

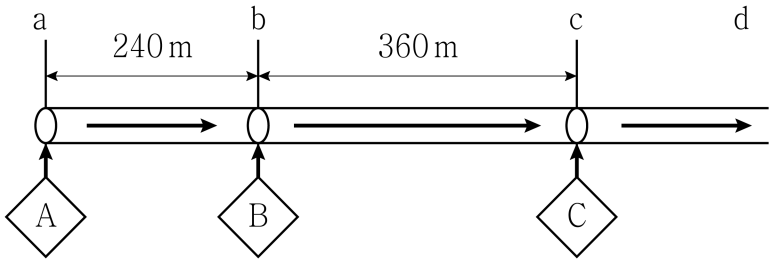
상하수도공학

2020년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 : 성명 :

제 1 문. 우수관거 설계에 대한 다음 물음에 답하시오. (총 20점)

- 1) 소유역의 우수관거 설계를 위한 홍수유출량 산정을 위해 이용되는 합리식 (rational formula)의 기본이론에 대하여 설명하시오. (5점)
- 2) 다음 그림과 같이 우수를 배제하기 위한 원형관거를 설계하였다. 재현기간 10년에 대해 설계할 때 원형관거 ab, bc, cd의 설계유량(m^3/sec)을 소수점 셋째 자리에서 반올림하여 구하시오. (단, 재현기간 10년에 해당하는 이 지역의 강우강도식은 $I = \frac{6,630}{t+37}$ 이다. 여기서 I 는 강우강도(mm/hr), t 는 설계강우지속시간(min)이다. 각각의 배수면적, 유출계수 및 유입시간은 표에 나타냈다. 우수관거 내의 유속은 $2 m/sec$ 이다) (15점)



구역	배수면적(km^2)	유출계수, C	유입시간(min)
A	0.1	0.7	5
B	0.2	0.8	4
C	0.4	0.6	12

제 2 문. A 정수장은 응집, 침전, 여과 처리된 물의 병원성 미생물을 염소(chlorine)로 소독하고 있다. 여름철 일시적으로 일부 소독부산물(DBP, disinfection by-product)이 먹는물 수질기준 이상 생성되는 문제점이 있어 대책이 필요하다. A 정수장은 후염소 소독공정만 적용하고 있으며 적정 소독능을 만족해야 하므로 염소 주입량을 줄일 수도 없고, 소독공정을 염소 외 다른 공정으로 변경할 수도 없다. 다음 물음에 답하시오. (총 40점)

- 1) 염소가 물의 유기·무기물질과 반응하여 생성되는 소독부산물 두 가지와 각각의 먹는물 수질기준을 기술하시오. (단, 「먹는물 수질기준」의 소독부산물질에 명시된 항목에 한한다) (6점)
- 2) 소독부산물을 저감하기 위한 일반적인 방안을 세 가지 제시하고, 각 방안의 A 정수장 적용가능성에 대하여 설명하시오. (9점)
- 3) 우리나라는 먹는물 수질기준항목 외에 먹는물 수질감시항목을 정하고 있다. 먹는물 수질감시항목에 포함되어 2018년 하반기부터 검사를 시행하고 있는 질소계열 소독부산물 두 가지를 제시하고, 발생 기작을 간단히 설명하시오. (9점)
- 4) 정수의 소독부산물 농도가 $100 \mu g/L$ 로 높아 분말활성탄(PAC)으로 처리하고자 한다. 처리수의 소독부산물 농도를 $10 \mu g/L$ 로 낮추기 위해 하루 필요한 분말활성탄 양(kg/day)을 Freundlich 흡착모델을 이용하여 구하시오. 또한 연간 60일 동안만 분말활성탄($500원/kg$)을 투입하고 재사용할 수 없다는 가정 하에 소독부산물 처리에 필요한 연간 분말활성탄 비용($원/년$)을 구하시오. (단, 처리수의 유량은 $1,000 m^3/day$ 이며, Freundlich 식의 계수는 $K_f = 3.0 (mg/g) (L/mg)^{(1/n)}$, $n = 1$ 이다) (8점)
- 5) 분말활성탄(PAC)과 입상활성탄(GAC) 처리의 장단점을 기존처리시설 활용도, 적용기간, 재사용 등의 관점에서 비교하고, A 정수장에 적합한 활성탄 처리방법을 선정하고 그 이유를 설명하시오. (8점)

제 3 문. 하수처리시설에서 생물학적 질산화와 탈질에 의해 하수에 포함된 암모니아성 질소를 제거하고 있다. 하수처리용량이 $50,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 이며, 유입 하수에 포함된 암모니아성 질소($20 \text{ mg NH}_4\text{-N/L}$)가 전부 질산화-탈질에 의해 제거된다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 산소의 기액전달효율은 10 %이고, 공기중 산소의 부피는 21 %, 공기의 분자량은 29 g/mol 이다. 그리고 질산화 및 탈질반응에서 세포 생성은 무시한다) (총 40점)

- 1) 위의 하수처리시설에서 질산화에 필요한 공기공급량(kg/day)을 화학반응식을 포함하여 구하시오. (10점)
- 2) 질산화로 생성된 질산(NO_3^-)의 탈질을 위해 메탄올(CH_3OH)을 사용할 경우 필요한 메탄올 양(kg/day)을 화학반응식을 포함하여 구하시오. (8점)
- 3) 만약 위의 생물학적 질산화-탈질이 아질산(NO_2^-) 경로를 통한 부분 질산화-탈질(partial nitrification and denitrification)로 진행된다면 이때 질소 제거에 필요한 공기공급량(kg/day)과 메탄올 양(kg/day)을 화학반응식을 포함하여 각각 구하시오. (12점)
- 4) 생물학적 질산화-탈질의 단점을 개선하기 위해 최근 아나목스(anaerobic ammonium oxidation, Annamox)공정이 개발되어 적용되고 있다. 아나목스의 원리(화학양론식, 장점 및 단점 포함)에 대해서 설명하시오. (10점)

인사혁신처 시험출제과장