

名古屋大学工学部
名古屋大学大学院

浅井滋生
○小塚敏之

1. 緒言

電磁鑄造は電磁気力による溶融金属の形状制御機能を利用するもので、アルミニウムの分野で開発され、現在銅の分野にまで適用が及んでいる。この鑄造法の特徴は、モールドを使用しないためモールド内の凝固に絡む表面欠陥を一掃できる点にある。しかし、従来の電磁鑄造は高周波磁界によるピンチ力を利用するものであるため、低い電気伝導度と熱伝導度および高い密度を有する金属、例えば溶銅に適用する際には原理的に設備の巨大化は免れない。ここに提案する新しい電磁鑄造は、高周波磁界に替わり直流電流と直流磁束によって溶融金属を浮遊させ、モールドとの接触を断って凝固させるもので、高密度の金属でも軽設備で鑄造可能である。本鑄造法の概要とモデル実験の結果を報告する。

2. 鑄造原理と装置の構成

本鑄造法の原理はフレミングの左手の法則である。すなわち、溶融金属に直流電流と直流磁束が直交するように印加すると、溶融金属内に電磁気力が誘起され、溶融金属を重力に逆って浮遊させる。本装置の原理図をFig. 1に示す。直流電源①を溶融金属②と凝固した金属④に結線し通電する。電磁気力が重力の方向と逆向きに作用するようにノズルから流出する溶融金属③に直交する方向から直流磁束を印加する。

印加する直流電流密度 (J) と直流磁束密度 (B) の適用範囲は鑄造される金属の物性に依りて、Fig. 2の斜線を施した範囲となる。曲線 OL : 電磁気力と重力の釣合条件 ($JB = \rho g$)、 ρ ; 密度、 g ; 重力加速度、直線 LM : ピンチ力により溶融金属の形状が不安定となる限界電流密度、曲線 MN : 電磁気力が重力と表面張力の和を越えない条件、直線 ON : 磁束発生装置で決まる限界磁束密度。

3. 実験方法と結果

本電磁鑄造法の特徴である高密度金属の鑄造の可能性を確かめるため、溶融金属として低融点 (130°C) で高密度 ($8.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) の Bi-Sn-Zn 合金を選んだ。装置の模式図 (正面図) を Fig. 3 に示す。湯面レベル①を一定に保ち、アルミナ製ノズル (内径 6 mm) より 138°C に保持された溶融金属を一定流速で流出させ、窒素ガスで冷却された凝固部②をノズル流速に合わせて移動させる。凝固部への通電は銅製のダミーバー③を介して行い、凝固界面位置④を磁極内に保つように制御した。本実験に使用した磁束密度は 0.7 T で電流は $6 \sim 4.5 \text{ A}$ であり、軽設備で高密度金属の鑄造が実現できることがわかった。

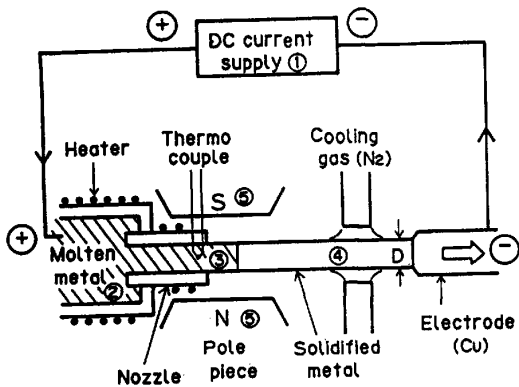


Fig. 1 Principle of electromagnetic casting

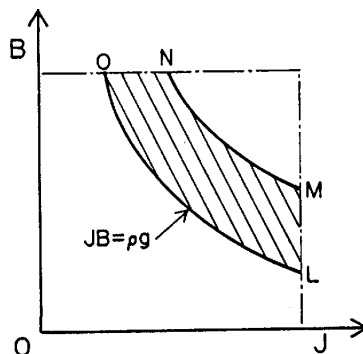


Fig. 2 Allowable region of electric and magnetic fluxes

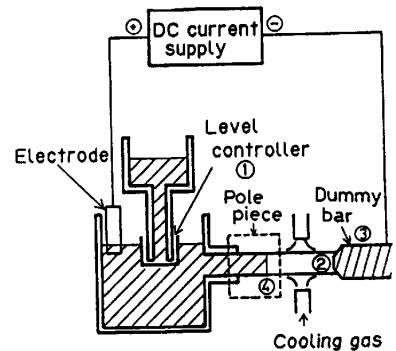


Fig. 3 Schematic front view of continuous casting process