

## (123) 凝固過程の溶湯流動にもとづく不連続バンドの生成現象について

北海道大学工学部

高橋 忠義  
○ 工藤 昌行

## I 緒言

鋼塊凝固過程では自然対流等の未凝固溶湯流動を必ず伴なう。したがって結晶成長過程は静置された安定な液相内での結晶生成とは異なつて、かなり厳しい条件で核生成、成長をしなければならぬ。実際においても鑄造条件によつては溶湯流動条件が結晶成長形態および溶質分布を大きく変化させることになる。それゆえ本実験は凝固遷移層内に流動軌跡を残す実験方法を見い出すと共に、凝固遷移層内への溶湯流動が柱状 dendrite の成長に如何なる影響を及ぼすかを検討したものである。

## II 実験方法

Al-4wt% Cu 合金に低温上のせ法で溶湯内に流動を生ぜしめたところ、柱状晶領域に dendrite の不連続バンドが生成された。それゆえこの現象が実用的な鋼塊にも生成されるか否かを追求するため、普通炭素鋼を用いて実験を行なつた。すなわち約 15 kg の普通炭素鋼を溶解し、そのうち 12 kg を一定温度で鑄込み（一次溶湯）、この上表面に残りの 3 kg を一次溶湯よりも低い温度で上のせ（二次溶湯）することによつて一次溶湯内の柱状晶域に流動を生ぜしめた。凝固後試料縦断面の dendrite 組織観察を、また流動軌跡は二次溶湯に FeS を富化して上のせし、サルファプリントで確認した。

## III 実験結果と考察

写真 1 に普通炭素鋼の単一鑄込みによる標準組織と低温上のせによる鋼塊の dendrite 組織を示す。低温上のせ鋼塊には柱状晶領域に不連続線が観察された。また柱状晶領域も減少し、等軸晶も微細となつている。Al-Cu 合金の実験結果でも普通炭素鋼と同様に低温で上のせすると柱状晶域に不連続線が観察されたが、高温の二次溶湯を上のせする場合は流動が弱く、マクロ組織も単一鑄込みの標準組織と似ている。このように溶湯流動にもとづく不連続バンドの生成領域が柱状晶域であること、また伝熱的には温度勾配の傾きが大きなる領域であるから、自然対流強度の強い領域でもある。一方 dendrite 形態からみるならば同じ柱状晶域であつても単一 dendrite としては短かく細い状態から、粗く大きく成長する領域に移行する遷移領域で生じ易い。そこで凝固過程に溶湯流動がある場合の凝固遷移層内の dendrite の発達の不連続機構を考察してみる。一般に鑄塊凝固過程においては固相と液相が共存する凝固遷移層が形成され、その層の固相量は温度と濃度の関係より決められる。凝固中に顕著な残溶湯の流動を伴う場合には凝固遷移層の前進域で安定に存在できる固相量は変動し、そこを流れる残溶湯の流動抵抗力と dendrite 固相集団が有する強度との関係で新たに生成する固相量が決められると考えられる。したがつて凝固前進域で安定に存在できる新たな固相量を生成するためには、その固相量に対応する過冷度を必要とする。その過冷度を得たときにはじめて dendrite 凝固が進行する。固相の生成時には潜熱を放出するため凝固は一時的に抑制される。再び流動抵抗力と安定に存在する固相量に対応する過冷度の関係より、順次前記の現象を繰り返すため dendrite 生成は不連続となることが指摘できる。このことはまた連続鑄造凝固の柱状晶域、および遠心鑄造などにみられる不連続バンドの生成要因とも考えられる。

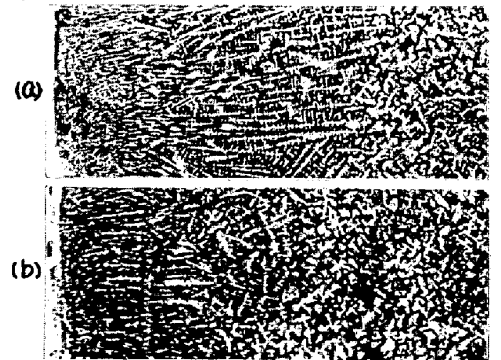


写真 1 普通炭素鋼塊の溶湯流動にもとづく不連続バンドを示す dendrite 組織 (×3)

(a) 単一鑄込みの標準組織

(b) 低温二次溶湯の上のせ組織