

(143)

連鑄鑄型内初期凝固の鑄型振動条件依存性

川崎製鉄 技術研究所

大宮 茂 ◦ 桜谷敏和 垣生泰弘 江見俊彦

1. 緒言 連鑄鑄型内の初期凝固を支配する、スラグフィルムとエアギャップより成る鑄型/鑄片間の伝熱抵抗、 \bar{R}_3 が鑄型振動条件に依存している事実を鑄型抜熱¹⁾、鑄型測温データの解析²⁾により示した。また、鑄片表層部の dendrite 主軸の方向が鑄型振動周期に等しい周期で変動することも見出した²⁾。本報では、鑄片表層部の凝固組織調査の結果に基づいて初期凝固の鑄型振動条件依存性を検討した。

2. 調査方法 鑄型振動振幅 $S = 5 \sim 8 \text{ mm}$ 、振動数、 $f = 49 \sim 156 \text{ cpm}$ 、鑄造速度、 $u = 0.60 \sim 1.43 \text{ m/min}$ の条件で、同一のパウダーを用いた鑄造によって得た、 $C = 0.14 \sim 0.18 \%$ の 50 kg/mm^2 級厚板材スラブの長辺幅中央から鑄造方向に 10 cm 長さの試料を取り、 L 断面の凝固組織を顕出した。深さ 4 mm 面で dendrite 主軸の方向を鑄造方向に 1 mm 毎に測定するとともに、主軸に付随する dendrite 二次アーム間隔、 d_I を測定した。供試材の鑄造条件は、メニスカス部のスラグフィルム流入を支配する鑄型振動の代表値であるネガティブストリップ時間、 $t_N = \{ \frac{1}{2} - \sin^{-1}(u/2\pi f S) \} / f$ の値で $0.16 \sim 0.52 \text{ sec}$ の間に分布している。

3. 結果 dendrite 主軸の方向が周期的に変化する現象は全てのサンプルに認められた。鑄片表面へ引いた垂線に対する偏向角度、 θ が 15 度、 20 度以上の値をとる領域が 1 オッションマーク間隔長さ、 L の中に占める割合を F として、 t_N に対してプロットして図 1 に示す。図 2 には、主軸に付随する二次アームの d_I を主軸角度で整理して示す。図 1、2 から、 t_N が大なるほど、凝固速度の遅い主軸偏向角度の大きな部分の割合が増す。

これらの結果を、鑄型測温データ解析²⁾と対比するため次に解析を行なった。鑄型振動 1 周期の間に形成される凝固殻表面からの平均熱流束 \bar{q} を (1)、(2) 式より求める。

$$L \frac{\bar{q}}{K} = \int_0^L \frac{dT}{dx} dx = \int_0^L G dx = \int_0^L \frac{\dot{T}}{R} dx \quad (1)$$

$$d_I = 110 T^{-0.33} \quad (2)$$

ここで、 K : 凝固殻の熱伝導度、 T : 温度、 X : 凝固殻厚み方向距離、 G : 温度勾配、 \dot{T} : 部分冷却速度、 R : 凝固進行速度。ここで、上述の t_N と θ の関係と図 2 を用いて、 \dot{T} の t_N 依存性を導入した。次いで、全伝熱抵抗 Rt を求め、 Rt より既知の抵抗を差し引く既報の方法²⁾で \bar{R}_3 を求めた。結果を t_N の関数として既報の解析結果²⁾と対比して図 3 に示すが、定量的にもほぼ良く一致している。

以上により、 t_N が増すと共に、この時間に鑄型/鑄片間に流入するスラグフィルムの量が増し、初期凝固殻に凝固遅れが生じていることを、凝固組織の上からも確認できた。

1) 桜谷ら：鉄と鋼、67(1981)、168.掲載予定

2) 桜谷ら：ibid., 65(1979)、164. S-165

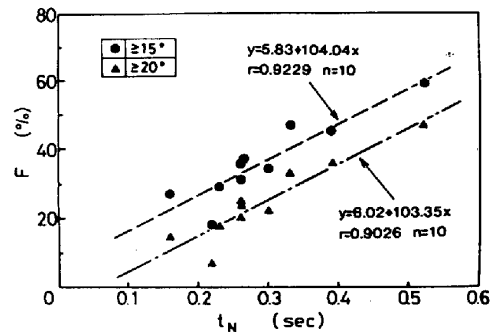


図 1. t_N と F の関係

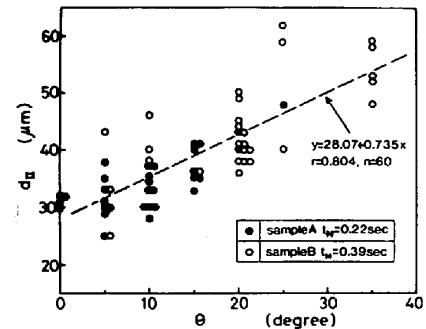


図 2. θ と d_I の関係

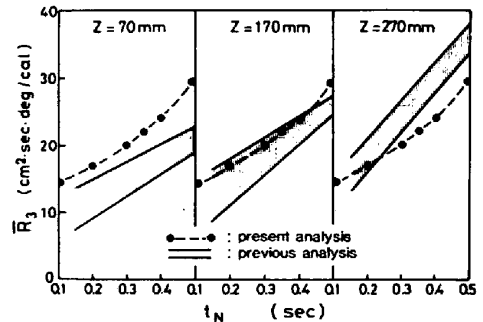


図 3. \bar{R}_3 の t_N 依存性