'85－S958

(175) 一方向凝固の統一的記述

長岡技術科学大学工学部　○宮田保教　鈴木俊夫

1．はじめに　著者らは前報[1]で摂動論的安定条件を考慮した一方向デンドライト成長理論[2]を提案し、デンドライトの先端形状や先端溶質濃度[3]の予測に対して有効であることを示した。ここでは、先端形状として回転放物形状を仮定せずに、任意の二次曲面の界面形状に対して、摂動論的成長理論が作れ、極限として平滑界面の安定条件も得られることを示す。

2．界面形状　理論展開においては、（1）一方向定常凝固であること、（2）場の記述には回転放物座標系を用いる。（3）界面先端形状は二次曲面、$\xi_0^2 = 1 + a(\eta^2 - 1)$　（a：定数）により表され、aの値により次のように分類される。

a＝1のとき	平滑界面	－1＜a＜0のとき	回転楕円体
0＜a＜1	回転双曲体	a＝－1	球
a＝0	回転放物体		

この形状因子"a"を陽に含めて、前報と同様に摂動論的安定条件を得ることができる。

拡散方程式の解は（2）より、$f = f_1 + f_2$;

$$f_1 = \Sigma A_{nm} F_{nm}(p\xi^2) e^{-p\xi^2}(p\xi^2)^{\frac{m}{2}} L_n^{(m)}(p\eta^2)(p\eta^2)^{\frac{m}{2}} e^{\pm im\varphi}$$

$$f_2 = \Sigma B_{nm} L_n^{(m)}(p\xi^2) e^{-p\xi^2}(p\xi^2)^{\frac{m}{2}} \Phi_{nm}(p\eta^2)(p\eta^2)^{\frac{m}{2}} e^{\pm im\varphi}$$

ここで、pはPeclet数、$L_n^{(m)}$はLaguerr 級数、F_{nm}は第一種Φ_{nm}、第二種Ψ_{nm}の合流型超幾何級数である。温度場、濃度場の解としては、これらのうちから境界条件を満足するものを採ればよい。非摂動界面形状は（3）により $\xi_0^2 = 1 + a(\eta^2 - 1)$ であり、界面は $\xi^2 = \xi_0^2$ から $\xi^2 = \xi_0^2 + \Delta\xi^2$ への摂動を受るとする。温度場、濃度場の解に含まれる定数A_{nm}、B_{nm}は、摂動項、非摂動項に対する境界条件より定まる。

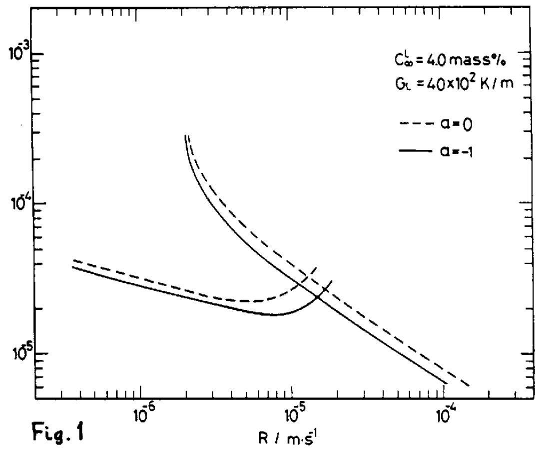

Fig.1

3．既存の理論との比較　Al-4.0wt%Cu 合金に対して、先端曲率半径ρを、先端形状を回転放物形（a＝0）として求めたものと、半球形（a＝－1）として求め比較したものが、Fig.1 である。図より両形状から得られる曲率半径の間にはわずかの差しかない。このことは、球表面の摂動の安定性にもとずいて導びかれるmarginal stabilityの妥当性を示している。

平滑界面の極限においては、$\rho \to \infty$、　$a \to 1$となるので、$\rho^* = \lim_{a \to 1} \rho(1 - a)$ として ρ^* を定義し、ρ^* は有限であると仮定する。このとき平滑界面の安定条件は示のようになる。

$$mG_c = G_L\{K_L/K_s + (1 - K_L/K_s)T^*\}\{1 - k + C^*\}/\{1 + C^*\}$$

ここで、T^*、C^*は補正係数でありρ^*の値が通常の先端曲率半径程度であるとすると$T^* \cong 0$，$C^* \cong -0.5$となる。　これはMullins-Sekerka の安定条件と比較すると２倍程強い条件となる。

4．おわりに　界面形状を任意の二次曲面で記述することにより、デンドライトのような界面形状も平滑界面形状も、同一の理論体系で記述されることが示された。

参考文献　(1) 宮田保教、鈴木俊夫；鉄と鋼　70(1984) S 914　(2) Y.Miyata and T.Suzuki ; Met. Trans., in press　(3) Y.Miyata, T.Suzuki and J.Uno ; Met.Trans., in press