

(13)

銑鉄中Si濃度の推定

(銑鉄品質の制御に関する研究 第1報)

新日本製鉄㈱ 生産技術研究所 ○田村健二 工博 斧勝也 工博 西田信直

1. 緒言 高炉燃料比の低減と転炉精錬におけるスラグ量低減のために、銑鉄中のSi濃度を低位安定に制御することが高炉操業にとって重要な課題の一つであるが、これまで、銑鉄中のSi濃度におよぼす高炉の操業・設備条件の効果を定量的に評価する方法は報告されていない。そこで、銑鉄中へのSi移行に関する反応速度論的・熱力学的考察に基づいて、銑鉄中Si濃度の総括推定式を導いたので以下報告する。

2. 銑鉄中Si濃度の推定式 銑鉄中へのSi移行の反応として、 $\text{SiO}(\vartheta) + \text{C} = \text{Si} + \text{CO}(\vartheta)$ を考¹⁾、逆反応を無視すると、銑鉄中のSi濃度〔%Si〕推定式として(1)式が得られる。²⁾ $[\% \text{Si}] = k_f \cdot P_{\text{SiO}} \cdot a_M \cdot \theta_R \dots (1)$ ここで、 k_f は、樋谷らの実験値を用いて最小自乗法で近似すると(2)式が得られる。

$k_f = 2.116 \times 10^8 \exp(-58140/RT) \dots (2)$ つぎに、 P_{SiO} は、 $\text{SiO}_2(\text{d}) + \text{C} = \text{SiO}(\vartheta) + \text{CO}(\vartheta)$ の反応において、炭素の活量を1とみなした場合のSiOの平衡分圧から(3)式で表わされる。

$P_{\text{SiO}} = a_{\text{SiO}_2} / \{P_{\text{CO}} \cdot \exp(80322/T - 39.23)\} \dots (3)$ ここで、 a_{SiO_2} は、 $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ 系スラグのSiO₂の活量 a_{SiO_2} とモル分率 N_{SiO_2} の関係を最小自乗法で3次多項式近似すると(4)式で表わされる。

$a_{\text{SiO}_2} = 4.364 N_{\text{SiO}_2}^3 - 0.7552 N_{\text{SiO}_2}^2 \dots (4)$ また、 a_M および θ_R は、それぞれ、(5)式および(6)式で表わされる。 $a_M = 10 a_{\text{eff}} / (\rho \cdot \text{Hd}) \dots (5)$ $\theta_R = 60 \text{Hc} / v \dots (6)$

ここで、 a_{eff} は馬田らの式⁴⁾ Hdは大竹らの式⁵⁾を採用する。なお、 v は、(7)式で近似する。

$v = 53.05 r \cdot V / (\rho \cdot \text{Hd} \cdot D_H^2) \dots (7)$ 以上の諸式を(1)式へ代入すると、銑鉄中のSi濃度の総括推定式として、(8)式が得られる。

$$[\% \text{Si}] = 5.55 \times 10^{26} a_{\text{SiO}_2} \cdot \text{Hc} \cdot \exp(-109580/T) / \{P_{\text{CO}} \cdot r^{2/3} \cdot (V/D_H^2)^{2/3}\} \dots (8)$$

ところで、〔%Si〕が既知ならば、(8)式より、溶融滴下距離Hc(m)を理論的に推算できる。そこで、Hcの理論値を従属変数とする重回帰分析を行い(9)式を得た。

$$\text{Hc} = 0.4257r + 0.01537(\text{CR} + 1.4\phi_R) + 0.00185T_f - 0.0244T_p - 0.0234(\text{MgO}) + 25.92 \dots (9)$$

図1は、16基の高炉の操業データ(月平均値)に基づく、Hcの理論値と(9)式による推定値との関係を示したものであるが、両者の間には高度の相関が認められる。

3. 結言 (8)式および(9)式に基づいて、高炉の操業・設備条件から銑鉄中Si濃度を高精度で推定することができ、あわせて、銑鉄中Si濃度におよぼす各要因の効果を定量的に評価することができる。

4. 記号 a_{eff} : 気液有効接触面積(m^2/m^3)、 a_M : ガス-溶銑接触面積(cm^2/g)、CR: コークス比(Kg/t)、 D_H : 炉床径(m)、Hd: ホールドアップ量(m^3/m^3)、 k_f : 反応速度定数($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{atm}$)、 ϕ_R : 重油比(Kg/t)、 P_{CO} 、 P_{SiO} : CO 、 SiO の分圧(atm)、 T : 温度($= T_p + 373$)^(k)、 T_f : フレーム温度(°C)、 T_p : 溶銑温度(°C)、 V : 内容積(m^3)、 v : 滴下線速度(m/h)、(MgO): スラグ中MgO濃度(%)、 r : 出銑比($\text{t}/\text{d} \cdot \text{m}^2$)、 θ_R : 反応時間(min)、 ρ : 溶銑密度(Kg/l)

5. 参考文献 1) 徳田, 樋谷, 大谷: 鉄と鋼, 58(1972), 219

2) 樋谷, 徳田, 大谷: 鉄と鋼, 58(1972), 1927 3) D.A.R. Kay and

J. Taylor: J I S I, 201(1963), 67 4) 馬田, 篠原, 椿原: 化学工学,

27(1963), 978 5) 大竹, 岡田: 化学工学, 17(1953), 176

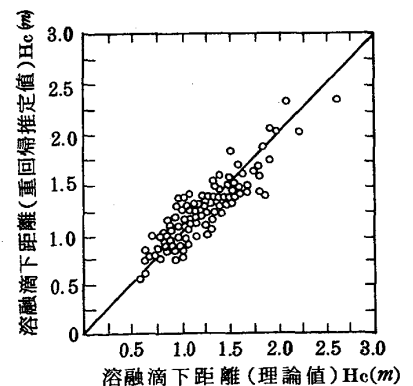


図1 溶融滴下距離の理論値と重回帰推定値の関係 (重相関係数 0.877)