

(大型高炉の装入物分布とガス流れに関する検討-Ⅲ)

神戸製鋼所 中央研究所 ○小林 勲 沖本憲市

清水正賢 稲葉晋一 成田貴一

1. 緒言： 加古川 2 高炉を対象に炉口部温度分布が変動する原因を追求する過程において、装入物の降下速度には半径方向の分布が存在することが推察された。また、検尺位置で測定されるコークスと鉱石の層厚が降下速度とともに変化することが確認された。そこで降下速度の半径方向分布を考慮して、各装入物層厚を求める理論解析を実施し、実操業のデータ解析の結果と比較検討した。

2. 理論解析

2.1 周辺部降下速度が中心部より大きい場合：データ解析の結果周辺部降下速度 (V_w) が平均降下速度 (V_{av}) より大きい場合には、周辺部の層厚が大きくなることが判明した。これは次のように考えられる。 $V_w > V_{av}$ の場合には、他に降下速度の小さい領域が存在するはずである。この領域を中心とすれば、周辺部の堆積表面が指定装入線に達する間に堆積傾斜角は減少する。この堆積層上に次の装入が行なわれると、図 1 に示すように中心部の装入量が減少した分に相当する層厚の上積みが起る。図 1 にもとづいてコークスと鉱石の装入体積 (V_c, V_o) を求めると (1)(2) 式が得られる。

$$V_c = \pi R^2 \ell_c - \pi R_1^2 (R_1 \cdot \Delta \theta - \ell_o \cdot \Delta V) / 3 \dots (1), V_o = \pi R^2 \ell_o + \pi R_1^2 (R_1 \cdot \Delta \theta + \ell_c \cdot \Delta V) / 3 \dots (2)$$

ここで、 $\Delta V = V_w / V_c - 1$, $\Delta \theta = \tan \theta_c - \tan \theta_o$ である。周辺部の各層厚 ℓ_c, ℓ_o はこの連立方程式の解となる。

2.2 中心部降下速度が周辺部より大きい場合：中心部が周辺部より速く降下する場合には、装入物の中心部への流れ込みが予想される。鉱石表面の傾斜角は流れ込みのため一定に保たれるが、コークス層については粒子間摩擦が大きく、流れ込まないと仮定する。図 2 に示す鉱石層降下に伴う層厚変化の概念図に従って、鉱石層周辺部と中心部の層厚の時間変化 $\ell_o(t), \ell_o'(t)$ を求めると、(3)(4) 式となる。

$$\ell_o(t) = \ell_o(o) - P(V_c - V_w) \cdot t \dots (3), \ell_o'(t) = \ell_o'(o) + (1-P)(V_c - V_w) \cdot t \dots (4)$$

$$\ell_o(o) = \ell_o, av - P(R_1 \cdot \Delta \theta + \ell_c \cdot \Delta V) \dots (5), \ell_o'(o) = \ell_o(o) + R_1 \cdot \Delta \theta + \ell_c \cdot \Delta V \dots (6)$$

$$\ell_c = \ell_c, av + P \cdot R_1 \cdot \Delta \theta \dots (7), \text{ここで } P = (R_1/R)^2 / 3 \text{ である。}$$

3. 操業データ解析との比較： 降下速度比 ($V^* = V_w / V_{av}$) を用いて操業データの解析を実施した。また、降下速度の半径方向分布が直線関係にあると仮定して、平均降下速度を求めると、 V^* と ΔV の関係は (8) 式で与えられる。 $V^* = V_w / V_{av} = 1 / (1 + P \cdot \Delta V) \dots (8)$

装入回数と周辺部降下速度の実測データから得られる V^* と層厚の実測値から本理論に従うものとして算出した V^* の関係を、図 3 に示す。両者は、ほぼ 45° の直線に乗り、理論解析の結果の妥当性を示している。なお、点の偏在については、装入物の嵩密度が半径方向に分布を有している等の原因が考えられる。(記号) V_w, V_c : 周辺部と中心部の降下速度, ℓ_c, av, ℓ_o, av : 装入物の炉口部平均層厚

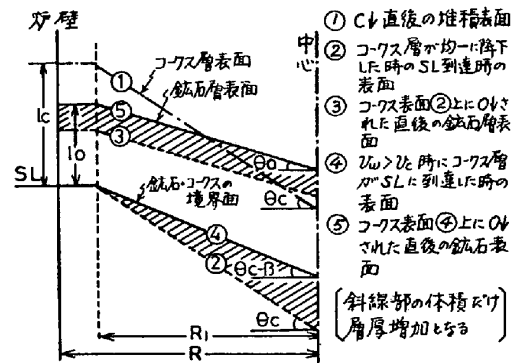


図 1 周辺部降下速度が中心部より大きい場合の層厚変化

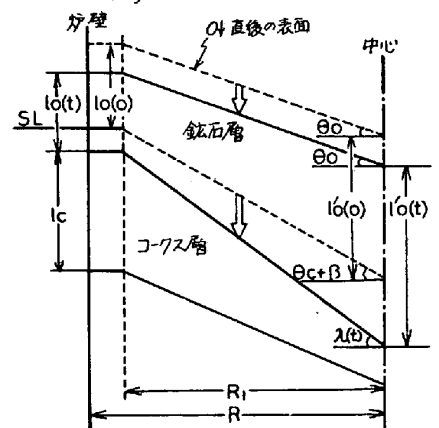


図 2 鉱石層の流れ込みを伴う場合の層厚変化

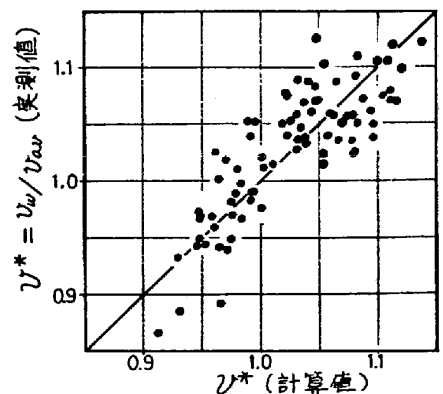


図 3 操業データ解析結果と理論解析結果の比較