

(167) リムド鋼凝固時の化学反応モデル

(リムド鋼の凝固現象に関する研究 - III)

富士製鉄広畑

○浅野鋼一 佐伯 毅

目的。リムド鋼の凝固過程にともなう生ずる諸化学反応を単純な数式モデルにおきかえ、これを用いて各種の現象と有機的に関連付けて説明する。

基礎方程式。溶鋼が凝固する場合に一般に溶質は固相から液相へ排出される。このとき、拡散境界内においては、次式が成立する。

$$D_A \frac{d^2 A(x)}{dx^2} + f \frac{dA(x)}{dx} = 0 \quad (1) \quad \begin{array}{ll} D_A : \text{溶質元素の拡散係数} & \text{cm}^2/\text{sec} \\ f : \text{凝固速度} & \text{cm/sec} \end{array}$$

また、境界条件を

$$A(x) : \text{固液界面から } x \text{ だけ離れた位置での溶質濃度 wt\%}$$

$$A(\delta) = A_L \quad (\text{バルク内溶質濃度}) \quad x : \text{固液界面からの距離 cm}$$

$$A(0) = A_i \quad (\text{界面での溶質濃度}) \quad \delta : \text{拡散境界の厚み cm}$$

とする。また、化学反応は固液界面で起るものと仮定し、A なる成分が次のような反応を行うとする。



このとき、成分 A および酸素の固液界面における濃度 A_i, O_i を用いて、反応の反応速度を

$$(A \text{ 成分の消費量 wt\%} \cdot \text{cm/sec}) = k_{AO} (A_i \cdot O_i - K_{Aeq} \cdot Q_{AO})$$

と表わす。ただし、 k_{AO} : (2) 式の化学反応速度定数 $\text{cm/sec} \cdot \text{wt\%}$

 K_{Aeq} : (2) 式の反応の平衡定数

 Q_{AO} : 反応生成物の AO の活量

凝固に際して、境界相中へ排出された溶質量は $f(A_i - A_s)$ であり、このうち化学反応によって消費されたものを差し引き、残量が $x=0$ における溶質の拡散量に相当する。すなわち

$$-D_A (dA(x)/dx)_{x=0} = f(A_i - A_s) - k_{AO} (A_i \cdot O_i - K_{Aeq} \cdot Q_{AO}) \quad (3)$$

なる条件がある。これらの式を解けば

$$\frac{f(A_L - A_i) \exp(-f\delta/D_A)}{1 - \exp(-f\delta/D_A)} = f(A_L - A_s) - k_{AO} (A_i \cdot O_i - K_{Aeq} \cdot Q_{AO}) \quad (4)$$

となる。(4) 式は成分 A について示したものであるが、リムド鋼の場合には、C、O、Mn、Fe、Si の 5 元素が A として考えられる。 δ については鋼塊リム層のいおう含有量から推定した。 Q_{AO} については文献¹⁾から求めた。(4) 式と諸

成分につき連立させ、解を求めれば凝固時の諸現象が求まる。計算結果の一例を図 1 に示す。実際の現象と比較して反応速度定数を求めた。

文献 1) G. W. Healy: Trans. Met. Soc. AIME, 227

(1963) 207

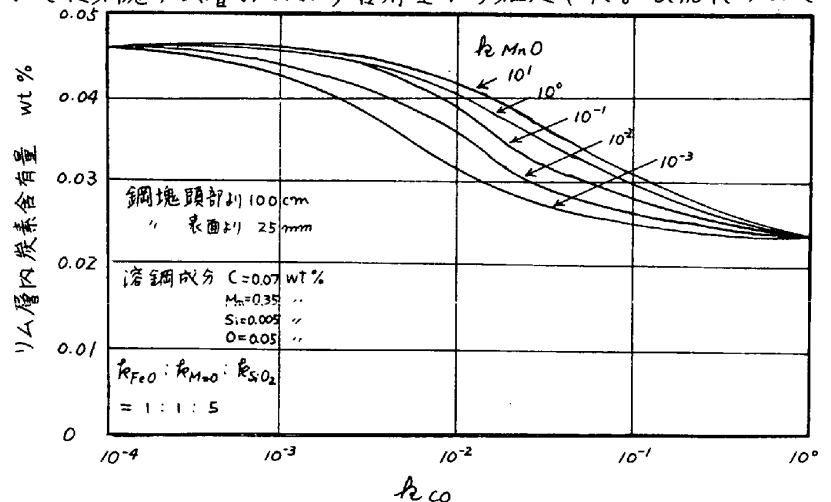


図 1. CO 反応の速度定数 k_{CO} とリム層内炭素含有量の一例