

(163)

(排ガス情報のダイナミック制御への適用に関する研究-1)

(株)神戸製鋼所 中央研究所 成田貴一 富田昭津 ○片桐 望 佐藤哲郎

1. 緒言 サブランスによるダイナミック制御によつてLD 転炉の吹止適中率は最近大巾に上昇した。しかし、連続情報である排ガス分析値を活用できれば更に高い適中率も可能になると考えられる。そこで吹錬末期の脱炭モデルを理論的に展開してその可能性について検討した。

$$-dx/dt = a[1 - \exp(-bx)] \quad (1) \quad \text{モデル式}$$

$$-abt = \ln[\exp(+bx) - 1] + I \quad (2) \quad \text{(1)式の積分 (I: 積分定数)}$$

(2)式の積分をtからt+τまでとし
τの意味より

$$-ab\tau = P + \ln[\exp(bx) - 1] \quad (3) \quad \text{変形}$$

$$\varphi = \frac{1 - \exp(bx)}{1 - \exp(bx) - \exp(-ab\tau)} \quad (4)$$

$$x = \frac{1}{b} \ln\left[1 + \frac{\varphi}{1 - \varphi} \exp(-ab\tau)\right] \quad (5) \quad (\varphi - C \text{ 間の同時的関係})$$

$$ab(t - t_0) = P - P_0 \quad (6) \quad \text{変形}$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{1 - \varphi_0}{\varphi_0} \exp[ab(t - t_0)]} \quad (7) \quad (\varphi - t \text{ 間の関係})$$

$$x = \frac{1}{b} \ln\left[1 + \frac{\varphi_0}{1 - \varphi_0} \exp\{-ab(t + \tau - t_0)\}\right] \quad (8) \quad \text{(2)式と初期条件より}$$

(C-t間の関係)

$-dx/dt$: 脱炭速度(%/min)
 $x = C - c_0$ C: 鋼浴炭素濃度(%)
a, b, c_0 : 定数 t: 時間(min)
τ: 排ガス情報の遅れ時間(min)
 $\varphi = -\frac{1}{a} \frac{dx}{dt}$: 脱炭酸素効率(-)
 $P = \ln(1 - \varphi) / \varphi$ (-)

初期条件: $t = t_0$ の時 $\varphi = \varphi_0, x = x_0$

図1 転炉吹錬末期の脱炭モデルの展開 (Exponentialモデルの場合)

2. Exponentialモデルの理論的展開: 各種のモデルについて展開を行なつたがここではExponentialモデルについての結果を図1に示す。(1)式の積分として得られる(2)式より次の3つの場合が導びかれる。

2.1 Cとφの間の同時的関係: (2)式の積分区間をtからt+τとし、 $t = t + \tau$ の時に観測されるφは $t = t$ の時炉内で生起したφであるという関係を用いれば $t = t$ の時のCを消去できて(3)式を得る。これが実際の転炉で観測されるCとφの関係を与える式で、(4)・(5)式のように変形する事もできる。(4)式で $\tau = 0$ とおくと(1)式に帰着する。(4)式を図示すると図2のようになり(1)式と比べて低炭領域で高目の曲線となつている。

2.2 φとtの関係: これは(6)式によつて示される、脱炭速度チャート図形に対応する式である。図3に示すようにS字形の曲線となり実際のチャート図形とよく対応している。

2.3 Cとtの関係: (8)式によつて表わされる。これは(7)式の積分としても、(5)(7)式よりφを消去する事からも得られる。

3. 式中のパラメータの意味

a: aは酸素流量 FO_2 (Nm^3/min)、鋼浴重量 $W(t)$ を用いて

(9)式のように表わされる。また、 $-\frac{dc}{dt}$ と R (排ガス分析より得られる脱炭速度 kg/min) は(10)式のように結びつけられる。

$$a = 12FO_2 / (11.2 \times 0.01 \times 1000W) \quad (9)$$

$$-dc/dt = R / (0.01 \times 1000W) \quad (10)$$

c_0 : 脱炭下限の事で、本研究では $c_0 = 0.02\%$ としている。

b: チャージ毎に決る脱炭速度の指標で、a, c_0 が上のようにならされた場合これによつて脱炭軌道を一つ特定できる。

4. 遅れ時間τの推定: 脱炭速度計が吹錬終了時の脱炭速度の急減を検出するまでの時間より0.4分程度の値を得た。

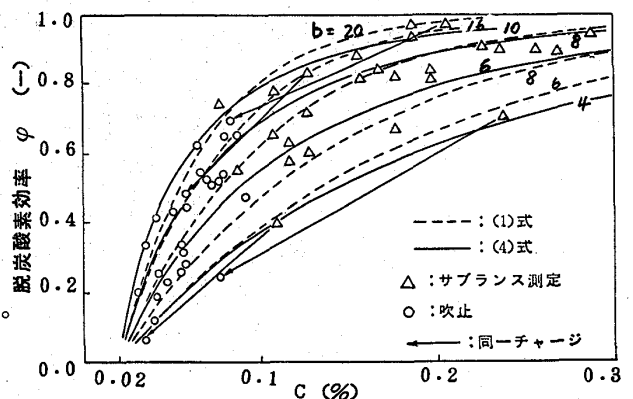


図2 鋼浴炭素濃度と脱炭酸素効率の関係

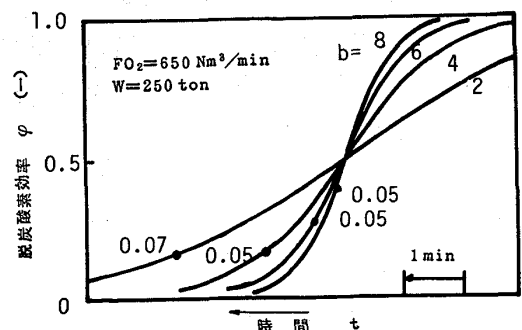


図3 脱炭酸素効率の経時変化(7式)