

(116) ESR処理中の水素に関する数式モデル

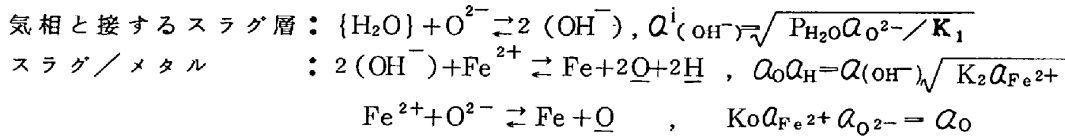
(ESR処理中の水素の挙動-2)

日本鋼管 技術研究所 ○榊井 明, 笹島保敏

山村 稔

1. 緒言 ESR処理中の水素濃度の変化を支配する諸要因の調査結果⁽¹⁾もとずいて、水素のピックアップ(あるいは脱水素)機構の数式モデルを作った。なおスラグ組成は60-25-15に限定した。

2. 律速段階 前報で述べた通り、ESR鋼中水素は大気水蒸気分圧と電極水素濃度によって支配され、前者の影響は気相/スラグ界面積(S- δ)に、後者の影響度は再溶解速度fにそれぞれ比例していた。これらの点と過去の一般的な研究結果⁽²⁾などから、ピックアップ速度は気相/スラグ界面での(OH⁻)の移動速度であると仮定し、さらに各段階での平衡は次の通りに起きているものとした。



さらに(OH⁻)の移動速度 \dot{n} (kg/h) は次のように示される。

$\dot{n} = \beta_1 k (S-\delta) (Q_{(OH^-)}^i - Q_{(OH^-)})$, 但し $\beta_1 = (OH^-) / Q_{(OH^-)}$

3. 数式モデル スラグ中の(OH⁻)のマスバランスをとると、

$\dot{n} - 1.7 \times 10^{-6} (H) - (H)_0 f = \beta_1 W_s d(Q_{(OH^-)}) / dt$

となる。さらに上記の式でtの関数は(OH⁻)のみであると仮定して積分すると、水素濃度(H)は下記のように求まる。

$(H) = (H)_\infty + ((H)_s - (H)_\infty) \exp(-\theta t)$

$(H)_\infty = \frac{(\beta_1 k / B) (S-\delta) A \sqrt{P_{H_2O}} + f(H)_0}{(\beta_1 k / B) (S-\delta) + f}$

$\theta = \frac{(\beta_1 k / B) (S-\delta) + f}{W_s} \left(\frac{B}{\beta_1} \right)$, $W_s =$ スラグ重量

$A = \sqrt{K_2 / (K_1 Q_{Fe^{2+}})} / K_0$, $B = 1.7 \times 10^{-6} \sqrt{K_2 Q_{Fe^{2+}} / Q_O}$

(H)₀ = 電極水素濃度, (H)_s = 初期スラグ水素ポテンシャル

4. 定数の決定 定常状態になってからの水素濃度(H)_∞を測定し最小二乗法で(β₁k/B)=0.46, A=1.73を得た。さらに非定常時の((H)-(H)_∞)を求め、tに対しプロットし(一例を図1.に示した)、勾配よりθを求め、(B/β₁)=0.0816を得た。

またY軸の切片から(H)_sを求め、P_{H₂O}との関係を調べた。

5. 考察 以上の数式モデルで、P_{H₂O}, f, (S- δ), W_s, (H)₀を変化させ(H)_∞を計算して実測値と対比させ図2の精度の良い結果を得た。また比溶解速度の影響および溶解過程での(H)の変化を計算すると前報⁽¹⁾の図3、図1の回帰曲線と一致した。(β₁/B)から(H)/(H)_∞を計算すると1.25が得られ、一般の製鋼スラグ値(7~10)⁽³⁾と大略一致し、kの値から計算された(OH⁻)移動速度係数は3.5×10⁻³ cm/secとなり、30 ton電気炉の値⁽²⁾(=4.2×10⁻³)と良い一致を示し、モデル式の妥当性をものがたっている。またスラグ組成を変化させた実験では、A, B, kが変化した。このモデル式では(OH⁻)の移動のみを便宜上取扱っているが、正確にはO²⁻, Fe²⁺, fの変化も考慮せねばならない。

(参考文献) (1) 当大会講演論文, (2) B.O.H.S.(1964) P. 627~631,

(3) M. Wahlster; Stahl u. Eisen, 89(1969), P. 710

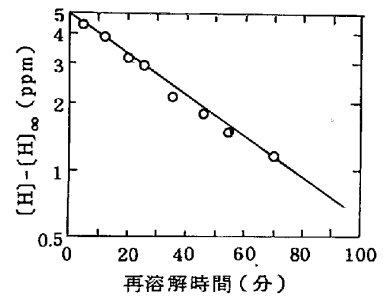


図1 水素濃度の変化

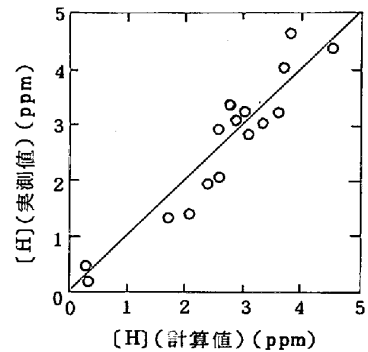


図2 モデル式の精度