

(314) デンドライト微細化におよぼす遠心力の影響

川崎製鉄 技術研究所 ○木下勝雄 中西恭二

小沢三千晴

1. 緒言 一方向性凝固法の採用により逆V偏析を抜本的に軽減しようとする試みが各所で行われている。この原理は溶質濃化溶鋼の浮上方向と凝固界面の進行方向を同一にすることにより、濃化溶鋼が凝固前面にストリーク状に捕捉されるのを防止するところにある。本法の弱点は従来の3次元凝固を1次元凝固としたことにより相対的に抜熱速度が小さくなり、その結果デンドライトが粗大となり樹間の成分偏析による擬似模様鋼板表面に出現し易いことである。実際には擬似模様を回避するため圧延工程で拡散焼鈍が付加されている。ところで、下から上方へ向けての方向性凝固法によらずとも、回転による遠心力を付与すれば、側面からの凝固においても浮力と凝固の方向を同じにすることができ逆V偏析の緩和に有効である。加えて一方向性凝固法での弱点であるデンドライト組織の粗大化が、後述する微細化機構により阻止されより高いレベルでの凝固制御が可能となる。

2. 遠心力によるデンドライト微細化モデル 容器内の液体を加熱した際の対流の発生限界は臨界 Rayleigh 数で評価される。¹⁾ この考えをデンドライトに適用し、固液共存層内のデンドライト構造を図1のように模式化し、1次、2次および3次アームにより構成されるセルを対流の起る単位と考えれば、樹間の溶質濃化溶鋼の遠心力による対流の評価は(1)式の Rayleigh 数で行える。

$$Ra = (L^3 \beta \Delta X g_c) / (\nu D) \dots (1)$$

ここで、 $\beta \Delta X$: 溶質濃化による密度低下, g_c : 遠心力の加速度, ν : 動粘性係数, D : 溶質拡散係数

さて、セルの長さ L が小さいときは Ra は小さく対流は生じない。セル内の溶質濃化は進み平衡凝固温度が下るため3次アームの分岐は起らず L は増加する。一方、 L が大きいときは Ra は大きくなり、対流による物質移動によってセル内の溶質濃化が起り難く、平衡凝固温度が上り3次アームの分岐が進んで L は減少する。即ち、鋼塊の凝固は対流の起る臨界の Ra から定まる L で進行する。一方、デンドライトの一次アーム間隔は、(2)式で与えられる。²⁾ $d_1 = a_1 \{mC(k-1)\}^{1/6} / V^{1/2} \dots (2)$ ここで、 a_1 : 定数, m : 液相線勾配, C : 溶質濃度, k : 分配係数, V : 冷却速度 (2)式を(1)式から決める L を用いて求めると、 d_1 は回転数 N とシェル厚 S の関数となる。

3. 計算および実験結果 鋼塊径 1 m の 0.85% C - 3.0% Cr 鋼についての計算結果を図2に示す。図には回転および静置铸造鋼塊の実測値を比較して示したが計算値は実測値と一致する。計算から1次アーム間隔微細化に及ぼす遠心力の影響は回転数が小さいうちは著しいが 100 rpm を越すと飽和する。実測値の比較から回転鋼塊は静置鋼塊よりデンドライト微細化に対し著しく有利であることがわかる。

文献 1) F.Chiesa : Met. Trans. 2('71) P.2833

2) 岡本, 松尾, 岸武 : 鉄と鋼 63('77) P.936

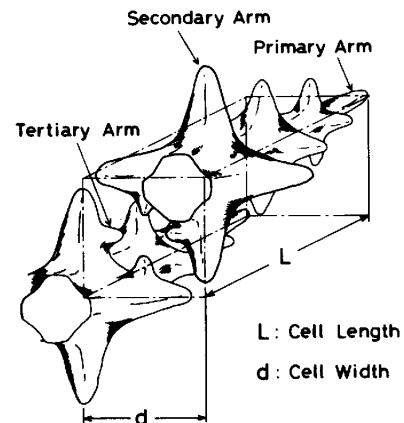


Fig.1 Schematic view of dendrite cell

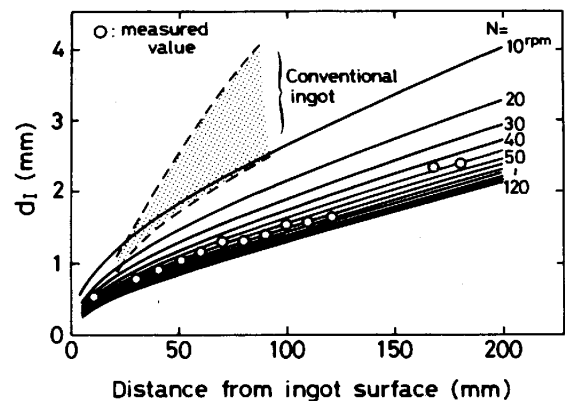


Fig.2 Effect of rotational speeds on primary dendrite arm spacing