

(137)

パウダーの溶融とプールの形成

(連鑄鑄片表面割れ疵の研究)

—連続鑄造におけるパウダー技術に関する研究(第3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: 前報までに、鑄片の縦割れを防止するために、一定厚以上の溶融パウダープールを確保することの重要性について言及した。本報では、パウダーの溶融とプールの形成について検討した。

2. パウダーの溶融過程の観察: 加熱したパウダー層の各部を顕微鏡的に観察した。パウダーは、Fig. 1に示すような段階を経て溶融し、プールを形成すると推測される。

3. パウダー溶融過程の数値シミュレーション: 上述した溶融過程の観察を前提とし、溶融過程を数値モデル化した。主な仮定を以下に示す。①パウダーの溶融は、伝熱と焼結反応で律速される。②パウダー層内の伝熱は一次元伝導伝熱とする。③パウダー層上面からの放熱は輻射、および伝導伝熱とする。④焼結反応は、焼結開始温度  $\theta_{is}$  で始まり、その速度はJanderの式<sup>1)</sup>にしたがうとする。伝熱の基本式は、次式で示される。

$$\partial\theta/\partial t = \partial(\kappa/\rho C_p \cdot \partial\theta/\partial x)/\partial x \dots\dots\dots(1)$$

初期条件、および境界条件を次のように与え、(1)式を差分化し、数値計算を行い、パウダー層表面からの放熱量を求めた。

$$t=0, 0 \leq x \leq \ell \text{ で } \theta = \theta_{in}; t > 0, x=0 \text{ で } \theta = \theta_m, x=\ell \text{ で}$$

$$\kappa \partial\theta/\partial x = \varepsilon \cdot \sigma \{ (\theta_s + 273)^4 - (\theta_a + 273)^4 \} + h(\theta_s - \theta_a) \dots\dots(2)$$

ここで、t:時間; x:パウダー層内位置;  $\theta$ :パウダー層の温度;  $\theta_{in}$ :初期温度;  $\theta_m, \theta_s, \theta_a$ :溶鋼, パウダー層表面, および雰囲気温度;  $\kappa, \rho, C_p$ :パウダー層の熱伝導度, 密度, および比熱;  $\ell$ :パウダー層の厚さ;  $\varepsilon$ :放射率;  $\sigma$ :ステファンボルツマン定数; h:パウダー層上面の境膜伝熱係数。

(2)式で示されるパウダー層表面からの放熱量の経時変化をFig. 2に示す。放熱は、一定時間(臨界放熱時間  $T_{HC}$  と称する)を経た後に開始するという特徴ある傾向を示す。この  $T_{HC}$  は実際のパウダーにおいても存在することが確認された。

4.  $T_{HC}$  による溶融パウダープール形成性能の評価: 溶融特性を変化させたパウダーを用いて鑄造を行なった。この際実測されたプール厚と、 $T_{HC}$  の関係をFig. 3に示す。 $T_{HC}$  とプール厚およびそのバラツキはよい相関を示す。これより、 $T_{HC}$  を測定することによりパウダーの溶融パウダープール形成性能を、評価し得る。

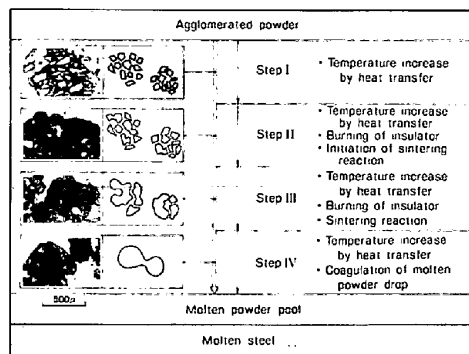


Fig. 1 Schematic model of melting process of agglomerated mold powder

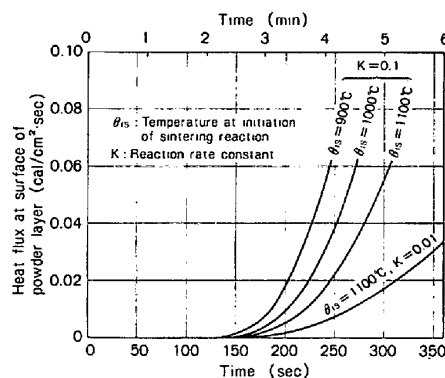


Fig. 2 Calculated change in heat flux at surface of powder layer

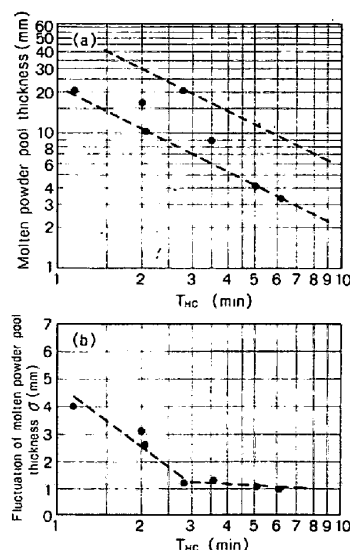


Fig. 3 Effect of  $T_{HC}$  on molten powder pool formation (Casting speed 1.2m/min)

1) W. Jander: Z. Anorg. Chem. 163 (1927), P 1