

I. 緒言

凝固は本質的に熱移動過程であり、一般には液相線温度の通過速度を凝固速度として解析されることが多い。時には固相線での凝固速度と区別されるが、これらの凝固速度はマクロ的な凝固現象を記述する最も基本的な量であり、これまでにきわめて多くの報告が提出されている。ところで凝固区間での溶質挙動を正確に把握するためにはこのようなマクロ的な凝固速度ではなく、固液共存域での成長速度、すなわちマクロ的な凝固方向に垂直な方向への成長速度が重要である。本報はこの凝固区間での成長速度を評価することを目的とした。

II. 実験方法

25Cr-20Ni オーステナイト系ステンレス鋼を一方凝固し、供試試料とした。水冷銅板上からの距離に応じて予め熱電対を設置し、凝固条件を解析した。熱電対を設置した箇所から試料を切り出し、デンドライト近傍の溶質分布を測定した。EPMAにより、5~20μm 間隔の格子状に点分析し、2次元溶質分布をとった。この2次元分布から等濃度曲線とXYプロットにて描かせた。そして等濃度曲線の公配から一次元的成長速度をまず第一に評価した。次に溶質量と面積凝固分率の関係と第1図のようにとった。この関係から次の仮定をなす。1) 等濃度曲線は固液界面を現す。2) 固体内拡散を無視する。とあり、2次元成長速度を導いた。

df/dt = (k0/m) * (1/dCs) * (dT/dt) (1)

f: 面積凝固分率; k0: 平衡分配係数; m: 液相線の公配; Cs: 固体内溶質濃度; T: 液相線温度; t: 時間
dT/dt は冷却速度, dCs/dt は固相の公配であるところから、2次元成長速度(無次元)がえられる。

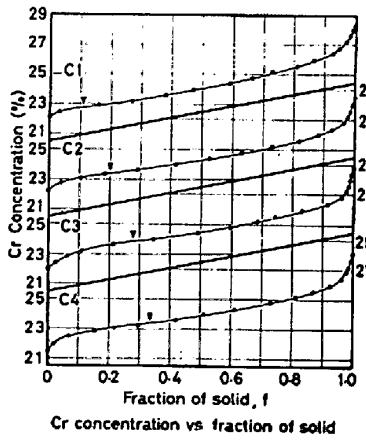


図1

III. 結果

- 1. デンドライト形態に応じて、見掛上線成長速度は著しく変化する。平均的な成長速度は L/2t0 で評価しよう。(L: 一次デンドライトアーム間隔, t0: 部分凝固時間)
- 2. 2次元成長速度は図1と(1)から予想されるように、溶質の濃縮が著しい凝固初期と後期では小さく、中期で大きくかつ一定で図2のようになる。また固液共存域での2次元的な形態もこれから予想できる。
- 3. 2次元成長速度から計算できる平均成長速度は L/2t0 とよく一致する。
- 4. 凝固区間での成長速度は液相線通過速度(マクロ的な凝固速度)と比較すると 10^-2 ~ 10^-3 小さいことがわかった。

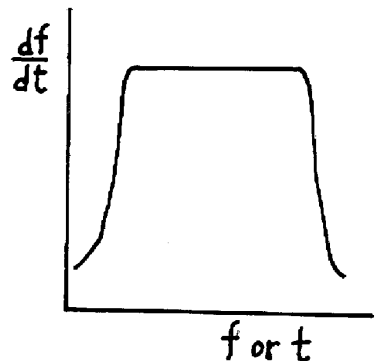


図2. 2次元成長速度(模式図)