

1. 총론

1.1 총설

1.1.1 유지관리의 목적

상수도의 유지관리는 시설을 합리적으로 운영, 관리하여 양질의 수도물을 수요자에게 안정적으로 공급하는데 그 목적을 두고 있다. 이 목적을 달성하기 위해서는 계획, 설계, 시공, 유지관리의 각 단계가 적절하게 실시되어야 한다.

유지관리는 급수구역 내의 수요에 상응한 수량과 수질기준에 적합한 물을 필요한 수압으로 공급할 수 있도록 상수도시설을 효율적이고 안전하게 운용 관리함과 동시에 필요한 점검, 정비 등을 실시해야 한다. 수도물의 안전성과 함께 수질에 대한 국민의 관심과 요구가 고조되고 있으므로 상수도시설의 유지관리가 더욱 중요한 위치에 있다. 특히 인구와 노동력의 감소시대를 맞이하여 상수도요금 증가를 기대하기 어려운 가운데 70년대 이후 활발하게 확장, 건설된 상수도시설의 노후화가 진행되고 있으므로 이들 시설을 개량해야 하는 과제를 안고 있으며 잇단 재해경험을 근거로 긴급시에 도시의 생명선(life-line)과 같은 상수도시설의 기능발휘와 위기관리 및 위기대처 능력 향상이 강하게 요구되고 있다.

상수도사업 경영에 관한 제도 면에서는 지방분권 추진에 의한 인허가권자의 변경, 수도법 개정에 의한 제3자 위탁제도 도입, 수질기준의 강화와 개정, 수질관리의 강화, 수도서비스의 ISO화 등 많은 부분이 변화되고 있다.

기술면에서도 오존과 활성탄에 의한 고도정수처리와 막처리의 도입, 시설의 내진화, 노후 배·급수 시설의 개량, 설비의 자동화와 무인화, 비용절감과 비용효과 분석, 에너지사용과 이산화탄소 등 환경 부하저감 등이 큰 과제가 되고 있다.

이러한 과제에 적절히 대응하기 위해서는 유지관리상의 각종 정보를 정량적으로 파악, 분석하여 운전관리와 일상점검, 정비의 적정화를 기하는 동시에 유지관리상의 문제점을 파악하여 시설정비에 적용시키는(feed-back) 것이 필요하다.

따라서 이들 목표를 달성하기 위해서 다음과 같은 정부의 각종 지침과 시책을 충실히 이행하여 시설정비를 시행하고 급수의 균형이 유지되도록 상수도시설의 유지관리 업무를 강화해 나가야 한다.

- ① 상수도시설기준(환경부)
- ② 수도정비기본계획 수립지침(환경부)
- ③ 수도물수질개선종합대책(환경부)
- ④ 먹는물 수질관리지침(환경부)

- ⑤ 수도시설유지관리 매뉴얼(건설교통부)
- ⑥ 중소규모 정수장 운영관리 매뉴얼(환경부)

한편 상수도는 사업규모의 대소를 막론하고 수도요금을 재원으로 하는 것이 대부분이므로 경영면에서의 사업운영도 매우 중요하다. 상수도사업은 공공성·공익성이 높고 지역 독점적인 성격을 지니므로 이용자에게는 수도서비스의 선택 여지가 주어지지 않는다. 따라서 단순히 경비가 적게 들고 물 공급만 하면 되는 것이 아니라 장래에 높은 수준의 안정적 급수를 보장하기 위한 투자도 계속되어야 하고 긴급시를 대비한 체제의 정비와 시설의 운용기술도 필요하다.

이러한 측면에서 볼 때 장기적인 안목으로 목표를 세우고 각 수도사업의 특색을 살려서 유지관리를 해야 한다. 상수도시설의 양호한 유지관리는 장기간에 걸친 기술축적에 따라 증대되는 것이므로 단기적인 경비절감을 위해서 유지관리의 본질적인 역할을 소홀히 해서는 안 되며 유지관리의 충실을 위한 과제로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

- ① 원수수질의 악화에 대비한 수질관리와 정수시설 관리의 고도화를 기해야 하며 수질의 안전성을 확보해야 한다. 그리고 수질검사 정밀도의 향상 등을 위한 시책을 강화하는 정밀관리와 신뢰성 보증의 확보책에 대해서는 ISO 9000 및 ISO 14000 시리즈를 참조한다.
- ② 효율적인 수운용, 누수방지 등에 의한 수자원의 유효한 이용을 도모해야 한다.
- ③ 갈수, 지진 등의 재해시에도 가능한 한 수돗물의 공급이 가능하도록 하기 위한 대책과 테러에 대한 대책을 강화해야 한다.
- ④ 노후시설의 개량을 착실히 진행해야 한다.
- ⑤ 급수의 안정성과 효율성 향상을 위해서 발전된 계측제어기술을 충분히 활용하여 시설의 자동화를 추진해야 한다.
- ⑥ 유지관리단계에서 발생하는 정보를 과학적으로 분석하여 관리의 질적 향상을 도모해야 한다.
- ⑦ 에너지절약 등 환경부하 저감을 지향하는 운전관리를 이행해야 한다(ISO 14000 환경관리 시스템 참조).

이들 과제에 대처하여 높은 수준의 수도를 만들기 위해서는 종래의 시설단위를 주축으로 한 유지관리에서 시스템 전체를 포함하는 유지관리 즉, 유지관리 체제의 정비, 직원의 자질향상을 위한 교육훈련, 수요자에게 정보제공을 포함한 종합적인 유지관리를 해야 한다. 또한 광역적인 측면에서 인근의 상수도사업체와 상호 협력하는 체제를 정비해 가도록 노력해야 한다.

상수도시설관리자는 이러한 수도의 기술적인 업무전반에 걸쳐서 총괄적이고 적절한 판단으로 시설관리 책무를 수행하는 동시에 사회 변화를 충분히 고려하면서 장래를 생각하는 유지관리업무를 수행해야 한다.

1.1.2 적용범위

이 유지관리기준은 “일반수도” 시설의 안전한 유지관리를 위한 효율적인 점검관리 유지보수 및 정비 등의 내용에 대하여 숙지하여야 할 기본적인 필수적인 사항을 수록한 것이다. 그러나 상수도사업자는 당해 상수도시설 및 특수한 구조물을 보다 효율적으로 유지, 관리할 수 있는 별도의 기술이

나 다른 좋은 방법이 있는 경우는 적절한 보정을 하여 그 방법을 적용할 수 있다.

1.1.3 유지관리의 기본구상

(1) 유지관리의 목표와 대상

상수도시설의 유지관리는 일상에서 빼놓을 수 없는 업무임과 동시에 장기적인 안목으로 사업을 시행해야 하므로 다음 사항에 중점을 두고 시행해야 한다.

- 안심: 전 국민이 안심하고 먹을 수 있는 질 좋은 수도물 공급
- 안정: 언제, 어디서나 안정적인 용수 확보
- 지속: 지역특성에 맞는 운영기반 강화, 수도문화, 기술의 계승과 발전
수요자의 요구에 맞춘 급수서비스의 충실

그러므로 장래 상수도시설의 유지관리는 이러한 관점에서 시행되어야 하며 구체적으로는 다음과 같은 사항에 대하여 면밀히 대처하여야 한다.

- ① 유지관리는 개별시설의 점검에 그치지 않고 시스템으로서의 시설기능을 올바르게 파악하여 시설의 수준향상(level up)에 노력을 기울여야 한다.
- ② 기계, 전기 및 계측제어설비와 토목시설은 상호 관련이 있으므로 점검, 정비, 개량 등의 실시에 있어서는 전체의 통일성을 확보해야 한다.
- ③ 점검과 정비는 관리목표에 따른 빈도를 설정하고 각 시설의 유지관리 계획을 수립하여 계획적으로 실시해야 한다.
- ④ 소규모 상수도에서 기술자의 확보가 어려울 때는 자동 계측제어 기술 등을 활용하여 적절한 유지관리 업무확보에 지장을 일으키지 않도록 대책을 강구하는 동시에 사업의 광역화, 제3자 위탁에 의한 대응 등으로 경영과 기술 양면으로 운영기반 강화에 힘써야 한다.
- ⑤ 수질관리는 원수에서부터 급수단계(저수조 포함)에 이르기까지 수질변화를 고려하여 종합적으로 실시해야 한다.
- ⑥ 유역의 원수감시, 지역적인 기자재의 공동비축, 재해시의 지원 등 광역적인 유지관리를 추진해야 한다.
- ⑦ 노후시설의 계획적인 개량과 내진성 향상을 도모해야 한다.
- ⑧ 사업추진에 관하여 수요자의 이해와 협력을 구하는 동시에 사업자로서 책임 있는 설명을 위하여 수요자가 알기 쉬운 내용으로 정보제공에 적극 힘써야 한다.
- ⑨ 기술의 승계와 중견 젊은 직원의 기술수준의 유지 및 향상을 위하여 연수훈련 및 연구개발을 적극적으로 추진하면서 각종 자격취득을 권장해야 한다.
- ⑩ 자동화(OA)와 정보기술(IT)을 활용하여 유지관리의 최적화를 기해야 한다.
- ⑪ 독극물 투입 등의 위해로부터 시설을 보호할 수 있도록 무단침입방지, 수면이 노출된 시설의 복개작업, 상시 수질감시를 위한 조치와 동시에 사이버테러 대책에도 힘써야 한다.
- ⑫ 유지관리 수준의 지속, 향상을 위하여 업무의 위탁관리를 추진하는 경우에도 그 업무가 적정하

게 집행되는지의 여부를 항상 파악해야 한다.

(2) 상수도체계로서의 유지관리

최근의 정보기술을 중심으로 기술혁신 및 사회변화가 매우 빠른 속도로 진행되고 수도를 둘러싼 사회 환경도 크게 변화하고 있다. 지금까지의 유지관리 개념은 좁은 의미로 이해되어 왔고 수량, 수압을 확보하기 위한 시설, 설비의 운전과 보전, 수질기준에 부합시키는 것을 목표로 하는 것이 관리라고 하는 생각이 강했다. 그러나 수요자의 요구수준이 높아진 현재는 수요자가 이용하는 수도의 수준을 높인다는 넓은 개념을 목표로 하는 것이 필요하다.

장래의 상수도는 현재 상수도가 직면하고 있는 모든 문제를 해결함과 동시에 차세대에 계승하기 적합한 상수도가 되도록 하기 위해서 기기와 시설을 움직이는 기술과 종합적인 운용기술을 연계한 상수도체계(system)로서의 기술을 확립해야 한다. 이것을 정리해 보면 <표 1.1.1>과 같다.

<표 1.1.1> 상수도체계의 관리기술

기구나 시설을 움직이는 기술	시설과 기기의 점검, 조작, 감시, 정기점검, 보수, 수리, 사고방지책, 수질검사, 약품주입 등
종합적인 운용기술	효율적인 운용, 비용관리, 위기관리, 에너지절약, 주민요구에 대응, 인재양성, 조사연구, 환경에 대한 배려 등

미래의 상수도는 각각의 특징과 특색을 살리고 상수도의 수준향상이라는 목표달성을 위해서 노력해야 한다(표 1.1.2 참조).

<표 1.1.2> 상수도의 수준향상 목표의 사례

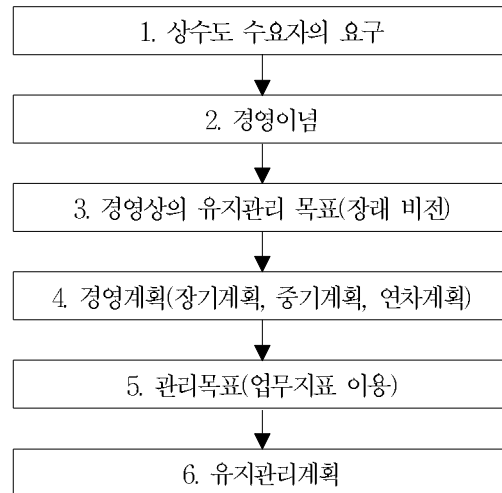
항 목	새로운 사회에 대응한 매력 있는 수도
안전하고 질 좋은 물	안전성이 높은 수질, 이상한 냄새와 약품냄새가 없는 질 좋은 물
필요 충분한 수압	중·고층 건물에 급수 가능한 수압
수량의 확보	쾌적한 생활과 도시활동을 지탱할 수 있는 수량
언제나 사용가능한 수도	갈수, 지진, 정전, 사고 등의 긴급상황시에도 사용할 수 있는 수도

1.1.4 계획적 유지관리

(1) 상수도의 경영과 유지관리

상수도사업은 수요자로부터 요금을 받아 운영하고 있으므로 투자와 그에 의한 효과에 대해서 수요자의 이해를 구하면서 사업을 수행해야 한다. 이를 위해서 유지관리도 보다 구체적인 관리목표를 정해서 계획적으로 실시하고 사업의 투명성을 확보하지 않으면 안 된다.

또한 관리목표나 유지관리계획을 책정할 때에는 수요자의 요구와 상수도의 장래목표를 반영해야 한다. 상수도경영과 유지관리의 관계를 나타내면 <그림 1.1.1>과 같다.



<그림 1.1.1> 상수도의 경영과 유지관리 관계

(2) 관리목표

상수도시설의 관리목표를 시설의 운용 및 정비측면에서 보면 <표 1.1.3>과 같은 항목에 대한 관리목표가 필요하다.

<표 1.1.3> 상수도시설의 관리목표 항목의 사례

시설의 운용	시설의 정비
안전하고 질 좋은 물 생산	갈수대응력 강화
직결급수 확대	수도시설의 정비
시설의 효율적 운용	적응기능의 강화
위기관리 강화	위기관리를 위한 시설보강
환경부하 저감	노후구조물과 설비의 개량
비용 절감	노후관로의 개량(갱생 또는 교체 포함)
누수율 저감	구조물, 관로의 내진화
서비스 향상	고도정수시설의 정비

관리목표 설정에 있어서는 시설의 정비 상황, 과거 및 현재의 유지관리 내용, 그리고 상수도의 질 향상 목표를 바탕으로 관리목표 달성시기를 설정한다.

이를 위해서는 <표 1.1.4>의 내용과 같은 내적환경과 외적환경의 장래변화를 예측하고 이들의 조건을 바탕으로 정확하게 목표를 설정해야 한다.

<표 1.1.4> 상수도의 내적환경과 외적환경의 변화

내적환경변화	외적환경변화
직원의 확보·양성 직원의 고령화 시설의 노후화 수요와 수입(收入)의 동향 IT화 시설의 자동화 비용의 상승 등	원수 수질의 악화 안전하고 질 좋은 물의 요망 수요자 요구의 고도화 고령화 사회의 도래 신기술의 개발, 기술의 진보 정보공개 경영노력의 요구 환경부하 저감

1.1.5 유지관리계획의 수립

(1) 유지관리의 계획화

상수도사업체는 통일적, 계획적 관리를 위해서 각 상수도사업체가 처해 있는 상황에 따라서 유지관리 계획을 수립해야 한다.

유지관리계획을 수립할 때에는 목표로 하는 수준과 그 달성도, 수요자의 요구에 적합성, 계획년도, 법률 등의 규제, 재정적 뒷받침, 조직구성과 업무분담, 노동조건, 평가방법·기준 등에 대해서 광범위한 검토를 할 필요가 있다. 또한 유지관리계획과 병행하여 구체적인 관리절차를 위한 매뉴얼(manual)을 작성해 두는 것이 필요하다.

(2) 유지관리계획의 내용

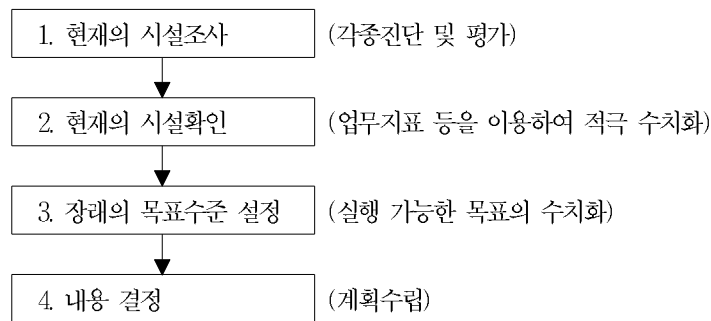
유지관리계획의 내용은 <표 1.1.5>에 나타난 것과 같이 평상시의 시설보전과 운전, 위기관리, 수운용, 수질관리 기타 업무위탁 등으로 크게 구분된다.

<표 1.1.5> 상수도시설의 유지관리계획 내용

항 목	내 용
시설보전	시설규모와 특징, 정비의 정도(노후도, 내진성)
시설운전	제어방법과 특징, 예비력(시설능력, 시설상호연결, 배수지용량)
위기관리	피해추정, 사고의 시뮬레이션, 예방계획, 응급대책, 복구계획
수 운 용	수원의 종류와 수질, 시설의 연결, 관망의 정비도, 배수지운용, 운용비용
수질관리	검사체제, 수원오염대책, 수질감시, 수질정보의 전산화
업무위탁	위탁방식, 위탁방법, 위탁범위

(3) 유지관리계획의 수립절차

유지관리계획의 수립절차는 먼저 각 시설의 상황을 각종 방법으로 조사하고 현재의 시설수준을 업무지표 등을 이용하여 가능한 한 수치화하여 확인한다. 그리고 사업의 모든 상황을 바탕으로 장래의 시설유지관리 목표수준에 대하여 수치화하고 이들을 달성하기 위한 시책을 구체적으로 계획내용에 반영시킨다. 계획의 수립절차는 <그림 1.1.2>와 같다.



<그림 1.1.2> 상수도시설의 유지관리계획 수립절차

상수도시설의 유지관리계획 수립은 상수도를 적정하고 합리적으로 설치 및 관리하기 위한 것으로 수도법 제4조의 규정에 의하여 10년마다 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획(이하 “수도정비 기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다.

1.1.6 유지관리매뉴얼

(1) 유지관리매뉴얼의 필요성

상수도시설의 유지관리에는 각 사업의 역사, 지리적 조건, 산업, 도시정책, 사회적인 환경, 급수인구, 수원의 종류와 안정성, 시설의 종류와 규모, 재정상태, 종사자수, 수요자의 요구 등을 반영한다.

수원의 종류와 안정성, 정수시설의 종류와 규모의 차이는 구체적인 유지관리의 내용을 좌우하는 요인이 된다. 수원의 종류는 갈수의 빈도와 규모뿐 아니라 정수처리방법에도 영향을 미치고 급수의 안정성을 좌우하는 중요한 요인이 된다.

따라서 시설의 운전 및 보전을 적절히 수행하기 위해서는 상수도사업마다 앞서 서술한 각종 요인, 조 건을 고려한 운전방법, 점검, 정비방법, 빈도 등을 포함하는 유지관리매뉴얼이 필요하다.

중소규모의 상수도사업에서 대규모의 상수도사업과 같은 내용으로 유지관리 하는 것은 어려우며 비경제적이다. 소수의 직원으로 유지관리하는 데는 시설을 가능한 한 단순하게 하여 복잡한 제어를 피하는 것이 바람직하다. 그리고 직영업무와 위탁업무를 명확히 해두어야 한다.

대규모 상수도사업에서는 일상의 유지관리매뉴얼로서 운용지침, 점검요령, 사고대응방법, 재난대책 누수방지작업계획, 연수텍스트 등을 마련하고 그 내용은 여러 갈래로 담당이 구분되기 때문에 개별 로 작성하는 것이 일반적이다.

그러나 중소기업의 상수도사업은 대체로 소수의 직원으로 많은 분야를 담당하기 때문에 반드시 이처럼 세분할 필요성은 없겠으나 알기 쉬운 유지관리 매뉴얼을 작성해 두면 좋다.

(2) 매뉴얼의 작성

매뉴얼 작성에 있어서는 법정 사항을 준수하고 다음 사항에 유의하여 작성한다(<표 1.1.5> 참조).

1) 시설보전

상수도시스템을 안정적이고 안전하게 관리하고 각 시설의 기능을 충분히 발휘하도록 하기 위해서는 개별 기기의 점검, 정비를 실시하나 이때 시설전체의 신뢰성, 구성의 균형 등을 진단 평가하여 시스템 전체로서 기능을 확보할 수 있도록 해야 한다. 그러므로 매뉴얼은 시스템 전체의 균형이 잘 유지되고 있는지의 여부를 고려해서 작성한다.

2) 시설운전

시설운전은 수량, 수압 및 수질관리가 주체가 되며, 그 설정목표를 달성하기 위해서는 제어방법, 특징 및 예비력 등을 충분히 감안하여 합리적이고 확실하게 시행해야 한다. 이를 위해서 매뉴얼은 기록양식의 통일, 주의사항, 운전상태의 판정기준, 기기의 취급, 이상시의 대응책 등을 포함하여야 한다.

3) 위기관리

사고시의 대응에는 사고 상황의 파악, 홍보활동, 급수의 확보, 복구대책, 수리방법의 결정 등이 있으며 이를 위한 매뉴얼이 필요하다. 사고대책은 사고시의 영향을 적게 하는 것이 중요하므로 미리 사고시의 영향 정도에 대한 시뮬레이션 등을 실시하여 시설기능을 평가하고 예상되는 피해와 확보해야 할 운용수준에 맞는 백업시설의 운용방법 등의 대책을 세워둔다.

가능하면 실제로 시설을 정지하는 사고 예행연습 같은 것을 실시하여 문제점 도출과 대책을 실시하고 복구대책과 수선에 필요한 연락기관, 연락방법 등도 명기해 둔다.

4) 수운용

수운용은 효율적이고 합리적으로 수량, 수압, 수질을 관리해 가기 위한 것으로 각 시설의 처리능력 특징, 배치조건을 고려하여 시설간의 연결, 제약조건, 이상시의 대응, 경제적인 가동방법 등을 명확히 해둔다.

5) 수질관리

양질의 물을 확보하는 데는 수원으로부터 급수전에 이르기까지 모든 과정에서 수질을 감시하고, 만일 오염된 경우에는 신속하고 확실한 오염물 제거 및 위험을 피하는 조치를 한다. 이를 위해서는 평상시의 감시체제 및 데이터의 평가기준, 긴급시의 대응체제를 명확히 해둔다.

6) 업무위탁

업무위탁은 사업규모, 재정 및 기술력 등을 감안하여 결정해야 된다. 상수도시스템의 안전성 및 안정성이 확보되도록 위탁방식, 위탁범위를 설정하는 동시에 위탁내용, 작업절차, 보고, 연락체제, 검사기준 등을 명확히 해둔다.

1.1.7 광역적 유지관리

(1) 광역적 유지관리의 의의와 목적

2005년 말 현재 전국 상수도사업체 167개 중 약 65%인 109개가 급수인구 10만 명 미만인 중소규모의 상수도사업체이다. 중소규모 상수도는 사업 전체의 장악이 비교적 용이하고 정책방침의 철저함이나 종합적 판단이 쉽다는 등의 장점이 있는 반면, 일반적으로 인원이 부족하고 재정상의 문제 등으로부터 서비스의 향상, 수질검사체제의 충실, 시설확충과 개량, 유지관리의 효율화, 수원개발, 긴급시의 체제 등에 어려움이 있는 등의 공통과제를 안고 있다.

광역적 유지관리체제가 확립되면 이러한 공통과제의 해결이 가능할 뿐 아니라 상수도운영 기반강화가 기대된다. 지금까지 한국수자원공사에 의한 용수공급사업을 중심으로 하는 광역화는 수원의 확보와 수도물의 광역적 공급서비스에 큰 역할을 해 왔으며 일부시설 위탁관리 등이 진행되고 있으나 공동상수원의 관리 및 공동수질검사, 시설의 정비와 같은 새로운 조직체제의 정비를 하지 못하고 대부분의 중소규모 사업체가 독립된 방식으로 운영하고 있는 것이 사실이다.

중소규모의 상수도에 있어서는 직원 한 사람이 광범위한 분야를 유지관리해야 하므로 폭 넓은 전문 지식의 습득이 필요하게 되는데 이를 위해서는 연수 및 훈련 등을 공동으로 실시하는 것도 효과적이다.

광역적 관리는 규모가 확대됨에 따라 집적효과가 증대되고 취수에서 급수까지 각 시설의 안정성, 위기(risk)관리, 관리수준의 향상, 인력양성 등 많은 점에서 경제적이고 효과적이다.

(2) 광역적 유지관리의 내용

광역적 유지관리는 각 상수도사업자가 갖고 있는 현재와 장래의 과제에 대응하고 수요자에 대한 급수서비스의 향상을 기하는 등 대략 다음과 같은 사례를 들 수 있다.

1) 시설의 공동이용

상수도시설의 정비에는 많은 비용이 소요되나 각 상수도사업이 반드시 충분한 설비투자가 가능한 상황이 아니며 특히, 시설확장은 원래 취수 및 도수시설, 정수시설, 송수 및 배수시설 등의 정비에 이르기까지 많은 투자비가 필요하고 경영 상황에 따라서는 조기 증설·개조가 곤란하게 되는 경우도 적지 않다. 이런 경우 광역적인 공동시설을 건설하면 투자효율 면에서 유리하게 되며 유지관리 면에서도 공동사용에 따른 효율화로 각 상수도사업의 부담이 경감된다.

2) 광역적 운전관리

상수도시설의 운전은 자동화가 진행되고 운전상황의 감시와 제어를 집중적으로 시행하는 상수도사업체가 많아지고 있다. 감시제어설비의 개량, 정비는 많은 비용이 소요되나 광역적 감시시설을 공동으로 소유하면 투자비를 경감할 수 있다. 시설관리 면에서도 광역적, 총체적인 관리에 의해서 운영효율화 외에 급수의 안정성 향상이 기대된다.

3) 광역적 수질검사체제

수질검사는 상수도수질 기준의 강화 등 한층 더 그 중요성이 강조되고 있으며 수질검사는 상수도사업자가 실시하는 것이 원칙으로 되어 있으나 고가의 분석 기기와 고도의 검사기술을 필요로 하므

로 중소기업의 상수도사업자가 각기 독자적으로 체제를 정비하는 것은 곤란한 경우가 많다. 가령 체제가 정비되었다고 해도 그 가동률의 저조로 인해서 비경제적인 시설이 되어 버릴 우려가 있다. 공동으로 이용 가능한 설비를 갖추어 광역적인 수질검사 체제를 확립하는 것은 매우 매력적이다.

(3) 비상시의 대응

지진, 갈수, 시설의 사고 등은 발생빈도는 높지 않지만 한번 발생하면 그 영향이 크므로 하나의 사업자로서는 대응이 곤란하게 되는 사태가 예상된다. 그렇다고 비상사태 때문에 평상시에는 별로 필요 없는 대책에 대해서 사업자마다 만전의 대비를 강구한다는 것은 경영상 큰 부담이 된다.

그러므로 비상시의 대책을 광역적인 상호지원, 협력을 전제로 구체화하므로 급수의 안전성을 기대할 수 있다. 특히 동일수계의 수질사고 대책을 위해서는 각 상수도사업자 서로가 평상시에 긴밀한 정보교환을 할 수 있는 체제를 만들어 두는 것이 바람직하다.

1.1.8 위탁관리

업무위탁은 수도법 제17조 제3항에 의하여 상수도사업을 효율적으로 운영하기 위하여 상수도사업자의 책임아래 업무를 위탁(이하 “업무위탁”이라 함)할 수 있으며 수도법 제17조의3에 의하여 상수도시설의 운영, 관리에 관한 업무(이하 “수도관리업무”라 한다)의 전부 또는 일부를 대통령령이 정하는 전문기관(수도법 시행령 제22조의2 적용) 또는 지방자치단체인 상수도사업자에게 위탁할 수 있다.

어느 것이든 비상시의 대비 및 사고시의 대응과 연결체제 등을 정한 “비상시 대응매뉴얼”을 위탁자와 수탁자 쌍방이 사전에 준비하여 두는 것이 바람직하다.

(1) 일부 업무위탁

일부 업무위탁은 일반적으로 직영업무와 밀접한 관계가 많으므로 책임의 범위를 명확히 해야 한다. 또한 시방서 등에 계약의 목적, 대상시설, 업무내용, 기술자의 배치, 취업시간, 보고에 관한 사항 등을 정해 두어야 한다. 감독관은 시방서 등이 정하는 바에 따라 계약의 적정한 이행을 확보하기 위해서 입회, 확인, 지시, 기타의 방법으로 감독업무를 수행한다.

1) 업무위탁의 사례

일부 업무위탁으로는 다음과 같은 것을 들 수 있으며 그 사례를 예시하면 <표 1.1.6>과 같다.

- ① 전문기술이나 고도의 기술을 필요로 하는 계측제어기기, 컴퓨터의 점검 및 수리, 수질검사 업무
- ② 계절적, 일시적인 업무인 풀베기, 식재, 분말활성탄 투입
- ③ 시스템에서 분리할 수 있는 배출수 처리, 슬러지케이이크 처분
- ④ 전형적인 업무인 청소, 경비업무
- ⑤ 기술자 확보가 어려운 운전관리 업무

2) 일부 업무위탁시의 유의점

일부 업무를 위탁할 때는 다음과 같은 점에 유의해야 한다.

<표 1.1.6> 상수도의 일부 업무위탁 사례

수원(댐, 하천)	취수장	정수장	배수지, 펌프장	도·송·배수관로
• 댐 수질조사 • 하천수질조사 • 수질감시	• 부유물질 및 그 처리 • 기계·전기설비의 점검, 수리 • 운전관리	• 청소, 경비업무 • 계측제어설비의 점검, 수리 • 기계, 전기설비의 점검, 수리 • 배출수처리, 케이크 처분 • 건축설비의 점검 수리 • 운전관리 • 식재, 전지, 풀베기	• 청소, 경비업무 • 계측제어설비의 점검, 수리 • 기계·전기설비의 점검, 수리 • 운전관리 • 식재, 전지, 풀베기	• 관로점검, 수리 • 누수조사, 수리 • 단수, 감수, 탁수홍보 • 관로정보 처리 • 밸브, 소화전 등의 높이조정 • 철 뚜껑의 점검 교체 • 도면작성 및 수정 • 계획 배·급수 작업

- ① 업무내용은 계약서, 시방서 등의 문서로 명확히 하고 상수도사업자로서 책임을 져야 할 예기치 못한 변경사항 발생시에는 계약변경 지시를 할 수 있도록 해준다.
- ② 위탁자는 먼저 위탁관리 방법을 정하고 적절한 계약이행을 확보한다.
- ③ 계약내용에 따라서는 수탁자의 업적, 기술력, 업무수행 체제 등을 평가하여 수탁자를 선정한다.
- ④ 성능을 요하는 업무의 발주 등 필요에 따라서는 수탁자의 창의력이 발휘될 수 있도록 한다.
- ⑤ 사고시와 비상시에는 즉시 수탁자로부터 보고하도록 하고 위탁자의 지시에 따라 속히 대응할 수 있도록 해준다.

(2) 제3자 위탁

지방자치단체인 상수도사업자는 사업을 효율적으로 운영하기 위하여 수도법 제17조와 동시행령 제22조의2에 의하여 전문기관에 상수도시설을 위탁하여 운영할 수 있다.

1) 제3자 위탁제도의 개요

수도법에 의한 제3자 위탁은 수도법상 책임을 수반하는 기술상 업무의 위탁이다. 위탁범위 내에서 수탁자에게 수도법의 규정이 적용되고 위탁한 수도사업자에게는 그 부분의 규정이 적용되지 않는다. 따라서 수탁자는 수탁한 수도의 관리에 관한 기술상의 업무를 담당시키기 위해서 수탁수도업무 기술자를 한 사람 배치하지 않으면 안 된다.

2) 제3자 위탁의 기준

일반적인 제3자 위탁기준은 상수도시설의 관리업무에 있어서 기술상의 관점에서 총체적으로 수행해야 할 업무의 전부를 한사람에게 위탁하는 것이다.

예를 들면 정수장 업무를 위탁하는 경우 수질검사, 위생상의 조치 등 시설관리업무 전반을 총괄적으로 하나의 사업자에게 위탁해야 하며 어떤 부분의 업무를 위탁하거나 업무전체를 복수의 사업자에게 분할하여 위탁할 수 없다. 복수의 정수장을 관리하고 있는 수도사업자가 일부 정수장의 업무를 위탁하는 경우에도 위탁대상 정수장의 업무는 일괄해서 위탁한다. 급수설비에서는 급수구역 내에 있는 급수설비의 관리에 관한 기술상의 업무 전부를 위탁한다.

제3자 위탁을 시행하는 경우에는 위탁에 해당하는 업무내용, 위탁계약기간 및 그 해제에 관한 사항, 업무실시체제 등의 조항을 포함하는 위탁계약서를 작성해야 한다. 그리고 위탁계약의 체결사실과

해지사실을 환경부장관에게 신고하여야 한다(수도법 제17조3의 제1항).

3) 위탁범위 선정

위탁업무 대상범위 선정에 있어서는 대상이 되는 업무의 운전사고 등의 악영향이 차단될 수 있는 범위까지를 대상으로 하는 등 총체적인 관리업무를 수행할 수 있는 범위로 한다. 책임관계를 명확히 하기 위해서는 예컨대 차단밸브를 업무범위의 경계로 하는 등 비상시를 대비한 관리를 총체적으로 수행할 전체범위를 위탁업무의 대상으로 할 필요가 있다.

또한 업무를 실제로 수행하는 종사자의 업무관리의 독립성이 보장되도록 한다. 적어도 종사자의 출입영역을 확정하는 등 종사자의 업무관리가 될 수 있는 환경조건이 필요하다.

4) 제3자 위탁시의 유의점

제3자 위탁을 시행하는 경우에는 다음 사항에 유의해야 한다.

- ① 제3자 위탁제의 도입시에는 상수도기술의 전수 및 경영방침과 부합되게 하고 계약목적, 대상시설, 관계법령 등의 준수업무, 위험의 분담, 보고, 연락방법 등을 명확히 하여 수탁자에게 책임 있는 관리체제를 확립해 둔다.
- ② 위탁자는 업무지표 등을 활용한 관리목표를 정하고 그 성과를 명백하게 하므로 계약의 적절한 이행을 확보한다.
- ③ 수탁자 선정시에는 업적, 성적, 기술력, 업무수행 능력 등을 종합적으로 평가한다. 그리고 계약할 때는 수탁자의 능력과 창의력의 성과가 나타나도록 한다.
- ④ 위탁자는 필요에 따라 운전관리의 절차와 시설특성 등을 수탁자에게 파악시키기 위한 업무수습 기간을 정하여 업무이행의 원활을 기한다.
- ⑤ 사고와 재해에 의한 손실, 사업계획과 법령의 변경에 따른 예상 밖의 비용발생 등 위탁업무 내에서 발생할 수 있는 각종 위험사항을 도출하여 위탁자와 수탁자 간에 누가 부담할 것인지를 정해 둔다.
- ⑥ 제3자 위탁에서도 급수계약을 근거로 한 수요자에 대한 책임은 상수도사업자측에 있으므로 모니터링 등에 의한 수탁자의 적절한 이행을 확인함과 동시에 사고시와 이상시에는 바로 수탁자로부터 상황보고를 받도록 한다.

(3) 위탁계약

업무위탁은 크게 나누면 경쟁 입찰과 수의계약 등 2가지 계약방법이 있으며 그 외에도 제안경쟁입찰, 협의수의계약 등이 있다.

1) 경쟁입찰

이에 해당하는 업무는 청소, 경비업무 등에서 볼 수 있듯이 특수한 기술, 기능을 필요로 하지 않고 수탁자가 다수 존재함에 따라 합리적인 가격설정이 가능한 업무에 적합하다.

2) 수의계약

기계·전기·계측제어설비의 점검, 컴퓨터 보수, 펌프설비 점검 등과 같이 특수한 부품, 장치를 사용하여 전문적인 기술과 그 내용에 정통하는 것이 필요하고 설비의 납품업자 이외의 업자에게 위탁하는 것이 명백히 불합리한 업무에 적합하다. 다만, 계약에 있어서는 공정하게 다룰 필요가 있다.

3) 제안형과 협의계약

수도법에 근거한 제3자 위탁 등 포괄적인 위탁에서는 수탁수도업무 기술관리자와 각종 자격취득자를 포함하는 등 일정한 기술력을 갖는 기술제안을 받아서 경쟁입찰이나 협의계약에 의한 계약을 행하는 경우도 있다.

1.1.9 위기관리

상수도는 사람의 생명이나 생활에서 빼놓을 수 없는 시설이며 도시의 기능유지를 위해서도 불가결한 시설로서 자연현상이나 사회, 경제활동과도 항시 연관을 가지므로 외부의 상황에 따라서 항상 영향을 받을 수 있는 위험(risk)에 노출되어 있다. 반면에 상수도자체가 자체기능을 정상적으로 유지할 수 없게 되면 생활은 물론 경제활동에 악영향을 미치게 되는 위기를 내포하고 있다.

구체적으로는 지진, 홍수, 갈수, 수질오염, 정전 또는 경제상황 등 상수도사업 자체의사에 의하지 않는 수동적인 위기상황이 있는 한편 노후관으로 인한 녹물발생, 관로의 파손사고 및 기기의 오작동 등에 의한 단수와 감수 등 상수도측에 기인하여 발생하는 위기상황 등이다.

또한 상수도가 갖는 잠재적인 위기는 단수에 의한 시민생활이나 영업활동의 영향에 그치지 않고 간선도로나 궤도하의 누수로 인한 함몰사고 등 많은 인명을 앗아가는 2차재해로 발전할 가능성이 있는 점도 고려해야 한다. 최근 고도 성장기에 구축된 많은 상수도시설이 노후 되어 이들의 누수발생 확률이 높다. 이와 같은 상황을 방지하는 것은 단순히 수자원의 손실뿐만 아니라 수도가 지역에 대해서 재산상의 부정적인 의미를 나타낸다. 상수도사업체는 각 지역에서 발생되고 있는 각 분야의 사고를 교훈삼아 하드와 소프트 양면의 위기를 도출하는 등 유지관리의 충실에 노력해야 한다.

위기대책에서 중요한 점은 위기의 종류에 따라 발생빈도(일어날 확률)가 상이하고 위기발생에 의한 피해의 크기도 차이가 있다는 것이다.

상수도사업체나 그 수요자가 피해를 입을 위기가 예측되면 그 대책을 세워 피해를 가능한 한 경감시키거나 미연에 방지할 수 있다. 위기를 적절하게 관리하기 위해서 이들의 많은 위기 중 각각의 발생빈도나 그 피해의 크기를 고려하여 우선도가 높은 것을 평가, 선별하여 대책을 세워 실행하는 것을 위기관리(리스크관리)라고 한다. 일반적으로 재정적인 면이나 관리체제상의 제약 등을 고려하여 합리적으로 우선순위가 높은 위기를 선별하여 그 순위에 따라 위기관리를 시행해야 하며 그 절차는 <그림 1.1.3>과 같다. 그리고 위기관리의 절차 등 공통사항에 대해서는 1.3.5 재해 및 사고대책과 각 편의 시설에 대한 사항을 참조하는 것이 필요하다.

(1) 위기의 파악

위기의 파악에서는 상수도사업에서 어떤 상황의 영향이 위기로 다가오는지를 명확히 하기 위해서 실적이나 조사 등을 기초로 넓은 관점에서 위기를 도출 및 분류하여 이것을 정리해야 한다.

위기를 도출하는 방법에는 각종 위험사상(危險事象)을 몇 가지의 요소로 분류하고 분류된 사상에 서 구체적인 위기를 도출하는 방법이 있다.

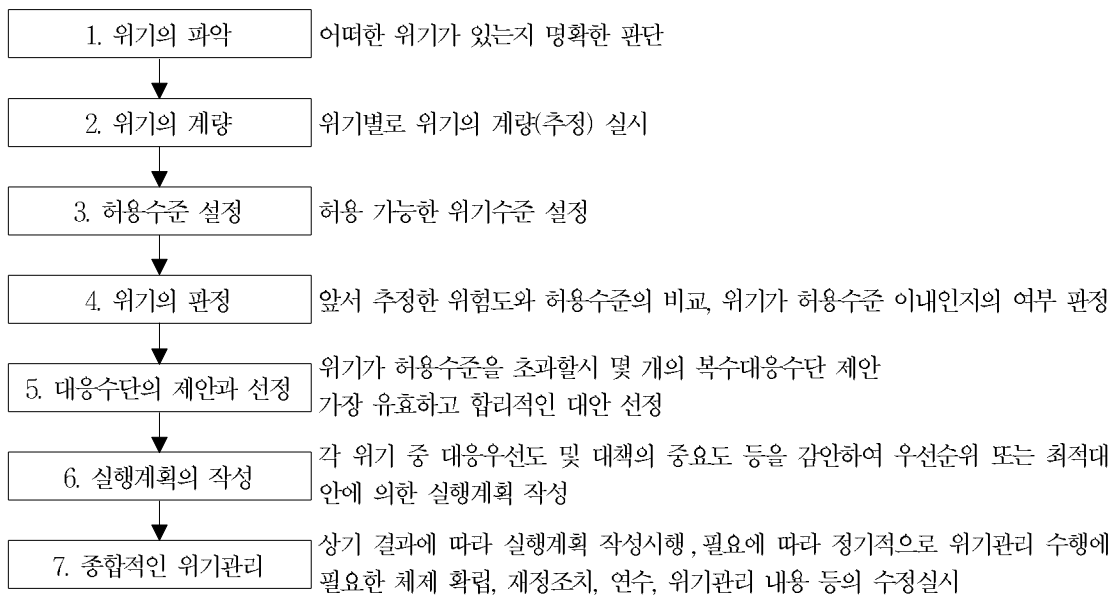
위기의 종류는 앞서 서술한 바와 같이 수도가 받는 위기와 수도가 다른 것에 미치는 위기가 있으며 이들이 수도시설에 미치는 영향과 장애에 대해서 자연계, 사회계 및 시설계 등 3요소로 분류하여 그 내용을 정리하면 <표 1.1.7>과 같다.

<표 1.1.7> 상수도시설의 위기의 종류

수도가 피해를 받는 위기	지진, 풍수해, 갈수 등	자연계
	원수오염, 수질사고, 오수유입 등	사회계
	정전, 시설의 노후화 등	시설계
	물기상승, 파괴활동, 인력부족 등	사회계
수도가 다른 것에 피해를 미치는 위기	트리할로메탄, 냄새 등	시설계
	관 파열사고, 단수, 감수 등	시설계
	요금인상 등	사회계

(2) 위기의 계량

위기의 계량은 파악된 위기의 크기를 그 발생확률과 피해로서 계량(추정)하는 것으로 각각의 위기에 대해서 (위험사상의 발생확률)×(피해의 크기)로 구하게 된다.



<그림 1.1.3> 상수도의 위기관리 시행순서

위험사상의 발생확률은 실험이나 경험을 근거로 한 산출식이나 과거의 경험값 또는 기타사례 등을 참작하여 정량화하고, 피해는 영향인구, 단수호수, 단수시간, 피해금액 등을 참고하여 정량화한다.

그러나 이와 같은 방법에서 각 위기를 완전히 정량화하는 것은 데이터 등의 부족으로 곤란한 경우

가 많으므로 델파이법을 이용한 상대적인 척도를 구하는 방법 등도 있다. 이 외에 상수도사업이 위치하고 있는 지역이나 시설의 정비 상황 등 각 상수도사업이 처해있는 상황을 조사하고 이들 위험사상을 서로 비교하여 각 위기의 상대적인 크기를 설정하는 방법도 있다.

특히 피해경험이 많은 위험사상으로는 관로파손사고, 태풍, 낙뢰 등이 거론되고 위기인식과 피해경험의 관계에서는 지진의 경우 위기로서는 강하게 인식되나 실제의 피해경험은 발생빈도 관계에서 볼 때 적게 나타난다.

(3) 위기의 허용수준 설정

허용수준(허용레벨)은 위기에서 오는 피해 정도로 표시하는 것으로 예컨대 지진에 의한 위기에서는 50년에 1회 정도 발생하는 지역에서 예측되는 규모의 지진으로 전체호수의 ○○%까지 단수를 허용하는 수준으로 하는 등 구체적으로 수치화하는 것을 들 수 있다.

위기의 허용수준 설정에서는 정량적인 데이터를 근거로 각 위기에 따른 적절한 방법을 선택하는 것이 필요하다. 허용수준 설정방법의 일례를 들면 <표 1.1.8>과 같다.

<표 1.1.8> 상수도시설의 위기의 원인과 기능장애

위험사상	위기의 요인		수도의 기능장애
지리적 위치·지형	지형적	고 지 대	출수불량
		저 지 대	과잉수압
시설기능 등의 저하	물리적	펌프정지 등	단수
		관로의 노후화	지상 및 지하누수
	기능적	관 내 폐 색	출수불량
		스 케 일	녹물
		과 대 구 경	관내 정체수

상기 표에서 통계적 분석법으로 분류되는 허용수준 설정방법을 나타내면 다음과 같다.

① 사회선호 행동분석법

일반적으로 사람들은 편익이 큰 것에 따라 위기를 각오하고 행동한다는 가정하에 통계적인 분석수법에 의해서 허용수준을 설정한다.

② 비용, 편익, 위기분석법

비용+위기와 편익이 균형을 갖도록 위기의 허용수준을 설정한다.

③ 심리적 허용분석법

양케트 등에 의해서 사람들의 위협에 대한 태도를 조사하여 그 결과로 위기의 허용수준을 설정한다.

④ 설계기준 역해석법

기존 구조물의 파괴확률을 설계기준에서 역산하여 이것을 근거로 위기의 허용수준을 설정한다.

⑤ 사고의 통계분석법

각종 사고율을 통계자료에서 추정하고 이것을 참고하여 위기의 허용수준을 설정한다.

⑥ 배경(back ground) 분석법

위기의 허용수준을 자연 상태에서 받는 허용수준과 같거나 그 이하로 설정한다.

⑦ 위기균형(risk balance) 분석법

얻어지는 효용이 일정해도 일방의 위기를 감소시키면 다른 편의 위기가 증대되는 경우 위기의 총량이 최소가 되도록 허용수준을 설정한다.

(4) 위기의 판정

위기의 판정에 있어서는 각각의 결과에 의한 위기가 허용수준 이하인지의 여부를 판정한다. 당해 위기가 허용수준을 초과하는 경우 허용수준 이하로 하기위한 구체적인 대책이 필요하게 된다.

예를 들면 지진위기의 경우 50년에 1회의 지진에서 가령 전체호수에 대한 단수율 10%라는 허용수준이 설정된 경우라면 이 시점에서 피해예측 단수율이 5%일 때는 시설정비를 할 필요가 없으나 피해예측 단수율이 20%라면 허용수준 10%를 목표로 하는 시설정비가 필요하다.

(5) 대응수단의 제안과 선정

위기대책의 제안에서는 예방대책, 응급대책, 2차재해 방지대책 등 여러 가지 면에서 검토한다.

일반적으로 하나의 위기에 대해서 복수의 대안이 있으므로 각 대안을 일정한 평가지표에 의해서 평가하고 최적의 대안을 선정하는 것이 필요하다. 평가지표로는 다음 4가지를 생각할 수 있다.

① 비용 대 효과: 효과를 비용으로 제한 비용 대 효과로 판단한다.

② 효과: 대책실시에 의해서 얻어진 효과의 대소로 판단한다.

③ 경제성: 대책실시에 요하는 비용의 대소로 판단한다.

④ 실행가능성: 기술적, 제도적 과제를 고려한 실행가능성의 대소로 판단한다.

비용 대 효과는 대책의 유효성을 생각하는데 가장 중요한 지표가 되므로 가능한 한 정량화하여 비용 대 효과를 산출한다. 효과의 정량화가 곤란할 때는 정성적 효과를 경제성과 함께 평가한다. 또한 비용효과가 높은 대책이라도 실행가능성이 낮은 경우는 실시가 곤란하게 된다.

이 외에도 위기의 내용이나 위기의 주위환경 등의 측면에서 최적지표를 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같은 방법으로 각 위기에 대해서 가장 효과적인 몇 개의 대책을 선정한다. 선정할 때는 시설의 정비 상황이나 재정상황 등 각 상수도사업이 당면한 상황을 조사하여 가장 효과적인 목표를 달성할 것을 생각하지 않으면 안 된다.

(6) 실행계획의 작성

위기의 우선도와 대책의 중요도에 기술적, 재정적, 정책적인 검토를 가하여 실행계획을 작성한다. 실시계획에는 계획의 구체적인 내용, 실행공정, 책임소재, 필요한 경비 등을 명백히 해두어야 한다.

위기대책은 복수의 위기에 유효한 경우가 있다. 예컨대 노후관을 교체할 때 지진대책에 유효성과 동시에 누수방지대책, 파열사고대책, 녹물대책 등에도 유효성이 기대된다. 그러므로 대책의 우선순위를 검토할 때는 이와 같은 복수의 위기에 대한 유효성도 감안할 필요가 있다.

(7) 종합적인 위기관리

실행계획을 조직적으로 착실히 실시해야 한다. 이를 위해서는 진행관리, 개선, 재검토의 과정과 동시에 응급대책에 대한 훈련실시가 필요하다. 위기대책의 실시상황에 대해서 정기적으로 진행관리를 하고 필요에 따라서 개선한다. 또한 정기적으로 실행계획 전체를 재검토하는 것도 대책의 유효성을 높이는 데 필요한 사항이다.

1.1.10 정보제공

정보제공은 상수도사업자가 수요자에게 설명해야 할 책임사항으로 유지관리를 포함한 상수도사업의 전체내용을 수요자가 알기 쉽도록 설명해 주는 것이다. 또한 수요자의 민원(needs)을 파악하고 이에 따라서 상수도서비스의 향상을 도모해야 한다. 이러한 정보제공과 요구사항 파악은 양호한 유지관리를 시행하는데 없어서는 안 된다. 인터넷 홈페이지의 정보제공과 전자메일을 이용한 의견과 민원접수, 중지, 개시 등의 접수서비스, 앙케트 조사 등이 일반적으로 시행된다.

(1) 정보제공의 내용

정보제공은 상수도사업자가 수요자에게 각종 정보를 제공하기 위한 것으로 그 내용은 <표 1.1.9>와 같다.

<표 1.1.9> 정보제공의 사례

항 목	내 용
계획	지역상수도 비전, 경영계획, 장기계획, 중기계획, 수질검사 계획
경영	조직, 재정, 요금
시설	신설, 개량(갱신), 내진화, 개량계획
수질	고도정수처리 도입, 안전성, 수질검사 결과
수원	수원보전방법, 수원정보, 갈수정보
배·급수	단수, 감수, 탁수 등의 정보, 사고정보, 급수계통, 관중(아연도 강관)정보, 저수조 직결급수
지진	급수거점, 지진시의 대책
기타	이벤트정보, 언론보도내용, 계약정보

(2) 민원파악

수요자의 민원(요구사항)을 파악하여 서비스향상을 도모하는 것은 상수도사업 운영의 근간이 되므로 보다 중요시 하지 않으면 안 된다. 의회와 시민의 소리, 질문, 고충상담, 앙케트 등으로 얻은 수요자의 요구사항을 시책에 신속하게 반영하는 것이 필요하다.

더욱이 수요자의 요구는 광범위하여 수도가 직접 관여하지 않는 것까지 포함되는 경우도 적지 않으므로 그 내용을 충분히 파악하여 정확하게 대응하지 않으면 안 된다. 특히 불만, 불평에 대해서는 수요자의 입장을 이해하려는 노력과 함께 친절하고 정중한 대응이 필요하다. 그리고 수요자의 의견도 잘 기록해 두어야 한다.

(3) 정보제공방법

홍보·여론취회는 상수도사업자가 직접 실시하는 경우와 다른 미디어를 활용하는 방법이 있는데 비상시 필요한 것, 특정 시기에 필요한 것 혹은 경제적인 것, 대상 범위가 넓은 것, 대상 범위가 좁은 것 등 각각 목적에 따라 다르다. 또한 요구성이 강한 정보는 언론매체를 통해서 홍보를 하면 그 효과가 커진다. 이들의 사례를 보면 <표 1.1.10>과 같다.

<표 1.1.10> 정보제공방법

항 목	내 용
정보제공	인터넷, 홍보지, 팸플릿, 포스터, 전단지, 홍보차, 전화, 게시판, 방문, 회람판, 라디오, TV, 영화, 비디오, CATV, 신문, 잡지
민원파악	여론조사, 앙케트, 모니터제도, 수도상담, 투서, 진정서, 메일, 전화
기타	지역 활동에 참가, 현장견학, 현상논문, 포스터·표어모집, 수도자료관

1.1.11 조사 및 연구

(1) 조사 및 연구의 필요성

상수도 수요자는 물의 안정성과 맛과 냄새, 색도, 탁도 등 물의 쾌적성에 대해서도 관심이 높다. 또한 생활양식과 사회경제활동이 고도화, 다양화된 오늘날에는 단수가 허용되지 않는 상황이다. 이것은 오늘날 상수도가 안고 있는 공통과제로서 각 상수도사업이 처해 있는 상황에 따라서 각종 사항에 대해서 조사연구의 필요성이 강조되고 있다.

(2) 조사 및 연구의 체제

조사 및 연구체제를 구축하는 데는 그 목적이나 업무가 지니는 특성에 따라서 다음과 같이 3개 항목으로 대별할 수 있으며 각 업무내용에 적합한 체제로 구성하여야 한다.

- ① 개별 상수도사업의 경영정책에 관한 것으로 위탁이나 공동연구로 해결되지 않는 분야
- ② 민간기업, 제작자 등의 기술을 활용해 나가는 분야: 수처리 부문, 기계, 전기, 컴퓨터, 정보처리 등 앞선 민간기술을 활용하는 것이 효과적이고, 상수도사업 자체에서는 그 이용방법, 효과

등을 기대하는 자동검침, 누수탐지, 자동수질측정, 고도정수처리 등

- ③ 대학, 연구기관 등에 위탁하기에 적당한 분야: 조사를 바탕으로 복잡한 해석이나 학술적 고찰, 예측 등이 필요한 수요 요인분석, 미량유기물의 기초연구 등

일반적으로 중소규모의 상수도사업에서 각자 단독으로 조사와 연구를 시행하는 것은 기술력, 예산 인력 등에서 어려움이 따르므로 공통과제에 대해서는 공동으로 조사 및 연구체제를 구축하면 효율적이고 효과적이다.

(3) 성과의 발표

조사 및 연구의 성과는 한국상하수도협회지, 전국 수도연구발표회, 각종 세미나, 각종 학술지 및 기술전문지 등에 발표함과 동시에 국제수도협회(IWA) 등의 국제회의와 국제적인 학술지에 발표한다. 또한 시설전학, 토론회 등을 통해서 주지시킴으로 그 효과를 한층 더 높일 수 있다. 특허를 취득한 경우는 그것을 공개하여 많은 상수도사업자가 용이하게 활용 가능하도록 하는 것이 바람직하다.

1.2 상수도시설체계의 관리운영

1.2.1 총칙

고보급화 시대의 상수도 유지관리 목표는 수요자 측면에서 높은 수준의 수도서비스를 하고 공공성과 기업성의 양면에서 합리적이고 효율적인 상수도시설의 관리운영에 힘쓰며 수량, 수압, 수질 및 라이프라인 기능을 적정하게 유지하고 평상시와 비상시를 불문하고 보다 안전한 양질의 수도물을 계속하여 안정적으로 공급하는 것이다.

이를 위해서 현재의 상수도시설 전체를 하나의 체계(system)로 구성하고 시설체계 계전체로서의 기능을 충실히 해야 한다. 구체적으로는 시설체계를 구성하는 각 시설의 기능을 정량적으로 평가, 진단하고 시설체계 전체의 기능향상에 크게 기여하는 시설부터 우선적으로 개선하는 것이 사업계획과 비용효과의 면에서 효율적이다.

상수도시설의 유지관리 및 개선에 사용되는 자재 및 제품은 법령이 정하는 기준 및 규격에 적합하고 물에 접촉하는 자재 및 제품의 경우에는 위생안전기준에 적합하여야 한다(1.2.5항에 상술함).

또한 지금까지의 경험이나 상식뿐만 아니라 관리에 필요한 자료와 정보를 정확하게 부족함이 없이 수집하고 상수도사업의 업무지표 등을 이용하여 시설의 기능을 과학적, 정량적으로 평가하고 어떠한 관리가 최적인가에 대해서 비용효과의 측면도 포함하여 충분히 검토하고 개선할 수 있도록 해야 한다.

이 시설기준(유지관리편)에는 이와 같이 상수도체계 전체를 본 비용효과의 측면을 고려하고 정량적으로 평가하여 시행하는 관리를 “합리적 관리”라고 하고 이를 상수도체계 관리운영의 기본으로 한다.

1.2.2 상수도시설체계의 관리

(1) 시설체계의 관리방법

일반적으로 상수도시설은 지금까지 급수구역의 확대 등에 따른 확장사업 등에 능력을 확충해 온 결과 현재 정수 및 배수계통을 중심으로 상당한 수준의 시설을 확보하고 있다.

상수도시설의 관리에서는 사고나 고장, 재해 등으로 일부시설이나 설비에 피해가 발생하더라도 상수도체계(system) 전체로서의 기능은 유지되도록 각 계통 간에 상호보완이 신속하고 원활히 작용되도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 중요시설의 복수화, 서로 다른 계통과의 상호 연결, 배수지 기능의 증대로 시설운용의 탄력화, 타사업체와 긴급연락 관계의 정비 등이 바람직하다.

항상 안정된 정수처리와 배수운용을 효율적으로 시행하는 데는 이러한 상황을 감안하여 현재의 상수도체계가 형성되어온 과정을 이해함과 동시에 정수계통과 배수계통을 포함하는 큰 블록단위로 시설체계를 파악하고 그 특징을 살려서 시설개량과 운전관리를 계획하는 것이 유효하며 합리적이다.

또한 상수도시설을 구성하는 개별 시설이 전부 적정하게 유지관리되고 있으면 시설 전체의 유지관리도 적정하게 시행될 것으로 생각되나 시설 전체가 고도화 및 복잡화되어 가면 이와 같이 시설단위에 착안한 유지관리방법만으로는 비용 면이나 노력 면에서 볼 때 효율성이 떨어진다. 그러므로 앞으로는 시설 체계관리의 관점에서 합리적인 유지관리방법을 도입하여 대규모 시설개량시대에 대응하도록 해야 한다.

(2) 시설체계 관리상의 유의점

상수도시설은 창설 이래 급수구역확대, 설계기준과 내진설계의 변천, 기술혁신, 예상위기의 다양화 직결급수의 확대, 시설기준의 변경, 수질검사 체제의 강화와 수질기준 개정 등 각 시대의 요청에 부응하면서 현재의 시스템을 형성해 왔다. 그리고 상수도의 광역화와 제3자 위탁제도를 포함한 수도법 개정 등 수도를 둘러싼 환경이 변화되었다. 그러므로 시설체계 관리상의 목표를 새롭게 설정하여 상수도시설 전체를 하나의 체계로 하여 총괄적이고 효율적인 관리·운용을 해야 한다.

<표 1.2.1>은 이와 같은 목표설정에 참고할 내용으로 현재 상수도시설을 둘러싼 외적요인과 내적요인에 관한 항목을 체계적으로 정리한 것이다. 장래 유지관리에는 이와 같은 체계관리의 관점에서 각 사업체가 당면한 상황과 입지조건, 시설특성 등을 감안하여 이들 항목에 대응한 구체적인 계획목표를 세워서 최적의 유지관리계획을 수립하는 것이 바람직하다.

<표 1.2.1> 상수도시설체계 관리상 고찰내용

항 목		고 찰 내 용
외적요인 (시설체계의 환경)	변혁요소	직결급수의 확대 상수도사업의 광역화, 제3자 위탁제도 광역연결관 부설 등 하드면의 연계 물수요의 증감(절수형 사회의 정착) 업무지표의 도입, 사업평가시스템의 도입 지구환경에 공헌(CO ₂ 삭감, 환경회계 등)

항 목		고 찰 내 용
외적요인 (시설체계의 환경)	변혁요소	에너지사용의 합리화에 관한 법률 개정·시행 수질기준의 강화개정, 수질감사체계(정수처리 공정관리, 수질관리)의 강화 수질감사계획에 의하여 수요자와 위기에 관한 협의 상수도기술의 고도화
	위기요소	자연재해(풍수해, 지진 등) 수원수질 사고(유해물질에 의한 취수정지) 정수수질 사고(유해물질에 의한 급수정지) 테러대책, 갈수(취수제한) 정전사고, 송전정지, 낙뢰, 과전류 등 누수 및 파열사고
내적요인 (시설체계의 특성)	보전관리	시설배치(정수계통, 배수계통, 배수블록화 등) 시설의 공칭능력, 정수예비력, 여유도, 수리권, 설치년도 사용재료의 변천, 시설의 열화(경년, 노후화, 퇴화) 신뢰도, 고장이력 설계강도의 차이(내진설계 기준의 차이 등) 저류량(정수, 배수지 유효용량 등) 내용년수(법정내용년수, 사용가능년수 등) 비용 실적(정기 정비비, 수리비, 개량비, 교체비)
	운전관리	정수장 관리설비 펌프장 감시제어설비(원격감시 제어 등) 에너지절약 등 환경대책 비용 원단위(동력비, 인건비, 약품비 등) 기기의 오조작

(3) 시설체계 관리에 의한 유지관리계획 수립

시설체계 관리의 관점에서 유지관리계획을 수립할 때는 시설체계에서 각 시설의 중요도와 긴급성 우선순위 등을 고려하여 설정한 계획목표 대안에 대해서 한정된 재원범위 안에서 가장 효율적으로 달성 가능한 방안을 선정한다.

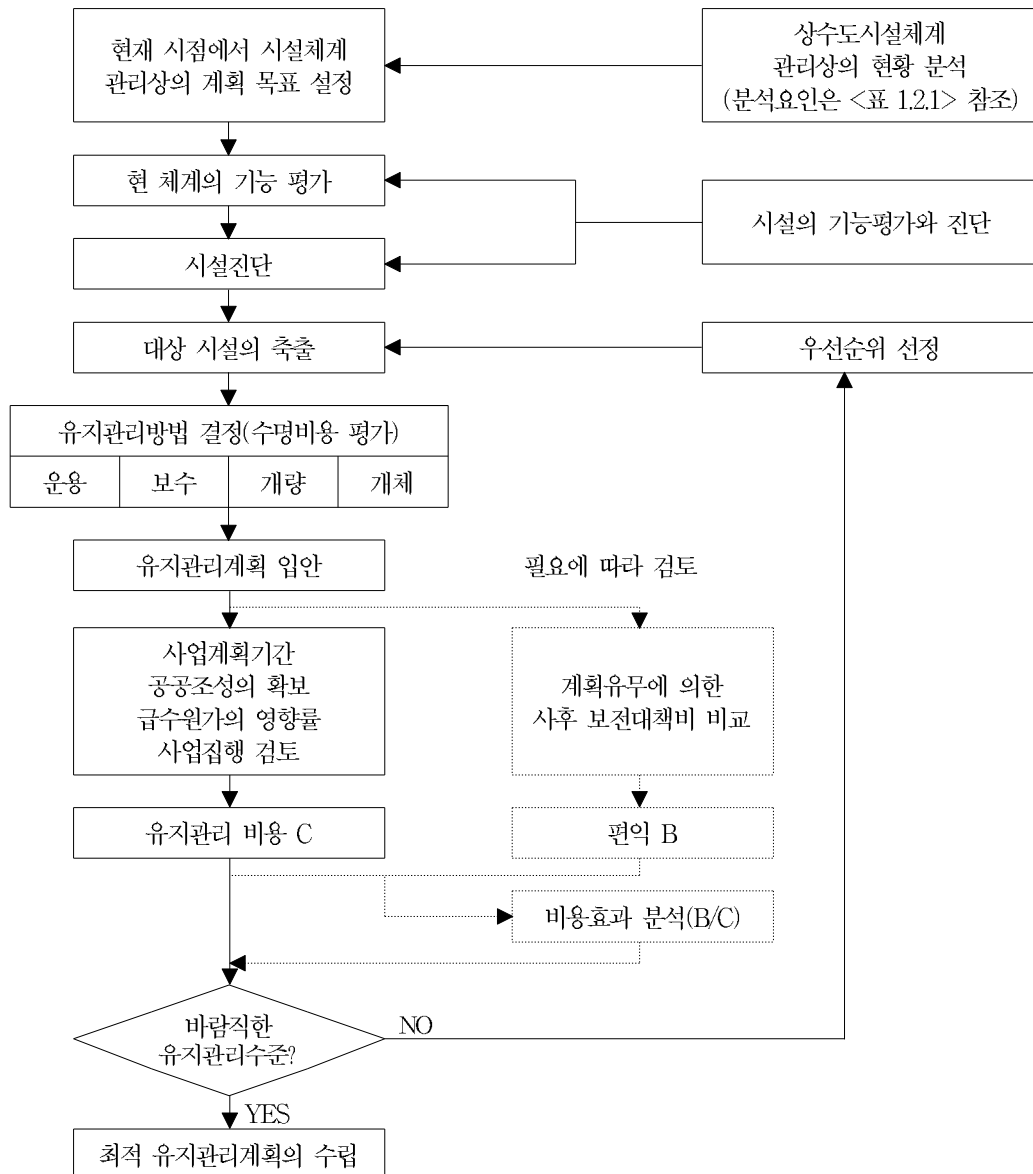
특히 대규모 시설개량이나 교체시에는 많은 재원이 소요되므로 각 시설에 기대되는 신뢰성과 합치되는 유지관리 수준의 관계를 고려하여 재정 부담이 일시적으로 집중되지 않도록 사업 착수시기를 조정하면 적절한 연차계획이 될 수 있다.

이를 위해서 <그림 1.2.1>에 표시된 계획수립 절차와 같이 계획목표에 관련된 시설체계 기능을 종합적으로 평가·진단하고 비용효과 분석을 하여 최적 계획안을 선택하는 것이 필요하다.

먼저 유지관리 목적에 대한 구체적인 계획목표를 설정하고 이에 대한 시설의 기능평가와 진단에 의해서 유지관리계획을 대상으로 하는 시설을 가려서 각 시설에 대한 수명비용(life cycle cost) 평가 결과를 근거로 하여 보수, 개량, 교체 등 유지관리방법을 결정하여 사업계획을 수립한다.

그리고 수립한 사업계획에 대해서 사업집행의 실행가능성과 사업계획기간, 수도요금과 급수원가 등에 대한 영향 등을 평가하고 수요자와 상수도사업자 쌍방에 바람직한 유지관리수준을 도출하는 순서로 한다.

이때 가능한 한 당해 계획으로 발생하는 편익에 대해서, 예컨대 시민생활이나 도시에 미치는 영향도의 측면에서 정량적으로 평가하고 이를 근거로 한 비용효과 분석을 하여 계획의 최적화를 기하는 것이 유효하다.



<그림 1.2.1> 최적 유지관리계획의 수립절차

1.2.3 상수도시설의 기능평가와 진단

(1) 기본구상

상수도시설체계의 관리에 근거한 유지관리의 기본은 원수에서 정수 및 배수시설 그리고 가능하면 급수설비까지를 하나의 시설체계로 하여 그 모든 과정에서 각 시설과 체계전체의 기능을 정량적으로 평가·진단한 후에 체계 전체에서 균형과 조화된 신뢰성을 확보하는 것이다.

먼저 상수도시설의 기능평가에서는 각 시설과 체계전체에 대한 내용년수도 고려하여 현재의 상태와 장래의 변화를 파악, 예측하는 것이 중요하며 각 시설에 대해서는 단위시설의 능력, 설치년도, 설치조건, 안정성 등에 따라 평가를 위한 지표화와 중요등급을 정하고 체계전체에서 이들 시설의 역할을 종합적으로 평가한다. 그 결과 시설체계로서의 약점, 능력부족 또는 여유도를 판단하여 이를 근거로 안정성과 안전성을 강화하기 위한 대책을 실시하므로 기능의 수준향상을 도모하는 것이 가능하다.

이와 같은 방법에 의해서, 예컨대 대체기능이 없는 시설에 대해서는 일정한 사용년수를 기준으로 시급히 개량(교체 포함)하는 반면 시스템화가 되어 있는 시설에서는 내용년수를 일정기간 연장하는 등 시설체계의 특성을 감안하여 완급한 내용년수를 설정하므로 사업운영상 무리가 없는 연차계획을 하는 것이 가능하게 된다.

한편 각 시설이 그 중요도에 따라서 기능을 갖고 있으면서 시설체계로서 안정된 기능을 장기간 유지하기 위해서는 예방보전을 위한 진단을 빠짐없이 하여 그 결과에 따라서 기능이 불완전한 시설이나 능력이 저하된 시설이 있으면 수선이나 개량에 의해서 각 시설에 대한 능력·성능의 유지향상에 힘써야 한다.

또한 시설의 기능평가를 하는 경우 시설방식, 기능 등 하드웨어적 능력과 함께 운전관리상의 약점, 여유, 능력, 점검, 정비 등 용이한 소프트웨어적 기능도 평가할 필요가 있다.

이를 위해서 개량(교체 포함)을 검토하는 경우는 기존 능력을 원상 복구하는 단순교체에 그치지 않고 시설체계의 기능향상에 기여하는 부가가치 대책도 겸해서 검토하는 것이 필요하다.

<표 1.2.2>에 수량, 수압, 수질 및 라이프라인 기능에 대한 평가요소와 정량화 항목을 예시하였다. 정량화 항목에 대해서는 업무지표를 활용하고 각 시설별 기능평가와 점검, 보수 등 상세한 사항은 이 기준의 각 편을 참고한다.

(2) 시설의 기능평가

유지관리의 구체적인 목표에 관해서 시설의 기능을 정량적으로 평가하기 위해서는 체계전체의 신뢰도와 이를 구성하는 각 시설의 신뢰도의 관계를 시설체계 구조면에서 우선 간결하게 파악해 두는 것이 필요하다. 여기서 신뢰도는 어떤 유지관리 목표에 관련한 환경 하에서 대상으로 하는 체계나 시설이 기능을 제대로 하고 있는지의 여부에 대한 확실성을 0에서 1사이의 확률로 표시한 것이며 체계를 구성하는 시설의 배치나 상호연결 상태를 보아서 체계 전체의 신뢰도와 각 시설의 신뢰도의 관계가 시설체계 신뢰도 관수로서 대략적으로 구해진다.

이것으로 어느 시설의 신뢰도를 높이면 체계전체의 신뢰도 향상에 가장 많이 기여하는가를 정량적

으로 파악할 수 있으므로 시설체계 기능에 미치는 시설의 중요도를 판단함으로써 유지관리계획에서 구체적인 우선순위의 결정이나 비용효과가 높은 방안의 선택이 가능하게 된다.

<표 1.2.2> 수량, 수압, 수질 및 라이프라인 기능평가 요소와 정량화 항목

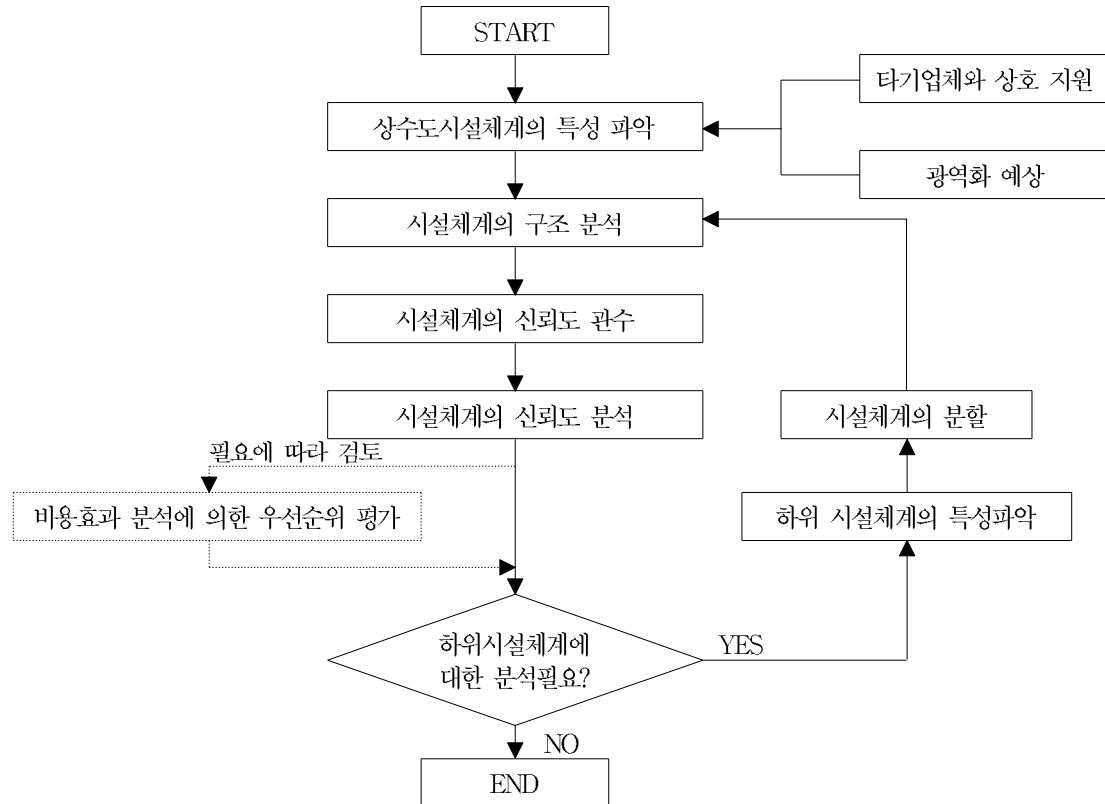
기 능	평가요소	정량화의 항목
정 수 처 리	수 원 수 질 오 염 조 류 대 책 수 질 기준 항목 미규제 화학물질 감염성 미생물	원수수질, 탁도관리, 크립토타스포리디움 pH조정, 암상활성탄의 재생기준(재생 사이클 등) 소독 부산물(트리할로메탄, 취소산 등) 억제 사용약품(응집제, 소독제 등) 및 주입량
비축량조정	정 수 운 용 배 수 운 용	안정수리권(현황과 장래), 시설능력, 저수지 원수조정지, 정수지, 배수지, 대용량 송수관
라이프라인	관 망 의 계층 화 상 호 연 결 관 직 결 급수 확대	정수계통간·배수계통간의 상호 용통수량 배수블록화, 경년관 잔존율, 유효율, 누수율 배수관 수압분포
시 설 운 용	효율화·성력화 에너지절약 대책	운전관리방법, 각종 계측제어설비, 오존주입 제어 전력사용 원단위, 펌프 가동률
수 질 관 리	배 수 관 내 수 질 아연도강관 대책	잔류염소관리, 급수전 수질 텔레미터, AOC제어 아연도강관 잔류연장(도로부분·택지 내), 저수조의 위생관리
위 기 관 리	시 설 내 진 화 비상 급수체계 응급 복구체계 취수제한(갈수) 독 극 물 감 시	긴급시 급구거점(배수지, 내진성 저수조) 수전시스템, 자가 발전설비, 관로 내진화율 긴급 차단밸브, 비상연락관, 원수수질 텔레미터 어류감시장치, 취수 안전도, 공급 예비력 타도시와의 상호지원체계, 유달시간, 취수정지 가능시간

상수도 규모가 클수록 그 시설체계의 구조를 충실하게 표현하기 어려우나 일반적으로 수도시설체계는 정수장이나 배수장, 송·배수간선 관망(net work), 배수관블록 등 여러 시설이 모여서 이루어지는 하위체계(sub system)가 서로 연관되어 하나의 기능을 발휘하므로 이들 하위체계에 대해서도 필요에 따라서는 복수경로를 설정하므로 수도계통 전체의 신뢰성이 높아진다.

따라서 먼저 현재 상수도체계의 특성, 특징을 정성적으로 파악하고 정수 및 배수계통 단위로 하여 체계전체의 구조를 대략 파악하는 것이 필요하다. 그리고 다시 상세한 시설을 대상으로 분석할 때는 하위체계와 이것을 구성하는 각 시설, 각 시설과 이것을 구성하는 개체나 부품 등 순차적으로 하위 구성단위로 내려가면서 같은 방법으로 분석을 진행한다.

더욱이 장래 광역화를 예상하거나 대규모 재난 등 비상시를 예상하여 타사업체와 긴급 연결관을 정비해 두는 등 시설체계의 구조상 한층 더 신뢰성 향상이 필요한 경우는 이들 체계를 포함하는 총체적인 체계에 대해서 현재의 체계를 평가할 필요가 있다. 이것들을 검토하는 절차를 <그림 1.2.2>

에 나타내었다.



<그림 1.22> 상수도시설의 기능평가 절차

(3) 시설의 진단

1) 시설진단의 필요성과 의의

수요자의 관점에서 수도시설 유지관리의 주안점은 시설체계 전체가 그 계획목표에 따라 그 정한 기능을 항상 발휘하는 상태를 유지하는 것이므로 이를 위해서는 체계를 구성하는 각 시설이 그 중요도에 합당한 신뢰도를 유지하도록 하는 것이다.

그러나 수도시설은 상시 충분한 기능을 발휘하고 있는 과정에서도 고장이 일어나며 시간의 경과에 따라 시설의 노후화, 효율저하 등이 발생한다. 그러므로 이하에 기술하는 일상의 정기적인 점검·정비 및 보수 등은 물론이고 예방보전을 위한 시설진단을 적절하게 시행하는 것이 중요하다.

- ① 사전에 고장을 예측하고 방지한다.
- ② 발생한 문제점을 신속히 회복한다.
- ③ 수명을 예측하여 사전에 보수, 개량, 교체 등을 실시한다.

이렇게 하므로 시설체계의 기능에 관한 종합 진단이 가능하게 되고 재난을 비롯한 사고에 대비한

라이프라인기능 확보, 직결급수를 가능하게 하는 배수관망, 원수수질 변화나 돌발적인 수원수질 사고를 예측한 정수기능, 보다 안전한 양질의 수돗물 공급을 확보하기 위한 고도정수처리의 채택 등 사회적 필요에 따른 대응책의 검토에도 도움이 된다.

2) 시설진단의 절차

상수도시설은 일반적으로 신설에서 교체에 이르는 수명주기(life cycle)가 있다. 그러므로 시설의 진단은 시설체계가 잘 조화 되어 운용되고 있는가, 시설이 효율적인가, 기능이 충분히 발휘되고 있는가, 수명은 충분한가, 고장은 없는가 하는 등의 관점에서 각 시설이 그 수명의 어느 위치에 있는지를 정량적으로 파악하고 적절한 방법으로 실시하여야 한다.

진단의 정량화는 지금까지의 시설관리 이력 등 과거의 자료수집·정리 이외에 고장유무, 효율, 수명, 능력, 사용년수 등으로부터 상태등급(rank)을 구분하여 채점하고 이것을 현재의 신뢰도로 하여 지표화한다. 또한 시설은 설비의 집합체이므로 그 중에 기능이 떨어지는 부분에 착안해서 진단하는 것이 효과적이다.

이상과 같은 점에 유의하여 전체체계에 대한 종합 진단으로 약점발견과 개량, 교체를 포함한 유지관리 방안을 도출한다. 진단시에는 현시설의 제어, 운전, 관리체제, 제해나 사고대책 등도 진단의 요소로 하여 조사한다. 진단결과 운전의 기능유지나 안정된 운전을 기대할 수 없을 때는 시설의 개량(교체)을 검토한다.

상수도시설의 진단에 대해서 수도법에 다음과 같이 규정하고 있으므로 수도시설의 기술적인 진단은 이에 따라 시행해야 한다.

- ① 상수도사업자는 상수도시설의 관리 상태를 점검하기 위하여 5년마다 환경부령이 정하는 바에 따라 정수장, 관망 등 당해 수도시설에 대한 기술진단을 실시하고 그 결과를 반영한 시설개선 계획을 수립하여야 한다(수도법 제55조의2).
- ② 시설의 규모에 따른 기술진단과 그 내용은 수도법 시행규칙 제12조의 규정에 따라서, 그리고 시설기술진단을 대행할 수 있는 자는 동 규칙 제3항의 규정에 따라서 시행하여야 한다.

3) 각 시설의 진단방법

상수도의 각 시설은 관로, 구조물, 기계, 전기, 계측제어설비의 조합으로 구성되어 있으므로 진단에 있어서는 각 시설의 특징을 배려하면서 다음과 같이 실시한다.

① 관로

관로는 설치연장이 길고 그 정보량도 많으므로 관로의 개량(교체 포함)을 계획적이고 효과적으로 시행하기 위해서는 관로가 지닌 기능이나 물리적인 상태를 진단하는 것이 필요하다. 물리적 진단은 현지에서 직접 조사하는 방법과 간접진단법이 있다. 대부분이 지하에 매설되어 있어 직접 조사가 어려우므로 관로진단에 필요한 정보를 얻기가 힘들기 때문에 일반적으로 간접진단방법을 사용한다. 간접진단은 관로의 경년열화도, 사고발생률, 매설환경(토양, 깊이, 철도횡단개소 등) 등 지금까지 얻을 수 있는 소견으로부터 종합적으로 평가·진단한다. 이 경우 “수도시설의 점검, 진단요령”(시설안전기술공단)을 참조하여 이를 활용토록 한다.

② 구조물

구조물에 대해서는 직접과괴에 연관되는 내하력의 유지면 뿐만 아니라 내구성, 기능성, 외관상 태 등을 포함한 고도의 기술적 판단을 요한다. 상수도시설의 콘크리트구조물 진단에는 “콘크리트 구조물의 점검, 진단요령”(시설안전기술공단)을 이용하도록 한다.

③ 기계, 전기 및 계측제어설비

이들 설비의 진단방법에는 설비를 눈으로 보고 판단하는 간단한 방법부터 전문기술자가 정밀기기 등을 사용하여 정량적으로 시행하는 진단이나 과학적 방법에 의한 해석 등 고도의 진단방법까지 포함 된다. 각 시설에 공통되는 진단항목으로는 내용년수, 설치환경, 고장빈도, 부품의 비축이나 조달가부, 설비의 중요도 등이 있으며 동시에 이들 하드웨어를 움직이는 소프트웨어 부분도 같은 진단을 요한다.

④ 소프트웨어의 진단

설비의 운전이나 수운용에 관한 컴퓨터 등 소프트웨어의 진단내용은 <표 1.2.3>과 같다. 소프트웨어는 시설체계로서 각종 시설이나 설비를 조합하여 제어, 운용하므로 그 진단결과는 정량화가 어렵지만 전체의 균형을 고려하면서 제어범위나 이상검지의 성능을 점검하여 그 약점의 소재를 판단한다.

또한 기계·전기설비의 소프트웨어는 고도화 및 복잡화되어 있고 그 내용은 암상화(black box)되어 있어서 진단시에는 체계전체를 충분히 숙지한 기술자가 실시한다.

<표 1.2.3> 소프트웨어의 진단항목

항 목	내 용
제어·운용	목표대로 되어 있는지, 적절한 폭인지
소프트웨어의 내용	운전관리직원의 수준에 적합여부
장래의 증가대책	소프트웨어의 탄력성 유무
문제의 발생빈도	소프트웨어의 신뢰성 여부
소프트웨어의 결함	과거의 장애 유무
긴급시와 문제발생시의 대책	즉시 대응할 수 있는 체제의 유무
이상 및 고장	백업 체제의 유무

1.2.4 상수도시설의 유지관리방법

(1) 시설개량

현재의 상수도시설은 '70년대부터 고도 경제성장기에 집중적으로 형성된 이후 시설의 경년에 따라서 기능의 열화, 성능저하, 비용증대(잘못 고장, 부품품질, 구득곤란 등) 등의 문제가 발생하는 한편 상수도에 대한 사회적 요구의 고도화와 더불어 평시와 비상시를 불문하고 높은 수준의 안정급수가 요구되고 있다. 따라서 장래에는 시대의 요청에 따라 합리적인 관리와 계획적인 시설개량으로 상수

도체계 전체의 기능향상을 효율적으로 도모하는 것이 중요한 과제다.

1) 시설개량 계획을 위한 고려사항

시설개량 계획을 위하여 충분히 고려할 사항으로는 시설능력, 성능, 위기, 비용효과 등이 있다. 시설개량은 신규수요에 대응하는 확장사업과는 달리 수익증대가 따르지 않고 사업의 효과나 의의가 일반적으로 알기 힘든 특징을 갖고 있으므로 법정 내용년수가 지나도 당면한 시설운용에 영향이 없으면 전면 개량을 하지 않고 예산 허용범위 안에서 보수나 개량으로 수명연장을 하게 된다.

그러나 한편으로는 시행해야 할 시설개량(교체)을 태만하면 장래 사고다발이나 사회적 손실발생, 보수 및 복구비용 증대 등 안정급수와 기업경영에 막대한 지장을 초래한다.

따라서 시설개량(교체) 계획에 있어서는 각 개량계획에 대해서 사업평가를 함과 동시에 필요성이나 효과에 대해서 알기 쉽게 설명되도록 하는 등 사업에 대한 설명의 책임을 이행하면서 상수도시설 체계 전체를 볼 때 체계관리상 중요한 시설이면서 개량효과가 상승하는 것을 우선하여 정비해야 한다. 사업평가를 할 때는 개량하는 경우와 개량하지 않는 경우에 대한 초기투자비와 유지관리비를 포함한 총비용을 산출하고 위기관리를 포함한 비용효과분석을 실시한다.

2) 시설개량 계획

시설개량 계획은 시설능력, 성능에 포함된 시설을 건설하는 기간, 비용, 기술상의 과제, 장래 유지관리 체제 등을 고려하여 구체화 한다.

시설개량 계획은 재정수지 계획에 영향을 줌으로 합리적인 체계관리에 의하여 개량의 긴급성, 각 시설 개량주기의 상태, 전체 시설체계에 대한 시설의 중요도 등을 고려하고 자본비의 증가에 따른 재정 부담이 일시에 집중되지 않도록 사업비의 평준화를 고려하여 연차계획을 수립한다.

그리고 1.2.3 상수도시설의 기능평가와 진단에서 제시한 시설체계의 관리방법에 따라 대상 시설의 기능저하가 전체 체계의 기능에 미치는 영향의 대소를 평가하고 시설의 중요도를 감안한 실질적 개량주기를 설정하므로 가능한 재원의 범위 안에서 우선순위에 따라 비용 대 효과가 큰 최적계획을 수립한다(<그림 1.2.3> 참조).

3) 개량계획 시행상 유의사항

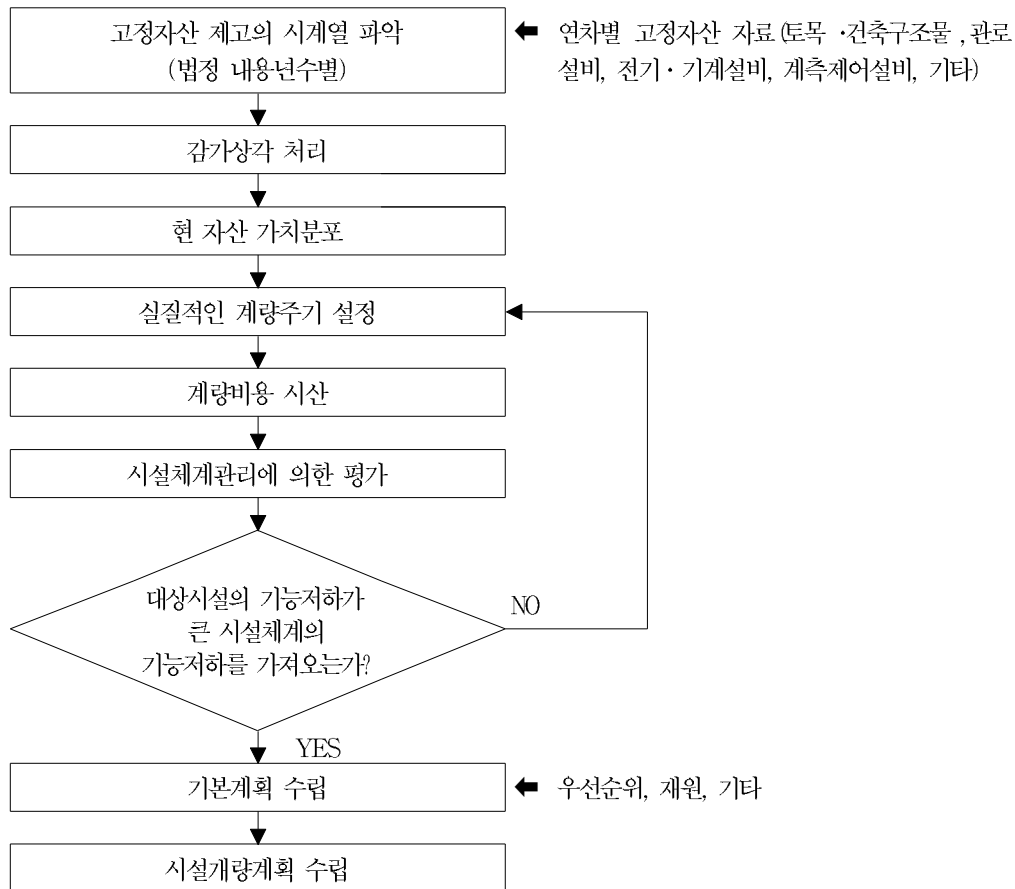
① 대체능력 확보

정수시설이나 도·송수관 등 기간시설은 개량공사에 장기간을 요하므로 급수의 수요가 적은 기간 중에 완료되지 않고 일정기간 시설능력의 저하를 피할 수 없게 된다. 이를 사전에 예측하여 위기관리에 필요한 공급예비력을 보유하거나 수요 감소로 시설능력에 여유가 생기면 문제가 없게 된다. 그러나 여유가 없을 때는 가시설의 확보, 현재 시설능력의 확충, 상수도 전체 시설체계 중에서 상호 융통 등으로 대응하게 된다. 경우에 따라서는 타사업체의 지원 등의 대책을 취할 필요가 있다.

또한 배수관 개량공사에서는 탄력적 수운용이 가능하도록 배수시설의 상호연결, 배수계통의 블록화 등 관망정비에 힘써야 한다.

② 기존시설과의 조화

기존시설의 일부를 개량하는 경우 신규시설이 공존하게 되므로 유지관리상 혼란이 일어나기 쉽다.



<그림 1.23> 상수도시설의 개량계획 수립절차

예컨대 기존시설과 연결이나 장래를 위한 공간 배치, 공사용지의 확보 등 단순한 신설에 비해서 극히 곤란하므로 시설체계 전체를 봐서 기존시설 운전의 안전 확보를 최우선으로 하는 등 기존시설과 조화·조정이 가능한 개량계획을 실시한다.

③ 안전대책

시설개량에서는 공사의 사고가 직접 정수처리 장애나 배수사고로 이어지기 쉬우며 특히 정수시설 등의 개량사업에서는 진동에 의한 기기의 이상, 전원케이블 절단사고 등의 발생이 없도록 주의를 기울여야 한다.

그러므로 공사를 진행할 때에는 사고가 유지관리상의 문제로 이어지지 않도록 안전대책에 만전을 기하고 사고시나 고장발생시 사후 대응에도 충분한 배려를 해야 한다.

④ 기술혁신이 빠른 설비의 개량

기술혁신이 빠른 컴퓨터에 대표되는 퇴화경향이 강한 계측제어기기류는 설비를 구입하지 않고 임대계약하는 것이 유리할 때가 있다. 이것은 구입했을 때 설비개량이 곤란할 뿐만 아니라 보

수와 점검이 제작자 이외는 불가능하거나 감가상각 기간이 짧고 성능의 퇴보가 빠른 등의 이유가 있다. 이들 기기의 개량은 비교적 내용년수가 긴 시설의 개량과 다른 점에 주의해야 한다.

(2) 시설운용

1) 정보(IT)시대에 적합한 시설운용

최근 IT기술의 진보가 현저하고 수도체계에도 많은 신기술이 채용되고 있다. 수도시설의 운용에서는 특히 적정한 수량, 수압의 확보와 수질관리가 요구되고 기계·전기·계측제어설비 등의 적절한 제어 및 운전과 수질계측기 등에 의한 정확한 계측과 기록이 필요함은 물론 설정목표 등의 현상 파악과 감시 그리고 정보관리가 중요하게 대두되고 있다.

일반적인 제어는 소정의 절차로 주로 동작과 정지를 반복하는 연속제어를 하나 각 처리과정의 계획값과 설정값의 차이나 외란의 영향 등을 고려해서 보다 목표에 가깝게 피드백(feed back)제어나 피드포워드(feed forward)제어를 이용하는 등 경험 있는 전문직원의 판단방법을 활용하여 이상시를 포함한 제어의 정확성, 안정성 향상을 도모해야 한다.

이와 같은 감시제어나 정보관리 기술의 진보로 정수장 등에서는 DDC(direct digital control)시스템을 이용한 감시제어에 의한 집중관리, GIS(geographic information system)에 의한 송수·배수·급수관 등의 정보관리나 자동검침 제도 등의 활용으로 장래 상수도체계는 보다 효율적인 운용관리가 가능하게 된다.

그러나 시설능력의 여유나 시설체계 전체를 고려하면 필요이상으로 고도설비나 제어를 필요로 하지 않는 경우도 있다. 오히려 시설을 간략하게 하므로 고장 등 이상시 대응을 용이하고 신속하게 할 수 있다. IT기술을 이용한 제어 및 운전방법 검토에서는 각 상수도사업 규모나 시설능력, 지역사회의 필요성 등을 감안하여 최적방법을 도입하는 것이 필요하다.

2) 환경을 고려한 시설운용

상수도시설 운용에서 지구온난화 대책이나 폐기물 감량화, 건전한 수환경 구축 등 환경문제의 중요성을 충분히 인식하고 경제성과 환경보전 양면을 고려하여 폐기물 등의 재활용이나 전력사용량 삭감, 석유대체 에너지 이용의 적극추진, 상수도체계 전체를 돌아보는 것 등이 과제가 되고 있다.

구체적으로는 정수장이나 송·배수설비에서는 전력에너지 소비를 저감하기 위해서 기기의 고효율 운전이나 에너지절약 기기의 도입을 추진하고 있다. 또한 태양광 발전설비나 고저차를 이용한 소규모 수력발전설비 등 자연에너지 이용이나 발전장치와 그 배열을 회수하여 에너지 고효율 이용을 시행하는 열병합발전 등의 도입도 자원절약 및 에너지절약을 도모하는 방법이다. 이와 같은 체제의 도입은 정수장 등에 정전시 운전에도 도움이 되고 시설의 신뢰성 향상과도 연결된다.

그리고 지금까지의 대량생산, 대량소비, 대량폐기 등의 사회경제 체제에서 폐기물 배출억제, 재생자원화 등 자원 순환형 사회체제를 향한 무방출을 기본으로 하는 체제가 요구되고 있다. 특히 정수장에서 총체적 환경부하나 사업의 효율화를 고려하여 정수슬러지를 원예용 흙으로나 시멘트원료 등으로 재활용 확대나 배출수 처리를 하수처리장에서 일괄 시행하는 것도 유효한 방법이다.

시설을 건설, 개량할 때는 이상과 같은 배려로 건설과 개량이나 운전을 포함한 생명주기(life cycle)

를 고려한 에너지 소비를 생각하여 종합적으로 자원소비가 최소화되도록 계획하는 것이 필요하다.

(3) 품질관리

1) 수돗물의 품질관리

급수전에서 공급되는 수돗물은 수요자의 손에 전달되는 상품이라고 할 수 있으므로 수도사업자는 수도법 제18조에 규정된 수질기준에 적합한 수돗물의 공급을 의무적으로 시행해야 한다. 수요자에게 항상 수질기준을 만족하는 안전한 양질의 수돗물을 공급하기 위해서는 원료인 원수에서부터 제품인 급수전수에 이르기까지 상수도체계의 각 공정에서 엄격한 품질관리가 필요하다.

품질관리는 일반적인 공장제품에서는 원료관리, 제조공정관리, 제품·상품관리 등이 시행되며 상수도에서는 각 수원에서 수질관리, 정수장에서 수질관리, 송수·배수·급수에서의 수질관리에 해당하는 것이다. 적절한 품질관리를 하는 데는 수원에서 급수전에 이르는 상수도계통 전체를 대상으로 수질관리 계획을 수립하는 것이 매우 중요하다.

수돗물 품질관리에서는 원수의 수질감시나 정수장에서 사용하는 약품이나 처리상황, 배수지나 배수관, 급수관 내에서의 수질변화 상황 등에 주의하고 개선이나 강화 등 품질관리상 각 단계에서 목적과 방법 및 체제를 명확히 하고 이상발생시의 대응에 관해서도 지침을 정해 두어야 한다. <표 1.2.4>에 각 점검항목을 예시하였다.

<표 1.2.4> 상수도 각 공정의 주요품질 점검내용

공정		내 용
원수	수원도입	기상, 수질오염, 조류의 발생, 맛과 냄새, 어류폐사, 원수수질, 사용약품, 정수장까지 도달시간
제조	정 수 장	각 정수공정의 수질, 사용약품, 여과지 세척상황, 정수수질
수송	송·배수	수질검사, 관로의 구조와 재질, 관내상황, 배수지 및 관로 내 체류시간
제품	급 수	수질검사, 급수관 및 급수기구의 구조와 재질 저수조의 구조와 유지관리 상황, 체류시간, 오접(cross connection)의 가능성

2) 수질의 통계적 관리

수질관리는 정확한 측정과 정확한 데이터 정리가 필요하며 통계학, 추계학, 품질관리 등의 이론을 응용하여 처리한다. 수질측정 위치, 빈도, 항목결정과 그 평가는 품질관리의 신뢰성에 직접 영향을 줌으로 신중하게 검토한다.

특히 수돗물을 만드는 정수공정에서 수질검사는 반복 시료채취(sampling)로 처리가 확실하게 게 되는지를 판단하고 생산된 제품(정수)이 안전하고 양질이 되도록 관리한다.

3) 정확도와 신뢰성 확보

최근 수질기준이 대폭 강화된 후 새로운 소독부산물 물질이나 내분비교란 물질(환경호르몬)등 새로운 유해물질에 의한 문제제기나 급수관의 녹물문제 또는 소규모 마을 급수시설 등의 수질관리 대책 등

수질관리를 둘러싼 상황변화가 있고 국민건강 확보와 생활이용상의 관점에서 보다 양질의 수돗물 공급이 요구되고 있다.

이와 같은 상황에서 수질기준과 검사체제 및 수질검사시설의 설치 등에 대해서는 수도법 제18조와 제18조의2 및 동 시행령 제23조 제1항에 각각 규정하고, 정수처리기준, 수질검사 및 수량분석, 수돗물 품질보고서 등에 대해서는 동법 제18조의3, 제19조 및 제19조의2에 각각 규정하는 등 2005년에 그 내용을 개정·강화하였다.

또한 수질검사를 시행할 때는 검사의 정밀도관리와 신뢰성 확보가 중요하며 신뢰성 보증시스템의 구축이 필요하다. 이 시스템으로는 ISO/IEC 17025나 ISO 9001 및 ISO 14000 등이 있으며 수도법 시행령 제23조 제2항과 동 시행규칙 제9조의4에 전문수질검사기관에 대해서 규정하고 있다.

1.2.5 상수도용 자재 및 제품관리

(1) 수도용 자재 및 제품의 기준

상수도용으로 사용하는 모든 자재나 제품은 수도법 제13조 제2항과 수도법 시행령 제18조의2(수도용 자재 및 제품의 기준)에 적합한 것을 사용하여야 한다. 그러나 상기 규정에 불구하고 환경부장관이 수도용 자재 및 제품으로 사용하기에 부적합하다고 인정하여 고시하는 자재 및 제품은 수도용 자재 및 제품으로 사용할 수 없음을 유의하여야 한다.

그리고 수도용 자재와 제품을 선정할 때는 다음 사항을 충분히 고려하여 선정하여야 한다.

- ① 장기간 사용에 견딜 수 있어야 한다.
- ② 수돗물과 접촉하여 수질에 나쁜 영향을 미치지 않는 것으로 한다.
- ③ 확실하고 유지관리할 수 있는 것으로 한다.
- ④ 환경에 영향이 적은 것으로 한다.

(2) 수도용 자재 및 제품의 위생안전기준

상수도용 자재 중에 물에 접촉하는 자재 및 제품은 면밀한 검사와 검증으로 수도법 시행령 제18조의2 제1항과 수도법 시행규칙 제7조 별표 2의3(2009.6.30 시행)의 “위생안전기준”에 적합한 것으로 사용하여야 한다(상수도시설기준(2004) 1.5 상수도용 기자재 및 약품과 상수도공사 표준시방서(2007) 1.4.4 상수도용 기자재 참조)

1.2.6 상수도시설체계의 정보관리와 활용

(1) 정보관리의 목적과 필요성

정보가 상황에 따른 적절한 판단이나 행동을 하기 위한 판단재료, 지식(정리된 데이터)이라고 한다면 정보관리는 정보에 대한 활동이 정확, 안전 및 효율적이고 용이하게 이루어지는 상황을 유지, 발전시키는 것이라 할 수 있다.

수도사업의 정보는 수량, 수압, 수질 등 물에 관한 정보나 재무, 인사관리, 요금징수 등 경영에 관한 정보 같은 내부정보 외에 수요자나 타행정기관 등에 의한 외부의 정보도 다종다양하다.

이와 같은 여러 가지 정보를 정확히 관리하는 것은 업무의 효율성 및 정확성을 향상시킬 뿐만 아니라 고도정보화 사회정세에 호응하고 서비스의 고도화, 수요자 요구의 다양화, 그리고 위기관리나 지구환경문제까지 대응하는 21세기형 수도체계를 확립하는 유력한 수단이다.

상수도의 각종 시설이나 처리과정의 감시제어에 필요한 정보를 보더라도 실시간 제어에 필요한 정보나 일보작성을 위한 정보 등 목적에 따라 정보의 양이나 질, 전달방법이나 보존방법 등이 다르다. IT기술의 급속한 진전에 의해서 취급 가능한 데이터의 수는 증대하고 있으나 많은 데이터에서 필요한 것을 선택하여 이를 업무에 유효한 정보로 활용하는 작업이 중요하다.

(2) 컴퓨터에 의한 체계구축

정보관리에는 컴퓨터 활용이 가장 유효하다. 많은 정보를 공유하여 효율적으로 이용하는 데는 컴퓨터를 상호 접속하는 네트워크(net work)가 필요불가결하다.

정보처리기술의 급속한 발전에 의해서 컴퓨터는 대량 데이터의 축적기능 외에 고도 및 고속의 연산기능이나 장표기능의 충실을 기하고 에너지절약이나 작업성 향상, 플랜트(plant) 처리기능의 고도화 등에도 대응하게 된다.

체계의 분산화, 다중화 계층화 등에 따라 신뢰성이 향상되고 확장성이나 조작성에 대해서도 개량이 계속 진행되고 있다. 상수도사업에서 컴퓨터에 의한 체계구축은 재무회계체계, 인사관리체계, 설계적 산체계, 정수장의 감시제어체계, 수운용체계, 관로정보체계 등 목적별로 정보체계가 개발됨과 동시에 업무의 효율화나 수요자에 대한 서비스 향상을 기하기 위해서 각종 관련 체계를 통합한 종합정보관리체계의 구축도 시행되고 있다. 이 중에 시설관리에 관한 정보관리체계를 <표 1.2.5>에 예시하였다.

<표 1.2.5> 상수도시설관리에 관한 정보관리체계

관리체계 및 체계의 명칭		주된 기능
수운용체계	감시제어체계	수량·수압·수질관리, 플랜트 감시제어, 이상시 대응
	운전지원관리체계	원수운용계획, 수요량 예측, 배수계획, 최적운전계획, 펌프운전계획
설비관리체계	설비정보관리체계	설비대장관리, 보수이력관리, 사고·고장정보관리, 보수계획 작성
	보전점검체계	일상점검 입력, 점검결과 집계, 점검이력관리, 보전계획 작성
관로정보체계(매핑체계)		관로정보관리, 데이터 집계, 설계도 작성, 수리 및 관당 해석, 단수 및 탁수 범위검색, 지진피해 예측
수질관리체계		수질예측, 수질통계처리, 수질 시뮬레이션, 수질데이터관리, 수질계측 수질 이상 관측
재해정보체계		초동지원, 피해예측, 재해정보수집·정보공유, 시설복구 지원, 비상급수 지원

그리고 정보관리 체계구축에는 다음과 같은 사항들이 필요하다.

1) 업무 파악

각 부서의 업무내용이나 타부서와의 관계를 파악하고 업무의 성과가 같은 사항에 대해서 효과적으로 작용할 수 있도록 상호 정보를 이용한다.

2) 정보형태 파악

업무에 필요한 정보의 종류나 형식을 파악하고 같은 목적을 달성하기 위한 관점이나 수단은 각 부서에 따라서 다를 수 있으므로 타부서의 정보가 자기 부서에도 이용하기 쉬운 정보로 처리해 두는 것이 중요하다.

3) 자료구축(data base)

업무나 정보형태의 파악을 기초로 데이터베이스를 검토한다. 각 업무수준의 정보를 취급하면서 보다 포괄적 목적을 위한 업무에도 배려하며 필요한 정보를 용이하게 취급하거나 일괄관리에 대해서도 고려한다.

4) 적절한 체계 및 네트워크 구성

업무규모나 내용, 정보량, 설비비, 유지관리 등을 고려하는 동시에 백업 기능이나 위험분산에 대해서도 유의한다.

5) 이용자 참여 및 정보 활용

정보체계 이용자의 의견을 반영하고 보다 효과적인 시스템으로 개량 및 발전하기 위한 방안과 이용자의 숙지, 이용지원, 부정이용 방지책에 대해서도 배려한다.

(3) 시설체계의 정보관리 사례

1) 수운용 체계

수원에서 급수에 이르는 상수도체계 전체를 종합적인 체계로서 주로 수량, 수압, 수질에 대해서 효율적이고 합리적으로 관리하기 위한 목적으로 구축하는 것이 수운용 체계이다.

이 운용체계는 24시간 연속감시를 기본으로 하는 감시제어체계를 비롯해서 운전지원관리체계 등과 네트워크화를 기함으로 평상시 각종 설정수치의 예측이나 결정, 수량이나 수압의 조정 및 운용 등을 할 수 있다. 사고나 갈수 등 이상시에 신속한 대응지원 등 정보의 공유화에 의하여 수도시설 전체의 종합적인 수운용을 실현할 수 있다.

2) 설비정보체계

상수도시설 중에서도 기계·전기·계측제어설비는 시설 구조물에 비해서 내용년수가 비교적 짧다. 설비의 개량은 재정적으로도 부담이 큼으로 효율적으로 추진해야 한다.

설비대장, 보수이력, 사고와 고장관리 등의 정보관리가 되는 시설정보관리체계는 보수계획을 효율적으로 추진하는 데 도움이 된다.

또한 설비점검이나 검사는 법령에 따라 의무적으로 해야 되는 것도 있으므로 일상점검 입력, 점검 결과 집계, 점검이력관리 등의 정보로서 법령에 따른 보전계획을 수립할 수 있는 보수점검체계의 도입이 유효하다.

3) 관로정보체계

관로정보체계(매핑시스템)는 관로에 관한 정보(관종, 매설년도, 밸브, 급수전 등)를 종합적으로 컴퓨터에 입력하여 처리함으로써 목적에 따라 활용하는 것이다. 이 정보체계는 관망도로서 이용하는 것은 물론 각종 소프트웨어를 완비함으로써 관로정보관리, 데이터 집계, 설계도 작성, 수리 및 관망해석, 단수와 탁수 범위검색 등 다방면에 이용이 가능하다.

그러나 이들 정보체계를 충분히 활용하기 위해서는 정보수집, 입력, 개량 등에 상당한 인력과 비용이 소요된다.

4) 수질정보체계

수원에서 원수를 취수하여 정수장에서 만들어 진 맑은 수돗물을 배수 관망까지 양호하게 보존하고 안전하게 급수하기 위해서는 원수·송수·배수·급수시스템의 수질에 대해서 충분한 주의를 해야 한다.

원수·송수·배수·급수시스템의 필요개소에 잔류염소, pH값, 색도, 탁도 등의 자동수질계기를 설치하고 텔레미터 등으로 수질상황을 파악한다. 연속 피드백되는 수질정보에 의해서 양질의 수돗물 공급경로 확보와 이상시에 대한 빠른 대응을 할 수 있다.

5) 재해정보체계

상수도사업체는 지진 등의 재해시에 상수도시설의 피해상황을 조속히 파악하고 초동 대응체제, 비상급수, 응급복구를 원활히 진행하는 것이 중요하다.

평상시에 피해예측이나 관계기관과 연대, 재해정보 수집수단이나 정보의 공유화를 확실하게 해둘 필요가 있다. 재해시에는 관계기관에 신속한 정보연락과 피해분석을 빨리 시행해야 한다. 이를 위해서는 피해정보로부터 피해상황분석을 실시하고 비상급수나 응급복구체제의 의사결정을 지원할 수 있는 재해정보체계를 활용하는 것이 효과적이다. 그리고 이 정보체계를 활용하는 사전 훈련도 매우 중요하다.

(4) 도면, 대장 및 자료관리

1) 상수도시설의 유지관리 및 복구대책에 신속히 적응하기 위한 시설의 각종 정보를 상기 항에서 기술한 바와 같이 컴퓨터에 의한 체계구축을 하여 활용하는 것이 효과적이거나 다음과 같은 수도사업의 운영자산인 토지 및 각종 시설의 도면, 대장 등 기본 자료는 항상 정리하여 관리하는 것이 바람직하다.

- ① 토지관계 지적도, 실측도 및 현황도
- ② 건물, 구조물, 전기, 기계 및 통신시설 등의 관련도서
- ③ 도수·송수관로 및 부속기기의 관련도서
- ④ 급수설비 및 급수시설의 관련도서
- ⑤ 각종 기기의 시험성적서 및 취급설명서
- ⑥ 기타 수도시설관리자가 필요하다고 인정하는 도서 등

2) 항상 관리해야 할 자료가 과다히 많을 때는 필요에 따라서 마이크로필름이나 CD-ROM 등에 의한 정리 및 관리하는 것이 바람직하다.

1.3 상수도시설의 유지관리

1.3.1 총칙

상수도시설의 유지관리가 잘되고 못됨은 수도물의 안전성 및 안정성을 직접 좌우하는 것이기 때문에 적절하고 효율적이며 합리적인 관리를 시행해야 한다.

상수도시설의 일상적인 유지관리는 운전관리와 보전관리로 대별되며 그 중에 운전관리는 각 시설이나 설비를 안전하게 정상적으로 운전하는 것은 물론 시설체계 전체로서 효율적인 운전을 목적으로 하고 보전관리는 그 시설이나 설비가 항상 정상상태로 운전되도록 그 기능을 유지하는 것을 목적으로 한다.

상수도시설은 수도법을 위시하여 상수도시설기준(2004) 등을 바탕으로 계획, 설계, 시공된 것이므로 그 형태나 시설내용을 충분히 이해한 뒤에 유지관리에 착수하는 것이 필요하다. 또한 유지관리 업무에서 숙지한 식견이나 문제점에 대한 데이터는 보전, 추적, 해석, 정리하여 정비개량 등 유지관리의 필요성을 설명할 수 있는 객관적인 평가 및 판단 자료로 사용하는 등 시설의 개량이나 교체계획에 피드백되도록 한다. 이렇게 함으로 상수도시설 유지관리의 안정성 및 용이성을 향상시킬 뿐만 아니라 최종적으로 상수도시설체계 전체의 질 향상이나 사업경영에도 기여하게 된다.

1.3.2 운전관리

(1) 운전관리의 의의

운전관리는 관련된 각 시설이나 설비를 적절하게 운전·제어하는 것은 물론 관련 시설 및 설비를 종합한 시설체계로서 효율적인 운전·제어 기능을 충분히 발휘하는 것을 목적으로 한다.

운전·제어 부문의 향상을 위해서는 보전부문과 긴밀한 연계를 유지하고 불합리한 점을 개량계획에 반영하는 체제를 정비해 두는 것이 필요하며 관련 제어체계를 종합하여 상위체계로서 운전의 효율화와 에너지절약을 도모하는 것이 필요하다.

(2) 운전관리의 기록과 매뉴얼화

상수도시설에서 확보되는 수량, 수압, 수질은 항상 일정하지 않다. 수원이나 취수지점의 이수사정과 물 수요동향, 계절과 시간적 수량변동, 시설가동 상태에 따라서 이것들이 변화한다. 특히 수질사고나 정전사고 등 이상사태가 발생할 때는 정확한 판단과 신속한 대응이 요구되는 엄격한 운전상태가 된다. 따라서 운전관리는 어떠한 상태변화에 대해서도 시설체계의 적절한 제어를 할 수 있도록 하기 위해서 일상의 운전관리를 기록하는 것은 물론 이상시와 사고시 등에 따른 운전관리에 대해서는 특히 상세하게 기록하는 것이 중요하며 이를 바탕으로 운전관리 매뉴얼화해 두는 것이 필요하다.

또한 적정하고 효율적인 운전관리를 하기 위해서는 비용 원단위(동력비, 인건비, 약품비 등)나 업무지표 등을 활용하여 보다 구체적인 운전관리 목표를 설정하여 계획적으로 시행하는 것이 필요하다.

(3) 운전관리의 향상

1) 운전과 제어 및 보전관리

운전과 제어는 점검 및 정비를 중심으로 한 보전관리가 적절하게 실시되고 그 정보를 피드백함으로써 그 기능이 달성되는 것이다. 운전 중에 발생한 이상·고장은 즉시 수리, 정비하여 운전에서 지장이 발생하지 않도록 함은 물론 분명하게 드러난 시설이나 설비의 문제점이나 기능저하에 대해서는 그 내용과 원인을 과학적으로 진단하고 개량계획 등에 반영하므로 기능회복 및 향상을 기할 수 있다.

또한 새로운 장치, 부품 등을 추가한 경우나 시설개량으로 시설과 설비의 증강, 재편성한 경우에는 시설의 기능이 효율적이고 충분히 발휘될 수 있도록 운전·제어방법이나 매뉴얼 등의 개정, 운전보수관리원의 교육훈련 등을 실시한다.

이와 같이 운전관리와 보전관리는 서로 밀접한 관련이 있고 시설관리의 중요한 부분을 차지하므로 이들 내용을 항상 바르고 충실하게 해두어야 한다.

2) 운전관리매뉴얼

운전관리매뉴얼을 정비할 때는 다음과 같은 요건을 충분히 고려해야 한다.

① 매뉴얼의 이해, 엄수와 매너리즘(mannerism)화 방지

운전관리상의 문제는 시설의 이상상황 외에 조작실수, 판단실수가 원인이 되는 경우가 적지 않으므로 매뉴얼에는 정상시에 각종 기기의 성능과 특징을 살릴 수 있는 조작순서와 이상 및 고장시에 시설과 설비의 상황을 판단하는 기준이나 적절한 처리방법 등을 명기하여 둔다. 그리고 운전자에게 이 내용을 정확히 이해시킬 뿐 아니라 그 기재 내용의 배경, 근거 등을 포함한 보다 깊은 이해를 시키므로 지식, 경험에 의한 개인차를 없애고 적절한 운전관리를 실현한다.

매뉴얼의 이해부족이나 형식적 준수, 타성에 빠진 운전관리, 업무수행 결과로 중대한 고장으로 이어지는 경우도 있으므로 특히 매너리즘화나 안전장치 등에 의존하여 방심하는 근무해이(moral hazard)에 주의해야 한다.

② 이상 검지와 대책

사고는 돌연히 발생하기보다는 사고발생 전에 어떤 징후가 나타나는 경우가 많으나 이와 같은 징후를 이상발생의 징후로 생각지 않고 놓치는 때가 많으므로 매뉴얼에는 운전데이터의 정상값이나 한계값 등도 기재해 두는 것이 필요하다.

또한 이상을 감지한 경우는 바로 조사, 검토하여 적절한 대책에 착수할 수 있는 체제를 정비해 두는 외에 사고 및 고장 등을 예상한 시뮬레이션을 하는 등 평상시에 정기적으로 대응훈련을 하여 이상시를 대비한 체제를 마련해 둔다.

그리고 매일 관리일지나 작업일지 등을 정리하고 시설관리 상황을 기록해 두는 동시에 유지관리 업무에서 얻은 식견이나 사례 등을 기록, 검토, 정리하여 운전원 등에게 철저히 주지시키는 동시에 매뉴얼을 정비, 검토하여 운전관리에 적용해야 한다.

(4) 수량 및 수압관리

적정한 수량과 수압으로 전체 급수구역에 유효한 급수를 하기 위해서는 취수에서 급수까지 각 시

설운용을 서로 관련지어 적절하고 효율적으로 관리를 시행한다. 또한 수량과 수압관리는 일상적인 관리 외에 여유수압에 의한 소수력발전 등 물이 갖는 에너지의 적극적인 이용이나 에너지의 손실로 이어지는 누수방지, 직결급수 대응 등 종합적인 관리가 필요하다.

1) 수량 및 수압관리의 목적

수량관리는 취수에서 급수에 이르는 상수도시스템의 각 단계에서 계획된 수량이 확보되고 급수구역 내의 수요에 부응한 수량이 공급되도록 시설을 운전하고 관리하는 것이다.

한편 수압관리는 취수에서 급수에 이르는 각 계통간의 압력관계나 각 처리과정에서 소모되는 압력 손실을 명확히 파악함과 동시에 효율적인 에너지소비, 시설의 안전성확보, 말단수압 확보 등을 목표로 하여 수압 또는 수위조정을 실시하는 것이다.

그리고 지진, 화재, 정전 등 재해나 사고시에도 필요한 급수를 계속할 수 있도록 예비력이나 재해 대책시설을 확보, 화재시에 수압유지 등을 위하여 평상시에 조직적인 계획 및 관리가 필요하다.

다음 <표 1.3.1>에 관리대상 수량과 수압의 구체적인 사례를 수록하였다.

<표 1.3.1> 관리대상 수량과 수압의 구체적인 사례

시설 분류 관리 항목	저 수	취수 및 도수	정 수	송·배수시설	급수설비
수량	강수량 하천유량 홍수량 유입량 저수량 유효수량 월류량 방류량 증발량 누수량 공급량 침투량	강수량 하천류량 홍수량 취수량 양수량 방류량 도수량 사업용수량 누수량 원수조정량	원수유입량 침전지 처리수량 총침전지 처리수량 응집제주입량, 대상수량 침전슬러지 배출량 여과지 여과유량 총여과유량 세척오수반송량 역세척수량 표세수량 염소주입량, 대상수량 정수지 저수량 정수량 사업용수량 누수량 펌프냉각수 수량 수질계측 시료수 수량 주입기 급수유량 농축조 배출량	저수량 송수량 배수량 수수량 펌프토출수량 유효수량 유수수량 무수수량 무효수량 공공용수량 공사용수량 소방용수량 누수량 구획수량 야간최소수량	요금수량 분수량 미터불감수량 조정감액수량 누수량
수압 (수위)	하천수위 저수지수위	하천수위 양수수위	착수압 착수정수위	수수압(受水壓) 배수지수위	최소동수압 워터해머

시설 분류 관리 항목	저 수	취수 및 도수	정 수	송·배수시설	급수설비
수압 (수위)	댐수심 댐하류수위 댐양압력	대수층수위 취수댐, 취수보 취수탑내 수위 하상높이 취수구높이 배수관거 내 상단높이 침사지수위 집수정수위 접합정수위 펌프정수위 터널수위 원수조정지 수위 펌프흡입압력 펌프토출압력 정수압, 동수압 동수경사 관거 손실수두	침전지수위 여과지수위 여과지손실수두 정수지수위 송수압력 슬러지탱크 수위 세척배출수지 수위 역세척탱크수위 펌프흡입압력 펌프토출압력 농축조수위 바닥배수펌프수위 탈수기가압압력 탈수기세척압력 인젝터급수압력 인젝터 진공압	배수탑수위 고가탱크수위 서지탱크수위 펌프정수위 바닥배수펌프수위 펌프흡입압력 펌프토출압력 압력탱크진공압 감압밸브 2차압력 정수압, 동수압 펌프맥동압 동수경사 관, 밸브손실수두	급수설비의 손실수두

2) 수량 및 수압관리방법

① 종합적 관리

종합적인 수량과 수압관리는 급수구역 전체의 수요량을 배수구역 단위까지 예측하고 이에 대응할 수 있도록 취수에서 급수말단까지 합리적이고 경제적인 시설운용 및 수운용을 실시하는 것이다. 이러한 종합적 관리를 원활히 하기 위해서는 상수도시설 전반의 운전상황 및 급수상황을 항상 파악해 둘 필요가 있다. 구체적으로는 급수계통 내 주요지점의 수량과 수압 또는 수위 등의 계측값을 바탕으로 수요예측을 실시하고 펌프의 운전이나 밸브의 개폐조정 등 여러 가지 제어를 실시한다.

특히, 평상시에 말단에서 최적 수량 및 수압 확보나 계획적인 단수작업, 이상시 균등급수를 실시하기 위해서는 배수구역이나 배수관의 역할을 명확히 하고 제어밸브를 적절히 배치하면서 면밀하게 유량 및 수압 측정지점을 설치, 텔레미터에 의한 상태감시를 한다. 그리고 이들 데이터를 근거로 사고 및 재해 등을 대비한 수량과 수압관리의 시뮬레이션을 시행해 두는 것이 필요하다.

② 적절한 제어

적절한 수량·수압관리를 위해서는 평상시뿐만 아니라 수원오염 등 수질사고, 고압도, 시설사고 및 관리기준 변경 등이 여유가 없게 되는 경우에도 운전조작이 원활히 될 수 있도록 기기의 적

정한 제어방법을 확립해 두는 것이 필요하다. 이들 제어를 확실하게 해두기 위해서는 다음과 같은 조치를 하고 필요시에는 측정기기를 보정한다.

- ㉠ 실제로 현장에서 직접 측정한 값과 자동계측에 의한 제어데이터를 비교하여 보정을 정기적으로 실시한다.
- ㉡ 이상데이터에 의한 잘못된 운전을 방지하기 위하여 각 곳에 센서를 설치하여 상시 제어데이터의 검증을 실시한다.
- ㉢ 실상에 적합한 운전을 하기 위해서 제어 설정값을 수시로 점검한다.

이외에 시설체계의 특성을 고려해서 측정장소, 시간지연, 불균등한 계측 등을 생각하여 운전 및 제어방법을 검토하여 안정되고 실정에 맞는 운전 및 제어를 실시하고 계측기기의 구조와 필요한 정밀도를 종합적으로 검토하여 기기를 선정하는 것도 적절한 제어에 필요하다.

③ 에너지 이용의 효율화

상수도도는 물을 생산·수송하는 과정으로 많은 에너지를 소비하는 시설이기 때문에 경영기반의 안정 등 내부 노력, 지구환경보전, 자원순환 추진 등의 관점에서도 에너지이용의 효율화를 한층 높이지 않으면 안 된다.

상수도시설에서 에너지소비는 펌프전력에너지, 약품처리에너지, 배수처리에너지 등이 있으며 특히 송·배수펌프 등의 운전에너지가 차지하는 비율이 높으므로 에너지절약 대책으로 다음 사항들을 적극적으로 추진하는 것이 필요하다.

- ㉠ 적절한 펌프이용이나 수·변전설비의 효율향상(회전속도 제어, 임펠러 교환, 펌프용량·양정의 적정화, 역률개선 등)
- ㉡ 관로나 웅집지 등의 개선(송·배수관의 기능분리, 라이닝, 관로개량에 의한 손실수두의 감소, 교반방식을 우류식으로 변경 등)
- ㉢ 시설의 운전방식이나 수운용의 개선(배수탑을 이용한 자연유하 방식으로 변경, 물 수요가 적은 시간대의 배수지 유입수압을 이용한 배수지 측관의 경유 배·급수방식의 채택, 배수구역의 변경 등)

그리고 미사용 에너지나 석유대체에너지의 적극적인 이용으로 태양광발전, 풍력발전, 고저차나 여유수압에 의한 소규모 수력발전, 발전장치와 그 배열을 회수한 에너지의 고효율 이용으로 병합발전시설 등이 있다. 그러나 환경보전을 위하여 정책적인 면도 있으며 설비비와 유지관리비 등과 전력삭감 금액이나 환경보전효과 등 비용효과의 대비도 필요하다.

④ 효율적인 누수방지

누수는 귀중한 정수의 손실로 이어질 뿐만 아니라 유수율 저하, 에너지손실, 출수불량, 가옥침수, 도로함몰 등의 재해로도 이어지므로 큰 손실이 되고 있다. 누수를 방지하기 위해서는 누수조사뿐만 아니라 효율적인 수량과 수압관리는 필수적이다. 특히 정확한 배수량 분석으로 누수요인이나 누수량을 정밀하게 파악함과 동시에 배수구역의 적절한 설정, 관망정비, 노후관의 개체나 라이닝 등 계획적인 관로 개량으로 적절한 배수압을 유지하도록 노력하는 것이 매우 중요하다. 또한 수량과 수압측정용 각종 계측제어설비의 성능과 측정기술의 향상을 도모하고 누수방지의

지표인 유효율의 목표값을 높게 설정하여 계획적이고 체계적인 누수방지를 실시해야 한다.

⑤ 직결급수방식에 따른 대책

지금까지의 저수조방식에 의한 급수체계를 앞으로는 직결급수방식으로 전환하면 저수조의 위생 문제로 인한 수질문제의 해소, 안전급수, 배수압의 효율적인 이용, 공간절약 등으로 직결급수방식(직결직압식과 직결가압식)이 적극적으로 채용되고 있다.

그러나 기존 저수조 급수방식에서 직결급수로 전환하는 것은 홍보부족이나 비용부담 문제로 잘 추진되지 않는 것이 현실이다. 그러므로 수요자에게 적극적인 홍보와 배수체계의 개선 등 여건 정비를 도모하면서 급수방식 개선을 추진해 나가야 하며 직결급수를 실시함에 있어서는 각 수도사업의 시설상황 지금까지의 경로, 여건정비에 대한 수요자의 의견일치(consensus) 및 위기 등을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

직결직압식은 수압측정으로 필요한 수량과 수압이 안정적으로 계속 공급이 가능하다고 판단될 때 시행하고 장래 배수방식이나 급수구역확대 등도 고려한다. 급수관 도중에 직결가압용 펌프 시설을 이용하는 직결가압식은 중고층 건물에 급수가 가능하며 종래의 저수조방식에 비해서 에너지절약, 공간절약 등의 이점이 있다.

그리고 직결급수를 하면 수요자의 수요량 변동이 주변 배수압에 악영향을 미친다고 염려하는 경향이 있으나 일반적으로 저수조 급수방식은 만개상태에서 저수조에 유입되므로 영향이 크고 직결급수 방식은 균등사용으로 오히려 배수압에 영향이 적다고 할 수 있다.

그러나 직결급수에서는 다음과 같은 사항에 대해서 특별한 주의를 요한다.

- ① 재해시에 저류기능을 중요시 하는 병원 같은 시설에는 충분한 대비가 필요하다.
- ② 직결급수 실시와 동반하여 배수관의 수압이 너무 많이 상승하는 지역에서는 누수가 증가되므로 누수조사를 중점적으로 실시하고 필요한 대책을 강구해야 한다.
- ③ 모든 급수장치(특히 오염물질을 취급하는 시설)에 역류(anti—reverse flow)에 의한 2차오염의 방지를 위해서 계량기 2차측에 역류방지밸브를 설치하고, 오접(cross connection) 방지를 위해서는 급수관과 해당 급수장치 이외의 관, 기계, 설비 등과 직접 연결하지 말아야 한다(상수도시설기준 2004, 9.6.3 역류방지 참조).
- ④ 배·급수설비의 이상이나 사고 등에 의한 급수 중단 등의 사고에 대비하여 배·급수계통의 복선화 또는 급수 중단 시간의 단축을 위하여 비상급수 등 대안을 사전에 검토해 두는 것이 필요하다.

(5) 종합관리

상수도시설이 분산화, 광역화 되는 가운데 취수장, 정수장, 배수지, 펌프장 등 각 시설을 한 개소에서 집중관리하는 경우 각 시설의 가동상황을 상시 파악가능하고 항상 최적이고 경제적인 운전관리를 할 수 있는 관리제어체계의 구축이 필요하다. 이 체계는 각 수도시설의 수량, 수압, 수위, 수질, 기기의 가동상황, 약품주입상황 등의 정보를 한 개소에 모아서 신속하고 적절한 대응이 가능하고 상수도시설 전체로서 통일적이고 효율적인 운전관리 하는 것이다. 이 체계에서는 각 시설의 방대한 정

보를 수집하는 데이터 전송설비가 중요한 역할을 함과 동시에 대량의 데이터를 일괄관리하고 해석·제어하는 컴퓨터나 소프트웨어의 정비가 필요하다.

상수도사업의 광역화나 지역사업체의 합병 등 사업의 통합화 등으로 복수의 시설을 관리하는 경우는 각 시설의 규모나 성능, 노후화 정도 등이 같지 않으므로 유지관리나 개량계획을 수립하는 경우 주의를 요한다. 또한 인접 타상수도사업체와 상수도시설(취수시설 등)의 위탁 및 공동관리하는 경우 그 위탁범위, 관리책임 및 유지관리구분 등에 대해서 명확하게 해두어야 한다.

1.3.3 보전관리

(1) 보전관리의 의의와 목적

보전관리는 시설기능의 열화를 보완하고 본래의 기능을 보유하는 동시에 시설의 수명연장, 시설관리비용 등 수명비용(life cycle cost)의 저감화 등을 도모하는 것이 목적이며 그 주요한 내용은 다음과 같다.

① 예방보전

고장발생을 사전에 예측하여 예방조치와 각 시설의 기능 확인
고장과 사고방지를 대비한 점검, 부품의 정기교환 등이다.

② 사후보전

고장발생 후의 수리, 고장원인의 제거

③ 신뢰성 향상대책

상수도시설은 노후화로 신뢰성이 떨어지므로 신뢰성 향상을 위해서 계획적인 점검과 검사에 의한 기능열화나 고장을 적게 하고, 운전상황이나 점검과 검사에서 얻은 각종 데이터의 수집 및 분석에 의하여 열화경향 등을 파악하고 보전관리의 최적화나 신뢰성 향상을 도모하는 것이 필요하다.

(2) 보전관리 업무

보전관리업무를 분류하면 점검, 정비나 수리 등 보전업무(<표 1.3.2>)와 시설의 기능자체를 객관적으로 평가(<그림 1.2.2> 참조)하여 개선하는 진단과 개량 등 기능향상업무로 나눌 수 있다.

계획적인 보수관리와 사후대응 즉 발생주의적 보수관리는 기능의 유지나 시설의 수명연장 등에 차이가 있으며 초기투자나 유지관리비 등 총비용에 영향을 미친다.

(3) 보전관리상의 유의점

보전관리의 방법은 설비나 기기의 종류, 규모, 특징, 설치장소 등에 따라 다르므로 효과적인 보전관리를 하려면 다음 사항에 대하여 유의하지 않으면 안 된다.

1) 매뉴얼 작성과 준수

점검, 정비 및 수리방법은 누가 실시해도 충분한 성과를 얻을 수 있도록 표준화된 것이 바람직하

므로 매뉴얼을 작성하여 이를 바탕으로 작업하고 매뉴얼 준수를 철저히 해야 한다. 매뉴얼이 있다고 해서 방심하거나 형식적인 점검이 되지 않도록 해야 한다.

<표 1.32> 상수도시설의 보전업무

시 설	보 전 업 무	시 설	보 전 업 무
댐	댐조작, 밸브, 수문점검 퇴사측정 체체 계측, 점검 및 정비 등	배수지 (배수탑 등)	계기점검 및 정비 도장의 상태점검·보수·재 도장 청소, 누수조사(본체, 관류 등) 밸브 등의 점검 및 정비 부속설비, 보안설비 점검 및 정비 등
취수보	취수보 조작, 퇴사제거 수문 순시, 점검 및 정비 등		
도수관·거	스크린·선로·변류순시 점검·정비, 누수조사 등		
정수장	기계, 전기, 계측제어, 감시제어 설비의 정기적 점검 및 정비 계기점검·정비, 약품저장량 파악 여충점검, 식취작업 여과사 보충, 교체 슬러지 및 케이크 처리 펌프점검 및 정비 보안설비 점검·정비 등	송·배수관	밸브류 점검 및 정비 수관교·교량첨가관 도장 누수조사, 수리, 관내상황조사·세척 관로순 시, 타공사입회 관채부식도 조사, 방식설비 점검 수질측정계, 유량계 등 계기의 점검 및 정비 수압과 수질측정 등
		급수설비	누수조사 수도계량기 교체 등

매뉴얼을 작성할 때는 토목계, 기계, 전기, 계측제어계 및 수질계 등과 대응해야 할 시설과 설비가 많으므로 대상시설에 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 개별, 산발적 점검에서 일상의 정형적인 보전관리로 능률화한다.
- ② 지식이 풍부한 관리담당자만이 아니라 초심자도 활용할 수 있도록 한다.
- ③ 보수점검의 조사내용, 판정결과 등은 “이상”, “정상” 등과 같은 정성적 자료가 아니라 가능한 한 정량적인 데이터로 표시한다.
- ④ 일상순시나 보수점검에서 조정, 청소, 주유, 소모부품 교환 등 예비보수의 내용을 명확히 한다.
- ⑤ 고장 등이 발생한 경우 응급처치, 고장원인 조사 및 긴급수리나 연락체제 등을 명확히 한다.

2) 기능저하의 진단과 평가

상수도시설은 장기간의 사용에 따라 생기는 기능저하나 설비교체로 기능의 제약 등이 발생한다. 따라서 설비의 각 기기에 관한 점검시의 상황을 파악하여 개량계획 등에 반영하므로 기능저하나 기능제약을 일으키지 않도록 체제를 정비한다(<표 1.3.3> 참조).

이것은 개별 설비의 문제인 동시에 시설기능으로도 중요하므로 시설과 설비의 일상보전 및 운전업무를 통하여 시설체계 전체로서의 문제점이 분명하게 되면 필요한 개선 등의 입안이 가능하게 된다.

<표 1.3.3> 상수도시설의 기능저하 현상

분류	콘크리트 강구조물	관로·배관	전기·기계	약 품 주 입	계측제어
구조 재질	중성화(CO ₂) 균열, 부풀음, 박리 연결부 누수 내진성 저하 세굴, 마모 부식(강재, 철근) 부등침하, 기울임 변형 노후화	부식(두께감소) 전식(마크로 셀) 누수 파손, 절손, 균열 중성화 (알칼리분석출) 내진성 저하 동결 마모, 캐비테이션 침식 (유기용제, 염소) 도막열화 노후화 (법정내용년수)	과열, 기름누출 누수 전압저하, 정전 동작불량 오작동 마모 소음, 진동증대 절연열화(누전) 내진성 저하 내수성 저하 노후화 고장정지 화재로 인한 손상 파손 녹, 부식	약품누출 누수 공기 새어나옴 염소가스누출 절연열화 부식, 마모 지시비늘 흔들림 0점 불일치 노후화 (법정 내용년수) 오차증가 조정허용범위 벗어남 종합정밀도 불량 동작불량 노후화 오작동 고장정지 소프트불량	절연열화 녹, 부식 마모 지시비늘 흔들림 0점 불일치 오차증가 조정허용범위 벗어남 종합 정밀도 불량 동작불량 노후화 오작동 고장정지 소프트불량
수질	유해물질, 오수유입 먼지, 곤충 혼입 부유물 침전 내면도장 열화박리 조류발생 잔류염소저하	부식(녹물, 험잡물) 잔류염소저하 THM 생성 오수유입 내면도장 열화박리 (험잡물)	펌프정지 (녹물, 흑수) 정수처리 불량 (탁수누출) 잔류염소저하	응집처리 불량 (탁수누출, pH 이상) 소독처리 불량 (잔류염소저하·과다) 보존 중 품질 저하	응집처리 불량 (탁수누출, pH 이상) 소독처리 불량 (잔류염소저하 또는 과다) 펌프정지(적수, 흑수)
수량 수압	지, 탐, 수조용량 부족 및 고수위 부족 되사 스크린·여과층 막힘 장애물에 의한 유입 유출구 막힘	관경부족 부식 공기유입(에어록에 의한 막힘) 스케일부착 급수전 과다	펌프정지(단수, 수압 저하, 워터해머) 정수처리불능(단수) 정수처리 능력저하 (수압, 수량저하) 스트레이너 막힘	정수처리 불능 정수처리 능력저하 용기의 용량 부족	정수처리 불능 정수처리능력 저하 펌프정지
관리	조작성 저하 조작이 위험 결빙(한랭지) 수리작업 불가능 정수, 송수 배수효율저하	밸브, 수문개폐 불량 단수불가능	고장빈도 증가 고장 회복시간 증대 정전 다발 조작성 저하 보수공사 증가 제3자 가해 (정전파급사고 화재)	고장빈도 증가 고장회복시간 증대 조작성 저하 보수공사 증가 제3자가해 (염소가스누출) 환기불량, 악취 교반불비, 기포발생	고장빈도 증가 고장회복시간 증대 조작성 저하 보수공사 증가 테이터 결측 정밀도 불량

이를 위해서 조건에 따라 어느 정도 구체적인 방안을 포함한 개선안을 검토하여 그 중에 가장 적합한 것을 결정하게 되나 개선안에는 판단기준을 마련하는 것이 필요하다. 여기에는 공사비, 공기, 내구성 향상과 더불어 공급하는 수량, 수압, 수질향상 등의 요소와 필요한 대응, 우선도 등을 포함한다.

시설을 개선할 때는 관계되는 부서도 많으므로 갖가지 대체방안을 검토하는 등 탄력적인 조정이 필요하다.

3) 전문지식 습득 및 기능향상

보전관리에는 전문지식의 습득, 기능향상이 필요하며 기계, 전기, 계측제어설비, 컴퓨터 등의 하드웨어와 같이 제작자에게 위탁하는 부분이 많이 있지만 유지 및 관리하는 측으로서도 요구되는 시방, 특성 취급, 이상발생시 초기대응방법 등을 숙지하는 것이 중요하다. 연수와 훈련에 대해서는 1.4.3 연수와 훈련을 참조한다.

4) 적절한 보수와 점검

시설의 보수와 점검에 필요한 비용과 인원은 특히 시설이 산재한 소규모수도에서는 큰 부담이 되며 점검 횟수를 늘리면 비용증대로 이어지게 되는데 점검횟수의 증가와 이상발생 확률과는 반드시 일치하지는 않는다. 즉 점검에는 시설의 규모, 시설계통의 특성에 따른 적절한 빈도와 내용이 있으며 보수, 점검만으로 사고나 고장을 반드시 방지할 수 있는 것은 아니므로 점검으로 이상상태의 발견 이상의 기대를 하는 것은 위험하다. 그러므로 법정점검과 같이 의무화되어 있는 것은 별도로 하고 각 시설의 실태에 맞추어 가장 적당한 방법을 채택하는 것이 바람직하다.

5) 점검 데이터의 보존

장기간 축적된 점검 데이터는 기기의 상태악화, 사고경향 등을 아는데 필요하고 개량계획의 작성, 점검실시내용 등에 참고를 위한 중요한 자료가 된다.

이를 위해서 고장기록이나 점검정비 기록 데이터의 수집 및 정리의 기준을 정하여 통계분석이나 데이터베이스화 하고 정보의 공유화를 기하는 동시에 설비 등의 상태파악, 진단·평가에 활용하고 보다 정확한 점검과 검사 내용이나 주기 및 빈도 등의 확인이 되도록 해둔다.

6) 시설체계 전체의 점검

시설의 대체시설이나 예비력이 확보되면 종전까지는 운전정지를 할 수가 없어서 불가능했던 부분 적으로나 시설 전체의 점검, 정비가 가능하게 되어 시설체계 전체의 신뢰성 향상이 가능하게 되므로 가능한 한 대체시설이나 예비력을 확보하는 것이 바람직하다.

시설체계의 종합적인 점검을 실시할 때는 미리 점검계획을 세우고 대체시설의 능력, 실시시기, 점검내용, 긴급시의 대응책 등을 검토하여야 하며 그 결과를 고장장소나 기능저하 장소의 파악 및 시설의 수리나 기능평가 등을 위한 자료로 활용하도록 한다.

(4) 고장 또는 사고의 미연방지

시설, 설비 및 기기에서 고장이나 사고를 미연에 방지하기 위해서 적절한 유지관리에 힘써야 한다. 고장 등으로 기능이 정지되고 중대한 영향을 미치는 설비 등은 예비시설을 하거나 고장개소를 사전에 예상하여 필요 최소한의 교환부품 등을 준비한다.

또한 설비의 고장 이외에도 오조작 등 통상의 유지관리 작업에 관련하여 발생하는 사고도 있다. 착수 전에 작업방법과 절차에 대해서 충분히 검토하고 작업은 정확하게 하면서 적절한 작업절차나 안전을 확인한다.

(5) 정보기술(IT)의 활용

감시와 진단기술의 진보 및 IT기술을 활용하여 종래 방식의 설비보존관리 업무의 에너지절약 및 효율화를 도모하도록 한다.

예를 들면 분산된 다수의 설비 및 기기 등의 진동이나 온도 등을 검지하는 설비감시용 센서 등으로 검지하고 그 정보를 수집하여 원격감시와 원격진단이 가능하도록 한다. 종래 각 현장에 배치된 숙련기술자나 전문기술자를 소수화 하여 집중 배치하는 것도 가능하고 일괄하여 보전업무 등을 외부에 위탁하는 것도 가능하게 된다.

이와 같은 기술도입에는 범위와 비용효과 등을 충분히 검토하며 검토에 있어서는 다음과 같은 점에 대해서 유의한다.

- ① 대상설비와 기기의 보수 및 관리에 추가하여 감시용 센서, 통신기기, 원격감시설비나 시설 등의 보수와 관리 업무가 증가된다.
- ② 원격 집중감시의 경우 만일의 사태에 신속히 대응할 수 있는 체계(백업체계등)를 정비한다.
- ③ 대상설비나 체계의 최적운전과 보수관리가 가능하도록 도입하는 신기술에 의해서 축적데이터의 해석과 평가 및 최적운영 등이 가능한지를 확인한다. 예를 들면 계측기기, 계측범위, 계측방법, 평가방법 및 평가기준 등을 확인한다. 부분적인 시설의 고장에 대응되도록 수도시설 체계의 특성을 고려한다.
- ④ 필요에 따라서 현장에서 보수작업이 가능하도록 체제를 정비한다. 자동화, 매뉴얼화, 데이터베이스화 등 IT기술이 발전될수록 운전관리 부분과 보전관리 부분의 상호 연계 부족이나 설비의 블랙박스(black box)화를 초래한다.

1.3.4 수질관리

수질관리는 수돗물의 안전성 확보를 목적으로 하여 수원에서 급수전까지의 수질감시, 그리고 수원 수질 이상의 조기발견, 정수처리의 적부, 배수과정에서 수질변동의 파악 등 상수도체계 전반에 걸친 광범위한 내용을 포함한다.

수돗물의 수질요건은 수도법 제18조에 병원미생물이나 건강상의 유해영향무기물질, 유해영향유기물질, 심미적 영향물질 및 기타 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 물질이 포함되어서는 안 된다고 규정하고 있으며 이 규정에 의한 수질기준에 관하여 필요한 사항은 환경부령에서 정한 “먹는물의 수질기준”에 따라서 정기적인 측정과 준수 의무를 수행해야 한다.

수질기준에는 미생물에 관한 5개 항목, 건강상 유해영향 무기물질 10개 항목, 유해영향유기물질 17개 항목 및 심미적 영향물질 14개 항목 등으로 설정되어 있다.

금후의 수질관리는 수질기준에 부합하고 수요자의 요구를 만족시키는 품질을 확보하는 것 뿐만 아니라 수질검사계획의 책정이나 수질관리 체제의 강화를 진행하면서 자기책임의 명확화를 도모함과 동시에 검사결과와 수질기준의 준수상황 등의 정보를 공개하는 등 수요자가 알기 쉽도록 제시하고 이해를 얻도록 노력해야 한다(수도법 제9조의3 “수돗물 품질보고서” 참조).

(1) 수원의 수질보전

장래에 걸쳐 수질기준에 적합한 정수나 맑은 물을 공급하기 위해서는 청정한 원수의 선정이 중요하나 도시화 등에 의해서 맛과 냄새 문제의 확대, 화학물질의 검출 등 청정한 원수를 확보하는 것이 곤란해지고 있다. 따라서 수원의 수질보전은 상수도사업에서 극히 중요하고 건전한 물 순환의 구축은 물에 관한 행정의 공통과제이다.

상수도 수원이 유해물질 등에 의해 오염의 염려가 있는 수도사업체에서는 평상시에 수원의 수질상황을 파악하고 어류에 의한 감시나 자동수질계기를 도입하는 등으로 수원수질 이상의 조기발견에 힘써야 한다.

또한 상수도사업자는 공장 및 사업장 등의 배출수 처리시설 정비, 하수도나 생활배수 처리시설의 정비 등 수질오염 방지대책에 관하여 관계기관에 요청할 수 있다. 그리고 관계사업장의 협력을 얻도록 노력하고 각 수계에도 수도사업자 및 관계기관 등의 상호연락 및 통보체제를 정비해 둘 필요가 있다.

(2) 수질관리의 목적

수질관리의 목적은 상시 수질기준에 적합하고 안전한 양질의 물을 공급하는데 있다. 수질기준 항목은 전국적으로 볼 때 검출률이 낮은 물질이라도 지역, 수원의 종류와 정수방법에 따라서 사람의 건강보호 또는 생활상에 지장을 일으킬 수 있는 항목에 대해서 전부 설정되어 있는 한편 모든 상수도사업자에게 수질검사 의무를 부여하는 항목은 기본적인 것에 한정하고 기타 항목에 대해서는 각 상수도사업자의 검출상황 등에 따라 생략이 가능하게 되어 있다.

그러나 각 상수도사업자에게 있어서 검토결과 수질검사를 생략할 수 있다고 하는 항목에 대해서도 대체로 3년에 1회 정도의 빈도로 수질검사를 시행하고 상수도수질의 상황변화가 없다는 것을 정기적으로 확인한다.

수질관리 목표설정 항목은 수돗물에서 일정한 검출은 있으나 독성평가가 잠정적이므로 수질기준으로 설정되지 않은 것, 또한 현재까지 정수에서는 수질기준으로 할 필요가 있는 농도로 검출되고 있지 않으나 금후 당해 농도를 초과하여 정수에서 검출될 가능성이 있는 물질 등 상수도수질 관리상 유의해야 할 항목에 대해서 설정되어 있다.

그 중에 농약류에 대해서는 검출지표값이 1을 초과하지 않도록 하는 총 농약방식에 의하는 것으로 검출상황이나 사용량 등을 감안하여 정수에서 검출될 가능성이 높은 농약에 대해서 각종 항목이 제시되었다. 이 경우에 검출지표값은 정수처리를 위한 관리지표이고 정수 중에 농약류의 검출지표값이 1을 초과하는 경우에는 활성탄 처리의 추가 등 정수처리에 만전을 기해야 한다. 수돗물 중에 농약은 수요자의 관심이 높으므로 각 상수도사업자는 그 지역에서의 농약사용 상황 등을 감안하여 측정하는

농약을 적절히 선정하고 그 살포시기에 맞추어 수질검사를 집중적으로 실시하도록 한다.

그 외에 독성평가가 정해지지 않고 정수 중에 존재량 불명 등의 이유로 수질기준 및 수질관리 목표설정 항목 등 어느 것으로도 분류되지 않는 항목에 대해서는 필요검토 항목으로 정하고 지역의 실정에 따라서 수질검사를 적절하게 실시해야 한다.

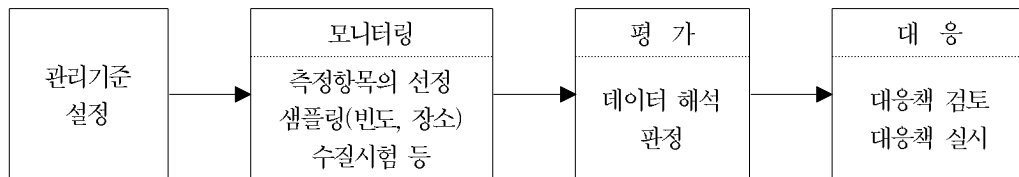
이들 항목에 대해서 실시간감시(real time monitoring)가 가능한 것은 한정되어 있으며 수질감시의 만전을 기하기 위해서는 지역성이나 원수수질, 정수방법 등에 따라 수질기준에 부적합할 가능성을 사전에 파악하고 이에 대응한 수질검사를 시행할 필요가 있다.

(3) 수질관리방법

1) 상수도시설체계에서의 수질관리

수질관리란 수원으로부터 정수처리과정을 거쳐 급수에 이르기까지 상수도계통의 각 단계를 통해서 <그림 1.3.1>과 같이 수질에 관한 관리기준의 설정, 모니터링, 평가 및 대응하는 것이다.

관리기준의 설정에서는 항목과 기준값을 설정한다. 모니터링은 각 단계의 물에 대한 이화학적, 미생물학적 및 생물학적인 수질시험을 실시하고 여기서 얻어진 데이터를 해석하고 판정한 결과에서 필요하면 그 대응책을 검토하여 이를 실시해 나가는 것으로 구체적인 내용은 <표 1.3.4>와 같다.



<그림 1.3.1> 상수도의 수질관리 절차

<표 1.3.4> 상수도의 수질관리 내용

순서		목적		목표수질의 적합성 확인	각 공정의 적정가동 확인	장래 수질예측
		평가기준 설정		수질기준항목 수질관리 목표설정 항목 기타항목	시설관리상 필요 항목 (탁도, 잔류염소 등) 수원수질사고 요인항목 (기름 등)	장래예측에 필요항목 (암모니아, THM생성능, 곰팡이 냄새)
수 질 관 리	모 니 터 링	수질측정 항목선택		수질목표 항목 수질검가 계획수립	관리상 필요한 항목 이상 수질항목 (수질사고시)	장래예측이 필요한 항목
		샘 플 링	빈도	수질검사 계획수립 매월 및 매년 수회 등 필요에 따라 항목별로 설정	연속측정, 매일, 매월 등 필요에 따라 항목별로 설 정	계절변동과 장기적 변화를 알 수 있는 측정 빈도

순서 \ 목적				목표수질의 적합성 확인	각 공정의 적정가동 확인	장래 수질예측
수 질 관 리	모 니 터 링	샘 플 링	장소	주로 원수, 정수와 급수전수	물질의 발생원과 수도시설에서 변화에 따라 설정	주로 원수와 수원
		시험		공정시험법, 상수시험방법, 수질자동측정기 등 정밀도가 높은 분석법	수질자동계기, 간이분석법 등 신속한 데이터가 구축되는 방법 고려	공정시험법, 상수시험방법 등 정밀도가 높은 분석법
	평 가	데이터 처리		통계적 방법에 의한 처리	통계적 방법에 의한 처리	예측모델 작성 예측값 계산 평가
		판정		수질목표값과 비교	관리목표값과 비교	평가기준값과 비교
	대 응	대응책의 검토·실시		정수처리 대책 급수설비 변경 수원오염 대책 급수의 긴급정지 (수도법 제22조)	정수처리 대책 배수시설의 노선변경 개량 급수설비 변경 이상원인 제거	수원오염 방지대책 정수처리방법 변경 수원지 환경정비

목표수질의 적합성을 확인하는 수질관리에서는 수도법의 수질기준항목 외에 수질관리 목표항목 등의 항목을 추가하여 평가기준을 설정토록 하며 수질목표값은 최대값으로 설정하고 이를 초과하거나 초과할 것으로 예상되는 경우에는 대책이 필요하며 항목에 따라서는 최소값을 설정할 때가 있다. 기준항목은 각 항목의 특성과 필요성을 고려하여 샘플링 빈도와 장소를 선정하고 시험방법은 법령에 정해진 검사방법 및 상수시험방법을 참고로 하여 실시하며 결과의 평가에서는 데이터를 해석하여 목표수질에 적합성여부를 확인토록 한다.

① 관리목표값의 설정

취수에서 급수까지 각 공정의 적정가동을 확인하는 수질관리에서는 시설관리상 필요한 항목의 관리목표값을 설정한다. 일반수도사업자는 수도에 의하여 음용의 목적으로 공급되는 물이 병원성 미생물로부터 안전성이 확보되도록 대통령령이 정하는 정수처리기준을 준수하여야 하며(수도법 제18조의3) 정수장의 정수를 대상으로 관리목표값을 설정할 때는 송·배수시설, 급수설비에서의 변화와 변동을 고려한 보다 엄격한 값이 필요하다.

② 수질자동측정기에 의한 수질관리

수질자동측정기에 의한 연속감시는 상시 수질정보 획득과 단시간의 수질변동에 대응이 가능하고 원격시설에도 수질정보 전송이 되는 등 시설관리상 유효하다. 측정값의 평가 및 대응에는 매뉴얼을 작성하고 측정값이 관리목표값을 벗어날 때에는 신속하고 적절한 대응이 가능하도록 해둔다.

또한 1일 1회 이상 실시하는 색도, 탁도, 소독의 잔류효과 검사도 자동수질계기에 의한 측정이 채용되고 있다.

③ 수원 수질오염의 대응

수원 수질오염의 대응은 상수도시설에서 하는 대책 외에 오염원에서 하는 방지대책이 중요하며 상수도시설에서 하는 대책으로는 정수처리에서 제거효과를 고려하는 것이 중요하다. 그리고 염소소독에 내성이 있는 크립토토프리디움 등 감염성 미생물 같은 수질문제의 대응도 철저히 강구되어야 한다.

④ 배수과정에서 수질관리

배수과정에서 수질관리는 급수되는 물이 수질기준에 적합한지를 확인하는 것으로 배수계통의 표본관이나 말단 급수전의 수질에 대해서도 검사하여 파악하는 것이 중요하다. 정수지와 배수지에서 먼 급수구역의 급수에 따른 잔류염소농도 저하나 배·급수관의 노후나 정체수의 발생에 의한 수질악화 등이 일어나지 않도록 급수구역에서 수질의 면적인 파악이 필요하다.

급수구역에 자동수질계기를 설치하여 잔류염소나 탁도 등을 감시하므로 급수의 안전성을 보다 향상시킬 수 있으며 이들 데이터를 수집 및 해석하여 정수처리에 보내어 적절한 잔류염소관리를 하는 수질감시시스템 구축도 유효하다.

⑤ 수질이상시의 대응

수원수질사고, 수도시설 내의 수질이상시에는 자동수질계기나 간이분석법 등을 이용한 신속하고 적절한 대응이 필요하다.

또한 수질검사 담당자나 수질검사기관에서 수질이상 원인규명을 위해서는 적절한 시료수를 채수, 보관하는 것도 중요하다.

⑥ 장래 수질예측과 수질관리

장래 수질예측은 현재 정수시설의 처리한계 등을 참고하여 원수수질의 평가기준을 설정하고 예측모델을 작성하여 수원의 오염대책이나 정수처리방법의 변경을 검토하는 등 장래에 보다 좋은 양질의 수돗물이 공급되도록 노력한다.

⑦ 저수조관리

빌딩이나 아파트 등에 설치된 저수조 이하의 급수시설의 관리는 위생행정의 소관으로 관리부실로 인한 위생상의 문제가 발생하여 수질 측면에서 불안을 느끼는 이용자가 많으므로 2001년 3월과 2005년 12월에 수도법 개정에 의해서 저수조의 위생관리(제21조의2와 동 3 및 동 5)가 강화되었다. 상수도사업자와 해당지방자치단체장은 저수조관리에 관하여 법에 따라 저수조 설치자, 저수조 청소업자에 대한 지도, 교육, 조인 및 권고를 하고 저수조 이용자에 대한 정보제공을 해야 한다.

⑧ 옥내급수관 등의 관리

2005년 12월 29일 시행되는 수도법 개정에 따라 옥내급수관 등 급수설비의 공개념 도입으로 일반수도사업자는 해당 급수설비의 소유자 또는 관리자의 동의(제17조 제2호) 또는 요구(동 제3호)에 따라 수요자의 급수설비의 상태와 공급받는 수돗물의 수질검사를 할 수 있다. 검사 결과 필요한 경우 환경부령이 정하는 바에 따라 당해 급수설비의 소유자 또는 관리자에게 급수설비의 세척·갱생 또는 교체 등 필요한 조치를 하도록 권고할 수 있다. 이 경우에 해당 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 필요한 비용의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다(동 제4

호).

2) 수질검사 계획수립

상수도사업자는 법에 따라 자체적으로 상수도시설 수질관리상의 문제점을 정리하여 매사업년도 개시 전에 수질검사계획을 수립해야한다. 수질검사계획에는 다음 사항을 명기한다.

- ① 수질상황 등 수질검사계획 수립 관련사항
- ② 검사항목에 대한 채수장소, 검사횟수 및 그 이유
- ③ 검사를 생략하는 항목과 그 사유
- ④ 임시 수질검사
- ⑤ 수질검사를 위탁하는 경우 그 위탁내용
- ⑥ 기타 수질검사 실시에 관한 사항

수질검사계획에 대해서는 매사업년도 개시 전에 수요자에게 정보를 제공하므로 수질검사의 적정화와 투명화를 기해야 한다.

3) 수질검사 체제정비

상수도사업자는 원칙으로 수질검사시설을 설치하고 각종 검사기기를 정비하여 가능한 한 자체검사가 되도록 노력해야 한다. 수질검사기준 항목에 따라서는 가스크로마토그래프 질량분석계나 ICP/MS 질량분석장치 등의 분석기기로 측정한다. 이들 기기로 다종의 미량유기물이나 미량금속원소를 측정할 수 있고 새로운 물질에 대응 등 조사연구를 위한 유력한 수단이 되므로 상수도사업자는 이들 기기를 정비할 필요가 있다. 그리고 이들 기기로 수질이상시에 대응을 신속하고 적절하게 할 수 있을 뿐만 아니라 수질담당 직원의 육성도 가능하게 되고 수질검사의 신뢰성이 증대된다.

단독으로 수질검사시설의 설치가 어려운 상수도사업자는 복수 상수도사업자가 관리하는 공동수질검사센터를 설치하거나 공공기관 또는 환경부장관이 지정하는 기관에 위탁할 수 있도록 되어 있으며 이 중 공동수질검사센터는 정수처리 실태에 적응한 검사가 가능한 이점이 있다.

수질검사 실시에 있어서는 정밀도관리와 신뢰성 보증이 중요하므로 상수도사업자는 수질담당 직원의 연수, 교육에 힘쓰는 동시에 신뢰성 보증시스템을 도입할 필요가 있다. 즉, 신뢰성보증 부문과 수질검사 부문에 각 책임자를 배치하는 조직체제나 표준작업 지침서를 작성하는 등으로 신뢰성이 높은 검사결과를 얻기 위한 체제를 구축한다. 또한 중소규모의 수질검사 기관에서는 소수의 담당자로 운용하므로 상호 역할분담 등의 방법으로 신뢰성 보증시스템을 구축하면 좋다. 신뢰성 보증시스템에는 ISO/IEC 17025 ISO 14000 및 상수도업무지침 등이 있다.

4) 정보제공 추진

2005년 12월에 수도법 개정으로 수도물수질평가위원회(제19조의2)에서는 수도물의 정기적 검사 실시 및 공표하고, 수도사업자는 매년 1회 이상 수도물 품질보고서를 발간하여 수도물을 공급받는 자에게 제공(제19조의3)하여야 하는 등 정보제공에 관한 사항은 수도사업자의 책무로 자리매김 하였다. 그리고 수도물에 대한 수요자의 이해를 얻기 위해서 홍보지, 홈페이지, 게시판, 연보 등을 이용하여 공표할 필요가 있다.

1.3.5 재해 및 사고대책

(1) 위기관리

상수도는 지진, 갈수 및 풍수해 등 자연재해, 수질오염, 정전 및 시설의 노후화에 의한 사고, 인위적 사고, 파괴활동 등 여러 가지 위기(risk)를 안고 있다.

이와 같은 위기에 대해서 유효한 대책을 세워 추진하고 피해의 경감을 기하며 사고발생 확률을 가급적 낮추는 것이 위기관리이다. 그래도 자연재해나 사고의 발생은 피할 수 없으므로 어느 정도 위기를 예지 또는 예측하여 대비에 만전을 기하며 나아가 실제 응급사태가 발생한 때에 대처하고 위기의 확대 방지 원인규명과 사고 재발방지 등 일련의 위기관리에 충실히 하는 일이 점점 중요해지고 있다.

(2) 예방대책

상수도를 둘러싼 위기는 <표 1.3.5>에 나타낸 것과 같은 것이 있으나 사고 및 재해에 의한 피해를 적게 하기 위해서는 긴급사태를 예상하여 예방대책을 시행하는 것이 중요하다.

구체적으로는 복수수계에서 취수, 수계간 도·송·배수간선의 연결, 정수와 배수시설의 예비력 확보나 정전에 대비한 복수 계통에서 수전·자가발전설비의 설치, 배수블록화의 도입, 기간시설의 분산 배치, IT기술 등의 감시제어 및 정보시스템의 도입, 염소누출이나 기름 등 유해물질 유입 방지설비의 정비 등 상수도시설의 실태에 따라 계획적인 대책을 시행할 필요가 있다.

1) 예방대책 추진방법

예방대책의 효과를 높이기 위해서는 사고 및 재해시의 피해예상에 근거하여 수운용 시뮬레이션을 하고 수요자에 미칠 영향을 평가한다. 일반적으로 정수장에 가까운 상류측이 수요자에게 영향이 크므로 상류측에서부터 대책을 강구하는 것이 효과적이다. 그리고 상수도체계의 상류에서 하류로 순차적인 정비뿐만 아니라 각 시설이 복수계통으로 분할되어 있을 때는 중간에 서로 연결한다.

또한 우선적으로 강화할 계통을 선택하여 신속히 상류에서 하류까지 연속 강화하는 대책을 진행하는 것도 필요한 최소한의 기능을 확보하는데 유효하고 효율적이다(1.2.3 상수도시설의 기능평가와 진단 참조).

2) 매뉴얼, 연결체제 등의 정비

재해 또는 사고시에는 피해정보뿐만 아니라 시설 사양, 기기도면, 배수계통도 등의 자료가 필요하게 되므로 평상시에 도면자료의 보관, 통계자료, 수리이력 기록, 예비품의 확보 등에 유의해야 한다(1.2.6 상수도시설체계의 정보관리와 활용 참조).

특히 지진재해시의 관리대책에는 정보연락, 피해조사, 비상급수, 응급복구 등 세부적인 절차, 방법, 임무분담 등의 매뉴얼을 작성함과 동시에 지진재해시에 실제로 대응되도록 정기적인 훈련을 하는 것도 필요하다. 수원 사고에는 예상되는 수원오염물질 등에 대응책, 영향이 나올 때까지의 예상시간, 취수정지 등의 판단기준과 지휘명령계통 확립 등에 대해서도 정리해 둘 필요가 있다.

지진재해나 수원사고 등은 상수도사업자 만으로는 대응이 불가능한 경우가 많기 때문에 관계기관, 지역주민의 협력이 불가피하므로 사전에 관계기관과 연대강화와 동시에 지역주민에게 정보를 제공하

는 것이 필요하다. 또한 재해 또는 사고피해 예상에 따라 정보연락, 비상급수, 응급복구 등에 필요한 기자재, 차량인력 등의 준비를 하는 것이 중요하다.

3) 방재계획

재해구호법에는 각종 시설의 사고 재해대책에 관한 시책의 기본사항이 규정되어 있으므로 이에 따라 수도에 관한 재해실무계획은 지역공공단체의 지역방재계획에 적합하게 사전에 수립해 두어야 한다.

<표 1.3.5> 재해 및 사고가 상수도시설에 미치는 영향

시설분류 재해·사고종류		취수·도수	저수	정수	송·배수	급수설비
자연재해	지진	관거, 구조물의 파손, 누수	댐 등 파손, 누수 토석류 퇴적	지, 관거 및 각종 설비파손, 이탈 누수, 여과사유출 약품누출	관로, 부속설비의 파손, 누수	급수설비의 파손 누수
	갈수	취수량의 제한	저수량의 저하 조류발생	탁도의 상승	송수량, 배수량의 제한(감압, 밸브조정) 밸브조작에 의한 녹물	출수불량, 단수, 녹물 발생
	풍수해	유목, 토사의 유입, 세굴 스크린 막힘 케이블류의 절단 해수의 유입	댐 등의 파손 토석류의 퇴적 철탑 붕괴 케이블류의 절단 해수의 유입	탁도의 상승 오수의 유입 철탑붕괴 케이블류의 절단 해수의 유입	오수의 유입 사면 붕괴 등에 의한 관로의 파손	출수 불량 단수
	낙뢰	펌프정지		펌프정지	펌프정지 (녹물, 워터해머 발생)	출수 불량 단수 녹물발생
	설해	결빙, 눈에 의한 취수단면 감소 수문 조작불능 철탑붕괴 케이블류의 절단	결빙, 눈에 의한 취수단면 감소 수문 조작불능 철탑붕괴 케이블류의 절단	철탑, 케이블류의 붕괴, 절단	철탑, 케이블류의 붕괴, 절단	결빙에 의한 급수장치 파손
	염해	해수의 유입 부식, 중성화 전기설비 손상	해수의 유입 부식, 중성화 전기설비 손상	부식	부식	부식
사고	정전	펌프정지		펌프정지	펌프정지 녹물발생	출수불량 단수, 녹물 발생
	수질	취수정지 약품사용 활성탄 사용	유해물질 기름의 유입	정수처리방식의 변경 활성탄 사용	배수량 제한 녹물발생	출수불량 단수, 녹물발생
	설비·관로	취수 또는 도수정지		정수량 저하	배수량 제한 녹물발생	출수불량 단수, 녹물 발생

4) 테러대책

테러대책으로는 아주 작은 정도부터 시설의 파괴, 독극물 등의 투입, 정보관리 체계의 사이버테러 등을 대상으로 한 생명선(life line)으로서의 만반의 대책에 노력하지 않으면 안 된다.

(3) 긴급시의 조치

상수도시설의 사고는 갑작스런 단수나 녹물발생 등 수요자에게 미치는 영향이 크고 특히 관로의 파괴사고는 도로함몰이나 가옥침수 등 2차 재해로 연결될 우려가 있다.

그러므로 응급시에는 사고의 내용과 수요자 등에 미치는 영향을 정확히 파악하여 적절한 홍보활동을 하고 상황에 따라서는 송·배수의 정지 또는 우회로(back up rout)로 변경 등 피해와 영향을 최소화하는 대책을 강구하고 비상급수활동을 실시한다. 그리고 신속한 교통통제, 응급복구공사를 실시하고 가능한 한 조기에 정상급수에 복귀하도록 대처한다.

1) 피해상황의 파악과 홍보

피해상황을 신속하고 정확히 파악하기 위해서는 종류가 서로 다른 통신수단을 준비하고, 현지 조사에는 가능한 한 시설을 잘 파악하고 있는 직원을 배치하는 것이 중요하다.

피해상황에 따라서는 급수의 제한, 정지 등의 조치를 실시하지 않으면 안 되나 이에 적절히 대처함과 동시에 보도기관, 홍보차 등을 이용하여 수요자에게 피해 상황, 복구상황 등을 홍보하고 주지시키는 것이 중요하며 수요자로부터의 통보나 문의를 담당하기 위한 홍보담당 부서를 정해 둘 필요가 있다.

또한 IT기술의 진보에 따라 휴대 단말기를 사용하여 현지에서 피해상황을 영상으로 송신하여 정확한 상황파악이나 신속한 지휘명령이 가능하게 하며 도면정보기술은 피해영향예측, 응급처치개소의 선정 등 신속하고 정확한 대응을 위한 지원 자료로 활용된다.

2) 급수확보

상수도는 긴급시에도 최소한의 필요한 급수를 확보하도록 노력하는 것이 필요하며 피해상황을 바탕으로 차량에 의한 운반급수, 거점급수 등 비상급수계획을 수립하여 대처해야 한다.

대규모의 재해가 발생하여 재난지역으로 적용되는 경우에는 식수의 공급은 시장, 도지사 또는 군수 구청장이 그 의무를 담당하고 있으며, 이 외의 재해에 대해서도 본질적으로는 군수, 구청장이 관여하는 것으로 생각되지만 상수도사업자는 적극적으로 협력할 필요가 있고 상수도사업자 간에 상호 지원협력 체제를 갖추어 두는 것이 바람직하다(수도법 제26조 참조).

3) 긴급조치와 응급복구

긴급사태에 따라서 취수정지, 급수정지 등 필요한 응급조치를 신속히 실시함과 동시에 피해 또는 사고내용을 집약, 정리하여 응급복구계획을 수립, 대처하여야 한다.

응급복구는 응급체제에 따라 신속히 기자재, 노동력 수배를 하고 계획에 따라서 순차적이고 단계적으로 신속히 실시해야 한다.

4) 대책본부

상수도시설에 관한 사고는 현황에 따라서 상수도사업체 내에 대책본부를 설치한다. 대책본부는 긴

급시에 있어서 지휘명령 계통의 중추기능이 되므로 시설상황에 정통한 직원을 상주시키고 관계부서와 긴밀한 연대를 유지함과 동시에 일괄적이고 정확한 정보수집, 연결시행, 혼란을 피하도록 하는 것이 중요하다.

대규모의 재해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우에는 시·도지사나 자치단체장 등이 재해 대책본부를 설치하여 지휘하는 경우가 많으며 이 경우 상수도사업자도 내부체제를 정비해서 통일된 대응을 해야 한다.

1.3.6 안전위생관리

(1) 안전위생관리의 목적

상수도사업에서 안전위생관리의 목적은 모든 직장의 종사자나 제3자의 노동재해, 공중재해를 방지하고 상수도사업의 신뢰를 유지, 향상시키는데 있다.

시설의 유지관리에는 고압전기나 독극물 취급, 높은 곳에서 작업 등 위험이 동반되기 때문에 작업자는 각종 관계법령에 따라 작업해야 한다. 이 외에 상수도사업자는 항상 직장의 노동안전위생 관리체제의 확립과 직원의 교육과 훈련, 작업환경 개선, 건강관리, 작업시의 세부기준(각 작업의 안전작업 표준서 안전점검 리스트 등)을 작성하고 유지관리업무에 종사하는 사람의 안전과 건강을 확보하도록 충분한 대책을 강구하여야 한다.

(2) 안전위생관리의 내용

안전위생관리는 직원의 건강관리, 작업환경개선 등 여러 분야로 구분되어 있으므로 조직적인 체제로 세밀한 대응을 하여야 한다.

1) 안전위생 관리체제 확립

각 사업장에는 각종 관리자 배치와 위원회 설치 등 안전위생관리체제를 확립하여야 한다.

2) 안전위생 관리계획 수립

안전위생 관리를 충실히 하기 위하여 작업환경 개선, 안전작업 표준 확립, 안전의식 고취(위험예지 훈련, 안전의식 개발을 위한 안전개발 모델작업장, 안전순찰, 안전집회, 교통안전, 시설의 안전운전 관리 등)에 계획적인 조치를 취해야 한다.

3) 건강관리

상수도사업자는 작업장소의 환경측정과 건강진단 실시, 질병자의 취업제한, 작업시간관리, 정신위생(mental health) 등의 건강관리에 관한 조치를 취해야 하며 건강진단에 관해서는 근로기준법 외에 수도법(제20조)을 준수해야 한다.

(3) 공중재해 방지강화

상수도시설의 유지관리는 공중재해 방지를 위하여 산업안전관리법, 폐기물관리법, 건설안전관리법, 소방법 등 관계법령을 엄수하여야 한다. 특히 상수도시설에서는 염소 등 많은 위험한 약품을 취급하

는 경우가 많으므로 염소나 오존의 누출사고, 특정 화학물질에 의한 장애, 유기용제에 의한 중독, PCB 등에 의한 사고예방에 만전을 기해야 한다.

그리고 유지관리에 있어서 사고·재해 등의 영향이 시설주변까지 미칠 때는 홍보·연락체제, 대책 등도 아울러 확립해야 한다.

(4) 석면 등 폐기물 철거작업

석면시멘트관 등 각종 폐자재를 철거, 운반 및 처분할 때는 관련 작업을 적절히 시행하고 정수장 등에서 발생하는 슬러지케이크, 여과지 역세척 배출수, 폐콘크리트, 폐아스팔트 등에 대해서도 자원 재활용 촉진 또는 법적기준에 부합되게 처리, 처분하고 위탁처리시에도 위탁기준에 따라 시행해야 한다.

1.3.7 협력체제와 시설의 공개 및 개방

(1) 관계자와 협력체제 구축

상수도사업에서는 수요자를 위시해서 여러 관계자와 보다 좋은 협력체제(partnership) 구축을 위해서 수요자 등의 입장에서 정보를 제공하고 사업의 투명성을 높이는 것이 필요하다. 이를 위해서는 수질정보나 경영정보 또는 수돗물의 안전성이나 사업방침 등 수요자들이 알고 싶어 하는 정보를 적극적으로 공개 또는 제공하고 설명에 대한 책임을 이행하므로 상수도사업에 대한 인식을 깊게 하고 상수도시설의 유지관리 업무에 대한 이해를 얻도록 하는 것이 필요하다.

또한 수요자의 소리를 구체적으로 업무에 반영하기 위한 공청에 충실하고 물이용 실태조사나 수요자의 의식조사를 정기적으로 실시하는 등 정보과약에 힘쓴다. 다양화, 고도화되는 정보에 대응하기 위해서는 산·학·관·민의 협력과 연대가 점점 중요해지므로 비정부민간단체(NGO) 등에 의한 수원보호활동의 지원, 마을자치회 등과 협력하여 비상급수체제 확립, 출장강좌(수도교실) 등을 통한 계몽활동 등 각 주체와 연대를 깊게 하는 것도 필요하다. 이와 같이 상수도사업의 협력대상은 단순히 상수도 수요자뿐만 아니라 매스컴, 전문가, 각종단체 등 넓은 범위의 관계자들이라는 것을 인식해야 한다.

이러한 활동에 의해서 재해·사고 등 상수도사업자만으로 대응할 수 없는 경우에도 “자조, 공조, 협조”의 관점에서 지역주민과 협력 체제를 확립해 두는 것이 유지관리업무 뿐만 아니라 상수도사업 전체에도 매우 유효하다.

(2) 견학자를 위한 시설공개

상수도사업은 깨끗한 식수를 공급하는 상수도의 기본인 위생유지의 목적을 달성하기 위해서 지금까지는 시설을 공개하는데 적극적이지 못했기 때문에 견학자 등에 대해서 충분한 대책이 마련되지 않았으며 상수도시설이나 사업활동에 대해서도 일반의 이해를 얻는 측면에서 조치가 충분하지 못했다.

근래는 이러한 경향이 많이 개선되어 왔으나 수요자에게 친근한 상수도사업 추진을 위해서는 시설의 공개가 적극적으로 추진되지 않으면 안 될 활동의 하나가 되었다.

1) 시설의 안전 확보

고령자, 어린이, 장애인 등의 입장에서 견학자의 이용에 안전한 견학통로를 확보하고 낙상방지 등의 안전시설 정비나 통행에 부담이 되지 않도록 충분한 배려를 하는 등 모든 사람이 이용 가능한 시설(universal design)이 되도록 한다.

2) 상수도시설이나 업무내용을 알기 쉽게 설명

상수도에 관한 충분한 지식을 갖고 있지 않는 견학자도 알기 쉽도록 설명할 때는 전문용어를 피하고 설명용 안내판, 안내책자, 비디오, 모형 등을 준비하고 견학자의 연령이나 관심, 목적 등에 따라 견학루트, 설명내용 등을 복수로 설정해 놓는 것이 효과적이다. 종전의 딱딱한 이미지를 불식하고 즐겁고 능동적인 이미지로 친숙한 시설환경을 만들도록 배려해야 한다.

직원은 누구든지 상수도사업을 대표하는 홍보요원임을 자각하고 몸소 사업내용 등 충분한 지식을 습득하고 대화능력을 높이는 것이 중요하다.

3) 위생유지, 관리업무와의 구분

시설의 개방은 위생유지에 지장이 없도록 하고 견학자가 분별없이 작업장이나 운전관리구역에 들어가지 않도록 하기 위하여 안내판을 설치하여 충분히 안내하고 작업에 지장이 되지 않도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해서 개방하는 공간과 통로, 회의실, 화장실 등 견학자가 이용할 시설을 다른 구역과 명확히 구분지어 놓는다.

(3) 상수도시설의 개방

상수도시설의 부지나 상부공간을 스포츠나 여가시설 등 다른 용도로 복합적으로 이용하는 경우에는 수돗물의 위생유지 측면에서 충분히 검토한 후에 실시해야 한다.

지금까지 배수지, 펌프장 등 상수도시설의 상부공간이 공원, 스포츠 시설 등으로 이용되기도 하는 한편 상수도시설을 공원 등의 지하를 이용하여 설치하는 경우도 있다. 공원 등은 재해시에 대피장소로도 이용되므로 비상시 급수에도 서로 도움이 될 때가 있으며 상수도시설에 대한 이해를 깊게 하는 데도 이용된다.

상수도시설을 개방하는 경우 일반적으로 다음과 같은 점에 유의하여 상호협력하면서 관리하여야 한다.

- ① 다른 시설과 관리구분 명확화
- ② 오염 방지책과 안전대책
- ③ 상수도시설 관리담당자 이외 외부인의 무분별한 출입금지
- ④ 교체, 개량공사시의 대책

이러한 경향은 도시 내 토지이용의 고도화 측면에서 장래 더욱 진전될 것으로 보이며 특히 과밀화 된 도시에서는 상수도시설의 상부공간은 토지로서의 이용가치가 높고 앞으로는 레크리에이션(recreation) 시설뿐만 아니라 민간시설 등의 유치선으로도 이용될 것으로 본다.

이러한 경우 최소한 앞의 조건에 추가하여 다음과 같은 점에도 유의하여 수돗물의 위생확보가 되도록 계약서나 협정서 등을 작성하고 이를 확실히 엄수할 수 있도록 조치하여야 한다.

- ① 상수도시설로서의 보안대책 및 위생유지
- ② 음용수로서의 청결한 이미지
- ③ 사고나 화재 등 이상시의 대책
- ④ 영업권과 생활권 등의 확보

실제로는 이들의 조건을 전부 만족하기는 매우 어렵고 상수도시설 자체에도 여러 가지 방호책을 강구하는데 추가비용이 소요된다. 그러므로 상수도시설의 개방은 상수도시설의 안전성 확보와 균형을 유지하면서 시민생활의 향상에 기여하고 이용자와의 협력체제 구축이란 측면에서 향후 대책을 추진해 나가야 한다.

1.4 상수도시설의 유지관리체제

1.4.1 총칙

우리나라 상수도사업은 대체로 면적, 양적 확대기를 지나 본격적인 유지관리시대를 맞이함과 아울러 사회의 성숙에 맞추어 수질의 향상, 갈수, 재해에 대한 안정성 등 상수도서비스의 질에 대한 기대가 높아지고 있다. 그리고 자원의 재활용이나 에너지절약 등 환경 배려에 대한 요구에 응하기 위해서 기술수준의 고도화 및 상수도 시설체계의 운용, 관리가 점점 복잡해 가고 있다.

한편 사업운영에서는 요금수입의 감소, 시설의 노후로 인한 유지관리 및 개량비의 증대 등 어려움에 직면하게 되고 상수도사업자는 경영의 효율화와 건전화를 위해서 각종 업무의 위탁을 추진하고 있다. 그 결과 직원이 직접 설계업무나 현장감독업무에 임하는 기회가 줄고 전문 인력이 대량 퇴직시대를 맞는 가운데 기술수준 유지나 기술계승이 어려운 과제로 되고 있다.

또한 시설의 노후로 인한 사고와 재해에 의한 시설의 피해, 대규모 갈수발생 등에 이어 수원수질의 악화나 테러 등에 의한 인위적인 재해 등 상수도시설의 취약성이 지적되고 있다.

이러한 상황에 대응하여 상수도시설 전체의 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 보다 한층 충실한 시설유지관리 체제의 정비가 불가피하다. 상수도사업자가 자체 책임하에 적절한 관리를 유지해 나가기가 기술적으로 어려울 때는 신뢰할 수 있는 제3자에 업무위탁도 검토할 필요가 있다.

더욱이 저수조 위생관리에 대해서도 상수도사업자는 수도물의 공급자 입장에서 관여하는 것이 요구되며 이에 대한 대책을 포함하여 상수도사업자로서 관리체제의 강화를 도모해야 한다.

1.4.2 유지관리체제와 책임

방대한 상수도시설체계의 각 공정에는 유지관리상 필요한 도로, 하천, 환경, 행정 등에 관한 내외 관계기관과 관련부서와 밀접한 관련을 갖고 있는 곳이 많다. 이러한 관계에 있는 각 기관, 부서와의 연대강화는 상수도시설의 유지관리상 매우 중요하므로 평상시에 원활한 협력관계를 유지함과 동시에

사고시 대응, 정보수집, 연락조정 등이 신속하고 효율적으로 되도록 체제를 정비해 두어야 한다.

(1) 유지관리체제

상수도사업은 각 시설의 규모나 형태, 관리방법 등이 서로 다르므로 그 관리체제를 일률적으로 규정하는 것은 어려우므로 시설관리자는 평상시는 물론 야간, 휴일, 긴급시에도 정확한 관리가 실행될 수 있도록 해두어야 한다.

1) 조직의 정비

상수도사업의 조직형태는 각각 그 역사 및 처해 있는 환경에 따라 다르며 상수도시설체계의 차이, 노후시설의 과다, 시설의 여유 및 백업체계의 정도에 따라 크게 다르므로 각각의 특징을 살린 조직정비가 바람직하다.

유지관리업무는 기술의 진보와 함께 점점 고도화 되고 복잡, 다양화되어 가고 있다. 또한 구조조정, 이른 고령화 사회의 도래나 IT기술의 진전 등 사회경제 정세가 급속히 변화해 가고 있는 가운데 상수도사업 경영측면에서는 물수요의 신장이 기대되지 않는다는 큰 변환기를 맞은 상황에서 경영의 효율화가 요구되고 있다. 따라서 시설의 안전성과 안정성의 강화와 동시에 이를 유지관리하는 직원의 자질 및 수준향상이 더욱 필요하므로 직원의 교육과 훈련은 기술향상을 목적으로 함은 물론 경영이념의 고취, 상수도사업에 대한 애착심, 사명감 등에도 중점을 둔 인재육성을 도모해야 한다.

인재를 육성하는 데는 장기간이 소요되므로 직원의 적성이나 조직의 구성을 충분히 배려하여 장래를 내다본 인원배치와 균형 잡힌 연령구성, 적절한 위탁과 그 관리 등을 포함한 조직정비로 조직의 유연성을 확보하고 활성화를 기해야 한다.

2) 시설관리와 직원구성

상수도시설의 유지관리에는 어느 정도의 전문지식을 가진 인재를 확보하는 것이 필요하므로 시설규모에 부응한 유지관리 사항과 빈도, 업무의 난이도를 고려하여 각 시설별 운전 및 보전관리 부문의 인원과 직종을 검토하고 이를 바탕으로 하여 토목, 기계, 전기, 수질 등 전문지식 및 경험을 가진 기술자를 확보하여 기술수준 향상을 도모함으로써 충분한 유지관리가 가능한 체제를 정비해 두어야 한다.

3) 장래를 대비한 시스템 구축과 체제

상수도시설 하드면의 기술향상에 이어 소프트웨어의 기술향상이 현저하게 이루어지고 컴퓨터보급에 따라서 많은 시설이나 설비의 체계화가 진행되고 있다. 그러므로 장래의 상수도 체계구축을 생각하는 경우 소프트웨어의 기술향상은 이룩되었다고 하나 상수도 특유의 문제인 24시간 연속운전감시에 따른 교대근무 및 당직제도를 고려해야 한다. 그러나 근무시간의 단축, 직원채용의 억제 등으로 기술자 확보도 점점 어려워지고 있으므로 운전감시 업무의 자동화, 시설의 개량이 큰 과제로 되고 있다.

(2) 긴급시의 대응책 확립

직접 시민과 연관되므로 24시간 급수체제를 유지해 나가지 않으면 안 되는 상수도는 항상 안전하고 안정된 급수가 기본이므로 휴일이나 야간근무자에 대해서도 반드시 책임자를 지정해 두고 그 시에 따라서 즉시 대응가능 한 체제를 구축해 두어야 한다. 시설의 이상, 긴급시와 돌발적인 사고대

응에 대해서는 각 시설별로 “응급처리요강”이나 “직원의 비상연락체제” 등을 정비해 두고 이에 따라 신속한 대응이 될 수 있도록 준비해 두어야 한다. 시설관리에 있어서도 각종 업무처리 지침, 사고대응매뉴얼 등을 작성해 두어야 한다.

그리고 매뉴얼 등에 따른 대응이 신속하게 이루어지도록 연수 및 훈련을 실시하여 평상시는 물론 사고시나 수질이상시에도 최적인전방식이 가능하도록 확인한다.

또한 대규모 재해나 광역수질사고 등의 대응에는 상수도사업체간의 협력체제나 외부의 관련기관과 긴밀한 연락체제의 구축이 중요하다. 그리고 연대활동 능력의 향상을 위해서 실천적 합동훈련을 정기적으로 실시해 둘 필요가 있다.

(3) 소규모 급수시설의 유지관리

마을상수도(수도법 제32조)와 소규모 급수시설(수도법 제38조의2)에 있어서도 적절한 유지관리를 위하여 노력을 기울여야 하나 극히 적은 인원으로 관리해야 하므로 일반적인 기술수준의 확보가 곤란한 실정이다.

따라서 인접 일반상수도과 통합을 적극적으로 추진하여 상수도를 광역화하는 것이 적절한 관리를 위해서 바람직하다. 그러나 이것이 어려울 때는 다음과 같이 수도법의 규정에 따라 관리하여야 한다.

- ① 마을상수도의 경우 당해 지방자치단체의 조례로 정하여 적절하게 운영, 관리하여야 하며, 국가 및 지방자치단체는 마을상수도의 위생관리를 위하여 필요한 기술 및 재정지원을 하여야 한다.
- ② 소규모 급수시설은 지방자치단체가 환경부령이 정하는 바에 따라 수질검사를 하여야 하고 조례로 정하여 개량관리를 위하여 노력하여야 하며, 국가 및 지방자치단체는 시설의 설치 및 위생관리를 위하여 필요한 기술적, 재정적 지원을 할 수 있다.

(4) 제3자 업무위탁에 의한 유지관리

유지관리체제의 정비에는 전문기술자 배치와 매뉴얼 제작, 직원연수 등 많은 비용과 시간이 소요된다. 지금까지 소규모 수도사업자를 중심으로 보면 재원과 인재가 부족하고 유지관리에 필요한 직원을 배치할 수 없는 경우가 많다.

이와 같이 기술자 등의 확보가 어려운 경우에는 적절한 유지관리 체제정비방법의 하나로 제3자위탁제도의 활용에 대해서도 검토할 필요가 있다. 더욱이 수탁자로서는 그 수탁업무 범위에서 수도법상의 책임을 지게 되며 업무를 적정하고 확실하게 수행할 수 있는 유지관리체제를 구축해야 한다.

1.4.3 연수와 훈련

(1) 연수와 훈련의 목적

상수도시설의 유지관리는 시설의 복잡화, 운영의 고도화, 서비스의 다양화와 함께 요구되는 지식은 여러 갈래로 세분화, 전문화되고 있으므로 유지관리를 담당하는 직원은 시설과 시설체계를 잘 이해해야 함은 물론 조직적이고 충분한 훈련과 고도의 지식 및 풍부한 경험이 요구된다.

한편 업무의 위탁과 IT화 등의 추진에 따라 직원이 일상 업무 중에서 실제로 일어나는 기술 기능에 접하는 기회가 줄고 이들을 습득하기가 어려워지고 있다. 또한 이후 많은 사업체에서 귀중한 기술과 현장경험을 가진 전문가(veteran) 직원이 대량으로 퇴직을 맞아 기술의 저하가 우려되므로 평상시는 물론 재해시나 사고시에도 안정급수에 지장이 초래되지 않도록 하기 위해서는 기술을 계승, 확보하는 것이 시급하다. 그러므로 연수와 훈련에 의한 직원의 능력향상을 도모하기 위한 조직에도 힘써야 한다.

1) 유지관리의 목적과 적합성

유지관리는 상수도사업이 상시 처해있는 시설의 상황이나 환경에 따라 각각 목표하는 바가 다르다. 예를 들면 시설의 안전운전, 수질개선이나 자동제어 등 관리의 중점을 어디에 두어야 하는가는 각 시설의 상태에 따라 달라진다.

즉, 유지관리를 실시해 가는데 어떤 새로운 기술을 필요로 하는지 또는 종래의 기술, 기능을 어떻게 승계해 나갈 것인지 등 각 목적에 따라 선택하여 연수와 훈련을 실시하는 것이 바람직하다.

2) 기술수준의 확보

상수도기술은 전문화, 고도화되고 특히 전자기기에 의존하는 계측제어분야는 전문제작자가 아니면 기기의 내용에 정통할 수 없으므로 직원이 기기 내용까지 파악하여 유지관리해 나가는 것이 어려우므로 기기의 특징, 성능, 신뢰성, 이상 현상 등을 중심으로 이해하는데 중점을 둔 연수와 훈련이 필요하다.

3) 넓은 시야를 갖는 판단력 양성

유지관리는 고도의 상수도기술에 관한 지식이나 풍부한 경험과 기능만 있다고 해서 충분하다고는 할 수 없으며 법률, 행정이나 재정 등에 대한 지식, 인간관계, 고객서비스 등을 경험하므로 넓은 시야를 가진 판단력을 양성하는 것이 필요하다.

4) 기술동향에 대한 배려

상수도기술은 토목, 건축, 기계, 전기, 생물, 화학, 위생공학 등의 지과 경험으로 이루어진 종합기술이다. 기술의 진보에는 상수도기술자들이 담당하는 면과 민간을 포함한 외부에서 개발된 기술을 도입하는 양면이 동시에 진행되는 경우가 있다.

미래의 상수도사업에서는 기술개발 및 시험연구를 관계기관과 제휴해서 추진하는 등 시대흐름과 함께 진보하는 기술을 적극적으로 도입하여 시설체계의 퇴보를 방지하고 앞선 기술력으로 수요자의 요구에 대응할 수 있는 직원의 양성이 필요하다.

5) 국제협력

상수도는 종전부터 국제협력이 중요 분야의 하나로 추진되어 왔으며 최근에는 국제교류가 활발해져서 외국에 가기도 하고 외국으로부터 연수자가 방문하는 등 상호 상수도시설 견학 혹은 토의를 할 수 있는 기회가 점점 많아지고 있다. 이러한 현상은 한국과는 다른 수도에 대한 사고방식, 유지관리의 시방을 이해하는데 상당히 도움이 되고 있다.

넓은 시야에서 상호 연수생을 받아들이고 개발도상국의 수도정비에 대한 기술지원과 사업에 대한 협력을 추진하는 것은 우리의 상수도를 다른 시점에서 재평가할 수 있는 계기도 되므로 적극적인 협력이 바람직하다.

또한 세계보건기구(WHO) 등 국제기관을 통한 국제협력도 중요하며 상수도에 관한 기준과 지침의 책정에 대해서도 우리나라가 적극적으로 참가하고 공헌해나가는 것이 필요하다. 이와 같은 국제협력을 할 수 있는 인재양성 및 지원체계의 확립, 충실은 직원의 연찬과 연결되므로 상수도사업체로서도 적극적인 추진이 요구된다.

(2) 연수와 훈련의 종류 및 방법

연수와 훈련방법은 실무를 병행하면서 실시하는 직장 내 연수와 별도로 기회를 주어 실시하는 직장외 연수(집합연수) 및 자기개발에 의한 자주적인 연수가 있으며 이들은 각각 그 특징이 있고 대체로 중요하다.

유지관리에서 직장 내 연수는 실무를 수행하면서 정수, 배수, 급수, 수질 등의 관리 매뉴얼, 베테랑 직원의 지도 등을 바탕으로 체험학습, 사례연구 등에 의한 지식의 습득, 향상에 노력하는 것이다. 특히 업무의 세분화, 전문화, IT화 등이 진행되면 직접체험이 안될 때가 많으므로 이러한 연수가 더욱 필요하게 된다.

집합연수는 목적, 종류, 연수자의 수준, 시기 등을 정해서 집중적으로 실시하는 것으로 전문적인 지식 향상을 목표로 하는 경우가 많은데 중소규모 상수도에서는 연수자의 수, 비용, 강사의료 등 단독으로 실시하는 것이 어려울 때가 많으므로 외부에 위탁하여 실시하는 것이 일반적이다. 반면 일부 대규모 사업체에서는 독자로 연수센터를 설립하여 기초적 연수에서 전문적인 연수까지 체계적으로 시행하고 사업체간의 연대강화를 목적으로 인근 지방자치단체의 기술자를 대상으로 광역연수를 실시하는 사례도 있다.

상수도기술자를 위한 연수, 훈련과정은 대략 다음과 같이 각급 기관에서 다양하게 실시되고 있어 연수 훈련의 기회가 많고 내용면에서도 다양하여 많은 이점이 있으나 그 교과내용에 있어서는 서로 중복되는 부분도 없지 않아 이에 대한 종합적인 평가 및 개선이 요망된다.

- ① 국가 및 지방자치단체의 공무원 연수원에서 시행하는 연수훈련
- ② 국립환경과학원 연수원에서 실시하는 연수훈련
- ③ 한국자치경영평가원 연수원에서 시행하는 연수훈련
- ④ 한국상수도협회에서 시행하는 연수훈련 및 연례 세미나
- ⑤ 한국수자원공사 연수원에서 시행하는 연수훈련
- ⑥ 대학의 상수도관련 학과에서 시행하는 연수훈련
- ⑦ 상수도관련 학회에서 시행하는 연수훈련 및 정례 학술발표회
- ⑧ 수도사업자가 자체적으로 실시하는 기술교육 등

자기개발은 자발적으로 자기능력향상에 힘쓰는 것으로 직장 내의 활동만으로는 보완되지 않는 점을 자기노력으로 관련된 지식의 습득, 능력향상을 꾀하는 것이다. 또한 광의적으로는 직원간의 상호개발도 있으며 직원의 자질에 따라 적절한 인사조치(이동이나 승격)에 의한 직장의 교육풍토를 조성해나가는 것도 필요하다.

이와 같은 각종 능력개발활동에 대해서 상수도사업자로서도 예산, 제도 등의 측면에서 지원이 가

능한 환경을 정비해 나갈 필요가 있다.

(3) 자격취득

상수도시설은 법령에 따른 자격을 소지한 자가 아니면 유지관리 할 수 없는 시설이 많으며 자격취득을 위한 교육을 의무화하고 있는 것도 있다.

이들의 필요한 자격취득은 연수, 훈련 등에 참가하도록 하는 등 보완교육을 실시하여 조직원으로서 취득하도록 함과 동시에 취득권장에 노력을 기울일 필요가 있다.

1.5 관련 법규

1.5.1 총칙

상수도시설을 적절히 유지관리 하기 위해서는 수도법을 위시해서 각종 법률, 대통령령, 규칙, 지침 등을 준수해야 한다. 법령 중에는 수도법, 도로법이나 하천법과 같이 시설의 유지관리상 직접 제약을 받는 것과 오염이 적은 원수를 확보하기 위한 수질오염방지법 같이 관계행정 기관에 의한 규칙 등 각종 관련 법령도 있다.

1.5.2 수도법

수도법은 상수도사업 운영의 기본법으로 특히 상수도시설 유지관리에 관계가 깊은 급수업무 및 수도기술관리자, 시설공사 감독, 수탁 수도업무 기술관리자에 대해서 기술하고 있다.

(1) 급수의무

상수도사업은 일반기업과 달리 국민생활에 없어서는 안 되는 물을 공급하는 공익사업으로 지역 독점의 특성을 지니는 특별이 허가된 사업(특허사업)이다. 따라서 사업운영은 공공의 이익과 복지증진을 도모하기 위해서 시행되지 않으면 안 된다.

상수도사업자는 수도법을 근거로 사업인가를 받은 급수구역 내에서 급수의 의무를 진다. 일반수도사업자는 정당한 이유 없이 수돗물의 공급을 원하는 자에 대하여 그 공급을 거절하여서는 아니 된다(수도법 제24조 제1항). 일반수도사업자가 부득이한 사유로 인하여 일시 수돗물을 공급할 수 없는 때에는 미리 그 구역 및 기간을 정하여 이를 공고하여야 한다(수도법 제24조 제2호).

(2) 상수도시설관리자에 의한 관리

2006년 12월 30일에 시행되는 수도법 제17조 제5항에 “일반수도사업자는 수도에 관한 기술적인 관리 등 대통령령이 정하는 업무를 수행하기 위하여 대통령령이 정하는 기준에 적합한 자를 수도시

설관리자로 임명하여야 한다.”라고 규정하고 동 제6항에 “일반수도사업자는 정수시설의 효율적인 운영·관리를 위하여 정수시설의 규모 등을 고려하여 대통령령이 정하는 기준에 따라 정수시설운영관리를 정수시설에 배치하여 관리하도록 하여야 한다.”라고 규정하고 있다. 그리고 수도시설관리자로 임명될 수 있는 자의 자격은 수도법 시행령 제22조에 규정하고 있으며 정수시설 운영관리사 자격은 수도법 제17조의4에 규정하고 있다.

상수도시설관리자가 광범위한 기술상의 직무수행 책임을 지는 한편 사업자 또는 설치자의 종업원이므로 상수도시설관리자가 관장하는 사무라고 해서 사업자 또는 설치자가 수도법상의 책임을 면할 수는 없다.

수도법 제17조에 규정된 수도시설관리자가 이행해야 할 소관 사무는 모두 수도시설관리자에 집중되어 관리되지 않으면 안 되며 그 내용은 다음과 같다.

- ① 수도법 제13조의 규정에 의한 시설기준의 적합성 검토
- ② 수도법 제15조 및 제18조의 규정에 의한 수질검사
- ③ 수도법 제17조의 규정에 의한 급수설비의 구조, 재질 및 수질검사
- ④ 수도법 제19조의 규정에 의한 수질검사
- ⑤ 수도법 제20조의 규정에 의한 건강진단
- ⑥ 수도법 제21조의 규정에 의한 위생상의 조치
- ⑦ 수도법 제22조의 규정에 의한 급수의 긴급정지

상수도시설관리자는 광범위하고 복잡한 기술적 관리업무를 전면적으로 책임을 지게 되며, 이 업무를 보좌하는 직원의 자질향상에 유의하는 동시에 자체연찬도 권장하여 기술수준의 향상을 기하는 것이 필요하다.

(3) 기술자에 의한 공사감독

상수도사업자는 상수도의 시설공사를 자체에서 시행하거나 타인(제3자 위탁포함)에게 시행시킬 때는 수도법 시행령 제19조에 의한 자격을 소지한 자를 지명하여 그 공사의 시행에 관한 기술상의 감독업무를 수행하게 하여야 한다.

(4) 수탁 수도업무 시설관리자에 의한 관리

수도법 제17조의3에 의하여 수도사업자로부터 수도시설 운영·관리업무를 위탁을 받는 자는 수탁 수도업무 시설관리자 1인을 배치하여야 한다. 위탁 수도업무 시설관리자는 위탁된 업무에 관한 시설책임자이며 수도사업자가 배치하는 수도시설관리자에 해당하는 것으로 필요로 하는 자격은 동일하다.

수탁자는 그 수탁을 받은 상수도관리업무의 범위 안에서 수도법 제18조의3, 제19조, 제20조, 제21조제1항, 제21조의5, 제22조 및 제45조의 규정을 적용함에 있어서는 이를 일반수도사업자로 본다. 따라서 수탁 수도업무 시설관리자는 계약에 의한 일정한 범위에서 수도시설관리자를 대신하여 수도법상의 책임을 지게 되며 맡은 바 업무를 적정하게 수행하지 않으면 수탁자 자신이 그 책임을 지고 벌칙의 적용도 받게 되어 있다.

1.5.3 법정 자격자의 배치

상수도시설의 유지관리에 있어서는 그 시설의 기능을 충분히 발휘하고 안전하게 관리하여야 하므로 시설의 규모나 내용에 따라 관계법규에 의한 여러 종류의 자격자를 배치하도록 되어 있다.

그 중에는 수도시설관리자와 같이 그 배치가 수도사업자에게 의무화되어 있는 것이 있다. 예를 들면 제3자 위탁제도에 따른 수탁 수도업무 시설관리자, 댐 유지, 조작책임자로서 댐관리기술자, 정수 시설 운영관리사(1.5.2 (2)항 참조), 전기설비기술자, 액화염소 1t 이상을 저장하고 소비하는 정수 장에서의 특정고압가스 취급책임자 및 석유류와 같은 위험물을 취급하는 위험물취급자 등 보안 감독 자로서 법정자격자를 기술자격을 지닌 사람 중에서 선임하도록 되어 있다.

염소 등 특정 화학물질취급 작업이나 산소결핍위험작업 기타 노동재해를 방지하기 위한 관리를 요 하는 작업에서는 작업구분에 따라 작업 책임자를 선임하여야 한다. 또한 안전작업 면에서 용접작업, 포크리프트운전 등 특정작업에는 각각의 자격을 지닌 사람이어야 한다. 이외에도 무선통신 등에는 자격자가 이에 종사하여야 한다.

이들 법정자격자가 되기 위해서는 학력, 경험연수에 따라 신청에 의하여 신청자격을 얻기도 하고 시험 및 강습에 의하는 등 법정자격 내용에 따라 취득방법이 다르다.

이와 같이 상수도시설의 유지관리에는 그 시설규모, 내용에 따라 여러 종류의 법정자격자를 배치 하여야 하므로 관계법규에 유의하여 필요한 절차를 취해야 한다.

이 외에 민간위탁의 경우는 법정자격자의 유무를 점검 및 확인하는 것은 물론이고 그 외에 수도시 설관리기사 인정센터의 수도시설관리기사 등 법정의 자격의 유무도 고려해야 한다.

1.5.4 유지관리업무의 관련법규

상수도시설의 유지관리에 관련된 주요한 법령들은 <표 1.5.1>, <표 1.5.2> 및 <표 1.5.3>에 수록된 법령들이 있으며, 이 밖에도 지방공기업법, 지방자치법 및 지방공무원법 등이 있고 지방자치 단체가 정하는 각종 조례와 규정이 있으므로 이들 관련법규들을 자세히 파악하여 염수하여야 한 다.

<표 1.5.1> 상수도 유지관리 업무의 관련법규

번호	주요 법률	주요 관련된 법규 등	적용내용 등	적용시설
1	수도법	수도법시행령 및 시행규칙 수질기준(먹는물 관리법) 상수도시설기준 등	관리 전반	수도시설 전체
2	하천법	하천법 시행령 및 시행규칙 하천시설관리기준 등	취수량 관리 수도용 하천공작물 관리	수원시설 취수시설 도수시설 송·배수시설

번호	주요 법률	주요 관련된 법규 등	적용내용 등	적용시설
3	전기사업법	전기사업법 시행령 및 시행규칙 전기설비에 관한 기술기준 전기사업관련규칙 등	전기시설물 관리	수원시설 취수시설 도수시설 송·배수시설
4	도로법	도로법 시행령 및 시행규칙 공동구 관리 및 정비기준 등	도수 및 송·배수관로 관리	도수시설 송·배수시설
5	고압가스안전 관리법	고압가스 안전관리법 시행령 및 시행규칙 일반고압가스 안전관리규칙 냉동안전관리규칙	압축가스, 액화가스의 저장 및 취급	정수시설 건축물 등의 냉방
6	소방법	소방법 시행령 및 시행규칙 위험물관리기준 등	위험물 저장, 취급 및 시 설물방화	취수시설 도수시설 정수시설 송·배수시설
7	수질환경 보전법	수질환경보전법 시행령 및 시행규칙 오염물질 배출허용기준 하수도법, 동법 시행령 및 시행규칙 해양오염 방지에 관한 법규 등	호소수질보전관리 오염물질이 배출되는 시설 관리 수원오염방지에 대한 수도 사업자요청	수원시설 취수시설 정수시설
8	폐기물관리법	폐기물관리법 시행령 및 시행규칙 폐기물 처리, 처분기준 등	침전슬러지처리 여과지 역세척 배출수처리 토사 및 스크린 쓰레기 처분	취수시설 정수시설
9	환경정책 기본법	대기환경보전법, 동법 시행령 및 시행규칙 소음, 진동규제법, 동법 시행령 및 시행 규칙	배연, 소음, 진동, 악취 등 을 발생 하는 시설관리	도수시설 송·배수시설 건축물
10	전기통신 사업법	전기통신사업법 시행령 및 시행규칙 전기통신사업 관련규칙	일반전화기 설치 및 취급	모든 수도시설
11	유선 및 도선 사업법	유선 및 도선사업법 시행령 및 시행규 칙	구내전화기 설치	모든 수도시설
12	전파법	전파법 시행령 및 시행규칙 무선국 개설기준 무선설비규칙, 무선국 운용규칙 무선종사자 조작범위규정 무선종사자 국가시험 및 면허규칙	수도업무용의 방재용 무선설비 설치 및 취급	모든 수도시설
13	산업안전보건법	산업안전보건법 시행령 및 시행규칙 보일러 및 압력용기 안전규칙 크레인 등 안전규칙	종사자 노동재해 및 건강장애 방지	모든 수도시설 (해당시설)

번호	주요 법률	주요 관련된 법규 등	적용내용 등	적용시설
13	산업안전보건법	산소결핍증 방지규칙 사무소 위생기준규칙 특정화학물질 등 장애방지규칙 유기용제중독 예방규칙 분진장애방지규칙 건축물위생환경규칙 작업환경관리규칙 등	종사자 노동재해 및 건강장애 방지	모든 수도시설 (해당시설)
14	근로기준법	근로기준법 시행령 및 시행규칙	종사자 근로조건 등의 관리	모든 수도시설
15	계량에 관한 법률	계량에 관한 법률 시행령 및 시행규칙	소형선박 운행	수원시설 취수시설
16	도로교통법	도로교통법 시행령 및 시행규칙	차량관리 및 운전	모든 수도시설
17	유해화학물질 관리법	유해화학물질관리법 시행령 및 시행규칙	유해화학물질 보관 및 취급	정수시설
18	건축법	건축법 시행령 및 시행규칙 도시계획법, 동 시행령 및 시행규칙	건축물 개축·증축	모든 수도시설
19	측량법	측량법 시행령 및 시행규칙	건축물 개량 공사측량	모든 수도시설
20	건설기술관리법	건설기술관리법 시행령 및 시행규칙	토목공사 발주	모든 수도시설
21	자연환경보전법	자연환경보전법 시행령 및 시행규칙	자연환경보전지역에서 수 도시설 개량공사등의 계획 시공	수원시설 취수시설 도수시설 배수시설
22	형법		수돗물에 독극물 혼입 등 수도시설 파괴	모든 수도시설
23	재해구호법	재해구호법 시행령 및 시행규칙	수도시설의 사고 재해대책	모든 수도시설
24	시설물의 안전관리 에 관한 특별법	시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 및 시행규칙	수도시설의 안전점검 정밀안전진단 실시	모든 수도시설

<표 1.5.2> 수도법에 규정된 상수도시설관리 관련내용

해당규정	규 정 내 용	해당사항
제2조	수도의 계획적인 정비 및 수도사업의 합리적인 경영 수돗물의 안전성 및 적정공급의 확보	수도사업자의 책무
제4조	일반수도 및 공업용수도를 적정하고 합리적인 설치, 관리를 위하여 10 년마다 수도정비에 관한 종합적인 계획(수도정비기본계획)의 수립	수도정비기본계획의 수립
제5조	상수원확보 및 수질보전을 위한 상수원보호구역의 지정 또는 변경가능 상수원보호구역 내에서 금지행위규정	상수원보호구역 지정 등
제8조	수도시설의 정비, 확충 및 수도에 관한 기술향상 도모	수도사업의 경영원칙
제13조	원수의 질, 양, 지리적 조건, 수도의 종류, 시설규모 등에 적합한 수도 시설의 설치 적합한 수도용 자재의 사용	시설기준 등
제16조	수도시설의 변조 또는 손괴행위의 금지	수도시설의 보호
제17조	수도사업자가 수도시설의 관리권 보유	수도시설의 관리
제18조	수돗물의 함유물질 불가사항 명시 먹는물 수질기준(환경부)	수질기준
제19조	원수 및 정수의 수질검사 의무화 수질검사에 적합한 검사시설 의무화 수질검사에 관한 기록작성 및 보존	수질검사
제20조	취수, 정수 또는 배수시설에 종사자 및 이 시설의 구내 거주자에 대한 정기적인 건강진단 의무화 건강진단결과 타인에게 위해 우려가 있는 질병보유자의 종사업무 또는 구내거주 불가 건강진단에 관한 기록 작성 및 보관	건강진단
제21조	수도에 관하여 소독 기타 위생상 필요한 조치 의무화	위생상의 조치
제22조	건강을 해칠 우려가 있을 경우 수돗물의 공급을 즉시 중지 수돗물 급수 정지 때 시, 도지사 및 해당 지역주민에게 상황 홍보 및 수 질검사와 비상급수 등 필요한 조치강구 의무화	급수의 긴급정지 등
제55조의2	수도시설의 관리 상태를 점검하기 위한 기술진단 실시 의무화(매5년)	수도시설에 대한 기술진단 등

<표 1.5.3> 시설물의 안전관리에 관한 특별법의 규정 중 수도시설의 유지관리 관련내용

해당규정	규 정 내 용	해당사항
법 제2조	“1종 시설물” 및 “2종 시설물”의 정의 “안전점검” 및 “정밀안전진단”의 정의 “유지관리”의 정의	용어의 정의
영 제2조	1종 시설물 및 2종 시설물의 범위 － 1종 시설물: 광역상수도, 공업용수도 － 2종 시설물: 지방상수도, 하수처리장	대상시설물의 범위
법 제4조 및 영 제5조	시설물에 대한 안전 및 유지관리계획의 수립, 시행 의무화 － 시설물의 안전 및 유지관리계획의 수립: 5년마다 수립 － 시설물의 안전 및 유지관리시행계획의 수립, 시행: 매년	시설물의 안전 및 유 지관리계획의 수립, 시행
법 제6조 및 영 제6조	시설물의 안전점검 의무화 안전점검의 실시시기 명시 － 정기점검: 반기별 1회 이상 － 정밀점검: 2년에 1회 이상 － 긴급점검: 필요시	안전점검의 실시
법 제7조 및 영 제9조	안전점검 결과에 따라 필요시 정밀안전진단 실시. 단, 완공 후 10년이 경과된 1종 시설물은 5년에 1회 이상 정기적으로 실시 (정밀안전진단 평 가결과 안전상태가 양호할 경우 다음 1회에 한해서 미 실시 허용)	정밀안전진단 실시
법 제11조	안전점검 또는 정밀안전진단 결과 중대한 결함이 있는 경우 다음과 같은 통보체제 의무화 － 안전점검 또는 정밀안전진단 실시 지는 시설물 관리주체와 해당 시장 군수 또는 구청장에게 즉시 통보 － 시설물 관리주체는 관계행정의 장에게 즉시 통보 수도시설의 중대한 결함의 종류 명시 － 시설물의 기초세굴 － 수로터널지반의 부등침하 － 취수댐 본체의 균열 및 시공이음의 시공불량 등에 의한 누수 － 관로이음부의 불량접합 － 관로의 파손, 변형 및 부식 － 주요 구조부재의 과도한 변형 및 균열심화 － 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열 － 누수, 부식 등에 의한 구조물의 기능상실	안전점검 및 정밀안전진단 결과의 통보
법 제14조	시설물의 구조상 공중의 안전한 이용에 미치는 영향이 중대하여 긴급한 조치가 필요한 경우 시설물의 사용제한, 사용금지, 철거 등의 조치 의무화	사용제한 등
법 제18조	시설물의 유지관리방법 규정 (관리주체의 직접관리 또는 유지관리업자에 게 위탁관리 가능)	시설물의 유지관리방법