

(99)

デンドライト状でない等軸晶の大きさと凝固条件

神戸製鋼所 中央研究所 鈴木 章  
 〇長岡 豊

1. 緒言：鋼塊の等軸晶の3次元観察から、沈澱晶は不規則な粒状の形態であることをすでに報告した。また、デンドライトの2次アームの間隔から、その部分の凝固時の冷却速度を知りうることを示してきたが、形態がデンドライト状でない沈澱晶のような場合に、同様にしてサブ組織から凝固条件を求めることができるかどうかは問題があるので、これを検討した。

2. 実験方法：Cr-Mo鋼(0.41C, 0.31Si, 0.71Mn, 1.06Cr, 0.23Mo)を用い

図1に示すような真空タンマン炉により、内径30mmφのアルミナ管中で約200gの試料を溶解した。溶湯は液相線温度より約80℃加熱した後、一定冷却速度で冷却し、固液共存域の所定の温度で保持後、急冷した。その間冷却途中で、液相線温度の20℃上より4mmφのアルミナ棒で、保持温度に至るまでかくはんを行なった。凝固しつつある試料をかくはんすると、晶出したデンドライトは断片状となるので、これら断片の間隔の固液共存時間による変化を測定した。粒状晶の間隔は10倍の顕微鏡写真で、線分法によって平均の粒間距離を測定した。

3. 実験結果および検討：得られた粒状晶間距離と固液共存時間との関係を図2に示す。ここでは等温保持したデンドライトの2次アームの間隔も同時に示したが、同じ凝固時間における粒状晶の間隔のきよりは2次アームの間隔に比べてかなり大きいことが明らかである。

この差異の生じた理由について検討した。デンドライトの2次アームの間隔について提案されているKattamisらのモデルは、径の小さいアームと平衡する液体の濃度はより径の大きいアームと平衡にある液体の濃度より低くなつて小さなアームに向う溶質のfluxがあり、このため細かいアームは溶解して消失するというものである。ここで小さいアームの半径rの時間による変化として； $\delta$ を固液界面エネルギー、 $d$ をアームの間隔で一定とすると、 $dr/dt = -\delta DT/HmC(1-k)d \cdot (1/r - 1/a)$ と表わされ、これから、 $d = kt^{1/3}$ が得られる。同様の粗大化機構が粒状晶の場合にも働くとしてこのモデルを適用すると、2次アームの形は円柱状であり、粒状晶の場合は球状であるため、前述の $\delta$ にかわつて $2\delta$ を用いねばならない。すなわち、 $d = 1.26kt^{1/3}$ となり、粒状晶の大きさは2次アームの間隔の1.26倍であるということになる。ところで第2図において両者が一致するためにはこの係数は約1.6とならねばならないが、さらに断面における粒子間きよりの見かけ上の値を補正するとこの係数はさらに大きくなり、形状の差のみでは説明がむずかしい。

4. 結言：鋼塊の沈澱晶域の凝固条件を定量的に推定する一つの方法として、粒状晶の粒間距離を測定し、一定の補正を行なえば、2次デンドライトアームの間隔と同様に取り扱えることを明らかにした。

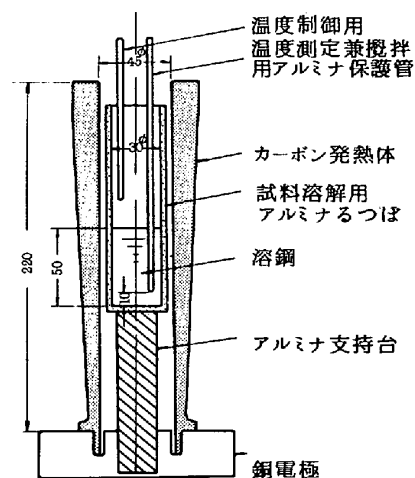


図1 真空タンマン炉の概略

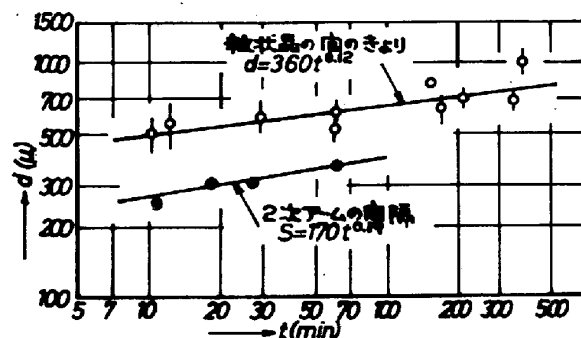


図2 等温保持した粒状晶間きよりと2次アームの間隔の固液共存域における保持時間による変化