

(問題 1 のつづき)

表 1 流体物性と原料供給速度

	原料溶液 I		原料溶液 II	生成物
	プロピレンオキシド ($i=1$)	メタノール ($i=2$)	水 ($i=3$)	1,2-プロパンジオール ($i=4$)
定圧比熱 $C_{p,i}$ [J/(mol·K)]	147	81.6	75.4	193
標準生成エンタルピー ΔH_i° [J/mol]	-1.55×10^5		-2.86×10^5	-5.25×10^5
原料供給速度 $F_{f,i}$ [mol/s]	5.42	9.06	101	

- (a) プロピレンオキシドの反応率 X_1 を用いて、定常状態における物質収支より次式が成り立つことを示せ。ただし、 τ は平均滞留時間である。

$$-r_1 V = F_{f1} X_1 = F_{f1} \frac{\tau k}{1 + \tau k} \quad (1)$$

- (b) 熱交換器の伝熱面積を S 、総括伝熱係数を U としたとき、反応器の熱エネルギー収支から次式が成り立つことを示せ。

$$-US(T - T_c) + (T_f - T) \sum_{i=1}^3 F_{f,i} C_{p,i} + r_1 V \Delta H^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\Delta H^\circ \equiv \Delta H_4^\circ - \Delta H_1^\circ - \Delta H_3^\circ$$

ただし、反応によるエンタルピー変化の温度依存性は無視できるものとし、また熱交換器から流出する冷媒の温度は流入温度 T_c に等しいと近似する。

- (c) プロピレンオキシドの沸点が低いため、冷媒温度 $T_c = 283$ K の熱交換器を用いて反応器内の温度を下げたい。ただし、 $\tau = 400$ s とする。

- (c-1) 式(1)を用いて熱エネルギー収支式(2)を書き直すと次式のようなになる。

$$-\Delta H^\circ F_{f1} X_1 = (\kappa + 1)(T - T_0) \sum_{i=1}^3 F_{f,i} C_{p,i} \quad (3)$$

ただし、パラメータ T_0 と κ は次式で定義される。

$$T_0 \equiv (\kappa T_c + T_f) / (\kappa + 1), \quad \kappa \equiv US / \sum_{i=1}^3 F_{f,i} C_{p,i} \quad (4)$$