

反応工学

【問】以下の文章を読み、設問1)～5)に答えよ。なお、数値の場合は有効数字を3桁とせよ。

体積 V_m [m³] の完全混合槽型反応器と体積 V_p [m³] の栓流管型反応器がある。これらの反応器を用いて、体積変化を無視できる液相不可逆二次反応



を定温で行う。成分 A と B を濃度 C_{A0}, C_{B0} [mol/m³] で含む原料を、体積流量 v_{T0} [m³/min] で反応器に供給する。反応器出口での成分 A, B の濃度を C_A, C_B [mol/m³]、成分 A の反応速度を r_A [mol/(m³·min)] とする。

まず、完全混合槽型反応器における定常状態での成分 A の物質収支として次式を得る。

$$v_{T0} C_{A0} - v_{T0} C_A + \boxed{\text{ア}} = 0 \quad (2)$$

成分 A の反応率 x_A [-] を用いて、反応器出口での各成分濃度 C_A, C_B を表すと、それぞれ式(3), (4)となる。

$$C_A = C_{A0} - \boxed{\text{イ}} \quad (3)$$

$$C_B = C_{B0} - \boxed{\text{ウ}} \quad (4)$$

ここで、反応速度 $r_A = -k C_A C_B$ (k は式(1)の二次反応速度定数[m³/(mol·min)]) を、式(3), (4)を用いて、次式で表す。

$$r_A = -k C_A C_B = -k \boxed{\text{エ}} \quad (5)$$

これを式(2)に代入して変形することで、以下の設計方程式を得る。

$$\frac{V_m}{v_{T0}} = \boxed{\text{オ}} \quad (6)$$

次に、栓流管型反応器における成分 A の定常物質収支として、次式を得る。

$$\frac{V_p}{v_{T0}} = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{-r_A} \quad (7)$$

この式に、式(5)の反応速度 r_A を代入して積分すると、以下の設計方程式を得る。

$$\frac{V_p}{v_{T0}} = \boxed{\text{カ}} \quad (8)$$

- 1) 空欄 ア ~ カ に入る適切な文字式をそれぞれ記せ。
- 2) $C_{A0} = 2.00 \times 10^3 \text{ mol/m}^3$, $C_{B0} = 6.00 \times 10^3 \text{ mol/m}^3$ の原料を $v_{T0} = 2.50 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{min}$ で完全混合槽型反応器に供給する。反応器出口での x_A を 80.0% とするときの反応器体積 V_m を求めよ。ここで、 $k = 5.00 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{mol}\cdot\text{min})$ である。
- 3) 設問 2) と同じ条件で栓流管型反応器に原料を供給し、同じ $x_A = 80.0\%$ を得るための反応器体積 V_p を求めよ。
- 4) 設問 2) と同じ条件で、完全混合槽型反応器の体積 $V_m = 0.200 \text{ m}^3$ の場合の反応器出口での x_A を求めよ。
- 5) 設問 4) の完全混合槽型反応器 2 つを直列に連結させて原料を供給する場合を考える (図 1)。設問 2) と同じ供給条件とし、2 つめの反応器出口での成分 A の総括反応率 $x_{A2}(=1 - C_{A2}/C_{A0})$ を求めよ。

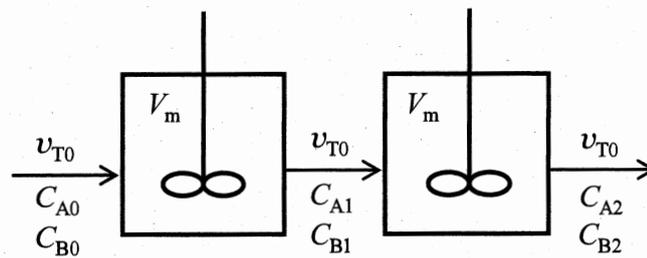


図 1 2つの完全混合槽型反応器