(155) 凝固時熱履歴を考慮した解析
(柱状デンドライト模型を用いた凝固時溶質再分配解析－Ⅱ)

住友金属工業㈱ 総合技術研究所 小林 純夫

1. 緒言： 前報で算出した近似解を多成分・物性値可変系に拡張し，凝固時熱履歴と連成した数値解法を導びいた．また，解析結果を松宮ら[1]および著者ら[2]の実験結果と比較した．

2. 解析方法： 微小時間間隔Δtの間では，凝固速度 (df_s/dt)，平衡分配係数k_j，拡散係数D_jを一定と見なして良いと考えると，時刻$(n+1)\Delta t$における液相中溶質濃度$C_{j,n+1}$は，時刻$n\Delta t$の値を用いて，次のように表わすことができる．

$$C_{j,n+1}=C_{j,n}\left[\frac{\xi_{j,n+1}}{\xi_{j,n}}\right]^{\eta_j}\left[1+\Gamma_j\left(Q_{j,n+1}-Q_{j,n}\right)\right] \tag{1}$$

ここで，添字j，nは，溶質jの時刻nΔtに対する値を示す．また，$\gamma_j=8D_j\Delta t/\lambda^2(f_{s,n+1}-f_{s,n})$，$Q_{j,n}=1/(2\xi^2_{j,n})-2/\xi_{j,n}-\ln\xi_{j,n}$，$\xi_{j,n}=1-(1-\beta_j k_j)f_{s,n}$，$\eta_j=(k_j-1)/(1-\beta_j k_j)$，$\beta_j=2\gamma_j/(1+2\gamma_j)$，$\Gamma_j=\beta_j(k_j-1)(1+\beta_j)\cdot k_j-2)/(4\gamma_j(1-\beta_j k_j)^3)$．

固液界面における局所平衡を仮定し，$C_{j,n+1}$より定まる液相線温度が与えられた熱的条件を満足するように，$f_{s,n+1}$を定める．

3. 実験結果との比較：実験条件をTable 1に，結果をFig. 1,2に示す．平面凝固仮定の方が柱状凝固仮定にくらべて，やや良好な対応を示したが，両者の差は小さい．

Table 1. Experimental and analytical conditions.

Ref.	Steel tested C	Mn	Si	P	S	Dendrite arm spacing/μm	cooling rate /Ks^{-1}
1)	0.13	1.52	0.35	0.016	0.002	a. 360 b. 100	a. 0.045 b. 0.25(Specimen)
2)	0.04-0.51	2.00	0.01	0.02	0.005	360	0.5 (Furnace)

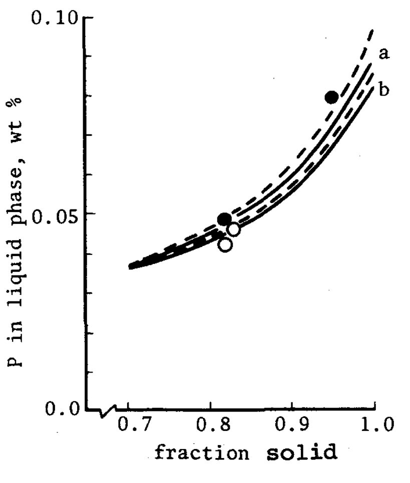

Fig. 1 Comparison of calculated results with P content measured by Matsumiya et al.[1]
● ○ : Measured, —— : Columnar model
----- : Planar model.

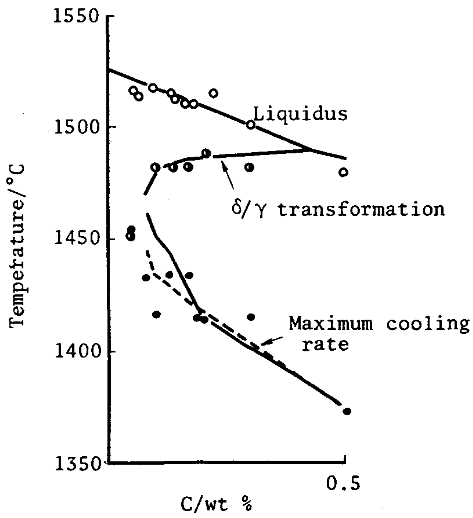

Fig. 2 Characteristic temperatures in thermal analysis.[2]
○ ◑ ● : Measured,
—— : Columnar model, ----- : Planar model.

1) Matumiya et al : Trans ISIJ, 24 (1984), 873.
2) Kobayashi et al : Tetsu-to-Hagane, 72 (1986) S 131.