

(189) 鋳型内電磁攪拌ハード技術

(ブルーム連鋳の電磁攪拌技術-3)

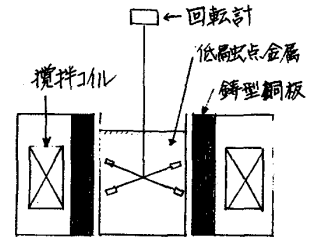
(株) 神戸製鋼所 加古川製鉄所 ○ 吉井 賢太 三木 克己
神戸製鉄所 稲崎 精二 宮島 一徳

1 緒言

従来、鋳型内電磁攪拌は、鋳型銅板による磁束の減衰が大きいため困難であるとされていたが、当社では基礎的な実験を積み重ね理論式の修正とともに、攪拌に必要な電磁力、適正周波数および磁界分布の解明を行なったので報告する。

2 実験内容

一般に磁束の減衰は下記の(1)式、円型鋳型の場合の攪拌に必要な磁界強度は(2)式で表わされるが、角型鋳型にこれらの理論式を適用する場合の補正係数を求めるために、図1に示すような実験機により、(1)鋳型銅板による磁束の減衰率調査、(2)磁界強度と攪拌速度の関係調査を行ない、さらに(3)鋳型内の磁界分布を変えることにより、溶鋼表面流の渦発生防止効果の実験を行なった。これらの実験には巻き方を変えた2種類の攪拌コイルを使用した。



鋳型断面寸法 300×400

図1 実験機

$$B = B_0 e^{\sqrt{\frac{\mu \mu_0}{2\rho}} \cdot \chi} \cos(\omega t - \sqrt{\frac{\mu \mu_0}{2\rho}} \cdot \chi) \quad \text{--- (1)}$$

$$H = \sqrt{\frac{\lambda \rho \rho_d \gamma^2}{4\pi \mu^2 \gamma^2 f}} \quad \text{--- (2)}$$

$$\left[\lambda = \frac{1}{Re^{1/4}}, Re = 2\rho d v r / \eta \right]$$

B: 銅板内面磁束密度
B₀: 銅板外面磁束密度
H: 銅板内面磁界強度
ω: 角周波数 (= 2πf)
μ: 透磁率
ρ: 固有抵抗
χ: 銅板厚み

ρ_d: 溶鋼比重
v: 鋳型壁面攪拌速度
f: 磁界回転周波数
η: 溶鋼動粘性係数
Re: レイノルズ数
γ: 鋳型半径
K: 定数

3 実験結果

- 銅板による減衰率: 図2の如く実際の磁束の減衰は理論値より大きく、コイルの巻き方により減衰率は異なる。
- 攪拌速度: 図3の如く鋳型銅板厚み、コイルの巻き方により攪拌速度は異なり、コイル2は理論速度よりも遅いが、コイル1はほぼ理論値に近い値を示した。
- 溶鋼表面流の改善: 角型鋳型の場合は円型鋳型と異なりコーナー部で渦が発生しやすい。この渦を抑制するには図4の如く磁界分布を不均一にする必要がある。また同じ攪拌速度であれば周波数が高い方が渦は発生しにくい。さらに垂直方向での攪拌速度に差があり、メニスカスとコイルの位置関係は渦発生に大きな相関がある。

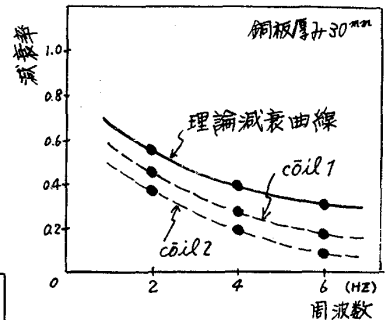


図2 磁束減衰率曲線

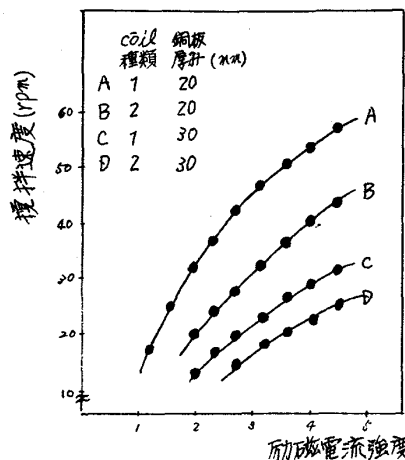


図3 攪拌速度

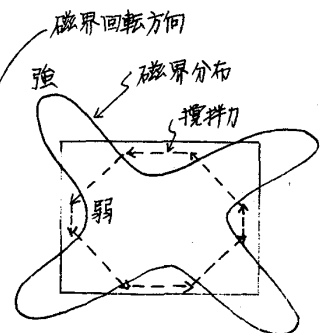


図4 最適磁界分布

4 結言

理論式の修正により適正な周波数、磁界強度の決定とともに薄肉銅板鋳型の開発により、鋳型内電磁攪拌装置の実用化に成功した。