

제 11 장 기술진단 계획

11.1 기술진단계획

11.2 관망진단계획



제 11 장 기술진단 계획

11.1 기술진단 계획

11.1.1 관련근거 및 필요성

도시의 근대화와 더불어 상수도시설이 설치되기 시작하였으며, 초기에는 수원의 수질이 양호한 소규모 수원개발로 시설이 간단하고 수질관리도 원활하였으나, 점차 도시가 발전하고 산업화가 진행됨에 따라 상수도시설의 확장이 지속되어 현재의 상수도는 수원, 도수시설, 정수시설, 송·배수시설이 복잡하게 구성되어 고도의 유지관리 기술이 요구되고 있다. 이와 같이 상수도시설이 다양화되고 처리공정이 복잡해짐에 따라 시설의 효율적인 관리, 운영, 정비, 확장이 필요하게 되고 이에 따라 1997년에 처음으로 제정하고, 2007년 4월에 수도법【수도시설에 대한 기술진단 등】을 개정하였다.

수도법 제74조【수도시설에 대한 기술진단등】

- ① 수도사업자는 수도시설의 관리상태를 점검하기 위하여 5년마다 환경부령으로 정하는 바에 따라 정수장·상수도관망등 그 수도시설에 대한 기술진단을 실시하고, 그 결과를 반영한 시설개선계획을 수립하여 시행하여야 한다.
- ② 수도사업자는 제1항의 규정에 의한 기술진단에 관한 업무를 환경부령이 정하는 자로 하여금 대행하게 할 수 있다.
- ③ 수도사업자가 제1항의 규정에 의한 기술진단 결과 및 시설개선계획의 수립·시행결과를 인가관청에 알려야 한다.

동법시행규칙 제28조에는 수도시설의 규모에 따른 기술진단 내용을 일반기술진단과 전문기술진단으로 구분하여 시행하도록 규정하고 있으며 이외에 기술진단 내용과 시행기관을 규정하고 있다.

시행규칙 제28조【정수장에 대한 기술진단의 구분등】

- ① 제27조 제1호에 따른 정수장에 대한 의한 기술진단은 정수장 규모에 따라 다음 각호와 같이 구분한다.
 1. 일반기술진단 : 시설용량이 1일 5천톤 이하인 정수장에 대한 기술진단
 2. 전문기술진단 : 시설용량이 1일 5천톤을 초과하는 정수장에 대한 기술진단

② 제1항의 따른 일반기술진단 및 전문기술진단의 내용은 다음 각호와 같다.

1. 일반기술진단의 경우에는 다음 각목의 내용
 - 가. 시설 및 운영관리의 현황조사
 - 나. 공정별·시설별 기능진단 및 기능 저하요인 분석
 - 다. 각 공정 상호간의 기능 검토
 - 라. 진단결과에 따른 개선방안의 제시
2. 전문기술진단의 경우에는 다음 각목의 내용
 - 가. 제1호가목 내지 다목까지의 사항
 - 나. 조직 및 경제성 분석을 통한 수도시설의 효율적인 운영관리방안 제시
 - 다. 장래 수요를 고려한 수량 및 수질관리의 개선계획 제시
 - 라. 구체적인 시설개선계획의 제시(사업우선순위 및 사업비 산출을 포함한다)

③ 제12조 수도시설관리자의 자격

시행령 제33조 제2항 제5호에서 “환경부령이 정하는자”란 다음 각 호의 어느하나에 해당하는 자를 말한다.

1. 「국가기술자격법」제9조에 따른 토목·전기·전자·기계·건축·화공 또는 환경분야의 기사1급 이상의 자격을 가진 자로서 1년이상 그 분야의 실무에 종사한자
2. 법 제24조 제1항 및 영 제41조에 따른 정수시설 운영관리사 1등급 또는 2등급의 자격을 가진자

기술진단의 범위

<표 11-1-1>

구 분	일반 기술진단	전문 기술진단
대 상 시 설	시설용량 5,000m ³ /일 이하시설	시설용량 5,000m ³ /일 이상시설
진 단 내 용	• 시설 및 운영관리의 현황조사 • 공정별, 시설별 기능 진단 및 기능 저하요인 분석 • 각 공정 상호간의 기능검토 • 진단결과에 따른 개선방안의 제시	• 일반 기술진단의 가, 나, 다 사항 • 조직 및 경제성 분석을 통한 수도시설의 효율적인 운영관리방안 제시 • 장래수요를 고려한 수량 및 수질관리의 개선계획 제시 • 구체적인 시설개선 계획 제시(사업 우선 순위 및 사업비 산출 포함)

11.1.2 기술진단 내용

가. 진단결과의 개선 및 사후관리 강화

진단결과 개선이 필요한 사항에 대해서는 개선계획을 수립하고 개대체 예산으로 반영·시행하고, 개선결과에 대한 피드백과 유형별 분석자료를 DB화를 추진하여 향후 진단에 효율적으로 활용한다.

나. 진단장비의 첨단화 및 전문기술자 활용

On-Line 탁도계, Particle counter, FFT진동분석기, 열역학적 펌프효율 측정장비 등 첨단장비를 활용하여 세부 진단을 실시하며, 펌프장 진동·소음 등 전문진단이 필요한 사항에 대해서는 전문가 자문진단을 실시한다.

11.1.3 기술진단 결과

본 계획에서는 과업지시서에 의거 가압장, 배수지에 대하여 일반기술진단을 수행하였으며 각 시설별 기술진단 결과는 다음과 같다.

가. 가압장 기술진단

1) 토목 분야

토목 분야 기술진단

공 정	현 황	개선사항
원내 가압장	저류조 - 저류조와 조류조 사이에 설치된 벽체에 균열이 있으며 일부 구간에는 누수가 있다.	- 방수페인트 도포
	배관 및 밸브 - 가압장에 유입되는 송수밸브가 완전히 닫히지 않음.(2EA) - 배관 및 밸브가 많이 노후되었음.	- 밸브 교체(2EA) - 추후 가압장 계량공사시 개선

2) 기계 분야

기계 분야 기술진단

공 정	현 황	개선사항
원내 가압장	펌프설비 - 1,2호기 모두 효율저하 상태 임 - 축 정열 및 질량 부평형 상태로 인한 진동 및 소음 발생상태 이므로 조속한 개선 및 확인 필요 - 침수경험이 있는 고압모타 사용에 따른 운영안전성 확보 필요	- 현재 운영유량 및 운전상황, 사용전력 과다, 내구년수등 종합적인 상황을 검토할 때 정격 유량 및 양정등을 감안한 펌프 교체가 필요할 것으로 판단됨. - 비상 급수펌프 추가설비 및 역류방지 대책 필요 - 개선대책 가압펌프(A) - 768m ³ /hr × 114mH 가압펌프(B) - 768m ³ /hr × 114mH 가압펌프(C, 예비펌프, 비상급수펌프 활용) - 768m ³ /hr × 114mH
	밸브설비 - 개도 조절 부정확 - 노후화로 고장을 높음 - 교체 필요	- 펌프 토출밸브 교체(400A×2대) - 통합배관내 역류방지를 위한 차단밸브 설치 필요(1000A×1대) - 개선대책 전동 B/F 밸브: 400A × 2대 전동 B.F 밸브: 1000A × 1대

3) 전기 분야

전기 분야 기술진단

공 정	현 황	개선사항
원내 가압장	- ALTS(가스식)가 단종된 제품으로 부품 등의 고장시 부품구입이 어려울 것으로 판단 - 수배전반, 고압배전 및 고압모터기동반의 각종 계전기 및 계측기는 사무실에서 운영자에 의하여 감시가 불가능 - 가압펌프 운전시 펌프상태에 대한 요소별 감시가 없음 - 예비 고압모터기동반(MS-3)에서 펌프장까지 포설된 케이블은 가압장 침수시(2007년) 케이블도 수트리 현상에 의하여 케이블의 절연이 파괴될 수 있음 - 펌프장내 정수 누출시 바닥배수펌프가 처리할 수 없을 경우 운영자가 감지할 수 있는 시설이 없음 - 정전시 방전등은 재점등 시간이 길어 비상시 대처하기가 곤란	- 설치년도 기준 조달청 고시 (제2007-13호, 2007. 7. 31) 내구연한이 11년으로 수배전반 변경 및 증설계획시 교체하는 하는것이 타당하다고 판단됨(전문기관 진단필요) - 디지털식으로 변경하여 사무실에서 감시가 가능하도록 컴퓨터 시스템을 신설하여 감시가 가능하도록 변경 - 펌프의 베어링 및 권선온도, 운전시간 적산계(컴퓨터 운전시간 기록) 등을 설치하여 펌프고장을 미연에 방지 - 절연저항 등의 시험에 의하여 재사용 여부를 판단할 수 있으나, 사용년한을 고려하여 재사용보다 새로 포설하는 것이 적정함 - 전극봉 스위치를 별도로 설치 운영자가 신속히 대처 할 수 있도록 비상용 경보 기능을 할 수 있도록 하여야 함. - 방전등과 별도로 형광등 등의 보조 등기구를 설치하는 것이 타당함

4) 계측제어설비 분야

계측제어설비 분야 기술진단

공 정	현 황	개선사항
원내 가압장	- 펌프 토출배관이 북부와 안산배수지가 1라인으로 연결되어 있어 배수지의 유입량을 조절할 수 없고, 가압장과 배수지의 배관에서 누수가 발생할 경우 확인 할 수가 없음. - 펌프의 운전은 북부와 안산배수지의 수위에 따라 운전되고, 가압장 토출배관을 배수지 별로 분리할 수 없어 한 배수지에 통신선로가 이상이 있어 Data의 전송을 할 수 없을 경우 2개 배수지에 정수를 공급하기가 곤란 - 가압장의 중앙감시반 등 기타 시설물의 운영기간이 약 15년이 경과하고 가압장의 감시설비 현대화 및 Data 축적을 위하여 컴퓨터 시스템으로 변경필요	- 가압유량과 배수지 유입유량을 비교 감시할 수 있는 배수지 유입유량계 설치필요 - 통신선로를 2중화 하여 1개선로 이상시 비상선로로 배수지를 운영할 수 있도록 비상시 대비하는 것이 타당하다고 판단됨. - 각각의 설비를 변경 및 신설하여 사무실에서 감시가 가능하도록 컴퓨터 시스템을 설치하여 감시가 가능하도록 변경

나. 배수지 기술진단

1) 토목분야

토목 분야 기술진단

<표 11-1-2>

공 정	현 황	개선사항
북부 배수지	배관 및 부속설비 - 송수밸브 및 연결 후렌지에 누수가 발생됨(2EA). - 송수밸브가 완전히 닫히지 않음(1EA).	- 후렌지 연결부 보수 - 밸브 교체
	여과시설 - 현재 여과시설을 지속적으로 사용하지 않음에 따라 내부 세균의 증식으로 인한 오염의 우려가 있음.	- 여과탑을 사용하지 않거나 지속적으로 사용하여야 함.

<표 계속>

공 정	현 황	개선사항
북부 배수지	배관 및 부속설비 - 송수밸브 및 연결 후렌지에 누수가 발생됨(2EA). - 송수밸브가 완전히 닫히지 않음(1EA).	- 후렌지 연결부 보수 - 밸브 교체
	여과시설 - 현재 여과시설을 지속적으로 사용하지 않음에 따라 내부 세균의 증식으로 인한 오염의 우려가 있음.	- 여과탑을 사용하지 않거나 지속적으로 사용하여야 함.
	염소주입시설 - 정수 내 염소의 농도를 일정하게 유지할 수 있도록 시설은 되어 있으나 유지보수가 되지 않아 현재 사용할 수 없어 염소를 일정량 지속적으로 주입하고 있음. - 염소 주입지점이 현재 저류조 내 정수 유입부에서 약6m정도 떨어진 부분의 바닥에 설치되어 있어 주입된 염소의 완전한 희석이 어려움. - 염소저장탱크와 주입시설이 별도의 칸막이 없이 한 장소에 비치되어 있어 염소저장탱크가 부주의로 인해 넘어지면 염소주입시설을 파손시킬 수 있음.	- 실시간 염소측정장치 및 자동염소주입장치를 수리하여 효율적으로 염소를 주입하여야 함. - 염소주입지점을 정수유입부 인근에 설치하여야 함. - 염소저장탱크와 주입시설 사이에 공간을 분할하여 염소저장탱크가 넘어지더라도 염소주입시설에 영향을 주지 않도록 하여야 함.
	염소중화시설 - 현재 염소중화시설이 설치되어 있음에도 불구하고 사용하지 않고 있음.	- 염소중화시설을 보수하여 염소의 유출시 완벽하게 중화를 할 수 있도록 하여야 함,
	배수지 관리 - 현재 배수지에는 별도의 관리인력이 없고 24시간 관리할 수 있는 여건을 갖춘 관리동이 없으므로 사고 발생시 즉각적인 대처가 어렵다.	- 배수지 증설시 관리동의 설치와 배수지 관리 인력을 배치하여야 함.

<표 계속>

공 정	현 황	개선사항
안산 배수지	배수지 내부조사 - 저류조와 저류조 사이에 설치된 벽체에 균열이 있으며 일부 구간에는 누수가 있음.	- 방수 페인트 도포
	배수밸브실의 균열 - 배수지 상부에 복토된 토사의 유출을 방지하기 위한 배수밸브실 상부에 설치된 턱에 균열이 발생되었음.	- 기존의 턱을 철거하고 토압에 충분히 견딜 수 있도록 턱을 다시 설치하여야 함.
	진입도로의 균열및 침하 - 배수지 진입도로에 균열과 함께 일부 침하가 발생되었음. 이 부분은 배수지로 유입되는 송수관로가 매설된 부분으로 단순침하로 인한 균열인지 송수관로의 누수로 인한 지반침하인지 확인해야 함.	- 배수지 증설 공사시 굴착하여 누수여부를 확인해야함.
	여과시설 - 현재 여과시설을 지속적으로 사용하지 않음에 따라 내부 세균의 증식으로 인한 오염의 우려가 있음.	- 여과탑을 사용하지 않거나 지속적으로 사용하여야 함.
	염소주입시설 - 정수 내 염소의 농도를 일정하게 유지할 수 있도록 시설은 되어 있으나 유지보수가 되지 않아 현재 사용할 수 없어 염소를 일정량 지속적으로 주입하고 있음. - 염소 주입지점이 현재 저류조 내 정수 유입부에서 약6m정도 떨어진 부분의 바닥에 설치되어 있어 주입된 염소의 완전한 희석이 어려움. - 염소저장탱크와 주입시설이 별도의 칸막이 없이 한 장소에 비치되어 있어 염소저장탱크가 부주의로 인해 넘어지면 염소주입시설을 파손시킬 수 있음.	- 실시간 염소측정장치 및 자동염소주입장치를 수리하여 효율적으로 염소를 주입하여야 함. - 염소주입지점을 정수유입부 인근에 설치하여야 함. - 염소저장탱크와 주입시설 사이에 공간을 분할하여 염소저장탱크가 넘어지더라도 염소주입시설에 영향을 주지 않도록 하여야 함.
	염소중화시설 - 현재 염소중화시설이 설치되어 있음에도 불구하고 사용하지 않고 있음.	- 염소중화시설을 보수하여 염소의 유출시 완벽하게 중화를 할 수 있도록 하여야 함,
	배수지 관리 - 현재 배수지에는 별도의 관리인력이 없으므로 사고 발생시 즉각적인 대처가 어렵다.	- 배수지 관리 인력을 배치하여야 함.

2) 기계 분야

기계 분야 기술진단

<표 11-1-3>

공 정	현 황	개선사항
북부 배수지	밸브설비 - 배수지 유출밸브 수동 슬루우스 밸브 (500A, 이상식)	- 운영 효율성 및 자동제어운전을 위해 전동 버터플라이 밸브(500A, 이상식)로 교체 필요
	염소설비 - 염소 투입기 : 직결형 : 1Kg/hr - 계중기 : loadcell형 - 누출 검지기 : 전해 화학식 - 중화 설비 : 1탑식, 터보팬 - 기타 배관	- 안정적 작동은 가능할 것으로 판단되나 안정적 운영 및 주입량 자동 비례제어 를 위해 교체 필요 - 사용량 감시 및 적정시기 교체 필요성 을 감안하여 신설설치가 필요 - 정상작동이 곤란 할 것으로 판단되므로 안전을 위해 교체 필요 - 장시간 운휴로 정상 운전 확인이 곤란 한 상황이며 중화약품등의 고착으로 전면적 보완 또는 교체가 필요 할 것으 로 판단되므로 운영 안전성 확보를 위 해 전면적 교체가 타당할 것으로 판단 됨 - 전면적인 개보수 필요
안산 배수지	밸브설비 - 배수지 유출밸브 수동 슬루우스 밸브 (500A, 이상식)	- 운영 효율성 및 자동제어운전을 위해 전동 버터플라이 밸브(500A, 이상식)로 교체 필요
	염소설비 - 염소 투입기 : 직결형 : 1Kg/hr - 계중기 : loadcell형 - 누출 검지기 : 전해 화학식 - 중화 설비 : 1탑식, 터보팬 - 기타 배관	- 안정적 작동은 가능할 것으로 판단되나 안정적 운영 및 주입량 자동 비례제어 를 위해 교체 필요 - 사용량 감시 및 적정시기 교체 필요성 을 감안하여 신설설치가 필요 - 정상작동이 가능할 것으로 판단되므로 안전을 위해 수량증가 필요 - 최근 교체시설로 안정적 운영이 가능할 것으로 판단됨. - 전면적인 개보수 필요

3) 전기 분야

전기 분야 기술진단

<표 11-1-4>

공 정	현 황	개선사항
북부 배수지	- 여과기 급수펌프조작반의 전압지시계 (Digital형) 고장. - LCP 및 MCC의 수위 지시계의 지시치가 서로 상이함 - 배수지에 설치된 피뢰침설비는 MCC 반만을 낙뢰로부터 보호하도록 설치되어 있음	- 교체 필요 - 주기적으로 영점관리를 하여 정확한 계측치를 감시. - 보호범위에 벗어나는 시설에 대하여 안전하게 보호될 수 있도록 피뢰설비의 설치가 필요
안산 배수지	- 여과기 급수펌프조작반의 안전을 위한 접지설비 없음. - 배수지 전체설비에 대한 피뢰설비 필요(현재 피뢰설비의 보호범위 적음)	- MCC반에서 접지선을 인출하거나 판넬인근에 별도의 접지설비를 시설함 - 보호범위에 벗어나는 시설에 대하여 안전하게 보호될 수 있도록 피뢰설비의 설치가 필요

4) 계측제어설비 분야

계측제어설비 분야 기술진단

<표 11-1-5>

공 정	현 황	개선사항
북부 및 안산 배수지	- 잔류염소계 및 주변장치 고장으로 운영중지중임. - 펌프 토출배관이 북부와 안산배수지가 1라인으로 연결되어 있어 배수지의 유입량을 조절할 수 없고, 가압장과 배수지의 배관에서 누수가 발생할 경우 확인 할 수가 없음. - TM/TC용 무정전 전원장치(UPS)의 고장	- 염소설비와 잔류염소계를 연동하여 자동으로 제어하기 위해 잔류염소계를 신설하여야 함 - 가압유량과 배수지 유입유량을 비교 감시할 수 있는 배수지 유입유량계 설치 필요. - 무정전 전원장치 신설

11.1.4 기술진단 계획

가. 기술진단 대상시설

계룡시의 가동중인 시설중 일반기술진단의 대상시설은 다음 <표 11-1-6>과 같다.

기술진단 대상시설 현황

<표 11-1-6>

구 분	시 설 개 요	비 고
원 내 가 압 장	• 위치 : 대전시 유성구 원내동 • 수원 : 월평정수장(대전광역시) • 시설용량 : $Q=18,000\text{m}^3/\text{일}$ • 설치년도 : 1994년	일반기술진단
북 부 배 수 지	• 위치 : 계룡시 엄사리 383 • 수원 : 원내가압장 • 시설용량 : $V=4,000\text{m}^3$ • 설치년도 : 1993년	일반기술진단
안 산 배 수 지	• 위치 : 계룡시 농소리 15-12 • 수원 : 원내가압장 • 시설용량 : $V=4,000\text{m}^3$ • 설치년도 : 1997년	일반기술진단
관 망 진 단	• 송수관 : 14.2km, 배수관 : 53.9km • 급수관 : 11.4km	

나. 기술진단 시행계획

앞서 살펴본 바와 같이 금회 기술진단은 가압장, 배수지에 대하여 수행하였으며 상세한 진단내용은 “제5장 기술진단 및 시설개량계획”에 수록하였다. 또한 본 계획에서는 장래 용수수요량 증가에 대비하여 가압장 펌프시설계획을 수립하였으므로 향후 기술진단계획은 이를 고려하였으며, 또한 관망진단은 수도법 제74조에 의거 5년마다 시행하는 것으로 규정되어 있는바 수도정비 완료 이후 계룡시 예산을 고려 시행하여야 할 것으로 사료되며 계룡시 관망진단에 필요한 예산 산정 결과 약 839.3백만원이 소요되는 것으로 산정되었으며 본 계획에서는 다음 <표 11-1-7>과 같이 계획하였다.

장래 기술진단 시행계획

<표 11-1-7>

시 설 명	시설용량	2008년	2013년	2017년	2018년	2022년	2023년	비 고
원내가압장	$37,000\text{m}^3/\text{일}$		○		○		○	
북부배수지	$4,000(9,000)\text{m}^3$		○		○		○	
안산배수지	$4,000(9,000)\text{m}^3$		○		○		○	
관 망 진 단	-		○		○		○	

11.2 관망진단 계획

11.2.1 개 요

가. 상수도 관망

상수도 관망(Water supply network)은 정수처리된 물을 실소비자인 수용가에 공급하기 위한 시설로서, 정수시설 이후의 송수, 배수 및 급수관이 하나의 그물과 같이 서로 유기적으로 연결되어 이루어진 관로의 집합체이다. 따라서 상수도 시설기준 상의 송수시설, 배수시설 및 배수관으로부터 분기되어 수용가 계량기에 이르는 급수장치와 이들에 부속되어 있는 시설들을 포함한다.

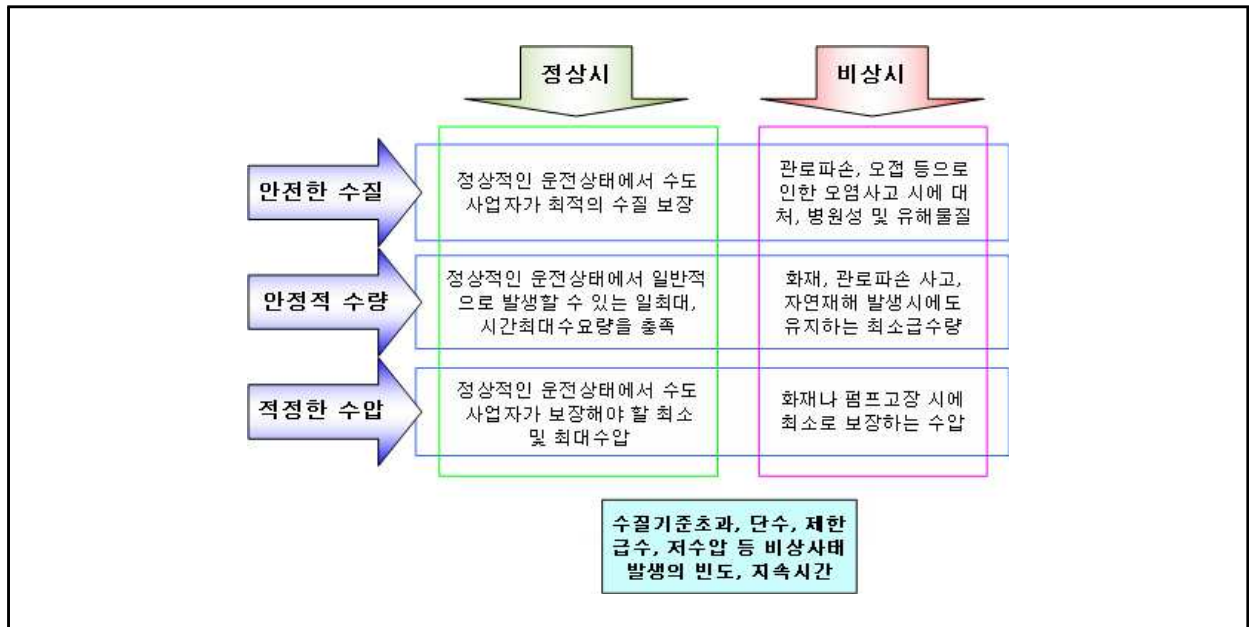
상수도 관망의 목적은 정수시설로부터 최적으로 처리된 물을 실소비자에게 안전한 수질, 안정적인 수량 및 적절한 수압으로 공급하는 것이다. ‘안전한 수질’이라 함은 수질기준에 적합하게 정수처리된 물을 공급하는 중에 관로상의 문제, 예를 들면 부식, 미생물 성장, 오점, 누수공에서의 오수 흡입 등에 기인하여 악화된 채로 공급하지 않는다는 것을 의미한다. 즉, 수송과정에서의 ‘오염을 방지’한다는 의미이며 수질이 개선될 것을 의미하지 않는다. ‘안정적인 수량’이라 함은 정상적인 상황(평시)에서 급수구역내의 모든 사용자가 일최대수요량이 발생하는 날의 시간최대수요량을 사용할 때 부족함이 없이 물을 사용할 수 있도록 하는 것을 의미한다. ‘적절한 수압’이라 함은 정상적인 상황(평시)에서 급수구역내의 모든 사용자가 일최대수요량이 발생하는 날의 시간최대수요량을 사용할 때에도 직결급수지역의 경우 급수분기점에서의 최소동수압 1.53kgf/cm^2 을 만족하고, 물사용이 가장 적은 야간최소유량 발생 시에 최대정수압이 7.1kgf/cm^2 이내에 들어오도록하며, 수압의 주야간변동, 가압펌프의 가동/중지에 의한 변동, 수격압 등이 과도하지 않도록 하여 관로 및 부속시설의 손상이 초래되지 않도록 하는 것을 의미한다.

정상적인 상태에서는 상기의 세가지 측면에서 최적의 조건을 만족하도록 해야 하고, 비정상적인 상황, 예를 들어 천재지변, 화재, 긴급 사고 등에서는 이보다는 완화된 조건으로 최소한도로 유지해야 하는 수준을 별도로 정하여, 비상시에 보장해야 할 수질, 수량 및 수압을 관리해야 한다.

이러한 목적을 개념적으로 <그림 11-2-1>에 나타내었고 상수도 관망 기술진단의 물리적 범위를 <그림 11-2-2>에 나타내었다.

상수도 관망의 목적

<그림 11-2-1>



나. 상수도관망 기술진단의 목적 및 개념

1) 상수도관망 진단의 목적 및 기본개념

상수도관망의 진단은 생애주기동안 관망성능의 지속적인 유지를 위하여 현재 운영중인 관로 및 부대시설의 현재 상태를 과학적으로 파악하고 사전에 필요한 개량계획의 수립을 위한 수단으로써 실시하는 것이다. 상수도관망 기술진단에서 정의하는 관망성능이란 관로 및 관련 부대시설이 평상시 및 비상시 등 광범위하고 다양한 운영조건하에서 운영자(수도사업자) 및 소비자가 의도하는 목적 또는 서비스를 안정적, 효율적, 경제적으로 충족시킬 수 있는 정도/수준을 나타낸다. 성능/서비스 수준의 평가에는 많은 인자와 다양한 관점이 있으며 간단하게 정의하기 곤란하나 일반적으로 다음과 같은 4가지 범주로 분류할 수 있다.

- 수리학적 측면에서 공급의 적절성 및 신뢰성
- 수질적 측면에서 공급의 적절성 및 신뢰성
- 상수도관망의 구조적 신뢰성/안정성
- 서비스 수준/소비자 반응

2) 관망진단의 기본방향

가) 상수도관망 기술진단의 기본 방향

상수도관망 기술진단을 위한 기본적 평가기준은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- 수리학적 성능진단
- 수질적 성능진단
- 구조적 성능진단
- 소비자 만족도 평가

상기와 같은 성능진단을 통해 문제점을 파악하고, 향후 상수도관망의 통수능 유지 및 공급능력의 안정성을 향상하고, 각종 수질 및 민원 문제를 해결하며 관로의 파손, 누수 등의 가능성을 예방할 수 있는 정비계획(개량계획, 운영 및 유지관리계획 등)을 공급자 측면 및 소비자 측면을 고려하여 수립하여야 한다. 또한, 가압시설 운영의 최적화, 소독능 유지의 최적화, 비상시 밸브운영의 최적화 등 시설운영 및 유지관리를 위한 최적화 방안을 수립하여야 한다.

나) 수리학적 성능진단

수리학적 성능은 수요량의 충족, 송·배수관의 수압(손실수두) 등의 적절성과 공급장애, 문제발생시 파급 효과 및 제한적 공급 등 안정적인 공급을 저해하는 요인의 파악을 위한 지표이다.

상수도관망 기술진단을 위한 성능 분석의 출발은 수리학적 거동으로, 관측된 수압과 유량자료, 관망 수리모형에 의한 해석 등을 평가 수단으로 한다. 관망 수리모형에 의한 해석과 문제해결 방안의 제시는 수리학적 거동의 파악에 확실히 도움이 될 수 있으나 운영상의 각 상황을 설명하고 평가하는 데는 완전하지 않으며 한계가 있으므로 이를 보완할 수 있는 진단(유량 및 수압의 측정 등)이 필요할 수 있다.

다) 수질적 성능진단

수질적 성능진단은 먹는물수질기준 등 현재 및 장래의 각종 기준의 준수 여부를 평가하는 것이다. 정수 수질은 관망내 체류함에 따라 물리 및 화학적, 생물학적 변화가 발생하며 공급시스템의 모든 구역에서 법적 수질기준 또는 수도사업자가 자체 설정한 수질기준의 충족 여부를 평가하고 장애 요인의 규명 및 해결방안을 제시하여야 한다. 수질적 성능은 위생적 측면(소독능 확보, 잔류염소 농도 유지, 탁도, 병원성미생물, 소독부산물 등 관리)과 심미적 측면(맛·냄새, 적수·흑수 등 흐린물, 부식성 등)으로 검토하여야 한다.

라) 구조적 성능진단

구조적 성능진단은 관체정보 및 매설환경정보를 활용하여 외부하중 및 내부수압에 대한 구조적 안전율을 검토하고, 내부 및 외부 부식현황, 잔존두께 등의 직접조사(표본굴착 및 물성시험)에 의해 노후도, 내구성 등을 평가하여 관로개량(교체·갱생), 부식성 수질의 제어, 전기방식의 개량 등의 개선계획을 수립, 제시하여야 한다. 또한, 운영자의 경험, 사고 및 보수이력, 이설, 교체 등 유지관리 실적 등의 자료를 분석함으로써 직접조사의 범위를 축소하고, 조사 및 진단의 효율성을 극대화할 수 있다.

마) 소비자 만족도 평가

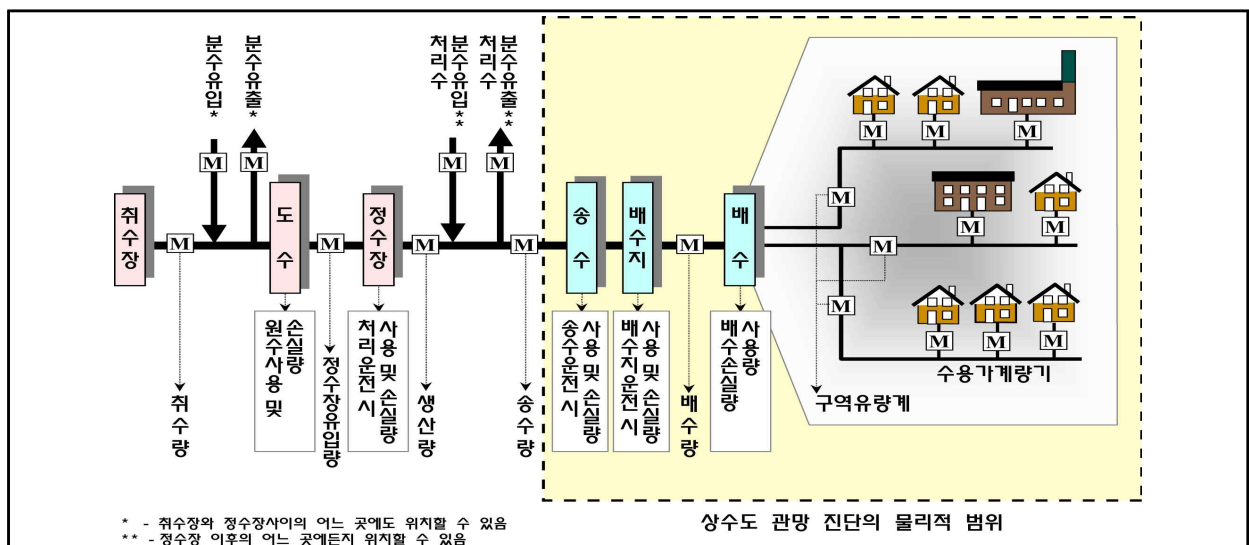
소비자 만족도는 관로사고에 의한 공급의 중단 또는 제한, 수압부족에 의한 출수불량, 적수, 흑수 발생, 맛, 냄새 발생 등 심미적 요인에 따른 민원 발생에 대해 조사하고 원인분석 및 평가를 통하여 소비자 중심의 서비스 수준을 설정하고 이를 달성 할 수 있는 종합적 대책을 수립, 제시하여야 한다. 소비자 만족도는 상수도관망의 수리학적, 수질적, 구조적 성능의 결과로써 나타나는 것으로 성능진단의 진단구간, 우선순위의 선정의 주요 고려사항이다.

다. 상수도관망 기술진단의 범위

상수도관망 기술진단의 물리적 범위는 다음의 <그림 11-2-2>에 나타낸 바와 같이 '정수장 이후의 송수, 배수시설 및 배수관의 급수 분기점으로부터 계량기까지의 급수시설'이다.

상수도관망 기술진단의 물리적 범위

<그림 11-2-2>



라. 제도적인 장치

매 5년마다 기술진단이 의무화되어 있는 정수장과 같이 상수도관망에 대하여도 정기적인 기술진단 실시하는 것으로 최근 수도법 및 하위법령을 개정하였다.

- 상수도관망에 대하여 매 5년마다 기술진단을 실시토록하고 기술진단결과를 반영한 시설개선계획을 수립·시행토록 의무화
- 관망 진단을 위한 조사방법, 진단내용 및 절차 등을 표준화

이에 따라 수도법 개정('05. 12)을 통해 상수도관망을 포함한 수도시설 기술진단의 종류 등 구체적인 내용을 시행규칙에서 정하도록 하고, 기술진단을 위한 조사방법 및 절차 등은 환경부 장관이 고시하였다.

하위법령으로 수도법시행규칙 개정('06년)하여 수도시설에 따라 기술진단의 종류를 구체적으로 구분하였다.

수도법 시행규칙상 관망진단관련 개정 내용은 다음과 같다.

제27조【수도시설에 대한 기술진단의 구분】 법 제74조제1항에 따른 수도시설에 대한 기술진단은 다음 각 호와 같이 구분한다.

1. 정수장에 대한 기술진단 : 취수지점부터 정수장까지의 취수시설·도수시설 및 정수시설과 그에 속하는 시설물을 대상으로 하는 기술진단
2. 상수도관망에 대한 기술진단 : 정수장 이후의 송수시설·배수시설 및 배수관에 속하는 관과 그에 속하는 시설물을 대상으로 하는 기술진단

제29조(상수도관망에 대한 기술진단의 범위 및 내용 등) ①제27조제2호에 따른 상수도관망의 기술진단은 그 수준에 따라서 다음의 각 호와 같이 구분한다.

1. 일반기술진단 : 군 단위 이하의 급수구역에 공급되는 상수도관망에 대한 기술진단.
2. 전문기술진단 : 시 단위 이상의 급수구역에 공급되는 상수도관망에 대한 기술진단.

② 제1항에 따른 일반기술진단 및 전문기술진단의 내용은 다음 각 호와 같다.

1. 일반기술진단

- 가. 블록별로 상수도관망에 대한 현황
- 나. 일반기술진단의 평가지표별 결과 값 및 판정 등급
- 다. 불량 또는 심각한 상태로 판정된 블록에 대한 원인분석, 개선방안의 도출 및 개선조치의 시행 결과

2. 전문기술진단

- 가. 제1호 가목 내지 다목까지의 사항
- 나. 현장조사를 통한 수압의 적정성, 수량의 안정성, 수질의 안전성, 구조적·물리적 안전성, 비상시의 대응성에 대한 정밀하고 종합적인 진단
- 다. 구체적인 시설개선계획의 제시(사업 우선순위 및 소요 사업비 산출을 포함한다.)

③ 제1항 및 제2항에 따른 일반기술진단 및 전문기술진단의 범위 및 대상별 시행방법 등에 관한 세부사항은 환경부장관이 정하여 고시한다.

제30조(자체기술진단) 법 제74조제1항에 따라 수도사업자가 스스로 수도시설에 대한 기술진단을 실시하는 경우에는 별표 8에 따른 장비 및 기술인력을 갖추어야 한다.

11.2.2 관망진단 계획

가. 개요

계룡시는 블록화 구축이 미비된 상태이기 때문에 2단계(2011~2015년)에 블록시스템 구축을 위한 유수율 제고사업 후 관망진단을 실시할 계획이며, 수도법 제74조제1항 및 상수도관망의 기술진단 범위 및 시행방법 등에 대한 고시(환경부고시 제2007-11호)에 따라 단계별로 상수도관망에 대한 기술진단을 실시할 계획이다. 또한 계룡시 관망진단에 필요한 예산 산정 결과 약 839.3백만원이 소요되는 것으로 산정되었으며 관망 기술진단을 완료한 때에는 수도정비기본계획에 반영하여 변경승인을 득할 계획이다.

나. 기본방침의 결정

일반기술진단은 수도사업자가 관리하는 모든 급수구역을 대상으로 하고, 각 급수구역에 대한 진단결과가 간단하게 지표의 값으로 나타나도록 한다. 일부 항목에 대해서는 진단의 결과를 “우수”, “양호”, “보통”, “불량”, “심각”의 5단계로 판정할 수 있도록 한다. 구역별로 성능지표를 계산하기 위해 구축해야 할 자료의 종류와 내용, 구축방법 및 기술진단 결과보고의 내용과 양식에 대한 자세한 사항은 「상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부」을 따르도록 한다. 다만 진단항목 중, 일부 항목에 대해서는 해당구역의 상태를 판정할 기준값은 전국적인 실측 조사가 이루어진 이후에 구체적인 평가 기준값이 제시될 수 있을 것이다.

한편, 지자체별로 사정은 다르겠으나 처음 시작되는 5년간은 매년 진단하여 경년변화에 따른 진단결과의 추이를 분석하여 기술진단의 빈도를 결정하는 것도 바람직한 방법 중의 하나라고 판단된다.

다. 일반기술진단의 범위 및 주요내용

일반기술진단의 범위와 주요내용은 <표 11-2-2>과 같다.

일반기술진단의 범위 및 주요내용

<표 11-2-2>

범 위	주요 내용
관망도 작성	관망도 작성의 현황 및 유지관리 상태 점검
블록시스템 구축	블록시스템 구축의 적합성 및 유지관리 상태 점검
배수지 시설	배수지 시설의 관리 현황 및 유지관리 상태 점검
관 체	유지관리 상태 및 노후도 판정
펌프시설	펌프 시설관리 현황 및 유지관리 상태 점검
밸 브	밸브류의 현황파악 및 시설의 유지관리 상태 점검
소화전	소화전 시설관리 현황 및 유지관리 상태 점검
감압시설	감압시설 관리 현황 및 유지관리 상태 점검
유수율	유수율 현황 및 유지관리방법 점검
수압관리	수압관리 현황 및 유지관리방법의 점검
누수 관리	누수관리 현황 및 유지관리방법의 점검
급수 수질관리	수질관리 상태 점검
노후시설 갱생	노후시설 유지관리 및 갱생 여부 점검
측정기기 관리	측정기기의 점검 및 유지관리 상태 점검
단 수	단수 현황과 단수시 조치 사항 점검
민원 사항	민원 사항에 대한 원인 및 해결방법의 점검
조직 및 직원 관리	조직 관리 및 운영 현황 점검
기타 필요시설	기타 수도사업자의 판단에 따른 추가적인 필요시설 점검

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

라. 관망도 작성

- 목적 및 정의

“관망도”는 도수관, 송수관, 배수관 및 급수관, 각종 밸브류 등 수도물의 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. 한편 GIS로 구축하는 경우에는 각 관망 시설물에 대한 속성정보의 필드명, 단위 등이 지자체별로 달라서 서로 호환되지 않는 경우가 많은데 중앙 정부에서 제시한 통일된 구축체계를 참조하여야 한다.

- 조사 항목 및 범위

- ① 관망도 및 GIS 구축에 관한 조사 내용

- ① 관망도 보유율
- ② 기본도(지형도)의 종류
- ③ 급·배수관 기본도 축척
- ④ 관망도 규격 크기
- ⑤ 관경별 관망도 정비 수준
- ⑥ 관망도 정리 빈도
- ⑦ 전지역 관망도 작성 최종 년도
- ⑧ 관망도 보완
- ⑨ GIS 도입여부
- ⑩ GIS구축 목표년도
- ⑪ GIS 도입시 속성 항목
- ⑫ 상수도 유지관리 및 계획 분야의 GIS활용 방안
- ⑬ 타부서의 업무와 연계에 대한 문제점
- ⑭ 타 전산시스템과의 호환성에 관한 문제점
- ⑮ GIS시스템의 활용현황 및 활용정도
- ⑯ GIS시스템 일부 활용시 문제점 및 특이사항

- 조사 방법 및 내용

- ① 관로의 교체, 밸브추가 설치 등의 공사를 시행한 후 갱신여부

② 제수밸브의 위치가 정확히 기재되어 있는지 여부

(관망도만을 보고 블록의 경계가 분명히 판단될 수 있도록 한다.)

③ 관로가 위 아래로 지나가는지 아니면 서로 접합되어 있는지 여부

④ 관망도 작성시 블록별 정보화 관리자료가 상호일치 하는지 여부

- 평가지표

관망도 보유율 =

$$[\text{관망도기재관로 길이(m)}] \div [\text{전체관로길이(m)}] \times 100$$

마. 블록시스템 구축

- 목적 및 정의

블록시스템 구축은 상수도관망에 대하여 안정적 체계 및 균등급수 체계를 구축하여 합리적이고 경제적인 시설관리가 용이하도록 관망을 블록단위로 분할하는 것이다. 상수도관망의 바람직한 운영관리를 위하여 수도사업자가 담당하고 있는 전체 급수구역을 고립된 급수분구별로 구역이 분리되도록 ‘블록화’시킬 필요가 있다. 이에 대한 필요성, 장단점, 구축방법 등에 대해서는 여기에서는 세세히 언급하지 않기로 한다. “상수도 유수율제고 업무처리 규정”에서는 모든 수도사업자가 블록시스템 구축을 위하여 계획을 세우고, 이를 단계적으로 추진하도록 규정하고 있다. 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. 블록화된 구역과 블록화되지 않은 구역을 구분하는 방법은 다음의 <표 11-2-3>과 같이 정의될 수 있다.

블록 구분 방법

<표 11-2-3>

구 분	설 명
운영 블록	- 관리의 편의상 구획만 나눈 것이 아니라 제수밸브 혹은 경계밸브를 이용하여 구역이 분명히 나누어져 있고, 유입부에 유량계가 설치될 수 있어야 함 - 유입부가 여러 개 존재하거나 유입부 및 유출부가 각각 존재하는 경우에 각 위치에 유량계가 설치될 수 있어야 함
비운영 블록	- 작동 가능한 밸브가 존재하지만 어떤 필요에 의해 밸브를 열어서 인접 구역으로 물이 이동할 수 있는 상태로 운영하고 있는 경우 - 단, 이 경우에는 밸브를 닫고 운전하는 상태에서도 적수문제, 수압불균형, 출수불량 등이 없이 원활히 물이 공급될 수 있어야 함.
블록 아님.	- 경계가 불확실하고, 유량계 없이 물이 유입되는 경우 혹은 유입유량의 측정이 불가능한 경우 - 유입부가 하나뿐이고, 경계가 분명히 나누어져 있더라도 유입유량계를 설치할 수 없으면 블록화되지 않은 것으로 간주함.

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 항목 및 범위

분할된 블록이 다음의 기준에 맞게 설정되었는지 조사한다.

- ① 대블록 : 정수장의 송수계통 급수구역으로 도로(폭 25m 이상), 하천 및 복개천, 철도 등을 경계로 블록을 구분한다.
- ② 중블록 : 가압장 및 배수지 급수구역으로 도로(폭 8m 이상), 철도, 하천 및 복개천, 하수본관, 행정구역 등을 경계로 블록을 구분하며 급수전 1,500~5,000전 규모로 소블록 5~10개를 포함하는 경우로 규정한다.
- ③ 소블록 : 도로(폭 8m 이하), 철도, 하천 및 복개천, 하수본관, 행정구역, 공원, 공단, 대단위 아파트 등을 경계로 구분하고, 급수전 500~1,500전 규모로 경계를 설정한다.
- ④ Block System에 관한 조사 항목
 - ㉠ 배수지와 정수장의 지역별 현황
 - ㉡ 배수구역 분리상황
 - ㉢ 블록시스템 도입 여부
 - ㉣ 블록시스템을 구축 진행 정도(%)
 - ㉤ 블록시스템의 구축 목표년도
 - ㉥ 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 구역유량계 설치 여부
- ㉭ 배수관망내의 수압계 설치여부

급수구역 기초 배경정보

<표 11-2-4>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
면적	블록 또는 급수구역	- 급수면적(m^2), 주거용 건축물연상면적(m^2), - 비주거용건축물연상면적(m^2)
인구	블록 또는 급수구역	총인구(상수인구 명), 급수인구(명)
수도 사용자	블록 또는 급수구역	- 수도사용자의 수(개) - 수도사용자의 사용용도 (현재 고지되는 급수사용량의 구분에 따름) - 급수방식(탱크식, 직결식, 혼합)
급수 방식	블록 또는 급수구역	급수방식(자연유하, 가압, 혼합)
요금 단가		용도별 평균 요금단가

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

유지관리 정보

<표 11-2-5>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
급수압	블록별 (급수구역) 시설별	- 수압자료(시간별 평균, 최대, 최소) - 자료생산 수압계 위치(수압계 정보 중 수압계 종류) - 자료생산 수압계 고유번호 - 블록별 급수방식(자연유하, 가압, 혼합)
유량자료	블록별 (급수구역) 시설별	- 유량자료(시간별 평균, 최대, 최소) - 자료생산 유량계 위치(유량계 정보중 측정유량 종류) - 자료생산 유량계 고유번호 - 구역유량계 당 년 1회 이상 야간최소유량, 야간사용량, 배경야간손실량 자료
부과량	블록별 (급수구역)	- 블록별 사용가 요금수량(용도별 구분) - 블록별 분수유출량(시설별로는 산출하지 않음) - 블록별 기타 부과량(시설별로는 산출하지 않음) - 블록별 수도사업 용수량(시설별로는 산출하지 않음) - 블록별 공공수량 (시설별로는 산출하지 않음) - 블록별 부정사용량(시설별로는 산출하지 않음) - 블록별 조정감액수량(시설별로는 산출하지 않음)
부과액	블록별 (급수구역)	용도별 부과액

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 방법 및 내용

- ① 블록의 크기

대블록, 중블록, 소블록에 대하여 블록별 급수전수

블록당 평균 급수전수

블록당 최대 급수전수

블록당 최소 급수전수

바. 배수지 시설

- 목적 및 정의

상수도관망의 기술진단 대상구역내 배수지의 기본정보(개수, 총용량, 총저류시간)과 청소상태 등을 점검하는 것은 소비자에게 수량과 수질을 만족시켜주기 위하여 매우 중요하다.

- 조사 항목 및 범위

배수관망 시설기초 정보(관로 시설)

<표 11-2-6>

주요항목	항목구축대상 최소단위	기본수집 정보
배수지 (급수탑 포함)	시설별	• 종류(대배수지, 소배수지, 지역배수지, 1차배수지, 조절배수지, 배수탱크) • 용량(톤), 설치년도, 갱생년도, 설계저류시간 • 공급량(정수장 또는 수수지점), 1일 총배수량(배수지), 1일 간선별 배수량, 시간별 배수량(배수지)

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 방법 및 내용

- ① 기본 정보

전체 급수구역에 대하여 배수지 개수[단위 : 개], 총 용량[단위:m³], 총 저류시간[단위 : 시간]을 기록함.

- ② 배수지 청소빈도

배수지 청소를 주기적으로 시행하여 수질관리에 만전을 기하고 이 때에 배수지 내부에서 구조물에 대한 점검도 동시에 수행할 수 있다. 1년 동안 청소된 배수지 시설용량으로 하면 특정 해(年)에는 청소실적이 없거나 다른 해(年)에는 청소실적이 많을 수 있기 때문에 과거 5년간 청소된 배수지의 시설용량을 총 배수지 용량으로 나누고 다시 5로 나누고 백분율로 환산하여 연간 배수지 청소빈도를 산정한다. 개별 배수지의 청소에 대해서는 최근의 청소빈도를 배수지 청소에 대한 지표로 사용한다.

- ③ 각 배수지의 체류시간(단순 용량 계산 및 필요한 경우 추적자 실험 시행에 의해서 실제 체류시간 확인)

- ④ 배수지 계통간 수량분배의 적절성
- ⑤ 배수지에서의 소독능(필요한 경우, 염소 채주입 등을 고려).
- ⑥ 비상시 배수지의 여유용량
- ⑦ 배수지 체류시간 평가

- 설정사유

상수도 시설기준에 의한 절대기준 항목으로서 동 시설기준 “7.2.3 용량(705 페이지)”에서는 다음과 같이 기준값을 설정하고 있다.

7.2.3 용량

배수지의 용량은 다음 각 항에 따른다.

1. 유효용량은 “시간변동조정용량”과 “비상대처용량”을 합하여 급수구역의 계획1일최대급수량의 12시간분 이상을 표준으로 하여야 하며, 지역특성과 상수도시설의 안정성 등을 고려하여 결정한다.
2. 소화용수로서 가산할 수량은 상수도시설기준 7.1.5 소화용수량(p.696)의 1.에 따른다.

- 기대효과

본 항목의 평가는 배수구역내의 1일 배수량의 변화와 관로사고시 예비용량을 구축하여 정수 및 송수계통에서의 단시간의 사고시에도 단수없이 공급할 수 있도록 하고 있다. 시설기준상 제시된 기준값의 준수여부 및 기준값 만족비율을 제시할 수 있어서 관망 개선계획에 중요한 역할을 할 것이다.

- 평가지표

체류시간 실적만족도(%) = [실적 체류시간] ÷ [기준 체류시간] × 100

체류시간 예상만족도(%) = [예상 체류시간] ÷ [기준 체류시간] × 100

● 전체급수구역

배수지 청소빈도[회/년] = $[\sum(\text{년평균 청소횟수} \times \text{배수지시설용량})] \div [\text{총 배수지시설용량}]$

● 개별 배수지

배수지 청소빈도[회/년] = 년평균 청소횟수

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

- 평가지표 및 수식 설명

체류시간 실적만족도는 현재의 운영자료를 근거로 하여 배수지의 체류시간을 계산하고 현재 어느 정도로 기준값에 만족하고 있는가를 파악할 수 있다.

체류시간 예상만족도는 목표년도의 계획배수량, 계획 침투부하율, 시간계수 등을 추정한 자료를 이용하여 이를 근거로 장래에 예상되는 배수지의 체류시간을 산정하고 목표년도에 어느 정도로 기준값을 만족할 것인가를 예측한다. 만족도가 낮은 경우 개선계획을 수립하도록 하는데 도움을 줄 수 있다.

사. 관체

• 목적 및 정의

대상관망에 대하여 관체의 노후도를 판정하고, 노후관 갱생사업에 활용하기 위하여 관체를 진단한다. 노후 상수도관은 “아연도강관, 비내식성 금속관, 매설 후 16년 이상 경과한 상수도관 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.

• 조사 항목 및 범위

일반적인 관체의 일반기술 진단방법은 관종별 매설년도 분포 등을 조사한다. 갱생이나 교체의 의사결정이 필요할 경우 관체의 상태에 따라 정밀진단을 수행한다.

배수관망 시설기초 정보(관로 시설)

<표 11-2-7>

주요항목	항목구축대상 최소단위	기본 수집정보
관로	관로별	- 관로길이(m), 관로의 용도(도수관, 송수관, 배수지관, 배수분관, 급수관, 이토연결관, 인입급수관, 사유지 내 인입급수관, 시설 부속관, 비상연결관, 스탠드파이프, 기타), 관종(재질별로 실시함), 폐쇄관 여부 - 폐관 사유(폐관 사유의 정리방법 등) - 매설년도, 관경(mm), 설치위치(블록별), 관로별 고유번호
신축관	시설별	신축관 위치(블록별)
맨홀	시설별	맨홀 위치, 맨홀의 규격
급수 분기점	블록별 (급수구역)	- 분수전 상태(사용, 폐쇄, 일시 폐쇄), 분수전 위치(블록별), - 분수전 고유번호

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 방법 및 내용

- ① 배수관 평균연령

블록 내 배수관의 구획별 연장을 가중치로 하여 매설년수의 가중평균을 구한다. 관로의 노후화가 매설년수와 직접적인 함수관계로 나타나는 것은 아니지만, 블록의 전반적인 관로의 노후정도를 어느 정도 예상할 수 있다.

$$\text{배수관 평균연령[년]} = [\sum(\text{각 배수관 연령} \times \text{해당 배수관 연장})] \div [\text{배수관 총연장}]$$

- ② 인입급수관 평균연령

인입급수관의 평균연령도 배수관 평균연령과 마찬가지로 연장을 가중치로 하여 매설년수의 가중평균을 산정할 수 있다. 인입급수관 관로연장의 합은 배수관보다 매우 짧지만 누수사고가 많이 발생하는 부위가 배수관이 아니라 인입급수관임을 고려할 때 인입급수관의 평균연령도 누수와 많은 관련이 있다.

$$\text{인입급수관 평균연령[년]} =$$

$$[\sum(\text{각 인입급수관 연령} \times \text{해당 인입급수관 연장})] \div [\text{인입급수관 총연장}]$$

- ③ 비내식성관 비율

여러 가지 재질의 관종 중에서 과거에 많이 매설한 회주철관, 아연도강관 및 지자체 판단에 의한 불량관종을 우선 교체대상으로 간주한다. 비내식성이어서 노후에 따라 사고의 위험도가 매우 높아지기 때문이다. 여러 블록 중에서 비내식성 재질의 관로의 비율이 높은 블록은 우선 갱생대상으로 간주할 수 있다

$$\text{비내식성관 비율(\%)} =$$

$$[\sum(\text{총 배수관중 비내식성관 길이(m)})] \div [\sum(\text{총 배수관 길이(m)})] \times 100$$

아. 펌프시설

- 목적 및 정의

펌프시설의 최적관리와 운영은 상수도 시스템의 수명에 직접적 영향을 준다. 가압 펌프의 가동/중지에 의한 변동, 수격압 등이 과도하지 않도록 하여 관로 및 부속 시설의 손상이 초래되지 않도록 하여야 한다.

- 조사 항목 및 범위

배수관망 시설기초 정보(관로시설)

<표 11-2-8>

주요항목	항목구축대상 최소단위	기본 수집정보
펌프	시설별	• 펌프고유번호, 펌프 용도(가압용, 송수용, 도수용 등) • 펌프양정(체절양정, 정격양정 및 유량, 하한양정 및 유량) • 펌프형식 • 펌프설치 위치(도수관로 번호, 송수관로 번호, 블록별)

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 방법 및 내용

① 펌프 점검률, 점검빈도

펌프의 작동성과 전력사용에 대해 이상이 없는지를 주기적으로 점검하여 사전에 큰 문제가 일어나기 전에 조치를 취하거나 더 오래 시설을 사용할 수 있도록 할 수 있다. 수도사업자의 전체 급수구역에 대해서는 연간 점검한 펌프의 수와 전체 가동하고 있는 펌프의 수(예비펌프 포함)의 비율을 펌프점검률로 하여 시설 유지/보수에 대한 지표로 사용할 수 있다. 각 블록에 대하여는 구역 내에 펌프가 있을 수도 있고, 없을 수도 있으므로, 개별 펌프에 대해 실제로 최근에 점검한 빈도를 펌프점검에 대한 인자로 사용할 수 있다. 각각의 펌프에 대해서는 펌프의 종류와 제조사, 운전환경에 따라 적정 점검빈도가 다를 수 있으므로, 제조사의 의견을 참조하여 수도사업자가 적정 점검빈도를 정할 필요가 있다.

- 전체 급수구역 :

$$\text{펌프점검률}[\%/년] = [\text{연간(년평균) 점검된 펌프의 수}] \div [\text{총 펌프의 수}] \times 100$$

- 개별펌프 :

$$\text{펌프 점검빈도}[\text{회}/년] = \text{년평균 펌프 점검회수}$$

② 펌프시설의 경과연수

$$\text{펌프 평균연령}[\text{년}] = [\sum(\text{각 펌프의 연령})] \div [\text{총 펌프 수}]$$

자. 밸브

• 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, 활용목적은 밸브류 조사와 동일하다.

• 조사 항목 및 범위

밸브류 조사는 밸브류의 종류, 구경, 재질, 밸브실 규격, 철개 규격 등을 조사하는 것이며, 밸브류 탐사는 매몰 밸브류의 위치 등을 찾기 위한 것이다.

배수관망 시설기초 정보(부속 설비)

<표 11-2-9>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
밸브류	시설별	• 밸브류의 종류(제수, 감압, 이토, 공기, 안전 등), 밸브의 사용 여부(사용, 비사용, 임시비사용), 제수밸브의 경우 사용용도(운영경계 밸브, 비운영 경계밸브, 중간밸브), 설치년도, 설치위치(블록), 밸브류 고유번호 • 밸브의 개폐정도, 밸브 개폐이력, 밸브 사고이력, 밸브작동여부, 밸브 부식정도, 밸브 유지관리 자료 보관년수 등

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

• 조사 방법 및 내용

① 작업계획 및 준비

조사 대상지역의 관망도(원도) 작성하고, 밸브류 조사의 경우 대부분 보도 또는 도로에서 수행되는 작업이므로 작업수행 1주일 전 투입인원, 장비, 일정, 안전 및 교통대책이 포함된 작업 수행계획서를 수립하여야 한다.

② 조사기록지 작성

밸브류 조사 내용을 기입할 양식으로 밸브류의 종류, 구경, 재질, 밸브실 규격 등을 기입하고 현장조사에서 비교하는 자료로 사용한다.

③ 조사내용 외업도 작성

밸브류의 번호, 위치 등을 외업도에 표기한다. 밸브류의 위치는 해당시설 인근에 변형, 파손 우려가 없는 지형지물을 기준으로 한 상대적 위치를 외업도에 표기한다.

④ 유효밸브 밀도

구역고립의 목적으로 설치되어 항상 닫혀 있어야 하는 밸브를 제외하고 운전관리의 목적으로 설치된 제수밸브들의 전체 수를 배수관 연장으로 나눈 값. 이를 통해서 사고발생시 혹은 관로 유지보수 시에 단수시켜야 할 구역의 범위를 예측할 수 있다. 이론적으로는 모든 관로 분기점의 각 관로상에 설치하면 좋겠지만 이렇게 하면 비경제적일 수도 있으며, 설치의 위치가 구역관리에 적절한지의 판단은 별도로 수행해야 한다. 기술진단 매뉴얼 작성 시에 필수 유효밸브 밀도 및 권장밸브 밀도를 정한 후, 해 유효당 블록의 유효밸브 밀도가 필수값 보다 작은 경우 “불량”, 필수와 권장의 사이인 경우 “보통”, 권장보다 큰 경우 “양호”로 판정한다.

$$\text{관로밸브 설치밀도(개/km)} = [\text{관로상 밸브설치수}] \div [\text{관로 총연장(km)}]$$

$$\text{유효밸브 밀도[개/km]} = [\text{전체 밸브수} - \text{비운영 밸브수}] \div [\text{총 배수관 연장(km)}]$$

⑤ 밸브 점검빈도

구역 내에 설치되어 있는 경계밸브와 중간밸브를 포함하는 모든 제수밸브가 정상적으로 만개/완폐되는지를 점검하고, 필요시 보수하여, 만일에 발생할 수 있는 사고시 혹은 관로세척 등의 유지관리시에 구역차단을 확실히 보장할 수 있다. 또한 비상시 주변 블록으로 유량을 보내주어야 할 경우 경계밸브가 적절히 열려서 연결관의 역할을 할 수도 있다. 이렇게 효율적인 운전관리를 위해서 연간 점검된 밸브의 수와 구역 내의 모든 밸브의 수(공기밸브, 이토밸브, 감압밸브, 역지밸브 등 제외)와의 비율을 연간 밸브점검빈도로 사용한다. 밸브 점검을 전혀 하지 않은 경우에는 “심각”, 밸브 점검빈도가 50% 미만인 경우 “불량”, 50~100%인 경우 “보통”, 100~150%인 경우 “양호”, 150%를 초과하는 경우 “우수”로 판정한다.

(대안 1)

제수밸브 점검빈도[회/년] = 년평균 제수밸브 점검횟수

(단, 공기밸브, 이토밸브, 감압밸브 등 제외)

(대안 2)

총 밸브 점검빈도[회/년] = 년평균 밸브 점검횟수

(단, 제수밸브, 공기밸브, 이토밸브, 감압밸브, 역지밸브 등 포함)

차. 소화전

- 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.

- 조사 항목 및 범위

배수관망 시설기초 정보(부속 설비)

<표 11-2-10>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
소화전	블록별 (급수구역)	• 소화전 상태(사용, 폐쇄, 일시 폐쇄), 소화전 위치(블록별) • 소화전 형식(쌍구, 단구, 지상, 지하 등), 설치년도, 소화전 고유번호

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 방법 및 내용

① 소화전 설치밀도

소화전은 화재 발생 시에 충분한 수량을 충분한 수압으로 유출시킬 수 있어야 한다. 또한 설치된 개수가 어느 정도 충분히 존재해야 진화작업에 불편하지 않을 수 있을 것이다. 이 또한 경제적인 이유로 인해서 무조건 많으면 좋다고 할 수는 없기 때문에 어느 정도가 적절한 지는 지형적인 조건, 주변지역의 주택형태, 수도사업자의 목표와 재정능력 등에 따라서 달라질 수 있을 것이다.

소화전 설치밀도[개/km] = [소화전의 수] ÷ [배수관 총연장(km)]

② 소화전 점검률

$$\text{소화전 점검률(\%)} = [\text{년간 점검된 소화전의 수}] \div [\text{총 소화전 수}] \times 100$$

카. 감압시설

- 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 적정 수압을 관망 전체에서 유지할 수 있도록 하여야 한다.

감압밸브를 이용한 수압조절은 외국에서는 오래 전부터 사용되어 왔고 관련기술이 향상되어 왔으며, 유수율 향상과 배관망의 유지관리에 크게 기여하고 있다.

일반적으로 국내의 상수도시스템은 산악지역의 특성때문에 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 물사용량이 적은 야간에는 정수압이 극도로 상승하여 1일중 가장 많은 누수량을 기록하게 된다. 따라서 가압구역이 포함되어 있는 배수관망을 효율적으로 관리하기 위해서는 감압밸브의 설치 및 운영이 필요하다.

그러나 수압이 낮아서 출수불량이 발생하는 경우에는, 제도적으로 최소유지수압을 지키기 위하여 가압하는 것이 당연하게 여겨지고 있지만, 일반급수가 된다면 그 수압이 적정한 수압보다 높지 않은가에 대해서는 무관심한 경우가 많다. 이 때문에 가압과 감압을 적절히 활용하는 수압조절을 통해 적정하게 수압을 유지하는 것이 매우 중요한 것이다.

- 조사 항목 및 범위

감압시설(특히, 감압밸브)에 대한 조사 항목과 범위는 현장여건에 따라서 판단해서 실시하되, 수압의 영향이 미치는 범위내로 하도록 한다.

- 조사 방법 및 내용

① 설치된 감압밸브의 위치의 적절성

② 설치된 감압밸브의 세팅과 운전의 최적의 상태 여부

수량 및 수압 관련 제시기준표

<표 11-2-11>

항 목	기 준 값
계획배수량	• 평상시 : 배수구역의 계획시간최대배수량 • 화재시 : 계획1일최대급수량의 1시간당 수량과 소화용수량의 합
배수구역의 분할	• 급수구역내의 고저차가 30 ~ 40m 이상이고, 지역이 넓을 때는 급수 구역 분할
배수지용량	• 급수구역의 계획1일최대급수량의 12시간분 이상
보통압 주철관의 경제적인 유속	• 관경 75~150mm : 0.7 ~ 1.0 m/sec • 관경 200~300mm : 0.8 ~ 1.2 m/sec • 관경 350~600mm : 0.9 ~ 1.4 m/sec
최소동수압	• 1.53bar(kgf/cm²)을 표준 • 5층 이하 직결급수 시행지역은 3.5bar(kgf/cm²)을 기준
최대정수압	• 7.1bar(kgf/cm²) 이내

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

③ 감압밸브 점검빈도

① 설정사유

기기의 정확성은 상수도관망의 운전관리에 있어 가장 기본이 되는 사항이므로 주기적으로 보정되어야 한다.

② 평가지표

$$\text{감압밸브 점검빈도(회/년)} = [\Sigma(\text{감압밸브의 년평균 점검회수})] \div [\text{감압밸브 총개수}]$$

타. 유수율

• 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 수도사업 운영관리의 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(급수분기점 당) 손실량의 개념 및 누

수평가지표(ILI)의 개념을 이용하여 다각도로 블록을 평가 혹은 벤치마킹하게 되면 좀 더 합리적인 갱생우선순위 선정, 보다 효과적인 개선전략을 수립하는데 큰 도움이 된다.

경제성을 나타내는 지표의 특징을 분명하게 나타내기 위하여, 요금으로 징수한 금액과 공급한 수량의 가치와의 비율을 유수율, 요금을 부과하지 못한 수량의 가치와 공급한 수량의 가치와의 비율을 무수율로 사용할 수도 있다.

- 조사 항목 및 범위
 - ① 유수율 분석빈도
 - ② 유효수량 세부항목
 - ③ 유효수량 산정방법
 - ④ 무효수량 세부항목
 - ⑤ 무효수량 산정방법
- 조사 방법 및 내용
 - ① 유수율과 무수율

$$\text{유수율}(\%, \text{수량}) = [\text{유수수량}] \div [\text{급수량}] \times 100,$$

$$\text{무수율}(\%, \text{수량}) = [\text{무수수량}] \div [\text{급수량}] \times 100$$

파. 수압관리

- 목적 및 정의

급수압은 물공급의 중요한 요소이다. 최소수압은 사용자 입장에서 정상시 물공급을 원활하게 하여 급수불량지역을 해소하는데 가장 기본적인 항목이다. 또한, 최대수압은 누수율의 증가, 수격압(Water Hammer)에 의한 사고의 원인이 되므로 중요하게 고려해야 한다.

- 조사 항목 및 범위

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
급수압	블록별 (급수구역) 시설별	• 수압자료(시간별 평균, 최대, 최소) • 자료생산 수압계 위치(수압계 정보 중 수압계 종류) • 자료생산 수압계 고유번호 • 블록별 급수방식(자연유하, 가압, 혼합)

- 조사 방법 및 내용

- ① 최소수압 평가

- ① 설정 사유

상수도 시설기준에 의한 절대기준 항목으로서 동 시설기준 "7.4.3 수압"에서는 다음과 같이 기준값을 설정하고 있다.

7.4.3 수압

배수관의 수압은 다음 각 항에 따른다.

1. 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최소동수압은 150kPa
(약 1.53kgf/cm²) 이상을 확보한다.

- ② 기대효과

최소수압은 사용자에게의 정상시 물공급을 원활히 하여 급수불량지역을 해소하는데 가장 기본적인 항목이다. 상수도 시설기준에서도 이러한 중요성으로 인하여 최소수압을 제시하고 있다. 시설기준상 제시된 기준값의 준수여부 및 기준값 만족비율을 제시할 수 있어서 관망 개선계획에 중요한 역할을 할 것이다.

- ③ 평가지표

$$\text{최소수압 미달전수 비율(\%)} = [\text{최소수압 미달전수}] \div [\text{전체수전수}] \times 100$$

$$\text{최소수압 실적 만족도(\%)} = [\sum \text{최소수압 이상이 되는 각 절점에 포함된 배수면적(km}^2\text{)}] \div [\text{총 배수면적(km}^2\text{)}] \times 100$$

- ④ 평가지표 및 수식 설명

최소수압 실적만족도는 현재 공급되는 수압을 각 절점의 수압을 측정하고 이를 근거로 하여 기준수압의 만족도를 계산한다. 수압측정시에는 가장 수압이 낮을 것으로 예상되는 절점을 누락시키지 않도록 유의해야 한다. 최소수압 예상만족도는 목표년도의 계획배수량, 계획 침투부하율, 시간계수 등을 추정된 자료를 이용하여 배수관망 해석을 시행하고, 이를 근거로 장래에 예상되는 각 절점의 수압을 산정하고 목표년도에 어느 정도로 기준값을 만족할 것인가를 예측한다. 만족도가 낮은 경우 개선계획을 수립하도록 하는데 도움을 줄 수 있다.

② 최대수압 평가

㉠ 설정사유

상수도 시설기준에 의한 절대기준 항목으로서 동 시설기준 “7.4.3 수압(721 페이지)”에서는 다음과 같이 기준값을 설정하고 있다.

7.4.3 수압

배수관의 수압은 다음 각 항에 따른다.

1. 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최대동수압은 150kPa
(약 1.53kgf/cm²) 이상을 확보한다.
2. 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최대정수압은 700kPa
(약 7.1kgf/cm²)를 초과하지 않아야 한다.

㉡ 기대효과

수압이 너무 높을 경우, 누수공의 누수량이 많이 발생하며, 관 이음부 등의 이탈을 높일 수 있어 유수율 향상대책에서는 매우 중요한 항목이다. 상수도 시설기준에서도 이러한 중요성으로 인하여 최대수압을 제시하고 있다. 시설기준상 제시된 기준값의 준수여부 및 기준값 만족비율을 제시할 수 있어서 관망 개선계획에 중요한 역할을 할 것이다.

㉢ 평가지표

최대수압 초과전수 비율(%) = [최대수압 초과전수] ÷ [전체수전수] × 100

최대수압 실적 만족도(%) = [Σ최대수압 이하가 되는 각 절점에 포함된 배수면적(km²)] ÷ [총 배수면적(km²)]

㉣ 평가지표 및 수식 설명

최대수압 실적만족도는 현재 공급되는 수압을 각 절점의 수압을 측정하고 이를 근거로 하여 기준수압의 만족도를 계산한다. 수압측정시에는 가장 수압이 높을 것으로 예상되는 절점을 누락시키지 않도록 유의해야 한다. 최대수압 예상만족도는 목표년도의 계획배수량, 계획 침투부하율, 시간계수 등을 추정된 자료를 이용하여 배수관망 해석을 시행하고, 이를 근거로 장래에 예상되는 각 절점의 수압을 산정하고, 목표년도에 어느 정도로 기준값을 만족할 것인가를 예측한다. 만족도가 낮은 경우 개선계획을 수립하도록 하는데 도움을 줄 수 있다.

하. 누수 관리

- 목적 및 정의

각 블록에 대하여 누수사고 건수와 누수추정량 합을 민원신고에 의한 것과 수도사업자의 자체 탐지로 발견한 건수를 구분하여 기록한다.

- 조사 항목 및 범위

- ① 누수발생원인 분석에 관한 조사 항목

- ① 누수탐사 방침
- ② 누수다발지역 선정방법
- ③ 누수지점위치 탐사방법
- ④ 누수탐사 빈도
- ⑤ 누수사고 수리시 누수원인 분석방법
- ⑥ 누수탐사 작업의 주체
- ⑦ 옥내누수 탐사 및 수리 주체
- ⑧ 배수시설별 누수탐사 여부
- ⑨ 누수탐사 효율성 분석
- ⑩ 누수탐사 및 수리 후 효과 분석

- 조사 방법 및 내용

- ① 누수사고건수[난이도: B, 단위: 건]

민원신고에 의한 것과 수도사업자의 자체 탐지로 발견한 건수를 배수관과 인입급수관으로 각각 구분하여 기록한다. 민원신고 후 탐지는 민원신고로 분류한다. 누수가 아닌 것으로 판명되거나 신고접수 후 누수위치를 찾지 못한 경우에는 포함시키지 않는다.

- ② 누수추정량[난이도: C, 단위: m³]

누수에 의한 손실량을 추정 지속기간과 누수유량을 고려하여 누수추정량을 산정하고 블록별로 합산한다. 배수관에서의 누수와 인입급수관에서의 누수를 분류하여 기록한다.

- ③ 이와는 별도로 각 급수구역에 대하여 누수복구처리대장을 비치하여 누수복구처리 현황을 민원과 탐지를 구분하여 기록하고, 발생위치, 누수징후포착 일시, 위치파악일시, 복구종료일시, 누수부위, 조치사항, 관경, 관종, 누수공 크기, 추

정 지속시간, 누수유량, 추정 누수손실량, 복구전 수압, 복구후 수압, 담당자를 기록한다.

- ④ 누수 징후에 대한 민원신고 후 탐지를 시행한 것은 민원으로 분류한다.
- ⑤ 누수 부위가 배수관과 인입급수관이 연결된 분기점인 경우 양쪽의 관경 및 관종을 모두 기록하고 누수부위는 인입급수관에서의 누수로 간주한다.
- ⑥ 추후 환경부에서는 누수추정량에 대한 간편한 방법을 제공하여 누수추정량을 산정시에 기술자 개인별로 나타나는 차이를 줄이도록 노력해야 한다.

⑦ 배수관 사고건수

누수사고 처리대장의 기록으로부터 배수관이 문제가 되어 누수사고가 발생한 건수를 배수관 연장으로 나누어 연장 당 배수관 사고건수를 산정한다. 이를 통해 수도사업자가 배수관의 관리를 얼마나 충실히 하고 있는지를 판단한다.

또한 이 지표는 배수관에서의 사고 확률을 해당 관종, 관경, 수압, 주변환경 등과의 상관관계를 분석하여 배수관 누수사고를 저감시키는 대책을 수립하거나 누수사고를 예측하는 방법을 개발하는 데에 도움이 될 수 있다.

$$\text{연장당 배수관 누수사고건수}[\text{건}/\text{km}/\text{년}] = [\text{년간 배수관 누수사고건수}] \div [\text{배수관 총연장}]$$

⑧ 배수관 누수량

누수사고의 복구작업시에 적절한 방법으로 누수유량을 측정 혹은 추정하고, 누수지속시간을 합리적으로 추정함으로써 배수관에서 손실되었을 누수량을 누수복구 현장의 자료로 부터 산정(bottom-up approach)하는 것이 필요하다. 아직까지 이를 위한 합리적인 측정 및 추정방법이 개발되어 있지 않아서, 누수유량의 합리적인 측정 및 누수지속시간의 합리적인 추정방법이 개발될 필요가 있다.

해당구역 내의 개별 누수량을 연간 모든 사고에 대해 합산하고 배수관 연장으로 나눈다. 이 값은 물수지 분석(top-down approach)에 의해 산정된 누수량을 배수관과 인입급수관에 어떻게 할당하는 것이 합리적인지에 대한 배경자료로 활용된다. 이 값은 수도사업자가 배수관의 관리를 얼마나 충실히 하고 있는지에 대한 지표로 활용될 수 있다.

$$\text{연장 당 배수관 누수량}[\text{m}^3/\text{km}/\text{년}] = [\text{년간 배수관 누수량 합}] \div [\text{배수관 총연장}]$$

⑨ 인입급수관 사고건수

누수사고 처리대장의 기록으로부터 인입급수관이 문제가 되어 누수사고가 발생한 건수를 인입급수관 연장으로 나누어 연장 당 인입급수관 사고건수를 산정한다. 필요에 따라 급수전 당 사고건수로 표현하기도 한다. 배수관에서 인입급수관이 분기하는 점에서 사고가 발생한 경우에는 인입급수관에서의 사고로 간주한다. 만일 인입급수관이 그 위치에 설치되지 않았다면 배수관 몸통에서 누수사고가 발생되지는 않았을 것이라 생각할 수 있으므로, 해당 누수는 인입급수관의 분기 때문에 발생했다고 간주할 수 있다. 또한 이 지표는 인입급수관에서의 사고확률을 해당 관종, 관경, 수압, 주변환경 등과의 상관관계를 분석하여 인입급수관 누수사고를 저감시키는 대책을 수립하거나 누수사고를 예측하는 방법을 개발하는데에 도움이 될 수 있다.

연장당 인입급수관 사고건수[건/km/년]

$$= [\text{년간 인입급수관 사고건수}] \div [\text{인입급수관 총연장(km)}]$$

급수전당 인입급수관 사고건수[건/전/년]

$$= [\text{년간 인입급수관 사고건수}] \div [\text{총 급수전 수}]$$

⑩ 인입급수관 누수량

누수사고의 복구작업시에 적절한 방법으로 인입급수관에서의 누수유량을 측정 혹은 추정하고, 누수지속시간을 합리적으로 추정함으로써 손실되었을 누수량을 현장자료로부터 산정해야 한다. 개별 누수복구시 산정된 누수량의 합산으로 해당구역의 연간 총누수량 계산하고, 인입급수관 연장으로 나누어 연장당 인입급수관 누수량으로 사용한다. 이 지표는 연장당 배수관 누수량과 함께 물수지 분석에 의해 산정된 누수량을 배수관과 인입급수관에 어떻게 할당하는 것이 합리적인지에 대한 배경자료로 활용된다. 이 값은 수도사업자가 인입급수관의 관리를 얼마나 충실히 하고 있는지에 대한 지표로 활용될 수 있다.

연장당 인입급수관 누수량[m³/km/년]

$$= [\text{년간 인입급수관 누수량 합}] \div [\text{인입급수관 총연장}]$$

급수전당 인입급수관 누수량[m³/전/년]

$$= [\text{년간 인입급수관 누수량 합}] \div [\text{총 급수전 수}]$$

거. 급수 수질관리

- 목적 및 정의

수돗물의 수질 이상 유·무는 상수도관망을 진단하고 유지관리의 의사결정을 할 수 있는 직접적인 지표가 될 수 있다.

- 조사 항목 및 범위

- ① 급수 수질관리 조사 항목

급수관 길이, 급수관 심도, 급수관의 관중, 급수관 관경, 급수방식(탱크, 직결), 수질검사 결과, 수질검사 빈도, 수질검사 지점, 수질검사 자료 보관년수 등

- 조사 방법 및 내용

- ① 수질검사 시행률

실제로 수행한 수질검사 항목 및 시료수를 법적으로 지정된 수질검사 항목 및 시료수로 나누어 수질검사 시행률을 산정한다. 대부분의 수도사업자가 100% 이상의 시행률을 보일 수 있다.

또한 100%를 크게 상회한다면 법적으로 규정한 것보다 각 수도사업자가 자발적으로 얼마나 많은 시료를 분석하고 있는지를 주민에게 홍보하기 위한 자료로도 활용할 수 있다. 경제적인 문제가 있으므로 무조건 많이 하는 것이 좋다고 판단할 수는 없기 때문에 수도사업자가 자체적으로 목표를 설정하는 것이 필요하다.

만일 이 값이 100%가 되지 않는다면 엄중한 문책이 따르게 될 수 있다.

$$\text{수질검사 시행률}[\%] = [\text{실제 수질분석 시료 수}] \div [\text{법정 수질분석 시료 수}] \times 100$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

- ② 수질검사 개소 밀도

수도사업자의 전체급수구역에 대하여는 법정 수질검사 개소 수를 초과한다 하더라도 개별적인 급수계통별, 급수구역별로 검토하였을 때에는 어느 지역은 개소 수를 많이 초과하고 어느 지역에는 필요 개소 수에 많이 못 미치는 경우가 발생한다. 물은 행정구역 중심으로 흐르기 보다는 급수계통별로 흐르므로 만일에 발생할 수 있는 수질오염 문제의 원인의 분석에 물의 흐름을 고려할 수 있도록 각 급수계통별로도 수질검사 개소를 선정하는 기준이 필요할 것이다. 인구비례로 수질검사 지점을 선정하는 것은 매우 기본적인 것이므로 이 지표가 법정기준에

못미쳐서는 안되며, 법정기준을 초과할 경우에는 주민에 대한 홍보자료로도 활용할 수 있을 것이다.

수질검사 개소밀도[%]

$$= [\text{수질검사 지점 개소수}] \div [\text{법정 수질검사 개소수}] \times 100$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

③ 수질 불합격률

수질검사에서 불합격된 시료가 발견될 경우 지체없이 채시료채취 및 원인분석에 들어가고 그 결과를 별도로 보고하도록 해야 한다. 심미적 인자, 미생물학적 인자, 물리화학적 인자, 방사성 인자들은 그 발생원인과 대처방법이 상이할 수 있으므로 이에 대한 수질 불합격률을 각각 기록한다. 수질검사에서 불합격된 시료의 수는 보고하기에 따라 모든 수도사업자가 아예 없다고 보고할 수 있다. 따라서 이 지표는 불합격률 그 자체보다는 얼마나 솔직하게 기록을 하였느냐가 더 중요할 수 있다. 이미 채취한 시료가 불합격일 경우 먼저 시료를 버리고 시료를 재채취한다든지, 검사결과를 임의로 고쳐 기록한다든지 하는 경우가 적발되면 엄중 문책하는 것이 필요하고, 또한 수질검사 요원의 분석실력 배양을 위해 훈련프로그램의 지원하고, 분석실력을 점검하는 것이 필요하다.

$$\text{수질 불합격률}[\%] = [\text{각 수질인자별 불합격된 시료수}] \div [\text{전체 시료수}] \times 100$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

④ 최소 잔류염소 미달률

① 설정 사유

안전한 수질에 관하여 수도사업자가 얼마나 열심히 관리하고 있는지, 블록별로 치중되어 있지는 않은지 등을 평가하여야 한다. 일반기술진단에서는 단순히 시행률, 개소밀도, 불합격률 등의 최소기준으로 평가하지만 전문기술진단에서는 수질검사 위치의 적정성, 수질검사 항목별 평가, 잔류염소의 예측, 안전의 수준을 넘어 맛있는 물의 수준까지 평가해야 할 것이다.

⑥ 평가지표

최소 잔류염소 미달률(%) = [최소잔류염소 미달건수] ÷ [전체 검사수] × 100

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

너. 노후시설 갱생

• 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.

• 조사 항목 및 범위

① 노후관 교체 및 갱생사업에 관한 조사 항목

① 노후관의 판단기준

② 노후관 갱생대상 선정

③ 노후관 다발지역 발생 원인

④ 노후관 갱생 실적 및 투자비용 분석

⑤ 노후관 갱생후의 효과 분석방법

⑥ 노후관 교체시 잔존관의 처리 방법

⑦ 복개천 및 하수분관내 상수도관의 설치여부

⑧ 관로 갱생이력, 관로 사고이력, 소화전 개방시험 여부, 관 세척(세관)방법, 관 세척(세관)구간, 관 세척(세관)일시, 관로 갱생률, 관로 신설률, 갱생(세관 및 라이닝) 및 교체자료 보관년수 등

• 조사 방법 및 내용

① 관망기술 진단 여부

관망의 기술진단 여부를 판단한다.

② 기술진단에 따른 갱생 여부

③ 배수관 갱생률

배수관의 스케일형성, 미생물 슬라임 형성, 관벽 부식 등의 이유로 배수관의 성능이 저하되었을 때, 이를 개선하기 위해서 관세척(세관), 라이닝 등의 갱생 작업을 할 수 있다. 수도사업자가 얼마나 개선의 노력을 들였느냐에 따라 적수

발생 혹은 출수불량 등의 민원의 발생율에 영향을 미친다. 수질측정 항목들의 불합격률에도 많은 영향을 줄 수 있다. 각 블록에 대하여 관세척(세관), 라이닝 등 갱생을 시행한 배수관 연장과 총배수관 연장의 비율을 배수관 갱생률로 정의하고, 추후의 갱생사업을 위한 효과분석, 우선순위설정 및 수질, 수량에의 영향 분석 등에 사용한다.

$$\text{배수관 갱생률}[\%/년] = [\text{5년간 개량된 배수관의 연장}] \div [\text{총 배수관 연장} \div 5] \times 100$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

④ 배수관 교체율

배수관의 상태가 매우 열악할 때에는 일반적인 갱생의 방법으로 열악한 상태를 개선할 수 없다. 이런 경우에는 필요한 구간에 대해서 배수관의 교체가 시행될 수 있다. 교체를 시행한 배수관 연장과 총배수관연장의 비율을 배수관 교체율이라고 정의하고, 추후의 교체사업을 위한 효과분석, 우선순위설정 및 수질, 수량에의 영향 분석 등에 사용한다. 배수관의 갱생률과 함께 비용-효과(B/C)를 비교분석하면 어느 정도의 효과를 위해서 어떤 방법이 더 경제적인지를 판단하는데 이용될 수 있다.

$$\text{배수관 교체율}[\%/년] = [\text{년평균 교체된 배수관의 연장}] \div [\text{배수관 총연장}] \times 100$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

④ 인입급수관 교체율

급수관도 노후되면서 부식되어 누수가 생기고 또한 재질이 약해지며, 스케일이 많이 생겨 관경이 축소된 인입급수관 때문에 누수문제, 적수문제, 혹은 출수불량 문제가 발생한다. 인입급수관은 그 관경이 작고 길이가 짧아서 갱생을 하기 보다는 급수관 전체를 교체하여 새로 매설하고 배수관에 새로운 분수전을 설치하여 연결하는 경우가 많다. 인입급수관 관경확대 공사 혹은 건축물 신축에 의한 급수관 교체작업이 수도사용자의 필요에 의해서 이루어지기도 하며, 수도사업자가 인입급수관에서의 누수 손실 등을 방지하기 위하여 인입급수관 정비

사업을 하기도 한다. 이 때, 블록별 인입급수관 교체율은 추후의 작업을 위한 자료로 사용될 수 있고, 인입급수관 정비사업의 효과분석에도 이용될 수 있다. 어느 정도의 교체율이 경제적이면서 합리적인지 비용-효과(B/C)분석이 수행되면 좋을 것이다.

인입급수관 교체율[%/년]

$$= [\text{년간 평균 교체된 인입급수관의 연장}] \div [\text{인입급수관 총연장}] \times 100$$

$$\text{혹은} = [\text{년간 평균 교체된 인입급수관의 수}] \div [\text{총 인입급수관의 수}] \times 100$$

더. 측정기기 관리

- 목적 및 정의

상수도관망의 유지관리에 사용되는 측정기기의 정확성은 전체적인 관리에 매우 중요한 기본적인 사항이다. 대표적인 측정기기로는 구역유량계, 수압계, 수위계 등이 있다.

- 조사 항목 및 범위

- ① 측정기기 조사 항목

- ① 수용가 사용유량 검침 횟수
- ② 검침 요원의 유형
- ③ 동일 수용가에 대한 검침빈도의 정확성
- ④ 계량기 검침 방법
- ⑤ 계량기 불감수량 결정
- ⑥ 주 유량계의 검정 여부
- ⑦ 수장, 배수지 유량계의 설치 여부 및 비율
- ⑧ 목표허용 불감율 설정 여부
- ⑨ 주거형태나 용도에 따른 계량기 선정방법
- ⑩ 계량기의 구경결정
- ⑪ 보유 계량기 및 유량계의 종류
- ⑫ 계량기 및 유량계 구입에 대한 내부지침

배수관망 시설기초 정보(부속 설비)

<표 11-2-12>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
수도 계량기	시설별	• 계량기의 종류(단독, 주, 세대별), 계량기 설치위치(블록별), • 계량기의 용도(관리용, 요금부과용, 수도계량기), 계량기 구경(mm) • 계량기 설치년도, 계량기의 고유번호, 계량기 측정형식
시스템 유량계	시설별	• 시스템 유량계 위치(설치 관로의 용도와 블록으로 표현) • 측정 유량의 종류(생산량, 배수지 유출, 배수지 유입, 가압유출, 구역유량) • 형식(기계식, 데이터 저장기능이 없는 전자식(초음파식 포함), 저장기능이 있는 전자식, 원격전송기능이 있는 전자식) • 자료 생산 빈도(실시간, 시간별, 일별, 주간, 연간), 설치년도 · 고유번호

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

시설점검 및 관로 탐사시 수집정보

<표 11-2-13>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
기기보정	시설별	• 시설의 고유번호(수압계, 유량계 등 측정시설) • 기기 보정일시 • 기기 보정결과(양호, 불량)
시설점검	시설별	• 시설의 고유번호(시설정보 항목에 해당하는 시설) • 시설 점검일자(배수지의 경우 청소일자) • 시설별 점검빈도(배수지의 경우 청소빈도) • 시설상태(시설의 상태를 시설별 속성에 반영)
관로탐사	탐사건별	• 관로번호, 탐사결과
기기보정 및 시설점검시 시설의 상태는 시설의 속성정보와 연계함.		

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 조사 방법 및 내용

- ① 구역유량계 보정률, 보정빈도

유량계의 정확성은 상수도관망의 수량관리에 있어 가장 기본이 되는 사항이므로 주기적으로 보정되어야 한다. 수도사업자의 전체급수구역에 대하여는 보정이 실시된 구역유량계의 수와 전체 구역유량계의 수의 비율을 구역유량계 보정률로 사용한다. 개별 블록에 대해서는 해당 유량계의 최근 보정일과 그 직전의

보정일간의 기간(가장 최근의 보정빈도)을 이용하여 필요한 보정빈도를 만족하는지 검토하도록 한다. 유량계의 종류와 형식, 현장조건에 따라 필요한 보정 빈도가 다를 수 있으므로 제조사의 의견을 참조하여 수도사업자가 자체적으로 적절한 보정 빈도를 설정할 필요가 있다. “유량계 설치 및 유지관리에 관한 지침”(수도정책과-5837, 2007.10.12, 제16조(비교측정 등))에서는 비교측정, 교정검사는 연1회 실시하여야 한다고 규정하고 있다.

- 전체 급수구역 :

$$\text{구역유량계 보정률}[\%/년] = [\text{년간 보정된 구역유량계 수}] \div [\text{총 구역유량계 수}] \times 100$$

- 개별 유량계 :

$$\text{구역유량계 보정빈도}[\text{회}/\text{년}] = \text{년평균 구역유량계 보정횟수}$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

② 수압계 보정률, 보정빈도

수압계의 정확성 또한 관망의 관리에 있어서 매우 중요하다. 적정 수압을 유지하면서 변동의 폭이 크지 않은 경우에 있어서는 약간의 수압의 오차가 그다지 큰 문제가 되지 않을 수 있지만, 과다수압 혹은 수압부족이 있는 지역에서 혹은 수격압의 발생 혹은 순간적인 부압이 발생하는 지역에서는 이를 감지하기 위해 매우 정확한 수압계가 필요하다. 이를 위해서 정밀한 수압계는 주기적으로 보정될 필요가 있다. 수도사업자의 전체구역에 대해서는 연간 점검, 보정을 받은 수압계의 수와 설치되어 있는 모든 수압계의 수와의 비율을 수압계 보정률로 사용한다. 각 블록에 대하여는 설치되어 있는 수압계가 적은 경우, 각 수압계의 실제 보정 빈도를 평균하여 수압계 평균보정빈도를 수압계 보정에 대한 인자로 사용한다.

- 전체 급수구역 :

$$\text{수압계 보정률}[\%/년] = [\text{년간 보정된 수압계 수}] \div [\text{총 수압계 수}] \times 100$$

- 개별 블록 :

$$\text{평균 수압계 보정빈도}[\text{회}/\text{년}] = [\sum(\text{각 수압계의 년평균 보정회수})] \div [\text{블록 내 수압계 수}]$$

③ 배수지 수위계 보정률, 보정빈도

배수지의 수위를 측정하는 것을 배수지의 저류량을 산정하고 적절한 배수를 위해서 필요한 사항이다. 수위계의 눈금자체가 변하는 경우는 거의 없지만 배수지로 양수하는 펌프를 수위조절 방식으로 제어할 경우, 센서의 불량으로 수돗물이 월류하는 경우가 가끔 발생한다. 이를 방지하기 위해서 수위계가 항상 제대로 동작하는지 정기적으로 검사하고 보정할 필요가 있다. 수도사업자의 전체 구역에 대하여는 보정된 수위계의 수와 전체 수위계의 수와의 비율을 수위계 보정률로 하여 사용할 수 있고, 배수지에 설치된 각각의 수위계에 대하여는 최근의 보정 빈도가 제조사가 제시하는 보정빈도 혹은 수도사업자가 자체적으로 설정한 보정빈도 이내에 시행되었는지를 검토한다.

- 전체 급수구역 :

$$\text{배수지 수위계 보정률}[\%/년] = [\text{년간 보정된 수위계 수}] \div [\text{총 수위계 수}] \times 100$$

- 개별 수위계 :

$$\text{배수지 수위계 보정빈도}[\text{회}/\text{년}] = \text{년평균 배수지 수위계 보정횟수}$$

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

상수도관망의 기술진단에 필요한 장비(예)

<표 11-2-14>

구 분	장비명	규격	단위	수량
상수도관망	관로탐지기	금속	대	2
	수압계	자기록식	대	8
	유량계	자기록식	대	2
	관두계측정기	초음파식	대	1
	누수탐사기	단순청음봉	대	4
		전자식	대	2
		상관식	set	로거(센서) 2개 이상
		다지점 상관식	set	로거(센서) 20개 이상
	비저항측정기	-	대	1
	피복손상탐지기	-	대	1
	비교유량측정기	3포인트 동시측정방식	대	3
	제수밸브 BOX 탐지기	-	대	2
	간이수압계	-	대	4

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

- 일반기술진단(군 단위) 및 전문기술진단(시 단위) 경우, 수행인원 최소 4인 이상 기준
- 수압계, 유량계는 연속식이라는 의미보다는 자기기록식으로 측정데이터가 장비 자체에 저장되어 활용하는 의미로 보아야 함.
- 누수탐사기는 단순청음봉, 전자식, 상관식, 다지점 상관식 누수탐사기 등으로 구분된다. 각각의 장비들이 필요한 영역이 있으며, 이러한 장비를 통합적으로 운영하였을 때 최소 운영인원으로 최대의 누수탐사 효과를 도출 할 수 있다.
- 비저항측정기, 피복손상탐지기는 유수율 제고사업 현장에서 사용되지않는다. 해당 장비의 필요성에 대한 검토가 더 필요할 것으로 판단되며, 필요성 또는 사용성이 낮으면 삭제되어야 함. 위에 언급하지 않았지만 특정 공정에 일시적 또는 단발적으로 사용되는 경우의 장비도 많음.
- 비교유량측정기의 구경별 규격보다는 필요시 동시에 2~3개의 계량기의 유량을 비교 측정하여야 하므로 동일 시간대 3개 계량기의 유량을 비교할 수 있는 3포인트 동시 측정방식의 규격이 보다 더 바람직 할 것임.
- 제수밸브 BOX 탐지기는 매몰된 밸브의 BOX를 탐지하는 장비로 블록시스템구축(경계밸브, 비상밸브, 순환밸브), 단수 범위최소화, 구역고립, STEP TEST, 관로 유지관리 등의 이벤트를 수행할 경우 반드시 필요한 장비임(사례로 의정부 시에서 발생한 공기밸브 BOX가 도로포장으로 매몰되어관리가 되지 않다가 관내 압축공기의 폭발로 사고가 발생됨. 이렇듯 매몰된 밸브 BOX 등은 해당 장비로 찾아서 반드시 유지관리되어야 함).
- 수압의 관리는 유수율 제고사업의 가장 중요한 사항중에 하나로 간이수압계는 자기기록수압계와는 별개의 용도로 사용된다. 흔히, 수용가(수요가) 또는 수도꼭지의 수압을 손쉽게 측정하여 기록 및 유지관리가 필요하다. 이는 수용가의 옥내·외 누수징후, 출수불량 여부, 구축된 블록내 최종 수용가의 급수안정성 등을 판단하기 위하여 사용된다.

⑤ 구역유량계 밀도

모든 블록에는 최소한 1대 이상의 구역유량계 혹은 이를 대체할 수 있는 배수지 유출 유량계 등이 존재해야 한다. 만일 구역유량계가 1대 이상이라면 주변 블록으로 유량이 유출되거나 유입되고 있다고 말할 수 있다. 보다 유동적이며 안정적인 유량과 수압의 균등 분배를 위해서는 여러 개의 유량계가 설치되는

것이 긍정적이다. 그러나 이 또한 경제성과 결부되기 때문에 어느 정도가 적정선인지에 대한 비용-효과 분석이 필요할 것이다. 해당지역에 구역유량계가 1대도 존재하지 않는다면 이 지역은 이미 블록이 아니며, 블록 외 지역으로 간주된다. 1대 이상 존재하는 경우에는 “양호”로 간주한다.

다만, 먼저 대블록 및 중블록에 대해서 적용되고, 소블록의 경우에는 유량계 설치를 한시적으로 지자체의 판단에 따라서 하도록 한다.

전체 급수구역 :

구역유량계 밀도[개/블록]=[구역유량계 수(혹은 동등한 유량계 수)] ÷ [블록수]

러. 단수

• 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.

• 조사 항목 및 범위

공사시 수집정보

<표 11-2-15>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
공사정보	공사별	• 공사번호 • 공사명 • 공사의 종류(교체, 신설, 갱생여부) • 공사대상 시설의 고유번호 • 공사시작 및 완료일시 • 공사 전후 및 과정의 사진파일
단 수	건 별	• 단수연번(연속 시간별) • 단수일시 • 단수지속시간 • 단수 이유(사고, 공사, 진단, 점검, 시험) • 단수 조치 완료 일시 • 단수 영향 범위(거주인구, 급수인구, 급수전수) • 단수 공지 여부
관로사고	건 별	• 사고 연번호 • 사고의 위치(관로상 위치) • 사고 관로의 고유번호 • 사고시 추정 누수량 • 영향 급수전 수

단수 후 공사시는 공사정보에 해당사항을 입력함.

관로사고 후 공사시는 공사정보에 해당사항을 입력함.

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

• 조사 방법 및 내용

① 단수 영향인구 비율

근래에 수질과 수량의 문제가 어느 정도 해결된 지자체에서는 단수없는 수도공급이 새로운 목표가 되고 있다. 단수로 인한 주민의 불편을 평가하기 위하여 단수에 영향을 받은 인구의 비율을 사전에 공지되지 않은 단수와 사전에 공지된 단수에 대하여 지표를 산정하여 평가할 필요가 있다. 밸브의 설치 및 운전 관리 상태에 따라 단수영향인구를 감소시킬 수 있다.

단수 영향인구 비율[%] =

$$[\Sigma(\text{단수영향지역 거주인구} \times \text{단수시간})] \div [\text{총급수인구} \times 24 \times 365] \times 100$$

만일 숫자가 너무 작게 나타날 우려가 있을 경우에는 다음 지표를 사용하도록 한다.

$$\text{천명당 연간 급수제한 시간} = [\Sigma(\text{단수영향지역 거주인구} \times \text{단수시간})] \div [\text{총급수인구}] \div 1,000$$

② 단수 일수율

단수영향지역 거주인구가 정확히 산정되기 어려운 경우에는 단수로 인한 불편을 단수일수로 표현할 수 있다. 이 때문에 단수시 영향지역 예측도 중요하며, 밸브의 정확한 조작에 의해 단수영향지역을 축소시키는게 중요하다. 단수하지 않아도 될 곳을 단수 공고하고 단수를 시행하여 행정력을 낭비한다든지, 단수공고를 해야 할 곳에 단수공고를 하지 않아서 사전 공지를 받지 않은 주민이 단수피해를 입는 사태를 줄일 수 있다.

$$\text{단수 일수율}[\%] = [\text{해당구역의 연간 총 단수 시행일수}] \div 365 \times 100$$

③ 단수영향 실적 평가지표

㉠ 설정사유

시민의 불편을 초래하는 가장 큰 이유가 단수사고이다. 이것이 수도사업자의 필요에 의해서 사전에 공지된 것인지, 미공지된 것인지를 구분하여 평가한다. 또한 단수에 영향을 받는 급수전과 단수영향인구도 정확하게 추정하는 방법이 개발되어야 한다.

⑥ 평가지표

$$\text{미공지 단수비율(\%)} = [\text{미공지 단수일수}] \div [\text{총 단수일수}] \times 100$$

$$\text{미공지 단수일수율(\%)} = [\text{미공지 단수일수}] \div [365] \times 100$$

며. 민원 사항

• 목적 및 정의

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

• 조사 항목 및 범위

민원 접수시 수집정보

<표 11-2-16>

주요항목	항목구축대상 최소단위	수집자료 명칭
민원	건별	• 민원의 종류(수질 : 탁수, 이취미 등, 출수불량, 단수, 누수, 기타), 민원접수일, 민원인(주소, 연락처 등) • 민원발생 위치(블록별, 관로별, 급수전별, 기타시설 위치별 고유번호), 민원처리일, 민원의 원인(수용가 책임, 공급자 책임, 공동책임, 외부책임) • 민원의 세부원인(수용가 배관, 수용가 저수조, 수용가급수장치, 공급수질, 공급관로, 공급장치, 타공사, 사고 등) • 처리결과
민원처리결과가 수질과 관계된 것은 수질관련정보 항목과 연계함. 민원처리가 단수 또는 누수와 관련된 것은 누수 및 단수정보 항목과 연계함.		

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

• 조사 방법 및 내용

① 수질관련 민원

수질관련 민원은 수도물에 대한 만족도를 나타내는 가장 중요한 내용을 포함하고 있다. 경우에 따라서는 수도사업자의 책임이 아닌 사용자의 책임으로 수질 문제가 발생하기도 하는데, 이럴 때에서 주민은 이것을 잘 모르고 수도사업자에게 책임을 물을 수 있다. 이런 경우에도 수도사업자의 책임이 아니기 때문에 무성의하게 대처하지 않고 친절하게 원인과 해결방법을 알려 줄 필요가 있다.

수질관련 민원률[건수/만명] = [년간 평균 사업자 책임 수질관련 민원건수] ÷ [총 급수인구] × 10,000

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

② 출수불량(수압, 수량) 민원

출수불량은 가장 빈번하게 발생하는 민원 중의 하나이다. 이는 수압부족 혹은 통수능 저하 등으로 발생하는 것인데 수도사업자의 수압관리 실패 혹은 밸브 조작의 실수, 알지 못하는 파열 누수 발생 등이 원인이 될 수 있다. 또한 사용자의 물사용량이 많아져서 인입급수관 및 계량기의 구경이 부족하거나, 옥내급수관의 스케일 형성 등으로 통수능이 저하된 경우도 많다. 수도사업자의 책임이 있는 출수불량의 경우에는 반드시 문제를 해결해야 하며, 사용자의 책임인 경우에는 해결방법을 친절히 안내해 줄 필요가 있다.

출수불량 민원률[건수/만명] = [년간 평균 사업자의 책임의 출수불량 민원건수] ÷ [총 급수인구] × 10,000

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

③ 단수관련 민원

단수는 모두 수도사업자의 책임이다. 이것이 미리 공지되었는지 미리 공지되지 않았는지가 더 중요하다. 필수적인 운전관리상 사전 공지되고, 단수된 경우에는 어쩔 수 없지만 이것도 너무 빈번하면 수도사업자의 운영계획에 문제가 있을 수 있다. 따라서 사전 공지여부는 무시하고, 모든 단수에 대하여 민원이 들어오는 경우를 고려하도록 한다. 어느 지역주민은 성향이 너그려워서 단수에 대한 민원이 적을 수도 있고, 어느 지역주민은 성향이 까다로워서 단수에 대한 민원이 많을 수도 있다. 이 경우 민원건수로 직접적인 운영수준의 평가는 어렵겠지만 수도사업자가 어떤 종류의 민원에 얼마나 더 신경을 써야하는지를 참고할 수 있다.

년간 평균 단수관련 민원률[건/만명] = [년간 평균 단수관련 민원건수] ÷ [총 급수인구] × 10,000

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

④ 누수관련 민원

주민들의 적극적인 누수신고는 누수복구에 절대적인 영향을 미친다. 이 때문에 누수관련 민원에 대해 적극적인 대처가 필요하다. 때에 따라 상수도관에서의 누수가 아니거나 옥내 누수가 민원으로 접수되기도 하는데, 이때에도 친절하게 조치사항을 안내해 줄 필요가 있다. 누수관련 민원의 수는 수동적 누수관리와 적극적 누수관리의 평가에 참조할 수도 있다.

누수관련 민원률[건/만명] = [년간 평균 누수관련 민원건수] ÷ [총 급수인구] × 10,000

* 가능한 한 5년간의 자료를 이용하여 산정한다. 5년 이내의 자료를 이용할 경우, 자료를 취득하지 못하는 사유를 기술한다.

버. 조직 및 직원 관리

• 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.

• 조사 방법 및 내용

① 전문성 향상을 위한 교육 시행 여부

② 잦은 인사이동 여부(하나의 사업을 시작하고도 효과를 제대로 보기 전에 인사이동을 하여서 후임 담당자가 그 일을 제대로 처리하지 않거나 폐기되는 경우도 발생하고 있음)

- 평가지표

전문화계수 = 직원당 평균 배수관망 관련 근무년수

$$= [\sum(1인당 배수관망 관련 근무년수)] \div [총 근무인원]$$

또는 교육연수시간 = [전직원이 교육연수를 받은 시간] ÷ [총직원수],

참고: TC224

서. 기타 필요시설

수도사업자가 유지 관리를 목적으로 관로 부속시설에 대한 접근성 평가, 플러싱 및 세척 등의 항목을 포함하며, 조사 항목 및 내용은 조사대상에 따라 별도로 작성한다.

- 목적 및 정의
- 조사 항목
- 평가지표

어. 종합평가

일반기술진단의 일부 항목에 대하여 “우수”, “양호”, “보통”, “불량”, “심각”으로 평가한다. 평가표는 <표 11-2-17>과 같다. 한편 군단위지역에서도 일반기술진단의 결과가 불량 또는 심각한 경우에는 수도사업자의 판단에 따라 전문기술진단을 실시할 수 있다.

한편 일반기술진단의 결과를 종합평가하기 위해서는 많은 평가지표에 대한 기준이 설정되어야 한다. 「상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부」에서도 국내에 적용가능한 평가지표의 예를 제시하였고 그에 따른 평가지표의 판단기준을 <표 11-2-17>에 그 일부를 예로서 제시하였다. 단, 여기서 주의해야 할 것은 시설기준과 같이 법적으로 정량적인 평가기준이 있는 경우에는 그것을 적용하면 되지만 아직 상수도시설기준과 유지관리기준 등에 평가지표가 제시되지 않은 경우에는 「상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부」에서 제시된 예를 이용하여 관련 전문가의 자문회의 결과를 각각의 수도사업자가 결정하여 사용하여야 한다는 점에 주의하여야 한다.

또한 <표 11-2-17>에 제시된 예에서 (-)는 조사하여 업무에 참고는 하되, 평가는 하지 않는 항목임을 설명하였지만 관련자료가 충분한 경우에는 평가지표로 충분히 활용할 수 있다고 판단된다.

항목별 평가표

<표 11-2-17>

구 분	항목	기준치	우수	양호	보통	불량	심각	가중치
관망도 작 성	관망도 보유율	-	-	-	-	-	-	-
	관망도 정비 빈도	-	-	-	-	-	-	-
	GIS 도입 여부	-	-	-	-	-	-	-
블 록 시스템 구 축	소블록 평균 급수전수	-	-	-	-	-	-	-
배수지 시 설	배수지 청소빈도	-	-	-	-	-	-	-
	배수지 체류시간	체류시간	12시간 이상	10~12시간 미만	8~12시간 미만	6~8시간 미만	6시간 미만	-
관 체	배수관 평균연령							-
	인입급수관 평균연령							-
	비내식성 비율	비율	20% 미만	20~40% 미만	40~60% 미만	60~80% 미만	80% 이상	-
펌 프 시 설	펌프 점검률	-	-	-	-	-	-	-
밸 브	유효 밸브밀도	-	-	-	-	-	-	-
	밸브 점검률	점검률 (%/년)	150% 이상	100~15% 미만	50~100% 미만	0~50% 미만	0 %	-
소화전	소화전 설치밀도	-	-	-	-	-	-	-
	소화전 점검률	-	-	-	-	-	-	-
감 압 시 설	감압밸브 점검빈도	-	-	-	-	-	-	-
유수율	유수율	유수율 (%)	90% 이상	80~90% 미만	70~80% 미만	60~70% 미만	60% 미만	-
수 압 관 리	최소수압 미달전수 (%)	미달전수 (%)	0	0~2% 미만	2~4% 미만	4~6% 미만	6% 이상	-
	최대수압 초과전수 (%)	초과전수 (%)	0	0~2% 미만	2~4% 미만	4~6% 미만	6% 이상	-
누 수 관 리	연장당 배수관 사고 건수	-	-	-	-	-	-	-
	연장당 배수관 누수량	-	-	-	-	-	-	-

참고 : 표에서 (-)는 조사하여 업무에 참고는 하되, 평가는 하지 않는 항목임.
 자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부

<표 계속>

구 분	항목	기준치	우수	양호	보통	불량	심각	가중치
누수 관리	연장당 인입급수관 사고 건수	-	-	-	-	-	-	-
	연장당 인입급수관 누수량	-	-	-	-	-	-	-
급수 수질 관리	수질검사 시행률	법정 수질분석 시료수비율	150% 이상	120~ 150% 미만	100~ 120% 미만	90~ 100% 미만	90% 미만	-
	수질검사 개소밀도	법정 수질검사 개소수비율	150% 이상	120~ 150% 미만	100~ 120% 미만	90~ 100% 미만	90% 미만	-
	수질 불합격률	-	-	-	-	-	-	-
	최소 잔류염소 미달률	-	-	-	-	-	-	-
노후 시설 갱생	배수관 갱생률	-	-	-	-	-	-	-
	배수관 교체율	-	-	-	-	-	-	-
	인입급수관 교체율	-	-	-	-	-	-	-
측정 기기 관리	구역유량계 보정률	비율	100	90	80	70	60	-
	수압계 보정률	비율	100	90	80	70	60	-
	수위계 보정률	비율	100	90	80	70	60	-
단수	단수 영향인구비율	-	-	-	-	-	-	-
	단수 일수율	-	-	-	-	-	-	-
	미공지 단수비율	-	-	-	-	-	-	-
	미공지 단수일수	-	-	-	-	-	-	-
민원 사항	수질 민원률	-	-	-	-	-	-	-
	출수불량 민원률	-	-	-	-	-	-	-
	단수관련 민원률	-	-	-	-	-	-	-
	누수관련 민원률	-	-	-	-	-	-	-
조직 및 직원관리	평균 근무년수	-	-	-	-	-	-	-

참고 : 표에서 (-)는 조사하여 업무에 참고는 하되, 평가는 하지 않는 항목임.

자료) 상수도 관망진단 매뉴얼, 환경부