

(84)

送り込み式垂直プローブによる高炉内状況測定結果の解析

(高炉内軟化融着帯の測定-Ⅱ)

日本鋼管 福山製鉄所

山本亮二 ○脇元一政

新谷一憲 石井孝治

1. 緒言 前報¹⁾では、送り込み式垂直プローブによる炉内半径方向における炉頂から軟化融着帯に至る高炉内の温度、ガス組成、圧力分布の測定結果について報告した。本報では、これらの測定データを基に、2, 3の解析を行ったので報告する。

2. シャフト上～中部の熱移動について 高炉内のガス温度は、 $z \rightarrow \infty$ で $T_g \rightarrow T_R$ とし、反応熱、熱損失等を無視すれば次式で表わされる。

$$\frac{T_R - T_g}{T_R - T_{so}} = \gamma \cdot \exp\{\lambda(\gamma - 1) \cdot z\} \quad (1)$$

ただし、 $\gamma = W_s C_s / W_g C_g$, $\lambda = h_p a / W_s C_s$ Fig. 1 に実験により得られた $\log\{(T_R - T_g)/(T_R - T_{so})\}$ と z の関係を示す。シャフト上部では比較的良好な直線性を示し、反応熱等は対流伝熱に比べて小さいこと、 γ , λ はその部分ではほぼ一定であることがわかる。なお、同図で、下部に行くに従い直線からずれるのは前記の仮定の問題あるいは、熱流比等が変化して来るためと考えられる。Fig. 2 は直線の傾きと熱流比の関係を示す。炉中心部の直線からのずれは、 λ すなわち、粒径、 h_p 等が他の部分よりかなり異なるためと考えられる。

3. 炉内の反応と通気抵抗について 測定データを用いて次式により還元反応速度(R_r)、ソリューションロス反応速度(R_{sl})、還元率(F)、通気抵抗指数(ϕ)を求めた。なお、以下の取扱いは H_2 還元は考慮していない。

$$R_r = \frac{W_g}{22.4} \cdot \frac{\Delta CO_2}{\Delta z} + R_{sl} \quad (2) \quad R_{sl} = \frac{W_g}{22.4} \cdot \frac{\Delta(CO + CO_2)}{\Delta z} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta F}{\Delta z} = \frac{1}{Y_A} \cdot \frac{R_r}{G_{Fe}} \quad (4) \quad \phi = \frac{\Delta P / \Delta z}{\mu^{0.3} \rho_g^{0.7} u^{1.7}} \quad (5)$$

Fig. 3 にこれらの高さ方向分布を福山3高炉(炉壁部)の例で示した。 ϕ が急激に変化するレベルが鉱石の軟化開始と考えられる。

4. 結言 送り込み式垂直プローブによって得られた炉内測定データについて若干の解析を行った結果、シャフト上部では、ガス・粒子間の対流伝熱が主体的であり、 γ , λ を測定から求めることができることがわかった。また、還元率、反応速度、通気抵抗指数の分布を求めた。

[記号] T_g : ガス温度, T_R : サーマルリザーブゾーン温度
 T_{so} : 初期粒子温度, γ : 熱流比, W_g, W_s : ガス・粒子流量,
 C_g, C_s : ガス・粒子比熱, h_p : 伝熱係数, a : 比表面積, z : 装入物表面からの距離, $\Delta CO_2, \Delta(CO + CO_2), \Delta F, \Delta P$: Δz 間の CO_2 , $CO + CO_2$, 還元率, 圧力の各変化, Y_A : 初期鉱石酸化度, G_{Fe} : Fe 流量, μ, ρ_g, u : ガスの粘度, 密度, 空塔流速

文献) 1) 梶川他 鉄と鋼, 66(1980), S38

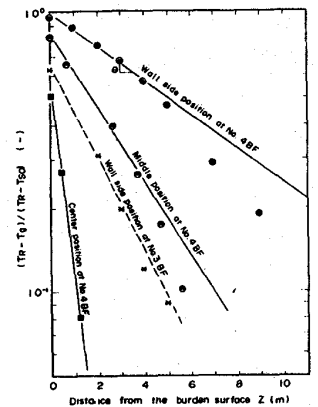


Fig. 1 Relation between $(T_R - T_g)/(T_R - T_{so})$ and distance from the burden surface z (m).

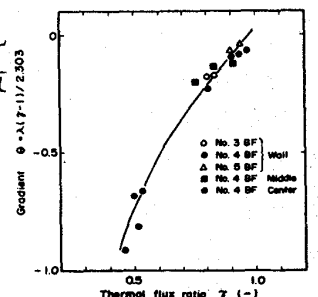


Fig. 2 Relation between thermal flux ratio (γ) and gradient (G).

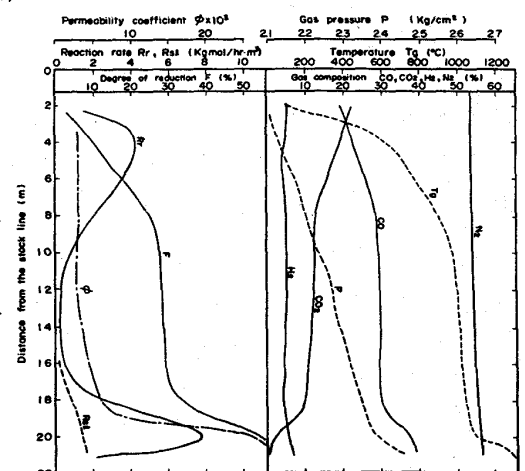


Fig. 3 An example of axial distributions of permeability coefficient, reaction rates, degree of reduction and measured data. (Fukuyama No. 3 BF)