

I. 緒言： 従来の凝固解析においては、合金元素の偏析や拡散を無視して、液相線温度と固相線温度を一定として取り扱うのが一般的である。合金元素の偏析を考慮した解析を行ない、従来の手法との結果を比較した。

II. 方法： 0.08C-0.02P 鋼を対象として差分法による解析を行なった。Cについては平衡凝固、Pについては、Brody らの凝固模型に対する近似解を適用した。ただし、Brody らの模型では、凝固パラメータ $\gamma$ を一定としているが、ここでは、伝熱計算と連立させ $\gamma$ を可変とした。解析模型下記。

1. 熱伝導方程式：

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right); y=0, \lambda \frac{\partial T}{\partial y} = h_s (T - T_w); y=y_0, \frac{\partial T}{\partial y} = 0 \quad (1) \quad H = \rho (C_p T + L f_L) \quad (2)$$

2. 液相線温度：  $T_L = T_{L_0} - b_L^C C_L^C - b_L^P C_L^P; T = T_L, 0 \leq f_s \leq 1.$  (3)

3. 溶質濃度：  $\frac{\partial C_0^{C,P}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left( f_L D_L^{C,P} \frac{\partial C_L^{C,P}}{\partial y} \right), 0 \leq f_L \leq 1. \quad (4) \quad C_L^C = \frac{C_0^C}{1 - (1 - k^C) f_s} \quad (5)$

$$C_{L,n+1}^P = \frac{\dot{C}_0^P}{k^P - 1} + \left( C_{L,n}^P - \frac{\dot{C}_0^P}{k^P - 1} \right) \left( \frac{Q_{n+1}}{Q_n} \right)^\xi \left[ 1 + \frac{k^P (1 - k^P) \beta^3}{2 \gamma (1 - \beta k^P)^3} \left\{ \left( 1 - \frac{1 + \beta}{2} k^P \right) \left( \frac{1}{Q_{n+1}^2} - \frac{1}{Q_n^2} \right) - 5 \left( 1 - \frac{2 + 3\beta}{5} k^P \right) \left( \frac{1}{Q_{n+1}} - \frac{1}{Q_n} \right) - 3 \left( 1 - \frac{1 + 2\beta}{3} k^P \right) \ln \frac{Q_{n+1}}{Q_n} \right\} \right], n \Delta t < t \leq (n+1) \Delta t;$$

$$\gamma = \frac{2 D_s}{d f_s^2 / dt}; \beta = \frac{\gamma}{1 + \gamma}; Q = 1 - (1 - \beta k^P) f_s; \xi = \frac{k^P - 1}{1 - \beta k^P}; \dot{C}_0^P = \frac{d C_0^P}{d f_s} \quad (6)$$

4. 記号： H；エンタルピ， $\lambda$ ；熱伝導率，T；温度，y；位置， $h_s$ ；表面熱伝達係数， $T_w$ ；雰囲気温度， $y_0$ ； $\frac{1}{2}$ スラブ厚， $\rho$ ；密度， $C_p$ ；比熱，L；凝固潜熱， $f_L$ ；液相率， $f_s$ ；固相率， $T_L$ ；液相線温度， $b_L^i$ ；元素iの液相線降下係数， $C_L^i$ ；液相濃度， $C_0^i$ ；位置yにおける平均濃度， $D_L^i$ ；液中拡散係数， $k^i$ ；平衡分配係数，添字n；時刻 $n \Delta t$ における値， $\Delta t$ ；差分法の離散化時間

III. 結果： 本解析模型に基づく結果と、合金元素としてCのみを考慮し、液相中の溶質拡散を表す式(4)を無視した場合の結果をあわせてFig. 1に示す。

初期溶鋼加熱度は、両者とも30 Kである。液相線位置は両者で大差なく、固相線位置は、本解析模型方がわずかに表面側に近づいた。

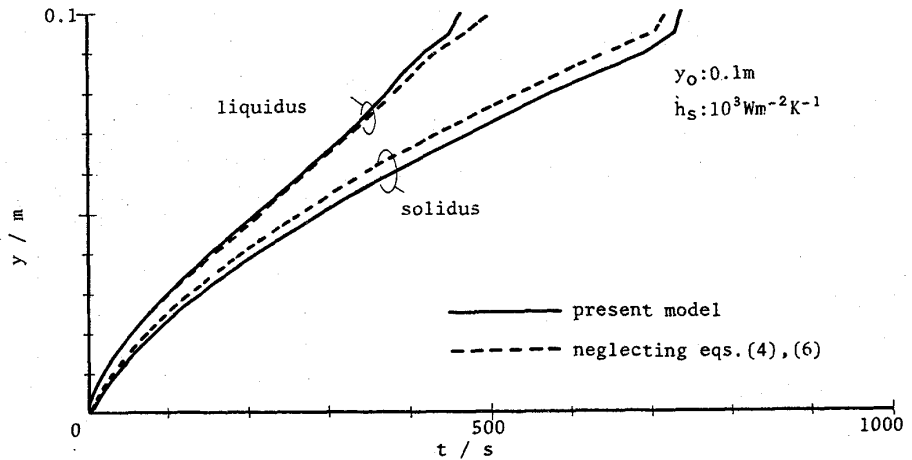


Fig. 1 Calculated results

参考文献 1) Brody et al : Trans AIME 236 (1966) 615 . 2) 小林：鉄と鋼，71 (1985) S1068