

(47) DH及びRH脱ガス法の反応器としての比較

(DH脱ガス法に関する研究-IV)

70323

日本鋼管 技術研究所 ○坂田 直起

大久保 益太

従来DH及びRH脱ガス法の脱ガス速度は、各々の立場から解析されてはいるが、脱ガス機構に対する見解の相違、あるいは各々の装置の規模の大小の違いなどから、両者の反応器としての違いを同一の立場から定量的に表わしたものは見当たらない。本研究では両脱ガス法について数式モデルを立て両者の反応器としての特性の違いを定量的に表わそうとするものである。

今、両脱ガス法共、ミクロ的な脱ガス速度は、脱ガス成分の溶鋼中の移動により律速されるとする。そして真空槽内、取鍋内共完全混合とし、マクロ的な脱ガス速度は、取鍋内の濃度変化で表わせるものとする。ここで次に表わす無次元数を導入する。

$$X_n = (C_{L,n} - C_{eq}) / (C_o - C_{eq}), \quad Y_n = (C_{V,n} - C_{eq}) / (C_o - C_{eq}), \quad X = (C_u - C_{eq}) / (C_o - C_{eq}), \quad Y = (C_d - C_{eq}) / (C_o - C_{eq})$$

$$\xi = v/V, \quad \theta(DH) = n \cdot v/V, \quad \theta(RH) = Ft/V, \quad \eta(DH) = k(A/v)\tau, \quad \eta(RH) = k(A/v)(v/F)$$

DHの真空槽内及び取鍋内におけるマスバランスから

$$\xi dY_n/d\theta = -\eta Y_n \dots\dots ① \quad X_{n+1} = X_n / (1 + \xi) + \xi Y_n(\xi) / (1 + \xi) \dots\dots ②$$

初期条件 $n=0; X_0 = Y_0 = 1, \quad \theta = 0; X_n = Y_n \dots\dots ③$

RHの真空槽内及び取鍋内におけるマスバランスから

$$\xi dY/d\theta + (Y - X) = -\eta Y \dots\dots ④ \quad dX/d\theta = Y - X \dots\dots ⑤ \quad \text{初期条件} \quad \theta = 0; X = Y = 1 \dots\dots ⑥$$

①~⑥の解は DHについて $X_n = [(1 + \xi \exp(-\eta)) / (1 + \xi)]^n \dots\dots ⑦$

RHについて $X(\theta) = (\alpha \exp(-\beta\theta) - \beta \exp(-\alpha\theta)) / (\alpha - \beta) \dots\dots ⑧$

ここに α, β は、Pについての2次方程式 $\xi P^2 + (\eta + \xi + 1)P + \eta = 0$ の2根である。

以上からDH, RH共、物理的に同一な意味を持つパラメーター ξ, η, θ により濃度変化を表わすことができる。各々の装置における操作条件により ξ, θ は規定され、一方脱ガス成分の取鍋における濃度変化の実測値より、具体的な η の範囲が決定される。脱ガス成分としては炭素を選び、DHに対しては当社のもの、RHに対しては富士製鉄のもの⁽¹⁾を引用して ξ, η, θ を決定した。

なおこの様にして求められた η の値から得られる ka の値は、マクロ的な脱ガス速度から得られる見掛けの ka の値⁽²⁾よりも約100倍も大きいことは注意を要する。

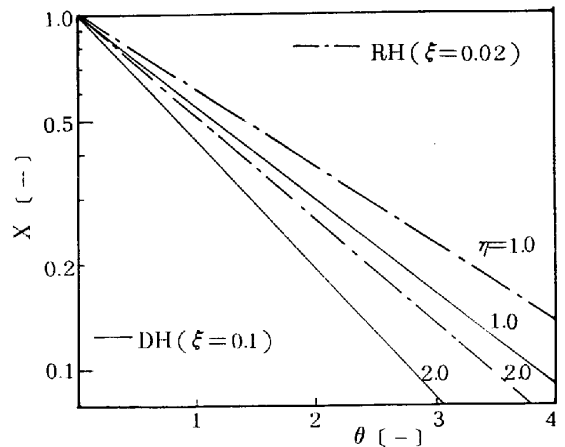
以上大胆な仮定を前提としてはいるが、反応器としてのDH, RHの特性を定量的に表わすことができ、これから多くの知見を得ることが出来る。

記号 A: 界面積, a: A/v, C: 脱ガス成分濃度, F: 環流速度, k: 物質移動係数, n: サイクル数, t: 処理時間, V: 処理溶鋼量, v: 吸上溶鋼量, τ : 真空槽内滞留時間

添字 o: 初期値, d 下降管における値, eq: 平衡値, l: 取鍋内の値, n: nサイクル目の値, u: 下降管における値, V: 真空槽内の値

文献 1) Hirase; Iron Steel Inst. Spec. Rep. No. 92 (1965) P. 154

2) 日本鉄鋼協会; 鋼の真空溶解および真空脱ガス法の進歩 P. 70



DH及びRH脱ガス法の濃度変化