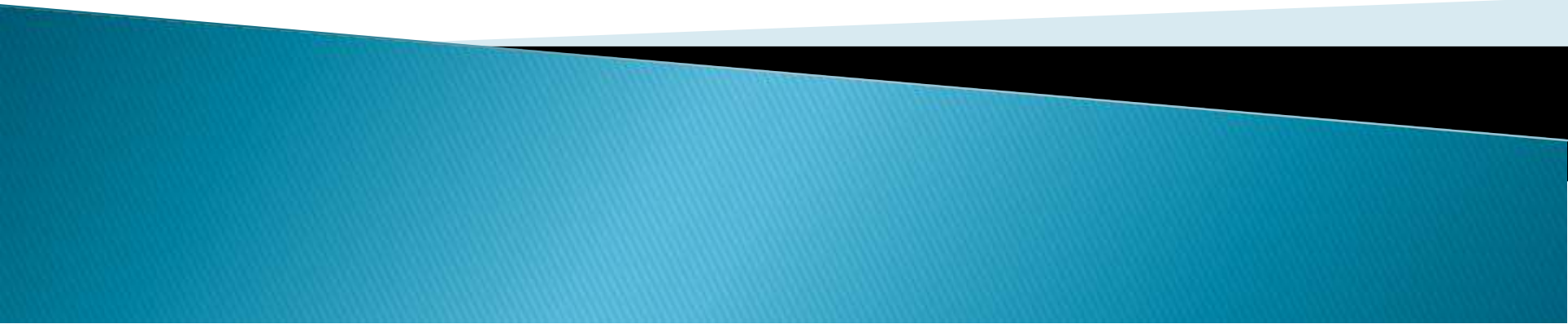
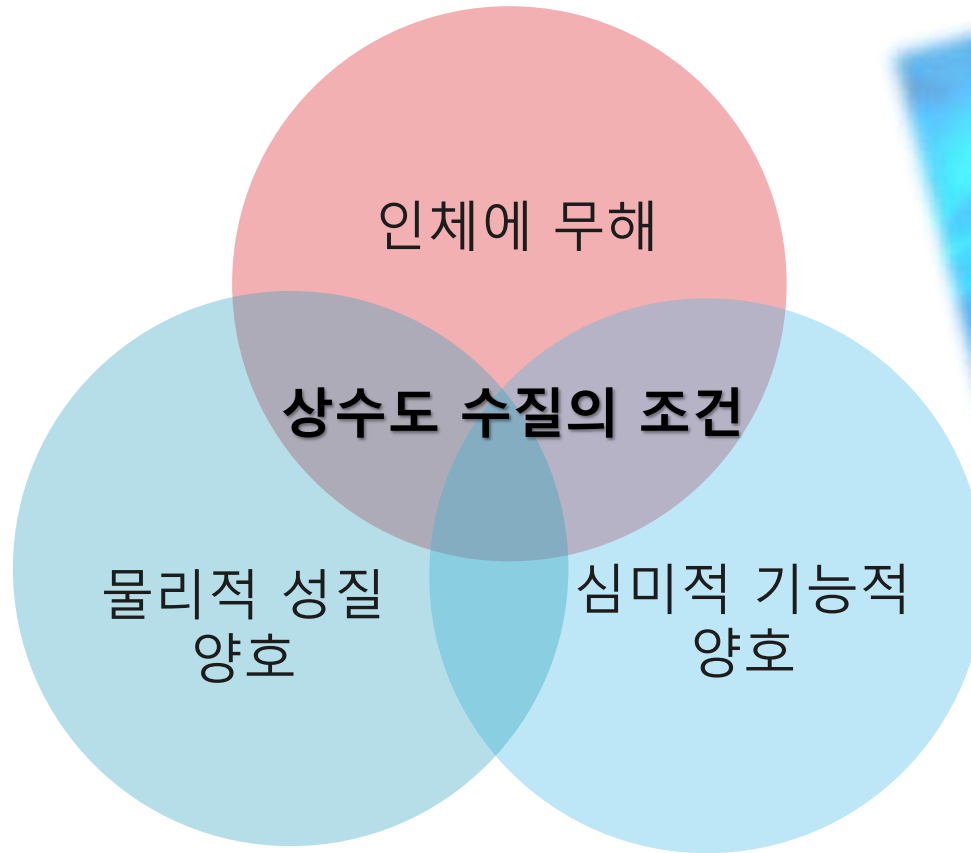


Chapter 6. 정수처리



상수도 수질의 조건



상수도 수질의 조건



- ✓ 원수 중 각종 불순물이 혼합되어 그대로는 음용수로 사용할 수 없는 경우가 많음
- ✓ 원수의 수질에 따라 엄밀한 정수처리를 수행해야 함
- ✓ 침전, 여과, 소독과정에서 제거되지 않는 경우 고도정수 처리방법을 고려해야 함

정수처리의 타겟

1 부유성물질

- 10 μ m 이하의 물질이 문제가 됨
- 보통침전과 완속여과 병용
- 약품침전과 급속여과 병용

2 용해성물질

- 어느정도 화학변화를 시켜 제거하여 경수를 연수처리
- 철, 망간 등 제거
- 수원이 지하수인 경우 각종 방법

3 세균제거

- 침전과 여과 병용으로 세균의 대부분 제거
- 염소 등 소독으로 직접살균

정수처리의 타겟

4

생물

- 생물(조류, 미생물)은 물에 색, 냄새, 맛을 내고 여과기능을 방해함
- 일광을 차단하고 약품으로는 황산동이나 염소 사용

5

바이러스성
미생물

- 여과성 바이러스의 제거
- Giardia 및 cryptosporidium 제거
- 약품침전 및 여과가 효과적 (완속여과>급속여과)
- 활성탄 흡착과 오존소독에 효과적

6

방사성물질

- 일반적인 약품침전으로 45~85% 정도 제거
- 완속여과>급속여과
- 활성탄처리, 이온교환수지 및 막분리공정 등으로 99% 제거

정수처리과정

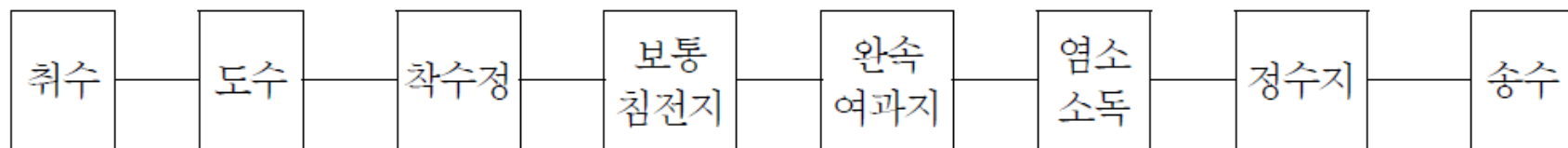
- ▶ 기본적인 정수과정은 **침전→여과→소독**의 3과정임



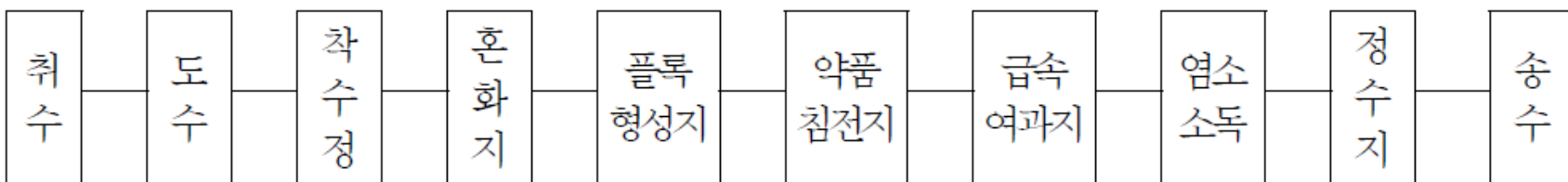
<정수처리 공정도의 예>

정수처리과정

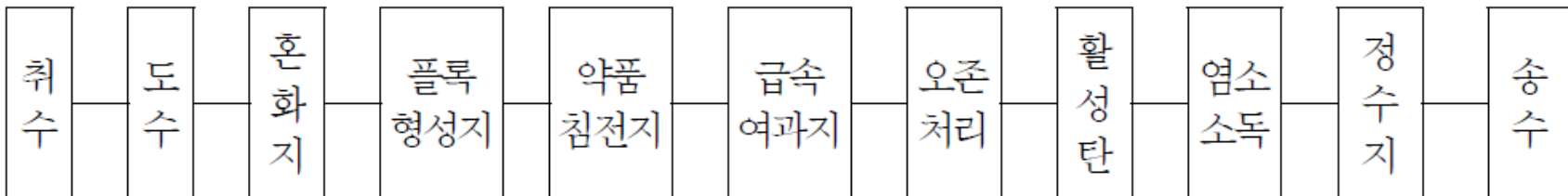
① 완속여과일 경우



② 급속여과일 경우(일반적으로 많이 이용)



③ 고도처정수처리의 경우



정수처리공정

1. 취수장

- 상수를 취수하는 시설

2. 원수가압장

- 취수장에서 보낸 물을 일시 저장하여 가압펌프로 착수정으로 보내는 시설

3. 착수정

- 원수에 함유된 이물질 등 제거, 원수 유량측정, 수질검사를 실시하여 다음 공정으로 보내는 시설

6. 응집지

- 정수약품과 원수 부유물이 반응을 하여 플록(floc)을 형성·침전이 가능하게 만드는 시설

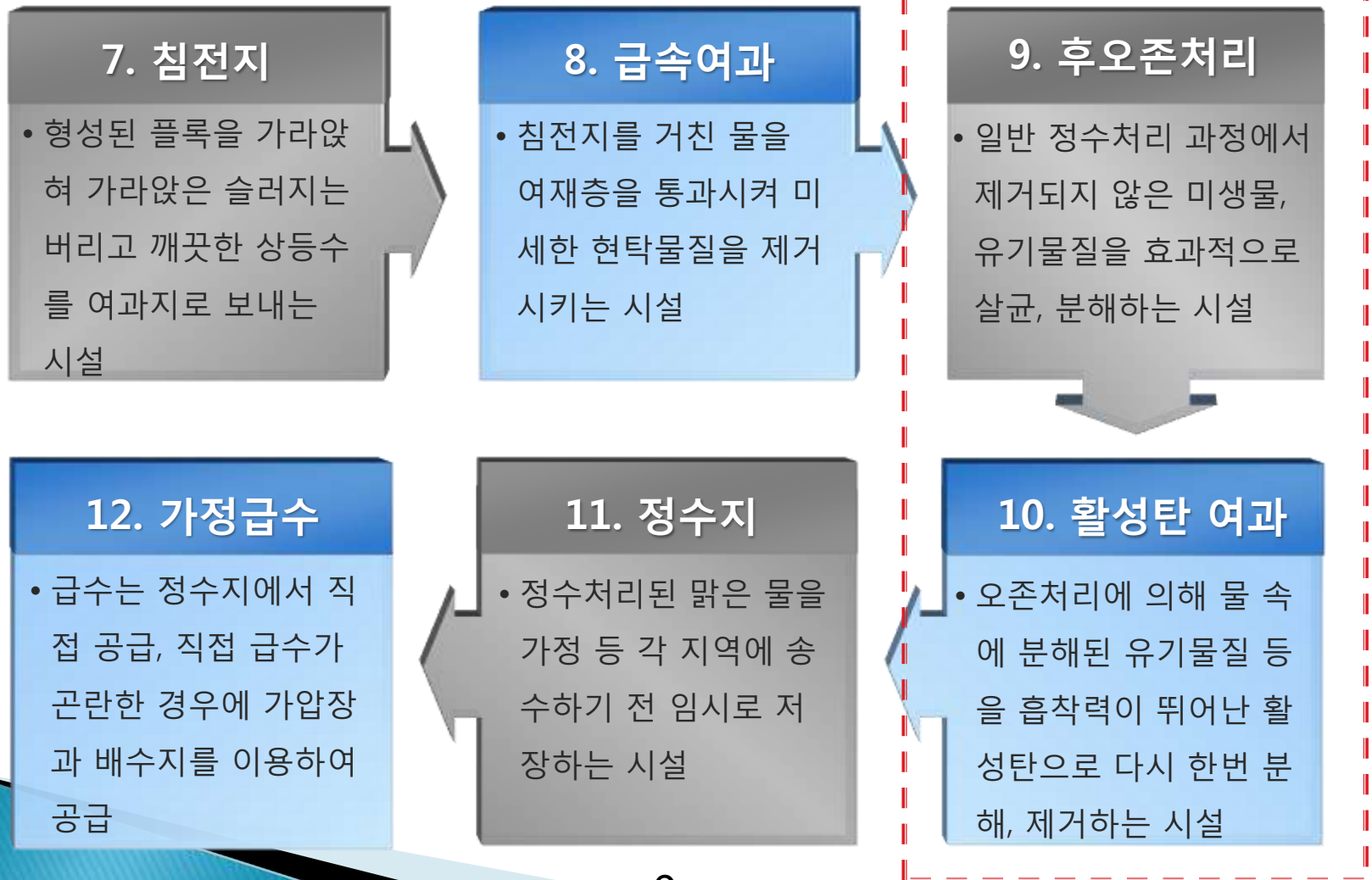
5. 혼화지

- 원수와 정수약품을 균일하고 신속하게 잘 섞이도록 혼화시키는 시설 (믹싱)

(4. 전오존처리)

- 고도정수처리 과정의 1단계로 원수를 오존에 접촉시켜 유·무기물을 산화·분해시키는 과정

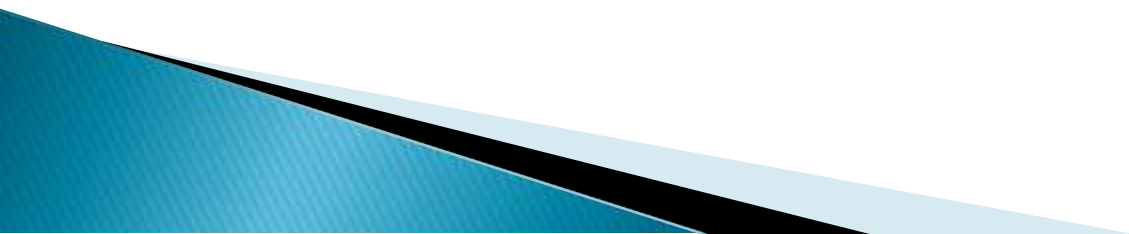
정수처리과정



정수처리시설

- 착수정 : 도수시설에서 유입되는 원수를 정수처리장에서 최초로 도입하는 공정의 시설로서 원수의 수위를 안정시키고 원수량을 조절한다.
- 응집지 : 약품응집 조작에 의해 콜로이드성 물질을 침전성이 양호한 플록으로 형성시키는 시설을 말하며 혼화지 → 플록형성지로 구성되어 있다.
- 침전지 : 물보다 무거운 수중 고형물을 중력에 의해 자연 침강시켜 물로부터 분리하기 위한 시설로 보통침전지, 약품침전지 등으로 분류된다.
- 여과지 : 원수를 인공 모래층으로 침투 유하시켜 원수중에 있는 부유물질, 콜로이드, 세균 및 용해성 물질 등을 제거하기 위한 시설로 완속여과지와 급속여과지로 분류된다.
- 소독지 : 여과지에서 나온 물 속에 포함된 세균을 제거하기 위한 시설로 염소소독지, 클로라민 소독지, 이산화염소 소독지 등이 있다.
- 정수지 : 정수처리 운전관리상 발생하는 여과수량과 송수량의 불균형을 조절, 완화하며, 주입된 염소를 균일화하는 시설로 정수장의 최종단계 시설이다.

침 전



침 전

■ 목적: 수중에 부유하고 있는 무기물질, 유기물질 제거

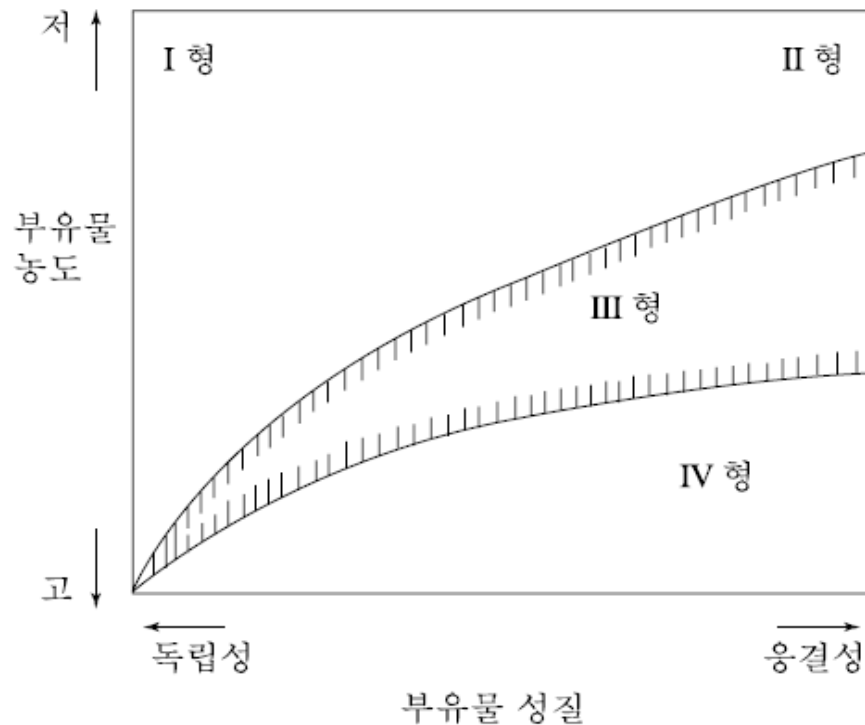
- ① 침전은 입자의 크기나 비중에 따라 변화함
- ② 비중과 직경이 큰 물질은 침전이 빠름
- ③ 크기가 $0.1\ \mu\text{m}$ 이하의 콜로이드는 거의 침전하지 않음
- ④ 모래나 점토와 같은 무기질은 비중이 약 2.6 이며, 유기질은 약 1.3 정도이므로 무기질이 침전하기 쉬움
- ⑤ 무기질이라도 크기가 작으면 잘 침전되지 않으며 유기물이라고 직경이 커지면 쉽게 침전함
- ⑥ 침전은 부유물 중에서 중력에 의해 제거될 수 있는 침전성 고형물을 제거하는 것으로 정화 혹은 농축이라고 함

침 전

- 1) **정수과정**: 입자나 연수화 혹은 응집(coagulation)공정에서 생성된 응결(flocculation)된 불순물이나 침전물을 제거하기 위하여 채택됨
- 2) **폐수처리과정**: 침전성이거나 침전성이 되게 상태가 변한 무기물 혹은 유기물을 제거하기 위하여 침전법이 적용됨

침전이론

■ 침전의 유형: 침전과정에서 부유물의 농도와 입자의 특성에 따라 독립(I), 응집(II), 지역(III), 압축(IV) 침전으로 구분



- ▶ I형, II형: 부유물의 농도가 낮지만, 독립, 응결성의 차이로 구분
- ▶ III형: 지역침전은 응결물의 농도가 높을 때 밀집 침전으로 취급
- ▶ IV형: 압축침전은 부유물의 농도가 너무 높아 입자가 서로 접촉하여 떠받쳐 주는 상태로 침전하는 경우

침전이론

1) 독립침전(I 형)

- ① 부유물의 농도가 낮은 상태에서 응결하지 않는 독립입자의 제거와 관계가 있음
- ② 침전은 입자 상호간에 아무런 방해가 없고 단지 유체나 입자의 특성에 의해서만 영향을 받게 됨
- ③ 한 독립입자가 정지해 있는 액체 내에 놓여졌을 때 입자에 작용하는 중력이 액체의 저항과 같게 될 때까지 가속도를 받게 되며, 평형상태가 되어 일정한 속도로 침전하게 됨
- ④ 대부분의 경우 액체 중에 침전하는 독립입자는 짧은 시간 내에 평형상태에 도달하게 되는데, 이 때의 입자속도를 최종침강속도라 하며, 침전연구에 중요한 의미를 가짐

침전이론

- ▶ **Stokes의 법칙**: 구형의 독립입자가 **정지유체** 또는 **층류**에서 침하하는 침강속도 (V_s)를 나타내는 법칙 (Re가 0.5보다 작은 경우 사용)

$$v_s = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu}$$

여기서, v_s : 독립입자의 침강속도(cm/s)

g : 중력가속도(980 cm/s^2)

ρ_s : 독립입자의 밀도(g/cm^3)

ρ : 액체의 밀도(g/cm^3)

μ : 액체의 점성계수($\text{g/cm} \cdot \text{s}$)

d : 독립입자의 직경(cm)

$$\text{Re} = \frac{d \cdot v_s}{\nu}$$

여기서, d : 입자의 직경(cm)

v_s : 입자의 침강속도(cm/s)

ν : 동점성 계수(cm^2/s)

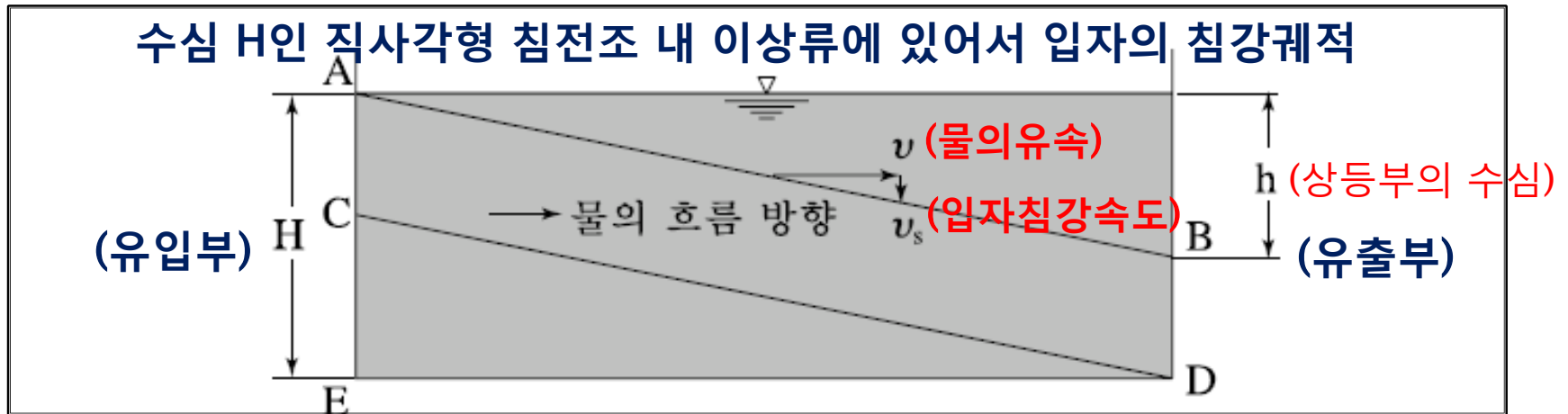
침전이론

- ① 실제 침전시설은 유속이 느려도 끊임없이 입구에서 출구로 향하여 이동하므로 입자의 침강에 어느 정도 영향을 받음
- ② 입자는 하류로 이동하며 침전하는데 난류, 밀도류(물의 밀도분포에 따른 흐름, 해류, 성층 등)가 존재하면 침전은 저해되고 입자를 부상시키는 경우도 발생하여 Stokes 법칙을 그대로 적용할 수 없음
- ③ 난류, 밀도류가 전혀 없는 상태인 이상류에서 물이 침전지 내를 유하할 때 침전제거율을 고려해야 할 필요가 있음

침전이론

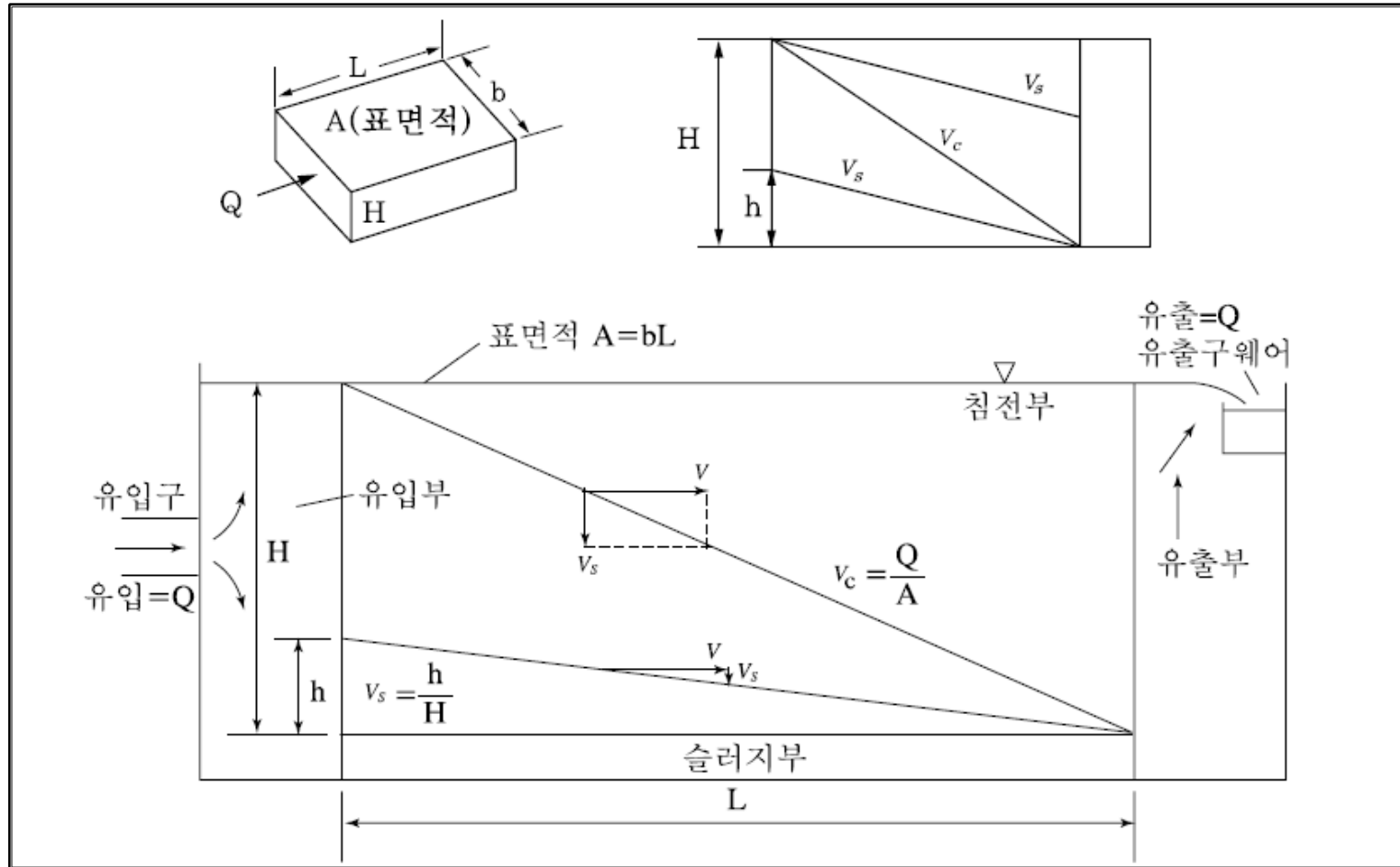
■ Hazen 이상침전지 이론 (보통침전지 침전효율 검토시)

☞ 수중에 함유되어 있는 부유물입자는 모두 동일한 침강속도를 가지면 침전 전면에 있어 부유물이 균일하게 수중에 분포되어 있다고 가정



- ① 물은 조 내를 유속 v 로 흘러 부유물 궤적을 그리며 유출부에 도달함
- ② AB선보다 위부분에 있는 부유물은 침전되지 않고 유출됨
- ③ AB 평행으로 그린 선 CD를 그리면 유입부 C에 있던 입자는 유출부에서 밑바닥 D에 침전하게 되므로 CE사이에 존재하고 있었던 부유물은 전부 침전조 밑바닥(슬러지조)에서 침전하게 됨

침전이론



최초의 위치가 h 이하인 입자들은 모두 제거(침전)되지만 h 보다 높은 곳에 위치했던 입자들은 유출부에 도달할 때까지 슬러지부에 도달하지 못하므로 제거되지 않음

침전이론

■ 침강속도(V_s), 월류속도(표면적부하, V_c), 침전제거율(E)의 관계

i) 침전지에서 침강입자가 완전히 제거(침전) 될 수 있는 조건

$$V_s \geq V_c$$

ii) V_c 보다 작을 경우는 침전제거율(E)에 의해 결정

: 표면적부하(V_c) = 침전지에서 입자가 100% 제거되기 위한 침전속도

$$v_c = \frac{H}{t} = \frac{H}{V/Q} = \frac{H}{(A \cdot H)/Q} = \frac{Q}{A}$$

침전지 부피

Q : 유량

A : 침전의 표면적

H : 침전지 높이

t : 체류시간

v_s : 입자의 침강속도

v_c : 월류속도

$$E = \frac{v_s}{v_c} = \frac{v_s}{Q/A} = \frac{v_s}{H/t}$$

침전이론

(예제 1) 침전지로의 유입유량이 $100 \text{ m}^3/\text{min}$, 침전지 용량 $8,000 \text{ m}^3$, 침전지의 유효수심이 4 m 일 때 이 침전지의 표면부하율(m/day)은 얼마인가?

표면부하율

$$v_C = \frac{H}{t_d} = \frac{Q}{A} = \frac{100 \text{ m}^3/\text{min}}{\frac{8,000 \text{ m}^3}{4 \text{ m}}} = 0.05 \text{ m}/\text{min} = 72 \text{ m}/\text{day}$$

(예제 2) 유입수량 $100 \text{ m}^3/\text{min}$, 침전지 용량 $4,000 \text{ m}^3$, 폭 20 m , 길이 50 m , 수심 4 m 인 경우의 수면적 부하는 얼마인가?

$$\begin{aligned} v_C &= \frac{H}{t_d} = \frac{Q}{A} = \frac{100 \text{ m}^3/\text{min}}{20 \times 50 \text{ m}} = 0.1 \text{ m}/\text{min} \times 1,440 \text{ min}/\text{day} \\ &= 144 \text{ m}/\text{day} = 144 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day} \end{aligned}$$

침전이론

(예제 3) 지름이 10 m이고, 깊이가 3 m인 원형모양의 침전지로 $120 \text{ m}^3/\text{hr}$ 유량을 처리하고자 한다. 이 침전지에서 100% 제거되는 입자의 최종침강속도를 구하시오. 또 이 입자의 직경을 구하시오.

단, 이 경우 입자는 I형 침전을 따른다. 입자 밀도는 1.5 g/cm^3 , 물의 밀도는 1 g/cm^3 이고, 물의 점성은 0.01 g/cm-s 이다.

$$\textcircled{1} \quad v_c = \frac{Q}{A} = \frac{120 \text{ m}^3/\text{hr}}{(\pi \times 10^2/4) \text{ m}^2} = 1.5279 \text{ m/hr}$$

$\therefore$ 100% 제거할 수 있는 입자의 침강속도(v_c)

$$= 1.5279 \text{ m/hr} \times 10^2 \text{ cm/m} \div 3,600 \text{ sec/hr} = 4.24 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

$$\textcircled{2} \quad v_c = \frac{g(\rho_s - \rho_w)d^2}{18\mu}$$

$$\begin{aligned} \therefore d &= \sqrt{\frac{v_c \cdot 18\mu}{g(\rho_s - \rho_w)}} = \sqrt{\frac{4.24 \times 10^{-2} \times 18 \times 0.01}{980(1.5 - 1.0)}} \\ &= 3.95 \times 10^{-3} \text{ cm} \end{aligned}$$

침전이론

(예제 4) 원수 중 부유물질 입자의 침전속도를 분석하였더니 다음 표와 같았다.
월류부하율이 30 m³/일인 보통침전지를 이용하였을 때의 SS 제거율은 몇 %인가?

침전속도 (cm/min)	3	2	1	0.5	0.3	0.1
부유물질 양 백분율(%)	25	20	20	15	15	5

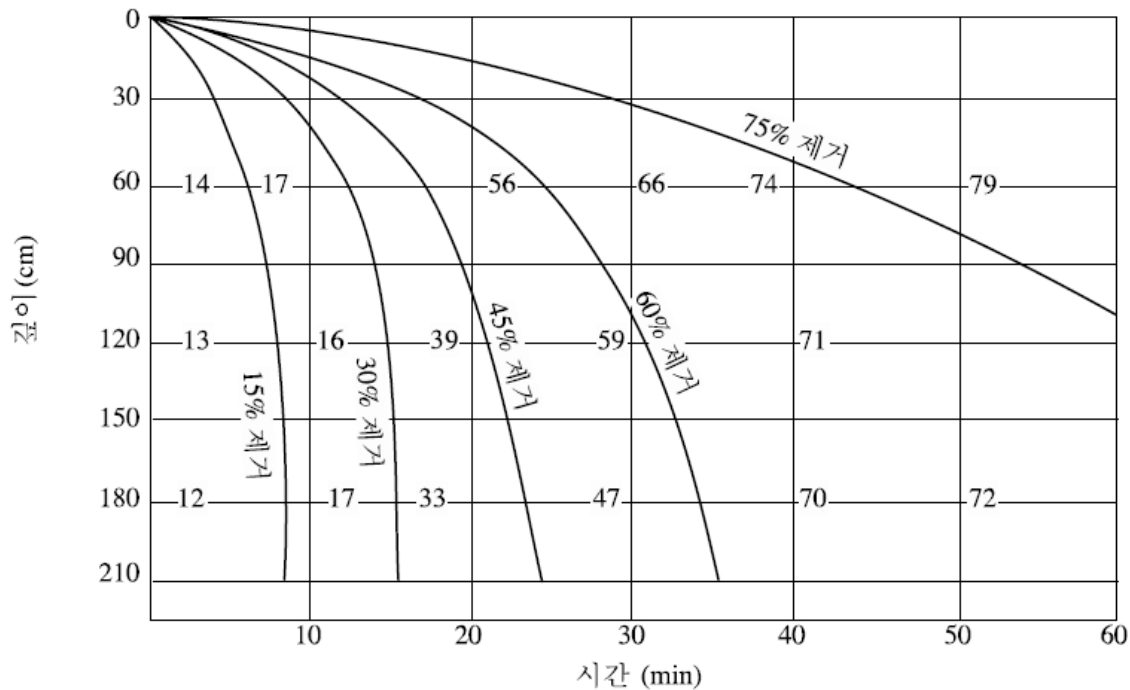
수면적부하 = $30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \times 10^2 \text{ cm}/\text{m} \div 1,440 \text{ min}/\text{일} = 2.083 \text{ cm}/\text{min}$
 침전지가 이상적인 상태라면 침강속도 2.083 cm/min 이상의 침강속도를 가진 입자는 입자의 위치에 관계 없이 완전히 제거되고, 나머지 입자는 침전제거율(E) = $\frac{v_s}{v_c} = \frac{v_s}{Q/A}$ 의 원리에 의거, 입자의 위치에 따라 제거율이 결정된다.

$$\begin{aligned} \therefore \text{총 SS 제거율} &= 25 + 20 \times \frac{2}{2.083} + 20 \times \frac{1}{2.083} + 15 \times \frac{0.5}{2.083} \\ &\quad + 15 \times \frac{0.3}{2.083} + 5 \times \frac{0.1}{2.083} = 59.81 \% \end{aligned}$$

침전이론

2) 응집침전 (II형)

☞ **응집과정**을 수반한 침전지의 경우 전형적인 응집침전이 일어남



부유물질 45%는 깊이 120cm에서 침전속도 → 5.7cm/min (120cm/21min)

침전이론

3) 지역침전 (Ⅲ형)

- ☞ 부유물의 농도가 큰 경우 가까이 위치한 입자들의 침전은 서로 방해 받으며 독립입자로 침전하는 것이 아니라 집합체로 침전하기 때문에 부유물과 상부에 남는 액체간에 뚜렷한 경계가 생김

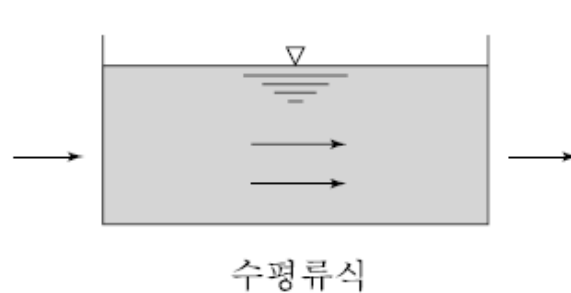
4) 압축침전 (Ⅳ형)

- ① 침전이 계속됨에 따라 관의 바닥 상부에는 압축된 입자들의 층이 생기기 시작함
- ② 입자간 물리적인 접촉이 존재하는 구조를 형성하게 되고, 압축층이 생겨 더 낮은 농도의 부유물을 함유하는 층이 상부에 형성됨

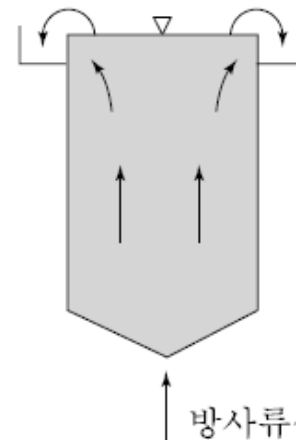
침전지 설계 및 운전

1. 보통침전

- ☞ 약품을 넣지 않는 경우에 흔히 부르는 이름원수를 자연상태 그대로 중력만에 의하여 부유물질을 가라앉히는 침전방법
- ☞ 완속여과의 전처리로 사용됨
- ① 유수방식: 장방형(수평류식), 원형(방사류식)
- ☞ 주로 수평류식의 장방형(직사각형)을 사용함

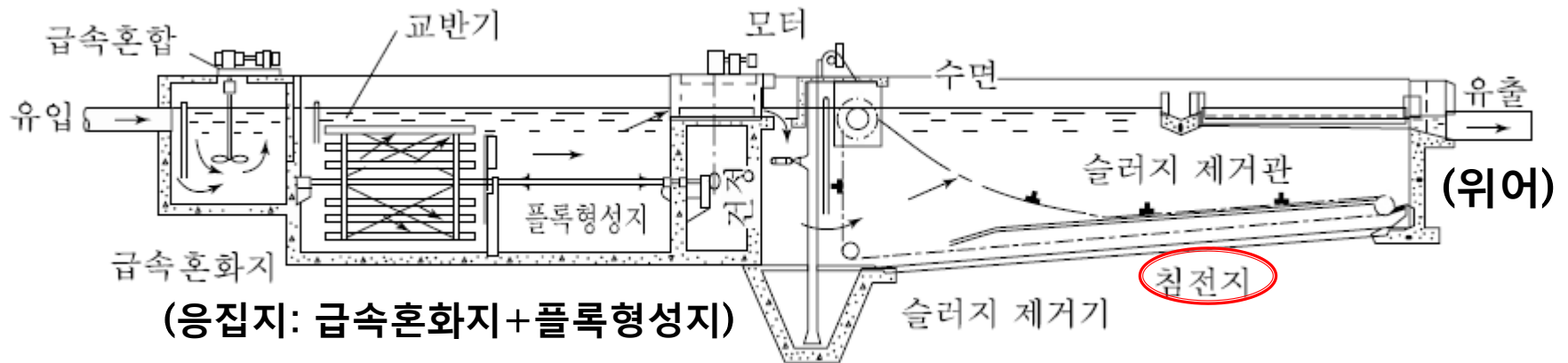


(침전지의 유수방식)



→ 수류상태 불안정

침전지 설계 및 운전



(장방형 침전지)

침전지 설계 및 운전

② 폭과 길이의 비: 1:3~8정도

③ 유효수심: 3~4m

☞ 고수위에 여유고 30cm정도와 저부 침전물 퇴적층을 대비하여 30cm이상을 더 가산할 필요가 있음

④ 바닥경사: 배수구 쪽으로 1/200~1/300, 오니수집기 등 슬러지 배출장치가 있는 경우 1/500~1/1000으로 함

⑤ 침전지 내 평균유속: 30cm/min 이하로 함

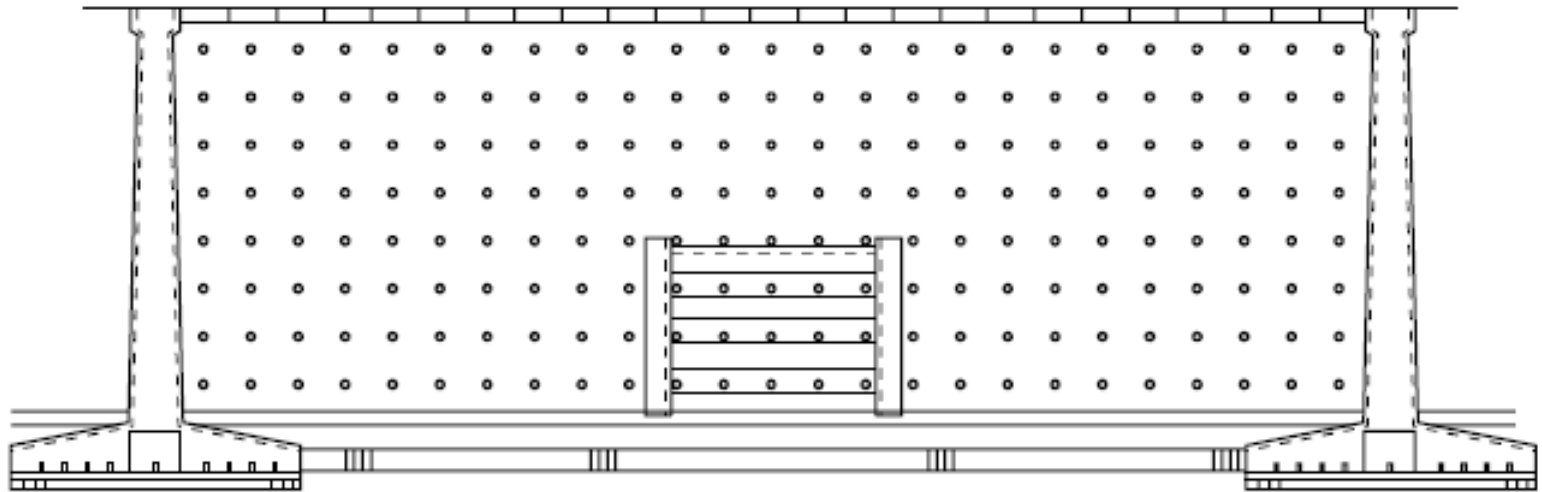
⑥ 침전지 수: 청소나 수리를 고려하여 2개 이상으로 분할하여야 함

⑦ 침전지 내의 슬러지 퇴적층 제거 및 청소는 1년에 1~2회 실시함

침전지 설계 및 운전

- ⑧ 침전지 유공정류벽: 침전효율을 높이기 위해 흐름을 적극적으로 균등히 할 필요가 있으므로 수류의 에너지의 감쇄와 흐름을 정돈하기 위해 수류방향에 직각으로 유입구에서 1.5m이상 떨어진 위치에 유공 정류벽을 반드시 설치함
- ☞ 정류벽의 구멍은 너무 크면 정류효과가 없게 되고, 너무 작으면 구멍을 통과할 때 유속이 크게 되어 악영향을 미침
- ☞ 1개 구멍의 크기: 10~15cm
- ☞ 구멍의 총면적: 유수단면적의 6% 전후가 보통, 균등히 설치

침전지 설계 및 운전



(침전지의 유공 정류벽)

침전지 설계 및 운전

- 침전지 부대설비

- 1) 월류위어: 침전지 내의 수위가 고수위를 초과하지 않도록 고수위 이상의 물을 자연적으로 배수시키기 위한 설비로 침전지 유입구는 고수위의 높이에 설치함
 - ☞ 유출관의 크기는 적어도 유입량의 20%가 배수될 수 있도록 하는 것이 바람직함

침전지 설계 및 운전



침전지 설계 및 운전

2) 배수관: 청소나 수리시 침전지 내의 물을 배제하기 위해 설치, 또는 침전한 슬러지를 배제하는 관으로도 이용되므로 충분히 슬러지를 배출할 수 있는 크기로 해야 함

☞ 바닥에 퇴적한 슬러지를 수집하는 기계를 이용하여 퇴적슬러지가 부상하지 않도록 12m/hr 이하의 매우 느린 속도로 행함

☞ 보통침전지의 경우 침전 슬러지량이 비교적 적으므로 슬러지 수집기를 설치하지 않기도 함

3) 호퍼(hopper): 수집된 슬러지는 침전지의 한쪽 끝 호퍼에 일단 정류되고 여기에서 배수관에 의해 침전지 바깥으로 배출됨

침전지 설계 및 운전

2. 약품침전

- ① 원수 중에 함유되어 있는 부유물 중 특히 미소한 것이나 비중이 가벼운 것은 실제로 잘 침전하지 않음
- ② 탁도가 높은 원수일수록 침전효율이 나쁘며 보통침전에서는 원하는 침전효과를 얻을 수 없음
- ③ 약품을 첨가해 개개의 입자를 응집시켜 크게 만들고 침전을 촉진시키는 약품침전을 함
- ④ 첨가제를 응집제라 하며 응집된 물질을 플록(floc)이라 함

침전지 설계 및 운전

1) 응집

- ① 급속여과지 시스템에서 **입자를 제거하기 위한 전처리**
- ② 응집 조작에 의해 원수의 현탁물질 중 0.01mm 이하 크기의 부유 탁질 또는 콜로이드성 물질을 침전성이 양호한 플록으로 형성시키는 시설
- ③ 응집은 약품주입 후 2단계로 실시

□ 1단계 : 혼화단계 (혼화지)

- 급속교반에 의해 탁질을 미세한 플록으로 응집

□ 2단계 : 플록 형성단계 (플록 형성지)

- 생성된 미세한 플록을 **완속교반**에 의해 보다 큰 입자의 플록으로 만듦

응집 → 플록형성 → 침전

침전지 설계 및 운전

① 혼화지

- 원수와 정수약품을 혼화시키는 시설
- 혼화기로 혼화효과를 높임
- 착수정의 전단부에 투입하면 착수정에서 일부 혼합되고 혼화지까지 오는 동안 관류에 의해 일부 혼화되며 혼화지의 와류에 의한 혼합 및 응집이 이루어짐.
- 플록 형성도 일부 이루어짐
- 혼화시간은 계획 정수량에 대하여 1~5분간을 표준

침전지 설계 및 운전

② 플록형성지

- 혼화지에서 약품과 혼화되어 1차 응집을 일으키는 원수를 천천히 교반하므로 입자간에 충돌을 일으키며, 2차로 응집을 촉진시켜 큰 플록의 형성을 도모하는 시설
- 혼화지와 침전지 사이에 위치하고 침전지에 접속하여 설치
- 플록형성지에서 체류시간은 보통 20~40분간이 적당

침전지 설계 및 운전

- 응집제

- 응집제

- Alum(명반): $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

- 철염: 염화철(FeCl_3) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4

- 응집 보조제

- 산/염기

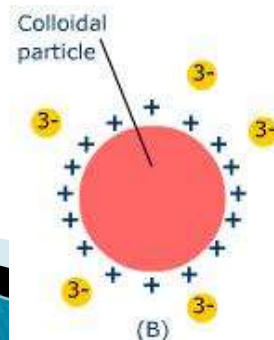
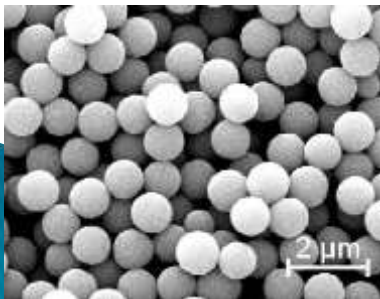
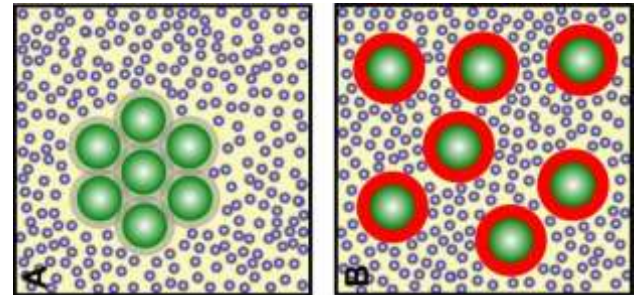
- 활성규산(Activated sodium silicate)

침전지 설계 및 운전

■ 응집제의 원리

● 콜로이드(colloids)

- 입경 $0.001 \sim 0.1 \mu\text{m}$
- 부유와 용해의 중간 상태
- 여과에 의한 제거 불가능
- 침전 불가능: Brown 운동
- 전기를 띤 입자: 표면이 (-)전하를 띰
- 안정상태 유지





생활 속의 콜로이드



침전지 설계 및 운전

- 응집의 영향인자

- ① 응집제 주입량

- ☞ 주입량이 부족하면 커다란 플록이 생기지 않고 과잉이 되면 응집효과가 나빠짐

- (Jar-test, 자테스트)

- ☞ 간편하여 정수장에서 일반적으로 행함

- ☞ 적정 주입량을 구하기 위해 여러 개의 비커에 일정량의 원수를 넣고 각각의 비커에 단계적으로 설정된 응집제를 가하여 플록 형성을 관찰하고 최대의 플록 형성이 가능한 주입량 중에서 최소량을 적정 주입량으로 함

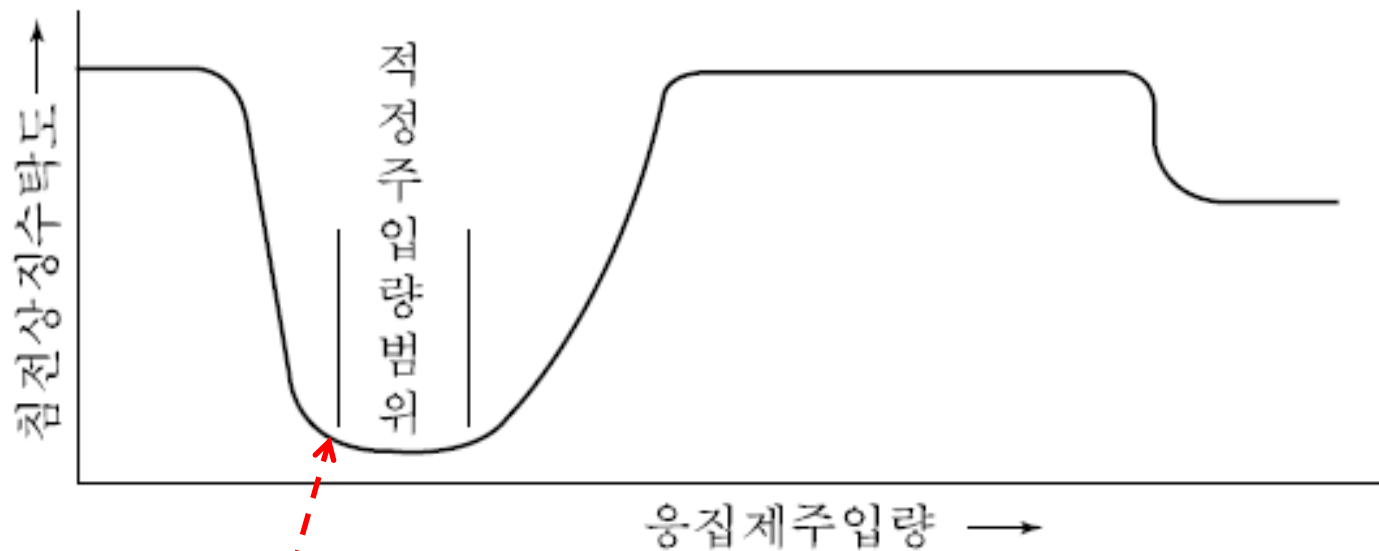
- ☞ 원수의 탁도가 증가하면 적정 주입량도 증가함

침전지 설계 및 운전



응집제 종류 선정, 적정 응집제 투여량 결정, 응집 보조제 종류 및 투여량 결정, pH 결정, 혼화시간 및 혼화강도 결정 등에 사용

침전지 설계 및 운전



<주입량이 대한 탁도의 패턴>

침전지 설계 및 운전

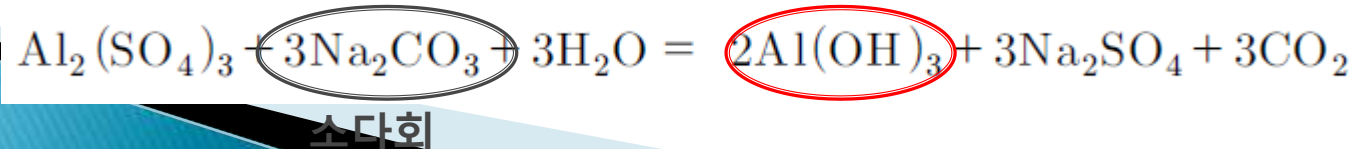
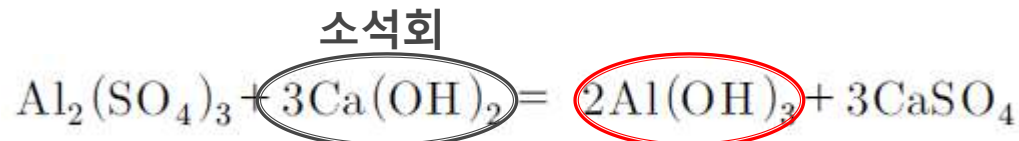
- 응집의 영향인자

- ② pH값

- ☞ 보통 알루미늄염의 경우 6.0~7.5가 적당하고, 철염은 비교적 영향이 적음, pH값이 적정하지 않을 경우 양호한 응집이 되지 않기 때문에 이 경우 산이나 알칼리로 pH값을 조정할 필요가 있음

- ③ 알칼리도

- ☞ 금속수산화물을 얻기 위해서는 적당량의 알칼리도가 필요, 알칼리도가 부족하면 소석회 또는 소다회 같은 알칼리제를 미리 원수에 가하여 알칼리 성분을 보충할 필요가 있음



침전지 설계 및 운전

■ 응집의 영향인자

④ 수온: 수온이 따뜻하면 응집에 유리하고, 저온이 되면 플록이 형성되지 않아 겨울철에는 응집보조제를 넣어 견고한 플록을 만들어줌

⑤ 교반(mixing)

☞ 교반에는 급속교반과 완속교반 두 종류

☞ 응집제와 수중의 알칼리 성분과의 화학적 반응에 의하여 생성된 금속수산화물에 의한 탁도성분의 전기적 중화는 극히 단시간에 일어나며 대체로 10초 범위에서 완료됨

☞ 응집제와 물을 가능한 한 빨리 섞어 응집제를 신속하게 수중에 분산시킬 필요가 있음 (급속교반)

☞ 교반 중에 육안으로 판별할 수 없는 크기의 미소한 플록이 생김, 이 때 생성된 미소플록은 견고한 탁질입자로 분리되지 않음

침전지 설계 및 운전

- ☞ 플록을 크게 성장시키기 위해 천천히 교반함 (완속교반)
- ☞ 미소플록은 점점 커져 커다란 플록이 형성됨
- ☞ 큰 플록일수록 빠르게 침전하고, 강도는 작아져서 외부로부터 힘이 주어진다면 쉽게 파괴되어 미소플록으로 해체됨

Jar-Test는 적정 응집제의 주입량과 적정 pH를 결정하기 위한 시험이다.

Jar-Test 시 응집제를 주입한 후 급속교반 후 완속교반을 하는 이유는?

- 가. 응집제를 용해시키기 위해서
- 나. 응집제를 고르게 섞기 위해서
- 다. 플록이 고르게 퍼지게 하기 위해서
- 라. 플록을 깨뜨리지 않고 성장시키기 위해서

침전지 설계 및 운전

2) 약품주입설비

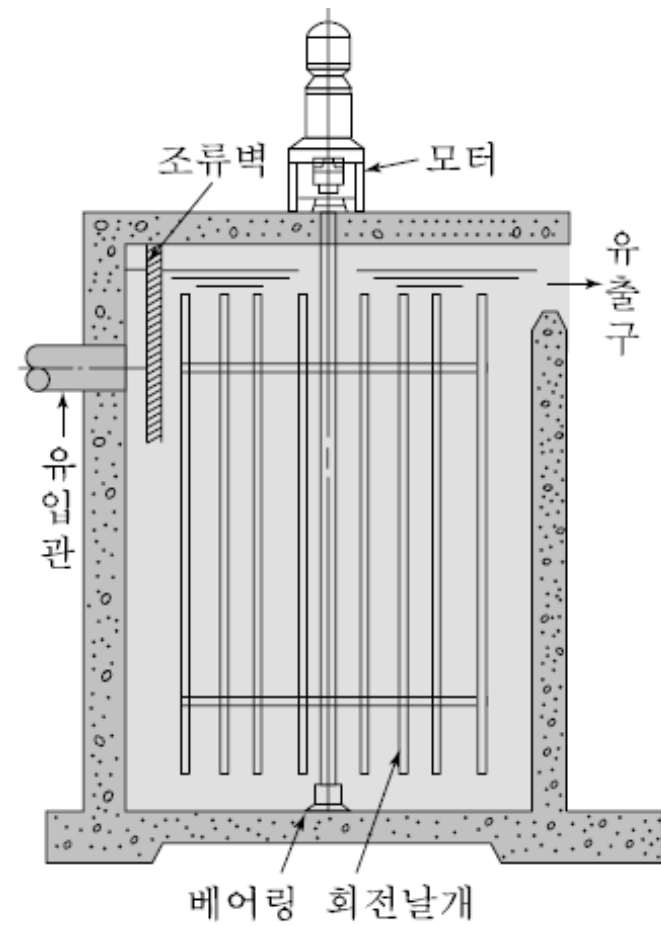
- ☞ 약품: 응집제, 응집보조제, 알칼리제 → 저장조 필요
- ☞ 응집제는 적어도 평균 주입량의 30일분을 미리 준비해 두어야 함
- ☞ 고�형응집제: 습식(물에 녹여서), 건식(분말을 그대로 원수에 주입)

3) 응집지: 급속혼화지+플록형성지

(1) 급속혼화지(rapid mixing tank)

- ☞ 주입된 응집제를 보다 신속하게 완전히 원수와 혼합시키기 위해 설치하는 조로 혼화시간(혼화지의 체류시간)을 **1~5분** 정도로 함
- ☞ 교반날개의 회전속도는 **1.5m/s** 이상이 되게 함

침전지 설계 및 운전



<혼화지>

침전지 설계 및 운전

(2) 플록형성지 (완속교반)



침전지 설계 및 운전

4) 약품침전지



슬러지 수집기

(약품침전지 내부)

침전지 설계 및 운전

5) 고속응집침전지

- ☞ 혼화, 플록형성, 침전을 하나의 조 내에서 행하기 위해 개발된 장치
- ☞ 부지용량이 적게 들고, 대도시에서 많이 사용됨



여과



여 과

☞ 물을 다공성 여재 (모래, 활성탄, 섬유 등)에 통과시켜 부유물, 특히 침전으로 제거되지 않은 미세한 입자를 제거하는 방법

- 여과방식① 흐름(통과)방향: 하향류, 상향류, 양방향
 - ② 여상의 형태: 단층여과, 다층여과
 - ③ 유량조절방법: 일정유량여과, 감소유량여과
 - ④ 여상의 추진력: 중력식, 압력식
 - ⑤ 여과속도: 완속여과, 급속여과
- 여과면적: 여과속도와 계획정수량이 결정되면 여과면적을 결정함

여과

1. 완속여과

1) 여과이론

- ① 모래층에 여과를 계속하면 모래 여과지 표면에 유입수 중의 유기 및 무기 부유물이 점차 퇴적
- ② 계속해서 여과를 시키면 무수한 미생물이 자연적으로 번식하고 생식하게 되는데 이 막을 여과막이라 함
- ③ 색도, 용해성 유기물, 철, 망간, 암모니아, 세균 등을 어느 정도 제거할 수 있음

여과

2) 입자의 제거원리

- 입상층 여과에서 용액중의 미세입자는 여재의 간극에 억류
- Filtration mechanism :
여재표면까지의 **수송단계** + 여재표면에서 **부착단계**

(a) 수송단계

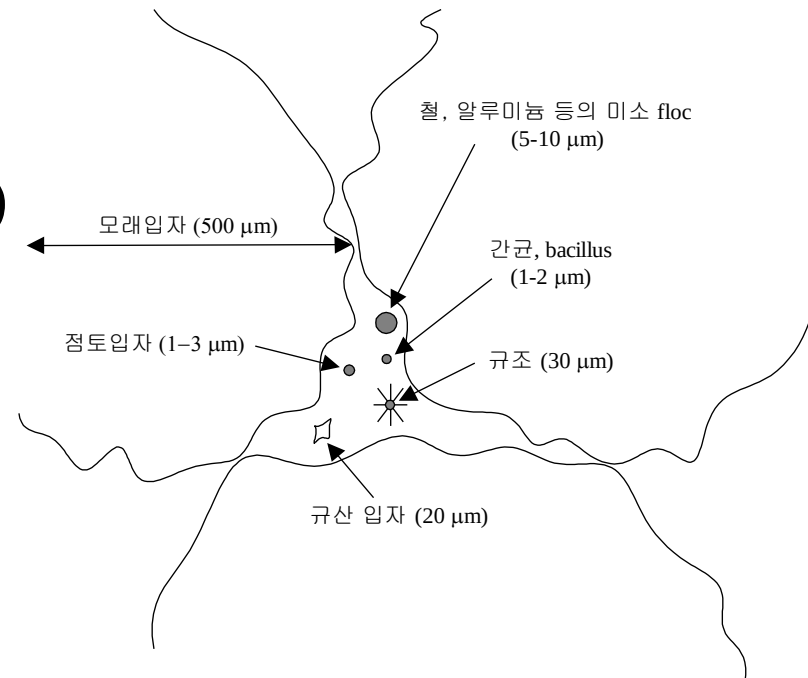
- 입자가 유선에서 이탈하여 여재표면에 도착하는 과정
 - 체작용
 - Brown 운동
 - 유체의 흐름에 의한 접촉
 - 관성충돌
 - 침전

여과

(b) 부착단계

- 부유입자가 수송에 의해 여재표면에 도달한 경우, 여재표면과 부유입자 표면의 성질이 부착조건을 만족시키면 부유입자는 여재에 고정되어 완전한 제거가 이루어짐

- 기계적 부착 (표면의 물리적 형상)
- 화학적 부착 (화학결합, 가교결합 등)
- 물리적 부착



여과

2) 특징

- ① 유입수가 저탁도수에 적합함 (유입수의 탁도가 10~15도 이상인 경우는 부적합)
- ② 완속여과속도: **4~5m/d**를 표준으로 하나, 수질이 특히 양호한 경우 8m/d까지 가능함
- ③ 여과지의 면적이 넓고, 건설비가 많이 듦
- ④ 유지관리비가 적게 들고, 특별한 관리기술이 필요치 않음
- ⑤ 유출수의 수질이 양호함
- ⑥ 여과지의 형상: 장방형
- ⑦ 여과지의 면적: 대형(4000~5000m²), 소형(100~150m²)
- ⑧ 여과지 면적에 비해 처리할 수 있는 용량이 적기 때문에(유속이 느리기 때문) 대규모처리에는 부적합함

여과



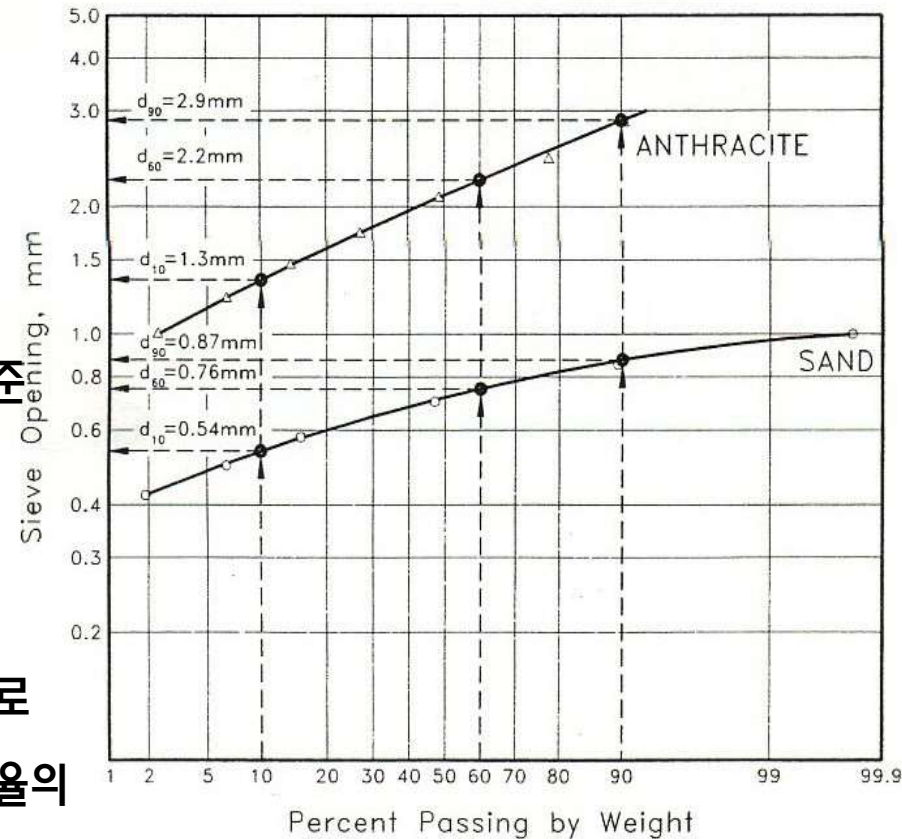
<여과지 모형>



<여과지 단면>

여과

- 모래층 유효입경: 0.3~0.45mm
- 균등계수: 2.0이하
- 모래층 두께: 70~90cm
- 유효입경(effective size) 이란?
 - 여재의 무게 기준으로 10% 통과하는 표준 체 눈의 크기
- 균등계수(uniformity coefficient)
 - d_{60}/d_{10} 으로 유효경에 대한 무게 기준으로 60% 통과율의 표준체 입경을 10% 통과율의 표준체 입경으로 나눈 값



여 과

2. 급속여과

1) 여과이론

- ① 원수 중의 현탁물질을 약품침전한 후 분리하는 방법
- ② 급속여과에서는 비교적 굵은 입상층에 빠른 유속으로 물을 통과시켜 주로 여재에 부착되거나 여재에서의 체작용으로 현탁질의 제거를 기대하는 것
- ③ 제거대상의 현탁물질은 미리 응집처리를 해서 부착이나 체작용으로 분리되기 쉬운 상태의 플록이어야 함
- ④ 모래층 전체에서 기계적인 작용 또는 흡착작용이라고 하는 물리학적 작용에 의해 정화되므로 **생물학적 및 화학적 작용은 거의**

없음

여과

2) 특징

- ① 유입수가 고탁수에 적합함 (약품침전을 포함한)
- ② 여과속도: 120~150m/day
- ③ 여과지 면적: 150m² 이하로 함
- ④ 여과지의 면적이 작아 협소한 장소에도 시공 가능하며, 건설비도 적게 들, 면적에 비해 처리할 수 있는 용량이 크기 때문에 대규모 처리에 적합함
- ⑤ 응집침전을 미리 행하기 때문이 유지관리비가 많이 들고, 설비장치 비용이 많으므로 특별한 관리기술이 필요함
- ⑥ 세균을 제거율이 완속여과보다 낮고, 용해성 유기물, 철, 망간, 암모니아 등도 산화분해되지 않고 여과수와 함께 유출됨

여 과

- 모래층 유효입경: 0.45~0.70mm
- 균등계수: 1.7 이하
- 모래층 두께: 60~70cm

※ 역세척이 필요하고 염소가 잔류되어 있는 물로 세척해야 함