

## 反応工学

以下の文章を読み、設問に答えよ。なお、解答する際には導出過程を示し、数値の場合は有効数字を3桁とせよ。

【問】同じ体積  $V$  の完全混合槽型反応器を二つ直列に連結させた二段連続反応器がある。この二段連続反応器を用いて、次の体積変化を無視できる液相不可逆一次反応を定温で行う。



ここで、 $r_A$ は成分Aの反応速度、 $C_A$ は成分Aの濃度、 $k$ は反応速度定数 ( $=2.50 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ ) である。成分Aを濃度  $C_{A0}$  で含む原料を供給速度  $v_{T0}$  で供給し、一つ目の反応器出口の成分Aの濃度を  $C_{A1}$ 、反応率を  $x_{A1}$  とし、二つ目の反応器出口の成分Aの濃度を  $C_{A2}$ 、総括反応率を  $x_{A2}$  とする。一つ目の反応器における定常状態での成分Aの物質収支は、次式で与えられる。

$$\boxed{\text{ア}} - v_{T0}C_{A1} - kC_{A1}V = 0 \quad (2)$$

式(2)を変形し、反応率  $x_{A1}$  を用いて表すと、次式となる。

$$\frac{V}{v_{T0}} = \frac{\boxed{\text{イ}}}{k(1-x_{A1})} \quad (3)$$

同様に、二つ目の反応器における定常状態での成分Aの物質収支式と反応率  $x_{A2}$  より、次式を得る。

$$\frac{V}{v_{T0}} = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{k(1-x_{A2})} \quad (4)$$

一つ目と二つ目の反応器の体積と溶液供給速度は等しいため、式(3)と式(4)は等しく、次式の関係が得られる。

$$\frac{\boxed{\text{イ}}}{(1-x_{A1})} = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{(1-x_{A2})} \quad (5)$$

- 1) 空欄  $\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{ウ}}$  に入る適切な文字式を記せ。
- 2) 原料の供給速度  $v_{T0}$  を  $4.00 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  としたところ、二つ目の反応器出口での成分Aの総括反応率  $x_{A2}$  は0.500となった。このデータから反応器1つの体積  $V$  を求めよ。
- 3) 設問2)と同じ条件で上記の二段連続反応器の後段に、新たに①完全混合槽型反応器、あるいは②栓流管型反応器を連結させ、最終の反応器出口の総括反応率  $x_{A3}$  を0.800としたい。新たに連結する反応器それぞれの体積を求めよ。
- 4) 設問3)で新たに連結する反応器の体積は①と②のどちらが小さくなったか、また、それは反応器のどのような特性によるものか、について述べよ。