

(184)

噴流式攪拌装置内の溶鋼レベル変動の測定

川崎製鉄 技術研究所 ○市川文彦 栗田邦夫

1. 緒言: 溶鋼中に下端を浸漬した円筒の内部を周期的に減圧, 加圧し溶鋼を吸引, 吐出することによって取鍋内を攪拌する噴流式溶鋼攪拌法(PM法)を開発している。(図1参照) 本方法は二次精錬法としてArバブリングに近いコストでRHに準ずる効果があることがこれまでの実機実験で確認されている。⁽¹⁾ このPM法において装置内の溶鋼面の位置変動を電磁誘導法を用いて測定し, 湯面変動の解析を行い, 操業条件についての検討を行った。

2. 湯面位置の測定: 内部を溶鋼が通過する円筒の側面に取付けたコイルのインピーダンス Z は溶鋼の近接によって変化する。したがって, Z の変化を測定することにより溶鋼面位置の情報を得ることができる。図2に本測定装置のブロック図を示す。本測定では, センサー部の温度が300℃以上になること, センサーと溶鋼通路の距離が150mmと離れているなどの問題があったが, センサーを空冷すること, 比較コイルとセンサーコイルを同一容器内に収めること, コイル径を100mmにするなどの対策により解決した。この結果, 湯面の動きを安定して検出し, 2秒前後の固有振動を伴った特徴的な湯面変動をとらえることに成功した。

3. 湯面変動の解析と操業への応用: 測定で得た特徴的な湯面変動を水力学的モデル式で解析した。円筒内の溶鋼の流動は非定常ベルヌーイの式より(1)式で, また攪拌エネルギーは(2)式で表わされる。

$$\{z + (1 + Sr)h\} \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\xi}{2} \left\{ \frac{\varphi}{R_h} (z + h) + k \right\} \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 + (1 + Sr)gz + \frac{1}{\rho} (P_1 - P_2) = 0 \quad \dots\dots(1)$$

$$E = -\frac{1}{t} \int_0^t \frac{1}{2} S \rho \eta \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 dt \quad \dots\dots(2)$$

ここで, $dz/dt > 0$ で $\xi = 1$, $\eta = 0$, $dz/dt \leq 0$ で $\xi = -1$, $\eta = 1$ である。また, φ は摩擦係数, ρ は溶鋼密度, g は重力加速度, h は円筒浸漬深さ, k は装置によって決まる定数, P_1 は円筒内圧力, P_2 は外気圧力, R_h は動水半径, S は円筒断面積, Sr は円筒と取鍋の断面積比, z は湯面位置である。湯面変動の計算値と測定値は図3に示すように良く一致し, モデル式が有効であることが確認できた。この解析により, 湯面変動を下部位置で行うほど湯面は動き易いこと, 湯面変動には固有振動があり, 攪拌能率はこの固有振動に大きく影響を受けることが明らかになった。以上を考慮した適正操業条件では, 溶鋼の最大噴流速度は3.5 m/sec, 攪拌エネルギーは1 Kwattと計算された。

<参考文献> (1) 藤井ら: 鉄と鋼, 66(1980), S127

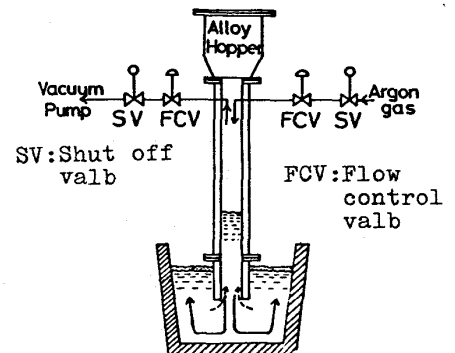


図1 PMプロセスの原理図

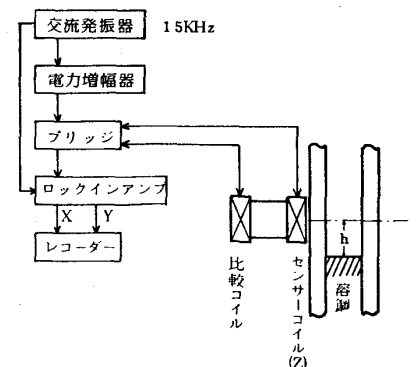


図2 溶鋼面位置測定装置のブロック図

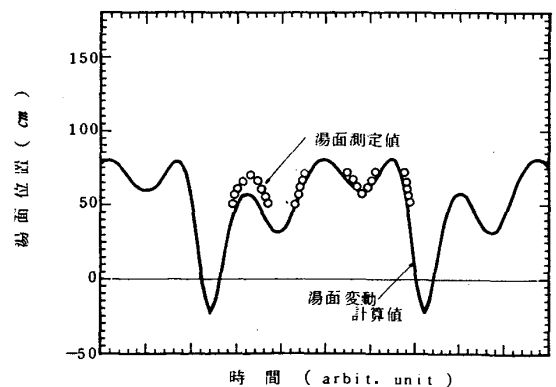


図3 湯面変動の計算値と測定値の比較