

(49)

高炉シャフト部のガスの圧力損失に関するモデル実験

東北大学工学部 ○菊池 淳 名雪 利夫 浅川 純
前田 四郎 不破 祐 葛谷 志郎

1. 緒言 高炉シャフト部においては高さ方向、半径方向および円周方向に粒径分布、ガス流速分布などが存在していると考えられているが、このような不均一状態におけるガスの通気性に関しては系統的な研究はおこなわれていない。そこで本研究では、上述の不均一状態におけるガスの流動機構を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法 まず充填粒子の重量 W (kg) を測定し、それを塔 (内径 150mm, 高さ 1180mm の継目無しステンレス鋼管) に充填し、その層高 L (m) を測定する。つぎに送風機より塔に空気を送入し、ガス流量 Q (m^3/sec), および圧力損失 ΔP (mmH₂O) をそれぞれオリフィス流量計, およびピエゾメータで測定した。充填粒子としてはガラス粒子 (5種), アルミナ粒子 (2種), マルコナペレット (2種) およびコークス (3種) を用いた。粒子の充填形式としては単一層充填 (ほぼ同じ粒径の粒子を一種のみ充填した場合), 層状充填 (階段状に粒径分布の異なる場合) および混合充填 (粒径の異なる粒子群を混合した場合) を用いた。

3. 実験結果 (1) 単一層充填の場合, 図1にほぼ球形とみられるガラス粒子およびアルミナ粒子の場合の $Y (= \Delta P g_c D_p^2 \epsilon^3 / L \mu U (1-\epsilon)^2)$ と $X (= D_p U \rho / \mu (1-\epsilon))$ との関係を示した。まずガラス粒子の場合は, Y はほぼ X のみで定まっており, 大略 Hicks の実験式であらわされている。つぎにアルミナ粒子の場合は, Y は X のみならず, 粒径によっても異なっているが, これは粒子表面粗さのちがいのためと考えられる。いま (1) 式で表面粗さ係数 ϕ_R を定義すると, $Y = \alpha_G \phi_R X^{0.8}$ ($\alpha_G = 6.8$) (1) アルミナ粒子, マルコナペレットおよびコークスの ϕ_R は, 表1に示されるように, 小さい粒子の方が大きい値となっている。(2) 層状充填の場合, 各層の圧力損失については加成性が認められた。また (2) 式と (3) 式より平均の粒径 D_p および平均の表面粗さ係数 ϕ_R を算出し, Y/ϕ_R と X との関係を求めると, その関係はガラス粒子の単一層充填の場合の関係と一致した。その一例を図2に示した。

$$\frac{W \phi_R (1-\epsilon)}{D_p^2 \rho \epsilon^3} \left\{ \frac{D_p}{1-\epsilon} \right\}^{0.8} = \sum_{i=1}^n \frac{W_i \phi_{Ri} (1-\epsilon_i)}{D_{pi}^2 \rho_i \epsilon_i^3} \left\{ \frac{D_{pi}}{1-\epsilon_i} \right\}^{0.8} \quad (2) \quad \frac{W}{\phi_R} = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{\phi_{Ri}} \quad (3)$$

(3) 混合充填の場合, 層状充填の場合とほぼ同様の取扱いで, 単一層充填として評価できた。

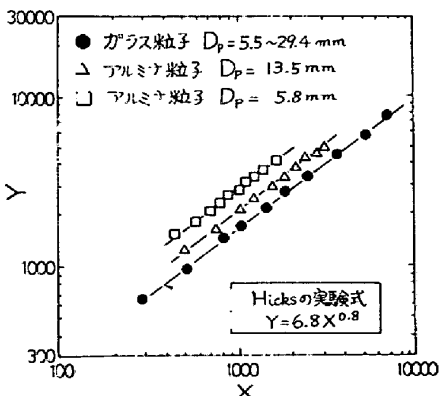


図1 単一層充填の場合の実験結果

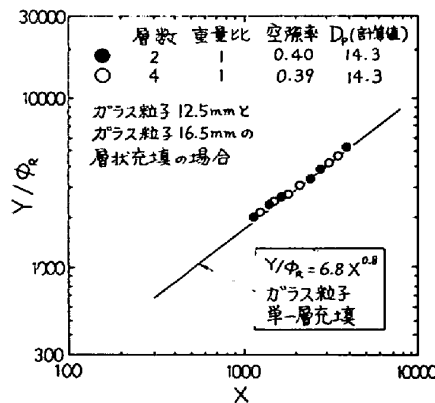


図2 層状充填の場合の実験結果の一例

表1 本実験式

$Y = \alpha_G \cdot \phi_R \cdot X^{0.8} (\alpha_G = 6.8)$		
使用粒子	D_p	ϕ_R
ガラス粒子	5.5~29.4	1.00
アルミナ粒子	5.8	1.70
	13.5	1.29
マルコナペレット	13.7	2.91
	14.5	2.59
コークス	14.1	2.97
	24.5	2.70
	34.6	2.55

記号 D_p ; 粒径, U ; ガスの空塔速度, ϵ ; 空隙率, ρ_p ; 粒子密度, ρ ; ガス密度, μ ; ガス粘度
文献 1) R. E. Hicks, Ind. Eng. Chem. Fundam, 9 (1970) 500