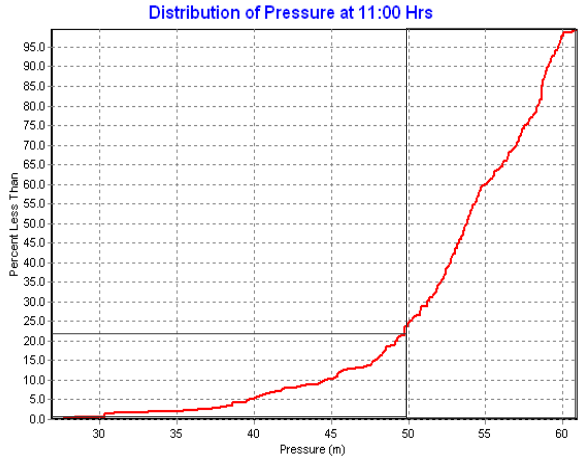
● 현재 관망해석결과 - 일최대유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 일최소유량 시간대와 같은 분포를 보이고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 80%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 고수압의 형태와, 관경의 비대에 의한 저유속의 문제가 일최대 유량인 시간대에도 발생하고 있는 것으로 해석되었다.

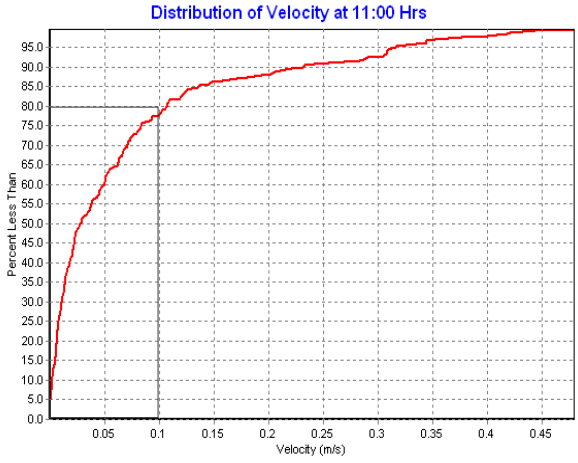
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율

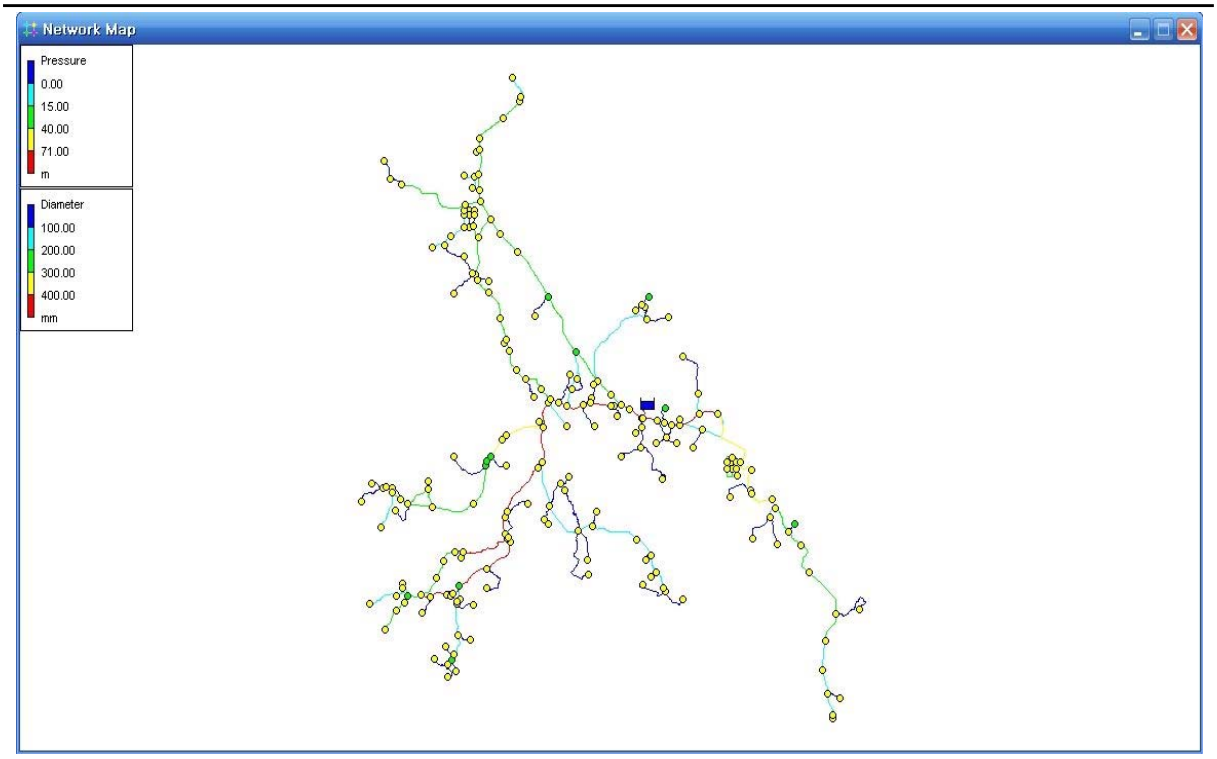


〈그림 7.2-15〉 일최대유량(11:00)시 수압 및 유속 분포

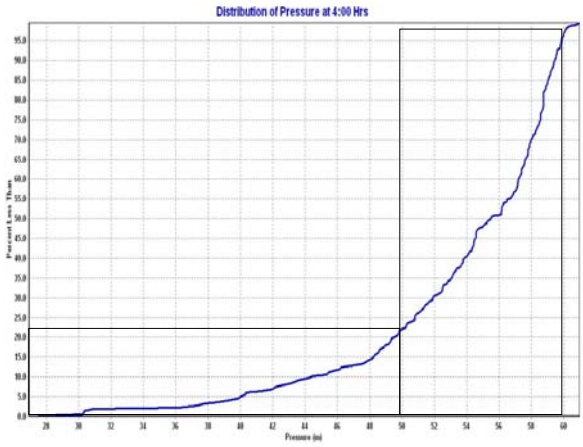
● 장래(2025년) 관망해석결과 - 일최소유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 3.0kPa~5.0kPa대가 22%, 5.0kPa~6.0kPa대가 75%를 차지하고 있으며, 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 90%를 차지하고 있는 것으로 분석되어 고수압의 형태와, 관경의 비대에 의한 저유속의 문제가 장래에도 발생하고 있는 것으로 해석되었다.

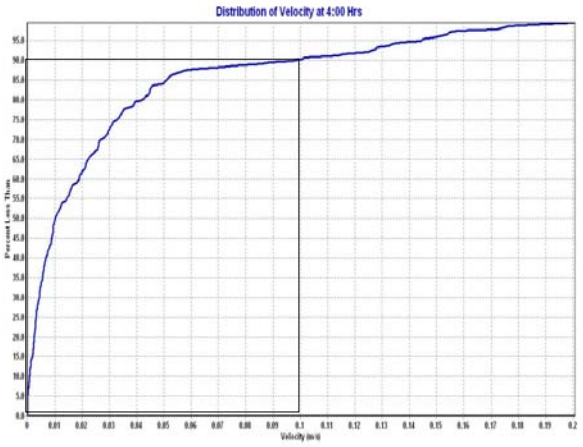
분 포 도



수압분포 비율



유속분포 비율

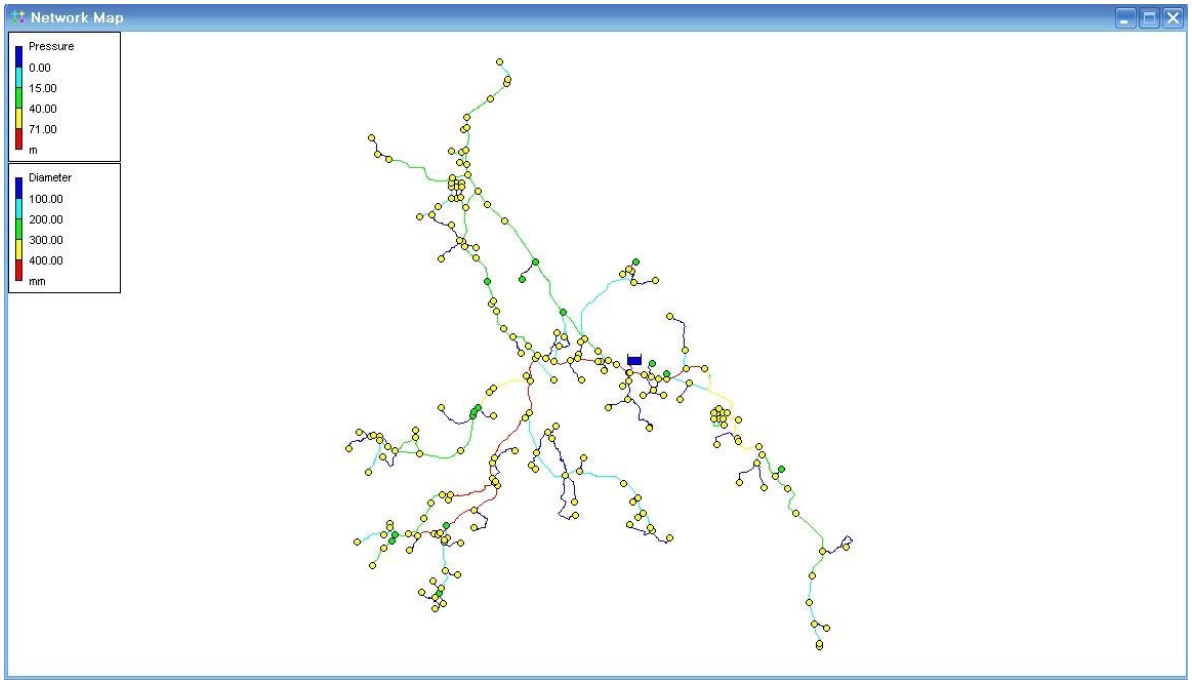


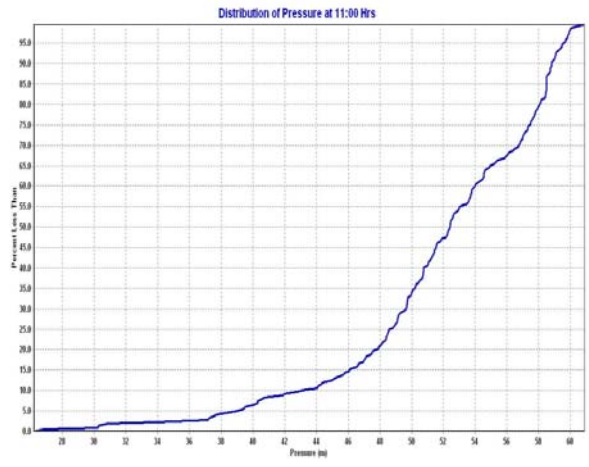
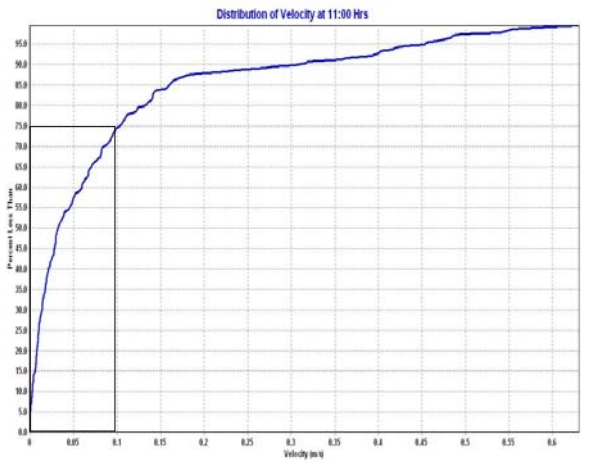
〈그림 7.2-16〉 일최소유량(04:00)시 수압 및 유속 분포

● 장래(2025년) 관망해석결과 - 일최대유량 시간대

수압의 분포현황을 분석해보면 3.0kPa ~ 6.0kPa대가 대부분을 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 유속의 분포는 0.1m/sec이하의 저유속이 약 75%를 차지하고 있는 것으로 분석되어, 관경의 비대에 의한 저유속의 문제가 일최대 유량인 시간대에도 발생하고 있는 것으로 해석되었다.

분 포 도



수압분포 비율	유속분포 비율
	

〈그림 7.2-17〉 일최대유량(11:00)시 수압 및 유속 분포

3) 문제점 검토

〈표 7.2-3〉 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 : 1.5hr(송수량 포함) •수압검토 : 대분분 소블록에서 평균 3.0kPa 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 1.5~3.0kPa수압 유지, 사동 및 본오동 지역 출수불량 발생 •급수불량 소블록 원인분석 : 반월성포27,28(본오동), 안산직접14,15(사동) -안산직접14,15(사동)는 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 -반월성포27,28(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 2.5~3.0kPa 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 2.5~3.0kPa 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 3.5kPa 이상 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
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 2.5~3.0kPa 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 3.0kPa 이상수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	

〈표 7.2-3 계속〉 관망수리해석 결과검토

정수장	배수 구역	검토내용	비 고
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 1.9~3.5kPa 수압 유지, 선부동 지역 출수불량 발생	정수장 가동율 (%) 생활 55.3 공업 83.0
		•급수불량 소블록 원인분석 : 연성선부16,17 (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	
	성곡 V=10,000㎥ L.W.L=43.0m	•용수수요량 : 22,256㎥/일(일최대), 22,260㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 10.8hr •수압검토 : 평균 3.0kPa이상 수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	
	목내 V=10,000㎥ L.W.L=43.0m	•용수수요량 : 19,660㎥/일(일최대), 20,035㎥/일(시간최대) •배수지 체류시간 : 12.2hr •수압검토 : 평균 2.5~3.5kPa 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 4.0~6.0kPa 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 2.5~3.5kPa 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 : 34.8hr •수압검토 : 평균 2.5~3.0kPa 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 3.0kPa 이상수압 유지 •급수불량 소블록 원인분석: -	

7.2.3 관망해석상의 잔류염소 검토

가. 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.

1) 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 질소 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 염소 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)

2) 모델링 수행방법

실제 배수관망에서의 유속계수, bulk decay 상수(Kb), wall decay 상수(Kw) 값을 측

정하여 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 7.2-4〉 모델링 상수값의 결정

Wall Decay 상수	Bulk Decay 상수	온 도 (℃)	비 고
- 1.0	- 0.05	20	

3) 현재 잔류염소 검토

잔류염소농도 모델링을 위해 각 배수지별 최근 1월 평균 잔류염소를 검토하여 수리모델링자료로 활용하였고 각 급수전별 수질측정조사의 잔류염소항목을 모델링의 자료와 비교 검토 하였다.

● 시가지 급수구역

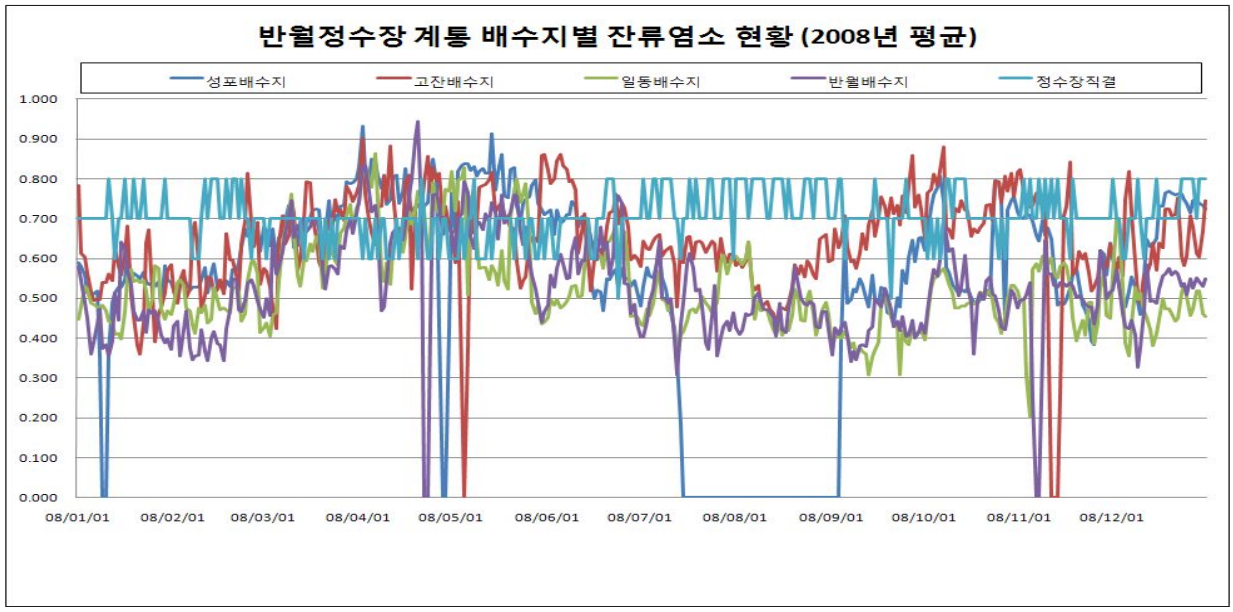
시가지 급수구역의 잔류염소농도 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였으나, 반월정수장 계통의 고잔, 일동배수지와 안산정수장 직결급수지역인 고잔동, 월피동, 성포동, 와동의 관말부분에 잔류염소농도가 0.4~0.3㎎/ℓ대를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 해당 배수지 유출 잔류염소농도가 낮기 때문으로 파악되며, 향후 농도를 1.0~ 0.8㎎/ℓ대를 유지시키는 것이 관말부분의 염소농도를 최소 0.2㎎/ℓ대를 유지할 수 있을 것이라 판단된다.

● 대부동 급수구역

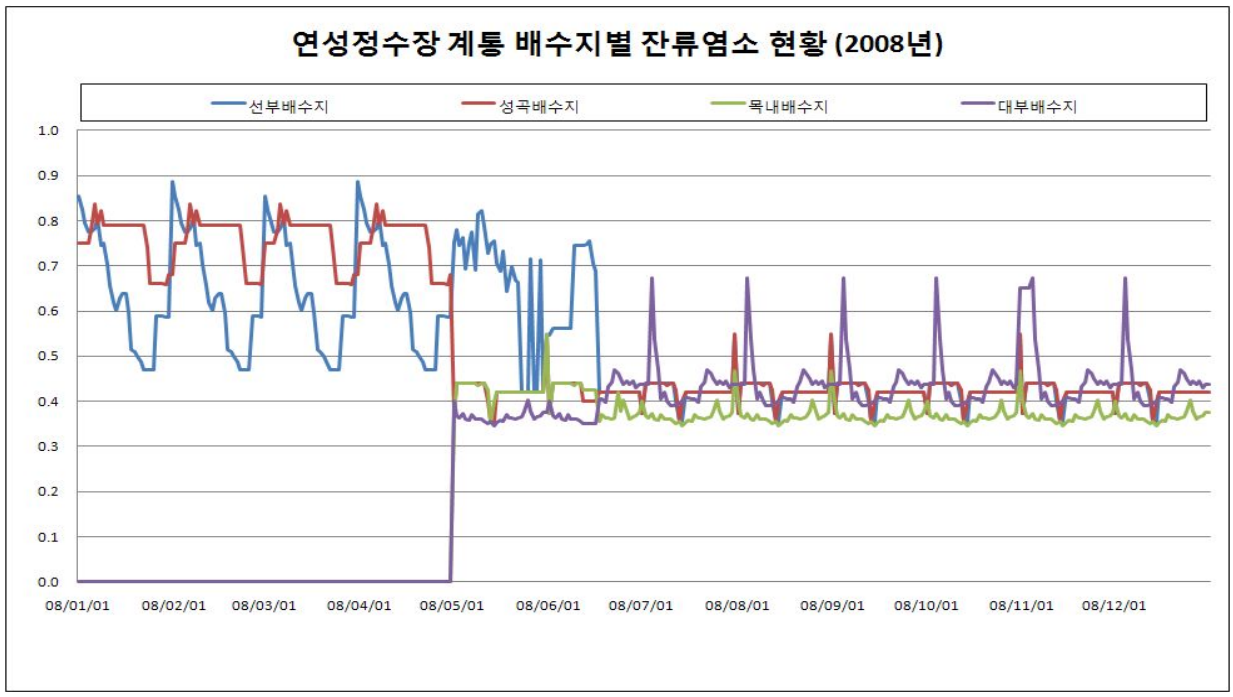
대부배수지는 연성정수장과 원거리에 있어 배수지 도달시 잔류염소농도가 저하되어 배수지내에 염소재투입시설이 설치가 되어있는 상태이다. 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였으며, 현장조사 결과도 0.5㎎/ℓ~0.4㎎/ℓ대의 양호하게 조사되었다. 그러나 수지상식의 관망형태인 관말지역의 잔류염소농도가 0.1㎎/ℓ이하인 것으로 조사되었으며, 현장조사결과 대부도동 978-1번지 일대에 0.06㎎/ℓ의 잔류염소가 검출되었다. 대부급수구역은 관로내 유속이 느리며 물 수요량이 적은 것에 기인한 것으로 해당 지역의 염소농도를 관말기준 최소 0.1㎎/ℓ가 나오도록 계획하는 것이 합당할 것으로 판단된다.

〈표 7.2-5〉 배수지별 잔류염소 현황 (2008년 평균)

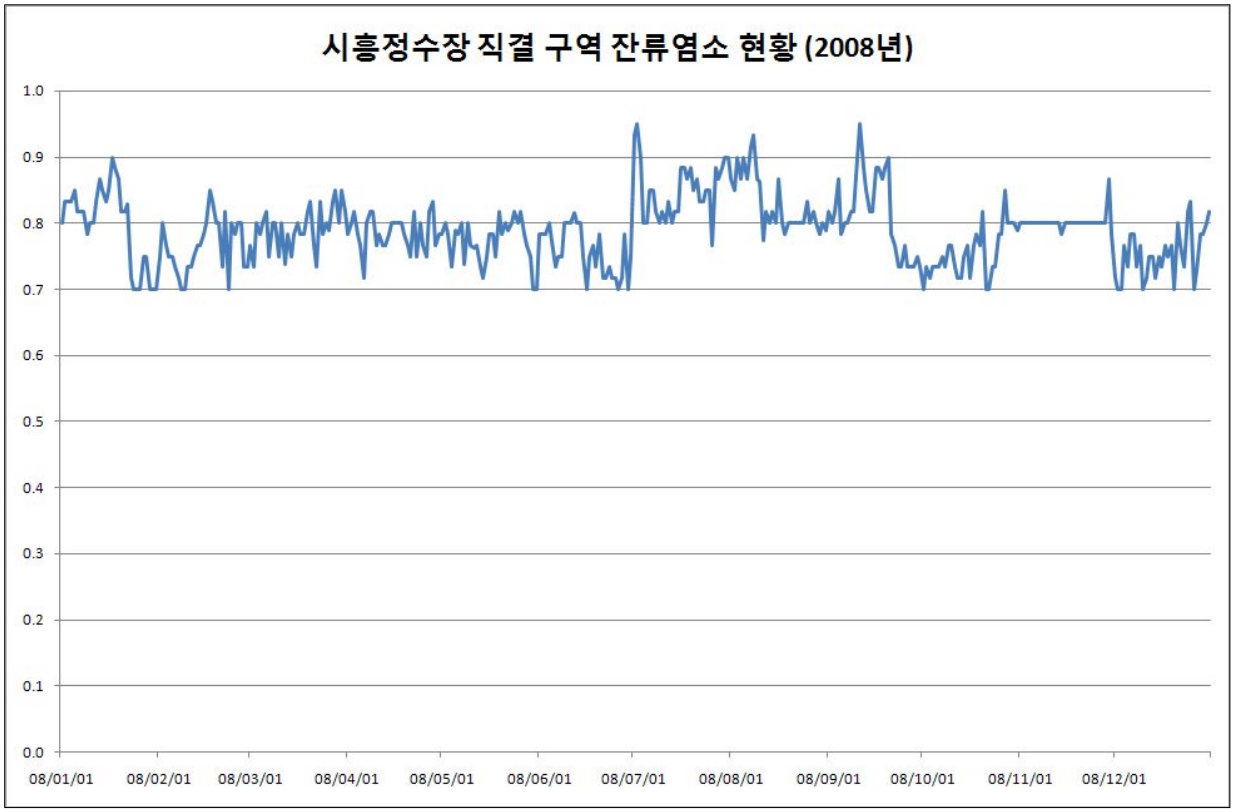
정수장		반 월					연 성				시흥	안산
배수지		직접	성포	고잔	반월	일동	선부	성곡	목내	대부	직접	직접
염소 (mg/l)	최대	0.75	0.75	0.78	0.66	0.69	1.13	0.44	0.40	1.19	0.83	0.85
	평균	0.67	0.67	0.62	0.51	0.46	0.35	0.42	0.37	0.51	0.76	0.78
	최소	0.55	0.55	0.41	0.43	0.37	0.45	0.35	0.35	0.39	0.70	0.69



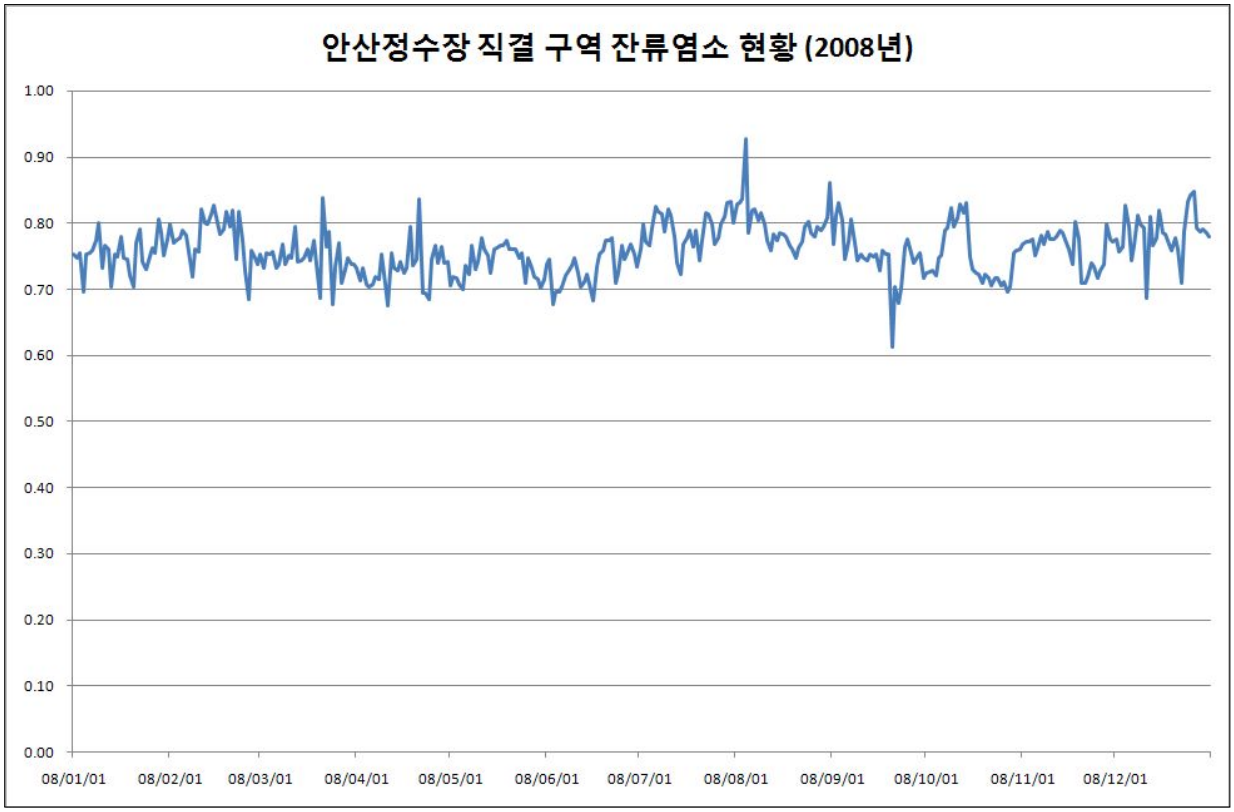
〈그림 7.2-18〉 반월정수장계통 잔류염소 현황



〈그림 7.2-19〉연성정수장계통 잔류염소 현황



<그림 7.2-20> 시흥정수장계통 잔류염소 현황



<그림 7.2-21> 안산정수장계통 잔류염소 현황

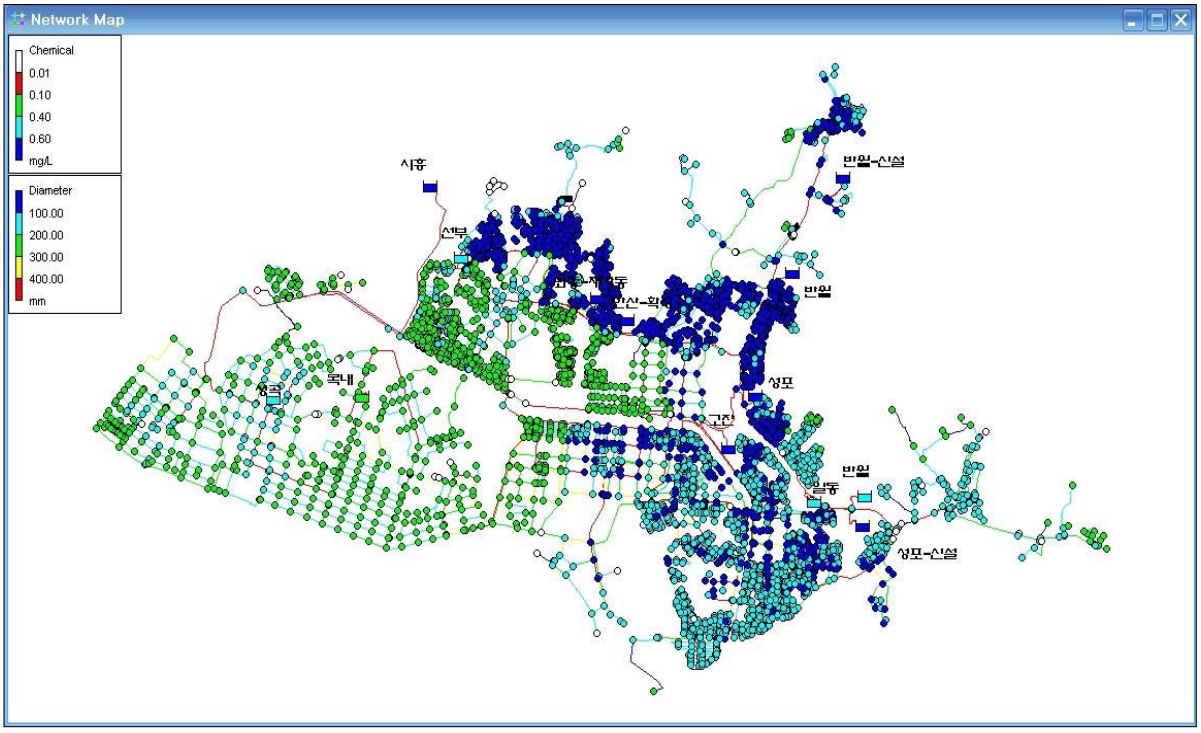
〈표 7.2-6〉 일반 및 노후지역 수질검사 결과(잔류염소)

수계	배수구역	소블록		위치	잔류염소 (mg/L)	온도 (℃)	비고
안산정수장	직접	안산직접1	AD1	상록구 월피동 508-5번지	0.70	10.3	
		안산직접2	AD2	단원구 고잔동 674-1번지	0.65	11.8	
		안산직접3	AD3	단원구 고잔동 504-9 번지	0.78	11.5	
		안산직접4	AD4	단원구 와동 711-8 번지	0.70	10.4	
		안산직접5	AD5	단원구 와동 779-5번지	0.75	10.4	
		안산직접6	AD6	단원구 와동 752번지	0.72	9.7	노후지역
		안산직접7	AD7	단원구 와동 830-3 번지	0.60	10.3	
		안산직접8	AD8	단원구 고잔동 661-4번지	0.77	10.2	
		안산직접9	AD9	단원구 고잔동 612번지	0.67	10.7	노후지역
		안산직접10	AD10	단원구 고잔동 529번지	0.50	10.8	노후지역
		반월직접3	BD8	상록구 부곡동 720-9번지	0.25	14.4	
		반월직접5	BD9	상록구 월피동 466-6번지	0.64	10.3	노후지역
		반월직접7	BD10	상록구 월피동 446 번지	0.56	10.1	
		반월직접9	BD11	상록구 성포동 583번지	0.48	10.3	노후지역
연성정수장	선부	연성선부18	YS1	단원구 선부동 984-11번지	0.43	9.5	
		연성선부17	YS2	단원구 선부동 1015-6번지	0.51	11.7	
		연성선부16	YS3	단원구 선부동 1024-5번지	0.58	9.9	노후지역
		연성선부2	YS4	단원구 선부동 1127-2번지	0.56	10.3	
		연성선부19	YS5	단원구 원곡동 953-3 번지	0.23	11.1	
		연성선부15	YS6	단원구 선부동 997-2번지	0.57	11.5	노후지역
		연성선부3	YS7	단원구 선부동 1081번지	0.34	11.0	
		연성선부11	YS8	단원구 원곡동 744-1번지	0.50	10.2	
		연성선부10	YS9	단원구 원곡동 797-5번지	0.52	13.3	
		연성선부12	YS10	단원구 원곡동 759-9번지	0.54	12.3	
		연성선부9	YS11	단원구 원곡동 806-14번지	0.67	16.6	
		연성선부13	YS12	단원구 원곡동 766-8번지	0.62	11.2	노후지역
		연성선부8	YS13	단원구 원곡동 811-22번지	0.58	10.5	노후지역
		연성선부14	YS14	단원구 원곡동 938 번지	0.61	11.5	노후지역
		연성선부7	YS15	단원구 원곡동 835-4번지	0.25	14.1	
		연성선부6	YS16	단원구 원곡동 853-3번지	0.55	11.7	노후지역
		연성선부4	YS17	단원구 선부동 1077-4 번지	0.41	11.0	노후지역
		연성선부1	YS18	단원구 초지동 667번지	0.47	9.8	
		연성선부24	YS19	단원구 신길동 1401-1번지	0.48	10.3	
		연성선부23	YS20	단원구 신길동 1438번지	0.54	10.8	
		연성선부25	YS21	단원구 초지동 624-4번지	0.49	13.9	
	목내	연성목내26	YM1	단원구 원시동 773-4번지	0.41	11.2	
		연성목내27	YM1-1	단원구 초지동 653 번지	0.53	11.2	
		연성목내29	YM2	단원구 목내동 394-1 번지	0.64	10.4	노후지역
		연성목내28	YM2-1	단원구 원시동 741번지	0.50	10.5	
	대부	연성대부41	대부동	단원구 대부도동 852번지	0.50	11.6	
		연성대부41	대부동	단원구 대부도동 영어마을 앞	0.47	11.5	
		연성대부41	대부동	단원구 대부도동 978-1번지	0.06	9.7	노후지역
	성곡	연성성곡30	YH1	단원구 신길동 1059번지	0.65	10.1	
		연성성곡31	YH2	단원구 성곡동 603번지	0.71	10.4	
		연성성곡32	YH2-1	단원구 성곡동 609-3번지	0.56	11.4	

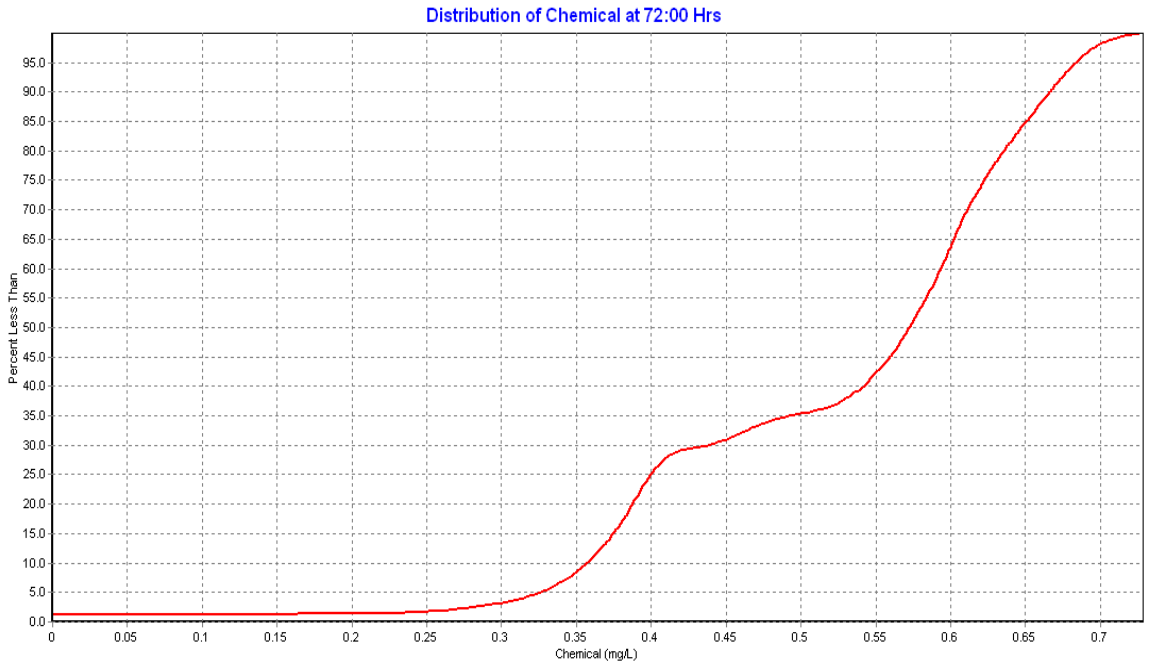
〈표 7.2-6 계속〉 정수장 수계별 수질측정 현황(잔류염소)

수계	배수구역	소블록	소블록	위 치	잔류염소 (mg/L)	온도 (℃)	비고
시흥	직접	시흥직접1	SL1	단원구 성곡동 663-10 번지	0.41	11.0	
		시흥직접1	SL1-1	단원구 성곡동 713-6번지	0.52	10.7	노후지역
		시흥직접2	SL1-2	단원구 성곡동 685번지	0.18	12.3	
반월정수장	직접	반월직접4	BD1	상록구 부곡동 661-1번지	0.83	10.4	
		반월직접6	BD2	상록구 부곡동 665-5번지	0.83	10.8	노후지역
		반월직접8	BD3	상록구 부곡동 682-7번지	0.48	9.3	
		반월직접10	BD4	상록구 부곡동 692-5번지	0.70	11.8	
		반월직접11	BD5	상록구 일동 538-6 번지	0.81	10.4	노후지역
		반월반월12	BD6	상록구 일동 610-2 번지	0.23	10.0	
		반월직접2	BD12	상록구 수암동 460-8 번지	0.29	5.7	노후지역
	성포	반월성포30	BS1	상록구 이동 612-24 번지	0.67	10.7	
		반월성포29	BS2	상록구 일동 660번지	0.70	9.9	노후지역
		반월성포28	BS3	상록구 본오동 872-19 번지	0.32	9.9	
		반월성포27	BS6	상록구 본오동 885-6 번지	0.37	11.3	
		반월성포26	BS8	상록구 본오동 925-2 번지	0.41	10.8	노후지역
		반월성포24	BS9	상록구 본오동 715-11 번지	0.33	11.5	
		반월성포25	BS10	상록구 본오동 984 번지	0.35	11.2	
		안산직접11	BS11	상록구 사동 1152번지	0.21	10.6	노후지역
		안산직접12	BS12	상록구 사동 1192-9번지	0.41	11.2	
		안산직접13	BS13	상록구 사동 1251 번지	0.37	10.4	노후지역
		안산직접14	BS14	상록구 사동 1341-8번지	0.20	10.7	
		안산직접15	BS15	상록구 사동 1294번지	0.24	9.5	노후지역
		안산직접16	BS16	상록구 사동 1355-6번지	0.42	10.1	
		안산직접16	BS17	상록구 사동 1377-9번지	0.39	11.4	
		안산직접17	BS18	상록구 사동 1407-26번지	0.28	11.1	
		안산직접18	BS19	상록구 사동 1487-4번지	0.36	10.7	
		안산직접19	BS20	상록구 사동 1344-1 번지	0.45	10.2	노후지역
		반월반월12	BD7	상록구 일동 97-4번지	0.72	10.8	
	고잔	반월고잔37	BK1	단원구 초지동 730번지	0.33	12.0	
		반월고잔38	BK2	단원구 초지동 741-2번지	0.43	10.9	
		반월고잔36	BK3	단원구 고잔동 715번지	0.69	10.4	노후지역
		반월고잔35	BK4	단원구 고잔동 741 번지	0.72	9.7	
		반월고잔34	BK5	단원구 고잔동 779-1번지	0.54	10.5	
		반월고잔32	BK6	상록구 이동 674-4번지	0.36	9.5	
		반월고잔33	BK7	상록구 사동 1527-7번지	0.29	9.8	
		반월고잔31	BK8	상록구 이동 716-7번지	0.42	10.1	
	일동	반월일동18	BI1	상록구 본오동 1129 번지	0.69	10.4	노후지역
		반월일동20	BI2	상록구 본오동 755-13번지	0.46	10.6	
		반월일동22	BI3	상록구 본오동 768-5번지	0.70	10.4	노후지역
		반월일동19	BS4	상록구 본오동 807-9 번지	0.37	11.7	
		반월일동21	BS5	상록구 본오동 820-12번지	0.31	12.1	
		반월일동23	BS7	상록구 본오동 838-10 번지	0.29	10.5	
	반월	반월반월14	BB1	상록구 건건동 532번지	0.49	10.2	
		반월반월15	BB2	상록구 건건동 897-28 번지	0.61	10.0	노후지역
		반월반월16	BB3	상록구 사사동 119-67번지	0.57	9.9	
		반월반월13	BB4	상록구 팔곡일동 403-1 번지	0.48	11.9	
		반월반월13	BB4	상록구 팔곡이동 51 번지	0.63	12.5	
		반월반월17	BI4	상록구 팔곡이동 424-3 번지	0.57	10.7	

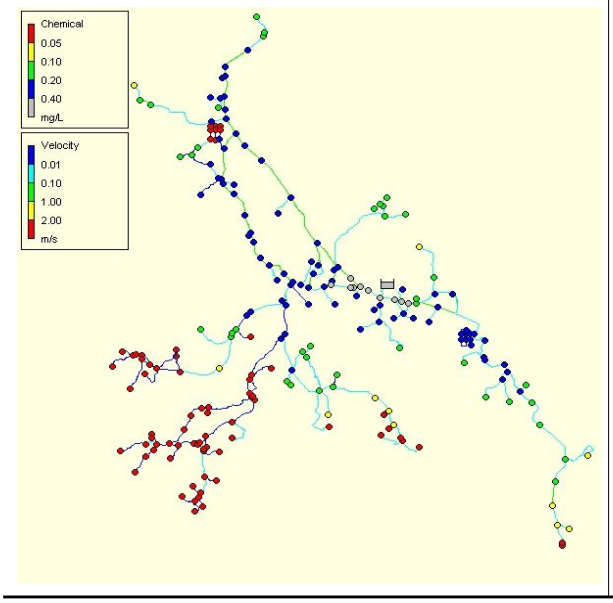
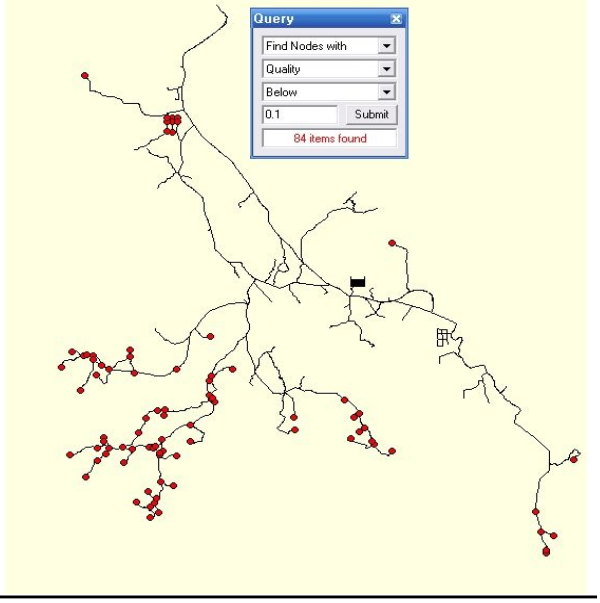
현재 시가지 일대 잔류염소 현황



잔류염소 분포 현황



〈그림 7.2-22〉 시가지 잔류염소 현황

현재 대부동 잔류염소 현황	잔류염소 0.1㎎/ℓ 이하 지역
	

〈그림 7.2-23〉 대부동 잔류염소 현황

4) 장래(2025년) 잔류염소 검토

장래 용수수요량 확대에 따라 기존 관로의 경우 유속이 상승하므로 기존 잔류염소농도가 저하되는 것을 방지할 수 있을 것으로 예측되나, 수리모델링후 장래에도 문제가 발생하는 지역은 현재 조속한 대처가 필요하다고 판단된다.

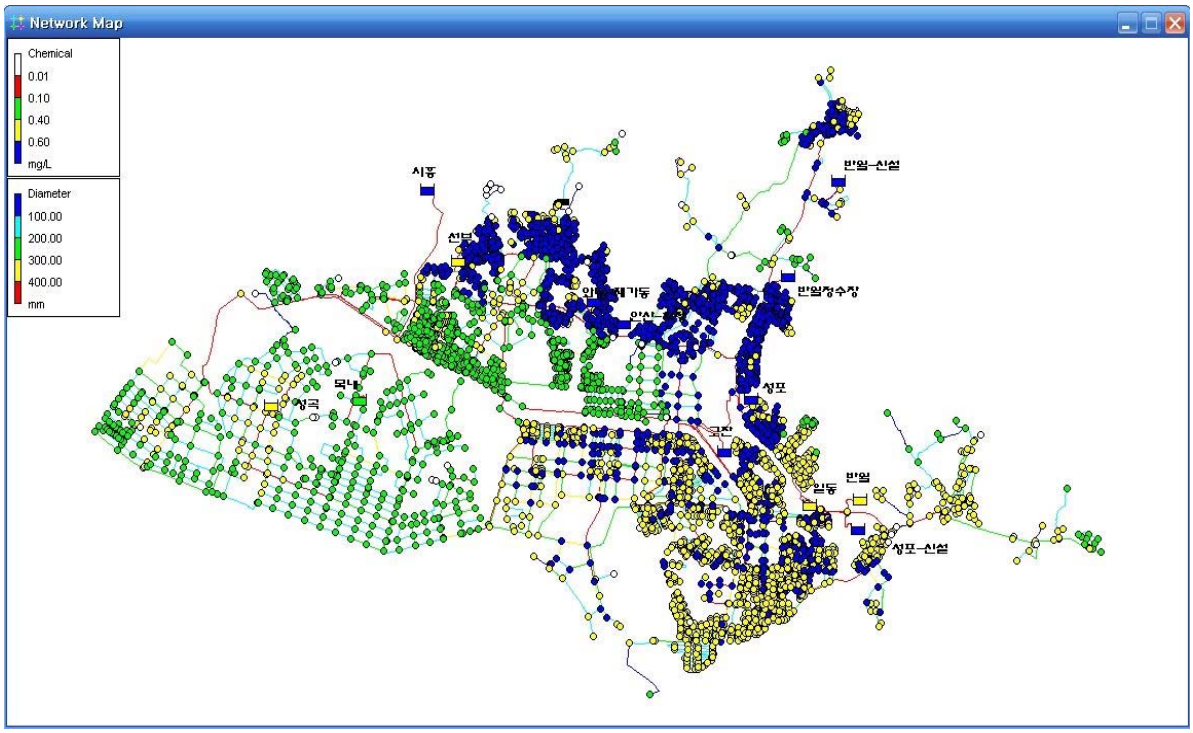
● 시가지 급수구역

시가지 급수구역의 잔류염소농도 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였다. 현재의 여건에서 수요량에 증가에 의한 유속상승에 인한 것으로 판단되며, 대부분 일부 0.1㎎/ℓ이상 유지되어 적정 농도 이상을 유지하고 있어 문제점이 없는 것으로 분석되었다.

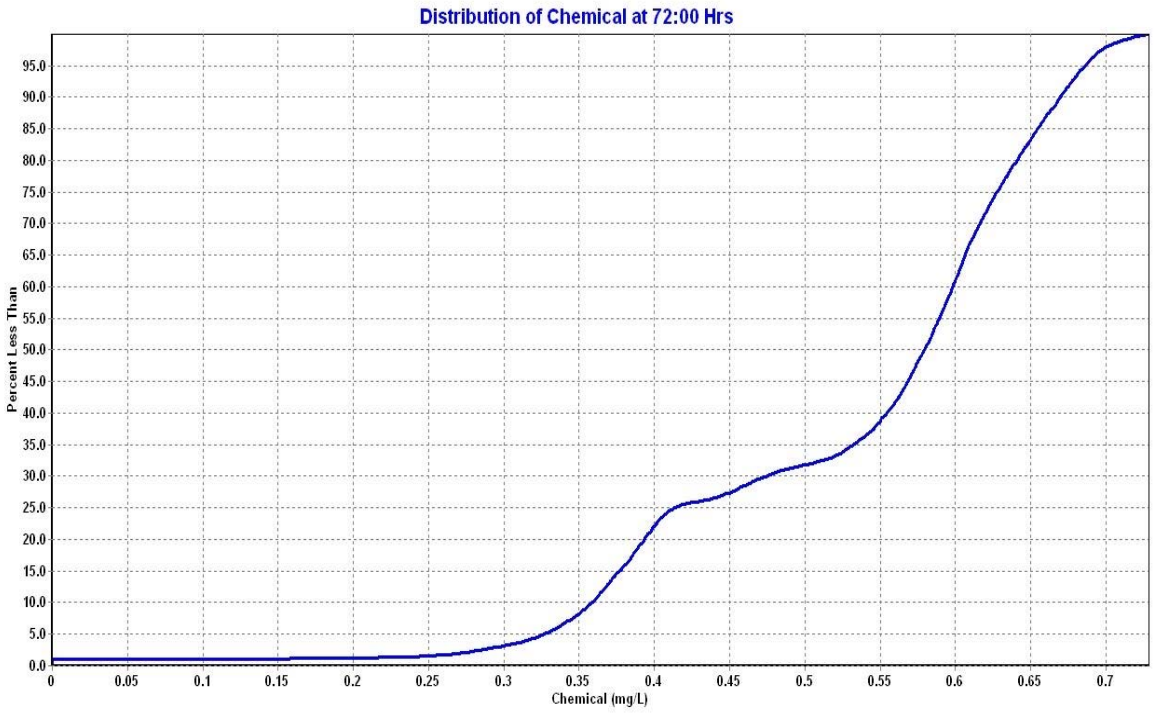
● 대부동 급수구역

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

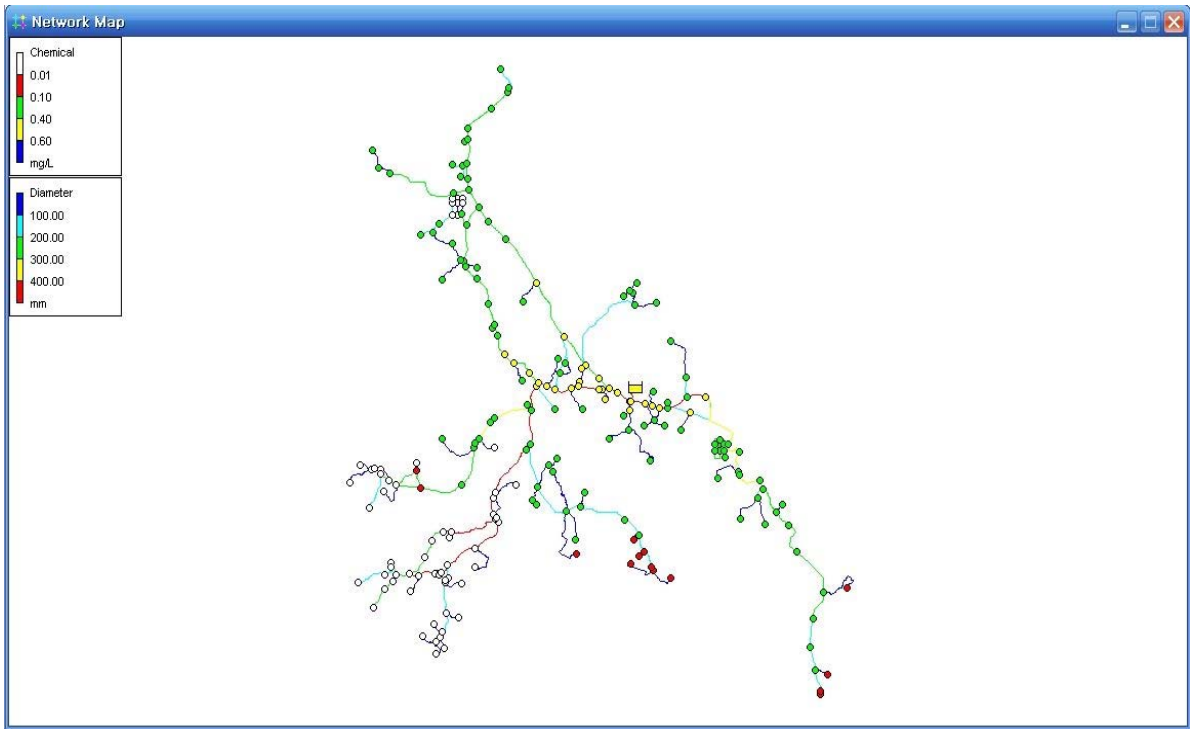


잔류염소 분포 비율

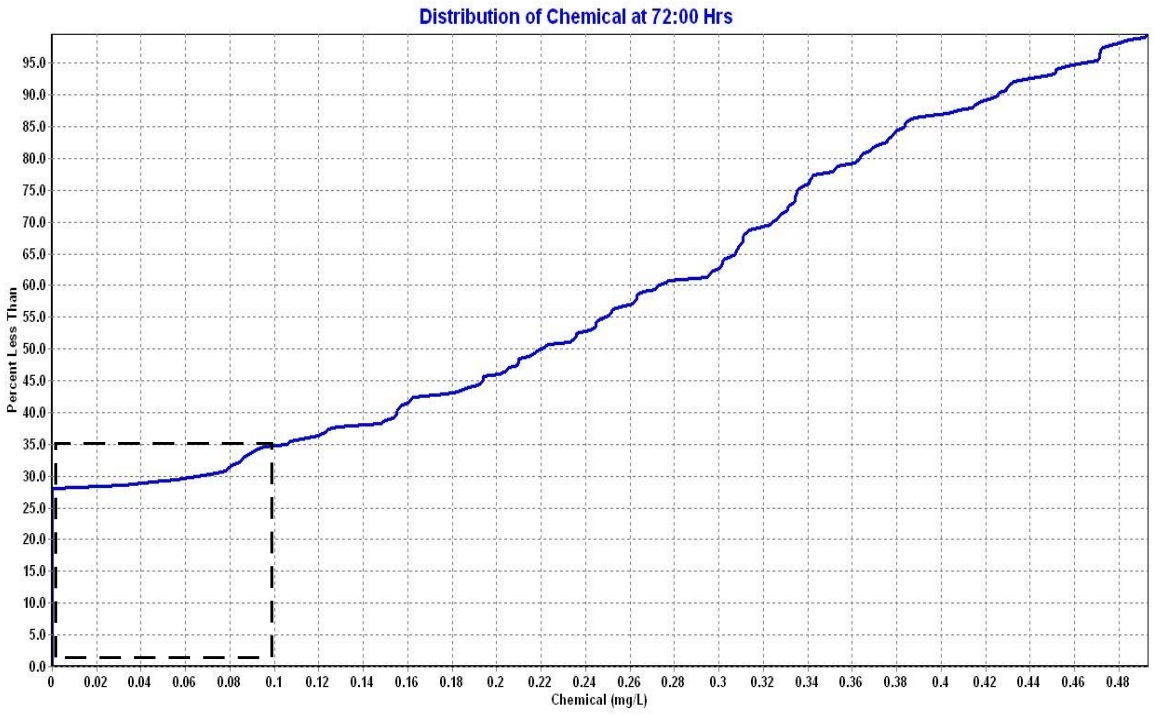


<그림 7.2-24> 장래 시가지 잔류염소 현황(2025년)

장래(2025년) 대부동 일대 잔류염소 현황



잔류염소 분포비율



〈그림 7.2-25〉 장래 대부동 잔류염소 현황(2025년)

7.2.4 유량계수(C값) 및 잔류염소감소계수(K값) 결정

가) 유량계수(C값)의 결정

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 진단에서는 첫 번째, 유속계수(C) 값은 관련계획과의 상호 연관성을 고려하여 참고 문헌 및 상수도시설기준을 참고로 유속계수(C) 값을 관경 기준으로 적용하는 방안과 두 번째, C값에 따른 RMS오차를 적용하여 가장 오차가 적은 계수를 적용하는 두가지의 방안을 혼용하였으며, 그 결과 D=600이하는 C값을 100으로 하고, D=600 이상은 C값을 110~120으로 적용하여 수리모델링을 진행하였다.

RMS(Root Mean Squared)**오차 : 평균제곱근 오차**

선택된 각 지점에서의 변이를 제곱하여 합친 값을 선택된 지점들의 개수로 나눈 후 평균 제곱근 값을 취하는 것

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} X_i^2}{N}}$$

<표 7.2-7>관로내 C계수에 따른 오차율

측정지점	RMS오차(M)							비고
	C=90	C=95	C=100	C=105	C=110	C=115	C=120	
평균	4.629	4.542	4.471	4.412	4.363	4.285	4.238	

<표 7.2-8>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
회야댐계통 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

나) 잔류염소감소계수(K값) 결정

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.

2) 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 농도감소의 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 질소 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)

3) 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 모델링시 확보된 정수장의 유출염소로 하되, 그 자료가 미비하면 일반적으로 1.0㎎/ℓ로 설정하여 사용한다. 배수구역내에서 일최대 급수량의 50% 유량으로 물소비가 된다고 가정하여 각 격점 에서의 잔류염소농도를 예측할 수 있다.

4) 모델링 상수값의 결정

〈표 7.2-9〉 모델링 상수값의 결정

Wall Decay 상수	Bulk Decay 상수	온 도 (℃)	비 고
- 1.0	- 0.05	20	

7.3 블록시스템 분할

7.3.1 블록시스템 기준

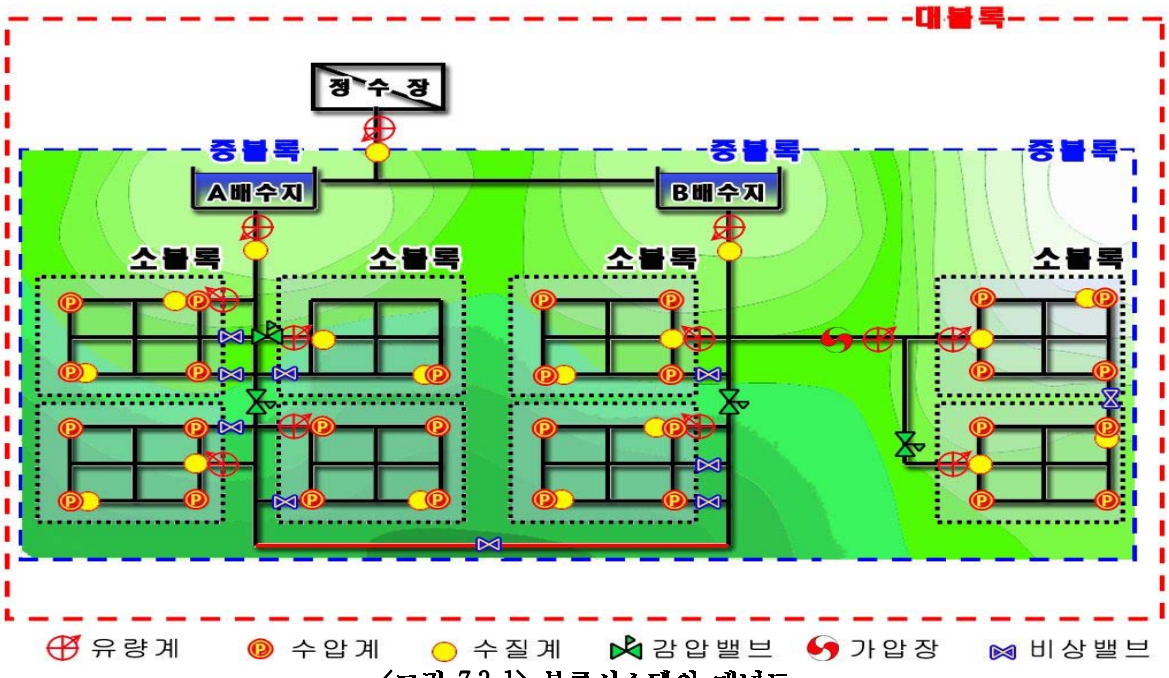
가.개요

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)

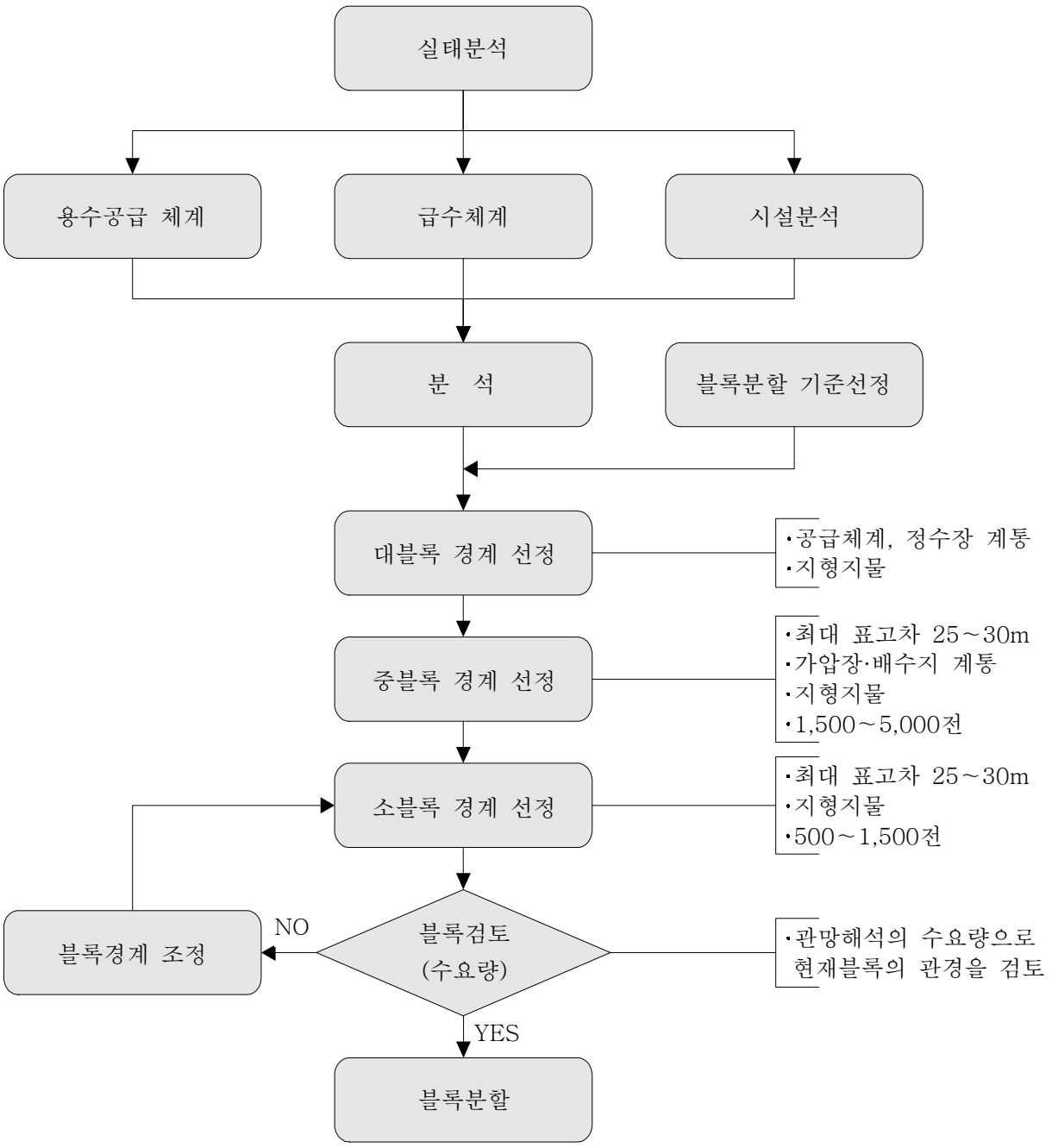


〈그림 7.3-1〉 블록시스템의 개념도

나. 블록시스템의 구성

1) 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 7.3-2〉 블록시스템구축 흐름도

2) 블록설정 기준 및 구축효과

블록시스템은 상기에서 전술한대로 시스템의 구성에서 오는 장점이 많은 관계로 블록시스템의 구성이 중요하다. 따라서 「수도정비 기본계획 수립지침(2006.5 환경부)」에서는 블록시스템 구축을 위하여 급수구역을 분류하여 계획토록 하고 있으며 블록구성은 대블록, 중블록, 소블록으로 계획하며 각 블록의 규모는 아래의 표와 같다.

〈표 7.3-1〉 블록규모설정(분할) 기준

구 분	계 통	기 준	급수전
대 블 록	정수장의 송수계통	- 광역상수도와 지방상수도의 공급체계 및 정수장별로 분리 - 대용량의 조정지가 있다면 조정지별로 분리 - 급수전의 관내동수압 150kPa(약 1.53kg/㎠)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 표와 같다.

〈표 7.3-2〉 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.
	관로 시설 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.
	관로 시설등	-관로의 기능이 명확해 진다.	-교체대상 관로 등의 우선순위를 확실히 정할 수 있다.	-돌발사고에 대처하기 쉽다. -소블록의 복구계획을 세우기 쉽다.

다. 블록시스템 구축 고려사항

1) 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

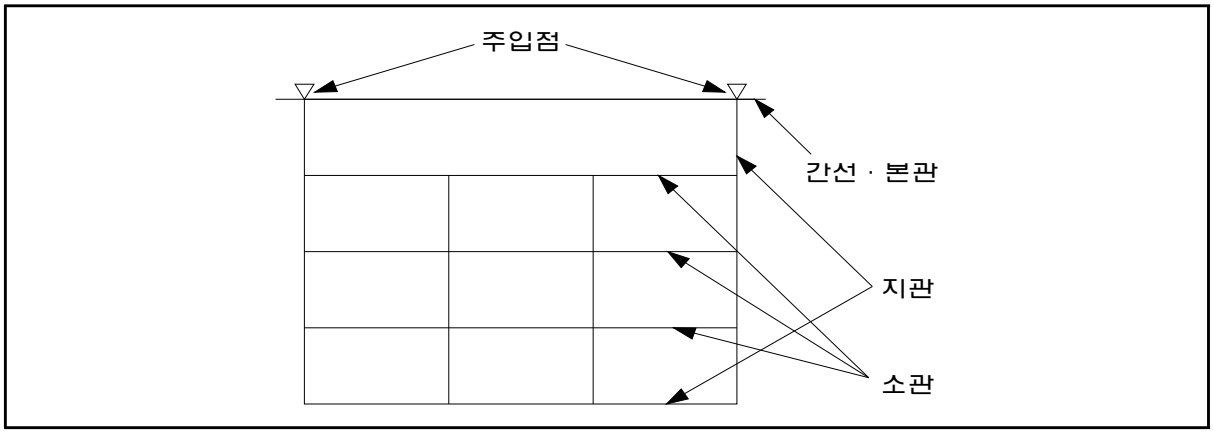
지역 용도에 따른 상수사용형태는 많은 영향을 끼치므로 지역화를 고려하는 데에 있어서는 각 도시가 설정하고 있는 용도지역제를 충분히 감안하여 블록화해야 한다. 이와 더불어 대량수요자가 많은 지역과 적은 지역, 급수밀도가 높은 지역과 낮은 지역, 탱크식 급수방식 지역과 저류탱크가 거의 없는 지역 등도 중요한 요소로 함께 고려해야 한다.

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.

2) 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.



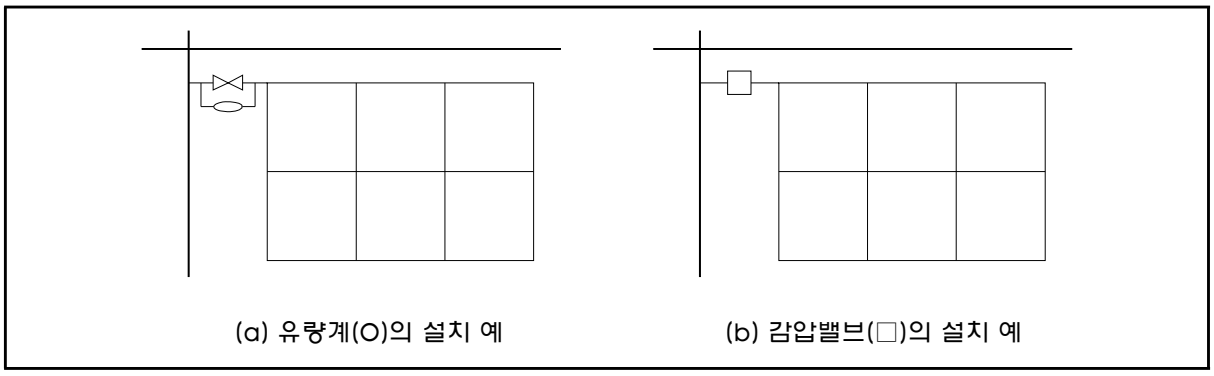
〈그림 7.3-3〉 관의 기능분류 모식도

3) 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.

4) 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 7.3-4〉 구역유량계와 감압밸브의 설치 예

5) 블록별 유수율 및 누수율 분석

블록별 유량측정은 다음과 같은 이점이 있는 것으로 알려져 있다.

- 실시간 관망해석
- 누수탐사
- 배수량 분석
- 야간최소유량 측정
- 유량계의 위치결정

6) 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.

- 수량, 수압, 수질 면에서 직접 또는 간접적으로 받는 영향을 최소화하도록 한다.
- 동일 단수구역내에서는 상수수요형태나 지역의 특성이 같도록 한다.
- 단수작업을 원활히 할 수 있도록 한다.
- 수량, 수압, 수질관리에 편리해야한다.
- 제수밸브의 설치나 유지관리에 경제적이 되도록 한다.

7.3.2 블록시스템 구축현황

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 구축사업을 진행 중에 있다.

〈표 7.3-3〉 블록시스템 구축현황

대구역 (정수장)		중구역 (배수구역)	소블록	개소	비 고
4구역		15구역	104구역		
반월 정수장	1	반월정수장 직접	반월직접2,4,6,8,10,11, 반월반월12	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	

주) 와동 배수지는 휴지상태임

나. 대블록설정

대블록의 분할은 수도정비기본계획을 바탕으로 정수장계통 별로 총 4개 구역으로 설정하였으며 반월정수장 계통, 안산정수장, 연성정수장계통, 시흥정수장계통으로 나뉘며 중블록 분할을 감안하여 권역별 구분이 용이하고 시설별 관리운영이 유리한 송수계통별 분류인 정수장 계통별 구분으로 선정하였다.

〈표 7.3-4〉 대블록의 분할

구 분	대 블 록 분 할	비 고
방식	정수장 계통별	-
내용	반월정수장, 안산정수장, 연성정수장, 시흥정수장	
분할	4개 블록	-
장·단점	•정수의 수수 구분이 용이 •권역별 구분이 용이 •시설별 관리운영이 유리	-
검토 의견	권역별 구분이 용이하여 시설별 관리운영이 유리한 송수계통별 구분으로 대블록 검토	-

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 급속여과 방식으로 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.

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 응집침전 공정만 거쳐 공단 내 공업용수로 공급되고 있으며, 생활용수인 4단계 계통의 83,000m³/일은 응집침전 및 여과공정까지 정수처리하여 공급한다.

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. 중블록 설정

중블록의 분할은 대블록 선정에 연계하여 시설물(배수지) 및 직접급수 구역을 기준하여 분리하였다. 안산시의 총 중블록은 15개소 이며 이중 정수장에서 정수장내 정수지를 통해 직접급수하는 직접급수구역이 반월정수장 직접급수역과 안산정수장 직접급수구역 등 총 2개소가 있으며, 와동배수지는 현재 휴지중 이다.

〈표 7.3-5〉 중블록의 분할

구 분	중 블 록 분 할	비 고
방식	•배수지 계통별 •직접 급수구역별	
내용	반월(직접, 성포, 고잔, 일동, 반월) 안산(직접, 와동, 초지) 연성(선부, 대부, 목내, 성곡, 공단) 시흥(직접:생활, 공업)	와동배수지는 휴지중임
분할	15개 블록	

1) 반월 직접급수블록

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 .블록의 주관로는 기존 ∅800㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거형태로 형성되어 있다.

〈표 7.3-6〉 반월 직접급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
반월 직접	10.9~33.8	49,648	8,115	반월정수장	800	도심지주거	1.7~6.7

〈표 7.3-7〉 반월 직접급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 부곡동, 일동, 안산동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 반월정수장 직접급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅800을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 187~360kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지 격자망형식, 일부외곽지역 수지상식	

〈표 7.3-8〉 반월 직접급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
반월 직접급수블록	대상인구			49,648		38,582		
	수요량	일최대(㎥/일)		18,636		14,906		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	27,953		22,359		일최대×1.50
			㎥/hr	1,165		932		
			㎥/min	19		16		
			㎥/sec	0.324		0.259		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			677	543	605	485	
	기 존 구 경			800	800	800	800	주관로
	확 정 구 경			800	800	800	800	기존구경활용

2) 반월 성포급수블록

성포배수지는 용량 40,000m³ 규모이고 수위는 LWL 50.0m이며 일동, 이동, 사동, 본오동 일원의 해당 소블록은 반월성포24~30, 안산직접11~19로 총 16개 구역으로 구성된다. 블록의 주관로는 기존 ∅1200㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거형태로 형성되어 있다.

〈표 7.3-9〉 반월 성포급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
반월 성포	6.0~39.9	151,062	12,286	반월정수장	1,200	도심지주거	1.9~4.4

〈표 7.3-10〉 반월 성포급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 일동, 이동, 사동, 본오동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 성포배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅1200을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 131~346kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지의 격자망형식	

〈표 7.3-11〉 반월 성포급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
반월 성포 급수 블록	대상인구			151,062		100,645		
	수요량	일최대(㎥/일)		55,752		35,928		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	83,628		53,893		일최대×1.50
			㎥/hr	3,485		2,246		
			㎥/min	58		37		
			㎥/sec	0.968		0.786		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			1170	938	940	753	
	기 존 구 경			1200	1200	1200	1200	주관로
	확 정 구 경			1200	1200	1200	1200	기존구경활용

3) 반월 고잔급수블록

고잔배수지는 용량 25,000m³ 규모이고 수위는 LWL 45.0m이며 이동, 호수동, 초지동 일원의 해당 소블록은 반월고잔31~39로 총 9개 구역으로 구성된다. 블록의 주관로는 기존 ∅1000㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거와 상가혼용 형태로 형성되어 있다.

〈표 7.3-12〉 반월 고잔급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
반월 고잔	3.6~7.9	123,777	-	반월정수장	1000	도심지주거 상가혼용	2.6~4.6

〈표 7.3-13〉 반월 고잔급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 이동, 호수동, 초지동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 고잔배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅1000을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 239~376kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지 격자망형식	

〈표 7.3-14〉 반월 고잔급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
반월 고잔 급수 블록	대상인구			123,777		168,296		
	수요량	일최대(㎥/일)		40,347		57,599		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	60,521		86,399		일최대×1.50
			㎥/hr	2,522		3,600		
			㎥/min	42		60		
			㎥/sec	0.700		1.000		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			996	798	1190	954	
	기 존 구 경			1000	1000	1000	1000	주관로
	확 정 구 경			1000	1000	1000	1000	기존구경활용

4) 반월 일동급수블록

일동배수지는 용량 3,500m³ 규모이고 수위는 LWL 56.80m이며 본오동 일원의 해당 소블록은 반월일동18~23로 총 6개 구역으로 구성된다. 블록의 주관로는 기존 ∅600㎜ 관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거형태로 형성되어 있다.

〈표 7.3-15〉 반월 일동급수블록 블록현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
반월 일동	10.1～35.4	33,441	3,556	반월정수장	600	도심지주거	2.5~3.2

〈표 7.3-16〉 반월 일동급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 본오동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 일동배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅600을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 250～299kPa	적정수압 :150～700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지 격자망형식	

〈표 7.3-17〉 반월 일동급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
반월 일동 급수 블록	대상인구			33,441		145,334		
	수요량	일최대(㎥/일)		12,711		59,116		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	19,066		88,673		일최대×1.50
			㎥/hr	794		3,695		
			㎥/min	13		62		
			㎥/sec	0.221		1.026		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			559	448	1,205	966	
	기 존 구 경			600	600	600	600	주관로
	확 정 구 경			600	600	700	700	

5) 반월 반월급수블록

반월배수지는 용량 8,000m³ 규모이고 수위는 LWL 80.0m이며 반월동, 본오동 일원의 해당 소블록은 반월반월13~17로 총 5개 구역으로 구성된다. 블록의 주관로는 기존 ∅600㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거형태로 형성되어 있다.

〈표 7.3-18〉 반월 반월급수블록 블록현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
반월 반월	6.9~45.3	34,749	1,962	반월정수장	600	도심지주거	1.7~6.7

〈표 7.3-19〉 반월 반월급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 반월동, 본오동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 반월배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅600을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 420~547kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지 격자망형식, 일부외곽지역 수지상식	

〈표 7.3-20〉 반월 반월급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
반월 반월급수블록	대상인구			34,749		40,724		
	수요량	일최대(㎥/일)		12,876		15,256		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	19,313		22,883		일최대×1.50
			㎥/hr	805		953		
			㎥/min	13		16		
			㎥/sec	0.224		0.265		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			562	451	612	491	
	기 존 구 경			600	600	600	600	주관로
	확 정 구 경			600	600	600	600	기존구경활용

6) 안산 직접급수블록

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. 블록의 주관로는 기존 ∅1000㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거형태로 형성되어 있다.

〈표 7.3-21〉 안산 직접급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
안산 직접	6.2~26.2	175,940	16,308	안산정수장	1000	상가혼용	3.5~6.7

〈표 7.3-22〉 안산 직접급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 와동, 월피동, 성포동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 안산정수장 직접급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅1000을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 368~562kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지 격자망형식, 일부외곽지역 수지상식	

〈표 7.3-23〉 안산 직접급수블록 주관로 검토

구 분			2007년		2025년		비고
안산 직접급수블록	대상인구		175,940		152,128		
	수요량	일최대(㎥/일)	64,546		54,941		일평균×1.23
		시간최대 ㎥/일	96,818		82,412		일최대×1.50
		시간최대 ㎥/hr	4034		3,434		
		시간최대 ㎥/min	67		57		
		시간최대 ㎥/sec	1.121		0.954		
	적 용 유 속		최소	최대	최소	최대	
			0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경		1,259	1,010	1,162	932	
	기 존 구 경		1000	1000	1000	1000	주관로
	확 정 구 경		1000	1000	1000	1000	기존관로활용

7) 안산 초지급수블록

공업용수 배수지인 초지배수지는 용량 10,000m³ 규모이고 수위는 LWL 50.0m이며 해당 소블록은 안산초지1로 총 1개구역으로 구성된다. 블록의 주관로는 기존 ∅800㎜관으로 급수하고 있으며, 급수형태로는 공단 지역으로 형성되어 있다.

〈표 7.3-24〉 안산 초지급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
안산 초지	5.7~23.6	-	59	안산정수장	800	공단지역	3.4

〈표 7.3-25〉 안산 초지급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 초지동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 초지배수지 급수구역	공업
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅800을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 339kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심공단지역 격자망형식	

〈표 7.3-26〉 안산 초지급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
안산 초지급수블록	급수전수			59		59		
	수요량	일최대(㎥/일)		47,765		60,000		일평균과 동일
		시간최대	㎥/일	47,765		90,000		
			㎥/hr	1,990		3,750		
			㎥/min	33.17		62.50		
			㎥/sec	0.55284		1.04167		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			885	709	991	795	
	기 존 구 경			800	800	800	800	주관로
	확 정 구 경			800	800	800	800	

8) 연성 선부급수블록

선부배수지는 선부1배수지 용량 5,500m³, 선부2배수지 용량 40,000m³ 규모이고 수위는 LWL 48.5m이며 선부동, 원곡동, 초지동 일원의 해당 소블록은 연성선부1~25로 총 25개구역으로 구성된다. 블록의 주관로는 기존 Ø1350㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 주거형태로 형성되어 있다.

<표 7.3-27> 연성 선부급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (Ø)	주거형태	수압검토 (kPa)
연성 선부	5.3~46.4	156,887	11,554	연성정수장	1,350	도심지주거	1.6~4.6

<표 7.3-28>연성 선부급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 선부동, 원곡동, 초지동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 선부배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 Ø1350을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 196~401kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심지 격자망형식, 일부외곽지역 수지상식	

<표 7.3-29>연성 선부급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
연성 선부 급수 블록	대상인구			156,887		185,943		
	수요량	일최대(㎥/일)		54,246		70,044		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	80,573		104,118		일최대×1.50
			㎥/hr	3,357		4,338		
			㎥/min	56		72		
			㎥/sec	0.933		1.205		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			1149	921	1306	1047	
	기 존 구 경			1350	1350	1350	1350	주관로
	확 정 구 경			1350	1350	1350	1350	기존구경활용

9) 연성 목내급수블록

목내배수지는 용량 10,000m³ 규모이고 수위는 LWL 46.0m 이며 소블록계획은 공단특성상 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. 블록의 주관로는 기존 ∅800㎜관으로 급수하고 있으며, 급수형태로는 공단생활지역으로 형성되어 있다.

〈표 7.3-30〉 연성 목내급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
연성 목내	5.4~29.1	2,223	-	연성정수장	800	공단생활	2.7~3.5

〈표 7.3-31〉 연성 목내급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 목내동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 목내배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅800을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 269~348kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심공단지역 격자망형식	

〈표 7.3-32〉 연성 목내급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
연성 목내 급수 블록	대상인구			2,223		1,935		
	수요량	일최대(㎥/일)		19,660		22,796		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	20,035		23,130		일최대×1.50
			㎥/hr	835		964		
			㎥/min	14		16		
			㎥/sec	0.232		0.268		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			573	459	616	494	
	기 존 구 경			800	800	800	800	주관로
	확 정 구 경			800	800	800	800	기존구경활용

10) 연성 성곡급수블록

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. 블록의 주관로는 기존 Ø700㎜관으로 급수하고 있으며, 급수형태로는 공단생활지역으로 형성되어 있다.

〈표 7.3-33〉 연성 성곡급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (Ø)	주거형태	수압검토 (kPa)
연성 성곡	4.2~22.6	26	-	연성정수장	700	공단생활	2.9~3.4

〈표 7.3-34〉 연성 성곡급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 성곡동 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 성곡배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 Ø700을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 301~334kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심공단지역 격자망형식	

〈표 7.3-35〉 연성 성곡급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
연성 성곡 급수 블록	대상인구			26		21		
	수요량	일최대(㎥/일)		22,256		31,598		일평균×1.23
		시간 최대	㎥/일	22,260		31,602		일최대×1.50
			㎥/hr	928		1,317		
			㎥/min	15		22		
			㎥/sec	0.258		0.366		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			604	484	720	577	
	기 존 구 경			700	700	700	700	주관로
	확 정 구 경			700	700	700	700	기존구경활용

11) 연성 대부급수블록

대부배수지는 용량 6,600m³ 규모이고 수위는 LWL 65.0m 이며 대부동 전역에 용수를 공급하고 해당 소블록은 연선대부41로 총 1개 구역으로 설정하고 장래 수용량 증가에 따라 3개 블록으로 분할하는 것으로 계획하였다. 블록의 주관로는 기존 Ø700㎜관으로 급수하고 있으며, 도심지 및 취락지역 주거형태로 외곽 지역은 수지상식으로 형성되어 있다.

<표 7.3-36> 연성 대부급수블록 블록현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (Ø)	주거형태	수압검토 (kPa)
연성 대부	3.9~38.0	6,960	1,644	연성정수장	700	도심지 및 취락주거	-

<표 7.3-37> 연성 대부급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 대부동 일원	
• 타급수구역 분리여부	◦ 대부배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 Ø700을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 515~522kPa	적정수압 :150~700kPa
• 용도별 분리여부	◦ 도심지 격자망형식, 일부외곽지역 수지상식	

<표 7.3-38> 연성 대부급수블록 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
연성 대부 급수 블록	대상인구			6,960		7,912		
	수요량	일최대(㎥/일)		2,269		2,815		일평균×1.23
		시간최대	㎥/일	3,404		4,223		일최대×1.50
			㎥/hr	142		176		
			㎥/min	2.36		2.93		
			㎥/sec	0.03940		0.04883		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			236	189	263	210	
	기 존 구 경			700	700	700	700	주관로
	확 정 구 경			700	700	700	700	기존구경활용

12) 연성 공단급수블록

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. 블록의 주관로는 기존 ∅800㎜관으로 급수하고 있으며, 급수형태로는 공단지역으로 형성되어 있다.

〈표 7.3-39〉 연성 공단급수블록 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
연성 공단	5.4~29.5	-	295	연성정수장	800	공단지역	2.1~4.7

〈표 7.3-40〉 연성 공단급수블록 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 반월공단 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 공단배수지 급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅800을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 280~372kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심공단지역 격자망형식	

〈표 7.3-41〉 연성 공단급수블록 주관로 검토

구 분			2007년		2025년		비고
연성 공단 급수 블록	급수전수		295		295		
	수요량	일최대(㎥/일)	102,045		122,000		
		시간최대 ㎥/일	102,045		122,000		
		시간최대 ㎥/hr	4,252		5,083		
		시간최대 ㎥/min	70.86		84.72		
		시간최대 ㎥/sec	1.18108		1.41204		
	적 용 유 속		최소	최대	최소	최대	
			0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경		1,293	1,037	1,414	1,134	
	기 존 구 경		800	800	800	800	주관로
	확 정 구 경		800	800	800	800	기존구경활용

13) 시흥 직접급수블록(생활)

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. 블록의 주관로는 기존 ∅500㎜관으로 급수하고 있으며, 급수형태로는 공단생활지역으로 형성되어 있다.

<표 7.3-42> 시흥 직접급수블록(생활) 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
시흥 직접 (생활)	-0.8~8.1	-	-	시흥정수장	500	공단생활	2.9~3.1

<표 7.3-43> 시흥 직접급수블록(생활) 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 시화공단 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 시흥정수장 직접급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅500을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 295~322kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심공단지역 격자망형식	

<표 7.3-44> 시흥 직접급수블록(생활) 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
시흥 직접급수블록	대상인구			6,579		4,758		
	수요량	일최대(㎥/일)		6,168		4,527		
		시간최대	㎥/일	6,168		4,527		
			㎥/hr	257		189		
			㎥/min	4.28		3.14		
			㎥/sec	0.07139		0.05239		
	적 용 유 속			최소	최대	최소	최대	
				0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			318	255	272	218	
	기 존 구 경			500	500	500	500	주관로
	확 정 구 경			500	500	500	500	기존구경활용

14) 시흥 직접급수블록(공업)

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. 블록의 주관로는 기존 ∅800㎜관으로 급수하고 있으며, 급수형태로는 공단지역으로 형성되어 있다.

〈표 7.3-45〉 시흥 직접급수블록(공업) 현황

블록명	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수계통	주관로 (∅)	주거형태	수압검토 (kPa)
시흥 직접 (공업)	-0.6~8.1	-	-	시흥정수장	800	공단지역	3.6~4.7

〈표 7.3-46〉 시흥 직접급수블록(공업) 구역분할 선정조건검토

구 분	검 토	비 고
• 행정구역, 지형별	◦ 행정구역으로 시화공단 일원	
• 급수구역 수계구분	◦ 시흥정수장 직접급수구역	
• 적정한 인입배수관이 있는지(주관로)	◦ 주관로 ∅800을 이용하여 급수	
• 블록내는 적정수압 유지가 가능한지 (지형 및 적정표고별 구역분할 여부)	◦ 소블록 평균수압 329~352kPa	적정수압 :150~700kPa
• 관망구성 형태	◦ 도심공단지역 격자망형식	

〈표 7.3-47〉 시흥 직접급수블록(공업) 주관로 검토

구 분				2007년		2025년		비고
시흥 직접급수블록	대상인구			-		-		
	수요량	일최대(㎥/일)		6,168		25,370		일평균과 동일
		시간최대	㎥/일	6,168		25,370		
			㎥/hr	257		1,057		
			㎥/min	4.28		17.62		
			㎥/sec	0.07139		0.29363		
	적 용 유 속			0.9	1.4	0.9	1.4	
	산 정 구 경			318	255	645	517	
	기 존 구 경			800	800	800	800	주관로
	확 정 구 경			800	800	800	800	기존관로활용

라. 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 7.3-48〉 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			
반월 정수장	성포 배수구역	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			

〈표 7.3-48 계속〉 소블록별 급수현황(생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M) 최고	표고(M) 최저	비 고
반월 정수장	고잔 배수구역	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			
	일동 배수구역	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 배수구역	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			

〈표 7.3-48 계속〉 소블록별 급수현황(생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M) 최고	표고(M) 최저	비 고
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			
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			

〈표 7.3-48 계속〉 소블록별 급수현황(생활용수)

정수장 수계	배수 구역	소블록명		급수 전수	급수 인구	용수사용량 (㎥/일)	표고(M) 최고	표고(M) 최저	비 고
연성 정수장	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 7.3-49>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 바와 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 개소가 많아져 공사비가 과다해 지므로 지역적 특성을 고려하였으며, 소블록내 수압분포와

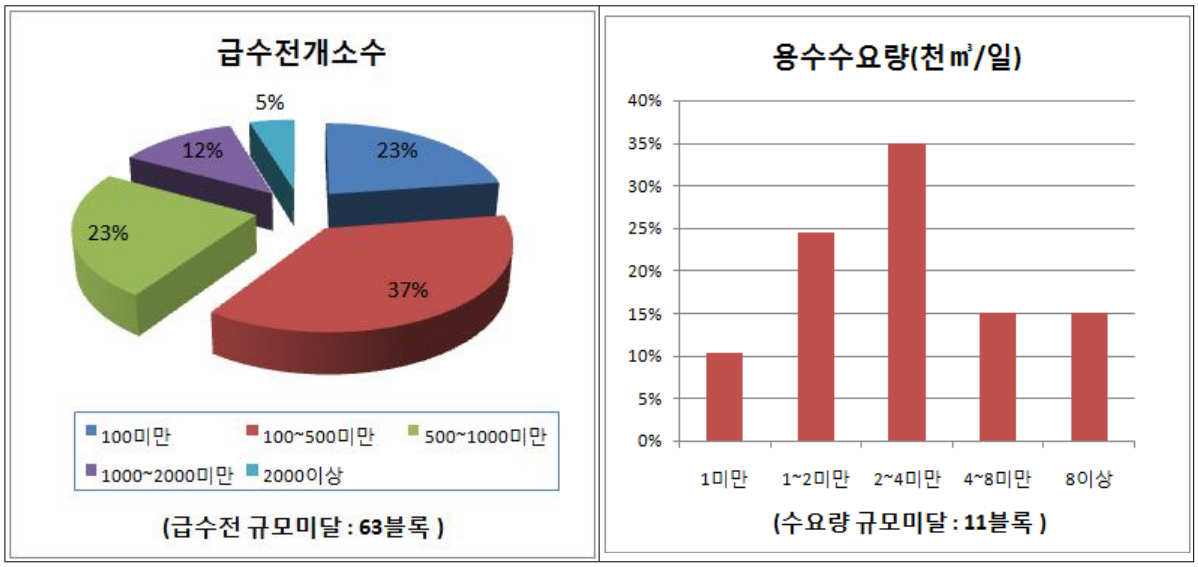
유량계측을 위한 적정유속의 유량계의 구경등을 종합적으로 고려하여 소블록의 규모를 검토하였고,『안산시 상수도 운영관리시스템 구축계획보고서<블록시스템구축> (안산시, 2002.10)』상의 106개의 소블록을 기준하여 검토하였다.

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 7.3-50〉 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 7.3-5〉 소블록 급수전개소수 및 용수수요량

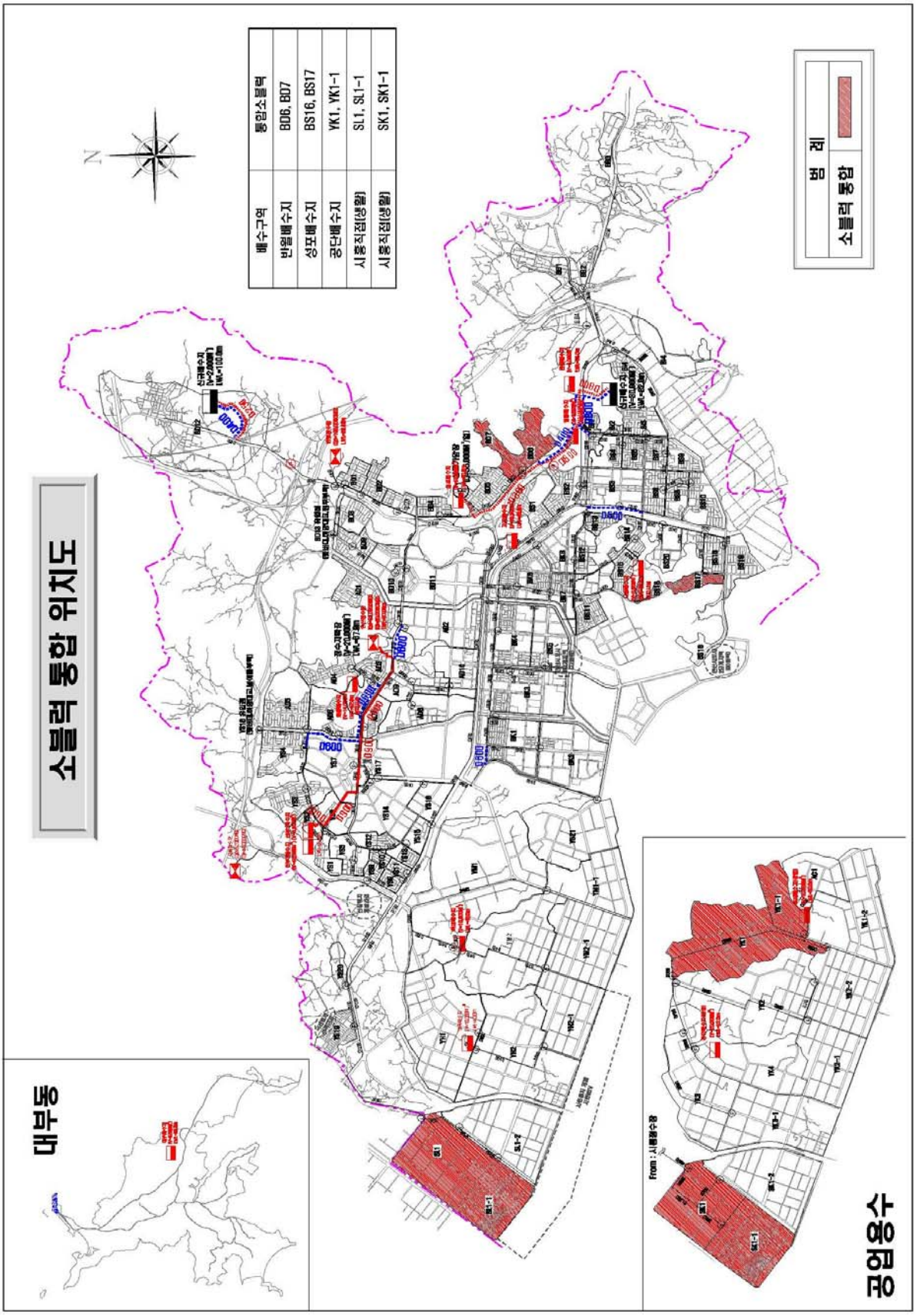
③ 소블록 통합검토

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 7.3-51〉 소블록 통합검토

배수 구역	통합 소블럭		급수인구(인)		급수 전수 (개소)	용수사용량 (㎥/일)		통합사유
			2007년	2025년		2007년	2025년	
반월 배수지	반월반월 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	안산직접 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	연성공단 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)	시흥직접 (생활) 1	(SL1)	-	-	112	1,259	1,695	상 동
		(SL1-1)	-	-	398	2,378	2,831	
시흥직접 (공업)	시흥직접 (공업) 3	(SK1)	-	-	38	2,478	3,613	상 동
		(SK1-1)	-	-	58	977	1,540	



〈그림 7.3-6〉 소블록 통합 위치도

3) 소블록의 구역분할 경계검토

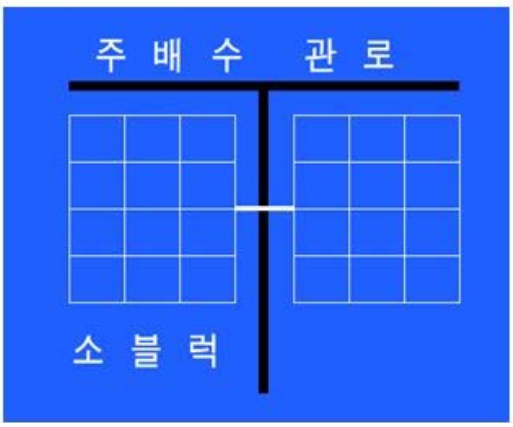
① 소블록 구역분할 경계기준

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.

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 7.3-7〉 소블록 분할경계 변경안 검토

마. 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 7.3-52〉 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 7.3-53〉 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 7.3-53 계속〉 소블록 인입관로 구경검토(생활용수)

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 7.3-53 계속〉 소블록 인입관로 구경검토(생활용수)

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 7.3-54〉 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 7.3-55〉 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 7.3-57〉 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.

바. 유량계 적정성 검토

1) 유량계 관경선정 기준

유량계 구경선정에 대한 관련지침 및 상수도 시설기준의 내용을 검토 후 다음과 같이 적정구경에 기준을 선정하였다.

〈표 7.3-57〉 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 7.3-58〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
반월 정수장	직접	반월 직접4	BD1	150	유량(m/일)		1,089	3,376	6,534	
					유량(m/초)		0.013	0.039	0.076	
					200	유속(m/sec)	0.401	1.244	2.408	○
					150	유속(m/sec)	0.714	2.212	4.282	
					100	유속(m/sec)	1.606	4.977	9.634	
		반월 직접6	BD2	100	유량(m/일)		972	3,012	5,829	
					유량(m/초)		0.011	0.035	0.067	
					200	유속(m/sec)	0.358	1.110	2.149	○
					150	유속(m/sec)	0.637	1.974	3.820	
					100	유속(m/sec)	1.432	4.440	8.594	
		반월 직접8	BD3	100	유량(m/일)		753	2,333	4,513	
					유량(m/초)		0.009	0.027	0.052	
					200	유속(m/sec)	0.277	0.860	1.664	
					150	유속(m/sec)	0.493	1.528	2.959	○
					100	유속(m/sec)	1.109	3.439	6.657	
		반월 직접10	BD4	250	유량(m/일)		984	3,049	5,902	
					유량(m/초)		0.011	0.035	0.068	
					250	유속(m/sec)	0.232	0.719	1.392	○
					150	유속(m/sec)	0.645	1.998	3.868	
					100	유속(m/sec)	1.450	4.496	8.702	
		반월 직접11	BD5	300	유량(m/일)		1,970	6,108	11,822	
					유량(m/초)		0.023	0.071	0.137	
					300	유속(m/sec)	0.323	1.001	1.937	○
					250	유속(m/sec)	0.465	1.441	2.789	
					200	유속(m/sec)	0.726	2.251	4.358	
		반월 반월12	BD6	200	유량(m/일)		2,132	6,610	12,794	
					유량(m/초)		0.025	0.077	0.148	
					300	유속(m/sec)	0.349	1.083	2.096	○
					250	유속(m/sec)	0.503	1.559	3.018	
					200	유속(m/sec)	0.786	2.437	4.716	
		반월 직접2	BD12	450	유량(m/일)		1,418	4,397	8,510	
					유량(m/초)		0.016	0.051	0.098	
					450	유속(m/sec)	0.103	0.320	0.620	
					250	유속(m/sec)	0.335	1.037	2.008	○
					200	유속(m/sec)	0.523	1.621	3.137	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
반월 정수장	성포	반월 성포30	BS1	300	유량(m/일)		1,922	5,959	11,534	
					유량(m/초)		0.022	0.069	0.133	
					300	유속(m/sec)	0.315	0.976	1.890	○
					200	유속(m/sec)	0.709	2.197	4.251	
					150	유속(m/sec)	1.260	3.905	7.558	
		반월 성포29	BS2	250	유량(m/일)		1,925	5,969	11,552	
					유량(m/초)		0.022	0.069	0.134	
					300	유속(m/sec)	0.315	0.978	1.892	○
					250	유속(m/sec)	0.454	1.408	2.725	
					150	유속(m/sec)	1.262	3.911	7.570	
		반월 성포28	BS3	350	유량(m/일)		5,917	18,342	35,500	
					유량(m/초)		0.068	0.212	0.411	
					450	유속(m/sec)	0.431	1.335	2.585	○
					400	유속(m/sec)	0.545	1.690	3.271	
					350	유속(m/sec)	0.712	2.208	4.273	
		반월 성포27	BS6	150	유량(m/일)		1,879	5,825	11,274	
					유량(m/초)		0.022	0.067	0.130	
					250	유속(m/sec)	0.443	1.374	2.660	○
					200	유속(m/sec)	0.693	2.147	4.156	
					150	유속(m/sec)	1.231	3.817	7.388	
		반월 성포26	BS8	150	유량(m/일)		1,282	3,974	7,692	
					유량(m/초)		0.015	0.046	0.089	
					300	유속(m/sec)	0.210	0.651	1.260	
					200	유속(m/sec)	0.473	1.465	2.835	○
					150	유속(m/sec)	0.840	2.604	5.040	
		반월 성포24	BS9	100	유량(m/일)		550	1,706	3,302	
					유량(m/초)		0.006	0.020	0.038	
					200	유속(m/sec)	0.203	0.629	1.217	
					150	유속(m/sec)	0.361	1.118	2.164	○
					100	유속(m/sec)	0.811	2.515	4.868	
		반월 성포25	BS10	150	유량(m/일)		1,577	4,890	9,464	
					유량(m/초)		0.018	0.057	0.110	
					250	유속(m/sec)	0.372	1.154	2.233	○
					200	유속(m/sec)	0.581	1.802	3.488	
					150	유속(m/sec)	1.034	3.204	6.202	
		안산 직접11	BS11	300	유량(m/일)		1,901	5,892	11,404	
					유량(m/초)		0.022	0.068	0.132	
					400	유속(m/sec)	0.175	0.543	1.051	
					300	유속(m/sec)	0.311	0.965	1.868	○
					150	유속(m/sec)	1.245	3.861	7.473	
		안산 직접12	BS12	150	유량(m/일)		917	2,844	5,504	
					유량(m/초)		0.011	0.033	0.064	
					200	유속(m/sec)	0.338	1.048	2.029	○
					150	유속(m/sec)	0.601	1.863	3.607	
					100	유속(m/sec)	1.353	4.193	8.115	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
반월 정수장	성포	안산 직접13	BS13	200	유량(m/일)		967	2,998	5,802	
					유량(m/초)		0.011	0.035	0.067	
					200	유속(m/sec)	0.356	1.105	2.139	○
					150	유속(m/sec)	0.634	1.964	3.802	
					100	유속(m/sec)	1.426	4.420	8.554	
		안산 직접14	BS14	200	유량(m/일)		938	2,907	5,626	
					유량(m/초)		0.011	0.034	0.065	
					200	유속(m/sec)	0.346	1.071	2.074	○
					150	유속(m/sec)	0.614	1.905	3.687	
					100	유속(m/sec)	1.382	4.286	8.295	
		안산 직접15	BS15	500	유량(m/일)		1,273	3,947	7,640	
					유량(m/초)		0.015	0.046	0.088	
					500	유속(m/sec)	0.075	0.233	0.451	
					300	유속(m/sec)	0.209	0.647	1.252	
					200	유속(m/sec)	0.469	1.455	2.816	○
		안산 직접16	BS16	150	유량(m/일)		166	515	996	
					유량(m/초)		0.002	0.006	0.012	
					150	유속(m/sec)	0.109	0.337	0.653	
					100	유속(m/sec)	0.245	0.759	1.469	
					80	유속(m/sec)	0.382	1.186	2.295	○
		안산 직접16	BS17	250	유량(m/일)		1,015	3,148	6,092	
					유량(m/초)		0.012	0.006	0.071	
					250	유속(m/sec)	0.240	0.743	1.437	
					200	유속(m/sec)	0.374	1.160	2.246	○
					150	유속(m/sec)	0.665	2.063	3.992	
		안산 직접17	BS18	150	유량(m/일)		1,104	3,423	6,626	
					유량(m/초)		0.013	0.040	0.077	
					250	유속(m/sec)	0.261	0.808	1.563	
					200	유속(m/sec)	0.407	1.262	2.442	○
					150	유속(m/sec)	0.724	2.243	4.342	
		안산 직접18	BS19	200	유량(m/일)		1,443	4,473	8,658	
					유량(m/초)		0.017	0.052	0.100	
					250	유속(m/sec)	0.416	1.289	2.496	
					200	유속(m/sec)	0.599	1.857	3.594	○
					150	유속(m/sec)	0.936	2.901	5.615	
		안산 직접19	BS20	200	유량(m/일)		2,539	7,871	15,234	
					유량(m/초)		0.029	0.052	0.176	
					300	유속(m/sec)	0.416	1.289	2.496	○
					250	유속(m/sec)	0.599	1.857	3.594	
					200	유속(m/sec)	0.936	2.901	5.615	
		반월 반월12	BD7	150	유량(m/일)		560	1,735	3,358	
					유량(m/초)		0.006	0.020	0.039	
					250	유속(m/sec)	0.132	0.409	0.792	
					200	유속(m/sec)	0.206	0.640	1.238	
					150	유속(m/sec)	0.367	1.137	2.200	○

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
반월정수장	고잔	반월 고잔37	BK1	300	유량(m/일)		2,054	6,367	12,324	
					유량(m/초)		0.024	0.074	0.143	
					350	유속(m/sec)	0.247	0.766	1.483	
					300	유속(m/sec)	0.336	1.043	2.019	
					250	유속(m/sec)	0.485	1.502	2.907	○
		반월 고잔38	BK2	300	유량(m/일)		4,600	14,259	27,598	
					유량(m/초)		0.053	0.165	0.319	
					350	유속(m/sec)	0.554	1.716	3.322	○
					300	유속(m/sec)	0.754	2.336	4.521	
					200	유속(m/sec)	1.695	5.256	10.173	
		반월 고잔36	BK3	300	유량(m/일)		3,423	10,611	20,538	
					유량(m/초)		0.040	0.123	0.238	
					400	유속(m/sec)	0.315	0.978	1.893	
					350	유속(m/sec)	0.412	1.277	2.472	○
					300	유속(m/sec)	0.561	1.738	3.365	
		반월 고잔35	BK4	250	유량(m/일)		3,009	9,327	18,052	
					유량(m/초)		0.035	0.108	0.209	
					450	유속(m/sec)	0.219	0.679	1.314	
					300	유속(m/sec)	0.493	1.528	2.957	○
					250	유속(m/sec)	0.710	2.200	4.259	
		반월 고잔34	BK5	200	유량(m/일)		1,646	5,102	9,874	
					유량(m/초)		0.019	0.059	0.114	
					300	유속(m/sec)	0.270	0.836	1.618	
					250	유속(m/sec)	0.388	1.203	2.329	○
					200	유속(m/sec)	0.607	1.880	3.640	
		반월 고잔32	BK6	300	유량(m/일)		1,541	4,776	9,244	
					유량(m/초)		0.018	0.055	0.107	
					300	유속(m/sec)	0.252	0.782	1.514	
					250	유속(m/sec)	0.363	1.127	2.181	○
					200	유속(m/sec)	0.568	1.760	3.407	
		반월 고잔33	BK7	500	유량(m/일)		852	2,640	5,110	
					유량(m/초)		0.010	0.031	0.059	
					300	유속(m/sec)	0.140	0.433	0.837	
					200	유속(m/sec)	0.314	0.973	1.884	○
					150	유속(m/sec)	0.558	1.730	3.349	
		반월 고잔31	BK8	400	유량(m/일)		1,582	4,904	9,492	
					유량(m/초)		0.018	0.057	0.110	
					300	유속(m/sec)	0.259	0.803	1.555	
					250	유속(m/sec)	0.373	1.157	2.239	○
					200	유속(m/sec)	0.583	1.808	3.499	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
반월정수장	일동	반월 일동18	BI1	250	유량(m/일)		1,167	3,618	7,002	
					유량(m/초)		0.014	0.042	0.081	
					300	유속(m/sec)	0.191	0.593	1.147	
					250	유속(m/sec)	0.275	0.853	1.652	
					200	유속(m/sec)	0.430	1.333	2.581	○
		반월 일동20	BI2	100	유량(m/일)		308	956	1,850	
					유량(m/초)		0.004	0.011	0.021	
					200	유속(m/sec)	0.114	0.352	0.682	
					150	유속(m/sec)	0.202	0.626	1.212	
					100	유속(m/sec)	0.455	1.409	2.728	○
		반월 일동22	BI3	150	유량(m/일)		1,345	4,168	8,068	
					유량(m/초)		0.016	0.048	0.093	
					250	유속(m/sec)	0.317	0.983	1.903	
					200	유속(m/sec)	0.496	1.537	2.974	○
					150	유속(m/sec)	0.881	2.732	5.287	
		반월 일동19	BS4	100	유량(m/일)		700	2,169	4,198	
					유량(m/초)		0.008	0.025	0.049	
					200	유속(m/sec)	0.258	0.799	1.547	
					150	유속(m/sec)	0.458	1.421	2.751	○
					100	유속(m/sec)	1.032	3.198	6.190	
		반월 일동21	BS5	200	유량(m/일)		1,538	4,769	9,230	
					유량(m/초)		0.018	0.055	0.107	
					250	유속(m/sec)	0.363	1.125	2.177	○
					200	유속(m/sec)	0.567	1.758	3.402	
					150	유속(m/sec)	1.008	3.125	6.048	
		반월 일동23	BS7	150	유량(m/일)		1,297	4,022	7,784	
					유량(m/초)		0.015	0.047	0.090	
					300	유속(m/sec)	0.213	0.659	1.275	
					200	유속(m/sec)	0.478	1.482	2.869	○
					150	유속(m/sec)	0.850	2.635	5.101	
	반월	반월 반월14	BB1	400	유량(m/일)		1,825	5,656	10,948	
					유량(m/초)		0.021	0.065	0.127	
					400	유속(m/sec)	0.168	0.521	1.009	
					300	유속(m/sec)	0.299	0.927	1.794	○
					250	유속(m/sec)	0.430	1.334	2.583	
		반월 반월15	BB2	300	유량(m/일)		484	1,500	2,904	
					유량(m/초)		0.006	0.017	0.034	
					400	유속(m/sec)	0.079	0.246	0.476	
					300	유속(m/sec)	0.178	0.553	1.070	
					150	유속(m/sec)	0.317	0.983	1.903	○
		반월 반월16	BB3	350	유량(m/일)		514	1,594	3,086	
					유량(m/초)		0.006	0.018	0.036	
					350	유속(m/sec)	0.062	0.192	0.371	
					200	유속(m/sec)	0.190	0.588	1.138	
					150	유속(m/sec)	0.337	1.045	2.022	○

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
반월정수장	반월	반월 반월13	BB4	100	유량(m/일)		465	1,443	2,792	
					유량(m/초)		0.005	0.017	0.032	
					200	유속(m/sec)	0.172	0.532	1.029	
					150	유속(m/sec)	0.305	0.945	1.830	○
					100	유속(m/sec)	0.686	2.127	4.117	
		반월 반월17	BI4	400	유량(m/일)		3,149	9,763	18,896	
					유량(m/초)		0.036	0.113	0.219	
					450	유속(m/sec)	0.229	0.711	1.376	
					400	유속(m/sec)	0.290	0.900	1.741	
					300	유속(m/sec)	0.516	1.599	3.096	○
안산정수장	직접	안산 직접1	AD1	300	유량(m/일)		2,884	8,939	17,302	
					유량(m/초)		0.033	0.103	0.200	
					350	유속(m/sec)	0.347	1.076	2.082	
					300	유속(m/sec)	0.472	1.464	2.834	○
					250	유속(m/sec)	0.680	2.109	4.082	
		안산 직접2	AD2	400	유량(m/일)		5,077	15,738	30,460	
					유량(m/초)		0.059	0.182	0.353	
					400	유속(m/sec)	0.468	1.450	2.807	○
					300	유속(m/sec)	0.832	2.578	4.990	
					250	유속(m/sec)	1.198	3.713	7.186	
		안산 직접3	AD3	250	유량(m/일)		2,389	7,404	14,331	
					유량(m/초)		0.028	0.086	0.166	
					300	유속(m/sec)	0.391	1.213	2.348	○
					250	유속(m/sec)	0.563	1.747	3.381	
					200	유속(m/sec)	0.880	2.729	5.282	
		안산 직접4	AD4	500	유량(m/일)		1,537	4,766	9,224	
					유량(m/초)		0.018	0.055	0.107	
					500	유속(m/sec)	0.091	0.281	0.544	
					300	유속(m/sec)	0.252	0.781	1.511	
					250	유속(m/sec)	0.363	1.124	2.176	○
		안산 직접5	AD5	400	유량(m/일)		2,804	8,692	16,824	
					유량(m/초)		0.032	0.101	0.195	
					500	유속(m/sec)	0.165	0.513	0.992	
					400	유속(m/sec)	0.258	0.801	1.550	
					300	유속(m/sec)	0.459	1.424	2.756	○
		안산 직접6	AD6	150	유량(m/일)		1,276	3,957	7,658	
					유량(m/초)		0.015	0.046	0.089	
					250	유속(m/sec)	0.301	0.933	1.807	
					200	유속(m/sec)	0.470	1.458	2.823	○
					150	유속(m/sec)	0.836	2.593	5.018	
		안산 직접7	AD7	150	유량(m/일)		1,064	3,297	6,382	
					유량(m/초)		0.012	0.038	0.074	
					300	유속(m/sec)	0.174	0.540	1.046	
					200	유속(m/sec)	0.392	1.215	2.352	○
					150	유속(m/sec)	0.697	2.161	4.182	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
안산정수장	직접	안산 직접8	AD8	300	유량(m/일)		1,276	3,956	7,656	
					유량(m/초)		0.015	0.046	0.089	
					300	유속(m/sec)	0.209	0.648	1.254	
					200	유속(m/sec)	0.470	1.458	2.822	○
					150	유속(m/sec)	0.836	2.592	5.017	
		안산 직접9	AD9	250	유량(m/일)		1,516	4,700	9,096	
					유량(m/초)		0.018	0.054	0.105	
					300	유속(m/sec)	0.248	0.770	1.490	
					250	유속(m/sec)	0.358	1.109	2.146	○
					150	유속(m/sec)	0.993	3.080	5.961	
		안산 직접10	AD10	100	유량(m/일)		1,259	3,903	7,554	
					유량(m/초)		0.015	0.045	0.087	
					250	유속(m/sec)	0.297	0.921	1.782	
					200	유속(m/sec)	0.464	1.439	2.784	○
					100	유속(m/sec)	1.856	5.754	11.138	
		반월 직접3	BD8	250	유량(m/일)		1,100	3,411	6,602	
					유량(m/초)		0.013	0.039	0.076	
					250	유속(m/sec)	0.260	0.805	1.557	
					200	유속(m/sec)	0.406	1.257	2.434	○
					100	유속(m/sec)	1.622	5.029	9.734	
		반월 직접5	BD9	250	유량(m/일)		1,582	4,904	9,492	
					유량(m/초)		0.018	0.057	0.110	
					250	유속(m/sec)	0.373	1.157	2.239	○
					200	유속(m/sec)	0.583	1.808	3.499	
					100	유속(m/sec)	2.333	7.231	13.995	
		반월 직접7	BD10	250	유량(m/일)		3,128	9,697	18,768	
					유량(m/초)		0.036	0.112	0.217	
					300	유속(m/sec)	0.512	1.589	3.075	○
					250	유속(m/sec)	0.738	2.288	4.427	
					200	유속(m/sec)	1.153	3.574	6.918	
		반월 직접9	BD11	600	유량(m/일)		5,285	16,385	31,712	
					유량(m/초)		0.061	0.190	0.367	
					600	유속(m/sec)	0.216	0.671	1.299	
					500	유속(m/sec)	0.312	0.966	1.870	
					400	유속(m/sec)	0.487	1.510	2.922	○
		반월 직접1	BD13	200	유량(m/일)		95	295	570	
					유량(m/초)		0.001	0.003	0.007	
					200	유속(m/sec)	0.035	0.109	0.210	
					100	유속(m/sec)	0.140	0.434	0.840	
					80	유속(m/sec)	0.219	0.678	1.313	○

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
연성 정수장	선부	연성 선부18	YS1	200	유량(m/일)		751	2,327	4,504	
					유량(m/초)		0.009	0.027	0.052	
					300	유속(m/sec)	0.123	0.381	0.738	
					200	유속(m/sec)	0.277	0.858	1.660	
					150	유속(m/sec)	0.492	1.525	2.951	○
		연성 선부17	YS2	100	유량(m/일)		389	1,207	2,336	
					유량(m/초)		0.005	0.014	0.027	
					200	유속(m/sec)	0.144	0.445	0.861	
					150	유속(m/sec)	0.255	0.791	1.531	○
					100	유속(m/sec)	0.574	1.780	3.444	
		연성 선부16	YS3	250	유량(m/일)		2,278	7,063	13,670	
					유량(m/초)		0.026	0.082	0.158	
					300	유속(m/sec)	0.373	1.157	2.239	○
					250	유속(m/sec)	0.537	1.666	3.225	
					150	유속(m/sec)	1.493	4.628	8.958	
		연성 선부2	YS4	450	유량(m/일)		2,794	8,661	16,764	
					유량(m/초)		0.032	0.100	0.194	
					450	유속(m/sec)	0.203	0.631	1.221	
					300	유속(m/sec)	0.458	1.419	2.746	○
					200	유속(m/sec)	1.030	3.193	6.179	
		연성 선부19	YS5	80	유량(m/일)		383	1,188	2,300	
					유량(m/초)		0.004	0.014	0.027	
					150	유속(m/sec)	0.251	0.779	1.507	○
					100	유속(m/sec)	0.565	1.752	3.391	
					80	유속(m/sec)	0.883	2.738	5.299	
		연성 선부15	YS6	200	유량(m/일)		670	2,078	4,022	
					유량(m/초)		0.008	0.024	0.047	
					200	유속(m/sec)	0.247	0.766	1.483	
					150	유속(m/sec)	0.439	1.362	2.636	○
					100	유속(m/sec)	0.988	3.064	5.930	
		연성 선부3	YS7	450	유량(m/일)		4,740	14,695	28,442	
					유량(m/초)		0.055	0.017	0.329	
					450	유속(m/sec)	0.345	1.070	2.071	
					400	유속(m/sec)	0.437	1.354	2.621	○
					350	유속(m/sec)	0.571	1.769	3.423	
		연성 선부11	YS8	80	유량(m/일)		697	2,162	4,184	
					유량(m/초)		0.008	0.025	0.048	
					250	유속(m/sec)	0.257	0.797	1.542	
					200	유속(m/sec)	0.457	1.417	2.742	○
					80	유속(m/sec)	1.606	4.980	9.639	
		연성 선부10	YS9	100	유량(m/일)		901	2,792	5,404	
					유량(m/초)		0.010	0.032	0.063	
					200	유속(m/sec)	0.332	1.029	1.992	○
					150	유속(m/sec)	0.590	1.830	3.541	
					100	유속(m/sec)	1.328	4.117	7.968	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
연성 정수장	선부	연성 선부12	YS10	100	유량(m/일)		572	1,772	3,430	
					유량(m/초)		0.007	0.021	0.040	
					200	유속(m/sec)	0.211	0.653	1.264	
					150	유속(m/sec)	0.375	1.161	2.248	○
					100	유속(m/sec)	0.843	2.613	5.057	
		연성 선부9	YS11	300	유량(m/일)		607	1,883	3,644	
					유량(m/초)		0.007	0.022	0.042	
					300	유속(m/sec)	0.099	0.308	0.597	
					200	유속(m/sec)	0.224	0.694	1.343	
					150	유속(m/sec)	0.398	1.234	2.388	○
		연성 선부13	YS12	150	유량(m/일)		806	2,500	4,838	
					유량(m/초)		0.009	0.029	0.056	
					250	유속(m/sec)	0.190	0.590	1.141	
					200	유속(m/sec)	0.297	0.921	1.783	
					150	유속(m/sec)	0.528	1.638	3.170	○
		연성 선부8	YS13	150	유량(m/일)		650	2,016	3,902	
					유량(m/초)		0.008	0.023	0.045	
					300	유속(m/sec)	0.107	0.330	0.639	
					250	유속(m/sec)	0.153	0.476	0.921	
					150	유속(m/sec)	0.426	1.321	2.557	○
		연성 선부14	YS14	400	유량(m/일)		4,204	13,032	25,224	
					유량(m/초)		0.049	0.151	0.292	
					450	유속(m/sec)	0.306	0.949	1.837	
					400	유속(m/sec)	0.387	1.201	2.324	
					350	유속(m/sec)	0.506	1.569	3.036	○
		연성 선부7	YS15	200	유량(m/일)		893	2,767	5,356	
					유량(m/초)		0.010	0.032	0.062	
					300	유속(m/sec)	0.146	0.453	0.877	
					200	유속(m/sec)	0.329	1.020	1.974	○
					100	유속(m/sec)	1.316	4.080	7.897	
		연성 선부6	YS16	300	유량(m/일)		1,415	4,385	8,487	
					유량(m/초)		0.016	0.051	0.098	
					300	유속(m/sec)	0.232	0.718	1.390	
					250	유속(m/sec)	0.334	1.034	2.002	○
					200	유속(m/sec)	0.521	1.616	3.128	
		연성 선부4	YS17	200	유량(m/일)		1,802	5,587	10,814	
					유량(m/초)		0.021	0.065	0.125	
					300	유속(m/sec)	0.295	0.915	1.772	
					250	유속(m/sec)	0.425	1.318	2.551	○
					200	유속(m/sec)	0.664	2.059	3.986	
		연성 선부1	YS18	80	유량(m/일)		82	255	494	
					유량(m/초)		0.001	0.003	0.006	
					200	유속(m/sec)	0.030	0.094	0.182	
					150	유속(m/sec)	0.054	0.167	0.324	
					80	유속(m/sec)	0.190	0.588	1.138	○

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭	소블럭	유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
연성 정수장	선부	연성 선부24	YS19	500	유량(m/일)		626	1,941	3,756	
					유량(m/초)		0.007	0.022	0.043	
					500	유속(m/sec)	0.037	0.114	0.222	
					200	유속(m/sec)	0.231	0.715	1.384	
					150	유속(m/sec)	0.410	1.272	2.461	○
		연성 선부23	YS20	300	유량(m/일)		941	2,916	5,644	
					유량(m/초)		0.011	0.034	0.065	
					300	유속(m/sec)	0.154	0.478	0.925	
					200	유속(m/sec)	0.347	1.075	2.080	○
					150	유속(m/sec)	0.616	1.911	3.698	
		연성 선부25	YS21	150	유량(m/일)		531	1,646	3,186	
					유량(m/초)		0.006	0.029	0.037	
					200	유속(m/sec)	0.196	0.607	1.174	
					150	유속(m/sec)	0.348	1.079	2.088	○
					100	유속(m/sec)	0.783	2.427	4.697	
	목내	연성 목내26	YM1	500	유량(m/일)		2,993	9,279	17,960	
					유량(m/초)		0.035	0.154	0.208	
					500	유속(m/sec)	0.177	0.547	1.059	
					400	유속(m/sec)	0.276	0.855	1.655	
					300	유속(m/sec)	0.490	1.520	2.942	○
		연성 목내27	YM1-1	200	유량(m/일)		585	1,815	3,512	
					유량(m/초)		0.007	0.031	0.041	
					200	유속(m/sec)	0.216	0.669	1.295	
					150	유속(m/sec)	0.384	1.189	2.301	○
					100	유속(m/sec)	0.863	2.675	5.178	
		연성 목내29	YM2	500	유량(m/일)		1,374	4,260	8,246	
					유량(m/초)		0.016	0.074	0.095	
					500	유속(m/sec)	0.081	0.251	0.486	
					300	유속(m/sec)	0.225	0.698	1.351	
					200	유속(m/sec)	0.507	1.570	3.039	○
		연성 목내28	YM2-1	300	유량(m/일)		1,725	5,349	10,352	
					유량(m/초)		0.020	0.093	0.120	
					300	유속(m/sec)	0.283	0.876	1.696	
					250	유속(m/sec)	0.407	1.262	2.442	○
					200	유속(m/sec)	0.636	1.971	3.816	
	성곡	연성 성곡30	YH1	500	유량(m/일)		3,095	9,596	18,572	
					유량(m/초)		0.036	0.167	0.215	
					500	유속(m/sec)	0.183	0.566	1.095	
					400	유속(m/sec)	0.285	0.884	1.711	
					300	유속(m/sec)	0.507	1.572	3.043	○
		연성 성곡31	YH2	500	유량(m/일)		3,359	10,413	20,154	
					유량(m/초)		0.039	0.181	0.233	
					500	유속(m/sec)	0.198	0.614	1.189	
					350	유속(m/sec)	0.404	1.253	2.426	○
					300	유속(m/sec)	0.550	1.706	3.302	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
연성 정수장	성곡	연성 성곡32	YH2-1	500	유량(m/일)		966	2,994	5,794	
					유량(m/초)		0.011	0.052	0.067	
					500	유속(m/sec)	0.057	0.177	0.342	
					200	유속(m/sec)	0.356	1.103	2.136	○
					150	유속(m/sec)	0.633	1.962	3.797	
	대부	연성 대부41	대부동	700	유량(m/일)		690	2,140	4,142	
					유량(m/초)		0.008	0.025	0.048	
					700	유속(m/sec)	0.021	0.064	0.125	
					300	유속(m/sec)	0.113	0.351	0.679	
					150	유속(m/sec)	0.452	1.402	2.714	○
		연성 대부42	대부동	600	유량(m/일)		128	397	768	
					유량(m/초)		0.001	0.005	0.009	
					600	유속(m/sec)	0.005	0.016	0.031	
					300	유속(m/sec)	0.021	0.065	0.126	
					80	유속(m/sec)	0.295	0.914	1.769	○
		연성 대부43	대부동	400	유량(m/일)		316	981	1,898	
					유량(m/초)		0.004	0.011	0.022	
					400	유속(m/sec)	0.029	0.090	0.175	
					200	유속(m/sec)	0.117	0.361	0.700	
					100	유속(m/sec)	0.466	1.446	2.798	○
시흥 정수장	직접	시흥 직접1	SL1	500	유량(m/일)		420	1,301	2,518	
					유량(m/초)		0.005	0.023	0.029	
					500	유속(m/sec)	0.025	0.077	0.149	
					200	유속(m/sec)	0.155	0.480	0.928	
					150	유속(m/sec)	0.275	0.853	1.650	○
		시흥 직접1	SL1-1	250	유량(m/일)		793	2,457	4,756	
					유량(m/초)		0.009	0.043	0.055	
					300	유속(m/sec)	0.130	0.403	0.779	
					250	유속(m/sec)	0.187	0.580	1.122	
					150	유속(m/sec)	0.519	1.610	3.117	○
		시흥 직접2	SL1-2	200	유량(m/일)		844	2,615	5,062	
					유량(m/초)		0.010	0.045	0.059	
					250	유속(m/sec)	0.199	0.617	1.194	
					200	유속(m/sec)	0.311	0.964	1.866	○
					150	유속(m/sec)	0.553	1.714	3.317	

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
안산정수장	초지	안산초지20	AC1	800	유량(m/일)		22,520	69,812	135,120	
					유량(m/초)		0.261	0.808	1.564	
					900	유속(m/sec)	0.410	1.271	2.460	
					800	유속(m/sec)	0.519	1.608	3.113	○
					700	유속(m/sec)	0.678	2.101	4.066	
연성정수장	공단	연성공단34	YK1	900	유량(m/일)		2,979	9,235	17,874	
					유량(m/초)		0.034	0.107	0.207	
					900	유속(m/sec)	0.054	0.168	0.325	
					500	유속(m/sec)	0.176	0.545	1.054	
					300	유속(m/sec)	0.488	1.513	2.928	○
		연성공단34	YK1-1	100	유량(m/일)		725	2,249	4,352	
					유량(m/초)		0.008	0.026	0.050	
					200	유속(m/sec)	0.267	0.829	1.604	
					150	유속(m/sec)	0.475	1.473	2.852	○
					100	유속(m/sec)	1.069	3.315	6.417	
		연성공단33	YK1-2	600	유량(m/일)		13,144	40,746	78,864	
					유량(m/초)		0.152	0.472	0.913	
					600	유속(m/sec)	0.538	1.669	3.230	○
					500	유속(m/sec)	0.775	2.403	4.651	
					200	유속(m/sec)	4.845	15.019	29.069	
		연성공단35	YK2	800	유량(m/일)		2,292	7,106	13,754	
					유량(m/초)		0.027	0.082	0.159	
					800	유속(m/sec)	0.053	0.164	0.317	
					400	유속(m/sec)	0.211	0.655	1.267	
					300	유속(m/sec)	0.376	1.164	2.253	○
		연성공단37	YK2-1	600	유량(m/일)		6,870	21,296	41,218	
					유량(m/초)		0.080	0.246	0.477	
					700	유속(m/sec)	0.207	0.641	1.240	
					600	유속(m/sec)	0.281	0.872	1.688	
					500	유속(m/sec)	0.405	1.256	2.431	○
		연성공단36	YK2-2	400	유량(m/일)		2,845	8,818	17,068	
					유량(m/초)		0.033	0.102	0.198	
					500	유속(m/sec)	0.168	0.520	1.007	
					400	유속(m/sec)	0.262	0.813	1.573	
					300	유속(m/sec)	0.466	1.445	2.796	○

〈표 7.3-58 계속〉 소블록 유량계 검토

대블록	중블록	소블럭		유량계 (mm)	검토구경 (mm)		시간최소 (m/sec) 0.3 ~ 0.5	일 평균 (m/sec) 0.8 ~ 1.5	시간최대 (m/sec) 2.8 ~ 3.0	적정
연성 정수장	공단	연성 공단39	YK3	600	유량(m/일)		5,003	15,509	30,018	
					유량(m/초)		0.058	0.180	0.347	
					600	유속(m/sec)	0.205	0.635	1.229	
					500	유속(m/sec)	0.295	0.915	1.770	
					400	유속(m/sec)	0.461	1.429	2.766	○
		연성 공단40	YK3-1	600	유량(m/일)		2,931	9,086	17,586	
					유량(m/초)		0.034	0.105	0.204	
					600	유속(m/sec)	0.120	0.372	0.720	
					400	유속(m/sec)	0.270	0.837	1.621	
					300	유속(m/sec)	0.480	1.489	2.881	○
		연성 공단38	YK4	400	유량(m/일)		4,289	13,295	25,732	
					유량(m/초)		0.050	0.154	0.298	
					500	유속(m/sec)	0.253	0.784	1.518	
					400	유속(m/sec)	0.395	1.225	2.371	○
					300	유속(m/sec)	0.703	2.178	4.215	
시흥 정수장	직접 (공업)	시흥 직접3	SK1	700	유량(m/일)		1,204	3,733	7,226	
					유량(m/초)		0.014	0.043	0.084	
					700	유속(m/sec)	0.036	0.112	0.217	
					400	유속(m/sec)	0.111	0.344	0.666	
					200	유속(m/sec)	0.444	1.376	2.664	○
		시흥 직접3	SK1-1	800	유량(m/일)		513	1,591	3,080	
					유량(m/초)		0.006	0.018	0.036	
					800	유속(m/sec)	0.012	0.037	0.071	
					400	유속(m/sec)	0.047	0.147	0.284	
					150	유속(m/sec)	0.336	1.043	2.018	○
		시흥 직접4	SK1-2	700	유량(m/일)		3,808	11,805	22,848	
					유량(m/초)		0.044	0.137	0.264	
					700	유속(m/sec)	0.115	0.355	0.687	
					400	유속(m/sec)	0.351	1.088	2.105	
					350	유속(m/sec)	0.458	1.421	2.750	○

마. 소블록 유량계 검토 결과

안산시의 기 설치된 유량계를 각 소블록별로 검토한 결과 일부 소블록에서 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.

7.3.3 블록구축의 적정성검토

가. 목적

블록시스템은 배수관망의 적정 운영관리를 위한 단위구역별 관망운영 자료의 용이한 획득과 분석, 관망해석 등과 연계한 관망정비 계획의 합리적 수립 및 유지관리, 사고 등 비상시 영향지역 최소화와 블록별 적정 압력유지 및 유량, 수질의 균등화 실현과 상시 누수감시 및 유량, 압력, 수질의 효율적 관리를 목적으로 한다.

나. 정의

급수체계 단위구역인 블록시스템은 일본 新潟市(니이카타)에서 1964년의 대지진 이후에 이를 복구하기 위하여 적용된 배수관망 조직법을 말함. 이러한 조직방법이 재해에는 물론 유지관리에도 효율적으로 대처할 수 있다는 것이 증명되면서 보급되기 시작되었으며, 기본적인 구성원칙은 다음과 같다.

- 관로의 독립성(기능분리, 지역성, 세분화)
- 관로의 연대성(블록화, 이중화, 연락화)
- 관로의 단순성(관로의 생략, 통합, 규격화)

한편 급수구역의 적정성을 판단하기 위한 진단방법은 대상지역의 현재 관망상태와 진단의 주요목적, 대상지자체의 재정적 여건 등을 종합적으로 판단하여야 하므로 다양한 정의와 방법이 적용될 수 있다. 따라서 전문가의 자문회의 등을 통하여 급수구역의 적정성을 진단하기 위해서는 사전에 진단방침을 우선적으로 수립하여 그에 따른 진단의 수준을 정의하여야 한다.

다. 진단절차

급수구역의 적정성을 판단하기 위한 진단의 절차는 블록시스템을 구축하기 위한 절차에 따라 각 절차의 실행정도를 판단하여 진단을 수행하여야 한다. 일반적으로 통용되는 블록시스템의 구축단계는 다음과 같으며 각각의 절차에 따는 수행정도(완성도)를 비교평가 함으로써 급수구역의 적정성을 판단하기 위한 세부 시설별 관망전문진단을 수행할 수 있다.

라. 평가항목

ⓐ 제 1단계 : 블록 설정

ⓑ 제 2단계 : 블록별 수도관 정비

ⓒ 제 3단계 : 유량계, 수압계 등 설치 및 상수도시설물 정비

ⓓ 제 4단계 : 블록별 유수율, 누수율 등 분석

ⓔ 제 5단계 : TM/TC에 의한 블록별 전산화 관리

마. 평가결과

<표 7.3-59 블록시스템 평가결과 등급분류항목>

평 가 항 목	배점기준	평 가 결 과	
		평가세부기준 (지표)	점수
블록시스템의 규모 (500 ~ 1,500전, 수도계량기)	15점	•기준 이내 •500전 이하 -10% •1,500전 초과 +10% •500전 이하 -20% •1,500전 초과 +20% •기 타	15 12 9 6 3 0
블록의 구성상태 (망목상 관망) (수지상 관망이 불가피한 지역은 제외)	30점	•대,중,소블록의 구분이 100% 명확 •대,중,소블록의 구분이 80% 이상 명확 •대,중,소블록의 구분이 60% 이상 명확 •대,중,소블록의 구분이 40% 이상 명확 •대,중,소블록의 구분이 20% 이상 명확 •대,중,소블록의 구분이 20% 이하	30 24 18 12 6 0
블록시스템 내 수압 편차	20점	•수압편차 200kPa 이내 •수압편차 250kPa 이내 •수압편차 300kPa 이내 •수압편차 350kPa 이내 •수압편차 350kPa 초과	20 15 10 5 0
블록시스템 내 정체관로 블록 내외의 정체부 (계량기에서의 물사용전 측정 잔류염소농도가 기준치 이하 지점)	20점	•정체관로 없음 •정체관로 5개 이내 •정체관로 10개 이내 •정체관로 20개 이내 •정체관로 20개 초과	20 15 10 5 0
시설물 구축	15점	•비상관로, 방수설비, 수압계, 수질계, 유량계 •위의 4개 시설 구축 •위의 3개 시설 구축 •위의 2개 시설 구축 •위의 1개 시설 구축 •위의 시설구축이 전무함	15 12 9 6 3 0

<표 7.3-60> 블록시스템 평가결과 등급분류

판정등급	평가점수	비고
우수	90점이상	
양호	80~89	
보통	70~79	
불량	60~69	
심각	59점이하	

바. 결과분석

〈표 7.3-61〉 블록시스템 평가결과

대블록	중블록	소블록		블록 시스템의 규모	블록의 구성 형태	수압 편차	블록내 정체부	시설물 구축	점수 합계	판정 등급
반월 정수장	직접	반월직접4	BD1	15	30	20	15	9	89	양호
		반월직접6	BD2	15	30	20	20	9	94	우수
		반월직접8	BD3	15	30	20	20	9	94	우수
		반월직접10	BD4	15	30	20	20	9	94	우수
		반월직접11	BD5	15	30	15	20	9	89	양호
		반월반월12	BD6	15	30	15	20	9	89	양호
		반월직접2	BD12	15	30	0	20	9	74	보통
	성포	반월성포30	BS1	15	30	20	15	9	89	양호
		반월성포29	BS2	15	30	20	15	9	89	양호
		반월성포28	BS3	3	30	15	20	9	77	보통
		반월성포27	BS6	15	30	20	20	9	94	우수
		반월성포26	BS8	15	30	20	20	9	94	우수
		반월성포24	BS9	12	30	20	20	9	91	우수
		반월성포25	BS10	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접11	BS11	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접12	BS12	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접13	BS13	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접14	BS14	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접15	BS15	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접16	BS16	0	30	20	20	9	79	보통
		안산직접16	BS17	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접17	BS18	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접18	BS19	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접19	BS20	15	30	20	20	9	94	우수
		반월반월12	BD7	6	30	15	15	9	75	보통
	고잔	반월고잔37	BK1	15	30	20	15	9	89	양호
		반월고잔38	BK2	3	30	20	20	9	82	양호
		반월고잔36	BK3	3	30	20	15	9	77	보통
		반월고잔35	BK4	9	30	20	15	9	83	양호
		반월고잔34	BK5	15	30	20	15	9	89	양호
		반월고잔32	BK6	15	30	20	15	9	89	양호
		반월고잔33	BK7	12	30	20	20	9	91	우수
		반월고잔31	BK8	15	30	20	20	6	91	우수

〈표 7.3-61 계속〉 블록시스템 평가결과

대블록	중블록	소블록		블록 시스템의 규모	블록의 구성 형태	수압 편차	블록내 정체부	시설물 구축	점수 합계	판정 등급
반월 정수장	일동	반월일동18	BI1	15	30	15	20	9	89	양호
		반월일동20	BI2	9	30	20	20	9	88	양호
		반월일동22	BI3	15	30	20	15	9	89	양호
		반월일동19	BS4	6	30	20	20	9	85	양호
		반월일동21	BS5	15	30	20	20	9	94	우수
		반월일동23	BS7	15	30	20	20	9	94	우수
	반월	반월반월14	BB1	15	30	10	15	9	79	보통
		반월반월15	BB2	12	30	15	20	9	86	양호
		반월반월16	BB3	6	30	10	20	6	72	보통
		반월반월13	BB4	0	30	20	20	9	79	보통
		반월반월17	BI4	12	30	15	20	9	86	양호
안산 정수장	직접	안산직접1	AD1	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접2	AD2	3	30	20	15	9	77	보통
		안산직접3	AD3	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접4	AD4	15	30	20	15	9	89	양호
		안산직접5	AD5	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접6	AD6	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접7	AD7	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접8	AD8	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접9	AD9	15	30	20	20	9	94	우수
		안산직접10	AD10	15	30	20	15	9	89	양호
		반월직접3	BD8	15	30	20	15	9	89	양호
		반월직접5	BD9	15	30	20	15	9	89	양호
		반월직접7	BD10	15	30	20	20	9	94	우수
		반월직접9	BD11	3	30	20	15	9	77	보통
		반월직접1	BD13	0	30	20	20	9	79	보통
연성 정수장	선부	연성선부18	YS1	6	30	20	15	9	80	양호
		연성선부17	YS2	0	30	20	20	9	79	보통
		연성선부16	YS3	15	30	15	20	9	89	양호
		연성선부2	YS4	15	30	20	20	9	94	우수
		연성선부19	YS5	0	30	15	20	9	74	보통
		연성선부15	YS6	6	30	20	20	9	85	양호
		연성선부3	YS7	3	30	20	15	9	77	보통
		연성선부11	YS8	6	30	20	20	9	85	양호
		연성선부10	YS9	12	30	20	20	9	91	우수
		연성선부12	YS10	6	30	20	15	9	80	양호
		연성선부9	YS11	6	30	20	15	9	80	양호
		연성선부13	YS12	12	30	20	20	9	91	우수
		연성선부8	YS13	6	30	20	20	9	85	양호
		연성선부14	YS14	15	30	15	15	9	84	양호
		연성선부7	YS15	12	30	20	20	9	91	우수

〈표 7.3-61 계속〉 블록시스템 평가결과

대블록	중블록	소블록		블록 시스템의 규모	블록의 구성 형태	수압 편차	블록내 정체부	시설물 구축	점수 합계	판정 등급
연성 정수장	선부	연성선부6	YS16	15	30	20	15	9	89	양호
		연성선부4	YS17	15	30	20	15	9	89	양호
		연성선부1	YS18	0	30	15	20	9	74	보통
		연성선부24	YS19	6	30	20	20	6	82	양호
		연성선부23	YS20	12	30	15	20	6	83	양호
		연성선부25	YS21	6	30	20	20	9	85	양호
	목내	연성목내26	YM1	15	30	15	15	6	81	양호
		연성목내27	YM1-1	12	30	20	20	3	85	양호
		연성목내29	YM2	15	30	20	20	6	91	우수
		연성목내28	YM2-1	15	30	20	20	6	91	우수
	성곡	연성성곡30	YH1	3	30	20	15	6	74	보통
		연성성곡31	YH2	3	30	20	20	6	79	보통
		연성성곡32	YH2-1	15	30	20	15	6	86	양호
	대부	연성대부41	대부동	6	18	20	20	3	67	불량
시흥 정수장	직접	시흥직접1	SL1	6	30	20	15	6	77	보통
		시흥직접1	SL1-1	15	30	20	15	6	86	양호
		시흥직접2	SL1-2	15	30	20	15	6	86	양호
안산 정수장	초지	안산초지20	AC1	3	30	20	20	6	79	보통
연성 정수장	공단	연성공단34	YK1	15	30	15	15	6	81	양호
		연성공단34	YK1-1	15	30	20	15	6	86	양호
		연성공단33	YK1-2	15	24	20	20	6	85	양호
		연성공단35	YK2	15	30	20	20	3	88	양호
		연성공단37	YK2-1	15	30	20	20	3	88	양호
		연성공단36	YK2-2	15	18	20	20	3	76	보통
		연성공단39	YK3	15	12	20	15	3	65	불량
		연성공단40	YK3-1	15	12	20	15	3	65	불량
		연성공단38	YK4	15	12	15	20	3	65	불량
시흥 정수장	직접 (공업)	시흥직접3	SK1	15	24	20	15	6	80	양호
		시흥직접3	SK1-1	6	24	20	20	3	73	보통
		시흥직접4	SK1-2	3	30	20	20	3	76	보통

바. 총 분석

블록시스템 평가결과 총 104개 블록중 우수 28개 블록 26.9%, 양호 50개 블록, 48.1%, 보통 22개 블록 21.2%, 불량 4개 블록 3.8%를 차지하고 있는 것으로 분석되었으며, 전반적으로 블록구축은 적정하게 구축되어 있는 것으로 판단되나 불량으로 판정된 4개 블록은 소블록 구역고립이 미비한 공단 및 대부동 지역으로 구역경계가 불명확하여 시설물의 파악 및 정기점검이 필요한 것으로 판단된다.

7.3.4 블록구축의 적정성 표본조사

가. 개요

1) 목적

본 공정은 블록시스템의 적정성 평가와 수량관리의 적정성을 평가하는 항목이다.

블록시스템의 적정성 평가는 블록화가 행정상으로만 진행되었는지 실제로도 구축되었는지를 확인하는 내용으로, 관망도에 의해서 구축된 블록의 경계가 모두 확인이 되면, 현장 조사하여 도면상의 경계가 현장과 분명히 일치하는지 수압조사 혹은 필요시 일시 단수를 시행하여 확인하도록 한다.

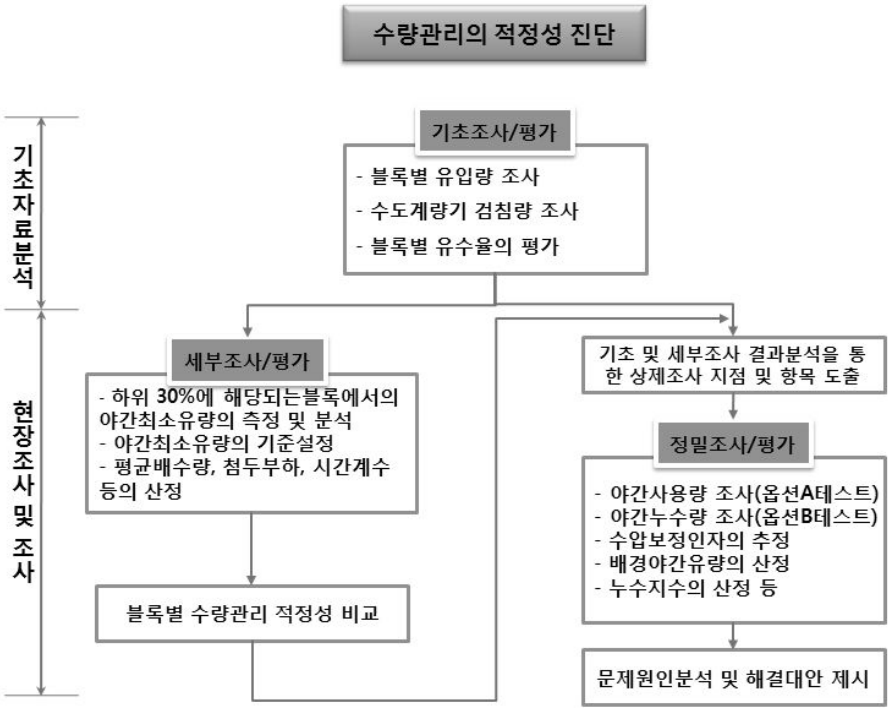
수량관리의 적정성 평가는 블록화 구축이 확인된 블록에서 블록유입량, 야간사용량, 야간누수량, 수압환산계수, 야간최소유량 등을 분석방법의 목적에 따라 측정함으로서 누수량의 정밀한 측정, 주요원인, 발생위치 등을 파악함으로서 체계적이고 과학적인 수량관리를 통해 유수율 제고와 합리적인 수량관리를 목적으로 한다.

2) 표본조사 구역

- 반월정수장계통 성포배수구역의 안산직접11 소블록
- 급수전수: 655전, 급수인구:10,127인
- 일사용량: 3,447㎥/일,
- 지형: 6.0m ~ 15.0m
- 2007년말 검침량 자료 참조

3) 진단절차

수량관리의 적정성 평가 진단방법은 아래의 흐름도와 같이 기초조사/평가, 세부조사/평가와 정밀조사/평가의 3단계로구분할 수 있으며, 진단수준 및 대상지역의 특성에 따라 선택적으로 적용할 수 있다.



〈그림 7.3-8〉 수량관리의 적정성에 관한 진단 절차

4) 평가항목 및 측정방법

ⓐ 블록별 유수율

소블록의 주입점에서 유량계를 설치하여 소블록에의 유입량을 파악할 수 있도록 한다. 배수지 급수구역 전체의 배수량과 소블록에서의 부분적인 지역 배수량을 계측하고, 각 가정에 설치된 계량기의 사용량을 측정한다.

이와 같이 3단계로 배수량을 측정해서 파악한다면, 소블록 지역의 배수량과 그 지역에 대응한 각 가정의 계량기의 집계차를 산정할 수 있다. 이와 같이 각 소블록의 유수율을 측정하고 유수율이 낮은 지역을 우선적으로 개선한다면 효율적으로 유수율을 개선할 수 있다.

ⓑ 야간최소유량

야간최소유량측정이란 수돗물 소비가 하루 중 가장 적은 시간대(평균 밤12시～새벽4시)의 블록내 최소 유량(예-1m3/hr · km;기준유량은 대상도시에 따라 상이할 수 있음)을 초과하는 양에 대해서는 해당블록의 누수량으로 추정하여 기준값 이상의 블록을 우선적으로 누수탐지를 적극적으로 실시하여 해당블록의 누수지점을 확인하여 누수량을 줄이기 위한 누수방지 기법이다.

한편, 야간최소유량측정법을 이용한 블록시스템의 운영방법은 먼저 블록을 고립시키고 최소유량을 실시하고 허용량을 초과하는 블록에 대해서는 누수탐지를 실시하여 누수복구를 실시한 뒤 다시 해당 블록이 최소유량 이내에 들 때까지 상기 작업을 반복하고 아울러 불용관정비 및 블록 내 관망 전반에 관한 계획을 재검토하여 수정·보완시키는 것으로 활용할 수 있다.

ⓒ 야간사용량측정(정확한 정의는 야간사용량과 야간옥내누수량의 총합을 의미 함)

야간사용량 측정이란 물을 거의 사용하지 않으리라고 생각되는 심야시간에 대문밖에 있는 계량기를 2회에 걸쳐 측정하는 방법이다.

외부계량기를 야간에 두 번씩 검침할 때 계량기의 바늘이 두 번 다 회전하고 있으면 각각의 수용가로 도달된 야간유량(계량기를 통과하여 검침된 양)은 옥내누수로 간주된다.

두 번 중 한 번만 회전하고 있든지 두 번 다 멈추어 있으면 계량기를 통과하여 검침된 양은 야간사용량으로 분류된다.

이와 같은 방법으로 평균적인 야간사용량 및 야간옥내누수량을 산정하며 측정대상 구역 전체의 야간사용량 및 야간옥내누수량을 추정 또는 산정한다(추정의 경우에는 전수가 아닌 표본조사임).

이렇게 한 후 구역유량계를 통과한 유입량과 야간사용량+야간옥내누수량과의 차이를 배수관, 배수지(구역내에 배수지가 있다면) 및 인입급수관에서의 손실된 총량으로 간주 한다. 이 방법은 단수 조치를 하지 않으므로 시민의 불편을 야기하지 않는다.

<표 7.3-62> 야간누수량 측정을 위한 수도계량기 판독방법

수도계량기 회전	1차 측정	2차 측정	지침 변화	판정
0회 회전	×	×	동일	야간사용 없음
	×	×	+	야간사용량
1회 회전	○	×	+	
	×	○	+	
2회 회전	◎	◎	+	
	○*	○*	+	
	○	○	+	옥내누수량

◎ : 1초에 1회 초과 회전
○ : 1초에 1회 이하 회전
○*: 2회 측정사이의 회전속도가 10초 이상 차이가 발생하는 경우
× : 정지상태

ⓓ 야간누수량측정

(정확한 의미는 배수관, 배수지, 인입급수관의 야간누수량 산정방법)

야간누수량측정이란 주민들에게 미리 단수공고를 한 후 일시적으로 심야시간에 개별 지수전을 닫아서 각 수용에 급수되는 것을 차단하고 구역유량계를 통해 유입된 양을 배수관, 배수지(구역내에 배수지가 있다면) 및 인입급수관에서의 손실된 총량으로 간주하는 방법이다. 이 방법은 모든 수도계량기의 지수전을 닫기 때문에 정확도는 높을 수 있으나 시민의 불편을 야기하고 상당한 인력과 비용이 소요된다.

종종 닫혀지지 않는 지수전이 존재하며 심야시간에도 물을 차단할 수 없는 특수한 사용처가 존재하기 때문에 이러한 사용자에 대한 대응방안을 미리 충분히 검토하여야 한다. 배수관, 배수지 및 인입급수관의 야간누수량을 산정하기 위한 야간누수량측정을 위한 기록지를 예로서 나타내면 아래의 표와 같다.

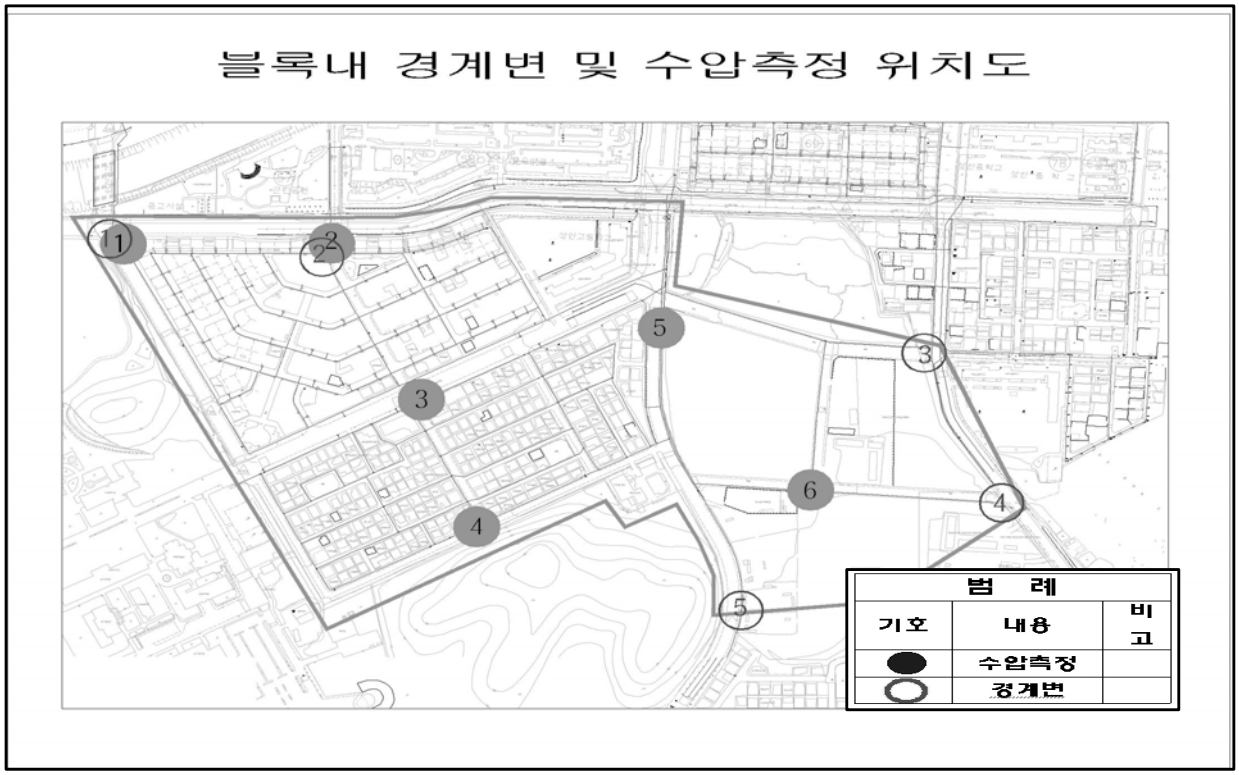
다음에 제시된 표에서 "Close"와 "Open"은 야간누수량측정 이후에 발생 가능한 민원을 최소화하기 위해서 지수전을 개폐하는 경우의 확인을 위한 것이며, "회전수"는 기존의 소비자가 사용하고 있는 급수압을 최대한 유지하여 주기 위한 지수전 밸브의 개도를 회전수로서 나타낸 것이다. 이때 지수전을 잠그는 것이 불가능한 경우는 야간사용량측정방법으로 대체하여 추후 조사가 완료된 경우 그 양을 감안하여 배수관, 배수지, 인입급수관에서의 누수량을 산정한다.

<표 7.3-63> 야간누수수량 측정방법의 기록양식과 판정 예

NO.	주소1	구경	업종	Close	회전수	Open	결과	내용	비고
1	-	01	10	V	5.0		X	측정불가	
2	-	01	10	V	4.0		X	영업	
8	-	01	10	V	3.0		○		
…	…	…	…	…	…	…	○	…	

나. 과업의 실시

1) 구역고립 확인작업



〈그림 7.3-9〉 확인작업 실시 위치도

〈표 7.3-64〉 경계변 위치

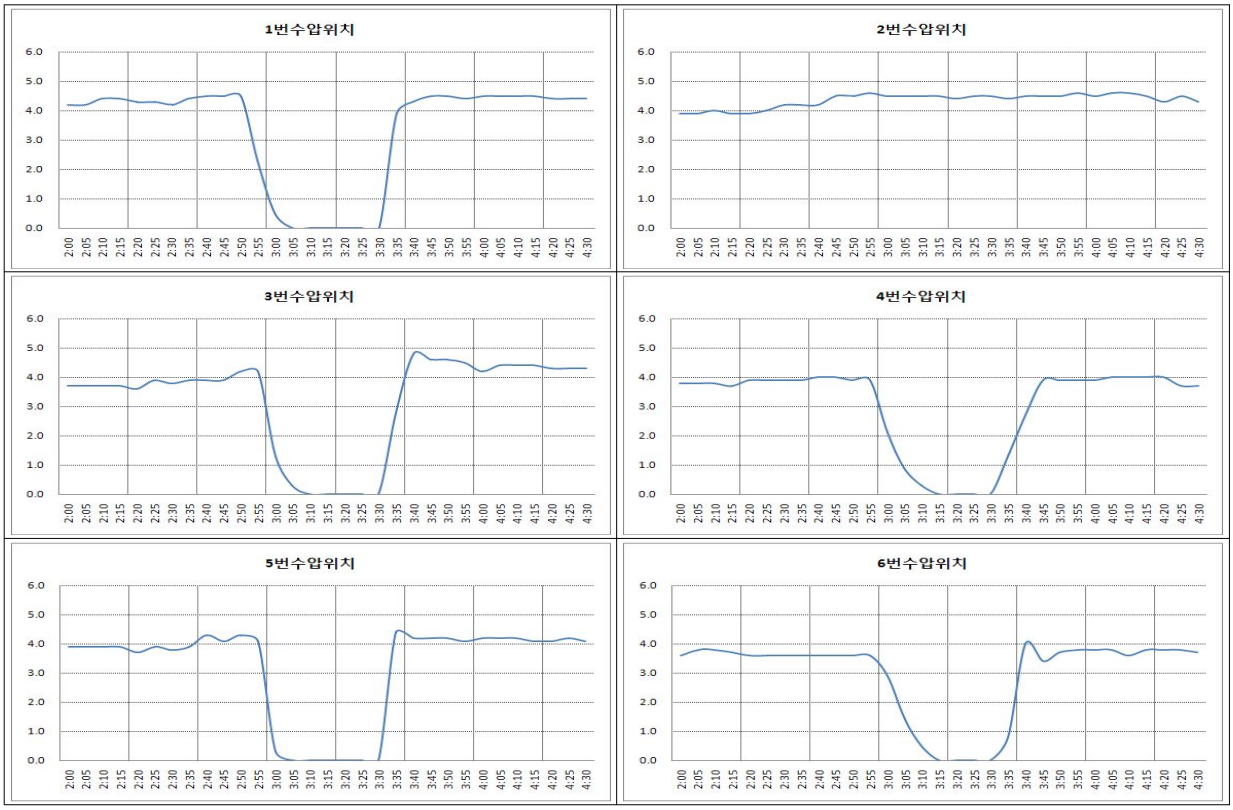
번호	위 치	관 경	내 용	비 고
1	상록구 사동 1583 번지 (석호공원)	300	메인	
2	상록구 사동 1555 번지 앞	200	경계변	기존차단
3	상록구 사동 1556-6 번지 앞 (일류정비)	150	경계변	기존차단
4	상록구 사동 1586-3 번지	150	경계변	기존차단
5	상록구 사동 1184-6 번지	200	경계변	기존차단
6	상록구 사동 1585 번지	200	경계변	기존차단

〈표 7.3-65〉 수압측정

번호	주 소	위치	비 고
1	상록구 사동 1555 번지 앞	지상소화전	구역
2	상록구 사동 1556-6 번지 앞 (일류정비)	지상소화전	구역외
3	상록구 사동 1152 번지 앞 (석호빌딩)	지상소화전	구역
4	상록구 사동 1162-4 번지 앞	지상소화전	구역
5	상록구 사동 1584-1 번지 앞 (동산교회)	지상소화전	구역
6	상록구 사동 1586-4 번지 앞 (경찰서)	지상소화전	구역

〈표 7.3-66〉 밸브작동 현황

번호	메인밸브 작동시간		번호	수압측정			비고
	CLOSE	OPEN		기존	CLOSE	OPEN	
1	03:00	03:35	1	4.5	0.0	4.5	
			2	4.6	4.6	4.6	구역외
			3	4.8	0.0	4.8	
			4	4.0	0.0	4.0	
			5	4.4	0.0	4.4	
			6	4.0	0.0	4.0	



〈그림 7.3-10〉 수압측정 그래프

2) 수용가 조사

- 개요

수용가의 급수시설물·급수여건·인구수 등 수용가의 상수도 사용현황 및 급수 실태를 조사여 자료로 정리한다.

- 조사내용

계량기의 위치·계량기 구경·계량기 생산년도·계량기 및 급수관 봉인·계량기 및 보호통상태, 평균수압 등의 계량기 현황을 작성 한다.

- 조사방법

검침카드 또는 부과량 자료 수집 및 분석·계량기 이전대장 등을 수집하고, 수집

된 자료를 활용하여 계량기 폐전 또는 위치이전에 따른 잔존관 잔존여부, 부정급수, 계량기 이상여부 등을 개략적으로 분석하여 조사기록지에 기록하고 급수전 및 수용가 조사시 활용한다.

조사기록지 작성: 급수전 및 수용가 조사 내용을 기입할 양식으로 수용가의 수전번호·성명·주소·업종·구경·4개월지침·기물번호·계량기이력현황 (폐전, 위치이전 등)등을 기입하고 현장조사에서 비교하는 자료로 사용한다.

수용가 방문 및 조사 실시: 수용가를 방문하여 주민에게 조사목적을 자세히 설명 후 계량기 위치 및 현황을 조사하고 주민과 인터뷰를 실시한다.

- 현장 조사내용

표본조사 블록인 성포배수구역의 안산직접11 소블록을 대상으로 조사하였다.

총 급수전수는 656전이고, 급수인구는 10,127인 으로 구성되어 있으며, 금번 조사 대상전수는 300전으로 표본조사 완료후 확대적용하는 것으로 계획하였다.

안산시의 안산직접11 소블록의 수용가조사 결과를 분석해 보면 전반적으로 효율적인 유지관리가 되고 있음을 알 수 있다. 문제점 발생비율이 1.43%에 불과하고, 문제항목 또한 유지관리에 관한 부분이므로 유수율향상에 큰 영향을 줄 수 있는 부분들이 아닌 것으로 분석되었다.

수 용 가 기 록 지

번호	검 침 카 드								현 장 조 사										비고
	수전번호	주 소	성 명	업종	구경	계량기 지침			조사구경	년도	지침	봉인	계량기상태	보호통(몸체)		보호통(뚜껑)	옥내누수	조사일자	
						1월	2월	3월						위치	상태	상태			
1	1491149000019	사동 1149	문윤식	02	32	7626	7801	7947	32	02	8575	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
2	1491149010018	사동 1149-1	신승건	02	25	3749	3865	3955	25	05	4261	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
3	1491149020017	사동 1149-1	신승건	02	25	2583	2690	2777	25	05	3073	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
4	1491149030016	사동 1149-3	김병수	01	13	984	997	1016	13	04	1049	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
5	1491149030024	사동 1149-3	김병수	02	20	3261	3340	3379	20	05	3665	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
6	1491149040015	사동 1149-4	나재철	02	13	6073	6254	6401	13	04	6868	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
7	1491149050014	사동 1149-5	서상종	02	25	1080	1192	1291	25	07	1610	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
8	1491149060013	사동 1149-6	최부묵	10	13	2458	2521	2571											호폐
9	1491149070012	사동 1149-7	황원명	10	13	2917	2971	3023	13	02	3152	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
10	1491149080011	사동 1149-8	박종일	02	20	958	1043	1113	20	05	1349	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
11	1491149090010	사동 1149-9	김성동	10	25	4356	4401	4440											호폐
12	1491149100017	사동 1149-10	신승건	02	13	971	1008	1025	13	05	1150	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
13	1491149100025	사동 1149-10	신승건	02	25	2450	2561	2670	25	06	2977	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
14	1491149110016	사동 1149-11	강정관	02	13	239	276	291	13	07	367	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
15	1491149110024	사동 1149-11	한억자	01	32	5197	5342	5435	32	02	5758	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
16	1491149120015	사동 1149-12	윤재현	01	13	1651	1683	1711	13	02	1817	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
17	1491149120023	사동 1149-12	윤창호	02	25	4232	4328	4374	25	03	4590	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
18	1491149130014	사동 1149-13	임광욱	02	13	220	237	246	13	07	313	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
19	1491149130022	사동 1149-13	김영성	01	25	9470	9566	9643	25	01	9871	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
20	1491149140013	사동 1149-14	함명순	01	20	3998	4046	4109											적치
21	1491149140021	사동 1149-14	함명숙	02	25	1600	1676	1730											적치
22	1491149150012	사동 1149-15	민대식	01	32	11977	12162	12296	32	02	12702	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
23	1491149160011	사동 1149-16	이현숙	01	32	12789	13000	13174	32	02	13726	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
24	1491149170010	사동 1149-17	박주복	01	32	165	12	15	32	07	127	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	
25	1491149180019	사동 1149-18	신원재	01	32	6807	7047	7199	32	01	7787	무	정상	건물앞	정상	정상	무	4/28	

<그림 7.3-11> 수용가 기록지 작성 양식

〈표 7.3-67〉 수용가 조사 문제점

전체전수	조사전수	문제점					비고
		계	구경상이	경과년	문제계량기 (유리파손)	규격외보호통 (쇠뚜껑)	
656전	349전	5	2	1	1	1	

3) 누수탐사

- 개요

수용가조사를 통하여 누수징후를 선별하고 그 조사로 도출된 자료를 토대로 판단된 누수징후 지점을 급수사용량이 적으며, 수압이 비교적 높은 시간대인 야간에 전자식 누수탐지기를 사용하여 집중적으로 탐사를 실시, 누수여부를 판단하고, 해머드릴과 보링바를 사용하여 지하 천공을 실시하여 정확한 누수지점을 판별하였다.

- 조사방법



야간누수탐사(장비:HG-10AⅡ, DNR-18)



야간누수탐사(장비:HG-10AⅡ, DNR-18)

〈그림 7.3-12〉 야간 누수탐사 전경

- 결과

성포배수구역의 안산직접11 소블록을 누수탐사한 결과 전체적으로 양호한 관로상태를 보이고 있으며, 누수의 발생은 없는 것으로 조사되었다.

대상 구역이 소규모인 점도 영향이 있지만 안산시 전체 및 해당 블록의 유수율이 90%이상의 상당히 높은 형태를 보이고 있어 누수의 발생은 미미한 것으로 판단된다. 또한 누수가 발생할 지라도 급수관로 등의 소규모 누수가 발생한 가능성이 존재하는 것으로 판단된다.

4) 야간사용량 조사

- 개요

블록화 구축이 확인된 블록에서 블록유입량, 야간사용량, 야간누수량, 수압환산계수, 야간최소유량 등을 분석방법의 목적에 따라 측정함으로서 누수량의 정밀한 측정, 주요원인, 발생위치 등을 파악함으로서 체계적이고 과학적인 수량관리를 통해 유수율 제고와 합리적인 수량관리를 목적으로 한다.

- 조사방법

야간사용량 측정이란 물을 거의 사용하지 않으리라고 생각되는 심야시간에 대문밖에 있는 계량기를 2회에 걸쳐 측정하는 방법이다.

외부계량기를 야간에 두 번씩 검침할 때 계량기의 바늘이 두 번 다 회전하고 있으면 각각의 수용가로 도달된 야간유량(계량기를 통과하여 검침된 양)은 옥내누수로 간주된다.

두 번 중 한 번만 회전하고 있든지 두 번 다 멈추어 있으면 계량기를 통과하여 검침된 양은 야간사용량으로 분류된다.

이와 같은 방법으로 평균적인 야간사용량 및 야간옥내누수량을 산정하며 측정대상 구역 전체의 야간사용량 및 야간옥내누수량을 추정 또는 산정한다(추정의 경우에는 전수가 아닌 표본조사임).

이렇게 한 후 구역유량계를 통과한 유입량과 야간사용량+야간옥내누수량과의 차이를 배수관, 배수지(구역내에 배수지가 있다면) 및 인입급수관에서의 손실된 총량으로 간주 한다. 이 방법은 단수 조치를 하지 않으므로 시민의 불편을 야기하지 않는다.



야간사용량조사



야간사용량조사

〈그림 7.3-13〉 야간 사용량 조사 전경

- 결과

야간사용량을 조사한 결과 검침가능한 수용가는 36전으로 조사되었고, 해당 수용가에 대해 야간사용량을 조사한 결과 시간당 2.49㎥이 사용된 것으로 조사되었다.

위의 사용량을 전체 급수전수 656전으로 확대적용 시키면 45.37㎥/h이 산정되었다.

야간사용량 산출시 옥내누수량은 산정에서 제외하였으며, 순수 야간사용량인 것으로 판단된다.

<표 7.3-61> 야간 사용량 조사 현황

전수	조사시간	사용량	비고
36전	02:00 ~ 4:21	2.49㎥/h	
656전	-	45.37㎥/h	표본조사 확대적용

5) 유량측정 조사

- 개 요

해당 블록에 유량계 설치 후 구역유입량을 측정하는 것으로 일유입량 측정이 가능한 구역은 구역 고립에 따른 변화, 누수수리에 따른 변화 등을 기록하여 유량 변화의 원인을 분석하고 유량비 산정을 위하여 확인 검침을 실시하여 사용량을 적용해서 유수율을 산정하도록 계획 한다.

또한, 구역고립 시 출수불량으로 일 유입량 측정이 불가능한 구역은 야간 최저 유량 측정을 실시, 누수량(절감량)을 산출하는 것으로 계획한다.

- 조사방법

소블록의 인입점에서 유량계를 설치하여 소블록에 유입량을 파악할 수 있도록 하였다. 소블록에서 부분적인 배수량을 계측하고, 각 가정에 설치된 계량기의 사용량을 측정하였다.

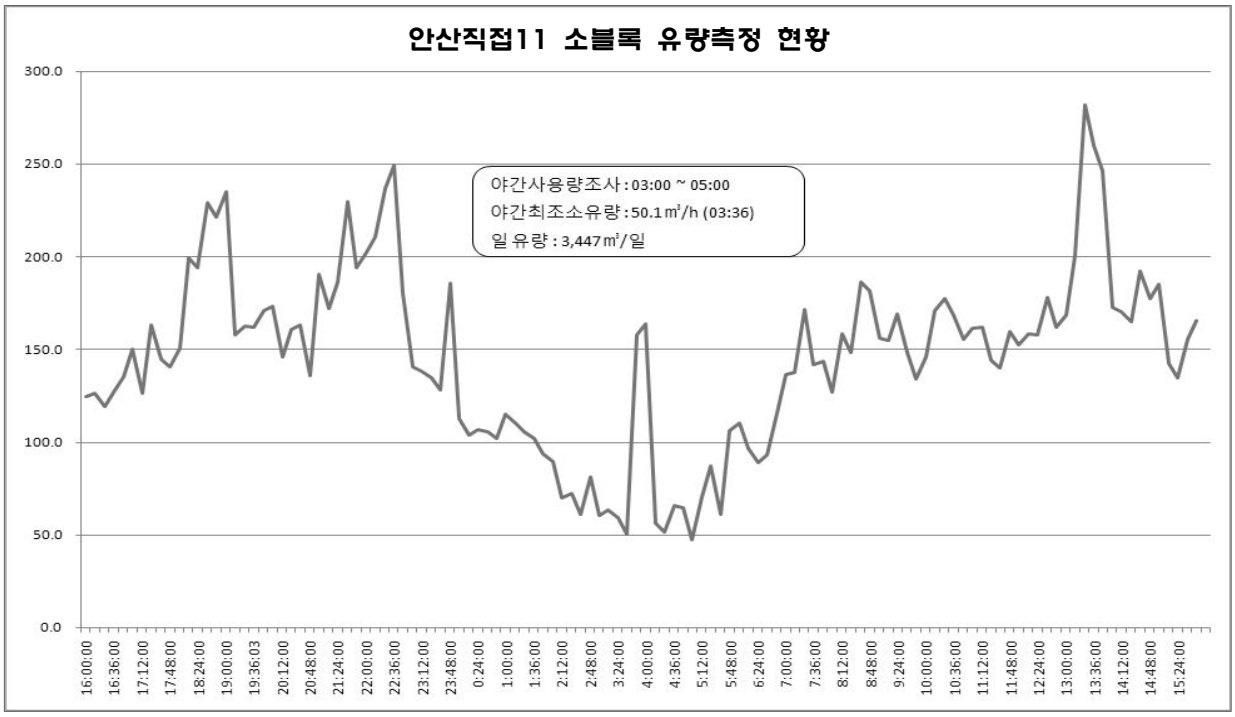
이와 같이 배수량을 측정해서 파악하고, 소블록 지역의 배수량과 그 지역에 대응한 각 가정의 계량기의 집계차이를 산정하였다.

	
유량측정조사(모델명:PT-868)	유량측정조사(모델명:PT-868)

〈그림 7.3-14〉 유량 측정조사 전경

- 결과

소블록의 유량측정결과 1일 3,447㎥이 생산량으로 측정되었으며, 야간최소 유량은 03시36분에 50.1㎥이 측정되었고, 야간사용량이 형성되는 시간대는 03시~05시 로 조사가 되었다. 따라서 야간사용량조사 시간대는 위의 시간대를 이용하여 자료의 명확성을 기하려 하였다.



〈그림 7.3-10〉 유량 측정 조사 결과 그래프

다. 총분석

1) 수량의 산정

- 개요

해당 블록내에 1일 공급되는 총 생산량을 기준으로 크게 유효수량과 무효수량으로 나뉘며. 유효수량은 유수수량과 무수수량으로 나뉘며, 고가의 비용을 들여 생산된 정수가 소비자에게 공급하는 과정에서 관로에서의 누수, 계량기의 부정확, 수도사업수량, 계량기를 통하지 않은 도수 등 기타용수 등으로 소모되는 수량으로 전체 생산량에 대한 요금 징수율(유수율)이 낮아지는 것을 방지하여 막대한 생산시설 건설비용 절감, 수자원 보호, 수질오염방지등 상수도의 생산, 공급, 사용의 모든 시스템의 효율을 높임으로써 상수도 행정의 경영합리화를 도모하는 대단히 중요한 사업이다.

- 수량의 산정

생산량의 산정 : 해당 소블록에 휴대용 초음파유량계(PT-868)을 사용하여 유량을 측정한 결과 1일 3,447㎥이 생산량으로 측정되었으며, 야간최소 유량은 03시36분에 50.1㎥이 측정되었고, 야간사용량이 형성되는 시간대는 03시~05시 로 조사가 되었다. 따라서 생산량은 3,447㎥으로 선정하였다.

사용량(부과량)산정 : 최근(2009년 3월) 자료를 보면, 월 713,388㎥, 일 2,301㎥을 사용하고 있는 것으로 취합되었으나, 유량측정 시점인 5월 7일 ~ 8일과의 동일한 사용량을 대비해 보려면 6월분 검침자료(5월 사용량)가 필요하다. 따라서 현재 시점에서 가장 근접하는 생산량 분석은 지난해의 동월대비 자료를 비교하여 현재의 사용량과 유사하다면 해당 월도 유추해 볼 수 있다.

위 내용에 의거하여 금번 공정의 사용량은 2007년 6월분 사용량 3,200㎥/일 로 산정하였다.

야간사용량 산정 : 야간사용량을 조사한 결과 검침가능한 수용가는 36전으로 조사되었고, 해당 수용가에 대해 야간사용량을 조사한 결과 시간당 2.49㎥이 사용된 것으로 조사되었다.

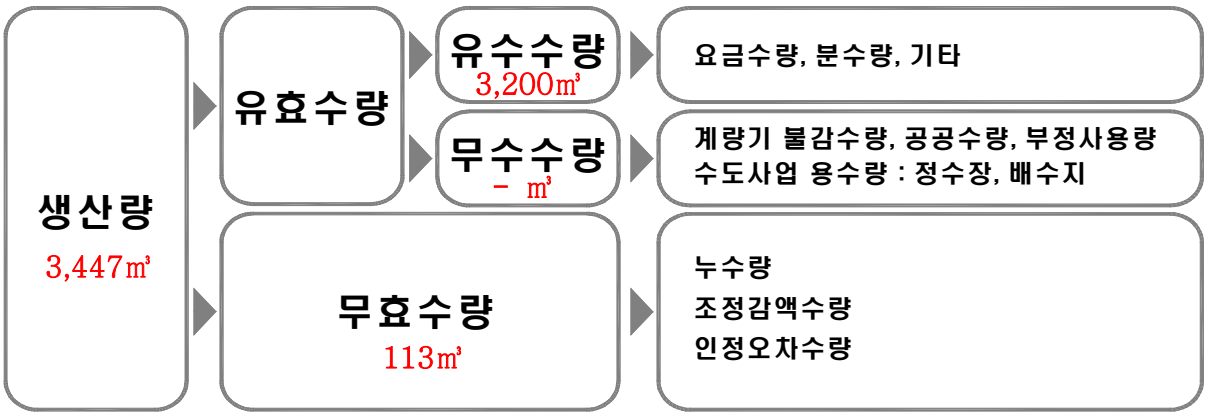
위의 사용량을 전체 급수전수 656전으로 확대적용 시키면 45.37㎥/h이 산정되었다. 야간사용량 산출시 옥내누수량은 산정에서 제외하였으며, 순수 야간사용량은 45.37㎥으로 산정되었다.

- 생산량 분석

◉ 유수율(%) = 생산량(㎥) / 사용량(㎥) = 3,447㎥ / 3,200㎥ = 92.83%

◉ 누수량(㎥/h) = 야간최소유량(㎥/h) - 야간사용량(㎥/h)

= 50㎥./h - 45.37㎥/h = 4.73㎥/h

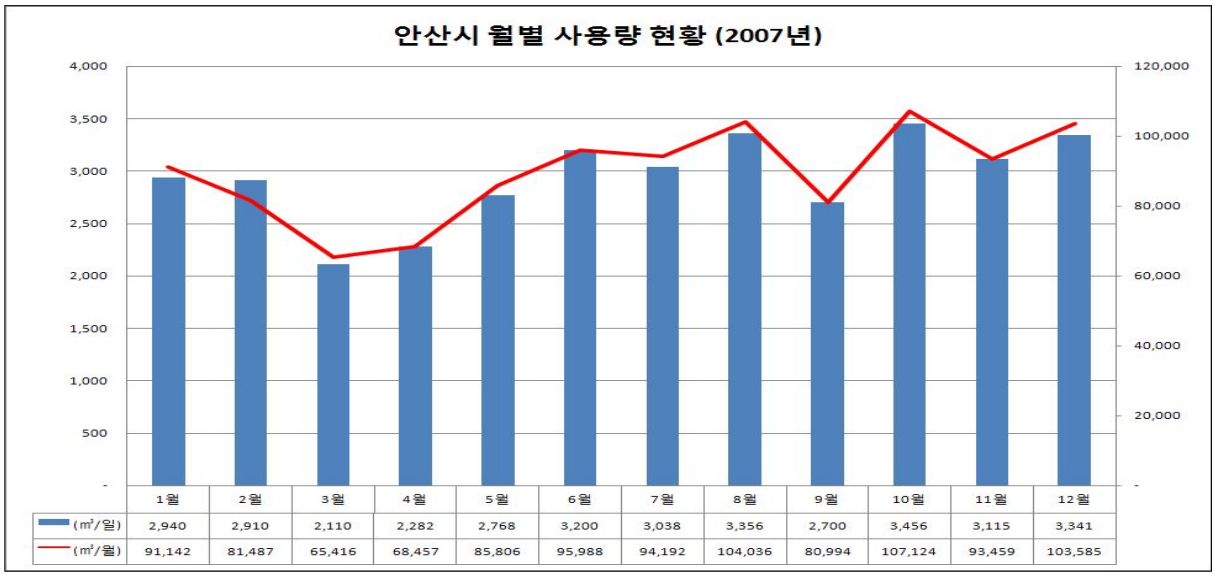


〈그림 7.3-11〉 표본조사 소블록 생산량 분석

- 총 분석

금번 시범블록인 성포배수구역인 안산직접11 소블록의 추정 유수율은 92.83%로 분석되었으며, 추정 누수량은 시간당 4.73㎥/h, 1일 113.52㎥/일로 분석되었다.

위 분석과정중 유효무수수량인 계량기 불감수량, 조정수량, 사업용수량은 산정이 불가하여 유효율의 산정이 불가하였으나, 무효수량에 대부분을 차지하는 누수량에 대한 정밀한 접근은 성과로 판단된다. 향후 위 자료중 추정치로 산정한 사용량자료를 동월자료를 인용하여 유수율제고시 활용하도록 하고, 금번 작업내용을 토대로 블록의 생산량분석을 위한 작업기준을 마련하는 것이 합리적일 것이라 판단된다.



〈그림 7.3-12〉 안산시 월별 사용량 현황 그래프

7.4 비상시의 대응성

7.4.1 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 인접한 정수장계통의 급·배수구역을 일시적으로 하나의 통합급수구역으로서 직접 급수하는 방식으로 공급체제를 전환하여 운영토록 계획하였다.

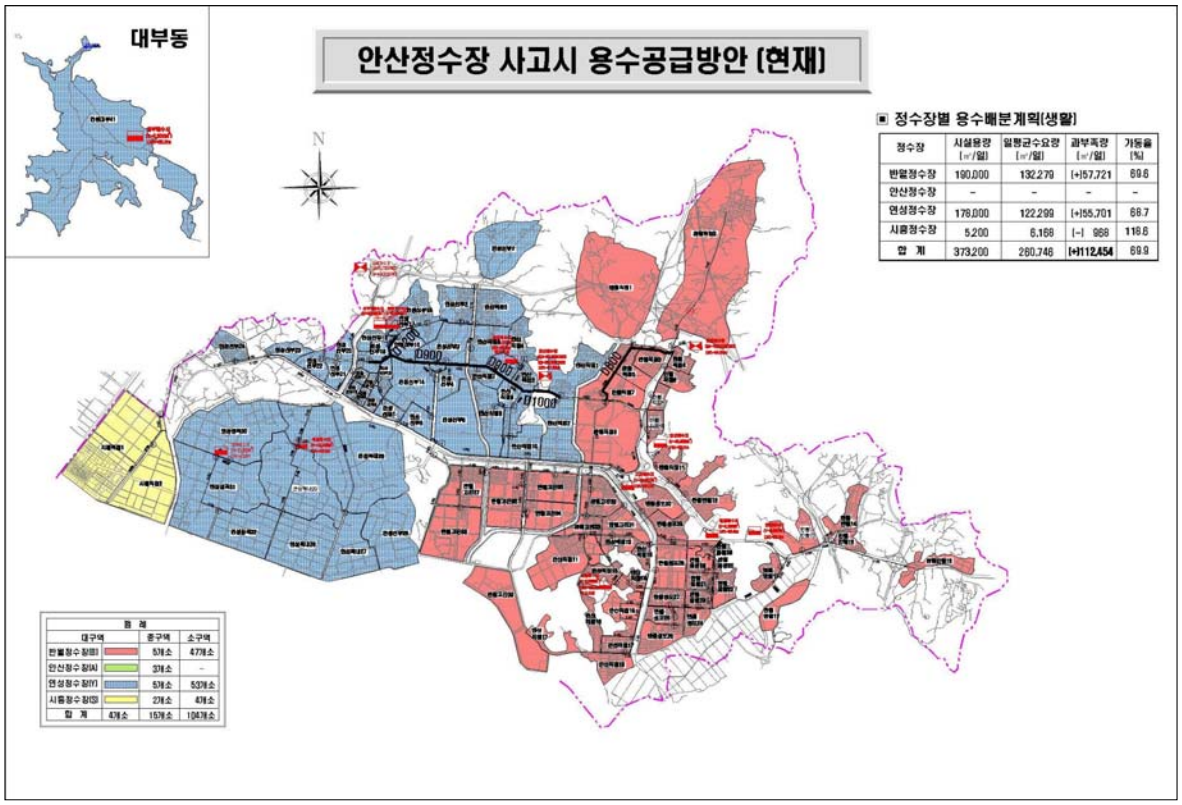
한편 정수장의 전면단수 시는 비상사태로 인근 정수장의 시설용량으로 단수지역 정수장 시설용량을 확보가 곤란하여 정상적인 용수공급이 어려워 제한급수가 불가피한 점을 감안하여 비상급수 시 수리검토는 급수구역 전체를 일평균 급수량을 기준으로 검토하였다.

1) 현 용수공급계통별 비상급수체계

① 안산정수장 비상급수방안

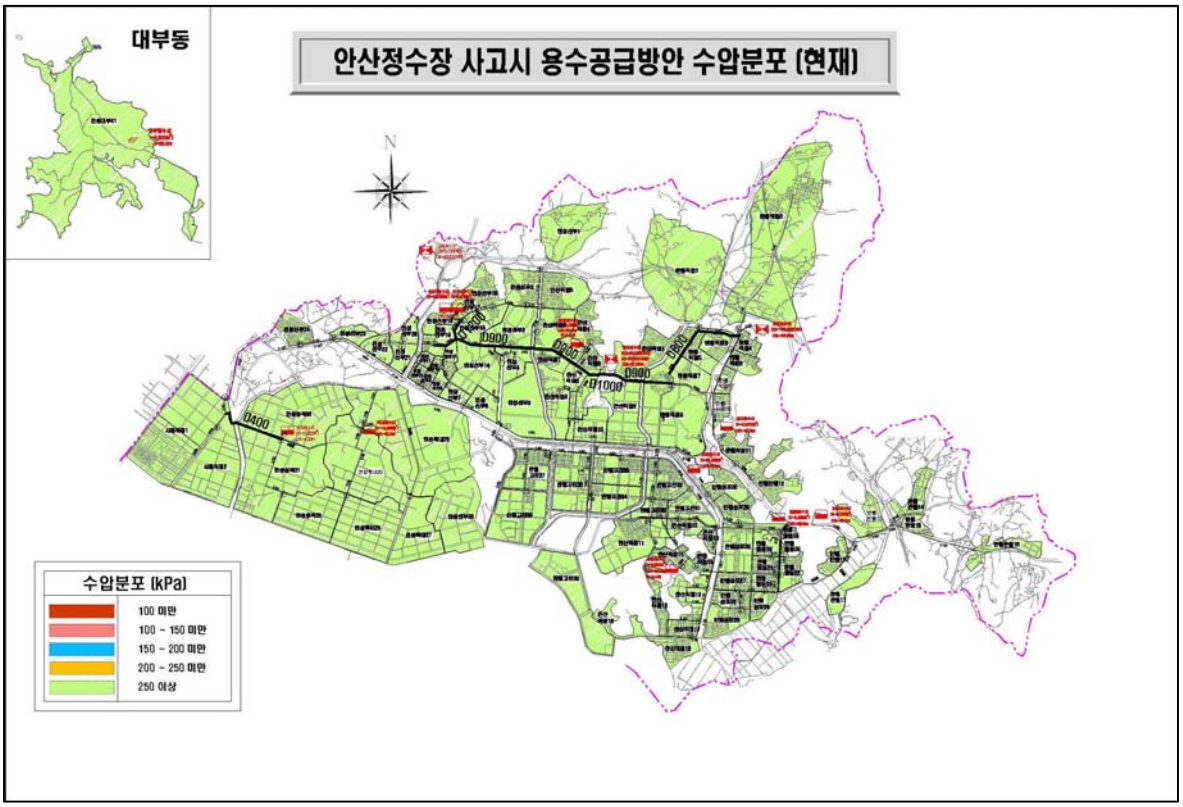
안산정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 안산정수장 급수구역의 용수공급방안은 반월정수장에서 3단계 정수장 유출관로인 D800mm 배수관로를 이용 월피동 및 성포동 인근지역에 용수를 공급하고, 연성정수장에서 선부배수구역의 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로를 활용하여 와동 및 고잔1,2동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 7.4-1>과 같다.

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 7.4-1〉 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.

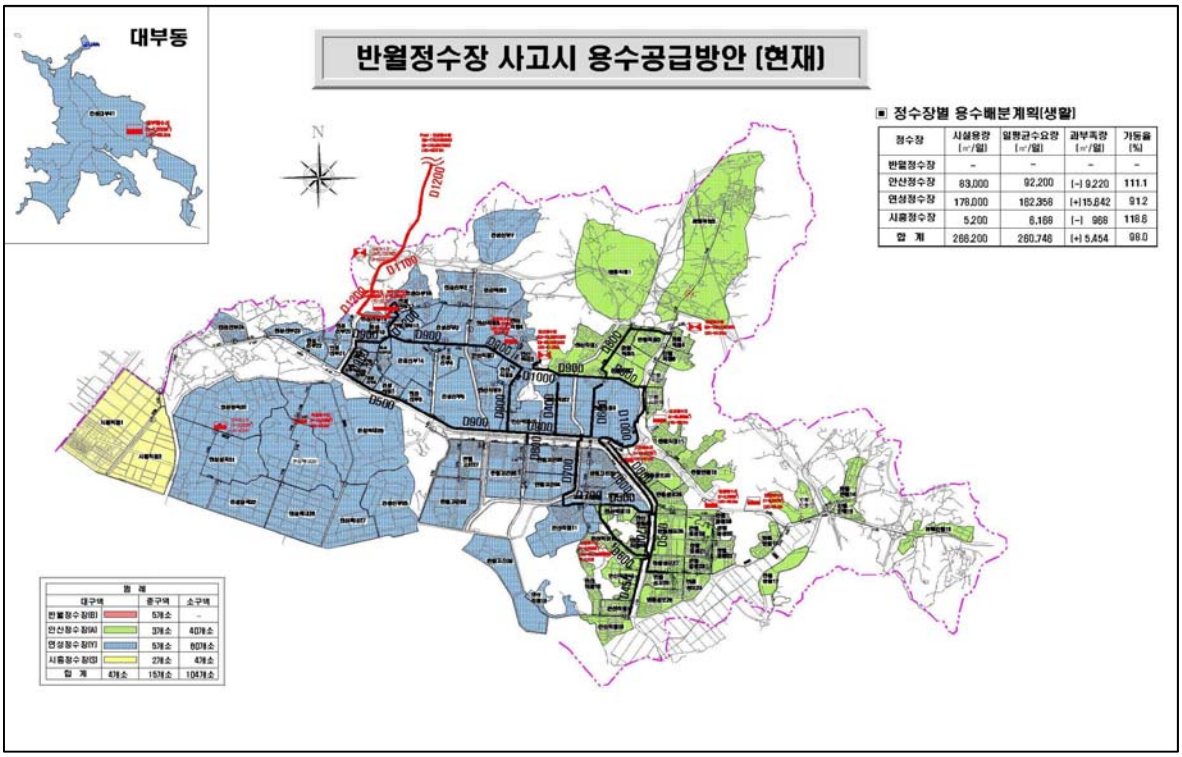


〈그림 7.4-2〉 안산정수장 단수시 수압분포도(일평균)

② 반월정수장 비상급수방안

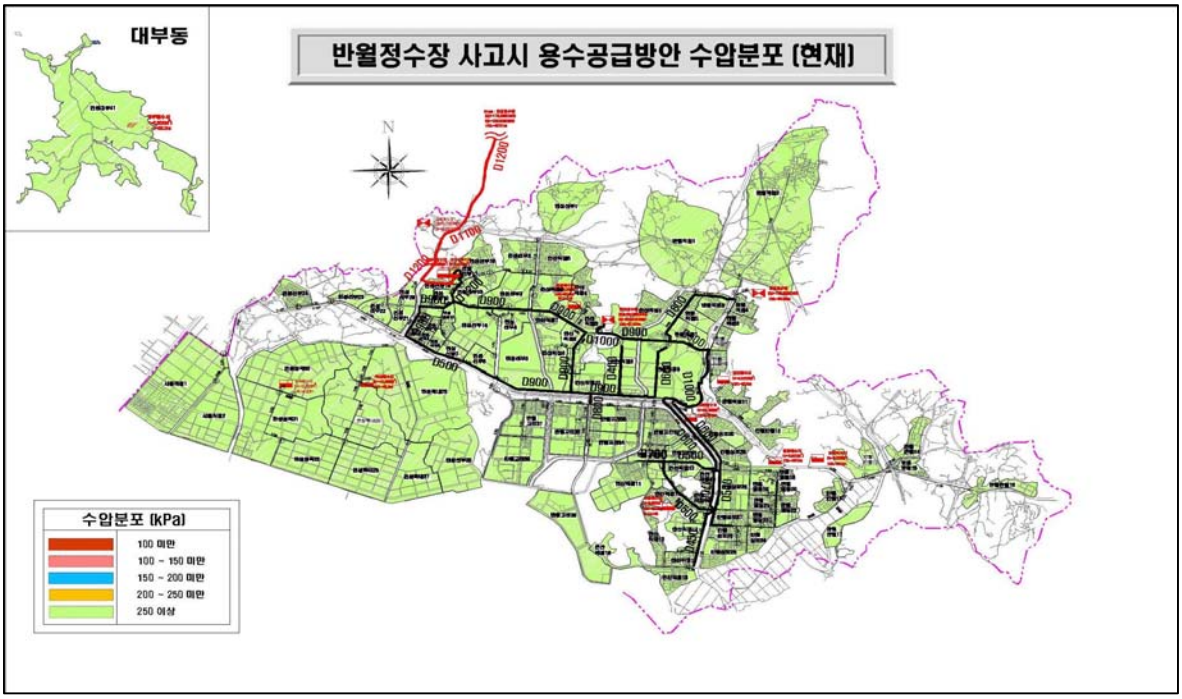
반월정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 반월정수장 급수구역의 용수공급방안은 안산정수장에서 월피길에 부설되어 있는 D800mm를 이용 부곡동과 안산동 인근지역에 용수를 공급하고, 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로와 이와 연결되어 있는 D1000mm 배수관로와 송수관로 D600~D1200mm을 이용 일동과 이동, 반월동, 본오동 인근지역과 사1동 일부지역에 용수를 공급하도록 계획하였다. 연성정수장 계통에서는 삼일로에 부설되어 있는 D900mm 배수관로와 이와 연결되어 있는 기존 배수관로를 이용하여 고잔동, 사동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 7.4-3>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 7.4-3〉 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 7.4-4>와 같다.

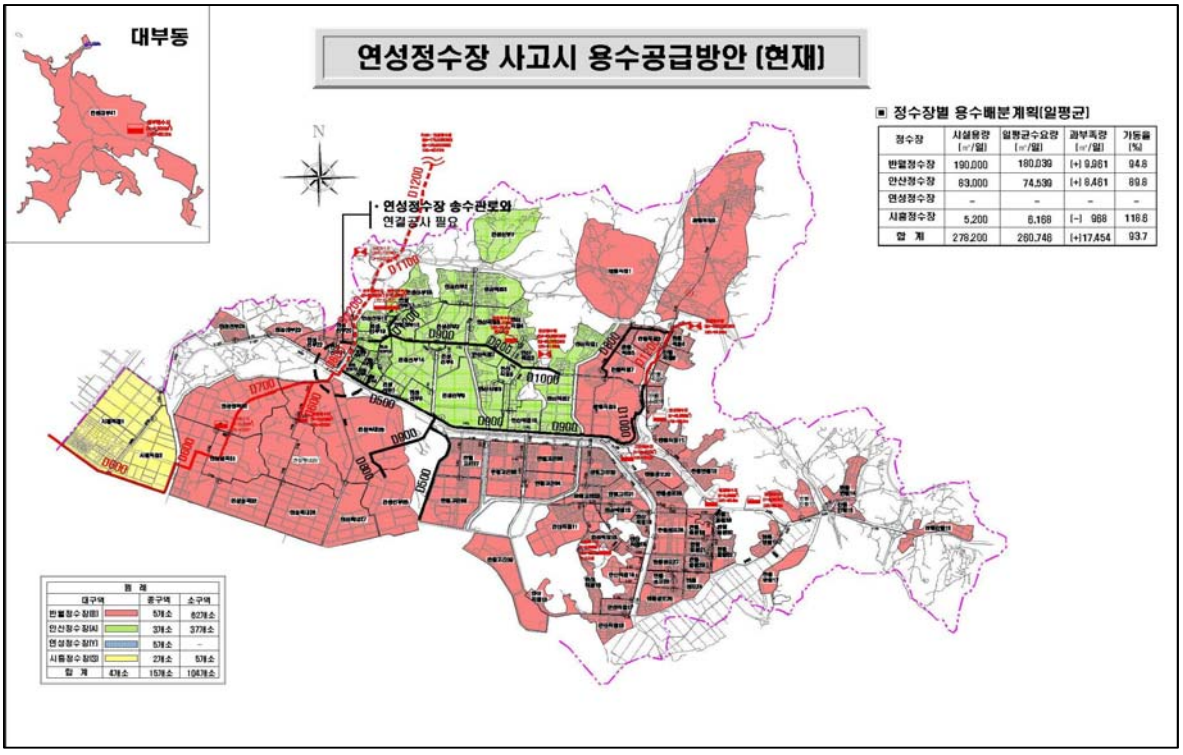


〈그림 7.4-4〉 반월정수장 단수시 수압분포도(일평균)

③ 연성정수장 비상급수방안

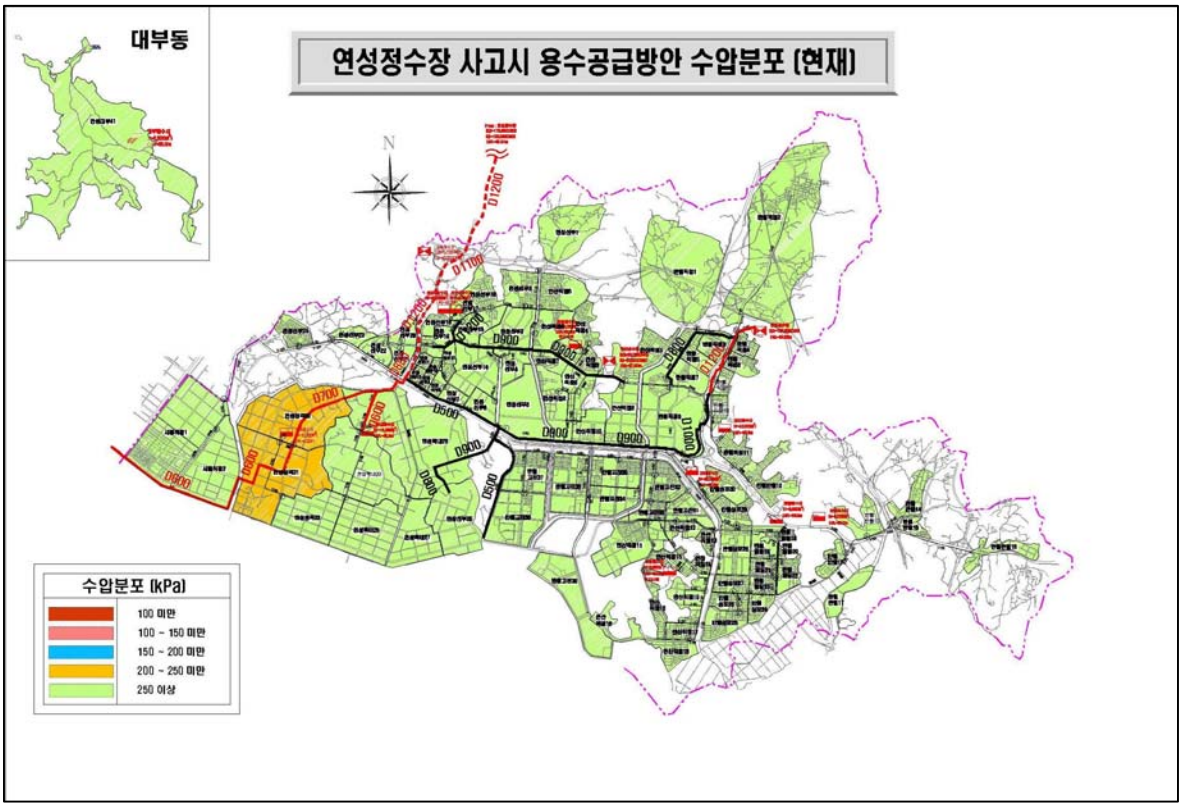
연성정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 연성정수장 급수구역의 용수공급방안은 안산정수장에서 삼일로에 부설되어있는 D900mm 배수관로를 활용하여 선부동과 원곡동 지역에 용수를 공급하고, 반월정수장에서는 D800mm 배수관로를 이용 월피동 및 성포동 인근지역에 용수를 공급하고, 기존의 배수관로를 활용하여 중앙로에 부설되어 있는 D500mm관로와 기존 연성정수장 송수관로 D800mm와 연결, 공단 및 대부동 인근지역에 용수를 공급하도록 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 7.4-5>와 같다.

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 7.4-5〉 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 7.4-6>과 같다.

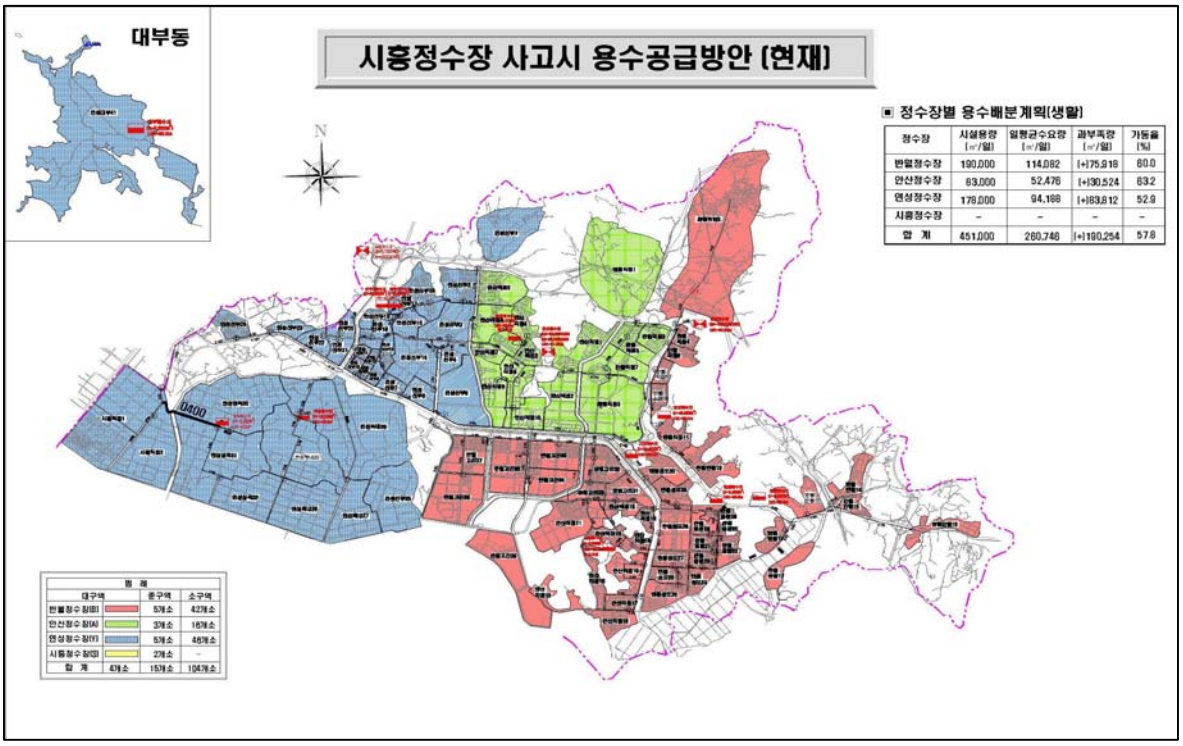


〈그림 7.4-6〉 연성정수장 단수시 수압분포도(일평균)

④ 시흥정수장 비상급수방안

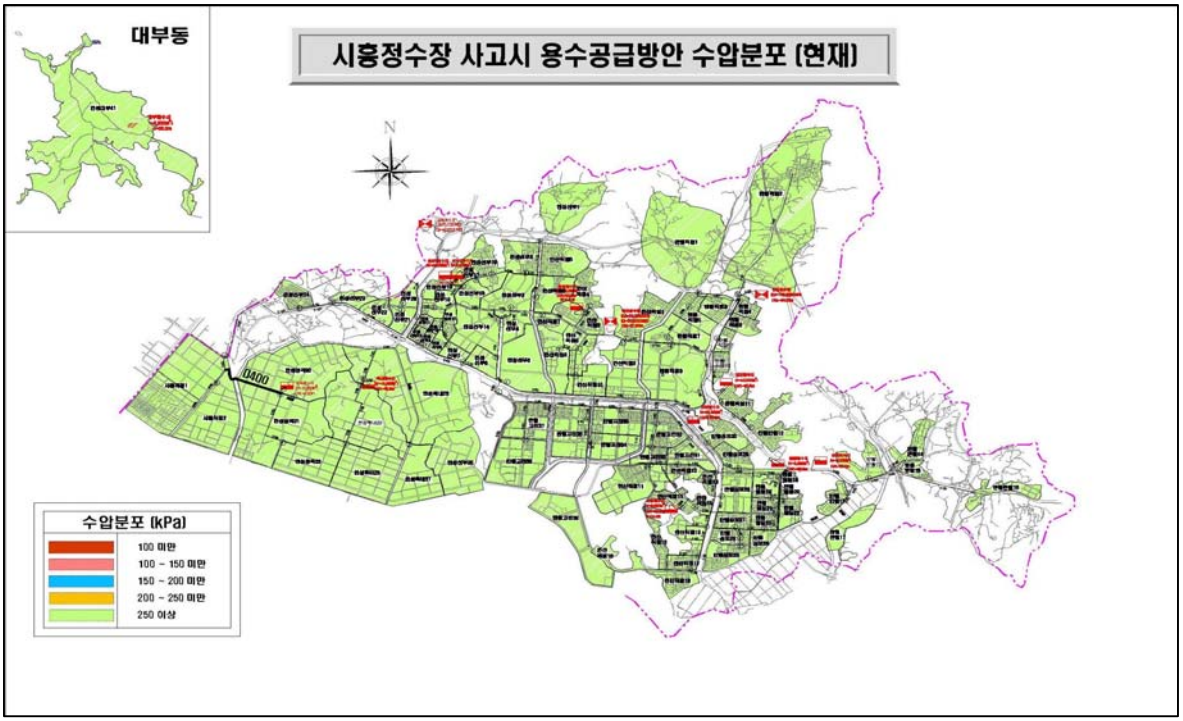
시흥정수장의 비상사고에 따른 전면 단수 시 연성정수장 계통의 성곡배수지에서 기존 비상연락관로 D400mm를 이용 시화공단지역에 생활용수를 공급하는 것으로 계획하였으며 정수장별 용수공급 지역은 <그림 7.4-7>과 같다.

정수장별 용수공급은 연성정수장이 일평균 94,188㎥/일로(시설용량의 52.9%) 현재 시설용량을 최대한 가동시 일평균 용수량 기준으로 급수대상지역에 안정적 용수공급이 가능한 것으로 검토되었다.



〈그림 7.4-7〉 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 7.4-8>과 같다.



〈그림 7.4-8〉 시흥정수장 단수시 수압분포도(일평균)

나. 부분단수시

부분 단수는 배수지시설의 운영 중단 및 송·배수관로(주공급계통 제외)의 파손, 관로공사 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 7.4-1〉 배수구역별 비상용수공급

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	

7.4.2 제수밸브의 설치 적정성

가.개요

제수밸브는 유량과 수압의 제어용 밸브로서 통상 밸브본체의 전개(全開)나 전폐(全閉)를 함으로써 관로내의 수류를 통수하거나 차단하는 것이다.

배수구역이나 배수블록의 설정 또는 변경, 관로의 공사나 사고 등의 비상시에도 차단 등 조작할 필요가 생겼을 때에 확실하게 작동하는 것을 사용한다.

밸브(차단용과 제어용 밸브)는 관망의 구성상황, 지형을 고려한 동수압의 평균화, 합리적 수운용 및 관로의 유지관리 등을 적절하게 할 수 있도록 적당한 장소에 설치한다. 또한 평상시 및 비상시 등에 있어서의 수운용상의 요소로는 제어용 밸브를 설치한다.

밸브를 설치하는 장소를 구체적으로 예시하면 다음과 같다.

1) 도·송수관

관로에서도 충수, 통수, 배수(排水) 등의 작업과 사고시를 고려하여 1~3km 간격으로 제수밸브를 설치하는 것이 바람직하다.

2) 배수본관

① 관로의 시점, 분기점, 교차부, 수관교·역사이펀부의 양단, 배수(排水)관의 분기부 부근에 설치하는 외에 관로가 길 경우에는 1~3km마다 설치하는 것이 바람직하다.

② 표고차가 크고 긴 사면의 상부 및 하부에는 반드시 설치한다.

3) 배수지관

배수본관에서의 분기부, 수관교와 역사이펀부의 양단, 배수관의 분기부 부근에는 반드시 설치하며 분기부나 교차부에는 배수지관망의 구성상황에 따라 설치한다.

나.적정성 평가

안산시의 제수밸브는 전체 밸브 11,199개소중 8,743개소를 차지하고 있어 78.17%의 비율로 분포하고 있다. 전체 관로연장 1,182km 중에서 배수관로 연장인 798km를 제수밸브 8,743개소로 나누어 유효밸브 밀도를 검토해 보면 12.2개소/km로 조사되었다.

상수도 시설기준의 제수밸브 설치기준인 1~3km당 1개소로 되어 있는 것을 비교해보면, 안산시의 제수밸브 적정성은 3km를 기준으로 하여 406.7%의 적정성을 갖고 있는 것으로 조사되어 매우 우수한 상태인 것으로 분석되었다. 향후 관로의 신설 및 교체시 제수밸브의 설치를 시설기준에 맞게 설치하여 효율적인 유지관리가 되도록 하여야 할 것이며, 아울러 년1회씩 제수밸브에 대한 점검을 하여 비상시 사용에 무리가 없도록 준비를 해야 할 것이다.

〈표 7.4-2〉 소블록별 주요시설물 현황(생활용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로 (mm)	인입관경 (mm)	유량계		수압계 (EA)	제수변 (EA)	이토변 (EA)	공기변 (EA)	소화전 (EA)	비고
						형식	구경 (mm)						
반월정수장	직접	반월직접4	BD1	450	250	전자식	150	4	80	1	6	5	
		반월직접6	BD2	500	150	전자식	100	4	122	2	3	13	
		반월직접8	BD3	500	200	전자식	100	4	83	4	5	3	
		반월직접10	BD4	400	250	초음파식	250	4	81	6	6	8	
		반월직접11	BD5	400	300	초음파식	300	5	151	10	6	8	
		반월반월12	BD6	400	200	전자식	200	4	166	9	5	11	
		반월직접2	BD12	450	450	초음파식	450	6	271	25	38	33	
		소계						31	954	57	69	81	
	성포	반월성포30	BS1	600	300	초음파식	300	4	117	-	2	8	
		반월성포29	BS2	300	250	전자식	250	4	127	4	-	14	
		반월성포28	BS3	500	350	전자식	350	4	44	2	2	16	
		반월성포27	BS6	500	400	전자식	150	4	104	-	-	4	
		반월성포26	BS8	400	200	전자식	150	4	104	2	-	6	
		반월성포24	BS9	500	200	전자식	100	4	57	4	1	3	
		반월성포25	BS10	400	400	전자식	150	5	153	3	2	11	
		안산직접11	BS11	300	300	초음파식	300	4	102	-	3	23	
		안산직접12	BS12	500	150	전자식	150	3	59	-	3	10	
		안산직접13	BS13	600	200	전자식	150	3	90	4	5	3	
		안산직접14	BS14	500	200	전자식	200	3	76	5	1	5	
		안산직접15	BS15	500	500	초음파식	500	5	106	2	3	6	
		안산직접16	BS16	300	300	전자식	150	3	13	-	-	2	
		안산직접16	BS17	250	250	전자식	250	4	102	3	1	3	
		안산직접17	BS18	450	250	전자식	150	4	106	7	-	15	
		안산직접18	BS19	450	250	전자식	200	3	75	3	-	10	
		안산직접19	BS20	450	400	전자식	200	5	53	5	3	2	
		반월반월12	BD7	600	150			3	78	1	7	6	
		소계						69	1566	45	33	147	
	고잔	반월고잔37	BK1	500	350	전자식	300	3	65	7	7	17	
		반월고잔38	BK2	350	350	전자식	300	4	103	6	3	40	
		반월고잔36	BK3	600	400	전자식	300	4	95	3	10	31	
		반월고잔35	BK4	900	450	전자식	250	4	78	6	1	20	
		반월고잔34	BK5	600	400	전자식	200	4	35	2	2	12	
		반월고잔32	BK6	600	350	전자식	300	4	153	4	1	19	
		반월고잔33	BK7	500	500	초음파식	500	3	53	1	-	6	
		반월고잔31	BK8	450	400	초음파식	400	4	44	2	-	15	
		소계						30	626	31	24	160	
	일동	반월일동18	BI1	600	250	초음파식	250	4	106	5	6	4	
		반월일동20	BI2	500	150	전자식	100	3	33	2	1	-	
		반월일동22	BI3	500	250	전자식	150	5	88	4	2	11	
		반월일동19	BS4	500	250	전자식	100	2	43	1	1	1	
		반월일동21	BS5	350	200	전자식	200	4	81	4	-	6	
		반월일동23	BS7	350	150	전자식	150	4	84	3	-	4	
		소계						22	435	19	10	26	
	반월	반월반월14	BB1	500	400	초음파식	400	3	73	7	10	5	
		반월반월15	BB2	500	300	초음파식	300	3	43	2	1	2	
		반월반월16	BB3	500	350	초음파식	350	3	44	7	12	10	
		반월반월13	BB4	500	150	전자식	100	3	21	5	8	1	
		반월반월17	BI4	400	400	초음파식	400	2	121	6	5	6	
		소계						14	302	27	36	24	
	계							166	3883	179	172	438	

〈표 7.4-1 계속〉 소블록별 주요시설물 현황(생활용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로(mm)	인입관경(mm)	유량계		수압계(EA)	제수변(EA)	이토변(EA)	공기변(EA)	소화전(EA)	비고
						형식	구경(mm)						
안산정수장	직접	안산직접1	AD1	1000	300	초음파식	300	4	191	5	4	16	
		안산직접2	AD2	1000	400	초음파식	400	4	69	3	-	39	
		안산직접3	AD3	500	100	전자식	250	4	186	3	5	13	
		안산직접4	AD4	500	500	초음파식	500	4	163	3	2	15	
		안산직접5	AD5	400	400	초음파식	400	4	146	1	5	9	
		안산직접6	AD6	400	250	전자식	150	3	99	2	1	11	
		안산직접7	AD7	900	200	전자식	150	4	65	-	-	3	
		안산직접8	AD8	900	300	초음파식	300	4	84	2	2	12	
		안산직접9	AD9	900	250	전자식	250	3	67	4	1	11	
		안산직접10	AD10	900	200	전자식	100	4	66	-	2	20	
		반월직접3	BD8	800	250	전자식	250	3	58	9	-	6	
		반월직접5	BD9	800	250	전자식	250	4	81	2	1	8	
		반월직접7	BD10	800	250	전자식	250	4	46	3	-	10	
		반월직접9	BD11	900	600	초음파식	600	3	46	4	3	17	
		반월직접1	BD13	800	200	-	-	3	36	8	6	2	
		소계						55	1403	49	32	192	
연성정수장	선부	연성선부18	YS1	1200	200	전자식	200	4	33	3	2	6	
		연성선부17	YS2	700	100	전자식	100	3	36	2	2	3	
		연성선부16	YS3	700	300	전자식	250	4	146	6	8	19	
		연성선부2	YS4	800	450	초음파식	450	4	121	3	-	10	
		연성선부19	YS5	900	200	전자식	80	3	47	1	3	7	
		연성선부15	YS6	1200	200	전자식	200	4	71	1	3	2	
		연성선부3	YS7	900	450	초음파식	450	4	52	4	1	17	
		연성선부11	YS8	900	200	전자식	80	3	65	-	-	8	
		연성선부10	YS9	500	200	전자식	100	3	77	1	-	8	
		연성선부12	YS10	500	300	전자식	100	4	41	-	-	6	
		연성선부9	YS11	500	300	초음파식	300	4	61	-	1	4	
		연성선부13	YS12	500	300	전자식	150	3	70	1	1	11	
		연성선부8	YS13	500	300	전자식	150	3	63	1	4	6	
		연성선부14	YS14	500	400	초음파식	400	4	92	1	-	13	
		연성선부7	YS15	500	200	전자식	200	3	102	1	1	9	
		연성선부6	YS16	500	300	초음파식	300	3	146	-	2	15	
		연성선부4	YS17	500	200	전자식	200	4	21	1	-	4	
		연성선부1	YS18	150	150	전자식	80	3	16	4	4	3	
		연성선부24	YS19	500	500	초음파식	500	3	51	-	-	22	
		연성선부23	YS20	500	300	초음파식	300	2	31	3	5	3	
		연성선부25	YS21	500	500	전자식	150	2	73	2	5	5	
		소계						70	1415	35	42	181	
	목내	연성목내26	YM1	800	500	초음파식	500	-	116	10	14	19	
		연성목내27	YM1-1	450	250	전자식	200	-	46	3	3	2	
		연성목내29	YM2	800	500	초음파식	500	-	75	6	10	6	
		연성목내28	YM2-1	300	300	전자식	300	-	92	6	3	4	
		소계						-	329	25	30	31	
	성곡	연성성곡30	YH1	700	500	초음파식	500	-	98	13	7	12	
		연성성곡31	YH2	700	500	초음파식	500	-	106	13	10	20	
		연성성곡32	YH2-1	500	500	초음파식	500	-	61	7	4	2	
		소계						-	265	33	21	34	
	대부	연성대부41	대부동	700	700	-	-	-	157	25	30	31	
		연성대부42	대부동	600	600	-	-	-	155	28	25	7	
		연성대부43	대부동	400	400	-	-	-	128	12	7	15	
		소계						-	440	65	62	53	
	계							70	2449	158	155	299	
시흥정수장	직접	시흥직접1	SL1	500	250	초음파식	500	-	40	3	1	11	
		시흥직접1	SL1-1	400	300	전자식	250	-	113	4	3	21	
		시흥직접2	SL1-2	200	200	전자식	200	-	60	5	1	23	
		소계						-	213	12	5	55	
	계							-	213	12	5	55	
총계								291	7948	398	364	984	

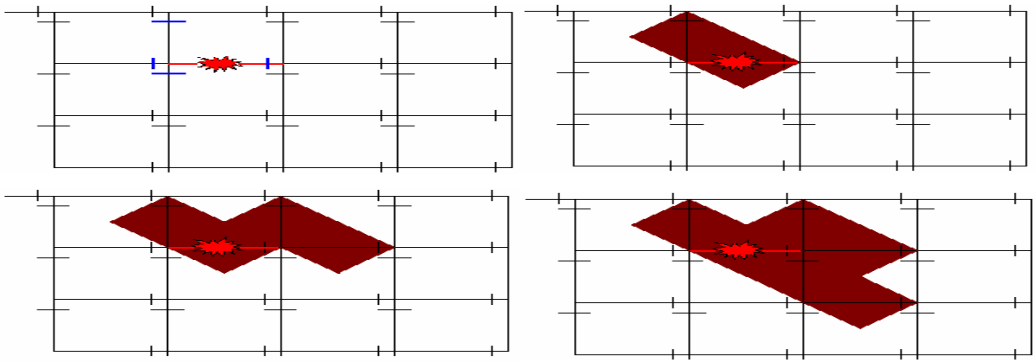
〈표 7.4-1 계속〉 소블록별 주요시설물 현황(공업용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로 (mm)	인입관경 (mm)	유량계		수압계 (EA)	제수변 (EA)	이토변 (EA)	공기변 (EA)	소화전 (EA)	비고
						형식	구경 (mm)						
안산 정수장	초지	안산초지20	AC1	800	800	초음파식	800	-	51	1	6	18	
	소계							-	51	1	6	18	
반월 정수장	공단	연성공단34	YK1	800	700	초음파식	900	-	82	4	11	37	
		연성공단34	YK1-1	800	200	전자식	100	-	15	1	3	6	
		연성공단33	YK1-2	600	500	초음파식	600	-	70	2	4	21	
		연성공단35	YK2	800	800	-	-	-	82	3	5	33	
		연성공단37	YK2-1	600	600	-	-	-	66	-	6	21	
		연성공단36	YK2-2	600	400	-	-	-	91	3	3	40	
		연성공단39	YK3	700	600	-	-	-	64	-	6	24	
		연성공단40	YK3-1	600	600	-	-	-	33	1	1	6	
		연성공단38	YK4	800	400	-	-	-	43	4	4	20	
	소계							-	546	18	43	208	
시흥 정수장	직접	시흥직접3	SK1	800	700	초음파식	800	-	29	2	4	13	
		시흥직접3	SK1-1	800	800	-	-	-	94	1	5	27	
		시흥직접4	SK1-2	700	700	-	-	-	75	6	5	10	
	소계							-	198	9	14	50	
총계								-	795	28	63	276	

7.4.3 단수범위 최소화계획

가.개요

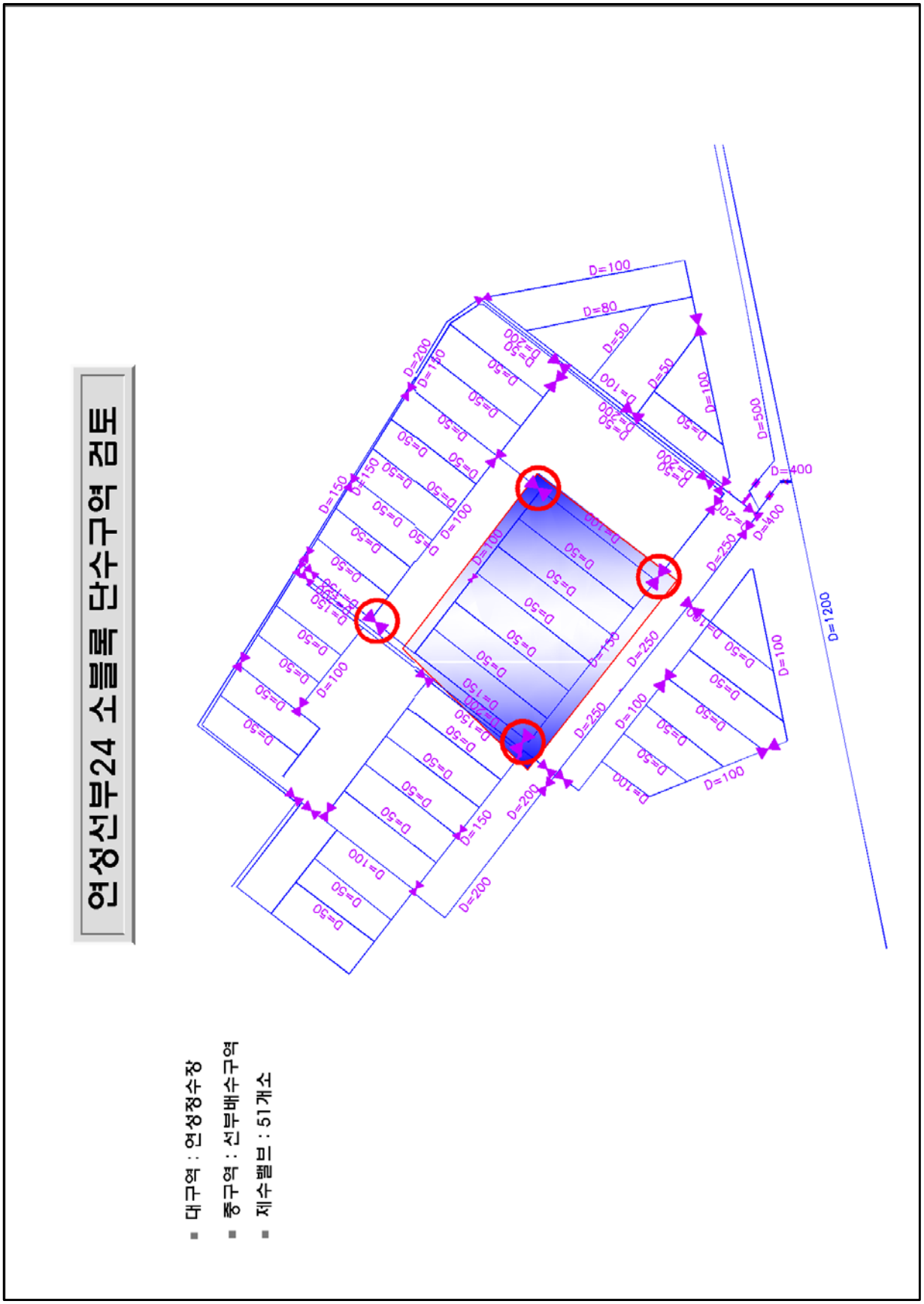
단수최소화는 현대 상수도의 유지관리 및 시민서비스의 기본적인 사항이다. 물공급의 중단에 의한 시민의 불편함 및 재산상의 손실은 경제규모가 커질수록 더욱 중요한 요소로 인식되고 있다. 단수는 사고시 또는 정상적인 유지관리작업을 위해 수행되며, 단수지역의 최소화는 제수밸브의 설치 및 관망구성과 관련된 사항이 된다.



나.단수최소화계획

단수계획을 최소화 하기 위한 첫 번째 단계는 배수관망의 블록화 사업이다. 안산시는 현재 전체급수구역에 대해서 104개 블록으로 구분하여 블록화사업을 진행중이다. 따라서 위 사업의 완료와 비상연락관을 활용하여 단수지역을 최소화 할 수 있으며, 제수밸브의 설치밀도비율이 3km당 406.7%의 매우 높은 밀도로 단수지역 최소화를 수행하는데 원활히 진행될 것으로 판단된다. 향후 제수밸브 등의 시설물 설치시 상수도 시설기준에 맞게 진행한다면 효율적인 유지관리가 될 것이라 판단된다.

아래의 그림은 연성정수장 선부배수지계통의 연성선부24(YS19)블록의 단수계획을 나타낸 것으로 최소 제수밸브를 차단하면 단수지역이 최소화 되는 것을 나타내고 있다.


연성선부24 소블록 단수구역 검토
■ 대구역 : 연성정수장
■ 중구역 : 선부배수구역
■ 제수밸브 : 51개소

7.4.4 예비전력보유

가.개요

예비전력의 확보는 불의의 사고 등에 의한 정전시 단시간 내에 전원을 대체할 수 있도록 하는 대응방법이며, 예비전력 확보를 위해서는 무정전 전원공급 시스템(Uninterruptible Power System), 자가용 발전기 등이 있다. 현재 각 배수지 및 가압장에 설치되어 있는 현황을 파악하여 부족한 부분에 대해서는 개선대책을 마련해야 할 것으로 판단된다.

나.적정성 평가

안산시의 비상시 전력공급 현황을 조사한 결과 각 배수지 및 가압장에 적정하게 설치가 되어 있는 것으로 조사되었다. 따라서 향후 기 설치되어 있는 시설물(UPS)와 예비펌프에 대한 년1회의 정기적인 가동, 점검을 통하여 비상시 신속히 사용할 수 있도록 하여야 할 것이다.

<표 7.4-3> 비상시 전력공급 현황 (배수지)

정수장	배수지	계약전력	무정전 전원공급 시스템(UPS)	비 고
연성	선부1	4kW	5.4kVA	
	선부2	21kW		
	목내	12kW	5.4kVA	
	성곡	13kW	5.4kVA	
	공단	22kW	3kVA	
	대부	15kW	3kVA	
안산	와동	7kW	-	
	초지	14kW	3kVA	
반월	반월	20kW	1.5kVA	
	성포	24kW	각 1kVA, 3kVA	
	고잔	15kW	-	
	일동	5kW	-	

〈표 7.4-4〉 비상시 전력공급 현황 (가압장)

구분	가압장명		운전계통	펌프규격 (예비)	계약 전력 (kW)	예비 UPS (kVA)	비고
도수 가압장	와동가압장		안상정수장으로 도수	20㎥/분×45mH 260kW×4	1500	3.3kV, 1,000kVA (1EA)	비상발전기
송수 가압장	일동 반월 가압장	일동	일동배수지로 송수	7.35㎥/분×55mH 110kW×2(1)	600	3	
		반월	반월배수지로 송수	5.46㎥/분×55mH 120kW×2(1) 7.5㎥/분×45mH 110kW×1			
	대부 가압장		대부배수지로 송수	5.78㎥/분×109mH 190kW×2(1) 8.68㎥/분×40mH 110kW×2(1)	400	10	
배수 가압장	화정동 가압장		화정동 지역의 급수불량 해소 (비상시설로 운영)	0.24㎥/분×50mH 3.7kW×2(1)	-		휴지
	안산동 가압장		안산동 전지역의 급수불량 해소	3.75㎥/분×40mH 45kW×2(1)	45	1	
	호동 가압장		안산중앙병원 일원의 일동 지역의 급수불량 해소	15.3㎥/분×50mH 30kW×2(1)	30	2	

7.4.5 비상시 대처용량

가.개요

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.

비상시 대처용량은 배수지용량의 시설기준인 12시간 확보분에 대한 조사결과를 토대로 대처가능한 용량에 대해 검토하였다.

〈표 7.4-5〉 배수지용량 검토

정수장		배수지		시설용량(㎥)	수요량(㎥/일)	체류시간(hr)	여유분(hr)	비고
연성	생활	선부	1배수지	5,500	-	-	-	공사중
			2배수지	40,000	54,246	17.7	5.7	
		목내배수지		10,000	19,660	12.2	0.2	
		성곡배수지		10,000	22,256	10.8	-1.2	
		대부배수지		6,600	2,269	69.8	57.8	
	공업	공단배수지		20,000	102,045	4.7	1.7	
안산	생활	와동배수지		14.000	-	-		휴지
	공업	초지배수지		10,000	58,751	4.1	1.1	
반월	생활	성포배수지		40,000	55,752	17.2	5.2	
		고잔배수지		25,000	40,347	14.9	2.9	
		일동배수지		3,500	12,711	6.6	-5.4	
		반월배수지		8,000	12,876	14.9	2.9	
		사동배수지		3,500	-	-		휴지

1) 연성정수장 수계

연성정수장 급수구역내의 선부2, 목내, 대부, 공단 배수지는 여유용량이 5.7hr, 0.2hr, 57.8hr, 1.7hr으로 비상시 대응용량을 만족하며, 성곡 배수지의 체류시간이 10.8hr으로 다소 부족한 것으로 분석되었으나 성곡배수지가 공단지역 생활용수(제조용수포함)를 공급하는 배수지임을 감안할 때 비상시 대응에는 무리가 없는 것으로 검토되었다.

2) 안산정수장 수계

안산정수장 급수구역내의 와동배수지는 현재 휴지상태이므로 검토에서 제외하였고, 공업용 배수지인 초지배수지의 여유용량은 1.1hr로 비상시 대응에는 무리가 없는 것으로 검토되었다..

3) 반월정수장 수계

반월정수장 급수구역내의 성포배수지와 고잔배수지, 반월배수지에 대한 유효용량 검토 결과, 각각 5.2hr, 2.9hr, 2.9hr로 유효용량이 만족하는 것으로 검토되었으며, 일동배수지는 -5.4hr로 비상시 대응에 문제가 있는 것으로 분석되었는데, 이는 비상시 연락관을 활용하여 해결하는 것이 적절할 것이라 판단된다.

7.4.6 비상연락관 확보

가.개요

비상연락관은 단수시 원활한 용수공급을 목표로 하는 것으로 정수장과 배수지의 연결, 배수지와 배수지의 연결, 블록과 블록의 연결 등으로 구분할 수 있다.

나.비상연락관 확보

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 부단수 급수체계와 직결급수를 확대하여 왔으며, 현재 용수의 안정적 공급과 체계적이고 효율적인 물 관리시스템을 확립하기 위한 블록시스템 구축사업을 진행 중에 있다.

현재 안산시의 비상연락관(연결관로 포함) 현황은 총 233개소로 조사되었으며, 이중 100mm~200mm관로가 170개소로 약 72.96%를 차지하고 있어 소형관로가 대부분을 차지하고 있는 것으로 검토되었다.

〈표 7.4-6〉 배수구역별 비상연락관 현황(생활용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로(mm)	인입관경(mm)	비상연락관(mm,EA)											
						80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
반월정수장	직접	반월직접4	BD1	450	250			1						1			
		반월직접6	BD2	500	150			2									
		반월직접8	BD3	500	200		1	1									
		반월직접10	BD4	400	250		1	1									
		반월직접11	BD5	400	300			2	1								
		반월반월12	BD6	400	200		1	5									
		반월직접2	BD12	450	450	2					1						
		소계				2	3	12	1	-	1	-	-	1	-	-	-
	성포	반월성포30	BS1	600	300						1						
		반월성포29	BS2	300	250			2				1					
		반월성포28	BS3	500	350				1								
		반월성포27	BS6	500	400			1									
		반월성포26	BS8	400	200		1		1	1							
		반월성포24	BS9	500	200		1										
		반월성포25	BS10	400	400		1		1								
		안산직접11	BS11	300	300			1	1		1						
		안산직접12	BS12	500	150				2								
		안산직접13	BS13	600	200				2								
		안산직접14	BS14	500	200		2		1								
		안산직접15	BS15	500	500	2	1				2						
		안산직접16	BS16	300	300												
		안산직접16	BS17	250	250			1		1							
		안산직접17	BS18	450	250			2	1								
		안산직접18	BS19	450	250			1									
		안산직접19	BS20	450	400							1	1				
		반월반월12	BD7	600	150												
		소계				2	6	8	10	2	4	2	1	-	-	-	-
	고잔	반월고잔37	BK1	500	350					3			1				
		반월고잔38	BK2	350	350						1	1					
		반월고잔36	BK3	600	400			1			1	1					
		반월고잔35	BK4	900	450								1				
		반월고잔34	BK5	600	400							1					
		반월고잔32	BK6	600	350					1		1					
		반월고잔33	BK7	500	500			1	3								
		반월고잔31	BK8	450	400												
		소계				-	-	2	3	4	2	4	2	-	-	-	-
	일동	반월일동18	BI1	600	250	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월일동20	BI2	500	150	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월일동22	BI3	500	250	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
		반월일동19	BS4	500	250	1	-	1		-	-	-	-	-	-	-	-
		반월일동21	BS5	350	200	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월일동23	BS7	350	150	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계				2	3	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-
	반월	반월반월14	BB1	500	400	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월반월15	BB2	500	300	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월반월16	BB3	500	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월반월13	BB4	500	150	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월반월17	BI4	400	400	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
		소계				-	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
	계					6	13	26	18	9	7	6	3	1	-	-	-

〈표 7.4-6 계속〉 배수구역별 비상연락관 현황(생활용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로(mm)	인입관경(mm)	비상연락관(mm,EA)											
						80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
안산정수장	직접	안산직접1	AD1	1000	300	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접2	AD2	1000	400	1	-	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-
		안산직접3	AD3	500	100	-	3	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접4	AD4	500	500	-	2	-	-	-	-	1		-	-	-	-
		안산직접5	AD5	400	400	-	-		1	-	-	-	2	-	-	-	-
		안산직접6	AD6	400	250	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접7	AD7	900	200	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		안산직접8	AD8	900	300	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
		안산직접9	AD9	900	250	-	-		2	-	1	-	-	-	-	-	-
		안산직접10	AD10	900	200	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접3	BD8	800	250	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접5	BD9	800	250	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접7	BD10	800	250	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		반월직접9	BD11	900	600	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
		반월직접1	BD13	800	200	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
		소계				3	6	10	14	-	4	1	3	-	-	1	-
연성정수장	선부	연성선부-18	YS1	1200	200	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-17	YS2	700	100	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성선부-16	YS3	700	300	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-2	YS4	800	450	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-19	YS5	900	200	-	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-15	YS6	1200	200	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-3	YS7	900	450	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-11	YS8	900	200	-	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-10	YS9	500	200	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-12	YS10	500	300	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성선부-9	YS11	500	300	-	-		1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성선부-13	YS12	500	300	-	2	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
		연성선부-8	YS13	500	300	-	2	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성선부-14	YS14	500	400	-	1	1	1	-	3	-	1	-	-	-	-
		연성선부-7	YS15	500	200	-	2	3		-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-6	YS16	500	300	-	2	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성선부-4	YS17	500	200	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성선부-1	YS18	150	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-24	YS19	500	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-23	YS20	500	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성선부-25	YS21	500	500	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-
		소계				1	20	19	20	1	12	1	2	-	-	-	-
	목내	연성목내26	YM1	800	500	-	3	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
		연성목내27	YM1-1	450	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성목내29	YM2	800	500	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성목내28	YM2-1	300	300	-			1	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계				-	5	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-
	성곡	연성성곡30	YH1	700	500	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성성곡31	YH2	700	500	-	2		2	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성성곡32	YH2-1	500	500	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계				-	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	대부	연성대부41	대부동	700	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성대부42	대부동	600	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성대부43	대부동	400	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	계					1	31	21	26	2	12	1	2	-	-	-	-
시흥정수장	직접	시흥직접1	SL1	500	250	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		시흥직접1	SL1-1	400	300		1		1	-	-	-	-	-	-	-	-
		시흥직접2	SL1-2	200	200	1		1		-	-	-	-	-	-	-	-
		소계				1	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	계					1	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
총계						11	52	58	60	11	23	8	8	1	-	1	-

〈표 7.4-7〉 배수구역별 비상연락관 현황(공업용수)

정수장	배수구역	소블럭		주관로(mm)	인입관경(mm)	비상연락관(mm,EA)											
						80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
안산 정수장	초지	안산초지20	AC1	800	800	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	소계					-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
반월 정수장	공단	연성공단34	YK1	800	700	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
		연성공단34	YK1-1	800	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성공단33	YK1-2	600	500	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
		연성공단35	YK2	800	800	-	-	1	-	-	1	1	3	-	-	-	-
		연성공단37	YK2-1	600	600	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-
		연성공단36	YK2-2	600	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		연성공단39	YK3	700	600	--	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
		연성공단40	YK3-1	600	600	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
		연성공단38	YK4	800	400	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	소계					-	-	2	2	-	3	2	9	-	-	-	-
시흥 정수장	직접	시흥직접3	SK1	800	700	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-
		시흥직접3	SK1-1	800	800	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		시흥직접4	SK1-2	700	700	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계					-	-	4	2	-	-	-	1	-	-	-	-
총계						-	-	6	5	-	4	2	10	-	-	-	-

7.4.7 소화용수량 확보 및 적정성 평가

가.개요

화재시 소화전에서의 유출수량과 수압이 충분하게 유지되는지, 소화전이 적정하게 설치되고 점검되는가에 대한 항목 등을 조사한다.

나.적정성 평가

1) 화재시 소화용수 공급능력

상수도시설기준“7.1.5 소화용수량”에서는 소화전 한 개의 방수량은 1㎥/min 이상을 기준으로 하고 있으므로, 현재 소화전 개소인 1,260개소를 곱하면 1,260㎥/min의 공급량이 계산된다. 안산시의 인구가 2009년 현재 약 74만 명이므로, 시설기준의 인구별 소화용수량을 적용해 보면 76㎥/min이다. 따라서 현재 설치된 소화전의 수요량과 인구별 수요량 대비하면 16.58배의 공급능력이 분석되어 매우 높은 공급능력을 갖고 있는 것으로 검토되었다.

〈표 7.4-8〉 인구별 소화용수량

인구(만명)	소화용수량(㎥/min)	인구(만명)	소화용수량(㎥/min)
0.5미만	1이상	6미만	8이상
1미만	2이상	7미만	8이상
2미만	4이상	8미만	9이상
3미만	5이상	9미만	9이상
4미만	6이상	10미만	10이상
5미만	7이상		

2) 소화전 설치밀도 검토 및 점검률

안산시의 배수관로는 798km이고 사용가능한 소화전은 1,260개소 이므로, km당 설치밀도를 계산하면 약 1.57개소/km로 검토되었다. 상수도 시설기준 "7.5.4 소화전"항목에는 설치거리에 대해서, '도로의 교차점이나 분기점 부근으로 소방활동에 편리한 지점에 설치하고 도로연변의 건축물 상황 등을 고려하여 100~200m 간격으로 설치한다.'라고 되어 있지만 안산시에 적용시 과다한 설치비용이 예상되므로, 향후 관할 소방서와 협의를 통하여 설치위치에 대한 검토를 하여야 할 것으로 검토되었다.

소화전 점검은 비상시에도 원활히 작동해야 하므로 년1회의 점검주기를 설정하여 매년 실시해야 할 것으로 검토되었다.

제 8 장 배수관망 서비스 기능평가

8－1 배수관망의 서비스 기능분석

8－2 상세조사

제8장 배수관망 서비스 기능평가.

8.1 배수관망 서비스 기능분석

8.1.1 수압, 수질, 사고등의 과거기록 분석

가. 단수

수도사업자는 생산된 수돗물을 안전하고 정량적으로 공급하여야 하며 따라서 단수로 인한 주민들의 불편을 최소화하여야 한다. 2007년 상수도통계기준 현재 경기도 각 시·군 지역 단수관련 현황을 살펴보면 총 4,283건의 단수가 시행되었으며 안산시의 경우에는 공지된 단수 341건, 단수시간으로는 년간 1,023시간으로 나타났다.

〈표 8.1-1〉 경기도 각 행정구역별 공지 및 미공지 단수시행

행정구역	년간 총단수 [건수]	단슈유형별 단수건수		년간 총단수 [시간]	단수유형별 단수시간		단수영향 급수전수	단수영향 송배수관연장
		공지단수 [건]	비공지단수 [건]		공지단수[시간]	비공지단수 [시간]	[전]	[Km]
경기도	4,283	1,497	2,786	8,947	4,553	4,394	8,577	66
수원시	145	145	-	456	456	-	-	-
성남시	1,754	33	1,721	2,649	66	2,583	-	-
의정부시	47	47	-	132	132	-	-	-
안양시	52	20	32	250	186	64	-	-
부천시	248	40	208	437	125	312	-	-
광명시	63	63	-	504	504	-	-	-
평택시	45	15	30	225	75	150	-	-
동두천시	32	11	21	86	42	44	-	-
안산시	341	341	-	1,023	1,023	-	-	-
고양시	28	28	-	101	101	-	-	-
과천시	12	10	2	65	58	7	1,450	16
구리시	100	100	-	200	200	-	-	-
남양주시	125	30	95	324	134	190	-	-
오산시	101	79	22	186	149	37	-	-
시흥시	161	98	63	161	98	63	-	-
군포시	39	35	4	74	70	4	195	-
의왕시	18	2	16	66	50	16	-	-
하남시	15	10	5	40	30	10	-	-
용인시	247	33	214	497	162	335	-	-
파주시	62	15	47	216	91	125	-	-
이천시	8	2	6	28	9	19	-	-
안성시	25	25	-	29	29	-	1,150	15
김포시	21	5	16	112	58	54	-	-
화성시	29	24	5	91	80	11	-	-
광주시	13	13	-	184	184	-	2,000	20
양주시	79	8	71	119	45	74	3,782	15
포천시	38	15	23	159	105	54	-	-
여주군	22	7	15	69	47	22	-	-
연천군	116	116	-	128	128	-	-	-
가평군	109	18	91	244	62	182	-	-
양평군	188	109	79	92	54	38	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

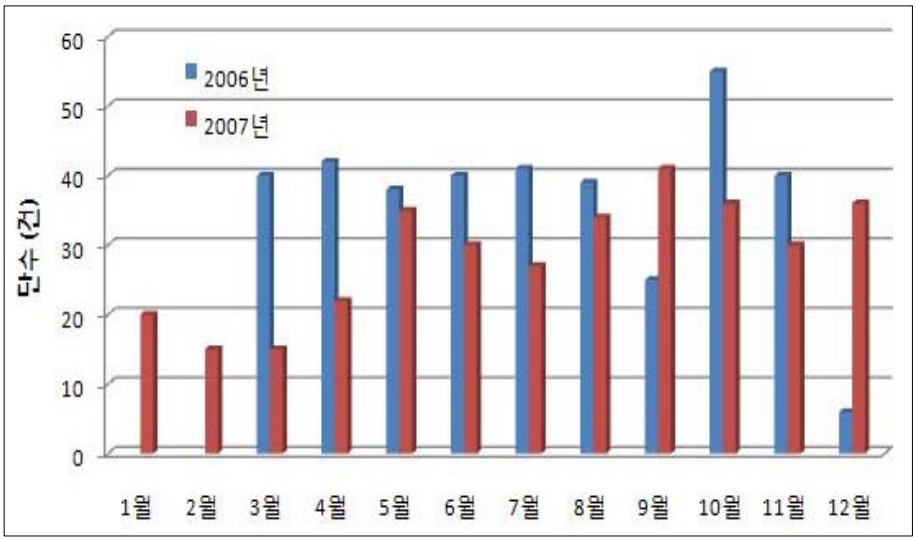
안산시의 경우에는 2006~2007년 상수도 통계기준으로 미공지된 단수시행은 없었다.

미공지된 단수는 수용가의 단수관련 민원을 증가시킬 뿐만 아니라 급수불만을 가중화 시킬 수 있으며 따라서 단수시행과 관련된 지속적인 유지관리가 필요하다. 또한 단수영향에 의한 가장 큰 문제점은 시민의 불편을 초래하여 민원의 발생을 증가시키는 원인이므로 최대한 단수시간 및 단수로 인한 불편을 최소화하여야 하며 이를 정량적으로 관리하여 문제발생을 사전에 관리 할 수 있어야 한다.

<표 8.1-2> 월별 공지단수 시행건수

월별 / 년간 단수(건)		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2006년	공지 단수(건)	0	0	40	42	38	40	41	39	25	55	40	6	366
2007년	공지 단수(건)	20	15	15	22	35	30	27	34	41	36	30	36	341

자료출처 : 환경부 통계연보(2007년, 2008년)



<그림 8.1-1> 월별 단수(건)

<표 8.1-3> 월별 공지단수 시행시간

월별 / 년간 단수(시간)		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
2006년	공지 단수(시간)			180	180	180	180	180	180	180	180	180	24	1,644
2007년	공지 단수(시간)	60	45	45	66	105	90	81	102	123	108	90	108	1,023

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

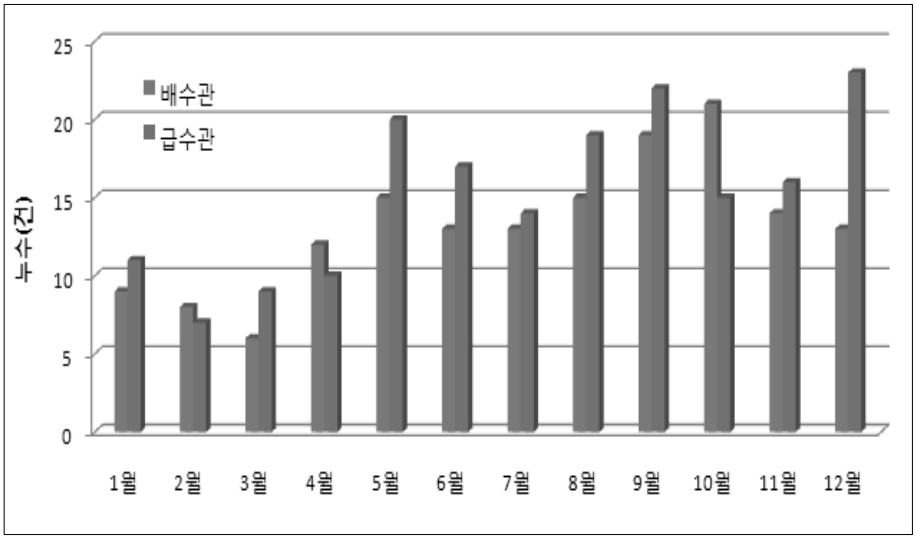
나. 누수관련 민원접수 현황

주민들의 적극적인 누수신고는 누수복구에 절대적인 영향을 주며 이 때문에 누수관련 민원에 대해 적극적인 대처가 필요하다. 신고접수된 누수민원은 2007년도(2008년도 상수도통계) 기준으로 총 432건의 누수가 접수되었으며 이중 배수관에서 158건, 급수관에서 183건이 접수되어 급수관에서의 누수가 빈번하게 발생하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 누수추정량을 살펴보면 배수관에서의 누수추정량이 1,302m^3으로 접수된 전체 누수량의 51%를 차지하고 있었다.

〈표 8.1-4〉 급수계통별 누수(건) 및 추정누수량

월별 / 급수계통		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
누수[건]	송수관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	배수관	9	8	6	12	15	13	13	15	19	21	14	13	158
	급수관	11	7	9	10	20	17	14	19	22	15	16	23	183
	옥내	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
누수량[㎥]	송수관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	배수관	71	64	54	96	135	96	102	125	152	171	112	124	1,302
	급수관	64	49	68	70	145	119	98	133	154	105	96	161	1,262
	옥내	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)



<그림 8.1-2> 급수계통별 단수(건)

신고 누수 및 미신고된 누수들에 대한 관종별 누수발생은 주로 덕타일주철관(110건), PE관(80건), 아연도강관(62건)등에서 빈번하게 발생하고 있는 것으로 나타났다.

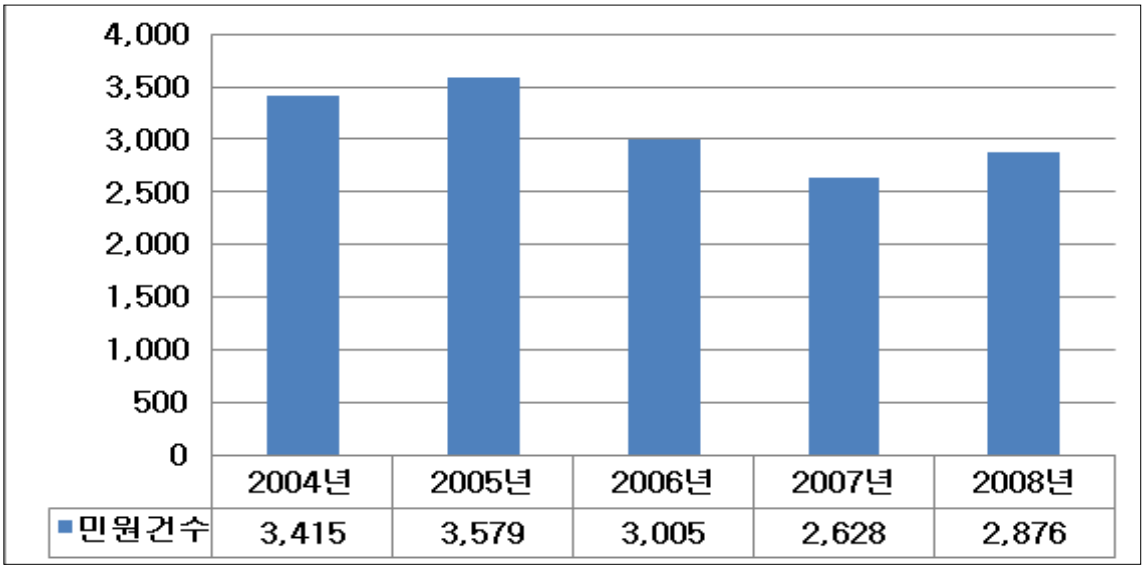
<표 8.1-5> 신고 접수된 누수중 월별 관종에 따른 누수건수

월별 / 관 재질	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
강관	2	-	1	-	2	-	-	2	1	-	2	4	14
주철관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
덕타일 주철관	5	11	6	8	7	9	11	13	9	11	12	8	110
PVC 관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PE관	4	7	6	8	5	12	7	11	7	6	2	5	80
흄관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HI-3P관	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
아연도강관	5	8	6	6	5	7	2	4	5	4	5	5	62
동관	2	5	4	-	-	1	4	1	3	5	-	-	25
스테인레스관	8	7	5	3	4	5	1	3	6	2	3	4	51
기타	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

자료출처 : 환경부 통계연보(2008년)

라. 민원관련

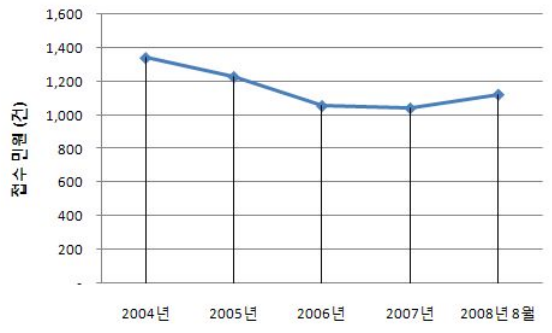
2004년부터 2008년 8월까지 안산시 상수도사업소에 접수된 민원발생현황을 살펴보면 2005년에 민원발생이 급격하게 증가하였다가 최근에는 다소 감소하는 추세를 보이고 있는 것으로 나타났으며 각 년도별 수도사업소에 접수된 민원현황은 아래의 그림과 같다.



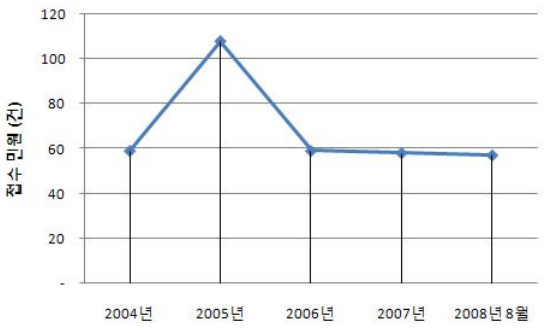
	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
민원건수	3,415	3,579	3,005	2,628	2,876

〈그림 8.1-3〉 년간 사업소 민원발생현황

또한, 민원으로 접수되었으나 그 내용이 불분명한 경우는 기타항목으로 분류하였으며 그외 유형별로 살펴보면 누수관련 민원이 평균 1,157건으로 가장 높았으며 동파사고의 경우, 2004년이후 점차 감소하는 추세를 보이다가 최근 다소 증가하고 있었으며 수압관련 민원은 꾸준하게 증가하고 있는 추세로 나타났다.



누수

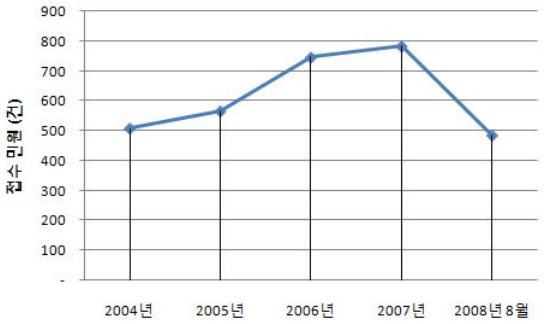


단수

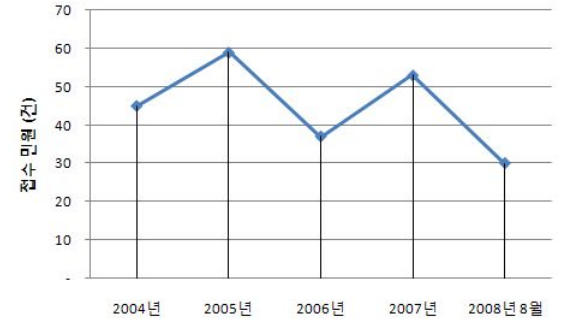
〈그림 8.1-4〉 접수 민원유형별 접수건수



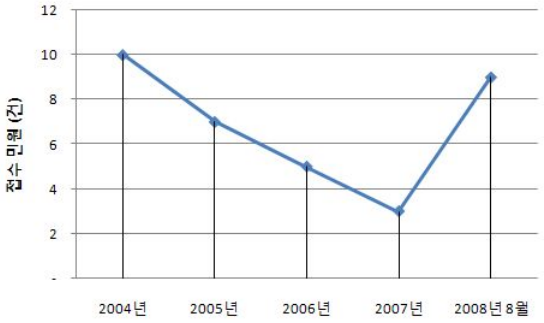
동파



수압



수질



요금

〈그림 8.1-4 계속〉 접수 민원유형별 접수건수

8.1.2 관망해석에 의한 문제점 검토 및 개선방안

가. 문제점 검토

1) 출수불량 검토

안산시의 현재 관망을 시뮬레이션 하여 분석해보면, 평균적으로 2.0kgf/㎠ ~ 5.0 kgf/㎠대의 안정적인 수압의 형태를 보이고 있으나, 시가지인 사동, 본오동, 일동, 선부동 일부지역에서 2.0kgf/㎠이하의 수압으로 해석되어 직결급수를 위한 안정적 적정수압 확보가 어려운 것으로 분석되었다.

출수불량은 대부분이 지형적인 원인으로 검토 되었으며 문제해결을 위해서는 장래 용수공급을 고려한 배수구역 수계 전환 및 가압급수 등의 세부적인 해결 방안을 수립하여야 할 것으로 판단된다.

〈표 8.1-6〉 출수불량지역 개선방안

구 분	내 용	비 고
단기	• 선부동 급수불량지역은 현재 비상관로인 안산정수장 ~ 선부배수지 간 송수관로를 활용하여 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 ※안산정수장 급수구역을 기존급수구역과 사동지역으로 일원화 하여 유지관리측면에서 유리하고, 송배수 관로가 분리된 간접배수방식의 용수공급이 가능	
장래	• 선부동 및 일동 급수불량지역은 단기대책과 동일 • 사동, 본오동의 급수불량 해소를 위해 성포배수지내 송수가압장을 설치, 신설고지배수지에서 용수를 공급하고 성포배수지는 저지대에 용수를 공급하며 주배수지 역할 수행 • 신설가압장에서 신설 및 반월배수지에 가압송수하고, 신설배수지에서 기존 일동배수구역에 용수를 공급함에 따라 일동 · 반월가압장 및 일동배수지는 비상시설로 전환 ※배수위 확보가 가능하여 급수불량 전지역의 안정적 용수공급 가능	

2) 저유속에 대한 검토

관망해석상의 분석내용을 보면 안산시의 현재 관로가 적정사용량 보다 크게 설계되어 있어 저유속이 발생하는 것으로 분석되었다. 일최대 시간대의 시뮬레이션도 저유속으로 나타났으며, 특히 대부동은 그 정도가 심한 것으로 나타났다.

기 설치된 관로에 대한 활용방안은 주관로에 바이패스관로를 설치하여 저유속시 바이패스관로에 유량이 흐르도록 대책을 마련하면 해결될 것으로 보여지나, 궁극적으로는 신관의 포설시 적정구경을 산정하여 매설하는 것이 가장 효율적이라 판단된다.

3) 장래(2025년) 잔류염소 검토

장래 용수수요량 확대에 따라 기존 관로의 경우 유속이 상승하므로 기존 잔류염소농도가 저하되는 것을 방지할 수 있을 것으로 예측되나, 수리모델링후 장래에도 문제가 발생하는 지역은 현재 조속한 대처가 필요하다고 판단된다.

● 시가지 급수구역

시가지 급수구역의 잔류염소농도 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였다. 현재의 여건에서 수요량에 증가에 의한 유속상승에 인한 것으로 판단되며, 대부분 일부 0.1㎎/ℓ이상 유지되어 적정 농도 이상을 유지하고 있어 문제점이 없는 것으로 분석되었다.

● 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.

8.1.3 문제원인, 범위와 정도 규명

가. 출수불량 지역 검토

반월정수장계통 직접급수구역의 반월반월12 소블록은 반월정수장 직접 배수구역 최말단에 위치하여 중블럭관의 수두손실이 발생하여 적정 수압확보가 어려운 것으로 분석되었으며, 성포배수구역은 안산직접14~15블록은 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 원인이며, 반월성포27~28블록도 수두차가 크지 않은 지형적인 원인과 소블록내 배수관이 순환관망을 형성하지 못하고 있어 용수순환이 원활하지 않아 적정 수압확보가 어려운 것으로 분석되었다.

연성정수장계통 선부배수지 급수구역의 연성선부16~17 소블록은 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 원인인 것으로 분석되었다.

나. 현재 잔류염소 검토

잔류염소농도 모델링을 위해 각 배수지별 최근 1월 평균 잔류염소를 검토하여 수리모델링자료로 활용하였고 각 급수전별 수질측정조사의 잔류염소항목을 모델링의 자료와 비교 검토하였다.

1) 시가지 급수구역

시가지 급수구역의 잔류염소농도 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였으나, 반월정수장 계통의 고잔, 일동배수지와 안산정수장 직결급수지역인 고잔동, 월피동, 성포동, 와동의 관말부분에 잔류염소농도가 0.4~0.3㎎/ℓ대를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 해당 배수지 유출 잔류염소농도가 낮기 때문으로 파악되며, 향후 농도를 1.0~ 0.8㎎/ℓ대를 유지시키는 것이 관말부분의 염소농도를 최소 0.1㎎/ℓ이상 유지할 수 있을 것이라 판단된다.

2) 대부동 급수구역

대부배수지는 연성정수장과 원거리에 있어 배수지 도달시 잔류염소농도가 저하되어 배수지내에 염소재투입시설이 설치가 되어있는 상태이다. 모델링을 수행한 결과 대체적으로 양호한 잔류염소농도를 보였으며, 현장조사 결과도 0.5㎎/ℓ~0.4㎎/ℓ대의 양호하게 조사되었다. 그러나 수지상식의 관망형태인 관말지역의 잔류염소농도가 0.1㎎/ℓ이하인 것으로 조사되었으며, 현장조사결과 대부도동 978-1번지 일대에 0.06㎎/ℓ의 잔류염소가 검출되었다. 대부급수구역은 관로내 유속이 느리며 물 수요량이 적은 것에 기인한 것으로 해당 지역의 염소농도를 관말기준 최소 0.1㎎/ℓ이상 검출되도록 계획하는 것이 합당할 것으로 판단된다.

8.1.4 노후도 평가 방법

일반적으로 하나하나의 상수관로가 모여 매우 커다란 상수관망을 형성하고 있어, 전체 상수관망에 대하여 개별적으로 이를 조사하고, 평가하는 것 자체는 매우 막대한 비용과 시간이 필요

하다. 또한 상수관망을 구성하고 있는 관로 전체는 동일한 노후상태에 있는 것이 아니므로, 적절한 절차와 방법을 통하여, 기능적으로 문제가 되는 관로구간을 선정하고, 이를 개량해줌으로 관로의 기능에 대한 건전성을 확보해주는 것이 가장 바람직한 방법이다

하지만, 상수관망의 진단과 평가는 한 번의 진단을 통해서 모든 문제가 해결되는 것은 아니며 시간이 지남에 따라 타 관로도 노후상태에 도달하게 되어 문제가 발생되므로 일회성진단 및 평가가 아니라 일정 주기에 걸쳐 지속적으로 이루어져야 한다. 따라서 상수관망을 구성하고 있는 관로들에 대한 적절한 노후도 분석을 통하여 안전하고 안정적인 원활한 수돗물의 공급이 필요하다.

가. 노후관로의 정의 및 수도관 파손원인

1) 노후관의 정의

노후관로란 낡아서 제 기능을 다하지 못하는 관로를 말한다. 즉, 관로의 재질, 제원, 유효두께와 같은 물리적인 강도 저하와 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 원수나 정수를 안전하게 수송하려는 관로자체의 본래 기능을 상실한 관이라고 할 수 있다.

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. 이러한 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.

2) 수도관의 파손원인

수도관의 파손사고는 일반적으로 다양하고 복합적인 원인에 의해서 발생되는 경우가 흔하다. 일본의 경우 수도관의 파손원인은 주로 관의 노후, 교통하중의 증가에 의한 이유로 거론되고 있으며 일본 수도관로기술센타의 소립강언에 의해 정리된 수도관의 파손원인을 다음의 표와 같이 제시하고 있다.

〈표 8.1-7〉 수도관 파손 원인

구 분	파 손 원 인
1. 재 질	1) 관, 부대시설 재질의 불량 2) 부식에 의한 강도저하(관재질, 수질, 토질, 미주전류) 3) 재질의 악화
2. 관로매설 시공기술	4) 시공기술 5) 부적절한 매설 6) 다른 구조물과의 접촉
3. 급수의 상태	7) 수 압 8) Water Hammer 9) 수질(내부부식) 10) 온도변화 11) 누수방지에 의한 관로 주변의 공동화
4. 관로 매설장소의 환경	12) 교통하중의 증가 13) 관로 주변 토양의 움직임(동결, 동토, 갈수에 의한 함수율의 저하, 토질) 14) 지진에 의한 응력변화 15) 토양의 침식 16) 온도변화 17) 설계시공시의 제반여건과 현재 여건의 차이
5. 다른 공사 및 화재에 의한 사고	18) 다른 공사에 의한 파손 및 환경의 변화 19) 재해에 의한 도로의 파손

자료) 수도관로의 파손과 기능열화(1995, 일본 수도관로기술센타)

또한, 미국의 경우 미국수도협회연구기금(AWWARF)에서 발간된 'Guidance Manual - Water Mains Evaluation for Rehabilitation / Replacement (1986)'에서는 수도관로의 기능을 평가하는데 사용될 수 있는 기준으로 다음의 4가지 요소를 들고 있다.

● 물리적 강도 (Structural Integrity)

관로에 미치는 내·외부의 하중을 지탱할 수 있는 정도를 나타내는 척도로서 관의 재질, 치수 및 관체의 두께 등이 있다.

● 관내 수질 (Water Quality)

정수장으로부터 소비자에게 급수되는 동안 관로내 수질의 변화정도를 나타내며,

주로 관의 내부 부식으로 인한 적수(Red Water)의 발생과 부압 조건, 파손, 시공 중 외부환경에 대한 노출 등에 의한 오염 등을 들 수 있다.

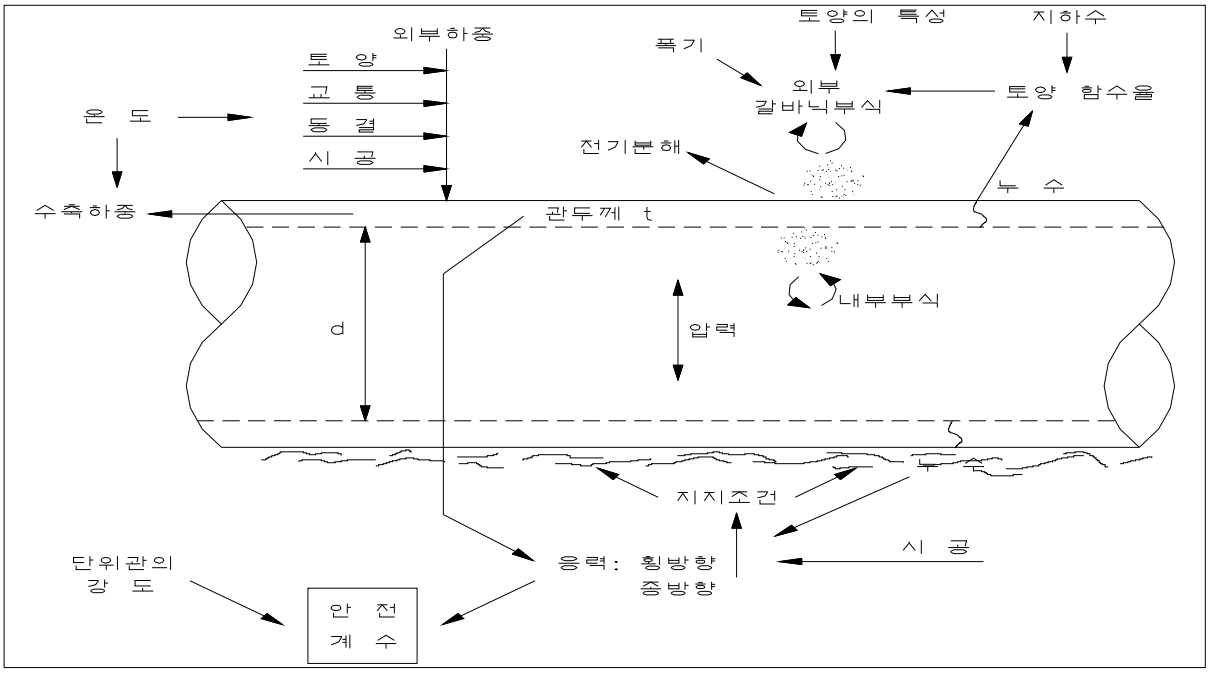
● 수리적 조건 (Hydraulic Condition)

급수구역내의 모든 지역에 적정한 압력으로 충분한 양의 물을 공급할 수 있는 정도를 나타내며, 수압의 평가는 관로 악화의 정도를 파악하는데 유용하다.

● 누수 (Leakage)

용수의 양적 손실을 나타내며, 이로 인한 경제적 손실뿐만 아니라 관의 지지토양을 씻어내어 관을 휨상태(Bending Conditions)에 놓이게 하여 파손을 촉진시킬 뿐만 아니라 배수특성에 따라 토양함수율을 증가시켜 외부 부식속도를 촉진시키고 수질악화의 원인이 되기도 한다.

따라서 상수관로가 정상적인 기능을 유지하려면 위에서 언급한 4가지의 조건을 모두 충족시켜야 하며 이들 요소들은 독립적으로 작용하는 것이 아니라 상호 영향을 미치므로 상수관로의 유지관리시에는 어느 하나의 인자에 의한 관리보다는 상호 연관성을 지닌 복합적 요소들의 전체적인 관리가 필요하다. 이러한 수도관로의 구조적 조건에 대한 개념도를 나타내면 다음의 그림과 같다.



〈그림 8.1-5〉 관의 구조적 조건의 개념 모델

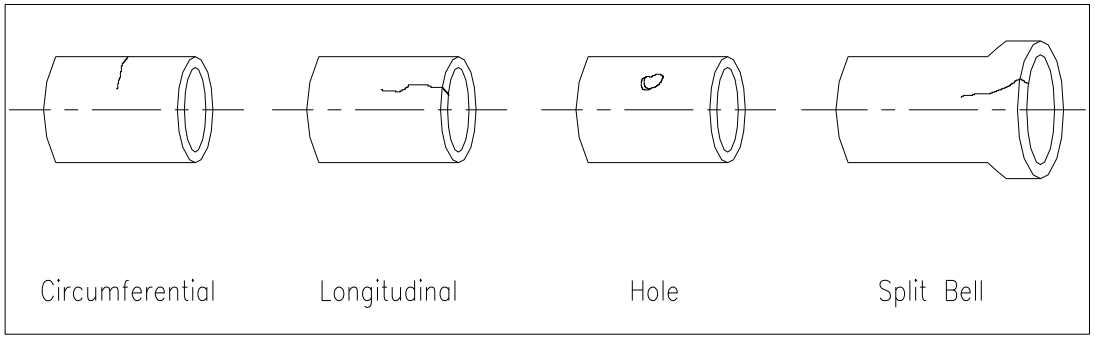
관로개량을 위한 지침서(AWWARF)에서는 관로 파손의 구조적인 원인으로서 원주방향의 응력(Circumferencial Stress), 길이 방향(축방향)의 응력(Longitudinal Stress), 접합부의 팽창 등을 들고 있으며 다음의 표와 같다.

<표 8.1-8> 관로 파손의 구조적 원인

파 손 의 형 태	하중을 받는 축	구 조 적 원 인
길 이 방 향	가 로	열적수축 휨파손
원 주 방 향	세 로	내부압력 초과횡하중
접 합 부 이 탈	가 로	내부압력 납대용 접합부의 팽창

자료) Water Main Evaluation For Rehabilitation / Replacement

이러한 원주방향 및 축방향에서 작용하고 있는 응력들에 의하여 수도관의 파손형태는 원주방향의 파손(Circumferential fracture), 축방향의 파손(Longitudinal fracture), 구멍(Hole), 그리고 접합부의 이탈(Split Bell)등이 대표적이며 원주방향의 파손은 소구경관(250mm 이하)에서, 길이방향의 파손과 구멍은 대구경관(300mm 이상)에서 발생하기 쉽다.



<그림 8.1-6> 대표적인 관로 파손의 형태

수도관의 관종별, 관경별, 매설년수별, 그리고 계절변동에 따른 파손 특성을 요약하면 다음과 같다.

〈표 8.1-9〉 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, 덕타일주철관, 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.
매 설 년 수 별	◦매설년수와 파손율과는 함수관계가 없으며, 금속관의 경우에서만 어느 정도 상관성이 있다고 할 수 있다.
계 절 적 변 동	◦수도관의 파손은 겨울철에 현저하게 증가하는 경향을 보이는데, 그 이유는 저온에 의한 수축으로 관의 인장력의 증가와 토양동결로 인한 토양수분의 팽창으로 외부압력의 증가 때문이다.

영국의 경우에는 과거 사고가 많았던 관을 우선적으로 보수·보강하거나 교체대상으로 검토하는 것이 보다 합리적인 것으로 기술하고 있다(Water Research Centre, 1989).

또한, 수도관의 노후화를 최대한 지연시키기 위해서는 대상시설의 특징 이를테면 관종(관 재질)등에 따라 현 상태에서 노후화를 촉진시키는 요소, 그 중에서도 가장 크게 영향을 미치는 요소(대부분 부식관련 요소)를 찾아내어 중점적으로 관리하는 것이 무엇보다 중요하다고 하고 있다. 상기 보고서에서 제시하고 있는 관로 노후화의 요소와 사고와의 관계는 다음과 같다.

〈표 8.1-10〉 관로 노후화의 요소

단 계	노후화 요소
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

자료출처 : Planning the Rehabilitation of Water Distribution System (1989, Water Research Centre, U.K)

국내의 경우에는 수자원공사가 보유하고 있는 수도시설물 정보 관리시스템의 데이터 베이스(D/B)에 수록되어 있는 관로 파손 원인의 범주와 그 종류는 10가지로 크게 분류되어 있고, 세부적으로는 사고원인을 21가지로 분류하여 기록하고 있다. 상기와 같이 상수도 관로의 구조적인 조건의 중요성은 해당상수관로 각 부분에 따라 다르며, 또한 이들 원인이 다양하고 복합적으로 작용하기 때문에 송·배수관의 파손 원인을 명확하게 결정하는 것은 매우 곤란하다.

〈표 8.1-11〉 한국수자원공사의 사고원인 분류표

사 고 원 인	분 류 코 드
1. 시설의 부식	A
◦ 관부식	A1
◦ 변류 플랜지 접합부 패킹부식	A2
◦ 밸브류, 볼트, 너트 기타 부속물 부식	A3
2. 전식 및 토양에 의한 핀홀등 국부적 부식	B
3. 수충압에 의한 원인	C
◦ 관파열	C1
◦ 접합부 이탈, 파열	C2
◦ 밸브류 파손	C3
4. 재질불량	D
◦ 관재질 불량	D1
◦ 밸브류 재질 불량	D2
5. 외적요인에 의한 원인	E
◦ 중차량 통행에 의한 관파열	E1
◦ 온도변화에 의한 신축작용 불량	E2
◦ 연약지반 침하에 의한 접합부 이격	E3
6. 일상보수 시설개량(계획보수)	F
◦ 누수보수	F1
◦ 노후시설 교체개량	F2
◦ 타공사에 지장되는 수도시설의 이설등 변경	F3
7. 타공사등 외적요인에 의한 관파손	G
8. 부실시공에 의한 사고	H
◦ 관로 부실공사에 의한 사고	H1
◦ 밸브류 부실공사에 의한 사고	H2
9. 태풍 또는 홍수등에 의한 재해	I
10. 기타 원인에 의한 사고, 단수	J
◦ 관 원인에 의한 사고, 단수	J1
◦밸브류 원인에 의한 사고, 단수	J2

3) 상수관의 부식 원인과 유형

상수도관은 직·간접적인 부식으로 인하여 관 파손이 발생하게 되는데 금속관의 부식은 관 재질과 관 주위의 매설환경사이의 전기화학적 반응에 의해 발생한다.

부식의 주요한 2가지 요인은 금속과 주변토양간의 갈바닉반응과 미주전류이다. 주철관의 부식은 금속관과 주변 환경간의 전기화학적인 반응으로서, 관재질 내면의 철은 방출되어 구상(Graphite)로 남게 된다.

라이닝이 안된 금속관의 내면부식은 관과 수돗물의 직접 접촉으로 발생하며 통수능 저하, 적수의 발생을 초래하고 관두께의 저하와 강도의 저하를 가져온다. 내면부식은 부분적으로 발생되며 전위차에 의한 이온화가 진행되면 수소가스가 발생되고 수산화철의 형태로 침착하게 된다. 금속관의 외면부식은 관 자체와 주변토양과의 사이에 전류에 의한 것이 많고 토양의 종류와 함수율이 관계되는 것으로 알려져 있으며 전류는 관-토양부식셀에 의해 자연 발생되거나 미주전류로부터 관으로 전압이 가해질 수 있다.

두 경우 모두에 있어서 외면부식율은 전류에 비례하며 관-토양부식셀의 경우에는 전류와 토양비저항성이 반비례하므로 관로와 누수율은 외면부식율의 다양성을 설명하는데 고려되어야할 중요한 인자가 된다.

〈표 8.1-12〉 부식의 유형

유형	발생 위치	발생 형태
결절 (Tuberculation)	내 부	결절의 발당이 관 내부의 장애를 일으켜 통수능을 감소 결절과 연합된 생물학적 활동은 부식을 가속화시킬 수 있다.
부식 (Erosion corrosion)	내 부	관 벽에 부식부산물이 잘 부착되지 못하면 계속적인 부산물이 생성되고 표면막을 파괴시킬 수 있다. 부식된 관벽은 계속적으로 미래의 파손에 노출되어 있다.
틈부식 (Crevice corrosion)	내·외 부	공기로의 노출 또는 침전물 사이의 금속이온의 축적으로 인해 접합부위 입자물질아래의 표면, 그리고 시멘트라이닝의 결점부위에서 주로 발생한다.
핏팅형 부식 (Pitting corrosion)	내·외 부	국부적 부식은 관에 구멍이 생기도록 하는데, 부식성 토양과 접촉하는 관에서 주로 발생한다.
구상화 (Graphitization)	-	잔존하는 구상은 구조적 보전을 제공하지 않기 때문에 금속구조로부터 철의 이탈은 관의 두께를 감소시킨다.

이들 부식특성은 관종별로 서로 다른 수질인자들에 의하여 영향을 받으며 다음의 표에서는 이러한 특성을 잘 보여준다.

〈표 8.1-13〉 관종에 따른 부식유발 인자

관종 (재질)	관계되는 수질인자
덕타일주철관 및 주철관	색도, 전기전도도, 용존산소, 철, 망간, pH, 알칼리도, 칼슘
동관	색도, 전기전도도, 용존산소, 철, 망간, pH
콘크리트관	알칼리도, 칼슘, 전기전도도, pH
석면시트관	철, 실리카
아연도강관	알칼리도, 카드뮴, 색도, 전기전도도, 용존산소, 철, 납, pH, 아연

자료출처 : 한국수자원공사(상수도관로의 부식 및 노후도 예측모델 개발, 2001년)

나. 노후관이 수질에 미치는 영향

1) 건강상의 문제

부식에 의하여 용출된 물질이 수돗물에 혼입하여 인체에 위해를 주는 경우는 매우 흔한 현상으로 특히, 관 도료에서 납, 카드뮴, 아연, 구리 등의 중금속 용출이 전형적이다.

수중에 용출된 중금속중 납(Pb)은 신속하게 뼈에 축적되어 배출율이 점차 감소되고 뇌 장애현상을 일으키며, 카드뮴(Cd)은 신체의 간, 신장에 축적되어 농도가 증가하여 호흡기장애를 일으키며 신장에 독성 및 이따이이따이병을 유발한다.

또한, 아연(Zn), 구리(Cu)는 DO, 경도, 온도에 의해 수중동물에게 메스꺼운 증세 등 독성으로 변한다.

2) 수돗물 이용상의 문제

흔히 적수(Red water)라 부르는 녹물은 청수(Blue water), 착색수(Colored water), 탁수(Turbid water), 녹물(Rusty water) 등 다양하게 표현되고 있으며, 수요자에게 대단히 민감한 사항이 된다.

적수의 주된 원인은 관부식이며 그외에도 원수중에 존재해 있는 철, 망간, 부식토질 등에 기인하기도 하는데, 일단 적수가 발생하면 물의 외관을 해치고 맛의 장

애를 일으키며 스케일을 형성하여 관내부 벽에 부착, 급수관의 통수능력 감소 및 계량기의 기능을 저해하기도 한다.

3) 누수 및 파손사고의 영향

부식이 원인이 되어 누수나 파손사고가 발생하면 송·배수 불량은 물론이고 단수에 의한 급수 서비스의 저조뿐만 아니라 외부에 피해를 가져오기도 한다.

4) 경제적 손실

부식의 진행과 함께 관내에 스케일 침착이 일어나 관경이 점점 폐쇄되어 통수 능력 저하의 원인이 되며, 이를 해결키 위하여 가압 Pumping 비용의 증대를 초래하여 결국 누수방지, 관로의 사용년한의 단축으로 교체 비용 등 경제적 손실이 발생한다.

다. 노후 상수도관 평가기법 현황

1) 일본 수도관로기술센터

관로진단 방법을 구분함에 있어 '관로시설 진단법의 체계화 조사 보고서'(일본 수도관로기술센터, 1996)에서는 수집된 정보를 기초로 관로를 진단하고 건전성과 내구성을 파악하는 방법으로 관로의 시편을 직접 채취하여 관체의 부식상황, 녹덩어리 발생상황 및 토양의 부식성 등을 조사하는 직접진단법과 과거의 사고이력이나 관로정보의 통계적 처리결과로부터 관로의 상태를 추정하는 간접진단법이 적용될 수 있다고 밝히고 있다.

<표 8.1-14> 일본 수도관로기술센터 노후도평가방법

평가방법	구 분
간접진단법	사고정보와 매설환경정보 등으로부터 수도관의 상황을 추정하는 방식으로, 사고율을 기본으로 한 진단, 점수평가법, 주요항목에 의한 정성적 진단, 통계적 진단 등이 사용되고 있다.
직접진단법	직접진단법은 관의 내외면 상황, 잔존 관두께의 측정, 물성시험 등에 의한 관로의 열화도를 직접 파악하는 방법이다. 관로를 굴착하는 기회가 있을 때 필요한 항목에 대하여 측정하고, 자료를 구축해 두고 이를 분석하면 직접진단의 판단기준을 보다 정밀하게 설정할 수 있다. 또한, 사고 등에 의해 관을 교체할 때 필요한 항목에 대해 측정하고 원인을 분석하여 자료로 구축해 둘 필요가 있다. 정기진단 시에는 관체에서 직접 샘플을 채취하여 측정하여 노후정도를 판별한다. 장기적으로는 관로굴착과 샘플채취가 바람직한 것으로 보고되고 있다.

자료출처 : 일본 수도관로기술센터, 1996

보다 정확한 관로의 진단은 직접진단법으로 수행하는 것이 가장 확실하겠지만 이 방법은 굴착과 단수를 필요로 하고 상대적으로 비용도 많이 들기 때문에 모든 관로를 대상으로 적용하는 것은 불가능하다. 따라서 관로를 진단할 때에는 우선 간접진단법으로 대략적인 정보를 얻은 후 상세한 상황파악을 필요로 하는 관로에 대해서만 직접진단법을 적용하는 것이 합리적인 것으로 제시하고 있다.

<표 8.1-15> 간접진단법 일람표

진단방법	개 요
사고를 기초로 한 진단	1) 사고율을 기초로 한 진단 지표로서, 각 진단구간 등의 사고율(건/km/년)을 이용한다. 각 진단구간 등의 사고율을 계산하고, 노후도를 구한다.
	2) 사고의 발생상황에 의한 진단 사고의 발생상황을 사고의 기록, 시간적 요인의 분석, 파손 형태에 의한 분류, 재발생 검정 등에 의해 개별적으로 분석하여 진단한다.
민원발생율에 의한 진단	지표를 사용하여, 각 진단구간 등의 적수, 급수불량, 수압부족 등의 민원발생율(건/km/년)을 이용한다. 각 진단구간 등의 민원발생율을 계산하고 진단한다.
점수평가법에 의한 진단	각 진단구간 등으로 부르는 매설년수, 토피, 노면하중, 사용수압 및 이설지반의 토질 등에 대하여 자료를 수집하고, 관로조건 등에 점수를 매겨 그 합계점으로 노후도를 판정한다.
관로의 정성적 진단	1) 주요항목에 의한 진단 사고의 위험성이 높다고 판단되는 주요한 항목을 설정하여 관로진단을 행한다.
	2) 관로사양에 의한 진단 재질, 접합형식, 조인트의 종류 등에 의해 진단한다.
	3) 매설년수에 의한 진단 관로의 매설년수에 의한 재질, 조인트 등의 종류를 추정하여 관로를 진단한다.
	4) 사용조건에 의한 진단 사용조건(이설환경, 내압 등)에 기초 관의 열화도를 진단한다.
통계적 진단	1) 회귀식 모델에 의한 진단 관로의 사고에 등의 정성적 데이터를 통계수법에 의한 정량적인 변량으로 변환한 통계 모델식을 작성하여 관로의 위험도를 구한다.
	2) 통계모델 종합 득점법에 의한 진단 통계 모델식을 종합 득점법으로 개량하여 이용하기 쉽게 한 것이다. 관종, 구경, 토피, 대형교통량 등의 요소 등으로 점수를 매겨 합계점으로 관로의 노후도를 판정한다.
수질변화에 의한 진단	적수의 지표로 된 관로내 수질(납농도, 탁도, 잔류염소농도)을 직접측정하고, 그 농도분포로부터 원인관로를 추정한다.
토질에 의한 진단	1) 종합평가법 토양의 부식성인자(토양의 저항성 pH, Redox전위, 수분, 황화물 등)을 각각 측정한 후 항목에 대하여 각각 점수를 주고, 합산점수에 의해 토양의 부식성을 판정하여 관 외면의 부식상황을 추정한다.
	2) 상승법 토양의 부식성인자(토양의 비저항, Redox전위 등)로 경년도수를 조합시켜 토양의 부식성을 판정하고, 관 외면의 부식상황을 추정한다.

자료출처 : 관로시설 진단법의 체계화 조사 보고서, 일본 수도관로기술센터, 1996

〈표 8.1-16〉 주철관의 직접진단법

진단방법	개 요
관내면상황에 의한 진단	1) 도장의 직접진단 육안에 의한 녹발생 조사, 인장 부착성시험, 도막의 인피던스시험 등이 있다.
	2) 라이닝의 직접진단 육안조사, 페놀프탈레인용액에 의한 중성화시험, 방청성시험이 있다.
	3) 무도장관의 직접진단 육안에 의한 녹발생 조사
관외면상황에 의한 진단	1) 관 외면의 직접진단 육안에 의한 녹발생조사, 도장상태의 조사를 한다.
	2) 볼트·너트의 직접진단 접합상태의 볼트 머리부분을 와이어브러쉬 등으로 청소하여 부식상황을 조사한다.
	3) 조인트부의 진단 조인트부의 누수 유무와 조인트의 느슨함을 조사한다.
잔존관두께에 의한 진단	1) 관외면에서의 측정 부식부를 걷어내고, 부식깊이를 측정하며, 초음파와 γ선으로 잔존관의 두께를 측정한다.
	2) 관 내면부터의 측정 관 내면에 사람이 들어갈 수 있는 경우는 관 외면부터의 측정과 동일한 방법으로 측정한다. 사람이 들어갈 수 없는 관은 γ선 센서를 특수장비에 탑재시켜, 원격조작으로 측정한다.
	3) 철거 수도관 두께 측정 철거 수도관은 부식부분을 걷어내고 측정기구를 이용하여 관의 잔존두께를 측정한다.
통수단면적에 의한 진단	1) 관 외면에서의 측정 관의 외면으로부터 γ선 또는 X선을 이용하여 통수단면적을 측정한다.
	2) 철거 수도관의 측정 철거 수도관의 내부에 얇은 비닐포대를 집어넣고 물을 채우기 전후의 중량차로 통수단면적비를 구한다.

자료출처 : 관로시설진단법의 체계화조사보고서, 일본 수도관로기술센터, 1996

〈표 8.1-17〉 강관의 직접진단법

진단방법	개 요
관내면의 진단	1) 도장의 직접진단 육안에 의한 녹발생 조사, 인장 부착성시험, 도막의 인피던스시험 등이 있다.
	2) 막두께의 측정 전자식 막두께 측정기나 영구자석식 막두께측정기 등을 이용하여 도막의 두께를 측정한다.
통수단면적에 의한 진단	1) γ선에 의한 방법 γ선을 관외면으로부터 투과시켜 투과된 γ선 에너지의 수치로부터 통수단면적을 측정한다.
	2) X선에 의한 방법 관외면으로부터 X선촬영을 하여 필름상의 음영으로부터 판단된 녹의 높이를 구함으로써 통수단면적비를 계산한다.
관외면의 진단	1) 철거 수도관의 조사 육안으로 도복장의 상황을 조사하고 굴착한 관주변의 토질, 지하수의 유무, 토양저항율, pH, 관대지전위 등의 영향을 조사한다.
	2) 지표에서의 도복장 손상조사 매설관의 도복장손상을 지표에서 조사하는 방법에는 침전극법과 차륜전극법이 있다.
관체의 진단	1) 관 두께의 측정 두께측정기로 관두께를 직접 측정한다.
	2) 부식정도의 측정 부식정도를 측정한다.

자료출처 : 관로시설진단법의 체계화조사보고서, 일본 수도관로기술센터, 1996

〈표 8.1-18〉 콘크리트관의 직접진단법

진단방법	개 요
관체의 진단	1) 강체의 강도시험 관체의 곡률강도, 인장강도, 압괴강도를 측정한다.
	2) 관체의 중성화율 측정 페놀프탈레인 용액을 사용하여 중성화 정도를 판정한다.
	3) 비중 및 흡수율 측정 표면건조비중, 절대건조비중, 흡수율을 측정한다.
	4) 관 두께의 측정 γ선에 의한 건전부 두께 측정

자료출처 : 수도용 석면시멘트관 진단 메뉴얼, 일본 수도관로기술센터

2) 미국 수도협회연구기금(AWWARF)

미국 AWWA Research Foundation에서 발간된 보고서인 'Water Main Evaluation For Rehabilitation /Replacement(1986)'에서는 관로의 진단 또는 평가 방법을 '기록에 의한 분석', '직접조사방법', '예측적 모델의 사용' 등으로 다음과 같이 크게 구분할 수 있다.

〈표 8.1-19〉 관로 진단 방법의 구분

구분	내 용
기 록 에 의 한 분 석	해당 지역에 대해 관로사고의 원인분석 자료나 이를 보수한 근거자료 등을 장기적으로 축적하고 이를 분석하여 관로를 진단 평가하는 방법 배수시설을 대상으로 하여 구경, 관종, 매설년도, 위치 등을 기록하고, 관로보수 기록으로 보수일시, 보수종류, 파손형태 등을 기록하며 구경, 재질, 깊이, 위치, 토양 등 시설의 물리적 성격, 보수형태, 누수 또는 파손 기록을 정리분석하여 이를 토대로 하여 보수추세 및 보수경향을 판단
직 접 조 사 에 의 한 방 법	관로에 대해 기계나 육안을 통해 직접적으로 관로의 상태를 파악하여 관로를 진단 평가하는 방법으로 크게 수질변화를 추적하는 방법과 관 재질과 내면상태를 파악하는 방법이 있다. 수질변화를 추적하는 방법은 시설과 설비내의 수질변화 추적 조사하여 부식, 노후화의 진행상태와 문제지점의 특성을 파악하는 것이다. 관 재질과 내면상태를 파악하는 방법은 관로에 대하여 직접적으로 관을 현미경이나 기타장치를 통하여 관찰하여 핀홀이나 부식정도, 중량 등을 판단하여 관의 노후화를 조사하는 방법이다.
예 측 모 델 의 사 용	노후관의 판정 모델은 기존의 자료나 현장 분석을 통하여 일종의 예견적 모델을 만드는 것으로 대표적으로 두 가지 유형으로 구분된다. 첫째가 회귀분석모형 (Regression Model)이며 다른 하나는 점수평가법 (Numerical Weighting System)이다. 회귀분석모형(Regression Model)은 관의 노후화에 관련된 여러 인자들의 자료를 수집하여 통계적 기법인 다중회귀모형(multiple regression model)을 사용하여 관의 노후화 정도를 인자항목들의 관계수식 표현 반면, 점수평가법(Numerical Weighting System)은 노후화와 관련된 각 인자들의 상황이 양호한가 불량한가에 따라 점수를 부여하고 각 인자항목의 점수를 합산하여 우선적으로 정비해야할 관을 찾아내는 방법

자료출처 : Water Main Evaluation For Rehabilitation /Replacement(1986)

3) 국내노후도 평가인자

상수도관의 노후도 평가 인자설정에 있어, 기존의 문헌(한국수자원공사)에서 제시한 인자들을 최대한 결과는 아래의 표와 같다. 이들 인자는 측정치의 특성을 감안하여 간접평가 인자, 직접평가 인자 및 원인분석 인자로 구분하였다. 여기서 제시된 이자들은 각각의 수도 관종, 매설환경 및 관로기능에 따라 노후도 평가에 미치는 필요성의 정도가 달라지며, 이를 감안한 조사항목의 유효성에 대한 검토가 필요하다. 매설환경에 따라 조사항목의 유효성을 구분할 경우 매설환경의 다양성으로 인하여 많은 경우의 수가 발생할 수 있으며, 관로 기능에 따라 조사항목의 유효성을 구분할 경우, 현재 배수본관, 배수지관 및 급수관로의 기능별 구분이 뚜렷이 되지 않은 실정을 감안하면 노후도 평가에 혼란을 가중시킬 가능성을 가지고 있다.

간접평가 인자는 일반사항, 시설제원, 매설환경, 시공 상태 및 관로이력 등과 같이 인자의 대부분이 자료조사나 현장에서의 간단한 조사만으로 취득이 가능한 인자로써, 자료 취득을 위한 별도의 굴착이나 단수가 수반되지 않는 항목이다.

직접평가 인자는 관체 상태, 외면상태, 내면상태, 수리적 특성 및 관리상태 등과 같이 자료취득을 위한 별도의 굴착, 단수 및 관체 절단 등의 작업이 수반되어야 하나 육안분석이 간단한 측정만으로 관로를 평가할 수 있는 항목이다.

원인분석 인자는 토양부식성, 미생물특성, 물리적강도, 화학조성 및 수질부식성의 직·간접 항목에 해당되는 인자들로 구성되어 있으며, 확인된 노후수도관에 대해 관로의 취약성을 유발할 수 있는 관 재질상의 결함, 관로 내를 흐르는 물의 부식성 및 토양의 부식성 등의 원인이 될 수 있는 인자들을 밝히는데 이용된다.

〈표 8.1-20〉 노후도 평가를 위한 인자

인자 구분	세부 구분	세 부 인 자 명	관종별 항목			실험장소	조사주기
			주철관류	강관류	콘크리트관류		
간접평가인자	일반사항	(1) 상수도명	◎	◎	◎	자료분석	현장조사시
		(2) 계통명	◎	◎	◎	자료분석	
		(3) 점검일시	◎	◎	◎	자료분석	
		(4) 날씨	◎	◎	◎	자료분석	
		(5) 대상구간	◎	◎	◎	자료분석	
		(6) 점검위치	◎	◎	◎	자료분석	
	시설제원	(7) 관로구분	◎	◎	◎	자료분석	관로부설시
		(8) 관종	◎	◎	◎	자료분석	
		(9) 관경 (mm)	◎	◎	◎	자료분석	
		(10) 내면피복	◎	◎	×	자료분석	
		(11) 외면피복	×	◎	×	자료분석	
	매설환경	(12) 매설년도	◎	◎	◎	현장조사	관로부설시
		(13) 매설심도 (cm)	◎	◎	◎	현장특성	
		(14) 토양종류	◎	◎	◎	실험실	
		(15) 주변도로	◎	◎	◎	현장조사	
	시공상태	(16) 기초공	◎	◎	×	현장조사	관로부설시
		(17) 전기방식	×	◎	×	현장조사	
		(18) 접속방식	◎	◎	◎	현장조사	
		(19) 밸브, 분기관	◎	◎	◎	현장조사	
		(20) 접속관	◎	◎	◎	현장조사	
	관로이력	(21) 누수,파손,밸부교체기록	◎	◎	◎	현장조사	1회/1년
		(22) 수질,수압등 민원발생	◎	◎	◎	현장조사	
직접평가인자	관체상태	(23) 실측내경 (cm) - 종,횡	◎	◎	◎	현장측정	관로공사시 또는 관로의노후가 의심되는 구간에 한해 1회,5년
		(24) 관두께 (mm) - 상,하,좌,우	◎	◎	◎	현장측정	
		(25) 도복장두께 (mm) - 상,하,좌,우	◎	◎	×	현장측정	
	외면상태	(26) 외면부식면적 (%)	◎	◎	×	현장측정	
		(27) 외면부식깊이 (mm)	◎	◎	×	현장측정	
		(28) 외면부식둘레	◎	◎	×	현장측정	
		(29) 균열크기 (mm)	◎	◎	◎	현장측정	
		(30) 핀홀깊이 (mm)	◎	◎	○	현장측정	
		(38) 콘크리트중성화깊이(mm)	×	×	◎	현장측정	
		(31) 외면피복박리 (%)	×	◎	×	현장측정	
	내면상태	(32) 스케일면적 (%)	◎	◎	×	현장측정	
		(33) 스케일두께 (mm) - 최대,최소	◎	◎	×	현장측정	
		(34) 슬러지면적 (%)	○	○	○	현장측정	
		(35) 슬러지두께 (mm) - 최대,최소	○	○	○	현장측정	
		(36) 내면부식깊이 (mm)	◎	◎	×	현장측정	
		(37) 내면부식둘레 (%)	◎	◎	×	현장측정	
		(38) CML중성화 (mm)	◎	×	×	현장측정	
		(39) CML 손상	◎	×	×	현장측정	
		(40) 내면 피복 박리 (%)	◎	◎	×	현장측정	

〈표 8.1-20 계속〉 노후도 평가를 위한 인자

인자 구분	세부 구분	세 부 인 자 명	관종별 항목			실험장소	조사주기
			주철관류	강관류	콘크리트관류		
	수리적 특성	(41) H-W의 C값	◎	◎	◎	현장측정	1회/2년
		(42) 수압(kg/㎠) - 최대,최소	◎	◎	◎	현장측정	
	관리 상태	(43) 민물담치유무	○	○	○	현장측정	관로공사시또는 관로의노후가 의심되는구간에 한해 1회5년
		(44) 관저이토퇴적	◎	◎	◎	현장측정	
		(45) 밸브작동상태	◎	◎	◎	현장조사	
		(46) 지하수침투	◎	◎	◎	현장조사	
원	토 양 부 식 성	(47) 통양비저항 (Ω·m)	◎	◎	○	현장측정	1회/4년 또는 노후화 원인 추정시
		(48) 토양pH	◎	◎	○	실험실	
		(49) Redox 전위(mV)	◎	◎	○	실험실	
		(50) 황산이온 (mg/kg)	◎	◎	○	실험실	
		(51) 염소이온 (mg/kg)	◎	◎	○	실험실	
		(52) 산도 (mg/kg as $CaCO_3$)	◎	◎	○	실험실	
		(53) 알칼리도 (mg/kg as $CaCO_3$)	◎	◎	○	실험실	
		(54) 함수비 (%)	◎	◎	○	실험실	
인	미생물 특성	(55) 일반세균 (CFU/㎖)	○	○	×	실험실	노후화 원인 추정시
		(56) 대장균군 (CFU/㎖)	○	○	×	실험실	
분	물리적 강도	(57) 인장강도 (N/mm)	◎	◎	×	실험실	노후화 원인 추정시
		(58) 항복강도 (N/mm)	◎	◎	×	실험실	
		(59) 연신율 (%)	◎	◎	×	실험실	
석		(60) 경도 (HB)	◎	◎	×	실험실	
인	화학 조성	(64) 관체화학조성 (%)	◎	◎	×	실험실	노후화 원인 추정시
		(65) 스케일화학조성 (%)	◎	◎	×	실험실	
		(66) 슬러지화학조성 (%)	○	○	○	실험실	
자	수 질 부 식 성	(68) 수온 (℃)	◎	◎	○	실험실	노후화 원인 추정시
		(69) pH	◎	◎	○	실험실	
		(70) 알칼리도 (mg/kg as $CaCO_3$)	◎	◎	○	실험실	1회/1년(정수장 일·월간 분석 자료 사용)
		(71) 증발잔유물(mg/L)	◎	◎	○	실험실	
		(72) 경도 (mg/kg as CaCO3)	◎	◎	○	실험실	
		(73) 전기전도도 (US/cm)	◎	◎	○	실험실	
		(74) 염소이온 (mg/L)	◎	◎	○	실험실	
		(75) 황산이온 (mg/L)	◎	◎	○	실험실	

주) 기호 ◎ : 그 관종의 진단에 필요한 항목
○ : 현재는 진단과의 명확한 인과관계를 알 수 없으나,
× : 진단에 불필요한 항목

라. 국내 노후관로판단 유형

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

1) 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 방법중의 하나이며 관로개량 실시조건, 급수인구, 관로연장, 시설용량 등의 사업규모를 참고하면서 각 수도사업체의 특성을 염두에 두고 항목을 선택하여야 한다.

● 국내 주요도시

다음 표와 같이 주로 매설년수에 준하여 개량공사를 하고 있으며, 민원이 발생하는 관로에 대해서는 우선적으로 교체 또는 개량을 실시하고 있다.

〈표 8.1-21〉 관로개량실시조건(국내)

구 분	개 량 조 건
서 울 특 별 시	•매설년수에 따르고 있으나, 급수관 및 φ80㎜의 배수관은 교체하고, φ100㎜이상 φ300㎜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
부 산 광 역 시	•매설년수 10년 이상의 급수관, 30년 이상의 송배수관을 노후관 대상 •누수가 다발하고 있는 지역의 관로 •통수단면적 감소로 인한 급수불량지역의 관로나 적수(녹물) 발생지역의 관로 •매설년수를 기준해서 우선 개량
대 구 광 역 시	•매설년수 11년 이상의 급수관, 21년 이상의 송배수관중 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
광 주 광 역 시	•’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
전 주 시	•오래된 시가지, 주택밀집지역, 상가지역 등에 매설된 급수관인 아연도강관이나 PVC관은 교체 대상 •특히 상업지역, 대형건물 등이 밀집된 교통혼잡지역에 매설되어 있는 주철관이나 미라이닝덕타일관은 갱생 대상

● 일본 주요도시

〈표 8.1-22〉 관로개량실시조건(일본)

구 분	개 량 조 건
동 경	1. φ400㎜이상 (1) 1912년 이전에 매설된 관로로 과거에 누수파손의 사고이력이 있는 관로 (2) 매설심도나 위치에 검토를 요하는 관로 (3) 부등침하가 발생하여 사고의 우려가 있는 관로 2. φ75㎜ ~ 350㎜ (1) 매설된 이후 40년 이상 경과한 관로 (2) 누수율이 100 l /(분·km) 이상의 관로 (3) 석면시멘트관 ※ 경질염화비닐관은 거의 매설되어 있지 않음.
북 해 도	1. 1969년 이전 매설된 무라이닝 주철관 및 덕타일 주철관 2. 석면시멘트관 3. 경질염화비닐관(TS접합)
가와나와현	1. 석면시멘트관 2. 납(Pb)접합주철관 3. 15년 이상 경과한 φ50㎜이상의 아연도금강관 4. 누수, 파열의 발생이 많은 폴리에틸렌관
니이가타현	1. 석면시멘트관 (φ50㎜ ~ φ300㎜, 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(φ100㎜ ~ φ250㎜, 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
아 이 치 현	1. 내용년수 38년을 경과한 관 2. 사고 다발 관 (누수, 파열 등) 3. 석면시멘트관 4. 점용위치나 매설심도에 검토를 요하는 관 5. φ75㎜ 이하의 무라이닝주철관
후쿠오카현	1. 석면시멘트관 2. 내면에 시멘트몰타르라이닝이 되어 있지 않은 오래된 주철관 3. 강관, 경질염화비닐관, 폴리에틸렌관중 φ50㎜이하의 소구경관

자료출처 : 水道管路 更新 ガイドライン (일본수도협회, 1993)

〈표 8.1-22 계속〉 관로개량실시조건(일본)

구 분	개 량 조 건
미 야 기 현	1. 내용년수 40년을 경과한 관 2. 석면시멘트관 3. 누수, 파손하고 다발 관 4. 급수불량 관 5. 적수발생이 쉬운 관
오 오 사 카 부	1. 내면 무라이닝으로 납(Pb)접합 관로 2. 석면시멘트관 3. 부식성 토양으로 사고의 위험이 있는 관로 4. 부등침하 등이 발생한 관로 5. 수관교 등으로 사고의 위험이 있는 관로 6. 매설심도나 위치에 검토를 요하는 관로
오 카 야 마 현	1. 주철관의 경우 ⑴ 내용년수(매설후 40년)을 경과한 관 ⑵ 적수의 응급대책을 위해 항상 방수를 하고 있는 부근의 관, 또한 단수나 유속, 유향의 변동에 의하여 적수가 발생하기 쉬운 관 ⑶ 토양부식, 전식 등의 영향을 받아 관체가 악화되어 있는 관 ⑷ 납(Pb 접합부나 노후화된 급수관(무라이닝강관, 납(Pb)관) 이 다수 분기하여 있어 누수가 많은 관 ⑸ 도로개선등 다른 공사가 시행될 노선에 있는 관 2. 석면시멘트관의 경우 ⑴ 내용년수(매설후 25년)을 지난 관 ⑵ 관체가 약하고, 절손사고가 많은 관 ⑶ 교통량이 많아 하중이나 진동의 영향을 받고 있는 관 ⑷ 도로개선등 다른 공사가 시행될 노선에 있는 관
히 로 시 마 현	1. 내용년수(매설후, 주철관 40년, 석면시멘트관 25년)을 경과한 관 2. 부등침하나 중차량에 의한 사고 다발 관 3. 녹, 녹덩어리 발생에 의한 계속 배수, 통수능력 저하된 관 4. 도로나 포장개량공사가 시공될 노선에 매설되어 있는 관 5. 관체가 약하여 절손사고가 많은 관
톡 록 리 현	1. 주철관 ⑴ ϕ100m이하의 내용년수를 경과한 보통주철관으로 적수가 발생하는 관로 ⑵ 납(Pb)접합부의 다수 다발 관로 ⑶ 사유지에 매설된 관로 ⑷ 도로개선등에 의하여 이설을 요구하는 관로 2. 석면시멘트관 ⑴ 파손사고가 연속으로 발생한 관 ⑵ 내용년수 경과한 관로

자료출처 : 水道管路 更新 ガイドライン (일본수도협회, 1993)

2) 관로내용연수에 따른 노후도 평가방법

지방공기업법 시행규칙 별표2에서는 상하수도 구축물에 대한 내용연수를 규정하고 있으며 그 내용은 아래 표와 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 8.1-23> 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	

자료출처 : 지방공기업법 시행규칙 별표2

3) 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 위해서

는 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 정보 수집, 정리 및 사고분석을 행한 사례가 거의 없는 실정이다.

4) 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.

토양의 부식성은 토질, 토양저항율, pH, 함수율, 통기성, 미생물, 용해성 성분 등의 인자에 지배되는 것으로 알려져 있다. 강관 및 덕타일주철관의 토양 부식성을 평가하는 방법으로서 부식에 영향이 크다고 판단되는 주요인자를 이용한 미국의 ANSI평가방법이 널리 이용되고 있다.

● 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.

● 조사항목, 분석방법 및 평가기준

관로의 파손 등 사고에 대한 수도관로의 기능진단 평가는 수도사업자가 관리하고 있는 자료 및 직접조사 측정에 의한 방법을 병행하여 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, 외면 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 8.1-24〉 수도관 노후도 평가기준

평가점수		평 가 내 용	비 고
점수평가법	80점 이상	상태가 양호한 관	
	70 ~ 80점 미만	상태가 비교적 양호한 관	
	60 ~ 70점 미만	노후도가 진행되기는 하였으나, 당장 보수가 필요하기 보다는 관심을 가지고 지켜볼 필요가 있는 관	
	60점 미만	노후도가 상당히 진행되어 교체 또는 갱생을 검토하여야 할 관	
간접평가법	> 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 8.1-25〉 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
노 후 도	매설년수(3), 누수/파손기록(3), 수질/수압 민원(2) 등
무 수 율	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 8.1-26〉 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, 밸브교체 기록	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 $= \dfrac{\sum_{i=1}^{n} w_i p_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} = \dfrac{w_1 p_1 + w_2 p_2 + \cdots + w_n p_n}{w_1 + w_2 + \cdots + w_n}$ 식(1)

● 여기서, w = 항목별 가중치, p = 항목별 평가점수 (조건값), n = 항목 수

<표 8.1-27> 점수평가법 항목별 평가점수 범위 및 가중치

구 분	세부내용 분 류	가중치							
		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			
	○ 덕타일주철관		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			0			0
			3			3			5
	○ Flexible joint (ex. Mechanical, Ball & Socket, Push-on J.)			0			0		
				5			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

마. 노후 수도관 평가 절차

앞서 언급한 노후도 평가방법들을 모든 현장에 대해서 모두 적용하는 것은 시간 및 비용의 증대뿐만 아니라 효과적인 사업의 진행이 어려울 수 있다. 따라서 노후도 평가를 위해서는 가장 먼저 선행되어야 할 부분은 관망도를 정비하는 작업이 필요하며 각 관로구간이 가지고 있는 특성에 따라 평가구간을 설정하는 작업을 거치게 되며 평가구간이 설정된 후에 관로진단 조사표를 이용하여 자료조사 및 현장조사를 실시하며 이러한 노후도 조사는 소요 인력 및 비용 등을 감안하여 단계적으로 노후도 평가를 수행할 수 있도록 개략평가, 세부평가, 정밀평가의 3단계 평가방법으로 구분할 수 있다.

1) 개략조사

개략조사는 간접평가 항목인 시설제원, 매설환경, 시공상태, 이력자료 등의 정성적 정보를 수집하는 과정으로 굴착이나 관체의 절단 없이 수행할 수 있는 조사이다. 기존에 보유하고 있는 도면 및 자료가 없다면 약간의 굴착을 수반할 수 있으며, 자료가 있는 경우라 하더라도 자료의 정확성 검증을 위해서 굴착을 통한 확인작업이 필요할 수 있다.

2) 세부조사

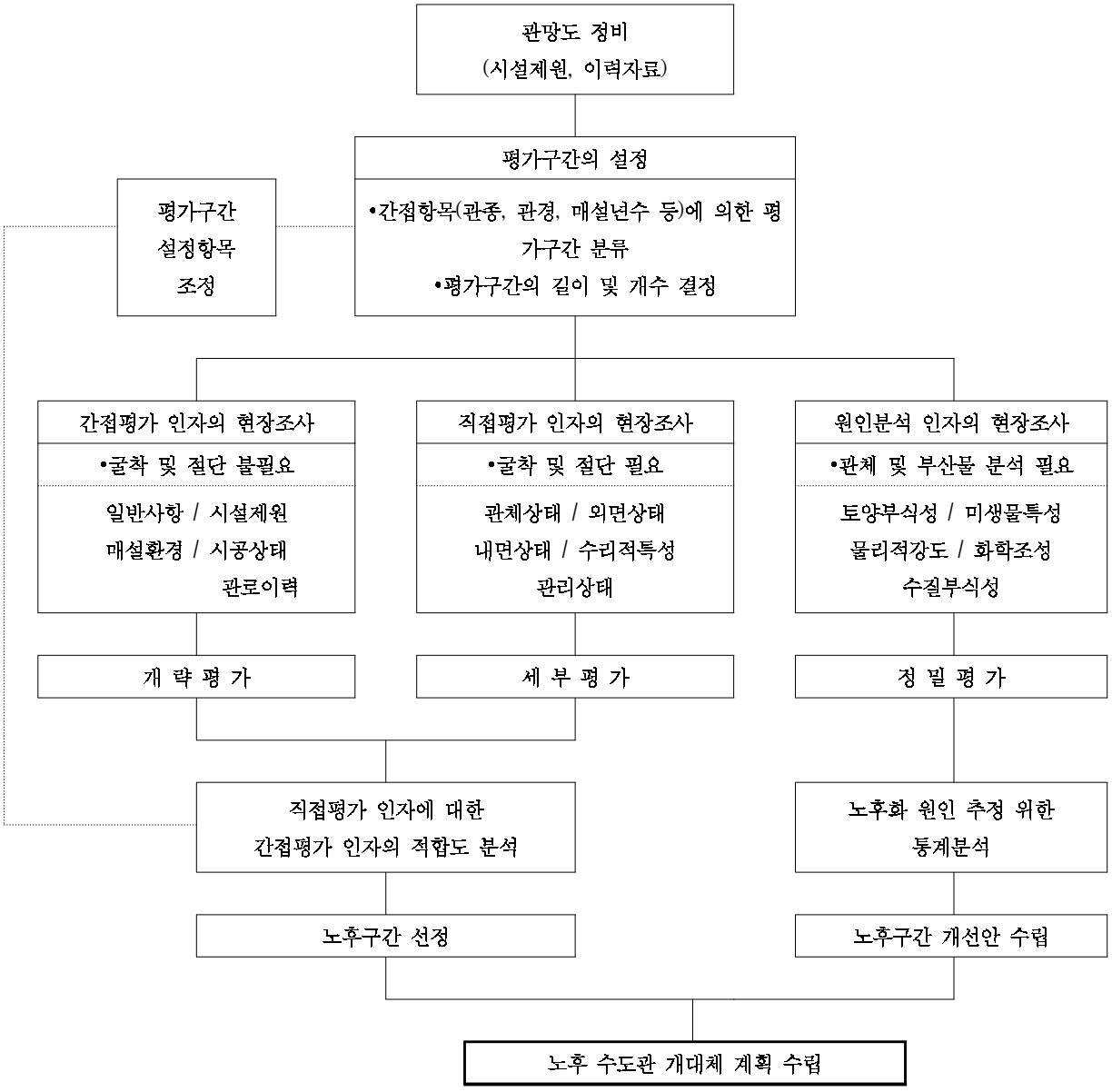
세부조사는 개략조사 항목외에 관체의 내외면 상태, 수리적 특성, 관리 상태 등의 정량적 정보를 수집하는 과정으로 굴착이나 관체의 절단이 수반된다. 따라서 세부조사는 관체나 변실의 보수공사 등 단수나 굴착을 요하는 때에 함께 수행하는 것이 바람직하다. 세부평가의 경우, 간접평가 항목과 직접평가 항목이 함께 존재한다. 간접평가 항목은 개략평가와 같은 항목으로 노후구간의 추정을 위해 사용될 수 있다. 즉, 개략평가 기준에 맞추어 노후구간일 가능성이 높은 관로구간에 대해서는 직접평가 항목의 샘플수를 높이는 등의 조치를 취하며, 양호한 구간으로 판정될 경우에는 별도의 직접조사를 수행하지 않을 수도 있다.

3) 정밀조사

정밀조사는 세부조사 항목외에 토양부식성, 미생물특성, 관체의 물리적 강도, 화학조성, 수질의 부식성에 대한 분석을 수행하며, 관로의 노후화의 원인을 추정 및 분석할 수 있는 정보를 제공한다. 세부조사와 마찬가지로 굴착과 관체의 절단이 요구되며, 정밀한 분석을 위해 관체, 스케일, 토양, 물 등의 시료가 별도로 요구된다.

정밀평가의 경우, 세부평가를 통해 노후도가 결정된 수도관이 열화된 원인을 추정하는데 이용된다. 정밀평가의 자료는 개략평가 및 세부평가를 통해 발현된 현장의 원인을 추정하는데 이용된다. 예를 들어 세부평가를 통해 외부부식이 발생되었음을 확인하였을 경우, 정밀평가를 통해 매설토양의 부식성 관련인자를 측정분석함으로써 외부부식의 원인을 추정할 수 있으며, 노후관의 개량 및 갱생 작업시 보다 유용한 정보를 제공할 수 있다. 따라서 수도관의 노후도 평가절차는 아래의 표와 같이 실시하며, 비용 및 인력을 감안하여 개략평가, 세부평가 및 정밀평가의 수행여부를 결정한 후 발주자의 여건에 적합한 평가방법을 선정한다.

<표 8.1-28> 수도관 노후도 평가절차



8.1.5 노후도 평가를 위한 상세조사 필요구간 선정

일반적으로 상수관망은 작은 지자체라 하더라도, 그 규모가 매우 크므로 진단을 용이하게 하고, 동일한 관종 또는 매설 환경적 특성을 지닌 관로로 분류하여 진단하는 것이 효과적이다. 또한 매설년수가 20년 이상을 초과한 관로들을 분류하여 관의 노후화가 예상되는 관의 관종 , 관경 및 누수·관 파손 유발지역등을 분석하여 향후 개량계획을 실시할 경우 효과적으로 과업을 수행 가능하여야 한다.

본 과업에서는 안산시 급수계통중 송·배수관로를 중심으로 노후도 평가를 수행하고 평가방법으로는 점수평가법 및 간접진단평가법을 이용한 개략평가를 실시하고 노후화가 예상되는 지점들을 선별하며 일부지점들에 대해서는 현장조사를 통하여 세부평가 및 관내부 조사등을 병행하여 평가결과들에 대한 신뢰성을 높이고자 한다. 급수관로의 경우에는 지방공기업법에서 제시하고 있는 관종별 내용연수를 참조하여 개량계획을 수립하고 송·배수관로는 개략평가결과를 토대로 “교체 또는 갱생”으로 평가된 관로에 대해서는 관종 및 누수·사고이력등을 바탕으로 우선순위를 선별하고 이를 바탕으로 년차별로 개량계획을 수립하고자 하였다.

안산시 상수관로 노후평가를 위해서 사용된 프로그램은 수자원공사에서 개발한 Dr.pipe의 노후도 프로그램(Pipe condition assessment module, 2007년)을 활용하였으며 , 상수관망 내 상수관로에 대한 전반적인 진단과 평가를 지원하기 위해 개발된 프로그램으로 관의 노후관 평가를 위한 점수평가법, 간접평가법 및 직접평가법을 적용할 수 있는 모듈이 탑재되어 있다.

이 프로그램을 사용함으로써 해당 수도사업소가 관할하고 있는 지역에 대하여 목적으로 하는 부분들에 대한 진단구간을 분할가능하며 관의 상태에 따라 “교체 또는 갱생” 등에 대한 개량방안의 제시가 가능하다.

〈표 8.1-29〉 노후도 프로그램 Module과 주요기능

노후도 프로그램 Module		주 요 기 능
데이터베이스		• 상수관망 내 상수관로에 대한 DB관리 (시설제원, 매설환경, 수리수질특성, 토양특성, 관체(Pipe body)의 부식특성, 물리적 특성, 사고이력 자료 등)
구역분할/관로분할		• 관망의 규모에 따른 관망의 구역별 분할 기능(ex. 원수계통, 배수구역, 행정구역, 블록 등) • 동일한 속성을 지닌 관로별 구간분할/Grouping 기능(ex. 관종, 관경, 매설년수 등)
사고와 민원빈도		• 대표진단구간 선정 기능 - 사고(누수, 파손)와 민원빈도(수질, 수압) 평가를 통한 분할된 상수관로 중 대표진단구간 선정
개략평가		• 대표진단구간에 대한 관 노후상태 평가 - 점수평가법/간접평가법 등에 의한 개략 평가(항목 16개 이내) • 개략평가에 따른 개량방안/개량우선순위 결정 기능
위험도 평가		• 정밀진단을 위한 대표조사지점(굴착지점) 선정 기능 - 사고발생, 피해영향도, 토양부식성 등 고려
정밀평가	직접진단 평가	• 굴착 후 육안분석 결과에 의한 관 노후상태 평가 - 직접평가법에 의한 정밀평가(항목 24개 이내)
	파손위험성 평가	• 파손에 대한 위험성 평가 - 매설된 관에 작용하는 하중과 응력 평가하여 파손위험성에 따른 개량방안과 개량우선순위 결정(6개 안전계수)
잔존수명 예측		• 개량시기 결정 기능 - 부식속도 모델과 잔존강도 예측모델과 하중-응력 평가 모듈과 연동하여 관의 수명을 예측
공법선정지원		• 관 상태에 따른 적정 개량공법의 선정 지원기능 - 파손위험성, 수리, 수질적 평가를 통하여, 관 상태에 따른 적정 개량공법 선정지원 module

상수관로의 노후도 평가를 위해서 수집되어야 할 항목들은 다음의 표와 같으며 수리, 수질, 관 매설환경정보, 관로정보들과 같이 다양한 정보가 필요하다.

〈표 8.1-30〉 상수관망 노후상태 평가시 수집항목

구 분		관로정보자료	매설환경	관체노후상태	수리적 상태	수질적 상태	사고이력
관로수집자료	시설제원/운영	관종 연장 두께 내외경 라이닝 코팅재료 조인트방식 밸브 수 토지이용형태 음극방식유무 분기관 유무	매설깊이 포장형태 교통상황 관 하부 기초조건 동결깊이 수온변화		운전수압 수충격압 유량 C값	pH 증발잔유물 전기 전도도 알칼리도 경도 염소이온 황산이온 탄산이온	누수이력 수질발생민원 출수불량민원 기타민원 등
	현장조사		토양 pH 토양 통기성 토양 함수율 황화물 염화물	부식 깊이 균열유무 결점크기 분포상태, 슬라임크기 슬라임분포 외부표면부식 비율과크기 라이닝 또는 코팅두께 라이닝 또는 코팅손상비율 CML 중성화도			
	실험실 분석평가 자료		토양밀도 토양공극율 액성한계	공식 깊이 부식속도 화학적 조성 Graphite상태 인장강도 파열인장강도 힘 강도 파괴인성 등		철, 망간, 잔류염소, HPC, 대장균 등	

가. 대상구간 선정

안산시 급수계통중 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 8.1-31〉 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	안산직접1외 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

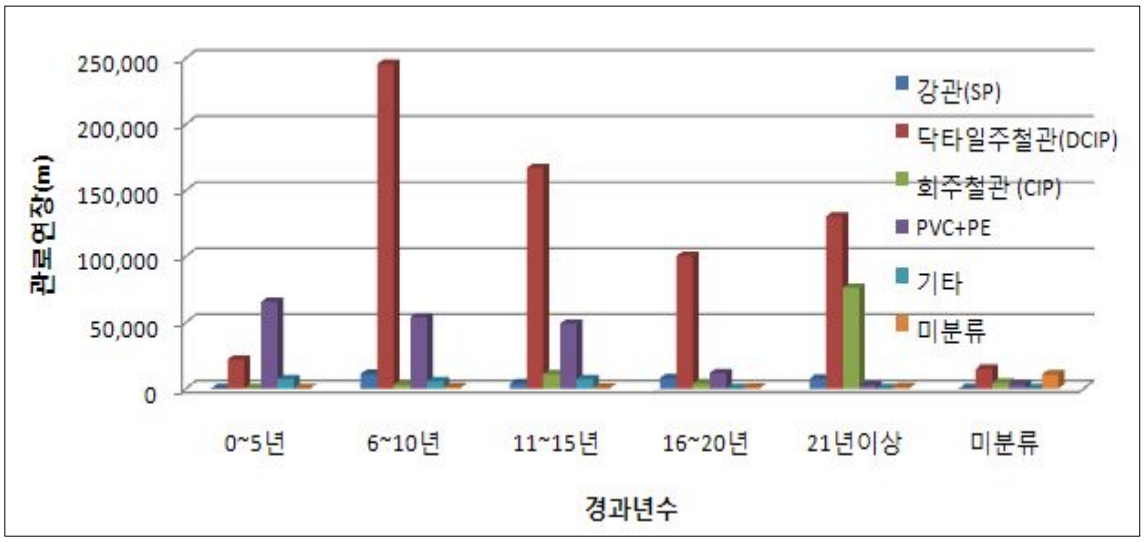
현재 운용중인 안산시 상수관망 현황 및 구성 진단구간 분할은 현재 안산시에서 운영중인 GIS관망도를 바탕으로 분할하였으며 급수계통별로 살펴보면 안산시에는 총 배수관로 연장은 1,025,580m로 나타났으며 급수계통별 경과년수에 따른 분류는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-32〉 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 덕타일주철관은 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.



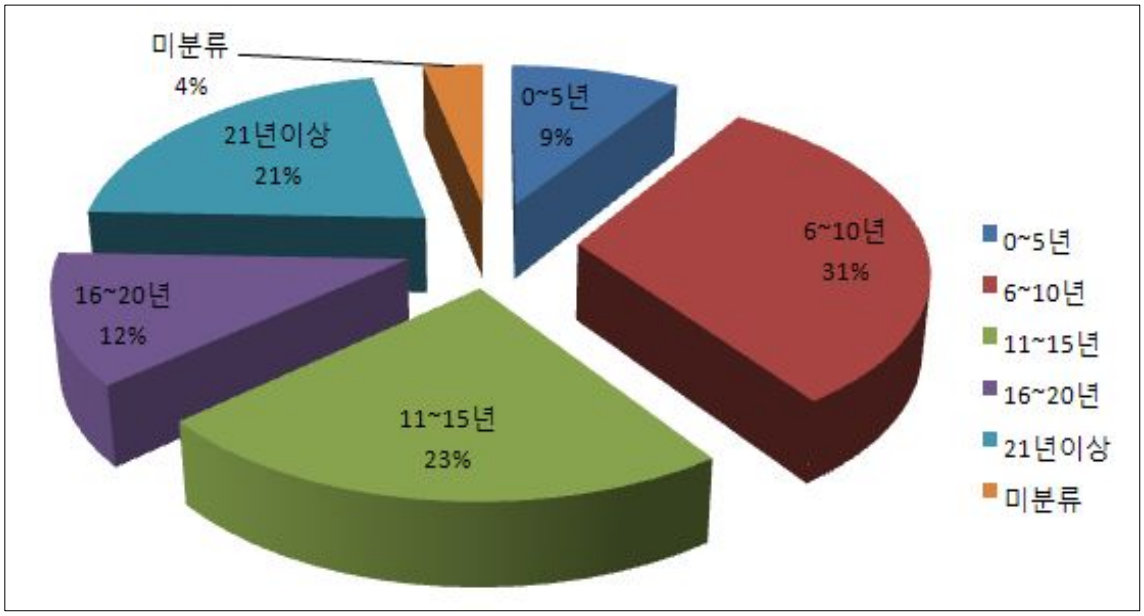
〈그림 8.1-7〉 배수관로중 관종별 경과년수에 따른 관로연장(m)

〈표 8.1-33〉 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
덕타일주철관	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

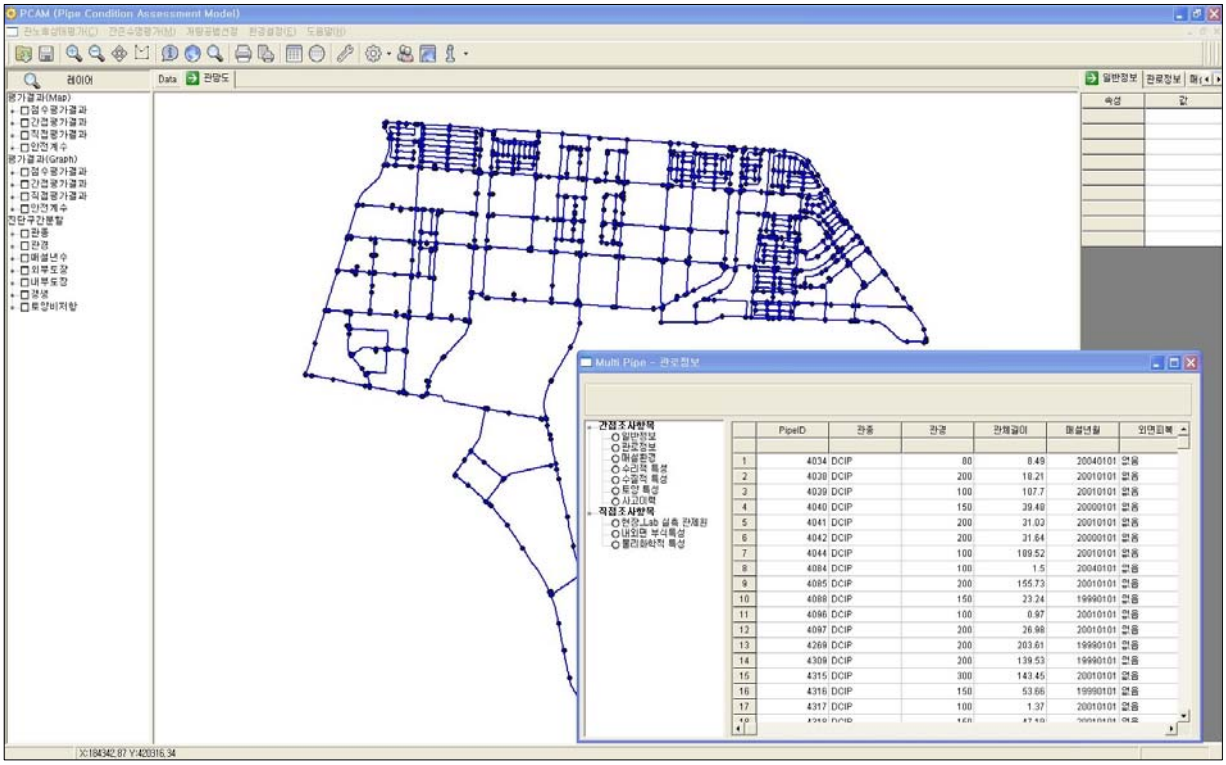
여기서 강관은 폴리에틸렌 분체라이닝강관(PEP), 폴리에틸렌 피복강관(PLP)을 포함하고 있으며 기타관종은 GRP관, HI-3P관, STS를 나타내며 배수관로중 경과년수가 미분류된 관의 연장은 33,372m로 나타났다.



〈그림 8.1-8〉 배수관로의 경과년수에 따른 분류

나. 구역분할

본 과업에서는 급수계통중 배수관로를 중심으로 구역분할 및 관로를 구분하였으며 안산시 급수계통중 공업용수 및 생활용수를 포함하고 있는 배수관로의 총연장은 GIS상에서 1,025.6Km이며 이중 관의 제원 미분류(관종 및 관경, 매설년도가 입력되지 않은 미확인 관로)관로와 2m이내의 접속관 및 분기관등은 노후관로 평가에서 제외하였다. 송수관로에 대한 평가는 제 5장 송수관로의 종합평가 및 개선방안수립에서 언급하였으며 본절에서는 배수관을 중심으로 노후도 평가를 실시하였다. 따라서 평가에 진행된 배수관로의 연장은 977.03Km이며 이들 관로를 대상으로 관망해석 프로그램(Epanet 2.0)파일로 변환 추출하였으며 노후도평가를 위하여 입력된 자료화면은 다음과 같다.



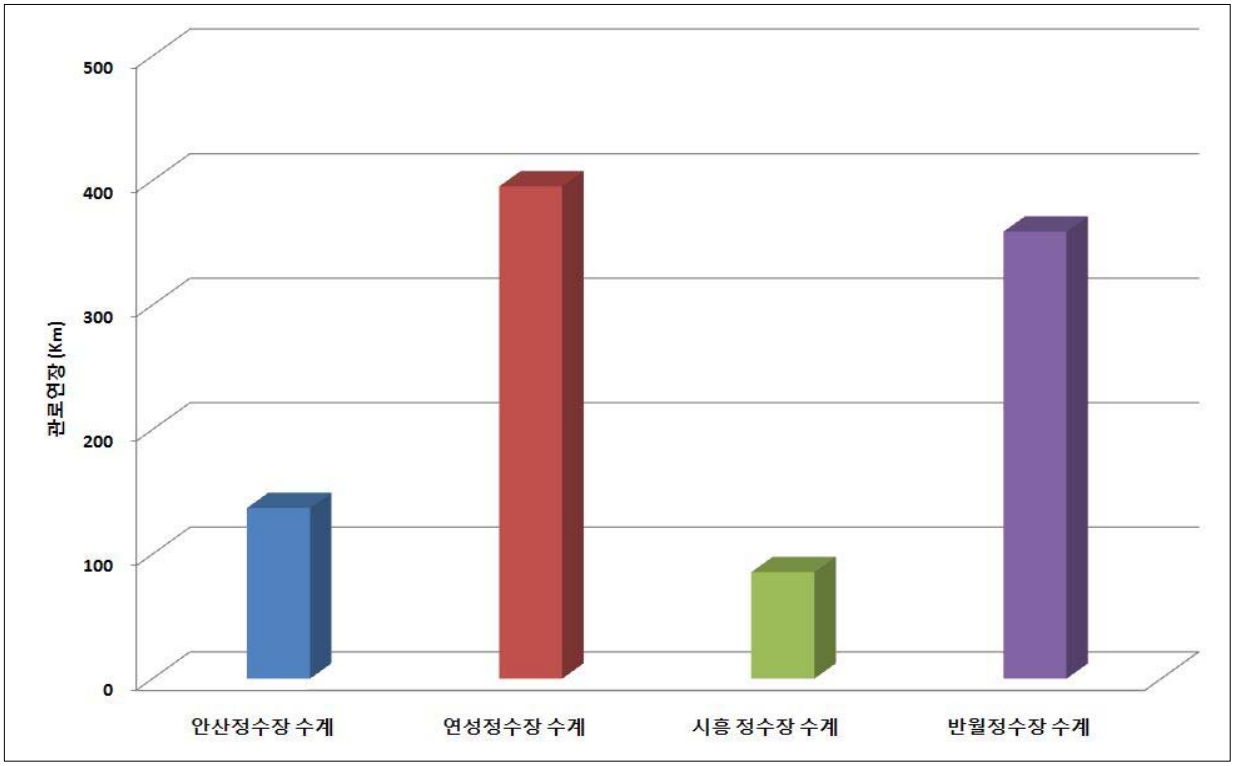
〈그림 8.1-9〉 안산시 배수관로 노후도 평가 입력창

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.

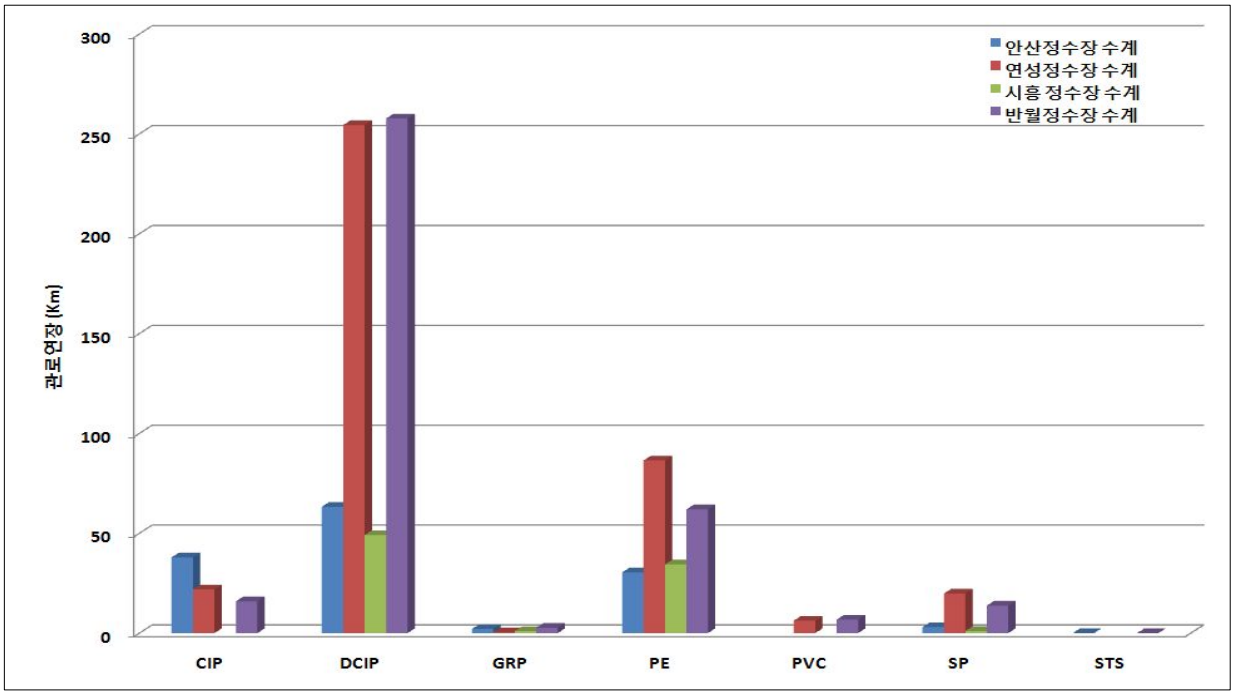
〈표 8.1-34〉 안산시 정수장 수계별 매설관로 현황

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 8.1-10〉 정수장 수계별 관로연장

관종에 따른 분포현황은 아래의 그림에서 보는 바와 같이 덕타일주철관(DCIP) 624.34Km이 주 매설관으로 나타났으며 그 외 폴리에틸렌관(PE)은 213.48Km이었으며 주철관(CIP)은 75.76Km순이었다.



〈그림 8.1-11〉 정수장 수계별 관종분포 현황

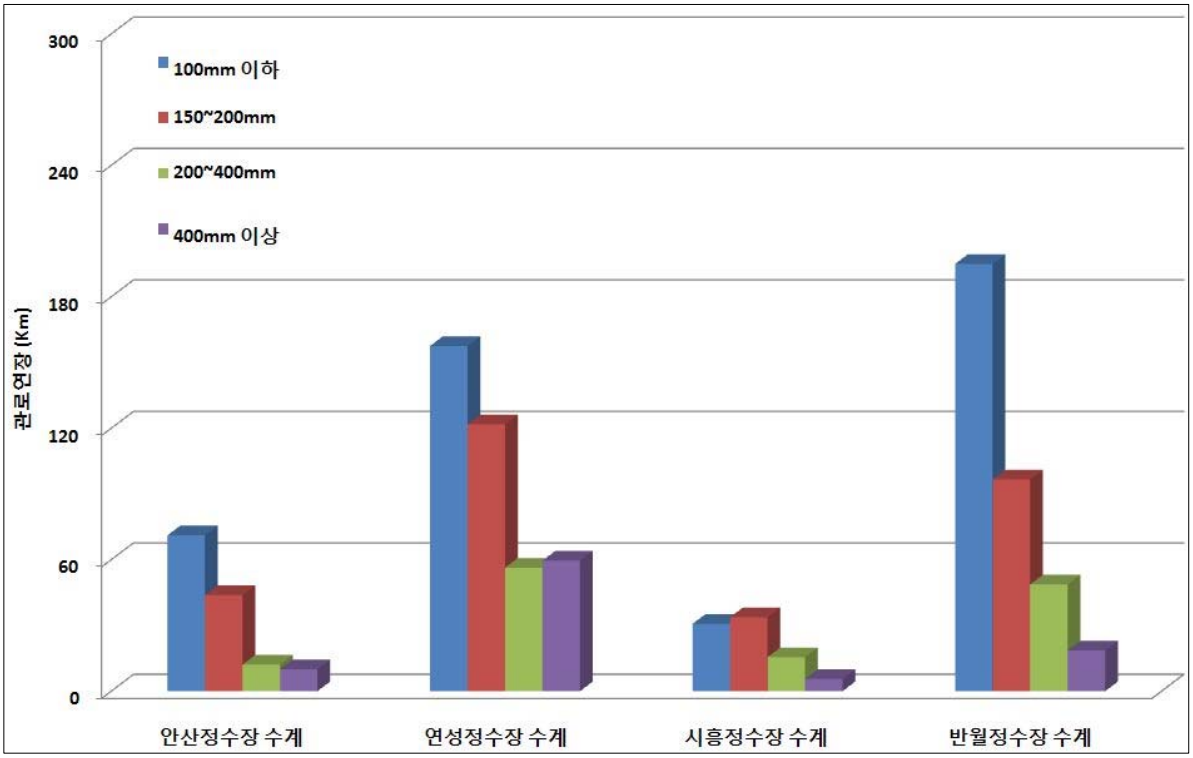
〈표 8.1-35〉 안산시 정수장 수계별 관종에 따른 매설관로 현황

정수장 수계별 / 관종	안산정수장 (Km)	연성 정수장 (Km)	시흥 정수장 (Km)	반월 정수장 (Km)	관로 연장 합 (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
계	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 8.1-36〉 안산시 정수장 수계별 구경에 따른 매설관로 현황

정수장 수계별 / 구경(mm)	안산정수장 (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
60	-	-	-	0	0
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
계	140.95	398.14	85.64	352.3	977.03

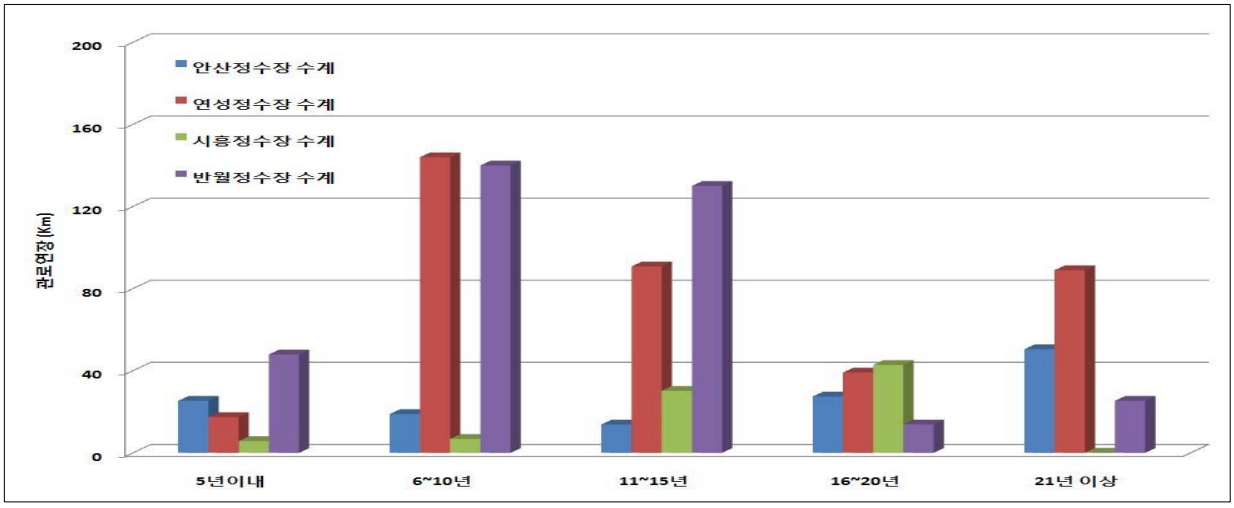


〈그림 8.1-12〉 정수장 수계별 구경분포 현황

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 8.1-37〉 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 8.1-13〉 정수장 수계별 경과년수에 따른 매설관로 현황

〈표 8.1-38〉 안산시 정수장 수계별 매설관로 현황(요약)

구분 / 대블록별	매설년도 (평균)	관종	관로연장 (Km)
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
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
총계	1995년	977.03	

2) 관로분할

• 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 8.1-39> 안산시 배수관로 관종별 매설현황

구 분 / 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	

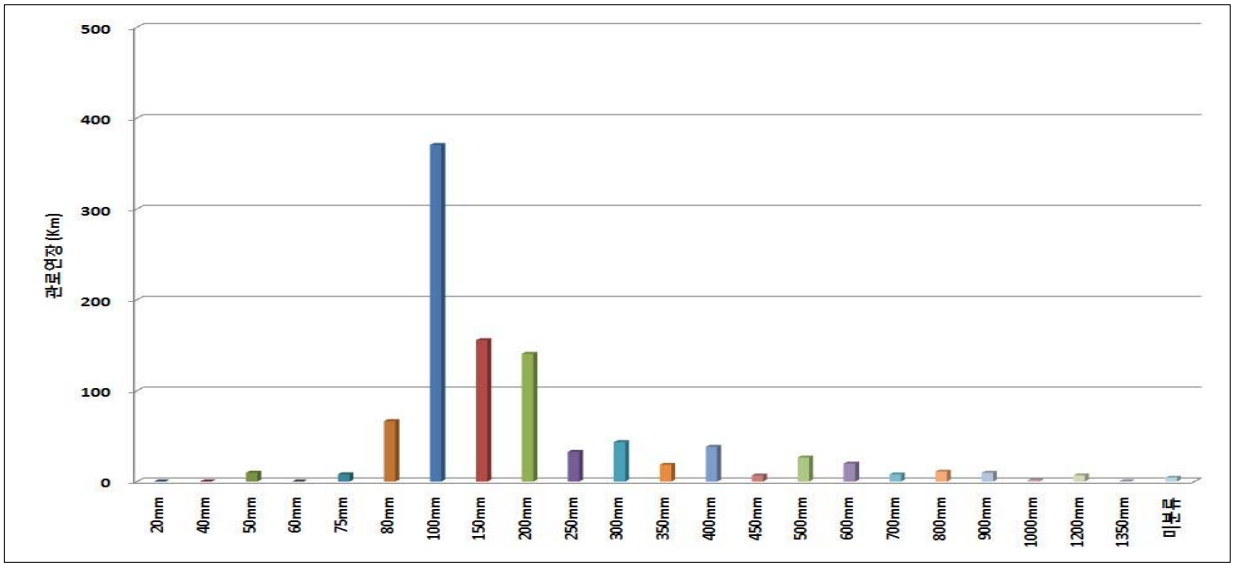
• 관경별 분류

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 100mm

이하 소구경관의 매설비중이 높은 것으로 나타났다.

〈표 8.1-40〉 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



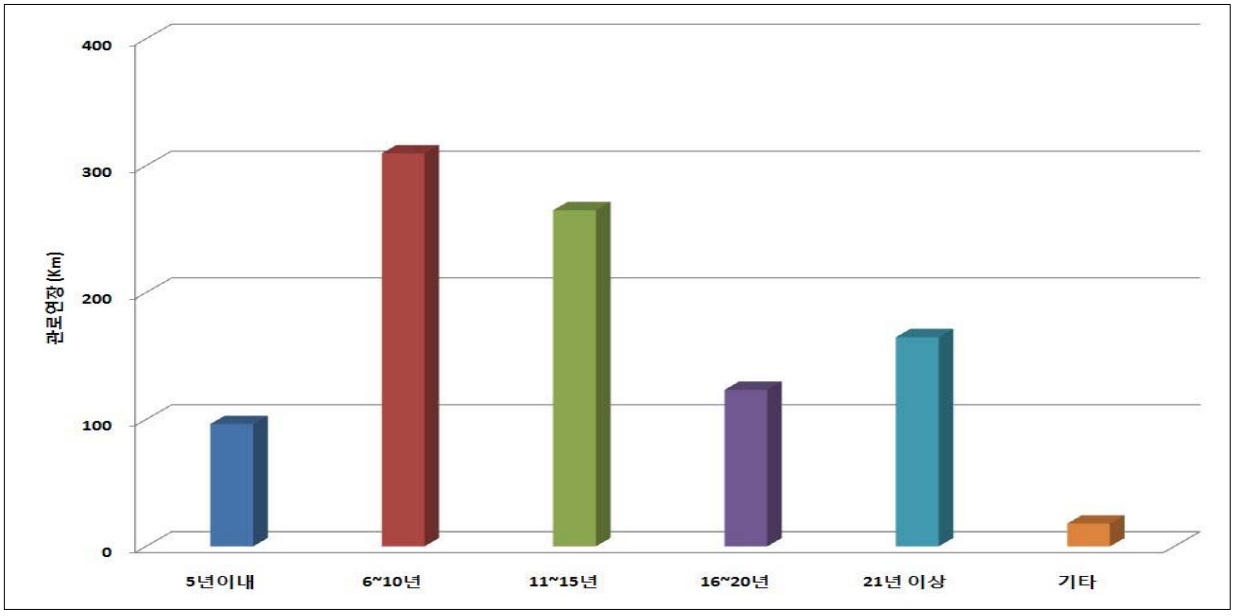
〈그림 8.1-14〉 구경별 관로분포 현황

• 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 8.1-41> 안산시 배수관로 매설년도에 따른 분포현황

구 분 / 매설년도(년)		백분율 (%)	관로연장 (Km)	비고
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 8.1-15〉 안산시 배수관로 경과년에 따른 분포현황

8.1.6 노후도 평가결과

앞절 8.1.4에서 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.

가. 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.

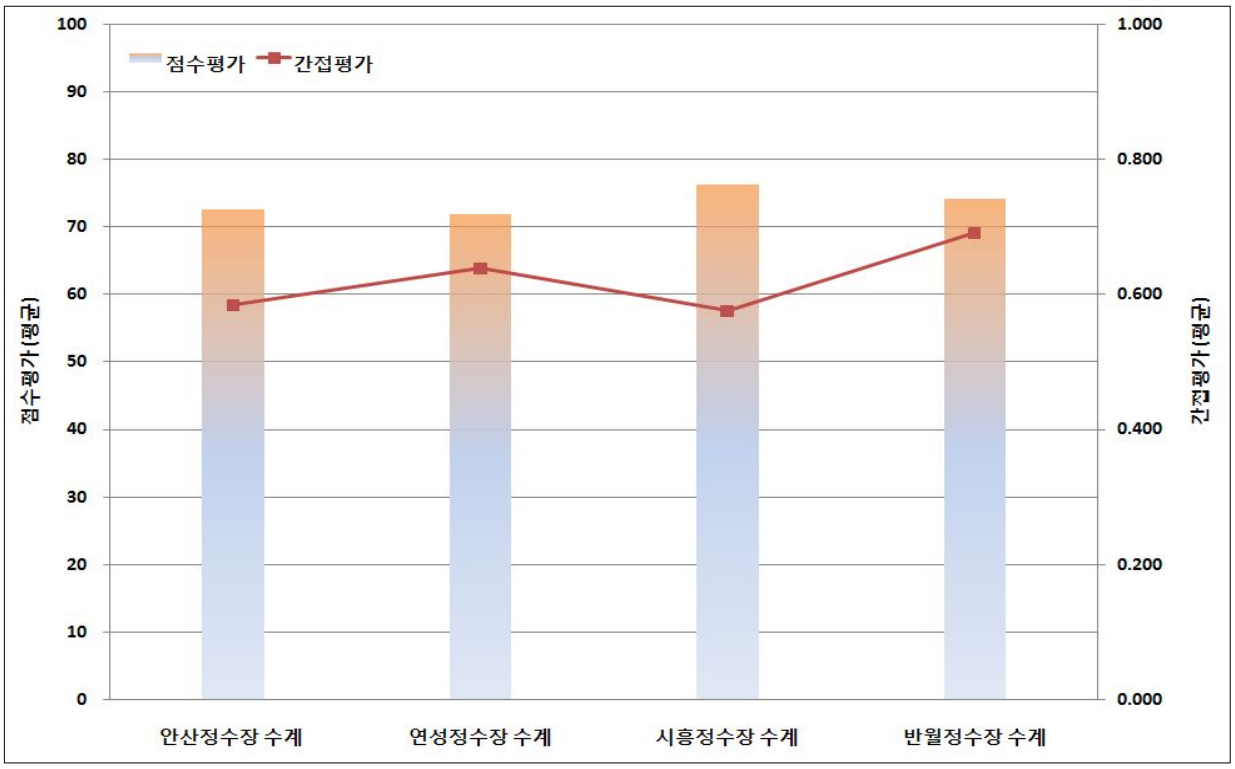
〈표 8.1-42〉 평가법에 따른 노후관로 판단기준

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 8.1-43〉 안산시 정수장 수계별 노후도 평가 결과

구 분 / 대블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (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

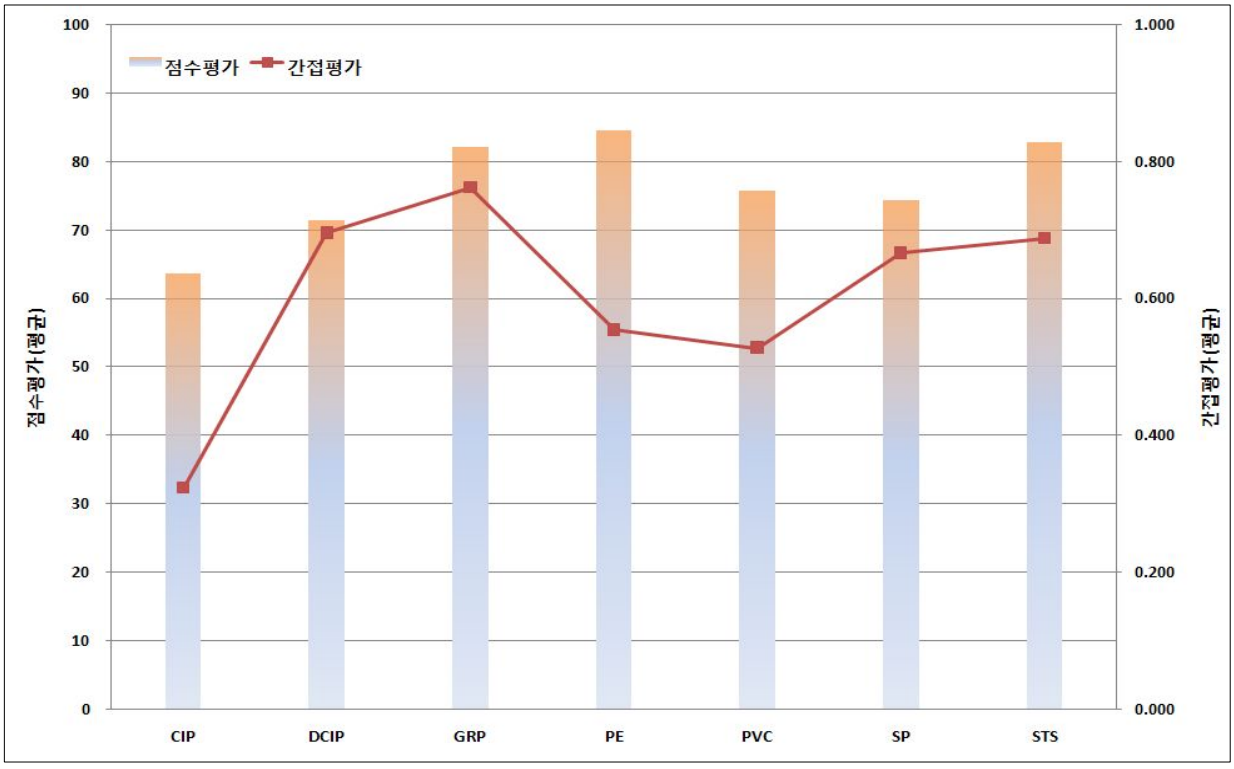


〈그림 8.1-16〉 정수장 수계별(대블록) 노후관로 평가결과

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 나타났으며 유리섬유 복합관(GRP)의 경우에는 최근 신설(2005년)관로이므로 본 평가에서는 제외하였다.

〈표 8.1-44〉 관종별 노후도 평가 결과

구 분 / 관종	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

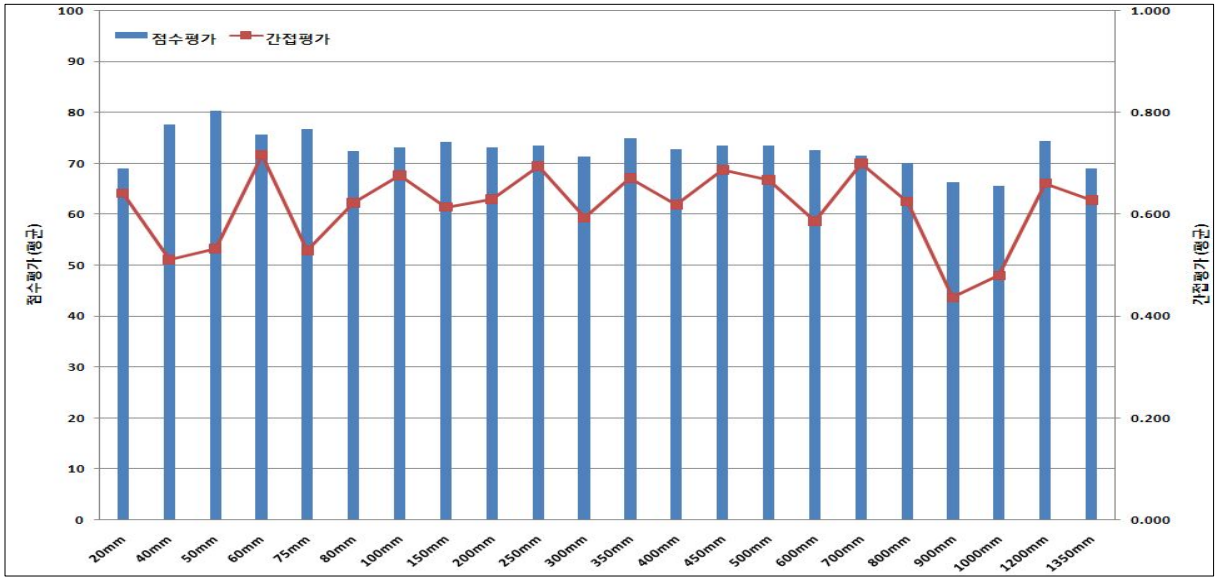


〈그림 8.1-17〉 관종별 노후도 평가결과

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 8.1-45〉 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 8.1-18〉 관경별 노후도 평가결과

〈표 8.1-46〉 매설년도별 노후도 평가결과

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
5년이내	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.

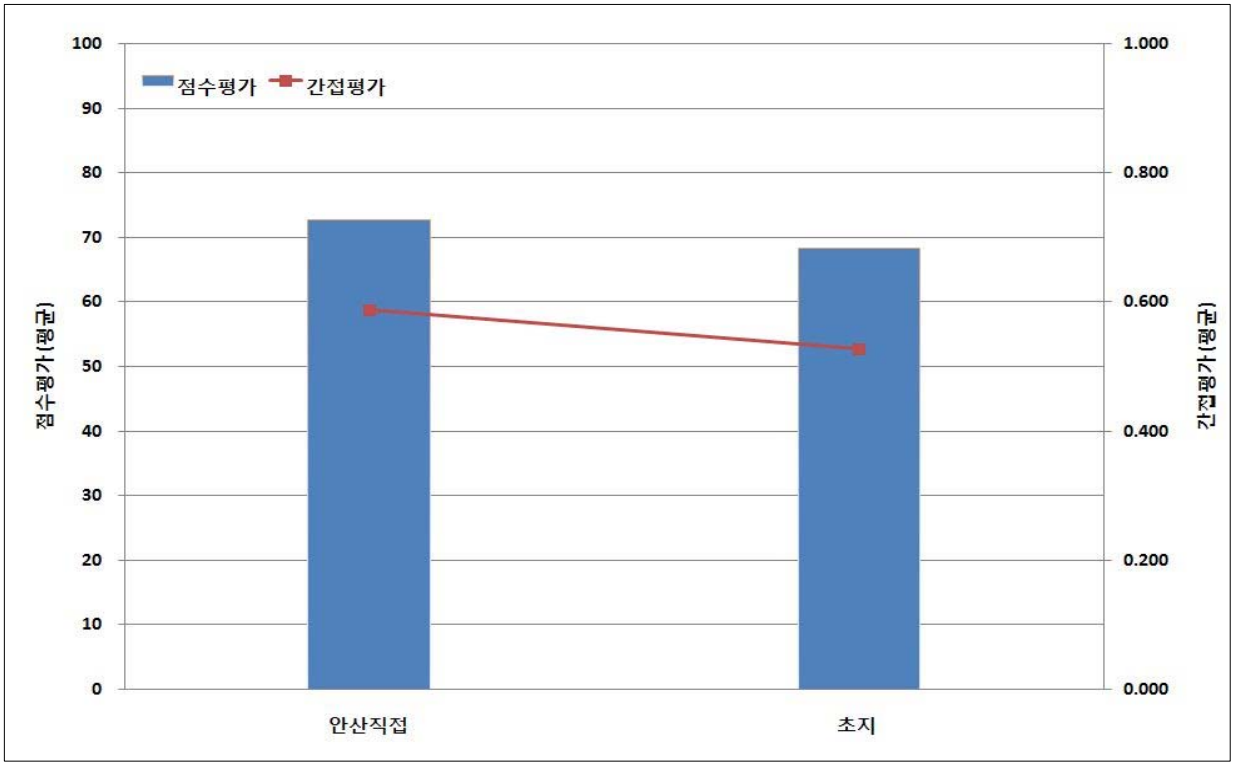
1) 안산정수장 수계

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 평가되었으

며 초지 배수구역(평균 매설년도 1983년)의 경우에는 점수평가법 및 간접평가법 모두 “노후 진행”으로 나타났다. 안산정수장 직접 배수구역과 초지 배수구역에 대한 관종, 관경 및 매설년도별 평가결과는 아래의 표와 같다.

〈표 8.1-47〉 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

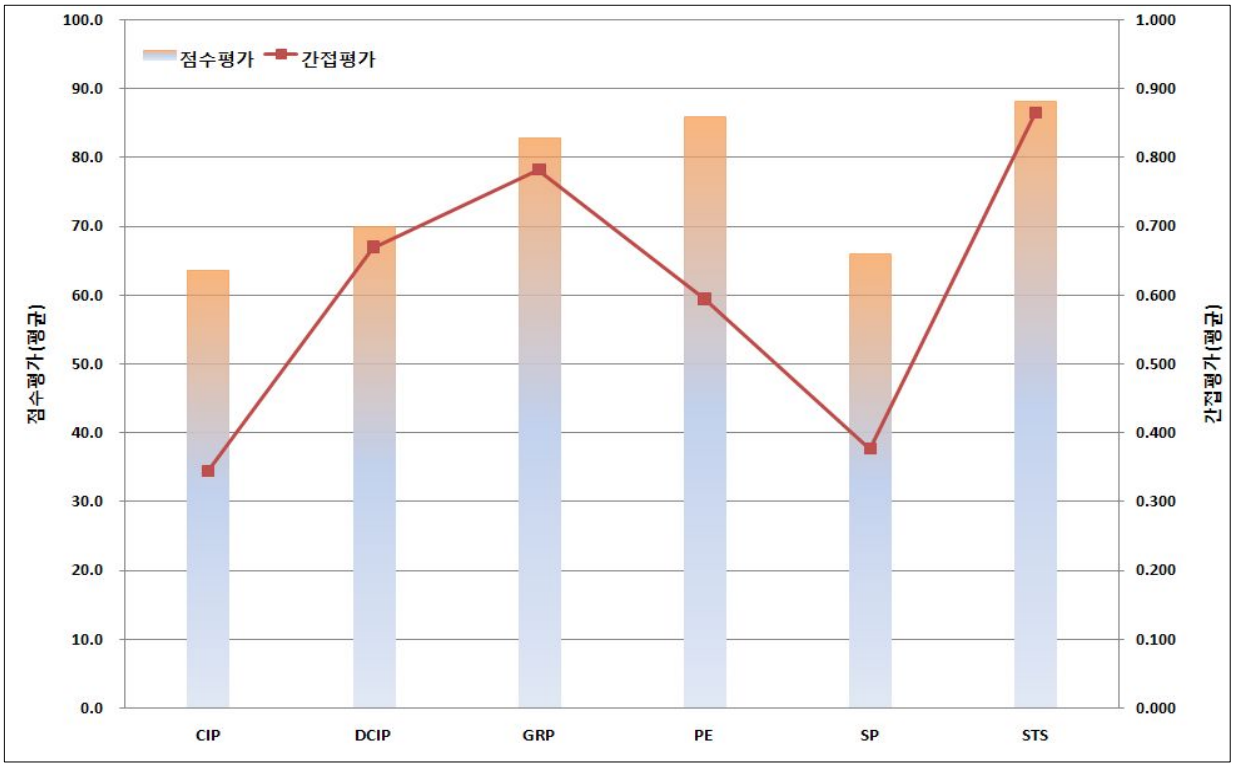


〈그림 8.1-20〉 안산정수장 수계 구역별 노후도 평가결과

안산정수장 직접 배수구역에 대한 노후도 평가를 실시한 결과, 점수평가방법을 적용하였을 경우에는 덕타일 주철관 및 비금속관(PVC, PE. 기타)등은 아래의 표와 같이 “비교적 양호”한 것으로 나타났으나 주철관은 노후화가 진행되고 있는 것으로 나타났으며 간접평가방법을 적용하였을 경우, 주철관은 “교체/갱생”이 필요한 것으로 평가되었다.

〈표 8.1-48〉 안산정수장 수계(직접 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
안산정수장 직접	CIP	36.89	63.6	노후진행	0.344	교체/갱생
	DCIP	58.47	70.1	비교적 양호	0.670	상태양호
	GRP	1.4	-	-	-	-
	PE	35.54	85.8	상태 양호	0.592	노후진행
	SP	1.83	64.8	노후진행	0.337	교체/갱생
	STS	0.01	88.2	상태 양호	0.865	상태양호
	미분류	0.39	-	-	-	-
	계	134.53	73.0	비교적 양호	0.587	노후진행



〈그림 8.1-21〉 안산정수장 직접 배수구역 관종별 노후도 평가결과

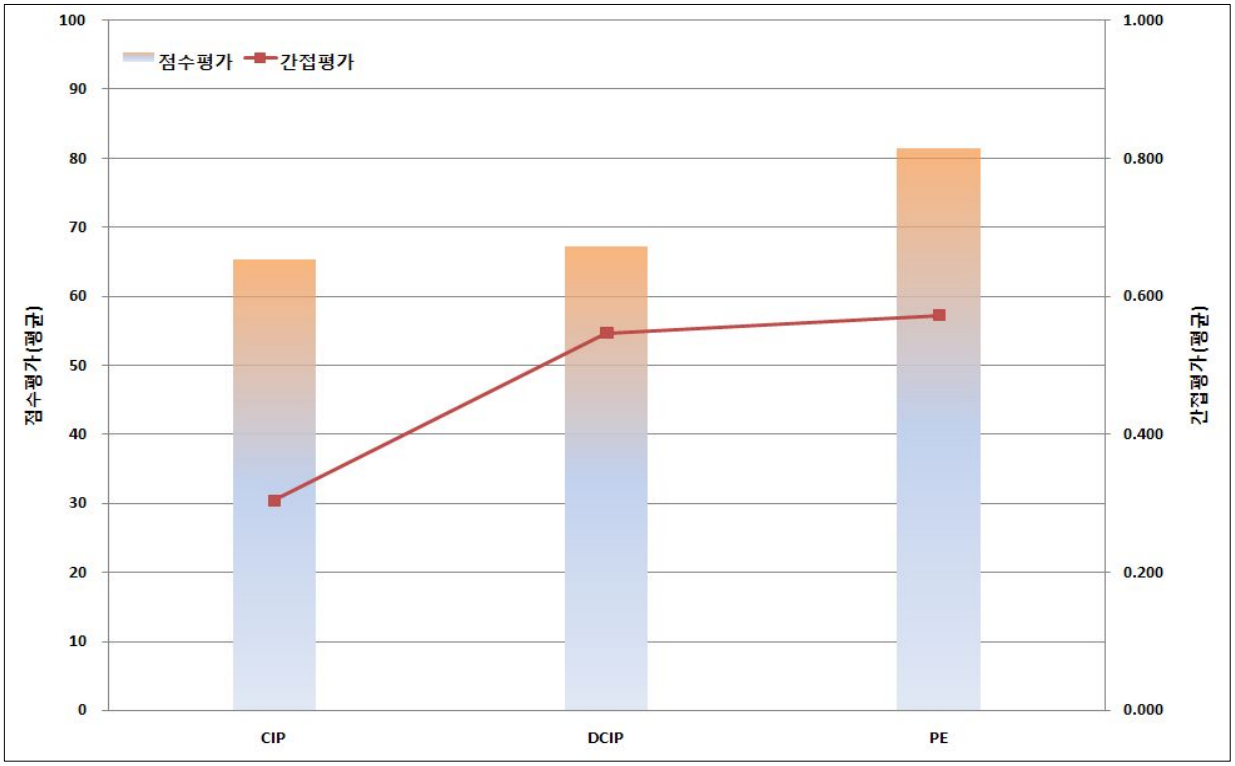
〈표 8.1-49〉 안산정수장 수계(직접 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
안산정수장 직접	50	0.94	84.6	상태 양호	0.599	노후진행
	75	0.02	67.8	노후진행	0.518	노후진행
	80	15.48	69.5	노후진행	0.542	노후진행
	100	58.06	72	비교적 양호	0.64	상태양호
	150	26.02	78.3	비교적 양호	0.551	노후진행
	200	17.94	71.4	비교적 양호	0.512	노후진행
	250	1.92	74.2	비교적 양호	0.668	상태양호
	300	2.68	71.7	비교적 양호	0.536	노후진행
	350	0.75	67.7	노후진행	0.334	교체/갱생
	400	2.9	71.3	비교적 양호	0.476	노후진행
	500	0.52	67.8	노후진행	0.333	교체/갱생
	600	2.09	67.1	노후진행	0.432	교체/갱생
	800	0.31	73.3	비교적 양호	0.734	상태양호
	900	4.25	63.7	노후진행	0.325	교체/갱생
	1000	0.53	68.9	노후진행	0.491	노후진행
	미분류	0.12	-	-	-	-
	계	134.53	73	비교적 양호	0.587	노후진행

초지배수구역의 경우에는 간접평가법을 적용하였을때 주철관은 “교체/갱생”이 필요한 것으로 평가되었으며 기타 관종들은 “노후 진행”으로 평가되었으며 점수평가법을 적용하였을 경우에는 주철관 및 덕타일주철관은 각각 65.4점, 67.2점으로 “노후 진행”으로 평가되었고 구경별로 살펴보면 400mm, 500mm는 간접평가법을 적용하였을때 “교체/갱생”이 필요한 것으로 나타났다.

〈표 8.1-50〉 안산정수장 수계(초지 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
초지 배수구역	CIP	1.05	65.4	노후진행	0.304	교체/갱생
	DCIP	3.82	67.2	노후진행	0.547	노후진행
	PE	1.55	81.4	상태 양호	0.573	노후진행
	미분류	0	-	-	-	-
	계	6.42	68.5	노후진행	0.528	노후진행



〈그림 8.1-22〉 초지 배수구역 관종에 따른 노후도 평가결과

〈표 8.1-51〉 안산정수장 수계(초지 배수구역) 구경별 노후도 평가결과

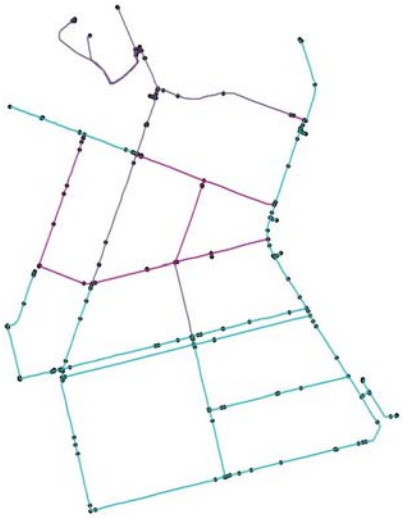
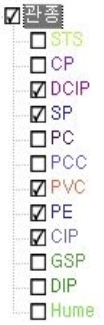
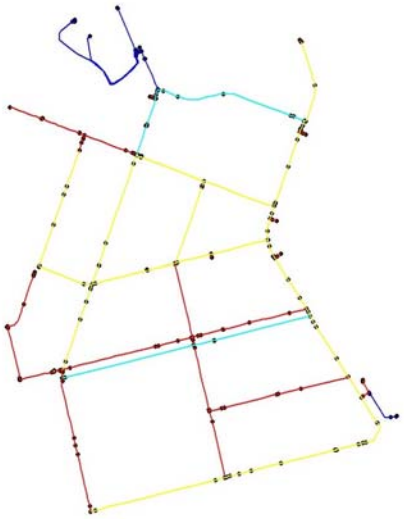
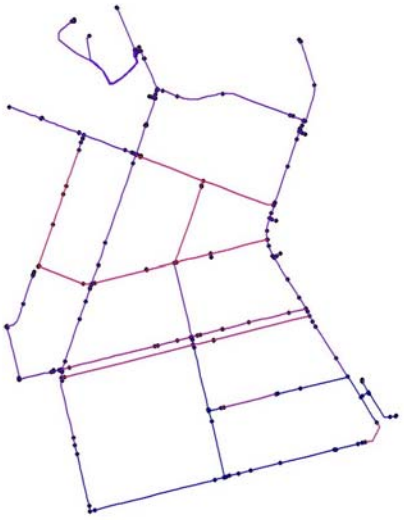
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
초지 배수구역	80	0.04	65.7	노후진행	0.487	노후진행
	100	0.35	66.4	노후진행	0.486	노후진행
	150	0.32	66.9	노후진행	0.517	노후진행
	200	1.56	68.1	노후진행	0.594	노후진행
	250	1.12	81.8	상태 양호	0.599	노후진행
	300	1.69	67.2	노후진행	0.521	노후진행
	400	0.36	67.3	노후진행	0.404	교체/갱생
	500	0.89	68.1	노후진행	0.361	교체/갱생
	미분류	0.09	-	-	-	-
	계	6.42	68.5	노후진행	0.528	노후진행

안산정수장 수계에 대한 노후도 평가를 위하여 입력된 각 재원 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

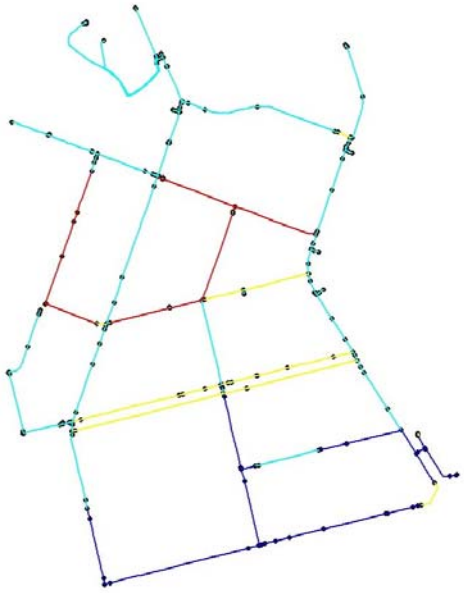
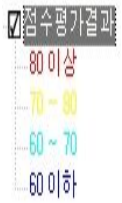
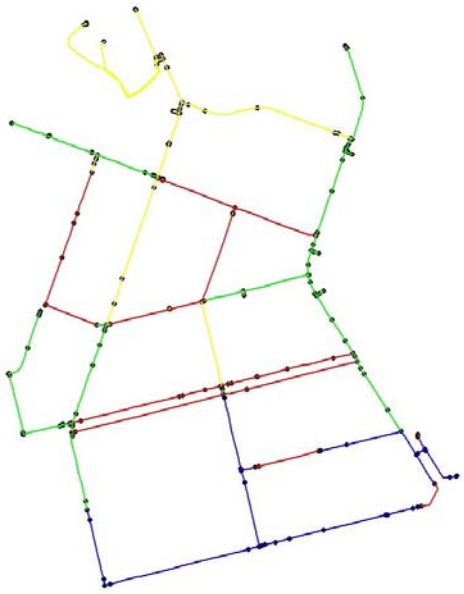
<표 8.1-52> 안산정수장 수계(직접 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	안산정수장 수계	비 고
중블록명	안산직접	
관종		
관경		

〈표 8.1-53〉 안산정수장 수계(초지 배수구역내 안산초지20소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	안산정수장 수계	비 고
중블록명	초지배수구역(안산초지20 소블록)	
관종		
관경		
매설년도		

〈표 8.1-54〉 안산정수장 수계(초지 배수구역내 안산초지20소블록) 노후도 평가결과

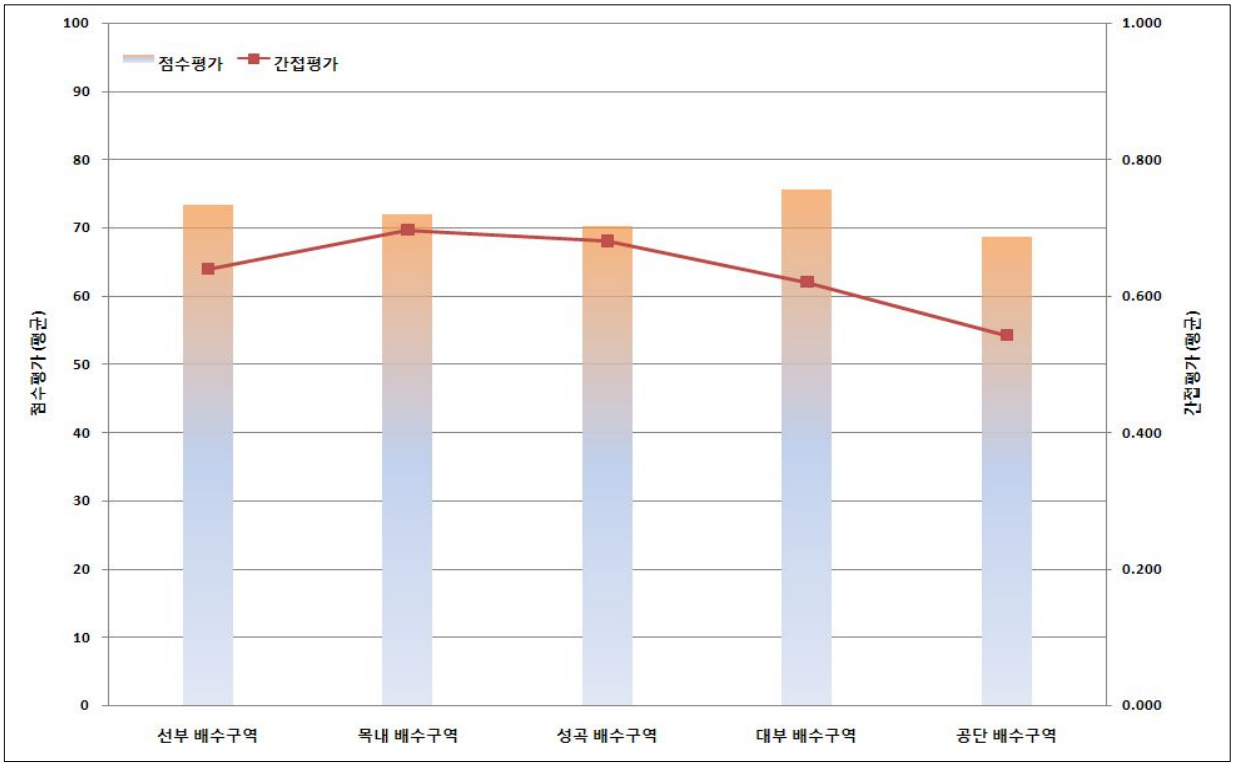
평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

2) 연성정수장 수계

연성정수장 수계에 위치하고 있는 중블록(배수구역)은 선부, 목내, 성곡, 대부, 공단 배수구역등으로 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 8.1-55〉 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 8.1-23〉 연성정수장 수계 배수구역별 매설년도에 따른 노후도 평가결과

위의 그림에서 보는 바와 같이 점수평가법을 적용하였을 시에는 5개 배수구역에서의 평가결과는 크게 다르지 않았으나 간접평가법을 이용하였을 경우에는 공단배수구역에 매설된 관의 노후 진행정도는 다른 구역에 비하여 높은 것으로 나타났다.

〈표 8.1-56〉 연성정수장 수계(선부 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
선부 배수구역	CIP	8.58	66.6	노후진행	0.346	교체/갱생
	DCIP	84.21	71.3	비교적 양호	0.674	상태양호
	GRP	1.15	-	-	-	-
	PE	28.4	85.2	상태 양호	0.548	노후진행
	SP	1.81	72.5	비교적 양호	0.536	노후진행
	미분류	3.72	-	-	-	-
	계	127.87	73.3	비교적 양호	0.639	상태양호



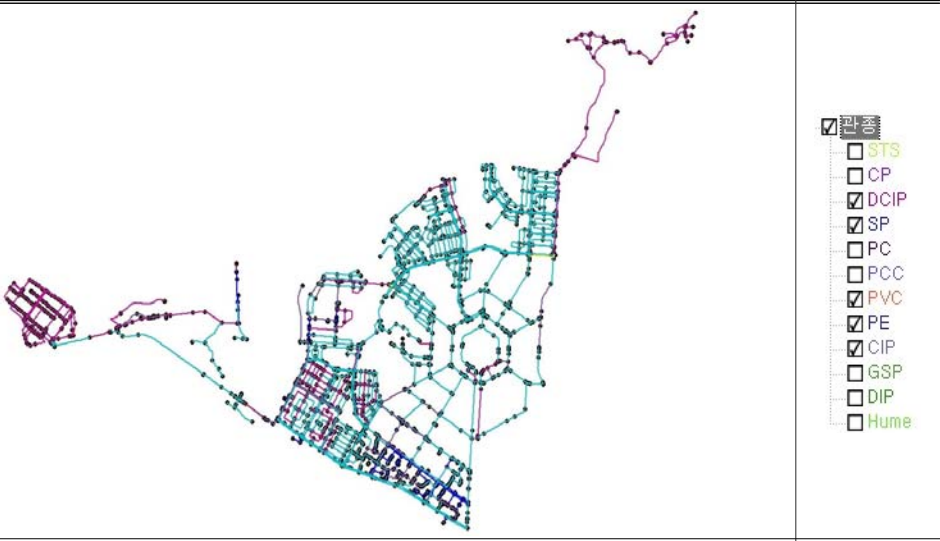
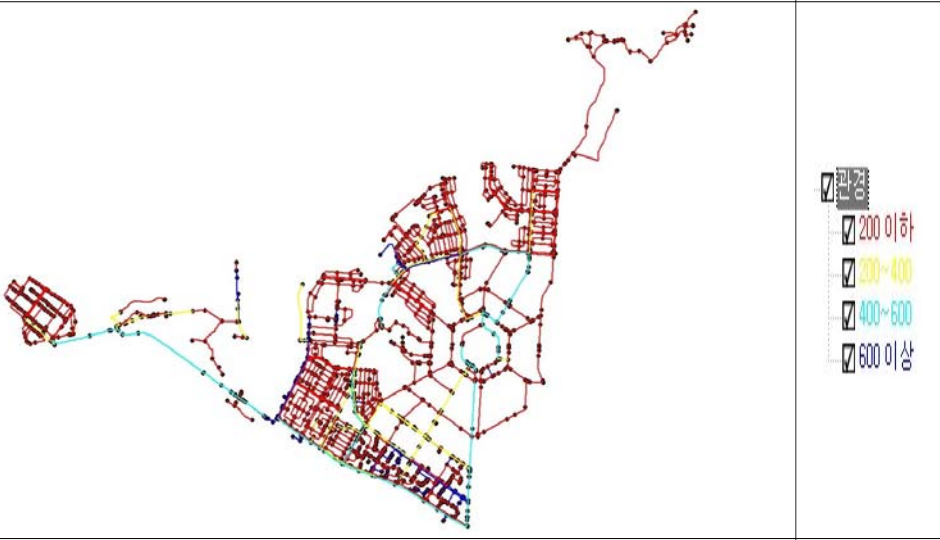
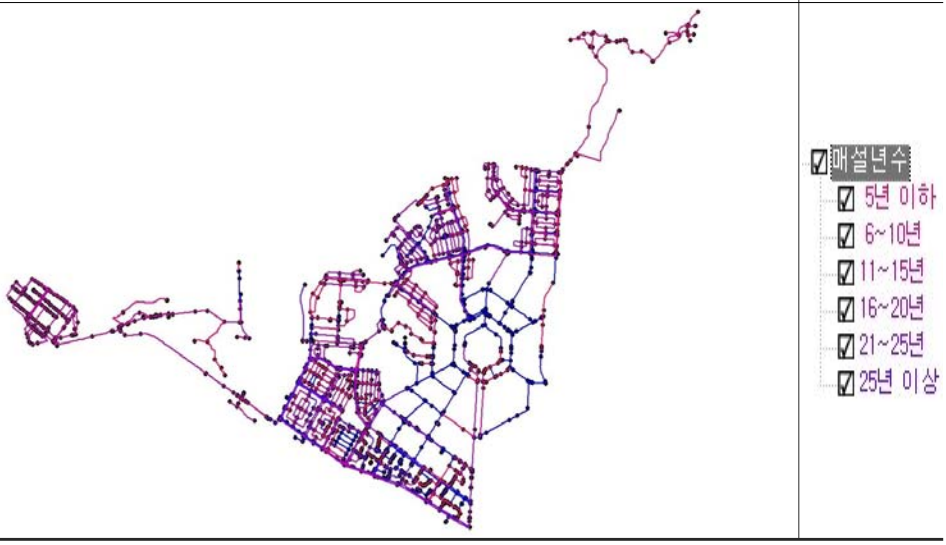
〈그림 8.1-24〉 연성정수장 수계(선부 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-57〉 연성정수장 수계(선부 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

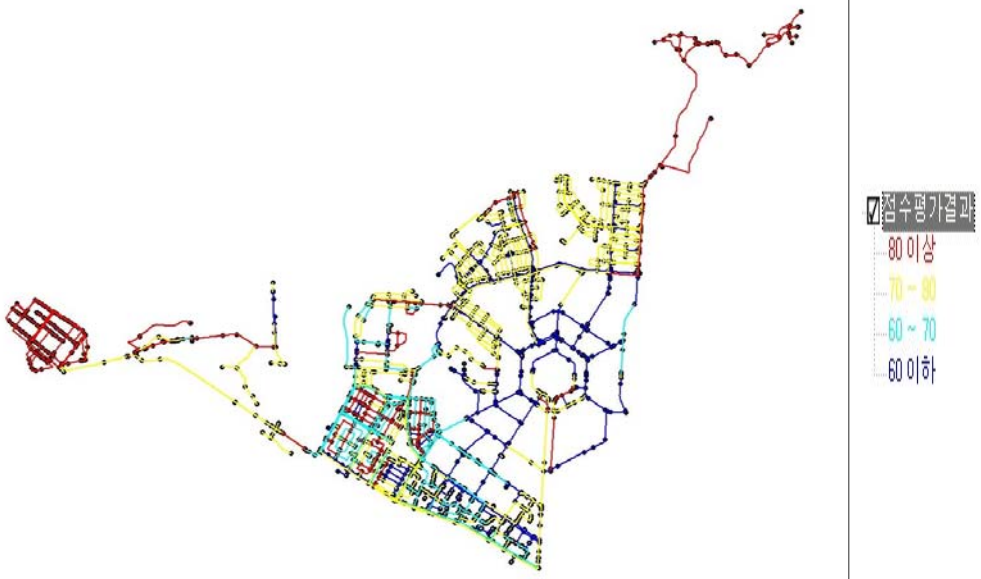
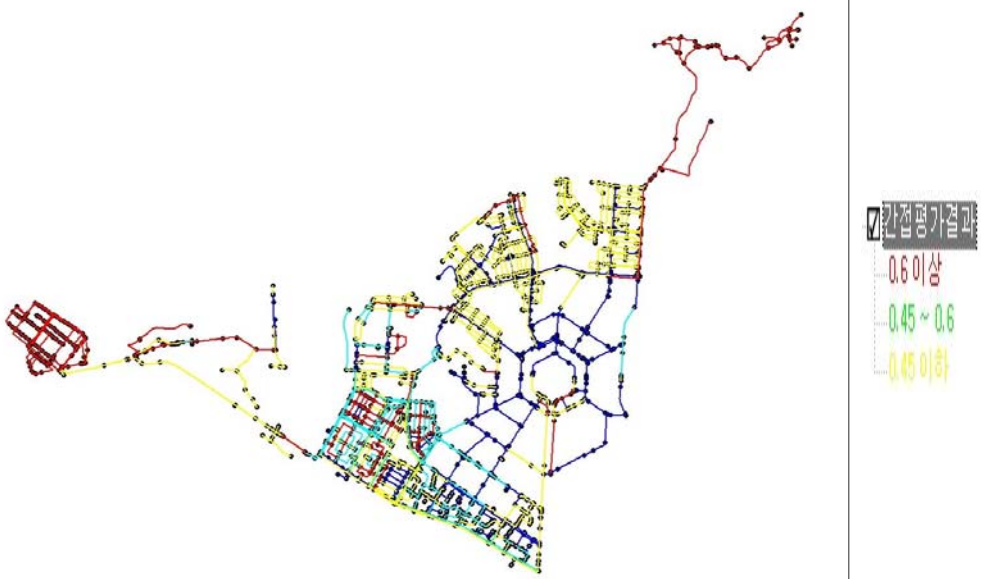
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
선부 배수구역	50	1.28	79.8	비교적 양호	0.593	노후진행
	80	6.36	72.2	비교적 양호	0.650	상태양호
	100	44.12	73.2	비교적 양호	0.669	상태양호
	150	30.52	74.2	비교적 양호	0.604	상태양호
	200	17.42	74.0	비교적 양호	0.599	노후진행
	250	3.16	73.3	비교적 양호	0.619	상태양호
	300	8.26	72.0	비교적 양호	0.588	노후진행
	350	0.33	75.6	비교적 양호	0.728	상태양호
	400	2.36	72.7	비교적 양호	0.580	노후진행
	450	1.25	71.1	비교적 양호	0.578	노후진행
	500	8.02	73.0	비교적 양호	0.681	상태양호
	600	1.10	73.3	비교적 양호	0.625	상태양호
	700	0.63	75.1	비교적 양호	0.734	상태양호
	900	2.15	64.5	노후진행	0.307	교체/갱생
	1350	0.31	68.9	노후진행	0.628	상태양호
	미분류	0.60	-	-	-	-
	계	127.87	73.3	비교적 양호	0.639	상태양호

선부배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-58〉 연성정수장 수계(선부 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	선부배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

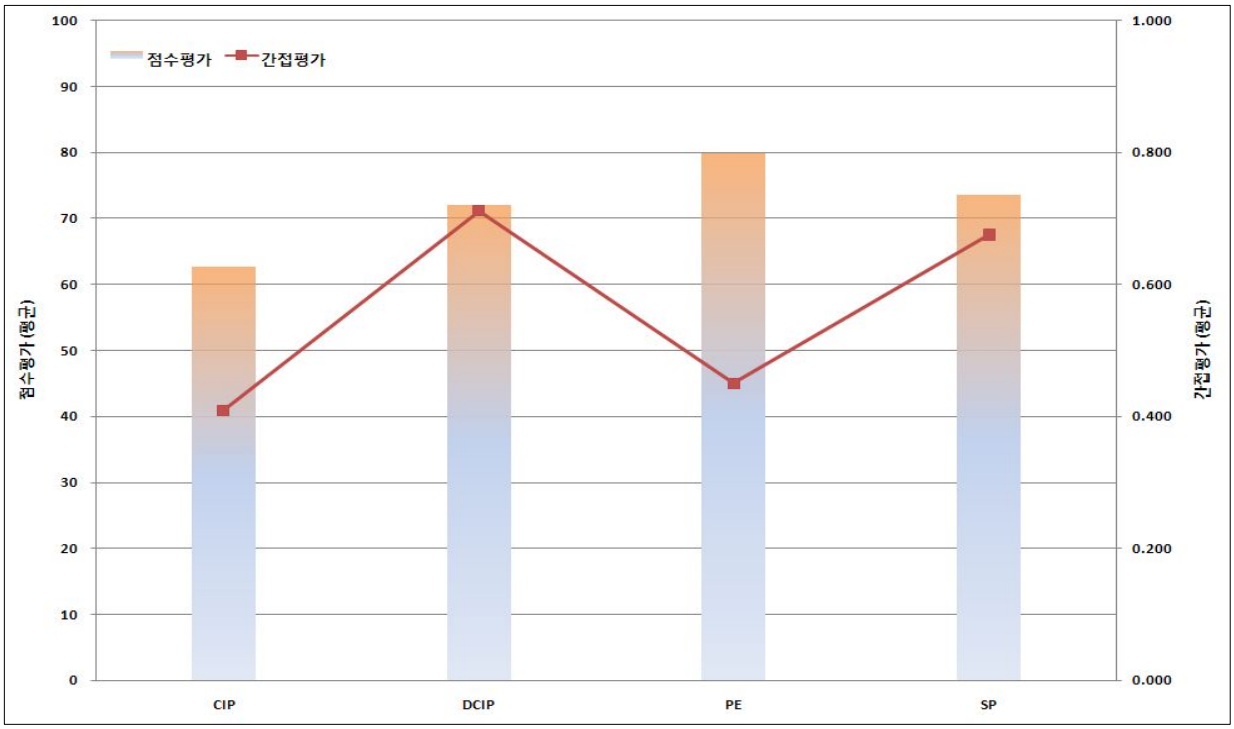
〈표 8.1-59〉 연성정수장 수계(선부 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

목내 배수구역내 관로들에 노후도 평가결과를 살펴보면 덕타일주철관(DCIP, 49.34(Km)의 매설비중은 높은 것으로 나타났으며 노후도 평가결과, 주철관 및 PE관은 간접평가방법을 적용하였을 경우, 각각 0.409 및 0.450점으로 "교체/갱생"이 필요한 것으로 나타났으며 기타 관들은 "상태가 양호"한 것으로 평가 되었다. 또한, 점수평가방법을 적용하였을 경우에는 주철관을 제외한 관들은 모두 비교적 양호한 것으로 나타났으나 주철관은 평균 62.7점으로 "노후 진행"으로 평가되어 개량사업을 진행할 경우에는 주철관에 대한 우선적인 교체나 갱생을 실시하여야 할 것으로 나타났다.

<표 8.1-60> 연성정수장 수계(목내 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
목내 배수구역	CIP	3.31	62.7	노후진행	0.409	교체/갱생
	DCIP	49.34	72.1	비교적 양호	0.711	상태양호
	PE	0.64	79.8	비교적 양호	0.450	교체/갱생
	SP	2.43	73.6	비교적 양호	0.675	상태양호
	미분류	0.26	-	-	-	-
	계	55.98	72.0	비교적 양호	0.697	상태양호



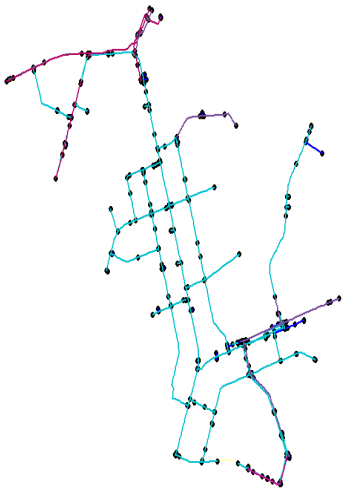
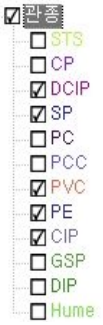
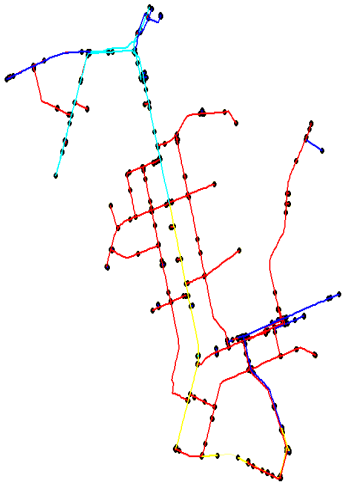
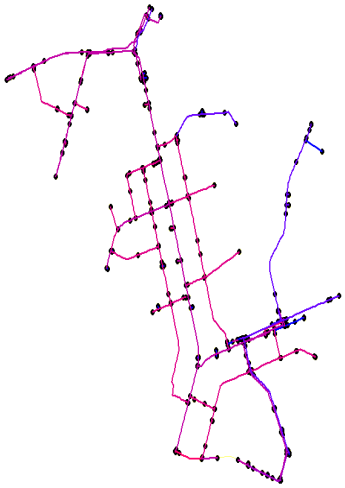
<그림 8.1-25> 연성정수장 수계(목내 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-61〉 연성정수장 수계(목내 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

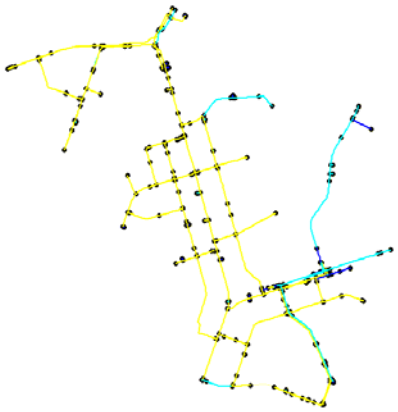
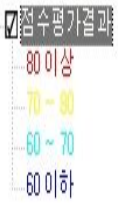
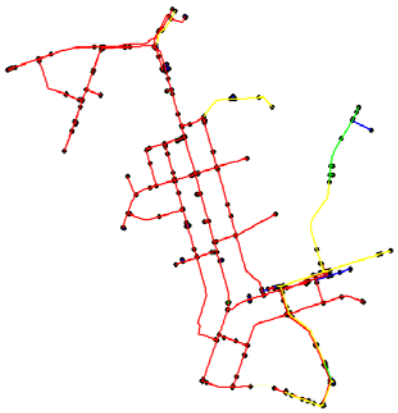
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
목내 배수구역	50	0.07	72.9	비교적 양호	0.652	상태양호
	75	0.03	70.0	노후진행	0.754	상태양호
	80	0.13	69.5	노후진행	0.654	상태양호
	100	31.24	72.1	비교적 양호	0.715	상태양호
	150	4.14	72.5	비교적 양호	0.699	상태양호
	200	5.20	71.2	비교적 양호	0.571	노후진행
	250	1.10	71.8	비교적 양호	0.701	상태양호
	300	2.48	72.7	비교적 양호	0.684	상태양호
	350	2.10	73.8	비교적 양호	0.715	상태양호
	400	1.55	71.6	비교적 양호	0.651	상태양호
	450	1.72	72.2	비교적 양호	0.693	상태양호
	500	0.92	74.2	비교적 양호	0.714	상태양호
	600	1.52	74.9	비교적 양호	0.683	상태양호
	700	0.73	71.6	비교적 양호	0.709	상태양호
	800	0.84	65.3	노후진행	0.555	노후진행
	900	1.73	62.2	노후진행	0.453	노후진행
	미분류	0.48	-	-	-	-
	계	55.98	72.0	비교적 양호	0.697	상태양호

목내배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

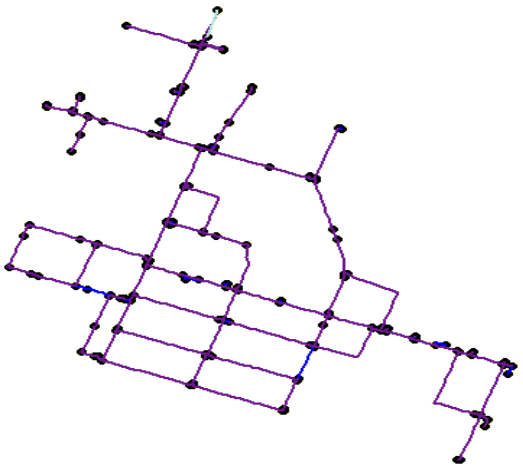
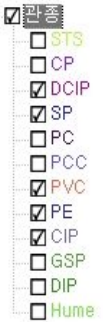
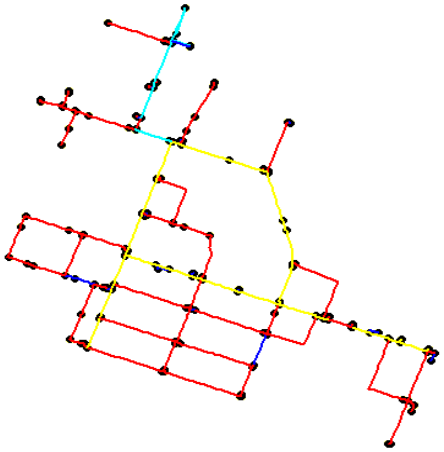
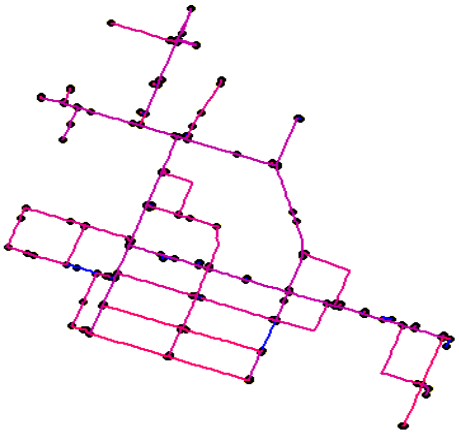
〈표 8.1-62〉 연성정수장 수계(목내 배수구역내 연성목내26 소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	목내배수구역(연성목내26 소블록)	
관종		
관경		
매설년도		

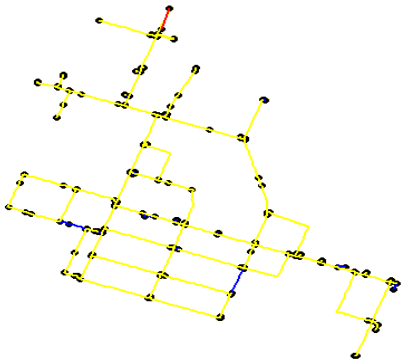
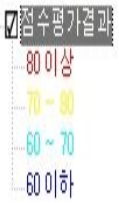
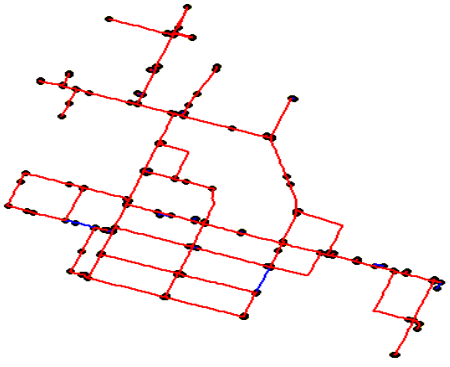
〈표 8.1-63〉 연성정수장 수계(목내 배수구역내 연성목내26소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

〈표 8.1-64〉 연성정수장 수계(목내 배수구역내 연성목내29소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	목내 배수구역(연성목내29)	
관종		
관경		
매설년도		

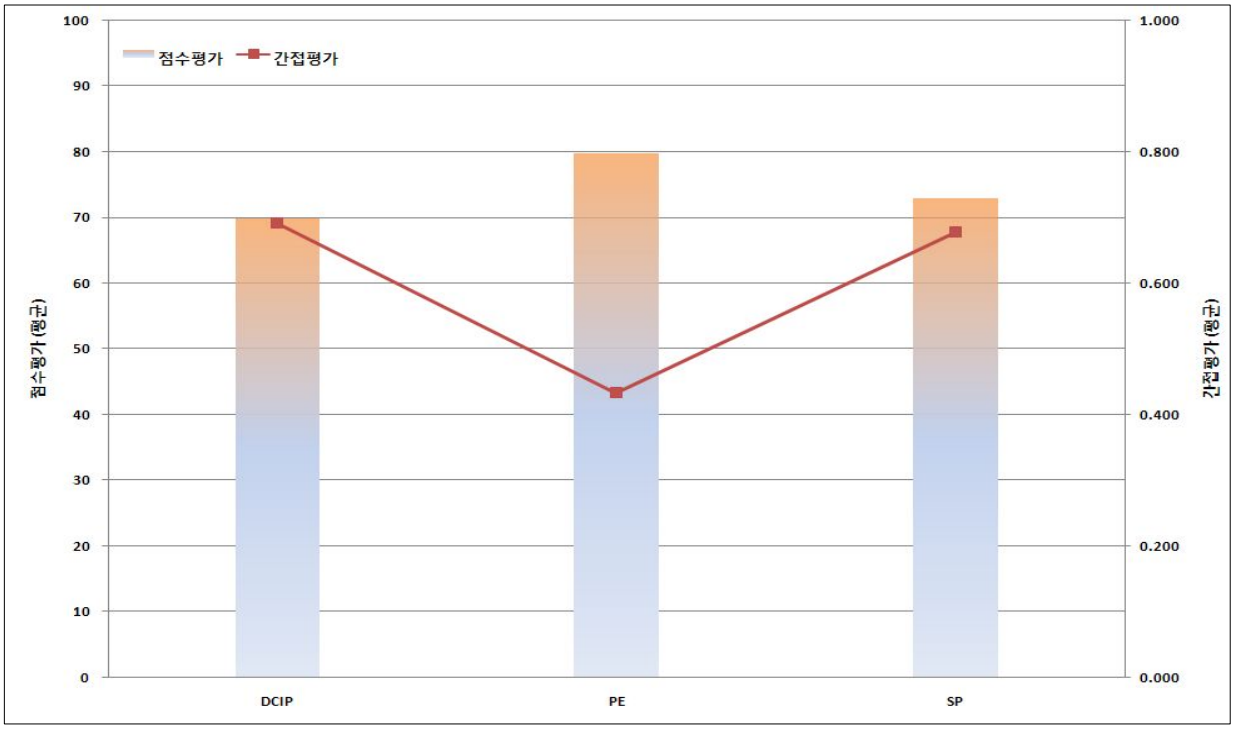
〈표 8.1-65〉 연성정수장 수계(목내 배수구역내 연성목내29소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

성곡 배수구역의 경우에도 목내배수구역과 유사한 결과가 도출되었으며 간접평가 방법을 적용하였을때 PE관은 0.433점으로 “교체/갱생”이 필요한 것으로 나타났으며 기타 관종은 상태가 양호한 것으로 나타났다. 점수평가방법을 적용하였을 경우에에는 닥타일주철관은 69.8점으로 “노후진행”으로 평가되었고 그 외 관종은 “비교적 양호”한 것으로 나타났다.

〈표 8.1-66〉 연성정수장 수계(성곡 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
성곡 배수구역	DCIP	39.21	69.8	노후진행	0.691	상태양호
	PE	1.50	79.8	비교적 양호	0.433	교체/갱생
	SP	3.17	73.0	비교적 양호	0.678	상태양호
	미분류	2.03	-	-	-	-
	계	45.91	70.2	비교적 양호	0.681	상태양호



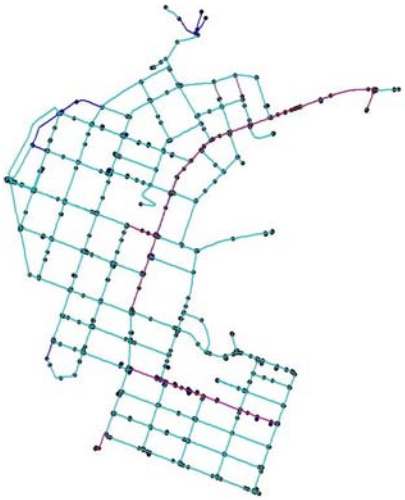
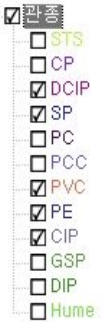
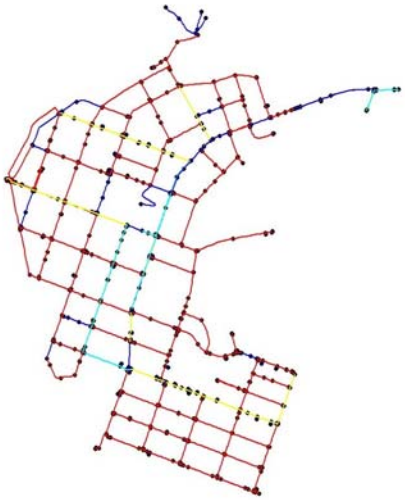
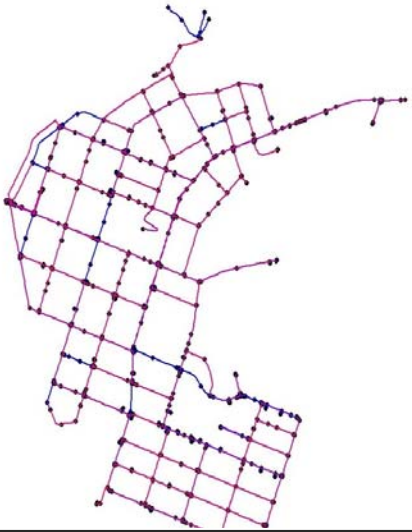
〈그림 8.1-26〉 연성정수장 수계(성곡 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-67〉 연성정수장 수계(성곡 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

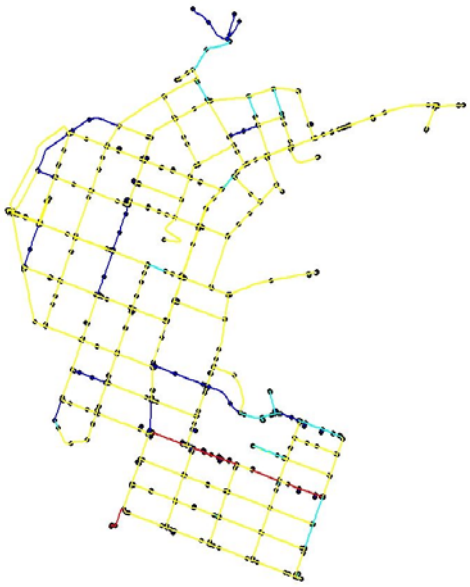
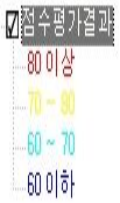
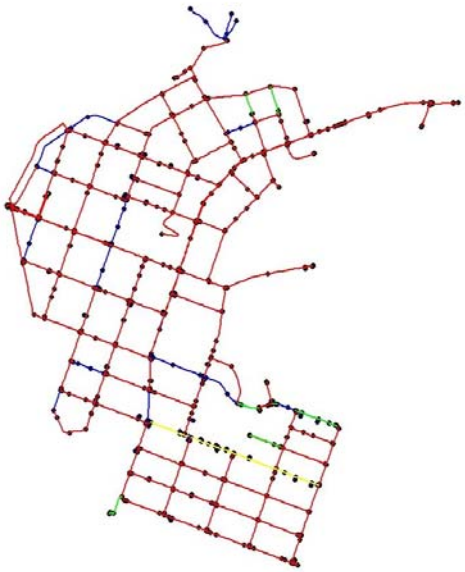
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
성곡 배수구역	80	0.46	70.3	비교적 양호	0.700	상태양호
	100	22.30	69.8	노후진행	0.696	상태양호
	150	5.38	69.8	노후진행	0.704	상태양호
	200	4.22	68.6	노후진행	0.640	상태양호
	250	1.57	70.9	비교적 양호	0.679	상태양호
	300	0.95	69.3	노후진행	0.675	상태양호
	350	0.55	72.2	비교적 양호	0.691	상태양호
	400	1.95	75.8	비교적 양호	0.541	노후진행
	450	0.75	72.2	비교적 양호	0.691	상태양호
	500	1.61	72.2	비교적 양호	0.726	상태양호
	600	1.20	75.6	비교적 양호	0.679	상태양호
	700	2.11	70.6	비교적 양호	0.683	상태양호
	미분류	2.86	-	-	-	-
	계	45.91	70.2	비교적 양호	0.681	상태양호

성곡배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-68〉 연성정수장 수계(성곡 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	성곡배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

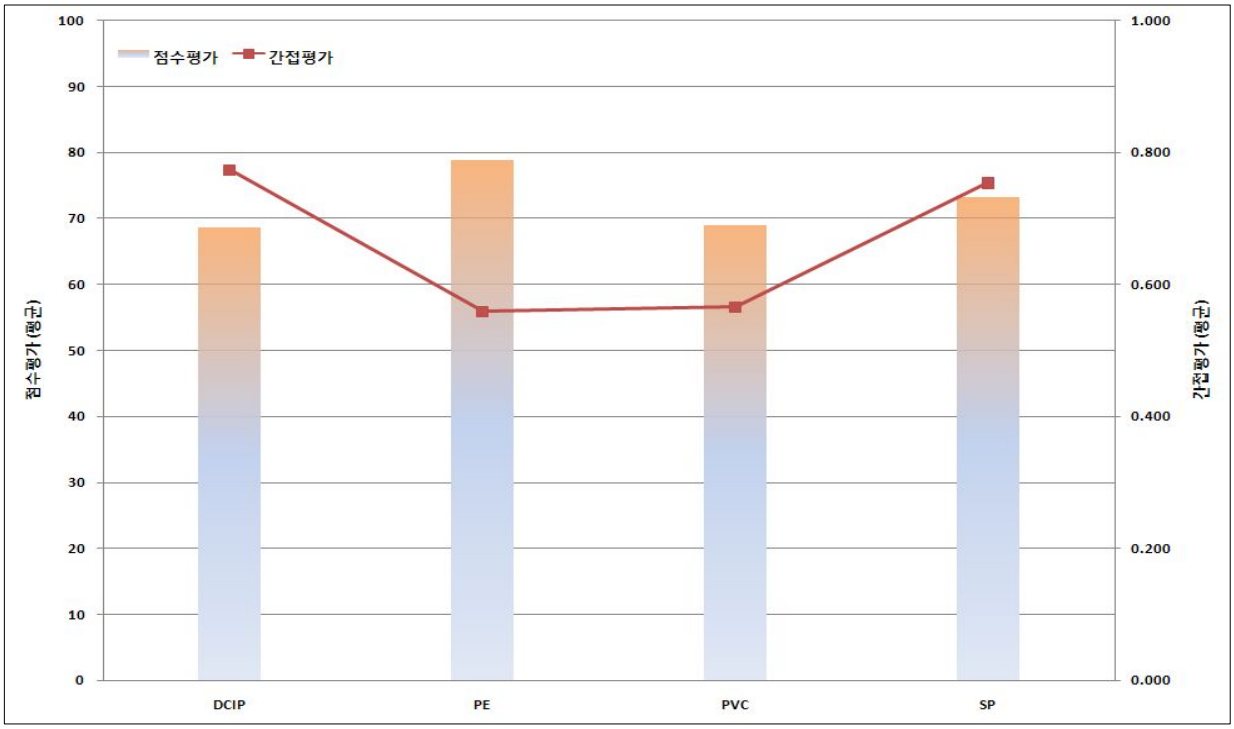
〈표 8.1-69〉 연성정수장 수계(성곡 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

대부 배수구역은 점수평가를 적용시, 주철관 및 덕타일주철관, PVC등이 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “비교적 양호”한 것으로 나타났고 간접평가법을 적용시 주철관 및 PE관, PVC는 “노후 진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 상태가 양호한 것으로 평가되었다. 대부 배수구역에 대한 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-70〉 연성정수장 수계(대부 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
대부 배수구역	DCIP	24.24	68.6	노후진행	0.773	상태양호
	PE	54.12	78.9	비교적 양호	0.559	노후진행
	PVC	5.75	69.0	노후진행	0.566	노후진행
	SP	2.19	73.3	비교적 양호	0.754	상태양호
	계	86.3	75.5	비교적 양호	0.621	상태양호



〈그림 8.1-27〉 연성정수장 수계(대부 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

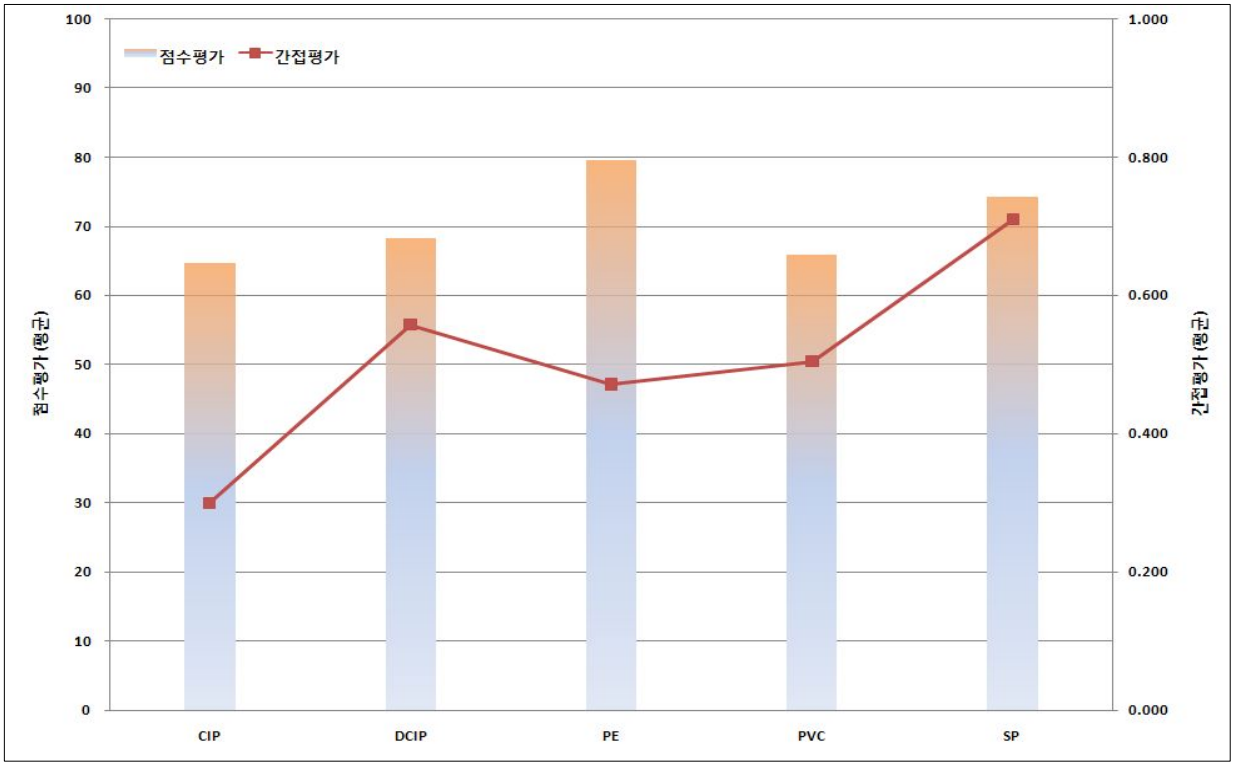
〈표 8.1-71〉 연성정수장 수계(대부 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
대부 배수구역	75	6.60	80.0	비교적 양호	0.555	노후진행
	80	10.58	78.6	비교적 양호	0.576	노후진행
	100	18.71	79.5	비교적 양호	0.568	노후진행
	150	5.95	78.7	비교적 양호	0.580	노후진행
	200	29.12	73.3	비교적 양호	0.640	상태양호
	300	2.09	65.1	노후진행	0.756	상태양호
	350	1.97	67.8	노후진행	0.766	상태양호
	400	1.55	67.8	노후진행	0.766	상태양호
	500	3.77	70.6	비교적 양호	0.704	상태양호
	600	4.58	68.4	노후진행	0.770	상태양호
	700	1.38	65.6	노후진행	0.772	상태양호
	계	86.3	75.5	비교적 양호	0.621	상태양호

공단 배수구역의 경우에는 간접평가방법을 적용하였을때 강관(SP)는 “상태 양호”, 주철관(CIP)는 “교체/갱생”이 필요하였고 점수평가방법을 적용시에는 강관(SP)은 “비교적 양호”, 주철관(CIP)은 “노후진행”등으로 평가되었다.

〈표 8.1-72〉 연성정수장 수계(공단 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
공단 배수구역	CIP	10.01	64.7	노후진행	0.301	교체/갱생
	DCIP	58.32	68.2	노후진행	0.557	노후진행
	PE	1.88	79.6	비교적 양호	0.472	노후진행
	PVC	0.49	65.9	노후진행	0.505	노후진행
	SP	11.38	74.2	비교적 양호	0.709	상태양호
	계	82.08	68.6	노후진행	0.542	노후진행



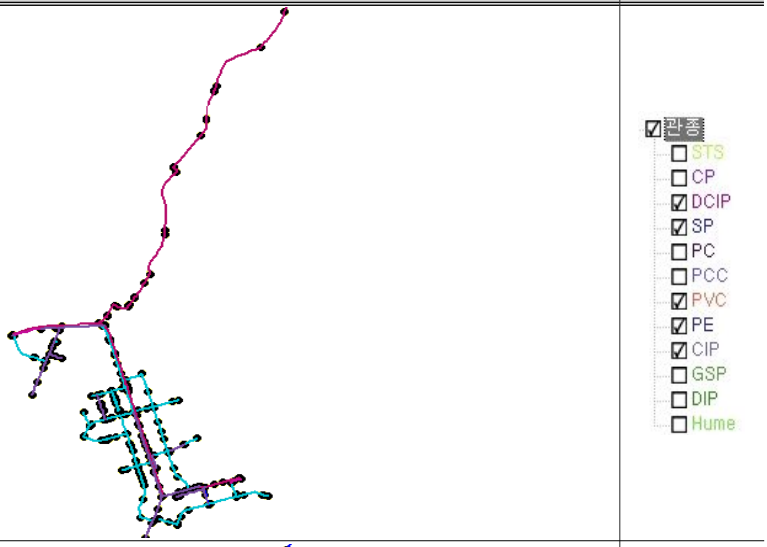
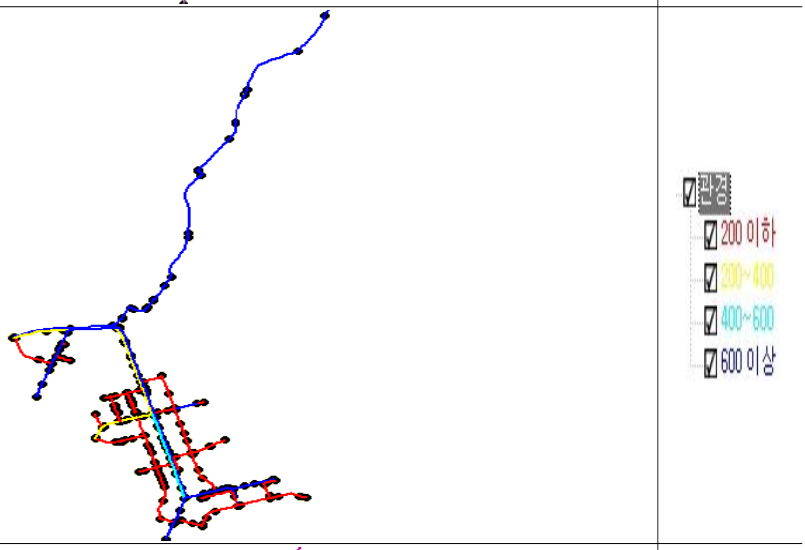
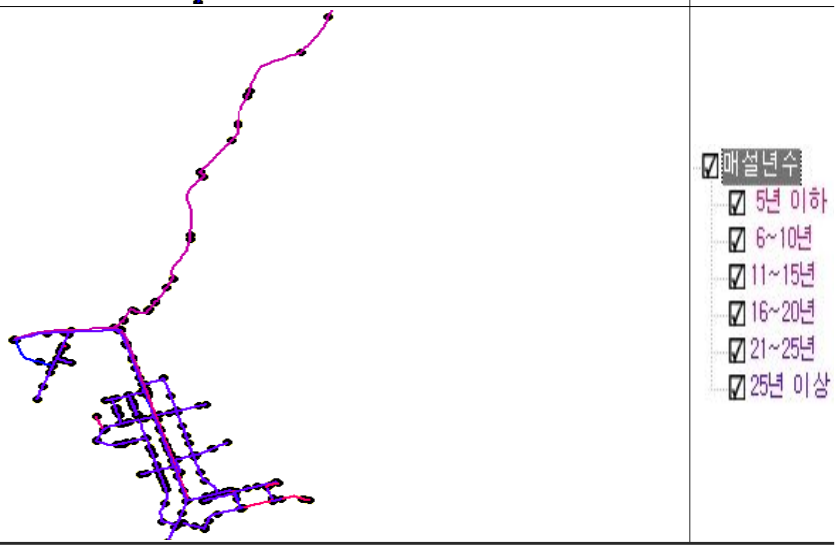
〈그림 8.1-28〉 연성정수장 수계(공단 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-73〉 연성정수장 수계(공단 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

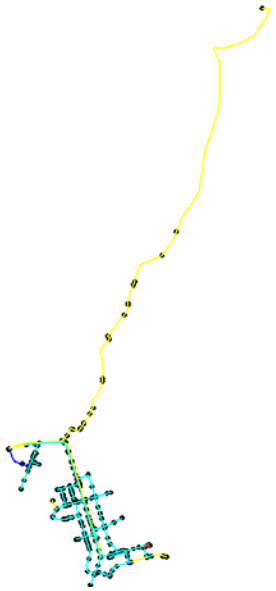
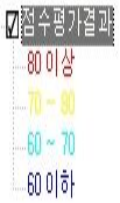
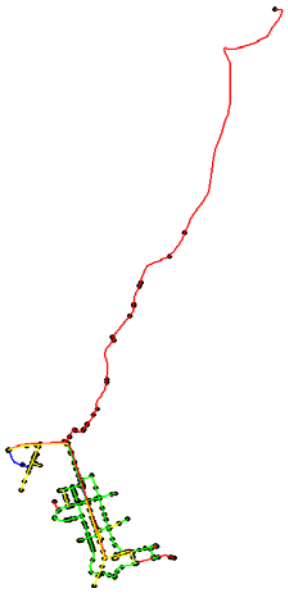
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
공단 배수구역	75	0.08	64.2	노후진행	0.377	교체/갱생
	80	0.86	67.2	노후진행	0.482	노후진행
	100	14.76	69.1	노후진행	0.618	상태양호
	150	13.74	67.4	노후진행	0.497	노후진행
	200	6.93	67.1	노후진행	0.540	노후진행
	250	0.79	71.0	비교적 양호	0.738	상태양호
	300	11.25	67.7	노후진행	0.519	노후진행
	350	2.20	69.8	노후진행	0.567	노후진행
	400	10.91	70.1	비교적 양호	0.524	노후진행
	500	3.12	71.7	비교적 양호	0.665	상태양호
	600	3.46	67.1	노후진행	0.356	교체/갱생
	700	1.04	72.6	비교적 양호	0.728	상태양호
	800	6.12	70.0	노후진행	0.579	노후진행
	900	0.71	61.7	노후진행	0.296	교체/갱생
	1200	6.02	76.7	비교적 양호	0.729	상태양호
	미분류	0.09	-	-	-	-
	계	82.08	68.6	노후진행	0.542	노후진행

공단배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

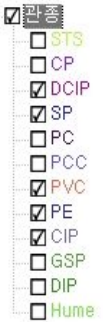
〈표 8.1-74〉 연성정수장 수계(공단 배수구역내 연성공단34소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	공단배수구역(연성공단34)	
관종		
관경		
매설년도		

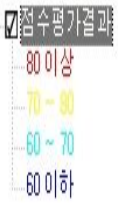
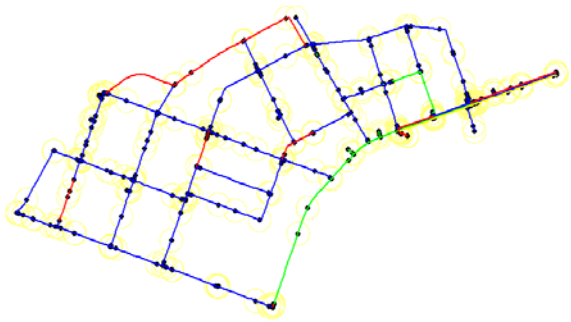
〈표 8.1-75〉 연성정수장 수계(공단 배수구역내 연성공단34소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

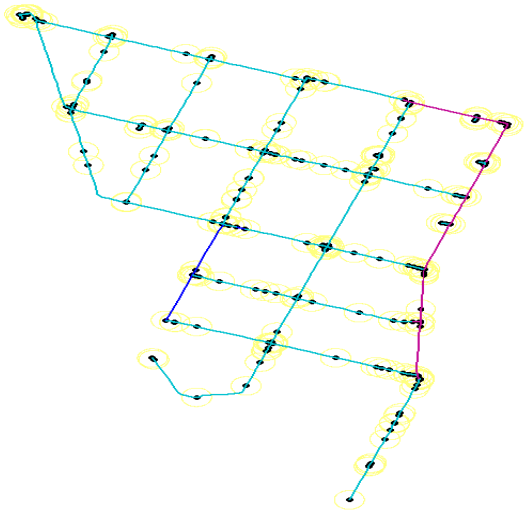
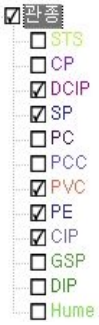
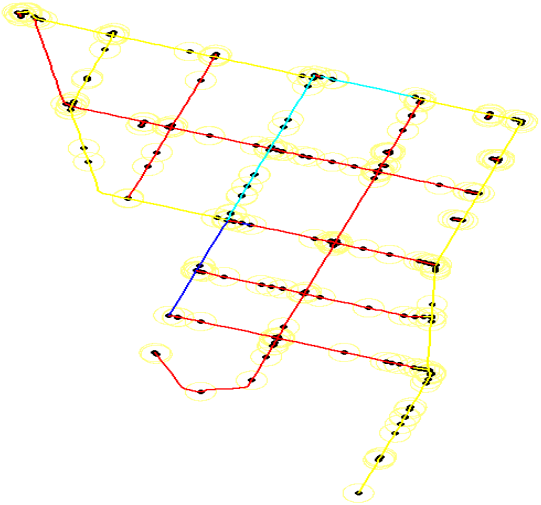
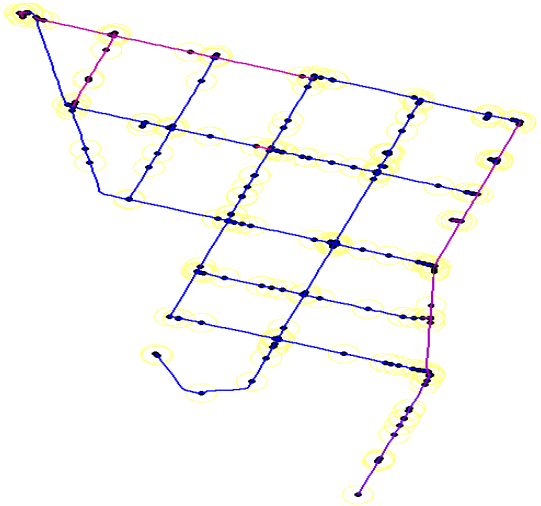
〈표 8.1-76〉 연성정수장 수계(공단 배수구역내 연성공단39소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	공단배수구역(연성공단39 소블록)	
관종		
관경		
매설년도		

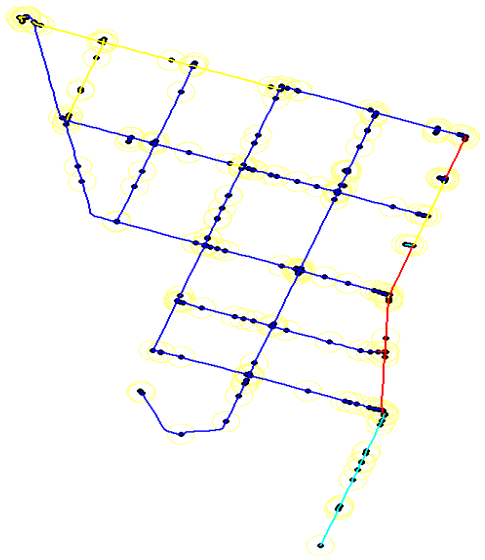
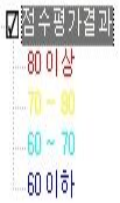
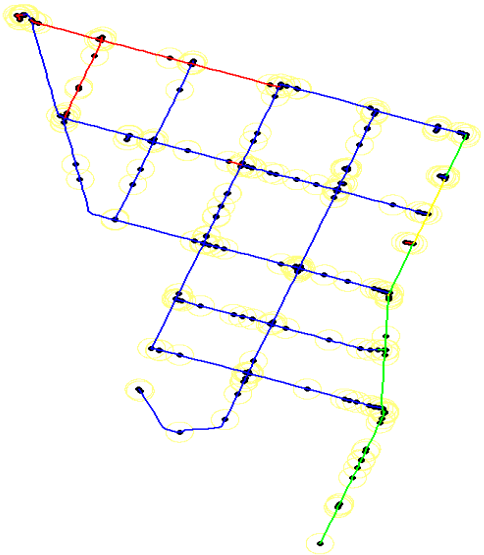
〈표 8.1-77〉 연성정수장 수계(공단 배수구역내 연성공단39소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

〈표 8.1-78〉 연성정수장 수계(공단 배수구역내 연성공단40소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	연성정수장 수계	비 고
중블록명	공단배수구역(연성공단40)	
관종		
관경		
매설년도		

〈표 8.1-79〉 연성정수장 수계(공단 배수구역 연성공단40소블록) 노후도 평가결과

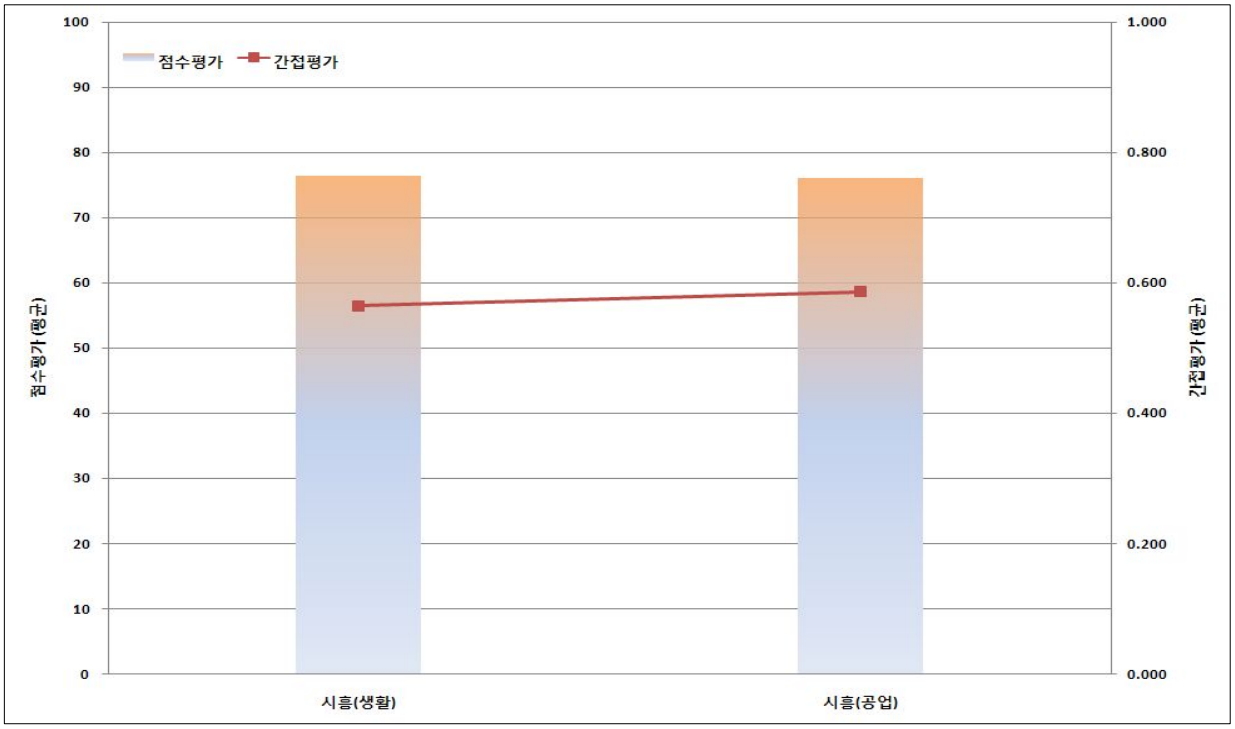
평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

3) 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 8.1-80〉 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	노후진행
시흥직접(공업)	1995	41.91	76.0	비교적 양호	0.586	노후진행



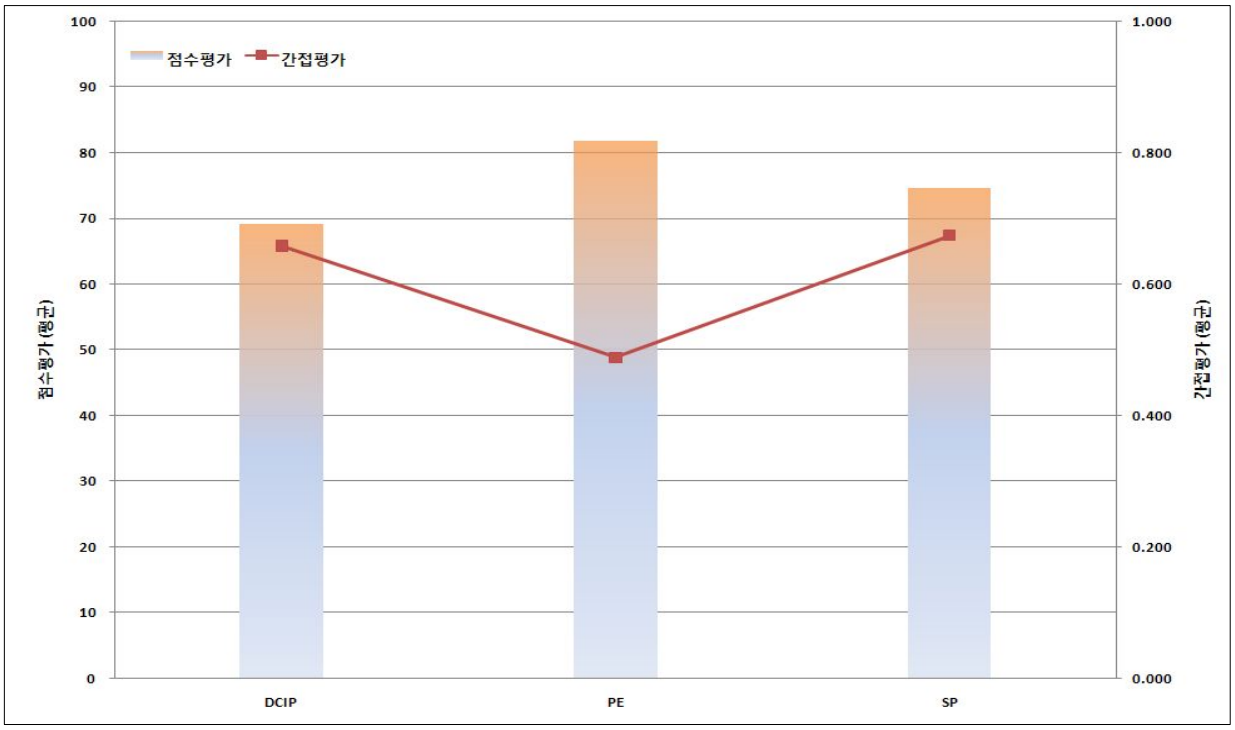
〈그림 8.1-29〉 시흥정수장 수계 배수구역별 노후도 평가결과

시흥정수장 수계 직접(생활)구역에 매설되어 있는 주관종은 덕타일주철관(20.65Km) 및 PE(22.32Km)으로 나타났으며 점수평가방법을 적용시 덕타일주철관

은 평균 69.1점으로 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “비교적 양호”하거나 “상태양호”로 평가되었으며 간접평가방법을 적용시 PE관은 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “상태 양호”인 것으로 나타났다. 해당지역에 대한 각 재원별 분포 및 노후도 평가결과는 아래의 표와 같다.

〈표 8.1-81〉 시흥정수장 수계(직접생활 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
직접생활 배수구역	DCIP	20.65	69.1	노후진행	0.658	상태양호
	GRP	0.69	-	-	-	-
	PE	22.33	81.8	상태 양호	0.489	노후진행
	SP	0.02	74.7	비교적 양호	0.674	상태양호
	미분류	0.04	-	-	-	-
	계	43.73	76.3	비교적 양호	0.565	노후진행

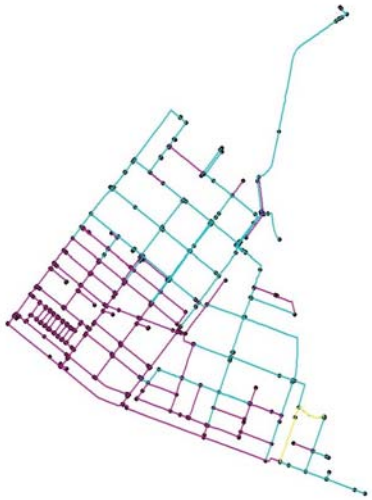
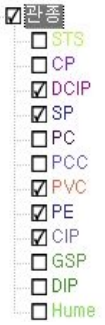
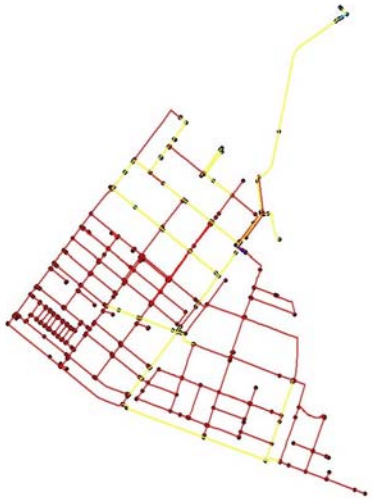
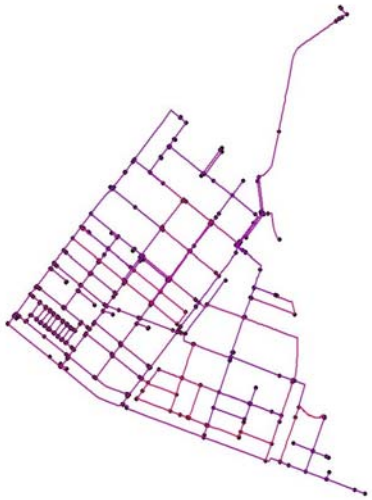


〈그림 8.1-30〉 직접(생활)배수구역 관종별 노후도 평가결과

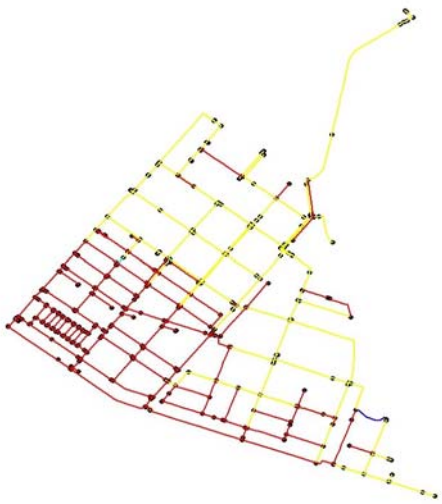
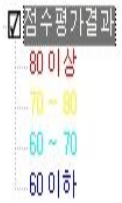
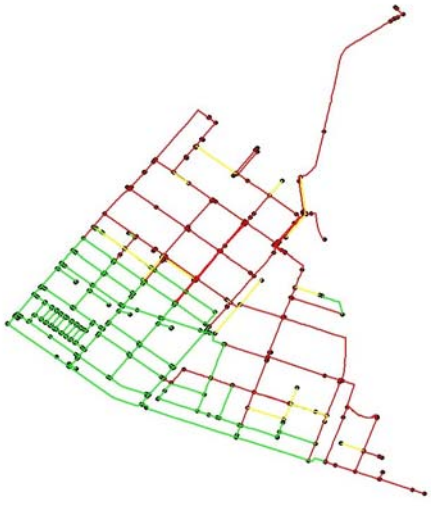
〈표 8.1-82〉 연성정수장 수계(직접생활 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
직접 생활 배수구역	50	3.80	80.0	비교적 양호	0.407	교체/갱생
	80	1.37	82.1	상태 양호	0.491	노후진행
	100	16.05	78.3	비교적 양호	0.531	노후진행
	150	5.32	72.6	비교적 양호	0.641	상태양호
	200	6.79	73.0	비교적 양호	0.611	상태양호
	250	5.02	70.9	비교적 양호	0.692	상태양호
	300	1.26	79.7	비교적 양호	0.508	노후진행
	350	0.91	70.0	노후진행	0.623	상태양호
	400	2.99	71.6	비교적 양호	0.670	상태양호
	500	0.08	71.7	비교적 양호	0.679	상태양호
	700	0.10	66.7	노후진행	0.629	상태양호
	1200	0.02	74.4	비교적 양호	0.692	상태양호
	미분류	0.02	-	-	-	-
	계	43.73	76.3	비교적 양호	0.565	노후진행

〈표 8.1-83〉 시흥정수장 수계(직접생활 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	시흥정수장 수계	비 고
중블록명	직접생활 배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

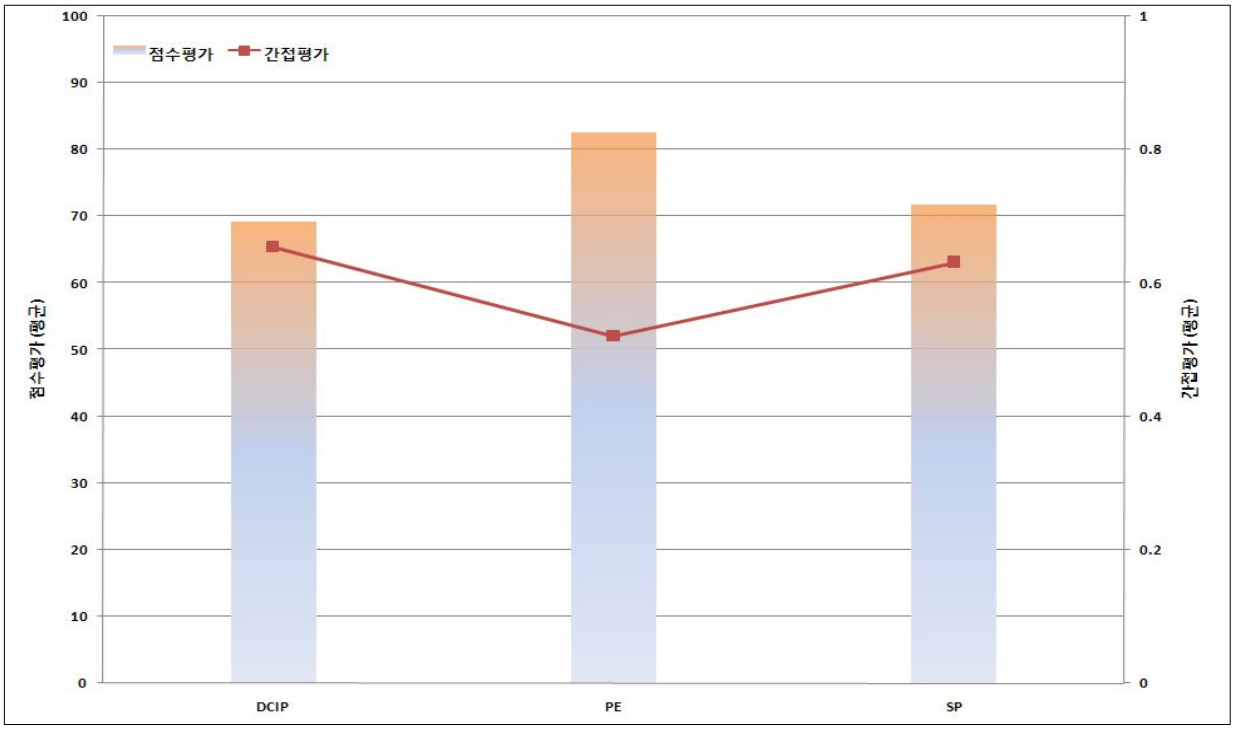
〈표 8.1-84〉 시흥정수장 수계(직접생활 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

시흥정수장 수계 직접(공업)구역에서 덕타일주철관(DCIP, 28.47Km)의 매설비중은 높은 것으로 나타났으며 해당구역에 대한 점수평가방법을 적용시 덕타일주철관은 69.1점으로 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “비교적 양호”하거나 “상태양호”한 것으로 평가되었으며 간접평가방법을 적용시 PE관은 0.521점으로 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “상태 양호”인 것으로 나타났다. 해당지역에 대한 노후도 평가결과는 아래의 표와 같다.

〈표 8.1-85〉 시흥정수장 수계(직접공업 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
직접공업 배수구역	DCIP	28.47	69.1	노후진행	0.654	상태양호
	GRP	0.33	-	-	-	-
	PE	12.07	82.5	상태 양호	0.521	노후진행
	SP	1.04	71.8	비교적 양호	0.631	상태양호
	계	41.91	76.0	비교적 양호	0.586	노후진행



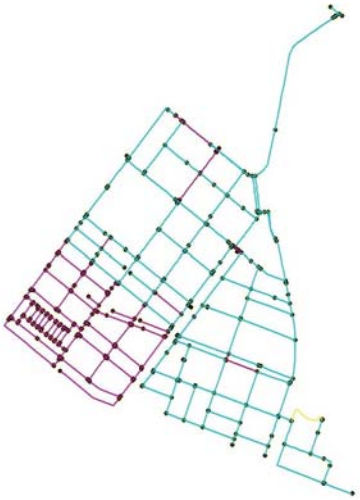
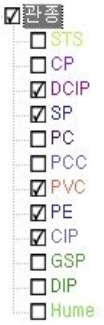
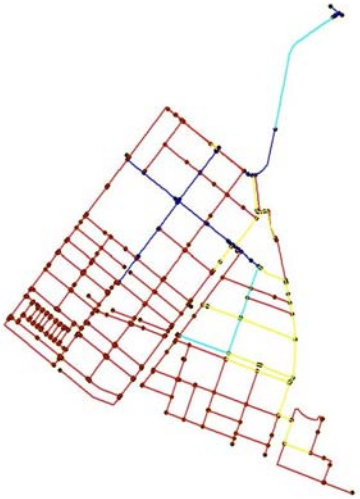
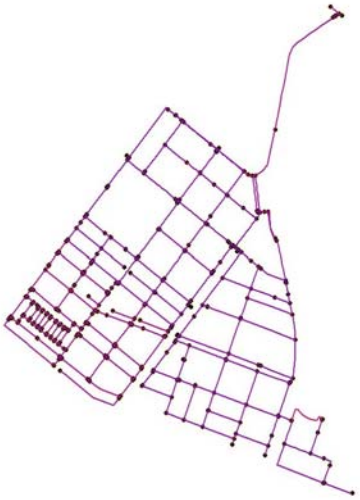
〈그림 8.1-31〉 시흥정수장 수계(직접공업 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-86〉 시흥정수장 수계(직접공업 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

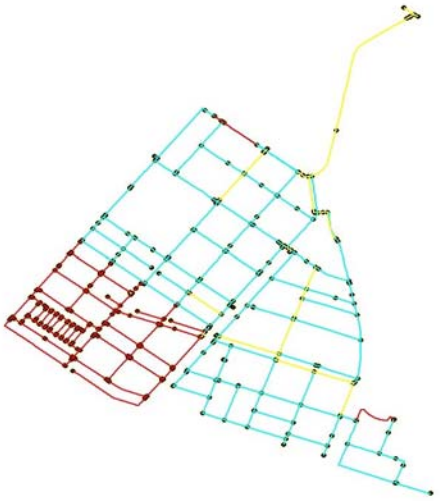
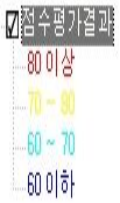
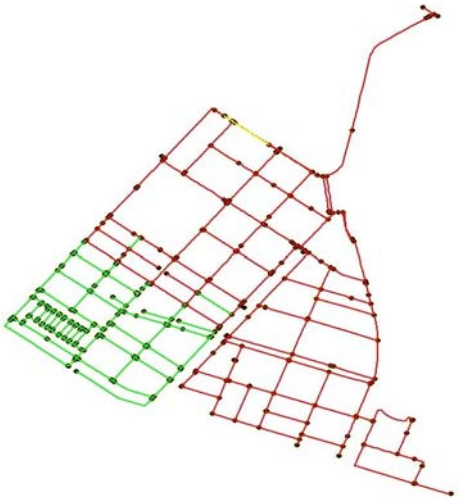
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
직접 공업 배수구역	20	0.03	68.9	노후진행	0.641	상태양호
	50	0.35	81.1	상태 양호	0.436	교체/갱생
	80	0.53	83.2	상태 양호	0.521	노후진행
	100	8.63	79.4	비교적 양호	0.550	노후진행
	150	10.91	76.1	비교적 양호	0.584	노후진행
	200	10.74	76.1	비교적 양호	0.574	노후진행
	250	3.36	68.6	노후진행	0.645	상태양호
	300	0.53	70.3	비교적 양호	0.643	상태양호
	400	1.43	73.1	비교적 양호	0.675	상태양호
	500	1.43	72.2	비교적 양호	0.691	상태양호
	600	0.70	71.1	비교적 양호	0.659	상태양호
	700	0.88	68.8	노후진행	0.652	상태양호
	800	1.87	69.8	노후진행	0.699	상태양호
	1200	0.52	74.4	비교적 양호	0.647	상태양호
	계	41.91	76.0	비교적 양호	0.586	노후진행

시흥직접(공업)배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-87〉 시흥정수장 수계(직접공업 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	시흥정수장 수계	비 고
중블록명	공업직접 배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

〈표 8.1-88〉 시흥정수장 수계(직접공입 배수구역) 노후도 평가결과

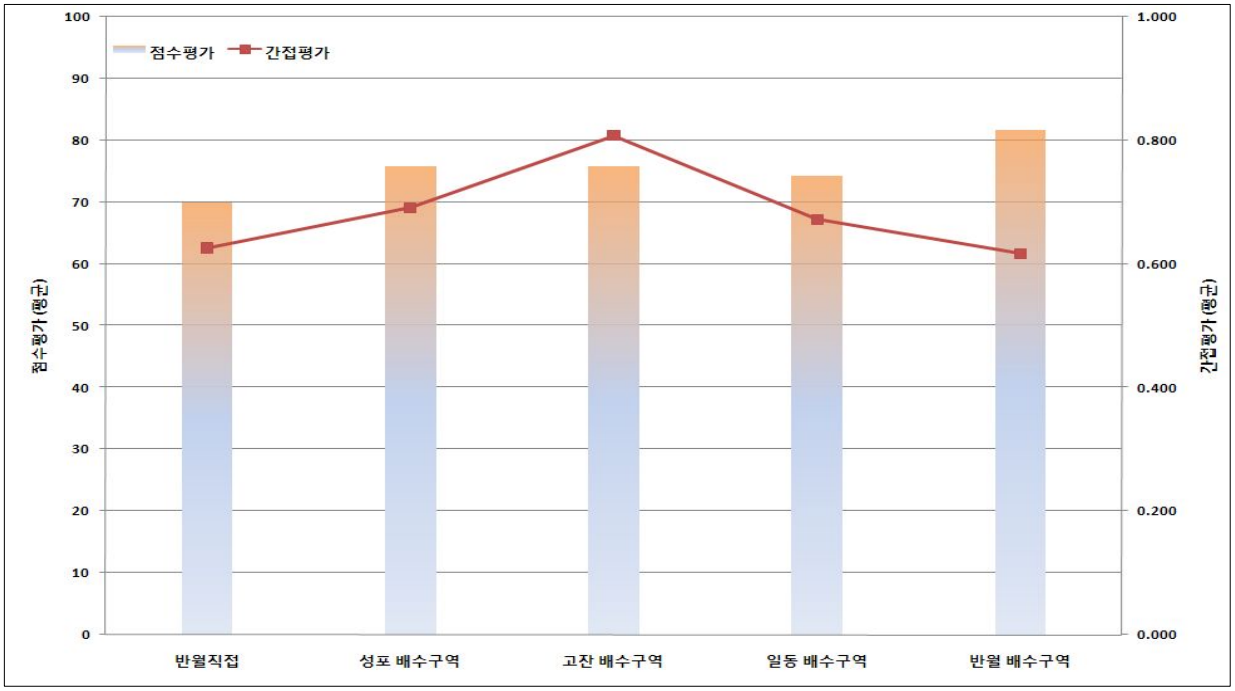
평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

4) 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 반월직접지역이 평균적으로 "노후진행"인 것으로 평가되었으나 기타 지역은 "비교적 양호"한 것으로 나타났으며 간접평가방법을 적용시 5개 배수구역 모두 "상태 양호"한 것으로 평가되었다.

〈표 8.1-89〉 반월정수장 수계내 중블록별 노후도 평가 결과

구 분 / 중블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
반월 직접	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 8.1-32〉 반월정수장 수계 배수구역별 노후도 평가결과

반월정수장 수계 직접배수구역에 대한 점수평가방법을 적용시 주철관(CIP) 및 덕타일주철관(DCIP)는 각각 61.5, 68.9점으로 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “비교적 양호”이거나 “상태양호”인 것으로 나타났다. 간접평가방법을 적용시 주철관은 0.281점으로 “교체/갱생”이 필요한 것으로 나타났으며 스테인레스관(STS), PE, PVC는 “노후진행”으로 평가되었다.

〈표 8.1-90〉 반월정수장 수계(직접 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
반월정수장 직접	CIP	10.59	61.5	노후진행	0.281	교체/갱생
	DCIP	57.43	68.9	노후진행	0.697	상태양호
	GRP	0.26	-	-	-	-
	PE	8.98	83.4	상태 양호	0.542	노후진행
	PVC	3.24	74.7	비교적 양호	0.503	노후진행
	SP	3.42	71.9	비교적 양호	0.636	상태양호
	STS	0.01	77.6	비교적 양호	0.511	노후진행
	미분류	0.01	-	-	-	-
	계	83.94	69.6	노후진행	0.625	상태양호



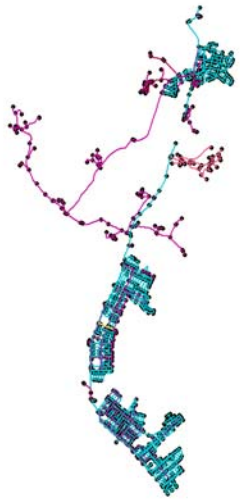
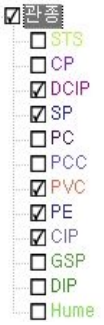
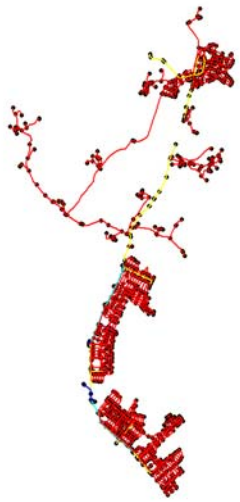
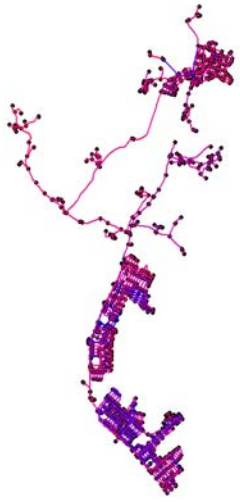
〈그림 8.1-33〉 반월 정수장(직접 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-91〉 반월정수장 수계(직접 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

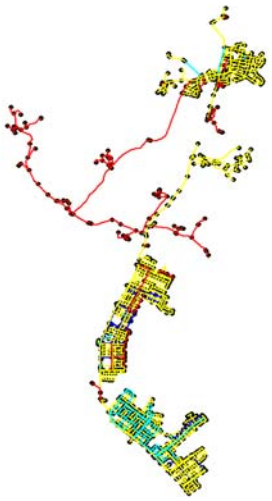
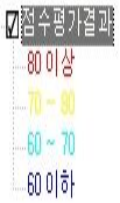
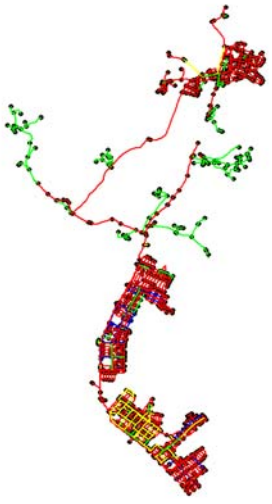
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
반월정수장 직접	40	0.01	77.6	비교적 양호	0.511	노후진행
	50	2.36	79.2	비교적 양호	0.563	노후진행
	75	1.25	76.2	비교적 양호	0.509	노후진행
	80	15.72	69.5	노후진행	0.664	상태양호
	100	38.17	69.3	노후진행	0.625	상태양호
	150	11.35	68.5	노후진행	0.551	노후진행
	200	4.32	70.1	비교적 양호	0.631	상태양호
	250	1.19	69.5	노후진행	0.741	상태양호
	300	1.47	68.5	노후진행	0.635	상태양호
	400	4.89	71.3	비교적 양호	0.729	상태양호
	450	0.05	71.7	비교적 양호	0.736	상태양호
	500	1.23	73.3	비교적 양호	0.773	상태양호
	600	1.04	73.3	비교적 양호	0.779	상태양호
	1000	0.64	62.2	노후진행	0.468	노후진행
	1200	0.24	71.8	비교적 양호	0.589	노후진행
	미분류	0.01	-	-	-	-
	계	83.94	69.6	노후진행	0.625	상태양호

반월직접 배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-92〉 반월정수장 수계(반월직접 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	반월직접 배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

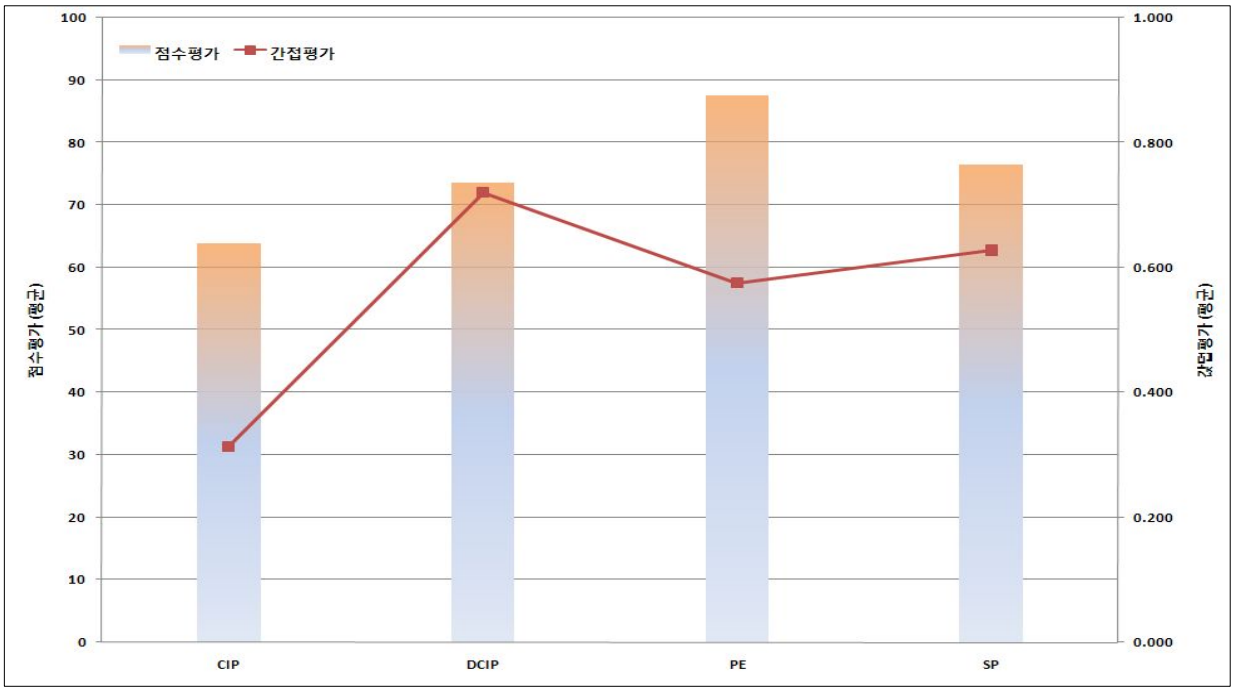
〈표 8.1-93〉 반월정수장 수계(반월직접 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

반월정수장 수계 성포 배수구역은 덕타일주철관(79.45.Km)의 매설비중이 가장 높았으며 그 외 PE관, 강관(SP)순으로 매설되어 있었다. 해당구역에 대한 점수평가 방법을 적용시 주철관은 62.6점 “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종은 “비교적 양호” 및 “상태 양호”로 평가되었으며 간접평가방법을 적용시 주철관 및 PE관은 각각 0.291 및 0.576점으로 “교체/갱생”, “노후진행”으로 평가되었으며 그 외 관종들은 “상태 양호”인 것으로 나타났다.

〈표 8.1-94〉 반월정수장 수계(성포 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
성포 배수구역	CIP	1.76	62.6	노후진행	0.291	교체/갱생
	DCIP	79.45	73.5	비교적 양호	0.720	상태양호
	PE	27.42	87.6	상태 양호	0.576	노후진행
	SP	5.49	76.4	비교적 양호	0.628	상태양호
	계	114.12	75.5	비교적 양호	0.690	상태양호



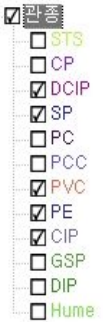
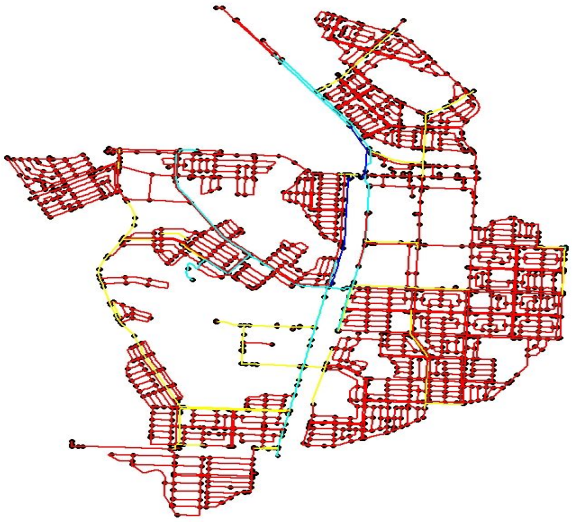
〈그림 8.1-34〉 반월정수장 수계(성포 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-95〉 반월정수장 수계(성포 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

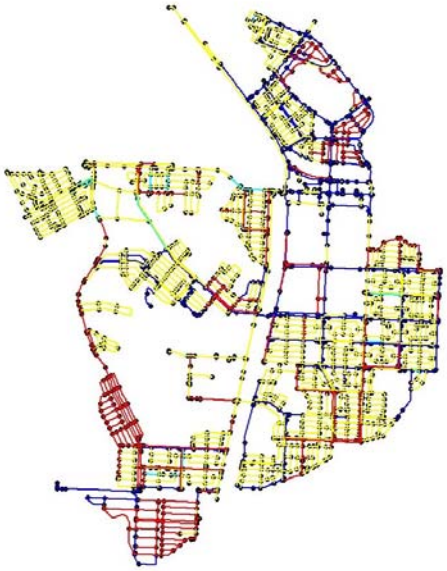
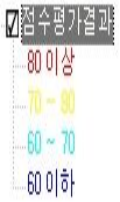
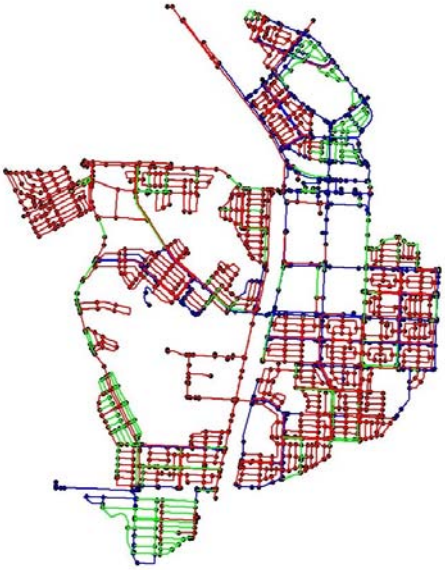
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
성포 배수구역	50	0.00	71.1	비교적 양호	0.641	상태양호
	60	0.00	75.6	비교적 양호	0.716	상태양호
	80	7.48	76.7	비교적 양호	0.659	상태양호
	100	64.61	75.0	비교적 양호	0.710	상태양호
	150	19.40	75.4	비교적 양호	0.669	상태양호
	200	10.13	75.7	비교적 양호	0.639	상태양호
	250	1.54	78.2	비교적 양호	0.663	상태양호
	300	3.44	79.8	비교적 양호	0.613	상태양호
	350	1.05	81.0	상태 양호	0.626	상태양호
	400	1.55	76.8	비교적 양호	0.645	상태양호
	450	1.51	75.6	비교적 양호	0.619	상태양호
	500	1.36	81.5	상태 양호	0.609	상태양호
	600	0.74	78.1	비교적 양호	0.628	상태양호
	700	0.90	71.2	비교적 양호	0.624	상태양호
	800	0.41	73.3	비교적 양호	0.641	상태양호
	계	114.12	75.5	비교적 양호	0.690	상태양호

성포배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-96〉 반월정수장 수계(성포 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	성포배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

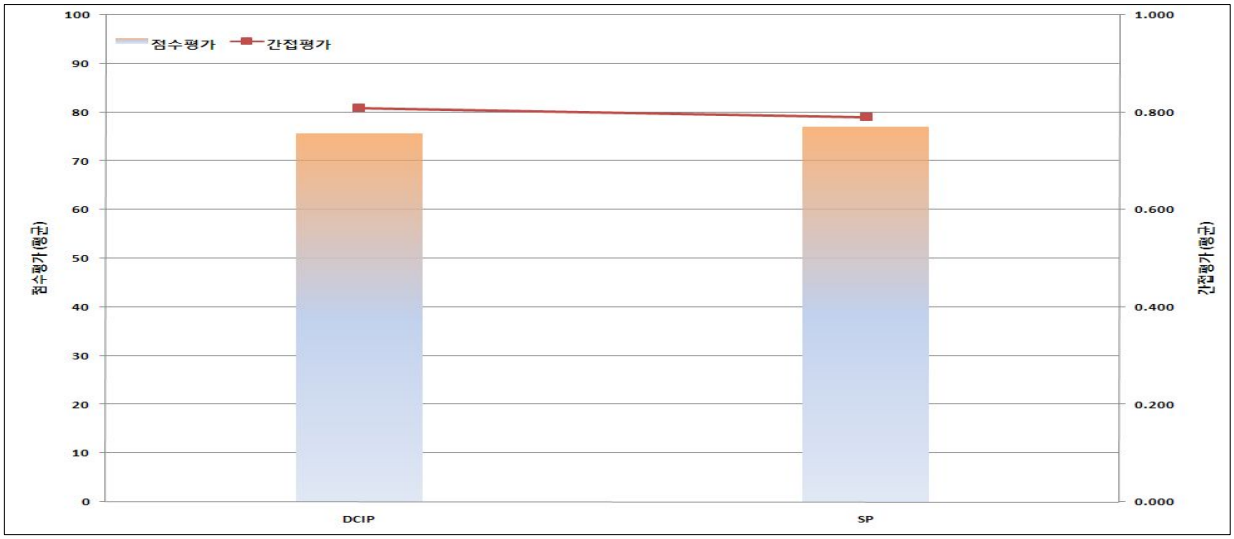
〈표 8.1-97〉 반월정수장 수계(성포 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

고잔 배수구역에 대한 점수평가방법 및 간접평가방법을 적용한 결과, “비교적 양호” 및 “상태 양호”인 것으로 평가되다.

〈표 8.1-98〉 반월정수장 수계(고잔 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
고잔 배수구역	DCIP	82.00	75.7	비교적 양호	0.809	상태양호
	SP	2.51	77.1	비교적 양호	0.791	상태양호
	계	84.51	75.7	비교적 양호	0.808	상태양호

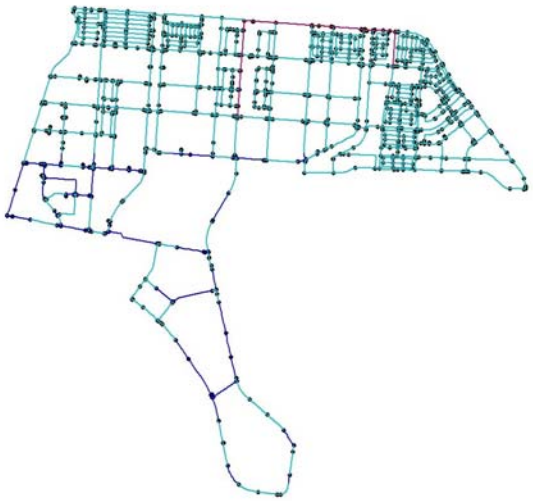
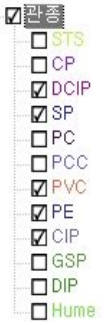
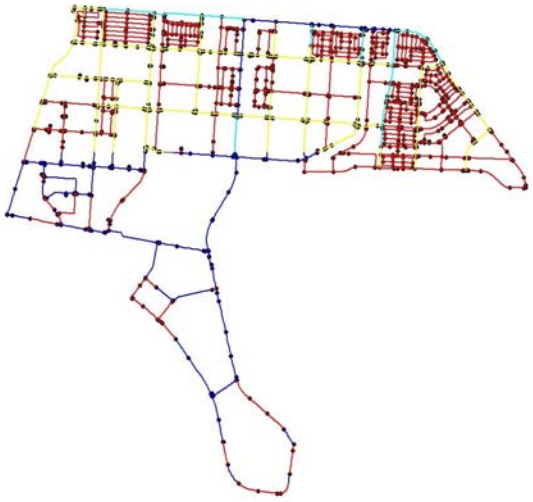
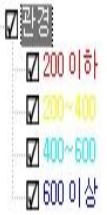
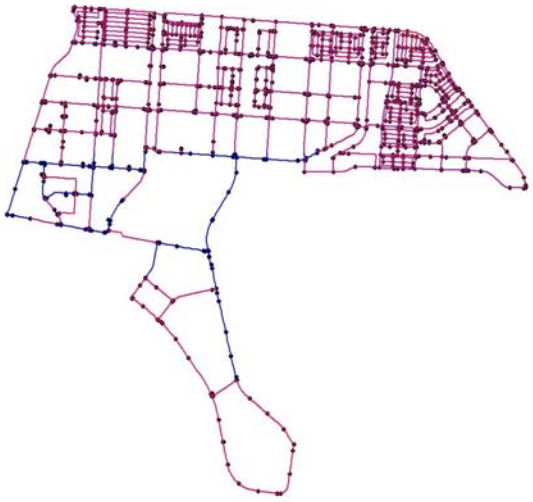


〈그림 8.1-35〉 반월정수장 수계(고잔 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

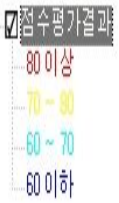
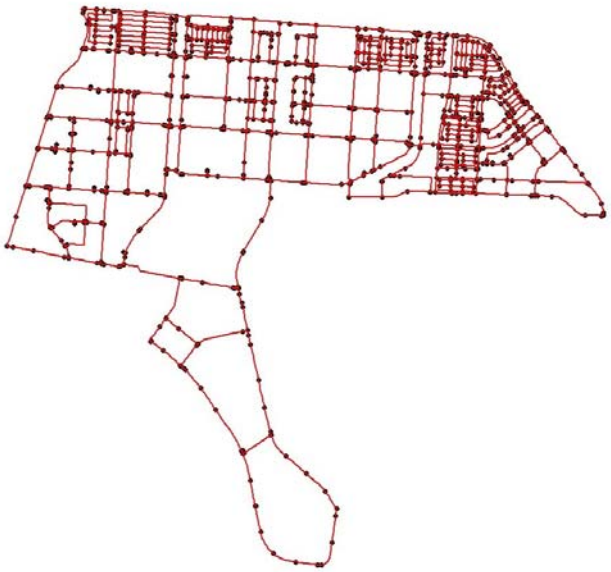
〈표 8.1-99〉 반월정수장 수계(고잔 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
고잔 배수구역	80	0.04	76.1	비교적 양호	0.801	상태양호
	100	23.08	75.3	비교적 양호	0.808	상태양호
	150	13.10	75.3	비교적 양호	0.811	상태양호
	200	18.76	75.6	비교적 양호	0.808	상태양호
	250	5.37	75.4	비교적 양호	0.814	상태양호
	300	6.65	75.9	비교적 양호	0.794	상태양호
	350	5.83	77.6	비교적 양호	0.817	상태양호
	400	4.94	77.3	비교적 양호	0.814	상태양호
	450	1.24	77.2	비교적 양호	0.816	상태양호
	500	1.38	76.5	비교적 양호	0.758	상태양호
	600	1.92	78.6	비교적 양호	0.794	상태양호
	700	0.01	78.8	비교적 양호	0.810	상태양호
	800	1.44	75.9	비교적 양호	0.794	상태양호
	900	0.75	76.0	비교적 양호	0.795	상태양호
	계	84.51	75.7	비교적 양호	0.808	상태양호

〈표 8.1-100〉 반월정수장 수계(고잔 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	고잔배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

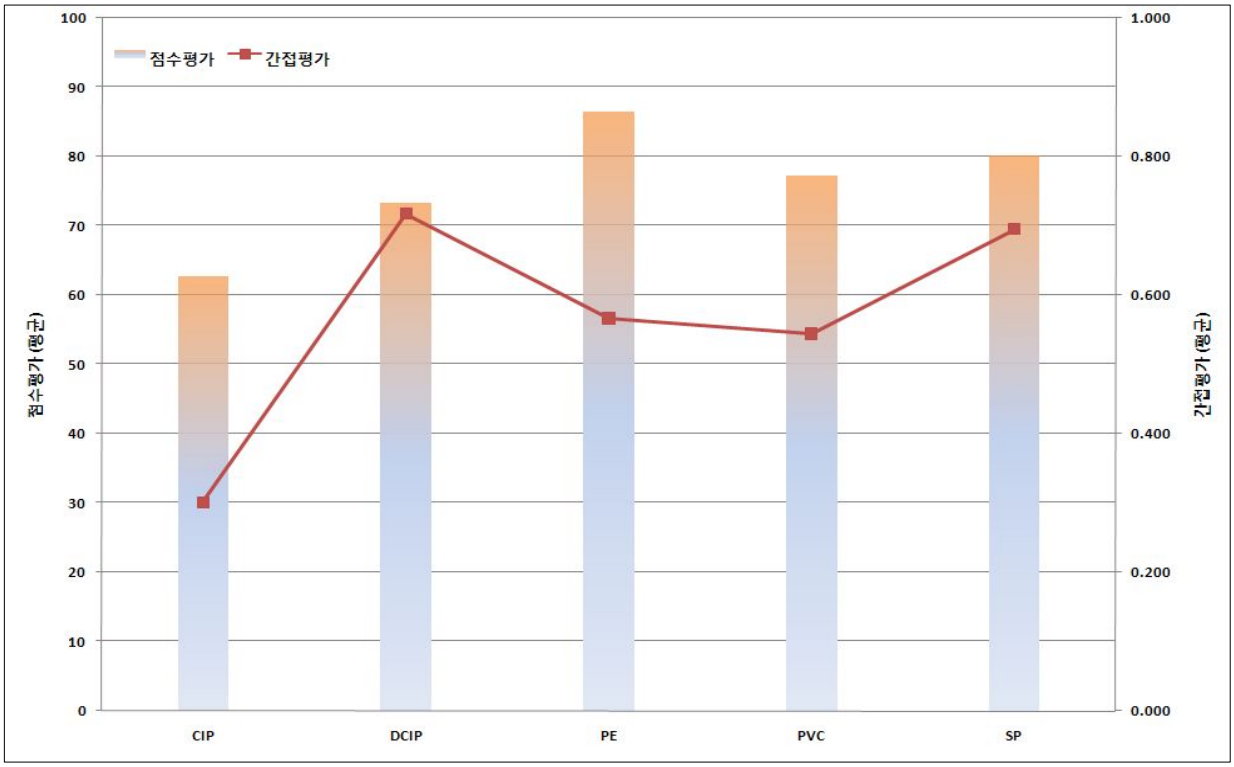
〈표 8.1-101〉 반월정수장 수계(고잔 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

일동배수구역에 주로 매설되어 있는 관종은 덕타일주철관(매설연장 28.57Km)이었으며 해당구역에 대한 점수평가방법을 적용시 주철관은 62.8점으로 “노후진행”이었으며 그 외 관종은 “비교적 양호” 및 “상태 양호”로 평가되었으며 간접평가방법을 적용하였을 경우에는 주철관(CIP)은 0.301점으로 “교체/갱생”, PE 및 PVC는 “노후진행”으로 덕타일주철관(DCIP) 및 강관(SP)은 “상태 양호”로 평가되었다.

〈표 8.1-102〉 반월정수장 수계(일동 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
일동 배수구역	CIP	3.56	62.8	노후진행	0.301	교체/갱생
	DCIP	28.57	73.8	비교적 양호	0.705	상태양호
	PE	5.40	86.7	상태 양호	0.566	노후진행
	SP	0.68	80.5	상태 양호	0.694	상태양호
	계	38.21	74.5	비교적 양호	0.661	상태양호



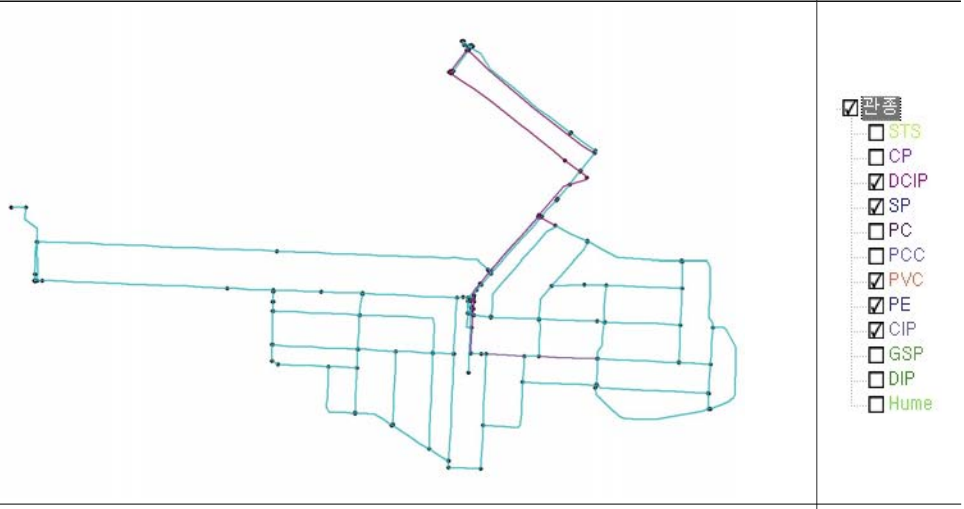
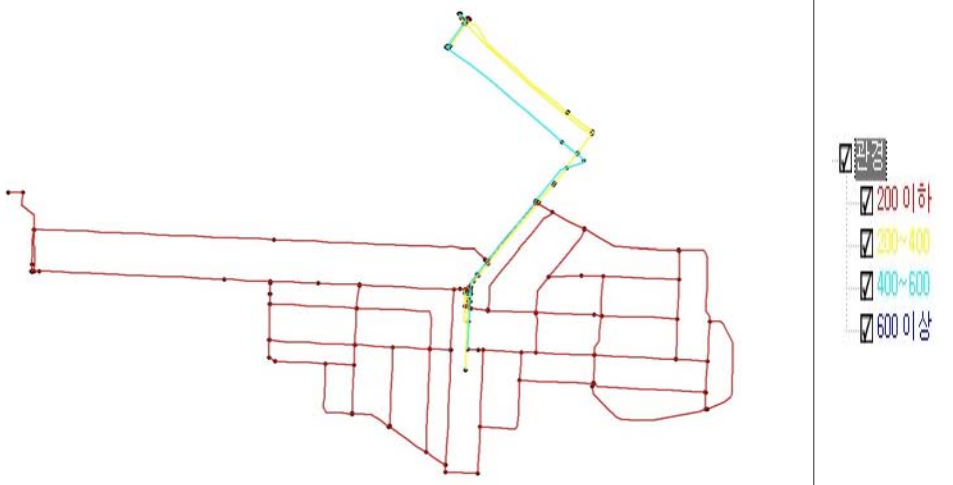
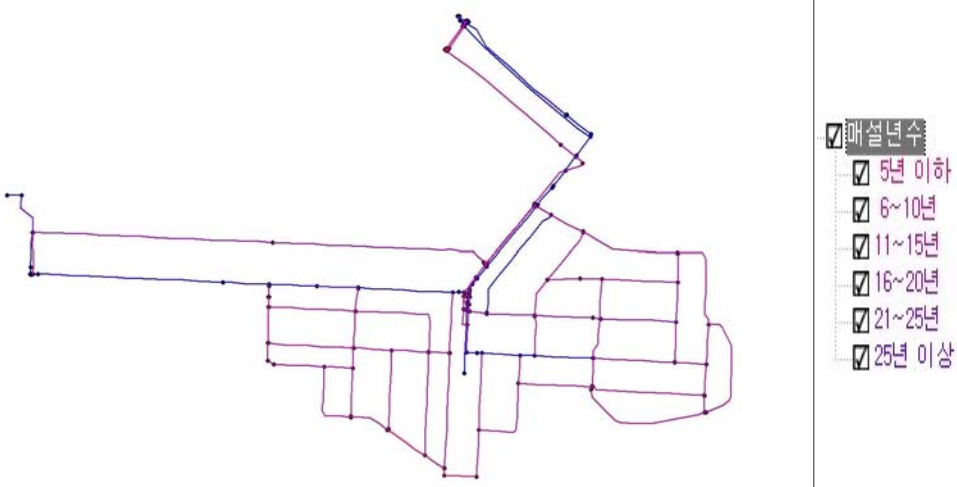
〈그림 8.1-36〉 반월정수장 수계(일동 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-103〉 반월정수장 수계(일동 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

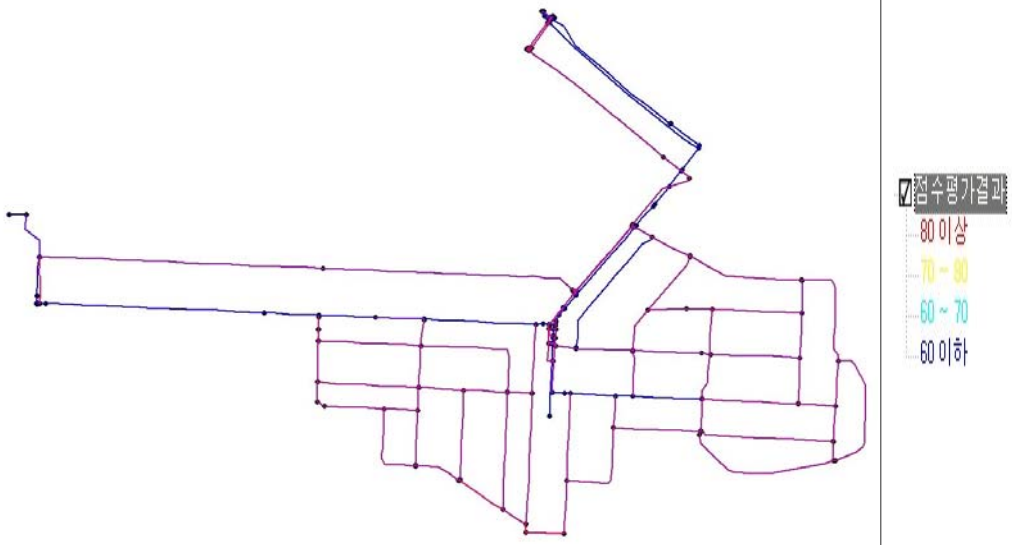
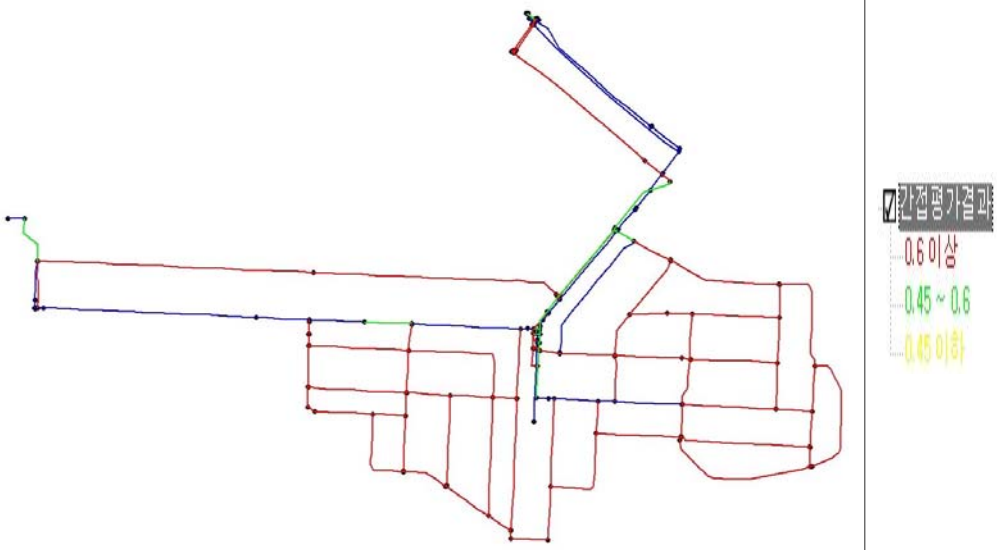
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
일동 배수구역	80	2.97	73.7	비교적 양호	0.693	상태양호
	100	20.56	74.2	비교적 양호	0.679	상태양호
	150	4.60	75.6	비교적 양호	0.629	상태양호
	200	4.19	73.1	비교적 양호	0.626	상태양호
	250	1.84	67.3	노후진행	0.494	노후진행
	300	0.05	80.7	상태 양호	0.657	상태양호
	350	1.80	74.2	비교적 양호	0.563	노후진행
	400	0.52	81.1	상태 양호	0.735	상태양호
	450	0.11	78.0	비교적 양호	0.690	상태양호
	500	1.11	84.3	상태 양호	0.558	노후진행
	600	0.45	83.7	상태 양호	0.684	상태양호
	700	0.01	70.0	노후진행	0.611	상태양호
	계	38.21	74.5	비교적 양호	0.661	상태양호

일동배수구역내 각 소블록별 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

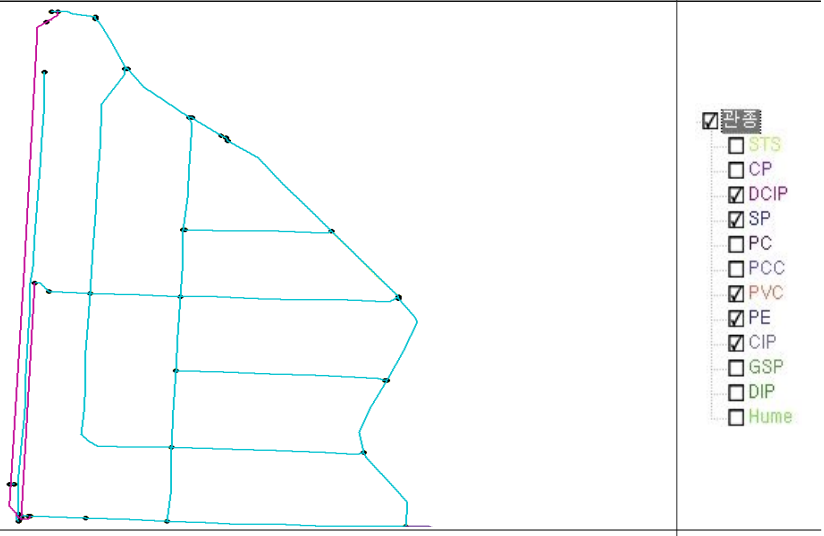
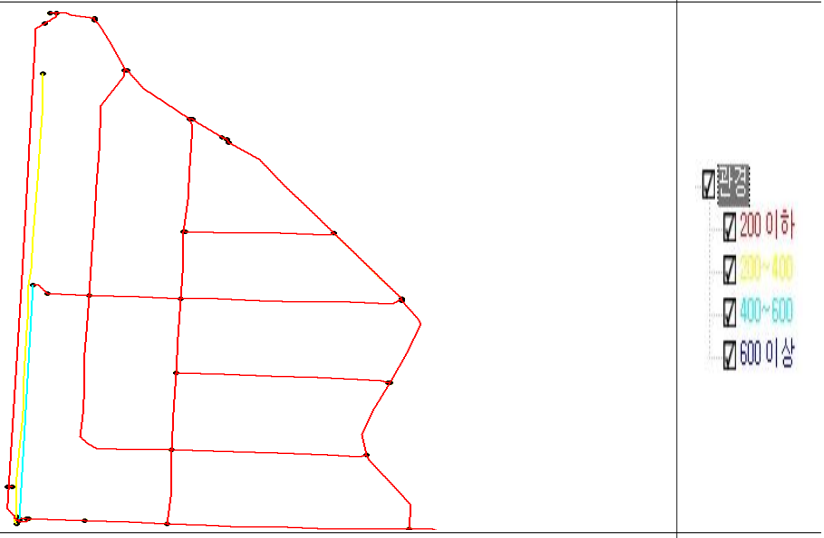
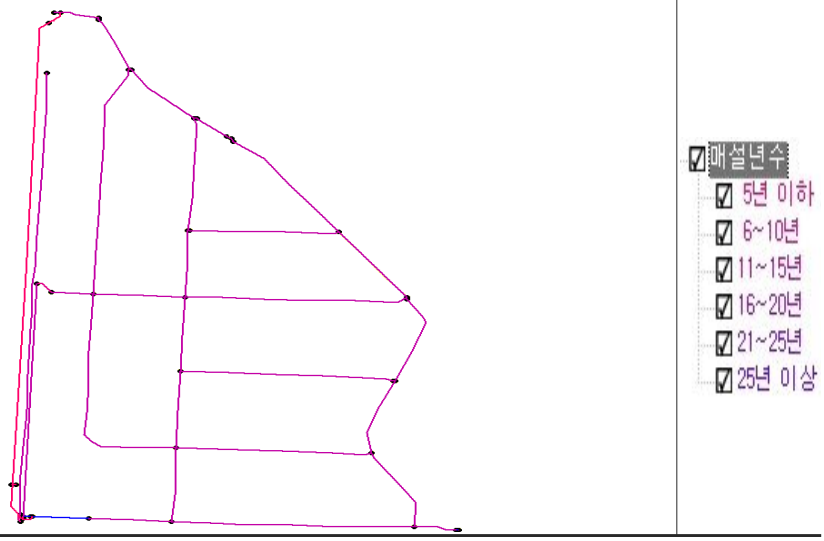
〈표 8.1-104〉 반월정수장 수계 (일동 배수구역내 반월일동18소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	일동배수구역(반월일동18 소블록)	
관종		
관경		
매설년도		

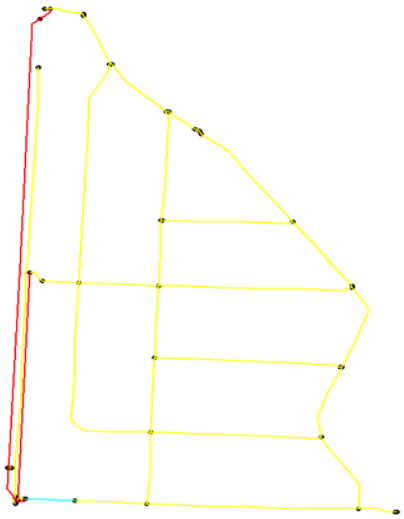
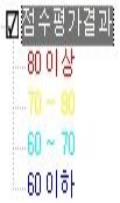
〈표 8.1-105〉 반월정수장 수계(일동 배수구역내 반월일동18소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

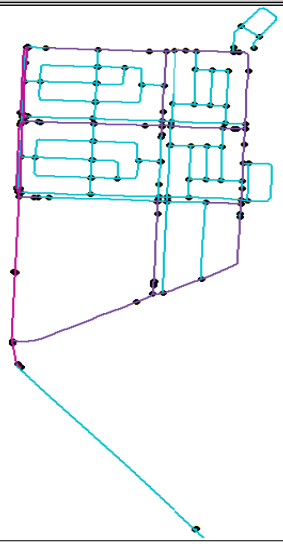
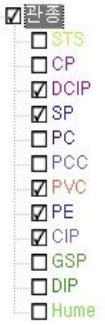
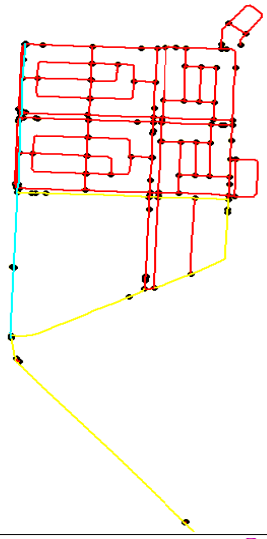
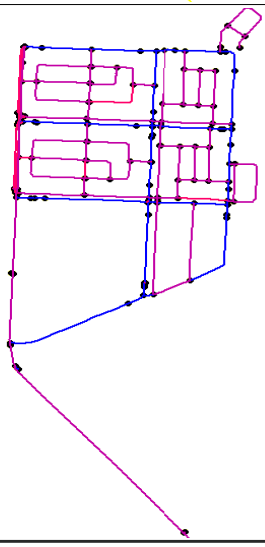
〈표 8.1-106〉 반월정수장 수계(일동 배수구역내 반월일동20소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	일동배수구역(반월일동20 소블록)	
관종		
관경		
매설년도		

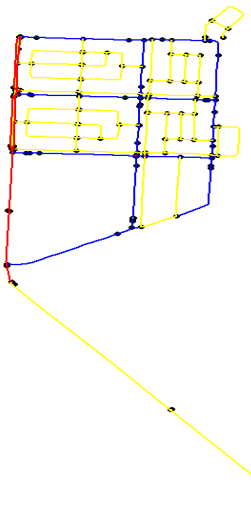
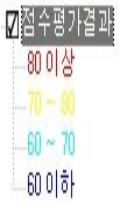
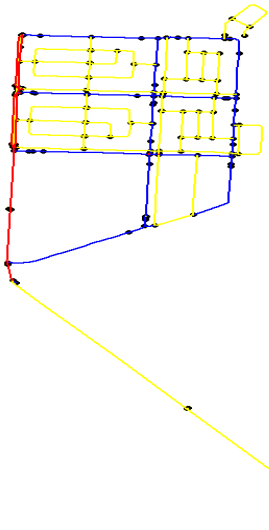
〈표 8.1-107〉 반월정수장 수계(일동 배수구역내 반월일동20소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

〈표 8.1-108〉 반월정수장 수계(일동 배수구역내 반월일동22소블록) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	일동배수구역(반월일동22 소블록)	
관종		
관경		
매설년도		

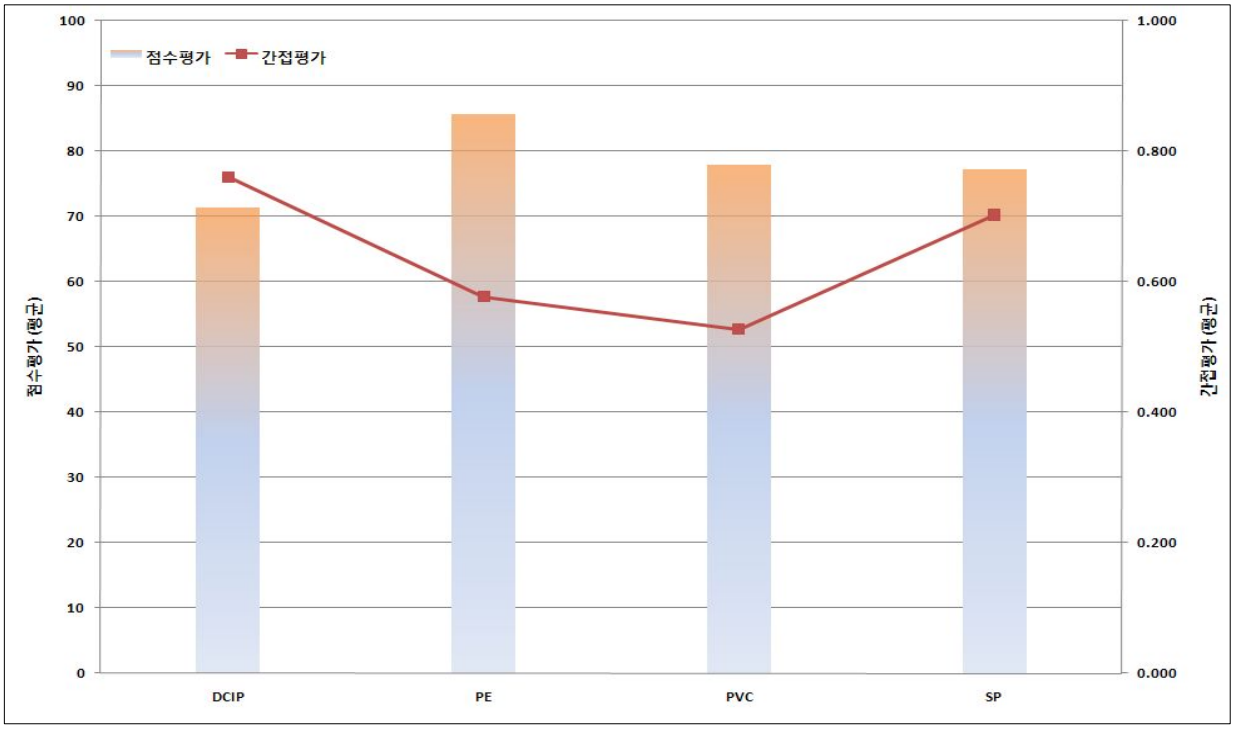
〈표 8.1-109〉 반월정수장 수계(일동 배수구역내 반월일동22소블록) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

반월배수구역에 주로 매설되어 있는 관종은 폴리에틸렌관(PE, 매설연장 13.68Km)이었으며 해당구역에 대한 점수평가방법을 적용시 모든 관종에서 “비교적 양호” 및 “상태 양호”로 평가되었으며 간접평가방법을 적용하였을 경우에는 PE, PVC는 “노후진행”, 그 외 관종은 “상태 양호”로 평가되었다.

〈표 8.1-110〉 반월정수장 수계(반월 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

구 분 / 중블록별	관종	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
반월 배수구역	DCIP	10.15	71.6	비교적 양호	0.764	상태양호
	GRP	2.45	-	-	-	-
	PE	13.68	85.7	상태 양호	0.577	노후진행
	PVC	3.55	77.5	비교적 양호	0.538	노후진행
	SP	1.69	77.6	비교적 양호	0.704	상태양호
	계	31.52	78.0	비교적 양호	0.659	상태양호



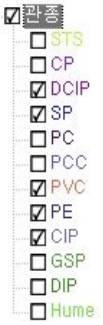
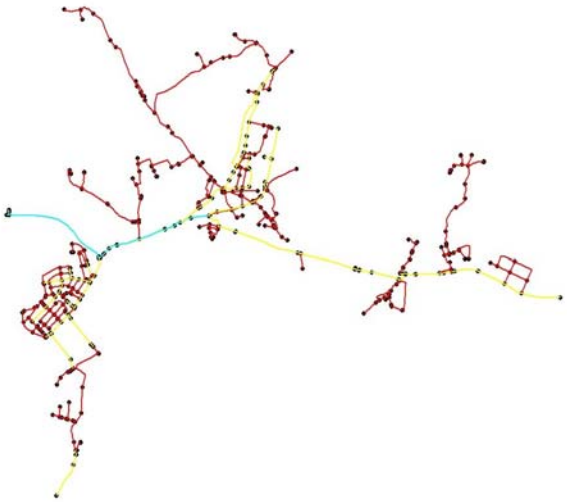
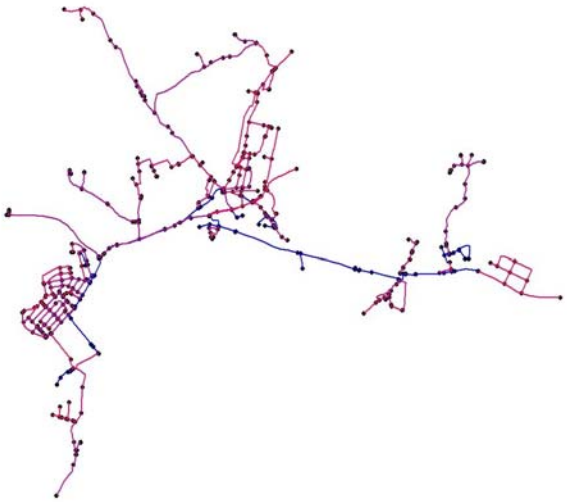
〈그림 8.1-37〉 반월정수장 수계(반월 배수구역) 관종별 노후도 평가결과

〈표 8.1-111〉 반월정수장 수계(반월 배수구역) 관경별 노후도 평가결과

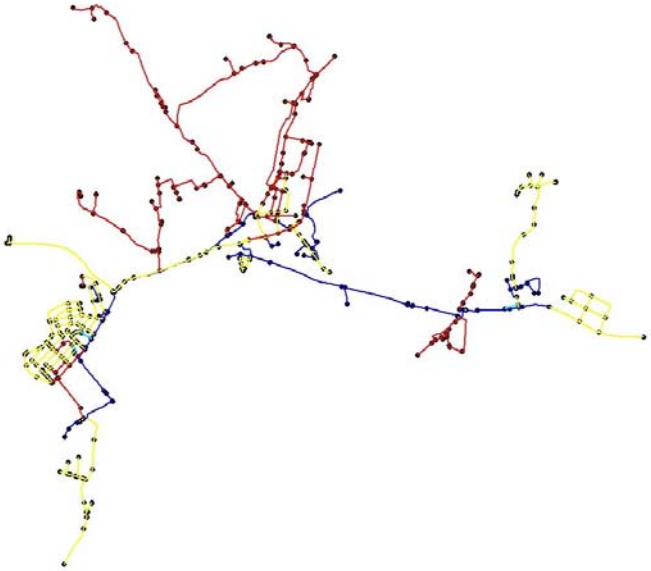
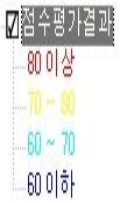
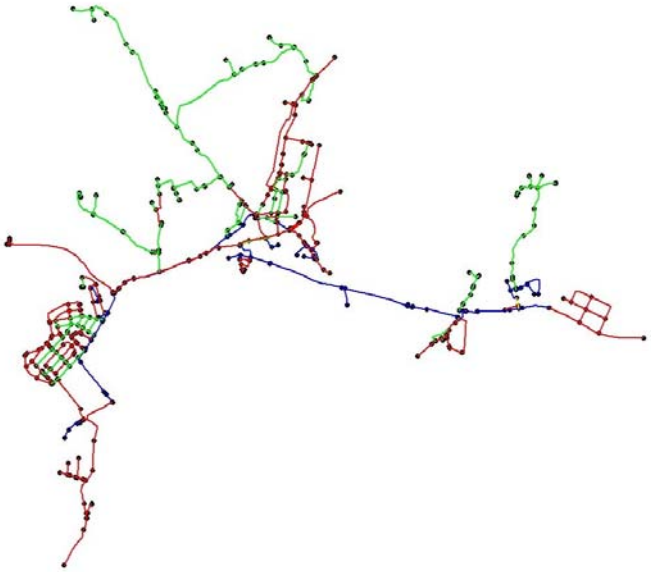
구 분 / 중블록별	구경	관로연장 (Km)	점수평가법		간접평가법	
			평가점수 (평균)	평가내용	평가점수 (평균)	평가내용
반월 배수구역	50	0.92	82.9	상태 양호	0.554	노후진행
	80	4.36	83.0	상태 양호	0.574	노후진행
	100	9.73	77.7	비교적 양호	0.681	상태양호
	150	4.63	78.1	비교적 양호	0.664	상태양호
	200	3.22	75.3	비교적 양호	0.658	상태양호
	250	4.68	77.0	비교적 양호	0.680	상태양호
	300	0.67	78.8	비교적 양호	0.740	상태양호
	350	0.97	75.6	비교적 양호	0.621	상태양호
	450	0.28	77.2	비교적 양호	0.668	상태양호
	500	0.01	72.9	비교적 양호	0.768	상태양호
	600	1.00	76.5	비교적 양호	0.711	상태양호
	계	1.05	75.2	비교적 양호	0.728	상태양호

반월배수구역에 대한 노후도 프로그램 입력 결과를 관종, 관경, 매설년도에 따라 구분 및 평가결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-112〉 반월정수장 수계(반월 배수구역) 노후도 프로그램 입력결과

대블록명	반월정수장 수계	비 고
중블록명	반월 배수구역	
관종		
관경		
매설년도		

〈표 8.1-113〉 반월정수장 수계(반월 배수구역) 노후도 평가결과

평가방법	노후도 평가결과	비 고
점수평가법		
간접평가법		

8.1.7 노후관로 계량계획

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.

가. 관로내용연수에 따른 노후도 평가

지방공기업법 시행규칙 별표2에서는 상하수도 구축물에 대한 내용연수를 규정하고 있으며 지방공기업법에서 제시하고 있는 노후관판단 기준을 바탕으로 안산시 GIS관로 대장상에서 나타나고 있는 급수계통별 노후관을 산출하였을 경우에는 배수관로는 624.96Km, 급수관로는 298.16Km등이 노후관에 해당된다. 하지만 지방공기업법에서 제시하고 있는 노후관 판단 기준을 적용하였을 경우에는 실질적인 관의 상태파악은 불가능하며 일괄적인 노후관선정에 의한 지나친 사업비의 증가 및 예산확보의 어려움에 처할 수 있다. 따라서 보다 객관적이고 정량적인 평가를 위해 본 과업에서는 급수계통별 노후도 평가방법을 적용하여 관의 노후화가 예상되는 관들을 선별하고자 하며 지방공기업법에서 제시하고 있는 관종별 내용연수는 아래의 표와 같다.

〈표 8.1-114〉 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	

자료출처 : 지방공기업법 시행규칙 별표2

나. 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 8.1-115〉 정수장 수계별 배수관로에 대한 노후도 평가결과

구 분 / 대블록별	매설년도 (평균)	관로연장 (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 연성 정수장 수계에 매설되어 있는 관의 연장은 37.8Km로 높은 비중을 차지하고 있었으며 그 외 안산, 반월, 시흥정수장 수계순으로 노후관로의 비중이 높은 것으로 나타났다.

〈표 8.1-116〉 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 8.1-117> 안산시 노후관로 우선순위 선정 결과(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	시흥직접	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

다. 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.

① 소구경 배수관

- 갱생공법을 적용시 급수관 분기지점(T형관), 이음부, 곡관부등에 대한 원활한 시공이 어려움.
- 또한 단수에 따른 통수시간을 확보하기 위하여 공사기간내 충분한 도장재의 경화시간이 확보되지 못할 경우에는 도장재의 들뜸현상, 핀홀등이 발생할 수 있다.
- 따라서, 500mm이하의 관들에 대해서는 신관으로 교체

② 대구경(500mm이상) 배수관로

- 신관으로의 교체시 매설심도, 교통혼잡, 기존관로의 단수시 민원유발, 주거밀집 지역일 경 우에는 폐관처리문제, 신관교체에 따른 비용증가등과 같은 문제가 발생할 수 있음.
- 굴착지역을 최소화하고 각종 민원방지 그리고 공사기간등을 고려하여 500mm 이상의 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 8.1-118〉 각 정수장 수계별 노후관로 소요사업비 산출결과

정수장 수계별	관로 연장 (Km)	관로 개량 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 8.1-119〉 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

노후 배수관(생활 및 공업)에 대한 각 년차별(목표 년도별) 정비대상관로의 연장 및 개량비용은 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-120〉 생활용수 단계별 노후관로 정비계획

용수구분	단계구분	관경	관로연장 (Km)	교체/갱생비용 (백만원)
생활용수	1단계	80	0.6	124
		100	2.9	646
		150	2.2	591
		200	0.8	235
		300	0.6	218
	계		7.1	1,814
	2단계	80	4.5	1,002
		100	7	1,567
		150	4.3	1,120
		200	4.6	1,325
		250	0.3	112
		600	1.4	740
		900	0.6	535
		1000	0.6	668
	계		23.3	7,069
	3단계	80	1.5	348
		100	2.6	574
		150	2.9	769
		200	2.3	645
		300	0.7	247
		350	0.8	307
		400	0.2	108
		500	0.5	226
		600	0.4	205
		800	0.6	435
		900	4.1	3,639
	계		16.6	7,503
	4단계	80	0.7	300
		100	2	440
		150	1.9	605
		200	6.3	2,303
		250	2.3	967
		300	1.4	658
		350	0.3	129
		400	0.5	247
		900	3.4	2,975
		1000	0.5	559
	계		19.3	9,183
생활용수합계			66.3	25,569

〈표 8.1-121〉 공업용수 단계별 노후관로 정비계획

용수구분	단계구분	관경	관로연장 (Km)	교체/갱생비용 (백만원)
공업용수	2단계	75	0.1	18
		80	0.2	47
		100	0.1	28
		150	1.4	364
		300	1.2	432
		400	0.5	234
		600	3.2	1,684
		800	1.2	926
	계		7.9	3,733
	3단계	80	0.2	48
		100	0.4	81
		150	3	793
		200	2.4	674
		300	0.9	310
		500	0.8	362
		800	0.6	469
		900	0.7	627
	계		9	3,364
	4단계	100	0.7	153
		150	2.1	546
		200	2.3	743
		300	0.4	161
		500	0.5	225
	계		6	1,828
공업용수합계			22.9	8,925

라. 안산시 노후관로 개량실적

안산시 상수도사업소에서 관리하고 있는 노후관 개량실적을 검토한 결과, 1992년부터 2008년까지 노후관 개량사업을 실시하고 있는 것으로 조사되었으며 적용공법들을 살펴보면 에폭시 라이닝공법, 시멘트모르터 라이닝공법, PPR공법등이 시연된 것으로 조사되었으며 이중 에폭시 라이닝을 이용한 노후관 개량이 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

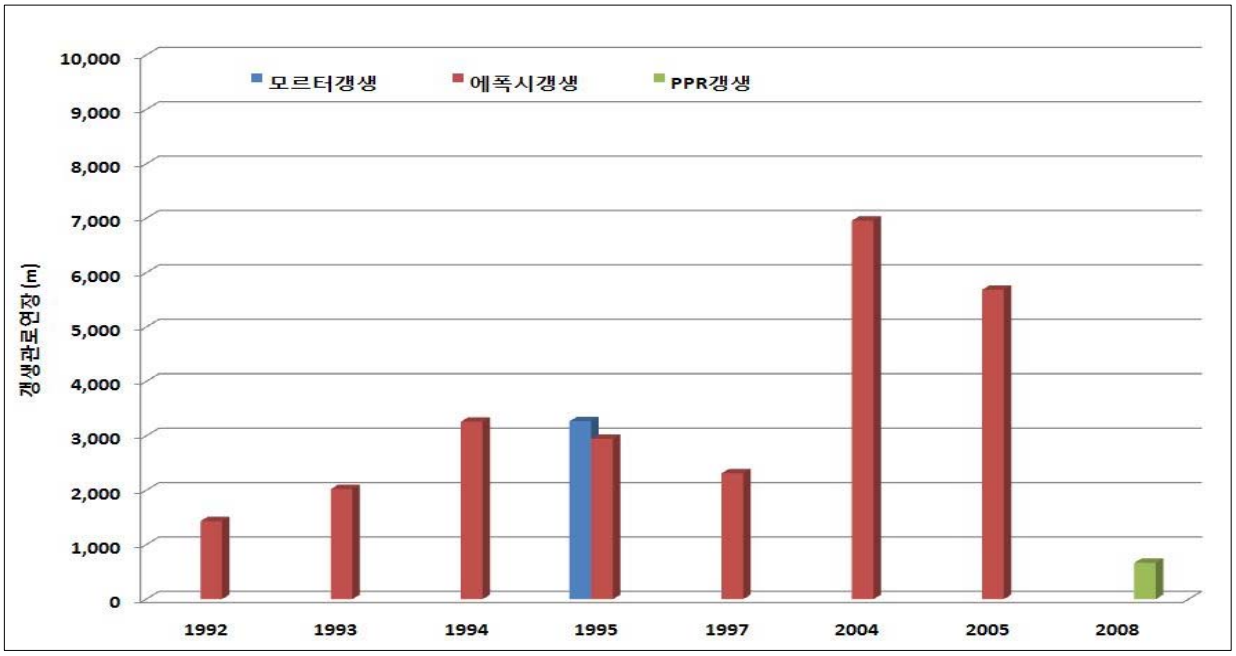
1990년대에는 꾸준하게 노후관 개량사업을 실시하였으나 1998년~2003년까지는 개량실적이 없는 것으로 조사되었고 최근의 경우에는 2004년과 2005년에서 실시한 비중이 높은 것으로 조사되었으며 적용공법명이 명확한 각 년도별 개량현황은 다음과 같다.

〈표 8.1-122〉 안산시 노후관로 개량현황

〈단위 Km〉

	1992년	1993년	1994년	1995년	1997년	2004년	2005년	2008년	계
시멘트모르터공법	-	-	-	3.27	-	-	-	-	3.27
에폭시라이닝공법	1.43	2.02	3.26	2.95	2.3	6.96	5.69	-	24.62
PPR공법		-	-	-	-	-	-	0.67	0.67
계	1.43	2.02	3.26	6.22	2.31	6.96	5.69	667.04	28.56

자료출처 : 안산시 상수도사업소



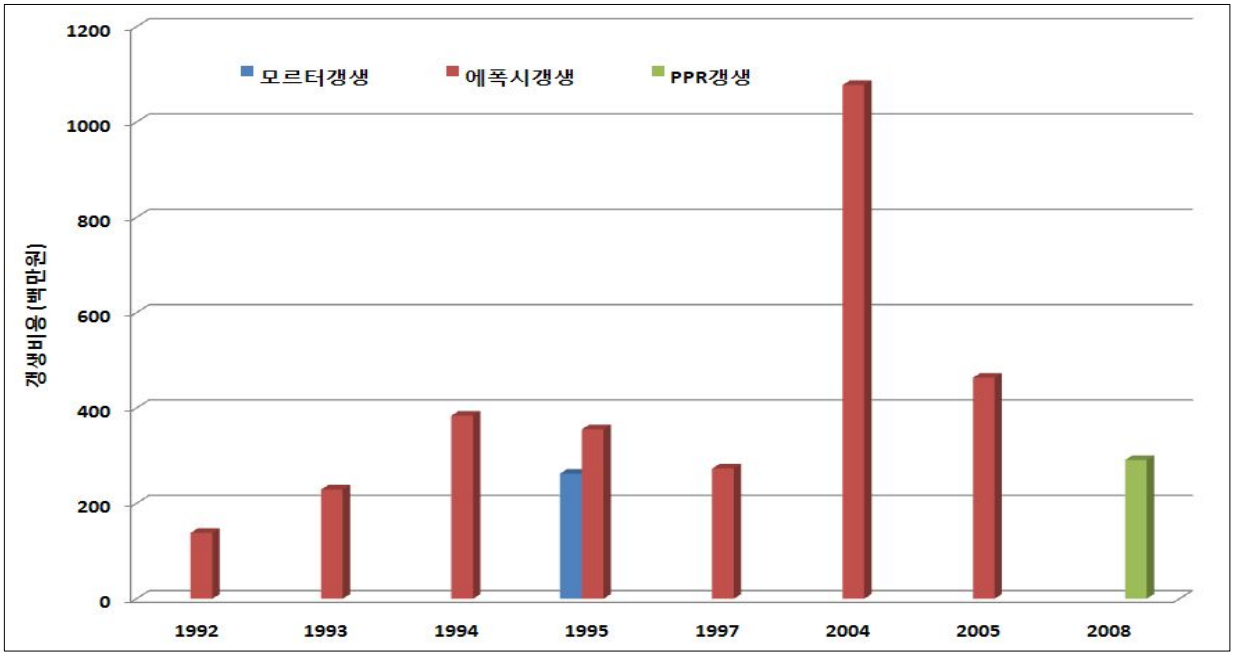
〈그림 8.1-38〉 안산시 노후관로 개량현황

노후관 개량과 관련하여 1990년대에 실시한 공법별 비용을 살펴보면 273백만원~384백만원으로 년간 비슷한 수준이었으나 최근 2004년은 많은 노후관 교체에 따른 비용이 발생한 것으로 나타났다.

〈표 8.1-123〉 안산시 노후관로 개량비용

〈단위 백만원〉

	1992년	1993년	1994년	1995년	1997년	2004년	2005년	2008년	계
시멘트모르터공법				263					263
에폭시라이닝공법	138	229	384	356	273	1,078	464		2,922
PPR공법								291	291
계	138	229	384	618	273	1,078	464	291	3,476



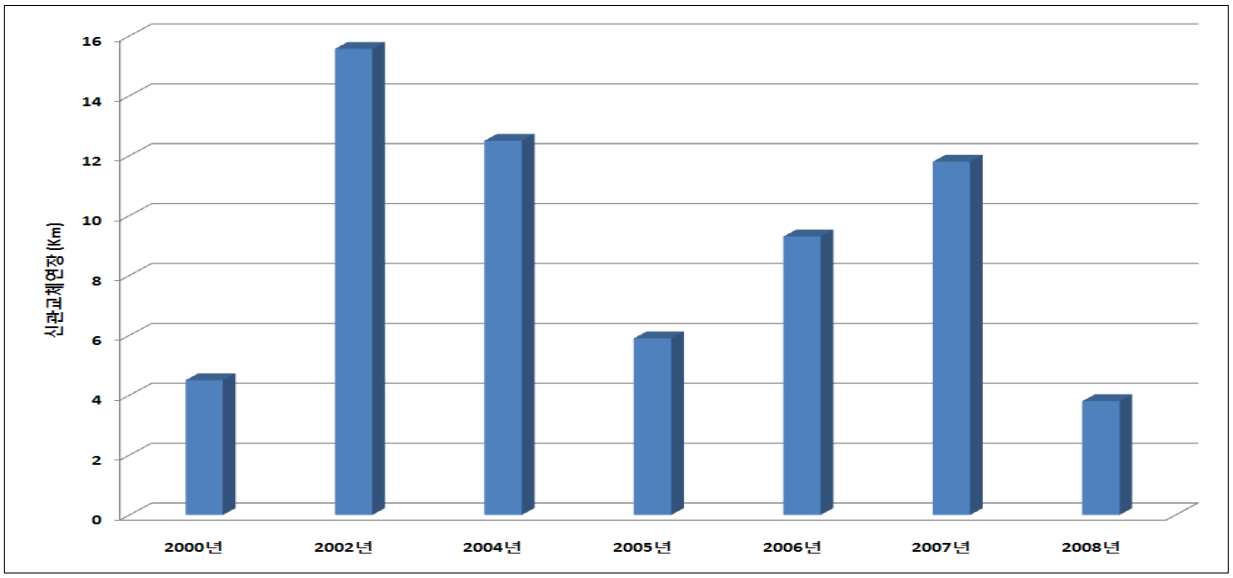
〈그림 8.1-39〉 안산시 노후관로 개량비용

신관으로의 교체는 2000년부터 최근 2008년까지의 자료를 분석한 결과 총 63.37Km, 공사금액으로는 10,324.4백만원이 소요된 것으로 나타났으며 각 년도별 교체실적은 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-124〉 안산시 노후관로 교체실적

〈단위 : Km〉

	2000년	2002년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	계
관로연장	4.5	15.57	12.5	5.9	9.3	11.8	3.8	63.37
공사비(백만원)	169.9	2,093.0	2,305.0	1,421.5	1,784.0	2,155.5	395.6	10,324.4



〈그림 8.1-40〉 안산시 노후관로 교체실적

마. 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)



〈그림 8.1-41〉 소화전을 이용한 Flushing 기법

〈표 8.1-125〉 관세척(플러싱) 위치 및 현황

번호	위치	종류	본관	구경 (mm)	수압 (kg/cm²)	비고
1	단원구 대부동동1089-9번지	지상식소화전	80	100	3.2	
2	단원구 선감동680-4번지	이토변	200	80	3.9	
3	단원구 대부남동628-25번지	지상식소화전	200	100	3.3	
4	단원구 선부동224번지	지상식소화전	80	100	2.3	
5	상록구 양상동 43-2 번지	이토변	80	80	3.2	
6	상록구 부곡동69-1번지	이토변	100	100	3.9	
7	상록구 장상동536번지	지하식소화전	100	80	5.9	
8	상록구 사사동119-37번지	지상식소화전	100	100	3.7	
9	상록구 건건동709번지	지상식소화전	100	100	5.7	
10	상록구 사동1273-1번지	지상식소화전	200	100	5.7	

〈표 8.1-126〉 관세척(플러싱) 현장 사진(사례)

<table>
<tr><th colspan="2">No.1 단원구 대부동동 1089-9번지</th></tr>
<tr><th>플러싱 전</th><th>플러싱 전 채수</th></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><th>플러싱 후</th><th>플러싱 후 채수</th></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

주) 각 지점별 적용 사진은 부록에 첨부

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.

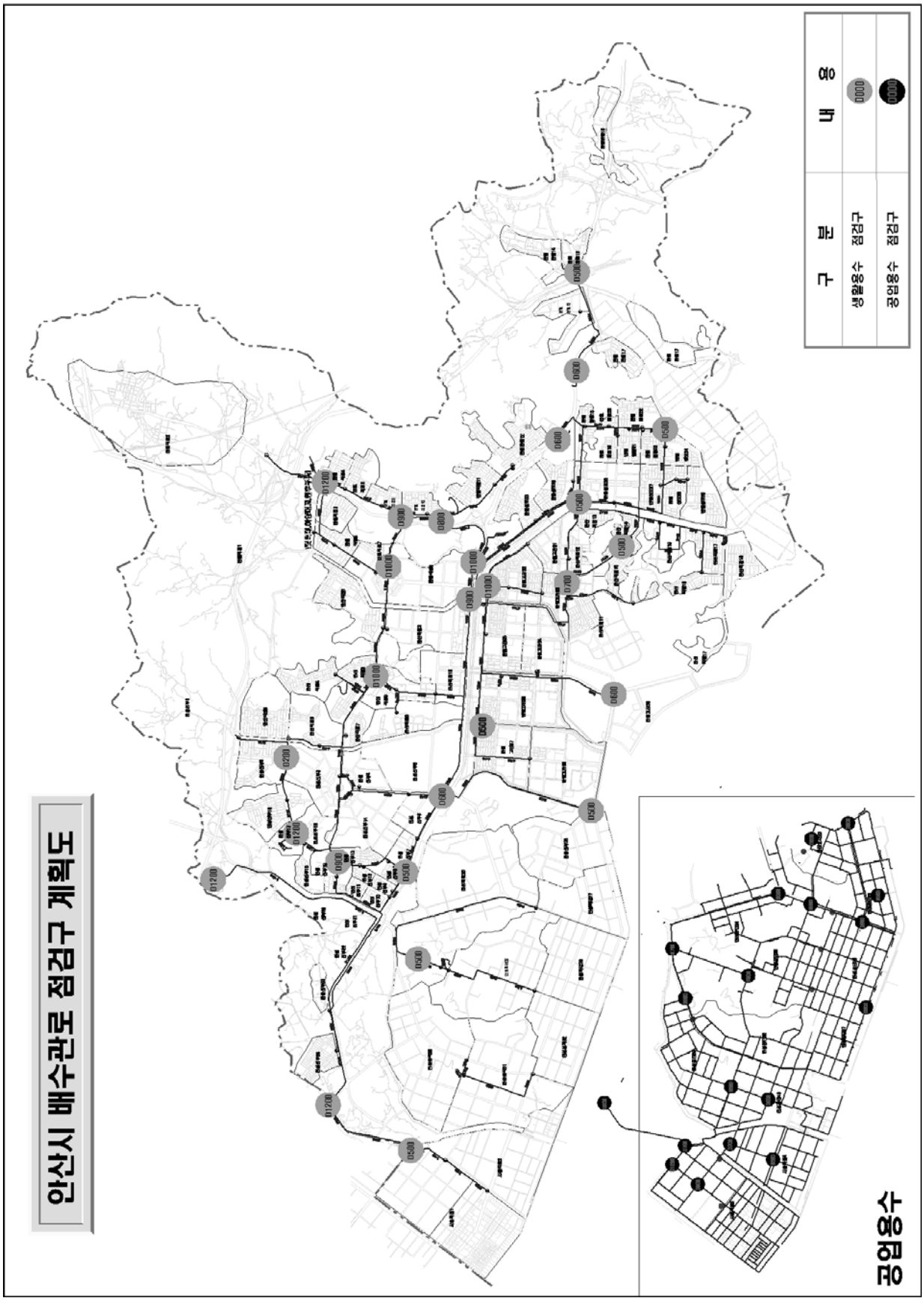
또한 하천 횡단구간 및 노후도가 빠르게 진행된다고 판단되는 구간에는 점검구를

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.

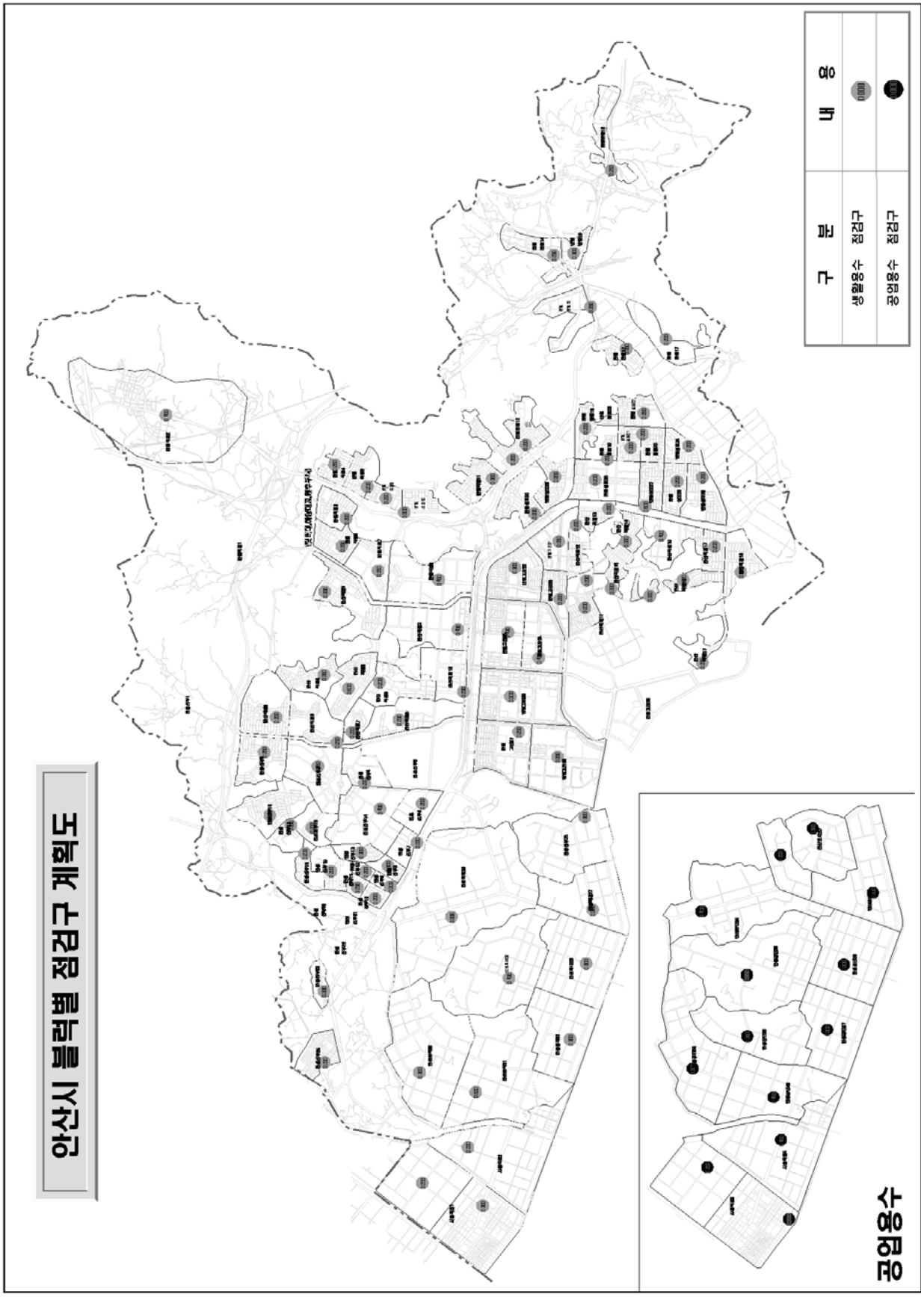
따라서 관경 200mm이상인 안산시 배수관로를 대상으로 각 소블록별 점검구를 1개소씩 설치하는 것으로 계획하고, 500mm 이상의 관로에 대해서는 과학기술부(2007)에서 제시하고 있는 구경에 따른 점검구 위치 선정에 근거하여 계획을 수립하였으며 세부 내용은 다음의 표와 같다.

<표 8.1-127> 배수관로중 점검구 설치연장 및 비용(안)

관경(mm) \ 급수 계통		배수관로		연장 합계 (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	2.07	19.96	22.03
	400mm	14.13	27.76	41.89
	450mm	2.45	6.61	9.06
	500mm	6.28	26.33	32.61
	600mm	6.47	12.13	18.6
	700mm	1.66	6.01	7.67
	800mm	5.09	2.35	7.44
	900mm	0.40	5.50	5.9
	1,000mm	0.00	0.98	0.98
	1,200mm	0.51	0.25	0.76
	1,350mm	0.06	0.31	0.37
연장 계(Km)		82.35	297.26	379.61
점검구(개소)		31	117	148
설치비용 (백만원)		489.04	1830.63	2,319.67



〈그림 8.1-42〉 안산시 배수관로(500mm 이상) 점검구 위치(안)



〈그림 8.1-43〉 안산시 배수관로(소블록별) 점검구 위치(안)

8.1.8 부식제어 필요성 검토

가. 정의

상수도관망내의 부식을 억제하는 가장 기본적인 방법은 정수의 수질을 변화시키는 것으로, 이중 pH 조절은 가장 일반적이고 폭넓게 사용되는 방법이다. pH는 관재질의 용해도를 결정하는 가장 중요한 인자로 대부분의 금속성 물질(철, 구리, 아연, 납 등)은 pH가 낮은 경우 용출이 잘된다. 그리고 탄산알칼리도가 충분하면 pH가 증가할 경우 납(Pb)과 구리(Cu)와 같은 금속은 불용성의 탄산염을 생성시켜 용출이 억제된다.

국내의 정수사업소에서 생산되는 수돗물은 상수원수에 따라 그 수질의 정도 차이는 있으나 탄산칼슘포화지수인 LI(Langelier Index)나 CCPP(Calcium Carbonate Precipitation Potential)이 매우 낮아 부식성이 대체로 큰 것으로 평가되고 있으며 또한 수처리 과정 중 전염소처리, 응집제의 과다 사용 등으로 황산이온과 염소이온의 농도가 증가하여 부식에 미치는 수질의 영향은 더욱더 좋지 않은 상태로 전환시키고 있는 실정이다.

pH, 알카리도 및 경도조절을 포함한 부식성수질 제어에 의한 수처리 방법은 상수도관망의 부식을 저감하는 가장 경제적인 방법중의 하나이지만, 현재 국내의 정수장은 pH상승, 탁도 유발 등의 불안감을 가지고 있어 적극적인 대처를 하지 못하고 있다.

부식억제를 위해 약품을 주입하여 pH, 알칼리도 및 경도를 조절하는 데 있어, 고려해야 할 사항은 pH에 따른 소독제의 효과와 경제성이다. 부식억제만을 위해 pH를 증가시킬 경우, 소독효과가 높은 HOCl이 H^+와 OCl^- 로 해리되어 염소요구량이 증가하게 된다. 그러므로 부식성수질 제어를 실시함에 있어 금속용출량의 농도변화가 크지 않고 기존의 잔류염소의 효과를 저해하지 않는 수질범위를 설정하는 것은 매우 중요하다.

일반적으로 pH를 조절함에 있어 소석회와 이산화탄소를 동시 주입하는 방법을 이용한다. 하지만 이산화탄소를 주입시, 그 효과는 뚜렷하나 운전방법이 어렵고 약품주입시 자동제어의 방법을 이용하여야 하기 때문에 설치비 및 약품비의 증가가 예상된다. 그러므로 국내정수장의 실정에 맞게 소석회만을 적절히 주입하여 지나친 pH의 상승을 억제하고 동시에 알칼리도 및 경도를 조절하는 방법을 강구해야 할 필요가 있다.

나. 부식억제제의 종류

현재 가장 널리 이용되는 부식억제제는 크게 인산염계, 규산염계, 그리고 혼합염계로 나눌 수 있으며 그 특징은 다음의 표와 같다.

〈표 8.1-128〉 부식억제제의 종류

부식억제제	화학식	방식 위치	특징
정인산염	H_3PO_4 NaH_2PO_4 Na_2HPO_4 Na_3PO_4	양극	-칼슘이온이 많은 경우, 효과적으로 보호 피막을 형성 -여러 관종에서 부식 효과가 관찰됨
다중인산염	$Na_5P_3O_{10}$ $(NaPO_3)_6$	음극	-다중인산염이 정인산염으로 전환될 때 효과가 있음 -$CaCO_3$나 $CaSO_4$등의 생성을 억제
복합 부식억제제	$ZnSO_4+H_2O+$ $NaH_2PO_4+H_3NO_3S$	양극 + 음극	-인산염 : 양극반응 -$ZnSO_4$: 음극반응
혼합 인산염	정인산염 + 다중인산염	양극 + 음극	-정인산염 : 부식억제 효과 -다중인산염 : 격리효과 -정인산염이 고비율일 경우 효과적
규산염	Na_2SiO_3 Na_6SiO_7	양극	-pH가 낮고 용존산소가 높은 수질에서 처리하기 적당
인산염-규산염 혼합	인산염 + 규산염	양극	-두 물질간의 상호작용으로 단일성분일 때보다 부식억제 효과가 큼

1) 정인산염

정인산염은 Fe^{2+}와 같은 용해된 금속이온과 불용성의 염을 생성하여 양극부위에 피막을 형성한다.

$$3Fe^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Fe_3(PO_4)_2 \text{ (solid)}$$

위 반응의 결과, 금속의 용해도는 감소하게 된다. 인산철은 다은 양극 부식억제제에 비하여 부착력이 강하고, 수질의 pH에 영향을 받지 않는 피막을 형성한다. 정인산염은 칼슘과 결합된 스케일이 형성될 가능성이 크기 때문에 단독으로는 거의 사용하지 않는다.

정인산염은 나트륨과 함께 일인산나트륨(NaH_2PO_4), 이인산나트륨(Na_2HPO_4), 삼인산나트륨(Na_3PO_4)등의 화합물로 만들어 지며, 2가 금속의 부식억제제로 아연과 함께 사용되거나 단독으로 사용된다.

2) 다중인산염

다중인산염은 음극 부식억제제(Cathodic corrosion inhibitor)로 전해석출 메카니즘에 의해 일반 금속의 음극 표면에 튼튼한 불극막을 형성한다. 다중인산염은 중합도에 따라 금속이온과 결합하거나 흡착하며, 양으로 하전된 이 입자들은 금속의 음극으로 이동하여 막(Film)을 형성한다. 다중인산염은 중합도에 따라 금속이온에 대한 결합력, 금속염의 용해도, 방식제로서의 효과등이 다르지만, 일반적으로 칼슘이온 등의 2가 이온과 공존할 때 양호한 부식방지 효과를 나타낸다. 이러한 특징은 스케일 방지제의 역할과 음용수 처리시 상수관 내부의 철(Iron)을 안정화시켜서 붉은 목물과 같은 적수문제를 제거해 주기도 한다.

3) 규산염

규산염은 금속의 양극부위에서 용해된 금속염과 결합한다. 이때 생성된 금속염과 규산염의 결합체는 양극부위에 겔(Gel)상의 석출물 층을 형성한다. 이렇게 형성된 겔상의 층은 다른 부식억제제에 의하여 형성된 부식방지 피막에 비해 화학적으로 대단히 안정하며 규산염은 pH가 낮거나 용존산소농도가 높은 경우에 사용하는 것이 좋다.

4) 아연

아연은 음극방식(Cathodic protection)의 기능을 가지며 철의 전위를 불활성화시켜 부식을 방지하는 역할을 한다. 음극방식은 갈바닉 부식의 원리를 이용한 것으로, 부식되고 있는 금속을 갈바닉 전지에서 음극이 되게 함으로써 부식을 방지하는 것이다. 이러한 아연의 성질은 단일 성분으로 사용하여도 OH^-이온과 침전반응에 의해 막을 형성할 수 있지만, 정인산염이나 다중인산염과 함께 사용할 때 최적의 효과를 가질 수 있다.

8.2 상세조사

8.2.1 밸브 현장조사

가. 개요

1) 조사목적

배수관로 밸브류 조사를 통하여 상수도관망도 내용을 확인, 보완하고 및 배·급수계통을 이해하는데 활용하며, 궁극적으로 구역고립 및 블록시스템 구축계획과 시설물의 관리 및 단수, 통수, 제어에 활용하는데 그 목적이 있다.

2) 조사범위

조사범위는 2008년 7월 현재 GIS 밸브조서를 기준으로 대부동을 포함한 안산시 전체 밸브를 조사 하였으며 GIS 밸브조서상 개소수는 다음과 같다.

〈표 8.2-1〉 조사범위

구 분	계	상록구	단원구	비 고
밸브갯수(개)	10,032	4,381	5,651	GIS 변류시설 자료

주)밸브 조사시 관로 위치(방향), 관경 및 관종이 상수도관망도와 일치하는지 확인

나. 조사내용 및 방법

1) 조사내용

가) 밸브조사 : 조사양식에 따라 내용을 기입

① 밸브의 도면과 현장을 비교 확인한다.

② 밸브의 종류, 관경, 재질, 밸브실 규격, 철개규격, 심도, 밸브개폐, 밸브의 방향을 조사한다.

③ 조사 지점에서 변형, 파손의 우려가 없는 지형지물을 기준으로 상대적 거리를 조사한다.

④ 문제밸브(스핀들탈락, 밸브고장, 변실이탈, 매몰(내부·외부), 철개파손, 수몰(침수), 철개무, 철개 밀착 등)를 조사한다.

나) 관로 위치(방향) 및 관경

① 밸브 위치 및 방향, 관경을 기초로 상수도관망도와의 일치여부를 확인한다

2) 조사방법

가) 준비사항

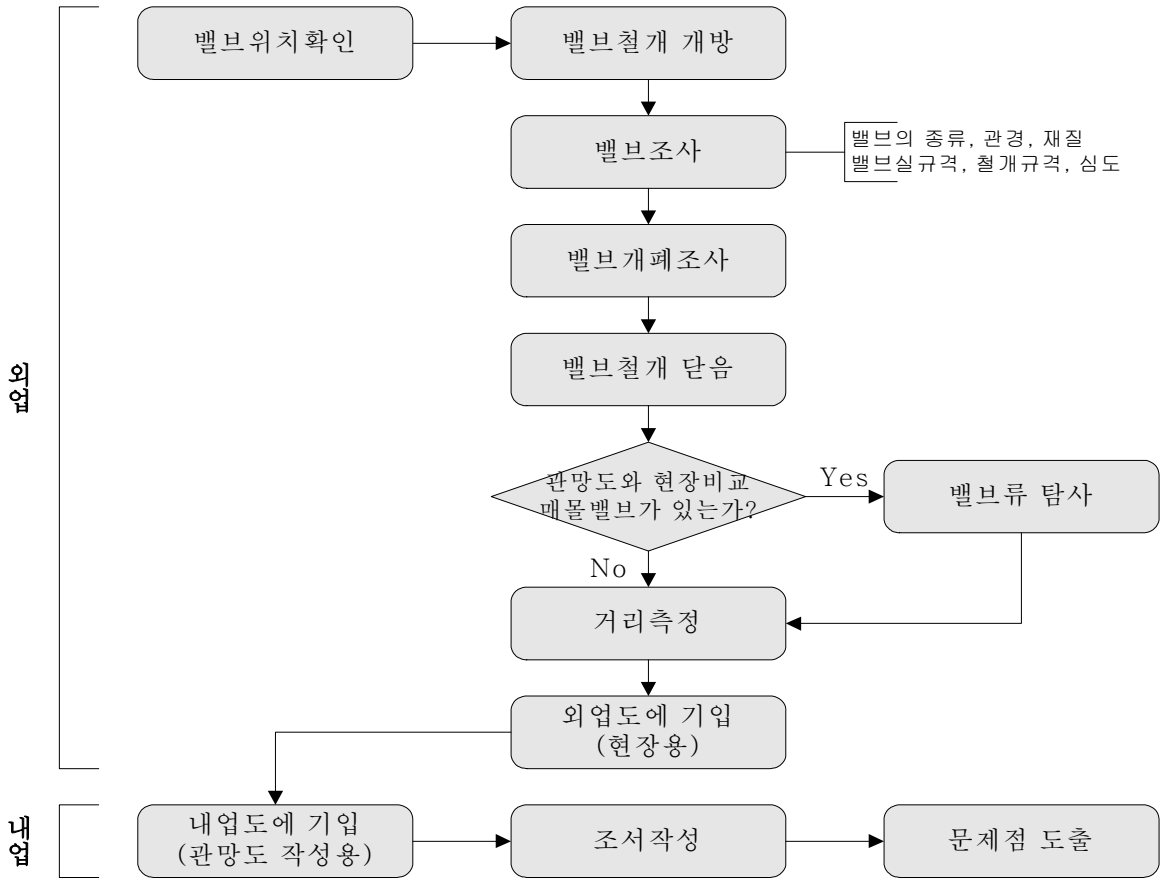
① 조사지역의 도면

② 밸브류대장 양식(조사양식 참조)

③ 밸브키, 지렛대, 줄자, 디지털 카메라, 밸브탐지기, 손전등

④ 안전장비(안전조끼, 안전표지판, 안전봉, 칼라콘)

나) 조사방법



① 외업도를 기준으로 밸브의 위치를 확인한다.

② 밸브의 철개를 개방하고 밸브의 종류, 관경, 재질, 밸브실 규격, 철개규격을 조사하고 문제점을 파악한다.(조사양식1)에 기입)

※문제밸브 항목

• 스핀들탈락(脫落) : 스핀들이 파손되어 개폐가 불가능한 밸브

• 밸브고장 : 개폐가 되지 않는 밸브

• 변실이탈(離脫) : 밸브키를 스핀들에 끊지 못하여 개폐가 불가능한 밸브(소형철개의 경우 변실(PVC)이 변형, 박스의 경우 철개 위치가 잘못된 경우)

• 매몰(埋沒)

✓내부매몰 : 변실 안에 진흙, 모래, 쓰레기로 묻힌 밸브

✓외부매몰 : 도로포장으로 밸브의 철개가 묻힌 밸브

• 철개파손 : 철개가 파손된 밸브

• 수몰(水沒) : 변실 내부에 지하수, 상수도, 하수도, 오수가 유입된 밸브

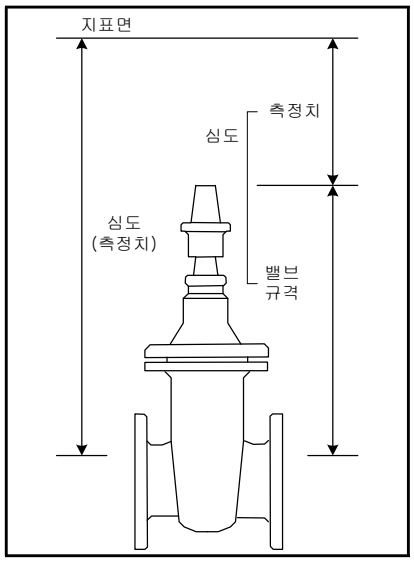
• 철개무 : 철개가 파손되어 없는 밸브

• 철개 밀착(密着) : 차량통행으로 철개가 늘어나 열리지 않는 밸브

③ 심도를 지표면에서 상수도관로의 상단까지의 깊이로 조사한다.(그림 참조)

※심도조사시 주의사항

• 스핀들까지만 조사되는 경우는 스핀들과 관로상단의 길이를 밸브규격에서 더하여 조사한다.(소형철개의 경우, 밸브실(흄관 또는 박스)에 관로가 노출되지 않은 경우)



심도조사 예

④ 밸브키로 밸브의 개폐(開閉) 여부를 확인한다.

⑤ 도면과 현장을 비교하여 외부매몰 밸브가 있으면 밸브탐지기를 이용하여 위치를 찾기 위해 도면 및 밸브조서에 표시한다.

다) 안전대책수립

① 밸브류 조사시 밸브실내 유독가스 등에 대한 안전대책을 강구한 후 조사를 시행하여야 함

② 차량통행이 많은 경우 안전표지판을 설치

③ 안전한 장비를 이용 밸브실 뚜껑 개폐

④ 안전을 위하여 2~3인 1조의 한 팀을 구성하여 지상에 1~2인의 안전요원과 1~2인의 조사요원을 구분하여 배치하고, 교통안내 및 안전장비를 갖추고 조사시행

⑤ 조사완료 후 밸브실 뚜껑은 원래대로 덮고 안전표지판을 철수, 현장정리

다. 조사인원 및 장비

1) 조사인원

조사팀	인원구성	비 고
2조	3인 / 조	안산시 : 1인 + 설계사 : 2인

2) 조사장비

구 분	규 격	수량	용 도	비 고
차량	봉고	2대	조사원 및 장비수송	설계사/안산시
카메라	디지털카메라	2개	현장촬영	설계사
화이트보드	A4	2개	현장촬영(밸브번호기록)	설계사
밸브실뚜껑 개폐장치	장도리, 해머, 드라이버	2식	밸브실 및 철개 뚜껑 개폐용	설계사
스핀들, 밸브키	-	2식	밸브 회전기능 확인	안산시
손전등, 거리측정기	소형 워킹거리측정기	2식	내부조사, 이격거리측정	설계사
양수기	-	2대	수몰밸브 양수	안산시
밸브탐지기	-	2대	매몰밸브 탐사	안산시
락카	흰색	2개	매몰밸브 위치 표시	설계사
안전장비	안전조끼, 안전표지판, 안전봉, 칼라콘, 마스크, 염소가스측정기	2식	작업중 안전조치	설계사/안산시

라. 조사결과

1) 조사내용 및 활용방안

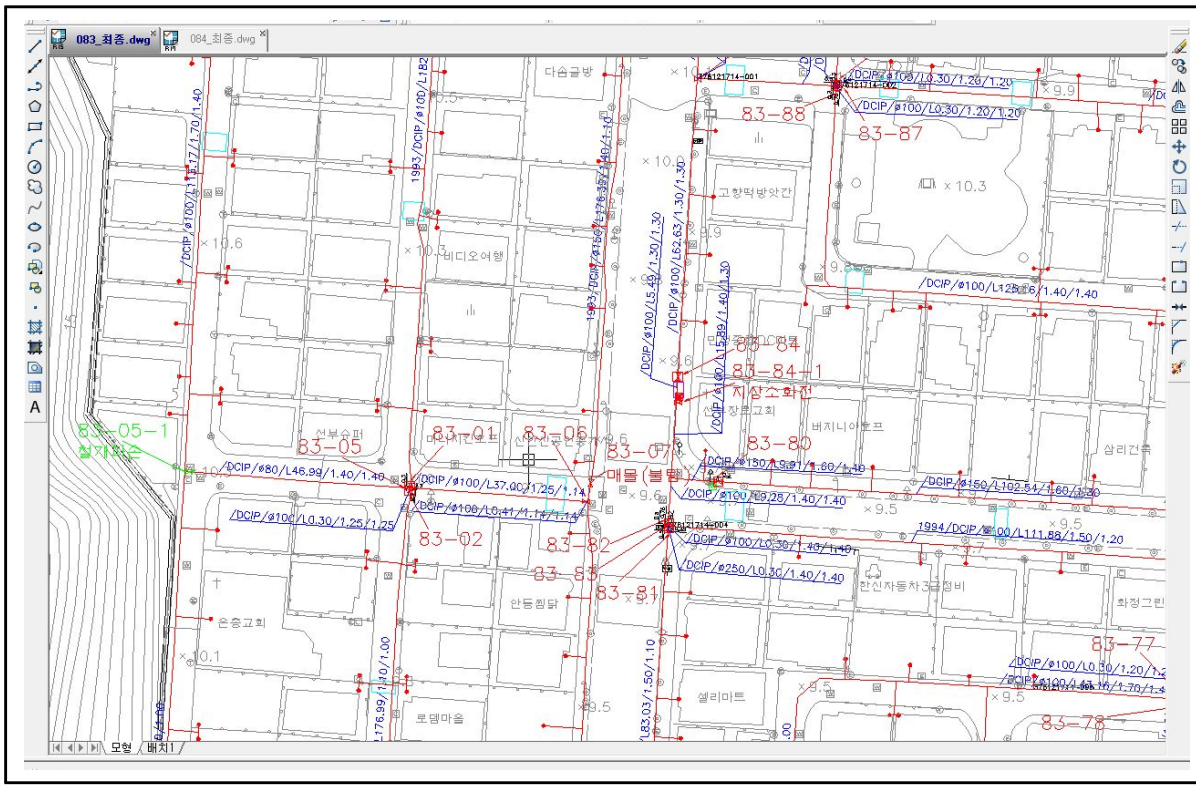
구 분		현장조사 및 내업작업	활용방안
현장조사	밸브류 제원 및 상태조사	•기존밸브 작동 및 상태조사 •밸브종류 및 관경확인 •밸브고장 등 이상 유무 확인 •현장 누락밸브에 대한 추가조사	•벨브조서와 관망도 수정 및 GIS DB 수정보완 자료로 활용 •밸브상태 및 작동현황을 조사하여 시설물 관리 및 단수, 통수제어에 활용
	밸브위치 조사	•국립지리원 중부원점 성과좌표를 이용 밸브위치 측량 •기존 상수도 관망도의 밸브위치 일치 확인	•벨브조서와 관망도 수정 및 GIS DB 수정보완 자료로 활용 •상수도 관망도와의 일치여부를 확인하여 블록시스템 구축을 위한 관망도 구성계획 자료로 활용
내업작업	노후관로 개량공사 자료조사	•최근 시행한 노후관로 개량 및 확장공사 자료조사 •현장조사와 일치여부 확인	•상수도 관망도와 GIS DB 속성 보완자료로 활용
	밸브조서 보완작성	•현 밸브조서의 오류보완 •현장 누락밸브에 대한 추가 조서작성	•현장조사 내용에 맞도록 기존 GIS 밸브조서 양식을 수정 보완 •밸브이상 항목 기록
	관망도 보완작성	•밸브류조사 및 위치측량, 관로개량공사 자료를 기초로 기존관망도의 보완 작성	•현 상수도 관망도상의 관로위치, 관경, 부설연도, 관종 등의 속성자료 수정보완

2) 밸브조서 및 관망도 수정보완

현장조사 내용인 밸브류 상태조사 및 위치 측량조사, 노후관로 개량공사 자료를 종합하여 기존 관망도 및 GIS 밸브조서 양식에 맞추어 기존자료의 오류 및 누락 자료를 수정보완 하여 블록시스템 구축을 위한 관망도 구성계획 및 상수도 관망 GIS DB 수정보완 자료로 활용토록 하였다.

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	블록명	관리번호	번매몸			스린들 탈착 및 캡누락	이탈	절개이상			밸브고장		확인불가	변의종류	행정동	법정동	위치	재질	형식	변실형태	맨홀구분	변실규격	구경	본관구경
2			내부	외부	수물			파손	절개무	밀착	계패불가	파손(누수)												
9	YS4	376121704-00009													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1108-1	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		100	100
10	YS4	376121704-00009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	지하소화전										
11	YS4	376121704-00004													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115-1	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	1.8*1.6*0.84	150	150
12	YS4	376121704-00004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115-1	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	648	1.8*1.6*1.3	150	150
13	YS4	376121704-00005													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115-1	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	1.8*1.6*0.84	150	150
14	YS4	376121704-00005	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	공기변										
15	YS4	376121704-00001													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	2.4*1.88*1.1	100	100
16	YS4	376121704-00001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	648	1.6*2.1*1.45	100	100
17	YS4	376121704-00002													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	2.4*1.88*1.1	100	100
18	YS4	376121704-00002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	M/소형철개	1.6*2.1*1.45	100	100
19	YS4	376121704-00003													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115	주철밸브(CI)	SS(단구)	구형	M/소형철개	2.4*1.88*1.1	100	100
20	YS4	376121704-00003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115	주철밸브(CI)	SS(단구)	사각	M/소형철개	1.6*2.1*1.45	100	100
21	YS4	376121703-00001													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1128-3	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		100	100
22	YS4	376121703-00001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	이토변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1128-3	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		100	100
23	YS4	376121703-00003													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	1.5*2.45*1.0	100	100
24	YS4	376121703-00003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	648	1.5*2.45*1.0	100	100
25	YS4	376121703-00008													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126-14	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		100	100
26	YS4	376121703-00008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	공기변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126-14	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	648	1.5*0.9*1.1	100	100
27	YS4	376121703-00004													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	1.5*2.45*1.0	100	100
28	YS4	376121703-00004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	M/소형철개	1.5*0.9*1.1	100	100
29	YS4	376121703-00006													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형		1.5*2.45*1.0	100	100
30	YS4	376121703-00006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	M/소형철개	1.5*0.9*1.1	100	100
31	YS4	376121703-00005													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	DA(방구)	구형	M/소형철개	1.5*2.45*1.0	100	100
32	YS4	376121703-00005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	-	공기변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1126	주철밸브(CI)	DA(방구)	사각	648	1.5*2.45*1.4	100	100
33	YS4	376121704-00005													단원구 선부3동	단원구 선부3동	1115-1	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	구형	M/소형철개	1.8*1.6*0.84	150	150
34	YS4	376121704-00005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	이토변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1152-14	주철밸브(CI)	GV(Gate식)	사각	766	1.8*1.6*1.3	150	
35	YS4	376121703-00002													단원구 선부3동	단원구 선부3동	산10-2	주철밸브(CI)	DA(방구)	구형	M/소형철개	1.23*1.73*1.1	150	150
36	YS4	376121703-00002	-	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	공기변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	산10-2	주철밸브(CI)	DA(방구)	사각	648	1.2*1.7*1.8	200	1000
37	YS4	376121703-00009													단원구 선부3동	단원구 선부3동	232-2	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		80	80
38	YS4	376121703-00009	-	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	제수변										
39	YS4	376121703-00010													단원구 선부3동	단원구 선부3동	산15-1	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		100	100
40	YS4	376121703-00010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	지상소화전										
41																								
42	YS4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	이토변	단원구 선부3동	단원구 선부3동	1128-3	주철밸브(CI)	GV(Gate식)		무		100	100

<그림 8.2-1> 밸브조서 수정보완



<그림 8.2-2> 상수도 관망도 수정보완

3) 밸브조사 결과

가) 종류별 밸브조사 결과

본 과업의 대상지역인 안산시 전역의 상수도관망에 대한 관로 및 밸브조사 결과, 안산시 현 상수도관망의 밸브 갯수는 총 11,057개소로 조사 되었으며, 밸브 종류별 갯수는 다음 <표 8.2-2>와 같다.

조사결과 GIS 변류시설 자료의 밸브 갯수와 차이가 있는데 이는 GIS 관망도에서 누락된 밸브로 현장조사 결과 추가된 밸브로 조사 되었다.





<표 8.2-2> 종류별 밸브조사 결과

구 분	계	제수변	이토변	공기변	유량계실	수압계	소화전	
							지상	지하
안산시전체	11,057	8714	431	451	94	172	602	593
생 활	10,088	8,029	408	398	89	161	507	496
공 업	969	685	23	53	5	11	95	97

나) 밸브 이상항목조사 결과

이상과 같이 밸브 조사결과에 따른 스핀들 탈락, 밸브고장, 매몰, 철개이상 등의 이상항목을 조사하여 시설물의 관리 및 단수, 통수, 제어에 활용할 수 있도록 하였다.

밸브 이상항목에 조사결과, 2008년 7월 기준 밸브조서와 상이 사항은 변실규격 상이 항목이 13.3%로 가장 큰 것으로 조사되었고, 밸브 상태이상 사항은 외부매몰이 7.3%로 가장 큰 것으로 분석되었으며 밸브 이상항목 조사결과는 다음<표 8.2-3 >과 같다.

〈표 8.2-3〉 밸브류 이상항목 조사결과

구 분	항목별 이상개소수																조사 변류 전체 (개소)
	뱁브조서 상이				밸브류 상태 이상											합 계	
	밸브 위치상이	밸브 재질 상이	밸브 종류 상이	변실규격 상이	밸브매몰			스핀들 탈락	변실 이탈	철개이상			밸브고장		확인 불가		
					내부 (토몰)	외부	수몰			파손	철개무	밀착	개폐 불가	파손			
안산시 전체	267	978	35	1,273	122	700	695	54	87	21	58	7	39	27	46	4,409	9,598
	2.8%	10.2%	0.4%	13.3%	1.3%	7.3%	7.2%	0.6%	0.9%	0.2%	0.6%	0.1%	0.4%	0.3%	0.5%	45.9%	
생 활	264	934	16	1,172	113	642	643	48	84	19	56	7	38	26	42	4,104	8,858
	3.0%	10.5%	0.2%	13.2%	1.3%	7.2%	7.3%	0.5%	0.9%	0.2%	0.6%	0.1%	0.4%	0.3%	0.5%	46.3%	
공 업	3	44	19	101	9	58	52	6	3	2	2	0	1	1	4	305	740
	0.4%	5.9%	2.6%	13.6%	1.2%	7.8%	7.0%	0.8%	0.4%	0.3%	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%	0.5%	41.2%	

주) 밸브류 이상항목에서 소방서 관할 소화전과 급수분기 및 소화전분기 제수변은 제외하였음.

8.2.2 수리기능 조사(밸브진단)

상수도 시스템 전체의 신뢰도 향상을 위한 공정으로 밸브류의 수명 연장과 비상시 신속하게 해당 밸브를 찾을 수 있는 성과를 도출시키고, 관로사고 발생시 사고지역을 신속하게 고립가능하게 한다. 비상사태 시 발생되는 식수손실 및 노동력의 최소화를 기하고, 업무 인수인계 및 관리능력의 증가를 도모하고자 한다.

가. 제수변의 특징과 역할

수도시설에 대해서 밸브가 하는 기능은 극히 중요하고, 용도, 혹은 역할도 다양하며 그 역할을 주체로 대별하면 제어용, 차단용, 방류용, 역류 방지용, 감압용, 관로 보호용등으로 분류할 수 있다.

1) 제어용

취수, 송수, 배수의 유량, 압력을 제어하기 위하여, 배수지 등의 수위를 조절하는 것.

2) 차단용(ON-OFF용)

취수, 송수, 배수관의 교체, 기구의 보전을 위하여 개폐, 혹은 재해가 발생할 경우, 긴급히 차단시키는 것.

3) 방류용

댐에서 방류용으로 고압의 유수를 감소시키기 위하여, 수량 조절을 행하는 것.

4) 역류방지용

물 흐름을 일정한 방향으로 제한하기 위하여 펌프의 토출측에 설치하는 것이 대표적.

5) 감압용

고지대와 저지대를 연결할 때, 저지대가 고수압에 의하여 장애가 발생하는 것을 방지하기 위하여 펌프 압송으로 배수할 때, 부분적인 고수압 지대가 있는 경우등에 사용하는 것.

6) 관로 보호용

밸브를 급폐 또는 급개방할 경우와, 펌프를 급정지, 급시동 시키면 수격작용이 발생하여 이상압력상승 혹은 압력강하가 생겨 관로를 파괴하는 경우가 발생하는데 이를 방지하기 위한 것.

7) 오니, 약품 주입용

정수장내 염소, 가성소다 등의 약품 또는 활성탄, 슬러지배출 및 제어등에 사용하는 것.

나. 제수밸브 검토

현재 사용하고 있는 제수밸브 중 일반 주철재가 가장 많고 소프트실제수밸브, S.T.S제수밸브 순으로 사용하고 있으며 가격도 일반 주철제, 소프트실, S.T.S순이다. 다음의 표는 제질별 제수밸브의 특성을 잘 나타내고 있다.

<표 8.2-4> 제질별 제수밸브 특징

구 분	일반 주철제게이트밸브	소프트실제수밸브	S.T.S제수밸브
1. 재질	•회주철 •황동봉, 일반구조용강재	•구상 흑연주철 •내식성 스테레인레스강재	•내식성 스테인레스강재
2. 구조	•몸통바닥의 삽입홈에 의해 디스크가 고정되고 강재시트로 수밀되는 구조 •그랜드패킹에 의한 스핀들부 수밀유지	•몸통바닥에 삽입홈이 없는 평면구조로 고무다스크의 면밀착에 의한 수밀유지 •고무 및 테프론링에 의한 스핀들부 수밀유지	•몸통바닥의 삽입홈에 의해 디스크가 고정되고 강제 시트로 수밀되는 구조 •그랜드팩킹에 의한 스핀들부 수밀유지
3.장·단점	•부착성, 내식성, 내구성, 내후성이 떨어지며 위생상 좋지 않은 흑색바니쉬 도장으로 부식 및 전식발생	•내외면 전체가 밀착성, 내식성, 내구성, 내구성이 우수한 에폭시수지분체도장으로 0.15~0.3mm이상의 두께로 피복하므로 물, 토양, 전류로부터 금속을 완벽하게 보호하여 부식 및 전식의 위험이 없음.	•보호피막이 없이 스테인레스강 고유의 내식성에만 의존하고 있어 산업화에 따른 화학적 토양오염이나 산성토양, 해안지대, 습지 및 지하전류에 의한 전기 부식에 노출되는 등 부식 환경변화에 대한 대비가 없음
4. 조작성	•그랜드패킹 밀착에 의한 스핀들부 수밀유지 및 금속간 마찰밀착식 지수와 디스크의 자중 등으로 수동운전 조작이 어려움 •삽입홈부의 이물질 침적시 완전한 단수 불가능	•고무링 기밀구조로 스핀들의 구속이 없어 회전시 마찰저항이 없고 스러스트와셔 또는 베어링이 내장되어 있어 운전조작이 쉬움 •고무몰딩 디스크와 밸브면 밀착으로 완전단수 가능	•그랜드패킹밀착에 의한 스핀들부 수밀유지 및 금속간 마찰밀착식 지수와 디스크의 자중 등으로 수동운전조작이 어려움 •삽입홈 부분의 이물질 침적시 완전 단수 불가능
5. 유체 흐름	•디스크 삽입홈에 의한 단면변화(마찰저항의 증가로 유체의 흐름이 다소 원활치 못하며, 스케일이 끼기 쉬운 곳임)	•요철이 없는 단순한 내면구조(마찰저항이 적어 유체의 흐름 원활)	•디스크 삽입홈에 의한 단면변화(마찰저항의 증가로 유체의 흐름이 원활치 못함)
6. 유지 관리	•인장강도, 연신율이 낮아 충격에 의한 균열 또는 동파의 위험이 높음. •인장강도 : 20kgf/㎟ 이상 •연신율 : 없음 •균열 등의 파손시 부분보수 불가능으로 전면 교체 필요 •장시간 사용 후 패킹재료 교체시 누수로 인한 작업성 저하로 배수본관의 단수 필요	•인장강도, 연신율이 높아 충격에 의한 균열 또는 동파의 위험이 적음 •인장강도 : 4,520kgf/㎟ •연신율 : 10%이상 •용접 및 절단 등 가공성이 좋아 고장시 유지 보수 가능 •패킹교환시 디스크상부 의 고무몰드가 밸브덮개의 상단부 수밀을 유지하여 별도의 단수조치 없이 작업가능 •중량이 일반 주철게이트 밸브에 비해 가벼워 운반 및 관리가 용이	•내식성, 기계적 성질, 가공성향상과 금속조직의 안정화를 위해 적절한 열처리 시행이 필수적이나, 열처리를 하지 않는 경우 스테인레스강 본래의 우수한 성질을 기대할 수 없으며, 열처리시행여부에 대한 신뢰도 미흡 •장시간 사용 후 패킹재로 교체시 누수로 인한 작업성 저하로 배수본관의 단수 필요

다. 밸브진단

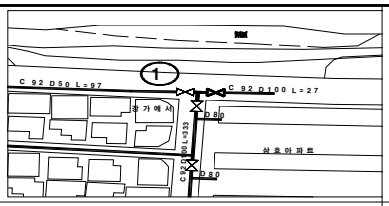
1) 세부내용

구 분	밸브진단조사		비고
1.조사 목적	•밸브의 완전한 개폐 시험작동에 의한 정보수집 •자세한 정보기록 및 관리의 용이 •계획된 수리 및 교체		
2.조사대상 수량	•측정개소 : 55개소, 각 배수지수계별 5개소		
3.조 사 항 목	•토크 수, 사용빈도여부, 개폐여부 등		
4.조 사 장 비	•밸브진단 장비(TM-7)	•토크수 진단 장비(DNR-18)	
			
5.조 사 방 법	•해당밸브에 TM-7를 장착하여 작동후 밸브정보의 DB화 및 저장된 토크음 분석		
6.도 출 자 료	•밸브개폐 분석 보고서(DB자료 포함)		
7.결 과 적 용	•GIS자료 밸브부분 수정 •밸브정보 대장 작성		

2) 밸브진단 장비(TM-7) 및 토크수 저장 장비(DNR-18)의 특징

구 분	TM-7	DNR-18	비 고
특 징 및 효 과	•교체 대상 밸브의 기능 회복 •교체 대상에서 제외하여 교체 비용 절감 •데이터를 통한 예방정비로 작업시간 절감 •정기적인 밸브 예방정비(시험작동)가 필수 •정확한 밸브정보 & 작업이력 수집용이 •노후 밸브 기능 회복 (수작업 개폐 용이) •GIS에 정확한 밸브 정보 등록 •작업자의 업무 신속성 및 안전성 향상	•불필요한 노이즈를 3단계 레벨로 제거 가능 •레벨변동, 필터설정, 최소음압치 등을 표시하여 식별이 용이 •본체메모리로 250개의 음압치의 기록용이 •USB포트를 통한 데이터전송 용이 •각종 밸브류의 개폐시 토크음을 저장하고 DB화 하여 개폐의 명확성 및 전산화자료 활용가능	

3) 밸브진단 과정

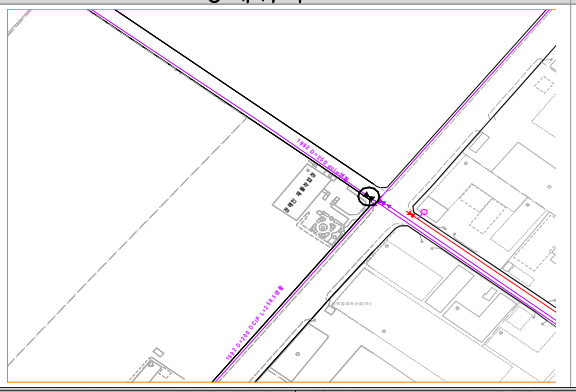
		
조사 대상 위치 선정	현장 확인	제수변에 장비 장착
		
컨트롤러를 이용한 작동	VITALS 프로그램을 이용한 데이터의 분석	

4) 밸브진단 보고서(예)

No.	1	위치	시화공단 4라-501호 안산장애인 재활 작업장 인근	점검일	2009. 2. 18

밸브내용	밸브규격	밸브재질	변실상태	매설년도	도 종	철개규격	개 ● 폐
	Ø250	주철	양호	1992	A.S.P	Ø150	Open

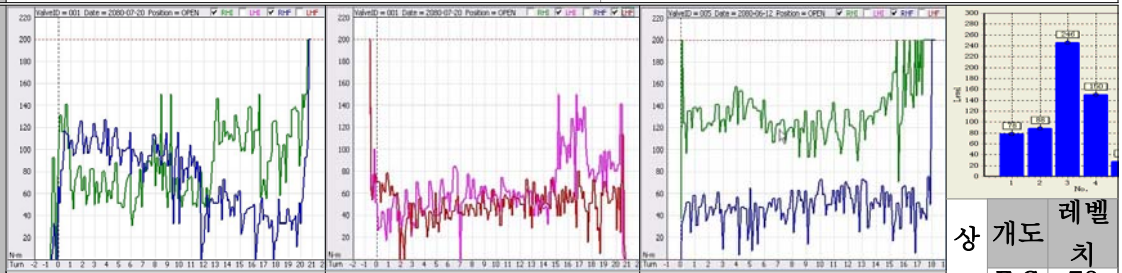
상세위치도



위치전경



진단그래프



Close
RH(F) : Right Handle Initiate(Final)

Open
LH(F) : Left Handle Initiate(Final)

사례(事例)

상태	개도	레벨치
	F.C	78
	18.8	246
	F.O	114

구분	진 단 결 과				비 고
내용	Turn	제품표준	매설밸브	개도(開度)	
		16-26.5(±3)	21.5	20.8	

분석	대체로 정상적인 토크의 범위에 있음. 양호. Full Close에서 오픈 3회전 시 음폭이 올라 정상적인 개·폐가 이루어지는 것으로 판단.

※밸브진단각 지점별 내용들은 보고서 부록에 첨부

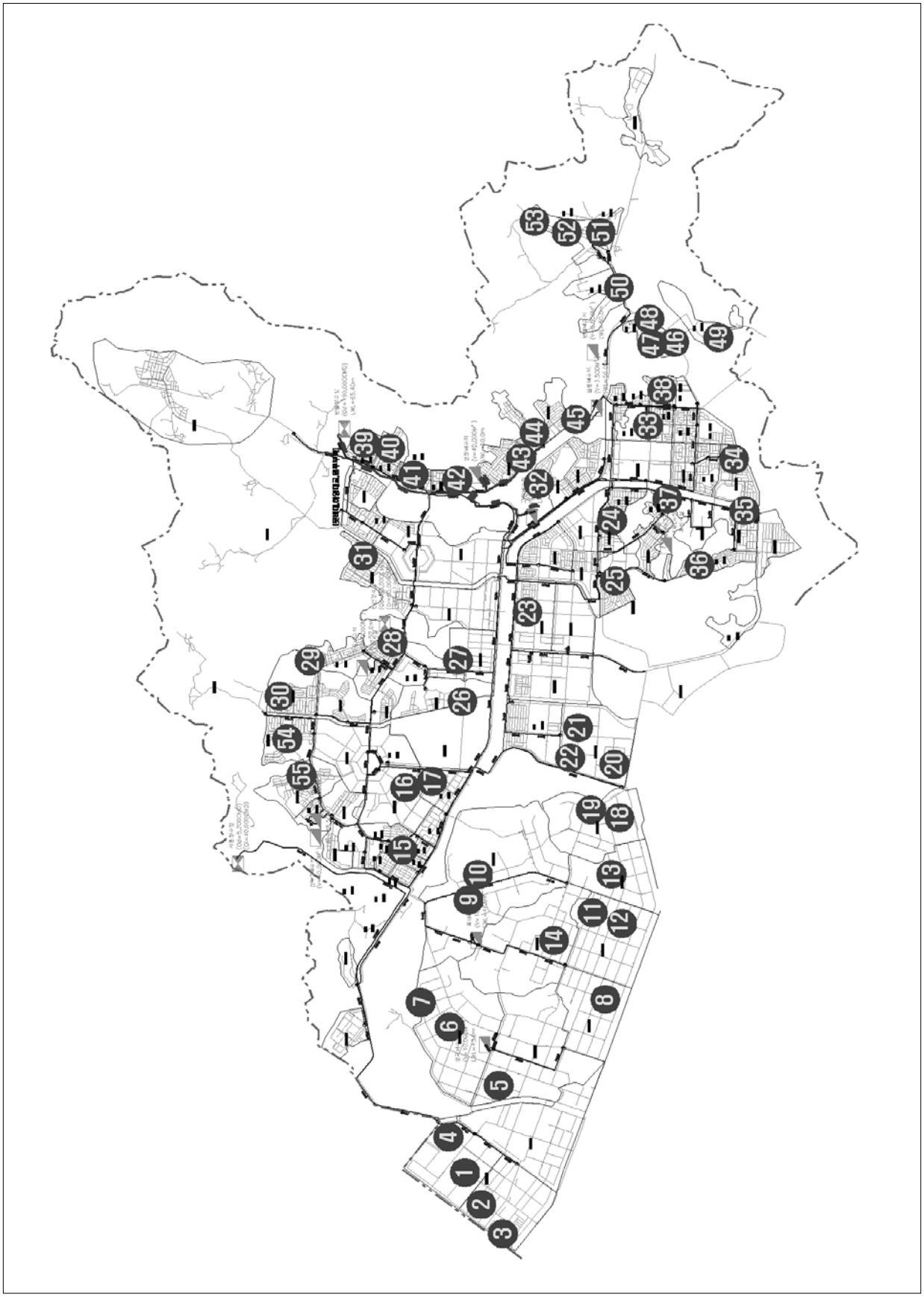
라) 밸브진단 측정내역

<표 8.2-5> 밸브진단 현장조사 위치

No.	주 소	진단결과	제수변				도종	개·폐
			구경	재질	철개	상태		
1	단원구 성곡동 시화공단 4라BL-501LT 안산 장애인 재활작업장 인근	양호	Ø250	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
2	단원구 성곡동 시화공단 4라BL-807LT 금영종합철강 인근	차단불능	Ø150	주철	Ø648	양호	A.S.P	Open
3	단원구 성곡동 시화공단 4바BL-815LT 공든피지트 인근	양호	Ø100	주철	Ø648	양호	A.S.P	Close
4	단원구 성곡동 시화공단 4다BL-501LT ㈜누리베큠 인근	작동불능	Ø150	주철	Ø220	양호	A.S.P	Unknown
5	단원구 성곡동 시화공단 608BL-15LT 덕영금속 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	수몰	A.S.P	Open
6	단원구 성곡동 시화공단 602BL-6LT 동영테크 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
7	단원구 신길동 시화공단 601BL-22LT 성훈경금속 인근	작동불능	Ø100	주철	Ø220	양호	A.S.P	Unknown
8	단원구 목내동 시화공단 17BL-34LT 바이켐 인근	양호	Ø150	주철	Ø220	수몰	A.S.P	Open
9	단원구 원시동 시화공단 1BL-88LT 신광정공㈜ 인근	양호	Ø150	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
10	단원구 원시동 시화공단 23BL-1LT 금성식당 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
11	단원구 원시동 시화공단 5BL-4LT 신창전기 인근	차단불능	Ø100	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
12	단원구 원시동 시화공단 8BL-12LT AMD21 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
13	단원구 원시동 시화공단 10BL-74LT 삼아트론㈜ 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
14	단원구 목내동 시화공단 3BL-13LT 대일전선 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
15	단원구 원곡동 761-10번지 거평축산 인근	차단불능	Ø200	SRS	Ø648	양호	A.S.P	Open
16	단원구 원곡동 938번지 관산초교 인근	차단불능	Ø100	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
17	단원구 초지동 604-10번지 장애인 복지회관 인근	양호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
18	단원구 초지동 시화공단 12BL-51LT 대신염직공업 인근	차단불능	Ø100	주철	Ø220	수몰	A.S.P	Open
19	단원구 초지동 12BL-28LT 한영나염 인근	양호	Ø200	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
20	단원구 초지동 743-9번지 알바모터스 인근	양호	Ø200	주철	Ø220	양호	보도블록	Close
21	단원구 초지동 740-1번지 초지동성당 인근	양호	Ø250	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
22	단원구 초지동 738번지 박종순한복연구소 인근	양호	Ø150	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
23	단원구 고잔동 765번지 주공9단지(1단지삼거리) 인근	양호	Ø200	STS	Ø648	양호	A.S.P	Open
24	상록구 사동 1204-8번지 효산제체식부페 인근	양호	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
25	상록구 사동 1177-13번지 해피마트 인근	양호	Ø200	주철	Ø220	양호	A.S.P	Close
26	단원구 고잔1동 667-1번지 무진빌라 가동 인근	양호	Ø200	STS	Ø648	양호	A.S.P	Open
27	단원구 고잔동 585번지 풍림연립 4동인근	차단불능	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
28	단원구 고잔동 621-8번지 21세기 공인중개사 앞	양호	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
29	단원구 와동 97-6번지 자동차 용품 할인매장 앞	양호	Ø150	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
30	단원구 와동 781-13호 오아시스 호프광장 앞	양호	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open

〈표 8.2-5 계속〉 밸브진단 현장조사 위치

No.	주 소	진단 결과	제수변				도종	개·폐
			구경	재질	철개	상태		
31	상록구 월피동 492-10번지 월피부동산 앞	양호	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
32	상록구 이동 527번지 태영 하이퍼 슈퍼 앞	양호	Ø150	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
33	상록구 본오동 805-10번지 광동마트 앞	양호	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
34	상록구 본오1동 989-5번지 신흥 천막 판넬 앞	양호	Ø250	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
35	갑골길 21 사동 1400-15번지 도깨비 방망이 앞	차단 불능	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
36	상록구 사동 1364번지 찬&찬 치킨 앞	양 호	Ø300	STS	Ø220	양호	보도 블록	Open
37	상록구 사1동 1339-6번지 대동서적 앞	양 호	Ø200	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
38	상록구 본오동 740-10번지 경원맨션 사거리	양 호	Ø200	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
39	상록구 부곡동 상두재길 46 그린컴퓨터세탁	양 호	Ø100	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
40	부곡동 541-5 (부암길 17)	양 호	Ø100	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
41	부곡동 682-7번지 현대문구 앞	양 호	Ø150	STS	Ø648	양호	A.S.P	Open
42	부곡동 699번지 슈퍼마트 앞	양 호	Ø100	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
43	상록구 일동 518-8번지 정인치과 앞	양 호	Ø150	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
44	상록구 일동 122번지 아가페교회 앞	양 호	Ø200	주철	Ø220	양호	A.S.P	Open
45	상록구 일동 623-7번지 삼성빌리지 앞	양 호	Ø150	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
46	상록구 팔곡2동 472-4번지 영진부동산 앞	양 호	Ø200	STS	Ø648	양호	A.S.P	Close
47	상록구 팔곡2동 429-2번지 청실일하 앞	양 호	Ø200	주철	Ø648	양호	A.S.P	Open
48	상록구 팔곡2동 358번지	양 호	Ø150	주철	Ø220	양호	A.S.P	Close
49	상록구 팔곡2동 75-10번지 한성기공 앞	양 호	Ø200	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
50	상록구 반월동 선학낚시터 입구	양 호	Ø150	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open
51	건건동 905번지 한샘할인마트 앞	양 호	Ø250	STS	Ø300	양호	A.S.P	Open
52	건건동 625-5번지 하우스콜 앞	양 호	Ø250	STS	Ø220	양호	A.S.P	Open
53	건건동 536-3번지 역전부동산 앞	양 호	Ø150	STS	Ø300	양호	A.S.P	Open
54	단원구 선부동 1119-10번지 이모네분식 앞	양 호	Ø200	주철	Ø648	양호	A.S.P	Open
55	단원구 선부동 1058-9번지 수성부동산 앞	양 호	Ø100	SRS	Ø220	양호	A.S.P	Open



〈그림 8.2-3〉 밸브진단 현장 위치도

마. 밸브진단 결과

1) 내용

본 조사를 통해 안산시의 밸브류 기능의 향상과 개폐의 유연성을 확보할 수 있었으며, 작동 불능 밸브를 선별하여 교체 대상을 선정하여 향후 유지관리에 기여하도록 하였다.

2) 진단 현황

총 55개소 조사중 문제밸브는 9개소로 전체의 16.37%로 나타났으며, 차단(CLOSE)불능, 조작불능 순으로 분석되었다.

<표 8.2-6> 밸브진단 결과 분석

구 분	측정개소	구성비	비 고
양호	46개소	83.64%	
조작불능	2개소	3.64%	교체대상
차단불능	7개소	12.73%	
총 계	55개소	100%	

3) 연도별 현황

조사된 밸브중 가장 비율이 높은 년도는 6-10년('98~'02)이 경과한 밸브로 전체의 45.45%를 차지하고 있으며 11년 이상 경과한 밸브는 18개소(33%)로 나타났다. 실제 현장에서 밸브에 대한 진단 결과, 운영상의 문제(차수불능, 조작불능 등)가 일부 나타났다.

<표 8.2-7> 밸브진단 연도별 현황

구분		측정개소	구성비
계		55개소	100%
5년이하	('03 ~ '08)	12개소	21.82%
6~10년	('98 ~ '02)	25개소	45.45%
11~15년	('93 ~ '97)	8개소	14.55%
16~20년	('88 ~ '92)	5개소	9.09%
20년이상	('88이전)	5개소	9.09%

4) 관경별 현황

총 55개소 조사중 주 관경은 100~150mm로 총 65.45%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 200mm, 250mm순으로 조사되었다.

〈표 8.2-8〉 밸브진단 관경별 현황

구 분	측정개소	구성비
100mm	16개소	29.09%
150mm	20개소	36.36%
200mm	13개소	23.64%
250mm	5개소	9.09%
300mm	1개소	1.82%
총계	55개소	100%

바. 밸브시설에 대한 관리

밸브류에 대한 조사는 일반적으로 기 제작된 관망도(원도)를 바탕으로 밸브의 실제 설치지점을 확인하여 밸브 종류, 구경, 재질, 회전방향, 회전수 등을 조사하는 것을 말하며, 밸브진단은 실제매설되어 있는 밸브의 상태 및 현황을 조사하고 정확한 자료를 활용함에 그 목적이 있다. 본과업에서는 표본조사지점으로 55개소에 대한 물리적인 토크 및 진단과정을 통하여 밸브 본래의 기능회복 및 문제밸브를 선별함을 목적으로 밸브진단을 수행하였으며 일부 지점들의 경우에는 비정상적인 작동(계폐 불가 및 조작불가)인 것으로 나타나 해당밸브류에 대한 교체나 보수가 필요한 실정이다. 이러한 밸브들은 정상적인 상태에서는 큰 문제가 발생하지 않으나 긴급한 수질사고나 관파손 그리고 단수시 효과적으로 대응함에 있어 어려움에 처할 수 있다. 그리므로 밸브시설에 대한 관리를 위해서는 다음과 같은 방안이 필요하다.

- 급수계통별, 각 블록별 밸브시설물들에 대한 주기적인 점검 및 현황파악
  (토크수 및 회전수와 같은 기계적 특성, 구경, 재질, 매설시기등)
- 비운영밸브에 대한 관리(토사유입등으로 인한 내·외부매몰, 변실이격등)
- 노후밸브류에 대한 교체, 보수

8.2.3 수질조사

수도관리의 가장 중요한 요소중의 하나가 수질이다. 즉 위생적인 물을 수요자에게 공급하는 기능을 말하나, 노후관의 경우 파손이나 부식 등에 의해 수리특성이 저하하고 수요자에게 양질의 물을 공급할 수 없게 된다. 따라서, 먹는물 수질기준에 적합한 맑고 깨끗한 음용수를 수도사업자는 안전하게 공급하여야 한다. 본절에서는 급수과정중 정수장별, 급수계통별, 수도꼭지 수질검사 결과들을 비교검토 하였다.

가. 급수과정별 수질검사

정수장에서 생산된 수돗물이 가정으로 공급되는 과정에서 수질오염과 같은 문제가 발생하고 있는지를 확인하기 위하여 수돗물 저장시설인 배수지 및 수돗물 공급과정중 수도꼭지 중간지점과 관말지점별로 정기적으로 수질검사를 실시하여 안전한 수돗물을 수도사업자는 공급하여야할 의무가 있다. 년간 급수과정별 수질검사결과, 안전한 수돗물이 원활하게 공급되고 있는 것으로 나타났으며 모두 먹는물 수질기준을 만족하고 있었다. 급수과정별 수질결과는 아래의 표와 같다.

〈표 8.2-9〉 급수과정별 년평균수질검사 결과(안산정수장)

측정 항목	수질 기준	정수장	급수구역 유입부	관말 1지점	관말 2지점
일반세균	(100CFU/mL이하)	0.0000	0	0.000	0.00
총대장균군	(불검출/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출
대장균/분원성대장균군	(불검출/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소	(0.5 mg/L이하)	0.01	0.01	0.01	0.01
총트리할로메탄	(0.1 mg/L이하)	0.0214	0.0209	0.0212	0.0212
동	(1 mg/L이하)	불검출	불검출	불검출	0.012
pH	(5.8 ~ 8.5)	7.50	7.40	7.50	7.40
아연	(3 mg/L이하)	0.0082	0.0464	0.0179	0.0197
철	(0.3 mg/L이하)	불검출	불검출	0.080	불검출
탁도	(0.5 NTU이하)	0.083	0.149	0.095	0.094
잔류염소	(4.0mg/L이하)	0.80	0.57	0.33	0.39

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2005년~2009년 4월)

<표 8.2-10> 급수과정별 년평균수질검사 결과(연성정수장)

측정 항목	수질 기준	정수장	배수지 전단	배수지 후단	급수구역 유입부	관말 1지점	관말 1지점
일반세균	(100CFU/mL이하)	0	0	0	0	0	0
총대장균 군	(불검출/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
대장균/분원성대장균군	(불검출/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소	(0.5 mg/L이하)	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
총트리할로메탄	(0.1 mg/L이하)	0.0258	0.0144	0.0141	0.0268	0.0236	0.0201
동	(1 mg/L이하)	0.010	불검출	불검출	0.018	불검출	0.038
pH	(5.8 ~ 8.5)	7.30	44.50	44.40	7.38	7.40	7.43
아연	(3 mg/L이하)	0.0085	0.0219	0.0123	0.0102	0.0042	0.0371
철	(0.3 mg/L이하)	불검출	불검출	불검출	불검출	0.052	0.0916
탁도	(0.5 NTU이하)	0.085	0.566	0.597	0.102	0.113	0.201
잔류염소	(4.0mg/L이하)	0.78	4.11	3.95	0.56	0.36	0.20

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2005년~2009년 4월)

<표 8.2-11> 급수과정별 년평균수질검사 결과(반월정수장)

측정 항목	수질 기준	정수장	배수지 전단	배수지 후단	급수구역 유입부	관말 1지점	관말 1지점
일반세균	(100CFU/mL이하)	0	0	0	0	0	0
총대장균 군	(불검출/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
대장균/분원성대장균군	(불검출/100mL)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소	(0.5 mg/L이하)	불검출	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
총트리할로메탄	(0.1 mg/L이하)	0.0214	0.0179	0.0164	0.0180	0.0181	0.0184
동	(1 mg/L이하)	0.013	0.009	불검출	불검출	0.012	불검출
pH	(5.8 ~ 8.5)	7.28	7.35	7.33	7.30	7.38	7.42
아연	(3 mg/L이하)	0.0045	0.0050	0.0039	0.0094	0.0052	0.0082
철	(0.3 mg/L이하)	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.05
탁도	(0.5 NTU이하)	0.068	0.084	0.094	0.076	0.081	0.080
잔류염소	(4.0mg/L이하)	0.82	0.67	0.64	0.57	0.45	0.43

자료출처 : 안산시 상하수도사업소(2005년~2009년 4월)

수질자료를 검토결과, 일반세균 및 총대장균군, 분원성대장균군등은 모두 검출되지 않았으며 총트리할로메탄은 정수처리과정중 염소소독물질과 자연유기물질이 반응하여 생성되는 물질로써 과도한 염소주입시 그 농도가 증가할 수 있으나 최근 고도정수처리 과정중에서 거의

대부분 제거되고 있었으며 그 농도는 평균 0.0179~0.0268mg/L이었다. 그 외 기타 항목들도 모두 기준치를 밑도는 결과로 모두 먹는물 수질기준에 적합한 것으로 확인되었다.

나. 수도꼭지 수질검사

수도꼭지에서의 수질검사는 월별로 수질검사를 시행하여 수질기준 초과시 초과지점 및 초과원인등을 신속하게 규명 및 대처하여야 한다. 수도꼭지 지역의 구분은 일반지역과 노후지역으로 구분하며 그 항목으로는 일반세균, 총대장균군, 대장균군 또는 분원성 대장균군, 암모니아성 질소, 총트리할로메탄, 동, pH, 아연, 철, 탁도 및 잔류염소에 대해서 검사를 실시하고 있다. 일반지역의 경우에는 미생물관련(4항목)에 대해서만 실시하고 노후지역은 10개 항목에 대하여 수질검사를 실시하고 있으며 항목별 분류는 다음의 표와 같다.

〈표 8.2-12〉 수도꼭지 항목별 분류

미생물관련 항목	급수관재질 관련 항목	하수유입 관련 항목
일반세균, 총 대장균군, 대장균 또는 분원성 대장균군 , 잔류염소	철, 동, 아연, 망간	암모니아성 질소, 염소이온

1) 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

일반지역 검체추출 기준은 급수인구수에 비례하여 선정하여 그 기준은 다음의 표와 같다.

〈표 8.2-13〉 수질조사 일반지역 검체추출기준(먹는물수질기준 제4조제3항관련)

급 수 인 구 (명)	검 체 수 (개)
5,000 미만	1
5,000 이상 - 50,000 미만	급수인구 5,000명당 1
50,000 이상 - 100,000 미만	급수인구 7,000명당 1 + 2
100,000 이상 - 500,000 미만	급수인구 8,000명당 1 + 4
500,000 이상 - 1,000,000 미만	**급수인구 15,000명당 1 + 33**
1,000,000 이상	급수인구 30,000명당 1 + 66

※ 저수조를 통하여 수돗물이 공급되는 수도꼭지가 전체 검체수의 20퍼센트 이상이 되도록 함(제4조제3항)
일반지역 : 먹는물수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 제4조 제3항 기준
노후지역 : 특·광역시 정수장별 2개이상, 일반 시 · 군 정수장별 1개
비고 : 검사대상 수도꼭지의 수를 산정할 때 소수점 이하 자리는 올려서 계산한다.

위의 표를 바탕으로 일반지역에 대한 수질검사 검체수를 산정하여 보면 2009년 현재 법정 시료수는 82개 지점이며 이는 인구비례 검체수를 추출하는 방법이므로 매년 검체수가 달라질 수 있다. 일반지역에 대한 수질기준 및 시행률등과 관련된 측정결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.2-14〉 급수수질관리 평가지표 결과

급수인구	검사지점수	법정시료수	불합격시료수	잔류염소 불합격시료수	검사시행율 (%)	불합격률 (%)	잔류염소 미달률(%)
707,156	85	82	0	0	102.5	0	0

자료출처: 안산시 상하수도사업소

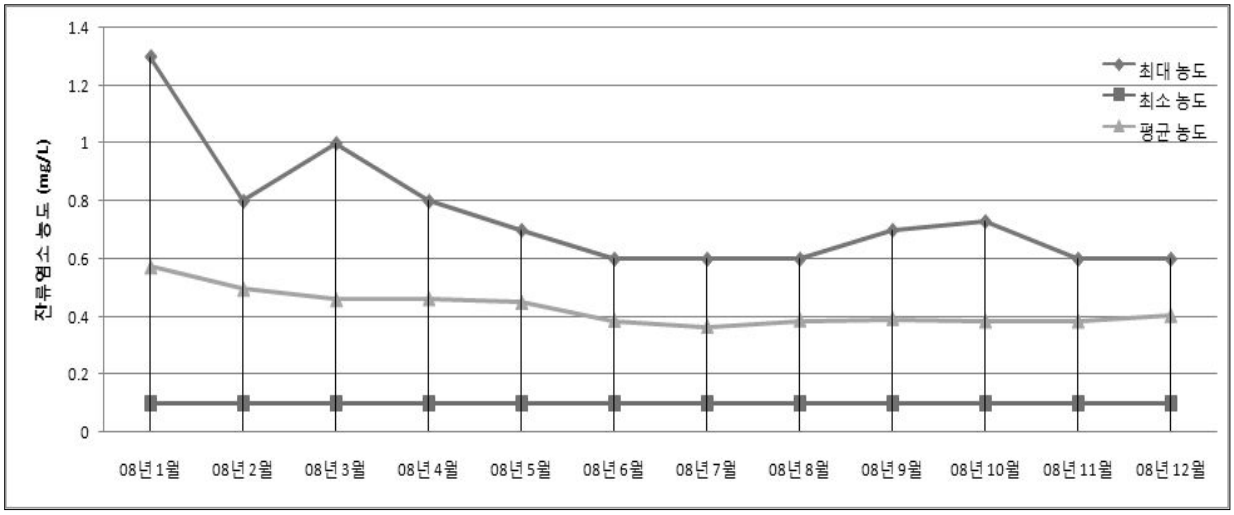
2) 수도꼭지 일반지역 수질

수도꼭지 일반지역에 대한 수질검사 결과 모두 음용수 기준에 적합한 것으로 나타났으며 그 결과는 다음과 같다.

〈표 8.2-15〉 수도꼭지 일반지역 수질측정결과(년 평균)

No.	분석항목 / 측정년도	일반세균	총대장균군	분원성 대장균군	잔류염소		
		100CF U/mL이하	불검출 /100mL	불검출 /100mL	최대	최소	평균
1	2005년	0	불검출	불검출	1	0.2	0.4
2	2006년	0	불검출	불검출	1	0.2	0.39
3	2007년	0	불검출	불검출	1	0.1	0.35
4	2008년	0	불검출	불검출	1.3	0.1	0.43
총 년도 평균		0	불검출	불검출	1.08	0.15	0.39

자료출처 :안산시 상하수도사업소



〈그림 8.2-4〉 수도꼭지 일반지역 월별 잔류염소 농도 변화추이(2008년)

3) 수도꼭지 노후지역 수질

노후지역의 경우에는 3개 정수장 수계별로 수질검사가 실시되고 있었으며 그 결과는 아래의 표와 같다. 모두 음용수 수질기준에 만족하고 있는 것으로 나타났다. 미생물과 관련된 항목은 모두 불검출로 나타났으며 급수관의 부식성인자인 철, 동, 망간, 아연등도 기준치 이하로 부식성은 낮은 것으로 평가되었다. 하수 유입 유무 확인 인자인 암모니아성질소는 검출되지 않았으며 수도꼭지와 관련된 항목 모두 안전한 음용수인 것으로 평가되었다.

〈표 8.2-16〉 수도꼭지 노후지역 수질측정 결과(안산 정수장수계 년평균)

구분	검사항목	기준	검사결과		
			안산 정수장		
			와동 운전면허시험장 (배수지 전단)	와동 운전면허시험장 (배수지 후단)	고잔동 540-11번지 (관말)
1	일반세균	100CFU/ml이하	0	0	0
2	총대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
3	분원성대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
4	잔류염소	4.0mg/l이하	0.41	0.40	0.37
5	철	0.3mg/l이하	불검출	불검출	0.112
6	염소이온	250mg/l이하	12.4	12.86	12.51
7	동	1.0mg/l이하	0.012	0.009	0.012
8	아연	3.0mg/l이하	0.020	0.023	0.026
9	망간	0.3mg/l이하	0.005	불검출	0.010
10	암모니아성질소	0.5mg/l이하	0.011	0.012	0.014
판 정			적 합	적 합	적 합

자료출처 : 안산시 상하수도사업소

〈표 8.2-17〉 수도꼭지 노후지역 수질측정 결과(연성 정수장수계 년평균)

구분	검사항목	기준	검사결과		
			연성 정수장		
			선부동 1053 경일고 (배수지전)	선부동 1053 경일고 (배수지후)	신길동 253 수원왕갈비(관말)
1	일반세균	100CFU/ml이하	0	0	0
2	총대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
3	분원성대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출	불검출
4	잔류염소	4.0mg/l이하	0.41	0.35	0.31
5	철	0.3mg/l이하	0.051	0.076	0.1
6	염소이온	250mg/l이하	11.4	11.46	11.26
7	동	1.0mg/l이하	0.030	0.024	0.030
8	아연	3.0mg/l이하	0.013	0.019	0.023
9	망간	0.3mg/l이하	불검출	0.007	0.007
10	암모니아성질소	0.5mg/l이하	0.010	0.011	0.011
판 정			적 합	적 합	적 합

자료출처 :안산시 상하수도사업소

〈표 8.2-18〉 수도꼭지 노후지역 수질측정 결과(반월 정수장수계 년평균)

구분	검사항목	기준	검사결과	
			반월 정수장	
			안산동 57-29번지	사사동 49-1번지
1	일반세균	100CFU/ml이하	0	0
2	총대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출
3	분원성대장균군	불검출/100ml	불검출	불검출
4	잔류염소	4.0mg/l이하	0.4	0.32
5	철	0.3mg/l이하	0.07	0.06
6	염소이온	250mg/l이하	11.46	11.26
7	동	1.0mg/l이하	0.018	0.014
8	아연	3.0mg/l이하	0.023	0.047
9	망간	0.3mg/l이하	불검출	불검출
10	암모니아성질소	0.5mg/l이하	0.013	0.013
판 정			적합	적합

자료출처 :안산시 상하수도사업소

앞서 평가된 자료들은 월별, 분기별 급수과정 및 수도꼭지와 관련된 수질분석결과들이며 각 소블록 및 배수구역별 현장 수질조사 지점들을 선정하였으며 그 목록은 다음과 같다.

<표 8.2-19> 안산시 노후관로 수질측정지점

구분	대블록	중블록	소블록		위 치	비고
AS-1	안산정수장	직접	안산직접6	AD6	단원구와동752번지	
AS-2			안산직접9	AD9	단원구고잔동612번지	
AS-3			안산직접10	AD10	단원구고잔동529번지	
AS-4			반월직접5	BD9	상록구월피동466-6번지	
AS-5			반월직접9	BD11	상록구성포동583번지	
AS-6	연성정수장	선부	연성선부16	YS3	단원구선부동1024-5번지	
AS-7			연성선부15	YS6	단원구선부동997-2번지	
AS-8			연성선부13	YS12	단원구원곡동766-8번지	
AS-9			연성선부8	YS13	단원구원곡동811-22번지	
AS-10			연성선부14	YS14	단원구 원곡동 938 번지	
AS-11			연성선부6	YS16	단원구원곡동853-3번지	
AS-12			연성선부4	YS17	단원구 선부동 1077-4 번지	
AS-13		목내	연성목내29	YM2	단원구 목내동 394-1 번지	
AS-14		대부	연성대부41	대부동	단원구대부도동978-1번지	
AS-15	시흥	직접	시흥직접1	SL1	단원구성곡동713-6번지	
AS-16	반월정수장	직접	반월직접6	BD2	상록구부곡동665-5번지	
AS-17			반월직접11	BD5	상록구 일동 538-6 번지	
AS-18			반월직접2	BD12	상록구 수암동 460-8 번지	
AS-19		성포	반월성포29	BS2	상록구일동660번지	
AS-20			반월성포26	BS8	상록구 본오동 925-2 번지	
AS-21			안산직접11	BS11	상록구사동1152번지	
AS-22			안산직접13	BS13	상록구 사동 1251 번지	
AS-23			안산직접15	BS15	상록구사동1294번지	
AS-24			안산직접19	BS20	상록구 사동 1344-1 번지	
AS-25		고잔	반월고잔36	BK3	단원구고잔동715번지	
AS-26		일동	반월일동18	BI1	상록구 본오동 1129 번지	
AS-27			반월일동22	BI3	상록구본오동768-5번지	
AS-28		반월	반월반월15	BB2	상록구 건건동 897-28 번지	

안산시 수도꼭지 노후지역에 대한 수질샘플을 채수하여 국가공인 분석기관에 의뢰한 수질검사결과는 다음의 표와 같으며 잔류염소의 농도는 0.21~0.81mg/L으로 일부지역의 잔류염소농도가 다소 높게 나타났으나 법적기준에는 문제가 없는 것으로 나타났으며 각 항목 모두 먹는물 수질기준에 적합하였다.

〈표 8.2-20〉 안산시 수도꼭지 수질조사결과(노후지역)

항목 / 구분	일반세균 1000CFU/㎖이하	총대장균군 불검출/100ml	분원성대장균군 불검출/100ml	총트리할로메탄 0.1㎎/L이하	암모니아성질소 0.5㎎/L이하	염소이온 250㎎/L이하	아연 3.0㎎/L이하	동 1.0㎎/L이하	철 0.3㎎/L이하	망간 0.3㎎/L이하	수소이온농도 5.8~8.5	잔류염소 4.0mg/l이하	검사결과
AS-1	0	불검출	불검출	0.0204	0.01	16	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.72	적합
AS-2	0	불검출	불검출	0.0135	불검출	20	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.67	적합
AS-3	0	불검출	불검출	0.0174	불검출	18	0.0054	불검출	0.054	불검출	7.7	0.50	적합
AS-4	0	불검출	불검출	0.0181	0.01	14	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.64	적합
AS-5	0	불검출	불검출	0.0192	불검출	20	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.48	적합
AS-6	0	불검출	불검출	0.0129	0.01	20	0.0033	불검출	불검출	불검출	7.7	0.58	적합
AS-7	0	불검출	불검출	0.0165	불검출	13	0.0079	불검출	불검출	불검출	7.7	0.57	적합
AS-8	0	불검출	불검출	0.0140	불검출	14	불검출	불검출	불검출	불검출	7.6	0.62	적합
AS-9	0	불검출	불검출	0.0134	0.01	17	0.0024	불검출	불검출	불검출	7.7	0.58	적합
AS-10	0	불검출	불검출	0.0124	불검출	14	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.61	적합
AS-11	0	불검출	불검출	0.0145	불검출	14	0.0099	불검출	불검출	불검출	7.7	0.55	적합
AS-12	0	불검출	불검출	0.0137	불검출	15	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.41	적합
AS-13	0	불검출	불검출	0.0175	불검출	14	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.64	적합
AS-14	0	불검출	불검출	0.0143	불검출	17	0.0217	불검출	불검출	불검출	7.7	0.06	적합
AS-15	0	불검출	불검출	0.0135	불검출	14	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.52	적합
AS-16	0	불검출	불검출	0.0164	불검출	16	0.0092	불검출	불검출	불검출	7.7	0.83	적합
AS-17	0	불검출	불검출	0.0214	불검출	16	0.0076	불검출	불검출	불검출	7.7	0.81	적합
AS-18	0	불검출	불검출	0.0180	불검출	20	0.0277	불검출	0.066	불검출	7.7	0.29	적합
AS-19	0	불검출	불검출	0.0147	불검출	17	0.0296	불검출	불검출	불검출	7.6	0.70	적합
AS-20	0	불검출	불검출	0.0121	불검출	17	불검출	불검출	불검출	불검출	7.6	0.41	적합
AS-21	0	불검출	불검출	0.0153	불검출	14	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.21	적합
AS-22	0	불검출	불검출	0.0201	불검출	17	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.37	적합
AS-23	0	불검출	불검출	0.0195	불검출	17	불검출	불검출	불검출	불검출	7.7	0.24	적합
AS-24	0	불검출	불검출	0.0152	불검출	17	0.0045	불검출	불검출	불검출	7.7	0.45	적합

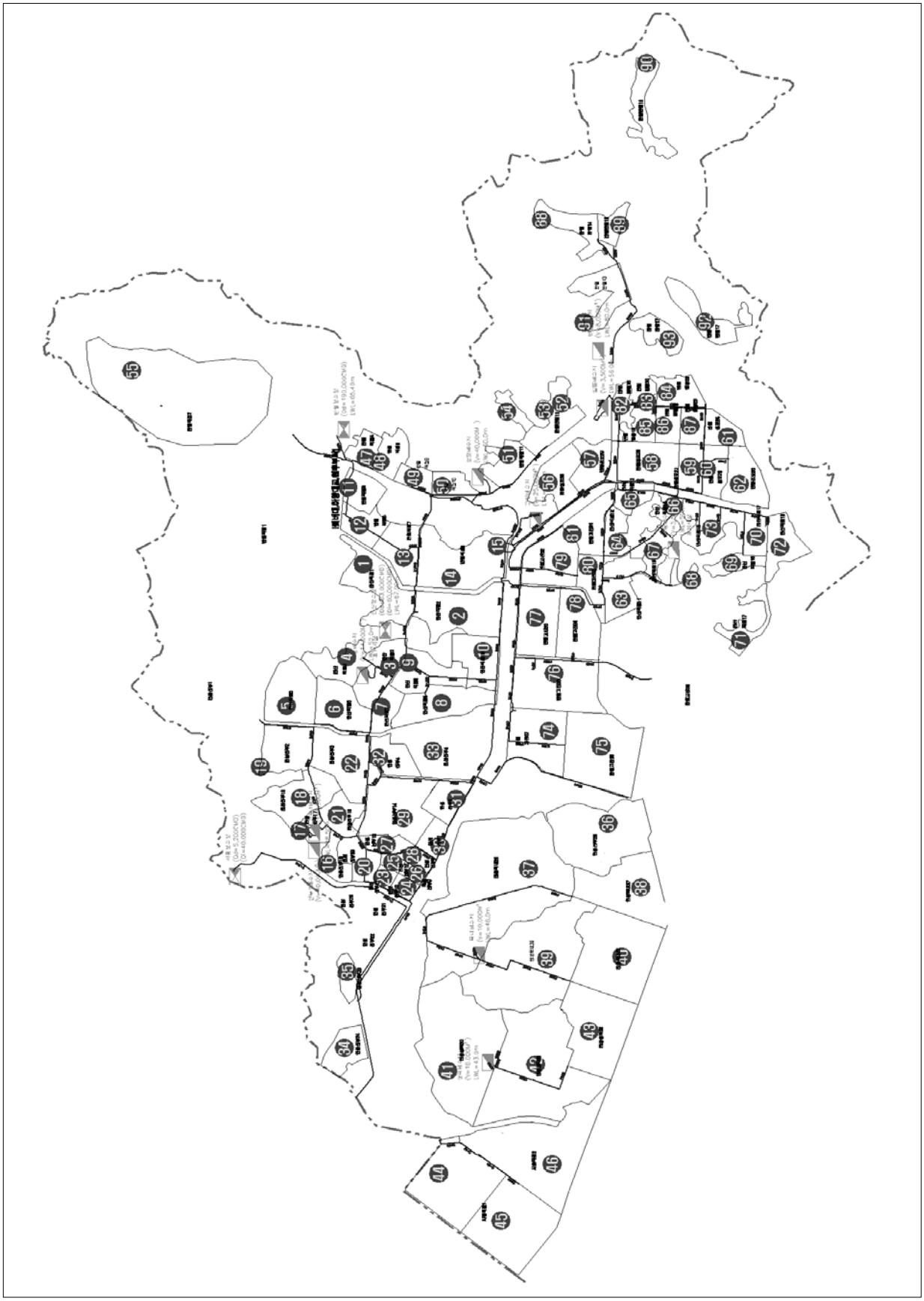
일반지역은. 일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군, 잔류염소등을 측정하며 모두 먹는물 수질기준에 만족하고 있는 것으로 나타났으며 해당 지점 및 수질분석결과는 다음의 표와 같다.

〈표 8.2-21〉 안산시 수도꼭지 수질조사결과(일반지역)

구 분	대블록	중블록	소블록		위 치	일반세균 1000CFU/㎖이하	총대장균군 불검출/100ml	분원성대장균군 불검출/100ml	잔류염소 4.0mg/l이하
AS-25	안산정수장수계	직접	안산직접1	AD1	상록구 월피동 508-5번지	0	불검출	불검출	0.70
AS-26			안산직접2	AD2	단원구 고잔동 674-1번지	0	불검출	불검출	0.65
AS-27			안산직접3	AD3	단원구 고잔동 504-9 번지	0	불검출	불검출	0.78
AS-28			안산직접4	AD4	단원구 와동 711-8 번지	0	불검출	불검출	0.70
AS-29			안산직접5	AD5	단원구 와동 779-5번지	0	불검출	불검출	0.75
AS-30			안산직접7	AD7	단원구 와동 830-3 번지	0	불검출	불검출	0.60
AS-31			안산직접8	AD8	단원구 고잔동 661-4번지	0	불검출	불검출	0.77
AS-32			반월직접5	BD9	상록구 부곡동 720-9번지	0	불검출	불검출	0.25
AS-33			반월직접7	BD10	상록구 월피동 446 번지	0	불검출	불검출	0.56
AS-34	연성정수장수계	선부	연성선부18	YS1	단원구 선부동 984-11번지	0	불검출	불검출	0.43
AS-35			연성선부17	YS2	단원구 선부동 1015-6번지	0	불검출	불검출	0.51
AS-36			연성선부2	YS4	단원구 선부동 1127-2번지	0	불검출	불검출	0.56
AS-37			연성선부19	YS5	단원구 원곡동 953-3 번지	0	불검출	불검출	0.23
AS-38			연성선부3	YS7	단원구 선부동 1081번지	0	불검출	불검출	0.34
AS-39			연성선부11	YS8	단원구 원곡동 744-1번지	0	불검출	불검출	0.50
AS-40			연성선부10	YS9	단원구 원곡동 797-5번지	0	불검출	불검출	0.52
AS-41			연성선부12	YS10	단원구 원곡동 759-9번지	0	불검출	불검출	0.54
AS-42			연성선부9	YS11	단원구 원곡동 806-14번지	0	불검출	불검출	0.67
AS-43			연성선부7	YS15	단원구 원곡동 835-4번지	0	불검출	불검출	0.25
AS-44			연성선부1	YS18	단원구 초지동 667번지	0	불검출	불검출	0.47
AS-45			연성선부24	YS19	단원구 신길동 1401-1번지	0	불검출	불검출	0.48
AS-46			연성선부23	YS20	단원구 신길동 1438번지	0	불검출	불검출	0.54
AS-47			연성선부25	YS21	단원구 초지동 624-4번지	0	불검출	불검출	0.49
AS-48		목내	연성목내26	YM1	단원구 원시동 773-4번지	0	불검출	불검출	0.41
AS-49			연성목내26	YM1	단원구 초지동 653 번지	0	불검출	불검출	0.53
AS-50			연성목내29	YM2	단원구 원시동 741번지	0	불검출	불검출	0.50
AS-51		대부	연성대부41	대부동	단원구 대부도동 852번지	0	불검출	불검출	0.50
AS-52					단원구 대부도동 영어마을 앞	0	불검출	불검출	0.47
AS-53		성곡	연성성곡30	YH1	단원구 신길동 1059번지	0	불검출	불검출	0.65
AS-54			연성성곡31	YH2	단원구 성곡동 603번지	0	불검출	불검출	0.71
AS-55			연성성곡32	YH2-1	단원구 성곡동 609-3번지	0	불검출	불검출	0.56

〈표 8.2-21 계속〉 정수장 수계별 수질측정지점

구 분	대블록	중블록	소블록		위 치	일반세균 1000CFU/㎖ 이하	총대장균군 불검출/100ml	분원성대장균군 불검출/100ml	잔류염소 4.0mg/l이하
AS-56	시흥	직접	시흥직접1	SL1	단원구 성곡동 663-10번지	0	불검출	불검출	0.41
AS-57			시흥직접2	SL1-2	단원구 성곡동 685번지	0	불검출	불검출	0.18
AS-58	반월	직접	반월직접4	BD1	상록구 부곡동 661-1번지	0	불검출	불검출	0.83
AS-59			반월직접8	BD3	상록구 부곡동 682-7번지	0	불검출	불검출	0.48
AS-60			반월직접10	BD4	상록구 부곡동 692-5번지	0	불검출	불검출	0.70
AS-61			반월반월12	BD6	상록구 일동 610-2번지	0	불검출	불검출	0.23
AS-62		성포	반월성포30	BS1	상록구 이동 612-24번지	0	불검출	불검출	0.67
AS-63			반월성포28	BS3	상록구 본오동 872-19번지	0	불검출	불검출	0.32
AS-64			반월성포27	BS6	상록구 본오동 885-6번지	0	불검출	불검출	0.37
AS-65			반월성포24	BS9	상록구 본오동 715-11번지	0	불검출	불검출	0.33
AS-67			반월성포25	BS10	상록구 본오동 984 번지	0	불검출	불검출	0.35
AS-68			안산직접12	BS12	상록구 사동 1192-9번지	0	불검출	불검출	0.41
AS-69			안산직접14	BS14	상록구 사동 1341-8번지	0	불검출	불검출	0.20
AS-70			안산직접16	BS16	상록구 사동 1355-6번지	0	불검출	불검출	0.42
AS-71			안산직접16	BS17	상록구 사동 1377-9번지	0	불검출	불검출	0.39
AS-72			안산직접17	BS18	상록구 사동 1407-26번지	0	불검출	불검출	0.28
AS-73			안산직접18	BS19	상록구 사동 1487-4번지	0	불검출	불검출	0.36
AS-74			반월반월12	BD7	상록구 일동 97-4번지	0	불검출	불검출	0.72
AS-75		고잔	반월고잔37	BK1	단원구 초지동 730번지	0	불검출	불검출	0.33
AS-76			반월고잔38	BK2	단원구 초지동 741-2번지	0	불검출	불검출	0.43
AS-77			반월고잔35	BK4	단원구 고잔동 741 번지	0	불검출	불검출	0.72
AS-78			반월고잔34	BK5	단원구 고잔동 779-1번지	0	불검출	불검출	0.54
AS-79			반월고잔32	BK6	상록구 이동 674-4번지	0	불검출	불검출	0.36
AS-80			반월고잔33	BK7	상록구 사동 1527-7번지	0	불검출	불검출	0.29
AS-81			반월고잔31	BK8	상록구 이동 716-7번지	0	불검출	불검출	0.42
AS-82		일동	반월일동20	BI2	상록구 본오동 755-13번지	0	불검출	불검출	0.46
AS-83			반월일동19	BS4	상록구 본오동 807-9 번지	0	불검출	불검출	0.37
AS-84			반월일동21	BS5	상록구 본오동 820-12번지	0	불검출	불검출	0.31
AS-85			반월일동23	BS7	상록구 본오동 838-10 번지	0	불검출	불검출	0.29
AS-86		반월	반월반월14	BB1	상록구 건건동 532번지	0	불검출	불검출	0.49
AS-87			반월반월16	BB3	상록구 사사동 119-67번지	0	불검출	불검출	0.57
AS-88			반월반월13	BB4	상록구 팔곡일동 403-1 번지	0	불검출	불검출	0.48
AS-89			반월반월15	BB2	상록구 팔곡이동 51 번지	0	불검출	불검출	0.63
AS-90			반월반월17	BI4	상록구 팔곡이동 424-3 번지	0	불검출	불검출	0.57



〈그림 8.2-5〉 안산시 수질측정 현장 위치도

다. 배수관로 잔류염소 관리

배수관로에 있어서 먹는물 수질관리는 급수계통별로 체계적인 관리 및 모니터링이 필요하며 특히 잔류염소의 관리는 관망내 미생물 또는 박테리아와 같은 물질에 의한 오염을 사전에 차단하기 위한 방법이며 잔류염소의 농도가 지나치게 높은 경우에는 총트리할로메탄(THM)과 같은 소독부산물의 생성을 증가시키는 원인으로 작용할 수 있으며 음용수중의 이·취미에도 큰 영향을 미친다. 이와는 반대로 잔류염소의 농도가 낮을 경우에는 문제는 미생물 또는 수중에 존재하고 있는 각종 오염으로부터 생물학적 안정성 확보에 어려움에 처할 수 있다.

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.

2) 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.

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) 배수관망에서 잔류염소 농도감소의 주요 원인

① 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.

② 상기의 반응은 수온이 높을수록 빠르게 진행한다. 따라서 여름철에는 표류수등의 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.

③ 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.

④ 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.

5) 배수관망에서 잔류염소 농도 보존방안

배수관망에서 잔류염소농도를 적정하게 관리하기 위해서는 전술한 감소요인을 파

악하기 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 물 융통이 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.

〈표 8.2-22〉 잔류염소 농도관리를 위한 고려사항

	잔류염소 농도의 관리를 위한 고려사항
정수장	·정수장에서의 잔류염소농도 관리는 정수장 출구에서의 관리 목표 값을 유지 ·원수수질, 수온 등에 의한 염소소비량의 변화와 급수계통의 관말부에서 잔류염소농도 변화를 고려
	·목표 값은 일반적으로 급수관망 말단 급수전에서의 잔류염소농도를 매월 1회 이상 검사함과 동시에 정수수질, 수온, 급수계통의 특성 등을 종합적으로 고려 ·보다 합리적, 과학적으로 시행하기 위해서도 미리 설정지점에 이르기까지의 관종, 재질, 관경, 유량, 잔류염소농도, 전기전도도 등 관로특성과 수질특성의 조사가 필요
배수지	·상수도시설기준에서 배수지의 유효용량의 고려 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 재주입 고려
시설정비	·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 주입 고려
	·수질측면의 시설정비, 특히 체류관로의 해소, 내면라이닝이 노후화된 관에 녹이 발생하고 있는 관로의 정비가 필요하며, 동시에 소규모 저수조를 경유하지 않은 직결 배수 등의 시설정비가 필요
배수관망	·급수관내에서의 체류시간이 길어지지 않도록 관망을 정비 필요 이를 위해 수량, 수압, 수질을 확실하게 조절할 수 있고, 또한 특정한 장소에서 블록간의 상호 물 융통이 가능하도록 급수관망을 블록화하여 정비하고, 체류시간의 평준화나 잔류염소농도의 평준화를 도모할 것.
	·낮은 잔류염소농도 지역의 해소를 위해서는 그 급수관망에서의 시간경과에 따른 잔류염소농도를 파악하고, 저하의 원인, 구역, 시간대를 추적하고 급수경로의 변경, 관로개량, 추가 염소주입 등의 대책을 고려
	높은 수온시 국부적인 잔류염소농도의 저하에 대해서는 급수관에서의 정기적 급수에 의해 관내의 체류시간을 짧게 하는 것이 효과적

8.2.4 물리적 성능 평가

가. 외부부식환경 평가

외부부식에 영향을 미치는 인자로는 크게 대기환경에 의한 부식인자와 토양에 의한 부식인자로 구분되며 대기중에 존재하는 각종 산화물(SOx, NOx)은 금속재질의 부식 발생을 촉진시고 수분, 불순물등도 관의 외면 부식에 직간접적으로 영향을 준다.

토양에 의한 부식을 유발하는 인자로는 토양의 전기적성질(토양비저항, 토양의 pH), 미주전

류, 미생물(박테리아), 함수율, 산화물 및 염화물, 토양의 생물학적특성등 다양한 인자들에 의하여 부식을 유발하고 있다.

토양은 전해질로서 작용하므로 토양의 물성(종류, 밀도, 입도, 공극율, 함수비, 포화도 및 통기도 등)은 부식경향을 지배하는 매우 중요한 역할을 하고 있으나 이러한 다양한 물리적인 인자들중 가장 큰 영향을 주는 것은 토양의 비저항과 pH이다.

<표 8.2-23> 토양부식성에 영향을 미치는 인자

영향 / 토양 부식 인자		토양 부식성에 미치는 영향
토양의 전기적 성질	토양비저항	토양의 종류 및 건조상태등에 따라 비저항이 크게 변할 수 있으며 일반적으로 비저항값이 작으로 부식속도가 증가하게 되며 부식위험성을 대체적으로 예측가능하다.
	토양의 pH	토양의 부식성을 평가할 수 있는 가장 중요한 인자로써 pH가 4이하인 경우에는 부식가능성이 매우 크게 증가한다. pH만으로는 토양의 부식성을 예측할 수 없으므로 여러 형태의 인자들과 함께 비교분석시 이용된다.
미주전류		미주전류란 사용자가 흘러가기를 원하는 회로에서 전열불량등의 원인으로 주위의 매질(토양, 물등)로 흘러 들어간 누설전류를 칭하는 말이다. 미주전류에 노출된 금속표면은 국부적으로 심하게 부식이 진행된다.
미생물		토양중에 박테리아가 서식하면 일반적인 부식속도보다 더욱 가속화시키는 경향이 있으며 대표적으로 금속표면을 부식시키는 미생물로는 황산염 환원박테리아가 있으며 직접적인 미생물에 의한 평가를 위해서는 황산염(SO_4^{2-})이온의 분석을 통하여 미생물에 의한 영향을 간접적으로 평가할 수 있다.
염화물		매립지역이나 해변가와 가까운 지역에 존재하는 토양은 고농도의 염분에 노출되어 있으며 이러한 염분농도는 금속부식을 촉진시키는 원인으로 작용한다.
산화환원전위		토양의 부식성을 평가하는 인자로 토양내의 산소 유입 유무를 판단하며 산소유입이 없는 경우에는 혐기성 박테리아에 의한 매설배관의 부식을 유발할 수 있다.

자료출처 : 건설교통부(1999년)

1) 토양부식성 평가방법

토양의 부식성평가는 미국국가규격(American National Standards Institude: ANSI)에 표준화되어 있는 부식성 평가법이 대표적이다. ANSI평가법은 토양비저항, pH, 산화환원전위, 함수율, 산화물을 측정하여 부식성 정도를 판단하는 방법으로 토양 측정에 의해 얻어진 각 인자의 점수를 합하여 10점 이상이 되면 그 토양은 부식성이 있다고 판단하는 방법이다.

<표 8.2-24> ANSI에 의한 토양부식성 평가법

인자	사험결과의 범위	점 수
토양 비저항 (Ω-cm)	<700 Ω-cm 700 ~ 1,000 1,000 ~ 1,200 1,200 ~ 1,500 1,500 ~ 2,000 >2,000 Ω-cm	10 8 5 2 1 0
토양 pH	0~2 2~4 4~6.5 6.5~7.5 7.5~8.5 >8.5	5 3 1 0 1 3
산화환원전위 (ORP, mV)	>100 50~100 0~50 (-)	0 3.5 4 5
수분(함수량, %)	20%이상 10~20% 10%이하	2 1 0
산화물 (염화물, 황산화물, mg/kg)	(+) 100 이상 미량(100 미만) 없음	3.5 2 0

<표 8.2-25> 토양특성에 따른 부식성 판단기준

평가지수의 합계(ANSI modified)	부식성
0~2	거의 없다.
3~5	약하다.
6~9	중간정도
10 이상	강하다

2) 토양부식성 평가

토양의 부식성을 평가하기 위하여 각수계별 토양을 채취하였으며 그 위치도는 다음의 그림과 같다.



〈그림 8.2-6〉 토양부식성 현장조사 위치도

〈표 8.2-26〉 토양부식성 수계별 채취 위치

No.	수계 구분	배수구역	시료채취 위치	비고
1	안산정수장	안산직접	단원구 고잔동 중앙주공아파트 인근	
2	안산정수장	안산직접	단원구 와동 834	
3	연성정수장	선부배수구역	단원구 선부동 군자아파트 6동 인근	
4	연성정수장	목내배수구역	단원구 원시동 772-5	
5	반월정수장	반월직접	상록구 부곡동 711	
6	반월정수장	고잔배수구역	단원구 고잔동 765-1	
7	시흥정수장	시흥직접	단원구 성곡동 678-1	
8	시흥정수장	시흥직접	단원구 성곡동 대경통운 근처	
9	반월정수장	일동배수구역	상록구 본오동 872-2번지	
10	반월정수장	일동배수구역	상록구 본오동 1127번지	

〈표 8.2-27〉 토양부식성 각 항목별 분석결과

채취 위치	함수율 (%)	토양비저항 (Ω-cm)	토양 pH	산화환원 전위 (mV)	황산이온 (mg/kg)	염소이온 (mg/kg)	토양종류
1	17.83	34,200	7.09	350	12	28	점토+자갈
2	12.69	15,900	6.80	642	25	62	모래+자갈
3	12.88	18,500	6.75	518	28	113	모래+자갈
4	17.24	24,800	7.38	480	21	80	모래+자갈
5	14.51	21,600	7.17	576	15	75	모래+자갈
6	15.72	17,500	6.81	662	35	26	모래+자갈
7	16.34	19,100	6.96	713	34	80	모래+자갈
8	15.27	18,300	7.33	627	27	94	모래+자갈
9	13.43	34,200	7.15	414	22	124	모래+자갈
10	16.84	27,500	6.88	365	19	35	모래+자갈

<표 8.2-28> 토양부식성 평가결과

위 치	함수율 (%)	토양비저항 (Ω-cm)	토양 pH	산화환원 전위 (mV)	황산 및 염소 이온 (mg/kg)	합 계
1	1	0	0	0	2	3
2	1	0	0	0	2	3
3	1	0	0	0	3.5	4.5
4	1	0	0	0	3.5	4.5
5	1	0	0	0	3	4
6	1	0	0	0	2	3
7	1	0	0	0	3.5	4.5
8	1	0	0	0	3.5	4.5
9	1	0	0	0	3.5	4.5
10	1	0	0	0	2	3

각수계별 토양 부식성분석을 위하여 10개지점에 대한 부식성을 평가한 결과 3~4.5점으로 토양에 의한 부식성은 대체로 약한 것으로 평가되었다. 따라서 분석된 토양은 외부부식 환경에 의한 영향을 거의 받지 않고 있는 것으로 나타났다.

나. 내부부식환경 평가

수질에 대한 부식성 평가는 LI(Langelier indics)가 대표적인 방법으로 포화pH에 의한 탄산칼슘 평형에 기초한 부식성수질을 평가하는 방법이다. 즉, Li지수 평가법에 의한 부식성을 가진물이란 칼슘(Ca)이온이 결핍된 물을 의미하며 시멘트모르터 라이닝, 콘크리트 또는 석면시멘트(포틀랜트 시멘트를 사용한)배관인 경우 정지된 물이나 유속이 매우 느린물에 장기간 접촉시 시멘트로부터 알칼리성분이 용출되는 경향이 있으며 Li지수에 의한 수질부식성 판단기준은 다음의 표와 같다.

<표 8.2-29> 수질부식성 판단기준

항목	범 위	부식 평가
Langelier 지수	LI < -2.0 -2.0 < LI < -0.5 -0.5 < LI < -0.3 -0.3 < LI < 0.00 0.0 < LI	강부식성 보통부식성 약부식성 준부식성 비부식성

〈표 8.2-30〉 수질부식성 수계별 채취 위치

No.	수계 구분	배수구역	시료채취 위치	잔류염소 (mg/L)	온도 (℃)
1	안산정수장	직접배수구역	단원구 와동 752번지	0.72	9.7
2	안산정수장	직접배수구역	단원구 고잔동 674-1번지	0.65	11.8
3	안산정수장	직접배수구역	상록구 부곡동 720-9번지	0.25	10.2
4	연성정수장	선부배수구역	단원구 원곡동 759-9번지	0.54	11.4
5	연성정수장	성곡배수구역	단원구 성곡동 603번지	0.71	10.4
6	연성정수장	목내배수구역	단원구 원시동 773-4번지	0.41	11.2
7	시흥정수장	직접배수구역	단원구 성곡동 713-6번지	0.52	10.7
8	시흥정수장	직접배수구역	단원구 성곡동 685번지	0.18	12.3
9	반월정수장	고잔배수구역	단원구 초지동 730번지	0.33	12.0
10	반월정수장	성포배수구역	상록구 본오동 885-6번지	0.37	11.3

〈표 8.2-31〉 수질부식성 각 지점별 평가 결과

지점	pH	온도	전기전도도 (μS/cm)	알칼리도 (mg/L as $CaCO_3$)	경도 mg/L	염소이온 mg/L	황산이온 mg/L	LI 평가결과	부식성 기준
1	7.09	9.7	136.5	45.7	48.3	15.3	10.5	-1.0566	보통부식성
2	6.88	11.8	218.4	62.8	36.5	16.2	11.4	-1.2437	보통부식성
3	7.2	10.5	164.3	50.3	44.2	23.3	9.2	-0.9406	보통부식성
4	7.15	11.4	187.5	29.5	28.3	14.3	11.7	-1.4093	보통부식성
5	6.93	10.4	155.9	33.6	29.7	21.8	13.7	-1.5572	보통부식성
6	7.25	11.2	216	26.4	15.4	11.5	10.9	-1.6336	보통부식성
7	7.05	10.7	318.1	22.5	37.7	9.4	12.6	-1.5485	보통부식성
8	7.12	12.3	177.2	21.7	22.6	12.3	14.1	-1.4938	보통부식성
9	7.05	12.0	183.6	38.5	25.8	14.7	10.8	-1.4807	보통부식성
10	6.94	11.3	245.6	21.3	31.1	16.8	11.3	-1.7383	보통부식성

각 수계별 수질부식성 분석결과, -0.9406~-1.7383으로 모두 “보통부식성”을 가지고 있는 것으로 나타났으며 보통부식성 수질은 관내면의 부식을 촉진시킬수 있는 가능성이 높은 것으로 평가되나 이는 절대적인 기준이 아니라 부식성과 관련된 지표이므로 관매설시 해당지역에 대한 관종선택시 참고로 이용할 수 있다. 수질부식성 시료채취 지점은 아래와 같다.



〈그림 8.2-7〉 수질부식성 현장조사 위치도

다. 표본 굴착조사

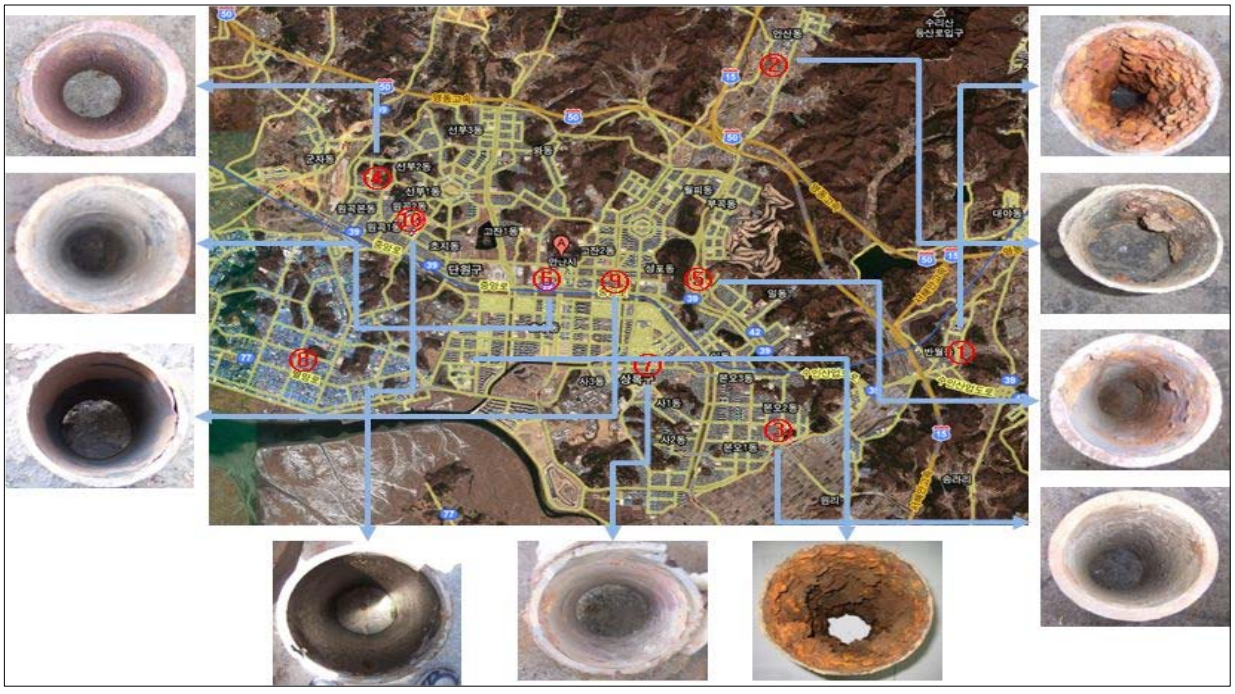
1) 개요

앞절에서 평가된 노후관들은 매설년수가 경과함에 따라 누수 및 각종 파손위험성을 가지게 되며 이러한 문제들은 민원의 발생과 원활한 수돗물의 공급을 방해하고 수돗물에 대한 불신 및 생산된 수돗물의 공급비용증가와 같은 문제점을 야기할 수 있다.

따라서, 노후화로 평가된 일부구간 및 현재 사업소에서 진행중인 개량사업중 확보된 관체에 대해서 관내면의 부식환경 및 스케일등을 관찰하고 일부구간에 대해서는 관내시경 장비를 활용하여 보다 효율적으로 직접조사를 실시하였다.

2) 현장조사 위치선정

조사대상 위치의 선정은 경과년수가 오래된 관이거나 누수 및 사고이력이 많은 관로를 중심으로 선정할 수 있다. 또한 점수평가법 및 간접평가법과 같은 간접적인 관노후도 평가결과를 중심으로 노후화가 의심되는 지점을 선정하고 해당지점에 대하여 관내시경장비를 활용하여 조사를 실시하는 것이 타당하며 본과업에서는 10지점을 선정하여 현장에서 관체를 수집하였으며 위치도는 아래와 같다.



〈그림 8.2-8〉 관체 수집 위치 지점

〈표 8.2-32〉 관체 수집위치

구 분	년 도 (year)	시료 채취 위치	관 종	관 경 (mm)	비고
1	1986	상록구 건건동 890-34번지	SP	100	관체 수집
2	1980	상록구 장상동 541-5번지	SP	100	관체 수집
3	1985	상록구 본오동 840번지	DCIP	100	관체 수집
4	1980	단원구 원곡동 953-2번지	CIP	100	관체 수집
5	1983	상록구 일동 562-1번지	CIP	100	관체 수집
6	1980	단원구 고잔동 526-1번지	DCIP	100	관체 수집
7	1985	상록구 사동 1193번지	CIP	150	관체 수집
8	1980	단원구 원시동 731-4번지	CIP	150	관체 수집
9	1984	단원구 고잔동 672번지	CIP	200	관체 수집
10	1999	원곡동 808-6번지	DCIP	100	관체 수집

3) 관내면 상태 조사결과

현장에서 수집된 관체에 대한 재원은 강관(SP) 2개지점, 덕타일주철관(DCIP) 3개지점, 주철관(CIP) 5개지점등이다.

수집된 관체에 대한 육안조사(직접조사)를 실시한 결과, 2지점 및 8지점의 경우, 관내면에 스케일 및 결절등이 분포하고 있는 상태였으며 1지점은 관내면의 결절분포가 크지는 않으나 점차적으로 스케일을 생성하고 있는 단계인 것으로 판단되며 이러한 스케일등은 관내면에서의 통수능을 저하시킬 수 있다. 그 외 10지점을 제외한 지점들의 경우에는 관내면에 도장재가 존재하고 있으나 도장재의 박리 및 탈리가 일부 또는 전반적으로 진행되고 있는 상태인 것으로 나타났다.

〈표 8.2-33〉 관체 수집위치 및 관내시경 조사지점

조사 지점	매설년도 (경과년)	관종	관경 (mm)	내·외면 부식특성	관체 사진
1	1986 (23년)	강관 (SP)	100	-외면도장재의 손상흔적 -내면도장재 흔적 없음 -스케일(최대 10.2mm)	
2	1980 (29년)	강관 (SP)	100	-관내면 전체적으로 스케일 생성 -스케일(최대 20.57mm)	
3	1985 (24년)	덕타일주철관 (DCIP)	100	-내면 도장재 일부 손상 -부식흔적은 없음	
4	1980 (29년)	주철관 (CIP)	100	-액상에폭시의 두께가 비균일 -도장재 일부 탈리	
5	1983 (26년)	주철관 (CIP)	100	-액상에폭시의 탈리 흔적 다수 발견	
6	1980 (29년)	덕타일주철관 (DCIP)	100	-역청계 도료의 손상확인	
7	1985 (24년)	주철관 (CIP)	150	-국지적인 액상에폭시의 탈리	
8	1980 (29년)	주철관 (CIP)	150	-관내면 전체적으로 스케일 형성(단면적 대비 40%감소)	
9	1984 (25년)	주철관 (CIP)	200	-액상에폭시의 탈리 다수 -관내면 전체적으로 부식진행	
10	1999 (10년)	덕타일주철관 (DCIP)	100	-관내면 침적물 1mm이하 두께 침적 -도장 및 관상태는 양호	

관경변화에 따른 변형률을 측정한 결과, 0.01~4.4%의 변형률이 측정되었으며 해당 지점들에서의 변형률에 의한 영향은 미비한 것으로 평가되었다.

수집된 관체에 대한 두께 측정은 디지털버니어캘리퍼스를 이용하여 각 지점별로 최대, 최소, 평균치로 구분하였으며 내·외면에서의 부식깊이는 현장 측정값중 최대치의 관두께를 부식이 되지 않은 원래 관두께로 가정하고, 이 값에서 측정된 관두께 중에서 최소관두께를 감하여 산출하였으며 그 결과 관두께는 평균 4.00~9.92mm로 측정되었으며 부식깊이는 0.93~1.99mm로 측정결과는 아래의 표와 같다.

<표 8.2-34> 수집된 관체에 대한 육안조사 결과

구 분	관경 실측(mm)		변형률 (%)	나관 두께(mm)			부식깊이 (mm)	비고
	(좌우)	(상하)		(최대)	(최소)	(평균)	내면	
1	106.25	101.54	4.4	4.47	3.50	4.00	0.97	
2	105.65	103.80	1.8	4.77	3.19	4.13	1.58	
3	82.37	81.38	1.2	8.26	7.33	7.76	0.93	
4	93.57	93.32	0.3	9.46	7.91	8.70	1.47	
5	99.23	97.68	1.6	9.15	7.16	8.27	1.99	
6	154.62	151.84	1.8	9.07	7.61	8.40	1.46	
7	148.76	147.14	1.1	11.02	9.05	9.92	1.97	
8	156.58	153.29	2.1	10.58	9.01	9.76	1.57	
9	197.6	199.3	0.01	7.68	5.97	6.60	1.71	
10	99.7	99.1	0.01	7.0	6.70	6.86	0.3	

수집된 각지점별 관체에 대한 잔존수명 계산은 다음의 계산식을 적용하여 잔존수명을 예측하였다.

a : 내부부식깊이 최대값(mm) = 최대관두께 - 최소관두께

b : 최소관두께(mm)

c : 부식률(mm/년) = (a+b)/매설년수

d : 잔존두께(mm) = c-(a+b)

e : 잔존수명(년) = e/d

각지점별 측정된 최소관두께에서 내·외면부식깊이를 뺀 잔존두께를 계산한 후 잔존수명을 예측한다. 하지만 실질적으로 버니어켈리퍼스를 이용한 외면에서의 부식깊이 측정은 한계가 있으므로 앞서 언급한 두께 측정방법에 의하여 부식은 내면에서 주로 진행되는 것으로 가정하여 측정하였다.

○ 수집된 관체의 두께 및 부식깊이를 측정한 결과, 부식깊이를 경과년수로 나눈 부식률은 0.042 ~ 0.132mm/년으로 나타났다. 일반적으로 부식률은 관 매설후 10년이내에 급격하게 증가하다가 점점 낮아진다.

○ 잔존두께는 평균적으로 1.61 ~ 7.44mm로 나타났으며 잔존수명은 30~213년으로 예측되었다. 하지만 실제 운영되고 있는 배수관로에 있어서 이러한 잔존수명의 예측은 현시점에서의 부식깊이와 경과년수만을 고려하여 예측된 수치이며 실제 상수관망에 있어서 외적요인인 갑작스런 사고, 용접불량 및 매설불량등 부실시공에 의한 사고 그리고 수압 및 수질·토양부식환경에 의한 영향 그리고 매설된 관의 내·외면에 작용하고 있는 응력등 다양한 인자들을 고려해야 한다.

<표 8.2-35> 수집된 관체에 대한 잔존수명

조사 지점	경과년수	부식깊이(mm)	관두께(mm)			부식률(c) (mm/년)	잔존두께(d) (mm)	잔존수명(e)
		내면(a)	최대	최소(b)	평균			
1	23	0.97	4.47	3.50	4.00	0.042	2.53	60
2	29	1.58	4.77	3.19	4.13	0.054	1.61	30
3	24	0.93	8.26	7.33	7.76	0.039	6.4	165
4	29	1.47	9.46	7.91	8.70	0.051	6.44	127
5	29	1.99	9.15	7.16	8.27	0.077	5.17	66
6	26	1.46	9.07	7.61	8.40	0.050	6.15	122
7	29	1.97	11.02	9.05	9.92	0.082	7.08	86
8	24	1.57	10.58	9.01	9.76	0.054	7.44	137
9	25	3.31	7.68	4.37	6.28	0.132	4.26	62
10	10	0.3	7.0	6.7	6.86	0.030	6.4	213

라. 내시경 조사

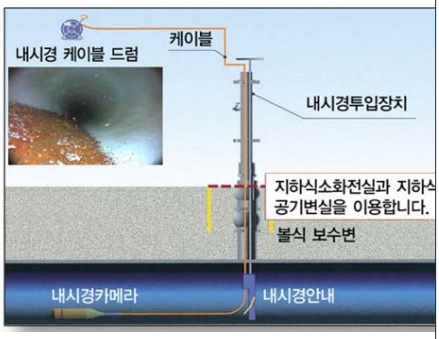
1) 개요

단수 및 관체절단을 동반한 관체에 대한 직접조사는 많은 시간과 비용이 소모되므로 최근 부단수 내시경조사와 같이 단수 없이 현장조사가 가능한 방법을 이용하여 안산시 배수관로에 대한 육안조사를 수행하여 효과적으로 노후관에 대한 확인조사를 시행하고자 한다. 부단수 내시경 조사는 기존의 관절단을 통한 방법에 비하여 도로통제나 단수로 인한 민원발생등의 문제발생 우려가 없으므로 해당 방법을 통한 주기적인 관내면에 대한 모니터링을 지속적으로 수행한다면 보다 효과적으로 안전하고 안정적인 수돗물 공급에 도움이 될 것이다.

2) 조사방법

구 분	관내시경조사	비고
1.조사목적	•부단수 관내시경장비를 활용하여 관내부 상태확인 후 교체 및 갱생여부 결정	
2.조사대상수량	•측정개소 : 5개소	
3.조사항목	•관내 스케일유무 및 도장재, 라이닝 상태 진단	
4.조사기기	•부단수 관내시경 기기 (NQ-15)	
	 	
5.조사방법	•관로에 새들을 부착하고 내시경장비를 삽입하여 관내부 조사	
6.도출자료	•관내시경 촬영 동영상, 진단결과보고서	
7.결과적용	•관로갱생 및 교체 검토,	

3) 부단수 내시경 장비의 특성

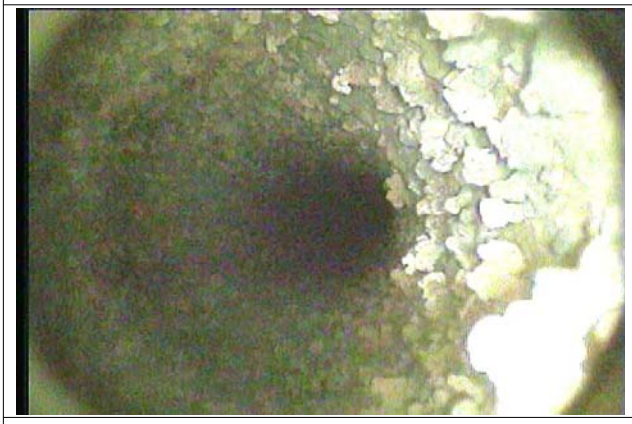
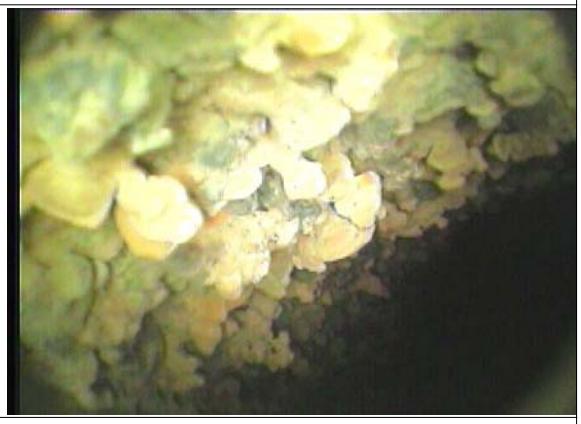
구 분	내 용		비 고
구 성		•내시경 본체 : 내시경케이블 및 화상모니터로 구성 •삽입길이 : 관내부 상/하측 각 10m씩 삽입가능 •삽입구 : 내시경 장비를 새들연결부에 수직으로 설치하기 위한 장비 •새들 연결부 : 설치된 새들에 내시경장비를 연결하기 위한 장비	
특 징	•최소한의 굴착폭 및 너비가 확보되면 어디서나 설치 •관내부 상류측, 하류측 각 10m삽입 가능 •카메라의 삽입은 기존의 지하소화전과 공기변등의 보수변을 이용할 경우, 공사 불필요 •관내부에 직접 내시경장비를 삽입하기 어려운 경우, 새들분수전(∅ 50mm)을 설치하여 삽입가능 •적용 가능한 관경은 ∅100mm이상 작업가능 •허용 내수압은 0.75Mpa(약 8kg/cm2) •대상관로 : DCIP, CIP, SP, PVC, PE등 모든 상수관로		

4) 관내시경 노후도진단 과정

		
① 내시경장비 현황	② 공기변 분리	③ 제수변에 프랜지 설치
		
④ 내시경카메라 설치	⑤ 내시경카메라 삽입	⑥ 노트북을 이용한 내부영상 저장

1. 조사 위치	:	안산시 상록구 본오동 1127번지	2. 관로 구분	:	350mm 배수관로
3. 조사 일시	:	2009年 4月 27日			
4. 계 통 명	:				
5. 관로매설환경	:	 위치 사진	도로 구분 왕복 6차선 매설 위치 인도(보도블록) 라인 기 타 -		
6. 도장 유무	:	有( ), 無( )	7. 추정 도장재	:	
8. 민 원	:	- 건 / 년	9. 관 파 손	:	- 건 / 년
10.관 종	:	CIP(회주철관)	11.매설년도(Year)	:	1984년
12.관 경	:	D = 350 x 50 mm	12.갱생 유무	:	有( ), 無(O)

관내부 현장조사 자료					
1. 수압(Kgf/cm2)	:	2.5Kgf/cm2	2. 삽입 플랜지	:	50mm 새들분수전
3. 조사 내역	:	물 흐름 방향 총 연장 10m 이상			
4. 침적물(Slime)	:	有(O), 無( )	5. 침적물두께(mm)	:	1mm 이하
6. 스케일(Scale) /결절(Turbucle)	:	有(O), 無( )	7. 스케일크기(mm)	:	50mm 이하
8. 도장재 박리	:	有(O), 無( )	9. 박리정도(%)	:	전체 단면대비 100%
10.접합부 상태	:	관로 전체에 생성된 스케일로 접합부 관찰 안됨.			

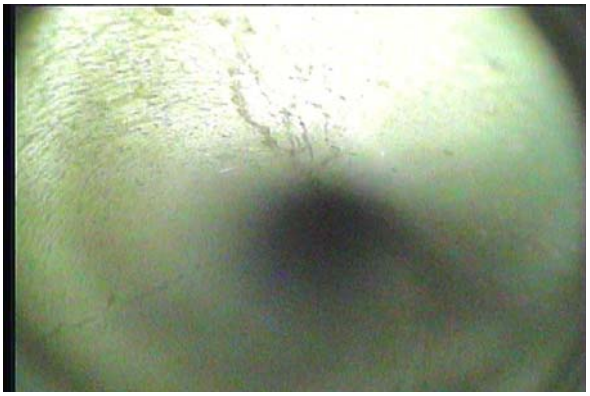
관내부 조사 사진 1	관내부 조사 사진 2
	
내면 전체에 생성된 스케일 상태	내면 전체에 생성된 스케일 상태

관내부 조사 사진 3	관내부 조사 사진 4
	
내면 전체에 생성된 스케일 상태	내면 전체에 생성된 스케일 상태

조사 항목	측정 결과
1. 도장재 상태	도장재 유무 확인 불가 관내면 전반적으로 스케일 분포
2. 부식 상태	관 내부 전체에 걸쳐 스케일이 분포되어 잇음.
3. 관로 환경 총평	본 대상관로는 1984년에 CIP(회주철관)로 매설된 배수관로로 내부 촬영 당시 수압은 2.5Kgf/cm2이였음. 내면 전체에 걸쳐 스케일이 생성되어 있으며 그 크기는 약 20mm 이상으로 육안관찰에 의한 통수단면적 감소는 40% 정도 감소 예상

1. 조사 위치	:	안산시상록구 본오동 872-2 번지	2. 관로 구분	:	200mm 배수관로
3. 조사 일시	:	2009年 4月 27日			
4. 계 통 명	:				
5. 관로매설환경	:		도로 구분		왕복 6차선
			매설 위치		인도(보도블록) 라인
			기 타		-
		위치 사진			
6. 도장 유무	:	有(O), 無( )	7. 추정 도장재	:	시멘트모르터
8. 민 원	:	- 건 / 년	9. 관 파 손	:	- 건 / 년
10.관 종	:	DCIP(덕타일주철관)	11. 매 설 년 도 (Year)	:	1985년
12.관 경	:	D = 200 x 50 mm	12.갱생 유무	:	有( ), 無(O)

관내부 현장조사 자료					
1. 수압(Kgf/cm2)	:	2.5Kgf/cm2	2. 삽입 플랜지	:	50mm 새들분수전
3. 조사 내역	:	물 흐름 방향 총 연장 10m 이상			
4. 침적물(Slime)	:	有(O), 無( )	5. 침적물두께 (mm)	:	1mm 이하
6. 스케일(Scale) /결절(Turbucle)	:	有( ), 無(O)	7. 스케일크기 (mm)	:	50mm 이하
8. 도장재 박리	:	有( ), 無(O)	9. 박리정도(%)	:	
10.접합부 상태	:	대체적으로 양호			

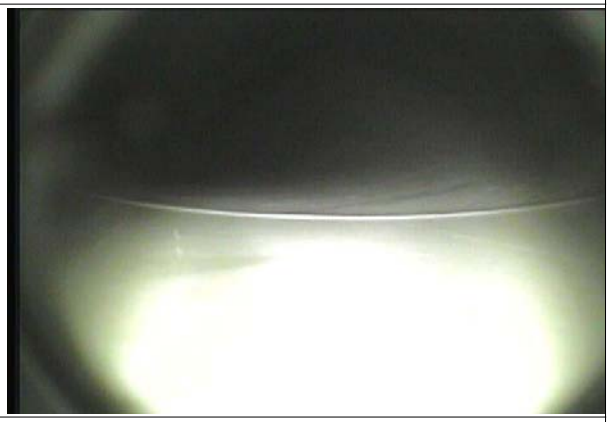
관내부 조사 사진 1	관내부 조사 사진 2
	
내면 전체에 침적물 침전(1mm 이하)	

관내부 조사 사진 3	관내부 조사 사진 4
	
관내면에서의 부식흔적 및 스케일 관찰되지 않음	

조사 항목	측정 결과
1. 도장재 상태	시멘트모르터가 관내면을 보호하고 있는 상태로 도장재의 박리 및 탈리흔적은 발견되지 않았음
2. 부식 상태	시멘트모르터의 상태는 양호하였으며 내면 부식흔적 발견되지 않음
3. 관로 환경 총평	전반적으로 관의 상태는 건전한 것으로 나타났으며 전반적으로 침적물 1mm이하의 두께의 침적되어 있으나 수돗물의 통수에 있어 큰 문제는 없는 것으로 나타남

1. 조사 위치	: 안산시 단원구 선부동 998-9번지	2. 관로 구분	: 900mm 배수관로
3. 조사 일시	: 2009年 6月 18日		
4. 계 통 명	:		
5. 관로매설환경	:  위치 사진	도로 구분	왕복4차선
		매설 위치	2차선 라인
		기 타	-
6. 도장 유무	: 有( ), 無( )	7. 추정 도장재	: 액상에폭시수지도료
8. 민 원	: - 건 / 년	9. 관 파 손	: - 건 / 년
10.관 종	: SP(도복장강관)	11. 매 설 년 도 (Year)	: 1986년
12.관 경	: D = 900 x 80 mm	12.갱생 유무	: 有( ), 無(O)

관내부 현장사 자료			
1. 수압(Kgf/cm2)	: 0Kgf/cm2	2. 삽입 플렌지	: 80mm 제수변
3. 조사 내역	: 일방향 약 10m		
4. 침적물(Slime)	: 有(O), 無( )	5. 침적물두께 (mm)	: 3mm 이하
6. 스케일(Scale) /결절(Turbucle)	: 有( ), 無(O)	7. 스케일크기 (mm)	: 0mm 이하
8. 도장재 박리	: 有(O), 無( )	9. 박리정도(%)	: 전체 단면대비 1%
10.접합부 상태	: 접합부 일부에서 내부 도장재의 탈리가 관찰됨.		

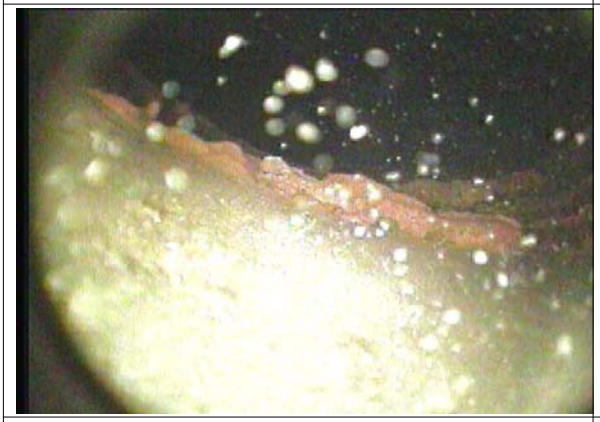
관내부 조사 사진 1	관내부 조사 사진 2
	
내면에 산재한 침전물 상태	접합부 상태 양호(공장용접부)

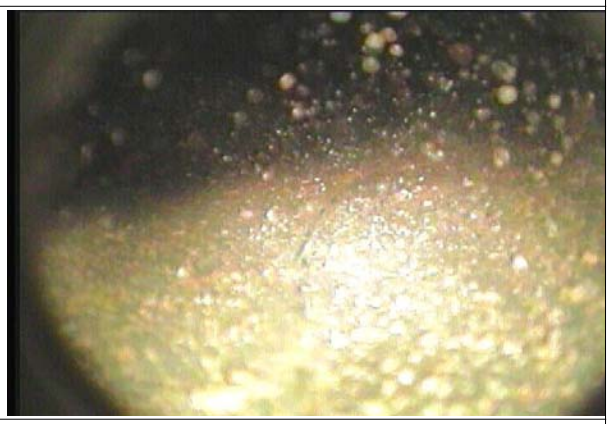
관내부 조사 사진 3	관내부 조사 사진 4
	
접합부 후단 도장재 탈리(공장용접부)	내면에 산재한 침전물 상태

조사 항목	측정 결과
1. 도장재 상태	전체적으로 깨끗한 상태를 보이고 있으나, 접합부 후단 일부에서 도장재의 탈리 상태가 관찰됨.
2. 부식 상태	스케일은 관찰되지 않았으며, 전체적으로 침전물이 관찰됨.
3. 관로 환경 총평	본 대상관로는 1986년에 SP(도복장강관)로 매설된 배수관로로 내부 촬영 당시 물이 없는 상태(빈관)였음. 내면 전체에 걸쳐 침전물이 관찰되었고 그 두께는 대략 3mm 이내로 보이며, 접합부의 일부에서 도장재의 탈리가 관찰되었음. 통수시 침전물에 의한 적수가 예상되므로 충분한 이토 혹이 관 세척 후 통수해야 할 것으로 판단됨.

1. 조사 위치	:	안산시 단원구 초지동 661-1번지	2. 관로 구분	:	900mm 배수관로
3. 조사 일시	:	2009年 6月 18日			
4. 계 통 명	:				
5. 관로매설환경	:	 위치 사진	도로 구분 / 보도 / 매설 위치 / 인도(보도블록) 라인 / 기 타 / -		
6. 도장 유무	:	有( ), 無( )	7. 추정 도장재	:	액상에폭시수지도료
8. 민 원	:	- 건 / 년	9. 관 파 손	:	- 건 / 년
10.관 종	:	SP(도복장강관)	11. 매 설 년 도 (Year)	:	1986년
12.관 경	:	D = 900 x 80 mm	12.갱생 유무	:	有( ), 無(O)

관내부 현장사 자료					
1. 수압(Kgf/cm2)	:	6.0Kgf/cm2	2. 삽입 플랜지	:	80mm 제수변
3. 조사 내역	:	양방향 총연장 15mm 이상			
4. 침적물(Slime)	:	有(O), 無( )	5. 침적물두께 (mm)	:	10mm 이하
6. 스케일(Scale) /결절(Turbucle)	:	有(O), 無( )	7. 스케일크기 (mm)	:	20mm 이하
8. 도장재 박리	:	有(O), 無( )	9. 박리정도(%)	:	전체 단면대비 90%
10.접합부 상태	:	도장재가 남아있지 않는 것으로 보이며 전반적으로 스케일 생성 진행			

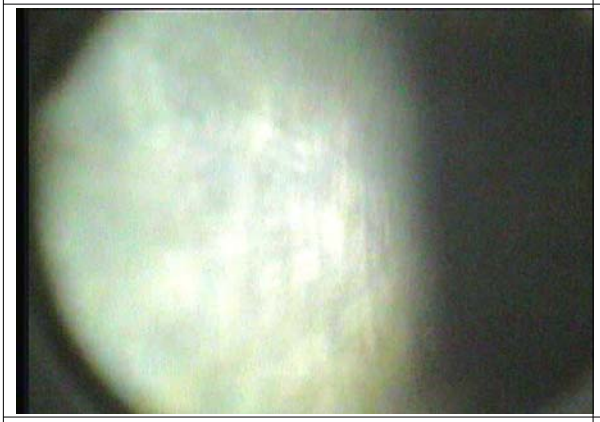
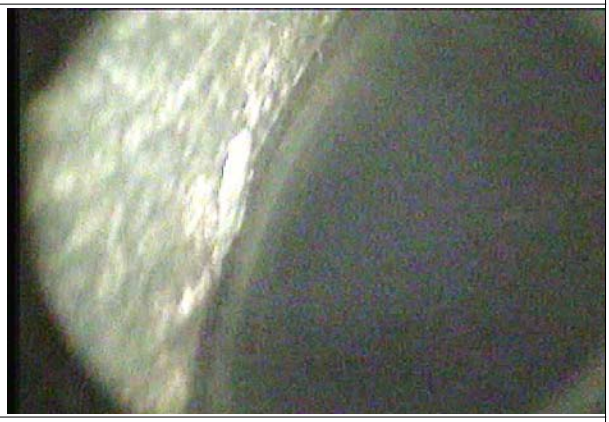
관내부 조사 사진 1	관내부 조사 사진 2
	
내면에 산재한 침전물 상태	접합부 스케일 상태(현장용접부)

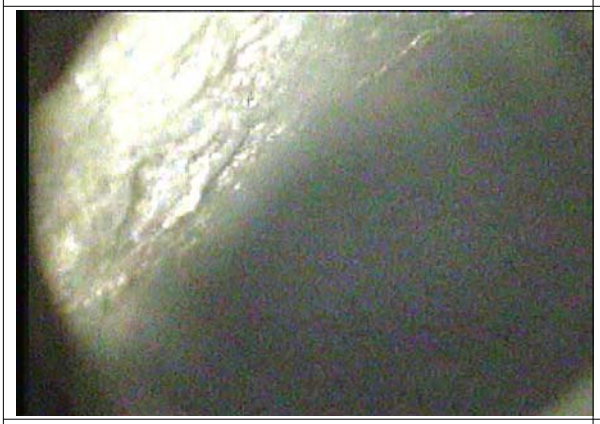
관내부 조사 사진 3	관내부 조사 사진 4
	
접합부와 후단 스케일 상태(현장용접부)	내면에 산재한 침전물 상태

조사 항목	측정 결과
1. 도장재 상태	전체적으로 도장재의 상태를 판별하기 힘들 정도로 침전물이 산재해 있는 상태이고 접합부와 전·후단의 경우 상당히 진행된 스케일이 관찰되는 것으로 미루어보아 도장재가 상당부분 탈리된 상태로 판단됨.
2. 부식 상태	접합부와 전·후단에서 스케일이 관찰되었으며 부식이 상당히 진행된 상태로 판단됨.
3. 관로 환경 총평	본 대상관로는 1986년에 SP(도복장강관)로 매설된 배수관로로 내부 촬영 당시 내부 수압은 6.0Kgf/cm2였음. 내면 전체에 걸쳐 침전물이 관찰되었고 그 두께는 대략 10mm 이내로 보이며, 접합부와 전·후단에서 상당히 진행된 스케일이 관찰되었음. 적수 또는 이·취미와 같은 문제가 발생할 수 있을 것으로 보임.

1. 조사 위치	: 안산시 단원구 초지동 666-2번지	2. 관로 구분	: 800mm 배수관로
3. 조사 일시	: 2009年 6月 18日		
4. 계 통 명	:		
5. 관로매설환경	:  위치 사진	도로 구분	보도
		매설 위치	인도(대리석) 라인
		기 타	-
6. 도장 유무	: 有( ), 無( )	7. 추정 도장재	: 액상에폭시수지도료
8. 민 원	: - 건 / 년	9. 관 파 손	: - 건 / 년
10.관 종	: SP(도복장강관)	11. 매 설 년 도 (Year)	: 1986년
12.관 경	: D = 800 x 80 mm	12.갱생 유무	: 有( ), 無(O)

관내부 현장사 자료			
1. 수압(Kgf/cm2)	: 6.0Kgf/cm2	2. 삽입 플렌지	: 80mm 제수변
3. 조사 내역	: 일방향 약 10m		
4. 침적물(Slime)	: 有(O), 無( )	5. 침적물두께 (mm)	: 1mm 이하
6. 스케일(Scale) /결절(Turbucle)	: 有(O), 無( )	7. 스케일크기 (mm)	: 5mm 이하
8. 도장재 박리	: 有(O), 無( )	9. 박리정도(%)	: 전체 단면대비 90%
10.접합부 상태	: 도장재가 남아있지 않는 것으로 보이며 전반적으로 스케일 생성 시작 단계		

관내부 조사 사진 1	관내부 조사 사진 2
	
양호한 상태의 내면 상태	접합부 전단의 스케일 상태

관내부 조사 사진 3	관내부 조사 사진 4
	
직관부의 스케일 상태	접합부 전단의 스케일 상태

조사 항목	측정 결과
1. 도장재 상태	전체적으로 도장재가 탈리되어 스케일이 생성되는 초기 단계의 모습이 관찰됨.
2. 부식 상태	일부 양호한 단면도 관찰되어지나 대체로 스케일이 자리 잡기 시작한 모습이 관찰됨.
3. 관로 환경 총평	본 대상관로는 1986년에 SP(도복장강관)로 매설된 배수관로로 내부 촬영 당시 내부 수압은 6.0Kgf/cm2였음. 내면 전체에 걸쳐 크지는 않지만 상당히 넓게 분포된 스케일이 관찰되었음. 향후 스케일이 점차 커지면서 누수 및 부식으로 인한 관두께 감소가 예상되며 관 파손과 같은 잠재적 위험성을 내포.

제 9 장 배수관망의 종합평가 및 개선방안수립

9-1 일반기술진단

9-2 급수서비스 기능(등급분류)

9-3 적용공법 및 개략공사비

9-4 운영비용 절감방안

9-5 시설운영 및 유지관리계획 수립

제9장 배수관망의 종합평가 및 개선방안수립

9.1 일반기술진단

9.1.1 관망도 작성

가. 목적 및 정의

"관망도"는 도수관, 송수관, 배수관 및 급수관, 각종 밸브류 등 수돗물의 공급을 위한 수도시설을 일정한 축척 및 기호로 표시한 도면을 말한다. 상수도관망의 기술진단에 있어서 관망도는 가장 기본적인 사항이므로 기술진단에 앞서 정확한 관망도 작성이 전제되어야 한다. 관망도 혹은 GIS에 관망에 대한 정보가 잘못되어 있는 경우가 매우 많으므로, 발견되는 즉시 개선하여 지속적으로 정확도를 높여야 한다.

나. 조사항목 및 범위에 따른 결과

관망도 보유율, 기본도(지형도)의 종류, 급·배수관 기본도 축적, 관망도 규격 크기, 관경별 관망도 정비 수준, 관망도 정리 빈도, 전 지역 관망도 작성 최종 년도, 관망도 보완, GIS 도입여부, GIS구축 목표연도, GIS도입 시 속성 항목, 상수도 유지관리 및 계획 분야의 GIS활용방안, 타부서의 업무와 연계에 대한 문제점, 타 전산시스템과의 호환성에 관한 문제점, GIS 시스템의 활용현황 및 활용정도, GIS시스템 일부 활용시 문제점 및 특이사항 등에 관련된 항목을 포함한다.

<표 9.1-1> 상수도 GIS 활용시스템 개발현황

지자체	개발 시스템명	단위 시스템명	기 능	개발 기간	개발 업체	개발 S/W
안산시	상수관리 시스템	상수관로 관리	상수관로, 폐관현황조회, 상수폐관처리, 상수관격점관리, 사고지점관리, 차단제수변조회, 단수지역급수전조회, 누수지점관리	2001.05 - 2003.12	한진정보 통신 (주), 중앙 항업	ArcGIS HPN4000
		시설물관리	가압장, 간이가압장, 계량기, 맨홀, 배수지, 수압계, 유량계, 변류시설, 소방시설, 저수조			
		지하수관리	지하수설치현황, 지하수폐공현황			
		정수장관리	정수장현황,원수/정수공급현황,수질검사항목,수질검사(일,주간,월간),월간종합현황,JARTEST,급수과정수질검사,누후관,먹는샘물,음수대,간이상수도,소규모급수시설벅는물공동시설(약수터)			
		민원관리	상수민원정보,수질검사접수,수질검사결과			
		급수공사 관리	급수공사설계내역, 급수공사코드관리			
		공사관리	공사대장			
		상수통계 관리	상수도총괄현황,행정동별총괄현황,법정동별총괄현황,년도별상수관현황,재질별상수관현황,년도/관경 상수관현황,년도/재질별 상수관 현황,관경/재질별 현황			

〈표 9.1-2〉 관망도 조사항목 및 범위에 따른 결과

조사항목 및 범위	조사결과	조사항목 및 범위	조사결과
관망도보유율	100.0%	GIS 도입여부	도입
기본도(지형도)의 종류	일반도	GIS구축 목표연도	2005
급·배수관 기본도 축적	1/500	GIS도입 시 속성 항목	진행
관망도 규격 크기	1/2500~1/500	GIS활용 방안	진행
관경별 관망도 정비 수준	13mm~1,350mm	타부서의 업무와 연계에 대한 문제점	-
관망도 정리 빈도	상시	호환성에 관한 문제점	-
관망도 작성 최종 년도	2008	활용현황 및 활용정도	-
관망도 보완	-	문제점 및 특이사항	-

다. 평가지표

1) 관망도보유율 = 관망도 기재관로 길이(m) ÷ 전체관로길이(m) × 100

〈표 9.1-3〉 관망도 평가지표 결과

연도	계	송수관	배수관	급수관	관로의 GIS관리율(%)
2008	1,176,227	69,075	798,508	308,644	100

라. 평가분석

'08년 현재 안산시는 관망도 및 GIS구축이 100%완료된 상태이며, 상시로 관망도의 수정이 진행되고 있는 상태이다. 관망도 평가지표를 보면 총 연장 1,176km중 관로의 GIS관리율은 100%로 전체관로의 GIS화가 이루어져 있는 것으로 조사되었다. 향후 GIS의 활용방안에 대한 연구와 업무의 연계성에 대해 지속적으로 검토하여야 할 것으로 판단된다.

9.1.2 블록시스템 구축

가. 목적 및 정의

블록시스템 구축은 상수도관망에 대하여 안정적 체계 및 균등급수 체계를 구축하여 합리적이고 경제적인 시설관리가 용이하도록 관망을 블록단위로 분할하는 것이다.

블록시스템은 대·중·소블록으로 완벽하게 구축이 되면 가장 이상적이나 현재의 상황에서 짧은 기간 내에 구축을 완료할 수 없기 때문에 장기적인 계획을 세워 점차적으로 추진할 필요가 있다.

나. 조사항목 및 범위에 따른 결과

배수지와 정수장의 지역별 현황, 배수구역 분리상황, 블록시스템 도입 여부, 블록시스템을 구축 진행정도(%), 블록시스템의 구축 목표연도, 블록시스템의 구성방법, 블록의 수(대, 중, 소 블록별), 배수본관과 배수지관의 구분방법, 블록의 크기, 급수구역내의 표고차, 블록시스템 구축 순서, 비상연결관의 설치개수, 블록내의 수압분포, 블록으로의 주입점의 수, 감압밸브 또는 수압조절밸브 설치여부(종류별 개수도 조사), 감압밸브 설치시 점검여부, 감압밸브 또는 수압조절 밸브를 점검하는 경우의 점검방법(상세히 요약), 제수밸브 점검, 배수관망내의 구역 유량계 설치 여부, 배수관망내의 수압계 설치여부 등에 관련된 항목. 단 블록시스템 미구축의 경우 계획 사항을 검토하고, 계획이 없는 경우 블록시스템 구축 계획의 향후 계획을 수립한다.

- 대블록, 중블록, 소블록에 대하여 블록별 급수전수
- 블록당 평균, 최대, 최소 급수전수

다. 평가지표

- 대,중,소블록의 적정분할 및 관리 : 대-5000전 이상, 중-1500~5000전, 소-500~1500전

라. 평가분석

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 구축사업을 진행 중에 있다.

대블록의 분할은 수도정비기본계획을 바탕으로 정수장계통 별로 총 4개 구역으로 설정하였

으며 반월정수장 계통, 안산정수장, 연성정수장계통, 시흥정수장계통으로 나뉘며 중블록 분할을 감안하여 권역별 구분이 용이하고 시설별 관리운영이 유리한 송수계통별 분류인 정수장 계통별 구분으로 선정하였다.

중블록의 분할은 대블록 선정에 연계하여 시설물(배수지) 및 직접급수 구역을 기준하여 분리하였다. 안산시의 총 중블록은 15개소 이며 이중 정수장에서 정수장내 정수지를 통해 직접급수하는 직접급수구역이 반월정수장 직접급수역과 안산정수장 직접급수구역 등 총 2개소가 있다.

소블록의 분할은 총 15개 중블록 선정에 연계하여 분리하였으며, 총 104개소로 구분하였다.

<표 9.1-4>블록시스템 평가지표 결과

대구역 (정수장)		중구역 (배수구역)	소블록	개소	비 고
4구역		15구역	104구역		
반월 정수장	1	반월정수장 직접	반월직접2,4,6,8,10,11, 반월반월12	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	

9.1.3 배수지 시설

가. 목적 및 정의

상수도관망의 기술진단 대상 구역 내 배수지의 기본정보(개수, 총용량, 총저류시간)와 청소상태 등을 점검하는 것은 소비자에게 수량과 수질을 만족시켜주기 위하여 매우 중요하다.

나. 조사항목 및 범위에 따른 결과

<표 9.1-5>배수지시설 조사항목 및 범위에 따른 결과

조사항목 및 범위	조사결과	조사항목 및 범위	조사결과
배수지의 종류	◎	공급량(정수장 또는 수수지점)	◎
배수지의 용량	◎	1일 총배수량	◎
설치년도	◎	1일 간선별 배수량	
갱생년도	◎	설계저류시간	◎

다. 평가지표

- 체류시간 실적만족도(%) = [실적 체류시간] ÷ [기준 체류시간] × 100
- 체류시간 예상만족도(%) = [예상 체류시간] ÷ [예상 체류시간] × 100
- 배수지 청소빈도[회/년] = [∑(년평균 청소횟수 × 배수지시설용량)] ÷ [총 배수지 시설용량]
- 배수지 청소빈도[회/년] = 년평균 청소횟수

<표 9.1-6>배수지시설 평가지표 결과

정수장		배수지		시설용량(㎥)	수요량(㎥/일)	체류시간(hr)	여유분(hr)	청소빈도(회/년)	비고
연성	생활	선부	1	5,500	-	-	-	-	공사중
			2	40,000	54,246	17.7	5.7	2회	
		목내배수지		10,000	19,660	12.2	0.2	2회	
		성곡배수지		10,000	22,256	10.8	-1.2	2회	
		대부배수지		6,600	2,269	69.8	57.8	2회	
	공업	공단배수지		20,000	102,045	4.7	1.7	2회	
안산	생활	와동배수지		14.000	-	-	-	-	휴지
	공업	초지배수지		10,000	58,751	4.1	1.1	2회	
반월	생활	성포배수지		40,000	55,752	17.2	5.2	2회	
		고잔배수지		25,000	40,347	14.9	2.9	2회	
		일동배수지		3,500	12,711	6.6	-5.4	2회	
		반월배수지		8,000	12,876	14.9	2.9	2회	
		사동배수지		3,500	-	-	-	-	휴지

9.1.4 관체

가. 목적 및 정의

대상관망에 대하여 관체의 노후도를 판정하고, 노후관 갱생사업에 활용하기 위하여 관체를 진단한다. 노후상수도관은 “아연도 강관, 비내식성 금속관, 매설 후 16년 이상 경과한 상수관 중 관석(Scaling) 및 부식이 심한 상수도관, 또는 관의 내용년수가 지나 내·외부가 부식하여 관 파손사고와 빈번한 누수, 적수 등의 문제를 일으키는 상수도관과 내용년수가 경과하지 않은 관중에서도 비내식성 관의 내부 스케일로 적수를 일으키는 상수도관”으로 정의하고 있다.

나. 조사항목 및 범위

관로길이(m), 관로의 용도(도수관, 송수관, 배수지관, 배수본관, 급수관, 이토연결관, 인입급수관, 사유지내 인입급수관, 시설 부속관, 비상연결관, 스탠드파이프, 기타), 관종(재질별로 실시함), 폐쇄관 여부, 폐관사유(폐관 사유의 정리방법 등), 매설년도, 관경(mm), 설치위치(블록별), 관로별 고유번호, 신축관, 맨홀, 급수분기점 등에 관련된 항목을 포함 한다.

다. 평가지표

- 배수관 평균연령[년] : [∑(각 배수관 연령 × 해당 배수관 연장)] ÷ [배수관 총연장]
- 인입급수관 평균연령[년]: [∑(각 인입급수관 연령 × 해당 인입급수관 연장)] ÷ [인입급수관 총연장]
- 비내식성관 비율(%) : [∑(총 배수관 중 비내식성관 길이(m)] ÷ [∑(총 배수관 길이(m)] × 100

〈표 9.1-7〉 관체 평가지표 결과

구 분	계(m)	강관(m)	주철관(m)	닥타일 주철관(m)	PE관(m)	HI-3P관(m)	STS관(m)	기타	비내식성 비율(%)
계	1,176,620	93,232	159,264	402,239	181,774	10,732	286,529	42,850	13.5
송 수	69,468	64,086	5.382	-	-	-	-	-	7.7
배 수	798,508	29,146	152,954	397,339	180,306	10,732	-	28,031	19.2
급 수	308,644	-	928	4,900	1,468	-	286,529	14,819	0.3

라. 평가분석

관체의 비내식성 비율을 분석해보면, 총 배수연장 798,508m 중에서 비내식성관은 152,954m로 19.2%의 비율을 차지하고 있으며 진단평가결과 불량으로 판정되었다. 향후 단계적인 노후관 교체 및 갱생을 통하여 내식성관으로 교체를 하여야 할 것으로 판단된다.

9.1.5 펌프시설

가. 목적 및 정의

펌프시설의 최적관리와 운영은 상수도 시스템의 수명에 직접적 영향을 준다. 가압펌프의 가동/중지에 의한 변동, 수격압 등이 과도하지 않도록 하여 관로 및 부속시설의 손상이 초래되지 않도록 하여야 한다.

나. 조사항목 및 범위에 따른 결과

펌프고유번호, 펌프용도, 펌프양정(체절양정, 정격양정 및 유량, 하한양정 및 유량), 펌프형식, 펌프설치 위치(도수관로 번호, 송수관로 번호, 블록별) 등에 관련된 항목을 포함

〈표 9.1-8〉 펌프시설 조사항목 및 범위에 따른 결과

구 분	가압장명		위 치	운전계통	형식	펌프규격	비 고
도수 가압장	와동 가압장		와동 산89	광역4단계 원수를 안산 정수장으로 도수 가압	직결식(개량) 양흡입펌프	15.3㎥/분×55mH 260kW×5(1)	
송수 가압장	일동·반월 가압장	일동	일동 710	일동배수지로의 송수를 위해 가압	직결식 수중모터펌프	7.35㎥/분×55mH 110kW×2(1)	
		반월		반월배수지로의 송수를 위해 가압		5.56㎥/분×55mH 120kW×2(1) 7.5㎥/분×45mH 110kW×1	
	반월 가압장		팔곡일동 산41	반월배수지로의 송수를 위해 가압	직결식 양흡입펌프	5.0㎥/분×50mH 45kW×3(1)	휴지
	대부 가압장		대부북동 1848-6	대부배수지로의 송수를 위해 가압	흡수정/인라인	5.78㎥/분×109mH 190kW×4(1) 8.68㎥/분×40mH 110kW×2(1)	2009년 시설개량
배수 가압장	원곡동 가압장		원곡동 841-2	원곡동 지역의 급수불량 해소를 위해 가압	흡수정식 편흡입펌프	3.20㎥/분×40mH 22kW×3(1)	휴지
	화정동 가압장		안산동	화정동 지역의 급수불량 해소를 위해 가압	직결식 양흡입펌프	0.24㎥/분×50mH 3.7kW×2(1)	휴지 (비상설비)
	안산동 가압장		부곡동 산51-4	안산동 전지역의 급수불량 해소를 위해 가압	직결식 수중모터펌프	3.75㎥/분×40mH 45kW×2(1)	
	호동 가압장		일동 606	안산중앙병원 일원의 일동지역의 급수불량 해소를 위해 가압	직결식 수중모터펌프	15.3㎥/분×50mH 30kW×2(1)	
	공단 가압장		신길동 1062-1	시흥정수장의 안산시 배분물량 확보를 위한 가압	직결식	3.16㎥/분×20mH 22kW×3(1) 2.67㎥/분×20mH 19kW×3(1)	휴지

다. 평가지표

- 전체 급수구역 : 펌프점검률[%/년] = [년간(년평균) 점검된 펌프의 수] ÷ [총 펌프의 수] × 100
- 개별펌프 : 펌프 점검빈도[회/년] = 년평균 펌프 점검회수
- 펌프 평균연령[년] = [∑(각 펌프의 연령)] ÷ [총 펌프 수]

<표 9.1-9> 펌프시설 평가지표결과

구분	계	펌프점검률	점검횟수	평균연령(년)
안산시	26	0	0	14.6

9.1.6 밸브

가. 목적 및 정의

밸브류 조사는 기 제작된 관망도(원도)를 바탕으로 밸브의 실제 설치지점을 확인하여 밸브 종류, 구경, 재질, 회전방향, 회전수 등을 조사하는 것을 말하며, 진단(평가)이 필요한 밸브류 등 밸브류 현황을 파악하고, 관망도 전산화시 밸브류 위치 표시 및 정보입력시 활용한다. 밸브류 탐사는 관망도(원도)상에는 표시되어 있으나, 매몰 등으로 인하여 현장 확인이 어려운 경우 탐사장비를 활용하여 밸브의 위치를 조사하는 것을 말하며, 활용하여 밸브의 위치를 조사하는 것을 말하며, 활용목적은 밸브류 조사와 동일하다.

나. 조사항목 및 범위

밸브류의 종류, 구경, 재질, 밸브실 규격, 철개 규격 등을 조사하는 것이며, 밸브류 탐사는 매몰 밸브류의 위치 등에 관련된 항목을 포함한다.

<표 9.1-10> 밸브 조사항목 및 범위에 따른 결과

구 분	계	제수변	이토변	공기변	수압계	소화전
안산시	11,199	8,743	426	427	343	1,260
생 활	9,985	7,948	398	364	291	984
공 업	1,214	795	28	63	52	276

다. 평가지표

- 관로밸브 설치밀도(개/㎞) = [관로상 밸브설치 수]÷[관로 총연장(㎞)]
- 유효밸브 밀도(개/㎞) = [전체 밸브수 - 비운영 밸브수]÷[총 배수관 연장(㎞)]
- 제수밸브 점검빈도[회/년] = 년평균 제수밸브 점검횟수 (단, 공기밸브, 이토밸브, 감압밸브 등 제외)

• 총 제수밸브 점검빈도[회/년] = 년평균 제수밸브 점검횟수

(단, 제수밸브, 공기밸브, 이토밸브, 감압밸브, 역지밸브 등 제외)

<표 9.1-11> 밸브 평가지표 결과

구분	관로밸브설치밀도(개/㎞)	유효밸브밀도(개/㎞)	제수밸브점검빈도(회/년)
밀도	9.8	12.2	-

라. 평가분석

'08년 현재 밸브류조사 현황을 분석해 보면 총 10,476개소의 밸브류가 조사되었으며, 이중 생활용수는 9946개소 공업용수는 530개소의 밸브류가 설치되어 있는 것으로 조사되었다.

관로상의 밸브설치밀도는 9.8개/㎞로 조사되었으며, 비운영밸브를 파악하여 밀도를 조사하는 배수관로상의 유효밸브밀도는 12.2개/㎞로 조사되었다. 비운영밸브는 자의적 또는 타의적으로 운영을 할 수 없는 밸브로, 밸브의 외부적인 영향요소인 아스콘이나 콘크리트류의 외부매몰과 토사류 유입에 따른 내부매몰, 변실이격에 따른 운영불량 등이 있고, 내부적인 영향요소로는 스핀들탈락, 개폐불가, 파손 등으로 구분할 수 있으며, 조사 결과 753개소가 이러한 상태로 전체 10,476개소의 7.19%를 차지하고 있는 분석되었다.

<표 9.1-12> 문제밸브 현황

구분	외부매몰	스핀들탈락	변실이격	개폐불가	파손	내부매몰	합계
개소(개소)	420	55	80	45	25	128	753
비율(%)	56	7	11	6	3	17	100

9.1.7 소화전

가. 목적 및 정의

소화전의 진단은 상수도관망의 비상시 대응 성능을 검토하기 위해서 필요하다. 화재시 소화전에서의 유출수량과 수압이 충분하게 유지되는지, 소화전 개방을 통한 관로세척시 충분한 유속이 보장되는지 등을 조사한다.

나. 조사항목 및 범위

소화전 상태(사용, 폐쇄, 일시 폐쇄), 소화전 위치(블록별), 소화전 형식(쌍구, 단구, 지상, 지하 등), 설치년도, 소화전 고유번호 등에 관련된 항목

〈표 9.1-13〉 소화전 조사항목 및 범위에 따른 결과

구분	계	소화전 상태	
		사용가능	사용불가
소화전	1,260	1,260	-

다. 평가지표

- 소화전 설치밀도(개/㎞) = [소화전의 수] ÷ [배수 관로 총연장(㎞)]
- 소화전 점검률(%) = [년간 점검된 소화전의 수] ÷ [총 소화전 수] × 100

〈표 9.1-14〉 소화전 평가지표 결과

도·송수관로연장(m)	배수관로연장(m)	급수관로연장(m)	소화전 밀도(개/㎞)	소화전 점검율(%)
85,150	798,508	308,644	0.63	100

9.1.8 감압시설

가. 목적 및 정의

누수량을 감소시키는 방법 중에서 수압조절을 이용한 방법이 가장 효과가 높은 것으로 알려져 있으며, 수압조절은 필요에 따라서 감압밸브를 적용하는 것이 다른 방법에 비하여 간단하여 많이 이용되고 있다.

또한 관로내 부식이나 연결부위와 같은 취약부분들이 수압에 의해 파손이 발생될 수 있기 때문에 감압밸브와 같은 장비를 설치하여 적정수압을 관망 전체에서 유지할 수 있도록 하여야 한다.

일반적으로 국내의 상수도시스템은 산악지역의 특성 때문에 많은 구역에서는 배수지로부터 자연유하 방식으로 관말까지 급수가 불가능한 실정이기 때문에 가압시설을 통해 급수를 실시하고 있다. 하지만 이러한 가압시설을 통해 관말까지 적정수압을 유지하기 위해서는 가압장 주변의 수압은 적정수압을 초과하는 지역이 발생하며, 특히 물 사용량이 적은 야간에는 정수압이 극도로 상승하여 1일중 가장 많은 누수량을 기록하게 된다. 따라서 가압구역이 포함되어 있는 배수관망을 효율적으로 관리하기 위해서는 감압밸브의 설치 및 운영이 필요하다.

나. 조사항목 및 범위

계획배수량, 배수구역의 분할, 배수지용량, 보통압 주철관의 경제적인 유속, 최소동수압, 최대정수압 등에 관련된 항목을 포함한다.

다. 평가지표

- 감압밸브 점검빈도(회/년) = [∑(감압밸브의 년평균 점검회수)] ÷ [감압밸브 총개수]

〈표 9.1-15〉 감압변 평가지표 결과

감압밸브(개소)	점검횟수	점검빈도(회/년)
1	0	0

9.1.9 유수율

가. 목적 및 정의

해당 블록에서 수도사업자가 요금으로 받아들인 수량과 해당구역으로 공급한 유량의 비율 혹은 이와는 반대로 수도사업자가 요금으로 받아들이지 못한 수량과 공급한 유량의 비율을 사용하여 수도사업운영관리의 경제성을 평가할 수 있다. 또한 대략적으로 해당 블록의 상수도관망 상태가 어느 정도인지를 짐작할 수 있는 지표가 되기도 한다.

그러나 유수율 혹은 무수율은 물사용 특성에 따라 지표의 값이 크게 영향을 받아서 물손실 관리의 성능평가에 최선의 지표는 아니라고 알려져 있다. 유수율 혹은 무수율과 더불어서 후에 언급되는 급수전 당(급수분기점당) 손실량의 개념 및 누수평가지표(ILI)의 개념을 이용하여 다각도로 블록을 평가 혹은 벤치마킹하게 되면 좀 더 합리적인 갱생우선순위 선정, 보다 효과적인 개선전략을 수립하는데 큰 도움이 된다.

나. 조사항목 및 범위

〈표 9.1-16〉 유수율 조사항목 및 범위에 따른 결과

조사항목 및 범위	조사결과
유수율 분석주기	월1회
유효수량 세부항목	사용검침량, 인정수량, 공업용수량, 공공사용수량, 소방용수량, 계량기 불감수량
유효수량 산정방법	사용상의 목적이나 용도가 분명하고, 사용의 효과 및 혜택이 요금과 관계없이 유효하다고 판단되는 수량.
무효수량 세부항목	조정감액수량, 누수량, 기타
무효수량 산정방법	사용상의 목적이나 용도가 불분명하고, 사용의 효과 및 혜택이 대상이 없어 무효하다고 판단되는 수량.

다. 평가지표

〈표 9.1-17〉 유수율 평가지표 결과

정수장	정수생산량 (송수량)			유수수량			유수율분석 (%)		
	생활용수	공업용수	소계	정수 (생활용수)	침전수 (공업용수)	계	정수 (생활용수)	침전수 (공업용수)	계
안산	19,068,300	20,368,910	39,437,210	18,196,082	16,744,046	34,940,128	95.4%	82.2%	88.6%
연성	31,332,609	29,336,503	60,669,112	27,881,083	29,082,723	56,963,806	89.0%	99.1%	93.9%
반월	40,471,361	-	40,471,361	39,557,995	-	39,557,995	97.7%		97.7%
시흥	2,563,982	3,990,283	6,554,265	1,757,916	3,871,186	5,629,102	68.6%	97.0%	85.9%
계	93,436,252	53,695,696	147,131,948	87,393,076	49,697,955	137,091,031	93.5%	92.6%	93.2%

자료출처 : 안산시 상하수도 사업소(2007년)

〈표 9.1-18〉 연간 생산량분석 결과

구분	총생산량 (㎥/일)	유수수량 (㎥/일)	유수율(%)	누수량 (㎥/일)	누수율(%)
1997년	125,035	114,263	91.38	6,127	4.90
1998년	118,820	109,068	91.79	5,585	4.70
1999년	127,262	115,846	91.00	5,918	4.70
2000년	135,277	124,128	91.76	6,550	4.84
2001년	137,420	127,063	92.46	6,208	4.52
2002년	142,069	131,847	92.80	5,967	4.20
2003년	136,586	133,110	95.44	3,476	2.54
2004년	137,884	134,092	97.25	2,347	1.70
2005년	138,403	133,285	96.30	2,350	1.70
2006년	248,224	237,652	95.70	4,344	1.70
2007년	252,061	239,375	95.00	5,603	2.20

자료출처 : 환경부 상수도 통계연보 (각 년도)

라. 평가분석

무수율은 누수율과 도수율 등을 합한 것이며 이를 감소시키기 위해서는 누수량의 감소, 부정급수전의 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.

2007년 현재 안산시의 유수율은 95.00%로 전국평균인 80%와 비교하여 상당히 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 건걸에 의한 유수율향상 및 안산시의 유수율 향상의지 등으로 인하여 현재의 무수율을 장래에도 계속 유지할 것으로 판단된다.

9.1.10 수압관리

가. 목적 및 정의

급수압은 물공급의 중요한 요소이다. 최소수압은 사용자 입장에서 정상시 물 공급을 원활하게 하여 급수불량지역을 해소하는데 가장 기본적인 항목이다. 또한, 최대수압은 누수율의 증가, 수격압에 의한 사고의 원인이 되므로 중요하게 고려해야 한다.

나. 조사항목 및 범위

수압자료(시간별 평균, 최대, 최소), 자료생산 수압계, 위치(수압계 정보 중 수압계 종류), 자료생산 수압계 고유번호, 블록별 급수방식(자연유하, 가압, 혼합) 등에 관련된 항목을 포함한다.

다. 평가지표

- 최소수압 미달전수 비율(%) : [최소수압 미달전수] ÷ [전체전수] × 100
- 최소수압 실적 만족도(%) : [∑(최소수압 이상이 되는 각 절점에 포함된 배수면적(㎢)] ÷ [총 배수면적(㎢)] × 100
- 최대수압 초과전수 비율(%) : [최대수압 초과전수] ÷ [전체전수] × 100
- 최대수압 실적 만족도(%) : [∑(최대수압 이하가 되는 각 절점에 포함된 배수면적(㎢)] ÷ [총 배수면적(㎢)] × 100

〈표 9.1-19〉 수압관리 평가지표 결과

최소수압 분석결과	1.0kgf/㎠ 미만	1.0~1.5kgf/㎠ 미만	1.5~2.0kgf/㎠ 미만	2.0~4.0kgf/㎠ 미만	4.0~6.0kgf/㎠ 미만	합계
검사지점수	0	0	5	103	51	159
최고수압 분석결과	**0.0~2.0kgf/㎠ 미만**	**2.0~4.0kgf/㎠ 미만**	**4.0~6.0kgf/㎠ 미만**	**6.0~7.0kgf/㎠ 미만**	**7.0kgf/㎠ 이상**	**합계**
검사지점수	1	56	78	29	3	167

구분	최소수압 미달율	최소수압 만족도	최대수압 초과율	최대수압 만족도
평가	0	-	0.6	-

※수압의 범위를 상수도 시설기준의 1.5kgf/㎠ ~ 7.1kgf/㎠로 산정하였으며, 해당 범위를 벗어나면 미달, 또는 초과로 산정하였다.

9.1.11 누수관리

가. 목적 및 정의

각 블록에 대하여 누수사고 건수와 누수추정량 합을 민원신고에 의한 것과 수도사업자의 자체 탐지로 발견한 건수를 구분하여 기록한다.

나. 조사항목 및 범위

누수다발지역 선정, 누수지점위치 탐사, 누수탐사 주기, 누수사고 수리시 누수원인, 배수시설별 누수탐사 여부 및 효율성 분석, 누수탐사 및 수리 후 효과 분석 등에 관련된 항목을 포함.

다. 평가지표

- 연장당 배수관 누수사고건수(건/㎞/년) = [년간 배수관 누수사고건수] ÷ [배수관 총연장]
- 연장당 배수관 누수량(㎥/㎞/년] = [년간 배수관 누수량 합] ÷ [배수관 총연장]
- 연장당 인입급수관 사고건수(건/㎞/년) = [년간 인입급수관 사고건수] ÷ [인입급수관 총연장(㎞)]
- 급수전당 인입급수관 사고건수(건/전/년) = [년간 인입급수관 사고건수] ÷ [총 급수전 수]
- 연장당 인입급수관 누수량(㎥/㎞/년] = [년간 인입급수관 누수량 합] ÷ [인입급수관 총연장]
- 급수전당 인입급수관 누수량(㎥/전/년] = [년간 인입급수관 누수량 합] ÷ [총 급수전 수]

〈표 9.1-20〉 누수관리 평가지표 결과

배수관로연장(㎞)	누수사고건수(건)	배수관누수 추정량(㎥/년)	연장당 누수사고건수(건)	연장당 누수추정량 (㎥/㎞)
798.6	158	1302	0.2	1.6

급수전수 (전)	급수관로연장 (㎞)	누수사고건수 (건)	급수관누수량 (㎥/년)	연장당 누수사고건수 (건)	급수전당 누수사고건수 (건)	급수전당 누수량 (㎥/㎞)	연장당 누수량 (㎥/㎞)
60130	308.7	183	1262	0.6	3.0	4.1	0.1

9.1.12 급수수질 관리

가. 목적 및 정의

수돗물의 수질 이상 유·무는 상수도관망을 진단하고 유지관리의 의사결정을 할 수 있는 직접적인 자료가 될 수 있다.

나. 조사항목 및 범위

급수관 길이, 급수관 심도, 급수관의 관종, 급수관 관경, 급수방식(탱크, 직결), 수질검사 결과, 수질검사 빈도, 수질검사 지점, 수질검사 자료 보관년수 등의 항목을 포함한다.

다. 평가지표

- 수질검사 시행률[%] = [실제 수질분석 시료 수] ÷ [법정 수질분석 시료 수] × 100
- 수질검사 개소밀도[%] = [수질검사 지점 개소수] ÷ [법정 수질검사 개소수] × 100
- 수질 불합격률[%] = [각 수질인자별 불합격된 시료수] ÷ [전체 시료수] × 100
- 최소 잔류염소 미달률[%] = [최소잔류염소 미달건수] ÷ [전체 검사수] × 100

〈표 9.1-21〉 급수수질관리 평가지표 결과

급수인구	검사지점수	법정시료수	불합격 시료수	잔류염소 불합격 시료수	검사시행율 (%)	불합격률 (%)	잔류염소 미달률(%)
734,713	85	83	0	0	102.4	0	0

9.1.13 노후시설 갱생

가. 목적 및 정의

노후시설을 갱생하면 전체적인 상수도 시스템의 구조적인 안전성이 확보되고 수돗물의 안정적인 공급과 2차 오염을 방지할 수 있다. 노후 시설물의 갱생은 개별 진단과 평가를 마친 후 시행되어야 한다.

나. 조사항목 및 범위

노후관 판단기준, 개량대상 선정, 노후관 다발지역 발생 원인, 노후관 개량 실적 및 투자비용 분석, 효과분석, 잔존관의 처리, 관로 사고이력, 소화전 개방시험 여부, 관 세척방법, 관 세척구간, 관 세척일시, 관로 개량률, 관로 신설률, 갱생 및 세척자료 보관년수 등에 관련된 항목을 포함한다.

다. 평가지표

- 배수관 갱생률[%/년] = [5년간 개량된 배수관의 연장] ÷ [총 배수관 연장 ÷ 5] × 100
- 배수관 교체율[%/년] = [년평균 교체된 배수관의 연장] ÷ [배수관 총연장] × 100
- 인입급수관 교체율[%/년] = [년평균 교체된 인입급수관의 연장] ÷ [인입급수관 총연장] × 100

〈표 9.1-22〉 노후시설갱생 평가지표 결과

년도 (year)	관로 포설 총연장	포설구분		관로 철거 총 연장	철거구분		관로개량연장		지표		
		관로 신규 포설 연장	관로 교체 포설 연장		관로 정리 연장	관로 교체 철거 연장	세관 연장	갱생 연장	배수관 신설율 (%)	배수관 교체율 (%)	배수관 개량율 (%)
2006	30090	18550	11540	11540	11540	0	0	3400	2.3	1.4	0.4
년도 (year)	관로 포설 총연장	포설구분		관로 철거 총 연장	철거구분		관로개량연장		지표		
		관로 신규 포설 연장	관로 교체 포설 연장		관로 정리 연장	관로 교체 철거 연장	세관 연장	갱생 연장	급수관 신설율 (%)	급수관 교체율 (%)	급수관 개량율 (%)
2006	7337	7337	0	0	0	0	0	0	2.4	0	0

9.1.14 측정기기 관리

가. 목적 및 정의

상수도관망의 유지관리에 사용되는 측정기기의 정확성은 전체적인 관리에 매우 중요한 기본적인 사항이다. 대표적인 측정기기로는 구역유량계, 수압계, 수위계 등이 있다.

나. 조사항목 및 범위

구역유량계, 수압계, 수위계 등의 정밀도를 관리하기 위한 관련 항목 등을 포함한다.

다. 평가지표

- 전체 급수구역 :구역유량계 보정률[%/년] = [년간 보정된 구역유량계 수] ÷ [총 구역유량계 수] × 100
- 개별유량계 :구역유량계 보정빈도[회/년]년평균 = 구역유량계 보정횟수
- 전체 급수구역 : 수압계 보정률[%/년] = [년간 보정된 수압계 수] ÷ [총 수압계 수] × 100
- 개별블록 : 평균 수압계 보정빈도[회/년] = [∑(각 수압계의 년평균 보정횟수)] ÷ [블록내 수압계 수]
- 전체 급수구역 : 배수지 수위계 보정률[%/년] = [년간 보정된 수위계 수] ÷ [총 수위계 수] × 100
- 개별수위계 : 배수지 수위계 보정빈도[회/년] = 년평균 배수지 수위계 보정횟수

〈표 9.1-23〉 측정기기관리 평가지표 결과

배수지유량계	년간 보정횟수	년간 보정된 유량계 수	보정률	보정빈도	밀도
11	2	22	100%	2	-

라. 평가분석

안산시의 경우 구역유량계는 매년 각 2회씩 보정을 하고 있어 상당히 양호한 것으로 조사되었으나, 수위계 및 수압계의 보정은 타 지자체와 마찬가지로 전혀 이루어지고 있지 않는 것으로 조사되었다. 측정기기의 관리는 현 시설물에 대한 정확한 계측을 통한 효율적인 유지관리를 목표로 하는 내용이므로 수위계 및 수압계는 향후 년 1회씩 보정을 하도록 하여 관리하도록 하여야 한다.

9.1.15 단수

가. 목적 및 정의

단수는 상수도관망의 유지관리에 필요한 조치 중의 하나이다. 하지만 단수가 많은 지역은 관망의 상태가 건전하지 않을 수 있고, 단수는 시민의 일상생활에 상당한 불편을 초래하는 것이기 때문에 이에 대한 평가도 필요하다.

나. 조사항목 및 범위

공사정보, 단수, 사고건수 등에 관련된 항목 등을 포함한다.

다. 평가지표

- 단수영향 인구비율(%) = (∑(단수영향지역인구×단수시간) ÷ (총급수인구×24×365)) × 100
- 천명당 년간 급수제한시간 = [(∑(단수영향지역 거주인구×단수시간)] ÷ [총급수인구] ÷ 100
- 단수일수율(%) = (해당구역의 년간 총 단수 시행일수÷365) ×100
- 단수영향 실적 평가
  - 미공지 단수비율(%) = (미공지 단수일수÷총 단수일수) ×100
  - 미공지 단수일수율(%) = (미공지 단수일수÷365)×100

〈표 9.1-24〉 단수 평가지표 결과

년도	연간 총 단수건수	단수유형별 단수건수		단수유형별 단수시간(배수관로)		년간 단수시간
		공지 단수(건)	미공지 단수(건)	공지 단수(시간)	미공지 단수(시간)	배수관
2006	366	366	-	1644	-	1644
2007	341	341	-	1023	-	1023

9.1.16 민원사항

가. 목적 및 정의

수도사업자는 수질, 출수불량(수압,수량), 단수 및 누수와 관련하여 여러 가지 민원을 받게되며, 이는 주민의 만족도와 서비스의 품질을 개선하는 데에 중요하게 이용될 수 있다.

나. 조사항목 및 범위

〈표 9.1-25〉 민원사항 조사항목 및 범위에 따른 결과

년도	총민원건수 (건)	수질 (건)	출수불량 (건)	과수압 (건)	단수 (건)	누수 (건)	요금 (건)	기타 (건)
2006	1,640	58	1,068	-	-	364	-	150
2007	2,776	43	926	-	74	961	4	768

다. 평가지표

- 수질관련 민원률[건수/만명] = [년간 평균 사업자 책임 수질관련 민원건수] ÷ [총급수인구] × 10,000
- 출수불량 민원률[건수/만명] = [년간 평균 사업자책임의 출수불량 민원건수] ÷ [총급수인구] × 10,000
- 년간 평균 단수관련 민원률[건/만명] = [년간 평균 단수관련 민원건수] ÷ [총급수인구] ×10,000
- 누수관련 민원률[건/만명] = [년간 평균 누수관련 민원건수] ÷ [총급수인구] ×10,000

〈표 9.1-26〉 민원사항관리 평가지표 결과

년도	총급수인구(인)	수질 민원률(%)	출수불량 민원률(%)	단수 민원률(%)	누수민원률(%)
2006	717,828	0.808	14.9	0	2.09
2007	731,677	0.588	12.7	1.01	13.1

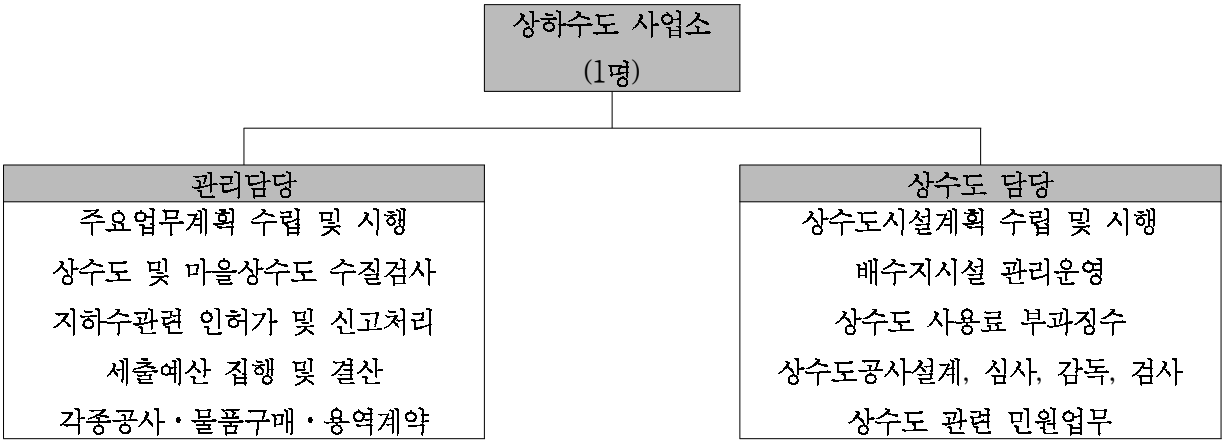
9.1.17 조직 및 직원관리

가. 목적 및 정의

상수도관망의 관리상의 문제점으로 담당자의 전문성의 부족이 문제점으로 지적될 수 있다. 전문성이 결여될 경우 과학적인 판단을 내리지 못하고 사고가 났을 때 그것만 복구하게 되는 소극적이고 비효율적인 대처로 상수도관망을 관리하게 될 우려가 크다.

나. 조사항목 및 범위

관망관리를 위한 조직 및 직원관리에 관련된 항목 등을 포함한다.



다. 평가지표

- 전문화 계수 = 직원당 평균 배수관망 관련 근무년수 = [∑(1인당 배수관망 관련 근무년수)] ÷ [총 근무인원]
- 교육연수시간 = [전 직원이 교육연수를 받은 시간] ÷ [총 직원수]

<표 9.1-27> 조직 및 직원관리 평가지표 결과

구분	직원수(인)	전문화 계수	교육연수시간
계	32	5.12	74

9.2 급수서비스 기능(등급분류)

기술진단의 일부 항목에 대하여 “우수”, “양호”, “보통”, “불량”, “심각”으로 등급을 분류하여 평가한다. 기술진단의 결과를 종합평가하기 위해서는 많은 평가지표에 대한 기준이 설정되어야 한다. 본 사업에서 주의해야할 것은 시설기준과 같이 법적으로 정량적인 평가기준이 있는 경우에는 그것을 적용하면 되지만 아직 상수도 시설기준과 유지관리 기준 등에 평가지표가 제시되지 않은 경우에는 다음 표에서 제시된 내용을 참조하여 수도사업자가 결정하여 사용하여야 한다는 점에 주의하여야 한다.

〈표 9.2-1〉 급수서비스 기능 등급분류표

구분	항목	기준치	우수	양호	보통	불량	심각	평가
1. 배수지 시설	배수지 체류시간	체류시간	12시간 이상	10~12 시간 미만	8~12 시간 미만	6~8 시간 미만	6 시간 미만	우수
2.관체	비내식성 비율	비율	20%미만	20~40%미만	40~60%미만	60~80%미만	80%이상	우수
3.밸브	밸브 점검률	점검률 (%/년)	150% 이상	100~ 150% 미만	50~100% 미만	50% 미만	0%	보통
4.유수율	유수율	유수율 (%)	90% 이상	80~90% 미만	70~80% 미만	60~70% 미만	60% 미만	우수
5.수압 관리	최소수압 미달전수	미달전수 (전/1,000전)	0	0~10미만	10~20 미만	20~30 미만	30이상	양호
	최대수압 초과전수	미달초수 (전/1,000전)	0	0~10미만	10~20 미만	20~30 미만	30이상	양호
6.급수 수질관리	수질검사 시행률	법정수질 분석시료 비율	150%이상	120~ 150% 미만	100~ 120% 미만	90~100% 미만	90%미만	보통
	수질검사 개소밀도	법정수질 검사개소수 비율	150%이상	120~ 150% 미만	100~ 120% 미만	90~100% 미만	90%미만	보통
7.측정 기기 관리	구역유량계 보정률	비율	100	90	80	70	60	우수
	수압계 보정률	비율	100	90	80	70	60	심각(0%)
	수위계 보정률	비율	100	90	80	70	60	심각(0%)

9.2.1 배수지 시설 평가결과

배수지 등은 배수량의 시간변동을 조절하는 기능을 가짐과 동시에 비상시에는 그 저류량을 이용하여 수요자에 대한 영향을 없애거나 또는 경감하는 큰 역할을 지니고 있다. 따라서 배수지는 평상시의 안정급수와 비상시 급수대책의 양면에서 그 배치와 용량 및 구조 등에 대해 충분히 검토한 다음 적절하게 계획하여야한다.

배치에 관해서는 가급적 급수구역내의 근방이나 중앙에 가깝고 배수상 유리한 높은 장소가 있으면 높은 장소를 선정하여 배치하는 것이 기본이다. 그러나 한개 배수지만으로는 지형, 지세조건에서 배수압의 균형을 유지할 수 없는 경우가 많고 또한 이상시의 대응이 불충분한 경우도 많다. 이와 같은 경우에는 지역의 특성, 배수관망의 구성 등을 충분히 고려한 후 복수의 배수지를 분산 배치하는 것도 필요하다.

용량에 대해서는 시간변동조정용량, 비상시대응용량, 소화용수량 등을 고려하여 계획1일최대급수량의 12~36시간 중에서 배수구역의 물 사용형태, 지역의 특성, 시설의 규모, 수도시설의 전반적 배치 등을 종합적으로 검토하여 가능한 한 정수장의 운전중지나 송수관의 단수 또는 원수의 수질사고 등인 경우에도 수요가에게 1일 정도를 단수없이 급수할 수 있도록 각 수도사업체의 실정에 따라 배수지 용량 목표를 설정한다.

구조에 대해서는 내구성, 내진성, 수밀성 등을 확보하도록 충분히 고려한다. 따라서 그 배치에는 되도록 안정되고 견고한 지반의 장소를 선정한다.

<표 9.2-2> 배수지시설 평가결과표

정수장		배수지		시설용량(㎥)	수요량(㎥/일)	체류시간(hr)	등급분류
연성	생활	선부	1	5,500	-	-	공사중
			2	40,000	54,246	17.7	우수
		목내배수지		10,000	19,660	12.2	우수
		성곡배수지		10,000	22,256	10.8	양호
		대부배수지		6,600	2,269	69.8	우수
	공업	공단배수지		20,000	102,045	4.7	보통
안산	생활	와동배수지		14.000	-	-	휴지
	공업	초지배수지		10,000	58,751	4.1	보통
반월	생활	성포배수지		40,000	55,752	17.2	우수
		고잔배수지		25,000	40,347	14.9	우수
		일동배수지		3,500	12,711	6.6	불량
		반월배수지		8,000	12,876	14.9	우수
		사동배수지		3,500	-	-	휴지

9.2.2 관체 평가결과

관체에 대한 진단과 평가는 상수관망 내 매설된 모든 관로구간에 대하여 하는 것을 기본으로 하되, 현재 상수관망에서 문제가 되고 있는 적절한 상수관로 구간을 구별해 내고, 평가를 통하여 사고발생가능성이 높은 상수관로 구간을 찾아 개량방안을 수립, 더 나아가서는 대표조사지점을 선정, 정밀진단을 통하여 파손위험성에 따른 개량에 대한 우선순위를 결정하고, 개량방안을 수립하는 것을 원칙으로 한다.

• 노후관의 정의

- 환경부고시(제2007-11호,) “회주철관, 아연도 강관, 비내식성관으로 누수가 잦은관, 구조적 강도가 저하된 관 및 관내부에 녹이 발생하여 녹물이 많이 나오는관 등 수도관으로서 제 기능을 발휘하지 못하는 관”

- 환경부훈령(제486호, 2001.2) “아연도 강관, 비내식성 금속관, 매설후 16년이상 경과한 수도관중 관석(Scaling) 및 부식이 심한 수도관 등 교체 또는 갱생이 필요한 수도관”

- 서울시(서울시 유수율 대책백서, 2000) 노후 상수도관이란 “관의 내용연수가 지나 내외부가 부식하여 관파손 사고와 빈번한 누수, 적수 등의 문제를 일으키는 상수도관과 내용연수가 지나지 않은 관중에서도 비내식성 관의 내부 스케일로 적수를 일으키는 상수도관”

<표 9.2-3> 관체 평가결과표

구 분	계 (m)	강관 (m)	주철관 (m)	닥타일 주철관(m)	PE관 (m)	HI-3P관 (m)	STS관 (m)	기타	비내식성 비율(%)	평가결과
계	1,176,620	93,232	159,264	402,239	181,774	10,732	286,529	42,850	13.5	우수
송수	69,468	64,086	5.382	-	-	-	-	-	7.7	우수
배수	798,508	29,146	152,954	397,339	180,306	10,732	-	28,031	19.2	우수
급수	308,644	-	928	4,900	1,468	-	286,529	14,819	0.3	우수

9.2.3 밸브 평가결과

차단용 밸브로서는 제수밸브, 버터플라이밸브가 사용되며 유량과 수압의 제어용 밸브로서는 버터플라이밸브와 콘밸브가 많이 사용되고 있다. 이들 밸브의 기능에 대하여 비교 검토하여 가장 적절한 밸브를 적당한 장소에 배치한다.

차단용 밸브는 통상 밸브본체의 전개(全開)나 전폐(全閉)에 의해 관로 내 수류를 통수하거나 차단하는 것이다. 배수구역이나 배수블록의 설정 또는 변경, 관로의 공사나 사고 등의 비상시에도 차단 등 조작할 필요가 생겼을 때에 확실히 작동하는 것을 사용한다.

밸브(차단용, 제어용밸브)는 관망의 구성상황, 지형을 배려한 동수압의 평균화, 합리적 수운용 및 관로의 유지관리 등을 적절하게 할 수 있도록 적당한 장소에 설치한다. 또한 평상시 및 비상시 등에 있어서의 수운용상의 요소로는 제어용밸브를 배치한다.

• 배수본관

관로의 시점, 분기점, 교차부, 수관교・역사이펀부의 양단, 배수(排水)관의 분기부 부근에 설치하는 외에 관로가 길 경우에는 1~3 km마다 설치한다.

표고차가 크고 긴 사면의 상부 및 하부에는 반드시 설치한다.

• 배수지관

배수본관에서의 분기부, 수관교와 역사이펀부의 양단, 배수관의 분기부 부근에는 반드시 설치하며 분기부나 교차부에는 배수지관망의 구성 상황에 따라 설치한다.

〈표 9.2-4〉 밸브 평가결과표

구분	관로밸브설치밀도 (개/km)	유효밸브밀도 (개/km)	제수밸브점검빈도 (회/년)	평가결과
밀도	9.8	12.2	1	보통

9.2.4 유수율 평가결과

유수율이란 총 공급량 중 요금으로 징수할 수 있는 수량의 비로, 이를 향상시키기 위해서는 누수량의 감소, 부정급수전의 단절, 계량기 오차 저감등을 시행하여야 한다.

그러나 기본의 유수율 자료만으로는 이러한 결함이 어떤 방식으로 또 어느정도 만큼 영향을 미치고 있는가 하는 것은 분석하기 어렵다.

하지만 "유수율제고연구(환경부, 2001)"에 의한면 무효수량중 누수량의 비율이 가장 큰 것으로 조사되었다. 따라서 무수율을 줄이기 위해서는 누수방지사업 및 유수율 제고사업에 지속적인 노력이 필요하다.

과거 유수율 자료로 볼 때 과거 10년전인 1997년 당시 91.38%에서 현재 2007년 95.00%대로써 과거에 비해 상당히 개선되었으며 안정적으로 관리되고 있다. 그러나 최근 개발된 지역은 관로 상태가 상당히 양호할 것으로 판단되지만, 기존의 촌락지역과 시가지 지역에서는 관의 노후화로 유수율 감소 가능성이 있다.

<표 9.2-5> 유수율 평가결과표

구분	총생산량 (㎥/일)	유수수량 (㎥/일)	유수율 (%)	누수율 (%)	평가결과
1996년	118,058	118,058	91.10	5.00	우수
1997년	125,035	114,263	91.38	4.90	우수
1998년	118,820	109,068	91.79	4.70	우수
1999년	127,262	115,846	91.00	4.70	우수
2000년	135,277	124,128	91.76	4.84	우수
2001년	137,420	127,063	92.46	4.52	우수
2002년	142,069	131,847	92.80	4.20	우수
2003년	136,586	133,110	95.44	2.54	우수
2004년	137,884	134,092	97.25	1.70	우수
2005년	138,403	133,285	96.30	1.70	우수
2006년	248,224	237,652	95.70	1.70	우수
2007년	252,061	239,375	95.00	2.20	우수

9.2.5 수압관리 평가결과

배수관의 수압은 배수관으로부터 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최소동수압은 150 kPa(약 1.5 kg/㎠) 이상을 확보하며 최대정수압은 700kPa(약 7.1 kg/㎠)를 넘지 않아야 한다.

2층 건물에 직결직압식으로 급수하기 위해서 수도사업자가 현시점에서 최저로 보장해야 할 서비스수준으로서 배수관으로부터 급수관 분기지점에서의 최소동수압을 0.15 MPa로 하였지만, 지형조건으로부터 국소적으로 0.15 MPa를 밑도는 경우가 있더라도 급수에 지장이 없도록 조치되어 있는 경우에는 문제가 없다. 또한 소방용수를 이용함에 소화전을 사용하고 있을 경우에는 배수관내에서 정압이 확보되어야 하는 것은 필요하지만, 화재시에도 0.1 MPa 정도의 최소동수압을 유지할 수 있다면 이상적이다.

배수관으로 일반적인 사용 관종에는 덕타일주철관, 동관, 스테인리스동관, 경질염화비닐관 및 수도용폴리에틸렌관 등이 있다. 이들 관의 최고사용압력은 덕타일주철관 및 강관, 스테인리스강관에 대해서는 가장 낮은 관종으로 1.00 MPa(약 10.2 kg/㎠), 경질염화비닐관이나 수도용폴리에틸렌관으로서는 0.75 MPa(약 7.65 kg/㎠)로 되어 있다.

배수관망의 중에서는 이들 관종이 혼재되어 있기 때문에 최대정수압으로서는 현재 사용되고 있는 급수장치 보호의 관점에서 허용할 수 있는 수치로서 0.70 MPa(약 7.1 kg/㎠)를 설정하였다. 다만, 지형조건으로부터 국소적으로 이 값을 넘는 경우가 있더라도 급수에 지장이 없도록 조치되어 있는 경우에는 가능하며 이러한 경우에는 덕타일주철관, 강관 등의 채용을 검토할 필요가 있다.

〈표 9.2-6〉 수압관리 평가지표 결과

최소수압 분석결과	1.0kgf/㎠ 미만	1.0~1.5kgf/㎠ 미만	1.5~2.0kgf/㎠ 미만	2.0~4.0kgf/㎠ 미만	4.0~6.0kgf/㎠ 미만	합계
검사지점수	0	0	5	103	51	159
최고수압 분석결과	**0.0~2.0kgf/㎠ 미만**	**2.0~4.0kgf/㎠ 미만**	**4.0~6.0kgf/㎠ 미만**	**6.0~7.0kgf/㎠ 미만**	**7.0kgf/㎠ 이상**	**합계**
검사지점수	1	56	78	29	3	167

구분	최소수압 미달율	평가결과	최대수압 초과율	평가결과
평가	0	우수	0.6	우수

9.2.6 급수수질관리 평가결과

안산시는 먹는물 수질기준(55개 항목) 및 각 급수계통별 기준, 수도꼭지(일반 및 노후수도꼭지)에 대한 검사를 주기적으로 수행하고 있었다. 이들 각 항목에 대한 검사결과는 모두 적합한 것으로 나타났으나 일부항목의 경우에는 측정자료에 대한 정보가 미흡한 것으로 나타났다. 검사대상 수도꼭지와 관련된 조사지점 개수의 선정은 환경부에서 정한 기준을 바탕으로 선정하여야 하며 배수관망에 있어서 수도꼭지와 관련된 수질검사는 월 1회 측정을 실시하여야 한다. 노후지점의 경우에는 수도사업자가 지정한 지점에서 취수하여 수질검사를 실시하고 이들 항목에 대한 평가는 수질검사 시행률, 검사 개소밀도, 수질 불합격률, 최소잔류염소등으로 수도사업자가 관리하고 있는 자료를 바탕으로 비교분석 한다.

〈표 9.2-7〉 급수수질관리 평가지표 결과

급수인구	검사지점수	법정시료수	불합격 시료수	잔류염소 불합격 시료수	검사시행율 (%)	불합격률 (%)	잔류염소 미달률(%)	평가결과
734,713	85	83	0	0	102.4	0	0	우수

9.2.7 측정기기관리 평가결과

배수구역 내 물수요의 변동에 대응하여 적절한 수량과 수압을 관리하기 위해서 배수관망내의 주요지점에 유량계와 수압계를 설치하여 배수구역내의 유량과 동수압을 정확하게 파악해야 한다.

유량계로서는 전자유량계, 초음파유량계 및 벤투리유량계가 쓰이고 있다. 수압계로는 정치식의 전자식 압력센서부 수압계 및 부르동관(bourdon-tube)식 수압계가 있으며 배수구역내의 소구역의 수압을 측정하는 경우에는 소화전에 설치하는 이동식 자기기록수압계(portable water level self-recorder)가 있다.

유량계나 수압계의 기종은 설치장소, 관리의 용이함, 유량계의 유량특성 등을 고려하여 결정한다. 설치지점은 배수구역의 배수량 및 동수압의 시간적, 계절적, 경년적 변화의 상황을 정확하게 알 수 있는 지점을 선정한다. 유량계 및 수압계의 기록 장치는 기록의 회수, 장치의 보수점검 등이 용이하고 도로교통에 지장이 없는 공도 등의 지상에 설치하는 것이 바람직하다.

〈표 9.2-8〉 측정기기관리 평가결과표

구역유량계 수	년간 보정횟수	년간 보정된 유량계 수	보정률	보정빈도	평가결과
11	2	22	100%	2	우수

9.3 적용공법 및 개략공사비

9.3.1 개요

배수관망에 대한 노후도 평가와 관련하여 문제 발생소지가 있는 관로에 대한 지속적이고 계획적인 개량계획을 수립하고 유수율의 향상과 누수 및 관파손과 같은 민원발생을 억제함으로써 안정적인 수돗물의 공급은 수도사업자가 수행하여야할 필수적인 과업이다. 따라서, 노후관에 대한 개량계획 수립에 앞서 관의 교체 또는 개량공법의 종류와 타당성을 검토하여 경제적이고 효과적으로 노후관을 개량하여야 한다.

9.3.2 적용공법

"교체 또는 갱생"으로 평가된 금속관의 경우에는 매설된 관의 다양한 문제 원인별로 개량방안을 선정할 수 있다. 또한 비용적인 문제나 공사시 단수 및 도로환경과 같은 문제에 직면할 경우에는 여러 개량공법을 선택 할 수 있다.

평가한 결과를 바탕으로 주철관에 대한 공법선정을 위해서는 해당관로가 매설되어 있는 지점에서의 다양한 수리, 수질, 구조적인 문제점들을 파악한 이후에 선별하는 것이 바람직하다.

〈표 9.3-1〉 원인별 개량대책 방안

	비연마 세 관	방식제 첨 가	연마 세관	비내압 라이닝	내압 라이닝(A)	내압 라이닝(B)	파쇄후 신관매설	신관매설
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

가. 신관으로 교체

비금속관인 경우에는 관의 개량을 실시하지 않으며 따라서 신관으로 교체하면 된다. 신관의 교체시 기존관과 동일한 관종을 선택할 것인지, 다른 관종으로 선택할 것인지, 그리고 관경 선택은 어떻게 할 분류할 것인지는 수도사업자의 판단이 크게 작용 할 수 있다. 따라서 경제적이고 효율적인 신관교체를 위해서는 개별적인 관종 비교 및 그 특성을 정확히 파악하여야 하며 아래표는 관종에 따른 상수관들의 특성을 비교 검토한 표이다. 일반적으로 신관교체시 주변상황의 문제나 비용과 같은 큰 제약이 없으면 동일한 관종 및 관경으로 교체를 실시하며 수리적인 통수능의 회복이나 부식으로 인한 영향을 덜 받기 위해서는 비금속관재질을 관의 물리적인 강도 및 내구성을 선호한다면 금속관 재질을 선정할 수 있다.

경제적이고 효율적인 신관교체를 위해서는 개별적인 관종 비교 및 그 특성을 정확히 파악하여야 하며 아래표는 관종에 따른 상수관들의 특성을 비교 검토한 표이다. 일반적으로 신관교체시 주변상황의 문제나 비용과 같은 큰 제약이 없으면 동일한 관종 및 관경으로 교체를 실시하며 수리적인 통수능의 회복이나 부식으로 인한 영향을 덜 받기 위해서는 비금속관재질을 관의 물리적인 강도 및 내구성을 선호한다면 금속관 재질을 선정할 수 있다.

〈표 9.3-2〉 관종별 특성비교표

구 분		덕타일주철관	수도용도복장강관	수도용 PE관
형 상				
개 요		- 강도와 절연성을 높이기 위해 용융상태에서 특수원소를 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/㎠
	최대허용유속	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 9.3-2계속〉 관종별 특성비교표

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

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.

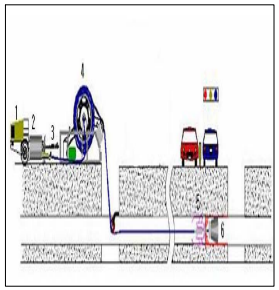
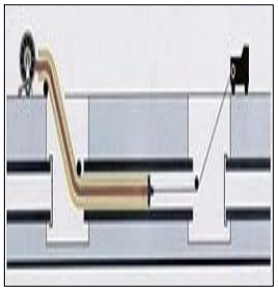
이러한 공법은 일반적으로 갱생공법이라 불리는 것으로 기설관의 기능이 저하된 부분을 여러 가지 재료를 써서, 기설관의 악화정도에 따라 공법을 채택하여 그 일부의 기능을 회복시키는 공법이다.

상수도공사 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 9.3-3~4>와 같다.

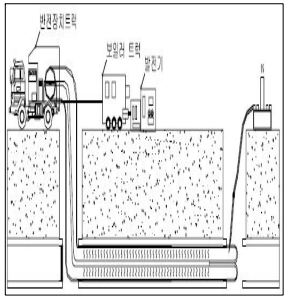
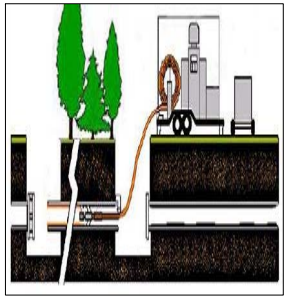
〈표 9.3-3〉 갱생공법 비교

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.

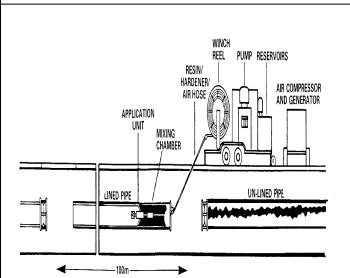
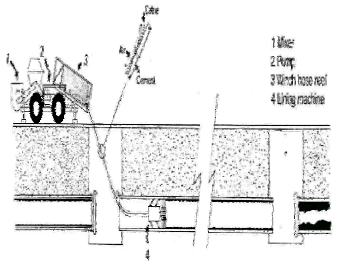
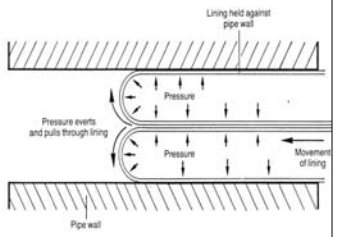
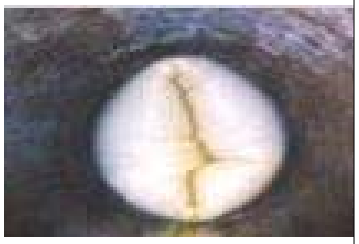
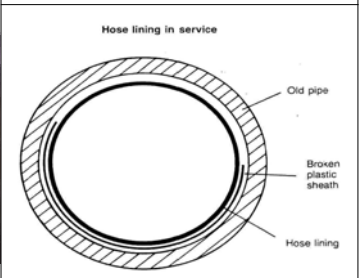
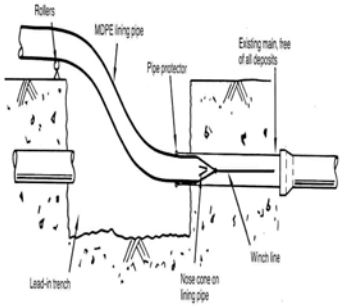
〈표 9.3-4〉 국내 노후수도관 갱생공법

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:Ø1,000mm일 경우 90m) • 분기관 전용소켓 및 천공작업 필요 • 곡관부 주름 발생 시공 어려움

〈표 9.3-4계속〉 국내 노후수도관 갱생공법

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 함침된 부직포튜브를 관로내에 반전 열공기로 현장경화시키는 공법	◎연장 100~250m에 1개소씩 작업구를 설치하고 수지도료(폴리우레아우레탄 수지도료)을 원심력으로 약 2~5mm로 도포하여 경화시키는 공법	◎도로를 전면 굴착하고 신관으로 교체 매설함
적용구경		300~1200mm	80~1,500mm	80~2,000mm
도장제 인증		• KSD8502 열경화성 액상 에폭시수지	• DWI, NSF I'ntl 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 9.3-5〉 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 기존관내의 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.

9.3.3 개략공사비

노후 송수관 9.653Km에 대한 개략 공사비용은 8,637백만원이 소요되며 2025년까지 년차별 노후관 개량공사(안)은 아래의 표와 같다.

안산시 배수관로에 대한 상수관로 노후도평가 및 지방공기업법에서 제시하고 있는 내용연수를 바탕으로 2010년부터 2025년까지 년차별 노후관 개량계획을 수립하였으며 배수관로에서 500mm이상의 관은 교체시 많은 시간과 비용지출 그리고 대형관에서의 시공상의 문제가 발생할수 있으므로 효과적으로 개량사업을 수행하기 위해서 갱생공법을 적용하고 500mm이하 관은 신관(덕타일주철관)으로 교체하는 것을 계획하였다. 2025년까지 노후관 교체 또는 갱생시 필요한 사업비는 배수관로는 34,559백만원으로 산출되었으며 급수계통별 년간 개량공사비용은 다음의 표와 같다.

<표 9.3-6> 송수관로 년차별 노후관로 개량공사비용

단 계	목표연도 (년)	노후관로 연장	
		송수관로(Km)	개략 공사비용(백만원)
3단계	2020	5,90	4,431
4단계	2025	3.75	4,206
합 계		**9.65**	**8,637**

<표 9.3-7> 배수관로 년차별 노후관로 개량공사비용

단 계	목표연도 (년)	노후관로 연장	
		배수관로(Km)	교체 또는 갱생 비용(백만원)
1단계	2010	7.1	1,813
2단계	2015	31.3	10,815
3단계	2020	25.6	10,882
4단계	2025	25.2	11,049
계		**89.2**	**34,559**

9.4 운영비용 절감방안

운영비용의 절감방안은 현재 운영되고 있는 상수도 전반적인 시스템에 대하여 단기적이고 장기적인 시스템의 변화를 통하여 상수도 관망의 최적화를 유도하고 이에 따른 유지관리 비용의 최소화 및 그 효율의 극대화를 도모할 수 있는 방안이 가장 바람직하다.

9.4.1 단기적 방안

- 무효수량의 최소화에 의한 생산비용 저감방안 조기 적용.
- 수압조절에 의한 수량 적정화 실시
- 관리 가능한 누수량 제거
- 수량관리시스템 조기 도입

가. 관리 가능한 누수량의 제거를 통한 생산량 저감

현재 전국의 각 지자체에서 배수량 분석을 실시하고 수량 분석을 실시하여 그 결과를 토대로 효율적인 관리 지표로 '유수율'을 관리하고 있다. 유수율 저하 요인 중에서 누수량을 억제하여 생산량을 저감할 수 있다면, 생산에 필요한 동력비, 약품투입비, 인건비등의 운영비용 저감 효과는 가장 크다고 할 수 있다.

누수는 발견하고 수리하면 복원하지 않는 관리가능한 누수가 존재하고, 발견하여 수리하면 다시 복원되는 관리 불가능한 누수가 존재한다.

안산시의 경우 전체 관로를 대상으로 누수탐사를 실시하여 관리 가능한 누수를 제거하는 대책이 가장 효율적인 대책이라 할 수 있다.

나. 수압조절에 의한 수량적정화 및 관로경제성 회복

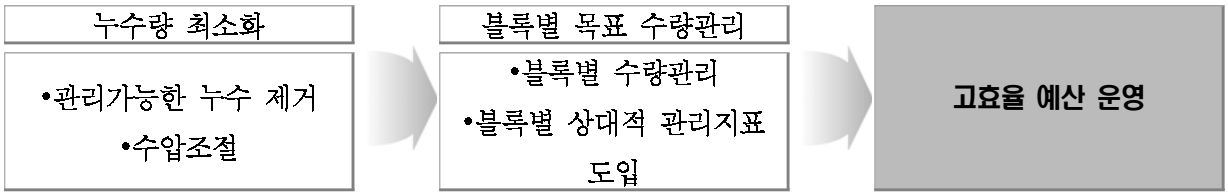
수압의 운영 범위를 직결급수를 고려한 급수 원활화 기준에서 관로 유지관리를 위한 운영 범위로 조절하고 비상시에 탄력성을 회복할 수 있도록 평소 수압 운영 범위를 2.0kgf/㎠ ~ 4.0kgf/㎠로 조절한다.

기대 효과로는 잔존누수량의 감소에 의한 생산량 저감효과 및 누수의 수압에 의한 복원율 저하 효과를 가져올 수 있어 관로의 사고위험성을 완화할 수 있어 관로의 교체시기를 여장할 수 있다.

다. 블록시스템을 활용한 수량관리시스템 도입

안산시의 급수 구역을 104개의 소블록으로 계획하고 2008년 말 현재104개의 소블록을 구축

하여 운영되고 있는 바, 블록시스템을 활요하여 수량관리지표에 의한 유수율 저하 블록 선별 및 블록별 배수관망을 최적화할 필요가 있다.



9.4.2 장기적 방안

- 기본적인 DATA 구축을 통한 관망 시설물의 이력관리
- GIS관리시스템 조기 구축
- DATA에 의한 정책 의사 결정 구조 구축
- 간접평가 결과에 대한 전문기술진단 실시

가. 관망 시설물의 기본 DATA구축

소블록 단위로 관로 및 각종 시설물의 이력관리(매설, 수선, 사고, 민원 등)를 실시하고, 소블록을 단위 구역으로 분할하여 G.L현황, 수압현황, 관로현황, 사고 현황 등을 관리함 으로서 비교 우위의 단위 구역 환경으로 취약 단위 구역 환경을 개선한다.

나. GIS관리시스템의 효율적 적용 운영

GIS 관망관리시스템의 속성값을 D/B와 연계하여 체계화하고, DATA의 가치와 의사결정 관리지표 가치를 부여함으로서 시설물의 교체시기를 예측하고, 각종 측정 기초 DATA값을 양적 변수로 적용하여 관로 혹은 단위구역의 통계적 계산값으로 활용할 수 있도록 운영관리 한다.

다. 일반기술진단 결과에 대한 전문기술진단

일반기술진단의 신뢰도는 구축되어 있는 DATA값이 신뢰도가 있을 경우 그 신뢰도를 높일 수 있다. 금번 기술진단에서는 구축된 DATA가 부족한 가운데 기타 자료를 활용하여 일반기술진단과 전문기술진단 내용 중 관망의 간접평가를 실시하였다. 이 결과를 적용하여 전문기술진단을 실시할 수 있도록 새로운 DATA 구축시스템을 도입, 활용하고, 전문기술진단의 범위를 설정하여 실시할 필요가 있다. 특히 관체 부문에서 우선순위가 높은 관로에 대한 전문기술진단의 필요성은 운영 예산의 효율성을 극대화 할 수 있다.

9.5 시설운영 및 유지관리계획 수립

9.5.1 일반기술진단 항목 정기점검

〈표 9.5-1〉 일반기술진단 항목 정기점검주기

항목	주요 내용	정기점검주기
관망도 작성	•관망도 작성의 현황 및 유지관리 상태점검 •기간별 공사도면의 관망도 수정	1회/월
블록시스템	•블록별 급수전 변동 및 유입량, 야간최소유량, 부과량, 유수율 점검	1회/월
배수지 시설	•배수지 시설의 관리현황 및 유지관리 상태 점검	1회/월
관체	•기간내 관로공사 사진자료 및 관체 샘플자료 수거	1회/월
펌프시설	•펌프시설관리 현황 및 유지관리 상태 점검	1회/월
밸브	•밸브류 유지관리 상태 점검	1회/분기
소화전	•소화전 시설관리 현황 및 유지관리 상태 점검	1회/분기
감압시설	•감압시설 관리현황 및 유지관리 상태 점검	1회/월
유수율	•유수율 현황 및 유수율 저하 지역 점검	1회/월
수압관리	•주요 격점 수압측정조사 실시 및 분석	1회/분기
누수관리	•누수발생현황 및 수리 결과 분석 •누수탐사계획 및 실시결과 분석	1회/월
급수 수질관리	•수질관리 상태점검	1회/분기
노후시설 갱생	•노후 시설 관리 및 점검	1회/월
측정기기관리	•측정기기 점검 및 유지관리 상태의 점검 (유량계, 수압계, 수위계 등)	1회/분기
단수	•단수현황과 단수시 조치 사항 점검	1회/월
민원사항	•민원사항에 대한 원인 및 해결방법의 점검	1회/월
조직 및 직원관리	•조직관리 및 운영 현황 점검	1회/분기
기타 필요시설	•기타 수도사업자의 판단에 따른 추가적인 필요시설 점검	1회/분기

9.5.2 수질관리를 위한 Flushing 계획

가. 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.

1) 수질과 출수불량과 같은 문제들에 의한 민원 최소화 및 수질 안정성 확보

2) 수돗물중에 존재하고 있는 화학적 오염물질 및 미생물(박테리아)등을 제거함으로써 안전한 수돗물 유지

3) 맛, 냄새, 탁도, 색도의 저감을 통한 민원발생 감소

4) 스케일, 결절등은 수리적, 구조적, 수질적인 문제를 유발시킬 수 있으며 이러한 물질(스케일 및 결절)등의 제어는 부식환경의 노출을 감소시키고 통수능력을 확보할 수 있다.

5) 잔류염소의 증가를 통하여 수돗물의 안정성 확보

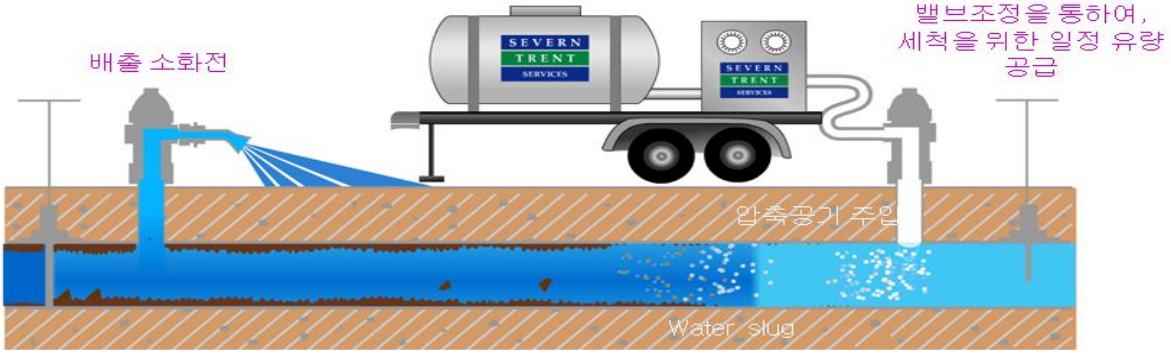
6) 소독부산물(DBPs)의 감소를 통하여 발암성 물질의 제어

• 물(유속)만 가지고 세척하는 방법 : 플러싱 기법(물세척) ⇒ <공법채택>



〈그림 9.5-1〉 소화전을 이용한 Flushing 기법

• 물(유속) + 공기주입 세관 : 공기주입 세관(맥동류 세척)



〈그림 9.5-2〉 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

나. Flushing 주기 및 절차

1) 효과적인 플러싱을 위해서는 블록과 블록 또는 급수계통에 대한 정확한 이해가 필요

2) 해당 해당지점에서 소화전의 적절한 작동유무 확인

3) 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.

4) 소화전 개방을 통한 플러싱을 실시하게 될 경우, 개방 초기에 고여있는 오염물질이 일시적으로 배출시키고 약 5~10분뒤 탁도 및 잔류염소등을 측정한다.

5) 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.

6) 해당지점에서의 플러싱을 통한 오염물질을 충분히 배출할 수 있도록 시간적인 여유가 필요
배수관망에 있어서 플러싱을 실시할 지역의 고립(벨브 잠금)을 통하여 보다 효과적인 플러싱 효과를 기대 할 수 있다.

7) 플러싱의 주기는 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

주) 자료:Cost and Benefit Analysys Of Flushing (AWWA, 2004)

제 10 장 사업의 효과

10-1 유형효과

10-2 무형효과

제10장 사업의 효과

10.1 유형효과

상수도관망진단 결과를 바탕으로 유수율 제고사업 및 노후관 개·대체 사업 등의 우선순위지역을 선정하여, 관망정비시 그 효과를 극대화 할 수 있다.

이는 사업비의 효율적인 사용을 유도하고, 지속적인 정비사업을 추진함으로써 누수에 의한 재정적인 손실을 최소화함으로서 상수도 재정을 견실화하고 수용가에 저렴한 수도요금으로 양질의 수돗물을 공급할 수 있다.

10.2 무형효과

현대화된 상수도관망시스템의 구축 및 지속적인 유지관리를 통하여 누수사고를 예방하며, 유수율을 상승시키므로서 수돗물을 효율적으로 사용하고 더불어 지방상수도 재정의 견실화를 도모할 수 있다.

수돗물 공급업무를 과학적이고 체계적으로 개선하고 깨끗하고 안전한 수돗물을 저렴하게 공급함은 물론, 고객서비스를 획기적으로 개선하므로써 고객만족을 실현하여 안산시의 주민들의 수돗물에 대한 신뢰감을 높일 수 있다.