

神戸製鋼所 中央研究所 綾田 研三 森 隆 資
重機械事業部 ○安西 章 河 原 実

I. 緒 言

鋳片内に発生する熱応力の解析を困難にしている最大の理由は鋼の凝固温度直下→800℃に至る高温物性値のデータが極めて少ないこと、さらに、凝固のメカニズムや熱間割れについての複雑な問題が関連しているからである。報告者らは連鋳鋳片内部の温度分布計算の確立を基にし、これを発展させて、熱応力計算を行い、各鋼種に応じて理想的冷却パターンを求めると共に、実際に鋳込まれた鋳片内及び表面近傍に生じるクラックとの対応関係を把握することを将来目標としている。

II. 計算方法

図1に於いて、凝固しつつある高温凝固殻に生じる温度勾配によつて凝固殻内に発生する熱応力 σ_{yy} を以下の方法で求める。シエルの挙動は弾塑性体モデルに於けるマックスウェルの状態方程式で表わすことができる。即ち、

$$2G(1+\nu)\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{1}{\tau} s_{ij} + \dot{s}_{ij} \quad (ij: 3 \text{次元表示})$$

一方、温度勾配によつて生じる熱応力 σ と変形の第1次テンソルの関係は

$$\sigma = \frac{E}{1-2\nu} (\epsilon - \alpha_e \Delta T)$$

さらに、平衡方程式、歪相関方程式の関係を考慮し、発生応力及びモーメントの釣合条件よりシエル内部の熱応力の解を求めると、

$$\varphi(x, t) = \int_{t_0}^t A \left(\frac{1}{\omega} \int_0^{\omega} \Delta T dx - \Delta T \right) \cdot \exp[B(t-t')] dt'$$

ここに、 $A = f(\nu, \alpha_e, E)$

ν : ポアソン比

τ : 弛緩時間

$B = f(\nu, \tau)$

α_e : 線膨張係数

ω : シエルの厚さ

E : ヤング率 $= 2G(1+\nu)$

S : 応力テンソル

e : 歪テンソル

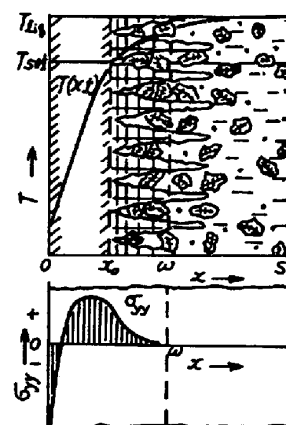


図1 凝固界面附近の温度及び熱応力分布

III. 計算結果

ローラセクションに於けるスプレー冷却時のシエル内温度分布と熱応力の計算結果の1例を図2に示す。

一方、コンピュータによるシミュレーションの手順の一部をフローチャートにて示す。

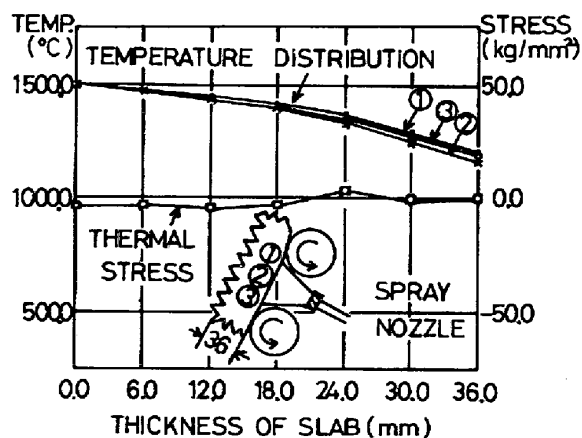
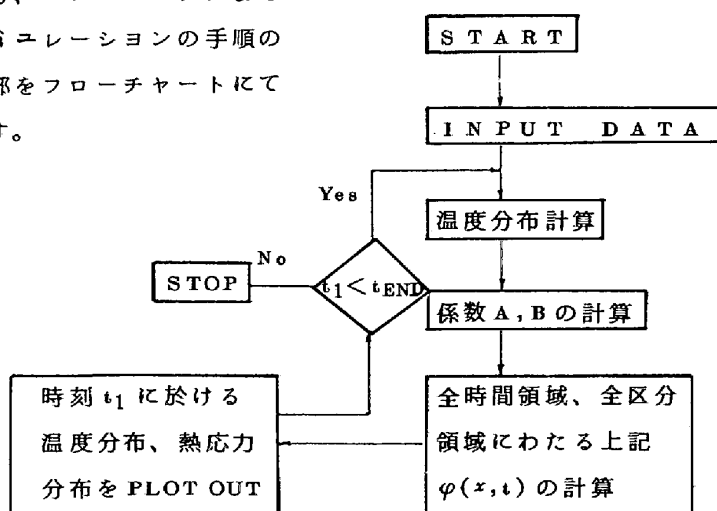


図2 ローラゾーンに於ける温度分布と熱応力の関係