

北大工学部 高橋 忠義 ○工藤 昌行
北大大学院 吉年 慶一

I 緒言

本研究はデンドライト状結晶（一次結晶）と溶質濃化液相が共存する層内に人工的に空隙をつくる手法¹⁾によって、初期C濃度と固相率の変化による空隙内流入液相の結晶生成（二次結晶生成）挙動の把握と、合金元素によるデンドライト形態変化と併せて濃化液の流動速度の測定を行ない、凝固遷移層内液相の挙動が固相率およびデンドライト形態の変化によってどのような影響を受けるかを直接的に把握したものである。

II 実験方法

固液共存領域で人工的に空隙を形成する方法として、アルミナルツボの中央底部に外径13mm、高さ10mmのアルミナ台を設置し、その上に先端を開放した外径8mmのアルミナ管をおき、所定の固相率となる温度でアルミナ管を上方へ引き上げることによって空隙を形成し、溶湯の静圧のみで濃化液を流入させた。またアルミナ管の内部に6-30Pt-Rh熱電対あるいはタングステン導線をセットし、濃化液の結晶生成過程の把握と流入速度の測定を行なった。用いた試料の組成は0.65%および0.88%の炭素鋼であり、その他の実験手順、冷却方法は前報¹⁾と同じである。さらに種々の合金元素をFe-C系の基本組成に添加して一方向凝固させた試料のデンドライト形態観察を行ない、合金元素によるデンドライト間隙の大きさを測定した。

III 実験結果および考察

(1) 二次結晶組織： 平衡凝固温度から空隙形成温度までの差を ΔT_c とすると、 ΔT_c の増加とともに二次結晶のデンドライトは細かく密に存在している。また二次結晶の微細程度は0.88% C鋼の方がより顕著であった。写真1に固相率60%で空隙を形成した0.88% C鋼の二次結晶組織を示す。二次結晶数の ΔT_c の増加に対応して増加する数は、一次溶湯の濃度増加によって増加する結晶数よりも多く、一般的に認められる過冷度（凝固点降下度 ΔT_c と等価とみなす）とデンドライト数との関係²⁾とほぼ一致した値となっている。二次結晶は一次結晶生成によって一次溶湯中の核生成要因が取り除かれているにもかかわらず一次デンドライトの相互干渉から離脱して、ある新たなそれまでよりも広い領域の環境に一次結晶間隙に存在する液相を集めると、そこで生成する結晶は微細化した。固相率が増加して一次のデンドライトが安定したときの液相を集めるほど結晶の微細化は顕著となる。

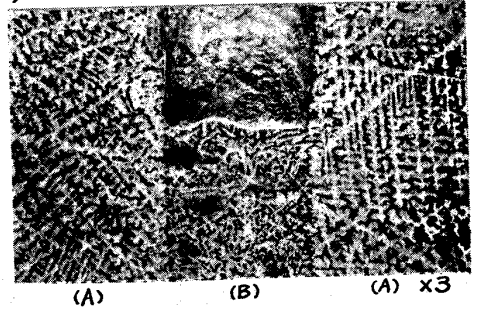


写真1 0.88% C鋼の二次結晶組織
(A:一次結晶領域, B:二次結晶領域)

(2) 一次結晶間の濃化液の流動性： 空隙を明瞭に形成できる固相率はC濃度によっていくぶん異なるが凝固遷移層の η_1 - η_2 境界固相率に、また空隙に流入可能な固相率はP- η 層の境界固相率に近似したものである。また濃化液の空隙へ流入する速度は凝固遷移層の η 層内では 10^{-3} cm/sのオーダーとなり、実際鋼塊で生成する逆V偏析線の流動速度^{3,4)}とほぼ一致する。このことは本実験手法における空隙への流動要因と同一原因によって逆V偏析の生成が駆動されているものと考えられる。さらに合金元素によるデンドライト間隙の大きさを一定濃度で比較すると M_0 が基本組成の0.50倍と最も小さく、Si:0.53, Cr:0.65, Ni:0.77, Mn:0.84の順に大きくなっていく。

1) 高橋, 工藤, 吉年: 鉄と鋼, 64(1978)S608

2) 高橋, 工藤, 芳野: 学振19巻9402(1972)

3) 鈴木, 宮本: 鉄と鋼, 63(1977)P.53

4) 工藤, 國定, 今井, 宮下: 鉄と鋼, 64(1978)S678