

溶融パウダールールの必要厚さの検討

(連铸鋳片表面割れ疵の研究)

—連続鋳造におけるパウダー技術に関する研究(第2報)—

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 ○中野武人 藤 雅雄 永野恭一
大分製鐵所 溝口庄三 山本利樹 三隅秀幸
設備技術本部 浅野敬輔

1. 緒言： 前報では、鋳片の縦割れ防止のために、確保しなければならない溶融パウダールール厚について現象論的に言及した。本報では、この必要プール厚の物理的意味について検討した。

2. 溶融パウダーの流入を阻害する要因： 実操業においては、メニスカス上部の鋳型内壁に、Fig. 1に示すようなベアないしはパウダーリムと称される固着物が観察される。この固着物の下端と凝固シェルの上端とが接触すると、溶融パウダーの流路が閉塞され、流入阻害が起ると考えられる。この溶融パウダーの流路の閉塞は鋳型オシレーション、および溶鋼面の波動により影響されると考えられる。

3. 必要最小プール厚の考察： 必要最小プール厚はパウダーの流路を確保する条件として求めることができる。

鋳型に固定された定点と溶鋼面レベルの相対距離の時間変化 y は次式で示される。

$$y = S/2 \cdot \cos(2\pi ft/60) + \alpha \cdot \cos(2\pi ut/\lambda) \dots\dots\dots(1)$$

S, f : オシレーションストローク, および振動数。

α, u, λ : 溶鋼面の波動の振幅, 伝播速度, および波長。

(1)式の第1項はオシレーションの項, 第2項は溶鋼面の波動の項である。第1項に基づく流路の閉塞条件は、Fig. 1の下段に示すように、凝固シェル上端の移動直線と、固着物下端の移動を示す余弦曲線が接することである。この条件における余弦曲線と直線との間の距離の最大値(ネガティブストリップ開始時)が必要最少プール厚 y_{P1} となり、ネガティブストリップ率 N および鋳造速度 V_c で表示すると、次式となる。

$$y_{P1} = S \cdot \cos(\pi N/2) - 500 N V_c / f \dots\dots\dots(2)$$

$$N = 1 - 2 / \pi \cdot \sin^{-1}(1000 V_c / \pi S f) \dots\dots\dots(3)$$

(1)式の第2項は、溶鋼面の波立ちが生ずる鋳造速度以上で考慮する必要がある。波動の理論¹⁾、および水モデル実験の結果より、この速度は約 1.1 m/minとなる。波動が発生すると、パウダーの流路は α だけせぼめられることになる。したがって、(1)式の第1項、および第2項を考慮した最小プール厚 y_p は、 y_{P1} に α を加えるの必要があり、次式で示される。

$$y_p = y_{P1} + \alpha \text{ (ただし, } V_c < 1.1 \text{ m/min で } \alpha = 0 \text{)} \dots\dots(4)$$

本解析により求めた必要最小プール厚と実測値を Fig. 2 に示す。両者はよい一致を示し、鋳造条件に対応した必要最小プール厚の推定が可能となった。

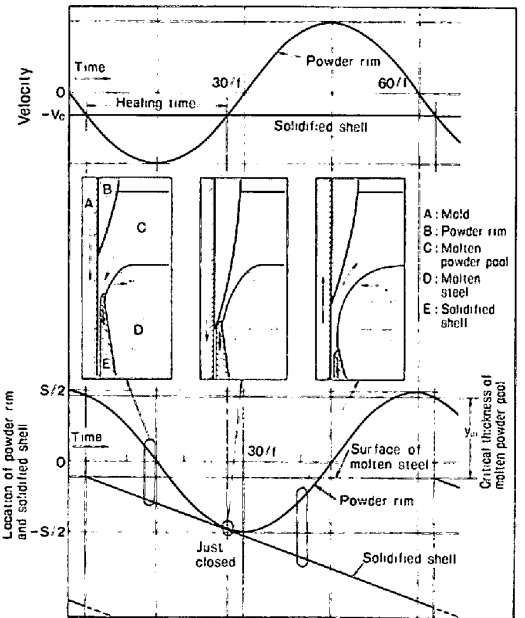


Fig.1 Schematic drawing of phenomena of closing molten powder flow

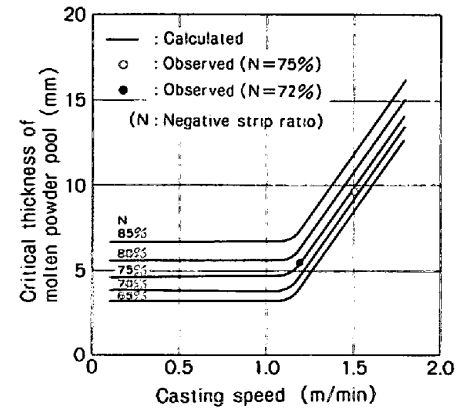


Fig.2 Critical thickness of molten powder pool (Oscillation stroke: 10mm)

1) 谷 一郎: 流れ学, (1969), p50 [岩波書店]