

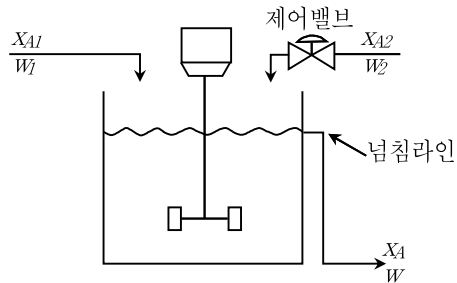
공정제어설계

2015년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

성명 :

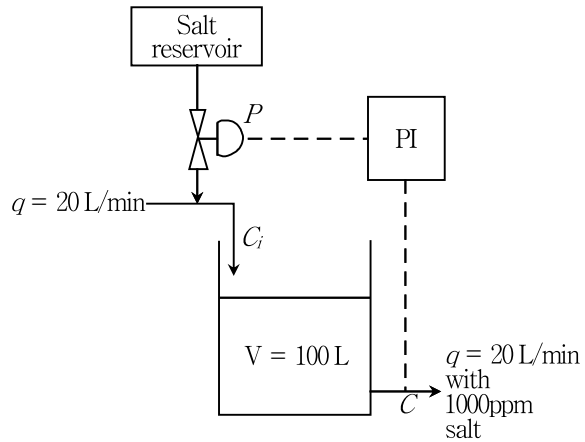
제 1 문. 그림과 같은 교반식 혼합탱크에 성분 A와 B의 혼합물이 두 개의 흐름을 통하여 유량 $w_1(\text{kg/min})$ 과 조성 x_{A1} (A의 질량분율)으로, 유량 $w_2(\text{kg/min})$ 과 조성 x_{A2} (A의 질량분율)로 유입되고 있다. 두 유입흐름의 밀도 (ρ)는 900 kg/m^3 으로 일정하고, 혼합에 따른 밀도 변화는 없다. 유입된 혼합물은 탱크 안에서 완전하게 혼합된 후, 넘침 라인을 통하여 다음 공정으로 유출된다. 탱크 내의 혼합물량 (V)은 넘침 라인을 통하여 항상 2 m^3 으로 일정하게 유지된다. 다음 물음에 답하시오. (총 20점)



- 1) 혼합탱크 주변의 정상상태 총괄물질수지와, 성분 A의 비정상상태 물질수지를 주어진 문자를 이용하여 세우고, 이 두 식을 1개 식으로 정리하시오. (4점)
- 2) 공정이 $w_{1s} = 300 \text{ kg/min}$, $w_{2s} = 200 \text{ kg/min}$, $x_{A1s} = 0.4$, $x_{A2s} = 1.0$ 으로 오랜 시간 운전되었을 때, 이 정상상태에서의 유출흐름의 유량 w_s 와 조성 x_{As} 를 수식으로 표현한 후, 그 값을 구하시오. (단, 하첨자 s는 정상상태(steady-state)를 의미한다) (4점)

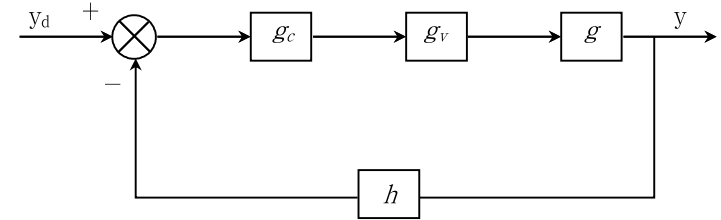
- 3) 질문 1)에서 구한 비정상상태 성분물질수지식에 대하여 질문 2)의 정상상태 부근에서 선형화하고, 편차변수화하여 라플라스변환을 거쳐 \bar{x}_A 와 \bar{x}_{A1} , \bar{w}_1 , \bar{w}_2 간의 전달함수들을 유도하시오. (단, 변수 상부의 bar는 편차변수를 의미하고, $x_{A2} = 1.0$ 으로 변하지 않고, 시간상수 $\tau = \frac{\rho V}{w_s}$ 로 식을 정리하시오) (4점)
- 4) 유도된 전달함수를 이용하여 w_1 이 300 kg/min 에서 200 kg/min 로 계단변화 하였을 때의 $x_A(t)$ 의 시간에 따른 동적거동을 구체적으로 그래프로 그리고, $x_A(t)$ 가 오랜 시간이 지난 후 최종적으로 어떤 값으로 접근하는지 구하여 그래프상에 표시하시오. (단, $\bar{x}_{A1} = \bar{w}_2 = 0$ 으로 가정하고, $L^{-1}\left[\frac{1}{s(\tau s + 1)}\right] = 1 - e^{-t/\tau}$ 이다) (4점)
- 5) x_{A1} 의 변동에 대하여 x_A 를 원하는 설정점에 최대한 근접하여 유지하기 위한 앞먹임(feedforward)제어와 되먹임(feedback)제어 구성도(또는 제어 개념도)를 각각 그림으로 그리고, 각각의 제어전략이 가지는 장점과 단점을 기술하시오. (4점)

제 2 문. 그림에 나타난 바와 같이 소금이 저장조에서 혼합탱크에 들어가 혼합되고 있다. 혼합 탱크 출구에서의 소금 농도(C)는 1000 ppm이 되어야 한다. 이를 위하여 탱크 출구의 소금 농도를 측정하여 소금 주입구의 밸브에 주어지는 공기압(P)을 조작 하는 소금 농도제어기를 설치하였다. 제어가 잘 이루어지고 있었으나 오후 5시에 소금 주입구가 막혀 소금이 탱크에 전혀 들어가지 않았다. 제어기의 출력 범위는 3 psig와 15 psig 사이이며 소금 주입구가 막히기 전 정상상태에서의 제어기 출력은 9 psig이었다. 제어기는 PI 제어기로 $K_c = 0.001$ psig/ppm이고 $\tau_I = 1$ min이다. 탱크의 소금농도와 탱크 출구의 소금농도는 같다고 가정한다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)



- 혼합 탱크의 입구농도(C_i)와 제어기의 출력압력(P) 사이의 전달함수를 구하시오. (5점)
- 제어기 출력에 포화가 일어나는 시간은 언제인지 구하시오. (10점)

제 3 문. 되먹임 제어시스템의 블록선도와 관련하여 다음 물음에 답하시오. (총 15점)



- $g_c(s) = K_c$, $h(s) = 1$, $g_v(s) = 1$, $g(s) = \frac{5}{2s+1}$ 일 때, $K_c > 0$ 인 경우 되먹임 제어시스템이 항상 안정함을 보이시오. (5점)
- g_c , g_v 및 g 는 1)과 같고, $h(s) = e^{-s}$ 일 때, 시간지연을 1차 Padé 근사하여 되먹임 제어시스템이 안정하게 되는 K_c 의 범위를 결정하고, 시간지연이 안정성에 미치는 효과에 대하여 논하시오. (10점)

인사혁신처 시험출제과장