

(202) クリープモデルによるブルーム鑄片の内部割れ解析

(株)神戸製鋼所 鉄鋼技術センター ○安中弘行 横幕俊典

神戸製鉄所 蝦名 清 鈴木康夫

要素技術センター 久米秀樹 機械事業部 佐々木博史

1. 緒言

神戸No.3ブルームCCの生産能力向上を目的として鑄片サイズを300×400から300×430に改造した。改造に先だち、鑄片の伝熱解析およびクリープを考慮した簡易バルジングモデルを用いて、バルジングおよびロールアライメントに起因する内部割れを防止できる2次冷却条件を求めた。本解析モデルに基づく2次冷却条件の採用により、改造後も内部割れの無い鑄片が得られたので報告する。

2. クリープを考慮した簡易バルジングモデル

内部割れ発生の主因であるバルジングおよびバルジング矯正歪 ϵ_b は(1)式に示した平板の弾性曲げ変形に関するモデルにおけるヤング率Eにクリープの項を導入した(2)式により求められる。またバルジング量 δ は(3)式により求められる。

$$\epsilon_b = \frac{6 \cdot \alpha \cdot (1 - \nu^2) \cdot q \cdot \ell^2}{E \cdot d^2} \quad (1) \quad \left(E = \frac{1}{a_0 \cdot t^n} \right)$$

$$= (1 - \nu^2) \cdot \sigma \cdot a_0 \cdot t^n \quad (2) \quad \left(\sigma = \frac{6 \cdot \alpha \cdot q \cdot \ell^2}{d^2} \right)$$

$$\delta = \frac{12 \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2) \cdot q \cdot \ell^4 \cdot a_0 \cdot t^n}{d^3} \quad (3)$$

ここで、 α, β : 形状係数, ν : ポアッソン比
 q : 溶鋼静圧 (kgf/mm²) ℓ : ロールピッチ (mm)
 d : シェル厚 (mm) σ : 応力 (kg/mm²)
 a_0 : クリープ変数 (mm²/min・kg) n : 定数
 t : クリープ時間 (S)

また、凝固界面に発生する総歪量 ϵ_t は(4)式で示される。

$$\epsilon_t = \epsilon_b + \epsilon_m + \epsilon_u \quad (4)$$

ϵ_m : ロールのアライメント, 間隔, 摩擦などによる歪

ϵ_u : 曲げあるいは曲げ矯正による歪

3. 鑄片温度解析およびクリープ変数

各種2次冷却条件下で差分伝熱解析をおこない、広面中央部の鑄片温度推移およびシェル厚を求めた結果の1例をFig. 1および2に示す。また各鋼種のクリープ変数をグリーンブル試験機を用いて測定した結果の1例をFig. 3に示す。これよりクリープ変数および定数 n を求めた。これらの値を用いて ϵ_t を計算し、 ϵ_t が内部割れの臨界歪量をこえないような2次冷却条件を採用することにより内部割れを防止できた。

4. 結言

これらのモデル式をもとに、IBM5550で処理できるプログラムを開発し、鑄造条件の設定およびロールアライメント管理に活用することにより、良好な鑄片内部品質が得られている。

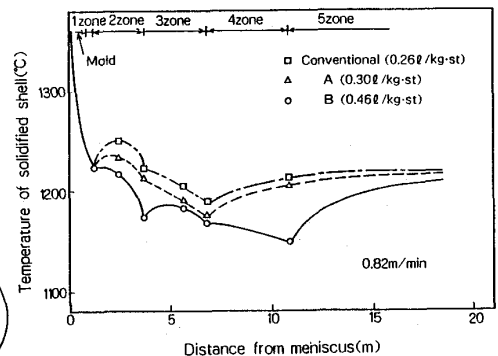


Fig. 1 Temperature profile of solidified shell (calculated)

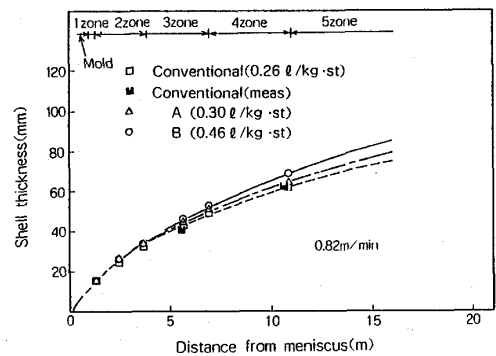


Fig. 2 Shell thickness profile

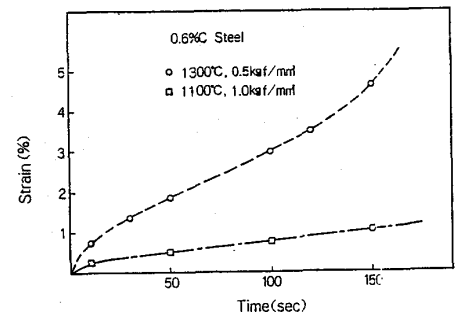


Fig. 3 Effect of time, load, temperature on creep strain