

(152) 電磁攪拌による鋳塊の等軸晶の生成の起源

千葉工業大学

大野篤美, 茂木徹一

千葉工業大学 大学院

清水 亨

1. 緒言 著者らは鋳塊の等軸晶の生成機構として、『結晶遊離説』を提唱し、鋳塊の等軸晶は安定凝固殻形成以前の段階における鋳壁からの結晶の連続的な生成遊離によって作られる旨を主張してきた。そしてそれにもとづいて、鋳物の結晶微細化のための振動攪拌も、安定凝固殻形成以前の段階がもっとも有効で、とくに注湯中つねに凝固初期の段階にある湯面周辺部の振動および攪拌作用が有効であることを指摘してきた。そして鋼の連鋳鑄片においても、凝固殻の上端の不安定領域でもっとも結晶が遊離されやすいことを指摘した。しかし鋼塊の電磁攪拌による等軸晶の生成機構として、一般には『凝固界面の溶鋼流動により柱状晶の先端部あるいは柱状デンドライトアームが溶断あるいは機械的に分断する』ためと考えられているようである。

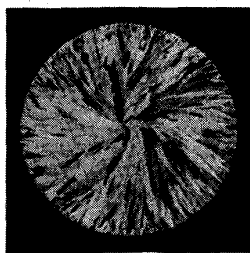
本研究は電磁攪拌によってできる等軸晶が凝固殻の柱状晶の溶断によるものかを検討するためのもので、まず塩化アンモニウム水溶液モデルを用い、結晶成長時に溶湯を攪拌しても、結晶は溶解収縮するのみで溶断が起らないこと、さらにAlモデルを用いて、安定凝固殻形成以後においては、単なる溶湯の攪拌によっても等軸晶が得られないことを明らかにした。

2. 実験方法 (1) アクリル樹脂製透明皿型容器の中にアロペラ式攪拌装置を設け、容器底部から水冷が行なえるようにした装置を用い、側壁からの結晶の生成遊離を阻止するために容器を 100°C に加熱した後、塩化アンモニウム水溶液を満たし、容器底部から一方向冷却を行ない、初晶アンモニウム樹枝状晶の成長時に、溶湯の攪拌を開始し、凝固殻先端の結晶の挙動を観察した。

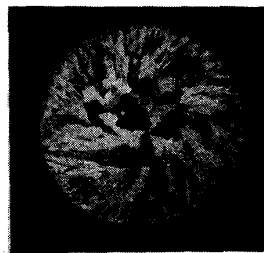
(2) 内径30、肉厚4、高さ150mmの黒鉛製鑄型を電磁回転装置の中にセットし、99.7% AlおよびAl-2% Cu合金をモデルとして注湯し、安定凝固殻の形成前および形成後の種々の段階で、溶湯に30~200 Gaussの磁束密度で電磁回転攪拌を与えた。そして凝固後の鋳塊の断面のマクロ組織を観察した。

3. 実験結果 (1) 塩化アンモニウム水溶液モデルにおいて、樹枝状晶からなる安定凝固殻の成長中に溶湯の攪拌を開始すると、結晶の枝および幹が単に溶解収縮するのみで、結晶の溶断遊離は起らなかった。このモデルでは常温までしか冷却しなかったため、結晶の晶出が完了するとやがて残液によるコースニングが起り、この段階になると結晶は攪拌によって破壊された。しかしながら、金属の凝固においては、全体が完全に固体になるまで凝固は進行するので、後者のようなことは期待できないと考えられる。

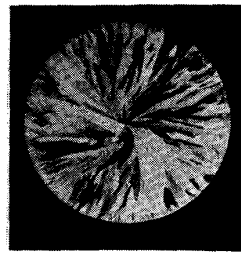
(2) Al合金モデルにおいては、写真1(b)に示したごとく凝固殻が形成する以前に攪拌を開始した場合にもっとも結晶は微細化された。攪拌開始前に遊離結晶が液中に残存しない状態において、電磁回転攪拌を開始したときは、(c)のごとく等軸晶の生成はみとめられなかった。



(a)



(b)



(c)

写真1

Al-2% Cu合金鋳塊のマクロ組織と電磁攪拌

(a) 静置

(b) 攪拌しつつ注湯凝固

(c) 注湯終了3秒後攪拌開始