

名古屋大学工学部

浅井善生 岡田正弘 榎 康

中央発表 K-K

伊藤和男

1. 緒言 溶融金属を凝固させる際、固相と液相の共存する温度領域で強力な攪拌を行なうと、結晶と融液とからなる固液混相流体が得られるが、これを凝固させると、均一な結晶粒をもつ金属材料が得られると報告されている。この新しい鑄造法によれば、鋼のダイキャストが可能になり、また、鋼の連続鑄造では凝固完結点までの距離が著しく短縮されるものと考えられる。しかし、この分野で発表された報告^{1)~4)}はまだ少ない現状である。著者らは、鋼の新しい鑄造法の開発の基礎研究として、混相流体の金属の流動特性を明らかにするために、低融点合金であるウッドメタルと錫-鉛合金を使用し、攪拌式粘度計を用いて、種々の冷却条件と攪拌条件下で、固相分率と相対粘度の関係を求め、固液混相流動の理論式で整理するとともに、顕微鏡による組織観察を行なった。

2. 実験内容 予め、粘度既知の液体で補正を行なった攪拌式粘度計に十分過熱されたウッドメタルや錫-鉛合金を注入して、一定の強制攪拌下で、時間経過に伴って起こる温度と粘度の変化を記録した。冷却後、試料の一部を切り出し顕微鏡による組織観察を行なった。なお、冷却速度の変更は攪拌式粘度計を恒温槽内や電気炉内に挿入して行なった。

3. 実験結果の解析 冷却曲線から時間経過に伴う固相分率を算出し相対粘度と固相分率の関係を乙竹⁵⁾⁶⁾による固液混相流動の理論式である(1)式によって整理した。

$$\mu_r = \exp \left\{ Kf / (1 - Qf) + (1/f_1 - 1/f_0) / (1/f - 1/f_0) \right\} \quad (1)$$

ここで、 μ_r : 相対粘度、 f : 固相分率、 f_0 : 最密充填状態値、 f_1 : 最疎充填状態値、 Q : 流体力学的干渉係数、 K : 形状因子、である。ウッドメタルを用いて、冷却条件を一定にして、攪拌回転数を変更した場合の結果を理論曲線とともに図1に示したが、相対粘度は攪拌回転数の増加に伴って低下することがわかる。錫-9%鉛を用いて、一定の冷却条件下で、攪拌回転数を変えた場合の組織の比較を写真1に示す。攪拌回転数の増加に伴って、初めに凝固する錫濃度の高い固相は丸味を帯び、粗大化しているのが見られる。

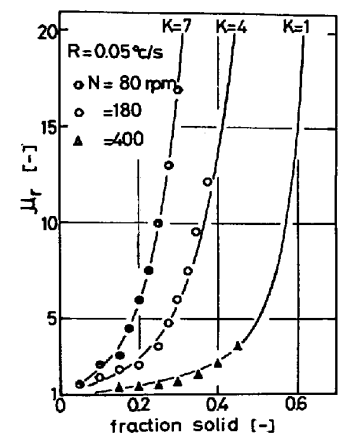


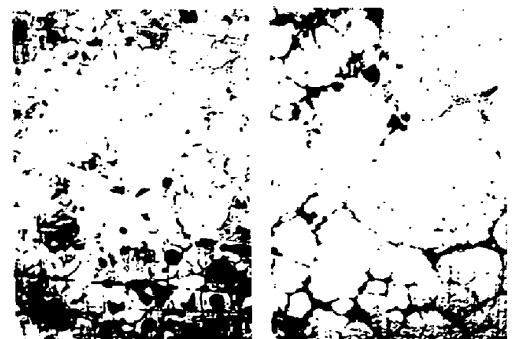
図1 相対粘度に及ぼす攪拌の効果

4. 結言 強制攪拌下で、ウッドメタルおよび錫-鉛合金を凝固させながらその粘度を測定し、また凝固組織を金属顕微鏡によって観察した結果、以下のことが明らかである。

1) ウッドメタルの相対粘度は、攪拌回転数の増加に伴って低下するが、同一の攪拌回転数の場合には、冷却速度が小さいほど相対粘度が低下する。

2) 錫-鉛合金の凝固組織は、攪拌回転数の増加に伴って粗大化するが、同一の攪拌回転数の場合には、この攪拌の効果は、冷却速度が小さい場合に顕著になる。

(文献) 1) D.B. Spencer, R. Mehrabian, and M.C. Flemings: Met. Trans. vol. 3 July (1972) P. 1925 2) R. Mehrabian and M.C. Flemings: Trans. AFD, 1972, vol. 80, P. 193 3) M.C. Flemings: Met. Trans. vol. 5, Oct. 1974, P. 2121 4) 千々岩: 生産研究, 24巻 2号 61 (1972) 5) 乙竹: 化工第39年会, A103 (1974) 6) 乙竹, 木下, 伊藤: 化工第8回秋季大会 A 303 (1974) (記号) N: 攪拌回転数(rpm) R: 冷却速度(°C/s)



a) N=5 rpm

b) N=550 rpm

写真1 凝固組織に及ぼす攪拌の効果