

(106) LD 転炉における操業条件の変更の効果

名古屋大学工学部

○浅井 滋 生
鞭 巖

1. 緒言 LD 転炉の吹錬途中で、吹錬条件(送酸量、ランス高さ)の変更、あるいは、副原料(石灰石、生石灰、鉄鉱石)の分割投入方法(時刻、質量)のプロセス変数(脱炭速度、鋼浴温度など)に及ぼす影響を知ることは、転炉の操業改善、あるいは、プロセス制御に有用な基礎資料となる。本研究では、仮想的な LD 転炉操業に基づいて、以前に発表した LD 転炉の数学的モデル¹⁾の一部を修正して適用し、上記のような操業条件変更の効果を調べた。

2. 解析と結果 (1)吹錬圧力、ランス高さの変更 吹錬圧力、ランス高さの変更に伴って、送酸量や、凹み面積が変化する。これらの変化に基づいて、プロセス変数の推移を追跡する。(2)鉄鉱石、石灰石、生石灰の投入効果 鉄鉱石はその全量がヘマタイトであるとし、まず(1)式により生じた酸素は、ジェットから凹み面に吸収された酸素と同様に(2),(3),(4)式の各反応に分配消費される(各分配率: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$)とする。 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} + 3[\text{O}]$, ΔH_1 (1), $\text{C} + [\text{O}] \xrightarrow{k_1} \text{CO}(g)$, ΔH_1 (2)

$\text{Si} + 2[\text{O}] \xrightarrow{k_2} (\text{SiO}_2)$, ΔH_2 (3), $\text{Fe} + [\text{O}] \xrightarrow{k_3} (\text{FeO})$, ΔH_3 (4) 石灰石は投入と同時に(5)式の反応により分解し、生じた酸素は鉄鉱石の場合と同様、(2),(3),(4)式の各反応に分配消費されるとする。生じた CaO については、下記生石灰と同様な取り扱いをする。 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}(s) + [\text{O}] + \text{CO}(g)$, ΔH_4 (5), $\text{CaO}(s) \rightarrow (\text{CaO})$, ΔH_5 (6) 生石灰は(6)式に基づいて溶化し、その溶化量は鋼浴温度、スラグ組成により決定される¹⁾。送酸量は吹錬条件により決定され、酸素吸収速度は以前に発表した方法¹⁾により求められる。酸素ガス吸収速度に、(1)式、(5)式から生じる酸素のモル流量を加えると、全酸素供給モル流量 S は次のようになる。 $S \equiv N_A \int_0^{x_e} \bar{A}(x) dx + 3(i W_{ore}/M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}) \cdot \delta(\theta - i\theta_{ore}) + (i W_{lo}/M_{\text{CaCO}_3}) \cdot \delta(\theta - i\theta_{lo})$ (7) ここで $\delta(\theta)$ はデルタ関数である。副原料投入による吸熱速度 Q_d は(1)~(6)式の各反応熱 $Q_R = -\Delta H_R$ と(7)式から(8)式のように表わされる。 $Q_d = \{\sigma_1 \cdot Q_1 + (\sigma_2/2) \cdot Q_2 + \sigma_3 \cdot Q_3\} S + Q_4 \cdot (W_{ore}/M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}) \cdot \delta(\theta - i\theta_{ore}) + Q_4 \cdot (i W_{lo}/M_{\text{CaCO}_3}) \cdot \delta(\theta - i\theta_{lo}) + \{(M_{\text{CaO}}/M_{\text{CaCO}_3}) \cdot W_{lo} \cdot \delta(\theta - i\theta_{lo}) + W_{\text{Fe}} \cdot \delta(\theta - i\theta_{\text{Fe}}) - dW_{\text{Fe}}/d\theta\} \cdot Q_5$ (8) C , Si の各濃度、および、 (SiO_2) , (FeO) , 溶鋼、スラグの各質量はそれぞれ次の式から求められる。 $d\{(W_m/\rho_m) \cdot C_{bb}\}/d\theta = -\sigma_1 \cdot S$ (9), $d\{(W_m/\rho_m) \cdot C_{cb}\}/d\theta = -(1/2)\sigma_2 \cdot S$ (10), $dW(\text{Si})/d\theta = (M_{\text{SiO}_2}/2) \cdot \sigma_2 \cdot S$ (11), $dW(\text{FeO})/d\theta = \sigma_3 \cdot S \cdot M_{\text{FeO}}$ (12), $dW_m = -(M_{\text{Fe}}/M_{\text{FeO}}) \cdot dW(\text{FeO}) - (M_{\text{Fe}}/M_{\text{SiO}_2}) \cdot dW(\text{Si}) + \{dF_{\text{pig}}(\theta)/d\theta\} W_{\text{pig}} + \{dF_{\text{sc}}(\theta)/d\theta\} W_{\text{sc}} + M_c \cdot (dW_m C_{bb}/d\theta) + (2M_{\text{Fe}}/M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}) \cdot i W_{ore} \cdot \delta(\theta - i\theta_{ore})$ (13), $dW_s = dW(\text{Si}) + dW(\text{FeO}) + dW(\text{CaO})$ (14) 副材の全投入量は同一とし、分割方法のみ変化した際の計算結果の一例を図 1 に示す。

(記号) $i\theta_j$: i 番目の j 物質投入時刻, iW_j : i 番目の j 物質投入質量, N_A : 凹み面での酸素ガス吸収速度, x_e : 有効凹み半径, M : 分子量

(添字) b : 本体, l : 生石灰, lo : 石灰石, (l) : スラグ中の石灰, m : 溶鋼, ore : 鉄鉱石, pig : 冷鉄, sc : スクラップ, (Si) : スラグ中のシリカ

(文献) (1) 浅井, 鞭: 鉄と鋼 (投稿中)

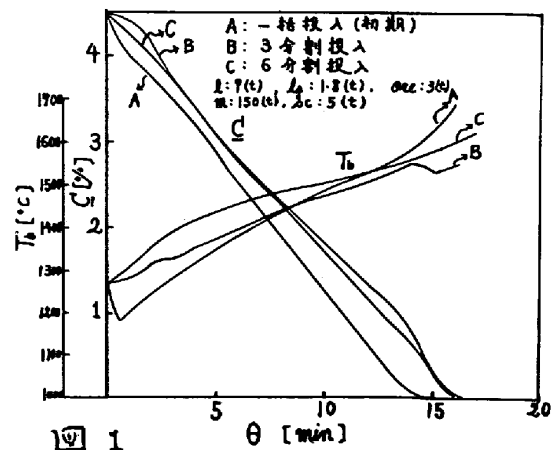


図 1