

(125) 連鑄鑄型振動装置のモデル化

(連鑄操業に於ける鑄片表面欠陥予知技術の開発 その1)

新日鉄 生産技術研究所 ○藤懸洋一, 中森幸雄
 大分製鉄所 常盤憲司, 片岡冬里, 常岡 聡
 工作事業部 川口 正

1. 緒言：連鑄操業に於て、鑄片表面欠陥と密接な関係のある鑄型・鑄片間の潤滑状態を把握することは欠陥予知防止の点から重要な課題である。そこで大分製鉄所スラブ連鑄機の鑄型振動装置をモデル化し、鑄型振動用モータの電流信号を入力、鑄型振動の加速度信号を出力とした伝達関数¹⁾の計算結果と無負荷振動（非鑄造時の振動）での計測結果とを比較した。さらにこの伝達関数と摩擦抵抗の関係を計算で求めた。

2. モデル化：鑄型振動装置の機械振動系モデルを図1に示す。本モデルの運動方程式は(1)式である。

$$M_M \frac{d^2 y}{dt^2} + C_1 \frac{d}{dt}(y-x) + C_2 \frac{dy}{dt} + K_1(y-x) + F = 0 \quad (1)$$

また、偏心カム負荷トルク T は(2)式で表わされ、鑄型・鑄片間の摩擦抵抗を流体摩擦と考えると(3)式を得る。

$$T = a \cos \omega t \left\{ M_T \left(g + \frac{d^2 x}{dt^2} \right) - C_1 \frac{d}{dt}(y-x) - K_1(y-x) \right\} \quad (2)$$

$$F = r \left(\frac{dy}{dt} + v_c \right) \quad (3) \quad \text{但し } r: \text{摩擦係数 } v_c: \text{鑄造速度}$$

モータ電流 I と偏心カム負荷トルク T の間には $T = bI$ という線形関係があるので、(1),(3)式を連立して解き、鑄型振動数帯域のみに着目し、計測器の増幅率も考慮して、モータ電流信号と鑄型振動加速度信号との利得 G_1 (dB)、位相差 P_1 (deg) を求めると(4),(5)式を得る。

$$G_1 = 20 \log \left[\frac{0.0595b}{M_T g + r v_c} \sqrt{\frac{K_1^2 + C_1^2 \omega^2}{(K_1 - M_M \omega^2)^2 + (C_1 + C_2 + r)^2 \omega^2}} \right] \quad (4)$$

$$P_1 = \tan^{-1} \frac{C_1 \omega}{K_1} - \tan^{-1} \frac{(C_1 + C_2 + r) \omega}{K_1 - M_M \omega^2} + 90 \quad (5)$$

3. モデルの検証：無負荷振動時 ($r = 0$) の実測値と(4),(5)式による計算値との比較を図2に示す。両者はほぼ一致しているので、モデルの妥当性が確認された。

伝達関数によって摩擦抵抗を定量化するには、鑄型振動数に対する補正が必要である。そこで、鑄造時の計測値と無負荷振動時の計測値との差 ($R G_1$, $R P_1$ とする) を摩擦抵抗の指標とする。流体摩擦抵抗と消費エネルギーが等しくなるような固体摩擦抵抗 R ($R = \pi \omega a r / 4$) と $R P_1$ との関係を図3に示す。

4. 結言：鑄型振動装置を機械振動系でモデル化し、そのモデルから求めた伝達関数と無負荷振動の伝達関数の実測値がほぼ一致することからモデルの妥当性を確認した。その結果から、鑄型内の鑄片の有無による伝達関数の差から鑄型・鑄片間の摩擦抵抗を定量化し、伝達関数を計測することの有効性を示した。

文献 1) 中森ら 鉄と鋼 66('80) 11, S851

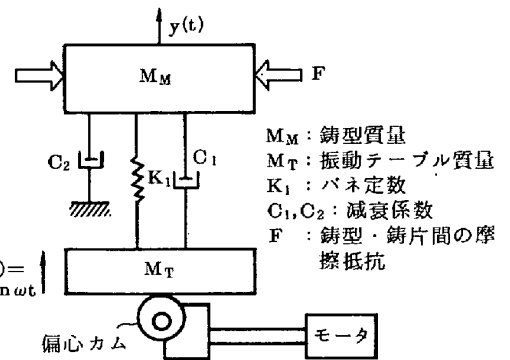


図1. 鑄型振動装置のモデル化

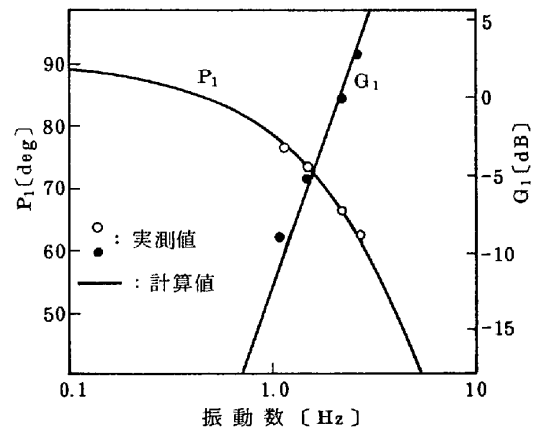


図2. 無負荷振動での利得・位相差

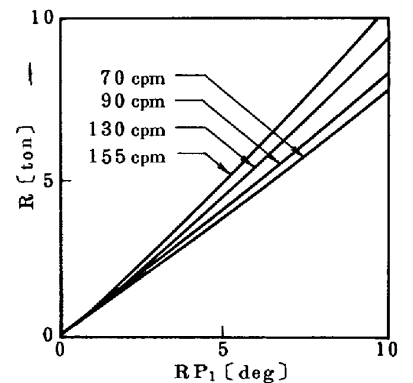


図3. $R P_1$ と摩擦抵抗 R の関係