

川崎製鉄 技術研究所

() 藤井徹也 住田則夫

江島彬夫

1. 緒言

デンドライト状凝固界面のマイクロ偏析の研究は多く行なわれているが、その機構には不明な点が多い。特に、デンドライト樹間の液相内容質の混合状態は明らかでない。凝固速度の制御が可能な一方向凝固装置を用い、Fe-C-P 合金中の P のマイクロ偏析について調査した。

2. 実験装置と実験方法

実験に用いた一方向凝固装置の概要を図 1 に示す。水冷銅定盤上にセットした Al_2O_3 製炉心管をるつぼ側壁とし、その内部に 28ϕ の試料を挿入する。加熱には 40 KVA タンマン炉を用い、るつぼ外表面温度を PID 方式により制御した。試料の加熱、溶解後、るつぼ上部から熱電対を 3 本挿入し、試料内の測温を開始する。その後、炉体を所定速度で上方に移動させ一方向凝固を開始する。一方向凝固が達成されていることを確認するために凝固途中の試料を落下、急冷させ、破断面のマクロエッチ観察によつて凝固界面が熱流と垂直であることを確かめた。試料は電解鉄に所定量の Fe-P 合金を添加し、真空溶解炉にて溶製後、鍛造、旋盤加工して作製した。分析結果を表 1 に示す。

3. 実験結果と考察

熱電対保護管で測定した凝固界面位置と時間の関係を図 2 に示す。凝固速度は炉体移動速度より小であるが、 $10 \sim 20\text{ mm}$ の凝固層の生成後は炉体移動速度に応じて一定値を示し、 $100, 300\text{ mm/hr}$ の炉体移動速度に対して $81, 158\text{ mm/hr}$ の凝固速度となる。このようにして一方向凝固された試料の凝固速度が一定な部分において、デンドライト成長方向と垂直な面をエッチし、EPMA でデンドライトクロス周辺の P 濃度分布を測定して等濃度線図を得た。これより等濃度線が凝固界面に相当するものとして 2 次元凝固率と P 濃度の関係を求めた。結果を図 3 に示す。図より、マクロな凝固速度のマイクロ偏析への影響は皆無といえよう。また、図において、 $f < 0.4$ では $d^2C/df^2 < 0$ で、 $f > 0.6$ では $d^2C/df^2 > 0$ となり、濃度分布は $f = 0.4 \sim 0.6$ の領域で変曲点を有し、固相率の小さな領域では固液界面に溶質の濃化層が存在し、デンドライト樹間溶質は不完全混合と推察される。変曲点の固相率 $0.4 \sim 0.6$ なる値は、梶山らの値と比較して大であるが、凝固条件の相違によるものと考えられる。

参考文献

- 1) 梶山、梅田、松山：鉄と鋼，60 (1974)，P. 1094

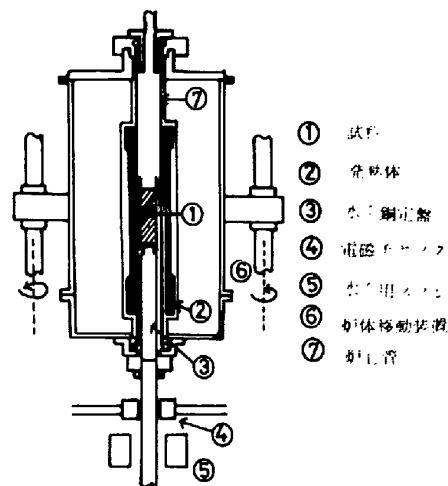


図 1. 実験装置の概要

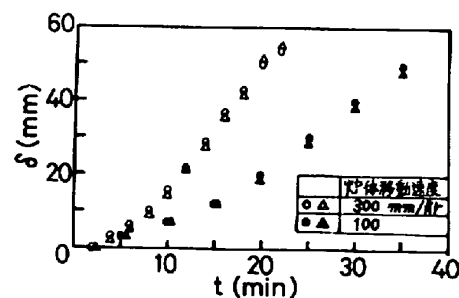
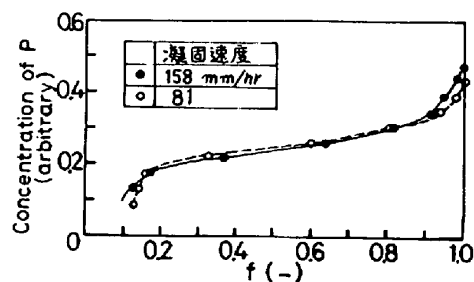
図 2. 凝固厚さ δ と時間の関係図 3. 2 次元凝固率 f と P 濃度の関係

表 1. 試料の分析値 (%)

C	Si	Mn	P	S	Al	O (ppm)
0.08	0.002	0.010	0.28	0.003	0.01	53