

住友金属工業株式会社 中央技術研究所 小林 純夫

I. 緒言 凝固中の溶鋼流動による負偏析層（ホワイトバンド：WB）の生成機構に関しては高橋らの研究が代表的である。高橋らは、WBの生成は乱流拡散によるとの見解を示すとともに、洗浄深さ $Sh$ の概念を導入することによって、実効分配係数 $K_e$ を表わす理論式(1)を導いた。

$(1-K_e)/(1-K_0)=Sh \dots(1)$ , ここで、 $K_0$ :平衡分配係数。(1)は実験結果をほぼ説明し得るものであるが、しかし $Sh$ は不連続的な概念であり、本来連続的な現象である乱流拡散との整合が悪いように思われる。そこで、 $Sh$ の概念を用いずに、WBの $K_e$ を表わす理論式を導き、佐々木らのS45C鋼を用いた実験結果と比較したので報告する。

II. 理論式の導出 一定速度 $V$ の定常凝固を考え、Fig.1に示すように凝固進行方向を $X$ 軸にとる。液相中の溶質濃度 $C_L$ が、 $X$ のみの関数と仮定すると全体の物質収支より(2)を得る。

$V(1-K_e)C_{L\infty} = -\epsilon_{DL}(dC_L/dx)|_{X=L} \dots(2)$ , ここで、 $C_{L\infty}$ :バルク溶鋼中溶質濃度、 $\epsilon_{DL}$ : $X=L$ における乱流拡散係数。また、固相中の溶質量に関する収支より、(3)が成立する。

$d(f_s \bar{C}_s)/dx = df_s/dx \cdot K_0 C_L \dots(3)$ , ここで、 $f_s$ : $X$ における固相率、 $\bar{C}_s$ : $X$ における固相中平均溶質濃度。(2),(3)より $C_L$ を消去し(4)の正規化によって、 $X^*=0$ で $\bar{C}_s^*=0$ ,  $X^*=1$ で $\bar{C}_s^*=1$ となるようにすると(5)を得る。ここで、 $C_L(X=L)=C_{L\infty}$ ,  $K_0$ =一定の仮定を用いた。

$$X^*=1, \bar{C}_s^* = \frac{\bar{C}_s - K_0 C_{L\infty}}{(K_e - K_0) C_{L\infty}} \dots(4), \quad \frac{1-K_e}{K_e/K_0 - 1} = \left[ -2 \cdot \frac{d\bar{C}_s^*}{dx^*} \right]_{X^*=1} \cdot \frac{\epsilon_{DL}}{VL} \dots(5)$$

(5)で、 $(d\bar{C}_s^*/dx)$ は、場合によらず一定と仮定し、粗面における乱流壁法則より、 $\epsilon_{DL} \propto UL$  ( $U$ :バルク溶鋼速度)と仮定すると、 $\alpha_K$ を実験定数として(6)を得る。

$$(1-K_e)/(K_e/K_0 - 1) = \alpha_K (U/L) \dots(6)$$

III. 実験結果との比較 佐々木らの結果と(6)を比較することにより、 $\alpha_K = 3.05 \times 10^{-6}$ を得た。また実測値との比較をFig.2に示す。ここで、 $K_0[C] = 0.34$ ,  $K_e[P] = 0.2$ を用いた。全体的に良い対応である。

IV. 結言 洗浄深さの概念を用いずに、WBの $K_e$ を表わす理論式を導いた。

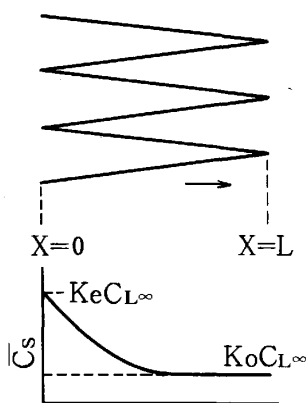


Fig.1. Schematic representation of dendritic growth

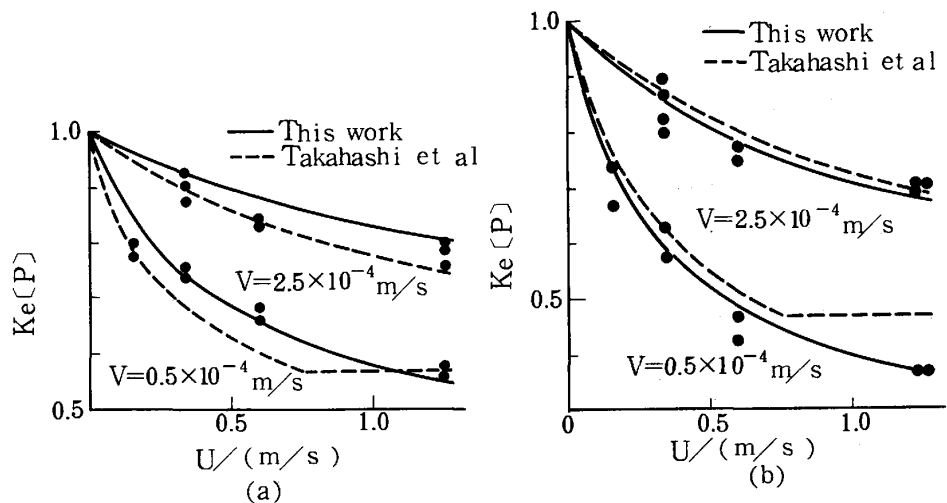


Fig.2. Comparison of Eq.(6) with experimental results

文献 1) 高橋ら：鉄と鋼，61(1975)，2198, 2) 佐々木ら：鉄と鋼，65(1979)，60