

(74) 鋼塊凝固組織形態の生成と遷移機構

北大工学部 工博 ○高橋 忠義
工藤 昌行

1. 緒言

鋼塊凝固組織形態は個々のデンドライトが生成・成長して、その集合体として形成したものであり、その生成形態は鋼塊の凝固位置によって異なる。これらのことに関連してこれまでの基本的個々の実験および解析結果を有機的に結びつけ、総合的に検討することによって鋼塊全体の結晶分布形態の生成機構の概要を把握する試みを行なったものである。

2. 基本的実験および解析結果

鋼および Al-Cu 合金に関して、完全溶湯より結晶生成させるには固相内変態におけると同様な意味の incubation time と必要とし、そのため有限な冷却速度のもとでの鋼塊凝固過程では、結晶生成するまで冷却速度にもとづく過冷度が必然的に生ぜざるを得ないことになることを明らかにすると共に、過冷度の増大はデンドライト発生数を増加させ、それにもなって結晶粒が微細になることも示した。^{1,2)}

またデンドライトの生成と成長の過程において、凝固初期段階では主軸向隅中心部への溶質の拡散性が阻害されるので、隅中心部は平均溶質濃度に近い状態におかれることになる。そのため隅中心部の液相はその溶質濃度にもとづく平衡凝固温度と実際温度との関係より局所的に不安定な非平衡領域を形成する。したがってその非平衡状態の程度によっては新たな結晶生成が主軸向隅部でも起り得る可能性のあることを示した。³⁾ さらにシクロヘキサノールを試料として単一デンドライトの成長過程を直接観察し、その結果側枝の発達がなく主軸のみが急速に成長する第1段階と、それに続いて主軸、側枝が第1段階よりも遅い速度で成長する第2段階の2つの過程を観察している。

3. 鋼塊凝固組織形態の生成とデンドライト集団の遷移機構

図1は鋼塊凝固過程の温度分布変化の推移をもととして、デンドライトの生成と成長領域区分の遷移機構を模式的に示したものである。T_cとT_Eは鋳込温度と平衡凝固開始温度を示している。T_{E1}, T_{E2}, T_{E3}およびT_{E4}は凝固進行過程での温度分布である。T_Eは鋳壁内面がT_Eに達したときの初期段階の温度分布で、結晶生成を考えるとときの incubation time の基準時間となり、T_EはT_{E1}から incubation time を経過したときの温度分布である。そのときX₁の位置ではΔT_{X1}の過冷度となり、その段階で結晶生成が行なわれ、その成長する領域はA₁となることを示している。A₂領域はT_{E2}の温度分布を基準として、T_{E3}

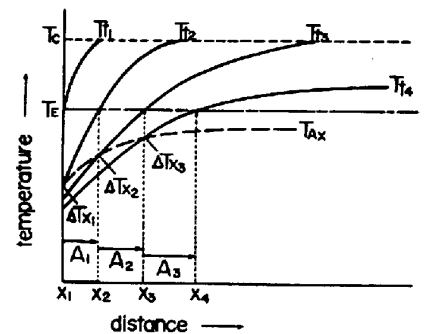


図1 鋼塊凝固過程の温度分布変化の推移にもとづくデンドライトの生成と成長領域区分の遷移機構

の温度分布となるまでに incubation time が費やされて、A₁層先端近傍で生成したデンドライトが成長した範囲を示すものであり、このデンドライトの発生位置は主軸向隅の大きい位置を優先的に選択することが考えられる。このようにしてA₁層、A₂層と遷移すると共にデンドライトの発生数は減少する。さらに1本のデンドライトの側枝は次第に発達し、主軸向隅の凝固条件を緩和し、全体的凝固進行をもたらすようになる。さらにはデンドライト生成数が少なくなって過冷領域を拡大するとデンドライトは大型となり、より方向性が乱れ易くなる。そして次第に等温、等濃度的領域を有するにおよんで再びデンドライトは短く、太った傾向のものとなり、主軸、側枝の区別が困難となり、ついに等軸晶層の形成へと移行するものであると考えられる。参考文献(1)高橋,工藤,芳野:学振19委-9400(1972-5)

(2)高橋,工藤,工田:学振19委-9277(1971-5)

(3)高橋,工藤:学振19委-9624(1973-9)