

(株)神戸製鋼所 中央研究所 成田貴一 富田昭津 ○片桐望 関和幸
加古川製鉄所 喜多村実

1. 緒言 当社加古川製鉄所に於けるダイナミック制御の開発に先だつて吹錬途中の测温・サンプリング(吹錬中4分毎に4回)を行ない、その解析の一部として物質収支計算を以下に述べる新しい方法で行なつた。その結果、吹錬初期の滓化状況について新たな知見を得たのでそれらについて報告する。

2. 物質収支計算式の導出 第*i*回目のサンプリング時に於ける鋼浴中およびスラグ中*j*成分の量(ton)は、第*i*-1回目のサンプリング以降の鋼浴中*j*成分の反応量*R*(*j*)、副原料*k*の溶解量*S*(*k*)、冷銑・屑鉄の溶解量*F*(*k*)を用いて次のように表わされる。(*i* = 0, 5 はそれぞれ吹錬開始時、吹止時を表わす。)

$$W_m(i, j) = W_m(i-1, j) - R(j) + \sum_{k=1}^8 a_{jk} S(k) + \sum_{k=1}^2 b_{jk} F(k) \quad (1) \quad (j = \text{Fe, C, Si, Mn, P}) \quad (i = 1, 5)$$

$$W_s(i, j) = W_s(i-1, j) + A_j' R(j') + \sum_{k=1}^8 c_{jk} S(k) \quad (2) \quad (j = \text{CaO, SiO}_2, \text{MnO, P}_2\text{O}_5, \text{FeO}) \quad (i = 1, 5)$$

ここで、 a_{jk} , c_{jk} はそれぞれ副原料 *k* (スケール、レンガ、生石灰、Fe-Si 鉄鉱石、螢石、Mn 滓、石灰石) 中の鋼浴中、スラグ中 *j* 成分の割合を、また、 b_{jk} は冷銑・屑鉄中の鋼浴中 *j* 成分の割合を表わす。 j' は、(2) 式の *j* が 1, 2, 3, 4, 5 の時、 $j' = 2, 3, 4, 5, 1$ となるもので、この時 A_j' は化学量論比より、0, 2.14, 1.29, 2.29, 1.29 のように決る係数である。一般に、第 *i* 回目のサンプリング時に観測される各成分の組成 P_{mj} 、 P_{sj} は次のように表わされる。

$$P_{mj} = W_m(i, j) / \sum_{j=1}^5 W_m(i, j) \quad (3) \quad (j=1, 5)$$

$$P_{sj} = W_s(i, j) / \sum_{j=1}^5 W_s(i, j) \quad (4) \quad (j=1, 5)$$

この両式に(1)、(2)式を代入して分母を払い、 $R(j)$ ($j=1, 5$) と $S(2)$ 、 $S(3)$ を未知数として整理すると(5)式を得る。こ

れを $PX=Q$ と表記すると、 $X=(P^t P)^{-1} P^t Q$ (6) の形で各サンプリング時期毎の諸分析値全体を最適に満す解が得られる。これを溶銑成分から吹止まで逐次に解いて行く事によつて、諸成分の量の推移に関する最良の解釈を得る事ができる。こうして得られた解より各サンプリング時毎の組成を逆算してみた所、実績組成と非常に良く一致した。以上の計算では次の4点を仮定した。①冷銑・屑鉄の溶解速度は一定。② $k=2, 3$ 以外の副原料の溶解は速い。③ダストは無視できる。④スラグ中組成は上記5成分で100%となる。

3. 吹錬初期の滓化状況 上記のようにして得られた各サンプリング時毎の生石灰の滓化量と溶銑中Si、Mn、P量の関係を図1に示す。これより吹錬初期の滓化はほとんど溶銑成分で決る事がわかる。

$$\begin{pmatrix} -q_{m1} & -P_{m1} & -P_{m1} & -P_{m1} & -P_{m1} & t_{m12} & t_{m13} \\ -P_{m2} & -q_{m2} & -P_{m2} & -P_{m2} & -P_{m2} & t_{m22} & t_{m23} \\ -P_{m3} & -P_{m3} & -q_{m3} & -P_{m3} & -P_{m3} & t_{m32} & t_{m33} \\ -P_{m4} & -P_{m4} & -P_{m4} & -q_{m4} & -P_{m4} & t_{m42} & t_{m43} \\ -P_{m5} & -P_{m5} & -P_{m5} & -P_{m5} & -q_{m5} & t_{m52} & t_{m53} \\ A_1 P_{s1} & A_2 P_{s1} & A_3 P_{s1} & A_4 P_{s1} & A_5 P_{s1} & t_{s12} & t_{s13} \\ A_1 P_{s2} & A_2 P_{s2} & A_3 P_{s2} & A_4 P_{s2} & A_5 P_{s2} & t_{s22} & t_{s23} \\ A_1 P_{s3} & A_2 P_{s3} & A_3 P_{s3} & A_4 P_{s3} & A_5 P_{s3} & t_{s32} & t_{s33} \\ A_1 P_{s4} & A_2 P_{s4} & A_3 P_{s4} & A_4 P_{s4} & A_5 P_{s4} & t_{s42} & t_{s43} \\ A_1 P_{s5} & A_2 P_{s5} & A_3 P_{s5} & A_4 P_{s5} & A_5 P_{s5} & t_{s52} & t_{s53} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R(1) \\ R(2) \\ R(3) \\ R(4) \\ R(5) \\ S(2) \\ S(3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{m1} + t_{tm1} + u_{m1} \\ v_{m2} + t_{tm2} + u_{m2} \\ v_{m3} + t_{tm3} + u_{m3} \\ v_{m4} + t_{tm4} + u_{m4} \\ v_{m5} + t_{tm5} + u_{m5} \\ v_{s1} + t_{ts1} \\ v_{s2} + t_{ts2} \\ v_{s3} + t_{ts3} \\ v_{s4} + t_{ts4} \\ v_{s5} + t_{ts5} \end{pmatrix} \quad \dots (5)$$

ここで;

$$t_{mj k} = q_{mj} a_{jk} + P_{mj} \sum_{\ell} a_{\ell k}; \quad t_{sj k} = q_{sj} C_{jk} + P_{sj} \sum_{\ell} C_{\ell k} \quad (k=2, 3)$$

$$v_{mj} = -\{q_{mj} W_m(i-1, j) + P_{mj} \sum_{\ell} W_m(i-1, \ell)\}; \quad q_{mj} = P_{mj} - 1$$

$$v_{sj} = -\{q_{sj} W_s(i-1, j) + P_{sj} \sum_{\ell} W_s(i-1, \ell)\}; \quad P_{sj} = P_{sj} - 1$$

$$t_{tmj} = -\{q_{mj} \sum_{k=1}^8 a_{jk} S(k) + P_{mj} \sum_{\ell} a_{\ell k} S(k)\} \quad \text{但し、} \sum_{\ell} \text{は} \sum_{\ell=1}^5 (\ell \neq j)$$

$$t_{tsj} = -\{q_{sj} \sum_{k=2}^8 C_{jk} S(k) + P_{sj} \sum_{\ell} \sum_{k=2}^8 C_{\ell k} S(k)\} \quad \sum_{k=2}^8 \text{は} \sum_{k=1}^8 (k \neq 2, 3)$$

$$u_{mj} = -\{q_{mj} \sum_{k=1}^2 b_{jk} F(k) + P_{mj} \sum_{\ell} \sum_{k=1}^2 b_{\ell k} F(k)\} \quad \text{を表わす。}$$

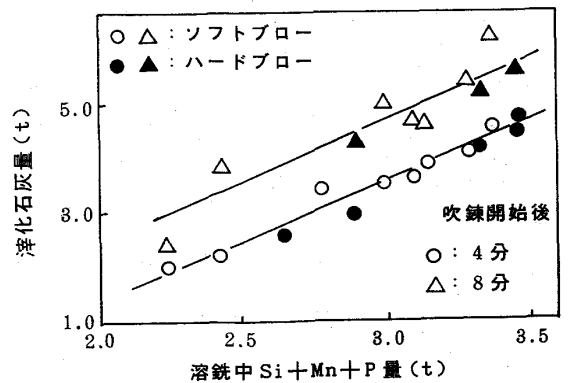


図1 吹錬初期の生石灰の滓化