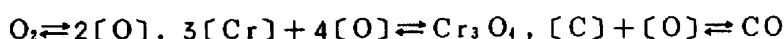


(111) 底吹気泡によるステンレス脱炭反応について

新日本製鐵 生産技術研究所
光研究室○吉井正孝, 山本里見, 工博 島田道彦
大野剛正

1. 緒言: AODステンレス溶製法における[C]-[Cr]挙動は装置, 操業法の違いにより微妙に変化し, 適正操業条件の把握が比較的困難である。本報告では2.5 Ton規模のAOD実験データをもとにO₂-Ar気泡と含Cr溶鋼間の反応モデルを設定し, [C]-[Cr]挙動のシミュレーションを試るとともにAOD操業法の適正条件について検討した。

2. 気泡脱炭に関する数式モデル: 底吹気泡浮上中の反応式として以下に示す反応を考慮し, その反応速度は反応物質の溶鋼側拡散速度に律速されると仮定した。また溶鋼自由表面における反応は無視した。



([Cr]酸化過程での反応速度)

$$\dot{n}_{O_2} = -\frac{1}{2} \dot{n}_{CO} - 2\dot{n}_{Cr_3O_4} + k_0 S ([\%O] - [\%O]_i) \cdot \frac{\rho}{100 M_{O_2}} \quad (1)$$

$$\dot{n}_{Cr_3O_4} = k_{Cr} S ([\%Cr] - [\%Cr]_i) \cdot \frac{\rho}{100 M_{Cr}} \quad (2)$$

$$\dot{n}_{CO} = k_C S ([\%C] - [\%C]_i) \cdot \frac{\rho}{100 M_C} \quad (3)$$

$$[\%O]_i = \sqrt{P_{O_2}} / K_{O_2}, [\%C]_i = P_{CO} / (K_{CO} \cdot [\%O]_i)$$

$$[\%Cr]_i = (K_{Cr_3O_4} \cdot [\%O]_i)^{-1/3}$$

(Cr₃O₄還元過程での反応速度)

$$\dot{n}_{O_2} = k_0 S ([\%O] - [\%O]_i) \cdot \frac{\rho}{100 M_{O_2}} \quad (4)$$

$$\dot{n}_{Cr_3O_4} = \alpha k_{Cr} S ([\%Cr] - [\%Cr]_i) \cdot \frac{\rho}{100 M_{Cr}} \quad (5)$$

$$\dot{n}_{CO} = -4 \dot{n}_{Cr_3O_4} \quad (6)$$

$$[\%O]_i = P_{CO} / (K_{CO} \cdot [\%C]), [\%C]_i = [\%C],$$

$$[\%Cr]_i = (K_{Cr_3O_4} \cdot [\%O]_i)^{-1/3}$$

(反応界面温度)

$$T = T_0 + \beta (n_{Cr_3O_4} + 0.0629 n_{CO}) / n_b \quad (7)$$

ここで n_j : 反応物質モル数, k_j : 溶鋼側物質移動係数, S : 気泡表面積, ρ : 溶鋼比重, M_j : 反応物質原子量, K_j : 平衡定数, 添字 i : 液側反応界面, n_b : 気泡内気体モル数, α, β : 実験値による補正係数 ($\alpha=0.34, \beta=59$)

3. シミュレーション結果および考察

上記モデル計算により各実験データは比較的精度よくシミュレートできる(図1)。吹込気泡は浮上キョリ5~7 cmの間で酸化反応を完了し, その後は[C]によるCr₃O₄還元反応が進行すると考えられる(図2)。従って[Cr]酸化を抑制するためには気泡当りの生成Cr₃O₄量に対して浮上完了までに還元反応を完結させ得るように操業条件を設定する必要がある。本計算結果から実機操業で留意すべき点として次項が明らかとなった。

- 1) [Cr]酸化を最少限に抑制するためには1 m以上の浴深を必要とする。
- 2) O₂/Ar比の逐次低減により[Cr]酸化を抑制しつつ低炭域まで脱炭を進行させ得る。ただし1/3以下に下げてもより以上の効果は期待できず, ほぼ0.02% [C]が脱炭限界と考えられる。(図3。)

- 3) 同一送酸速度の場合複数羽口による分散吹込みを行なった方が[Cr]ロスが少ない。

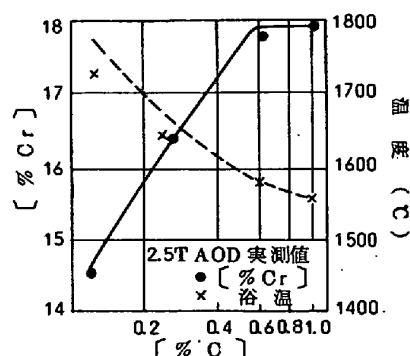


図1. 計算結果と実験値との対比 (O₂/Ar=3/1)

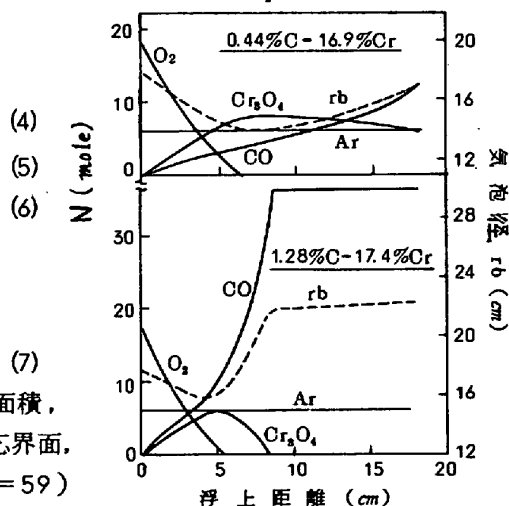


図2. 浴内浮上時の気泡径, 組成変化例 (吹込気泡0.018 mole O₂, 0.006 mole Ar)

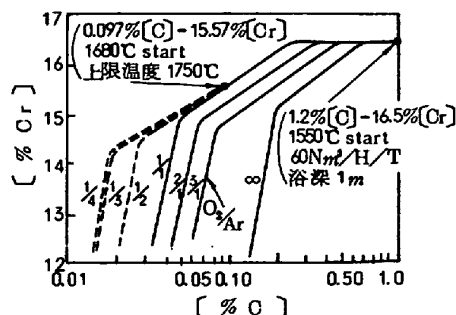


図3. [C]-[Cr]挙動に及ぼす O₂/Ar比の影響