

# (37) 気固系充填層における圧力損失式の検討

名古屋大学 工学部 ○栗原 守 鞭 蕨

**1. 緒言** 従来、気固系充填層における圧力損失式については各種の実験式が提出されているが、Yenらりは代表的な式の精度を評価し、いずれの式も数10%程度の誤差を有することを示した。このような誤差が生ずる原因としては、(1)流量計の精度、(2)粒子径、(3)粒子形状係数、(4)充填度の層内不均一性、(5)壁効果、(6)流体の圧縮性などが考えられる。特に、高レイノルズ領域に関する従来の研究の中には、塔径と粒子径の比の値が大きくなっていないために、(5)の影響を受けていたり、(6)の効果によって空塔かス流速の定め方に問題が生ずることになると推察される場合もみられる。そこで、上記の諸要因に留意して充填層における圧損失の検討を行なった。

**2. 実験の概要** コンプレッサーから送風される空気は、除湿器とローターメータを経由した後アルミ製多孔板を流通して充填層(アクリル製、塔径70φ、長さ50cm)に導入される。層内には粒子径が2~7mmのガラス球(GB,  $\rho_p=2.49$ )、アルミナ球(AB,  $\rho_p=3.55$ )、磁製球(CB,  $\rho_p=2.40$ )を充填した。本実験に先立ち層内を流動化状態とし、その後注意深く流量を下げることによって静止層高と層空間率を流動化開始時に近い値に設定した。ガス流量は各粒子ごとに流動化を開始するまでとし、圧力損失は充填層壁面に軸方向に5cm間隔で配置した静圧測定端を通じて水柱マノメータにより測定した。なお、分散板の影響がなくなるように、分散板から上10cm以上の圧損のデータを採用した。

**3. 実験結果** 図1は静圧の層内軸方向分布の一例を示している。測定値は最小二乗法により三次多項式近似され、その曲線の外挿から層底圧力と層高が決定される。軸方向の圧力勾配はガスの圧縮性のため一定ではない。そこで、Ergun型の式に圧縮性を考慮して得られる次式： $F = \{g_c M (\phi_p d_p)^2 \varepsilon^3 / 2 \mu G R T (1-\varepsilon)^3\} \cdot \{ (P_{in}^2 - P_{out}^2) / L_c \} = k_1 + k_2 Re_p$ ,  $Re_p = \phi_p d_p G / \mu (1-\varepsilon)$  によって結果を整理すると、図2のように直線になる。本粒子径の範囲内で得られた抵抗係数  $k_1$  と  $k_2$  は、図3に示すように Ergun 式の定数 ( $k_1=150$ ,  $k_2=1.75$ ) とは異なり、特に  $k_2$  には粒子径への依存性が認められる。

[記号]  $d_p$ : 粒子径,  $F$ : 無次元因子,  $G (= \rho u_0)$ : 質量速度,  $g_c$ : 換算係数,  $L_c$ : 層高,  $l$ : 軸向距離,  $M$ : 分子量,  $P, P_{in}, P_{out}$ : 層内, 層底, 層頂のガス圧力,  $R$ : 気体定数,  $T$ : 温度,  $u_0$ : 空塔流速,  $\varepsilon$ : 空間率,  $\mu$ : 粘性係数,  $\rho, \rho_p$ : ガスと粒子の密度,  $\phi_p$ : 形状係数 [文献] 1) I.K. Yen et al.: Chem. Eng. 13 (1967), p.173

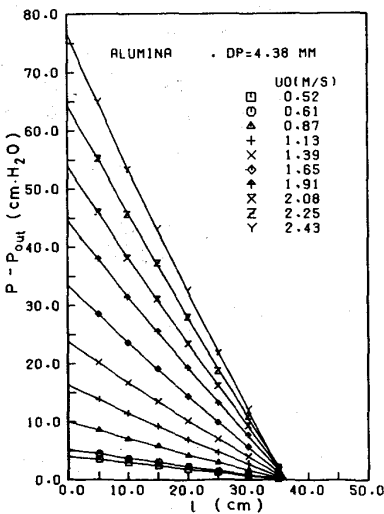


図1 ガス圧力の軸方向分布

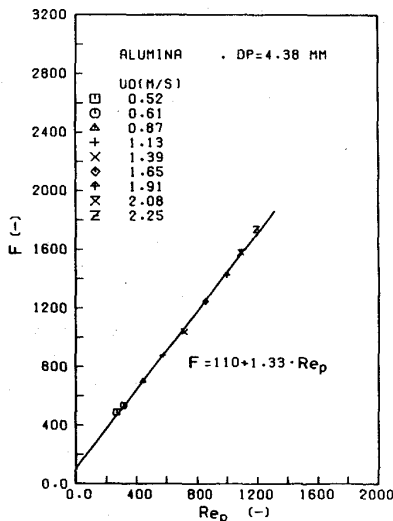


図2 FとRe<sub>p</sub>の関係

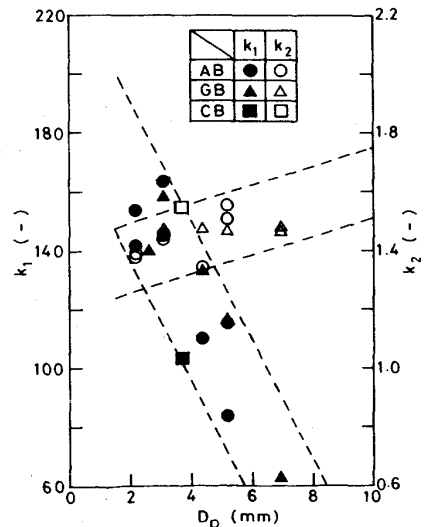


図3  $k_1$ と $k_2$ の粒子径への依存性