

KDS 61 50 00 : 2022

# 수처리시설 설계기준

2022년 1월 20일 개정  
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE





### 건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

## 건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 하수도설계기준 개정 소위원회 및 자문검토 결과에 따라 개정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
KDS 61 50 00:2017	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2017.10)
KDS 61 50 00:2019	• 공공하수처리시설 반류수 관리방안 보완 • 총인처리시설 설계고려사항 보완	개정 (2019.11)
KDS 61 50 00:2022	• 소규모 하수처리시설에서 부하변동이 크게 발생하는 경우 반드시 유량조정조 설치를 검토하도록 개정 • 하수 유입유량계의 설치위치, 시간대별 측정사항 추가 • 잉여찌꺼기(슬러지)발생량 관련 자구 및 파라미터 수정	개정 (2022.1)

제 정 : 2017년 10월 27일  
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회  
 소관부서 : 환경부 생활하수과  
 관련단체 : 한국상하수도협회

개 정 : 2022년 1월 20일  
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회  
 작성기관 : 한국상하수도협회

---



---

## 목 차

---



---

1. 총설	118
1.1 계획하수량과 수질	118
1.2 처리방법의 선정	118
1.3 처리시설의 배열 및 구조	119
1.4 처리시설간의 수위차	119
2. 유량조정조	120
2.1 용량	120
2.2 조의 형상 및 수	120
2.3 구조 및 수심	120
2.4 교반장치	120
2.5 유출설비	121
3. 침전지	121
3.1 일차침전지	121
3.2 이차침전지	123
3.3 다층식침전지	125
4. 생물학적처리의 기본원리	126
4.1 활성슬러지법의 기본원리	126
4.2 활성슬러지법의 동역학해석	126
4.3 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리 및 처리특성	127
4.4 부유미생물+부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리	127
5. 활성슬러지법	127
5.1 활성슬러지법의 설계인자	127
5.2 포기에 의한 산소용해기구	131
5.3 활성슬러지법 처리방식	132
5.4 표준활성슬러지법	132

5.5	순산소활성슬러지법	137
5.6	심층포기법	138
5.7	연속회분활성슬러지법	139
5.8	산화구법	141
5.9	장기포기법	142
6.	부착미생물에 의한 생물학적 처리	143
6.1	부착미생물에 의한 생물학적 처리방식	143
6.2	접촉산화법	143
6.3	호기성여상법	145
7.	고도처리	146
7.1	개요	146
7.2	처리방식의 선정	146
7.3	질소제거	147
7.4	인제거	149
7.5	질소·인 동시제거	150
7.6	기존하수처리장의 고도처리시설 설치	154
7.7	잔류 SS 및 용존유기물 제거공정	155
8.	소독시설	157
8.1	소독의 필요성 및 방법	157
8.2	염소소독	158
8.3	탈염소	161
8.4	오존에 의한 소독	162
8.5	자외선(UV)소독시설	162
9.	간이공공하수처리시설	163
9.1	설치기준	163
9.2	계획수립시 고려사항	164
9.3	용량산정	164

9.4 설계시 고려사항 ..... 164

10. 하수처리장 내 부대시설 ..... 166

    10.1 처리장 내 연결관로 ..... 166

    10.2 공동구 ..... 167

    10.3 방류구 ..... 167

    10.4 급배수관 ..... 167

11. 친환경 주민친화시설 ..... 167

12. 악취방지 및 탈취설비 ..... 168



## 1. 총설

### 1.1 계획하수량과 수질

계획하수량과 수질은 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 처리시설의 계획하수량은 1차처리, 2차처리, 고도처리 및 3차처리의 각 시설에 대하여 <표 1.1.1>을 표준으로 한다. 합류식 하수도는 우천시 일차침전지의 침전시간을 0.5시간 이상 확보하고, 표면부하율은 계획1일최대오수량에 대해 25~50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d 정도로 하여, 우천시 계획오수량을 유입시켜 1차처리해야 하며, 소독시설 고려시 우천시 일차침전 후 생물반응조로 유입되지 않고, By-pass되는 하수에도 소독이 고려되어야하므로 고탁도에도 안정적인 소독이 가능하도록 소독방법을 선정하여야 한다.

<표 1.1.1> 각 시설의 계획하수량

구 분		계 획 하 수 량	
		분류식 하수도	합류식 하수도
1차처리 (일차침전지까지)	처리시설(소독시설 포함)	계획1일최대오수량	우천시계획오수량
	처리장내 연결관로	계획시간최대오수량	우천시계획오수량
2차처리	처리시설	계획1일최대오수량	계획1일최대오수량
	처리장내 연결관로	계획시간최대오수량	계획시간최대오수량
고도처리 및 3차처리	처리시설	계획1일최대오수량	계획1일최대오수량
	처리장내 연결관로	계획시간최대오수량	계획시간최대오수량

- (2) 유입하수량과 유입수질의 결정시 그 지역의 환경과 유사한 처리구역을 사전에 충분히 조사를 통해 시간적 변동등을 반영하고, 분뇨등의 연계처리, 주야간 인구변동 및 그 이외의 장래계획도 고려해서 정한다.
- (3) 유입되는 하수의 수량과 수질변동에 대처하기 위해서 필요에 따라 유량조정조를 설치한다.

### 1.2 처리방법의 선정

처리방법의 선택시에 다음 사항을 고려한다.

- (1) 유입하수량과 수질
- (2) 처리수의 목표수질
- (3) 연계 및 장내반류수 처리계획
- (4) 처리장의 입지조건
- (5) 방류수역의 현재 및 장래 이용상황
- (6) 건설비 및 유지관리비 등 경제성
- (7) 유지관리의 용이성
- (8) 법규 등에 의한 규제
- (9) 처리수의 재이용계획

### 1.3 처리시설의 배열 및 구조

처리시설의 배열과 그 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 각 시설은 유지관리가 용이하고 기능이 충분히 발휘될 수 있어야 한다.
- (2) 처리시설은 각 시설특성에 적합한 방수대책과 방식도장으로 수밀성과 내구성이 있는 구조로 한다.
- (3) 처리장의 주요시설은 점검, 수리, 청소, 고장에 의한 운휴를 감안하여 2계열 이상으로 설치함으로써 무중단 운전이 되도록 한다.
- (4) 단계적 시공을 고려해서 정한다.
- (5) 주변에 미치는 악취, 소음 등을 고려해서 정한다.

### 1.4 처리시설간의 수위차

#### 1.4.1 수리계산의 필요성

하수처리시설은 일반적으로 침사지까지 하수를 자연 유하시킨 다음 펌프로 양수하여 본 처리시설을 거쳐 자연유하의 형식으로 방류될 수 있도록 하며, 수리계산은 이러한 유수의 자연유하가 가능하도록 각 시설간의 소요 수위차를 산정한 후 수리종단도를 작성하기 위하여 필요하고, 수리종단도를 작성함으로써 시설의 수리학적 안정성 확보, 펌프소요수두 및 각 시설 설치지반고 산정 등이 가능하다.

#### 1.4.2 수리계산시 고려사항

수리계산시 다음과 같은 사항을 고려한다.

- (1) 계획방류수위 및 계획지반고 : 계획홍수위를 반영한 계획방류수위를 설정하고, 계획홍수위에도 자연유하로 방류되도록 계획지반고 및 유입펌프 소요 양정 산정
- (2) 계획수량 및 유속
- (3) 각 시설간의 연결관
- (4) 여유치 : 각 시설은 구조상의 수위변화량에 관로, 계량설비 등의 수위변화량을 가산하여 소요 수위차를 갖도록 함
- (5) 시설의 구조 : 단위처리시설 사이의 유량분배를 균등화할 수 있고, 미생물의 손실을 방지하기 위하여 극도의 침두유량에서는 이차처리시설을 우회할 수 있는 대책을 마련하여야 하며, 관로나 수로에서 하수가 흐르는 방향이 변환되는 경우를 최소화하는 것이 필요
- (6) 각종 수리학적 악조건의 발생 : 처리장내의 기계설비 고장 등으로 인하여 가동을 중지한 상태에서의 수리학적 상태 와 유량이나 수질면에서 최악의 상태 등에 대비하여 수리계산 시행

### 1.4.3 수리계산 방법

- (1) 수리계산은 계획방류수위를 정한 후 방류관로부터 처리시설의 펌프시설 또는 유입관로까지 역으로 계산한다.
- (2) 수리계산시에는 적합한 수리공식이 적용되어야 하고 그 계산은 정확하여야 한다.

### 1.4.4 수리종단도

수리계산시는 수리종단도를 작성하여 처리시설에 대한 수리계산의 적합성 및 수리경사의 안정성 등을 확인하여야 한다.

## 2. 유량조정조

유량조정조는 유입하수의 유량과 수질의 변동을 균등화함으로써 처리시설의 처리효율을 높이고 처리수질의 향상을 도모할 목적으로 설치하는 것이 기본 목적이거나, 합류식지역의 경우 우천시 처리장 유입수(하수+강우유출수)의 일시저류 목적으로 사용될 수도 있다.

특히, 소규모 하수처리시설에서 시간대별 유량 또는 수질의 부하변동이 크게 발생하는 경우 반드시 유량조정조 설치를 검토하여야 한다.

### 2.1 용량

조의 용량은 처리장에 유입되는 하수량의 시간변동에 의해 정한다. 일반적으로 유입패턴 조사결과와의 시간대별 최고 하수량이 일간평균치(계획1일최대하수량의 시간평균치)에 대해 1.5배 이상이 되는 경우, 고려할 수 있다. 유량변동 특성이 조사되면 유입량 누가곡선을 작성하여 도상에서 소요조정조 용량을 구한다.

### 2.2 조의 형상 및 수

- (1) 형상은 직사각형 또는 정사각형을 표준으로 한다.
- (2) 부속기계설비의 점검 및 수리를 위해 조의 배수가 필요한 경우에는 2조 이상을 원칙으로 하나, 그 이외의 경우, 수량 및 수질의 균등화를 위해 1조를 원칙으로 한다.

### 2.3 구조 및 수심

- (1) 조는 수밀한 철근콘크리트구조로 하고 부력에 대해서 안전한 구조로 한다.
- (2) 유효수심은 송수펌프의 양정을 작게 하기 위하여 3~5 m를 표준으로 한다.
- (3) 유량조정조의 경우, 혐기화된 하수가 공기와 접촉하여 황화수소(H<sub>2</sub>S)를 발생시킬 가능성이 큰 곳으로 악취와 함께 상부가 복개된 경우 부식의 우려가 큰 곳으로 조 내부의 콘크리트 방식처리를 고려한다.

### 2.4 교반장치

유량조정조에는 오염물의 침전을 방지함과 동시에 유출수의 수질을 균질화하기 위해 교반을 한다. 또한 체류시간이 긴 경우에는 유입하수가 부패될 수 있으므로 방지대책을 고려한다.

## 2.5 유출설비

유량조정조의 유출은 직렬방식의 경우에는 펌프로, 병렬방식의 경우에는 자연유하로 유량조정조 하부로부터 침사지 등에 반송하는 것이 유리한 경우를 제외하고, 펌프에 의해 수처리시설로 송수한다.

## 3. 침전지

침전지는 고형물입자를 침전, 제거해서 하수를 정화하는 시설로서 대상 고형물에 따라 일차침전지와 이차침전지로 나눌 수 있다.

일차침전지는 1차처리 및 생물학적 처리를 위한 예비처리의 역할을 수행하며, 이차침전지는 생물학적 처리 또는 화학적처리(응집제 투입)에 의해 발생하는 찌꺼기(슬러지)와 처리수를 분리하고, 침전한 찌꺼기(슬러지)의 농축을 주목적으로 한다. 소규모 하수처리시설에서는 처리방식에 따라서 일차침전지를 생략할 수도 있다.

### 3.1 일차침전지

#### 3.1.1 형상 및 지수

침전지의 형상 및 지수는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 형상은 원형, 직사각형 또는 정사각형으로 하며, 침전지내에서 단락류(short circuiting)나 국지적인 와류가 발생되지 않도록 저류판등을 설치한다.
- (2) 직사각형인 경우 길이에 비해 폭이 지나치게 크면, 지내의 흐름이 불균등하게 되어 정체부가 많이 발생되고 이로 인해 편류 등이 발생하여 침전효과가 저하되므로 폭과 길이의 비는 1:3 이상으로 하고, 폭과 깊이의 비는 1:1~2.25:1 정도로, 폭은 찌꺼기(슬러지)수집기의 폭을 고려하여 정한다. 원형 및 정사각형의 경우 폭과 깊이의 비는 6:1~12:1 정도로 한다.
- (3) 침전지 지수는 청소, 수리, 개조 등을 위하여 최소한 2지 이상으로 한다.

#### 3.1.2 구조

침전지의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 침전지는 수밀성 구조로 하고 부력에 대해서도 안전한 구조로 하며 침전지내 설비의 유지보수 등을 위한 지배수 용도로 배수밸브 등의 배수시스템을 갖춰야 한다.
- (2) 침전된 찌꺼기(슬러지)가 장시간 체류하게 되면 부패현상이 일어날 수 있으므로 이러한 부패현상을 막고 또한 유효침전 구역을 되도록 넓게 하기 위해서 찌꺼기(슬러지)를 제거목적의 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치한다.
- (3) 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치하는 경우의 조의 바닥은 침전된 찌꺼기(슬러지)를 어느 한쪽으로 모으기 쉽게 적당한 기울기를 두며, 침전지 바닥 기울기는 직사각형에서는 1/100~2/100으로, 원형 및 정사각형에서는 5/100~10/100으로 하고, 찌꺼기(슬러지) 호퍼(hopper)를 설치하며, 그 측벽의 기울기는 60° 이상으로 한다.

- (4) 악취대책 및 지역특성을 고려하여 복개를 검토할 수 있다.
- (5) 가동초기에는 유입수량 및 유입수질이 계획수량 및 계획수질에 도달하지 못하는 경우가 많아 반응조의 생물처리에 필요한 영양원을 확보할 수 없는 경우가 발생하므로 초기운전대책으로 우회수로(by-pass line)의 설치를 검토할 수 있다.

### 3.1.3 표면부하율

표면부하율은 계획1일최대오수량에 대하여 분류식의 경우 SS제거율이 높아지면 반응조유입수의 BOD/SS비가 상승하여 별킹의 원인이 되기도 하고 활성슬러지의 SVI가 높게 되어 처리수질을 악화시킬 수도 있으므로 35~70  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ , 합류식의 경우 우천시 처리 등을 고려하여 25~50  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 로 한다.

### 3.1.4 유효수심

실제 침전지 깊이가 너무 얕으면 유체의 흐름에 의해 영향을 받거나 찌꺼기(슬러지)를 제거할 때 찌꺼기(슬러지)가 부상할 수도 있으므로, 유효수심은 2.5~4 m를 표준으로 한다.

### 3.1.5 침전시간

침전시간은 계획1일 최대오수량에 대하여 표면부하율과 유효수심을 고려하여 정하며, 일반적으로 2~4시간으로 한다.

### 3.1.6 여유고

여유고는 수위의 변화 및 바람에 의한 요소 등을 고려하여 40~60 cm 정도로 한다.

### 3.1.7 분배시설

일차침전지 분배시설은 지별로 균등하게 분배할 수 있어야 하며, 부유물 침전방지시설 설치 필요성을 검토한다.

### 3.1.8 정류설비

정류설비는 유입수를 단면전체에 대해 균등하게 분포시켜 침전지로 유입하는 유체의 흐름을 층류(laminar flow)로 유지시키기 위하여 설치하는 것이다. 정류설비에 대하여 다음 사항을 고려한다.

- (1) 직사각형 침전지와 같이 하수의 유입이 평행류인 경우에는 유입된 하수가 침전지의 전체 폭에 균일하게 도달하게 하기 위해 저류관 혹은 유공정류벽을 설치한다.
- (2) 원형 및 정사각형 침전지에서와 같이 하수의 유입이 방사류인 경우에는 유입구의 주변에 원통형 저류관을 설치한다. 원형침전지의 정류통의 직경은 침전지 직경의 15~20%, 수면 아래의 침수 깊이는 90 cm 정도가 되도록 설치한다.

### 3.1.9 유출설비 및 스킴제거기

유출설비 및 스킴제거장치는 다음 사항을 고려하여 설치한다.

- (1) 유출부분의 유출설비는 침전지의 전면적에 대하여 유체가 일정하게 유출되도록 월류위어를 설치하고, 유출설비 앞에서 스킴이 유출되지 않도록 스킴저류판(scum baffle), 스킴제거기를 설치한다.
- (2) 스킴은 자연적으로 월류위어 쪽으로 모이게 되므로 스킴저류판의 상단은 수면위 10 cm, 하단은 수면아래 30~40 cm 가량 되도록 설치한다.
- (3) 미립자의 부상효과를 억제하고 침전효율을 높이기 위해서는 월류길이당의 월류량(월류부하)를 작게 하는 것이 필요하며, 월류위어의 부하율은 일반적으로  $250 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$  이하로 한다.

### 3.1.10 찌꺼기(슬러지)수집기

- (1) 직사각형지의 경우에는 연쇄(chain-flight)식이 좋다.
- (2) 원형지 및 정사각형지의 경우에는 회전식으로 한다.
- (3) 수집기의 이동속도는 침전물의 침전을 방해하거나 침전된 찌꺼기(슬러지)가 뜨거나 또는 스킴이 발생하지 않을 정도로 완만하게 하며, 연쇄(chain-flight)식의 경우  $0.3\sim 1.2 \text{ m/min}$  정도, 원형침전에서 스크레이퍼(scraper)의 원주속도는  $1.5\sim 3.0 \text{ m/min}$ , 회전속도는  $1\sim 3 \text{ 회/h}$ 가 적당하다.

### 3.1.11 찌꺼기(슬러지)배출설비

찌꺼기(슬러지)수집기에 의하여 모아진 찌꺼기(슬러지)는 다음 사항을 고려하여 배출한다.

- (1) 일차침전지찌꺼기(슬러지)는 이차침전지찌꺼기(슬러지)에 비해 무기질을 다량 포함하여 비중이 크고 큰 험잡물이 다량 포함되어 있으므로 수위차에 의한 찌꺼기(슬러지)배출은 폐쇄가 되기 쉽고, 특히 우천시에는 배출관의 폐쇄가 심화될 수 있으므로 일차침전지의 찌꺼기(슬러지)는 펌프에 의한 강제배출을 기본으로 한다.
- (2) 찌꺼기(슬러지)배출관은 주철관 또는 이와 동등이상의 기능을 갖는 재질의 관이어야 하며, 직경은 찌꺼기(슬러지)에 의해 폐쇄되지 않을 정도로 최소한 150 mm 이상으로 한다.
- (3) 배출관은 폐쇄되기 쉬우므로 청소가 용이하도록 배관의 굴곡부 등에 청소구를 설치하고, 적당한 장소에 점검구 및 압력수세척배관을 설치한다.

## 3.2 이차침전지

### 3.2.1 형상 및 지수

침전지의 형상 및 지수는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 형상은 원형, 직사각형 또는 정사각형으로 한다.
- (2) 직사각형인 경우, 폭과 길이의 비는  $1:3$  이상으로 하고, 폭과 깊이의 비는  $1:1\sim 2.25:1$  정도로, 폭은 찌꺼기(슬러지)수집기의 폭을 고려하여 정한다. 원형 및 정사각형의 경우, 폭과 깊이의 비는  $6:1\sim 12:1$  정도로 한다.
- (3) 침전지 지수는 최소한 2지 이상으로 한다

### 3.2.2 구조

침전지의 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 침전지는 수밀성 구조로 하며 부력에 대해서도 안전한 구조로 하며, 침전지내 설비의 유지보수 등을 위한 지배수 용도로 배수밸브 등의 배수시스템을 갖춰야 한다.
- (2) 찌꺼기(슬러지)를 제거시키기 위해 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치한다.
- (3) 찌꺼기(슬러지)수집기를 설치하는 경우의 침전지 바닥 기울기는 직사각형에서는 1/100~2/100으로, 원형 및 정사각형에서는 5/100~10/100으로 하고, 찌꺼기(슬러지)호퍼(hopper)를 설치하며 그 측벽의 기울기는 60° 이상으로 한다.

### 3.2.3 표면부하율

이차침전지에서 제거되는 SS는 주로 미생물 응결물(floc)이므로 일차침전지의 SS에 비해 침강속도가 느리고, 따라서 표면부하율은 일차침전지보다 작아야하므로, 표준활성슬러지법의 경우, 계획1일 최대오수량에 대하여 20~30  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 로 하되, SRT가 길고 MLSS농도가 높은 고도처리의 경우 표면부하율을 15~25  $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 로 할 수 있다.

### 3.2.4 고행물부하율

이차침전지의 고행물부하율은 40~125  $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 로 한다. 이차침전지에서 침전되는 찌꺼기(슬러지)의 SS농도가 매우 크므로 지역침전(zone settling)현상이 일어나므로, 침전시키려는 고행물의 양을 토대로 하여 계산된 값과 표면부하율에 의하여 계산된 값을 비교하여 소요면적이 큰 것으로 침전지의 표면적을 결정한다.

### 3.2.5 유효수심

유효수심은 2.5~4 m를 표준으로 한다.

### 3.2.6 침전시간

침전시간은 계획1일 최대오수량에 따라 정하며, 표준적인 표면부하율 및 유효수심의 경우는 3~4 시간 정도, 침강특성이 양호하지 않을 경우는 4~5시간 정도 확보하여야 한다.

### 3.2.7 여유고

침전지 수면의 여유고는 40~60 cm 정도로 한다.

### 3.2.8 정류설비

정류설비에 대하여 다음 사항을 고려한다.

- (1) 직사각형 침전지와 같이 하수의 유입이 평행류인 경우에는 저류관 혹은 유공정류벽을 설치한다.

- (2) 원형 및 정사각형 침전지에서와 같이 하수의 유입이 방사류인 경우에는 유입구의 주변에 원통형 저류관을 설치한다.

### 3.2.9 유출설비 및 스킴제거기

유출설비 및 스킴제거장치는 다음 사항을 고려하여 설치한다.

- (1) 유출부분에는 월류위어와 스킴저류관(scum baffle), 스킴제거기를 설치한다.
- (2) 스킴저류관의 상단은 수면위 10 cm, 하단은 수면아래 30~40 cm 가량 되도록 설치한다.
- (3) 월류위어의 부하율은 일반적으로  $190 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{d}$  이하로 한다.
- (4) 월류위어 및 유출수로에 조류가 발생되면 부분적으로 월류가 방해되어 편류가 생성되기 쉬우므로, 월류위어 및 위어수로에는 필요에 따라 조류증식 방지대책을 고려할 수 있다.

### 3.2.10 찌꺼기(슬러지)수집기

찌꺼기(슬러지)수집기는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 직사각형지의 경우에는 연쇄식, 주행사이편식을 이용하는 것이 좋다. 주행사이편식은 진공주행장치 및 사이편관 선회장치를 설치하여 약  $30\sim 120 \text{ cm}/\text{min}$ 의 속도로 왕복하면서 저부에 침전된 찌꺼기(슬러지)를 뽑아 올리는 방식이다.
- (2) 원형지 또는 정사각형지의 경우에는 회전식으로 한다.
- (3) 찌꺼기(슬러지)수집기의 속도는 침전된 찌꺼기(슬러지)가 교란되지 않을 정도로 한다. 이차침전지에서의 찌꺼기(슬러지)수집기 속도는 일차침전지에 비해 느리게 하여, 연쇄식에서는  $0.3 \text{ m}/\text{min}$  정도가 일반적이다. 원형에서는 원주속도가  $0.6\sim 1.2 \text{ m}/\text{min}$  정도이며,  $2.5 \text{ m}/\text{min}$ 을 초과하지 않도록 한다.

### 3.2.11 찌꺼기(슬러지)배출설비

찌꺼기(슬러지)수집기에 의하여 모아진 찌꺼기(슬러지)는 다음 사항을 고려하여 배출한다.

- (1) 찌꺼기(슬러지)를 배출하기 위해서는 수위차를 이용하거나 펌프 또는 주행사이편을 사용한다.
- (2) 찌꺼기(슬러지)를 배출하기 위한 관은 주철관 또는 이와 동등이상의 기능을 갖는 재질의 관이어야 하며 직경 150 mm 이상으로 한다.
- (3) 배출관은 폐쇄되기가 쉬우므로 배관에 특히 유의하며, 적당한 곳에 청소구를 설치한다.

## 3.3 다층식침전지

침전지를 다층식으로 하는 경우는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 형상은 직사각형을 원칙으로 하며 평행류로 한다.
- (2) 유입부 및 월류부에 대해서는 상하 각 층에 균등하게 유입하도록 한다.
- (3) 유출설비는 월류위어, 구멍난 관 등에 의하며 일차침전지의 유출설비는 월류위어방식으로 한다.
- (4) 상하층 분할 슬래브(slab) 단에 스킴이 부착될 염려가 있으므로 찌꺼기(슬러지)수집기로 제거하는 것이 좋다.

- (5) 찌꺼기(슬러지)배출관은 수심이 커지므로 폐쇄에 대해 안전한 구조로 한다.
- (6) 유효수면적은 상하층의 평면적의 합계로 한다.

## 4. 생물학적처리의 기본원리

### 4.1 활성슬러지법의 기본원리

활성슬러지법에 의한 하수중의 오염물질 제거과정은 활성슬러지 미생물에 의한 반응조에서의 오염물질 제거(흡착·산화·동화)와 이차침전지에서의 활성슬러지 고액분리로 요약될 수 있다. 활성슬러지 미생물은 생리적인 특성에 의해 다음과 같이 네 가지 군으로 나누어 생각해 볼 수 있다.

- ① 호기적 조건(산소가 존재하는 조건)에서 탄소계유기물을 이용하여 증식하는 종속영양미생물(세균류 외에 원생동물과 대형생물 포함)
- ② 호기적 조건하에 암모니아성질소를 아질산성질소, 또는 질산성질소로 산화시키는 독립영양미생물(Nitrosomonas 등의 암모니아 산화미생물, Nitrobactor 등의 아질산 산화미생물을 포함하며 이 반응을 질산화라 하며, 이러한 미생물을 질산화미생물이라 함)
- ③ 무산소상태(용존산소가 존재하지 않는 상태)하에서도 질산성호흡, 아질산성호흡을 행하는 통기성미생물(종속영양미생물로 분류되며 탈질미생물이라 함)
- ④ 혐기상태(산소와 질산 및 아질산도 존재하지 않는 상태)와 호기상태를 교대로 반복하여 다중인 산을 통상적으로 다량 축적하도록 하는 미생물(종속영양미생물로 분류되며 탈인미생물, 인축적미생물이라 함)

활성슬러지의 정화기능은 다음과 같다.

- ① 활성슬러지에 의한 유기물의 흡착 : 활성슬러지에 의한 유기물의 흡착은 활성슬러지의 표면에 유기물이 농축되는 현상
- ② 흡착된 유기물의 산화 및 동화
  - └ 산화에 의한 분해(에너지 생산)
  - 흡착된 유기물 ─┬
  - └ 동화에 의한 합성(세포합성)
- ③ 활성슬러지 플록의 침강·분리 : 이차침전지에서의 활성슬러지의 양호한 응집성과 침강성이 보장 필요
- ④ 질산화 : 질소화합물을 산화하는 질산화미생물에 의한 질산화반응
- ⑤ 탈질산화 : 통성혐기성 미생물군인 탈생미생물에 의해 유기물을 이용하여 아질산성질소와 질산성질소를 질소가스로 환원하는 반응
- ⑥ 생물학적인 제거 : 활성슬러지 미생물에 의한 인 과잉섭취 현상을 이용

### 4.2 활성슬러지의 동역학해석

활성슬러지의 동역학적 모델의 유기물제거 원리를 정리하면 다음과 같다

- ① 처리수 유기물 농도는 SRT에 의해 결정된다.
- ② 유입수 유기물농도가 증가되면, 활성슬러지의 미생물농도가 증가되어 SRT가 일정정도 유지됨

에 따라 처리수의 유기물농도가 안정된다.

③ 활성슬러지법에 의한 하수의 유기물 제거는 비교적 작은 SRT로 양호한 처리수질이 기대된다.

### 4.3 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리 및 처리특성

부착미생물에 의한 생물학적 처리는 접촉제 및 유동담체의 표면에 부착된 미생물을 이용하여 처리하는 방법으로, 매체의 표면에 미생물을 부착시켜 전체적으로 반응조내 미생물양을 증대시켜, pH 변동 등의 충격부하에 대한 적응성이 강하고 난분해성 물질 유입에 따른 처리성능이 저하를 완화할 수 있는 처리특성이 있다.

(1) 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리

- ① 생물막에서의 물질이동
- ② 생물막의 탈리
- ③ 반응조내의 미생물량의 조정

(2) 부착미생물에 의한 생물학적 처리의 처리특성

- ① 생물학적 특징 : 반응조 후단으로 갈수록 유기물농도가 저하하여 질산화미생물의 증식에 적합한 환경이 조성됨과 동시에 미생물의 생물막이 탈리되지 않는 한 반응조로부터 유출되지 않기 때문에 부착 미생물의 SRT가 길어져 질산화반응이 진행되기 쉽다.
- ② 반응조의 다단화와 단계(step) 유입 : 생물상의 다양성은 반응조를 다단화함으로써 촉진
- ③ 고액분리상의 특징 : 반응조 유출수중의 고형물은 대부분이 생물막으로부터 탈리된 부착 생물이고 그 농도는 20~150 mg/l로 활성슬러지법에 비하여 작다.

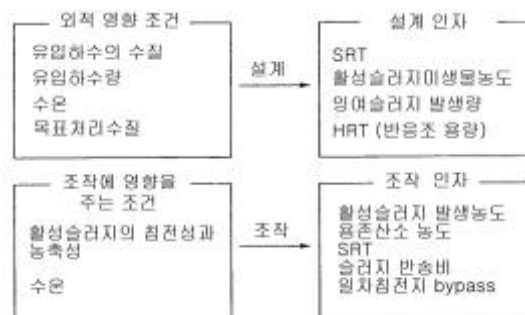
### 4.4 부유미생물+부착미생물에 의한 생물학적 처리의 기본원리

활성슬러지 공정에서 사용하기 위한 여러 가지 종류의 합성 담체가 개발되었으며, 이 담체는 미생물 부착목적으로 활성 슬러지의 혼합액과 함께 부유되거나, 생물반응조 안에 고정된다. 담체 이용 처리법은 크게 유동담체를 이용하는 방법과 고정담체를 이용하는 방법이 있다.

## 5. 활성슬러지법

### 5.1 활성슬러지법의 설계인자

#### 5.1.1 설계·조작인자에 영향을 미치는 조건



### 5.1.2 반응조의 종류

(1) 반응조의 형상

활성슬러지법의 반응조의 형상에는 사각형 수로와 장원형 무한수로가 있다.

(2) 혼합방식

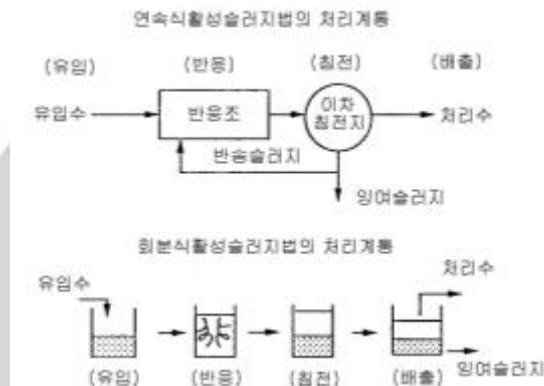
반응조는 혼합액의 혼합방식에 따라 플러그흐름형 반응조와 완전혼합형 반응조로 구분된다.

(3) 호기상태, 무산소상태와 혐기상태에 의한 반응조의 구별

생물반응조액을 처리목적에 따라 부분적으로 포기하거나 간헐포기 하는 경우가 있으며, 질소 제거시에는 공기가 공급되지 않은 상태에서 교반만 적용하는 무산소상태로 만들고, 인제거시에는 인방출을 위하여 혐기상태로 만든다.

(4) 하수의 유입방법과 단위조작의 구성

하수의 유입방법은 연속식활성슬러지법과 회분식활성슬러지법으로 구분된다.



### 5.1.3 SRT (고형물체류시간 : Solids Retention Time)

SRT는 반응조, 이차침전지, 반송찌꺼기(슬러지)등의 처리장내에 존재하는 활성슬러지가 전체 시스템내에 체재하는 시간을 의미한다.

$$SRT(일) = \frac{\text{수처리 시스템 내에 존재하는 활성슬러지량(kg)}}{\text{하루에 시스템 외부로 배출되는 활성슬러지량(kg/d)}}$$

$$= \frac{V \cdot X}{Q_w \cdot X_w}$$

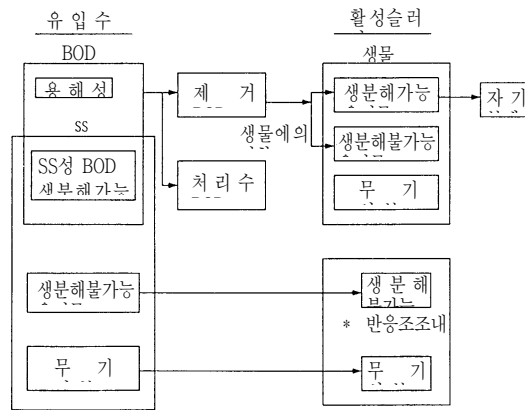
V : 생물반응조 용량 (m<sup>3</sup>),                      X : 생물반응조 MLSS농도  
 Q<sub>w</sub> : 잉여찌꺼기(슬러지) 량,                      X<sub>w</sub> : 잉여찌꺼기(슬러지) 농도

### 5.1.4 유기물부하

SRT를 관리하기 위해서는 HRT, 활성슬러지 미생물량, 유기물량 등의 인자가 사용되며, 일반적으로 이러한 인자를 유기물량과 활성슬러지 미생물량의 비(F/M비)로 표현하고, 실제로는 유기물을 BOD, 활성슬러지 미생물을 반응조내의 SS로 대표하여 BOD-SS부하 (kg BOD/kg MLSS·d)로써 설계와 운전관리의 지표로 활용하고 있다.

5.1.5 미생물농도

일반적으로 활성슬러지 미생물농도를 대표하는 것으로서 MLSS농도 또는 MLVSS농도를 사용하고 있지만, 유입하수의 조성, 일차침전지에서의 BOD와 SS의 제거율, F/M비, SRT의 대소에 따라 미생물농도, MLVSS농도 및 MLSS농도의 비율이 달라진다.



5.1.6 잉여찌꺼기(슬러지)발생량

잉여찌꺼기(슬러지) 발생량은 생분해성 유기물을 이용하는 종속영양미생물에 의한 세포합성량(A)과 질산화를 담당하는 독립영양미생물(질산화미생물)에 의한 세포합성량(B), 미생물의 사멸에 의한 세포잔류물(C)과 유입수내 생물학적으로 분해 불가능한 VSS량(D)의 합으로 다음 식처럼 구할 수 있다.

$$P_{x,vss} = \frac{QY(S_o - S)}{1 + k_d \theta_c} + \frac{QY_n(NO_x)}{1 + k_{dn} \theta_c} + \frac{f_d k_d YQ(S_o - S) \theta_c}{1 + k_d \theta_c} + QX_{o,i}$$

(A) 종속영양미생물      (B) 독립영양미생물      (C) 세포잔류물      (D) 유입수내 분해 불가능한 VSS량

여기서,  $P_{x, VSS}$  : 매일 생산되는 잉여찌꺼기(슬러지)발생량(VSS 기준), kg/d

$Q$  : 유입유량, m<sup>3</sup>/d

$Y$  : 종속영양미생물 증식계수, mg/mg

$S_o$  : 유입 용해성 기질 농도, mg/L

$S$  : 유출 용해성 기질 농도, mg/L

$k_d$  : 종속영양미생물 사멸계수, d<sup>-1</sup>

$\theta_c$  : 고형물(미생물)체류시간, d<sup>-1</sup>

$Y_n$  : 독립영양미생물(질산화미생물) 증식계수, mg/mg

$NO_x$  : 질산화된 유입수의 암모니아성 질소 농도, mg/L

$k_{dn}$  : 독립영양미생물 사멸계수, d<sup>-1</sup>

$f_d$  : 활성미생물중 비생분해성분율,

$X_{o,i}$  : 유입수내 비생분해성 VSS, mg/L

### 5.1.7 찌꺼기(슬러지) 침강성

#### (1) 찌꺼기(슬러지)지표(SVI)

찌꺼기(슬러지)지표는 활성슬러지의 침강성을 보여주는 지표로서 광범위하게 사용되며, 간단히 찌꺼기(슬러지)지표라고 하면 통상 슬러지용량지표(SVI : sludge volume index)를 의미하며, SVI는 반응조내 혼합액을 30분간 정제한 경우 1g의 활성슬러지 부유물질이 포함하는 용적을 ml로 표시한 것이며, 동일한 시료에 대해 MLSS농도 및 활성슬러지 침전율(SV30 : 용적 1l의 메스실린더에 시료를 30분간 정제시킨 후의 침전찌꺼기(슬러지)량을 그 시료량에 대한 백분율로 표시한 것)을 측정하여 다음의 식에 의해 산출한다.

$$SVI = \frac{SV_{30}(\%) \times 10,000}{MLSS \text{ 농도}(mg/l)}$$

#### (2) 활성슬러지계면의 초기침강속도

활성슬러지의 이차침전지에서 침강성과 농축성을 보다 잘 예측하기 위해서는 침강과정에서의 벽면효과를 가능한 한 적게 하도록 직경과 높이가 큰 침강관에서 정지상태의 활성슬러지 계면 침강곡선을 조사할 필요가 있다. 일반적으로 활성슬러지의 초기 침강속도는 수온과 MLSS농도에 의해 영향을 받는다. 즉, 수온이 낮은 동절기에는 사상균의 별킹이 일어나지 않아도 활성슬러지의 농축성이 저하되고, 반송찌꺼기(슬러지)의 SS농도가 떨어질 수 있다.

### 5.1.8 용존산소농도 및 필요산소량

포기의 목적은 활성슬러지 미생물의 산화 및 동화작용(BOD제거)과 질산화 반응에 필요한 산소의 공급과 하수와 활성슬러지와의 혼합액을 교반하여 활성슬러지를 부유상태로 유지하기 위함이다. 활성슬러지법의 하수처리에 있어서 필요산소량은 다음의 식과 같다.

$$\text{필요산소량 (AOR: Actual Oxygen Requirement)} = OD1 + OD2 + OD3 + OD4 \quad (1.5.22)$$

여기서, OD1 : BOD의 산화에 필요한 산소량

OD2 : 내생 호흡에 필요한 산소량

OD3 : 질산화 반응에 필요한 산소량

OD4 : 용존산소농도의 유지에 필요한 산소량

### 5.1.9 필요공기량

필요공기량의 산출에 사용되는 포기장치의 산소이동효율은 청수상태에서의 성능이기 때문에, 필요산소량(AOR)은 청수상태에서의 산소공급량(SOR)으로 환산하고, 그 산소이동효율에서 실제필요공기량(Gs)을 구한다.

$$SOR = \frac{AOR \cdot C_{S1} \cdot \gamma}{1.024^{T_2 - T_1} \cdot \alpha \cdot (\beta \cdot C_{S2} \cdot \gamma - C_0)} \times \frac{101.3}{P}$$

여기서, SOR : T1°C에서의 청수상태에서의 산소공급량, kgO2/d

AOR : 생물반응조 T2°C에서의 필요산소량, kgO2/d

T1 : 포기장치성능의 기준 청수온도(20℃)

T2 : 생물반응조 혼합액의 수온(℃)

CS1 : 청수 T1℃에서의 포화산소농도

CS2 : 청수 T2℃에서의 포화산소농도

CO : 혼합액의 DO농도

$\alpha$  : KLa의 보정계수(저부하법 0.93, 고부하법 0.83)

$\beta$  : 산소포화농도 보정계수(저부하법 0.97, 고부하법 0.95)

$\gamma$  : 산기수심에 의한 Cs의 보정계수

$$\text{여기서, } \gamma = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{10.332 + h}{10.332} + 1 \right)$$

h : 산기수심(m)

P : 처리장에서의 대기압(kPa abs)

## 5.2 포기에 의한 산소용해기구

### 5.2.1 총산소이동용량계수(KLa)

포기에 의한 산소의 용해는 가스상 산소가 용액중으로 확산하는 현상으로 총산소이동용량계수 KLa는 단위 부피당 산소이동속도를 의미한다.

### 5.2.2. KLa에 영향을 주는 인자

#### (1) 송풍량과 산기심도

기포 직경이 작고 수중에서의 기포 체류시간이 길면 KLa는 증가한다.

#### (2) 수온

물에 대한 산소의 용해는 수온이 높을수록 용해속도는 증가하지만 용해도, 즉 용존산소농도는 감소된다.

#### (3) 하수중 함유성분과 농도

활성슬러지에서 포기를 행하는 경우 하수중에 함유되어 있는 성분이나 그 농도에 의하여 KLa 값에 차이가 발생한다.

### 5.2.3 하수의 포화용존산소농도

하수 중에 함유된 성분이나 그 농도에 의하여 용존산소농도에 차이가 발생한다.

### 5.2.4 포기장치 효율

포기장치 효율은 일반적으로 산소전달효율이나 산소이동 동력효율로서 나타내는 경우가 많다. 동일 포기장치에 있어서도 효율은 포기 조건에 따라 변화하기 때문에 효율을 나타내는 경우는 송풍량, 산기심도, 수온, 하수 특성, 반응조의 크기 등 조건을 모두 포함하여 나타내는 것이 바람직하다. 산소전달효율은 반응조에 송입된 산소 중량에 대한 용해 산소 중량의 비로서 표시할 수 있다.

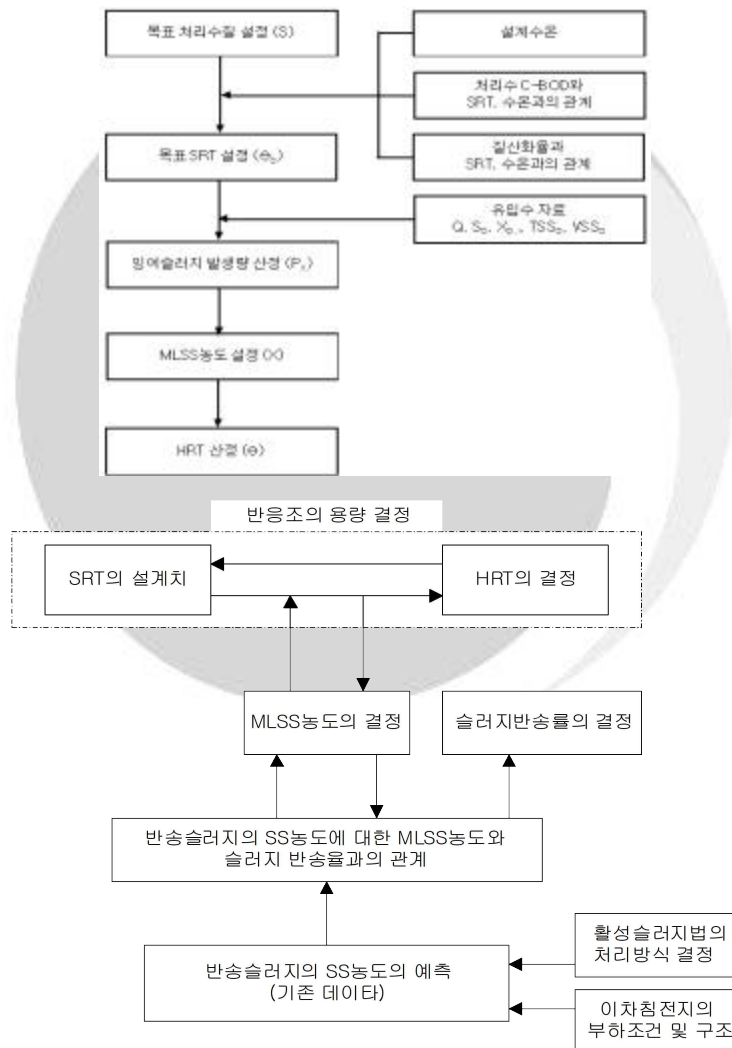
### 5.3 활성슬러지법 처리방식

#### 5.3.1 활성슬러지 변법

표준활성슬러지법의 활성슬러지 변법에는 step aeration법, 순산소 활성 슬러지법, 장기 포기법, 산화구법, 연속 회분식 활성 슬러지법등이 있으며, 계획수질외 시설의 규모, 주변 환경조건, 경제성 등을 고려하여 적절한 방식을 선택한다.

#### 5.3.2 반응조의 설계

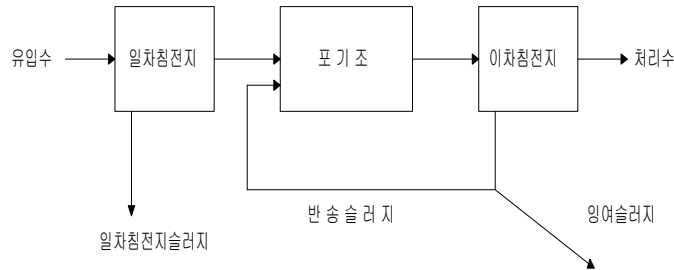
활성슬러지법의 반응조 설계는 수리학적체류시간(HRT)의 설정을 기본으로 하는 방법과 고�형물 체류시간(SRT)의 설정을 기본으로 하는 방법을 사용할 수 있다.



### 5.4 표준활성슬러지법

표준활성슬러지법은 생물반응조에의 유입수는 반송찌꺼기(슬러지)와 함께 반응조에 투입되어

조내에서 혼합되며 일정시간동안 연속적으로 포기가 이루어진다. 그 후 활성슬러지 혼합액은 이차침전지에 유출되어 고액분리를 행하게 된다. 이차침전지의 상정수는 처리수로서 월류되고 침전된 찌꺼기(슬러지)는 반송찌꺼기(슬러지)로서 반응조에 이송되어 다시 생물처리에 사용된다. 이중 일부는 잉여찌꺼기(슬러지)로서 배출되게 된다.



**5.4.1 수리학적 체류시간(HRT)**

표준활성슬러지법의 HRT는 6~8시간을 표준으로 하나, 유입수온이 낮거나 유입수질(용해성 BOD, SS)농도가 높아 처리수질을 만족할 수 없는 경우에는 필요한 SRT로부터 HRT를 구한다.

**5.4.2 MLSS농도와 찌꺼기(슬러지)반송비**

MLSS농도가 너무 낮게 되면 처리가 안정되지 않고, 너무 높으면 필요산소량이 증가하거나 이차 침전지의 침전효율이 악화될 우려가 있으므로 MLSS 농도는 1,500~2,500 mg/l를 표준으로 한다. 또한, 찌꺼기(슬러지)반송비는 반송찌꺼기(슬러지)의 SS농도를 고려하여 적정하게 설정한다.

**5.4.3 포기방식**

포기방식은 전면포기식, 선회류식, 미세기포 분사식, 수중교반식 등이 있다. 이들의 선택은 충분한 기액혼합과 높은 산소전달효율, 경제성, 입지조건 등을 고려하여 정한다.

<표> 산기방식별 설계항목

산 기 방 식		설 계 항 목
산기식	선회류식 전면 산기방식 기포분사식 수중교반식	필요공기량 필요공기량과 순환펌프의 대수 및 능력 필요공기량과 수중교반기의 대수 및 동력
	기 계 교 반 식	기계교반장치의 대수 및 동력

**5.4.4 반응조의 형상, 구조 및 수**

반응조의 형상, 구조 및 수는 다음의 항목을 고려하여 정한다.

- (1) 형상은 장방형 혹은 정방형으로 하고 활성슬러지를 혼합시키기 위해 포기조내에서의 수류상태를 최적으로 하기 위해 폭은 수심의 1~2배 정도이나, 심층식의 경우는 수심과 같은 정도로

한다.

- (2) 단락류(short circuiting)방지와 포기조내의 균질화를 목적으로 흐름방향에 대하여 도류벽을 설치한다.
- (3) 수밀된 철근 콘크리트 구조로 주벽의 상단은 토사나 지표수가 포기조에 유입되는 것을 방지하기 위해 지반으로부터 15 cm이상 높게 한다.
- (4) 보수 및 유지를 위하여 약 90 cm이상의 폭을 가지는 인도와 안전설비를 설치한다.
- (5) 청소, 보수 등을 고려하여 수는 2조 이상으로 한다.
- (6) 심층식에는 산소전달효율과 혼합액의 순환효율을 높임과 동시에 저면유속을 확보하기 위하여 흐름방향에 대해 수평으로 도류관을 설치한다.

#### 5.4.5 수심 및 여유고

포기조의 수심 및 여유고는 다음 사항을 고려한다.

- (1) 수심이 너무 깊으면 구조물의 건설비 등이 늘어나 비경제적이 되며, 수심이 너무 얕으면 포기효과를 충분하게 할 수가 없고 동시에 생물반응조의 소요면적이 커져서 불리하게 되므로, 생물반응조의 유효수심은 표준식은 4.0~6.0 m를 표준으로 한다. 심층식은 처리장의 면적이 협소한 경우 등 용지의 이용효율을 높이기 위하여 고려할 수 있고, 10 m를 표준으로 한다.
- (2) 여유고는 표준식은 80 cm 정도를, 심층식은 송풍관구경이 크므로 송풍관 공간을 고려하여 100 cm 정도를 표준으로 한다.

#### 5.4.6 계측제어설비

포기조에는 유입하수량, 반송찌꺼기(슬러지)량 및 공기량을 계측할 수 있는 계측제어설비를 설치한다.

#### 5.4.7 포기장치

포기장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 포기장치는 산기식과 기계식으로 구분된다.
- (2) 산기식 포기장치는 공기의 산기관, 산기관, 다공관 및 미세산기관 등이 있다.  
산기관 및 산기관류에는 공기의 분출방법, 기포의 크기, 부착위치 등에 의해 각종 구조 및 재질이 사용되고 있고 미세기포장치와 조대기포장치로 구분된다. 통상 반응조에는 미세기포장치가 채용되고 있다.
- (3) 산기식 포기장치는 설치 및 탈착이 간편한 형식을 선정하여 청소 및 유지관리가 간편한 구조로 한다.
- (4) 산기식 포기장치는 균일하게 공기를 분출하지 않으면 포기효과가 저하되므로, 공기가 균등하게 분배되는 것으로 한다.
- (5) 산기식 포기장치는 가능한 한 장기간에 걸쳐 고장 없이 사용할 수 있어야 하므로 내구성이 크고 내산성 및 내알칼리성의 재질로 한다.
- (6) 기계식 포기장치는 기계식 표면포기기, 수중교반식 포기기로 구분되며, 표면포기기는 방사형

저속형(radial flow low speed), 축류형 고속형(axial flow high speed)과 브러시 로터형(brush rotor)으로 나누며, 수중교반식 포기기는 수중모타식 교반산기장치, 흡입튜브(draft tube)식 교반산기장치 등이 있다.

- (7) 포기장치의 선정에 있어서 포기장치의 산소공급능력 이외에 포기조내에 MLSS가 침전되지 않도록 충분한 혼합을 줄 수 있는 능력을 고려한다.

#### 5.4.8 송풍량 및 송풍압

송풍기의 송풍량 및 송풍압은 다음 사항을 고려한다.

- (1) 송풍량은 생물반응조 등과 같이 연결되는 시설 등에 필요한 최대 송풍량을 공급할 수 있는 공기량으로 한다.
- (2) 반응조의 필요공기량은 유입수질, 질산화의 유무 등을 고려하여 구한 필요산소량을 기준으로 산기장치의 산소전달효율로부터 구한다.
- (3) 송풍압은 산기장치에 걸리는 수압과 산기장치, 송풍관 풍량측정장치, 공기여과기 등의 통과저항의 합계에 여유를 둔 것으로 한다.

#### 5.4.9 송풍관

송풍관은 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 송풍관은 강관을 원칙으로 하나 부식 등이 우려될 경우 스테인레스관, 경질 염화비닐관 등을 사용하는 등 부식대책을 한다.
- (2) 송풍관은 송풍관이 포기기의 수면 이하에 있을 때 운전조작 등의 실수로 송풍관내의 하수가 역류하여 녹이 생기게 되는 원인이 되고 동시에 다시 송풍을 시작하는데 지장을 줄 수 있으므로 하수가 역류 또는 저류 되지 않도록 배관한다.
- (3) 송풍관의 이음은 공기가 새지 않도록 신축이음 설치를 고려하여야 한다.
- (4) 송풍관에는 각 분기점, 기타 소요되는 곳에 밸브를 설치한다.
- (5) 송풍관에는 측정이 정확하고 압력손실 및 고장이 적은 풍량측정장치를 설치한다.

#### 5.4.10 송풍기(blower) 설비

- (1) 산기식 및 수중형 포기기에는 송풍기(blower)로 공기를 공급하는데 기계식 표면 포기장치보다 포기조내로 공급되는 공기량을 쉽게 조정할 수 있다.
- (2) 송풍기의 기종 및 구조는 송풍량, 송풍압 및 경제성 등을 고려하여 선정한다.
- (3) 송풍기의 구조는 송풍기는 고속회전으로 연속 운전할 때 허용한계를 초과하면 진동, 베어링의 온도상승 등 악영향이 발생하므로 감시제어장치, 감압변, 안전변 등을 설치하여 장시간 연속운전시 지장이 없는 구조이어야 한다.
- (4) 송풍기의 용량 및 대수는 다음사항을 고려하여 정한다.
  - ① 송풍기는 장시간 운전되고 회전수가 높아서 마모와 고장 등이 발생하기 쉬우므로 송풍기의 용량 및 대수는 2대 이상으로 하고 향후 증설계획 등을 고려하여야 한다.
  - ② 유입하수량의 일변화 및 계절변화 등을 고려하여 송풍량 제어가 가능하도록 한다.

- (5) 산기기의 구멍은 수중에서 폐쇄될 가능성이 있으므로 송풍기에 공급되는 공기는 깨끗한 바깥 공기를 사용하며 필요에 따라서 여과 처리된 공기를 사용한다.
- (6) 송풍기는 고속회전에 의한 진동과 마모로 인한 고장이 발생하기 쉬우므로, 송풍기의 기초는 가능한 한 진동을 방지하는 구조로 한다.
- (7) 송풍기의 원동기의 동력은 소요공기량, 설치장소의 기압, 토출공기압, 온도 그리고 여유율 등을 고려하여 정한다.

#### 5.4.11 송풍기실

송풍기실은 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 송풍기실은 열이 발생하므로 가능한 한 불연성 건물로 부등침하, 지하수의 침투, 우수에 의한 침수가 없는 구조로 한다.
- (2) 송풍기는 그 회전수와 공기의 유속이 크기 때문에 소음이 많이 발생하므로, 송풍기실은 필요에 따라 적당한 방음설비를 한다.
- (3) 송풍기실은 기계조작 및 송풍기, 송풍관, 벨브류 등 예상되는 기타 기계의 분해 및 조립 등의 점검에 지장이 없도록 충분한 공간을 확보하고 송풍기설비로부터의 방열에 의해 실내온도가 상승하는 것을 방지하기 위하여 환기를 고려하여야 한다.
- (4) 송풍기 및 그 원동기의 기초는 운전시의 진동 및 최대하중을 고려하여 설치한다.

#### 5.4.12 찌꺼기(슬러지)반송설비

이차침전지의 찌꺼기(슬러지)를 생물반응조로 반송하기 위해서는 다음 사항을 고려해서 찌꺼기(슬러지) 반송펌프 및 기타 설비를 정한다.

- (1) 반송찌꺼기(슬러지) 펌프의 계획용량은 처리방법과 규모, 분류식 및 합류식에 따른 구분, 예상되는 반송찌꺼기(슬러지)농도 및 장래의 단계적 시공 그리고 잉여찌꺼기(슬러지)의 배출을 같은 펌프로 할 경우 등을 고려하여 필요한 반송찌꺼기(슬러지)양의 50~100%의 여유를 두고 정한다.
- (2) 반송찌꺼기(슬러지) 펌프는 포기조의 규모, 계획반송찌꺼기(슬러지)양 및 반송찌꺼기(슬러지)양의 변동폭을 고려해서 펌프의 대수를 정하며, 보통 2대 이상으로 한다.
- (3) 활성슬러지의 침전율과 SVI는 가능한 한 매일 여러 번 측정하여 처리조작을 정확하게 할 필요가 있으므로 반송찌꺼기(슬러지) 시료의 채취 및 계량 등을 쉽게 할 수 있도록 설비한다.

#### 5.4.13 부대설비

부대설비는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 반응조의 하수의 차단과 유량조절을 목적으로 유입구와 유출구에는 제수밸브 및 제수문을 설치하며, 적절한 위치에 배수관 또는 배수펌프를 설치한다.
- (2) 생물반응조의 표면에 많은 거품이 생성되면 거품이 포기조의 보도와 수면을 덮어서 작업에 위험을 초래할 뿐만 아니라 거품에 포함된 오염물질에 의하여 의류, 도장 및 구조물 등을 손상시키므로, 생물반응조에는 소포장치를 설치한다.

## 5.5 순산소활성슬러지법

### 5.5.1 원리

순산소활성슬러지법의 기본적인 원리는 공기 대신에 산소를 직접 포기조에 공급하는 방법으로 이것 이외에는 일반 활성슬러지법과 동일하다. 순산소활성슬러지법에는 산소분압이 공기에 비해 5배 정도 높으므로 포기조내에서 용존산소를 높게 유지할 수 있다.

순산소활성슬러지법의 시설은 일차침전지, 반응조 및 이차침전지와 산소발생장치로 구성되어 있다. 표준활성슬러지법에 비해 반응시간이 짧아 유량변동의 영향을 받기 쉽기 때문에 필요에 따라 유량조정조를 설치할 수 있다.

### 5.5.2 특징

MLSS농도는 표준활성슬러지법의 2배 이상으로 유지 가능하여 표준활성슬러지법의 1/2 정도의 수리학적 체류시간이 필요하며, 포기조내의 SVI는 보통 100 이하로 유지되고 찌꺼기(슬러지)의 침강성은 양호하고, 이차침전지에서 스킴이 발생하는 경우가 많다.

### 5.5.3 반응조의 용량

순산소활성슬러지법은 MLSS농도(3,000~4,000mg/L)가 높고 용존산소농도도 높기 때문에 반응조의 용량은 HRT 1.5~3.0시간을 표준으로 한다.

### 5.5.4 반응조의 형상, 구조 및 수

조의 형상 및 구조는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 조는 산소이용률을 높이기 위해서 특별한 경우가 아니면 기밀성으로 된 복개구조로 하고 산소가스의 누출을 방지할 수 있는 구조라야 하므로 기밀성의 철근콘크리트구조로 하며 덮개를 설치한다. 또한 각 실의 형상은 정사각형을 표준으로 한다.
- (2) 교반기 날개의 회전에 따라서 혼합액이 함께 도는 것을 방지하고, 하수와 활성슬러지의 혼합 및 조의 깊은 부분까지 산소가 충분히 공급되도록 조류벽, 격벽 등을 설치한다.
- (3) 구조, 재질 등은 산가스의 축적으로 야기되는 콘크리트의 중성화에 따른 부식에 대해 안전한 것으로 한다.
- (4) 수는 청소, 보수 등의 경우를 고려하여, 2조 이상으로 한다.

### 5.5.5 포기장치

포기장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 산소를 효율적으로 잘 용해시킬 수 있는 장치로 한다.
- (2) 조의 기밀성이 유지되어야 한다.
- (3) 유입부하의 변동에 대해 에너지 절약을 할 수 있도록 산소공급제어가 쉬운 장치로 한다.

### 5.5.6 산소발생장치

산소발생장치는 대규모 방식에 적용하는 공기의 액화분류에 의한 것(심냉분리방식)과 선택적으로 산소를 흡착하는 흡착제를 이용해서 압력변화에 따라 산소를 분리하는 것(흡착분리방식)이 있다. 산소발생장치는 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 용량은 계획1일 최대오수량에 대해서 필요산소량과 산소전달효율(80~90%)을 고려하여 정하며, 산소발생장치의 설계에 있어서는 수량 및 수질의 시간변동을 고려하여 첨두부하(peak loading)에 대해 설계하여야 한다.
- (2) 산소발생장치는 예비를 마련해 두고 계열수가 작은 경우 고장에 대비해서 예비의 액체 산소저장설비를 설치한다.
- (3) 공기흐름, 자동교체밸브 등에 의한 소음에 대한 대책을 고려한다.

### 5.5.7 이차침전지

이차침전지의 형상, 지수 및 구조는 표준활성슬러지법에 준한다. 또한, 반응조와 마찬가지로 콘크리트 중성화에 대한 배려가 필요하다.

## 5.6 심층포기법

### 5.6.1 개요

심층포기조는 수심이 깊은 조를 이용하여 용지이용율을 높이고자 고안된 공법이다.

### 5.6.2 크기, 형상, 구조 및 수

포기조의 크기 및 형상은 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 조의 용적은 계획1일 최대오수량에 따라서 설정한다.
- (2) 조의 수는 2조 이상으로 한다.
- (3) 수심은 10 m 정도로 하며, 산기수심을 깊게 할수록 용존질소의 재기포화에 대한 대책을 확실하게 한다.
- (4) 형상은 직사각형으로 하고, 폭은 수심에 대해 1배 정도로 한다. 조내에서 유체의 흐름은 플러그 흐름형으로 하고, 혼합방식 및 포기방식에 따라서 정류벽을 설치한다.

### 5.6.3 포기방식 및 송풍량

포기방식 및 송풍량은 다음 사항을 고려하여 정한다.

- (1) 심층포기방식으로 혼합액에 용해된 가스가 과포화된 상태이면 이차침전지에서 과포화분의 용존가스가 다시 기포화되어 찌꺼기(슬러지) 침강성을 악화시키므로, 포기방식은 포기에 따라 용해한 용존질소의 농도가 이차침전지에서 과포화상태가 되지 않도록 한다.
- (2) 산기장치는 수심 5 m를 한도로 하여 조의 밑바닥에서 중간부분의 높이에 설치할 경우 선회류에 의해 균일하게 혼합되도록 배열한다.
- (3) 수심 5 m를 넘어서 저부에 산기장치를 설치하는 경우에는 혼합액이 이차침전지로 넘어가기 전

에 용존질소가스를 탈기하기 위해 재포기를 한다.

## 5.7 연속회분활성슬러지법

### 5.7.1 원리

연속회분식(sequencing batch)활성슬러지법은 그림과 같이 1개의 반응조에 반응조와 이차침전지의 기능을 갖게 하여 활성슬러지에 의한 반응과 혼합액의 침전, 상징수의 배수, 침전찌꺼기(슬러지)의 배출공정 등을 반복하여 처리하는 방식이다.



[그림] 회분조의 처리공정

### 5.7.2 특징

- ① 유입오수의 부하변동이 규칙성을 갖는 경우 비교적 안정된 처리를 행할 수 있다.
- ② 오수의 양과 질에 따라 포기시간과 침전시간을 비교적 자유롭게 설정할 수 있다.
- ③ 활성슬러지 혼합액을 이상적인 정치상태에서 침전시켜 고액분리가 원활히 행해진다.
- ④ 단일 반응조내에서 1주기(cycle) 중에 호기-무산소-혐기의 조건을 설정하여 질산화 및 탈질 반응을 도모할 수 있다.
- ⑤ 운전방식에 따라 사상균 별킹을 방지할 수 있다.
- ⑥ 침전 및 배출공정은 포기가 이루어지지 않은 상태에서 이루어짐으로 보통의 연속식침전지와 비교해 스킴 등의 잔류가능성이 높다.

### 5.7.3 시설의 구성

시설은 산기장치 및 상징수 배출장치를 설치한 회분조로 구성된다.

### 5.7.4 회분조의 형상, 구조 및 수

회분조의 형상, 구조 및 수는 다음의 각항을 고려하여 결정한다.

- (1) 평면형상은 일반적으로 정사각형 또는 직사각형으로 하며 유효수심은 4~6 m 정도로 한다.
- (2) 수밀성 구조로 하며 부력에 대하여 안전한 구조로 한다.
- (3) 조의 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.
- (4) 단락류를 방지할 수 있도록 배치를 강구한다.
- (5) 상징수 배출장치 등을 고려하여 여유고를 설정한다.

### 5.7.5 유입방식

회분조에의 오수 유입방식에는 연속식과 간헐식이 있지만 유입방식은 원칙적으로 간헐적으로 한다.

### 5.7.6 설계제원

회분조의 계획오수량은 계획1일최대오수량으로 하며, 설계제원은 계획오수량에 따라 아래 표를 표준으로 한다.

〈표〉 회분조의 설계제원

항 목	제 원	
	고부하형	저부하형
HRT	12~24	24~48
F/M비 (kg BOD/kg SS·d)	0.2~0.4	0.03~0.05
MLSS농도 (mg/l)	1,500~2,000	3,000~4,000
유출비 (1/m)	1/2~1/4	1/3~1/6
주기 수 (회/d)	3~4	2~3
필요산소량 (kg O <sub>2</sub> /kg BOD)	1.4~1.7	1.8~2.2

### 5.7.7 산기장치 및 송풍량

산기장치 및 송풍량은 다음의 각항을 고려하여 결정한다.

- (1) 산기장치는 막히지 않으면서 필요 산소량의 공급, 혼합액의 교반을 충분히 행할 수 있는 기능을 가진 것으로 하며, 무산소공정과 혐기공정을 설정하여 생물학적인 질소, 인의 제거를 수행할 수 있기 때문에 비포기공정 중 교반이 가능하도록 하는 기능을 갖추어야 한다.
- (2) 산기장치의 형식, 기종선정에 있어서 장치의 능력 및 운전방법의 차이에 유의해야 한다.
- (3) 송풍량은 고부하형에서는 유기물의 산화를, 저부하형에서는 유기물의 산화와 내생호흡 및 암모니아성질소의 질산화를 고려하여 결정하며, 실제 포기시간을 고려하여 송풍기 용량을 산정한다.

### 5.7.8 상징수 배출장치 및 스킴제거장치

상징수배출장치 및 스킴제거장치는 다음의 각항을 고려하여 결정한다.

- (1) 상징수배출장치는 설정된 배출시간내에 활성슬러지가 부상없이 상징수를 배출할 수 있는 것으로 하며 상징수 배출공정 초기 SS유출대책을 고려한다.
- (2) 상징수배출장치의 고장 등에 대비한 수중에 고정된 배출구등의 비상용 배출장치를 설치한다.
- (3) 상징수배출장치는 스킴유출방지의 기능을 갖는 것으로 한다.
- (4) 스킴제거장치를 설치한다.

## 5.8 산화구법

### 5.8.1 개요

산화구(oxidation ditch)법은 일차침전지를 설치하지 않고 타원형무한수로의 반응조를 이용하여 기계식 포기장치에 의해 포기를 행하며, 이차침전지에서 고액분리가 이루어지는 저부하형 활성슬러지 공법이다.

### 5.8.2 용량, 형상, 구조 및 수

산화구의 용량 및 형상 등은 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

- (1) BOD제거를 안정적으로 수행하기 위해서는 질산화, 탈질반응을 함께 고려하여 설계하며, 용량은 HRT가 24~48시간이 되도록 정한다.
- (2) 형상은 장원형무한수로로 하며 수심 1.0~3.0 m, 수로폭 2.0~6.0 m 정도가 되도록 한다.
- (3) 구조는 수밀한 철근콘크리트조를 표준으로 하지만, 간이 구조로서 아스팔트라이닝, 모르타라이닝, 석적, 석장, 블록쌓기 등을 이용하는 것도 가능하나, 포기 장치의 설치부분은 수류가 격렬하기 때문에 철근콘크리트조로 하여야 한다.
- (4) 지수는 청소, 보수 등의 경우를 고려하여 2지 이상으로 한다.

### 5.8.3 포기장치

포기장치는 다음의 항목을 고려하여 결정한다.

- (1) 포기장치는 1지에 2대 이상을 표준으로 한다.
- (2) 산소의 공급, 혼합액의 교반, 유속의 확보가 충분하도록 한다.
- (3) 유기물의 산화 및 질산화, 탈질은 구내의 용존산소농도 상태와 깊게 관련되어 있으므로, 간헐 운전, 운전 대수 제어, 회전수 제어, 침적심도의 변경 등에 따라 운전방법의 선택이 가능하도록 한다.
- (4) 포기장치의 종류로는 종축형, 횡축형, 스크루형 등의 기계식교반장치, 축류펌프형 및 프로펠라형 등이 있다.

### 5.8.4 부대설비

부대설비는 다음의 각 항을 고려하여 정한다.

- (1) 유입 및 유출구(수위조절)에는 각각 게이트를 설치한다.
- (2) 포기장치에는 필요에 따라서 위험방지, 비산방지, 점검 등을 위해 덮개 및 보행로를 설치한다.

### 5.8.5 이차침전지

이차침전지는 다음의 각 항목을 고려하여 결정한다.

- (1) 형상은 찌꺼기(슬러지)수집기의 유지관리가 용이하며 일반적으로 소규모인 경우 경제적인 원형 방사류식으로 한다.

〈표〉 산화구법용 이차침전지 설계제원

항 목	제 원
침전 시간 (시간)	6~12
유효 수심 (m)	3.0~4.0
수면적 부하 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	8~12
월류 부하 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·d)	25~30

- (2) 방식은 연속식을 원칙으로 한다.
- (3) 지수는 원칙적으로 2지 이상으로 한다.

**5.8.6 이차침전지 부대설비**

부대설비는 다음의 각항을 고려하여 정한다.

- (1) 찌꺼기(슬러지)수집기  
원형방사류식 침전지는 찌꺼기(슬러지) 침강성 개선을 위해 picket fence 부착형으로 한다.
- (2) 스크제거장치  
산화구법은 일차침전지를 설치하지 않으므로 스크이 이차침전지에 유입되기 때문에 이차침전지에는 스크제거장치를 설치한다.
- (3) 찌꺼기(슬러지)인발기 및 찌꺼기(슬러지)반송설비  
반송찌꺼기(슬러지)펌프 능력은 일최대오수량의 100~200% 정도로 한다. 각 펌프는 예비 포함 2대 이상으로 한다. 찌꺼기(슬러지) 배관의 최소 구경은 100 mm로 한다.

**5.9 장기포기법**

**5.9.1 개 요**

장기포기법은 활성슬러지법의 변법으로 플러그흐름 형태의 반응조에 HRT와 SRT를 길게 유지하고 동시에 MLSS농도를 높게 유지하면서 오수를 처리하는 방법이다.

**5.9.2 시설의 구성**

시설은 산기장치를 설치한 반응조와 이차침전지로 구성되며, 유량변동이 매우 큰 경우에는 이차침전지에의 유입량의 균등화를 도모하기 위해 유량조정조 및 유량조정장치의 설치 등을 검토할 필요가 있다.

**5.9.3 반응조의 형상, 구조 및 수**

반응조의 형상, 구조 및 수는 다음의 각 항을 고려하여 결정한다.

- (1) 형상은 장방형 또는 정방형으로 하며 장방형의 경우 유로의 폭은 활성슬러지의 혼합과 조내의 수류상태를 양호하게 하기 위해 유효수심의 1~2배의 범위에서 결정한다.
- (2) 유효수심은 4~6 m를 표준으로 한다.
- (3) 여유고는 80 cm 정도를 표준으로 한다.

- (4) 플러그흐름형 반응조의 경우에는 조의 내부를 분할할 수 있는 저류벽 등을 설치한다.
- (5) 수밀성 철근콘크리트조로 하며 벽의 최상단이 지면으로부터 15 cm 이상이 되도록 한다.
- (6) 유지관리를 위한 보도를 설치한다.
- (7) 수는 원칙적으로 2조 이상으로 한다.

**5.9.4 반응조의 설계제원**

항 목	제 원
F/M비 (kg BOD/kg SS·d)	0.03~0.05
BOD용적부하 (kg BOD/m <sup>3</sup> ·d)	0.13~0.2
MLSS농도 (mg/l)	3,000~4,000
SRT (일)	13~50
HRT (시간)	16~24
찌꺼기(슬러지)반송비 (%)	100~200

**5.9.5 산기장치 및 송풍량**

- (1) 산기장치는 반응조의 운전방법에 대응할 수 있는 기종 및 구성이 되도록 유의한다.
- (2) 송풍량은 유기물의 산화와 내생호흡 및 암모니아성 질소의 질산화를 고려하여 결정한다.

**6. 부착미생물에 의한 생물학적 처리**

**6.1 부착미생물에 의한 생물학적 처리방식**

부착미생물에 의한 생물학적 처리는 대기, 하수 및 생물막의 상호 접촉양식에 따라 회전원판법, 접촉산화법 및 침적여과형의 호기성여상법으로 분류되며, 반응조내의 여재 등과 같은 접촉재의 표면에 주로 미생물로 구성된 생물막을 만들어 오수를 접촉시키는 것으로 오수중의 유기물을 분해·처리하는 것이다.

**6.2 접촉산화법**

(1) 원리

접촉산화법은 생물막을 이용한 처리방식의 한가지로서, 반응조내의 접촉재 표면에 발생 부착된 호기성미생물(이하 ‘부착생물’이라 칭함)의 대사활동에 의해 하수를 처리하는 방식이다.

(2) 특징

〈표〉 접촉산화법의 장단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유지관리가 용이하다.</li> <li>• 조내 찌꺼기(슬러지) 보유량이 크고 생물상이 다양하다.</li> <li>• 분해속도가 낮은 기질제거에 효과적이다.</li> <li>• 부하, 수량변동에 대하여 완충능력이 있다.</li> <li>• 난분해성물질 및 유해물질에 대한 내성이 높다.</li> <li>• 수온의 변동에 강하다.</li> <li>• 찌꺼기(슬러지) 반송이 필요없고 찌꺼기(슬러지)발생량이 적다.</li> <li>• 소규모시설에 적합하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미생물량과 영향인자를 정상상태로 유지하기 위한 조작이 어렵다.</li> <li>• 반응조내 매체를 균일하게 포기 교반하는 조건설정이 어렵고 사수부가 발생할 우려가 있으며 포기비용이 약간 높다.</li> <li>• 매체에 생성되는 생물량은 부하조건에 의하여 결정된다.</li> <li>• 고부하시 매체의 폐쇄위험이 크기 때문에 부하조건에 한계가 있다.</li> <li>• 초기 건설비가 높다.</li> </ul>

### 6.1.1 시설의 구성

시설은 일차침전지, 반응조(접촉산화조), 이차침전지 등으로 구성된다.

### 6.1.2 침전지

일차 및 이차 침전지 형상은 장방형, 정방형 또는 원형방사류로 한다.

〈표〉 접촉산화법의 일차침전지의 제원

항 목	제 원
수면적부하( $m^3/m^2 \cdot d$ )	20 ~ 30
유효수심(m)	2.5 ~ 4.0
월류부하( $m^3/m \cdot d$ )	100 이하

〈표〉 접촉산화법의 이차침전지의 제원

항 목	제 원
수면적부하( $m^3/m^2 \cdot d$ )	20 ~ 30
유효수심(m)	2.5 ~ 4.0
월류부하( $m^3/m \cdot d$ )	80 이하

### 6.1.3 반응조의 형상, 구조 및 수

- (1) 형상은 장방형 또는 정방형으로 하며, 유로의 폭은 하수가 조내의 접촉재 전체에 균등히 접촉되어 양호한 수류상태를 유지하기 위해 수심의 1~2배의 범위내에 결정한다.
- (2) 유효수심은 3~5 m를 표준으로 한다.
- (3) 청소, 보수 등의 경우를 고려하여 수는 2기 이상으로 한다.
- (4) 반응조의 실수는 조 내에서의 유입수의 단락류방지를 위하여 각 실의 기능의 상호보완작용에 의한 처리성능의 향상을 위해 2실 이상으로 한다.
- (5) 수밀한 철근콘크리트조로 제작하며 조의 최상단은 지면으로부터 15 cm 이상으로 한다.

### 6.1.4 BOD 용적부하

BOD 용적부하는 계획오수량에 대하여  $0.3 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$  정도를 표준으로 한다.

### 6.1.5 송풍량

송풍량은 접촉재를 전면에 설치하는 경우 조내의 오수를 균일하게 교반하고, 조 유출구에서의 용존산소를  $2 \sim 3 \text{ mg/l}$  정도로 유지하기 위해 계획오수량에 대하여 8배를 표준으로 한다.

### 6.1.6) 접촉재의 형상 및 재질

- (1) 접촉재는 비표면적이 크고 충분한 공극률을 갖고 있는 것으로 한다.
- (2) 재질은 내부식성이 큰 찌꺼기(슬러지)의 축적에 의한 중량 증가 및 교반 수류에 의해서 변형 및 파손이 발생하지 않을 강도를 가진 것이어야 한다.

## 6.3 호기성여상법

### 6.3.1 원리

호기성여상법은  $3 \sim 5 \text{ mm}$  정도의 접촉여재를 충전시킨 여상의 상부에 일차침전지 유출수를 유입시켜 여재를 통과하는 사이에 여재의 표면에 부착된 호기성미생물로 하여금 유기물의 분해와 SS의 포착을 동시에 행하게 하는 처리방식으로 일차침전지는 설치하지 않는다.

### 6.3.2 특징

일차침전지가 필요없어 체류시간이 짧고 필요 부지면적이 적다.

### 6.3.3 시설의 구성

호기성여상법의 시설은 일차침전지 및 호기성여상조와 송풍기, 역세수를 저류하는 처리수조, 역세배수를 저류하는 역세배수조 등으로 구성된다. 안정된 처리효율 및 운전 을 위해서는 일차침전지 전단에 유량조정조의 설치를 검토하여야 한다.

### 6.3.4 여상의 형상, 구조 및 수

- (1) 평면형상은 정방형, 장방형 혹은 원형으로 한다. 그 단면형상은 단락류 및 찌꺼기(슬러지)의 퇴적이 생기지 않도록 한다.
- (2) 수는 2기 이상으로 한다.
- (3) 수밀한 철근콘크리트조를 원칙으로 하며, 조의 상단 높이는 역세시의 수위를 고려하여 결정한다.

### 6.3.3 설계제원

- (1) 여과속도는 유입오수량의 시간변동을 고려하여 계획오수량에 대하여  $25 \text{ m/d}$  이하로 한다.
- (2) BOD 용적부하는 안정된 처리수질을 얻기 위해서 계획오수량에 대하여  $2 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$  이하로 한다.

### 6.3.4 산기장치 및 송풍량

- (1) 산기장치는 다공관을 표준으로 하여 여상에 균일하게 공기를 공급할 수 있도록 배치한다.
- (2) 송풍량은 유입 BOD 1 kg당 0.9~1.4 kg O<sub>2</sub>를 표준으로 한다.

### 6.3.5 여재 및 여층의 높이

- (1) 여재는 내구성이 좋고 생물이 부착되기 용이하도록 표면이 거칠며 입경이 고른 것을 사용한다.
- (2) 여재의 경험적인 최적 입경은 3~5 mm 정도이다.
- (3) 여재의 입경이 3~5 mm인 경우 여층의 높이는 2 m 정도로 한다.

### 6.3.6 역세척공정

- (1) 역세척공정은 세척공정은 여과시간이 경과함에 따라 포착된 SS와 여재 사이에 증식된 생물에 의하여 여상이 폐쇄되기 때문에 여과기능을 회복하기 위하여 강제적으로 여재를 세척하는 것으로 공기세척, 공기 및 물의 동시세척, 수세척의 3공정을 원칙으로 한다.
- (2) 여과지속시간이 24시간이 넘어도 양호한 수질을 유지할 수 있어도 운전조작을 용이하게 행하기 위하여 역세척은 타이머 설정에 의하여 1일 1회 정도로 유입수량이 적은 시간대에 행하는 것이 좋다.
- (3) 역세배수는 역세배수조에 일시 저류하여 처리기능에 지장이 없는 시간대에 일차침전지 혹은 유량조정조의 유입부에 반송한다.

## 7. 고도처리

### 7.1 개요

고도처리를 도입하는 이유는 다음과 같다.

- (1) 방류수역의 수질환경기준의 달성
- (2) 폐쇄성 수역의 부영양화 방지
- (3) 방류수역의 이용도 향상
- (4) 처리수의 재이용

### 7.2 처리방식의 선정

고도처리를 도입하는 이유는 다음과 같다.

- (1) 질소제거공정
- (2) 인제거공정
- (3) 질소, 인 동시 제거공정
- (4) 잔류 SS 및 잔류 용존유기물 제거공정

## 7.3 질소제거

### 7.3.1 생물학적 질소제거 원리

하수에 포함되어 있는 질소의 생물학적 질소제거는 미생물에 의해 질소화합물을 산화시켜 질산성질소로 전환시키는 질산화반응과 질산성질소를 질소가스로 환원시키는 탈질반응에 의해 주로 처리가 되며, 기타방법으로는 혐기성암모늄산화반응에 의한 제거방법이 있다.

### 7.3.2 순환식질산화탈질법

#### (1) 개요

순환식질산화탈질법은 반응조를 무산소(탈질)반응조, 호기(질산화)반응조의 순서로 배열하여 유입수 및 반송찌꺼기(슬러지)를 무산소반응조에 유입시키고 한편으로는 연속되는 호기반응조의 질산화 혼합액의 일부를 무산소반응조에 순환시켜 처리하는 방식이다

#### (2) 처리 특성

일반 도시하수의 경우 유입수(일차침전지 유출수)에 대하여 총질소(T-N)제거율은 연 평균 60~70% 가능

#### (3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

- ① 질소제거율의 목표치를 60~70%로 설정한 경우 반응조의 용량을 표준활성슬러지법의 반응조의 용량에 비하여 크게 한다.
- ② 무산소 반응조는 무산소상태가 항상 유지될 수 있는 구조로 하여야 한다.
- ③ 질산화액을 순환시키기 위해 펌프 등이 필요하다. 질산화액의 순환방법으로는 순환펌프를 사용하면서 호기반응조의 포기과 동반한 에어리프트효과에 의한 순환류를 이용하는 방법이 있다. 단, 이 경우는 순환수량의 파악이 어렵기 때문에 반송수유입게이트의 형상 등에 대하여 검토를 요한다.
- ④ 강우시와 사용개시시점의 대책으로 무산소반응조에 필요한 유기물을 확보하기 위해서 유입수가 일차침전지를 우회하는 bypass 수로를 설치한다.
- ⑤ 반응조의 MLSS농도는 활성슬러지법에 비해 높은 2,000~3,500 mg/l 를 유지하여야 한다. 따라서 이차침전지에의 유입고형물부하가 크게 되므로 수면적부하를 작게 하고 유효수심을 크게 할 필요가 있다.
- ⑥ 무산소반응조에서 스컴의 발생이 많은 것으로 보고되므로 스컴과쇄장치의 설치가 바람직하다.
- ⑦ 반응조의 수리학적체류시간, 호기조고형물체류시간(ASRT), 필요공기량, 알칼리제 및 추가 유기물원 주입설비, 일차침전지, 이차침전지 등에 대한 사항은 1.7.5 질소·인 동시제거 항의 1) 혐기무산소호기조합법을 참조한다.

### 7.3.3 질산화내생탈질법

#### (1) 개요

질산화내생탈질법은 질산화공정 이후에 탈질공정을 배치하여 탈질반응에 필요한 수소공여체로서 활성슬러지에 흡착되어 세포내에 축적된 유기물을 이용하는 공정

**(2) 처리 특성**

일반적인 도시하수의 경우 일차침전지를 설치하지 않은 하수처리장에 있어서 T-N제거율은 70~90% 정도가 가능

**(3) 설계 및 유지 관리상의 유의점**

질산화반응조 이후에 무산소반응조가 설치되기 때문에, 생물반응조 말단에 재포기반응조를 설치할 필요가 있으며, 생물반응조 용량은 통상, 순환법의 용량에 1.2~1.3배가 필요하다.

**7.3.4 외부탄소원탈질법**

분리단계 질산화공정의 경우처럼 C-BOD 제거와 질산화-탈질이 분리된 반응조에서는 탈질을 유도하기 위하여 외부탄소원을 사용하게 되는 경우를 의미하는데 필요이상의 외부탄소원이 유입될 경우에는 유출수의 수질악화를 초래하게 되므로 설계 및 운전시에 주의가 필요하다.

**7.3.5 단계혐기호기법****(1) 개요**

유입하수를 2단 이상으로 분리하여 유입시키면서 생물반응조를 혐기(무산소), 호기, 무산소, 호기(재포기) 반응조의 순서로 배치하여 질산화, 내부순환 없는 내생탈질 반응이 동시에 일어나게 하는 방법이다.

**(2) 처리특성**

유입부하의 변동과 수온저하에 대해서 안정된 처리를 기대할 수 있으며 특히 동절기의 사상성 별킹을 방지할 수 있다.

**7.3.6 고도처리 연속회분식활성슬러지법**

반응조에 분리된 혼합기능이 있으면 포기기간의 호기조건 운전 뿐만 아니라 주입기간 동안 혐기 혹은 무산소 조건의 운전으로 질소제거가 가능하다.

**7.3.7 간헐포기탈질법**

간헐포기법은 단일단계 질소 제거방법으로 활성슬러지법에서 포기를 일정주기로 간헐적으로 행함으로써 호기성 및 무산소단계를 반복하여 질소를 제거하는 방법이다.

**7.3.8 고도처리 산화구법**

산화구법은 SRT가 길기 때문에 처리과정에서 질산화반응이 일어나기 쉽다. 반응조내에 무산소 상태를 도입하여 탈질반응을 발생시키고 생물학적 질소제거를 도모함으로써 안정성의 향상을 기할 수 있다.

**7.3.9 분할주입 다단탈질법**

무산소조+호기조를 직렬로 다단으로 구성하고, 다중흐름(유입수 분할주입) 질소를 제거한다.

### 7.3.10 탈질생물막법

부유성장식의 순환식질산화탈질법, 질산화내생탈질법, 외부탄소원탈질법 등은 매체를 이용한 생물막법에 의하여서도 가능하다.

## 7.4 인제거

### 7.4.1 하수의 인제거 필요성 : 상수원 및 용수의 안정적인 수질확보를 위해서 하수의 인제거가 필요

### 7.4.2 인제거 방법의 종류

하수처리에서의 인제거 방법은 다음의 3가지로 구분된다.

- (1) 생물학적 인제거
- (2) 반송찌꺼기(슬러지) 탈인제거
- (3) 화학적 인제거

### 7.4.3 생물학적 인제거

#### (1) 원리

생물학적 인제거는 미생물에 의한 인 과잉섭취 현상을 이용, 잉여찌꺼기(슬러지)내 인 함량을 높여, 원수중의 인을 생물학적으로 제거하는 방법으로 혐기호기조합법을 활용한다.

#### (2) 처리 특성

본법은 도시하수의 처리에 있어서 ① 처리수의 BOD 및 SS농도를 표준활성슬러지법과 동등하게 처리할 수 있고, ② 유입수중에 총인농도가 5.0 mg/l 정도되면, 처리수의 총인농도를 1.0 mg/l 이하로 처리하는 것이 가능하며, 총인 제거율은 80% 이상 가능하다. 그러나 최종유출수의 총인 농도를 1 mg/l 이하로 유지하기 위해서 용존성 BOD와 용존성 인의 비가 10~15가 되어야 하며, 유출수 총인 농도를 0.5 mg/l 이하로 유지하기 위해서는 용존성 BOD와 용존성 인의 비가 20~25가 되어야 하는 것으로 보고되고 있다.

#### (3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

찌꺼기(슬러지) 처리시설에 있어서 잉여찌꺼기(슬러지)가 혐기상태에서 섭취한 인을 재방출하기 때문에 반류수의 인부하에 의해 처리수의 인농도가 증대될 수 있으므로 인의 재방출 방지 대책을 고려할 필요가 있다.

### 7.4.4 반송찌꺼기(슬러지) 탈인제거 공정

반송찌꺼기(슬러지) 탈인제거공정은 반송찌꺼기(슬러지)의 일부만이 포기조로 유입되고, 분리된 단위 공정에 의해 생물학적 탈인조에서 찌꺼기(슬러지)의 인을 방출시킨 후 그 상징액을 화학적인 방법으로 침전시켜 제거한다.

## 7.4.5 화학적 인제거

### (1) 개요

화학적 인제거는  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$  등의 금속이온이 포함된 무기응집제를 주입하여 아래의 식과 같이 오르토인산염(Orthophosphate)형태의 인을 입자상 물질로 전환시켜, 침전,여과,부상 등의 고액분리공정을 통해 제거하는 공정이다.

### (2) 무기응집제 주입량

무기응집제와 반응하는 인의 형태는 오르토인산염(Orthophosphate)형태로 목표 처리인량에 따라 주입량은 비례한다.

### (3) 응집제 주입에 따른 처리공정 분류

- ① 일차침전지 전단 무기응집제 주입
- ② 이차침전지 전단 무기응집제 주입
- ③ 이차침전지 후단 무기응집제 주입 : 별도의 총인처리시설 설치

### (4) 총인처리시설 설치시 다음사항을 고려한다.

- ① 방류수수질기준에 따른 목표수질을 설정한다.
- ② 생물학적인 제거로 총인이 목표수질 이하로 충분히 제거되지 않은 경우에 한해 화학적인 제거를 고려한다.
- ③ 화학적인 제거를 위한 약품주입설비, 혼화·응집설비 및 고액분리설비를 설치한다.
- ④ 고액분리공정에서 분리 회수된 탈리액 및 총인찌꺼기(슬러지)는 성상을 고려하여 하수찌꺼기(슬러지)처리계통 및 방류수 처리계통으로 이송하여 처리한다.
- ⑤ 화학적인 제거시 발생한 총인찌꺼기(슬러지)는 무기응집슬러지로서 혐기성소화조 투입시 소화조 운영에 악영향을 끼칠 수 있으므로 투입을 지양하며, 기존 하수찌꺼기(슬러지)처리계통과 분리·처리하는 등 대책을 수립한다. 만약 기존 하수찌꺼기(슬러지)와 혼합처리할 경우 성상변화를 검토하여 소화조 운영에 악영향을 최소화할 수 있는 방안 및 적절한 최종처분(재활용 등) 방안을 적용한다.
- ⑥ 기존시설에 총인처리시설 추가 설치시 자연유하로 방류가 곤란할 경우에는 24시간 유입유량 패턴을 고려하여 방류펌프를 설치하는 등 수리적으로 안정된 구조로 계획한다.

## 7.5 질소·인 동시 제거

### 7.5.1 혐기무산소호기조합법

#### (1) 개요

혐기무산소호기조합법은 생물학적 인제거공정과 생물학적 질소제거공정을 조합시킨 처리법으로 활성슬러지 미생물에 의한 인 과잉섭취현상 및 질산화, 탈질반응을 이용한 것이다. 본법에 적용한 인제거공정은 혐기호기조합법이며 혐기반응조, 무산소(탈질)반응조, 호기(질산화)반응조의 순서로 배치하여 유입수와 반송찌꺼기(슬러지)를 혐기반응조에 유입시키면서, 호기반응조 혼합액을 무산소반응조에 순환시키는 방법이다.

#### (2) 처리특성

표준 도시하수의 경우 일차침전지 유출수에 대하여 총질소 제거율 60~70% 정도, 총인 제거율 70~80% 정도가 기대된다.

### (3) 설계 및 유지 관리상의 유의점

- ① 우천시나 가동초기대책으로 혐기반응조 또는 무산소반응조에 필요한 유기물을 공급하기 위해 유입수가 일차침전지를 우회하는 by-pass 수로를 설치하는 것이 바람직하나, 혐잡물이 혐기조에 유입되어 수중교반기의 고장원인이 되기도 하므로 주의가 필요하다.
- ② 표준 도시 하수의 경우에는 탈질을 위한 메탄올이나 pH 조정용의 수산화나트륨 등의 첨가가 필요 없지만, 유역특성에 의해 유입수중의 알칼리도가 낮은 경우나 강우 등의 영향이 큰 경우에는 알칼리제나 메탄올 등의 탈질보조제의 주입 설비가 필요하게 된다.
- ③ 질산화액의 순환은 기본적으로 순환펌프에 의하지만 호기반응조의 산기에 동반된 에어리프트효과에 의한 순환류를 이용할 수도 있다.
- ④ 인제거를 효과적으로 행하기 위해서는 일차침전지 찌꺼기(슬러지)와 잉여찌꺼기(슬러지)의 농축을 분리하는 것이 바람직하며 찌꺼기(슬러지) 처리계통으로부터의 인 반류부하가 적은 찌꺼기(슬러지)처리공정을 선택할 필요가 있다.
- ⑤ 방류수의 인농도를 안정적으로 확보할 필요가 있는 경우에는 호기반응조의 말단에 응집제(PAC 등)를 첨가할 설비를 설치하는 것이 바람직하다.

### (4) 반응조 수리학적체류시간 및 호기조 고형물체류시간(ASRT)

수리학적체류시간은 생물반응조로 유입되는 하수의 성상, 목표처리수질 및 수온에 따라 다르게 설계된다. ASRT는 설계수온 조건에서 질산화미생물의 계내 유지에 필요한 중요한 운전 제어 인자이다. 호기상태에서 질산화미생물의 계내 유지에 필요한 고형물체류시간은 반응탱크 전부를 기준으로 한 고형물 체류시간(SRT, Solid Retention Time,  $\theta_c$ )이 아니라, 호기조 고형물 체류시간(ASRT, Aerobic-SRT,  $\theta_{cA}$ )으로 표현된다.

### (5) 필요공기량

필요공기량은 유기물의 산화, 질산화 및 내생호흡에 의한 산소 소비량과, 호기조의 용존산소농도 유지를 위한 필요산소량을 확보할 수 있어야 하며, 산기장치의 산소이동효율 등을 고려하여 산정한다

### (6) 알칼리제 및 추가유기물원 주입설비

- ① 질산화 촉진 및 응집제 첨가 등으로 반응조내 pH가 저하되는 경우 수산화나트륨 설비를 설치한다.
- ② 유입수중의 BOD농도의 저하로 인한 혐기조, 무산소조 운전에 필요한 BOD원이 부족할 경우 아세트산, 메탄올등의 추가유기물원 공급설비를 설치한다.

### (7) 응집제첨가설비

- ① 목표 처리수 총인 농도 달성에 필요한 목표 처리수 용해성 총인 농도를 산정한다.
- ② 응집제 첨가를 통한 인제거를 도입하는 경우 처리대상 용존성 총인 농도 대비 목표 처리수 용해성 총인 농도 달성에 필요한 응집제 첨가 몰비를 실험을 통해 확인하여 적용한다.

### (8) 일차침전지

- ① 수면적부하는 25~70m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>일 정도로 설정하는 것이 바람직하다.

② 강우시 및 통수초기에 유기물부하가 저하될 경우를 대비하여 일차침전지를 우회하여 반응조내에 유입시킬 수 있는 바이패스 수로를 설치하는 것이 바람직하다.

(9) 이차침전지

- ① 수면적부하는 MLSS농도를 높게 유지하여 운전하기 때문에 이차침전지에 유입되는 고형물 부하가 증가하므로 표준활성슬러지보다 낮은 15~25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d 정도로 한다.
- ② 유효수심은 설계 MLSS농도를 고려하여 3.5~4.0 m 정도로 한다.
- ③ 기존시설의 개조시 운전 및 구조개선을 통한 효율향상 방안을 고려하여야 한다.

(10) 수질관리항목

수질관리항목은 처리프로세스를 적절히 관리하기 위하여 필요하다. 시설의 규모나 관계법령 등에 따라 운전관리에 필요한 수질관리항목을 설정하여야 한다.

<표> 질소, 인 제거에 관한 수질항목

항 목	T-N	NOX-N	NH4-N	T-P	PO4-P	활성슬러지중 인 함유율	ORP	pH	MLSS	MLDO
유입수	○		○	○	○			○		
혐기조		△			○		○			
무산소조		○			△		○			
호기조말단		△	△		△	○		○	○	○
처리수	○	○	○	○	○			○		

○: 수질 관리를 목적으로 정기적으로 실시하는 항목

△: 적절한 시험실시가 바람직한 항목

7.5.2 응집제병용형 생물학적 질소제거법

(1) 개요

응집제병용형 생물학적 질소제거법은 생물학적 질소제거법의 순환식질산화탈질법 또는 질산화내생탈질법의 생물반응조에 응집제를 첨가하여 기존의 생물처리기능에 인 제거기능을 부가한 고도처리공정이며 인 및 질소를 동시에 제거할 수 있는 공정이다.

(2) 처리특성

표준 도시하수의 경우 유입수(일차침전지 유출수)에 대한 총질소 제거율은 60~70%, 총인 제거율은 70~80%로 기대할 수 있다.

(3) 설계 및 유지관리상의 유의점

- ① 응집제 주입량은 응집제첨가활성슬러지법을 참조하며, 응집제 주입위치는 반응조말단부근 및 이차침전지 유입관랑에 주입한다.
- ② 응집제 주입에 의한 찌꺼기(슬러지)량은 주입한 알루미늄양의 5배정도의 SS가, 철염을 이용할 경우 첨가한 철의 3.5배정도의 SS가 새롭게 발생하므로 찌꺼기(슬러지)량의 증가를 예상하여 찌꺼기(슬러지)시설 용량을 검토한다.
- ③ 응집제를 첨가함에 따라 알칼리도가 소비되어 질산화가 저해될 우려가 있으므로 알칼리제 주입설비를 설치할 필요가 있다.

- ④ 응집제를 첨가함에 따라 활성슬러지중에 응집제에 의한 무기물이 포함되어 과잉투입될 경우 반응조내의 MLSS 조성이 변하므로 질산화 및 탈질속도가 감소할 우려가 있으므로 반응조설계시 고려하여야 한다.
- ⑤ 반응조의 수리학적체류시간, 호기조고형물체류시간(ASRT), 필요공기량, 알칼리제 및 추가유기물원 주입설비, 일차침전지, 이차침전지 등에 대한 사항은 1.7.5 질소인 동시제거 항의 1) 혐기무산소호기조합법을 참조한다.

**7.5.3 반송찌꺼기(슬러지) 탈질탈인 질소인동시제거 공정**

질소와 인을 동시에 제거하고자 고안된 반송찌꺼기(슬러지) 탈질탈인 질소인동시제거 공정은 기존의 phostrip 공법에서 탈인조 앞에 탈질조를 설치하여 탈질과 후속되는 탈인조에서 질산성질소의 영향을 최소화하여 탈인 효율을 높인 수정 phostrip 공법이다.

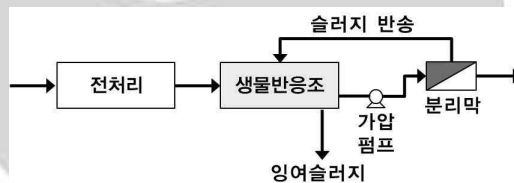
**7.5.4 막결합형 생물학적처리법(MBR공법)**

(1) 개요

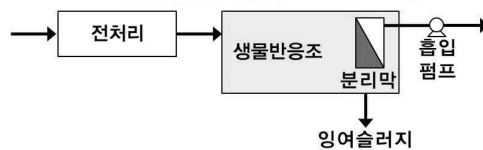
생물반응조와 분리막을 결합하여 이차침전지 및 3차처리 여과시설을 대체하는 시설로서, 생물학적 처리의 경우는 통상적인 활성슬러지법과 원리가 동일

(2) 막결합형 생물학적처리법의 종류

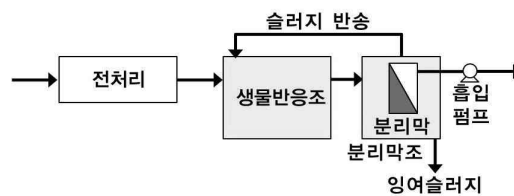
막결합형 생물학적처리법은 [그림]과 같이 크게 가압식과 침지식으로 분류할 수 있으며, 침지식은 생물반응조내 분리막을 침지하는 방식과 별도의 분리막조에 분리막을 침지하는 방식이 있다.



(a) 가압식 막결합형 생물반응조



(b) 침지식 막결합형 생물반응조(생물반응조 분리막 침지)



(c) 침지식 막결합형 생물반응조(분리막조 분리)

[그림] 막결합형 생물학적처리법의 종류

## (3) 막결합형 생물학적처리법의 공정구성

- ① 유량조정조: 유량변동에 대하여 설계 막투과량을 초과하지 않도록 적정 용량의 유량조정조 설치가 필요
- ② 전처리시설: 분리막 파손을 유발할 수 있는 모래, 험잡물, 머리카락등의 제거가 필요
- ③ 생물반응조: 생물반응조의 구성은 일반적인 고도처리공법과 유사하게 혐기조, 무산소조, 호기조를 구성하며, 목표수질에 따라 구성순서 및 단위공정의 수를 다르게 구성할 수 있다.
- ④ 분리막 관련설비는 처리수 생산설비, 막투과율 유지설비, 처리수 모니터링 설비, 분리막 운전제어반등이 있다.

## (4) 막폐색 방지 방안

- ① 막폐색 방지방안으로는 물리적 세정과 화학적 세정이 있으며, 물리적 세정은 휴지, 역세척, 공기세정이 있고, 화학적 세정은 약품을 이용한 유지세정과 회복세정이 있다.
- ② 분리막 세정시에도 정상처리가 가능하도록 분리막모듈 수를 결정하여야 한다.

**7.6 기존하수처리장의 고도처리시설 설치****7.6.1 기존 하수처리시설의 고도처리시설 설치시 사전검토사항**

- (1) 기본설계과정에서 처리장의 운영실태 정밀분석을 실시한 후 이를 근거로 사업추진방향 및 범위 등을 결정하여야 한다.
- (2) 시설개량은 운전개선방식을 우선 검토하되 방류수수질기준 준수가 곤란한 경우에 한해 시설개량방식을 추진하여야 한다.
- (3) 기존 하수처리장의 부지여건을 충분히 고려하여야 한다.
- (4) 기존시설물 및 처리공정을 최대한 활용하여야 한다.
- (5) 표준활성슬러지법이 설치된 기존처리장의 고도처리개량은 개선대상 오염물질별 처리특성을 감안하여 효율적인 설계가 되어야 한다.

**7.6.2 생물반응조 개량**

- (1) 혐기조 및 무산소조의 교반장치: 활성슬러지의 침강을 방지하고 유입하수와 활성슬러지와의 접촉을 양호하게 유지
- (2) 질산화액의 내부순환장치: 무산소조의 탈질을 위해 호기조 말단에서 무산소조 유입부로 질산화액을 순환
- (3) 생물반응조내의 격벽: 혐기조, 무산소조, 호기조 구분시 설치
- (4) 스크 제거장치
- (5) 일차침전지의 by-pass 수로 강우시 또는 운전초기시 유입하수의 유기물부하가 낮을 경우를 위한 대책
- (6) 수질계측장치: 수질계측장치로서는 DO계, MLSS계, ORP계 및 반송찌꺼기(슬러지)농도계 등이 있음

- (7) 보완설비(응집제, 수산화나트륨 등 첨가설비)
- (8) 단위처리수량당 필요공기량이 증대되므로 송풍량의 증대로 인한 기존 공기공급설비의 교체 또는 증설

## 7.7 잔류 SS 및 용존유기물 제거공정

### 7.7.1 개요

방류수 재이용 필요조건을 충족시키기 위해 재래식 2차처리 공정으로 제거할수 있는 효율 이상으로 유기물과 부유물질을 제거해야 하거나, 보다 효과적인 소독을 위한 처리된 하수내의 잔류 총 부유물질의 제거가 필요하다.

잔류 SS 처리기술은 입상여재 여과, 표면여과, 정밀여과 및 한외여과등이 있으며, 용존유기물 처리기술은 역삼투가 있다.

### 7.7.2 입상여재 여과법

#### (1) 개요

입상여재 여과법은 안정된 처리성능을 얻을 수 있고 운전도 용이하며 2차 처리수질의 향상을 기대할 수 있는 고도처리의 기본공정이다. 급속여과법은 모래, 모래와 안트라사이트, 섬유사, 폴리에틸렌 등의 여재로 이루어진 여층에 비교적 높은 속도로 유입수를 통과시켜 부유물을 제거하는 방법이다.

#### (2) 설계 및 유지 관리상의 유의점

본법의 계획처리수량은 고도처리로서 전량여과를 행하는 경우는 계획1일 최대여과수량(계획 1일 최대처리수량), 재이용 등을 위해 처리수의 일부를 여과하는 경우에는 목표로 하는 최대수량으로 한다.

#### (3) 계획여과수량

〈표 1.7.7〉 급속여과시 계획여과수량

시 설	계 획 여 과 량	적 용
입상여재 여과지	계획일최대여과수량	시설규모, 세척용 펌프, 송풍기
처리시설 연결관로	계획시간최대여과수량	원수량수 펌프

#### (4) 형식 결정시 고려사항

- ① 여과방법은 중력식과 압력식이 있고, 그 선택은 설치조건, 계획수량 등에 따라서 정한다.
- ② 여재 및 여층의 구성은 SS제거율, 유지관리의 편의성 및 경제성을 고려하여 정한다.
- ③ 여과속도는 유입수와 여과수의 수질, SS의 포획능력 및 여과지속시간을 고려하여 정한다.
- ④ 여층의 역세척은 세척방법으로 여과장치의 종류에 따라 다르나 역세척수를 이용하는 방법 과 공기와 역세척수를 병용하는 방법이 있다.

#### (5) 여과지 면적, 지수 및 기중

- ① 여과면적은 계획여과수량을 여과속도로 나누어서 구한다.
- ② 대수는 유지관리를 고려하여 원칙적으로 2대 이상 설치를 원칙으로 한다. 역세척시 유입수량의 저류방법 등을 결정시 1대당 최대여과면적, 역세척시 운전시간 등을 고려하여 결정한다.
- ③ 여과장치의 구조 및 기종은 처리장의 규모, 처리수질, 유지관리 및 경제성을 고려하여 정한다.

### 7.7.3 기계식 표면여과기

표면여과(surface filtration)는 얇은 격벽(septum; 여재)을 통해 액체를 통과시켜 기계적 체거름에 의해 액체 안의 부유입자들을 제거하는 것이다. 여과 격벽으로 사용되는 물질에는 엷어진 금속 직물, 섬유 직물, 합성물질 등이 있다. 여재(여과막) 표면여과의 간극 크기는 10~30 $\mu\text{m}$  정도이다. 대표적인 여재(여과막) 표면여과기에는 디스크필터(disc filter, DF)와 섬유여재디스크필터(cloth-media disk filter, CMDF) 등이 있다.

### 7.7.4 막분리법

압력차에 의해서 막을 통과시켜 물질을 분리하는 방법이 막분리법이다. 역삼투막의 투과수는 무취, 무색투명하고 수도물과 같은 외관을 띠며, 입자에서 용존성물질이 대부분 제거되는 반면 한외여과막 및 정밀여과막의 투과수는 약간의 색도와 악취가 남아있고 무기물 및 박테리아보다 작은 크기의 미생물류는 제거가 어렵다. 일반적으로 막분리법은 설치 및 유지비용이 높기 때문에 현 시점에서는 설치부지가 협소하거나, 고품질의 처리수질이 필요할 경우 적용하는 등, 그 적용분야가 한정되어 있다.

#### (1) 분리막 선정시 고려사항

- ① 분리막의 성능
- ② 투과능력
- ③ 내구성

#### (2) 종류

주요 막분리시설로는 다음과 같은 시설들이 있으며 각각의 특징을 파악하여 처리목적에 적합하게 선택한다.

- ① 정밀여과시설
- ② 한외여과시설
- ③ 역삼투시설

#### (3) 분리막 모듈의 형식

- ① 판형
- ② 관형
- ③ 나선형
- ④ 중공사형

#### (4) 막분리시설의 구성

- ① 정밀여과와 한외여과의 일반적 운전모드는 유입저류조 유무 및 재순환에 따라 운전모드가 결정되며, 막결합형 생물반응조(MBR)의 경우 가압형 여과방식과 침지형 여과방식이 있다.

② 역삼투압 시설은 모듈, 가압펌프로 구성되며, 다단식, 병렬식, 직렬식 등으로 모듈배열에 따라 구분된다.

(5) 막분리 여과시스템 설계시 주요 고려사항

- ① 투과플럭스
- ② 수온
- ③ 구동압력
- ④ 회수율

## 8. 소독시설

### 8.1 소독의 필요성 및 방법

#### 8.1.1 소독의 필요성

하수처리시설에서 시행되는 소독의 목적은 처리 중에 생존할 우려가 있는 병원성미생물을 사멸시켜 처리수의 위생적인 안전성을 높이는데 있다.

#### 8.1.2 소독의 원리

소독제의 역할을 설명하기 위해 제안된 다섯가지 기본적인 메카니즘은 (1)세포벽에 손상을 주고, (2) 세포의 투과력을 바꾸고, (3) 원형질의 콜로이드 성질을 바꾸며, (4)미생물의 DNA 및 RNA를 바꾸고, (5)효소활동의 방해이다.

#### 8.1.3 소독방법의 종류

일반적으로 이용될 수 있는 소독방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 물리적 방법
  - 가열
  - 자외선(UV)조사
  - 감마선 조사
  - X선 조사
- ② 화학적 방법
  - 할로젠족 산화제 : 액화염소, 차아염소산나트륨, 클로라민, 유기염소제, 이산화염소 등 각종 염소화합물, 브롬
  - 비할로젠족 산화제 : 오존, 과망간산칼륨, 과산화수소
  - 금속 : 은이온, 동이온
  - 계면활성제
  - 이온교환체 : 이온교환수지, 이온교환막

#### 8.1.4 소독방법의 선택

소독방법은 방류수역의 이수특성, 경제성, 효율성을 종합적으로 검토하여 적절한 소독방법을 선정하여야 한다.

소독방법의 선택시에는 다음과 같은 요건을 고려하여 가장 적절한 방법을 택하여야 한다.

- ① 소독제의 물에 대한 용해도가 높을 것
- ② 소독력이 강할 것
- ③ 잔류독성이 거의 없을 것
- ④ 경제적인 것
- ⑤ 안정적인 공급이 가능할 것
- ⑥ 주입조작 및 취급이 쉬울 것

### 8.1.5 소독시설 설계시 주요 고려사항

소독시설의 설계시 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 기존처리장에 소독시설 설치사업계획을 수립할 경우에는 처리장의 대장균군수에 대한 처리실태분석을 실시한 후 이를 근거로 소독시설 설치여부를 결정하여야 한다. 처리수의 대장균군수가 방류수 수질기준이하로 배출되는 경우에는 소독공정을 설치하지 않아도 된다.
- ② 기존 처리장에 염소소독시설이 일부 또는 전부가 설치되어 있는 경우에는 기존시설물을 최대한 활용하여 중복투자가 발생되지 않도록 소독시설 설치계획을 수립하여야 한다.
- ③ 소독시설의 처리방법을 선정할 경우에는 시설비뿐만 아니라 유지관리의 효율성에 대해서도 충분히 검토하여 적절한 처리방법이 선정되도록 조치하여야 한다.

## 8.2 염소소독

### 8.2.1 염소(Cl<sub>2</sub>) 소독

#### (1) 염소 소독시설의 구성

염소소독시설은 염소실, 염소중화실, 염소주입기, 염소기화기, 중화설비, 염소접촉조, 탈염소화 설비 등으로 구성되며, 염소는 기체상태 또는 수용액의 형태로 직접 주입된다.

#### (2) 주입위치

염소는 하수가 접촉조에 유입하기 전에 주입되어야 하며, 주입되는 즉시 하수와 잘 혼합되어야 하며, 필요시 혼합기를 설치한다.

#### (3) 접촉조

접촉조는 다음 사항을 고려하여 설계한다.

- ① 계획하수량은 계획1일최대오수량으로 한다. 단, 합류식에 있어서는 우선시를 고려한다.
- ② 접촉조에서의 접촉시간은 요구되는 살균효율을 얻을 수 있을 만큼 충분히 길어야 하며 15분 이하가 되어서는 안 된다.
- ③ 접촉조는 침전물제거시설을 갖추든지 아니면 침전이 일어나지 않는 구조로 한다.

#### (4) 염소주입

염소주입은 하수의 수질과 요망되는 살균효율 및 방류수역의 대장균수에 대한 환경기준을 감

안하여 결정한다.

각종 하수의 소독에 요구되는 염소주입농도는 일반적으로 다음 <표 1.8.20>과 같다.

<표 1.9.20> 염소주입률

하수의 종류	주입률(mg/l)
유 입 하 수	7~12
일차침전지 유출수	7~10
2차 처리수	2~4

(5) 액체염소주입장치

- ① 용량은 계획1일 최대오수량과 주입률에 따라 정한다. 단, 합류식인 경우 우천시를 고려한다.
- ② 염소주입기의 용량 및 대수는 처리수의 수량 및 수질변동에 대응할 수 있도록 한다.
- ③ 염소주입기는 습식진공형으로 한다.
- ④ 염소주입기는 예비주입기를 설치한다.

(6) 염소주입기실

- ① 염소주입기실은 가능한 한 주입점 근처에 독립시켜 설치하되 지하실이나 낮은 부분을 피하고 지면보다도 높게 한다.
- ② 건물은 내화성으로 하고 내실의 채광이 잘 되도록 하며, 환기용의 작은 창을 측벽 하부의 바닥부근에 설치한다. 또한 마루바닥은 콘크리트로 하고 실내 온도는 항상 15°C 이상이 유지되어야 한다.
- ③ 마루면적은 주입기가 1대일 때 최소한도 6㎡를 하고, 2대의 경우는 15㎡, 2대 이상일 때에는 1대를 증설할 때마다 3㎡를 증가시킨다.
- ④ 염소주입기는 주위의 벽 또는 인접주입기로부터 적어도 60cm 격리시켜 수리나 정비에 편리하도록 한다.
- ⑤ 주입량과 잔류량을 조사하기 위하여 계량기를 준비한다.
- ⑥ 적당한 작동압을 유지하도록 주입기의 용량 1kg/h에 대하여 50kg실린더 1대의 비율로 장치될 수 있도록 설비한다.
- ⑦ 염소주입관은 경질의 고무관, 염화비닐관 또는 고무호스 등을 사용하며, 전기기구나 기구 금속류는 부식되기 쉽기 때문에 내산처리를 한다.
- ⑧ 염소주입기실내의 기계의 배치는 주입기의 보수, 가스배관의 점검, 조작반 등의 감시에 편리하도록 한다.
- ⑨ 고압가스 안전관리기준에 맞도록 한다.

(7) 액체염소의 저장

- ① 액체염소의 저장량은 평균주입량의 7~8일 분으로 하는 것이 바람직하다.
- ② 저장방법은 실린더에 의한 것과 조에 의한 것이 있다. 일반적으로 실린더의 용량은 100kg과 1ton이다.
- ③ 조에 의한 저장방법은 대규모 살균시설에 이용되며 2조 이상을 병설한다.

- ④ 주입량과 잔류량을 검사하기 위하여 계량장치를 설치한다.
- (8) 염소저장실
  - ① 내화성으로 하며 안전한 위치에 시설한다.
  - ② 저장능력 1 ton 이상의 경우는 염소주입량과 분리시켜 실린더의 반출입이 편리한 위치에 또한 감시하기 쉬운 장소에 설치한다.
  - ③ 지하실이나 기타 습기가 많은 장소를 피하여 외부로부터 밀폐 가능한 구조로 하고 저장실에는 환기용의 작은 창을 측벽하부에 설치한다.
  - ④ 필요에 따라 실린더 이동용의 기중기(hoist)를 설치한다.
- (9) 중화설비
 

염소는 독성이 강하기 때문에 누출 및 기타의 사고에 대비하여 필요한 방독 및 재해시설을 다음 사항을 고려하여 설계한다.

  - ① 100 kg 용량의 실린더를 사용하는 경우에는 새어나오는 염소의 검출, 중화 및 흡수용의 약품류를 비치하여 두어야 한다.
  - ② 1 ton 용량의 실린더나 저장탱크를 사용하는 경우에는 염소의 누출에 대비하여 누출검지기, 중화반응탱크 및 배풍기 등의 중화시설을 설치한다.
  - ③ 중화장치의 능력은 누출염소를 충분히 중화시켜 무해하게 할 수 있어야 한다.

## 8.2.2 이산화염소 소독

- (1) 이산화염소 소독시설의 구성
 

이산화염소 소독시설은 기본적으로 염소 소독시설과 유사하나 이산화염소 발생기, 아염소산나트륨 저장탱크 및 주입펌프등의 시설이 추가된다.

현장에서 생산된 이산화염소는 전형적인 염소주입방법에서 사용되는 것과 동일한 방법으로 주입되는 수용액에 존재하게 된다.
- (2) 이산화염소의 주입
 

이산화염소를 생산하기 위해서는 pH를 4이하로 유지해야 하므로 주입되는 염소용액의 pH도 4 이하가 되어야 한다. 이는 염소용액의 농도가 결코 500 mg/l 이하가 되어서는 안 된다는 것을 뜻한다. 또한 주입점에서 분자상태의 염소가 파괴되지 않도록 염소농도가 3,500 mg/l를 초과해서는 안 되므로 결국 이산화염소의 생산을 위한 효율적인 범위는 약 7 : 1이 되는 셈이다. 그러나 실제 약품주입기는 유량에 비례해서 20 : 1까지 주입통제시스템에 의하면 200 : 1까지 취급할 수 있게 되어 있다.
- (3) 아염소산나트륨의 주입
 

이산화염소의 생산을 위한 아염소산나트륨의 용액은 농도가 무게로 20% 이하가 되도록 공급되어야 하며, 용기는 1일 소비량을 저장할 수 있는 크기가 되어야 한다.
- (4) 이산화염소의 반응탑
 

이산화염소의 생산을 위하여 주입되는 염소용액은 반응탑에 들어가기 직전에 아염소산나트륨용액과 혼합되어야 하며, 반응탑에서도 생성된 이산화염소용액은 바로 주입점으로 보낸다.

### 8.2.3 차아염소산나트륨 소독

차아염소산나트륨은 시판용을 주입하는 방법과 현장에서 염수 또는 해수를 원료로 해서 전기분해에 의한 방법으로 차아염소산나트륨을 생산해서 주입하는 방법이 있다.

#### (1) 차아염소산나트륨 주입장치

- ① 차아염소산염은 약 7~8일 분이 저장되어야 하며, 내식성의 용기에 저장하여야 한다.
- ② 저장방법은 저장조에 의한 것을 표준으로 한다.
- ③ 저장장소는 차고 어둡고 통풍이 좋은 장소로 한다.
- ④ 저장조는 2조 이상으로 하고 차아염소산나트륨에 의해 손상되지 않는 재질을 사용하며 적당한 부대장치를 설치하는 것으로 한다.
- ⑤ 잔류량을 감시하기 위해 계량장치를 설치한다.
- ⑥ 현장 제조형 차아염소산나트륨의 저장은 시판용과 다음 사항을 구분한다.
  - 소요량에 따른 연속적인 발생으로 저장은 2일 이내로 한다.
  - 차고 어둡고 통풍이 좋은 장소를 표준으로 하되 저장기간이 길지 않음으로 일반 노출형 탱크로도 가능하다.

#### (2) 차아염소산나트륨 용액저장실

- ① 구조는 내진 및 내화성으로 한다.
- ② 차아염소산나트륨이 새는 경우에 유출방지를 위하여 전체 저장분에 대응하는 용량의 방액벽 또는 피트를 설치한다.
- ③ 필요에 따라서 환기장치를 설치한다.

## 8.3 탈염소

### 8.3.1 아황산가스

- (1) 주입률 : 잔류염소 1 mg/l를 제거하기 위하여 약 1 mg/l의 비율로 아황산가스를 주입할 수 있도록 탈염소 시설을 설계한다.
- (2) 저장 및 공급 : 아황산가스 실린더를 액체염소 실린더와 같은 곳에 저장하도록 고려한다.
- (3) 혼합 : 주입된 아황산가스는 하수와 충분히 혼합하여야 한다.
- (4) 주입통제시설 : 아황산가스에 의한 탈염소 효율을 좋게 유지하기 위해서는 염소접촉조 유출수의 잔류염소측정기를 위시하여 각종 통제시설을 설치한다.

### 8.3.2 아이중황산나트륨(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

- (1) 주입률 : 탈염소를 위하여 아이중황산나트륨(sodiummetrbisulfite, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)을 사용하는 경우 주입시설은 1 mg/l의 염소를 제거하기 위하여 1.5 mg/l의 율로 주입될 수 있도록 설계한다.
- (2) 저장 및 취급 : 아이중황산나트륨은 생산업자로부터 공급되는 용기내에 그대로 저장되어야 하며 취급기기는 내식성이어야 한다.

### 8.3.3 활성탄

탈염소를 위한 황성탄접촉조의 설계를 위해 다음 사항들을 고려하여야 한다.

- ① 접촉조의 하수주입률은  $2 \text{ l/m}^3 \cdot \text{s}$ 를 초과하여서는 안 된다.
- ② 접촉조의 크기는 접촉조가 텅 빈 상태에서 체류시간이 15~20분 정도 되도록 한다.

## 8.4 오존에 의한 소독

### 8.4.1 오존 소독시설의 구성

오존소독시설은 오존반응설비와 오존발생설비로 크게 구성되며 오존반응설비는 주입장치, 반응조, 배오존처리장치로, 오존발생설비는 원료가스공급장치, 오존발생장치, 냉각장치 등으로 각각 구성된다.

### 8.4.2 오존반응설비 용량계획

- (1) 주입장치 용량은 계획수량과 주입률에 의해 산출된 주입량에 의해 결정한다.
- (2) 미반응 오존의 처리를 위하여 배오존장치를 설치하며, 실내 오존농도를 상시 모니터링 하기 위해 오존검출기를 예비포함 2대이상 설치하도록 하여야 한다.

### 8.4.3 오존접촉방식의 형식

오존접촉방식은 아래와 같은 형식으로 분류되며 형식의 선정은 사용목적, 설치공간, 유지관리성을 고려하여 결정하여야 한다.

- (1) 산기식 접촉방식(디퓨저 또는 미세기포 장치 이용 등)
- (2) 가압식 접촉방식(전체가압 방식, 측면가압 방식)으로 구분한다.

### 8.4.4 오존발생설비

- (1) 원료가스공급장치는 필요한 원료가스를 공급하기에 충분한 용량으로 설계하고 효율 높은 운전이 가능하도록 하여야 하며 충분한 안전성을 갖도록 하여야 한다.
- (2) 오존발생장치는 발생효율이 높고 내구성, 안전성을 충분히 갖도록 하여야 하며 예비시설을 설치한다.
- (3) 오존발생장치의 온도를 일정하게 유지하기 위하여 냉각장치를 설치한다.

## 8.5 자외선(UV) 소독시설

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.

### 8.5.1 소독수로

자외선(UV) 소독시설에서는 UV 램프 모듈이 설치되는 소독수로를 함께 설계해야 한다. 용량이

작은 하수처리장에서는 스테인레스 스틸 재질의 반응조를 제작하여 최종방류수의 배관에 플랜지를 연결하여 사용할 수도 있으나 용량이 큰 하수처리장에서는 철근콘크리트 구조물의 수로에 소독장비를 장착하여 운영한다. 모듈은 수개의 램프를 하나의 단위로 묶은 것이며 बैं크는 수개의 모듈이 합쳐져서 구성된다. 램프와 모듈, बैं크의 규격은 설계시 제품의 특성을 충분히 파악하여 결정하여야 한다.

소독수로는 다음 사항을 고려하여 설계하여야 한다.

- ① 설계유량은 일최대하수량유량으로 하고 합류식의 경우에는 우천시의 설계 유량을 고려한다. 우천시 이차처리수만을 UV로 소독하고 우회 유량은 별도의 수로에서 차아염소산나트륨 또는 차아염소산칼슘 소독이 바람직하다.
- ② 수로의 치수는 설계 안전인자를 고려하여 UV 램프 모듈이 밀집하여 배치될 수 있고 적은 소요부지를 요하도록 설계한다.
- ③ 설계유량이 5,000 m<sup>3</sup>/d 이상인 경우에는 소독효과를 높이기 위해 두개 이상의 बैं크를 설치한다.
- ④ 수로 유입부에는 스크린을 설치하여 작은 부유물이나 조류 덩어리가 램프와 모듈 사이에 걸리는 것을 방지하며 유출부에는 수위조절장치를 둔다.
- ⑤ 수로에는 격자모양의 뚜껑을 덮어 유지관리를 용이하게 한다.

**8.5.2 자외선(UV) 소독시설의 투과율 계획 : 원수의 자외선투과율은 70% 이상을 표준으로 한다.**

### 8.5.3 자외선(UV)램프의 종류

- (1) 저압(고출력을 포함) 자외선램프 : 살균효과가 높은 260 nm 부근의 자외선을 발생하기 때문에 에너지 효율이 높은 장점을 갖고 있다.
- (2) 중압자외선 램프 : 중압자외선램프는 비교적 에너지 효율이 낮지만 살균력이 있는 광역의 파장에 의해 램프당 소독력이 강하다.

### 8.5.4 장치의 형식

자외선소독장치는 아래와 같은 형식으로 분류되며 형식의 선정은 사용목적, 설치공간, 보수관리성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

- (1) 설치방식은 개수로방식(channel) 및 관수로방식으로 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.

## 9. 간이공공하수처리시설

### 9.1 설치기준

간이공공하수처리시설은 다음사항을 고려하여 설치한다.

- (1) 간이공공하수처리시설은 I, II 지역(하수도법, 하수도법 시행령 별표1 지역구분 참조)의 합류식 지역내 500m<sup>3</sup>/일 이상 공공하수처리시설에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 간이공공하수처리시설은 하수처리구역내 강우량, 하수처리시설의 강우시 유입량, 방류량, 유입수질, 처리수질에 대한 모니터링 실시 결과, 일차침전지 유무, 일차침전지가 있는 경우 시설 용량 및 처리효율, 새로 설치할 경우 필요한 부지의 확보 여부 등을 고려하여 설치계획을 수립한다.
- (3) 향후 강화되는 방류수질을 감안하여 중복 및 과잉투자가 발생하지 않도록 효율적인 시설계획을 수립한다.
- (4) 강우시 간이공공하수처리시설의 삭감부하량 목표를 설정하고, 관련 계획 및 지역특성에 적합한 목표 방류부하량을 제시한다.

## 9.2 계획수립시 고려사항

간이공공하수처리시설의 계획수립시 다음사항을 고려한다.

- (1) 기초조사를 위해 배수구역내 강우현황 및 하수도시설현황 등을 조사한다.
- (2) 설치타당성 검토를 위해 유량 및 수질조사를 실시하고, 강우시 공공하수처리시설 운영자료 등을 종합 검토하여 강우시 하수처리의 문제점을 분석하고 기존 처리시설의 용량 등을 검증한다.
- (3) 강우시 미처리하수의 처리방안을 결정하기 위하여 기존 처리공법의 운전개선, 기존 처리공법의 시설개량, 새로운 간이공공하수처리시설 설치 등에 대한 장·단점, 경제성, 환경성 등을 비교하여 가장 효율적인 방안을 결정한다.
- (4) 도심지 기존처리장의 외곽이전 및 재설치 등을 계획시 고도처리공법 등으로 인한 용량감소로 강우시 우수처리에 문제가 발생할 수 있으므로 강우시 3Q 처리가 가능하도록 계획하여야 한다.

## 9.3 용량산정

간이공공하수처리시설의 용량산정은 다음사항을 고려한다.

- (1) 간이공공하수처리시설 용량은 우천시계획오수량과 공공하수처리시설의 강우시 처리가능량을 고려하여 결정하여야 한다.
- (2) 분류식화를 추진중인 경우 간이공공하수처리시설의 방류수수질기준 적용시점의 분류식화율을 기준으로 용량을 산정하여야 한다.
- (3) 강우시 유입량을 적정하게 검토하여 최소시설 설치로 최대 처리효과를 얻을 수 있도록 용량을 산정한다.
- (4) 공공하수처리시설의 강우시 처리가능량은 강우시 유입하수량, 유입수질, 체류시간, 처리수량, 처리수질 등을 종합 검토하여 기존 공공하수처리시설에서 최대 처리할 수 있는 용량으로 한다.

## 9.4 설계시 고려사항

### 9.4.1 위치 및 배치

- (1) 간이공공하수처리시설은 공공하수처리시설 부지내에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 부지에

여유가 없는 경우 기존 공공하수처리시설과 연접하거나 연계가 용이한 부지를 선정한다.

- (2) 부지계획고는 방류하천의 하천정비기본계획 및 기존 공공하수처리시설 계획홍수위, 부지계획고 등을 고려하여 최적처리가 가능하도록 계획한다.
- (3) 간이처리를 위한 구조물은 기존 공공하수처리시설의 침사지, 유입펌프장 등과의 하수이송계획, 찌꺼기(슬러지)처리계획 등을 감안하여 효율적으로 배치한다.

#### 9.4.2 유입수문 및 유량계

- (1) 간이공공하수처리시설 설치시 유입수문은 우천시 계획오수량이 유입될 수 있는 구조로 하며, 침수피해가 우려되는 경우에는 수문이 자동으로 차단될 수 있도록 구성한다.
- (2) 유지관리의 편의성을 고려하여 간이공공하수처리시설 유입전단 및 방류지점에 각각 유량을 측정할 수 있는 설비를 설치하고 중앙제어실에서 실시간 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구축하여야 한다.
- (3) 유입유량계는 반류수와 연계처리수 등의 유량이 유입하지 않는 지점에 설치하고, 시간대별 하수발생량을 측정할 수 있어야 한다.
- (4) 농축조, 소화조, 탈수기 등의 반류수와 분뇨처리시설, 가축분뇨 등의 연계수는 간이공공하수처리시설의 효율증대를 위하여 충격부하를 최소화하는 방법을 강구하여야 한다.

#### 9.4.3 침사지 및 유입펌프시설

- (1) 일차침전지 증설 및 간이공공하수처리시설 설치에 따라 침사지 및 펌프용량이 부족한 경우 제3장 펌프장시설을 참조하여 신·증설을 검토하여야 한다.
- (2) 펌프용량 증설이 필요하나 흡수정 및 펌프실 공간이 부족한 경우에는 구조물 개량보다는 기존 펌프를 고효율 펌프로 대체하는 방안을 우선 검토하여야 한다.
- (3) 펌프의 설치대수는 강우시 유입량의 변화에 따라 경제적으로 운전하기 위하여 동일형식의 대·소 펌프용량으로 설치하여야 하고 예비대수는 배제지역의 용도(주거 및 상업용지, 공업용지 등), 지역적 특성과 고장빈도 및 가능성 등을 종합적으로 검토하여 설치여부를 결정하여야 한다.

#### 9.4.4 간이공공하수처리시설

- (1) 강우시 유입량, 유입수질 등 모니터링 자료를 토대로 기존 일차침전지, 생물반응조, 이차침전지 등 기존 처리시설의 처리효율, 문제점 분석 등을 통하여 용량한계를 검토하여 간이공공하수처리시설 설치계획을 수립하여야 한다.
- (2) 기존 일차침전지 용량이 우천시 계획오수량의 30분 이상 침전시간을 만족하고 간이공공하수처리시설 방류수 수질기준을 준수할 수 있는 경우 간이공공하수처리시설의 설치를 지양하고 기존시설을 최대한 활용하여야 한다.
- (3) 기존 일차침전지가 하수도시설기준에 따른 우천시 계획오수량을 30분 이상 체류할 수 있는 용량이나 간이공공하수처리시설 방류수 수질기준을 준수할 수 없는 경우, 경제성, 운영관리 편의성 등을 고려하여 일차침전지의 운전개선, 시설개량 등을 통해 처리효율을 제고하거나 별도

의 시설 설치를 검토할 수 있다

- (4) 기존 일차침전지의 간이처리 용량이 부족한 공공하수처리시설은 우천시 계획오수량의 30분 이상 침전시간이 확보되도록 일차침전지를 증설하거나, 일차침전지 개선(개량) 또는 별도 처리시설 설치 등을 통해 간이공공하수처리시설의 방류수 수질기준을 준수할 수 있는 방안을 검토하여야 한다.
- (5) 간이공공하수처리시설을 새로 설치할 경우 기존 공공하수처리시설에 대한 공정진단과 운전 방법 개선 등을 통해 기존 공공하수처리시설에서 최대한 유입 처리 가능한 용량을 산정하고 이를 고려한 설치계획을 수립하여야 한다.
- (6) 일차침전지가 없는 공공하수처리시설은 우천시 계획오수량의 30분 이상 침전시간 확보 및 방류수 수질기준을 준수할 수 있도록 일차침전지를 신설하거나 별도설비 설치를 검토할 수 있다.
- (7) 중력침전 방식이 아닌 간이공공하수처리시설을 설치할 경우, 협잡물 제거, 장비수선, 유지관리 등이 용이한 구조로 설치하여야 하며, 방류수 수질기준을 준수할 수 있도록 최적 시설이 도입되어야 한다.
- (8) 찌꺼기(슬러지) 계면 측정장치와 연동하여 자동 인발이 될 수 있도록 시스템을 구축하여야 한다.
- (9) 기존 일차침전지 효율개선 또는 별도 간이공공하수처리시설 설치시 강우시 유입하수량 변동에 탄력적으로 대응하기 위하여 계열별로 운전이 가능하도록 시설을 설치하여야 한다.

#### 9.4.5 소독시설

- (1) 간이공공하수처리시설의 소독방법은 강우시 유입되는 하수의 높은 탁도에 대응할 수 있는 염소소독방법을 원칙으로 하고, 설치부지 및 접촉시간 부족할 경우 효율성, 경제성, 환경성 등의 검토를 통하여 강우시 일시적 사용에 적합한 소독방법을 도입하여야 한다.
- (2) 염소소독시설의 설치기준은 “하수도시설기준 제4장 수처리시설의 4.8 소독시설”을 참조하여 설치하고 간이처리수 소독은 발암물질인 THM 발생을 최소화 할 수 있는 방식으로 선정하여야 한다.
- (3) 기존 공공하수처리시설에 운영되지 않는 염소접촉지가 있는 경우 이를 최대한 활용하는 방안을 검토하여 중복투자가 발생되지 않도록 한다.
- (4) 간이처리수의 별도 방류수로가 있는 경우에는 수로안에 도류벽 등을 설치하여 염소접촉조로 활용하는 간이소독방식을 선택할 수도 있다. 간이소독시설은 약품탱크, 정량펌프, 제어반 등으로 구성하고, 약품투입은 간이처리 유량과 연동하여 투입될 수 있도록 제어되어야 한다.

## 10. 하수처리장 내 부대시설

### 10.1 처리장 내 연결관로

- (1) 처리장내 연결관로의 계획하수량은 다음을 기준으로 한다.
  - ① 유입펌프토출부~일차침전지 : 합류식 - 우천시계획오수량  
분류식 - 계획시간최대오수량
  - ② 일차침전지~생물반응조 : 계획시간최대오수량

- ③ 생물반응조~이차침전지 : 계획시간최대오수량 + 계획반송찌꺼기(슬러지)량
  - ④ 이차침전지~방류구 : 계획시간최대오수량
  - ⑤ 일차침전지~방류구 : 합류식 - 우천시계획오수량  
분류식 - 계획시간최대오수량
- (2) 처리장내 연결관로 내의 평균유속은 0.6~1.0m/s를 표준으로 한다.
  - (3) 처리장내 연결관로는 수밀 철근콘크리트 관로 또는 주철관 등으로 한다.
  - (4) 처리장내 연결관로는 가능한 짧게, 굴곡을 작게 합과 동시에 측관이나 기타 연결관을 고려하여 설계한다.

## 10.2 공동구

- (1) 공동구는 수밀한 철근콘크리트 구조로 만들도록 하고 수용하는 관과 밸브의 지지가 충분히 가능한 구조로 한다.
- (2) 공동구는 수용하는 관 및 밸브류, 계기류의 반출입, 고정, 분리, 점검, 수리에 편리한 구조로 한다.
- (3) 공동구는 환기, 조명, 배수가 잘 되도록 한다.
- (4) 공동구는 우수의 침입, 화재, 작업 중의 장애를 방지할 수 있도록 한다.

## 10.3 방류구

- (1) 방류구의 위치 및 구조는 방류수역의 관리자와 사전에 충분히 협의하여 결정하여야 한다.
- (2) 방류구의 유속은 선박의 운항, 세굴 등 주변에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.
- (3) 방류구의 높이는 가능한 한 하천이나 해역 등의 방류지의 저수위 부근에 위치하도록 하는 것이 바람직하다.
- (4) 방류구의 위치 및 방류의 방향은 방류수가 부근에서 정체되지 않도록 결정해야 한다.
- (5) 방류구에는 필요에 따라 게이트를 설치한다.

## 10.4 급배수관

- (1) 급수관의 계획유량은 하수처리장에서 사용하는 축봉수, 냉각수, 세척수 등의 용수사용량을 고려하여 결정한다.
- (2) 배수관의 계획유량은 장내의 우수, 오수 그리고 각 시설의 배수량을 고려하여 결정한다.
- (3) 배수관의 매설 깊이와 수위, 관로의 접합, 관의 이음, 기초공, 맨홀 등은 관로시설 설계기준 (KDS 61 40 00)의 1.3, 1.4, 1.5 및 1.7에 따라 정한다.

## 11. 친환경 주민친화시설

친환경 주민친화적 하수처리시설은 부정적 이미지를 탈피하여 환경개선과 보호를 위한 시설로 지역사회에 도움이 되는 시설, 주민들과 함께 할 수 있는 공간이 조성되는 것을 말한다.

친환경 주민친화시설은 하수처리시설의 본연의 기능, 활용가능한 친환경 자원 이용과 하수처리

시설 근무자, 방문자 또는 지역주민들의 이용이나 편의를 제공하는 형태에 따른 분류를 한다.

친환경 주민친화시설은 기본방향은 다음과 같다.

- (1) 지역적 특성을 고려한 계획이 이루어져야 한다.
- (2) 환경개선 및 생태보전에 크게 기여하여야 한다.
- (3) 에너지 보전적 측면을 고려하여야 한다.
- (4) 이용자의 안전성을 최대한 확보해야 한다.

설치시 고려사항은 다음과 같다.

- (1) 지역의 특성과 입지여건을 최대한 고려하여야 한다.
- (2) 시설의 종류, 위치, 규모가 시설목적과 수용능력에 부합하도록 계획한다.
- (3) 친환경적 구조, 소재, 시스템을 사용한다.
- (4) 사회적 약자의 편의를 최대한 반영한다.
- (5) 친환경 주민친화시설의 계획수립 전·후에 이해당사자가 참여할 수 있도록 한다.

친환경 주민친화시설의 도입 우선순위의 평가기준 및 평가 항목을 합리적이고 타당성 있게 제시하여야 하며, 긴급성, 환경성, 경제성 등으로 분류하여 계량화하여 제시토록 하여야 한다.

## 12. 악취방지 및 탈취설비

- (1) 유량조정조, 침사지, 일차침전지, 생물반응조 등에서 발생하는 악취를 생활환경 보건상 지장이 생기지 않도록 밀폐, 저감, 차단, 포집, 탈취 등의 단계별 처리방안을 계획하여야 한다. 특히 악취의 생성 및 발산이 최소화되도록 설계되어야 한다.
- (2) 탈취 방식은 약액세정방식, 미생물탈취방식, 활성탄흡착방식 등이 있으며 악취조건을 고려하여 선정한다.
- (3) 상세 설계기준은 KDS 61 90 05의 6. 악취방지설비를 따른다.