

(50) 2種粒徑粒子並列充填層の圧力損失

名工大 材研 ○西尾賢一 森 滋勝 森山 昭

緒言 充填層のガス流れに関して、従来、粒子を均一に充填した場合については 数多くの報告があるが、粒子を不均一に充填した層に関する研究は非常に少ない。2種粒徑の粒子を並列に充填した層の圧損はこれまで単純な並列モデルによって説明されている¹⁾が、本報では 層の圧損失が分散板などの粒子層の上流側条件の影響を強くうけることを 理論的および実験的に 明らかにする。

理論 層内を集中定数近似したモデルⅠ,Ⅱ,Ⅲを使用して、分散板を含む層の総括抵抗を 層流域および乱流域について求めると それぞれ表1のように表わすことができる。これらの抵抗の大きさを比較すると $R_I \geq R_{II} \geq R_{III}$, $R'_I \geq R'_{II}$ となる。また遷移流域については 次式から圧損失が 計算される。

モデルⅠ $\Delta P_I = \{(R_{01} + R_1) + R'_1 Q_I\} Q_I$ -----(6)

モデルⅡ $\Delta P_{II} = \{R + R'_1 Q_{II}\} \cdot Q_{II} + 1 / (1/R_{01} + 1/R_{02}) \cdot Q_{II}$ -----(7)

ただし $Q_I = [-A + \sqrt{A^2 + 4 \cdot (R'_1 - R'_2) \cdot \{(R_{02} + R_2) + R'_2 Q\} Q}] / 2 \cdot (R'_1 - R'_2)$

$Q_{II} = [-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot (R'_1 - R'_2) \cdot (R_2 + R'_2 Q) Q}] / 2 \cdot (R'_1 - R'_2)$

$A \equiv R_{01} + R_{02} + R_1 + R_2 + 2 R'_2 \cdot Q$, $B \equiv R_1 + R_2 + 2 R'_2 \cdot Q$

抵抗の大きさを比較すると $\Delta P_I / Q \geq \Delta P_{II} / Q$

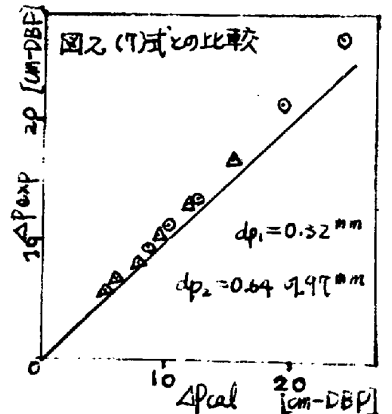
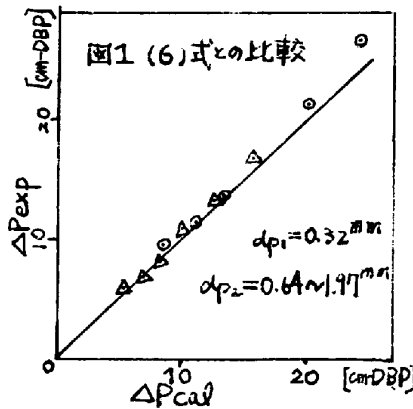
なお 乱流域、遷移流域に関するモデルⅢの圧損失も かなり複雑にはなるが計算することができる。

実験 装置は 内径5cm 高さ50cmのアクリル製円筒で 分散板としては合成樹脂製多孔板と紗布を用いた。試料として 粒徑をそろえたガラス球を用いた。均一球充填層の場合 粒子レイノルズ数が20以下のところで Ergunの式²⁾ $\Delta P = \{150 + 1.75 \cdot Re_p / (1-\epsilon)\} \cdot (Q/S) \cdot (M \cdot L / g_c d_p^2) \cdot (1-\epsilon)^2 / \epsilon^3 = RQ + R'Q^2$ がなりたち、これを2粒子層の理論抵抗を計算する基礎とした。実験結果と理論値との比較の一例を図1、図2に示す。

記号 ΔP : 全圧損 [G/cm^2], Q : 全流量 [cm^3/sec],
 Q_i : 各層を流れる流量 [cm^3/sec], R_{0i} : 分散板抵抗 [G/cm^2],
 $R \equiv \Delta P / Q$: 層流抵抗 [G/cm^2], $R' \equiv \Delta P / Q^2$:
 乱流抵抗 [G/cm^2], R_c : cross flowによる抵抗 [G/cm^2],
 L : 層高[cm], g_c : 重力換算係数 [$\frac{g \cdot cm}{g \cdot sec^2}$], M : 液体の
 粘度 [$g/cm \cdot sec$], ϵ : 空間率[-], S : 塔断面積 [cm^2],
 d_p : 粒子径[cm]

文献 1) 天辰, 吉沢, 館: 鉄と鋼, 59, 46 (1973)

2) S. Ergun: Chem. Eng. Prog., 48, 89 (1952) [表1 総括抵抗]



モデル	(I)	(II)	(III)
層流域	$R_I = \frac{1}{\frac{1}{R_{01} + R_1} + \frac{1}{R_{02} + R_2}}$ -----(1)	$R_{II} = \frac{1}{\frac{1}{R_{01} + R_2} + \frac{1}{R_{02} + R_1}}$ -----(2)	$R_{III} = \frac{1}{\frac{1}{R_{01} + R_2} + R_c} + \frac{1}{\frac{1}{R_{02} + R_1} + R_c}$ -----(3)
乱流域	$R'_I = \frac{1}{\frac{1}{R_{01} + R'_1} + \frac{1}{R_{02} + R'_2} + \frac{2}{\sqrt{R_{01} + R'_1} \sqrt{R_{02} + R'_2}}}$ -----(4)	$R'_{II} = \frac{1}{\frac{1}{R_{01} + R'_2} + \frac{2}{\sqrt{R_{01} + R'_2} \sqrt{R_{02} + R'_1}}} + \frac{1}{\frac{1}{R'_1} + \frac{1}{R'_2} + \frac{2}{\sqrt{R'_1} \sqrt{R'_2}}}$ -----(5)	$\alpha \equiv \frac{R_{01} + R_{02} + R_1 + R_2}{R_{01} \cdot R_{02} \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2 \cdot (R_{01} + R_{02})}$