

(95)

LD転炉における石灰燐化と炉内プロセス変数の挙動

名古屋大学 工学部

○三輪 守, 浅井 滋生

工博 報 載

1. 緒 言 LD転炉で高炭素鋼を吹錬する際、吹止め時の磷濃度を低下させることが問題になっている。著者らは、さきに吹錬時における脱磷、脱マンガンのモデルを発表¹⁾したが、脱磷については、重要な因子として、スラッグの塩基度、従って燐化石灰が考えられる。すなわち、炉内での磷の挙動を把握するためには、石灰の燐化についての的確なモデルを確立することが必要である。そこで、本研究では、CaO-FeOの二元系状態図に基づいて、先に発表した石灰燐化平衡モデル²⁾をCaO-FeO-SiO₂の三元系状態図に基づいた石灰燐化速度モデルに改良し、吹錬に伴う炉内プロセス変数の推移を検討した。

2. 生石灰燐化速度 解析に当り次の仮定を設ける。(1)投入される石灰粒子はすべて同じ粒子径の球であり、鋼浴内で凝集が起こらない。(2)石灰粒子の融解は粒子表面から内部へ進行する。(3)粒子表面の液境膜内の物質移動が律速である。(4)粒子外表面でのスラッグは石灰で飽和された状態にある。以上により、燐化速度式として(2)式、粒子径の変化速度式として(4)式が得られる。

$$N = W_{\text{cao}} \cdot (3/4\pi r^3 \rho_{\text{cao}}) \quad (1), \quad R = 4\pi r^2 k N (\rho_s/100 M_{\text{cao}}) [(\% \text{CaO})_{\text{sat}} - (\% \text{CaO})_b] \quad (2)$$

$$R = -4\pi r^2 N \cdot (\rho_{\text{cao}}/M_{\text{cao}}) (dr/d\theta) \quad (3), \quad (2)(3) \text{式より} \quad dr/d\theta = (k \rho_s/100 \rho_{\text{cao}}) [(\% \text{CaO})_{\text{sat}} - (\% \text{CaO})_b] \quad (4)$$

3. 石灰飽和濃度の算出 CaO-FeO-SiO₂の三元系状態図³⁾を、図1.に示すように簡単化し、さらにこれを5つの領域に分けて、それぞれの領域における各液相線をも(5)式の形で表現し、各係数 $a_1 \sim a_{10}$ を最小二乗法によって求める。結果を表1に示す。

$$(\% \text{CaO})_{\text{sat}} = a_1 + a_2 X + a_3 X^2 + a_4 X^3 + a_5 Y + a_6 Y^2 + a_7 Y^3 + a_8 XY + a_9 X^2 Y + a_{10} XY^2 \quad (5)$$

4. 結 果 LD転炉の数学的モデルから得られる X, Y の値を(5)式へ適用して、吹錬時におけるCaOの飽和濃度を求める。これと(1),(2),(4)式とから、石灰の燐化速度と粒子径の変化が計算される。投入石灰量 = 67 kg/t(鋼), $k = 0.1 \text{ cm/sec}$, 初期粒子径: $2r_0 = 3 \text{ cm}$ として計算した結果を川上らの実験値⁴⁾とあわせて図2に示す。

[記号] k : 物質移動係数 [cm/sec], M : 分子量 [g/gmol], N : 投入石灰粒子の個数, R : 生石灰の燐化速度 [g/mol/sec], r : 生石灰粒子半径 [cm], X : スラッグ中の(SiO₂)と(FeO)の質量比, Y : 浴温 [°C], θ : 吹錬時間 [sec]

W_{cao} : 投入生石灰質量 [kg], ρ : 密度 [g/cm³]

[添字] b : スラッグ本体, s : スラッグ, sat : 飽和を意味する。

[文献] 1) 三輪, 浅井, 報載: 鉄と鋼 52 (1969) No. 3 S 144, 2) A. Huan, E. F. Osborn: Phase Equilibria among oxides in Steelmaking p. 113, 3) 浅井, 報載: 鉄と鋼 52 (1969) No. 2 122, 4) 川上, 藤井, 内堀: 鉄と鋼 52 (1966) No. 3 S 13

表1 各領域における係数値

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
I	3.768×10^3	-1.088×10^3	3.967×10^3	-4.146×10^3	-2.642×10^3	-1.801×10^3	1.380×10^3	1.240×10^3	-2.441×10^3	-3.311×10^3
II	6.107×10^3	-6.434×10^3	-1.370×10^3	6.917×10^3	-2.389×10^3	9.821×10^3	1.664×10^3	1.405×10^3	-1.046×10^3	-5.507×10^3
III	2.937×10^3	6.272×10^3	3.456×10^3	9.713×10^3	-5.199×10^3	1.169×10^3	1.329×10^3	-7.800×10^3	0	0
IV	-1.920×10^3	3.987×10^3	-7.544×10^3	-1.015×10^3	3.541×10^3	-1.724×10^3	2.927×10^3	-5.666×10^3	9.300×10^3	1.632×10^3
V	-3.004×10^3	3.917×10^3	4.979×10^3	-1.794×10^3	4.133×10^3	-1.865×10^3	2.831×10^3	-4.327×10^3	-1.414×10^3	1.153×10^3

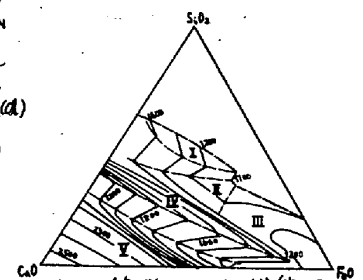


図1. 簡単化した状態図

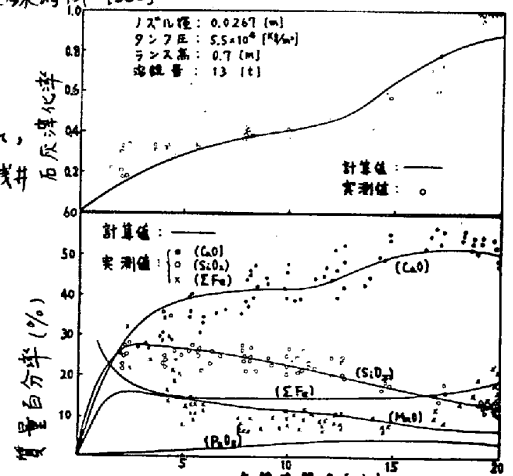


図2. 吹錬に伴うスラッグ成分の変化