

(323) 鋳型の振動解析による摩擦状態の把握

(連鋳操業における鋳片表面欠陥予知技術の開発 その7)

新日本製鐵(株) 第一技術研究所 ○中森幸雄, 市古修身

大分製鐵所 常盤憲次, 片岡冬里

1. 緒言

鋳型・鋳片間の摩擦状態により、パウダー流入を把握することは重要である。鋳型・鋳片間の摩擦には、固体摩擦と粘性摩擦が共存すると云われている。ロードセルにて鋳型振動周期に対応した摩擦力から両者を分離した報告もある¹⁾。筆者らは、両者の摩擦を定量的に把握すべく鋳型の共振振動に注目して、波形解析を行った。その結果を以下に報告する。

2. 解析結果

鋳型・鋳片間の摩擦は、鋳型振動速度に対して Fig. 1 に示す関係にあり、固体摩擦 R は、パルス状となり、フーリエ変換すると(1)式になる。第1項の基本波は、鋳型振動速度に対して粘性摩擦 C と同様な働きを示

$$r(f) = R \left(\frac{2\tau}{T} - 1 \right) + \frac{2R}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \{ (\sin n\omega\tau \cdot \cos n\omega t) + (1 - \cos n\omega\tau) \sin n\omega t \} \quad (1)$$

すため、基本波のみで両者を分離することは難しい。そのため、次の3点から、両者共存の証明と分離を行った。

1) 証明 1. 倍調波の検出

(1)式より、固体摩擦が存在すれば、倍調波が発生する。Fig. 2 に、鋳型振動の加速度スペクトルを示す。検出感度 ω^2 を考慮すれば振幅は小さくなり、(1)式とほぼ一致する。

2) 証明 2. 共振振動の発生

固体摩擦が存在すれば、その変化点で共振振動が発生する。Fig. 3 に、鋳型強制振動と共振振動の加速度波形を示す。共振振動の発生点は、ピーク点からずれ、その発生時間間隔は、鋳造速度と鋳型振動数から決まるネガティブストリップ時間 t_N と一致した。

3) 摩擦の分離

共振振動の減衰特性は、粘性摩擦と固体摩擦の大きさから決まる。共振振動が相対速度零の位置を横切れれば、両者を分離できる。共振振動は、無負荷振動にも発生するので、算出するに際し、無負荷共振振動の影響を除いた。その結果を Fig. 4 に示す。特に粘性摩擦は、使用パウダー粘性 1.6 ポアズに対して 3.2 ポアズ以上となり、数%の Al_2O_3 吸収が生じたことを示している。

3. 結言

鋳型振動系の共振振動状態から、固体摩擦と粘性摩擦を定量的に把握できる可能性を得た。

参考文献

- 1) 大宮ら 鉄と鋼 68 (1982) S926
- 2) 谷口 振動工学 コロナ社

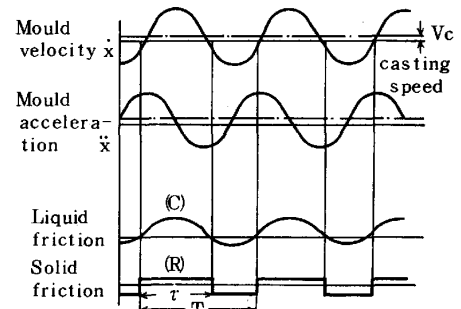


Fig. 1 Relation between mould oscillation and friction

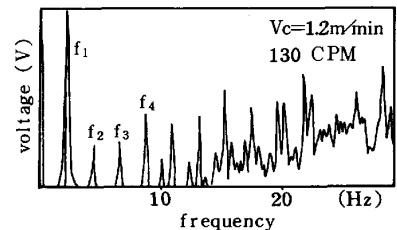


Fig. 2 Spectroanalysis of the mould acceleration

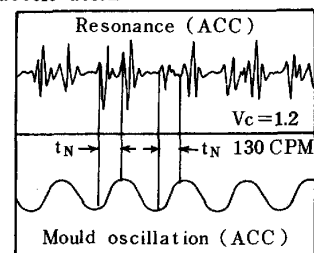


Fig. 3 Relation between mould oscillation and resonance

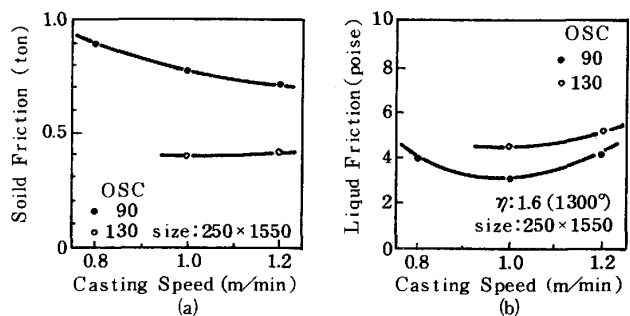


Fig. 4 Dependence of casting speed on the soiled friction between mould and slab(a), and dependence of casting speed on the liquid friction between mould and slab (b).