

KDS 57 00 00 : 2017

상수도설계기준

2017년 11월 17일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

상수도설계기준 체계

KDS 57 10 00 상수도설계 일반사항	` 17.11
KDS 57 17 00 상수도 내진설계	` 17.11
KDS 57 31 00 상수도 기계전기계측 제어설비 설계기준	` 17.11
KDS 57 40 00 상수도 수원과 저주시설 설계기준	` 17.11
KDS 57 45 00 상수도 취수시설 설계기준	` 17.11
KDS 57 50 00 상수도 도수시설 설계기준	` 17.11
KDS 57 55 00 상수도 정수시설 설계기준	` 17.11
KDS 57 60 00 상수도 송수시설 설계기준	` 17.11
KDS 57 65 00 상수도 배수시설 설계기준	` 17.11
KDS 57 70 00 상수도 급수시설 설계기준	` 17.11

KDS 57 10 00 : 2017

상수도설계 일반사항

2017년 11월 17일 제정

1. 총설

1.1. 「설계기준」의 특징

1.1.1 「설계기준」의 특징

상수도의 기본법인 「수도법」은 수도에 관한 종합적인 계획을 수립하고 수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리함으로써 공중위생의 향상과 생활환경의 개선에 이바지함을 목적으로 제정되었다. 「수도법」의 목적을 달성하기에 적합한 상수도 시설에 대한 기준이 「수도법」 제18조와 이에 부수되는 수도법 시행령 제29조와 수도법 시행규칙 제9조에 규정되어 있다. 상수도시설은 규정된 ‘시설기준’에 합당하도록 계획되고 설계되어야 한다. 그러나 현행 법령에 규정되어 있는 시설기준은 상수도시설로서 반드시 갖추어야 할 원칙들을 수록하였으므로 상수도시설의 세부적인 사항들을 계획하고 설계함에 있어 참고로 할 수 있는 상세한 기준이 필요하다. 이러한 역할을 담당하기 위하여 「상수도시설기준」이 1980년에 처음 제정되어 2010년까지 수차례 걸쳐서 개정·보완되어 왔으며 금번에도 지난 개정 이래 축적된 선진기술들이 반영된 「상수도설계기준」으로 통합코드와 함께 발간되게 되었다.

- (1) 본 「상수도시설 설계기준」(이하 「설계기준」이라 함)은 수도사업자가 자기책임을 전제로 하여 지역특성이나 독자성을 갖춘 시설을 계획하고 설계하는데 참고가 되도록 기술하였다. 또한 「수도법」의 시설기준은 상수도시설의 세부적인 부분이 구체적으로 규정되어 있지 않아서, 이 「설계기준」에는 수도사업자가 원활하게 상수도시설을 계획하고 설계하는데 참고가 될 수 있도록 상수도 시설의 세부적인 사항들이 구체적으로 기술되었다.
- (2) 본 「설계기준」에는 2010년에 개정·발간되었던 「상수도시설기준」 이래 상수도에 적용되었거나 적용 필요성이 있는 부분이 보완되었고, 외국에서 사용되는 기술과 새로이 적용된 기술도 포함되도록 하여 본 「설계기준」이 상수도시설의 질적 향상에 기여하고, 안전하고 합리적인 세부설계기준으로 사용되도록 하였다.
- (3) 상수도 사업이 기후변화에 대한 적응, 통합관리 등 새로운 과제에 적절하게 대응할 수 있도록 상수도시스템의 유기적인 시설계획의 중요성과 함께 시설을 개량하고 갱신할 경우에 고려해야 할 사항이 포함되었다.

1.2 상수도시설 계획의 기본적 개념

2014년 12월말을 기준으로 상수도 보급률은 98.6%에 달하여 국민의 대부분이 수도물을 이용하게 되었으나 안전한 수질에 대한 기대치와 요구가 매우 높아지고 있다. 이에 따라 상수도시설 계획에는 보급률 확대를 위한 시설확장계획과 함께, 공급의 안정성과 수질의 안전성을 확보하고 서비스 수준 향상을 위한 질적인 시설정비계획이 필요하게 되었다. 구체적으로는 가뭄, 지진, 태풍, 홍수 등 각종 재해와 수질사고 시에도 안정적으로 안전하고 맛있는 물을 공급하는 것이 상수도시설 계획의 목표로 되어야 한다.

한편 「수도법시행령」 제29조와 「수도법시행규칙」 제9조의 ‘시설기준’은 상수도로서 구비되어야 하는 최소한의 기능을 정한 것이다. 따라서 수도사업자는 이 기능들을 만족시키면서 자기책임의 범위 내에서 사용자의 요구 등을 감안하고 지역의 특성이나 재정상황에 따라 지속적으로 시설을 향상시키는 것을 목표로 하는 것이 바람직하다.

그러나 요구되는 수준의 구체적인 목표나 그것을 달성하는 과정이 각 상수도사업이 처한 자연적·사회적·재정적인 조건에 따라 크게 달라지기 때문에 각 사업자는 지역의 특성 등을 감안하여 상수도시설에 관한 진취적이고 독자적인 계획목표를 설정해야 한다. 또한 사업 내용과 재정 상황에 따라 목표가 달성되는데 장기간이 소요될 수 있으므로 장기적인 비전에 의한 종합적인 기본계획이 수립되어야 한다.

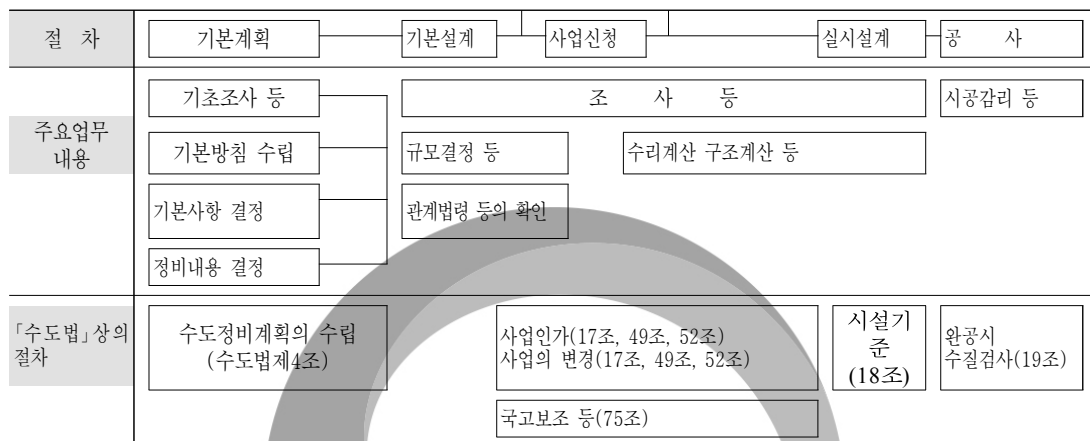
수도사업자가 기본계획을 수립하거나 사업을 실시할 때에는 다음 사항에 유의해야 한다.

- (1) 상수도시설은 10년 이상의 오랜 기간 동안 기능을 발휘하여야 하므로 상수도시설 계획은 국가나 지방자치단체가 수립한 장기적인 지역계획이나 사회적 환경 또는 ‘전국수도종합계획’ 등의 상위계획과 부합되도록 하는 것이 중요하다. 구체적으로는 합리적인 상위계획에 바탕을 둔 인구동향의 예측이나 경제성장률 등이 반영된 정확한 수요예측에 의하여 장래계획이 수립되어야 한다.
- (2) 평상시의 급수는 물론 지진, 가뭄, 홍수 등의 재해 시 및 사고 등의 비상시에든 급수의 안정성을 확보해야 한다. 이를 위하여 일상적인 수선과 유지관리가 가능하도록 적정한 예비용량이 확보되어야 하고, 사고 시에도 안정적인 공급이 가능하도록 합당한 여유용량이 유지되도록 하여야 한다.
- (3) 안정성과 안전성이 높으면서도 경제적인 상수도사업이 운영되기 위해서는 상수원으로부터 수도꼭지에 이르기까지 상수도의 각 시설들은 비상시에 대비한 여유용량이 확보되면서도 일부 시설들이 기능상 과도하거나 과소하지 않도록 계획되어야 하며, 일관된 원칙하에서 건설비용과 유지관리비용 등 총 비용이 저감되도록 계획되어야 한다.
- (4) 시설의 배치와 구조는 노후화와 기술의 발전에 대비하여 장래에도 개량과 갱신이 용이하도록 설치되어야 한다. 또한 운전·관리 설비는 유지관리하기 용이하면서도 오작동이 없는 시스템이 구축되어야 하며, 점차 자동화·무인화 되는 추세에 있으므로 부분적이고 일시적인 기계적·인간적 오류가 전체 운전엔 심각한 영향을 미치지 않도록 계획되어야 한다.
- (5) 수도사업자는 사용자에게 사업의 필요성이나 효과를 알기 쉽게 설명해야 할 필요가 있다. 또한 시간이 흐름에 따라 상수도 계획을 입안할 당시의 상황과 현재의 사회적 요구가 일치하지 않는 경우도 있으므로 상수도시설 전체에 대하여 자산관리 개념을 도입하여 정기적으로 재평가해야 할 필요성이 있다.
- (6) 지구온난화, 기후이변, 사막화 등 전 지구 규모의 환경변화가 심각해지고 있는 데 대한 대응으로 자원과 에너지절약, 녹색에너지 활용 확대 등 녹색성장 대책이 요청되고 있다. 수도사업자는 에너지 이용효율을 높이고 수도시설 부지를 이용한 녹색에너지의 생산과 활용, 환경관리시스템을 도입하는 등 환경보전에 적극 노력하여야 한다.
- (7) 상수도시스템은 운영의 안정성과 효율성을 높이고, 수도정보를 효율적으로 활용할 수 있도록 상수원에서 수도꼭지까지 수돗물 공급 전과정의 수량, 수질, 수압 등을 체계적으로 관리하여야

한다. 특히 상수도시스템의 계획, 설계, 운영시 필요한 관련 데이터를 취득·분석·관리·제공할 수 있는 인프라 및 시스템이 구축되어야 한다.

이 「지침」은 이러한 사항들을 충분히 고려하여, 다음 시대의 새로운 상수도시스템 구축에 이바지하는 것을 목표로 작성된 것이다.

또 상수도시설의 설계는 관련되는 법령이나 기준에 부합해야 하는 것은 물론이고 상수도시설이 토목·건축·기계·전기·계측제어 등의 각 분야에 걸치는 기술로 구성된 종합시스템이므로 전체로서 조화된 시설이 되도록 하는 것이 바람직하다. 상수도시설의 기본계획으로부터 설계와 공사에 이르기까지 일반적인 흐름은 다음 [그림 1.1.1]과 같다.



[그림 1.1.1] 상수도시설의 기본계획 및 정비절차

1.3 시설의 개량·교체 등

우리나라의 상수도는 1908년 뚝도에 근대 상수도가 도입된 이후 100년이 지난 역사를 갖고 있다. 1950년 한국전쟁의 폐허 위에 다시 재건되기 시작된 상수도시설은 지난 2014년 말 27,141천 m³/일의 시설용량을 갖추고 일 평균 16,597천 m³를 생산하고 있다. 시설용량이 공급에 필요한 수량을 생산하는데 충분해 짐에 따라, 상수도사업은 신설과 확장에서부터 노후시설의 개량·교체 및 관리체계구축 등으로 사업의 중심이 옮겨져 가고 있다. 따라서 지속적으로 급수의 안정성과 안전성을 유지하기 위해서는 합리적인 계획 하에 시설을 개량하고 교체 해 가는 것이 중요하다.

계획을 수립하거나 사업을 추진할 때에는 다음 사항에 유의해야 한다.

- (1) 시설을 개량하고 갱신하는 데는 막대한 자본을 투자해야 하지만, 시설개량은 시설확장과는 달리 요금수입의 증가로 이어지지 않으므로 적절한 시기를 놓칠 우려가 있다. 따라서 수도사업자는 장기적인 재정과의 균형을 고려하여 상수도시설의 자산관리를 위한 과학적인 방법으로 계획을 수립하고 착실히 추진해야 한다.
- (2) 개별시설이 개선될 때에도 신설 및 확장과 같이 물수요나 원수수질의 동향, 수요자의 요구나 자연 및 사회 환경의 변화 등 그 시설이 사용되는 기간의 상황 등이 충분히 고려되어야 한다. 또한 갱신되거나 개량되는 부분의 시설뿐만 아니라 상수도시스템 전체의 관점에서 개선사항의 적정성이 고려되고 검토되어야 한다.
- (3) 안정급수에 지장이 없도록 비상시를 대비한 예비용량이 충분히 확보되어야 하고, 정수시설은

복수계열화 시켜 개량과 갱신 등 시설정비 때에도 원활한 급수가 가능하도록 계획되어야 한다. 예를 들면, 정수시설 등이 갱신되는 경우에는 시설용량의 감소가 불가피할 경우가 있다. 이 때문에 사전에 예비용량 등이 확보되어야 하고 시설은 계열화 되어야 한다. 또 관로시설은 누수 사고 또는 노후관망이 교체되는 경우에도 관로의 네트워크화나 복선화 등의 방법을 통하여 탄력적인 운영이 가능하도록 설치되어야 한다.

- (4) 평소 유지관리 시에 도출된 문제점들이 시설개량과 갱신계획에 반영되어 유지관리의 안정성과 운영의 효율성이 향상되도록 해야 한다. 또한 시설의 개량·갱신은 상수도시스템의 질적인 향상이 수반되도록 하여야 하며, 적합한 시기에 장기적인 관점에서 적극적이고 계획적으로 추진되어야 한다.
- (5) 특히 최근 상수도시설의 교체 및 갱생대상의 수요증가로 시설투자비가 증가되고 있으며 또한 관리대상 시설 및 서비스 수준의 향상요구로 시설유지관리 및 운영비용이 증가되고 있다. 이와 같은 이유로 영국, 호주, 미국 및 일본 등의 선진 외국에서는 상수도시설물의 자산관리(asset management)체계를 도입하여 리스크 관리 강화 및 고객 서비스수준(level of service)향상과 더불어 운영관리 비용을 절감하는 추세이다. 따라서 우리나라도 시대적 요구사항에 대응하기 위해 상수도시설의 계획 및 설계 시 자산관리시스템의 도입과 운영을 고려하여 추진되어야 한다.
- (6) 상수도시스템에 도입되게 될 자산관리 체계는 국제표준(ISO 55000,55001,55002)이 ‘14.1월 이미 제정됨에 따라 이에 자산관리 목록의 DB화, 기술진단을 통한 자산평가, 시설 및 장치의 잔존수명예측, 자산가치평가 및 개량수요의 분석, LoS분석 및 재정수지 검토, 자산관리계획 등의 포함되어 상수도시설의 신설, 교체 및 갱생계획에 대응할 수 있도록 구축하여야 한다.

2. 기본계획

2.1 총칙

수도에 관련한 계획은 수도사업자가 관할 구역내의 수도정비를 목적으로 매 10년 마다 작성하는 수도정비기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)과 환경부장관이 매 10년 마다 전국의 수도정비기본계획을 바탕으로 국가수도정책의 체계적 발전과 용수의 효율적 이용 및 수도물의 안정적 공급을 위하여 수립하는 전국수도종합계획(이하 “종합계획”이라 한다)이 있다.

기본계획은 수도사업자나 광역상수도사업자 등(이하 ‘사업자’이라고 한다)이 처한 자연적·사회적·지역적인 여러 가지 조건을 기초로 하여, 미래를 대비하는 수도사업 내용의 근간에 관한 장기적이고 종합적인 계획이어야 하며, 이에는 기본방침, 기본사항, 정비내용으로 이루어진다.

기본계획을 수립할 때에는 수도법에 제시된 각종 사항들과 함께 다음과 같은 기본방침을 고려해야 한다.

- (1) 수량적인 안정성의 확보
- (2) 수질적인 안전성의 확보
- (3) 적정한 수압의 확보
- (4) 지진, 태풍, 홍수, 가뭄, 단수사고 등의 비상대책
- (5) 자산관리 기법을 통한 시설의 최적개량과 교체

- (6) 환경대책
- (7) 기타

2.2 기본계획수립 절차

기본계획을 수립할 때의 절차는 기본방침 수립(계획목표 설정), 기초조사, 기본사항 결정, 정비내용의 결정 등의 순서로 한다.

2.3 기본방침 수립

기본방침을 수립할 때에는 다음 각 항에 대하여 명확하게 하여야 한다.

- (1) 급수구역에 관한 사항
- (2) 전국수도종합계획, 광역상수도 및 공업용수도 수도정비기본계획 등 상위계획과의 일치성에 관한 사항
- (3) 급수서비스 향상에 관한 사항
- (4) 갈수, 지진 등 비상시의 대책에 관한 사항
- (5) 유지관리에 관한 사항
- (6) 환경에 관한 사항
- (7) 경영에 관한 사항

2.4 기초조사

기본계획이 수립될 때의 기초조사는 필요에 따라 다음 각 항에 대하여 실시되어야 한다.

- (1) 급수구역의 결정에 필요한 기초 자료의 수집과 조사
- (2) 급수량 결정에 필요한 기초 자료의 수집과 관련 계획 등의 조사
- (3) 전국수도종합계획, 광역 및 공업용수도 수도정비기본계획, 등 종합적인 상위계획과 관련 상수도사업계획 또는 상수도용수공급계획에 대한 조사
- (4) 상수도시설의 위치 및 구조 결정에 필요한 자연적, 사회적 조건의 조사(지하 매설물 설치를 위한 굴착으로 인한 굴착영향 범위까지 지질 및 지반공학적 특징을 고려한 조사 포함)
- (5) 유사하거나 동일한 규모의 기존 상수도시설 및 그 관리실적에 대한 자료수집과 조사
- (6) 각종 수원에 대한 이수(利水)의 가능성과 수량 및 수질 조사
- (7) 교체하거나 갱생해야 할 시설의 범위와 시기를 결정하기 위한 현재 보유시설의 평가
- (8) 공해방지 및 자연환경보전을 도모하기 위한 환경영향평가의 조사

2.5 기본사항의 결정

기본계획을 수립할 때에는 다음 각 항에 의한 기본사항을 정리하여야 한다.

- (1) 계획(목표)년도 : 기본계획에서 대상이 되는 기간으로 계획수립시부터 15~20년간을 표준으로 한다.

- (2) 계획급수구역 : 계획년도까지 배수관을 매설하여 급수하고자 하는 계획급수구역의 결정에는 여러 가지 상황들을 종합적으로 고려하여야 한다.
- (3) 계획급수인구 : 계획급수인구는 계획급수구역 내의 인구에 계획급수보급률을 곱하여 결정된다. 계획급수보급률은 과거의 실적이나 장래의 수도시설계획 등이 종합적으로 검토되어 결정된다.
- (4) 계획급수량 : 계획급수량은 원칙적으로 용도별 사용수량을 기초로 하여 결정된다.

2.6 정비내용의 결정

정비내용을 결정할 때에는 시설의 전체적인 합리성 등을 감안하여 사업의 내용, 공정, 개괄적인 사업비 등을 밝혀야 한다.

3. 설계의 기본사항

3.1 총칙

상수도는 저수, 취수, 도수, 정수, 송수, 배수의 각 시설 및 급수설비로 구성되어 있고 토목, 건축, 기계, 전기, 계측제어 등의 기술 분야가 연결된 시스템으로 이루어지며, 이들이 조화롭게 연관되어야 원활하게 기능이 발휘된다. 따라서 상수도 시설은 각 요소들이 유기적으로 조화되도록 다음 사항에 유의하여 설계되어야 한다.

- (1) 구조상 안전하고 수리적인 제반 조건이 만족되어야 하며 필요한 급수능력이 구비되어야 함.
- (2) 생산수질이 먹는물 수질기준에 적합할 것
- (3) 지진, 홍수, 태풍, 가뭄 등 자연재해나 사고 등의 비상시(이하 「비상시」라고 한다)라도 가능한 한 단수되지 않아야 하며 피해를 입더라도 조속히 복구될 수 있도록 할 것.
- (4) 예비용량의 확보, 시설의 분산배치, 수원의 다계통화 등을 통하여 급수의 안정성을 높일 것.
- (5) 법령이나 기준에 근거하며, 특히 정수장진단과 관망진단의 결과가 반영되어야 하며, 정수처리 기준이 달성될 수 있을 것.
- (6) 경제성을 고려하면서 시공 및 유지관리가 편리할 것.
- (7) 장래의 확장이나 개량·갱신을 종합적인 자산관리 측면에서 고려할 것. 또 검증되지 못한 신기술, 새로운 처리장치나 기자재 등은 충분히 장기간에 걸친 실험이나 실적을 바탕으로 채택여부가 결정되고, 설계인자가 정해져야 한다.

3.2 상수도시설의 위치 및 배치

시설의 위치 및 배치는 다음 각 항들이 검토되고 그 결과를 기초로 하여 결정되어야 한다.

- (1) 지형이 고려되어 최대한 이용되도록 할 것.
- (2) 장래의 도시발전에 적합하고 장래 시설확장이나 개량·갱신에 지장이 없을 것.
- (3) 지진, 태풍, 홍수, 가뭄 등 자연재해나 사고 등 비상시에도 가능한 한 단수되지 않는 위치로 할 것.
- (4) 장래에도 양질의 원수가 안정적으로 취수될 수 있을 것.

- (5) 시설의 건설과 유지관리가 안전하고 쉬워야 하며 합리적이고 경제적인 것.
- (6) 광역수도사업자 및 지방상수도사업자 상호간에 합리적이고 또한 상호 융통적인 시설이 되도록 배치할 것.

3.3 상수도시설의 안전성 확보

설계할 때에는 상수도시설의 안전성이 최대로 확보되도록 다음 각 항이 고려되어야 한다.

- (1) 재해 또는 사고에 대비하여 시설의 안전성이 확보되도록 할 것. 특히, 지반함몰에 따른 관로사고를 사전에 예방·저감하기 위한 센서기반의 기술진단 설비나 인위적 공사시 관파손을 미연에 예방할 수 있는 안전점검시설 등을 설치할 것.
- (2) 상수도시설로 기인하는 소음, 진동, 배수(排水), 배기가스 등이 환경에 나쁜 영향을 미치지 않을 것.

3.4 설계절차 및 근거기준

상수도시설은 전국수도종합계획과 수도정비기본계획에 근거하여 충분한 조사가 이루어진 후에 관련되는 법령과 기준 및 지침에 따라 설계되어야 한다.

3.5 설계도면의 작성

설계도면은 다음 각 항의 원칙에 따라 작성되어야 한다.

- (1) 설계도면은 수량계산서 및 공사시방서와 함께 공사 발주서와 시공시에 중요한 도서이기 때문에 필요한 사항이 정확하고 명료하게 나타나야 한다.
- (2) 설계도면은 한국산업표준 각 분야별 제도통칙 등에 따라 작성되어야 한다.

4. 시설구조의 기본사항

4.1 총칙

상수도시설의 일반구조는 다음 각 항이 고려되어야 한다.

- (1) 시설은 자중, 적재하중, 수압, 토압, 풍압, 지진력, 적설하중, 빙압, 온도응력, 부력 및 양압력 등 예상되는 하중에 대하여 구조상 안전하고 또한 경제적이며 내구적이어야 한다. 상수도시설은 KDS 57 17 00 상수도 내진설계에 준하여 중요도에 따라 지진력에 대하여 안전한 구조인 동시에 지진에 의하여 생기는 액상화, 측면유동 등에 의하여 생기는 영향도 고려되어 설계되어야 한다.
- (2) 시설에는 토목, 건축, 기계, 전기 등의 설비가 일체로 되는 것이 많다. 따라서 설계에서는 각 관계설비들이 적절하게 설치되어 각각의 기능이나 유지관리에 지장이 없는 구조가 되도록 하여야 하며 또한 장래 시설개량이나 갱신에도 대응할 수 있도록 공간이나 강도 등도 고려되어야 한다.
- (3) 시설은 누수가 없고 또 외부로부터 오염의 우려가 없는 구조로 되어야 하고 재료의 선택이나

시공 등도 위생적이며 수밀성이 높은 것으로 시행되어야 한다.

- (4) 시설은 오존, 염소나 응집제 등의 약품에 의하여 부식될 우려가 있거나 또는 수류나 기계설비 등에 의하여 마모될 우려가 있으므로 재료의 선택이나 설계 및 시공 등에서 이러한 사항들이 충분히 고려되어야 하며, 필요에 따라 내식성이나 내마모성의 재료나 설계·시공이 선택되어야 한다.
- (5) 시설에 사용되는 기자재 등은 수질을 오염시키지 않는 것들이 사용되어야 한다.
- (6) 해변에 있는 시설에서는 콘크리트의 약화나 기기 및 재료의 부식이 빠르게 진행되는 염해가 생기기 쉽다. 염해를 방지 또는 경감시키기 위하여, 환경조건에 대응할 수 있는 철근콘크리트의 설계, 내식성 금속 및 도장의 선택 등 적절한 염해대책이 수립되어 내구성이 확보되어야 한다.

4.2 설계하중 및 외력

시설물이 설계될 때는 시공 당시와 완공 후에 작용하는 하중 및 외력들이 적절하게 고려되어야 한다. 설계에 사용되는 주요 하중 및 외력은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 설계에 사용되는 재료의 단위중량은 특별한 경우를 제외하고는 건설공사표준품셈에 따른다.
- (2) 적재하중은 해당 시설의 실정에 따라 산정되어야 한다.
- (3) 토압의 산정에는 일반적으로 인정되는 적절한 토압공식이 사용되어야 한다.
- (4) 풍압은 속도압에 풍력계수를 곱하여 산정된다.
- (5) 지진력은 시설의 중요도 및 지진동의 크기(또는 규모)에 따라 내진수준을 정하고 내진설계법에 근거하여 산정한다.
- (6) 적설하중은 눈의 단위중량에 그 지방에서의 수직최심적설량을 곱하여 산정된다.
- (7) 얼음 두께에 비하여 결빙 면이 작은 구조물의 설계에는 빙압이 고려되어야 한다.
- (8) 구조물 설계에는 일반적으로 온도변화의 영향이 고려되어야 한다.
- (9) 지하수위가 높은 곳에 설치되는 지상(池狀) 구조물은 비웠을 경우의 부력이 고려되어야 한다.
- (10) 양압력은 구조물의 전후에 수위차가 생기는 경우에 고려된다.

4.3 지반 및 기초

지반 및 기초를 조사하고 설계를 할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 지반조사는 국토교통부제정 「구조물기초설계기준」에 정한 방법에 의한다.
- (2) 지반의 허용지지력도는 지반의 성상과 기초의 크기, 형상 및 근입심도 등에 따라 결정한다.
- (3) 기초는 구조물에 작용하는 하중 및 외력을 안전하게 지반에 전달하고, 지반의 침하 또는 변형에 대하여 구조내력상 안전하게 설계 및 설치되어야 한다.
- (4) 동일 구조물에는 이중기초의 병용은 원칙적으로 피한다.
- (5) 말뚝기초를 설계할 때에는 하중, 지반 및 시공조건을 고려하여 가장 적절한 것이 선정되어야 한다.
- (6) 한랭지에서 지중구조물을 설계하는 경우에는 지하 동결 및 동상이 고려되어야 한다.

4.4 콘크리트 구조물

콘크리트구조물은 다음 각 항에 적합하게 한다.

- (1) 콘크리트 및 철근콘크리트는 그 사용재료, 시공조건, 환경 등이 감안되어 철근 부식, 콘크리트 균열 등에 의한 조기약화가 억제되도록 적절한 대책이 강구되어야 한다.
- (2) 수밀콘크리트 및 철근콘크리트구조물은 유해한 균열이 발생되지 않도록 배근, 조인트 및 신축 이음 등의 구조 및 배치가 적절하게 정해져야 한다.
- (3) 콘크리트표면에서 마모, 약화, 부식 등의 작용을 심하게 받는 부분은 적절한 재료로 콘크리트 표면이 보호되어야 한다.
- (4) 지상(池狀)콘크리트구조물의 내면에 방식·방수도장을 하는 경우에 도장재료는 콘크리트에 대하여 보호기능이 있고 물을 오염시키지 않는 재질이 사용되어야 한다.
- (5) 한랭지에서는 콘크리트 표면의 동결융해가 반복되는 것에 대한 적절한 대책이 강구되어야 한다.

4.5 강 구조물

강 구조물은 일반적으로 다음 각 항에 적합하게 한다.

- (1) 사용하는 강재는 구조물의 여러 조건에 가장 적합한 것이 선정되어야 한다.
- (2) 강 구조부의 부재는 간단하게 구성되어야 하고 구조도 가능한 한 단순하게 설계되어야 한다.
- (3) 강 구조부의 방식조치는 유지관리가 용이하게 되어야 한다.

5. 상수도용 자재와 제품

상수도시설에서 사용되는 수도용 자재와 제품은 수도법시행령 제24조의2(수도용 자재와 제품의 사용)에서 규정한 인증종류 중 어느 한가지를 받은 것이어야 하고, 물과 접촉하는 경우에는 수도법시행령 제24조 위생안전기준 인증도 받은 것이어야 한다.

- (1) 장기간 사용에 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 수돗물과 접촉하여 수질에 나쁜 영향을 미치지 않는 것으로 한다.
- (3) 확실하고 또한 용이하게 유지관리 할 수 있는 것으로 한다.
- (4) 환경에 영향이 적은 것으로 한다.

6. 수처리제

상수도시설에서 사용하는 수처리제는 다음 각 항이 충분히 고려되어야 한다.

- (1) 먹는물관리법에서 정한 기준과 규격에 적합한 수처리제를 사용하여야 한다.
- (2) 정수처리과정에서 수처리제는 물에 직접 투입 및 접촉되므로 수처리제가 정수수질에 미치는 영향을 감안하여 사용하여야 한다.

KDS 57 17 00 : 2017

상수도 내진설계

2017년 11월 17일 제정

1. 총 설

1.1 목적

이 기준은 상수도시설의 내진성능 확보에 필요한 최소 설계요건을 규정한 것으로서, 지진 시 상수도시설의 급수기능을 최대한 확보하고, 시설의 지진피해가 중대한 2차 재해를 발생시킬 가능성을 최소화하는 것을 목적으로 한다.

1.2 적용범위

- (1) 이 기준은 상수도설계기준에 의해 상수도시설을 신설하는 경우의 내진설계에 적용된다. 상수도시설물 중 주요 구조물로서 지진에 따른 시설물 손괴 시 응급복구가 불가능하여 장기간 급수 중단을 초래할 수 있는 시설에 대해 우선 적용한다.
- (2) 기존시설의 정비와 내진성능 개선은 이 시설기준의 개념 및 원칙을 준수하는 범위 내에서 적절한 보완을 거쳐 별도의 설계기준을 작성하여 설계에 적용할 수 있다.
- (3) 이 설계기준에 규정되어 있지 않은 사항에 대해서는 환경부 및 국토해양부에서 제정한 관련 설계기준과 설계지침 등에 따른다.

2. 내진설계 일반

2.1 내진설계의 기본방침

- (1) 본 기준의 목적은 상수도시설의 내진성능 기준의 목적을 달성하기 위한 최소 요건을 규정하는데 있으며, 본 기준을 따르지 않더라도 상수도시설의 내진성능기준을 충족시킬 수 있는 창의력이 발휘된 보다 발전된 설계를 할 경우에는 이를 인정한다.
- (2) 지진시 시설물이 보유해야 할 성능수준은 기능수행수준과 붕괴방지수준으로 구분할 수 있으나, 이 설계기준에서는 붕괴방지 수준에 대한 설계만을 고려한다.
- (3) 상수도시스템을 구성하는 개개 시설의 중요도, 지진에 의한 시설의 손상으로 초래 될 수 있는 영향 범위를 고려하여 내진등급을 분류한다.
- (4) 시설물의 중요도와 성능목표를 고려하여 설계지진의 수준을 정하여야 하며, 설계지반운동은 지진운동의 불확실성과 부지고유특성이 잘 반영될 수 있어야 한다.
- (5) 지진에 의한 영향을 관련 설계기준에 근거하여 설계에 반영하여야 한다.
- (6) 지진시 토압은 지상구조물, 송·배수관로, 압거, 공동구 등의 횡단면 설계와 안정계산, 배수탑, 저수탑 및 옹벽 등 부속구조물의 안정계산에 적용한다.
- (7) 물에 접하는 구조물은 지진시 동수압과 수면동요의 영향을 필요에 따라 고려해야 한다.

2.2 시설물의 분류와 내진등급

- (1) 상수도시설은 취수시설, 도수 및 송·배수시설, 정수 및 배출수처리 시설, 기계 및 전기설비, 기타 취수시설 내지 정수/배출수처리 시설의 기능상 필요한 부속구조물로 분류된다.
- (2) 상수도시설물의 내진등급은 내진 I등급과 내진 II등급으로 분류한다.

2.3 설계거동한계 및 등급별 내진설계 목표

- (1) 설계거동한계는 설계지진시 구조부재의 과도한 소성변형, 지반의 액상화, 지반 및 기초의 파괴 등의 원인으로 부분적인 급수기능 유지가 불가능하게 되지 않아야 하고, 쉽게 조기 복구가 가능하여야 한다.
- (2) 상수도시설물의 내진성능 목표에 따른 설계지진강도는 붕괴방지수준에서 시설물의 내진등급이 I등급인 경우에는 재현주기 1,000년, II등급인 경우에는 500년에 해당되는 지진지반운동으로 한다.

2.4 설계지반운동 수준 및 표현 방법

- (1) 설계지반운동은 지상구조물의 경우, 지표면에서의 자유장운동으로 정의되고, 지중구조물의 경우는 기반암에서의 자유장운동으로 정의된다.
- (2) 설계지반운동수준은 지진재해도 해석결과에 근거한 구역계수, 평균재현주기별 최대유효지반가속도비를 나타내는 위험도계수, 기초지반의 영향을 고려한 지반분류에 의한 지반계수를 산정하고, 이로부터 설계지반운동수준을 결정한다.
- (3) 설계지반운동의 특성은 표준설계응답스펙트럼으로 표현한다.

3. 지진해석 및 내진설계 방법

3.1 입지조건

상수도시설물은 내진성을 확보한 위치에 입지하여야 한다.

3.2 지반조사

- (1) 상수도시설물의 내진설계를 위해서는 통상적인 지반조사뿐만 아니라 지반의 동역학적 특성 파악을 위한 지반조사가 필요하다.
- (2) 상수도시설 내진설계 시 지반의 액상화 검토가 필요하다.
- (3) 상수도시설 매설관로의 내진설계 시에는 측방유동에 의한 지반 변위 또는 지반 변형 고려가 필요하다.

3.3 하중

내진설계에서는 상시상태에서 고려되는 하중 외에 지진으로 인한 하중이 추가적으로 고려되어야 한다.

3.4 기본적인 지진해석 및 설계 방법

상수도시설물의 지진해석 및 내진설계는 다음의 각 호에 해당되는 시설 및 설비에 대해 시행하되, 시설물별로 합리적인 지진해석 및 설계방법이 적용되어야 한다.

- (1) 기초
- (2) 옹구조물 및 옹벽
- (3) 상수도 전용댐
- (4) 매설관로 및 수로터널
- (5) 암거, 공동구 및 수직갱
- (6) 상수도 관로 전용 교량
- (7) 대용량 저수조
- (8) 취수탑 및 지상수조
- (9) 펌프장
- (10) 건축물
- (11) 기계 및 전기설비

3.5 급수기능 확보를 위한 내진설계

상수도시설물에 대한 내진설계는 급수기능 확보를 원칙으로 한다.

4. 품질보증에 대한 기본적인 사항

4.1 일반사항

- (1) 상수도시설의 내진성 확보를 위한 품질보증은 각 시설의 내진등급에 따른 성능수준을 만족시킬 수 있는 품질보증요건이 문서화된 계획을 수립하여 설계, 시공, 완공 후 사용기간의 단계별로 이루어져야 한다.
- (2) 품질보증활동과 관련된 수행과정과 결과는 기록으로 보존되어야 한다.

4.2 설계품질관리

타당성 조사, 기본설계, 실시설계의 각 단계에서 내진설계에 대한 검토가 이루어져야 한다.

4.3 시공품질관리

- (1) 공사도급자에 의해 직접 고용된 자가 아닌 제3자로 하여금 품질보증계획에 의한 검사 및 시험을 수행하도록 해야 한다.
- (2) 품질보증계획에는 검사 및 시험계획, 품질시험 및 검사요원의 기준, 시험실 및 시험 검사 장비에 대한 기준, 검사와 시험결과로 부적합 판정이 난 경우의 후속 조치사항 등이 포함되어야 한다.

4.4 유지관리

- (1) 상수도시설의 유지관리는 시설의 내진성능을 저하시키지 않도록 유지관리계획에 의해 이루어져야 한다.
- (2) 사용기간 중의 내진성능 확보를 보증할 수 있도록 구조물을 구성하는 하중전달 경로상의 부재나 충분한 연성도가 확보되어야 하는 구조요소에 대한 내진성능 평가 요건이 포함된 유지관리 계획을 수립하여야 한다.

4.5 지진기록 계측에 관한 요구사항

- (1) 상수도시스템 구조물과 관로의 유지관리, 내진설계 기술 개발 및 개선을 위하여 자료수집이 필요하다고 판단되면 관할기관은 사업자로 하여금 지진응답 계측을 위한 기기를 설치하고 유지하도록 요구할 수 있다.
- (2) 상수도시스템 구조물과 관로의 지진응답을 계측하기 위한 계측기기의 설치위치, 종류 및 개수는 이 기준의 목적을 달성할 수 있도록 결정되어야 한다.



KDS 57 31 00 : 2017

상수도 기계·전기·계측 제어설비 설계기준

2017년 11월 17일 제정

1. 총설

1.1 기본사항

수도사업에 사용되는 기계·전기·계측제어설비는 취수로부터 배수에 이르기까지 수도시설의 대부분에 관련되기 때문에 기기와 장치는 다양하며, 이것들이 맡고 있는 역할의 중요성 때문에 이들 설비의 양부(良否)와 유기적인 결합도가 급수의 안정성과 경제성에 크게 영향을 미친다.

기계·전기·계측제어설비는 안전성과 효율성을 확보할 수 있는 것이어야 하고 신뢰성이 높고 간소한 설비의 구성을 기본으로 한다. 기기류의 선정에 있어서는 시방과 기능을 조사하고 가능한 한 실적이 있는 표준품 및 범용품을 채택하며 환경에 대한 부하가 저감되도록 대책을 강구한다. 특히, 지진 등의 재해시에 있어도 수도시설 전체로서 필요한 최소한의 기능을 유지할 수 있는 설비로 한다. 즉, 고장이 발생하였을 경우에도 시설전체의 기능을 정지시키지 않도록 하기 위하여 기계·전기·계측제어설비로서 백업(backup)기능을 구비한다.

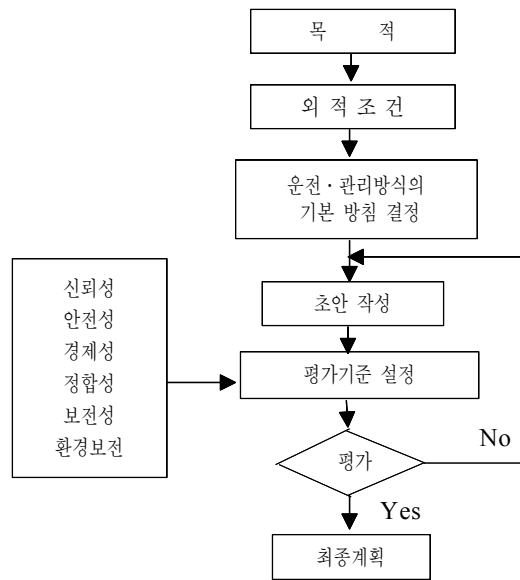
안전성을 높이기 위해서는 설비에 이상이 발생하였을 경우 그것을 검출하고 중고장(重故障), 경고장(輕故障) 등의 이상상태에 대한 운전관리체제 및 급수예의 영향을 고려하여 정지, 경보 또는 표시를 나타낼 수 있는 안전장치나 보호장치를 설치할 필요가 있다.

이 밖에 운전원의 오조작 방지대책도 고려해야 한다. 수도시설을 효율적으로 관리하기 위하여 기계·전기·계측제어설비의 자동화나 적용범위의 확대가 이루어지고 있지만, 운전원의 판단에 의한 조작도 대단히 중요하다. 따라서 운전원의 판단착오나 오조작에 의한 사고발생을 최대한 억제하기 위하여 간소하고 안전한 시스템이 되도록 계획해야 한다. 이를 위해서는 과도한 기능부가를 최대한 억제하고 가능한 한 조작의 용이성이나 안전성을 고려한 기기와 장치를 채택하며 운전원의 부담을 경감시키는 설비가 되도록 하는 것이 바람직하다.

기계·전기·계측제어설비는 정수처리하거나 수운용할 때에 중요한 역할을 담당하며 더구나 다른 시설과 밀접한 관계를 유지하면서 작동하고 있다. 계획·설계할 때에는 수도시설 전체의 구성을 염두에 두고 장래 도입예정인 설비나 시설이 있는 경우에는 이들과 조화를 이룰 수 있어야 하며 수도시설의 내용에 따라서는 설비를 교체하는 것을 고려하여 구성해야 한다.

기계·전기·계측제어설비의 계획순서는 [그림 1.1.1]에 나타난 바와 같은 목적을 가능한 한 정량적으로 설정하여 명확히 하고, 설치환경 또는 인적조건의 제약범위 내에서 운전과 관리에 대한 기본 방침을 설정하고 기본계획안을 수립한다. 기본계획은 수도시설의 전체적인 입장에서 신뢰성, 안전성, 경제성, 보전성이나 환경보전대책 등의 평가기준을 설정하고 여기에 기초를 두고 평가하여 최적계획을 결정하는 것이 바람직하다.

기계·전기·계측제어설비를 계획할 때에는 신뢰성과 안전성을 높이기 위해서는 간소한 설비구성을 기본으로 하고, 설비의 중요도, 운용조건 등의 여러 가지 조건을 고려하여 계획을 세운다. 또한 환경보전대책이나 에너지절감·자원절약을 지향하고 생애주기비용(life cycle cost : LCC)을 감안한 경제성도 검토하여 합리적이고 효율적인 설비로 한다.



[그림 1.1.1] 계획순서

1.2 관계법령

기계·전기·계측제어설비의 설계는 관계법령 등으로 정해진 사항에 대해서는 이를 준수한다.

1.3 설비의 개량·교체

기계·전기·계측제어설비의 개량·교체는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유지관리비의 증가나 기능저하 등을 과학적으로 평가하고 경제성을 고려하여 적절한 시기에 개량하거나 교체한다.
- (2) 단순히 설비를 개량·교체하는 것뿐만 아니라 관련 설비간의 조화를 고려하여 유지관리가 용이하고 경제적으로 되도록 개선한다.
- (3) 설비를 교체하는 기간 중에도 관련 시설을 운영하는데 지장을 주지 않도록 공사계획을 검토한다.

1.4 지진 등의 재해대책

기계·전기·계측제어설비를 계획·설계할 때 지진 등의 재해대책은 다음 각 항을 고려하여 정한다.

- (1) 설비기기와 장치를 설치할 때에는 앵커볼트를 강화시키거나 전도(顛倒)를 방지하기 위한 조치 등 직접적인 대책을 고려해야 한다.
- (2) 재해의 영향을 최소화하기 위하여 이중화, 2계통화 등으로 위험을 분산시키고 필요에 따라 백업시스템을 감안한 설비구성으로 한다.
- (3) 복구하기 쉽도록 하기 위하여 설비를 가능한 범위로 간소화하고 유니트화하며, 설비의 설치공간, 케이블 및 배관의 부설노선 등은 복구작업을 고려하여 정한다.

2. 펌프설비

2.1 총칙

펌프설비의 운전방식을 정할 때에는 에너지 절약을 염두에 두고 설비의 규모, 토출량의 변동폭 등을 고려하여 대수제어, 밸브개도제어, 각종 방식에 의한 회전속도제어나 임펠러의 교체방법(여름용, 겨울용) 등 여러 각도로 검토한다.

펌프설비의 제어방식에는 원격제어방식이나 자동제어방식이 많이 채택되고 있지만, 원격지에 설치되어 있는 펌프장은 무인화를 원칙으로 한다(1.14.2 시설의 무인화를 참조).

펌프설비는 계획수량과 수압을 만족하는 것이어야 하므로 펌프를 선택하거나 대수를 결정할 때에는 펌프자체의 성능을 먼저 숙지해야 한다. 또 캐비테이션(공동현상)이나 수격작용 등의 수리현상에 대하여 적절한 조치를 강구해야 하며 펌프흡수정, 펌프기초 등의 구축물에 대해서도 고려해야 한다.

또 정수장 내에서 사용되는 세척펌프, 약품주입펌프, 슬러지펌프 등은 KDS 57 55 00 정수시설 설계기준을 참조한다.

2.2 펌프설비의 계획

펌프설비를 계획할 때에는 안정적인 급수를 목표로 기계, 전기, 계측제어, 토목, 건축 등 각 기술분야를 포함하여 종합적으로 검토해야 한다.

2.3 계획수량과 대수

펌프용량과 대수의 결정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 취수펌프와 송수펌프는 펌프효율이 높은 운전점에서 정해진 일정한 수량을 양수하는 운전이 가능한 용량과 대수로 정한다.
- (2) 배수(配水)펌프는 수량의 시간적 변동에 적합한 용량과 대수로 한다.
- (3) 펌프의 대수는 계획수량(최대, 최소, 평균) 및 고장시를 고려하여 결정한다.
- (4) 펌프는 예비기를 설치한다. 다만, 펌프가 정지되더라도 급수에 지장이 없는 경우에는 예비기를 두지 않는다. 예비기를 필요로 하는 경우는 설비의 중요도와 운영조건을 고려하여 결정한다.

2.4 펌프의 형식 선정

펌프의 형식은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계획토출량 및 전양정을 만족하고 운전범위 내에서 효율이 높아야 한다.
- (2) 계획흡입양정에서 캐비테이션이 발생하지 않아야 한다.
- (3) 각종 펌프의 형식은 운전방법, 보수 및 분해정비 등 유지관리의 장단점을 검토하여 결정한다.

2.5 펌프의 제원

펌프의 제원 결정에는 다음 각 항을 검토한다.

- (1) 전양정
- (2) 토출량
- (3) 구경
- (4) 원동기출력
- (5) 회전속도

2.6 펌프의 형식과 운전점

펌프는 계획수량, 동수압, 관로특성 등의 계획조건에 가장 적합하며 효율적으로 운전할 수 있는 형식으로 선정한다.

- (1) 펌프의 형식은 사용조건에 가장 알맞은 비속도(N_s)의 펌프를 선정한다.
- (2) 계획급수량, 동수압 및 관로특성에 따라 펌프운전 범위를 파악하여 캐비테이션의 발생 유무를 검토한 다음 최적의 제어방식을 채택한다.

2.7 캐비테이션(공동현상)

공동현상은 펌프에 진동, 소음, 침식을 발생시키며, 펌프성능을 크게 저하시키므로 이를 피하기 위하여 다음 각 항에 대하여 검토한다.

- (1) 가용유효흡입수두
- (2) 필요유효흡입수두
- (3) 캐비테이션대책

2.8 펌프계의 수격작용

펌프계의 수격현상은 관로파손 등의 사고를 일으킬 우려가 있으므로 다음 각항에 대하여 검토한다.

- (1) 펌프의 급정지시의 수격작용 발생 유무
- (2) 수격작용이 발생하는 경우에는 수격압완화설비 설치 등 대책 강구

2.9 펌프설치와 부속설비

펌프와 부속설비의 설치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 펌프의 흡입관은 공기가 갇히지 않도록 배관한다.
- (2) 펌프의 토출관은 마찰손실이 작도록 고려하고 펌프의 토출관에는 체크밸브와 제어밸브를 설치한다.
- (3) 펌프 흡수정은 펌프의 설치위치에 가급적 가까이 만들고 난류나 와류가 일어나지 않는 형상으로 한다.
- (4) 펌프의 기초는 펌프의 하중과 진동에 대하여 충분한 강도를 가져야 한다.

- (5) 흡상식 펌프에서 풋밸브(foot valve)를 설치하지 않는 경우에는 마중물용의 진공펌프를 설치한다.
- (6) 펌프의 운전상태를 알기 위한 설비를 설치한다.
- (7) 필요에 따라 축봉용, 냉각용, 윤활용 등의 급수설비를 설치한다.

3 펌프의 제어

3.1 총칙

펌프를 제어하는 목적은 자동운전용 기기를 사용하여 안전하고 원활하게 기동하거나 정지시키고, 수요에 따라 자동적으로 펌프의 토출량과 토출압을 조절하는데 있다.

이러한 목적으로 펌프를 제어하는 지령을 운전원이 수동으로 지령하는 방식(기기측 또는 원격제어)과, 계측기 등으로부터 신호에 의하여 자동적으로 지령이 주어지는 방식(자동제어) 등이 있다. 이들 중의 어떤 방식으로 할 것인가는 그 시설의 규모, 신뢰성, 경제성 및 운전관리방법 등을 종합적으로 검토하여 결정한다.

운전 중인 펌프의 토출량을 제어하기 위하여서는

- ① 펌프의 운전대수를 제어하는 방법
- ② 펌프의 회전속도를 제어하는 방법
- ③ 밸브의 개도를 제어하는 방법

등이 있다. 또한 ②와 ③의 방법에 의하여 펌프의 토출압력을 제어할 수 있으며 각각 설치하는 기기와 운전효율에 특징이 있으므로 제어방식은 이들 특징을 살려서 결정한다.

펌프, 원동기 및 이들 부속설비에 발생하는 고장 또는 사고에 대처하기 위한 보호장치를 계획한다.

3.2 자동운전용기기

펌프를 자동 또는 원격제어에 의하여 운전하는 경우에는 다음 각 항의 필요한 장치를 설치한다.

- (1) 펌프케이싱 내가 만수된 것을 감지하기 위한 만수감지장치
- (2) 펌프의 토출압력을 감지하기 위한 압력감지장치
- (3) 펌프축봉수, 냉각수 및 윤활수 등의 흐름을 감지하기 위한 유수감지장치
- (4) 마중물, 축봉수, 냉각수 및 윤활수 등의 소비관 도중의 필요한 지점에 전동밸브 또는 전자밸브 등의 유수개폐장치
- (5) 토출밸브의 작동 확인과 보호를 위한 리밋스위치(limit switch) 등

3.3 유량제어

유량제어는 펌프의 운전대수, 회전속도 또는 밸브의 개도 중 어느 하나를 적절하게 제어하거나 또는 이들의 제어를 병용하여 수행한다.

3.4 압력제어

압력제어는 토출압력을 일정하게 또는 말단압력을 일정한 것을 목표로 펌프의 회전속도 또는 밸

브개도를 제어한다.

3.5 보호장치

펌프운전 중에 발생하는 이상을 검출하여 경보를 울리거나 표시하는 적절한 보호장치를 설치한다.

4. 전동기

4.1 총칙

전동기는 신뢰성, 보수성, 제어성 및 운전경비 등을 고려하여 사용목적에 알맞은 것을 선정해야 한다. 전동기의 종류로는 유도전동기, 동기전동기, 직류전동기 및 교류정류자전동기로 크게 나누어진 다. 그 중에서 유도전동기가 가장 많이 사용되고 있다.

전동기를 선정할 때에는 기동방식과 보호방식을 포함한 신뢰성, 내구성, 제어성, 보수성, 설비비 및 운전경비 등을 고려하고 펌프의 부하특성 및 운전방법에 알맞은 것으로 선정한다.

4.2 전동기의 선정

전동기를 선정할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 전동기는 3상 유도전동기를 표준으로 한다.
- (2) 전동기의 형식에는 보호방식 및 냉각방식 등에 따라 여러 종류가 있지만, 설치환경이나 사용목적에 따라 선정한다.
- (3) 표준전동기보다 손실을 감소시켜 효율이 3~4% 이상 높은 고효율 전동기 사용을 검토하여야 한다.

4.3 기동방식

3상유도전동기의 기동방식은 전원용량과 전동기의 종류 및 용도에 가장 알맞은 것을 선정한다.

4.4 회전속도제어

전동기의 회전속도를 제어하는 경우에는 제어범위, 생애주기비용(life cycle cost), 신뢰성 및 보수성 등에 대하여 종합적으로 검토하여 펌프설비에 알맞은 방식을 채택한다.

4.5 보호장치

전동기의 보호는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 단락, 지락, 과부하, 저전압, 결상 및 복전시의 사고를 방지하기 위하여 보호장치를 설치한다.
- (2) 전동기의 개폐기와 기동장치 및 2차단락장치와의 상호간에는 오조작을 방지하도록 인터록 장치(연동장치)를 설치한다.

5. 밸브

5.1 총칙

상수도용 밸브는 물의 흐름을 차단하거나 제어하고 수압을 조정하는 등 상수도시설을 효과적이고 안전하게 운영하는 데에 있어서 중요한 역할을 담당하고 있다. 상수도용 밸브에서 요구되는 주요기능은 다음과 같다.

- ① 유량·수압·수위의 제어
- ② 관로의 통수 또는 차단
- ③ 압력관로(pressure pipe)에서 침사지, 배수지 등으로 방류할 때에 물의 흐름을 감세(에너지 분산)시키거나 유량을 제어
- ④ 관로 내에서 수류의 역류방지
- ⑤ 배수관로 등의 감압

밸브를 선정할 때에는 용도와 역할을 충분히 감안한 다음 수로나 관로의 수리특성에 적합한 기능을 갖는 밸브를 선정해야 한다. 또한 장기간에 걸쳐 기능을 유지하기 위하여 유지관리가 가능한 장소에 설치해야 하며 설치조건, 밸브의 구조 및 재질 등에 유의해야 한다.

또 밸브의 재질이나 도장에 대해서는 강도나 내식성 외에 수질에 영향을 주지 않는 것을 선정하는 것이 중요하다. 특히 정수처리된 다음의 정수에 접촉할 가능성이 있는 밸브에 대해서는 수질에 적합한 것을 사용해야 한다.

그 밖의 밸브에 대해서는 표준품, 범용품의 시방을 충분히 조사하고 실적 등도 고려하여 선정한다. 일반적인 상수도용 밸브에는 KS, KWWA 등의 규격이 있다.

5.2 밸브의 용도와 종류

밸브는 제어용, 차단용, 방류용, 역류방지용, 감압용 등 그 용도에 따라 지수성, 조작성, 제어성, 내구성 등의 특성을 검토하여 선정한다.

5.3 밸브의 선정

밸브를 선정할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 설비목적에 적합한 것으로 수리조건과 사용조건이 만족되는 특성을 가진 것을 선정한다.
- (2) 제어용 밸브는 제어유량, 한계유속, 용량계수 등을 검토하여 원활하게 제어할 수 있는 것을 선정한다.

5.4 밸브의 압력기준

밸브의 압력기준은 호칭압력으로 나타내며 이를 선정하기 위해서는 밸브의 사용압력(정수압), 최대허용압력 등을 고려한다.

5.5 밸브의 구동장치

밸브의 구동장치는 밸브의 종류, 용도, 설치환경, 제어방법 등을 고려하여 적절한 것을 선정한다.

6. 각종 기계설비

6.1 총칙

수도시설에는 수처리 기계설비, 공기압축기, 크레인·호이스트, 환기설비 및 공조설비 등 각종 기계설비가 설치되어 있다. 이러한 각종 기계설비를 설계할 때에는 운전조건, 환경조건 등을 고려하고 연속운전에 견딜 수 있는 기기의 구조와 재료 등을 선정한다. 또한 정수처리와 배출수처리 등에 사용되는 수처리 기계설비에 대해서는 그 수질에 충분히 적합한 재질을 선정하고, 구조적으로 단순하고 용량과 기계적 강도 등에 여유를 갖는 설비로 한다.

특히 수처리 기계설비에 대해서는 정수처리상 한번에 모든 공사를 할 수 없으므로 설비를 계통이나 블록단위로 나누는 등 적절하게 설계함으로써 연도별로 정비계획을 수립하고 정수처리에 지장이 없도록 적절한 시기에 공사를 시행하는 것이 바람직하다.

6.2 수처리 기계설비

수처리 기계설비의 구조와 재료는 내구성과 안전성을 고려하여 선정한다. 또한 기름누설이나 봉수대책에 유의하고 에너지효율이 높고 유지관리가 용이한 설비로 한다.

6.3 공기공급원 장치

공기공급원 장치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공기압축기는 사용목적에 적합하고 신뢰성이 높은 것으로 한다.
- (2) 공기압축기는 이물질 혼입을 방지하기 위하여 흡입측과 토출측에 필터를 설치한다.
- (3) 공기압축기 소음을 저감시키기 위하여 흡입측에 소음기(silencer)를 설치한다.
- (4) 압축공기의 수분과 기름성분을 제거하기 위하여 애프터쿨러(after cooler)와 유수분리기를 설치한다.
- (5) 사용공기량의 변동에 대응하기 위하여 공기탱크를 설치한다.
- (6) 압축공기 중의 수분을 제거하기 위하여 제습장치를 설치한다.
- (7) 안전성과 신뢰성을 확보하기 위하여 각종 안전장치를 설치한다.

6.4 크레인·호이스트

크레인과 호이스트는 운전의 안전성과 정확성을 중요시하는 기종으로 한다.

6.5 환기·공조설비

환기·공조설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 발열원으로 되는 기기를 설치하는 장소와 유해가스가 발생하는 장소에는 환기설비를 설치한다.
- (2) 컴퓨터 시스템 등의 전자기기를 설치하는 장소에는 그 기기에 알맞은 공조설비 등을 설치한다.

6.6 용존공기부상지(DAF)의 기계설비

용존공기부상지의 기계설비로서는 다음과 같은 것들이 있다.

- (1) 가압탱크(saturator, 또는 압력용기포화기)
- (2) 순환수 공급시설(recycling water system)
- (3) 순환수 분배관(recycle header) 및 미세기포 발생 노즐(nozzle)

7. 전기설비

7.1 총칙

전기설비는 전력회사로부터 전력을 공급받기 위한 수전설비, 부하의 전기방식 및 전압에 대응하는 변전설비, 부하에 전력을 배분하는 배전설비, 전동기구동을 위한 동력설비 및 건축전기설비 등으로 구성된다.

전기는 동력, 조명, 열, 통신, 계측제어, 그 밖의 설비에 대한 에너지원으로서 폭넓게 이용되고, 전력설비는 다른 설비와의 관계가 가장 많다. 또 전기설비의 사고는 단수나 수압저하 등의 결과를 초래하기 때문에 충분한 신뢰성을 갖는 설비로 구성하는 것이 설계할 때의 최우선 조건으로 된다.

상수도시설이 장기간 사용되는 것을 고려하면, 전력설비도 이에 대응하여 수명이 길고 안정된 설비를 채택해야 하며 장래의 교체에 대해서도 배려하는 것이 바람직하며 지진, 온도, 습도, 염해 등의 자연현상에 대해서도 충분한 내구성을 갖는 설비로 설계할 필요가 있다. 더욱이 전력비는 시설의 운전경비 중에서도 큰 비중을 차지하고 있으므로 전력을 합리적으로 사용할 수 있는 전력설비로 설계해야 한다.

최근의 전기기술은 전자기기와 전기재료의 발달에 따라 신뢰성과 안정성이 높고 우수한 보수성과 내환경성을 갖는 소형화, 경량화 및 에너지절약형의 방향으로 제품이 개발되고 있다. 이들 기술을 이용할 경우에는 앞서 설명한 점을 고려하여 각 수도시설의 목적에 적합한 전력설비를 구성해야 한다.

또한 전력설비의 설치, 유지 및 운용에 대해서는 「전기사업법」 등 관계법령과 기준에 따라야 하며 특히 안전에 대하여 충분히 고려해야 한다.

7.2 기본설계

전력설비의 설계는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 「전기사업법」, 「전기설비기술기준」, 「전기설비기술기준의판단기준」 등에 적합하도록 설치한다.
- (2) 수도시설의 중요도에 알맞은 것으로 충분한 신뢰성을 가지고 있어야 한다.
- (3) 시설의 장래계획을 고려하여 증설과 교체가 쉽고 유연성이 있는 설비로 한다.

- (4) 운전과 유지관리가 쉽고 사고를 방지하기 위하여 안전성이 높은 것으로 한다.
- (5) 지진이나 그 밖의 자연재해에 대하여 충분한 강도와 안정성을 가져야 하며 복구성도 고려한다.

7.3 수전계획

수전계획은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 최대수요전력은 최종계획과 대상부하를 충분히 조사하고 운전방법 등을 고려하여 결정한다.
- (2) 계약전력은 전력회사의 전기공급약관에 따라 충분하게 협의하여 필요한 사항을 결정한다.
- (3) 수전방식은 시설의 중요도에 맞춰 선정한다.

7.4 수·변전설비

수·변전설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수·변전설비의 주 회로구성은 점검보수시에 전체가 정전되지 않도록 구성하고 가능한 한 간소화한다.
- (2) 설비용량(kVA)은 최대수요전력(kW)에 충분히 대응할 수 있어야 한다.
- (3) 안전상의 책임한계점에는 구분개폐기로서 단로기 또는 부하개폐기(지락보호장치부)를 설치한다.
- (4) 책임한계점의 부하측 수전설비에는 부하전류와 고장전류를 안전하게 투입하고 차단할 수 있는 주차단기를 설치한다.
- (5) 외부로부터 침입하는 이상전압(surge)에 대하여 효율적으로 보호할 수 있도록 피뢰기를 설치한다.
- (6) 변압기용량은 적절한 여유율을 가져야 하며 주요한 변압기는 2뱅크 이상으로 구성하고, 고장 시에는 회로에서 완전히 분리할 수 있어야 한다.
- (7) 특별고압용 개폐장치는 가스절연방식 또는 스위치기어방식으로 하며 고압용 개폐장치는 스위치기어방식을 표준으로 한다.
- (8) 기기와 재료를 선정할 때에는 사용목적과 설치장소를 고려하고 신뢰성이 높고 규격에 적합한 표준품을 선정한다.
- (9) 수·변전설비의 배치는 합리적이고 유지관리가 용이해야 하며 설치와 배선에는 충분한 안전성과 내진강도가 높은 것으로 한다.

7.5 보호 및 안전설비

전력설비의 보호 및 안전설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 회로에 발생하는 이상전류를 예상하여 과급사고를 방지하고 사고시의 정전범위를 최소화할 수 있도록 각 설비 간에는 충분한 보호조치를 한다.
- (2) 회로의 이상전압에 대하여 각 설비 간에는 충분한 절연협조를 한다.
- (3) 각 기기는 적절한 보호장치로 보호한다.
- (4) 접지는 인체의 감전사고방지와 전기설비나 기기를 보호하기 위하여 효율적으로 접지를 한다.

- (5) 각 설비는 감전사고를 방지하도록 충분한 조치를 취하고, 인터록에 의하여 오조작을 방지할 수 있어야 한다.

7.6 배전설비

배전설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배전전압은 그 사용목적과 부하측의 특성을 충분히 고려하여 결정한다.
- (2) 모선방식과 배전방식은 시설의 중요도와 운용조건 등을 고려하여 결정한다.
- (3) 각 배전선에는 부하전류와 고장전류를 안전하게 투입하고 차단할 수 있는 차단기 등을 설치한다.
- (4) 배전용 개폐장치는 스위치기어방식으로 한다.
- (5) 전선은 케이블을 사용하며 또한 전선로는 유지관리가 용이하고 외상에 대하여 충분한 보호조치를 강구한다.
- (6) 효율적인 감시를 위하여 전압계, 전류계, 전력계 및 표시등을 설치한다.

7.7 동력설비

동력설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 부하군에 가까이 배치하며 폐쇄형배전반 방식으로 한다.
- (2) 부하회로에는 부하전류를 개폐할 수 있는 개폐기와 함께 고장전류를 안전하게 차단할 수 있는 차단기 또는 퓨즈를 설치한다.

7.8 역률개선 설비

역률개선설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수변전설비에서 종합역률은 90~95 % 정도 유지하는 것이 바람직하다.
- (2) 저압전동기 및 고압 소용량 전동기회로에는 진상콘덴서를 직접 병렬로 설치하고 고압모선에는 종합역률조정용 고압진상콘덴서군을 설치하는 것이 바람직하다.
- (3) 고압콘덴서는 별도의 차단장치 없이 직렬로 연결하는 것을 원칙으로 하고, 주회로에는 내부고장을 단독으로 보호하고 과급사고를 방지하기 위하여 보호장치를 설치한다.
- (4) 진상콘덴서에는 필요에 따라 직렬리액터장치를 설치하고 콘덴서용 개폐기가 설치된 경우에만 방전코일 등 방전장치를 설치한다.
- (5) 대용량의 고압콘덴서군은 2군 이상으로 분할하여 제어할 수 있도록 한다.
- (6) 오존발생장치의 전원회로에는 역률과 고조파(higher harmonics)장애를 개선하는 장치를 필요에 따라 설치한다.

7.9 무정전 전원장치

무정전전원설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 설비구성은 부하의 중요성과 부합되는 신뢰성을 가져야 한다.

- (2) 설비용량은 부하를 충분히 조사하고 상시, 정전시 및 순시(기동시)용량을 고려하여 결정한다.
- (3) 설비는 폐쇄형배전반 수납형으로 하고 내진대책 및 온도관리를 한다.
- (4) 각 부하로의 전력공급은 계통화하고 분할화하며 사고시의 과급을 방지하기 위하여 각 회로에는 배선용 차단기를 설치한다.

7.10 직류전원장치

직류전원장치는 다음의 각 항에 따른다.

- (1) 고압 또는 특별고압 수변전설비의 제어용 전원과 비상용 조명의 전원으로 직류전원장치를 설치한다.
- (2) 직류전원장치의 충전장치는 부동충전방식을 사용한다.
- (3) 직류전원장치에는 필요에 따라 부하전압보상장치, 과방전방지보호장치를 추가로 설치한다.
- (4) 직류전원장치에는 동작 및 감시에 필요한 장치를 설치한다.

7.11 방재설비

상수도시설에는 화재와 뇌해 등에 의한 방재 설비는 다음 항에 따른다.

- (1) 경보설비
- (2) 피난설비
- (3) 피뢰설비

8 비상용 전원설비

8.1 총칙

비상용 전원설비는 정전에 따라 발생하는 제한급수나 단수 등 시설이용상의 지장을 가능한 한 저감시키기 위하여 필요한 전원을 확보하는 것을 목적으로 설치하는 설비이다.

중요한 수도시설에서는 정전의 영향을 피하기 위하여 2회선 수전방식을 채택하는 것이 바람직하다. 그러나 이러한 방식을 취하더라도 정전이 전혀 없도록 하는 것은 불가능하기 때문에 정전시 단시간 내에 전원을 절체할 수 있도록 비상용 자가발전설비를 필요에 따라 설치한다.

비상용 자가발전설비는 「건축법」, 「소방기본법」, 「소방시설설치유지 및 안전에 관한 법률」에 의한 비상전원으로 그 기능을 충분히 발휘할 수 있어야 한다. 또한 불의의 사고 등에 의한 정전에 대비하기 위하여 설치하는 것이므로 전력을 안전하고 신속하게 발생할 수 있는 것으로 또 구동용 내연기관의 연료저장이나 일상의 보수가 용이한 것으로 한다.

8.2 기본설계

비상용 자가발전설비를 설계할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 주요시설에는 비상용 자가발전설비를 필요에 따라 설치한다. 용량에 대해서는 비상시에 확보해야만 할 전력설비용량을 집계하여 결정한다.

(2) 비상용 자가발전설비는 기동이 확실하고 신뢰도가 높은 것으로 한다.

8.3 기종

비상용 자가발전설비를 설치하는 경우에 발전기는 동기발전기로 하고 그 여자방식은 브러시리스 여자방식 또는 정지여자방식으로, 원동기는 가스터빈 또는 디젤기관을 표준으로 한다.

8.4 출력

비상용 자가발전설비의 발전기용량과 원동기출력은 대상설비 전체를 안정적으로 가동할 수 있어야 한다.

8.5 부대시설

비상용전원의 부대설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 자가발전설비에는 제어용배전반, 전력회사 전원과의 절체장치 및 각종 보호장치를 설치한다.
- (2) 원동기에는 연료탱크, 기동장치 등의 보조설비를 설치한다.
- (3) 자가발전설비에는 환기, 소음, 방진대책을 강구하며 디젤기관일 경우에는 냉각수설비를 설치하고 한랭시 대책을 강구한다.

9. 기계실과 전기실

9.1 총칙

기계실과 전기실의 설계에서는 의장보다 기능을 우선하여 설치하는 설비가 충분히 그 기능을 발휘할 수 있도록 고려해야 한다.

건물은 외부로부터의 침수, 내부 급배수관에서의 누수 등이 발생하더라도 설비에 불의의 사고를 초래하지 않도록 하는 것이 필요하다. 특히 전력설비는 고도화, 전자화, 복잡화됨에 따라 과거보다 더욱 설치환경이 중요하게 되고 있으며 보수와 운전관리 면에서 안전성과 작업성의 향상이 추구하고 있다. 따라서 전기실은 이들 조건이 만족되도록 해야 한다.

기계실과 전기실은 법령에 의한 규제를 받는 경우가 많으므로 설계할 때에는 관련법규를 충분히 검토해야 한다. 또 기계실과 전기실은 사람이 상주하지 않는 경우가 많으므로 안전과 방법에도 고려해야 한다.

9.2 기계실

기계실은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 기계실은 설비를 보수점검 하는데 필요한 면적과 여유공간을 가져야 하며 또한 기기의 반출입에 필요한 통로를 확보하고 필요한 경우 크레인 등을 설치한다.
- (2) 지하에 설치하는 경우에는 침수와 누수에 대비하여 충분한 배수(排水)시설을 갖추어야 한다. 또 실내로의 출입구는 2개소 이상으로 하는 것이 바람직하다.

- (3) 실내의 온도와 습도를 일정범위로 유지하기 위하여 적절한 환기장치를 설치하며 채광과 문짝은 보안을 고려한다.

9.3 전기실

전기실은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 전기실의 위치는 가능한 한 부하의 중심적 위치가 바람직하며, 설치장소의 상황, 부하의 배치, 배선경로 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 전기실의 넓이와 높이는 기기의 반출입, 보수점검, 분해정비 및 장래 설비교체에 필요한 여유를 고려해야 하며, 또 출입구는 가능한 한 2개소 이상으로 한다.
- (3) 전기실의 환경은 설비의 기능이 안정되게 발휘할 수 있도록 환기설비 등을 설치하고 부식성 또는 가연성가스로부터 위치적으로나 구조적으로 충분히 차폐시킨다.
- (4) 전기실은 「소방기본법」과 「건축법」에 적합한 구조이어야 하며, 실내의 채광과 문짝은 안전을 고려하고 개구부는 조수나 곤충 등의 침입을 방지도록 조치한다.

9.4 조명 설비

조명설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조명은 사용목적에 적합해야 하며 작업면에서 충분한 조도를 갖도록 하고 또 효율이 높은 광원을 사용한다.
- (2) 운전관리상 필요한 장소에는 비상용 조명등을 설치한다.
- (3) 조명기구의 배치는 용이하게 보수 관리할 수 있도록 고려하고 설비는 관련 법규에 적합한 것으로 한다.

9.5 소음방지 등

소음방지나 그 밖의 사항들에 관해서는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 부지경계 밖으로 소음이나 진동 등이 파급되는 것을 방지하는 조치를 한다.
- (2) 거주구역과 관리실 등에 소음이나 진동이 파급되지 않도록 고려한다.
- (3) 비상시에 효율적으로 연락할 수 있는 설비를 설치한다.

10. 계측제어설비

10.1 총칙

상수도시설에서 계측제어란 상수도시설의 감시와 제어 및 정보처리를 취급하는 기술을 말하며 그에 필요한 제 설비를 계측제어 설비라고 한다.

일반적으로 잘 알려진 공정자동화(Process Automation : PA)는 계측제어기술을 기반으로 하고 있으며 계측제어란 용어는 70년대 초기에는 계측이 주목적이었으며, 80년대부터 제어목적이 추가되면서 계측제어(Instrumentation and Control : I&C)란 용어가 사용되었다.

계측제어는 원래 화학 플랜트의 자동화와 함께 최초로 태동된 기술로 플랜트에서의 두뇌 및 신경 계통을 담당하는 핵심기술이며 플랜트내의 제반시설을 유기적으로 연관시키고 전체를 시스템화 하여 플랜트 전체가 안정성, 경제성을 확보하며, 합리적이고 효율적으로 운전될 수 있도록 공정을 양적, 질적으로 파악하고 생산 공정 상태를 감시·제어하여 안전하고 정확하게 운전관리하는 것을 의미한다.

계측제어설비를 종류별로 대별하면 다음과 같다.

- ① 전자계산기 장치(DAS, 통신네트워크장치, 기타)
- ② 컴퓨터 감시제어 장치(PLC, DCS, ACS, 통신네트워크장치, 기타)
- ③ 원격 감시제어 장치(TM/TC, SCADA, 통신네트워크장치, 기타)
- ④ 중앙감시반(GDP, MDP, 영상감시반/projector)
- ⑤ 판넬기기
지시계, 기록계, 적산계, 연산기, 설정기, 경보계, 조절계, 변환기, 기타
- ⑥ 현장기기
유량계, 수위계, 압력계, 온도측정계, 수질계, 분석계, 조절변(C/V), 조작기기, 기타
- ⑦ 감시 제어반(OPC, LCP, LIP, LOP, MOP, 기타)
- ⑧ 보안 감시 장치(CCTV, 침입감지설비, 기타)
- ⑨ 기타 기기
- ⑩ 전원장치(상용AC전원, DC전원, UPS전원)
- ⑪ 현장 설치공사 기자재

상수도시설에서 계측제어설비는 상수도시설을 원활하게 관리하기 위한 것으로 시설의 운전관리에 관계되는 여러 가지 요인들을 정보로서 신속하고 정확하게 파악하여 조작에 반영시키기 위한 설비이다.

그러므로 계측제어는 단지 시설을 조작감시하고 제어하기 위한 설비로서 기술뿐만 아니라 정보를 효율적으로 활용하기 위한 체제와 기술도 포함되는 넓은 의미로 정의된다.

계측제어는 시설을 안전하며 합리적이고 또한 경제적으로 관리하기 위하여 정보를 효과적으로 이용하는 것을 목적으로 한다.

따라서 상수도시설에서 계측제어의 목적은 취수, 도수, 정수, 송수 및 배수 등의 각 시설을 계측하고 제어하여 자동화 및 집중관리화 함으로서 시설 전체의 운전관리나 설비관리를 효율화하는 것이다.

상수도시설에서 계측제어설비를 적절하게 계획함으로써 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- ① 수질, 수량 및 수압 등의 품질관리 향상
- ② 시설의 가동상황 파악과 합리적인 제어에 의하여 운전의 안정성 및 안전성 확보
- ③ 이상시 신속하고 적절한 대응
- ④ 노동의 경감 및 안전위생의 유지 등으로 노동조건 향상
- ⑤ 약품 및 동력 등을 적정하게 사용함으로써 생산성 향상
- ⑥ 적절한 정보관리로 수도시설전체의 운전관리나 설비관리의 기능 향상

10.2 안전대책

계측제어설비가 신뢰성과 안정성을 유지하기 위하여 보호장치와 백업장치를 구비하는 등 충분한 안전대책을 강구한다.

11. 계측제어용 기기

11.1 총칙

계측제어용 기기는 상수도시설의 제어방식에 적합하고 공정을 확실하게 파악할 수 있는 운전정보 등의 정보처리가 적절하게 이루어져야 하며 또 안전하면서 신뢰성이 높은 것이 요구된다.

계측제어용 기기는 일반적으로 검출부, 표현부, 조절부, 조작부 및 전송부로 크게 나누어진다.

검출부는 상수도시설의 각 부분에서 수위, 압력, 수량 및 수질 등의 변화량을 검출하여 신호로 변환하는 장치이며, 표현부는 변환된 신호를 지시, 기록, 표시 및 경보하는 장치이다. 조절부는 수량이나 상태를 일정하게 유지하거나 일정한 기준에 따라 변화된 신호를 발신하는 장치이고, 조작부는 조절부로부터 조작신호를 받아 제어목적을 달성하기 위하여 작동하는 장치이다. 전송부는 이들 검출부, 표현부, 조절부 및 조작부의 상호간에 신호를 전달하는 부분이다.

또 시설의 감시, 제어 및 정보처리를 위하여 컴퓨터나 데이터전송기기를 사용하는 경우에는 이들 각 요소중 표현부, 조절부 및 전송부를 조합한 형식으로 된다.

일반적으로 계측제어용 기기 구성은 계측하고 제어할 항목이나 그 양, 제어의 안전성과 중요성 등에 의하여 결정된다.

상수도시설에서 계측제어용 기기를 대별하면 현장 계측기기와 판넬 계측기기로 구분된다.

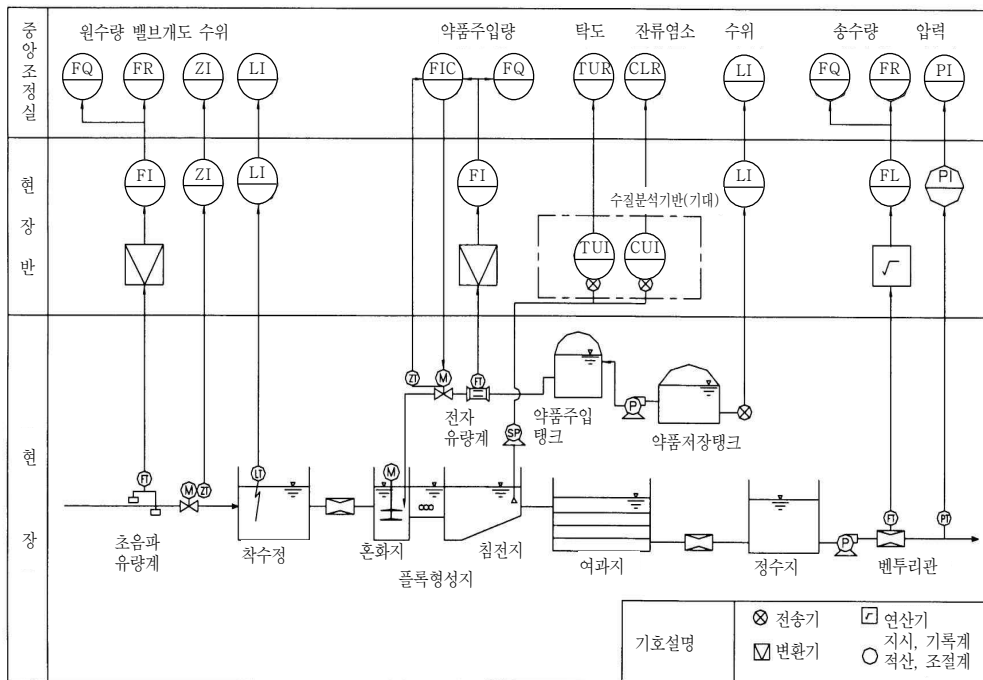
현장 계측기기는 유량계측, 수위계측, 압력계측, 수질계측, 기타계측 등이 있으며 기타계측으로는 온도측정계, 분석계, 조절변(C/V), 조작기기, 습도계측, 우량계측 및 전압, 전류, 전력, 주파수, 역률 등의 전기계측 등으로 구분되고 판넬 계측기기는 지시·기록용기기(지시계, 기록계, 적산계, 설정기, 경보계, 기타), 조절기기(연산기, 조절계, 기타), 신호변환용기기, 기타 기기 등으로 구분되는데 정수장의 계측제어용 기기 적용 예를 도시하면 [그림 1.11.1]과 같다.

11.1.1 계측제어용 기기의 구성 및 규모를 정할 때에 유의해야 할 점은 다음과 같다.

- (1) 계측·감시의 항목과 점수는 상시감시를 필요로 하는 것과 그렇지 않은 것, 또 표현에 대해서도 지시나 표시만 하는 것과 기록, 적산 및 경보까지 하는 것 등, 그 목적과 필요성에 따라 항목마다의 중요도를 명확하게 할 필요가 있으며 가능한 한 필요한 최소한의 항목과 점수에 그치도록 간략화해야 한다.
- (2) 제어에 대해서는 계측량을 기준으로 중앙운영실근무자가 수동으로 조작하는데 그치게 하거나, 변위나 변화량을 기준으로 하여 조절기기 등을 사용하여 제어루프를 구성하는 등 제어방식과 중요성에 따라 기기를 구성한다.

11.1.2 계측제어용 기기 선정 및 설치·환경조건에 대하여 유의해야 할 점은 다음과 같다.

- (1) 기기는 동일한 사용목적에 대하여 구조, 원리, 형상 및 크기 등이 서로 다른 많은 기종들이 있으며 각각 장단점이 있다. 따라서 기기는 사용조건, 측정범위, 정밀도, 설치조건, 환경조건 등에 가장 적합하며 또한 신뢰성이 높고 생애주기비용을 고려해야 하며 교정이나 보수가 용이한 것을 선정해야 한다. 또 그 기능만이 아니라 기기의 부착조건이나 외관에 대해서도 유의하여 선정한다.
- (2) 기종 및 신호는 계획의 용이성, 보수성의 간이성, 기기의 호환성 및 예비품의 공통성 등으로부터 가능한 한 통일시키는 것이 바람직하다.
- (3) 설치조건과 환경조건은 기기나 장치의 신뢰성, 내구성, 안정성에 큰 영향을 미치는 정밀도의 보증에도 문제가 생기기 때문에 설치조건에 알맞은 기기를 선정한다. 또 각 기기간의 신호를 전달하는 전송로에 대해서는 유도장애 및 뇌해를 받지 않도록 대책을 강구해야 한다.



[그림 1.11.1] 정수장의 계측제어용 기기 적용 예

11.2 유량계측

유량계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유량을 계측하기 위한 계기는 측정조건, 측정범위, 정밀도 등을 고려하여 선정한다. 특히 거래용이나 유수율에 관계되는 유량계는 정밀도가 높은 것을 선정한다.
- (2) 유량계를 설치할 때는 설치조건과 환경조건에 유의한다.

11.3 수위계측

수위계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수위를 계측하기 위한 계기는 측정조건, 측정범위, 정밀도 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 수위계를 설치할 때에는 설치조건 및 환경조건에 유의한다.

11.4 압력계측

압력계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 압력을 계측하기 위한 계기는 측정조건, 측정범위, 정밀도, 응답성이 적절한 것을 선정한다.
- (2) 압력계를 설치하는 경우에는 설치조건과 환경조건에 유의한다.

11.5 수질계측

수질계측은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수질을 계측하기 위한 계기는 구조나 원리가 간단하고 응답성이 좋으며 신뢰성이 높고 교정 및 보수가 용이한 것을 선정한다. 또 내습성, 내부식성 등 주위의 환경조건에 알맞은 것을 선정한다.
- (2) 수질계측은 수질계기의 설치환경과 채수방식에 유의한다.
- (3) 수질계측기기는 원수수질, 정수장 운전의 자동화 및 공급과정 수질관리 등 정수처리 시설의 여건과 공급과정 수질변화에 능동적으로 대응키 위하여 필요한 계측기를 선정·설치해야 한다.

11.6 기타계측

기상관측용기기, 염소가스누출검지기, 지진검지기 등의 기기는 각각의 용도에 알맞은 것으로 하고 설치조건과 환경조건에 적합한 기종을 선정한다.

11.7 지시·기록용 기기

지시·기록용 기기는 시설의 계측치 및 가동상황 파악이나 데이터관리에 적합한 것으로 선정하여 설치해야 하며 사용목적이나 설치조건에 유의한다.

11.8 조절기기

조절기기는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조절기기는 안정되고 확실하게 동작하는 것이어야 한다.
- (2) 조절기기의 동작특성과 종류는 그 제어계에 적합한 것이어야 한다.

11.9 신호변환용 기기

신호변환용 기기는 용도와 설치조건에 적합한 것을 선정한다.

11.10 기타기기

기타기기로는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 제너베리어 (zener barrier)

(2) 피뢰기 (arrester)

12. 감시제어설비

12.1 총칙

감시제어설비는 상수도시설의 규모에 알맞은 것으로 안정적이고 합리적이며 또한 효율적으로 운용하기 위하여 높은 신뢰성과 우수한 감시제어성을 겸비할 필요가 있으며 생애주기비용(life cycle cost)을 충분히 고려하여 설계해야 한다.

설치할 때에는 사업체의 실태에 비추어 필요최소한의 설비로 하는 것이 바람직하다. 또 시스템의 규모가 커질수록 시스템다운은 곧 정수처리공정이나 물의 안정공급 등에 지장을 주게 되므로 높은 신뢰성을 갖는 기기를 사용하는 것은 물론, 시스템 전체로서 고장시 자동안전(fail safe)대책, 확장성, 위험분산 등에 대하여 고려해야 한다.

또 감시제어설비는 고도화되고 복잡화되는 시설을 종합적인 관점에서 안정적이고 효율적이며 합리적으로 운영하는 것을 목표로 하는 이외에 작업시간과 작업노력을 절약한다는 측면도 가지고 있다. 따라서 한정된 인원으로 목적에 부합되도록 관리운용하기 위해서는 인간공학적으로 고려해야 하면서 감시조작성이 우수한 시스템으로 해야 한다.

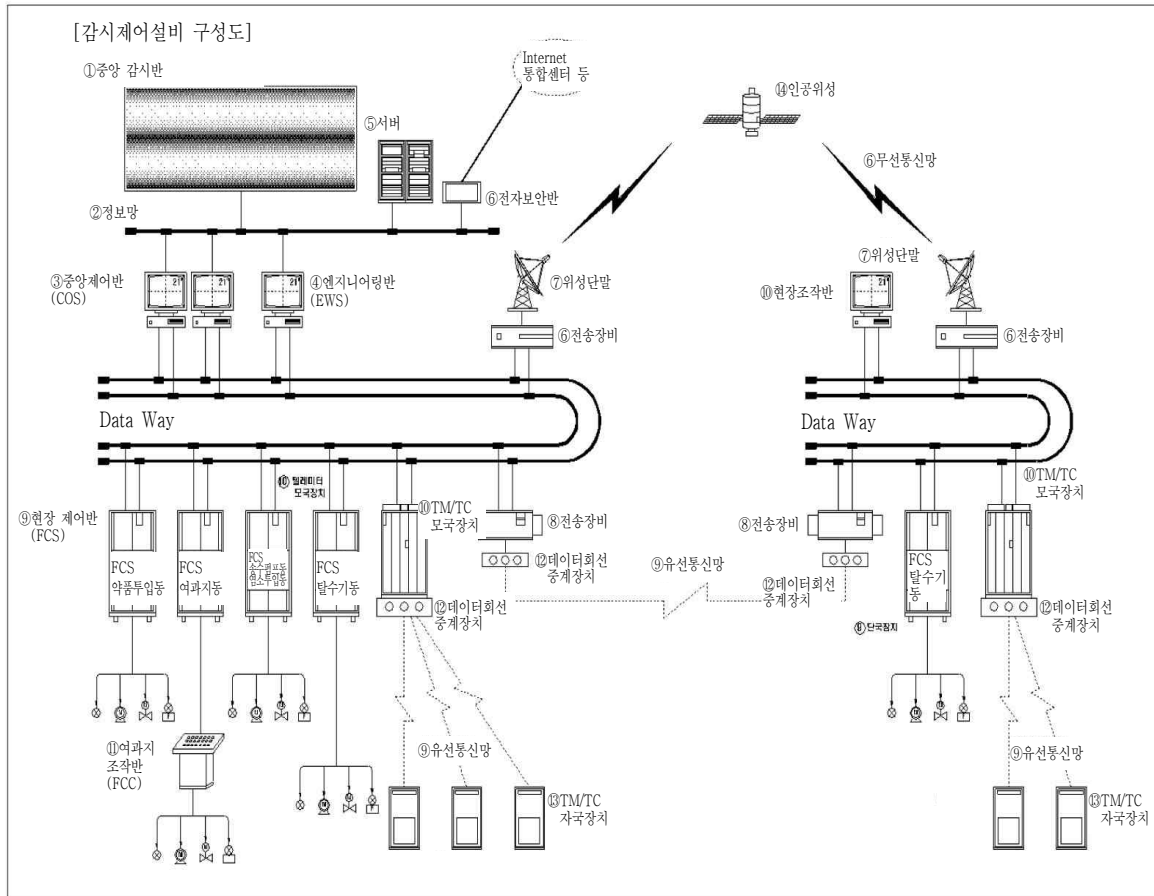
감시제어설비는 물수요의 증대나 시설의 운용형태를 변경하는 경우에 영향을 가장 받기 쉬운 설비이다. 이에 대응할 수 있는 유연하고 또한 확장성이 있는 시스템이 바람직하다. 그러나 한편으로는 기술이 매우 빠르게 진보하므로 확장시 등에서의 진부함에 대한 불안이 남는 등의 이유로 필요최소한의 시스템화가 바람직하다는 견해도 있다.

감시제어설비는 시설을 운전관리하기 위한 것이기 때문에 시설을 운용하는 조직·체제와 밀접한 관계가 있다. 시설을 효율적·안전 합리적으로 운전하기 위해서는 계측제어설비가 갖는 각종기능과 유기적으로 결합된 운전관리체제, 즉 관리방식이 중요하다.

고도의 기능을 갖는 감시제어설비이더라도 운전조작 및 유지관리요원의 기술수준에 어울리는 것이 아니면 설비의 기능을 충분히 발휘할 수 없을 뿐만 아니라 운전원의 부담을 초래하여 효율적으로 시설을 운전할 수 없게 될 우려가 있다. 따라서 감시제어설비를 포함한 계측제어설비는 시설의 규모, 중요도 및 기술수준에 적합해야 하며 관리방식도 고려한 것으로 할 필요가 있다.

이와 같이 관리방식과 밀접한 관계를 갖는 감시제어설비는 휴먼머신인터페이스(human-machine interface : HMI)로 되기 때문에 인간과 시설 및 시설상호의 관련을 충분히 이해한 다음에 명확한 도입목적과 또 그에 근거하는 명확한 설계개념에 맞도록 설계해야 한다.

일반적인 감시제어설비의 구성 예를 [그림 1.12.1]에 나타내었다.



[그림 1.12.1] 감시제어설비의 구성 예

12.2 감시조작설비

감시조작설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 감시설비는 시설의 운전을 이해하기 쉬운 것으로 한다.
- (2) 감시설비에 각종 정보를 전송하는 장치는 정확하고 신속하게 전달하는 기능을 가진 것으로 한다.
- (3) 기록방식은 기록의 목적과 내용에 적합한 것으로 한다.
- (4) 경보의 통지나 표시는 운전원이 이해하기 쉽고 필요한 최소한으로 한다.
- (5) 조작설비는 감시설비와 일체로 하고 조작성이 우수한 것이 필요하며, 운용목적과 설치위치에 따라 데이터서버(data server), 중앙제어반(COS : central operation station), 현장제어반(FCS : field control station), 엔지니어링반(EWS : engineering work station) 등으로 구분할 수 있다.

12.3 제어설비

제어설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 시설에 적합한 제어기능을 가지고 있어야 하며 신뢰성, 확장성 및 보수성 등이 우수한 것으로 한다.
- (2) 필요한 최소한의 백업설비를 구비하는 것으로 한다.

12.4 전송설비

전송설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 시설의 규모나 운전관리에 적합하고 신뢰도가 높은 것으로 한다.
- (2) 신호변환(signal exchange)체계는 장치나 기기의 종류에 관계없이 가능한 한 표준화하고 어떠한 시스템에도 유연하게 적용할 수 있도록 한다.

12.5 중앙운영실

중앙운영실은 시설관리의 중추로서 안전하게 운전관리 할 수 있는 작업환경이 되도록 계획해야 한다.

12.6 계측제어용 전원

계측제어용 전원은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측제어용 기기에 안정적이고 확실하게 전원을 공급할 수 있는 것으로 한다.
- (2) 전원은 양질이어야 하고 충분한 용량을 가지고 있는 것으로 한다.

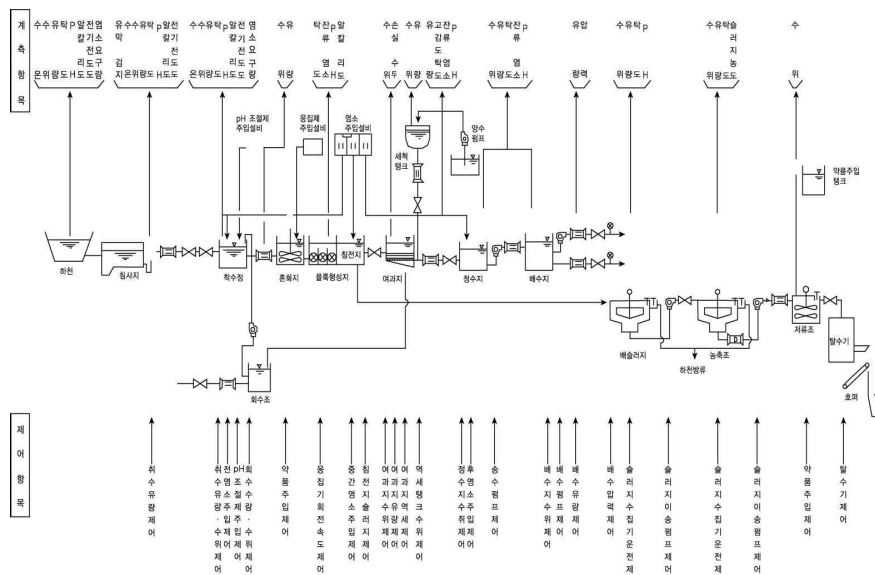
13. 시설별 계측제어

13.1 총칙

상수도시설에서 계측제어의 적용범위를 크게 나누면, 취수장, 정수장 및 배수펌프장 등 개개의 시설을 대상으로 한 플랜트제어와, 수원으로부터 배수시설까지 상수도시설전체를 종합적으로 일체화하여 운전관리하는 계통운용제어가 있다.

정수장에서 계측과 제어의 일반적인 항목을 열거하면 [그림 1.13.1]과 같다. 이들 항목은 원수수질의 양부, 정수처리방법, 취수, 송·배수방식 등에 따라 몇 개의 항목을 생략(또는 추가)하는 경우가 있다. 시설규모에 관계없이 취수로부터 배수에 이르기까지의 공정 중에서 필요로 하는 일반적인 계측과 제어의 항목이다.

계측제어설비의 규모 및 구성을 결정할 때는 계측제어의 목적과 효과를 명확하게 하고, 계측제어 기기의 신뢰성·안전성 등 기본적 사항을 포함하여 검토해야 한다.



[그림 1.13.1]

13.2 저수 및 취수시설

저수 및 취수시설의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수원의 종류와 유지관리에 적합한 수위계와 유량계를 설치하고 필요에 따라 수질계기, 수질감시수조 등을 설치하는 것이 바람직하다.
- (2) 저수 및 취수시설에서 계측제어기기의 각 입·출력단자부에는 서지보호기(arrester)와 같은 적절한 보호장치를 설치한다.

13.3 도수시설

도수시설의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 도수시설에는 도수방식이나 유지관리에 적합한 유량계를 설치하는 것이 바람직하다.
- (2) 펌프에 의한 도수유량의 제어는 1.3.3 유량제어를 참조한다.
- (3) 도수시설에서 계측제어기기의 보호장치는 1.13.2 저수 및 취수시설의 2.에 준한다.

13.4 착수정

착수정의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 착수정에는 그 규모 및 목적에 적합한 수위계와 유량계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 착수정의 유량을 제어하는 경우에는 수위변동에 대하여 안정적이고 확실한 제어방법에 의한다.

13.5 응집용 약품주입설비

응집용 약품주입설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 약품의 종류, 주입방식 및 유지관리에 알맞은 유량계, 수위계 및 조절밸브 등을 설치한다.
- (2) 약품주입설비의 계측제어는 수질변화에 대응할 수 있는 제어범위를 가지고 있고 또한 그러한 변화도 계측할 수 있어야 한다.
- (3) 계측제어기기 중 필요부분은 약품에 의한 부식에 견딜 수 있는 것으로 한다.

13.6 플록형성지와 침전지

플록형성지와 침전지의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 플록형성지와 침전지에는 필요에 따라 수질계기 등을 설치한다.
- (2) 계측제어기기는 주위의 환경조건에 적합한 기기를 선정한다.
- (3) 침전지의 배슬러지제어는 배슬러지지의 조건 등을 고려하여 안전하고 확실하게 배출할 수 있는 설비로 한다.

13.7 여과지

여과지의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지에는 여과유량계와 손실수두계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 여과유량제어는 총여과수량을 임의로 제어할 수 있는 것이 바람직하다.
- (3) 세척조작을 시퀀스 제어방식에 의한 경우에는 각 기기는 동작이 확실하고 안전성과 신뢰성이 높은 것을 선정한다.
- (4) 세척탱크에는 수위계를 설치하고 양수펌프 등으로 연동될 수 있는 장치로 하고 수위정보표시를 한다.

13.8 정수지(배수지)

정수지의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 정수지에는 수위계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 계측제어기기는 내염소성 및 내습성 등의 환경조건을 고려한 것이어야 한다.

13.9 소독설비

소독설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 소독제의 주입 및 유지관리에 적합한 유량계, 압력계, 조절밸브 및 잔류염소계 등을 설치한다.
- (2) 계측제어기기는 환경조건에 알맞은 것이어야 하며 필요한 부분은 내식성을 갖는 것으로 한다.
- (3) 소독설비의 안전성을 확보하기 위하여 저장실과 주입기실 등에는 염소가스누출검지기를 설치한다.

13.10 전·중간염소처리 설비

중간염소처리설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측제어설비는 원수수질과 처리수량의 변화에 대응하여 계측하고 제어할 수 있는 것으로 한다.
- (2) 염소주입은 주입설비나 측정설비에 의한 시간차의 영향을 받으므로 충분히 검토한다.

13.11 알칼리제·산제 주입설비

알칼리제·산제 주입설비에 대한 계측제어설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측제어기기는 약제의 사용조건이나 주변의 환경조건에 알맞은 것이어야 하며 안전하게 취급할 수 있는 구조로 해야 한다.
- (2) 유량계, 압력계, 수위계 등의 계측기기는 약제의 용해나 주입에 알맞은 것을 설치해야 하며, 제어에 알맞은 조절밸브를 설치해야 한다.
- (3) 알칼리제주입설비의 계측제어는 수질변화에 대응할 수 있는 제어범위와 계측기를 구비한 것으로 한다.

13.12 활성탄 흡착설비

활성탄 흡착설비의 계측제어는 다음 각 항에 의한다.

- (1) 분말활성탄 흡착설비의 계측제어기기와 주입기기는 방진성, 방폭성, 내마모성, 내부식성 등을 고려한다.
- (2) 입상활성탄 흡착설비는 탄층(고정층식, 유동층식) 관리에 필요한 계측제어기기를 설치한다.

13.13 오존처리설비

오존처리설비의 계측제어설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계측기기는 오존의 성질이나 그 주변 환경에 알맞은 것이어야 하며 유지관리가 용이하고 안전하게 취급할 수 있는 구조로 한다.
- (2) 오존의 발생과 주입 등이 안전하고 효율적이며, 적절하게 제어할 수 있는 것으로 하며 자동안전(fail safety)기능을 구비해야 한다.
- (3) 오존에 대한 계측제어설비는 수질변화에 대응할 수 있는 제어범위를 계측할 수 있는 설비로 한다.

13.14 막여과설비

막여과설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 막여과의 특성이나 유지관리 등을 고려하여 자동운전이 가능하도록 한다.
- (2) 막여과설비에서 계측제어기기는 유량계, 압력계, 수위계, 그리고 필요에 따라 탁도계, 온도계 등의 수질계기 등을 설치한다.
- (3) 막의 과단이나 여과수의 탁도 상승 등의 이상시에는 해당 여과설비를 조속히 자동정지하고, 이에 따른 경보 등 필요한 조치를 취하는 제어장치를 구비한 것으로 한다.

13.15 용존공기부상지(DAF) 설비

용존공기부상지(DAF) 설비의 계측제어는 다음 각 호에 의한다.

- (1) DAF설비의 특성이나 유지관리 등을 고려하여 자동운전을 가능하게 한다.
- (2) DAF설비를 운영하기 위해서는 유량계, 압력계, 수위계와 탁도계, pH계 등의 수질계측기를 설치하여 운전하며, 설비 중에 공기저장조, 가압탱크, 순환수밸브 및 압력제어밸브 등 주요설비의 이상시에 경보발생과 함께 해당처리설비를 조속히 정지해야 한다.

13.16 해수담수화설비(역삼투막설비)

역삼투설비는 보안필터, 고압펌프, 막모듈, 드로백(색백)수조, 막세척설비 등으로 구성되며 계측제어는 막의 종류와 구성 등에 적합한 시스템으로 한다.

- (1) 역삼투설비의 운전제어는 자동운전을 원칙으로 하며 원수설비와 조정설비 등과 종합적으로 연동할 수 있도록 한다.
- (2) 역삼투설비의 계측제어기기는 수위계, 유량계, 압력계 등과 수질계기로서 pH계, 탁도계, 온도계, 잔류염소계, 산화환원전위계(ORP), 전기전도도계, 슬러지밀도지표계(SDI) 및 알칼리도계를 적절히 배치하고 주변의 환경조건에 알맞은 것으로 하며 안전하게 교체할 수 있는 구조로 한다.

13.17 배출수처리 설비

배출수처리설비의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배슬러지는 자동 배슬러지제어를 원칙으로 하며 슬러지를 균등하게 배출할 수 있도록 한다.
- (2) 조정·농축시설의 계측제어는 수위계, 유량계, 슬러지농도계 및 슬러지계면계 등 필요한 기기를 설치한다.
- (3) 탈수시설의 계측제어는 배출수 처리방법에 적합하고 가장 안전하며 확실한 계측제어기기와 제어방식으로 한다.
- (4) 설치환경이나 측정조건 등에 대하여 고려해야 한다.

13.18 송수시설

송수시설의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 송수시설의 감시와 제어에 적합한 유량계를 설치하고 필요에 따라 압력계를 설치한다.
- (2) 송수량의 제어는 정수지 및 배수지 등의 저류량을 활용하여 송수시설을 안전하고 확실하며 경제적으로 운용할 수 있도록 해야 한다.
- (3) 송수시설에서 대한 계측제어기기의 보호장치는 8.13.2 저수 및 취수시설에 준한다.

13.19 배수(配水)시설

배수시설의 계측제어는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배수시설에 대한 감시와 제어 및 수량관리에 적합한 유량계, 수위계 및 압력계를 설치하고 필요에 따라 수질계기를 설치한다.
- (2) 배수량의 제어는 배수시설을 안전하고 효율적으로 운용하며 배수구역내에 적정한 수량과 압력을 확보할 수 있도록 해야 한다.
- (3) 배수시설에 대한 운전관리에 적합한 계측 및 제어신호를 정수장의 중앙조정실이나 송·배수시설의 현장조정실 등에 전송하는 것이 바람직하다.
- (4) 배수시설에서 계측제어설비의 보호장치는 8.13.2 저수 및 취수시설의 (2)에 준한다.

13.20 펌프설비

펌프설비의 계측제어는 다음 각 항에 따르며, 1.3 펌프의 제어를 참조한다.

- (1) 펌프설비의 운전 및 감시와 제어에 적합한 수위계, 압력계 및 유량계를 설치하고, 필요에 따라 회전속도계 및 역회전감지설비를 설치한다.
- (2) 펌프의 운전방식은 펌프의 용도, 설비규모 및 기동빈도 등에 의하여 결정한다.
- (3) 펌프의 제어방식은 펌프의 제어목적에 따라 운전의 안전성, 확실성 및 경제성에 적합한 것이라야 한다.

14. 무인운전설비

14.1 총칙

상수도시설은 급수구역의 확대에 따라 시설이 광역으로 분산되는 경향이며 한편으로는 수자원의 적정배분 및 안정급수를 위하여 계통적인 시설운용과 관리를 효율화할 필요가 있고 이를 위해 원격 감시제어장치(TM/TC 장치 : Telemetry/Telecontrol 장치) 등을 사용하여 시설을 집중관리하거나 또는 무인시설을 설치하는 경우가 증가하고 있다. 또 여기서 기술하는 무인설비란 정수장 등 운전원이 상주하는 구내 이외의 취수·도송배수시설, 펌프장, 밸브제어 등 현지 무인시설의 기계·전기설비를 말한다. 무인설비는 노동조건 개선, 운전인력의 최소화, 동일한 작업효과로 작업시간과 작업노력의 경감 등의 효과가 있는 반면, 운전원이 직접 감시하고 운전하는 경우와는 달리, 기기 또는 시스템의 신뢰성, 각종의 안전대책, 시설의 관리체제 등을 특별하게 고려해야 한다. 무인설비로서 특별히 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

14.1.1 신뢰성 향상대책

무인설비에는 가능한 한 신뢰성이 높은 기기를 사용하며 최대한 고장이 일어나지 않도록 해야 하며 시스템 전체로서의 신뢰성을 향상시켜야 한다.

14.1.2 관리체제

무인설비는 원격지에 설치되는 것이 많으므로 상시 순회점검과 함께 사고시나 고장시의 긴급대응 등 관리체제를 검토해야 한다. 이 관리체제는 사업체의 규모나 설비의 규모와 특성에 적합하게 조직해야 한다.

14.1.3 기타

무인시설의 설치에는 「전기사업법」에 의한 「전기설비에관한기술기준」, 「소방관련법」, 「개인정보보호법」 등 관련법규의 적용을 받는 사항이 있으므로 이들에 저촉되지 않도록 설계해야 한다.

14.2 시설의 무인화

시설을 무인화하는 경우에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 무인시설에는 그 시설을 관리하고 있는 장소에서 원격 감시할 수 있도록 계측제어설비를 설치하는 것을 표준으로 한다.
- (2) 무인시설은 사고시에도 급배수에 주는 영향이 최소화되도록 유의한다.
- (3) 무인시설에는 적절한 침입방지대책을 강구한다.

15. 상수도 종합관리시스템

15.1 총칙

상수도 시설은 환경적 문제, 기술개발, 시설 노후화, 요금 체계 변화, 인건비 및 에너지 가격 변화 등 다양한 요소에서 영향을 받고 복잡하게 연결된 문제점 및 과제가 나타나게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 종합적인 관리를 통한 체계적인 운영이 필요하게 되며, 컴퓨터 시스템을 도입하여 운영 관리하는 것이 상수도 종합관리시스템인 것이다.

상수도 종합관리시스템은 크게 수운영, 시설관리, 사무관리, 경영관리 시스템으로 나누어 질수 있으며, 이러한 4개의 구성을 연계하고 각각의 시스템이 갖는 데이터를 공유토록 함으로서 상수도 관련 업무간에는 유기적인 유대 관계가 형성되고, 시설의 효율적인 운용과 업무의 효율화가 가능하여 진다.

상수도 종합관리시스템과 관련된 도입 효과 및 기능은 다음과 같으나, 최대 기능을 나타낸 것이며 연관된 현장 설비 구축 여부, 컴퓨터 시스템을 구성하는 H/W 및 S/W 구축여부 및 현장 상황에 따라 일부 항목 또는 항목 내 일부만 해당될 수 있다.

15.2 수운영시스템

상수도 시설의 종합적인 운용 관리, 감시 제어와 의사 결정 지원을 목적으로 하여 수요 예측 기술, 최적 통계 기법, 관망 해석 지원, 시뮬레이션 기술 등을 응용하여 구축한다.

15.3 시설관리 시스템

시설 관리의 효율화 특히, 수용가 서비스에 시설의 유지관리 향상을 목적으로 하고, 지리정보시스템 및 CAD 시스템 기술 등을 응용하여 구축한다.

15.4 사무관리 시스템

일상의 업무에 전산 시스템을 도입하여 수요처에 대한 서비스 관리를 향상하고 사무환경 개선에 의한 업무의 고도화를 추구하는 기능을 수행한다.

15.5 경영관리 시스템

전반적인 상수도 사업의 합리적인 관리를 통해 경영 혁신을 목적으로 하는 시스템으로, 경영지원 관리와 관련되는 정보를 효율적으로 관리하여 의사 결정을 지원한다.

16. 정밀도 및 성능향상을 위한 고려사항

아무리 성능 좋은 계측제어설비라도 그것을 실현하기 위한 최종단계인 현장 설치가 불완전하게 되어 있다면 이상적인 제 기능을 충분히 발휘할 수 없게 되며 계기오차를 증가시키고 성능을 저하시키는 직접적인 원인이 된다.

계측제어설비가 이상적인 제 기능을 충분히 발휘하기 위하여 현장 설치시에 고려해야 할 주요 사항은 다음과 같다.

- (1) 악조건 환경에 대한 고려사항
- (2) 발신기의 설치 위치에 대한 고려사항
- (3) 도압배관에 대한 주요 고려사항
- (4) 배선에 대한 주요 고려사항

KDS 57 40 00 : 2017

상수도 수원과 저수시설 설계기준

2017년 월 일 제정

1. 수원

1.1 강수특성과 수원확보

수원의 근본이 되는 강수는 강우, 강설, 우박, 서리 등을 총칭하는 것이다. 수원을 확보하기 위해서는 먼저 우리나라의 강수실태를 파악하는 것이 필요하다. 우리나라의 연평균 강수량은 약 1,277mm(1973-2011년 평균)로서 세계평균의 1.6 배 정도이나 인구 1인당 강수량은 세계평균치의 1/6 수준에 불과하므로 물수요관리 등 효율적인 물이용에 관심이 필요하다.

또한 강수량의 연도별 변화폭이 크고 대체로 연간 강수량의 3분의 2가 6~9월에 내려 계절적으로 편중되는 경향이 있으므로 안정된 급수를 확보하기 위해서는 연간을 통하여 계획취수량을 안정적으로 취수할 수 있는 수원을 확보하는 것이 기본으로 되고 있으며, 환경을 파괴하지 않으면서 가능한 한 많은 저수시설을 각 지역별로 확보해야 한다.

수량이 풍부한 지하수나 하천 표류수를 수원으로 이용할 수 있는 경우에는 저수시설을 설치할 필요는 없지만, 일반적으로 신규로 지표수를 취수하고자 하는 경우에는 기존의 수리권과 경합되기 때문에 저수시설을 건설하여 수자원을 개발할 필요가 있다. 독자적으로 전용댐을 설치하거나 또는 다목적댐의 건설계획에 참여함으로써 필요한 취수량을 확보할 수 있다.

1.2 수원의 종류와 특성

수원의 종류와 특성을 고려하여 상수도 수원을 선정한다.

(1) 지표수

- ① 하천수
- ② 호소수

(2) 지하수

- ① 표층지하수(얕은우물)
- ② 심층지하수(깊은우물)
- ③ 용천수

(3) 복류수

- ① 복류수
- ② 강변여과수

(4) 기타

- ① 빗물
- ② 해수

1.3 수원의 선정

수원의 종류에 따른 취수지점을 선정하기 위해서는 다음에 열거된 각 항목을 비교 조사한다.

- (1) 수원으로서의 구비요건을 갖추어야 한다.
- (2) 수리권 확보가 가능한 곳이어야 한다.
- (3) 상수도시설의 건설 및 유지관리가 용이하며 안전하여야 한다.
- (4) 상수도시설의 건설비 및 유지관리비가 가능한 저렴해야 한다.
- (5) 장래의 확장을 고려할 때 수량, 수리권, 수질이 양호하고 확장에 필요한 용지 확보에 유리한 곳이어야 한다.
- (6) 상수원보호구역의 지정, 수질의 오염방지 및 관리에 무리가 없는 지점이어야 한다.

1.4 수원의 구비요건

수원을 선정할 때에는 다음의 구비요건을 조사한다.

- (1) 수량이 풍부해야 한다.
- (2) 수질이 좋아야 한다.
- (3) 가능한 한 높은 곳에 위치해야 한다.
- (4) 가능한 한 수돗물 소비지에서 가까운 곳에 위치해야 한다.

2. 저수시설

2.1 총칙

안정된 급수를 확보하기 위하여서는 연중 계획취수량을 안정되게 취수할 수 있는 수원을 확보하는 것이 기본이다.

수원으로서 수량이 풍부한 지하수나 하천표류수를 이용할 수 있는 경우에는 저수시설을 설치할 필요는 없지만, 일반적으로 신규로 지표수를 취수하고자 하는 경우에는 기존의 수리권과 경합되기 때문에 저수시설을 건설하는 수자원개발이 필요하다. 즉 독자적으로 상수원 전용저수시설을 설치하거나, 다목적댐시설계획에 참여함으로써 필요한 취수량을 확보할 수 있다.

2.1.1 저수시설의 역할과 설치조건

댐 시설은 풍수시의 물을 저류하여 강수량의 변동을 흡수하며 취수의 안정을 도모하는 시설이므로, 댐 시설을 설치할 때에는 입지조건, 저수용량, 계획취수량 및 경제성에 관한 검토가 필요하다.

2.1.2 설치장소

저수시설의 설치장소는 저류수의 수질이 가능한 한 청정하고 장래에도 오염될 우려가 적은 지점이 바람직하다.

수질이 양호하지 않은 지점에 부득이 저수시설을 설치해야만 하는 경우에는 유역의 환경오염원 등에 대하여 조사해야 하며 장래의 수질을 예측하고 부영양화의 방지 등 수질보전대책을 적극적

으로 강구해야 한다. 즉 댐시설 주변에서의 유입오염부하량에 대한 감시, 저수지내의 폭기순환설비나 선택취수설비 등을 설치하고 운영하는 것이 필요하다.

2.1.3. 환경에 대한 고려

댐을 건설할 때에는 댐시설이 환경에 미치는 영향을 충분히 검토하여 주변지역 등의 환경악화를 초래하지 않도록 검토해야 한다.

일정한 규모이상의 댐시설을 건설하는 것은 환경변화가 발생될 수 있으며 계획의 내용 및 실시방법에 따라서는 주변지역이나 호소 등 환경에 나쁜 영향을 미칠 우려가 있다. 그러므로 계획을 입안하거나 또는 변경할 때에는 미리 해당 계획이 환경에 미치는 영향을 가능한 한 예측하여 환경보전상 필요한 조치를 강구할 필요가 있다.

댐건설의 장기계획과 기본계획 수립에는 「환경정책기본법」에 의한 사전환경성검토가 필요하며, 「환경영향평가법」에 따라 댐 등의 수자원개발에서는 일정한 규모이상(만수면적 200만 m^2 이상이거나 총저수용량 2,000만 m^3 이상)의 대상사업에 대해서는 환경영향평가를 실시해야 한다. 또한 「환경영향평가법」의 제외사업이라 하더라도 지역의 사정을 반영해야 하며, 평가대상사업으로 되지 않는 댐에 대해서도 부영양화의 예측이나 지형변화에 의한 환경에의 영향을 평가하는 것이 바람직하다. 이 밖에 저수시설의 설치에서는 「하천법」, 「자연환경보전법」, 「자연공원법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 등 여러 법규제와 지방자치단체의 조례로 규제되는 경우가 있으므로 주의해야 한다.

2.1.4. 위치, 종류 및 구조

저수시설은 풍수시의 물을 저수지에 저류하고 하천유량이 감소되었을 때에 저류수를 보급하는 운용형태를 취한다. 전용저수시설(상수원호소)은 수도용수의 신규개발을 목적으로 건설되는 것으로 취수방법으로서는 저수지에서 직접 취수하는 경우와, 일단 하천에 방류하여 하류에서 취수하는 경우도 있다. 다목적저수시설은 수도를 비롯하여 홍수조절, 발전, 관개, 공업용수도 등의 두 가지 이상의 목적을 가진다.

저수시설에서의 수리계획에 대하여 하천관리자는 수자원장기종합계획이나 하천기본계획의 수립에 따라 하천을 유지관리하거나 공사를 실시하게 된다. 따라서 저수시설에 대해서는 이들 방침이나 계획과 맞출 필요가 있으며, 이 때문에 계획을 입안할 때부터 관계기관(특히 하천관리자)과 협의할 필요가 있다.

2.2 저수시설의 형식

저수시설의 형식을 선정할 때에는 계획취수량, 장래수질, 설치지점, 구조상의 안정성, 경제성, 환경에 대한 영향 등에 관하여 검토한다.

2.3 저수시설의 개량과 갱신

저수시설의 개량과 갱신에는 다음 각 항에 따라 계획적으로 시행한다.

- (1) 저수지의 지형 등 입지조건이나 지질조건과 퇴사용량을 고려한 경제성 등을 고려하여 적절한 유입토사대책을 강구한다.
- (2) 댐 등의 공작물은 견고하게 만들어지고 내용년수가 길기 때문에 계측 데이터나 조사 자료를 근거로 검토하고 필요한 보수와 보강 등을 시행하여 누수를 방지하고 댐설계기준(KDS 54 00 00)에 적합하도록 한다.
- (3) 부속 기기류는 항상 조작성이나 신뢰성 확보가 필요하며, 노후화에 의해 저수시설을 적정 운영하는데 어려움이 없도록 점검과 보수는 물론 계획적으로 개량하거나 갱신한다.

2.4 저수시설의 계획에 필요한 조사

저수시설을 계획하는 경우에는 다음 각 항에 따라 조사한다.

- (1) 수문
- (2) 지형 및 지질
- (3) 물 이용 상황
- (4) 수질
- (5) 퇴사
- (6) 보상 등
- (7) 환경영향
- (8) 기타

2.5 계획기준년

계획취수량을 확보하기 위하여 필요한 저수용량의 결정에 사용하는 계획기준년은 원칙적으로 10개년에 제1위 정도의 갈수를 기준년으로 한다.

2.6 저수시설의 유효저수량 결정

저수시설의 유효저수량은 다음 각 항에 기초를 두고 결정한다.

- (1) 유효저수량은 계획기준년에 있어서 물수지(저수시설 지점의 하천유량과 계획취수량과의 차)를 계산하여 결정한다.
- (2) 물수지 계산에서는 계획취수량을 확실하게 취수할 수 있어야 하며 또한 하천유수의 정상적인 기능유지에 지장을 주지 않아야 한다.
- (3) 추운 지방에서는 취수지점 결빙으로 인한 영향을 고려한다.

2.7 구조상의 조건

- (1) 댐의 형식은 댐건설 지점의 지형, 지질, 수리적 조건과 축조재료에 대하여 검토한 다음에 선정한다.
- (2) 댐의 기초지반에 관해서는 댐 지점의 지질특성, 댐 체체를 지지하는 지층의 두께, 경사, 투수성 단층, 균열 등의 지질조건을 검토한다.

- (3) 댐의 여수로(spillway)는 설계홍수량을 처리할 수 있는 규모, 형식 및 배치로 하여 시설의 안전을 도모한다.
- (4) 상수도용수나 하천유지용수 등의 방류에 필요한 방류설비는 고수압에서도 조작되어야 하기 때문에 댐 제체와의 결합성이 양호하고 댐 하류부에 나쁜 영향을 미치지 않는 구조로 한다.
- (5) 댐 제체의 구조는 댐의 형식, 기초지반, 여수로 등의 특성을 고려하여 필요한 수밀성과 내구성을 가져야 하며 예상되는 하중에 대하여 안전해야 한다.

2.8 수질보전대책

저수시설의 수질오염으로 인하여 문제가 발생할 것으로 예측될 경우에는 수질보전대책을 강구한다.

2.9 다목적저수시설

다목적저수시설(다목적 댐 등)의 계획에 참여하여 수원을 확보하는 경우에는 다음 각 항에 대하여 고려한다.

- (1) 조사, 건설, 완성에 이르는 각 단계마다 사업내용을 파악하여 상수도사업의 목적이 충분히 달성되도록 사업주체나 다른 부문과 협의 조정해야 하며 상수도로서의 필요한 조치를 강구한다.
- (2) 둘 이상의 이수사업자가 참여하는 경우에는 취수시설의 공동화 등에 대해 검토한다.
- (3) 용량배분은 각 목적의 효과가 종합적으로 발휘되도록 각각의 계획을 통합 조정한다.
- (4) 관리에 대해서는 수도사업자로서 소기의 목적이 달성되고 원활하게 관리되도록 구체적인 사항에 대하여 사업주체나 다른 부문과 협의하고 조정한다.

KDS 57 45 00 : 2017

상수도 취수시설 설계기준

2017년 11월 17일 제정

KDS 57 45 00 상수도 취수시설 설계기준

1. 총설

1.1 기본사항

상수원은 주로 지표수(하천수, 호소수 및 저수지수), 지하수, 복류수로 구분된다. 어느 쪽의 경우라도 취수시설은 가능한 한 양질의 원수를 안정되게 취수할 수 있어야 하고 또한 유지관리가 용이하도록 고려해야 한다.

하천의 취수시설은 하천설계기준의 하천 보(KDS 51 40 05), 하천 취수시설(KDS 52 40 15), 하천 하상유지시설(KDS 51 60 20)과 연계하여 검토한다.

1.1.1 확실한 취수

취수시설은 수원의 종류에 관계없이 연간을 통하여 계획취수량을 확실하게 취수할 수 있도록 해야 한다. 수원이 지표수인 경우에는 홍수시나 갈수시에도 안정적으로 취수할 수 있어야 한다. 특히 하천인 경우에는 홍수시의 유목이나 잡초 등 유해물이 취수구를 막아서 취수불능으로 되는 경우가 있다. 또한 홍수시의 전석(轉石 : 암반에서 떨어져 굴러 내려온 돌 또는 흐르는 물에 떠내려 온 돌)이나 토사퇴적으로 취수에 지장을 주는 경우도 있으며, 강바닥의 세굴에 의한 하천수위의 저하가 갈수시에는 취수에 영향을 미친다. 수원이 지하수인 경우에는 지하수를 과잉으로 양수하면 지하수위가 비정상적으로 저하되어 취수량이 감소되는 경우가 있으며, 부압지하수(不壓地下水 : 자유지하수)인 경우에는 갈수시에 수위가 저하되어서 필요한 취수량을 취수하지 못하는 경우도 있다.

취수시설을 설치할 때에는 이러한 점에 유의하여 계획취수량을 확실하게 취수할 수 있는 지점과 적절한 취수방법을 선정해야 한다.

1.1.2 양호한 원수의 확보

취수시설은 원수로서 수질이 양호해야 하며 장래에도 오염될 우려가 없는 지점에 설치해야 한다. 따라서 취수시설은 하수나 기타 오수의 유입지점 부근이나 하류를 피해야 하며, 또한 해수의 영향을 받지 않는 지점에 설치해야 한다.

이 때문에 공장, 하수처리장, 분뇨처리장, 폐기물처리장, 양돈장 등 오염원이 되는 시설을 조사하고, 현재의 상황과 장래의 환경변화로 수질에 영향을 미칠 가능성을 충분히 검토해야 한다. 또 수질사고를 신속하게 발견하기 위해서는 관계자 간의 비상연락망을 정비해 두어야 한다.

1.1.3 재해 및 환경 대책

취수시설은 재해와 사고 등 비상시에도 취수의 영향이 최소화될 수 있는 곳에 설치하고, 수원의 다원화나 취수시설을 포함한 상수도시설의 다계통화를 고려한다.

취수시설을 설치할 경우, 주변 환경에 대한 영향을 충분히 조사하여 자연환경보전에 노력하며, 에너지 절약 등 환경대책을 고려한다. 특히 하천의 경우, 취수지점을 상류에 설치함으로써 에너지절약 효과를 기대할 수 있다.

1.1.4. 유지관리의 용이성

취수시설은 홍수시 등의 악조건에서도 유지관리가 안전하고 용이하게 할 수 있어야 한다. 또 비상시뿐만 아니라 시설을 점검할 때에라도 취수를 정지할 수 있도록 대비해야 한다. 또한 장래에 시설을 확장할 때에 새로운 용지취득이나 공사가 대규모로 되지 않도록 미리부터 장래의 확장을 대비한 구조로 하는 것 등을 고려해야 한다.

1.2 계획취수량

계획취수량은 계획1일최대급수량을 기준으로 하며, 기타 필요한 작업용수를 포함한 손실수량 등을 고려한다.

1.3 취수시설의 선정

취수시설은 수원의 종류에 따라 취수지점의 상황과 취수량의 대소 등을 고려하여 취수보, 취수탑, 취수문, 취수관거, 취수틀, 집수매거, 얕은 우물, 깊은 우물 중에서 가장 적절한 것을 선정한다.

1.4 취수시설의 개량과 갱신

취수시설을 개량하거나 갱신할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 지표수의 취수시설은 장기간에 걸쳐 그 기능을 유지하도록 토목 및 건축 구조물과 기계, 전기, 계측제어설비 등 부속설비의 기능과 특성을 고려하여 설계한다.
- (2) 지하수의 취수시설은 일반적으로 시간이 경과됨에 따라 스크린 등이 막힘으로써 양수능력이 저하된다. 또한 주변 환경의 변화에 따라 수위가 저하되거나 수질이 악화되는 경우가 있으므로 항상 양질이면서 필요량을 취수하기 위하여 기능을 적정하게 유지하도록 시설을 보전하고 갱신한다.

따라서 취수시설을 설치할 때에는 데이터 등에 의하여 시설개량이나 시설갱신을 계획적으로 시행할 수 있도록 필요한 계측설비를 설치하고 또한 시설개량이나 갱신이 가능한 한 용이한 구조로 해야 한다.

2. 표류수의 취수

2.1 총칙

2.1.1 취수시설의 구조 및 설치장소

취수시설은 예상되는 하중에 대하여 구조가 안전하고 홍수시나 갈수시라도 계획취수량을 안정적으로 취수할 수 있도록 해야 한다. 하천수나 호소수 및 댐물 등의 표류수를 수원으로 하는 취수시

설에서는 「하천법」 제28조 및 제33조의 허가를 받아 설치되는 공작물(이하 「허가공작물」이라고 한다.)로 취급된다. 취수시설을 설치할 때에는 구조 및 설치장소 등을 사전에 하천관리자와 협의 하여 적절한 것으로 설치해야 한다.

2.1.2. 취수시설의 설비

취수시설에는 안정된 취수를 확보하기 위한 수위·수량측정설비 외에 필요에 따라 수질감시설비 (독성감시생물조, 탁도, 수온, pH, 알칼리도, 망간 등 정수처리에 필요한 수질항목 자동측정기, 조류의 종류별 양과 클로로필-a를 측정할 수 있는 조류번식상태를 추정하는 설비 등)를 설치한다. 필요에 따라 수표면에 조류유입 차단막이나 분말활성탄 투입설비 등 수처리시설을 설치한다. 또한 취수시설은 위험방지 및 오염방지를 위하여 울타리 등을 설치하여 일반인의 시설 내에 출입을 금지해야 하며 폐쇄회로TV(CCTV), 확성기 등을 설치하는 등의 조치를 강구해야 한다.

호소수 또는 댐물을 직접 취수하는 경우에는 성층현상 등에 의하여 수심에 따라 계절적으로 망간 등 수질이 변동하며 또한 표층부근에 각종 미생물이나 조류가 발생한다거나 홍수시에 탁도가 증가하며 수심에 따라 수온이 현저하게 다른 경우가 있으므로 양질의 물을 선택하여 취수할 수 있도록 깊이에 따른 취수구를 배치하는 것이 필요하다.

2.2 취수 예정지점에서의 조사

취수예정지점 및 그 주변에서 다음 사항에 대하여 조사한다.

- (1) 유량 및 수위 등의 하천 상황
- (2) 하천정비기본계획 등
- (3) 이수 상황
- (4) 지형 및 지질
- (5) 수질 등
- (6) 환경영향

2.3 취수지점의 선정

취수지점은 다음 각 항을 고려하여 선정한다.

- (1) 계획취수량을 안정적으로 취수할 수 있어야 한다.
- (2) 장래에도 양호한 수질을 확보할 수 있어야 한다.
- (3) 구조상의 안정을 확보할 수 있어야 한다.
- (4) 하천관리시설 또는 다른 공작물에 근접하지 않아야 한다.
- (5) 하천개수계획을 실시함에 따라 취수에 지장이 생기지 않아야 한다.
- (6) 기후변화에 대비 갈수시와 비상시 인근의 취수시설의 연계 이용 가능성을 파악한다.

3. 취수보

3.1 총칙

취수보는 하천에 보를 쌓아올려서 계획수위를 확보함으로써 안정된 취수를 가능하도록 하기 위하여 하천을 횡단하여 만들어지는 시설이고, 인양식(lifting) 수문 또는 기복식(shutter) 수문 등으로 이루어진 보의 본체와 취수구로 이루어진다.

취수보는 비교적 대량으로 취수하는 경우, 농업용수 등의 다른 이수와 합동으로 취수하는 경우, 하천의 유황이 불안정한 경우, 개발이 진행되고 있는 하천 등으로 정확한 취수조정을 필요로 하는 경우 등에 적합하다. 보는 통상 하천수위를 조정하는 것이며 유수를 저류함으로써 유량을 조절하는 경우는 적다.

취수보는 보를 쌓아올리는 것에 의하여 하천의 유속이 작아지기 때문에 결빙의 영향을 받기 쉬우므로 취수구의 구조 등에 관하여 고려해야 한다.

하구둑은 조수의 저지효과에 의하여 담수를 취수하기 위하여 하구 가까이에 설치되는 취수보의 일종으로, 대규모의 하구둑은 저류효과를 갖게 하고 유량을 조절하며 신규수리를 개발하도록 하고 있다.

보는 구조상의 분류로 가동보와 고정보로 나누어지고, 수문에 의하여 수위를 조절할 수 있는 것을 가동보, 조절할 수 없는 것을 고정보라고 한다.

고정보는 홍수시의 흐름에 미치는 영향이 크기 때문에 이러한 보를 설치하는 것은 엄격하게 규제되고 있다.

취수보의 경우 하천설계기준 하천보(KDS 51 40 05)와 하천 하상유지시설(KDS 51 60 20)과 연계하여 검토한다.

3.2 위치와 구조

취수보의 위치와 구조는 다음 사항을 고려하여 결정해야 한다.

- (1) 유심이 취수구에 가까우며 안정되고 홍수에 의한 하상변화가 적은 지점으로 한다.
- (2) 원칙적으로 홍수의 유심방향과 직각의 직선형으로 가능한 한 하천의 직선부에 설치한다.
- (3) 침수 및 홍수시의 수면상승으로 인하여 상류에 위치한 하천공작물 등에 미치는 영향이 적은 지점에 설치한다.
- (4) 가동보의 상단 높이는 계획하상높이, 현재의 하상높이 및 장래의 하상변동 등을 고려하여 유수소통에 지장이 없는 높이로 한다.
- (5) 원칙적으로 철근콘크리트구조로 한다.

3.3 가동보

가동보는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계획취수위의 확보, 유심의 유지, 토사의 배제, 홍수의 소통 등의 기능을 충분히 할 수 있어야 한다.
- (2) 유심을 유지하고 원활한 취수를 가능하게 하기 위하여 배사문(排砂門)을 설치한다.

- (3) 홍수의 유하에 대비하여 홍수배출구(spillway)를 설치한다.
- (4) 수문은 원칙적으로 강구조로 한다.

3.4 보의 높이

취수보의 높이는 계획취수량을 확실하게 취수할 수 있도록 정한다.

3.5 물받이(apron)

- (1) 월류수 또는 수문의 일부 개방에 의한 강한 수류에 의하여 보의 하류가 세굴되는 것을 방지하기 위하여 물받이를 설치한다.
- (2) 하류면의 물받이는 양압력에 견딜 수 있는 구조로 한다.

3.6 바닥보호공

- (1) 원칙적으로 물받이의 상하류에 바닥보호공을 설치한다.
- (2) 바닥보호공의 구조는 원칙적으로 유연성을 갖는 것으로 한다.

3.7 취수구

취수구의 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계획취수량을 언제든지 취수할 수 있고 취수구에 토사가 퇴적되거나 유입되지 않으며 또한 유지관리가 용이해야 한다.
- (2) 높이는 배사문(排砂門)의 바닥높이보다 0.5~1.0 m 이상 높게 한다.
- (3) 유입속도는 0.4~0.8 m/s를 표준으로 한다.
- (4) 폭은 바닥높이와 유입속도를 표준치의 범위로 유지하도록 결정한다.
- (5) 제수문의 전면에는 스크린을 설치한다.
- (6) 지형이 허용하는 한 취수유도수로를 설치한다.
- (7) 계획취수위는 취수구로부터 도수기점까지의 손실수두를 계산하여 결정한다.

3.8 부대설비

취수보에는 필요에 따라 관리고, 어도, 배의 통항, 유목로, 갑문, 경보설비 등을 설치한다.

3.9 방조제

- (1) 해수가 역류할 가능성이 있는 곳에는 방조제를 설치한다.
- (2) 방조제의 높이는 현지의 최고조수위 이상으로 한다.

4. 취수탑

4.1 총칙

취수탑은 하천, 호소, 댐의 내에 설치된 탑모양의 구조물로 측벽에 만들어진 취수구에서 직접 탑내로 취수하는 시설이다. 일반적으로 다단수문형식의 취수구를 적당히 배치한 철근콘크리트구조이다. 호소나 댐에서 특히 수심이 깊은 경우에는 철골구조의 부자(float)식의 취수탑이 적당한 경우도 있다. 갈수시에도 일정이상의 수심을 확보할 수 있으면, 취수탑은 연간의 수위변화가 크더라도 하천이나 호소, 댐에서의 취수시설로서 알맞고 또한 유지관리도 비교적 용이하다. 더욱이 제내지의 도수는 자연유하 외에 펌프에 의하여 압송할 수 있기 때문에 제내지의 지형에 제약을 받지 않는 이점도 있다.

또 한랭지에서는 결빙 등에 의하여 취수가 곤란하게 되는 경우가 있으므로 탑의 설치위치나 취수구의 배치 등에 관하여 고려하고 유지관리에 유의해야 한다.

취수탑은 하천설계기준 하천 취수시설(KDS 51 40 15)과 연계한다.

4.2 위치 및 구조

취수탑의 위치와 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 연간을 통하여 최소수심이 2m 이상으로 하천에 설치하는 경우에는 유심이 제방에 되도록 근접한 지점으로 한다.
- (2) 우물통침하(井筒沈下)공법으로 설치하는 취수탑은 그 하단에 강판제의 커브슈(curb-shoe)를 부착하고 철근콘크리트의 벽을 두껍게 하고 배력철근을 충분히 배치한다.
- (3) 세굴이 우려되는 경우에는 돌이나 또는 콘크리트공 등으로 탑주위의 하상을 보강(床止 : for stabilizing)한다.
- (4) 수면이 결빙되는 경우에는 취수에 지장을 미치지 않는 위치에 설치한다.

4.3 형상 및 높이

취수탑의 형상 및 높이는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 취수탑의 횡단면은 환상으로서 원형 또는 타원형으로 한다. 하천에 설치하는 경우에는 원칙적으로 타원형으로 하며 장축방향을 흐름방향과 일치하도록 설치한다.
- (2) 취수탑의 내경의 결정은 계획취수량을 취수하기 위한 적절한 취수구의 크기 및 배치를 고려하되 구조적 검토를 통해 시설물의 안전을 확인하여야 한다.
- (3) 취수탑의 상단 및 관리교의 하단은 하천, 호소 및 댐의 계획최고수위보다 높게 한다.

4.4 취수구

취수탑의 취수구는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계획최저수위인 경우에도 계획취수량을 확실히 취수할 수 있는 설치위치로 한다.
- (2) 단면형상은 장방형 또는 원형으로 한다.

- (3) 전면에는 협잡물을 제거하기 위한 스크린을 설치해야 한다(8.6.2 수처리 기계설비의 1. 참조).
- (4) 취수탑의 내측이나 외측에 슬루스게이트(제수문), 버터플라이밸브 또는 제수밸브 등을 설치한다.
- (5) 수면이 결빙되는 경우에도 취수에 지장을 주지 않도록 유의한다.

4.5 부대설비

취수탑에는 관리교, 조명설비, 유목제거기, 협잡물제거설비 및 피뢰침을 설치한다.

5. 취수문

5.1 총칙

취수문은 하천의 표류수나 호소의 표층수를 취수하기 위하여 물가에 만들어지는 취수시설로서 취수문을 지나서 취수된 원수는 접속되는 터널 또는 관로 등에 의하여 도수된다.

일반적으로 구조는 문(門)모양이고 철근콘크리트제로 하며 각형 또는 말발굽형 등의 유입구에 취수량을 조정하기 위한 수문 또는 수위조절판(stop log)을 설치하고 그 전면에는 유목 등의 유입을 방지하기 위하여 스크린을 부착한다.

취수문은 수위 및 하상 등이 안정된 지점에서 중소량의 취수에 알맞고 유지관리도 비교적 용이하다. 또 한랭지에서는 결빙 등에 의하여 취수할 수 없는 사태로 되지 않도록 고려해야 한다.

5.2 위치 및 구조

취수문의 위치와 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 양질이고 견고한 지반에 설치한다.
- (2) 수문의 크기를 결정할 때에는 모래나 자갈의 유입을 가능한 한 적게 되는 유속으로 한다.
- (3) 문설주(gate post)에는 수문 또는 수위조절판을 설치하고, 문설주의 구조는 철근콘크리트를 원칙으로 한다.
- (4) 적설, 결빙 등으로 수문의 개폐에 지장이 일어나지 않도록 한다.
- (5) 수문의 전면에는 스크린을 설치한다.

5.3 게이트식 수문

게이트식 수문은 다음 사항에 따른다.

- (1) 하천이 고수위이더라도 확실히 개폐할 수 있고 수밀성을 갖는 구조로 한다.
- (2) 동력으로 개폐하는 장치인 경우에는 수동으로도 개폐할 수 있는 구조로 한다.
- (3) 모래나 자갈이 유입될 우려가 있는 경우에는 수문의 상류에 수위조절판을 설치한다.

5.4 수위조절판(stop log)식 수문

수위조절판(stop log)식 수문은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수압과 퇴적토사의 압력에 대하여 충분한 강도를 가져야 하며 또 목제인 경우에는 부상되지 않도록 고려한다.
- (2) 1문의 크기는 조작의 난이도를 고려하여 정한다.

5.5 침사시설(Sand pit)

취수문과 침사지간의 수로가 긴 경우에는 필요에 따라 취수문에 근접하여 침사시설을 설치하며 침전된 모래를 쉽게 제거할 수 있는 구조로 한다.

5.6 취수문 스크린의 구조

스크린(screen)은 협잡물, 유목, 유빙 등의 유입을 방지하기 위하여 취수문의 상류 측에 충분한 크기로 경사지게 설치하며, 가능하면 취수문 전방에 부상식 스크린을 설치하여 하천에 부유하는 비닐, 유목 등의 유입을 억제하도록 한다.

5.7 취수문의 크기와 유입속도

취수문을 통한 유입속도가 0.8m/s 이하가 되도록 취수문의 크기를 정한다.

6. 취수관거

6.1 총칙

취수관거는 그 취수구를 제방법선에 직각으로 설치하고 직접 관거 내로 표류수를 취수하여 자연 유하로 제내지에 도수하는 시설이다. 유황이 안정되고 유량변화가 적은 하천에서의 취수에 알맞다. 또한 유지관리가 비교적 용이하다. 그러나 하상변동이 크고 유심이 불안정한 하천에서는 하천 상황의 영향을 받기 쉽고 취수구가 매몰되거나 세굴에 의한 관거 노출 등의 우려가 있다. 이 때문에 시설의 설치위치를 선정할 때에 유의해야 하며 하상 및 고수위부의 세굴방지에 관하여 적절하게 고려해야 한다. 또 홍수 등에 의하여 쓰레기가 다량 유입되면 취수구가 막혀서 계획수량을 취수할 수 없기 때문에 이에 대한 방지대책이 요구된다.

한랭지인 경우에는 결빙이나 적설로 취수가 곤란하게 될 우려가 있는 곳에서는 취수구의 설치위치나 구조 등에 관하여 배려해야 하고 그 방지대책이나 유지관리에 유의한다.

6.2 취수구

취수구는 다음의 각 항에 따른다.

- (1) 철근콘크리트구조로 한다.
- (2) 설치높이는 장래의 하상변동을 고려하여 결정한다.
- (3) 전면에 수위조절판이나 스크린을 설치한다.
- (4) 원칙적으로 관거의 상류부에 제수문 또는 제수밸브를 설치한다.
- (5) 필요에 따라 유사시설을 설치한다.

6.3 관거의 구조

관거는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 관거에 작용하는 내압 및 외압에 견딜 수 있는 구조로 한다.
- (2) 관거를 제외지에 부설하는 경우에 원칙적으로 계획고수부지고에서 2m 이상 깊게 매설한다.
- (3) 관거가 제방을 횡단하는 경우에는 원칙적으로 유연(柔軟)한 구조로 한다. 또 비상시에 지수가 확실하고 용이하게 이루어지도록 원칙적으로 제수밸브 등을 설치한다.
- (4) 시공한 다음 제방에 영향을 주지 않도록 제방법면의 보호공을 설치한다.
- (5) 사고 등에 대비하기 위하여 가능한 한 2열 이상으로 부설한다.

7. 취수틀(intake cribs)

7.1 총칙

취수틀은 하천이나 호소의 하부 수중에 매몰시켜 만드는 상자형 또는 원통형의 취수시설이다. 측벽에 만드는 다수의 개구에 의하여 취수하는 것으로 중소량의 취수용이다.

7.2 위치 및 구조

취수틀의 위치 및 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 하천이나 호소의 바닥이 변화가 심한 곳은 파손이나 매몰 등이 우려되기 때문에 바닥이 안정되어 있는 곳에 설치한다.
- (2) 선박의 항로에서 벗어나 있어야 한다. 부둣이 항로에 근접되는 지점에는 충분한 수심을 확보한다.
- (3) 철근콘크리트 틀의 본체를 하천이나 호소의 바닥에 견고하게 고정시킨다.

8. 침사지

8.1 총칙

침사지는 원수와 동시에 유입된 모래를 침강, 제거하기 위한 시설이다. 침사지의 형상이나 구조 및 지내의 유속은 침사효율의 양부에 영향을 미치며 나아가서는 펌프 등 각종 기기나 설비의 유지관리에 크게 영향을 미친다. 따라서 연간을 통하여 하천의 유황에 따라 원수 중에 포함된 모래의 양, 입도분포, 밀도 등을 조사하여, 지의 형상, 치수 및 구조 등을 적절한 것으로 한다.

8.2 위치 및 형상

침사지의 위치 및 형상은 다음에 따른다.

- (1) 유입되는 모래를 신속하게 침전, 제거하기 위하여 위치는 가능한 한 취수구에 근접하여 제내지에 설치한다.
- (2) 지는 장방형 등 유입되는 모래가 효과적으로 침전될 수 있는 형상으로 하고 유입부 및 유출부를 각각 점차 확대·축소시킨 형태로 한다.

- (3) 청소, 점검, 수리 등을 고려하여 지수는 2지 이상으로 한다.

8.3 구조

가장 일반적인 장방형 침사지의 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 원칙적으로 철근콘크리트구조로 하며 부력에 대해서도 안전한 구조로 한다.
- (2) 표면부하율은 200~500 mm/min을 표준으로 한다.
- (3) 지내평균유속은 2~7 cm/s를 표준으로 한다.
- (4) 지의 길이는 폭의 3~8배를 표준으로 한다.
- (5) 지의 고수위는 계획취수량이 유입될 수 있도록 취수구의 계획최저수위 이하로 정한다.
- (6) 지의 상단높이는 고수위보다 0.6~1 m의 여유고를 둔다.
- (7) 지의 유효수심은 3~4 m를 표준으로 하고, 퇴사심도를 0.5~1 m로 한다.
- (8) 바닥은 모래배출을 위하여 중앙에 배수로(pit)를 설치하고, 길이방향에는 배수구로 향하여 1/100, 가로방향은 중앙배수로를 향하여 1/50 정도의 경사를 둔다.
- (9) 한랭지에서 저온으로 지의 수면이 결빙되거나 강설로 수중에 눈얼음 등이 보이는 곳에서는 기 능장애를 방지하기 위하여 지붕을 설치한다.

8.4 부대설비

침사지의 부대설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유입구와 유출구에는 제수밸브 또는 슬루스게이트 등을 설치한다.
- (2) 지하수위가 높은 지점에 설치하는 경우에는 안전을 위하여 부상방지설비를 설치한다.
- (3) 필요에 따라 제거설비로서 스크린 및 제거기를 설치한다.
- (4) 필요에 따라 침사탈수설비를 설치한다.

9. 지하수의 취수

9.1 총칙

9.1.1. 지하수의 분류와 특징

지하수는 표층지하수와 심층지하수의 두 가지 형태로 존재한다. 물이 포화되어 있는 틈이 흠 입자의 틈인 경우를 표층지하수라고 한다. 그 틈이 암석의 균열(cracks), 공극(fissure) 및 틈새(gaps) 등인 경우를 심층지하수라고 한다.

표층지하수에는 자유지하수(free groundwater)와 피압지하수(confined groundwater)로 구분된다. 자유지하수는 지하의 가장 얇은 부분에 있는 모래나 자갈 등의 지층 중에 함유되어 있는 지하수로서, 강수량의 변동에 따라 수위가 오르내리며 수량자체도 증감한다. 또한 대수층이 지표로부터 얇으며 지상으로부터의 오염을 받기 쉽다. 자유지하수의 취수시설로서는 얇은 우물이 일반적으로 사용된다.

피압지하수는 대수층이 불투수성의 지층에 의하여 눌러 있기 때문에 압력을 갖는 상황에 따라서

는 지상으로 스스로 분출되는 것도 있다. 피압지하수는 주로 모래나 자갈과 같은 틈새를 갖는 지층 중에 존재하며, 수온은 연간을 통하여 거의 일정하고 일반적으로 수질은 양호하다. 피압지하수의 취수시설로서는 깊은 우물(심정호)이 사용된다.

복류수는 하천수의 하상이나 호소수의 호소상 또는 그 부근에 잠류하는 자유지하수의 일종이다. 복류수의 취수시설로는 집수매거, 얕은 우물(천정호) 등이 사용된다.

또한 강변여과수의 취수방식은 강변둔치(고수부지)에 깊이 20~40 m 정도의 취수정을 설치하여 물을 취수하는 취수정 방식과 표류수를 취수하여 인공적으로 만든 호소, 함양분지 등 시설의 지층(대수층)에 침투시켜 지층의 자정능력에 의하여 오염물질이 여과·제거된 물을 다시 취수하여 상수원수로 사용하는 인공함양 방식이 있다.

9.1.2 지하수의 수질과 취수의 고려사항

지하수는 일반적으로 함양속도가 지극히 느리기 때문에 과잉으로 퍼 올리게 되면 지하수에서 물 수지의 균형이 무너져서 지반침하를 야기하며, 해안부에서는 지하수의 염수화 등을 야기한다. 따라서 항상 적정한 양수량의 범위 내에서 취수하는 것이 필요하다(3.9.5 양수량의 결정 참조). 지하수는 주로 용해성의 무기질과 지하에 생식하는 생물을 함유한다. 이것은 지질이나 그 밖의 환경에 의한 것으로 무기질로서 칼슘이나 마그네슘의 중탄산염, 염화물 및 황산염 등이 용해되어 있으며, 철이나 망간 등도 용해되어 있는 경우가 많고 생물로서 철세균이나 유황세균 등이 검출되는 경우도 있다.

지하수 중의 유기계 질소는 분해되어 암모니아성질소로 되며 시간이 지나면 아질산성질소, 질산성질소로 산화되어 간다. 유기물 중의 탄소는 분해되어 CO₂로 되며 일부는 용존하고 또한 일부는 탄산수소염 또는 유리탄산을 형성한다.

지하수의 수질과 수질보전을 위해서는 지하수법과 지하수의 수질보전 등에 관한 규칙에 규정된 지하수오염유발시설의 종류, 지하수 오염관 측정 방법, 수질측정 주기, 지하수 수질기준 등에 적합하도록 하며, 특히 철, 망간, 질산성질소와 트리클로로에틸렌 등의 휘발성유기화합물에 관해서도 수질검사의 대상으로 해야 한다.

지하수의 오염방지를 위해 오염방지시설을 설치하는 것이 바람직하며, 지하수의 오염방지시설은 「지하수의 수질보전 등에 관한 규칙」 제2조 별표 1 지하수 오염방지시설의 설치기준의 규정에 따른다.

9.2 지하수 취수의 조사

지하수의 취수에서는 지하수법 시행령 제2조에서 정하는 지질조사와 수질조사 등의 사항과 연계하여 조사한다.

9.3 취수지점의 선정

취수지점은 다음 각 항에 적합하게 한다.

- (1) 기존 우물 또는 집수매거의 취수에 영향을 주지 않아야 한다.

- (2) 연해부의 경우에는 지하수 취수에 따른 해수침입으로 인한 지하수질 변화가 이루어지지 않는 적정 개발물량을 산정하고, 해수침입의 영향을 받지 않는 취수지점을 선정할 수 있도록 충분한 조사를 하여야 한다.
- (3) 주변의 오염원이 지하로 침투되어 영향이 없어야 하며, 장래에도 오염의 영향을 받지 않는 지점이어야 한다.
- (4) 복류수와 강변여과수인 경우에 장래 일어날 수 있는 유로변화 또는 하상저하 등을 고려하고 하천개수계획에 지장이 없는 지점을 선정한다. 그리고 하상 원래의 지질이 이토질(泥土質)인 지점은 피한다.

9.4 채수층의 결정

채수층은 굴착 중에 얻은 다음 자료를 참고로 선정한다.

- (1) 지층이 변할 때마다 채취한 지질시료
- (2) 굴착 중인 점토수(泥水 : drilling mud)의 양적인 변화와 질적인 변화, 용천수 또는 일수(逸水 : spill water) 등의 유무
- (3) 전기저항탐사의 결과
- (4) CCTV 수중카메라 촬영
- (5) 대수성시험팩커 설치 및 양수시험

9.5 양수량의 결정

양수량의 결정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 한 개의 우물에서 계획취수량을 얻는 경우의 적정 양수량은 양수시험에 의해 판단한다.
- (2) 여러 개의 우물(기존 우물 포함)에서 계획취수량을 얻는 경우에는 다음에 따른다.
 - ① 우물 상호간의 영향권을 고려하여 개수를 결정한다.
 - ② 양수량은 양수시험과 부근 우물의 수위관측으로 수위가 계속하여 강하하지 않는 안전 양수량으로 한다.

10. 집수매거(infiltration galleries)

10.1 총칙

집수매거는 하천부지의 하상 밑이나 구하천 부지 등의 땅속에 매설하여 집수기능을 갖는 관거이며 복류수나 자유수면을 갖는 지하수(자유지하수)를 취수하는 시설이다.

자갈, 모래 등 투수성이 양호한 대수층을 선정하여 만들며 유황(流況)이 좋으면 안정되게 취수할 수 있다. 지상구조물을 축조할 수 없는 장소에도 설치가 가능한 이점이 있다.

제외복류수를 취수하는 경우 또는 제내복류수에 관해서도 그 취수에 의하여 하천 유량에 영향이 현저한 경우에는 「하천법」의 규정이 적용되는 경우가 있다. 하천구역이나 하천보전구역의 복류수나 강변여과수를 취수하는 경우에는 하천관리자와 협의해야 한다.

10.2 위치 및 구조

집수매거의 위치 및 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 집수매거의 부설 방향은 복류수의 상황을 정확하게 파악하여 효율적으로 취수할 수 있도록 한다.
- (2) 집수매거는 노출되거나 유실될 우려가 없도록 충분한 깊이로 매설한다.
- (3) 집수매거의 길이는 시험우물 등에 의한 양수시험 결과에 따라 정한다. 이 때에 집수개구부지점에서 유입속도는 모래의 소류한계속도 이하를 표준으로 한다.
- (4) 철근콘크리트조의 유공관 또는 권선형 스크린관을 표준으로 한다.
- (5) 세굴의 우려가 있는 제외지에 설치할 경우에는 철근콘크리트틀 등으로 방호한다.

10.3 집수개구부(공)

집수개구부의 공경은 효율적으로 취수할 수 있고 막힐 우려가 적은 크기로 한다.

10.4 경사 및 거내유속

집수매거는 수평 또는 흐름방향으로 향하여 완경사로 하고 집수매거의 유출단에서 매거내의 평균유속은 1m/s 이하로 한다.

10.5 접합정

집수매거의 접합정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 집수매거에는 중단, 분기점, 기타 필요한 곳에 접합정을 설치한다.
- (2) 점점이나 그 밖의 작업이 크기를 용이하도록 정하고 철근콘크리트의 수밀구조로 한다.

10.6 조인트와 되메우기

집수매거의 조인트 및 되메우기는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조인트는 관종에 따라 슬립식 공조인트로, 소켓삽입조인트, 플랜지조인트 및 새들조인트로 한다.
- (2) 집수매거의 주위에는 안쪽에서 바깥쪽으로 굽은 자갈, 중자갈, 잔자갈의 순서로 각각 그 두께를 50cm 이상 충전하여 필터층을 설치하고 그 위에 모래로 되메운다.

10.7 유지관리

집수매거 내 유입된 침전물로 인한 폐색 방지 및 침전물의 효율적 배출을 위해 폭기장치 설치 등 적절한 유지관리 대책을 수립하여야 한다.

11. 얇은 우물(천정호 : shallow wells)

11.1 총칙

얇은 우물은 자유지하수 또는 복류수를 취수하는 우물로, 일반적으로 철근콘크리트제의 우물통을 지하에 설치하고 그 바닥 또는 측면에서 우물통 내로 집수하며 그 물을 수중 모터펌프 등으로 양수하는 시설이다.

우물통 외에 강제의 케이싱을 설치하고 측면의 스크린으로 집수하는 경우도 있다.

우물통의 벽면에 있는 대수층에 수평방사상으로 집수관을 삽입하여 우물통 내로 집수하는 방사상 집수정도 있다. 수량·수질 모두 양호한 대수층이면, 비교적 간단히 안정되게 취수할 수 있다.

얇은 우물에서 안정되게 취수하기 위하여서는 양호한 대수층을 선정한 다음 우물통의 구조, 우물 바닥의 깊이, 양수펌프의 능력 등을 적절히 결정해야 한다. 또한 지표로부터의 수질오염을 방지하기 위하여 필요한 조치를 취할 필요가 있다.

11.2 형상 및 구조

우물의 형상 및 구조는 다음 각 항에 따른다.

11.2.1 우물통에 의한 경우

- (1) 원통형의 철근콘크리트조를 표준으로 한다.
- (2) 대수층이 두텁고 우물통의 밑바닥으로부터 취수하는 경우에 우물의 크기는 시험우물의 양수 시험결과에 근거하여 정하며, 밑바닥과 불투수층과의 간격을 적절히 유지하고 우물바닥에는 단단하고 깨끗한 자갈을 깔아 채운다.
- (3) 밑바닥에서의 유입속도는 모래의 소류한계유속 이하를 표준으로 한다.
- (4) 대수층이 얇은 경우에 우물통의 구조는 대수층 밑바닥 가까이 설치하고 밑바닥은 철근콘크리트판으로 한다. 집수지점은 우물의 최저수위보다 아래에 설치한다.

11.2.2 케이싱에 의한 경우는 3.12 깊은 우물에 준한다.

11.3 방사상 집수정

방사상 집수정의 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 우물통의 지름은 집수관을 삽입하기 위하여 기계를 용이하게 조작할 수 있는 크기로 한다.
- (2) 우물통은 토압이나 부력 등에 대하여 안전한 구조로 한다.

11.4 여러 개의 우물배치

근접하여 여러 개의 우물을 설치하는 경우에는 상호간섭이 없도록 우물 간격을 결정한다.

11.5 부대설비

얕은 우물의 부대설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 우물통의 상단은 지표면보다 높게 하고, 뚜껑, 통기공 및 맨홀 등을 설치한다.
- (2) 우물통의 바깥주변에는 배수시설을 잘 설치하고 오수가 침입하지 못하도록 보호공을 시설한다.
- (3) 우물에는 수위계를 설치한다.

12. 깊은 우물(심정호 : deep wells)

12.1 총칙

깊은 우물은 피압대수층으로부터 취수하는 우물로서 케이싱, 스크린, 케이싱 내에 설치하는 양수 관과 수중모터펌프로 이루어지며, 좁은 용지에서 비교적 다량의 양질인 물을 얻을 수 있다. 채수층에 설치된 스크린으로부터 직접 펌프로 양수하며 깊이는 30m 이상의 것이 대부분이고 600m 이상인 것도 있다.

얕은 우물에서는 주로 대수층의 면적확대를 고려해야만 하는 데 반하여 깊은 우물은 대수층을 입체적으로 넓게 이용하는 방식이며, 대수층의 두께가 어느 정도 있어야 한다.

따라서 깊은 우물의 스크린은 대수층의 두께에 알맞은 길이가 필요하다.

안정된 취수량을 확보하기 위하여서는 충분히 조사하여 양호한 대수층을 찾아내고 그 대수층에 알맞은 스크린을 설치하며 지하수 부존량에 알맞은 능력의 펌프를 선정해야 할 필요가 있다.

또 스크린의 막힘 등 비상시에도 안정된 공급량을 확보하기 위하여 예비정을 설치하는 것을 검토해 둘 필요가 있다.

12.2 착정

착정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공법은 그 토지의 지형·지질과 환경을 고려하여 선정한다.
- (2) 수직을 유지하도록 굴착한다.
- (3) 점토수(泥水-drilling mud)를 사용할 때에는 지층의 붕괴나 일수(逸水-spill)사고가 없도록 유의한다.
- (4) 지층의 시료를 채취하여 굴착이 종료된 후에 전기검층을 한다.
- (5) 케이싱강하 작업은 신속히 한다.
- (6) 자갈충전은 도중에 공동이 생기지 않도록 한다.
- (7) 점토수의 배제와 마무리 작업은 완전하게 한다.
- (8) 양수시험은 반드시 실시한다.

12.3 구조

깊은 우물의 구조는 예정심도, 양수량, 지하수의 수위 및 수질 등을 고려하여 결정한다.

12.4 여러 개의 우물 배치

우물을 2개 이상 설치할 경우에는 일반적으로 지하수의 흐름방향과 직각으로 지그재그로 배치하고 우물간의 간격은 양수량의 상호간섭이 가능한 한 적도록 정한다.

12.5 우물용 스크린

깊은 우물의 우물용 스크린은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 설치위치는 피압대수층으로 하고 스크린의 최하부에는 유사시설로서 맹관을 붙인다.
- (2) 우물용 스크린 내로 유입되는 물의 속도는 가능한 한 느리게 한다.
- (3) 채수층을 구성하는 모래자갈 등의 형상과 입경에 적합한 구조로 한다.
- (4) 강도나 내식성이 풍부한 재질로 한다.

12.6 부대설비

- (1) 우물에는 수위계, 수질검사용의 채수밸브 등을 부착하고 또한 유지관리에 필요한 자료를 상비해 놓는다.
- (2) 펌프실은 침수되지 않도록 지표면보다 높게 한다.
- (3) 필요에 따라 예비전원설비 및 예비펌프를 설치한다.

13. 용천수의 취수시설

용천수의 취수시설에는 뚜껑을 설치하여 외부로부터의 오염을 방지할 수 있는 구조로 한다.

14. 해수의 취수시설

14.1 총칙

- (1) 계획취수량은 필요한 생산수량에 역삼투설비의 회수율을 고려하고, 작업용수량과 그 외의 손실수량을 감안하여 결정한다.
- (2) 취수시설은 해양생물의 유입, 부착, 조류(潮流)에 의한 유사(流沙) 등의 영향을 고려하여 설치한다.
- (3) 도수시설은 KDS 57 50 00 도수시설에 준한다.

14.2 취수위치

취수시설의 위치는 충분한 수량을 안정적으로 취수할 수 있고, 가능한 한 청정하고 안정된 수질을 얻을 수 있는 지점을 선정한다.

14.3 취수방식

취수방식은 입지조건과 플랜트의 규모를 고려하여 결정한다.

KDS 57 50 00 : 2017

상수도 도수시설 설계기준

2017년 11월 17일 제정

KDS 57 50 00 상수도 도수시설 설계기준

1. 총설

1.1 기본사항

도수시설은 취수시설에서 취수된 원수를 정수시설까지 끌어들이는 시설로 도수관 또는 도수거, 펌프설비 등으로 구성된다.

도수시설에서 태풍이나 지진, 홍수 등 비상시와 사고가 발생할 경우에는 급수구역에 도수량의 저하나 도수의 정지에 의하여 광범위하게 영향을 끼칠 우려가 있으므로 필요량을 확실하게 도수할 수 있도록 해야 하며 높은 신뢰성이 요구된다. 이 때문에 송·배수시설에서의 계통간 연결의 유무 등을 고려하여 가능한 한 도수노선의 복선화에 관해서도 검토해야 한다.

도수시설의 설계에서는 적절한 노선의 선정, 시설의 내진성 및 내구성의 확보, 원수 공급과정에서 수질오염방지, 유지관리의 용이성, 경제성 등에 대해서도 충분히 검토해야 한다. 도수시설을 설계할 때에는 몇 개의 노선에 대해 답사하고 지표지질의 자료를 수집(필요시 지질조사 시행)하며 시점·종점간의 고저차 관계, 길이, 지형, 지세, 건설의 난이도 등에 대하여 검토한 다음에 수리적으로나 경제적으로 최적의 노선을 선정해야 한다.

특히 교체주기가 비교적 짧은 전기·기계·제측제어 설비의 배치 등에 대해서는 장래에 교체하는 경우를 감안하여 검토해야 하며 장래의 시설교체에 관해서도 고려하는 것이 중요하다.

유지관리를 합리적으로 수행하기 위하여 수위, 수압, 도수량 등을 항상 감시·제어할 수 있는 제측제어설비를 설치하고, 이들 자료는 연속적으로 축적·정리하여 장래의 시설개량과 교체에 유용하게 이용할 수 있도록 한다. 또한 조사결과에서 기존의 도수시설에 사고가 발생할 우려가 높은 경우에는 보강과 개량 또는 별도의 도수관 부설 등을 검토해야 한다.

도수시설의 효율적인 설계와 시공 및 유지관리를 위하여 BIM(building Information Modeling)이나 GIS(Geographic Information System)을 활용하는 방안도 검토할 필요가 있다. 또한 관로의 유지관리를 위하여 정기적인 진단을 수행하여 시설물의 안전성을 평가하고 적절한 방법으로 관련 자산을 관리하는 기법의 도입도 필요하다.

그 밖에도 지형, 지질, 민원, 지가(地價), 상수도 서비스 향상(무단수) 등을 고려하여 지형조건이 가능하다면 원수를 일시 저류하였다가 갈수시나 수질오염 사고시 또는 유사시나 도수관로 사고시 등 비상급수용으로 수량을 확보하기 위한 원수저류지를 설치하는 것을 검토해 볼 필요가 있다.

1.2 계획도수량

(1) 도수시설의 계획도수량은 계획취수량을 기준으로 한다.

(2) 도수시설은 시설물의 점검, 노후관 개량, 누수사고, 청소 등에도 중단 없이 계획 도수량을 안정적으로 공급할 수 있도록 도수관로의 복선화, 복선관로간 상호연결, 네트워크화 또는 원수저류지를 구축하여 유사시에도 1일평균급수량이 가능하도록 계획한다.

1.3 도수방식

- (1) 도수방식의 선정에는 취수원에서 정수장까지의 고저 관계, 계획도수량, 노선의 입지조건, 건설비, 유지관리비 등을 종합적으로 비교·검토하여 결정한다.
- (2) 수평이나 수직방향의 급격한 굴곡을 피하고, 어떤 경우라도 최소동수경사선 이하가 되도록 노선을 선정한다.

1.4 도수노선

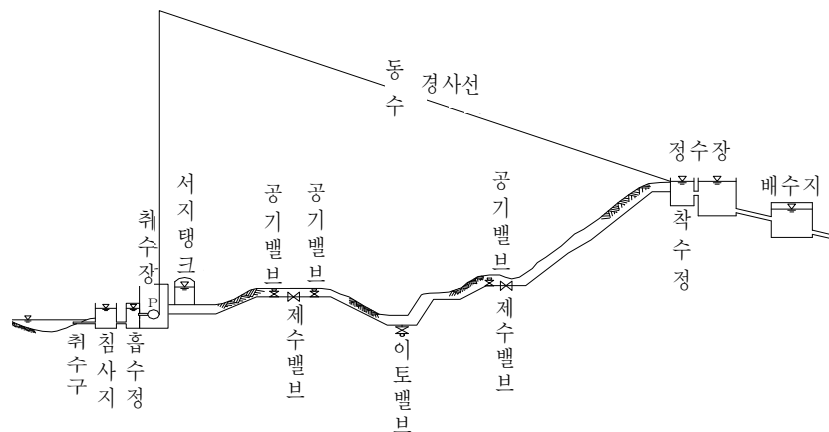
도수노선의 선정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 몇 개의 노선에 대하여 건설비 등의 경제성, 유지관리의 난이도 등을 비교·검토하고 종합적으로 판단하여 결정한다.
- (2) 원칙적으로 공공도로 또는 수도용지로 한다.

2. 도수관

2.1 총칙

도수관은 취수지점으로부터 정수장까지 원수를 공급하는 시설로서, 도수관 본체, 펌프설비, 차단·제어용 밸브, 공기밸브 및 유량계, 배수(排水)설비, 접합정, 압력조절 탱크, 감압밸브, 그 외 부속설비로 구성([그림 1.2.1] 참조)된다.

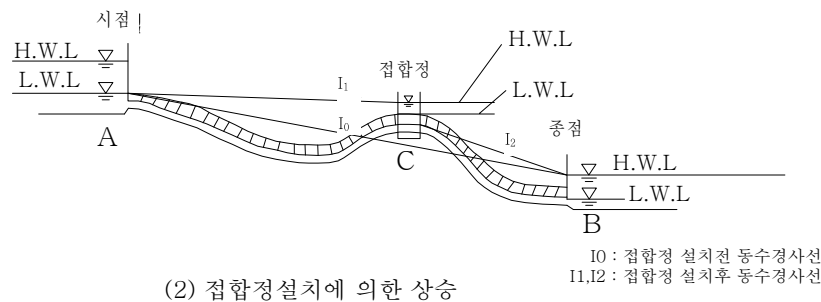
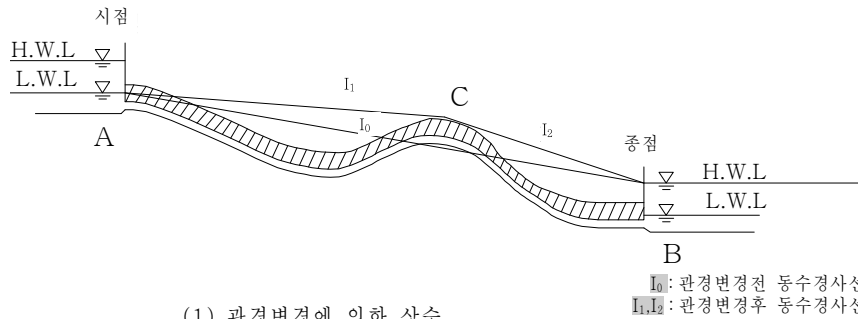


[그림 1.2.1] 도수관로 수리계통도 예

도수관의 부속설비는 관수로로서의 수리조건에 적합하며 유지관리를 고려하여 선정하고 적절한 위치에 설치해야 한다.

도수관의 노선은 관로가 항상 동수경사선 이하가 되도록 설정하고 항상 정압이 되도록 계획한다. 관로의 위치가 동수경사선 보다 높게 되는 것을 피할 수 없는 경우에는 지세를 잘 조사하여 부압이 생기는 장소의 상류 측에 대해서는 관경을 크게 하고, 하류 측에 대해서는 관경을 작게 하거나 접합정을 설치함으로써 부분적으로 동수경사선을 상승시킬 수 있다([그림 4.2.2] 참조). 도수관은 주로 수도용지의 전용도로나 공공도로에 개착공법으로 매설하며 지반, 지형 및 지층에 대하여 사전

조사를 충분히 실시하고 적절한 관중 선정과 기초공 및 이형관보호 등을 실시한다.

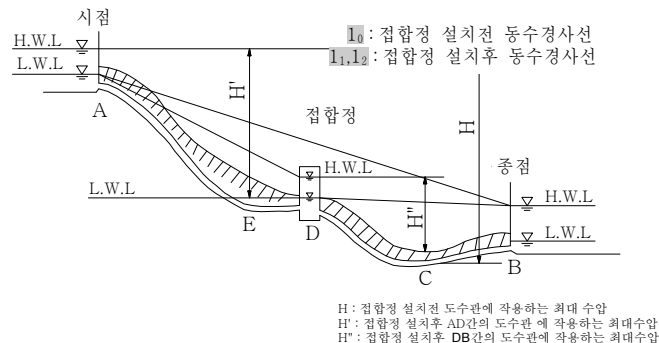


[그림 1.2.2] 동수경사선의 상승 사례

또 도수관로가 하천, 철도, 주요도로 등을 횡단하거나 지형적으로 최소동수경사선보다 높은 산악이나 구릉 등을 횡단하여야 할 경우에는 수관교의 가설, 추진공법, 터널공법 또는 쉴드(shield)공법 등 비개착공법을 채택한다. 이들 공법들은 개착공법에 비하여 대개 3배 이상의 공사비가 소요되며 사고발생시의 복구에도 곤란한 경우가 많으므로 가능한 최단거리로 횡단하도록 한다. 상기 공법 중 어느 공법을 결정하기 위해서는 연장, 지형, 지질, 재해에 대한 안전성과 공사비 등을 종합적으로 검토해야 한다.

관로에 작용하는 최대정수압이 부득이 고압으로 되는 경우에는 특수한 고압관을 사용하거나 고압지점의 상류측의 적당한 위치에 접합정을 설치한 다음 자유수면으로 압력을 개방하여 최대정수압을 감소시켜야 한다([그림 1.2.3] 참조).

도수관의 초기 도수량은 계획도수량에 크게 미달할 경우가 많으므로 소유량시의 유량조절설비와 계량설비를 우회관(by-pass line)으로 설치해 두는 것이 바람직하다.



[그림 1.2.3] 도수관에서 정수압의 경감 사례

2.2 관종

상수도관의 관종은 다음 각 항을 기본으로 하여 선정한다.

- (1) 관 재질에 의하여 물이 오염될 우려가 없어야 한다.
- (2) 내압과 외압에 대하여 안전해야 한다.
- (3) 매설조건에 적합해야 한다.
- (4) 매설환경에 적합한 시공성을 지녀야 한다.

2.3 관경

도수관의 관경은 다음 각 항을 기준으로 한다.

- (1) 관경은 시점의 저수위와 종점의 고수위를 기준으로 하여 동수경사를 산정한 후, 결정된 동수경사를 이용하여 산정한다.
- (2) 덕타일주철관 또는 수도용 강관을 사용하는 경우에는 사용년수의 경과에 따라 통수능력이 감소되므로 설계시 내용년수를 고려하여 산정한다. 다만, 시멘트모르터, 액상에폭시수지도료 등으로 내구성이 있는 도장을 시공한 관은 통수능력이 거의 감소되지 않는 것으로 본다.
- (3) 펌프가압식인 경우에는 펌프양정과 관경과의 사이에 경제적인 관계를 고려하여 설계한다.

2.4 유속

도수관을 설계할 때의 평균유속은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 자연유하식인 경우에는 허용최대한도를 3.0 m/s로 하고, 도수관의 평균유속의 최소한도는 0.3 m/s로 한다.
- (1) 펌프가압식인 경우에는 경제적인 유속으로 한다.

2.5 불안정한 지반에서의 관 매설

부득이하게 지반이 불안정하고 위험한 위치에 관을 매설할 경우에는 충분히 지질을 조사하고 다음에 열거하는 조치를 취한다.

- (1) 비탈면은 충분한 법면 보호공을 실시하여 법면이 침식되거나 붕괴되는 일이 없도록 하고 표면수와 침투수 및 지하수의 배제를 고려한다.
- (2) 급경사인 도로에 관을 매설하거나 경사면에 연하여 관을 매설하는 경우에는, 관체의 흘러내림과 되메우기 흙의 유실을 방지하기 위하여 지수벽을 설치한다.
- (3) 연약지반에 관을 매설하는 경우에는 부등침하를 고려한 관종과 접합방법을 선정하고, 관의 침하를 억제하기 위하여 필요에 따라 지반을 미리 개량하는 등의 조치를 강구한다.
- (4) 액상화의 우려가 있는 지반에서는 적절한 관종·접합방법의 선정 외에 필요에 따라 지반을 개량한다.
- (5) 견고한 지반과 연약지반이 단층으로 접해 있을 때와 관의 한쪽이 구조물에 고정되어 있을 경우에는 부등침하에 대비하여 알맞은 시공법, 관종, 신축이음을 사용한다.
- (6) 하천횡단구간 등 사고시 복구가 어려워 단수가 불가피한 구간은 가급적 관로 복선화를 계획한다.

2.6 매설위치 및 깊이

관로의 매설위치 및 깊이는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공공도로에 관을 매설할 경우에는 「도로법」 및 관계법령에 따라야 하며 도로관리기관과 협의하여야 한다.
- (2) 관로의 매설깊이는 관종 등에 따라 다르지만 일반적으로 관경 900mm 이하는 120cm 이상, 관경 1,000mm 이상은 150cm 이상으로 하고, 도로하중을 고려할 필요가 없을 경우에는 그렇게 하지 않아도 된다. 도로하중을 고려해야 할 위치에 대구경의 관을 부설할 경우에는 매설깊이를 관경보다 크게 해야 한다.
- (3) 도로하중을 고려할 필요가 있으나 지반이 암반인 경우 등으로 부득이하게 매우 얇게 매설해야 할 경우에는 별도로 관을 보호하는 조치를 강구한다.
- (4) 한랭지에서 관의 매설깊이는 동결심도보다 깊게 한다.
- (5) 도수관을 다른 지하매설물과 교차 또는 인접하여 부설할 때에는 적어도 50cm 이상의 간격을 두어야 하며, 특히 상수도관로에 대한 오염, 파손 등 위해의 우려가 있는 경우에는 현장여건에 따라 이격거리를 추가로 확보하도록 하여야 한다.
- (6) 매설위치는 태풍이나 지진, 홍수 등 비상시에도 관로의 구조에 영향이 최소화될 수 있는 곳으로 한다.

2.7 도수관 접합정

접합정은 다음의 각 항에 적합하게 한다.

- (1) 원형 또는 각형의 콘크리트 또는 철근콘크리트로 축조한다. 아울러 구조상 안전한 것으로 충분한 수밀성과 내구성을 지니며 용량은 계획도수량의 1.5분 이상으로 한다.
- (2) 유입속도가 큰 경우에는 접합정 내에 월류벽 등을 설치하여 유속을 감쇄시킨 다음 유출관으로 유출되는 구조로 한다. 또 수압이 높은 경우에는 필요에 따라 수압제어용 밸브를 설치한다.
- (3) 유출관의 유출구 중심높이는 저수위에서 관경의 2배 이상 낮게 하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 필요에 따라 양수장치, 배수설비(이토관), 월류장치를 설치하고 유출구와 배수설비(이토관)에는 제수밸브 또는 제수문을 설치한다.

2.8 차단용 밸브와 제어용 밸브

차단용 밸브와 제어용 밸브의 설치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 도·송·배수관의 시점, 종점, 분기장소, 연결관, 주요한 배수설비(이토관), 중요한 역사이편부, 교량, 철도횡단 등에는 용도에 따라서 차단용 밸브 또는 제어용 밸브를 설치한다.
- (2) 차단용, 제어용 밸브실은 도로의 종류별, 배관의 구경별 및 현장의 설치조건에 따라 소형, 중형, 대형으로 구분하며 밸브실 전후 관로의 안정성을 확보한다.
- (3) 차단용, 제어용 밸브실은 설치 및 유지관리가 용이하도록 충분한 공간을 확보하며 이상수압이 발생하였을 때 즉시 감지하기 위한 수압계의 설치와 배수 및 점검을 위한 설비를 갖추어야 한다.

- (4) 밸브는 부식이나 손상에 의해 수돗물의 수질에 영향을 주지 않아야 하며, 밸브실은 상시 침수가 되지 않도록 적절한 대책을 수립해야 한다.

2.9 공기밸브

공기밸브의 설치는 다음 각 항에 적합하게 설치한다.

- (1) 관로의 종단도상에서 상향 돌출부의 상단에 설치해야 하지만 제수밸브의 중간에 상향 돌출부가 없는 경우에는 높은 쪽의 제수밸브 바로 앞 등 적절한 위치에 설치한다.
- (2) 관경 400mm 이상의 관에는 반드시 급속공기밸브 또는 쌍구공기밸브를 설치하고, 관경 350mm 이하의 관에 대해서는 급속공기밸브 또는 단구공기밸브를 설치한다.
- (3) 공기밸브에는 보수용의 제수밸브를 설치한다.
- (4) 매설관에 설치하는 공기밸브에는 밸브실을 설치하며, 밸브실의 구조는 견고하고 밸브를 관리하기 용이한 구조로 한다.
- (5) 한랭지에서는 적절한 동결방지대책을 강구한다.

2.10 배수(drain)설비

배수(排水)설비는 다음 각 항에 적합하도록 설치한다.

- (1) 상수도 관로의 종단상에서 하향 굴곡부의 하단으로 적당한 배수로(排水路), 하수관거 또는 하천 등(이하 「수로 등」이라고 한다)이 있는 지점의 부근을 선정하여 배수설비(이토관)를 설치한다.
- (2) 배수설비(이토관)의 관경은 도수관경의 1/2~1/4로 하고, 가능하면 치수가 큰 것을 택하되, 관경 500mm 이상의 관에서는 토출구의 수로가 범람할 우려가 있으므로 배출 가능한 장소마다 여러 개의 배수(排水)설비를 설치할 수도 있다.
- (3) 방류수면이 관저보다 높을 경우에는 배수설비(이토관)와 토출구의 도중에 배수실을 설치한다.
- (4) 토출구 부근의 호안은 방류수에 의하여 침식되거나 파괴되지 않도록 견고하게 축조한다.

2.11 맨홀과 점검구

- (1) 관경 800mm 이상의 관로에 대해서는 관로의 시공과 유지관리시 내부 누수공의 확인이나 검사와 보수를 위하여 필요한 장소에 맨홀을 설치하고, 800mm 미만의 관로에는 점검구를 둘 수 있다.
- (2) 맨홀과 점검구의 활성화와 이력관리를 위하여, 맨홀뚜껑과 맨홀 주변, 변곡점 등에 RFID를 비롯한 전자태그 등과 통신기기를 통하여, 맨홀과 관로의 시설물 이력관리(정보화)시스템을 구축할 수 있다.

2.12 수격방지 설비

수격작용으로 관로에 영향을 미칠 우려가 있는 경우에는 이를 경감시키기 위하여 다음 각 항에 의한 수격방지 설비를 설치하는 것이 바람직하다.

- (1) 압력저하에 따른 부압방지대책으로 플라이휠(fly wheel), 에어챔버(air chamber), 압력조절탱크(surge tank), 공기밸브 등을 설치한다.

- (2) 압력상승에 따른 배관 및 가압설비의 보호대책으로 안전밸브(safety valve) 즉, 스윙체크밸브(swing check valve), 급폐형 체크밸브, 콘밸브(cone valve) 또는 니들밸브(needle valve), 수격완화밸브(relief valve), 에어챔버(air chamber), 우회관(bypass line)등을 설치한다.
- (3) 사고로 인한 단수에 대비하기 위하여 필요에 따라 관을 2계열로 매설하고 중요한 장소에 연결관을 설치하는 것이 바람직하다.

2.13 신축이음관

신축이음관은 다음 각 항에 적합하게 한다.

- (1) 신축자재가 아닌 노출되는 관로 등에는 20~30 m 마다 신축이음관을 설치하고, 연약지반이나 구조물과의 접합부(tie-in point) 등 부등침하의 우려가 있는 장소에는 휨성이 큰 신축이음관을 설치한다.
- (2) 매설되는 수도용 강관의 관로부에는 별도의 신축이음관이 필요하지 않으나 제수밸브, 펌프 등 관로의 중간에 자유단이 발생하는 경우에는 밸브실 내에 신축이음관을 설치하고 밸브실 통과부에는 관이 축방향으로 변위될 수 있게 하되 외부지하수 등이 침입할 수 없는 구조로 한다.

2.14 관의 기초

관을 매설할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 매설관의 기초는 지반의 상태와 지층을 사전에 조사하여 태풍이나 지진, 홍수 등 비상시에도 관로의 구조에 영향이 최소화될 수 있도록 사용 관종을 선정하고 최적의 공법을 채택한다.
- (2) 관을 매설할 때의 다짐이 적절하게 이루어지도록 되메우기를 철저하게 한다.

2.15 이형관 보호

이형관 보호에는 각 항에 따른다.

- (1) 관내수압은 안전성을 고려하여 최대정수압에 수격압을 더한 것으로 한다.
- (2) 덕타일주철관 및 경질폴리염화비닐관의 이형관 보호에는 관외주면의 구속력이 충분하도록 콘크리트블록 또는 내진형 이탈방지압륜 등으로 보호한다.
- (3) 용접이음의 강관, 스테인리스강관 및 용착이음의 수도용 폴리에틸렌관에는 이형관 보호 등을 경감 또는 생략할 수 있다. 다만, 신축이음관이 불평균력을 억제하기 위한 유효길이의 범위 내에 설치되어 있는 경우에는 콘크리트블록 등으로 보호한다.

2.16 관로의 표식

매설관을 보호하고 효율적으로 관리하기 위하여 다음 사항을 따른다.

- (1) 매설관에는 원칙적으로 수도사업자명, 부설년도, 관종 등을 명시한 테이프를 부착하고 관경에 따라 되메우기시 적절한 깊이에 테이프 또는 시트부설을 병행한다.
- (2) 상수도 관로가 매설된 지역에는 현장에서 관로 위치를 파악하기 쉽도록 직선구간의 일정한 간격 과 수평변곡점에 표시석 등을 설치한다.

- (3) 관로에 대한 정보화와 유지관리의 효율화를 위하여 수평변곡점, 수직변곡점 및 각종 밸브실에 대하여 3차원 좌표를 설정한다.

2.17 전식 및 부식 방지

관을 매설할 때에는 전식과 기타 부식을 방지하기 위하여 다음 각 항에 따라 시행한다.

- (1) 전식의 위험이 있는 철도 가까이에 금속관을 매설할 때에는 충분한 상황을 조사하여 전식을 방지하기 위한 적절한 조치를 취한다.
- (2) 부식성이 강한 토양, 산이나 염수 등의 침식이 있을 수 있는 지역에 관을 매설할 때에는 토양부식성 등 주변 상황을 조사한 다음에 관종을 선정하고, 적절한 방식대책을 취한다.
- (3) 관의 콘크리트 관통부, 이종토양간의 부설부 및 이종금속간의 접속부에는 매크로셀(macro cell)부식이 발생하지 않도록 적절한 조치를 취한다.

2.18 수압시험

관로의 수압시험은 다음 각 항에 따라 시행한다.

- (1) 관로를 매설한 다음에는 원칙적으로 수압시험 또는 기밀시험(산소압축시험)으로 수밀성과 안전성을 확인한다.
- (1) 수압시험을 시행한 다음 그 결과에 따라 적절한 조치를 취한다.

2.19 수관교와 교량첨가관

수관교와 교량첨가관은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 환경, 경간장, 가설지점의 지리적 조건 및 경관과의 조화를 고려하여 가장 적절한 구조형식을 선정한다.
- (2) 자중, 물의 하중, 지진하중, 풍하중 및 적설하중 등에 대하여 안전해야 한다.
- (3) 지지부분은 관의 수압, 지진하중, 온도변화에 대하여 안전한 구조로 한다.
- (4) 교대부근의 매설관에는 유연한 신축이음관을 설치하고, 굴곡부에는 필요에 따라 방호공을 시공한다.
- (5) 가장 높은 위치에 공기밸브를 설치하고, 한랭지에서는 적당한 방한설비를 시공한다. 또한 필요에 따라 관리통로를 설치한다.
- (6) 수관교에는 적절한 이탈방지조치를 강구한다.
- (7) 적절한 방식조치를 강구한다.
- (8) 수관교의 교각에는 필요에 따라 충돌물에 대한 방호공을 시공한다.
- (9) 교량 첨가관은 교량 가동단의 위치에 맞추어서 필요에 따라 신축이음관을 설치한다.

2.20 하저횡단(역사이편관)

하저횡단은 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 하저횡단의 역사이편관은 2계열 이상으로 하고 가능한 서로 이격하여 부설한다.
- (2) 역사이편부 전후 연결관의 경사는 부득이한 경우 외에는 45° 이하로 하고, 굴곡부는 콘크리트 지지대에 충분히 정착시켜야 한다.
- (3) 연약지반의 역사이편은 기초를 완전하게 하거나 지반의 부등침하에 대응하는 구조로 해야 한다.
- (4) 호안공 등의 장소에 사이편관의 위치를 표시한다.

2.21 철도 및 간선도로 횡단

철도 및 간선도로의 횡단은 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 관이 레일상의 차량하중과 진동을 직접 받지 않도록 측벽과 떼어낼 수 있는 슬래브(slab)로 된 암거나 내경 600mm 이상의 삽입관 등으로 관을 보호한다.
- (2) 관경 400mm 이상의 관에서는 필요에 따라 그 보호공 내의 관을 보수하거나 검사하기 위하여 사람이 출입할 수 있는 크기로 한다.
- (3) 관이 전식을 받을 우려가 있는 경우에는 상황을 충분히 조사하여 적당한 전식방지 조치를 강구한다. 또 횡단지점의 양단에는 매설위치를 나타내는 표지판을 세운다.

2.22 추진공법

추진공법은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 토질, 장애물, 환경 등을 사전 조사하고, 관계기관과도 사전 협의하여 공사의 난이도, 안전성, 확실성 등을 종합적으로 검토하여 적절한 공법을 선정한다.
- (2) 추진관의 관종은 강도, 내구성, 시공의 난이도 등을 고려하고, 소요구경, 연장, 매설심도 및 공법에 적합한 관종을 선정한다.
- (3) 선도관(先導管)은 추진관의 구경, 토질, 공법에 적합한 구조로 한다.
- (4) 압입수직갱은 추진관을 계획선상에 정확하게 압입하기 위하여 강널말뚝 등을 사용하여 견고하게 축조하고 필요에 따라 콘크리트 지압벽(back concrete)이나 가이드 레일(guide rail) 등의 설비를 시공한다. 또한 도달수직갱도 작업이 용이하도록 축조한다.
- (5) 연약지반이나 지하수위가 높은 곳에서 시공할 때에는 미리 적당한 지반강화 조치나 지수조치를 취함과 아울러 적절한 보조공법을 병용하여 안전하게 시공할 수 있도록 한다.
- (6) 외부관 추진공법을 채택할 경우에는 내부에 들어갈 관의 손상을 방지하기 위한 조치를 취하고 관추진 후의 노면침하를 방지하기 위한 지반보강 등의 조치를 취한다.

2.23 쉴드(shield)공법

쉴드공법은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 관계법규가 정하는 바에 따라 수속절차와 대책을 검토해야 하며 입지조건, 지장물, 지형 및 지질, 환경보전을 위한 조사를 한다.
- (2) 터널의 소요단면은 공사방식과 관경 등에 따라 정하고 시공상 안전하고 능률적인 것이어야 한다.
- (3) 터널의 선형은 직선 또는 완곡선을 택하고 터널의 토피(土被)는 지질과 지형에 따라 정한다.

- (4) 입갱부는 원칙적으로 실을 축조하고 필요에 따라 제수밸브, 공기밸브 및 배수(排水)설비 등을 설치한다.
- (5) 쉘드기종과 보조공법은 지중(natural ground)조건과 시공조건에 적합해야 하며 주위지역의 환경보전에 유의한다.

2.24 전용도로

- (1) 상수도시설의 유지관리를 위한 전용도로는 유지관리를 장비들이 원활하게 통행하는데 지장이 없는 구조와 폭으로 확보한다.
- (2) 상수도시설을 유지관리하기 위한 전용도로가 일반도로 기능을 겸용할 경우에는 「도로법」에 관한 규정에 따라 도로의 종류 및 등급에 맞는 구조와 폭으로 확보한다.

2.25 펌프설비

펌프설비는 8.2 펌프설비에 준한다.

2.26 관로 보호 및 진단 설비

상수도관로의 보호 및 진단 설비를 다음 각 항에 따라 설치할 수 있다.

- (1) 상수도관의 파손이나 누수 및 지반함몰 등을 사전에 예방 및 감시하기 위한 센서 및 계측기를 관로 주변에 설치할 수 있다.
- (2) 재해 또는 사고에 대비하여 시설의 안전성이 확보되도록 적절한 대책을 수립하여야 한다.

3. 도수거

3.1 총칙

도수거는 취수시설로부터 정수시설까지 원수를 개수로방식으로 도수하는 시설로서 수리적으로 자유수면을 갖고 중력작용으로 경사진 수로를 흐르는 시설이고, 구조적으로는 개거, 암거 및 터널 등이 있으며 일정한 동수경사(통상, 1/1,000~1/3,000)로 도수하는 시설이다.

도수거는 필요수량을 확실하게 보낼 수 있어야 하며 그 형상 및 구조는 지형과 지세를 고려하고, 용지취득비, 건설비의 대소, 유지관리의 용이성, 재해에 대한 안전성 등을 종합적으로 판단하여 결정한다. 그리고 도수거는 비교적 지반이 평탄하고 양호하며 성토하거나 절토할 필요성이 없는 곳에서는 개거 또는 개거에 덮개를 한 구조의 암거가 많이 이용되는데, 산이나 구릉 횡단으로 절토량이 많게 될 경우에는 터널을 적용하고 하천이나 계곡 등을 횡단할 경우에는 수로교나 역사이편이 적합하다.

한편, 도수거는 외부에서 하수가 침투되는 것에 대하여 각별히 유의해야 하며 또한 연약지반이나 액상화할 우려가 있는 장소에 도수거를 계획하는 것을 피해야 한다.

3.2 구조

도수거의 구조와 형식은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 개거와 암거는 구조상 안전하고 충분한 수밀성과 내구성을 가지고 있어야 한다.
- (2) 도수거는 한랭지에서 뿐만 아니라 기타 장소에서도 될 수 있으면 암거로 설치한다. 부득이 개거로 할 경우에는 수질오염을 방지하고 위험을 방지하기 위한 조치를 강구해야 한다.
- (3) 개거나 암거인 경우에는 대개 30~50m 간격으로 시공조인트를 겸한 신축조인트를 설치한다.
- (4) 지층의 변화점, 수로교, 독, 통문 등의 전후에는 신축성이 있는 조인트를 설치한다.
- (5) 터널에 대해서는 3.6 도수터널에 준한다.
- (6) 암거에는 환기구를 설치한다.

3.3 유속

도수거에서 평균유속의 최대한도는 3.0m/s로 하고 최소유속은 0.3m/s로 한다.

3.4 도수거 접합정

접합정 또는 맨홀은 다음 각 항을 기준으로 정한다.

- (1) 개거에서 암거로 바뀌는 지점이나 분기점, 합류점, 기타 필요한 지점에 접합정을 설치한다.
- (2) 접합정은 구조상 안전한 것으로 충분한 수밀성과 내구성을 지녀야 하며, 용량은 계획도수량의 유하를 저해하지 않는 용량으로 한다.
- (3) 필요에 따라 유량측정장치, 월류장치, 배수(排水)설비 등을 설치하고 유출구에는 제수문을 설치한다.

3.5 월류설비와 순찰도로

도수거의 월류설비와 순찰도로를 다음 각 항에 따라 설치한다.

- (1) 시점과 종점, 그리고 그 외에 필요한 지점에 제수문 또는 수위조절판(stop log)을 설치하고, 유지관리용 맨홀을 설치한다.
- (2) 수로의 도중에는 필요에 따라 월류설비를 설치한다.
- (3) 개거인 경우에는 수로부(channel location) 등을 이용하여 순찰도로를 설치한다.
- (4) 개거인 경우에는 필요에 따라 낙엽 등이 유하되는 것을 방지하는 스크린을 설치한다.

3.6 도수터널

도수터널은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 터널은 콘크리트라이닝(concrete lining)을 하는 것을 원칙으로 하되 필요에 따라 그라우팅(grouting)을 하고 입구와 출구는 충분히 보호한다.
- (2) 터널 설계는 터널표준시방서에 준한다.
- (3) 터널내부의 청소와 점검 등이 가능하도록 터널 중간에 출입구를 설치하는 것이 바람직하다.

3.7 수로교

수로교는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 수로교는 철근콘크리트 또는 강재(鋼材)를 사용하여 구조상 안전하며 충분한 수밀성과 내구성을 지녀야 한다.
- (2) 온도변화, 부등침하 및 지진시 등의 상대변위 등에 대비한 유효한 신축조인트를 설치한다.
- (3) 수로교에서 보의 하부공간은 건축한계나 그 외의 관계법규에 따라 결정한다.

4. 원수저류지

원수저류지를 설치할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 취수시설과 정수시설과의 사이에 설치할 수 있다.
 - (2) 용량은 취·도수시설물의 점검, 보수, 수질사고 및 무단수 공급 등을 고려하여 1일 평균급수량 이상으로 설치할 수 있다.
 - (3) 필요에 따라 펌프와 그 외의 부속설비를 설치한다.
 - (4) 필요에 따라 오염방지 및 위험방지를 위한 조치를 강구한다.
- 

KDS 57 55 00 : 2017

상수도 정수시설 설계기준

2017년 11월 17일 제정

1. 총설

정수시설에는 총설을 포함하여 아래와 같이 총 28절이 포함된다. 이 절들은 다음과 같은 원칙에 따라서 배치하였다. 우선 정수시설의 처리흐름에 따라서 배치하였다. 예를 들면 착수정, 응집, 침전, 여과, 소독 등의 순으로 배치하였으며, 슬러지 및 배출수 처리는 수처리 다음에 배치하였다. 수처리의 표준처리와 고도처리는 표준처리를 전반부에 배치하고 고도처리와 오염물 제거를 후반부에 배치하였다. 또한 유사한 공정은 가능한 함께 배치하였다. 예를 들면 용존공기부상은 침전지와 함께, 완속여과지는 급속여과지와 함께 배치하였다.

1. 총설
2. 착수정
3. 응집용 약품주입설비
4. 응집지
5. 침전지
6. 용존공기부상지
7. 급속여과지
8. 완속여과지
9. 정수지
10. 부식성 개선설비
11. 소독설비
12. 전염소·중간염소 처리설비
13. 폭기설비
14. 오존처리설비
15. 자외선 소독설비
16. 분말활성탄 흡착설비
17. 입상활성탄 흡착설비
18. 막여과 시설
19. 맛·냄새 제거
20. 철·망간 제거
21. 기타 오염물질 처리
22. 해수담수화 시설
23. 배출수 및 슬러지 처리시설
24. 구내배관과 수로
25. 관리용 건물
26. 유량측정설비



27. 수질검사시설

28. 보안설비, 동결방지대책

이번 개정 본에서는 2010년 시설기준 발간이후 개정된 관련법령의 내용(위생안전기준 인증강화에 따른 수질관리내용 구체화, 강화된 환경법규를 반영한 배출수처리 시설기준보완 등)과 그간 운영경험 및 신기술, 공법개발로 현실성이 결여된 기준을 삭제하고 검증된 연구결과들을 반영하였으며 또한 단수 없는 고품질의 수도물 공급을 통한 고객서비스 향상을 위해 정수장 예비용량 확보 기준을 구체화 하는 등 정부의 변화된 수도정책 및 새로운 정책수요를 적극 뒷받침 하도록 내용을 보완하였다.

1.1 기본사항

정수시설은 수도시설의 중추시설이며, 그 정수처리방법과 정수시설의 선정 및 유지관리는 상수도 시스템 전반에 직접적으로 영향을 미친다. 정수시설의 기능은 정수처리로 소요수질의 물을 필요량 만큼 안정적으로 얻는 것이 기본이다. 수도에 대한 사회적 요구를 반영하여 「보다 안전하고 양질의 물을 공급」, 「재해나 사고 등에 대처하는 것을 포함하여 보다 안정된 물 공급을 위한 정수장 예비용량개념 구체화」, 「환경부하의 저감」 및 「시설 갱생 및 교체시 자산관리(asset management)개념 도입」 등 종래보다도 한층 높은 수준의 기능을 갖추도록 정수시설 계획을 수도계획 전체와 연계하여 입지조건, 정수처리방법, 건설조건 및 유지관리에 대하여도 충분히 조사하고 계획해야 한다.

한편으로 이와 같은 수도에 대한 요구를 달성하는 데는 수도사업자가 놓여있는 자연적, 사회적 조건이 크게 관련되기 때문에 수도사업자는 사용자의 요구나 지역특성 등을 고려하여 독자적으로 시설계획이나 정비목표를 설정하는 것이 중요하다.

정수시설을 신설하거나 확장하는 계획을 수립할 때에는 수도법상의 시설기준 이외에 시설규모, 수원, 원수수질, 정수수질의 관리목표, 정수방법, 용지의 지형 및 취득조건, 적용되는 기술기준, 주위환경에 대한 관련성, 관련법과 규제 등에 대해서도 조사해야 하며 개량하거나 재배치를 계획할 때에는 기존시설과 신규시설의 연계성도 조사해야 한다.

1.1.1 시설규모

최적의 시설규모는 수도시설 전체의 기본계획으로 결정되어야 하지만 실제로 정수시설을 계획할 때에는 장래 확장 분까지를 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 또한 시설규모를 결정할 경우에는 시설규모 결정의 기준이 되는 계획1일최대급수량에 부가하여 예비용량능력도 고려해야 할 중요한 사항이다. 다른 수도시설과 마찬가지로 정수시설은 평상시에도 계획정수량(계획1일최대급수량과 정수장내 작업용수등을 합산한 수량)을 처리할 수 있어야 할 뿐 아니라, 일정한 예비용량능력을 구비함으로써 시설개량이나 갱신, 사고시에도 수도시스템 전체로서 계획정수량을 안정적으로 확보할 수 있도록 시설규모를 결정하여야 한다. 정수장 시설용량 및 예비용량 확보기준은 5.1.3(계획정수량과 시설용량)에 구체적으로 제시되어 있다.

1.1.2 수원확보

수원으로부터 취수가능량이 정수시설의 규모를 결정하는데 직접 관련되므로 수원에 대하여 충분히 검토해야 한다. 현재 확보되어 있는 수리권 수량뿐만 아니라 장래 가용수리권의 수량에 대해서도 고려해야 한다.

지하수를 수원으로 이용하는 경우에는 지하수의 양수규제사항과 지하수위의 저하문제 등에 대해서도 조사해야 한다.

1.1.3 원수수질과 정수수질의 관리목표

정수방법을 선정할 때에 원수수질이 가장 중요한 요소 중의 하나이므로, 현재까지 얻어진 수질분석자료와 함께 장래의 수질도 예측해야 한다. 그러므로 상수원 주변의 도시개발계획, 공업단지계획 또는 농업개발 등에 대한 장래의 추세가 상수원에 영향을 미치는 요인이다. 크립토스포리디움 등의 병원성 미생물로 상수원이 오염될 우려가 있는 경우에는 이에 대처할 필요항목에 대해서도 조사해야 한다. 취수지점의 상류에 댐을 개발하는 경우 댐에서 발생하는 조류의 영향 등에 의한 원수의 수질변화에 대해서도 주의할 필요가 있다.

한편 정수수질의 관리목표도 정수방법을 선정하는 중요한 요소이다. 정수처리 수질목표는 「먹는물수질기준」에 적합해야 하는 것은 물론이고, 맛과 냄새, 탁도 및 수도시설의 부식 등을 고려해야 한다. 「먹는물수질기준」은 급수전에서 지켜야 할 최소한의 요구라는 것을 고려하여 보다 안전하고 양질의 물을 공급해야 한다는 것을 목표로 수질관리계획을 설정해야 한다.

1.1.4 정수처리방법과 정수시설의 선정

정수처리 방법에는 소독만 하는 방식, 완속여과방식, 급속여과방식, 막여과방식, 고도정수처리방식 또는 기타의 처리방식을 추가하는 방식이 있으며, 이와 같은 처리방법을 선정하는 것은 어떠한 원수수질에 대해서도 정수수질의 관리목표를 만족시킬 수 있는 적절한 정수처리방법이어야 함은 물론이고 정수시설의 규모나 운전제어 및 유지관리기술의 수준 등을 고려하여 선정하는 것이 바람직하다.

정수방법이 결정되면 이 결정된 방법에 가장 적합한 정수시설을 선정해야 하며, 동일한 정수방법이라도 선택되는 시설의 조건에 따라 달라지므로, 정수시설을 선정할 때에는 앞에서 설명한 조사결과와 함께 건설비와 유지관리비 등을 포함한 총괄원가에 대하여 조사해야 하며, 또한 유지관리의 확실성, 편리함 및 에너지절약 등도 고려하여 선정하는 것이 바람직하다.

또한 각종 고도정수시설의 개발 등으로 정수시설이 복잡해지고 또한 다양해지고 있으므로 가능한 한 유지관리하기 쉬운 정수방법의 정수시설을 선정하도록 유의하고, 정수시설의 규모나 여러 특성에 따라 수량, 수위, 수질, 기타를 계측하고 운전상태를 감시하며 제어하기 위한 계측제어설비를 설치하는 등 정수시설을 적정하게 자동화하고 간소화하는 것도 고려해야 한다.

1.1.5 정수시설 위치

정수시설이 설치되는 위치조건에 대해서는 용지취득이 용이한 것은 물론이고 급수구역과의 고저

차를 활용하여 에너지를 효율적으로 이용할 수 있어야 하고, 외부로부터 오염을 받지 않으며 견고한 기초지반이어야 하고 대규모로 절토하거나 성토하지 않고도 정지할 수 있는 위치가 이상적인 장소이다. 또한, 정수장으로부터 송수관로 연장이 길 경우, 송수관로 단,통수 작업시 이물질 배제 작업 등 단수시간이 길어지고 불필요하게 물이 낭비될 수 있으며 배수작업을 부주의하게 할 경우에는 관내 퇴적된 이물질의 교란으로 가정에 탁수 유입가능성이 높고 이로 인해 주민들의 민원 발생과 부적합한 수질 공급으로 문제가 야기될 수 있다. 따라서, 도수관로 연장을 길게하고 송수관로 연장을 짧게 함으로써 송수관로 사고시 탁수발생 문제 등을 해결할 수 있으므로 정수장 위치 선정시 고려해야 할 사항이 될 수 있다.

정수시설의 평면배치는 각 정수공정이 각 각 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하며 또한 전체의 수위관계로 보아 토지의 고저차를 이용하여 합리적으로 배치하는 것이 중요하다. 더욱이 용지를 효율적으로 이용하도록 배치해야 하며 필요에 따라 장래의 시설개량이나 갱신 또는 시설확장을 위한 여유부지를 확보해 놓는 것도 고려해야 한다. 시설은 평면으로 배치하는 것이 바람직하지만 용지가 협소해서 모든 정수시설을 평면으로 배치할 수 없는 경우에는 비용이 들지만 입체적으로 시설을 배치하는 것도 고려할 수 있다.

건설계획을 준비할 때에는 무엇보다도 지형과 지질에 대한 조사를 해야 한다. 그러므로 시추조사와 토질시험을 포함한 지형측량의 결과를 토대로 하여 시공계획을 작성하되, 시공계획에는 시공공정계획, 토공계획, 공사용 도로, 공사용 전력 및 용수 등에 대한 계획이 포함되어야 한다.

1.1.6 환경에 대한 배려

정수시설은 관계법령에 따라 정수처리 후의 배출수를 공공수역에 배출하거나 냄새, 소음 등에 대하여 주변 환경에 미치는 영향을 배려해야 하며 시설을 건설할 때의 영향도 가능한 최소화하도록 배려해야 한다. 또한 자원절약과 에너지절약의 관점에서 탈수케이크의 유효이용과 수두차이용 및 폐열에너지이용 등에 관해서도 고려해야 한다.

1.1.7 재해나 사고에 대한 안전성과 안정성 확보

정수시설은 자연재해나 사고 등의 비상시에 단수되는 사태와 같은 급수에 대한 영향이 없도록 하거나 최소화해야 하며, 또한 사고로 운전 정지되었더라도 신속하게 복구될 수 있도록 배려해야 한다. 이 때문에 피해를 미연에 방지할 수 있도록 또는 일부가 파손되거나 운전 정지된 경우에 피해의 확대나 2차 재해를 방지할 수 있도록, 필요에 따라 수류를 차단하거나 배수(drain) 및 수압을 조정하는 등의 대책을 강구하는 것이 중요하다.

또한 필요에 따라 시설을 분산배치하거나 수원을 다계통화하고 원수시설이나 정수시설 간의 상호연결관을 설치하는 등에 대해서도 배려함으로써 갈수나 수질사고 등이 발생하였을 경우를 대비할 수 있다. 더욱이 기기 사고나 고장에 대하여 필요한 장소에 예비설비를 설치하거나, 전력수전선을 2회선으로 수전하는 등의 대책을 마련해 두는 것도 바람직하다.

1.1.8 시설개량과 갱신

시설은 어떤 경우에도 시간이 경과함에 따라 노후화되므로 장래에 용이하게 시설을 개량하거나

갱신할 수 있도록 용지를 확보하거나 시설을 배치하고, 필요에 따라 예비 용량을 확보하는 것을 배려해야 한다. 또한 실제로 개량하거나 갱신할 경우에는 기존시설과의 처리성능, 수리 및 운전관리 등 여러 면에서 조화를 이루어야 한다. 최근 수도시설 노후화 및 관리대상 시설 증가로 인해 시설 유지관리 비용과 수도사고의 잠재적 리스크가 급격히 증가하고 있어, 영국, 호주, 미국 등에서는 시설물의 자산관리(asset management)체계를 도입하여 리스크 관리 강화 및 고객 서비스수준(level of service)향상과 더불어 운영관리 비용을 절감하는 추세이다. 여기서, “자산관리”의 개념은 물질 자산의 전 생애에 걸쳐 위험요소 관리(LCA; Life Cycle Assessment), 필요한 서비스수준 제공, 비용 최소화를 위해 다양한 수단(공학, 재무, 경제 등)을 결합하여 시설의 취득, 사용, 유지, 폐기에 관련된 의사결정을 실행하는 관리체계를 의미한다. 또한, “자산관리”체계에 대한 국제표준(ISO 55000, 55001, 55002)이 ‘14.1월 이미 제정됨에 따라 정부(환경부, 산업통상자원부)에서도 사회기반 시설 고령화에 대응하기 위한 유지관리체계 개선 및 수도시설의 운영·자산관리 플랫폼개발, 국가 표준개발(KS규격)등을 적극 추진중에 있다. 따라서, 시설물 노후화 및 관리비용증가에 따른 유지관리 계획수립시 “자산관리”체계 도입과 연계된 시설물 개량 및 갱신계획 수립이 절실히 요구되는 시점이다.

1.2 조사

정수시설을 계획할 때에는 다음 사항들에 대하여 조사해야 한다.

1.2.1 신설하거나 확장할 경우

- (1) 입지계획에 대한 조사: 상수도시설 전체에 대한 배치를 고려하고, 위생적인 환경성, 재해에 대한 안전성, 필요한 면적과 형상을 갖는 용지확보 및 시설물 유지관리 편리성 등
- (2) 정수시설계획에 대한 조사: 수질현황의 파악, 장래의 수질예측, 처리특성 등
- (3) 건설계획에 대한 조사: 지형조사, 지질조사, 소음·진동조사 등

1.2.2 개량하거나 갱신할 경우

상기 1.의 신설하거나 확장할 경우의 조사항목에 추가하여 신규(新旧)시설 간의 연계성(compatibility)에 대한 조사

1.3 계획정수량과 시설용량

정수시설의 계획정수량과 시설용량은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 계획정수량은 계획1일최대급수량을 기준으로 하고, 여기에 정수장내 사용되는 작업용수와 기타용수를 합산 고려 하여 결정한다.
- (2) 소비자에게 고품질의 상수도 서비스를 중단없이 제공하기 위하여 정수시설은 유지보수, 각종 사고, 시설개량 및 갱신 등에 대비하고 정수장내 사용되는 작업용수와 기타용수를 고려하여 예비용량을 확보하도록 계획하여 어떠한 경우에도 계획정수량 공급이 가능하도록 하여야 한다. 정수장 예비용량은 시설용량의 25%정도를 표준으로 하고, 이 경우 정수시설의 가동률은 시설

용량의 75%내외가 적정하다.

- (3) 시설용량은 계획1일최대급수량을 기준으로 하되 예비용량을 합산한 수량을 의미하며 정수장 주요 시설규모 산정의 기준이 되는 용량이다.

1.4 정수처리방법과 정수시설의 선정

정수처리방법과 정수시설의 선정에는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 정수방법은 「먹는물수질기준」에 적합한 수돗물을 안정적으로 급수할 수 있는 것으로서 원수수질, 정수수질의 관리목표, 정수시설의 규모, 운전제어 및 유지관리기술의 수준 등에 따라 소독만의 방식, 완속여과방식, 급속여과방식, 막여과방식 중에서 선정해야 하며 필요에 따라 고도정수처리방식 등을 조합할 수 있다.
- (2) 해수 또는 기수(brackish water)를 담수화하는 경우에는 역삼투법이나 전기투석법 등의 탈염처리에 적합한 처리방법을 선정하고 필요에 따라 다른 처리방법을 조합할 수 있다.
- (3) 크립토스포리디움, 지아디아 등의 원생동물로 원수가 오염될 우려가 있는 경우에는 급속여과방식, 완속여과방식 또는 막여과방식 중의 어느 방식을 사용한다.
- (4) 고도정수처리방식 등에는 기존시설의 가동상황이나 실험자료 등을 충분히 조사한 다음 기존의 지식으로 불충분한 경우에는 해당 정수장의 원수를 사용한 실험으로 처리성이나 안전성을 확인한다.
- (5) 원수수질, 정수수질의 관리목표, 시설규모, 시설의 운전·계측제어 및 유지관리 방법, 건설비, 유지관리비, 용지조건(넓이 및 위치, 취득조건) 등을 고려하여 신뢰성이 높은 정수처리시설을 선정한다.

1.5 배출수 처리

배출수처리시설은 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 침전지로부터 슬러지와 여과지의 역세척배출수는 구분하여 처리해야 하며, 여과지의 역세척배출수를 재활용하는 경우에는 상징수를 정수시설의 착수정으로 직접반송하거나 또는 침전과 소독공정을 거친 다음 상징수를 착수정으로 반송한다.
- (2) 세척배출수에서 발생된 슬러지와 정수공정의 침전지슬러지는 배출수처리시설의 농축조에서 농축처리하며 그 상징수는 정수공정으로는 반송하지 않는다. 방류되는 농축조 상징수는 배출허용기준 및 방류수 수질기준을 만족하여야 하며 이를 고려한 처리공정을 구성하여야 한다.
- (3) 슬러지처리시설은 정수처리시설에서 발생하는 슬러지를 처리하고 처분하는데 충분한 기능과 능력을 갖추어야 한다.
- (4) 슬러지처리시설의 방식은 정수처리시설과의 관계, 원수수질, 배출수의 양과 질, 슬러지 특성, 유지관리, 용지면적, 건설비, 지역 환경을 고려하여 적절한 방식을 선정해야 한다.

1.6 정수시설의 배치계획

정수시설의 배치는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 정수시설을 배치할 때에는 정수처리방법에 따라 각 정수처리공정의 시설이 각각 기능을 충분히 발휘할 수 있고 또한 정수장 전체의 조화와 효율화를 도모하며 유지관리나 시설확장, 개량 및 갱신이 용이하도록 배치한다.
- (2) 처리계열은 1.1.3(계획정수량과 시설용량)2항을 고려하여 어떠한 경우에도 계획정수량 공급이 가능하도록 시설규모 등에 따라 가능한 한 독립된 2계열 이상으로 분할하는 것이 바람직하다 (시설용량이 중·소규모인 경우에는 기능별로 계열의 기능이 발휘될 수 있도록 한다).
- (3) 각 시설간의 수위결정을 위한 손실수두는 수리계산이나 실험으로 결정한다.
- (4) 정수장 내의 화장실, 오수저류시설 및 폐기물수집소 등은 정수시설에 대하여 위생상 문제가 없도록 구조와 배치에 유의해야 한다.

1.7 수질관리

정수시설에서의 수질관리에 대하여서는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 정수장에 설정된 수질관리목표에 적합하도록 수질관리를 하기 위하여 일반수도사업자는 필요한 수질검사시설을 설치한다.
- (2) 수질을 실시간으로 감시할 수 있는 수질모니터링설비를 설치 하도록 한다.
- (3) 정수처리과정에서 물과 접촉하는 자재나 제품 등이 수질에 미치는 영향에 대하여 유의하여야 하며, 환경부고시 제2015-22호에 의해 고시된 자재의 경우에는 위생안전기준인증(KC)을 받은 것을 사용하여야 한다.
- (4) 상수도 시설에 사용되는 수처리제는 1.6(수처리제) 2항에 따른다.

1.8 시설개량과 갱신

원수수질이 악화되어 적절하게 정수처리 할 수 없게 될 우려가 있을 경우에는 필요한 시설을 증설하거나

- (1) 기존 정수처리시설의 성능이나 안정성 및 운전관리상의 합리성을 상실하지 않으면서 새로운 시설의 능력이 발휘될 수 있도록 한다.
- (2) 가동 중인 시설의 능력감소에 대한 대처방안을 미리 준비해야 하고, 또 공사시행으로 인하여 가동 중인 기존시설에 대한 영향이 최소화되도록 대책을 강구한다.

1.9 안전대책

정수시설은 자연재해, 기기사고, 수질사고, 인명사고 등에 대하여 안전대책을 강구해야 한다.

2. 착수정

2.1 총칙

착수정은 도수시설에서 도수되는 원수의 수위동요를 안정시키고 원수량을 조절하여 다음에 연결되는 약품주입, 침전, 여과 등 일련의 정수작업이 정확하고 용이하게 처리될 수 있도록 하기 위하

여 설치되는 시설이다. 또한 착수정은 원수수질이 일시적으로 이상상태를 나타낼 때 분말활성탄을 주입하며 고탁도일 때에 알칼리제와 응집보조제를 주입하고 여러 계통의 수원으로부터 원수를 받을 경우에는 이들 원수를 혼합하며 약품혼화지로 원수를 균등하게 분배하고 역세척배출수의 반송수를 받아들이는 등의 목적과 기능도 가지고 있다.

따라서 상기 목적과 기능을 안정적으로 달성하기 위하여 필요에 따라 적절한 정류설비와 표면적 및 체류시간을 필요로 하며 원수량을 조절하고 파악하기 위해서는 계량설비를 구비해야 하고, 수위계, 유량조절용 밸브 또는 수질계기에 물을 보내는 채수펌프 등이 설치되기도 한다. 그러나 원수압력을 효율적으로 이용하고 싶은 경우나 수위변동을 충분히 흡수할 수 있을 정도로 착수부의 관거용량이 커서 착수정을 설치하지 않고도 이상의 목적과 기능을 충분히 달성할 수 있는 정수장에서는 이들 설비의 일부 또는 전부를 생략할 수 있다.

2.2 구조와 형상

착수정의 구조와 형상은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 착수정은 2지 이상으로 분할하는 것이 원칙이나 분할하지 않는 경우에는 반드시 우회관을 설치하며 배수설비를 설치한다.
- (2) 형상은 일반적으로 직사각형 또는 원형으로 하고 유입구에는 채수밸브 등을 설치하며, 2~3실로 구분하는 것이 바람직하다.
- (3) 수위가 고수위 이상으로 올라가지 않도록 월류관이나 월류위어를 설치한다.
- (4) 착수정의 고수위와 주변벽체의 상단 간에는 60cm 이상의 여유를 두어야 한다.
- (5) 부유물이나 조류 등을 제거할 필요가 있는 장소에는 스크린을 설치한다.

2.3 용량과 설비

- (1) 착수정의 용량은 체류시간을 1.5분 이상으로 하고 수심은 3~5m 정도로 한다.
- (2) 원수수량을 정확하게 측정하기 위하여 유량측정장치를 설치하며, 역세척 배출수의 반송수를 받을 경우에는 별도로 계량하여야 한다. 유량측정장치는 위어나 유량계로 하고 유량계를 설치할 경우에는 유량계실을 설치한다.
- (3) 필요에 따라 분말활성탄을 주입할 수 있는 장치를 설치하는 것이 바람직하다.
- (4) 착수정에는 원수수질을 파악할 수 있도록 채수설비와 수질측정장치를 설치하는 것이 바람직하다.

3. 응집용 약품주입설비

3.1 총칙

급속여과방식의 정수처리에서는 전처리로서 약품에 의한 응집이 필수적이다. 원수 중에 부유하는 미세입자는 그대로는 쉽게 침전되지 않으며 급속여과에서는 이들 대부분이 여과층에 억류되지 않고 통과해 버리며 특히 원수가 저탁도이더라도 급속여과지에서 여과하는 것만으로는 콜로

이드성 입자가 충분히 제거될 것으로 기대할 수 없으며, 더욱이 크립토스포리디움 등의 병원성 미생물로 원수가 오염될 우려가 있는 경우에는 이들을 확실하게 제거할 목적도 포함하여 급속여과 방식의 정수방법에서는 전처리로서 미리 약품을 사용하여 응집시켜서 고액분리가 가능한 상태로 변화시키는 것이 불가결한 요건이다.

완속여과에서는 원수탁도가 30NTU 이상이 되면 보통 침전시킨 다음에도 탁도가 높아서 여과층이 빨리 막히므로 응집침전으로 탁도를 낮추어야 한다. 따라서 이와 같은 경우에는 완속여과시설에서도 응집용 약품주입설비가 필요하다.

응집용약품은 응집제, pH조정제(산제, 알칼리제), 응집보조제로 크게 구분된다.

응집제는 원수 중의 현탁물질을 플록형태로 응집시켜 침전되기 쉽고 여과지에서 포착되기 쉽게 하기 위하여 사용하며, pH조정제로서 원수의 pH가 지나치게 높은 경우에 산제가 또 원수의 알칼리도가 부족할 때에는 알칼리제가 사용되며, 응집보조제는 플록형성과 침전 및 여과효율을 향상시키기 위하여 응집제와 함께 사용한다. 사용하는 약품은 처리효과를 향상시키는 외에도 주입 후의 수질이 외관이나 독성 등의 면에서도 위생적으로 지장이 없어야 하며 취급하기 쉬운 조건 등을 구비해야 한다.

약품주입률은 자-테스트(jar-test)로 결정하는 방식이 일반적이다. 자-테스트의 자동화 또는 원수탁도와 알칼리도 등을 수질계기로 연속측정하고, 그 측정결과에 따라 약품주입률을 자동으로 산출하는 방식도 있다. 약품주입량은 설비용량의 결정에 필요하며 원수수질에 따라 변화하므로 충분한 조사가 필요하다.

응집용약품의 저장설비는 사용량을 고려하여 적절한 용량으로 하며 주입설비는 주입량의 최대로부터 최소까지 정밀하게 계량하고 조절하여 주입할 수 있는 용량과 대수가 필요하다. 주입방식은 약품의 성질과 상태 및 처리수량의 다소 등에 따라 습식이나 건식, 정량주입이나 유량비례주입 등 사용조건에 알맞은 방식을 선정한다. 약품은 대개 강한 산성이나 알칼리성을 띄고 있으므로 설비는 내식성의 구조와 재질로 해야 한다.

3.2 응집제

- (1) 응집제의 종류는 원수의 수량, 탁도(최고치와 시간적 변화) 등의 수질, 여과방식 및 배출수처리 방식 등에 관하여 적절해야 하고 위생적으로 지장이 없어야 한다.
- (2) 주입량은 다음 각 호에 정하는 바에 따른다.
 - ① 주입률은 원수수질에 따라 실험에 의하며, 원수수질의 변화에 따라 적시에 적절하게 조정하는 것이 바람직하다.
 - ② 응집제를 용해시키거나 희석하여 사용할 때의 농도는 주입량과 취급상 용이함을 고려하여 정한다. 다만, 희석배율은 가능한 한 적은 것이 바람직하며, 희석지점은 가능한 한 주입지점과 가까이 설치하는 것이 바람직하다.
 - ③ 주입량은 처리수량과 주입률로 산출한다.
- (3) 주입지점과 주입방법은 응집약품이 순간적으로 원수에 균일하게 혼합되는 지점과 방법으로 선정한다.

3.3 pH조정제(산제·알칼리제)

- (1) pH조정제의 종류는 원수수질에 따라 응집효과를 높이는데 적절하고, 또 위생적으로 지장이 없는 약품이어야 한다.
- (2) 주입량은 다음 각 호의 정하는 바에 따른다.
 - ① 주입률은 원수의 알칼리도, pH 및 응집제 주입률 등을 참고로 하여 정한다.
 - ② pH조정제를 용해 또는 희석하여 사용할 때의 농도는 주입량이 적절하고 취급이 용이하도록 정한다.
 - ③ 주입량은 처리수량과 주입률로 산출한다.
- (3) 주입지점은 응집제주입지점의 상류측이 일반적이며 혼화가 잘 되는 장소로 한다.

3.4 응집보조제

- (1) 응집보조제는 원수 수질에 따라 플록형성과 침전 및 여과의 효과를 높이는데 적당하고 위생적으로 지장이 없는 것이라야 한다.
- (2) 주입량은 다음 각 호의 정하는 바에 따른다.
 - ① 주입률은 원수 수질에 따라 실험으로 정한다.
 - ② 응집보조제를 용해 또는 희석하여 사용할 경우의 농도는 주입하거나 취급하기 용이하도록 정한다.
 - ③ 주입량은 처리수량과 주입률로 산출한다.
- (3) 주입지점은 실험으로 정하고 혼화가 잘 되는 지점으로 한다.

3.5 검수설비와 저장설비

- (1) 응집약품을 납품받고 저장하기 위하여 적절한 검수용 계량장비를 설치한다.
- (2) 약품저장설비는 구조적으로 안전하고 응집제가 누출되는 경우를 대비하여야 하며, 약품의 종류와 성상에 따라 적절한 재질로 하고, 겨울철 동결에 대비한 보완대책을 포함하여야 한다.
- (3) 저장설비의 용량은 계획정수량에 각 약품의 평균주입률을 곱하여 산정하고 다음 각 호를 표준으로 한다.
 - ① 응집제는 30일분 이상으로 한다.
 - ② 알칼리제는 연속 주입할 경우 30일분 이상, 간헐 주입할 경우에는 10일분 이상으로 한다.
 - ③ 응집보조제는 10일분 이상으로 한다.

3.6 주입설비

응집약품 주입설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

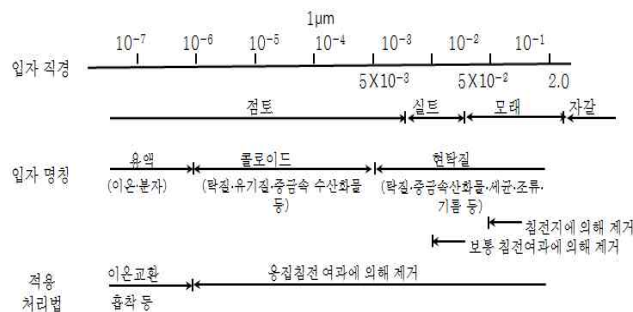
- (1) 주입방식은 사용약품의 종류와 성상에 따라 적절하게 주입할 수 있는 방식을 선정한다.
- (2) 주입장치의 용량은 최소주입량에서 최대주입량까지 안정되게 주입할 수 있고 또한 여유가 있어야 한다.

(3) 주입기에는 예비기 또는 예비설비를 함께 설치하고,약품누액에 대한 대책을 강구하여야 한다.

4. 응집지

4.1 총칙

원수의 탁질 중에서 입경이 10-2mm 이상인 것은 보통 침전이나 여과로 제거가 가능하지만, 입경이 10-3mm(1 μm) 이하가 되면 일반적으로 콜로이드입자라고 총칭하며 그대로의 상태로서는 거의 침강되지 않을 뿐더러 급속여과기구에서도 포착되지 않는다([그림 1.4.1] 참조).



[그림 1.4.1] 수중에 존재하는 물질과 적용처리법

따라서 급속여과방식에서는 이와 같은 탁질을 효과적으로 제거하기 위한 전처리로서 응집조작으로 콜로이드상의 탁질을 플록화하여 약품침전이나 급속여과에서 포착되도록 탁질의 성상을 변화시키는 조작이 반드시 필요하다. 또한 양호한 플록을 효과적으로 형성시키는 약품혼화와 플록형성 등을 강구해야 한다.

조작기능을 검토해 보면 응집제를 첨가한 다음 가능한 한 빨리 교반시켜 탁질을 미소한 플록으로 생성시키는 단계와, 생성된 미소플록을 크게 성장시키기 위하여 천천히 교반하는 단계로 구분할 수 있으며, 이 두 단계의 기능을 분리하여 전단계를 혼화, 후단계를 플록형성이라 한다. 즉 응집지는 이와 같은 기능에 따라 급속혼화시설(혼화지 포함)과 플록형성지로 구성된다.

다만, 정수장을 건설할 때에 혼화지나 플록형성지에서 침전지를 거치지 않고 여과지로 직접 연결되는 연결관을 설치하여 두면 저탁도의 원수가 장기적으로 유입되어 침전효율이 낮을 때에는 정수장 관리인의 판단으로 침전처리를 생략하는 직접여과 방식 내지는 플록형성까지 생략하고 혼화 후에 여과하는 인라인 여과 방식을 채택함으로써 정수장의 운영효율을 높이는 것이 바람직하다.(1.7.19 직접여과 참조).

또 플록형성지의 계측제어에 대해서는 1.11 계측제어용 기기 및 1.13.6 플록형성지와 침전지를 참조한다.

4.2 급속혼화시설(혼화지 포함)

응집을 위한 급속혼화시설에는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

(1) 급속혼화는 수류식이나 기계식 및 펌프확산에 의한 방법으로 달성할 수 있다.

- (2) 기계식 급속혼화시설을 채택하는 경우에는 혼화지에 응집제를 주입한 다음 즉시 급속교반시킬 수 있는 혼화장치를 설치한다.
- (3) 혼화지는 수류 전체가 동시에 회전하거나 단락류를 발생하지 않는 구조로 한다.

4.3 플록형성지

플록형성지는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 플록형성지는 혼화지와 침전지 사이에 위치하고 침전지에 붙여서 설치한다.
- (2) 플록형성지는 직사각형이 표준이며 플록큐레이터(flocculator)를 설치하거나 또는 저류판을 설치한 유수로로 하는 등 유지관리면을 고려하여 효과적인 방법을 선정한다.
- (3) 플록형성시간은 계획정수량에 대하여 20~40분간을 표준으로 한다.
- (4) 플록형성은 응집된 미소플록을 크게 성장시키기 위하여 적당한 기계식교반이나 우류식교반이 필요하다.
 - ① 기계식교반에서 플록큐레이터의 주변속도는 15~80 cm/s로 하고 우류식교반에서는 평균유속을 15~30 cm/s를 표준으로 한다.
 - ② 플록형성지 내의 교반강도는 하류로 갈수록 점차 감소시키는 것이 바람직하다.
 - ③ 교반설비는 수질변화에 따라 교반강도를 조절할 수 있는 구조로 한다.
- (5) 플록형성지는 단락류나 정체부가 생기지 않으면서 충분하게 교반될 수 있는 구조로 한다.
- (6) 플록형성지에서 발생한 슬러지나 스크이 쉽게 배출 또는 제거될 수 있는 구조로 한다.
- (7) 야간근무자도 플록형성상태를 감시할 수 있는 적절한 조명장치를 설치한다.

5. 침전지

5.1 총칙

침전지는 현탁물질이나 플록의 대부분을 중력침강작용으로 제거함으로써 후속되는 여과지의 부담을 경감시키기 위하여 설치한다. 침전지는 침전, 완충 및 슬러지배출 등의 3가지 기능을 갖는 것으로, 이 기능들은 정수처리공정 전체의 흐름에서 검토되어야 한다.

침전지를 생략하고 혼화지에서 직접 여과지를 통하여 정수되는 직접여과법도 있으나 이와 같이 처리하기 위해서는 원수탁도가 안정되어 있고 혼화효과를 확실하게 감시할 수 있으며 그 결과를 즉시 약품주입에 반영시킬 수 있는 설비를 구비해야 하고 탁질억류기능이 큰 여과층을 채택하는 등 여러 여건을 충분히 검토한 다음 결정해야 한다.

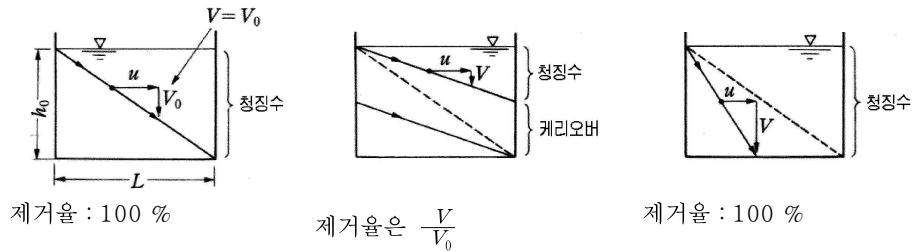
침전기능이란 유입된 탁질을 가장 효과적으로 침전시켜 제거하는 기능으로, 침전지에서 침전효율을 나타내는 가장 기본적인 지표가 표면부하율(surface loading)이다. [그림 1.5.1]과 같이 침전지에 유입되는 유량을 Q, 침전지 표면적을 A라 하면 표면부하율 V_o 는,

$$V_o = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (1.5.1)$$

로 나타내며 일반적으로 mm/min과 같이 속도의 차원을 갖는다.

표면부하율은 [그림 1.5.1(1)]에 나타난 바와 같이 이상적인 침전지에서 유입구의 최상단으로부터

유입되어 유출구 쪽에서 침전지 바닥에 침강되는 플록의 침강속도를 뜻한다. 따라서 [그림 1.5.1(2)]와 같이 침강속도 V 가 표면부하율 V_0 보다 적은 플록은 V/V_0 의 부분제거율을 나타내게 되며, 단락류나 밀도류가 없는 이상적인 침전지에 유입되는 플록 중에서 [그림 1.5.1(3)]과 같이 침강속도가 표면부하율보다 큰 플록은 100 % 제거된다.



(1) 입자의 침강속도 $V=V_0$ (2) 입자의 침강속도 $V < V_0$ (3) 입자의 침강속도 $V > V_0$

유량 Q , 유속 u , 수심 h_0 , 침강면적 A , 지의 폭 B , 지의 길이 L 라고 한다. (V_0 : 표면부하율)

$$V_0 = \frac{h_0}{L}, \quad Q = B \cdot h_0 \cdot u, \quad A = B \cdot L \text{에서 } V_0 = \frac{Q}{A} \text{로 된다.}$$

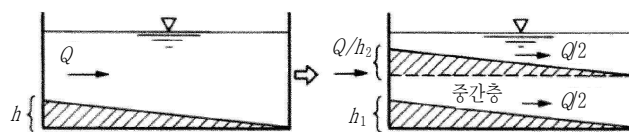
[그림 1.5.1] 횡류식 침전지(이상적인 흐름상태)

따라서 제거율을 향상시키기 위해서는

- ① 침전지의 침강면적 A 를 크게 하고
- ② 플록의 침강속도 V 를 크게 하며
- ③ 유량 Q 를 적게 하는,

세 가지를 고려할 수 있다.

침전지의 침강면적 A 를 크게 하기 위해서는 [그림 1.5.2]에 표시된 바와 같이 침전지 중간에 판을 설치하는 것을 고려할 수 있다. 이 판 1장으로 제거율은 2배가 되고 이 같은 판을 2장 삽입하면 제거율은 3배가 된다는 것을 쉽게 이해할 수 있다.



(1) h 의 범위에 유입된 입자는 침전한다. (2) h_1, h_2 의 범위에 유입된 입자는 침전한다.

[그림 1.5.2] 2층식 침전지의 효과

이와 같은 생각으로 만들어진 침전지가 다층침전지이다. 다층침전지는 용지점용면적의 비율보다도 큰 용량의 침전지를 만들 수가 있고 용량효율도 좋다. 그 반면에 구조가 복잡하고 관리가 어려우므로 충분히 검토한 다음에 계획해야 한다.

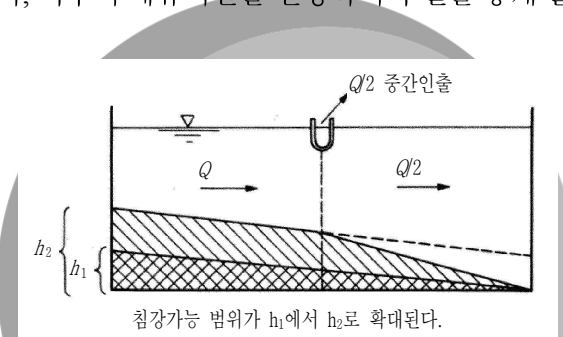
층수를 증가시키면 제거율이 그만큼 증가되므로 궁극적으로 경사판식 침전지나 경사관식 침전지

(이하 경사판(판)식 침전지라 한다)를 고안하게 되었던 것이다. 침전지에 삽입된 경사판은 원활하게 슬러지를 제거시키기 위하여 경사지게 장착된 것이다.

플록의 침강속도 V 를 크게 하고 침전효율을 보다 좋게 하고자 하는 시도로서 여러 가지 방식이 개발되었으며, 가능한 한 크고 무거운 플록을 만들고자 하는 응집제나 응집보조제의 연구, 응집조작의 원리 구명 등에 많은 노력을 경주하여 왔다.

이와 같은 기본적인 연구를 바탕으로 제약된 용지범위 내에서 높은 제거율을 얻기 위하여 활성이 있는 미세플록을 기성 플록과 적극적으로 접촉시켜 큰 플록으로 만듦으로써 효과적으로 분리 제거시키는 방법이 일반화되었으며, 이러한 방법이 고속응집침전지이다. 최근에는 응집단계에서 미세한 모래입자를 첨가하여 이 모래를 플록의 핵으로 하여 무거운 플록을 형성시켜 침전을 촉진시키는 장치도 나타나고 있다.

다음 유량 Q 를 작게 함으로써 침전효율을 높일 수 있다. [그림 1.5.3]에 표시된 바와 같이 침전지 중간에서 상정수를 유출시키면 효율이 상승된다. 중간에서 유출시켜 침전효율을 개선한 양만큼 침전지 수심을 얇게 하거나, 이후의 체류시간을 연장하여 수질을 좋게 할 수 있다.



[그림 1.5.3] 중간 인출식 침전지의 효과

침전공정의 효율은 응집을 포함한 침전공정 이전 단계에서 원수를 어떻게 적절히 조정하였는지의 정도와 타당성에 크게 영향을 받는다. 원수 중에 있는 부유물질을 응집하고 효율적으로 플록을 형성하는 것이 응집침전에서 가장 핵심적인 사항이다.

그밖에도 외부적인 요인으로 침전지 내의 수류가 흔들리는 등 침전효율에 크게 영향을 미치는 요소가 많으므로 종합적으로 검토하여 최선의 계획을 세워야 한다.

침전지로 유입된 원수의 수량과 수질은 연간을 통하여 크게 변동한다. 침전지는 이와 같은 탁질량의 변동을 흡수하여 여과지 부담을 가능한 한 일정하게 유지되도록 하는 기능을 가지고 있다. 이와 같은 완충기능은 침전지가 가지고 있는 중요한 기능이다.

침전의 효율화를 도모하고 체류시간을 단축시키는 것은 완충기능을 저하시키는 요인이 될 때가 많다. 이것을 보충하기 위해서는 플록의 침강상황이나 슬러지의 재부상 유무 등을 감시하며 적절하게 약품을 주입할 필요가 있다. 크립토스포리디움 등의 병원성 미생물로 상수원이 오염될 우려가 있는 경우에는 침전지의 체류시간, 침전지 내의 유속에 특히 유의하여 충분히 침전 처리하는 것이 필요하며 침전효과를 높일 필요가 있을 경우에는 경사판 등을 설치하는 것도 고려한다. 상향류식 침전지는 특히 밀도류의 영향을 방지하기 위하여 침전조작을 확실하게 할 필요가 있다.

침전기능을 언제나 충분히 확보하기 위하여 침전지에는 그 구조에 알맞은 슬러지 배출설비를 설

치해야 한다. 원활한 슬러지배출이 이루어지지 않을 경우에는 침전지 사용을 정지시켜야 할 수도 있으므로 슬러지 배출기구는 고장이 적고 퇴적된 슬러지를 충분히 배출시킬 수 있어야 한다. 또 다음에 이루어 질 슬러지 처리시설과의 관련도 고려하여 설계해야 한다.

침전지의 주요형식을 분류하면 횡류식 장방형침전지, 상향류식 침전지 및 상향류접촉반응형 침전지 등의 3가지가 있다(<표 1.5.1> 참조). 이 중 횡류식 장방형침전지는(설계만 적절하게 되어 있다면) 수리적으로 안정되어 있고 또한 수리적인 충격부하에 대해서도 어느 정도 감당할 수 있으므로 침전지의 형상으로서 일반적으로 권장되는 형식이다. 이 형식의 침전지는 일반적으로 설계유량의 2배의 부하에서도 침전수의 수질을 심하게 저하시키지 않으면서 안정된 운전성능을 발휘할 수 있다. 또한 이 형식은 조작이 간단할 뿐만 아니라 고속침강장치를 쉽게 추가할 수 있다.

<표 1.5.1> 침전지의 분류

횡류식 침전지	단층식	
	다층식	2층식
		3층식
	경사판식 등	수평류식
		상향류식
고속응집침전지	슬러지순환형	
	슬러지블랑킷형	
	복합형	

주) 고속응집침전지에 경사판 등의 침강장치를 설치하는 경우도 있다.

또한 전처리공정에서 응집약품을 사용하는지의 여부에 따라 응집처리를 수반하는 약품침전지와 원수를 자연침강으로 현탁물질을 분리시키는 보통침전지가 있다. 보통침전지는 완속여과지의 부담을 경감시키기 위하여 설치하지만, 침전효율을 좋게 하기 위하여 침전지의 형상이나 유입부와 유출부, 정류설비 등을 충분히 고려하여 설계해야 한다.

원수의 연간최고탁도가 30NTU 이상인 경우에는 응집처리할 수 있는 시설을 설치해 두어야 한다. 또 저수지의 물이나 지하수를 상수원으로 하는 경우 등 원수탁도가 대체로 10NTU 이하인 경우에는 보통침전지를 생략할 수도 있다.

원수 중에 다량의 플랑크톤 조류가 포함되어 있으면 일반적으로 플랑크톤 조류의 번식으로 pH가 올라가고, 저수지 물이 초록~암적색으로 착색되며 냄새가 나는 경우도 있다. 이러한 경우에는 염소처리가 가능한 설비를 고려해 두어야 한다. 다만, 이것은 후속되는 완속여과지의 여과막 생물에 미치는 영향을 고려하여 신중하게 해야 한다.

또 침전지의 계측제어설비는 1.11 계측제어용 기기, 1.13.6 플록형성지와 침전지를 참조한다.

5.2 횡류식 침전지의 구성과 구조

(1) 약품침전지의 구성과 구조는 다음 각 항에 따른다.

- ① 침전지의 수는 원칙적으로 2지 이상으로 한다.

- ② 배치는 각 침전지에 균등하게 유출입될 수 있도록 수리적으로 고려하여 결정한다.
 - ③ 각 지마다 독립하여 사용가능한 구조로 한다.
 - ④ 침전지의 형상은 직사각형으로 하고 길이는 폭의 3~8배 정도로 한다.
 - ⑤ 유효수심은 3~5.5m로 하고 슬러지 퇴적심도로서 30cm 이상을 고려하되 슬러지 제거설비와 침전지의 구조상 필요한 경우에는 합리적으로 조정할 수 있다.
 - ⑥ 고수위에서 침전지 벽체 상단까지의 여유고는 30cm 이상으로 한다.
 - ⑦ 침전지 바닥에는 슬러지 배제에 편리하도록 배수구(排水溝)를 향하여 경사지게 한다. 인력으로 배출하는 경우에는 배수구(排水溝)를 향하여 1/200~1/300 정도의 경사를, 기계적으로 수집하여 배출할 경우에는 인력으로 배출해야 할 슬러지의 양이 적으므로 경사를 1/500~1/1,000 정도의 경사를 둔다.
 - ⑧ 필요에 따라 복개 등을 한다.
- (2) 보통침전지의 구성과 구조는 위의 1.에 준한다.

5.3 횡류식 침전지의 용량과 평균유속

횡류식 침전지는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 보통침전지(응집처리를 하지 않은 것)
 - ① 표면부하율은 5~10mm/min를 표준으로 한다.
 - ② 침전지 내의 평균유속은 0.3m/min 이하를 표준으로 한다.
- (2) 약품침전지(응집처리를 수반하는 단층침전지)
 - ① 표면부하율은 15~30mm/min으로 한다.
 - ② 침전지 내의 평균유속은 0.4m/min 이하를 표준으로 한다.

5.4 경사판(관) 등의 침전지

경사판(관)식 침전지는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 원수수질, 처리수질의 목표 및 침전지의 형식 등을 고려하여 침강장치의 종류와 형식을 정한다.
- (2) 침전지 유입부에는 경사판 등의 침강장치에 균등하게 유입되도록 하고, 단락류를 방지하기 위하여 유효한 조치를 강구한다.
- (3) 기타 설비에 대해서는 약품침전지의 기준에 준해야 한다.
- (4) 횡류식 경사판침전지는 다음 각 호를 표준으로 한다.
 - ① 표면부하율은 4~9 mm/min로 한다.
 - ② 경사판의 경사각은 55~60°로 한다.
 - ③ 침전지 내의 평균유속은 0.6 m/min 이하로 하고, 경사판 내의 체류시간은 경사판의 간격 100 mm인 경우에 20~40분으로 한다.
 - ④ 장치의 하단과 바닥과의 간격은 1.5m 이상으로 한다.
 - ⑤ 장치와 침전지의 유입부벽 및 유출부벽과의 간격은 1.5 m 이상으로 한다.
- (5)상향류식의 경사판을 설치하는 경우에는 다음을 표준으로 한다.

- ① 표면부하율은 12~28 mm/min로 한다.
- ② 침강장치는 1단으로 한다.
- ③ 경사각은 55~60°로 한다.
- ④ 침전지 내의 평균상승유속은 250 mm/min 이하로 한다.
- ⑤ 상승수류를 가능한 한 침강장치 내로 통과시키기 위하여 다음 각 호를 참고한다.
 - 가. 유출수 전량이 경사판 침강장치를 통과하는 구조이어야 한다.
 - 나. 만약 (1)의 구조가 아닌 경우, 침강장치의 설치면적은 침전지에서 상향류 부분의 90 % 이상으로 해야 한다. 다만 구조적인 제약 등으로 인하여 불가피한 경우에는 80 % 이상으로 하되 저류벽 등을 설치하여 단락류가 생기지 않도록 주의한다.
 - 다. 만약 (1)의 구조가 아닌 경우, 침강장치와 침전지 측벽 또는 저류벽과의 간격은 100 mm 이하로 한다.
- ⑥ 횡류식 침전지에 상향류식 경사판을 설치하는 경우에는 다음 각 호에 따른다.
 - 가. 장치의 하단과 바닥과의 간격은 1.5m 이상으로 한다.
 - 나. 장치와 유입부벽과의 간격은 1.5m 이상으로 한다.
- (6) 경사판을 설치할 때에는 경사판에 쌓인 슬러지를 제거시키기 위한 장치를 설치하거나 경사판의 중간에 통로를 두어 청소하는 사람이 통행할 수 있도록 해야 한다.
- (7) 경사판 등 침강장치는 지진이나 침전지를 비울 때에 경사판에 쌓인 슬러지의 무게로 인하여 경사판이 파손되는 경우가 없도록 적절한 조치를 강구한다.
- (8) 처리효율을 향상시키기 위하여 기존 침전지에 경사판 등 침강장치를 설치하는 경우에는 부대된 기존 설비능력을 고려한다.
- (9) 조류가 변성함으로 인한 장애에 대한 대책을 강구한다.

5.5 고속응집침전지

- (1) 고속응집침전지를 선택할 때에는 다음 조건을 고려하여 결정한다.
 - ① 원수 탁도는 10NTU 이상이어야 한다.
 - ② 최고 탁도는 1,000NTU 이하인 것이 바람직하다.
 - ③ 탁도와 수온의 변동이 적어야 한다.
 - ④ 처리수량의 변동이 적어야 한다.
- (2) 고속응집침전지의 지수와 구조는 다음 각 호에 따른다.
 - ① 표면부하율은 40~60mm/min을 표준으로 한다.
 - ② 용량은 계획정수량의 1.5~2.0시간분으로 한다.
 - ③ 경사판 등의 침강장치를 설치하는 경우에는 슬러지 계면의 상부에 설치한다.
 - ④ 슬러지 배출설비는 지내의 잉여슬러지를 수시로 또는 상시 연속으로 충분하게 배출할 수 있는 구조로 한다.
 - ⑤ 침전지를 청소하거나 고장인 경우에도 정수처리에 지장이 없는 침전지의 지수로 한다.

5.6 정류설비와 유출설비

침전지의 정류설비와 유출설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 침전지의 정류설비는 지내에서 편류나 밀도류를 발생시키지 않고 제거율을 높이기 위한 시설로서 다음 각 호에 따른다.
 - ① 유입구는 침전지의 전횡단면에 가능한 한 균등하게 유입되도록 그 위치와 구조를 정한다.
 - ② 횡류식 침전지의 정류설비는 다음 각 항에 따른다.
 - 가. 유입부에는 정류벽 등을 설치하여 지의 횡단면에 균등하게 유입되도록 한다.
 - 나. 정류벽은 유입단에서 1.5 m 이상 떨어져서 설치한다.
 - 다. 정류벽에서 정류공의 총면적은 유수단면적의 6 % 정도를 표준으로 한다.
 - 라. 침전지 내에는 필요에 따라 도류벽이나 중간정류벽을 설치한다.
- (2) 침전지의 유출설비는 다음 각 호에 따른다.
 - ① 횡류식 침전지의 유출설비는 침전지 내의 유황(流況)을 교란시키지 않는 구조로 하고, 그 위어부하는 $500\text{m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 이하로 한다.
 - ② 상향류식에 경사판 등 침강장치를 설치하는 경우에는 다음 각 항에 따른다.
 - 가. 유출설비의 하단과 침강장치 상단과의 간격은 원칙으로 30 cm 이상으로 한다.
 - 다. 유출설비의 위어부하는 $350\text{m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$ 이하로 한다.

5.7 슬러지 배출설비

침전지 슬러지의 배출설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 횡류식 침전지의 슬러지 배출설비는 침전지의 구조와 유지관리, 슬러지의 성상 등을 고려하여 적절한 방식을 선정한다. 슬러지 배출방식에는 기계식 제거방식, 슬러지 흡입방식, 침전지 바닥 전체에 호퍼를 설치하는 방식, 침전지를 비우고 청소하는 방식 등이 있다.
- (2) 고속응집침전지의 슬러지 배출설비는 침전지 내의 잉여슬러지를 수시 또는 일정한 간격으로 또한 충분히 배출할 수 있는 구조로 한다.
- (3) 슬러지 배출밸브는 정전 등의 사고가 있을 때 “열림”상태로 되지 않도록 한다.

5.8 월류관, 배출수관 및 슬러지 배출관

침전지의 월류관, 배출수관 및 슬러지 배출관은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 침전지에는 필요에 따라 월류관을 설치한다.
- (2) 슬러지 배출관의 관경은 슬러지 배출시간과 배출량에 따라 충분히 크게 하여 슬러지 배출에 지장이 없도록 하고 필요에 따라 맨홀도 설치하는 것이 바람직하다.
- (3) 원칙으로 배슬러지지에 자연유하로 배출되어야 한다.

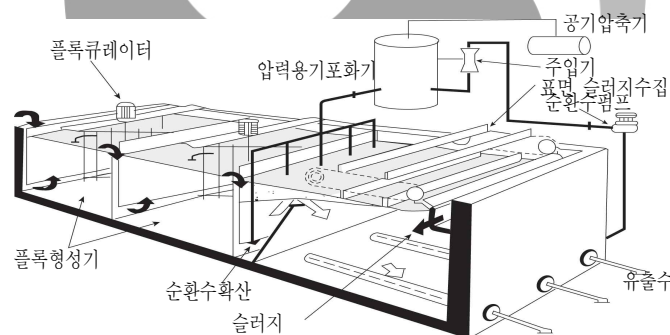
6. 용존공기부상

6.1 총칙

호소나 저수지에서 원수를 취수하고 있는 대부분의 정수장에서는 원수에 조류와 유기화합물과 같은 저농도 부유고형물이 포함되어 있으며, 이러한 원수는 때로는 심한 색도를 띄기도 한다. 호소수나 저수지수의 탁도가 비록 낮더라도 호소와 저수지의 하부 심수층(hypolimnion)은 부영양상태(nutrient rich)이다. 해마다 봄과 가을에 호소에 저장된 물의 전도현상은 조류의 번성과 함께 용존된 철과 망간의 문제와 맛과 냄새의 문제를 일으킨다. 이러한 물에 대해서는 용존공기부상법(dissolved air flotation, DAF)이 적합하다.

이 방법은 전처리에서 형성된 플록에 미세기포를 부착시켜 수면 위로 부상시키는 침전공정의 효과적인 대안이며, 부상된 슬러지를 걷어내며 용존공기부상지의 바닥쪽으로는 맑은 물이 남는다. 플록형성에 소요되는 시간은 재래식 침전공정보다 짧으며 플록형성지에서 수리적 표면부하율은 재래식 침전지의 10배 이상이다. 또한 발생슬러지의 고형물농도는 침전에서 발생된 슬러지의 농도(0.5%)보다 훨씬 높다(2~3%).

DAF공정은 당초에는 광산에서 선광공정으로 발달되어 왔으며 그 후에 생물학적인 하·폐수처리장에서 폐수나 활성슬러지를 농축시키는데 뿐만 아니라 펄프와 제지공장 등에 널리 사용되었다. 유럽의 여러 나라에서는 이미 1960년대부터 이 공정을 수처리용에 성공적으로 사용되어 왔다. [그림 1.6.1]은 DAF방식의 일반적인 개념을 나타내었다.



[그림 5.6.1] 일반적인 용존공기부상(DAF) 공정도

6.2 플록형성지

플록형성지는 플록을 형성하고 또한 용존공기를 플록에 효과적으로 부착시킬 수 있는 구조와 시설로 설계해야 한다.

6.3 용존공기부상지

용존공기부상지(DAF)는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 부상지의 크기는 처리수량에 따라 적절하게 결정한다.
- (2) 부상지의 유입부는 처리수가 균일하게 분배되는 구조로 한다.

- (3) 부상분리지는 슬러지가 충분히 부상하고 부상슬러지를 효율적으로 제거할 수 있는 구조와 제거설비를 구비한다.
- (4) 부상지의 유출구는 부상슬러지나 침전슬러지를 유출시키지 않는 구조와 높이로 한다.
- (5) 반송부하량은 부상분리에 적합한 수량으로 한다.

6.4 예비침전지

DAF를 운영하는 정수장에서 고탁도(100NTU 이상)의 원수가 유입되는 경우에는 DAF전에 전처리시설로 예비침전지를 두어야 한다.

7. 급속여과지

7.1 총칙

급속여과지는 원수 중의 현탁물질을 약품으로 응집시킨 후에 입상여과층에서 비교적 빠른 속도로 물을 통과시켜 여재에 부착시키거나 여과층에서 체거름작용으로 탁질을 제거하는 고액분리공정을 총칭한다. 제거대상이 되는 현탁물질을 미리 응집시켜 부착 또는 체거름되기 쉬운 상태의 플록으로 형성하는 것이 필요하다.

원수가 저탁도라도 급속모래여과지에서 여과하는 것만으로는 크립토스포리디움을 포함한 콜로이드·현탁물질을 충분하게 제거할 수 없기 때문에 반드시 응집제를 사용하여 처리한다.

여과층에서 현탁물질을 제거하는 기구는 기작은 두 단계로 나눌 수 있다. 제1단계는 현탁입자가 유선(流線)에서 이탈되어 여재표면 근처까지 이송되는 단계로 체거름작용 및 저지작용과 중력침강작용이 주로 작용한다. 제2단계는 이송된 입자가 여재표면에 부착되고 포착되는 단계로 이것은 현탁입자와 여류표면(여과초기에는 여재표면이 되고 그 후에는 포획된 현탁입자로 생성된 표면)의 관계에 의존적이다. 이러한 여재표면에서의 부착에 의한 여류가 여과작용의 주요인이 되기 때문에 가능한 한 많은 여재표면이 부착에 사용될 수 있도록 함으로써 여과작용을 유효하게 할 수 있다.

단위여과면적당 여재표면적은 여재입경과 여층두께의 함수관계이다. 따라서 여재입경을 작게 할수록 여류효과가 높아지고 여층두께가 얇아도 탁질을 여류할 수 있으나, 여류물이 특정(표면) 여과층에 집중되어 손실수두가 높아지기 때문에 장기간 여과지속은 어렵고 얇은 여과층에서 여류되는 탁질량은 한계가 있다. 이에 반해 여과층 내부로 플록을 침투시켜 여과층 전체를 이용하여 탁질을 포착할 수 있는 여층을 사용하면 대량의 탁질을 여과층 내에서 여류할 수 있고 손실수두도 작다. 그러나 탁질누출의 우려가 있으므로 연속적인 감시가 필요하다. 여과층의 두께방향에서의 여과기능을 부담하는 방법에 따라 전자를 표면여과(표층여과), 후자를 내부여과(체적여과)라고 한다.

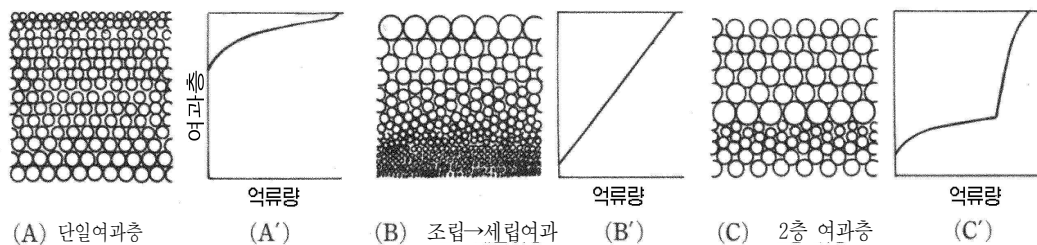
또 여과층에서 플록의 포착상태는 플록의 강도에 따라 달라지며 탁질당 응집제의 양(AI/T비)이 높은 플록은 강도가 낮고, 일단 여재입자의 표면에 부착되었다고 물 흐름에 의한 전단력으로 파쇄되어 누출되기 쉽다. 한편, AI/T비가 낮고 강한 교반으로 생성된 플록은 강도가 높고 쉽게 누출되지 않는다.

일반적으로 여재는 굵은 것과 미세한 것들이 혼합된 입경분포를 가지기 때문에 역세척하면 미세한 여재가 위에 모이고 굵은 여재는 아래에 모여서 나누어지는 경향이 있다. 이것을 모형적으로 나

타내면[그림 1.7.1(A)]와 같다. 이 여과층에 하향으로 원수가 흐르면 수중의 플록 대부분은 표층 근처에서 제거되고 역류량은[그림 1.7.1(A')]와 같은 분포를 갖는다. 따라서 표층의 손실수두가 높아지고 여과층 내부의 역류용량을 충분히 이용하지 못한 채 여과를 중단하고 세척해야 한다.

모래만을 여재로 사용하는 단층여과지에서 이와 같은 단점을 보완시키기 위해서는 여재 입경분포 폭을 작게 하고 또 입도를 크게 하여 표층에서 역류량의 집중을 완화시키며 여과층을 두껍게 함으로써 탁질누출을 지연시키는 연구가 이루어지고 있다. 이것은 내부여과의 장점을 채택한 것을 의미한다.

내부여과에서는 공극률이 큰 여재로 비교적 고속으로 여과함으로써 플록을 내부로 침투시켜 내부에 역류시키는 것이지만 플록의 침투가 지나치면 누출되기 쉬우므로 누출이 시작되기 전에 여과를 정지시킬 수 있도록 여과수 탁도를 연속 감시하는 등 고도의 기술적인 관리능력을 필요로 한다.



[그림 1.7.1] 여과층의 입도분포와 탁질역류량 분포

[그림 1.7.1(B)]와 같이 입경과 공극률을 물흐름 방향에 따라 점점 작아지도록 여재를 구성할 수 있으면 고도의 탁질 제거능력과 대량의 역류기능을 함께 갖출 수 있다.

역세척하더라도 이와 같은 여과층 구조를 유지하기 위해서는 상층보다 하층을 구성하는 여재의 침강속도를 크게 해야 한다. 이를 위해서는 하층에 밀도가 큰 여재를 사용해야 한다. 그러나 사용할 수 있는 여재의 종류는 한정되어 있으므로 여재의 입경이 상부에서 하부로 향하여 연속적으로 작아지는 급속여과지는 아직 실현되지 못하고 있다.

조립층(粗粒層)으로부터 세립층(細粒層)으로 물이 흐르도록 하는 여과지를 목표로 하는 하나의 형태로서 밀도가 다른 여러 여재를 이용한 다층여과가 있다. 실제로 많이 이용되는 것은 모래층 위에 안트라사이트를 넣은 이층여과로 모래에 비하여 입경이 크고 밀도가 작은 안트라사이트층에서 탁질의 대부분을 역류하고 나머지를 모래층에서 감당하는 역제기능을 각각 분리하여 실행하는 방법이다. 각 층의 상층에 미세여재가 모이는 경향을 피할 수는 없으나, 이 입경분포는 [그림 1.7.1(C)]와 같이 전체적으로 위에서부터 조립여재에서 세립여재의 순으로 여과층을 구성할 수 있다. 2층여과에서는 역류량이 [그림 1.7.1(C')]와 같은 분포가 바람직하다.

일반적으로 단층여과에서 [그림 5.7.1(A)]를 상향류로 여과하는 방법(상향류여과)은 조립으로부터 세립으로 한결같이 고르게 입경이 변화되는 여과층으로 여과할 수 있지만, 여과속도를 크게 하면 여과층이 팽창되어 탁질이 누출되기 쉬우며 또한 여과수가 통과하는 부분에 세척할 때에 세척배출수의 일부가 잔류하는 결점이 있다. 또 일부에 이런 방식을 취한 것으로 여과층의 상부와 하부에서 원수를 유입시키고 여과층 중앙부에서 처리수를 집수하는 상하향류여과가 있으나 상향류여과와 동일한 문제가 있다.

여과지는 정수처리공정에서 탁질 등 미세입자를 제거시키는 가장 핵심적인 최종단계로 다음과 같은 기능을 필요로 한다.

- ① 「수도법」의 정수처리기준 규정을 만족시킬 수 있는 여과수를 얻을 수 있는 정화기능
- ② 탁질의 양적인 억류기능
- ③ 수질과 수량의 변동에 대한 완충기능
- ④ 충분한 역세척기능

여과층 내의 탁질 억류상태는 유입플록의 성상과 양, 여과층 구성, 여과속도, 여과지속시간 등에 따라 달라지기 때문에 역세척방식은 이러한 것들을 종합하여 설계해야 한다.

급속여과지는 급속여과방식이라는 종합적인 고액분리시스템의 일환이므로 시스템 전체가 여과지에 할당된 탁질제거 부하와 완충능력(부하변동 흡수)에 맞추어서 설계해야 한다. 즉 정수시설을 계획할 때에는 원수수질, 특히 탁도에 대하여 침전과 여과가 각각 어느 정도 또는 어떠한 양적·질적 부하를 담당하며 또 여과수의 안전 확보를 위하여 여유를 어떻게 분담할 것인가를 감안하고, 그 결과로 여과지에 부과된 기능을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 여과지의 기능은 망간제거 등과 탁질제거 이외의 기능을 고려할 때 탁질제거는 될 수 있는 한 침전지에서 분담하여 여과지에는 너무 부담을 주지 않아야 하며, 여과지는 정수처리의 최종 마무리를 위한 처리공정으로 보는 것이 바람직하다.

여과지 설계에서 선택할 수 있는 주요한 항목은 여재입경, 여층두께를 포함한 여과층의 구성, 여과속도와 그 조절방식, 여과층의 역세척방식과 역세척빈도 등이다. 이들은 상호간에 밀접한 관련을 갖고 있으므로, 그 선택시 전체적인 조화가 유지되도록 고려해야 한다.

여과지를 설치하는 경우에 쓰레기 처리장 등이 가까이 있거나 농약 공중살포가 행해지는 지역 등 공중에 날라오는 오염물의 영향이 염려되는 경우에는 여과지에 복개 등의 조치를 강구해야 한다. 2002년 7월에 「정수처리기준 등에 관한 규정」이 정해져, 바이러스나 지아디아 등 병원성 미생물에 대한 여과지의 역할이 더 중요하게 되었다. 이 규정은 이러한 병원성 미생물이 수돗물에 함유되지 않도록 하기 위하여 여과지 유출수의 탁도를 상시 파악하고, 여과지 유출수의 탁도를 0.3NTU 이하로 유지할 것을 요구하고 있다. 그러나 국내의 일부 도시에서는 병원성 미생물이 수돗물에 함유되지 않도록 하기 위하여 여과지 유출수의 탁도를 상시 파악하고 0.1NTU 이하로 유지할 것을 목표로 하고 있는 도시도 있으며, 외국의 선진도시에서도 그렇게 하고 있다. 여과지의 탁도는 개별 여과지에 대하여 연속측정장치를 사용하여 매 15분 간격으로 측정하는 것이 바람직하다.

이 장의 1.7.2~1.7.15까지는 일반적인 형식의 중력식 여과지에 대하여 설명하고, 급속여과지의 계측제어설비는 1.11 계측제어용 기기 및 1.13.7 여과지를 참조한다.

〔1.7.1 참고 1〕 여과공정에서 크립토스포리디움에 대한 처리대책 사례(일본)

크립토스포리디움으로 인한 여과지의 역할이 지금까지의 것보다 더 중요해졌다. 크립토스포리디움에 의해 상수원이 오염될 우려가 있는 경우에는 여과지 출구의 여과수탁도를 상시 감시하고 0.1NTU이하로 유지해야 한다. 그 때문에 반드시 충분히 조정된 탁도계를 이용해야 하며 또 여과지 출구의 여과수의 탁도는 각 여과지마다 측정하는 것으로 해야 하지만, 불가능한 경우에는 각 처리계통마다 측정하는 것으로 할 수 있다. 또한 고도정수처리를 하고 있는 경우의 탁도는 공정의 최종단계 또는 모래여과의 여과수로 0.1NTU이하가 유지되도록 운전관리를 해야 한다.

여과지에서의 크립토포리디움대책으로서는 ① 약품에 의한 응집처리의 필요성, ② 여과재개 후 일정한 시간동안 여과수를 배출하는 시동방수설비 설치, ③ 여과수 탁도의 상시감시, ④ 여과를 재개할 때에 여과속도의 단계적 증가방식(slow start, or filter ripening sequence-FRS), ⑤ 여과지속시간 단축 등이 채택되고 있다. 크립토포리디움에 의해 상수원오염이 우려되는 원수를 사용하는 정수장을 설계할 경우에는 이러한 대책에 대하여 고려할 필요가 있다.



7.2 구조와 방식

급속여과지의 구조와 방식은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과 및 여과층의 세척이 충분하게 이루어질 수 있어야 한다.
- (2) 급속여과지는 중력식과 압력식이 있으며 중력식을 표준으로 한다.

7.3 여과면적과 지수 및 형상

급속여과지의 여과면적과 지수 및 형상은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과면적은 계획정수량을 여과속도로 나누어 계산한다.
- (2) 여과지 수는 예비지를 포함하여 2지 이상으로 하고 10지를 넘을 경우에는 여과지수의 1할 정도를 예비지로 설치하는 것이 바람직하다.
- (3) 여과지 1지의 여과면적은 150m² 이하로 한다.
- (4) 형상은 직사각형을 표준으로 한다.

7.4 여과유량조절

급속여과지에는 여과유량을 조절하는 기구를 구비한다.

7.5 여과속도

여과속도는 120~150m/d를 표준으로 한다.

7.6 여과층의 두께와 여재

급속여과지의 여과층 두께와 여과모래는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과모래는 입도분포가 적절하고 헝겍물이 적으며 마모되지 않고 위생상 지장이 없는 것으로 안정적이고 효율적으로 여과하고 세척할 수 있는 것이어야 한다.

- (2) 여과층의 두께는 L (층깊이)/ De (유효경) 비의 합이 1,000 이상을 표준으로 한다. 여재의 유효경이 0.45~0.7mm의 범위인 경우에는 60~70cm, 0.9~1.1mm의 범위인 경우에는 90~100cm로 한다. 다만, 유효경이 그 이상으로 크게 되는 경우에는 실험 등에 의하여 합리적으로 여과층의 두께를 증가시킬 수 있다.

7.7 자갈층 두께와 여과자갈

급속여과지의 자갈층 두께와 여과자갈은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과자갈의 입경과 자갈층의 두께는 하부집수장치에 적합하도록 결정한다.
- (2) 여과자갈은 그 형상이 구형(球形)에 가깝고 경질이며 청정하고 균질인 것이 좋으며 먼지나 점토질 등 불순물을 포함하지 않아야 하고 모래층을 충분히 지지할 수 있어서 안정적이고 효율적으로 세척할 수 있어야 한다.
- (3) 조립여과자갈을 하층에, 세립여과자갈을 상층에 배치하는 것을 표준으로 하며 입도가 큰 순서대로 깔아야 한다.

7.8 하부집수장치

하부집수장치는 균등하고 유효하게 여과되고 세척될 수 있는 구조로 한다.

7.9 수심과 여유고

급속여과지의 수심과 여유고는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지 여재표면상의 수심은 여과 중에 부압을 발생시키지 않는 수심 이상으로 한다.
- (2) 고수위로부터 여과지 상단까지의 여유고는 30cm 정도로 한다.

7.10 세척방식

여과층의 세척은 역세척과 표면세척을 조합한 방식이나 역세척과 공기세척을 조합한 방식을 표준으로 하고 여과층이 유효하게 세척되어야 한다.

7.11 역세척수량 등

급속여과지의 역세척 수량은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 역세척에는 염소가 잔류하고 있는 정수를 사용한다.
- (2) 역세척에 필요한 수량과 수압 및 시간은 충분한 역세척 효과를 얻을 수 있도록 하며, 역세척속도의 조정을 위해 역세척 유량을 변경할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

7.12 세척탱크와 세척펌프 등

세척수와 공기를 공급하기 위한 세척탱크, 세척펌프 및 송풍기는 세척에 필요한 수량, 수압 및 공기량을 확보할 수 있도록 한다.

7.13 세척배출수거와 트로프

세척배출수거와 트로프(trough)는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 세척배출수거와 트로프의 크기는 최대배출수량에 약 20% 여유를 둔 수량을 배출할 수 있어야 하고 트로프의 상단에서 완전히 월류하는 상태가 유지되는 용량이어야 한다.
- (2) 트로프는 내식성, 내구성 및 내압성이 큰 재질로 만들어야 하고 트로프의 상단은 완전히 수평으로 동일한 높이로 견고하게 설치한다.
- (3) 세척할 때에 여재가 유출되지 않도록 월류하는 트로프 상단의 간격은 1.5m 이하로 하고, 여과 모래층의 표면으로부터 높이는 40~70cm로 한다.

7.14 급속여과지의 배관(渠)과 밸브류

급속여과지의 배관(거)과 밸브는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배관구경과 거(渠)의 단면은 유속과 손실수두를 고려하여 적절히 정한다.
- (2) 관과 밸브류는 확실히 고정하고 수선할 때에 분해할 수 있는 구조로 해야 하며 구조물에 신축이음을 설치한 부분에는 관에도 반드시 신축이음관을 설치한다.
- (3) 밸브는 여과공정과 세척공정을 완전하게 절체할 수 있도록 한다.
- (4) 밸브는 긴급할 때에 안전측으로 작동하는 것이라야 한다.
- (5) 여과수가 세척배출수 등으로 오염될 우려가 없는 구조로 한다.

7.15 배관량과 조작실

급속여과지의 배관량과 조작실은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배관량은 기기 검사와 반출입에 편리한 구조로 하고 통풍, 배수, 제습 및 조명 등에 유의한다.
- (2) 배관량측의 여과지벽체에 여층내부의 상태를 직접 눈으로 관찰할 수 있는 감시창을 둘 수도 있다.
- (3) 조작실을 설치하는 경우에는 여과지 전체를 감시할 수 있는 구조로 한다

7.16 다층여과지

다층여과지는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여재의 품질은 충분한 여과기능과 여과층 구성을 유지할 수 있고 위생적이어야 한다.
- (2) 여과층의 두께는 L (층깊이)/ De (유효경) 비의 합이 1,000 이상을 표준으로 한다.
- (3) 여과층 구성은 충분한 여과효과를 얻을 수 있도록하며, 역세척 후에도 상하의 여재간에 충분히리가 되도록 충분한 역세척속도 확보 및 적절한 입경구성이 이루어져야 한다.
- (4) 지지층에 관해서는 1.7.7 자갈층의 두께와 여과자갈에 준한다. 다만, 최하층에 입경이 가장 작은 여재를 사용하는 경우에는 여재의 누출방지에 유의해야 한다.
- (5) 여과속도는 240m/d 이하를 표준으로 한다.
- (6) 세척방식은 여재의 경계부와 여과층의 내부에 억류되어 있는 탁질을 효율적으로 제거할 수 있어야 한다.
- (7) 단층여과지를 2층화할 경우에는 기존 설비를 충분히 파악하여 결정한다.

7.17 자연평형형 여과지

자연평형형 여과지는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유입량의 제어는 사이펀이나 밸브 등 확실한 방법으로 한다.
- (2) 군(群)제어를 하는 여과지는 확실하게 역세척할 수 있도록 여과지의 수가 적절해야 한다.
- (3) 모래면 위의 수심변화에 충분히 대처할 수 있는 구조로 한다.

7.18 기타 형식의 여과지

역세척장치이동형(hardinge filter)이나 아카즐필터 등의 여과지 채택에는 원수수질, 계획정수량, 여과기능, 여과능력과 운전관리방식 등을 검토하여 결정한다.

7.19 직접여과(direct filtration)

직접여과를 채택할 때에는 다음 각 항을 따른다.

- (1) 원수수질이 양호하고 장기적으로 안정되어 있어야 한다.
- (2) 응집과 여과의 관리가 적절하고 충분한 수질감시가 이루어져야 한다.
- (3) 일반적인 정수처리공정과 비교할 때 침전공정이 생략된 방식으로 통상적으로 수질변화가 적고 비교적 양호한 수질에서는 일반정수처리공정에 비해 설치비 및 운영비가 적게 소요되며, 원수수질이 악화되는 경우에는 일반적인 응집·침전과 급속여과방식으로 대처할 수 있는 설비를 갖춘다.

7.20 인라인여과(in-line filtration)

인라인여과를 채택할 때에는 다음 항을 따른다. 응집제를 여과지에 유입되는 관로에 주입하는 방식으로 일반정수처리공정과 비교하여 응집공정 및 침전공정이 생략된 상태이다. 이러한 방식은 원수의 수질변화가 큰 원수나 최적응집제주입량이 과다한 원수에서는 사용이 어렵다.

7.21 여과시설의 정수처리기준 준수

수도법 및 동법 시행규칙에 따라 바이러스나 지아디아 포낭, 크립토퓤포리디움 난포낭의 제거, 불활성화비의 계산 및 확인방법 등 여과시설의 정수처리 등에 관한 사항을 정한다.

8. 완속여과지

8.1 총칙

완속여과법은 모래층과 모래층 표면에 증식하는 미생물군에 의하여 수중의 부유물질이나 용해성 물질 등의 불순물을 포착하여 산화하고 분해하는 방법에 의존하는 정수방법이다. 그러므로 이 방법은 비교적 양호한 원수에 알맞은 방법으로 생물의 기능을 저해하지 않는다면 완속여과지에서는 수중의 현탁물질이나 세균뿐만 아니라 어느 한도 내에서는 암모니아성질소, 냄새, 철, 망간, 합

성세제, 페놀 등도 제거할 수 있다.

이 정화기능을 세분하여 보면, 여과되지 않은 물이 세밀하게 충전된 가는 모래 사이를 느린 속도로 통과함으로써 모래층의 표면에서 기계적인 체거름 작용과 함께 수중의 미립자가 모래입자의 표면에 부착됨으로써 수중의 현탁물질이 모래층의 표면에 억류된다. 이 억류된 물질에 다시 수중의 부식질이나 영양염류가 부착되고 그 위에 조류나 미소생물이 번식하며 또한 이들을 분해하는 다수의 박테리아가 번식하여, 축적된 현탁물질과 생물군 그리고 그 분비물이 피막을 이루면서 생물여과막이 형성된다.

이러한 생물여과막이 형성되면 표층에서 현탁물질의 저지율이 매우 높아지며 유기물은 산소농도가 높은 이 여과막내에서 무기화된다. 또 여과층 내부의 모래입자 표면에는 박테리아와 그 대사물질이 부착되어 우무(寒天)모양의 피막을 형성하고 있어서 유해하는 수중의 암모니아 등을 산화하며 안정시키는 기능도 가지고 있다.

완속여과에서 현탁물질의 저지는 여과모래층의 표층부에 집중되기 때문에 표층부분에서 큰 여과손실수두가 생긴다. 손실수두의 증가에 따라 유출부의 수위를 낮추어(밸브를 개방하여) 정속여과를 유지한다. 그렇지만 손실수두가 커져서 필요한 통수량이 유지되지 않으면 여과를 정지하고 표층부분 10mm 정도의 모래를 삭취하여 모래층의 표면을 재생한다.

완속여과의 장점은 약품처리 등을 필요로 하지 않으면서 이와 같은 정화기능을 안정되게 얻을 수 있다는 점이다. 따라서 완속여과지의 설계에서는 이러한 장점을 고려해야 한다.

한편 단점은 넓은 부지면적을 필요로 하는 것과, 오래 사용한 여과지의 표층을 삭취해야 한다는 것이다. 완속여과지는 그 기능상 유입되는 원수수질에 대하여 다음과 같은 제약이 있다. 우선 완속여과지에서는 여과모래층의 표층에서만 현탁물질이 억류되기 때문에 탁도가 높거나 플랑크톤 조류가 많은 경우에는 표층의 손실수두가 단시간에 높아져서 여과지속시간이 단축되기 때문에 적당하지 않다. 여과지 유입수의 탁도는 연중 최고일 때도 10NTU를 초과해서는 안 된다.

2주 정도의 여과지속일수 밖에 얻을 수 없는 경우에는 탁도와 플랑크톤 조류 등을 미리 전처리하여 농도를 저하시키는 것이 바람직하다. 탁질제거에는 보통침전과 초벌여과(1차여과)가, 또 플랑크톤 제거에는 저수지에서의 처리, 취수수위의 조절, 마이크로스트레이닝(micro straining), 초벌여과 및 응집침전 등의 방법이 있다. 한편 원수 중의 철·망간에 의한 색도는 완속여과지에서 일부를 제거할 수 있지만 휴믹산 등 천연의 안정한 화합물에 의한 색도는 거의 제거가 불가능하다.

완속여과의 정화는 주로 생물작용에 의한 것이기 때문에, 정상적인 생물기능을 저해할 정도로 오염된 물이나 중금속, 시안 등 독극물의 농도, pH 등이 박테리아나 조류의 기능을 해칠 정도로 높은 물이나 여과층내부의 호기성박테리아의 생존을 위협할 정도로 산소소비율이 크거나 용존산소의 농도가 낮은 물은 직접 완속여과하는 것이 적당하지 않다.

또한 여과층 내에서 유기물과 철, 망간이 산화되기 위해서는 여과층 내부가 호기성 상태여야 한다. 만약 여과모래층 내부에서 용존산소가 결핍되면 여과모래층 내부에서 유기물 분해와 질소산화를 하는 호기성세균이 기능을 하지 못할 뿐 아니라 여과모래층 내에 축적되어 있는 철, 망간 등이 용출되기 때문에 용존산소의 농도가 낮은 물은 직접 완속여과가 적당하지 않다.

그러므로 완속여과는 어느 정도의 오염도까지는 급속여과가 미치지 못하는 광범위한 용해물질을 제거하는 기능을 가지고 있으나, 그 정도를 초과하면 정수기능을 발휘할 수 없게 된다. 이와 같은

경우에는 전처리를 추가하여 수질개선을 도모하거나 다른 정수방법으로 변경해야 한다.
상수원이 크립토스포리디움 등의 병원성 미생물에 오염될 우려가 있는 경우의 여과지 유출수에 대한 탁도감시는 5.7.1 총칙에 준하여 상시 감시하고 여과지 유출구의 여과수 탁도를 0.1NTU 이하로 유지해야 한다. 여과수 탁도는 충분히 조정된 탁도계를 이용하여 각 여과지마다 측정하는 것이 원칙이지만, 불가능한 경우에는 각 처리계통마다 측정하는 것으로 할 수 있다. 또한 고도정수처리를 하고 있는 경우의 탁도는 공정의 최종단계 또는 모래여과의 여과수로에서 탁도가 0.1NTU 이하가 유지되도록 운전관리를 해야 한다.

[5.8.1 참고 1] 초벌여과설비(조대입자여과)

(1) 개요

당초에는 2단여과에서 초벌여과설비는 플랑크톤, 조류, 탁질 등의 부유물질들을 제거하여 완속여과지의 부담을 줄이기 위하여 완속여과지의 전단계로 필요에 따라 설치하였다. 현재는 완속여과지의 전단계용뿐 아니라 직접여과, 인라인(in-line)여과 등의 고속여과로 대체되면서 주목받고 있다. 2단여과의 공정은 1차여과지(초벌여과지)와 2차여과지(최종여과지)로 구성되어 있다. 조립자의 여과층이 플록형성작용을 가지고 있다는 것은 많은 연구에서 인정되고 증명되었다. 1차여과지의 기능은 플록형성으로서 뒤이은 고속여과지에 적합한 플록을 만들며 부유물질의 50~80%를 제거한다. 그러므로 이 여과지는 응집제의 주입량이나 원수의 성상에 영향을 받는다.

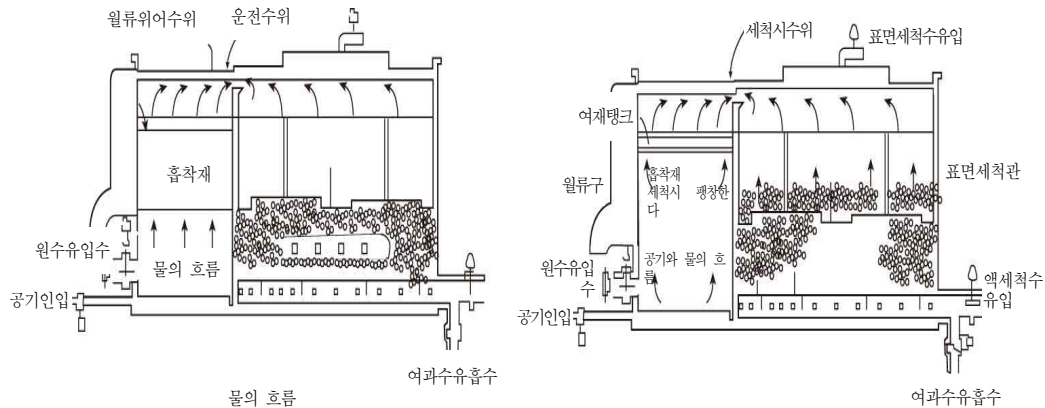
2단여과의 장점은 응집제의 주입량을 감소시키는 것으로, 슬러지 발생량도 적고 직접여과나 인라인(In line)여과와는 달리 2단여과는 단기간의 탁도상승과 조류번성에 견딜 수 있다. 이 여과지의 한 가지 결점은 세척배출수가 두 군데의 여과지로부터 발생한다는 점이다. 2차여과지는 보통 고속여과지에 준한다.

(2) 구조와 형상

초벌여과설비의 구조와 형상은 다음과 같다.

8.1.1 구조, 여과면적, 침전지의 수 및 하부집수장치 등은 급속여과지에 준한다.

초벌여과에는 보통 하향류이지만 상향류나 수평류로도 할 수 있고 구조는 각각 다르다. 하향류의 구조는 급속여과지와 거의 같으며 상향류는 여과층 하부의 압력수실을 크게 하여 침전효과를 기대하는 것과 함께 슬러지 배출을 위해 사람이 들어갈 공간을 확보하고 또 배수(排水)하기 위하여 여과층에 적당한 경사를 둔다. 침전지면적은 여과와 세척의 균일성 유지를 위해 하나의 지를 100m²이하로 한다(<1.8.1 참고도-1> 실용화된 2단여과방식).



<1.8.1 참고도-1> 실용화된 2단여과방식(인용 : Neptune) Microfloc, Inc.)

8.1.2 여과속도와 여재의 입경 및 여과층의 두께는 실험으로 정한다.

여과속도는 원수수질, 여재의 입경, 여과층의 두께 등에 따라 다르기 때문에 실험으로 정하는 것이 바람직하지만, 일반적으로 720~900 m/d가 사용된다. 여재로는 작은 자갈, 안트라사이트 또는 플라스틱을 사용하고 여재의 유효경(De)은 3~6 mm이고 균등계수는 1.5이하이며 여과층 두께(L)는 75~300cm($250 < L/De < 500$) 정도가 적당하다. 또한 지지자갈은 유효경 10~20 mm이고 두께는 15~30 cm가 적당하다.

8.1.3 세척방식은 공기와 물을 함께 사용한다.

초벌여과지는 작은 자갈을 여재로 사용하기 때문에 여과층의 세척은 물만으로는 불충분하며 공기세척을 병행한다. 또 보조적으로 기계 또는 인력으로 교반하여 세척하는 방법도 사용된다. 세척 트로프는 설치하는 것이 바람직하다. 세척수두 5~10 m, 세척수량 0.6~0.9 m³/min·m², 세척시간 5~8 min, 공기량 0.9~1.5 m³/min·m², 공기압 3~5 m·수주, 통기시간 5~7 min 정도이다.

8.2 구조와 형상

완속여과지의 구조와 형상은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지 깊이는 하부집수장치의 높이에 자갈층과 모래층 두께, 모래면 위의 수심과 여유고를 더 하여 2.5~3.5m를 표준으로 한다.
- (2) 여과지의 형상은 직사각형을 표준으로 한다.
- (3) 배치는 몇 개 여과지를 접속시켜 1열이나 2열로 하고, 그 주위는 유지관리상 필요한 공간을 둔다.
- (4) 주위벽 상단은 지반보다 15cm 이상 높여 여과지 내로 오염수나 토사 등의 유입을 방지해야 한다.
- (5) 한랭지에서는 여과지의 물이 동결될 우려가 있는 경우나 또한 공중에서 날아드는 오염물질로 물이 오염될 우려가 있는 경우에는 여과지를 복개한다.

8.3 여과속도

완속여과지의 여과속도는 4~5 m/d를 표준으로 한다.

8.4 여과면적과 여과지수

완속여과지의 여과면적과 여과지수는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과면적은 계획정수량을 여과속도로 나누어 구한다.
- (2) 여과지의 수는 예비지를 포함하여 2지 이상으로 하고 10지마다 1지 비율로 예비지를 둔다.

8.5 모래층두께와 여과모래

완속여과지의 여과모래와 모래층의 두께는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과모래의 품질은 입도분포가 적절하고 험잡물이 적으며 마모되기 어렵고 위생상 지장이 없는 것으로 안정적이고 효율적으로 여과할 수 있어야 한다.
- (2) 모래층의 두께는 70~90cm를 표준으로 한다.

8.6 자갈층의 두께와 여과자갈

완속여과지의 자갈층 두께와 여과자갈은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과자갈의 품질은 자갈의 형상이나 입경 등이 적절하고 험잡물이 적고 위생상 지장이 없는 것으로 모래층을 충분하게 지지할 수 있어야 한다.
- (2) 여과자갈의 입경과 자갈층의 두께는 하부집수장치에 맞춰 적절하게 정하고 또한 조립자를 아래층에, 세입자를 위층에 순서대로 깔아야 한다.

8.7 하부집수장치

완속여과지의 하부집수장치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 하부집수장치는 여과지의 모든 부분에서 균등하게 여과할 수 있는 구조로 배치한다.
- (2) 하부집수장치와 바닥에는 배수(drain)를 고려하여 필요한 경사를 둔다.

8.8 수심과 여유고

완속여과지의 수심과 여유고는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지의 모래면 위의 수심은 90~120cm를 표준으로 한다.
- (2) 고수위에서 여과지 상단까지의 여유고는 30cm 정도로 한다.

8.9 조절정

완속여과지의 조절정은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조절정에는 유량조절장치를 설치한다.

- (2) 유량조절장치에는 여과손실수두계, 여과속도 및 여과수량 지시계 외에 필요한 관이나 밸브류를 설치한다.
- (3) 유량조절장치는 여과지 내에 부(-)수두가 발생하지 않는 구조로 한다.
- (4) 조절정은 지내 여과수가 오염되지 않는 구조로 하고 필요에 따라서 건물을 설치해야 한다.

8.10 여과수의 역송장치

완속여과지에서 여과수의 역송장치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조절정에 연결되는 여과수의 역송장치를 설치한다.
- (2) 인접여과지의 여과수를 이용하는 경우에 유출관이나 우회관을 역송장치로 이용해야 한다.

8.11 유입설비

완속여과지의 유입설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지에 접하여 유입측에 유입주관을 설치하고 여기에 연결되는 유입지관에는 제수문이나 제수밸브를 설치한다.
- (2) 유입지관은 여과지 크기에 따라 1~2개소 설치하고 그 관경은 평균유속 50cm/s정도가 되도록 한다.
- (3) 유입부의 주위에는 모래면 보호설비를 설치한다.

8.12 월류관

완속여과지에 월류관을 설치하는 경우에는 1.5.8 월류관, 배출수관 및 슬러지 배출관에 준한다.

8.13 배수관

완속여과지의 배수관은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 모래면의 상부에 있는 배수관의 관경은 배수시간을 3~4.5시간 정도로 하며, 모래면의 하부에 있는 배수관의 관경은 1~1.5시간 정도로 배수할 수 있도록 정한다.
- (2) 배수관의 토출구는 상시 배수할 수 있으며 오염수가 역류되지 않는 장소에 설치한다.
- (3) 상시 배수할 수 없을 경우에는 배수펌프와 배수조를 설치한다.
- (4) 펌프를 사용하는 경우 배수조의 크기는 배수량의 4분간 분량 이상으로 한다.

8.14 세사설비 등

완속여과지의 세사설비 등은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 여과지에 가까운 곳으로 모래의 반입과 반출에 편리한 장소에 보충용 깨끗한 모래와 건어낸(削取) 오사(汚砂)를 각각 저장할 수 있는 저장조를 설치한다.
- (2) 정수장 내에서 건어낸 오사를 세척할 경우에는 세사장치 외에 적당한 수량과 수압을 가진 세척수압관, 세척배출수 침전조 등 필요한 설비를 설치한다.

9. 정수지

9.1 총칙

정수지는 정수처리 운영관리상 발생하는 여과수량과 송수량간의 불균형을 조절하고 완화시킴과 동시에 사고나 고장에 대응하고, 상수원과 수질의 이상시에 수질변동에 대응하며 시설의 점검과 안전작업 등에 대비하여 정수를 저류하는 탱크로 정수시설로는 최종단계의 시설이다. 즉 정수지는 침투수요 대처용량과 적절한 소독접촉시간(C·T)의 용량 등을 확보해야 한다.

일반적인 상황에서는 정수량과 송수량은 항상 동일하고 일정하며 수요량의 시간적 변동에 대해서는 배수지에서 대처하는 것이 원칙이지만, 정전 등으로 요구량이 급변하였을 때에는 정수량을 증감시키기 위하여 수량을 조절하는데 상당한 시간이 필요하므로 정수지가 필요하다. 그러므로 정수장 내에 배수지가 있으면 배수지가 이와 같은 역할을 담당한다. 또한 염소혼화지가 별도로 없을 때에는 정수지가 주입된 염소를 균일하게 혼화시키는 목적도 겸한다. 정수지에 알맞은 양의 물을 저장해 두면 침투수요에 맞추기 위하여 여과지의 여과속도를 자주 변경시키지 않아도 되기 때문에 여과수질과 여과지 운전조건을 개선할 수 있다.

정수지 상부는 반드시 복개해야 하고 정수지는 정수장의 정지고나 예상 홍수위보다 0.6 m이상 높게 해야 한다. 정수지 복개부는 조류나 동물, 곤충이나 쓰레기로부터 보호할 수 있도록 방수지붕으로 해야 한다.

9.2 구조와 수위

(1) 정수지의 구조는 다음 각 항에 적합해야 한다.

- ① 구조적으로나 위생적으로 안전하고 충분한 내구성과 내진성 및 수밀성을 가져야 한다.
- ② 한랭지나 혹서시 수온 유지가 필요할 때에는 적당한 보온대책을 강구해야 한다.
- ③ 지하수위가 높은 장소에 축조할 경우 부력에 의한 부상방지 대책을 강구해야 한다.
- ④ 지수는 2지 이상으로 하는 것을 원칙적으로 한다.

(2) 정수지의 수위는 다음 각 호에 적합해야 한다.

- ① 유효수심은 3~6 m을 표준으로 한다.
- ② 최고수위는 시설 전체에 대한 수리적인 조건에 의해 결정해야 한다.
- ③ 정수지의 저수위 이하의 물은 유출되지 않도록 유출관을 설치하고 저수위 이하의 물과 바닥의 침전물을 배출할 수 있는 배출관을 설치해야 한다.

(3) 정수지의 여유고와 바닥경사는 다음 각 호에 적합해야 한다.

- ① 고수위로부터 정수지 상부 슬래브까지는 30 cm이상의 여유고를 가져야 한다.
- ② 바닥은 저수위보다 15 cm이상 낮게 해야 한다.
- ③ 바닥에는 필요에 따라 청소 등의 배출을 위해 적당한 경사를 두어야 한다.

9.3 정수지의 용량

정수지의 유효용량은 최소한 침투수요대처용량과 소독접촉시간(C·T)용량을 주로 감안하여 다음

과 같이 용량을 결정해야 한다.

- (1) 침투수요대처용량은 운전최저수위 이상에서의 용량으로 1일평균소비량을 평균화시킬 수 있는 용량으로 한다.
- (2) 소독접촉시간용량은 운전최저수위 이하에서의 용량으로 적절한 소독접촉시간(C·T)을 확보할 수 있는 용량이어야 한다.

9.4 유입관, 유출관 및 우회관

- (1) 정수지의 유입관과 유출관은 다음 각 호에 적합해야 한다.
 - ① 지내의 물이 정체되지 않도록 지의 형상과 구조를 고려하여 그 위치를 결정해야 한다.
 - ② 저수위 이하의 물은 어떠한 경우에도 유출관으로 유출되지 않도록 배치해야 한다.
 - ③ 관이 정수지의 벽체를 관통하는 장소는 수밀성에 주의하고 벽의 외측 근처에 필요에 따라가 용성 신축이음관을 설치해야 한다.
 - ④ 유입관과 유출관에는 각각 제수밸브를 설치해야 한다.
 - ⑤ 유출관에는 필요에 따라서 긴급차단장치를 설치하는 것이 바람직하다.
- (2) 정수지가 1지뿐인 경우에는 다음 각 호에 적합하게 설치해야 한다.
 - ① 정수지를 경유하지 않고 직접 송수할 수 있도록 우회관을 설치한다.
 - ② 우회관에는 제수밸브를 설치한다.

9.5 월류관과 배수(排水)설비

- (1) 정수지의 월류설비는 다음 각 항에 따른다.
 - ① 고수위에 설치하고 나팔관(bell mouse) 또는 위어로 한다.
 - ② 월류능력은 지의 면적, 여유고 및 유입량을 고려하여 결정한다.
 - ③ 월류설비의 방류지점 고수위는 정수지의 월류 수위보다 낮아야 한다.
- (2) 정수지의 배수(排水)설비는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 정수지 바닥의 최저부에 배출수관을 설치하고 여기에 제수밸브를 설치한다.
 - ② 배수관(排水管)의 구경은 저수위 이하의 수량과 배출시간을 고려하여 결정한다.
 - ③ 배수관(排水管) 토출구의 고수위는 정수지의 최저부보다 낮게 한다. 전량을 자연배수 할 수 없는 경우에는 배수실(排水室)을 설치하여 펌프로 배수할 수 있도록 하고, 배수된 물(청소수 포함)은 배출수처리시설로 유입하여 처리후 방류한다.

9.6 환기 및 출입설비

- (1) 환기설비는 다음 각 항에 따른다.
 - ① 환기장치는 검수실 등에 설치한다.
 - ② 송수량의 변동에 해당하는 공기량이 자유롭게 출입할 수 있는 환기면적을 갖는다.
 - ③ 외부로부터 빗물, 먼지 및 작은 동물 등이 들어가지 못하는 구조로 한다.
- (2) 출입설비는 다음 각 항에 따른다.

- ① 정수지의 출입설비는 점검과 유지관리가 용이하도록 반드시 계단시설을 갖춘다.
- ② 출입용 계단의 출입부는 환기설비와 겸용할 수 있다.

9.7 수위계 등

정수지에는 수위계와 검수설비 등을 설치하고 필요에 따라 수위계와 연결 작동되는 경보장치와 유량계를 설치한다.

10. 부식성 개선 설비

- (1) 수돗물의 부식성이 강한 경우에는 공급과정 중 녹물발생 가능성이 높으므로 알칼리제를 주입하거나 부식억제제 주입 등으로 부식성을 개선할 수 있다.
- (2) 시설용량 50,000톤/일 이상인 정수장의 수돗물의 부식성은 랑게리아지수(LI) 등을 이용하여 주기적으로 평가한다.
- (3) 랑게리아지수는 pH, 칼슘경도, 알칼리도 등을 증가시킴으로써 개선할 수 있으며 소석회+이산화탄소 주입법과 알칼리제(수산화나트륨, 수산화칼슘(소석회) 등)만 주입하는 방법 등이 있다. 최적 수돗물 부식성 개선공정은 원수수질과 랑게리아지수 목표값 등을 고려하여 선정한다.
- (4) 부식억제제의 기준과 규격은 환경부 수처리제 고시에 명시되어 있으며, 부식억제제는 정수장, 배수지, 저수조 등의 전후에서 주입할 수 있다.
- (5) 부식성 개선을 위한 시설 또는 공정개선을 하였을 경우에는 주기적으로 효과를 모니터링 하는 것이 바람직하다.

11. 소독설비

11.1 총칙

수돗물은 병원성 미생물에 오염되지 않고 위생적으로 안전해야 한다. 침전과 여과로는 원수 중의 세균을 완전히 제거하는 것이 불가능하며, 배수계통에서도 위생상의 안전을 유지하기 위하여 수돗물은 항상 확실하게 소독되어야 한다. 이를 위하여 정수시설에는 정수방법의 종류나 시설규모의 대소에 관계없이 반드시 소독설비를 설치해야 한다. 소독방법으로는 염소에 의한 방법, 오존, 자외선 등에 의한 방법이 있으며, 「수도법」에 의한 「수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙」에서 수도꼭지에서 유지되어야 할 잔류염소를 규정하고 있기 때문에 다른 소독제를 사용하였더라도 최종적으로는 염소제를 사용해야 한다.

염소제의 장점은 소독효과가 우수하고 대량의 물에 대해서도 용이하게 소독이 가능하며 소독효과가 잔류하는 점 등을 들 수 있다. 한편 트리할로메탄 등의 유기염소화합물을 생성하며 특정물질과 반응하여 냄새를 유발하기도 하고 암모니아성질소와 반응하여 소독효과를 약하게 하는 등의 문제가 있을 수 있다. 또한 염소내성미생물인 크립토스포리디움 등 병원성 미생물에 의한 오염문제를 계기로 염소제에 의한 소독이 완전하다고는 단언할 수 없다는 것이 판명되고 있다.

염소제의 선정은 시설규모나 취급성 등을 고려하고 주입량은 수질에 따라 다르므로 충분히 조사

하고 이를 기초로 시설용량을 결정한다. 「먹는물 수질기준」의 정수에서 잔류염소의 상한은 4 mg/L으로 정해져 있으나 이는 지나치게 과량이며 과잉주입으로 되지 않도록 주의해야 한다. 염소제의 저장설비는 사용량을 고려하여 적절한 용량으로 하고 주입설비는 최소주입량으로부터 최대주입량까지 정확하게 계량하고 조절하여 주입할 수 있도록 해야 하며, 예비주입기를 포함한 용량과 대수가 필요하다. 또 2종 이상의 소독제를 보유하고 있는 경우에는 소독제의 변경으로 주입기의 고장 등에 대처할 수도 있다. 주입방식은 염소제의 종류나 처리수량의 많고 적음 등을 고려하여 습식과 건식, 정량주입이나 유량비례주입 등 사용조건에 적합한 것을 선정한다.

제해설비는 염소가스가 누출되는 경우 중대한 사고로 연결되지 않도록 하기 위하여 충분한 중화능력을 가져야 한다. 염소제 중에 특히 액화염소는 「고압가스 안전관리법」, 「유해화학물질관리법」, 「산업안전보건법」 등의 적용을 받으므로 설비의 구조, 재질 및 유지관리, 안전관리 등의 측면에서 이들 법령에 충분히 부합될 수 있도록 해야 한다. 또한 설비를 교체하거나 염소제를 변경하는 경우에는 가설설비의 설치, 운전조작, 변경방법 등에 관하여 검토해야 한다.

오존은 매우 강력한 살균효과를 가지고 있어서 바이러스나 원생동물의 포낭을 쉽게 무력화시킬 수 있다. 그러나 염소와 같은 잔류효과가 오존에는 없으며 수중의 유기물질과 반응하여 유해한 소독부산물을 생성할 가능성도 있다. 오존에 의한 소독효과와 오존시설에 대한 상세한 설명은 1.14 오존처리설비를 참고로 한다.

자외선 또한 효과적인 병원성 미생물의 소독방법으로 주목되고 있다. 자외선은 오존과 마찬가지로 잔류효과가 없으나, 유해한 소독부산물을 생성하지 않으며 바이러스와 원생동물을 효과적으로 불활성화시킬 수 있으며 조작과 관리가 간편하다. 자외선 시설에 대한 상세한 설명은 1.15 자외선 소독설비를 참고 한다.

11.2 염소제의 종류, 주입량 및 주입장소

- (1) 염소제의 종류는 처리수량, 취급성, 안전성 등을 고려하여 적절한 것으로 선정한다.
- (2) 주입량은 다음 각 호에 따른다.
 - ① 주입률은 물의 염소소비량, 염소요구량, 관로 등에 의한 소비량을 고려하여 수도꼭지에서의 잔류염소농도가 「수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙」에 적합하도록 결정한다.
 - ② 염소제를 용해 또는 희석하여 사용할 경우의 농도는 주입량과 취급성 등을 고려하여 결정한다.
 - ③ 주입량은 처리수량과 주입률로부터 산출된다.
- (3) 주입지점은 착수정, 염소혼화지, 정수지의 입구, 공급관로 등 잘 혼화되는 장소로 한다.
- (4) 정수장 1개소에서만 염소를 주입하여 수도꼭지까지 적절한 농도를 유지하기 어려운 경우, 염소 주입지점을 다점화하여 잔류염소의 농도를 적정하게 유지하는 것이 바람직하다. 정수장 밖에서 염소를 추가 주입해야 할 필요성이 있는 경우에는 배수지나 관로시설 등에 추가주입설비를 설치한다.

11.3 저장설비

- (1) 액화염소의 저장량은 항상 1일사용량의 10일분 이상으로 한다.

(2) 액화염소의 용기에 의한 저장설비는 다음 각 호에 따른다.

- ① 용기는 50 kg, 100 kg, 1 ton 용기를 사용하며 법령에 의한 각종검사에 합격하고 등록증명서가 첨부되었거나 등록번호가 각인된 것이라야 한다.
- ② 용기는 40 ℃ 이하로 유지하고 직접 가열해서는 안 된다.
- ③ 용기를 고정시키기 위하여 용기가대를 설치하고, 1ton 용기를 사용할 경우에는 용기의 반·출입을 위한 리프트장치를 설치한다.

(3) 액화염소저장조의 저장설비는 다음 각 호에 적합해야 한다.

- ① 액화염소를 저장조에 넣기 위한 공기공급장치를 설치해야 한다.
- ② 저장조 본체는 법령에 따라 각종 검사에 합격한 것이라야 한다.
- ③ 저장조는 비보냉식으로 하며 밸브 등의 조작을 위한 조작대를 설치한다.
- ④ 저장조는 2기 이상 설치하고 그 중 1기는 예비로 한다.

(4) 액화염소 저장실은 다음 각 호에 적합해야 한다.

- ① 실온은 10~35 ℃를 유지하고 출입구 등을 통하여 직사일광이 용기에 직접 닿지 않는 구조로 한다.
- ② 내진 및 내화성으로 하고 안전한 위치에 설치한다.
- ③ 습기가 많은 장소는 피하고 외부로부터 밀폐시킬 수 있는 구조로 하며 두 방향에 출입문을 설치하고 환기장치를 설치한다.
- ④ 저장조가 설치된 저장실 출입구는 기밀구조로 하고 이중출입문을 설치한다.
- ⑤ 방액제와 피트를 설치하여 누출된 액화염소의 확산을 방지하는 구조로 한다.
- ⑥ 염소주입기실과 분리하고 용기의 반출입이 편리한 위치로서 감시하기 쉬운 곳에 설치한다.

(5) 차아염소산나트륨의 저장설비는 다음 각 호에 적합해야 한다.

- ① 저장조 또는 용기로 저장하고 2기 이상 설치한다.
- ② 저장조 또는 용기는 직사일광이 닿지 않고 통풍이 좋은 장소에 설치한다.
- ③ 저장조의 주위에는 방액제(防液堤) 또는 피트를 설치한다.
- ④ 저장조에 온도 조절 장치를 설치하거나, 조정실에 환기장치 또는 냉방장치를 설치한다.
- ⑤ 저장실의 바닥은 경사를 주고 내식성 모르타르 등으로 시공한다.
- ⑥ 저장조 또는 용기에는 수소가스 배출이 원활하도록 통풍구(vent) 또는 송풍기(air blower) 등을 설치하되, 수소가스가 건물 외부 대기 중으로 노출될 수 있도록 한다.

(6) 기타 염소제의 저장은 5.에 준한다.

11.4 주입설비

(1) 염소제 주입설비는 다음 각 호에 따른다.

- ① 용량은 최대에서 최소주입량에 이르기까지 안정되고 정확하게 주입할 수 있어야 하며 예비기를 설치한다.
- ② 구조는 내부식성과 내마모성이 우수하고 보수가 용이한 구조로 한다.
- ③ 배치는 점검정비가 용이하게 배치한다.

(2) 액화염소 주입설비는 다음 각 호에 적합해야 한다.

- ① 사용량이 20 kg/h 이상인 시설에는 원칙적으로 기화기를 설치한다.
- ② 염소주입기실은 지하실이나 통풍이 나쁜 장소를 피하고 가능한 주입지점에 가깝고 주입점의 수위보다 높은 실내에 설치한다.
- ③ 염소주입기실은 내진성과 내화성으로 하고 상부에 환기구를 설치하며 바닥은 콘크리트로 하고 한랭시에도 실내온도를 항상 15~20℃로 유지되도록 간접보온장치를 설치한다.
- ④ 주입기실의 면적은 주입설비의 조작에 지장이 없는 넓이로 한다.
- ⑤ 주입량과 잔량을 확인하기 위하여 계량설비를 설치한다.

(3) 차아염소산나트륨용액 주입장치는 다음 각 호에 따른다.

- ① 주입장치가 자연유하방식인 경우에는 주입에 필요한 위치수두를 확보한다.
- ② 주입장치는 가능한 주입점에 가까운 장소의 실내에 설치한다.

11.5 현장제조형 염소발생기

- (1) 현장제조형 염소발생방식은 무격막방식과 격막방식이 있으며, 시설규모와 유지관리방법에 따라 적절한 방식을 선정한다.
- (2) 주입방식 및 주입장치는 11.4 주입설비 및 주입지점에 준한다.
- (3) 현장에서 생산된 차아염소산나트륨용액은 환경부의 수처리제의 기준과 규격 및 표시기준에 적합해야 하며, 특히 클로레이트, 브로메이트 성분 등이 포함될 수 있으므로 주의하여야 한다.
- (4) 현장제조형 염소발생기 설비 선정시 고조파 차단장치 등을 고려하여야 한다.

11.6 염소주입제어

염소주입제어에는 수동정량제어, 유량비례제어 및 잔류염소제어가 있으며 시설규모와 유지관리방법에 따라 적절한 방식을 선정한다.

11.7 보안용구

액화염소를 취급하는 시설에서는 유지관리상 필요한 보안용구와 비상용구를 상비하고 적절한 상태로 유지되도록 한다. 보안용구 보관장소는 염소가스에 노출되지 않고 보안용구를 쉽게 꺼낼 수 있는 곳으로 저장실 및 주입기실에 가깝고, 적정한 면적을 확보해야 한다. 또한 보관장소는 정전시에도 염소가스누출에 대해서는 긴급조치를 취할 수 있도록 비상조명을 설치한다.

11.8 제해설비

염소가스 저장시설에는 염소가스 누출로 인한 중독을 방지하기 위해서 다음 각항을 고려하여 제해설비를 설치한다.

- (1) 저장량 1,000 kg 미만의 시설에서는 염소가스누출에 대비하여 중화 및 흡수용 제해제를 상비하고 가스누출검지경보설비를 설치하는 것이 바람직하다.
- (2) 저장량 1,000 kg 이상의 시설에서는 염소가스누출에 대비하여 가스누출검지경보설비, 중화반응탑, 중화제 저장조, 배풍기 등을 갖춘 중화장치를 설치한다.
- (3) 중화장치능력은 누출된 염소가스를 충분히 중화하여 무해하게 할 수 있어야 하며, 이를 위해 주기적으로 제해설비의 점검 및 보수를 실시하여야 한다.

11.9 배관 기타

- (1) 염소(액화염소, 염소수)용 배관과 차아염소산나트륨용 배관은 내압력, 내약품성 재료를 사용하고 점검이 용이하도록 배관한다. 또한 배관의 파손, 점검 등에 대비하여 예비배관을 설치한다.
- (2) 저장실과 주입기실내에 설치하는 전기기구 등 금속류는 내식처리한 것이라야 한다.

12. 전염소·중간염소처리설비

12.1 총칙

염소는 통상 소독목적으로 여과 후에 주입하지만, 소독이나 살조(殺藻)작용과 함께 강력한 산화력을 가지고 있기 때문에 오염된 원수에 대한 정수처리대책의 일환으로 응집·침전 이전의 처리과정에서 주입하는 경우와, 침전지와 여과지의 사이에서 주입하는 경우가 있다. 전자를 전염소처리, 후자를 중간염소처리라고 하며 목적은 다음과 같다.

(1) 세균제거

원수 중의 일반세균이 1 mL 중 5,000 CFU 이상 혹은 대장균군(MPN)이 100 mL 중 2,500 이상 존재하는 경우에 여과 전에 세균을 감소시켜 안전성을 높여야 하고 또 침전지나 여과지의 내부를 위생적으로 유지해야 한다.

(2) 생물처리

조류, 소형동물, 철박테리아 등이 다수 생식하고 있는 경우에는 이들을 사멸시키고 또한 정수 시설 내에서 번식하는 것을 방지한다. 특히 응집하기 어려운 규조류인 멜로시라(Melosira)나 시네드라(Synedra) 등에 대해서는 전염소를 강화하여 충분한 살조처리한 다음에 응집침전처리하는 것이 바람직하다. 마이크로시스티스(Microcystis)에는 염소처리로 군체가 깨져 세포가 분산되기 때문에 전염소처리를 하고 있는 경우에는 중간염소처리로 바꾸는 편이 좋다.

(3) 철과 망간의 제거

원수 중에 철과 망간이 용존하여 후염소처리시 탁도나 색도를 증가시키는 경우에는 미리 전염소 또는 중간염소처리하여 불용해성 산화물로 존재 형태를 바꾸어 후속공정에서 제거한다.

(4) 암모니아성질소와 유기물 등의 처리

암모니아성질소, 아질산성질소, 황화수소, 페놀류, 기타 유기물 등을 산화한다.

(5) 맛과 냄새의 제거

황화수소의 냄새, 하수의 냄새, 조류 등의 냄새 등을 제거하는데 효과가 있지만, 종류에 따라서는 염소에 의하여 맛과 냄새를 더 강하게 하거나 새로운 냄새를 유발시키는 경우가 있다.

전염소와 중간염소처리는 위와 같은 목적으로 채택될 수 있으나 원수수질에 따라 충분한 효과를 얻지 못하는 경우도 있으므로 결정하기 전에 효과를 확인해야 한다.

또 원수 중에 부식질(humic substance) 등의 유기물이 존재하면 유리잔류염소와 반응하여 트리할로메탄이 생성되기 때문에 이러한 우려가 높은 경우에는 응집과 침전으로 부식질을 어느 정도 제거한 다음 중간염소처리를 하는 것이 바람직하다.

또 완속여과방식에서는 염소가 여과막생물에 나쁜 영향을 미치기 때문에 원칙적으로 전염소·중간염소처리는 하지 않는다. 또 전염소처리와 중간염소처리의 계측제어설비에는 1.11 계측제어용 기기, 1.13.10 전·중간염소처리 설비를 참조한다.

12.2 전염소처리

전염소처리는 다음 각 항을 따른다.

- (1) 염소제 주입점은 취수시설, 도수관로, 착수정, 혼화지, 염소혼화지 등으로 교반이 잘 일어나는 지점으로 한다.
- (2) 염소제 주입률은 처리목적에 따라 필요로 하는 염소량 및 원수의 염소요구량 등을 고려하여 산정한다.
- (3) 염소제의 종류, 주입량, 저장·주입·제해설비 등에 관해서는 1.11 소독설비에 준한다.

12.3 중간염소처리

중간염소처리는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 염소제 주입지점은 침전지와 여과지 사이에서 잘 혼화되는 장소로 한다.
- (2) 염소제 주입률은 1.12.2 전염소처리의 2항에 준한다.
- (3) 염소제의 종류, 주입량, 저장·주입·제해 설비 등에 관해서는 1.11 소독설비에 준한다.

13. 폭기설비

13.1 총칙

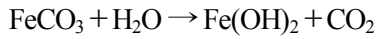
폭기(aeration)는 물과 공기를 충분히 접촉시켜서 수중에 있는 가스상태의 물질을 휘발시키거나 공기 중의 산소를 도입하여 수중의 특정물질을 산화시키기 위하여 실시한다. 폭기처리의 효과는 다음과 같다.

- (1) pH가 낮은 물에 대하여 수중의 유리탄산을 제거하여 pH를 상승시킨다.
- (2) 휘발성유기염소화합물(트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄 등)을 제거한다.

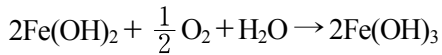
- (3) 공기 중의 산소를 물에 공급하여 용해성철이온(Fe^{2+})의 산화를 촉진한다. 수중에 용존된 탄산수소제일철은 폭기로 다음과 같이 탄산제일철이 생성된다.



탄산제일철은 가수분해하여 수산화제일철이 생성된다.



이 수산화제일철이 다시 산화되면 난용성의 수산화제이철이 생성된다.

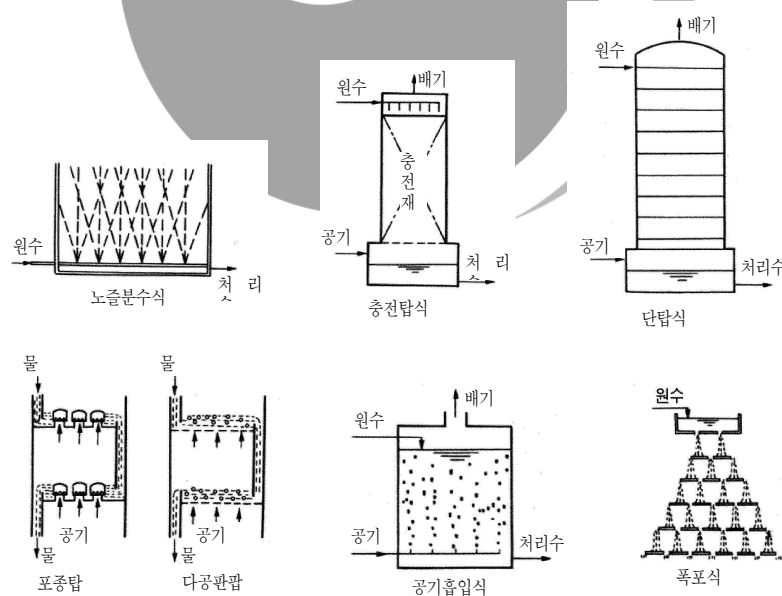


그러나 철의 형태에 따라서는 폭기만으로는 완전히 산화되지 않는 경우가 있다(5.20 철·망간제거설비 참조).

- (4) 황화수소 등의 불쾌한 냄새물질을 제거한다.

폭기방식에는 분수식과 충전탑식 등이 있다([그림 1.13.1] 참조). 분수식에는 고정식 또는 회전식의 노즐로 분무상태로 분사시키는 방식이 있으며, 그 구조는 단순하나 물을 분무하기 위한 동력이 필요하고 물이 공기와 함께 비산되는 단점이 있다. 충전탑식은 수직원통형탑 내에 충전재를 채워 넣은 방식으로 충전재로는 여러 형상과 재질의 것이 있으며 기액접촉의 효율도 뛰어나다.

그 외의 방식으로 탑 내에 다공판 등의 선반을 몇 단 정도 설치한 단탑식(段塔式), 수중에 공기를 불어넣는 방식, 물을 5~10m의 높이에서 낙하시키는 폭포식 등이 있다. 트리클로로에틸렌 등을 제거대상으로 할 경우에는 필요에 따라 배출가스를 처리하기 위하여 활성탄흡착설비를 설치한다.



[그림 1.13.1] 폭기설비의 예

13.2 폭기방식

(1) 분수식 폭기장치는 다음 각 항에 따른다.

- ① 노즐은 분무된 물과 공기가 잘 접촉되게 설치한다.
- ② 노즐은 처리하고자 하는 물을 균등하게 분출되도록 배치한다.
- ③ 폭기실은 물방울의 비산을 방지하는 구조로 하고 2실 이상 설치한다.

(2) 충전탑식 폭기장치는 다음 각 항에 부합되도록 한다.

- ① 충전탑의 구조는 수직원통형으로 하고 내식성 자재를 사용한다.
- ② 충전재는 공극률이 크고 공기저항이 적으며 내식성으로 기계적 강도가 높아야 한다.
- ③ 충전탑의 직경은 공기의 유속을 감안하고 충전층의 높이는 용량계수 등을 고려하여 결정한다.
- ④ 기액비(기체와 액체의 비)는 원칙적으로 실험에 의하여 결정한다.
- ⑤ 송풍기는 충전탑의 공기유입부 쪽에 설치하고 소요동력은 풍량과 충전재 등에 의한 압력 손실을 고려하여 결정한다.

14. 오존처리설비

14.1 총칙

오존처리는 THMs와 HAAs의 전구물질을 저감시키는 전처리산화제로는 물론이고 염소보다 훨씬 강한 오존의 산화력을 이용한 대체소독제로서 소독과 함께 맛·냄새물질 및 색도의 제거, 소독부산물의 저감 등을 목적으로 한다.

오존은 유기물과 반응하여 부산물을 생성하므로 일반적으로 오존처리와 활성탄처리는 병행해야 된다. 오존처리공정의 설계와 운전요소로서 처리목적에 따라 주입점, 주입률 등을 고려하고 파일럿플랜트 등 실험결과에 근거하여 결정하는 것이 바람직하다.

오존은 강한 산화력을 가진 불소와 OH라디칼 다음으로 높은 전위차(2.07 V(volt))를 가지고 있다. 이론적으로 오존은 모든 유기물을 이산화탄소(CO_2)와 물(H_2O)로 완전분해시켜야 하지만, 실제 대다수의 유기물질(맛·냄새 유발물질인 지오스민(geosmin), MIB와 THM과 같은 포화 탄화수소 등)과 반응이 느리거나 또는 전혀 반응하지 않는 것이 일반적이다. 이와 같이 오존의 단점을 보완하기 위하여 오존과 산화제 등을 동시에 반응시켜 OH라디칼의 생성을 가속화하여 유기물질들을 처리하는 방법을 고도산화법(advanced oxidation process; AOP)이라 하며, 정수처리에 응용될 수 있는 AOP는 ozone/high pH, $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ (PEROXONE), O_3/UV , O_3/TiO_2 , $\text{O}_3/\text{electron beam}$, $\text{O}_3/\text{metallic oxides}$ 등의 방법들이 있다.

오존처리에 수반되는 문제점으로 중요한 것은 용존잔류오존과 배오존의 처리가 있다. 처리공정 내에서 과도한 용존잔류오존은 강력한 산화력으로 후단의 활성탄의 기계적 강도를 약화시킬 수 있다. 배오존이 대기 중에 방출되는 경우에는 노동안전위생 또는 환경상의 문제를 일으킬 우려가 있으므로 충분히 저농도가 되도록 처리해야 한다. 정수처리의 단위공정으로 오존처리법이 다른 처리법에 비하여 우수한 점은 다음과 같다.

- (1) 오존은 자체의 높은 산화력으로 염소에 비하여 높은 살균력을 가지고 있다.
크립토스포리디움과 지아디아를 포함한 모든 병원성 미생물에 대한 소독시간을 단축할 수 있다.
- (1) 맛·냄새물질과 색도제거의 효과가 우수하다.
조류 및 조류와 관련된 맛·냄새 유발물질을 억제하며, 지오스민(geosmin)이나 2-메틸이소보닐올(2-MIB) 등에 의한 냄새나 부식질 등에 의한 색도, 그리고 염소와의 반응으로 냄새를 유발하는 페놀류 등을 제거하는데 효과적이다.
- (2) 유기물질의 생분해성을 증가시킨다.
미생물에 의하여 제거되도록 유기물을 부분적으로 산화시키며 난분해성 유기물질의 생분해성을 증대시켜 후속공정인 입상활성탄처리(생물활성탄으로 운전시)의 처리성을 향상시킨다.
- (3) 염소요구량을 감소시킨다.
염소주입에 앞서 오존을 주입하면 염소의 소비량을 감소시킨다.
- (4) 철·망간의 산화능력이 크다.
- (5) 소독부산물의 생성을 유발하는 각종 전구물질에 대한 처리효율이 높다.
한편, 오존처리에서 유의해야 할 사항은 다음과 같다.
- ① 충분한 산화반응을 진행시킬 접촉지가 필요하다.
 - ② 배오존처리설비가 필요하다.
 - ③ 전염소처리를 할 경우에도 염소와 반응하여 잔류염소가 감소된다.
 - ④ 설비의 사용재료는 충분한 내식성이 요구된다.

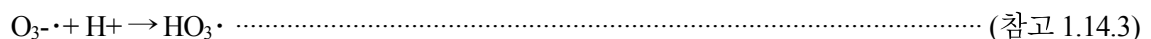
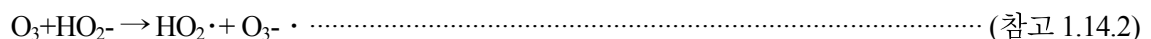
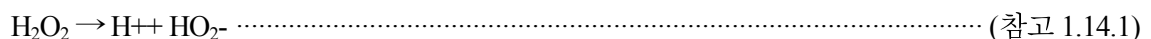
<1.14.1 참고 1> 오존/high pH AOP

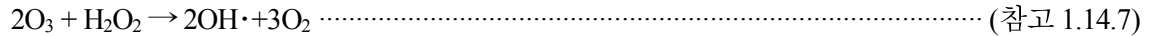
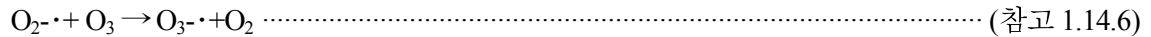
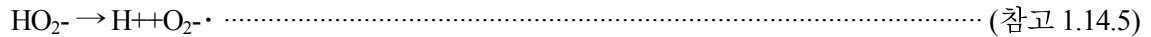
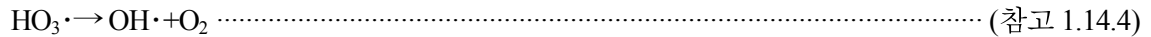
오존이 수산화기에 의해 분해되어 OH 라디칼의 중간 생성물을 생성하는데, 이 공정에서 pH를 증가시킬수록 오존분해가 가속화 되는 원리를 이용한 방법으로, pH를 높이는 것은 자연수의 수질조건에 따라 OH라디칼의 생성과 소모의 최적조건에 맞는 pH에 따라 적용하여야 한다.

<1.14.1 참고 2> 오존/과산화수소(O₃/H₂O₂)(PEROXONE) AOP

오존에 과산화수소를 인위적으로 첨가하여 오존을 빠른 속도로 분해시켜 OH라디칼을 생성시켜 오염물질을 분해시키는 방법을 오존/과산화수소 AOP라 한다. 오존과 과산화수소는 서로 반응이 매우 느리지만 HO₂·이 발생하면 오존분해가 활발히 일어난다.

과산화수소는 아래 식1과 같이 해리되어 HO₂·을 생성하고 오존과 (참고 1.14.2)와 같이 반응한다. 이중 O₃·-아래 식 3, 4의 반응을 거쳐 OH라디칼을 생성하게 된다. HO₂·는 O₃·-과는 달리 O₂·-생성(식 5), 다시 O₂·-가 O₃·-생성(참고 1.14.6) 후 (참고 1.14.3, 4)의 반응으로 OH라디칼을 생성한다. 이 과정을 종합한 최종반응식은 (참고 1.14.7)와 같다.

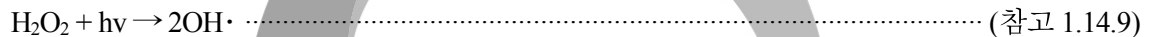
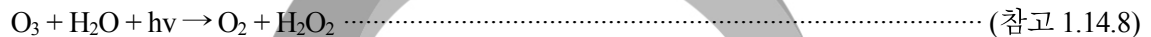




오존과 과산화수소 투입비에 따라 공정 효율이 달라지며, 과산화수소 농도가 낮으면 오존분해가 원활하지 않아 OH 라디칼 생성이 저해되고, 농도가 높으면 과산화수소가 오히려 소모제로 작용해 역효과를 일으킨다. 오존과 과산화수소의 적정비율은 무게비로 약 3:1 정도로 알려져 있다.

<1.14.1 참고 3> 오존/자외선(UV 광분해법)

이 방법은 산화제에 자외선을 조사하여 OH 라디칼을 생성시키는 방법으로 자외선 에너지에 의해 중간생성물인 과산화수소가 생성되고 이후 OH라디칼 생성은 오존/과산화수소 공정과 동일하다. 또한 이 공정은 자외선에 의해서도 유기물이 제거될 수 있다.



이 공정은 오존 대신에 과산화수소를 적용할 수도 있으며, 이 경우에는 과산화수소가 바로 자외선을 흡수하는 위 식2의 공정으로 OH라디칼을 생성한다.

오존/자외선과 오존/과산화수소를 비교하면 오존의 자외선 몰흡광계수가 3,300 M-1cm-1로 과산화수소는 19.6 M-1cm-1에 불과해 오존을 사용하는 것이 효율이 우수한 것으로 나타났다. 또한 자외선을 이용한 AOP는 원수 탁도와 색도에 따라 처리효율의 변동이 있을 수 있는 점을 고려하여야 한다.

14.2 오존처리목적과 공정배열

오존처리는 처리목적에 따라 적절한 처리공정을 선정한다.

(1) 오존주입지점은 처리대상물질과 처리목적 등에 따라 선정한다.

- ① 냄새와 색도제거를 목적으로 하는 경우
- ② 응집효과의 개선을 목적으로 하는 경우
- ③ 유기염소화합물의 생성저감을 목적으로 하는 경우
- ④ 병원성미생물에 대한 소독목적으로 사용하는 경우

(2) 오존주입률은 원수수질의 현황과 장래의 수질예측, 다른 수도시설에서의 실시 예, 문헌, 실험 결과 등을 근거로 하여 결정한다.

(3) 오존주입량은 처리수량에 주입률을 곱하여 산정한다.

(4) 오존주입률 결정은 실시간 수질을 반영하여 주입할 수 있는 방법을 선정한다.

14.3 오존발생장치와 주입설비

(1) 주입설비는 다음 각 호에 따른다.

- ① 설비용량은 처리수량과 주입률로 산출된 주입량을 기본으로 하여 결정한다.
- ② 설비는 원료가스공급장치, 오존발생기, 접촉지, 배오존처리설비, 잔류오존제거시설 및 오존재이용설비 등으로 구성되며, 주요기기류는 2계통 이상으로 분할하고, 예비계통을 설치하며 유지관리가 용이하도록 한다.
- ③ 오존처리를 효율적으로 실시하고 또 비상시에도 필요한 조치가 용이하게 이루어질 수 있도록 적절한 제어방식을 선정한다. 오존제어방식에는 오존주입농도 제어방식, 잔류오존농도 제어방식, C·T 제어방식이 있다.
- ④ 오존과 접촉하거나 또는 접촉가능성이 있는 부분의 재질은 오존에 대하여 충분한 내식성과 강도가 있고 또 위생상 안전한 것으로 한다.
- (2) 원료가스공급장치는 필요한 원료가스를 제조하고 공급하기에 충분한 용량을 가지며, 높은 효율로 운전할 수 있고 충분한 안전성을 가진 것으로 한다.

(3) 오존발생기는 다음 각 호에 적합하도록 한다.

- ① 발생효율이 높고 내구성과 안전성이 충분해야 한다.
- ② 용량, 대수, 주입계통의 구성은 수온에 따른 오존소모특성과 제거대상물질을 고려하여 최소 주입량에서 최대주입량 조절이 가능하도록 하여야 한다.
- ③ 오존발생기에서 주입장소에 이르는 배관은 적절한 내경과 재질을 가지며 유량계와 압력 등을 구비하고 배관의 유지관리를 용이하게 하기 위하여 지중부분은 콘크리트덕트 내에 설치하는 것으로 한다.

(5) 접촉지는 다음 각 호에 적합하도록 한다.

- ① 구조는 밀폐식으로 오존과 물의 혼화와 접촉이 효과적으로 이루어져서 흡수율이 높도록 한다.
- ② 용량은 오존처리에 필요한 접촉시간과 반응시간이 충분하도록 한다.
- ③ 오존주입 풍량, 재이용 풍량, 배오존 풍량 등은 풍량의 수지에 균형이 맞도록 설계한다.
- ④ 접촉지에는 우회관을 설치한다.
- ⑤ 오존재이용설비는 오존의 유효이용과 배오존처리설비의 부하경감을 고려하여 설치여부를 결정한다.
- ⑥ 효율적인 오존공정 제어를 위하여 처리수량, 오존 주입량, 잔류오존, 대기오존(누출오존) 농도를 상시 계측하여야 한다.

(6) 오존발생에 필요한 전력설비는 충분한 용량과 기능을 갖추어야 한다.

(7) 오존발생기실 등은 다음 각 호에 적합하도록 한다.

- ① 발생설비는 가능한 한 주입지점에 가깝게 설치한다.
- ② 건물은 내화 및 내식을 고려하여 채광, 방음, 환기, 배수 등이 양호해야 한다.
- ③ 바닥면적은 발생기 등의 유지관리에 충분한 넓이로 한다.

(8) 잔류오존으로 시설물부식, 대기오염유발 등이 발생될 경우에는 정수장 현장여건을 고려하여 화학적 잔류오존제거제를 사용하거나 접촉매체를 통한 잔류오존 제거시설을 설치할 수 있다.

14.4 배오존설비

배오존설비는 배오존의 농도, 풍량, 운전조건 등에 따라 가열분해법, 촉매분해법, 활성탄흡착분해법 중에서 선정한다.

15. 자외선 소독설비

15.1 총칙

자외선(UV)의 소독작용은 주파장이 253.7 nm인 자외선이 박테리아나 바이러스의 핵산에 흡수되어 화학변화를 일으킴으로써 핵산의 회복기능이 상실되는데 기인한다고 알려져 있다.

따라서 물의 소독에는 주 파장 253.7 nm를 방사하는 자외선램프가 사용되고 있으며, 그 기본구조와 작동원리는 일반 형광램프와 거의 같고 유리관의 재료로는 자외선 투과율이 좋은 석영유리가 사용된다. 자외선 조사에 의한 물의 소독방법은 물이 흐르는 상태에서 외부로부터 자외선을 조사하는 외조식과 석영유리 램프에 의해 유수중의 내부로부터 자외선을 조사하는 내조식으로 대별되고 있으나, 단순한 장치로서 다량의 물을 처리할 수 있는 내조식이 주로 이용된다. 자외선에 의한 물의 소독은 화학물질의 첨가를 필요로 하지 않기 때문에 안전성이 높을 뿐만 아니라 경제적으로 양질의 물을 얻을 수 있는 소독방법으로, 다른 소독과 비교하여 우수한 점은 다음과 같다.

- (1) 관리요원의 안전
- (2) 무독성
- (3) THM 불생성
- (4) 대중의 인식이 염소에 비해 상대적으로 좋음
- (5) 건물의 불필요
- (6) 낮은 유지관리비

자외선에 의한 소독은 소독부산물 없이 크립토스포리디움 오시스트(cryptosporidium oocyst) 등 불활성화 기준 준수를 위한 소독능 값(C·T)이 염소계 소독제 및 오존처리보다 낮은 장점이 있다.

미국 EPA에서는 바이러스, 지아디아, 크립토스포리디움불활성화 정도에 대한 자외선 조사량을 다음 <표 1.15.1>과 같이 제시하고 있다.

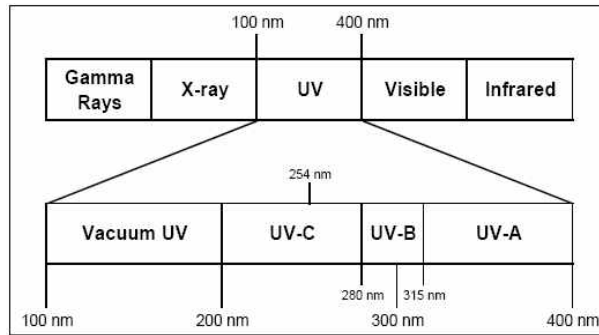
<표 1.15.1> UV 조사 요구량 (mJ/cm²)

구 분	Log 불활성화							
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	4.0
Cryptosporidium	1.6	2.5	3.9	5.8	8.5	12	15	22
Giardia	1.5	2.1	3.0	5.2	7.7	11	15	22
Virus	39	58	79	100	121	143	163	186

※ UV disinfection guidance manual(EPA, 2006.11)참조

(1) 자외선 소독의 원리

자외선은 [그림 1.15.1]에 도시된 바와 같이 가시광선의 파장(400 nm)보다는 짧고, X-선(100 nm)보다는 긴 파장의 범위 안에 있는 파장을 가진 전자방사선을 의미하는데 그 중에 살균력을 갖는 가장 적합한 파장은 253.7 nm이며, 이 파장 범위내에서 대부분의 에너지는 대기에 흡수되어 태양광선에는 매우 적은 양이 존재하고 있다.



[그림 1.15.1] 전자파의 파장영역

현재 보유하고 있는 기술에서 에너지 주 발생원은 저압수은 아크램프로부터 나오는 것인데 이것이 널리 사용되는 이유는 아크램프에서 나오는 자외선 에너지의 85 % 정도가 253.7 nm의 파장인 것이다. 램프의 수은가스를 통해 전기아크가 발생하며 수은을 자극하여 생긴 에너지의 방출이 자외선 방사가 되는 것이다. 253.7 nm의 파장을 갖는 자외선은 박테리아나 바이러스 등이 갖고 있는 유전인자의 특성에 변형을 주어 이들이 번식하지 못하게 하며 특히 각종 세균의 세포막을 투과하여 핵산(DNA)을 손상시킴으로써 소독을 하게 된다.

살균에 필요한 자외선의 조사량은 microwatt second/cm²로 나타내며 이는 광선의 강도에 따라 접촉시간을 곱한 것이다.

$$\text{조사량 (dose)} = \text{자외선 강도}(\mu\text{W/cm}^2) \times \text{접촉시간(sec)} \quad (1.15.1)$$

자외선 조사량은 자외선램프의 출력감소와 램프 슬리브의 오염정도에 따라 점차 감소한다. 그러므로 이러한 감소율을 고려한 자외선 조사량을 결정하여 목표로 하는 살균율을 확보하여야 한다.

(2) 자외선 소독의 영향인자

자외선 강도와 접촉시간에 영향을 미치는 요소들은 <표 1.15.2>과 같으며, 이들 요소들은 자외선 소독설비의 효율에 많은 영향을 미친다.

<표 1.15.2> 자외선 소독에 있어서의 영향인자

자외선 강도	접촉시간
1. 수질 - 자외선 투과율 - 부유물 농도 - 용존유기물 농도 - 총경도 2. 램프의 상태 - 슬리브의 깨끗한 농도 - 사용기간, 노후상태 3. 처리 공정	1. 유량 2. 접촉조(반응조)의 설계

(1) 자외선 투과율

자외선 투과율은 시료 1 cm를 자외선이 통과한 후에 흡수되지 않고 남은 254 nm 파장을 가진 자외선의 백분율(%)로 정의된다. 이 투과율은 수중에 용해 또는 부유상태의 물질의 농도에 따라 좌우되는데, 투과율이 낮으면 수중에서 자외선의 강도가 떨어지므로 적절한 조사량을 유지시키기 위해서는 더 오랜 시간동안 자외선을 조사시켜야 한다.

(2) 용존 유기물의 농도

원수에 함유되어 있는 유기물은 살균효과를 갖는 파장 범위에 있는 에너지를 흡수할 수 있다.

(3) 부유물의 농도

부유물은 입자들로 되어 있으므로 광선을 분산시키거나 흡수함으로써 자외선의 투과를 저하시키며, 또한 이들은 박테리아가 자외선에 노출되는 것을 막아서 살균효과를 감소시킨다.

(4) 총경도

원수내에 마그네슘이나 칼슘의 화합물이 많이 존재하면 석영 슬리브에 막을 씌우는 역할을 한다.

(5) 슬리브의 깨끗한 정도

자외선 소독시설의 효과를 최대로 하기 위해서는 석영 슬리브를 항상 청결하게 유지해야 하며 이 슬리브에 막이 생기면 물에 투과하는 자외선량이 줄어들게 되므로 세척에 주의하여야 한다. 세척주기는 기계식 자동세척의 경우 세척주기와 횟수를 현장 여건에 따라 세팅하여 세척이 이루어져야 한다.

(6) 사용기간 및 노후상태

자외선 강도는 램프의 사용시간, 운전/중지(On/Off)횟수, 단위길이당 전력, 수온, 램프에서 발생 열 등에 의해 감소되는데, 1년 이상 사용한 자외선 램프의 자외선 강도는 초기 특성의 약 80~90% 정도로 줄어든다.

(7) 원수 성상

원수 성상에 따라 자외선 투과상태가 달라지고 슬리브의 세척빈도가 다르므로 UV시스템의 효율이 다르게 나타나게 된다.

(8) 유량

유량은 접촉시간을 결정하게 되며 유지시간 및 자외선의 강도에 따라 자외선 조사량이 결정된다.

(9) 반응조의 설계

반응조내의 수리학적 특성은 소독효과에 결정적인 영향을 미치게 되는데 살균작용에 있어서 가장 적절한 수리학적 형태는 플러그흐름 형태이며 손실수두가 적어야 한다.

15.2 자외선 소독장비

현재 산업화되어 생산중인 자외선 반응시설은 자외선 램프, 전력안정기, 램프 슬리브, 자외선 강도 센서, 온도센서 및 자외선반응조로 구성된다.

일부 시설은 침적물로부터 램프 슬리브를 보호하기 위하여 자동 세척시설을 포함하는 경우도 있다.

15.3 자외선반응조

반응조는 다음 사항을 고려하여 설계하여야 한다.

- (1) 설계유량은 일최대급수량으로 하고 여유율을 고려한다.
- (2) 반응조의 치수는 설계 안전인자를 고려하여 UV 램프 모듈이 밀집하여 배치될 수 있고 적은 소요부지를 요하도록 설계한다.
- (3) 소독효과를 높이고 유지관리를 위해 두개 이상의 बैं크를 설치한다.
- (4) 반응조는 관 또는 밀폐형 구조로 하되, 유지관리를 용이하게 한다.

15.4 자외선 소독시설의 구성

자외선소독장치는 다음과 같은 사항을 고려하여 결정한다.

- (1) 장치능력은 일최대급수량에 의하여 정하되, 여유율을 고려하도록 한다.
- (2) 자외선투과율은 70 % 이상을 표준으로 한다.

15.5 자외선 램프의 종류

자외선램프는 저압(고출력을 포함)과 중압의 두 가지 종류가 있다.

- (1) 저압(고출력을 포함) 자외선램프
- (2) 중압자외선 램프

15.6 장치의 형식

자외선소독 형식의 선정은 사용목적, 설치공간, 보수관리성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

- (1) 설치방식은 수로방식(channel) 및 탱크(tank)방식으로 대별된다.
- (2) 조사방식은 접촉식(contact) 및 비접촉방식(noncontact)으로 구분된다.
- (3) 램프의 설치방법은 수평과 수직의 두 가지 방법이 있다.
- (4) 램프와 유수의 관계는 평행 또는 직각으로 구분된다.

16. 활성탄 흡착설비

16.1 총칙

활성탄은 형상에 따라 분말활성탄과 입상활성탄으로 나누어진다. 분말활성탄과 입상활성탄은 처리형태에 따라 사용하는 것이 구분되지만, 활성탄으로서 물성과 흡착기작 등은 동일하기 때문에 여기서 종합하여 기술한다.

(1) 처리대상

활성탄처리는 응집, 침전, 모래여과 등 통상적인 정수처리로 제거되지 않는 맛·냄새의 원인물질(2-MIB, geosmin 등), 합성세제, 페놀류, 트리할로메탄과 그 전구물질(부식질 등), 트리클로로에틸렌 등의 휘발성유기화합물질, 농약 등의 미량유해물질, 상수원의 상류수계에서 사고 등에 의하여 일시적으로 유입되는 화학물질, 그 밖의 유기물 등을 제거하기 위하여 적용된다.

(2) 특성

활성탄은 목재, 톱밥, 야자껍질, 석탄 등을 원료로 하여 탄화(carbonization)와 활성화(activation) 과정을 거쳐 생산된 흑색 다공성의 탄소질 물질로서, 기체와 액체 중의 미량유기물질을 흡착하는 성질이 있다. 활성화는 원료를 900 ℃ 전후의 고온에서 수증기로 처리하는 수증기활성화법과 목질재료를 염화아연, 황산 등의 약품에 담근 후 탄화시키는 약품활성화법이 있으나, 정수 처리용 활성탄은 수증기에 의한 제조법이 주류를 이루고 있다(<표 1.16.1>참조).

<표 1.16.1> 활성탄의 종류

원료	목탄 석탄 기타	야자껍질, 목재, 톱밥 등 이탄, 아탄, 갈탄, 역청탄 등 석유피치, 합성수지, 각종유기질탄화물 등
활성화방법	약품 가스 기타	염화아연, 황산염, 인산, 수산화나트륨, 에탄올 등 수증기, 이산화탄소, 공기 등 약품과 수증기의 병용
형상	분말탄 입상탄	150 μ m 이하 150 μ m 이상

활성탄은 다공질구조가 발달된 탄소재료로서 원료와 탄화방법 및 활성화방법에 따라 물리·화학적 특성이 다르고 흡착능력도 크게 다르다. 또 활성탄의 일반적인 성상으로 활성탄 내부는 2 nm 이하의 미세공(micropore), 2~50 nm의 중간세공(mesopore), 50 nm 이상의 대세공(macropore)들로 구성되어 있다. 이들 세공의 내부표면적은 700~1,400 m²/g으로 매우 크며, 이것이 흡착능이 높은 이유이다. 정수처리에서는 이 흡착력을 이용하여 앞서 열거한 물질들을 제거한다. 활성탄의 물리적 특성은 공극률, 비표면적, 세공용적, 세공크기의 분포 등으로 나타낸다.

또 활성탄은 공기 중의 산소를 서서히 흡착하기 때문에 저장조 등의 밀폐용기 내에서는 산소가 고갈될 우려가 있으므로 보수하거나 점검할 때에는 주의가 필요하다.

(3) 특징

활성탄의 특징은 수중에 용해되어 있는 유기물의 제거능력이 크며 약품처리하는 경우와는 달리 처리수에 반응생성물을 남기지 않는다는 것이다. 활성탄 흡착시설을 설계할 때에는 사전에 제

거대상물질의 특성, 오염실태, 처리효과 등에 대하여 실험을 포함한 충분한 조사가 필요하다. 조사는 현재의 오염실태는 물론 제거대상물질의 장래 변화추이 등도 고려하여 공정배열, 처리설비의 규모 및 방식을 결정한다.

(4) 활성탄의 종류와 처리특성

분말활성탄은 지름 1~20 nm 정도의 세공이 많고 입상활성탄은 10 nm 이하의 세공이 많다. 입상활성탄 중 아자겍질을 원료로 하여 생산된 입상활성탄은 직경 3 nm 이하의 세공이 많고 30 nm 이상의 세공은 적다. 따라서 내부표면적은 크고 세공용적은 작기 때문에 저분자량의 물질이 제거되기 쉬우며 기체상의 용도로 많이 사용된다. 석탄계 활성탄은 3 nm부터 약간 큰 세공까지 폭 넓게 존재하므로 내부표면적은 다소 작지만 세공은 크기 때문에 비교적 큰 분자량의 물질이 제거되기 쉬우며 수처리용으로 많이 사용되고 있다. 입상활성탄에는 0.1~수 μm 크기의 대세공(macropore)이 존재하여 피흡착물질의 입자 내로의 확산통로가 된다.

일반적으로 소수성이 강하고 분자량이 큰 물질일수록 활성탄에 흡착되기 쉽다. 또 물에 용해되기 쉽고 분자량이 작은 물질은 활성탄에 흡착되기 어려운 경향이 있다. 물에 잘 녹지 않는 농약은 활성탄에 흡착되기 쉬우나, 부식질(humic substance)과 같이 분자량은 크지만 물에 녹기 쉬운 물질은 활성탄으로 흡착되기 어렵다. 이와 같이 유기물질의 물에 대한 용해도나 활성탄의 세공 크기 분포 등이 제거효율에 영향을 미친다.

(5) 활성탄처리방식

비상시 또는 단기간 사용할 경우에는 분말활성탄처리가 적합하고 연간으로 연속 또는 비교적 장기간 사용할 경우에는 입상활성탄처리가 유리하다고 알려져 있다. 또 활성탄의 흡착특성은 종류에 따라 다르기 때문에 사용목적에 적합한 품질의 제품을 선정해야 한다. 분말활성탄과 입상활성탄은 사용목적이나 처리기간에 따라 유지관리나 경제성이 다르며, 그 장단점은 <표 1.16.2>와 같다.

<표 1.16.2> 분말활성탄처리와 입상활성탄처리의 장단점

항 목	분 말 활 성 탄	입 상 활 성 탄
① 처리시설	○ 기존시설을 사용하여 처리할 수 있다.	△ 여과지를 만들 필요가 있다.
② 단기간 처리하는 경우	○ 필요량만 구입하므로 경제적이다	△ 비경제적이다.
③ 장기간 처리하는 경우	△ 경제성이 없으며, 재생되지 않는다.	○ 탄층을 두껍게 할 수 있으며 재생하여 사용할 수 있으므로 경제적이다.
④ 미생물의 번식	○ 사용하고 버리므로 번식이 없다.	△ 원생동물이 번식할 우려가 있다.
⑤ 폐기시의 애로	△ 탄분을 포함한 흑색슬러지는 공해의 원인이다.	○ 재생사용할 수 있어서 문제가 없다.
⑥ 누출에 의한 흑수현상	△ 특히 겨울철에 일어나기 쉽다	○ 거의 염려가 없다.
⑦ 처리관리의 난이	△ 주입작업을 수반한다.	○ 특별한 문제가 없다.

○ : 유리, △ : 불리

16.2 분말활성탄 적용 및 품질기준

(1) 분말활성탄처리는 응집, 침전 및 여과 등의 정수처리공정과 조합해야 하며 분말활성탄이 처리수에 누출되지 않도록 한다.

(2) 분말활성탄의 품질은 처리효과가 양호하고 또 위생상 문제가 없어야 한다.

16.3 검수설비와 저장설비

분말활성탄의 검수설비와 저장설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 분말활성탄의 성상 및 운반방식과 수량을 고려하여 적절한 검수용 계량장치를 설치한다.
- (2) 반입된 분말활성탄을 저장설비에 이송하기 위한 설비를 설치한다.
- (3) 저장설비는 사용량과 수급관계를 고려하여 적절한 용량으로 한다.
- (4) 저장설비를 설치하는 건물은 내화성 구조로 하고 방진 및 방화대책을 강구한다.
- (5) 건조탄 저장조에는 가교(bridge) 결함을 방지하기 위한 대책을 강구한다.

16.4 주입설비

분말활성탄 주입설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 주입지점은 혼화와 접촉이 충분히 이루어지고 또 전염소처리의 효과에 영향을 주지 않도록 선정하며, 필요에 따라 접촉지를 별도로 설치한다.
- (2) 주입률은 원수수질 등에 따라 다른 실험 등을 참조하고 기본적으로 처리하고자 하는 원수와 제거목표물질에 대한 실험에 근거하여 정한다.
- (3) 슬러리농도는 2.5~5 %(건조환산한 값)를 표준으로 한다.
- (4) 주입량은 처리수량과 주입률로 결정한다.
- (5) 주입방식으로는 습식과 건식이 있으며 제어성과 작업성 등을 고려하여 선정한다.
- (6) 주입장치는 주입방식에 따라 적절한 설비구성으로 충분한 용량을 가져야 한다.
- (7) 주입장치의 총용량과 대수 및 주입계통의 구성은 최소주입량에서 최대주입량까지 적절하게 주입할 수 있도록 한다.
- (8) 습식주입에서 슬러리조는 충분하게 교반될 수 있는 구조로 적절한 용량이어야 한다.
- (9) 주입배관은 적절한 구경과 재질 등으로 시공한다.
- (10) 분말활성탄이 접촉하는 부분의 재질은 활성탄에 대하여 충분한 내식성과 내마모성이 있는 것으로 한다.
- (11) 주입설비실은 가능한 주입장소에 가까운 곳에 설치하고 설비의 유지관리가 용이한 넓이를 확보한다.

17. 입상활성탄 흡착설비

17.1 총칙

입상활성탄 흡착설비는 흡착탑 또는 흡착지에 입상활성탄을 충전하고 여기에 처리할 물을 통과시켜 처리대상물질인 오염물질을 흡착하여 제거하는데 이용된다.

17.1.1 입상활성탄 처리방법

입상활성탄 처리방법에는 흡착효과를 주체로 하는 입상활성탄방식과 생물활성탄방식이 있다. 흡착효과를 주체로 한 방식에서는 기본적으로 잘 발달된 활성탄 내부세공(pore) 표면에 오염물질이 이동하여 흡착됨으로써 액상(liquid phase)의 용존상태에서 고체상(solid phase)의 흡착상태로 상을 변환시켜 오염물질을 제거하는 공정이다. 원수 중에는 일반적으로 부식질과 같은 천연유기물질(natural organic matter, NOM)과 각종 미량유기물질이 다양하게 포함되어 있으며 수질기준과 오염물질의 종류 및 농도에 따라 처리목표가 결정된다. 제거대상물질의 분자량이나 소수성 성질과 활성탄의 세공분포에 따라 흡착능이나 수명이 달라진다.

생물활성탄방식에서는 활성탄의 흡착작용과 함께 활성탄층 내의 미생물에 의한 유기물 분해작용을 이용함으로써 활성탄의 흡착기능을 보다 오래 지속시키는 방식이다. 이 경우에 생물활동을 방해하지 않도록 전단에 염소처리를 하지 않는다.

입상활성탄처리의 전단에 염소처리를 하지 않는 경우에는 입상활성탄층 내에 미생물이 번식하여 분해성유기물의 흡착뿐만 아니라 생물화학적작용으로 이산화탄소로까지 분해되는 경우가 있다. 이 생물화학적 작용에는 활성탄층 내에 용존산소가 충분히 존재하고 미생물 번식에 필요한 유기물의 공급이 필요하다. 또한 그 처리는 수온에 의하여 영향을 받는다.

생물활성탄처리의 전단에 오존처리를 하면 난분해성 유기물을 분해성 유기물로 전환시키며 오존 처리된 처리수는 용존산소가 포화상태이므로 입상활성탄층 내에서 생물화학적작용이 촉진된다. 또한 흡착된 유기물은 생물화학적으로 분해되어 자기재생기능으로 입상활성탄의 흡착능이 장기간 유지된다.

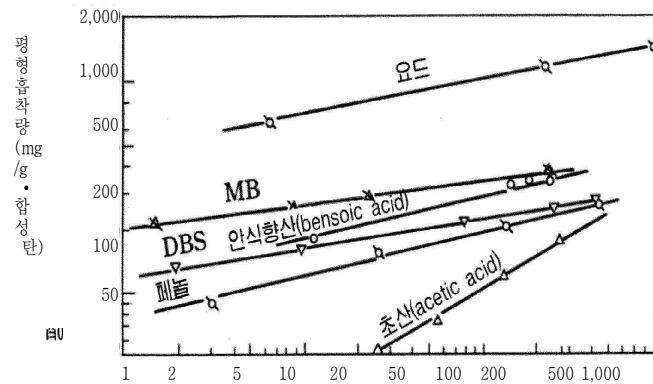
활성탄의 오염물질 제거능력은 오염물질에 따라 큰 차이가 있으며 운전시간이 지남에 따라 흡착능력은 점차 감소하여 포화상태에 도달하고 처리목표달성이 어려워지는 시점에서 재생하거나 교체한다. 오존처리를 할 경우에도 생분해성 증가와 전체적인 오염물질제거율은 제한적이므로 원수수질, 통수조건, 제거대상물질 및 농도, 처리효율, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 입상활성탄의 흡착효과를 주체로 하는 방식과 생물활성탄방식 중에 어느 방식을 선정할 것인가를 결정하여 적절한 시설을 설계해야 한다.

17.1.2 흡착능력과 파과

일반적으로 단일성분의 흡착능력은 흡착용량(평형흡착량)과 흡착속도로 평가된다. 활성탄의 흡착능력은 활성탄의 종류와 피흡착물질, 수온, pH 및 공존물질에 따라 다르다. 일반적으로 pH가 산성이거나 온도가 낮을수록 흡착량이 커진다.

(1) 등온흡착평형(isotherm)

일정온도에서 활성탄과 피흡착물질이 함유된 물을 접촉시켜 평형상태에 도달하였을 때와 액상농도와 그 농도에서 활성탄흡착량과의 관계를 나타낸 것을 등온흡착선이라 한다([그림 1.17.1] 참조).



등온흡착선을 수식화한 것을 등온흡착모델(isotherm model)이라 하며 Freundlich 모델, Langmuir 모델 및 B.E.T.(Brunauer, Emmet, and Teller)모델이 많이 사용된다.

① Freundlich 모델

$$q = KC^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots (1.17.1)$$

$$\log q = (1/n)\log C + \log K \dots\dots\dots (1.17.2)$$

q : 활성탄의 단위 무게당 피흡착물질의 흡착량(mg/g-활성탄)

C : 활성탄흡착후 피흡착물의 액상평형농도(mg/L)

K, n : 상수

식(1)의 양변에 log를 취하면 식(2)로 되며 log-log 그래프용지에 C(x축)와 q(y축)의 관계를 그림으로 나타내면 직선을 얻게 되고 기울기로부터 1/n값을 C=1일 때의 절편으로부터 K값을 얻는다.

흡착등온선을 구하는 방법은 KS M 1802를 참고한다.

Freundlich 모델에서 1/n의 값이 0.1~0.5인 경우에는 저농도에서 많이 흡착되어 효과적이나 1/n>2인 경우에는 사용활성탄량을 증가시키더라도 피흡착물질의 농도가 저하됨에 따라 흡착량이 크게 저하되기 때문에 비효율적이다.

Freundlich 모델에 기초를 둔 등온흡착선은 log-log그래프상에서 많은 경우 거의 직선을 나타내지만 부식질과 같은 다성분계인 경우에는 평형농도구간에 따라 곡선과 직선이 혼재하는 경우가 있다.

② Langmuir 모델

Langmuir는 흡착제의 표면과 흡착되는 가스분자와의 사이에 작용하는 결합력이 약한 화학 흡착에 의한 것이며, 흡착의 결합력은 단분자층이 두께에 제한된다고 생각하여, 피흡착물질의 양과 가스압력 간의 관계를 이론적으로 유도하였다. 즉, 흡착에서 결합력이 작용하는 한계는 단지 단분자(mono layer) 층의 두께정도라고 보아 그 이상 떨어지게 되면 흡착은 일어나지 않는다는 모델에 이론적 근거를 두고 있어 Langmuir 흡착은 단분자층흡착이라고도 한다. 액상의 농도 C와 흡착량 q의 관계를 Langmuir 식으로 쓰면

$$q = \frac{abC}{1+bC} \dots\dots\dots (1.17.3)$$

C : 액상의 농도

q : 흡착량

a : 최대흡착량에 관한 상수

b : 흡착에너지에 관한 상수

식(3)을 다시 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{ab} \cdot \frac{1}{C} + \frac{1}{a} \quad \dots\dots\dots (1.17.4)$$

이 때 Langmuir형 흡착평형이 성립할 경우 1/q와 1/C를 각각 종축과 횡축으로 하여 그려보면 직선을 얻을 수 있다.

③ B.E.T.(Brunauer, Emmett & Teller) 모델

Langmuir의 단분자 모델에 대하여 Brunauer, Emmett 및 Teller 등은 흡착제의 표면에 분자가 점점 쌓여 무한정으로 흡착할 수 있다는 다분자층흡착 모델을 세워서 다음과 같은 등온흡착식을 유도하였다.

$$q = \frac{V_m A_m C}{(C_s - C)[1 + (A_m - 1)(C/C_s)]} \quad \dots\dots\dots (1.17.5)$$

C : 포화농도

V_m, A_m : 단분자층흡착시 최대흡착량과 흡착에너지 상수

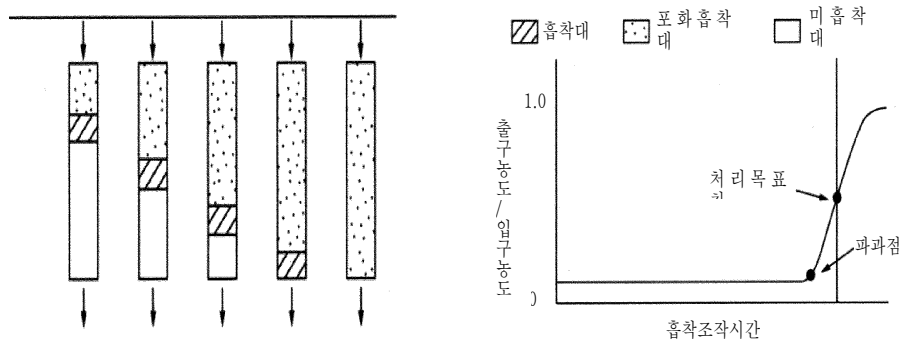
식(5)를 변형하면

$$\frac{C}{q(C_s - C)} = \frac{1}{A_m V_m} + \left(\frac{A_m - 1}{A_m V_m} \right) \frac{C}{C_s} \quad \dots\dots\dots (1.17.6)$$

로 표현되며 종축에 {C/q{C_s-C}}를, 횡축에 (C/C_s)를 그려보면 직선이 얻어진다.

17.1.3 파과(breakthrough)

고정층에 피흡착물질이 포함된 물을 통수시키면 제거하고자 하는 피흡착물질은 고정층의 최초유입부에서 대부분 흡착되며, 이 부분을 흡착대(adsorption zone)라 한다. 운전이 계속되면서 고정층의 유입부측으로부터 점차로 포화가 진행되어 흡착대는 고정층의 아래쪽으로 이동한다. 흡착대의 끝이 고정층의 출구부근에 도달하면 유출수 중의 피흡착물질 농도는 급격히 증가하게 되며 궁극적으로는 유입수의 농도에 근접한다. 처리수량 또는 처리시간을 x축으로 하고 유출농도를 y축으로 한 농도변화도를 파과곡선(breakthrough curve)이라 한다([그림 1.17.2] 참조).



[그림 1.17.2] 흡착대의 이동과 파과

과과곡선의 모양은 피흡착물질별 흡착능, 입자의 외부와 내부의 확산속도, 운전조건 등에 따라 다르다. 페놀과 같이 흡착속도가 빠른 물질인 경우는 전형적인 S자형 곡선이 되지만 부식질이나 계면활성제와 같이 분자량이 크고 흡착속도가 느린 물질은 전형적인 S자형 과과곡선을 나타내지 않는 경우가 많다. 일반적으로 유출농도가 처리목표농도에 도달한 시점에서 활성탄을 재생하거나 교체한다.

17.2 처리공정의 선정

입상활성탄 처리공정은 다음 각 항에 따른다.

1. 입상활성탄의 공정은 여과공정 전, 후에 위치하는 것이 일반적이며, 침전공정 이후에 흡착과 여과를 목적으로 F/A(Filter-Adsorber) 공정으로 운영할 수 있다.
2. 입상활성탄은 맛·냄새물질, 소독부산물, 색도 등 다양한 유기물제거목적으로 사용할 수 있다.

17.3 흡착설비의 계획

- (1) 입상활성탄은 환경부 수처리제 규격에 적합해야 하며, 처리공정의 선정에 따라 규격을 달리할 수 있으므로 추가적인 세부규격은 수도사업자의 설계 및 구매 품질기준에 따른다.
- (2) 흡착방식은 기본적으로 고정상(fixed bed)식과 유동상(fluidized bed)식으로 분류되며 각 방식의 특성과 처리효과, 유지관리, 경제성 등을 고려하여 결정한다.
- (3) 적절한 접촉시간은 입상활성탄의 성능, 제거대상물질의 종류와 농도에 따라 다르므로 공간속도(SV), 탄층의 두께, 공상접촉시간(EBCT) 등은 문헌 등을 참고하고 실험 등으로 결정한다.

17.4 흡착설비

흡착설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 흡착지의 면적과 지수는 1.6.3 여과면적과 지수 및 형상에 준한다.
- (2) 흡착지의 구조는 효과적인 흡착과 역세척이 가능하고 또 활성탄교체 등이 용이하도록 한다.
- (3) 집수장치는 편류가 없는 균등한 수류와 균등한 역세척, 그리고 활성탄의 지지 및 활성탄의 유출방지 등의 기능을 갖추어야 한다.

17.5 세척설비

세척설비는 다음 각 항에 적합하도록 한다.

- (1) 입상활성탄 재원(유효경 및 비중)에 따른 팽창율 확보 등 원활한 세척이 될 수 있도록 역세척 주변설비가 구성되어야 한다.
- (2) 세척수로는 활성탄처리수 또는 정수를 사용하고 필요한 수량, 수압 및 시간은 실험 등으로 결정한다.
- (3) 세척설비의 용량과 구조 등은 1.7.12 세척탱크와 세척펌프 등에 준한다.

17.6 저장설비, 계량설비 및 이송설비

- (1) 입상활성탄은 흡착능력이 없어지면 재생하거나 교체해야 하므로 신탄 또는 재생탄을 저장하는 설비를 설치해야 한다.
- (2) 신탄이나 사용종료탄 또는 재생탄을 검수하거나 계량하기 위하여 운반방식과 양에 적합한 계량설비를 설치한다.
- (3) 이송설비는 활성탄과 이송설비 자체의 마모를 최소한으로 억제하면서 원활하고 능률적으로 이송할 수 있는 설비로 한다.
- (4) 흡착지는 설비규모와 재생빈도에 따라 활성탄을 적절하게 충전하고 반출할 수 있도록 한다.

17.7 재생설비

입상활성탄의 재생은 처리수의 수질과 사용기간별 입상활성탄 재생시 회수율을 검토하여 가장 경제적인 재생시기(주기)를 결정한다.

- (1) 재생방안으로 외부 업체에 위탁재생하는 방안과 자가재생시설을 설치하는 방안이 있다.
- (1) 자가재생설비를 설치할 경우에는 다음 각 호에 적합하도록 한다.
 - ① 재생설비로는 재생로 본체, 저장설비, 계량설비, 제해설비, 연료공급설비 등으로 구성된다. 이들 설비를 계획할 때에는 설비규모, 운전방법, 입지조건 등을 충분히 고려하고 재생빈도에 대하여 여유가 있는 규모로 한다.
 - ② 재생로는 연간재생량과 운전조건을 고려하여 용량과 방식을 결정한다.
 - ③ 재생로에 부대하여 사용종료탄과 재생탄의 계량설비, 사용종료탄의 세척, 탈수설비, 배기가스 및 배출수처리설비, 연료 및 용수공급설비 등을 필요에 따라 설치한다.

18. 막여과시설

18.1 총칙

막여과(membrane filtration)란 막(membrane)을 여재로 사용하여 물을 통과시켜서 원수 중의 불순물질을 분리제거하고 깨끗한 여과수를 얻는 정수방법을 말한다. 정수처리 및 해수담수화와 초순수 제조의 전처리공정에 주로 사용되고 있는 막여과는 정밀여과와 한외여과가 있으며, 제거대상물질은 주로 탁도유발물질인 불용해성물질과 콜로이드성물질이다. 또한 나노여과 및 역삼투법은 용해성물질을 제거대상물질로 하며 단독 또는 고도정수처리와의 조합 등으로 최종여과수의 활용목적에 적합하도록 적용되고 있다.

18.1.1 정밀여과법(Micro filtration : MF)

정밀여과막모듈을 이용하여 부유물질이나 원충, 세균, 바이러스 등을 체거름원리에 따라 입자의 크기로 분리하는 여과법을 말한다. 입경 0.01 μm 이상의 영역을 분리대상으로 하며 분리성능은 마이크로미터 단위의 공칭공경으로 나타낸다.

18.1.2 한외여과법(Ultra filtration : UF)

한외여과막 모듈을 이용하여 부유물질이나 원충, 세균, 바이러스, 고분자물질 등을 제거를 원리에 따라 분자의 크기로 분리하는 여과법을 말한다. 분리성능은 분획분자량으로 나타낸다. 수처리에서는 초순수 제조의 전처리, 폐액·폐수처리, 배출수의 재이용 등에 사용하고 있다.

18.1.3 나노여과법(Nano filtration : NF)

한외여과법과 역삼투법의 중간에 위치하는 나노 여과막모듈을 이용하여 이온이나 저분자량 물질 등을 제거하는 여과법을 말한다.

18.1.4 역삼투법(Reverse Osmosis : RO)

물은 통과하지만 이온은 통과하지 않는 역삼투막모듈을 이용하여 이온물질을 제거하는 여과법을 말한다. 해수 중의 염분을 제거하는 해수담수화 역삼투법은 1.22을 참조하기 바란다.

이들 막을 사용한 분리법 및 성능기준은 막여과 정수시설의 설치기준에 대한 고시에 따라 <표 1.18.1>과 <표 1.18.2>와 같다. 단, 고시안이 개정되는 경우에는 최신 고시 내용을 따른다.

<표 1.18.1> 수도용 막의 종류 및 특징 등

사용막	여과법	분리경	제거가능 물질
정밀여과막 (MF)	정밀여과법	공칭공경 0.01 μm 이상	부유물질, 콜로이드, 세균, 조류, 바이러스, 크립토스 포리디움 난포낭, 지아디아 난포낭 등
한외여과막 (UF)	한외여과법	분획 분자량 100,000 Dalton 이하	부유물질, 콜로이드, 세균, 조류, 바이러스, 크립토스 포리디움 난포낭, 지아디아 난포낭, 부식산, 등
나노여과막 (NF)	나노여과법	염화나트륨 제거율 5~93% 미만	유기물, 농약, 맛·냄새물질, 합성세제, 칼슘이온, 마그네슘이온, 황산이온, 질산성질소 등
역삼투막 (RO)	역삼투법	염화나트륨 제거율 93 % 이상	금속이온, 염소이온 등
해수담수화 역삼투막 (해수담수화RO)	역삼투법	염화나트륨 제거율 99 % 이상	해수중의 염분

<표 1.18.2> 수도용 막모듈의 성능 기준

항 목	정밀여과막모듈	한외여과막모듈	나노여과막모듈	역삼투막모듈	해수담수화 역삼투막모듈
여과성능	0.5 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$ 이상	0.5 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$ 이상	0.05 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$ 이상	0.05 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$ 이상	0.01 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$ 이상
탁도 제거성능	0.05 NTU 이하	0.05 NTU 이하	—	—	—
염화나트륨 제거성능	—	—	5 ~ 93 %미만	93 % 이상	99 % 이상
내압성	누수, 파손 및 기타 외형에 이상이 없을 것				
미생물 제거성능	시료수에 대해서 형성된 집락수가 시료수 1mL 당 1010개 이하 일 것				
용출성	■ 시료수의 분석치와 대조수의 분석치의 차가 “막모듈 용출액 분석기준에 적합할 것”				

- 비고 : 1. 정밀여과막모듈 및 한외여과막모듈의 여과성능은 25 ℃, 막차압 100 kPa의 조건에서 보정한 값으로 한다.
2. 나노여과막모듈, 역삼투막모듈 및 해수담수화역삼투막모듈의 여과성능은 25 ℃, 유효압력(有效壓力) 1 MPa의 조건에서 보정한 값으로 한다.
3. 막모듈 성능기준인 탁도 제거성능은 정밀여과막모듈 및 한외여과막모듈에만 적용한다.
4. 막모듈 성능기준인 염화나트륨 제거성능은 나노여과막모듈, 역삼투막모듈, 해수담수화 역삼투막모듈에만 적용한다.

18.1.5 막여과시설에서는 다음의 정밀여과와 한외여과에 관하여 기술한다.

막여과법을 정수처리에 적용하는 주된 선정 이유는 아래와 같다.

- (1) 막의 특성에 따라 원수 중의 현탁물질, 콜로이드, 세균류, 크립토퓤포리디움 등 일정한 크기 이상의 불순물을 제거할 수 있다.
 - (2) 정기점검이나 막의약품세척, 막의 교환 등이 필요하지만, 자동운전이 용이하고 다른 처리법에 비하여 일상적인 운전과 유지관리에서 에너지를 절약할 수 있다.
 - (3) 응집제를 사용하지 않거나 또는 적게 사용한다.
 - (4) 부지면적이 종래보다 적을 뿐 아니라 시설의 건설공사기간도 짧다.
- 막여과는 특히 어느 크기 이상의 물질을 제거하는 경우에는 안정성이 높은 제거율을 보이고 있으므로, 현탁물질 이외의 용해성 물질이 거의 포함되지 않은 원수에 적합하나 분말활성탄 또는 응집제를 사용한 조합공정을 통해 용해성물질을 제거할 수 있다.

18.1.6 에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) “막모듈”이란 일정 개수의 막을 일정형태의 용기 안에 설치하여 일체화 또는 용기 안에 설치하지 않고 일정 개수의 막을 묶음형태로 일체화하여 여과 기능을 할 수 있도록 만든 것을 말한다.
- (2) “수도용 막모듈”이란 수도용 막으로서 제1호와 같이 제작한 정밀여과막모듈, 한외여과막모듈, 나노여과막모듈, 역삼투막모듈, 해수담수화 역삼투막모듈을 말한다.
- (3) “계열”이란 제2호의 수도용 막모듈과 여과수를 생산하는 펌프로 이루어져 독립된 여과기능을 나타내는 것을 말한다.
- (4) “수도용 막여과공정”이란 원수공급, 펌프, 막모듈, 세척, 배관 및 제어 설비 등으로 구성된 일련의 정수처리 과정으로, 수도에 사용되는 정밀여과공정, 한외여과공정, 나노여과공정, 역삼투공정 및 해수담수화 역삼투공정을 말한다.
- (5) “막여과 회수율”이란 막여과공정의 막공급 원수량에 대하여 여과수량 중에서 막모듈의 세척에 사용되는 여과수량을 제외하여 백분율(%)로 나타낸 값을 말한다.
- (6) “공칭공경(公稱孔徑, Nominal pore size)”이란 정밀여과막의 공경을 직접 측정하는 것이 곤란하여 버블포인트법, 수은압입법, 지표균 등을 이용한 간접법으로 분리성능을 마이크로미터(μm) 단위로 나타낸 것을 말한다.
- (7) “분획분자량(分割分子量, Molecular weight cutoff)”이란 한외여과막의 공경을 직접 측정하는 것이 곤란하여 간접적으로 측정하고 분리성능을 분자량의 단위인 달톤(Dalton)으로 나타내는 지표로서 분자량을 알고 있는 물질의 배제율(排除率)이 90퍼센트(%)가 되는 분자량을 말한다.
- (8) “배출수”란 물, 공기, 약품 등을 이용하여 막의 표면에 부착된 오염물질을 제거할 때 발생하는 세척수 혹은 세척수가 포함된 농축수가 막모듈 밖으로 배출된 것을 말한다.

- (9) “농축수”란 막공급 원수가 막을 투과하지 않고 농축된 것을 말한다.
- (10) “공정수”란 정수시설을 구성하는 공정에서 소독공정을 제외한 각 단위공정의 처리수를 말한다.

18.2 막여과 정수시설

18.2.1 막여과정수시설의 설치시 검토사항

- (1) 막여과 정수시설은 환경부에서 고시한 막여과 정수시설의 설치기준에 따라 설치한다. 단, 고시안이 개정되는 경우에는, 최신 고시 내용을 따른다.
- (2) 「상수원관리규칙」 제25조 제1항 “원수의 수질검사기준”에 따라 실시한 과거 3년간의 원수수질검사 결과를 검토하여야 한다.
- (3) 장래 원수 수질변화가 예측되는 경우는 그 대응 방안을 마련하여야 한다.
- (4) 신설하는 막여과 정수시설 및 기존 정수시설을 개량하여 막여과 정수시설을 설치하고자 할 경우에는 막여과 정수시설의 안정성을 검토하여야 한다.
- (5) 제1호부터 제2호까지 검토 결과, 막여과공정 단독으로 정수를 생산하여 먹는 물 수질기준의 초과가 예상되는 경우에는 다른 정수공정과의 조합을 고려해야 한다.
- (6) 건설비, 유지관리비등을 포함한 경제성을 고려해야 한다.

18.2.2 시설능력

- (1) 계획 정수량은 계획 1일 최대급수량을 기준으로 하고, 그 외 작업용수와 기타용수 등을 고려하여 결정한다.
- (2) 막여과 정수시설은 개량, 보수 및 사고에 의해 일부 기능이 정지한 경우에도 통상의 급수에 영향을 주지 않도록 시설을 구성하여야 한다.

18.2.3. 계열구성

- (1) 막여과 정수시설의 계열 수는 2계열 이상으로 구성하는 것을 원칙으로 하며, 각 계열 및 시설의 여과수에는 연속측정식 탁도계 등을 설치하여야 한다.
- (2) 막여과 정수시설의 계열 수를 2계열 이상으로 구성하기가 곤란한 경우에는 기기 고장이나 사고로 급수에 지장이 생기지 않도록 상시 예비기기나 예비모듈을 확보하여야 한다.
- (3) 계열의 구성에는 막의 손상을 감지하기 위하여 막모듈의 압력유지시험(Pressure Decay Test)등 직접완결성시험 감시설비를 설치하여야 한다.

18.2.4 공정구성

- (1) 막여과 정수시설은 막모듈을 이용하여 여과하는 공정과 소독제를 이용하여 소독하는 공정을 기본공정으로 구성한다.
- (2) 막여과공정은 원수공급, 펌프, 막모듈, 세척, 배관 및 제어설비 등으로 구성되며, 막의 종류, 막여과 면적, 막여과 유속, 막여과 회수율 등은 원수수질 및 여과수의 수질기준과 시설의 규모 등을 고려하여 결정하여야 한다.

- (3) 막여과 정수시설은 필요에 따라 배출수처리설비를 설치하여야 하며, 막모듈의 보호 및 여과수의 수질 향상을 위해 별도의 전·후처리 설비를 설치할 수 있다.

18.2.5 충분한 안전과 환경대책수립

18.3 전처리설비

막여과 정수시설의 전처리는 원수수질과 처리목표수질 등을 감안하여 필요에 따라 적절한 방법을 선정한다.

- (1) 원수내 협잡물 제거를 위한 스크린이나 스트레이너설비
- (2) 원수내 탁질 및 유기물 제거를 위한 응집, 침전, 여과설비
- (3) 원수내 철, 망간 등의 산화를 위한 전염소 또는 전오존 주입설비
- (4) 원수내 맛·냄새물질 등 미량유기물 등을 제거를 위한 분말활성탄 주입설비
- (5) 수소이온농도(pH) 및 응집효율 제어를 위한 약품 주입설비
- (6) 기타 막모듈 보호 및 여과수질 향상을 위한 전처리설비

18.4 막과 막모듈

막과 막모듈은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 막과 막모듈은 수도용 막모듈 성능인증을 받은 막모듈 중 처리성능, 내구성, 내약품성 및 위생성 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 통수방식은 처리대상 원수의 성상이나 세척방식, 막의 특성을 고려하여 선정한다.
- (3) 막모듈은 점검과 교환이 용이한 것으로 한다.

18.5 막여과설비

막여과설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 회수율은 취수조건이나 막공급수질, 역세척, 세척배출수처리 등의 여러 가지 조건을 고려하여 효율성과 경제성 등을 종합적으로 검토하여 설정한다.
- (2) 막여과유속(flux)과 막의 면적은 다음 각 항에 의한다.
 - ① 막여과유속은 다음 조건과 경제성 및 보수성을 종합적으로 고려하여 적절한 값을 설정한다.
 - 가. 막의 종류
 - 나. 막공급의 수질과 최저수온
 - 다. 전처리설비의 유무와 방법
 - 라. 입지조건과 설치공간
 - ② 막면적은 여과수량과 막여과유속으로부터 다음 식으로 산출한다.

$$\text{막면적}(\text{m}^2) = \frac{\text{여과수량}(\text{m}^3/\text{d})}{\text{막여과유속}[\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]}$$

- (3) 막여과방식과 운전제어는 다음 각 항에 의한다.

- ① 막여과방식은 막공급수질이나 막의 종별 등의 조건을 고려하여 최적의 방식을 선정한다.
- ② 구동압방식과 운전제어방식은 구동압이나 막의 종류, 배수(配水)조건 등을 고려하여 최적 방식을 선정한다.
- ③ 막여과설비의 운전은 자동운전을 원칙으로 한다.

18.6 후처리설비

막여과 정수시설의 후처리는 처리목표수질에 따라 다음과 같은 적절한 방법을 선정한다.

- (1) 맛·냄새물질 및 미량오염물질 제거를 위한 오존, 활성탄 설비
- (2) 기타 여과수질 향상을 위한 설비

18.7 막세척과 배출수처리

막세척과 배출수처리는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 막의 성능회복을 위한 물리적 세척과 약품세척은 다음 각 호에 따른다.
 - ① 물리적 세척은 막재질이나 구조, 막모듈, 여과방식, 운전제어방식 등 각각의 방식에 알맞은 세척방법을 선정한다.
 - ② 약품세척은 오염물질의 종류와 오염정도를 파악하여 유효한 세척방법을 선택한다.
 - ③ 약품세척에 사용하는 약품은 위생적으로 지장이 없는 것을 사용한다.
- (2) 막여과 정수시설에서는 물리적 세척배출수와 약품세척폐액(약품세척을 정수장 내에서 하는 경우) 등을 적절하게 처리하기 위하여 필요한 처리설비를 설치한다.
 - ① 물리세척 및 약품세척 배출수와 농축수는 「수질 및 수생태계보전에 관한 법률」 제32조 및 「폐기물관리법」 제18조에 적합하게 처리하여야 한다.
 - ② 막모듈의 오염을 세척할 목적으로 약품세척을 실시하여 발생한 약품세척 배출수는 회수하여 막여과 정수시설의 원수로 사용할 수 없다.
 - ③ 제2호의 배출수 외에 발생하는 배출수는 전처리로 응집·침전설비 등 응집을 부가한 탁질제거설비를 설치한 막여과 정수시설의 경우에는, 회수하여 원수로 사용하거나 막여과공정으로 처리하여 통수시킬 수 있다.
 - ④ 제3호의 막여과정수시설 외의 시설에서 발생하는 배출수는, 원수보다 양호하게 한 경우에는, 회수하여 원수로 사용하거나 막여과공정으로 처리하여 통수시킬 수 있다.

18.8 기계·전기설비

막여과시설의 기계 및 전기설비에 대해서는 8.기계 및 전기·계측제어설비에 따르며, 그 외의 다른 것은 다음 각 항에 따른다. 또 계측제어설비는 8.11 계측제어용 기기 및 8.13.14 막여과설비에 따른다.

- (1) 펌프류는 다음 각 호에 따른다.
 - ① 펌프류는 여과방식과 구동압을 고려하여 적절한 기종, 용량 및 대수를 선정한다.
 - ② 펌프류는 원칙적으로 예비기를 둔다. 다만, 계통마다 예비기를 설치하는 것은 각 계통의 처리능력 등을 고려하여 필요성을 검토한다.

- ③ 막여과수 공급펌프(원수 또는 순환펌프)의 양정은 막과 막모듈의 내압을 충분히 고려하여 선정한다.
- ④ 고압펌프의 가동에 의해 발생하는 진동의 방지방법에 대해 고려한다.
- (2) 공기공급설비(조작·세척용)는 다음 각 호에 의한다.
 - (1) 공기압축기(compressor, 블로어 포함)류는 조작방식과 세척방식 등을 고려하여 적절한 기종, 용량 및 대수를 선정한다.
 - (2) 공기압축기는 원칙적으로 예비기를 둔다.
 - (3) 공기공급탱크의 용량은 긴급할 때의 조작 등을 고려하여 결정한다.
- (3) 전기설비는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 제어장치나 원격제어장치 등 무정전화가 필요한 기기를 설치하는 경우에는 무정전전원장치(직류전원 또는 UPS)를 설치한다.
 - ② 주전원이나 제어전원 등은 계열마다 상용과 예비로 분할한다.
 - ③ 정전 등에 의한 막여과설비의 운전정지시의 대책을 기재한다.

18.9 부속설비

원수조나 세척수조 등의 부속설비에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 원수조는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 막여과시설에는 원칙으로 원수조를 설치한다.
 - ② 원수조는 유지관리를 고려하여 2조 이상으로 분할하는 것이 바람직하다.
 - ③ 원수조에 약품을 주입하는 경우에는 약품을 충분히 혼화시킬 수 있는 구조 또는 교반장치를 설치한다.
- (2) 세척용수와 장내용수 등에 사용하는 세척수조는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 세척수조는 막재질이나 세척방식 등을 고려하여 설치하는 것을 검토한다.
 - ② 세척수조는 위생적이고 필요한 용량을 가진 것으로 한다.
- (3) 약품조는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 약품조는 저장하는 약품에 내구성이 있는 재질을 사용하고 내진성도 고려한다.
 - ② 정수처리에 사용하는 약품조는 기본적으로 2조 이상으로 설치한다.
- (4) 배관이나 밸브류는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 배관류는 조작압력이나 설치환경 등을 고려하여 장시간 사용에 견디는 재질구조의 배관을 선정한다.
 - ② 절체 등 자동제어에 사용하는 밸브류는 신뢰성과 보수성 등을 고려하여 적절한 기종과 구동방식의 밸브를 선정한다.
 - ③ 밸브류의 설치장소는 유지관리를 충분히 고려하여 적절한 장소에 설치한다.
 - ④ 한랭지에서는 필요한 부분에 동결방지 조치를 강구한다.

18.10 유지관리

막여과 시설의 유지관리는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 시설의 안전관리에 관한 사항
- (2) 막의 종류, 사용조건, 취급방법 등 막모듈에 관한 사항
- (3) 운전방법, 약품세척, 배출수처리, 완결성 시험 등 운전에 관한 사항
- (4) 시설의 감시, 비상 시 대책, 예비품의 보관 등 유지관리에 관한 사항
- (5) 기타 시설의 유지관리에 필요한 사항
 - ① 막여과 정수시설은 적절한 유지관리를 통하여 설치 초기의 성능 및 수질기준 등이 설계 목표 연도까지 항상 유지되도록 조치하여야 한다.
 - ② 사용하지 않은 막모듈을 보관하거나 막여과 설비에 장착한 채 장기간 운전을 중지할 경우에는 미생물이 번식되지 않도록 보관하여야 한다.
 - ③ 막모듈은 동결이나 기계적인 충격에 의해 파손되지 않도록 예방조치를 강구하여야 한다
 - ④ 일반수도사업자 또는 발주자는 막여과 기능을 상실한 폐막모듈의 적정처리 및 재활용 등에 대해 고려하여야 한다.

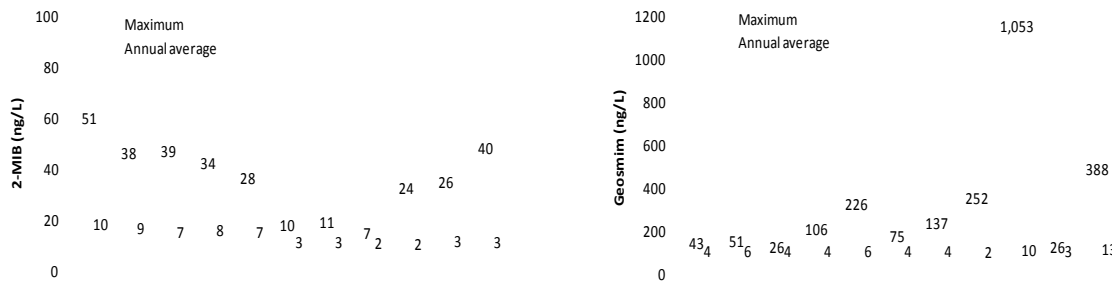
19. 맛·냄새 제거

19.1 총칙

물에 맛·냄새가 있을 경우에는 이를 제거하기 위하여 맛·냄새의 종류에 따라 폭기, 염소처리, 분말 또는 입상활성탄처리, 오존처리 및 오존·입상활성탄 처리를 한다.

19.2 맛·냄새 원인물질

상수도에서 맛·냄새 문제는 자연 발생적인 것과 인위적인 것으로 구분된다. 맛·냄새 문제는 원인 물질이 다양하고, 이들의 생성경로가 복잡하며, 정성적인 분석이 용이하지 않다는 특징을 지니고 있다. 특히, 지표수는 조류와 방선균에 기인한 맛·냄새와 수질사고에 의한 맛·냄새에 노출되어 있으며, 계절에 따른 맛·냄새 변동 폭이 크다. 또한, 맛·냄새 원인물질은 원수뿐만 아니라, 정수와 급배수 등 모든 단계에서 발생될 수 있다. 지하수의 경우에도 철과 망간, 그리고 황화수소에 의한 맛·냄새 문제가 야기되기도 한다.



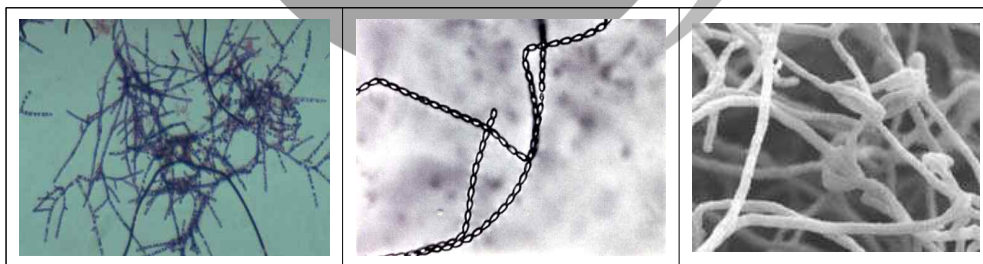
[그림 1.19.2] '04~'14년 서울시 원수 geosmin, 2-MIB 발생현황 (출처 : 서울 물연구원)

(1) 생물학적인 발생원

① 방선균(actinomycetes)

방선균은 섬유상 세균으로 토양에 널리 분포하며, 빛물에 의해 상수원에 유입된다. 방선균 중 일부는 항생제 제조에 이용되며, 자연 상태에서 섬유질을 분해하는 중요한 역할을 수행한다. 일반적으로 호소 내 퇴적물과 수초에서 분포하며, 살아있는 식물세포의 표면이나 내부에서도 성장할 수 있다. 또한, 혐기성 및 호기성으로 구분된 생태주기를 갖는데, 호기성일 때 맛·냄새 물질을 발산하는 것으로 알려져 있다.

방선균이 흙냄새의 원인이라는 것은 Geber(1829)가 방선균에서 geosmin을 분리함으로서 확인 되었으며, 이후 2-isopropyl-3-methoxy pyrazine(IPMP)와 같은 맛·냄새 물질이 방선균에서 추가 분리되었다. 일반적으로 방선균은 포자상태로 존재할 때는 냄새를 내지 않는 것으로 알려져 있다.



[그림 1.19.3] 방선균(actinomycetes)

② 조류(algae)

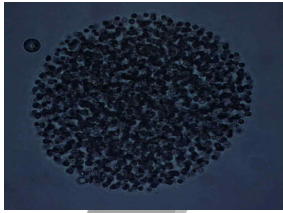
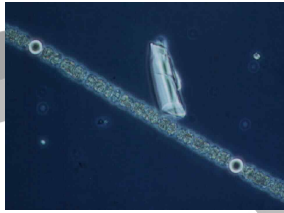
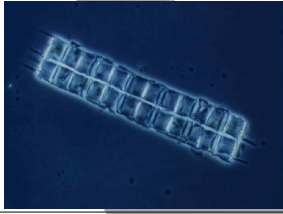
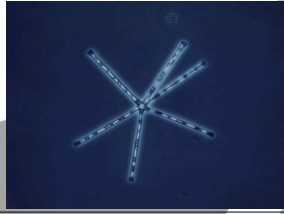
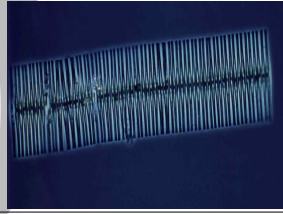
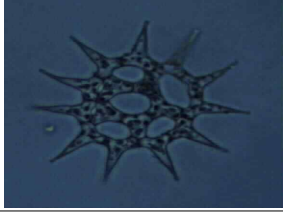
맛·냄새와 관련된 조류는 원핵세포인 남조류(Cyanophyceae), 진핵세포인 편모조류, 규조류(Bacillariophyceae)이다. 남조류 중에서 Anabaena, Aphanizomenon, Microcystis, Oscillatoria, 그리고 Phormidium에 속하는 종들이 가장 심하게 냄새를 유발한다. 이들 남조류에 의해 생성되는 냄새는 종과 밀도, 생존여부에 따라 차이는 있지만, 주로 흙/곰팡이냄새, 풀냄새 혹은 부패냄새이다. 편모조류 가운데 냄새와 관련되어 가장 잘 알려진 속은 Dinobryon, Synura, Uroglena, 그리고 Uroglenopsis이며, 수화(bloom)가 발생하면 주로 물고기 비린내가 난다. Asterionella, Cyclotella, 그리고 Tabellaria가 냄새와 관련된 대표적인 규조류이며, 편모조류와

함께 대부분 비린내를 유발한다. 냄새와 관련된 편모조류는 Ceratium과 Peridinium이며, 이들은 비린내와 함께 가끔은 부패냄새를 유발한다. 한편, 몇몇 녹조류도 비린내를 유발하는 것으로 보고되고 있다. <표 1.19.1> <표 1.19.2> 및 <표 1.19.3>에 대표적인 조류 종과 조류와 관련된 주요 맛·냄새 물질의 특성을 나타내었다.

③ 황산염 환원균(sulfate reducing bacteria)

황산염 환원균은 그람 음성의 혐기성 세균으로 육수와 해수, 유기물이 풍부한 토양, 지하수와 기름 및 천연가스 유정, 그리고 하수 등에 널리 분포한다. 대표적인 속은 Desulfovibrio와 Desulfotomaculum이며, 이들은 황산염을 황화수소(H₂S)로 환원시키면서 에너지를 얻는다. 계란 썩는 냄새로 묘사되는 황화수소는 종종 지하수에서 문제가 되기도 하고, 성충화된 호수의 무산소층에서 검출되기도 한다.

<표 1.19.1> 대표적인 상수원 조류종

남조강			
	<i>Microcystis sp.</i>	<i>Anabaena sp.</i>	<i>Oscillatoria sp.</i>
규조강			
	<i>Aulacoseira sp.</i>	<i>Asterionella sp.</i>	<i>Fragilaria sp.</i>
녹조강			
	<i>Pediastrum sp.</i>	<i>Scenedesmus sp.</i>	<i>Eudorina sp.</i>

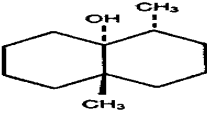
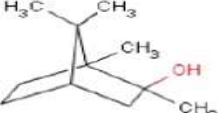
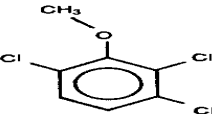
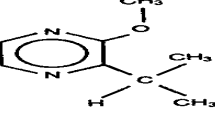
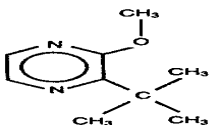
(출처 : 한강 물환경연구소)

<표 1.19.2> 조류중에 따른 냄새 종류 및 발취농도

구분	조 류 종		냄새발생 조류수/mL		맛냄새	
			세포수	군체수		
방 향 취	규조강	<i>Asterionella</i>	3,000	100~300 3,000	방향취→약미취→비린내	
		<i>Cyclotella</i>	2,200		방향취→비린내	
		<i>Diatoma</i>			방향취	
		<i>Fragilaria</i>			방향취→곰팡내	
		<i>Melosira</i>			방향취→곰팡내	
풀 냄 새	남조강	<i>Anabaena</i>	5,300	200	풀냄새→곰팡내→돼지우리냄새	
		<i>Aphanizomenon</i>	6,600	200	풀냄새→곰팡내→부패냄새	
		<i>Nostoc</i>		3,000	풀냄새→곰팡내→부패냄새	
		<i>Oscillatoria</i>	53,000		풀냄새→곰팡내→약미취	
		<i>Microcystis</i>	35,000		풀냄새→곰팡내	
	규조강	<i>Synedra</i>	3,000		풀냄새→곰팡내	
	녹조강	<i>Actinastrum</i>	200	80	풀냄새→곰팡내	
		<i>Closterium</i>			풀냄새	
		<i>Cosmarium</i>			풀냄새	
		<i>Pediastrum</i>			풀냄새→오이냄새→비린내	
		<i>Scenedesmus</i>			풀냄새→곰팡내	
		<i>Spirogyra</i>			풀냄새	
비 린 내	규조강	<i>Tabellaria</i>	750		비린내	
		녹조강	<i>Chlamydomonas</i>	3,600		곰팡내→비린내,부패냄새
			<i>Dictyosphaerium</i>	200		풀냄새→비린내
			<i>Eudorina</i>			비린내
			<i>Pandorina</i>			비린내
	<i>Volvox</i>				비린내	
	황색 편모조강	<i>Dinobryon</i>	3,400	1	제비꽃냄새→비린내	
		<i>Mallomonas</i>	450		방향취→제비꽃냄새→비린내	
		<i>Synura</i>			약미취,오이냄새→페론향→비린내	
		<i>Uroglena</i>			간유취→오이냄새→비린내	
	와편모 조강	<i>Ceratium</i>	200		비린내→부패냄새	
		<i>Glenodinium</i>			비린내	
		<i>Peridinium</i>			오이냄새→비린내	
	갈색편모 조강	<i>Cryptomonas</i>	1,200		비린내	

(출처 : 국립환경연구원)

<표 1.19.3> 조류와 관련된 주요 맛냄새 물질의 특성

분자구조	일반명	화학명	분자량	화학식	발생냄새
	Geosmin	trans-1,10-dimethyl trans-9-decalol	182	C ₁₂ H ₂₂ O	흙냄새 곰팡이냄새
	2-MIB	2-methyl isoborneol	168	C ₁₁ H ₂₀ O	흙냄새 곰팡이냄새
	TCA	2,3,6-trichloro anisole	212	C ₇ H ₅ OCl ₃	곰팡이냄새
	IPMP	2-isopropyl 3-methoxy pyrazine	152	C ₈ H ₁₂ ON ₂	흙냄새 곰팡이냄새
	IBMP	2-isobutyl 3-methoxy pyrazine	166	C ₉ H ₁₄ ON ₂	흙냄새 곰팡이냄새 풀냄새

(1) 산업활동 및 강우유출과 관련된 발생원

산업체에서 원료로 사용되거나 생산되는 화학물질은 종종 지하수를 통하여 하천으로 유입되며, 가끔은 사고에 의해 유출되기도 한다. 강우에 의해 수계로 유입되는 영양물질과 각종 오염물질도 직·간접적으로 맛·냄새에 영향을 미친다. 강우에 의해 유입된 휴믹물질(humic material)은 정수과정에서 이산화염소나 결합염소와 반응하면 냄새가 심한 알데히드(aldehyde)로 변한다는 보고도 있다. 강우에 의해 유입되는 영양물질은 조류 개체수 증가를 초래하며, 이로 인해 맛·냄새 문제가 발생한다. 한편, 수계로 방류되는 도시하수에 존재하는 각종 화합물도 맛·냄새에 영향을 미친다.

(2) 정수공정과 관련된 발생원

정수공정에서도 냄새유발 물질이 형성될 수 있는데, 대표적인 공정이 염소소독과 오존산화공정이다. <표 1.19.4>는 염소소독 과정에서 생성되는 각종 염소화합물의 맛·냄새 임계치이다. 또한, 염소소독 과정에서는 알데히드, 페놀과 2-클로로페놀, 그리고 THM(trihalomethane)과 같은 화합물이 생성되는데, 이들도 맛·냄새를 유발한다. 오존은 원수에 존재하는 맛·냄새를 제거하는데 탁월한 능력이 있지만, 오존 산화반응 동안에 생성되는 각종 부산물인 지방족 및 방향족 알데히드는 주로 과일과 오렌지 향기를 낸다. 오존반응에서 생성되는 냄새는 활성탄 흡착공정에 의해 쉽게 제거된다.

<표 1.19.4> 염소산화에서 생성되는 염소화합물의 맛·냄새 임계농도

염소화합물	냄새 임계농도	맛 임계농도
HOCl	0.28 mg/L	0.24 mg/L
OCI ⁻	0.36 mg/L	0.30 mg/L
NH ₂ Cl	0.65 mg/L as Cl ₂	0.48 mg/L as Cl ₂
NHCl ₂	0.15 mg/L as Cl ₂	0.13 mg/L as Cl ₂
NCl ₃	0.02 mg/L as Cl ₂	-

출처 : Suffet 등

(4) 급수관망과 관련된 발생원

소비자들의 심미적인 기호를 만족시키기 위해서는 급수관망에서 발생하는 맛·냄새의 발생을 최소화 하는 것이 중요하지만, 관망에서의 맛·냄새는 주로 일시적으로 발생하기 때문에 맛·냄새 발생 기작을 정확히 이해하기 어렵다. 일반적으로 관망에서 발생하는 맛·냄새는 미생물의 재성장(biofilm), 관망에 잔류하는 소독제와 그 부산물, 관 내부 코팅제에서 발생하는 유기물, 그리고 합성수지 파이프에 의한 것 등으로 분류된다.

19.3 맛·냄새 물질의 제거

(1) 폭기

폭기(Aeration)는 황화수소와 같은 휘발성 유기화합물(VOCs) 제거에 주로 활용된다. 제거원리는 액체에 작은 공기방울을 넣어 물속의 휘발성 물질을 공기방울로 이동시킨 다음 대기중으로 방출시키는 것이다. 휘발성 유기화합물은 고유의 헨리상수를 갖고 있어 액체 표면으로부터 휘발되는 정도가 서로 다르다. 맛·냄새 물질인 geosmin과 2-MIB의 헨리상수는 25 °C에서 각각 8.9×10^{-6} , 1.18×10^{-5} m³-atm/mol으로 벤젠 5.28×10^{-3} m³-atm/mol, TCE 1.71×10^{-2} m³-atm/mol 등에 비하면 작은 값이나 휘발성을 갖고 있기 때문에 탈기에 의한 제거가 가능하다. 상수원에서 흙냄새와 곰팡이 냄새 유발물질인 geosmin, 2-MIB의 탈기에 의한 제거효율은 클로로포름의 약 1/50 정도라는 보고도 있다. 또한, 분말활성탄 주입과 30분 이상의 폭기를 병행할 경우 냄새 유발물질의 제거효율을 향상시킬 수 있는 것으로 보고된다.

(2) 염소처리법

염소처리는 다양한 냄새의 제거와 마스킹(masking)에 효과가 있지만, 곰팡이 냄새의 제거에는 효과가 없는 것으로 알려져 있다. 페놀류는 염소로 분해할 수 있지만, 염소와 반응하여 2-클로로페놀, 2,4-디클로로페놀, 2,4,6-트리클로로페놀 등이 생성되며, 생성된 페놀 화합물의 냄새는 페놀보다 최대 10,000배, 맛은 최대 1,000배 강한 것으로 보고되고 있어 주의가 필요하다. <표 1.19.5>에 페놀화합물의 맛·냄새와 맛의 임계농도를 나타내었다.

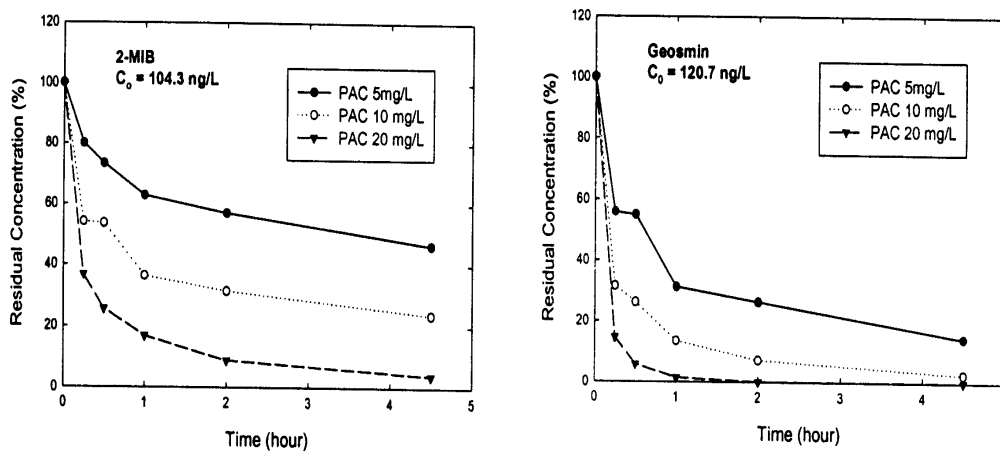
<표 1.19.5> 페놀화합물의 맛·냄새 임계농도 (단위 : mg/L)

종 류	냄 새	맛
페 놀	1	0.1
2-클로로페놀	0.0001~0.001	0.001
2,4,6-트리클로로페놀	0.1	0.001

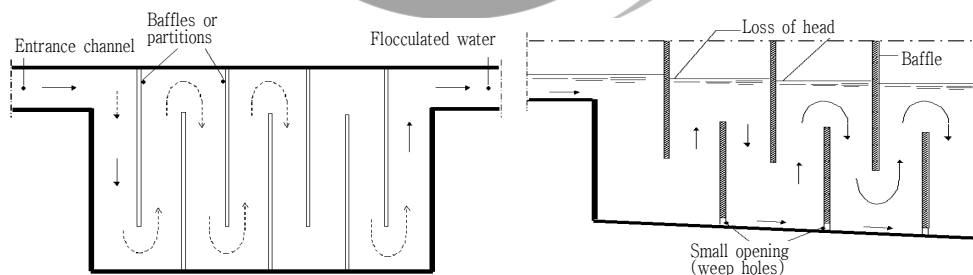
(3) 분말활성탄 처리법

분말활성탄 처리는 각종 맛·냄새 물질을 효과적으로 제거할 수 있는 방법으로 많은 정수장에서 오랫동안 활용되고 있다. 통상 분말활성탄 주입율 10 mg/L, 접촉시간 1시간에서 2-MIB, geosmin의 제거율은 각각 60 %, 85 % 정도다. 또한, 분말활성탄 투입일수가 연간 3개월을 초과하는 경우에는 입상활성탄 공정으로의 전환을 고려하여야 한다. [그림 1.19.4]에 분말활성탄에 의한 2-MIB, geosmin 제거효율을 나타내었다.

분말활성탄처리에서 교반강도(혼합정도)와 접촉시간은 맛·냄새 물질의 흡착능에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 충분한 교반강도를 유지하기 위하여 기계 교반장치를 사용하나, 수리학적 에너지 이용을 할 수 있다. 기계교반은 유량, 수온 그리고 원수의 수질에 따라 교반강도를 쉽게 조절할 수 있는 장점이 있다. 수리학적 에너지를 이용한 교반은 교반강도가 유량의 함수이기 때문에 임의로 조절하기가 어렵고, 수두손실이 생기며, 청소가 쉽지 않은 단점이 있다. [그림 1.19.5]은 수리학적 에너지를 이용한 교반조의 구조를 나타낸다.



[그림 1.19.4] 분말활성탄(역청탄)에 의한 2-MIB, geosmin 제거효율(출처 : 홍성호 등)



[그림 1.19.5] 수리학적 에너지를 이용한 교반시설 구조

(4) 입상활성탄 처리법

입상활성탄 흡착은 제거하고자 하는 대상물질에 따라 활성탄 흡착지에서의 파과특성이 다르게 나타나기 때문에 입상활성탄 도입목적을 달성하기 위하여 최적의 운전방법을 도출하여야 한다.

혼화·응집 공정에서 자연유기물질(NOM) 제거율을 높일 경우 입상활성탄 흡착성능 향상과 사용기간을 연장시킬 수 있는 것으로 보고된다.

활성탄 재질별 geosmin과 2-MIB의 최대 흡착량은 석탄계 재질의 활성탄이 가장 우수한 것으로 보고된다. 또한, 입상활성탄 공정은 물리적 흡착 기능 외에 미생물의 활성화를 통해 생물학적으로 맛냄새 물질을 제거할 수 있다. 수온이 상승하면 geosmin과 2-MIB의 제거율이 증가하며, 5℃ 이하의 낮은 온도에서는 생물학적인 처리효율이 저하된다. 통상 입상활성탄 흡착지에서의 미생물 활성화 기간은 조건에 따라 다르지만 4~8주 정도로 보고된다.

(5) 오존처리

오존은 강력한 산화제로서 다양한 맛냄새 물질의 제거에 효과적이다. 오존에 의한 맛냄새 물질 제거는 주입 오존 농도와 자연유기물(NOM), 알칼리도 및 수온 등 원수 특성에 의하여 영향을 받는다. 대표적 맛냄새 물질인 geosmin, 2-MIB의 제거시 오존 주입량에 따라 geosmin 제거율은 1 mg/L에서 32~45 %, 2 mg/L에서 49~60 %, 2-MIB는 1 mg/L에서 31~39 %, 2 mg/L에서 42~50 %의 제거율을 나타내며 동일한 오존 주입율에서 geosmin의 제거율이 2-MIB에 비하여 더 높은 것으로 보고된다. <표 1.19.6>에 오존에 의한 2-MIB와 geosmin 처리효율을 나타내었다.

원수의 자연유기물(NOM) 농도는 오존 분해속도에 영향을 미친다. 2-MIB와 geosmin의 제거는 주로 OH 라디칼을 통해서 이루어지며, OH 라디칼의 형성은 자연유기물(NOM)과 오존의 반응하에서 촉진된다. 따라서, 높은 오존 요구량을 가지는 원수는 높은 농도의 OH 라디칼을 형성시켜 제거율을 증가시킨다. 알칼리도 물질인 탄산염(CO₃²⁻), 중탄산염(HCO₃⁻)은 오존과 직접적인 반응을 하지 않으나, OH 라디칼의 소모제(scavenger)로 작용하여 오존의 분해를 안정화시켜 2-MIB와 geosmin의 제거효율을 감소시킨다.

최근에는 오존과 과산화수소(H₂O₂)를 동시에 주입하여 산화력을 크게 향상시킨 고도산화(AOP, advanced oxidation process) 공정이 오존 단독처리보다 geosmin, 2-MIB 제거효율이 높은 것으로 보고된다.

[표 1.19.6] 오존에 의한 2-MIB와 geosmin 처리효율

구 분	오존주입농도(mg/L)	접촉시간 5분	접촉시간 10분	접촉시간 15분
Geosmin	1	32.4 %	39.8 %	45.3 %
	2	48.6 %	54.0 %	60.3 %
2-MIB	1	31.3 %	34.3 %	39.2 %
	2	41.7 %	46.5 %	50.0 %

출처 : 한국수자원공사

(6) 오존·입상활성탄 처리

국내에는 대부분 맛.냄새물질 처리를 위해 오존과 입상활성탄을 조합한 고도처리공정을 도입하고 있으며, 최근 국내 고도처리현황 및 세부시설제원을 <표 1.19.8>에 나타내었다. 오존·입상활성탄 처리는 오존공정에 입상활성탄 흡착공정을 조합한 것으로 오존의 산화력뿐만 아니라 활성탄의 흡착능력을 이용할 수 있는 장점이 있다. 서울시 등 한강수계에서의 실제 운영사례를 보면 geosmin의 경우 통상 여름철 수온이 높은 시기(7~8월)에 발생하고, 이 시기에는 생물활성탄 공정(수온이 높은 경우 미생물의 활성도가 높음)으로 운영되므로 높은 처리효율을 나타내었다. 2-MIB의 경우 통상 겨울에서 봄철에 이르는 저수온시기에 발생하므로 생물활성탄 효과가 없어 입상활성탄에서의 제거효율을 기대하기 어려우며 거의 오존산화로 제거하여야 한다. 입

상활성탄 공정의 경우 사용기간 증가에 따라 처리효율이 감소하며, 장기간 맛·냄새물질이 계속적으로 유입하는 경우 처리효율이 불안정할 수 있으며, 즉각적인 대처(교체나 재생)가 어려운 공정이나, 오존공정의 경우 오존주입량 조절을 통해 맛·냄새물질 제거 조절기능이 있어 고농도 맛·냄새물질 유입시 즉각적인 대처공정으로 오존공정운영이 매우 중요하다.

원수의 맛·냄새물질(지오즈민)의 형태(세포성 혹은 용존성)에 따라 공정별 처리효과에 차이가 있으며, 세포성 형태로 유입되는 지오즈민의 경우는 기존 정수처리공정의 최적화(전염소 중단, 응집효율 증대)로도 맛·냄새제거효과가 크므로 오존/입상활성탄공정 이전단계에서 맛·냄새물질을 최대한 제거하는 것이 바람직하다. <표 1.19.7>는 실제 맛·냄새물질 발생시기의 서울시정수장에서 운영한 고도정수처리 운영결과를 정리하여 나타내었다.

[표 1.19.7] 오존 입상활성탄처리 운영사례 (서울시 영등포 정수장)

발생시점	geosmin 형태	당시 공정별 제거효율	비 고
2012년 8월	세포성 geosmin(조류에 함유되는 있는 맛·냄새물질)이 많은 경우 원수농도 : 최대 491ng/L	응집, 침전, 여과 46% 제거 오존처리 35% 제거 (오존주입률 0.5~1.2ppm) 입상활성탄 처리 19% 제거	전염소를 중단하여 조류의 세포파괴를 막으면서 응집침전여과공정에서 최대한 조류 자체를 충분히 제거하는 것이 중요함
2011년 12월	용존성 geosmin (조류가 사멸하면서 외부로 방출된 맛·냄새물질)이 많은 경우 원수농도 : 최대 147ng/L	응집, 침전, 여과 15% 제거 오존처리 42% 제거 (오존주입률 0.23~0.5ppm) 입상활성탄 처리 43% 제거	기존정수처리에서 높은 제거효율 기대하기 어려움

출처 : 서울 물연구원

[표 1.19.8] 국내 고도정수처리시설 현황, 2015

정수장	시설용량 (천m ³ /일)	도입년도	주요공정	오존/UV			입상활성탄		
				접촉시간 (min)	용량 (mg/L)	주입방식	접촉시간 (EBCT)	LV (m/hr)	층고 (m)
서울 영등포	600	2011	후오존+GAC	20.0	2	injector	15.0	10.0	2.5
서울 광암	400	2013	후오존+GAC	24.0	2	injector	15.2	10.0	2.5
서울 강북	1,000	2014	후오존+GAC	24.0	1.5	injector	15.2	11.0	2.9
서울 압사	1,600	2014	후오존(AOP)+GAC	20.0	1.5	injector	15.0	10.0	2.5
서울 구의	500	2015	후오존(AOP)+GAC	16.5	1.5	injector	15.1	10.0	2.5
서울 딱도	700	2015	후오존(AOP)+GAC	15.8	1.5	injector	15.4	10.9	2.8
고양(kwater)	350	2008	후오존+GAC	15.4	2.0	Injector	14.1	10.2	2.4
반월(kwater)	190	2007	전오존+F/A	10.2	3.0	Injector	14.5	6.0	1.4
성남(kwater)	780	2012	후오존(AOP)+GAC	15.6	3.0	Injector	14.1	15.3	3.6
시흥(kwater)	110	2015	UV(AOP)+F/A		0.07 kWh/m ³	저압램프			0.9
덕소(kwater)	200	2015	전오존(AOP)+F/A		2.0	Injector			
인천 부평	270	2016	후오존+GAC	15.3	2.0	Injector	15.2	9.8	2.5
파주 문산	96		후오존+GAC						2.5
김포 고촌	140	2012	전오존+F/A						
동두천	60	1998	GAC	-	-	-	15.6	9.7	2.5
원주 제2	85	2000	GAC	-	-	-			2.0

대구 매곡	800	1998	전,후오존+GAC	전 4.0 후 10	전 후	전 Injector 후 Diffuser	10.0	15.0	2.5
대구 문산	200	2009	전,후오존+GAC	전 5.0 후 13.0	전 2.0 후	전 Injector 후 Diffuser			2.5
진해 석동	70	1999	전,후오존+GAC				25.9	2.3	3.0
김해 삼계	165	2001	전,후오존+GAC	전 8.0 후 16.0	전 1.5 후	전 Diffuser 후 Diffuser	15.9	34.7	2.5
김해 명동	105	2003	전,후오존+GAC	전 8.0 후 15.0	전 1.5 후	전 Diffuser 후 Diffuser			2.5
양산 웅상	55	2001	후오존+GAC			Diffuser			2.0
양산 범어	37	1998	후오존+GAC			Diffuser	10.0	2.6	2.0
울산 회야	270	1999	후오존+GAC	전 4.0 후 8.0	전 2.0 후 0.8	Diffuser	14.0	10.3	2.5
울산 천상	60	2002	후오존+GAC			Diffuser			2.5
부산 덕산	1,555	2002	전,후오존+GAC	전 4.0 후 7.5	전 1.5 후 2.5	Diffuser	16.9	10.7	3.0
부산 화명	600	1994	전,후오존+GAC	전 2.0 후 6.0	전 + 후 2.5	Diffuser	12.2	17.3	3.3
부산 명장	277	1999	전,후오존+GAC	전 4.0 후 6.0	전 2.0 후 2.5	Diffuser	12.8	16.5	3.5
창원 반송 (kwater)	120	2004	전오존(AOP)+F/A		3	Injector			1.2
창원 철서	400	1998	전,후오존+GAC	전 5.0 후 12.0	전 1.0 후 2.0	전 Diffuser 후 Diffuser	11.0	12.0	2.0
창원 대산	60	2001	폭기 + GAC			Diffuser			2.0
창원 북면	10	2001	폭기 + GAC			Diffuser			2.0
고령(kwater)	36	2008	후오존(AOP)+GAC	12	3	Injector	22.0	10.2	3.0
거제 연초 (kwater)	16		전오존+막+GAC				20.0		3.0
광주 옥룡	28	1999	전,후오존+GAC			Diffuser	30.0	6.5	2.5

20. 철·망간 제거

20.1 총칙

수돗물에 철이 다량으로 포함되면 물에 쇠맛뿐 아니라 세탁이나 세척시 의류나 기구 등이 적갈색을 띠게 되고 또 공업용수로도 부적당하다.

「먹는물 수질기준」에서는 철은 0.3 mg/L이하로 정해져 있으므로 수돗물에는 그 이상 포함될 가능성이 있을 경우에는 제거해야 한다. 그러나 원수 중에 포함된 철은 대개의 경우 침전과 여과과정에서 어느 정도 제거되므로 철을 제거하는 설비를 설치할 필요성 여부는 포함된 철의 양과 성질 및 그 수도설비 등을 구체적으로 고려한 다음에 결정해야 한다.

망간은 지하수, 특히 화강암지대, 분지, 가스함유지대 등의 지하수에 대부분 포함되는 경우가 있고, 하천수 중에는 통상 망간이 포함되는 경우가 적지만 광산폐수, 공장폐수, 하수 등의 영향으로 포함되는 경우가 있다.

호소나 저수지에서는 여름철에 물이 정체되어 수온성층을 형성하면 저층수가 무산소상태로 되어 바닥의 슬러지로부터 철과 망간이 용출되는 경우가 있다.

수돗물에 망간이 포함되면 수질기준(2011년부터 0.05 mg/L이하 입법예고, 현재는 0.3 mg/L이하)에 적합할 정도의 양이라도 유리잔류염소로 인하여 망간의 양에 대하여 300~400배의 색도가 생기거나, 관의 내면에 흑색 부착물이 생기는 등 흑수(黑水)의 원인이 될 뿐더러 기물이나 세탁물에

흑색의 반점을 띠게 되는 경우가 있다. 또 망간과 철이 혼재될 경우에는 철이 녹은 색이 혼합되므로 흑갈색을 띠게 된다. 원수 중에는 망간이 포함되면 보통 정수처리에서는 거의 제거되지 않으므로 망간에 의한 장애가 발생할 우려가 있을 경우나 「먹는물수질기준」 이상인 경우에는 처리효과가 확실한 방식으로 망간을 제거하기 위한 처리를 할 필요가 있다.

철과 망간의 제거방법에는 물리·화학적 처리와 생물학적처리로 구분할 수 있다.

20.1.1 물리·화학적 제거

공기폭기로 철이 산화되어 γ -FeOOH(lepidocrocite)가 생성되고, γ -FeOOH는 급속모래 여과지에서 모래에 퇴적되거나 수중에 존재하는 γ -FeOOH에 우선 Mn(II)가 빠르게 흡착된다. 흡착된 Mn(II)은 산소가 충분하고 pH가 7이상의 조건에서 수중에서 산화되는 것보다 훨씬 빠른 속도로 γ -FeOOH의 표면에서 산화되어 망간산화물(MnO₂ or MnOOH)을 형성한다.

위의 자촉매 반응이 계속 진행되면서 모래에 퇴적된 망간산화물과 철산화물이 숙성되어 모래를 코팅, 층이 형성되면 수중의 Mn(II)의 흡착과 산화반응이 촉매화되어 더욱 효과적으로 Mn(II)을 제거하게 된다.

20.1.2 생물학적 제거

철과 망간을 산화하는 세균에는 철을 에너지원으로 사용하고 이산화탄소를 탄소원으로 사용하는 독립영양세균(chemolithotrophic autotroph)과 유기물을 에너지원과 탄소원으로 사용하는 종속영양세균(chemoorganotrophic heterotroph)이 있다.

이들 미생물들은 토양 내 잘 서식하는 미생물로서 철과 망간은 효소작용에 의해 세포 내에서 산화가 이루어지거나, 철과 망간 산화세균의 대사과정 중에 배출된 폴리머의 촉매작용에 의한 세포 외 산화작용에 의해 제거된다.

철 산화세균의 대사산물로 γ -FeOOH와 α -FeOOH 등의 철 산화물과 망간의 대사과정을 통해 MnO₂와 MnOOH 등의 망간산화 대사산물이 생성되어 세포를 코팅하며, 이들 대사산물에 Mn(II)이 물리·화학적인 기작에 의해서 추가적으로 제거된다. 철 산화세균은 모래에 부착하여 생물막층을 형성하며 성장한다.

철 산화세균과 마찬가지로 망간의 대사과정을 통해 MnO₂와 MnOOH 등의 망간산화 대사산물이 생성되어 세포를 코팅하며, 이들 대사산물에 Mn(II)이 물리·화학적인 기작에 의해서 추가적으로 제거된다.

또 철이 많이 포함된 물에는 망간이 공존하는 경우가 많으므로 철의 제거방법을 검토할 때에는 망간제거의 필요성 유무에 대해서도 함께 검토해야 하며, 철과 망간의 처리공정으로는 공기폭기+급속모래여과, 산화제(염소, 오존, KMnO₄ 등), 산화 코팅 또는 촉매 여재를 이용한 여과, 폭기+생물여과(완속여과) 등이 있다.

20.2 철 제거설비

철 제거에는 폭기, 전염소처리 및 pH값 조정 등의 방법을 단독 또는 적당히 조합한 전처리설비와 여과지를 설치한다.

20.3 망간 제거설비

- (1) 망간 제거에는 pH조정, 약품산화 및 약품침전처리 등을 단독 또는 적당히 조합한 전처리설비와 여과지를 설치해야 한다.
- (2) 약품산화처리는 전·중간염소처리, 오존처리 또는 과망간산칼륨처리에 의한다.

20.4 망간모래의 접촉산화작용

잔류염소 존재 하에서 망간이온의 망간모래로 접촉산화작용을 이용해서 망간을 제거하는 망간접촉여과방식을 주로 사용한다.

21. 기타 오염물질 처리

21.1 총칙

일반적인 정수처리를 하더라도 수질관리목표에 적합한 처리수가 얻어질 수 없을 경우에는 통상의 처리에 고도정수시설 등 별도의 시설을 조합시켜서 정수처리하는 것이 필요하다.

그 대상으로 되는 주된 수질항목은 pH, 침식성유리탄산, 불소, 색도, 트리할로메탄(THM) 등 소독부산물, 트리클로로에틸렌(trichloroethylene) 등 휘발성유기화합물(VOCs), 음이온계면활성제, 질산성질소, 경도, 조류 등이 있다.

처리방식을 선택하고 설계할 때에는 기존시설의 운전실적과 원수수질의 변화를 고려하여 충분히 검토한다.

21.2 pH 조정

pH 높거나 낮을 경우에는 산제(이산화탄소, 황산) 또는 알칼리제(소석회, 수산화나트륨 등)를 투입하여 처리수의 pH를 적정하게 조정한다.

21.3 침식성유리탄산 제거

침식성유리탄산을 많이 포함한 경우에는 침식성유리탄산을 제거하기 위하여 폭기처리나 알칼리처리를 한다.

21.4 불소주입 및 제거

불소는 충치를 예방할 목적으로 주입시설을 설치할 수 있으며, 원수 중에 과량으로 존재하면 반상치(반점치) 등을 일으키므로 제거해야 한다.

(1) 불소주입

치아우식증 예방을 위하여 정수처리 과정에 불소를 주입할 경우 불소주입기 등 관련시설을 설치하고 불소화합물을 주입한다.

(2) 불소제거

원수 중에 불소가 과량으로 포함된 경우에는 불소를 감소시키기 위하여 응집침전, 활성알루미나, 골탄, 전해 등의 처리를 한다.

21.5 비소 제거

비소가 다량 포함되어 있는 원수에서 비소를 제거하기 위하여 응집처리 또는 활성알루미나, 수산화세륨, 이산화망간 중 하나를 사용하여 흡착처리를 한다.

21.6 색도 제거

색도가 높을 경우에는 색도를 제거하기 위하여 응집침전처리, 활성탄처리 또는 오존처리를 한다.

21.7 소독부산물 대책

소독부산물 전구물질을 다량으로 함유한 경우에는 그 저감을 위하여 활성탄처리 또는 전염소처리를 대신하여 중간염소처리 등을 한다.

21.8 휘발성유기화합물 대책

휘발성유기화합물(트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄 등)을 함유한 경우에는 이를 저감시키기 위하여 폭기처리나 입상활성탄처리를 한다.

21.9 음이온계면활성제의 제거

음이온계면활성제를 다량으로 함유한 경우에는 음이온계면활성제를 제거하기 위하여 활성탄처리나 생물처리를 한다.

21.10 질산성질소 제거

질산성질소를 다량으로 함유한 경우에는 질산성질소를 제거하기 위하여 이온교환처리, 생물처리, 막처리 등을 한다.

21.11 경수연화(경도 저감)

경도가 높은 경우에는 경도를 감소시키기 위하여 정석(晶析)연화법, 응석침전법, 이온교환법, 제오라이트법 등의 처리를 한다.

21.12 조류제거 대책

정수시설 내에서 조류를 제거하는 방법으로는 약품처리 후 침전처리 등으로 제거하는 방법과 여과로 제거하는 방법이 있다.

21.13 생물학적 처리

생물학적 처리방법으로는 수중에 고정된 플라스틱 소통의 집합체인 하니콤(honeycomb)방식, 회전하는 원판에 의한 회전원판방식(rotating biocontactor, RBC), 입상여재에 의한 생물접촉여과방식 등이 있다.

22. 해수담수화시설

22.1 총칙

22.1.1. 해수담수화의 특징과 유의할 사항

지표수만으로 충분한 상수원 개발이 곤란한 일부 해안지역과 도서지역에서 계절에 관계없는 안정된 수자원으로 해수를 이용하는 해수담수화시설을 도입함으로써 갈수기에 대비하고 장래 상수의 안정공급에 이바지할 수 있다.

세계적으로 해수담수화시설 도입이 증가하고 있으며, 역삼투 분리막, 동력회수장치, 공정 설계 기술의 비약적인 발전으로 시설 규모에 따른 차이는 있으나, 저렴한 가격으로 청정한 담수를 생산하여 상수도사업에 활용하고 있다.

해수담수화시설의 특징과 유의할 사항으로서는 다음과 같다.

<특징>

- ① 계절에 영향을 받지 않고, 안정된 수량을 확보할 수 있다.
- ② 건설에 장기간이 소요되는 댐의 개발에 비하여 상대적으로 단기간에 건설할 수 있다.

- ③ 지표수의 취수에 따른 관련 기관과의 복잡한 문제발생이 적고, 수도사업자가 독자적으로 도입할 수 있다.
- ④ 해수담수화시설은 해양환경영향 및 운영비의 소요가 높은 시설이므로 경제성 및 지역적 환경 문제를 고려한 지점을 선택해야 한다.

<유의할 사항>

- ① 하천수를 이용하여 상수를 생산하는 방법에 비하여, 전기요금, 막 교체비 등의 운영비가 상대적으로 많이 소요된다.
- ② 에너지의 절약대책이나 농축해수의 방류로 인한 생태계애의 영향에 관한 대책 등 환경적 측면에서의 문제점을 고려해야 한다.

22.1.2. 해수담수화시설의 도입계획

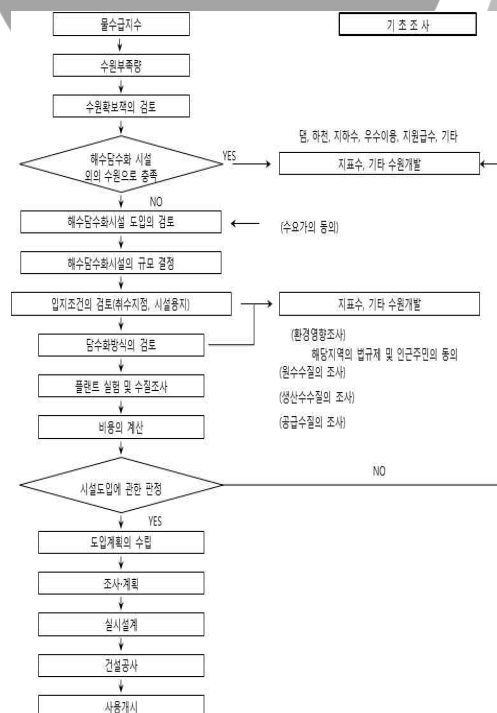
해수담수화시설의 도입계획은 해당 수도사업이 관할하는 지역의 물 수급계획을 합리적이고 경제적으로 만족시키는 수도사업계획의 범주 안에서 수립되어야 한다. 또한 장래의 수요예측에 대하여 확실한 수원확보대책으로 지표수원과 해수담수화 양쪽을 어떠한 방법으로 개발할 것인가를 선택하는 것이 문제이다.

해수담수화시설 도입과 시설규모 결정에는,

- ① 지표수계 수원개발의 가능성 및 안정성과 그 전망(갈수예의 대처도 고려)
- ② 지표수계 수원개발과 해수담수화로 생산된 물의 가격 비교 및 입지조건
- ③ 지표수계 수원과 해수담수화시설의 종합적 운용방법 등에 관하여 포괄적으로 검토한다.

일반적인 도입과정의 흐름을 [그림 1.22.1]에 나타내었다.

물 수요예측을 포함한 기초조사 등 기본항목 검토방법에는 1.2 기본계획을 참조한다.



[그림 1.22.1] 해수담수화시설 도입과정의 흐름도

22.2 해수담수화방식의 선정

해수담수화방식은 해수원수의 수질, 정수수질의 관리목표치, 시설의 운전제어나 유지관리, 시설 면적, 운전비용 등을 고려하여 적절한 방식을 선정한다.

22.3 해수담수화시설

해수담수화시설에는 다음 각 항목에 대하여 고려한다.

- (1) 역삼투막 모듈에 대하여 막 모듈 공급업체에서 요구하는 수준의 SDI 및 허용탁도 이하의 해수를 공급하기 위한 전처리설비 및 막투과수의 pH조절이나 필요에 따라 경도를 조절하기 위한 후처리설비 또는 담수를 혼합하는 설비를 설치하는 등의 설비구성을 고려한다.
- (2) 생산된 물의 수질에 대해서는 보론과 트리할로메탄이 「먹는물수질기준」에 적합하도록 유의한다.
- (3) 역삼투설비의 계열 수는 유지관리나 사고 등으로 인한 운전정지를 고려하여 2계열이상으로 한다.
- (4) 해수담수화시설을 설치하는 장소에 대해서는 가능한 한 청정한 해수원수를 취수할 수 있고, 농축해수를 방류하는데 따른 환경영향을 고려하여 선정한다.
- (5) 운영비용을 저감시키기 위하여 에너지절약대책을 강구하고 회수율을 높이는 등 에너지 효율을 높이는 방안을 고려한다.
- (6) 시설이나 배관의 부식방지대책을 마련한다.
- (7) 자연재해, 기기의 사고, 수질사고 등에 대한 안전대책을 강구하고 시설에 기인되는 소음 등 환경에 나쁜 영향을 미치지 않도록 유의한다.

22.4 조정설비

전처리설비의 설치는 다음 각 항에 의한다.

- (1) 전처리설비는 막에 요구되는 공급수의 청정도를 나타내는 SDI가 4.0 이하가 되도록 안정적으로 처리할 수 있는 설비로 한다.
- (2) 처리방식은 해수원수 중의 탁도 또는 현탁물질, 조류발생 정도에 따라 적절한 방법을 선정한다.
- (3) 응집제를 사용하는 경우에는 염화제2철을 사용한다.
- (4) 여과수조(전처리수조)는 여과장치가 세척 중에도 막모듈에 안정적으로 해수를 공급할 수 있도록 충분한 용량을 가져야 하며 외부로부터 오염되지 않는 구조이어야 한다.

22.5 역삼투막 및 막모듈

역삼투막 및 막모듈의 종류는 처리성, 내구성, 내화학성 등을 고려하여 선정하며 막의 종류에 따라 미생물의 영향이나 스케일생성을 방지하기 위한 적절한 대책을 강구한다.

22.6 역삼투설비

역삼투설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공급수 중의 이물질로 고압펌프와 막모듈이 손상되지 않도록 하기 위하여 고압펌프의 흡입측 공급수 배관계통에 스트레이너(보호 필터, 카트리지 필터)를 설치한다.
- (2) 고압펌프의 운전압력은 막모듈의 허용압력, 수온 및 회수율 등을 고려하여 동력비가 가장 경제적으로 되도록 설정한다.
- (3) 고압펌프는 효율과 내식성이 좋은 기종으로 하며 그 형식은 시설규모 등에 따라 선정한다.
- (4) 동력회수장치는 에너지 효율성 증대를 위해 설치를 장려하고, 그 형식은 효율, 운전조작성 및 유지관리의 용이성 등을 고려하여 선정한다.
- (5) 고압펌프가 정지할 때에 발생하는 드로백(draw-back 또는 suck-back)에 대처하기 위하여 필요에 따라 드로백수조(담수수조겸용의 경우도 있다)를 설치한다.
- (6) 막모듈은 플러싱과 약품세척 등을 조합하여 세척하며, 장기간 운전중지하는 경우에는 중아황산나트륨 등의 막보존액을 사용하여 보관한다.
- (7) 해수담수화시설에서 생산된 물은 pH나 경도가 낮기 때문에 필요에 따라 적절한 약품을 주입하거나 다른 육지의 물과 혼합하여 수질을 조정한다.
- (8) 막의 손상과 같은 고장을 곧바로 용이하게 발견할 수 있어야 하고 고장난 모듈을 쉽게 교환할 수 있도록 한다.

22.7 방류설비

방류설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배출수처리는 배출수기준 이하가 되도록 pH조정, 폭기처리, 중화 등의 처리를 하여 농축해수와 혼합하여 방류하는 것이 바람직하다. 다만, 막모듈의 세척폐액은 세척액의 종류에 따라 오염도가 높은 경우에는 하수도에 방류할 수 있다.
- (2) 방류방식이나 방류위치는 방류량이나 해역의 상황 등을 고려하고 방류해수가 방류해역의 생태계에 미치는 영향이 최소가 되도록 하여 방류방식과 위치를 선정한다.

22.8 약품주입설비

약품주입설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 사용하는 약품류는 처리목적, 처리대상인 물의 수질, 역삼투막에 미치는 영향 등을 고려하여 적절한 약품을 선정한다.
- (2) 주입방식은 약품의 종류와 성상에 따라 적절한 방식을 선정한다.
- (3) 저장설비는 구조상 안전하고 약품 종류와 성상에 따라 적절한 재질의 설비로 한다.
- (4) 저장설비의 용량은 시설의 설치장소에 따라 여유 있는 용량으로 한다.

22.9 기계·전기·계측제어설비

기계·전기·계측제어설비는 8. 기계 및 전기·계측제어설비에 준하는 것 외에, 다음 각 항에 의한다. 또한 계측제어설비는 8.11 계측제어용기기 및 8.13.16 해수의 담수화설비(역삼투설비)를 참조하는 것으로 한다.

- (1) 주요기기와 배관 등은 해수에 의한 부식대책과 염해방지대책에 대하여 고려한다.
- (2) 고압펌프와 제어밸브 등에서 발생하는 진동은 역삼투막에 영향을 미치는 경우가 있으므로 진동을 억제하기 위하여 필요한 조치를 강구하고, 정전 등의 사고대책에 대비해야 한다.
- (3) 생산량 변동으로 인하여 가동률이 저하되거나 점검보수 등으로 장기간 정지함으로 인하여 체류되거나 수질악화가 예상되는 경우에는 물을 뽑아내거나 방류관으로 배수(排水)하는 등 필요 조치를 강구할 수 있는 구조로 한다.

23. 배출수 및 슬러지처리 시설

23.1 총칙

23.1.1. 설치목적과 처리시설의 선정

상상수도사업시설은 「수질 및 수생태계 보전에 관한법률」에 의거한 특정수질유해물질이 발생되는 폐수배출시설에 해당되므로 적절한 오염방지시설(배출수처리시설 등)을 설치하여 배출허용기준 및 폐수종말처리시설 방류수수질기준(또는 하수도법에 의한 공공하수도처리시설의 방류수수질기준)이하로 오염도를 저감하여 공공수역에 방류하거나 재활용하여야 한다. 정수시설에서 발생하는 폐수의 종류는 역세척 과정에서 발생하는 역세척배출수와 침전지에서 배출되는 침전슬러지가 대부분이며, 기타 정수공정에서 배출수처리시설로 유입되는 월류수 및 배수도 포함된다. 또한 슬러지처리를 통하여 발생하는 케이크는 사업장 폐기물이며 「폐기물관리법」에 따라 적절하게 수집, 운반 및 처분되어야 한다. 이러한 처리시설은 정수처리와 관련되므로 정수시설의 계획단계에서 하나의 시스템으로 통합하여 계획해야 한다.

이들 처리방식은 정수처리공정, 원수수질, 배출수의 양과 질, 슬러지의 성상, 발생케이크의 처분방법, 유지관리의 편의성, 소요부지면적, 건설비 및 지역의 환경여건을 고려해야 하며 기본적인 처리방법은 다음과 같다.

- ① 자연건조(천일건조상, 라군)
- ② 기계탈수
- ③ 탈수·열 건조
- ④ 위탁 또는 하수처리장 이송처리

배출수처리시설을 계획하고 설계할 때는 다음 사항을 고려해야 한다.

- ① 발생된 케이크는 처분 또는 재활용이 가능하도록 한다.
- ② 원수의 탁도 변화가 큰 시설에서는 고탁도시에 발생된 고형물을 일시 저류시켜 평상시에 처리할 수 있도록 고려해야 한다.
- ③ 처리시설과 처분시설의 입지는 지역의 자연환경과 사회환경 등을 고려하고 장기적인 관점에서 유리한 지역을 선정한다.

23.1.2 원수수질과 슬러지량의 파악

표류수를 취수하는 정수장의 슬러지는 강우특성과 계절에 따른 원수수질의 변화 또는 상수원의 오염정도에 따라 성상과 발생량이 달라진다. 따라서 슬러지 발생량 예측과 성상 파악을 위해서는

원수 수질자료의 사전 조사가 중요하다. 또한 사용된 약품의 종류 및 주입율, 정수처리 공정구성, 침전지 및 여과지의 형식 등 정수시설의 특성과 운전방식에 따라서도 영향을 받게 된다.

슬러지의 고형물 농도, 밀도, 농축특성 및 탈수성은 원수 특성에 크게 영향을 받고 계절에 따라서도 변한다. 고탁도일 때에 발생하는 슬러지는 농축성과 탈수성이 좋은 반면에 저탁도 또는 조류가 번성할 때 발생하는 슬러지는 침강·농축성 및 탈수성이 나쁘다.

정수장의 슬러지 성분은 대부분 무기질로 구성되어 있으나, 오염된 하천수나 부영양화된 호소수는 유기물질이 많이 포함되어 있다(<표 1.23.1> 참조). 장래 수질변화로 유기물질이 증가되는 경우에는 탈수기 운영에 영향을 미치므로 장래의 수질을 예측해야 한다.

<표 1.23.1> 알럼(alum)슬러지의 화학적 조성

성 분	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	유기물(%)
합 량	30~300	30~5000	15~40	35~70	15~25

출처 : Kawamura, 정수시설의 종합설계와 유지관리, 2001

슬러지 발생량은 원수수질 특성과 함께 다음과 같은 시설의 특성을 고려하여 예측한다.

(1) 정수장 기본계획과 시설현황

계획정수량 : 정수장 운영현황, 평균 정수생산량

침 전 지 : 약품침전지, 고속응집침전지, 경사판침전지 등

여 과 지 : 급속여과지, 철·망간을 제거하기 위한 여과지, 활성탄접촉조, 막여과설비

기 타 : 세사기, 마이크로스트레이너 등

(2) 약품의 종류와 주입상황

응 집 제 : 황산알루미늄, PACl, PAHCS, PASS, PSO-M, PACS 등

응집보조제 : 알긴산나트륨, 폴리머

알칼리제 : 소석회, 수산화나트륨

기 타 : 분말활성탄

정수시설의 특성과 운전방식 등에 따라 배출수의 양과 성상에 차이가 있으므로 슬러지 처리설비를 계획할 때에는 운영 중인 시설로부터 배출된 역세척배출수와 침전슬러지의 특성을 파악하는 것이 필요하다. 알럼(alum)슬러지는 압축성이 나쁘기 때문에 0.1~1 % 정도의 고형물 농도를 나타내며, 1개월 이상 침전지에 축적되면 4~6 %로 농축되기도 한다.

역세척 과정에서 발생하는 역세척배출수의 발생량은 정수생산량의 1~5 % (평균 2 %) 정도이며, 고형물량으로는 정수공정에서 제거되는 전체 고형물의 1.0~1.5 %를 차지한다. 역세척배출수의 슬러지 물성은 <표 1.23.2>와 같다.

<표 1.23.2> 역세척 배출수의 슬러지 물성

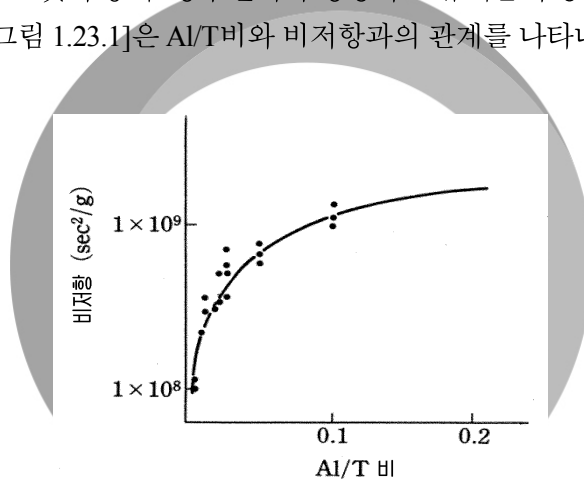
성 분	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	유기물(%)
합 량	2~10	28~160	25~50	24~35	15~22

23.1.3 침강·농축·탈수성의 조사

정수장으로부터 배출된 슬러지의 성상은 슬러지 처리설비를 설계할 때 가장 중요하므로 실험을 통하여 슬러지의 침강·농축특성과 슬러지의 탈수성 등을 조사해야 한다. 슬러지의 침강·농축특성을 조사하기 위해서는 통상 실린더-테스트를 실시하는데, 10cm(D)×100cm(H) 원통에 슬러지를 넣고 침강계면을 외부에서 관찰하는 방법이다.

슬러지의 탈수성 조사는 실제 탈수기를 사용하는 방법이 가장 좋으나, 리프테스트(leaf test)를 실시하여 슬러지의 여과성을 나타내는 비저항치를 구하는 방법도 유효한 방법이다. 비저항치가 크면 수분이 슬러지를 통과하기 어려워 탈수성이 나쁘다는 의미이다. 비저항치 실험결과를 활용하여 탈수기의 기종을 어느 정도 추정할 수가 있다.

슬러지의 탈수성에 크게 영향을 미치는 인자로서는 응집제주입량과 탁도의 비를 나타내는 AI/T 비이다. AI/T비가 낮을수록 비저항 값이 적어서 탈수성이 양호하다는 의미이다. 탈수성은 겨울철에 저하되는 등 계절별로 다르므로 4계절에 걸쳐 조사하는 것이 바람직하며 고탁도시와 평상시에 대해서도 반복 실험하는 것이 좋다. 상수원의 부영양화로 유기물이 증가하면 비저항치가 커져서 탈수성이 나빠진다. [그림 1.23.1]은 AI/T비와 비저항과의 관계를 나타내었다.



[그림 1.23.1] AI/T비와 비저항과의 관계

23.1.4 배출수처리시설의 구성과 기능

배출수처리시설에는 정수처리공정으로부터 역세척배출수와 침전슬러지가 유입되어 처리수의 하천방류, 원수로서의 회수, 발생케이크의 매립, 또는 재활용 등의 처분으로 종료된다.

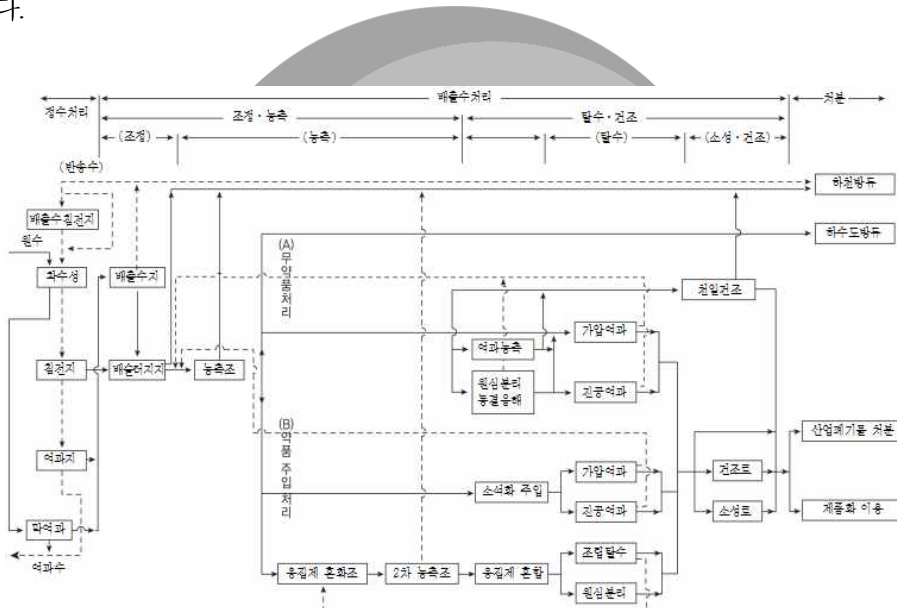
지금까지는 세척배출수를 침전지로부터 배출되는 침전슬러지와 함께 혼합하여 처리하는 방법을 채택하여 왔다. 그러나 이러한 방법은 이미 농축된 슬러지를 세척배출수 중에 희석시키기 때문에 바람직하지 않다. 침전슬러지의 고형물 농도는 0.5~1.5%로서 원수로부터 추출되어 침전된 미생물, 유기화합물, 중금속들이다. 이에 비하여 세척배출수의 고형물 농도는 0.01~0.04%이다. 만약 이 두 가지를 혼합하면 배출수의 탁도는 증가하고 침전슬러지와 세척배출수를 혼합시켜 처리하는데 더 많은 처리약품이 필요하게 된다. 또한 이렇게 처리한 상정수를 재이용하는 경우에는 바람직하지 않은 화학물질이 순환·축적되고 침전슬러지의 불쾌한 맛·냄새가 정수에 남을 가능성이 있다. 그러므로 침전지로부터 배출되는 슬러지는 순환되는 세척배출수와 섞어서는 안 되며 슬러지 처리시설로 배출시켜야 한다.

배출수처리시설에서 여과지 역세척배출수는 배출수지를 통하여 회수하고 슬러지처리공정에는 조정, 농축, 탈수 및 처분공정의 전부 또는 일부로 구성되며, 이들 처리공정의 개념도를 [그림 1.23.2]에 나타내었다. 처리설비의 계측제어설비는 KDS 57 31 00 11. 계측제어용 기기 및 KDS 57 31 00 13.17 배출수처리 설비를 참조한다.

(1) 여과지 역세척배출수의 처리

미국의 「지표수처리규칙」에서는 여과지 역세척배출수를 반송시키기 전에 플록형성과 침전 및 소독처리 등의 고도처리를 하도록 규정하는 등 정수처리를 더욱 엄격하게 규제하는 추세이다. 회수지점도 여과지 유입지점이 아니라 착수정으로 반송하도록 규정하고 있다.

역세척배출수 처리시설을 설계할 때에는 반송수의 수질문제로 정수처리에 장애를 초래하지 않도록 고려해야 한다. 특히 여과지 폐색을 일으키는 규조류 발생시에는 반송으로 인한 조류의 농축 현상으로 문제가 악화될 수 있으므로 배슬러지지 또는 농축조로 배출할 수 있도록 고려하여 해야 한다.



[그림 1.23.2] 배출수 처리방식의 개념도

(2) 정수장에서 발생하는 슬러지의 처리와 처분

정수장에서 발생하는 슬러지는 원수 중의 탁질과 응집약품에 의한 약품슬러지로 분류되며 주로 불활성물질로 구성되어 있다. 대부분의 정수장은 알루미늄 계통의 응집제를 사용하고 있으며 이를 알럼(alum)슬러지라고 한다. 알럼슬러지는 탈수가 어렵고 건조된 슬러지는 요변성(搖變性)이 있어서 물과 함께 흔들리면 현탁액으로 되돌아갈 수 있다. 설계자는 비용 대 효과가 최적이며 실행가능한 슬러지처리(조정, 농축, 탈수)와 처분방법을 채택해야 하고, 정수장에 인접하여 하수처리시설이 있는 경우에는 관련부서와 협의하여 하수처리시설로 이송하여 처리할 수도 있다.

3) 조정시설

조정시설은 배출량을 조정하는 과정이며 배출수지와 배슬러지지로 구성된다. 통상 급속여과지

로부터 역세척배출수를 받아들이는 시설을 배출수지, 약품침전지나 고속응집침전지 또는 배출수지로부터 슬러지를 받아들이는 시설을 배슬러지지라고 한다(지금까지는 이를 구별하지 않았으며 양자로부터 배출수와 슬러지를 함께 받아들이는 경우는 배슬러지지라고 하였다). 배출수지와 배슬러지지는 배출량의 시간적 변화를 조정하고 이후의 공정에서 일정한 처리로 이어지도록 조정하는 시설이다.

침전슬러지가 단시간에 유입되는 배슬러지지에서는 고액분리가 어려울 뿐 아니라 슬러지의 부패로 인한 맛·냄새문제의 발생, 크립토스포리디움 등 원생동물의 오염이 우려되므로 배슬러지지의 상징수를 정수공정으로는 절대로 반송하지 않는다.

(4) 농축시설

① 여과지 역세척배출수

역세척배출수 처리공정의 형식은 기본적으로 통상의 응집·침전공정과 소독공정으로 구성된다. 내부순환류를 갖는 고속응집침전지는 공정효율이 좋고 충격부하에도 내성이 있다. 또한 슬러지의 농축성이 높고 슬러지 제거가 쉬우며 필요로 하는 부지면적이 작다.

일반 횡류식장방형 침전지가 배출수를 취급하기는 쉽지만, 수리적 허용부하량이 낮아서 고속응집침전지보다 큰 부지면적이 필요하다. 미세모래고속침강공정(high-speed microsand settling process-ACTIFLO)도 고려해 볼만하다. 이 침전시설에서 발생된 슬러지는 배슬러지지 또는 슬러지 농축시설로 보낸다.

② 슬러지농축시설

슬러지 농축시설에서는 슬러지 농축과 안정적인 상징수 수질 확보를 목적으로 하고, 농축처리와 재응집처리가 이루어지는 시설이 농축조(thickener)이다. 일반적으로 배슬러지지로부터 슬러지는 농축조의 중앙에 위치한 유입부로 이송되고 농축된 슬러지는 중앙 저부로부터 배출되며 상징수는 농축조의 상부로부터 유출된다.

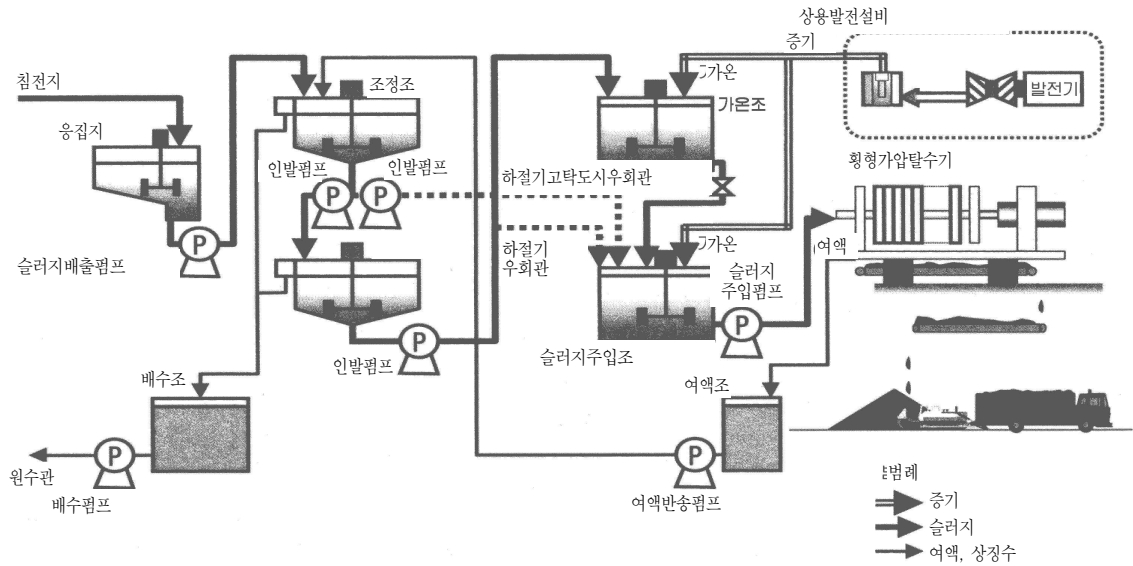
농축슬러지의 농도가 높으면 탈수효율이 향상되어 케이크의 함수율을 저감시킬 수 있다. 자연건조인 경우에는 건조상 면적이 적어지고 기계탈수에서는 탈수기의 여과포 면적을 줄일 수 있다. 농축조를 설계할 때 인발되는 슬러지의 농도와 농축성을 가장 우선적으로 고려해야 한다. 농축조는 탈수기가 간헐적으로 운전되는 경우에는 슬러지의 저류기능도 겸한다.

농축성이 특히 나쁜 경우에는 응집처리로 농축전처리하거나 고형물 부하를 줄여 운전하는 방법도 있다. 응집처리는 고분자응집제를 사용하여 슬러지의 농축성을 높이는 과정이며 탈수기의 탈리여액을 농축조의 유입부로 반송하여 탈리액 중의 잔류응집제를 재이용할 수 있다.

탈수효율을 높이기 위하여 [그림 1.23.3]와 같이 슬러지를 가온하는 방법도 있다. 농축조는 일반적으로 침강농축방식이며, 슬러지의 자연농축특성을 평가하여 용량을 결정한다. 또한 원심분리기 원리를 이용하여 기계적으로 농축하는 방식도 있다.

(5) 농축슬러지 저류조

저류조는 슬러지의 농도를 균등하게 유지시켜 후속 공정인 탈수시설과 건조시설의 처리효율을 향상시키고 운영의 편의성을 도모하기 위한 목적이다. 저류조는 슬러지가 균일하게 혼합될 수 있도록 공기 또는 기계식 교반기를 설치해야 한다.



[그림 1.23.3] 가온공정을 도입한 배출수 처리시설의 예(일본 도쿄도 東村山정수장)

(6) 탈수시설

탈수시설은 농축슬러지로부터 다시 수분을 감소시켜 케이크로서 최종 처분방법에 적합한 성상이 되도록 하거나, 용적과 수분을 감소시켜 운반 등 취급이 편리하도록 하는 것을 목적으로 운영된다. 탈수시설의 범위는 탈수처리뿐만 아니라 건조처리과정과 탈수에 필요한 전처리과정까지 포함된다. 탈수시설에는 자연건조, 기계탈수 및 열처리 등의 각종 방법이 있으나, 정수장의 규모, 슬러지 성상, 처분 조건 등을 우선 고려하고 수반되는 전처리 방법을 고려하여 최적의 탈수방법을 선택해야 한다.

기계식 탈수방법에는 가압여과(벨트프레스, 필터프레스), 진공여과, 원심분리, 조립탈수 등이 있다. 탈수효율은 슬러지의 탈수성으로 좌우되기 때문에 탈수성 실험결과를 토대로 결정한다. 특히 슬러지는 계절별로 성상이 다르기 때문에 1년에 걸쳐 계절별로 탈수성 실험을 실시하는 것이 바람직하다.

건조공정에는 자연건조방식과 열건조방식이 있다. 전자는 슬러지의 탈수공정을 생략하고 건조상에 의하여 탈수·건조시키는 방식으로 소요부지면적이 크고 기상조건에 영향을 많이 받는다. 후자는 탈수공정에서 충분하게 탈수할 수 없는 경우나 재활용을 위하여 함수율을 낮추어야 할 필요가 있는 경우에 적용되는 방식으로 기계설비가 많고 복잡하며 에너지소비가 크다. 그러나 정수장 내의 열병합발전시스템에 의한 폐열을 이용한 건조방식을 채택하는 사례도 있다.

(7) 처분시설

처분시설은 발생한 케이크 등을 적절히 수집·운반하여 최종처분하거나 유효하게 재활용하는 것을 목적으로 한다. 배출수처리의 계획단계에서 어떠한 처분방법을 취하는가를 충분히 검토한다. 케이크의 처분방법에 따라 배출수처리 방법, 케이크의 함수율, 처분계획 등이 결정되기 때문이다.

최종처분방법으로 과거에 주로 의존하였던 매립은 수분 85% 이하인 경우 관리형 매립시설에 매립할 수 있으나 매립지 확보가 곤란하며, 해양배출은 관련규정(해양오염방지법) 개정으로

불가해짐에 따라 슬러지의 재활용 방안을 적극 강구할 필요가 있다. 재활용방안으로는 시멘트의 원료, 재생벽돌, 녹생토, 원예토, 상토재, 성토재 및 매립제 등으로 이용이 가능하다.

처분시설은 수도사업체의 규모, 배출수처리시설의 유지관리능력, 정수장 입지조건, 정수처리량과 슬러지의 성상 등을 고려하여 결정한다. 중소규모 정수장은 농축공정까지만 처리하고 이후 공정은 다른 시설에 위탁하는 방안도 검토할 수 있다. 또한 인근에 하수처리장이 위치하거나 하수처리구역 내에서는 하수도관리청과 협의하여 하수처리장으로 이송하여 처리할 수도 있다.

23.5. 5. 관련 법령의 준수

(1) 배출수처리시설의 설치

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조(정의)및시행규칙제6조[별표4]에 의거 상수도사업시설은 폐수배출시설로 분류되어 있다. 상수도사업시설은 폐수배출시설의 분류에서 “한국 표준산업분류 360”으로 정의되어 있으며, 여기서 역세를 하지 않고 물리적으로만 처리하는 상수도사업시설과 정수능력 1,000m³/d 미만의 시설은 제외된다. 폐수배출시설은 점오염원으로서 「동법」 시행규칙제3조[별표2]에의거 배출되는 수질오염물질을 제거하거나 감소하게 하는 수질오염방지시설을 설치하여야 한다. 또한, 수질오염물질중 사람의 건강, 재산이나 동, 식물의 생육에 직접 또는 간접으로 위해를 줄 우려가 있는 수질오염물질은 「동법」 시행규칙제4[별표3]에 의거 특정수질유해물질로 규정하고 있으며 이 경우 「동법」 제33조(배출시설의 설치허가 및 신고) 및 시행령제31조1항에 따라 특정수질유해물질이 발생하는 배출시설은 설치허가(변경허가동일)를 받아야 하는 폐수배출시설로 규정되어 있어 현재 운영중인 시설 및 신설되는 경우등 모든 배출수처리시설은 허가의 대상이므로 이 경우 「동법」 시행규칙제34조[별표13]에 따라 배출허용기준을 만족하여야 한다. 따라서, 정수능력 1,000m³/d 이상의 상수도사업시설은 강화된 환경법규에 따라 특정수질유해물질이 발생하는 폐수배출시설로서 수질오염방지시설인 배출수처리시설을 설치하여야 하며 이 경우 설치허가 및 배출허용기준을 준수하여야 한다. 강화된 수질기준에 따른 배출허용기준은 <표 1.23.3>과 같다. 따라서, 정수장 배출수처리시설은 “배출허용기준 및 방류수 수질기준”을 동시에 만족하도록 처리공정을 구성하여야 한다. 과거 부유물질 제거에 적합하도록 설치된 시설에 대하여는 강화된 법규준수를 위한 시설개량 또는 운영개선등 대책수립이 강구되어야 한다.

<표 1.23.3> 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」상의 오염물질배출 허용기준

(단위 : mg/L)(‘16.1.1부터적용)

지역		청정지역	가지역	나지역	특례지역
BOD	2000 m ³ /d 이상	30 이하	60 이하	80 이하	30 이하
	2000 m ³ /d 미만	40 이하	80 이하	120 이하	30 이하
COD	2000 m ³ /d 이상	40 이하	70 이하	90 이하	40 이하
	2000 m ³ /d 미만	50 이하	90 이하	130 이하	40 이하
부유물질(SS)	2000 m ³ /d 이상	30 이하	60 이하	80 이하	30 이하
	2000 m ³ /d 미만	40 이하	80 이하	120 이하	30 이하
pH		5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
노말핵산추출물질함유량(광유류)		1 이하	5 이하	5 이하	5 이하
노말핵산추출물질함유량(동식물)		5 이하	30 이하	30 이하	30 이하
페놀류함유량(mg/L)		1 이하	3 이하	3 이하	5 이하
시안함유량(mg/L)		0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
크롬함유량(mg/L)		0.5 이하	2 이하	2 이하	2 이하
용해성철함유량(mg/L)		2 이하	10 이하	10 이하	10 이하
아연함유량(mg/L)		1 이하	5 이하	5 이하	5 이하
구리함유량(mg/L)		1 이하	3 이하	3 이하	3 이하
카드뮴함유량(mg/L)		0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
수은함유량(mg/L)		0.001 이하	0.005 이하	0.005 이하	0.005 이하
유기인함유량(mg/L)		0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
비소함유량(mg/L)		0.05 이하	0.25 이하	0.25 이하	0.25 이하
납함유량(mg/L)		0.1 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
6가크롬함유량(mg/L)		0.1 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
용해성망간함유량(mg/L)		2 이하	10 이하	10 이하	10 이하
플로오르(불소)함유량(mg/L)		3 이하	15 이하	15 이하	15 이하
PCB함유량(mg/L)		불검출	0.003 이하	0.003 이하	0.003 이하
총대장균군(群)(총대장균군수)(mL)		100 이하	3,000 이하	3,000 이하	3,000 이하
색도(도)		200 이하	300 이하	400 이하	400 이하
온도(℃)		40 이하	40 이하	40 이하	40 이하
총질소(mg/L)		30 이하	60 이하	60 이하	60 이하
총인(mg/L)		4 이하	8 이하	8 이하	8 이하
트리클로로에틸렌(mg/L)		0.06 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
테트라클로로에틸렌(mg/L)		0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
음이온계면활성제(mg/L)		3 이하	5 이하	5 이하	5 이하
벤젠(mg/L)		0.01 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
디클로로메탄(mg/L)		0.02 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.2 이하
생태독성(TU)		1 이하	2 이하	2 이하	2 이하

항목 \ 지역	청정지역	가지역	나지역	특폐지역
셀레늄함유량(mg/L)	0.1 이하	1 이하	1 이하	1 이하
사염화탄소(mg/L)	0.004 이하	0.04 이하	0.04 이하	0.08 이하
1,1-디클로로에틸렌(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.6 이하
1,2-디클로로에탄(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
클로로포름(mg/L)	0.08 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하
니켈(mg/L)	0.1 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하
바륨(mg/L)	1.0 이하	10.0 이하	10.0 이하	10.0 이하
1,4-다이옥산(mg/L)	0.05 이하	4.0 이하	4.0 이하	4.0 이하
디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.02 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.8 이하
염화비닐(mg/L)	0.01 이하	0.5 이하	0.5 이하	1.0 이하
아크릴로니트릴(mg/L)	0.01 이하	0.2 이하	0.2 이하	1.0 이하
브로모포름(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
나프탈렌(mg/L)	0.05 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
폼알데하이드(mg/L)	0.5 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하
에피클로로하이드린(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
톨루엔(mg/L)	0.7 이하	7.0 이하	7.0 이하	7.0 이하
자일렌(mg/L)	0.5 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하

하수처리구역에서 “하수도법”제28조에 따라 공공하수도관리청의 허가를 받아 폐수를 공공하수도에 유입시키지 아니하고 공공수역으로 배출하는 폐수배출시설에 대한 BOD, COD, SS항목의 배출허용기준은 공공하수처리시설의 방류수수질기준을 적용한다

(2) 배출수처리시설의 운영

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제38조(배출시설 및 방지시설의 운영)에 의한 금지행위를 준수해야 한다.

- ① 배출시설에서 배출되는 수질오염물질을 방지시설에 유입하지 아니하고 배출하거나 방지시설에 유입하지 아니하고 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위
- ② 방지시설에 유입되는 수질오염물질을 최종 방류구를 거치지 아니하고 배출하거나, 최종 방류구를 거치지 아니하고 배출할 수 있는 시설을 설치하는 행위
- ③ 배출시설에서 배출되는 수질오염물질에 공정 중에서 배출되지 아니하는 물 또는 공정 중에서 배출되는 오염되지 아니한 물을 섞어 처리하거나, 동법 제32조(배출허용기준)에 따른 배출허용기준을 초과하는 수질오염물질이 방지시설의 최종 방류구를 통과하기 전에 오염도를 낮추기 위하여 물을 섞어 배출하는 행위. 다만, 환경부장관이 환경부령이 정하는 바에 따라 희석하여야만 수질오염물질의 처리가 가능하다고 인정하는 경우 그 밖에 환경부령이 정하는 경우를 제외한다.
- ④ 그 밖에 배출시설 및 방지시설을 정당한 사유 없이 정상적으로 가동하지 아니하여 동법 제32조에 따른 배출허용기준을 초과한 수질오염물질을 배출하는 행위

(3) 탈수케이크의 처분

배배출수처리시설은 사업장 폐기물의 배출대상으로 「폐기물관리법」 제18조에 의거 발생하는 폐기물을 스스로 처리하거나 위탁하여 처리해야 한다. 「폐기물관리법」에 의한 최종처분 방법은 소각, 매립, 재활용 등이 있다.

정수장 슬러지는 유기물 함량이 40 % 이하인 경우 무기성 오니에 해당되고, 유기물 함량이 40%를 초과한 경우에는 유기성 오니에 해당되어 수분함량 85 % 이하로 탈수한 다음 관리형 매립시설에 매립할 수 있으며, 해양배출은 런던협약 96의정서 발효 및 「해양오염방지법」 개정에 따라 불가능하다. 재활용은 「폐기물관리법」 제46조에 의하여 폐기물재활용신고 등의 절차가 필요하며 처분방법별 관련법령은 <표 1.23.4>와 같다.

<표 1.23.4> 최종처분방법별 관련법규

항 목	관 련 법 규	비 고
성토재, 매립시설 복토재	폐기물관리법시행규칙66조 별표16의2	•함수율 70 % 이하
녹생토	폐기물관리법 44조의2 1항 4호 (자원의절약과재활용촉진에관한법률 제2조 6호)	
시멘트 원료, 재생벽돌	폐기물관리법 44조의2 1항 1호 (산업표준화법 제 15조)	
매립	폐기물관리법시행규칙 14조 별표5	•함수율 85 % 이하
폐기물처리시설의 관리기준	폐기물관리법 시행규칙 제42조 별표 11	

23.2 계획배출수 처리량

- (1) 계획처리고형물량은 계획정수량, 계획원수탁도 및 응집제 투입률 등을 기초로 하여 선정한다.
- (2) 계획원수탁도를 결정할 때에는 원수탁도의 분포현황 및 정수처리시설과 배출수처리시설에서의 저류능력 등을 고려하여 결정한다.

23.3 배출수지

배출수지에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 1지의 용량은 1회의 여과지 역세척배출수량과 입상활성탄 처리시설 세척수량 이상으로 한다.
- (2) 지수는 2지 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 유효수심 2~4m, 고수위에서 주벽 상단까지 여유고는 60cm 이상으로 한다.
- (4) 배출수지에는 회수수관, 회수펌프, 슬러지배출관, 슬러지배출펌프를 설치해야 한다.
- (5) 그 외의 설비로서 필요에 따라 교반장치, 상징수 집수장치 또는 월류거, 슬러지수집장치 등을 설치한다.

23.4 역세척배출수 침전시설

여과지 역세척배출수 및 입상활성탄 처리시설의 세척수를 침전 처리하는 경우에는 아래사항을 참고하여 플록형성과 침전시설 및 소독시설을 구비하는 것이 바람직하고 그 상징수는 재이용하거나 하천에 방류한다.

- (1) 일반적으로 응집제, 양이온폴리머 등을 수질에 따라 적절히 주입한다.
- (2) 사용되는 단위공정에 따라 다르지만, 처리공정은 플록형성 20분, 표면부하율 2~6 m/h의 침전지에서 0.5~2시간으로 된다. 또한 소독설비도 설계에 포함되는 것이 바람직하다.
- (3) 일반적인 전처리공정으로서는 세척배출수 저류조를 설치해야 한다. 이 저류조는 배출수지를 곁할 수 있으며, 여과지 및 입상활성탄 처리시설 등 세척의 예상빈도를 감안하여 2~3회분의 세척배출수를 충분히 감당할 수 있는 정도의 크기로 한다.

23.5 배슬러지지

배슬러지지는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 용량은 24시간 평균배슬러지량과 1회 배슬러지량 중에서 큰 것으로 한다.
- (2) 지수는 2지 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 유효수심과 여유고는 1.23.3 배출수지의 (3)에 준한다.
- (4) 배슬러지지에는 슬러지배출관을 설치하며, 관경은 150 mm 이상으로 해야 한다.
- (5) 그 외의 설비는 1.23.3 배출수지의 (5)에 준한다.

23.6 농축조

농축조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 농축조의 용량은 계획슬러지량의 24~48시간분, 고형물부하는 10~20kg/(m²·d)을 표준으로 하되, 원수의 종류에 따라 슬러지의 농축특성에 큰 차이가 발생할 수 있으므로 처리대상 슬러지의 농축특성을 조사하여 결정한다.
- (2) 농축조는 2조 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 농축조의 구조와 형상은 슬러지의 농축과 배출을 효과적으로 할 수 있어야 하며, 또 고수위로 부터 주벽 상단까지의 여유고는 30cm 이상으로 하고 바닥면의 경사는 1/10 이상으로 한다.
- (4) 농축조에는 슬러지수집기와 슬러지배출관, 상징수배출장치 등을 설치해야 한다. 또 필요에 따라 상징수회수펌프와 슬러지배출펌프를 설치한다.
- (5) 농축조의 용량이 적은 경우나 농축성이 나쁜 슬러지가 유입될 경우에도 신속히 농축시키기 위하여 고분자응집보조제를 주입할 수 있는 시설을 설치한다.
- (6) 농축된 슬러지를 탈수시설로 이송하기 전까지 저장할 수 있는 저류조를 설치한다.
- (7) 필요에 따라 농축조 상징수의 수질을 개선하기 위한 방류수처리시설을 설치할 수 있다.

23.7 방류수 TMS(Tele-Monitoring System) 구축

방류수 TMS 구축은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 폐수(방류수) 배출신고량이 1~3종에 해당하는 경우에는 방류수 TMS를 구축해야 한다.
- (2) TMS 구축시에는 수질자동측정기기 및 부대설비와 적산전력계, 적산유량계 등을 설치한다.
- (3) 기타 측정기기 부착 및 신고 등의 업무처리절차는 관련기준을 준수한다.

23.8 천일건조상

천일건조상은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 조정농축시설에서 배출된 슬러지를 효율적으로 잘 건조시킬 수 있어야 한다.
- (2) 면적은 강수, 습도, 기온 등의 기상조건과 슬러지의 부하방식에 따라 적절해야 한다.
- (3) 지수는 2지 이상이 바람직하다.
- (4) 형상은 작업성을 고려해야 하며 유효수심은 1 m 이하, 여유고는 50cm를 표준으로 한다.
- (5) 측면과 바닥면은 불투수성으로 한다.
- (6) 부대설비로서 슬러지의 건조를 촉진하기 위한 장치, 배출수설비, 작업용 출입문(gate) 등을 설치한다. 슬러지의 건조를 촉진하기 위한 장치로는 다음과 같은 것들이 있다.
 - 1) 상징수 인출장치 2) 하부집수장치 3) 탈수촉진장치

23.9 탈수기

탈수기는 다음 각항에 따른다.

- (1) 탈수기는 2대 이상 설치한다.
- (2) 가압탈수기는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 여과면적은 슬러지량, 여과속도 및 실제 가동시간으로 산출한다. 특히, 여과(탈수)주기(cycle time)는 1. 슬러지의 압입, 2. 압착(압착기구를 부착한 경우), 3. 공기주입(건조), 4. 여과판 열림, 5. 배출 및 여과판 닫힘의 각 공정으로 한 사이클이 되기 때문에, 이 모든 공정들을 종합한 시간으로 산출된다. 힘의 각 공정으로 한 사이클이 되기 때문에, 이 모든 공정들을 종합한 시간으로 산출된다.
 - ② 여과포는 다음의 선정 조건을 기초로 결정한다.
 - 가. 내산성, 내알칼리성일 것
 - 나. 강도, 내구성이 클 것
 - 다. 안정된 여과속도가 가능할 것
 - 라. 사용 중에 팽창과 수축이 적을 것
 - 마. 여과포의 폐색이 적고 케이크의 탈착이 좋을 것.
 - 바. 탈수여액에 청정도가 높을 것
 - 사. 재생이 가능할 것
 - ③ 가압·압축기의 다이어프램은 내구성이 있는 것으로 한다.
 - ④ 필요에 따라 여과포의 세척장치를 설치해야 한다.

(3) 진공탈수기는 다음 각 호에 의한다.

① 여과탈수기는 (2).①항에 준한다.

② 여과포는 (2).②항에 준한다.

③ 여과포의 세척장치, 교반장치 등의 부대설비, 진공펌프 등의 기계설비, 진공측정계 등의 측정기기를 설치한다.

(4) 원심탈수기와 조립탈수기에는 고분자응집보조제의 주입장치를 설치한다.

(5) 탈수기의 부속기기와 그 밖의 설비는 예비기를 설치하며, 확실히 가동되도록 하고 그 외 부대설비는 다음 각 항에 의한다.

① 관 등은 슬러지나 헝겍물로 폐색되지 않도록 한다.

② 케이크 반출설비를 설치한다.

③ 점검, 정비, 수리용으로 크레인, 호이스트를 설치한다.

④ 여액의 처리설비 또는 반송설비를 설치한다.

(6) 필요에 따라 케이크를 유용하게 이용하기 위한 아래와 같은 설비를 설치한다.

① 파쇄설비와 조립(造粒)설비

② 건조설비

③ 소성(燒成)설비

23.10 탈수슬러지의 처분

(1) 탈수슬러지의 처분방법 선정시에는 처분의 안정성, 경제성을 고려하고, 가급적 재활용하여 자원화 할 수 있는 방법을 우선적으로 선택해야 한다. 재활용 방법은 주로 아래와 같다

1) 농업 이용 2) 토지조성자재 이용 3) 시멘트원료 이용 4) 퇴비소재로 이용

5) 기타 슬러지의 양과 질, 유효이용의 용도, 수요하는 곳과 양, 제조방법, 유통방법, 경제성 등을 충분히 검토하여 재활용 방법 선정

(2) 매립처분지를 선정할 때에는 다음 각 호에 의한다.

① 위치와 부지면적은 발생케이크의 양, 주변의 환경, 운전효율 등을 고려하여 결정한다.

② 장래 매립지 이용의 목적에 적합하도록 매립방법에 대하여 검토한다.

24. 구내배관과 수로

24.1 총칙

정수장의 구내배관과 수로는 정수공정 시설을 연결하는 관로와 수로이며, 다음 용도로 크게 나눌 수 있다.

(1) 원수를 착수정에 도수한 다음 플록형성지, 침전지, 여과지, 정수지 및 배수지로 정수공정에 따라 순차적으로 연결하는 관로와 수로,

(2) 정수공정에서 배출된 침전지 배슬러지와 여과지 세척배출수를 배출수처리시설에 유도하는 관로,

(3) 배출수처리시설에서 역세척배출수지 또는 착수정으로 반송하는 관로로 구별할 수 있다.

정수장 내 연결관로와 연결수로를 설치하는 경우에 유의해야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 외부로부터의 오염방지나 우회(by-pass)관의 체류수대책 등 수질관리 측면의 고려
- ② 긴급시에 대처하기 위한 복수화나 블록화 및 긴급차단밸브의 설치
- ③ 침전지 및 여과지 유입량에 대한 계열별 균등화
- ④ 적절한 유속 설정
- ⑤ 장래 개량 또는 갱신에 대한 고려
- ⑥ 부동침하 등의 변위를 일으킬 가능성이 있는 장소에서의 보호대책

24.2 연결관과 연결수로

연결관과 연결수로는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 연결관과 연결수로는 가능한 한 짧게, 그리고 일부분의 사고로 인하여 장시간에 걸쳐 전체 기능이 정지되지 않도록 복수의 연결관이나 우회관 설치를 고려한다.
- (2) 미여과수는 여과수 또는 정수와의 연결을 피해야 한다.
- (3) 개수로는 필요에 따라 복개하고 우회관에는 원칙적으로 배수관(drain pipe)을 설치해야 한다.
- (4) 예측 불가능한 사고에 대비하여 필요한 곳에는 긴급차단밸브(수문)를 설치하고, 관로 또는 수로를 보호하기 위해 필요한 조치를 강구한다.

24.3 평균유속과 손실수두

- (1) 플록형성지, 약품침전지, 급속여과지의 연결관로내의 평균 유속은 15~80 cm/s를 표준으로 하고, 그 외의 연결관과 연결수로의 평균유속은 50~150 cm/s를 표준으로 한다.
- (2) 정수장 주요 시설간의 연결관에서 손실수두 계산에 관해서는 마찰손실수두 이외의 유입, 단면 변화, 곡선각도, 굴절, 분류, 밸브류 및 유출 등 모든 손실수두를 고려해야 한다.

25. 관리용 건물

25.1 총칙

정수장 관리용 건물계획은 정수장 규모, 기기류의 수용대수, 특징, 유지관리방식, 종사자의 수, 위탁업무의 유무 등을 고려하여 결정한다. 여기에는 장래의 증설 및 개량, 계측제어기기의 발달로 인한 관리체제의 자동화에 대처하는 것도 함께 고려하여야 한다.

관리건물을 계획할 때에는 다음과 같은 점에 대하여 고려한다.

- (1) 유지관리기능의 확보

항상 정수장 유지관리가 능률적이어야 함은 물론이고 사고시에도 대처할 수 있으며, 방문자나 유지관리공사 등도 많으므로 이에 대처할 수 있도록 고려한다.

- (2) 법규 준수

건축물은 「건축법」, 「국토의계획및이용에관한법률」, 「건축물에너지절약설계기준」, 「소방기본법」, 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」, 「지진재해대책법」, 「도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 (국토의계획및이용에관한법률 하위규칙으로 삭제)

등 많은 관련법령의 규제를 받게 되며 특히 액화염소 주입기가 설치되어 있는 건물은 법적으로 엄격한 제약을 받는다.

(3) 방재 대책

지진, 강풍, 호우, 적설, 침수, 화재 등의 재해대책은 법규의 준수뿐만 아니라 정수기능이 충분히 확보되고 사고가 없도록 하는 것이 중요하며, 또한 점검이나 운전시에 안전사고를 방지하고, 건학자의 사고를 방지하기 위하여 안전한 시설로 한다.

(4) 주위환경과의 조화

정수장은 주위환경과 조화되고 청결한 인상을 줄 수 있도록 하고 건물은 외부로부터의 경관을 고려하고 조경과 녹화에도 노력해야 한다.

25.2 배치와 구성

관리용 건물은 정수시설의 유지관리 및 기능에 적합하게 배치하여 구성한다.

25.3 면적

관리용 건물은 그 기능을 충분히 발휘할 수 있는 넓이로 한다.

25.4 구조

관리용 건물은 내진내화 및 방음성이 좋은 구조로 한다.

25.5 건축설비와 기타

건축설비는 건축물의 사용목적에 따라 최적인 설비를 설치한다.

26. 유량측정설비

26.1 총칙

정수시설을 적절하게 운영관리하기 위해서는 원수량, 여과유량, 송배수량 등을 정확하게 측정하고 파악하는 것이 중요하다. 이와 같은 유량의 측정위치는 원수량(취수량)은 착수정 전후, 침전지 유입량은 플록형성지의 상류측, 여과유량은 여과지의 유출측, 송수량은 자연유하인 경우에는 정수지 유출측, 송수펌프에 의한 경우에는 펌프 토출측 관로에 설치한다.

26.2 유량측정방식 및 유량계 선정

유량측정방식 및 유량계 선정은 다음 각 호에 의한다.

- (1) 유량측정방식은 측정장소, 측정범위, 필요로 하는 정도(精度) 등에 따라 적절한 것으로 선정하며 유량측정 방식에는 1)벤투리관(venturi tube), 오리피스(orifice) 등의 축관(縮管)에 의한 차압식(差壓式) 2)전자식, 3)초음파식, 4)삼각위어, 사각위어, 전폭위어 등에 의한 위어방식이 있다.

(2) 유량계는 다음 조건을 고려하여 선정한다.

- ① 사용목적 : 제어용(정수장 유입측과 유출측), 감시용(1지마다 여과 유량 등)
- ② 측정의 정도(精度)
- ③ 유량측정 장소의 형태(수로, 관로)
- ④ 유량의 측정 형태(순간량, 적산량)
- ⑤ 유량의 측정 범위
- ⑥ 수리적 상황(손실수두)
- ⑦ 감시방법(현장감시, 원거리감시)
- ⑧ 유량측정의 대상수질(원수, 정수, 슬러지 등)
- ⑨ 보수점검의 난이성

27. 수질검사시설

27.1 총칙

수질검사시설이라 함은 원수, 정수 등에 대하여 수질을 검사할 수 있는 장비와 시험시설을 말한다. 일반수도사업자는 원칙적으로 검사시설을 설치하여야 한다. 다만, 일반수도사업자가 관할 시·도 지사의 승인을 받아 보건환경연구원 등 국·공립연구기관이나 그 밖에 환경부령으로 정하는 기관에 위탁하거나 의뢰하여 수질을 검사하는 경우에는 수질검사시설을 설치하지 아니할 수 있다. 그러나 먹는물수질기준 및 검사 등에 관한 규칙에서 규정하고 있는 매일 1회 및 매주 1회 분석해야 하는 항목의 검사에 대해서는 반드시 수질검사시설을 갖추어야 한다.

수질검사의 목적은 원수수질의 파악, 정수처리의 적정한 운영과 감시, 배수계통의 안전성 확인 및 수질사고의 처리 등으로 크게 나눈다.

원수의 수질변동은 정수처리에 직접 영향을 미치므로 수원의 수질변화를 초기에 파악하고 처리체계를 정비하여 정수처리에 신속하게 대응하여야 한다. 따라서 수질변동의 폭이 큰 수원을 가진 정수장에서는 수원에 수질자동모니터링 설비의 설치가 필요하다. 수도법에서는 취수장의 시설용량이 10,000m³/일 이상인 지표수를 사용하는 정수시설은 취수원 및 정수장에 유해미생물이나 화학물질 등이 유입되는 것에 대비하기 위하여 원수를 감시할 수 있는 생물감시장치를 설치하도록 하고 있다.

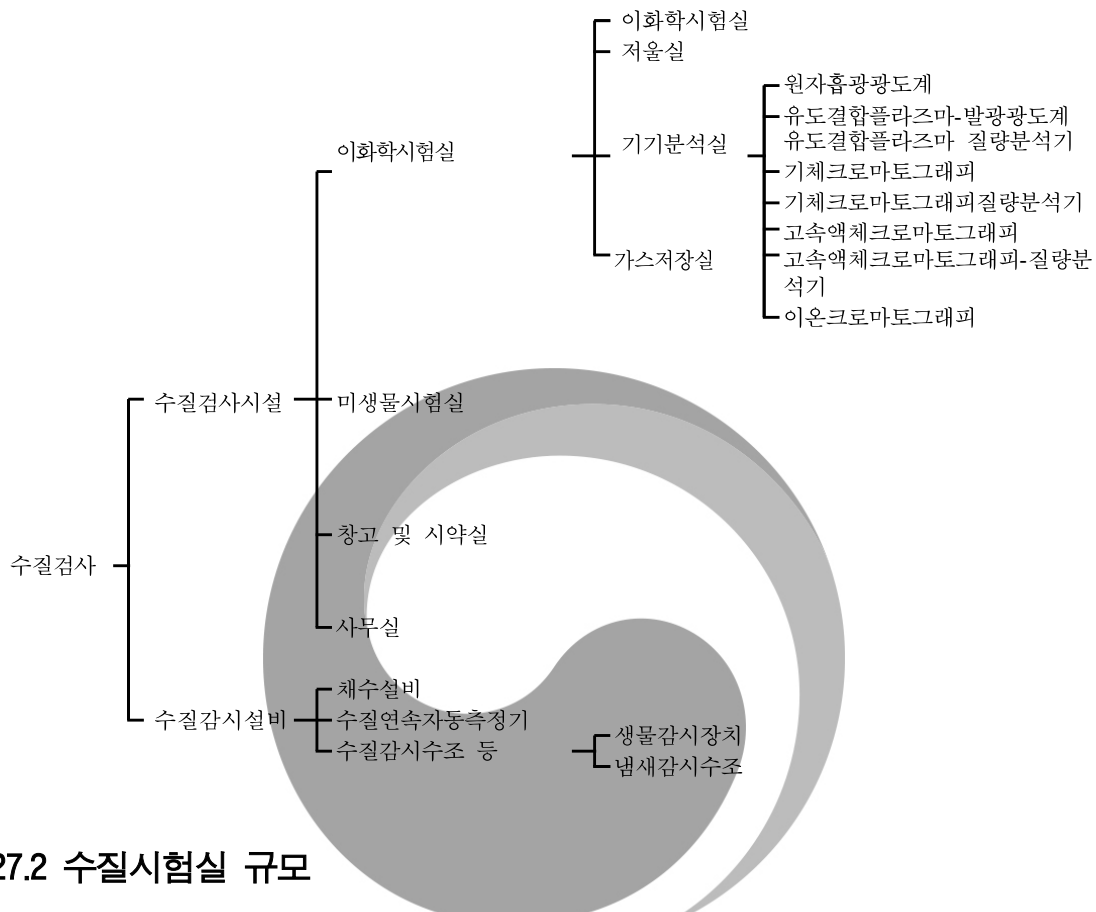
정수처리과정에서의 수질검사는 정수장의 유지관리와 운영에 반드시 필요한 중요한 업무로 정수처리시설에서는 반드시 수질검사를 통해 처리공정의 점검 및 감시가 수행되어야 한다. 또한 정수처리의 최종 결과는 수돗물의 수질에 의하여 판명되므로 정수장에는 정수시설의 규모나 처리방식에 필요한 수질자동모니터링 설비를 설치하는 것이 필요하다.

2개 이상의 정수장을 운영하는 수도사업자는 정수장마다 수질검사시설을 운영할 수 없는 경우에는, 주 수질검사시설을 1개소 이상 선정하여 운영하도록 하고, 기타 정수장은 공정검사를 위한 필수 수질검사장비를 보유한 검사시설로 운영함이 바람직하다.

수도사업자가 단독으로 수질시험실을 설치하기 곤란할 경우에는 2개 이상의 수도사업자가 공동으로 공동수질검사시설을 설치하는 방법도 바람직하다. 수원이나 수도시설에서 수질문제는 복잡

하고 다양화되는 경향이 있으며 한편으로는 더 안전하고 양질의 수돗물을 공급하여 줄 것을 필요로 하고 있다. 이와 같은 추세를 고려할 때 수돗물의 안전과 수질향상을 도모하기 위하여 수도사업자는 수질 검사업무에 최선을 다해야 한다.

수질검사는 수질검사시설과 수질감시설비로 구분할 수 있으며, 세부 구성은 다음과 같다.



27.2 수질시험실 규모

수질시험실의 규모는 원수의 수질특성, 정수처리방식의 종류, 시설규모 등에 따라 달라질 수 있으며, 해당 정수시설별 수질관리에 필요한 수질검사 및 시험을 실시할 수 있도록 한다.

27.3 수질모니터링 설비

정수시설에는 수질을 관리하기 위한 채수설비와 수질연속자동측정기 또는 수질감시수조 등 모니터링설비를 설치한다.

27.4 수질시험실의 설치장소 및 구조와 구성

- (1) 수질시험실은 중앙조정실 등의 주요 정수시설에 근접한 장소에 설치한다.
- (2) 수질시험실은 내진·내화구조로 하고 규모와 용도에 따라 적절하게 구성한다.

27.5 수질시험실의 건축설비

건축설비는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 통풍, 채광, 조명 등이 충분해야 한다.
- (2) 전원과 가스 등은 충분한 용량을 확보하고 합리적으로 배치한다.
- (3) 급수설비 등은 충분한 수량과 수압을 유지하고 합리적으로 배치한다.
- (4) 난방설비와 냉방설비는 분진 발생, 실내공기 오염, 과도한 건조 및 습기 등이 없어야 한다.
- (5) 싱크대와 배수관은 내산성 및 내알칼리성으로 하고 합리적으로 배치한다.
- (6) 바닥은 내산성 및 내알칼리성으로 하고 견고하고 미끄러지지 않도록 한다.
- (7) 천정의 높이는 3.0m 이상으로 하고 실내 바닥은 필요에 따라 2중슬래브로 한다.

27.6 수질시험실의 시험설비

시험설비는 다음 각 항에 적합한 것으로 한다.

- (1) 시험대, 싱크대, 기구대, 기구용 선반, 약품용 선반 등은 사용목적에 따라 적정한 것을 선택하고 시험이 능률적으로 될 수 있도록 배치한다.
- (2) 수질관리를 위한 시험에는 각종 수질검사와 시험 및 규모에 따라 필요한 시험용기기 및 기구를 갖춘다.
- (3) 채수설비는 적절한 수량, 구조, 재질 등을 고려하고 정수처리에서 각 공정의 적절한 위치에 설치하여 언제나 채수할 수 있도록 한다.

27.7 시험실 폐액 및 배기 처리

시험실에서 발생하는 시험폐액, 폐수, 배기는 배출되는 장소의 환경이 악화되지 않도록 필요에 따라 처리한다.

28. 보안설비, 동결방지 대책

28.1 총칙

정수장은 음용수를 생산하는 곳이므로 위생상 항상 안전성이 확보되어야 할 뿐 아니라 정수처리 기능을 완전한 상태로 유지하고, 유지관리하기 위한 작업 면에서도 안전성을 확보하기 위하여 보안설비를 설치해야 한다.

이러한 설비는 정수장의 위치와 규모에 따라 관계법령으로 규정되어 있는 경우도 있으므로 충분히 검토하여 계획한다. 또한 한랭지나 동절기에 시설이나 설비에 대하여 필요한 동결방지대책을 강구해야 한다.

28.2 보안설비

정수장에서는 건축물, 전기, 기계설비 등 보안상 당연히 필요한 설비 이외에 다음과 같은 보안설비를 갖춘다.

- (1)외부로부터의 오염을 예방하기 위한 침입방지용 외곽울타리 등의 설비
- (2)보안점검용 통로에는 원칙적으로 위험방지용 손잡이 또는 난간을 설치
- (3)구내도로나 정기적으로 점검하는 장소에는 필요한 조명 설비
- (4)밀폐된 장소에서 정기적으로 점검을 하는 장소에는 필요한 환기설비
- (5)공동구(管廊)와 밸브실 등에는 필요한 배수설비
- (6)그 외에 필요한 보안설비 등

28.3 동결방지 대책

정수장에는 필요에 따라 다음과 같은 동결방지대책을 강구한다.

- (1) 저온으로 각종 지의 수면이 결빙되거나 강설로 수중에 설빙 등이 예상되는 곳에서는 이러한 장애를 방지하기 위하여 지붕 등을 설치한다.
- (2) 정수장의 각 기능을 유지하기 위하여 공동구(管廊 포함), 기계실, 약품저장실 등은 보온설비를 설치한다.



KDS 57 60 00 : 2017

상수도 송수시설 설계기준

2017년 11월 17일 제정

KDS 57 60 00 상수도 송수시설 설계기준

1. 총설

1.1. 기본사항

송수시설은 정수장에서 배수지까지 송수하는 시설로서 송수관, 송수펌프, 조정지 및 밸브 등의 부속설비로 구성된다. 송수시설에는 정수의 안전성을 확보하기 위하여 관수로에 의한 것을 원칙으로 한다. 송수방식에는 정수시설·배수시설과의 수위관계, 정수장과 배수지 사이의 지형과 지세에 따라 자연유하식, 펌프가압식 및 병용식이 있다.

송수시설은 정상시의 안정적인 급수는 물론, 사고시나 갈수 등의 비상시에도 수요자의 생활에 현저한 지장을 미치지 않을 정도의 안정성을 갖는 것이 바람직하다. 송수시설은 지형이나 지질을 면밀히 조사하여 지진이나 풍수해 등에 대하여 안정성이 높은 위치를 선정해야 하며 비상시에도 시설물의 구조에 영향이 최소화되도록 안전한 구조로 한다.

단독 정수장에서 단독 배수지로 송수하는 경우에는 장래의 유지관리도 고려하여 송수관로의 복선화를 포함한 송수시설의 안정성을 향상시키도록 해야 한다. 배수지가 여러 개인 경우에는 배수지간에 정수를 융통할 수 있도록 연결관을 설치하고 송수관의 사고 등을 고려하여 각 송수관의 송수량과 관경, 연결관의 보급수량과 관경 등을 적절히 결정한다. 또 사고시나 재해시 등에 지원급수할 수 있도록 인접된 수도사업자간에 연결관을 설치하는 것이 바람직하다.

송수시설의 내진대책에 대해서는 필요한 내진설계를 하여 구조상의 안전을 도모한다. 구릉의 법면, 연약지반이나 액상화 및 지반침하의 우려가 있는 장소에 관로를 부설하는 경우에는 KDS 57 50 00 2.5 불안정한 지반에서의 관 매설에 준하여 관종이나 조인트구조를 선정하고 지반을 개량하는 등의 조치를 한다.

자연유하식인 경우에는 자연재해 등 상수도관의 파손사고에 대비하여 정수지의 출구에 긴급차단 밸브를 설치하거나, 밸브류를 원격 조작할 수 있도록 하는 것도 필요하다.

시설의 감시·제어와 상호연락을 위한 여러 설비 등은 시설규모, 중요도 및 기술수준에 적합한 것이어야 하며, 유선 또는 무선에 의한 시설 운영 및 유지관리시스템 구축 등의 대책을 강구한다.

1.2 계획송수량

- (1) 송수시설의 계획송수량은 원칙적으로 계획1일최대급수량을 기준으로 한다.
- (2) 송수시설은 노후관 개량, 누수사고, 청소 등에도 중단없이 계획 송수량을 안정적으로 공급할 수 있도록 복선화 또는 네트워크화를 구축한다.

1.3 송수방식

- (1) 송수방식은 정수장과 배수지와의 표고차, 계획송수량의 규모 및 노선의 입지조건을 비교 검토하여 가장 바람직한 방식을 결정한다.

(2) 송수는 관수로로 하는 것을 원칙으로 하되 개수로로 할 경우에는 터널 또는 수밀성의 암거로 한다.

1.4 송수노선

1. 송수관의 노선은 KDS 57 50 00 1.4 도수노선에 준한다.

2. 송수관

2.1 총칙

송수관은 통상 정수장에서 배수지까지의 단일관로로 설치된다. 송수관의 부설계획에는 수압, 토압, 외력 및 온도하중 등에 대하여 안전하고 매설환경에 적합한 관종을 선정하며 태풍이나 지진, 홍수 등 비상시에도 관로의 구조에 영향이 최소화될 수 있도록 양질인 지반의 위치를 선정한다. 기존 송수관에 대하여 유지관리의 실적, 그 밖의 정보에 따라 자연재해 등에 대해서 안전성이 낮다고 평가되는 경우에는 보강하거나 복수계통화하는 등으로 계획한다. 계획년도 이전에 송수량이 적을 경우에는 안정되게 송수할 수 있도록 유량계와 압력조정설비를 적절히 설치한다. 기타 관로 및 부속설비의 상세한 것에 대해서는 KDS 57 50 00 2. 도수관, KDS 57 65 00 5. 부속설비를 참조한다.

2.2 관종

송수관의 관종은 KDS 57 50 00 2.2 관종에 준한다.

2.3 관경

송수관의 관경은 KDS 57 50 00 2.3 관경에 준한다.

2.4 유속

송수관의 유속은 KDS 57 50 00 2.4 유속에 준한다.

2.5 불안정한 지반에서의 관 부설

불안정한 지반에 송수관을 부설하는 것은 KDS 57 50 00 2.5 불안정한 지반에서의 관 매설에 준한다.

2.6 매설위치 및 깊이

송수관의 매설위치 및 깊이는 KDS 57 50 00 2.6 매설위치 및 깊이에 준한다.

2.7 부속설비

송수관의 부속설비는 KDS 57 65 00 5. 부속설비에 준한다.

2.8 관로보호설비

송수관로의 보호설비는 KDS 57 50 00 2.12 수격방지설비에 준한다.

2.9 신축조인트

송수관의 신축조인트는 KDS 57 50 00 2.13 신축이음관에 준한다.

2.10 관의 기초

송수관의 기초는 KDS 57 50 00 2.14 관의 기초에 준한다.

2.11 이형관 보호

송수관의 이형관 보호는 KDS 57 50 00 2.15 이형관 보호에 준한다.

2.12 관로의 표식

관로의 표지는 KDS 57 50 00 2.16 관로의 표식에 준한다.

2.13 전식 및 부식 방지

송수관의 전식 및 그 밖의 부식방지는 KDS 57 50 00 2.17 전식 및 부식 방지에 준한다.

2.14 수압시험

송수관의 수압시험은 KDS 57 50 00 2.18 수압시험에 준한다.

2.15 수관교와 교량첨가관

송수관의 수관교 및 교량첨가관은 KDS 57 50 00 2.19 수관교와 교량첨가관에 준한다.

2.16 하저횡단(역사이편관)

송수관의 하저횡단은 KDS 57 50 00 2.20 하저횡단(역사이편관)에 준한다.

2.17 해저송수관

해저송수관은 다음 각 항에 적합한 것으로 한다.

- (1) 관로의 선정은 부설해역 전반의 사전조사에 근거하여 결정한다.
- (2) 관은 부설할 때와 부설한 후의 여러 가지 하중, 양압력 및 부력 등 예상되는 하중에 대하여 안전 한 구조이어야 하고 충분한 강도와 내식성 및 내마모성을 가져야 한다.
- (3) 원칙적으로 해저에 매설하는 것으로 하며, 필요에 따라 콘크리트블록 등을 씌워 장해로부터 보호한다.

2.18 추진공법

송수관의 추진공법은 KDS 57 50 00 2.22 추진공법에 준한다.

2.19 쉴드공법

송수관의 쉴드공법은 KDS 57 50 00 2.23 쉴드(shield)공법에 준한다.

2.20 펌프설비

송수관의 펌프설비는 KDS 57 31 00 2. 펌프설비에 준한다.

3. 조정지

광역상수도과 같이 여러 수도사업자에게 정수를 공급하는 광역상수도사업자는 물을 받는 수도사업자측의 배수지 등 시설상황 및 장래 계획들을 고려하여 적절한 용량의 조정지를 설치할 수 있다.



KDS 57 65 00 : 2017

상수도 배수시설 설계기준

2017년 월 일 제정

1. 총설

1.1 기본사항

배수시설은 정수를 저류, 수송, 분배, 공급하는 기능을 가지며 배수지, 배수탑, 고가탱크(이하 「배수지 등」이라 한다), 배수관, 펌프 및 밸브와 기타 부속설비로 구성된다. 배수시설은 합리적인 계획으로 배치하여 시간적으로 변동하는 수요량에 대하여 적절한 압력으로 연속적이면서 안정적으로 공급하는 것은 물론, 유지관리가 효율적이고 용이한 것이어야 한다. 또한 배수과정에서 정수가 오염되거나 변질되지 않도록 수질을 적절하게 유지하고 관리해야 한다. 더욱이 소방용수를 고려하여 시설을 설계하고 배치하는 것도 중요하므로 함께 배려해야 한다.

배수시설을 계획할 때에는 배수시설의 신설 및 개량시를 불문하고 사전조사와 검토를 충분히 한 다음 정비계획을 세워야 하고, 평상시의 안정급수 확보는 물론 수량공급체제를 정비하여 지진, 갈수 등의 재해 및 정전, 관로파손 등 사고시에도 수요자에 대한 급수공급에 지장을 최소화하여 필요한 물을 공급할 수 있는 안정성 높은 시설 구축을 목표로 해야 한다.

특히 배수시설은 광범위하게 설치되며 복잡하고 다양한 자연환경에서 설치되므로 기능이나 능력의 경년열화에 따른 고장이나 사고의 발생빈도가 높기 때문에 계획적으로 개량하여 급수의 안정성을 확보하고 배수시설의 자산가치를 지속적으로 확보할 필요가 있다.

이러한 관점에서 배수시설을 계획하고 정비할 때에 설계상의 기본적인 사항을 기술하면 대략 다음과 같다.

1.1.1. 배수지 등의 적정배치와 용량의 적정화

배수지 등은 배수량의 시간변동을 조절하는 기능을 가짐과 동시에 단수 등의 비상시에는 그 저류량을 이용하여 수요자에 대한 단수의 영향을 없애거나 또는 경감하는 큰 역할을 지니고 있다. 따라서 배수지 등은 평상시의 안정급수와 비상시의 비상용수공급 양면에서 그 배치와 용량 및 구조, 수량, 수위, 수질관련 모니터링 장치의 설치와 수집된 정보 등에 대하여 최적관리가 가능하도록 충분히 검토한 다음 적절하게 계획한다.

- (1) 배치에 관해서는 가급적 급수구역의 근방이나 중앙에 가깝고 배수상 유리한 높은 장소가 있으면 그러한 장소를 선정하여 배치하는 것이 기본이다. 그러나 한개 배수지만으로는 지형이나 지세조건에서 배수관압의 균형을 유지할 수 없는 경우가 많고 또한 이상시의 대응이 불충분한 경우도 많다. 이와 같은 경우에는 지역의 특성과 배수관망의 구성 등을 충분히 고려한 다음 여러 개의 배수지를 분산 배치할 필요도 있다.
- (2) 용량에 대해서는 시간변동조정용량, 비상시대처용량, 소화용수량 등을 고려하여 계획1일최대급수량의 12 시간분 이상을 표준으로 하여야 하며 배수구역의 물 사용형태, 지역의 특성, 시설의 규모, 상수도시설의 전반적 배치상황 등을 종합적으로 검토하여 가능한 한 정수장의 운전중지나 송수관의 단수 또는 원수의 수질사고 등과 같은 비상시에도 수요자에게 복구시간에도 단

수없이 급수할 수 있도록 각 수도사업자의 실정에 따라 배수지 용량을 설정한다.

- (3) 구조에 대해서는 내구성, 내진성, 수밀성 등을 확보할 수 있도록 충분히 검토해야 한다. 또한 시설물의 배치에는 가능한 한 안정되고 견고한 지반의 장소를 선정한다.

1.1.2. 배수관의 정비

배수관은 정수를 수송, 분배, 공급하는 기능을 가지며 평상시에는 적절한 수압으로 안정적인 유량으로 공급하고 비상시에도 물을 가급적 안정적으로 공급할 수 있도록 정비하는 것이 필요하다. 급수구역은 구역내의 물수요 실태나 지형, 지세에 따라 단일 또는 복수의 배수계통으로 구성되는데, 평상시 안정급수확보 및 비상시의 응급급수대책을 위해서는 급수구역이 자연적으로나 사회적 조건에 맞도록 적절한 배수계통으로 구성된 관망을 형성하고 있어야 하며, 수량 및 수압의 유지관리가 용이하고 또한 관내의 수질을 충분히 유지할 수 있도록 관세척 및 수질계측 등의 관련 시설물이 잘 구축된 블록시스템(block system)으로 정비하여 구축하는 것이 좋다. 특히 배수관의 정비 또는 신설 시에는 관련자산의 최적관리가 가능하도록 위치 및 배수시설(배수관, 배수지 및 관련설비 등)의 상태를 신속히 파악하여 관리할 수 있도록 최신의 IT기술과 접목하여 구축하여야 한다.

한편, 배수관은 배수본관과 배수지관으로 분류된다. 배수본관은 정수를 배수지관에 수송하고 분배하는 역할을 하며 원칙적으로 급수관 분기는 하지 않는다. 배수지관은 배수본관에서 분기되며 수요자에게 직접 공급기능을 담당하는 급수관을 분기한다. 이와 같은 관점에서 배수관을 계획할 때에 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 일반사항

- ① 관내에서 부압이 생기지 않도록 필요한 조치를 강구한다.
- ② 매설환경에 따라 적절한 관종 및 연결방식을 선택해야 하며 필요에 따라서 부식을 방지하기 위한 조치를 강구한다. 또한 내진성을 강화한다.
- ③ 비상시에도 단수 등 급수에 대한 영향을 가능한 한 최소화할 수 있도록 제수밸브 및 비상시 연결관로를 설치하는 등 필요한 조치를 강구한다.
- ④ 지역의 특성과 상황에 따라 직결급수의 범위를 확대하는 것 등을 고려하여 최소동수압을 결정한다. 또한 수압의 기준점은 지표면상으로 한다.
- ⑤ 매설심도에 대해서는 동결심도, 차량하중, 유지관리의 용이성, 공사비용의 절감 및 환경문제 등을 고려하여 설정한다.
- ⑥ 배수관의 수질, 수압 등의 적절한 관리를 위한 시설 및 장치를 설치하는 등 필요한 조치를 강구한다.

(2) 배수본관

- ① 배수본관은 단순한 수지상(樹枝狀) 배관으로 하지 말고 가능한 한 상호 연결된 관망형태로 구성하지만, 상호연결이 불가능할 경우에는 복선화도 고려하여 비상시 대응능력을 확보한다.
- ② 배수본관의 통수능력은 분담하는 배수구역내의 물 수요에 대응할 수 있을 뿐만 아니라 비상시 등을 예측한 시뮬레이션(simulation)에 의하여 인접배수구역에 보급할 수 있도록 여유를 갖는 것이 바람직하다. 인접배수구역에 대한 비상시의 공급수량은 시설능력과 배수구역의 특성 등 구체적 사항을 검토하여 결정한다.

- ③ 배수지가 서로 다른 배수계통의 배수본관과 상호 연결하여 평상시나 비상시에 계통 상호간에 수량을 소통할 수 있도록 한다. 또한 인접된 배수블록을 연결하여 상호 용통할 수 있도록 한다.
- ④ 중요한 배수본관은 배수시설의 신뢰성을 높이기 위하여 2계열 이상으로 하는 등의 대책을 강구하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 인접된 수도사업자의 배수본관이나 송수관과 상호 연결하여 비상시에 상호 용통할 수 있도록 하며 단수시 상호물공급이 가능한 목표를 설정하여 대규모 단수를 방지한다. 설정된 목표의 달성유무를 수리학적 분석을 통해서 검증한다.

(3) 배수지관

- ① 배수지관은 지형과 지세에 적합하고 적당한 넓이를 지닌 배수블록을 형성하도록 한다. 또 관말 등에 물이 정체될 우려가 있는 관망배치는 되도록 피한다.
- ② 인접된 배수블록간을 연결하는 배수지관에는 밸브를 설치하여 물의 흐름을 차단함과 동시에 상호 용통할 수 있도록 한다.
- ③ 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최소동수압은 150 kPa(약 1.53 kgf/cm²) 이상의 적절한 수압을 확보한다. 다만, 지형조건에 따라 국소적으로 이 값을 밑도는 경우가 있더라도 급수에 지장이 없도록 조치되는 경우에는 문제가 없다. 소화전을 방수(放水)하여 사용할 경우에도 배수관내에서 적정수압이 확보되어야 한다. 더욱이 직결급수의 범위확대나 역류방지를 고려하여 화재 시에도 100 kPa(약 1 kgf/cm²) 정도의 동수압을 확보할 수 있으면 이상적이다.
- ④ 급수관을 분기하는 지점에서 배수관내의 최대정수압은 700 kPa(약 7.1 kgf/cm²)를 넘지 않도록 한다. 다만, 지형조건으로부터 국소적으로 이 값을 넘는 경우가 있더라도 급수에 지장이 없도록 감압밸브를 설치하는 등의 조치가 되어 있는 경우에는 문제가 없다.

1.1.3 부속설비의 정비

배수관은 그 부속설비(차단용 밸브, 제어용 밸브, 공기밸브, 감압밸브, 배수(排水)설비, 소화전, 유량계, 압력계, 위치 및 속성인식장치 등)의 적절한 작동으로 배수관의 기능을 유효하게 발휘할 수 있다. 따라서 부속설비는 목적에 적합한 것을 선정하고 이러한 설비들은 최적 위치에 설치하며 또한 효율적이고 용이하게 유지관리할 수 있도록 정비한다.

따라서 목적에 적합한 것을 선정하고 이를 배수관의 적절한 장소에 설치해야 하며 설치된 설비로부터 수집된 수량과 수압, 수질 등의 정보에 대해서는 이것을 적절히 관리하는 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

1.1.4 펌프설비의 정비

펌프설비는 배수지에서 펌프가압식으로 배수하는 경우, 또는 배수지, 배수탑, 고가탱크 등에 양수하는 경우, 또는 배수구역의 일부를 가압하는 경우 등에 사용된다. 펌프의 형식과 제어방법에는 여러 가지가 있지만, 펌프설비의 정비에 대하여 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 펌프의 용량, 대수 및 형식은 수요량의 시간적 변동 및 사용조건에 따라 안정되게 배수할 수 있는 것으로 한다.

- (2) 펌프에는 예비기를 반드시 설치해야 한다. 다만, 펌프가 정지되었을 때에도 급수에 지장이 없는 경우에는 그러하지 않는다.
- (3) 펌프의 급정지에 의하여 수격작용이 발생할 우려가 있을 경우에는 수격을 경감하기 위하여 필요한 조치를 강구한다.

1.1.5 수질의 유지

정수시설에서 생산된 정수는 배수시설을 경유하여 수요자의 수도꼭지에 이른다. 이 때문에 배수시설이 외부로부터 오염되는 것을 방지하는 것은 당연하지만, 배수시설 그 자체에서도 수질이 나빠지지 않도록 충분히 대책이 강구되어야 한다.

정수가 수질기준에 적합하며 또한 잔류염소가 목표치(수질기준치)에 있는가를 감시할 수 있도록 배수시설의 주요지점에는 채수설비를 설치해야 하며 필요에 따라 자동수질계측기 등을 설치한다. 수돗물이 배수되는 도중에 잔류염소가 감소될 것으로 예측되는 경우에는 배수지 또는 배수관 등의 배수도중에 추가소독설비를 설치하여야 한다.

배수시설을 계획할 때에 수질유지를 위하여 기본적으로 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 배수지 등

- ① 배수지를 정비하고 배수구역을 조정하고 사용용량을 적정화하여 과대한 체류시간이 되지 않도록 한다. 또한 배수지에서 장기간 체류함으로써 수질이 나빠지거나 트리할로메탄 등의 소독부산물인 증가하는 경우가 있으므로 배수구역의 규모나 관망의 상황에 따라 배수지의 사용용량을 조정하여 수질이 나빠지는 것을 방지하여야 한다.
- ② 체류수나 단락류가 발생하지 않도록 유입부와 유출부의 위치를 적절하게 정해야 하며 필요에 따라 격벽이나 도류벽 등을 설치한다.
- ③ 정수에 접하는 관로 및 철물 등 부속설비는 수질에 나쁜 영향을 미치지 않는 재질과 도장재를 사용한다.
- ④ 배수지의 내면에 대한 방수 및 방식도장으로서 수질에 나쁜 영향을 미치지 않는 재질을 사용한다.

(2) 배수관

- ① 관경을 적정하게 하여 과대한 체류시간이 발생하지 않도록 한다.
- ② 어쩔 수 없이 관망을 구성하지 못하고 있는 배수지관의 관말은 물의 정체에 의한 수질악화를 초래할 우려가 있으므로 방류설비를 설치한다.
- ③ 배수관의 내면이 라이닝되지 않은 것은 물론, 시간이 경과함에 따라 도장이나 라이닝이 노후화된 관로는 녹 등에 의한 적수발생의 가능성이 높기 때문에 교체부설 등을 검토하여 계획적으로 개량하고 갱신한다.
- ④ 공사나 그 밖의 요인으로 인하여 배수지관내에 토사 등 협잡물이 혼입되지 않도록 수질유지에 만전을 기해야 한다. 하천 부근의 적당한 장소를 선정하여 계획적으로 배수(排水)설비를 설치하는 것이 바람직하다.

1.1.6 배수시설관로의 정보관리

정보관리는 정확하고 신속하게 처리할 수 있어야 하고 추가나 보정이 용이하며 장기적으로 안정되게 보관할 수 있는 것이 좋다. 또한 취급이 용이하고 체계적으로 정비되어 있는 것도 중요하다. 따라서 정보의 관리방법을 결정하는 경우에는 각 수도사업자의 시설규모, 정보의 수집정도, 사용 목적에 맞추어서 가장 이용하기 쉬운 방법을 선택하여 정비해 두는 것이 바람직하다.

일반적으로 이루어지고 있는 관망도의 관리방법으로서는 관리도면, 대장, 마이크로필름, 도면전산화시스템(computer mapping system) 등이 있으며, 관망 내에서의 수량, 수질, 수압 및 부속설비 등에 대한 측정 및 속성정보에 대한 관리와 최적운전을 위하여 관망정보관리시스템의 구축 등이 필요하다. 한편 지속가능한 배수시설의 유지를 위해서는 배수시설의 상태를 신속히 파악할 수 있도록 관망정보시스템의 구축시 배수시설의 자산목록 및 적정용량, 상태분석 등이 가능하게 확장할 수 있도록 설계할 필요가 있다.

1.2 배수구역의 설정

배수구역은 지형과 지세 등의 자연적 조건 및 사회적 조건을 고려하여 합리적이고 경제적인 시설 운용 및 시설관리가 가능하도록 설정한다.

1.3 계획배수량

계획배수량은 원칙적으로 해당 배수구역의 계획시간최대배수량으로 한다.

1.4 시간계수

계획시간최대배수량을 산정할 때의 시간계수는 현재까지의 실적 또는 유사지역의 실적을 조사하여 결정한다.

1.5 소화용수량

소화용수량은 다음 각 항을 기준으로 한다.

- (1) 도시의 성격, 소방시설, 인구밀도, 내화성 건축물의 비율, 기상조건 등을 고려한다.
- (2) 배수지가 담당할 계획급수구역내의 계획급수인구가 5만 명 이하일 때에는 원칙적으로 배수지 용량 설계시에 소화용수량을 <표 1.1.1>에 표시한 수량 이상으로 가산한다. 다만, 상수도 이외에서 소화용수 공급이 가능한 경우는 예외로 한다.

<표 1.1.1> 배수지 용량에 가산할 인구별 소화용수량

인구(만명)	소화용수량(m ³)	인구(만명)	소화용수량(m ³)
0.5 이하	50	3 이하	300
1 "	100	4 "	350
2 "	200	5 "	400

비고 : 인구 만명 이하는 반올림한 수임.

- (3) 배수관이 담당할 계획급수구역내의 계획급수인구가 10만 명 이하일 때에는 원칙적으로 배수관의 관경설계시 소화용수량을 <표 1.1.2>에 표시한 수량 이상을 가산하여 검토한다. 다만, 상수도 이외에서 소화용수공급이 가능한 경우에는 예외로 한다.

<표 1.1.2> 계획1일최대급수량에 가산할 인구별 소화용수량

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

비고 : 인구 만명 이상은 반올림한 수임.

- (4) 소화전 한 개의 방수량은 1m³/min 이상을 기준으로 하고 동시에 개방하는 소화전의 수는 <표 1.1.2>를 기준으로 정한다.

1.6 배수시설의 배치

배수시설의 배치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배수구역내의 지형과 지세에 적합하게 한다.
- (2) 관망을 정비하기 위하여 배수관 및 부속설비를 적정하게 배치한다.
- (3) 합리적이고 경제적으로 시설을 운용할 수 있도록 한다.
- (4) 유지관리가 용이하고 관리비가 경제적이어야 한다.
- (5) 인접하는 다른 수도사업자 등의 배수본관이나 송수관과 비상연결관을 연결하는 것이 바람직하다.

1.7 배수방식의 선정

배수방식은 해당 시설의 상류에 있는 수도시설과 배수구역의 표고, 배수량, 배수구역의 특성 등을 고려하여 결정한다.

1.8 배수시설의 개량과 갱생

- (1) 배수시설의 교체와 갱생은 현재 상태의 시설기능과 능력을 평가하고 진단해야 하며 기술과 재정을 고려하여 배수시설의 자산관리측면에서 체계적으로 계획한다.
- (2) 배수시설을 교체할 경우 기존관은 철거함을 원칙으로 한다. 다만 철거가 곤란한 경우에는 분기점에서 외부 유입이 없도록 폐쇄토록 하며 기존관 내부는 기포 시멘트풀 등 적용 가능한 방법으로 충진하여 도로가 함몰되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

1.9 직결급수

직결급수는 급수구역내에서 중층건축물의 분포상황 및 지역의 특성과 함께 배수시설의 배치, 능력, 배수방식, 수압조건, 비상시 대응능력 등을 고려하여 실시하는 것이 바람직하다.

2. 배수지

2.1 총칙

배수지는 정수장에서 송수를 받아 해당 배수구역의 수요량에 따라 배수하기 위한 저류지로서 배수량의 시간변동을 조절하는 기능과 함께 배수지로부터 상류측의 사고발생시 등 비상시에도 일정한 수량과 수압을 유지할 수 있는 기능을 갖는다.

배수지 등은 배수구역의 중앙부 또는 그곳에 되도록 가까운 곳에 배치하는 것이 적합하다. 또한 지형과 지질에 따라 안전하게 배려된 위치에 설치하며 적당한 표고차가 있으면 자연유하식의 배수가 가능하고 표고차가 없으면 펌프가압식으로 배수한다.

배수지 1 개소에만 의존하는 배수구역은 지형과 지세조건에 따라서는 적절한 배수압력의 확보가 어려운 경우가 많으며 비상시에 대응하기 어려운 경우도 있다. 지역의 특성, 배수관망의 구성 등을 고려하여 복수의 배수지를 분산 배치하거나 배수지간의 상호용통이 가능하도록 할 필요가 있다. 배수지의 설치형식에는 일반적으로 지상식, 지하식 및 반지하식이 있으나 지상부에서의 시공이나 용지취득이 곤란한 경우 또는 환경보호를 고려해야 하는 경우에는 터널식이 이용되고 있는 경우도 있다([그림 1.2.1] 터널식 배수지의 예 참조).



[그림 1.2.1] 터널식 배수지의 예(북악터널배수지)

구조는 철근콘크리트, 프리스트레스트콘크리트 또는 강판제로 하며 형상은 역학적 특성, 용량, 경제성, 시공성 등을 고려하여 장방형, 원통형 등이 일반적이다. 한편, 배수지의 설계 및 시공은 위생적으로 안전하며 수밀성이 확보되고 구조적으로 충분한 내구성 및 내진성이 확보되어야 한다. 또한 필요하다면 지하수에 의한 부상에 대비한 조치를 강구한다.

배수지의 유효용량은 송수량에 대한 수요량의 시간에 따른 변동량 즉 배수량의 시간변동을 조절하기 위한 용량과 함께 재해나 그 외의 비상시에도 안정되게 급수할 수 있도록 결정한다. 이를 위

하여 급수구역의 계획1일최대급수량을 기본으로 하고 이에 수원의 종류별, 급수구역의 특성, 상수도시설의 안정성 등의 제반조건을 고려한 비상시 대처용량을 정한다.

배수지의 용량에 여유를 갖게 하는 것은 예측하기 어려운 사고 등의 발생에 대비하여 급수의 안정성을 높이기 되므로 계획적으로 용량증가에 주의를 기울여야 한다. 단독으로 대규모 용량의 배수지를 설치하는 것보다도 배수지를 분산시키는 편이 안정급수의 확보관점에서 효과적이고 또한 배수지는 수요자에게 가까운 장소에 정수를 저류하고 있으므로 지진 등의 자연재해시에는 비상급수의 공급기지로 이용될 수 있는 것을 감안하여 비상용 급수설비를 설치하는 것이 바람직하다. 배수지를 설치할 때에는 지반이 양호한 장소를 선정하는 것이 기본이다. 그러나 부득이하게 연약지반 등에 설치할 때에는 적절한 대책을 강구한다. 또한 배수지는 점검, 청소, 보수 등 유지관리 측면에서 2 지 이상으로 구분해야 하며 유출관의 파손으로 배수지에서 정수가 유출하는 것을 방지하기 위하여 긴급차단장치를 설치하는 것이 바람직하다.

배수지가 민가에 인접해 있는 경우에는 유입량 조절에 의한 소음대책을 고려해야 하며, 소독제 추가주입이 필요한 경우에는 보안관리 등에도 충분히 배려해야 한다. 또한 배수지의 상부를 지역주민이나 공공시설의 열린 공간으로 개방하는 경우에는 상재(上載)하중, 보안체제, 관리운영방법, 위생상의 규제 등에 대하여 충분히 고려해야 한다.

2.2 구조 및 형상

배수지의 구조 및 형상은 KDS 57 55 00 9.2 구조와 수위에 준한다.

2.3 용량

배수지의 용량은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 유효용량은 “시간변동조정용량”과 “비상대처용량”을 합하여 급수구역의 계획1일최대급수량의 최소 12시간분 이상을 표준으로 하되 비상시나 무단수 공급 등 상수도서비스 향상을 고려하여 용량을 확장할 수 있으며 지역특성과 상수도시설의 안정성 등을 고려하여 결정한다.
- (2) 소화용수로서 가산할 수량은 KDS 57 65 00 1.5 소화용수량의 (1)에 따른다.

2.4 위치와 높이

- (1) 배수지는 가능한 한 급수지역의 중앙 가까이 설치한다.
- (2) 자연유하식 배수지의 표고는 급수구역내 관말지역의 최소동수압이 확보되는 높이여야 한다.
- (3) 급수구역내에서 지반의 고저차가 심할 경우에는 고지구, 저지구 또는 고지구, 중지구, 저지구의 2~3개 급수구역으로 분할하여 각 구역마다 배수지를 만들거나 감압밸브 또는 가압펌프를 설치한다.
- (4) 배수지는 붕괴의 우려가 있는 비탈의 상부나 하부 가까이는 피해야 한다.

2.5 유효수심과 수위

배수지의 유효수심은 3~6 m 정도를 표준으로 한다.

2.6 여유고와 바닥경사

배수지의 여유고와 바닥경사 등은 KDS 57 55 00 9.2 구조와 수위에 준한다.

2.7 유입관, 유출관 및 우회관

- (1) 유입관과 유출관의 설치는 KDS 57 55 00 9.4 유입관, 유출관 및 우회관에 준한다.
- (2) 배수지의 유입부에 월류위어를 설치하거나 낙하유입방식 또는 체크밸브를 설치한다. 유출관에는 필요에 따라 긴급차단장치를 설치한다.
- (3) 유입관과 유출관의 유량을 조절하는 경우에는 유량조정밸브를 설치하며 유입관의 상단부에는 공기밸브를 설치하는 것이 바람직하다.
- (4) 배수지가 1지인 경우에는 우회관을 반드시 설치해야 하며 우회관에는 차단용 밸브를 설치한다.

2.8 월류관과 배수(排水)설비

배수지의 월류관 및 배수설비는 KDS 57 55 00 9.5 월류관과 배수(排水)설비에 준한다.

2.9 환기장치, 맨홀 및 검수구

배수지의 환기장치, 맨홀 및 검수구는 KDS 57 55 00 9.6 환기 및 출입설비에 준한다.

2.10 수위계, 채수설비 등

배수지의 수위계, 채수설비 등은 KDS 57 55 00 9.7 수위계 등 및 KDS 57 31 00 12. 감시제어설비에 준한다.

2.11 추가염소소독설비

배수지 또는 배수관의 도중 등에서 추가염소소독설비는 KDS 57 55 00 11. 소독설비에 준한다.

2.12 배수지의 상부이용

배수지의 상부를 이용하는 경우에는 다음의 각 항에 유의한다.

- (1) 배수지의 구조 및 강도가 이용하는 시설(이하 시설이라 함)에 대하여 안전해야 한다.
- (2) 시설을 건설할 때에는 기존 구조물에 손상을 주거나 또는 정수를 오염시키지 않도록 해야 한다.
- (3) 시설의 이용개시에 앞서 수도사업자와 이용주체 사이에 관리협약을 체결하여 시설보안 및 유지관리에 만전을 기한다.

3. 배수탑과 고가탱크

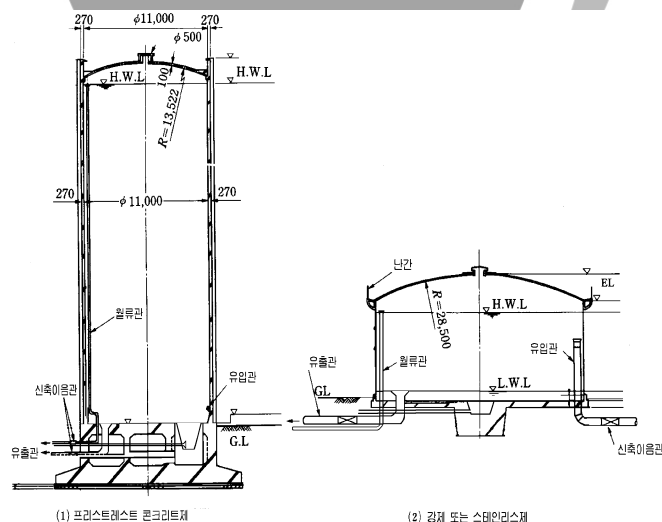
3.1 총칙

배수탑과 고가탱크는 배수구역내에 배수지를 설치할 적당한 높은 장소를 구할 수 없는 경우에 배수량의 조절이나 펌프가압구역의 수압조절 등을 목적으로 지표면 상부에 설치하는 정수저류지이다. 배수탑은 탑의 내부도 충수되지만, 고가탱크는 저수조(tank)를 고가지지물로 지지한 것이다 ([그림 1.3.1], [그림 1.3.2] 참조).

배수탑과 고가탱크는 철근콘크리트, 프리스트레스트콘크리트, 강재, 스테인리스강 등으로 만들어지고 형상은 일반적으로 원통형이 많다. 어느 것이나 지상에 높게 설치되는 구조이므로 구조는 견고한 것임은 물론이고 특히 비었을 때의 풍압, 만수시의 지진력, 기초의 내력, 방수, 방식, 낙뢰방지, 전파장애, 미관 등에 대하여 충분히 고려해야 한다. 이 때문에 통상 배수지와 비교하는 경우 단위용적당 건설비는 비싸게 된다. 또한 일정한 높이 이상의 고가탱크는 「건축법」이 적용되는데 배수탑에 대해서도 구조, 형상에 따라서는 마찬가지로 취급을 받는다.

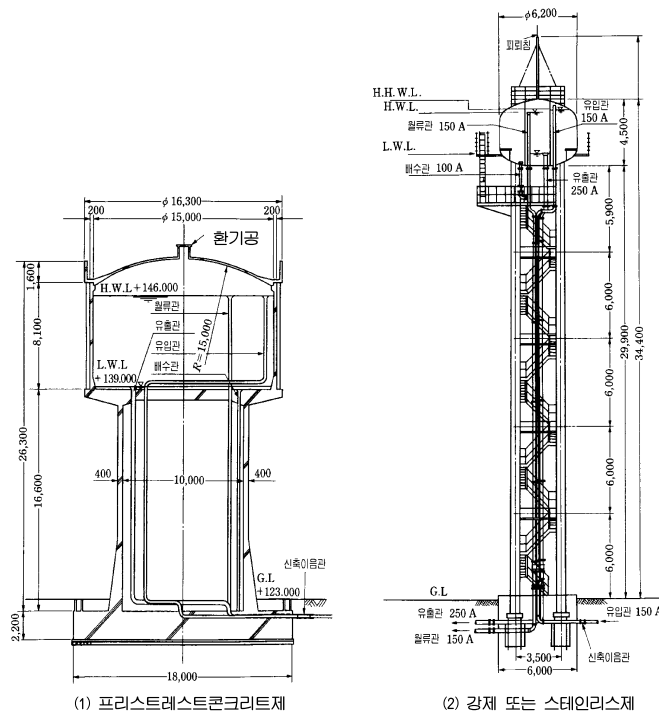
일반적으로 배수량 조절용으로 설치하는 경우에는 높은 장소에 설치된 배수지와 같은 기능을 갖고 있기 때문에 유효용량은 배수지에 준한다. 펌프가압구역의 수압조절용으로 설치하는 경우는 별도로 적당한 유효용량을 지닌 배수지가 설치되므로 유효용량은 작게 할 수 있다.

배수탑이나 고가탱크의 설치위치는 원칙적으로 배수구역의 중앙 가까이에 설치하지만, 배수구역이 광범위하고 또한 배수관의 연장이 길 경우에는 배수관의 말단부근에 설치하여 야간시간대(사용량이 적은 시간대)의 수압상승시에 만수시켰다가 주간시간대의 배수량이 증가하는 시간이나 화재시에 직접 배수되는 양에 배수탑 또는 고가탱크에서의 공급수량을 공급하여 수압을 조절하는 경우도 있다.



[그림 1.3.1] 배수탑의 예

또한 배수탑과 고가탱크는 정수를 저류하고 있으므로 수질오염사고 및 지진 등의 비상시에는 비상급수의 기지로 이용할 수 있도록 비상용 급수설비를 설치하는 것이 바람직하다. 한편 소규모 상수도에서는 배수탑이나 고가탱크 대신으로 지상에 설치된 압력탱크방식이 이용되기도 한다.



[그림 1.3.1] 배수탑의 예

3.2 구조

배수탑과 고가탱크의 구조는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 구조적으로나 위생적으로 안전하고 충분한 내구성과 수밀성을 가져야 한다.
- (2) 탱크가 비었을 때의 풍압 및 만수시의 진동이나 지진력에 대하여 안전한 구조로 한다.
- (3) 한랭지에서 시설을 보호할 필요가 있는 경우에는 적당한 보온단열장치를 설치한다.
- (4) 여유고는 수리계산에 의거하여 정한다.

3.3 위치와 높이

배수탑과 고가탱크의 위치와 높이는 1.2.4 위치와 높이에 준한다.

3.4 용량

배수탑과 고가탱크의 용량은 원칙적으로 1.2.3 용량에 준한다.

3.5 수심

배수탑과 고가탱크의 수심은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배수탑의 총 수심은 구조, 시공 및 경제성을 고려하여 정한다.
- (2) 유효수심은 설치장소의 조건, 배수구역의 관로상태, 소요수두 등을 고려하여 정한다.

3.6 기초와 지주

배수탑과 고가탱크의 기초와 지주는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 배수탑과 고가탱크의 기초는 소요지지력을 가진 양호한 지반상에 설치하고, 충분한 안정성을 가진 구조로 한다.
- (2) 고가탱크의 지주(支柱)는 강재 또는 철근콘크리트로 만들고 기초에 견고하게 고정시켜야 한다.
- (3) 고가탱크와 지주상의 지대(支臺)는 견고하게 연결한다.
- (4) 부득이 연약지반 등 좋지 않은 장소에 설치하는 경우에는 구조물의 특성 및 지반조건에 가장 적합한 기초공법 또는 지반개량 등의 적절한 조치를 강구한다.

3.7 유입관과 유출관

배수탑과 고가탱크의 유입관, 유출관 및 우회관은 KDS 57 55 00 9.4 유입관, 유출관 및 우회관에 준한다.

3.8 월류설비와 배수(排水)설비

배수탑과 고가탱크의 월류설비와 배수설비는 KDS 57 55 00 9.5 월류관과 배수(排水)설비에 준한다.

3.9 환기장치, 맨홀 및 검수구

배수탑과 고가탱크의 환기조치, 맨홀 및 검수구는 KDS 57 55 00 9.6 환기 및 출입설비에 준한다.

3.10 수위계, 채수설비 등

배수탑과 고가탱크의 수위계, 채수설비 등은 KDS 57 55 00 9.7 수위계 등에 준한다.

4. 배수관

4.1 총칙

배수관에는 덕타일주철관, 도복장강관, 스테인리스강관, 경질폴리염화비닐관 및 수도용 폴리에틸렌관 등을 사용하는데 이들을 선정할 때에는 수압과 외압에 대한 안전성, 환경조건, 시공조건을 고려하여 최적의 것을 선정한다.

안전성은 오로지 수압과 외압에 의하여 좌우되므로 어느 것에나 견딜 수 있는 강도를 갖는 관종과 토피(土被)로 한다. 이 경우에 수압으로서는 관로의 최대정수압과 수격압을 고려하고 외압으로서는 토압 및 노면하중, 지진력 등을 고려한다.

외력중에서 지진력에 의하여 큰 피해가 발생할 것으로 예상되는 지역에서는 진도, 관로의 구조특성, 주변의 지반특성 등을 고려한 관로의 피해를 예측하여 위험도가 크다고 평가되는 경우에는 내진성이 높은 재료의 관종 및 조인트를 선정하고 또한 이형관 등을 포함한 관로시스템 전체를 적절한 내진설계로 한다.

환경조건으로서는 매설장소의 지질상황이 중요한데, 지질상황에 따라서는 특수한 조인트나 시공 방법의 검토 또는 이형관 보호공, 전식이나 기타 부식방지공에 관하여 고려한다.

시공조건으로 주변의 지하매설물 상황, 교통사정 등을 고려한다. 배수관 부설은 일반적으로 개착 공법으로 시공하지만, 지하매설물의 난립 등 물리적인 제약 이외에도 교통정체의 방지, 소음진동 등 공해를 방지하는 관점에서 추진공법이나 실드공법이 채택되기도 한다. 이들 비개착공법의 종류는 다양하므로 지반조건이나 시공조건에 따라 적절한 공법의 선택한다. 또한 도시에 따라서는 도로관리자가 건설하는 공동구내에 배관을 부설하는 사례도 있다.

부설한 다음 오랜 세월이 경과된 배수관 중에는 경년변화로 인하여 개량하거나 갱신해야 할 필요가 있다. 종래에 경년변화 등으로 사고나 장애가 발생하는 관로에 대해서는 부분적인 보수나 갱생 공법으로 응급대처할 수 있었지만, 장래에는 관로의 안전성을 확보하기 위해서는 노후관을 새로운 관으로 교체하여 관로의 내진성과 함께 수질의 안전성을 향상시키는 것도 중요하다. 관로의 개량이나 교체공법으로는 여러 가지 공법이 개발되어 있는데 개량이나 교체의 목적이나 장래 계획에 대한 적합성과 함께 현장의 환경조건이나 시공조건 등에 대한 적응성에 대하여 충분히 검토하여 최적의 공법을 선택한다.

경제적 설계는 관의 재료비, 공사비 및 펌프설비비 외에 매설심도나 장래 유지관리비의 대소를 고려하여 장기적인 자산관리 측면을 고려하여 수행한다. 다만, 배수관의 경제적인 설계는 상수도경영상 중요하지만, 이것이 강조되어 장래의 안정급수를 저해하여서는 아니 된다.

4.2 관종

배수관의 관종은 KDS 57 50 00 2.2 관종에 준한다.

4.3 수압

배수관의 수압은 다음 각 항에 따른다.

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

4.4 관경

배수관의 관경은 다음 각 항을 기준으로 정한다.

- (1) 관로의 동수압은 평상시에는 그 구역에 필요한 최소동수압 이상으로 유지되도록 하며, 또한 수압필요를 가능한 한 균등하게 되도록 결정한다.
- (2) 관경을 결정함에 있어 배수지, 배수탑 및 고가탱크의 수위는 항상 저수위를 기준으로 한다.

4.5 매설 위치와 깊이

배수관의 매설 위치와 깊이는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공공도로에 관을 부설하는 경우에는 「도로법」 및 관계법령에 따라야 하며 도로관리자의 허가 조건 또는 협약에 따른다. 그리고 배수본관은 도로의 중앙쪽으로 배수지관은 보도 또는 차도의 편도 측에 부설한다.
- (2) 배수관을 다른 지하매설물과 교차 또는 인접하여 부설할 때에는 적어도 30 cm 이상의 간격을 두어야 한다.
- (3) 한랭지에서 관의 매설깊이는 KDS 57 50 00 2.6 매설위치 및 깊이를 준용하여 설치한다.

4.6 신축이음관

신축조인트는 KDS 57 50 00 2.13 신축이음관에 준한다.

4.7 관의 기초

관의 기초 등은 KDS 57 50 00 2.14 관의 기초에 준한다.

4.8 이형관 보호

이형관의 보호는 KDS 57 50 00 2.15 이형관 보호에 준한다.

4.9 관로의 표식

관로의 표식은 KDS 57 50 00 2.16 관로의 표식에 준한다.

4.10 전식 및 부식방지

관의 전식 및 부식방지는 KDS 57 50 00 2.17 전식 및 부식방지에 준한다.

4.11 수압시험

관로의 수압시험은 KDS 57 50 00 2.18 수압시험에 준한다.

4.12 위험한 접속(dangerous connection)

배수관은 수도사업자가 경영하는 상수도 및 전용수도 이외의 관로 또는 시설과 직접 연결해서는 안 된다.

4.13 수관교와 교량첨가관

수관교와 교량첨가관은 KDS 57 50 00 2.19 수관교와 교량첨가관에 준한다.

4.14 하저횡단(역사이편관)

하저횡단은 KDS 57 50 00 2.20 하저횡단(역사이편관)에 준한다.

4.15 추진공법

추진공법은 KDS 57 50 00 2.22 추진공법에 준한다.

4.16 쉴드(shield)공법

쉴드공법은 KDS 57 50 00 2.23 쉴드(shield)공법에 준한다.

4.17 공동구 내의 배관

공동구 내의 배관은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 공동구 내에서 상수도관로의 점용공간은 배관공사의 시공에 편리하고 장래 유지관리측면도 고려하여 적당한 공간을 확보해 두어야 한다.
- (2) 관로의 부속설비로서 제수밸브, 공기밸브, 배수(排水)설비 및 소화전 등은 가능한 한 도로상에서 조작할 수 있도록 한다.
- (3) 이형관의 보호는 배관상태와 공동구의 구조를 고려하여 결정한다.
- (4) 관로의 방식대책을 적절히 한다.
- (5) 공동구의 벽 관통부에는 부등침하에 대비하여 적절한 대책을 강구한다.

4.18 부단수공법

부단수공법에 의한 분기작업과 제수밸브의 설치작업은 다음 각 항에 따라야 한다.

- (1) 기존에 설치되어 사용 중인 관(기존관)에서 부단수공법으로 분기할 경우에는 미리 굴착하여 기존관의 관중, 외경, 진원도(眞圓度), 사용수압 등을 확인해야 한다.
- (2) 기존관에 T자관을 부착한 다음 소정의 수압을 시험하여 누수가 없음을 확인하고 나서 천공작업을 시작한다.
- (3) 연약지반에서 부단수공법을 시행할 경우에는 기초를 완전하게 하거나 지반의 부등침하에 대응할 수 있는 신축이음관을 사용해야 한다.

4.19 기존관내 부설공법 및 기타 특수공법

기존관내의 부설공법 및 기타 특수공법에 의한 개량 또는 교체는 현장조건, 기존관로상황 등을 충분히 조사하고, 관망기술진단 결과를 이용하여 관중은 수밀성, 내구성 및 시공성을 가진 것으로 소요관경이 확보될 수 있는 것을 선정한다.

4.20 관의 갱생

기존관의 갱생은 다음 각 항에 따라 시행한다.

- (1) 관의 갱생은 배수관 정비계획의 일환으로 관망기술진단의 결과를 이용하여 배수관망 전체를

계획적으로 시행한다.

- (2) 관내의 크리닝은 관경과 시공연장 등의 조건에 따라 적절한 방법을 채택한다.
- (3) 관내의 라이닝(lining)은 수질에 나쁜 영향을 주지 않고 접착성과 수밀성 및 내구성을 가진 것이어야 한다.

4.21 배수관의 세척장치

배수관의 세척장치 설치 시에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 신규급수지역의 설계시 송, 배, 급수관로내 침전물 축적·발생에 의한 수질악화를 예방하기 위하여 저유속 및 정체구간이나 관로 종단경사로 인해 침전물 축적이 우려되는 구간 등에는 관세척이 가능하도록 점검구 및 드레인 설비 등 부속설비를 설치한다.
- (2) 운영중인 관망의 수요자로부터 수질민원이 지속적으로 발생하는 구간에 대해서는 주기적인 관세척이 가능하도록 점검구 및 드레인 설비 등 부속설비를 설치한다.
- (3) 관세척 시에는 세척목적, 관망구성, 관경, 유속 등을 고려하여 적절한 세척방법을 선정한다.

5. 부속설비

5.1 총칙

배수관의 부속설비로는 차단용 밸브, 제어용 밸브, 공기밸브, 감압밸브, 소화전, 배수(排水)설비, 유량계, 수압계, 수질측정장치, 맨홀 등으로 분류된다. 이들 부속설비는 배수구역내의 물 수요에 따라 배수관과 일체가 되어 적절한 수량과 수압 및 수질을 확보할 수 있도록 기능을 한다. 소화전은 화재시의 소화용에 적절히 대응할 수 있어야 한다.

이들 부속설비들은 각각 재료, 제조방법, 규격치수, 강도 및 내외면의 도장을 달리하고 있으므로, 위생성도 고려하여 배수관과 같은 기준을 만족하는 것을 선정하여 사용한다.

소화전에 대해서는 물에 접하는 면적이 작으므로 이 조건이 엄격하게 적용되지는 않는다.

부속설비를 설치하는 계획에 대해서는 배수본관과 배수지관의 배치, 배수구역내의 지형, 지세, 물 수요 등을 고려하여 가장 적절한 것을 적절한 장소에 배치한다.

장기간 사용된 부속설비는 습동부(摺動部, sliding portion)의 마모, 물과 접촉부 도장의 노후, 기타에 기능이 저하됨으로써 안정급수를 저해하는 요인으로 되는 경우가 있다. 이러한 부속설비는 적당한 시기에 개량하거나 교체함으로써 그 기능을 회복하거나 향상시켜야 한다.

매설심도를 알게 할 경우에는 부속설비도 이에 맞는 규격의 것을 사용해야 한다.

밸브 등을 설치하는 방식으로는 플랜지이음접합이 일반적이지만, 플랜지면에 홈이 없는 평패킹만을 사용하는 조인트방식과, 플랜지면에 홈이 있고 수밀성이 양호한 조인트방식이 있으며, 수밀성이 양호한 후자를 사용하는 것이 바람직하다.

5.2 차단용 밸브와 제어용 밸브

차단용 밸브와 제어용 밸브의 설치는 KDS 57 50 00 2.8 차단용 밸브와 제어용 밸브에 의한다.

5.3 공기밸브

공기밸브의 설치는 KDS 57 50 00 2.9 공기밸브에 준한다.

5.4 소화전

소화전은 배수지관에 설치하며 설치할 때에는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 도로의 교차점이나 분기점 부근으로 소방활동에 편리한 지점에 설치하고 도로연변의 건축물 상 황 등을 고려하여 소방대상물과 소방용수시설의 수평거리를 100~140m 간격 이하로 설치한다.
- (2) 원칙적으로 단구소화전은 관경 150mm 이상의 배수관에, 쌍구소화전은 관경 300mm 이상의 배수관에 설치한다.
- (3) 소화전에는 보수용 밸브를 함께 설치한다.
- (4) 한랭지나 적설지에서는 부동식(不凍式)의 지상식소화전을 사용하며, 지하식소화전을 사용하는 경우에는 동결방지대책을 강구한다.
- (5) 소화전의 토출구 구경은 원칙적으로 65mm로 하나 특수한 소방펌프를 사용할 경우에는 예외로 할 수 있다.

5.5 감압밸브와 안전밸브

감압밸브와 안전밸브는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 감압밸브는 관로의 감압조건에 적합한 기능을 가져야 한다.
- (2) 감압밸브는 지형과 지세에 따라 그리고 평상시의 감압과 갈수시의 수압조정에 가장 적합한 장소에 설치한다.
- (3) 감압밸브에는 동일구경의 우회관로를 설치한다.
- (4) 안전밸브는 수리조건에 따라 배수펌프(또는 가압펌프)의 유입측이나 유출측 등 수격작용이 일어나기 쉬운 개소에 설치한다.
- (5) 밸브실은 KDS 57 50 00 2.8 차단용 밸브와 제어용 밸브의 (3)에 준한다.

5.6 유량계와 수압계

유량계와 수압계의 설치는 다음 각 항에 따른다.

- (1) 본관시점, 주요 분기지점 등에 설치한다.
- (2) 필요에 따라 유량수압의 정보를 관리하는 설비를 설치한다.

5.7 배수(排水)설비

배수설비는 KDS 57 50 00 2.10 배수(drain)설비에 준한다.

5.8 맨홀과 점검구

맨홀과 점검구는 KDS 57 50 00 2.11 맨홀과 점검구에 준한다.

5.9 수질측정장치

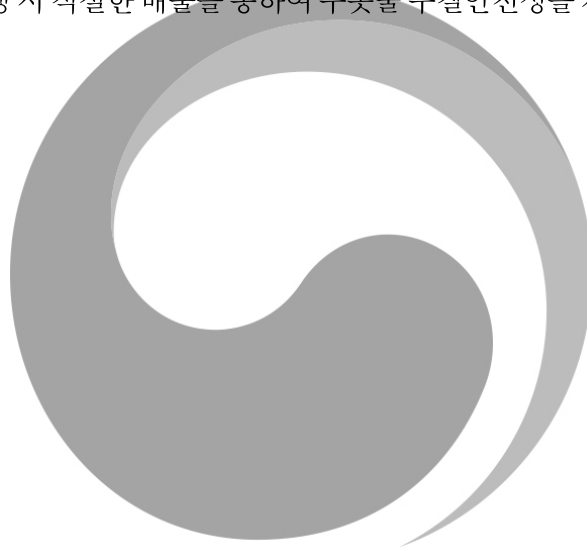
배수시설의 수질측정장치 KDS 57 31 00 11.5 수질계측에 준하여 설계한다.

5.10 펌프설비

배수시설의 펌프설비는 KDS 57 31 00 2. 펌프설비에 준하여 설계한다.

5.11 자동드레인 설비

관말 정체지역의 정체수로 인한 수질악화를 방지하기 위하여 관말지점에는 순환배관망을 적극 검토하여야 한다. 다만 순환배관망 형성이 어려운 지역은 자동드레인 설비의 설치 검토가 필요하다. 자동드레인 설비는 공급과정의 수질악화를 예방하기 위한 상시운영 설비로서 과다한 체류시간으로 인한 잔류염소 부족 등이 우려되는 정체수를 배제하고, 관로내 급격한 수류변화 등으로 발생하는 탁수, 적수 발생 시 적절한 배출을 통하여 수돗물 수질안전성을 제고하고 민원을 예방할 수 있도록 계획한다.



KDS 57 70 00 : 2017

상수도 급수시설 설계기준

2017년 월 일 제정

1. 총 설

1.1 급수설비의 의의

「급수설비」라 함은 수도사업자가 일반 수요자에게 원수나 정수를 공급하기 위하여 설치한 배수관으로부터 분기하여 설치된 급수관(옥내급수관을 포함한다)·수도미터·저수조·수도꼭지, 그 밖에 급수를 위하여 필요한 기구를 말한다.」라고 「수도법」 제3조 제24호에 정의되어 있으나, 여기서는 정수용에 한정하여 설명한다. 급수설비를 공도 내에 매설할 경우에는 도로 및 교통관계법령, 건축물에 설치할 경우에는 건축물관계법령 및 소방법령 등의 규제를 받는다.

급수설비는 수도사업자의 수도시설과는 구분되며 수도사업자가 정한 기준에 의하여 급수공사비를 수요자가 부담하고 있다. 상수도에 의하여 음용을 목적으로 공급되는 물의 수질에 관해서는 「수도법」 제26조에 규정된 “수질기준”에 적합하도록 수도사업자에게 의무가 부과되어 있으며, 상수도용 자재에 관해서는 「수도법시행령」 제24조의2(수도용 자재와 제품의 사용) 및 「수도법시행령」 제24조(위생안전기준)에 사용기준이 정해지고 있다.

그러나 순간온수기나 정수기 등 잔류염소의 소비나 수질변화가 예상되는 급수기구에 대해서는 수도사업자의 수질책임이 면제될 수 있다고 본다.

수요자의 생활양식이나 수돗물의 사용목적이 다양해짐에 따라 상수도에 대하는 요구도 복잡하고 다양하므로, 수도사업자는 현재의 사회상황에 대하여 수요자가 필요로 하는 수량의 수돗물을 깨끗한 상태로 안정적으로 공급할 수 있어야 하며 또한 급수설비에서 역류로 인한 수질사고를 방지해야 하고 직결급수를 확대하는 등의 위생대책을 고려하여 급수설비의 설치에 관한 기술향상과 공사의 시공기술을 확보하도록 더 한층 노력해야 할 것이다.

급수설비를 계획할 때에는 설계에 앞서서 공사장소와 사용목적을 확인하고 계획사용수량을 결정하며, 분기가능한 배수관과 최소동수압을 확인하고 급수방식과 급수관의 구경을 결정하는 것 등을 판단하고 결정하는 것으로, 급수설비가 소기의 목적을 달성하고 기능을 발휘할 수 있는가를 결정하는 중요한 사항이다.

또한 수도사업자는 깨끗한 물을 안정적으로 공급하기 위하여 배수관정비, 직결급수의 확대, 역류로 인한 오염방지, 재해대책 등 급수에 관한 사업계획에 근거하여 급수설비계획에 필요한 사항을 기준으로 정하는 것이 바람직하다.

급수설비를 설계할 때에는 급수설비계획에 의한 급수관 및 급수기구의 선정, 공법의 결정 등을 하는 것으로, 급수관 및 급수기구의 선정은 「수도법시행령」 제24조의2에서 정하는 「수도용 자재와 제품의 사용」 및 「수도법시행령」 제24조(위생안전기준)에 적합해야 하는 것이 필수조건이다. 이 밖에 압력, 토질, 기후, 직사 일광 등 설치 후의 급수설비가 놓여질 환경을 고려해야 한다. 예를 들면, 압력이 높은 배수관으로부터 분기되는 급수설비에서는 유속이 과대하여 수격(water hammer)이 발생하거나 수도미터의 고장으로 이어질 우려가 있으므로 적정수압을 확보하는 관점에서도 감압밸브 등을 설치할 필요가 있다. 또 수도미터에 대해서는 수도사업자가 사용하는 기종으로 통일되어야 한다.

1.2 급수방식

급수방식에는 직결식, 저수조식 및 직결·저수조 병용식이 있으며, 급수방식은 급수전의 높이, 수요자가 필요로 하는 수량, 수돗물의 사용용도, 수요자의 요망사항 등을 고려하여 결정한다.

- (1) 직결식에는 배수관의 압력으로 직접 급수하는 직결직압식과, 급수관의 도중에 직결급수용 가압펌프설비(이하 「가압급수설비」라고 한다)를 설치하여 급수하는 직결가압식이 있다.
- (2) 저수조식은 급수관으로부터 수돗물을 일단 저수조에 받아서 급수하는 방식이다.
- (3) 직결식과 저수조식의 병용방식은 하나의 건물에 직결식과 저수조식의 양쪽 급수방식을 병용하는 것이다.

1.3 구조 및 재질

급수설비의 구조 및 재질은 「수도법시행령」 제24조의2에서 정하는 “수도용 자재와 제품의 사용” 기준에 적합한 것으로 해야 하며, 물에 접촉하는 상수도용 자재와 제품은 「수도법시행령」 제24조에서 정하는 위생안전기준에 대한 인증을 받은 자재와 제품을 사용하여야 한다.

1.4 급수공사

급수공사는 다음에 따른다.

- (1) 급수공이란 급수설비의 설치공사 또는 변경공사를 말한다.
- (2) 수도사업자는 배수관에서 수도미터까지 급수설비공사의 공법과 공사기간, 그 밖의 공사상의 조건을 지방자치단체 조례 등으로 정할 수 있다.

2 급수관

2.1 총칙

급수설비에서 주요 부분은 급수관이다. 급수관은 수요자의 요청에 따라 배수관으로부터 분기하여 수요자에게 정수를 공급하는 관으로 통상적으로 배수관 분기점으로부터 수도미터까지의 인입 급수관과 수도미터 이후의 옥내급수관으로 분류되며 충분한 강도를 가지며 내식성이 크고 수질에 나쁜 영향을 주지 않는 재질의 것이라야 한다.

급수관과 그 조인트에는 여러 종류의 것이 있으나 원칙적으로 「수도법시행령」 제24조의2와 「수도법시행령」 제24조 기준에 적합한 규격으로 승인된 것을 사용해야 한다. 또 관중 선정이 잘 되었더라도 관의 구경, 배관, 보호공 등이 불충분하면 급수설비의 기능을 발휘할 수 없으므로 계획사용수량을 산정하고 관경을 결정하는 설계를 할 때에는 각각의 구조 재질 기준 및 급수설비의 시스템 기준에 적합한 것으로 채택해야 하며 또한 토질, 기후 및 옥내외의 배관환경이나 시공성과 유지관리도 고려해야 한다.

또 이 장에서의 급수관은 편의상 50mm 이하의 관경을 취급하며 80mm 이상의 관은 KDS 57 50 00 도수시설 설계기준과 KDS 57 60 00 송수시설 설계기준 및 KDS 57 65 00 배수시설 설계기준에서 취급한다.

2.2 계획사용수량

급수설비의 계획사용수량은 급수관의 관경, 저수조 용량 등 급수설비 계통의 주요 제원을 계획할 때의 기초가 되는 것으로, 건물의 용도나 면적, 물의 사용용도, 사용인원수, 급수기구의 수 등을 고려한 다음에 1인1일사용수량, 또는 각 급수기구의 용도별 사용수량과 이들의 동시사용률을 고려한 수량을 표준으로 한다. 다만, 저수조를 만들어 급수하는 경우에는 사용수량의 시간적 변화나 저수조의 용량을 감안하여 정한다.

2.3 관경

급수관의 관경은 배수관의 계획최소동수압에서도 계획사용수량을 충분히 공급할 수 있는 크기로 한다.

2.4 관종

급수관은 원칙적으로 「수도법」 제14조 제3항 및 「수도법시행령」 제24조와 제24조의2에서 정하는 기준에 적합한 규격품을 사용하고, 관종을 선정할 때에는 수질, 부설장소의 지질, 관이 받는 내·외압, 기후, 관의 특성, 통수 후의 유지관리 등을 고려하여 가장 적절한 관종을 선정한다.

2.5 관의 분기

수도사업자는 배수관에서 급수관을 분기하는 공법 및 시공에 관한 시행기준 등을 정하여 놓는 것이 바람직하다. 급수관의 분기는 다음과 같이 한다.

- (1) 배수관에서 급수관을 분기하기 위하여 천공하는 경우에는 배수관의 강도, 내면 도포막 등에 나쁜 영향을 주지 않도록 한다.
- (2) 배수관에서 급수관을 분기하는 경우에는 배수관의 관종과 관경에 따라 새들불이분수전, T자형관 또는 할정자관(割丁字管) 등을 사용한다.
- (3) 급수관을 새들불이분수전 등으로 분기할 경우에는 그 간격을 30cm 이상으로 한다.
- (4) 급수관을 T자형관 또는 할정자관으로 분기하는 경우에는 급수관의 관경은 배수관의 관경보다 작은 것으로 한다.
- (5) 배수관으로부터 급수관의 분기는 배수지관에서 분기함을 원칙으로 한다. 다만, 대형빌딩이나 대규모 아파트 등 급수 수요가 큰 다량(多量)급수처의 경우는 배수본관에서 분기할 수 있다.

2.6 배관

- (1) 급수관을 공공도로에 부설할 경우에는 도로관리자가 정한 점용위치와 깊이에 따라 배관해야 하며 다른 매설물과의 간격을 30 cm 이상 확보한다.
- (2) 급수관을 부설하고 되메우기를 할 때에는 양질토 또는 모래를 사용하여 적절하게 다짐하여 관을 보호한다.
- (3) 수요가의 대지 내에서 급수관의 부설위치는 지수전과 수도미터 및 역류방지밸브 등의 설치와

유지관리에 알맞은 장소를 선정하고 대지 내에서도 가능한 한 직선배관이 되도록 한다.

- (4) 급수관 부설은 가능한 한 배수관에서 분기하여 수도미터 보호통까지 직선으로 배관해야 하나, 하수나 오수조 등에 의하여 수돗물이 오염될 우려가 있는 장소는 가능한 한 멀리 우회한다. 또 건물이나 콘크리트의 기초 아래를 횡단하는 배관은 피해야 한다.
- (5) 급수관을 지하층 또는 2층 이상에 배관할 경우에는 각 층마다 지수밸브와 함께 진공파괴기 등의 역류방지밸브를 설치하고, 배관이 노출되는 부분에는 적당한 간격으로 건물에 고정시킨다.
- (6) 동결이나 결로의 우려가 있는 급수설비의 노출부분에 대해서는 적절한 방한조치나 결로방지 조치를 강구한다.
- (7) 급수관이 개거를 횡단하는 경우에는 가능한 한 개거의 아래로 부설한다.
- (8) 중고층 건물에 직결급수하기 위한 건물 내의 배관방식 선정과 가압급수설비는 보수관리, 위생성, 배수관에서의 영향 및 안정된 급수 등을 고려해야 한다.

2.7 매설심도

급수관의 매설심도는 매설장소 및 그 지방의 여건을 고려하여 동결심도 이하로 매설하되 최소 60 cm 이상으로 하는 것이 바람직하다.

2.8 보호공

급수설비의 보호공은 다음 각 항에 따른다.

- (1) 급수관이 개거(開渠)를 횡단하는 부분은 가능한 한 개거의 아래로 부설하고 횡가(橫架)하는 경우에는 급수관이 절손(折損)될 우려가 있으므로 강관 등의 안에 넣어 고수위 이상의 높이에 부설한다.
- (2) 궤도를 횡단할 경우에는 필요에 따라 콘크리트관 등에 넣어서 매설한다.
- (3) 전식의 우려가 있는 장소에서는 4.2.17 전식 및 부식방지에 준한다.
- (4) 급수관이 산이나 알칼리에 의하여 부식될 우려가 있을 경우에는 유리솜 테이프나 아스팔트 주트(jute)로 감거나 콜타르, 기타 방식도료를 발라야 한다.
- (5) 동결의 우려가 있는 지역에서는 급수설비의 노출부분은 방한장치를 설치한다.
- (6) 급수설비에는 과대한 수격작용을 주는 급수기구를 사용해서는 안 된다. 특히 이상 과수압을 일으킬 경우에는 기구에 근접하여 공기실 등을 설치한다.

3. 급수기구

3.1 총칙

급수기구란 급수관에 직결되는 급수설비의 구성으로 급수관과 연결하여 사용되는 분수전, 지수전, 급수전, 역류방지기구, 안전기구 및 각종 물 사용 특수기구 등을 말하며 구조와 재질은 다음 각 항에 적합해야 한다.

- (1) 사용목적의 용도에 구조와 성능이 적합할 것

- (2) 위생상 무해한 재료로 구성할 것
- (3) 부식 및 누수가 없고 유지관리가 용이할 것
- (4) 한랭지용은 정체수를 용이하게 배출시킬 수 있는 구조일 것
- (5) 기타 급수기구별로 필요한 성능을 갖출 것

본 절에서 그림으로 나타낸 것은 일례이다. 특히 역류에 대하여 고려해야 하는 변기, 세척밸브, 식기세척기 등에 대해서는 역류방지에 관한 조치를 취해야 한다.

3.2 분수전

분수전은 배수관에서 급수관을 분기하기 위한 급수기구로 새들붙이분수전 및 분수전과 같은 기능을 갖는 할정자관(割丁字管) 등이 있다.

3.3 수도꼭지

수도꼭지는 급수설비에 있어서 급수관의 끝에 장치되어 물을 내보내거나 멈추게 하는 급수기구를 말한다.

3.4 밸브류

밸브류에는 지수밸브, 역류방지밸브, 감압밸브, 안전밸브, 세척밸브, 진공파괴밸브, 부동전, 정유량밸브, 공기밸브와 흡배기밸브 등이 있다.

3.5 절수형 급수기구

절수형 급수기구는 적은 수량으로 사용목적을 달성할 수 있는 구조의 급수설비로서 절수설비와 절수기기로 분류된다.

4. 수도미터

4.1 총칙

수도미터란 급수설비에 부착하여 수요자가 사용하는 수량을 적산 계량하는 기기를 말하며, 그 계량수량은 수도요금의 산정과 함께 유수율 등 수량관리의 기초가 되는 것으로 적정한 계량이 요청되므로, 수도미터를 사용할 때에는 각종 수도미터의 특성을 고려하고 「계량에관한법률」등이 정한 수도미터의 검정에 합격하고 검정유효기간 이내의 것을 사용하여야 한다.

그리고 직결식 급수의 범위를 확대함에 따라 손실수두가 작은 기구를 사용해야 하므로 수도미터에 관해서도 압력손실을 경감하기 위하여 사용실태에 알맞는 종류와 구경을 선정해야 한다.

또한 수도사업자는 시행기준 등으로 사용하는 수도미터의 종류를 명시해야 하며 수도미터를 설치할 장소와 설치방법 등을 정해두는 것이 바람직하다.

4.2 종류, 구조 및 선정

수도미터는 적절한 계량과 내구성을 확보하기 위하여 그 특성이 사용실태에 알맞은 기종을 선정해야 한다.

4.3 성능

수도미터는 검정유효기간이내인 것을 사용하고 그 성능은 가능한 한 광범위로 정확하게 계량할 수 있고 또한 열화가 없으며 내구성이 있는 것이어야 한다.

4.4 수도미터 설치와 보호통

수도미터의 설치장소 선정 및 설치방법에 대해서는 다음 각 항에 적합해야 한다.

- (1) 수도미터의 설치장소는 대지경계선에 가장 근접한 부지내에 수도미터를 점검하고 교체작업하기가 용이하고 동결이나 외부 충격에 의한 파손이나 지반침하의 우려가 없는 장소를 선정하여 설치한다.
- (2) 수도미터를 지하에 설치하는 경우에는 수도미터보호통 또는 수도미터실에 넣어서 설치한다.
- (3) 수도미터를 설치할 때에는 수도미터에 표시된 수류방향의 화살표를 확인하고 수평으로 설치한다. 또한 수도미터의 기종에 따라 수도미터 전후에 소정의 직관부를 확보한다.
- (4) 공동주택 등의 건물 내에 수도미터를 설치하는 경우에는 방한대책 및 교체작업을 위한 공간을 확보해야 한다.

4.5 수도미터의 원격검침

수도미터의 원격검침장치를 설치하는 경우에는 정확하고 효율적으로 검침할 수 있고, 유지관리가 용이한 방식으로 해야 하며, 필요시 이와 연계하여 물 소비의 효율성 제고 및 운영관리의 고도화를 도모할 수 있도록 실시간 검침 및 사용량 정보제공 등의 스마트미터링 시스템 도입을 검토할 수 있다.

5. 저수조 이하의 설비

5.1. 총칙

저수조 이하의 설비는 배수관에서 수돗물을 일단 저수조에 받아서, 이것을 펌프로 고가수조에 양수하거나 급수펌프 등으로 압송하는 배관설비에 의하여 음용수를 공급하는 설비로 저수조는 「수도법」 제3조 제24호에 규정하는 상수도시설 중 급수설비에 해당하는 시설이다.

저수조의 설치나 구조 등에 관해서는 「주택건설 기준 등에 관한 규정」 제35조(비상급수시설) 및 「수도법 시행규칙」 제9조의2(저수조의 설치기준) 별표 3의2의 설치기준에 필요한 요건이 정해져 있으며 소방용 저수조와 상수도용 저수조는 각각 분리 설치함이 수질관리상 바람직하다. 또 「수도법」의 전용수도 또는 간이전용수도에 해당되는 경우에는 동법으로 그 관리에 관하여 필요한 사항이 정해지고 있다.

이와 같이 저수조 이하설비에 대해서는 법규에 의하여 안전한 물을 적정하게 공급하기 위한 것이지만, 저수조, 고가수조, 압력탱크 및 배관설비의 구조와 재질에 따라 수돗물이 오염될 가능성이 있으므로 설계, 시공 또는 유지관리에 대해서는 구조나 재질상의 안전을 기해야 하며 유해물질로 인하여 수돗물이 오염되지 않도록 충분히 고려해야 한다.

5.2 지하저수조

저수조의 구조와 재질은 다음 각 호에 적합해야 한다.

- (1) 보수, 점검 및 유지관리가 용이해야 한다.
- (2) 충분한 강도가 있고 내구성이 있어야 한다.
- (3) 저수조 내의 물이 오염되지 않아야 한다.

5.3 고가수조

고가수조의 구조와 재질은 지하저수조에 준하며 설치위치는 급수기구가 원활하게 작동할 수 있는 압력을 얻을 수 있는 높이에 설치한다.

5.4 가정용 소형수조

가정용 소형수조의 구조와 재질은 지하저수조 및 고가수조에 준하며 다음 각 항에 적합해야 한다.

- (1) 빛이 투과할 수 없어야 하며 수밀성이 보장되어야 한다.
- (2) 수조내에서 수온변화가 없도록 한다.
- (3) 수조내를 점검하고 청소하는 것이 용이해야 한다.

5.5 펌프직송 급수방식

펌프직송급수방식은 고층건물에서 고가수조의 청소 등 유지관리의 어려움, 고가수조에서의 오염 등의 문제를 해소하기 위하여 고가수조를 설치하지 않고 펌프를 사용하여 직접 급수하는 펌프직송 급수방식이다.

5.6 배관설비

건축물에서의 배관설비에 관한 설계기준은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에 규정되어 있다. 배관설비의 구조 및 재질에 대해서는 다음 각 항에 적합해야 한다.

- (1) 보수점검을 용이하게 할 수 있어야 한다.
- (2) 관의 손상을 방지할 수 있는 조치가 되어 있어야 한다.
- (3) 관내의 물이 오염되지 않아야 한다.

6. 수질관리 대책

6.1 총칙

급수설비는 수도시설과는 다르게 수요자 개인의 재산이고 그 관리가 수요자에게 맡겨져 있는 것이지만, 배수관과 일체로 되어 급수시스템을 구성하고 있다.

따라서 급수설비에 의하여 수돗물의 수질이 변질되거나 또는 역류됨으로 인하여 배수관내의 물을 오염시키는 일이 있어서는 안 된다.

또한 급수설비로 사용하는 급수기구는 편리성과 쾌적성을 추구하는 것들이 많이 보급되고 있다. 그 결과 수요자의 편리함을 우선하는 급수설비에 따른 위험한 접속이나 부적절한 사용으로 인한 역류의 우려가 높아지고 있다.

급수기구에 대해서는 재료의 특성과 사용조건 등을 충분히 고려하여 사용장소에 알맞은 기구를 선정해야 한다. 특히 수도사업자는 수요자에게 급수설비를 적절하게 사용하도록 널리 계도하는 것도 중요하다.

6.2 수질을 고려한 기자재의 선정

공급수의 수질을 확보하기 위하여 다음 사항을 고려한다.

- (1) 수질에 영향을 미치지 않는 관종을 선정한다.
- (2) 필요에 따라 배수(drain)기구를 마련한다.
- (3) 배관은 적절하고 정성들여 시공한다.

6.3 역류방지(anti-reverse flow)

급수설비에서 역류에 의한 수질사고를 방지하기 위해서는 다음과 같은 적절한 조치를 강구한다.

- (1) 급수관에는 해당 급수설비 이외의 관, 기계, 설비 등과 직접 연결(cross-connection의 원인이 됨)하지 말아야 한다.
- (2) 저수조, 싱크대나 기타 물을 받는 용기에 급수하는 경우에는 토수구와 저수조 등의 월류면과의 사이에 필요한 토수구 공간을 확보해야 하며, 옥내의 급수기구에는 적절한 위치에 역류방지밸브가 설치되어 있어야 한다.
- (3) 배수관에서 분기되는 모든 급수설비에는 역류에 의한 2차오염을 방지하기 위하여 계량기 2차측에 역류방지밸브를 설치해야 한다.

7. 한랭지 대책

7.1 총칙

급수설비내에서 물이 동결되면 원래의 기능이 방해될 뿐만 아니라 동결에 의하여 관 및 급수기구가 파괴되는 경우가 있다. 한랭지에서 급수설비를 설계·시공할 때에는 동결을 방지하기 위한 조치를 강구해야 한다.

동결사고가 발생하는 상황은 지역에 따라서 다르다. 따라서 그 대책도 각 지역의 특수성을 고려한 대응이 필요하다.

7.2 한랭지에서의 설계의 기본사항

한랭지에서 급수설비를 설계할 때에는 다음 각 사항에 유의한다.

- (1) 동결의 우려가 있는 장소에는 내한성을 갖는 급수설비를 사용하는 등 동결을 방지해야 하며 동결과열된 경우라도 용이하게 수리할 수 있는 구조로 한다.
- (2) 급수관의 부설은 동결심도(지표로부터 지중온도가 0℃의 위치까지의 깊이) 이하가 되도록 하며, 옹벽이나 개거의 법면 등에 병행 근접하여 부설하는 경우에는 동결될 우려가 높으므로 보온재로 피복하는 등에 유의해야 한다.

7.3 시공

한랭지에서의 시공은 다음 사항을 유의한다.

- (1) 급수관의 매설심도는 각 지역에서의 기온, 적설 및 토질 등의 자연환경을 고려하여 원칙적으로 동결심도 이하로 매설한다.
- (2) 급수관은 다른 지하매설물과의 관계, 건물과의 근접, 도로공사, 교통사정 등 시가지에서의 자연적, 사회적인 영향과 제약을 받는 것을 감안하여 적절한 조치를 강구할 필요가 있다.
- (3) 수도미터를 설치하는 위치는 검침이 용이하고 또한 동결이나 손상의 우려가 없도록 유의하여 결정한다.
- (4) 한랭지에서의 옥내배관은 동결을 방지하기 위하여 관내수가 원활하게 배출되는 구조로 하고 더욱이 동결사고일 경우에도 수리가 용이한 구조로 한다.
- (5) 드레인 및 부동급수전을 설치하는 경우에는 관내수를 동결심도 이하로 용이하게 배출시킬 수 있고 또한 고장수리 등 유지관리에 지장이 없도록 유의하여 시공한다.

7.4 동결방지용 보온재

동결방지용 보온재(이하 보온재라고 한다)로 사용하는 재료는 내구성과 내화확성이 풍부하고 저온에서도 내노화성이며 또한 열전도율이 낮고 내열성이 우수한 것을 사용한다.

매설관에 사용하는 경우에는 작업 중에 파손되거나 매설 후에 토압에 의하여 필요한 두께를 유지할 수 없는 재질의 보온재는 적당한 방호조치를 강구한다.

보온재에는 판모양 및 통모양의 것이 있으며 토질, 사용조건 및 작업성을 고려하여 구별하여 사용한다.

7.5 동결사고의 처리

한파에 의한 급수설비의 파열 등의 동결사고는 동시에 다수가 발생하는 경우가 많다. 동절기에 접어들기 전에 사용자들에 대하여 동결에 대한 홍보활동을 함으로써 상당수를 방지할 수 있으므로 물을 배수(排水)시키는 방법이나 주의사항을 홍보물 등으로 주지하는 것이 바람직하다.