

(143) 転炉炉内状況に及ぼすスクラップ溶解の効果

名古屋大学工学部 ○浅井 滋生

名古屋大学工学部 工博 鞭 巖

1. 緒言 LD転炉の操業において、全装入量の約2~3割をスクラップが占めている現在、スクラップが炉内プロセス変数に及ぼす影響は重要な問題となる。しかしスクラップ形状の不均一、溶鋼・スクラップ間の伝熱係数や物質移動係数などが不確定なため、スクラップ溶解の理論的な解析が困難である。ここでは、既出の数学的モデル¹⁾に基づいて投入されたスクラップの温度上昇と溶解に伴うプロセス変数の推移を検討する。

2. 解析および結果 (1)炭素濃度におよぼす効果 溶鋼中のスクラップは浴内でdead spaceとなり、これが吹錬時間とともに小さくなると考えられる。R.I.を使用した長谷川²⁾の研究報告中のスクラップ溶解率の図を3種の型(A,B,C)に大別して図1に示した。これらを数学的モデルに組み入れて計算した一例を図2に示す。A,B,Cに対して起こる鋼浴温度の差は溶解率分布の相違から起こる。

(2)鋼浴温度に及ぼす効果 スクラップの熱的效果は、顕熱と潜熱に分けて考えられるが、顕熱は潜熱の約3倍になると推定されるので、溶解率の影響は顕熱による効果にくらべて小さいと推定される。いま潜熱については、図1のAに基づいて計算し、次に顕熱による効果について考察する。操業時間 θ の経過に伴うスクラップの顕熱の分布を知るために次のようにモデル化して考える。スクラップは有限平板状の塊とし、炉底部($x=l$)では断熱の壁と接し、溶鋼と接する面($x=0$)では、溶鋼単位質量当り $f(\theta)/w_m$ [kcal/kg·sec]の発熱速度(脱炭反応、脱ケイ素反応などによる発熱)の溶鋼完全混合槽と接するものとする。基礎式： $k(\partial T_s/\partial x^2) - \partial T_s/\partial \theta = 0$, ($0 \leq x \leq l$, $\theta > 0$) --- (1)

境界条件： $x=0$, $\theta > 0$ で $w_m C_m dT_m/d\theta - K \partial T_s/\partial x = f(\theta)$ --- (2), $K(\partial T_s/\partial x) + H(T_m - T_s) = 0$ --- (3), $x=l$, $\theta > 0$ で $\partial T_s/\partial x = 0$ --- (4); 初期条件： $0 < x < l$, $\theta = 0$ で $T_m = T_{mi}$, $T_s = T_{si}$ --- (5)

解： $(T_s - T_{si})/(T_{mi} - T_{si}) = [1 + \int_0^\theta f(\tau) d\tau / w_m C_m] / (1 + k) - 2L \sum_{n=1}^\infty \{ (\alpha_n^2 - kL) / P_n \cos \alpha_n \} \cdot \cos \{ \alpha_n (1 - x/l) \} \cdot \exp(-\alpha_n^2 \tau) \cdot [1 + \int_0^\theta \exp(\alpha_n^2 k \tau / l^2) \cdot f(\tau) d\tau / w_m C_m] \}$ --- (6), $(T_m - T_{si})/(T_{mi} - T_{si}) = [1 + \int_0^\theta f(\tau) d\tau / w_m C_m] / (1 + k) + 2kL^2 \sum_{n=1}^\infty \{ \exp(-\alpha_n^2 \tau) / P_n \} \cdot [1 + \int_0^\theta \exp(\alpha_n^2 k \tau / l^2) \cdot f(\tau) d\tau / w_m C_m] \}$ --- (7) ただし、 $L \equiv l/k$, $k \equiv H/K$, $k \equiv l^2 P C_s / w_m C_m$, $\tau \equiv k \theta / l^2$, $P_n \equiv \alpha_n^2 + (l^2 + L - 2kL) \cdot \alpha_n^2 + kL(1+k)$, α_n は $\tan \alpha_n = L \alpha_n / (\alpha_n^2 - kL)$ の根である。これから $f(\theta) \equiv g_n$ の場合 g_n は $g_n l / k = G / (1+k) + 2L^2 \sum_{n=1}^\infty (\alpha_n^2 - G) \cdot \exp(-\alpha_n^2 \tau) / P_n$ --- (8) となる。ただし $G \equiv l^2 g_n / k w_m C_m$ である。(8)式より $g_n = A \exp(-b\theta)$ --- (9) と近似する。(9)式を操業時間にわたって積分するとスクラップの全顕熱が得られるから、 $A = w_s \cdot (T_{end} - T_R) \cdot C_s \cdot b / \{1 - \exp(-b\theta_{end})\}$ --- (10) となる。 b をパラメータにした計算結果の一例を図3に示す。[文献] 1) 浅井 鞭: 鉄と鋼, 投稿中, 2) 長谷川 5: 鉄と鋼, 53(1967)3, P. 304, [記号] C: 比熱, K: 熱伝導度, H: 伝熱係数, T: 温度, T_R : 室温, k : 熱拡散率, w : 質量, θ : 操業時間, [添字] end: 吹錬終了時, i : 初期, m : 溶鋼, s : スクラップ, $'$: スクラップ単位面積基準

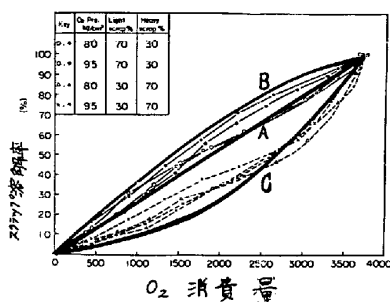


図 1

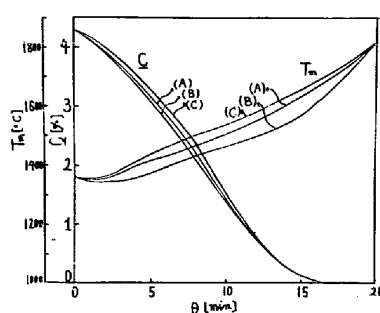


図 2

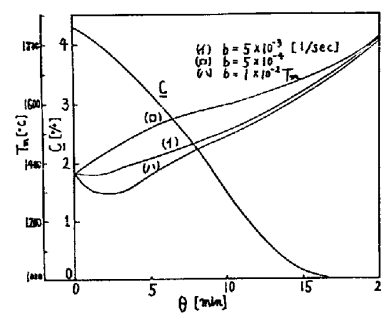


図 3