

(83) 凝固組織に及ぼす固定磁界と定電流の交効果

名古屋大学・工学部

安井研二・浅井滋生  
頼巖

1. 緒言 従来、電磁力を応用した製鋼装置として、磁界の変化に基づいて溶鋼の流動を誘発させるものとして、連铸々型部での電磁攪拌、ASEA・SKF装置、高周波誘導炉があり、電流を直接印加して流動を誘発させるESR装置などがあるが、溶鋼の流動を有効に実現する方法として、磁束と電流を同時に作用させる方法が考えられる。本報では、その基礎的知見を得ることを目的として、電流と磁束を単独あるいは併用する場合について、凝固現象に及ぼす効果を調べた。

すなわち、固定磁場による磁束と直流電流あるいは交流電流を、それぞれ単独に凝固中の溶融金属に作用させて、磁束および電流が凝固組織に及ぼす効果を調べ、さらに、磁束と直流電流あるいは磁束と交流電流を同時に作用させて、電磁気力が凝固組織に及ぼす効果を実験的に明らかにした。

2. 実験方法 側壁から一方向凝固させるために、片側に冷却槽を設置した鋳型(80×50×20mm長辺側壁:厚さ8mmの耐火材、短辺側壁:厚さ1mmのAl板)を作製し、300°Cに加熱したSn-10%Pbの溶融金属試料を鋳型へ注入した。磁界としては、約4000Gの永久磁石を使用し、鋳型の長辺側の磁界に直角な方向になるように設置した。電流は鋳型短辺側の各Al板を電極として、直流および交流電源に接続し、溶湯中に2~70Aの通電を行なった。装置の概略図をFig. 1に示す。下記の6種類の条件下で凝固実験を行ない凝固後、試料縦断面のマクロ組織を観察した。すなわち、①磁束も電流も作用させない場合 ②磁束だけを作用させた場合、③直流電流だけを作用させた場合、④磁束と直流電流を作用させた場合 ⑤交流電流だけを作用させた場合、⑥磁束と交流電流を作用させた場合。

3. 実験結果および考察 実験①で得られた試料と、実験②~⑥で得られた各試料とを比較して観察した結果、②の場合には、①の場合よりも柱状晶率が増加し、③⑤の場合には、両者とも等軸晶の微細化が促進され、④の場合には、弱い電流でも等軸晶率を大幅に増加させることがわかった。⑥の場合には、②の場合と差異がほとんど認められなかった。Photo. 1は実験④のマクロ組織写真である。

磁束は、凝固前面に沿って起こる自然対流を抑制する効果があり、直流および交流の電流は、内部に流動を誘発する傾向があることが推察される。磁束と交流電流の両者を作用させた場合には交流の一周期にわたるローレンツ力の積分値が零となるため、流動は起こらないが、磁束と直流電流の両者を作用させると、ローレンツ力により溶湯の攪拌作用が顕著に促進されるものと考えられる。さらに、直流電流と固定磁場によ、(金属媒体中に誘発される流れを理論的に、

Navier-Stokesの方程式を数値計算して求めた。Fig. 2に溶融金属の流動現象の計算結果の一例(Photo. 1の凝固前)を示す。

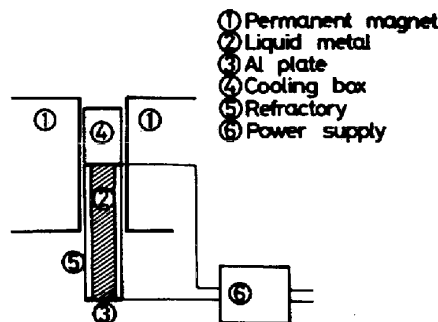


Fig. 1 装置概略図



Photo. 1 (④の場合 10A)

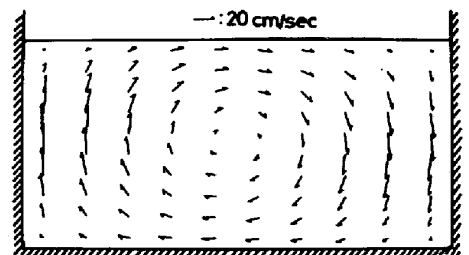


Fig. 2 速度分布 (10A)