

(201) 連铸ブルームの性状に及ぼす鋳型内溶鋼流動の影響

川崎製鉄(株) 鉄鋼研究所
水島製鉄所○中戸 参 斎藤健志 小口征男
名村夏樹 反町健一 中川康弘

1. 緒言：連铸ブルームののろかみやブローホール、パウダー巻き込みに起因する表層下の介在物欠陥には、鋳型内溶鋼流動が大きな影響を及ぼす。本報では、鋳型内溶鋼流動に及ぼす浸漬ノズルの形状、吹込ガス量の影響を明らかにするとともにパウダー巻き込みの機構について考察する。

2. 鋳型内溶鋼流動に及ぼす浸漬ノズル形状の影響：

鋳型寸法が $300 \times 400 \text{ mm}^2$ の実機大の水モデル実験を行った。吐出孔径、吐出孔角度、ウェル深さ、吹込ガス量、浸漬深さを変えて、タンディッシュに添加した水溶性塗料の鋳型内軌跡を高速撮影し、溶鋼流動を調べた。実験条件を Table 1 に示す。吹込ガスは、鋳型内で溶鋼流を上向にするとともに湯面溶鋼の更新を促す。ウェルは、吐出孔の流速を均一にするので、気泡が溶鋼流から分離し易くなり、ノズル付近湯面の溶鋼の更新効果が大きい。吐出孔径は、溶鋼流量および胴部径との関係に適正範囲がある。吐出孔と胴部との断面積比は 3 以下がよい。溶鋼流が吐出孔からメニスカスに到達する時間 t_0 に及ぼす吐出孔角度、スライディングノズルの上プレートの吹込ガス量、ウェル深さの影響を Fig.1 に示す。上向角度、吹込ガス量が増すと t_0 は小さくなるが、その傾向はウェルが無い場合に著しい。吐出孔角度が水平、上向 30° について、 t_0 の実測値を用いて溶鋼流がメニスカスに到達するまでの温度降下量を計算すると、 $19, 10^\circ\text{C}$ が得られ、上向 30° が小さい。実製造では、上向角度が大きく、吹込ガス量が増すほど湯面温度の実測値が高くなる。ブルームの表面ののろかみとブローホールは、Fig.2 に示すように、上向 15° を用いることにより、水平の場合に比べて減少する。

3. パウダー巻き込みに及ぼす粘度の影響：湯面からのパウダー巻き込みには、幾つかの原因がある¹⁾。メニスカス付近の反転流により巻き込まれるパウダー粒子の半径を R 、表面エネルギーを σ 、重力加速度を g 、パウダー層内の溶鋼界面の剪断応力を τ_s 、密度を ρ_s 、溶鋼の反転流速を V 、密度を ρ_m とすれば、

$$(1/2)\rho_m V^2 > \tau_s > (2\sigma/R) + 2(\rho_m - \rho_s)gR \quad \dots\dots\dots (1)$$
 が成立つ。(1)式を満足する巻き込み粒子径範囲がある。パウダー粘度が高いほど、反転流速が大きいほど、その範囲は粒径大の方に移動する。また、反転流によるパウダー巻き込みの限界流速は、同一粒径ならば、パウダー粘度が低いほど小さくなる。

1) たとえば、広瀬ら：鉄と鋼，72 (1986)，S1035

Table 1 Experimental conditions of model

Casting speed	1.0 m/min
Ar gas flow rate	0~30 l/min
Submerged nozzle	
four holes	40~50 mm in diameter
well depth	0~20 mm
immersion depth	50~200 mm
inclined angle	-5~30 deg

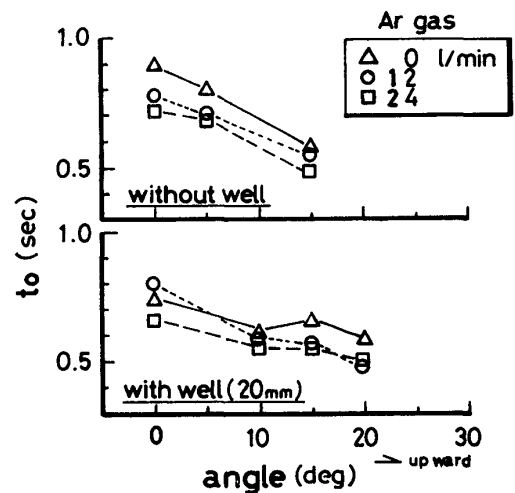
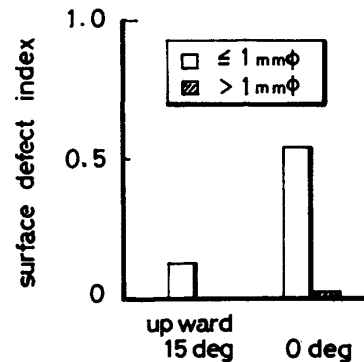
Fig. 1 Effect of inclined angle of nozzle on t_0 

Fig. 2 Effect of nozzle configuration on surface defect of bloom