

川崎製鉄㈱ 水島製鉄所 ○白石典久 吉原正典
嬉野卓治 上村尚志
谷本久美 板倉仁志

1. 緒言

分塊均熱炉の省エネルギーを目的として伝熱シミュレーションモデルを作成した。各種鋼塊について種々のトラックタイム、加熱パターンにおける温度分布や凝固完了時間を知ることは均熱炉操作上重要なことである。以下にモデルの概要と計算結果の一例について報告する。

2. 計算方法

鋼塊の温度分布は、鑄込—型抜—均熱炉装入—加熱—抽出の作業フローについて鑄型及び定盤を含めて3次元熱伝導方程式の数値計算により求める。均熱炉では熱収支バランスを計算することにより、投入熱量を設定した時は炉温を求め、逆に炉温を設定した時は投入熱量を求めることができる。従って最も燃料原単位の少ない加熱パターンを探ることが可能となる。成分偏析による凝固温度低下については、調査した成分偏析結果から各位置の固、液相温度を求めておき、凝固進行中も各位置の固、液相温度はそれと同一として計算する。

3. 計算結果と実測値の比較

鑄込から凝固終了までの測温結果と計算値との比較を図1に、切断鋼塊のサルファプリントによる凝固プロフィールと計算値との比較を図2に、更に冷塊の加熱中の測温結果と計算値の比較を図3に示した。いずれも実測値と計算値は良く一致しており、モデルの妥当性が確認された。

4. 偏平鋼塊の凝固完了時間

熱量原単位を10~20×10³ Kcal/t 程度とするためにはトラックタイムをある範囲にしてスロー加熱を実施し、凝固完了直後に抽出圧延する必要がある。

最も重要な凝固完了時間について本モデルの計算結果を回帰した結果次の(1)、(2)式を得た。ここで(1)式の形は平居の式¹⁾を参考に行っている。

$$T_{\infty} = \frac{1}{990} \left\{ \frac{AB}{A+B} \left(\frac{0.17}{P} + 0.83 \right) \right\}^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$T/T_{\infty} = \left((T_A + 2T_B) (1 + 0.5/P) / T_{\infty} \right)^{-0.32} \times 0.95 \dots \dots \dots (2)$$

但し $(T_A + 2T_B) / T_{\infty} \leq 0.5$

ここで(1)式は型内冷却の時、(2)式は均熱炉での最もスロー加熱時の凝固完了時間を求める回帰式である。

T_{∞} : 型内凝固完了時間 (min), T : 均熱炉内で加熱する時の凝固完了時間 (min), A : 平均長辺寸法 (mm), B : 平均短辺寸法, P : 偏平比 (A/B), T_A : 鑄込から型抜までの時間 (min), T_B : 型抜から均熱炉装入までの時間

5. 結言

本シミュレーションモデルは実測値との比較の結果十分精度のあることが確認できた。更に均熱炉操作にとって最も重要な鋼塊の凝固完了時間についての回帰式を算出した。

6. 参考文献 1) 平居ら; 鉄と鋼 54 (1968) 3, P83

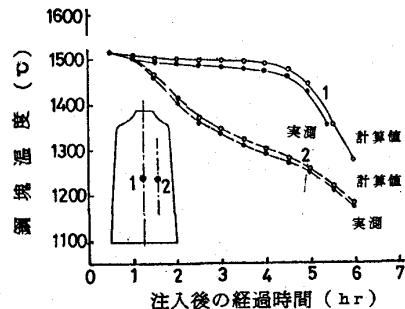


図1 鑄型内の実測値と凝固伝熱計算

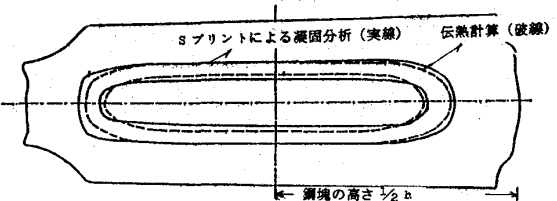


図2 鋼塊の凝固プロフィールの比較

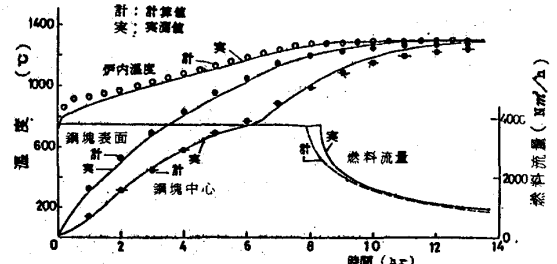


図3 鋼塊の昇温実測値と計算値の比較