

6. 송·배수시설

6.1 총설

6.1.1 기본사항

(1) 역할과 특징

1) 역할과 유의점

송·배수시설은 정수시설을 이용하여 처리한 깨끗한 정수를 오염, 변질시키지 않고 필요한 양을 적절한 압력으로 필요한 장소에 수송하는 시설이다. 송·배수시설은 대부분이 관로로 구성되어 있으며, 관로는 땅속에 매설되어 있어 눈으로 직접 확인하는 것이 곤란하다.

따라서 시설기능의 적절한 유지관리의 성공과 실패 여부가 수도사업의 경영과 급수서비스에 커다란 영향을 미치고 있다.

2) 시설의 구성과 기능

시설의 구성은 송수관, 배수본관이나 배수지관, 배수지, 배수탑, 고가탱크, 펌프, 밸브, 기타 부속 설비로 되어 있고 그 주체가 되는 것은 관로이다.

그 중에서도 급수구역 내에 그물과 같이 매설되어 있는 배수관은 시설에서 큰 비중을 차지하고 있다.

관로는 관과 밸브 등으로 구성되어 있고, 공급되는 물의 안전을 확보하기 위해 압력 관로로 되어 있다. 또한 관 재료로서는 덕타일 주철관, 강관, 경질염화비닐관 등이 주로 사용되고 있다.

송·배수방식에는 급수구역의 지형에 따라 자연유하방식과 펌프 가압방식이 있다.

배수지는 배수량의 시간 변동을 조정하기 위한 저류기능과 배수지 상류측에 사고가 발생한 경우에도 일정한 시간동안 어느 정도의 수량과 수압 유지를 위해 필요한 저류 기능을 지니고 있다.

특히 자연유하방식인 경우에는 배수지 자체의 수위와 저류량에 따라 어느 정도의 수량과 수압을 확보할 수 있는 기능을 지니고 있다.

송·배수시설은 공급수의 수량·수압을 결정지어 수질의 안전성 확보에 영향을 주게 된다. 따라서 시설 기능을 적절하게 유지해 가기 위해서는 유지관리의 좋고 나쁨이 서비스 수준을 결정하게 되는 것이다.

또한 관리 대상이 주체가 되는 관로를 비롯하여 거의 대부분의 시설이 땅속에 매설되어 있어 직접 눈으로 확인하기란 어렵다. 그러므로 관리상의 적용방법을 최적화함에 따라 상수도사업의 경영이나 급수 서비스에 큰 영향을 미친다는 것을 인식해야만 한다.

(2) 시설의 운용

1) 운용의 기본

송·배수시설의 운용은 안전한 물을 수요량에 맞도록 안정적이고 효율적으로 운송·배분하는 것을 목적으로 한다. 또한 사고시나 갈수시 혹은 재해시에 있어서도 가능한 한 수용가에게 지장을 주지 않도록 급수해야 하며 어쩔 수 없는 경우에도 가능한 한 공평하게 공급이 확보될 수 있도록 운용해야만 한다.

송·배수관로는 도로 지하에 매설된다는 불가피성과 배수지 등의 구조물에 대해서도 반드시 수량 또는 지형 등에 대해서 이상적인 배치가 불가능한 경우가 있으므로 시설운용에 있어서 충분한 검토를 반드시 수행하여야 한다.

2) 수운용과 배수조정

송·배수시설의 운용에는 수도시설전체를 대상으로 실시하는 수운용과 배수시설에 한정되어 실시하는 배수 조정이 있다.

수운용은 저수, 도수 및 정수시설 등 관련 시설과의 관계나 저수계통 상호간의 관계에 착안하여 실시하는 것이고, 배수조정은 각각의 배수계통 내에서 독립된 배수관망 블록 내 또는 블록 상호간의 관계에 착안하여 운용을 실시하는 것이다.

이 모두는 물 수요에 맞는 공급을 위해 급수구역 내의 지형 혹은 사회 활동 변화에 동반되는 수량 변동이 각각의 운용방법을 결정하는 요인이 된다.

수운용에서는 송·배수시설의 정비 상황으로 관로를 도로 밑에 매설하는 것을 기본으로 하며, 배수지 등의 구조물에 대해서는 용지 취득에 제약이 있으므로 반드시 수량 혹은 지형에 대해 이상적으로 배려되어 있지 않은 것이 일반적이다. 따라서 이러한 점에 유의하여 시설 운용을 하도록 한다.

송수관이나 배수본관과 같은 간선 관로에서의 수운용은 원수의 유효이용, 사용 에너지와 필요 경비 등의 전체가 최소화되는 것이 이상적이며, 수압의 균등화와 트리할로메탄 등의 수질 변화 방지를 위해 운송시간 단축에 유의해야 한다.

배수조정에서는 누수방지나 유효율 향상에 유의함과 동시에 그때마다 수요 변화에 맞추어 시설을 운용하고 출수 불량이나 정체에 의한 잔류염소 유지가 가능하도록 안정된 급수를 확보하여야 한다.

그러기 위해서는 관로 내를 항상 청결히 유지하고 적수(赤水)발생 예방과 잡물제거를 위해 적절한 빈도로 관로 내를 청소하거나 배수작업(플러싱)을 실시하도록 한다.

이 외에도 사고나 공사를 위해 배수계통 사이에 설치되어 있던 상호 용통 관로를 이용하여 배수할 때에는 단수 장소를 최소화하거나 탁수 발생을 최소화하는 운용이 요구된다.

이러한 시설 운용에 따라 사고 발생시에도 수용가가 납득할 만한 급수서비스를 확보하기 위해 송·배수시설의 정비수준을 일정한 수준으로 향상시키고 여러 상황 변화에 대해 시설을 원활하게 제어할 수 있는 대응방법과 수운용시스템을 준비해 둘 필요가 있다.

(3) 시설관리

송·배수시설관리는 다음과 같은 사항에 유의하여 실시하도록 한다.

- ① 모든 시설을 대상으로 물의 오염 방지와 수질의 안전을 유지한다.
- ② 항상 누수 방지에 힘쓴다. 누수는 물의 손실뿐만 아니라 출수 불량의 원인과 수질오염의 우려가 있고 도로 함몰이나 동결기 노면 동결에 의한 교통사고 등 2차 재해의 원인이 된다.
- ③ 평소에 점검과 정비를 확실하고도 정확히 실시한다. 점검과 정비는 개개의 시설이나 시스템으로서의 기능 발휘에 지장이 발생하지 않도록 하고 사고가 발생했을 경우라도 신속하게 발견 가능하도록 감시시스템을 정비해 두는 것이 바람직하다.
- ④ 재해로 인한 피해나 사고가 발생하는 경우를 예상하여 복구계획을 미리 수립하는 등 대책을 준비해 둔다. 송·배수관은 일반적으로 공공 도로에 매설되어 있기 때문에 지방공공단체 내부 관계자는 물론, 도로 관리자, 경찰서, 소방서, 다른 매설물 기업자 등의 관계자와 충분한 협의 체계가 확보될 수 있도록 해두어야 한다.
- ⑤ 정보관리방법이 유지관리와 운용의 좋고 나쁨을 결정하는 중요한 요인이 되므로 유의하여야 한다. 송·배수시설은 다양한 설비로 구성되어 있는 대규모 시스템으로 관련되는 정보량도 매우 많다. 또한 이들 정보는 유지관리나 운용의 판단자료로 이용된다.
정보의 관리방법은 신속한 처리가 가능하고 갱신이나 가공이 용이하며 장기적으로 안정적인 보관이 가능한 것이 좋다.

이러한 조건을 만족시키는 것으로는 카드, 도면, 대장, 마이크로필름, GIS 등이 있지만 사용 목적에 맞고 유효하게 이용할 수 있는 것을 선택하도록 한다.

6.1.2 과학적 관리

(1) 과학적 관리의 도입

송·배수시설은 수도시설의 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 일반적으로 점검이나 보수 및 갱신에 드는 비용도 많고, 넓은 구역에 걸쳐 배수하기 위해서는 시설 운전에도 많은 전력이 소모된다.

많은 관과 밸브 등으로 구성되어 있는 배수관망을 최적으로 유지관리하기 위해서는 관, 밸브 등에 관한 정보(구경, 설치 연도, 열화 상황, 매설 환경 등), 관로 정보(수압, 유량, 수질 등) 등 다량의 정보를 신속하고 정확하게 파악하여 대응하여야 한다.

그러므로 미래의 최적 유지관리를 위해서는 과학적인 관리방법을 이용하여 적절한 정보처리를 바탕으로 한 효율적인 관리에 초점을 맞추어야 한다.

과학적 관리방법에는 보통 다음과 같은 절차를 생각할 수 있다.

- ① 목표를 명확하게 하고 시설의 가치판단기준을 만든다.
- ② 목표달성을 위해 몇몇 대책안을 준비해 둔다.
- ③ 가치판단기준으로 대책안을 평가하고 목표를 달성할 수 있는 대책을 선정한다.

즉, 목표나 가치판단의 기준을 정량화하여 문제의 본질을 수학적으로 모델화하여 수학적인 해법으로 적정한 대책을 선택한다.

송·배수시설에 관한 과학적 관리방법의 예는 다음과 같다.

1) 기능이 저하된 배수펌프를 갱신하는 경우

배수구역의 수요량 변화가 시계열적으로 분석되어 있다면 시뮬레이션을 실시하여 전력 사용량을 최소로 하여 적절한 펌프 규모가 선택 가능하다. 또한 검토시 배수구역을 확장 또는 축소된 경우를 검토대안으로 추가하여 검토하는 것도 가능하다.

2) 복수의 정수장으로부터 동일 배수구역으로 송수하는 경우

배수구역의 수요량에 맞게 복수의 정수장으로부터 송수하는 경우에는 최소의 비용으로 송수하기 위해 각 정수장으로부터의 송·배수량은 어떻게 배분하면 좋을지, 아니면 트리할로메탄의 생성을 최소한으로 하기 위해서는 어떻게 송수하는 것이 최적인지 등의 송수 계획을 미리 검토해 둘 필요가 있다.

이와 같은 검토에는 각각의 정수장 처리비용, 송수비용, 송수에 요하는 시간 등을 생각하여 오퍼레이션 리서치(OR)방법의 하나인 선형계획법(LP)에 의한 운송문제 해석방법을 이용할 수 있다.

구체적으로는 퍼지(fuzzy)선형 계획법을 이용하여 정수장 및 펌프장에서의 총운전비용 저하와 갈수에 대한 리스크의 최소화를 균형 있게 만족시키는 모델을 이용할 수 있다.

3) 배수 관로 갱신의 우선순위

관로의 갱신은 일반적으로는 매설 연도가 오래된 관로, 누수가 많은 관로, 재질이 약한 관로, 탁수가 발생하기 쉬운 관로, 배수계획상의 간선관로, 사고 발생시에 큰 피해가 예측되는 관로 등의 조건을 종합적으로 고려하여 우선순위를 결정한다.

이러한 경우 관로의 조건을 신뢰도의 지표로 교체해 계수화한다면 통계학적 방법과 신뢰성 공학방법을 이용하여 한정된 비용 중에서 어느 정도의 관로를 갱신하는 것이 가장 효과적인지 등을 과학적 방법을 이용하여 우선순위를 정할 수가 있다.

또한 누수나 탁수 혹은 사고에 의한 피해 정도를 계수화 함에 따라 갱신한 경우의 비용과 효과 측정도 가능하게 된다.

송·배수시설이 대규모화되고 복잡하게 됨에 따라 시설 운전이나 관리방법의 결정에 관계되는 정보량이나 종류도 많아진다. 따라서 올바른 선택을 위해 토목공학을 비롯해 수질공학, 신뢰성 공학, 통계학, OR방법, 품질관리 등을 이용해 과학적 정보처리로 의지 결정을 하도록 한다.

(2) 관리시스템 정비

송·배수시설을 과학적으로 관리해 가기 위해서는 어떻게 관리하고 운용해야 하는지 등의 목표를 설정하여 실시하는 것이 중요하다.

또한 시설 갱신이나 개량시에는 어떠한 갱신이나 개량이 시설관리에 도움이 될 수 있는지에 대한 대책을 검토하는 것도 중요하다.

이러한 관점에서 다음과 같이 송·배수시설을 관리하는 데에 목표로 삼을 항목에 대해 서술해 보도록 하겠다.

1) 송·배수관로

송·배수관로는 평상시에는 적정한 수압으로 안정적으로 급수하여 대규모의 지진, 태풍, 홍수, 갈

수 등 이상시에도 라이프라인으로서의 기능을 유지할 수 있도록 정비되어져 있어야 한다.

관로는 관리가 용이하여야 하며 관내의 수질보전에 도움이 될 수 있는 대책이 강구된 관망으로서 정비·구축되어 있는 것이 바람직하다.

이러한 조건을 만족하는 관로의 구성으로서는 송수관과 배수관은 각각이 담당하는 역할이 분리되어 있고, 배수관은 적절한 규모의 배수구역에 고저차가 적으며, 관망으로서 배치되어야 한다. 또한 중요한 송·배수관은 2중화 등 송·배수 신뢰성을 높일 수 있는 대책이 강구되어야 한다.

관로의 관리측면에서는 송·배수의 컨트롤에 필요한 수압, 송수량 또는 배수량, 유향, 수질에 관한 정보가 리얼타임으로 수집 할 수 있는 시스템과 송신되는 정보에 대응해서 주변의 밸브 등을 원격제어 할 수 있는 시스템을 갖춘 관망으로 정비되어야 한다.

2) 배수지 운용

배수지 운용은 배수지에 배수량의 시간변동조정이 충분히 가능한 용량이라면 정수처리량이나 배수지로의 송수량이 정량화될 수 있어 합리적인 배수관리가 가능하게 된다. 또한 사고대응용량이 확보된다면 사고시에도 급수를 확보하여 운용이 가능해지고 갈수시에는 취수가 가능한 원수량과 관련지어 정수의 저류가 이행되기 때문에 탄력적인 송·배수관리가 가능하게 된다.

그러나 배수지 용량이 커지면 물 정체에 의한 수질 열화나 트리할로메탄 등의 소독부산물도 증가하게 되므로 배수구역 규모나 관망 상황에 따라 적절한 용량으로 조절하는 것이 중요하다.

6.1.3 기능 평가와 진단

송·배수시설의 기능, 능력을 항상 양호하게 유지하고 수준 높은 시스템으로 재구축하기 위해서는 시설의 점검 및 조사 등에서 얻어진 정보가 필요하다. 이들 정보를 바탕으로 현재의 시설 기능, 능력을 가능한 한 정확하게 평가, 진단하여 보수나 기능 보완 등 적절한 시설 정비를 하여야만 된다.

(1) 송·배수 기능 평가

송·배수시설의 평가, 진단에 있어서는 송·배수시설을 구성하는 각각의 시설집합체에 주목하여 강도나 내구성 검토를 하는 것만으로는 충분하지 않다. 수도시설의 전체 속에서 송·배수시스템으로서의 기능과 능력에 착안한 평가, 진단이 반드시 필요하게 된다.

평가나 진단 결과는 송·배수시스템의 기능 평가가 보다 과학적이고 용이하게 실시되도록 가능한 한 정량화하는 것이 바람직하다.

1) 시설 평가

송·배수시설은 물을 저류하여 운송하고 배분하여 공급하는 기능을 갖고 있다. 이러한 이유로 시설의 평가는 우선 이러한 기능이 확실히 발휘될 수 있는지, 예비력은 준비되어 있는지, 충분한 내용년수를 갖고 있어 안정된 것인지, 용이하게 운전되며 기능발휘가 효율적이고 경제적으로 이루어지고 있는지 등의 관점에서 실시되게 된다.

이러한 평가기준에 대해 송·배수시설은 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

① 배수구역

배수구역은 일반적으로 지형이나 지세 등의 자연조건이나 물수요의 실태 등의 사회적 조건, 혹은 수원의 위치나 정수장 위치에 대응해서 배수계통으로 구성되어 있다. 그러므로 배수계통은 적당한 규모로 분할되어 각각 평면적으로도 고저차에 따라서 블록화 되어 있는 것이 바람직하다. 이러한 조건이 갖추어져 있지 않는 경우는 다음과 같은 문제가 발생하게 된다.

- ① 구역이 너무 넓은 경우에는 펌프장 등 공급시설에 가까운 지역과 말단 지역에서는 수압이나 수질에 격차가 발생하여 공평한 급수 서비스가 확보되지 않는 경우가 있다. 또한 펌프 정지나 배수관 파손 등의 사고시에 단·감수의 영향이 광범위하게 발생하거나 계통변경 등의 조치에도 신속히 대응할 수 없게 된다.
- ② 배수구역 내의 지형의 고저차가 큰 경우는 표고가 높은 지역의 수압확보가 펌프운전의 목적으로 설정되므로 결과적으로 낮은 지구에서는 과잉수압이 발생하게 되고 에너지가 낭비되게 된다.
- ③ 하나의 배수구역에 복수의 배수계통으로부터 물을 공급하고 있는 경우는 배수구역의 수량이나 수압 컨트롤시에 수운용이 어려워진다.

② 운송기능과 분배기능

운송기능적인 측면에서는 송수기능과 배수기능의 관로가 분리되어 있는 것이 바람직하다.

송·배수 기능이 분리되어 있으면 송수의 상호유통에 의한 수원의 유효활용, 복수배수지의 효율적 운용이나 사고시에 다른 배수계통으로부터의 백업이 용이하게 된다.

분배 기능적인 측면에서는 송수관이나 중요한 배수간선은 송·배수시스템의 신뢰성을 위해 2중화나 내진성이 뛰어난 관체 및 연결이 채택되는 것이 바람직하다.

배수본관은 수지상 배관이 되지 않도록 가능한 한 서로 연결된 관망으로 되어 있고 다른 배수계통의 배수본관과 연락되어 있어 평상시에 이상이 발생했을 때 서로 유통될 수 있게 해준다.

이 경우, 배수본관의 유통능력은 분담하는 배수구역내의 수요량에 대응되어야 할 뿐만 아니라 인접 배수구역으로의 보급이 가능하도록 시설의 여유를 갖도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 조건이 갖추어지지 않으면 다음과 같은 문제가 발생하게 된다.

- ① 기능이 분리되어 있지 않으면 수량변동이 적은 송수와 어쩔 수 없이 변동되는 배수라고 하는 두 가지의 조건을 만족시키기 위한 수운용이 필요하게 되어 펌프 운전관리나 배수지 운용이 복잡하게 된다.
- ② 송수펌프의 운전목표가 송수할 곳의 배수지 수위인지 배수구역의 수압인지를 결정하기 위해 과잉수압이 발생하는 비효율적인 운전이 된다.
- ③ 송수량을 증감시키는 경우 송수압력의 변동이 배수구역의 수압에 바로 영향을 주게 됨으로 탁수발생의 원인이 된다.

③ 공급기능

배수지관은 관망의 물 정체나 출수불량의 원인이 되는 배치는 가능한 피하도록 하고 지형, 지세에 적합하고 적당한 규모의 블록으로서 관망을 형성시킨다. 관체는 내수성이 있는 것으로서

관 내면은 적수나 불필요한 마찰손실수두발생의 원인이 되는 녹 발생이 없는 것을 선택한다.
 인접 블록을 연결하는 배수관에는 밸브를 설치하여 물 흐름을 차단할 수 있도록 한다.
 이 외에도 직결급수범위가 확대될 가능성을 고려하여 인접 수도사업자나 수도용수공급사업의 배수본관이나 송수관과 연결하는 것이 바람직하다.

④ 저류기능

배수지나 배수탑은 배수의 안정성을 확보하기 위해 배수량의 시간변동에 충분히 대응할 수 있는 용량을 지녀야 할 뿐만 아니라 비상시에도 대응이 가능한 용량을 확보해 둘 필요가 있다. 배수지 용량이 적으면 정수처리량을 변동시키지 않을 수 없으므로 송수 제어는 복잡하게 되고 사고시에 급수의 안정성도 저하되게 된다.

2) 기능 평가

송·배수시설이 갖는 기능은 균형감 있게 유기적 구조로 비상시에도 계획대로 대응이 가능하고 시설이 효율 좋게 운용되고 있는지 등의 요인으로 평가되게 된다.

이러한 기능평가는 시설 전체를 대상으로 생각하여 다음과 같은 점에 주목하여 실시하도록 한다.

① 배수량 분석

송·배수 기능이 균형 있게 발휘되고 있는지를 평가하는 기준의 하나로써 배수량 분석의 이용이 있다.

유효율이 높은 상수도사업은 송·배수 기능이 균형 있게 잘 관리되지만, 유효율이 낮은 경우는 송·배수 기능에 불충분한 곳이 있으므로 그 원인을 규명하여 대책을 강구하도록 하는 것이 중요하다.

누수량이 많을 경우에는 노후관을 교체하는 등 누수방지대책을 수립하며, 배수지로부터 누수량이 많을 경우에는 누수장소의 점검과 수리 등을 수행함으로써 기능적으로 약한 부분의 개선대책을 강구하도록 한다.

배수량 분석으로는 그 정확성을 확인하는 것이 매우 중요하다. 배수량과 분수량의 계량에 대한 정확함, 관로나 배수지로부터의 누수량 파악의 정확성 등을 검토하여 개선하는 것만으로 배수량 분석의 정밀도는 향상된다.

또한 정확성의 향상을 목표로 하는 경우는 배수관이나 관내 세척에 동반되는 보충수량과 배수량, 소방용수나 임시 공급수량 등의 파악이 정확히 이루어지고 있는지를 분석하여 개선할 필요가 있다. 개선책으로서는 정확성에 문제가 있는 유량계 교체나 측정 위치의 적정화, 누수량이나 배수량 등의 추정방법 개선 등이 있다.

② 소비 에너지

송·배수시설이 효율적으로 운용되고 있는지를 평가하는 기준의 하나로 시스템에서 소비되는 에너지를 들 수 있다.

예를 들어 배수시설에서 연간 사용하는 총전력량을 연간수량으로 나누면 단위수량당 전력 사용량(원단위)을 알 수 있다.

이 수치를 다른 수도사업과 비교하여 수치가 클 경우에는 그 원인이 어디에 있는지, 어떻게 하

면 수치를 저하시킬 수 있는지를 분석한다. 분석결과를 바탕으로 비용과 효과를 검토하고 배수 시설 개선을 실시하게 된다.

또한 단위 수량당 인건비를 마찬가지로 분석하면 시설의 무인화, 자동화 혹은 원격제어방식 채용 여부를 판단할 수 있게 된다.

시설의 개선안을 결정하는 경우는 시설의 효율적인 운용, 시설 사용방법, 유지관리의 용이성과 경제성 등의 평가를 함으로써 균형감 있는 효율성과 유지관리를 해 나가도록 해야 할 것이다.

③ 급수 서비스

급수서비스의 평가기준은 적정한 수량·수압·수질로 안정되어 공급할 수 있는지가 그 대상이 된다. 또한 송·배수시설은 맛있는 물 공급, 직결급수의 실시 및 그 범위 확대 등의 관점으로부터의 평가도 요구된다.

맛있는 물 공급에는 배수관 내면의 녹 방지 등을 검토하고 필요에 따라 관 교체를 실시하는 등 관 재질 향상에 노력하고 관로 내에서의 수질저하 방지에는 잔류염소 확보와 트리할로메탄 등의 소독부생성물의 증가를 억제하기 위해 운송시간 단축을 고려해야 한다.

직결급수의 실시 및 그 범위를 확대하는 경우는 고층 건축물의 배수압력, 배수관 구경의 적정화, 관망 정비 등의 검토를 실시하도록 한다.

④ 비상시 대응

송·배수시설은 사고 발생시나 시설공사 중에 있어서는 라이프라인으로서의 기능은 확보되어져야만 한다.

사고시의 평가로서는 송·배수시설의 피해를 상정하고 그 결과 피해가 예상되는 부분을 파악한다. 그 결과에 따라 해당 부분의 관을 매설교체 등 피해의 정도를 경감시키는 대책을 강구하게 된다.

시설공사 중에 있어 라이프라인 기능의 확보를 위해서는 시설 자체에 여유를 지녀야 한다. 어느 시설에 어느 정도의 여유를 확보해야 하는지는 예상되는 경우를 가정한 시뮬레이션을 이용할 수 있다. 그러나 시설정비에 따라 구체적으로 여유를 확보하는 데는 수도사업의 재정력이나 수용가의 이해 등 해결해야 될 조건이 있다. 따라서 관계자에게 여유의 필요성을 인식시킬 노력이 필요하다.

(2) 관로의 기능 평가와 진단

송·배수관의 강도나 내구성 등의 기능은 관 매설 장소의 토양이나 교통량 혹은 관내의 수질이나 수압 등의 영향을 받으면서 시간의 경과와 함께 저하하게 된다. 따라서 필요한 시기에 관 복구나 갱신 등의 대책을 강구하도록 하여야 한다. 이는 누수나 관체 파열을 일으킬 뿐만 아니라 녹 발생에 의한 조도계수의 증가로 인해 발생하는 에너지 낭비나 출수불량 등의 결과를 초래하게 된다.

송·배수관로의 신뢰성이나 효율성을 유지해 나아가기 위해서는 각각의 관로가 현재 지니고 있는 기능이 어느 수준에 있는지 관로 상황을 진단하고 그 결과에 따라 기능을 평가하여 대책을 강구하도록 한다.

관로 진단을 실시하는 경우의 조사방법에는 간접 진단법과 직접 진단법이 있다.

1) 간접 진단법

이 방법은 과거에 일어난 사고 예 등을 바탕으로 관의 기능 열화와 그 원인요소와의 관계를 통계적 방법에 의해 해석하고 장래 변화를 예측하는 방법이다.

구체적으로는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 사고율을 근거로 한 진단
- ② 종합 득점법
- ③ 시뮬레이션에 의한 해석
- ④ 통계적 진단
- ⑤ 기능을 좌우하는 주요 항목(매설연도 등)에 의한 정성적 진단
- ⑥ 기존정보(적수민원 등)에 의한 진단
- ⑦ 토질에 의한 진단

2) 직접 진단법

이 방법은 직접 관체 및 그 주변을 조사 대상으로 함으로서 관의 부식 상황이나 관체의 강도, 연결이나 볼트 상황, 주변 토양의 성질 등을 조사하고 그 결과를 기준으로 관로의 현상과 장래의 변화를 예측하는 것이다. 직접 진단법은 조사 대상과, 조사항목이 다양하게 분류된다. 예를 들면 관로에는 일반적인 매설관로 외에 수관교나 실드 내의 관로도 있으며, 더욱이 관 재질이나 매설 환경도 다양하다. 이러한 이유로 조사방법도 여러 가지로 나누어지는데 대표적인 진단방법과 측정방법을 나타내면 다음과 같다.

- ① 통수단면의 측정(γ 선, X선에 의한 측정)
- ② 건전부 관두께 측정(γ 선, 초음파, 과전류에 의한 측정)
- ③ 누수조사(상관식, 탐지기에 의한 누수음 수신, 청음봉 등)
- ④ 관내면 상황 조사(텔레비전 카메라, 관내 이동형 로봇 등)

간접 진단법과 직접 진단법을 비교하면 정확성 측면에서는 직접 진단법이 우수한 반면, 간접 진단법은 경비가 적게 드는 이점이 있다. 따라서 사용시에는 두 가지 방법의 특징을 잘 이해하고 적절히 분류하여 사용하는 것이 중요하다. 특히, 직접 진단법은 진단 대상항목을 엄선하여 효율 있게 조사하도록 하여야 한다. 또한 관로의 기능평가를 실시할 때에는 각각의 관로의 중요도를 고려하여 종합적으로 평가할 필요가 있다.

관로의 중요도는 다음과 같은 사항을 요인으로서 결정할 수 있다.

- ① 수용가에 대한 영향도(녹물, 출수불량의 영향, 수전수, 시가화 종류, 병원 등 중요 시설의 유·무)
- ② 2차적 재해의 영향도(가옥침수·손상의 규모, 도로교통에 미치는 장애의 정도, 타기업 매설물에 미치는 장애 유무)
- ③ 수운용상의 중요도

(3) 저류구조물의 기능 평가와 진단

배수지나 배수탑, 고가탱크 등의 저류구조물은 수돗물의 저류를 담당하는 구조물이므로 외부로부터 저류수가 오염되지 않도록 수밀성을 지니고 있으며 위생적으로 만들어져 있다. 따라서 저류구조물의 기능 평가는 그 기능이 유지되고 있는가? 부속된 유입관과 유출관을 포함한 시스템으로서 기능이 유지되고 있는가? 앞으로도 계속 유지될 수 있는지를 평가하게 된다.

구조물 전체에 관한 기능평가와 진단은 다음과 같다.

배수지, 배수탑 및 고가탱크의 구조는 철근콘크리트(RC), 프리스트레스 콘크리트(PC) 또는 강판제(SS)가 주를 이룬다.

콘크리트 구조물의 기능평가를 하는 경우는 누수나 외부로부터의 오염 원인이 되는 콘크리트 균열이나 신축이음, 연결부로부터 누수 유무를 진단하도록 한다. 수돗물은 잔류염소를 포함하고 있기 때문에 콘크리트 표면이 열화되거나 철근이 부식되는 사례도 발견된다. 이 외에도 구조물이 설치된 장소에 따라서 염분이나 동결 등의 영향으로 열화가 진행되는 경우도 있다.

이들 조사결과는 구조물 열화 상황을 평가하는 자료에 사용함과 동시에 구조물의 내구성이나 내진성 진단을 실시하는 경우의 허용 응력 결정 등에 사용한다.

강구조물의 기능평가를 실시하는 경우도 기본적으로는 콘크리트 구조물과 같은데, 특히 구조재인 강재의 부식 유무와 용접부위의 건전도를 조사하는 것도 중요하다. 강재의 부식은 일반적으로는 도장으로 처리되어 있기 때문에 도장의 열화상황 조사도 필요하게 된다.

강재의 전전두께 측정법이나 용접장소의 조사방법에는 그 종류가 다양하므로 조사부위나 필요로 하는 조사 정밀도에 적절한 방법을 선택하고, 합리적으로 진단해야 한다는 마음자세가 중요하다.

또한 구조물 전체를 대상으로 한 경우의 내구성이나 내진성을 진단하는 것도 중요하다. 특히 배수탑이나 고가탱크는 지진에 대한 안전성을 항상 염두에 두어야 한다.

구조물 전체의 내구성이나 내진성을 진단하는 경우는 기초구조나 기초지반 변화 조사도 중요하다.

부동침하에 의한 응력은 상상 이상으로 크기 때문에 내진성을 평가하는 경우에는 정적응력, 지진 시 응력에 부동침하 응력을 반드시 조사하여야 한다.

특히 강구조물인 경우에는 부동침하응력이 구조물의 안전성에 크게 관계하므로 유의하도록 한다.

또한 구조물 설치 후 오랜 시간이 경과한 후에는 지반의 액상화에 대한 검토가 되어있지 않은 경우가 있으므로 액상화 검토도 필요하다.

강구조물의 진단에는 관계법령과 규칙, 지침 등을 충분히 검토하여 시설물에 대한 안전성을 진단해야 한다. 배수지나 배수탑, 고가탱크에는 유입관, 유출관이 설치되어 있으며 관로에는 밸브류가 사용되어 구조물과의 접촉부분에는 일반적으로 신축이음이나 가요관이 사용되고 있다. 이와 같은 부속 시설의 기능에 관한 진단도 매우 중요하다.

또한 철근콘크리트 구조물을 통과하고 있는 관이 있을 때에는 매크로셀에 의한 관 부식 유무에도 주의할 필요가 있다.

이와 같이 구조물에 대한 기능평가를 실시하는 경우에는 구조재에 대한 진단, 구조물의 기초나 지반을 포함한 구조물 전체에 관한 진단, 부속설비에 관한 진단을 실시하여 종합적으로 기능평가를 실

시하여야 된다.

(4) 전기설비등의 기능 평가와 진단

유지관리 기준에 포함된 7. 기계·전기설비의 관리 및 8. 계측제어설비의 관리를 참조한다.

6.1.4 운전

송·배수시설은 명확한 운전계획의 책정, 적절한 감시와 운전방법의 평가, 진단이 필요하다.

현재의 운전방법이 시설에 대해 합리적이고 효율적으로 기능을 발휘하고 수준높은 급수서비스를 제공하고 있는가를 항상 확인하여 이러한 결과를 바탕으로 운전방법으로 개선될 여지가 있다면 종합적으로 검토하여 개선을 고려해야 한다.

이 경우 운전방법 변경 전후의 수량, 수압, 수질, 운전경비 등을 비교하여 어느 정도 개선되었는지를 정량적으로 계산하고, 운전관리에 반영해 나아가야 할 것이다.

(1) 운전계획 책정

1) 송·배수량 예측

수운용을 최적화하기 위해 송·배수 제어를 실시하지만 실시함에 있어서 가장 중요한 요인은 송·배수량의 수요예측이다. 수요예측에 의해 배수상태의 추정이나 배수지의 최적운용, 송수펌프의 효율적인 운전방식이 결정되고 수량 배분이나 수원 운용의 최적화를 도모할 수 있게 된다.

수원운용을 위해서는 연, 월 혹은 주 단위의 예측이 필요하고 수량배분에서는 1일 단위, 배수지 운용이나 배수제어를 위해서는 시간단위의 예측이 필요하다.

송·배수량 예측은 매일의 불규칙 변동을 파악하는 단기간의 물수요 예측이다. 그 방법에는 예측 일 전의 일정기간 동안의 배수량 또는 과거의 데이터 중에서 예측 조건에 가까운 과거의 동일 배수량을 기초로 하여 이에 요일, 특정일(연휴, 추석, 등), 특수운용(제한급수 등), 기후, 기온, 기후 기록 등의 통계 처리값을 이용하여 보정하는 방법이 있다.

과거의 배수량 데이터 해석방법으로는 최소 2승법, GMDH(group modeling of data handling), 필터법 등의 각종 방법이 이용되었다.

이러한 예로서 연산량이 적어도 무방하며 적용 범위가 넓고, 일종의 학습 기능에 의해 데이터의 축적과 함께 점차로 예측 정확도를 높일 수 있는 칼만 필터법이 사용되고 있다.

어느 방법이든 간에 중요한 요인인 기후 데이터의 정확도가 예측 정도의 한계가 된다.

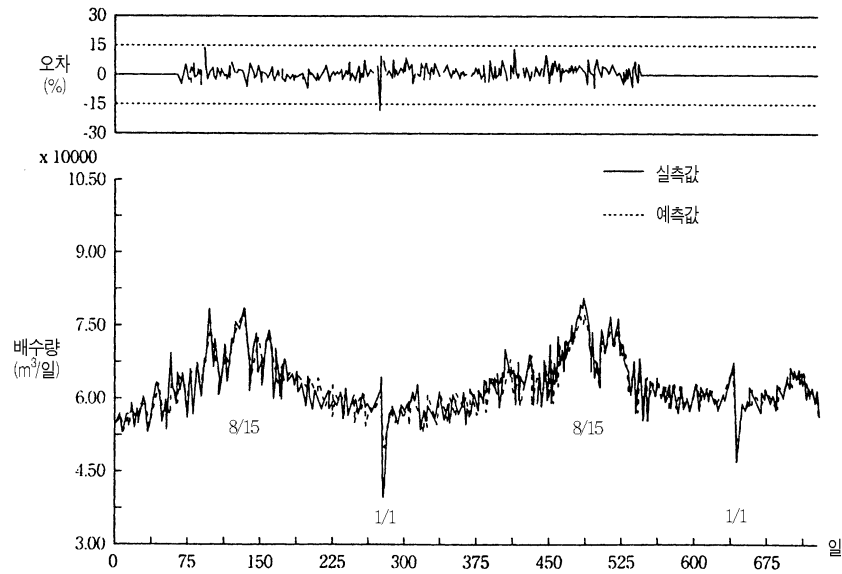
이러한 예측 제어시스템은 미리 수요량의 변동을 추정하고 이를 바탕으로 최적한 운전방법을 결정하는 것이다.

목적에 따른 예측 모델과 운용계획방법을 구성하여 운전요원에게 유효한 운용 가이드를 제공하지만 운전요원이 판단하여 개입할 수 있는 시스템 기능을 추가하는 것도 중요한 내용이다.

<참고 6.1.1> 칼만 필터법에 의한 일일배수량 예측

칼만 필터법은 예측 오차에 의해 예측식의 계수를 변경해 가는 적응형 예측방법이다. 따라서 계절적 변동이나 상황 변화에도 자동적으로 대응해 가게 된다.

여기서 예측식은 과거의 실적배수량과 당일의 예상 기온, 날씨, 과거의 기온, 날씨로부터 산출하는 ARMA 모델식(Auto-Regressive Moving Average model)으로 한다.



<참고 그림 6.1.1> 칼만 필터법에 의한 배수량 예측결과 예

실제의 일일배수량 예측에 이용하는 요인으로서는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 실적배수량(3차, 1~3일전)
- ②기후(2차, 당일 예보와 전일 실적)
예) 맑음:3.54 흐림:0.0 비:-1.61 눈:1.0
- ③기온(2차, 당일 예상최고기온과 전일 실적 최고기온)
- ④요일, 특정일(2차, 당일과 전일)
예) 일:0.0 월:2.04 화:1.0 수:1.98 목:2.50 금:1.58 토:1.20
축일:0.0 연말(12/30, 31):4.31 연시(1/1~3):-13.19

$$Q_k = \sum_{i=1}^m a_i \cdot Q_{k-1} + \sum_{i=0}^{n_1} b_i \cdot \theta_{k-1} + \sum_{i=0}^{n_2} c_i \cdot W_{k-1} + \dots \quad (1)$$

Q_k : 예측급수량

Q_{k-1} : i 일 전의 실적배수량

θ_{k-1} : i 일 전의 최고기온

W_{k-1} : i 일 전의 기후

m, n_i : 예측식의 차수

a_i, b_i, c_i 는 계수로 다음과 같은 식에서 예측오차에 의해 수정한다.

$$H_k = H_{k-1} \div \sigma^{-2} (Q_k - M_k \cdot H_{k-1}) \cdot P_k \cdot M_k \quad (2)$$

$$P_k = P_{k-1} - (\sigma^2 + M_k \cdot P_{k-1} \cdot M_k)^{-1} \cdot P_{k-1} \cdot M_k \cdot M_k \cdot P_{k-1} \quad (3)$$

다만

$$H_k = [a_1, a_2, \dots, a_m, b_0, b_1, \dots, b_m, c_0, \dots, c_{n2}]_k \quad (4)$$

$$M_k = [Q_{k-1}, Q_{k-2}, \dots, Q_{k-m}, \theta_k, \dots, \theta_{k-n1}, W_k, \dots, W_{k-n2}] \quad (5)$$

σ^2 : Q_k 의 관측오차분산

P_k : H_k 의 정오차분산행렬

' : 행렬의 전치

2) 송·배수량의 배분

송·배수의 수량배분은 원수를 포함한 종합적인 배분을 고려하여 실시하고 예측한 물수요의 데이터를 바탕으로 송수량이나 배수량을 결정한다.

그 배분방법은 효율성, 경제성을 고려하여 결정하는데 그 방법에는 LP법(선형계획법)이나 DP법(동적 계획법) 등이 있다.

LP법으로 수량배분을 하는 경우에는 송·배수능력이나 수요량 등을 제약 조건으로 하여 총비용을 목적 함수로 하여 총비용이 최소가 되는 변수(분배유량)의 조합을 구하는 것이다. 또한 시간적 경과를 고려하여 다루는 것이 DP법이다.

3) 송·배수 제어

송·배수 제어는 필요수량과 적절한 송·배수압력 확보를 목적으로 하고 있으며, 수요량에 맞는 안정된 급수확보를 위해 송배수관, 밸브류(감압밸브, 유량조정밸브 등), 송·배수펌프, 배수지, 배수펌프, 배수탑 등의 송·배수시설을 합리적으로 운용하는 것이 중요하다.

① 송수제어와 배수지의 운용

송수펌프의 제어방법은 배수지의 운용방법과 밀접한 관계가 있다. 배수지의 수위를 규정 범위 내로 유지하기 위해서는 수요예측이나 실적값을 바탕으로 한 수요곡선을 이용하여 배수지 운용에 적합한 수위곡선을 설정치 모델을 이용해 송수 펌프를 조작한다.

송수 펌프 제어에는 대수제어와 회전수 제어가 있고, 대수제어는 실양정에 비해 관로 손실이 적은 계통에서 이용되며, 토출량 또는 토출압력 변동이 허용되는 계통에 적합하다.

회전수 제어는 실양정에 비해 관로 손실이 큰 계통 및 유량변동이 커서 연속운전을 필요로 하는 계통에 적합하고 대수제어와 병용되는 것이 일반적이다.

배수지 운용의 기본적인 개념은 정수장의 처리수량이나 송수량을 가능한 한 일정하게 유지하도록 배수량 변동을 배수지 용량으로 흡수하는 것이다. 따라서 이러한 운용을 통해 송수 펌프의 기동·정지횟수를 적게 할 수 있고 소비전력을 억제함과 동시에 정수처리수량이 안정하며 처리 효율을 높일 수가 있다.

반면, 배수지 수위는 가능한 계획수위 이상으로 유지하고 송수펌프 고장등 사고나 재해시에 대비하는 것도 중요하다.

② 배수제어

배수제어는 배수관 내 압력을 배수유량의 변동에 상관없이 규정 범위 내로 유지하는 것이다. 제어방식에는 토출압 일정제어와 말단압력 일정제어가 있으며, 두 제어방식 모두 대수제어, 회전수제어, 밸브 개도 제어 및 이 모두를 조합하여 사용하게 된다.

토출압 일정제어는 수요량 변동에 상관없이 배수펌프의 토출압력이나 감압밸브의 2차 압력을 일정하게 유지하는 제어이며, 말단압력 일정제어는 배수관 말단압력을 일정하게 유지하는 제어이다.

말단압력 일정제어에는 원격지의 실제 말단압력을 텔레미터를 경유하여 계측되며 제어하는 방법과, 배수유량과 압력을 계측하여 관로 손실계수를 이용한 연산으로 말단압력을 추정하고 간접적으로 제어하는 방법 등 두 종류가 있고 두 방법을 병용하는 경우도 있다.

(2) 감시

수량이나 수압을 감시하는 것은 급수 서비스적인 측면에서도 배수관 파열 등의 사고를 신속히 발견하는 데에 중요하다. 이러한 감시시스템이 정비되어 있다면 감시 데이터를 송·배수시설의 운전에 피드백시켜 보다 나은 급수 서비스를 제공할 수 있게 된다.

이 외에도 수량·수압의 감시와 함께 중요한 것으로 수질감시가 있다. 특히, 배수구역 말단 등에서는 물이 정체되기 쉬우므로 관로를 재정비(관로의 루프(loop)화나 구경 적정화 등)하여 정체되는 일이 없도록 해야 할 것이다.

1) 수량 및 수압 감시

수량 및 수압 감시에는 정기적인 것과 연속적인 것이 있다. 정기적인 감시는 매일, 매주, 매월 또는 계절마다 직원이 현지에서 데이터를 얻는 것으로 측정위치, 측정점수를 임의로 정하므로 송·배수시설의 운전방법, 기능평가에 도움이 된다.

연속적인 감시는 원격계측 등의 기기로 실시간으로 변화하는 데이터를 기록하는 것으로, 연속적인 감시가 가능하므로 시설 운전의 피드백 데이터로서 이용되며 사고를 조기 발견하는 데도 도움이 된다.

이들 데이터를 유효하게 활용하여 송·배수시설의 운전이나 기능 평가 및 진단을 실시하여 보다 수준 높은 급수 서비스에 주목하고 사고의 조기발견, 영향의 극소화에 노력하여야 한다.

2) 수질 감시

수질의 감시방법에는 매일, 정해진 곳에서 감시하는 방법이나 자동수질 감시장치로 상시 감시하는 방법이 있다.

지점유치 감시는 수질 감시항목을 다수 선택하여 세부적으로 감시함에 따라 송·배수시설의 기능 평가를 할 수 있다. 한편, 자동수질 감시장치를 이용해 상시 감시를 함에 따라 수질 이상의 조기 발견도 가능하게 된다.

(3) 운전관리

송·배수시설의 운전관리는 각 시설이 균형 있게 기능을 발휘할 수 있도록 감시, 운전하는 것이

중요하다. 그러나 노후된 시설에서는 당초의 계획과 현황이 반드시 일치하지 않는 경우도 있다. 이러한 경우에는 송·배수시설의 기능·능력을 진단·평가하여 시설의 개량과 갱신이 필요하다면 그때가지는 현재의 시설로 효율적이고 적절한 운전관리에 노력하여야 한다.

1) 송수펌프와 송수관

송수펌프는 가능한 한 송수량이 일정하도록 배수지의 시간조정기능을 활용하여 운전관리를 수행할 필요가 있다.

송수관은 배수 간선으로서도 기능을 하고 있는 경우가 많다. 이러한 경우에는 배수관망을 정비로 송수 전용관으로 만들어 송수펌프의 에너지절약을 도모하는 것이 바람직하다.

또한 각 배수지로의 송수는 2계통의 정수장으로부터 송수가 가능한 백업 체제를 확립하는 것도 안전 측면에서는 매우 중요하다.

2) 배수지

배수지는 배수량의 시간적 변화를 흡수하기 위한 저류시설이며 물의 위치에너지 확보와 함께 화재에 대한 소화용 수량 확보, 혹은 재해시의 비상용 시설로서의 역할도 한다. 이러한 이유로 배수지의 유효용량은 시간변동 조정용량과 이상시 대응용량을 고려하여 계획 일일 최대 급수량인 12시간분을 표준으로 하고 있다.

그러나 복수의 배수구역을 갖고 있는 수도사업자의 경우에는 전체적으로 표준 배수용량을 확보한 다 해도 관망의 상황이나 배수형태 등에 따라 특정 배수지에서 체류시간이 길어져 수질악화를 일으키는 경우가 있다. 이러한 경우에는 운전상황 파악과 수질관리를 위해 각 종 데이터의 정확한 처리를 바탕으로 한 관리가 필요하게 된다. 특히, 수질관리에서는 배수지의 염소 채주입장치를 설치하는 것도 유효하다. 이 외에도 배수지는 다른 시설사고의 조정기능을 갖고 있음으로 사고에 의한 지연 시간을 통계적으로 기록해 두는 것도 운전관리상 중요하다.

또한 배수지의 구조에는 철근콘크리트, 프리스트레스 콘크리트, FRP, 강판제 등이 있으므로 각각의 특성에 맞게 관리방법을 확립해 두는 것도 중요하다.

정기적인 점검정비는 배수지의 기능 확보에 반드시 수행해야 할 업무이다. 특히 내부 점검은 연 1 회 정도 청소를 할 때에만 가능한 것이 현실이지만 이러한 기회에 균열 등의 부재의 구조적 평가, 강판의 부식 깊이 조사 외에 기초, 신축이음, 주변부 등을 포함한 전체조사와 점검을 실시하는 것이 바람직하다. 또한 노후화된 배수지에서는 내진 진단을 실시하는 것도 중요하다.

참고로 펌프, 관로, 밸브 사고의 수리시간에 관한 데이터를 제시하면 다음과 같다.

<참고 6.1.2> 펌프, 관로, 밸브 등의 수리시간

(1) 펌프사고

Shults and Parr는 펌프를 5개의 하부요소로 구분하여 각각에 대한 평균수리시간을 <참고표 6.1.1>과 같이 제시하고 있다.

(2) 관로사고

Walski and Pellicia는 파손된 관로의 수리시간을 다음과 같은 환경의 함수를 다음과 같이 제시하고 있다.

$$[\text{수리시간}(\text{hr})] = 6.5[\text{관직경}(\text{inch})]^{0.285}$$

밸브에 관해서는 Weiss et al이 <참고표 6.1.2>와 같은 결과를 제시하고 있다.

<참고표 6.1.1> 펌프시스템의 고장과 수리에 관한 데이터

	MTBF (mean time between failure) (평균고장간격)(hr×10 ⁶)	MTTR (mean time to failure) (평균수리시간)(hr)
펌 프	0.032066	9.6
파워 트랜스레이션	0.035620	2.3
모 터	0.066700	6.9
밸 브	0.014440	11.6
제어계	0.083580	3.7

<참고표 6.1.2> 밸브의 수리시간에 관한 데이터

관경(인치)	MTTR(평균수리시간)(hr)	관경(인치)	MTTR(평균수리시간)(hr)
6	8.717	12	16.460
8	9.079	16 이상	24.360
10	11.746		

3) 배수펌프 · 배수관

배수펌프는 계절, 요일, 시간, 공휴일, 날씨, 기온 등에 따라 크게 변동하는 배수량에 대해서 항상 수송 가능한 기능을 지니고 있어야 한다.

그러므로 압력, 유량, 전류, 회전수 등의 측정, 캐비테이션의 유무 등의 펌프 본체의 진단뿐만 아니라 배수관로 내의 압력손실, 말단압력, 배수량의 장기적인 변화 등의 데이터를 이용한 운전이 필요하다.

또한 자동화나 시설관리의 고도화 등을 고려하여 펌프의 진단평가를 실시하고 적정한 갱신, 개량에 노력하는 것도 중요하다.

배수관은 수도의 주요 시설이고 배수관망의 정비, 노후화 된 관로의 갱신은 중요한 시책으로 볼 수 있지만, 재정적인 면에서 보아 단기간에 이들 시책을 실시하는 것은 쉽지만은 않다. 이러한 이유로 운전관리측면에서 배수관 개개의 관체 정보나 수질에 미치는 영향 등의 정보를 수집관리하여 평가함으로써 일상 운전과 관로갱신사업의 효율적 운용을 도모하는 것도 중요하다.

또한 이러한 이유로 관로 정보의 새로운 정비방법이나 관로진단기술의 발전이 효율화에는 필요하다.

4) 사고예방대책

지진, 낙뢰 등의 자연재해나 설비고장 등에 의한 펌프 정지시, 혹은 관로 파열 등에 대비해 예방대

책을 세워두어야 한다. 그 대책에는 송·배수간선의 정비에 의한 백업시스템 확립과 2회선 전력공급 또는 자가용 발전설비 등 예비동력설비 정비, 워터해머 방지대책으로서 조압수조(surge tank) 등을 설치하는 등의 방법이 있다. 또한 송·배수관의 사고방지나 조기발견을 위해 주요 관로나 사회적 영향도가 큰 관로에는 원격측정 등의 감시시스템에 의한 운전관리도 중요하다.

이 외에도 사고 발생시의 대책으로서 신속한 대응이 될 수 있도록 지휘계통, 비상호출시의 지시사항 및 방법, 응급 급수, 복구 작업 순서, 연락 체제 등의 방법을 매뉴얼로 만들어 보관한다.

또한 중요한 기간설비 등의 사고나 갈수를 가정하여 복수의 수도사업체에 의한 긴급 상호 연락관 등의 시설 정비나 정기적인 정보교환 등의 협력 체제를 가능한 한 확립해 두는 것이 바람직하다.

6.1.5 보전과 갱신

송·배수시설은 송수관, 배수관, 배수지, 배수탑, 펌프, 밸브, 맨홀 및 점검구 등의 기타 부속설비로 구성되어 수도시설의 대부분을 차지하며, 또한 수용가에게 직결된 시설이기도 하다. 특히, 관로시설은 항상 차량 하중 등의 외압, 토양에 의한 부식, 전식 등의 위험에 노출되어 있고, 시설의 이상, 고장 등은 직접 수용가에게 영향을 초래하며 경우에 따라서는 교통장애 등을 발생하기도 한다.

따라서 송·배수시설의 기능을 정상적으로 유지하기 위한 보전은 한시라도 게을리 해서는 안 될 것이다.

또한 송·배수관로는 다른 수도시설에 비해 내용연수가 길다고는 하지만, 경년열화에 의한 통수능력 저하나 수요증대에 의한 상대적인 배수능력 부족 등에 의해 갱신의 필요성이 발생하므로 계획적인 갱신을 실시할 필요가 있다.

(1) 보전

송·배수시설의 보전은 시설 각각의 성격, 예를 들어 배수지, 송·배수 관로, 수관교, 펌프설비, 밸브 등에 의해 보전에 대한 생각, 방법이 상이하게 된다.

특히, 배수지, 배수탑, 펌프시설 등의 보전은 정기 점검 등의 예방 보전이 주체가 되지만 관로 등은 그 기능 유지에 예방 보전 외에 일상점검도 게을리 할 수 없다. 그러나 이러한 모든 경우에도 관로 보전의 목적은 기본적으로는 사고, 기능장애의 방지 및 시설의 본래 기능 확보임을 명심해야 할 것이다.

1) 관로

송·배수관로의 보전에는 누수, 파열 등 관로 자체의 보전과 수압 및 유량 등의 통수능력 보전에 있다.

일상적인 순찰 점검을 통하여 지상누수는 근본적으로 지하누수가 원인이므로 도로면에서의 이상 발견에 노력하고, 밸브실은 교통에 지장을 주는 굴곡이나 밸브실 내의 침수상황에도 주의하여야 한다. 특히 간선에 설치되어 있는 밸브는 필요한 경우에 원활하게 조작되는지의 여부도 조사해 두어야 한다.

통수기능에 대해서는 그 능력의 저하가 인정되는 관로에서는 수압, 유량, 유속 등의 측정을 실시하여 관의 조도계수를 산출함으로써 유지관리 및 관로 갱신의 검토에 이용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 또한 수용가로부터의 출수 불량, 급수수질 등에 관한 불평은 담당부서에서만 처리하는데 그치지 말고 특정 부서에서 데이터로 보존하고 축적하여 보전 및 갱신에 도움이 될 수 있도록 하여야 한다.

이 외에도 급수구역 내의 수압을 파악하기 위해 여름 및 겨울철의 수압측정을 실시하여 수압등압 선지도를 작성하고, 수압·랭크별 구역이 명확히 될 수 있도록 수압 분포도를 작성하는 것이 바람직하다. 이에 따라 수압 균등화 등 적정수압 유지를 위한 방법의 개발이나 관망정비의 자료로서 활용할 수 있으며 불필요한 에너지소비를 방지할 수 있다.

이러한 데이터 수집에는 원격측정을 이용한 자료수집시스템이 바람직하지만, 그렇지 않을 경우에는 소화전 등을 이용하여 현지측정 또는 자기기록계 등으로 측정할 수 있다.

2) 구조물

배수지, 배수탑 등의 구조물은 염소에 의한 콘크리트나 내면 도장에 열화가 발생하므로 1~2년마다 내부를 비워 청소하고, 육안점검을 실시하여 콘크리트의 중성화, 균열, 철근 부식, 내면도장의 박리 등의 유무를 확인한다. 만일 균열 등의 이상이 발견된 경우는 더욱 상세한 조사와 진단으로 적절한 대책을 강구하도록 한다. 이 외에도 출입구, 환기장치 등의 개구부로부터 빗물이나 곤충 등의 침투가 없는지도 점검하도록 한다. 또한 맨홀·점검구 등의 기타시설물도 주기적으로 점검하여 시설물의 제기능이 잘 수행되고 있는가에 대해 점검하도록 한다.

3) 펌프시설 등

펌프시설 등의 보전에 관해서는 7. 기계·전기설비의 관리 및 8. 계측제어설비의 관리를 참조한다.

4) 대장 등의 정비

시설 보전에는 시설의 현상 파악이 가장 중요하지만 특히 관로는 관의 종류, 환경이 여러 종류이고 연장도 길어 그 매설 환경도 다양각색이다. 따라서 뒤에서 논의할 정보를 정리하여 관로대장을 작성해 두는 것이 바람직하다.

일반적으로 관로의 파열·누수보수 또는 교체공사인 경우는 완성도면을 근거해서 검토하게 된다. 그러나 완성도면으로부터 얻어지는 정보는 한정되어 있고 시설 보전적인 측면으로 보아서 공사에는 유효하다 하더라도 공사에 동반되는 수운용 혹은 일상적인 수운용에는 반드시 충분하다고는 할 수 없다.

관로 대장은 완성도면의 정보가 관측 정보가 주체인 것과 달리, 매설 환경, 수리, 수질, 사고 민원, 사회적 정보가 포함되어 있어 보전·갱신뿐만 아니라 수운용에도 이용할 수 있도록 이와 같은 정보가 정비되어 있다면 상수도정보시스템을 구축하는데 유효하다.

이 외에도 일상의 수운용에는 관로 대장과는 별도로 관로내의 밸브 상황을 파악하기 위해 밸브대장을 작성해 둘 필요가 있다. 여기에는 밸브의 종류와 구경뿐만 아니라 설치되어 있는 관로번호(또는 명칭), 밸브개도, 점검일, 경우에 따라서는 밸브실의 설계도 등, 유량조정, 단수조작 등이 신속히 이루어질 수 있도록 정보를 정리하고 현장에서 쉽게 사용할 수 있는 형태로 작성해 두어야 할 필요

가 있다.

(2) 갱신

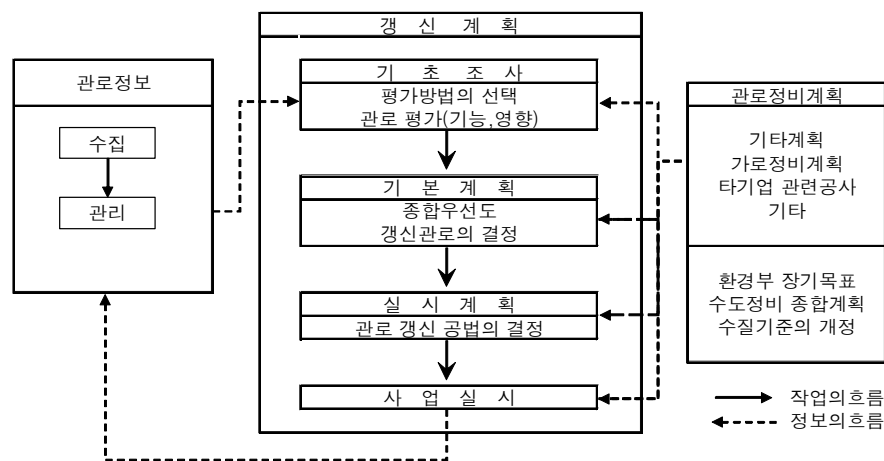
송·배수시설은 수도시설의 많은 부분을 차지하고 있는 중요한 시설로서 그 중에서도 관로는 광범위하게 지중에 매설되어 있으며, 매설 연장도 길어, 갱신에 많은 비용을 요하기 때문에 단기간에 집중하여 갱신할 수 없는 시설이다. 따라서 갱신을 계획적으로 실시할 필요가 있다.

1) 관로의 갱신

관로갱신은 경년열화에 동반되는 누수방지, 파열사고방지, 적수 및 탁수방지, 통수능력저하방지, 내진성 향상 등을 목적으로 실시된다.

갱신할 때에는 수운용상의 배려나 타기업 매설물 관련, 도로사용상의 조정 등을 해가면서 진행되어야 하지만 이러한 이유로 갱신기회를 놓쳐 늦어지지 않도록 계획적으로 관로갱신을 실시하도록 한다.

관로갱신을 실시함에 있어 기초조사, 기본계획, 실시계획, 사업실시로 구성되는 갱신계획을 수립하여 실시하도록 한다(<그림 6.1.1> 참조).



<그림 6.1.1> 관로갱신 체계

① 기초조사

기초조사에서는 관로정보의 수집과 관로평가가 실시된다. 관로평가는 기능평가, 영향도 평가의 각 과정을 거쳐, 기본계획의 갱신관로 우선순위의 결정 근거가 된다.

㉠ 관로정보의 수집과 관리

관로정보는 관로평가의 기초가 되고, 정확한 정보를 계획적이고 체계적으로 수집해 그 정보를 정리하여 보정, 추가가 용이하도록 관리되어야 한다.

관로 정보의 종류에는 다음과 같은 것이 있다.

(㉠) 관제 정보: 관경, 연장, 관종, 매설연도, 연결형식 등

(ㄴ) 매설환경정보 : 포장종별, 점용도로종별, 교통량, 피복, 내면도장의 종류별 등

(ㄷ) 수리 및 수질정보 : 수압, 수량, 유속계수, 관내수질 등

(ㄹ) 사고민원 정보 : 원인, 발생장소, 내용, 사고의 영향 등

(ㄺ) 사회적 정보 : 급수전수(인구), 사용수량, 도시화 상황, 중요시설 등

이들 정보는 완성도, 사고기록, 타기업 등의 자료, 현지조사를 바탕으로 한 정보 등에 의해 수집되고 다음방법으로 관로정보의 관리를 실시한다.

(ㄱ) 관리도면에 의한 방법

(ㄴ) 관리도면 및 대장에 의한 방법

(ㄷ) 관리도면 및 데이터베이스를 바탕으로 한 컴퓨터 매핑시스템(혹은 상수도 GIS)에 의한 방법

⑥ 관로기능의 평가

관로기능을 평가하기 위해서는 관로가 장래에 지녀야 할 기능(운송, 수질유지, 내구성 등)을 정리하고 실제의 관로기능을 정확히 파악하여 평가한다.

(ㄱ) 파손 등에 대한 기능평가

이 기능평가방법에는 다음과 같은 것이 있으며 적절히 조합하여 선택한다.

㉠ 각 수도사업자 실시하고 있는 경험적 추정방법

㉡ 통계적 처리에 의한 방법

㉢ 직접조사측정에 의한 방법

(ㄴ) 적수 및 출수불량에 의한 기능평가

금속제의 라이닝을 하지 않은 관을 평가 대상 관로로 선정하고, 민원정보 등을 활용하여 다음의 방법을 적절히 조합하여 원인관로를 추정한다.

㉠ 기존정보로부터 추정하는 방법

㉡ 수질조사에 의한 방법

㉢ 직접 관내면 조사에 의한 방법

⑦ 관로의 영향도 평가

갱신대상 관로의 영향도는 사고 및 장애가 발생한 경우의 영향(수용가, 제3자의 피해)의 범위 등을 고려하여 적절히 평가한다.

(ㄱ) 파손 등에 의한 영향도

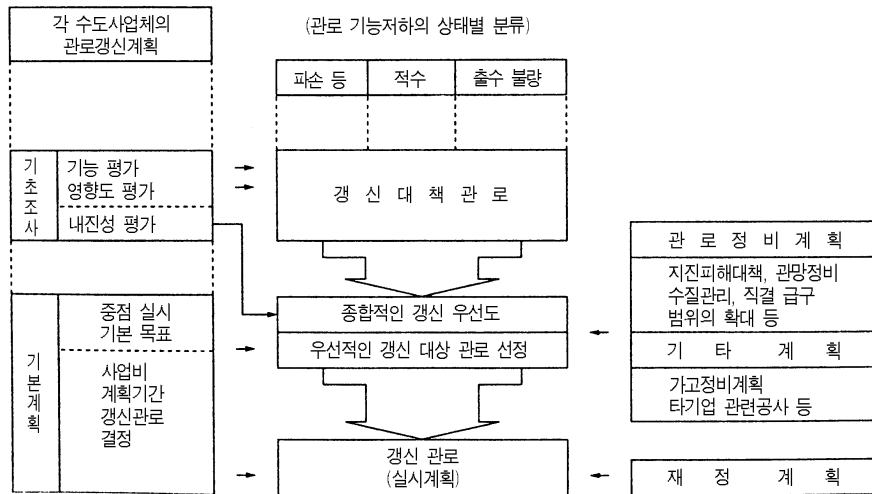
(ㄴ) 적수에 의한 영향도

(ㄷ) 출수불량에 의한 영향도

⑧ 기본계획

기본계획에서는 종합적으로 우선순위 등을 기본으로 하여 갱신관로 및 갱신순위를 결정한다.

종합적 갱신 우선순위는 기능평가나 영향도 평가로 선정된 갱신 대상 관로 중에서 사고시의 영향성 평가나 각 수도사업의 중점시책, 갱신목표를 종합적으로 판단하여 우선순위를 결정한다 (<그림 6.1.2> 참조).



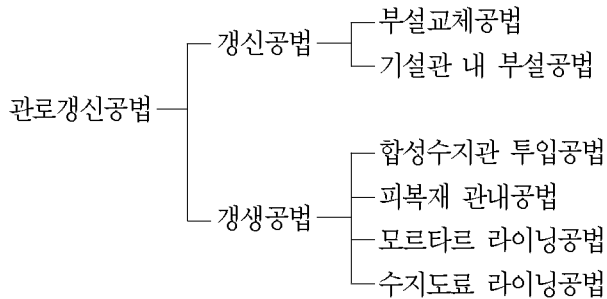
<그림 6.1.2> 관로의 종합적 갱신 우선도

③ 실시계획

실시계획에서는 관로의 갱신공법을 결정하게 된다. 공법은 갱신 대상 관로의 기능이 향상될 수 있는 방법을 적용하지만 선택에 있어서는 관로정비계획이나 송·배수시스템을 고려하여 종합적으로 판단한다.

① 관로갱신공법의 분류

관로갱신공법은 갱신공법과 갱생공법으로 분류된다.



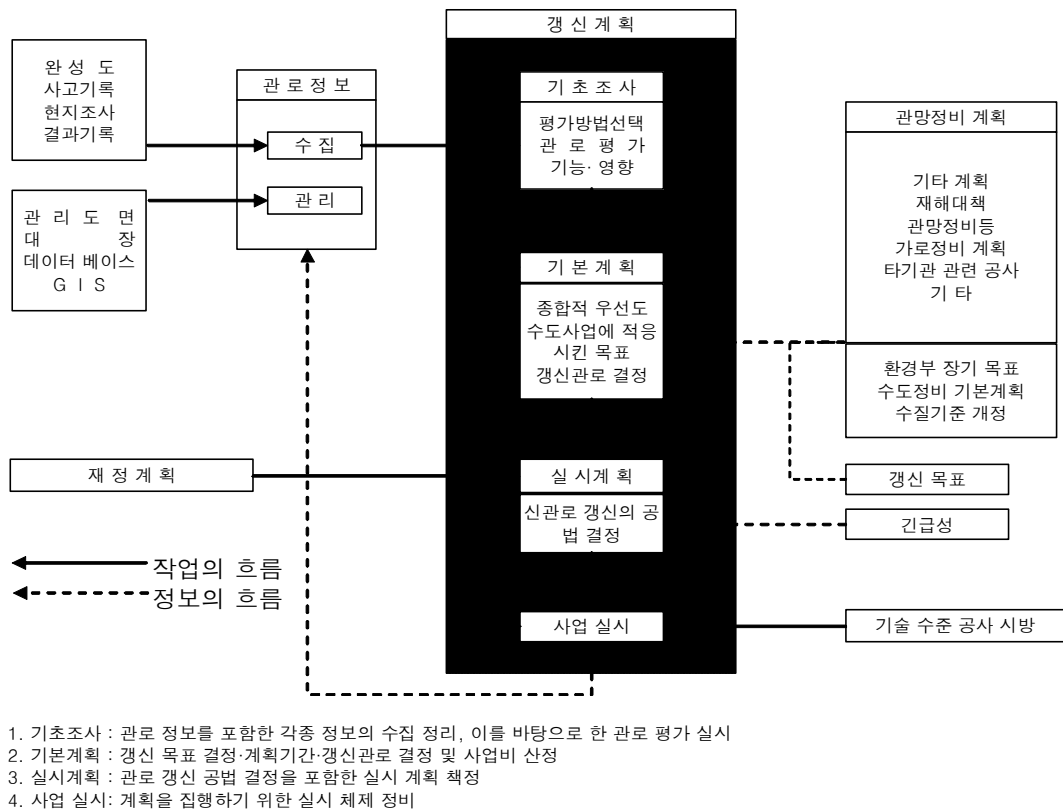
② 공법 선택의 지표

- (㉠) 관로의 내진성, 내구성
- (㉡) 관로 기능 향상
- (㉢) 기술 및 시공 조건
- (㉣) 재정
- (㉤) 관로갱신계획

④ 관로갱신계획

관로갱신계획은 다음의 기본방침에 따라 책정한다.

- ① 관로의 사고·장해의 발생을 효율적, 효과적으로 해소 또는 방지하고 안전한 물을 안정되게 공급할 수 있을 것
 - ② 관로의 부속설비를 포함한 관로기능을 높이고 수운용이나 유지관리 향상에 배려할 것
 - ③ 수도사업의 종합적인 계획이나 다른 관련된 계획과 일치시킬 것
- 관로갱신계획 책정의 표준적인 순서를 <그림 6.1.3>에 나타냈다.



<그림 6.1.3> 관로갱신계획 책정 순서

2) 펌프시설 등의 갱신

펌프시설 및 계측제어설비의 갱신에 대해서는 7. 기계·전기설비의 관리 및 8. 계측제어설비의 관리를 참조한다.

6.1.6 리스크(risk)관리

송·배수시설의 리스크는 크게 구별하면 지진, 갈수, 수해, 설해, 동결 등에 의한 자연계 리스크나 정전, 관로파열, 누수사고, 물수요 예측의 부정확함 등에 의한 사회적 리스크 및 크로스커넥션, 기기

의 잘못된 조작, 독극물 투입, 노동재해 등의 인위적 리스크가 있다.

이와 같은 다수의 리스크를 포함하는 송·배수시설은 리스크에 의해 피해를 입는 빈도가 다른 시설에 비해 높다. 그러므로 송·배수시설은 상수도의 동맥과 같은 기능과 역할을 충분히 수행하기 위해서는 유지관리도 리스크관리 입장에서 충분한 검토와 만전의 노력을 기울여야 한다.

(1) 리스크 대응의 기본

리스크를 검토하는 경우, 발생확률이 높아도 피해가 작은 것, 발생확률이 작지만 피해가 큰 것도 있음을 고려하여 발생 확률과 피해 규모를 복합적으로 검토하는 것이 중요하다. 예를 들어 재해 및 사고 등은 리스크관리적인 면에서 생각해 볼 때 순위는 지역적 차이가 다르므로 반드시 높다고는 할 수 없다.

재해 및 사고 등에 대한 송·배수관의 리스크관리는 목표로 하는 피해 정도를 다양한 시나리오에 따라 동시에 관로의 안전성을 평가하여 피해 정도를 예측하고 안전성 강화를 도모한다.

리스트에는 규모나 영향 정도에 따라 여러 종류를 생각할 수 있는데 이들 리스크 중 우선도가 높은 것을 평가, 선별하여 사전 대책, 사고시 대책, 관리체제 등을 확립해 둘 필요가 있다.

송·배수시설의 리스크관리의 한 예를 나타내면 다음과 같다.

1) 리스크관리의 순서

리스크관리를 실시해 나가기 위해서는 다음과 같은 순서를 밟아야 한다.

- ① 관련리스크의 분류(리스크의 존재를 명확히 함)
- ② 리스크의 추정(리스크를 그 발생확률과 피해로 계량함)
- ③ 리스크의 평가(현재 시설과 체제로 리스크가 허용범위 내인지 검토하고 허용범위를 초과하는 경우는 리스크에 우선순위를 부여함)
- ④ 리스크대책(리스크가 허용범위를 초과하는 경우, 대책을 검토함)
- ⑤ 대응 리스크 선정(대책의 효과, 비용과 자원, 기술능력 등을 감안하여 우선순위에 따라 대응하는 리스크의 값을 결정함)
- ⑥ 대책 실행(사전대책은 물론, 긴급시 대응을 위한 조직, 응급복구용 기자재 비축 등)

2) 리스크 평가의 실행

① 대상시설

- ㉠ 관로(부속설비를 포함)
- ㉡ 배수지 등의 구조물
- ㉢ 펌프설비

② 피해 정도

- ㉠ A: 피해가 큰 경우(단수, 감수, 갈수 발생 ; 복구에 상당한 시간이 필요)
- ㉡ B: 피해가 경미한 경우(일시적 단수, 감수가 발생 ; 조기에 복구)
- ㉢ C: 피해는 거의 없음

③ 발생 빈도

- ③ X: 발생 빈도가 많음
- ③ Y: 발생 빈도가 적음
- ③ Z: 거의 발생하지 않음

④ 리스크의 추정

이상의 모든 조건을 고려하여 대상 시설의 리스크 추정을 하게 되면 <표 6.1.1>과 같다. 이를 바탕으로 평가하여 대책을 강구하도록 한다.

<표 6.1.1> 리스크 추정 결과 예

리 스 크	발생형태		관로			배수지 등			펌프설비		
		발생 빈도	피 해	피해 빈도	추정	피 해	피해 빈도	추정	피 해	피해 빈도	추정
자 연 계	지진	Z	구역 내의 관로파손에 의한 단수, 감수 발생. 복구에는 시일을 요함	A	Z×A	구조물로는 피해가 없음. 유입, 유출관에 피해 있음	C	Z×C	정전 등에 의한 펌프정지 등이 있음. 펌프에 피해 없음	C	Z×C
	낙뢰	Y	없음	C	Y×C	없음	C	Y×C	펌프설비에 피해를 줌. 펌프장 건설화재 등을 생각할 수 있음	A	Y×A
	갈수	Y	없음	C	Y×C	없음	C	Y×C	없음	C	Y×C
	풍해	Y	없음	C	Y×C	없음	C	Y×C	송전정지에 의한 피해가 있어도 펌프설비 자체에는 피해는 없음	C	Y×C
	수해	Z	단, 감수 발생 파열에 동반되는 2차재해	B	Z×B	지세 조건에 의해 피해가 있음	C	Z×C	지세 조건에 의한 피해가 있음	C	Z×C
	설해 (한랭지)	X	소화전, 공기밸브, 밸브 등의 지상설비 유지관리가 어려워짐	B	X×B	없음	C	X×C	없음	C	X×C
	동결 (한랭지)	X	누수장소 동결에 의한 재해 발생 공기밸브 등의 기능상실	B	X×B	없음	C	X×C	없음	C	X×C
사 회 계	정전	Y	없음	C	Y×C	없음	C	Y×C	기능 정지되어 급수구역 단감수 발생함	B	Y×B
	송배수관 파열	Y	단, 감수 발생 누수에 동반되는 단수, 감수 발생	A	Y×A	없음	C	Y×C	없음	B	Y×B
	누수 사고	Y	급수불량 발생 누수에 동반되는 단수, 감수 발생	B	Y×B	없음	C	Y×C	없음	C	Y×C

리 스 크	발생형태		관로			배수지 등			펌프설비		
		발생 빈도	피 해	피해 빈도	추정	피 해	피해 빈도	추정	피 해	피해 빈도	추정
사 회 계	물수요 예측이 벗나감	Z	급수불량 지구발생 체류수에 의한 수질악화	B	Z×B	없음	C	Z×C	없음	C	Z×C
인 위 계	크로스 커넥션	Z	급수정지	A	Z×A	유입정지에 의한 저류 기능 정지	A	Z×A	없음	C	Z×C
	기기 오조작	Z	누수발생	B	Z×B	없음	C	Z×C	없음	C	Z×C
	독물 투입	Z	식수로 부적합 송배수 불능	A	Z×A	식수로써 부적합 급수불능	A	Z×A	없음	C	Z×C
	노동 재해	Z	공사상 사고 산결핍등 인체에 관한 사 고	A	Z×A	산결핍에 의한 인재사고 발생	A	Z×A		A	Z×A

A: 피해가 크다(단수, 감수, 갈수 발생; 복구에 상당일수가 필요)

B: 피해가 경감함(일시적 단수, 감수가 발생; 조기에 복구)

C: 피해는 거의 없음

X: 발생빈도가 많음

Y: 발생빈도가 적음

Z: 거의 발생하지 않음

(2) 시설정비에 의한 사전대책

수도시설은 앞서 말한 것과 같이 사고·재해 등의 리스크를 포함하고 있는데, 이를 피할 수는 없다. 이러한 이유 때문에 일단 사고나 재해가 발생하게 된 경우에도 필요최소한의 급수 확보를 위해 다음의 대책을 사전에 세워두어야 한다.

1) 수운용의 백업

급수구역은 복수의 송수계통 혹은 배수계통으로 구성되어 있는 경우가 많지만 이들을 각각 상호 연락 가능하도록 설비를 설치해 둔다. 이에 따라 사고나 재해시에 수운용의 백업이 가능하게 되고 수용가への 영향을 경감시킬 수가 있다. 그러나 지리적 조건에 따라서는 이러한 상황이 불가능할 경우도 있다. 이런 경우는 인접 수도사업자, 수도용 물공급 사업자를 포함해서 수운용이 이루어질 수 있도록 적절한 장소에서 연결하는 것이 바람직하다. 이와 같은 상호연락을 적절히 이행함으로써 시설에 피해가 발생되는 경우에 대비해 어느 시설을 이용하여 급수해야지만 원활한 급수가 확보될 수 있는지를 충분히 검토해 두어야 한다.

또한 배수지, 조정지 등의 저류량을 항상 정확히 파악해 두기 위해 수위·수량을 계측할 수 있는 구조, 설비를 갖추어 놓을 필요가 있다.

탄력적인 수운용을 위해서는 기설 배수본관, 배수지관이 수지상 배관이나 관말지역에 있는 시설은

가능한 한 관망이 형성되도록 정비하고, 상호 연락될 수 있도록 하며 각각의 배수계통은 블록화 할 필요가 있다.

2) 부속설비의 정비

사고나 재해시에도 원활한 배수조정을 실시하고 가능한 한 공평한 급수를 위해서는 밸브, 압력계, 유량계 등을 설치하여 원격감시, 집중제어설비 등을 조정하는 등 배수제어시스템을 구축할 필요가 있다.

한편, 설치되어 있는 밸브, 압력계, 유량계, 맨홀 등의 시설물이 제기능을 발휘하고 있는가에 대한 주기적인 점검과 진단을 통해 최적의 성능이 유지될 수 있도록 관리해야 한다.

3) 기타

앞서 서술한 것 외에 기기의 고장에 대비해 예비기기, 정전에 대비한 2회선 전력시스템 또는 자가 발전설비를 설치하는 것이 바람직하다. 또한 설비는 경년열화를 피할 수는 없으므로 정기적인 점검이나 진단을 통해 열화나 기능저하를 초래할 수 있는 요인은 적절히 개량하는 것도 필요하다.

(3) 긴급시 즉각 대응체제의 정비

급수는 재해와 사고시에도 사회생활에 막대한 지장을 주지 않도록 필요 최소한의 확보가 보장되어야 한다. 재해시의 혼란 하에서는 업무를 원활히 진행해 갈 수 없으므로 평소에 재해와 사고시를 예상하여 다음과 같은 체제, 대책 등을 준비해 두어야 한다.

- ① 재해의 종류나 규모를 가정한 동원 체제
- ② 명확한 정보수집, 연락, 통보 체제
- ③ 기계, 기구, 응급자재, 응급급수용 기자재 등의 정비와 그 소재지의 명확화
- ④ 정기적인 훈련, 연수, 강습 등의 실시

이들을 준비하는데 있어 체제가 가능한 한 복잡하게 되지 않도록 주의하도록 한다.

1) 동원계획 및 인원배치

동원 계획은 사고의 종류, 영향을 고려하여 체제를 정비할 필요가 있다. 특히 휴일, 야간 등의 평상 근무 외인 경우에는 필요한 인원 확보가 어려울 것이 예상되므로 초기 대응이 가능하도록 체제를 확립해 둔다.

2) 지원체제

재해와 사고 등의 종류나 규모, 내용 등에 따라서는 외부로부터의 지원이 없으면 이상사태에 대응할 수 없게 되는 경우도 있다. 특히, 송·배수시설 건설, 보수 등에 관계되는 업자로부터 긴급시에 자재, 인원 등의 지원을 받을 수 있는 체제가 필요하다.

3) 도면 등의 정리

도면은 시설의 유지관리에 필요 불가결한 것이며 정확한 것이어야 한다. 때문에 항상 도면의 정리는 확실하고 정확히 실시하여 긴급시에 누구라도 즉시 이용할 수 있게 해 두어야 한다.

4) 응급급수 등

재해, 사고시에는 단수가 발생할 수 있는 것을 예상 할 수 있다. 이러한 이유로 급수탱크나 폴리

용기, 임시급수용 장치와 기기 등 응급급수설비, 응급급수의 급수거점이 되는 배수지 등의 기능 정비에 만전을 기해야 한다.

(4) 기자재 비축관리

재해나 사고발생시의 응급복구 및 본격복구에는 대량의 기자재가 필요하게 되는데, 이들 기자재는 평소에 다량 비축해 두는 것은 적절하지 않으므로 여러 종류의 사전대책을 강구해 둘 필요가 있다.

1) 배관자재

송 배수관에 사용되는 자재는 종류가 많고, 긴급시에 대비해 모든 것을 비축한다면 보관 장소, 비용 등이 커지게 된다. 이러한 이유로 지역 특성에 맞는 평상시 유지관리에 필요한 재료를 최소한 보관하게 된다.

또한 인접수도사업자와의 지원협정을 체결하는 것도 필요하다.

2) 소독제

소독제는 인체에 대해 매우 위험한 영향을 줌으로, 보관장소, 취급방법 등에 관한 법령, 제반 규정을 엄수하여야 한다. 특히 염소 붐베는 파손이나 전도되지 않도록 적정한 보관에 주의해야 한다.

또한 단수 해제 후에 임시적으로 현장에서 차아염소산 나트륨 주입을 하는 경우도 있으므로 용기 보관상황, 누출 등의 점검정비를 반드시 하여야 한다.

3) 부품 등 기타

기계·전기·계측제어의 부품은 여러 종의 배관재료와 마찬가지로 전부 비축하는 것은 어렵다. 그러므로 평상시는 소모품 정도의 부품류 정도를 비축해 두는 것이 대부분이다. 따라서 설비를 시공한 업자 또는 생산자와의 사이에 긴급시에 있어서 지원 협력이 가능하도록 해둔다.

6.1.7 누수방지

누수방지대책은 라이프라인으로서의 안정급수를 확보하고 수도수의 효율적인 사용을 추진하기 위해 중요하다. 누수는 경제적인 손실뿐만 아니라 급수불량, 수돗물의 오염 및 도로함몰 등의 원인이 되며, 오늘날 수자원의 부족상황에서도 반드시 누수방지에 충분한 노력을 기울여야 할 것이다.

이러한 이유로 누수의 조기발견, 수리는 원래 누수가 발생되기 어려운 관로나 누수의 발생을 감시할 수 있는 설비를 설치하는 것도 중요하다.

(1) 누수방지대책의 추진

누수방지대책을 추진함에 있어서는 환경부의 관련법규나 지침을 바탕으로 효율적인 목표값을 정해 누수방지계획을 수립하도록 하여야 한다.

높은 유효율 달성을 위한 시책으로서는 다음과 같은 사항 등을 생각할 수 있다.

- ① 계획적인 누수방지 조사 작업
- ② 급·배수관 정비사업

- ③ 직결급수가 동반되는 부분적인 고수압지구의 조사
- ④ 배수지 및 감압밸브의 점검강화

(2) 계획 및 실시

누수방지계획의 수립을 위해서는 누수의 실체 등을 충분히 파악하여 물의 수급관계, 경제성 등을 고려하여 달성할 수 있는 한 높은 목표를 정한다.

누수방지대책은 기초적 대책, 대증요법적 대책, 예방적 대책으로 나누어진다.

목표를 달성하기 위해서는 이들 대책을 일체적으로 추진하는 것이 바람직하지만, 관로의 누수가 적어지고 대증요법적 대책의 효율성 및 경제성이 저하되는 수도사업체에서는 앞으로 예방적 대책에 비중을 둘 필요가 있다.

1) 기초적 대책

기초조사는 누수방지계획 수립뿐만 아니라 누수방지대책의 효과를 판정하고 계획의 추진상황을 파악하기 위해서도 필요하다. 기초조사에서 특히 중요한 것은 배수량 분석 및 누수분석이다.

① 배수량 분석

배수량 분석은 수량이 어떻게 사용되고 있는지를 내용별로 분류한 것으로 물의 이용 실태나 누수 상황 등을 파악할 수 있는 지표로서 매우 중요하다(<표 6.1.2> 참조).

② 누수분석

유효율이 높아지는 과정에서 보다 효율적인 누수방지 대책을 추진하기 위해서는 누수 실태를 파악해 두어야 한다. 그러기 위해서는 누수의 형태별, 시설별, 원인별, 지역별로 정보의 기록, 정리를 해야 한다.

누수분석은 향후 대책의 방향성을 살펴보기 위해서도 매우 중요하다.

또한 누수분석에는 정확한 관망시스템의 정보 및 관로의 주변 환경정보의 수집과 정리, 이를 이용한 과학적 분석이 필요하게 되므로 이들 정보를 착실하게 수집하는 것이 중요하다.

2) 대증요법적 대책

누수방지작업은 누수장소를 조기에 발견하여 확실히 수리하는 것으로 그 작업에는 기동적 작업과 계획적 순환작업이 있다.

① 기동적 작업

기동적 작업은 지상에서 발견된 누수의 조기발견에 힘쓰고 누수장소를 정확히 탐지하여 수리하는 작업을 말한다.

지상누수는 발견이 비교적 쉬우므로 주로 주민들로부터의 신고에 의한 경우가 많은데, 순찰차에 의한 순시나 타기업 공사시의 입회조사를 강화하여 조기발견에 노력하도록 한다.

② 계획적 순환작업

계획적 순환작업은 지하누수의 발견과 수리를 목적으로 한 것으로 누수방지의 중심이 되는 작업이다. 이 작업은 조사 대상 지역을 작업 효율상 적절한 구역으로 분할하여 일정한 주기로 순차계획에 따라 누수를 발견하고 수리하는 것이다. 어느 정도의 주기를 설정할 것인가는 물수요,

<표 6.1.2> 배수량 분석표

구성요소별 구분	정 의
배수량 $A=B+C$	정수장의 송수관 시점에서 특정구역으로 유입된 수량
유효수량 $B=B1+B2$	사용 상 유효라고 인정되는 수량
유수수량 $B1=b11+b12+b13$	유효수량 중 수돗물 사용량을 요금으로 정수할 수 있는 수량
요금수량 $b11$	계량기에서 직접 계측되어 수도요금을 정수하는 수량으로 유수 수량에서 다른 수도사업자에게 나누어준 수량 등을 제외한 수량
분수량 $b12$	수돗물이 부족한 다른 수도사업자에게 나누어 준 수량으로 그 다른 수도사업자에게서 수입을 받을 수 있는 수량
기타 $b13$	공원녹지용수, 공중변소용수 및 공업용수 등으로서 다른 회계로부터 요금정수로 수입이 있는 수량
무수수량 $B2=b21+b22+b23+b24$	유효수량 중 수입이 없는 수량
계량기불감수량 $b21$	유효하게 사용된 수량 중 계량기불감으로 요금정수 대상이 되지 않는 수량
수도사업용수량 $b22$	정수장, 배수지에서의 사용수량과 수도관 세척수량, 누수방지 작업용수 등 수도사업자가 사용한 수량
공공수량 $b23$	소방용수 및 운반공급 용수 등으로 요금수입이 없는 수량
부정사용량 $b24$	수도사업자의 허가를 받지 아니한 수도용수 및 급수업종 변경, 계량기 조작 등의 방법으로 불법적으로 사용한 수량
무효수량 C	사용상 무효라고 인정되는 수량
조정감액수량 $C1$	오염 등으로 요금정수시 조정에 의하여 감액대상이 된 수량
누수량 $C2$	수도사용자의 계량기 이전까지 발생한 누수량, 즉 노후 수도관 등으로 누수된 양

수자원개발, 유효율, 경제성 등을 고려하여 결정한다.

③ 누수 복원

누수는 복잡한 요인에 의해 신규 발생과 성장이 끊임없이 지속되고 있는데 이를 누수의 복원현상이라 한다. 유효한 방지대책을 수립함에 있어서는 데에는 이 현상을 파악할 필요가 있다. 누수의 복원량을 추정하는 데는 대표적인 구획을 선정하여 반년 내지는 1년마다 추적 조사하는 것이 바람직하다.

④ 누수탐지

누수의 탐지방법은 예비조사, 누수조사, 확인조사의 순서로 실시한다.

예비조사는 누수조사의 준비로서 구획도, 지번도, 관망도 등을 바탕으로 현지답사하고 도면과 현지에 차이가 있는지를 확인한다.

누수조사는 주로 급수장치를 대상으로 한 호별 음청조사와 노면 밑의 급수관, 배수관을 대상으로 한 노면음청조사 및 야간 최소유량 측정·조사로 나누어진다.

확인조사는 음청조사에 의해 탐지한 누수음, 이상음의 위치를 재조사하고 누수 유무를 판별한다.

누수장소를 특정 지을 수 없는 경우는 보링 조사, 상관식 누수발견장치 혹은 시간 적분식 누수발견기 등을 사용하여 탐지한다. 이것은 누수위치가 부정확하면 수리시에 많은 노력과 비용이 낭비될 수 있으므로 정확히 실시하여야 한다.

⑤ 수질항목 측정에 의한 방법

일반적으로 유출되는 물이나 굴착에 동반되어 나오는 물이 수돗물인지 아닌지를 판정하기 위해서는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 잔류염소에 의한 방법
- ② pH값에 의한 방법
- ③ 전기전도도에 의한 방법
- ④ 수온에 의한 방법
- ⑤ 트리할로메탄에 의한 방법

트리할로메탄은 수돗물 중에는 반드시 존재하고 자연계에는 존재하지 않으므로 수돗물 판별에 사용되고 있다. 그러나 이 분석은 전문적 지식 및 특수한 분석기기가 필요하므로 수질담당부서에서의 검사가 필요하다.

⑥ 누수조사기기

- ① 누수탐지기
- ② 음청봉
- ③ 상관식 누수발견장치

상관식 누수발견장치는 상관법 기술을 응용한 것으로 관로상의 두 지점간에서 누수음을 검출하고, 양 지점에 전달되는 누수음의 전파 시간차를 구하여 음이 전달되는 속도를 계산한 것으로 누수지점까지의 거리를 구하는 방법이다. 음청법과는 달리 직접 관에서 전달되는 누수음을 찾아내기 때문에 구조물이나 소음 등의 영향을 받기 어려워 작업원의 숙련을 요하지 않는다(<그림 6.1.4> 참조).

⑦ 지중탐사 레이더

지중탐사 레이더는 지표의 안테나로부터 지중에 전파를 발사함에 따라 흙이나 공기 또는 관로의 경계면에서 반사해 오는 전파를 수신하여 전파의 왕복시간이나 강약을 해석하여 지중의 매설상황 및 공동화된 위치를 발견하는 것으로 지중의 상황을 직접 텔레비전 화상으로 표시하고 프린터 인쇄할 수도 있다(<그림 6.1.5> 참조).

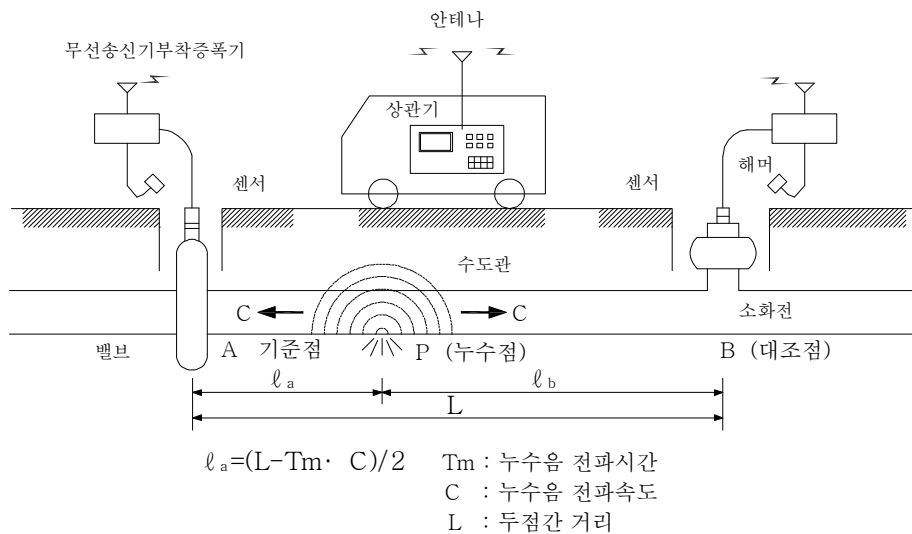
⑧ 시간 적분식 누수발견기

시간 적분식 누수 발견기는 계량기실 밸브에 가속도 센서를 부착하여 관로의 전파음을 취하여 해석하고 측정점 주변의 누수 유무를 자동적으로 판별하는 것이다. 관로 전파음은 물 사용음이

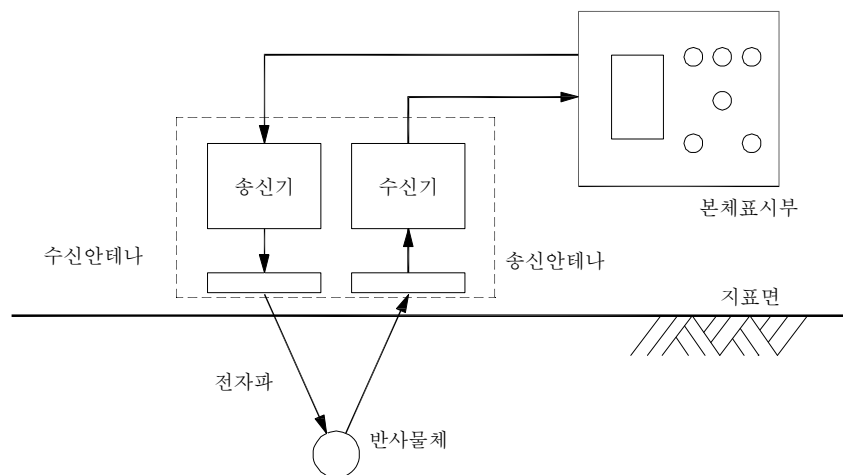
나 차량 통과음이 순간적임에 반해 누수음은 계속적인 음이다. 이 기기의 원리는 양자 성질의 차이를 시간 적분율로 나타내고 그 크기에 따라 판별하는 것으로 종래의 음청법과 비교해 누수 판별에 경험이 필요로 하지 않는다(<그림 6.1.6> 참조).

⑨ leak' zone test(리크존 테스트)

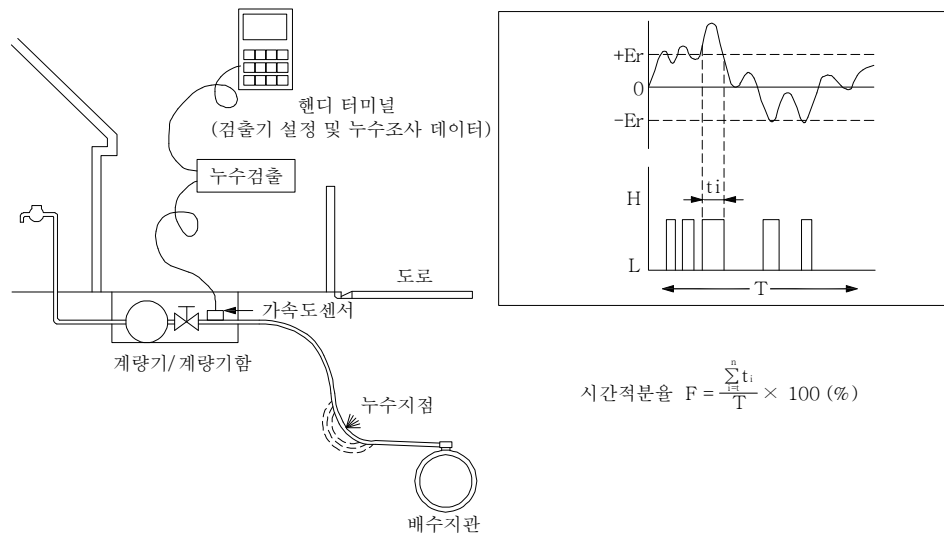
리크존 테스터(소화전 장착용 음압, 수압측정기)는 수도관 및 수중으로 전달되는 누수음을 소화전에 부착한 특별한 수중 마이크로 청음하여 음질과 진동레벨의 계측에 의해 누수관로의 선별과 수압을 동시에 측정하는 장치이다(<그림 6.1.7> 참조).



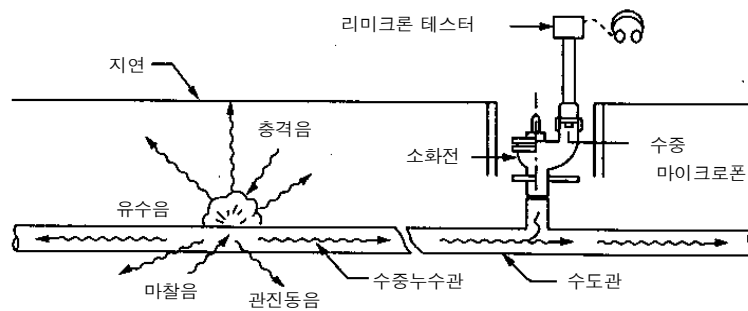
<그림 6.1.4> 상관식 누수발견장치



<그림 6.1.5> 지중탐사 레이더



<그림 6.1.6> 시간적분 누수발견기



<그림 6.1.7> 리크존 테스터

3) 예방적 대책

예방적 대책이란 관로의 질적 향상을 도모함으로써 누수 원인을 제거하고 수도시설 기능 및 체질을 개선하는 것이다.

미래의 유효율 향상을 도모하기 위해서는 이 대책을 적극적으로 추진해 가는 것이 중요하다.

예방적 대책을 효과적으로 실시하는 데는 기초조사에 의해 누수다발 지구나 노후관로 등을 선정하여 그 중에서 특히 조기에 대책을 실시하지 않으면 안 되는 관로를 우선순위로 결정하여야 한다.

예방적 대책으로서 배수관·급수관 개량, 수압조정, 점검구 설치, 부식방지 및 급수장치 구조·재질 개선 등이 있고 이들 대책을 복합적으로 실시하는 것이 바람직하다.

① 배수관 개량

매설 후 긴 시간을 경과한 배수관은 경년 열화되어 갱신하게 되는데, 종래의 경년열화 등에 의한 사고, 장애가 발생하는 관로에 대해서는 부분적인 보수로 응급적인 보수에 의한 응급적 대

응이 이루어지는 경우가 많았다. 그러나 앞으로는 관로의 안전성을 확보하기 위해서 노후관을 새로운 관으로 교체하여 관로 기능을 갱신하고 내구성 향상 등으로 우수한 기능을 부가할 수 있도록 계획하는 것이 필요하다.

② 급수관 개량

누수의 대부분은 급수관에서 발생되기 때문에 이 부분을 개량하여 누수 발생 원인을 근본적으로 제거하는 것이 가장 효과적인 방법이다.

③ 수압조정

수압이 높으면 배수관이나 급수장치의 누수발생도 많아지고, 수압이 낮으면 원활한 급수가 불가능하게 된다. 수압조정은 특히 높은 수압지역을 감소시키기 위해 실시하지만 앞으로는 직결 급수에 동반되는 수압상승도 생각하여 수도시설 전반에 대해서 검토할 필요가 있다(배수 조정 부분을 참조).

④ 점검구를 이용한 유지관리

시설기준도에 언급되어 있듯이 관로의 이음부, 관 내부 상태 및 수량 및 수질 측정을 주기적으로 점검할 수 있도록 관로에 점검구를 설치하여야 하고, 유지관리를 함으로서 누수를 사전에 예방할 수 있도록 충분한 조치를 취할 필요가 있다.

⑤ 부식방지

덕타일 주철관 등은 내구성, 내식성이 우수한 특성을 지니지만 어떠한 토양 조건하에서도 괜찮다는 것은 아니다. 부식성이 심한 조건 하에서는 장기적으로 그 특성을 발휘할 수 없기 때문에 부식방지 대책을 실시할 필요가 있다. 그 대책으로서는 매설 토양 교체, 폴리에틸렌 슬리브 피복, 아스팔트계 도장, 타르 에폭시 도장, 외면 콘크리트 둘러싸기, 각종 부식 테이프 감기 등이 있다.

6.1.8 도면 등의 관리

송·배수관로와 그 부속설비는 막대한 연장, 수량으로 매설환경·조건은 매우 복잡하다. 이들의 유지관리에는 매설상태, 구조, 기능 등을 명확히 파악하여 둘 필요가 있다. 이에 따라 사고·재해시의 신속하고 명확한 복구계획의 입안 및 시설점검과 정비, 타기업자가 실시하는 근접공사에 대해서 적절한 방호지시 등의 합리적이고 효율적인 유지관리가 가능하게 된다.

그러기 위해서는 항상 송·배수관로의 도면, 대장 등의 관련서류를 체계적으로 정비·보존해서 관계자가 항상 활용 할 수 있도록 준비해 두어야 한다. 또한 이는 시설의 개량, 갱신 등의 사업계획 수립단계의 기초 자료가 된다.

도면관리의 한 방법으로서 컴퓨터를 이용한 지리정보시스템이나 광디스크파일링시스템이 있다. 이들 시스템은 도면검색을 신속하게 수행할 수 있으며 데이터베이스화한 도면·대장정보를 이용하여 각종 해석을 실시함에 따라 업무의 고도화를 도모할 수 있다.

그러나 이들 시스템도 도면관리의 관점으로 보아선 하나의 관리방법에 지나지 않으며, 입력하는

관로정보가 정확하고 그 후의 데이터 갱신이 정확하게 이루어지는 것이 중요하므로 관로 등의 유지 관리에 이용할 수 있어야 됨을 인식하여야 한다.

(1) 도면, 대장 정리

유지관리에 필요한 송·배수관 도면은 목적에 따라 그 내용이 다르지만 보통은 배관도, 상세도를 작성해 정리해 둔다.

1) 배관도

배관도는 각각의 이용목적에 따라 다음과 같은 것이 있다.

① 소축척 배관도

배수시설의 일람, 배수의 통합조정, 배수계획, 지형상황 파악, 사업년도별 공사계획, 재해대책, 기타 섭외용으로서 1/10,000부터 1/50,000 정도의 축척인 것이 사용된다.

기재 내용은 정수장, 배수장 등의 수도시설과 주요관로의 위치, 구경, 주요 밸브 및 연결장소의 상세 내용을 명시해 둔다(<그림 6.1.8> 참조).

② 중축척 배관도

배수조정, 유지관리 등에는 범용도면으로서 1/2,500부터 1/5,000 정도의 축척인 것이 사용된다.

기재내용은 모든 배수관의 관중, 관경, 밸브, 공기밸브, 소화전, 감압밸브, 안전밸브, 배수관, 수관교, 복월, 교량첨가관 등의 정보로서 기호를 이용하여 명시하고, 동시에 대장에 기재한 설비번호를 기록해 두는 것이 바람직하다.

또한 사용폐지관에 대해서도 명기하여 소재를 명확하게 관리한다. 관로의 중복, 교차, 분지장소 등 복잡한 부분은 별도로 표밖에 확대도를 기입한다(<그림 6.1.9> 참조).

③ 대축척 배관도

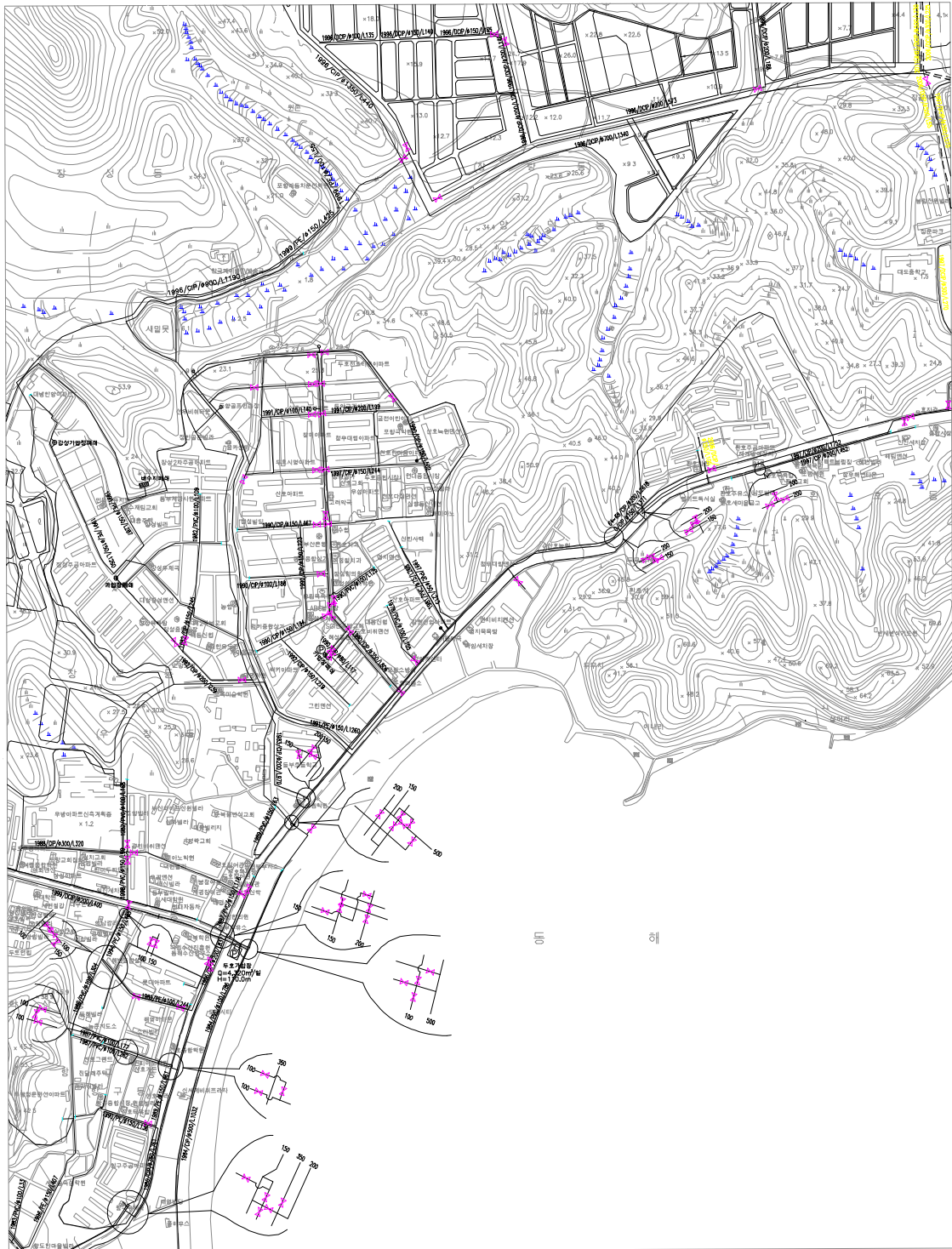
배관도로서는 가장 정밀도가 높으며 최종적인 것으로서 의미를 부여할 수 있다. 도·송·배수관으로부터 급수관까지의 전부가 명시된 것으로 일반적으로 1/500 정도의 축척인 것이 사용되게 된다. 기재 내용은 중축척 배관도를 기본으로 관로의 평면, 매설위치를, 급수관에는 관중과 분기구경, 지수전의 위치, 계량기구경, 저수조의 유무 등을 명시해 두는 것이 바람직하다.

또한 각 주택위치에 수용가 정보로써 수전번호나 수용가 이름을 기재해 두면 편리하다(<그림 6.1.10> 참조).

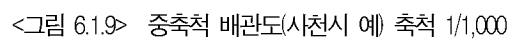
2) 부속설비 등

밸브, 소화전, 공기밸브, 펌프 등 부속설비나 이런 것들이 설치되어 있는 곳 및 수관교, 교량첨가관 등의 대장을 정비해 둘 필요가 있다.

밸브 등의 부속설비 대장은 설치위치의 명시 및 점검·정비 실시기록, 수관교 등의 대장은 점용허가 관계, 점검, 도장교체 등의 정비기록을 기록할 수 있는 양식으로 해두는 것이 바람직하다(<표 6.1.3>~<표 6.1.8> 참조).



<그림 6.1.8> 소축척 배관도(포항시 예) 축척 1/5,000



3) 상세도

송·배수관의 종단도와 평면도에는 지형 및 지상의 중요목표물, 하천, 궤도횡단장소, 다른 매설물과 떨어진 거리 등, 또한 밸브실 등의 실제 구조는 그 구조가 가능한 자세히 기록되어 있어야 한다.

이러한 상세도는 관로의 중요도에 따라 정비 수준을 분류해도 좋은데, 예를 들어 간선 또는 그에 준하는 관로에 대해서 정비해 두는 방법도 있다.

또한 공사 완성도를 정리·보관하는 것도 상세도로 대신할 수 있는 또 하나의 방법이라 할 수 있다.

4) 공사완성도

공사 완성도는 배관도 작성 및 수정의 기초자료가 되므로 정리, 보관을 확실히 해야 한다. 도면이 많은 경우나 주요한 관로 등은 마이크로 파일이나 광디스크파일링으로 보관하면 편리하다.

5) 허가와 인가서류 정비

송·배수시설의 설치장소는 국가 및 특·광역시·도·시·군·구의 도로 및 하천, 바다·항만시설, 공공 또는 민간 토지, 철도부내 등을 점용하고 있다. 이들은 시설의 규모, 종류, 점용물에 따라 각각 허인가의 조건이 다르기 때문에 항상 정리하여 긴급시에도 각 점용에 관한 관계기관 및 경찰, 소방기관의 절차가 적정히 이루어지도록 해둔다.

(2) 도면 보정과 보존

송·배수관로는 증설, 개량, 유지관리상으로의 이설공사에 의해 빈번히 변화된다. 따라서 해당시설이나 지형을 비롯해 이른바 정보를 신속히 파악하여 보정이 정확하지 않으면 도면의 정확성을 잃게 되므로 시설 유지관리에 지장을 주게 된다. 그러므로 배관도의 보정은 수시로 이행하도록 하여 시설의 현재 상황을 정확히 기재해 두어야 한다.

1) 보정 체제

도면의 보정작업이 실시 가능하도록 적절한 인원배치와 관리체제 정비를 도모하는 것이 바람직하다.

2) 보정방법

도면 보정은 도로지형 등의 배경도에 공사 완성도나 현지조사를 바탕으로 관로 및 관로설비 위치, 경우에 따라서는 도로지형, 주택정보 등을 포함하여 기입하는 작업이다.

복수의 축척도면을 지니는 경우는 우선 대축척 도면 작업을 실시하여 그 완성도면을 바탕으로 소축척 도면보정을 실시하는 등 작업방법을 궁리하여 효율화를 도모하도록 한다.

특히, 도면 보정에 필요한 공사 완성도면, 부속설비의 변경정보는 보정을 담당하는 부서에 신속하고 확실하게 전할 수 있는 체제를 정비해 두어야 한다.

3) 보관방법

도면 보관에는 종이, 마이크로필름, 컴퓨터 등을 이용한 방법이 있다.

종이인 경우는 인출형이나 삽입형 수납고 등이 사용된다. 인출형은 도면을 겹치기 때문에 넣고 꺼내는 것이 번거롭지만, 삽입형에 비해 장소를 많이 차지하지 않으며 수납이 용이하고 도면 손상이

적다.

마이크로필름을 이용하는 경우는 일상적으로 사용하는 것과 연구보존용을 작성하여 연구 보존용은 변질방지를 위해 온도변화가 적은 곳에 수납해 두는 것이 바람직하다.

광디스크파일링장치를 이용한 상세도, 완성도의 보관이나 지리정보시스템에 의한 배관도의 보관을 실시하는 경우는 백업 보관이나 보관 장소 환경을 정비하여 이들 장치의 기억매체의 데이터가 파괴되지 않도록 해두어야 한다.

(3) 도로관리시스템과의 관련

도로관리시스템은 도로관리자가 도로지하 매설물관리를 컴퓨터로 실시하는 것으로 국가 및 지자체 등의 도로관리 부서에 의해 운영되고 있다. 도로관리시스템은 도로대장(1/500) 등을 바탕으로 그 지형도상에 각각 지하매물을 관리하고 있는 기업이 지하 매설물 정보를 컴퓨터 입력한다.

입력하는 정보는 도로관리에 필요한 정보만으로 입력하며, 수도라면 관로 매설위치, 점용 폭, 매설 연차 등이 된다. 입력한 정보는 다음과 같은 도로관리 각종 업무에 이용된다.

- ① 도로점용신청허가에 관한 업무
- ② 도로공사조정 업무
- ③ 점용료 징수 등의 도로 점용물 관리업무

본 시스템은 국가지리정보시스템 사업의 일환으로 시작되어 지금은 특·광역시를 비롯하여 많은 도시지역에서 하고 있는데, 앞으로는 대상지역이 확대될 것으로 예상된다.

도로관리시스템이 도입되는 지역에 있어서는 유사한 시스템을 이용하여 상수도관망정보를 제공하는 도시도 많이 있으며 계속 추진되고 있다.

기본이 되는 도면은 입력하는 정보가 정확하여야 하고, 대축척 1/500 정도의 도면으로 완성도 등의 정보를 보조하게 된다(관로 데이터베이스 작성 작업).

또한 한번 입력한 관로 정보는 경년변화에 따라 정기적으로 갱신하여야 한다(관로 데이터베이스 보정작업). 이와 같이 도로관리시스템에 참여하게 되면 1/500 정도의 정확한 도면정비와 그 데이터 입력의 정기적인 보정이 필요하다.

도로관리시스템의 도입 대상이 되는 수도사업자는 앞서 서술한 도면정비와 데이터베이스 정비를 위한 체제 및 비용 등에 대해 미리 검토해 두어야 한다. 그 반면, 도로 지리정보시스템 구축을 겸하여 실시하는 경우는 이에 사용되는 도로지형 데이터를 이용할 수 있다는 이점이 생긴다.

도로 지리정보시스템에 필요한 관로 데이터베이스는 도로관리시스템에 제공하는 관로 데이터베이스보다도 자세하다. 때문에 도로관리시스템 도입에 맞추어 수도 GIS시스템의 관로 데이터를 간략화한 것을 제공하는 것만으로 해결되는 이점도 있다.

1) 밸브류 대장 양식

<표 6.1.3> 밸브류 대장 전면

매 설 위 치 ^②						도엽번호 ^③		위치번호 ^④	
밸 브 번 호 ^⑤ 밸 브 의 중 류 ^⑥ 관 경(mm) ^⑦ 재 질 ^⑧ 설 치 년 도 ^⑨ 제 작 회 사 ^⑩									
회 전 방 향 ^⑪		본	부	본	부	본	부	본	부
회 전 수 ^⑫		본	부	본	부	본	부	본	부
밸 브 실 정 보	밸 브 실 규 격 ^⑬ (mm)								
	철 개 규 격 ^⑭ (mm)								
	심 도 ^⑮ (m)								
조 작 일 시 ^⑯ · · ·		본	부	본	부	본	부	본	부
상세도 ^⑰ N 4					사진대지(원경) ^⑱				
					사진대지(근경) ^⑲				

<표 6.1.4> 밸브류 대장 후면

[illegible]

① 밸브 총괄표

<표 6.1.5> 밸브 총괄표

구경	구분	소 화 시 설				밸 브				계	
		소 화 전		급수탑	저수조	제수 밸브	공기밸브		이토 밸브		감압 밸브
		지상	지하				단구	쌍구			
	φ50										
	φ80										
	⋮										
	φ600										
	계										

② 문제밸브 내역

<표 6.1.6> 문제 밸브 내역

일련 번호	구역	도입 번호	위치 번호	밸브 번호	밸브 종류	위 치	문제사항	관경	재질	비고
1						취암동 타이타닉 모텔 앞	철개파손	φ200	주철	
2										
3										
⋮										
계										

③ 매몰 또는 미확인 밸브 내역

<표 6.1.7> 매몰 또는 미확인 밸브 내역

일련 번호	구역	도입 번호	위치 번호	밸브 번호	밸브 종류	위 치	관경	비고
1						취암동 타이타닉 모텔 앞	φ200	
2								
3								
⋮								
계								

※ 매몰 또는 미확인 밸브: 도면상에는 존재하나 현장 조사 및 탐사시 미확인 밸브

****<표 6.1.8> 자리****

2) 관망도 작성방법

<그림 6.1.11> 관망도 작성 Layer 및 Symbol의 예시

1.기본도

레이어	지형지물 및 시설물	지형지물 부호	속성부호	심볼	색상	타입	분류
1/500 색인도	1/500 색인도	ZD100	—		흑색	면	권고안
1/1,000 색인도	1/1,000 색인도	ZD200	—		흑색	면	권고안
1/2,500 색인도	1/2,500 색인도	ZD300	—		흑색	면	권고안
1/5,000 색인도	1/5,000 색인도	ZD400	—		흑색	면	권고안
기준점	삼각점	ZA001	—		흑색	점	NGIS
	수준점	ZA002	—		흑색	점	NGIS
	수평기준점	ZA010	—		흑색	점	NGIS
	수직기준점	ZA010	—		흑색	점	NGIS
	표정점	ZA010	—		흑색	점	NGIS
표고점	표고점	CA002	—		흑색	점	NGIS
등고선	등고선	CA001	—		적색	선	NGIS
행정구역경계	행정구역경계	EA001	—		보라	면	NGIS
행정구역경계선	특별시계	EA001	EA030		흑색	면	극립지리원
	광역시계	EA001	EA031		흑색	면	극립지리원
	도계	EA001	EA032		흑색	면	극립지리원
	시계	EA001	EA033		흑색	면	극립지리원
	군계	EA001	EA034		흑색	면	극립지리원
	구계	EA001	EA035		흑색	면	극립지리원
	읍계	EA001	EA036		흑색	면	극립지리원
	동계	EA001	EA037		흑색	면	극립지리원
	면계	EA001	EA038		흑색	면	극립지리원
행정읍/면/동	행정읍/면/동	UC300	—		흑색	면	권고안
법정읍/면/동	법정읍/면/동	UC400	—		흑색	면	권고안
건물	기타	AAA999	—		14924714	PO	
	주택	AAA001	—		14924714	PO	
	공사 중 건물	AAA006	—		14924714	PO	
	무벽건물	AAA004	—		14924714	PO	

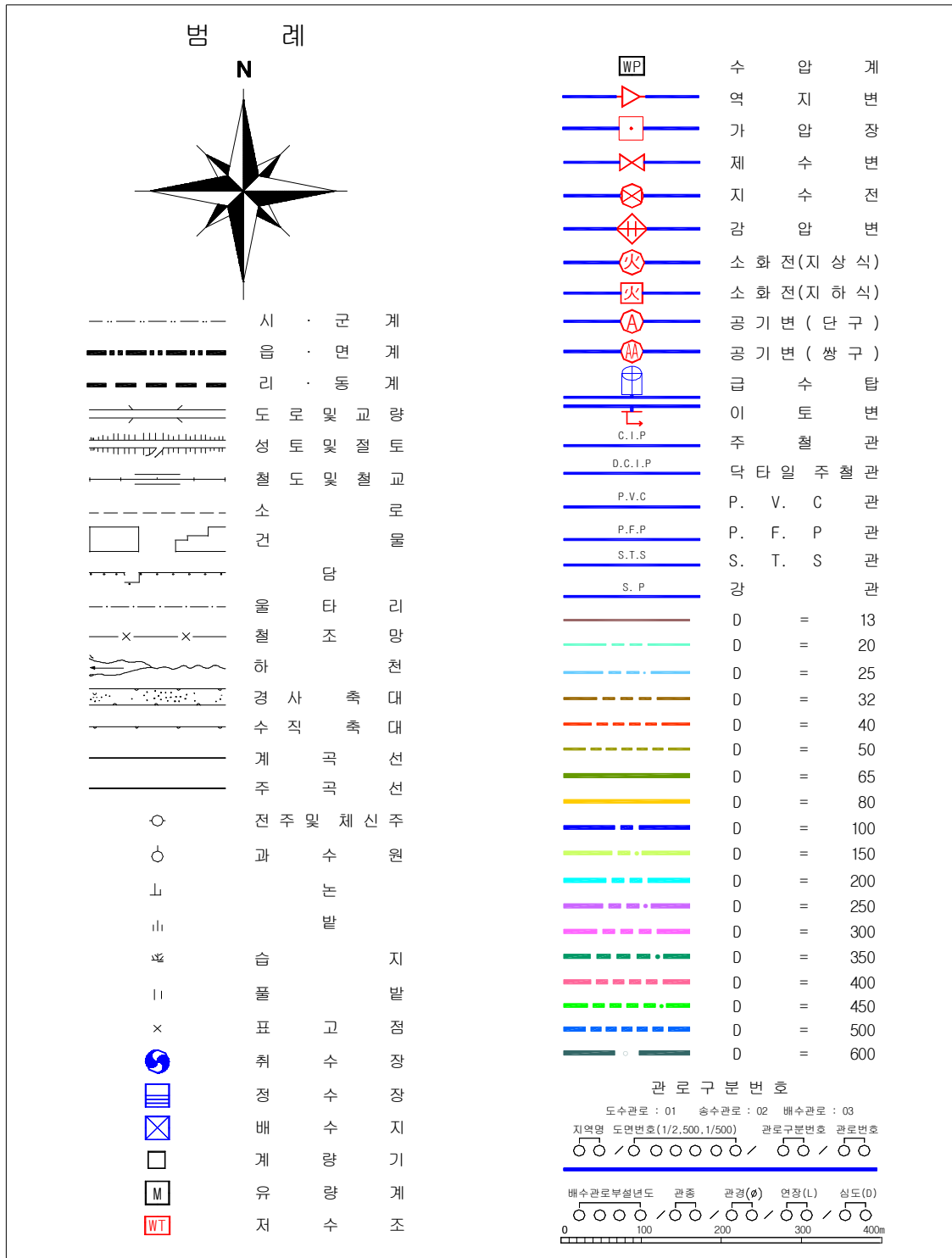
레이어	지형지물 및 시설물	지형지물 부호	속성부호	심볼	색상	타입	분류
건물	온실	AAA005	—		14924714	PO	
	가건물	AAA007	—		14924714	PO	
	연립주택	AAA002	—		16711935	PO	
	아파트	AAA003	—		16711935	PO	
	주택외 건물	AAA008	—		16776863	PO	
	건물	AA001	—		흑색	면	NGIS
기호건물	기호건물	AA002	—		흑색	점	NGIS
지형지변	지형지변	ZC501	—		흑색	면	권고안
철도	철도	AF001	—		흑색	선	NGIS
담장	콘크리트돌담	AAC001	—		13382297	LN	
	판자담	AAC002	—		13382297	LN	
	생울타리	AAC003	—		13382297	LN	
	흙담	AAC004	—		13382297	LN	
	철조망	AAC005	—		13382297	LN	
	철책	AAC006	—		13382297	LN	
	문주	AA200	—		13382297	LN	
	담장	AA100	—		흑색	선	NGIS
수역경계	수역경계	BA204	—		청색	면	NGIS
전주	전주	AE170	—		흑색	점	NGIS
기타 점형시설	가로등	AE141	—		0	PT	
	가로등전주	AE131	—		흑색	점	NGIS
	가로수	AE131	—		녹색	점	NGIS
	공중전화박스	AE305	—		청색	점	NGIS
	전기맨홀	AZB012	—		255	PT	권고안
	전력맨홀	AZ901	—		적색	점	권고안
	통신맨홀	AZ902	—		녹색	점	권고안
	가스맨홀	AZ903	—		적색	점	권고안
	기타맨홀	AZ904	—		흑색	점	권고안
지류	밭	JRU001	—		녹색	면	권고안
	논	JRU002	—		청색	면	권고안
	묘지	JRU003	—		흑색	면	권고안

레이어	지형지물 및 시설물	지형지물 부호	속성부호	심볼	색상	타입	분류
지류	잡종지	JRU004	—		흑색	면	권고안
하천	하천경계	BA001	—		청색	면	NGIS
	호수, 저수지	BA101	—		청색	면	국립지리원
도로	고속도로	ADA001	—		255	PO	
	일반국도	ADA010	—		255	PO	
	지방도	ADA020	—		255	PO	
	시도	ADA030	—		255	PO	
	군도	ADA040	—		255	PO	
	면리간도로	ADA050	—		255	PO	
	소로	ADC023	—		255	PO	
	건설 중 도로	ADC024	—		255	PO	
	터널 안 도로	ADC026	—		255	PO	
	교차로 폴리곤	ADA999	—		0	PO	
	도로	AD001	—		적색	면	NGIS

2. 상수도시설

레이어	지형지물 및 시설물	지형지물 부호	속성부호	심볼	색상	타입	분류
상수도관	상수관로	SA001	—		16711680	LN	
	취수관	KP0511	—		255	LN	
	도수관	KP0512	—		255	LN	
	송수관	KP0513	—		255	LN	
	이토연결관 (공기연결관 포함)	KP0514	—		255	LN	
	수용가분기관	KP0516	—		255	LN	
	수용가관로	KP0517	—		255	LN	
	폐관로	KP052	—		14453439	LN	
	비상연결관	KP053	—		255	LN	
	by-pass관로	KP054	—		255	LN	
	사업장 내 관로	KP055	—		255	LN	
	상수관로	SA001	—		청색	선	NGIS
	스텐드파이프	SA003	—		적색	점	NGIS

레이어	지형지물 및 시설물	지형지물 부호	속성부호	심볼	색상	타입	분류
상수도설비	지상소화전	AZ001	—		16711680	PT	
	지하소화전	SA119	—		16711680	PT	
	소화전	SA119	—		적색	점	NGIS
	상수맨홀	AZB014	—		16711680	PT	
	제수밸브	SA200	—		16711680	PT	
	상수맨홀	SA100	—		보라	점	NGIS
	수원지	SA110	—		청색	점	NGIS
	취수펌프장	SA112	—		청색	점	NGIS
	정수장	SA113	—		청색	점	NGIS
	배수지	SA114	—		청색	점	NGIS
	유량계	SA117	—		흑색	점	NGIS
급수탑	급수탑	SA118	—		청색	점	NGIS
저수조	공단저수조위치	KP293	—		6737151	PT	
	저수조	SA120	—		적색	점	NGIS
수압계	수압계	SA121	—		흑색	점	NGIS
수도계량기	수도계량기	SA122	—		흑색	점	NGIS
밸브실	제수밸브	SA200	—		적색	점	NGIS
	역류방지밸브	SA201	—		적색	점	NGIS
	이토밸브	SA202	—		적색	점	NGIS
	공기밸브	KP092	—		16711680	PT	
	배기밸브	SA203	—		적색	점	NGIS
	감압밸브	SA204	—		적색	점	NGIS
	안전밸브	SA205	—		청색	점	NGIS
가압장	가압장	SA206	—		적색	점	NGIS
누수지점	누수지점	SA300	—		보라	점	NGIS
상수도관로심도	상수도관로심도	SA900	—		청색	점	권고안
신축관실	신축관실	SA991	—		보라	점	권고안



<그림 6.1.12> 관망도 범례

<표 6.1.9> 송·배수관로 조서

블록구분 ^①	관로번호 ^②	매설위치 ^③	매설환경 ^④	부설년도 ^⑤	관중 ^⑥	관경 ^⑦	관로연장 ^⑧	도업번호 ^⑨	비고

<표 6.1.10> 급수관로 조서

번호 ^①	수전 번호 ^②	주소 ^③	관중 ^④	부설 년도 ^⑤	인입 ^⑥ 관경	관 로 연 장 ^⑦							관로 번호 ^⑧	주관경 ^⑨	도업 번호 ^⑩	비고
						계	φ13	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50				

6.2 배수지, 배수탑·고가탱크 및 조정지

6.2.1 총칙

배수지는 배수량의 시간적 변동에 대한 조정기능과 재해 및 사고시 급수의 영향 경감 기능을 지닌다. 이들 기능은 수도시스템에서는 중요한 기능이다. 배수지의 유효 용량은 계획 1일 최대 급수량의 12시간분을 표준으로 하고 있으며, 재해 및 사고시에 가능한 대응이 가능하도록 최소한의 최저수위를 유지하여 저류기능을 확보해 둘 필요가 있다.

또한 배수지의 수밀성이나 내구성의 유지 및 내진성을 유지함과 동시에 수질의 안전성을 확보하기 위해 면밀한 점검정비를 실시하고 적정하게 유지관리를 하여야 한다.

배수탑 및 고가탱크는 배수량 조정이나 펌프 가압지구의 수압조정을 목적으로 설치된 지상식 저류 시설로서 관로보호나 탁수발생방지 기능을 겸한다. 이 외에도 재해나 사고시 응급급수의 거점으로서 이용 가능하도록 충분한 용량을 지녀야 한다.

조정지는 수도용수 공급사업의 정수를 비축하여 송수조정을 실시하기 위해 송수시설 도중 또는 끝에 설치된다. 구조적으로는 배수지와 마찬가지로 평상시뿐만 아니라 재해 및 사고시에도 충분히 그 기능이 발휘될 수 있도록 유지관리해 나가야 한다.

6.2.2 배수지

(1) 운전, 관리

배수지는 매일의 수요 변동을 가능한 한 정확히 예측하여 배수량에 맞는 합리적이고 효율적인 운전과 관리를 충분히 실시하도록 한다. 특히 수질측면에서는 배수지에서의 저류시간이 긴 경우는 정수의 잔류염소가 저하하고 배수말단의 잔류염소가 부족하게 될 가능성이 있다.

단, 배수관망 각 지점에서의 수압, 수량을 감시할 수 있다면 배수지 운전에는 있어서는 매우 유효하다.

1) 운전

배수지 운전에서 주의해야 할 점에는 다음과 같은 것이 있다.

① 유효저수량 내에서의 사용

㉠ 최저수위 이하에서의 사용금지

배수지 수위는 공기나 침전물이 유출관에 흡인되는 한도(유출관에서의 수심이 유출관 구경의 2배 이상) 이하가 되어서는 안 된다.

㉡ 월류

배수지 수위는 상시 감시하여 월류되지 않도록 주의한다.

㉢ 밸브 개도와 유량과악

유입, 유출의 각 밸브의 개도와 유량을 도표로 하여 밸브 조작에 있어 유량을 바로 알 수 있도록 해둔다.

② 용량 부족시 대책

배수량 증가에 따라 정수량이 부족하여 다음날 아침까지 계획저수량에 못 미치는 경우에는 사용량이 감소하는 야간에 유출밸브로 제어하도록 한다. 다만, 화재 등의 사고인 경우에는 제한을 신속히 해제하여야 한다.

③ 수도용수 공급사업체에서 송수된 정수의 잔류염소 대책

공급자와 송수받는 양자간에 있어 협정서에 정수수질관리에 대한 책임범위를 명확히 함과 동시에 양자협의를 한 뒤에 잔류염소농도를 조정할 필요가 있다. 한편, 경우에 따라서는 송수받은 정수에 위생상 필요에 따라 차아염소산 나트륨 등의 염소제 추가 주입설비를 설치할 필요가 있다.

2) 관리

① 수위

배수지 수위는 실정에 따라 수위계로 기록하게 하든지 1~2시간마다 감시원이 기록한다.

② 배수량

배수조정 및 장래계획을 위해 매일의 배수량 및 그 시간적 변화를 기록한다. 그러므로 순간 및 적산 유량을 기록하는 자기식 기록 유량계를 설치하는 것이 바람직하다.

③ 유입, 유출구 부근의 잔류염소

잔류 염소는 관 말단에 필요량을 확보해야 하므로 매일 정기적으로 측정을 실시하여야 한다.

수질자동계기로 연속 측정하는 경우에도 계기 특성, 신뢰성을 고려하여 정기적으로 계기 교정을 실시해야 한다.

④ 배수시의 유의사항

배수지 내를 청소할 때 배수하는 경우 방류할 곳의 하천관리자에게 연락하고 방류할 곳의 수로 단면, 균배, 초목의 번식 상황 등을 조사하고 지장이 없도록 한다. 다량으로 배수할 때에는 토출구 부근의 용수호가 파괴나 침식되는 경우가 있으므로 인명사고 등의 위험에도 주의할 필요가 있다.

단, 염소냄새 발생, 물고기가 폐죽음을 당할 우려가 있으므로 탈염소처리 실시하는 등 충분히 주의하도록 한다.

(2) 점검과 정비

점검정비는 유지관리를 적정히 실시하기 위해 가장 중요한 업무이며 정확히 실시하지 않으면 안 된다. 점검에는 통상 실시하는 정기점검과 재해시 직후에 실시하는 임시점검이 있다. 이들 점검으로 이상이 확인될 경우는 그 원인을 조사하여 신속히 보수 및 정비를 하지 않으면 안 된다.

1) 본체 점검

철근콘크리트, 프리스트레스 콘크리트 구조물은 외부로부터 오염되지 않도록 위생적이고 안전하게 충분한 내구성, 수밀성을 유지할 필요가 있고, 특히 외관 균열 및 철근 부식 등을 충분히 점검한다. 특히 강판제 구조물은 지상식의 원통형이 많으며 외면도장, 휘어짐 등에 특히 주의할 필요가 있다.

콘크리트제는 내부 방수와 염소에 의한 콘크리트 열화, 강판제 수조의 경우에는 염소 가스에 의한 수조내면의 비접수면의 도장 열화가 있으므로 1년에 한번 정도는 물을 비워 점검, 조사하는 것이 바람직하다.

환기장치의 개구부에는 외부로부터의 빗물, 먼지, 작은 동물, 곤충 등이 들어가지 않도록 방충망을 점검하고 정비하여야 한다. 또한 환기장치, 수조의 출입구나 방충망 등은 염소 가스에 의해 부식되기 쉬우므로 목재, 염화 비닐, 스테인리스, FRP 등을 사용하는 것이 바람직하다.

2) 보수

보수에 있어서는 구조물에 발생한 변형을 가능한 한 조사하여 손상 내용을 정확히 파악하여 원인을 규명하는 것이 중요하고 그 결과에 따라 보수·보강방법의 검토 및 긴급성 등에 대해 판단한다.

특히, 사용 중인 배수지는 장기간 단수는 곤란하므로 보수도 단기간에 보수가 이루어져야 한다. 따라서 시공방법, 소요시간, 사용재료가 수질에 미치는 영향 등을 미리 검토한 뒤에 공사에 착수하도록 한다.

① 콘크리트 보수

콘크리트 구조물은 경년변화 하는 동안 환경조건 등에 의해 균열이 발생하거나 중성화가 진행되어 노후화되게 된다. 이들 변형은 관찰 및 기기조사로 손상을 진단하고 콘크리트 균열, 변위, 변상, 열화 및 강재 부식 등으로 분류할 수 있는데, 여러 복합된 원인으로 발생하는 경우가 많

으므로 유의하여야 한다.

콘크리트 구조물의 내구성은 콘크리트 균열에 크게 영향을 받으므로 특히 이에 주목하여 조사할 필요가 있다. 균열이 구조물 자체에 영향을 주지 않는 것이라도 강재부식, 누수, 동결융해 등의 다른 손상으로 이어져 내구성, 기능 및 미관을 손상시키게 된다.

구체적인 진단방법과 기기에 대해서는 다음에 서술하는 <참고 6.2.1>에 의한다.

<참고 6.2.1> 콘크리트 구조물의 열화 측정방법

철근콘크리트 구조물의 열화가 현재 문제가 되고 있는데, 그 원인이 콘크리트 골재의 알칼리 골재 반응, 콘크리트 중성화, 염해, 동해 등이 주요한 원인이라 생각되고 있다. 콘크리트의 열화 현상 조사에는 관찰 및 철근의 부식, 콘크리트 부상, 균열 상태 조사를 실시한다.

자세하게는 콘크리트의 중성화 깊이, 염분 함유량, 표면 인장 강도 측정, 슈미트 해머에 의한 강도측정, 초음파법에 의한 결함개소의 조사, 전기유도에 의한 철근 위치 및 피복 두께 측정 등이 있다. 이들 방법에 따라 그 원인을 조사 진단하고 개수공사가 필요하다. 콘크리트 구조물 진단방법, 콘크리트 구조물의 검사기기 및 검사 항목 예를 나타내면 <참고표 6.2.1> 및 <참고표 6.2.2>와 같다.

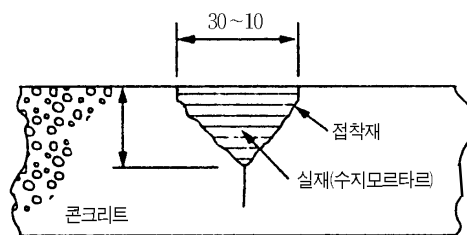
콘크리트 구조물의 보수·보강 방법은 변상 원인, 형태 등에 따라 균열의 보수, 취약부 콘크리트 보수, 부식철근 보수 등으로 나뉘어진다. 예를 들어 균열 보수공법으로는 표면 실링, 합성수지 주입, 시멘트 페이스트 주입 등이 있다. 여기에 사용하는 보수제는 위생적으로 안전하다고 확인된 것으로 보수방법은 자세히 검토한 뒤 적절한 방법을 선정하도록 한다. 콘크리트 균열 보수 예를 <참고 6.2.2>에 나타냈다.

<참고 6.2.2> 콘크리트 균열 보수 예

1) 균열에 신축이 없다고 가정되는 경우

콘크리트에 발생한 균열이 온도 변화에 영향을 받지 않고, 균열에 신축이 없다고 여겨질 경우는 그 부분에 수지, 시멘트 모르타르 등을 주입 또는 충전하여 일체화시켜 보수한다.

- ① 균열이 작고 주입이 어려운 경우나 콘크리트에 국부적인 결함이 있는 경우는 그 부분을 V컷시켜 컷면을 잘 청소한 후 실재를 충전시키도록 한다. 컷시킨 부분이 습윤한 상태이면 습윤용 접착제를 도포하여 실재를 충전한다(<참고 그림 6.2.1> 참조).



<참고 그림 6.2.1> 균열이 작은 경우(단위:mm)

- ② 균열 폭이 크지 않을 경우는 균열에 대해 직각으로 접착테이프를 300~500mm 간격으로 붙인 후 균열을 따라 약 30~50mm 폭으로 실재를 도포하고 건조한 후 주입 장소의 접착테이프를 떼어내어 주입기로 수지를 주입한다(<참고 그림 6.2.2> 참조).
- ③ 균열 폭이 큰 경우는 균열을 따라 V컷하고, 주입용 파이프를 설치한 후 실재를 충전하여 균열 내에 수지를

<참고표 6.2.1> 콘크리트 구조물의 열화측정방법(콘크리트 구조물 진단방법)

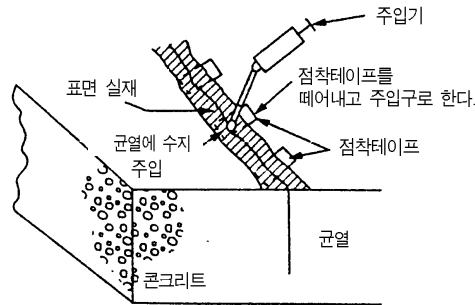
	조사항목	조사목적	조사방법	비고
1. 구조체 조사	① 콘크리트의 압축강도측정	콘크리트에 요구되는 성능 중에서 가장 중요한 것이 압축강도이며 구조물의 구조내력 평가만이 아니라 여러 내구성능 평가기준이 된다.	• 코어제거(파괴시험) • 슈미트해머에 의한 방법	코어치수: 원칙으로서 코어직경의 2배에 해당하는 길이 채취
	② 철근피복두께조사	콘크리트 중의 철근 매설깊이를 측정하고 균열깊이와 비교하여 철근부식 가능성을 추정한다. 배근피치를 측정하여 시공 상황을 파악한다.	• 철근탐사장치 • 전파법(RC레이더) • X선법	프로프는 깊이 80mm까지 RC레이더는 170mm까지 측정가능
	③ 균열깊이 측정	구체에 발생되어 있는 균열 깊이를 측정하여 철근의 매설깊이와 맞추어 철근부식 가능성을 추정한다.	• 초음파측정	균열깊이 150mm까지 가능
	④ 공동조사	콘크리트 타설시에 발생한 구체 내부의 공극을 검출하고 시공 상황을 파악한다.	• 초음파측정법 • 전파법(RC레이더) • X선법	초음파는 150mm까지, RC레이더는 170mm까지 가능
	⑤ 콘크리트의 중성화 측정	일반적인 콘크리트의 중성화 속도와 비교하여 콘크리트 품질을 평가함과 동시에 철근의 피복두께와의 대비로 철근부식 가능성을 추정한다.	• 페놀프탈레인법	드릴로 삭공하여 페놀프탈레인용액을 분사한다.
	⑥ 콘크리트중의 염분함유량 측정	해사나 염분에 포함된 혼화제 등이 사용되었는데 바다 근처의 구조물 등이 조공의 영향을 어느 정도 받고 있는지 측정한다.	• 클로산은-흡광광도법 • 슈미트해머에 의한 방법	국소파괴에 의한 화학분석
2. 외장	① 벽면 균열, 철근노출 및 오염부착 분석조사	구조물의 열화 진단에서 가장 일반적인 항목이며 열화현상이 되어 나타난 상황을 관찰함에 따라 구조물의 현시점 열화도를 총합적으로 평가한다.	• 관찰조사 • 망원비디오시스템	
	② 외벽마감재의 부착강도조사	구체 보호와 미장성이라는 두 가지 기능을 지닌 외장 마감재의 열화도를 부착강도면에서 평가한다.	• 건연식 인장시험	국소파괴시험
	③ 외벽 들뜸조사	모르타르나 타일마감이 들떠 있는지 외벽을 조사하고 탈락 위험이 있는 곳을 파악하여 수지주입의 필요면적을 검출한다.	• 타진조사 • 적외선 영상장치	적외선인 경우 측정조건이 필요
3. 옥상방수	① 옥상방수 시트 균열 등의 조사	2-①항을 방수면으로 한 것	관찰조사	

<참고표 6.2.2> 콘크리트 구조물의 검사기기 및 검사항목

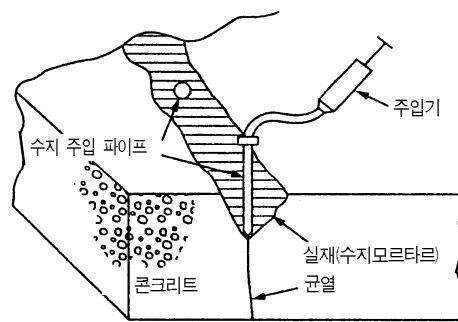
사용검사기기	검사항목	능력 및 정밀도	기록방법
1. 육안검사(비파괴검사)	균열발생상황, 철근노출상황, 철근폭열, 에플로렛센스유출상황, 누수상황, 부속금속물 부식상황, 찰링재 열화상황, 손상상황, 도막열화상황 등	—	스케치, 사진촬영
2. 테스트해머에 의한 타진(비파괴검사)	모르타르, 타일 등 외관마감재 박리	—	스케치, 사진촬영
3. 초음파 측정장치(비파괴검사)	균열깊이 측정, 내부 공극	깊이: 150mm까지 정밀도: $\pm 5\%$	파형사진촬영
4. 적외선영상장치(비파괴검사)	타일, 모르타르 등 외장 마감재 들뜸부 및 누수조사	광범위한 조사가 가능	플로피디스크에 화상을 기록, 하드복사 가능
5. 망원경비디오장치(비파괴검사)	원거리에서 균열철근노출상황, 철근파열 에플로렛센스 유출상황, 누수발생상황, 부속 금속물 부식상황, 찰링재 열화상황, 손상상황, 도막열화상황 등을 조사	100m의 거리에서 0.1mm 폭의 균열 검출가능	비디오녹화 하드복사 가능
6. 지중탐사 레이더(비파괴검사)	콘크리트 및 토중매설관, 케이블, 공동 검출	깊이: 3m까지	자기테이프 화상기록지
7. RC레이더(비파괴검사)	콘크리트내의 철근위치, 피복두께, 공동 검사	콘크리트 두께: 200mm	화상기록지
8. 철근탐사기	콘크리트 내의 철근위치, 피복두께측정	콘크리트 두께: 80mm까지	기록지
9. 철근부식계 자연전위차 측정 장치(비파괴검사)	콘크리트 내의 철근부식분포 상황을 측정	철근부식도가 큰 것에 적용	전위분포도
10. 압축강도측정기 슈미트해머(비파괴검사)	콘크리트 압축강도를 측정	오차가 있음	기록지
11. 중성화 시험 1% 페놀프탈레인 용액(비파괴검사)	콘크리트 중성화 깊이를 측정 콘크리트를 삭공하여 적색반응 깊이를 측정	—	사진촬영
12. 코어샘플러(파괴검사)	콘크리트 중성화 깊이, 압축강도, 염분함유량 측정 시험기 또는 화학분석기 이용	—	사진촬영, 기록지
13. X선 촬영	PC교량 시스관 내부의 그라우트 주입상황 철근배근 상황 및 공극부 검출	—	X선 사진

주입한다. 균열 폭이 3mm 이상으로 클 경우는 폴리머 시멘트계의 시멘트 페이스트나 모르타르를 주입한다

(<참고 그림 6.23> 참조).



<참고 그림 6.22> 균열폭이 그다지 크지 않을 경우

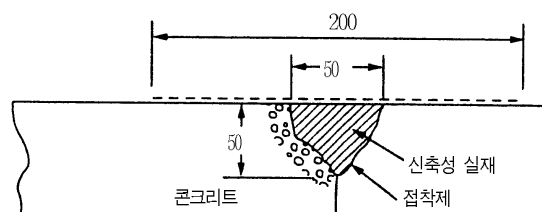


<참고 그림 6.23> 균열폭이 다소 클 경우

2) 균열에 신축성이 있다고 생각되는 경우

균열부분이 온도변화에 따라 신축이 예상되는 경우는 시멘트 페이스트, 수지 모르타르 등을 이용하면 균열이 재발하게 되므로 신축성 실재를 이용하여 보수한다.

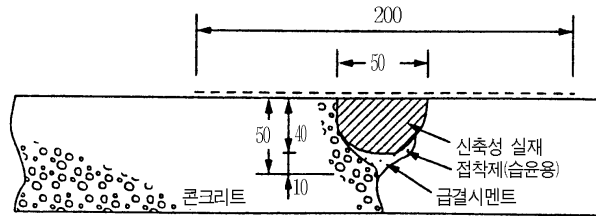
① 누수가 없을 경우는 균열에 따라 V컷하고 컷한 면을 잘 청소한 후 점착제를 도포하고 신축성 실재를 충전하며 표면을 FRP로 도장 마감한다(<참고 그림 6.24> 참조).



<참고 그림 6.24> 누수가 없는 경우(단위:mm)

② 누수가 있는 경우는 균열부분을 V컷 또는 U컷한 후 급결성 시멘트 등으로 지수시키고 습윤용 점착제를 도포하고 신축성 실재를 충전하여 표면을 FRP도장 등으로 마감한다.

또한 균열 폭이 매우 클 경우에는 나무막대 등으로 지수하여 도포하고 충전시켜 표면을 FRP 도장으로 마감한다(<참고 그림 6.2.5> 참조).



<참고 그림 6.2.5> 누수가 있는 경우(단위:mm)

② 신축이음 보수

콘크리트 신축이음은 수밀유지를 위해 적절한 신축성을 지닌 지수판을 넣고 접촉부에 실링처리되어있는 것이 많다. 지수판으로서 최근에는 염화비닐 수지제가 많지만 고무로 된 것도 있다. 배수지의 수밀성은 신축이음이 가장 약점이 되기 쉽고, 통수 후에 누수가 없어도 경년변화에 따라 지수판의 균열, 지수판과 콘크리트 조임, 실링제 재료의 열화 등으로 누수가 발생하는 경우도 있다. 이러한 상태를 그대로 방치해 두면 누수량이 증가하여 수량 손실만이 아니라 배수지에도 위험한 영향을 주게 되므로 조기에 보수하는 것이 바람직하다.

<참고 6.2.3> 신축이음의 보수 예

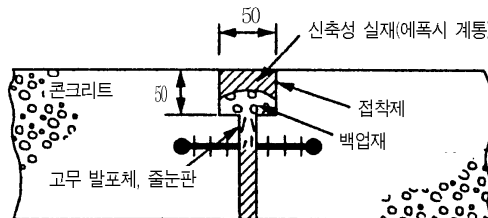
1) 현재의 신축이음 장소를 한번 제거하고 새롭게 교체한다. 이 방법은 단수기간을 길게 할 수는 있다면 유효한 방법이지만, 작업은 곤란하다.

2) 신축이음재의 교체

이 방법이 가장 많이 이용되고 있는데, 이는 시공이 비교적 간단하고 단기간에 보수가 가능하기 때문이다.

지수효과는 일시적으로는 좋지만 장기간 지수하는 데는 바람직하지 못하다.

시공방법은 신축이음 부분을 50mm 정도 U컷시켜 기존의 재료를 제거한 후 고무 발포체 등의 판을 끼워 넣고 백업재를 넣어 접착제를 도포하고 신축성 실재를 충전한다(<참고 그림 6.2.6> 참조).



<참고 그림 6.2.6> 신축이음재를 교체하는 경우(단위:mm)

③ 불량 콘크리트 보수

콘크리트 표면은 박리, 열화 등의 손상으로 부재의 단면부족, 철근 방호가 필요하게 된 경우는 콘크리트를 제거하고 새로운 콘크리트로 보수한다.

3) 누수조사

배수지는 누수가 있어서는 안 된다. 누수는 정수의 손실이 될 뿐만 아니라 오수의 침입을 초래하는 경우도 있다. 따라서 정기적인 조사 외에도 지진, 풍수해 직후에는 반드시 누수조사를 실시 할 필요가 있다. 이 경우 배수지를 만수시켜 유입 및 유출밸브를 닫고 수위 강하를 조사하도록 한다.

4) 부속설비의 점검정비

배수지에는 유입관, 유출관, 배수관, 측관 및 연락관 등 각각의 밸브가 존재하고 긴급차단밸브 등 상시사용하지 않는 밸브도 많으므로 정기적으로 점검하여 고장난 경우는 바로 수리하여야 한다. 역류방지밸브가 설치되어 있는 경우는 그 작동이 항상 확실하게 이루어질 수 있도록 점검 및 정비하여야 한다.

5) 계측기, 경보장치의 점검정비

수위계, 경보장치 혹은 자동운전장치 등은 정확하게 작동될 수 있도록 항상 정해진 항목, 기준에 따라 점검과 정비를 하도록 한다.

유량계는 정기적으로 정밀도를 점검하고 항상 정확한 유량을 지시할 수 있도록 교정하여야 한다.

또한 배수관 파열 등 사고의 조기발견을 위해 이상 유량 경보장치를 설치하는 것이 바람직하다.

6) 한랭지의 점검정비

① 맨홀, 검수구, 환기장치 등의 적설대책

한랭지의 맨홀, 검수구, 환기장치는 적설 때문에 그 기능이 상실되는 경우가 있으므로 폐쇄되지 않도록 제설작업을 하지 않으면 안 된다. 수위계는 기중에 따라서 동결로 인해 정확하게 작동하지 않는 경우도 있으므로 충분히 주의하여 점검·정비하도록 한다.

② 노출된 유입, 유출관 보호

한랭지의 적설 시기에는 구내 작업에 지장이 없도록 상황에 따라 제설작업을 실시하여 노출된 유입·유출관은 동결사고 방지대책으로 우레탄, 발포스티롤, 펠트감기를 실시하며 외장은 스테인리스, FRP 등을 이용하여 피복한다.

(3) 오염방지 및 안전대책

1) 청결유지

배수지는 수질의 안전유지를 위해 오염방지에 늘 주의하여야 한다. 이 외에도 재해시에는 급수차 등에 의한 운반급수의 거점이 되므로 비상시에도 위생관리에 특히 유의하고 청결유지에 힘써야 한다.

2) 오염 유입방지

배수지가 호우 등에 의해 침수될 우려가 있는 곳에서는 제방 등으로 보호하여야 한다. 월류관, 맨홀, 감시랑 입구, 검수구, 환기장치, 수위계 및 배수(排水)관 등은 외부로부터 먼지, 빗물, 오수 등이 들어가지 않도록 유의하도록 한다.

3) 출입 제한

① 표지판 정비

배수지 내에는 함부로 일반인이 들어가지 않도록 하기 위해 주변에 표지판을 설치하고 입구에는 구내의 주의사항 등의 표시를 하여야 한다.

② 잠금의 관리 철저

맨홀, 감시랑 등 외부로부터 사람의 출입이 가능한 장소는 관계자 이외의 사람은 들어가지 못하도록 항상 잠금장치를 설치해 둔다.

4) 배수(排水) 정비

빗물 등의 배수설비는 장내에 정체되지 않도록 적절히 관리하여야 한다. 화장실 등을 설치하는 경우는 오수가 새지 않도록 하여 적절하게 관리하도록 한다.

(4) 세척 및 소독

신설 배수지는 우선 내면을 청소하고 정수로 잘 세척하고 난 후 정수된 물로 수일간 방치시켜서 알칼리 성분을 용출해 내어야 한다.

또한 배수지는 6개월마다 1회 이상 청소하여 항상 청결하게 유지되도록 하여야 하며 배수지 주변은 물론 배수지 내의 오염방지에 노력하여야 한다. 배수지의 내부에 물때가 벽면에 부착되었거나 침적물이 퇴적되었을 경우 또는 오염된 경우에는 배수지를 비워서 청소하여야 한다. 청소나 내부의 보수를 한 다음에는 내부를 소독하여야 한다.

특히 배수지 내의 물을 비워서 배수지를 청소할 경우에는 지하수의 양압력에 의해서 간혹 부상이나 파손되는 사례가 있으므로 주의하여야 한다.

구체적인 배수지의 세척 및 소독방법은 5. 정수시설에 준하여 수행되므로 이를 참조한다.

(5) 배수지의 상부 이용(목적외 사용관리)

배수지 상부는 통상, 오염방지 관점에서 보아 원칙적으로 개방하지 않고 함부로 부근 주민이 들어가지 않도록 필요한 조치를 취해 둔다. 그러나 지역주민 등으로부터 배수지 상부의 개방요망에 따라 다른 용도(공원, 식물원, 스포츠시설 등)에 이용하지 않을 수 없는 경우에는 강도계산을 하여 안전을 확인하고 맨홀, 검수구, 환기장치 등은 기능을 상실되지 않도록 완전히 차단하여 보호하지 않으면 안 된다.

시설 이용시에 수도사업자는 설치 주체와 관리협정을 체결하고 시설이 수도시설위에 설치되어 있음을 이용자에게 주지시키고 유지관리에 만전의 노력을 기울이도록 한다.

한편 수도사업자는 개방구역에 대해서도 수질이 오염되지 않도록 수도시설의 관리에 주의하여야 한다.

6.2.3 배수탑 · 고가탱크

(1) 운전, 관리

배수탑, 고가탱크의 운전, 관리는 6.2.2 (1) 운전, 관리에 준한다.

(2) 점검 · 정비

배수탑, 고가탱크의 점검 · 정비는 6.2.2 (2) 점검 · 정비에 준한다. 강제의 배수탑, 고가탱크의 도장은 본체와 많은 지지부 등을 정기적으로 점검하고 상황에 따라 외면은 3~5년마다 실시한다. 내면 도료는 위생상 무해하고 수질의 안정성이 확인된 것을 사용하여 도장작업의 안전 및 유기용제에 의한 가스중독 등의 위험방지에 충분히 주의하여야 한다.

(3) 오염방지 및 안전대책

배수탑, 고가탱크의 오염방지 및 안전대책은 6.2.2 (3) 오염방지 및 안전대책에 준한다.

(4) 세척 및 소독

배수탑, 고가탱크의 세척 및 소독은 5. 정수시설의 소독에 준한다.

6.2.4 조정지

(1) 운전, 관리

조정지의 운전, 관리는 6.2.2 (1) 운전, 관리에 준한다.

(2) 점검 · 정비

조정지의 점검 · 정비는 6.2.2 (2) 점검 · 정비에 준한다.

(3) 오염방지 및 안전대책

조정지 오염방지 및 안전대책은 6.2.2 (3) 오염방지 및 안전대책에 준한다.

(4) 세척 및 소독

조정지 세척 및 소독은 5. 정수시설의 소독에 준한다.

6.3 송수펌프장, 배수펌프장 및 증압펌프장

6.3.1 총칙

펌프장은 기계·전기설비, 계측제어설비, 토목, 건축물의 복합시설로 구성되어 있고 집중관리방식, 자동운전방식이 채용되는 경우가 많아졌다. 따라서 펌프장의 유지관리에 있어서는 그 구조, 기능 및 관리방법을 숙지하고 정기적인 보수점검 실시에 따라 사고방지에 노력하도록 한다. 또한 호우, 태풍, 지진 등의 재해 후에는 바로 점검을 실시하여 운전이 지장이 없도록 만전을 기해야 한다.

최근, 급수구역 확대에 동반되는 관리비용을 절약 필요성에 따라 무인펌프시설을 설치하고, 원격 감시제어장치 등을 사용하여 시설을 집중관리하는 경우가 많다. 이러한 경우 2회선 수전방식 혹은 비상용 자가발전설비 설치, 원격 감시제어장치나 계측제어설비에 대해서는 직류전원장치 설치 등의 정전대책을 강구해 둘 필요가 있다.

무인펌프시설은 비용 및 에너지 절약효과가 있는 반면, 기계 혹은 시스템에 대해서는 신뢰성이 높은 것을 사용해야 한다. 특히 중요 부분의 장치에는 필요한 범위에서 기계의 이중화를 설치하고, 관련시설을 포함한 전체 시스템이 백업 가능한 설비가 되도록 노력해야 한다.

단, 무인펌프시설에서는 출입구에 문 개폐를 확인할 수 있는 장치를 설치하여 원격 감시하는 방법이나 경우에 따라서는 감시카메라를 설치하는 것이 바람직하다.

6.3.2 송수펌프장

(1) 운전, 관리

송수펌프장은 배수지, 배수탑, 고가탱크 및 조정지의 규모 등에 따라 그 조작이나 제어방법, 감시 항목 등이 다르므로 대상 시설의 내용에 따라 적합한 운전 및 감시를 해야 한다.

적절한 대응이나 합리적, 효율적인 운전을 실시하기 위해서는 관로의 수압·수량·배수지 수위 등은 집중관리방식으로 감시하는 것이 바람직하다.

1) 운전 및 감시

① 수위 감시

송수펌프는 일반적으로 배수지 수위에 의해 운전되기 때문에 배수지 등의 수위계는 원격모니터링방식을 취하여야 한다.

원격모니터링방식의 수위계가 고장난 경우 배수지는 월류되기 쉬우므로 재해방지를 위해 월류경보장치를 설치하는 것이 바람직하다.

② 토출수량 변경

수량을 조절하기 위해 펌프의 운전대수를 증감하거나 토출밸브를 개폐하는 경우에는 조작을 서서히 진행시켜 관로에 급격한 압력변동을 주지 않도록 한다.

③ 흡입압

펌프정의 수위나 흡입압이 저하했을 때 혹은 펌프의 규정 양수량 이상에서 운전하게 되면 캐비테이션이 발생할 가능성이 있으므로 주의하지 않으면 안 된다.

④ 예비펌프 운전

예비펌프는 언제라도 운전 가능하도록 정비해 두어야 한다. 때문에 평상시에는 예비펌프를 포함해 교대 운전이 가능하도록 하고 특정펌프를 장시간 정지시키지 않도록 배려할 필요가 있다.

2) 측정, 기록

① 수위

배수지 및 펌프정의 수위는 펌프운전계획에 필요하므로 플로트식, 전극식 또는 몰입식 등의 수위계를 설치하여 연속측정 또는 정시 측정하여 기록해야 한다.

② 수압

송수펌프의 운전 상태를 감시하기 위해 흡입, 토출수압은 연속측정 또는 정시에 측정하여 기록하는 것이 바람직하다.

③ 수량

송수펌프에는 유량계를 설치하여 연속측정 또는 정시에 측정하여 기록하여야 한다.

④ 전압, 전류, 전력

주요기기는 보안상, 전압, 전류 및 온도를 연속측정 또는 정시 측정하여 기록하여야 한다. 이외에 설비의 사용전력량도 측정하여 송수 원단위를 계산·기록해 두고 효율적인 운전을 유지하는 것이 바람직하다.

(2) 점검

일상 점검·정비 및 정기 점검·정비 등의 세부적 사항에 대해서는 7. 기계·전기시설의 관리 및

8. 계측제어설비의 관리에 준한다.

1) 점검·정비

① 점검·정비자료

점검·정비자료는 잘 정리하여 적정하게 분석하여 사고방지에 유용하게 이용되는 것이 바람직하다. 무인펌프장의 일상점검표의 한 예를 나타내면 <표 6.3.1>~<표 6.3.3>과 같다.

② 펌프정

펌프정 내부는 정기적으로 비워 점검하도록 한다. 위쪽의 설비는 점검하기 쉬우나 아래쪽 또는 물속에 있는 설비는 일반적으로 점검이 곤란하다. 때문에 펌프정은 필요에 따라 비워두고 이상 유무를 점검함과 동시에 청소하는 것이 바람직하다.

점검 내용은 펌프정의 이물질 유무, 본체의 이상, 흡입측 수위계의 기능점검 및 0점 조정 등이 포함되며 입축펌프인 경우는 펌프 본체 외부의 점검, 횡축펌프인 경우는 흡입관 및 지지금속물의 부식상황 등이 포함되므로 설비 내용에 따라 실시되게 된다.

③ 펌프실의 점검

<표 6.3.1> 자리

<표 6.32> 무인펌프장의 일상점검표(고압수전 펌프장) 예

○○○펌프장 점검표											
년 월 일 요일 시 분 기후								계장	주임	점검자	
명칭	점검항목			상황 및 판정							
인입 · 수전	취급전력직산계	금회지시수	KWH				지시차×36				
		전회지시수	KWH				KWH				
	수전전압	R-S상	KV	S-T	KV	T-R상	KV				
	역률·주파수	%				HZ					
	제폐로 회로	사용	1회 2회	1회째	초	투입횟수	회				
전동기	시동전과	A									
	부하전과	R-S상	A	S-T상	A	T-R상	A				
계표	압력계	수수압	MPa	· 설정값	MPa	(%) ~	MPa	(%)			
		송수압	MPa	· 설정값	MPa	(%) ~	MPa	(%)			
	수위계지시(주)	배수지	m,		펌프실	m,	관리소	m			
	수위계 설정값	시동·정지	시동	m,		정지	m				
		경 보	상한	m,		하한	m				
	각종릴레이	이 상 음			유	·	무				
		체 터 링			유	·	무				
직류 전원	전동기부하 전류설정값	1호 상한	%	하한	%	2호 상한	%	하한	%		
	제어전원	DC	V	DC	V	설정	V~	V			
		충전방법				부동,	균등				
유량	충전전원	100V·AC	V		A	Hz					
	급전	상용전압			V	인버터·전압	V				
	유량직산지시	배수지지시수	금회	m ³		지시차	m ³				
			전회	m ³			m ³				
		관리소지시수	m ³		지시차	m ³					
	유량통계 월 일~ 월 일까지	최고류량			m ³ /H	월	일				
		최저류량			m ³ /H	월	일				
평균류량				m ³ /H							
펌프	배수지 주위의 이상	유 무									
	펌프축수온도	펌프번호				호		호			
		반각부하					℃	℃			
		부하각					℃	℃			
	플라이호일축수온도	펌프축					℃	℃			
		모터축					℃	℃			
	전동기축수온도	부하축					℃	℃			
		고정자					℃	℃			
		반각부하					℃	℃			
	펌프 플라이호일축수	기름	양호 · 보충				양호 · 보충				
		전동기축수	그리스	양호 · 보충				양호 · 보충			
	펌프주변배관	그랜드	패킹				양호 · 조임		양호 · 조임		
누수		양호 · 무				양호 · 무					
액체저항기		액량	양호 · 보충				양호 · 보충				
명칭	확인항목	내용 및 상황			확인항목		내용 및 상황				
확인 사항	수위계 선택	1호 · 2호			수위계(펌프)		1호 · 2호				
	선택	작업 중 · 비작업 중			표시등		양호 · 교체				
	조작전환	자동 · 수동			펌프운전순서		호 ~ 호				
	환기팬 설정시간										
가동 상황	점검주기 중의 최대가동일 합계운전시간						시간 분				
	가동률× $\frac{\text{최대가동일합계운전시간}}{\text{운전대수} \times 24} \times 100$						%				
메모											

<표 6.3.3> 무인펌프장 일상점검표(텔레미터) 예

○○텔레미터 점거표		과장			계장	주임	점검자
년 월 일 요일 시 분 기후							
명칭	점검항목	상황 및 판정					
관 리 소	전원전압	INPUT 100V		AC (V)			
		OUTPUT 24V, 15V		DC (V) (V)			
	레벨측정 (high렌지 사용)	1,600Hz	REC (dB)		dB		
			RBF-IN (dB)		dB		
			RBF-OUT (dB)		dB		
	작동확인	LPR(전송수신 펄스)램프 (점등		양 · 불량			
		WORD(16~1)램프 (점등		양 · 불량			
		PA HL, CF램프 (소등		양 · 불량			
		INPUT램프 (점등		양 · 불량			
무 인 펌 프 장	전원전압	INPUT 100V		AC (V)			
		OUTPUT 24V, 15V		DC (V) (V)			
	레벨측정 (high렌지 사용)	1,600Hz	SEND (dB)		dB		
			SBF-IN (dB)		dB		
			SBF-OUT (dB)		dB		
	작동확인	LPS(전송송신 펄스)램프 (점등		양 · 불량			
		WORD(16~1)램프 (점등		양 · 불량			
		PA램프 (소등		양 · 불량			
		-6dB Dwon 入 CF펌프 (소등		양 · 불량			
비고							

<표 6.3.4> 계기의 지시와 이상상태 관계

현상 \ 계기	수압계	유량계	배수지 수위계	조치사항
관로 파열	이상 저하	증가	저하	펌프는 즉시 정지 배수지 유입밸브 폐지
펌프 고장	이상 저하	감소	증가	예비펌프로 전환
배수지 월류	변화 없음	변화 없음	이상 상승	즉시 정지
역류방지밸브 고장	정전시 펌프 역전			수동으로 토출밸브 전체개방

주) 일반적으로 수위계의 변화는 늦는다는 점에 주의

㉠ 지붕의 방수

지붕의 방수열화 등에 의해 빗물이 새면 전기설비에 중대한 고장의 발생되는 원인이 되므로 1년에 1회 정도는 지붕의 방수에 이상이 없는지 확인하고 빗물이 새 우려가 있을 때에는 바로 수리하도록 한다.

㉡ 실내 환기

일반적으로 여름철의 실내온도는 35~40℃ 이하가 되도록 환기장치를 설치한다. 낮과 밤 및 계절에 따라서는 외부 온도에 상당한 차이가 있으므로 현장 상황에 따라 환기량 조정 또는 온도 설정기, 타이머에 의한 운전시간 설정변경 등에 의해 과도한 환기에 의해 소모되는 에너지를 절약하여 경제적인 운전을 염두에 둔다.

2) 보수

펌프정 수리는 가능한 단시간에 시공할 필요가 있으므로 작업 순서, 방법 등을 사전에 충분히 검토해 두면 좋다. 수리시에는 일반적으로 금속물 부분의 녹 제거 및 도장을 할 필요가 있으므로 펌프정은 하나하나 단독으로 혹은 반 정도로 구분지어 수리할 수 있는 구조로 건설하는 것이 바람직하다.

또한 금속부분은 부식을 고려하여 두께를 충분히 취하든지 내식성 있는 재료를 사용하도록 한다.

3) 한랭지 대책

① 동결방지

펌프실 내는 동결방지를 위해 실온을 5℃ 이하로 내려가지 않는 것이 바람직하다. 기온이 내려가 설비에 지장을 줄 우려가 있는 경우에 운전정비 또는 휴지시에는 동결되기 쉬운 기기, 급수 및 배수관의 잔류수를 배수(排水)해야 한다. 또한 동결될 우려가 있는 곳에서는 펌프실을 단열 구조로 하며 필요에 따라 실내 가온설비를 설치하여야 한다.

② 제설대책

다설 지대의 소규모 펌프장 등에서는 하룻밤 사이에 눈에 묻혀 버려 유지관리에 영향을 미치는 경우가 있으므로 계획적인 제설대책을 충분히 검토해 둘 것

(3) 사고대책

운전원은 기기류에서 이상을 발견한 경우는 적절한 대책을 강구하도록 하여야 한다. 이외에도 정전시의 예비동력 또는 수전회선 교체가 신속하고 정확하게 실시되도록 조작순서 등을 명확히 해둔다

1) 펌프장의 이상과 대책

① 이상 발견

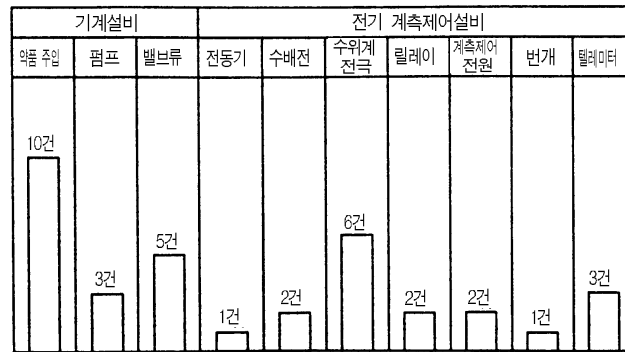
이상 경보는 하나의 원인으로 복수의 경보표시가 나올 수도 있으므로 이상상태의 명확한 판단을 할 것. 송수펌프장 내에 설치된 계기의 지시와 이상상태와의 관계의 한 예를 나타내면 <표 6.3.4>와 같이 된다.

② 이상상태와 대책

이상시에는 신속히 현장 상태를 확인하여 적절히 대처하고 필요에 따라 관계자에게 연락하도록 하여야 한다. 또한 자동운전기기 또는 제어회로의 고장에 대비해 예비기기로의 전환이나 수동

운전 등 이상상태에 대비한 대책을 세워두고, 운전원의 교육, 훈련시키도록 한다.

또한 수리에 전문적인 기술과 긴급성을 요하는 경우의 제조업체로의 위탁방법이나 최소한의 예비기관 및 예비품의 확보 등도 고려해 둘 필요가 있다. 무인펌프장 고장분류의 한 예를 나타내면 <그림 6.3.1>과 같다.



- (주) 1) 미노정수장 무인 펌프장의 1991년도 고장 분류임.
 2) 펌프장 총 수 51개소
 3) 순시점검은 주 1~3회 실시하고 있음.
 4) 펌프장은 4군데만 배수지가 없고 기타는 배수지를 지니고 있으므로 단수에 이르는 고장은 발생하지 않는다.

<그림 6.3.1> 무인펌프장 고장 분류도

2) 정전시의 처리

작업정전이나 낙뢰 등의 원인에 의한 정전에 대비해 2회선 전력공급방식 또는 비상용 자가발전설비를 설치하여 신속하게 교체하는 것이 바람직하다. 수도시설의 안전성 측면에서 배수지 용량은 가능한 한 클수록 급수에 대한 영향을 완화할 수 있다.

① 복구시간 확인

정전된 경우 신속히 전력회사에 연락하여 정전시간, 복구시간 등을 확인하여 상황에 따라 관계처에 연락하고 적절한 조치를 강구하여 복구 후 바로 운전 가능하도록 준비해 둔다.

② 운전개시시의 주의

전기 복구후의 운전을 재개할 때에는 수량을 서서히 증가시켜 공기밸브에서 공기를 충분히 빼내어 관로에 악영향을 주지 않도록 한다.

③ 예비전력 등으로의 전환

수전용 예비회선 또는 비상용 자가발전설비 등의 예비설비가 설치되어 있는 펌프장에서는 정전시에는 가능한 한 빨리 예비전력으로 전환시켜 운전하도록 한다.

예비동력설비는 평상시 운전되는 것이 아니므로 월 1회 정도 시운전하여 연료 탱크의 저류량 확인을 하고, 정전시에 정확히 작동될 수 있도록 해 둘 필요가 있다.

3) 재해대책

① 예방조치

수해의 우려가 있는 시기에는 침수 피해를 방지하기 위해 펌프실 건물, 전동기 및 전기기기 등에 예방적인 조치가 가능하도록 평소에 대책을 세워두어야 한다.

② 피해를 입었을 때의 대응조치

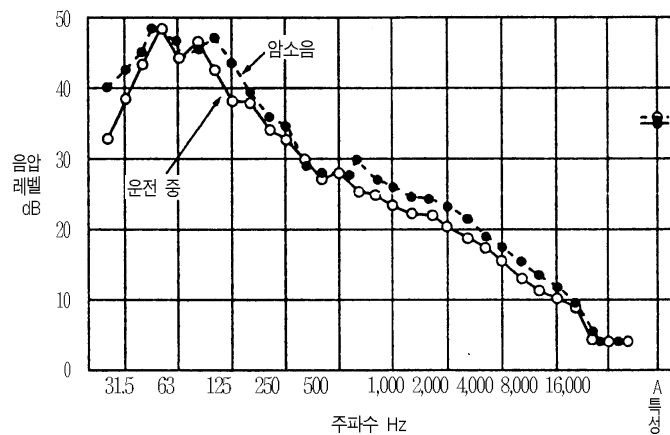
피해를 전제로 한 지휘계통, 비상호출의 명령 및 방법, 홍보, 응급급수, 복구작업의 순서, 연락 체계 등의 응급대책계획을 정해 둘 필요가 있다.

(4) 소음 및 진동대책

소음발생원인 펌프, 전동기 운전 중에 합성소음은 기기측 1m에서 소형펌프 75폰(phon) 이하, 대형 펌프에서 80폰 이하, 옥외변압기 소음은 50폰 이하로 하는 것이 바람직하다. 운전상의 주의로서는 야간에는 가동·정지시의 소음, 토출밸브를 너무 조임에 따른 소음 및 펌프의 캐비테이션에 의한 소음을 고려한 운전계획을 세워둘 것.

1) 방음대책

주택이 밀집해 있는 곳에 설치되어 있는 펌프장은 펌프, 전동기, 전력설비 등에서 발생하는 소음, 진동에 의해 부근 주민에게 피해를 주는 경우가 많으므로 펌프장 부지 내에 식수대(植樹帶), 방음벽 등을 설치하는 등의 방음대책을 강구할 필요가 있다(<그림 6.3.2> 참조).



<그림 6.3.2> 펌프장 부지 내 소음측정결과

또한 펌프장용지를 확보하는 단계에서 소음 방지상 유리한 장소를 선정함과 동시에 미리 부근 주민의 동의를 얻어두는 것이 바람직하다.

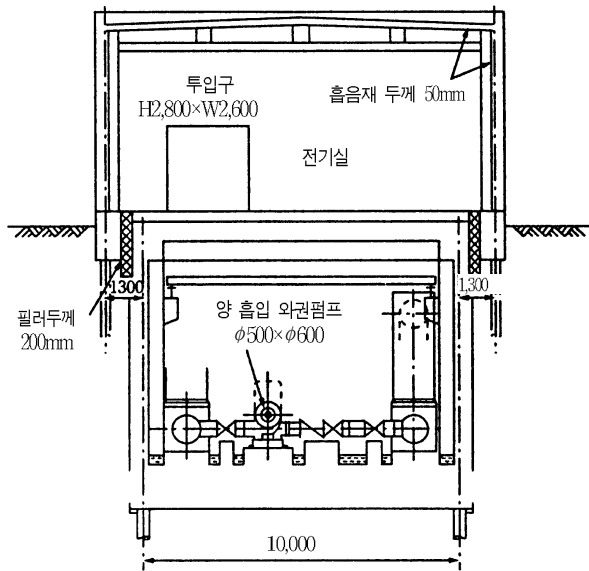
2) 펌프실 구조

펌프실의 방음구조 및 방진구조에 대해서는 상수도시설설계지침의 소음방지에 관련된 내용과 수도용 펌프매뉴얼 등에 있는 관련사항을 참조할 것(<그림 6.3.3> 참조).

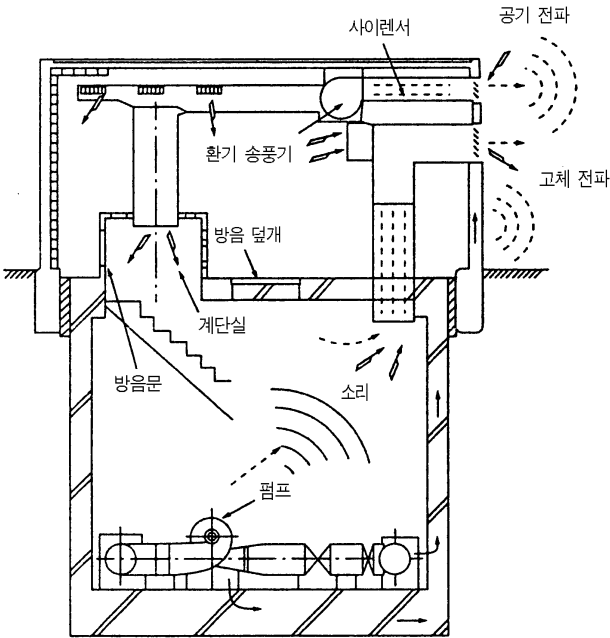
① 방음구조

부지가 좁고 거리감쇠가 불가능한 경우에는 경계부에서의 허용한도 이하의 소음값으로 하기 위

해서는 건물은 철근콘크리트로 건축하고 창이 없는 또는 지하식, 반지하식 구조로 한다. 또한 내벽은 흡음벽으로 하는 등 공기 전파음을 차단하는 대책이 필요하다(<그림 6.3.4> 참조).



<그림 6.3.3> 펌프장의 방음, 방진 예

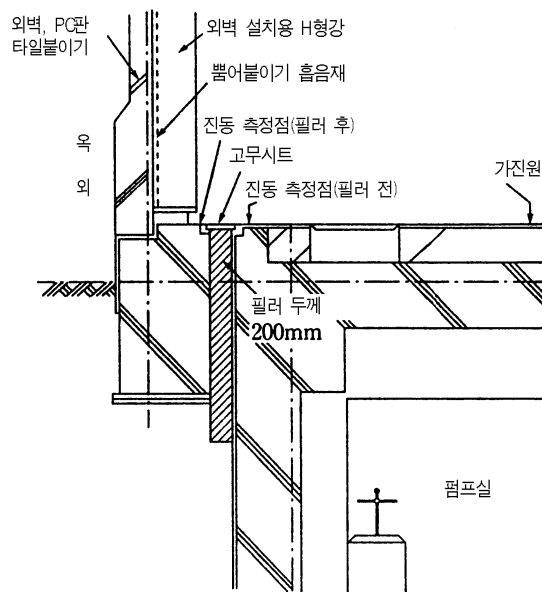


<그림 6.3.4> 소음의 전파경로 설명도

② 방진구조

펌프, 전동기의 진동 및 펌프 맥동압은 기초부분, 바닥, 벽, 관체 등을 지나 고체 전파음이 되어 외부로 확산되므로 기초부분과 바닥, 바닥과 건물 및 관의 건물 관통부는 완전히 차단하는 것이 효과적이다(<그림 6.3.5> 참조).

또한 소형 펌프인 경우는 방진패드를 사용하여 진동을 차단하는 방법도 있다. 지하식 또는 반 지하식 구조의 건물 내에 고정되어 있는 대형 펌프로 기초부분과 건물의 차단이 어려운 경우는 펌프 맥동압을 작게 하든지 기초부분을 크게 하고 바닥 및 벽의 두께를 크게 하는 등의 대책이 필요하다.



<그림 6.3.5> 고체 전파음 대책

③ 배관상의 대책

관의 매설깊이는 1m 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또한 관내의 공기가 펌프 맥동압을 증폭시켜 관로에서 소음이 발생하는 경우도 있으므로 공기밸브를 설치하도록 한다.

④ 환기

건물 내에 설치하는 전기류, 전동기 및 기계류로부터의 발열에 의해 실온이 상승하게 되므로 소음저감장치가 달린 송풍기 등을 이용한 환기장치가 필요하지만 전동기를 내냉식(內冷式) 또는 수냉식(水冷式)으로 하면 환기량은 큰 폭으로 감량할 수 있다.

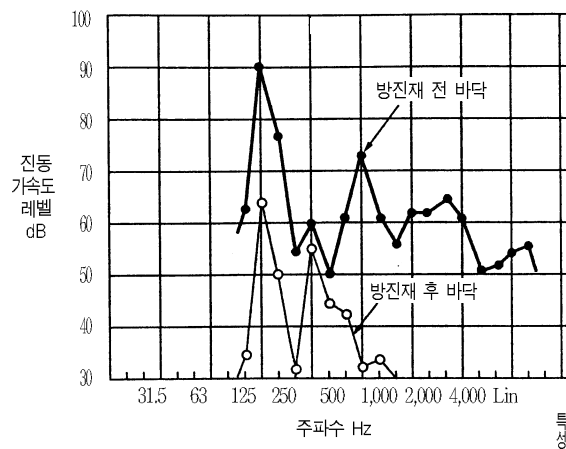
⑤ 기존 펌프장의 소음방지

펌프장 부근의 환경 변화 등에 따라 소음방지설비를 할 때에는 소음·진동 측정을 하여 펌프실을 방음·방진구조로 개량하거나 방음 박스, 방진패드를 이용, 또는 저소음 기기로 교체하는 등

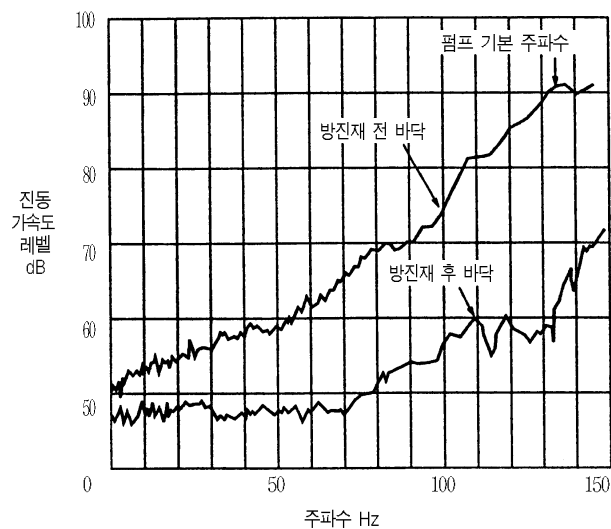
유효한 대책을 강구하도록 한다.

또한 펌프 맥동압에 의한 소음이 클 경우에는 저맥동압 펌프로 개량하거나 맥동압 완화조치를 하면 좋다. 그러나 기설물의 개량은 어려우므로 건설시에 충분한 대책을 강구해 둘 필요가 있다(<그림 6.3.6>~<그림 6.3.9> 참조).

또한 소음의 규제값은 소음 관계법령에 따라 시간 및 구역마다의 규제기준을 명확히 하고, 그 지역의 규제값을 행정부서에서 정하지 않으면 안 되게끔 되어 있다. <표 6.3.5>에 이 기준을 나타내 놓았다.

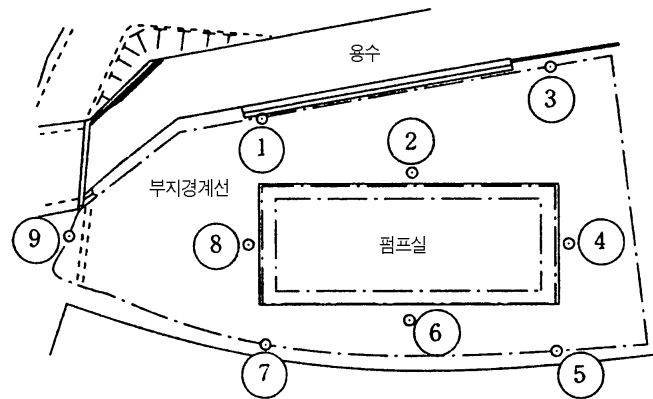


<그림 6.3.6> 133Hz 가진시의 바닥면과 방진재를 설치한 후의 진동 스펙트럼



<그림 6.3.7> 가진주파수를 연속적으로 변화시켰을 때의 방진제 설치 전·후의 진동감쇠효과

측 정 점		Test No.	1			2		
		조건	No.2 호기 운전(요항점)			No.3 호기 운전(요항점)		
		특성	A 특성	B 특성	Lin 특성	A 특성	B 특성	Lin 특성
①	북측경계선		39	60	—	38	53	—
②	북측벽에서 1m		40	67	—	—	—	—
③	북측경계선		41	67	—	—	—	—
④	동측벽에서 1m		39	60	—	—	—	—
⑤	남측경계선		38	56	—	—	—	—
⑥	남측벽에서 1m		37	58	—	—	—	—
⑦	남측경계선		36	56	—	38	57	—
⑧	서측벽에서 1m		37	58	—	—	—	—
⑨	서측경계선		38	56	—	—	—	—

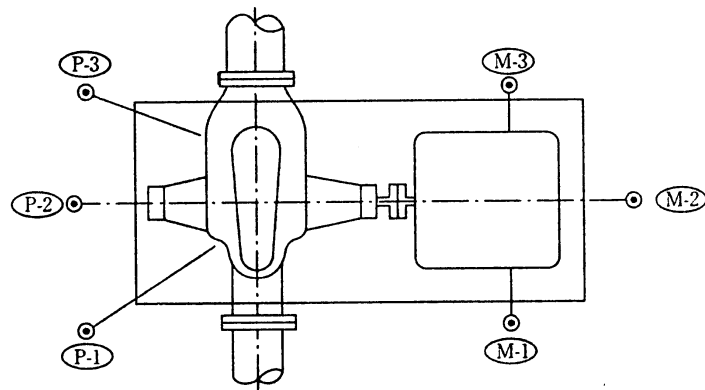


<그림 6.3.8> 펌프장 주변의 소음 레벨측정 위치 및 측정효과

<표 6.3.5> 특정 공장 등에서 발생하는 소음 규제에 관한 기준(예) (단위: phon)

시간 구분	구역 구분	낮	아침·저녁	야간
제1종 구역		45 이상 50 이하	40 이상 45 이하	40 이상 45 이하
제2종 구역		50 이상 60 이하	45 이상 50 이하	40 이상 50 이하
제3종 구역		60 이상 65 이하	55 이상 65 이하	50 이상 55 이하
제4종 구역		65 이상 70 이하	60 이상 70 이하	55 이상 65 이하

측 정 점		3			4			5		
		No.1 호기 운전(요항점)			No.2 호기 운전(요항점)			No.3 호기 운전(요항점)		
		A 특성	B 특성	Lin 특성	A 특성	B 특성	Lin 특성	A 특성	B 특성	Lin 특성
P-1	펌프측 1m	66	75	—	66	78	—	67	76	—
P-2	펌프측 1m	67	77	—	66	77	—	65	76	—
P-3	펌프측 1m	66	76	—	66	77	—	67	77	—
M-1	모터측 1m	71	71	—	70	80	—	70	79	—
M-2	모터측 1m	66	66	—	70	79	—	70	80	—
M-3	모터측 1m	72	72	—	69	78	—	70	79	—



<그림 63.9> 펌프기측 및 전동기측 1m의 소음레벨 측정결과 및 측정위치

(5) 오염방지 및 안전대책

1) 펌프정의 오염방지

펌프정에는 누수 또는 침수가 있어서는 안 된다. 누수 또는 침수가 있을 때에는 즉시 수리하고 펌프정 소독을 하도록 한다.

2) 펌프실의 오염방지

① 실내의 정리

펌프실 내는 항상 정리하여 청결하게 유지하도록 하여야 한다. 맨홀 및 흡입관 주위의 바닥에는 오염방지에 특히 유의하고 펌프 주위에는 배수구를 설치한다.

② 벌레, 소동물의 침입방지

펌프실 내에 곤충이나 소동물이 침입하여 기기류에 장애를 주는 경우가 있다. 이를 방지하기 위해서 개구부 및 창에 방충망을 치고 문을 개방하지 않도록 한다.

③ 외부로부터의 침수

펌프실에 주변으로부터 침수될 우려가 있는 곳에는, 상황에 따라 수방용 제방, 배수구 등을 적절히 설치하고 맨홀, 흡입관 주위의 바닥에서 펌프정으로 침수되지 않도록 하고 유지관리에도 만전을 기하도록 한다.

3) 안전대책

구내에는 관계자 이외의 사람을 출입금지시키고 펌프장 출입구, 맨홀 등은 필요에 따라서 항상 잠그어 두어야 한다.

6.3.3 배수펌프장

(1) 운전, 관리

배수펌프는 배수량이 시간에 따라 크게 변동하기 때문에 이러한 변화에 대응하여 펌프의 운전대수나 토출압력 제어를 실시하고, 운전에 있어서는 시간 최대 배수량뿐만 아니라 특히 심야의 시간 최소 배수량이 극단적으로 작은 경우가 많으므로 주의하도록 한다.

1) 운전 및 감시

① 제어방식

배수펌프의 제어방식은 토출압력 일정제어, 말단압력 일정제어, 프로그램 제어 등이 있는데 유량조절은 빈번하게 변경되므로 흡입수위 또는 흡입압력, 토출관 압력, 배수유량 등의 변화에 항상 주의하여 적절한 제어·운전·감시가 필요하다.

② 소배수량에 대한 대용량 펌프의 운전대책

배수펌프장에서는 장래 계획을 바탕으로 대용량 펌프를 설치하여 처음에는 소토출량으로 사용하는 경우가 많다. 이러한 경우 유량제어를 하게 되지만 제어성, 진동, 소음, 경제성 등을 고려하여 제어방식을 결정하지 않으면 안 된다.

단기간이라면, 고정 오리피스에 의한 축소 운전 또는 밸브개도 제어가 좋다. 단지, 밸브개도 제어의 경우는 밸브 몸체의 손상이 빠르므로 콘밸브, 금속밸브 몸체 버터플라이밸브, 슬라이브밸브 등을 사용하는 것이 바람직하다.

압력차가 작을 경우는 제수밸브로 괜찮지만 밸브를 어느 정도 닫은 채로 운전하게 되면 고장이 나기 쉬우므로 예비비품을 준비해 둘 필요가 있다.

장기간이라면 운전효율도 고려해야 하기 때문에 펌프의 날개차를 컷하든지 교체 또는 회전수제어 등의 방법으로 저양정에 의해 운전하는 것이 유효한 방법이라 할 수 있겠다.

2) 측정·기록

① 수압

배수펌프는 그 제어방식에 따라 집합관 토출압력, 배수관 말단압력 등을 측정하는 압력계를 설치하여 연속기록하거나 정시 측정하여 기록하여야 한다.

단, 펌프의 운전 상태를 감시하기 위해 흡입, 토출 수압은 연속측정 또는 정시 측정하여 기록하는 것이 바람직하다.

② 수량

배수량은 배수펌프의 유량조정과 배수계획에 필요하기 때문에 유량계를 설치하여 순간 및 적산 유량을 지시·기록하게 하든지, 연속측정 또는 정시 측정하여 기록한다.

(2) 점검

배수펌프장의 점검은 6.3.2 (2) 점검에 준한다.

(3) 사고대책

배수펌프장의 점검은 6.3.2 (3) 사고대책에 준한다.

(4) 소음 및 진동대책

배수펌프장의 소음 및 진동대책은 6.3.2 (4) 소음 및 진동대책에 준한다.

(5) 오염방지 및 안전대책

배수펌프장의 오염방지 및 안전대책은 6.3.2 (5) 오염방지대책 및 안전대책에 준한다.

단, 배수펌프장의 정전시에 대비해 2회선 전력공급 또는 비상용 자가 발전설비를 설치하든지, 다른 배수계통으로부터 백업이 가능한 경우는 연락관을 설치한다.

6.3.4 증압펌프장

(1) 운전, 관리

증압펌프장의 운전, 관리는 6.3.2 (1) 운전, 관리에 준한다.

단, 배수구역의 부족압력을 보조하기 위해 관로에 설치한 증압펌프장의 운전 중의 흡입관 수압은 캐비테이션 발생을 방지하기 위해 $0.15\text{MPa}(1.5\text{kgf/cm}^2)$ 이상으로 한다.

(2) 점검

증압펌프장의 점검은 6.3.2 (2) 점검에 준한다.

(3) 사고대책

증압펌프장의 사고대책은 6.3.2 (3) 사고대책에 준한다.

(4) 소음 및 진동대책

증압펌프장의 소음 및 진동대책은 6.3.2 (4) 소음 및 진동대책에 준한다.

(5) 오염방지 및 안전대책

중압펌프장의 오염방지 및 안전대책은 6.3.2 (5) 오염방지 및 안전대책에 준한다.

6.4 송·배수관

6.4.1 총칙

정수시설에서 처리된 정수를 급수구역 내에 배분하기 위한 관로는 관망을 형성하고 대부분은 공공 도로지하에 매설되어 있다. 따라서 관리하는 연장도 길고, 관로의 기능유지에 대해 영향을 주는 요소도 다양각색이며 직접 눈으로 볼 수 없기 때문에 그 관리는 매우 까다롭다.

또한 최근의 도로교통사정이 악화됨에 따라 도로·교통관리의 중요도가 매우 높아지면서 관로의 관리를 점점 더 어렵게 만들고 있다.

관로의 작은 사고가 도로교통사고를 일으키고 이것이 원인이 되어 큰 사고로 발전되는 경우도 많으므로 관로의 유지관리는 빈틈없이 이루어져야 할 것이다.

이러한 점에서 장래를 향한 고수준의 수도구축과 앞서 말한 신속한 대응을 위해서도 관로의 상태나 기능의 정확한 파악과 함께 관내의 수질유지에 대해서도 보다 세부적 관리가 요구되고 있고, 관로정보의 관리와 그 적절한 활용이 중요한 과제가 되고 있다.

6.4.2 송·배수관

(1) 관로정보의 수집·정리·관리

높은 수준의 상수도를 구체화시키기 위해서는 관련시설물을 충실하게 관리하는 것이 급선무이며, 시설이 어떠한 형태로 존재하며 어떻게 기능하고 있는지 파악하는 것이 급선무이다. 따라서 시설이 어떠한 형태로 존재하며 어떻게 기능하고 있는지 파악하는 것, 즉 시설에 관한 정보를 정확히 수집·정리·관리하는 것이 매우 중요한 일이다.

1) 관로정보 정비

관로는 수용가에 가장 가까운 시설이며 게다가 지하에 매설되어 있으므로 그 정보수집이 어렵고 정보관리도 충분하지 않는 것이 현실이므로 긴급시의 대응에도 곤란함이 예상된다. 이러한 현상으로 보아 관로 정보의 정비는 평상시의 유지관리를 효과적, 효율적으로 실시하기 위한 여러 이용목적에 맞추어 합리적이고 효율적으로 진행해 나가는 것이 중요하다.

최근 이러한 관로에 관한 정보를 일원적으로 관리할 수 있는 총합적인 관로정보관리시스템을 채용하고 있는 수도사업자를 많이 볼 수 있다.

2) 관로정보의 종류

① 관로정보의 종류

관로정보를 분류하면 관제 정보·매설 환경 정보·물관리 정보(수리·수질) 등이 있고, 안정급

수 확보는 장래의 계획적, 효율적 수운용에 도움을 줄 수 있는 정보 수집을 위해 체크리스트 등을 작성하여 철저히 이행하도록 한다. 관로정보 항목을 열거하면 다음과 같다.

① 관체 정보

관로번호, 구경, 연장, 매설연도, 관중, 관두께, 연결형식, 외면도장의 종류, 내면도장의 종류, 갱생공법의 종류와 시공연도, 부식 및 중성화 상황, 외면 손상상황, 관체 강도, 녹 등에 의한 폐색상황, 녹의 상태, 내면도장 열화상태, 연결 상황(굴곡, 이탈, 볼트부식) 등

② 매설 환경 정보

포장종별, 교통량, 매설 깊이, 지하수위, 부등침하의 유무, 매설지반의 물리적 특성, 토양의 부식성, 미주전류의 유무

③ 관로의 수리 수질 정보

수압, 유량(유속), 유향, 유속계수, 관내수질

④ 사고 민원 정보

원인, 발생장소, 내용, 누수상황, 수리방법, 사고의 영향

⑤ 사회적 정보

급수 가구수(인구), 사용수량, 시가화 상황, 용수 다사용 시설, 중요시설

② 관로정보의 관리방법

관로정보를 관리하기 위한 방법으로는 <표 6.4.1>과 같이 분류되는데 정보관리의 개선에 유효한 방법을 선택하여 채용하는 것이 바람직하다.

<표 6.4.1> 관로정보관리방법

구분	정보관리방법		특 징								비 고
			개 인 적	조 직 적	아 날 로 그	디 지 털	문 자	도 면	백 터	라 스 터	
사람	인간의 기억		○	×	-	-	-	-	-	-	조직적 관리에는 적합하지 않다.
종이 등	개인자료		○	×	○	×	△	△	-	-	
	공유 자료	도면 대장류	×	○	○	×	○	○	-	-	일원적 처리, 통계처리가
		파일링 용품	×	○	○	×	-	-	-	-	까다로움
		마이크로필름 등	×	○	○	×	○	○	-	-	경년열화에 주의를 요함
컴퓨터	문자데이터베이스시스템 ^(주)		×	○	×	○	○	×	-	-	일원적 처리, 통계처리가 쉬움
	전자 파일		×	○	×	○	△	○	×	○	
	상수도 GIS		×	○	×	○	○	○	○	△	

[범례] ○: 해당함 △: 어느 정도 해당함 ×: 해당하지 않음 -: 비교대상이 안됨

주: 문자 데이터(텍스트)만 다루는 데이터베이스

(도형 데이터도 다루는 컴퓨터 지리정보시스템과 구별됨)

관로정보는 시간이 흐름에 따라 변화하기 때문에 정보의 변화에 따라 수시로 혹은 정기적으로 보정작업을 진행하는 것이 바람직하다. 더욱이 자료의 신뢰도 저하를 방지하기 위해 담당부서를 지정하여 정보를 집중시켜 보정할 수 있는 체제를 확립해 둘 필요가 있다.

3) 점용관계

송·배수시설은 도로, 하천, 철도부지, 고압선 밑, 해저 및 사유지 등을 점용하고 각각의 관리자에 의해 모든 조건하에서 점용 허인가를 받고 있다. 점용에 관한 관리자 및 점용 조건에 따라 1~10년마다 점용의 갱신 시기가 전부 다르므로 주의하여 갱신하도록 한다. 시설 점용을 폐지하는 경우도 관리자와 시설 조치를 협의하여 폐지수속을 진행하도록 하여야 한다.

① 인허가서류의 보존

인허가서류는 도로관리자, 하천관리자, 용지관리자 및 기타를 관리자별, 용도별, 갱신 시기별 및 점용장소별 등으로 분류하고 정리해 둘 필요가 있다.

② 인허가조건의 확인

인허가 조건을 각각 다르므로 그 내용을 조사 및 확인하여 유지관리에 지장을 주지 않도록 해 두어야 한다.

③ 가필수정

점용시설의 갱신이나 점용조건이 다를 때에는 그때마다 내용의 가필수정을 실시하여 점용에 관계되는 관리자에게 절차를 밟도록 하여야 한다.

④ 점용사무

인허가는 유지관리를 위해 중요한 것으로, 갱신이나 보존 뿐 만이 아니라 퍼스널컴퓨터나 파일링시스템 등을 도입하여 정리, 확인 및 활용이 신속히 이루어질 수 있도록 해두어야 한다.

(2) 관로진단

관로의 진단은 현재 관로의 건전성, 내구성 또는 사용 가능여부를 판단할 수 있는가 등을 조건으로 하며, 직접진단과 간접진단이 있다.

1) 관로진단법

직접진단법은 관의 부식상황이나 이음부의 간격을 조사하고 관체의 일부를 채취하여 강도시험을 실시하고 관 주변지반을 조사하는 등, 관 및 그 주변을 직접조사, 관찰하는 방법이다.

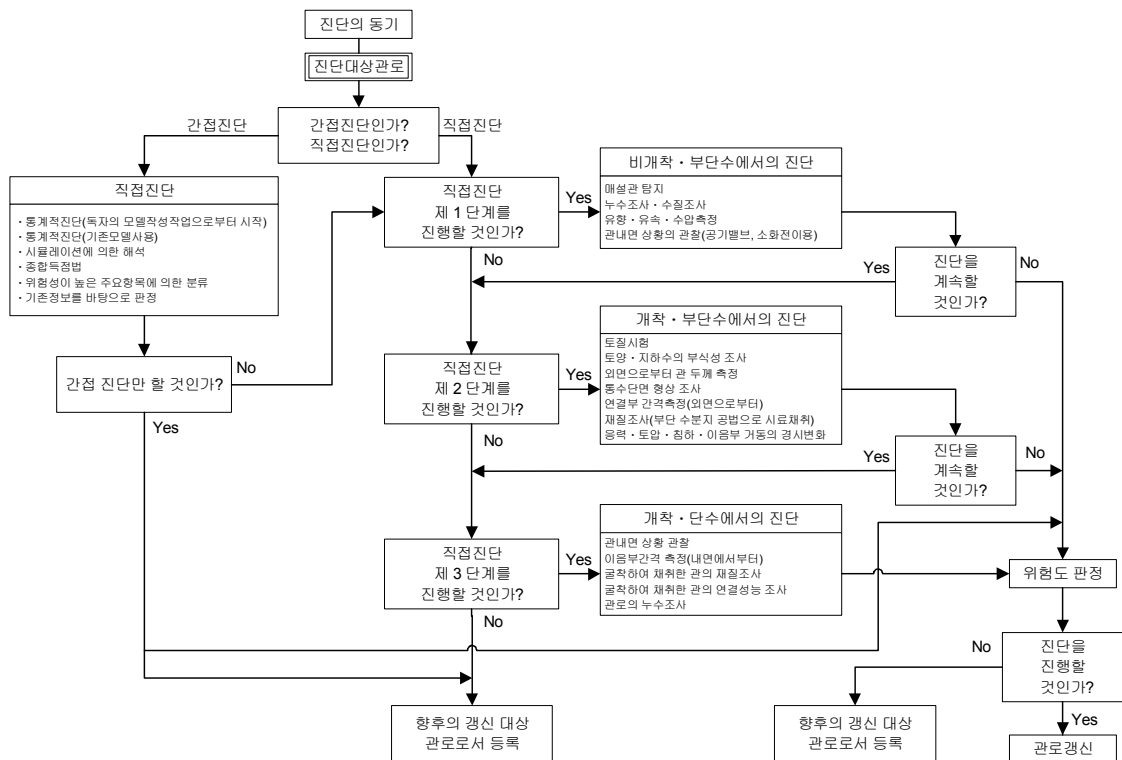
간접진단법은 과거에 발생한 다수의 사고 사례 등을 통계적으로 해석하고 사고의 크기 등과 그 요인과의 관계를 파악하여 현상 혹은 장래를 예측하는 방법이다. 각각의 특징을 <표 6.4.2>에 나타냈다.

직접진단법과 간접 진단법을 비교하면 데이터의 성질로 생각하여도 당연히 직접진단법 쪽이 정확도가 높지만, 요구되는 정확도를 생각하여 양자의 특징을 파악하여 2단 구조로 적용하는 것이 효과적이다.

관로진단의 플로차트와 진단항목조사, 측정방법을 <그림 6.4.1>과 <표 6.4.3>에 나타냈다.

<표 6.4.2> 직접진단법과 간접진단법의 특징

항목 \ 방법	직접진단법	간접진단법
실시에 필요한 노력	비용:大, 시간:大, 노력:大	한번 진단모델을 만들어 놓으면 비용:小, 시간:小, 노력:小
정확도(신뢰성)	높은	직접진단에 비해 낮다.
진단실시에 동반되는 제3자에 대한 영향 등	거의 대부분의 조사항목이 공사를 동반하기 때문에 제3자에 대한 영향 등을 생각할 수 있다.	계산하는 것만으로 완료된다.
과거의 사고와의 관계나 원인 규명	개개, 독립으로 조정하고 사고가 나면 원인을 명확화 할 수 있는 경우도 있다.	모델 작성에 이용한 데이터의 범위에 없는 특이한 상황에 대해서는 설명할 길이 없음. 또한 사고가 나면 사고원인을 명확하게는 한정지을 수 없다.



<그림 6.4.1> 관로진단시스템 플로차트

<표 6.4.3> 진단항목 및 조사·측정방법

① 간접진단항목

구분	진단항목	조사·측정방법
간접진단	통계적 진단	과거의 사고 예의 통계적 해석으로부터 위험도를 예측
	시뮬레이션에 의한 해석	관망의 수리계산으로부터 압력부족, 출수불량, 적수를 검토
	종합 득점법	요인마다에 가중값을 부여하여 해당항목의 점검을 종합하여 평가
	위험성이 높은 주요항목에 의한 분류	과거의 경험, 데이터로부터 판단
	기존정보를 바탕으로 판정	민원, 과거의 경험 등을 바탕으로 한 판단

② 직접진단방법

구분	진단항목	조사·측정방법
직접진단 제1단계 (비개착 · 부단수)	매설관 탐지	① 전자유도방식, ② 지중 레이더, ③ 초음파
	누수조사	① 상관식, ② 탐지기에 의한 누수음 수신, ③ 음청봉에 의한
	수질조사	pH값, 탁도, 잔류염소 등을 소화전, 공기밸브 등으로부터 채수하여 조사
	유량·유속·수압측정	소화전 등으로 센서를 삽입
	관내면 상황 관찰(공기밸브, 소화전 이용)	소화전으로 CCD카메라를 삽입
직접진단 제2단계 (개착· 부단수)	토질시험	N값, 압축시험, 다짐시험, 밀도시험 등을 규격대로 실시
	토양·지하수의 부식성 조사	토양은 ANSI의 평가방법에 의한. 지하수는 pH값, 함유물질 등
	외면에서 관두께 측정	① 감마선, ② 초음파, ③ 파전류
	통수단면 형상 조사	① X선 조사, ② 감마선
	간격 측정(외면부터)	① X선 조사, ② 초음파
	재질조사	테스트 피스에 의한 강도, 화학조성, 부식상황, 노후관의 강도추정
	응력·토압·침하·연결거동의 경시변화	휘어짐 게이지, 토압계, 침하봉, 변위계를 설치한 후 다시 매설함
직접진단 제3단계 (개착· 단수)	관내면 상황 관찰	관내 텔레비전 카메라, 관내로봇에 의한
	간격 측정(내면부터)	
	내면부터 관두께 측정	감마선
	굴착한 상태에서 매설관의 재질조사	테스트 피스 및 실관으로 강도, 화학조성, 부식상황, 노후관의 강도 추정
	굴착한 상태에서 매설관 연결성능 조사	수밀성, 연결이음부의 이탈량, 부속품 상황
	관로의 누수조사	① 관로충수방식, ② 테스트밴드방식

2) 관로 기능의 평가

관로 기능은 다음과 같은 관점에서 종합적으로 평가한다.

① 관체 강도

관체의 강도평가는 관의 열화나 부식에 의해 원래 상태의 관두께의 감소량을 평가하는 것으로 간접 진단법으로 추정하거나 직접 진단법으로 실측한다. 또한 강도평가는 평가대상 관로의 파손이나 누수에 대한 안전성을 파악하는 것이다. 직접 진단법에 의한 관 외면에서부터의 관두께 측정도 한 예이다.

①a 목적

관로 외면에서부터 부식부를 제외한 건전부의 두께를 측정한다.

①b 관두께 측정기기

관두께 측정기기의 예를 다음 <그림 6.4.2> 및 <그림 6.4.3>에 제시하였다.

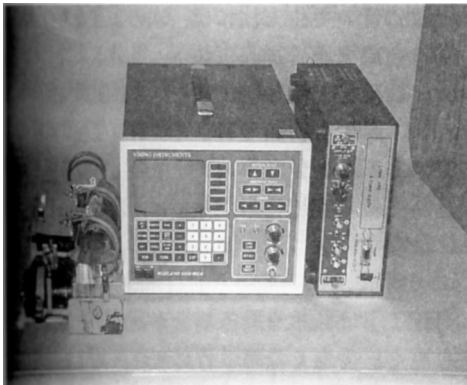
①c 적용 센서와 그 사용조건

적용 센서와 그 사용조건의 예를 제시하면 <표 6.4.4>에 제시한 것과 같다.

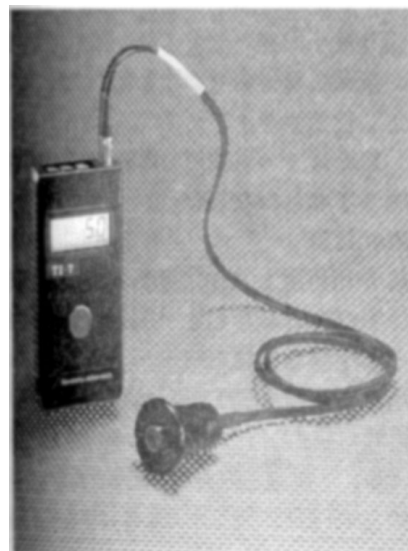
② 이음부 성능 평가

이음부 성능 평가는 노면 하중의 증가나 부동 침하 진행에 의한 이음부의 연결 간격에 변화를 간접진단법으로 추정하거나 직접진단법으로 실측하여 평가 대상 관로 연결 이음부의 이탈이나 누수에 대한 안전성을 파악하는 것이다.

직접진단법에 의한 관내면 상황 및 이음부의 간격 내면으로부터의 관찰과 측정의 한 예를 제시한다.



<그림 6.4.2> 감마선을 이용한 관두께 측정 세트



<그림 6.4.3> 초음파 두께 측정기

<표 6.4.4> 적용 센서와 그 사용조건

관두께 측정계기	측정대상 관종	측정대상 구경
감마선을 이용한 관두께 측정센서	보통주철관	500mm 이하
	고급주철관	900mm 이하
	덕타일관	1중관으로 1,200mm 이하
초음파 두께 측정기	덕타일관·강관	모든 구경에 적용

주: 감마선을 이용한 관두께 측정센서에서의 측정대상 구경은 관두께 20mm 이하의 관

③ 목적

녹의 발생상황이나 라이닝 및 도장의 상태 등의 관찰과 이음부의 연결 간격 측정을 관 내면에서 실시한다.

④ 장치

관내조사용 TV카메라를 탑재한 관내자체이동 장치를 사용한다. 그 예를 제시하면 다음과 같다.

(㉠) 자주이동장치 사양

- ㉠ 적용구경: 300~1,000mm
- ㉡ 자주거리: 최대 200m
- ㉢ 등관성능: 45°
- ㉣ 방수성능: 내압 0.1MPa(1kgf/cm²)
- ㉤ 곡관부 통과성능: 45° 주철곡관 통과가능

(㉡) TV카메라 사양

- ㉠ 컬러
- ㉡ 직시, 측시 교환가능
- ㉢ 원주 360° 회전가능

(㉢) 기종

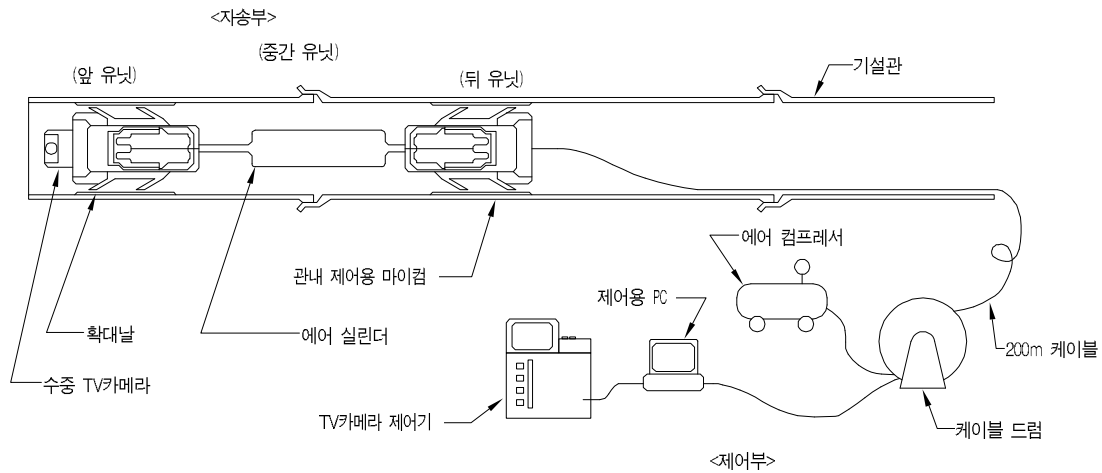
- ㉠ 시설관 구경 300~600mm - 소구경용 사용
- ㉡ 시설관 구경 700~1,000mm - 대구경용 사용

(㉣) 구성

자주이동장치(관내)와 제어장치(관외)의 구성은 <그림 6.4.4>와 같다.

⑤ 탁수 등

관로의 기능평가는 라이닝을 하지 않은 관이나 강관에 발생하는 녹의 부착상황, 관내에 부착된 물때, 관로의 박리된 도막편이나 접착제 등으로 판단한다. 그 방법에는 탁수 등의 발생이 수질, 유속 변화나 정체수와의 사이에 큰 인과관계가 있음에 착안하여 추정하는 간접진단법과 실측에 의한 직접진단법이 있는데, 이는 평가대상인 관로의 탁수, 협잡물의 발생대책에 활용하게 된다.



<그림 6.4.4> 관내조사 TV유닛(단수용)

직접 진단법에 의한 통수단면 형상의 조사 예로서 관내면 상황 관찰(비개착·부단수)의 한 예를 나타내 놓았다.

① 목적

공기밸브나 소화전 등을 이용하여 통수된 상태에서 기설관의 내면 상황을 관찰한다.

② 관찰장치

CCD컬러 카메라를 이용한 관내면 상황의 관찰장치 사양의 예는 다음과 같다.

(㉠) 조명 : 할로겐램프 등을 이용하여 관 내부를 명확히 관찰할 수 있는 장치

(㉡) 조사봉 형상 : 외형 34mm, 길이 2,045mm

(㉢) 직시 및 측시 가능

(㉣) 초점맞춤 기구부착

(㉤) 사용가능수압 : 0.6MPa(6kgf/cm²)

본 장치를 이용한 관내면 관찰 상황을 <그림 6.4.5>에 제시하였다.

④ 출수불량

관로의 출수불량(통수상태)평가에는 직접진단법과 간접진단법이 있다. 간접진단법은 오래된 급속관 내면의 녹 부착에 의한 통수단면의 감소상황을 과거의 정보와 근사된 관망, 구경, 매설년도, 수압분포 등의 기존정보를 분석하여 원인 관로를 추정한다. 직접진단법은 직접관찰에 의해 유향, 유속, 유량, 수압의 측정을 여러 지점에서 실시하고 대상 관로의 통수능력 저하 정도를 평가한다.

직접진단법에 의한 관내의 수리특성 측정의 한 예를 제시하였다.

① 목적

통수된 상태에서 관로에 각종 센서를 설치하여 유속, 유향, 유량, 수압 등을 측정한다.

② 측정장치 및 방법

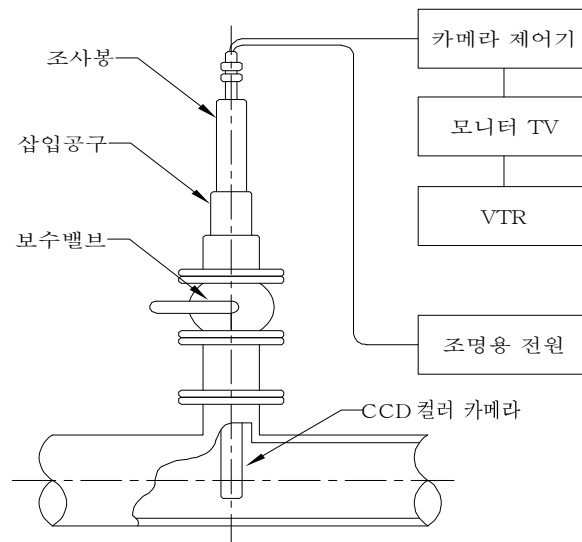
<그림 6.46>에 일반적인 측정상황을 나타냈다.

측정에는 유속 센서, 압력센서를 이용하여 AD미터(측정기)로 자동계측, 자동 기록할 수 있고 측정유속의 정부(+, -)로 유향을 판정할 수가 있다.

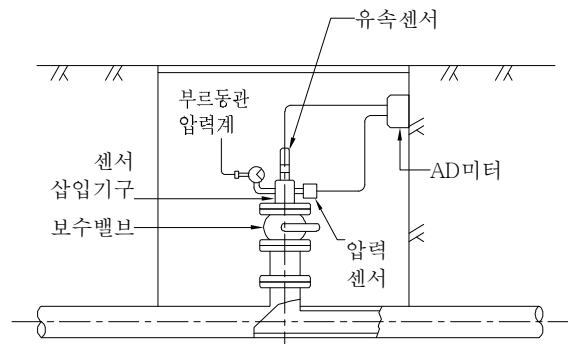
또한 설치 공간은 일반적으로 공기밸브나 소화전 박스라면 설치조작이 가능하다.

⑤ 관로의 내진성

관로진단에서 얻어진 관체 정보 및 환경정보를 바탕으로 수도시설 내진공법 지침해설(1997년 3월 일본수도협회)에서의 매설관로의 내진 계산법 및 수관교의 내진 계산법에 의해 최대급의 지진이 발생했을 때의 관체 응력, 이음부 신축량, 이음부 굴곡각 등을 구하여 건전한 관로와 대상관로의 안전율의 상이함을 평가한다.



<그림 6.45> 관내조사 TV유닛(부단수용)



<그림 6.46> 공기밸브·소화전에서의 유속·유향, 수압측정상황

(3) 관로의 갱신

관로갱신은 관로의 기능저하에 의한 사고, 장애 발생을 방지하고 해소하는 것을 기본으로 하고 있지만 더불어 장애의 효율적인 수운용이나 합리적 유지관리를 고려한 관로기능 강화와 향상을 도모하려는 것이다.

단, 관로갱신의 방법은 크게 갱신과 교체로 나눌 수 있다. 교체공법은 기능이 저하된 관을 신관으로 교체하여 기능을 향상시키는 방법이며, 갱생공법은 기능저하의 종류, 정도에 따라 기설관을 갱생시켜 기능을 회복시키는 방법이다.

1) 노후관의 매설 교체

관로의 매설교체는 각 수도사업의 대상관로 실태나 중점시책의 추진방향에 따라 각각의 목표설정이 다르지만, 대상관로를 효과적, 경제적으로 갱신하기 위해서는 다음과 같은 검토가 필요하다.

① 공법 결정

개착 교체의 목적, 시공환경을 검토하여 최적한 공법을 결정한다.

② 개착공법(매설 교체공법)

③ 비개착공법(기설 관내 매설공법)

(ㄱ) 기설관내 삽입공법

(ㄴ) 기설관내 회전삽입 공법

(ㄷ) 기설관내 파쇄추진공법(상수도시설 설계지침의 내용 중 기설관내 매설공법 및 기타 특수 공법 참조).

④ 관로의 기능향상을 위한 기술적 검토

① 관중 및 이음부 내진성 향상을 위한 기술적 검토

② 관로, 밸브류 등의 방식성 향상을 위한 수질대책

③ 관로의 조사, 진단 가능한 점검구 및 설비 설치를 위한 시설의 유지관리 대책

④ 각종 계측기기의 설치, 밸브나 감압밸브의 증설을 위한 장애의 급배시스템 대책

⑤ 수도시설 전체 정비계획이나 기타 관련되는 계획과의 정합성

① 관로 정비계획

② 시설 정비계획

③ 타사업관련계획

2) 관의 갱생

노후관의 적수대책, 출수 불량 해소를 위한 관을 갱생시킬 때에는 관중, 구경, 관체강도, 이형관 및 부속설비, 급수관 등의 관로상태와 단수시간, 관로, 수용가로의 영향 등을 충분히 검토한 뒤에 적절한 공법을 선정하도록 한다.

관 갱생공사에 앞서 전처리의 관내 클리닝은 채용하는 공법에 따라 부식물질 제거 정도가 다르므로 관로 조건을 포함해 검토하여 적절한 공법을 선택할 필요가 있다.

일반적으로 관 갱생방법에는 다음과 같은 것이 있다.

① 합성수지관 삽입공법

- ② 피복재 관내 장착공법
- ③ 에폭시수지 도로 라이닝공법

3) 시공상의 유의사항

관로 갱신의 실시에 있어서 다음과 같은 점에 유의하여야 한다.

① 단수

갱신공사는 단수를 동반하는 경우가 있는데 시간과 횟수를 아주 짧게, 적게 할 수 있는 공법과 시공방법을 검토한다.

② 가설 배관

공법적으로 가설배관을 시공하여야 할 경우는 가능한 한 최소구경으로 하여 공사비용을 절감하고 관중은 내외압이나 충격에 견딜 수 있는 것, 수질에 영향을 주지 않는 것을 선정하여 사용한다. 또한 한랭지에서의 동절기 기간 동안의 노출배관에는 방한대책을 반드시 세워두어야 한다.

③ 현장대책

시공에 앞서 시공방법, 단수, 교통규제, 소음, 응급급수, 진동 경감 등을 충분히 검토하고 지역 주민이나 사업장 등과 충분한 협의를 한다.

④ 도로관리자, 타공사와의 조정 및 매설물에 대한 주의

도로공사, 하수도공사 등 다른 공사계획을 충분히 조사하여 가능한 같은 기간에 시공하도록 조정하여 계획을 세운다.

계획 입안시에는 매설물이 집중되어 있는 경우가 있으므로 조사, 입회, 시험굴착 등을 반드시 실시하여 다른 매설물에 손상을 주지 않도록 주의한다.

⑤ 관로 정보의 정리

굴착 교체 결과 관로 정보에 변경이 있을 수도 있으므로 신속히 정리, 정정하여 향후 유지관리에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.

(4) 관체 및 관로의 점검과 정비

송·배수관로의 사고예방을 위해 정기적으로 노선을 순찰 및 점검하고 미비한 점을 발견한 경우에는 신속히 정비하도록 한다. 그러기 위해서는 송·배수관로에는 점검시의 위치 등을 명확히 하기 위해 관로표지를 설치해 두는 것이 바람직하다. 밸브 등의 부속설비도 그 위치가 명확하게 파악될 수 있도록 대장·도면류를 정비해 둘 필요가 있다.

1) 관로표지 설치

관로표지에는 여러 종류가 있는데 설치장소에 따라 선택하고 거리표, 지반높이 등의 필요사항을 표시한다.

밸브 등은 긴 시간이 지나면서 위치가 불명확하게 되는 것을 방지하기 위해 밸브, 공기밸브 등의 구분 표시도 포함해서 설치하고 오프셋에 의한 위치 표시, 밸브번호, 구경, 개폐방향, 회전수, 개도 등을 밸브대장에 기록해 둔다. 또한 현지에서 용이하게 확인할 수 있도록 철개 뚜껑 뒷면에 표시

관을 붙여 표시해 두는 것이 바람직하다.

2) 관의 표시

지하 매설물의 복잡화에 따른 타기업 매설물과의 오인 등, 도로 굴착에 동반되는 사고 방지를 위해 지하에 설치하는 점용물에는 “도로법 시행령 ” 및 “도로법 시행규칙”, 지자체의 관련 조례 등의 규정에 따라 점용물의 명칭, 관리자, 매설연도, 기타 보안상 필요한 사항을 명시한 비닐, 기타 내구성을 지닌 테이프를 감아 표시하여야 한다.

각종 공사에서 명시되어 있지 않은 시설관을 노출시킨 경우는 노출된 부분에도 표시 테이프를 감아두도록 한다.

각 기업별 표시 테이프 색깔은 지하에 매설하는 전선 등의 표시에 이용하는 비닐 테이프 등의 지역 색에 대해 정해져 있다. 그 예를 정리하면 <표 6.4.5>와 같이 예를 들 수 있다.

<표 6.4.5> 사업별 표시 테이프의 색채의 예

구 분	색 채	구 분	색 채
전화선	적 색	수도관(공업용수도사업법)	백 색
전력선	오렌지색	하수도관	자 색
수도관(수도법)	청 색	가스관	녹 색

관 명시의 구체적 방법은 상수도시설 설계기준에 제시된 관의 명시를 참조할 것.

3) 노선순찰

노선순찰의 주된 목적은 송·배수관에 관한 사고 예방과 조기발견이다. 노선순찰은 정기적으로 실시함과 동시에 순찰기록부 등을 정비하고 관리상태, 관로 및 맨홀, 검검구 등의 상황을 늘 파악해 두어야 한다.

지상 누수의 경우는 물론이거니와 지상으로의 누수가 없어도 도로상 함몰, 균열, 부등침하 등의 이상이 있을 때에는 굴착 등으로 바로 그 원인을 조사하여야 한다. 이 경우, 주요도로에 대해서는 도로관리자 입회를 부탁해 그 원인을 조사하여 확인하도록 한다.

한편, 지상 누수에 의한 도로면 동결, 각종 밸브실의 철개 손상, 수도공사 후의 관리미비 등에 의한 교통사고 방지도 충분히 주의하도록 한다.

또한 송·배수관에 근접하여 실시하는 타공사에도 항상 주의하여 상황에 따라서는 현장에 입회하여 사고 발생을 미연에 방지하도록 힘써야 한다.

단, 매설지 등 지반이 불안정한 장소에 매설되어 있는 관에는 침하측정이 가능한 장치를 설치하여 정기적으로 점검하는 것이 바람직하다.

(5) 배수조정

배수조정은 안정급수를 위해 적정한 수압·수량배분을 도모하고 합리적이고 경제적인 시설 운용이 되도록 하여야 한다. 그러기 위해서는 관망의 블록화, 루프화나 펌프 혹은 밸브에 의한 수압조정 등

의 합리적인 수운용을 실시할 필요가 있다.

1) 적절한 수압과 수량

배수조정은 급수구역 내가 거의 균등하고 적절한 수압으로 급수될 수 있도록 조정하도록 하고 지역 특성에 따라 최소의 동수압은 직결급수계획과 조정하도록 한다.

또한 급수구역의 수요에 대응한 수량을 공급할 수 있도록 수요관계를 명확히 하여 합리적인 수운용을 실시한다.

2) 수압·수량의 조정

수압·수량의 조정에는 급수구역을 지반의 고저 등 지형·지세나 시설능력에 따라 배수계통별 블록으로 분할하여 원활한 급수와 에너지 손실을 최소화함으로써 한 효율적 운용이 가능한 배수구역을 설정할 필요가 있다. 급수구역의 지형·지세 등에 따라 이들 방법이 선택될 수 없는 경우에는 다음의 방법으로 수압·수량을 조정한다.

① 밸브조작에 의한 조정

제어용 밸브의 개폐에 따라 수압·수량을 조정하는 경우에는 시간변동을 충분히 조사 검토한 뒤에 조작하도록 하고 조작전후의 수압·수량을 비교하여 조정 결과를 명확히 해 두어야 한다. 그때에 밸브의 개도 등을 밸브대장에 기록해 둔과 동시에 현장에서 쉽게 확인할 수 있도록 표시해 두는 것이 바람직하다.

② 배수관망 정비에 의한 조정

배수관망이 불충분하기 때문에 밸브조작 또는 펌프운전에 의한 조정으로는 대응되지 않는 경우는, 배수관의 구경확대나 증설, 상호 연락화 또는 복수화, 루프화 등의 개량공사를 실시하여 배수관망을 정비하여 수압·수량 조정을 실시하도록 한다.

③ 증압펌프 또는 감압밸브에 의한 조정

지형상 적절한 수압이 불가능한 구역에는 증압펌프를 설치하며, 수압이 높은 구역에는 감압밸브를 설치하여 적절한 수압으로 조정하는 것이 바람직하다.

④ 화재시의 대응

화재시에 소화전의 사용으로 배수관내에 부압이 발생되지 않도록 조정하여야 한다. 그러기 위해서는 소화전의 수압은 정기적으로 측정하여 기록해 두는 것이 바람직하다.

3) 송·배수시설의 합리적 수운용

배수시설을 원활하고 경제적으로 운용하기 위해서는 적절한 수압과 수량배분이 주된 요소가 되므로 시설의 합리적 수운용이 가장 중요하다. 합리적인 수운용을 위해서는 텔레미터 등에 의해 배수지, 배수펌프장 및 관망의 주요지점등의 수압·수량의 계측을 수행하여 수도시설 전반의 운전상태를 파악함으로써 펌프운전대수, 회전수, 밸브의 개폐에 따른 적절한 수압·수량으로 조정하는 것이 바람직하다.

4) 관망의 수리학적 조사

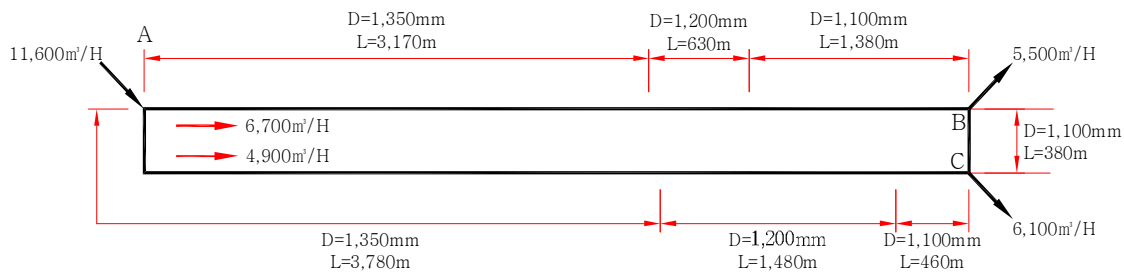
배수조정을 효과적으로 실시하기 위해서는 미리 관로마다 수압·수량, 연장, 지반의 표고 등을 정확히 조사하고 하디크로스법 등 관망계산방법을 이용하여 관망의 수리상태를 파악해 둘 필요가 있다. 이러한 이유로 기설 수압계나 유량계에만 의존하지 않고 소화전으로도 수압측정을 실시하는 것이 바

람직하다. 배수관 유량 실측이 곤란한 경우는 그 관이 담당하는 배수구역을 명확히 하고 그 구역내의 배수량으로 추정한다. 이 경우 미리 전급수구역을 다수의 격자(mash)로 분할하여 각 격자마다의 유수량을 집계하고 계절변동, 누수량 등을 고려하여 배수량을 추정한다.

유속계수는 수압·유량 등을 조사하여 구하게 되지만, 내면방식이 안된 관은 매설연도에 따라 상당한 차이가 있으므로 주의하여야 한다. 단, 관망수리의 계산 예를 <참고 6.4.1>에 나타냈다.

<참고 6.4.1> 관망수리의 계산 예

A점에서 유입되어 B, C점에서 분류되는 그림과 같은 관망의 경우에 A~C 사이를 단수할 수 있는지 조사한다. A, B, C점의 수압은 0.38MPa(3.9kgf/cm²), 0.25MPa(2.5kgf/cm²), 0.26MPa(2.7kgf/cm²)이며, 표고는 0m, 4.1m, 3m이다. A점의 펌프 양정은 55m로, C점의 단수후의 필요수압은 0.24MPa(2.4kgf/cm²)로 한다.



<참고 그림 6.4.1> 관망계산 조건도

① AB, AC간의 구경을 1,350mm로 통일하기 위해 다음 식으로 연장을 환산한다.

$$h_{BC} = (25 + 4.1) - (26 + 3) = 0.1$$

$$Q_{BC} = \frac{(6,700 - 5,500)}{60 \times 60} \approx 0.333 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_{BC} = \frac{0.333}{0.27853 \times 1.10^{2.63} \times \left[\frac{0.1}{380} \right]^{0.54}} \approx 80$$

또는, C_{AC} 는

$$h_{AC} = 38 - (26 + 3) = 9 \text{ m}$$

$$Q_{AC} = \frac{4,900}{60 \times 60} \approx 1.36 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_{AB} = \frac{1.36}{0.27853 \times 1.35^{2.63} \times \left[\frac{9}{7,654} \right]^{0.54}} \approx 85$$

$$h = 10.666 C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

$$L = \left[\frac{D_1}{D} \right]^{-4.87} L_1$$

여기서, L: 환산연장(m)

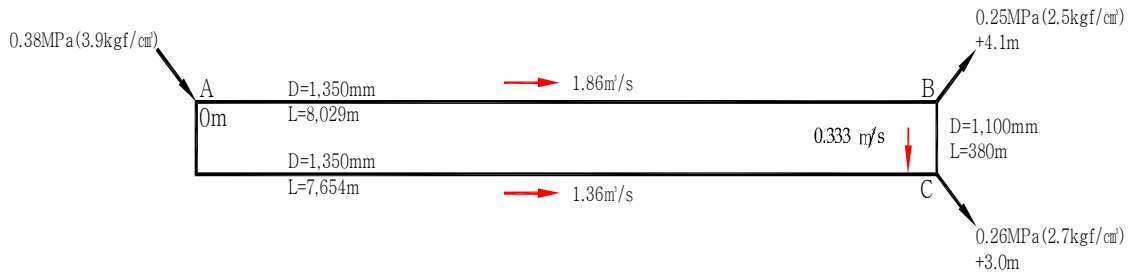
D: 기준구경(m)

L_1 : 처음연장(m)

D_1 : 처음구경(m)

$$L_{AB} = 3,170 + \left[\frac{1.20}{1.35} \right]^{-4.87} \times 630 + \left[\frac{1.10}{1.35} \right]^{-4.87} \times 1,380 = 8,029\text{m}$$

$$L_{AC} = 3,780 + \left[\frac{1.20}{1.35} \right]^{-4.87} \times 1,480 + \left[\frac{1.10}{1.35} \right]^{-4.87} \times 460 = 7,654\text{m}$$



<참고 그림 64.2> 관망계산 환산도

② 하젠 윌리엄스 공식에 의해

$$C = \frac{Q}{0.27853 \cdot D^{2.63} \cdot L^{0.54}}$$

여기서, C: 유속계수 Q: 유량(m³/s) D: 구경(m)

$I = \frac{h}{L}$: 동수구배 h: 손실수두 L: 연장(m)

A~B 간의 유속계수 C_{AB} 는,

$$h_{AB} = 38 - (25 + 4.1) = 8.9\text{m}$$

$$Q_{AB} = \frac{6,700}{60 \times 60} \approx 1.86\text{m}^3/\text{s}$$

$$C_{AB} = \frac{1.86}{0.27853 \times 1.35^{2.63} \times \left[\frac{8.9}{8,029} \right]^{0.54}} \approx 120$$

마츠다식 관수로 계산방법으로 구하는 경우는

$$Q_l = \frac{6,700 \times 1,000}{60 \times 60} \approx 1,861\text{l/s}$$

$$D_l = 1,350\text{mm}$$

$$I_l = \frac{8.9}{8,029} \approx 1.11\%$$

$$C \approx 120$$

마찬가지로 C_{BC} 는

$$h_{BC} = (25 + 4.1) - (26 + 3) = 0.1\text{m}$$

$$Q_{BC} = \frac{6,700 - 5,500}{60 \times 60} \approx 0.333\text{m}^3/\text{s}$$

$$C_{BC} = \frac{0.333}{0.27853 \times 1.10^{2.63} \times \left[\frac{0.1}{380} \right]^{0.54}} \approx 80$$

또는, C_{AB} 는

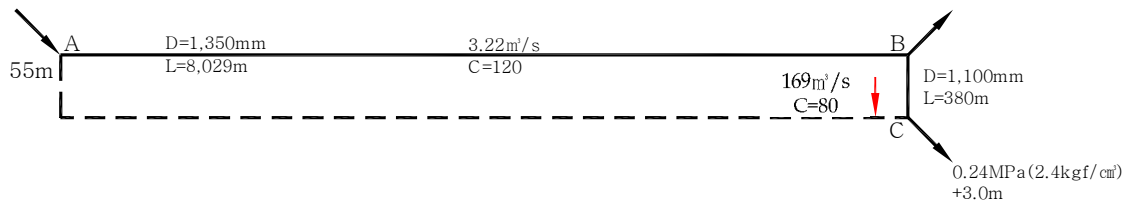
$$h_{AC} = 33 - (26 + 3) = 9\text{m}$$

$$Q_{AC} = \frac{4,900}{60 \times 60} \approx 1.36\text{m}^3/\text{s}$$

$$C_{AB} = \frac{1.36}{0.27853 \times 1.35^{2.63} \times \left[\frac{9}{7,654} \right]^{0.54}} \approx 85$$

③ A~C간을 단수한 경우의 손실수두를 공식으로 구한다.

$$h = 10.666C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$



<참고 그림 64.3> 손실수두계산도

A~B간의 손실수두 h_{AB} 는

$$Q_{AB} = \frac{11,600}{60 \times 60} \approx 3.22\text{m}^3/\text{s} \text{로부터}$$

$$h_{AB} = 10.666 \times 120^{-1.85} \times 1.35^{-4.87} \times 3.22^{1.85} \times 8,029 \approx 24.602\text{m}$$

마찬가지로 h_{BC} 는

$$Q_{BC} = \frac{6,100}{60 \times 60} \approx 1.69\text{m}^3/\text{s}$$

$$h_{BC} = 10.666 \times 80^{-1.85} \times 1.10^{-4.87} \times 1.69^{1.85} \times 380 \approx 2.028\text{m}$$

④ A~C간을 단수할 수 있는지 검토한다. C점의 필요수압은 0.24MPa(2.4kgf/cm²)이고, 표고가 3m이므로 A점 $h_{AB} + h_{BC} + 24 + 3 = 53.630 < 55\text{m}$ 의 동수압을 펌프양정 55m보다 작으므로 단수 가능하다.

5) 블록급수

적정한 배수조정으로서 급수구역 전체를 배수관망 블록시스템으로 급수하는 것이 바람직하다.

① 배수조정의 현상

배수시설은 필요로 하는 수량을 적정한 수압으로 안전하게 공급하고 유지관리도 용이하게 이루어질 수 있어야 한다. 그러나 종래의 배수시설은 급수구역내의 물수요 실태나 지형과 지세에 따라 단일 또는 복수의 배수계통으로 구성되어 있는 곳이 많다. 그러므로 자연적, 사회적 조건에 세심한 대응이 불가능한 관계로 수압과 수량의 불균형 상황이 발생하고 있다. 따라서 다음과 같은 대응으로 급수 균형을 확보하고 있다.

① 밸브조작에 의한 배수조정

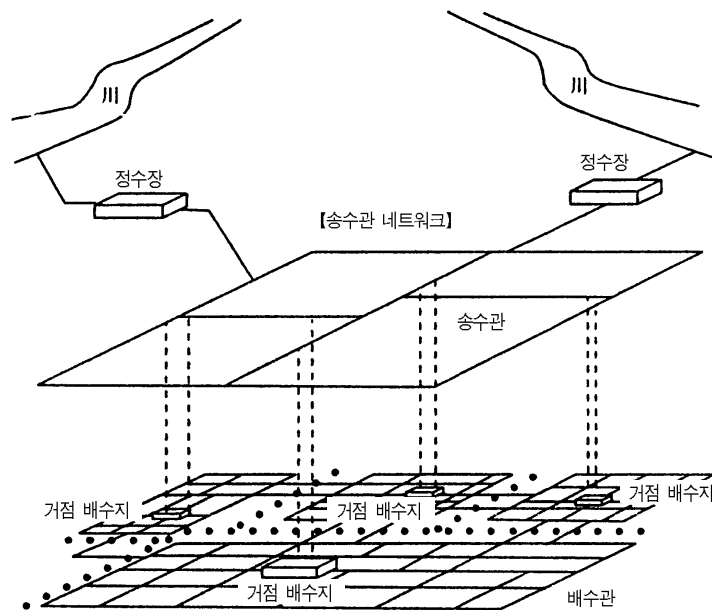
② 중압펌프장 설치(필요수압을 얻을 수 없는 구역)

③ 감압밸브 설치(수압이 비정상적으로 높은 구역)

② 송·배수시스템 구축

수도에 대한 의존도가 점점 높아지고 있는 현재, 배수관로에서 단 한 번의 단수로 인한 영향은 종전보다 훨씬 높아지고 있고, 평상시의 안정급수는 물론이거니와 이상시에 있어서도 그 영향을 극소화하는 것이 강하게 요구되고 있는 실정이다.

이러한 이유로 송·배수시스템 구축은 평면적으로 연결될 뿐만 아니라 기능별로 분화된 다층의 계층구조로 구축이 필요하게 된다. 따라서 정수장으로부터 배수지로의 송수관로, 계통간의 상호수운용을 도모하는 송수관 네트워크 및 개개의 계통 내 배수관망의 수운용을 위해 배수관 네트워크로 구성되는 시스템으로 이루어져 있는 것이 바람직하다(<그림 6.47> 참조).



<그림 6.47> 배수관 네트워크

③ 송·배수시스템

송·배수시스템의 구체적 방책으로서는 다음과 같다.

① 송수관 네트워크

지형이나 기존시설을 고려하여 적정한 규모의 급수블록마다 대응하는 배수지를 설치할 것을 전제로 하여 다음의 기능을 고려해서 송수관 네트워크를 형성하도록 한다.

- (㉠) 배수지로의 송수루트는 2계통 이상 확보한다.
- (㉡) 배수지간 상호 용통기능이나 송수관으로부터의 직송기능(바이패스)을 확보한다.
- (㉢) 배수지 용량은 12시간분 이상을 확보한다.
- (㉤) 송·배수 기능을 분리한다.

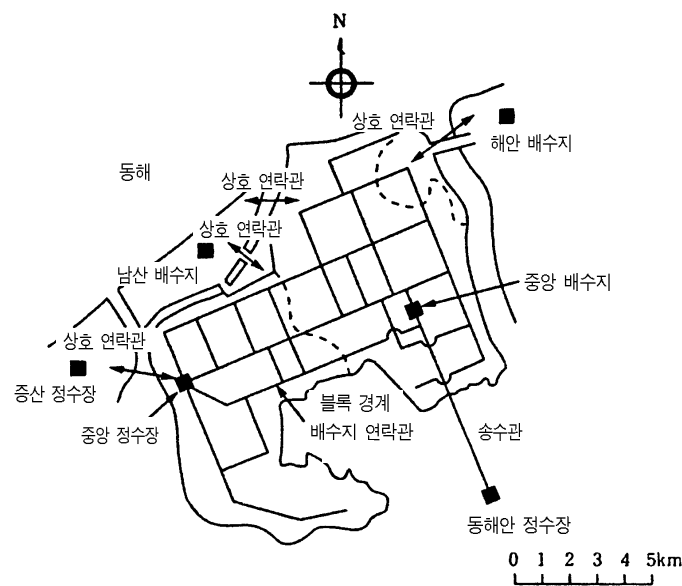
송수관 네트워크의 형성으로 인해 배수지 상호용통에 의한 백업 기능의 강화, 거점배수지 증강, 송수관 루트의 복수화 등 기능 강화가 필요하다.

⑥ 배수관 네트워크

급수 블록 내는 배수지와 배수본관으로 구성된 네트워크, 배수본관에서 분지된 배수지관망에 의해 네트워크가 형성된다. 각각의 네트워크는 각 계층에서 상호유통이 가능한 기능을 지니는 것이다.

배수관 네트워크 설정은 다음과 같다.

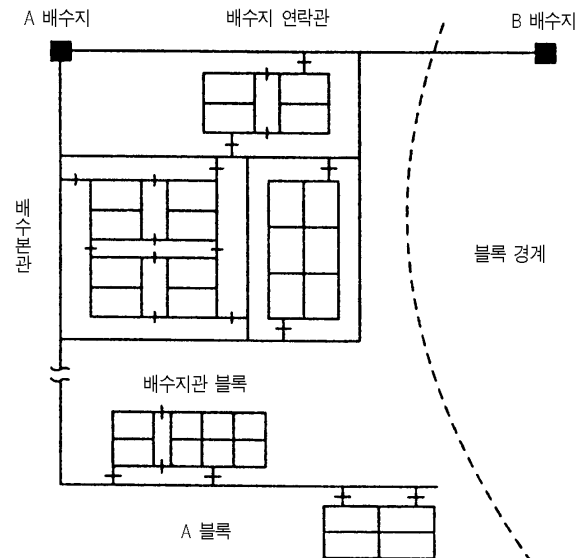
- (ㄱ) 배수 블록 설정에 있어서 그 규모는 지형과 지세, 배수본관의 매설상황 및 기설 정수장, 배수지 위치를 기준으로 설정하고 급수는 그 블록의 배수지에서 직접 실시하는 것을 원칙으로 한다(<그림 6.48> 참조).



<그림 6.48> 배수본관의 계획도

- (ㄴ) 배수지관 블록은 배수간선, 배수본관에서 연결되어 상호유통을 도모한다. 상호유통용 배수간선은 통상은 배수관으로서 이용한다(<그림 6.49> 참조).
- (ㄷ) 배수지관 블록의 규모는 지역별 인구, 기설 배수지관의 매설상황, 도로형태에 따라 설정한다.
- (ㄹ) 배수구역 내에서 등압급수의 확보, 배수 컨트롤의 기능향상을 위해서는 각각 관로의 기능을 구분할 필요가 있다.
- ㉠ 배수간선(배수지 연락관)은 배수지의 상호 유통관, 배수블록간의 연락관으로서의 기능을 갖지만 통상은 배수본관으로서 활용한다.
 - ㉡ 배수본관은 배수 블록 내에서의 물 운송과 다음의 배수지관 블록으로의 물 배분을 기본 기능으로 한다.

- ㉔ 배수지관은 지관 블록 내에서의 물 운송과 급수분기를 기능으로 하는 서비스관이다.
이 지관으로의 주입은 배수본관에서 2, 3점에서 실시한다.



<그림 6.4.9> 배수본관과 지관 블록과의 관계

(6) 직결급수

한편, 최근의 주택, 사무소 등에서 고층화가 진행되고 이에 동반되어 저수조 설치가 증가되고 있는데, 그 관리가 불충분한 관계로 수질악화가 진행되어 오고 있는 상황이다.

이와 같이 중, 고층화로의 급수와 저수조의 위생문제 등 수도를 둘러싼 환경은 향후 수용가로의 급수서비스를 놓고 생각해 볼 때 직결급수 범위를 확대하여 급수시스템을 구축하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

1) 범위

직결급수확대 요청이 있다고 하여도 최소 동수압이 종래의 표준(0.15~0.2MPa)이나 이에 가까운 상수도관로에서는 최소동수압을 한 번에 높일 수는 없다.

그러나 지형상 최소동수압이 현재 0.2MPa인 수도관로나 경년화되어 강도가 약한 관을 갱신하는 등의 배수관 정비를 실시하여 0.2MPa 이상의 수압을 유지시킬 수 있는 상수도사업체는 가능한 한 직결급수 범위를 확대하는 것이 바람직하다.

이처럼 도입을 위해 조사와 검토를 실시하고 더욱이 장기간의 목표를 정하여 이를 향해 시설 정비를 진행해 나가는 것이 필요하다.

2) 유의사항

직결급수 범위를 확대할 때에는 다음과 같은 사항에 유의할 필요가 있다.

① 저장 기능의 저하

저수조는 배수관 사고 등에 의한 감수 혹은 단수시에 저장 기능의 역할을 하고 있지만, 직결급수에 의해 그 기능이 상실되기 때문에 단수시 수용가에 대한 홍보 강화를 도모할 필요가 있다.

② 배수시설로의 영향

건축물 사용수량의 시간적 변동이 배수량에 직접영향을 주고 단위시간당 배수량이 증가함에 따라 해당되는 건축물 주변에서의 배수압이 저하하고 때로는 출수 불량의 원인이 되기도 한다.

3) 직결급수범위 확대방법

3층 건물의 직결급수는 지세에 따라서는 현재 상황의 최소동수압에서도 급수가 가능한 경우가 있다.

그러나 압력부족으로 불가능한 지역이라 할지라도 최소한의 관망정비 혹은 배수구역을 변경하든지, 펌프 급수수역인 경우는 약간의 펌프 토출압력의 증압에 의해 직결급수가 가능한 경우도 있다.

범위확대의 구체적 방법으로는 현 상황의 배수방식, 중·고층 건축물이 차지하는 비율, 분포상황으로 다음의 방법을 생각할 수 있다.

- ① 배수계통 혹은 펌프 시방 변경 등에 따라 배수관의 수압을 증압하는 방법
- ② 건물의 급수관에 증압펌프를 설치하여 건물전체의 수압을 증압하는 방법
- ③ 배수관 수압이 부족한 높이 이상을 급수관에 증압펌프를 설치하여 증압하는 방법

4) 향후의 과제

① 수도시설의 정비

① 저장기능의 확보

원수조정지 건설이나 배수지 용량의 증강 등 수도시스템 전체의 저장 기능을 증강한다.

② 배수관의 정비

직결급수를 추진하기 위해서는 배수관의 증강, 노후관의 갱신 등 배수관의 정비를 진행하고 배수관 압력의 상승에 의한 파열누수사고 방지 등 배수관로의 기능향상을 도모하여야 한다.

② 급수장치에 관한 대책

① 급수관의 기능향상

배수관로와 마찬가지로 시스템으로서의 기능향상을 도모하지 않으면 안 되는데, 이러한 이유로 압력손실을 초래할 것으로 예상되는 급수관에 대해서는 개선할 필요가 있다.

② 손실수두가 작은 기구의 개발

급수장치에서의 기구의 손실압력이 작으면 작을수록 직결급수 범위는 확대된다. 특히, 계량기, 역류방지밸브 등은 수압 손실이 크므로 손실이 작게 되는 것으로 개발이 필요하다.

③ 역류와 워터해머 대책

직결급수범위의 확대에 따라 종래보다 입상관이 높아져 배수관의 단수시에 역류방지밸브, 버큘 브레이커 등이 정확히 작동되지 않게 되면 관내가 진공에 가까운 상태가 될 수 있으므로 급수기구 등으로의 영향에 유념하도록 한다.

(7) 관 세척 및 소독, 잡물제거

송·배수관의 신설 또는 유지공사를 하는 경우에는 관로의 수밀성, 안전성 확인을 위해 수압시험을 실시한 후, 관 세척을 실시하도록 한다(수도시설 설계지침의 수압시험 참조).

기타 관로에도 수질유지를 위해 상황에 따라 관 세척을 실시한다.

1) 관의 세척

관 세척은 배수관(排水管)에서 배수시키면서 실시하는데 배수설비가 없는 경우는 소화전을 이용하든지 관 말단부에 배수기 등을 설치하여 배수하면서 세척한다. 특히, 세척을 효과적으로 실시하기 위해서는 관내유속을 1.0m/s 이상으로 할 필요가 있다. 관 세척에는 특수 폴리우레탄제인 피그(pig)를 관내에 넣어 압력으로 피그(pig)와 함께 관내의 이물을 제거하는 방법도 있다.

2) 관 소독

송·배수관의 세척 배수(排水)에 탁질이 있다고 염려될 경우에는 배수를 계속하면서 상류단 소화전, 분수전 등의 개구부로부터 플랜지 펌프 등으로 관내 잔류염소가 10mg/L 정도로 하여 염소수를 주입시킨다. 그 결과 배수의 잔류염소가 10mg/L 정도 되면 염소주입과 배수를 중지하여 24시간 정도 가만히 둔다. 그 후 관내의 잔류염소를 측정하고 잔류염소가 5mg/L 미만인 경우는 세척배수를 반복한다. 잔류염소가 5mg/L 이상인 경우에는 수도수 주입으로 교체하여 배수를 재개한다.

배수의 잔류염소가 저하되고 수돗물과 같은 정도가 되는 시점에서 탁도, 취기, pH값 등을 측정하고 이들 측정값이 수질기준에 적합하다면 사용을 개시하도록 한다.

기설관과 연결하는 경우 등에, 10mg/L 잔류염소 함유수를 가득 채울 수 없을 경우에는 약 50mg/L의 염소 함유수에서 세척 소독한 후 매설하는 것이 바람직하다.

단, 염소를 포함하는 물을 배수하는 경우는 방류할 곳의 상태에 따라 염소냄새나 물고기에 미치는 피해 등의 사고가 발생하지 않도록 탈염소처리를 할 필요가 있다.

3) 잡물 제거

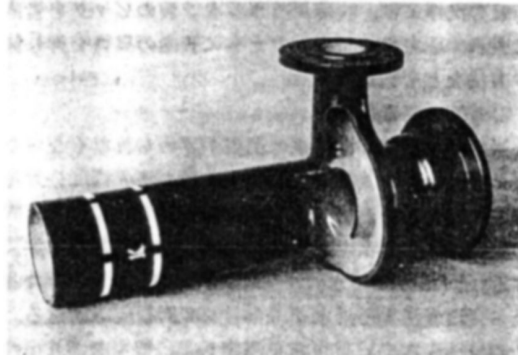
기존관내의 녹 기타 잡물의 침전 또는 유리가 있을 때에는 그 원인과 협잡물의 종류, 구역 등 과거의 기록, 실적을 바탕으로 충분히 조사검토하고 적절한 시기에 배수관, 소화전 등에서 제거할 필요가 있다.

이들의 제거에 소화전을 이용하는 경우는 덕타일 주철 플랜지 부착 T자관을 사용하는 것이 유효하다(<그림 6.4.10> 참조).

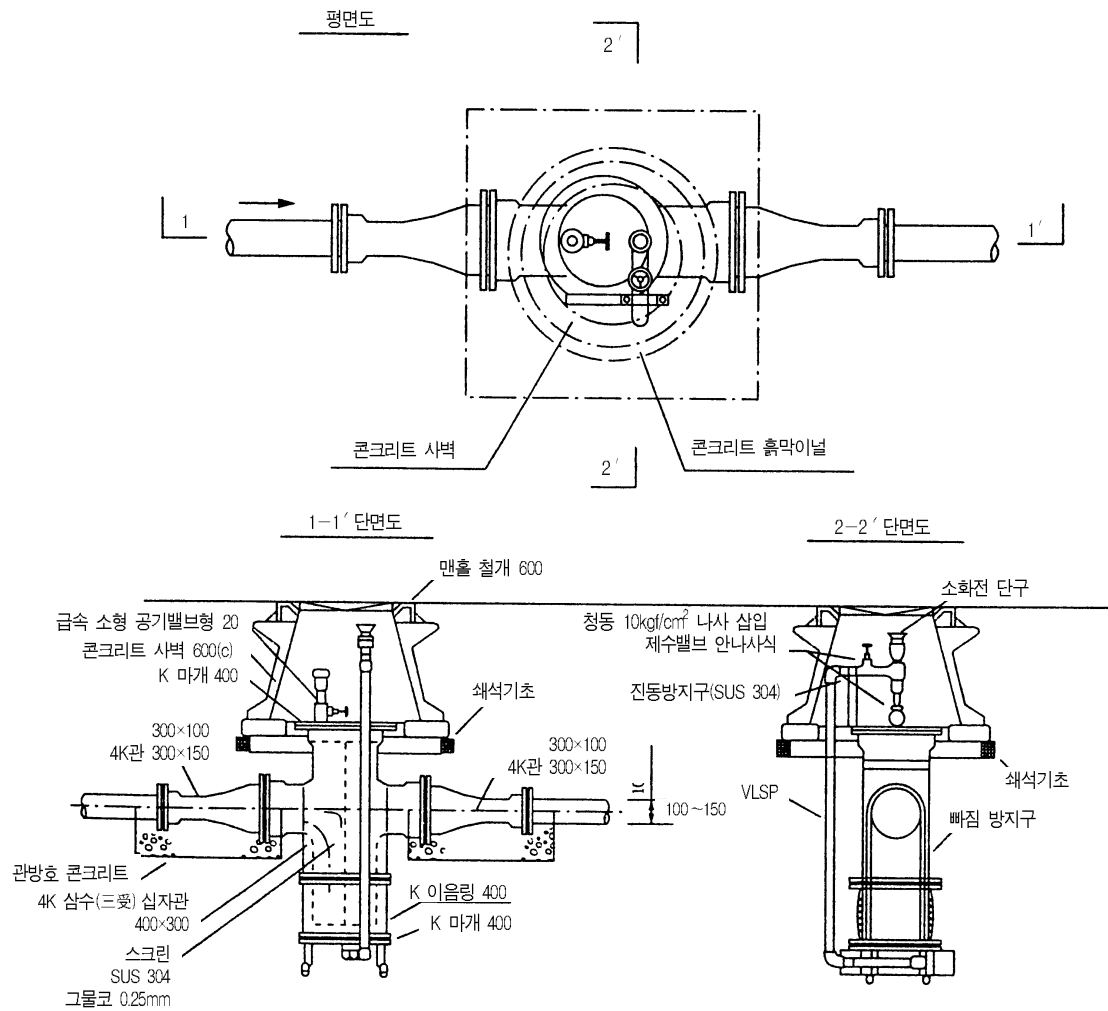
그 밖에도 십자관형 배수장치를 정비해 효과적으로 제거하는 방법도 실시되고 있다(<그림 6.4.11> 참조). 또한 관망이 미정비된 구역에서는 배수관 정비와 루프화를 적극적으로 실시하여 정기적으로 제거작업을 진행하도록 한다.

배수작업은 밸브조작에 의해 관내의 유속, 유향을 바꾸어 녹 등의 협잡물을 탈리시켜 배수관이나 소화전으로부터 배제시키기 위해 제거하는 물체에 맞추어 관내의 유속을 조정하지 않으면 효과가 없다. 이러한 이유로 상류측의 수압저하가 심할 경우는 사용량이 적고 수압이 높은 시간대에 실시하는 것이 바람직하다.

그때에 배수하는 구역 외에도 유속과 유향의 변화에 따라 적수가 발생하는 경우도 있으므로 사용자에게 사전에 알려야만 한다.



<그림 6.4.10> 덕타일 주철 플랜지 부착 T자관



<그림 6.4.11> 십자관형 배수장치 예

또한 배수관으로부터 배수하는 경우는 수량과 유속에 따라 하천의 호안시설 혹은 하수시설 등에 손상을 주지 않도록 주의한다.

소화전에서 배수하는 경우는 천으로 된 호스 등을 사용하여 수로(하천, 측구 등)로 방류한다. 특히, 동절기에는 배수에 의한 노면동결에 충분히 주의한다.

관세척 수량 산출공식을 <참고 6.4.2>에 나타냈다.

<참고 6.4.2> 관세척 수량 산출공식

$$H = \left(f_e + f_v + 2f_b + f \frac{L}{d} + 1 \right) \frac{V^2}{2g} = \left(1.6 + f_v + f \frac{L}{d} \right) \frac{V^2}{2g}$$

$$v \text{ (m/s)} = \frac{4.43}{\sqrt{1.6 + f_v + f \frac{L}{d}}} \sqrt{H}$$

여기서, H : 본관수압(m), f_e : 유입손실계수(0.5), f_b : 곡관손실계수, f_v : 벨브손실계수(개도에 따라 다름),

L : 세관 또는 배수관의 길이, d : 세관 또는 배수관의 구경, f : 세관 또는 배수관의 마찰손실수두

(8) 관로사고 예방과 복구

수도관의 사고는 돌발적으로 단수나 감수를 발생시킬 뿐만 아니라 도로 및 다른 지하매설물을 손상시키거나 가옥 등으로 침수, 손상을 주게 된다. 소량의 누수라 할지라도 이것이 지속되는 경우에도 도로가 함몰되고 동절기에는 노면이 동결되어 교통에 지장을 초래하며 때로는 큰 인재사고의 원인이 되는 등 사회적인 영향이 크다고 할 수 있다.

따라서, 관로사고의 예방에 노력하고 조기에 발견하여 신속한 복구에 만전을 기하도록 한다.

1) 예방계획

사고의 원인으로서 일반적으로 다음과 같은 것이 복합되어 있으므로 실제의 유지관리에 있어서는 과거의 사고 예를 참고로 하여 관제, 토양, 매설 상태 등을 잘 조사하여 검토하고 예방 계획을 책정할 필요가 있다.

- ① 경년열화, 부식 등 관재질의 열화
- ② 중차량, 성토, 지진, 동결, 수격압 등 하중 증대
- ③ 부등침하, 연약지반, 지반슬라이딩, 이음부 누수에 의한 지반의 느슨함 등 관의 지지상태 약화
- ④ 타공사에 의한 것, 무리한 시공에 의한 것 등 시공관련사항

이 예방계획을 바탕으로 다음에 서술하는 일상적인 업무의 예방대책을 정확히 실시한다.

① 관로의 순찰·입회

사고의 예방을 위해 관로의 순찰은 적극적으로 실시할 필요가 있다. 이 외에도 하수도, 가스, 전지, 전화, 건축 등의 타공사에 의한 수도관으로의 영향을 감시하기 위해 현장 입회를 하지 않으면 안 된다.

입회시에는 관의 위치 확인, 구조물과의 간격, 관방호의 상황 및 굴착, 흙막이방법, 되메움, 벨

브, 소화전 등의 상시사용 여부, 기타 협의, 지시사항 등의 확인을 실시하여 사고발생을 미연에 방지하도록 한다.

② 노후관의 개량

관은 매설상황에 따라 열화 정도가 다르므로 관로의 위험도, 중요도에 따라 관로진단을 실시하여 개량계획을 세워 가능한 한 신관으로 교체 매설하는 등의 대책을 강구하고 내진성 높은 관로로 정비하는 것이 바람직하다.

③ 관의 부식방지

관이나 이음부는 그 매설상황, 배관상황에 의해 현저하게 부식될 경우가 있다. 이러한 곳이 확인된 경우는 그 원인을 명확히 하여 신속히 관로 기능을 회복함과 동시에 적절한 방식대책을 강구하도록 한다. 특히, 사고의 위험성이 큰 곳에서는 신관으로 교체 매설하여 사고를 미연에 방지하도록 한다.

부식은 그 원인에서부터 전식과 자연부식으로 나누어지는데, 전식인 경우는 관대지전위 등을 충분히 조사하여 전식방지대책을 강구하도록 한다(수도시설 설계기준의 전식 및 기타 부식방지 참조).

부식성 토양에 관을 매설할 때에는 양질의 토사로 교체하고 내부식성 도복장 또는 폴리에틸렌 슬리브 피복 등의 방법에 의해 방식대책을 실시한다.

특히, 관의 콘크리트 관통부, 다른 종류의 토양 사이에서의 매설부, 다른 종류의 금속 접속부에서는 절연처리하든지 방식피복의 시공 등 충분한 보호책을 강구하도록 한다.

④ 중량차량 대책

일반도로에서 도로개량 등에 의해 매설깊이가 부족한 상태로 된 경우는 적절한 매설깊이에 교체하든지 방호책을 마련하지 않으면 안 된다.

또한 초중량물을 운반하는 대형차량이 관로 위를 통과할 때에는 해당 운송업자와 잘 협의하여 강판을 깔고 노면하중을 넓게 분산시키는 것이 중요하다.

이 밖에도 수도전용 노선을 특별한 사정에 의해 통행을 허락해야 하는 경우는 경우에 따라 차량의 중량제한을 실시하는 것이 안전하다.

⑤ 지반침하에 의한 사고예방대책

성토 후 자연침하가 안 된 토지, 지하수를 많이 양수하는 충적층 지대 및 탄광지대 등에서는 지반침하가 일어나 견고한 기초공사를 한 부분과의 경계에서 부등침하가 일어나기 쉽다. 이와 같은 현상은 매설관을 손상하거나 이음부 누수의 원인이 되므로 침하에 대응할 수 있는 관로구조로 해두는 것이 중요하다. 신축이음부를 설치할 때에는 그 변위가 관측될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

유지관리에 있어서 지반높이를 정기적으로 측정하여 가능하면 관내조사에 의해 관로의 변위, 이음부 간격의 이탈상황 등을 조사하여 불량인 경우는 개량공사를 실시하여야 한다. 극단적으로 성토가 이루어질 때는 규정 깊이의 매설교체가 필요하다.

⑥ 누수, 동결방지

누수에 의한 도로의 함몰이나 동결이 발생되면 관로 사고뿐만이 아니라 교통장애나 교통사고의 원인이 된다. 이러한 2차적인 사고를 방지하기 위해서는 관로 순찰을 강화하고 누수방지를 실시하거나 동결을 발견한 경우는 신속히 동결 용해제를 살포하고 보안설비를 설치하도록 한다.

⑦ 시공상의 사고예방대책

시공 중에 복류부의 굴착내로 침투되었거나 매설 후에도 지하수위가 높을 경우는 통수하지 않은 관이 부상될 수 있으므로 주의한다.

관로에 근접하여 굴착하는 경우에는 수압에 의해 관이 이동되지 않도록 주의하여 시공한다. 특히, 이상형 관방호의 배면, 밸브정지 및 관 말단이 있는 곳에는 충분한 보강을 하도록 한다.

⑧ 부속설비의 사고예방 대책

공기밸브는 항상 정상적으로 흡·배기될 수 있도록 점검과 정비를 게을리 해서는 안 된다. 관 내에 공기가 혼입되면 흐름을 저해할 뿐만 아니라 사고의 원인이 된다. 또한 철개 손상을 방지하기 위해 주변 노면과 단차가 발생하지 않도록 관리한다. 단, 밸브를 무리하게 개폐하게 되면 고장의 원인이 될 수 있으므로 밸브 조작은 신중히 한다.

⑨ 오접합 예방 대책(크로스 커넥션)

오접합에 의한 사고 방지를 위해서는 관 외면에 표지테이프 등으로 표시해 둔다. 더욱이 기설 수도관과 접합하는 경우는 표지테이프 등을 확인하고 불명확한 경우는 밸브 조작, 수온, 수질 등을 충분히 조사하여 확인한 뒤에 시공하도록 한다.

⑩ 타공사에 의한 사고예방대책

시가지에서는 송·배수관에 접근 또는 노출된 채로 타공사가 실시되고 있어 이에 따른 사고가 다발하고 있다. 따라서 평소에 타공사 기업자 및 시공자와의 연락을 긴밀히 가져 사전에 충분한 시공협의를 이루어져야 한다. 다음의 사항에 유의하여 사고가 발생되지 않도록 완전한 방호 방법 및 확실한 시공방법을 채택하도록 하여야 한다.

① 사전조사

기설관로에 근접하여 실시하는 타공사 시공자에게는 본공사 착수 전 혹은 보링조사, 약액주입공사 시공에 앞서 도면상 조사, 현지조사 또는 시험굴착으로 기설관로의 관종, 구경 및 매설위치 등을 확인시키지 않으면 안 된다.

② 영향범위

굴착에 의한 배면의 영향범위는 굴착부지에서부터 45도를 표준으로 한다. 추진 및 실드공법 또는 동결공법을 병용하는 경우에는 토질조사자료 등으로 그 때마다 협의하고 영향범위 내 및 굴착 내에 노출되는 경우는 미리 기업자와 보안협의를 하여야 한다.

③ 다른 매설물과의 간격

타기업자의 매설물과의 거리는 관구경의 크고 작음에 따라 30~50cm 이상 유지하여야 한다. 이 이하가 되면 분기관공사나 관 수리가 어려워지고 만일 접촉되게 되면 집중하중을 받아 관이 부러질 우려가 있다. 어쩔 수 없이 표준값 이하로 근접하게 될 경우는 적당한 방호 처치가 필요하게 된다.

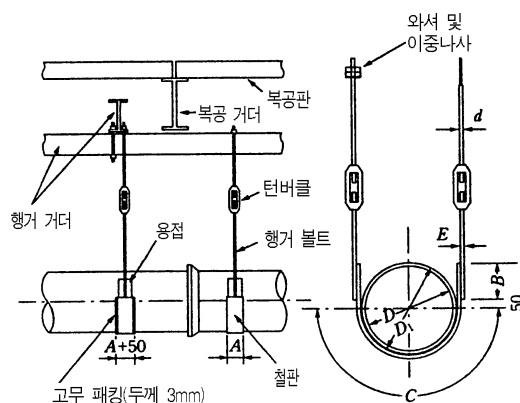
관의 직하에 축조된 구조물인 경우는 표준 간격이 유지되어 있어도 구조물로부터 떨어진 장소에 부등침하의 우려가 있으므로 신축이음을 설치하는 등 관에 무리한 힘이 가해지지 않도록 조치를 취한다.

④ 공사보안 협의

타공사의 영향범위에 있는 경년관은 상황에 따라 공사장소를 우회하는 것이 바람직하다. 또는 일시적으로 가배관을 하여 휴지시키는 것이 바람직하다. 이러한 조치를 하는 경우에도 이탈 방지를 위해 방호공사, 기타 침하 측정장치, 밸브 신설 등의 보안상 필요한 조치와 분담을 미리 정해 두어야만 한다. 더욱이 매설관, 방호공사의 순찰방법을 정하고 사고시의 상호 긴급연락 등 이상시의 처치와 체제에 대해서도 미리 협의하여야 한다. 단, 협의내용, 지시사항 등의 서류는 확실하게 보관하도록 한다.

⑤ 관의 방호

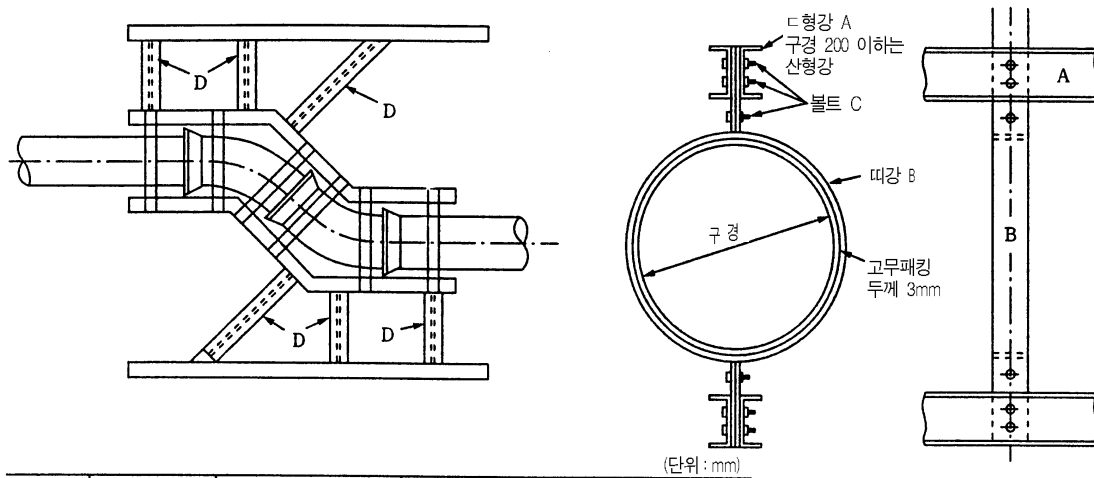
관의 행거 방호는 전용 행거 빔을 설치하여 노면 복공용 빔과 병용해서는 안 된다. 행거재는 이음부 등의 양측과 직선부를 1~2m 간격으로 설치하도록 한다. 특히 곡관, T자관 등은 이탈력에 충분히 견딜 수 있는 방호로 하고 밸브 등은 하부에 강제 받침대를 설치하도록 한다. 수방호는 앞의 방법과 같은 조건으로 안전성을 확인하여 방호하도록 한다. 흙막이공 뒤쪽에 있는 관은 위험성이 크므로 경우에 따라서는 지반개량을 하든지 관 상반부까지 노출시켜 복공하고 관찰하도록 한다. 밸브, 소화전 등은 장소를 표시하고 조작 가능한 상태로 해 두어야 한다. 행거 방호를 떼어내고 하부 구조물에서 지지하는 경우에는 점지지(点支持)가 되지 않도록 한다(<그림 6.4.12>, <그림 6.4.13> 참조).



구경	실외경	행거 볼트 지름	철관 폭	철관 길이	철관 두께
D	D_1	d	A	B	C
100	118.0	9	50	100	185.3
125	143.0	9	50	224.5	4

구경	실외경	행거 볼트 지름	철관 폭	철관 길이	철관 두께
150	169.0	9	70	265.3	6
200	220.0	9	70	345.4	6
250	271.6	9	70	426.4	6
300	322.8	9	70	506.8	6
350	374.0	13	70	587.2	6
400	425.6	9	150	668.2	6
450	476.8	9	150	748.6	6
500	528.0	9	150	829.0	6
600	630.8	9	100	990.4	6
700	733.0	9	100	1,150.8	6
800	836.0	16	100	1,312.5	6
900	939.0	9	100	1,474.2	8
1,000	1,041.0	19	100	1,634.4	6
1,100	1,144.0	9	100	1,796.1	6
1,200	1,246.0	9	100	1,956.2	10
1,350	1,400.0	9	100	2,198.0	6
1,500	1,554.0	9	100	2,439.8	6

<그림 6.4.12> 행거방호도



구경	이탈력	A	B	C(띠강 1개소당)
100	0.5 t	L-65×65×6	R-4.5×50	볼트 $\phi 16 \times 4$
150	1.0	〃	〃	〃
200	1.9	〃	〃	〃
300	4.3	C-6×125×65	〃 6×70	〃 $\phi 16 \times 6$
400	7.7	〃	〃	〃
500	12.0	〃	〃	〃
600	17.3	C-9×150×75	〃 9×100	〃 $\phi 19 \times 6$
700	23.4	〃	〃	〃
800	30.8	〃	〃	〃
900	38.9	C-10×200×90	〃	〃 $\phi 22 \times 8$
1,000	48.0	〃	〃	〃
1,100	58.5	〃	〃	〃
1,200	69.4	C-11×250×90	〃 12×100	〃 $\phi 22 \times 10$
1,350	87.5	〃	〃	〃
1,500	108.0	〃	〃	〃

- 주) 1. 이 그림은 45° 곡관의 방호방법이다. 다른 각도도 이 그림에 준하는 것으로 하고, 도면 및 계산서를 제출한 다음 당국의 승인을 받을 것.
 2. 소켓이음일 경우 이 공사를 시공하기 전에 누수방지용 도구를 설치할 것.
 3. D재에 대해서는 이탈력에 대해 충분히 견딜 수 있는 재료일 것.
 4. 항상 수압에 의해 이탈력이 작용하고 있으므로 시공 전에 당국과 타협할 것.

<그림 6.4.13> 곡관방호도

㉑ 굴착, 매몰

관에 근접하여 굴착하는 경우에는 직접 사람이 작업을 하고 관에 영향을 주지 않는 곳에만 기계 굴착 하도록 한다. 다시 매몰할 때에는 양질의 모래로 관보호를 확실하게 하여 충분히 물을 제거하고 전압시켜 매몰 후에 침하되지 않도록 시공한다.

또한 매몰시에 밸브, 소화전 등의 철개 등을 매몰하지 않도록 주의한다.

㉒ 흙막이널, 말뚝 박기와 빼기

관에 근접하여 흙막이널을 타설할 때에는 진동으로 인해 이음누수 등이 발생될 경우가 있다.

때문에 미리 이음부 방호를 하든지 충격, 진동 등이 적은 공법을 선택하여 토사 붕괴나 침하 발생하지 않도록 하는 외에 경우에 따라서는 수작업으로 관 상반부까지 노출시켜 감시하면서 작업을 진행시킨다.

빼낼 때는 되메움 흙이 충분히 다져진 후 관에 악영향을 미치지 않는 공법으로 실시하고 빼낸 후의 흔적은 모래 등으로 충전시킨다. 관에 근접되어 있는 흙막이널은 상황에 따라 그대로 놓아두기도 한다.

④ 추진 및 실드공

관 매설위치 및 토질조사 결과로부터 관에 영향을 주는 경우에는 약액주입 등의 지반 개량 후에 추진함과 동시에 침하 측정장치로 관을 감시하고 만일, 관을 파손시켰을 경우에 사고 영향을 줄이기 위해서 적당한 곳에 밸브를 설치하는 것이 바람직하다.

2) 사고의 복구

① 복구체제 정비

돌발 사고에 대처하기 위해 미리 사고를 상정하고 동원계획, 단·통수에 동반되는 배수조정, 복구계획, 복구작업, 탁수대책, 홍보 활동, 응급급수, 원인조사, 피해자에 대한 응급활동, 피해조사, 피해보상 등의 담당업무를 정한다. 더욱이 이들 상호 통보연락체제 등의 복구체제를 확립해 둔다. 피해가 크고, 단·감수가 광범위로 확산되는 사고에는 현지 혹은 부서 내에 대책본부를 설치하고 지휘자 아래 각 부서의 사고 처리에 대처하도록 한다.

② 통보 연락

주민 등으로부터의 통보 또는 정수장에서 수압·수량의 이상변동에 따라 사고 발생을 확인했을 때를 대비해 미리 근무시간 내 및 시간외, 각각의 관계 연락처로의 연락방법 및 그 담당자를 정해 둘 필요가 있다. 특히, 사고시에는 일반 전화가 폭주하여 사용이 불가능한 경우가 많으므로 전용전화, 무선 등의 통신설비를 지니는 것이 바람직하다.

③ 단·감수 홍보

돌발사고인 경우는 바로 현장을 확인하고 사고의 원인, 단수예정시간, 단·감수 및 탁수구역 기타 필요한 사항을 홍보차 또는 휴대마이크 등으로 홍보한다. 학교, 병원, 수용가 및 소방서에는 전화 등으로 직접 연락하도록 한다. 이 외에도 대규모의 사고인 경우에 신문, 라디오, 텔레비전 등의 보도관계자에게 사고를 알릴 때에는 홍보 책임자를 정하여 홍보를 통일시키도록 한다.

④ 초기 활동

사고발생의 연락을 받을 경우 현지에 바로 파견하여 사고 상황을 파악하고 보안설비를 설치하여 배수(排水) 등을 실시하고 바로 수리에 착수한다. 노면이 침수되거나 침수가옥이 있는 큰 사고의 경우에는 유·무선 등으로 관계자에게 연락하면서 재빨리 단수 사실을 알리고 피해조사를 하도록 한다. 초기 활동이 매우 중요하기 때문에 초기 체제를 확립해 두지 않으면 안 된다.

⑤ 야간·휴일 출동

사고는 근무시간외에 일어나는 경우도 많기 때문에 야간·휴일 출동체제를 확립해 두는 외에 돌발 사고에 대비한 동원계획을 세워 복구요원의 지명과 통보 방법을 정하여 바로 부서에 연결되도록 해둔다.

⑤ 긴급공사업자의 대기

긴급공사업자를 지명하여 복구 작업을 실시하는 경우에는 업자의 체제, 응급 지명방법, 사고 처리 등에 대해서 계약해 두고 돌발 사고에 대처될 수 있도록 해두는 것이 바람직하다.

② 복구공사

① 사전연락

복구공사에 앞서 도로관리자 및 소속 경찰서와 연락을 취하고 보안설비를 설치하여 부근 주민이나 일반 교통안전을 확보하고 신속히 공사를 이행하여야 한다. 단, 감수를 동반할 때에는 소방서 등 관계 연락처로 공사 내용을 알릴 필요가 있다. 또한 하수관, 가스관 등 다른 매설물이 노출 또는 접근되어 있을 경우는 각각 관리자에게 연락하여 입회, 지시를 받아야 한다.

② 공사일반

사고 상황을 파악하여 신속히 복구계획을 세워 필요한 자료, 가설 자재 등을 현장에 반입하여 공사를 신속하고 신중히 실시하도록 한다. 현장사진, 기록 등의 정리는 반드시 해 두고, 장래에 참고가 되도록 보존해 두어야 한다.

③ 복구공

복구방법은 관의 파손상황, 관종, 장소 등에 따라 정하는데 관의 절단, 접합 등은 정확히 실시하고 상황에 따라서는 신축이음이나 밸브 등을 병용해 설치한다. 또한 복구 후의 되메움은 신중히 실시하도록 한다. 관 절단은 균열부분을 남기지 않도록 충분히 검사하여 실시하도록 한다. 굴착구 내에 가스관이 노출되어 누설의 위험이 있는 곳에서는 용접기, 절단기 기타 화기를 동반하는 기계류 사용에 주의한다. 이 외에도 다른 매설물에 대해서도 충분히 배려하여 적절한 보안조치를 강구하도록 한다. 사고가 일어난 전후의 관은 재발 방지를 위해 동시에 점검하고 그 결과에 따라서는 보강공사 또는 매설교체 등의 계획을 세운다.

④ 이음부 누수의 복구

이음부의 누수수리는 이음부 종류나 누수의 원인과 상황에 따라 누수를 정지시키는 방법이 다르다. 정상적인 이음부 상태로 되돌릴 경우에는 다시 조여서 처리하도록 하며, 더욱이 누수방지기구를 이용하여 강화시킨다. 그러나 단수가 불가능할 경우나 단수의 영향이 큰 경우는 이음부 누수보수용 기구나 장치를 사용하여 물을 단수시키지 않고 수리하는 것이 바람직하다. 따라서 평상시에 각종 자재 확보에 만전을 기하도록 한다.

⑤ 시공상의 주의사항

(1) 흙막이공

굴착장소의 흙막이공은 사고관에서 물이 분출되고 있을 경우는 그 수세에 견딜 수 있도록 신중하게 흙막이널을 끼워야 한다. 지반이 약한 경우는 특히 흙막이널을 끼울 때 신

중하고 확실히 시공하여 안전을 확보하도록 한다.

(ㄴ) 물교체공

물교체작업은 공사공정에 가장 영향을 미치는 것이므로 미리 굴착구 내의 용수량, 기설 관내의 수량을 추정하여 배수펌프를 설치한다. 단, 펌프의 고장 및 효율의 저하를 고려하여 예비 펌프를 준비한다.

(ㄷ) 관방호공

이형관 방호는 확실히 실시하여 통수시의 수압에 의해 이탈되는 경우가 없도록 한다. 그러기 위해서는 필요에 따라 강재에 의한 방호 또는 이탈방지기구나 장치를 설치한다.

(ㄹ) 보안설비

보안설비는 일반적으로 도로관리자 및 경찰서가 정하는 설치요강을 바탕으로 설치하지 않으면 안 된다. 공사에 따라서는 교통정리요원을 배치하든지, 보행자 통로를 확보하는 등 교통상의 보안에는 충분히 주의하여 시공한다. 또한 공사가 야간에 이루어질 때는 충분한 조명설비를 설치하도록 한다.

(ㅁ) 기기류

사고관을 끌어올리고 신관을 내려 고정시키는 작업에 사용하는 크레인, 행거기구 등은 끌어올리는 관의 중량에 따라 충분히 여유를 지닌 규격의 것을 사용하고 관에 충격, 손상을 주지 않도록 시공하여야 한다. 특히 1점 행거나 편리성 때문에 백호우 등을 이용하는 것은 위험하므로 사용하지 않도록 한다.

③ 응급급수

응급급수의 운반급수용으로서 급수차, 휴대용 팩 등을 준비해 두고 단수구역을 최소한도로 하기 위한 관망정비와 타수도사업과의 배수관의 상호연락을 추진하고 신속히 지원급수가 가능하도록 해 두어야 한다.

④ 수리용 재료 및 기기 정비

관중, 구경별 수리용 예비관, 복구용 기계기구류는 상시 사용가능한 상태로 정비해 둔다. 특히 비상용 비축재료의 수량표 소요기기 일람표, 비상동원계획 및 담당 업무표를 작성하여 연1회 정기적으로 점검한다. 또한 비상용 비축재료는 인접도시간에 상호 융통하는 것이 바람직하다.

6.4.3 수관교 및 교량 첨가관

(1) 점검

하천이나 수로를 횡단하는 수관교 및 교량 첨가관은 정기적으로 순찰한다. 수관교는 순찰할 때에도 보기 쉽고 이상 발견도 쉽지만, 첨가관인 경우는 교량바닥 밑 등에 첨가되어 있는 경우 보기가 까다로우므로 점검이 게을리 되기 쉽다. 더욱이 자동차 등에 의한 진동의 영향을 받기 때문에 관은 물론 관의 지지금속장치 또는 기구의 상태에도 충분히 주의해서 점검해야 한다. 또한 교대, 교각의 부동침하, 콘크리트 균열, 교각방호공 파손, 점용표시판 기재사항, 한랭지에서는 방동공의 단열재 손

상, 공기밸브로부터의 누수에 대해서도 점검해 둔다.

(2) 보수

1) 신축이음 보수

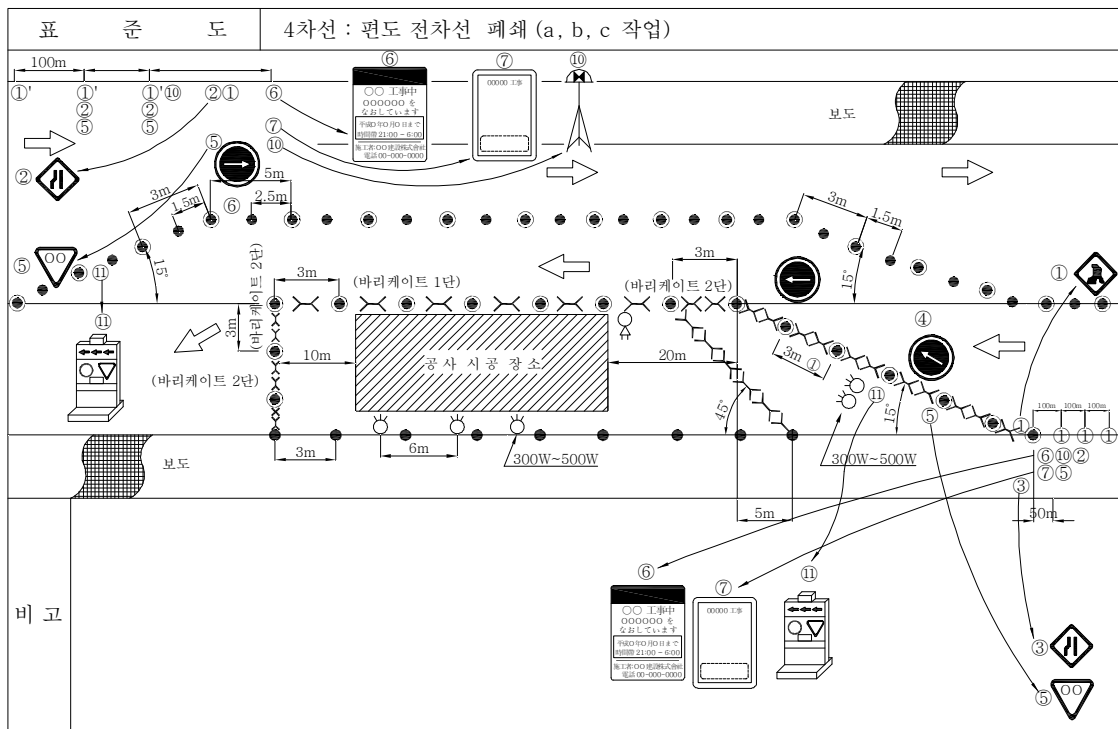
수관교 및 교량첨가관에 사용되는 신축이음은 구조 및 기능상으로 분류하면 접동형, 파형, 고무형 등 많은 종류가 사용되고 있다. 때문에 각각의 형식에 맞는 수리가 가능하도록 특징을 잘 이해해 둘 필요가 있다.

2) 재도장

수관교 및 교량첨가관의 재도장은 4.3.4 (2) 4)재도장에 준한다.

3) 교대·교각부의 보수

수관교 및 교량첨가관 교대, 교각부의 보수는 6.2.2 (2) 2) ① 콘크리트 보수 및 4.3.4 (2) 3) 교대·교각의 침하 및 세굴 방지에 준한다.



<그림 6.4.14> 보안시설 설치표준도

6.4.4 해저 송수관

(1) 특징

해저 송수관은 육지에서 섬 또는 지형상 바다를 끼고 매설되어 있는 관으로 원칙으로 해저의 토중에 매설하게 되는데 파랑의 영향을 받는 수제부근 혹은 정박지 부근에서 배가 정박할 가능성이 있는 해역 및 어업해역 등에서는 콘크리트 블록 등을 덮어 충분한 보호를 할 필요가 있다. 해저 송수관은 육상과 달리 누수 등의 사고도 발견하기 어려우므로 수리가 매우 곤란하므로 사고방지에 충분히 유의해야한다.

(2) 사고방지

배의 정박에 의한 사고 등으로부터 관을 보호하기 위해 관계기관에서 발행한 해도에 기록, 혹은 보호구역 지정 등 관계당국과 충분히 협의한 뒤에 필요한 조치를 강구해 두는 것이 바람직하다.

이 밖에도 급수구역 내 및 부근 주민에 대해서는 정기적으로 해저 송수관의 중요성을 알리고 통보, 연락하여 협력을 요청해 두어야 한다.

(3) 점검과 정비의 유의사항

해저 송수관의 점검과 정비시에는 특히 다음 사항에 유의한다.

① 누수 확인방법

- ① 검사 피그에 의한 관내면으로부터의 진단
- ② 유량계 설치에 의한 정기적 조사
- ③ 매설해저의 상황변화 확인

② 방식상태 확인

- ① 전기방식에서의 전위를 정기적으로 측정
- ② 도장의 손상상황
- ③ 폴리에틸렌 슬리브 피복의 손상상황
- ③ 배의 짐을 육상으로 올리는 지점의 파랑에 의한 세굴, 선박 등에 의한 손상, 지반침하에 의한 관체에의 영향 등
- ④ 배 정박에 의한 영향
- ⑤ 어망을 예항하는 선박에 의한 영향
- ⑥ 표식, 표시판 및 관로위치를 나타내는 표지판 등의 상태

6.4.5 공동구(共同溝)

(1) 공동구 내의 점검과 정비

공동구 내의 수도시설의 누수사고는 다른 점용시설에 대한 2차 재해를 일으키지 않도록 하기 위해

정기적으로 점검한다.

단, 공동구 내는 항상 습기가 많기 때문에 시설이 부식되기 쉬운 상태에 있으므로 볼트 너트, 지지 기구 및 방호재 등에도 특히 주의하여 점검한다.

부식이 현저한 부재는 방식대책을 세우고 도장은 정기적으로 재도장하도록 한다.

(2) 관리규정 등의 엄수

공동구에 들어갈 때에는 공동구 관리규정 등을 엄수하여 다른 점용시설에 손상을 주지 않도록 하고 환기 및 화기 취급에는 특히 주의하도록 한다.

특히 산소결핍 감지기, 가스감지기 등의 설비가 없는 경우는 산소농도 및 가스농도를 사전에 측정하고 안전을 확인한 뒤 들어가도록 한다.

6.4.6 송수거

송수거는 정수장에서 배수지까지의 자유수면을 지나는 송수시설로서 점검과 보수에 대해서는 앞에서 설명한 도수거에 준한다.

6.4.7 급수불량의 원인과 대책

상수도가 건설되어 장기간이 경과되면 수요량의 증가에 의한 경우 외에도 여러 가지 원인으로 급수가 원활하지 못하는 급수불량이 되는 경우가 많다. 이에 대하여는 원인을 잘 조사한 다음 되도록 신속하고 적절한 대책을 도모해야 할 필요가 있다.

(1) 상수원수의 부족에 의한 경우

상수원수의 부족 도·정수시설의 용량 부족 또는 갈수나 취수기능의 저하가 원인이 되는 경우는 근본적으로 상수원의 개발이나 개량공사, 확장공사를 필요로 하는데, 응급대책으로 제한급수, 시간급수, 야간단수 또는 수압저조(水壓低調) 등으로 최소한의 급수를 확보하여야 한다.

(2) 배수관의 용량이 부족한 경우

1) 관경의 부족

배수관을 신설하거나 증설, 개량하는 경우는 일반적으로 예정시기의 급수인구와 급수량을 감안하여 관경을 정하여야 하나 예정외의 고층빌딩, 대형 물사용 공장, 단지 등이 출현하면 배수관의 능력이 부족하여 급수불량이 되는 경우가 많다.

급수관을 배수관에서 연결하는 경우 배수관경에 비하여 과대한 관경의 급수관을 분기하여 빌딩이나 공장의 저수조에 급수하였을 경우나 또는 직결펌프를 설치하여 사용하는 경우에는 부근 일대의 배수관이 급수불량이 되는 경우가 있다. 이에 대해서는 급수관에 조절밸브를 설치하는 것을 검토하

거나 최대사용시간을 피하는 시차급수의 검토, 배수관의 관경확대 또는 교체공사를 하여 급수가 원활하도록 해야 한다.

2) 관의 부식

라이닝을 설치하지 않은 철관류 가운데 장기간이 경과한 도장이 노차된 소구경의 주철관이나 강관은 관석(scaling)에 의하여 통수능력이 현저하게 감소하는 경우가 많다. 이에 대해서는 부설교체하든가 관내면의 관석을 제거해서 통수능력을 회복시키기 위해 관을 세관(cleaning) 및 도장(lining) 등으로 갱생할 필요가 있다.

3) 상호 연결의 미비

배수관망에서 상호 연결이 불충분하면 수압이 불균등하게 되고 국부적으로 낮은 수압부분이 생겨서 급수불량 상태로 되는 경우가 있다. 사고가 일어났을 경우에는 물을 용통할 수 없으므로 간수구역이 광범위하게 퍼지는 경우가 많다. 이에 대해서는 원인을 조사한 다음 관망계산을 실시하여 적절하게 상호 연결하여 관망의 적정화를 도모하면 대개의 경우 해결할 수 있다. 특히 간선을 상호 연결하면 효과가 있다.

(3) 말단 또는 고지대에서 급수불량인 경우

광범위한 배수구역의 말단 또는 고지대 등에서는 수압이 극단적으로 저하해서 급수불량이 되는 경우가 많으므로 수압을 필요한 정도로 유지하기 위해 배수관로의 도중에 압력을 증가시키는 목적으로 가압펌프를 설치하는 것이 바람직하다. 가압하는 경우 관 본체, 관이음, 밸브, 기타 관련시설이 가압에 견딜 수 있는지를 사전에 검토할 필요가 있다.

(4) 누수에 의한 경우

누수방지가 충분하지 않으면 누수량이 증대하여 배수관의 수압저하를 일으켜서 급수불량의 원인이 된다. 이 경우에는 누수방지대책을 강화하여야 한다. 특히, 배수관망의 일부에 큰 지하누수가 있으면 국부적으로 현저하게 수압저하를 일으키므로 수압계를 주요지점에 설치하여 수압변화를 주시하고, 수압이 저하하면 중점적으로 누수조사를 실시하여 누수장소를 발견하고 보수하여야 한다(6.1.7 누수방지 참조).

(5) 급수장치의 불량에 의한 경우

급수불량 지구의 현장조사를 수행하는 경우에는 배수관의 조사와 더불어 반드시 급수장치의 조사도 병행해서 실시할 필요가 있다. 급수관에 강관이 사용되었을 경우에는 관석(scaling)이 끼어서 통수능력이 현저하게 감소하여 급수불량이 되는 경우가 많으므로 노후된 강관을 새로운 관으로 부설 교체할 필요가 있다. 사유지, 택지 내에서는 수지상(樹枝狀)으로 다수 분기되어 있으므로 배수관에 충분한 수압이 있더라도 피크시(peak time)에는 급수불량이 되는 경우가 있으므로 급수관을 합쳐서 관경이 큰 단일관으로 부설 교체하도록 지도할 필요가 있다. 수도계량기의 스트레이너에 모래나 녹 등의 이물질이 끼어서 급수불량이 될 수가 있는데, 이 경우에는 수도계량기를 뜯어서 청소하여야 한

다.

(6) 밸브 몸체의 불량에 의한 경우

증설, 개량공사, 절손(折損)보수공사 등의 경우 제수밸브의 조작에 의하여 밸브가 불명의 원인으로 개폐불능이 되어 급수 불량의 원인이 되는 경우가 있는데, 이 경우에는 신속히 보수 또는 교체를 실시하여야 한다.

(7) 사용자의 낭비에 의한 경우

계량제를 채용하지 않은 경우나 공동전(共同栓)이 많은 경우에 사용자의 낭비가 크면 급수불량의 원인이 된다. 이 경우 근본적으로는 계량제로 하는 것이 바람직하나 단기적으로는 사용자에게 절수를 호소하여 낭비를 방지하여야 한다.

6.4.8 전식 및 부식방지

송·배수관의 부식 및 전식방지에 관한 사항은 7.13 관 부식 방지시설과 상수도시설기준 4.2.17 전식 및 부식방지를 준용하여 적절한 대책을 수립하여 관리한다.

6.4.9 관의 부설 교체 및 갱생

철관은 노후되면 관석이 생겨서 통수능력이 감소하고 급수불량의 원인이 되는 경우가 있으므로 조건에 따라서 새로운 관으로 교체 또는 갱생하여야 한다. 노후 상수도관의 개량 선정방법에 관해서는 관로특성, 매설환경, 수리 및 수질조건, 공공도로일 경우 주변 환경 등 여러 가지 인자가 관련됨과 동시에 지역 특성에 따라 많이 차이가 있으므로 이에 대해서 일률적으로 판단하기는 곤란하지만, 국내에서도 이미 시작한 바 있는 광역상수도 관로를 대상으로 개량방법을 제시한 바 있으므로 참조하면 도움이 될 것이다. 앞으로는 여러 인자를 지자체별로 그 지역 특성에 맞도록 수정, 보완한 노후 상수도관의 개량 방안을 만들 필요가 있다. 경과연수가 되었어도 교체할 필요가 없는 관로도 있을 수 있는데, 이에 대한 부설 교체 판단기준은 누수다발관로, 관중 불량관로, 급수전 다발분기관로, 수압저하 및 단면 부족관로, 박스(box) 속 및 하수관거 속 관로, 사유지통과관로 등을 고려하여 우선적으로 교체를 실시하도록 한다.

(1) 경과연수에 따른 부설 교체

부설 교체는 장래수요증가를 고려하여 필요에 따라서 관경을 증대하는 등 관망의 정비에 주의해서 계획적으로 실시하여야 한다. 부득이 부설 교체를 실시할 경우 기존관을 사용 폐지하여 완성도에 명기해서 차후의 유지관리에 지장이 없도록 하여야 한다. 부설 교체공사 시행에 있어서는 다음 사항에 주의하여야 한다.

1) 단수시간의 단축

단수시간을 최대한 짧게 할 수 있도록 공사구간의 분할을 결정한다.

2) 가배관을 필요로 할 때

공사 중 가배관을 필요로 할 때는 가능한 필요한 최소관경으로 공사비의 절감에 노력하고, 재료는 내·외압 및 충격에 강한 것을 선정하고 수질에 영향을 주지 않는 것을 사용한다. 겨울에는 방한 피복을 반드시 실시한다.

3) 지역대책

시공할 때는 공사시간대, 보행자의 통행 공간 확보, 소음 및 진동의 저감 등을 충분히 검토하고, 지역주민과의 협의하여 시행한다.

4) 다른 공사의 조사 및 매설물에 대한 주의사항

도로공사, 하수도공사 등 다른 공사계획을 충분히 조사하고 가능한 같은 시기에 시공하도록 계획을 세운다. 또, 매설물이 복잡화되는 경우가 많으므로 다른 매설물에 손상을 주지 않도록 주의한다.

5) 관의 접합

관의 접합에는 메커니컬(mechanical)이음, T형(타이튼)이음, 플랜지(flange)이음 등의 방법이 있다. 이것에 사용하는 고무링은 변질이나 불량이 되지 않도록 건조한 냉암소에 보관하여야 한다. 직사광선이나 오존농도가 높은 장소는 피하도록 유의한다. 접합 작업에 앞서 삽구(挿口) 끝단으로부터 400mm 부분의 외면이나 수구(受口)의 내면에 부착한 기름, 모래, 기타 이물질은 완전히 제거하고 삽구와 고무링에는 비눗물 등의 윤활제를 사용하고 그리스류는 절대적으로 사용하지 않도록 주의한다. 장착시에는 고무링에 무리가 없도록 중심선 및 고저를 확정하고 균등한 압력을 주어 수구면과 삽구면에 기밀을 유지시키도록 접합한다.

6) 폐기관의 처리

관을 교체 부설할 경우에 폐기관에 대한 처리방안을 강구하여야 한다. 폐기관을 철거하여 지하매설물 공간의 확보 및 부식으로 인한 토양오염, 지반침하 등에 의한 사고 등을 사전에 예방하여야 한다. 만일, 폐기관 철거가 여의치 않을 경우에는 폐기관에 모래채움 등을 통하여 안전대책을 강구하여야 한다.

(2) 관의 갱생

매설년수가 경과됨에 따라 적수 대책, 급수 불량의 해소를 위해 관을 갱생하는 경우에는 관중, 관경, 시공연장, 이형관 등의 관로상태, 갱생공사 소요시간(누수시간) 및 경과년수 등에 따라 그 효과를 검토하여 가장 좋은 방법을 선정하여야 한다. 관의 갱생방법에는 다음과 같은 것이 있다.

1) 세관(pipe cleaning)방법

세관공법에는 스크레이퍼(scraper)공법, 로터리(rotary)공법, 제트(water-jet)공법, 폴리피그(polypig)공법 등이 있으며, 통상 관도장(pipe lining)의 전처리로서 실시한다. 세관만으로 적수해소나 통수능력의 회복을 도모하는 경우에는 녹의 재발생이 빠르기 때문에 응급시에 한정한다. 세관에 의한 갱생을 실시할 경우에는 관석이 재발생이 되지 않도록 내면처리를 하는 것이 필요하며 전문

가의 지도에 의하여 시공할 필요가 있다.

2) 관의 재도장(pipe lining)방법

관의 재도장에는 모르타르라이닝(mortar lining), 수지라이닝 관도장(resin lining), FRP(fiber reinforced plastics)공법 등이 있다. 시공할 때에는 급수관이 나오는 부분이 폐쇄되지 않도록 주의하고 균등한 라이닝 두께를 확보하도록 특히 배려해야 한다.

3) 관내 삽입공법

부설교체를 필요로 하는 노후관으로 교통사정, 포장조건, 매설관 상태 등으로 시공이 곤란한 구간에 대해서는 주변 관망상황을 관삽입공법을 채용하는 것이 좋다.

관내에는 덕타일 주철관, 강철관, 폴리에틸렌관 등이 일반적으로 사용되고 있다. 삽입공법은 세관한 후에 새로운 관을 관내에 삽입해서 기존관과의 사이에 시멘트페이스트 등을 충전해서 중층구조로 하는 것이 보통인데 장래 급수관을 연결할 수 있도록 소구경관의 경우에는 미리 분수전(分水栓) 구조 등에 대한 배려를 해 두어야 한다(상수도시설기준 7.4.20 관의 갱생과 7.4.19 기존관내 부설공법 참조).

6.4.10 사고의 예방

(1) 사고의 영향

상수도관로의 사고는 돌발적인 단수나 감수를 발생시킬 뿐만 아니라 도로나 다른 지하매설물을 손상시키거나 또 가옥 등을 침수 또는 손상시킨다. 또한 누수의 정도에 따라서 관로를 함몰시키거나 겨울에는 노면이 동결해서 2차적인 교통상의 지장을 일으키고 때로는 커다란 인명 사고의 원인이 되어 시민생활에 직접적인 피해를 끼치기도 하므로 사회적인 영향이 크다. 따라서 먼저 사고예방에 노력함과 동시에 조기에 발견해서 신속하게 복구할 필요가 있다. 사고의 원인 및 피해상황 등의 조서는 그때마다 작성해 두어야 한다.

(2) 예방계획

사고의 원인으로서의 일반적으로 다음과 같은 것이 있으나 복합적인 원인에 의하여 발생되므로 실제의 유지관리에서는 과거의 사고 사례를 참고로 해서 관체(管体), 토양, 매설상태 등을 면밀하게 조사하여 검토한 다음에 예방계획을 세워야 한다.

1) 지진

2) 재질의 노화: 경과년수에 따른 노화, 부식, 이음의 불량 등

3) 하중증대: 중차량, 성토, 지진, 동결, 수직압력 등

4) 관지지대의 악화·지반의 부등침하, 연약지반, 지반 미끌어짐, 이음누수에 따른 지반의 이완, 함몰 등

5) 시공관련: 다른 공사에 의한 것, 무리한 시공에 의한 것 등

6) 재질 및 관종 선택 불량: 구역 여건에 맞지 않는 경우, 즉 수압차가 심하거나 또는 토질 등의 여

진이 불량, 심도가 낮은 경우 등

(3) 관로의 순찰 및 입회

관로순찰의 목적은 송·배수관 사고의 예방과 조기 발견에 있다. 순찰에 있어서는 지상누수, 관로 상의 함몰, 관로 용지의 불법점거, 각종 밸브류 등을 점검하여야 한다. 만약 이상이 있을 때는 즉시 전화 등에 의하여 연락한 다음 조기에 적절한 조치를 취하여 사고를 사전에 방지하며, 또 발생한 사고는 최소한으로 그 피해를 줄이도록 노력하여야 한다. 또한 공사 복구상황, 공사현장 보안시설의 상황, 간토처리상황 등의 점검, 하수도, 가스, 전기, 전화, 빌딩건축 등 다른 공사에 의하여 관로에 주는 영향의 유무 등에 관하여 조사, 감시하고 사고발생을 사전에 방지하도록 하여야 한다. 순찰 중 누수를 발견하고 이것이 상수도관로에 의한 것인지 공업용 수도관로나 기타 지하수에 의한 것인지를 판별하기 위하여 잔류염소측정기를 휴대하는 것도 하나의 방법이다.

사고예방상 관로의 순찰은 적극적으로 할 필요가 있다. 또, 하수도, 가스, 전기, 전화, 빌딩건축 등의 다른 공사에 의하여 상수도관로의 영향을 감시하기위해 현장입회를 하여야 한다. 입회할 경우에는 관의 위치확보, 구조물과의 간격, 관보호 상황 및 굴착, 되메우기, 흙막이방법, 제수밸브나 소화전 등의 사용여부, 기타 협의 및 지시사항 등의 확인을 하고 사고발생을 사전에 방지하여야 한다.

(4) 노후관의 사고예방

관은 계속 하중을 받고 토양, 지하수 등 자연환경에 노출되어 있기 때문에 오랜 시간이 지남에 따라 재질이 노화한다. 매설상태에 따라 그 정도는 다르지만 관로의 위험도, 중요도 등을 조사검토하고 개량계획을 세워 가능한 새로운 관으로 부설 교체하는 등의 대책을 강구하고 순차적으로 내진관로로 정비하는 것이 바람직하다.

(5) 관의 부식 등에 의한 사고예방

관로의 현장조사 및 토양조사 등의 결과 관이나 이음재료의 부식 또는 이음이완으로 인한 누수가 많은 장소나 사고발생의 위험성이 큰 장소에서는 볼트의 재조임이나 누수방지용 금속기구를 부착하거나 새로운 관으로 부설교체를 하는 등 사고를 사전에 방지하여야 한다. 부식성이 강한 토양에서 부설교체를 할 경우에는 토사의 치환, 내식성 도복장 또는 폴리에틸렌슬리브 피복 등의 방법에 의해 방식 대책을 준비할 필요가 있다.

(6) 중차량에 의한 사고예방

상수도 전용도로를 특별한 사정으로 통행을 허가하는 경우에는 필요에 따라 차량의 중량 제한을 실시하는 것이 안전하다. 일반도로에서 도로의 개량 등으로 흙 두께가 얇아졌을 경우에는 적절한 흙 두께로 다시 부설하거나 보호를 실시하여야 한다. 중량을 초과하는 화물을 운반하는 대형차량이 관로 상을 통과할 때는 강판 부설 등으로 노면에 하중이 넓게 분산되도록 할 필요가 있다.

(7) 지진에 의한 사고 예방

지진대책으로는 미리 각종 구조물을 내진공법에 의하여 설계, 시공하고 또 만일 지진의 피해를 받은 경우에는 신속하게 운반급수, 응급복구 조치가 될 수 있도록 기자재의 준비 평소부터 준비하여 두는 것이 필요하다. 지진이 일어나기 쉬운 지방의 송·배수관은 점성이 있는 재질(플렉시블 축이음 등) 또는 이음을 사용하고 피해를 최소한으로 줄일 수 있도록 시공하여야 한다. 특히 지반이 연약하여 지하수가 높고 층적층이 두꺼운 장소는 지진의 피해가 크다. 피해 장소는 일반적으로 플랜지 부분의 절손(折損), 이음이 빠지는 경우 십자관이나 T자관의 절손 등이 가장 많으므로 관의 부설에 있어 충분히 주의하여야 한다. 또한 비닐관 종류의 경우 휨성이 있는 재질(플렉시블 이음)을 밸브 앞 또는 분기지점에 설치, 시공하여야 한다. 기타사항으로 지진에 의한 사고예방에 대해서는 현재 진행 중인 상수도시설에 대한 내진 설계기준 연구용역 결과에 따른 도출결과를 반영하여 내진대책을 수립하여야 한다.

(8) 지반침하에 대한 사고예방

성토해서 공간이 없는 조성지대, 지하수 양수(提)가 많은 층적층 지대 및 탄광 지대 등에서는 매년 큰 지반침하가 일어나며 또한 강고한 기초를 쌓은 부분과의 경계에서 부등침하가 발생하기 쉽고 매설관이 손상되거나 이음누수의 원인이 되므로 침하에 대응할 수 있는 관로구조로 하는 것이 중요하다. 신축이음을 만들 때는 그 위치를 관측할 수 있도록 하는 것이 좋다. 유지관리에 대해서는 지반고를 정기적으로 측정하여 가능한 관내조사로 관로의 위치, 이음부 간극의 이탈상황 등을 조사해서 사고를 미리 예측하고 필요에 따라서 개량공사를 하여야 한다. 또 극단적인 성토가 이루어질 경우에는 규정깊이로 부설 교체할 필요가 있다.

(9) 누수에 의한 함몰 및 동결의 사고예방

누수 때문에 도로에 함몰이나 동결이 일어나면 교통장애나 교통사고의 원인이 되므로 이러한 것의 예방은 특히 중요하다. 이들 2차적인 사고를 방지하기 위해서는 관로의 순찰점검을 강화하고 동결을 발견했을 경우에는 신속히 동결 용해제를 뿌리고 보안시설을 설치할 필요가 있다. 또 함몰이나 동결이 일어나지 않도록 하기 위해서는 누수방지를 강화하고 상수도관로 부설공사에 있어서는 접합 작업을 확실하게 실시해서 통수 전에 수압시험을 해서 누수의 유무를 확인하고 되메우기 등을 완전히 시행할 필요가 있다.

(10) 다른 공사에 의한 사고 예방

1) 연락체제

최근 시가지에서 송·배수관에 근접하거나 관을 노출시켜 다른 공사가 실시되면 이것에 따른 사고가 많으므로 평소부터 다른 공사의 관계기관 및 시공자와의 연락을 긴밀히 해서 사전에 충분히 타협하고 사고가 발생되지 않도록 현장 입회하에 안전한 보호방법 및 시공방법을 확실히 취하도록 확인하여야 한다. 만일 사고가 발생했을 경우에 비해서 상호 긴밀한 연락체제를 확립해 두어야 한다. 즉

수도사업자를 포함한 각 관계기관간의 연락체계를 확립하고 가능하면 현장입회, 보호방법 등에 관하여 협정을 체결하는 것이 바람직하다.

2) 사전조사

공사 착수 전에 관의 종류, 관경 및 매설위치 등에 대해서도 면상조사, 현장조사 또는 시험굴착에 의해 확인하여야 한다.

3) 영향범위

개착에 의한 뒤쪽의 영향범위는 굴착부지보다 45도를 표준으로 하는데, 추진공법 및 실드(shield) 공법의 경우나 동결공법을 병용하는 경우에는 토질조사자료 등을 참고하여 그때 협의하고 영향범위 내에 있는 경우 및 굴착 내에 노출하는 경우에는 필요에 따라 미리 관련업체와의 보안협의를 실시하여야 한다.

4) 다른 매설물과의 간격

다른 매설물과의 표준간격은 관으로부터 관경의 대소에 따라서 30~150cm 이상 떨어지도록 하여야 한다. 그 이하가 되면 분기 작업이나 관의 보수가 곤란하며 만일 접촉하면 집중하중을 받아서 관이 파손될 우려가 있다. 부득이 표준 이하로 송·배수관에 근접하여 공사하는 경우에도 보호공을 충분히 해서 토사의 붕괴나 침하가 없도록 하여야 한다. 관의 바로 밑에 축조된 구조물과는 표준간격이 유지된다 하더라도 구조물에서 떨어 곳에 부등침하가 될 우려가 있으므로 신축이음을 만들어서 관에 무리한 힘이 들어가지 않도록 할 필요가 있다. 또, 침하의 염려가 있을 경우에는 필요에 따라서 약액주입 등에 의하여 지반을 보강하거나 관을 노출시켜서 완전한 보호공을 하도록 한다.

5) 공사보안 협의

영향 범위 내에 있는 노추관 등 위험성이 큰 경우에는 필요에 따라 다른 공사장소로 우회해서 이설하든지 일시적으로 가배관을 설치하는 것이 바람직하다. 이러한 조치를 하지 않는 경우에도 이탈 방지 및 보호공사, 기타 침하측정장치, 제수밸브의 신설 등 보안상 필요한 조치와 그 분담을 미리 정해야 한다. 또한 매설관, 보호공사의 순찰방법을 정해서 이상시 조치와 체제에 대해서 미리 협의할 필요가 있다. 이때 협의내용, 지시사항 등의 서류는 확실히 보관하여야 한다.

6) 관보호

관의 보호를 위해 관보호 전용의 매달은 스펀(span)을 설치하며 노면 복공(覆工)용 스펀과 겸용해서는 안 된다. 매달은 재(材)는 이음부 등의 양측과 직선부가 1~2m 간격으로 설치되도록 한다. 특히 곡관, T자관 등은 이탈력에 충분히 견딜 수 있도록 보호하고, 제수밸브 등은 하부에 강재 지지재를 설치해서 매단다. 흙막이(土留) 배후에 있는 관은 위험성이 크므로 경우에 따라서는 지반 개량을 한다든지 관의 중간 관경까지 노출시켜 복공해서 관찰하기 쉽도록 한다. 제수밸브, 소화전 등은 장소를 표시해서 조작가능한 상태가 되도록 하여야 한다. 다른 공사를 실시하는 경우에는 반드시 시험굴착을 실시하게 하여 송·배수관의 매설위치를 확인하지 않으면 시공할 수 없도록 하는 것이 바람직하다. 또한 다른 공사를 시공 중에 관의 이음이 노출되었을 경우에는 누수방지용 금속물을 사용하여 사후에 누수가 되지 않도록 하는 것이 바람직하다. 관이 노출될 경우에는 확실하게 고정하거나 지지공을 하는 것 등 어느 것이 필요한지 수시로 점검하여야 한다. 곡관부분에서는 곡관보호 금속물

을 붙여서 굴곡부의 곡관이 빠져나가지 않도록 방지하여야 한다.

7) 굴착 및 되메우기

관에 근접해서 굴착하는 경우에는 인력으로 하고 관에 영향이 없는 장소만 기계 굴착하도록 한다. 배수관에는 각 집으로의 인입급수관이 있으므로 주의하여야 한다. 되메우기에 있어서는 송·배수관의 상단에서 10cm 정도까지는 양질의 모래로서 확실하게 실시하고 충분히 순하중을 고려하여 되메운 뒤에 침하의 영향이 없도록 신중하게 시공하여야 한다. 또한 제수밸브, 소화전 등의 철제 뚜껑을 매 설치하면 안 된다. 다른 공사의 경우 필요에 따라서 공사구간의 전후에 제수밸브를 설치하여 피해를 최소한으로 줄이도록 하는 것이 바람직하다.

8) 널말뚝, 말뚝 박기와 빼기

관에 근접해서 무너짐 널말뚝이나 말뚝을 박을 때는 진동 때문에 이음누수 등이 발생하는 경우가 있으므로 미리 이음 보호를 하든지 충격이나 진동 등이 적은 공법을 선정하여 토사의 붕괴침하가 없도록 하여야 한다. 또 필요에 따라 수작업으로 관의 중간 관경까지 노출시켜 감시하면서 작업을 진행하도록 한다. 빼기는 되메우기 흙이 충분히 체결된 후에 관에 악영향을 주지 않는 공법으로 실시하고 뺀 자국에는 모래 등을 충전해야 한다. 관에 근접한 흙막이 널말뚝은 필요에 따라 존속시키는 것이 바람직하다.

9) 추진 및 실드(shield)공

관의 매설위치 및 토질조사 결과 관에 영향을 주는 경우에는 약액주입 등 지반개량 후에 추진함과 동시에 침하 측정장치로 관을 감시하고, 만일 관을 파손시켰을 때는 사고의 영향을 적게 하기 위해 적당한 곳에 제수밸브를 설치하는 것이 좋다.

(11) 무리한 시공 등으로 인한 사고예방

무리한 시공에 의해 사고가 발생하지 않도록 충분히 주의하여야 한다. 이음은 누수의 원인이 되지 않도록 관을 정확하게 설치해서 확실하게 접합하여야 한다. 특히, 신축이음은 설치 중에 신축이 일어나지 않도록 신중하게 시공할 필요가 있다.

시공 중에 역사이편부의 굴착 내가 침수하거나 되메운 후에도 지하수 수위가 높은 경우에는 빈 관이 부상하는 경우가 있으므로 주의하여야 한다. 관로에 근접해서 굴착할 경우에는 수압에 의해 관이 이동하지 않도록 주의해서 시공하여야 한다. 특히, 이형관보호의 후면이나 제수밸브 정지 및 전(栓) 정지가 되는 장소에는 충분한 보강을 실시할 필요가 있다.

(12) 부속시설의 사고예방

부속시설은 충분히 관리하고 사고의 원인이 되지 않도록 주의하여야 한다. 관내의 유수 중에 공기가 들어가면 물 흐름을 저해할 뿐만 아니라 사고의 원인이 되므로 공기밸브는 항상 정상적으로 흡기 및 배기가 되도록 점검·정비를 하여야 한다.

또, 철제 뚜껑은 유동이나 이탈방지에 주의하고 주변 노면과 단차가 생기지 않도록 관리하여야 한다. 제수밸브를 무리하게 개폐하면 고장의 원인이 되므로 제수밸브의 조작을 신중하게 시행할 필요

가 있다.

6.4.11 사고의 복구

불시의 사고에 대비하여 항상 이들의 복구 준비를 하여 두어야 한다.

(1) 사고의 조치기준

돌발적으로 발생하는 사고에 대처하기 위해 미리 사고발생을 예상하고 홍보활동, 동원계획, 단수 및 통수에 수반하는 배수(配水)조정, 복구계획 및 복구작업, 탁수대책, 운반급수, 원인조사, 피해자에 대한 응급조치, 피해조사, 피해보상, 통수 및 배수계통의 복원 등의 담당업무를 결정하고 이러한 관계자 상호의 통보·연락체제 등의 조치기준을 확립해 둘 필요가 있다. 피해가 크고 단·감수가 광범위하게 미치는 사고의 경우에는 현장이나 부서 내에 대책본부를 설치하고서 지휘자를 중심으로 각 부서별로 사고를 조치하여야 한다.

(2) 사고의 조치체제

1) 통보연락

시민으로부터의 통보 또는 정수장의 수압, 수량의 변동에 따른 사고발생을 확인한 경우에 대비해서 근무시간 내·외에 대해서 미리 관계기관에 연락방법 및 그 담당자를 정해 둘 필요가 있다. 사고 시에는 일반전화가 혼란하여 사용할 수 없는 경우가 많으므로 전용전화와 무선 등에 의한 통신시설을 갖추는 것이 바람직하다.

사고의 규모에 따라서 각 부서로부터 동원태세를 갖추어 총괄지휘자를 선정하여 복구공사 전반의 통제를 담당할 필요가 있다. 또 신문, 라디오, 텔레비전 등의 보도관계자에게 상황발표를 할 필요가 있을 때는 홍보책임자를 정하여 홍보의 통일을 기하여야 한다.

사고는 돌발적으로 발생하므로 손해보상문제를 수반하는 경우가 많으며 문제발생과 동시에 활용할 수 있는 태세를 미리 확립하여 두는 것이 필요하다.

2) 단·감수의 홍보

단·감수의 홍보에 대해서는 6.4.12 단수 및 통수조작을 참조하면 된다.

3) 초기 활동

사고가 발생했을 경우에는 즉시 현장을 확인하고 사고의 정도에 따라서 단수홍보 등의 필요한 조치를 취함과 동시에 미리 정해진 복구계획에 따라서 복구에 필요한 조치를 취하여야 한다. 사고발생의 연락을 받았을 경우 즉시 현장에 급파하여 사고상황을 파악하고 필요에 따라 보안시설을 설치하고 배수함과 동시에 보수에 착수해야 한다.

노면이 물에 잠기거나 침수 가옥이 있는 대형사고의 경우에는 무선 등으로 관계기관으로 연락하여 긴급 단수해야 하며 신속하게 단수홍보를 하고 피해조사를 실시한다. 초기 활동은 중요하기 때문에 이러한 초기 체제를 확립해 둘 필요가 있다.

4) 야간휴일의 출동

사고는 야간 또는 근무시간 이외에도 일어나므로 야간휴일 출동체제를 확립해 둘 필요가 있다. 또, 돌발 사고에 대비해서 미리 동원계획을 수립하여 복구요원의 지명, 통보망을 결정해서 즉시 소집하여 부서에 배치될 수 있도록 훈련하여 두어야 한다. 노력의 동원에 대하여도 같은 조치가 필요하다.

5) 협력업자의 대기

협력업자(토건업자 또는 공인급수공사업자)를 지명하여 복구공사를 실시할 경우에는 협력업자의 체제, 응급의 지명방법, 사고조치 및 사후처리 등에 관하여 평소부터 결정하여 두어서 협력업자의 업무, 기자재 등에 관하여도 돌발 사고에 대응할 수 있도록 태세를 정비하여 두는 것이 필요하다. 야간이나 휴일에도 대책반을 설치해서 연락요원을 항상 상주시켜서 돌발 사고에 대처할 수 있도록 해야 한다.

(3) 복구공사

1) 사전연락

공사착수에 앞서 도로관리자 및 관할경찰서와 연락을 취하고 지시에 따라 보안시설을 설치하고 부근 시민이나 일반 교통안전을 확보하고 신속하게 공사를 진행해야 한다. 단·감수를 수반할 때는 소방서 등 관계기관에 공사내용을 연락할 필요가 있다. 하수, 가스관 등 다른 매설물의 노출이나 이에 근접할 경우에는 각각의 관리자에게 연락해서 입회하고 지시를 받아야 한다.

2) 공정표

사고의 상황을 파악하고 신속히 복구계획을 세워서 복구공정에 맞추어 필요한 기자재, 가설재 등을 현장에 반입해서 공사를 신속하고 신중하게 실시해야 한다. 현장사진이나 기록 및 공사의 사무정리를 시행하고 장래 참고자료로 보존해 두는 것이 바람직하다.

3) 가설공사의 주의사항

- ① 흙막이공: 굴착장소의 흙막이공은 사고관에서 분출하는 수압에 견디도록 유념해서 널말뚝을 세워 막히지 않도록 해야 한다. 지반이 연약한 경우에는 널말뚝의 기초를 충분히 하고 필요에 따라서 웰 포인트(well point), 약액주입 등의 공법으로 지반을 개량해서 시공하는 것이 유효하다.
- ② 물빼기공: 물빼기 시간은 공사의 공정에 가장 큰 영향을 미치는 것이므로 미리 굴착구내의 용출수량, 기존관내의 누수량을 추정해서 배수(排水)펌프를 설치한다. 펌프의 고장 및 효율의 저하를 고려해서 예비펌프를 준비한다.
- ③ 관보호공: 이형관 보호는 확실히 실시하고 통수시의 수압에 의해 이탈하는 일이 없도록 해야 한다. 이를 위해 보재(梁材)의 잔치(殘置), 강재에 의한 보호 또는 이탈방지 금속기구를 설치할 필요가 있다.
- ④ 보안시설: 공사현장의 보안시설 등은 일반적으로 도로관리자 및 경찰서가 정한 설치요령에 기포해서 설치하여야 한다. 공사가 야간으로 이어질 때는 충분한 조명시설을 설치해야 한다. 공사에 따라서는 교통정리 요원을 배치하고 보행자 통로를 확보해서 교통보안에 대해서 충분히 주

의해서 시공한다.

- ⑤ 기기류: 사고관을 매달아 올리고 신관을 매달아 내릴 때 관 설치를 무리하게 하면 위험하므로 크레인, 와이어로프 등은 매달아 올리는 관의 중량보다 충분히 여유가 있는 것을 사용하여 관에 충격이나 손상을 주지 않도록 시공할 필요가 있다.

4) 복구공

발생한 사고의 대소, 관종, 장소 등에 의해 복구방법이 정해지지만 관의 절단, 접합 등은 확실히 실시하고 필요에 따라 신축이음을 설치한다. 특히, 복구 후의 되메우기는 유념해야 한다. 관의 절단에 있어서는 균열부분을 남기지 않도록 충분히 검사해서 실시해야 한다. 또, 굴착구 내에 가스관이 노출해서 누설위험이 있는 곳에서는 용접기, 절단기, 기타 화기를 수반하는 기계류의 사용에 주의하고 경우에 따라서는 필요한 보안조치를 강구해야 한다.

재발방지를 위해 사고가 일어난 전후의 관에 대해서도 동시에 점검하고 그 결과에 따라서 보강공사 또는 부설교체 등의 계획을 세워야 한다.

5) 이음누수의 복구

소켓관의 이음누수는 누수를 정지시키고 누수방지용 금속기구를 붙이거나 신관으로 교체한다. 메커니컬이음의 이음누수는 관체와 고무의 위치를 정상적으로 고치고 새로운 볼트·너트를 이용해서 다시 조여 준다. 누수가 멈추지 않을 경우에는 관을 절단해서 잘린 관 및 이음관(접륜)을 사용해서 보수한다.

(4) 운반급수

단수구역의 운반급수를 목적으로 급수용 탱크차량, 드럼통, 휴대용 강통 등을 준비하여야 한다. 단수구역을 최소한도로 줄이기 위하여 주변부의 배수관과 인접 상수도의 배수관과 상호 연결하는 등 운반급수를 신속하게 수행할 수 있도록 준비하여 두어야 한다.

(5) 보수용 재료 및 기기의 정비

관종류, 관경별 보수용 예비관, 널말뚝, 철관절단기, 배수펌프, 조명기, 기중기, 토공기, 철관공구 등 복구용 기계류 및 기구류는 항상 사용가능한 상태로 정비하여 두어야 한다. 특히, 비상용 비축기자재 수량표, 소요기계 일람표, 비상동원계획 및 담당업무표를 작성하여 연 1회 정기적으로 실지 점검하여야 한다. 비상용 비축기자재는 인접 도시간 상호 융통하는 것이 좋다.

6.4.12 단수 및 통수조작

(1) 계획단수

1) 단수시간의 설정

배수관의 단수는 사용자의 급수정지, 사용제한 또는 탁수 등을 수반하는 경우가 많으므로 되도록 단수시간의 단축에 노력하여야 한다. 또, 주간의 사용량이 많은 시간대를 가능한 피해서 사용자에게

영향이 없는 시간대로 설정하는 것이 바람직하다.

배수관의 연결공사 또는 제수밸브 설치공사로 기존관의 단수가 불가능할 경우에는 부단수 분기용 분할Y자관 또는 부단수 제수밸브를 설치하는 부단수공법에 의해 시공하는 방법이 있다. 부단수공법에 대해서는 상수도시설기준 7.4.18 부단수공법을 참조하면 된다.

2) 단수구역의 설정

① 구역설정

배수관을 단수할 경우는 배수(配水)계통, 관망 및 제수밸브, 소화전, 공기밸브, 이토밸브의 위치 등을 검토해서 단수구역을 최소한으로 설정해야 한다.

또한 수압, 흐름방향 및 과거자료 등을 참고해서 감수 및 적수발생 예상구역을 설정해야 한다.

② 다른 계통으로부터의 보급

단수에 의하여 급수의 영향을 받는 구역에서는 되도록 다른 계통으로부터 보급되도록 하여 단수 및 감수구역의 축소에 노력해야 한다. 또, 보급은 단수 개시 전에 시행하는 것이 바람직하다.

3) 공사공정의 확인

공사의 규모, 공법 등을 잘 검토해서 무리없는 공정으로 구성하고 공사착수 후에 통수예정시간을 연장하는 일이 없도록 계획을 세워야 한다.

4) 홍보

계획단수의 경우는 단수시기, 통수개시시기(복구예정시기), 단수구역이나 감수 및 탁수구역, 기타 필요한 사항을 영향 호수(戶數)의 다소 등에 따라 전단을 각 호에 배부, 포스터, 신문광고, 신문게재, 라디오, TV 및 홍보용 자동차 등에 의해 적어도 24시간 이전에 일반수도사용자에게 홍보함과 동시에 학교, 병원, 대형 수도사용자 등에는 전화 등으로 확실하게 통지해야 한다. 또한, 관할소방서에는 공문으로 미리 알려야 한다. 공사의 지연으로 부득이 통수개시시기를 연장하는 경우에는 즉시 대형 수도사용자, 소방서 및 내부 관계자 등에게 전화로 통지하여야 한다.

5) 운반급수

계획단수의 경우는 미리 수도사용자에게 단수를 홍보하여 일반수도사용자들이 수돗물을 받아 두는 등의 협조를 구한 후에 되도록 수도사용자에게 영향이 적은 시간대에 단수하기 때문에 운반급수는 하지 않는 것을 원칙으로 하지만, 환자의 발생 등 긴급시, 단수홍보의 누락, 통수개시시기의 연장이거나 예정 외의 단수 구역의 발생 등 돌발적인 사태에는 필요에 따라 운반급수를 실시하여야 한다. 단수시간이 특히, 장시간이 되는 경우나 단수구역이 매우 광범위한 경우 등은 소독된 급수차량 등을 준비해서 필요에 따라 운반급수를 하는 것이 바람직하다.

(2) 돌발단수

1) 홍보

사고 등으로 돌발단수가 된 경우에는 즉시 현장을 확인해서 단수의 원인, 통수개시시기(복구예정시기), 단수구역이나 감수 및 탁수구역, 기타 필요한 사항을 신속하게 홍보용 차량이나 휴대용 마이크로 일반수도 사용자에게 홍보함과 동시에 학교, 병원, 대형 수도사용자 및 소방서장에게도 전화로

통지하여야 한다.

또 대규모 사고의 경우에 신문, 라디오, TV 등의 보도 관계기관에서 사고발표를 할 경우에는 홍보 책임자를 결정하여 홍보를 통일하도록 해야 한다.

2) 운반급수

돌발단수의 경우는 즉시 단수구역이나 감수 및 탁수구역의 실태를 조사·파악해서 다른 계통으로부터의 보급으로 그 영향구역의 축소에 노력함과 동시에 소독된 급수차량 등으로 운반급수를 실시하여야 한다.

(3) 단수작업

1) 준비

① 배관도에 의한 작업내용의 파악

공사에 의하여 단수할 경우에는 단수전에 미리 배관망도에 의해 배수계통, 관망, 흐름의 방향 및 조작할 제수밸브, 소화전, 공기밸브, 배수구(排水口)의 위치를 조사, 검토해야 한다.

② 조작하는 밸브류의 현장 확인

배관망도에서 조사한 조작할 밸브류의 위치를 현장에서 분명하게 확인한 다음에 그 기능조사를 하고 고장의 유무를 확인하여 두고서 단수작업 착수 후에 단수구역의 확대나 변동이 없도록 해야 한다. 또한 제수밸브의 개폐방향, 회전수, 개도(開度) 등도 확인해 둘 필요가 있다.

③ 배수장소의 조사

단수완료 후에 관내를 배수하는 경우, 시간단위배수량을 산출하고 배출장소의 수로(하천, 하수관거, 측구 등)의 허용량 등을 검토해서 월류 등이 일어나지 않도록 조사함과 동시에 필요에 따라 하천관리자 등에게 연락한다.

④ 공사현장의 준비확인

단수작업은 공사현장의 작업진척 상황을 확인하고 준비가 된 후에 개시해야 한다. 단, 돌발사고로 노면이 물에 잠기거나 침수 가옥이 발생하는 대형사고의 경우에는 무선 등으로 관계기관과 연락을 취하면서 긴급 단수해야 한다.

2) 작업

① 밸브 조작상의 주의사항

① 본관의 밸브실에는 가스가 충전되어 있을 경우가 있으므로 주의하여야 한다. 그리고 밸브의 회전수는 구경별로 정해져 있으므로 조작 전에 충분히 익혀 두어야 한다. 또 그 회전수에 의하여 반대로 밸브의 구경을 알 수 있으므로 밸브 위치를 잘못 알고 조작하였을 때의 착오를 알 수 있다.

② 제수밸브의 조작은 급격하게 개폐하면 수격(water hammer)작용으로 관이 파손되거나 제수밸브의 고장을 초래하기 쉬우므로 단수, 배수, 충수 및 통수에 있어서는 어느 것이나 모두 신중히 실시하여야 한다. 따라서 부득이 하청업자에게 조작시키는 경우에는 반드시 직원이 입회하여 지시한다.

- ③ 개폐밸브는 밸브 좌측에 녹에 의한 조임 불량에 되는 경우가 있으므로 폐쇄가 불안정한 경우는 완만하게 개폐를 수회 반복할 필요가 있다. 무리하게 강한 힘을 가해서 밸브축이나 감속기어를 파손하지 않도록 주의해야 한다.
- ④ 배수간선 등에서 제수밸브에 부밸브(bypass valve)가 있는 것을 닫을 때는 주밸브를 닫은 다음에 부밸브를 닫고, 개방할 때는 부밸브를 먼저 개방하여 상·하류의 압력차를 적게 한 다음에 주밸브를 개방하여야 한다.
- ⑤ 공사현장과 제수밸브 조작 장소는 무선이나 트랜시버 등으로 충분히 연락을 취하면서 조작하는 것이 바람직하다.
- ⑥ 단수작업 중에 만일 제수밸브의 고장에 의해 폐쇄할 수 없는 경우 또는 단수통지 후 밸브의 불량이나 고장이 판명된 경우에는 단수구역을 넓혀야 하기 때문에 즉시 단수 추가구역의 수도사용자, 소방서 및 내부 관계자에게 통지하여야 한다.
- ⑦ 화재경보 발령과 폭풍시에는 광범위한 지역의 단수작업은 가능한 피하여야 한다.
- ⑧ 밸브는 도시에 따라서 KS규격의 것과 그와 동등한 규격이 사용되고 있으며, 혼용하면 관리상 불편하고 조작착오를 일으키기 쉬우므로 통일하는 것이 바람직하다.

② 단수확인

단수작업을 완료했을 때는 단수구역 내의 소화전, 공기밸브 등에서 단수를 확인해야 한다. 또, 단수예정구역 외에 단·감수 등이 발생하는 경우가 있으므로 단수예정구역 외에 수압조사도 해서 그에 대한 조치를 해야 한다.

③ 배수조작

배수 작업은 단수조작 완료를 확인한 다음에 개시하여야 한다. 배수는 소화전, 공기밸브 또는 맨홀 등으로부터 관내로 충분한 공기가 들어오도록 해서 실시하여야 한다.

배수구로부터 자연배수가 불가능한 경우나 현장에서 펌프배수를 설치할 경우에는 미리 배수량과 배수시간을 고려해서 배수펌프를 준비하여야 한다. 이 경우 배수량은 관내의 배수량 이외에 제수밸브의 조임 불량에 따른 누수와 현장으로 유입하는 지하수가 있을 것을 예상하여 배수펌프는 상당량의 여유가 있는 것을 사용하고, 또 펌프의 고장에 대비해서 예비펌프를 준비해 두어야 한다.

한편, 관로내 배수(排水)시 배수시간 산정방법은 단수작업시 관내 배수가 수반되는 경우 작업 위치에 따라 어느 구간까지 배수를 실시할 것인지를 우선 계획하고, 이에 따라 이토밸브 또는 세척 유입시설에 의한 자연배수가 가능한 구간과 그 배출되는 토출구의 높이에 따른 사수구간 발생시 이에 대한 강제 배수계획을 수립하여야 한다. 따라서 이토밸브를 통한 자연배수 및 사수구간의 수중펌프에 의한 강제 배수시 배수시간에 대하여 최대한 정확하게 산출하도록 노력하여야 한다.

(4) 통수조작

1) 공사현장의 보호공사 확인

통수조작을 개시하기 전에는 반드시 공사현장 내의 배수관(配水管) 및 부속시설의 보호공사가 완료됐는지를 확인해야 한다.

2) 수압시험

관로의 부설 후에는 수밀성과 안전성을 확인하기 위해 수압시험을 하는 것이 좋다. 수압시험에 있어서는 관내의 잔류공기를 완전히 제거하고 수압에 따라 이음부가 이탈함이 없도록 콘크리트 등으로 보호공사를 할 필요가 있다(상수도시설기준 7.4.11 수압시험 참조).

3) 물채움(充水)

물을 급격하게 채우면 관내의 잔류공기가 제거되지 않고 이상 공기압을 발생시켜 관의 파손이나 이음부의 이탈 등을 일으키는 경우가 있다. 충수는 관내 공기의 배출높이를 고려하여 되도록 낮은 쪽에서부터 신중히 실시하여야 한다. 부득이 높은 쪽에서부터 실시할 경우에는 관의 저부에서부터 서서히 충수하고 관내의 공기가 배기되기 쉽도록 신중하게 실시하여야 한다.

소추경관(지관)의 경우에는 소화전, 급수전 등으로부터 공기를 배제할 수 있지만, 대구경관(본관)의 경우에는 공기밸브, 맨홀의 기능에 주의해서 관내에 공기가 남지 않도록 충수시에 특히 주의해서 실시해야 한다. 또, 공기가 완전히 배제되지 않을 것으로 예상될 경우에는 미리 그 장소에 분수전을 부착해서 배기에 만전을 기해야 한다.

충수작업 중에는 순찰차량 등으로 관로의 이상 유무를 점검하여야 하고, 특히 배기 및 배수장소에는 감시인을 배치해 두는 것이 좋다.

4) 조작밸브류의 재점검

충수 및 통수작업이 완료된 후에 관로 및 조작한 밸브류에서 누수 등이 없는지를 재점검해야 한다. 또, 밸브류에 대해서는 조작누락 유무를 확인할 필요가 있다.

5) 청소 및 소독

- ① 관내의 충수가 끝나면 상류측의 제수밸브를 개방한 다음 하류측의 이토밸브 또는 소화전을 개방하여 배수하고 공사장소의 청소를 실시하여야 한다.
- ② 송·배수관의 신설 또는 연결공사를 할 경우 관의 소독은 다음 순서에 의한다.
 - ㉠ 신설관을 충분히 세척하여 배수할 것
 - ㉡ 일단으로부터 약 10ppm 염소함유 정수를 주입하면서 다른 쪽으로 배출한다.
 - ㉢ 배수가 청정하게 되고 또 잔류염소가 5ppm 이상 있는 것이 인정될 때에는 10ppm의 염소함유 정수를 수돗물로 교체하여 배수를 계속한다.
 - ㉣ 배수의 잔류염소가 수돗물과 동등하게 되었을 경우 그 시점으로부터 통수를 개시한다.
 - ㉤ 기존관과 연결하는 부분에서 10ppm 염소함유 정수를 충만할 수 없을 경우에는 신설관의 상류단에 삭공하고 분수전을 교체하고 여기로부터 관내의 유리잔류염소가 약 10ppm 정도가 되도록 염소수 또는 차아염소산나트륨 용액을 압력으로 주입하여 배수를 계속한다.
 - ㉥ 염소 함유수의 배수에 있어서는 방류장소의 상태에 따라서 피해를 주지 않도록 중화제 등의 사용을 고려할 필요가 있다.
 - ㉦ 기존관과 연결하는 경우 10ppm 염소함유 정수를 충만할 수 없을 때에는 미리 부설에 선행

하여 약 50ppm 염소함유 정수로 세척·소독한 다음에 부설하여야 한다.

- ③ 앞 항의 소독이 완전히 이루어졌다고 확인한 다음에 통수를 개시하고 단수의 영향구역에 대한 보급을 정지하여 배수계통을 복원하여야 한다.

6.5 재해대책용 저수시설

6.5.1 총칙

재해대책용 저수시설은 저수조, 저수조 주변의 배관 및 부속설비와 비상용 급수설비로 구성되어 있고 재해시의 급수거점의 하나로서 수도시설에 직결되어 설치되어 있는 것이다. 이러한 저수시설의 유지관리에 있어서는 그 구조, 기능 및 관리방법을 숙지함과 동시에 확실하고 안전한 식수확보를 위해 평소의 보수점검에 만전을 기할 필요가 있다. 또한 재해시를 예상한 훈련은 항상 정기적으로 실시하여 시설기능 확인과 신속하고 적절한 조치가 가능하도록 한다.

6.5.2 재해대책용 저수시설

(1) 측정기록

1) 잔류염소, 탁도 측정, 기록

저류수가 언제라도 깨끗하고 수질기준에 적합한 물이 확보되기 위해서는 수질계측기 등으로 정기적으로 수질측정을 하여 항상 안전을 확인하도록 한다.

(2) 점검과 정비

1) 저수조 점검

저수조는 1년에 한 번 정도 비워서 이상 유무를 점검하고 청소하도록 한다. 점검내용은 내면열화 상황, 누수 유무, 유입 및 유출관 및 지지기구의 부식상황 등이다.

2) 부속설비의 점검과 정비

저수조에는 유입관, 유출관, 배수관, 측관 등에 각각 밸브나 긴급차단밸브가 있고 상시 사용하지 않는 밸브도 많으므로 이들 전부에 대해 그 작동이 항상 확실한지 장기적으로 점검, 정비한다.

3) 수질계측기, 감시장치 점검과 정비

안전한 저류수의 수질관리를 위해 수질계측기나 긴급차단밸브의 작동상황의 감시장치 등은 항상 정확히 작동될 수 있도록 점검, 정비하도록 한다.

4) 비상용 급수설비의 점검과 정비

비상용 급수설비는 항상 점검, 정비하고 지진재해시의 혼란한 상황에서의 조작을 예측한 훈련을 정기적으로 실시하여 설비내용 및 조작을 숙지해 두는 것이 중요하다.

5) 대기 개방식 저수조 점검과 정비

대기개방식 저수조는 정수지에 준하므로 정수장시설의 설명에 있는 일상점검 등에 준한다.

6.6 부속설비

6.6.1 총칙

송·배수관의 부속설비에는 밸브, 공기밸브, 소화전, 감압밸브, 긴급차단밸브, 유량계 및 수압계, 배수설비, 맨홀, 자동수질계측기 등이 있다. 이들 부속설비는 송·배수구역 내의 물수요와 수질유지에 대응하기 위해 관로와 일체가 되어 적절한 수량과 수압, 수질이 확보될 수 있도록 기능을 유지하여야 한다.

따라서 세심한 배수조정을 위해서 부속설비는 통상의 유지관리로 끝나는 것이 아니라 관로시설 전체를 생각한 갱신, 개량으로 기능 회복과 향상을 도모하는 것이 바람직하다.

또한 부속설비를 넣어둔 박스 등은 도로에 방치되어 있는 경우가 많고 유지관리의 좋고 나쁨에 따라 일반 통행상 큰 영향을 주기 때문에 늘 점검과 정비에 특히 주의한다(<그림 6.6.1> 및 <그림 6.6.2> 참조). 한편 도로공사 등에 의해 밸브실 또는 맨홀 등이 아스팔트 등으로 복개 되는 경우가 발생하지 않도록 주기적인 점검을 통해 유지관리에 주의해야 한다.

6.6.2 밸브

밸브는 단수, 배수구역 설정·변경, 수량·수압 조정 등을 위해 설치된 송·배수관의 중요한 부속설비이며 일상의 유지관리에 특히 주의한다.

특히 간선밸브는 회전부 청소, 주유 및 개폐기능조사, 혹은 밸브실 내의 빗물, 오수의 배제 등을 정기적으로 실시하고 밸브실이나 철개 손상에도 주의하고 상시 사용가능 한 상태로 정비해 두어야 한다.

작업을 위해 밸브실 내 등에 들어가는 경우는 산소농도 및 유독가스를 사정에 측정하여 안전을 확인함과 동시에 작업 중에 환기에도 충분히 대응될 수 있도록 해둔다.

이 외에도 송·배수관 근처에서 다른 공사가 실시되는 경우는 밸브실의 매몰, 손상, 분실 등이 발생될 우려가 있으므로 반드시 현장입회를 하여 정확히 복원하고 대장도 등으로 그 위치를 명확히 해둔다.

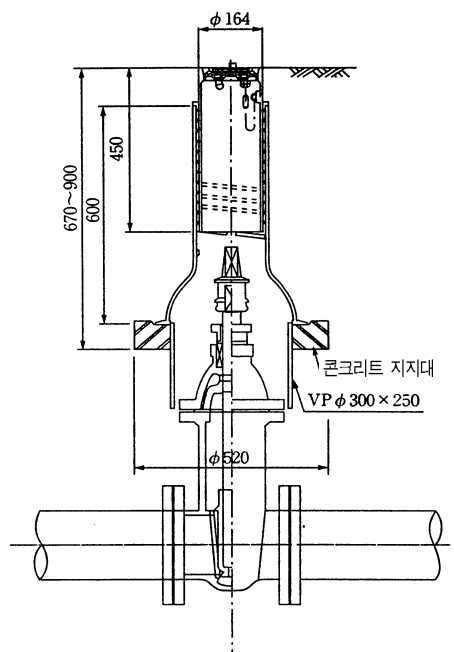
종래의 제수밸브는 차단, 제어의 목적을 구분하지 않고 이용되어 왔지만 배수조정 및 관로의 유지관리에 지장을 줄 소지가 있는 경우에는 밸브기능을 재검토하여 가장 적절한 밸브로 개량하도록 한다.

6.6.3 공기밸브

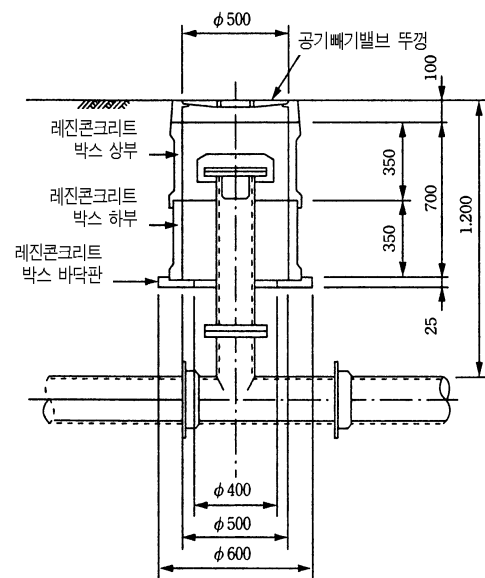
공기밸브는 공기의 흡인, 배출을 위해 관로의 요철부, 수관교, 교량첨가관 등에 설치되어 있으므로 누수는 비교적 발견하기 쉽다. 그러나 공기밸브의 주체인 플로트밸브(합성수지공 또는 에보나이트공)가 상부 밸브지지대의 고무패킹에 밀착되어 흡기 및 배기가 필요할 때 낙하되지 않고 기능하지 않는 경우가 있으므로 점검과 정비를 충분히 실시하도록 한다. 특히, 단수시에 밸브실 내의 오수, 토사 등을 흡인할 경우도 있기 때문에 밸브실 내는 항상 청결히 해둔다. 단, 공기밸브와 소화전이 기능적으로는 분리하면서 일체가 된 공기밸브 부착 소화전이 있는데 이는 공기밸브와 소화전을 개별로 설치하지 않고도 가능하므로 이형관이나 밸브실 등을 적게 해도 무방하다는 이점이 있다. 한편 도로공사 등에 의하여 공기밸브실이 폐쇄되는 경우가 발생하지 않도록 주기적인 점검을 통하여 기능이 잘 작동하도록 유지관리에 주의하여야 한다.

6.6.4 소화전

소화전은 소방 수리(水利)의 근간일 뿐만 아니라 수압측정, 배수관의 세척·배수 혹은 공기밸브를 대용하여 이용하는 등 불가결한 설비이다. 고장 소화전은 항상 소방당국과 연락을 긴밀히 가져 즉시 수리하여 소방활동에 지장을 주지 않도록 한다. 소화전 수리에는 배수관을 단수하지 않아도 되지만 유지관리를 고려하여 보수밸브 등의 정비도 겸해 실시하는 것이 바람직하다.



<그림 6.6.1> 밸브통



<그림 6.6.2> 공기밸브 박스

6.6.5 감압밸브

감압밸브는 수압이 다른 구역을 잇는 연락관 혹은 고수압이 작용하는 배수관 등에 설치하는데 작동이 민감하여 특히 모래나 녹 발생에 의해 기능이 저하되기 쉽기 때문에 자기기록 수압계에 의한 2차측 압력 감시 및 정기적인 점검과 정비가 필요하다(<표 6.6.1> 참조).

단, 감압밸브에는 그 전후로 점검과 수리 등을 위한 밸브를 설치함과 동시에 하류측이 단수상태가 되지 않도록 같은 구경 또는 한 단계 작은 구경의 바이패스관을 설치하도록 한다.

<표 6.6.1> 감압밸브의 점검과 정비기준에

점검구분	대 상	점 검 항 목	빈도	처 치
일상점검	밸브의 각부	1차압과 설정 2차압의 확인 압력계의 고장확인	즉시 즉시	
	부속기기류 기타 밸브실	타이머 장치는 정상적인가? 청소, 정제수 배수	즉시 즉시	
정기점검	밸브의 각부	압력계 작동은 정상적인가?	3~6개월	
		파일럿밸브는 정상적인가?	3~6개월	
		밸브개도는 정상적인가?	3~6개월	
		스피드컨트롤밸브는 정상적인가?	3~6개월	
		소형 밸브류의 작동은 정상적인가?	3~6개월	
		스트레이너 세척	1년	
정기정비	밸브 본체	O링, 밸브시트 교환	5년	
	소형관류	스프링 교환, 조정	5년	
		소형 밸브류, 압력계 교환	5년	
		패킹 교환	5년	
		스프링 교환, 조정	5년	
	파일럿밸브	O링, 밸브시트 교환	5년	

6.6.6 긴급차단밸브

긴급차단밸브는 배수지, 배수탑 혹은 응급급수시설 등의 유입·유출부에 설치하여 관로에 이상이 발생한 경우에 밸브 폐지 또는 개도조정을 자동적으로 실시하여 저류수를 확보하는 것이다. 관로의 이상검출에는 감진기에 의한 것, 비정상적인 유량, 유속, 수압을 감지하는 방식 등이 있다. 배수지 또는 배수탑에 설치하는 긴급차단밸브는 감진기 방식으로 하게 되면 지진에 의한 관로파손이 발생하지 않는 경우에도 밸브가 폐지되는 경우가 있다. 이러한 이유로 유량, 유속, 수압의 이상을 감지하는 방식과 병용하는 것이 바람직하다. 또한 작동방법은 이상시에 확보해야 할 배수유량, 배수지 수위 등으로 결정함과 동시에 단수가 발생하는 경우에는 소방당국과 소화용수 취급에 관해 충분한 조정과

수용가로의 홍보방법도 검토할 필요가 있다. 이러한 긴급차단밸브는 재해시의 작동이 항상 정확하고 확실하다는 조건이 필요하므로 정기적으로 점검과 정비와 작동을 확인한다.

6.6.7 유량계 및 수압계

유량계·수압계는 배수구역내의 유량·수압을 정확히 파악하고 배수조정에 세심한 배려가 필요한 것으로서, 배수본관 시작점 및 주요 분기장소, 배수 블록 입구장소, 혹은 다른 배수구역 및 배수블록으로의 연락장소 등에 설치된다.

이들 유량계 및 수압계의 데이터는 그 정확도에 따라 배수량·배수조정에 크게 영향을 미치므로 정기적인 점검·정비로 기기를 측정하고 교정한다.

6.6.8 배출수설비

배출수설비는 관매설시의 협잡물 배출, 관내에 발생한 녹, 물 때, 도막편 등의 배수 및 단수시, 사고의 관내수의 배수를 위해 송수관, 배수본관, 배수지관의 저부에서 방류 장소가 확보될 수 있는 장소를 적절히 선택하여 설치한다. 더욱이 향후에는 수질보전에 없어서는 안 될 설비이므로 계획성을 갖고 효과적인 위치에 설치함과 동시에 평소에 보수점검, 수리를 적절히 실시하여 정상적이고 안전한 기능이 발휘될 수 있도록 한다.

6.6.9 맨홀 및 점검구

맨홀 및 점검구는 일반적으로 구경 800mm 이상의 관로 매설시 작업용 출구 및 매설 후의 내부점검, 보수 등의 유지관리에 활용하기 위해 설치하는 것으로 공기밸브나 소화전을 병용하여 정비하는 것이 일반적이다. 통상의 유지관리는 공기밸브나 소화전 점검과 정비시에 병행하여 실시하고 맨홀 또는 점검구 실의 누수, 부식 등에 특히 주의할 필요가 있다. 또한 유지관리의 상세한 내용은 시설기준 등의 관련 내용을 참조한다.

6.6.10 자동수질측정기

자동수질측정기는 송·배수관의 주요장소나 배수지관의 말단부에 수질검사를 실시하는 장치로서 설치되는데 송·배수시설에서의 수질감시와 이상시의 신속한 대응, 또는 세심한 수질관리를 위해서도 유효하다. 자동수질측정기에는 장기간의 연속계측이 가능하도록 하기 위해 각종 자동교정 기능이나 검출부의 세척 기능이 준비되어 있지만, 안정된 성능을 확보하기 위해서는 정기적인 점검과 정비를 수행하도록 한다(9.9.2 (3) 1) 보수와 점검 참조).

수질측정기의 측정항목은 주로 잔류염소, pH값, 탁도, 색도, 전도율, 수온 등인데 이들 데이터 감

시에 관로전체의 안정적이고 효율적 관리운용 실시를 위해 수압·수량 측정, 배수컨트롤 기능까지 부가될 수 있는 다기능형도 있으므로 수도사업 실정에 맞춘 시설 정비를 생각할 필요가 있다.

6.6.11 한랭지의 유의사항

(1) 적설전의 시설 점검과 정비

적설 전에는 밸브, 소화전, 공기밸브, 배수밸브 등의 점검은 매우 어려우므로 강설 전에 순찰 점검하여 미리 예상되는 장애와 고장에 대해서는 미연에 수리 또는 개량하여 정비해 둔다. 또한 도로 노면상의 철개 등이 노면보다 높을 때에는 제설차 등의 사고로 이어지지 않도록 신속히 조정 또는 개량해 둔다.

(2) 밸브류의 위치표시

적설시의 밸브, 소화전, 공기밸브, 배수설비 및 계량장치 등의 조작이 가능할 수 있도록 그 위치표시를 현지에 적합한 방법(표시판, 표시 말뚝 등)으로 실시하여 용이하게 발견할 수 있도록 하고 오프셋트를 기입한 세밀도를 작성해 둔다.

(3) 적설시의 교통확보

적설로 인해 관로 순찰이나 각 시설까지의 교통이 혼잡해질 경우가 많으므로 통로 및 주행용구를 확보해 둔다.

(4) 사고 예방

한랭지에서는 동절기 관내의 물이 동결되어 관이나 부속설비를 파손하는 경우가 있다. 이러한 이유로 동결될 우려가 있는 수관교, 교량첨가관, 소화전 및 공기밸브 등은 적절한 방한대책을 설치한다. 관의 매설깊이는 토지의 동결심도보다 깊게 하고 어쩔 수 없이 필요 매설 심도가 확보되지 않는 경우에는 단열매트 등의 적당한 조치를 강구해 둔다. 단, 동결토나 얼음이 혼입된 흙으로 되메움할 경우에는 기온과 수온이 상승하면 동결토 등이 녹아 연약화되고 노면이 침하되어 관로사고의 원인이 되므로 주의한다. 이 밖에도 관내의 물을 정체시키지 않도록 한다.

(5) 적설 한랭지의 소화전 관리

적설 한랭지의 소화전은 다음의 사항에 유의한다.

- ① 물빼기장치가 부착된 소화전은 강설 전에 반드시 점검하여 상태를 확인해 둔다. 소화전 사용 후에도 물 빠짐을 확인한다. 단, 동결되었을 때는 즉시 녹일 수 있도록 해빙설비를 준비해 둘 필요가 있다.
- ② 지상식 소화전은 제설차 등으로 파괴되지 않도록 스노 폴 등 적당한 조치를 강구해 두어야 한다.

- ③ 지하식 소화전 마개는 동결로 인해 소화작업에 지장을 미치지 않도록 배려한다.
- ④ 지하식 소화전 동결방지를 위해 흡습성이 적은 발포 스티롤 등의 방한재를 충전하든지 또는 중간 마개식 구조로 한다.

(6) 자재 확보

자재에 대해서는 다음 사항에 유의한다.

- ① 밸브 및 이형관류의 보관은 직사광선이나 풍우에 노출되지 않도록 시트 양생 등으로 완전히 보호한다.
- ② 저온시에 영향을 받는 것은 보관 및 취급에 충분히 유의한다.
- ③ 옥외재료를 비치해 두는 곳은 간판 등을 세워 적설시에도 보관장소가 확인될 수 있도록 해둔다.

(7) 용설기의 점검

적설기간 중에는 시설의 점검이 곤란하므로 용설기에는 각 시설의 이상 유무를 자세히 점검하고 조정해 두도록 한다.