

(189) パウダーフィルム厚並びに消費量の理論的解析 (連鋳々片の表面疵低減に関する研究—V)

新日鐵・広畑 塗 嘉夫, ○工博 大橋 徹郎

1. 緒 言

前報にひきつづき、パウダーの流入量並びに流速分布推定に不可欠なパウダーフィルム厚を解析するとともに、それをもとにパウダー消費量の理論推定を行い、実操業結果との対比を試みた。

2. パウダーフィルム厚の基本的考え方

パウダーフィルム厚を考える場合、シエルが静圧により鋳型に押しつけられている部分と、コーナー部にて凝固収縮によりギャップが生成する部分とに分ける必要がある。前者を潤滑膜厚 $2d_1$ 、後者をギャップ膜厚 $2d_2$ として以下に解析を行う。

3. ギャップ厚とギャップ生成領域

コーナー部における最大ギャップ厚 g は、短辺の凝固収縮により決まると考え次式で表示する。

$$g = D \cdot \alpha_0 / 2 \quad (1)$$

ここで、 α_0 は凝固収縮率、 D は鋳片厚である。

又、ギャップ生成長さ x_0 はシエルの熱収縮とバルジングの相対効果として求められ次式で与えられる。

$$x_0 = 5.7 \times 10^4 \frac{h k^3}{\alpha_1 \alpha_0 \Delta T v} \left[1 - \cos\left(\frac{L \alpha_1 \Delta T}{2h}\right) \right] \quad (2)$$

ここで、 h : シエル厚、 k : 凝固定数、 α_1 : 熱膨脹率、 α_0 : クリーブ定数、 ΔT : シエル表裏面温度差、 L : 鋳片幅。鋳型と鋳片とが静圧により潤滑接触している長さの割合を鋳片接触率 β と名付けると

$$\beta = (L - 2x_0) / L \quad (3)$$

となり、(2)式より計算することが出来る。

4. 潤滑膜厚

鋳片と鋳型との間のパウダーフィルムに流体潤滑理論を適用する。潤滑膜厚は静圧の影響を受けるので基礎式は

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\mu^*}{1 + 4\pi^2 f^2 \tau_0^2} \exp\left(\frac{Qx}{2d}\right) \frac{\partial u}{\partial x} \right] = \frac{\partial p}{\partial y} - \rho g \quad (4)$$

これを積分し、 $x = 0$ で $u = V_0$ 、 $x = 2d$ で $u = 0$ なる条件より圧力 P を求め、それを静圧差に置換することにより、平均潤滑膜厚 $2d_1$ が得られる。

$$d_1 = \sqrt{Q_1 \mu^* V_0 / 36g(\rho_F - \rho)(1 + 4\pi^2 f^2 \tau_0^2)} \quad (5)$$

ここで $\rho_F - \rho$ は溶鋼とパウダーの密度差、 Q_1 は定数、 V_0 は振動を考慮した相対移動速度で次式で示される。

$$V_0 = 4fa \sin(1 - \alpha)\pi + (1 - 2\alpha)V \quad (6)$$

ここで f は振動数、 a は振巾、 α はネガティブストリップ率で、計算結果の 1 例を図 1 に示す。

5. パウダー消費量

パウダーフィルム厚とフィルム内流速分布から流量が求められ、これを鋳片全周に亘って積分することにより、パウダー消費量が得られる。計算結果の 1 例を図 2 に示したが、前報に示した、実操業結果と良好な対応を示している。

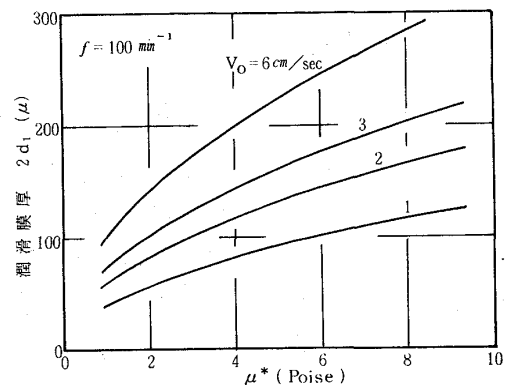


図1. 潤滑膜厚と粘性 μ^* 、相対速度 V_0 の関係

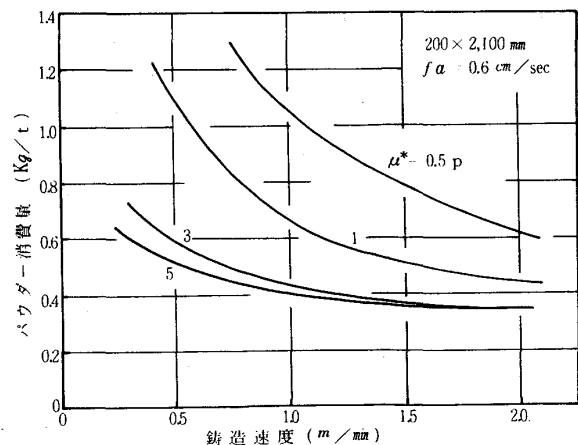


図2. パウダー消費量と粘性 μ^* 、鋳造速度 V の関係