

(42) 高炉炉胸部におけるガスの流動特性の解析

名古屋大学 工学部 ○桑原 守 近松栄二
鞭 叢

1. 緒言 高炉内を上昇するガスは鉄石とコークス層の層状装入に帰因して不均一な流動をしており、炉の熱および反応効率を上昇させるためには、その流れを操業条件の変更によってコントロールできることが望まれる。ここでは、シャフト部におけるガス流れの特性を理論解析をもとに考察し、各操業因子の効果について報告する。

2. 理論解析 解析の基礎となる連続および運動の方程式は、それぞれ、(1)および(2)式であり、これらは流れの関数 ψ について解かれる。

$$\text{div } G = 0 \quad (1), \quad \text{grad } P = -(f_1 + f_2 / G) G \quad (2)$$

ただし、 f_1 と f_2 は Ergun 式における抵抗係数であり、 $f_1 = 150(1-\epsilon)^2 / \{\epsilon^3 (d_p)^2\}$, $f_2 = 1.75(1-\epsilon) / \{\epsilon^3 (d_p)\}$ 使用した境界条件は、前報²⁾で示した手法によるものであり、ガスは等圧状態で流入するとした。

3. 計算結果 図1は、鉄石およびコークスが平行に層状装入されているときの $\psi = 0.5$ (ただし、

中心軸で $\psi = 0$ 、壁で $\psi = 1.0$) の流線に沿う質量速度ベクトルの変化を示している。見かけの安息角 α の増大に伴い流線の蛇行および両層間でのガスの流量分配は急激となる。図2に、炉芯の有無がシャフトにおける流線パターンに及ぼす効果を比較して示す。ここでは流通抵抗の小さい炉芯を設定しているが、鉄石層を回避する流れにより炉芯を通る中心流が強化されている。しかし、炉芯を抜けた後には急激に流通抵抗の分布に基づく流れに回復している。次に、流通抵抗の分布に関連する粒子径、見かけの安息角の両層間での差異、 $Ore/Coke$ 、コークス/ガス等の変更が層内における流れに及ぼす効果を調べたが、その一例を図3に示す。図3から、 α_c に対して α_o が相対的に増加すると中心流から周辺流へと移行することが知られる。また、粒子径比 d_{pO}/d_{pC} を $1/3$ から $2/3$ に上昇させたときには $|G|_O/|G|_C$ は約1.2倍の上昇が期待される。

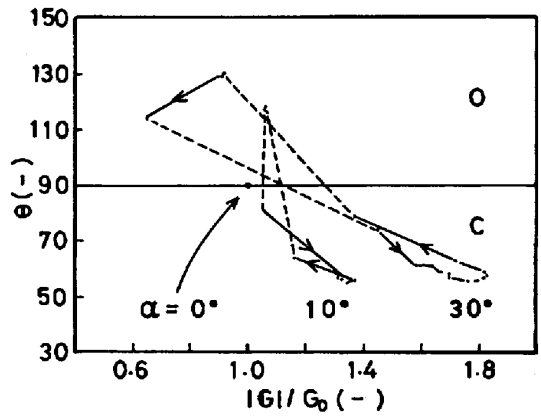


図1. Gに及ぼす安息角の効果

4. 記号 G : ガスの質量速度ベクトル,
 l : 軸方向距離, P : ガス圧力, r : 横方向距離
 R_0 : 炉幅, α : 見かけの安息角, $\zeta = r/R_0$,
 $\xi = l/R_0$, θ : 横軸の正方向から反時計回りの流線角

5. 文献 1) 桑原, 湯本, 鞭, 鉄と鋼, 61 (1975), S32 2) M. Kamabara and I. Muchi: Proceedings of the Symposium on Blast Furnace Aerodynamics, Wollongong, Australia (1975), P. 61~67.

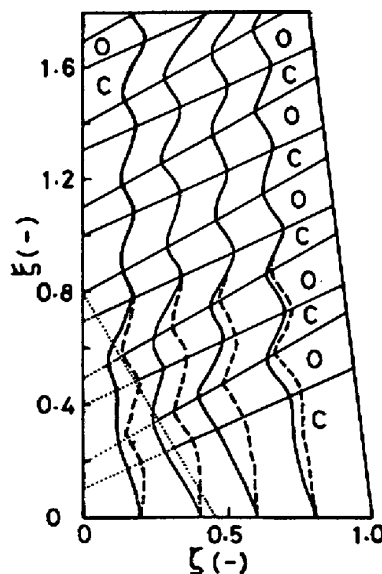


図2. シャフト部の流線に及ぼす炉芯の効果 (—: 炉芯有り, ---: 無し)

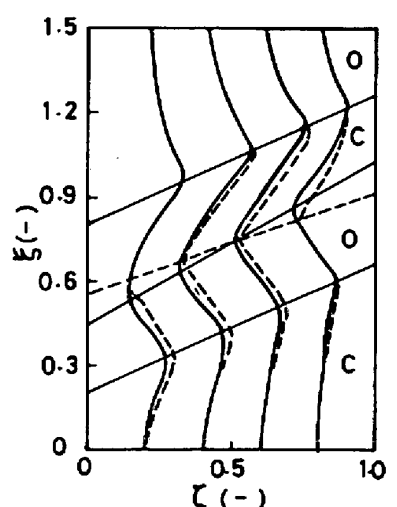


図3. 流線に及ぼす見かけの安息角の差異の効果 ($\alpha_c = 25^\circ$, —: $\alpha_o = 30^\circ$, ---: $\alpha_o = 35^\circ$)