

(65) 層状装入高炉におけるレースウェイからのガス流れの解析

名古屋大学 工学部 桑原 守 執筆

1. 緒言 最近, レースウェイからのガスの流動特性についても理論的研究が行なわれるようになったが, 従来の研究では, 炉下部における充填物層として均一層¹⁾あるいは最近報告されている実炉の解体調査結果とは異なる仮想的抵抗配列を持つ層²⁾を対象としている。しかしながら, 羽口からのガスの流動特性は, レースウェイのほか, 炉芯, 融着層, さらに鉍石とコークスからなる層状の塊状帯の形状や流通抵抗の配列にも影響されると考えられるので, ここでは, これらの因子の効果について理論的検討を行なった。

2. 解析の手法 二次元の等温場における非圧縮性ガスの流れを考える。流れの場は, (1)式で表わされる連続の式と運動方程式を連立させて解けばよいが, 後者については, Ergun³⁾が二次元流れに対して与えた圧力損失式を(2)式あるいは(3)式のように表わして二次元の流れへと拡張した。

$$\text{div } \mathbf{G} = 0 \quad (1); \quad \partial P / \partial r = -(f_1 + f_2 |G_r|) G_r, \quad \partial P / \partial l = -(f_1 + f_2 |G_l|) G_l \quad (2);$$

$$\text{grad } P = -(f_1 + f_2 |G_l|) \mathbf{G} \quad (3) \quad \text{ここで, } f_1 = 150(1-\varepsilon)^2 \mu / \varepsilon^3 (\phi d_p)^2 P, \quad f_2 = 1.75(1-\varepsilon) / \varepsilon^3 (\phi d_p) P$$

数値解析の手法は前報⁴⁾と同様である。

3. 計算結果 計算にあたり, 羽口径は $D_f/R_0 = 0.165$, レースウェイは $l_R/R_0 = 0.3$ および $\varepsilon_R = 0.7$ の空洞部, 炉芯は水平面に対して 60° の角度で切り立ったコークス層と考えた。抵抗係数 (f_1, f_2) は, 鉍石層, コークス層, レースウェイ, 軟化層 S, 融着層 M の各々について, $(68, 286)_C, (9.7, 88)_C, (1.8, 17)_R, (164, 619)_S, (216, 794)_M$ である。図1は, 圧損失式を(2)あるいは(3)式のように表わした場合に得られる流れの場の差異を示している。その差異は, 流れの向きが大きく変化するレースウェイ前方においては比較的顕著となり, ベクトル表現した時の方がより中心部までガスが浸透している。流れが炉芯や層状装入物層にかかると流線の平均的位置には差異は少ないが流線の屈折は(3)式を用いた場合には幾分ゆるやかになる。図2からは, 炉芯の回りに抵抗の大きな軟化融着層が存在すると, 羽口から出た大部分のガスは炉芯に流入して後, コークス・スリットを通して周辺方向へ向かうが, 炉芯の上部ほどスリット流量が大きくなる。とわかる。

4. 記号 D_f : 羽口径, G : ガスの質量速度ベクトル, l : 軸方向距離, l_R : レースウェイ奥行き, P : ガス圧力, r : 横方向距離, R_0 : 炉床径, $\zeta = r/R_0, \xi = l/R_0, \varepsilon$: 空隙率。

5. 文献 1) V.S. Shvydkii et al.: Izv. VUZov. Chem. Met., (1974) 8, p.137, 2) J. Radestock et al.: Stahl u. Eisen, 90(1970) p.1249, 3) S. Ergun: Chem. Eng. Progr., 48(1952), p.89, 4) 桑原・藤: 鉄と鋼 62(1976), p.463.

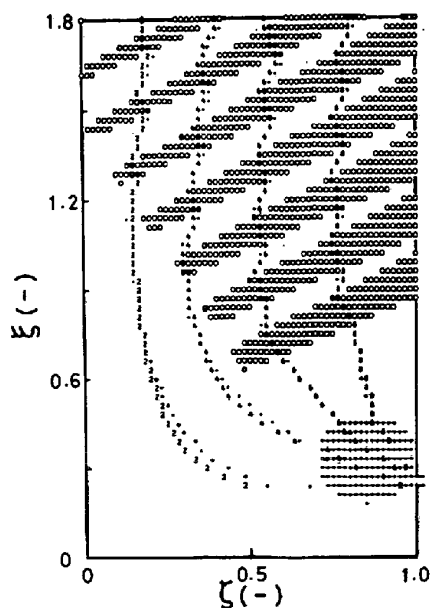


図1. 圧力損失式の形が流線と及ぼす効果(点:(2)式, 数字:(3)式)

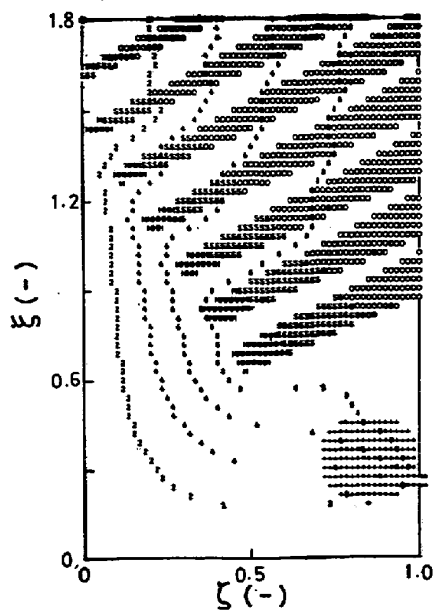


図2. 軟化融着帯(S, M層)の回りのガス流れ