

(288) 連鑄鑄型／鑄片間摩擦低減に及ぼす超音波振動の効果

日本鋼管(株) 中央研究所 ○小松 政美 北川 融 川上公成  
新潟製造所 星田 達男

1. 緒言

前報<sup>1)</sup>において、連続鑄造用鑄型壁に背面から超音波振動を付加し、鑄型表面の、おもに鑄片引抜方向に振動を与える超音波振動鑄型に関する基礎実験結果を述べた。本報では、鑄型／鑄片間の摩擦に及ぼす鑄造条件の影響について定量的に比較し、超音波振動付与の効果について考察する。

2. 鑄造実験結果

Fig. 1に、断面サイズ、80 mm × 320 mm の実験用鑄型に、潤滑条件(パウダー有無、USV有無)を変更して、0.15%炭素鋼をオシレーションしながら鑄造したときの鑄型／鑄片間の摩擦力の測定結果を示す。縦軸、横軸は、それぞれネガティブストリップ時、およびポジティブストリップ時の荷重(最大摩擦力)、 $P_n$ 、 $P_p$ を表わしている。オシレーション鑄造に超音波振動を付加した場合は、モールドパウダーの有無によらず、摩擦力が低減しており、特に潤滑不良に相当するケースでその効果が顕著である。

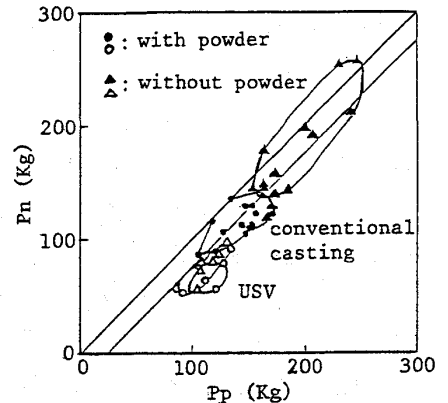


Fig. 1 Effect of USV on the friction force.

3. 考察

超音波振動1サイクル中の速度( $V$ )と鑄造速度( $V_c$ )の差によって ( $V_c = 0.8$  m/min,  $A = \pm 4$  mm,  $f = 75$  cpm) 決まる摩擦力の方向から、1サイクル中の摩擦力( $F$ )を計算すると、①式になる。

$F = (2/\pi) F_0 \sin^{-1} [V_c / (Au\omega)]$  ①, 速度比,  $n = Au\omega / V_c$  とおくと、摩擦力比,  $F/F_0$  は②式になり、静止鑄型の場合の超音波振動の振幅と摩擦力低減効果の関係として、Fig. 2が得られる。図中の黒丸は、鋼板について測定した結果を表わしている。

$$F/F_0 = (2/\pi) \sin^{-1} (1/n) \quad \text{②} \quad (Au, \omega \text{ は、USVの振幅、角速度である。})$$

一方、オシレーションによる鑄型移動速度( $V_{os}$ )を考慮して  $n = Au\omega / (V_c + V_{os})$  とし、超音波振動による摩擦力低減効果を  $n$  の指標として表わすと、Fig. 3が得られる。図中の黒丸は、鋼板面の振動分布を考え  $n' = n \cdot 2/\pi$  として、実測値をプロットしたものである。

摩擦は、速度比の増加により、急激に減少し、実測値も、比較的良い対応を示している。

次に、高速鑄造下で鑄型／鑄片間の摩擦を低減させるのに必要な超音波振動の振幅の算出を行なった。条件として、摩擦力比,  $F/F_0$  が  $1/3$  以下になるように、 $n > 2$  とし、必要なネガティブストリップ時間比率を  $0.3$  とし、速度比が、最小になるポジティブストリップ時を考えると、③式が得られる。

$$Au > 0.7 V_c \quad (Au : \mu\text{m}, V_c : \text{m/min.}) \quad \text{③}$$

たとえば、 $V_c = 2$  m/min. の場合、必要な振幅は、 $1.4 \mu\text{m}$  で、余裕を見ても十分実現可能な条件であると考えられる。

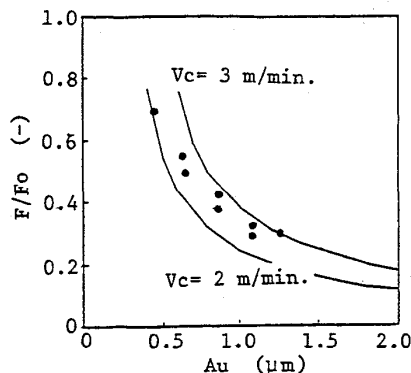


Fig. 2 Relation between  $Au$  and  $F/F_0$ .

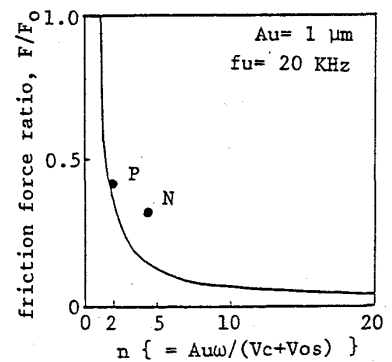


Fig. 3 Relation between  $n$  and  $F/F_0$ .

参考文献 (1) 小松ら: 本講演大会発表予定