

과제 #2

제출기한: 2020. 05. 07 (목), 23:59

1. 하수도 시설기준에 의하여 주거지역만으로 이루어진 어떤 도시의 하수처리 시설을 설계하고자 한다(즉, 공장폐수, 영업오수 및 관광오수 제외). 이 도시의 10년전 인구수는 78000명, 현재 인구수는 95000명이며, 상수도계획 상의 1인1일최대급수량은 400 L/인-일이다. 다음 물음에 답하시오.
 - 1) 계획목표년도를 20년으로 할 때, 등비급수법을 이용하여 이 도시의 계획인구수를 계산하시오. (5점)
 - 2) 지하수량(I/I)을 1인1일최대오수량의 15%로 가정하여 계획1일최대오수량을 구하시오. (5점)
 - 3) 계획1일평균오수량 및 계획시간최대오수량을 구하시오. 단, $PF_{\text{season}} = 1.3$, $PF_{\text{day}} = 1.5$. (5점)
 - 4) 이 도시의 생활오수 오염부하량 원단위는 BOD 100 g/인-일, SS 80 g/인-일이다. 이 때, 하수처리시설의 계획오염부하량 및 계획유입수질을 계산하시오. (10점)
2. 제거 반응이 2차 반응으로 표현되는 어떤 오염물질을 반응조를 이용하여 처리하고 배출하고자 한다. 이 반응조가 PFR과 CSTR 형태일 때 각각 정상 상태(steady state)의 유출농도 C_e 를 유입농도 C_0 , 2차반응계수 k , 수리학적체류시간(HRT) τ 의 함수로 표현하고(즉, $C_e = f(C_0, k, \tau)$), 유입농도 C_0 가 10 mg/L, 2차반응계수 k 가 3 L/mg/d 일 때 수리학적체류시간(τ) 0-1 d 범위에서 τ 에 따른 PFR과 CSTR의 유출농도 C_e 의 변화를 도시하시오(PFR과 CSTR의 C_e 값을 한 그래프에 나타낼 것). (25점)

3. 완전 혼합된 batch reactor에서의 실험실 실험을 통해 물질 A의 반응에 따른 시간 별 농도값(C_A)을 다음 표와 같이 얻었다. 이때, 이 반응의 반응차수(reactor order)와 반응 속도계수(reaction rate constant)를 구하시오. 반응속도계수의 단위를 정확히 표기해야 함에 유의하시오. (15점)

Time (hr)	C_A (g/m ³)
0	30.0
0.5	12.0
1	7.5
2	4.3
4	2.3
8	1.2
16	0.6
32	0.3

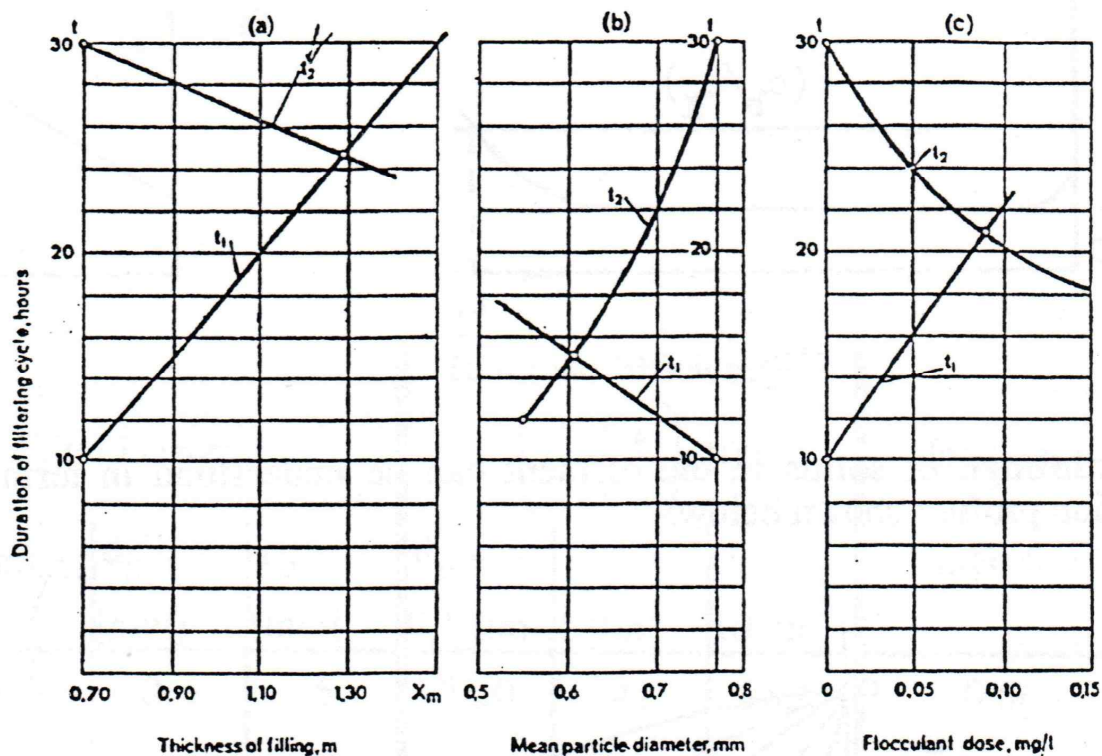
4. 직경이 i) 0.5 mm, ii) 1.0 mm이고, 밀도는 2.65×10^3 kg/m³으로 동일한 두 구형 입자의 최종침강속도(terminal settling velocity)를 m/s 단위로 구하시오. 물의 밀도는 1.00×10^3 kg/m³, 동점성계수(dynamic viscosity)는 1.00×10^{-3} N-s/m²를 사용하시오. 두 입자 모두 침강 조건이 transient region에 해당함을 가정하여 값을 도출하시오. 계산의 편의를 위해 Microsoft Excel 또는 기타 컴퓨터 프로그래밍 방법을 사용할 수 있으며, 이 때 작성한 spreadsheet 혹은 컴퓨터 프로그래밍 자료를 제출하시오. (25점)

5. Overflow rate가 2 m/h인 침전조(sedimentation basin)의 입자 제거효율을 다음 자료를 이용하여 구하시오. 유입수와 유출수의 입도별 입자 수 분포를 히스토그램으로 그려서로 비교하시오. (10점)

* 본 문제에서 구하는 입자 제거효율은 유입된 전체 입자 수 대비 침전으로 제거된 입자 수를 %로 환산한 것임

settling velocity, m/h	No. of particles
0.0-0.5	10
0.5-1.0	29
1.0-1.5	47
1.5-2.0	65
2.0-2.5	74
2.5-3.0	60
3.0-3.5	28
3.5-4.0	13
4.0-4.5	5

6. 아래 그래프는 Mintz (1966)의 논문에서 depth filter의 역세정(backwashing) 주기를 결정하는 두 인자인 t_1 ($=t_{breakthrough}$)와 t_2 ($=t_{headloss}$)를 각각 필터의 깊이(filter depth), 유입수 내 입자의 평균입경(mean particle diameter), 유입수에 투여한 응집제의 투여량(flocculant dose)의 함수로 나타낸 것이다. 그래프의 정보를 활용하여 다음 물음에 답하시오.



1) t_1 과 t_2 를 증가시킬 수 있는 방안을 다음과 같이 간단하게 제시하시오(괄호의 두 선택지 중 하나를 선택하면 됨). (6점)

- t_1 ($=t_{breakthrough}$)의 증가방법

- a) (increase or decrease) the filter depth
- b) use (coarser or finer) filter media
- c) (increase or decrease) the flocculant dose

- t_2 ($=t_{headloss}$)의 증가방법

- a) (increase or decrease) the filter depth
- b) use (coarser or finer) filter media
- c) (increase or decrease) the flocculant dose

2) 현재 가동중인 depth filter의 조건이 다음과 같을 때, 이 depth filter의 역세정 주기를 연장할 수 있는 방법들을 제시하시오. (9점)

- a) Filter depth = 0.90 m
- b) Filter media mean particle diameter = 0.7 mm
- c) Flocculent dose = 0.05 mg/L

7. 역삼투법(reverse osmosis, RO)의 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 문헌조사를 통해 기술하시오. (10점)