

名古屋工業大学 荒木和男 森山 昭
西尾賢一

I. 緒言. 2種粒径粒子並列充填層内の圧損失は単純な並列モデルでは説明できない場合がある。この種の向題に關して、たとえばV.STANEKら¹⁾はガス入口部で圧力分布を仮定するなど疑問点が多い。前報²⁾では集中定数系として考察したが、本報では分布定数系として扱い、分散板の影響を重視し cross flow を考慮することによって、2種粒径粒子並列充填層のガス流れと圧損失について理論的に考察した。

II. 解析. Re数が小さい範囲内では基礎式は、 $dQ_1/dx = -Q_c$, $dQ_2/dx = Q_c$ および $[0 \leq x \leq l_0$ の時] $-dP_1/dx = Y_1 Q_1$, $P_1 - P_2 = Y_c Q_c$, $[l_0 \leq x \leq l+l_0$ の時] $-dP_2/dx = R_2 Q_2$, $P_1 - P_2 = R_c Q_c$ 。ここで $Y_i = P_0/S_i$, $Y_c = P_0 D_x/S_c$, $R_i = P_0/S_i$, $R_c = P_0 D_x/S_c$, $Q_1 + Q_2 = Q$ (一定), $S_1 + S_2 = S_0$, $S_1 U_1 + S_2 U_2 = S_0 U_0$, $i=1,2$ 。以上の基礎式を $x=0$, $x=l+l_0$ で $P_1 = P_2$, $x=l_0$ で P_i, Q_i が連続の条件下で解くと

$$[0 \leq x \leq l_0 \text{ の時}] Q_1 = \frac{Y_2 Q}{Y_1 + Y_2} - \frac{g_0 M}{Y_1 + Y_2} g_0(x), Q_2 = \frac{Y_1 Q}{Y_1 + Y_2} + \frac{g_0 M}{Y_1 + Y_2} g_0(x), Q_c = \frac{M}{Y_c} f_0(x),$$

$$P_1 = v_0(l_0 - x) + v(l) + \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2) M}{(Y_1 + Y_2)(R_1 + R_2)} f_0(l_0) + \frac{Y_1 M}{Y_1 + Y_2} f_0(x), P_2 = v_0(l_0 - x) + v(l) + \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2) M}{(Y_1 + Y_2)(R_1 + R_2)} f_0(l_0) - \frac{Y_2 M}{Y_1 + Y_2} f_0(x).$$

$$[l_0 \leq x \leq l+l_0 \text{ の時}] Q_1 = \frac{R_2 Q}{R_1 + R_2} + \frac{g MN}{R_1 + R_2} g(l+l_0 - x), Q_2 = \frac{R_1 Q}{R_1 + R_2} - \frac{g MN}{R_1 + R_2} g(l+l_0 - x), Q_c = \frac{MN}{R_c} f(l+l_0 - x),$$

$$P_1 = v(l+l_0 - x) + \frac{R_1 MN}{R_1 + R_2} f(l+l_0 - x), P_2 = v(l+l_0 - x) - \frac{R_2 MN}{R_1 + R_2} f(l+l_0 - x). \text{したがって圧損失 } \Delta P \text{ は}$$

$$\Delta P = \Delta P_1 + \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2) M}{(Y_1 + Y_2)(R_1 + R_2)} f_0(l_0)$$

$$= \Delta P_2 - \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2)^2 l l_0 Q}{(Y_1 + Y_2)(R_1 + R_2)} \left\{ \frac{1}{(Y_1 + Y_2) l_0 + (R_1 + R_2) l} - \frac{1}{g l (Y_1 + Y_2) l_0 \coth g l + g_0 l_0 (R_1 + R_2) l \coth g_0 l_0} \right\}.$$

III. 考察. (i) ΔP は分散板と充填層が直列とみなせる場合のそれ (ΔP_1) よりも常に大きい。(ii) ΔP は、充填層が分散板をも含めて並列とみなせる場合のそれ (ΔP_2) よりも常に小さい。(iii) $Y_c, R_c \rightarrow \infty$ の時 $\Delta P \rightarrow \Delta P_2$ すなわち並列モデルに近づく。(iv) Y_c 有限, $R_c \rightarrow \infty$ の時 $\Delta P \rightarrow \Delta P_3$ 。(v) R_c 有限, $Y_c \rightarrow \infty$ の時 $\Delta P \rightarrow \Delta P_4$ 。(vi) $Y_1 l_0, Y_2 l_0 \ll R_1 l, R_2 l$ の時 $\Delta P \rightarrow v(l)$ 。(vii) $R_c \rightarrow 0$ の時 $\Delta P \rightarrow \Delta P_1$ 。すなわち直列モデルに近づく。以上の結果の概略を図2に示す。

[記号] P_i : 層内圧, Q, Q_i : ガス容積流量および層 i 中のガス容積流量。

Q_c : 単位層高当りの cross flow (容積流量), x : 層内高さ, l_0 : 分散板厚さ, l : 粒子層高, S_0, S_i : 層断面積および層 i の断面積, S_c : 単位層高当り2相界面積。

Y_i, R_i : 分散板および層の流通抵抗, Y_c, R_c : 分散板および層の cross flow に対する流通抵抗, D_x : 管径, P_0, P_i : 分散板および層 i の固有抵抗, P_c : cross flow に関する固有抵抗, U_0, U_1, U_2 : ガスの線速度, $f_0(x) \equiv \sinh g_0 x$, $f(x) \equiv \sinh g x$, $g_0(x) \equiv \cosh g_0 x$, $g(x) \equiv \cosh g x$, $g_0 \equiv \sqrt{(Y_1 + Y_2)/Y_c}$, $g \equiv \sqrt{(R_1 + R_2)/R_c}$, $N \equiv f_0(l_0)/f(l)$, $v_0(x) \equiv \frac{Y_1 Y_2 Q}{Y_1 + Y_2} x$, $v(x) \equiv \frac{R_1 R_2 Q}{R_1 + R_2} x$, $M \equiv \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2) Q f(l)}{g_0 (R_1 + R_2) g_0(l_0) f(l) + g (Y_1 + Y_2) f_0(l_0) g(l)}$

$$\Delta P_1 \equiv v_0(l_0) + v(l), \Delta P_2 \equiv \frac{(Y_1 l_0 + R_1 l)(Y_2 l_0 + R_2 l)}{(Y_1 + Y_2) l_0 + (R_1 + R_2) l} Q, \Delta P_3 \equiv \Delta P_2 - \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2)^2 l l_0 Q}{(Y_1 + Y_2)(R_1 + R_2)} x$$

$$\left\{ \frac{1}{(Y_1 + Y_2) l_0 + (R_1 + R_2) l} - \frac{1}{(Y_1 + Y_2) l_0 + (R_1 + R_2) l g_0 l_0 \coth g_0 l_0} \right\}, \Delta P_4 \equiv \Delta P_2 - \frac{(Y_2 R_1 - Y_1 R_2)^2 l l_0 Q}{(Y_1 + Y_2)(R_1 + R_2)} x$$

$$\left\{ \frac{1}{(Y_1 + Y_2) l_0 + (R_1 + R_2) l} - \frac{1}{(Y_1 + Y_2) l_0 g l \coth g l + (R_1 + R_2) l} \right\}. \text{【文献】}$$

1) V.STANEK, J.SZEKELY: *Canad. J. Chem. Eng.* 50 (1972) 9. 2) 西尾, 森, 森山: *鉄と鋼* 59 (1973) S 325

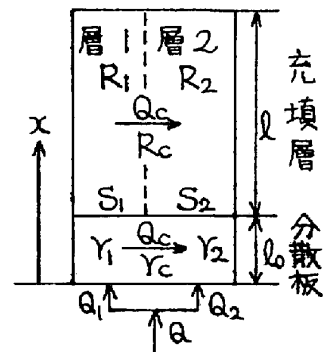


図1. モデル

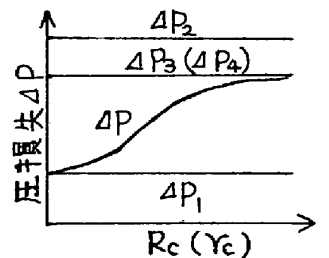


図2. R_c, Y_c と圧損失 ΔP