

(154) 鋼の固液共存層における液相の挙動について

北大工学部 高橋忠義 ○工藤昌行
北大大学院 吉年慶一

1. 緒言

本研究はデンドライト状結晶(一次結晶)と溶質濃化液相とが共存する層内に人工的に一定の大きさの空隙をつくり、そこに液相を流入させ、空隙へ流入するときの液相の流動性、空隙内液相の溶質濃度およびその液相から生成した結晶(二次結晶)の形態等を種々の空隙形成温度との関係で検討するものである。

2. 実験方法

約1.5kgの0.65wt% C鋼をタンマン炉内のアルミナ坩堝で溶解し、最高温度1550℃から徐冷させ、固液共存温度範囲内の種々の固相率で溶湯底部から3cm高さで中心にセットしてある熱電対用保護管を1cm引き上げることによって空隙を形成し、溶質濃化液相を流入させた(二次液相領域)。

3. 実験結果および考察

(1)一次結晶間の溶質濃化液相の流動限界固相率：平衡液相線温度と空隙形成温度との差(ΔT_c)からFe-C二元系で固相率を求め、 ΔT_c と固相率と液相の流動性との関係をFig.1に示す。図中の白丸は空隙が濃化液で完全に満たされた場合であり、黒丸は満たし得なかった場合である。20%以下の固相率では一次結晶の網目の生成が不十分であるので空隙の生成領域は明瞭ではない。デンドライト間液相の流動性はデンドライトの発達形態に影響されるが、本実験結果では57~68%の間にマクロ的流動に限界がある。

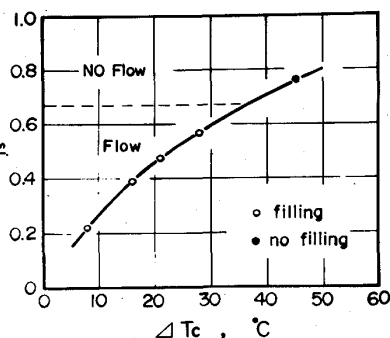


Fig.1 Limiting fraction of solid, above which the interdendritic liquid can not flow into the spacing, on the basis of ΔT_c . The dashed line shows the limiting fraction of solid of 0.67.

り、この両者の中間値は凝固遷移層のPとS層の境界の固相率に対応する。

(2)二次液相の温度および濃度変化：冷却曲線上に2つの再熱温度変化が認められる。1つは一次結晶生成開始温度であり、他方は空隙形成温度(T_u)である。再熱現象は液相の結晶化に対応するものとみなされ、とくに T_u での再熱温度は ΔT_c の増加にともなって増加する傾向にあることから、二次液相領域の結晶生成に ΔT_c が直接的に関与していることを示している。また一般に結晶生成量が増加するとそれと共存する液相溶質濃度は増加するので、空隙に流入する液相の溶質濃度も一次結晶の増加とともに増加している。またその濃化割合は平衡分配係数の小さいSが最も大きく、Si, Mnは固相率57%でもそれ程濃化を示していない。

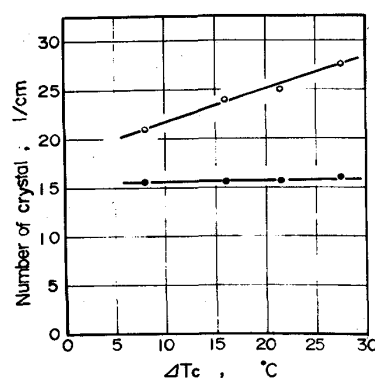


Fig.2 Numbers of primary and secondary crystals per unit length at various values of ΔT_c .
●: Zone of primary crystallization
○: Zone of secondary crystallization

(3)二次結晶組織：一次結晶領域と二次結晶領域における単位長さ当りのデンドライト数と ΔT_c との関係をFig.2に示す。 ΔT_c に対して一次デンドライト数は一定で変化しないが、二次デンドライト数は ΔT_c の増加とともに増加している。この結果は基本組成にP, Sを富化させたときよりもその生成数が多い。したがって二次結晶数の増加は濃度増加によるよりも二次溶湯の凝固点降下が生成結晶の微細化に寄与するものと考えられる。なぜなら二次液相は一次結晶生成によって核生成要因が除かれた液相であり、かつ一次デンドライトの相互干渉から離脱して新しい結晶生成環境を得た要因があるからである。

1) 高橋, 吉年: 日本金属学会講演概要(前期会)(1975) p.195

2) 高橋ら: 鉄と鋼, 61(1975) p.2198