

I. 緒言 連続铸造スラブの凝固過程について、一次元の伝熱モデルにより数値計算を行い、各種操業条件が凝固過程に与える影響、及び伝熱モデルにおける各種仮定が計算結果に与える影響等を調査した。

II. 計算方法

$$\rho \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial X^2} \dots\dots (1) \quad -\lambda \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big|_{X=0} = q_0 \dots\dots (2) \quad -\lambda \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big|_{X=L/2} = 0 \dots\dots (3)$$

ここで $H = \int_0^\theta C \cdot d\theta$, $\phi = \int_0^\theta \lambda \cdot d\theta$

ただし、 θ : 温度, X : 板厚方向座標, t : 時間, C : 比熱, λ : 熱伝導率, ρ : 密度, H : エンタルピー, ϕ : 変換温度, q_0 : スラブ表面における熱流束, L : スラブ厚み

上記の一次元伝熱方程式を以下の仮定の下に解いた

- (1) 溶鋼の流動に伴う熱の移動を無視する
- (2) 凝固収縮及び温度変化に伴う鋼の体積変化を無視する
- (3) 凝固潜熱はエンタルピーに繰り入れる
- (4) 二次冷却帯の冷却水量-熱伝導率の関係式として、次式を用いる。これは三塚の実験式¹⁾に補正係数を乗じたものである

$$\alpha = 5030 \times W^{0.451} \times (1 - 0.0075 \theta_w)$$

ただし、 α : 熱伝達率 $kd/m^2 \cdot hr \cdot c$, W : 冷却水流量 $l/cm^2 \cdot min$
 θ_w : 冷却水温度 c

(5) 铸型への熱流出量は連铸機のメーカー (CONCAST社) 提供のデータ (铸型内帯在時間-熱流密度の関係式) を用いた。

III. 主なる計算結果

(1) 二次冷却帯モデル 二次冷却帯をスプレーの直接当たる部分とその他の部分に分割して計算を行うと表面温度の振幅は $400c$ 以上にも達する。表面温度の振動の影響は表面より $30mm$ 以上には現われない。図1参照

(2) 固液共存相の形状 凝固潜熱の放出が平衡状態図的な温度-固相率の関係に従って行われると仮定した時の等固相率線を図2に示す。但し温度対固相率の関係として次式を用いた

$$fs = (1 - b \cdot c_0 / (a - \theta)) / (1 - k)$$

fs : 固相率; c_0 : 含有炭素量, k : 分配係数, a, b : 定数

(3) 引抜速度変更に伴う凝固完了点の移動 铸造途中で引抜速度をステップ的に変化させた時の凝固完了点の移動の様

を図3に示す。第1の定常状態から第2の定常状態に移る間、凝固完了点の移動はほぼ直線的である。

文献1)三塚正志 鉄と鋼 54(1968)14, P1457

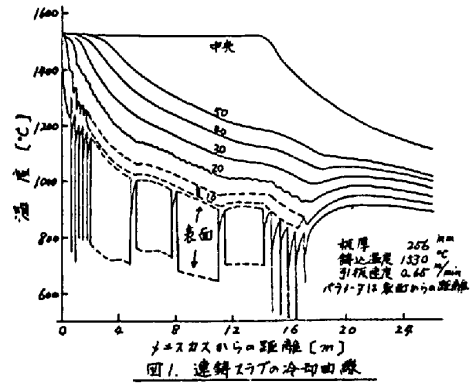


図1. 連続スラブの冷却曲線

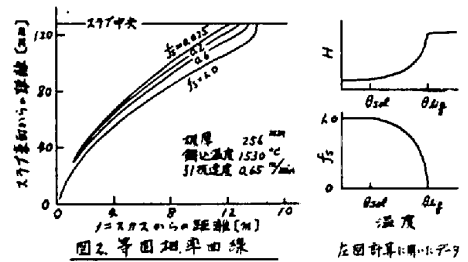


図2. 等固相率曲線

左図計算: 0.11, 0.17

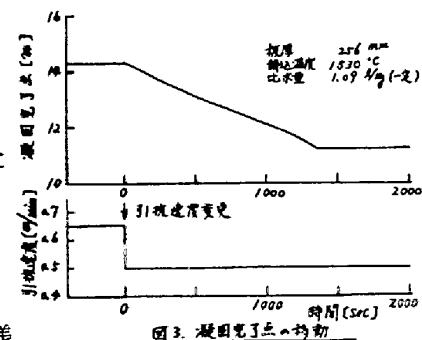


図3. 凝固完了点の移動