

3. 취수시설의 관리

3.1 총설

3.1.1 일반사항

(1) 기본사항

육수는 자연의 물 순환기구 중에서 강우에 의해 지상에 생겨나게 된다. 그 후 취수지점에 이르는 유하과정에서 집수구역의 자연적, 사회적인 환경조건에 따라 질적·양적으로 복잡한 영향을 받는다.

수도는 그 수원을 주로 육수에 의존하고 있고 상수원수에는 하천 표류수, 댐수, 호소수 등의 지표수와 지하수가 있다.

취수시설은 하천, 저수지·호소 등에서 지표수 및 복류수를, 집수매거와 우물 등에서 지하수를 취수하기 위한 시설이다. 취수시설은 이와 같은 수원에서 수도의 수요에 필요한 양질의 원수를 안정적으로 취수할 수 있도록 설치된다. 따라서 보다 좋은 상태로 원수를 취수하기 위해서는 시설의 점검·정비 등의 기초적 관리를 확실히 실시하는 것이 중요하다.

또한 상수원수의 수질보전 관점에서 집수구역의 환경을 앞으로도 양호하게 유지해 나갈 수 있도록 관계 기관의 협력하에 감시와 정비를 해나가야 할 것이다. 그 때에는 수원 상황에 대응한 취수방법과 정수처리방식의 선택 등 기술적인 시점만이 아니라 경영적인 시점으로부터도 검토가 필요하게 된다.

<그림 3.1.1>에 상수원수의 수질조건과 정수처리방식과의 관계를 나타냈다.

취수지점에서 수원의 질적·양적 변화는 수도시설의 관리에 큰 영향을 미치게 되므로 수원의 상태를 가능한 한 양호하게 하여 설치 당시의 상태를 유지하도록 노력함과 동시에 변화가 있는 경우는 신속히 조치해야 한다.

취수구 상류에 공장이나 하수도의 배수구가 설치되는 것을 기본적으로 피해야 하나 부득이한 경우는 오·폐수 등의 수량, 수질, 배수구의 위치를 충분히 검토하여 수원에 영향이 없는 방법을 강구하도록 관계자에게 요청해야 한다.

취수시설에서 수량관리는 한정된 수자원의 이용 등 취수, 정수 및 송·배수에 이르는 종합적인 물 운용의 일환으로 유효적절하게 시행하는 것이 바람직하다.

동일 수계에서 수리권이 경합되는 경우 다른 사업자가 관리하는 댐에 의존할 때에는 항상 다른 이수와 밀접한 관계를 유지하고 긴급시에도 신속한 협력이 되도록 상호 이해를 깊게 할 필요가 있다.

취수시설의 관리 중에 수질자동감시장치의 보수나 취수설비의 보수와 같은 전문적 지식을 요하는

것과 침사지의 청소나 퇴사의 제거 같은 단순작업 등에 대해서는 위탁에 의한 방법으로 시행할 수도 있다.

취수시설의 사고는 전체적인 단수를 야기할 경우가 있으므로 이의 중요성을 전 직원에게 철저히 주지시켜서 사소한 고장도 즉시 수리하고 항상 각 시설이 모든 기능을 발휘할 수 있도록 정비해 두어야 한다.

돌발사고에 대비하여 이에 대처하는 출동계획을 수립하고 직원을 훈련시켜 덩과 동시에 응급조치에 필요한 공구, 자재 및 기계의 부품 등을 일정장소에 항상 비치하여야 한다.

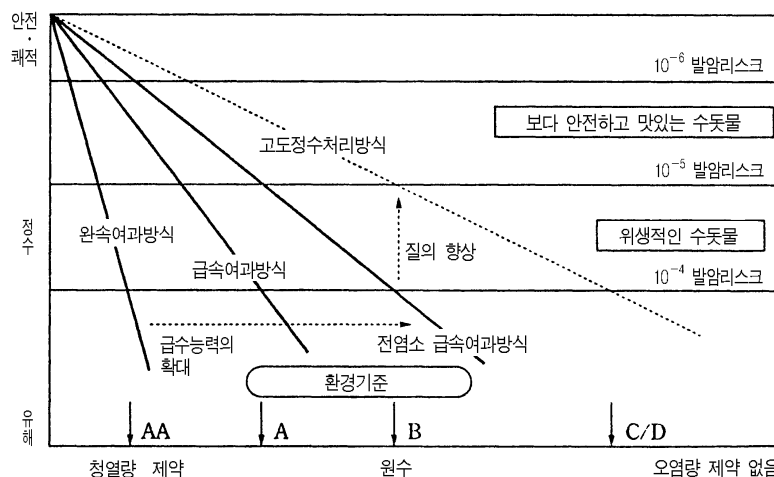
취수시설의 전원이 정전된 경우에는 즉시 자가발전의 기동 확인과 취수입구 밸브의 닫힘 확인과 동시에 송전이 개시되면 신속히 취수가 가능하도록 취수펌프의 상태를 확인하여 두어야 한다.

정전이 장시간 계속될 것이 예상되고 또 취수시설이 2개 또는 그 이상의 계통으로 분할되어 있는 경우에는 상호간의 융통을 고려하여야 한다.

긴급히 취수의 정지가 불가피한 사태가 발생할 경우에는 신속하게 필요한 조치를 강구함과 동시에 즉시 관계기관에 연락 보고하는 등의 조치를 취하여야 한다.

취수시설에 있어서는 다음과 같은 목적에 따라 취수량을 계획하고 조사하여야 한다.

- ① 정수량 및 송·배수량의 변동에 따른 필요한 취수량을 확보
- ② 수리사용허가 수량 내에서 취수하고 취수량 기록을 보존
- ③ 취수량과 착수정 유입량, 정수량을 비교하여 도수 및 정수시설에 있어서의 수량의 손실유무를 파악



<그림 3.1.1> 상수원수와 정수처리방식 선정

(2) 상수원의 특징

1) 지표수

지표수는 발전이나 관개 등의 수도 이외의 이수자도 이용하고 있으므로 갈수시의 유허 악화와 함

계 소정의 취수량 확보가 어려워진 경우는 유역의 관계 이수자 사이에 수리조정이 필요하게 되는 경우가 많다.

이 경우 하천관리자를 중심으로 한 동일 수계의 이수자에 의한 갈수대책회의가 만들어져 하천관리자가 이수자 사이를 조정하고 취수제한 등의 규제조치가 이루어진다.

관계 이수자는 수리조정에 따른 취수조작을 정확히 실시, 수리 질서 유지에 힘써야 한다. 따라서 이수자는 항상 밀접한 연락을 유지하고 상호 이해관계 속에서 긴급시에도 취수에 관한 다른 이수자의 협력을 구할 수 있도록 하여야 한다.

또한 하천에 따라서는 홍수시 등에 선박에 적합한 수로가 변화하여 필요 취수량 확보가 어려워지는 경우도 있으므로 사전에 하천관리자를 포함하여 어업 등의 관계자와 그 대응책을 협의해 두고 신속하게 대응할 수 있도록 한다.

최근의 하천 등의 지표수 수질오염은 유역 배출자나 관계행정기관의 노력으로 개선경향이 보이는 반면, 기름이나 유해물질에 의한 수원 오염사고는 잦아 수도사업자에 있어서는 어려운 상황이 계속되고 있다.

앞으로도 공장·사업소나 생활배수처리시설 등에서 집수구역으로의 배수 수질감시를 강화할 필요가 있다. 또한 수도수원이 양호하게 유지 될 수 있는 규제 등의 방책에 대해 수도 원수 수질보전사업 실시 촉진에 관한 법률 등의 취지를 활용하여 관계자에게 강력한 요청을 하도록 해야만 한다.

돌발적인 하천 등의 수질사고를 가능한 한 빨리 파악하고 취수가 정지되어도 단수까지 이르지 않도록 신속히 수도시스템 전체로서의 백업체제를 정비해 두는 것은 상당히 중요한 일이다.

그러기 위해서는 수질이상 등의 긴급시 연락이 적절하고 신속히 이루어지도록 동일 수계로부터 취수하고 있는 수도사업자 사이에 정보연락 기관을 두어 광역적인 사고 대응이 도모될 수 있도록 한다. 또한 이들 연락기관을 통해 수원수질의 계절적인 변동이나 강우 등에 의한 수질로의 영향, 독물의 유달시간 등의 조사연구를 실시하여 그 자료를 공유화해 둔다면 일상관리에 도움이 될 수 있을 것이다.

2) 지하수

일반적으로 지하수는 지표수와 비교하여 양적, 질적인 면에서 식수로서의 몇몇의 장점을 지니고 있어 중소 규모의 수도수원에 적합하다.

지하수는 그 존재 형태로 보아 지층수와 열화수로 구분할 수 있다. 지층수는 토입자의 간격을 메우고 있는 물을 말하며, 열화수는 암석의 틈, 균열, 공동 등에 존재하는 물을 말한다.

지층수는 불압(不壓)지하수와 피압(被壓)지하수가 있다. 불압지하수는 지하의 비교적 얇은 부분에 있는 자유지하수면을 지니는 대수층 내에 있는 지하수이며 수량, 수질과 함께 강수의 영향을 받기 쉽다.

불압지하수를 대상으로 취수하는 얇은 우물로 깊이가 30m까지의 것을 일반적으로 얇은 우물이라 칭한다.

얇은 우물관리에 있어서는 대수층이 지표로부터 얇은 곳에 있으므로 지상으로부터의 오염에 대한 수질 감시가 필요하다. 피압지하수는 점토층 등의 불투수성 지층 사이의 대수층 내에 존재하고 이들

지층 사이에 끼어 피압된 지하수이다. 이는 지표수의 직접적인 영향을 받지 않아 일반적으로 수질은 양호하고 수량적으로도 안정되어 있으며, 피압 상태에 따라서는 스스로 용출되는 경우도 있다.

피압지하수를 대상으로 취수하는 우물에서 깊이가 30m를 넘는 것을 일반적으로 깊은 우물이라 한다.

복류수는 하천, 호소 저부 또는 측부의 사력 사이를 흐르는 물로 통상 불압지하수의 일부라고 보고 있다. 따라서 어느 정도의 자연 여과로 수질은 비교적 양호하지만 홍수시에 탁수나 부유물질에 대한 감시나 유해물질을 다루는 특정시설 등의 오염원에 대한 감시는 수질환경보전법을 바탕으로 관계 행정기관에 의해 실시되고 있으므로 이들의 기관과의 정보연락을 항상 유지하도록 하여야 한다.

지하수는 일반적으로 함양속도가 매우 느려 함양량을 웃도는 과잉양수는 지하수의 균형을 붕괴시키고 지하수위 저하를 초래하게 된다.

그 결과 지반 침하나 해안에 근접하고 있는 지하수의 염수화 현상을 일으키게 된다. 따라서 지하수 취수량은 환경에 영향을 주지 않도록 미리 정해 놓은 적정 양수량 및 안전 양수량의 범위, 또는 자연수위를 측정하는 관측정을 설치하여 자연수위가 저하하지 않는 범위에서 취수하는 것이 중요하다.

3.1.2 합리적 관리

(1) 취수시설의 합리적 관리

수원은 집수구역의 자연이나 사회적인 환경에 따라 양적·질적인 영향을 복잡하게 받는다. 최근 집수구역의 환경은 창조기에 비해 크게 변화해 오고 있고 그에 따른 수원의 질적인 변화가 정수처리 등의 수도시설관리를 어렵게 하고 있다. 이 영향은 수계마다, 취수지점마다 다른 요인에 의해 발생한다.

이러한 복잡한 조건 중에서도 우수한 수질의 원수를 앞으로도 안정되게 취수할 수 있도록 취수시설의 기능을 유지하기 위해서는 양적, 질적인 수원 변화를 과학적으로 예측, 평가하여 취수시설이나 집수구역의 환경에 대한 보전이나 정비 등의 대책을 실시해 나가도록 해야 한다.

이러한 관리를 실현하는 데는 컴퓨터를 이용한 OR, 시뮬레이션, 확률론 등의 과학적인 방법에 의해 신속하고 정확하게 효과적으로 의의 결정을 지원할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

(2) 취수계획

취수시설의 운용에 있어서는 갈수시와 수질사고 등 수원의 안정성이나 신뢰성을 평가하고 그 결과를 바탕으로 취수 계획을 책정해 둔다. 특히 수원에서 취수하고 있는 경우는 긴급시의 대체수원 확보와 인접지역과의 응급체제를 확립해 둘 필요가 있다.

(3) 운전감시의 적용

수도시스템 중에서 취수시설을 항상 최적하게 운용해 가기 위해서는 시스템의 내·외부의 여러 조건을 고려하여 사전에 그 대응책을 검토해 두는 것이 중요하다.

현재는 신속하고 효율적으로 정보를 처리하는 컴퓨터를 이용하여 수도시스템을 수리 모델화하여 시뮬레이션 하는 등의 과학적인 관리방법을 도입함에 따라 여러 조건에 대한 적절한 운전방식을 찾고 그에 대한 대응책을 실현해 가는 것이 가능해졌다.

이러한 관리시스템을 구축하기 위해서도 일상적인 운전감시에 의한 기초적인 데이터 축적은 중요하다.

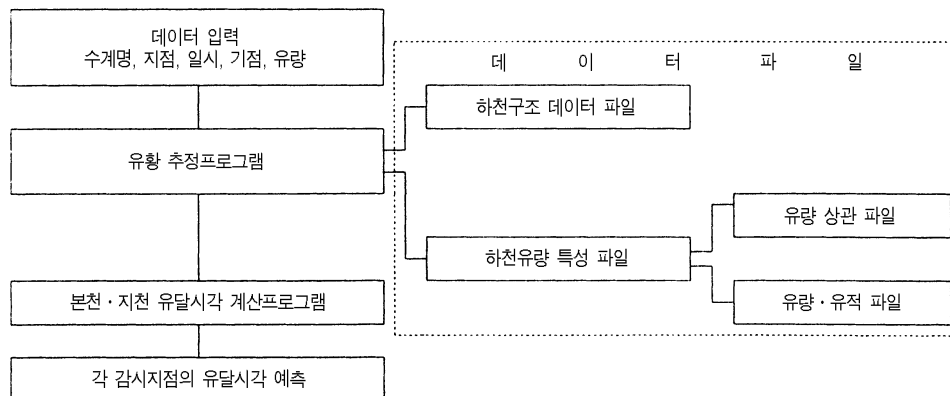
1) 지표수

표류수 취수의 양적, 질적인 관리에 있어서는 집수구역의 강수 등이 하천에 어떻게 유출하고 하천에 어떻게 유하하여 취수지점에 이르는지를 수문학적으로 해석해 두어야 한다.

하천의 유출 기구는 일반적으로 집수구역의 산림, 지형, 토양의 성질, 강수 경력과 그 강도 등에 따라 유출, 침투, 증발산 등의 현상이 복잡하게 달라지는데, 아직은 이들 관련된 사항을 정량적으로 파악하여 정확하게 해명되어 있지 않다. 그러나 탱크모델은 간단한 구조임에도 불구하고 강수의 총량과 강도 등 복잡, 미묘한 상황에도 재현성이 있기 때문에 실제로 하천의 유출기구에 적합한 모델이며 일반적으로 하천의 유출기구의 해명에 넓게 이용되어 오고 있다.

하천의 유하 기구도 유하하는 과정에서 용수로서 각 곳에 취수되고 있으며 지천으로부터의 유입 등도 있어 유량의 변화는 격심하고 하도를 따라 흐르는 모양도 여러 가지이지만 이들을 단순화하여 모델화하는 방안이 검토되고 있다(<참고 3.1.1> 참조).

<참고 3.1.1> 오염물질 유하 예측 모의시스템



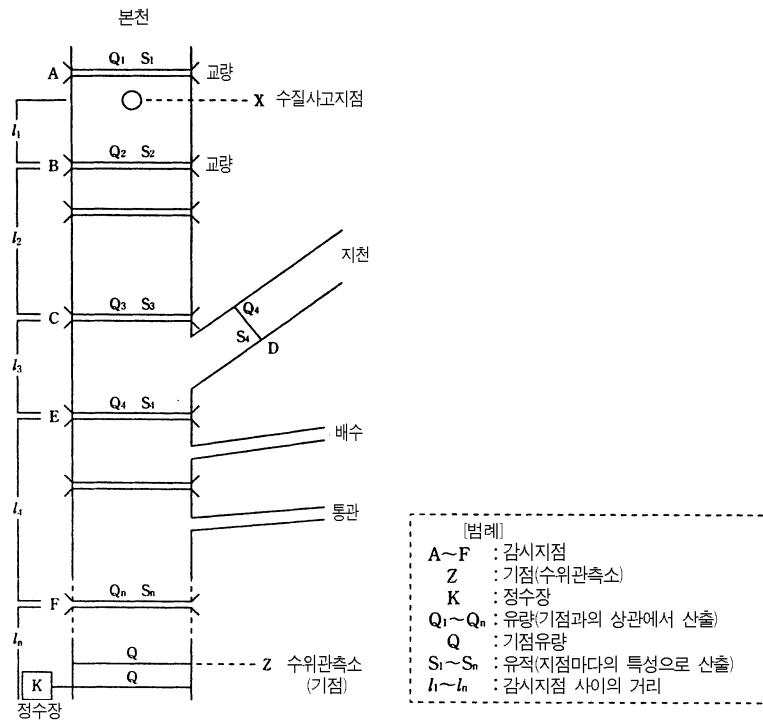
<참고 그림 3.1.1> 오염물질 유하 예측 모의구조

1. 시스템의 목적

이 시스템은 수원하천의 수질사고 발생시에 오염물질의 거동 예측을 재빨리 실시하여 취수시설과 정수장의 사고대응에 도움이 될 수 있도록 하고 있다. 발생장소의 정보를 입력하여 모의에 의한 오염물질의 하류의 각 지점으로의 도달시간을 예측한다.

2. 시스템의 구조와 기능

이 시스템은 <참고 그림 3.1.1>에 나타난 것과 같은 데이터 파일과 계산 프로그램에 의해 구성되고 있다. 파일은 하천구조 데이터 파일과 하천유량 특성 파일에 의해 구성되어 있다. 이들 파일에는 도달시간의 계산에 이용된다. 각 수계마다에는 정한 하천 조사지점(감시지점) 사이의 거리나 유량 등의 기초적인 데이터가 등록되어 있다.



<참고 그림 3.1.2> 감시지점과 유량과의 관계

또한 데이터는 정기적으로 실시하고 있는 수원유역의 환경, 하천상황 등의 실태조사 결과를 바탕으로 정리한 것이다. 감시 지점과 유량과의 관계를 <참고 그림 3.1.2>에 나타냈다.

하천구조 데이터 파일은 정수장의 취수지점으로부터 상류의 교량, 통관(기준점으로부터의 거리 등) 및 기점에 해당하는 유량이다.

이러한 수리모델을 이용하여 홍수시의 유량과 탁수 유하상황, 수질사고시의 유해물질 유입상황과 유달시간, 갈수시의 유량과 취수가능수량 등의 구체적인 취수관리 정보를 정확히 예측할 수 있도록 하여야 한다.

2) 지하수

함양량을 웃도는 지하수의 채취로 인해 지하수위가 저하하면 점토층을 포함한 지층은 압밀현상에 의해 지반침하를 일으킨다. 때문에 지하수의 양수량과 지반 침하와의 인과관계를 과학적으로 해석하

고 장애를 일으키지 않도록 적절한 취수량을 결정하도록 하고 이에 따라 지하수관리를 해나갈 필요가 있다.

지하수위 저하에 의한 지반침하 현상의 해명은 그 요인이 복잡하므로 지금까지는 과거의 자료를 바탕으로 상관관계를 밝혀내는 매크로적인 방법에 의한 것이 많았다.

최근에 들어서는 컴퓨터 사용으로 인한 지질구성과 지하수의 거동을 모델화하고 모의에 의한 해석과 예측이 가능해지고 있다(<참고 3.1.2> 참조).

<참고 3.1.2> 지하수 수치 모의

1. 지하수 수치 모의의 목적

지반침하와 지하수의 염수화 등의 지하 장애는 지하수의 과잉 양수에 동반되는 지하수위의 저하가 원인이라 보고 있다. 일반적으로 지하수는 지하수분(地下水盆)이라 불리는 한정된 넓이를 지니는 지층 중에 저장되어 있다. 지하수 장애의 방지를 위해서는 이러한 지하수분의 지하수 수지를 파악하여 적정히 관리하는 것이 중요하다.

지하수 수치 모의는 지하수분의 함양과 채취 등의 지하수 지수를 모델화하고 모의 결과로, 일어날 수 있는 사태를 미리 예측하여 지하수 보전과 지하수 장애 방지 등의 대책을 검토하는 목적으로 실시한다. 그럼에도 불구하고 실시에 있어서는 많은 요소가 복잡하게 관련되어 있어 지하수를 포함한 지층의 성상을 완전히 해명하는 것은 어려운 일이다. 그러므로 지층 상황이나 함양기구의 모델화를 실시하여 그 모델을 이용한 모의 결과를 이용함에 따라 여러 지하수의 대응(지하수위 저하, 지반 침하량 등)의 검토가 이루어진다.

2. 모델화의 예(K시 지역의 지하수 수지의 모델화)

K시 지역의 지하수 수지의 검토를 <참고 그림 3.1.3>에 나타난 보급능 모델, 탱크모델, 지하수 유동 모델의 세 구성에 따라 실시하였다. 보급능 모델은 강수가 지표로부터 지중으로 침투한 양을 구하는 것이다. 탱크 모델은 지중에 침투한 물이 지하수를 함양하는 수량(지하수 함양량)을 구하는 것이다.

지하수 유동 모델은 지하수 함양량, 지하수 양수량, 대수층 계수 등의 파라미터를 이용하여 수평방향과 수직 방향의 지하수 유동량을 구하는 것이다.

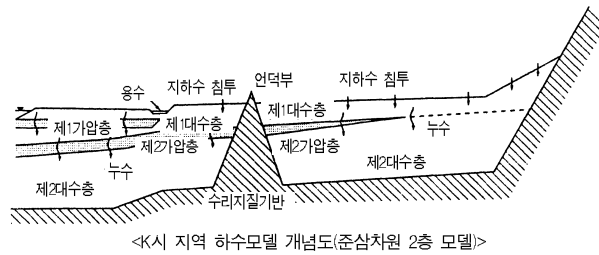
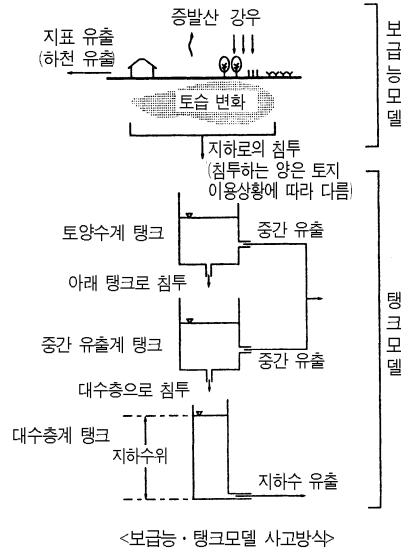
3. 각 모델의 개요

1) 보급능 모델

보급능 모델은 강수에 의한 지표의 토양수분의 변화로부터 지하에 침투하는 양을 계산하는 방법이다. 토양에서는 증발산에 의해 수분이 항상 손실되는데 증발산량은 지표의 토양수분에 따라 변화한다. 강수에 의해 토양의 수분은 증대되고 일정한 값을 넘으면 지표로부터 지중으로 침투한다. 이때의 침투량은 최종 침투능이라 불리는 값이다. 강수 중 지하에 침투되지 않는 양은 지표에서 유실된다. 이러한 강수, 토양수분, 침투량 등의 관계를 해명함에 따라 강수와 토지이용상황을 이용하여 토양의 성질을 안다면 지표로부터 지하로의 침투량을 구할 수 있다.

2) 탱크모델

지표로부터 침투된 물은 몇몇의 단계를 거쳐 천천히 침투한다. 그리고 일부의 침투수는 도중에 하천 등으로 유출되게 된다. 탱크모델은 이러한 상황을 탱크로부터 탱크로 서서히 물이 떨어지는 것을 재현하고 대수층으로 침투하는 양을 계산하는 것이다. 침투속도는 탱크로부터의 유출률로 나타낸다. 탱크 내의 수위와 유출률에 의해 침투하는 양은 변화하고 최종적으로 대수층으로 침투한 양이 구하려는 지하수 함양량인 것이다.



<참고 그림 3.1.3> 지하수 수지 모의 개요

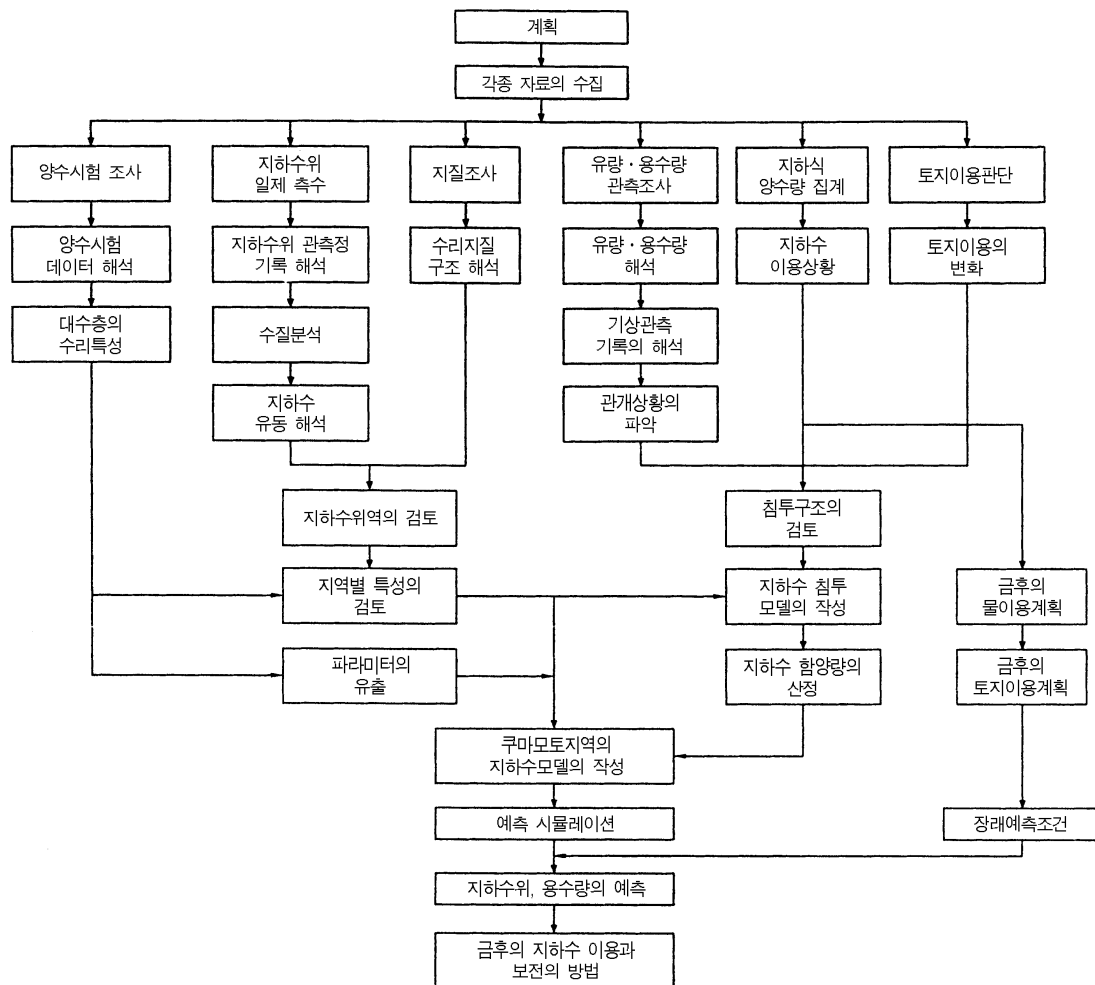
3) 지하수 유동모델

본래 지하수의 유동은 3차원적인 것이다. 그러므로 3차원적인 취급방법에 의한 모델화가 이상적이다. 그럼에도 불구하고 컴퓨터의 이용에 있어 그 용량이나 계산 비용 등의 제약으로부터 3차원적인 취급은 어렵다. 여기서 현실적으로는 수문지질구조 등의 조건을 고려한 뒤에 3차원적인 지하수량을 2차원 혹은 준3차원에 근접한 모델로 교체하여 그 거동을 재현시키는 경우가 많다.

K시 지역의 지하수 상황이 재현 가능한 모델로서는 수문 지질구조로부터 <참고 그림 3.1.3>에 나타난 준3차원 2층 모델을 적용하였다. 이는 횡방향의 지하수 유동과 수직방향의 지하수 유동(누수, 지하수 침투, 지하수 용수 등)을 겸하여 고려하고 각 대수층의 지하수위나 용수량을 계산하는 것이다. 모델에서는 대수층을 크게 상부(제1대수층)와 하부(제2대수층)로 나눈다. 대지, 언덕부의 지표로부터 지하수는 제1대수층으로 침투하고 제2가압층의 난투수층을 통과하여 제2대수층으로 유입한다. 가압층이 존재하지 않는 지역에서는 지표로부터의 물은 직접 제2대수층까지 침투한다. 또한 평야부에서는 제1대수층 상부의 제1가압층을 통과하는 누수를 고려했다.

지하수는 각 대수층을 수평방향으로 유동하는데 지반의 형상과 지층의 두께, 대수층의 성질 등을 모델화로 입력하여 지구마다의 유동상황의 다른 점이 재현될 수 있다. 또한 지하수 유동 중에 지하수 용출과 지하수 양수를 가해 지하수 분포를 재현, 예측할 수 있는 모델이다.

지하수 오염을 미연에 방지하기 위해서는 지하 오염 물질의 거동 및 지하수문의 해명에 의한 오염 메커니즘 조사 연구가 필요하다. 또한 장시간의 지하수의 오염으로 인해 이미 오염된 지하수 회복에 대한 오염대책에 관한 과제도 있다. 이들의 해결책은 오염지역을 대상으로 관측 우물을 설치하여 식염이나 형광도료 등의 투입에 의한, 오염 원인물질의 지중 이동 조사 등이 이루어진다. 이때에 사전에 지하수위의 광역적인 조사를 실시하여 그 함양기구를 매크로적으로 모델화해 두면 오염원의 이동이나 확산 등의 거동예측에 도움이 될 수 있다(<그림 3.1.2> 참조).



<그림 3.1.2> 지하수 조사 흐름도

3.1.3 기능평가와 진단

취수시설의 기능평가와 진단 목적은 시설의 기능이 어떠한 상황에 있는지를 평가·진단하고, 그 결과를 설비의 운전과 보수 점검 등의 일상 업무에 활용함에 따라 시설의 보전, 갱신 등의 장기적인

정비 계획에도 도움이 될 수 있다. 취수시설의 기능평가와 진단은 시설 자체의 기능에 집수구역의 환경을 지니고 있는 수원 함양과 수질 보전 등의 기능에 대해서도 실시할 필요가 있다.

취수시설의 기능은 다음의 조건을 기본으로 하고 있다.

① 홍수나 갈수 등의 상황 하에서도 필요수량의 원수가 취수가능 할 것

② 수질이 양호한 원수가 확보될 수 있을 것

①은 홍수나 지진시 등에도 피해를 받지 않는 구조의 안정된 시설과 게이트류나 펌프 등의 부속설비에 의해서 가능하다. ②는 선택취수 등 게이트류의 조작에 따라 확보된다. 그럼에도 불구하고 ①이나 ②에 의해 확보되는 기능이 충분히 발휘되기 위해서는 수원의 좋고 나쁨에 따라 결정되는 집수구역의 환경이 양호하게 유지되어야만 한다.

3.1.4 운전

(1) 운전, 감시

취수시설의 운전, 감시는 미리 정한 취수계획을 바탕으로 실시한다.

취수계획은 양질의 안정된 원수를 여러 가지 수원 상황의 변화에 따라 수도시스템의 수요량 패턴에 맞추어 취수 가능하도록 책정해둔다.

각종 데이터처리나 해석시스템 등의 정보처리시스템을 이용하여 정확한 운전, 감시가 이루어지도록 해야 한다.

1) 지표수

취수시설은 하천법을 바탕으로 허가공작물로서 다루어지고 하천관리자의 승인을 얻은 관리규정 등을 바탕으로 조작 및 점검, 정비된다.

취수량은 항상 감시, 기록하고 허가수량의 범위 내에서 취수한다.

수원의 상황에 따라서는 취수의 감량과 정지가 있을 수 있지만, 그러한 경우에는 수도시스템 전체로의 영향을 최대한 줄일 수 있는 응급 처치가 즉시 실시될 수 있도록 조치해 둔다.

수질사고시에는 유역의 수도사업자와 관계 기관과 협력하여 하천 감시체제를 강화하도록 하는데, 그 때에 정보연락방법과 절차를 매뉴얼로 만들어 둔다.

게이트, 제진기, 취수펌프 등의 기기류 유지관리가 적절히 이루어지지 않으면 취수의 원활성에 지장을 주고 취수 불능 등의 비상상태로 이어질 우려가 있다. 기기류는 정기적으로 점검하고 점검 데이터를 바탕으로 보수, 정비를 확실히 실시하여 항상 양호한 운전, 감시가 될 수 있는 상태로 유지한다.

2) 지하수

지하수의 과잉양수는 대수층으로부터의 모래 유출을 동반하고 스크린의 막힘이나 저부가 매몰되는 등 취수기능이 현저히 저하하고 수질에도 영향을 줄 수가 있다.

수질에 대해서는 일상의 관찰에 의한 감시나 정기적인 수질검사를 실시하여 탁도, 모래 및 수온 등의 감시에 힘쓰고, 이들의 데이터를 분석, 평가, 활용하여 조기에 시설의 이상을 발견할 수 있도록 한다. 펌프는 미리 정해 둔 조작 기준에 따라 운전, 감시한다. 조작 기준은 양수량과 수위와의 관련

등, 일상의 감시 업무 중에 축적된 데이터를 분석, 평가하여 그 결과를 토대로 작성해 둔다.

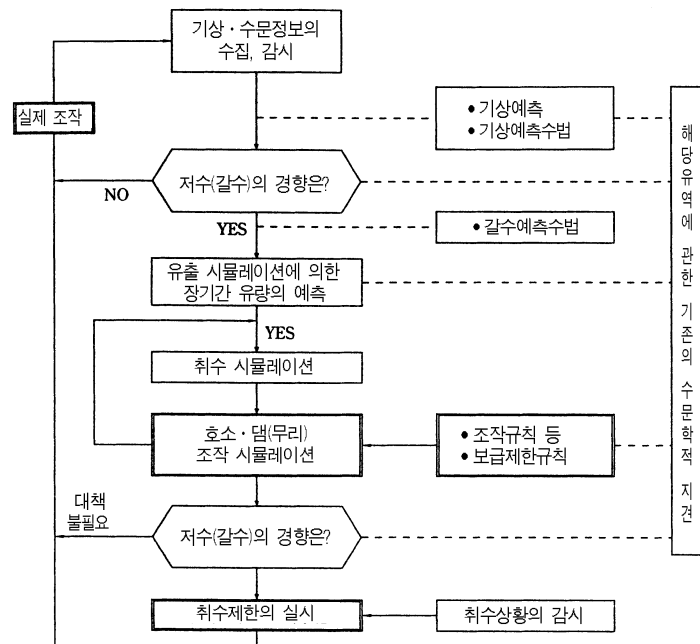
(2) 기능평가와 진단을 바탕으로 한 적정관리

취수시설의 운전, 감시는 기능평가와 진단 결과를 바탕으로 항상 적정하게 이루어지도록 한다. 집수구역의 환경 등이 수원에 미치는 영향을 평가, 진단하여 그 결과를 운전, 감시에 반영하도록 한다. 평가와 진단에 필요한 정보는 일상의 업무 중에 정확히 수집, 기록한다. 예를 들어 취수지점의 수원에 양적, 질적인 영향을 미치는 집수구역 등의 기상정보는 반드시 수집한다.

또한 풍수기나 갈수기의 취수량 등은 취수량의 한계를 이는데 중요한 평가요소가 되므로 정확하게 관측하여야 한다(<그림 3.1.3> 참조).

지하수의 양수 규제나 수질사고에 의한 취수정지 등의 사회적인 요인에 의한 수원의 안정성이나 안전성의 영향 평가 등도 실시해 둔다.

평가 결과로부터 경우에 따라서는 다른 취수시설과의 교환 취수 등 안전대책도 검토해 둔다.



<그림 3.1.3> 하천유역의 저수관리시스템의 개념도

3.1.5 보전과 갱신

(1) 관리업무의 무인화, 위탁화

최근 감시 제어 등의 시스템 개발의 기술적인 진보는 현저하고 종래의 인간이 지니고 있던 숙련도나 지식까지도 시스템화하여 각종 관리업무에 적용하고 있다. 예를 들어 펌프시설 등에서는 자동감

시와 제어 등의 시스템장치에 따라 무인화나 위탁하여 운영하고 있는 곳이 있다.

따라서 취수시설에 있어서도 원격감시나 자동제어시스템 등을 적극적으로 도입하여 정보처리시스템이나 데이터베이스 등의 정비를 도모하면서 무인화나 작업의 위탁을 진행하는 것이 바람직하다.

그에 따라 기기류의 고장이나 수질 등의 이상이 감지될 때에만 전문직원이 현장에 급파되어 관리 체제를 하는 등의 보다 고도한 관리업무로 전개해 나가는 것이 가능해진다.

취수시설의 관리업무를 무인화, 위탁처리하는 경우에는 관리상의 전문적인 지식이나 경험 등도 배려하여 법령 등을 바탕으로 그 한계를 충분히 평가, 검토하여 실시할 필요가 있다(<표 3.1.1> 참조).

<표 3.1.1> 위탁 가능한 업무 예

구분	업무의 종류	업무의 내용
보수	하천수위관측기의 보수 수질자동감시장치의 보수 취수시설의 기기 보수 (밸브 게이트 제진기, 펌프 등)	정기적인 점검 및 정비고장시의 수리
	우물의 종합점검	펌프의 점검, 우물의 이상 유무, 고장시의 처리
관측측정	하상상황의 측량	취수구 부근의 퇴사측량
작업	취수 스크린의 쓰레기 제거 및 처분 취수구 부근 및 침사지의 퇴사 제거, 처분	제거 및 운반처분
기타	한랭지 특유의 작업	제설 등

(2) 기능평가와 진단을 바탕으로 하는 보전과 갱신

취수시설의 기능을 양호하게 유지하는 데는 구조물과 설비의 보전, 갱신을 정확히 실시, 시설의 열화를 방지함과 동시에 관계 기관과 함께 노력하여 집수구역의 환경보전대책을 추진함에 따라 수원의 양적, 질적인 악화를 방지하여야 한다. 이들의 구체화에 있어서는 시설 등의 현상기능을 평가나 진단을 바탕으로 보다 효과적인 시책 검토를 실시할 필요가 있다.

1) 지표수

취수보 등의 취수시설의 정기적인 점검은 이상 유무의 조사뿐만 아니라 보전과 갱신의 필요성에 대한 판단의 관점에서 실시하도록 한다.

점검 내용은 구조물이나 설비기기류의 열화, 염해나 지반침하 등의 시설장해, 설비기기류의 노후화에 동반되는 조작기능저하 등이다. 이들의 점검 내용이나 방법은 미리 목적에 맞추어 기준화해 둔다. 또한 열화나 마찰 등이 상시 진행되는 설비기기류는 내용연수나 사용빈도 등의 상태에 따라 정기적으로 보전과 갱신을 실시하도록 한다.

집수구역의 토지이용이 수도시설의 설치시기에 비해 확대 또는 활발하게 되어 현재는 전국적으로 수원의 양적, 질적인 악화가 진행되고 있다. 따라서 취수시설의 개량이나 갱신을 실시할 때는 집수구역의 환경 변화가 수원에 미치는 영향을 과학적으로 예측, 평가하고 그 결과를 바탕으로 가장 효과

적인 대책을 선택할 수 있도록 하여야 한다. 예를 들어 하구 가까이의 감소하천에 설치되어 있는 취수시설에서는 상류지역의 취수에 따라 하천유량이 과도하게 감소하면 원수가 염수화될 수 있다. 이러한 경우에 염수화 현상을 모델화하여 모의 등에 따라 선택취수 등의 개량방법 등 효과적인 대책을 검토하도록 한다.

2) 지하수

우물을 관리함에 있어서는 수질시험 외에 수위계, 유량계 등의 기록을 계속적으로 유지하는 것이 중요하다. 이 기록을 도표와 함에 따라 지하수 취수량의 감소나 그 외의 기능 장애의 경향을 파악할 수 있고, 시설의 기능 평가나 진단시에도 보전이나 갱신 시기나 방법의 판단근거가 되는 등의 귀중한 기초적인 자료가 된다.

또한 시설의 점검내용은 우물 본체나 예비를 포함한 펌프 등의 양수설비, 전기 계통 등으로 나누어 기능평가나 진단에 활용하기 쉽도록 표준화해 두면 좋다.

해안이 가까운 지역의 지하수의 취수는 염수화될 우려가 있으므로 양수수위를 해수면 이하로 내려가지 않도록 충분한 배려가 필요하다. 이러한 지역에서는 육지에서부터 바다로 향해 유출되는 담수층과 바다로부터 땅속으로 침투하는 염수층과의 관계를 규정한다.

가이벤 헤르츠베르그의 법칙이 성립되어 <그림 3.1.4>와 같이 설명할 수 있다.

이를 식으로 나타내면

$$H = \rho_0 h / (\rho - \rho_0)$$

여기서, H : 해수면부터 담수와 해수 계면까지의 깊이(m)

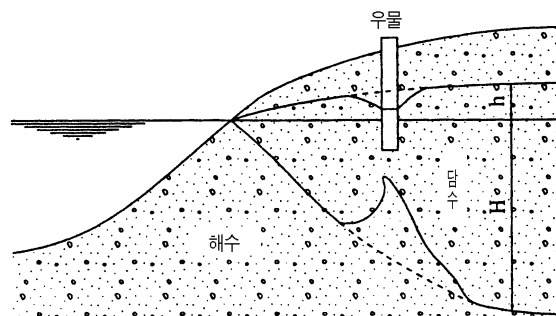
h : 해수면의 표고(m)

ρ_0 : 담수의 밀도

ρ : 해수의 밀도

보통 담수의 밀도 $\rho_0=1.000$, 해수의 밀도 $\rho=1.024$ 이므로 $H \approx 42h$ 라는 관계가 성립한다.

지하수를 양수하여 수위를 내리면 h 는 작아진다. 수위가 해면수준에 달하면 $h=0$ 이 되므로 $H=0$ 이 되고 해수가 우물 내에 침투해 온다. 인공함양을 실시하여 지하수면을 높이고 지중에 지수벽을 만들어 댐 형식으로 하면 이론적으로는 해수의 침투가 방지될 수 있다.



<그림 3.1.4> 담수와 해수의 평형도

염수화 방지의 조사에서는 취수정과 해안과의 사이에 지하수의 동수경사가 항상 바다측을 향하고 있음을 확인하기 위해 취수정과 해안과의 사이에 많은 관측정을 설치하여 수위와 수질의 변화 등을 감시하는 방법으로 확인한다. 지하수 인공함양은 지하수 양을 인공적으로 증가시켜 이용의 확대를 도모하고, 실시에 있어서는 사전에 지하수 수질에 미치는 영향 등을 신중히 조사할 필요가 있다.

함양방법에는 여러 방법이 있지만 연못이나 수답을 이용하여 자연적으로 침투시키는 방법, 함양 지하 트렌치를 이용하여 침투를 유도하는 방법, 투수성 포장 등을 이용하여 침투를 촉진시키는 방법을 들 수 있다. 이 외에도 표류수나 빗물을 수원으로 이용하는 방법 등의 기술개발이 진행되고 있다. 이들의 방법은 수도사업의 실시에 있어 실질적으로 어려운 점이 많아 관계기관의 협력이 불가피하다. 또한 방법의 선택에는 지역 지형, 지질, 지하수 상태, 특히, 함양수원의 수질에 미치는 영향, 지역의 지하수 이용 상황 등을 잘 검토한 뒤에 결정한다. 또한 인공함양에 따라 대수층이 오염되거나 지하수의 상승에 따라 지질구조에의 영향 등이 우려되므로 이들에 관한 충분한 과학적인 조사도 필요하다.

지하댐은 지중에 차수벽을 구축하여 지하수의 흐름을 막는 시설로 앞서 기록한 염수화 방지 및 지하수의 유출을 제어하고 유효한 이용에 대한 도모를 목적으로 하고 있다. 지하댐을 상수원으로 이용하고 있는 예도 종종 볼 수 있는데 불투수층이 선저형(船底形)이기 때문에 지하수를 차단하기 쉽고 지하수를 저류하는 대수층의 유효 간극률이 큰 점 등 적지(適地)는 특별한 지층구조에 한정되어 있다. 그러나 함양지역이 소규모인 점에서 과잉양수에 의해 지반침하나 염수의 침투를 일으키지 않도록 관리하는 것이 중요하다.

지층구조에 따라서는 지하수의 상승에 따라 용질농도가 높아지고 수질의 토지이용에 따라 수질에 끼치는 영향이 우려되므로 수도수질 보호조건에 관한 예를 제정하고 수질보전을 위한 규제조치를 도입하는 경우도 있다.

지하수 함양 기구는 다양각색이고 복잡하기 때문에 정량적인 상황 파악이 간단히는 불가능하다. 그러나 최근의 시스템 공학과 모의 기술 향상과 더불어 광역적인 지하수역을 시스템으로서 모델화하여 관리에 이용하는 것도 추진되고 있다(<참고 3.1.2> 참조).

(3) 집수구역의 환경악화에 대한 보전

수원을 양적·질적으로 양호하게 유지하기 위해서는 함양지역에서 취수지점까지 이르는 집수구역에서 환경을 악화시키는 개발 등이 이루어지지 않는 것이 바람직하다.

그러나 현실적으로는 각종 사회적·경제적인 활동이 집수구역에서도 운영되고 있고 토지 개발 등이 진행되고 있는 실정이다. 이들 집수구역이 환경에 미치는 영향은 자연의 회복 기능이나 자정작용을 훨씬 넘어서 수원의 양적·질적인 악영향을 주고 그 개선을 위한 처리비용도 수도사업을 압박하는 요인이 되고 있다.

특히 생활 배수 등에 의한 오탁, 냄새피해의 확대, 화학 공업 기술의 산출, 각종 화학물질, 산업폐기물, 농약, 비료 등에 의한 오염은 이미 심각한 상황에 있다. 그러므로 수도사업자로서는 집수구역의 환경 악화에 대응하여 취수시설 등의 갱신이나 개량 도모를 고려해야 하지만 여기에는 한계가 있

다.

집수구역의 환경 유지를 위해서는 법적인 규제 조치에 의해 하천 등의 지표수나 지하수의 수원 수질을 적극적으로 보전해 갈 수 있는 대책과 함께 하수도, 합병 정화조 등의 수질 보전을 위한 사업 추진을 관계 기관에 요청해 나가야 한다.

1) 지표수

지표수는 강수가 하천을 유하하면서 취수지점에 이르는 과정에서 집수구역의 사회적·경제적인 활동에 의한 취수나 오염수의 유입 등에 의해 양적·질적으로 악화된다.

이에 대해 수질을 향상시키기 위해서는 취수시설 상류에서 하천으로 유입하는 오염수를 바이패스 수로를 설치하여 하류로 우회시키고 다른 하천으로부터 정화용수를 끌어당기거나 하는 방법도 유용하지만 이들 대책에도 역시 한계는 있다.

오히려 집수구역에서의 배수 규제나 감시를 강화하는 등 환경 보전에 힘을 기울이고 이 이상의 수원 악화를 방지하는 것이 더욱 중요하다.

때문에 유역의 수도사업자에 의한 협의회 등을 조직하여 상수원 수질보전사업 실시 촉진법 등도 활용하여 수질 보전이나 오염 방지 등의 대책 추진을 관계기관 등에 요청할 필요가 있다.

표류수의 수질오염 방지대책으로서는 공공수역에의 배수규제대책에 따라 오탁 물질의 유입을 방지하는 대책 등이 실시하고 있다.

이들의 대책을 효과적으로 추진하는 데에 조사가 곤란한 비점오염(오염의 배출구가 특정되어 있어 배수처리 기술에 응용될 수 없는 범위를 지니는 발생원으로 인한 오염으로 빗물에 의한 대기나 강우, 산지, 농지, 시가지 등으로부터의 오염원 유출을 말함)의 문제는 있지만 집수구역 내의 오염 확인조사를 가능한 한 면밀히 해두어야 한다.

그리고 개개의 오염원이 수원에 대해 어떠한 영향을 미치는지를 오염물질의 발생이나 유출 메커니즘을 모델화 하여 예측, 평가한다. 그 결과를 바탕으로 집수구역 내의 유해물질을 다루는 공장이나 사업소에 대해 관계기관의 협력하에 공공수역에의 오염사고를 일으키지 않도록 오염방지대책을 철저히 할 수 있도록 요청해야 한다.

2) 지하수

오염된 지하수를 인위적으로 회복시키는 것은 어려운 일이다. 그 이유는 오염원인 물질의 이동 속도가 늦고 오염원인 물질 성분이 지중의 물질과 결합하여 시간이 지남에 따라 변화하는 점 등을 들 수 있다. 또한 오염지역을 지정하는 일은 어려울 뿐더러 지정이 가능하다 해도 지중에 확산되어버린 오염 원인물질을 제거하는 데에는 문제가 간단하지 않다.

오염된 우물의 복원대책으로서는 실용적인 면에서 통상적으로는 연속양수에 의해 우물 자체의 오염을 희석하는 방법이 이용되고 있다. 이 방법은 오염원인물질의 다른 우물로의 확산 방지에도 유용하며 오염원인물질의 지중 이동 상황의 추정이 가능하다면 차수 공법 등에 의해 오염된 지역의 지하수와 혼합을 방지하는 방법도 생각할 수 있다. 이 모두는 모의 등을 이용하여 광역적으로 지하수의 거동을 조사하고 대책안을 평가 진단한 뒤에 실시하는 것이 바람직하다.

또한 모니터링 등에 의해 효과를 확인하면서 실시해 가는 것도 필요한데 이를 위해서는 지질 등의

기초 데이터나 확산 모델의 정비가 불가결해진다. 또한 지하수 오염은 표류수의 오염사고와 비교해 오염상태가 장기간에 걸쳐지므로 단수를 피해야 하는 등의 수도시스템으로서의 대응 조치가 어렵게 된다. 따라서 오염방지대책은 오염을 미연에 방지하는 조치가 매우 중요하다 할 수 있다. 그러므로 관계기관과 연락을 밀접하게 유지하여 사전에 오염원 조사를 실시하고, 집수구역 내의 유해물질을 다루는 공장과 사업소의 목록을 정리하여 유해물질의 지중침투를 방지하는 안전대책을 법에 따라 충분히 이행하도록 해야 한다.

또한 폐기물처리시설로부터의 침투수나 농약, 비료 살포, 자갈채취 흔적지 등에 의한 오염사고 방지에는 저수지의 수질 보전에 준한 대책을 강구해 둔다.

또한 관계기관의 협력 하에 집수구역의 소요 지점 등에 수질감시용 관측정을 설치하여 정기적으로 수질검사를 실시하여 관측값의 변화로 오염발생을 예측해야 한다. 그 한 예로써 동일 유역의 지하수 원을 취수하고 있는 수도사업자 및 환경부 등이 협의회를 결성하여 보전 활동을 실시하고 있는 곳이 있다.

3.1.6 위기관리

(1) 취수시설의 위기관리

역학적으로 안정된 구조물인 취수시설은 지진이나 수해 등에 의해 기능적으로 큰 피해가 발생되는 예는 드물다. 그러나 펌프나 부속기기류의 고장 정도에 따라서는 취수능력이 저하되고 취수 불능까지 이르게 될 우려가 있으며 갈수나 수질사고 등의 요인에 의해서도 취수가 삭감되거나 일시적으로 정지하는 경우가 있다.

취수시설의 위기관리는 인위적인 요인 등에 의한 기기류의 사고, 지진이나 수해 등에 의한 시설과 기기류에의 피해, 갈수나 수질사고 등에 의한 취수량의 영향 등을 예측하여 상황에 따른 정확한 대책을 강구하여야 한다.

이 외에도 재해시의 수원의 안정성이나 대체성, 취수 삭감이나 정지 등에 동반되는 수도시스템에의 영향 등을 감안하여 구체적인 대응조치를 정해 두어야 한다.

기기류는 미리 정해진 점검 기준에 따라 점검을 항상 실시하여 정비해 두고, 사고 발생시에는 신속한 대응이 이루어질 수 있도록 직원에 대한 훈련을 정기적으로 실시한다.

또한 관계기관에 대한 사고 상황 보고나 복구 견적 등의 정보를 신속히 통보할 수 있도록 연락 체계를 정비하여 그에 따라 통보 훈련을 실시하도록 한다.

(2) 취수의 안전도 향상

1) 원수의 상호용통기능 강화

지하수는 하천수도에 비해 양이나 질적 변동이 적은 안정된 수원이다. 갈수나 수질사고 등에 동반되는 하천의 취수 제한시에 지하 수원의 대체에 의해 생활에 필요한 최소한의 급수가 확보된다면 급수제한에 동반되는 사회적인 영향이나 혼란은 피할 수 있다.

반면 지표수는 각 수계마다 갈수시의 하천 상황이 다르고 수질사고가 동시에 발생할 가능성도 적다.

복수의 수계에서 취수하고 있는 수도시스템에서는 갈수시, 수질사고시에 원수의 상호 융통을 도모함에 따라 급수의 안정성은 향상된다. 수도시스템의 취수 안전도의 향상을 위해서는 복수 수원이나 수계 간에 연락시설 등을 정비하여 원수의 상호융통기능을 강화해 갈 필요가 있다.

2) 수질사고에 대한 안전도 강화

취수시설관리에 있어서는 수질 변화에 세심한 주의를 기울임과 동시에 돌발적으로 발생하는 수질 사고에 대해서는 순시나 다른 수도사업자와의 연락체제를 밀접히 유지하여 조기발견에 힘쓰고 그 대응조치를 신속히 취하는 것이 중요하다. 사고 정도에 따라서는 단수나 감수 등 급수사고에 까지 이르지 않도록 수도시스템 전체로서의 수운용상의 대응조치가 신속히 이루어지도록 하여야 한다.

수질감시는 연속하여 실시하는 것이 바람직하고 최근에는 어류에 의한 자동감시나 수질계기에 의한 자동감시가 이루어지고 있다. 어류에 의한 감시는 수질감시의 보조적인 방법으로 이상이 확인되었을 때는 신속하게 수질담당부서에 통보하여 수질관리상의 필요한 조치를 강구하여야 한다.

(3) 시설의 보전과 위험방지

취수시설은 제체 밖이나 산간지역의 하천 등 관리사무소로부터 떨어진 장소에 설치되어 있는 경우가 많고 일반적으로 사람의 흥미 대상이 되기 쉽다.

그러므로 취수시설에는 보안책이나 진입 금지 등의 표지판을 정비하여 정기적으로 순회하고 시설 보전 및 위험 방지에 노력해야 한다.

최근 취수구 등 주요 장소에 공업용 텔레비전을 설치하여 원격 감시하는 방법이나 적외선을 이용한 경보장치에 의해 외부자의 침입을 방지하는 방법이 이용되고 있는 예가 있는데 이는 시설 감시에 유효하다.

3.2 표류수의 취수시설

3.2.1 취수댐·취수보

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

취수댐은 하천의 수위를 조절하여 상수원수 등의 용수를 취하는 시설로 상수도 전용 댐이나 복수 용수를 취하는 다목적 댐 등이 있다. 댐은 하천의 유수를 제어하는 것을 목적으로 하천을 횡단하여 설치된다.

용도별 관점에서 보면 상수도용수나 농업용수 등을 취수하는 취수댐 외에 홍수시나 저수시의 유수를 계획적으로 분류시키는 분류댐(分流堰), 감조구간(感潮區間)의 염분의 침투 방지를 위한 조수 방

지댐 등이 있다(<그림 3.2.1> 참조).

취수댐은 하천의 유수를 제어하는 목적으로 설치하는 시설이므로 그 연장은 설치장소의 하천 폭에 따른 길이로 되어 있다. 다만 가동 게이트 등의 경간 사이의 길이는 계획고수 유량을 바탕으로 정해져 있다. 구조로서는 가동 게이트와 댐 기둥, 어도, 보호공 등이다.

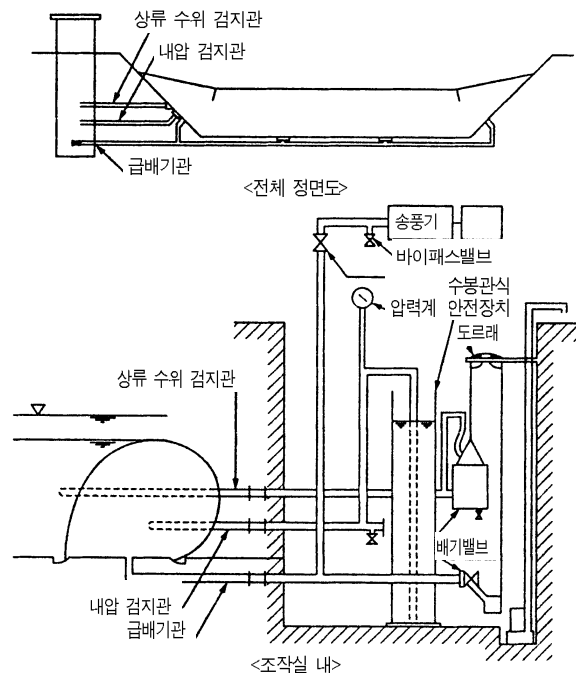
게이트의 개폐가 확실한 인상식 댐이 많은데 기복댐도 그 기능특성을 활용할 수 있는 곳에 설치된다.



<그림 3.2.1> 취수댐의 예



<그림 3.2.2> 고무 인포제 기복(起伏)댐(공기식)의 예



<그림 3.2.3> 고무 인포제 기복댐(공기식)의 구조도

기복댐의 특별한 것으로 고무인포제 기복댐(통칭 rubber 댐)이 있고 합성 고무제 봉지를 물 혹은 공기로 기복시키는 형식의 댐이다. 주로 중소하천 및 소유훈량의 소규모 댐에 사용되고 있다(<그림 3.2.2>, <그림 3.2.3> 참조).

2) 기능특성

취수댐은 일반적으로 대하천에서의 취수에 적용되고 하천 유량을 정확히 조정함에 따라 안정된 대량의 원수가 취수 가능한 시설이다. 시설 자체는 규모가 큰 토목구조물로, 각종 구조 기준을 바탕으로 설계되고 있으므로 지진이나 홍수시에도 시설의 안전성이나 안정성에 대해서는 충분히 배려되고 있다.

수질 면에서는 여수로 게이트의 활용이나 겸설(兼設)되어 있는 침사지의 침전효과에 의해 토사의 혼입이 매우 적은 양질의 원수를 취수할 수 있다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

① 취수시설은 법을 바탕으로 한 허가된 건축물이므로 하천관리상 지장이 없도록 정확하고 적절한 관리가 요구된다.

② 취수댐 등의 하천 내에 설치된 시설은 하상 변화에 주의할 필요가 있다. 하상 변화는 홍수에 의한 세굴, 자갈 채취, 하천공사 등에 기인하는 경우가 많다. 취수에 지장이 되는 변화가 있을 경우에는 하천관리자와 연락하여 그 원인을 규명하고 빠른 대책을 강구하도록 하여야 한다.

또한 지반 침하가 진행되고 있는 지역에서는 수준 측량에 따라 시설 자체나 주변 지반 침하 상황을 정기적으로 파악해 두고 침하의 영향으로 취수에 지장이 되는 경우가 예측될 때는 그 대책을 미리 검토해 둘 필요가 있다.

댐의 설치 및 조작에 따른 재해는 사회적 문제로 발전할 염려가 있으므로 댐의 관리에 있어서는 세심한 주의가 필요하다. 댐의 관리는 하천법 제16조(하천부속물의 관리규정)에 따라 관리규정을 정하고, 제23조(댐 등의 관리기술자)에 따라 건설교통부령이 정하는 자격을 가진 관리기술자를 두어 적절한 관리를 하도록 하고 있다. 또한 댐의 관리 및 수문에 관한 기록을 작성하여 비치하고, 관리청의 요구가 있는 때에는 지체 없이 이를 제출하여야 한다.

하천법 제24조(댐 등에서의 수위·유량 등의 관측)에 따라 댐의 설치자는 당해 하천의 적절한 관리와 위해방지를 위하여 관측시설을 설치하고 수위·유량·강수량을 관측하여야 한다. 홍수가 발생하거나 발생할 우려가 있는 때에는 규정에 의한 관측결과와 당해 댐의 관리현황을 관리청과 관계 시·도지사에게 통지하여야 한다. 관리청은 규정에 의하여 댐의 설치자로부터 통지받은 관측결과와 당해 댐의 관리상황을 자연재해대책법에 의한 중앙재난 안전대책 본부장에게 통지하여야 한다.

하천법 제23조 제2항의 규정과 동법 시행규칙 제12조(댐 등의 설치자의 기록 작성)의 규정에 의해 댐 등의 설치자는 다음 각 호의 자료에 관한 기록을 작성·비치하여야 한다.

① 댐 등의 계획·설계 또는 시공에 관한 다음 각 목의 자료

가. 타당성조사에 관한 자료

- 나. 기본설계, 실시설계 등 각종 설계도서
- 다. 시공 및 용지보상 등에 관한 각종 보고서
- 라. 수리·구조 등에 관한 각종 보고서
- 마. 건설공사 기록
- ② 댐 등의 유지·관리에 관한 다음 각 목의 자료
 - 가. 안전점검 및 정밀안전진단에 관한 기록
 - 나. 강수량·유입량·방류량·용수공급량·저수지 수위 등 수문 및 기상에 관한 자료
 - 다. 수질에 관한 자료
 - 라. 저수지의 모래퇴적현황에 관한 자료
 - 마. 댐 등의 관리대장
- ③ 게이트 본체 등의 시설은 정기적으로 점검·정비함과 동시에 홍수가 예상될 때에는 사전 점검을 특별히 실시하여 홍수에 대처한다. 기계 공구류에 대해서도 마찬가지로 점검·정비하도록 한다(<표 3.2.1> 참조).
- 또한 홍수 상황에 따라서는 취수 정지나 감수 등의 조치도 있을 수 있으므로 응급체제를 확립해 둘 필요가 있다.
- ④ 홍수시에 게이트 수위가 계획수위 이하일 경우에는 홍수토 게이트(여수로), 토사 게이트 순으로 전부 연다. 홍수 후 이들의 게이트를 닫을 경우에는 열 때의 역순으로 조작한다.
- 홍수시 게이트 조작은 조작에 앞서 하류지역에의 경보 등을 충분히 하고 홍수시의 경계체제의 상황을 하천관리자, 경찰 등의 관계기관에 신속하고 정확하게 통지한다.
- ⑤ 게이트를 닫을 때는 게이트 문 근처의 퇴사를 충분히 제거한 후 조작한다.
- ⑥ 홍수 후 게이트류나 시설의 손상 유무 등을 점검, 조사한다. 이상을 확인한 경우는 정도에 따라 하천관리자에 상황을 통보하고 신속하게 보수하도록 한다.
- ⑦ 하천법 제24조(댐 등에서의 수위, 유량 등의 관측)와 동법 시행령 제16조(관측시설의 설치기준)에 의거하여 다음과 같은 기준으로 관측시설을 설치하여야 한다.
 - ① 수위계는 저수지의 상류와 댐 등에 가까운 저수지의 안쪽에 설치하되 방류량을 측정하고자 하는 때에는 댐 등의 하류부에 설치할 것
 - ② 우량계는 하천, 기상 등의 상황을 고려하여 당해 댐 등의 집수지역 안의 적당한 장소에 설치하되, 집수지역의 면적이 200km^2 미만인 경우에는 1개 이상, 200km^2 이상 600km^2 미만인 경우에는 2개 이상, 600km^2 이상인 경우에는 3개 이상을 설치할 것
 관측시설 설치기준의 규정에 의한 수위계 및 우량계는 자동으로 기록되는 것이어야 한다. 또한 댐 등의 설치자는 하천법 제24조 규정에 의하여 각 관측지점에 있어서의 매시간당 저수지에의 유입량, 누계유입량, 강수량, 누계강수량, 방류의 예정일시, 예정방류량, 수문의 개폐일시 및 저수지의 수위 기타 필요한 사항을 관리청과 관계 시·도지사에게 통지하여야 한다. 댐 등의 설치자는 규정에 의한 통지를 원활하게 할 수 있는 통신시설을 설치하여야 한다. 다음 사항에 대해 관측 및 기록을 필요에 따라 실시한다.

<표 3.2.1> 취수댐의 순시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주기	내 용
게이트	1일	조정게이트 등의 상황	3개월	누수	필요에 따라	수밀고무 교체
			6개월	손상(문체, 고무 등)	3~5년	도장
			1년	킴 변형		
			1년	볼트류의 조임		
관상기	1일	와이어로프 상황	6개월	주유	2~3년	와이어로프기름 교체
	1일		6개월	동작테스트	3~5년	분해점검
	1개월	표시등 확인	1년	볼트류의 조임	필요에 따라	기름 교체 (유압게이트만)
			1년	브레이크장치 조정	3~5년	도장
			1년	와이어로프 표선 끊김	필요에 따라	와이어로프 교체
수위계	1일	작동상황 설치장소 상황 수위계 지시	6개월	검출기 청소	3~5년	분해점검
	1일		6개월	동작테스트 및 조정		
	1일		1년	절연저항측정		
경보기	1개월	설치장소 상황 표시등 확인	3개월	방송장치 작동테스트	3~5년	도장
	1개월		1년	취명테스트 및 청취범위확인		
			1년	절연저항측정		
TV 카메라	1일	TV 선명도 상황	1개월	구동부 동작테스트	1년	촬상관, 브라운관 교체, 조정
예비 전원	1일	시동장치 상황 연료 확인 냉각수 확인 기관, 발전기 상황	1주	동작테스트	5년	
	1일		1개월	윤활유 확인	10년 10년	기관 분해점검 발전기 분해점검
	1일		1개월	시동장치		
	1일		6개월	연료장치		
	1일		6개월	냉각장치		
댐체 및 호상 호안	1일	이상 유무	1년	로터장치		
			1년	스테이터장치		
어도	1일	방류량 상황	1년	퇴사	필요에 따라	배사, 청소
담수지	1일	주변 환경상황	1년	깊이 측량		
	1일	출입자 유무				

- 가. 수위, 유량, 강수량
 - 나. 방류량, 유입량, 취수량
 - 다. 기상상황
 - 라. 게이트조작 개시시각 및 종료시각
 - 마. 게이트조작 사유
 - 바. 하류정보 등의 기록
 - 사. 퇴사상황의 측량결과
 - 아. 기타 필요하다고 생각되는 조작 및 조사결과
 - 자. 홍수시의 댐 조작
- ⑧ 어도가 댐에 설치되어 있는 경우는 어도의 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 어도 내의 퇴사, 쓰레기 등의 제거를 함과 동시에 필요 수량을 방류하도록 한다.
- ⑨ 한랭지에서는 특히 다음과 같은 사항에 주의하여야 한다.
- ㉠ 적설, 결빙에 의해 유수단면이 축소하여 취수에 지장을 줄 수가 있으므로 사전에 토사류 등의 퇴사를 제거하여 유수단면을 확보한다.
 - ㉡ 적설 전에 시설의 점검, 정비에 주의하여 실시한다. 폭설시에는 시설이 매몰되는 경우가 있으므로 주요장소에 표지판 등을 설치하여 그 위치를 명시해 둔다.
 - ㉢ 한랭 기간 중 차량의 동계용구, 스노모빌, 스키, 제설용구 등도 점검, 정비해 둔다.
 - ㉣ 스크린에 얼음이 부착된 경우에는 압축공기나 압력수로 제거한다. 게이트는 적설이나 물이 얼어 개폐 기능이 상실되는 경우도 있으므로 게이트 상태는 충분히 점검하여 조작에 지장을 주는 경우에는 온수, 증기 등을 준비한다. 결빙을 방지하는 데는 원적외선 히터를 이용하는 방법도 있다.
 - ㉤ 저온이나 동결에 의해 계측에 지장을 주는 기기류는 보온 방호공을 설치한다.
 - ㉥ 한랭기에 시설 순시를 실시할 때는 안전관리를 생각하여 복수근무제를 실시하는 것이 바람직하다. 특히 연락통신란 확보가 중요하다.
 - ㉦ 한랭기에는 비교적 유량, 수질 모두 안정되어 있으므로 게이트 조작을 실시하지 않고 항상 일정 개도로 유지하는 것이 유리하다.
- ⑩ 관계자 외에 의한 사고 방지대책은 다음과 같다.
- ㉠ 취수시설이나 유역의 순찰에는 무전기를 권장하여 이상 사태에 즉시 대응할 수 있도록 한다.
 - ㉡ 시설 주위 수책에는 관계자외의 출입은 금지한다. 특히 네트 등이 파손되어 어린이가 들어가는 등의 상황에는 재빠른 보수를 실시한다.
 - ㉢ 금지행위에 대해서는 표지판 등으로 일반인의 이해와 협력을 구한다. 아동을 대상으로 하는 경우에는 시각적인 효과를 이용하여 이해하기 쉬운 방안을 연구한다.
 - ㉣ 취수구 부근에는 위험방지에 필요한 법률적인 조치로 유영, 사냥, 어획, 주항 등을 금지한다.
 - ㉤ 개거부분에는 오염이나 전락방지책으로서 외주에 수책을 설치하여 외부인이나 동물의 출입을 저지한다.

- ⑥ 암거 및 터널의 출입구 부근에는 특히 전락 등의 위험방지를 배려하여 견고한 수책 등으로 보호한다.
- ⑦ 침사지나 접합부 외주에는 수책을 설치하여 외부인 출입을 금하고 오염사고 방지를 도모함과 동시에 구조물 주위에는 전락방지 수책을 설치한다.

2) 수량·수질관리

① 수량관리

취수댐 등 취수시설의 수량관리는 수리 사용 허가 조건하에 변동하는 물 수요에 대응된 수량을 합리적으로 취수하기 위해 이루어진다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 다음과 같은 점에 유의해야 한다.

① 기상조건 파악

하천유량은 수원지역의 기상조건에 따라 시시각각 변화하므로 하천관리자, 기상대, 상류의 강수량과 유량 증가시간 관계, 한랭지 기온상승과 융설 홍수량 관계 등 기상변화와 하천유량과의 상관관계를 과거의 기록을 바탕으로 정비해 두고 유효하게 활용한다.

② 하천유량 기록

취수구 부근의 유량은 매일 정해진 시간의 유량을 파악하여 기록한다.

유량 관측에는 미리 취수구 부근의 적당한 지점의 하천 단면을 구해 두고 수위 일류량 곡선에 의해 유량을 구한다. 다만 출수 등에 의해 하상이 변화하기 쉬운 하천에서는 관측점 선정에 주의함과 동시에 하천관리자로부터 매일 정보를 얻을 수 있는 경우에만 이를 이용하도록 한다.

③ 취수량 관리

취수량은 배수량 변동에 따라 허가 수량 내에서 취수하고, 수량을 항상 기록한다. 최근, 하천의 광역적 관리의 일환으로 주요 하천에서는 하천관리자에 의한 정보 네트워크시스템이 구축되고 있다. 이러한 새로운 관리시스템에 대해서는 한층 더 정확하게 계측하도록 해야 할 것이다.

수량 계측에는 댐식, 벤투리관식, 전자식, 초음파식 등의 유량계가 이용되고 있다. 정수의 경우와 달리 검출부에 쓰레기나 오니 등의 이물질이 부착되거나 내부가 마모되어 큰 오차가 발생하기도 하므로 계측점 상류에서의 제진, 제사에 충분히 주의를 해야 한다.

댐 수위는 늘 관측하고 조절 게이트 등의 조작에 따라 취수에 지장을 주지 않는 수위 범위로 유지하고 취수구 부근의 퇴사는 퇴사상황에 따라 여수로 게이트로 배출시키고 취수구로의 유입을 방지하도록 한다.

또한 여수로 게이트를 열 때에는 하천수위 상승으로 인해 하류에 피해가 발생하지 않도록 서서히 진행하도록 한다. 또한 배사 종료 후에는 재빨리 닫도록 한다.

취수구 제진 스크린은 호우시 등에 하천이 증수되어 유출된 유목, 쓰레기 등에 의해 폐색되는 경우가 있다. 그러므로 제거에 필요한 소형 선박, 샌드펌프, 구멍조끼 등을 상비해 두고 직원과 다이버에게 연락방법을 주지시켜 둔다.

② 수질관리

하천수를 수원으로 하는 취수시설관리에 있어서는 수질 변화에 충분히 주의함과 동시에 돌발적으로 발생하는 오염사고에 대해서도 조기에 발견이 가능하도록 항상 감시하여 필요한 대책을 이행하도록 한다.

하천수의 수질은 기상조건과 수원을 둘러싼 환경에 의해 변화하므로 수온, 탁도, pH, 전기전도도 등을 계측하는 것이 바람직하다. 특히 강우로 인해 상승되는 탁도는 정수장으로 바로 연락이 가능하도록 조치해 두면 유효하다.

또한 수원 부근과 그 배후에 공장, 사업소, 단지 등이 있는 경우는 배수처리시설의 고장이나 조작 잘못으로 인해 오염물질이 유출되어 수원에 피해를 주는 경우가 있다. 과거의 수원오염사고의 과반수는 기름 부유, 착색, 탁도 상승과 시안, 농약에 의한 어류의 폐죽음 등 주로 외관상의 이변이므로 설비 순회 중이나 수원 감시 순찰시에는 이들 이변의 발견을 중점 감시 항목으로 정해 주의하도록 한다.

수원 유역 주민에 대해서도 하천수에 외관상 이상이 확인될 때에는 바로 연락될 수 있도록 항상 협력을 구하도록 한다.

㉠ 외부로부터의 수질오염정보 수신

외부로부터의 수질오염정보에 관한 수신 내용은 반드시 기록하여 정해진 연락처에 통보하고 즉시 유역 순찰에 나선다. 사고 상황이 판명되면 취수구까지의 유하 시간과 회석 배율을 예측하고 취수 정지 등의 필요한 대책을 강구하도록 한다.

㉡ 수질측정기에 의한 감시

수원의 수질감시에 이용 가능한 수질측정기로서는 수온, 탁도, pH, 전기전도도, 용존산소, 화학적 산소 요구량(COD), 총 유기탄소(TOC), 총 산소요구량(TOD), 시안 등을 대상으로 한 것이 이용되고 있다. 하천수를 취수하는 경우에 하천수 상황에 따라 적절한 측정기를 선정하고 이들의 취수지점 또는 시설 내에 설치하여 수질 모니터로서 이용하고 있는 예도 많다.

㉢ 유독물질의 유하

취수구 부근에서의 물고기 폐죽음을 발견했을 때는 바로 취수를 정지하고 수질 담당부서에 통보하는 등의 조치를 강구한다. 산업폐수 등의 유독물질에 의해 수원수질이 오염될 우려가 있는 경우에는 어류에 의한 감시방법이 일반적으로 이용되고 있다. 저수지나 사육조의 물고기가 횡전(橫轉)반응을 나타낼 때에는 산소부족이나 독물에 의한 것, 또는 기타 원인에 의한 것인지를 판단하여 대책 조치를 올바르게 한다.

㉣ 기름 유하

기름이 유하된 경우의 조치에 있어서는 취수구 전면과 침사지내에 오일펜스(oil fence)나 스프레이식 방유장치를 설치하여 기름 유입을 막고 오일회수펌프, 오일매트 등의 흡착판, 흡착제 등을 이용하여 제거하도록 한다. 다만 수류가 빠른 경우나 다량으로 취수되고 있는 경우에는 이 방법도 완전한 것은 아니므로 정수장의 배수지 등에 여유가 있는 경우는 일시적으로 취수를 감수 또는 정지시켜 기름 유하를 기다리는 편이 낫다.

㉔ 해수의 올라옴

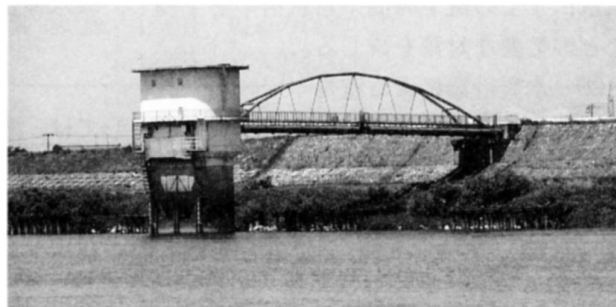
하구 부근에서 하천수를 취수하고 있는 곳에서는 태풍시에 고조가 밀려와 해수가 올라오는 (강이나 내를 상류로 거슬러 올라감) 경우가 있으므로 태풍정보나 만조시간에 주의를 하여 위험성이 있는 경우에는 취수 정지 등의 대책을 검토한다. 또한 지진 발생시의 해일에도 주의하도록 한다.

3.2.2 취수탑

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

취수탑은 하천이나 호소·댐호에 설치된다. 통상 단면이 원형 또는 타원형의 RC탑상 구조물로 주위에 다단 게이트식 취수구를 배치하여 수위에 대응된 취수가 가능하다. 탑체 천단과 육지가 관리교에 의해 연결된 구조로 되어 있다(<그림 3.2.4> 참조). 최하단의 취수구는 하천 수위가 계획 최저 수위로 내려간 경우에도 계획취수가 가능한 위치에 설치되어 있다. 취수구 전면에는 스크린을 설치하여 부착된 쓰레기를 끌어올리는 장치로 제거하도록 한다. 각각의 취수구에는 탑체 내측 또는 외측에 제수밸브가 설치되어 있어 조작은 탑의 내측 또는 외측에서 실시한다. 탑체 주위의 하상에는 세굴방지를 위한 바닥다짐이 시공되어 있다.



<그림 3.2.4> 취수탑의 예

호소나 댐호에 설치되어 있는 경우는 탑체는 원형이 많으며, 천단 높이는 호소나 저수지의 계획최고수위에 바람 등의 파랑고를 고려한 높이로 되어 있다. 특히 수심이 깊은 경우에는 철골구조의 플로트 형식의 취수탑이 설치되어 있는 경우도 있다.

2) 기능특성

게이트 형식의 취수구를 여러 단 배치하고 있는 취수탑은 수심의 위치에 따라 가장 좋은 양질의 원수를 선택할 수 있는 기능을 지니고 있다.

취수탑이 하천 하류의 하구 부근에 설치되어 있는 경우에는 이 기능을 활용함에 따라 염수 소상(遡上)에 의한 수질의 영향이 적은 수심 위치에서 원수를 취수할 수 있다. 이와 같이 취수구 높이를

변경하여 양질의 원수 취수를 선택하는 것은 수질관리상으로 보아 중요하다고 할 수 있다.

예를 들어 수심이 깊은 호소나 댐호에서는 홍수시에 유입된 고탁도수가 그 비중 차이에 의해 성층을 형성하고 중층부, 저층부에 홍수 후 장기간에 걸쳐 잔류되는 경우가 있다. 이 외에도 각종 미생물이나 조류가 여름철의 수온 분포 특성에 의해 표층 부근에 온도 성층이 형성되어 성층 내에 이상이 발생하는 경우가 있다.

이러한 경우에는 선택 취수기능을 활용하여 양질의 원수가 취수될 수 있는 수심으로 취수구를 변경하는 것이 유효하다.

하천이나 댐호로부터 취수하는 경우는 홍수시 등에 상단의 취수구를 닫아 유목, 쓰레기 등의 구조물의 손상을 방호하고 도수관 폐색을 방지하는 기능을 갖추고 있다.

그러나 스크린에 잔류된 쓰레기 제거를 게을리 하게 되면 수량관리에 큰 지장을 주게 되므로 주의할 필요가 있다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 다단식으로 배치된 취수구는 기능점검을 위해 연 1회 이상 시험취수를 하는 것이 바람직하다. 특히 저층부에 설치된 취수구는 퇴적토 등에 의해 폐색되는 경우도 있고 시험취수 때에는 탁도 등의 급격한 수질변화에 의한 정수처리시설에의 영향에 주의할 필요가 있다.
- ② 제수문, 제수밸브 등 늘 사용하지 않는 것은 연 1회 이상 개폐동작시험을 실시하고 기능유지를 위한 점검정비를 실시해 둔다.
- ③ 취수탑 주위의 깊이 측량을 1년 또는 2년에 1회 실시하여 하상의 세굴 또는 토사 퇴적 상황을 조사해 둔다. 그 결과를 바탕으로 탑 주위의 상황변동을 시간의 흐름과 함께 파악해 두는 것이 바람직하다.
- ④ 취수탑내의 토사 퇴적상황을 연 1회 조사하여 상황에 따라 모래를 제거한다.
- ⑤ 하천에 설치된 취수탑 및 부속설비는 특히 홍수 전후에는 반드시 점검하여 손상이 발견되면 즉시 보수한다.
- ⑥ 취수구 스크린은 상시 점검하여 쓰레기 등을 제거한다. 호소나 하천에 설치되어 있는 경우에는 조류가 대량으로 부착되어 스크린이 막히는 시기가 있다. 그러한 시기에는 폐색방지를 위해서도 자주 제거작업을 실시해야 한다. 또한 하천 제방관리를 위해 베어진 채로 방치되어 있는 잡초가 홍수 등의 수위상승이나 강풍에 의해 대량으로 흘러가 취수구를 폐색시키는 경우도 있으므로 주의해야 한다.
- ⑦ 탑 내의 수위는 매일 관측하여 기록한다. 순시 점검시에 탑 외와 탑 내의 수위차에 주의하여 스크린 폐색유무를 확인한다.
- ⑧ 한랭지의 빙결방지 대책용 공기 블로어 설비는 정기운전으로 그 기능을 확인한다.
- ⑨ 관리교, 철제 사다리, 트랩, 보안용 난간, 스크린, 조명설비장치 등의 부대설비는 정기 점검으로 필요에 따라 정비한다. 동계 구조물은 정기적으로 도장하여 부식을 방지한다(<표 3.2.2> 참조).

<표 3.2.2> 취수탑의 순시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주기	내 용
하천 상태		기름유출, 사어(死魚) 부상, 수위	1~2년	취수탑 주위의 깊이 측량	필요에 따라	하천관리자와 협의
취수탑	1일	구체의 이상 유무	1년	콘크리트균열, 열화, 누수의 유무	필요에 따라	보수
	1일	취수탑 내외의 수위차 확인	1년	탐내 퇴사	필요에 따라	퇴사
제수문	1일	개폐상태	1년	동작테스트	3~5년	도장
	1개월	개폐대, 구동장치(수동, 전동)	1년	손상(구체, 수밀고무 등)	필요에 따라	수밀고무 교체
			1년	마모(구동부)	필요에 따라	부품교환
관상기	1일	와이어로프상황	6개월	동작테스트	2~3년	와이어로프기름 교체
	1일	개도게 지시	6개월	주유, 그리스보급	3~5년	분해점검
	1개월	표시등 확인	1년	볼트류 조임	필요에 따라	기름 교체(유압게이 트만)
			1년	브레이크장치	3~5년	도장
			1년	와이어 표선 잘림	필요에 따라	와이어로프 교체
스크린	1일	이상 유무	1년	손상(홍수 후 특별점검)	3~5년	도장
	1일	스크린 주변 수면 상태	1년	녹발생	필요에 따라	먼지제거
관리교	1일	이상 유무	1년	손상, 녹발생	3~5년	도장
제방횡단 부도수관	1일	공기밸브, 도수관 누수 유무(고가횡단인 경우)	5년	누수 연결부상황	3~5년	도장(고가횡단인 경우)
슬루스 밸브	1주	개도게 지시	1년	동작테스트	3~5년	도장
	1주	누수 유무			필요에 따라	분해점검
	1개월	그랜드부	1년	주유, 그리스보급	필요에 따라	조임, 그랜드패킹 교체
			1년	수동 전동전환클러치		
			1년	관수, 빗물누수에 의한 부식 (지하에 설치되어 있는 경우)		
펌프 압송의 경우	1일	축봉수 수조의 수위	1년	진동측정	1년	각종 운전반 점검 청 소
	1일	배전, 통신선로(적설, 강풍 후에 강화)	1년	절연, 접지저항측정	필요에 따라	부품교환
	1일	취수펌프장 내외	1년	각종 경보시험		
	1일	비상용 자가발전설비		수변전설비, 취수펌프, 원격감시 제어장치 등에 대해서는 관련 각 장을 참조		
	1일	어류감시장치				

2) 수량·수질관리

① 수량관리

수량관리에 있어서 취수구 스크린의 쓰레기나 조류 혹은 한랭지의 결빙 등에 의해 계획 취수량 확보가 어려워지지 않도록 상시 점검을 하도록 한다.

이 외에도 슬루스벨브나 도수관 내의 이물부착이나 모래 등의 퇴적물에 의해서도 유로저해가 일어나므로 취수량 변화에 충분히 유의해야 한다.

하천에 설치된 취수탑의 경우에는 자갈, 채취나 하천 개량 보수공사 등에 의해 하상의 손상을 주의하고 취수기능에 지장을 줄 우려가 있는 변화가 있을 때에는 하천관리자와 협의하여 그 원인을 규명하고 신속하게 대책을 강구하도록 하여야 한다.

지반침하가 진행되고 있는 지역에서는 침하 상황을 정기적으로 수준측량 등으로 파악하고 구조물 주변 환경변화에도 주의를 기울여야 한다.

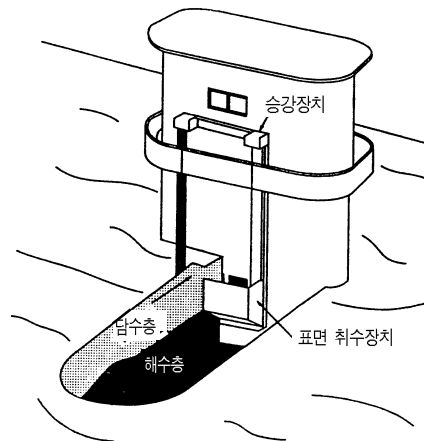
홍수, 갈수 혹은 수질사고 등의 규모에 따라서는 취수 정지나 취수량 감소 등의 규모에 따라서는 취수 정지처리를 포함해 응급체제를 확립해 두고 대응조치를 매뉴얼로 만들어 직원에게 주지시킬 필요가 있다.

② 수질관리

호소, 댐호 등에 설치되어 있는 취수탑은 고탁도수의 유입에 의한 성층화나 계절적인 수온 분포 특성을 파악하면서 선택 취수 기능을 활용하여 수질관리에 힘쓴다.

하천에 설치되어 있는 경우는 유역으로부터의 오염물질 유입이 우려되므로 다른 취수시설의 경우와 같이 수계마다 이수자 사이의 협의회를 설치하여 수질오염사고 정보연락체제를 확립하여 빠른 대응이 가능하도록 한다.

염수가 올라오는 하천 하류의 하구 가까이에 설치된 경우는 염분농도가 낮은 원수 취수에 힘쓴다. 또한 일정 위치의 취수구만을 지나는 취수탑에서 <그림 3.25>에 나타난 표면취수가 가능한 설비를 설치하여 효과를 발휘하는 예도 있다.



<그림 3.25> 표면 취수장치 예

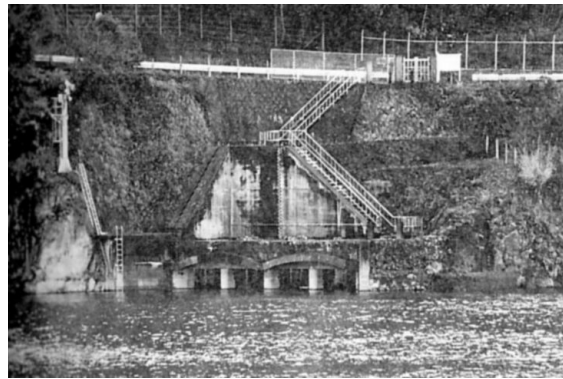
유역의 기름 오염사고 발생시에는 오일펜스 설치 또는 취수구 선택기능을 활용하여 기름류의 혼입 방지 등 수질관리에 힘쓰도록 한다. 또한 취수탑 부속설비관리, 점검, 보수 등에 있어서는 윤활유 등을 유출시키지 않도록 엄중하게 주의하도록 한다.

3.2.3 취수문

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

취수문은 하천과 호소, 댐호로부터의 원수를 취수하기 위해 설치되는 시설에서 중·소 하천의 상류부나 소규모 호소·댐 등으로부터 중 소량의 원수를 취수하는 경우에 적합하다. 취수한 원수는 취수문에 연결되는 암거 또는 관로를 통해 도수된다. <그림 3.2.6>에 취수문의 예를 나타냈다.



<그림 3.2.6> 취수문의 예

취수문의 구조는 문형의 철근콘크리트가 많고 필요에 따라 사류(砂溜)를 설치한다. 유입구는 각형 또는 말굽형이며 취수량 조절 및 토사 유입방지를 위해 게이트 또는 수위조절판을 병설하여 앞면에는 유목 및 쓰레기 등의 유입을 방지하기 위한 스크린을 설치한다.

2) 기능특성

취수문은 수위, 하상 등이 연간을 통하여 관찰하여 비교적 안정된 지점에 설치된다.

유입구에 설치된 게이트 또는 수위조절판은 하천 또는 호소, 댐호의 수위변동에 동반되는 개폐동작에 의해 취수량이 조정된다. 게이트 또는 수위조절판의 조정기능에 따라 송배수량에 대응된 취수량 확보가 가능하다.

또한 유입구 전면에 설치된 스크린은 유입되는 유목, 쓰레기, 목초 등의 제거 기능을 지닌다. 특히 홍수시에 이들이 다량 유입되는 경우에는 취수량 확보나 조정을 위해 게이트, 수위조절판, 스크린이 지나는 제거 기능을 충분히 발휘할 필요가 있다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 취수문은 「하천법」을 바탕으로 된 허가 건축물이므로 시설관리의 일반적인 유의사항은 3.2.1 (2) 관리의 유의사항에 준한다.
- ② 취수문 수리는 많은 어려움이 따르므로 작은 고장도 바로 수리하여 항상 시설이 그 기능을 발휘할 수 있도록 한다.
- ③ 게이트, 수위조절판 등의 조작에 필요한 기계 기구는 정기적으로 점검 정비하여 홍수 전에는 반드시 개폐동작을 실시하여 긴급시에 고장이 없도록 한다.

<표 3.2.3> 취수문의 순시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주기	내 용
게이트	1일	조절게이트상황 게이트 주변 환경상태	3개월 6개월 1년	누수 손상(문체, 고무 등) 휘어짐 변형 볼트 조임 롤러축수 상황(롤러게이트만 녹발생 상황)	필요에 따라 3~5년	수밀고무 교체 도장
관상기	1일	와이어로프상황 개도계 지시 표시등	6개월 1년	주유 동작테스트 볼트류의 조임 브레이크장치 조정 와이어로프 표선 잘림 절연저항측정	2~3년 3~5년 필요에 따라 3~5년 필요에 따라	와이어로프기름 채도포 관상기 분해점검 동작유 교체 유압게이 트만) 도장 와이어로프 교체
스크린	1일	이상 유무	1년	손상(홍수 후 특별점검) 녹발생	3~5년	도장
망장 (網場)	1일	이상 유무	1년	손상(홍수 후 특별점검) 녹발생 볼트류 조임 와이어 기름 채도포	필요에 따라 3~5년	와이어로프 교체 도장
오일 펜스	1일	이상 유무	6개월	손상(홍수 후 특별점검)	필요에 따라	와이어로프 교체
제진기	1주	동작테스트	3개월 1년	주유 볼트류 조임 케이블장치 와이어로프 끊어짐 녹발생 절연저항측정	1년 1년 5년 3~5년	윤활유 교체 와이어로프 기름 채도포 분해점검 도장

- ④ 스크린 등은 항상 점검하여 적절한 제진, 배사를 실시한다.
- ⑤ 홍수 후에는 바로 스크린, 게이트, 수위조절판 등의 점검을 실시하여 손상부위의 보수는 되도록 빨리 실시한다. 필요에 따라 유목, 퇴사, 돌, 쓰레기 등을 제거한다.
- ⑥ 스크린, 게이트 등은 취수상황 등을 감안하여 작업이 가능한 시기를 정해 도장한다.
- ⑦ 한랭지 대책은 3.21 (2) 관리의 유의사항에 준한다. 취수문의 순시·점검·정비사항을 <표 3.2.3>에 나타냈다.

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

- ① 수량관리의 일반적인 유의사항은 3.21 (2) 2) 수량, 수질관리에 준한다.
- ② 취수문으로부터의 취수는 하천 또는 호소, 댐호의 수위 변동을 감시하면서 송·배수량 변동에 따라 허가 수량 내에서 실시한다. 게이트 또는 수위조절판 작용에 의해 취수량을 조절하는데 그 수량은 항상 기록해 둔다.

② 수질관리

수질관리의 일반적인 유의사항은 3.21 (2) 2) 수량, 수질관리에 준한다. 또한 수질사고 대응은 3.1.6 위기관리를 참조할 것.

3.2.4 취수관거

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

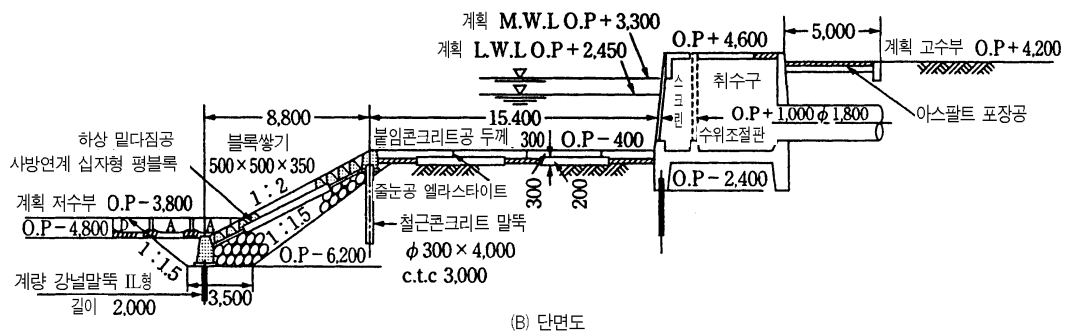
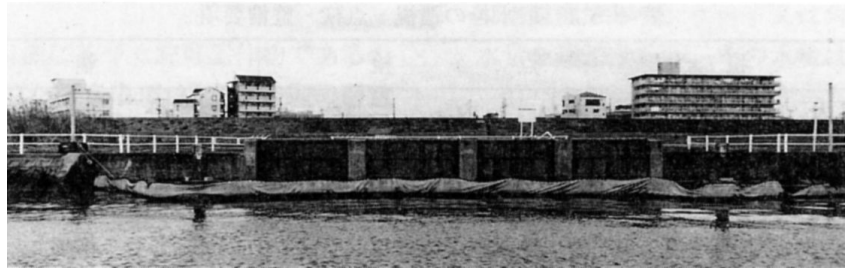
취수관거는 복단면 하천의 저수호안에 설치된 취수구부에서 원수를 취수하고 관거부를 자연 유하시켜 제체내로 도수하는 시설이다. 일반적으로 대·중 하천의 중규모 이하의 취수에 적합한데 댐과의 겸용으로 대량의 취수도 이루어지고 있다.

구조는 철근콘크리트조의 각형 취수구부와 관거부 및 필요에 따라 병설되는 사류(砂溜)로 구성된다. 취수구의 부고(敷高), 유수단면적 등의 규모는 하천의 갈수위에 있어서도 계획취수량이 확실하게 취수될 수 있는 경우를 기준으로 정하고 토사 유입방지와 지수기능을 겸한 수위조절판과 그 앞면에 유목, 쓰레기 등의 유입을 방지하는 스크린을 설치한다. 제수밸브를 설치하는 경우도 있다. 관로, 압거 등의 관거부는 관거 내면의 천단이 약 30cm 이상 갈수위보다 낮게 포설한다. 관거부가 제방을 횡단하고 있는 경우에는 댐 외지 및 내지에 점검 작업이나 긴급 지수시에 사용하는 제수문 또는 제수밸브를 설치한다.

또한 사고나 점검 보수시 등에도 취수기능이 정확히 유지될 수 있도록 취수관거를 2조 이상 포설하는 경우가 있다. <그림 3.2.7>에 취수관거의 취수구부 구조도를 나타냈다.

2) 기능특성

취수구에 설치된 수위조절판은 하상의 변화나 하천수위의 변동에 따라 하상과 취수구부 부고(敷高)와의 높이를 조절하여 취수량 조절과 토사 유입을 방지한다. 이에 따라 취수량의 안정화 및 침사



<그림 3.27> 취수관거의 취수구부 구조도

지와 도수시설에로의 토사유입 경감을 도모한다.

또한 유목, 쓰레기, 수조 등의 유입을 방지하기 위해 취수구 전면에 스크린을 설치한다. 또한 취수 관거에 제수문, 제수밸브 등을 설치함에 따라 관거의 개폐가 용이하고 하천수위의 변동, 특히 홍수 등의 대응을 신속하고 정확하게 실시할 수 있고 지수가 가능하므로 관거 내의 점검, 보수 등의 작업을 확실하고 안전하게 실시할 수 있다.

또한 취수관거는 홍수 등의 수위 상승시에 취수량을 조절하는 기능이 우수하다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

시설관리는 법을 바탕으로 한 다른 허가 건축물관리와 기본적으로 같다(3.2.1 (2) 관리의 유의사항 참조).

- ① 홍수기 전에 하천관리자로부터 하천건축물로서의 점검·정비가 의무화되어 있는 경우는 하천 관리자의 입회하에 검사되어야 한다.
- ② 취수구부에 대해서는 연 1회 이상, 하상과 취수구부, 관거 내의 천단 높이와 갈수위와의 관계를 정기적으로 조사하여 경년적인 조사 기록과 비교하면서 관리에 도움이 되도록 한다.
- ③ 갈수기에는 계획 취수량을 확보하기 위한 수심이 관거 내면의 천단 높이보다 30cm 이상 여유가 있는지를 확인하는 것이 중요하다.
- ④ 스크린은 항상 점검하여 상황에 따라 청소작업을 실시한다.

③ 갈수기에는 계획 취수량을 확보하기 위한 수심이 관저 내면의 천단 높이보다 30cm 이상 여유가 있는지를 확인하는 것이 중요하다.

④ 스크린은 항상 점검하여 상황에 따라 청소작업을 실시한다.

- ⑤ 관거 속의 제수밸브 등은 정기적으로 점검, 정비하여 항상 지장 없이 가동하는지를 확인하여야 한다.
- ⑥ 관거 말단의 제수밸브 등의 조작에 있어서는 급격한 취수 정지에 의해 관거 내에 수격 작용이 일어나는 경우가 있으므로 유의하도록 한다.
- ⑦ 사고시 등에 취수구의 수위조절판을 이용하여 급격한 취수 정지를 실시할 때에 수위조절판재의 운반작업에 꽤 긴 시간을 요하는 경우에는 관거 입구에 제수밸브를 설치하는 등 설비 개량을 해 둔다.
- ⑧ 홍수 후에는 취수구, 관거부분, 밑다짐 등의 방호시설, 퇴사상황 등을 점검한다. 파손, 세굴 등의 이상을 발견했을 때는 바로 수리하고 경우에 따라서는 배사작업도 실시한다. 취수관거 점검과 수리에는 다이버를 필요로 하는 경우가 많으므로 늘 다이버업자와도 연락을 유지하여 언제라도 협력이 가능하도록 해 둔다.
- ⑨ 관거부의 부등침하, 누수 등에 의해 제방 등의 하천시설에 악영향을 주거나 취수가 어려운 기능 장애를 일으키는 경우도 있다. 이러한 사태가 예측되는 경우에는 침하, 누수 측정, 연결부 상황검사 등을 정기적으로 실시하여 기록함과 동시에 누수 등의 이상을 발견했을 때는 즉시 보수하도록 한다.

<표 3.24> 취수관거의 순시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주 기	내 용
취수	1일	취수상황 및 수질상태				
취수 구부	1일	구체의 이상 유무	1년	하상과 취수구 높이 및 갈수위와 관거 내 천단높이 조사		
			1년	세굴 및 퇴사(홍수 후 특별조사)	필요에 따라	수복, 모래제거
			1년	손상(홍수 후 특별조사)	필요에 따라	수리
스크린	1일	이상 유무 시설 주변 환경 상황	1년	손상(홍수 후 특별조사)	3~5년	도장
오일펜스	1일	이상 유무	6개월	손상(홍수 후 특별조사)	필요에 따라	교체
취수구부 방호시설	1일	보안책, 감시설비 등의 상태	1년	손상(홍수 후 특별조사)	3~5년	강제부 도장
					필요에 따라	수리
제방횡단 암거부				누수·연결부 상황		
제수 밸브류	1주	이상유무	6개월	작동상황	3~5년	도장
					필요에 따라	분해점검

취수관거의 순시·점검·정비 요령을 <표 3.2.4>에 나타냈다.

① 수량관리

② 하상 저하에 의해 취수구 하류에 댐을 설치하는 등의 검토도 필요하다.

④ 수질관리의 일반적인 유의사항은 3.2.1 (2) 2)의 수량, 수질관리에 준한다.

⑥ 기름류 유입사고나 쓰레기 등이 많은 하천은 취수구 전면에 오일펜스나 망 등을 항상 설치하여 유입을 방지한다.

(1) 총칙

취수틀은 유목의 영향이 없는 하천이나 호소 저부에 설치된다. 통이나 원형상의 철근콘크리트 또는 목재 형태로 틀 내외가 돌이나 콘크리트공으로 방호되어 있다. 간단한 구조로 시공은 비교적 용이하고 측벽에 설치된 여러 개의 취수구에서 취수한다(<그림 3.2.8> 참조).

— 156 —

2) 기능특성

일정 수심 이상의 안정된 하상 또는 호저 저부 등에 설치되는 취수들은 비교적 소량의 취수에 적합한 시설이다. 수중에 설치되어 게이트 등에 의한 선택 취수기능이 없으므로 하천, 호소 수질변화가 원수에 직접적으로 영향을 준다. 또한 불안정한 기반에 설치된 경우에는 침하, 매설, 토사퇴적 등을 유발하고 취수구가 폐색하여 취수 불량이 되므로 주의가 필요하다.

토사 등이 막혀 취수 장애가 되는 경우에는 공기나 압력수를 이용한 세정장치에 의해 취수기능 유지와 회복을 도모할 필요가 있다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

하천에 설치한 경우와 호소에 설치한 경우는 관리에 있어 유의사항이 다르다.

① 하천에 설치한 경우

- ① 취수들은 홍수 등에 의해 유실이나 매몰될 우려가 있으므로 하상 방호시설을 정기적으로 점검한다.
- ② 홍수 후에는 시설을 반드시 점검하고 미세한 손상이 있으면 바로 수리하도록 한다. 자갈 등에 의한 매몰과 막힘이 발생했을 때는 즉시 제거하고 정상적인 취수가 되도록 복원한다.
- ③ 취수구에 이물질이 부착되거나 토사 등의 혼입이 많은 경우는 정기적으로 공기나 압력수를 이용하여 세척하고 부착물 축적을 방지한다.
- ④ 간판 등에 의해 취수들의 위치를 명확히 표시하고 주변지역에 출입을 금한다.

② 호소에 설치한 경우

- ① 어선 등에 의한 손상을 받지 않도록 취수들을 둘러싼 적절한 위치에 주위 수책을 설치하여 간판 등을 이용해 주변지역 출입을 금한다.
 - ② 야간에도 주위 수책의 위치가 명확히 구분되도록 적색 회전등 등을 설치하도록 한다. 회전 등의 전원 케이블을 호소바닥에 포설해 놓은 경우에는 어선 등의 운항으로 인해 끊어지지 않도록 방호한다. 전원장치에는 태양전지 등의 설치도 고려해 볼 수 있다. 또한 막힘 방지나 시설의 정기점검 등의 사항에 대해서는 하천, 호소 모두 공통되는 사항이다.
- 취수들의 순시, 점검, 정비요령을 <표 3.2.5>에 나타냈다.

2) 수량, 수질관리

취수들의 수량, 수질관리는 기본적으로 지표수를 수원으로 하는 다른 취수시설관리에 준하는데 정기적으로 공기나 압력에 의한 세정을 실시하고 토사의 퇴적이나 쓰레기 등에 의한 취수량 감소나 수질저해 방지를 도모하여야만 한다.

또한 하천에 설치된 취수들의 경우에는 홍수시 등의 토사류에 의해 취수구가 폐색될 위험성이 높으므로 계획 취수량 확보에 충분한 배려가 있어야 한다.

<표 3.2.5> 취수원의 순시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주기	내 용
하상	1주	시설주변 환경상황	6개월	세굴 및 퇴사상황(홍수 후 특별점검)	필요에 따라	모래 제거, 보수
취수원	1주	시설주변 환경상황	1년	틀 및 호상상황(홍수 후 특별점검)	필요에 따라	수리
취수원 내	1주	시설주변 환경상황	1년	퇴사상황(하천일 경우)	필요에 따라	모래 제거
				퇴사상황(호소일 경우)	필요에 따라	모래 제거
제방횡단부 도수관	1주	시설주변 환경상황	5년	이음상황(하천일 경우)	필요에 따라	모래 제거
			10년	이음상황(호소일 경우)	필요에 따라	수리
제수 밸브	1주	개도계 지시	6개월	동작테스트	3~5년	도장
	1주	누수 유무	1년	개폐대 · 구동장치	필요에 따라	조임, 그랜드패킹
	1개월	그랜드부			필요에 따라	교체 분석점검

3.2.6 침사지

(1) 총칙

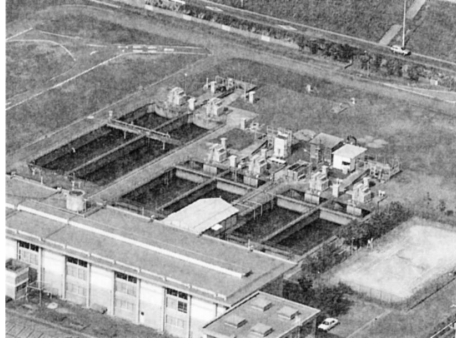
1) 종류, 규모, 구조 등

침사지는 취수문, 취수탑, 취수관거 등으로부터 취수된 원수 중에 혼입되어 있는 모래 등을 침강시켜 제거하는 시설이다. 침사지의 규모는 계획취수량에 대한 체류시간의 10~20분에 해당하는 용량을 표준으로 한다. 구조는 일반적으로 장방형의 철근콘크리트조로 유입부, 유출부는 저수지 내에 과류가 발생되지 않도록 단면이 점차적으로 확대, 축소된다. 저수지의 유효수심은 3~4m, 저수지 길이는 폭의 3~8배로 하는 것이 표준이다(<그림 3.2.9> 참조).

또한 저수지 청소, 점검, 보수시에 취수가 대체될 수 있도록 2곳 이상 설치하는 경우가 많다.

침사지에 속하는 시설은 다음과 같다.

- ① 침사지의 유입·유출구에는 지수나 유량 조절 기능에 대비된 제수문, 제수밸브 등을 설치한다.
- ② 쓰레기 등이 많은 하천으로부터의 취수는 스크린, 제진기 등 쓰레기설비 및 소각장을 설치한다.
- ③ 침사지 내의 퇴사를 제거하기 위해 제사용 기계 또는 제사용 펌프를 설치한다. 제거된 모래를 탈수할 필요가 있을 경우에는 탈수설비를 설치한다.
- ④ 수원에 악취가 발생하여 기타 유기물질에 의해 수질이 오염되었을 경우에는 흡착 제거를 위해 분말활성탄 주입설비를 설치한다. 주입방식은 활성탄을 그대로 주입하는 방법이 있는데 주입설비가 없는 경우에는 응급조치의 입력에 의해 주입하는 경우가 있다.



<그림 3.29> 침사지의 예

2) 기능특성

- ① 침사지는 원수 중의 비교적 굵은 모래(0.1~0.2mm 이상) 등을 침강시켜 보다 작은 입자는 다음의 정수처리에 의해 제거된다. 따라서 침사지 침사효과가 저하되면 정수처리에 큰 영향을 미치게 된다.

또한 모래에 의한 도수펌프의 마모나 도수관로 내의 퇴사 등에 의해 침사지로부터 하류의 관리 시설에 큰 영향을 미친다.

특히 홍수시에는 정수처리시설에의 부담을 경감시키기 위해서 설계의 최대 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 관리하는 것이 매우 중요하다.

- ② 제수문, 제수밸브 등은 홍수시, 평상시의 유량조절과 수질사고에 의한 취수 정지시 등에 사용된다. 그 외에도 침사지 내의 점검보수, 제사 등의 작업시 지수기능도 지니므로 침사지 관리상으로 보아 매우 중요한 설비이다.
- ③ 스크린이나 방호기는 취수문, 취수탑, 취수관거 등에 설치되어 통과하는 쓰레기를 억제하고 침사지보다 하류의 도수시설로의 유입을 저지하는 설비이다.
- ④ 활성탄은 소수성 흡착제로 수용액 중에서 유기물 등을 선택적으로 흡착제거하고 다른 약품처리와는 달라 반응 생성물을 남기지 않는 특성을 지니고 있다. 이 특성을 이용하여 분말활성탄 주입설비는 통상의 정수처리로 제거하기 곤란한 악취, 색도, 음이온 계면활성제, 폐놀류, 기타 유기물질 제거에 대해 폭 넓게 적용된다. 원수에 활성탄을 주입하기 위해서는 전용 접촉지가 설치되어 있으면 가장 이상적이지만 없을 경우는 취수펌프장이나 침사지에서 주입하고 접촉시간을 가능한 길게 한다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 침사효과를 저하시키지 않도록 유지관리하는 것이 중요하다. 그러기 위해서는 퇴사상황을 늘 조사하여 필요에 따라 모래를 제거하고 저수지의 유효수심 확보, 저수지 내 평균유속 유지, 난류 방지를 도모한다.

- ② 침사지 벽면에는 진흙이 부착되어 수면 부근에 수초나 조류가 번식하면 침사지의 기능저하나 수질악화를 가져올 우려가 있으므로 바로바로 청소한다.
- ③ 침사지를 비워두는 경우는 침사지가 지하수위가 높은 장소에 설치되어 있으므로 부력방지설비 작동을 확인하는 것이 중요하다.
- ④ 쓰레기 역류에 의해 스크린 전후의 수위차가 커지지 않도록 항상 감시하고 필요에 따라 방호한다.
- ⑤ 방진설비, 제사용 기계설비가 설치되어 있는 경우는 일상점검을 실시하여 마모 등의 손상이 있으면 바로 수리하도록 한다. 늘 사용하지 않는 가반식 제사용 펌프 등을 보유하고 있는 경우는 사용 후에 세척, 건조를 충분히 하여 보관해 둔다.
- ⑥ 제거한 토사를 배수처리설비로 처리하는 경우는 배수처리시설에 준한다.
- ⑦ 제거한 쓰레기·토사 등은 운반 또는 처분은 청부업자들의 책임하에 적정히 처리된다.
- ⑧ 활성탄은 가연성이므로 분말활성탄 저장실과 주입실에서는 화기나 산화제의 취급은 충분히 주의한다. 분진폭발을 방지하기 위해 분말활성탄이 분진으로서 흩어져 있는 상태로는 전기설비의 단락사고 등을 일으키지 않도록 충분히 주의한다. 작업시에는 집진장치나 방진구(防塵具) 등을 준비해 위생관리에 충분히 유의한다. 분진발생 방지를 위해 수분 20~50%의 활성탄을 컨테이너 백으로 운송, 저장하여 필요한 만큼 습식 주입하는 예가 많다. 최근에는 탱크로리 운반차를 이용하여 사일로 타입의 활성탄 저장투입설비를 채용하고 있다.
- ⑨ 습식주입설비의 슬러리조, 주입펌프, 배관, 밸브류 등은 내식성, 내마모성 재질을 사용하고 있는데 정기적으로 점검하여 보수에 만전의 노력을 기울인다.
- ⑩ 한랭지에서는 침사지 내부가 결빙되어 빙압증대에 의한 구조물체의 악영향과 기능 저하를 일으키는 경우가 있다. 이를 방지하기 위해서 정기적으로 빙괴를 제거하도록 한다. 부대설비에 대해서는 반드시 강설 전에 점검하고 저온용 윤활 오일을 사용하는 등의 배려도 필요하다.
<표 3.26>에 침사지의 순시, 점검, 정비요항을 나타냈다.

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

- ① 침사지의 수량관리는 취수댐, 취수문, 취수탑, 취수관거 등의 경우와 마찬가지로 취수량, 수위를 항상 기록하여 확인해 둔다.
- ② 침사지의 침강효과를 유지하기 위해서는 저수지내의 평균속도를 27cm/s로 유지한다. 그러기 위해서는 유효수심을 3~4m, 체류시간을 10~20분으로 유지하도록 한다.

② 수질관리

- ① 수질관리의 일반적인 유의사항은 3.21 (2) 2) 수량, 수질관리에 준한다.
- ② 침사지에 시안, 농약 등의 유해물질이 유입되는 수질사고가 발생한 경우는 즉시 취수를 정지한 후 그 상황을 조사하여 수질 담당 부서에 연락하여야 한다.
- ③ 기름류 등이 침사지에 유입되는 수질사고가 발생한 경우는 저수지내에 오일펜스를 설치하여 흡착관, 흡착제를 투입하여 제거하도록 한다.

<표 3.26> 침사지의 순시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주기	내 용
취수	1일	취수상황 및 수질상태 외관상 수질 상태				
구조물	1일	구체의 이상 유무	1년	수중부 이상 유무	필요에 따라	수리
보안시설	1일	문 등의 상태			3~5년	강제부 도장
스크린	1일	스크린 전후의 수위차 및 진개(塵芥)상태	필요에 따라	제진(除塵)	3~5년	강제부 도장
오일펜스	1일	이상 유무	6개월	손상	필요에 따라	수리, 교환
퇴사			1년	퇴사상황 측정	필요에 따라	제사
벨브류	1일	이상유무	6개월	작동상태	3~5년 필요에 따라	도장 분해점검
계측제어 설비	1일	기록지, 펜, 잉크 등의 상태	3개월	수위계 등 기기 조정		8. 계측제어설비의 관리 참조
제진 설비	1일	운전상황 확인 이상음, 진동유무	1일	회전부 등 필요장소의 주유 진개제거기계 작동상황 체인(chain) 늘어짐 상황 각종 축수부 구동장치 벨트컨베이어 부식상황	필요에 따라	수중부의 점검수리
					3~5년	강제부의 도장
제사(除砂) 설비 제사용 펌프	1일	이상음 유무 전류, 전압이상	필요에 따라	이상이 있는 경우 인양 점 검	필요에 따라	수리, 교환
제사용 기계	1일	이상음, 진동 유무	1일	회전부 등 필요장소의 주유 구동장치 벨트컨베이어 부식상황	필요에 따라	수중부의 점검수리
					3~5년	강제부 도장
활성탄 주입설비	1일	운전상황 확인 활성탄 저장상황, 안전 확인	1일	슬러리조, 주입펌프 작동상황 회전부 등 필요장소의 주유 집진장치, 방진구 상황 부식상황	필요에 따라	분해수리
					3~5년	강제부 도장 5.12 활성탄처리 참조

④ 악취와 기타 유기물질 제거를 위해 분말 활성탄을 주입하는 경우에는 주입률이 처리대상물
질의 종류, 농도 등에 따라 각각 달라진다. 원인물질이 2-MIB, 지오스민으로 그 농도가

0.00002mg/L 이상인 경우 악취를 제거하기 위한 주입률은 10~30mg/L(건조 환산율)이다. 트리할로메탄 전구물질 제거를 목적으로 하는 경우의 주입률은 30~100mg/L(건조 환산율)이다. 또한 주입률은 활성탄이 대상물질 이외의 유기물질도 흡착함을 고려하여 결정하도록 한다.

3.2.7 취수펌프(지표수)

(1) 총칙

하천, 호소 등으로부터 취수 혹은 도수하기 위해 설치된 펌프를 일반적으로 취수펌프·도수펌프라고 부르는데, 여기서는 일괄하여 취수펌프라 하겠다.

1) 종류, 규모, 구조 등

취수펌프로서는 일반적으로 소용돌이식 펌프, 벌류트펌프, 축류펌프 및 수중 모터펌프 등을 사용한다. 규모, 구조 등 자세한 사항은 7. 기계·전기시설의 관리의 설명을 참조할 것.

2) 기능특성

지표수를 취수하는 펌프는 다른 정수용 펌프와 비교하여 토사, 진개, 기타 현탁물질을 포함하는 원수를 양수하기 위해 마모 등에 대해 견고한 재질과 기종을 선정해야 한다. 취수펌프는 진개에 의한 스트레이너의 막힘이나 갈수시 등의 수위의 이상저하에 의한 하중 증가 등의 조건 중에서도 필요하고 적절한 수량을 확보하지 않으면 안 된다. 그러므로 정수처리량에 대응된 수량제어를 하도록 한다. 수량제어 방식으로는 대수제어, 밸브개도제어, 회전수제어 등이 있다. 일반적으로는 이들 방식을 적절히 이용하여 임의의 수량을 취수 가능하도록 운전한다. 이 외에도 홍수시의 수위이상 상승에 의한 관수 등에 대해서도 견고한 재질과 종류를 선별하는 것이 중요하다. 또한 냉각수 등의 펌프설비의 운전용수가 용이하게 얻어지지 않는 취수펌프장에서는 침전처리, 스트레이너에 의한 여과 등으로 용수를 확보한다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

취수펌프의 점검항목, 방법, 유지관리 등에 관한 유의해야 할 사항은 다음과 같다.

① 스트레이너의 막힘 방지

먼지나 쓰레기는 펌프의 스트레이너의 막힘을 일으키고 손실수두를 증대시키는 원인이 된다. 그러므로 먼지나 쓰레기가 다량 혼입된 원수를 취수하는 경우에는 출수기 혹은 강풍 후에 취수구나 침사지 청소작업을 강화하고 스트레이너의 점검, 청소를 실시한다.

② 퇴적토사 제거

펌프의 흡입구 주변에 토사가 퇴적되면 토사를 흡입하고 날개차의 마모 혹은 과류가 발생하여 공기혼입의 원인이 되므로 정기적으로 토사의 퇴적상황을 조사하여 제거하도록 한다.

③ 펌프 날개차의 정밀 점검

펌프 본체, 축수 등의 정밀점검, 분해는 운전시간 등을 참고로 하여 일반적으로 본체는 5~10년, 축수는 1~5년 정도로 실시한다.

④ 작은 동물에 의한 사고

취수펌프장은 일반적으로 인가로부터 떨어져 있으므로 설치장소 주변에는 자연환경이 그대로 보존되어 있어 무인시설인 경우가 많다. 그러므로 작은 동물의 침입에 의한 전기계통의 단락사고가 일어나는 예가 많으므로 창이나 다른 개구부에는 방충망을 설치하여 배관 덕트 등을 밀폐하는 등 침입방지대책을 강구해 둔다.

⑤ 수위의 이상 변동시의 조치

하천, 호소 등의 수위가 갈수 등으로 이상 저하되어 펌프의 하한수위에서 어쩔 수 없이 운전해야 하는 경우는 펌프의 진동, 소음에 충분히 주의한다. 과류가 발생한 경우에는 토출량을 줄일 필요가 있다. 또한 홍수시에는 펌프시설 등이 물에 잠기지 않도록 취수구 게이트와 밸브 조작에 충분히 주의한다. 만일 펌프가 물에 잠기는 경우에는 바로 전동기는 물론 펌프설비 전체를 점검하고 손상이 없는지 확인한다.

⑥ 소음대책

취수구의 스크린에 먼지나 티끌이 부착되고 갈수에 동반된 수위의 이상 저하, 스트레이너의 막힘 등에 의해 과류가 발생되고 이에 따라 취수펌프의 진동, 소음의 원인이 될 수 있으므로 주의할 필요가 있다.

취수펌프의 설치장소의 주변지역은 소음이 적은 조용한 환경인 경우가 많고 작은 소음일지라도 부근에 큰 영향을 줄 수 있으므로 소음 발생에는 충분히 주의하도록 한다.

⑦ 결로방지

한랭지에서는 수온차로 인해 배관이나 펌프 등에 결로 현상이 발생한다. 결로 방지를 위해 스티로폼 등의 보온설비를 할 수 있다.

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

지표수를 취수하는 펌프는 토사, 진개 기타 현탁물질을 포함하는 원수가 대상이 된다. 때문에 이들의 이물 흡입이나 날개차의 마모 등의 기기 이상에 따라 양수량의 감소가 발생되기 쉽다. 따라서 펌프 운전 중에는 전류값을 상시 점검 기록하여 펌프상태를 파악하는 외에 정기적으로 양수량을 확인하여 계획 취수량이 확보되어 있는지를 조사해 두도록 한다.

② 수질관리

펌프의 점검이나 일상관리 중에서 윤활유의 과잉 주유나 누유 등에 의해 수질오염을 일으키지 않도록 주의한다.

3.3 지하수의 취수시설

3.3.1 집수매거

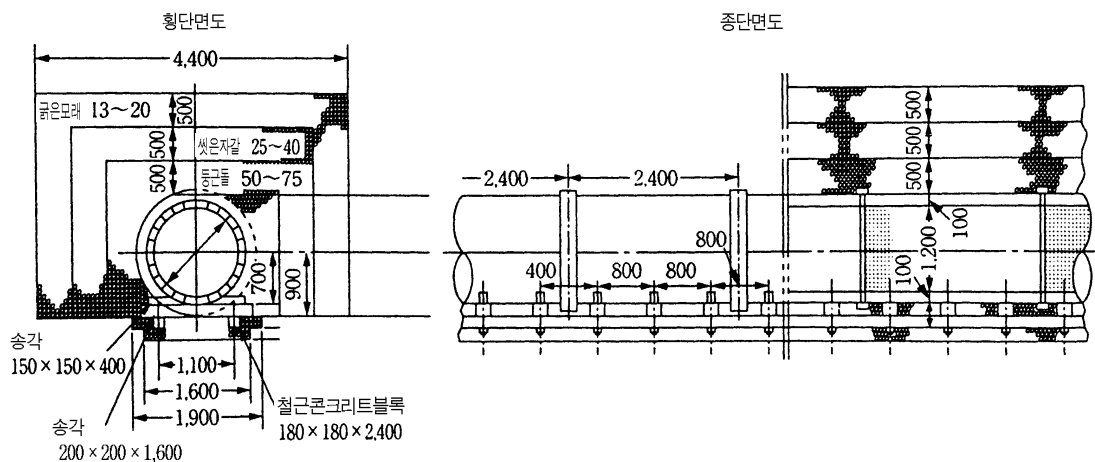
(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

집수매거는 하천에 매설한 유공관에 하천의 복류수나 지하수를 침투시켜 취수하는 시설이다. 자갈이나 사력의 침투성이 있는 대수층 중에 복류수의 흐름과 직각으로 매설한다.

또한 취수의 증량을 위해서 본관거에 접한 분지관거를 설치하는 경우도 있는데 매설 깊이는 탁수 등의 지표수 영향을 직접적으로 받지 않도록 5m 이상으로 한다. 댐 외의 장소에 매설할 경우는 하천관리에 지장이 되지 않는 깊이로 한다.

유공관 재질은 내구성을 고려하여 철근콘크리트제로 하는 경우가 많다. 단면형상은 원형 또는 말굽형이다. 점검, 보수 등의 유지관리를 용이하게 하기 위해 내경은 600mm 이상으로 분지장소나 굴곡부 등에 접합정을 설치한다. 유공관 주위에는 모래가 관내에 유입되지 않도록 안쪽에서 바깥쪽으로 둥근돌, 자갈, 굵 모래의 순으로 충전시킨다(<그림 3.3.1> 참조).



<그림 3.3.1> 집수매거 구조도

2) 기능특성

집수매거는 적은 양의 물을 취수하는데 적당하다. 연간을 통해 수량변동이 적고 우량 등의 기상 조건에 영향을 주지 않는 복류수의 경우에는 수량, 수질 모두 안정된 취수가 가능하다. 그러나 취수매거가 댐 이외의 장소에 설치되어 있는 경우에는 하상변화나 세굴 등에 의해 자연이 지니고 있는 여과기능이 손실되고 표류수의 영향을 직접 받아 수질이 악화되는 경우도 있으므로 여과처리설비를

병설해 둘 필요가 있다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 집수매거 부근에 있어서는 하천 흐름의 변화, 하상의 상승저하에 주의하여 자갈채취 등이 이루어지지 않도록 항상 감시를 게을리 하지 않도록 한다.
 - ② 취수에 있어서 무리한 양수로 인해 막힘 현상이 일어나지 않도록 펌프정 수위에 주의한다.
 - ③ 도수관거 중에 점토, 모래, 쓰레기 등이 침전되는 경우가 있으므로 정기적으로 점검한다. 특히, 홍수 후에는 퇴사가 많아지므로 주의하고 침전물이 있을 때에는 재빨리 제거하도록 한다.
 - ④ 도수관거의 배사작업은 접합정 사이에 청소도구를 설치한 와이어로프를 통과하게 하여 이것으로 배사를 모아 접합정에서 배제시키면 좋다.
 - ⑤ 홍수 후에는 집수매거 주변의 투수층의 폐색, 세굴 상황을 점검할 필요가 있다. 만약 막힘으로 그 능력이 저하될 경우는 주변의 자갈 등을 교체하여 재생하도록 한다.
 - ⑥ 세굴되기 쉬운 장소에서는 바닥다짐공을 설치하여 수위저하가 심한 복류수의 경우에는 하류측에 지수벽을 설치하여 일정수위가 늘 유지될 수 있도록 한다.
- 취수매거의 순시·점검·정비요령을 <표 3.3.1>에 나타냈다.

<표 3.3.1> 지하수 취수시설의 감시, 점검, 정비요령

항목	순 시		점 검		정 비	
	주기	내 용	주기	내 용	주기	내 용
집수매거	취수지점 부근	1주	자갈채취유무			
	도수관거		1년	퇴사유무	필요에 따라	퇴사가 있으면 제거 작업
	펌프정	1일	관찰에 의한 양수 수위변화 유무	1일	수위에 변화가 있으면 수위측정 및 펌프점검	필요에 따라 이상이 있으면 교환, 수리
	수질	1일	관찰에 의한 검토	1일	탁도가 있으면 채수시험	
얕은 우물 및 깊은 우물	취수펌프	1일	전류, 전압이상 유무	필요에 따라	이상이 있는 경우 들어 올려 점검	필요에 따라 수리
	자연수위		1개월	펌프 정지하여 측정	1~2년	이상이 있는 경우는 양수량 제한
	양수수위	1일	관찰에 의한 감시	1일	변화의 유무측정	1~2년 이상이 있는 경우는 양수량 제한
	수질	1일	관찰에 의한 탁도, 배사유무 부근에 쓰레기장 유무	1개월	세균류 검사	1년 필요에 따라 침사장치정비 여과장치검토, 상부에서 오염의 우려가 있는 경우 퍼트리스 유닛 설치
	수위계	1개월	관찰에 의한 점검	1년	계측기능 점검	1년 정비 교환

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

- ① 평상시에는 평균적인 수량 취수에 힘쓰고 매일 1회 이상의 수위 관찰점검을 실시하여 수위·수량을 기록한다.
- ② 홍수 후 등에 취수기능이 상실되지 않도록 하기 위해 에어배관에 의한 막힘 제거장치를 설치하여 돌 필요가 있다.
- ③ 갈수시에는 수위와 수량과의 상관관계를 충분히 감시하여 과잉 취수가 되지 않도록 한다.
- ④ 갈수시의 수위저하나 홍수시의 탁수 등의 영향으로 인해 취수량이 제한되는 사태가 예측될 때에는 대체수원을 확보하는 체제를 확립하도록 한다.

② 수질관리

- ① 홍수시에는 수질변화에 충분히 주의하고 과잉 장애 등의 사태에 이르지 않도록 배려한다.
- ② 갈수시에는 수질악화를 일으키는 과잉양수를 하지 않도록 주의한다.
- ③ 수질오염에는 어류사육조의 감시와 수질감시를 늘 실시하도록 한다. 사고 발생시에는 즉시 수질검사를 실시하여 취수 정지 등에 관계되는 기관에 연락하도록 한다.

3.3.2 얕은 우물

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

얕은 우물은 제1대수층의 불압지하수 또는 복류수를 취수하는 비교적 깊이가 얕은(30cm 미만)우물이다.

일반적으로 원통형 철근콘크리트나 강제 등의 집수관(스크린)을 지하에 설치하여 그 바닥 또는 측면(측벽)에 설치한 집수공으로부터 우물통 내로 집수하고 수중 모터펌프 등으로 양수하는 시설이다.

얕은 우물은 지표로부터의 수질의 영향을 받기 쉬우므로 깊이 파는 것이 유리하다. 심도 8~10m의 우물에서는 우물통을 이용하여 저면(우물통 바닥)에서 취수하는 경우가 많다. 케이싱의 경우에는 깊은 우물과 마찬가지로 스크린을 통하여 측면에서부터 취수하는 경우가 많다. 우물통의 형상은 일반적으로 원형이 많은데 타원형인 경우도 있다. 밑바닥에는 대수층의 모래가 우물에 유입되거나 양수시에 휘말려 올라오지 않도록 하부부터 순서대로 작은 자갈, 중간 자갈, 큰 자갈을 깐다.

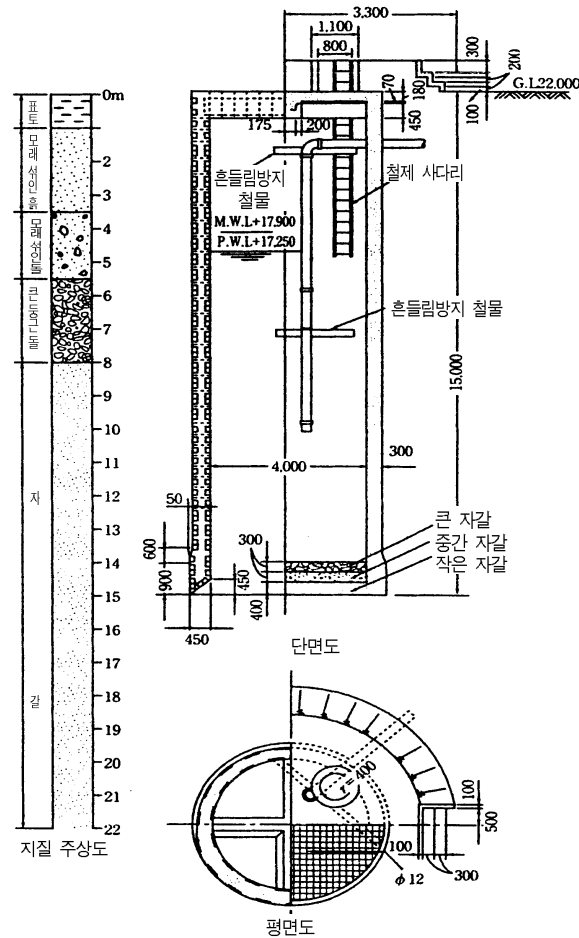
또한 우물통의 측면부터 대수층에 거의 수평방사상으로 다공집수관을 투입하여 통내에 집수하는 방사상 집수정(입형 집수정)도 있다. 이 경우 통 밑은 철근콘크리트로 폐색되어 있다(<그림 3.3.2>, <그림 3.3.3> 참조).

2) 기능특성

얕은 우물은 수량과 수질이 양호한 대수층이 존재한다면 비교적 안정된 취수가 가능하다. 불압지하수는 강수량의 변동에 의해 수위가 오르락내리락하게 된다. 양수량은 지하수위의 변동에 좌우되어

비용출량(比湧出量)도 풍수기에는 크고 갈수기에는 작아진다. 따라서 계절적 변화에 대응한 유지관리도 필요하다. 수질은 지표수와 비교해 양호하지만 토양으로부터의 영향을 받기 쉽고 부근에 인가가 밀집된 지구나 공장 등이 있는 경우에는 오수의 혼입에 의해 수질이 악화되지 않도록 주의한다.

복류수인 경우는 하천수(호소수)에 의해 함양을 받기 쉬우므로 홍수시에는 탁도나 부유물의 영향이 나타나는 경우도 있다. 또한 갈수시에도 수질이 악화되는 경우가 있으므로 주의한다.

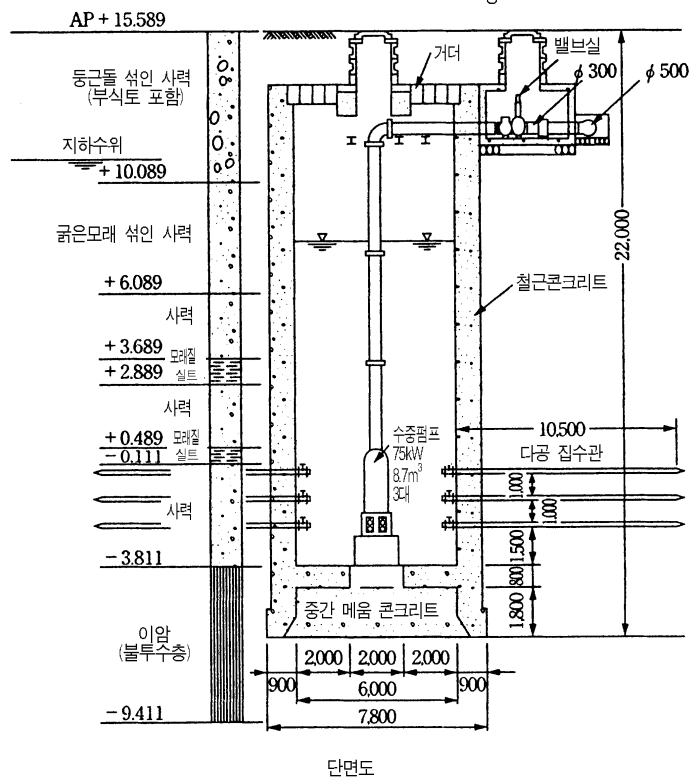
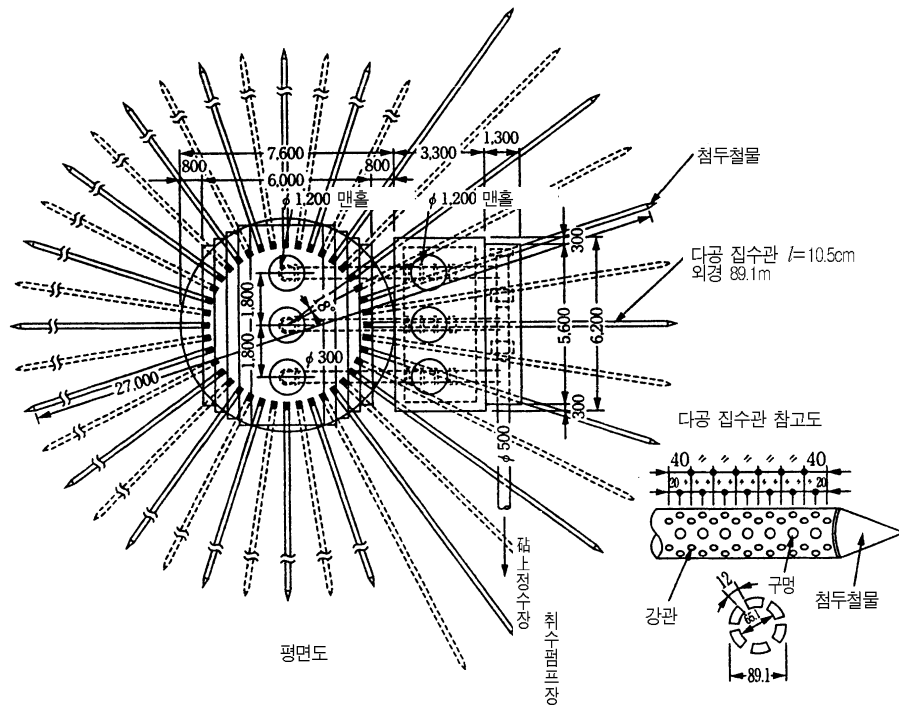


<그림 3.3.2> 얇은 우물 구조도(단위:mm)

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 우물 등의 취수설비는 관리사무소에서 떨어진 장소에 설치되고 무인시설이 많으므로 관계자 외에 의한 오염사고가 발생하지 않도록 주변을 수책으로 방호하여 원격감시장치 등으로 엄중히 관리한다. 이외에도 관계자 외의 출입금지를 알리는 표지판, 표시등을 설치하여 일반인의 이해와 협조를 구하도록 한다.



<그림 3.3.3> 방사상 집수정 구조도(도쿄국 수도국 砒上정수장)

- ② 순시는 시설이 상수원에 적합한 환경으로 유지되는지를 중점으로 울타리, 문, 잠금 상황을 1일 1회 확인한다. 그물 등의 손상으로 아이들이 들락거리는 일이 없도록 보수하고 수원지 주변 환경(쓰레기장, 민가, 공장 등의 배수로, 자갈 채취장)을 병행하여 순시한다.
- ③ 펌프실은 입구의 잠금 개폐상황, 균열발생상태, 지하수(오염수)의 침투상황과 오수의 우물 내 침투여부, 방충망과 철부분의 도장 상태 등도 주1회 확인한다.
- ④ 착수정은 양수의 상황이 관찰 가능한 유일한 장소이므로 취수량, 탁도, 색도 외에 모래 유출 등의 이상 현상을 매일 감시하도록 한다. 예를 들면 조명창과 감시창을 설치함에 따라 감시가 한 층 용이해질 수 있다. 또한 이들의 현상과 계기 지시값과의 관계를 매일 체크한다.
- ⑤ 수중 텔레비전 카메라는 정기적 또는 수위저하 및 수질악화 징후가 나타났을 때 사용한다. 양수관, 수중 모터펌프, 집수관 내부 상황으로 각 부의 스케일 부착, 철세균 등의 발생 상황을 조사하는 것은 유지관리상 중요하다. 또한 촬영 내용을 비디오테이프에 녹화해 두면 후일, 우물을 개선하는 경우에 공법 등의 구체적인 판단 자료로 활용할 수 있다.
- ⑥ 우물에 설치되어 있는 유량계, 수위계, 기타 계측기기의 보수점검은 매일 또는 정기적으로 실시하여 기능이 올바르게 작동되고 있는지를 확인한다.
- ⑦ 자연수위(우물 등에서 수중 모터펌프를 사용하기 전 자연 상태의 수위를 말함) 측정은 우물의 유지관리상 기준이 되고 지하수의 물 수지(收支)를 검토하는 데에 귀중한 자료가 된다. 측정은 수중 모터펌프를 정지시킨 후에 실시하는데 자연수위로 완전히 되돌아가기까지는 긴 시간이 필요하므로 신설시 회복시험의 회복시간 등을 참고로 하여 자연수위로 되돌아가기까지 시간적 여유를 두고 회복수위측정을 실시하도록 한다. 회복수위 측정 결과로부터 지하수 회복력의 확인이 가능하고 우물의 유지관리상 도움이 될 수 있다. 자연수위는 다른 우물의 가동이나 해안지역에서는 호소의 간만에 의해 영향을 받으므로 측정에 있어서는 일정한 조건, 예를 들면 측정 주기(반년에 1회 또는 월 1회), 측정시간 등을 설정하여 측정한다.
- ⑧ 양수수위(수중 모터펌프 등을 가동시켜 우물물을 끌어올린 상태의 수위를 말함)를 측정함에 따라 양수장과 양수위와의 관계 파악이 가능하고 우물, 수중 모터펌프를 유지관리하는데 귀중한 자료가 되므로 기록하여 정리 보관해 둔다. 해안 가까이의 우물은 양수수위를 해수면 이하로 저하시키면 해수의 혼입에 의해 염수화될 우려가 있으므로 주의하도록 한다. 양수수위는 양수량에 의해 크게 변화하기 때문에 양수량과 양수수위는 가능한 한 자주 측정하여 과잉양수에 의한 수위의 이상 저하가 없도록 주의한다. 또한 지하수역에 따라서는 양수수위, 양수량과 주위 환경 변화에 의한 영향이 있을 수 있다. 이상한 상태가 확인된 경우는 <표 3.3.2>를 참고로 하여 과거의 기록 등을 검토한다. 그 결과에 따라 양수시험을 실시하여 적정 양수량을 재확인하는 등 우물의 적절한 유지관리에 힘쓴다.
- ⑨ 집수관은 수질(철이나 망간의 산화물, 혐기성 미생물, 모래 등)에 의해 막힘이 발생하는 경우가 있다. 이러한 경우에는 기능 회복을 위해 개량공사를 하도록 한다. 개량공사 실시에 있어서는 사전에 양수시험을 실시하여 우물의 현 상태를 조사해 둘 필요가 있다. 우물이 완성된 후의 가동 상황(양수량, 수위, 수질 등)과 양수시험결과 등을 종합적으로 검토하여 구체적인 개량 내용

을 결정하는 것이 중요하다. 이 경우 수중 텔레비전 카메라에 의한 조사도 중요한 판단 자료가 된다.

기능 회복을 위한 개선방법은 다음과 같다.

① 우물통의 보수

자갈층이 모래, 점토 등에 의해 폐색되고 수위저하가 현저한 경우는 자갈층을 준설하여 세정 혹은 새로운 자갈을 깔도록 한다.

② 케이싱(스크린 채수) 우물의 보수

스크린을 막힘, 모래 유출 및 부식 대책은 깊은 우물과 같이 대처하도록 한다(3.3.3 깊은 우물 참조).

③ 방사상 집수정의 보수

다공집수관의 폐색 및 집수주변의 대수층의 막힘 대책은 집수관 내에 압력수를 분사시켜 세정하고 집수부 주변의 미립토를 제거하는 방법이나 집수관 증설을 실시하는 방법이 있다. 관내에 발생된 녹 등의 부착물은 로터리 브러시 등으로 퇴적된 모래나 침전물을 제거한다 (<표 3.3.1> 참조).

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

과잉양수에 의해 극단적으로 양수 수위를 내리면 상부 집수부에 공간이 생겨 오수나 모래가 유입될 우려가 있다. 그러므로 미리 계단양수시험을 실시하여 적정한 양수량을 결정하여 양수한다.

양수량은 지하수위의 계절변동에 따라 적지 않은 영향을 받는다. 갈수기에 일정 양수량 유지를 위해서는 과잉양수가 될 수가 있다. 이러한 사태를 막기 위한 양수량 관리에 있어서는 우물마다 갈수기의 비용출량을 기본으로 안전 양수량을 설정해 둘 필요가 있다.

② 수질관리

① 얕은 지하수가 홍수 등에 의해 일시적으로 오염되는 경우를 제외하고 비료나 유기염소계 용제 등으로 지하수가 일단 오염되면 그 회복은 매우 어렵고 취수정지로 이어지는 경우가 많다. 그러므로 집수구역 내에 오염 원인이 되는 경우는 그 원인 대책을 파악하여 사고에 대비한 수질감시체제(모니터링시스템)를 만들어 감시 확인하도록 한다. 모니터링시스템을 구축하는 경우 오염의 원인이 되는 행위, 오염정도, 원인물질의 종류, 지층, 지질 등의 상황으로 모니터링 항목, 위치, 횟수, 방법 등을 결정한다. 또한 얻어진 데이터 평가 결과에 따라서 모니터링시스템을 개선해 나간다.

② 얕은 지하수는 지표로부터의 수원오염의 가능성이 높으므로 수질감시에 특히 주의한다. 수질감시는 연속하여 실시하는 것이 바람직하고 수질계기에 의한 자동감시 또는 매일 매일의 순시 점검에 의한 감시를 실시한다.

지하수의 수질감시항목은 다음과 같다.

수온, pH, 탁도, 전기전도도, 철, 망간, 질산성 질소 및 아질산성 질소, 유리탄소, 암모니아

성 질소, 조류, 유황세균, 트리클로로에틸렌 등이다.

- ㉔ 홍수시에 지하수가 그 영향을 받아 심하게 탁해지면 탁도를 경감시키기 위해 양수량을 제한하는데 우물 자체에 여과장치를 설치하도록 한다.
- ㉕ 얇은 지하수는 지표로부터 침투된 트리클로로에틸렌 등의 유기염소계 용제로 오염되는 경우가 많다. 그러므로 오염 가능성이 있는 우물은 특히 강우기 등에 수질검사를 실시하도록 한다. 이외에도 논밭의 비료 등으로 질산성질소 농도가 상승하는 지역도 있으므로 오염의 조짐이 있는 경우는 관측정을 설치하여 정기적으로 수질검사를 실시한다.
- ㉖ 부근의 오래된 우물을 경유하여 오염되는 경우는 오래된 우물에 시멘트밀크를 주입하여 봉쇄한다.
- ㉗ 용해물질 및 수질사고대책에 대해서는 3.3.3 깊은 우물에 준한다.

3.3.3 깊은 우물

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조 등

깊은 우물은 심층부에 있는 피압지하수를 채수층에 투입한 스크린을 통해 취수하는 시설이다. 채수층의 수는 우물관리상으로 가능한 한 적은 것이 좋지만 일반적으로는 복수의 채수층에서 동시에 취수하는 다층 채수정인 경우가 많다. 깊이는 30m 이상으로 600m에 달하는 것도 있다. 주로 평야나 내륙지방에 대형의 채수정이 많이 존재한다.

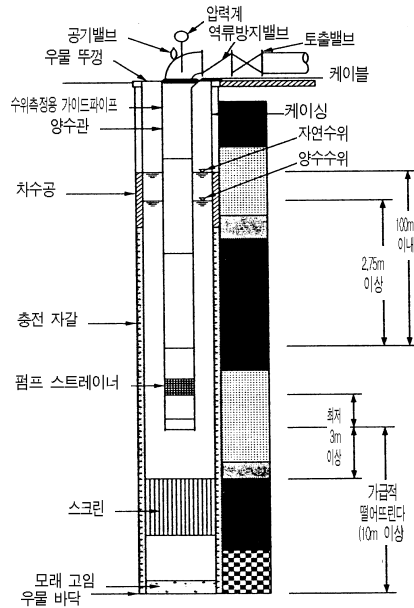
깊은 우물은 좁은 용지에서조차 비교적 다량의 양질수가 얻어지는 취수시설이다. 그 구조는 <그림 3.3.4>과 같이 강제의 케이싱과 스크린 등으로 구성되고 심도 양수량, 지하수위, 수질 등을 고려하여 구경이나 재질을 결정한다.

모래 유출을 방지하고 지하수 유통을 원활히 하기 위해 채수층의 위치에 자갈을 채우고 채수층의 지질구조에 맞는 스크린(슬릿형, 권선형, 수평연속 V슬릿형 등)을 설치한다. 케이싱은 일반적으로 강관이 사용된다. 또한 스크린은 일반적으로 스테인리스 강재를 사용한다. 스크린 형식으로서도 모래 유출을 방지하는 목적으로 권선형 스크린을 많이 사용하고 있다.

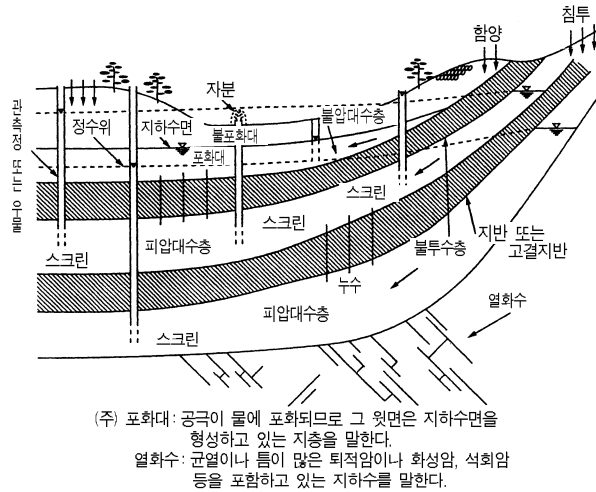
2) 기능특성

깊은 우물은 심층부에 존재하는 다량의 지하수를 비교적 안정되게 취수할 수 있는 시설이다. 심층부 지하수는 <그림 3.3.5>와 같이 상한·하한을 난·불투수성 등의 지층으로 좁혀져 대기압에 대해 높은 압력을 지니는 피압지하수인데 얇은 지하수와 달리 기상조건에 쉽게 받지 않고 대수층도 비교적 두텁다. 따라서 수온의 변화도 연간을 통해 그리 많지 않으며 수량, 수질 모두 안정되어 있다.

심층 지하수는 침투과정의 지질에 의해 철, 망간을 포함하는 경우가 있는데 제철, 제망간설비에 의해 제거가 가능하다. 일반적으로는 염소소독만으로 급수하고 있는 경우가 대부분이다.



<그림 3.3.4> 깊은 우물 구조도



<그림 3.3.5> 대수층의 형태

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 깊은 우물의 순시, 점검과 수위측정의 일반적인 유의사항은 3.3.2 얕은 우물에 준한다.
- ② 지하수를 복수 우물에 의해 이용하고 있는 지역에서는 연 1회 정도, 농수기 및 갈수기의 자연 수위를 표고 환산하여 등고선으로 나타내고 지하수 부존량과 유동방향의 경시적인 변화를 검토 함에 따라 우물의 양수관리 등 유지관리에 지표가 된다.
- ③ 양수수위와 양수량 변동이 클 경우는 모래의 유출, 우물의 붕괴 등에 따라 탁수가 발생되기도 하므로 탁도계를 이용해 매일 감시하여야 한다.
- ④ 양수수위와 양수량 등에 이상이 확인되는 경우는 <표 3.3.2>을 참고하여 과거의 기록 등을 검토하고 필요에 따라 양수시험을 실시한다. 이에 따라 적정 양수량을 확인하고 과잉양수가 되지 않도록 양수량을 수정하여 우물의 적정한 유지관리에 힘쓴다.
- ⑤ 스크린의 막힘 상황은 비용수량(양수량/수위강하)의 경시적인 저하로 나타나는 것이 특성이다. 막힘을 일으키는 원인 물질에는 철 또는 망간의 산화물과 혐기성 미생물, 모래, 실트(silt) 등이 있다. 우물의 청결을 유지하기 위하여 적절한 시기에 우물의 청소를 행하는 것이 바람직하다. 지하수법 제9조의 제4항과 동법 시행령 제14조의 제4항의 규정에 의하여 일정 규모 이상과 용도에 따라 청소를 실시하도록 하고 있다. 깊은 우물의 청소방법은 다음과 같다.
 - ㉠ 역류(back washing)법: 비교적 많은 양의 물을 우물 안으로 역류시켜 그 물의 충격력을 이용하여 청소한다.
 - ㉡ 스와빙(swabbing)법: 스트레이너를 막고 있는 물질을 와이어로 연결한 피스톤형의 공구(스

<표 3.3.2> 자연수위, 양수수위나 양수량에 이상이 발생한 경우의 원인과 대책

점검항목	이상현상	원 인	대 책
자연수위 양수수위	수위의 저하	1. 주변 환경변화 2. 과잉양수 3. 스크린 막힘	구, 신설우물의 상황조사 적정 양수량의 재확인과 양수량의 수정 수중 텔레비전 카메라 등으로 우물 안을 조사, 스와빙 등을 실시
양수량	수량의 감소	1. 깊은 우물의 경우 2. 펌프의 경우 1) 양수관 손상 스케일 부착 2) 전동기 축수 마모 3) 날개차 마모 스케일 부착 4) 양수 부족 결상(缺相)·역전(逆轉)	양수수위의 저하와 같음 관 또는 패킹교환 관내의 청소 축수교환 부품교환 표면청소 적정한 양수의 펌프로 교환 정상적으로 되돌림

템(stem), 베일러(bailer)에 고무 또는 벨트 등을 감은 것)를 상하로 빠르게 이동시킴으로써 청소한다. 때때로 우물의 개량법으로서 이용된다.

- ㉔ 과대단속(過大斷續) 양수법: 양수펌프를 적당한 위치로 낮추어 과대양수 및 단속양수를 반복하여 우물수위와 지하수위와의 사이에 수위차를 만들어 그 수위차의 압력에 의하여 막힌 부분을 제거한다.
- ㉕ 고속제팅(high speed zetting)법: 스트레이너의 내부로부터 외부로 향하여 물 또는 공기를 분산시켜서 스트레이너를 막고 있는 물질을 제거한다.
- ㉖ 약품처리(chemical treatment)법: 스트레이너가 박테리아에 의하여 막혔을 경우에는 염소 또는 산처리를 실시하여 막힌 것을 제거한다.
- ㉗ 브러시(brush) 세척법: 브러시를 회전시켜 우물 공벽과 스트레이너를 청소하는 방법이며 브러시로 세척을 마친 후 압축공기를 우물 바닥에 다량 공급하여 그 충격으로 청소가 이루어진다.
- ㉘ 우물 내의 모래 및 충전 자갈 등의 혼입 정도가 증가되는 경우는 수중 텔레비전 카메라 등을 사용하여 케이싱 및 스크린 상태를 조사한다. 그 상황에 따라 양수량을 감소시키는데 2중 케이싱 등의 적절한 처치를 하도록 한다. 또한 스크린에서 유출된 모래가 우물 밑에 설치된 사류에 퇴적되는 경우에는 최하부의 스크린이 매설될 우려가 있으므로 우물의 심도를 측정하여 필요한 경우에는 준설공사를 실시하도록 한다.
- ㉙ 우물의 부식 종류는 케이싱, 스크린 등의 부속부분에 미주(迷走)전류 등에 의한 전식(電食)이나 국부전지 작용에 의해 일어나는 자연부식이다. 이들의 부식은 우물의 수명을 단축시키므로 그 원인에 따라 적절한 방식공사를 설치하고 우물의 안전을 도모할 필요가 있다.

- ⑧ 산소가 결핍된 공기는 양수수위의 저하에 의해 스크린이 노출된 후 수위가 상승될 때 돌연히 분출되므로 환기가 나쁜 곳에서의 작업은 위험도가 높다. 때문에 해당 우물의 과거 자료정비, 측정기기의 점검, 구급기구의 측정을 실시하여 산소결핍의 위험성에 대한 충분한 인식을 가지고 작업할 필요가 있다. 환기방법의 지표는 산소농도 18%일 때이다. 즉, 산소농도가 18% 이상으로 확인되었을 때는 자연환기로도 충분하지만 18% 미만일 때는 인위적으로 환기시킨다.

따라서 환기방법의 지표를 바탕으로 작업환경을 다음과 같이 개선해 둔다.

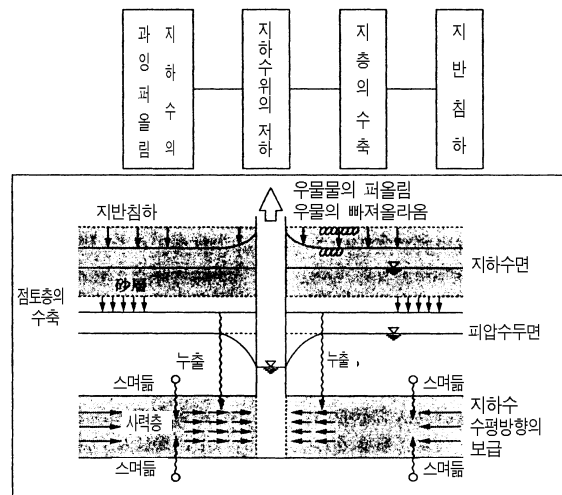
- ① 작업환경 내의 통기가 항상 양호하게 이루어지도록 개선한다.
- ② 작업환경 내의 산소결핍공기에는 환기장치에 의해 강제적으로 제거하는 방법을 택한다.

깊은 우물의 순시·점검·정비요항을 <표 3.3.1>에 나타냈다.

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

깊은 우물 양수관리의 일반적인 유의사항은 3.3.1 (2) 관리의 유의사항에 준한다. 깊은 우물의 수량관리는 수위저하현상에 따라 발생하기 쉬운 우물의 상호간섭, 양수량의 감소나 지반침하, 염수화 등의 장해에 대한 환경보전에 배려하여 적정하게 취수하기 위하여 실시된다. 이들 장해 중에서 대표적인 것은 지층의 압밀현상으로 인해 광범위에 걸쳐 피해를 주는 지반침하이다. 양수량, 수위 및 지반 침하량의 상호관계를 명확히 함과 동시에 대수층의 수문지질구조, 지하수의 부존량과 유동상황, 지하수 수지 등의 지반침하의 요인이 되는 정보를 수집한다. 이들을 바탕으로 종합적인 해석으로 적정한 양수량을 추정하는 것이 중요하다(<그림 3.3.6> 참조).



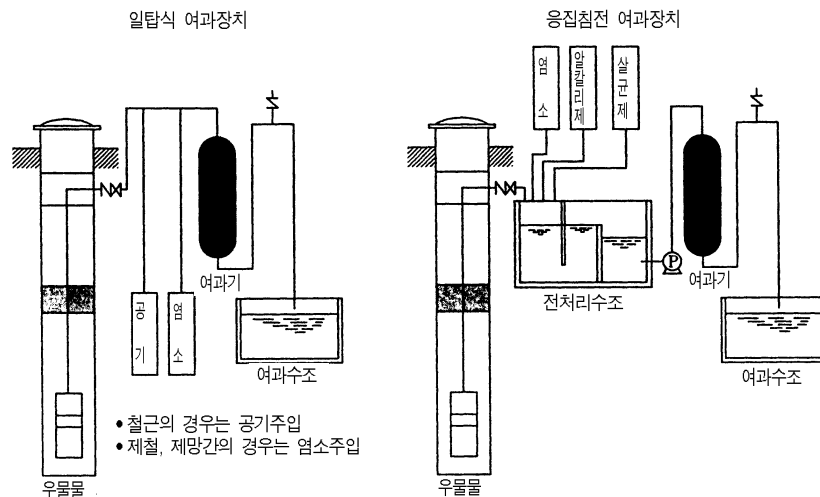
<그림 3.3.6> 지반침하의 개념도

② 수질관리

깊은 우물의 수질감시항목은 3.3.1 (2) 2) 수량, 수질관리를 참조할 것.

㉠ 용해물질대책

깊은 우물의 수질은 일반적으로 질이 좋고 안정되어 있지만 수질은 지하수와 지질과의 상호 작용으로 존재하고 있으므로 수위저하와 과잉양수에 의해 변화하는 경우가 있다. 특히 다층 채수정에서는 양수량의 많고 적음에 의해 각 층의 용출량 비율이 변화하고 이것이 수질의 변화로 나타나는 경우가 많다. 정수처리공정에서 대책을 요하는 물질은 철이나 망간일 경우가 가장 많다. 또한 스크린 및 양수관 내면에 부착하여 스크린 막힘이나 적수의 원인이 될 수 있다. 이 경우 염소 등의 산화제나 망간모래의 촉매작용을 이용하여 산화를 제거한다. 그 방법은 특별한 여과모래로 압력식 여과기에 의해 망간의 농도를 0.01mg/L 이하로 제거함과 동시에 철박테리아 등도 제거가 가능하다. 또한 시설능력이 10,000m³/d 이상인 경우 여과기의 역세수를 공공수역으로 방류할 때에는 하수도법의 배출기준에 맞도록 처리해야 한다. <그림 3.3.7>에 압력식 여과장치 예를 나타냈다.



<그림 3.3.7> 압력식 여과장치 예

㉡ 수질사고대책

공장 등에서 누출된 휘발성 유기염소 화합물의 한 종류인 트리클로로에틸렌 등의 오염물질은 대수층으로 침투하는 경우는 매우 느린 속도로 이동된다. 오염물질의 모니터링은 수질오염의 조기 발견에 도움이 되고 신속한 정화 작업을 실시함에 따라 그 피해를 최소한으로 줄일 수가 있다. 그러므로 공장 등의 위치를 지도상으로 표시하여 오염물질 유출, 토양 상태 및 지하수 감시를 실시한다. 또한 오염이 확인된 경우는 그 오염의 분포상황, 방향, 속도를 확인하기 위해 관측정의 설치 및 정기적인 채수, 분석결과의 해석으로 다음과 같은 대책을 실시하도록 한다.

가. 오염우물대책

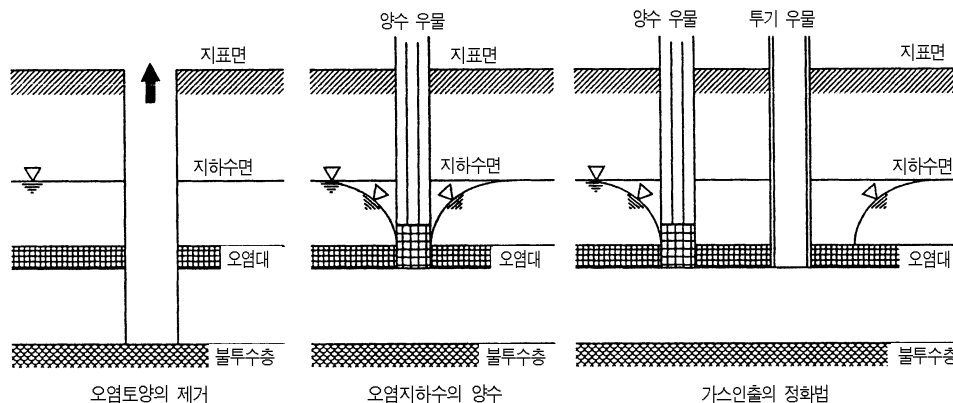
우물의 오염이 발견된 경우에는 오염 원인이 되는 지하수의 유입깊이와 양을 조사하고 이를 차단하여 수질을 개선할 수 있는지의 여부에 대해 판단하도록 한다. 수질개선이 가능한 경우 오염 지하수 유입구간을 포함한 암반선까지 차수를 위한 지중 방호벽을 구축한다. 암반선까지 오염된 것이 확인된 경우에는 주변 우물로의 오염 확산을 방지하기 위해 오염우물로부터 연속적으로 양수하거나 지하수법에 규정된 방법을 적용하여 되메움 원상복구를 시행하도록 한다.

나. 오염방지대책

오염수가 우물 차단공을 지나 상부 스크린에서 우물 내에 유입될 우려가 있는 경우는 그 차수공에 상부 스크린의 하단까지 시멘트밀크를 충전시켜 우물 내로의 오염수 유입을 방지한다. 오염수가 케이싱을 통해 유입될 우려가 있는 경우는 2중 케이싱과 시멘팅의 겸용으로 우물로의 오염 유입을 방지한다.

다. 오염토양의 정화대책

오염토양 제거, 토양 중의 오염지하수의 양수, 오염물질의 기화에 의한 회수(가스빼기정화법) 등의 방법이 있고 우물 내로의 오염을 방지하는 방법이 있다(<그림 3.3.8> 참조).



<그림 3.3.8> 토양정화대책의 종류

3.3.4 취수펌프(지하수)

(1) 총칙

1) 종류, 규모, 구조

지하수 취수펌프에는 에어리프트펌프, 깊은 우물 터빈펌프, 수중 모터펌프 등이 있다. 일반적으로 수중 모터펌프가 사용되고 있다. 수중 모터펌프의 경우는 지상에 펌프실을 설치할 필요가 없고 <그림 3.3.4>와 같이 케이싱 내에 설치하는 수중 모터펌프, 양수관, 수중 케이블과 펌프를 운전하기 위한 전기설비 및 계측제어설비로 구성된다.

규모를 나타내는 토출수량은 우물의 단계양수시험으로 구한 적정 양수량에 따라 결정된다. 전(全)양정 및 전동기의 정격출력은 토출수량, 도수관로의 입지조건, 정수시설과의 상호 고저 관계 등을 고려하여 정해진다. 전동기의 정격 전압은 200V 및 400V용이 사용되고 있고 일반적인 시동방식은 정격출력 7.5kW 이하가 전전압방식(全電壓方式), 11kW 이상이 스타델타 시동 또는 시동보상기에 의한 감전압시동방식(減電壓始動方式)으로 되어 있다. 구조는 절연, 방수에 우수한 전동기와 펌프가 일체인 축수메탈, 슬러스트 축수 등은 모두 물 윤활(潤滑)로 주유할 필요가 없고 연속 운전이 가능함과 동시에 고양정의 취수가 가능하다. 설치장소가 우물 내의 수중이므로 운전에 의한 진동이나 소음이 적고 구조도 간단하여 작업이 용이하다.

2) 기능특성

수중 모니터펌프는 소량에서 다량으로 비교적 안정된 지하수를 취수하는 시설이다. 지하수위가 저하된 경우는 양수수위의 저하와 양수량도 감소된다.

양수수위가 다시 저하되는 경우에는 공전방지 보호장치가 작동하고 펌프가 정지되기 때문에 수요에 알맞은 양수량을 확보할 수 없게 된다. 또한 스크린에서 유출된 모래는 펌프 날개차의 마모를 촉진하여 양정을 감소시킨다. 그러한 경우에는 양수량을 감소시키든지 수중 모니터펌프 위치를 변경하는 등의 조치를 한다.

(2) 관리의 유의사항

1) 시설관리

- ① 수중 모터펌프의 성능진단은 펌프 시동시의 값은 펌프의 성능 곡선상의 마지막 토출압과 적절히 비교하면서 실시한다.
- ② 수중 모터펌프 고장에는 시동, 양수불능, 수량, 수압부족, 과전류 등이 있다. 이들의 고장이 발생했을 때는 펌프 자체의 고장 원인을 조사하여 대처해야 한다.
- ③ 수중 모터펌프는 사용개시 후에 운전 상태에 변화가 있는 경우에는 점검하고 손상 정도를 바탕으로 점검, 수리시기를 정한다.
- ④ 케이블이나 전동기 등의 열화 상황은 6개월에 1회 정도, 절연 저항값의 시험 측정값에 의해 진단한다.
- ⑤ 유량계, 수위계, 기타의 계측제어기기의 유지 점검은 매일 또는 정기적으로 실시하고 기능이 정상인지를 확인한다. 정기 점검에는 교정용 기기를 사용하여 영점조정 및 스펠조정을 실시한다.
- ⑥ 펌프 운전시에 소음이 발생하고 주변 주민에 영향이 미칠 경우가 있다. 이러한 경우에는 원인을 조사하여 적절한 대책을 마련하고 주민의 생활환경 보전 및 대응에 틈이 없도록 배려하는 것이 중요하다.
- ⑦ 예비펌프는 정기적으로 점검하고 운전가능한지를 확인할 필요가 있다. 수중 모터펌프의 순시, 점검, 정비요항은 7. 기계·전기설비의 관리를 참조할 것.
- ⑧ 지표나 공기 중으로부터 오염된 물질이 우물 내부로 유입되지 않도록 유의한다.

2) 수량, 수질관리

① 수량관리

수량관리의 목적은 일반적으로 적정 양수량에 다른 수량을 양수하는 것이다. 양수량 및 양정의 감소는 양수관 내의 스케일 부착, 스트레이너 폐색 등에 기인하는 경우가 많고 그 원인을 조사하여 적절히 대처하도록 한다. 복수의 우물이 존재하는 지역에서는 과잉양수에 동반되는 지반 침하, 염수화 등에 의한 장애를 방지하기 위해 안전 양수량의 범위 내에서 양수하고 해당지하수역의 물 수지(收支)의 균형을 유지하도록 한다.

② 수질관리

지하수는 용해물질에 의해 부식성 또는 스케일 생성 성질을 지는 경우와 갈수시에 모래를 포함하는 경우도 있으며 이러한 현상이 심할 경우에는 펌프에 지장을 줄 수도 있다. 펌프에 영향을 주는 수질 항목은 다음과 같다.

㉠ pH

일반적으로 값이 작으면 부식성이 증대하고 클 때에는 스케일 생성이 많아진다.

㉡ 용존산소

용존산소농도에 거의 비례하여 부식성이 증가한다.

㉢ 전기전도도

일반적으로 전기전도도가 높으면 부식성이 될 경향이 크다.

㉣ 경도

금속에 대한 부식성은 연수 쪽이 크다. WHO의 음용수 수질 가이드라인에서는 탄산칼슘 환산값으로 연수 0~60mg/L, 중간 정도의 연수 60~120mg/L, 경수 120~180mg/L, 심한 경수 180mg/L 이상으로 분류하고 있다.

㉤ 염소이온

염소이온은 물의 부식성을 나타내는 중요 인자이며 그 양이 많아지면 부식사고를 일으키는 경우도 있다.

3.3.5 용천수의 취수

용천수 취수시설의 경우에는 다음 사항에 유의하여야 한다.

① 시설 부근의 지형 및 지장물에 따라서 수질에 미치는 영향을 상시 점검한다.

② 지표수의 영향을 받을 우려가 있는 지역에 대해서는 홍수시 탁도가 과다하게 유입되지 않도록 적절한 조치를 강구한다.

③ 갈수시에는 부근지역에서 오수나 유해물질이 침투할 우려가 있을 때에는 취수를 중단하거나 취수량을 조절하는 등 응급조치를 취하고 적절한 대책을 강구한다.