

(135) 鋼の固-液共存層における液相の流動性とhealingの限界について

北大工学部 ○高橋忠義 工藤昌行 大世憲一
北大大学院 永井慎一

I 緒言

鋼塊凝固における凝固遷移層内液相の挙動を固相率およびデンドライト形態等の凝固条件との関連において把握することはマクロ偏析の生成および鋼塊割れにともなうhealing現象を理解する上で重要な基礎的要素となる。本研究は固-液共存層に人工的に空隙をつくり、その空隙へのデンドライト間液相の流入速度を固相率との対応で定量的に求めると共に、さらに空隙の大きさも種々変化させてhealingの現象を把握したものである。

II 実験方法

溶解と凝固はタンマン炉で行なった。内径65mm、高さ150mmのアルミナルツボにSK5の炭素鋼を溶湯高さ70mmとし、一定冷却速度で所定の固-液共存層を形成させた。固-液共存層で人工的に空隙を形成する方法として、ルツボの中央底部に外径17mm、高さ13mmのアルミナ台を設置し、その上に先端を開放した外径13mm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に引き上げることで空隙を形成し、溶湯の静圧のみで周囲のデンドライト間隙の液相を流入させた。空隙にはあらかじめ高さの異なるタングステン導線をセットして流入探知針となし、流入速度の測定を行なった。またhealing現象を把握するために空隙直径を6mm、4mm、2mmと変化させたものを行なった。

III 実験結果および考察

本実験手法による流動性の検討はAl-Si合金を対象としてすでに行なっている。その際の結論の一つとしてデンドライトの形態のみではなく、液相の粘性と密度を考慮できる有効透過係数で流動性を比較すべきものであることを示した。そのことは実際の凝固条件によって共存する固相と液相状態とをできるだけ乱すことなしに流動性を検討することがより実際の挙動を明らかにすることになることも意味するものであり、本手法はこのことを現状では最も可能にするのが特色となっている。

固相率 f_s と空隙での上昇速度は $f_s=0.45$ 程度から急に流動し難い結果が得られ、デンドライトの側枝の発達が行なわれる段階に対応するものと考えられる。またその後の高固相率での流動性は完全液相より結晶生成しはじめるときの冷却速度の大小が流動性に影響をおよぼし、 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ より高い冷却速度で液相線に突入すると流動性は低下し、 $f_s=0.55$ でも流入し難い結果が得られた。したがって結晶生成初期の再熱挙動等が、その後の結晶形態にあたる影響が大きくなり、流動性を直接に左右するものと考えられる。

写真1に示すように空隙の直径を変化させてhealingに対応する現象を追求したところ、 $f_s=0.4$ および 0.5 のいずれにおいても空隙直径6mmと4mmではほぼhealingされているが、2mmのものでは結果としてhealingされないことが見出された。これらのことは空隙内で新たな結晶生成をもたらすがあるいは周囲からの拡散成長のみにとどまるかが、その後の凝固収縮による空隙内残存液相の流動性を左右し、healingの是非を決めることになるものと考えられる。



(a) 空隙径2mm healingされない



(b) 空隙径6mm healingされている

写真1 空隙径とhealingの限界