

(56) RH真空脱ガスプロセスの理論解析

名古屋大学工学部大学院 ○宮沢 憲一
 名古屋大学工学部 工博 鞭 巖

1. 緒言: RH真空脱ガス法による溶鋼内ガス成分除去には、大別すると、上昇管内の上昇気泡による脱ガス、真空室内の自由溶鋼面からの脱ガス、および溶鋼滴からの脱ガスの3つのプロセスが考えられる。本研究は、以上の脱ガスプロセスを考慮してRH装置のプロセス変数の経時変化を計算するために、上昇管部分を近似解析し、これを装置全体の計算に組み込むことにより、装置全体を考慮した数学的モデルを展開し、このモデルを用いて操作条件変更の効果を調べた。

2. 解析: 脱ガス反応としては、脱炭反応 $C + O = CO(g) \dots (1)$, 脱水素反応 $2H = H_2(g) \dots (2)$ を考慮した。(仮定) (i)取鋼内溶鋼および真空室内の溶鋼とガスはともに完全混合とする。(ii)上昇管内では、溶鋼と気泡群はともにピストン流れとする。(iii)反応の律速段階は溶鋼側の物質移動とする。(iv)上昇管内における溶鋼内各成分濃度の高さ方向の変化率は一定とする。(v)上昇管上端において、環流量の β 倍が滴化するものとする。(a)上昇管: 以前に発表した上昇管モデルによる計算¹⁾より仮定(ii), (iii), (iv)に基づいて、上昇管上端の溶鋼内濃度は、 $C_{u,j} = C_{e,j} - \alpha_j z_f$, ($j = C, O, H$) $\dots (3)$, 気泡内ガス成分濃度は、 $C_{u,j} = Q_{g,j} \alpha_j z_f / Q_{g,u}$, ($j = CO, H_2, z = C, H$) $\dots (4)$ となる。ただし、 α_j は溶鋼内 j 成分濃度の高さ方向の変化を表わす微係数であり、上昇管内の溶鋼側、気泡側の物質収支式、混相流の連続の式、溶鋼の運動量収支式、気体の状態式と連立して解いて求められる。

(b)真空室: 仮定(i), (iii), (v)より、溶鋼内濃度、真空室内圧力について、(5), (6)式が得られる。

$$d(V_{v,j} C_{v,j}) / dt = Q_{g,j} [(1 - \beta) C_{u,j} + \beta C_{d,j}^* - C_{v,j}] - k_{v,j} A_{v,j} (C_{v,j} - C_{v,j}^*), (j = C, O, H) \dots (5)$$

$$d(V_{v,g} P_v) / dt = R T_g [Q_{g,u} C_{u,tot} + k_{v,c} A_{v,c} (C_{v,c} - C_{v,c}^*) + \beta Q_{g,o} \int_0^{\theta_d} k_{d,c} Q_d (C_{d,c} - C_{v,c}^*) d\theta + 0.5 k_{v,h} A_{v,h} (C_{v,h} - C_{v,h}^*) + 0.5 \beta Q_{g,h} \int_0^{\theta_d} k_{d,h} Q_d (C_{d,h} - C_{v,h}^*) d\theta] - S P_v \dots (6)$$

ただし、 $C_{u,tot} = C_{u,CO} + C_{u,H_2} + C_{u,Ar} \dots (7)$ である。(c)取鋼: 仮定(i)より、溶鋼内濃度について、

$$d(V_{e,j} C_{e,j}) / dt = Q_{g,j} (C_{v,j} - C_{e,j}), (j = C, O, H) \dots (8) \text{ が得られる。}$$

3. 計算結果: 真空室内を減圧して溶鋼面が上昇管上端に達した時点から Ar を吹込むとして、(1)~(8)式をR.K.G.法によって数値計算した。その結果の一例を図-1に示したが、この結果は従来報告されているRHプロセスの挙動をかなりよく表わしているものと考えられる。

(記号) A : 界面積, a_d : 滴の比表面積, C : 濃度
 C_d^* : 溶鋼主流に合流する時の滴内濃度, G : 廃ガス流量, k : 物質移動係数, P_v : 圧力, Q_g : 気泡流量, Q_{gon} : 吹込み Ar ガス流量, R : 気体定数, S : 排気速度, T_g : 温度, t : 時間, V : 容積, z_f : 上昇管有効長さ, α : 濃度微係数 (mol/cm^4), β : 真空室内の仮想的液面レベルの関数 (-), θ : 時間, θ_d : 滴の滞留時間 (添字) d : 溶鋼滴, g : ガス, i : 気液界面, j, z : 各成分, l : 取鋼, s : 溶鋼, u : 上昇管上端, v : 真空室, o : 初期値 (参考文献)

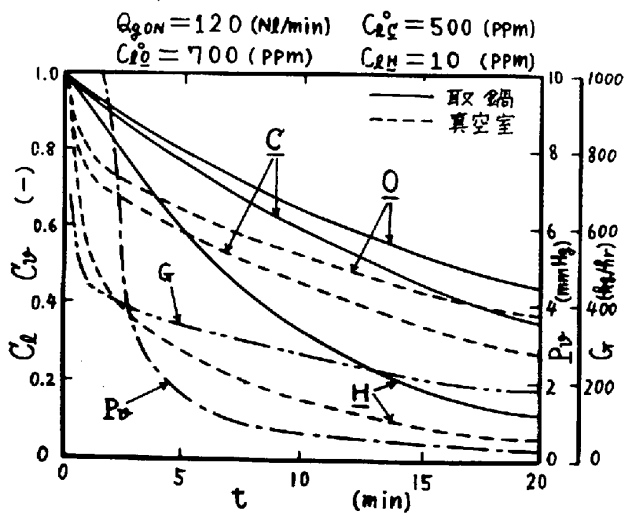


図1. 120-7処理における濃度、圧力、廃ガス量の変化。

1) 藤井、鞭: 鉄と鋼, 5b (1970)9, P.1165