

(184)

永久磁石回転方式攪拌装置の開発

(鑄型内電磁攪拌法の開発 第1報)

住友金属工業(株)中央技術研究所 小林純夫 吉原正裕

I 緒言 連続鑄造ブルームの表面及び内部品質の改善を目的として回転磁場を用いる鑄型内攪拌装置の検討を行ない、従来の電磁石方式とは異なる永久磁石回転方式攪拌装置を開発したので報告する。

II 検討内容・結果 対象としたのは公称180^φ鋼ブルームであり、銅鑄型の寸法をTable.1に示す。鑄型厚を変化させずに鑄型内攪拌を適用することを前提とした。

1. 鑄型による磁場の減衰：鑄型内攪拌においては銅鑄型による磁場の減衰が顕著である。角速度 Ω_0 の回転磁場 B_0 中に導電率 σ_m 、内半径 a 、外半径 b の円筒鑄型がある時、鑄型内部の磁場 B は、(1)で与えられる。 $B=2B_0 / [(ra)^2 \cdot (K_2(ra)I_0(rb) - I_2(ra)K_0(rb))] \dots\dots(1)$ 。ここで、 $r^2 = j\Omega_0\sigma_m\mu_0$ 、 μ_0 ：真空中透磁率、 I_i, K_i ：変形 Bessel 関数である。 $a=0.105$ [m]、 $b=0.117$ [m] の場合の計算結果及び Table.1 の鑄型に対する実測結果をFig.1に示す。なお周波数 f は、 $f=\Omega_0/2\pi$ 、である。幾何学条件は異なるが、両者はほぼ近い値を示す。

2. 電磁力：溶鋼電気伝導度を σ とすると、中心から r の位置の電磁力 F は(2)で与えられる。 $F = \frac{1}{2} \sigma r \Omega_0 B^2 \dots\dots(2)$ 。(1)(2)より計算した電磁力をFig.1に示す。操業中に鑄型温度が上昇することを考慮しても使用周波数を4 [Hz] 以上にする利点は少ない。

3. 溶鋼流速：KWモデルを用いた円型鑄型に対する流速計算結果及びウッドメタルを用いた矩形鑄型に対する流速測定結果より、矩形鑄型中の最大流速を表わす式(3)を導いた。

$V_{max} = d\Omega_0 [1 - \exp(-3.6\sqrt{N})] \cdot f(N) \dots\dots(3)$ 。ここで、 d ：鑄型内寸、 N ：相互作用変数(= $\sigma B^2 / 2\rho\Omega_0$) ρ ：溶鋼密度 $f(N) \cong 0.3 (N < 0.1)$ である。(1)(3)より弱いリミングアクション程度の流速 0.4 [m/s]を得るには、 $f=4$ [Hz] のとき、 $B_0=0.1$ [T] 程度の磁場が必要である。

III 永久磁石回転方式攪拌装置 上記検討結果に基き装置構成を種々検討し、鑄型内攪拌装置の特性—強磁場、低周波数—を実現し易い構成として、永久磁石回転方式攪拌装置を考案・開発した。構成を模式的にFig.2に示す。円筒型磁石を機械的に回転する方式である。本装置を当社小倉製鉄所ブルーム連鑄機に適用した。

Table.1. Specifications of the stirres

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| (1) Mould(Copper) | |
| Cavity | ~186 [mm ^φ] |
| Thickness | 12 [mm] |
| (2) Magnet | |
| B_0 | 0.12 [T] |
| O.D. | 524 [mm] |
| (3) Rotation Speed | |
| | 50~260 [rpm] |
| (4) Power Dissipation | |
| | max 18 [KW] |

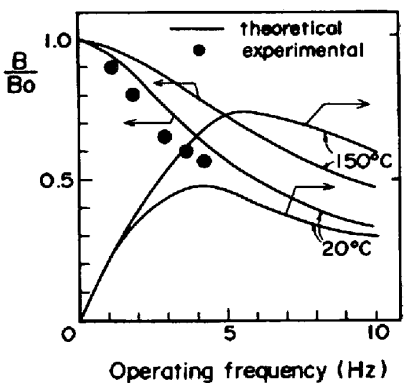


Fig.1 Magnetic field and electromagnetic force vs. operating frequency

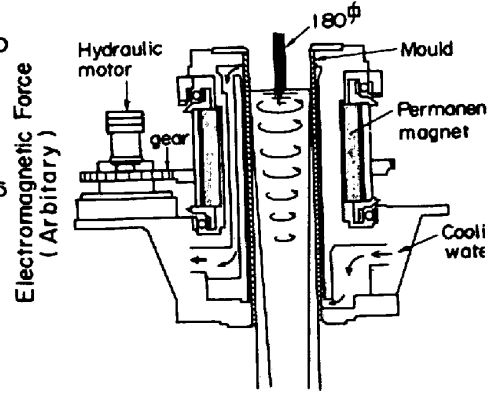


Fig.2 Schematic diagram of RM