

457.210A.001

환경공학 기말고사

2018. 12. 5.

유의사항:

1. 앞뒷면 모두를 사용하여 A4 용지 한 장에 필요한 내용을 적어 시험에 사용할 수 있습니다. 다만, 컴퓨터로 출력하거나 복사한 것은 불가합니다.
2. 계산기를 사용하되, 수업과 관련된 공식이 프로그램되어 있으면 안됩니다.
3. 부정행위는 절대 용납하지 않습니다.
4. 해당사항이 있을 경우, 꼭 단위를 기입하고, 정확한 단위를 사용하십시오. 답은 논리적이고 이해하기 쉽게 기재하십시오.
5. 본 시험은 5문항으로 구성되어 있으며, 총점은 105점입니다.

1. 다음 명제에 대하여 옳고 그름을 O/X로 표시하시오. (각 2점)

- 1) 수처리를 위한 Water softening plant에서 recarbonation 공정은 이산화탄소를 불어넣어 원수의 pH를 높이기 위해 수행된다.
- 2) Noncarbonate alkalinity만이 존재하는[즉, 탄산경도(carbonate alkalinity) = 0] 물에 lime 을 투여하였을 경우 칼슘의 침전은 pH 10.3 근방에서 발생한다.
- 3) Overflow rate이 작을수록 침전조의 입자 제거효율은 증가한다(단, 침전조에 유입되는 입자의 침강 속도는 overflow rate를 상회하는 값부터 0에 가까운 값까지 다양한 분포를 가진다고 가정).
- 4) 염소 투여량이 동일할 경우 염소 소독의 효과는 약알칼리성보다 약산성의 물에서 더 크게 나타난다.
- 5) 활성슬러지(activated sludge) 공정의 solids retention time이 높을수록 미생물의 순 비성장률(net specific growth rate)*이 높다.

$$* \text{ net specific growth rate} = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt} = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt} \Big|_{\text{growth}} + \frac{1}{X} \frac{dX}{dt} \Big|_{\text{decay}} = \mu_m \left(\frac{S}{K_s + S} \right) - k_d$$

X = biomass concentration; μ_m = maximum specific growth rate;

S = substrate concentration; K_s = half saturation constant; k_d = decay rate constant

- 6) 산성비는 토양 내 알루미늄의 수계 용출을 촉진하여 수생태계에 독성 영향을 유발한다.
- 7) 폐기물 매립지에서 발생하는 메탄가스(CH₄)를 차집, 연소시켜 이산화탄소(CO₂)로 배출할 경우 매립지의 지구온난화 기여도를 저감할 수 있다.
- 8) 퇴비화(composting)는 완전 혐기성 프로세스이다.
- 9) Soil vapor extraction (SVE)는 투수성이 낮은 불포화대가 휘발성 유기화합물로 오염되었을 경우 높은 적용성을 가지는 토양 정화기술이다.
- 10) 50 dB인 음원에서 방출되는 시간 당 소리에너지 크기는 30 dB인 음원에서 방출되는 시간 당 소리에너지 크기의 100배이다.

2. 다음 물음에 답하시오.

- 1) 총대장균군(total coliforms)을 물 시료의 병원균 존재량을 평가하는 지표(indicator)로 활용하는 이유에 대하여 설명하시오. (4점)

- 2) 염화제이철(FeCl_3)이 응집제로서 지니는 장점을 세 가지 이상 제시하시오. (4점)

- 3) 하수 슬러지의 처리공정 중 stabilization process의 목적에 대하여 기술하시오. (3점)

- 4) 대기오염물질인 일산화탄소(carbon monoxide, CO)가 primary pollutant와 secondary pollutant로서 발생할 수 있는 경로를 각각 기술하시오. (4점)

- 5) 다음과 관련된 국제 협정 또는 협약을 각각 제시하시오. (3점)
 - A. 온실가스 배출저감
 - B. 오존층 파괴물질 배출저감
 - C. 육상폐기물 해양투기 금지

- 6) 정유공장 내 부지에서 휘발유 유출 사고가 발생하여 표층부터 지하 3 m까지의 토양이 오염되었다(지하수위: 5 m). 이 토양을 정화하는 데 적합한 정화기술을 하나 선정하고, 선정한 근거를 기술하시오. (6점)

- 7) 유기성 폐자원으로부터 유용한 자원 또는 에너지를 생산할 수 있는 방법을 네 가지 이상 제시하시오. (6점)

3. 다음 평형관계와 가정을 이용하여 총 carbonate species 농도 $C_T = [H_2CO_3^*] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = 2 \text{ mM}$ 이고 $pH=7.5$ 인 $CaCO_3$ 포화용액의 총 경도(total hardness)를 구하시오(단위: $mg/L \text{ as } CaCO_3$).

<평형관계>

- i) $CaCO_3$ dissolution/precipitation: $CaCO_3(s) = Ca^{2+} + CO_3^{2-}$ $K_s = 10^{-8.34}$
- ii) Carbonic acid dissociation: $H_2CO_3^* = H^+ + HCO_3^-$, $K_{a1} = 10^{-6.35}$
 $HCO_3^- = H^+ + CO_3^{2-}$, $K_{a2} = 10^{-10.33}$

<가정>

- i) molarity = activity
- ii) 경도유발물질은 Ca^{2+} 가 유일

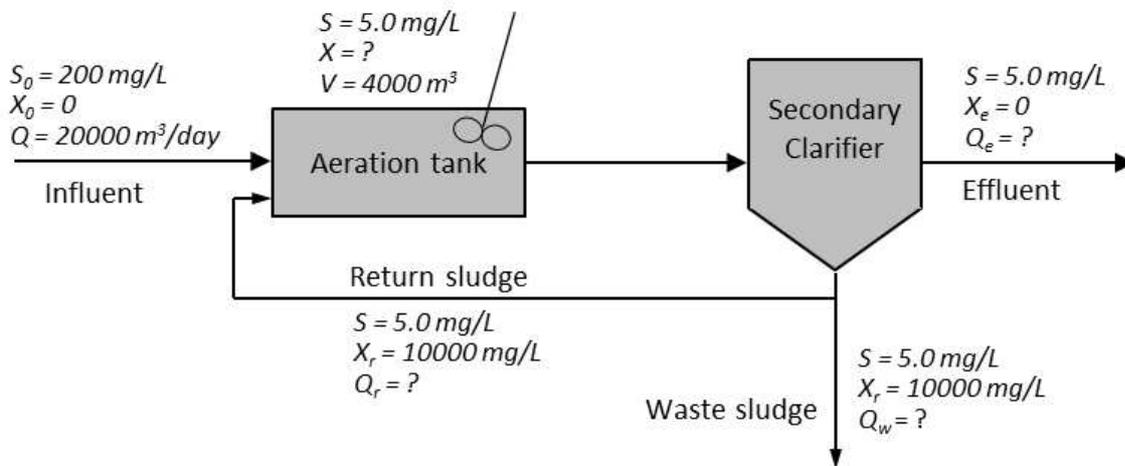
(15점)

4. 용존 BOD_5 가 200 mg/L 인 유입수 $20000 \text{ m}^3/\text{day}$ 를 처리하여 용존 BOD_5 농도가 5.0 mg/L 인 유출수를 내보내는 아래 그림과 같은 활성슬러지 공정이 있다. 이 공정의 폭기조(aeration tank) 유효부피가 4000 m^3 일 때, 다음의 미생물 성장 인자를 사용하여 물음에 답하시오.

$$K_s = 30 \text{ mg/L } BOD_5; \quad \mu_m = 2.5 \text{ day}^{-1}$$

$$k_d = 0.05 \text{ day}^{-1}; \quad Y = 0.50 \text{ mg VSS/mg } BOD_5$$

단, 유입수 및 유출수 내의 미생물 농도는 무시할 만큼 작다고 가정하시오.



- 1) 이 활성슬러지 공정의 solids retention time (SRT)을 구하시오. (5점)

- 2) 이 활성슬러지 공정의 폭기조 내 미생물 농도를 구하시오. (5점)

- 3) 이 공정의 침전조(secondary clarifier)에서 발생하는 슬러지의 미생물 농도 X_r 은 10000 mg VSS/L라고 한다. 위에서 도출한 SRT를 유지하기 위하여 공정으로부터 배출되어야 하는 잉여슬러지(waste sludge)의 유량 Q_w 와 폭기조로 반송되어야 하는 반송슬러지(return sludge)의 유량 Q_r 을 구하시오. (10점)

5. 구름이 잔뜩 낀 어느 날 밤 고층건물에 화재가 발생하여 일산화탄소가 배출되고 있다. 이 화재는 effective stack height이 60 m인 일산화탄소 배출원으로 볼 수 있으며 일산화탄소에 대하여 no reflection 가정이 가능하다고 할 때, 다음 중 일산화탄소 농도가 가장 높은 지점은 어디인가? (근거 또는 풀이과정을 반드시 제시하고, 필요시 다음 페이지의 표와 공식을 이용할 것)

 - A. 화재지점에서부터 바람방향으로 3 km, 바람 직각방향으로 0 m 떨어진 고도 30 m 지점
 - B. 화재지점에서부터 바람방향으로 3 km, 바람 직각방향으로 100 m 떨어진 고도 30 m 지점
 - C. 화재지점에서부터 바람방향으로 3 km, 바람 직각방향으로 0 m 떨어진 고도 60 m 지점
 - D. 화재지점에서부터 바람방향으로 3 km, 바람 직각방향으로 100 m 떨어진 고도 60 m 지점
 - E. 화재지점에서부터 바람방향으로 5 km, 바람 직각방향으로 0 m 떨어진 고도 60 m 지점
 - F. 화재지점에서부터 바람방향으로 2 km, 바람 직각방향으로 0 m 떨어진 고도 30 m 지점

(20점)

Key to stability categories

Surface wind speed (at 10 m) (m/s)	Day ^a			Night ^a	
	Incoming solar radiation			Thinly overcast or	
	Strong	Moderate	Slight	≥ 1/2 Low cloud	≤ 3/8 Cloud
<2	A	A-B	B	—	—
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

^aThe neutral class, D, should be assumed for overcast conditions during day or night. Note that “thinly overcast” is not equivalent to “overcast.”

Notes: Class A is the most unstable and class F is the most stable class considered here. Night refers to the period from one hour before sunset to one hour after sunrise. Note that the neutral class, D, can be assumed for overcast conditions during day or night, regardless of wind speed.

“Strong” incoming solar radiation corresponds to a solar altitude greater than 60° with clear skies; “slight” insolation corresponds to a solar altitude from 15° to 35° with clear skies. Table 170, Solar Altitude and Azimuth, in the Smithsonian Meteorological Tables, can be used in determining solar radiation. Incoming radiation that would be strong with clear skies can be expected to be reduced to moderate with broken (5/8 to 7/8 cloud cover) middle clouds and to slight with broken low clouds.

(Source: Turner, 1967.)

$$\sigma_y = ax^{0.894}, \sigma_z = cx^d + f$$

Values of a, c, d, and f for calculating σ_y and σ_z

Stability class	a	x ≤ 1 km			x > 1 km		
		c	d	f	c	d	f
A	213	440.8	1.941	9.27	459.7	2.094	-9.6
B	156	100.6	1.149	3.3	108.2	1.098	2
C	104	61	0.911	0	61	0.911	0
D	68	33.2	0.725	-1.7	44.5	0.516	-13.0
E	50.5	22.8	0.678	-1.3	55.4	0.305	-34.0
F	34	14.35	0.74.0	-0.35	62.6	0.18	-48.6

(Source: Martin, 1976.)