

(253) 連铸パウダーの熔融速度に及ぼす性状の影響

川崎製鉄株式会社 技術研究所 ○中戸 参 長谷 実
野崎 努 垣生泰弘

1. 緒言： 高速連铸や高サイクル铸型振動の連铸操業では，凝固殻と铸型の潤滑不足や焼付きによる拘束性ブレイクアウトが発生し易い。これを防ぐには，湯面に十分な熔融スラグ層厚を確保する必要がある。本報では，連铸パウダーの熔融速度と性状について述べる。

2. 熔融速度に及ぼすパウダー物性の影響： 熔融速度は，パウダーのスラグ基材成分やフラックス成分の種類と濃度，骨材カーボンの粒径，種類と濃度のほかに，未熔融層の物理的性質にも影響される。パウダー層を介する铸込方向の伝熱方程式を解くと(1)式が得られる¹⁾。

$$\frac{e^{-K_s^2} \kappa_p \sqrt{a_s} (\theta_0 - \theta_{mp})}{\text{erf}(K_s) \kappa_s \sqrt{a_p} (\theta_M - \theta_{mp}) \text{erfc}(\sqrt{a_s/a_p} \cdot K_s)} - \frac{K_s \lambda \sqrt{\pi}}{c_s (\theta_M - \theta_{mp})} = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで， θ ：温度， t ：時間， κ ：熱伝導度， a ：熱拡散定数， ρ ：密度， c ：比熱， λ ：溶解熱， K ：熔融速度定数であり，添字 s ：スラグ層， p ：未熔融層， 0 ：初期条件， M ：湯面， mp ：軟化温度を示す。Fig.1 に示すように， θ_{mp} ， κ_p が小さく， θ_0 ， θ_M が大きく， $\lambda < 0$ (発熱反応) の場合に K_s が大きくなる。 K_s を増すには，未熔融層の断熱性を良くする必要がある。

内径 100 mm，深さ 160 mm，肉厚 10 mm の黒鉛ルツボの 60 mm 深さまでパウダーを充填し，底より一方向加熱を行って層内温度分布の経時変化を測定した。ルツボ底より 35 mm 離れた点の温度が 200 °C になるまでの時間を t_1 ，同じく 5 mm 離れた点の同時刻の温度を θ_1 として断熱性の指標とした。Fig.2 に示すように， t_1 はパウダーのカサ比重が増すにつれて大きくなる。カサ比重が同じ時，柱状顆粒より粉状の方が t_1 が大きい。一方， θ_1 はカサ比重に依存せず形状で異なる。粉状と球状顆粒がほぼ同じであり，柱状顆粒は小さい。粉状や球状顆粒に比べ，柱状顆粒充填層内の空隙は大きく連続的であるので空隙内の対流伝熱が寄与していると推察される。高速铸造で柱状顆粒の整層溶解性を十分発揮させるには，骨材カーボンの適正な配合による熔融特性制御が必須である。球状顆粒は，粉状に似た断熱性を示す。特に，中空球状 (II) でその効果が著しい。

3. 結言： 連铸パウダーの熔融速度に及ぼす性状の影響を理論解析と一方向加熱実験で定量的に調べた。熔融速度を増すには，未熔融層の空隙を細かくして断熱性を良くする必要がある。

(1) 例えば，参考文献：“凝固理論と連続铸造”，p.69，金属学会('75)

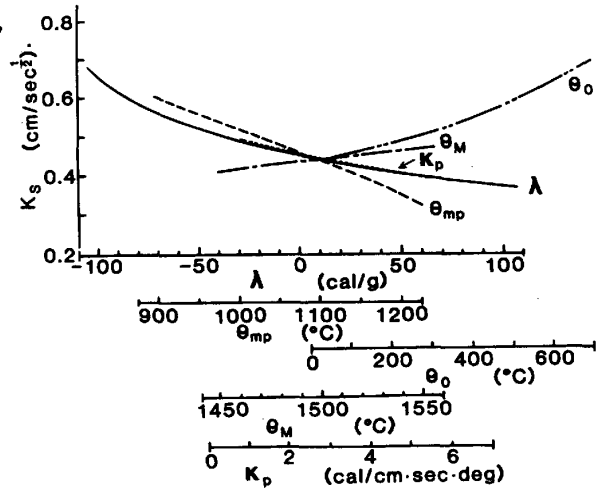


Fig. 1 Effect of powder characteristics on the rate constant of melting.

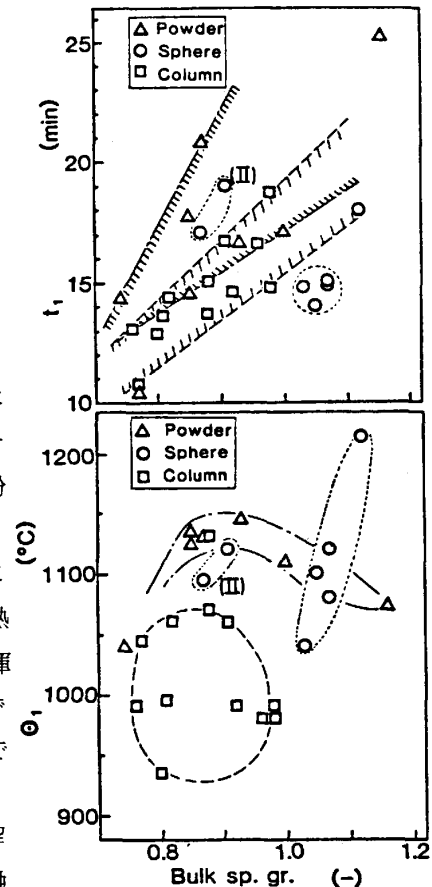


Fig. 2 Effect of powder characteristics on the insulation.