

(166)

急凝固法による固液共存域の2次枝間隔の粗大化の研究

川崎製鉄 技術研究所 ○河西悟郎 理博 拜田治

理博 江見俊彦

1. 緒言 合金の樹枝状凝固組織の粗密は、ミクロ偏析および凝固時に析出する非金属介在物の大きさに影響する重要な因子である。

2次枝間隔 d_I は、部分凝固時間 θ_f の約 $1/3$ 乗に比例する¹⁾。これは固液共存域における Kattamisら¹⁾の粗大化過程により説明されているが、この理論は、固相率が変化する実際の凝固過程を扱うには不十分な点があると予想される²⁾。これを明らかにするために高周波一方向凝固装置により凝固途中の急冷実験を行い、固液共存域であった部分を観察して、実際の凝固過程における粗大化を調べた。

2. 実験 装置の全容を写真1に、主要部の構造を図1に示す。

試料 ($Fe-13\%Cr-0.3\%C$) は、内径 4 mm のアルミナ製試料管に入れ、下端を水冷銅定盤で冷却しつつグラファイトサセプターを介して高周波加熱した。加熱溶解後、コイルを所定速度で上方に移動させつつ温度をPID定値制御して一方向凝固させた。凝固途中で試料を落下、水冷し、1次枝と平行な断面を研磨、腐食後、1次枝先端からの距離 ℓ と d_I の関係を調べた。これとは別に同一条件下で空実験を行い試料管内の测温結果から温度勾配と凝固速度 R を求めた。

3. 結果 θ_f と急冷時凝固が終了していた位置の d_I との関係を図2に示す。広い凝固速度範囲 ($R=0.87\sim 13.9 \text{ mm/min}$) で、 d_I は θ_f の 0.38乗に比例する。この粗大化指数 0.38 は文献値¹⁾と一致している。 ℓ と d_I との関係の一例 ($R=2.1 \text{ mm/min}$) を図3に示す。同図より、 d_I は ℓ とともに指数関数的に増加し、次式が成り立つ。

$$d_I = A' \cdot \ell^n = A' \cdot (R\theta)^n = A \cdot \theta^n \quad (1)$$

θ : 各位置の凝固開始後の経過時間, A, A' : 定数

d_I と ℓ の関係を(1)式で解析して求めた n と R の関係を図4に示す。

n は 0.14~0.48 の範囲で変化し R の対数とともに直線的に減少する。

4. 結論 Kattamis らの粗大化理論を均一分布する d_I に適用すると(1)式の n は $1/3$ となる³⁾。さらに、(1)式の A が凝固条件に依存しないと仮定すれば、 d_I は θ_f の $1/3$ 乗に比例することが理論的に導かれる。

しかし、本研究によれば、 n と A は一定でなく R によって変化すること、および、 n と A の R 依存性が交絡して d_I が θ_f の約 $1/3$ 乗に比例する結果となることがわかった。 n と A が R に依存する現象は、他の研究者の値を再整理したところ他の系でも確認できた。

引用文献 1) K. Z. Kattamis, J. C. Coughlin, M. C. Flemings: Trans. Met. Soc. AIME, 239 (1967) 1504 2) 拜田, 江見: 鉄と鋼, 62 (1976) S 78 3) 拜田, 江見: 日本金属学会誌投稿中

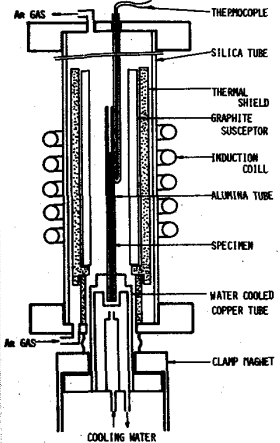
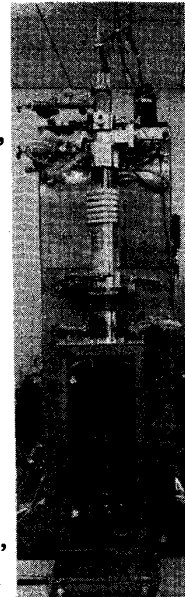


写真1 実験装置 図1 装置の主要部

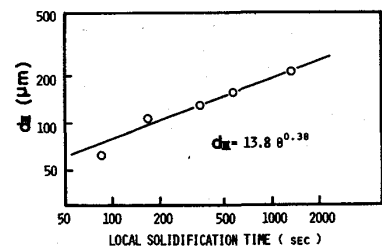


図2 部分凝固時間と d_I の関係

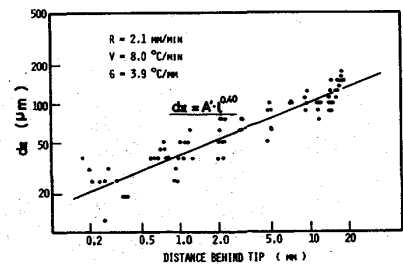


図3 1次枝先端からの距離と d_I の関係

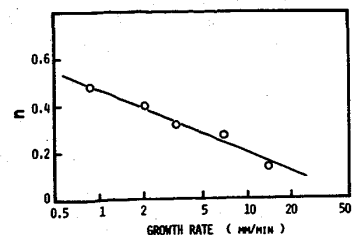


図4 凝固速度と粗大化指数の関係