

1. 緒言： 鋼の凝固偏析や凝固割れを解明するためには、凝固時の溶質再分配現象を理解する必要があるが、 $\delta/\gamma$  変態を考慮した解析例は少ない。<sup>1)</sup> この問題では2相境界上で溶質濃度  $C_s$  が不連続になるため、 $C_s$  を未知数として解こうとすると取扱いが煩雑になる。そこで、新たな連続関数  $\tilde{C}$  を導入し、これを未知数とする解析法を検討した。

2. 解析模型： Brody らの平面凝固模型を用いた。さらに1) 各相間の平衡分配係数 ( $k_{\gamma/\delta}, k_{\delta/L}, k_{\gamma/L}$ ) が一定、2) 系の温度、 $\delta/\gamma$  変態開始温度は、それぞれ液相成分、固相成分の線形和で表わされる、とした。

3. 方法： 新たな変数として、 $\tilde{C} = C_s/k \dots (1)$  を導入した。ここで、 $k = k_{\delta/L}$  or  $k_{\gamma/L}$ 。  $k_{\gamma/\delta} = k_{\gamma/L}/k_{\delta/L}$  より、 $\tilde{C}$  は各相を通じて連続な関数である。差分による定式化を行ない、 $\tilde{C}$  を未知数として解いた。各相間の境界位置は、予め設定した差分グリッドと一致させた。Fig.1の差分グリッドを用いると拡散方程式の積分形として次式を得る。

$$\frac{d}{dt} \int_{x_w}^{x_e} C_s dx = De \left. \frac{\partial C_s}{\partial x} \right|_e - D_w \left. \frac{\partial C_s}{\partial x} \right|_w \dots (2)$$

ここで、 $D$ ：拡散係数、であり、 $x$ の値域が、 $0 \leq x \leq 1$ 、となるように正規化した。式(2)の各項を以下の差分形で近似した。

$$\int_{x_w}^{x_e} C_s dx \approx \frac{\tilde{C}_P}{2} [k_e \Delta x_E + k_w \Delta x_W],$$

$$De \left. \frac{\partial C_s}{\partial x} \right|_e \approx De k_e \frac{\tilde{C}_E - \tilde{C}_P}{\Delta x_E}, \quad \text{など} \dots (3)$$

時間微分項は、完全陰解法により定式化し、緩和法で解いた。また、固液界面の値  $\tilde{C}_i$  は、次式により求めた。

$$\int_0^{f_s} k \tilde{C} dx + (1 - f_s) \tilde{C}_i = C_0 \dots (4)$$

ここで、 $C_0$ ：初期成分、 $f_s$ ：固相率。

4. 差分グリッド：  $k, D$ が一定、放物線凝固の場合の厳密解<sup>3)</sup>と比較し、十分な精度をもつように差分グリッドを設定した。(Fig.2)

5. 解析結果： 鋼中Pのマイクロ偏析に及ぼすCの効果解析した例をFig.3に示す。村山らの実験結果をほぼ説明できた。

文献：

- 1) 上島ら：鉄と鋼 71(1985) S202
- 2) Brody et al.: Trans. AIME 236(1966) 615
- 3) 小林：鉄と鋼 71(1985) S199
- 4) 村山ら：鉄と鋼 69(1984) S547

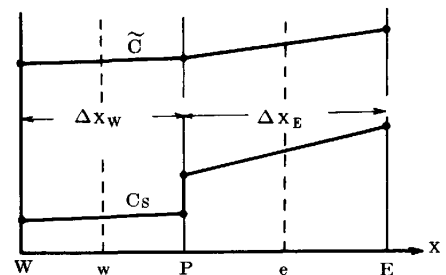


Fig.1 Grids for numerical calculation

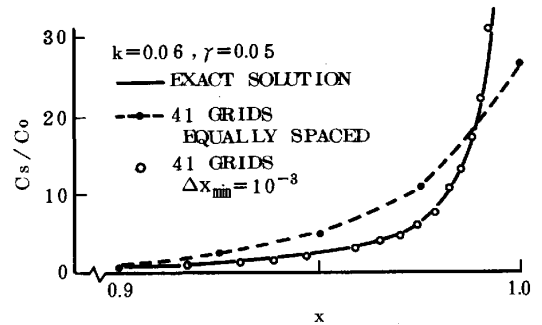


Fig.2 Effects of grid spacing

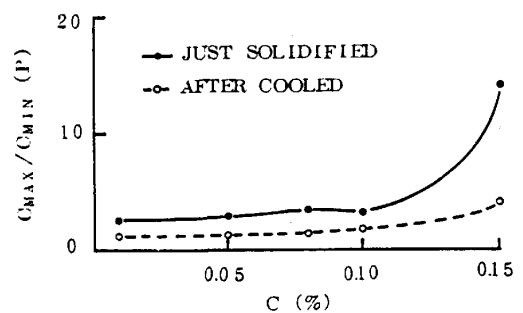


Fig.3 Segregation of P in steel